# 东莞市茶山镇污水处理厂
# 改扩建项目

## 可行性研究报告
## （修编稿）

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

二〇二三年四月

# 企 业 资 质 证 书

## 工程咨询单位资信证书

单位名称：　中国市政工程中南设计研究总院有限公司

住　　所：　江岸区解放公园路41号

统一社会信用代码：　91420100177666879T

法定代表人：　杨书平

技术负责人：　李国洪

资信等级：　甲级

资信类别：　专业资信

业　　务：　市政公用工程，　水利水电，　公路，建筑，　生态建设和环境工程

证书编号：　甲212021010950

有 效 期：　2022年01月21日至2025年01月20日

发证单位：　中国工程咨询协会

| | | | |
|---|---|---|---|
| 总院院长： | | 李伟国 | |
| 总院总工程师： | | 李国洪 | |
| 总院分管副总工程师： | | 邱　明 | |
| 第六设计院院长： | | 张　明 | 高级工程师 |
| 项目审定人： | | 胡新立 | 高级工程师<br>注册公用设备工程师（给水排水） |
| 项目负责人： | | 凌　微 | 工程师 |
| 项目审核人 | 给　排　水 | 胡新立 | 高级工程师<br>注册公用设备工程师（给水排水） |
| | 结　　构 | 陈中昱 | 高级工程师 |
| | 建　　筑 | 路新春 | 正高级工程师 |
| | 电 气 自 控 | 刘发明 | 高级工程师 |
| | 道　　路 | 郑云华 | 正高级工程师 |
| | 景　　观 | 刘莉芬 | 高级工程师<br>注册城乡规划师 |
| | 工 程 经 济 | 张　俊 | 正高级工程师<br>注册造价工程师 |
| 专业负责人 | 给　排　水 | 凌　微 | 工程师 |
| | 结　　构 | 刘欢华 | 高级工程师<br>一级注册结构工程师 |
| | 建　　筑 | 张　鑫 | 工程师 |
| | 电 气 自 控 | 李伯伟 | 高级工程师 |
| | 道　　路 | 董　炯 | 高级工程师 |
| | 景　　观 | 祁　磊 | 工程师 |
| | 工 程 经 济 | 陈　艳 | 工程师 |
| 主要参与人 | 给　排　水 | 凌　微　周雪丽 | |
| | 结　　构 | 刘欢华 | |
| | 建　　筑 | 张　鑫 | |
| | 电 气 自 控 | 刘国壮 | |
| | 道　　路 | 程　健 | |
| | 景　　观 | 袁　丁 | |
| | 工 程 经 济 | 陈　艳 | |

# 目 录

# 前言

2022 年 9 月 9 日，茶山镇人民政府在镇政府一楼 3 号会议厅主持召开了《东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目可行性研究报告》专家评审会，并通过评审，可研推荐采用五段式 Bardenpho+MBR 工艺方案，厂区构筑物设计变化系数采用 1.5。

2023 年 3 月 29 日，产业中心组织召开茶山镇污水处理厂改扩建项目推进会专题会议，经参会各方充分讨论，会议明确，原则上本项目扩容规模为 4.5 万 $m^3$/d、变化系数取值 1.3，设计进水水质指标限值不作调整，设计出水水质标准执行一级 A 标准+广东省地方标准的较严值（出水总氮浓度≤15mg/L）。

2023 年 4 月 7 日上午，冯处（冯彬）赴茶山镇污水处理厂改扩建项目进行踏勘现场，会上设计单位对五段式 Bardenpho+MBR 工艺及改良 $A^2$/O+双层二沉池方案进行了比选汇报，鉴于茶山厂受用地限制，MBR 膜工艺占地小，处理效果稳定，且能满足扩建规模（4.5 万吨/d）要求，而采用改良 $A^2$/O+双层二沉池方案只能建设 3.5 万吨/d，且投资比 MBR 膜工艺更高，因此，冯处及现场参会人员初步确定茶山厂扩建方案采用五段式 Bardenpho+MBR 工艺方案。

2023 年 5 月 11 日，茶山镇人民政府在镇政府一楼 2 号会议室主持召开了《东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目可行性研究报告（修编）》专家评审会，并通过修编评审会，修编可研仍推荐采用五段式 Bardenpho+MBR 工艺方案，厂区构筑物设计变化系数采用 1.3。

2023 年 5 月 29 日（星期一）下午，黄惠芳副镇长在茶山镇政府二楼 1 号会议室主持召开了茶山镇污水处理厂改扩建项目第九次协调会议，专题研究有关事项。会议提出，原则同意市水务集团根据茶山厂改扩建方案对茶山厂已建的构筑物进行拆除重建或利旧改造，茶山厂改扩建项目与一期工程共用的建（构）筑物和设备设施，其中因新增和重置部分的资产涉及 BOT 单位减少后续投入所衍生的成本下降部分，经第三方公司评估后，最终从市水务集团支付 BOT 单位的委托运营服务费中扣除，上述委托运营服务费用纳入茶山厂改扩建项目成本监审范围内。

# 1 概述

## 1.1 项目概况

项目名称：东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目

建设单位：东莞市石鼓污水处理有限公司

建设地点：东莞市茶山镇横江村


图1.1-1 项目位置图

## 1.2 编制依据

### 1.2.1 国家法规及相关文件

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年）；

（2）《中华人民共和国水法》（2016 年修正本）

（3）《中华人民共和国水污染防治法》（2018）

（4）《中华人民共和国河道管理条例》（2018 年修正本）

（5）《市政公用工程设计文件编制深度规定（2013 年版）》（修订版）

（6）《东莞市人民政府办公室关于印发<东莞市环境污染防治总体实施方案

（2016-2020）>的通知》（东府办〔2016〕101 号）

（7）《东莞市雨污分流的实施方案（试行）》（东水治建〔2018〕29 号）

（8）《东莞市河涌水环境综合治理攻坚战三年行动计划（2019-2021）》

（9）关于印发《东莞市污水处理厂新扩建工作指引》的通知（东环〔2021〕8 号）

（10）《东莞市城镇生活污水收集处理能力评估报告》（东莞市生态环境局环保产业促进中心，2020 年）

（11）《关于申请启动茶山镇污水处理厂改扩建工作的函》（茶府函〔2022〕29 号）

（12）《东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目前期咨询服务合同》

### 1.2.2 规划文件及资料

（1）《东莞市城市总体规划（2016-2030）》

（2）《东莞市城镇供水专项规划（2012-2030）》

（3）《东莞市茶山镇供水专项规划（2012-2025）》

（4）《东莞市茶山镇排水专项规划（2013-2025）》

（5）《东莞市茶山镇近期建设规划（2017-2020 年）》

（6）《东莞市茶山镇城市更新专项规划（2018-2022 年）》

（7）茶山镇提供全镇人口数据及用水量数据等

（8）茶山镇污水处理厂一期工程、提标工程等相关设计及生产数据资料

（9）业主提供及现场调研得到的其他资料等

### 1.2.3 国家规范和标准

| | |
|---|---|
| （1）《室外给水设计标准》 | GB50013-2018 |
| （2）《室外排水设计标准》 | GB50014-2021 |
| （3）《建筑给水排水设计标准》 | GB50015-2019 |
| （4）《工业企业噪声控制设计规范》 | GB/T50087-2013 |
| （5）《泵站设计规范》 | GB50265-2010 |
| （6）《城市给水工程规划规范》 | GB50282-2016 |
| （7）《城市排水工程规划规范》 | GB50318-2017 |
| （8）《城市工程管线综合规划规范》 | GB50298-2016 |

| | |
|---|---|
| （9）《城镇污水再生利用工程设计规范》 | GB50335-2016 |
| （10）《城镇给水排水技术规范》 | GB50788-2012 |
| （11）《广东省用水定额》 | DB44/T1461-2021 |
| （12）《城镇污水处理厂污染物排放标准》 | GB18918-2002 |
| （13）《城镇给排水紫外线消毒设备》 | GB/T19837-2019 |
| （14）《城镇污水处理厂污泥泥质》 | GB24188-2009 |
| （15）《城镇污水处理厂污泥处理技术规程》 | CJJ131-2009 |
| （16）《环境空气质量标准》 | GB3095-2012 |
| （17）《声环境质量标准》 | GB3096-2008 |
| （18）《恶臭污染物排放标准》 | GB14554-1993 |
| （19）《工业企业厂界环境噪声排放标准》 | GB12348-2008 |
| （20）《砌体结构设计规范》 | GB50003-2011 |
| （21）《建筑地基基础设计规范》 | GB50007-2011 |
| （22）《建筑结构荷载规范》 | GB50009-2012 |
| （23）《混凝土结构设计规范》（2015 版） | GB50010-2010 |
| （24）《建筑抗震设计规范》（2016 版） | GB50011-2010 |
| （25）《钢结构设计标准》 | GB50017-2017 |
| （26）《湿陷性黄土地区建筑标准》 | GB50025-2018 |
| （27）《建筑与市政工程抗震通用规范》 | GB55002-2021 |
| （28）《工业建筑防腐蚀设计标准》 | GB/T50046-2018 |
| （29）《建筑结构可靠性设计统一标准》 | GB50068-2018 |
| （30）《给水排水工程构筑物结构设计规范》 | GB50069-2002 |
| （31）《地下工程防水技术规范》 | GB50108-2008 |
| （32）《混凝土外加剂应用技术规范》 | GB50119-2013 |
| （33）《给水排水构筑物工程施工及验收规范》 | GB50141-2008 |
| （34）《构筑物抗震设计规范》 | GB50191-2012 |
| （35）《建筑地基基础工程施工质量验收标准》 | GB50202-2018 |
| （36）《砌体结构工程施工质量验收规范》 | GB50203-2011 |
| （37）《混凝土结构工程施工质量验收规范》 | GB50204-2015 |
| （38）《地下防水工程质量验收规范》 | GB50208-2011 |

（39）《给水排水工程管道结构设计规范》 GB50332-2002

（40）《城市道路照明设计标准》 CJJ45-2015

（41）《20kV 及以下变电所设计规范》 GB50053-2013

（42）《3-110kV 高压配电装置设计规范》 GB50060-2008

（43）《供配电系统设计规范》 GB50052-2009

（44）《通用用电设备配电设计规范》 GB50055-2011

（45）《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》 GB/T50062-2008

（46）《电力工程电缆设计标准》 GB50217-2018

（47）《建筑物防雷设计规范》 GB50057-2010

（48）《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T50065-2011

（49）《建筑照明设计标准》 GB50034-2013

（50）《低压配电设计规范》 GB50054-2011

（51）《建筑机电工程抗震设计规范》 GB 50981-2014

（52）《自动化仪表选型设计规定》 HG/T 20507-2014

（53）《仪表供电设计规范》 HG/T 20509-2014

（54）《仪表配管配线设计规范》 HG/T 20512-2014

（55）《仪表系统接地设计规范》 HG/T 20513-2014

（56）《信号报警及连锁系统设计规范》 HG/T 20511-2014

## 1.3 编制原则

本次可研文件编制原则如下：

（1）工程方案兼顾截污管网建设现状及规划、污水处理厂现状及可用地红线，可实施性和可操作性强，使工程得以顺利实施；

（2）充分利用现状地形和现状厂区平面布局，统筹考虑新扩建项目与现状厂区布局的协调；

（3）调研茶山镇污水处理厂一期、提标现状进出水水质、水量，复核新、扩建构筑物的处理能力，特别是 TN 的处理效率，为工艺方案提供设计依据；

（4）借鉴污水处理厂实际运行的经验，通过多方案技术经济比较，推荐经济合理、管理方便、稳定可靠并节约能耗的工艺方案；

（5）处理构筑物选型和设计参数的取值要合理、经济、可行；处理设备选

择低能耗、高效率的设备。

（6）设备选型应具有检修和运行管理的方便性；处理系统中关键性设备拟按进口设备考虑，其他设备拟采用优质国产设备；

（7）厂内新建建（构）筑物与周边环境协调一致；

（8）成果文件符合国家颁发的法律法规、规范、规定、规程和标准；达到建设部《市政公用工程设计文件编制深度规定》（2013 年版）的有关规定及其他设计标准、规范、规程、定额和办法的要求。

## 1.4 编制范围

茶山镇污水处理厂服务范围为茶山镇广深铁路以南的镇域范围。根据调研，茶山镇污水处理厂总占地面积 8.07 公顷（红线），已建工程实际用地面积约 3.70 公顷（橙线），其中包括一期提标工程用地约 5252.6m$^2$，橙线外用地已被茶山镇


**图1.4-1 茶山镇污水处理厂现状及用地情况**

固废处理中心等项目占用，而橙线内还有茶山北路电缆终端场站、众源污泥减量化项目等项目用地，因此，可用于扩建项目的实际可用地面积仅约 4033m$^2$（绿线）。基于用地现状，结合 2025 年茶山镇污水处理能力缺口预测结果，经过多方讨论后，本次扩容工程考虑利用一期现状处理构筑物，通过工艺改造，对现状池体进行挖潜，并利用一期用地范围内空白用地，新建部分构筑物，实现污水厂原位扩容。

## 1.5 修编内容

东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目可研修编后，扩建规模为 4.5 万 m$^3$/d，设计进出水水质标准与原可研评审稿保持一致，变化的主要是以下几个方面。

1）变化系数由 1.5 调整为 1.3；

2）新建 MBR 膜通量由 14 L/m$^2$•h 调整为 18 L/m$^2$•h；

3）受投资影响，取消了二沉池反吊膜，远期脱水车间的土建及设备等。

**表1.5-1 东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目评审稿及修编稿前后对比情况表**

| 序号 | 修改内容 | 评审稿 | 修编稿 |
|---|---|---|---|
| 1 | 变化系数 | 1.5 | 1.3 |
| 2 | 膜通量 | 14L/m$^2$·h | 18L/m$^2$·h |
| 3 | 二沉池反吊膜 | | 取消 |
| 4 | 生物除臭 | Q1=30000m³/h<br>Q2=60000m³/h<br>Q3=15000m³/h | Q1=21000m³/h<br>Q2=31000m³/h<br>Q3=12000m³/h |
| 5 | 远期脱水车间及配套设备 | | 取消 |
| 6 | 建设期减产、停产时间 | 停产 4 天，减产 20 天 | 停产 5 天，减产 35 天 |
| 7 | 污水减产及停产补偿费 | | 按照停产 5 天，停产水量 5 万 m$^3$/d<br>减产 35 天，减产水量 1 万 m$^3$/d<br>增加补偿费约 25.7 万元 |

**表1.5-2 东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目评审稿及修编稿前后投资对比表**

| 序号 | 项目 | 评审稿 | 修编稿 |
|---|---|---|---|
| 1 | 总投资（万元） | 21261.92 | 17720.06 |
| 2 | 工程费用（万元） | 16962.54 | 14303.50 |
| 3 | 单位处理水经营成本（元/$m^3$） | 1.02 | 0.86 |
| 4 | 单位处理水总成本（元/$m^3$） | 1.69 | 1.42 |
| 5 | 建议污水处理收费（元/$m^3$） | 2.145 | 1.796 |

## 1.6 可研修编评审专家意见及回复

2023 年 5 月 11 日，茶山镇人民政府在镇政府一楼 2 号会议室主持召开了《东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目可行性研究报告(修编)》(以下简称《可研修编》)专家评审会，参加会议的有市住建局、东引运河流 域综合整治现场指挥部、市环保产业中心、松山湖自然资源局、镇生态环 境分局、镇治污指挥部办公室、镇水务工程运营中心、镇住建局、镇自然 资源分局、镇经济发展局、镇财政分局、华俊污水处理厂有限公司、横江村、市水务集团及《可研修编》评估单位北京市市政工程设计研究总院有 限公司、《可研修编》编制单位中国市政工程中南设计研究总院有限公司等单位的代表。会议特邀 5 位专家组成专家组（名单附后）,与会专家和代表听取了编制单位对可研修编内容的汇报，经讨论，形成专家评审意见如下：

一、总体评价

《可研修编》编制依据较充分，内容较全面，方案总体可行，编制深度基本达到《市政公用工程设计文件编制深度规定》(2013 年版)要求，经补充修改完善后，可上报。

二、意见及建议

1、补充雨季污水量预测；

**回复：已补充，详见文本 5.3.3。**

2、完善工艺方案比选内容，优化工艺设备选型；

**回复：已完善，工艺方案比选详见 5.7、5.9 章节，工艺设备选型优化详见文本第 7 章节。**

3、进一步评估施工停产期污水外溢风险，完善应对措施；

**回复：施工期间污水停产 5 天（不连续），停产期间污水外溢，其中 1 天外溢 6 万 $m^3$/d，其余 4 天外溢 4 万 $m^3$/d。减产 35 天，减产规模 2 万 $m^3$/d，减产期间污水通过临时连通管接驳至余屋泵站，详见文本 8.7 章节。**

4、复核财务评价指标。

**回复：按照要求复核。**

## 1.7 修编结论及主要经济指标

### 1.7.1 修编结论

本项目扩容规模为 4.5 万 $m^3$/d，采用地上式建设形式，主体工艺为“五段式 Bardenpho+MBR 工艺”，设计出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，同时满足广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段的一级标准中的较严值，出厂污泥含水率＜60%。

本次可研文件编制在进行充分调查研究、评价预测以及必要的现场踏勘工作基础上，对污水处理厂改扩建工程的技术可行性、经济合理性、实施可行性等，进行综合性的研究和论证，对不同的工艺方案进行技术经济比较，提出推荐方案，具体内容包括：

- 建设项目编制依据、现状背景、城市区域概况；
- 建设地区给排水现状、发展预测和项目建设的必要性分析；
- 污水水质及水量预测、建设规模分析；
- 项目建设条件分析、处理工艺方案比选及工程方案设计；
- 投资估算及经济评价；
- 建设工期安排；
- 环境保护及节约能源。

### 1.7.2 修编后主要经济指标

建设项目总投资为 17720.06 万元，其中：工程费用 14303.50 万元，工程建设其他费用 1757.17 万元，预备费 1284.85 万元，建设期利息 298.34 万元，铺底流动资金 76.20 万元。

本项目单位处理水经营成本为 0.86 元/$m^3$，单位处理水总成本为 1.42 元/$m^3$，

建议污水处理收费（税前）为 1.796 元/$m^3$。

# 2 系统现状及存在问题

## 2.1 区域概况

### 2.1.1 地理位置

东莞市地处广东省中南部、东江下游、珠江三角洲腹地，位于东经113°31′~114°14′、北纬22°39′~23°08′附近，面积2465平方公里。东莞市东临博罗、惠州，南连深圳，西望番禺，北靠广州，毗邻香港，处于穗港经济走廊中间。


**图2.1-1 茶山镇区域位置图**

茶山镇隶属广东省东莞市，镇中心位置东经113°87′56″，北纬23°08′24″；位于东莞市中北部，西靠东莞市区，东接石排镇、横沥镇，南邻东坑镇、寮步镇，北与石龙镇接壤，是东莞市中心组团。茶山镇总面积45.4平方公里，下辖16个村和2个社区，常住人口21.97万人，其中户籍人口5.97万人。全镇共有党组织201个，党员3125名，茶山镇党委2021年获评“广东省先进基层党组织”。茶山镇是全国文明镇、国家卫生镇、中国食品名镇、省“维稳工作示范点”、省园林城镇、省生态镇、省教育强镇，位列2021年度全国千强镇第77位，自2015年以来连续七年被评为东莞市镇街领导班子工作优秀镇，2021年综合考核总分排全市第2，获得参评以来的最好成绩。2021年实现生产总值195.18亿元，增长12.7%；规上工业实现增加值89.91亿元，同比增长13.7%；社会消费品零售总额57.38亿元，同比增长14.9%。

### 2.1.2 行政区划

东莞市辖 32 个镇（街道），其中包括 4 个街道，28 个镇。

茶山镇辖 16 个村和 2 个社区，分别为：茶山圩社区、茶溪社区 2 个社区；上元村、茶山村、下朗村、横江村、卢边村、寒溪水村、增埗村、南社村、塘角村、京山村、博头村、冲美村、粟边村、刘黄村、孙屋村、超朗村等 16 个村。茶山镇政府驻茶山圩社区。

### 2.1.3 区位优势

茶山镇交通便捷，镇中心距离东莞市区 10 公里，交通四通八达。

铁路方面，东莞火车站位于茶山镇与石龙镇交界，设有茶山侧西站房和石龙侧东站房，是广深线东莞境内功能最完善的、办理客车对数最多、旅客发送量最大、能够直接服务于东莞中心城区的车站，以广深城际铁路为主，兼顾部分长途旅客列车，具备口岸功能。

轨道交通方面，轨道 2 号线以东莞火车站为起点，虎门火车站为终点，途经石龙、茶山、东城、莞城、南城、厚街、虎门。

公路方面，从茶山镇通过的省道共两条（S120、S122），约 8.4 公里，农村公路总里程 136.254 公里，其中县道三条（X246、X247、X248），9.059 公里；乡道 44 条，60.473 公里；村道 75 条，66.722 公里。莞龙路、石大路、环城路、生态园大道等公路，与铁路、轨道相结合，使茶山镇与珠三角周边城市紧密联系在一起。目前茶山镇公交资源归属松山湖功能区，由松山湖公交公司管理运营，镇内公交线路共有 6 条，微巴线路 1 条，跨镇线路共有 11 条，镇内线路公交车共有 49 辆，基本覆盖了全镇 18 个村（社区），站点覆盖率达 100%。全镇实现了公交线路网络化，基本实现了“村村通公汽、路路有公汽”的总体目标，实现了茶山行政区、居住区、东莞火车站、消费娱乐、购物、医院等区域的连接，满足市民的通勤、生活、交通等出行需求。

### 2.1.4 社会经济

2020 年，茶山镇实现生产总值 169.4 亿元，同比增长 5.1%，增速排名全市第九；规上工业增加值 69.4 亿元，同比增长 8.4%；固定资产投资总额 87 亿元，同比增长 28.8%；社会消费品零售总额 49.9 亿元；各项税收总额 31.6 亿元。

（1）工业生产平稳增长。2020 年，全镇规模以上工业实现增加值 69.4 亿元，同比增长 8.4%。

（2）固定资产投资提速增长。2020 年，全镇完成固定资产投资总额 87 亿元，同比增长 28.8%。

（3）社会消费跌幅较大。2020 年，全镇实现社会消费品零售总额 49.9 亿元，同比下降 8.2%。

（4）外贸经济平稳增长。2020 年，全镇进出口总额 122.3 亿元，同比增长 2.5%，其中出口总额 76.8 亿元，同比下降 12.7%。

（5）财税收入快速增长。2020 年，一般公共预算收入 15.5 亿元，同比增长 32.2%。全镇各项税收总额 31.6 亿元，同比增长 18.1%。

（6）金融业增长稳健。2020 年末，全镇各项人民币存款余额 213.8 亿元，同比增长 14.5%；各项人民币贷款余额 103.5 亿元，同比增长 27.9%。

## 2.2 自然条件

### 2.2.1 地形地貌

东莞市地势东南高，西北低。地貌以丘陵台地、冲积平原为主，丘陵台地占 44.5%，冲积平原占 43.3%，山地 6.2%。东南部多山，尤以东部为最，山体庞大，分割强烈，集中成片，起伏较大，海拔多在 200～600m，坡度 30°左右，银瓶嘴山主峰高 898.2m，是东莞市最高山峰；中南部低山丘陵成片，为丘陵台地；东北部接近东江河滨，陆地和河谷平原分布其中，海拔 30～80m 之间，坡度小，地势起伏缓和，为易于积水的莆田区；西北部是东江冲积而成的三角洲平原，是地势低平，水网纵横的围田区；西南部是滨临珠江口的江河冲积平原，地势平坦而低陷，是受潮汐影响较大的地区。

茶山镇全境东西宽，南北窄，呈“凸”字形状。东西相距 11.3 公里，南北相距 7.4 公里，全区丘陵起伏，南北为河道（寒溪河、南畲蒗），为埔田，中横连绵山丘为旱地，山丘之间为坑田，地势东北高而西南低。茶山镇位于南岭纬向构造带南缘，新华夏系隆起带的次一级断陷沉降区。区内构造活动频繁，加里东运动、印支运动、燕山运动、喜马拉雅运动均有不同程度的显示，伴随着这些构造运动，形成了以北东向及北西向构造为主，兼有近东西向及近南北向的构造，并发育有基底褶皱及大陆边缘活动带褶皱的构造格局。区域内地层自上而下依次为人工填土层、耕植层、冲积层、残积层和基岩。区域抗震设防烈度等级为VI级，设计地震基本加速度为 0.05g。

### 2.2.2 气象条件

东莞市属亚热带季风气候，长夏无冬，日照充足，雨量充沛，温差振幅小，主导

风向为东风，频率为 19.3%；次主导风向为东北风，频率为 12.7%；全年以 N～E 风占绝对优势，出现频率合计 55.8%。受亚热带海洋性季风气候影响，风向呈明显的季节性变化，4～9 月为东风，东南风为主，10 月至来年 3 月以东北风为主。年平均风速为 1.8m/s，由于区域属于半山地形，静风频率为 31%。

| | |
|---|---|
| 全年平均气温 | 23.1℃ |
| 极端最高气温 | 37.8℃ |
| 极端最低气温 | 3.1℃ |
| 年平均风速 | 1.8m/s |
| 年主导风向 | E |
| 历年平均降雨量 | 1759mm |

东莞市水量丰富，历年平均降雨量为 1790mm，受季风和台风影响，降雨量年内分布不均，4～9 月份降雨量占全年平均降雨量的 83%，冬春季雨量少，年蒸发量为 1000～1200mm。

茶山镇位于南亚热带地区，气候温暖多雨，多年平均气温 22.1℃。最高月温为 7 月，平均气温 28.2℃，极端最高温度 38.1℃；最低月温为 1 月，平均气温 13.7℃，极端最低温度 4℃。多年平均雨量 1724mm（1911 年-1982 年记录），最大年降雨量 3320mm（1959 年记录），最小年降雨量 972mm（1963 年记录）。每年 4 月至 9 月为雨季，占全年总雨量的 80%以上，且每年都有两个雨峰：一个在 5-6 月，月雨量达 250 至 350mm；一个在 8-9 月，月雨量达 250-300mm。茶山镇距热带海洋较近，受海洋性气候影响，季风气候显著。夏季盛吹南风或东南风，冬季盛吹北风或西北风，春秋两季因受北方冷空气或南方海洋台风交替影响，风向不定，或吹东南风，或吹西北风。每年夏秋间，常有台风、洪涝或干旱的灾害，对农业有很大影响，最大台风为 11-12 级。

### 2.2.3 水文地质

**1、土壤**

东莞市土壤成土母质多为第四纪近代沉积物，主要是花岗岩、砂页岩以及红色砂页岩，另有少量凝质岩、石英片等。境内土壤经长期脱硅富铝化过程形成，地带性土壤为赤红壤；东南部高程 900m 左右的低山地带，因不同高程生物气候差异，出现垂直带谱，由低到高依次为赤红壤、山地红壤及山地黄壤。地域性土壤有石质土和潮沙土，分属岩成土壤和水成土壤。占全市总面积近半的三角洲平原和河谷盆地，经数千

年农业耕作，已演化成以水稻土为主的耕作土壤。据第二次土壤普查，东莞土壤类型共有 7 种，即赤红壤、红壤、黄壤、石质土、潮沙土以及水稻土、基水地。根据东莞市内不同地点的地质勘察报告，东莞市土壤渗透系数根据土壤层的不同而有较大的区别。

**表2.2-1 土壤渗透系数参考表**

| 岩土名称 | 渗透系数（cm/s） | 备注 |
|---|---|---|
| 填土 | $8.69\times10^{-4}$ | 表内数值为经验值，仅供参考使用 |
| 粉质黏土 | $5.19\times10^{-5}$ | |
| 淤泥 | $4.9\times10^{-6}$ | |
| 粘土 | $6.3\times10^{-8}$ | |
| 细沙 | $2.8\times10^{-3}$ | |
| 中砂 | $1.1\times10^{-2}$ | |
| 粗砂 | $1.8\times10^{-2}$ | |
| 全风化泥岩 | $5.54\times10^{-5}$ | |
| 强风化泥岩 | $8.0\times10^{-4}$ | |
| 中风化泥岩 | $2.0\times10^{-2}$ | |

东莞市内特殊土一般为人工填土、软土、膨胀土和污染土等，软土主要分布于珠江三角洲河网密布区（西部水乡地区），厚度一般在 2～30m。软土具有含水量高、孔隙度大、抗剪强度低和固结慢等特点，在工程施工上有易触变，高压缩、低强度等特点，工程特性差，对施工和建筑物的安全带来严重的影响。如对软土地基处理不当，建筑物易产生不均匀沉陷，致使建筑物倾斜、倒塌、下沉和地面开裂等地质灾害。总体来说，东莞除软土区外，土壤自然入渗雨水能力较好。

**2、水文**

东莞市地下水多年平均地下水资源量为 5.63 亿 $m^3$，其中：东江下游区为 2.08 亿 $m^3$，占东莞市地下水资源量的 36.9%；东江三角洲区地下水资源量为 3.55 亿 $m^3$，占东莞市地下水资源量的 63.1%。从地下水资源分布看，山丘区地下水资源量为 2.62 亿 $m^3$，占全市地下水总资源量的 46.5%，平原区资源量（扣除重复计算水量）为 3.01 亿 $m^3$，占全市地下水资源总量的 53.5%。

东莞市对地下水资源的利用较少，主要集中在东部和南部少数几个镇，取水规模很小，布置分散。主要是取用浅层地下水，含水层为古河床、河漫滩、冲洪积扇中的

砂砾层、砾石层或亚砂土层，其次是取用基岩裂隙水。

珠江三角洲东莞分散式开发利用区地下水类型为孔隙水，现状水质类别为I-V类，个别地段 Fe、Mn、$NH_4^+$、pH 超标，地下水功能区保护目标的水质目标为III类，开采水位降深控制在 5-8m 以内。

东江东莞分散式开发利用区地下水类型为孔隙水，现状水质类别为I-V类，部分地段 Fe、Mn、$NH_4^+$、pH 超标，地下水功能区保护目标的水质目标为III类，开采水位降深控制在 5-8m 以内。

珠江三角洲东莞沿海地质灾害易发区地下水类型为孔隙水和裂隙水，现状水质类别为I-V类，个别地段 Fe、Mn、$NH_4^+$、pH 超标，地下水功能区保护目标的水质目标为I-V类，维持较高水位，沿海地下水位始终不低于海平面。东江东莞地下水水源涵养区地下水类型为裂隙水，现状水质类别为I-IV类，局部 F、Fe、pH 超标，地下水功能区保护目标的水质目标为III类，维持较高的地下水位。

珠江三角洲东莞地下水水源涵养区地下水类型为裂隙水，现状水质类别为I-IV类，局部 F、Fe、pH 超标，地下水功能区保护目标的水质目标为III类，维持较高的地下水位。珠江三角洲东莞沿海不易开发区地下水类型为孔隙水，现状水质类别为V类，矿化度、Fe、Mn、$NH_4^+$超标，地下水功能区保护目标的水质目标为V类，地下水位维持现状。

**3、河流水系**

东莞市主要河流有东江及其支流石马河、寒溪水和东引运河。

（1）东江

东江发源于江西省寻乌县桠髻钵，南流入广东境内，流经龙川、东源、源城、紫金、惠阳、惠城、博罗至东莞市的石龙，分南支流、北干流经东江三角洲网河入狮子洋，经虎门出海。东江北干流与南支流之间以石龙为顶点中间形成河网地带,主要水道有赤滘口河、大汾水、东莞水道、中堂水道、厚街水道、潢涌河、和倒运海水道、麻涌水道、洪屋涡水道等。

东江干流由东北向西南流，河道长度至石龙为 520km，其中东江干流下游博罗~石龙河段长 57.7km。东江流域总面积 35340km$^2$，河道平均坡降 0.39‰。

东江博罗以上已建有新丰江、枫树坝、白盆珠三大水库，集雨面积分别为 5734、5150、856km$^2$，总控制面积 11740km$^2$，占博罗以上流域面积的 46.4%，总库容分别为 138.96、19.32、12.20 亿 m$^3$，三库总库容 170.48 亿 m$^3$。

东江流域属亚热带气候区，具有高温、多雨、湿润、日照长、霜期短、四季变化明显等特点。流域内多年平均 1750mm，多年平均气温为 20°C~22°C，多年平均蒸发量 1200mm。博罗站多年平均天然径流量为 243 亿 $m^3$，最大年径流量为 1983423 亿 $m^3$，最小年径流量为 1963 年的 61 亿 $m^3$。

（2）石马河

石马河发源于深圳市宝安区的大脑壳山，全流域集水面积 1249$km^2$，河流长 88km，在东莞市的面积有 673$km^2$，长度为 64km，河床总落差约 70m，全河平均坡降为 0.51‰。主流在建塘口上游约 1km 处的新开河口流入东江。流域内多山地丘陵，地势东北高、西南低，植被良好，雨量充沛，是我市雨量最多、年径流深最大的地区。流域内建成茅輋、契爷石、虾公岩等 3 座中型水库。1964 年，石马河由原来的天然河道变为给深圳、香港、东莞等地供水的人工输水渠道；2003 年 6 月，东深供水工程完成全部改造后，石马河恢复为天然河道状态。

（3）寒溪水

寒溪水位于东莞市境内中部，上游为梅塘水，发源于大屏障之观音山，流向从南向北，寒溪水发源于大屏障之观音山,流域集水面积 720$km^2$，河流长 59km，河床总落差约 50m，平均坡降为 0.33‰。主流穿越峡口出东江。流域内建成黄牛埔、松木山和同沙等 3 座中型水库。中小型水库总控制集水面积为 411.18$km^2$，占流域总面积 57.1％。

（4）东引运河

东引运河于 1970 年建成，以原有的东莞运河和沙田引淡渠为基础，上延下伸连接而成，在峡口处连接寒溪水，于仁和水上游横沥、石排地段开凿人工河抵企石与旧石马河连接。引水口位于东江左岸东莞市桥头镇建塘口，无坝引东江水进入企石河，设计流量按照东江水位 2.8m 时为 53$m^3$/s（闸底高程 1.0m，总净宽 34.5m，于 1997 年堵塞）。沿河经桥头、企石、石排、横沥、常平、东坑、寮步、茶山、东城区、莞城、南城区、厚街、沙田、虎门、长安 15 个镇（区），下游主要出口有镇口、磨碟口，最后在独墩汇入茅洲河，全长 102km。

东引运河修建初期对保证下游的灌溉、排涝、引淡冲咸及城镇供水发挥了巨大的效益。在 20 世纪 80 年代，随着东莞市工业的崛起和快速发展，东引运河成了接纳废水、污水的主要河道。由于东引运河纳污量的大量增加和水质的下降，直接影响了灌溉、引淡冲咸效益的发挥，城市供水功能也基本丧失。

茶山镇的主要河流有东江南支流、寒溪河、黄沙河及其他内河涌。

东江干流在石龙附近分为两支，其中东江南支流从石龙以南向西南流经石碣、东莞，在大王洲接东莞水道，最后在东莞洲仔围流入狮子洋。

寒溪河为东江左岸一级支流，发源于大岭山的莲花山，流经大岭山、松山湖科技产业园区，通过松木山水库调节后下泄，再经过大朗、常平、横沥、东坑、茶山直至东城峡口，最后由峡口水闸排入东江南支流。

黄沙河为寒溪河的主要支流，发源于大岭山，流经水朗、大岭、龙岗、龙山，于旧大沙进入同沙水库，再经同沙、上屯、霞边、新旧围、岭厦、竹园村，于温塘汇入寒溪水，全长 34.9km，流域总集雨面积 197.6km$^2$，河道平均坡降 1.42‰，两岸大部分有堤防或河岸防护。茶山镇内的黄沙河堤防长度约为 4km。

茶山镇内河涌（排渠）共有 11 条，以寒溪河为界分为 2 个片区：寒溪河左片区和寒溪河右片区。其中右片区的排渠主要有：茶山内河、上元内河、四尾洲渠、刘周渠、东洲渠、京山渠，左片区的排渠有：卢溪渠、塘边渠、卢边渠、沙墩渠、北围渠，其中除塘边渠汇入黄沙河外，其余 10 条内河涌均汇入寒溪河。

## 2.3 区域给排水现状

### 2.3.1 区域供水现状

#### 2.3.1.1 供水系统布局

根据水源条件和供水方式的不同，东莞市现况供水系统可分为三个供水区，分别为集中供水区、沿江供水区和东深供水区。

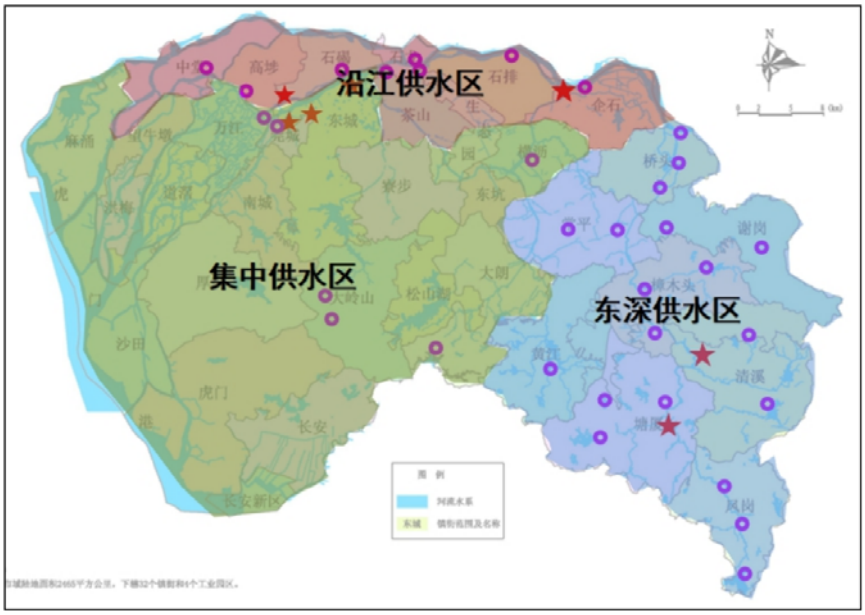



图2.3-1 东莞市现状供水系统分区图

集中供水区包括：市区莞城、南城、东城和万江，以及横沥、东坑、寮步、大朗、松山湖科技园、厚街、沙田、虎门、大岭山、长安、望牛墩、麻涌、洪梅、道滘共 18 个镇街。集中供水区内水厂总规模为 367.5 万 $m^3/d$，2020 年日均供水量为 247.7 万 $m^3/d$。集中供水区主要由第二、第三、第四、第五、第六水厂、万江水厂、东城水厂等 10 座水厂供水，上述水厂主要从东江或东江南支流取水，为单一水源水厂。原水经集中净化处理后，沿枝状管网输送到各镇指定的交水点，各水厂、各镇街之间配水管网实现了互联互通，可相互补充供水。

沿江供水区包括：企石镇、石龙镇、石排镇、石碣镇、茶山镇、高埗、中堂，该 7 镇各水厂由东江及南、北支流取水，为单一水源水厂。各镇街主要依靠镇街内水厂供水，供水相对独立，镇街之间管网联通较少，配水管网主要服务镇内区域，缺乏相互补充供水的能力。沿江供水区共 9 座水厂，总规模为 95 万 $m^3/d$，2020 年日均供水量为 65.5 万 $m^3/d$。沿江供水子系统中，茶水镇自来水主要由茶山供水二厂提供，供水管网为其配套的系统管网。

东部供水区包括桥头镇、谢岗镇、常平镇、黄江镇、樟木头镇、清溪镇、塘厦镇、凤岗镇，该 8 镇以东深供水工程作为主要水源，以镇内水库为备用水源，绝大部分水厂具有双水源条件，在东深供水工程检修期间，各水厂以本地水库作为水源。各镇配水管网和供水范围相对独立，镇街之间管网联通较少，配水管网主要服务镇内区域，缺乏相互补充供水的能力。东部供水区共 21 座水厂，总规模为 189.75 万 $m^3/d$，2020 年日均供水量为 111.8 万 $m^3/d$。

### 2.3.1.2 供水厂现状

截至 2021 年年末，东莞市现有运行水厂 40 座，全市水厂总设计规模为 651.25 万 $m^3/d$，实际日均供水量 425 万 $m^3/d$，具体情况如下。

**表2.3-1 东莞市水厂现状统计表**

| 项目 | 大型水厂（规模 20 万及以上） | 中型水厂（规模 5-20 万） | 小型水厂（规模 5 万以下） |
|---|---|---|---|
| 数量（座） | 7 | 25 | 8 |
| 设计规模（万 $m^3/d$） | 373 | 259 | 19.25 |
| 规模占比（%） | 57 | 40 | 3 |

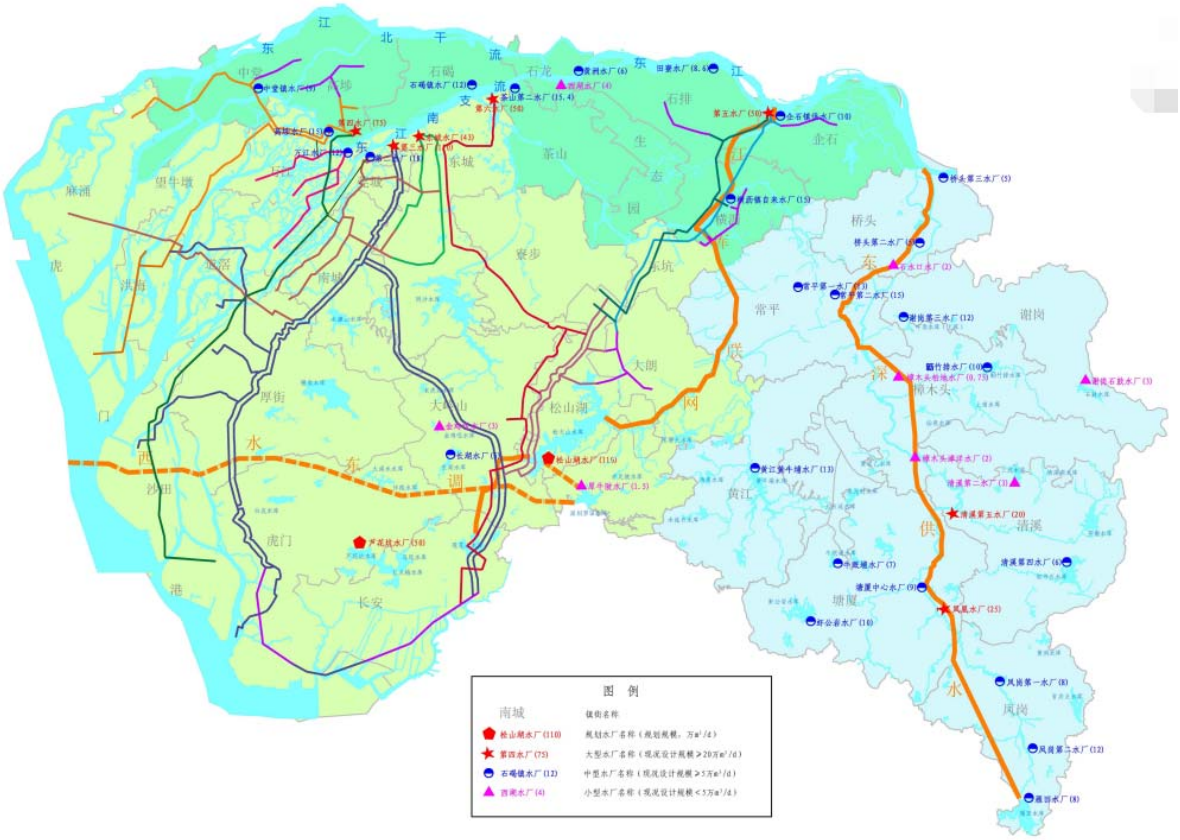



**图2.3-2 东莞市现况供水设施分布图**

茶山镇共有 2 座供水厂，茶山镇供水一厂和茶山镇供水二厂，其中供水一厂现已关停。

**表2.3-2 茶山镇供水厂概况**

| 序号 | 水厂名称 | 设计规模（万 $m^3/d$） | 2020 年日均供水量（万 $m^3/d$） | 水源 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 茶山镇供水一厂 | 3.4 | — | 东江南支流茶山段 | 现已关停 |
| 2 | 茶山镇供水二厂 | 15.4 | 10.32 | 东江南支流茶山段 | 取水口位于二级水源保护区，原水水质可能不达标 |

**1、 茶山镇供水一厂**

茶山镇供水一厂设计规模 3.4 万 $m^3/d$，一期设计规模 0.3 万 $m^3/d$，于 1983 投产，二期 0.7 万 $m^3/d$，于 1986 年投产，三期 2.4 万 $m^3/d$，于 1999 年投产。三期系统相对独立，工艺都为网格絮凝-斜管沉淀-虹吸滤池-清水池，采用氯消毒。

由于茶山镇供水一厂建设年代早，工艺落后，设施陈旧，从出厂水水质来看，茶山镇供水一厂出水氨氮、余氯、细菌等指标有超标的情况。水厂占地面积 0.99 万 $m^2$，

无预留用地，周边建筑物较多，没有用于工艺升级改造的用地。茶山镇供水一厂现已处于关停状态。

**2、 茶山镇供水二厂**

茶山镇供水二厂总设计规模 15.4 万 $m^3/d$，一期规模 2.4 万 $m^3/d$，于 1991 年 8 月投产，二期规模 6 万 $m^3/d$，于 1993 年投产，三期规模为 7 万 $m^3/d$，于 2003 年投产。三期系统相对独立，可分别运行，其中一期、二期工艺为网格絮凝-斜管沉淀-虹吸滤池-清水池，三期工艺为网格絮凝-平流沉淀-V 型滤池-清水池。茶山镇供水二厂总占地 2.3 万 $m^2$，南侧区域有空地未开发，可用作水厂四期改造用地。

**图 2.3-5 茶山镇供水二厂鸟瞰图**

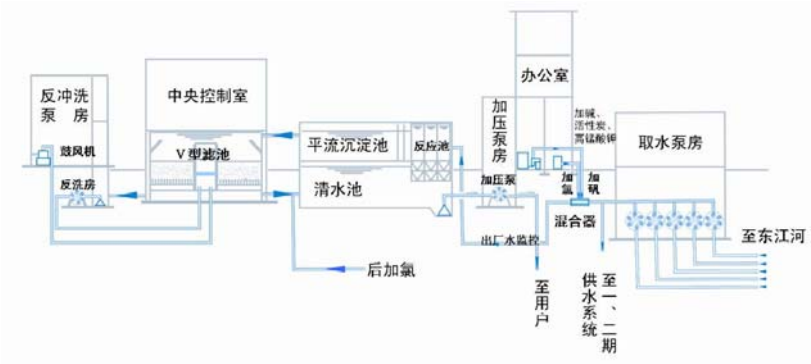



**图 2.3-6 茶山镇供水二厂工艺流程图**

目前茶山镇供水二厂取水口位于二级水源保护区，不符合《饮用水水源保护区污染防治管理规定》第八条“在饮用水地表水源取水口附近划定一定的水域和陆域作为饮用水地表水一级保护区”的规定，取水口水质可能存在不达标，一定程度上影响供水水质安全。因此需要进行取水口迁移，初步估算迁移费用为 2 亿元左右，考虑到保

留后尚需要进行工艺的升级改造，投资将更大。因此，近期规划 2025 年将其转为调蓄配水厂，充分利用现有设施，增加系统调蓄和应急能力，提高供水保障程度。茶山镇后续规划由第六水厂供水，因此需建设相应的供水管网连通管。

### 2.3.1.3 供水主干管现状

茶山镇供水主管网管径为 DN100~DN1600，全镇已敷设管网约 61.4548km，其中 DN600-DN1400 的主干管为 4.17km，DN100-DN400 的主干管为 13.8156km，管径≤DN100 的管道约 43.4690km，供水普及率达 100%。主干管建设年代从 5 年内到 30 年以上不等，基本采用 UPVC 管、铸铁管及混凝土管材，其中主干管沿着新石大路、安泰路、沿溪路、伟建路敷设。


**图2.3-3 茶山镇供水管网示意图**

茶山镇现状供水管网中，管径<DN100 的管道，管材采用塑料管为主，镀锌管次之；管径在 DN100～DN200 之间的管道，管材采用球墨铸铁管为主，钢管及塑料管次之；管径在 DN200～DN400 之间的管道，管材以球墨铸铁管为主，钢管及灰口铸铁管次之；管径>DN400 的管道，管材采用球墨铸铁管和混凝土管为主，少部分采用钢管。

### 2.3.1.4 周边区域供水现状

根据茶山镇供水厂现状，供水一厂关停后，供水二厂取水口水质不满足环保要求，因此，需充分利用周边水厂富余水量、现有管网与现有供水设施，通过供水管道连通改造工程，及时满足茶山镇现有供水区域的供水保障，确保供水安全。

根据供水规划布局，按镇区间相距相近的水厂铺设供水联络管道。通过调研，距离茶山供水二厂较近的水厂为第六水厂和西湖水厂，通过与周边水厂的互联互通，第六水厂和西湖水厂均有一定的富余水量，可满足茶山镇现状供水量的需求。

**1、第六水厂现状**

东莞市第六水厂位于东城鳌峙塘，地处东江南支流南岸，占地面积为 21.22 万 $m^2$，设计供水规模为 50 万 $m^3/d$，工程于 2009 年投产。第六水厂是东莞市目前唯一采用深度处理工艺的水厂，采用枝状管网为南城、寮步、松山湖、长安供水。水厂工艺流程为：网格絮凝池+平流沉淀池+V 型滤池+臭氧-活性炭滤池。

**图2.3-4 第六水厂效果图**

东莞市第六水厂供水设计规模为 50 万 $m^3/d$，其中设计为市区供水系统提供水量为 35.19 万 $m^3/d$，为寮步提供水量 5.23 万 $m^3/d$，为松山湖提供水量 6.21 万 $m^3/d$，为长安提供水量为 2.78 万 $m^3/d$。

第六水厂现状实际产水量为 60 万 $m^3/d$，2020 年最高日供水量为 57.89 万 $m^3/d$，日均供水量为 35.34 万 $m^3/d$。

东莞市第六水厂供水主管网穿越东城、寮步镇、松山湖科技园区、大岭山镇、长安镇，沿峡口大桥～寒溪河北岸、寒溪河南岸～莞深高速、莞深高速～东五环路、龙狮路路口～莞樟立交、莞樟立交～西南路路口、东五环路～松山湖大道、莞长路敷设，管径为 DN800~DN2600，约计 40 公里。

东莞市第六水厂与茶山镇交界处附近，沿东莞运河敷设的 DN2600 供水现状管，材质为钢管。第六水厂与茶山镇供水主干管连通管可由此处接出，连通管管径为 DN1400 管，沿闻宇路敷设后，东接新石大道，管线总长约 900 米。连通管建设完成后，可由第六水厂给茶山镇供水。

**2、西湖水厂现状**

石龙镇西湖水厂为村级水厂，设计规模为 4 万 $m^3/d$，1993 年投入运行，现状最高日供水量约计 1.59 万 $m^3/d$，平均供水量为 1.37 万 $m^3/d$。目前西湖水厂出厂水水质存在余氯、氨氮超标的情况，工艺需进行升级改造。石龙镇西湖水厂总占地面积 2.4 万 $m^2$，目前已使用面积 1.8 万 $m^2$，尚有 0.6 万 $m^2$ 可利用面积，可用于水厂升级改造用地。

石龙镇西湖水厂配套的的管网管径为 DN150~DN800，共计 20 多公里，贯通全区各自然村开发区和商业区，供水人口接近 4 万多人。

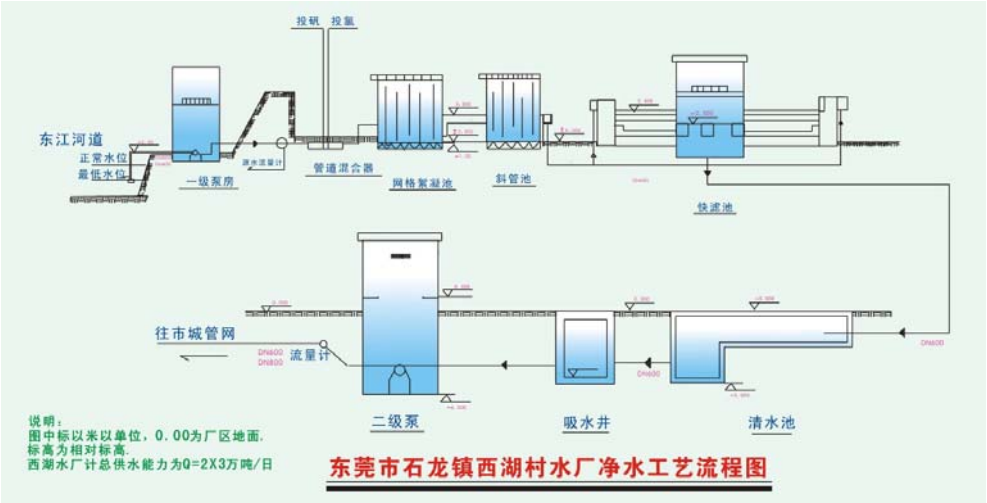



**图2.3-5 西湖水厂工艺流程图**

石龙镇西湖水厂供水管网与茶山镇供水二厂管网连通管可沿现状道路敷设，从岭南东路现状 DN600 管接出，新建 DN600 供水连通管连接冲美村现状 DN400 管道，连通管道共计 1400 米。连通管建设完成后，可由西湖水厂给茶山镇部分区域供水。

经过调度，第六水厂及西湖水厂总体调水规模仅为 10 万 $m^3/d$，仅勉强能满足茶山镇现状日均用水量需求，无法应对最高日用水量的情况。故考虑结合茶山供水二厂现状清水池（三期共计 1.8 万 $m^3$）的调节功能，尽量满足现状用水量。后期需统筹考虑东莞市供水一体化调度方案，解决茶山镇高峰期用水量的需求，同时考虑满足远期用水量增长的需求。

### 2.3.1.5 区域供水存在的问题

**1、供水水源依赖东江南支流茶山段，水质需进一步保障**

目前茶山镇区域内主要供水水源为东江南支流茶山段，全区供水依赖东江南支流，且茶山镇供水系统与周边未有连通。东江易受到咸潮、排涝、突发性水源污染事

件影响，而镇内没有水库作为备用水源，当东江受到咸潮或污染时，茶山镇用水将无法得到保障。茶山镇供水系统的水质需进一步加强保护和保障。

**2、供水水源单一，供水安全性不足**

茶山镇整体的供水系统，目前均通过茶山镇供水二厂供给。由于茶山镇管网相对独立，与周边城镇管网均未连通，水源单一，当遇到突发性水质污染事件的发生，水源将无法得到保障，且片区内未有应急及备用水源，整个片区的供水安全性存在一定的隐患。

**3、供水二厂取水口水质不满足环保要求，水源水质可能存在不达标**

目前茶山镇供水二厂取水口位于二级水源保护区，不符合《饮用水水源保护区污染防治管理规定》第八条“在饮用水地表水源取水口附近划定一定的水域和陆域作为饮用水地表水一级保护区”的规定，取水口水质可能存在不达标，一定程度上影响供水水质安全。因此需要进行取水口迁移，初步估算迁移费用为 2 亿元左右，考虑到保留后尚需要进行工艺的升级改造，投资将更大。因此，近期规划 2025 年将其转为调蓄配水厂，充分利用现有设施，增加系统调蓄和应急能力，提高供水保障程度。茶山镇后续规划由第六水厂供水，因此需建设相应的供水管网连通管。连通管建设之前仍由供水二厂供水，因此茶山镇供水水质安全性存在影响。

**4、供水管网建设欠完善**

茶山镇全区供水系统未完全形成环状管网，供水保障率较低。卢边村、沙墩村、增埗村等区域是单线供水，一旦供水主输水管出现爆漏，将会引起大面积停水。同时，供水一厂关停后，茶山镇供水管网形成整体西北向东南输送体系，由于长距离输水导致管网水损大及管网压力大，导致管网易出现问题，对管网整体完善及检测尤为重要。

**5、供水水质需重点关注**

根据东莞市水务监测中心的抽检数据，镇级水厂中不能达到国家生活饮用水卫生标准 95%达标率要求的主要有余氯、氨氮等指标，此外浊度、pH 值存在较大超标风险，需要重点控制。同时，由于在输配水过程中容易受到外部因素影响（管网老旧、末端余氯不足等）导致供水管网水质和农村管网水质出现不达标时有出现。

## 2.3.2 区域排水现状

### 2.3.2.1 现状排水体制

规划茶山镇排水体制以实现雨、污分流制为目标。新建、扩建地区和旧城改造地

区和工业区采用分流制；旧城区、农村居民点、密集商业区规划期仍为合流制，随城区改建，逐步改造为分流制；2025 年全镇分流制比例 70%，远景逐步提高分流制比例。

前期茶山镇大部分区域的现状排水体制为雨、污合流制，部分新建区实行了雨污分流制。镇域内大部分地区排水系统已形成，雨水、污水前期通过明（暗）渠（沟）及部分暗管就近排入河道。镇内广深铁路以北区域的雨、污水通过自然明渠汇入南畲朗排渠；铁路以南区域雨、污水均通过寒溪内河、上元村排渠、大圳埔排渠等天然排渠抽排入寒溪河。由于区域内多为雨污合流管道，导致现状渠道水质较差。针对上述情况，茶山镇已陆续开展污水管网完善和雨污分流改造工程，对区域内管网空白区、雨污合流区、错接混接漏接区等进行管网完善和整治，提高污水收集率，提高区域雨污分流比例。

### 2.3.2.2 污水管网建设现状

茶山镇污水收集系统以广深铁路为分界，分为两个片区，即茶山污水处理厂片区和南畲朗污水处理厂片区。广深铁路北部区域，污水经排污干管自西向东排入南畲朗污水处理厂；广深铁路南部区域则由污水主干管汇集到茶山污水处理厂进行处理。茶山镇截污主干管网总长度为 22.177km，其中茶山污水处理厂片区约 20.76km，南畲朗污水处理厂片区约 1.417km，管径为 DN400-DN1600。主干管系统配套 1 座泵站，为上元提升泵站。

**表2.3-3 茶山镇污水管网统计表**

| 序号 | 管网批次 | | 长度（km） |
|---|---|---|---|
| 1 | 主干管网 | 截污主干管 | 22.177 |
| 2 | 次支管网 | 水生态三期 | 32.02 |
| 3 | | 水生态四期 | 33.81 |
| 4 | | 水生态五期 | 40.198 |
| 5 | | 东引运河流域樟村断面 | 130.427 |
| 6 | 总计 | | 258.632 |

**（1）截污主干管建设**

**铁路以南地区：**

寒溪河北侧，污水处理厂以东段，污水管由东向西沿着超东路→圆山路敷设，经

茶山路与卢溪路相交路口污水泵站后，沿茶山路一路向西排入茶山污水处理厂。该段污水干管管径规格 DN800～DN1400mm，管道埋深在 3.2～8.2m 之间。

寒溪河北侧，污水处理厂以西段，污水管由莞龙路向东沿茶山路排入茶山污水处理厂。该段污水干管管径规格 DN500～DN800mm，管道埋深在 4.0～4.9m 之间。

寒溪河南侧，安泰路以东段，污水管由东向西沿着沿溪路敷设；安泰路以东段，污水管由西向东沿着增溪路→沿溪路敷设；东西两段污水干管在安泰路汇集后，倒虹穿越寒溪河，由南向北沿安泰路接入茶山路 DN1200 污水干管，并最终接入茶山污水处理厂。东西两段污水干管管径规格 DN600～DN800mm，管道埋深在 2.6～5.8m 之间。

寒溪河北侧 DN500～DN1400 污水干管，主要收集粟边、上元、刘黄、孙屋、南社、超朗、横江、京山、茶山的污水。其中，工业区的污水通过 1#污水提升泵站进入茶山路的污水干管。

沿寒溪河南侧 DN600-DN800 的污水主干管，主要收集增埗和卢边的污水，沿安泰路接入茶山路污水主干管。

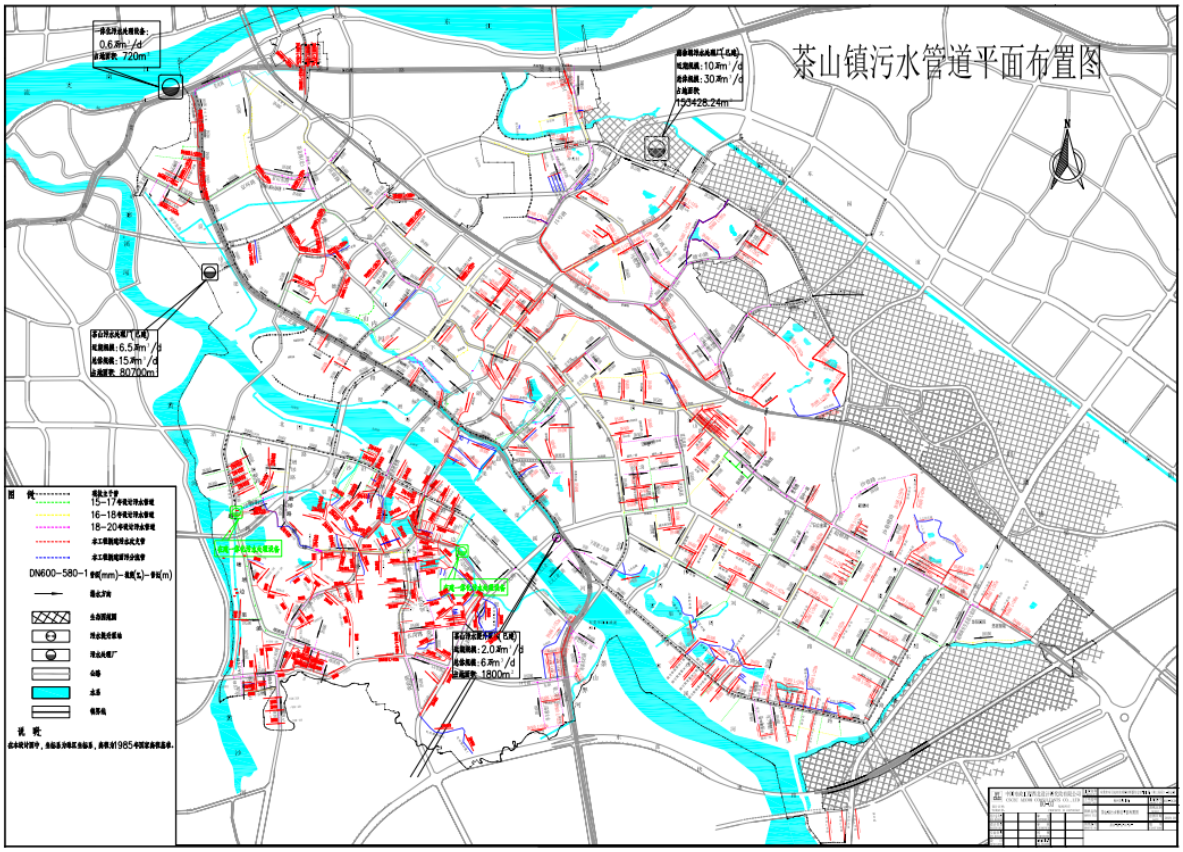



**图2.3-6 茶山镇污水管网平面布置图**

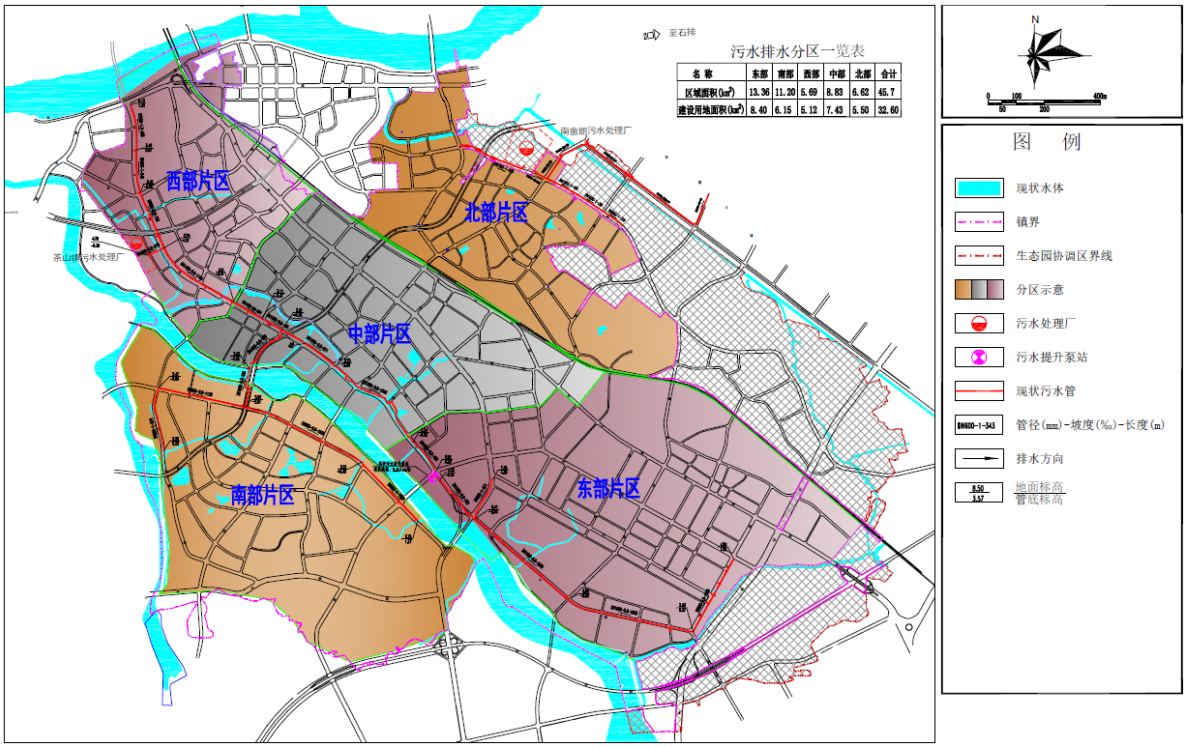



**图2.3-7 茶山镇污水规划分区图**

**铁路以北地区：**茶山镇镇域范围内，铁路以北地区污水管道系统主要沿茶石路、茶塘路、塘中路、15 号路、南社村路等市政道路敷设，然后汇集至月湖路污水主干管内，输送至南畲朗污水处理厂进行处理。

总体来说，铁路以南地区，依托主要道路铺设的污水管道，系统的收集了茶山镇的污水并统一输送到茶山镇的污水处理厂，形成了较完善的污水排放系统。铁路以北地区污水管道的建设则规划较晚一些。

**（2）茶山镇截污次支管网（2015-2017）工程**

2013 年至 2016 年，在茶山镇进行道路升级改造建设过程中，配套建设了部分污水管，基本是按照主干管网布置方案在进行建设，主要有方中路、商贸城中心片区道路，南畲朗沿河截污工程、新茶山中学路、茶京路、达江路南段等，总长约 11.25km。

第二批次 2015-2017 年工程设计总长度约 32.02km，管径 DN300-DN800，污水次支管主要布置区域：茶山镇丽江豪园、京山工业区、镇中心片区、金印路四尾洲渠下游流域片区、秋源路片区、下周塘工业区、茶山伟建工业园、圆山路周边工业片区、铁路以北茶石路、冲美片区、增埗片区、寒溪水工业区等。采用的施工方法有开挖施工和顶管施工。

**（3）茶山镇截污次支管网（2016-2018）工程**

东莞市茶山镇截污次支管网（2016-2018 年）工程设计截污管道污水服务面积约

664ha，新建截污管网建设总长度约为 33.81km，设计内容为截污管道、检查井、截流井以及倒虹井等，管道管径 DN400~DN800。该批次污水管道主要布置在京山火车站片区、镇中心区茶兴路-怡华路-茶园路-裕民路、铁路以北塘角博头片区、栗边片区、南社-伟建工业园、增涉-卢边等区域。

**（4）茶山镇截污次支管网（2018-2020）工程**

水生态建设项目五期工程茶山镇 2018-2020 批次截污管网。截污次支管网的服务范围涉及茶山镇全镇范围内的寒溪水村、增埗区域、超朗区域、京山工业园、闻宇工业区、冲美村、塘角村等。本批次截污次支管网工程总长 40.198km（含预留过路支管），服务面积约 1006.5ha，管道规格 DN400~DN600。

**（5）东莞市东引运河流域樟村断面综合治理工程（第三标段）茶山镇-污水管网完善工程**

东莞市东引运河流域樟村断面综合治理工程（第三标段）茶山镇-污水管网完善工程的建设范围涉及茶山镇镇区内各个区域，总服务面积约 1742ha。本工程实施的污水管道长约 130.427km，管径 DN400～DN800。

### 2.3.2.3 区域污水泵站

茶山镇设置现状有一座污水提升泵站，位于上元村，石大路与茶山路交汇处。泵站现状规模为 4.5 万 $m^3/d$，规划远期规模为 6 万 $m^3/d$，占地面积约 $1800m^2$。

### 2.3.2.4 区域排水存在的问题

根据调研，目前茶山镇的排水系统主要存在以下主要问题：

**一、 河涌水环境污染问题**

由于前期城市污水系统建设未能及时跟上城市发展的步伐，导致镇内部分河涌均有不同程度的污染。主要由于以下几个方面导致：

（1）部分内河涌因随意堆放的生活垃圾、建筑废物，致使河宽变窄、淤塞严重、水流不畅，易引起内涝。

（2）尽管污水厂配套截污主干管网已基本建设完成，但其截流的对象为污水量较大的部分排口，或者在排水涌沟内截污；受建设条件和投资所限，仍然有较多未截流的排污口污水直接排入河涌，造成水体污染。

（3）污水就近散排，不成系统，河涌边管位不足，给下一步污水收集带来极大困难。

## 二、 管道系统问题

根据调研，目前东莞市多数截污主干管处于高水位状况，流速远低于设计值，进水污染物发生沉淀现象，雨季管道内的沉积物进入河道，导致河道黑臭，污水收集率低下，进度浓度低。

从现状来看，茶山镇大部分区域排水体制已基本实现雨污分流，部分老城区及城中村还存在雨污合流区域。另外，已实施分流制的片区仍存在误接错接现象，后建污水管未按要求接入截污主管，造成已建污水管不能发挥应有的作用，没有实现完全的雨污分流。茶山镇污水管网经过十几年运行，管道经常出现各种各样的问题，主干管网一旦发生事故，将导致上游整片区域的污水将长时间无法正常输送，严重影响周边水体的水质，对排水系统的健康运行带来极大的困扰。

从近几年的管网运营情况来看，发现茶山镇部分截污主干管网存在不同程度的结构性或功能性缺陷、同时有大量的检查井及管道无法维护。目前已启动部分影响管道收集与输送污水功能缺陷维修工作，但是由于管网移交时缺失大部分工程资料，且移交前未进行全面检测，需在运营期间通过额外的检测手段发现施工过程中遗留的缺陷，评定移交前的整改完成情况，一旦发现管道存在较大故障，需要进行开挖，并根据现场实际情况制定合适的维修方案。目前茶山镇部分主干管网存在高水位现象，太满的水在管道里给主干管正常养护工作带来极大的困难。高水位让排水管道清通养护污泥水平和清出管道污泥的工作质量大打折扣。干管相当于长期处于应急管理状态，导致运营及维修工作开展相当被动，无法有效保障污水收集与输送。截污主干管网如同人体“大动脉”，一处积淤堵塞就有可能引起排水系统功能丧失，导致整个片区管网内的生活污水外溢，给环境带来不可估量的影响。

根据东莞市茶山镇排水系统摸查情况，对现有排水系统分析如下：

（1）现状雨污水系统身份不清晰、底数不清，现状排水规划与实际情况有差异，目前尚未形成真正意义有实用价值的两套系统。

（2）目前，茶山镇的截污管网主要为截流式合流制，雨天时有大量的雨水被截流进入管网；另外，部分截流井排口、倒灌口受潮汐影响，管网中还会混入河水，导致截污管网实际截流倍数远超设计值，大量的雨水占用了管道断面，导致上游污水无法进入截污管网，污水溢流至河涌，影响河涌水质环境。

（3）截流式合流制的截污管网导致污水处理厂混入大量的雨水和河水，而且晴天和雨天时进水量波动非常大，进水浓度普遍偏低，污水处理厂实际处理率较低。

（4）排水户接入现状管网错接、漏接、混接现象严重。现状错接、混接数量大；污水、废水混合排放；管道存在不同程度淤积；沿河排口仍然存在，大部分污水直排河涌。

（5）部分建筑物、住宅小区等内部末进行雨污分流。

虽然茶山镇已逐步推进片区的雨污分流改造，但仍存在雨污合流的建筑物和小区。这些小区的居民建筑内部雨污水混接现象较为普遍，而且阳台雨水管也常作为洗衣后的污水排放管道，致使居民建筑内部的雨水分流工作有一定困难。

### 2.3.3 茶山镇污水处理厂概况

目前，茶山镇已建成 1 座污水处理厂，茶山污水处理厂选址于东莞市茶山镇内环城路西北端的坑口埔，沙涌附近，寒溪河北岸，占地面积约 80001.46 平方米，设计总规模 15 万 $m^3/d$，纳污范围为茶山镇广深铁路以南的镇域污水。

茶山镇污水处理厂一期工程于 2008 年 10 月动工，2009 年 9 月投入试运行，现状规模 5 万 $m^3/d$。

茶山镇污水处理厂提标工程于 2020 年 3 月底投入运行，提标规模 5 万 $m^3/d$。

茶山镇污水处理厂位于茶山镇横江村，环城路西北端坑口埔沙涌附近，寒溪河北岸，总占地面积 8.07 公顷，总设计规模为 15 万 $m^3/d$，一期规模近期 5 万 $m^3/d$，中期 7.5 万 $m^3/d$，远期 15 万 $m^3/d$。，一期采用 BOT 模式建设。茶山镇污水处理厂的服务范围为茶山镇广深铁路以南的镇域范围，总面积为 42.3$km^2$。主体工艺采用“A-$A^2$/O 生化池+二沉池”工艺，尾水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 标准，排入寒溪河。

茶山镇污水处理厂一期提标工程，其处理对象为一期工程排放尾水，规模为 5 万 $m^3/d$，采用 A-MBR 膜池工艺，设计出水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002 一级 A 标准和广东省地方标准《水污染排放限值》（DB44/26-2001）第二时段的一级标准中的较严值，其中 $NH_3$-N≤1.5mg/L、TP≤0.3mg/L。

**表2.3-4 茶山污水处理厂一期及提标工程设计进出水水质**

| 项目 | COD（mg/L） | $BOD_5$（mg/L） | SS（mg/L） | $NH_3$-N（mg/L） | TN（mg/L） | TP（mg/L） | 粪大肠菌群数（个/L） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 一期工程设计进水水质 | 250 | 120 | 150 | 28 | 35 | 4 | / |
| 一期工程设计出水水质 | ≤60 | ≤20 | ≤20 | ≤8 | ≤20 | ≤1.0 | / |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **尾水提标设计进水水质** | 40 | 20 | 20 | 8 | 20 | 0.5 | / |
| **尾水提标设计出水水质** | ≤40 | ≤10 | ≤10 | ≤1.5 | ≤15 | ≤0.3 | ≤1000 |

下面对茶山镇污水处理厂一期及提标工艺流程和主要构（建）筑物分别简要介绍。

### 2.3.3.2 茶山镇污水处理厂一期工程

茶山镇污水处理厂一期主要生产构筑物由粗格栅及进水泵房、细格栅及旋流沉砂池、A-A$^2$/O 生物池、二沉池、紫外消毒渠等构筑物组成。工艺流程图如下：

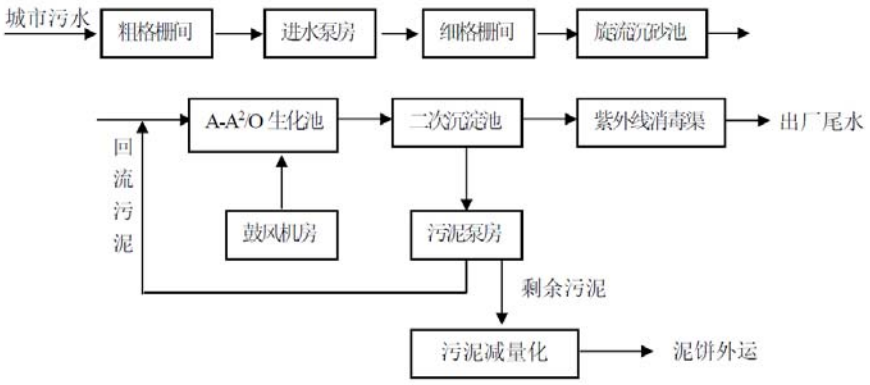



**图2.3-8 茶山镇污水处理厂一期工程工艺流程图**

## 表2.3-5 茶山镇污水处理厂一期工程构（建）筑物一览表

| 类别 | 编号 | 名　称 | 规　格 | 结构型式 | 单位 | 数量 | 备　注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 生产设施 | ① | 粗格栅间 | LXB=15.6X6.7m H=9.4~10.4m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按远期规模建 |
| | ② | 进水泵房 | LXB=15.6X9.6m H=11.2~11.7m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按远期规模建 |
| | ③ | 配电间 | S=72m² | 框架 | 栋 | 1 | 按远期规模建 |
| | ④ | 细格栅间及旋流沉砂池 | L=33.91m D=4.2m H=6.15m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按近期规模建 |
| | ⑤ | A-A²/O生物池 | LXB=70.3X29.0m H=6.8m | 钢筋砼 | 座 | 2 | 按近期规模建 |
| | ⑥ | 配水井及污泥泵房 | ø=13.3m H=7.6m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按近期规模建 |
| | ⑦ | 二沉池 | ø=38.9m H=4.85m | 钢筋砼 | 座 | 2 | 按近期规模建 |
| | ⑧ | 鼓风机房 | S=448m² | 框架 | 栋 | 1 | 按中期规模建，包括配电中心 |
| | ⑨ | 浓缩、脱水车间 | S=378m² | 框架 | 栋 | 1 | 按中期规模建，包括料仓 |
| | ⑩ | 加药间 | S=126.3m² | 框架 | 座 | 1 | 按中期规模建 |
| | ⑪ | 紫外线消毒渠 | LXB=10.7×3.54m H=1.50m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按近期规模建 |
| 辅助生产设施 | ⑫ | 综合楼 | S=1621m² | 框架 | 栋 | 1 | 按远期规模建，含办公、化验、中心控制室等 |
| | ⑬ | 辅助用房 | S=966m² | 框架 | 栋 | 1 | 按远期规模建，包括食堂、机修、车库、宿舍 |
| | ⑭ | 停车场 | BxL=32x6m | 砼 | 块 | 1 | 按远期规模建 |
| | ⑮ | 传达室 | S=40m² | 框架 | 栋 | 1 | 按远期规模建 |
| | ⑯ | 大　门 | B=10.0m | | 座 | 1 | 按远期规模建 |
| | ⑰ | 侧　门 | B=6.0m | | 座 | 1 | 按远期规模建 |

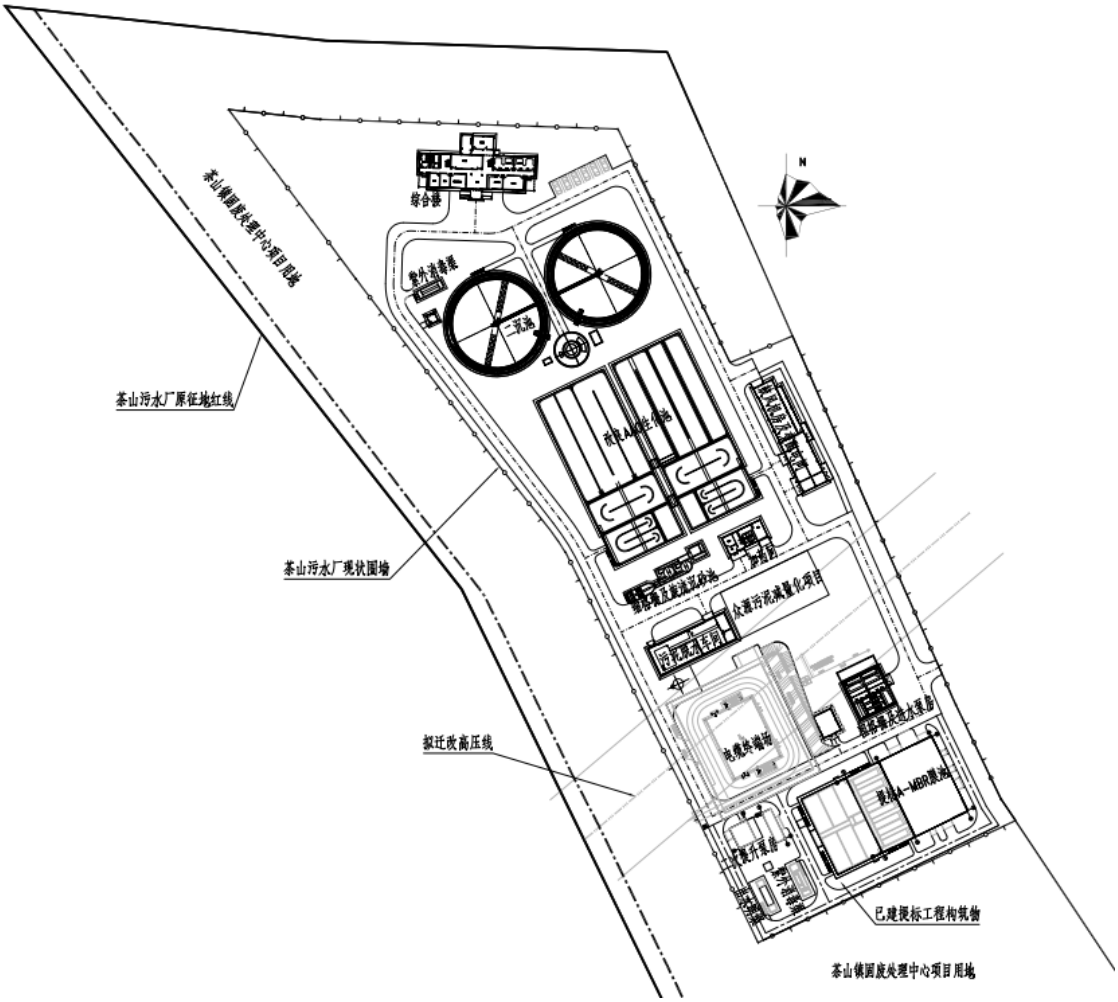



图2.3-9 茶山镇污水处理厂一期工程现状总平面图

（1）粗格栅及进水泵房

粗格栅与进水泵房合建，土建按 15 万 $m^3/d$ 设计，设备按 5 万 $m^3/d$ 安装。

粗格栅共设 3 条渠道，每渠宽 1.5m，一期已安装 2 台钢丝绳牵引式格栅除污机，栅条间隙 20mm。

粗格栅间平面尺寸：平面尺寸 LxB=14m×5.9m。

提升泵房设 6 台泵位，已安装 3 台，1 大 2 小，均为潜污泵，大泵：Q=2084$m^3/h$，H=19.0m，N=160kW。小泵：Q=1042$m^3/h$，H=19.0m，N=75kW。

泵房平面尺寸：LxB=14m×8.2m。


**图2.3-10 茶山镇污水处理厂一期粗格栅（左）及进水泵房（右）现状图**

（2）细格栅及旋流沉砂池

细格栅及旋流沉砂池合建，按旱季 5 万 $m^3/d$ 设计，雨季合流高峰可过流 10 万 $m^3/d$。

细格栅共设置 2 条渠道，每渠宽 1.6m，已安装 2 台循环式齿耙清污机，单台参数：B=1600mm，H=1.65m，b=6mm，N=1.5kW。

旋流沉砂池设置 2 座，单池内径 4.2m，池深 2.1m，砂斗直径 1.5m，砂斗深度 1.8m。

主要设备有：

气提砂式旋流除砂机，2 台，P=1.5kw；

螺旋砂水分离器，1 台，单台处理能力：Q=5~12L/s，N=0.37kW；

罗茨风机，2 台，单台参数：Q=2.14$m^3/min$，P=68.8kPa，N=5.5kW。

**图2.3-11 茶山镇污水处理厂一期细格栅（左）及旋流沉砂池（右）现状图**

（3）A-$A^2$/O 生化池

A-$A^2$/O 生化池按 5 万 $m^3$/d 设计，共 2 座，单座规模 2.5 万 $m^3$/d。

总停留时间： HRT=10.5h

污泥反硝化区停留时间：0.5h，单座有效容积 521$m^3$

厌氧区停留时间： 1.5h，单座有效容积 1563$m^3$

缺氧区停留时间： 2.0h，单座有效容积 2084$m^3$

好氧区停留时间: 6.5h，单座有效容积 6771$m^3$

有效水深：5.9m

气水比： 3.9:1

**图2.3-12 茶山镇污水处理厂一期 A-$A^2$/O 生化池现状图**

（4）二沉池

二沉池按 5 万 $m^3$/d 设计，$K_z$ 取 1.38。共设置 2 座，单池内径 38m。

峰值表面负荷：1.27$m^3/m^2 \cdot h$

沉淀时间：2.5h

有效水深：3.17m

池体高度：4.85m


**图2.3-13 茶山镇污水处理厂一期二沉池现状图**

（5）紫外消毒渠

规模：按 5 万 $m^3/d$ 设计，Kz 取 1.38

共设置 2 条渠道，一格为超越渠，单格宽度为 1.02m

有效水深：1.6m

紫外穿透率：≥65%

**图2.3-14 茶山镇污水处理厂一期紫外消毒渠现状图**

（6）鼓风机房及变配电间

规模：按 7.5 万 $m^3/d$ 设计，设备按近期 5 万 $m^3/d$ 安装

共设置 4 台机位，已安装 3 台多级离心鼓风机，2 用 1 备，单台风量为 $100m^3/min$，风压 70kPa，电机功率 175kW。

后期又在风机房空余位置安装了 2 台空浮风机，单台风量为 $135m^3/min$，风压 80kPa，N=184Kw。

平面尺寸：45.4×10.0m，高度 7.2m

变配电间：现状已安装 2 台 800kVA 的变压器，均在使用。

**图2.3-15 茶山镇污水处理厂一期鼓风机房现状图**

（7）污泥浓缩脱水车间

污泥浓缩脱水车间按中期 7.5 万 $m^3/d$ 设计，设备按近期 5 万 $m^3/d$ 安装。

平面尺寸：43.67×17.4m。共设置 3 台机位，已安装 2 台离心浓缩脱水机，1 用 1 备，Q＝50$m^3/h$，出泥含水率 80%。

目前该车间闲置，另车间门外空地安装了一台板框压滤机，过滤面积 200$m^2$，已于 2022 年 5 月开始接入众源项目使用，24 小时运行可处理绝干污泥约 5T/d。厂区污泥目前均由众源污泥减量化项目处理。

众源污泥减量化项目规模：按一期及提标项目污泥量设计，共设置 2 台板框压滤机，过滤面积 200$m^2$，出泥含水率＜60%，两台 24 小时运行可处理绝干污泥约 14T/d。从现状污泥储池进泥，储池容积约 350$m^3$。（数据来源：现场运营人员）

**图2.3-16 茶山镇污水处理厂一期污泥浓缩脱水车间现状图**


**图2.3-17 茶山镇污水处理厂众源污泥减量化项目现状图**

（8）加药间

加药间按 7.5 万 $m^3/d$ 设计，平面尺寸：16.0×7.2m。

设置 2 格溶药池，3 台加药泵位，已安装 2 台，1 用 1 备，Q=0.1~0.5$m^3/h$，H=20m，N=0.55kw。配套药库、控制室等。

**图2.3-18 茶山镇污水处理厂一期加药间现状图**

### 2.3.3.3 茶山镇污水处理厂一期提标工程

茶山镇污水处理厂提标工程主要生产构筑物有二级提升泵房、A-MBR 池、紫外消毒渠等。

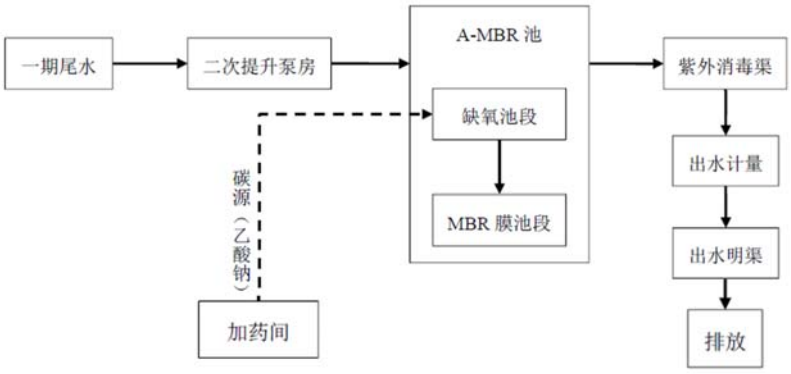



**图2.3-19 茶山污水处理厂提标流程图**

（1）二级提升泵房

按 5 万 $m^3/d$ 设计，Kz 取 1.38

平面尺寸：L×B=7.80m×6.5m

采用潜水泵，共 4 台，3 用 1 备，单台参数：Q=1080$m^3/h$，扬程 H=8m，N=55kW，变频控制。

（2）A-MBR 池

按 5 万 $m^3/d$ 设计，Kz 取 1.38。

A 池内尺寸：30.84m×18.32m，有效水深 6.2m。

MBR 池：30.55m×10.80m，有效水深 3.0m。

膜组件布置：共 5 组，每组 9 个（剩余 1 个空位），共安装 45 个膜组件，单个膜组件尺寸 2.11×1.75×2.56m，单层布置，产水能力 46-63$m^3/h$，膜孔径≤0.04μm。膜平均运行通量 27.3L/$m^2$·h，最大瞬时通量 37.67L/$m^2$·h。

设备间：产水泵房、风机房、加药间约 720$m^2$。

根据调研及计算，MBR 膜池无法按照 1.38 系数运行，提标现状处理水量平均 4.57 万 $m^3/d$（2021 年全年数据），对应时段内一期处理水量平均约 6.13 万 $m^3/d$，说明提标项目无法全部接收来自一期的水量。

提标项目处理水量上不去的主要原因：1、设计膜通量过高，无法应对高峰水量冲击；2、未考虑反冲洗时间及药洗时间、备用膜组器（10-20%）等因素，导致反洗、药洗时无备用膜组替换运行，导致产水量下降。

### 2.3.4 污水泵站建设现状

茶山镇现状有一座污水提升泵站，位于上元村，石大路与茶山路交汇处。泵站现状规模为 2.3 万 $m^3/d$，规划远期规模为 6 万 $m^3/d$，占地面积约 1800$m^2$。

配置三台泵(两用一备)，其中两台参数：Q=620$m^3/h$，H=14.2m，N=16.2kW，一台参数：Q=838$m^3/h$，H=8.6m，N=32.3kW。

格栅+提升泵站平面内尺寸为：BxL=20.53mx15.5m。

### 2.3.5 污水处理厂现状存在问题

根据东莞市相关单位对全市污水处理厂的调查，提出如下污水处理厂普遍存在的问题：

**1、提标项目处理量，与 BOT 厂实际处理污水量不匹配。**

目前，全市大部分污水处理厂都在超设计规模 1.2 以上倍数运行，提标项目无法处理 BOT 厂超设计规模的出水量，剩余尾水只能直排河涌。出现这个问题的主要原因是提标项目处理量按照前端污水处理厂的设计规模确定，部分提标项目采用 MBR 膜工艺，MBR 设计膜通量基本恒定，难以处理超出设计规模的进水量，如果强制超设计规模运行，将大大影响膜组件的寿命，造成运营成本的大幅增加，同时还存在突发性事件而造成停产的风险。茶山镇污水处理厂一期及提标即存在这个问题，一期提标无法完全接收一期来水，导致一期部分尾水直接排放，未进入提标进行进一步处理。

**2、受异常进水水质影响，提标项目的应变处理能力脆弱。**

据调查，茶山镇污水处理厂曾受工业废水的冲击，BOT 厂活性污泥中毒出水异常，导致流入提标项目的进水水质超标，提标项目只能减产重新培养生化系统微生物。现场调研污水厂发现，污水提标项目对进水水质异常等特殊情况，安全富余量较小，抵御风险能力较差，没有确实可行的应对措施，还存在提标项目与前端污水处理厂的整体业务联动运作不足，运营联动机制不健全等。

**3、提标项目污染物削减量有限，投入产出比较低。**

一是 BOT 污水处理厂前端出水标准大部分指标在不受异常情况影响下正常出水已满足污水排放一级 A 标准甚至超过一级 A 标准。再增加一道工序，通过提升泵站经过提标项目处理，降低指标（如总氮），污染物消减量不大。

二是设计模式设备折旧费高。采用“A-MBR”工艺系统，膜的使用寿命约在 8～10 年左右，膜组件需定期更换，膜组件的设备折旧费接近 0.1 元/吨水，折旧费较高。

三是单位电耗较高。采用 MBR 工艺膜组件产水排水都需要水泵驱动，综合单位耗电量高达 0.17-0.18 元/吨水。

**4、污水处理厂扩建用地被占用，用地紧张的问题**

茶山镇全镇规划用地性质仅茶山厂地块符合市政设施用地性质，其余无市政设施用地。

根据调研分析，茶山镇污水处理厂总占地面积 8.07 公顷（红线，见下图），已建工程实际用地面积约 3.70 公顷（橙线），其中包括一期提标工程用地约 5252.6m$^2$，橙线外用地已被茶山镇固废处理中心等项目占用，而橙线内还有茶山北路电缆终端场站、众源污泥减量化项目等项目用地，因此，可用于扩建项目的实际可用地面积仅约 4033m$^2$（绿线），用地极为紧张，且分散在各处，形状极不规整，给扩建项目工艺选择和平面布局带来很大的挑战和局限。

# 3 相关规划

## 3.1 《东莞市城市总体规划（2016-2030）》

东莞市于 2014 年初启动了《东莞市城市总体规划（2016-2030 年）》（以下简称《总体规划》）的编制工作。新一轮的城市总体规划修编为东莞市更好地适应新的发展形势进行了科学的综合部署和具体安排，是东莞市未来一段时期内城市建设和管理的依据。现将城市给水排水规划的相关内容摘录如下：

1、规划范围

《总体规划》的规划范围分市域和中心城区两个层次，其中市域范围为东莞行政管辖的全部镇街，中心城区范围为莞城、东城、南城、万江四个街道。与上一版总规不同，东莞的中心城区不再包含寮步的 7 个自然村。

2、城市发展目标

《总体规划》提出，东莞城市发展的目标是建设“国际制造名城、现代生态都市”。东莞应充分发挥独特的区位、产业、服务优势，以及自然山水生态资源优势，以率先全面实现现代化为中心，坚持先进制造业与现代服务业双轮驱动，着力构建以人为本、注重品质的城市发展模式。

建设现代生态都市目标的提出实际上要求东莞应该将生态与环境保护作为东莞城市可持续发展的基石。此外，现代生态都市亦具有城市建设品质提升的内涵。

水是自然生态的最为重要的基础元素，而城市排水工作涉及到城市水系建设、水资源综合利用、城市排水基础设施建设等诸多方面，可以说，城市排水工作既是东莞建设现代生态都市的重要内容，也是东莞实现生态发展的重要支撑。

3、城市人口规模

规划至 2030 年全市常住人口规模为 950 万人，城市基础设施按 1100 万人配置。市域城镇化率达到 90%以上，市域城镇人口达到 855 万人以上，推进户籍城镇化率稳步提升。中心城区常住人口规模为 160 万人。

4、建设用地规模

规划至 2030 年全市城乡建设用地 1190.0 平方公里，控制在市域总面积的 50%以内。中心城区城乡建设用地 155.2 平方公里，控制在中心城区总面积的 70%以内，其中城市建设用地规模 148.5 平方公里，人均城市建设用地面积为 92.8 平方米/人。

5、给水工程

以东江供水为主，珠江三角洲水资源配置工程为辅，以镇街水库为补充，建立提蓄结合、多源供水的水资源安全供应保障体系。供水保障率达到 97%以上。预测市域平均日需水量为 551.2 万立方米/日。市域构建以集中供水为主，各镇街自供为辅的水厂整体格局，共规划 34 座供水厂，水厂总规模不小于 716.6 万立方米/日。关停规模小、工艺落后的水厂，提升保留水厂的工艺水平，逐步改造老旧管网。

1）供水系统现状布局

现状供水方式分为跨镇区的区域集中供水方式和各镇区自行供水方式。

集中供水系统主要由东江水务公司的第二、三、四、五、六 5 座市级水厂供水，根据地理位置可分为市区供水子系统、中东部供水子系统、中西部供水子系统、西部水厂供水子系统，集中供水区域内水厂总规模 524.2 万立方米/日，现状日均供水量为 301.4 立方米/日。

各镇区自行供水系统又分为东部供水系统、沿江供水系统。该区域内水厂总规模 307.5 万立方米/日，现状日均供水量为 152.1 立方米/日。

其中，沿江自行供水系统包括企石镇、石排镇、石龙镇、茶山镇、石碣镇。为本区供水的水厂有 26 座，水厂总规模 91.2 万立方米/日，现状供水量 41.3 万立方米/日。

2）供水系统现状布局评价

东莞市 2012 年共有水厂 105 座，全市水厂总设计规模为 773 万立方米/天。其中市级水厂 5 座，总设计规模 303 万立方米/天，占全市水厂总设计规模的 39%，日均供水量为 230.5 万立方米/天，占全市总量的 50%；镇级水厂 38 座，总设计规模 363.5 万立方米/天，占全市总设计规模的 47%，日均供水量为 200.2 万立方米/天，占全市总供水量的 43%；村级水厂 62 座，总设计规模为 106.6 万立方米/天，占全市水厂总设计规模的 14%，日均供水量为 34.4 万立方米/天，占全市供水总量的 7%。全市镇、村级水厂数量多、规模小，存在重复建设、产能浪费现象，且镇、村级规模较小水厂出水水质超标现象比较严重。

3）供水系统布局规划

根据水源配置工程，整体考虑水厂布局；根据用水需求总量，根据保障供水水质要求，关停规模小、工艺落后水厂；改造工艺落后水厂。

根据自供水区域规划人口和用地情况，结合该区域水资源的特点，确定本区水厂总规模应达到 235 万吨/日。本区域规划设置 19 座水厂，新建石碣镇第二水厂，扩建

桥头镇第三水厂、谢岗镇第三水厂、凤岗镇第二水厂，对其余 15 座水厂进行改造升级。

集中供水系统水厂整体布局。本区域水厂总规模应达到 470 万吨/日以上，考虑到规划的重大水资源配置工程主要集中在本区，随水源配置工程建设大朗水厂、长安水厂、虎门水厂和厚街水厂，上述四座水厂总规模根据水源配置工程规模确定为 128 万吨/日，由于松木山水库调出江库联网工程，因此大朗水厂最大规模为 18 万吨/日，确定长安水厂规模为 35 万吨/日、虎门水厂规模为 35 万吨/日、厚街水厂规模为 40 万吨/日。相对应的市级水厂中为虎门、长安、厚街供水的市第三、第四水厂在升级时可做减产处理。最终确定本区水厂布局方案为：保留 10 座水厂，新建 4 座水厂，水厂总规模为 474.6 万吨/日。

## 3.2 《东莞市城镇供水专项规划（2012-2030）》

### 3.2.1 供水系统布局规划目标

（1）合理确定东莞市城镇水源布局和利用方案，2020 年考虑江库联网工程的利用，2030 年考虑西水东调工程的通水，水源利用考虑常备结合，保障东莞市供水安全；

（2）结合东莞市城镇规划需水量要求和现有水厂情况，确定村级水厂的关停整合方案及保留水厂的升级改造措施，保障东莞市城镇供水水质达标；

（3）结合东莞市城镇规划需水量要求和水源布局规划，确定新建水厂设计规模和位置，优化东莞市城镇供水布局；

（4）确定供水主力管网和镇街管网的互联互通方案，提高供水安全性，实现清水系统的相互备用；

（5）通过供水系统的优化布局，实现供水事故条件下的基本供水需要，提出应对供水突发事件的措施。

### 3.2.2 供水系统布局规划原则

（1）水源布局规划，应结合现有水源及规划中的水源利用工程进行，同时考虑生态用水和农业用水，并坚持常备结合的水源利用原则。

（2）村级水厂的关停整合及保留水厂的升级改造，应立足各镇街实际情况，先进性与可行性相结合，经济效益与社会效益相结合，分步实施。

（3）新建水厂的设计规模，应立足于需水量的增长，分期建设，水厂工艺水平在考虑出厂水水质达到国家标准的基础上，要有一定的前瞻性。

（4）管网联通应考虑各镇街现有管网的实际情况，就近联通，并考虑城市道路建设规划，同步实施，减少对现有道路的破坏。

（5）事故条件下的应急供水量可按正常供水量进行压缩，应合理确定水量压缩比例，并在此基础上确定应急供水方案。

### 3.2.3 规划目标和总体要求

一、总体目标

确立合理的市政供水模式，构建安全、高效的市政供水系统，实现东莞市水资源的合理利用，最终确保市区供水的安全保障目标。实现水厂布局调整、定位及服务范围确定、水厂升级改造、管网优化改造、系统应急保障的技术指导，优化供水格局，构建安全、高效的市政供水系统，着力实施“放心水工程”建设，大力推进城乡供水一体化，实现同城同网同质的供水目标，及安全优质供水的行业发展目标。

二、分项目标

（1）安全保障目标

① 城市供水综合保证率≥95%；

② 供水普及率≥98%；

③ 应急保障措施：应保证事故和特殊情况下的应急供水。

（2）水质目标

①2020 年，东莞市供水水质在满足《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中规定的 106 项水质指标的基础上，色度、浊度、pH 值、耗氧量、铁、锰达到更高的水质标准；

②2030 年，东莞市供水水质在 2020 年水质目标的基础上提出更高目标的展望。

（3）供水成本优化目标

① 保证供水综合电耗：2020 年 350kwh/（$km^3$·MPa）；

② 管网漏失率：2020 年≤10%；2030 年≤8%。

（4）供水服务目标

① 城市供水管网抢修及时率≥96%；

② 城市信息化服务水平：建立一套网络化信息服务系统，实现统一的监测、监管体系。

（5）配水管网改造目标

①提高管网质量，消除二次污染，确保用户端水质达标（《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）；

②管网服务压力达到《室外给水设计规范》和《城市给水工程规划》对供水压力的技术要求，保障正常供水。至 2020 年供水管网服务压力合格率≥97%。

③至 2020 年底，全市安全优质供水状况得到明显改善，管网供水水质达到国标要求，管网供水水压实现明显提升，管网供水范围实现全面覆盖，实现管网供水漏损率到 2020 年<10%，2030 年<8%，全市供水管网系统得到整体优化。

编制范围和规划水平年

（1）编制范围

东莞市辖区范围内的 28 个镇、4 个街道和 4 个工业园区，总面积为 2460 平方公里，规划重点为城市建成区。

（2）规划水平年

规划基准年：2014 年；

规划年限：近期至 2020 年，远期至 2030 年，规划以 2020 年为主。

### 3.2.4 人口及需水量预测

（1）人口预测

根据《2014 年东莞市国民经济和社会发展统计公报》，2014 年末全市常住人口数为 834.34 万人，其中户籍人口 191.39 万人。从 2005 年到 2010 年，东莞市常住人口呈现快速增长趋势，但 2010 年之后，常住人口数则呈缓慢增长。从东莞市人口数量较高，而户籍人口所占比例较低，2014 年户籍人口仅占常住人口的 22.9%。根据东莞市统计年鉴，茶山镇 2013 年、2014 年常住人口数为：

**表3.2-1 茶山镇规划人口数量表**

| 镇街 | 2013 年人口（万人） | 2014 人口（万人） |
|---|---|---|
| 茶山 | 15.74 | 15.73 |

同时根据东莞市现况人口情况，结合近年来东莞人口增长趋势，参照《东莞市域城镇体系规划（2008-2020）》及各镇街总体规划对经济社会发展和人口的预测情况，本规划按东莞市 2020 年、2030 年人口指标为 1000 万进行控制，各镇街人口指标预测结果如下表所示：

**表3.2-2 茶山镇规划人口数量表**

| 镇街 | 2020 人口（万人） | 2030 人口（万人） |
|---|---|---|
| 茶山 | 16.4 | 16.4 |

（2）水量预测

东莞市近十年来市政供水总量变化较大，2007 年之前供水总量呈快速增长趋势，从 2003 年的 12.48 亿 $m^3$ 增长到 2007 年的 17.66 亿 $m^3$；2007 年之后，由于经济危机的影响，供水总量有所下降，特别是 2008 年供水总量下降为 16.08 亿 $m^3$；近年来，东莞市供水总量基本稳定并逐步下降，2014 年为 15.89 亿 $m^3$。其中茶山镇 2014 年市政供水总量为 4331 万 $m^3$。

东莞市管网漏损率较高，2014 年为 14.98%，从最近 5 年管网漏损率变化情况来看，有下降的趋势。莞城、南城、东城、厚街、虎门、中堂、望牛墩、常平、黄江、凤岗供水管网漏损率较高，超过 15%，漏损严重；漏损率低于 10%的镇街有万江、寮步、大岭山、高埗、麻涌、东坑、企石、石排、清溪；其余镇街管网漏损率在 10-15%之间。

参考节水型社会的要求，并结合东莞市供水管网的实际情况，确定规划水平年管网漏损率。预测 2020、2030 年管网漏损率分别为 10%、8%。

《东莞市域城镇体系规划（2008-2020）》在充分尊重现有城市总体规划的基础上，校核与修正了城市的规模，加强了与国民经济与社会发展规划、土地利用总体规划的衔接，对东莞市 2015 年、2020 年的需水量进行了预测。规划 2015 年人均用水指标 350～1000L/（人·d），2020 年人均用水指标 400～900L/（人·d）。预测 2015 年东莞市总用水量 520 万 $m^3$/d，2020 年 602 万 $m^3$/d。

结合各镇街现况用水指标、近年供水量变化趋势、管网漏损率及现有总体规划、供水专项规划的规划结果，各镇街 2020 年、2030 年人均综合用水指标和需水量预测如下：

**表3.2-3 东莞市 2020 年、2030 年用水指标及需水量预测**

| 镇街 | 2020 年高日用水指标（L/人·d） | 2030 年高日用水指标（L/人·d） | 2020 年需水量（万 $m^3$/d） | 2030 年需水量（万 $m^3$/d） |
|---|---|---|---|---|
| 莞城 | 900 | 874 | 16.8 | 16.3 |
| 东城 | 850 | 826 | 48.1 | 46.8 |
| 南城 | 850 | 826 | 22.5 | 21.9 |
| 万江 | 800 | 777 | 23.4 | 22.8 |

| 镇街 | 2020 年高日用水指标（L/人·d） | 2030 年高日用水指标（L/人·d） | 2020 年需水量（万 $m^3$/d） | 2030 年需水量（万 $m^3$/d） |
|---|---|---|---|---|
| 寮步 | 510 | 495 | 42 | 40.8 |
| 厚街 | 790 | 767 | 16.7 | 16.3 |
| 大岭山 | 530 | 515 | 13.1 | 12.7 |
| 沙田 | 650 | 631 | 13.1 | 12.7 |
| 虎门 | 650 | 61 | 46.9 | 45.5 |
| 长安 | 710 | 690 | 53.3 | 51.8 |
| 虎门港 | 2000 | 1943 | 10 | 9.7 |
| 长安新区 | 900 | 874 | 11.7 | 11.4 |
| 高埗 | 520 | 505 | 13.7 | 13.3 |
| 中堂 | 700 | 680 | 11.9 | 11.6 |
| 望牛墩 | 630 | 612 | 6.5 | 6.3 |
| 麻涌 | 810 | 787 | 10.5 | 10.2 |
| 洪梅 | 830 | 806 | 5.9 | 5.7 |
| 道滘 | 750 | 729 | 13.0 | 12.6 |
| 横沥 | 700 | 680 | 15.6 | 15.2 |
| 东坑 | 600 | 583 | 8.6 | 8.3 |
| 大朗 | 840 | 816 | 29.8 | 28.9 |
| 松山湖 | 900 | 874 | 13.5 | 13.1 |
| 生态园 | 900 | 874 | 13.5 | 13.1 |
| 企石 | 520 | 505 | 7.7 | 7.5 |
| 石排 | 660 | 641 | 11.2 | 10.8 |
| 石龙 | 550 | 534 | 9.5 | 9.2 |
| 茶山 | 850 | 826 | 14.0 | 13.6 |
| 石碣 | 620 | 602 | 18.6 | 18.1 |
| 桥头 | 710 | 690 | 14.4 | 14.0 |
| 常平 | 760 | 738 | 35.7 | 34.7 |

## 3.3 《东莞市茶山镇供水专项规划（2012-2030）》

**1、规划范围**

本次规划范围为茶山镇全镇，包括 2 个居委会和 16 个村委，即茶山、京山、横江、增埗、卢边、寒溪水、粟边、孙屋、刘黄、上元、下朗、博头、冲美、塘角、南社、超朗。规划范围总面积为 45.7 平方公里。

**2、规划年限**

本规划基准年为 2013 年，规划年限为：

近期：2013 年～2020 年

远期：2021 年～2025 年

远景：2025 年以后

**3、规划目标**

（1）在《东莞市茶山镇城市总体规划修编》指导下进行水量预测。

（2）结合茶山镇供水设施现状，对供水管网系统进行合理布局、统一规划，构建完善、先进的供水管网系统。

（3）提出适合茶山镇发展的水质标准要求，并对提高供水水质措施提出规划建议及水厂改造规划建议。

**4、水质目标**

（1）2020 年，茶山镇供水水质基本达到《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中规定的 106 项水质指标的水质要求；

（2）2025 年，茶山全镇供水水质全面达到《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中水质要求的基础上达到更高的要求；

**5、水量预测**

**表3.3-1 供水规划关于用水量的预测表**

| 预测方法 | 2020 年最高日用水量（万 $m^3/d$） | 2025 年最高日用水量（万 $m^3/d$） | 2025 年后最高日用水量（万 $m^3/d$） |
|---|---|---|---|
| 单位人口综合用水量指标法 | 14.03 | 17.25 | 21.75 |
| 单位建设用地综合用水量指标法 | \ | 17.10 | 19.56 |
| 不同性质用地用水量指标法 | \ | \ | 20.71 |

本规划采用三种预测方法预测结果的平均值作为最终确定的用水量，即：

2020 年，预测最高日用水量为 14.03 万 $m^3/d$，平均日用水量为 10.79 万 $m^3/d$；

2025 年，预测最高日水用量为 17.17 万 $m^3/d$，平均日用水量为 13.21 万 $m^3/d$；

2025 年以后，预测最高日用水量为 20.66 万 $m^3/d$，平均日用水量为 15.89 万 $m^3/d$。

**6、给水工程规划**

根据《东莞市城镇供水专项规划（2012～2030）》，2020 年茶山镇需水量为 14 万 $m^3/d$，2030 年茶山镇需水量为 13.6 万 $m^3/d$；到 2020 年，关停茶山镇供水一厂，保留并改造茶山镇供水二厂，第二水厂供水规模维持 15.4 万 $m^3/d$。目前第一、第二

水厂采用的是传统常规水处理工艺，出厂水水质合格，但由于原水水质一直变化，老旧的工艺基本难以适应，同时为了应对供水突发事件，因此必须对现有水处理工艺进行升级改造。本次规划制水工艺需升级改造的水厂为第二水厂，第一水厂按规划 2020 年关停。

第二水厂制水工艺现状：

一、二期：原水→网格絮凝→斜管沉淀→虹吸滤池→清水池→配水管网；

三期：原水→网格絮凝→平面沉淀→V 型滤池→清水池→配水管网。

水厂絮凝剂采用聚合氯化铝，消毒方式采用液氯消毒。

根据《东莞市城镇供水专项规划（2013~2030 年）》，需对镇级、村级水厂进行改造或关停。其中保留改造的水厂，提标改造技术主要包括以下几个方面：

1）增加预处理设施，投加药剂包括：粉末活性炭、高锰酸盐等。

2）改造现况单独反冲洗滤池为气水反冲洗。

3）增加深度处理设施，若水厂周边有可利用用地，增加臭氧-生物活性炭；

4）强化安全消毒，废除现况消毒粉、消毒片等方式，采用氯消毒、紫外+氯胺消毒等，充分保证消毒时间和出厂水余氯浓度。

## 3.4 《东莞市茶山镇排水专项规划（2013-2025）》

### 3.4.1 规划范围

本次规划范围为茶山镇全镇，包括 2 个居委会和 16 个村委，即茶山、京山、横江、增埗、卢边、寒溪水、粟边、孙屋、刘黄、上元、下朗、博头、冲美、塘角、南社、超朗。规划范围总面积为 45.7km$^2$。

### 3.4.2 规划年限

本规划基准年为 2014 年，规划年限为：

近期：2014 年～2020 年

远期：2021 年～2025 年

远景：2025 年以后。

### 3.4.3 规划人口

规划 2020 年城镇总人口数量为 29 万人，其中户籍人口为 4.9 万人，外来常住人口为 24.1 万人

### 3.4.4 规划目标

城镇排水专项规划以显著提高城镇公共排水功能和改善城镇水环境为目标，保障城市排水安全、促进水资源保护、节约和有效利用。通过合理确定城镇排水设施标准、布局、建设时序，达到雨水能及时排除、污水能有效治理；同时，要兼顾初期雨水的截流、调蓄和处理，排涝与治污并重，处理和利用并举，改善城镇水体环境。

### 3.4.5 污水工程规划目标

规划目标的确定需要根据国家、省、市有关污染物减排和环境保护的总体要求，针对规划区域社会和经济发展客观现实，结合区域总体规划，并兼顾实施条件等综合确定，既不能过于超前，也不能太保守。

茶山镇污水处理厂及截污主干管网已建成并投入使用，污水处理厂现状规模为 5 万 $m^3/d$，配套截污主干管网设计总长 20.76km。2014 年污水处理能力已超过 5 万 $m^3/d$，达到 6.88 万 $m^3/d$，全镇污水处理率约为 80%。

按照原规划，2005 年茶山污水处理厂建设规模为 5 万 $m^3/d$，配套截污主干管网也应在 2005 年建成，到 2010 年全镇污水总处理规模应达到 7.5 万 $m^3/d$，但实际实施情况显示：茶山镇污水处理厂一期和配套主干管网 2011 年才建成，污水厂处理规模仅 5 万 $m^3/d$。原污水规划实施整体滞后，规划目标不能如期完成，需要调整和修改才能符合茶山镇的实际情况。另外，上表中中省、市各级对规划目标的要求是从总体高度和全局角度提出的，针对具体区域应有所区别，不宜按同一标准和尺度来衡量和执行。

根据省、市相关要求，并结合茶山镇次支管网建设条件及镇财政承受能力，按照“量力而行、有序推进”的原则，本规划拟将近期（2020 年）茶山镇污水处理率目标确定为 85%，远期（2025 年）为 90%，远景 2025 年以后确定为 95%以上。

与此同时，还要加强和重视污泥稳定化处理、安全处置和合理利用，避免环境二次污染，目前东莞市黄江污泥处理处置中心一期已建成投产。茶山镇污水处理厂的污泥近期送至黄江污泥处理处置中心进行处理，远期将运往望牛墩污泥处理处置中心（规划中）进行集中处置。

结合上述分析和论述，根据东府办[2009]135 号文、东府[2011]53 号文及本项规划编制的时间，本规划目标初步确定如下：

近期（2020 年）：污水处理率达到 85%。

远期（2025 年）：污水处理率达到 90%。

远景（2025 年后）：污水处理率达到 95%以上。

加快推进污水收集管网建设，逐步加大雨污分流率，确保城镇污水处理厂建成后能正常使用。当年实际处理量不低于设计处理能力的 60%，三年内实际处理量应达到设计处理能力的 75%以上。

### 3.4.6 排水体制规划

茶山镇目前排水系统基本为雨污合流制，除新建成的区域采用雨污分流外，其余绝大部分区域排水仍然采用原有排水管涵、暗渠将生活污水、废水及雨水收集后，就近汇流入附近河渠。由于截污主干管覆盖率低，即使一些新建成小区的室内及室外排水采用了分流制，但接入市政排水管后，仍采用合流制。茶山镇境内河渠众多，主要有茶山内河、茶山东渠、沙敦渠、芦溪渠、茶山界河等，还有寒溪河由东南往西北穿越镇区中心区，河渠沿线受纳各区雨、污水，最终经寒溪河汇入东江南支流。由于一期截污主干管收集率较低，只对茶山内河及寒溪河沿岸大的集中排口进行部分截污，还有不少的排污口由于远离主干管而未截流污水，目前镇内大部分河涌明渠依然是黑臭的污水，环境与周围景观极不相称，严重影响了居民的生活质量和城镇环境。

根据茶山镇的实际情况，规划排水体制原则上采用分流制，新建污水收集系统，现状的合流制管渠作为雨水管渠保留和改造，使现有河涌恢复原来的防洪排涝和灌溉功能。

然后将目前的合流制完全改为分流制十分困难，特别是镇中心区和密集的老居民点，近期改造难度极大，甚至没有实施条件。对旧城区和建筑密集的繁华商业区，近期尽量利用合流制排水系统，中、远期结合相关道路改造或城区改造，在条件成熟时实施分流制，逐步完善排水系统；新建成区一律实行分流制。

因此，未来城镇排水体制将是一个合流制与分流制并存的混流系统，本规划对全镇的排水体制总体上仍然采用“远期 2020 年采用 30%合流制和 70%分流制的混流系统”的总体要求，与一期截污主干管网规划一致，远景 2025 年后逐步提高分流制比例。

排水体制结论：

排水体制以实现雨、污分流制为目标。新建、扩建地区和旧城改造地区和工业区采用分流制；旧城区、农村居民点、密集商业区规划期仍为合流制，随城区改建，逐

步改造为分流制；远期 2025 年全镇分流制比例 70%，远景逐步提高分流制比例。

## 3.4.7 污水工程规划

### 3.4.7.1 污水量预测

城镇污水量由综合生活污水、工业废水和地下水渗入量等三个部分组成，在合流制排水系统中，还包括被截流的雨水。

**1、 预测方法**

用水量预测的方法很多，总体来看大致可以分为两大类，第一类是综合预测法，主要包括单位人口综合用水量指标法，单位建设用地综合用水量指标法，万元 GDP 用水量指标法；第二类为分类预测法，主要包括不同性质用地用水量指标法、不同产业用水量预测法等。

从理论上讲，上述方法均可行，但综合预测法相比分类预测法而言，由于其指标单一，数据信息相对完整且易于获得，因此一般将综合预测法作为用水量预测的主要方法，而将分类预测法作为校核。比如单位人口综合用水量指标法在国际上被普遍采用，而万元 GDP 用水量是衡量一个城市构建节水型社会参考的一个重要指标，作为用水量预测具有重要意义。具体选用哪种方法预测，需要根据本区域实际情况，包括产业结构模式、供排水体系以及数据信息的完整性等因素综合确定。

综上所述因素，并结合茶山镇实际情况，本规划拟定采用单位人口综合用水量指标法、单位建设用地综合用水量指标法及不同性质用地用水量指标法作为主要预测方法，同时参照 2011 年 7 月出台的《东莞市水资源分配方案》中对茶山镇的用水总量控制要求，评估预测用水量的合理性，对各预测结果予以分析，比对相关工程设计预测的污水量，最终确定本次规划污水量。

**2、 人口预测**

本规划根据茶山镇人口增速的实际情况，对茶山镇对规划人口及年限进行适当调整，规划期内人口平均增长率为：2015—2020 年为 1%，2020—2025 年为 7%。即近期 2020 年人口为：16.5 万人；远期 2025 年人口为：23 万人。

考虑到茶山火车站、轨道交通 R2 线、货运站等一系列重大基础设施落地对城镇经济发展带来的积极影响，本次规划远景 2025 年以后人口仍按《东莞市茶山镇总体规划修改》（2008-2020）中所预测的 29 万人考虑。

**3、 用水量预测**

用水量预测常用 3 种方法，经计算，“单位人口综合用水量指标法”和“单位建设用地综合用水量指标法”预测的结果接近，而“不同性质用地用水量指标法”预测的结果较大，因此，本规划采用三种预测方法预测结果的平均值作为最终确定的用水量，即：

2020 年，预测平均日用水量为 10.79 万 $m^3$/d；

2025 年，预测平均日用水量为 14.76 万 $m^3$/d。

2025 年以后，预测平均日用水量为 15.89$m^3$/d。

**4、 污水量预测**

根据用水量预测结果，污水排放系数依据《城市排水工程规划规范》（GB50318-2017）取 0.85，用水系数取 92%，同时考虑 10%地下水渗入量，进行污水量预测。

2020 年，预测污水量 9.28 万 $m^3$/d；

2025 年，预测污水量为 12.70 万 $m^3$/d。

2025 年以后，预测污水量为 13.67 万 $m^3$/d。

在 2003 年编制完成的《东莞市污水处理工程建设规划（第二组）》中，对远期（2020 年）茶山镇预测的污水量为 15.39 万 $m^3$/d，本次规划预测结果与之相比基本吻合。

（1）广深铁路以北区域污水量预测

广深铁路以北区域污水量确定如下：2020 年，预测污水量为 1.58 万 $m^3$/d；2020 年，预测污水量为 2.0 万 $m^3$/d；2025 年以后。预测污水量为 2.5 万 $m^3$/d。

（2）茶山镇污水处理厂服务范围的污水量预测

2020 年，预测污水量为 7.70 万 $m^3$/d；

2025 年，预测污水量为 10.70 万 $m^3$/d；

2025 年以后，预测污水量为 11.17 万 $m^3$/d。

### 3.4.7.2 污水系统布局

铁路以南区域的污水收集进入茶山镇污水处理厂，厂址位于内环城路西北端的坑口埔，沙涌附近，寒溪河北岸，设计总处理规模为 12.5 万 $m^3$/d；。广深铁路以北区域的污水纳入南畲朗污水系统，污水处理厂址选在茶山镇的塘角村（现厂址范围已划归生态园管辖），其设计总处理规模为 35 万 $m^3$/d。

茶山镇按控规、河流水系及截污主干管网服务范围划分为东部片区、南部片区、

西部片区、北部片区、中部片区等五大片区，具体如下：

◆东部片区

本区范围为广深铁路、大圳埔排渠、寒溪河和建民路、富民路合围区域，即控规中圆山头、超朗、工业园和上元片之和，总面积约 12.33km$^2$。该区包括刘黄村、孙屋村、栗边村、超朗村、上元村和南社村部分区域。主要道路为金山路、超横路、伟兴路、圆山路、茶兴南路等。

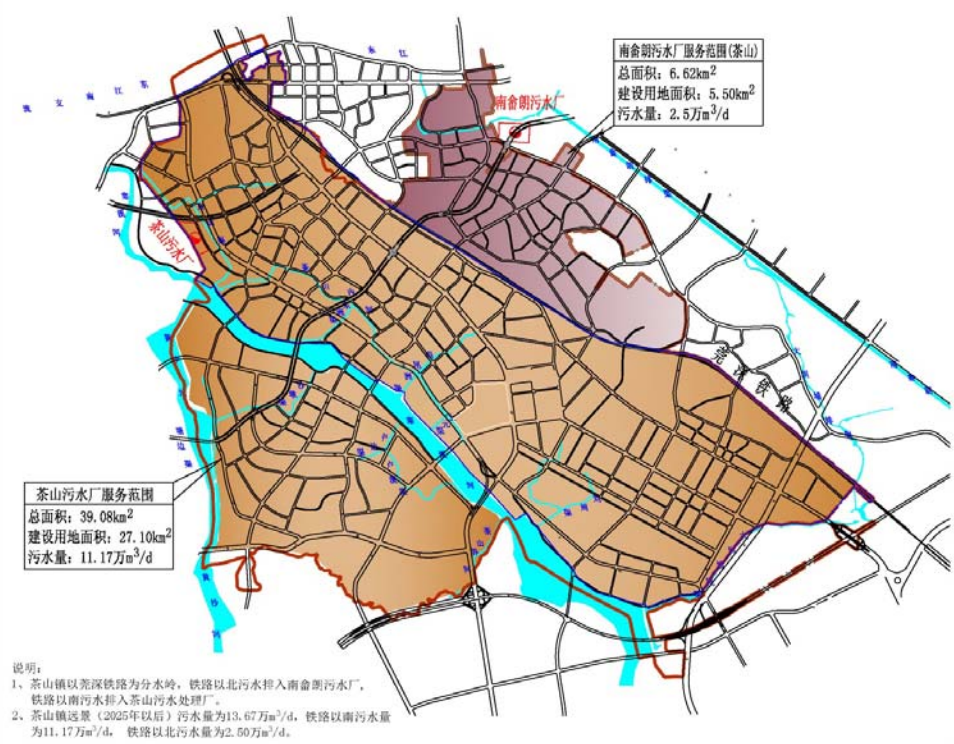



**图3.4-1 污水系统布局及污水量分配**

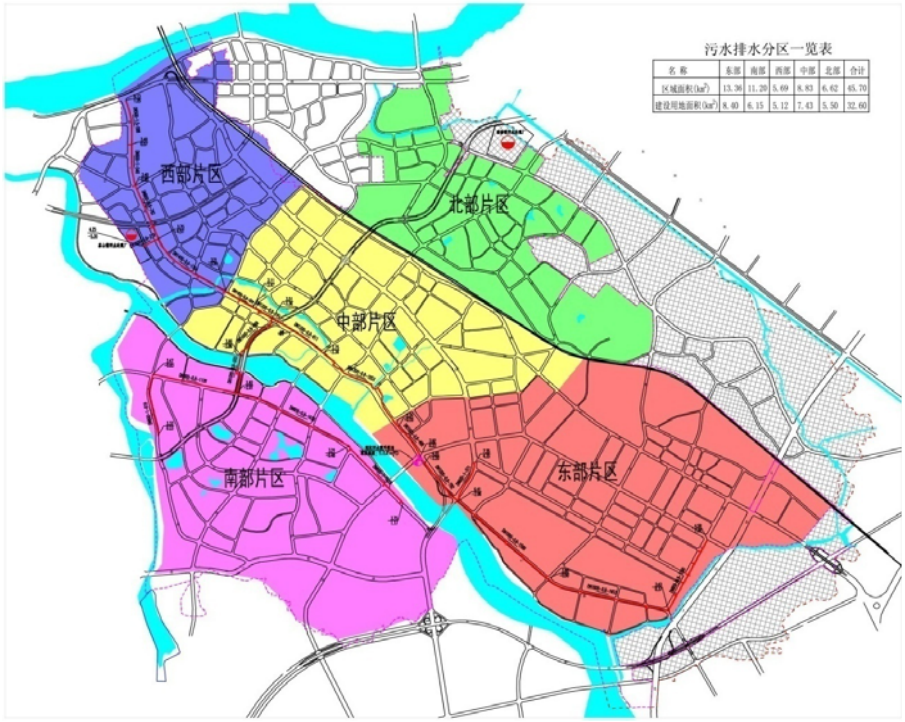



**图3.4-2 污水分区示意图**

◆南部片区

本区范围为茶山镇域范围内寒溪河以南的区域，即控规中增埗片的范围，总面积约 9.83km$^2$。该区包括增口村、卢边村和寒溪水村等。主要道路为卢元路、增埗路、增益路、安泰路等。

◆西部片区

本区范围为莞龙路、广深铁路、德兴路及西部镇界合围区域，即控规中火车站片区与中心区片区部分之和，总面积约 5.35km$^2$。该区包括京山村、横江村北部等。主要道路为方中路、京龙路、茶山北路等。

◆北部片区

本区范围为茶山镇域范围内广深铁路以北的区域，即控规中塘角片，总面积约 6.56km$^2$。该区包括博头村、冲美村、塘角村及南社村部分区域等。主要道路为江石路、茶石路、塘中路等。

◆中部片区

本区范围为德兴路、广深铁路、建民路、富民路和寒溪河合围区域，即控规中铁路沿线片、中心区片、上元片部分区域之和，总面积约 7.80km$^2$。该区包括横江村南部、下朗村、茶山村、上元村北路等。主要道路为茶兴中路、安泰路、东岳路、茶南路等。

（2）污水量分配

本规划预测的远景 2025 以后年污水量约为 13.67 万 $m^3/d$，其中南畲朗污水处理厂接纳 2.5 万 $m^3/d$，茶山污水处理厂接纳 11.17 万 $m^3/d$。对比 2003 年编制完成的《东莞市污水处理工程建设规划（第二组）》预测的茶山污水处理厂污水量 15.39 万 $m^3/d$ 结果偏小，但考虑到为茶山镇未来发展预留一定的空间，同时与茶山镇已建的截污主干管网的控制规模（15 万 $m^3/d$）保持一致，本规划各片区污水量仍按 15 万 $m^3/d$ 的总量进行分配。

茶山镇五大片区的远景（2025 年）污水量分别为：

**东部片区：3.86 万 $m^3/d$，南部片区：2.83 万 $m^3/d$，西部片区：2.36 万 $m^3/d$，中部片区：3.42 万 $m^3/d$，北部片区：2.53 万 $m^3/d$。**

### 3.4.7.3 污水处理厂建设规划

**1、 污水处理量及规模**

根据污水量预测、污水收集率、污水处理厂模块化设计等因素复核污水处理厂总体规模，并合理确定分期建设规模。

根据污水量预测，铁路以南地区，茶山镇污水处理厂受纳范围内近、远期污水量为：

**2020 年，预测污水量为 7.70 万 $m^3/d$；**

**2025 年，预测污水量为 10.70 万 $m^3/d$。**

**2025 年以后，预测污水量为 11.17 万 $m^3/d$。**

**表3.4-1 茶山镇污水处理厂分期建设规模一览表**

| 现状（2014 年） | 污水处理厂建设规模/实际处理量（万 $m^3/d$） | 5/6.88 |
|---|---|---|
| 近期（2020 年） | 污水总量（万 $m^3/d$） | 7.7 |
| | 污水收集率 | 85% |
| | 污水处理量（万 $m^3/d$） | 6.55 |
| | 污水处理厂规模（万 $m^3/d$） | 5 |
| 远期（2025 年） | 污水总量（万 $m^3/d$） | 10.70 |
| | 污水收集率 | 90% |
| | 污水处理量（万 $m^3/d$） | 9.63 |
| | 污水处理厂规模（万 $m^3/d$） | 10 |
| 远景（2025 年以后） | 污水总量（万 $m^3/d$） | 11.17 |
| | 污水收集率 | 95% |
| | 污水处理量（万 $m^3/d$） | 10.61 |
| | 污水处理厂规模（万 $m^3/d$） | 15 |

本规划预测茶山镇污水处理厂受纳范围内远景污水量为 11.17 万 $m^3/d$，仅基于现状调研、总规及控规的基础数据。考虑将来污水处理厂可能提标、中水回用等用地需求，或者建设用地控制指标有可能放宽的因素，将污水处理厂的规模适当放大，为茶山镇预留一定的发展空间。故本规划确定污水处理厂总规模与茶山镇污水处理厂配套截污干管工程中的控制规模保持一致，即 15 万 $m^3/d$。

**故茶山污水处理厂规模为：**

**近期（2020 年）处理规模为 5 万 $m^3/d$。**

**远期（2025 年）处理规模为 10 万 $m^3/d$。**

**远景（2025 年以后）处理规模 15 万 $m^3/d$。**

**2、 污水处理厂建设规划**

（1）分期建设规模

①近期建设规划

根据污水量预测，近期 2020 年茶山镇铁路以南片区污水量为 7.70 万 $m^3/d$，近期 2020 年污水处理率目标为 85%，即 2020 年需处理的污水量为 6.55 万 $m^3/d$。考虑到茶山镇污水厂目前污水处理量已经达到 6.88 万 $m^3/d$，污水处理率 89%已经超过规划目标 85%，故污水处理厂维持现状 5 万 $m^3/d$ 规模，近期不需要扩建。

②远期建设规划

根据污水量预测，2025 年茶山镇铁路以南片区污水量为 10.70 万 $m^3/d$，远期污水处理率达 90%，2025 年茶山镇需处理的污水量为 9.63 万 $m^3/d$，考虑污水厂分期建设的模块化设计，2025 年茶山污水处理厂规模应达到 10 万 $m^3/d$，需在 2020 年基础上扩建 5 万 $m^3/d$。

③远景建设规划

远景污水收集率达到 95%以上，茶山镇污水处理厂扩建规模为 5 万 $m^3/d$，总处理规模达到 15 万 $m^3/d$。

（2）厂址及用地

茶山镇污水处理厂位于茶山镇横江村，环城路西北端坑口埔沙涌附近，寒溪河北岸，总占地面积 8.07 公顷，一期实际用地约 3.64ha（含综合楼、宿舍楼、机修间等公用设施）。

根据《城市污水处理工程项目建设标准（2001 修订）》，由本规划确定的总建设规模 15 万 $m^3/d$ 以及处理目标计算，建设用地应控制在 13.13ha 以内。目前污水厂总征

地面积为 8.07ha，基本满足污水厂 2025 年扩建至 10 万 $m^3/d$ 二级处理和深度处理用地需求，不满远景规模扩建至 15 万 $m^3/d$ 的二级处理和深度处理用地需求。

规划建议在茶山污水处理厂周边用地性质许可的前提下，将其周边用地规划为污水厂远期建设用地，增加征地面积约 5.06 公顷。

此外规划建议远期污水处理厂扩建时，应选用占地面积小、效果好的处理工艺，并且公用设施合建，在遵循节约用地的前提下，尽可能应充分利用一期预留设施，节约用地，减少重复建设和投资浪费。

**3、 污水处理厂进水水质**

城镇污水量主要由综合生活污水、工业废水和地下水渗入量等三个部分组成，在合流制排水系统中还包括被截流的雨水。茶山镇工业废水量所占比例很小（不足污水总量的 3%），因此，产生的污水主要以生活污水为主。

根据茶山污水处理厂一期初步设计及可研报告、现状进水水质、同类污水处理厂水质等综合确定污水处理厂设计进水水质，具体见下表。

**表3.4-2 污水处理厂设计及现状进水水质表**

| 序号 | 基本控制项目 | 设计进水水质（mg/L） | 现状进水水质（mg/L） |
|---|---|---|---|
| 1 | $COD_{cr}$ | 250 | 141～166 |
| 2 | $BOD_5$ | 140 | 65～83 |
| 3 | SS | 150 | 125～149 |
| 4 | TP | 4 | 2.28～2.88 |
| 5 | $NH_3$-N | 30 | 13.79～17.61 |
| 6 | TN | 40 | 22.76～26.97 |

从表中可知，现状进水水质与设计进水水质有较大的差别，主要原因在于主干管采用截流式在河涌或合流管上收集各排水用户的污水，雨污分流率较低，因此需加快截污次支管网的设计与建设。

**4、 污水处理工艺方案**

茶山污水处理厂一期工程设计规模为 5 万 $m^3/d$，污水处理工艺采用改良 $A^2/O$ 工艺。规划二、三期污水处理主体工艺可以与一期工艺保持一致，也可以根据《城市污水处理及污染防治技术政策》及当地实际情况，采用其他污水处理工艺，但应做到运行和管理相协调。

**5、 受纳水体及尾水排放要求**

茶山镇污水处理厂尾水经过京山渠道最终排入寒溪河，寒溪河水质质量标准执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水体标准。

为改善水环境质量，实现水资源充分利用，应提高污水处理厂尾水水质标准，规划茶山污水处理厂的出水水质应由原广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中的一级标准提高为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，故现有一期工程应进行提标改造。污水处理厂出水水质标准见下表。

**表3.4-3 污水处理厂出水水质标准**

| 序号 | 基本控制项目 | 出水水质标准（mg/L） |
|---|---|---|
| **1** | $COD_{cr}$ | 50 |
| **2** | $BOD_5$ | 10 |
| **3** | SS | 10 |
| **4** | 磷酸盐(以 P 计) | 0.5 |
| **5** | $NH_3$-N（以 N 计） | 5（8） |
| **6** | TN（以 N 计） | 15 |
| **7** | pH | 6~9 |
| **8** | 粪大肠菌群数（个/L） | $10^3$ |

注：①在下列情况下按去除率指标执行：当进水 COD 大于 350mg/L 时，除去率应大于 60%；当 BOD 大于 160mg/L 时，除去率应大于 50%。②括号外数值为水温大于 12ºC 时的控制指标；括号内数值为水温小于等于 12ºC 时的控制指标。

# 4 项目建设必要性

目前，东莞的治污工作正在有条不紊地实施，从截污次支管网建设，到现在正在开展的雨污分流项目，旨在建设雨污两套管网，让雨、污水有各自的归处。这是东莞落实三部委《城镇污水厂提质增效三年行动方案》的重要举措。随着，污水管网的不断完善，茶山镇的污水收集率将持续提高，随之带来的是污水收集量的增加。污水厂的处理能力将无法匹配污水量的收集要求。预测未来五年茶山镇的污水收集量随着管网的不断完善，仍会继续增加。考虑到茶山镇未来的发展以及全镇污水系统的完善，茶山镇污水处理厂改扩建项目的建设势在必行。

同时，由于人民美好生活的需要，对于环境质量的要求也越来越高，各流域、河涌的水环境质量将直接影响到人民对环境质量的客观印象。因而在污水收集率提高的前提下，必须对污水厂进行扩容，按照水质要求对污水进行达标处理再排放。

**（1）实现水环境保护目标的需要**

实施茶山镇污水处理厂扩建工程可以进一步削减污染物排放量，改善纳污水体的水质状况，保护水环境，改善城市生活环境。

目前有部分的合流污水为直接排放水体，根据相关的环境保护规划，规划期内重点治理城区排渠、河道，加强排污口综合整治，调查排污口的位置、流量、污染物成分、附近环境敏感点等情况，对排污口采取调整位置，封、并结合，规范标志等措施。加快城市河涌、清污合流的排污沟渠水环境整治，在集中排水管网全面覆盖之前，通过水利调度，增加生态用水量，提高水环境容量，改善水质。因此，加速实施本项目是改善城市水环境，保护水资源的需要。

**（2）补齐茶山镇污水处理能力缺口的需要**

为巩固东莞市国省考断面达标效果，确保 2021 年全面完成一级支流劣 V 类水质攻坚和黑臭水体消除工作，市生态环境局要求各镇街（园区）以 2019 年测算的全市污水处理能力缺口结果为参考依据，并以 2020 年底排污总量为基准，有效评估处理能力缺口，自筹资金，通过管网联通调度片区处理能力或新建一体化处理设施等措施在 2021 年 3 月底前补齐缺口。

目前茶山镇已建成运营的集中式、分散式及一体化生活污水处理设施共 6 座，日处理规模合计 10.48 万 $m^3/d$，其中，集中式 2 座，处理规模 5.79 万 $m^3/d$；分散式 6

座，处理规模 4.69 万 $m^3/d$。根据茶山厂提供的生产数据，茶山厂目前日平均处理污水量超过 6 万 $m^3/d$，处于超负荷运行状态。随着社会的正常发展和茶山镇的经济发展需求，未来几年茶山镇用水量将较 2021 年有一定幅度的增长，且未来随着分散式和一体化处理设施的逐步取消，茶山镇的污水处理能力缺口将日益增大。因此，茶山镇现状污水处理能力基本满足短期内的污水处理要求，但为了长远发展，从根本上解决污水处理缺口问题，逐步取消临时性分散式污水处理设施，扩建茶山镇集中式污水处理设施是有必要的。

**表4.1-1 茶山镇现状污水处理设施汇总表**

| 序号 | 污水处理设施 | 处理规模（万 $m^3/d$） | 备注 |
|---|---|---|---|
| 1 | 茶山污水处理厂 | 5.0 | |
| 2 | 钊墩前池污水处理站 | 2.0 | 分散式 |
| 3 | 上元泵站污水处理站 | 1.0 | 分散式 |
| 4 | 桐山市场污水处理站 | 0.2 | 分散式（临时） |
| 5 | 刘周支渠污水处理站 | 0.3 | 分散式（临时） |
| 6 | 塘边渠一体化处理设施 | 0.73 | 分散式（临时） |
| 7 | 卢溪渠一体化处理设施 | 0.46 | 分散式（临时） |
| 8 | 南畲朗污水处理厂 | 0.79 | |
| 9 | 总计 | 10.48 | |

**（3）改善投资环境，促进社会经济可持续发展的需要**

根据城市可持续发展战略，在发展经济的同时，应重视环境保护，尤其是防止水体污染。为使环境保护与区域经济发展同步，使本地区及区域经济的发展免受环境方面的限制，解除本地区及下游地区用水危机，东莞地区的污水综合治理工作已持续开展。推进污水厂新建、扩建及提标改造工程对于改善城市生态居住环境，改善居民生活质量，提高城市化水平，完善城市功能，创造良好的投资环境和可持续发展环境具有重要的意义。

**（4）执行新的尾水排放标准的需要**

强化城镇生活污染治理，加快城镇污水处理设施建设与改造，现有城镇污水处理设施，要因地制宜进行改造。新建、改建和扩建城镇污水处理设施出水全面执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准的较严值。目前茶山镇污水处

理厂一期执行一级 B 出水标准，提标项目将出水提标至准IV类，但由于提标项目膜设备产能未能达到设计值，不能完全接收来自一期的尾水，因此现状仍有部分尾水按一级 B 标准出水。本项目改扩建完成后，设计出水水质指标将严格按照上述标准的严值执行，将有利于受纳水体水质的整体提升。

**（5）缓解污水处理能力缺口与污水设施用地紧张的矛盾的需要**

根据《茶山镇排水专项规划（2013-2025》中污水厂规划相关内容，茶山镇全镇集中建设一座污水处理厂，即茶山镇污水处理厂，规划远期(2025 年)扩建 5 万 $m^3/d$，达到 10 万 $m^3/d$ 的处理规模。根据茶山镇总规及近规等上位规划，全镇规划用地性质除茶山厂地块符合市政设施用地性质外，其余无市政设施用地，且根据前期勘察评估，茶山镇无法提供合适的新地块进行污水厂扩建。因此，经过多方协商讨论，提出于茶山镇污水处理厂内原位扩容的方案。2021 年 11 月，市生态环境局组织专题会议研究该扩容事宜并形成会议纪要，原则上同意茶山镇启动污水处理厂的原址技术改造和扩建工作。

根据调研，茶山镇污水处理厂总占地面积 8.07 公顷，已建工程实际用地面积约 3.70 公顷，其中包括一期提标工程用地约 5252.6$m^2$，其余外围用地已被茶山镇固废处理中心等项目占用，可用于扩建项目的实际可用地面积仅约 4033$m^2$，用地极为紧张，且分散在各处，形状极不规整，给扩建项目工艺选择和平面布局带来很大的挑战和局限。基于上述用地现状，经过多方讨论后，本次扩建项目考虑利用一期现状处理构筑物，通过工艺改造，对现状池体进行充分挖潜，并利用一期用地范围内空白用地，新建部分构筑物，实现污水厂原址扩容，项目参建各方对此原位改造扩容方案基本无异议。改扩建过程中，需改动一期 BOT 厂及提标项目的部分构筑物和基础设施等，对于改造后的设施归属、运营模式等相关事宜，建议本项目建设单位与一期 BOT 运营单位积极协商，妥善处理，顺利推进本项目的实施工作。

综上，为了尽快补足未来几年茶山镇的污水处理能力缺口，将污水处理设施集中化，茶山镇污水处理厂改扩建项目的建设是势在必行且十分必要的。

# 5 方案论证

## 5.1 排水体制

合理地选择排水体制，是城市排水系统规划中一个重要问题，关系到整个排水系统是否实用，能否满足环境保护要求，同时也影响到排水工程的总投资、初期投资和运营费用。排水体制的选定必须与排水系统终端的雨水和污水处理方式和环境质量要求相结合，同时受现实排水系统状况的限制。排水体制执行情况的好坏，可直接影响整个排水工程的投资及环境效益。在纳污范围内的城市发展过程中，形成了分流制和合流制并存的混合制区域。

一般来说，凡在新建市区或扩建新区建设污水处理工程时，宜采用分流制；在已建成合流制排水系统的旧城区、小城镇等，宜将原合流制直泄式排水系统改造成截流式合流系统；在雨量稀少地区，如无条件修建分流制排水系统，也可考虑采用合流制排水系统。目前我国既有较多历史上已形成合流制的老城区，难以改造成分流制；又有已建成或正在扩建的分流制的新城区。在这种情况下，可在同一污水处理工程服务范围（或流域范围）内，采用不同的排水体制，即新建区和扩建区采用分流制，而旧城区采用截流式合流制。

茶山镇境内河渠众多，主要有茶山内河、茶山东渠、沙敦渠、芦溪渠、茶山界河等，还有寒溪河由东南往西北穿越镇区中心区，河渠沿线受纳各区雨、污水，最终经寒溪河汇入东江南支流。根据茶山镇的实际情况，规划排水体制原则上采用分流制，新建污水收集系统，现状的合流制管渠作为雨水管渠保留和改造，使现有河涌恢复原来的防洪排涝和灌溉功能。

根据茶山镇排水专项规划成果，茶山镇排水体制以实现雨、污分流制为目标。新建、扩建地区和旧城改造地区及工业区采用分流制；旧城区、农村居民点、密集商业区规划期仍为合流制，随城区改建，逐步改造为分流制；至 2025 年全镇分流制比例达到 70%，远景逐步提高分流制比例。

本项目服务范围主要为广深铁路以南的茶山镇的大部分区域，片区内现状排水体制主要以截流式合流制为主，部分新建小区、地块已完成雨污分流工作，其他区域有条件实施雨污分流改造的也正在加紧实施雨污分流工作。新建区及大型的生活小区内部一般已实施雨污分流，但由于城市化进程较快，而市政排水管网设计及施工、管理

滞后，加之部分用户环保意识薄弱或监管不到位，将污水出户管直接接入市政雨水系统或者排入河涌排渠，甚至有将雨水管错接入污水系统中等多种管网漏接、混接的情况。因此这些新建区虽然在内部实施了雨污分流，但部分区域存在雨污混接现象较为严重，需对排水管网系统进行详细全面的摸查工作，发现错混接的管网及时进行整改落实，加强监督。

目前茶山镇区雨污分流工作正在紧密有序地开展。当茶山镇完成雨污分流改造后，将形成较为完善的分流制排水体制。

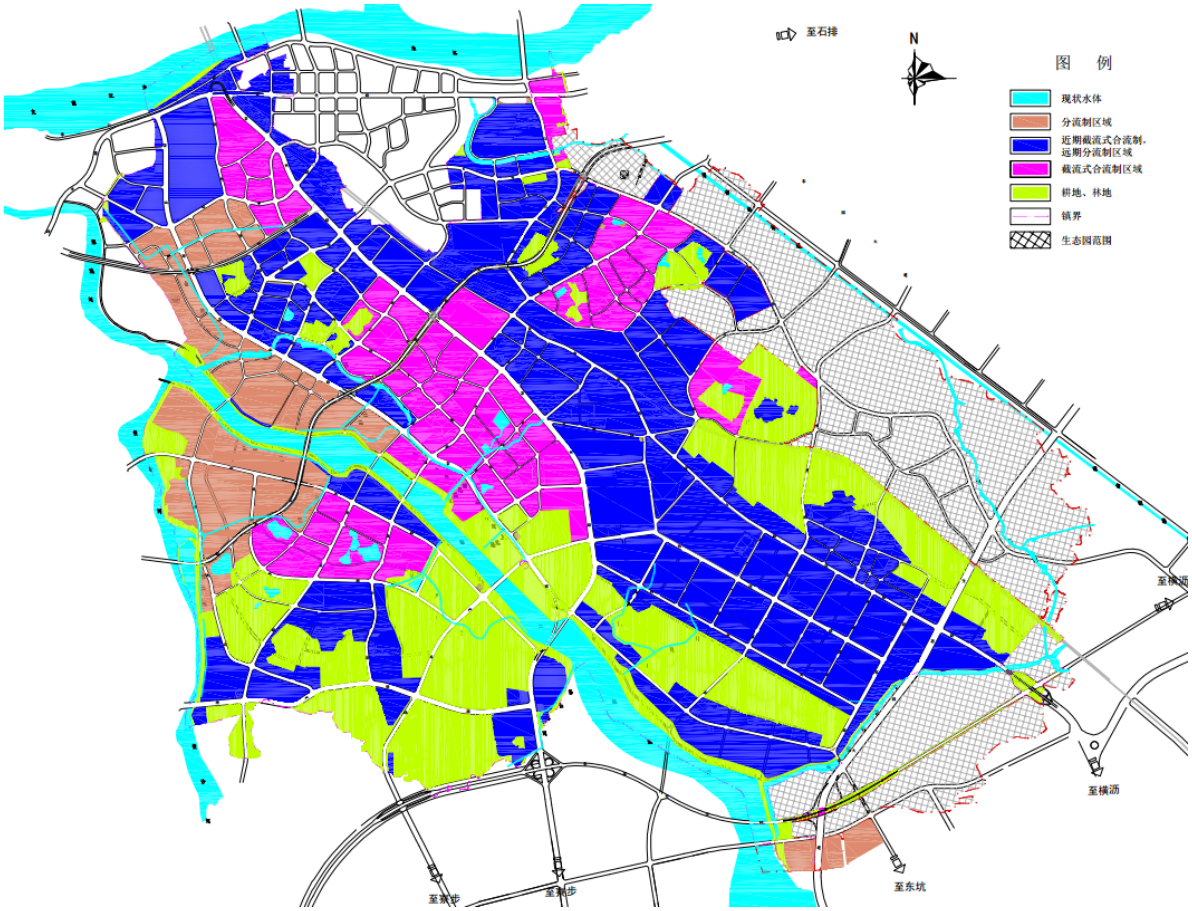



**图5.1-1 茶山镇排水体制区域规划图**

## 5.2 系统布局论证

通常情况，对于一个中小城镇，由于其面积不大，考虑方便管理、节约投资及节能等因素，以建设一个污水处理厂为宜。对于茶山镇而言，其自然分水岭为广深铁路，铁路以北区域的污水排向南畲朗排渠，以南区域的污水排至寒溪河流域。为了使污水管道敷设线路简捷明了，水力流畅，避免迂回往复，并使管线最短，使投资效果最佳，规划将茶山镇的排水分为两大系统，铁路以南区域的污水收集进入茶山镇污水处理厂，厂址位于内环城路西北端的坑口埔，沙涌附近，寒溪河北岸，现状处理规模为 5

万 $m^3/d$，规划远期规模为 15 万 $m^3/d$；广深铁路以北区域的污水纳入南畲朗污水系统，污水处理厂址选在茶山镇的塘角村（现厂址范围已划归生态园管辖），其规划总规模为 35 万 $m^3/d$，现状设计处理规模为 20 万 $m^3/d$，其中分配给茶山镇的污水处理规模为 0.79 万 $m^3/d$。

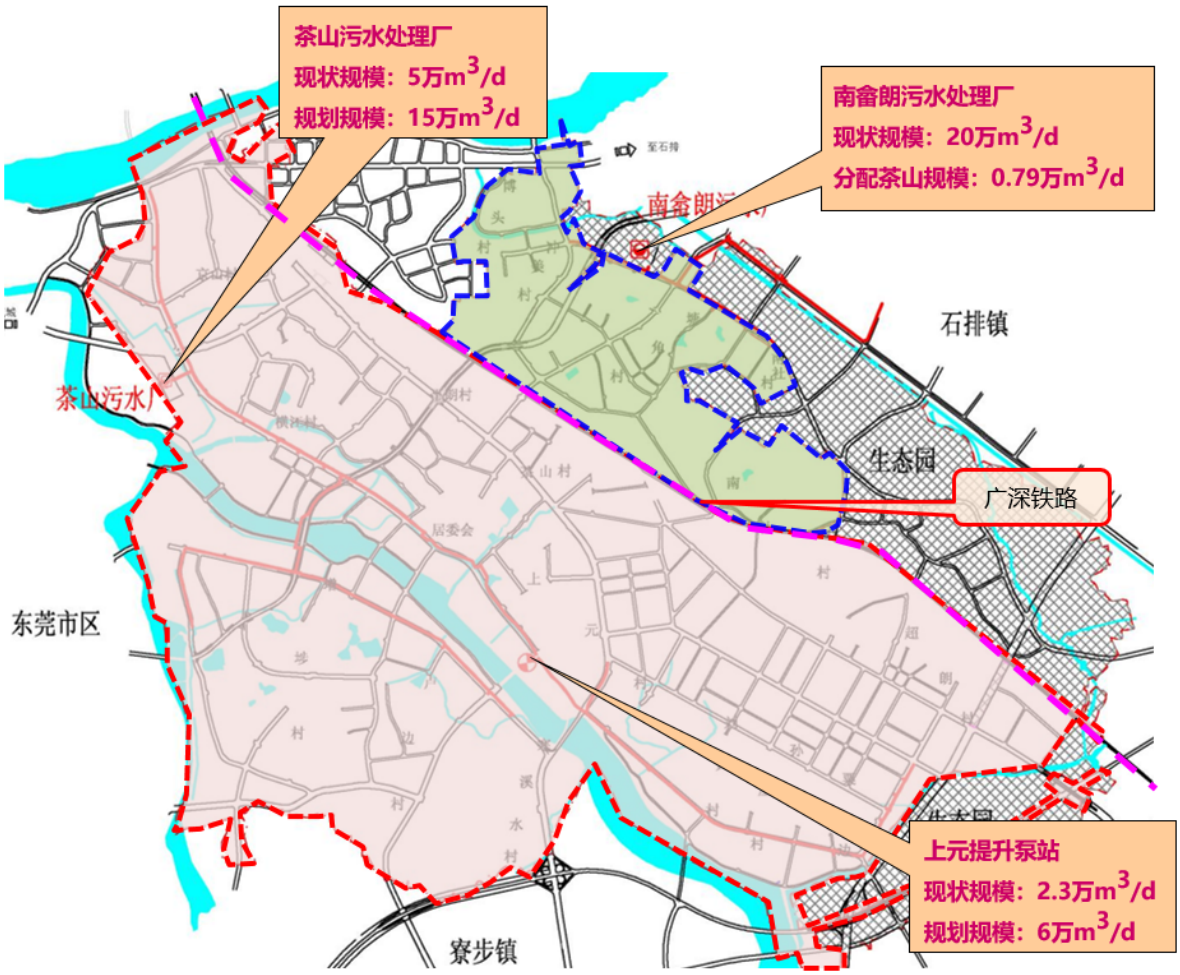



**图5.2-1 茶山镇污水处理系统布局图**

## 5.3 设计规模

### 5.3.1 用水量预测

根据《城市排水工程规划规范》（GB50318-2017）和《城市给水工程规划规范》（GB50282-2016），城市污水量宜根据城市综合用水量乘以城市污水排放系数确定。因此，应首先预测出本项目服务范围内用水量，然后再计算出污水量。

#### 5.3.1.1 预测方法

根据规划，城市用水量应结合水资源状况、节水政策、环保政策、社会经济发展状况及城市规划等要求进行预测。城市最高日用水量的预测通常有以下几种方法：

一、 城市综合用水量指标法

二、 不同类别用地用水量指标法

三、 综合生活用水比例相关法

四、 根据供水现状及趋势预测法

### 5.3.1.2 指标评估

根据已掌握的资料，本可研采用根据供水现状及趋势预测法和城市综合用水量指标法两种方法分别预测茶山镇用水量。

一、 根据供水现状及趋势预测

从茶山镇调研了解，该镇 2019 年至 2021 年全年的售水量数据如下表所示，2020 年日均售水量为 9.55 万 $m^3/d$，较之 2019 年有一定程度的下降，考虑到是因为疫情影响，本次计算忽略该下降趋势。根据近三年的用水量数据，预测茶山镇随着产业升级转型、城市化的深入发展，其用水量增速将维持稳定，本次以东莞市近几年用水量年均增长率约 1.56%的增速，预测得到茶山镇用水量结果如下表所示：

**表5.3-1 茶山镇 2025-2035 年用水量预测表（法一）**

| 用水量 | 2019 年 | 2020 年 | 2021 年 | 2025 年 | 2030 年 | 2035 年 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 日均售水量（万 $m^3/d$） | 9.84 | 9.55 | 9.94 | 10.58 | 11.43 | 12.35 |
| 日均用水量（万 $m^3/d$） | 10.82 | 10.51 | 10.93 | 11.63 | 12.57 | 13.58 |
| 高日用水量（万 $m^3/d$） | 14.07 | 13.66 | 14.21 | 15.12 | 16.34 | 17.66 |

二、 城市综合用水量指标预测

城市人均综合用水量与城市气候、生活水平、工业结构、节水措施等因素有关。国内外发达城市的用水量变化表明，工业结构调整和节水措施的实行将在一定阶段对减少用水量具有重要作用；人均综合用水量降低到一定程度后，便趋于稳定。

根据《东莞市茶山镇总体规划修改（2008-2020）》，茶山镇 2020 年规划人口按 29 万人控制；根据《东莞市茶山镇排水专项规划（2013-2025）》，茶山镇 2020 年规划人口为 16.5 万人，2025 年规划人口为 23 万人，远景 2025 年以后人口为 29 万人；根据《东莞市茶山镇近期建设规划（2017-2020）》，规划至 2020 年，全镇常住人口规模为 29 万人。上述几个规划中预测的人口数据差别较大，考虑到部分规划编制时间较早，

规划与实际存在偏差实属正常。根据茶山公安统计数据，2021 年茶山镇本地户籍人口 56400 人，全镇总人口 314000 人。考虑到目前茶山镇总体规划仍未更新，没有新的上位规划作为支撑，因此本可研采用最新茶山公安统计数据作为预测人口基数。

根据 2021 年最新发布的东莞市第七次人口普查公报，2020 年东莞市常住人口已达到 1046.66 万人。根据目前最新修编的《东莞市城镇供水专项规划（修编）（征求意见稿）》中预测结果，预测 2025 年东莞市常住人口规模为 1140 万人，2035 年为 1300 万人，计算东莞市 2020 年-2025 年人口年均增长率约 1.72%，2025 年-2035 年人口年均增长率约 1.32%。本次茶山镇人口预测也采用该增长率数据进行测算。

根据第七次人口普查数据，东莞市常住人口已超过 1000 万人，其中城区常住人口接近 200 万人。根据《城市给水工程规划规范》（GB50282-2016）有关规定，东莞市属于大城市II型，城市综合用水量指标为 0.40~0.70 万 $m^3$/（万人·d）（本指标为日最高用水量，且已包含管网漏损量，高日变化系数取 1.3）。综合考虑茶山镇未来的居民生活水平、用水习惯、产业结构、工业用水重复利用率、以及推行的节水政策等因素，确定茶山镇的城市综合用水量指标如下表。

综上，茶山镇用水量预测结果如下表所示：

**表5.3-2 茶山镇 2025-2035 年常住人口及用水量预测表（法二）**

| 预测结果 | 2021 年 | 2025 年 | 2030 年 | 2035 年 |
|---|---|---|---|---|
| 人口规模（万人） | 31.40 | 33.62 | 35.90 | 38.34 |
| 城市综合用水量指标 万 $m^3$/（万人·d） | 0.453 | 0.453 | 0.453 | 0.453 |
| 最高日用水量（万 $m^3$/d） | 14.21 | 15.23 | 16.26 | 17.37 |
| 平均日用水量（万 $m^3$/d） | 10.93 | 11.72 | 12.51 | 13.36 |

### 5.3.1.3 用水量预测结果

根据目前最新修编的《东莞市城镇供水专项规划（修编）（征求意见稿）》中预测结果，茶山镇 2025 年高日用水量约 15.2 万 $m^3$/d。本可研采用的两种方法预测 2025 年茶山镇高日用水量结果分别为 15.12 万 $m^3$/d 和 15.23 万 $m^3$/d，可知采用上述两种方法预测结果相差不大，且均接近规划预测值。因此，本可研将上述两种方法预测的结果取平均值，作为茶山镇用水量预测最终结果，如下表所示：

表5.3-3 茶山镇 2025-2035 年用水量预测表

| 预测结果（万 $m^3/d$） | 2021 年 | 2025 年 | 2030 年 | 2035 年 |
|---|---|---|---|---|
| 供水量趋势法预测 | 10.93 | 11.63 | 12.57 | 13.58 |
| 城市综合用水量预测 | 10.93 | 11.72 | 12.51 | 13.36 |
| 预测用水量（万 $m^3/d$） | 10.93 | 11.67 | 12.54 | 13.47 |

## 5.3.2 污水量预测

### 5.3.2.1 综合生活污水排放系数

根据《室外排水设计标准》（GB50014-2021）规定，综合生活污水排放系数按 90%计。根据《城市排水工程规划规范》规定，城市综合生活污水排放系数为 80%–90%。考虑到茶山镇实际情况，本可研污水量预测城市综合生活污水排放系数按新规范《室外排水设计标准》（GB50014-2021）中取值，按用水量的 90%计。

### 5.3.2.2 污水收集率

污水处理厂规模的确定还应考虑污水管网的收集率，前期收集率小，后期收集率逐步提升。根据《东莞市河涌水环境综合治理攻坚战三年行动计划（2019-2021）》，到 2019 年 5 月底，全面完成全市 6 家污水处理厂改扩建、35 家污水处理厂提标改造，实现城市建成区污水处理率达到 95%以上，各镇污水处理率达到 90%以上；到 2021 年底，确保污水实现全收集、全处理。与此同时，茶山镇的污水管网系统正在日益完善，这将有利于全镇污水的收集、输送与处理。因此，本可研中茶山镇污水收集率按东莞市相关文件要求，取 100%。

### 5.3.2.3 外水进入系数

地下水渗入量是指从管道接口、管子裂缝及检查井壁中渗入污水管的地下水量。其大小取决于污水管道系统的管材、连接情况、地下水位和土壤的渗透性能。

根据《东莞市城镇生活污水收集处理能力评估报告》结果，在地下水位较高的沿海片、水乡片、城镇片、埔田片的镇街，选用外水进入系数为 25.3%；在地下水位较低的丘陵片、山区片的镇街选用外水进入系数 15%。茶山镇属于埔田片，整体地势低，地下水位较高，外水进入概率较高，综合考虑这些现状因素后，本可研中茶山镇污水管网外水进入系数在 2025 年前取 25.3%，随着雨污水管网两套系统的不断完善、关闭收水口和截流井等挤外水措施的实施，考虑在 2030 年外水进入系数降至 20%，2035

年降至 15%。

### 5.3.2.4 污水量测算

本可研的现状水平年为 2021 年，规划水平年为 2025 年。

根据上述用水量的预测结果，考虑污水排放系数、污水收集率、外水进入系数，预测茶山镇污水量，计算公式见下式：

污水量=用水量×污水排放系数 90%×污水处理率 100%×（1+外水进入系数）

因此，预测成果详见下表。

**表5.3-4 茶山镇 2025-2035 年污水量测算结果**

| 预测结果 | 2021 年 | 2025 年 | 2030 年 | 2035 年 |
|---|---|---|---|---|
| 预测日均用水量（万 $m^3/d$） | 10.93 | 11.67 | 12.54 | 13.47 |
| 综合排放系数 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| 污水收集率 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 外水进入系数 | 0.253 | 0.253 | 0.200 | 0.150 |
| 全镇预测污水量（万 $m^3/d$） | 12.33 | 13.17 | 13.54 | 13.94 |
| 现状处理能力（万 $m^3/d$） | 10.48 | 8.79 | 8.79 | 8.79 |
| 全镇污水量缺口（万 $m^3/d$） | 1.85 | 4.38 | 4.75 | 5.15 |

注：本次污水量测算是基于茶山镇管网逐步建设完善后的污水全收集情况，2025 年考虑临时性分散式污水处理设施已撤场（共计 1.69 万 $m^3/d$）。

根据上述计算结果，预测 2025 年茶山镇污水量为 13.17 万 $m^3/d$，该结果与《茶山镇排水专项规划（2013-2025）》中关于 2025 年茶山镇预测污水量结果（12.70 万 $m^3/d$）数据相差不大；而在《东莞市生活污水收集处理能力评估报告》中，茶山镇 2025 年预测用水量约 11.95 万 $m^3/d$，预测污水量约 11.98 万 $m^3/d$，预测用水量与本可研结果相近，预测污水量结果存在一定差异，主要原因是该报告中茶山镇综合排放系数取 0.80。上述对比结果说明，本可研污水量预测结果基本合理，可作为茶山镇污水量缺口计算依据。

根据《东莞市生活污水收集处理能力评估报告》，茶山镇铁路以南区域（茶山镇污水处理厂+分散式）服务面积占比约为 89%，茶山镇铁路以北的地区（污水流入南

畲朗污水处理厂）服务面积占比约占 11%。以此为依据分别计算铁路南北两侧的污水量缺口如下。

**表5.3-5 茶山镇 2025-2035 年铁路南北两侧污水量测算结果**

| 预测结果 | | 2021 年 | 2025 年 | 2030 年 | 2035 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 全镇预测污水量（万 $m^3/d$） | | 12.33 | 13.17 | 13.54 | 13.94 |
| 铁路以南区域（万 $m^3/d$） | 预测污水量 | 10.97 | 11.72 | 12.05 | 12.41 |
| | 现状污水处理规模 | 9.69 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| | 污水量缺口 | 1.28 | 3.72 | 4.05 | 4.41 |
| 铁路以北区域（万 $m^3/d$） | 预测污水量 | 1.36 | 1.45 | 1.49 | 1.53 |
| | 现状污水处理规模 | 0.79 | 0.79 | 0.79 | 0.79 |
| | 污水量缺口 | 0.57 | 0.66 | 0.70 | 0.74 |

注：本次污水量测算是基于茶山镇管网逐步建设完善后的污水全收集情况，2025 年考虑临时性分散式污水处理设施已撤场（共计 1.69 万 $m^3/d$）。

根据上述结果，预测 2025 年茶山镇污水处理厂纳污范围内污水处理能力缺口约 3.72 万 $m^3/d$；2035 年茶山镇污水处理厂纳污范围内污水处理能力缺口约 4.41 万 $m^3/d$。

### 5.3.3 雨季水量预测

根据《东莞市茶山镇排水专项规划说明书》（2013-2025），排水体制以实现雨、污分流制为目标。茶山镇新建、扩建地区和旧城改造地区和工业区采用分流制；旧城区、农村居民点、密集商业区规划期仍为合流制，随城区改建，逐步改造为分流制；远期 2025 年全镇分流制比例 70%，远景逐步提高分流制比例。

根据新版室外排水规范、原污水规划的成果以及截污主干管网的实施情况，对于茶山镇区域，规划截流倍数 n0 取 2。

**表5.3-6 茶山镇 2025-2035 年铁路南北两侧雨季水量测算结果**

| 预测结果 | | 2021 年 | 2025 年 | 2030 年 | 2035 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 全镇预测污水量（万 $m^3/d$） | | 12.33 | 13.17 | 13.54 | 13.94 |
| 铁路以南区域（万 $m^3/d$） | 预测污水量 | 10.97 | 11.72 | 12.05 | 12.41 |

| 预测结果 | | 2021 年 | 2025 年 | 2030 年 | 2035 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 预测雨季水量 | 17.55 | 18.75 | 19.28 | 19.86 |
| | 现状污水处理规模 | 9.69 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| | 污水量缺口 | 1.28 | 3.72 | 4.05 | 4.41 |
| | 雨季水量缺口 | 7.86 | 10.75 | 11.28 | 11.86 |
| 铁路以北区域（万 $m^3/d$） | 预测污水量 | 1.36 | 1.45 | 1.49 | 1.53 |
| | 预测雨季水量 | 2.18 | 2.32 | 2.38 | 2.45 |
| | 现状污水处理规模 | 0.79 | 0.79 | 0.79 | 0.79 |
| | 污水量缺口 | 0.57 | 0.66 | 0.70 | 0.74 |
| | 雨季水量缺口 | 1.39 | 1.53 | 1.59 | 1.66 |

注：本次污水量测算是基于茶山镇管网逐步建设完善后的污水全收集情况，2025 年考虑临时性分散式污水处理设施已撤场（共计 1.69 万 $m^3/d$）。

根据上述结果，预测 2025 年茶山镇污水处理厂纳污范围内污水处理能力雨季水量缺口约 10.75 万 $m^3/d$；2035 年茶山镇污水处理厂纳污范围内污水处理能力雨季水量缺口约 11.86 万 $m^3/d$。

### 5.3.4 现有污水处理设施能力评估

茶山镇污水目前主要去往 2 座集中式污水处理厂，分别为茶山镇污水处理厂和南畲朗污水处理厂，以广深铁路为界分两个服务片区。茶山镇污水厂现状处理规模为 5 万 $m^3/d$，南畲朗污水厂现状处理规模为 20 万 $m^3/d$，其中分配给茶山镇的处理规模约 0.79 万 $m^3/d$。另外茶山镇还有 6 座分散式污水处理设施，其中 2 座规模稍大，计划永久保留，另 4 座规模较小，考虑运营期结束后撤场。

**表5.3-7 茶山镇现状污水处理设施汇总表**

| 序号 | 污水处理设施 | 处理规模（万 $m^3/d$） | 备注 |
|---|---|---|---|
| 1 | 茶山污水处理厂 | 5.0 | |
| 2 | 钊墩前池污水处理站 | 2.0 | 分散式 |

| 序号 | 污水处理设施 | 处理规模（万 $m^3/d$） | 备注 |
|---|---|---|---|
| 3 | 上元泵站污水处理站 | 1.0 | 分散式 |
| 4 | 桐山市场污水处理站 | 0.2 | 分散式（临时） |
| 5 | 刘周支渠污水处理站 | 0.3 | 分散式（临时） |
| 6 | 塘边渠一体化处理设施 | 0.73 | 分散式（临时） |
| 7 | 卢溪渠一体化处理设施 | 0.46 | 分散式（临时） |
| 8 | 南畲朗污水处理厂 | 0.79 | |
| 9 | **总计** | **10.48** | |

根据调研资料，除桐山市场污水处理站目前从河涌取水处理（正在整改）外，其他处理设施目前均已改成从污水管网取水处理。部分临时性分散式处理设施撤场后，该部分污水仍经由现状污水管网输送至污水处理厂进行处理。

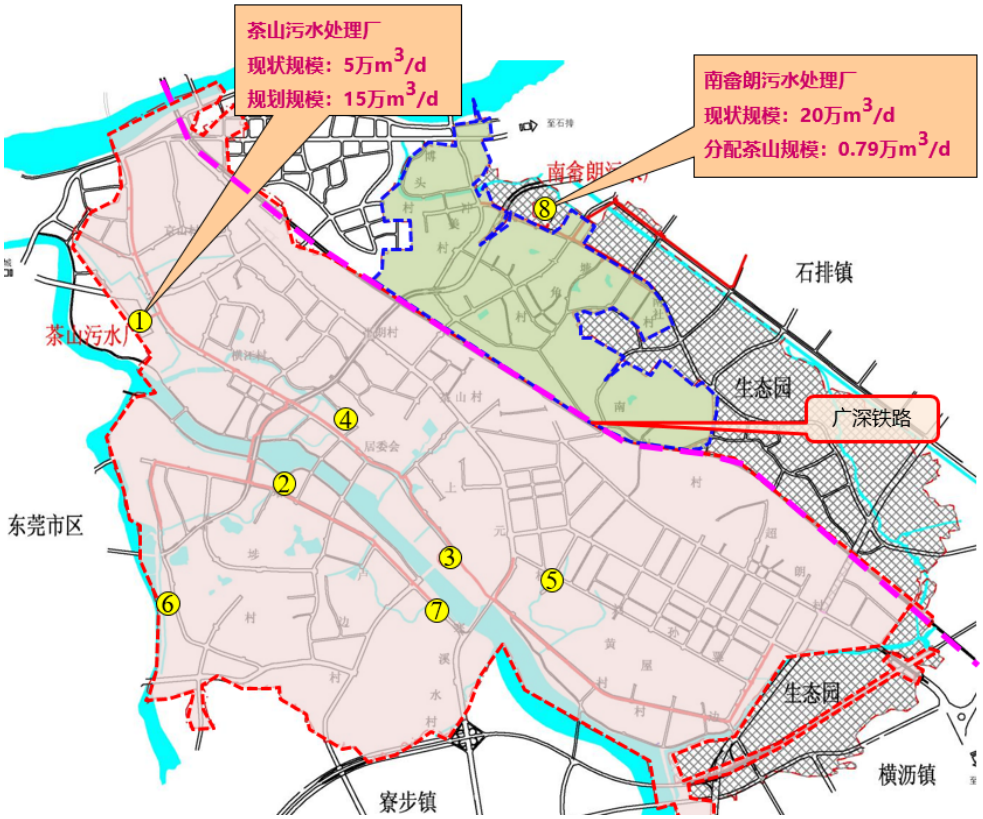



**图5.3-1 茶山镇现状污水处理设施分布图**

**表5.3-8 茶山镇现状分散式污水处理设施取水情况**

| 序号 | 污水处理设施 | 处理规模（万 $m^3/d$） | 取水位置 | 取水管管径 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 钊墩前池污水处理站 | 2.0 | 污水主干管 C52(沿溪路) | DN800 |
| 2 | 上元泵站污水处理站 | 1.0 | 上元污水提升泵站泵池（石大路） | DN1000 |
| 3 | 桐山市场污水处理站 | 0.2 | 桐山市场道路 | DN300 |
| 4 | 刘周支渠污水处理站 | 0.3 | 伟兴路 | DN600 |
| 5 | 塘边渠一体化处理设施 | 0.73 | 水生态三期 SJ13(沿溪路) | DN300 |
| 6 | 卢溪渠一体化处理设施 | 0.46 | 污水主干管 C24(沿溪路) | DN800 |

根据茶山污水厂提供的生产数据，茶山厂目前日平均处理污水量超过 6 万 $m^3/d$，处于超负荷运行状态。因此，茶山镇现状污水处理能力基本满足短期内的污水处理要求，但为了长远发展，需从根本上解决污水处理缺口问题，逐步取消临时性分散式污水处理设施，扩建茶山镇集中式污水处理设施是非常有必要的。

### 5.3.5 工程建设规模的确定

根据《茶山镇排水专项规划（2013-2025》中污水厂规划相关内容，茶山镇全镇集中建设一座污水处理厂，即茶山镇污水处理厂，在现有一期规模为 5 万 $m^3/d$ 的基础上，近期(2020 年)维持现状规模不变；远期(2025 年)扩建 5 万 $m^3/d$，达到 10 万 $m^3/d$ 的处理规模；远景(2025 年以后)扩建 5 万 $m^3/d$，达到 15 万 $m^3/d$ 的处理规模。全镇规划用地性质仅茶山厂地块符合市政设施用地性质，其余无市政设施用地。

根据调研，茶山镇污水处理厂总占地面积 8.07 公顷（红线），已建工程实际用地面积约 3.70 公顷（橙线），其中包括一期提标工程用地约 5252.6$m^2$，橙线外用地已被茶山镇固废处理中心等项目占用，而橙线内还有茶山北路电缆终端场站、众源污泥减量化项目等项目用地，因此，可用于扩建项目的实际可用地面积仅约 4033$m^2$（绿线），用地极为紧张，且分散在各处，形状极不规整，给扩建项目工艺选择和平面布局带来很大的挑战和局限。

基于上述用地现状，结合前述茶山镇污水处理能力缺口预测结果，经过多方讨论后，本次扩容工程考虑利用一期现状处理构筑物，通过工艺改造，对现状池体进行充

分挖潜，并利用一期用地范围内空白用地，新建部分构筑物，实现污水厂原址扩容，设计扩容规模为 4.5 万 $m^3/d$，扩容后总处理规模达到 9.5 万 $m^3/d$。针对雨季规模缺口，可考虑远期茶山污水厂与东城污水厂管网（余屋泵站）新建连通管进行污水调度，以便污水互相调度。

根据茶山镇污水厂现状用地情况，待本项目扩建完成后，已无剩余远期预留用地。远期发展势必导致茶山镇污水量增长，茶山远期污水处理设施规划建设需根据污水量实际增长情况与现状处理规模综合考虑，建议根据全市污水处理系统规划统筹安排。


**图5.3-2 茶山镇污水处理厂现状及用地情况（卫星图）**


图5.3-3 茶山镇污水处理厂现状及用地情况（地形图）

## 5.4 设计进出水水质

### 5.4.1 设计进水水质

根据收集到的茶山镇污水处理厂一期工程的进水水质实测台账资料，对 $COD_{cr}$、$BOD_5$、$NH_3$-N、TN、TP、SS 等主要水质指标的进水浓度进行统计分析，结果如下：

**表5.4-1 茶山镇污水处理厂一期工程 2019.01-2022.06 进水水质（mg/L）**

| 指标（mg/L） | $COD_{cr}$ | $BOD_5$ | $NH_3$-N | TN | TP | SS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 均值 | 187.75 | 95.25 | 18.73 | 27.56 | 1.97 | 85.29 |
| 最大值 | 247 | 128 | 27.9 | 36.5 | 3.32 | 105 |
| 最小值 | 7.29 | 40 | 1.8 | 9.45 | 0.68 | 65 |
| 95%覆盖值 | 230 | 116 | 24.7 | 33 | 2.75 | 94 |
| 一期设计进水水质 | 250 | 120 | 28 | 35 | 4 | 150 |

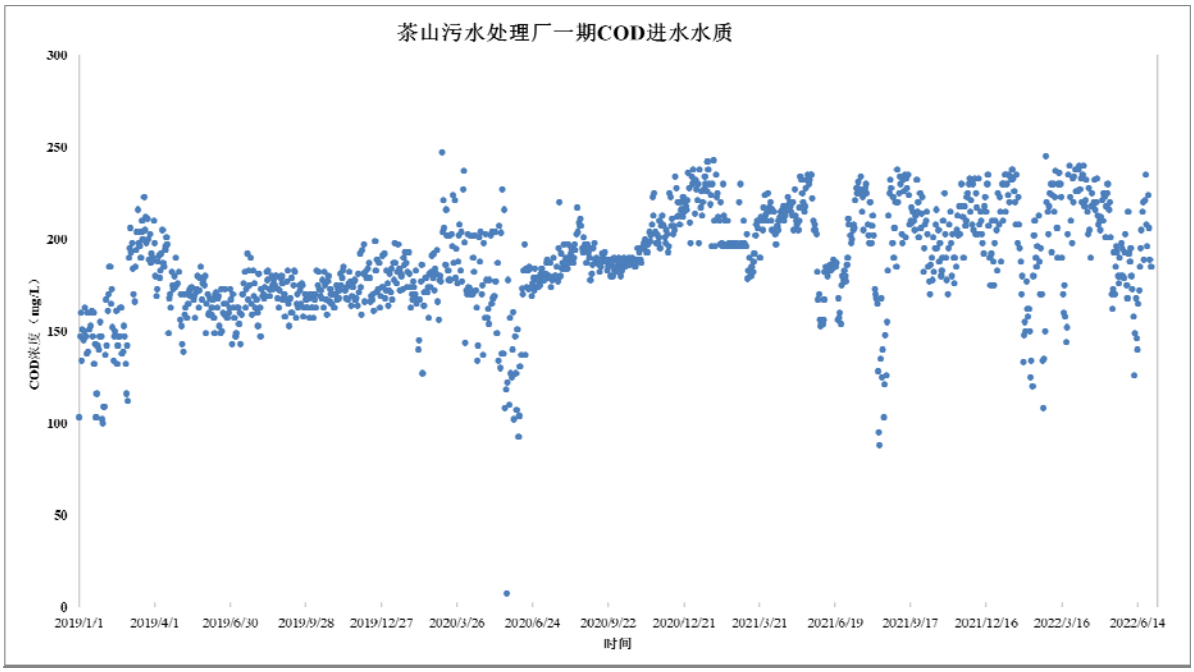



**图5.4-1 茶山镇污水处理厂一期 COD 进水水质**

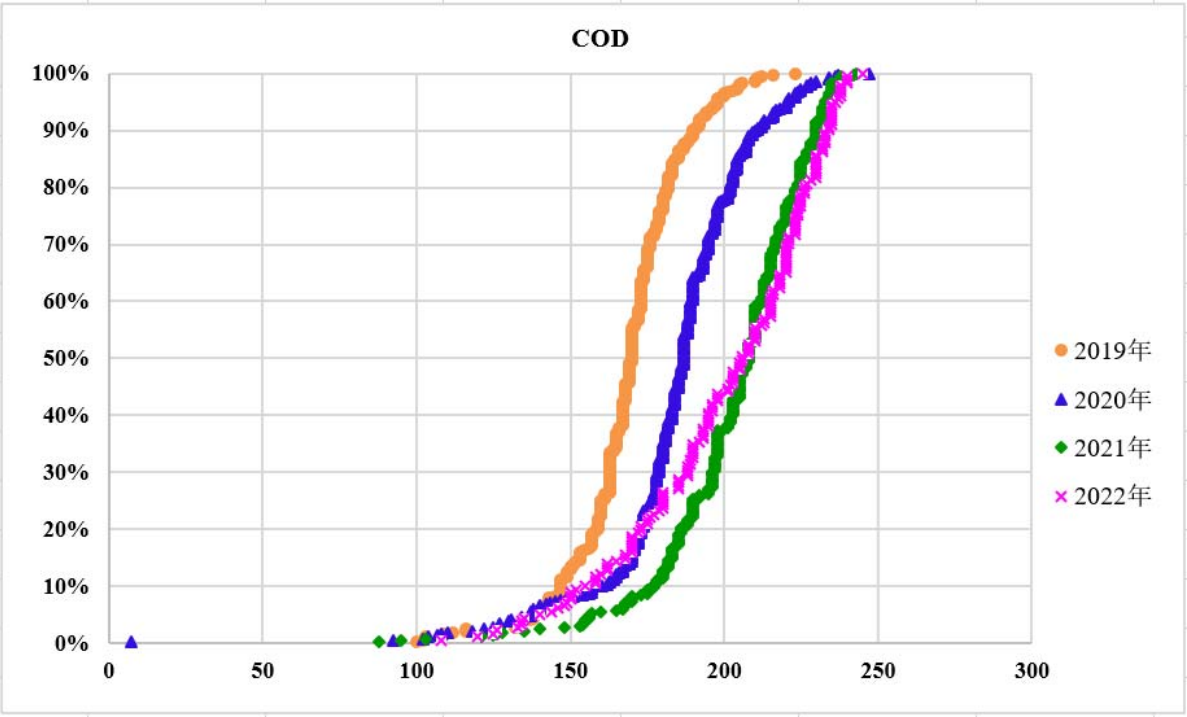



**图5.4-2 茶山镇污水处理厂一期 COD 进水水质指标覆盖率曲线**

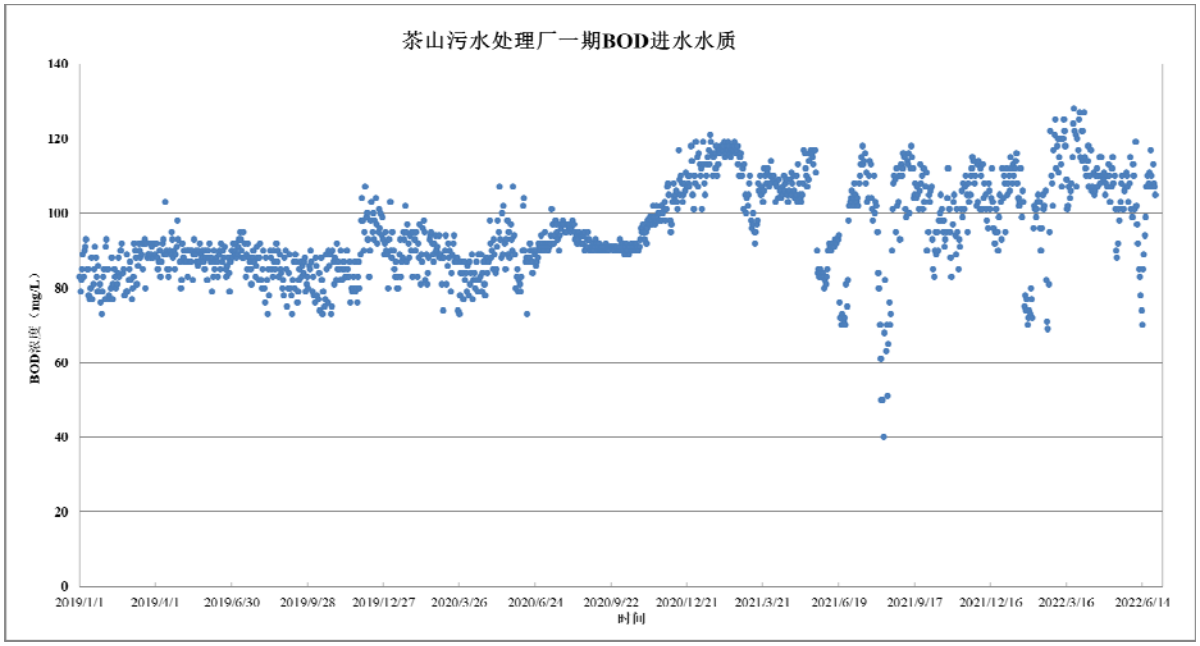



图5.4-3 茶山镇污水处理厂一期 $BOD_5$ 进水水质

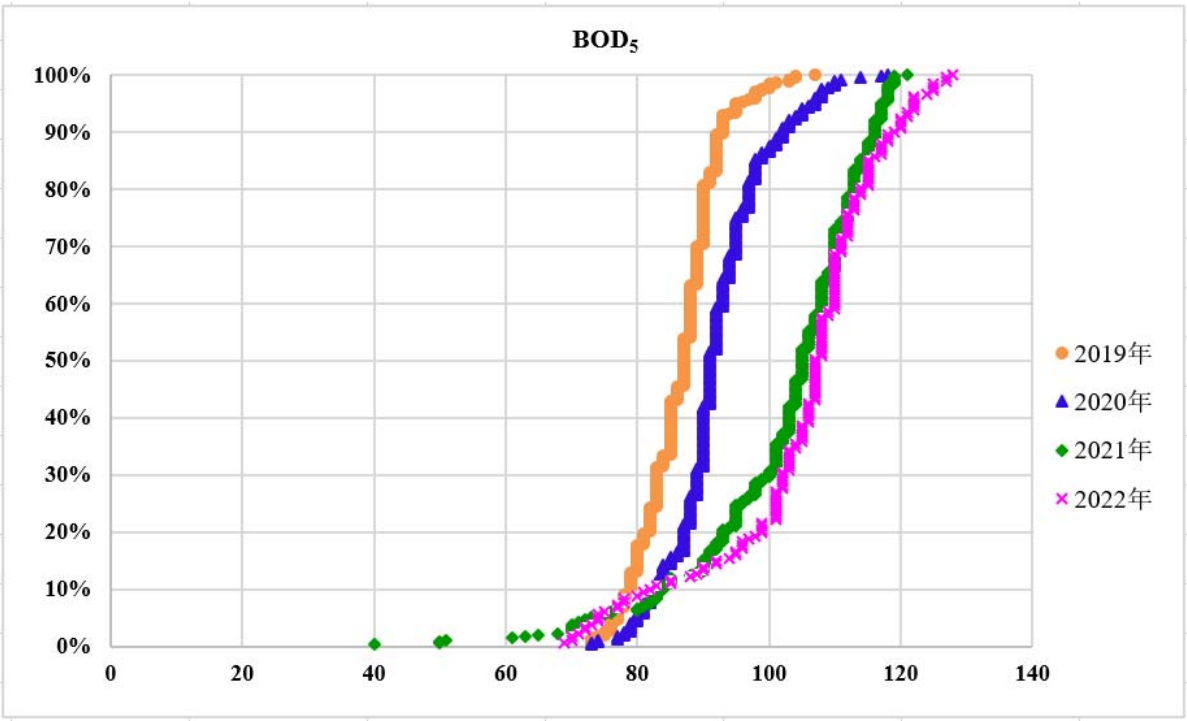



图5.4-4 茶山镇污水处理厂一期 $BOD_5$ 进水水质指标覆盖率曲线

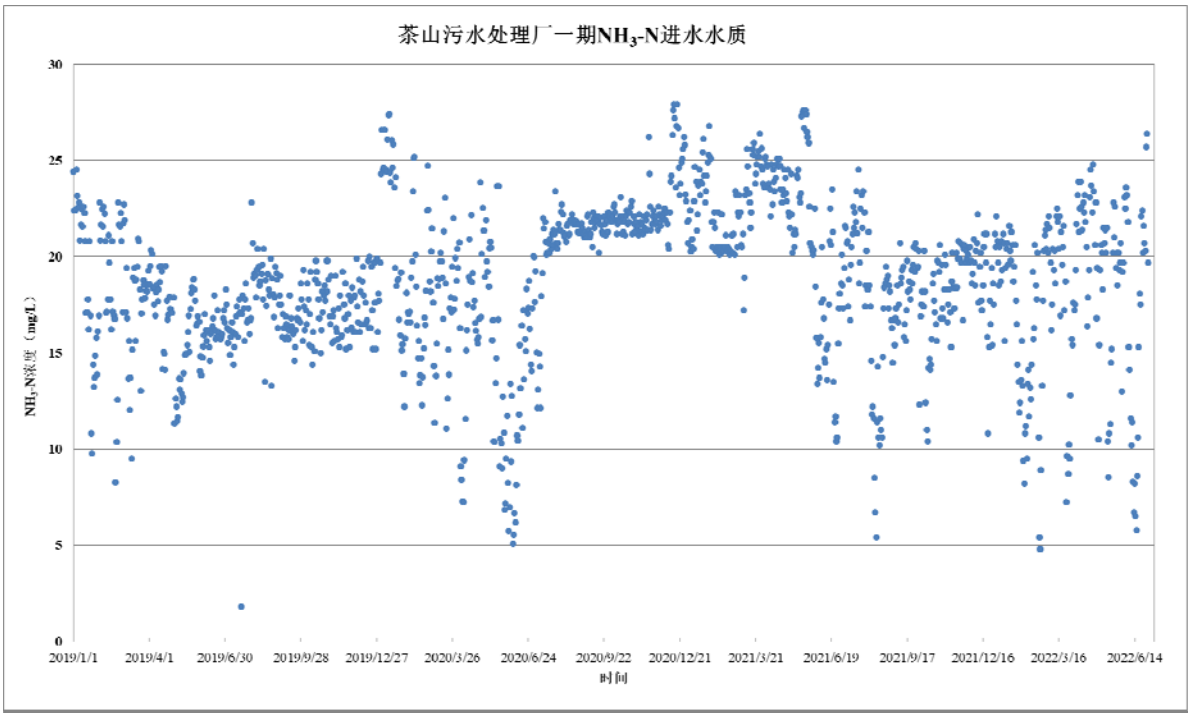



**图5.4-5 茶山镇污水处理厂一期 $NH_3$-N 进水水质**

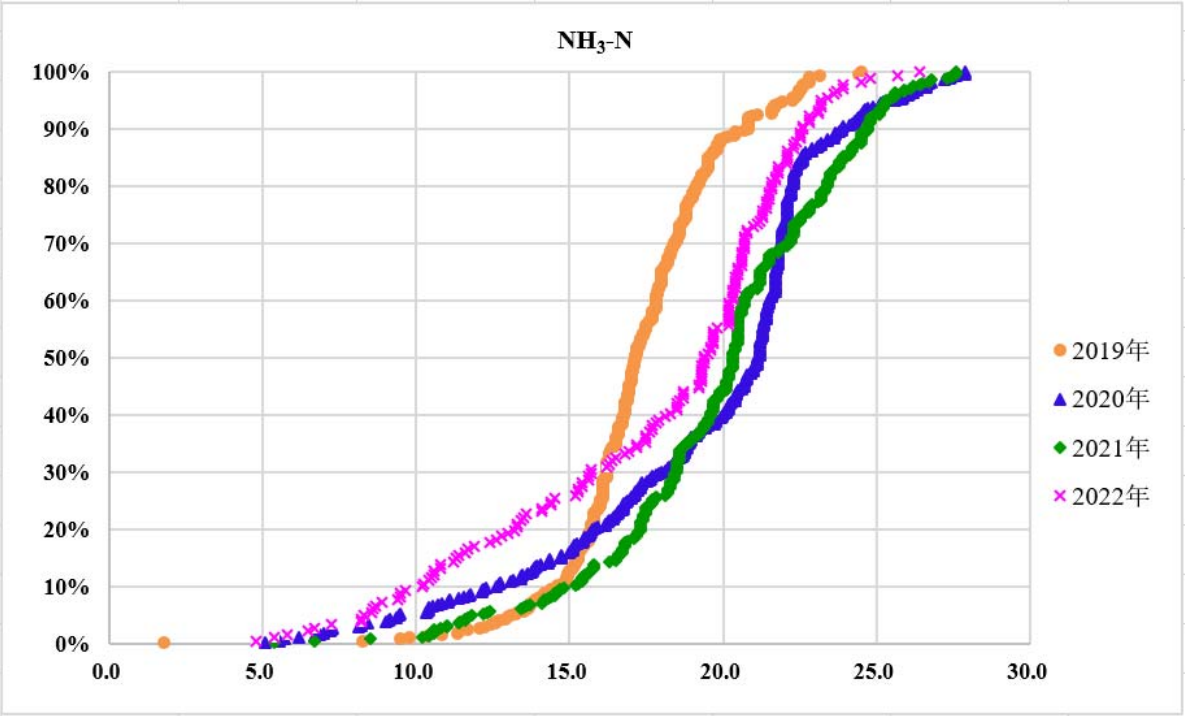



**图5.4-6 茶山镇污水处理厂一期 $NH_3$-N 进水水质指标覆盖率曲线**

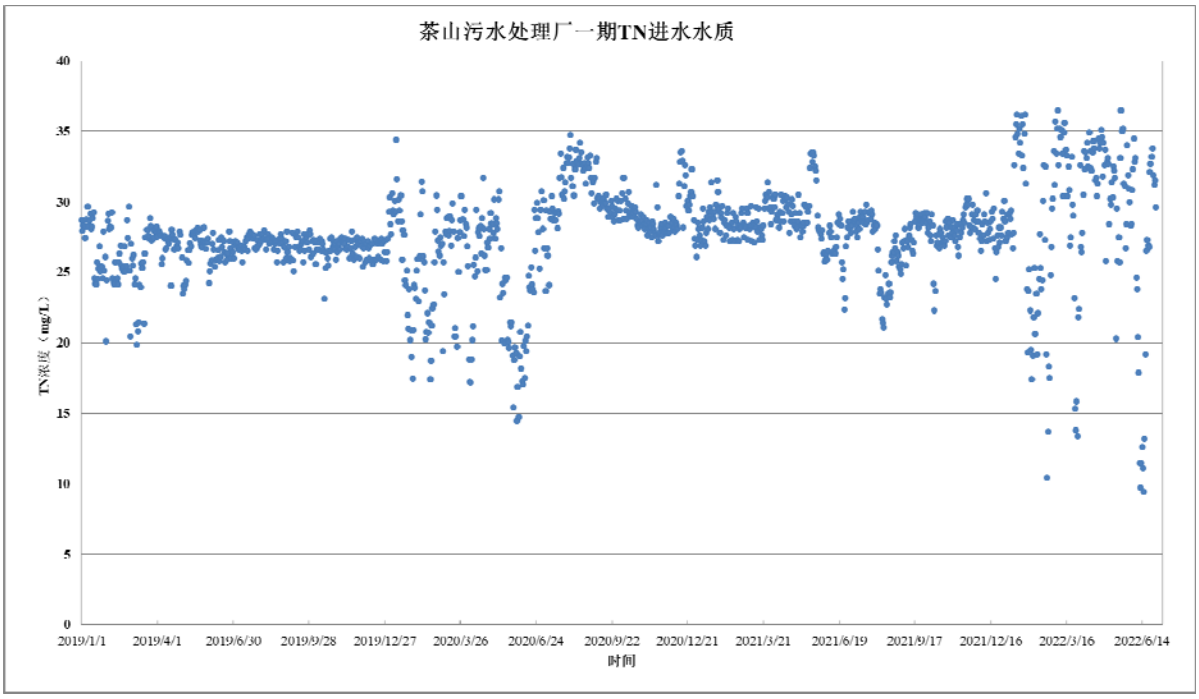



图5.4-7 茶山镇污水处理厂一期 TN 进水水质

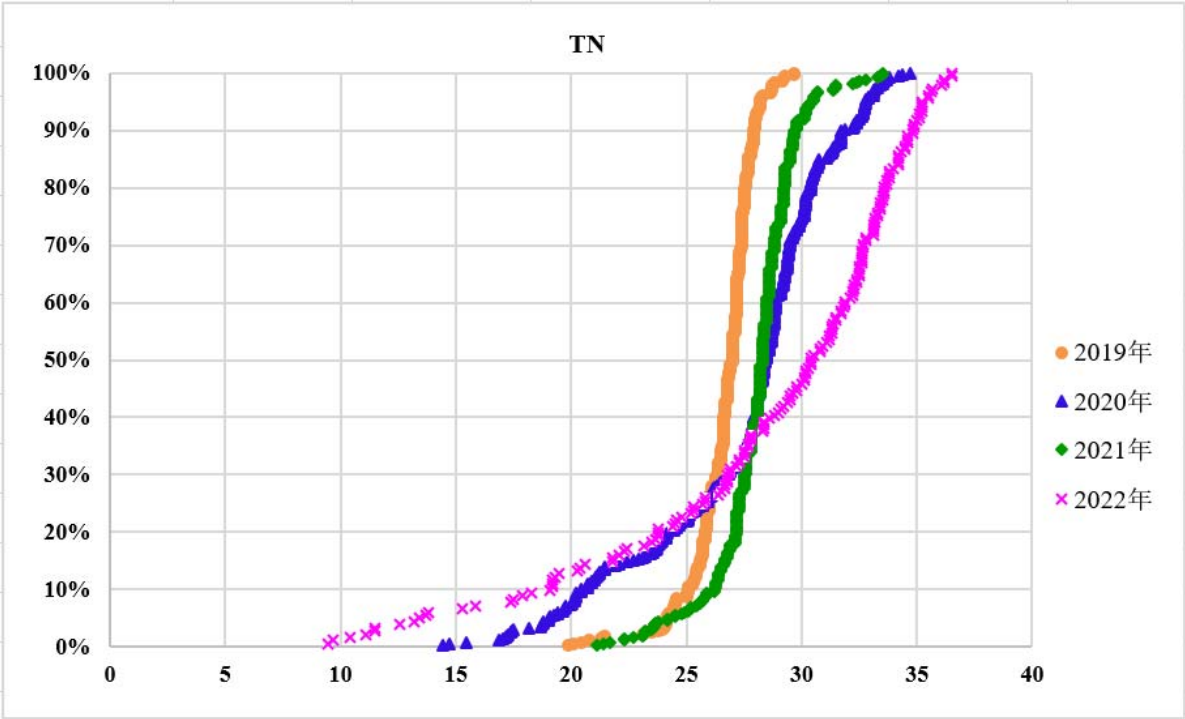



图5.4-8 茶山镇污水处理厂一期 TN 进水水质指标覆盖率曲线

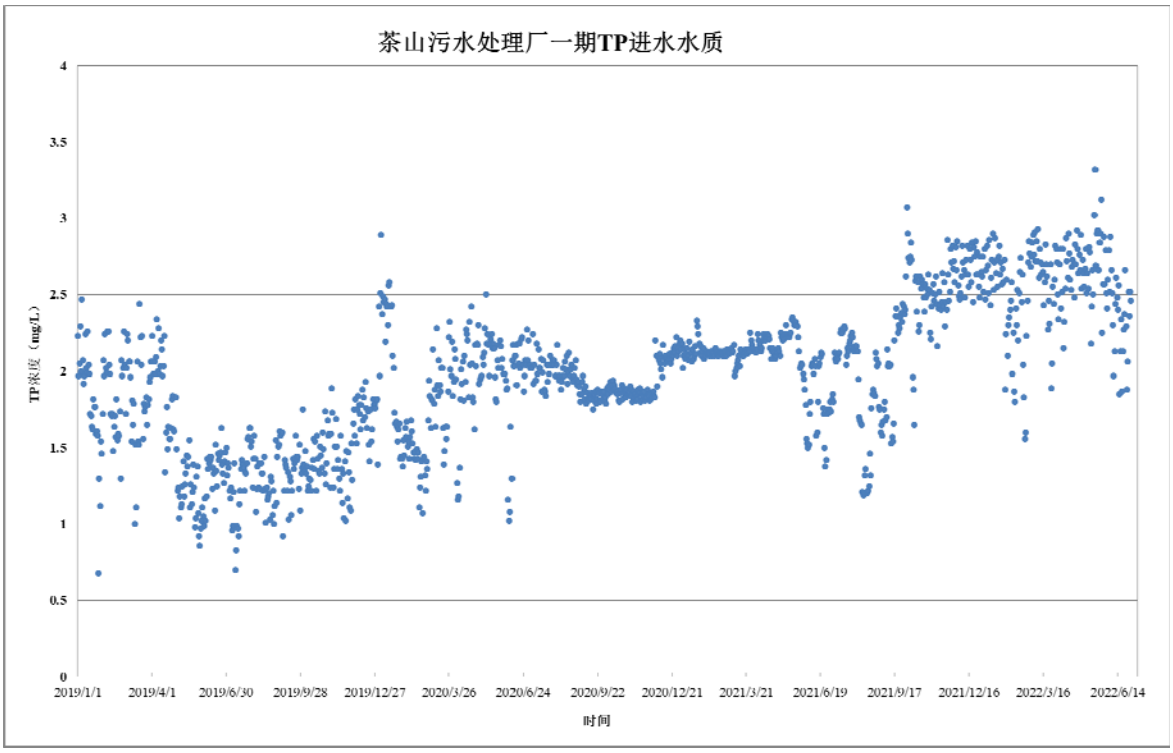



**图5.4-9 茶山镇污水处理厂一期 TP 进水水质**

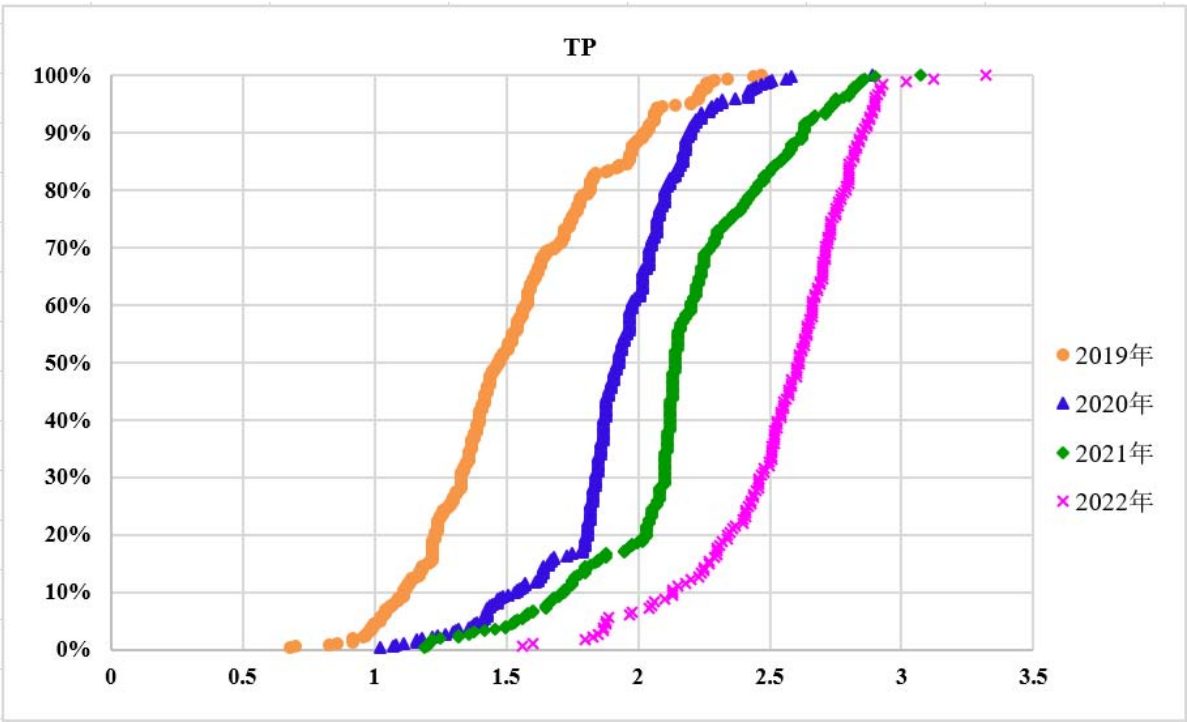



**图5.4-10 茶山镇污水处理厂一期 TP 进水水质指标覆盖率曲线**

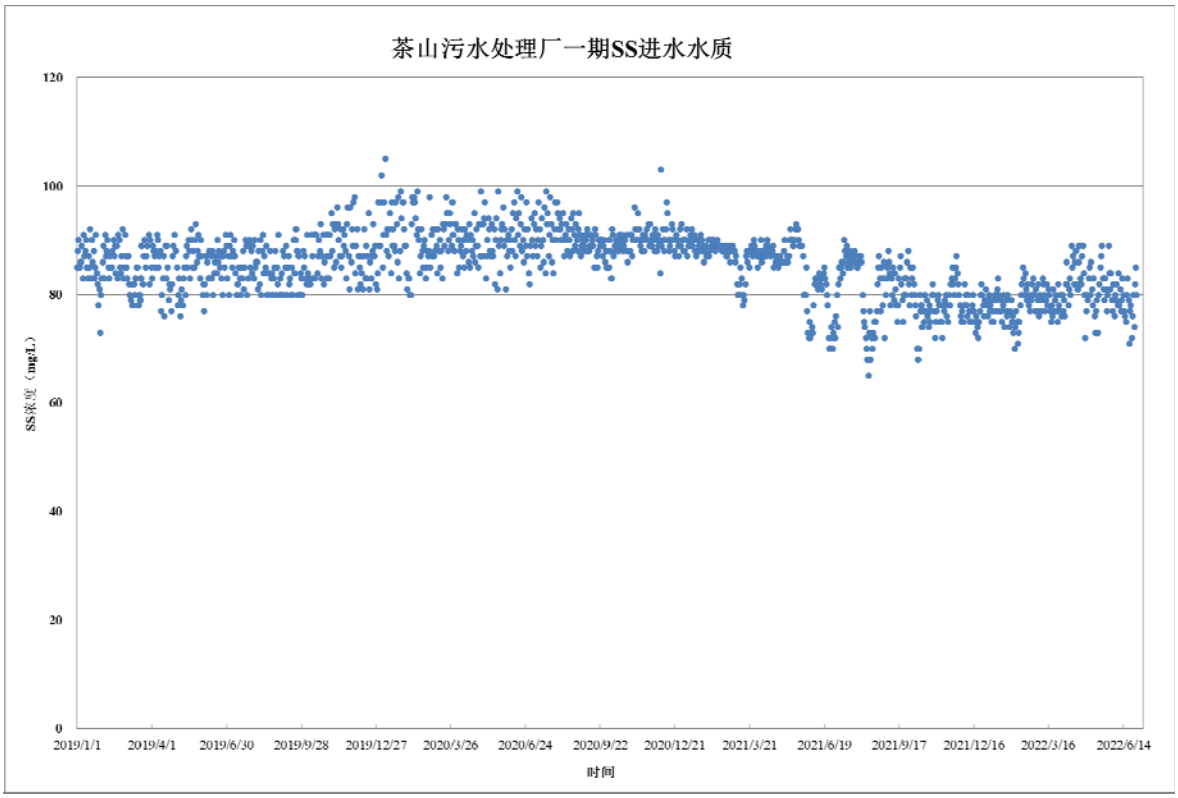



**图5.4-11 茶山镇污水处理厂一期 SS 进水水质**

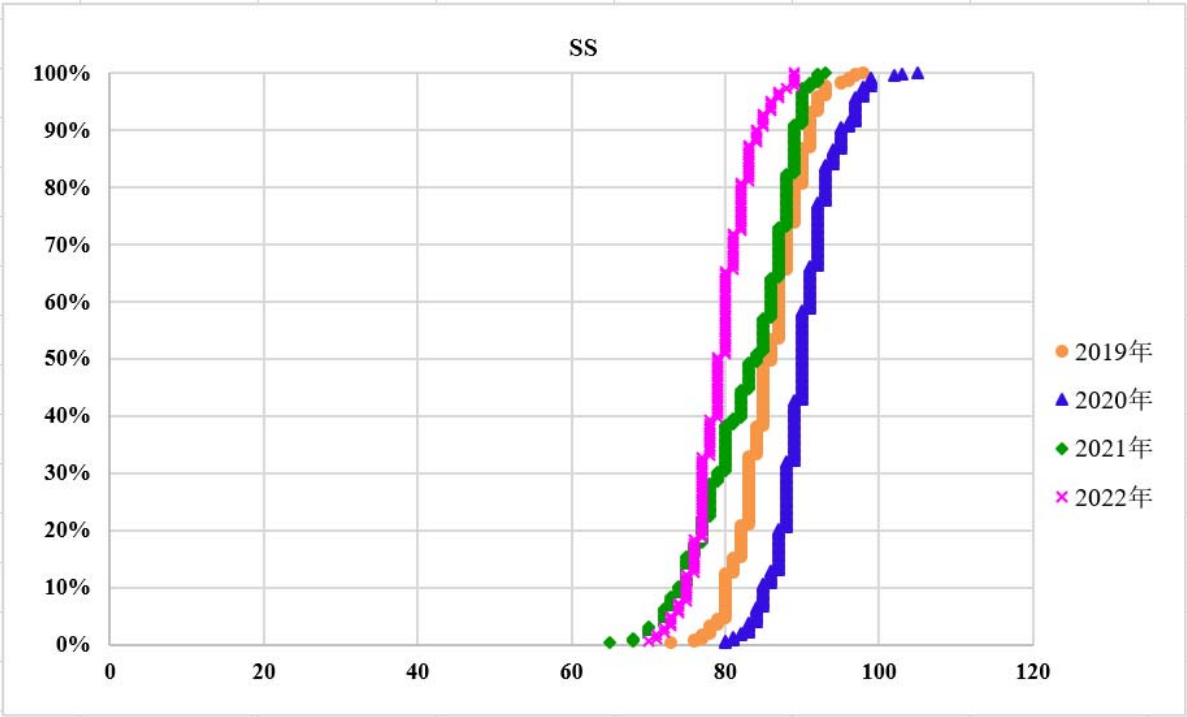



**图5.4-12 茶山镇污水处理厂一期 SS 进水水质指标覆盖率曲线**

根据上述数据分析，茶山镇污水处理厂一期的实际进水水质最大值基本接近设计进水水质指标，说明一期设计进水水质指标设定值较为合理，能较大程度上保证出厂尾水水质达标。从近四年的进水水质指标覆盖率曲线分析，2019 年至 2022 年各进水

水质指标呈现明显变化规律，进水 COD 和 $BOD_5$ 覆盖率曲线变化趋势基本一致，浓度呈现逐年上升趋势，且 2021 年和 2022 年曲线基本接近；进水 $NH_3$-N 覆盖率曲线呈现先右移再左移的趋势，2022 年相比 2021 年浓度降低，且较为分散；进水 TN 覆盖率曲线前三年较为接近，2022 年呈现更为分散趋势，高浓度指标向右移，低浓度指标向左移；进水 TP 覆盖率曲线趋势变化较为明显，呈逐年上升趋势；进水 SS 覆盖率曲线呈现左移趋势，浓度逐渐降低。考虑到近几年茶山污水管网建设处于逐步完善的阶段，随着污水管网的建设和雨污分流工程的实施，未来茶山镇污水浓度将有进一步的提高，也更加趋于稳定。

基于以上分析，本项目设计进水水质按照不低于一期实际进水 95%覆盖值的原则，同时结合东莞市其他城镇污水处理厂的调研情况，并考虑茶山镇雨污分流工程和污水提质增效工作的持续推进带来进水污染物浓度提高的实际情况，在茶山厂一期设计进水水质指标基础上适当提高部分指标值，确定茶山镇污水处理厂改扩建项目的设计进水水质如下表所示：

**表5.4-2 茶山镇污水处理厂改扩建项目设计进水水质**

| 指标 | $COD_{cr}$ | $BOD_5$ | TN | $NH_3$-N | TP | SS | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 设计进水水质（mg/L） | ≤260 | ≤130 | ≤40 | ≤30 | ≤4 | ≤150 | 6~9 |

## 5.4.2 设计出水水质

茶山镇污水处理厂一期工程尾水排放至寒溪河，设计出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准。一期提标工程对一期尾水进行了提标，设计出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准的较严值，其中氨氮浓度不超过 1.5mg/L、总磷不超过 0.3mg/L。具体如下表所示：

**表5.4-3 茶山镇污水处理厂一期及提标设计出水水质**

| 指标 | $COD_{cr}$ | $BOD_5$ | TN | $NH_3$-N | TP | SS | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 一期设计出水水质（mg/L） | ≤60 | ≤20 | ≤20 | ≤8 | ≤1 | ≤20 | 6~9 |
| 一期提标设计出水水质（mg/L） | ≤40 | ≤10 | ≤15 | ≤1.5 | ≤0.3 | ≤10 | 6~9 |

根据东莞市相关文件要求及本项目可研用户需求书明确，结合本项目实际情况，本项目出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准中的较严值。具体如下表所示：

**表5.4-4 茶山镇污水处理厂改扩建项目设计出水水质**

| 指标 | $COD_{cr}$ | $BOD_5$ | TN | $NH_3$-N | TP | SS | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 设计出水水质（mg/L） | ≤40 | ≤10 | ≤15 | ≤5（8） | ≤0.5 | ≤10 | 6~9 |

注：括号外数值为水温>12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

## 5.5 设计变化系数

根据《室外排水设计标准》（2021）4.1.15，综合生活污水量变化系数可根据当地实际综合生活污水量变化资料确定。无测定资料时，新建项目可按下表的规定取值；改、扩建项目可根据实际条件，经实际流量分析后确定，也可按下表的规定，分期扩建。

**表5.5-1 综合生活污水变化系数（原规范）**

| 平均日流量（L/s） | 5 | 15 | 40 | 70 | 100 | 200 | 500 | ≥1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 变化系数 | 2.3 | 2.0 | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 1.4 | 1.3 |

**表5.5-2 综合生活污水变化系数（新规范）**

| 平均日流量（L/s） | 5 | 15 | 40 | 70 | 100 | 200 | 500 | ≥1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 变化系数 | 2.7 | 2.4 | 2.1 | 2.0 | 1.9 | 1.8 | 1.6 | 1.5 |

鉴于本项目用地空间有限，且作为原位扩容技改项目，技改后规模为 9.5 万 $m^3/d$，因此变化系数采用原规范 1.3。

为了验证 1.3 变化系数的合理性，我们对茶山镇近十年用水量及茶山镇污水处理厂的每日污水量进行分析。为了消除雨污混接和雨水倒灌等诸多因素干扰，在分析中，我们剔除了雨季污水厂运行数据（变化系数分析论证与规范保持一致，如下图所示）。

家，无论排水体制采用合流制还是分流制，污水干管和污水厂的设计中都有在处理旱季流量之外，预留部分雨季流量处理的能力，根据当地气候特点、污水系统收集范围、管网质量，雨季设计流量可以是旱季流量的 3 倍～8 倍。

**4.1.13** 旱季设计流量包括最高日最高时的综合生活污水量和工业废水量。地下水位较高地区，还应考虑入渗地下水量。综合生活污水由居民生活污水和公共建筑污水组成。居民生活污水指居民日常生活中洗涤、冲厕、洗澡等产生的污水。公共建筑污水指娱乐场所、宾馆、浴室、商业网点、学校和办公楼等产生的污水。

**4.1.14** 按用水定额确定污水定额时，可按用水定额的 90%计，建筑内部给排水设施水平不完善的地区可适当降低。

**4.1.15** 本次标准修订对原规范的综合生活污水量总变化系数进行了调整。编制组研究了上海市 80 座污水泵站（不含节点泵站、合流污水泵站）2010 年至 2014 年的日运行数据，为了消除雨污混接、泵站预抽空和雨水倒灌等诸多因素的干扰，在分析中剔除了雨天泵站运行数据。对剩余非降雨天运行数据整理和分析后，得到日流量和日变化系数对数值的线性拟合公式：

$$\lg K = -0.1156 \lg Q + 0.5052 \quad (1)$$

鉴于泵站数据无法统计时变化系数，因此仅以日流量变化系数的拟合公式，与《室外排水设计规范》GB 50014－2006 和国外发达国家的生活污水量总变化系数做了对比，如表 9 所示。国外大多按照人口总数确定综合生活污水量总变化系数，并设定最小值。计算时，人口 $P$ 值按 250L/（人·d）的用水当量换算为表 9 中的流量。美国加州规定 $K$ 值不低于 1.8；美国有 10 个州和加拿大萨斯喀彻温省采用 Harrmon 公式，加拿大萨斯喀彻温省规定 $K$ 值不低于 2.5；日本和加拿大安大略省采用 Rabbitt 公式，且规定 $K$ 值不低于 2.0。

**表 9　综合生活污水量变化系数比较**

| 平均日流量(L/s) | 5 | 15 | 40 | 70 | 100 | 200 | 500 | ≥1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 上海泵站调研拟合得到的日变化系数 | 2.7 | 2.4 | 2.1 | 2.0 | 1.9 | 1.8 | 1.6 | 1.5 |
| 《室外排水设计规范》GB 50014－2006 中表 3.1.3 总变化系数 | 2.3 | 2.0 | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 1.4 | 1.3 |
| 美国加州采用的计算公式 $K=5.453/P^{0.0943}$ | 2.7 | 2.4 | 2.2 | 2.1 | 2.0 | 1.9 | 1.8 | 1.8 |
| Harrmon 公式 $K=1+14/[4+(P/1000)]^{0.5}$ | 3.6 | 3.2 | 2.8 | 2.6 | 2.4 | 2.1 | 2.0 | 2.0 |
| Rabbitt 公式 $K=5/(P/1000)^{0.2}$ | 4.5 | 3.6 | 2.9 | 2.6 | 2.5 | 2.1 | 2.0 | 2.0 |
| 本标准采用值 | 2.7 | 2.4 | 2.1 | 2.0 | 1.9 | 1.8 | 1.6 | 1.5 |

由表 9 可见，拟合公式得到的日变化系数比原规范中的生活污水总变化系数提高了约 15%；与美国加州采用的 $K$ 值计算公式得到的结果十分接近。虽然在 100L/s 以下流量范围中，拟合公式计算值远低于 Harrmon 公式与 Rabbitt 公式计算得到的变化系数值，考虑到变化系数对排水管网和污水厂规模以及投资的影响，暂按此数据调整。

改建、扩建项目可根据实际条件，经实际流量分析后确定总变化系数。如果按表 4.1.15 的规定执行时，也可以结合地区整体改造，分期扩建，逐步提高。

**4.1.16** 我国是一个水资源短缺的国家，城市缺水问题尤为突出，国家对水资源的开发利用和保护十分重视，有关部门制定了各工业的工业取水定额，排水工程设计时，应与之相协调，可以通过循环用水和处理后回用，降低对新鲜水的消耗量。

**4.1.18** 因当地土质、地下水位、管道和接口材料以及施工质量、管道运行时间等因素的影响，当地下水位高于排水管渠时，排水系

**图5.5-2 新规范针对变化系数条文解释**

**表5.5-3 根据用水量预测进入茶山镇污水厂污水量**

| 年份 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 日均售水量（万 $m^3/d$） | 10.09 | 10.23 | 9.96 | 9.73 | 9.82 | 9.96 | 9.84 | 9.55 | 9.94 | 9.06 |
| 预测日均用水量（万 $m^3/d$） | 11.09 | 11.24 | 10.95 | 10.70 | 10.79 | 10.95 | 10.82 | 10.50 | 10.93 | 9.96 |
| 综合排放系数 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| 污水收集率 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 外水进入系数 | 0.253 | 0.253 | 0.253 | 0.253 | 0.253 | 0.253 | 0.253 | 0.253 | 0.253 | 0.253 |
| 全镇预测污水量（万 $m^3/d$） | 12.51 | 12.68 | 12.35 | 12.07 | 12.17 | 12.35 | 12.20 | 11.84 | 12.33 | 11.23 |
| 铁路以南区域污水量（万 $m^3/d$） | 11.13 | 11.29 | 10.99 | 10.74 | 10.83 | 10.99 | 10.86 | 10.54 | 10.97 | 9.99 |
| 现状分散式污水厂处理能力（万 $m^3/d$） | 4.69 | 4.69 | 4.69 | 4.69 | 4.69 | 4.69 | 4.69 | 4.69 | 4.69 | 4.69 |
| 进入茶山厂污水量（万 $m^3/d$） | 6.44 | 6.60 | 6.30 | 6.05 | 6.14 | 6.30 | 6.17 | 5.85 | 6.28 | 5.30 |

我们根据茶山镇污水处理厂每日处理水量与根据用水量预测得到污水量进行了分析，从而得到实际综合污水变化系数，如下图所示。

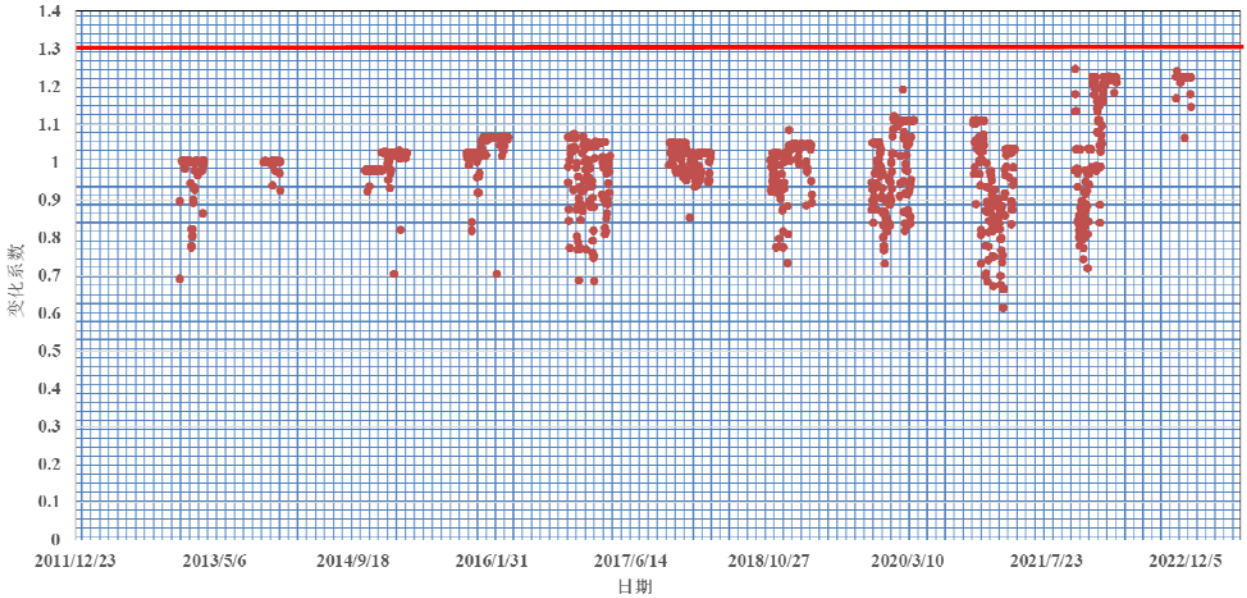



**图5.5-3 茶山镇污水处理厂近十年日变化系数变化图**

从图中可以看到，茶山镇污水处理厂近十年旱季污水变化系数均低于 1.3，且随着时间延长，不断接近 1.3 的变化系数，因此茶山镇污水处理厂选择 1.3 变化系数是合理的。

此外，从茶山厂近几年水质变化情况可以看出，茶山水质净化厂的进水水质随着旱季及雨季变化，有一定波动，雨季浓度比旱季浓度稍低，雨季时，可减少各构筑物停留时间，增大污水处理量，减少雨季溢流量。

上述变化系数确定，也有如下风险，但可以通过一定的措施进行避免：

**风险一：**

总变化系数计算过程中未考虑时变化系数。

**应对措施：**

1）新规范条文解释章节，由于无法收集到时变化系数，亦采用日变化系数作为总变化系数，计算与规范保持一致；

2）污水厂生物池的停留时间较长，有一定调节能力，可减少时变化系数对污水厂运行影响；

3）MBR 设计净膜通量为 18，可应对短时流量增加，可减少时变化系数对污水厂运行的影响。

**风险二：**

变化系数降低后，将来污水厂运行中，应对管网水量变化能力下降，特别是雨季水量高峰时段，需提前考虑超量雨水的出路，与镇街提前谋划，降低溢流风险。

**应对措施：**

建议茶山污水厂在远期与东城温塘污水厂管网（余屋泵站）永久连通，从而互相调度污水量，减少雨季溢流风险。


**图5.5-4 茶山污水厂与余屋泵站位置示意图**

## 5.6 选址论证

### 5.6.1 厂址选择原则

（1）污水处理厂厂址的选择应综合考虑城市的用地布局、河流分布、地形、地质条件等，应符合城市总体发展规划要求。

（2）污水处理厂厂址应位于城市主导风向的下风向，并与城市居民点有一定的防护距离。

（3）靠近城市污水收集较集中的地方，处理后排入水体较方便；同时应充分考虑排放管渠的行洪能力。

（4）尽量少拆迁建构筑物。

（5）有便利的交通运输条件和供水、供电方便。

### 5.6.2 厂址选址分析

茶山镇污水处理厂，厂址位于内环城路西北端的坑口埔，沙涌附近，寒溪河北岸，现状处理规模为 5 万 $m^3/d$，规划远期规模为 15 万 $m^3/d$。茶山厂总占地面积 8.07 公顷

（用地红线），已建工程实际用地面积约 3.70 公顷，包括一期提标工程用地约 5252.6m$^2$，红线内其余用地已被茶山镇固废处理中心、茶山北路电缆终端场站等项目占用，导致目前厂区内已无污水厂扩建预留用地。

根据茶山镇相关规划，全镇用地性质仅茶山厂地块符合市政设施用地性质，其余无市政设施用地。经过多方讨论后，本次茶山镇污水厂扩容考虑利用一期现状处理构筑物，通过工艺改造，对现状池体进行挖潜，并利用一期用地范围内空白用地，新建部分构筑物，实现污水厂原址扩容，设计扩容规模为 4.5 万 m$^3$/d，扩容后总处理规模达到 9.5 万 m$^3$/d。

根据分析，一期用地范围内可用于扩建项目的实际可用空地面积仅约 4033m$^2$，用地极为紧张，且分散在各处，形状极不规整，给改扩建项目工艺选择和平面布局带来很大的挑战和局限。因此，本项目需选择合适的工艺，在满足用地限制的条件下，又能使工艺流程较为顺畅，出水能稳定达标。


**图5.6-1 茶山镇污水处理厂现状用地情况**

根据现场调研，茶山污水厂一期用地内，有部分空余用地可用于新建构筑物，在征求业主及相关单位意见后，在一期用地范围内进行技改扩容是可行的。下面对该厂

址进行相关分析：

（1） 选择合理性分析

茶山镇污水处理厂改扩建项目的位置位于原污水厂范围内，且其周边离城市居民集中居住点有一定的距离，不需改变茶山镇整体的污水管网的布局，符合排水专项规划的相关布局，厂址的建设位置相对符合相关选址要求。

（2） 土地利用分析

拟扩建项目厂址位于一期用地范围内，充分利用了该地块的土地利用价值，不占用其他用地，无需征地拆迁。

（3） 建设条件分析

本项目选址位于污水处理设施用地，远离居民聚集区等环境敏感点，交通运输便利，且地块周边有市政管网，供水、供电条件良好，场内交通便利，地势较高，不受洪水威胁。

基于上述分析结合现场的实际情况，本项目拟建厂址交通便利，供水、供电条件良好，且便于与茶山镇已建污水配套管网的衔接，因此本项目拟在茶山镇污水厂一期工程用地范围内进行技改扩建是可行的。


**图5.6-2 茶山镇污水处理厂现状及用地情况**

## 5.7 工艺比选

### 5.7.1 工艺系统选择原则

在本次污水处理厂技改扩建工艺方案确定中，将遵循以下原则：

（1）技术较为成熟可靠，处理效果稳定，可实施性强，保证出水水质达标排放。

（2）工艺节省用地多，技改扩建后对一期提标项目运行工况影响较小。

（3）运行管理方便，运转灵活，并可根据不同的进水水质和水量调整运行方式和工艺参数，最大限度的发挥处理构筑物的处理能力。

（4）充分考虑一期工程的现有建（构）筑物的处理能力，从整体布局考虑，优化工艺流程和平面布置，便于后期运维管理。

（5）充分考虑改造工期及施工难度，做好与一期现状构筑物及工艺管线的衔接，尽量避免一期及提标工程长时间停产。

（6）便于实现工艺过程的合理自动控制，提高管理水平，降低劳动强度和人工费用。

（7）充分考虑本项目建成后对周边环境的影响，尽可能减少生产噪声、臭气等对厂区员工的生产生活带来严重影响。

### 5.7.2 污水生物处理可行性分析

污水生物处理是以污水中所含污染物作为营养源，利用微生物的代谢作用使污染物被降解，污水得以净化。因此对污水成分的分析以及判断污水能否采用生物处理是设计污水生物处理工程的前提。

所谓污水可生化性的实质是指污水中所含的污染物通过微生物的生命活动来改变污染物的化学结构，从而改变污染物的化学和物理性能所能达到的程度。研究污染物可生化性的目的在于了解污染物质的分子结构能否在生物作用下分解到环境所允许的结构形态，以及是否有足够快的分解速度。所以对污水进行可生化性研究只研究可否采用生物处理，并不研究分解成什么产物，即使有机污染物被生物污泥吸附而去除也是可以的。因为在停留时间较短的处理设备中，某些物质来不及被分解，允许其随污泥排放处理。事实上，生物处理并不要求将有机物全部分解成 $CO_2$、$H_2O$ 和硝酸盐等，而只要求将水中污染物去除到环境所允许的程度。

根据本项目污水处理厂设计进水水质，分析污水可生物处理的衡量指标：

**1、 $BOD_5$/COD 比值**

$BOD_5$ 和 COD 是污水生物处理过程中常用的两个水质指标，用 $BOD_5$/COD 值评价污水的可生化性是广泛采用的一种最为简易的方法，一般情况下，$BOD_5$/COD 值越大，说明污水可生物处理性越好，综合国内外的研究成果，可参照下表中所列的数据来评价污水的可生物降解性能。根据目前茶山镇污水处理厂一期实际进水水质进行分析：

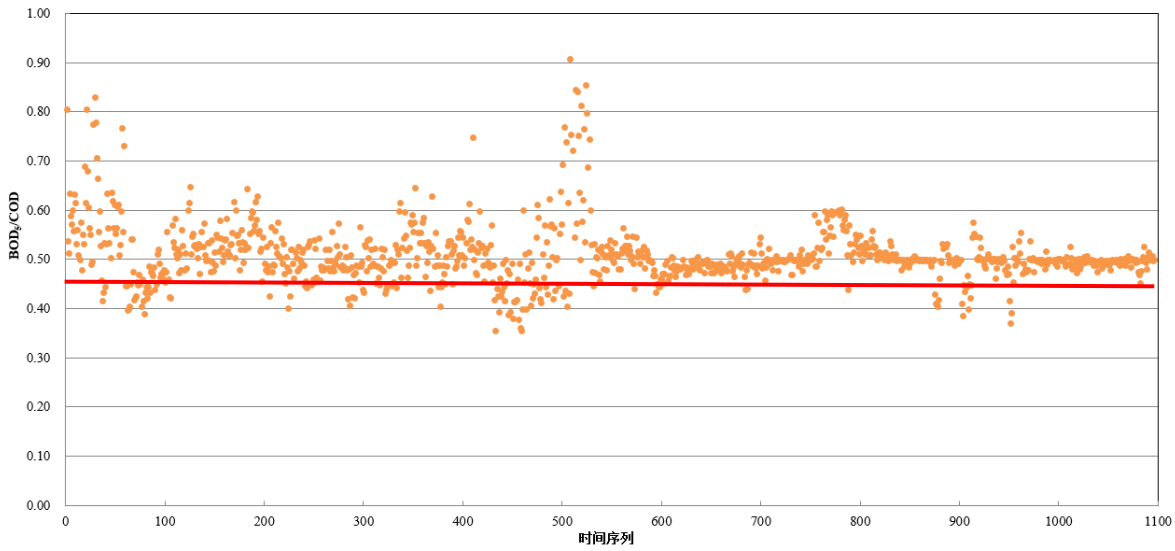



**图5.7-1 可生化性分析图**

根据上图和下表所示，本项目进水水质 $BOD_5/COD$ 值绝大部分在 0.45 以上，属于可生化性好的水质范畴。

**表5.7-1 污水可生化性评价参考数据**

| $BOD_5/COD$ | ＞0.45 | 0.3～0.45 | 0.2～0.3 | ＜0.2 |
|---|---|---|---|---|
| 可生化性 | 好 | 较好 | 较难 | 不宜 |

**2、 $BOD_5/TN$ 比值**

该指标是鉴别能否采用生物脱氮的主要指标，由于反硝化细菌是在分解有机物的过程中进行反硝化脱氮的，在不投加外来碳源条件下，污水中必须有足够的有机物（碳源），才能保证反硝化的顺利进行，一般认为，$BOD_5/TN$＞3~5，即可认为污水有足够的碳源供反硝化菌利用。根据目前茶山镇污水处理厂一期实际进水水质进行分析：

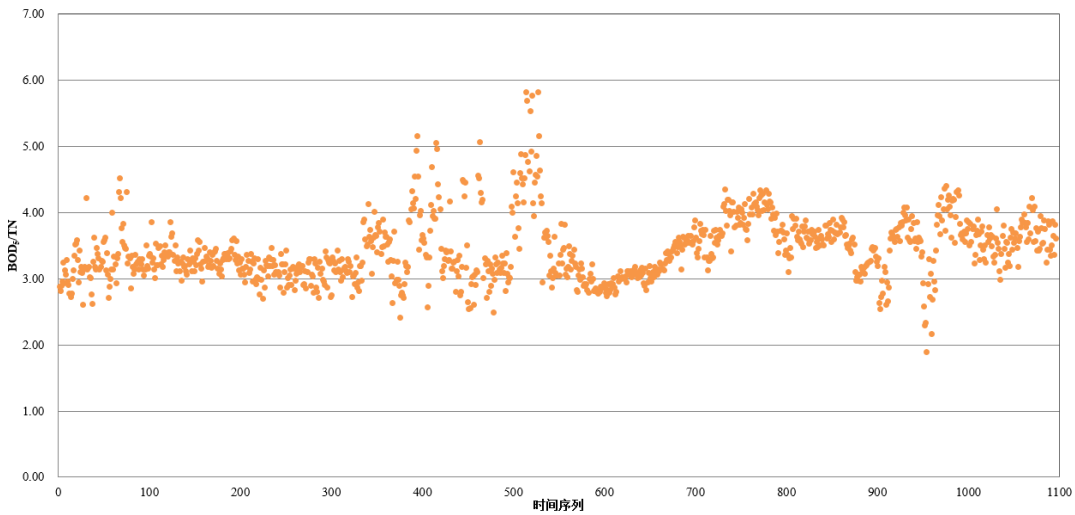



**图5.7-2 生物脱氮分析**

本项目进水 $BOD_5$/TN 值波动相对较大，绝大部分情况下生物脱氮可在不需外加碳源的情况下可进行，但存在部分时段需要采用外加碳源的方式加强生物脱氮。

**3、 $BOD_5$/TP 比值**

该指标是鉴别能否采用生物除磷的主要指标，一般认为，较高的 $BOD_5$ 负荷可以取得较好的除磷效果，进行生物除磷的低限是 $BOD_5$/TP=20，有机基质不同对除磷也有影响。一般低分子易降解的有机物诱导磷释放的能力较强，高分子难降解的有机物诱导磷释放的能力较弱。而磷释放得越充分，其摄取量也就越大。根据目前茶山镇污水处理厂一期实际进水水质进行分析：

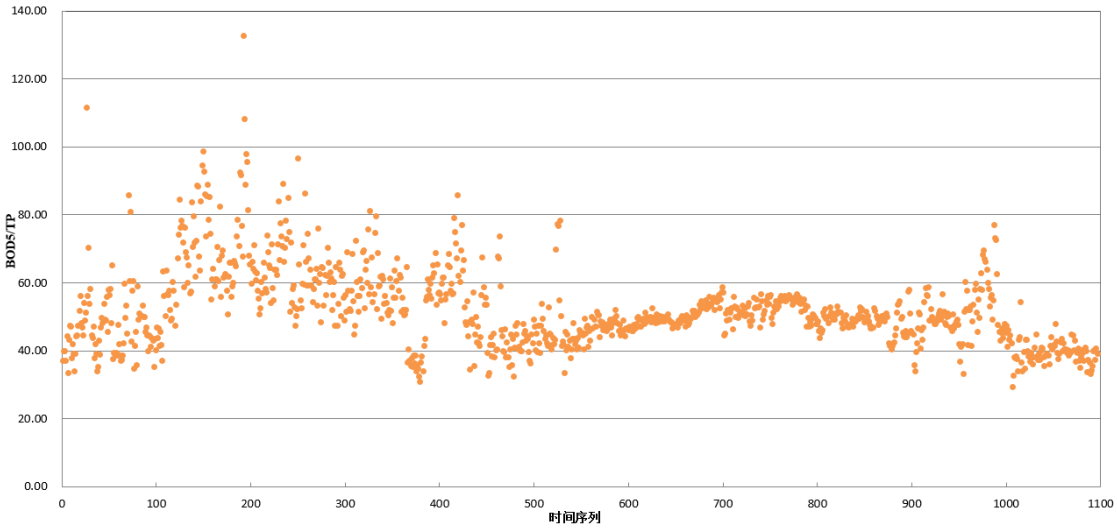



**图5.7-3 生物除磷分析**

根据分析，本项目进水 $BOD_5$/TP 值全部大于 20，生物除磷效果较好，基本能保证出水总磷达标，要保证除磷效果，应对工业废水偷排等水质突变情况，可在生物除磷的基础上，考虑增加化学除磷措施。

## 5.7.3 需去除的污染物

根据本项目拟定的设计进、出水水质，污染物去除的情况统计如下表：

**表5.7-2 本项目设计进出水水质及处理程度**

| 指标 | pH | $COD_{cr}$ | $BOD_5$ | TN | $NH_3$-N | TP | SS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 设计进水水质（mg/L） | 6~9 | ≤260 | ≤130 | ≤40 | ≤30 | ≤4 | ≤150 |
| 设计出水水质（mg/L） | 6~9 | ≤40 | ≤10 | ≤15 | ≤5（8） | ≤0.5 | ≤10 |
| 处理程度 | — | **84.6%** | **92.3%** | **62.5%** | **83.3%** | **87.5%** | **93.3%** |

在污水处理厂工艺流程中，不同的污染物是以不同的方式去除的。

**1、 SS 的去除**

污水中 SS 的去除主要靠沉淀作用。污水中的无机颗粒和大直径的有机颗粒靠自然沉淀作用就可去除，小直径的有机颗粒靠微生物的降解作用去除，而小直径的无机颗粒（包括尺度大小在胶体和亚胶体范围内的无机颗粒）则要靠活性污泥絮体的吸附、网络作用，与污泥絮体同时沉淀被去除。

污水厂出水中悬浮物浓度不仅涉及到出水 SS 指标，出水中的 $BOD_5$、CODcr 等指标也与之有关。这是因为组成出水悬浮物的主体是活性污泥絮体，其本身的有机成分就很高，因而较高的出水悬浮物含量会使得出水的 $BOD_5$、CODcr、氮、磷均增加。因此，控制出水的 SS 指标是最基本的，也是很重要的。

为了降低出水中的悬浮物浓度，应在工程中采取适当的措施，例如采用适当的污泥负荷以保持活性污泥的凝聚及沉降性能、采用较小的沉淀池液面负荷、采用较低的出水堰负荷、充分利用活性污泥悬浮层的吸附网络作用等。在污水处理工艺方案选用合理、工艺参数取值合理和单体设计优化的条件下，完全能够使出水 SS 指标达到 10mg/L 以下。

**2、 $BOD_5$ 的去除**

污水中 $BOD_5$ 的去除是靠微生物的吸附作用和代谢作用，然后将活性污泥从中分离出来完成的。

活性污泥中的微生物在有氧的条件下将污水中的一部分有机物用于合成新的细胞，将另一部分有机物进行分解代谢以便获得细胞合成所需的能量，其最终产物是 $CO_2$ 和 $H_2O$ 等稳定物质。在这种合成代谢与分解的过程中，溶解性有机物（如低分子有机酸等易降解有机物）直接进入细胞内部被利用。而非溶解性有机物则首先被吸附在微生物表面，然后被酶水解后进入细胞内部被利用。由此可见，微生物的好氧代谢作用对污水中的溶解性有机物和非溶解性有机物都起作用，并且代谢产物是无害的稳定物质。因此，可以使处理后污水中的剩余 $BOD_5$ 浓度很低。根据国外有关设计资料，在污泥负荷为 0.3kg$BOD_5$/（kgMLSS·d）以下时，就很容易使得出水 $BOD_5$ 保持在 10mg/L 以下。

**3、 CODcr 的去除**

污水中 CODcr 去除的原理与 $BOD_5$ 基本相同。处理后污水中的剩余 CODcr 取决于原污水的可生化性，它与城市污水的组成有关。根据上述分析，本项目实际进水水

质的 $BOD_5$/CODcr 比值绝大部分在 0.45 以上，污水的可生化性较好。

**4、 脱氮**

由于物理化学脱氮如折点氯化法、选择性离子交换法和空气吹脱法等，从经济、管理等方面均不适宜在城市污水处理厂中使用。因此，生物脱氮法被广泛应用于城市污水处理中。

生物脱氮是利用自然界氮的循环原理，采用人工方法予以控制。首先，污水中的含氮有机物转化成氨氮，而后在好氧条件下，由硝化菌作用变成硝酸盐氮，这阶段称为好氧硝化。随后在缺氧条件下，由反硝化菌作用，并由碳源提供能量，使硝酸盐氮变成氮气逸出，这阶段称为缺氧反硝化。整个生物脱氮过程就是氮的氧化还原反应，反应能量从有机物中获取。在硝化和反硝化过程中，影响其脱氮效率的主要因有温度、溶解氧、pH 值以及硝化碳源等。在生物脱氮系统中硝化菌增长速度较缓慢，所以要有足够的污泥龄。反硝化菌的生长主要在缺氧条件下进行，并且要用充裕的碳源提供能量，才可促使反硝化作用顺利进行。

由此可见，生物脱氮系统中硝化与反硝化反应需要具备如下条件：

本项目处理的污水中 $BOD_5$/TN 部分时段值小于 3，碳源在一定程度上不能满足反硝化菌的需要，故需考虑投加碳源。

硝化阶段：溶解氧 DO 值在 2mg/L 以上，合适的温度 20℃，不宜低于 10℃，足够长的污泥龄，合适的 pH 条件。

反硝化阶段：硝酸盐的存在，缺氧条件 DO 值 0.5mg/L 左右，充足碳源（能源），合适的 pH 条件。

**5、 除磷**

磷常以磷酸盐（$H_2PO^{4-}$、$HPO_4^{2-}$、和 $PO_4^{3-}$）、聚磷酸盐和有机磷的形式存在于废水中，生物除磷就是利用聚磷菌族在厌氧状态释放磷，在好氧状态从外部摄取磷，并将其以聚合形态贮藏在体内形成高磷污泥，从废水中排出污泥来达到除磷的效果。

生物除磷主要是通过排出剩余污泥而去除磷的，因此，剩余污泥多少将对除磷效果产生影响，一般污泥龄短的系统产生的剩余污泥量较多，可以取得较高的除磷效果。有报道称，当泥龄为 30d 时，除磷率为 40%，泥龄为 17d 时，除磷率为 50%，而当泥龄降至 5d 时，除磷率达 87%。

大量的试验观测资料已经证实，在生物除磷工艺中，经过厌氧释放磷酸盐的活性污泥，在好氧状态下有很强的吸磷能力，也就是说，磷的厌氧释放是好氧吸磷和除磷

的前提，但并非所有磷的厌氧释放都能增强污泥的好氧吸磷，磷的厌氧释放可以分为二部分：有效释放和无效释放。有效释放是指磷被释放的同时，有机物被吸收到细胞内，并在细胞内贮存，即磷的释放是有机物吸收转化这一耗能过程的偶联过程。无效释放则不伴随有机物的吸收和贮存，内源损耗，pH 变化，毒物作用引起的磷的释放均属无效释放。

在除磷系统的厌氧区中，含聚磷菌的回流污泥与原污水混合后，在初始阶段出现磷的有效释放，在有效释放过程中，磷的厌氧释放可使污泥的好氧吸磷能力大大提高，每厌氧释放 1mgP，在好氧条件下可吸收 2.0~2.4mgP。随着厌氧时间的延长，污水中的易降解有机物被耗完以后，虽然吸收和贮存有机物的过程基本上已经停止，但微生物为了维持基础生命活动，仍将不断分解聚磷，并把分解产物（磷）释放出来，虽然此时释磷总量不断提高，但单位释磷量所产生的吸磷能力随无效释放量的加大而降低。无效释放逐渐增加后，平均厌氧释放 1mgP，所产生的好氧吸磷能力甚至将降至 1mgP 以下。一般情况下，厌氧区的水力停留时间 1~1.5hr 即可满足要求。同时在运行管理中要尽量避免 pH 的冲击，否则除磷能力将大幅度下降，甚至完全丧失，这主要是由于 pH 降低时，会导致细胞结构和功能损坏，细胞内聚磷在酸性条件下被水解，从而导致磷的快速释放。

本项目设计进水 $BOD_5$/TP 值全部大于 20，生物除磷效果较好，基本能保证出水总磷达标，要保证除磷效果，应对工业废水偷排等水质突变情况，考虑在生物除磷的基础上，增加化学除磷措施。

化学除磷主要是向污水中投加药剂，使药剂与水中溶解性磷酸盐形成不溶性磷酸盐沉淀物，然后通过固液分离将磷从污水中去除。化学除磷的药剂主要有铁盐、铝盐和石灰。

金属盐投加量应通过试验确定，进水 TP 浓度和期望的除磷率不同，相应的投加量也不同。参照德国规范的规定，一般去除 1kg 磷需要投加 2.7kg 铁或 1.3kg 铝。

化学除磷法的产泥量，仅由药剂与磷酸根和氢氧根结合生成的干泥量为 2.3kgTDS/kgFe 或 3.6TDs/kgAl，除此之外，还要考虑附带的其它沉淀物，因此，在实际应用中按每 kg 用铁量产生 2.5kg 污泥或每 kg 用铝量产生 4.0kg 污泥来计算泥量。在二次沉淀池前投药，活性污泥量增加 35~45%，全厂污泥量将增加 10~25%。

化学除磷药剂的选择：根据多种药剂试验比较结果，铁盐与铝盐相比较，优点是絮体相对密实，但铁盐 pH 值低、腐蚀性强，因此本项目推荐采用 PAC 作为化学除磷

药剂。

### 5.7.4 相关工艺比选

#### 5.7.4.1 预处理工艺

根据本项目所处理污水的特性及二级生化处理工艺的要求，预处理应达到的目标为：去除悬浮固体，减轻后续生物处理负荷。包含在悬浮固体中的有机污染物大多是分子量比较大，生物降解速度比较慢甚至难以生物降解的，通过重力沉淀去除这些悬浮固体，不但可减轻后续生物处理负荷，而且可节约供氧所需能耗。此外，由混凝物化处理法产生的化学污泥若进入二级生化处理构筑物对活性污泥会带来损害。因此，设置沉砂池，尽量去除悬浮固体是必要的。茶山镇污水处理厂一期现状工艺采用的为旋流沉砂池，位于生化池之前，主要作用为减轻无机颗粒对后续设备、管路的磨损，改善污泥处理构筑物的处理条件。现状沉砂池运行效果较好，未出现异常问题，对后续生化段运行有较好保护作用。

根据预处理需要达到的目标，预处理的常见工艺一般选择格栅、沉砂池等构筑物。下面就几种常见的预处理构筑物进行相关比较如下：

**表5.7-3 污水除砂构筑物优缺点比较**

| 优缺点 | 曝气沉砂池 | 旋流沉砂池 |
|---|---|---|
| **优点** | 1.沉砂较清洁；<br>2.可去除浮渣、浮油；<br>3.沉砂效果好，对细砂去除效果较好。<br>4.对污水起到预曝气作用，有利于污染物的降解。 | 1.占地面积小；<br>2.投资较少；<br>3.无需曝气，运行费用低；<br>4.保证后续处理的厌缺氧状态，保证C/N、C/P 比；<br>5.沉砂效果好，对大粒径砂粒去除效果较好。 |
| **缺点** | 1.占地面积较大；<br>2.投资较大；<br>3.运行费用较高；<br>4.需要曝气，易造成后续生化段厌氧、缺氧 DO 浓度偏高，效果不佳。 | 1.不能去除浮渣、浮油；<br>2.沉砂质量一般；<br>3.池面易漂浮垃圾等，清理较麻烦。 |

根据上述表格，旋流沉砂池对有机物的去除效果好，占地面积较小，运行费用低，且旋流沉砂池不须要进行曝气，对污水进行后续的厌氧、缺氧段具有明显的优势；而曝气沉砂池沉砂较干净，可去除浮渣、浮油等。两种池型均可用于本项目中，考虑到茶山污水厂一期采用了旋流沉砂池，且运行效果较好，且本项目扩建用地极为紧张，因此本可研**拟采用占地面积较小的旋流沉砂池作为本项目的预处理工艺。**

### 5.7.4.2 生物处理工艺

污水生化处理工艺的类型和实施方式多种多样，各有千秋，其适用范围和应用的边界条件也存在一定的差异，在实际应用中需要因地制宜，灵活掌握。

世界上包括中国在内的绝大多数污水处理厂均采用的是生物处理方法，这主要是因为生物处理方法技术成熟、费用低廉、处理效果较好。生物脱氮包括硝化作用和反硝化作用，这两种作用分别需要在好氧、缺氧两种环境完成；生物除磷需要在好氧、厌氧交替的环境下才能完成除磷。因此，要达到同时脱氮除磷目的，就必须创造微生物需要的好氧、缺氧、厌氧三种生理环境，通过变更三种环境的位置，改变进水或回流方式等手段，发展了很多工艺方式。

**一、 活性污泥法**

活性污泥法是生物处理的主流工艺，占据了城市污水处理工艺的主导地位，活性污泥法以时空关系又分划分为两类形式：以 A/O 工艺为代表（包括各种变形与改进，如氧化沟、$A^2/O$、Bardenpho、UCT 等）的空间连续的活性污泥法，即污水在不同时间流经不同功能的水池达到处理效果；另一类以 SBR 工艺为代表（包括各种变形与改进，如 ICEAS、CAST、UNITANK 等）的时间连续的活性污泥法，即污水在不同时间流经同一个池子达到处理效果。

**1、 氧化沟法**

氧化沟为封闭的环状沟，也称为连续循环曝气池，其流态具备推流式和完全混合式的双重特点，因而抗冲击负荷能力强。氧化沟的曝气形式主要以表曝为主，常见的曝气设备有水平轴转刷、转碟、垂直轴叶轮表爆机等。除此以外，氧化沟工艺还具备构造简单、操作管理简便、出水水质好、处理效率稳定等特点。

氧化沟工艺形式较多，有 Pasveer 氧化沟、T 型三沟式氧化沟、DE 型氧化沟、垂直叶轮曝气环流氧化沟(Carrousel 氧化沟)、Orbal 氧化沟等。其中垂直叶轮曝气环流氧化沟工艺（Carrousel 氧化沟）的脱氮除磷效果最好，在国内外应用的成功经验较多。

Carrousel 氧化沟是 1967 年由荷兰 DHV 公司发明的一种污水处理技术。其形状可以是“田径跑道”式，也可以由多个类似“跑道”串联而成，一般采用垂直轴叶轮表面曝气机。传统的 Carrousel 氧化沟没有明显的缺氧区，反硝化主要靠同步反硝化，混合液的回流比也无法控制，因而脱氮效率不高。

在原 Carrousel 系统的基础上，DHV 公司和其在美国的专利特许公司 EIMCO 又

推出了 Carrousel2000 系统，见下图。

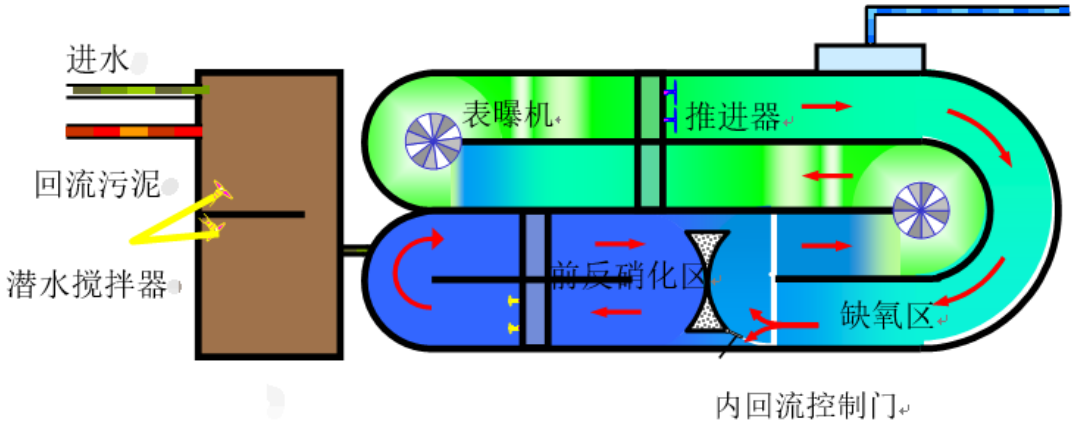



**图5.7-4 Carrousel2000 型工艺流程图**

Carrousel2000 氧化沟与传统 Carrousel 氧化沟的不同之处在于沟内增设了预反硝化区（占氧化沟体积的 15%），这种设计使系统中有了专门的缺氧区，并且混合液的量可通过回流调节门予以控制，因而脱氮效果得以明显地改善。

实际上，Carrousel2000 氧化沟的除磷脱氮原理与 A2/O 工艺是一致的，只是 Carrousel2000 氧化沟不需设置专门的混合液回流设备而已，因此比 A2/O 工艺运行费用略低，投资更省，故在我国得到了广泛的应用。

由于 Carrousel2000 氧化沟采用的是垂直轴叶轮表面曝气机，其服务水深最大仅达 4.5m，因而氧化沟的占地面积偏大，充氧动力效率偏低，这在一定程度上限制了 Carrousel2000 氧化沟的应用。为了解决这个问题，将垂直表面叶轮曝气机曝气改为微孔曝气，同时在池中增设潜水搅拌机推流，从而增加了服务水深，减少了占地面积，获得了比表面曝气更高的动力功率，是一种值得大力推广的污水处理工艺。

**2、 $A^2/O$**

$A^2/O$ 及其改良工艺能同时实现较高效率的除磷脱氮功能，综合技术指标较好，目前较多采用的有传统 $A^2/O$ 工艺及其改良工艺，在国内外污水处理厂中被广泛使用。

A2/O 法即厌氧/缺氧/好氧活性污泥法。其构造是在 A/O 工艺的厌氧区之后、好氧区之前增设一个缺氧区，好氧区具有硝化功能，并使好氧区中的混合液回流至缺氧区进行反硝化，使之脱氮。污水在流经三个不同功能分区的过程中，在不同微生物菌群作用下，使污水中的有机物、氮和磷得到去除，达到同时进行生物除磷和生物除氮的目的。

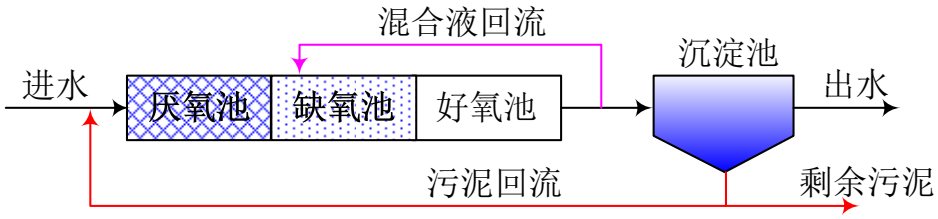



**图5.7-5 $A^2/O$ 工艺流程框图**

在系统上，该工艺是最简单的除磷脱氮工艺，在厌氧、缺氧、好氧交替运行的条件下，可抑制丝状菌的繁殖，克服污泥膨胀，使得 SVI 值一般小于 100，有利于泥水分离，在厌氧和缺氧段内只设搅拌器。由于厌氧、缺氧和好氧三个区严格分开，有利于不同微生物菌群的繁殖生长，脱氮除磷效果好。目前，该法在国内外广泛使用。

缺点：

回流活性污泥（外回流）直接回流进入厌氧池，其中夹带的大量硝酸盐氮和溶解氧回流至厌氧池，破坏了厌氧池的厌氧状态，从而影响系统的除磷效果。

大量的回流（内回流量一般为进水量的 200~300%，外回流量一般为 100%）稀释了整个系统内的反应物浓度，使得系统的反应速率降低，也就需要更大的生化池容积。

大量的内回流增加了系统的能耗，也增加了污水处理运行成本。

研究结果表明，MLSS 中的含磷量随污泥负荷的降低将大幅度下降。生物除磷需要高的污泥负荷，而生物脱氮则需要低的污泥负荷，在 $A^2/O$ 工艺中要使二者同时达到最佳状态是困难的，一般是以生物脱氮为主，生物除磷为辅。

为了解决 A2/O 法回流污泥中硝酸盐对厌氧放磷的影响，可采取将回流污泥进行两次回流，或进水分两点进入等措施。于是，产生了改良型 A2/O、倒置 A2/O 和 UCT 等工艺。

**3、 改良型 $A^2/O$ 工艺**

改良型 A2/O 工艺是在厌氧池前增加预脱硝池和选择池，以降低回流污泥中硝酸盐对厌氧放磷的影响，并抑制丝状菌生长，为了解决缺氧池反硝化碳源不足的问题，将进水按比例进入厌氧池和缺氧池中。

与其它活性污泥法相比，该工艺具有以下显著特点：

污水分点进入厌氧区和选择区（预缺氧池），可以在运行中根据实际情况对碳源进行合理分配，使两个区域都能够获得恰当的营养物，碳源分配的合理性有较大提高，可以保证反硝化所需碳源，为脱氮达标创造有利条件；

回流污泥首先进入预缺氧池，增加了污泥脱氮效果，消除了回流污泥中硝态氮对

厌氧池放磷的不利影响，进一步增强了除磷效果；

混合液与回流污泥分别独立回流，即节省了能耗，同时也为二沉池的沉淀创造了良好的条件。

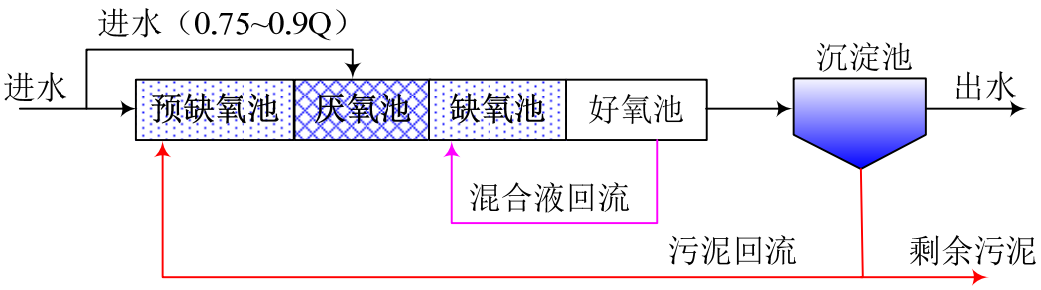



**图5.7-6 改良型 $A^2/O$ 工艺流程框图**

**4、 改良 Bardenpho 工艺**

改良 Bardenpho 工艺是在 $A^2/O$ 工艺基础上，在后面增设了一个缺氧段和一个好氧段，其工艺流程如下图所示。各段反应都反复进行两次以上，各反应单元都有其首要功能，同时又兼有二、三项辅助功能。硝化液自第一好氧池回流至第一缺氧池，而第二好氧池无硝化液回流，所增设的缺氧段及好氧段起强化脱氮和提高出水水质的作用。在运行过程中，由于第一缺氧池进水中含有较多的内碳源可利用，因而具有较高的反硝化速率，并有部分磷的释放。第一好氧池主要功能是去除 BOD5，并发生硝化、吸磷反应。在第二缺氧池中，由于第一好氧池出水中有机物浓度较低，反硝化菌主要通过内源呼吸作用，以细胞内碳源进行反硝化，故反硝化效率较低，但这种反硝化作用可有效地提高整个处理系统的反硝化程度，从而有利于提高脱氮效率。为了使出水 TN 达标，常在第二缺氧池中投加优质碳源，使得大量的硝态氮和亚硝态氮利用外加碳源进行充分的反硝化反应，可使该工艺的脱氮效率达到 90%~95%。

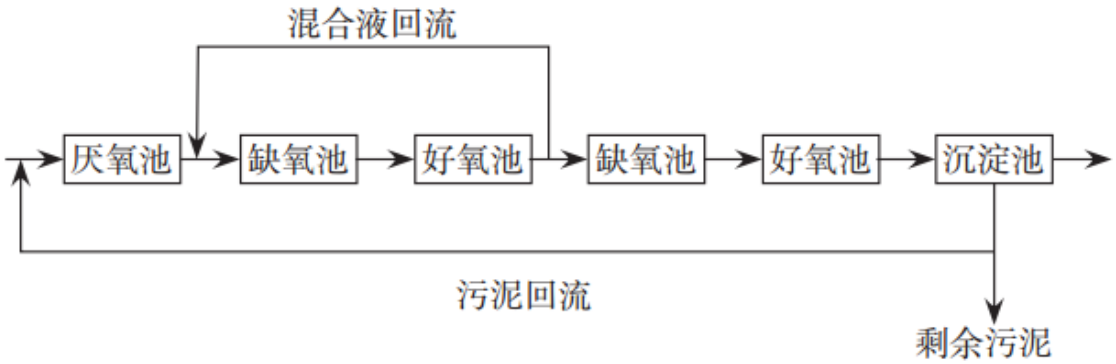



**图5.7-7 改良 Bardenpho 工艺流程框图**

Bardenpho 工艺因其脱氮除磷优势，在全国各地城镇污水处理厂的提标改造中得

到较广泛的应用。与传统 Bardenpho 工艺相比，五段式 Bardenpho 在前端设置了一个厌氧池，提高了生物除磷效果，能够充分利用原水中的碳源，运行方式也更加灵活，节约投资，更能应对水质变化冲击。

**5、 倒置 A2/O 工艺**

倒置 A2/O 工艺的池型布置与常规 A2/O 相同，其区别只是在于取消了混合液的回流，但是为了达到反硝化除氮的目的，必须加大活性污泥的回流量，以满足脱氮要求。其工艺流程图见下图。

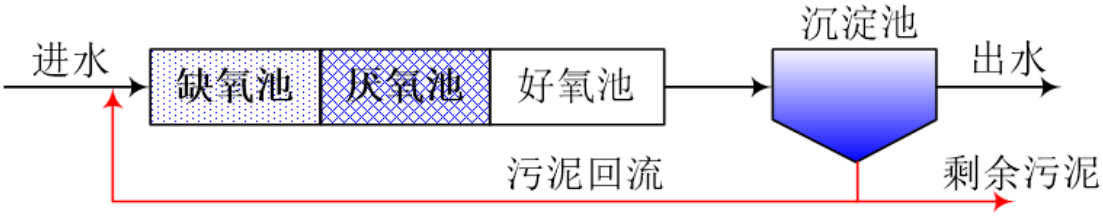



**图5.7-8 倒置 A2/O 工艺流程框图**

倒置 A2/O 工艺与常规 A2/O 工艺相比，其优点在于将常规 A2/O 工艺的污泥回流系统与混合液回流系统合二为一，组成了唯一的污泥回流系统，使得工艺流程得到简化，也减少了管理点。

缺点：

由于取消了内循环，脱氮效率完全取决于污泥回流，若要取得良好的脱氮效果，势必需增加污泥回流量，从而增加运行费用。

碳源优先被用于反硝化，当原水氨氮含量较高且出水氮含量低时，在碳的利用方面反硝化脱氮优先，这可能会导致后段厌氧释磷所需的碳源不足。

**6、 UCT 工艺**

UCT（UniversityofCapeTownProcess）活性污泥法是一种强化生物除磷脱氮工艺，是对 A2/O 工艺的改进。针对 A2/O 工艺直接将活性污泥回流至厌氧池会降低厌氧池的效率，使得所需的厌氧池容积较大的问题，UCT 工艺活性污泥回流至缺氧池的前端，以便在缺氧条件下充分去除回流活性污泥中的硝酸盐后，再将活性污泥回流至厌氧池，完全可以做到硝酸盐的零回流，从而使厌氧池释放磷的效率大大提高，强化了处理系统的除磷效果。

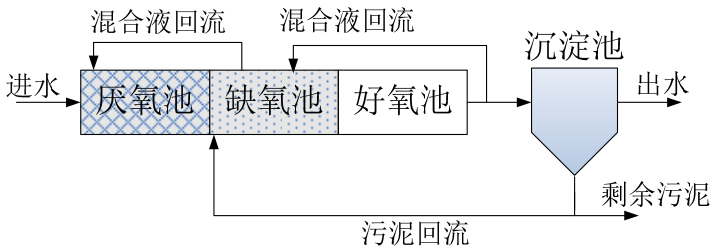



**图5.7-9 UCT 工艺流程框图**

根据 ASCE 的《污水处理厂设计手册》介绍，UCT 工艺在除磷的同时，可以使出水的氮（Nitrogen）指标达到 6~8mg/L，并且硝酸盐的零回流可以使 TKN：CODCr 达到 0.14。

缺点：虽然 UCT 工艺能够较好地解决溶解氧及硝酸盐对厌氧池的负面影响，但是仍然缺乏运转的灵活性；另外，为了避免缺氧池中的硝酸盐回流至厌氧池，就需要根据进水 TKN/CODCr 比值对回流硝酸盐量加以控制，使进入厌氧池的硝酸盐量尽可能小，因进水的 TKN/CODCr 比值的不确定性，使得回流量准确控制变得困难。

**7、 MUCT 工艺**

MUCT（ModifiedUniversityofCapeTownProcess）活性污泥法，是对 UCT 工艺的进一步改进。其改进的要点是：进一步对厌氧段、缺氧段的设置方式、污泥回流方式进行了优化，提高了运转的灵活性，可以使生物除磷脱氮工艺满足不同水质、不同季节的需要，其流程见下图。

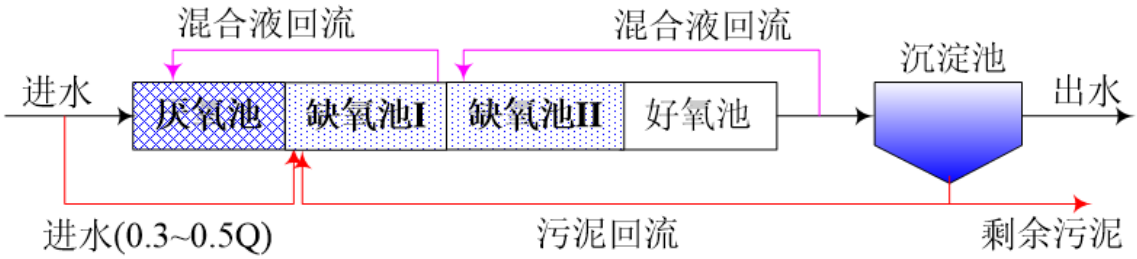



**图5.7-10 MUCT 工艺流程框图**

**8、 传统 SBR 法**

SBR 及其变型改良工艺的构筑物集成度高，耐冲击负荷，但池体总容积利用率低，一般小于 50%，设备闲置率高，投资大，设备运行状况较频繁切换，自控及设备安全度要求高。

在同一容器中进水时形成厌氧（此时不曝气）、缺氧，而后停止进水，开始曝气充氧，完成脱氮除磷过程，并在同一容器中沉淀，再加上撇水器出水，完成一个程序。这种方法与以空间进行分割的连续系统有所不同，它不需要回流污泥，也无专门的厌

氧、缺氧、好氧分区，而是在同一容器中，分时段实行搅拌、曝气、沉淀，形成厌氧、缺氧、好氧过程。

SBR 工艺的特点如下：

生物反应、沉淀均在一个构筑物内完成，节省占地，造价低。

承受水量、水质冲击负荷能力较强。

污泥沉降性能好，不易发生污泥膨胀。

对有机物和氮的去除效果好。

缺点：

传统的 SBR 工艺用于生物除磷脱氮时，效果不够理想。主要表现在以下几个方面：对脱氮除磷而言，为了考虑进水基质浓度、有毒有害物质对处理效果的影响，传统 SBR 工艺采取了灵活的进水方式（如非限量曝气等），虽然提高了抗冲击负荷能力，但由于这种考虑与脱氮或除磷所需的环境条件相左，因而在实际运行中往往削弱了脱氮或除磷效果。就除磷而言，采用非限量或半限量曝气进水方式，将影响磷的释放；对脱氮而言，将影响硝态氮的反硝化效果。

这种方法厌氧池的氧化还原电位较高，除磷效果差，总容积利用率低，一般小于 50%，适用于污水量较小场合。

**9、 ICEAS 法**

ICEAS 工艺即间隙循环延时曝气系统，该工艺是澳大利亚人 Goronszy 开发的，是传统 SBR 工艺的一种变型。与传统 SBR 工艺比较其不同之处为：该工艺是连续进水间隙出水，而传统 SBR 工艺是间隙进水间隙出水；在构造上，该工艺分预反应区和主反应区两段，其预反应区对生物具有选择作用，因而也称生物选择区。通过设置生物选择区，该工艺可有效地抑制丝状菌的生长，从而改善了污泥的沉降性能，使出水水质更好。

但该工艺无污泥回流，除磷脱氮时需在主反应区设置搅拌设施，设置非曝气时段，设备闲置率较高，除磷效果得不到保证。

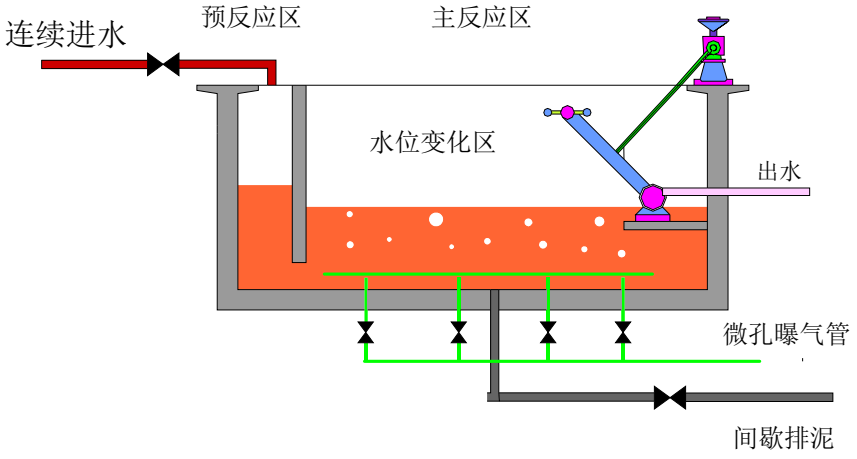



**图5.7-11 ICEAS 反应器基本构造**

**10、 CAST 工艺**

CAST 循环式活性污泥法的实质是将可变容积的活性污泥工艺过程与生物选择器原理有机结合的 SBR 工艺。与常规 SBR 工艺不同，它具有同步硝化反硝化功能，其反硝化主要是在曝气过程中使污泥结构内部处于缺氧状态和在停止曝气的泥水分离阶段而实现的，因此无需专设缺氧区和内回流系统。

1984 年 Goronszy 教授在 ICEAS 工艺的基础上开发出 CAST 工艺，保留了 ICEAS 工艺的优点，都是连续进水，间歇排水，增加主反应与生物选择区的污泥回流（回流比 20%），而污泥负荷大大提高：CAST 为 0.1～0.2kgBOD5/(kgMLSS·d)或再高一些，ICEAS 则只有 0.04～0.05kgBOD5/(kgMLSS·d)。通过以上改进，CAST 既保留了传统 SBR 静态沉淀、出水 SS 低的优点，又构造了专门厌氧区（预反应区只设搅拌），使除磷效果稳定可靠；通过对鼓风量的限制，主反应 DO 有 50%时间接近零，30%时间 DO 接近 1mg/L，20%时间 DO 接近 2mg/L，从而造成了同步硝化与反硝化，不仅使脱氮得到保证，而且氧的利用率也显著提高。

CAST 工艺在沉淀阶段不进水，污泥在沉降过程中无进水水力干扰，属于理想沉淀，泥水分离效果更稳定。

此外，CAST 反应池在时间上为理想推流，有机物去除率高。而由于连续进水，CAST 部分丧失经典 SBR 工艺理想推流的优点，也同时丧失高去除率和对难降解物质去除的特点。同时，正是由于设置了生物选择器，虽然 CAST 流态趋于完全混合，但仍能有效控制污泥膨胀。因此，选择器的设置是循环式活性污泥法区别于其他 SBR 工艺的显著特点。CAST 工艺连续进水的优势在于不用进水阀门之间切换、控制简单，

从而使 CAST 可以应用于较大型污水处理厂。

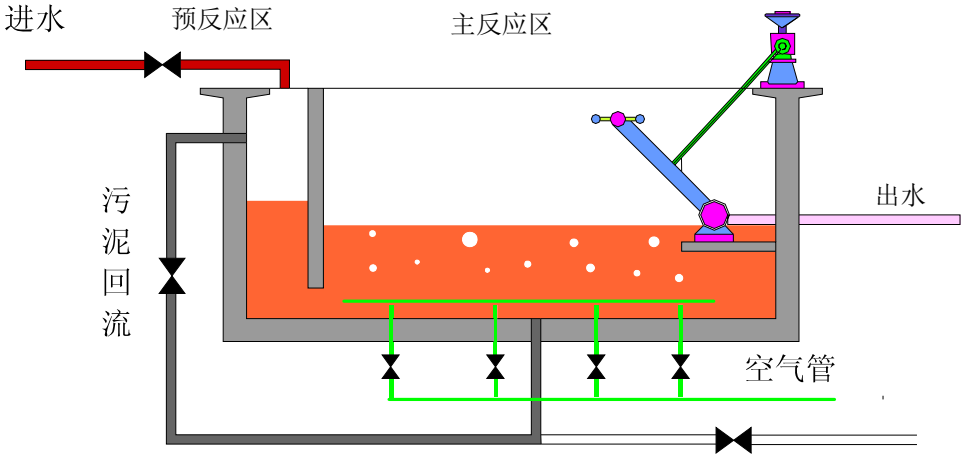



**图5.7-12 CAST 反应器基本构造**

**11、 UNITANK**

UNITANK 工艺，又称单池系统，是比利时史格斯清水公司（SEGHERSENGINEERINGWATERNV）于 80 年代末开发的专利技术。UNITANK 池一般由 A、B、C 三个矩形池组成，三个池水力相通，每个池内均设有供氧设备，在外边（A、C 池）两侧矩形池设有固定出水堰和剩余污泥排放口，既可作为曝气池，又可作为沉淀池。连续分池进水，具有脱氮除磷效果。

UNITANK 的特点在于一体化，能较好地利用土地面积，节约用地效果明显；不需混合液回流及活性污泥回流，流程简单，利于管理；设置不同的循环时间，适应性较强，序批式控制，易于实现处理过程的自动控制。

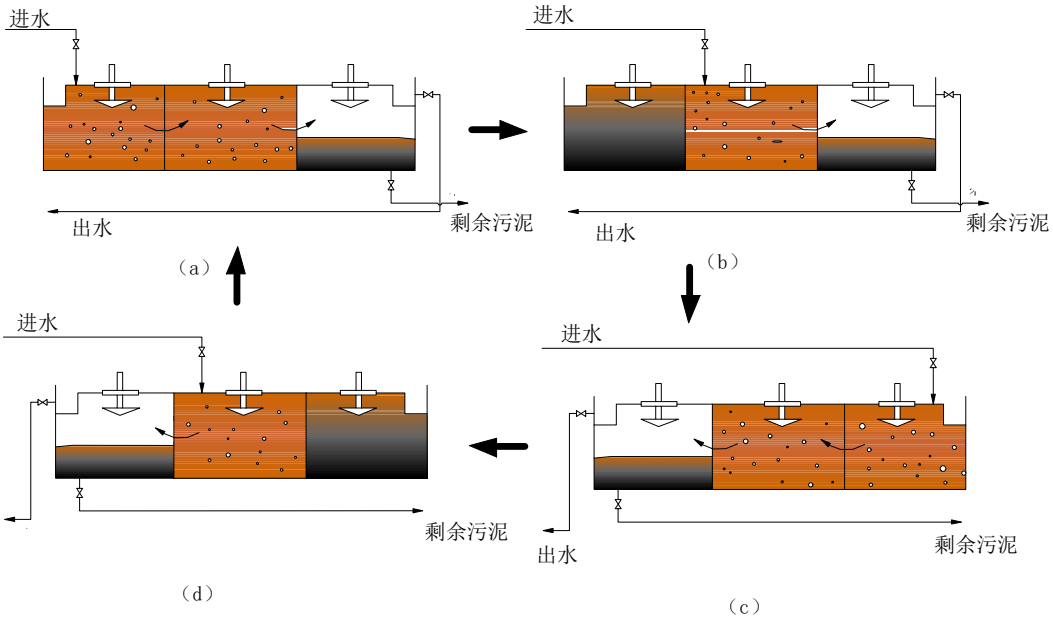



**图5.7-13 UNITANK 工艺运行图**

## 二、 生物膜法

生物膜法主要以曝气生物滤池（BAF）、移动床生物膜反应器（MBBR）为代表。

### 1、 曝气生物滤池（BAF）

曝气生物滤池主要是在一级强化处理基础上将生物氧化与过滤结合在一起，滤池后可不设二次沉淀池，通过反冲洗再生，实现滤池周期运行。由于其占地省（比传统活性污泥法节省约 2/3）、性能良好，应用范围逐渐扩大，至 90 年代已日趋成熟，在污水二、三级处理领域中曝气生物滤池发展很快。

曝气生物滤池工艺属于附着生长活性污泥法（又称生物膜法），可以通过内回流完成生物脱氮过程，也可以通过前置或后置缺氧段实现生物脱氮，但此时通常需要外加碳源，由于附着生长活性污泥法通常无污泥回流，因此不会出现聚磷菌在厌氧条件下释磷，然后在好氧条件下过量摄磷的过程，磷仅仅作为微生物生长所必需的营养物之一，由细菌的增殖消耗掉一部分。因此，通常需要外加铁盐或铝盐等化学药剂，通过生成磷酸盐沉淀来达到除磷的目的。

曝气生物滤池因进水要求 SS 一般小于 100mg/L，最好在 50~60mg/L，因此一般与一级强化处理相结合，如前端采用水解酸化池等。因此，曝气生物滤池在市政污水处理厂常规生化处理工艺中应用案例偏少，一般多应用于深度处理工艺或提标改造工艺中。

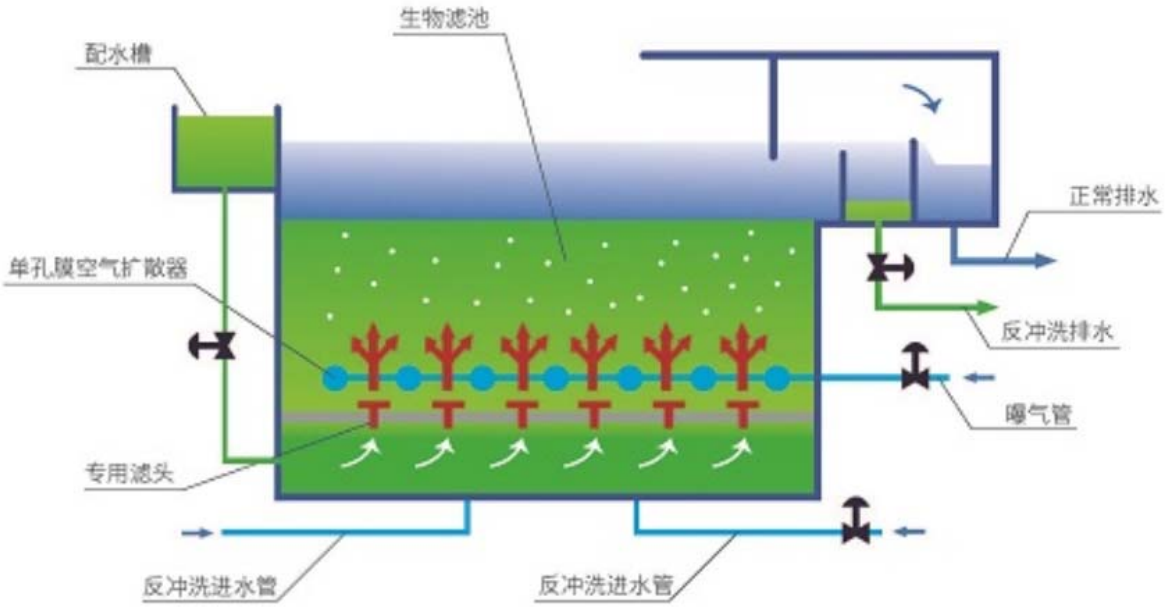



**图5.7-14 曝气生物滤池工艺示意图**

### 2、 移动床生物膜反应器（MBBR）

移动床生物膜反应器工艺（MovingBedBiofilmReactor，MBBR），是目前国际上成熟的污水生化处理技术。自 1989 年第一套生物移动床工艺装置建成以来，已在 50 多个国家建成了数千套市政和工业废(污)水处理设施，取得了良好的效果。该工艺以悬浮填料为微生物提供生长载体，通过悬浮填料的充分流化，实现污水的高效处理。MBBR 工艺充分汲取了生物接触氧化及生物流化床的优点，克服了其传质效率低、处理效率差、流化动力高等缺点，依靠曝气池内的曝气和水流的提升作用使载体处于流化状态，进而形成悬浮生长的活性污泥和附着生长的生物膜，这就使得移动床生物膜使用了整个反应器空间，充分发挥附着相和悬浮相生物两者的优越性，使之扬长避短，相互补充。该工艺适用性强，应用范围广，既可用于有机物去除，也可用于脱氮除磷；既可用于新建的污水处理厂，更可用于现状污水处理厂的工艺改造和升级换代。

MBBR 工艺按微生物存在形式划分，可分为纯膜法工艺（MBBR）及活性污泥-生物膜复合工艺（IFAS）。纯膜法系统不设置污泥回流，微生物主要以附着态形式存在于悬浮填料上。IFAS 系统是将活性污泥法与生物膜法相结合，既有悬浮态微生物，又有附着态微生物，需要污泥回流。

MBBR 工艺原理示意图如下图所示。在好氧条件下，曝气充氧时，空气泡的上升浮力推动填料和周围的水体流动起来，当气流穿过水流和填料的空隙时又被填料阻滞，并被分割成小气泡。在这样的过程中，填料被充分地搅拌并与水流混合，而空气流又被充分地分割成细小的气泡，增加了生物膜与氧气的接触和传氧效率。在厌氧条件下，水流和填料在潜水搅拌器的作用下充分流化起来，达到生物膜和被处理的污染物充分接触而降解的目的。因此，流动床生物膜工艺突破了传统生物膜法(固定床生物膜工艺的堵塞和配水不均，以及生物流化床工艺的流化局限)的限制，为生物膜法更广泛地应用于污水的生物处理奠定了较好的基础。

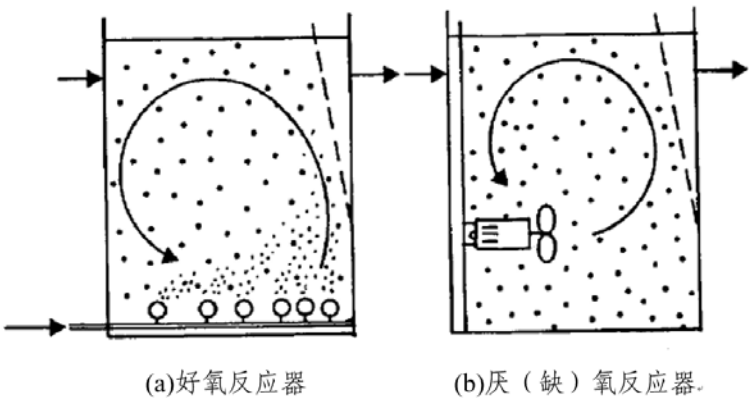



**图5.7-15 移动床生物膜反应器工艺示意图**

MBBR 工艺的技术关键在于研发比重接近于水，轻微搅拌下易于随水自由运动、流化状态好的生物悬浮填料。悬浮填料具有比表面积大、适合微生物附着生长等特点，与以往的填料不同的是，悬浮填料能与污水频繁多次接触，因而被称为“移动的生物膜”。悬浮生物填料上主要附着异养菌和硝化菌，通过硝化作用去除污水中的氨氮，同时对 COD 也有很好的去除效果。

悬浮填料的特性指标主要有如下几点：

（1）表面性质：包括亲水性、粗糙度等，含水率越高亲水性越好，粗糙度越大，挂膜越快。

（2）挂膜性能：一般包括挂膜速度、挂膜量和生物膜特性等指标，但这些指标的影响因素比较多，因此只能采取填料之间的对比得出孰优孰劣，而无法量化。

（3）充氧性能：一般用溶解氧增长速度饱和溶解氧值、氧转移系数等指标来衡量。与反应器条件关系很大，无法直接比较。

（4）传质性能：传质性能包括布水均匀程度、切割气泡大小、水流紊动程度等。


**图5.7-16 常见悬浮填料类型**

MBBR 工艺优势主要有：

（1）容积负荷高，占地小

紧凑省地，特别对现有污水处理厂（设施）升级改造效果显著，不增加用地面积，

仅需对现有设施简单改造，直接投加填料，污水处理能力可大大提高，并提高出水水质，被广泛用于污水厂扩容及提标项目中。

（2）耐冲击性强，性能稳定，运行可靠

悬浮填料上生物量大，冲击负荷以及温度变化对 MBBR 工艺的影响要远远小于对活性污泥法的影响。当污水水质发生变化或污水毒性增加时，生物膜耐受力很强。

（3）高效的有机物去除能力

悬浮填料具有较大的比表面积，为微生物大量繁殖提供了舒适的生长环境，微生物活性高、链长、种类多，填料在水中不断移动，大大提高有机污染物的传质效率，微生物菌群更快的分解水中的有机物。同时由于生物载体内部形成溶解氧梯度，兼备好氧、缺氧及厌氧环境，可实现同步硝化反硝化及短程反硝化，高效脱氮。

（4）生物池无堵塞，池容得到充分利用，没有死角

由于填料和水流在生物池的整个容积内都能得到混合，从根本上杜绝了生物池的堵塞可能，因此，池容可以得到完全利用。

（5）灵活方便

MBBR 工艺可以应用于各种池型（深浅方圆都可），而不影响工艺的处理效果。其次，MBBR 工艺可以很灵活的选择不同的填料填充率，且好氧、缺氧、厌氧池均可投加，达到兼顾高效和远期提标而无需增大池容的要求。对于原有活性污泥法处理厂的改造和升级，MBBR 工艺可以很方便的与原有的工艺有机结合起来，改造较方便。

（6）使用寿命长

优质耐用的生物填料，曝气系统和出水装置可以保证整个系统长期使用而不需要更换（一般在 10 年以上），折旧率低。

MBBR 悬浮填料在生化池好氧、缺氧、厌氧池均可投加，投加比例不同，可达到的效果也不同。其在生化池各工段投加的作用如下：

（1）缺氧填料实现高效的传统反硝化和短程反硝化能力

缺氧池投加悬浮填料，填料上通过一定时间的挂膜和驯化，可形成适于反硝化细菌生长的微环境，为反硝化细菌生长、繁殖创造了适宜的环境。富集的高浓度反硝化菌可加快系统反硝化速率，使得反硝化反应在有限的水力停留时间内迅速完成。同时在流化状态下，填料内部可形成多种微生物的梯度分布，可实现同步短程反硝化的能力。

（2）厌氧填料对系统生物除磷起到良好的促进

填料表面大量微生物将污水中的颗粒物质和胶体物质截留和吸附，这是个快速的物理过程，在十几秒或几十秒钟内就可以完成，在厌氧菌的作用下，这些大颗粒难降解物质分解为小分子易降解的挥发性脂肪酸（VFA），足够多的 VFA 使得聚磷菌在厌氧段可以对磷进行快速彻底的释放，为好氧段吸收过量的磷做准备。

（3）厌氧、缺氧填料系统实现厌氧氨氧化

厌氧氨氧化菌是一类细菌，它们可以在缺氧环境中，将铵离子($NH_4^+$)用亚硝酸根($NO_2^-$)氧化为 $N_2$：

$$NH_4^+ + NO_2^- \rightarrow N_2 + 2H_2O，\Delta Go=-357kJ/mol$$

它们对全球氮循环具有重要意义，也是污水处理中重要的细菌。1990 年由荷兰 Delft 技术大学开发的厌氧氨氧化工艺是一种革新的污水处理技术，其工艺原理为：厌氧氨氧化菌在厌氧状态下以 $NH_3$-N 为电子受体，亚硝酸氮为最终电子受体，将 $NH_3$-N 和亚硝酸氮转变为氮气。厌氧氨氧化属于化能自养过程，其反硝化不需要有机碳源。与传统的脱氮工艺相比，厌氧氨氧化不但不需要外加碳源，还能够节约 50%碱消耗量、62.5%供氧量，且短程硝化的产泥量约为传统脱氮工艺的 15%，可实现污泥减量化。这样一来，传统反硝化工艺中需要外加电子供体的难题就得到很好的解决，而且相对于传统工艺，它对 $O_2$ 消耗量和对 COD 需求量有显著的减少，因而符合节能减排的要求。

基于厌氧、缺氧生物悬浮填料的厌氧氨氧化技术，通过生物悬浮填料为载体，将厌氧氨氧化菌固化在悬浮填料上，为厌氧氨氧化菌提供了良好的生长环境，大大提高了系统的厌氧氨氧化菌浓度和活性，能实现高效脱除系统 TN。

（4）好氧填料增加比表面积，实现硝化、反硝化和提高氧利用率

由于填料密度接近于水，所以在曝气的时候，与水呈完全混合状态，微生物生长的环境为气、液、固三相。载体在水中的碰撞和剪切作用，使空气气泡更加细小，增加了氧气的利用率。另外，每个载体内外均具有不同的生物种类，内部生长一些厌氧菌或兼氧菌，外部为好养菌，这样每个载体都为一个微型反应器，使硝化反应和反硝化反应同时存在，从而提高了有机物处理效果。

因此，在选择 MBBR 工艺时，可根据需要达到的效果，针对性的选择填料投加的区域和填料填充比例，从而实现高效去除污染物，实现水质稳定达标。

综上所述，污水处理厂常见的生物处理工艺主要有活性污泥法和生物膜法。活性污泥法可分为两类，一类以 A/O 工艺为代表（包括各种变形与改进，如氧化沟、$A^2/O$、

Bardenpho、UCT 等）的空间连续的活性污泥法，即污水在不同时间流经不同功能的水池达到处理效果，茶山镇污水处理厂一期现状生化池即采用的活性污泥法中的改良 $A^2/O$ 工艺，该工艺具有较好的脱氮除磷效果，出水水质稳定，因此，可考虑在此基础上，将现状改良 $A^2/O$ 生化池改造成改良 Bardenpho 工艺，提高其脱氮能力；另一类以 SBR 工艺为代表（包括各种变形与改进，如 ICEAS、CAST、UNITANK 等）的时间连续的活性污泥法，即污水在不同时间流经同一个池子达到处理效果，该类工艺目前应用较少。生物膜法主要以曝气生物滤池（BAF）、移动床生物膜反应器（MBBR）为代表，曝气生物滤池因其进水 SS 限制原因在市政污水处理厂常规生化处理工艺中应用较少，多应用于深度处理工艺或后续提标改造工艺中；MBBR 工艺因其节省用地，特别对现状污水处理厂改造效果显著，仅需对现有处理设施进行改造，投加填料，污水处理能力可大大提高，并提高出水水质，而被广泛用于污水厂扩容及提标项目中，因此，该工艺用于本项目中也是可行的。

### 5.7.4.3 深度处理工艺

污水经过二级生物处理后 COD、BOD 和氨氮基本能够达到处理要求，但是进水中 TN、TP 和 SS 浓度偏高，需要新增深度处理工艺进行进一步处理，以达到设计出水水质。目前，应用于污水处理厂深度处理的工艺有多种形式，包括高效沉淀池、磁混凝沉淀池、MBR 膜池、反硝化深床滤池、滤布滤池、精密滤池、砂滤池等工艺。

本项目属于在现状污水厂基础上进行改扩建，空余用地极为紧张，深度处理工艺的选择需结合前端生化处理工艺方案及可用地情况进行综合考虑。结合实际情况，本项目深度处理工艺可以考虑以下工艺：

**1、 高效沉淀池**

高效沉淀池在国内外应用较广泛，该池在水质适应性和抗冲击负荷能力上比机械搅拌沉淀池更强，效率更高，出水水质更好，占地面积更小。

高效沉淀池结合了斜管沉淀和泥渣循环回流的优点，其工作原理基于以下五个方面：

（1） 原始概念上整体化的絮凝反应池；

（2） 推流式反应池至沉淀池之间的慢速传输；

（3） 泥渣的外部再循环系统；

（4） 斜管沉淀机理；

（5） 采用混凝剂+高分子助凝剂。

高效沉淀池的工艺构成可分为反应区、预沉+浓缩区、斜管分离区三个主要部分，详见下图：

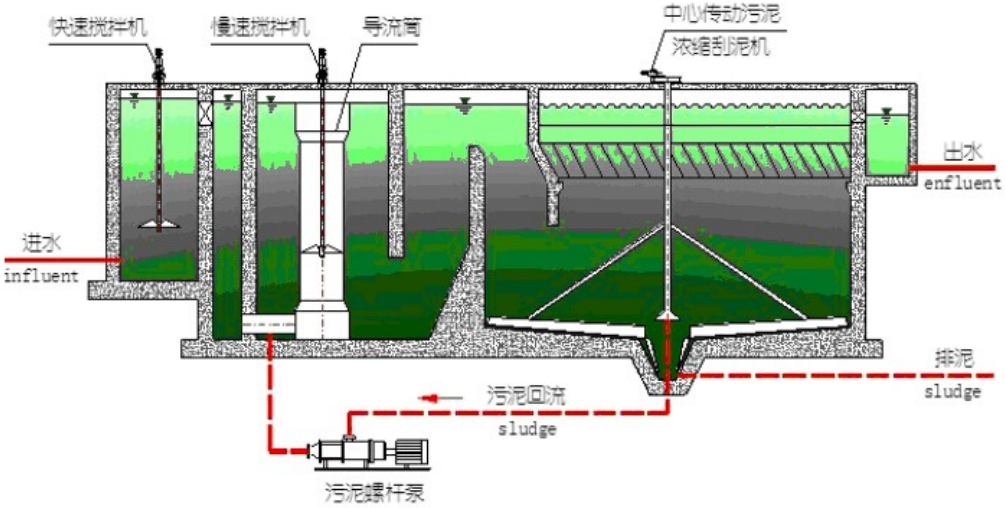



**图5.7-17 高效沉淀池池型**

**2、 磁混凝沉淀池**

磁混凝沉淀池工艺是在普通的混凝沉淀工艺中加入磁粉，使磁粉与絮凝体有效地结合，形成以磁粉为凝结核的稳定絮体，由于磁粉的比重大（约是水的 5.3 倍），因此大大增加了混凝絮体的比重，加快了絮体的沉降速度，从而缩短了沉降时间，达到高效沉淀的目的。磁混凝沉淀池工艺同时设置了污泥回流系统，使得污泥中磁粉及混凝剂循环使用，有利于节约混凝剂用量。剩余污泥中的磁粉可经过回收再次进入系统。

磁混凝沉淀池的主要工艺流程如下：污水首先进入磁混凝沉淀系统的混凝池，同时向混凝槽投加混凝剂 PAC，二者充分混合后进入磁混槽，在此与回收的磁粉和回流污泥混合絮凝，然后进入助凝池，与在此加入的助凝剂 PAM 进行反应，生成较大的絮体颗粒，最后进入沉淀池快速沉降，出水进入下一道处理工序。经沉淀池沉淀下来的污泥，部分经污泥回流泵回流到磁混池继续参与反应，另一部分则经剪切机进行污泥剥离，并进入磁分离机进行磁粉回收，回收的磁粉再次进入磁混池继续参与反应，剩余污泥则进入后续污泥处理系统，加药间调配好的 PAC 和 PAM 溶液由专用加药泵输送至各加药点。

磁混凝沉淀池工艺与常规混凝沉淀工艺相比可节省土地面积 50%以上，对现状污水厂改造的空间使用将十分有利。磁混凝工艺对水体中固体颗粒物的去除十分高效，SS 去除率可达 90%，还可去除约 50%的 COD，8%-85%的水体有机物，通过加药可

以实现化学除磷。

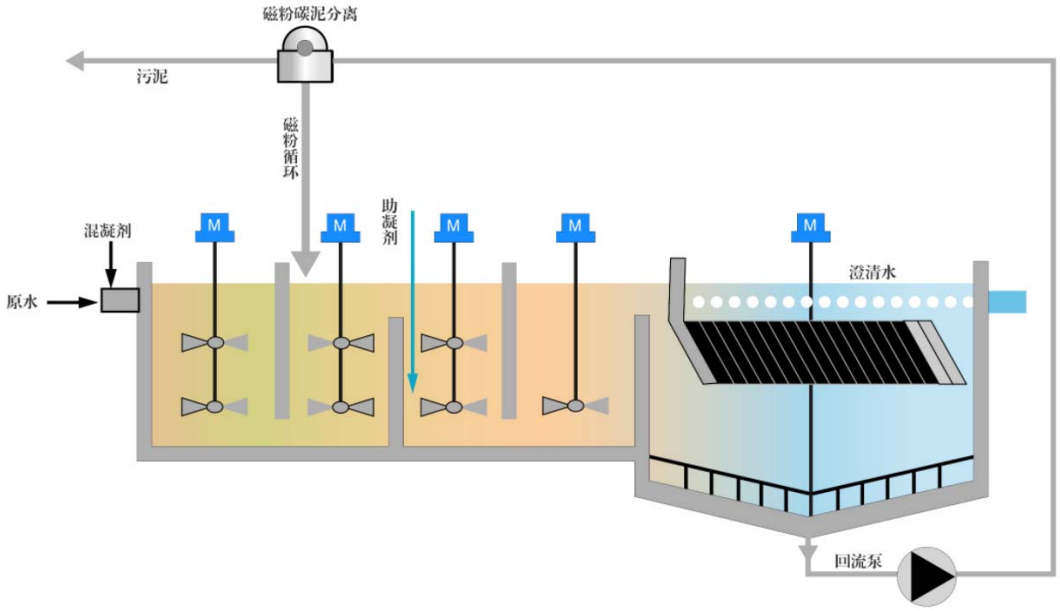



**图5.7-18 磁混凝沉淀池池型示意图**

**3、 MBR 膜池**

随着膜技术的发展，膜作为一种单独的技术应用于污水处理方面也逐渐开展起来。目前比较成熟的膜处理工艺是将膜技术与与传统污水生物处理工艺有机结合的新型高效污水处理 MBR 工艺（也叫膜生物反应器），这种集成式组合工艺把生物反应器的生物降解作用和膜的高效分离技术溶于一体，具有出水水质好且稳定、处理负荷高、装置占地面积小、产泥量小、操作管理简单等特点，已经在许多大型污水厂项目中得到应用。

MBR 工艺把含高浓度 MLSS 的活性污泥处理和超滤膜系统相结合。总体上，该工艺利用膜生物反应器替代了传统活性污泥法中的二沉池和三级深度处理中的混凝、过滤等处理构筑物。由于采用膜分离技术进行固液分离，不仅保障出水 SS 低，而且大大提高了生物反应器中的生物浓度和种群数量，特别是像硝化菌这类不易形成菌胶团的细菌被截留，实现反应器水力停留时间(HRT)和污泥龄(SRT)的完全分离，运行控制灵活稳定，生物降解效率提高。因此膜生物反应器不单纯是生物处理与膜分离技术的简单叠加，而是具有 1+1 大于 2 的效应。与传统的活性污泥法相比，MBR 工艺具有以下优点：

（1）出水水质好

膜生物反应器采用滤膜表面孔径只有 0.1 微米左右，能够高效地进行固液分离，

出水水质标准高，品质稳定，悬浮物和浊度接近于零。

（2）占地面积小

膜生物反应器内的微生物浓度高（8000～10000mg/L 或以上），大大提高了容积负荷（可达 2-5kgCOD/$m^3$.d），可以减小生化池容 50%以上。采用膜生物反应器一个处理构筑物，替代了传统污水处理工艺的曝气、沉淀、混凝、过滤等多个处理构筑物，大大减少了对土地的占用。

（3）抗冲击负荷能力强，系统运行稳定

膜生物反应器允许的污泥浓度范围宽（中空纤维膜 6~15g/L），污泥负荷低，耐水质水量冲击负荷能力强，且可通过增加膜组件实现处理水量的增长。膜的高效截留作用，使微生物完全截留在反应器内，可以使得世代周期较长的微生物以及不易形成菌胶团的微生物得以富集和繁殖，可以在整个生物相内形成生物富集和共代谢作用，形成较为完整的微生物链，大大提高处理效率和系统的稳定性。

（4）脱氮效果好

有利于增殖缓慢的硝化菌的截流、生长和繁殖，氨氮去除效果好。污泥龄长，可以更充分利用内源呼吸碳源。但要求合理设计，消除膜池曝气高 DO 回流液对缺氧池反硝化作用的影响。

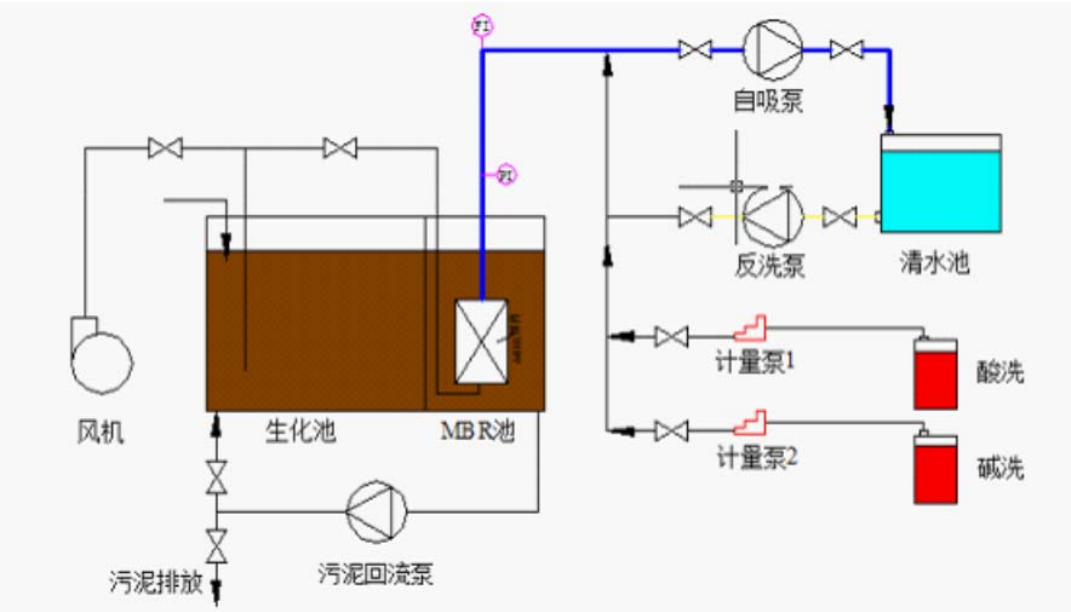



**图5.7-19 MBR 膜工艺流程示意图**

（5）除磷效果好

污泥浓度高，可以直接进行脱水，避免传统工艺沉淀池和污泥浓缩池缺氧状况下磷的释放。以生化除磷为主，辅助化学除磷确保达标。可以直接将除磷药剂投入生化

池中，形成的磷酸盐沉淀几乎被膜全部截留，随剩余污泥排放，而传统的混凝过滤难以避免部分磷酸盐沉淀随出水 SS 带出。

（6）管理简单

MBR 工艺流程短，系统模块化、集成化和自动化程度较高，系统运行管理简便。

关于膜更换的问题，从实际运行情况来看，各品牌的膜及各种使用环境不同导致膜的使用寿命相差比较大，进口膜一般按 8-10 年考虑更换。如何合理选择膜的各项设计参数和规范使用膜是降低换膜成本的关键。

**4、 滤布滤池**

滤布滤池主要通过表层过滤或机械筛滤的原理，对 SS 进行去除。深度处理工艺如果考虑对 TP 和 SS 的控制，一般与高效沉淀池结合。滤布滤池过滤时，待处理的水通过滤布后，悬浮固体被滤布纤维所拦截。

优点：处理效果好，出水水质高；出水稳定，连续运行；运行费用低，土建费用低及占地小。

缺点：可能受到前端工艺加絮凝剂的影响，存在滤布堵塞的可能，滤布需要定期更换。

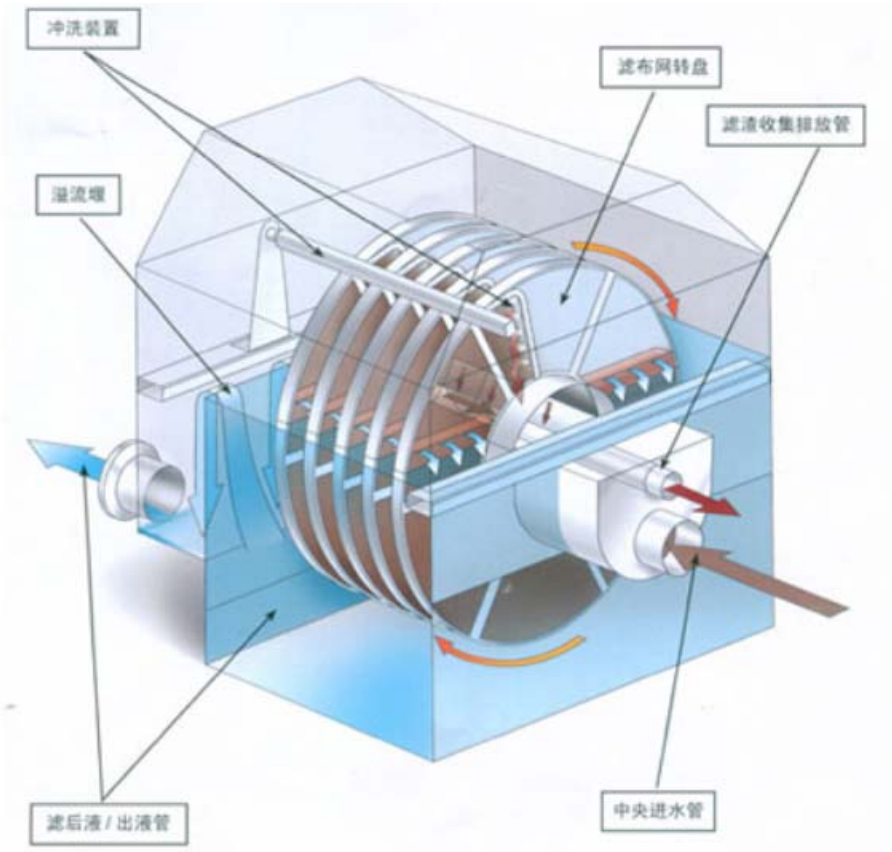



**图5.7-20 滤布滤池工艺原理示意图**

**5、 精密滤池**

精密过滤是一种去除悬浮固体的过滤装置，设备主要特点是采用了高强度不锈钢滤网，使用寿命长，维护工作少，设备集成化程度搞，占地面积小。设备主要由过滤模块、反冲洗系统、驱动系统、自控系统等组成。深度处理如果考虑对 TP 和 SS 的控制，一般需与高效沉淀池结合。

优点：结构简单；安装方便；占比面积省；反冲洗水量小，水头损失小；过滤网模块化设计，检修方便。

缺点：进口设备费用较高。

综上所述，本工程深度处理工艺需结合前端生化处理工艺方案及出水水质目标综合考虑，详见章节总体工艺方案比选。

### 5.7.4.4 总体工艺方案比选

城市污水处理厂的扩容改造受用地面积、设计进出水水质、处理水量、现状污水厂工程的工艺流程及运行情况等各方面的影响和限制，确定合适的工艺方案可以使城市污水处理厂扩容过程中与原有工程衔接并充分利用原有工程的构筑物，减少用地和投资费用，并能在尽量少拆除原有构筑物及新建构筑物的基础上对原有构筑物进行改造来实现增大处理规模和提高标准，因此在改造扩容的工程设计中必须依据相关标准并遵循相关原则，结合污水厂原有工艺及构筑物的特点及用地状况，进行合理的工艺选择，选择建设内容少、节约用地、运行稳定、维护方便的处理工艺，确保设计方案合理可行。

综合考虑茶山镇污水处理厂改扩建项目的实际情况，本次改扩建项目需要考虑的重点主要在以下方面：

（1）现状茶山镇污水处理厂的设计出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准，而本扩建项目的设计出水水质要求执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准中的较严值。这就要求改扩建项目的工艺需进一步对污水中的污染物进行去除。

（2）现状茶山镇污水处理厂的设计处理规模为 5 万 $m^3/d$，总变化系数为 1.38；而本项目要求在原厂范围内进行改扩建，扩建后总处理规模达到 9.5 万 $m^3/d$，总变化系数取 1.3。现状扩容规模大，处理能力几乎翻倍，这在国内扩容案例中均属于少见。

（3）根据茶山镇污水系统布局，全镇大部分区域内的污水均进入茶山镇污水厂进行处理，且没有其他污水厂可以联动调配，因此，本项目改扩建期间，要尽量避免现状污水厂停产，确需停产或减产时需考虑临时应急处理措施，减少污水溢流事故对环境造成影响。

考虑到本项目扩建用地极为紧张且不规整，按常规处理工艺（改良 AAO 生化池+二沉池+深度处理）进行扩容是布置不下的，经过多次现场调研和多方沟通，本项目提出以下三个技术路线：

1、采用膜生物反应器（MBR）与生物处理单元结合工艺，通过物理截留方式，提高生化池的生物浓度和种群数量，极大的节省用地，且处理效果稳定；

2、采用移动床生物膜反应器（MBBR）工艺，在现状生化池中投加一定数量的悬浮填料，可以提高生物池中的生物量和生物种类，达到扩容目的；

3、考虑全厂分两个系列，一个系列采用 MBR 膜工艺实现原位部分扩容，另一系列在厂内空地上采用节省用地的曝气生物滤池（BAF）工艺进行扩建。

MBR 工艺是一种由膜分离单元与生物处理单元相结合的技术，以膜系统取代二沉池以实现泥水分离，在生物反应器中保持较高的活性污泥浓度，从而降低污泥负荷同时提高反应器的容积负荷，减少污水处理设施占地。

MBBR 工艺常规是将活性污泥法与生物膜法相结合，既有悬浮态微生物，又有附着态微生物，通过填料可使系统中生物量增加，好氧区投加可提高有机物的去除和硝化作用，缺氧区投加可强化反硝化作用，从而提升系统的处理能力。

BAF 工艺是采用生物膜法对污水进行生物处理，工艺流程短、占地面积省，污染物容积负荷高，可根据不同水质和要求处理程度选择不同的组合工艺形式，本项目可选择前置反硝化生物滤池+C/N 曝气生物滤池组合工艺。

基于上述三种技术路线，结合茶山镇污水处理厂改扩建项目的实际情况和目标，本可研提出三种技改扩容方案，简述如下。

## 一、 方案 1：五段式 Bardenpho+MBR 工艺

### 1、 总体方案

本方案采用新建处理设施与现状处理设施挖潜相结合的方法，利用现状一期二沉池改造成生化池进行生化池扩容，通过新建隔墙重新分区，将现状生化池和二沉池组合成五段式 Bardenpho 工艺，并新建 MBR 膜池，通过组合工艺达到扩容目标。该方案主要内容有：新建细格栅及旋流沉砂池、精细格栅、前端生化池、MBR 膜池及配

套设备间、生物除臭系统等生产构筑物；改造部分主要包括粗格栅及进水泵房新增粗格栅及污水提升泵、现状生化池及二沉池改造、曝气系统更换、提标 A-MBR 膜池改造、紫外消毒渠新增紫外消毒设备、鼓风机房新增曝气风机及配套风管、变配电间新增变压器及配电柜等电气设备、现状加药间拆除、污泥浓缩脱水车间改造并新增污泥浓缩脱水设备及加药系统、其他辅助设施等。经过新建部分和改造部分使得茶山厂总处理规模达到 9.5 万 $m^3/d$。

本方案中考虑新建 MBR 膜池规模为平均流量 5 万 $m^3/d$，高峰流量 6.5 万 $m^3/d$，提标 A-MBR 膜池保持现状处理能力，新建 MBR 膜池与一期提标 A-MBR 膜池共同承接五段式 Bardenpho 生物池的来水，进一步处理后经消毒达标排放。本方案会改变提标项目的运行条件，需增加膜池至前端五段式 Bardenpho 生物池的混合液回流，因此提标项目膜池中的混合液污泥浓度会增加（达到 8g/L 左右）。新建 MBR 膜池与提标 A-MBR 膜池并联运行的模式能充分充分调动提标项目 MBR 膜池的处理能力，保持提标 A 池污泥活性，提高反硝化效率，同时减小新建 MBR 膜池规模，节省设备投资费用，且有空间预留膜组器空位作为备用，有利于后期应对水量冲击及设备检修等工况。具体方案布置如下。

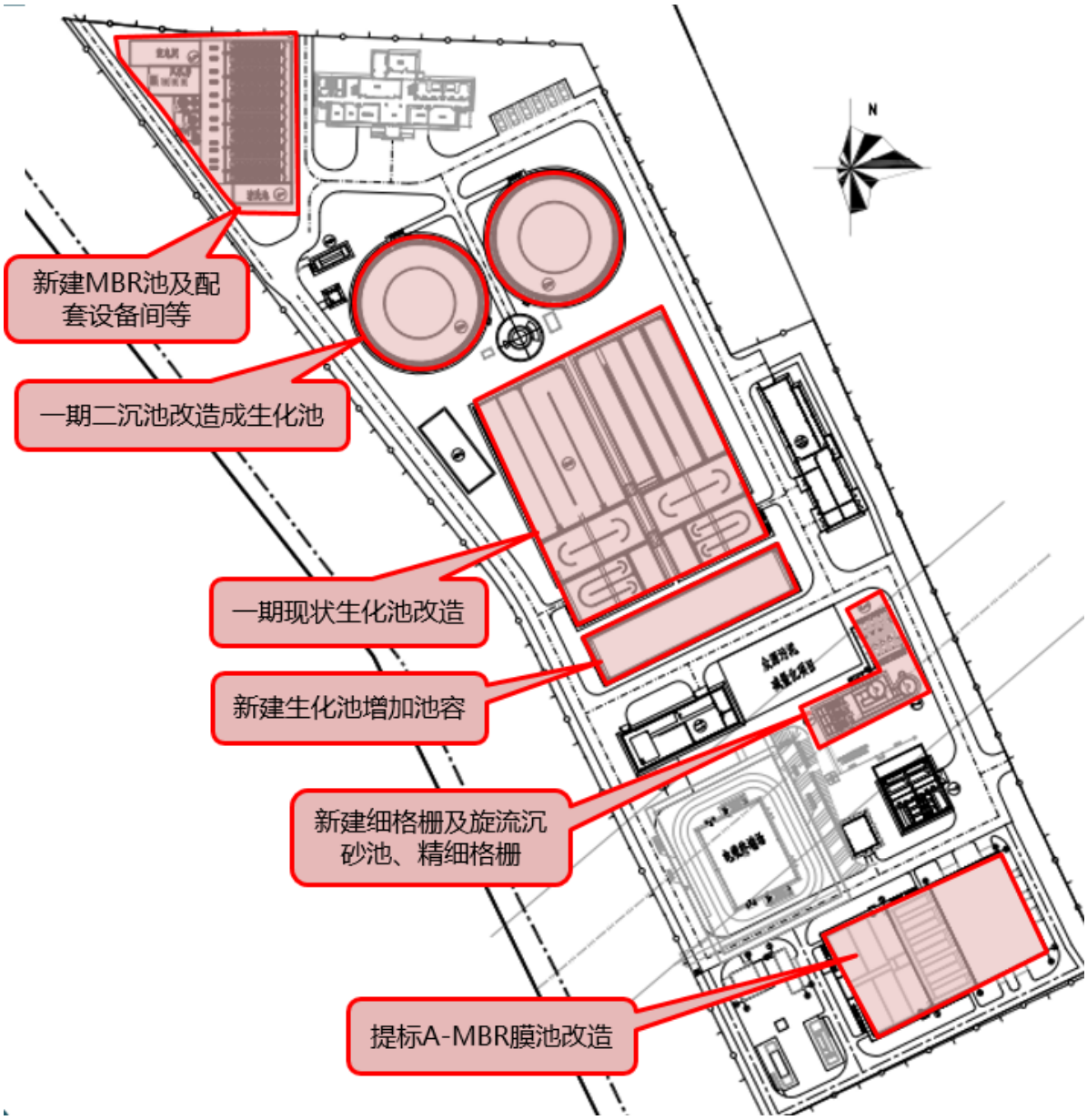



图5.7-21 五段式 Bardenpho+MBR 工艺方案平面布置

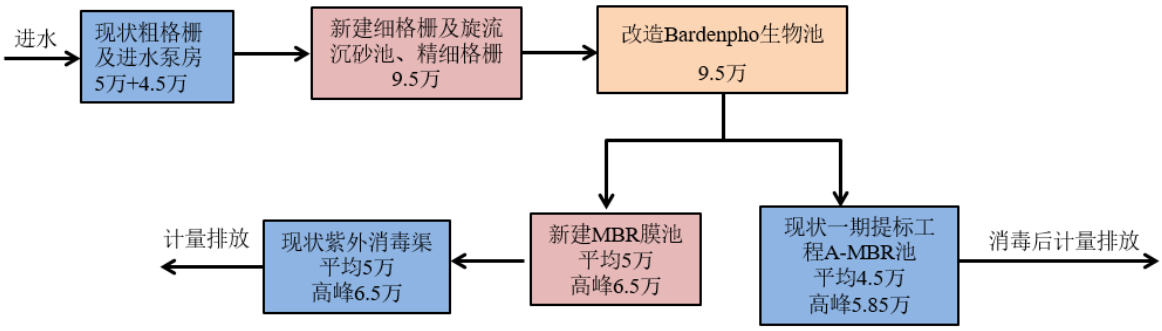



图5.7-22 五段式 Bardenpho+MBR 工艺方案工艺流程

## 2、 核心工艺描述

（1）预处理段

本方案的预处理段主要包括粗格栅及进水泵房、细格栅及旋流沉砂池和精细格栅。粗格栅及进水泵房利用现状土建，新增粗格栅、潜污泵等设备达到扩容后规模，粗格栅采用钢丝绳牵引式格栅除污机，栅条间隙 20mm，与现状保持一致。细格栅及旋流沉砂池和精细格栅均为新建，细格栅拟采用孔径为 5mm 的内进流孔板式格栅除污机，精细格栅拟采用孔径为 1mm 的内进流孔板式格栅除污机。

（2）五段式 Bardenpho 生物池

本方案生物处理段采用五段式 Bardenpho 生物池与 MBR 膜池相结合的工艺。五段式 Bardenpho 生物池考虑拆除一期现状细格栅及旋流沉砂池、加药间，新建 1 座生化池，并利用现状生物池和二沉池进行改造，3 部分池体组成完整的生化池系统，整体分隔成 5 段，分为厌氧区、第一缺氧区、第一好氧区、第二缺氧区、第二好氧区。新建池体作为厌氧区，现状生化池原预缺氧区和厌氧区均改成缺氧区，与原缺氧区一起作为第一缺氧区，原好氧区作为第一好氧区，现状二沉池中间新建圆形内隔墙将二沉池分隔成两个区，隔墙外作为第二缺氧区，隔墙内作为第二好氧区。在好氧区设置曝气系统提供氧气制造好氧环境，在不需曝气的各阶段设置潜水搅拌器或推流器，使区域内污水达到完全混合状态。

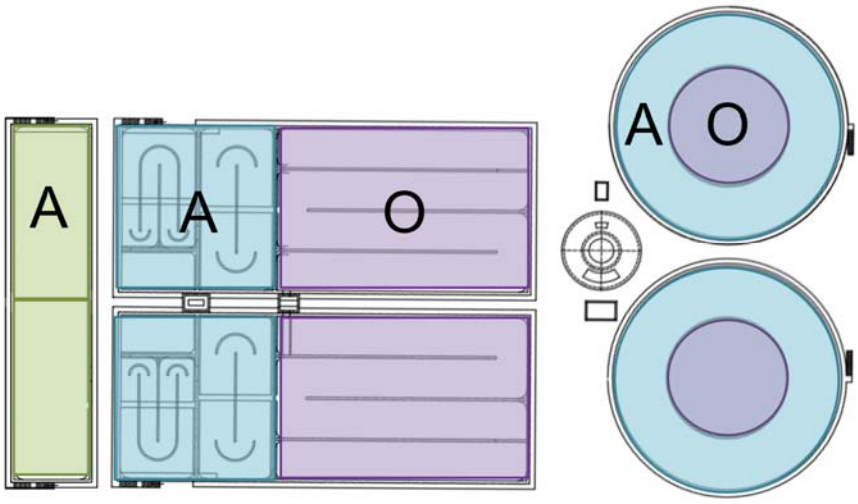



**图5.7-23 五段式 Bardenpho 改造方案**

改造后生物池的厌氧区接受来自前端的污水和第一缺氧区回流的污水，二者在厌氧池混合，污水中含有易降解有机物(VFA)，聚磷菌释放磷并储存能量以便在好氧区过量吸磷，通过聚磷菌的厌氧释磷和好氧过量吸磷的过程使污水中的磷去除；第一缺氧区主要接受来自厌氧池的污水和来自第一好氧区回流的混合液，在缺氧区内发生反硝化作用，反硝化的污水从缺氧区进入好氧区完成硝化作用并对污水中所含的有机物

进行降解以及聚磷菌对磷的吸收作用。第二好氧区无硝化液回流，所增设的第二缺氧区及第二好氧区起强化脱氮和提高出水水质的作用。

（3）MBR 膜池

本方案新建 1 座 MBR 膜池及配套设备间，与提标项目的 A-MBR 膜池并联运行，共同承接来自前端五段式 Bardenpho 生物池的来水。采用浸没式中空纤维膜，膜孔径≤0.1μm，设计平均净膜通量为 18.0L/m$^2$·h，高峰运行通量为 23.4L/m$^2$·h。

膜组件由风机提供空气进行膜丝的振荡吹扫，避免污泥附着于膜丝。在膜设备间需要设置水反洗、化学药洗及恢复性化学清洗等设施来对膜组件进行清洗，以保证膜组件保持较高的膜通量，从而可以持续、稳定的处理污水，且采用自动化水平较高的在线化学清洗方式来减少人工的劳动强度。

膜池需回流至五段式 Bardenpho 生物池第一好氧区，膜池回流液大大提高了生物池中的生物浓度和种群数量，特别是像硝化菌这类不易形成菌胶团的细菌被截留，实现反应器水力停留时间(HRT)和污泥龄(SRT)的完全分离，运行控制灵活稳定，生物降解效率提高，实现处理水量大幅提升的目标。

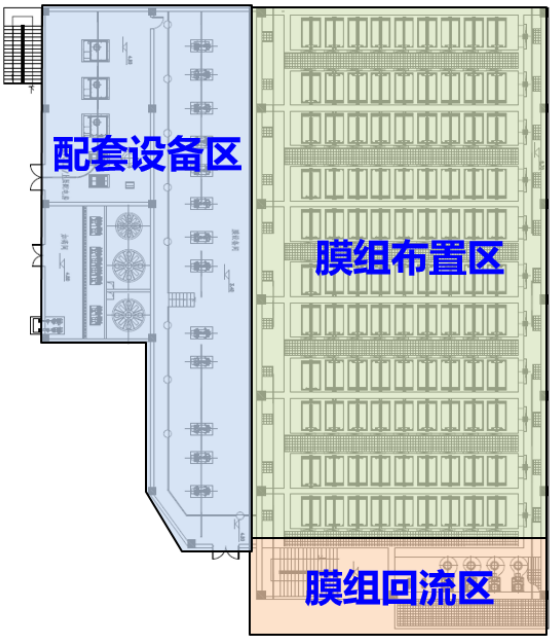



**图5.7-24 新建 MBR 膜池布置方案**

### 3、 改造流程

本方案改造流程及时序安排如下：

（1）新建预处理区、MBR 膜池及配套设备间、以及其他附属管线设施；

（2）分组改造，先改造其中一组现状生化池，同时改造现状鼓风机房、配电间、

加药间、脱水车间等配套设施；

（3）短时停水，改造一期现状配套管线，接通改造后的一组生化池和 MBR 膜池等构筑物；

（4）改造另一组现状生化池和两组二沉池，新建前端生化池，安装设备，调试运行。

**表5.7-4 方案 1 主要构（建）筑物改造内容**

| 序号 | 构筑物名称 | 无需减产或停产改造内容 | 减产改造内容 | 停产改造内容 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 粗格栅及进水泵房 | 新增粗格栅及附件安装<br>新增水泵及配套管路附件安装 | —— | 出水总管与现状管路接通 |
| 2 | 细格栅及旋流沉砂池 | 新建池体、设备及配套管路附件安装 | —— | —— |
| 3 | 精细格栅 | 新建池体、设备及配套管路附件安装 | —— | —— |
| 4 | 五段式 Bardenpho 生物池 | —— | 新建池体、现状生化池、二沉池分组改造：含新建内隔墙、进出水管改造、池体开孔、二沉池池体加高、更换及新增曝气系统、回流泵安装等 | 现状生化池出水井新增闸门 |
| 5 | MBR 膜池及配套设备间 | 新建池体、设备及配套管路附件安装 | —— | —— |
| 6 | 提标 A-MBR 池 | —— | 进水管开孔、新增曝气系统、混合液回流泵及配套设施、新增膜组器等 | —— |
| 7 | 紫外消毒渠 | 紫外灯管更新 | —— | 进出水工艺管接通 |
| 8 | 污泥浓缩脱水车间 | 外墙拆除、楼板改造，新增设备及配套管路安装 | —— | —— |
| 9 | 鼓风机房及变配电间 | 新增鼓风机及配套风管安装，管沟开挖 | 分组更换大变压器，新建电缆沟，高、低压配电柜安装 | 高压接线 |
| 10 | 加药间 | 拆除现状土建，新增加药系统整合于脱水车间内 | —— | —— |
| 11 | 除臭系统 | 新建生物除臭滤池及配套收集臭气风管，池体加可移动式盖板 | —— | —— |

| 序号 | 构筑物名称 | 无需减产或停产改造内容 | 减产改造内容 | 停产改造内容 |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 预计工期 | 半年以上 | 约 35 天 | 约 3-7 天 |

## 二、 方案 2：泥膜混合 MBBR 系统+二沉池/MBR 膜池工艺

### 1、 总体方案

本方案采用新建处理设施与现状处理设施挖潜相结合扩容的方法，利用现状一期生化池有效池容，并拆除现状细格栅及旋流沉砂池和加药间，新建 1 座生化池，与现状生化池一起改造，通过投加一定数量的悬浮填料，改造成泥膜混合 MBBR 系统。生化池共分成 2 组，一组设计规模为平均 4.5 万 $m^3/d$，高峰 5.5 万 $m^3/d$，出水进现状二沉池处理后输送至一期提标工程；另一组设计规模为平均 5 万 $m^3/d$，高峰 6.5 万 $m^3/d$，出水接入新建的 MBR 膜池，经紫外线消毒后达标排放。

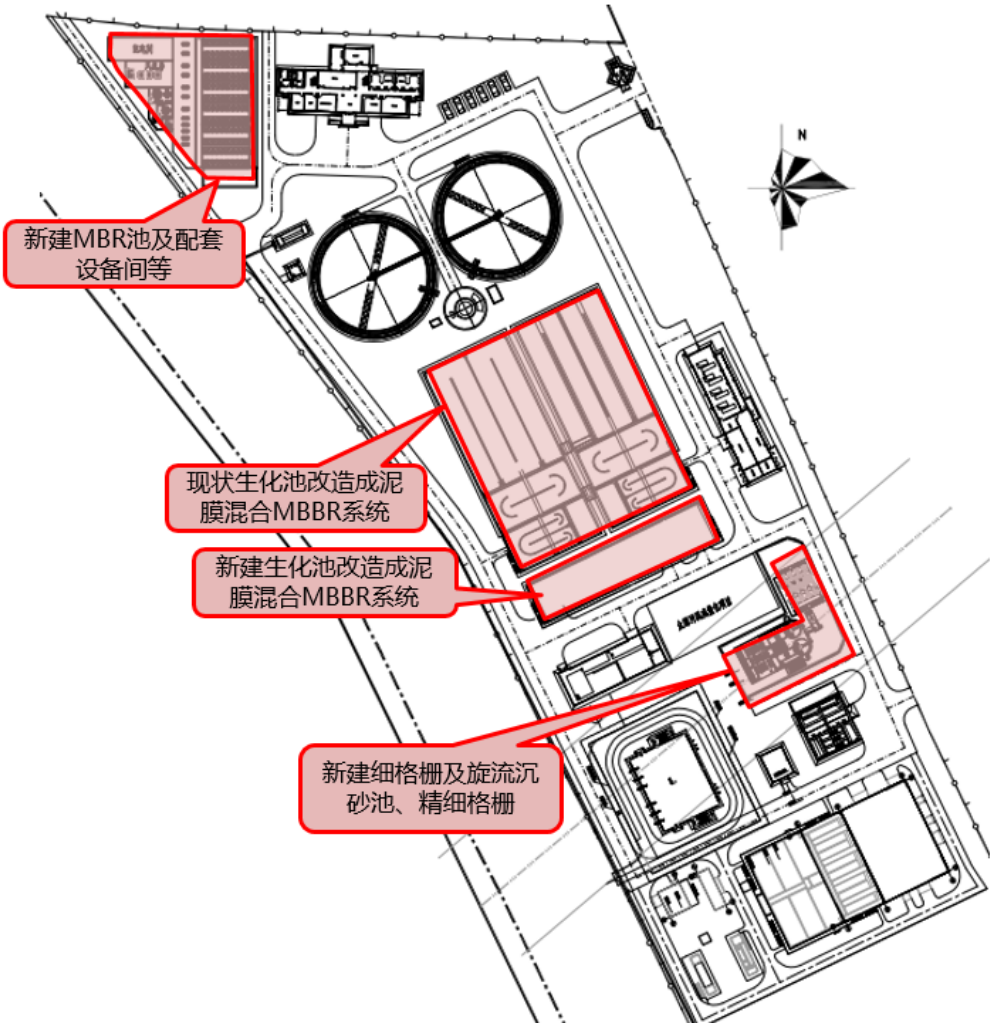



图5.7-25 泥膜混合 MBBR 系统+二沉池/MBR 膜池工艺方案平面布置

该方案主要内容有：新建细格栅及旋流沉砂池、精细格栅、生化池、MBR 膜池、生物除臭系统等生产构筑物；改造部分主要包括粗格栅及进水泵房新增粗格栅及污水提升泵、现状生化池改造、增设填料拦截系统、填料疏导系统、曝气系统更换、紫外消毒渠新增紫外消毒设备、鼓风机房新增曝气风机及配套风管、变配电间新增变压器及配电柜等电气设备、污泥脱水车间改造并新增污泥浓缩脱水设备及加药系统、其他辅助设施等。经过新建部分和改造部分使得茶山厂总处理规模达到 9.5 万 $m^3/d$，具体方案规划如下图所示。

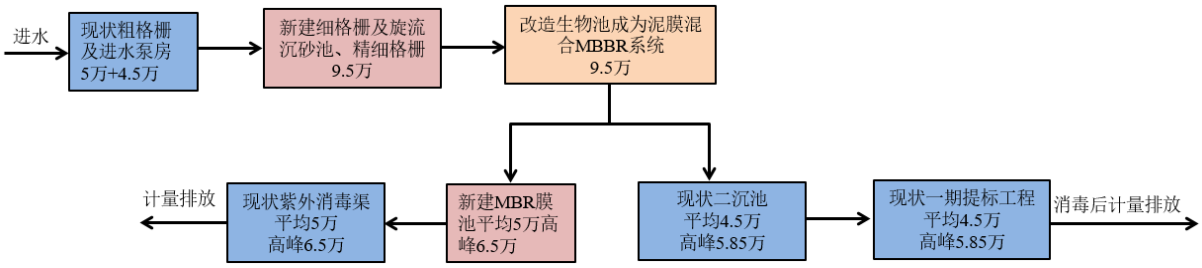



**图5.7-26 泥膜混合 MBBR 系统+二沉池/MBR 膜池工艺方案工艺流程**

**2、 核心工艺描述**

（1）预处理段

本方案的预处理段主要包括粗格栅及进水泵房、细格栅及旋流沉砂池和精细格栅。粗格栅及进水泵房利用现状土建，新增粗格栅、潜污泵等设备，粗格栅采用钢丝绳牵引式格栅除污机，栅条间隙 20mm，与现状保持一致。细格栅及旋流沉砂池和精细格栅均为新建，细格栅拟采用孔径为 5mm 的内进流孔板式格栅除污机，精细格栅拟采用孔径为 1mm 的内进流孔板式格栅除污机。

（2）泥膜混合 MBBR 系统段

本方案生物处理段采用泥膜混合 MBBR 系统工艺。利用现状生物池有效池容，并拆除现状细格栅及旋流沉砂池和加药间，新建 1 座生化池，对两座生物池进行改造，现状生化池分成 2 组，1 组作为 4.5 万 $m^3/d$ 系列的生化池，另 1 组与新建生化池组合作为 5 万 $m^3/d$ 系列的生化池。4.5 万 $m^3/d$ 系列的生化池出水接入现状二沉池进行处理，然后输送至一期提标工程进行进一步处理后达标排放；5 万 $m^3/d$ 系列的生化池出水接入新建 MBR 膜池处理，经消毒后达标排放。

每个系列生化池分隔成 3 段，分别为预缺氧区、缺氧区和好氧区，其中缺氧区和好氧区均投加悬浮填料，形成泥膜混合 MBBR 系统。4.5 万 $m^3/d$ 系列的生化池中，缺氧区和好氧区的填料填充率分别为 30%和 40%；5 万 $m^3/d$ 系列的生化池中，缺氧

区和好氧区的填料填充率分别为 35%和 50%。填料有效比表面积≥800m$^2$/m$^3$。在好氧区设置曝气系统提供氧气制造好氧环境，在不需曝气的各阶段设置潜水搅拌器，经过搅拌使区域内污水完全混合。

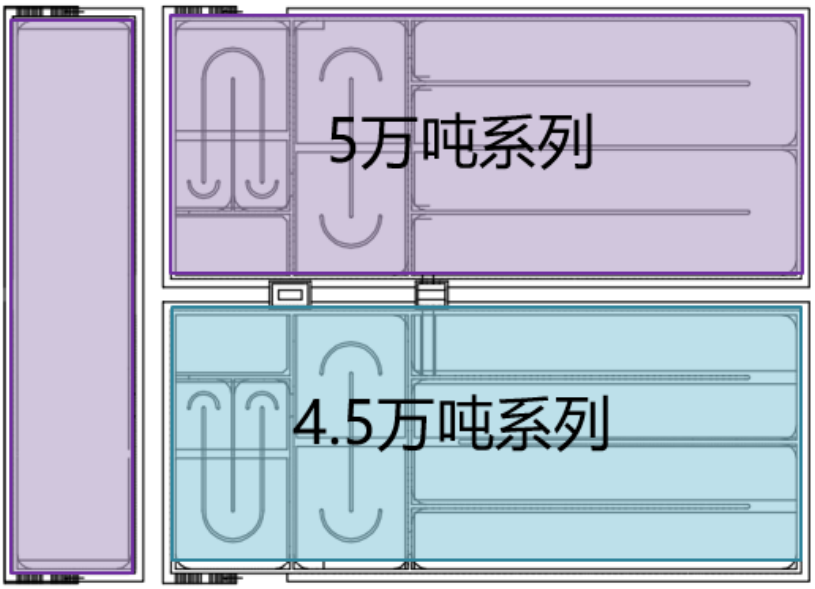



**图5.7-27 泥膜混合 MBBR 系统改造方案**

（3）MBR 膜池

本方案新建 1 座 MBR 膜池及配套设备间，与 5 万 m$^3$/d 系列生物池组合。采用浸没式中空纤维膜，膜孔径≤0.1μm，设计平均膜通量 18.0L/m$^2$·h。膜组件由风机提供空气进行膜丝的振荡吹扫，避免污泥附着于膜丝。在膜设备间需要设置水反洗、化学药

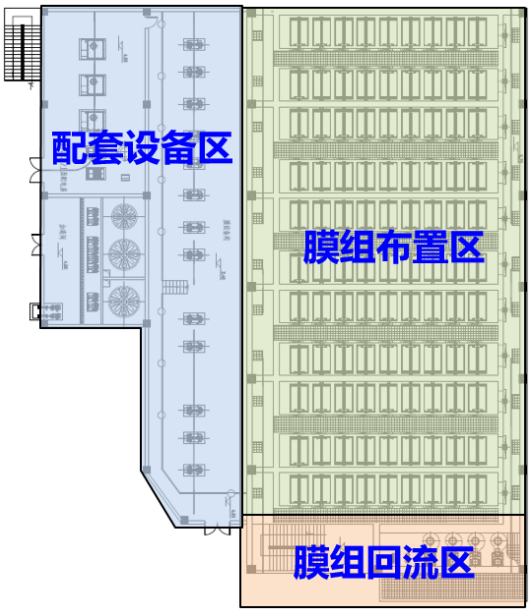



**图5.7-28 MBR 膜池布置方案**

洗及恢复性化学清洗等设施来对膜组件进行清洗，以保证膜组件保持较高的膜通量，从而可以持续、稳定的处理污水，且采用自动化水平较高的在线化学清洗方式来减少人工的劳动强度。

**3、 改造流程**

本方案改造流程及时序安排如下：

（1）新建预处理区、MBR 膜池及其他附属管线设施；

（2）分组停水改造，先改造其中一组现状生化池，同时新建生化池；

（3）短时停水，接通改造后的一组工艺构筑物；

（4）改造另一组现状生化池，同时改造现状鼓风机房、配电间、脱水车间等配套设施，安装设备，调试运行。

**表5.7-5 方案 2 主要构（建）筑物改造内容**

| 序号 | 构筑物名称 | 无需减产或停产改造内容 | 减产改造内容 | 停产改造内容 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 粗格栅及进水泵房 | 新增粗格栅及附件安装<br>新增水泵及配套管路附件安装 | —— | 出水总管与现状管路接通 |
| 2 | 细格栅及旋流沉砂池 | 新建池体、设备及配套管路附件安装 | —— | —— |
| 3 | 精细格栅 | 新建池体、设备及配套管路附件安装 | —— | —— |
| 4 | 生化池改造成泥膜混合 MBBR 系统 | —— | 生化池分组改造：<br>含新建生化池、进出水管改造、池体开孔、悬浮填料进出水拦截系统、填料疏导系统、更换及新增曝气系统、搅拌器、回流泵安装等 | 现状生化池出水井新增闸门 |
| 5 | MBR 膜池 | 新建池体、设备及配套管路附件安装 | —— | —— |
| 6 | 紫外消毒渠 | 新增紫外设备及配套附件安装 | —— | 进出水工艺管接通 |
| 7 | 污泥脱水单元 | 外墙拆除、楼板改造，新增设备及配套管路安装 | —— | —— |
| 8 | 鼓风机房及变配电间 | 新增鼓风机及配套风管安装，管沟开挖 | 分组更换大变压器，新建电缆沟，高、低压配电柜安装 | 高压接线 |
| 9 | 加药间 | 拆除现状土建，新增加药系统整合于脱水车间内 | —— | —— |

| 序号 | 构筑物名称 | 无需减产或停产改造内容 | 减产改造内容 | 停产改造内容 |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 除臭系统 | 新建生物除臭滤池及配套收集臭气风管，池体加可移动式盖板 | —— | —— |
| 11 | 预计工期 | 半年以上 | 约 40 天<br>（恢复至高峰 5.85 万 $m^3/d$） | 约 3-7 天 |

## 三、 方案 3：五段式 Bardenpho+MBR 工艺/超磁预处理+BAF 工艺

### 1、 总体方案

本方案采用新建处理设施与现状处理设施挖潜相结合的方法，将全厂分为两个系列。其中一系列利用现状一期二沉池进行改造，通过新建隔墙重新分区，将现状生化池和 1 组二沉池改造组合成五段式 Bardenpho 工艺，另 1 组二沉池改造成 MBR 膜池，与提标 A-MBR 膜池并联运行，共同承接五段式 Bardenpho 生物池来水，该系列处理规模为 6.5 万 $m^3/d$；另一系列采用“超磁预处理+前置反硝化生物滤池+C/N 曝气生物滤池”工艺，出水经消毒后达标排放，该系列处理规模为 3 万 $m^3/d$。

该方案主要内容有：新建细格栅及旋流沉砂池、精细格栅、超磁预处理、前置反硝化生物滤池、C/N 曝气生物滤池、生物除臭系统等生产构筑物；改造部分主要包括粗格栅及进水泵房新增粗格栅及污水提升泵、现状生化池及 1 组二沉池改造成生化池、曝气系统更换、1 组现状二沉池改造成 MBR 膜池及配套设备间、紫外消毒渠新增紫外消毒设备、鼓风机房新增曝气风机及配套风管、变配电间新增变压器及配电柜等电气设备、加药间改造及新增加药系统、污泥脱水车间改造并新增污泥浓缩脱水设备、其他辅助设施等。经过新建部分和改造部分使得茶山厂总处理规模达到 9.5 万 $m^3/d$。

本方案中考虑二沉池改造成 MBR 膜池的设计规模为平均流量 3 万 $m^3/d$，高峰流量 3.9 万 $m^3/d$；提标 A-MBR 膜池降低其处理能力，平均流量 3.5 万 $m^3/d$，高峰流量 4.55 万 $m^3/d$。改造 MBR 膜池与一期提标 A-MBR 膜池共同承接五段式 Bardenpho 生物池的来水，进一步处理后经消毒达标排放。本方案同样会改变提标项目的运行条件，需增加膜池至前端五段式 Bardenpho 生物池的混合液回流，因此提标项目膜池中的混合液污泥浓度会增加（达到 8g/L 左右）。改造 MBR 膜池与提标 A-MBR 膜池并联运行的模式能充分充分调动提标项目 MBR 膜池的处理能力，保持提标 A 池污泥活性，提高反硝化效率，同时减小改造 MBR 膜池的设计规模，节省设备投资费用，且有空间预留膜组器空位作为备用，有利于后期应对水量冲击及设备检修等工况。具体方案

布置如下。

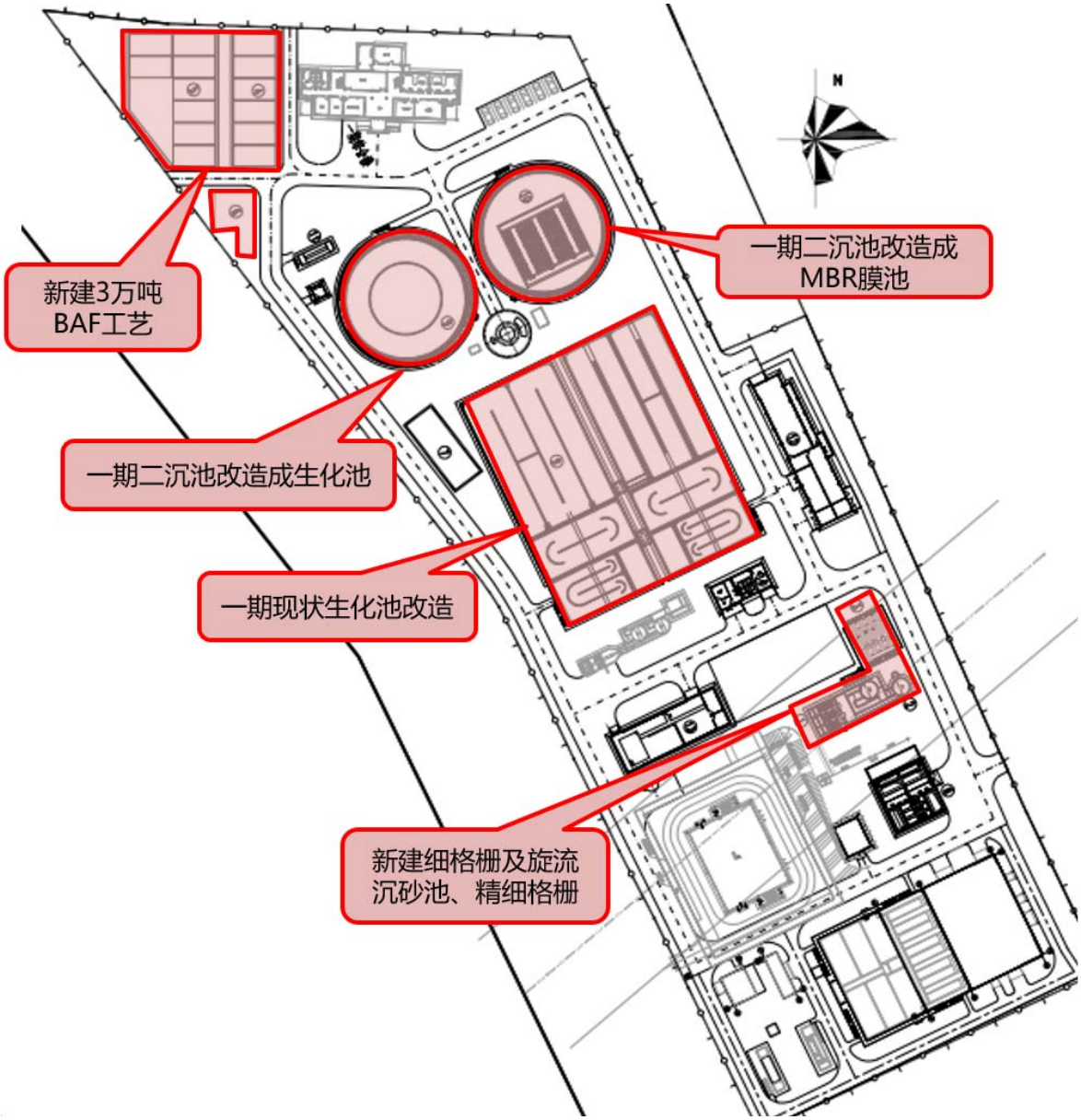



**图5.7-29 五段式 Bardenpho+MBR 工艺/超磁预处理+BAF 工艺方案平面布置**

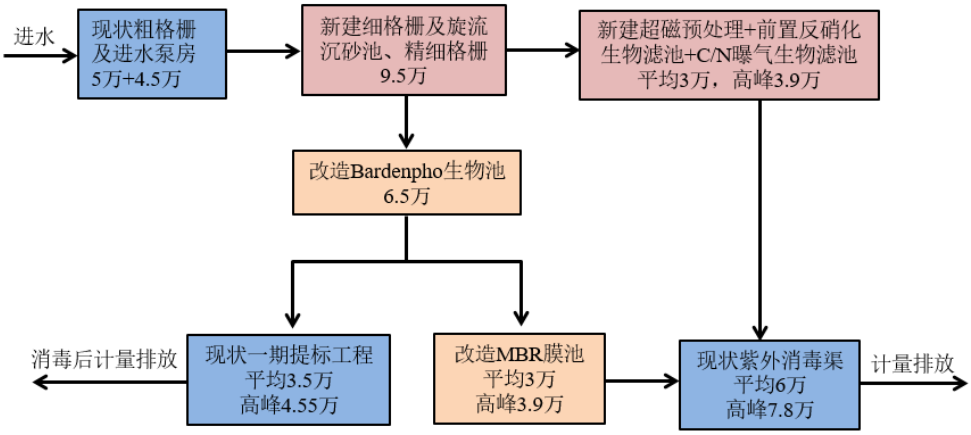



**图5.7-30 五段式 Bardenpho+MBR 工艺/超磁预处理+BAF 工艺方案工艺流程**

## 2、 核心工艺描述

（1）预处理段

本方案的预处理段主要包括粗格栅及进水泵房、细格栅及旋流沉砂池和精细格栅。粗格栅及进水泵房利用现状土建，新增粗格栅、潜污泵等设备达到扩容后规模，粗格栅采用钢丝绳牵引式格栅除污机，栅条间隙 20mm，与现状保持一致。细格栅及旋流沉砂池和精细格栅均为新建，细格栅拟采用孔径为 5mm 的内进流孔板式格栅除污机，精细格栅拟采用孔径为 1mm 的内进流孔板式格栅除污机。

（2）五段式 Bardenpho+MBR 工艺系列

五段式 Bardenpho+MBR 工艺系列中，生物处理段采用五段式 Bardenpho 生物池与 MBR 膜池相结合的工艺。五段式 Bardenpho 生物池考虑利用现状生物池和 1 组二沉池进行改造，整体分隔成 5 段，分为厌氧区、第一缺氧区、第一好氧区、第二缺氧区、第二好氧区。保持现状生化池前端预缺氧区和厌氧区不动，将现状生化池好氧区第一个廊道至第二廊道中段改成缺氧区，剩余廊道作为第一好氧区，现状二沉池中间新建圆形内隔墙将二沉池分隔成两个区，隔墙外作为第二缺氧区，隔墙内作为第二好氧区。在好氧区设置曝气系统提供氧气制造好氧环境，在不需曝气的各阶段设置潜水搅拌器，经过搅拌使区域内污水完全混合。

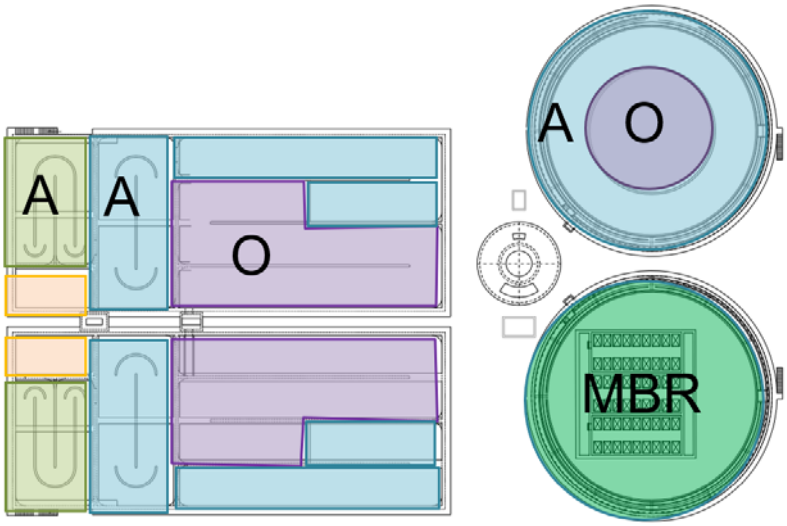



**图5.7-31 五段式 Bardenpho+MBR 工艺系列改造方案**

生物池的厌氧区接受来自预缺氧区的污水和第一缺氧区回流的污水，二者在厌氧池混合，来自预缺氧区的水中含有易降解有机物(VFA)，聚磷菌释放磷并储存能量以便在好氧池过量吸收磷，通过聚磷菌的厌氧释磷和好氧过量吸磷的过程使污水中的磷去除；第一缺氧区主要接受来自厌氧池的污水和来自第一好氧池回流的混合液，在缺

氧池内发生反硝化作用，反硝化的污水从缺氧池进入好氧池完成硝化作用并对污水中所含的有机物进行降解以及聚磷菌对磷的吸收作用。第二好氧池无硝化液回流，所增设的第二缺氧区及第二好氧区起强化脱氮和提高出水水质的作用。

五段式 Bardenpho+MBR 工艺系列中，MBR 膜池为 1 组二沉池改造，并与提标项目 A-MBR 膜池并联运行，共同承接来自前端五段式 Bardenpho 生物池的来水。改造后的 MBR 膜池采用浸没式中空纤维膜，膜孔径≤0.1μm，设计平均膜通量为 15.0L/m$^2$·h，高峰运行通量为 19.50L/m$^2$·h。

膜组件由风机提供空气进行膜丝的振荡吹扫，避免污泥附着于膜丝。在膜设备间需要设置水反洗、化学药洗及恢复性化学清洗等设施来对膜组件进行清洗，以保证膜组件保持较高的膜通量，从而可以持续、稳定的处理污水，且采用自动化水平较高的在线化学清洗方式来减少人工的劳动强度。

膜池需回流至五段式 Bardenpho 生物池第一好氧区，膜池回流液大大提高了生物池中的生物浓度和种群数量，特别是像硝化菌这类不易形成菌胶团的细菌被截留，实现反应器水力停留时间(HRT)和污泥龄(SRT)的完全分离，运行控制灵活稳定，生物降解效率提高，实现处理水量大幅提升的目标。

（3）超磁预处理+BAF 工艺系列

超磁预处理工艺采用成套设备，由加药装置、混凝反应装置、超磁分离机和磁分离回收装置四个部分组成。经前端预处理后的污水，与混凝反应装置中投加的磁种、PAC 和 PAM 三种物质生成以磁种作为“核”的磁性絮团，然后利用超磁分离机的高强磁力实现磁性絮团与水的快速分离，达到水质净化目的。该工艺处理水量大，设备占地小，设备可做成一体化集装箱，放置于其他构筑物上部，节省用地，适用于本项目用地紧张的条件。

本方案中考虑采用 2 套超磁预处理一体化设备，单套处理能力 1.5 万 m$^3$/d，因用地受限，考虑将其放置于 C/N 曝气生物滤池上部，该设备处理工艺流程如下。

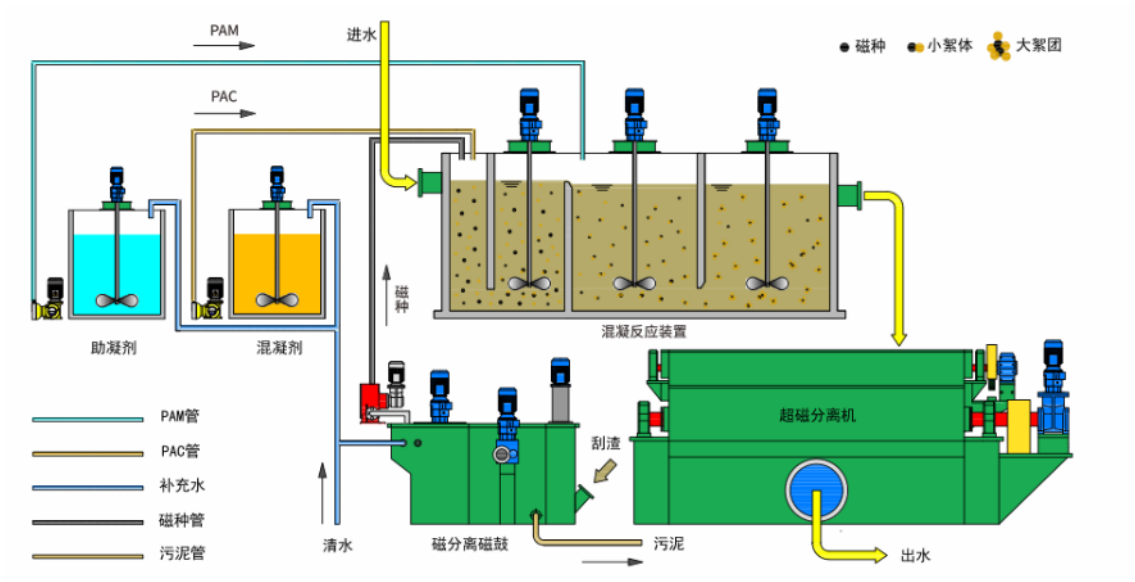



**图5.7-32 超磁预处理工艺流程示意图**

污水经超磁预处理设备后，可去除大部分 SS 等悬浮物，出水 SS 可达 30-50mg/L。超磁设备出水至上向流反硝化滤池，在上向流反硝化滤池中利用污水中的碳源做电子供体，与污水中的硝态氮发生反硝化反应，使 TN 降低，确保总氮达标排放，并考虑预留外加碳源设备，确保碳源不足时可以补充，保证达标。

经反硝化滤池处理后出水自流至 C/N 曝气生物滤池，通过鼓风机曝气保持曝气生物滤池好氧状态，经由生物膜的新陈代谢作用将有机物分解为 $CO_2$ 和 $H_2O$，将氨氮氧化为亚酸盐和硝酸盐，从而达到去除 $NH_3$-N、$BOD_5$ 的目的。C/N 曝气生物滤池出水自流进入反冲洗水池，硝化液回流（回流比 200%）至反硝化滤池前端，剩余出水经提升泵房提升后进入后续处理工艺（消毒）后，达标排放。

单个滤池反冲洗过程中，需降低水量运行，通过前端进水联动调节实现。反洗进水从反冲洗水池取水，对滤池进行反冲洗，产生的反冲洗废水排至前端预处理工艺。

本方案中，因用地受限，DN 反硝化滤池滤料考虑采用陶粒、火山岩等重质滤料，滤料层厚度 4.0m，滤池分 6 格，单格尺寸为 12m×6m，峰值反硝化负荷为 0.65kg/m$^3$·d，峰值表面水力负荷为 13.02m/h（考虑回流）；C/N 曝气生物滤池滤料考虑采用陶粒、火山岩等重质滤料，滤料层厚度 4.0m，滤池分 8 格，单格尺寸为 12m×6m，峰值硝化负荷为 0.49kg/m$^3$·d，峰值 $BOD_5$ 负荷为 2.34kg/m$^3$·d，峰值表面水力负荷为 3.26m/h。滤池配套设备间单独设置，位于滤池用地南侧空地，主要配备滤池曝气风机及反冲洗风机等设备。

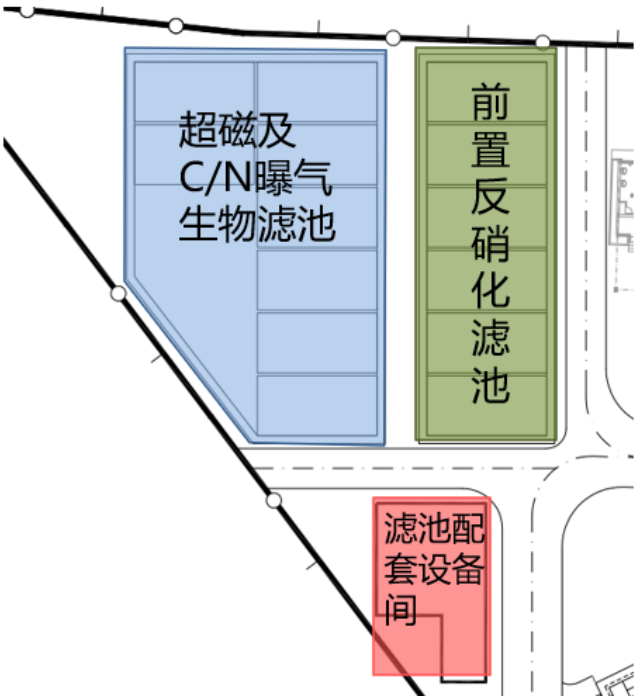



**图5.7-33 超磁预处理+BAF 工艺系列布置方案**

**3、 改造流程**

本方案改造流程及时序安排如下：

（1）新建预处理区、BAF 工艺及配套设备间、以及其他附属管线设施；

（2）接通 BAF 工艺系列，分组改造现状生化池、二沉池及提标 A-MBR 膜池；

（3）短时停水，接通改造后的工艺构筑物；

（4）以上步骤同时改造现状鼓风机房、配电间、加药间、脱水车间等配套设施，安装设备，调试运行。

**表5.7-6 方案 3 主要构（建）筑物改造内容**

| 序号 | 构筑物名称 | 无需减产或停产改造内容 | 减产改造内容 | 停产改造内容 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 粗格栅及进水泵房 | 新增粗格栅及附件安装<br>新增水泵及配套管路附件安装 | —— | 出水总管与现状管路接通 |
| 2 | 细格栅及旋流沉砂池 | 新建池体、设备及配套管路附件安装 | —— | —— |
| 3 | 精细格栅 | 新建池体、设备及配套管路附件安装 | —— | —— |

| 序号 | 构筑物名称 | 无需减产或停产改造内容 | 减产改造内容 | 停产改造内容 |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 现状生物池、二沉池、提标膜池改造 | —— | 分组改造：含新建内隔墙、池体加高、加顶盖、进出水管改造、池体开孔、更换及新增曝气系统、回流泵安装及配套管线、新增膜组器等 | 现状生化池出水井新增闸门 |
| 5 | 超磁及BAF工艺构筑物、配套设备间 | 新建池体、建筑等土建，设备及配套管路附件安装 | —— | —— |
| 6 | 一期紫外消毒渠 | 新增紫外设备及配套附件安装 | —— | 进出水工艺管接通 |
| 7 | 污泥浓缩脱水车间 | 外墙拆除、楼板改造，新增设备及配套管路安装 | —— | —— |
| 8 | 鼓风机房及变配电间 | 新增鼓风机及配套风管安装，管沟开挖 | 分组更换大变压器，新建电缆沟，高、低压配电柜安装 | 高压接线 |
| 9 | 加药间 | 拆除现状溶药池，新增药剂罐及配套加药系统 | —— | —— |
| 10 | 除臭系统 | 新建生物除臭滤池及配套收集臭气风管，池体加可移动式盖板 | —— | —— |
| **11** | **预计工期** | **半年以上** | **提标减产约 45 天，全厂可不减产** | **约 3-7 天** |

## 四、 总体工艺方案比选

基于上述分析，对三个总体工艺方案比选如下：

**表5.7-7 总体工艺方案比选表**

| 比较项目 | 方案 1 | 方案 2 | 方案 3 |
|---|---|---|---|
| **处理工艺** | 五段式 Bardenpho+MBR 工艺 | 泥膜混合 MBBR 系统+二沉池/MBR 膜池工艺 | 五段式 Bardenpho+MBR 工艺/超磁预处理+BAF 工艺 |
| **处理规模** | 9.5 万 $m^3$/d，kz 取 1.3 | 9.5 万 $m^3$/d，kz 取 1.3 | 9.5 万 $m^3$/d，kz 取 1.3 |

| 比较项目 | 方案 1 | 方案 2 | 方案 3 |
| --- | --- | --- | --- |
| **方案要点** | 拆除现状池体扩容生化池，改造一期二沉池为生化池，后接新建 MBR 膜池和提标项目 A-MBR 池 | 拆除现状池体扩容生化池，投加悬浮填料，成为泥膜混合 MBBR 系统，后接二沉池/MBR 膜池 | 对现状二沉池进行改造，1 座改造成生化池，另 1 座改造成 MBR 膜池，与提标 A-MBR 膜池并联运行；另一系列采用“超磁预处理+前置反硝化生物滤池+C/N 曝气生物滤池”工艺扩建 |
| **对提标的影响** | 需对提标 A-MBR 池进行改造，承接生化池来水，并新增混合液回流系统，膜池内设计污泥浓度增高，能充分发挥其处理能效，提高去除效率。 | 不改动提标，提标进水水质由一级 B 提至一级 A 标准，提标膜池功能主要变成过滤，未充分利用其处理能力，造成资源的浪费。 | 需对提标 A-MBR 池进行改造，承接生化池来水，并新增混合液回流系统，膜池内设计污泥浓度增高，能充分发挥其处理能效，提高去除效率；且降低了提标处理水量，减小过膜通量，进一步保障提标出水达标。 |
| **运维难度** | 案例较多，经验丰富，且新建膜池系列可与提标系列实现水量调配，运维难度小 | 南方案例较少，无运行经验，且两组系列工艺不同、运维模式不同，整体运维难度大 | MBR 工艺案例较多，运维难度小；BAF 工艺用于二级处理本地案例较少，缺乏运行经验，且滤池易堵塞；全厂两组系列工艺不同，运维模式不同，整体运维难度大 |
| **方案优点** | 1、采用 MBR 工艺，节省用地，出水水质好且稳定，系统自动化程度高。<br>2、与提标项目并联运行，有利于调动提标项目膜池的处理能力，提高提标处理效率。<br>3、采用五段式 Bardenpho 工艺，两段缺氧、好氧，强化脱氮（90~95%），前端厌氧，兼具除磷优势。 | 1、保留现状二沉池，且表面负荷降低（1.27☞1.01），对一期提标运营基本无影响。<br>2、一组采用泥膜混合系统+MBR 组合工艺，出水水质好。 | 1、一组采用 MBR 工艺，原位扩容，出水水质好且稳定，系统自动化程度高；且与提标项目并联运行，有利于调动提标项目膜池的处理效率。<br>2、另一组采用 BAF 工艺，建设期间不影响一期生产，建成后可弥补改造期间一期减产的处理水量，实现全厂基本不减产。 |

| 比较项目 | 方案 1 | 方案 2 | 方案 3 |
|---|---|---|---|
| **方案缺点** | 1、MBR 膜设备投资高，膜寿命为 5~8 年（进口膜 8~10 年），后期膜设备更换成本高。<br>2、MBR 膜工艺需曝气吹扫防止膜堵塞，电耗药耗费用高（约占全厂的 30~40%）。<br>3、膜污染及膜性能衰减问题不可避免，需通过多种技术手段控制。 | 1、MBR 膜设备投资高，运行费用高，需控制膜污染问题。<br>2、改造后生化池段取消厌氧区，生物除磷效果差，化学除磷成本高。<br>3、生化段停留时间偏短（5.76h），抗冲击负荷能力相对较差。<br>4、全厂两组系列采用不同工艺，处理水量不同，运维模式不同，操作复杂程度较高。<br>5、悬浮填料填充率较高，流化状态不易控制，存在堆积、老化、沉降等问题，填料质量至关重要。 | 1、MBR 膜设备投资高，运行费用高，需控制膜污染问题。二沉池改造 MBR 膜池系列用地紧张，水泵、风机、加药等设备考虑放置于池内合建，易造成设备泡水风险。<br>2、全厂两组系列采用不同工艺，处理水量不同，运维模式不同，操作复杂程度较高。<br>3、BAF 工艺滤池水损大，出水需二次提升，增加能耗；滤料易堵塞，需频繁反洗，抗水量水质冲击负荷能力差、应对异常水质能力差，且后续无提质空间。<br>4、前端采用超磁预处理去除大部分 SS，需投加 PAM、磁种等，跑磁现象及药剂的投加将加剧滤料堵塞。<br>5、滤池埋深较深，涉及深基坑，且四周均离现状建筑较近，需加强基坑支护和安全防护，施工难度大，费用高。 |

通过以上对比结果，方案 1、方案 2、方案 3 均可扩容至 9.5 万 $m^3/d$，且总变化系数为 1.3；方案 2 和方案 3 均采用两种组合工艺，全厂两组生产线处理水量不同，运维模式不同，操作较为复杂；方案 2 采用泥膜混合 MBBR 系统+二沉池/MBR 膜池工艺，生化池停留时间短，填料填充率高，填料流化状态不易控制；方案 3 采用五段式 Bardenpho+MBR 工艺/超磁预处理+BAF 工艺，扩建膜池由现状二沉池改造，布局存在限制，无专用设备间，运营存在一定风险，BAF 工艺滤料易堵塞，抗水量水质冲击负荷能力差，应对异常水质能力差，且后续无提质空间；方案 1 采用五段式 Bardenpho+MBR 工艺，该工艺两段流程均较为成熟，五段式 Bardenpho 工艺脱氮除磷效率高，MBR 工艺出水水质好且稳定，且提标工艺采用的也是 MBR 工艺，运行经验丰富，新建 MBR 膜池与提标项目膜池并联运行，有利于调动提标项目膜池的处理能力，提高提标处理效率。基于以上分析对比，本可研**拟推荐采用方案 1，即“五段式 Bardenpho+MBR 工艺”**作为茶山镇污水处理厂改扩建项目的主体工艺。

### 5.7.4.5 拆除现状二沉池新建生化池方案比选

综上，本项目推荐采用“五段式 Bardenpho+MBR 工艺”作为主体工艺。基于此工艺，考虑到现状二沉池池深较浅，且为圆形，外围未利用空间较多，且改造成生化池施工难度较大，增加池容有限，因此可考虑将现状二沉池拆除，原址新建 1 座生化池，可进一步挖潜，利用现状土地空间，加大生化池池容，提高系统稳定性。下面对该拆除方案进行简要介绍。

**1、 总体方案**

本方案采用新建处理设施与现状处理设施挖潜相结合的方法，通过拆除现状一期二沉池，新建 1 座生化池，并拆除一期现状细格栅及旋流沉砂池、加药间，新建 1 座前端生化池，现状生化池通过新建隔墙重新分区，将现状生化池和新建生化池组合成五段式 Bardenpho 工艺，并新建 MBR 膜池，通过组合工艺达到扩容目标。该方案主要内容有：新建细格栅及旋流沉砂池、精细格栅、MBR 膜池及配套设备间、生物除臭系统等生产构筑物；改造部分主要包括粗格栅及进水泵房新增粗格栅及污水提升泵、现状生化池改造及曝气系统更换、、现状二沉池拆除并新建生化池、提标 A-MBR 膜池改造、紫外消毒渠新增紫外消毒设备、鼓风机房新增曝气风机及配套风管、变配电间新增变压器及配电柜等电气设备、现状加药间拆除、污泥脱水车间改造并新增污泥浓缩脱水设备及加药系统、其他辅助设施等。经过新建部分和改造部分使得茶山厂总处理规模达到 9.5 万 $m^3/d$。

本方案后端新建 MBR 膜池规模与前述改造二沉池方案一致，平均流量 5 万 $m^3/d$，高峰流量 6.5 万 $m^3/d$，提标 A-MBR 膜池保持现状处理能力，新建 MBR 膜池与一期提标 A-MBR 膜池共同承接五段式 Bardenpho 生物池的来水，进一步处理后经消毒达标排放。本方案同样会改变提标项目的运行条件，需增加膜池至前端生物池的混合液回流，因此提标项目膜池中的混合液污泥浓度会增加（达到 8g/L 左右）。新建 MBR 膜池与提标 A-MBR 膜池并联运行的模式能充分充分调动提标项目 MBR 膜池的处理能力，保持提标 A 池污泥活性，提高反硝化效率，同时减小新建 MBR 膜池规模，节省设备投资费用，且有空间预留膜组器空位作为备用，有利于后期应对水量冲击及设备检修等工况。具体方案布置如下。

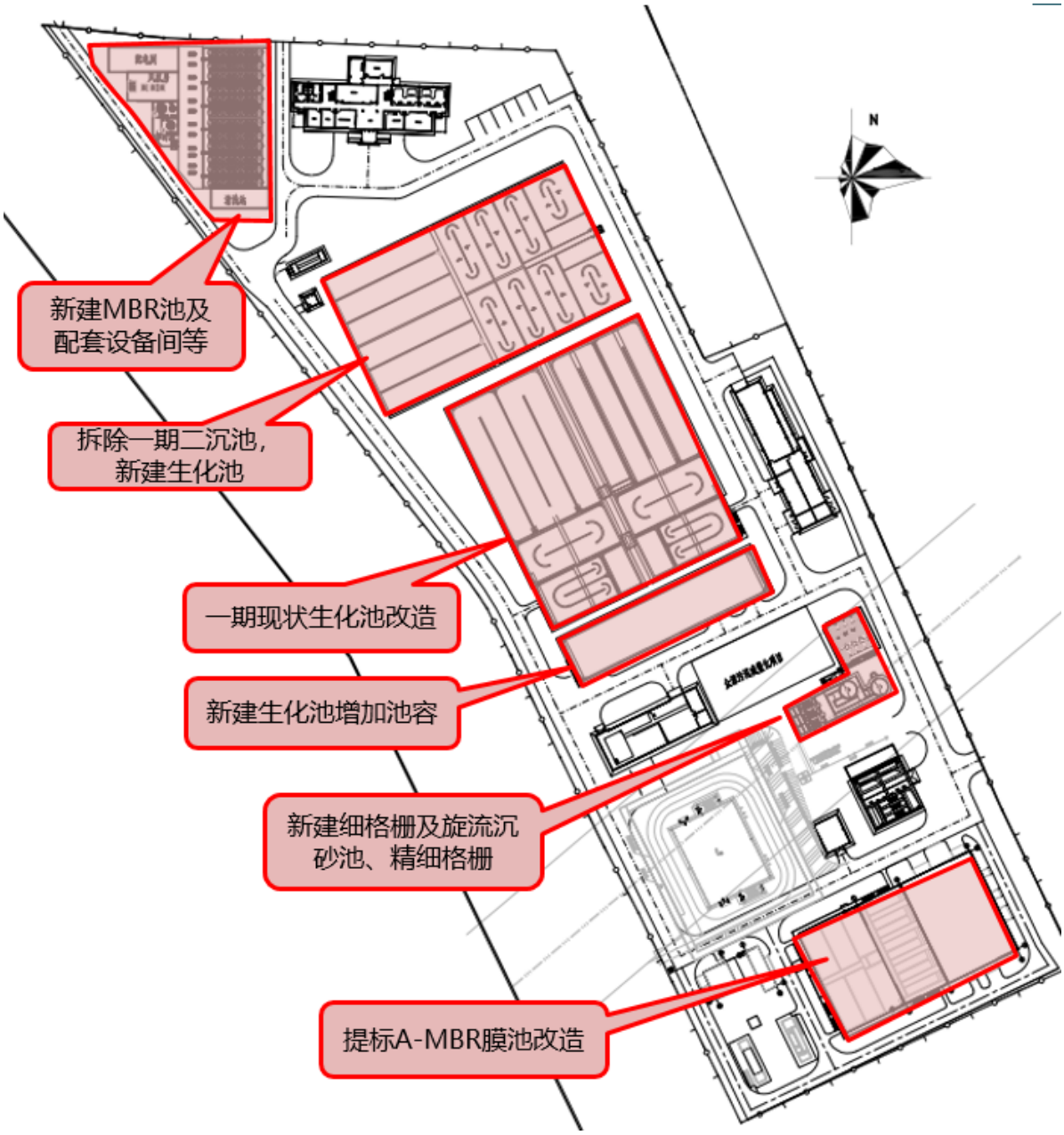



图5.7-34 拆除现状二沉池新建生化池方案平面布置

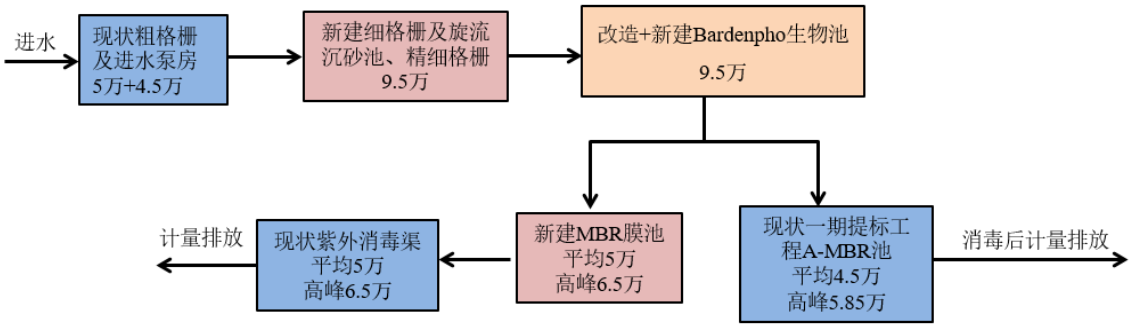



图5.7-35 拆除现状二沉池新建生化池方案工艺流程

## 2、 核心工艺描述

（1）预处理段

本方案的预处理段主要包括粗格栅及进水泵房、细格栅及旋流沉砂池和精细格栅。粗格栅及进水泵房利用现状土建，新增粗格栅、潜污泵等设备达到扩容后规模，粗格栅采用钢丝绳牵引式格栅除污机，栅条间隙 20mm，与现状保持一致。细格栅及旋流沉砂池和精细格栅均为新建，细格栅拟采用孔径为 5mm 的内进流孔板式格栅除污机，精细格栅拟采用孔径为 1mm 的内进流孔板式格栅除污机。

（2）五段式 Bardenpho 生物池

本方案生物处理段采用五段式 Bardenpho 生物池与 MBR 膜池相结合的工艺。根据用地情况，五段式 Bardenpho 生物池可分为 3 部分，分别为拆除一期现状细格栅及旋流沉砂池和加药间新建前端生化池、改造现状生化池、拆除现状二沉池新建生化池。根据有效池容，分配各生化池处理流量，将 3 部分池体分为两组系列。其中，新建前端生化池和现状生化池改造后作为第一组系列，平均流量 5.5 万 $m^3/d$；拆除现状二沉池新建生化池作为第二组系列，平均流量 4 万 $m^3/d$。两组系列并联运行，总处理规模 9.5 万 $m^3/d$。

生化池系统分隔成 5 段，分为厌氧区、第一缺氧区、第一好氧区、第二缺氧区、第二好氧区。在好氧区设置曝气系统提供氧气制造好氧环境，在不需曝气的各阶段设置潜水搅拌器或推流器，使区域内污水达到完全混合状态。生物池的厌氧区接受来自前端的污水和第一缺氧区回流的污水，二者在厌氧池混合，污水中含有易降解有机物(VFA)，聚磷菌释放磷并储存能量以便在好氧区过量吸磷，通过聚磷菌的厌氧释磷和好氧过量吸磷的过程使污水中的磷去除；第一缺氧区主要接受来自厌氧池的污水和来自第一好氧区回流的混合液，在缺氧区内发生反硝化作用，反硝化的污水从缺氧区进入好氧区完成硝化作用并对污水中所含的有机物进行降解以及聚磷菌对磷的吸收作用。第二好氧区无硝化液回流，所增设的第二缺氧区及第二好氧区起强化脱氮和提高出水水质的作用。

本方案生化池设计停留时间如下：

第一组系列：总停留时间约 11.20h，其中厌氧区停留时间约 1.77h，总缺氧区停留时间约 4.30h，总好氧区停留时间约 5.13h；

第二组系列：总停留时间约 11.20h，其中厌氧区停留时间约 1.50h，总缺氧区停留时间约 4.30h，总好氧区停留时间约 5.40h。

（3）MBR 膜池

本方案新建 1 座 MBR 膜池及配套设备间，与提标项目的 A-MBR 膜池并联运行，

共同承接来自前端五段式 Bardenpho 生物池的来水。新建膜池设计规模与改造二沉池方案一致，采用浸没式中空纤维膜，膜孔径≤0.1μm，设计平均净膜通量为 18.0L/m$^2$·h，高峰运行通量为 23.4L/m$^2$·h。

膜池需回流至五段式 Bardenpho 生物池第一好氧区，膜池回流液大大提高了生物池中的生物浓度和种群数量，特别是像硝化菌这类不易形成菌胶团的细菌被截留，实现反应器水力停留时间(HRT)和污泥龄(SRT)的完全分离，运行控制灵活稳定，生物降解效率提高，实现处理水量大幅提升的目标。

**3、 改造方案与拆除方案对比**

基于上述分析，对改造现状二沉池为生化池（改造方案）和拆除现状二沉池新建生化池（拆除方案）两个方案比选如下：

**表5.7-8 改造方案和拆除方案比选表**

| 比较项目 | 改造方案 | 拆除方案 |
|---|---|---|
| 处理工艺 | 五段式 Bardenpho+MBR 工艺 | 五段式 Bardenpho+MBR 工艺 |
| 处理规模 | 9.5 万 m$^3$/d，kz 取 1.3 | 9.5 万 m$^3$/d，kz 取 1.3 |
| 方案要点 | 改造一期二沉池为生化池，后接新建 MBR 膜池和提标项目 A-MBR 池，<br>两级 MBR 膜池并联运行 | 拆除现状二沉池新建生化池，后接新建 MBR 膜池和提标项目 A-MBR 池，<br>两级 MBR 膜池并联运行 |
| 投资费用 | 总投资约 1.77 亿元 | 总投资约 1.88 亿元 |
| 运行费用 | 约 0.86 元/m$^3$ | 约 0.95 元/m$^3$ |
| 对提标的影响 | 需对提标 A-MBR 池进行改造，<br>承接生化池来水，并新增混合液<br>回流系统 | 需对提标 A-MBR 池进行改造，<br>承接生化池来水，并新增混合液<br>回流系统 |
| 运维难度 | 生化池作为一个整体，串联运行，<br>水量分配较为均匀；<br>生化池停留时间富余量不多，<br>运维管理需要更精细化、智能化 | 两组生化池并联运行，处理水量不同，需要考虑配水均匀性；<br>生化池停留时间有一定富余，<br>系统稳定性更高 |
| 施工难度 | 现状生化池改造后设计过流量变化较大，涉及内部孔洞、隔墙改造及回流泵等设备改造；<br>现状二沉池改造涉及池体加高、新增内隔墙、池体开孔接管多项改造内容，改造工程量较大；<br>整体改造施工难度较大。 | 现状生化池设计规模变化较小，<br>改造量较小；<br>新建生化池均为拆除现状构筑物新建，除离现状构筑物较近外，其余施工条件较好；<br>整体施工难度较小。 |

| 比较项目 | 改造方案 | 拆除方案 |
| --- | --- | --- |
| 改造工期及对一期生产的影响 | 整体改造工期约 11.5 个月；涉及一期减产时间约 35 天，停产时间约 5 天。 | 整体施工工期约 14 个月；涉及一期减产时间约 60 天，停产时间约 7 天；整个施工期间，处理水量均下降，高峰水量按 5.5 万吨运行。 |

通过以上对比结果，改造方案和拆除方案均采用“五段式 Bardenpho+MBR 工艺”为主体工艺，可扩容至总规模 9.5 万 $m^3/d$，且总变化系数为 1.3；拆除方案考虑拆除现状二沉池新建生化池，虽然增加了生化池停留时间约 2h，系统稳定性提高，现状改造工程量较小，施工难度较小，但新建生化池体量大，土建及地基处理费用较高，且施工工序较为复杂，涉及多次接驳和运行工况调整，整体施工工期长、减产、停产时间较长，施工期间处理水量下降，防溢流措施费用增加，因此，该方案总体经济效益不高；改造方案考虑改造一期现状二沉池为生化池，虽改造工程量和施工难度较大，但技术上可行，生化池停留时间满足设计需求，通过精细管理能够实现水质达标目的，且改造施工工期尽量压缩，施工工序有效衔接，使一期减产或停产时间尽可能短，减少污水溢流风险，该方案经济效益明显。

基于以上分析对比，本可研**拟推荐采用改造方案，即前述方案 1“五段式 Bardenpho+MBR 工艺”**作为茶山镇污水处理厂改扩建项目的主体工艺。

### 5.7.4.6 出水消毒技术方案

消毒是污水处理工艺流程中必不可少的工序，为保证公共卫生安全，防治传染性疾病传播，根据《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GBl8918-2002)一级 A 标准的要求，出水中粪大肠菌群数需≤1000 个/L，因此，污水处理厂的设计中必须考虑设置消毒设施。

消毒方式大体上可分为物理法和化学法二种。物理方法有加热、冷冻、γ 或 X 射线照射、紫外线和微波消毒等；化学法主要采用化学药剂进行消毒，如氯气、二氧化氯、臭氧、高锰酸钾、次氯酸钠、过氧化氢、过乙酸、重金属及其化合物等。目前，在国内外污水处理厂中，常用的消毒方法有液氯（及其附属产品）和紫外线消毒。

**1、 液氯消毒**

氯作为一种强氧化性消毒剂，由于其杀菌能力强，价格低廉，使用简单，是目前污水消毒中应用最广泛的消毒剂，已经积累了大量的实践经验。氯气消毒自 1908 年

问世以来，随着水质分析技术的不断发展和完善，科学家们对液氯消毒在水处理上的应用重新进行了评估和研究，发现氯气消毒具有以下缺点：

①氯会与水中腐殖酸类物质反应形成致癌的卤代烃（THMs）；

②氯会与酚类反应形成有怪味的氯酚；

③氯与水中的氨反应形成消毒效力低的氯胺，而且排入水体后对鱼类有危害；

④氯在 pH 值较高时消毒效力大幅度下降；

⑤氯长期使用会引起某些微生物的抗曲线性。有鉴于此，人们对其它的代用消毒剂产生了很大兴趣并进行了广泛的研究，其中二氧化氯在最近几年更是引起了人们的极大关注。

**2、 二氧化氯消毒**

与氯不同，二氧化氯的一个重要特点是在碱性条件仍具有很好的杀菌能力。由于二氧化氯不会与氨反应，因此在高 pH 值含氨的系统中可发挥极好的杀菌作用。而且二氧化氯对藻类也具有很好的杀灭作用。

二氧化氯与腐植酸、富量酸和灰黄素作用都不会生成三氯甲烷，主要生成苯多羧酸、二元脂肪酸、羧苯基二羟乙酸、一元脂肪酸四类氧化产物，它们的至突变性比较低。

应用二氧化氯消毒也存在一些问题，加入到水中的二氧化氯有 50%~70%转变为 $ClO_2$、$ClO_3$。很多试验表明 $ClO_2$、$ClO_3$，对血红细胞有损害。对碘的吸收代谢有干扰，还会使血液胆固醇升高：使用二氧化氯消毒水有特殊的气味，据调查，这是由于从水中逸出的二氧化氯与空气中的有机物反应所致。此外二氧化氯消毒会使污水处理成本升高。

**3、 紫外线消毒法**

紫外线是近十多年来发展得最快的一种方法。在一些国家，紫外线有逐步取代氯消毒，成为污水处理厂主要消毒方式的趋势。

紫外线消毒的基本原理为：紫外线对微生物的遗传物质（即 DNA）有畸变作用，在吸收了一定剂量的紫外线后，DNA 的结合键断裂，细胞失去活力，无法进行繁殖，细菌数量大幅度减少，达到灭菌的目的。因为当紫外线的波长为 254nm 时，DNA 对紫外线的吸收达到最大，在这一波长具有最大能量输出的低压水银弧灯被广泛使用，在水量较大时，也使用中压或高压水银弧灯。

紫外线消毒的主要优点是灭菌效率高，作用时间短，危险性小，无二次污染等。

并且消毒时间短，不需建造较大的接触池，只扩建现状消毒渠即可，占地面积和土建费用大大减少。缺点是设备投资高，灯管寿命短，运行费用高，管理维修麻烦，抗悬浮固体干扰的能力差，对水中 SS 浓度有严格要求。

**4、 次氯酸钠消毒**

次氯酸钠（SodiumHypochlorite），化学式为 NaClO，是钠的次氯酸盐。次氯酸钠是强氧化剂，也是一种广谱高效消毒药，是各领域应用最广泛的含氯消毒剂之一，可广泛应用于人、畜医疗卫生防疫，如饮用水消毒、疫源地消毒、污水处理、畜禽养殖场消毒等。

次氯酸钠的消毒机理与液氯一致，$ClO^-$离子在水中低 pH 时，产生 HCIO 杀灭病菌。次氯酸钠液体投入水中，瞬时水解形成氯酸和次氯酸根，反应式如下 $NaClO+H_2O=HClO+NaOH$，因次氯酸是很小的中性分子，不带电荷，能迅速扩散到带负电的菌(病毒)体表面，并通过细菌的细胞壁，穿透到细菌内，次氯酸极强氧化性破坏了菌体和病毒上的蛋白质等酶系统，从而杀死病原微生物。次氯酸钠溶液主要杀菌成分为次氯酸，并能分解形成新生态氧，其氧化性使菌体和病毒上的蛋白质等物质变性，产生的氯离子显著改变细菌和病毒体的渗透压，从而致死病原微生物。

与液氯消毒相比，次氯酸钠消毒工艺运行方便，基建费用低。某国新建的城市污水处理厂一般都采用 NaClO 消毒工艺，老处理厂绝大部分已经或正在由液氯消毒改为次氯酸钠消毒。其理由是两种方法的基建费用、直接运行费用(主要是药费)和设备维护费用之和基本相当，但次氯酸钠消毒方法具有运行方便和安全等突出优点。

**表5.7-9 各种消毒技术的比较**

| 类型 | 液氯 | 二氧化氯 | 紫外线 | 次氯酸钠 |
|---|---|---|---|---|
| **接触时间** | 约 30min | 约 30min | 2s-4s | 约 30min |
| **消毒效果** | 对细菌灭活能力强、对芽孢灭活能力差 | 对病原微生物杀灭效果好 | 具有广谱性 | 具有广谱性 |
| **二次污染** | 副产物有致癌性，有二次污染 | 副产物有致癌性，有二次污染 | 无 | 无 |
| **外部环境影响** | 受 pH 影响 | 受 pH 影响 | 受出水 TSS、透光率影响 | 受 pH 影响 |
| **运输和储存** | 有泄漏爆炸危险 | 有泄漏危险 | 无危险品的运输和储存 | 有泄漏危险 |

| 类型 | 液氯 | 二氧化氯 | 紫外线 | 次氯酸钠 |
|---|---|---|---|---|
| **占地** | 占地大 | 占地大 | 占地较小 | 占地较小 |

以上介绍的多种方法都可以达到消毒目的，但多数方法的运行成本太高，应用于较大型城市污水处理厂不合适。加氯方式的工程投资较低，但其占地面积大，另外液氯存在运输及贮存的危险，且在灭菌后水中残留了余氯可能会与有机物作用产生三氯甲烷等致癌物质，造成二次污染；而紫外线消毒虽投资略高，但其占地和安全可靠性方面优势很明显，杀菌能力也强于液氯，运行费用两者相当。

结合茶山镇污水处理厂现状消毒工艺采用紫外消毒法，且现状紫外消毒渠有一条超越渠，可考虑安装设备进行扩容的情况，从安全和环境保护角度出发，本项目拟采用复合消毒工艺，即**紫外线消毒法为主，次氯酸钠消毒为辅**的消毒方案，提高尾水消毒的可靠性。目前该复合消毒工艺已在东莞市多个污水厂进行应用，且效果较好。

### 5.7.4.7 化学除磷选择

**1、 原理**

化学除磷主要是向污水中投加药剂，使药剂与水中溶解性磷酸盐形成不溶性磷酸盐沉淀物，然后通过固液分离将磷从污水中去除。化学除磷的药剂主要有铁盐、铝盐和石灰。

**2、 化学除磷的必要性**

实践表明，生物除磷效果不十分稳定，在原污水 TP 浓度出现异常情况下（大于 4~5mg/L），不管采用何种生物除磷工艺都很难保证出水稳定小于 0.5mg/L，为了 TP 达标必须考虑化学除磷设施。

**3、 化学除磷工艺的选择**

化学除磷基本上都与生物处理工艺相结合。生物处理工艺与化学处理工艺的先后位置，对化学除磷效果有重要的影响，基本排列顺序有 3 种：化学单元在生物单元之前的化学预沉方案（化学强化一级处理）、化学单元在生物单元之后的化学后沉方案（三级处理）、生物单元与化学单元合并的方案（生物化学联合处理，协同沉淀）。

考虑到本项目采用五段式 Bardenpho+MBR 主体工艺，因此推荐根据进水 TP 情况**采用在好氧区末端或后缺氧区投加化学药剂除磷的方案。**

**4、 药剂选择**

在药剂选择方面，磷酸铁沉淀物最低溶解度的 pH 值为 5.5，磷酸铝沉淀物最低溶解度的 pH 值为 6.5，污水 pH 值一般在 6.5~7.5，铁盐的腐蚀性强、处理出水色度较高，聚铁对悬浮物的去除效果较差。硫酸亚铁（或酸洗废液）需要氧化预处理（加氧）转化成高铁，才能发挥絮凝沉淀作用。因此一般采用铝盐。

铝盐中应用较广泛的有硫酸铝（明矾）和碱式氯化铝（PAC），两者比较如下：

碱式氯化铝溶解性好，易于配置，配制时产渣量少。

碱式氯化铝是一种无机高分子化合物，絮凝体较硫酸铝的致密度大，形成快，易于沉降。

碱式氯化铝含 $Al_2O_3$ 成分高，投药量少，节省药耗，单价虽较硫酸铝稍贵，但综合价格与硫酸铝相似。

碱式氯化铝在广东省水行业应用广泛，积累经验丰富，产品来源广。

因此推荐采用**碱式氯化铝**作为本项目的化学除磷药剂。

### 5.7.4.8 污泥处理处置方案

**一、 污泥处理处置的原则**

污水处理过程中产生的污泥，有机物含量较高，并且很不稳定，易腐化，含有大量病菌及寄生虫，若不经妥善处理和处置将造成二次污染，必须进行必要的污泥处理和处置。污泥处理的要求是稳定化、减量化、无害化与资源化。

(1)稳定化：经机械脱水后的污泥，每公斤干固体中有机物含量为 30~50%，为避免因有机物的腐败变质造成二次污染，应进一步降低挥发性有机物的含量；

(2)减量化：进一步提高污泥的含固率，减少污泥最终处置前的体积，以降低污泥处理及最终处置的费用；

(3)无害化：去除污泥中对人体或自然界有危害的病菌、寄生虫卵、病毒及重金属等有害物质；

(4)资源化：尽可能的利用污泥中的有用物质或储藏的能量，以实现其资源价值。

在污泥处理处置工艺路线的选择中应避免片面强调资源化的倾向。目前污泥处理处置技术的发展程度，尚不能高效地实现能量回收和物质回用，以实现经济效益和节约能源的效果。污泥的资源化必须总体考虑，不能分割整个处理处置过程而强调某一局部单元工艺的效果，从而得出污泥资源化的概念。个别企业出于推销单元工艺的目的，仅仅强调其个别单元工艺可以实现能量回收和物质回用，割裂其他处理处置过程

需要投入的能量和费用，误导技术的选取，使决策者误认为污泥就是资源，污泥的处理处置可以盈利。

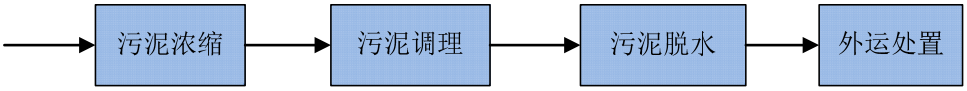
污泥处理处置是需要政府投入和建立收费体系来支撑的公益事业，应该以“减量化、稳定化、无害化”为目的，“资源化”并不是目的，而是一个重要的原则，要尽可能利用污泥处理处置过程中的能量和物质，以实现其资源价值。例如，污泥堆肥和污泥焚烧都是污泥处理的手段，而不能以生产产品、获得能量以谋取经济利益为最终目的。总体来说，污泥堆肥、污泥焚烧等投入的能量和资金必然大于能量回收和物质再利用的收益。

## 二、 污泥处理处置概述

**污泥处理**：为满足污泥最终处置方式的要求，对污泥进行的以“减量化、稳定化、无害化”为目的的全过程。

**污泥处置**：处理后的污泥，弃置于自然环境中（地面、地下、水中）或再利用，能够达到长期稳定并对生态环境无不良影响的最终消纳方式。

目前，在国内城镇污水处理中普遍采用生物除磷工艺，此时所产生的剩余污泥由于富含无机磷，进行重力浓缩时，由于浓缩池内的厌氧状态会促使磷的释放，因此需要控制好浓缩池的设计参数，经过重力浓缩池后，再进行污泥脱水。另外一种方法是经调理后直接进行机械浓缩和脱水，使用的主流设备为污泥浓缩脱水一体机。但是，由于本项目要求将污泥的含水率在厂内降低至 60%以下，而污泥浓缩脱水一体机通常的含水率控制在 80%左右，在本项目内不适合。因此，结合本项目实际情况，对下述常见的污泥处理处置技术路线进行比选。




**常见污泥处理处置技术路线**

## 三、 污泥浓缩方案比选

污泥浓缩是污泥处理的第一阶段，污泥浓缩的主要目的是使污泥体积缩小，减小污泥后续处理构筑物的规模和处理设备的容量。污水处理过程中产生的污泥含水率很高，一般情况下剩余污泥含水率为 99.2%~99.6%，体积非常大。污泥经浓缩处理后体积将大大减小，含水率可达到 97%~98%，仍保持流动状态。

污泥浓缩的方法主要包括重力浓缩、气浮浓缩和机械浓缩。机械浓缩又包括离心

浓缩、带式浓缩和叠螺浓缩等。各种浓缩方法的优缺点如下表所示：

**表5.7-10 各种污泥浓缩方法的优缺点比较**

| 浓缩方法 | 优点 | 缺点 |
|---|---|---|
| **重力浓缩** | 储存污泥能力强；操作要求不高；运行费用低；动力消耗小 | 占地面积大；污泥易发解，产生臭气，某些污泥性质不稳，浓缩效果不理想 |
| **气浮浓缩** | 浓缩效果较理想；不受季节影响，运行效果稳定；所需池容积仅为重力法的 1/10，占地面积较小；臭气问题小；能去除油脂和砂砾 | 运行费用低于离心浓缩，但高于重力浓缩；操作要求高；污泥储存能力小；占地比离心浓缩大 |
| **离心浓缩** | 只需少量土地可取得较高的处理能力；几乎不存在臭气问题 | 要求专用的离心机；电耗大；对操作人员要求较高 |
| **带式浓缩** | 工艺性能的控制能力强；处理能力大；相对低的资本投资；相对低的电力消耗；添加很少聚合物便可获得较高的固体浓度 | 占地空间大，不宜挪动；会产生现场清洁问题；依赖于添加聚合物；操作水平要求较高；存在潜在的臭气问题；存在潜在的腐蚀问题 |
| **叠螺浓缩** | 连续性运作，不间断；人工成本低；占地空间小，体积小；相对低的资本投资；相对低的电耗、水耗，维护成本低；容易获得高的固体浓度 | 不适用于颗粒物多、杂质多、硬度高的大块状固体；处理能力有限 |

重力浓缩池是国内污水厂应用最多的污泥浓缩工艺，但占地面积较大，不适合用于本项目；气浮浓缩占地虽比重力浓缩小，但比机械浓缩还是大很多。本项目因用地较为紧张，无用地用于建设浓缩池，只能通过对现状污泥浓缩脱水车间进行改造，新增设备，且原设计污泥脱水采用的离心浓缩脱水机，出泥含水率只能达到 80%。因此，本项目考虑拆除现状离心浓缩脱水机，采用体积更小的**叠螺浓缩机**，达到污泥浓缩需求，后续经污泥脱水使污泥含水率降至出厂目标。

## 四、 污泥脱水方案比选

城镇污水处理系统产生的污泥，尤其是活性污泥脱水性能一般较差，因此污泥在机械脱水前，一般应进行预处理调质，以改善其脱水性能，提高脱水设备的生产能力，获得综合的技经济效果。污泥调质方法有物理调质和化学调质两大类。物理调质有淘洗法、冷冻法和热潮等方法；化学调质则主要通过向污泥中投加化学药剂，改善其脱水性能。以上调质方法在实际中都有应用，但以化学调质为主，原因是化学调质流程简单，操作简单，且调质效果较稳定。

目前，污泥脱水常用的几种设备形式有：带式压滤脱水机、离心脱水机、板框压滤脱水机和螺旋压榨脱水机，四种脱水机械的性能比较如下表所示。

**表5.7-11 四种脱水机机械性能比较**

| 比较项目 | 带式压滤脱水机 | 离心脱水机 | 板框压滤脱水机 | 螺旋压榨脱水机 |
|---|---|---|---|---|
| **脱水设备部分配置** | 进泥泵、带式压滤脱水机、滤带清洗系统、卸料系统、控制系统 | 进泥螺杆泵、离心脱水机、卸料系统、控制系统 | 进泥泵、板框压滤脱水机、冲洗水泵、空压系统、卸料系统、控制系统 | 进泥泵、螺旋压榨脱水机、冲洗水泵、空压系统、卸料系统、控制系统 |
| **进泥含固率要求（%）** | 3~5 | 2~3 | 1.5~3 | 0.8~5 |
| **脱水污泥含固率（%）** | 20 | 25 | 30 | 25 |
| **运行状态** | 可连续运行 | 可连续运行 | 间歇式运行 | 可连续运行 |
| **操作环境** | 开放式 | 封闭式 | 开放式 | 封闭式 |
| **设备占地** | 大 | 紧凑 | 大 | 紧凑 |
| **冲洗水量** | 大 | 少 | 大 | 很少 |
| **需更换的磨损件** | 滤布 | 基本无 | 滤布 | 基本无 |
| **噪声** | 小 | 较大 | 较大 | 基本无 |
| **设备费用** | 低 | 较贵 | 贵 | 较贵 |
| **能耗（kWh/tDS）** | 5~20 | 30~60 | 15~40 | 3~15 |

从上表可以看出，目前主流的脱水设备，均无法实现含水率低于 60%以下的处理目标。因此，需要考虑污泥的深度脱水工艺。目前，国内常采用的深度脱水工艺有：调理+带式压滤或离心脱水机、调理+隔膜板框压滤机、低温干化等。

深度脱水的预处理方法主要有化学预处理、物理预处理和热工预处理三种类型。化学预处理需添加化学药剂，主要包括无机金属盐药剂、有机高分子药剂、各种污泥改性剂等。物理预处理需向污泥中投加不会产生化学反应的物质，降低或者改善污泥的可压缩性，采用物质主要有：硅藻土、焚烧后的污泥灰、粉煤灰等。热工预处理包括冷冻、中温和高温加热等预处理方式，常用的是高温热工预处理。目前，各种预处理技术和主要机械脱水方式相结合所能达到的脱水效果如下表所示。

**表5.7-12 各种预处理技术和主要机械脱水方式相结合脱水效果**

| 序号 | 调理方式 | 带式压滤脱水机或离心脱水机泥饼含水率（%） | 隔膜压滤机泥饼含水率（%） |
|---|---|---|---|
| 1 | 采用有机高分子药剂 | 70~82 | 55~65 |
| 2 | 采用无机金属盐药剂 | -- | 60~70 |
| 3 | 采用无机金属盐药剂和石灰 | -- | 55~65 |
| 4 | 高温热工调理 | 50~60 | ＜50 |
| 5 | 化学和物理组合调理 | 50~60 | ＜50 |

从上表可以看出，高温热工调理以及组合调理+隔膜板框压滤机均满足要求。同时，对珠三角周边城市污泥深度脱水进行调研：

1、珠海市政生活污泥协同处置中心

污水处理厂脱水后 80%含水率污泥--稀释池将污泥含水率调整至 90%后加入自主研发的调理剂、除臭剂、生物炭调整热值--板框压滤机脱水至 35-38%。

2、深圳上洋水质净化厂污泥处理中心

厂内污泥池 99%含水率污--污泥浓缩罐至 95%-96%--进入微波调理系统并加入微波催化--板框压滤机至含水率 40%。

从调研结果及理论分析，调理+隔膜板框压滤机的技术路线是可行的。因此，将调理+隔膜板框压滤机与低温干化进行方案比选。

而对于污泥低温干化工艺，其进泥含水率要求控制在 80%以下，因此，低温干化工艺需要与机械脱水设备配套使用。目前，针对珠三角内污泥深度脱水技术路线，机械脱水与热干化处理的工艺组合可以选用以下四种方式：

**工艺组合 1：**浓缩（99.3%-97%）+常规机械脱水（含水率 97%-80%）+热干化（含水率 80%-40%）

**工艺组合 2：**浓缩（99.3%-97%）+深度机械脱水（含水率 97%-60%）+热干化（含水率 60%-40%）

**工艺组合 3：**浓缩（99.3%-97%）+机械脱水（含水率 97%-80%）+深度机械脱水（含水率 80%-60%）+热干化（含水率 60%-40%）

**工艺组合 4：**强化浓缩（99.3%-96%）+深度机械脱水（含水率 96%-60%）+热干化（含水率 60%-40%）

以上四种工艺组合可以达到同样的脱水干化效果，即技术上是可行的。因此，工艺的选择主要还是取决于经济成本。

**表5.7-13 机械脱水运行成本对比表**

| 机械脱水方式 | 含水率变化（%） | 运行成本（元/tDS） |
|---|---|---|
| **浓缩+常规机械脱水** | 99.3→97→80 | 离心脱水：250-300<br>带式压滤：100-150 |
| **浓缩+深度机械脱水** | 99.3→97→60 | 260-300 |
| **浓缩+常规机械脱水+深度脱水机械** | 99.3→97→80→60 | 420-500 |
| **强化浓缩+深度机械脱水** | 99.3→96→60 | 230-270 |

注：表中数据来自《广州市城镇生活污泥处理处置技术路线及厂内技术改造工程方案》。

**表5.7-14 热干化投资和运行成本对比表**

| 含水率 80%→40% | | 含水率 60%→40% | |
|---|---|---|---|
| **单位投资成本（元/tDS）** | **运行成本（元/tDS）** | **单位投资成本（元/tDS）** | **运行成本（元/tDS）** |
| **220-300** | 2500-2850 | 80-110 | 675-713 |

注：表中数据来自《广州市城镇生活污泥处理处置技术路线及厂内技术改造工程方案》。

从上面两个表可以看出，工艺组合 4 的运行成本是最低的，但也需要达到 905~983 元/tDS。根据现场调研，茶山镇污水厂一期及一期提标的污泥处理目前由第三方公司负责运营，采用的是高压板框压滤机，出泥含水率平均约 50%。通过调研了解，调理+隔膜板框压滤机（含水率降至 60%以下）的运行成本为 380~450 元/tDS（绝干污泥）。因此，在技术路线同样可行时，推荐采用运行成本更低的**调理+隔膜板框压滤机**作为本项目的污泥脱水工艺。

## 五、 污泥处理方案的确定

### 1、 污泥产量

厂区生物污泥产量可按下列公式计算：

$$\triangle X = YQ（S_0 - S_e）- K_d V X_v + fQ(SS_0 - SS_e）$$

=0.6×95000×（0.13-0.01）-0.030×39385.4×5×0.75+0.6×95000×（0.15-0.01）

=10389.14 kgDS/d

根据设计进出水水质计算厂区理论污泥产量，得到茶山镇污水厂扩建后厂区的生物污泥总产量为 10.39TDS/d。

厂区化学污泥产量主要来自化学除磷过程，化学除磷药剂采用 PAC。

根据给水排水设计手册第5册《城镇排水》，出水总磷1-2mg/L时，协同沉淀MR=1，即进水每摩尔 P 需 1 摩尔铝，即进水 1gP，需 5.5g 工业级固体 PAC（有效成分 30%）。考虑到本项目生物处理系统 TP 去除率约 50%，需化学除磷量约 2mg/L，即需 PAC 用量约 11mg/L（有效成分约 30%），本设计取 15mg/L。

根据化学产泥量公式：$S=（SS+K_2D）\times Q\times 10^{-6}$

Q----设计水量($m^3/d$)；

SS----悬浮物浓度削减量，mg/L，鉴于生物系统已考虑全部去除，这里不考虑；

D-----铝盐混凝剂加注率(以 $Al_2O_3$ 计)(mg/L)，取 15mg/L（有效成分约 30%）；

$K_2$----$Al_2O_3$ 与 $Al(OH)_3$ 换算系数，为 1.53。

$S=（0+1.53\times 15\times 0.3）\times 95000\times 10^{-6}=0.654075$ T/d

因此，本项目计算得到理论污泥总产量约 11043.215 kgDS/d。而根据调研茶山镇污水处理厂一期及提标项目从 2021 年 8 月至 2022 年 5 月的污泥处理量数据得出，该厂现状污泥产量约 11.16TDS/d，而该时段内污水厂平均处理污水量约 6.21 万 $m^3/d$，计算得到现状污泥产量约 1.797 TDS/万 $m^3$ 水。该厂产生的污泥量比理论计算值偏大，而从茶山一期实际进水水质数据分析，该厂进水指标并未出现异常值，进水污染物浓度基本位于设计进水水质指标值范围内，且一期运行未投加药剂，污泥产量偏高的原因暂且不明。

基于上述实际情况，本次茶山镇污水处理厂改扩建后的污泥系统处理能力在理论计算的基础上，借助现状实际产量数据，暂按 17.07TDS/d 考虑设备配置。

茶山镇污水处理厂改扩建项目建成后，污泥主要产自 MBR 膜池排泥，污泥含固率约为 0.8%，即本厂污泥产量为 2133.75$m^3/d$（按 0.8%含固率）。

**2、 污泥脱水方案**

根据上述的论证，本项目污泥应新的污泥脱水要求，需处理至含水率 60%以下外运处置，根据该含水率的要求，拟对本项目污泥采用**调理+隔膜板框压滤机**进行脱水处理。

## 六、 污泥处置方案比选

目前，国内污泥的处置方式共四种：填埋、土地利用、材料化利用、焚烧。

**1、 卫生填埋**

由于卫生填埋方法操作相对简单，处理费用不高，将脱水污泥直接运到垃圾填埋场进行卫生填埋曾是我国大多数污水处理厂选择的污泥处置方式。但是在实际运行过程中发现，脱水泥饼直接填埋本身是对填埋资源的严重浪费，此外，还可能对填埋场形成诸多困难：

（1）填埋场一般是一层垃圾一层覆土，然后进行碾压，以确保更好的空间利用。污泥的高含水率、高粘度经常使得碾压机械打滑甚至深陷其中，给填埋操作带来困难。

（2）污泥的流变性使得填埋体易变形和滑坡，成为人为的“沼泽地”，给填埋场带来极大安全隐患。

（3）污泥的高含水率大大增加了填埋场渗滤液处理量，由于污泥细小，经常堵塞渗滤液收集系统和排水管，加重了垃圾坝的承载负荷，给填埋场安全和管理带来困难。清理收集系统的费用极为昂贵。

（4）填埋资源有限，必然导致填埋成本的上升。目前国内卫生填埋场的每 $m^3$ 库容工程投资约为 50 元，更重要的是适合建设填埋场的土地非常稀有，因此脱水污泥直接填埋是对填埋资源的极大浪费；

由于上述原因，科学管理的卫生填埋场通常不愿接受城市污水处理厂的脱水污泥。在德国，要求进入垃圾填埋场的污泥含固率不小于 35%，抗剪强度>25kN/$m^2$，而含固率为 20%左右的脱水污泥的抗剪平均强度仅 5kN/$m^2$，难以满足填埋要求。因此，常采用投加石灰或干燥处理等方法提高污泥含固率，改善其力学指标。

尽管如此，在我国综合考虑各种处置方法的成本、对环境可能产生的影响等实际情况，对污泥进行填埋处置可能仍是未来一段时期我国污泥处置的主要方式。

**2、 土地利用**

污泥土地利用包括用作农田肥料、林地介质土、园林种植土等。

污泥土地利用主要限制因素是污泥中重金属和致病菌含量。在《有机固体废弃物（污泥部分）处置规定》中，将污泥分为两大类：经脱水、高温堆肥无菌化处理后，各项有毒有害物指标达到环境允许标准的可用作农田肥料、园林种植土等所有土地利用类型；而经脱水和部分脱水简单处理的只能用于林业用土，不能直接用于改良粮食作物耕地。随着公众对食品安全的关注度越来越高，在污泥农用方面的限制势必会更加严格。

施用有机肥的主要优点有：改良土壤，提高耕地生产能力；提高化肥利用率；提

高农作物产量，改善农作物品质；增强微生物活性。但是，由于有机肥肥效释放慢，养分含量低，施用数量大，且当年利用率低，在作物生长旺盛、需肥多的时期，往往不能及时满足作物的需求，所以需要与无机肥料配合施用。制备有机无机复合肥料是解决以上矛盾的最佳有效途径。

堆肥处理是污泥土地利用的前提。好氧堆肥由于具有发酵周期短、无害化程度高、卫生条件好、易于机械化操作等特点，故国内外用垃圾、污泥、人畜粪尿等有机废物制造堆肥的工厂，绝大多数都采用好氧堆肥。好氧发酵过程通过好氧性微生物的生物代谢作用，使污泥中有机物转化成富含植物营养物的腐殖质，反应的最终代谢物是 $CO_2$、$H_2O$ 和热量，大量热量使物料维持持续高温，降低物料的含水率，有效地去除病原体、寄生虫卵和杂草种子，使污泥达到减量化、稳定化、无害化、资源化目的。

污泥堆肥的主要缺点有：

（1）处理时间长，堆肥化过程没有实现体积减量化，而且处理、储存、缓冲区占地面积很大。

（2）堆肥宜用作底肥，只在播种季节施用，中耕追肥一般用化肥而不用有机肥。因此用于肥料储存环节的费用很高，大规模地处理市政污泥时会有一定限制。

（3）污泥中含有重金属，并在食物链内传递并在人体积累。随着人们对食品安全的关注程度越来越高，污泥农用势必会受到更严格的立法限制。

（4）臭味处理过程复杂，系统庞大。

（5）污泥堆肥养分含量低，施用量大，运输费用高。

污泥堆肥不适应于大型处理项目，而且没有大型处理项目在成功运行的实例。

污泥经干化后形成颗粒，也可直接进行土地利用。在污泥的热干化过程中，可杀死所有病原菌，体积也大幅减少，含水率在 35%以下时颗粒性质也相当稳定。采用这种方法可克服堆肥没有实现体积减量化而导致储存、运输、施用环节费用高的缺点，因此在目前污泥土地利用中越来越多地采用了污泥干化作前置处理，但是污泥干化的设备投资及处理费用都较堆肥处理高。

**3、 材料化利用**

污泥含有大量无机质，在处理后也可以作为建材的原料。这种资源化利用方案是近年来一种新兴的污泥利用方法，较土地利用等具有经济效益明显、无处置残留物等优势，是污泥处置资源化的一个重要发展方向。

污泥材料化利用方式主要有制砖、制纤维板、作为水泥掺合料等。目前应用较多

的是制砖。污泥制砖的方法有两种，一种是用干化污泥直接制砖；另一种是用污泥焚烧灰制砖。

用干化污泥直接制砖时，应对污泥的成分作适当调整，使其成分与制砖粘土的化学成分相当。制砖粘土要求的化学成分为 $SiO_2$：56.8~88.7%；$Al_2O_3$：4.0~20.6%；$Fe_2O_3$：2.0~6.6%；CaO：0.3~13.1%；MgO：0.1~0.6%；其他 0～6.0%。

用污泥焚烧灰制砖，焚烧灰的化学成分与制砖粘土的化学成分是比较接近的。制坯时用加入适量的粘土与硅砂。最适宜的配料比约为焚烧灰：粘土：硅砂=100：50：(15~20)。由于增加了污泥焚烧工序，使成本增高，操作管理难度增加，因此常用的是用干化污泥制砖。污泥砖的一般物理性能见下表。

**表5.7-15 污泥砖的一般物理性能**

| 污泥：粘土（重量比） | 平均抗压强度（MPa） | 抗折强度(MPa) | 成品率（%） | 鉴定标号 |
|---|---|---|---|---|
| **0.5：10** | 8.2 | 2.1 | 83 | MU7.5 |
| **1：10** | 10.6 | 4.5 | 90 | MU7.5 |

可见，当污泥与粘土的重量比为 1：10 时，污泥砖可达普通红砖的强度。

污泥制生化纤维板，主要是利用活性污泥中所含粗蛋白与球蛋白，在碱性条件下，加热、干燥，加压后，会发生一系列的物理、化学性质的改变，称为蛋白质的变形作用，从而制成活性污泥树脂，与经漂白、脱脂处理的废纤维（主要是棉、毛纺厂的下脚料）压制成板材，即生化纤维板。生化纤维板与国家的三级硬质纤维板标准比较见下表。生化纤维板的放射性强度为 $1.43\times10^{-9}$Ci/kg，低于水泥的放射性强度 $1.55\times10^{-9}$Ci/kg。

虽然材料化利用在污泥处置中的应用比例还很低，但其正在成为污泥处置新的研究热点。

**表5.7-16 生化纤维板与三级硬质纤维板比较**

| 板名 | 容重（kg/m³） | 抗折强度(MPa) | 吸水率（%） |
|---|---|---|---|
| 三级硬质纤维板 | ≥800 | ≥20 | **≤35** |
| 生化纤维板 | **1250** | **180～220** | **30** |

**4、 污泥焚烧**

污泥焚烧既是污泥处理又是污泥处置。因为污泥在焚烧过程中，尤其是在火力发电厂中和煤混烧，利用了污泥本身的热量，且经过焚烧后有机物完全矿化，自身性质已完全改变，符合污泥处置的定义；同时污泥焚烧是污泥稳定化、减量化和无害化处理的过程，符合污泥处理的定义。

**5、 污泥处置方式的选择**

在污泥处置方面，世界上其他各国根据具体情况不同，选择的方法各有侧重。在美国污泥主要处置方式是循环利用，而填埋的比例正逐步下降，美国许多地区甚至已经禁止土地填埋。在欧洲，卢森堡、葡萄牙、西班牙、英国、瑞典、荷兰、比利时等大多数国家的污泥处置主要用于农业；希腊、德国、意大利等国则主要采用卫生填埋。日本、奥地利则由于国土面积狭小，较多的采用了焚烧后填埋的方式，以尽可能的减少对土地资源的占用。

考虑到目前东莞市未建成污泥焚烧中心，且填埋与土地利用的土地空间较为紧张的情况下，本项目建成后污泥可参考东莞其他污水厂目前多数的采取的处置方式，如运至东莞的生物有机肥公司堆肥、环保公司制砖、梅州的资料再生公司堆肥、深圳的润清环保焚烧等协同处理，进行资源化利用。待污泥焚烧中心建成使用后，再考虑送至焚烧中心集中处置。具体的污泥接纳去向，待后续工作深入开展后再行确定。

### 5.7.4.9 除臭方案

**1、 主要臭气来源**

城市污水中散发恶臭的化合物种类较多，可划分为硫化物、低级脂肪胺、芳烃、羟基化合物、醇类、酚类、低级脂肪酸、吲哚等八大类，目前经常提到的主要有：$H_2S$、$NH_3$、（$CH_3$）$_3N$、$CH_3SH$、$CH_3SCH_3$、DMS（生源硫化物二甲基硫）、$CH_3SSCH_3$、DMDS(二甲基二硫)、乙醛、苯乙烯等。这些物质在污水输送和处理过程中会散发恶臭，影响人们身心健康。因此，污水处理设施应设置除臭措施。

**2、 臭气的成份**

几种主要臭气的成份如下表所示。

**表5.7-17 主要臭气成份表**

| 化合物 | 典型分子式 | 特性 |
|---|---|---|
| 氨 | $NH_3$ | 尖锐的刺激性 |
| 硫化氢 | $H_2S$ | 臭鸡蛋味 |

| 化合物 | 典型分子式 | 特性 |
|---|---|---|
| **胺类** | $CH_3NH_2$、$(CH_3)_3N$ | 鱼腥味 |
| **二胺** | $NH_2(CH_2)_4NH_2$、$NH_2(CH_2)_5NH_2$ | 腐肉味 |
| **硫醇** | $CH_3SH$、$CH_3SSCH_3$ | 烂菜味 |
| **粪臭素** | $C_8H_5NHCH_3$ | 粪便味 |

污水厂臭气组分与污水厂水质情况、污水和污泥处理工艺、构筑物类型、构筑物和设备密封情况及其换风量、水温及污水厂操作运行状况等多种因素有关。

**3、 臭气除臭标准**

国家对恶臭污染物厂界标准值和恶臭污染物排放标准值已做出具体规定，详见《恶臭污染物排放标准》GB14554-93、《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002，用以控制恶臭污染物对大气的污染，保护和改善环境。规定如下：

（1） 无组织排放

在无其他臭源影响的条件下，除臭后气体在厂界满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中的厂界二级无组织排放标准。

$NH_3$： $\leq 1.5mg/m^3$

$H_2S$： $\leq 0.06mg/m^3$

臭气浓度： ≤20（无量纲）

甲烷（厂区最高体积浓度%） ≤1

（2） 有组织排放

在无其他臭源影响的条件下，尾气满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中 15m 排气筒所规定的排放标准值。

| 控制项目 | 硫化氢 | 氨 | 臭气浓度 |
|---|---|---|---|
| **15m 排气筒最高允许排放速率（kg/h）** | 0.33 | 4.9 | 2000（无量纲） |

**4、 除臭方法**

目前国内常见的除臭方法有水清洗和药液清洗法、活性炭吸附法、臭氧氧化法、土壤除臭法、生物滤池法、离子除臭法、燃烧法等。

（1） 水清洗和药液清洗法

水清洗是利用臭气中的某些物质能溶于水的特性，使臭气中氨气、硫化氢气体和

水接触、溶解，达到除臭的目的。

药液清洗是利用臭气中的某些物质和药液产生中和反应的特性，如利用呈碱性的苛性钠和次氯酸钠溶液，去除臭气中硫化氢等酸性物质，利用盐酸等酸性溶液，去除臭气中的氨气等碱性物质。该法需配备较多的附属设施，如药液贮存装置、药液输送装置、排出装置等，运行管理较为复杂，与药液不反应的臭气较难去除，效率较低。

（2） 活性炭吸附法

活性炭吸附法是利用活性炭能吸附臭气中致臭物质的特点，达到除臭目的。为了有效地除臭，通常利用各种不同性质的活性炭，在吸附塔内设置吸附酸性物质的活性炭，吸附碱性物质的活性炭和吸附中性物质的活性炭，臭气和各种活性炭接触后，排出吸附塔。该法具有较高的去除效率，但活性炭有一定的饱和期限，超过这一期限，就必须更换活性炭。这种方法常用于低浓度臭气和除臭的后处理。

（3） 臭氧氧化法

臭氧氧化法是利用臭氧强氧化剂，使臭气中的化学成份氧化，达到除臭的目的。

臭氧氧化法有气相和液相之分，由于臭氧发生的化学反应较慢，一般先通过药液清洗法，去除大部分致臭物质，然后再进行臭氧氧化。

（4） 土壤除臭法

土壤除臭法是利用土壤中微生物分解臭气中的化学成份，达到除臭目的。属于生物除臭法的范畴。与前几种方法相比较，不需要加药等附属设施，运行管理费用较低，但需有宽阔的场地，定时进行场地修整，设置散水装置，以保持较好的运行状态，并且处理效果不够稳定、总体效率较低。

（5） 生物滤池法

生物除臭法自 1840 年由德国科学家发明以来，经不断开发、研究，已取得一定的成果。随着人们对除臭必要性的逐步认识，在土壤除臭法的基础上，逐渐研究了新型、高效的生物除臭技术。

生物滤池法除臭工艺是一种安全可靠的处理方法，除臭效率大于 90%。其原理是污水处理过程中所产生的臭气经收集系统收集后集中送至生物滤池除臭装置处理，臭气通过湿润、多孔和充满活性微生物的滤层，利用微生物细胞对恶臭物质的吸附、吸收和降解功能，微生物的细胞个体小、表面积大、吸附性强、代谢类型多样的特点，将恶臭物质吸附后分解成 $CO_2$、$H_2O$、$H_2SO_4$、$HNO_3$ 等简单无机物。

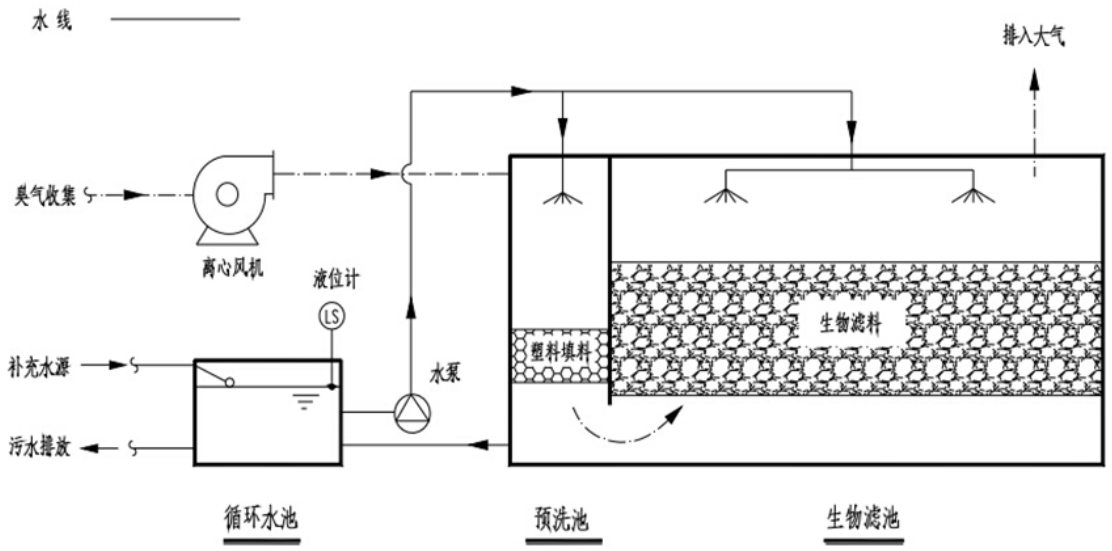



**图5.7-37 生物滤池法除臭工艺流程图**

生物除臭过程主要以三个步骤进行：（1）水溶渗透；（2）生物吸收；（3）生物氧化。

第一步：水溶渗透过程。滤料表面覆盖有水层，臭气中的化学物质与滤料接触后在表层溶解，并从气相转化为水相，以利于滤料中的细菌作进一步的吸收和分解。另外，滤料的多孔性使其具有超大的比表面积，使气、水两相有更大的接触面积，有效增大了气相化学物质在水相中的传送扩散速率。所以，水溶渗透过程其实是物理作用过程，高速的传送扩散意味着滤料可迅速将臭气的浓度降至极低的水平。

第二步：生物吸收过程。水溶液中的恶臭成分被微生物吸附、吸收，恶臭成分从水中转移至微生物体内；

第三步：生物氧化过程。滤料中的专性细菌（根据臭源的类型筛选而得到的处理菌种）将以污染物为食，把污染物转化为自身的营养物质，使碳、氢、氧、氮、硫等元素从化合物的形式转化为游离态，进入微生物的自身循环过程，从而达到降解的目的。与此同时，专性细菌等微生物又可实现自身的繁殖过程。当作为食物的污染化合物与专性细菌的营养需要达到平衡，而水分、温度、酸碱程度等条件均符合微生物所需时，专性细菌的代谢繁殖将会达到一稳定的平衡，而最终的产物是无污染的二氧化碳、水和盐。从而使污染物得以去除。

（6） 离子除臭技术

离子除臭技术利用活性正负离子、光电子及羟基自由基等强氧化性的活性基团，迅速与污染物分子碰撞，激活有机分子，并直接将其破坏，同时，空气中的氧分子被

激发产生二次活性氧，与有机分子发生一系列链式反应，并利用自身反应产生的能量进一步氧化有机物质，生成二氧化碳和水以及其它小分子。

活性氧离子对恶臭污染物（$H_2S$、$NH_3$、$CH_3SH$、VOCS）的去除主要有二条途径：一是在高能电子的瞬时高能量作用下，打开某些有害气体分子的化学键，使其直接分解成单质原子或无害分子；二是在大量高能电子、离子、激发态粒子和氧自由基、氢氧自由基等作用下氧化分解成无害产物。

离子除臭分为离子送风和离子抽风两种不同工艺。离子送风是将设定风量的富含正负氧离子的离子气体送入无法密闭的预处理区域及污泥处理区域，实现与该空间内的恶臭气体充分接触、瞬间覆盖、有效掺混来不断地分解氧化废气中的污染因子，达到去除异臭味，满足规定排放标准的目的。离子抽风则是通过收集系统，将受污染的废气经过离子处理装置的离子发生段和混合反应段，在高能电子和自由基强氧化等多重作用下，气体中的有机物分子链被断开，发生一系列复杂的氧化还原反应，生成$CO_2$、$H_2O$ 等无害物质，从而被净化，达到去除异臭味。

（7） 燃烧法

燃烧法有直接燃烧法和触煤燃烧法。根据臭气的特点，当温度达到 648℃，接触时间 0.3s 以上时，臭气会直接燃烧，达到除臭的目的。

在污水处理厂内，可利用污泥消化后产生的沼气，使一些强烈的臭气燃烧，但工程实例较少。

在工程设计中，单一选用上述的一种工艺，尚不能取得满意的效果，往往需要相互组合，更好地达到除臭的目的。如水清洗药液清洗法和活性炭吸附法相结合，水清洗药液清洗法和土壤吸附法相结合。所以，必须根据当地的实际情况，选择合适的工艺流程。

**5、 除臭方法的选择**

根据上面的介绍可知，臭氧氧化法成本偏高，管理复杂；而土壤除臭法效果不稳定；燃烧法最好与消化产生的沼气一起燃烧才比较经济；水洗法附属设备较多，去除效率低；活性炭吸附法存在填料易吸附饱和需更换填料的成本和管理难度。除臭方法中，最经济有效的也是目前较常用的是生物除臭滤池法和离子除臭法。其技术特性比较如下：

**表5.7-18 生物除臭滤池与离子除臭法比较表**

| 项目 | 生物除臭滤池 | 离子除臭法 |
|---|---|---|
| **技术类型** | 比较传统的一项纯天然技术 | 是一项比较新的除臭技术 |
| **工艺原理** | 微生物吸附降解臭气分子 | 高能等离子体电离、裂解臭气分子 |
| **适用范围** | 可适应不同浓度、成分复杂的臭气 | 低浓度臭气 |
| **占地面积** | 为了保证菌种对臭气全面处理，臭气在生物滤层的流速较慢，因此，其占地面积较大 | 活性氧离子具有极强的氧化性，其与臭气分子的反应时间较短，气流流速较快，因此，其占地面积较小 |
| **除臭效率** | 高（95%以上） | 低（50~60%） |
| **前期投资** | 略高 | 略低 |
| **运行维护** | 主要为风机、水泵等运行电费和水费风机、水泵常规维护 | 主要为风机及离子发生器等运行电费风机常规维护，更换离子管（6-12 个月） |
| **工作连续性** | 为了保证菌种的存活，需连续运行，否则需重新投加或驯化菌种 | 可连续或间歇运行 |
| **工艺优点** | 1、自动化程度高，运行管理费用低<br>2、除臭效率高且稳定，不受天气影响<br>3、可长时间运行 10 年以上，不会因使用时间长导致效果下降 | 1、占地面积小，可随开随用<br>2、前期投资经济性高 |
| **工艺缺点** | 1、占地面积较大<br>2、前期一次性投资较高 | 1、离子发生器易发生衰减，除臭效率随着离子管老化而降低，效果不稳定<br>2、关键部件易损，维护成本较高<br>3、对大风量和大分子臭气去除率较低<br>4、可能会产生臭氧，造成二次污染 |

针对本项目的实际情况和除臭需求，生物除臭滤池具有较为成熟的应用实例和管理经验，且除臭效率高、运行稳定，后期维护简单，因此本项目**推荐采用生物滤池除臭法**。

### 5.7.4.10 风机选型

目前，在市政污水处理行业常用的风机类型主要有：罗茨风机、单级高速离心鼓风机、多级离心鼓风机、高速磁悬浮离心风机、空气悬浮高速离心风机等。

**一、 罗茨风机**

罗茨风机是一种容积式鼓风机，其装在平行轴上的两个转子相互啮合，以相反方向旋转，随着转子的旋转交替形成吸气气穴，吸入一定容积的气体，气体在气缸内推

移，压缩和升压，最后从排气口排除，这种最简单的回转机械价格低，易于控制和维护；压力可随背压变化；效率一般低于离心鼓风机；排气量最大可达 10000m$^3$/h。此种风机特别适合于变水位污水处理工艺、小型市政污水及工厂废水处理，产品多为国内生产制造。

## 二、 单级高速离心风机

离心鼓风机根据动能转换成势能的原理，利用高速旋转的叶轮将气体加速，然后通过减速、改变流向，使动能转化为势能，一般超过 10000r/min；气体从轴向进入叶轮，流经叶轮时变为径向，然后进入扩压器，在扩压器中气体改变了流动方向后减速，这种减速作用将动能转换成压力，并将气体输送，且满载效率高；单机流量介于 17～2083m$^3$/min。中、大型污水厂选用单级高速离心风机是最佳选择，国内和国外生产制造商均有制造。但国产离心风机效率相对低，体量较大，同比噪音大，且中、大流量的风机采用水冷却系统，管路复杂，维修保养不便，仅具有价格优势。

## 三、 多级离心鼓风机

多级离心风机依靠旋转叶轮对气体的作用把电机的机械能传递给液体，气体从叶轮进口流向出口的过程中，其动能和压力都得到增加，被叶轮排出的气体经过压出室，大部分动能转化为压力能，然后沿排出管路输送出去，这时叶轮进口处因气体的排出而形成真空或低压，气体在大气压的作用下被压入叶轮的进口，于是旋转着的叶轮连续不断地吸入和排出气体。该种风机属于低转速机械，可靠性高，使用寿命长；备件为标准件，费用低；不需要复杂的润滑系统；国产设备小流量时采用风冷式设计，大流量时采用冷却水冷却系统，维护简单，不需要特别培训维护和操作人员；满载效率高于罗茨风机，但单位风量电机功率大，效率远低于单级高速离心风机；噪音低于罗茨和单级高速离心风机。在大部分工况下，变频调速的多级离心机效率会低于单级高速离心风机。品牌多为国内生产制造商，价格低于单级离心风机，因此，多级离心风机对于中小型污水厂来说具有较好的性价比。

根据多年工程实际使用经验，罗茨风机、多级离心风机和单级高速离心风机各有其最好的适用范围。当工艺要求流量小、风机背压变化较大（如变水位工艺 CAST 等），风量变化较小时，罗茨风机能够稳定地提供气量，是最佳选择。当工艺要求风机背压变化微小（如恒水位工艺 A$^2$/O 等）时，选用离心机较为适合。在中小流量风机的应用中，多级离心机价格更显优势。对于中大流量的应用，单级离心机性能稳定、效率高的优势凸显，是最佳选择。此外，两种离心风机的选择还应充分考虑投资成本与收

益之间的关系，即综合考虑初期投资高出的资金与维护管理节约的成本之间的关系。

## 四、 高速磁悬浮离心风机

高速磁悬浮离心风机是一种采用磁悬浮轴承的鼓风设备。该类风机采用一体化设计，其高速电机、变频器、磁性轴承控制系统和配有微处理器控制盘等均采用一体设计和集成，其核心是磁悬浮轴承和永磁电机技术。与机械齿轮箱式单级高速离心风机的区别为：由配置无接触的磁力轴承的高速电机直接驱动。先进的无齿轮箱高速变频电机驱动系统，结合采用无润滑非接触磁力轴承，减少了效率损失，节约了相应的一系列附属设备（油泵、油冷却器等）的隐性能耗。由于运行无接触，所以无磨损，在整个风机寿命中可以始终保持良好的性能，该风机理论上实现了零维护成本，主动式磁力轴承设计保证了在风机内没有任何部件磨损，内置变频器取代了变速箱，风机风量的调节完全依靠变频器完成，从而取消了机械导叶，解决了因导叶调节风量而引起的能耗损失这一传统问题。另外无油操作无需加热、冷却、循环和过滤，大大减少了能耗和运行维护工作。

磁悬浮风机的关键技术是磁力轴承，而成熟的磁力轴承系统使得磁浮风机能在40000r/min 的情况下运行，且能使转子与周围保持 1.5mm 的间距，保证在转速高达50000r/min 时都没有任何接触，内置的变频高速电机使鼓风机在各个工况点上都保持最佳效率，变频器带软启动功能，另配有 RFI 滤波器，可过滤由变频器和轴承控制器产生的无线电频率干扰。目前生产的磁浮风机在突然停电时有四重保护（惯性运转自发电功能给磁力轴承供电、UPS 电源供电、双回路供电、永恒磁铁），使得转子始终处于悬浮状态，因此运行更加稳定可靠。此外由于采用整体箱式结构，风机噪音约80dB，机体震动小，无需设计安装基础（在不考虑机房地面水淹的情况下）。

## 五、 空气悬浮高速离心风机

由永磁无刷高速直流电机及变频系统配以高效空气轴承，不需要齿轮箱增速器及联轴器而直接驱动，叶轮直接与电机结合，而轴被悬浮于主动式空气轴承上，没有物理接触和润滑油系统，因此空气悬浮高速离心风机具有高效、节能、低噪音、运行可靠和长期无需维护保养的特点。无油空气悬浮轴承是由轴回转时形成的压力在轴周围产生的空气使轴浮扬，启动前或停机时轴和轴承之间有物理性的接触，启动时轴与轴承相对运动以产生空气动力，轴回转时，轴周围的空气流动（速度能量）变换成压力，在轴达到一定的回转速度时（3000～5000r/min）空气压力使得轴浮扬，并起到润滑作用。空浮风机的关键技术是空气轴承，而空气轴承的关键是用于箔片空气轴承的高温

固体润滑镀层，随着科学研究的发展，耐高温固体润滑剂涂层的研制成功，成功解决了轴承的高温运行问题，可以使其在高于 650℃下连续启停 100000 次，这样就保证了风机的总体使用寿命。此外设备尺寸小，节省空间，安装简便。

在满足曝气工艺对风量、风压要求的前提下，从流量变化范围、风机功率大小、调节装置的技术复杂程度、可靠性及投资等方面综合考虑，进行技术经济分析，作出合理的选择。上述五种不同风机类型的比较见下表。

**表5.7-19 不同风机类型的对比表**

| 项目 | 罗茨风机 | 低速多级离心风机 | 单级高速离心风机 | 空气悬浮离心风机 | 磁悬浮离心风机 |
|---|---|---|---|---|---|
| **流量范围（$m^3$/min）** | ＜100 | 60~800 | ＜1500 | ＜350 | ＜180 |
| **效率（%）** | ＜70 | ＜80 | ＞80 | ＞80 | ＞80 |
| **调节范围（%）** | 30~110 | 60~110 | 50~110 | 70~120 | 70~120 |
| **维修费用** | 低 | 低 | 高 | 低 | 中 |
| **机组成套** | 低 | 低 | 中 | 高（一体化） | 高（一体化） |
| **噪音（dBA）** | ＞85 | ＜85 | ≈85 | ＜80 | ＜80 |
| **价格** | 低 | 中 | 较高 | 中 | 中 |
| **市场份额（%）** | 15 | 30 | 51 | 3 | 1 |

在大风量工况下，单级高速离心风机使用较多，但单级高速离心风机占地面积大，同等规格较磁浮、空浮占地面积大 30%以上，且单级高速离心风机运维周期较磁浮、空浮短，在南方使用大功率的单级高速离心风机需配备水冷设施；

磁悬浮离心风机能效高、单机占地面积较省、运维周期较长，且磁浮风机对各种工况适应性强、运行稳定；

空气悬浮离心风机能效较高、单机占地面积较省、运维周期较长；与磁悬浮离心风机相比，空气悬浮离心风机结构简单，故障率低。

本次茶山镇污水厂扩建用地较为紧张，需在现状鼓风机房内增加风机，用地受限，且现状已布置 2 台空气悬浮鼓风机。因此，本项目**推荐采用空气悬浮离心风机、磁悬浮离心风机**作为**备选的风机型式**，待后续设计阶段再行最终确定。

## 5.8 推荐方案

鉴于对茶山镇污水处理厂一期工程实际进水水质结果进行分析，该厂进水 COD、$BOD_5$ 值符合典型生活污水指标值，但进水 $NH_3$-N、TP 指标较低，不排除有外水进入的同时存在一定量的工业废水偷排现象，因此，在工艺选择时考虑如下**应急对策**：

1、选择具有长停留时间的工艺，增强抗冲击负荷能力，采用可化学除磷的工艺，通过加大药剂投加量和多点投加等方式处理进水 TP 超标的问题；

2、加大污泥回流比；

3、加大混合液回流比；

4、增大曝气风量；

5、加强进水水质监测。

根据上述的工艺方案比选分析，本项目的推荐工艺方案如下：

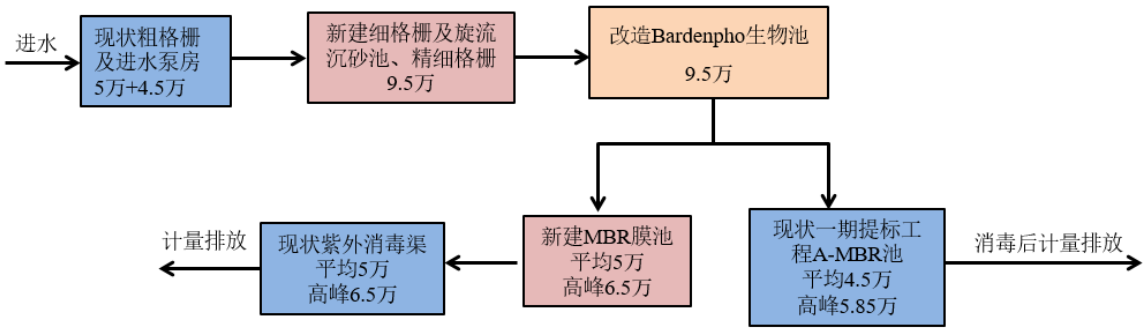



**图5.8-1 推荐方案工艺流程图**

## 5.9 可研评审后，根据环保产业中心会议精神，增加比选方案

2023 年 3 月 29 日上午，产业中心组织召开茶山镇污水处理厂改扩建项目推进专题会议。市局水生态环境科、市环保产业促进中心、茶山镇、市水务集团净水公司、设计单位相关负责同志以及特邀专家参加会议。

会议要求：一是补充五段式 Bardenpho+MBR 与改良 $A^2$/O+MBR 工艺对比。二是项目工艺选择应因地制宜，充分利用现有场地，重新调整茶山厂整体工艺单元布局，设计单位按照传统工艺“改良 $A^2$/O+二沉池+深度处理”完善对比方案。以下为相关工艺对比说明。

### 5.9.1 五段式 Bardenpho+MBR 与改良 $A^2$/O+MBR 工艺比选

#### 5.9.1.1 五段式 Bardenpho+MBR 工艺

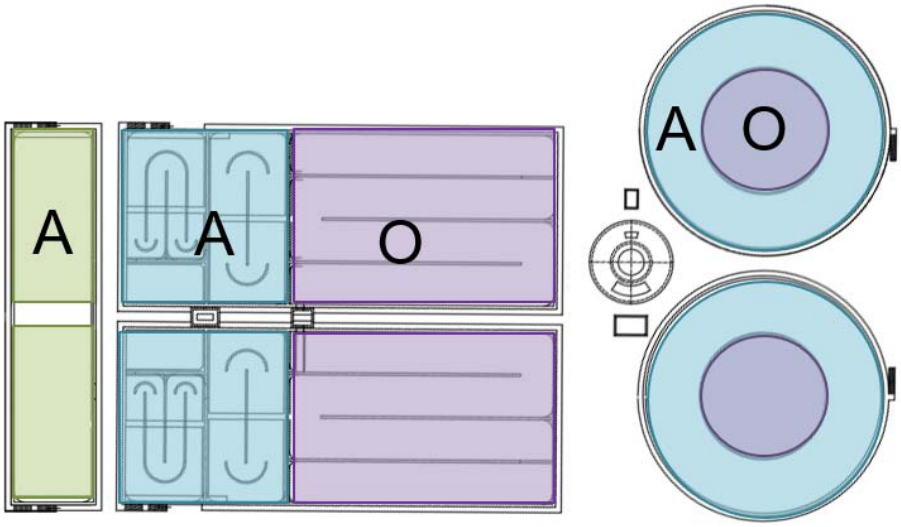



**图5.9-1 五段式 Bardenpho+MBR 改造平面示意图**

采用五段式 Bardenpho 工艺，新建池体作为厌氧区，现状生化池原预缺氧区和厌氧区均改成缺氧区，与原缺氧区一起作为第一缺氧区，原好氧区作为第一好氧区，现状二沉池中间新建圆形内隔墙将二沉池分隔成两个区，隔墙外作为第二缺氧区，隔墙内作为第二好氧区。

整个生化池停留时间 9.13h，其中厌氧区停留时间 1.02；第一段缺氧池停留时间 2.05h，第二段缺氧池停留时间 1.92h，总共 3.97h；第一段好氧池停留时间 3.39h，第二段缺氧池停留时间 0.75h，总共 4.14h；

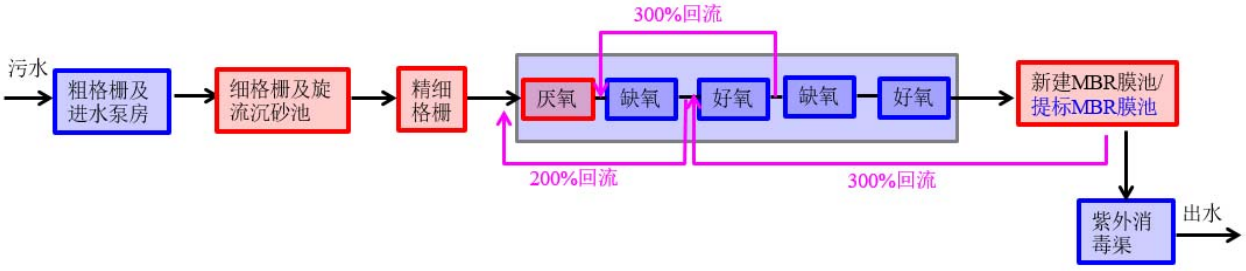



**图5.9-2 五段式 Bardenpho+MBR 工艺管道回流示意图**

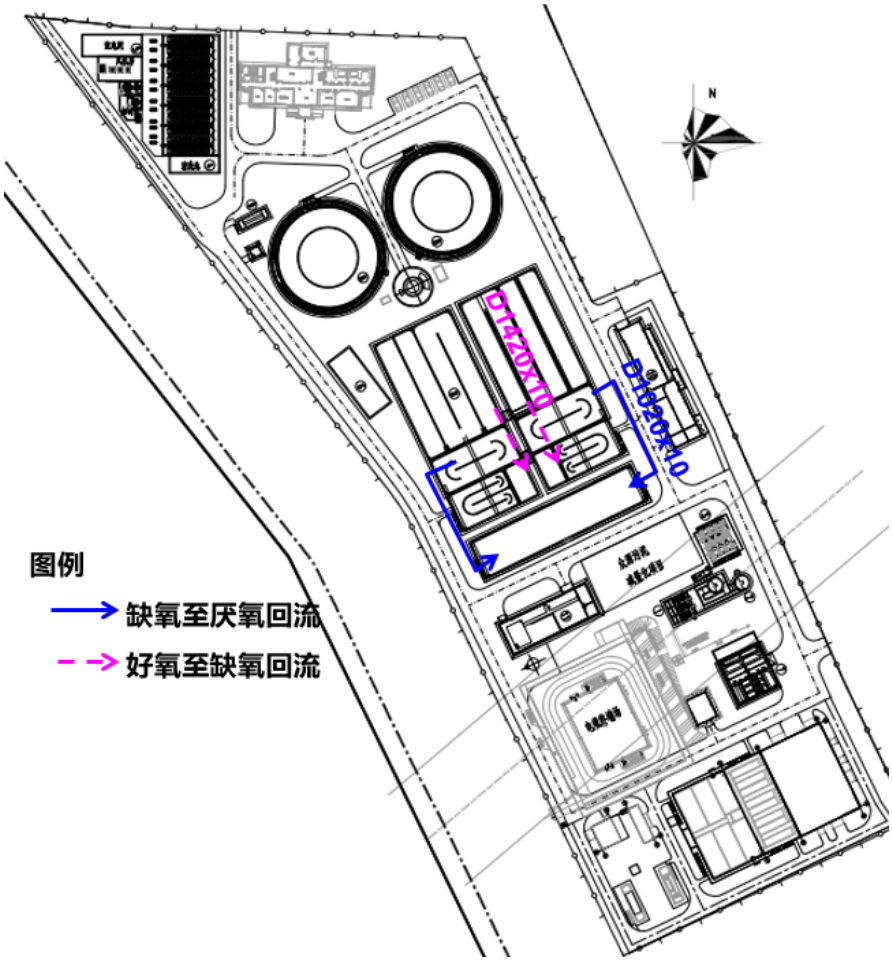



**图5.9-3 五段式 Bardenpho 内部回流管道平面示意图**

采用五段式 Bardenpho+MBR 工艺，主要改造内容有：

1）新增推流器、搅拌器；

2）更换原有曝气系统；

3）新增回流泵；

4）二沉池隔墙改造。

从改造平面示意图和管道回流平面示意图可以看出，采用五段式 Bardenpho+MBR 工艺，可最大限度利用现状生化池现有结构，不用额外增加导流墙，且从好氧至缺氧段回流，采用穿墙泵即可实现内部回流。

### 5.9.1.2 改良 $A^2$/O+MBR 工艺

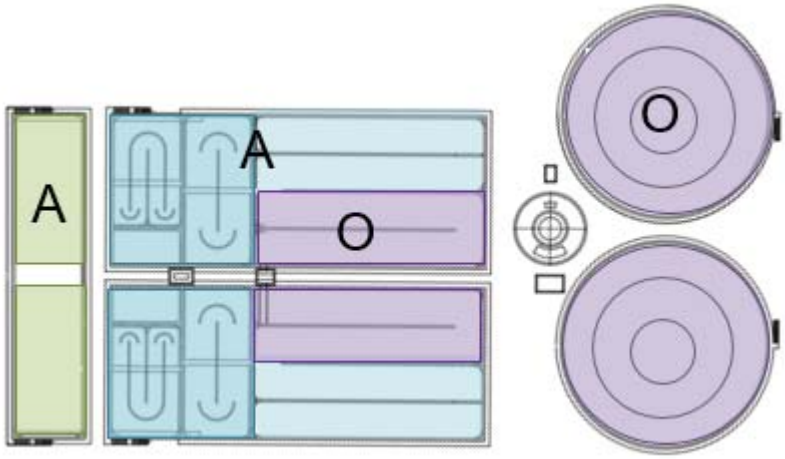



**图5.9-4 改良 A²/O+MBR 改造平面示意图**

采用改良 $A^2/O$ 工艺，新建池体作为厌氧区，现状生化池原预缺氧区、厌氧区、缺氧区，与原好氧区中的一半容积一起作为缺氧区，原好氧区另一半容积，与现状二沉池一起作为好氧区。由于原好氧区部分容积改造为缺氧区，因此需要对其进行隔墙的改造。此外，为了避免好氧区短流，原二沉池需要增设两圈隔墙。

整个生化池停留时间 9.13h，其中厌氧区停留时间 1.02，缺氧池停留时间 3.75h，好氧池停留时间 4.36h。

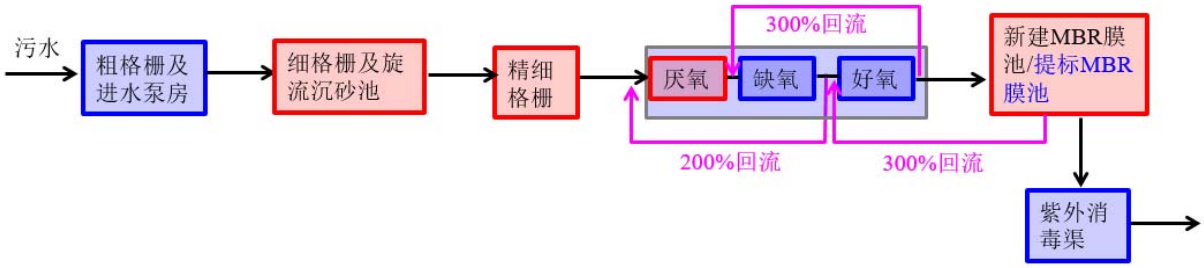



**图5.9-5 改良 A²/O+MBR 工艺管道回流示意图**

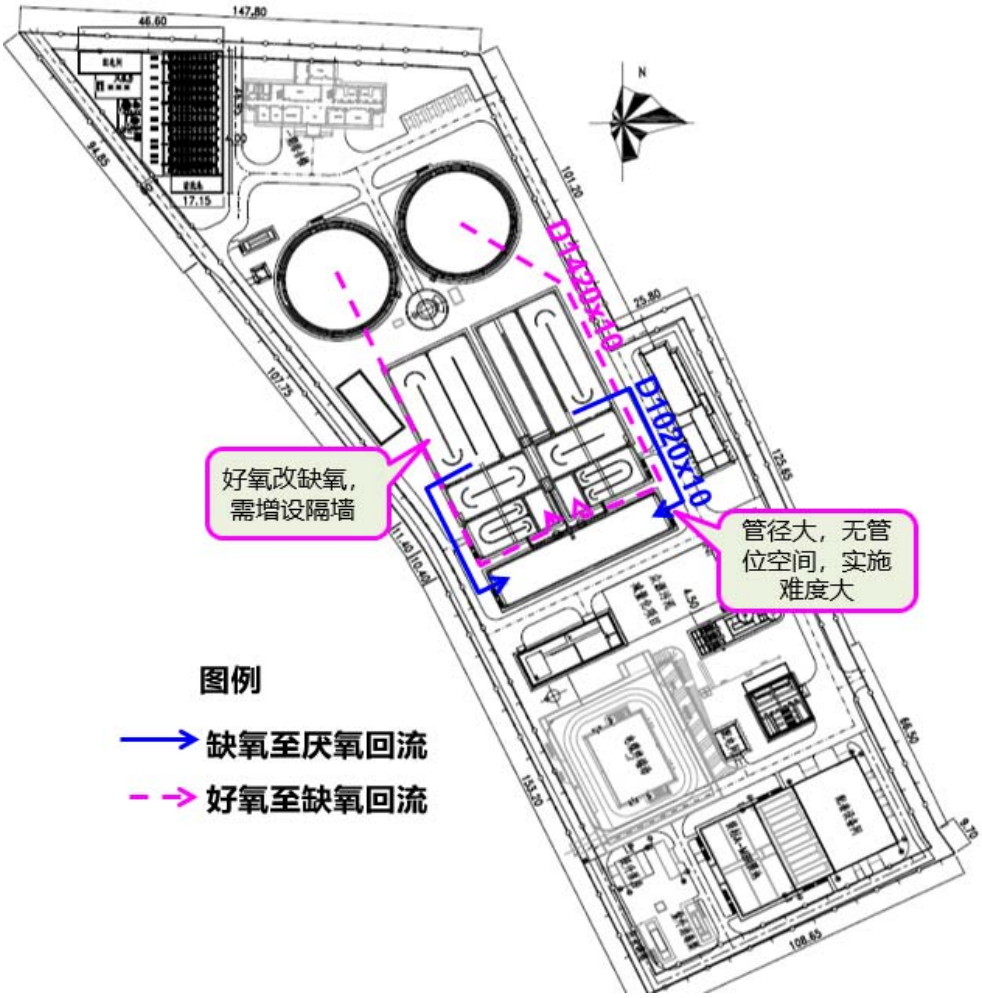



**图5.9-6 改良 A²/O 内部回流管道平面示意图**

采用改良 A²/O+MBR 工艺，主要改造内容有：

1）新增推流器、搅拌器；

2）更换原有曝气系统；

3）新增回流泵；

4）好氧池隔墙改造；

5）二沉池隔墙改造。

从改造平面示意图和管道回流平面示意图可以看出，采用改良 A²/O+MBR 工艺，需要增设原好氧池、二沉池隔墙改造内容。

从好氧池回流至缺氧池，需从改造后二沉池处开始回流，直至回流至生化池起端，回流管管径 DN1400，管线长 150m，由于厂区现场管位紧张，位于生化池敷设回流管处有风管、污水管道、污水阀门井等，因此地下无管位埋设空间，实施难度大，若采用此路线，地下附近原有管道需要废除重建，造成停产时间较长。此外，回流管道长

度及弯头较多，造成回流泵扬程比 Bardenpho 工艺多 1.5m 左右，后期运行电耗增大，通过测算，采用改良 $A^2/O$ 工艺比 Bardenpho 工艺**增加电耗约 20%左右**。

### 5.9.1.3 工艺选择

| 比较项目 | 方案 1 | 方案 2 |
|---|---|---|
| 处理工艺 | 五段式 Bardenpho+MBR 工艺 | 改良 $A^2/O$+MBR 工艺 |
| 处理规模 | 9.5 万 $m^3/d$ ，kz 取 1.3 | 9.5 万 $m^3/d$ ，kz 取 1.3 |
| 设计参数 | 厌氧：1.02h<br>缺氧：3.97h(第一段 2.05h，第二段 1.92h)<br>好氧：4.14h(第一段 3.39h，第二段 0.75h)<br>总停留时间 9.13h | 厌氧:1.02h<br>缺氧：3.75h<br>好氧：4.36h<br>总停留时间 9.13h |
| 方案优点 | 最大限度利用现状生化池现有结构，不用额外增加导流墙等 | 运维简单，东莞有较多运行案例 |
| 方案缺点 | 1）五段式 Bardenpho 工艺缺氧池和好氧池交替连接，如果第一段好氧池末端溶解氧过高，将会影响下一组 A 池的脱氮效果。<br>2）运维较 $A^2/O$ 工艺稍复杂。 | 1）厂区好氧至缺氧回流流程较长，地下无敷设空间，两根回流管（D1420×10、D1020×10）并行，实施难度大。<br>2）回流管拐弯多，导致回流泵扬程增加，从而增加电耗。 |
| 投资费用 | 1693.09 万 | 2003.28 |

由于采用改良 $A^2/O$ 工艺，回流管路线较长，且弯头较多，因此回流泵扬程比五段式 Bardenpho 工艺高，运行费用比五段式 Bardenpho 工艺多 20%左右。虽然五段式 Bardenpho 工艺一级好氧末端如果溶解氧含量过高会影响下一组 A 池脱氮效果，但可通过控制一级好氧末端阀门开度控制曝气量，从而减少对下一组 A 池影响，**因此，改良 $A^2/O$+MBR 工艺对比，本可研推荐五段式 Bardenpho+MBR 方案。**

## 5.9.2 五段式 Bardenpho+MBR 工艺与传统“改良 $A^2/O$+二沉池+深度处理”工艺比选

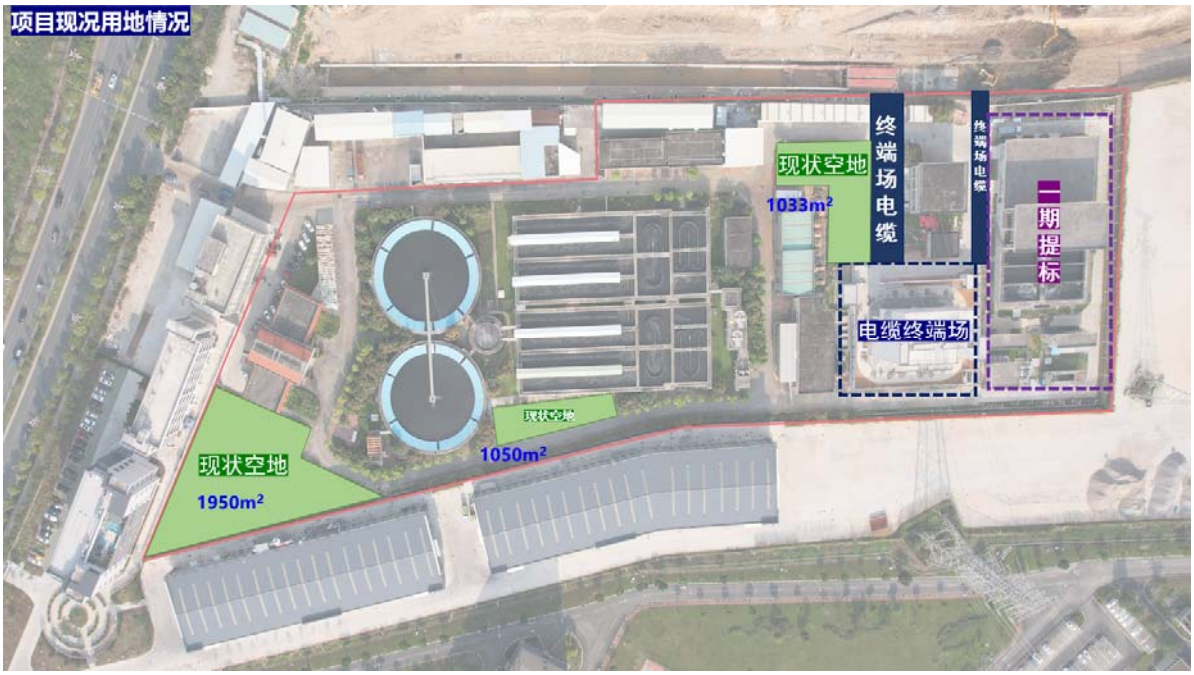



图5.9-7 茶山镇污水处理厂现状用地情况图

从图中可以看到，茶山镇污水处理厂可用于扩建项目的实际地面积仅约 4033m²，用地极为紧张，且分散在各处，形状极不规整，给扩建项目工艺选择和平面布局带来很大的挑战和局限。

### 5.9.2.1 五段式 Bardenpho+MBR 工艺

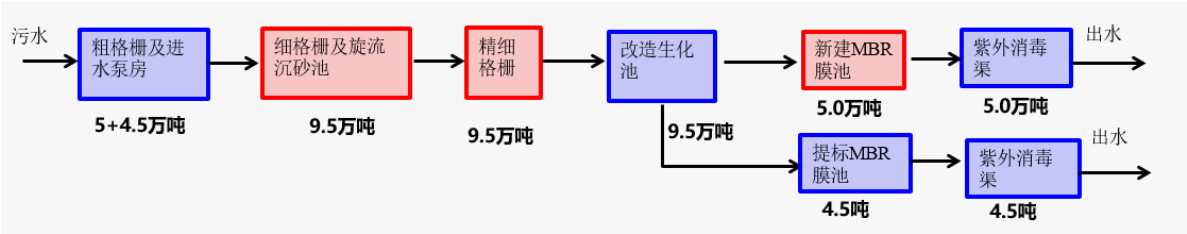



图5.9-8 五段式 Bardenpho+MBR 工艺流程图

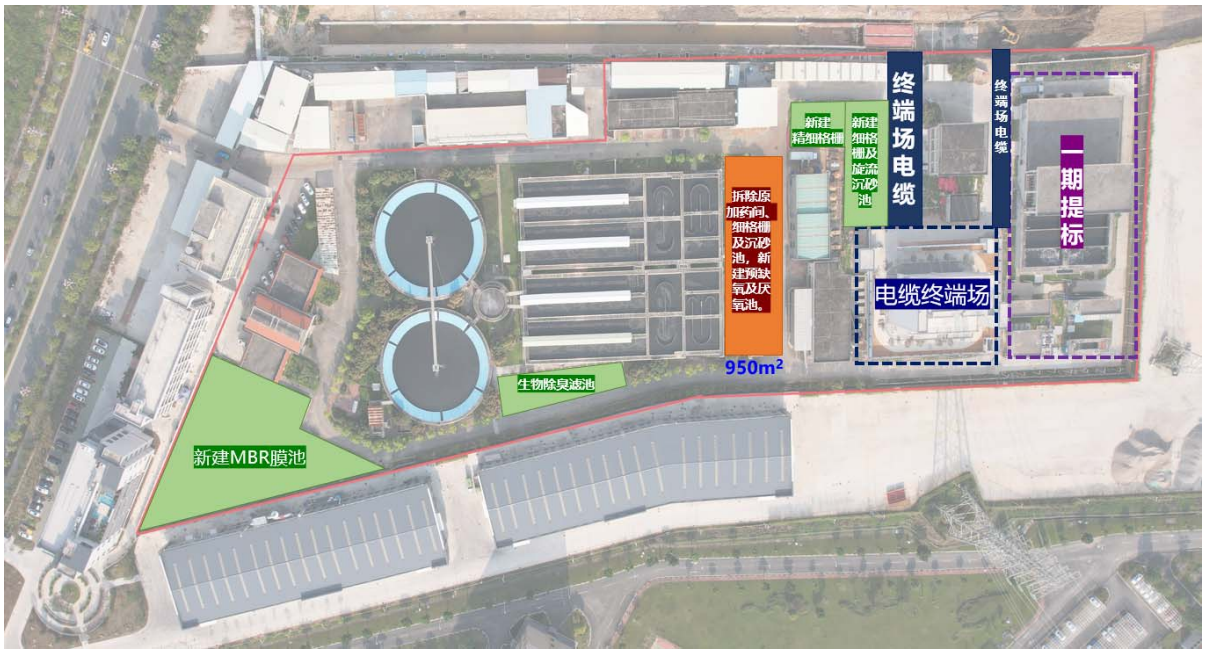



**图5.9-9 五段式 Bardenpho+MBR 工艺平面布置图**

**表5.9-1 五段式 Bardenpho+MBR 工艺改造或新建构筑物一览表**

| 序号 | 名称 | 规格 | 结构 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 粗格栅及进水泵房 | 土建利用现状 | 钢筋砼、框架 | 座 | 1 | 新增设备 |
| 2 | 细格栅及旋流沉砂池 | 细格栅：8.70×7.70×2.15m<br>沉砂池：17.35×7.70×6.60m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按 9.5 万 $m^3$/d 规模设计 |
| 3 | 精细格栅 | L×B=12.0×9.4×6.10m m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按 9.5 万 $m^3$/d 规模设计 |
| 4 | 五段式 Bardenpho 生物池 | 新建前端池体；现状生化池池体改造；现状二沉池加高 0.5m、新增圆形内隔墙、更换及新增曝气系统及配套设备安装等 | 钢筋砼 | 座 | 3 | 按 9.5 万 $m^3$/d 规模设计 |
| 5 | 新建 MBR 膜池 | L×B=42.15×27.1m，池体 H=6.8m，上部 H=10.45m | 钢筋砼、框架 | 座 | 1 | 平均 5 万 $m^3$/d，高峰 6.5 万 $m^3$/d |
| 6 | MBR 膜池配套设备间 | F=350$m^2$，H=10m | 框架 | 座 | 1 | 平均 5 万 $m^3$/d，高峰 6.5 万 $m^3$/d |
| 7 | 提标 A-MBR 膜池改造 | 增加进水管开孔、新增曝气系统、新增内隔墙、混合液回流泵及配套设施、新增膜组器等 | 钢筋砼 | 座 | 1 | 现状池体改造 |
| 8 | 紫外消毒渠 | 土建利用现状 | 钢筋砼 | 座 | 1 | 设备更换 |
| 9 | 流量计井 | $L\times B\times H$=4.0×3.0×4.0m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 平均 5 万 $m^3$/d，高峰 6.5 万 $m^3$/d |
| 10 | 鼓风机房及变 | 土建利用现状，管沟开挖， | 框架 | 座 | 1 | 新增 4.5 万 $m^3$/d |

| 序号 | 名称 | 规格 | 结构 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 配电间 | 新增或更换设备等 | | | | 设备 |
| 11 | 污泥浓缩脱水车间 | 土建隔墙现状改造 | 框架 | 座 | 1 | |
| | | 新增板框脱水设备 | | | | |
| 12 | 加药间 | 拆除现状土建，设备放置于脱水车间 | 框架 | 座 | 1 | 新增 9.5 万 $m^3/d$ 设备 |
| 13 | 生物除臭滤池 | $Q_1$=21000$m^3/h$ | 不锈钢 | 座 | 3 | 按 9.5 万 $m^3/d$ 规模设计 |
| | | $Q_2$=31000$m^3/h$ | | | | |
| | | $Q_3$=12000$m^3/h$ | | | | |
| 14 | 尾水排放管 | | 钢管 | m | 300 | |
| 15 | 现状围墙破除重建 | | | m | 100 | |
| 16 | 现状构筑物拆除 | 加药间、细格栅及旋流沉砂池 | | 项 | 1 | |

### 5.9.2.2 改良 $A^2/O$+二沉池+深度处理工艺

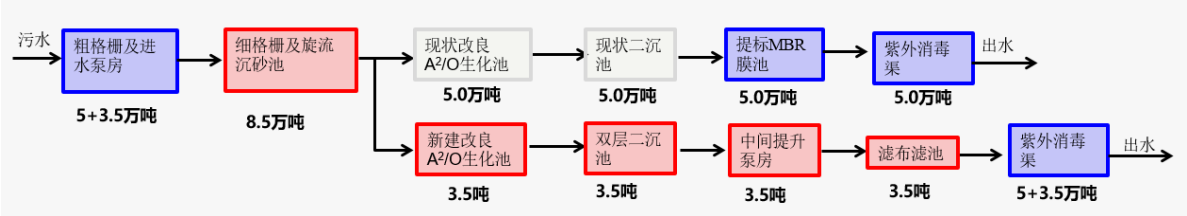



图5.9-10 改良 $A^2/O$+二沉池+深度处理工艺流程图


图5.9-11 生化池+二沉池+深度处理工艺平面布置

**表5.9-2 改良 $A^2/O$+二沉池+深度处理工艺改造或新建构筑物一览表**

| 序号 | 名称 | 规格 | 结构 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 粗格栅及进水泵房 | 土建利用现状 | 钢筋砼、框架 | 座 | 1 | 新增设备 |
| 2 | 细格栅及旋流沉砂池 | 细格栅：8.70×7.40×2.15m<br>沉砂池：17.35×7.40×6.60m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按 8.5 万 $m^3/d$ 规模设计 |
| 3 | 改良 $A^2/O$ 生化池 | L×B=70.05×40.6m，H=8.75m，水深 8.0m，池体 H=3.8m（基坑深），上部=4.95m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按 3.5 万 $m^3/d$ 规模设计 |
| 4 | 矩形双层二沉池 | L×B=32.7×30.7m ，H=14m<br>池体 H=11m（基坑深），上部=3m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按 3.5 万 m3/d 规模设计 |
| 5 | 中间提升泵房 | L×B=15.8×7.1m ，H=6m（全地下），基坑深 14m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按 3.5 万 $m^3/d$ 规模设计 |
| 6 | 滤布滤池 | L×B=14.7×10.6m， H=8.7m<br>池体 H=3m（基坑深），上部=4.7m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按 3.5 万 m3/d 规模设计 |
| 7 | 紫外消毒渠 | 土建利用现状 | 钢筋砼 | 座 | 1 | 设备更新 |
| 8 | 提标 A-MBR 膜池改造 | 土建利用现状 | 钢筋砼 | 座 | 1 | 增加膜组件 7 个 |
| 9 | 流量计井 | $L\times B\times H$=4.0×3.0×4.0m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 平均 3.5 万 $m^3/d$ |
| 10 | 鼓风机房及变配电间 | 土建利用现状，管沟开挖，新增设备等 | 框架 | 座 | 1 | 新增 3.5 万 $m^3/d$ 设备 |
| 11 | 污泥浓缩脱水车间 | 众源设备挪动位置（基础重建 L×B=37×19m）<br>新建脱水车间一座 L×B×H=33×15.8×15.5m | 框架 | 座 | 1 | 新增 3.5 万 $m^3/d$ 设备 |
| 12 | 加药间 | 设备放置于脱水车间 | 框架 | 座 | 1 | 新增 8.5 万 $m^3/d$ 设备 |
| 13 | 生物除臭滤池 | $Q_1$=21000$m^3/h$<br>$Q_2$=31000$m^3/h$<br>$Q_3$=12000$m^3/h$ | 不锈钢 | 座 | 3 | 按 8.5 万 $m^3/d$ 规模设计 |
| 14 | 尾水排放管 | | 钢管 | m | 300 | |
| 15 | 现状围墙破除重建 | | | m | 100 | |
| 16 | 现状构筑物拆除 | 细格栅及旋流沉砂池、加药间、脱水车间、众源设备 | | 项 | 1 | |

### 5.9.2.3 方案比选

从以上流程图以及平面布置图可以看出，采用五段式 Bardenpho+MBR 工艺需要

拆除原加药间、细格栅及沉砂池，新建厌氧池。采用生化池+二沉池+深度处理工艺拆除原加药间、细格栅及沉砂池、脱水车间及污泥减量化项目，新建改良 $A^2/O$ 池。

**表5.9-3 五段式 Bardenpho+MBR 工艺与改良 $A^2/O$+双层二沉池+深度处理工艺对比表**

| 比较项目 | 方案 1 | 方案 2 |
|---|---|---|
| 处理工艺 | 五段式 Bardenpho+MBR 工艺 | 改良 $A^2/O$+双层二沉池+深度处理 |
| 处理规模 | 9.5 万 $m^3/d$，kz 取 1.3 | 8.5 万，kz 取 1.3 |
| 方案优点 | 1、采用 MBR 工艺，节省用地，出水水质好且稳定，系统自动化程度高。<br>2、与提标项目并联运行，有利于调度提标项目膜池的处理能力。<br>3、采用五段式 Bardenpho 工艺，两段缺氧、好氧，强化脱氮（90~95%），前端厌氧，兼具除磷优势。 | 采用传统改良 $A^2/O$ 工艺，运行工艺成熟稳定； |
| 方案缺点 | 1、国产膜寿命一般为 5~8 年（进口膜 8~10 年），后期膜设备更换成本高。<br>2、MBR 膜工艺需曝气吹扫防止膜堵塞，电耗药耗费用高。<br>3、膜污染及膜性能衰减问题不可避免，需通过多种技术手段控制。 | 1、采用链条式刮泥机，链条易断裂，导致后期维护频繁；<br>2、二沉池为双层，基坑深度达 11m，基坑距离周边建筑物非常近，基坑边离现状综合楼仅 3m，导致基坑支护费用较大；<br>3、需要中间提升泵房进行二次提升，运行费用增加；<br>4、脱水车间拆除，目前场内没有足够土地建设脱水车间，其中众源原设备 L×B=37×19m，新建脱水车间用地 33×15.8m。 |
| 对一期影响 | 新建 MBR 膜池，五段式 Bardenpho 利用原生化池和二沉池进行扩容，改造期间需减产 35 天 | 不更改原来生产线，改造期间无须减产，扩建后除预处理及筑物，其他构筑物可实现两条生产线独立运行 |
| 投资费用 | 1.77 亿元 | 1.95 亿元 |
| 运行费用 | 0.89 元/$m^3$ | 0.95 元/$m^3$ |

**推荐方案：**由上述对比可以看出，在不新增用地的前提下，采用“改良 $A^2/O$+二沉池+深度处理”传统工艺方案，设计处理规模上限为 3.5 万吨/日，且由于受用地条件的限制，传统工艺方案需拆除重建污泥处理设施、加深新建生化池基坑深度、叠加式建设双层二沉池等，将导致工程造价提高。经对比分析，传统工艺方案无法补齐茶山镇污水处理能力不足的短板，且工程造价及运营费用均高于集约化工艺方案。**综上，可研推荐采用“五段式 Bardenpho+MBR”集约化工艺方案。**

# 6 工程方案设计

## 6.1 设计规模

根据前述的规划以及水量预测，本项目改扩建设计规模为 4.5 万 $m^3/d$，总处理规模达到 9.5 万 $m^3/d$，总变化系数取 1.3。

茶山镇污水处理厂总占地面积 8.07 公顷（规划红线），已建工程实际用地面积约 3.70 公顷，其中包括一期提标工程用地约 5252.6$m^2$，规划红线内部分用地已被茶山镇固废处理中心、茶山北路电缆终端场站、众源污泥减量化项目等项目占用，因此，可用于本扩建项目的可用地面积仅约 4033$m^2$，用地极为紧张，且分散在各处，形状极不规整，给本扩建项目工艺平面布局带来很大的挑战和局限性。

## 6.2 总体设计

**1、 平面设计原则**

厂区总平面布置遵循如下原则：

✧ 功能分区明确，新建构筑物结合用地现状紧凑布置，减少占地面积。

✧ 考虑与现状处理设施结合，使工程相对完整，便于后期运转管理。

✧ 水力流程力求简短、顺畅，避免迂回重复。

✧ 建筑物尽可能布置为南北朝向。

✧ 构筑物布置考虑进出水管上下游衔接方向。

✧ 厂区绿化率不低于 30%，总平面布置满足消防要求。

**2、 厂区平面设计**

根据平面设计原则，布置尽量集约紧凑，方便运维管理，推荐的平面布置图如下图所示。

本项目总平面根据功能可分为以下几个区域：

（1）预处理区

位于本项目用地的东南侧，主要布置有粗格栅及进水泵房（现状）、细格栅及旋流沉砂池、精细格栅、进水水质监测间（现状）、生物除臭滤池等。

（2）二级处理区

位于本项目用地的中部，由南向北分别布置有五段式 Bardenpho 生物反应池、

鼓风机房及变配电间等。

（3）深度处理区

位于本项目用地的西北部，主要布置有 MBR 膜池及配套设备间、紫外消毒渠、水质监测间等。

（4）污泥处理区

位于本项目用地的西南侧，靠近预处理区，主要布置有污泥浓缩脱水车间。

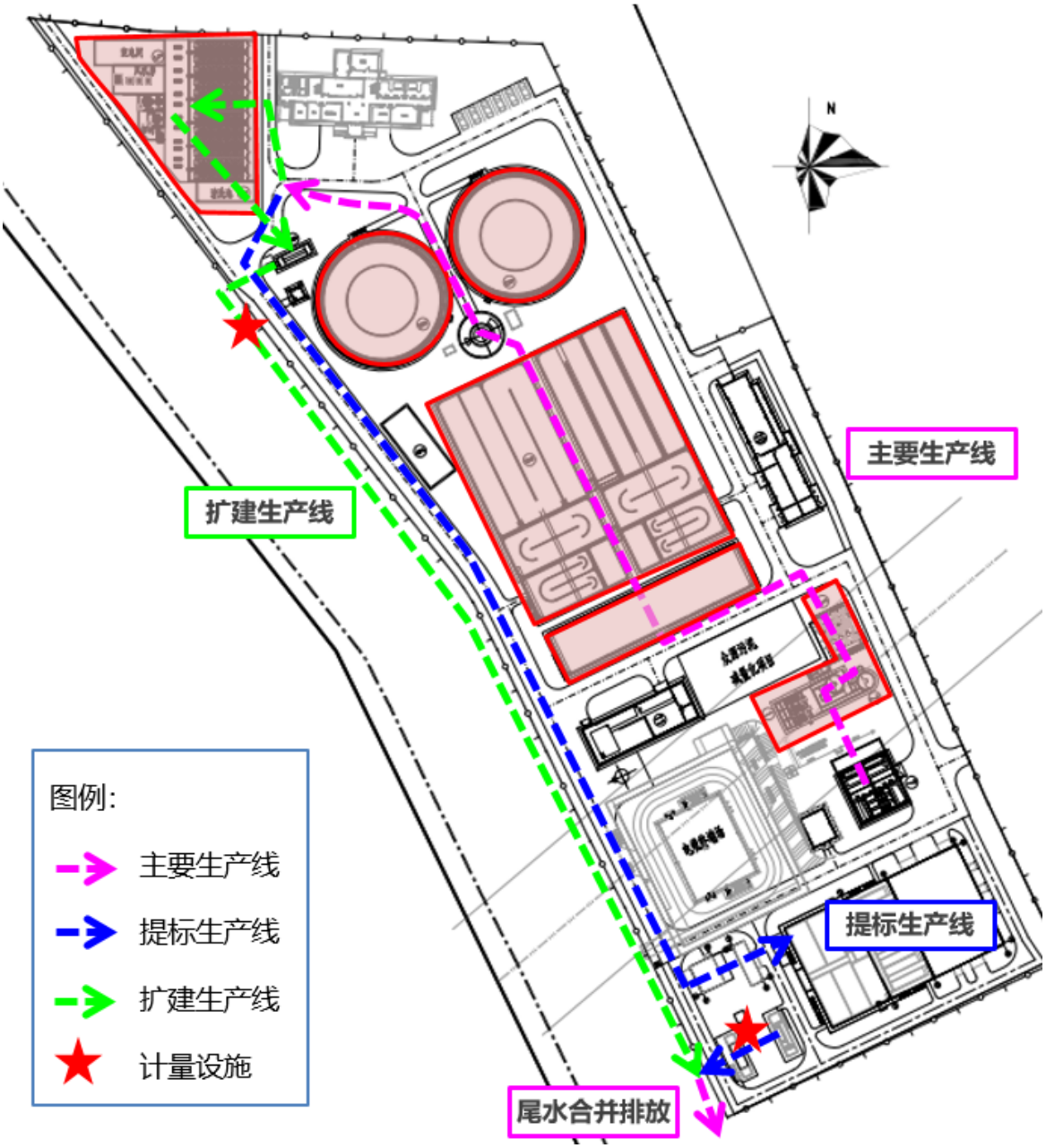



**图6.2-1 厂区平面布置图**

**3、 厂区竖向设计**

（1）考虑新建构筑物和现状构筑物工艺流程上的衔接，在满足使用需求的同

时尽量减少水损、节省能源。

（2）在满足工艺流程的条件下，尽量减少厂区土方量，以节省投资。

（3）厂区地面高程应与周围已建项目相衔接。

（4）厂区不受淹，考虑最新防洪要求。

## 6.3 对一期及提标项目现状设施的利用情况

本扩建项目用地极为紧张，经过前期多方沟通，拟考虑在茶山镇污水处理厂内原位技改扩容，利用现状构筑物挖潜，因此本扩建项目完成后，基本对一期现状构筑物加以全部利用，与一期共用一个处理流程，同时新建MBR膜池与提标项目MBR膜池并联运行。具体利用情况如下：

1、对一期现状粗格栅及进水泵房、紫外消毒渠、鼓风机房、配电间等构建筑物，通过新增设备实现扩容。

2、考虑到整体工艺流程的配水均匀性和新旧管线的衔接，现状细格栅及旋流沉砂池考虑拆除，新建一座细格栅及旋流沉砂池、精细格栅作为厂区预处理设施。

3、一期现状生化池和二沉池改造成五段式 Bardenpho 生物池，并拆除一期现状细格栅及旋流沉砂池、加药间，新建 1 座前端生化池，与现状改造池体整体作为厂区的生物处理段。

4、对现状污泥浓缩脱水车间进行改造，新增加药系统和污泥浓缩脱水系统。

5、保留现状水质监测间的功能。

6、对一期现状中控系统进行改造，接入新扩建设备的控制系统，统一合并管理。

7、本项目未建设办公楼及宿舍楼，考虑与一期运营单位协调，共用一套办公系统及生活区。

8、本项目新建 MBR 膜池与提标项目 MBR 膜池并联运行，共同承担来自生物池的来水。

## 6.4 主要构（建）筑物工艺设计

本项目厂区内主要构（建）筑物包括：粗格栅及进水泵房（现状）、细格栅及旋流沉砂池、精细格栅、五段式 Bardenpho 生物池、MBR 膜池及配套设备间、紫外消毒渠（现状）、出水流量计井、鼓风机房及变配电间（现状）、污泥浓缩脱水车间（现状）、加药间（现状拆除，加药系统整合放置于脱水车间）、生物除臭滤池、水

质监测间（现状）等。

## 6.4.1 粗格栅及进水泵房（现状）

### 6.4.1.1 粗格栅间

**一、 工艺描述**

粗格栅主要用于拦截污水中较大悬浮物，确保水泵正常运行。

**二、 设计参数**

现状粗格栅土建按 15 万 $m^3/d$ 规模设计，设备按 5 万 $m^3/d$ 规模安装。

本改扩建项目设计规模为 4.5 万 $m^3/d$，总处理规模达到 9.5 万 $m^3/d$，总变化系数取 1.3。复核现状处理能力，补足所需规模。

粗格栅渠道总数为 3 条，渠宽 1.5m，一期已安装 2 台钢丝绳牵引式格栅除污机，本次扩建新增 1 台，栅条间隙 20mm。

粗格栅间平面尺寸：L×B=15.6×6.7m。

**1、 栅条间隙数 *n***

$$n=\frac{Q_{\max}\sqrt{\sin\alpha}}{bhv}=\frac{1.43\times\sqrt{\sin 75^0}}{0.02\times1.0\times0.8}=87.85\text{（取整：}n\text{=88）}$$

式中： $n$—栅条间隙数，条；

$Q_{max}$—设计流量，$m^3/s$，为 1.43；

$\alpha$—格栅倾角，度，取 75°；

$b$—格栅间隙，m，取 0.02；

$h$—栅前水深，m，取 1.0；

$v$—过栅流速，m/s，取 0.8；

**2、 栅槽宽度 *B***

$$B=S(n-1)+bn+0.2\times3=0.01\times(88-1)+0.02\times88+0.6=3.23m$$

式中： $S$—栅条宽度，m，取 0.01；

$0.2$—栅槽宽度比格栅宽 0.2m；

考虑到格栅易堵塞，为增加设备的过流量及维修空间，因此，本项目每条渠道的宽度为 1.5m 是满足要求的。

**3、 过栅水头损失 $h_1$**

$$h_1=\beta(\frac{S}{b})^{\frac{4}{3}}\times\frac{v^2}{2g}\sin\alpha\times K=2.42\times(\frac{0.01}{0.02})^{\frac{4}{3}}\times\frac{0.8^2}{2\times9.81}\sin 75^0\times4=0.12m$$

式中： $\beta$—系数，取 2.42；

$K$—堵塞系数，取 4；

过栅水头损失取 0.20m，考虑过孔及渠道水损，**格栅间的总水头损失按 0.30m 计**。

**三、 主要新增设备**

钢丝绳牵引式格栅除污机（栅隙 20mm）： 1 套

根据格栅前后水位差或按时间周期自动控制清渣，也可机旁手动控制清渣。

### 6.4.1.2 进水泵房

**一、 工艺描述**

将污水提升入后续处理构筑物。

现状进水泵房土建按 15 万 $m^3/d$ 规模设计，设备按 5 万 $m^3/d$ 规模安装。

本改扩建项目设计规模为 4.5 万 $m^3/d$，总处理规模达到 9.5 万 $m^3/d$，总变化系数取 1.3。复核现状处理能力，补足所需规模。

**二、 设计参数**

设计平均时流量：$Q_{ave}$=3958.33$m^3/h$=1.10$m^3/s$

设计最大时流量：$Q_{max}$=5145.83$m^3/h$=1.43$m^3/s$

**三、 主要设备**

泵房目前已配置 3 台提升水泵（1 大 2 小）：

大泵：$Q$=2084$m^3/h$，$H$=19m，$P$=160kW

小泵：$Q$=1042$m^3/h$，$H$=19m，$P$=75kW

本次扩建拟新增 2 台水泵（1 大 1 小）：

大泵：$Q$=2084$m^3/h$，$H$=20m，$P$=170kW，变频

小泵：$Q$=1042$m^3/h$，$H$=20m，$P$=80kW，变频

高峰流量时 3 用 2 备（2 大 1 小，备用 2 台小泵），或 4 用 1 备（3 小 1 大，备用一台大泵）；

平均流量时 3 用 2 备（1 大 2 小，备用 1 台大泵，1 台小泵）；

水泵的开、停根据集水井内液位计自动控制。

**四、 土建尺寸**

平面尺寸： 15.60×9.60m

## 6.4.2 细格栅及旋流沉砂池

本项目新建细格栅及旋流沉砂池一座，土建及设备均按 9.5 万 $m^3/d$ 规模设计安装，设计高峰秒流量 $Q_{max}$=1.43$m^3/s$。

### 6.4.2.1 细格栅

**一、 工艺描述**

污水被提升后通过管道进入细格栅池。细格栅可以去除污水中的漂浮物和固体废物，确保后续工艺的正常运行。本设计共有 3 条渠道，每条渠道安装 1 台细格栅。细格栅上游设有电动插板闸门供检修时使用。细格栅同旋流沉砂池合建。运行中，细格栅的栅渣通过螺旋输送压榨一体机压缩后送到渣桶。挤压出的水回到进水泵房。通过细格栅后，污水进入旋流沉砂池。细格栅通过水位差或时间控制自动清渣。

**二、 设计参数**

最大设计流量： $Q_{max}$=1.43$m^3/s$

渠道数量： 3 条

每组格栅宽度： 0.8m

每组渠道宽度： 2.1m

孔板孔隙： 5mm

栅前水深: 1.0m

过孔流速： 0.5m/s

**三、 主要设备**

铸铁镶铜止水闸门： 6 套

内进流孔板式格栅机： 3 套

螺旋输送压榨一体机： 1 套

监控仪表： 1 套

就地电气控制箱和就地按钮盒： 1 套

从细格栅到旋流沉砂池的渠道内安装液位差计，由 PLC 来控制细格栅的开/停。安装就地电气控制箱控制细格栅、螺旋输送压榨一体机的运行。其他电气设备都配有就地按钮盒。根据格栅前后水位差或按时间周期自动控制清渣，也可机旁手动控制清渣。

**四、 土建尺寸**

平面尺寸： 8.70×7.70m

### 6.4.2.2 旋流沉砂池

**一、 工艺描述**

旋流沉砂池属于涡流除砂系统，是依靠机械产生涡流收集沉砂池中心斗里的砂粒。旋流沉砂池的进水是以切线方向进入水池，再通过位于水池中心叶轮慢速搅拌，形成能砂粒与水通过比重的不同在旋流状况下得到分离。由于旋流沉砂池完全利用水力和机械形成流，无曝气设施，故能完全保证进入后续处理的污水处于厌氧或缺氧状态。污水通过旋流沉砂池后通过管道进入精细格栅。

旋流沉砂池为圆形钢筋混凝土结构，设一座，分为 2 组。土建及设备均按 9.5 万 $m^3/d$ 规模设计安装，总变化系数取 1.3。

**二、 设计参数**

最大设计流量 $Q_{max}$ 为 $1.43m^3/s$，旋流沉砂池分为两组，每组流量为 $0.715m^3/s$。

**1、 沉砂池总面积 *A***

$$A=\frac{Q_{\max}}{q_0}=\frac{1.43\times3600}{165}=31.2m^2$$

式中： $q_0$—水力表面负荷，$m^3/(m^2\cdot h)$，取 165；

**2、 单组池径 *D***

分为两组，单组面积为 $15.6m^2$，则单组池径为：

$$D=\sqrt{\frac{4A_1}{\pi}}=\sqrt{\frac{4\times15.6}{\pi}}=4.45m$$

取 4.50m 作为旋流沉砂池的单组设计池径。

**3、 校核**

设计径深比取 2.5，则有效水深 $h$ 为：

$$h=\frac{D}{2.5}=\frac{4.50}{2.5}=1.80m$$

$h$ 在 1.0~2.0m 之间，符合要求。

单组有效池容 $V$：

$$V=\frac{1}{4}\pi D^2h=\frac{1}{4}\pi\times4.50^2\times1.92=28.61m^3$$

校核水力停留时间：

$$HRT=\frac{V_{total}}{Q_{\max}}=\frac{28.61\times 2}{1.43}=40.01s>30s$$（满足要求）

三、 主要设备

| | |
|---|---|
| 气体提砂装置 | 2 套 |
| 砂水分离器 | 1 台 |
| 高排水型螺旋压榨机 | 1 台 |
| 监控仪表 | 1 套 |
| 就地电气控制箱和就地按钮盒 | 1 套 |

就地电气控制箱能控制旋流沉砂器和砂水分离器的运行。所有其他电气设备都须配有就地按钮盒。

四、 土建尺寸

平面尺寸： 17.35×7.70m

### 6.4.3 五段式 Bardenpho 生物池

#### 6.4.3.1 工艺描述

五段式 Bardenpho 生物池是整个污水处理工艺的核心部分，共分为 3 部分，第 1 部分为新建池体，第 2 座为一期现状生化池改造而成，第 3 座为现状二沉池改造而成。每座生物池分 2 组，可独立运行。土建及设备均按 9.5 万 $m^3/d$ 规模设计安装。

五段式 Bardenpho 生物池由厌氧区、第一缺氧区、第一好氧区、第二缺氧区、第二好氧区 5 个不同的功能区组合在一起的池体，中间由隔墙隔成各个处理单元，新建池体作为厌氧区，现状生化池原预缺氧区和厌氧区均改成缺氧区，与原缺氧区一起作为第一缺氧区，原好氧区作为第一好氧区，现状二沉池中间新建圆形内隔墙将二沉池分隔成两个区，隔墙外作为第二缺氧区，隔墙内作为第二好氧区。利用厌氧、缺氧和好氧区的不同功能，进行生物脱氮除磷，同时去除 $BOD_5$。

改造后生物池的厌氧区接受来自前端的污水和第一缺氧区回流的污水，二者在厌氧池混合，污水中含有易降解有机物(VFA)，聚磷菌释放磷并储存能量以便在好氧区过量吸磷，通过聚磷菌的厌氧释磷和好氧过量吸磷的过程使污水中的磷去除；第一缺氧区主要接受来自厌氧池的污水和来自第一好氧区回流的混合液，在缺氧区内发生反硝化作用，反硝化的污水从缺氧区进入好氧区完成硝化作用并对污水中所含的有机物进行降解以及聚磷菌对磷的吸收作用。第二好氧区无硝化液回流，所增

设的第二缺氧区及第二好氧区起强化脱氮和提高出水水质的作用。

本项目考虑将一期提标 A 池改造成好氧区，增设曝气系统，增加生物处理系统好氧区总池容，A 池改造可增加好氧区停留时间约 0.82h。

### 6.4.3.2 设计参数

**一、 厌氧区总容积 $V_1$（m³）**

$$V_1=\frac{T\times Q}{24}=\frac{1.02\times 95000}{24}=4037.5m^3$$

式中： $V_1$—厌氧区有效容积，m³；

$Q$—设计流量，m³/d，取 95000；

$T$—厌氧区停留时间，h，取 1.02。

**二、 缺氧区总容积 $V_2$（m³）**

$$K_{de(T)}=K_{de(20)}\times 1.08^{(T-20)}=0.04\times 1.08^{(15-20)}=0.027$$

$$\Delta X_V=yY_t\frac{Q(S_O-S_e)}{1000}=0.75\times 0.8\times\frac{95000\times(130-10)}{1000}=6840mg/L$$

$$V_2=\frac{0.001Q(N_k-N_{te})-0.12\Delta X_v}{K_{de}X}=\frac{0.001\times 95000\times(40-15)-0.12\times 6840}{0.027\times 5}=11418.15m^3$$

式中： $V_2$—缺氧区有效容积，m³；

$Q$—设计流量，m³/d，取 95000；

$X$—生物池内混合液悬浮固体平均浓度，gMLSS/L，取 5；

$N_k$—进水总凯氏氮浓度，mg/L，取 40；

$N_{te}$—出水总氮浓度，mg/L，取 15；

$\Delta X_v$—排出生物反应池系统的微生物量，kgMLVSS/d；

$K_{de}$—脱氮速率，kg$NO_3$-N/kgMLSS·d；

$K_{de(20)}$—20℃时的脱氮速率，取 0.04[kg$NO_3$-N/kgMLSS·d]；

$T$—设计水温，℃，取 15；

$y$—MLSS 中 MLVSS 所占比例，取 0.75

缺氧区水力停留时间：

$$HRT_n=\frac{V_2}{Q}\times 24=\frac{11418.15}{95000}\times 24=2.88h$$

**根据现状实际池容计算，缺氧区设计总停留时间为：3.97h，其中，第一缺氧区停留时间：2.05h；第二缺氧区停留时间：1.92h。满足设计参数要求。**

**三、 好氧区总容积 $V_3$（m³）**

$$V_3=\frac{Q(S_0\text{-}S_e)\theta_c Y_t}{1000X}=\frac{95000\times(130-10)\times10.64\times0.8}{1000\times5}=19404.26\text{m}^3$$

式中： $V_3$— 好氧区有效容积，$m^3$；

$Q$—设计流量，$m^3/d$，取 95000；

$S_0$—进水 $BOD_5$ 浓度，mg/L，取 130；

$S_e$—出水 $BOD_5$ 浓度，mg/L，取 10；

$\theta_{co}$—好氧区设计污泥龄，d，取 10.64；

$Y_t$—污泥总产率系数，kgMLSS/kg$BOD_5$，取 0.8；

$X$—生物池内混合液悬浮固体平均浓度，gMLSS/L，取 5；

好氧区水力停留时间：

$$HRT_o=\frac{V_3}{Q}\times24=\frac{19404.26}{95000}\times24=4.90h$$

**根据现状实际池容计算，好氧区总停留时间设计为：4.14h，其中，第一好氧区停留时间：3.39h；第二好氧区停留时间：0.75h。**

**上述水力停留时间未包括MBR膜池池容（提标+新建MBR膜池共计约0.90h）。**

综上，本项目的生物反应池的主要设计参数为：

设计规模： 9.5 万 $m^3/d$，$K_z$=1.3；

厌氧区停留时间： 1.02h；

第一缺氧区停留时间： 2.05h；

第一好氧区停留时间： 3.39h；

第二缺氧区停留时间： 1.92h；

第二好氧区停留时间： 0.75h；

总停留时间： 9.13h；

好氧区设计污泥浓度： 6 gMLSS/L；

生物池设计平均污泥浓度： 5 gMLSS/L；

BOD 污泥负荷 Ls： 0.063 kg$BOD_5$/(kgMLSS·d)；

剩余污泥产量： 10389.14 kgDS/d；

总污泥龄： 20.78d；

第一缺氧区至厌氧区回流比： 200%；

第一好氧区至第一缺氧区回流比：300%；

膜池至第一好氧区回流比： 300%；

设计气水比： 6：1；

第一好氧区有效水深： 5.95m；

第二好氧区有效水深： 4.75m；

提标 A 池改造好氧区有效水深： 6.20m。

生物池第一好氧区、第二好氧区及提标 A 池改造区考虑共用 1 套曝气风机系统，三区有效水深有一定差值，可考虑采用减压阀和流量计进行风量和风压控制，同时厂内有条件可考虑采用精确曝气系统进行气量分配和控制，达到按需供气、节能降耗的目的。

### 6.4.4 精细格栅

#### 6.4.4.1 工艺描述

精细格栅可连续拦截并清除水中固体杂物，对于杂草、瓜子、纸片等固体去除效率较高，尤其是传统格栅难以拦截的毛发、纤维类栅渣，可大大降低后续处理工序的负荷，降低后续设备故障率，减少设备维护工作量。

#### 6.4.4.2 设计参数

本项目新建精细格栅 1 座，土建及设备均按 9.5 万 $m^3/d$ 规模设计安装，设计高峰秒流量 $Q_{max}$=1.43$m^3/s$。

渠道数量： 4 条

每组格栅宽度： 0.8m

每组渠道宽度： 1.7m

孔板孔隙： 1mm

栅前水深: 1.0m

过孔流速： 0.5m/s

**一、 主要设备**

铸铁镶铜止水闸门： 8 套

内进流孔板式格栅机： 4 套

螺旋输送压榨一体机： 1 套

监控仪表： 1 套

就地电气控制箱和就地按钮盒： 1 套

精细格栅渠道内安装液位差计，由 PLC 来控制精细格栅的开/停。安装就地电

气控制箱控制精细格栅、螺旋压榨一体机的运行。其他电气设备都配有就地按钮盒。根据格栅前后水位差或按时间周期自动控制清渣，也可机旁手动控制清渣。

二、 土建尺寸

平面尺寸： 12.0×9.4m

## 6.4.5 MBR 膜池及配套设备间

### 6.4.5.1 工艺描述

膜生物反应器（MBR）工艺是先进的废水处理技术，在传统的悬浮生长活性污泥处理系统中采用低压膜进行固/液分离从而代替传统的二沉池。与传统二沉池相比，其最大的优势在于：固液分离的效果不依赖混合液悬浮固体的浓度或者其沉降特性。因此，膜生物反应器（MBR）可以维持很高的 MLSS。

生物池内的混合液通过重力流入膜池进水渠道内，配送至每组膜池中。每组膜池内均安装有大量膜组件，膜组件出水口通过总管连接，并接入对应水泵的吸水口，靠水泵产生的真空抽吸力将膜池中的水经过滤膜壁吸入每根中空纤维膜的中心，汇集后排入滤后水干管，进入后续处理单元。

膜池的另一端设出水堰，膜池内混合液通过该出水堰溢流至混合液回流渠道中，在该渠道内设置循环泵，将混合液回流至生物池中。

通过在膜箱的底部采用大气泡曝气产生紊流，冲刷中空纤维膜的表面，减少污染物在膜表面的聚集，同时减少了化学清洗的次数。在膜工作时，自动进行松弛，以延长膜的使用寿命和保证达到稳定的出水流量。在连续工作一段时间后，系统要进行维护性清洗和恢复性化学清洗，即采用化学药剂（一般采用柠檬酸、次氯酸钠等）对膜进行清洗，以更好的去除膜表面附着的污染物，恢复膜通量。

本项目拟新建 MBR 膜池 1 座，与提标 A-MBR 膜池共同承接生物池来水，两级 MBR 膜池并联运行。现状提标项目 MBR 膜池平均日处理量约 4.50 万 $m^3/d$（已安装 43 个膜组件，有 5 个膜组件空位），高峰日处理水量约 5.85 万 $m^3/d$，本项目将剩余 5 个膜组件空间安装齐全，使其平均规模达到 5 万 $m^3/d$。

由于提标膜现状运行模式是二沉池之后来水接入提标 MBR 膜池，污泥浓度比较低。采用可研方案改造后，取消了二沉池，提标 MBR 膜池污泥浓度达到 8g/L，当污泥浓度提高后，会造成提标膜池的规模有一定衰减（按照九折衰减算），衰减后规模为 4.5 万 $m^3/d$，为了使总规模达到 9.5 万 $m^3/d$，新建 MBR 膜池设计规模为

平均流量 5 万 $m^3/d$，高峰流量为 6.5 万 $m^3/d$。

### 6.4.5.2 设计参数

总处理规模为 9.5 万 $m^3/d$，$K_Z$=1.3

新建 MBR 膜池设计规模为平均流量 5 万 $m^3/d$，高峰流量 6.5 万 $m^3/d$

膜池设计污泥浓度：8g/L

膜池数：11 个（安装 10 个膜池廊道）

单个膜池膜组器数：8 套（可安装 9 套，预留 1 个空位）

单套膜组器膜面积：≥1700$m^2$

平均设计膜通量：18.0L/$m^2$•h

高峰设计膜通量：23.4L/$m^2$•h

膜擦洗设计气水比：6:1

膜池有效水深：4.5m

膜使用年限：≥5 年

膜组器布置形式：双层布置

膜池至生物池混合液回流比：300%（新建膜池及提标膜池均回流）

### 6.4.5.3 主要设备

新建一座 MBR 膜池，膜池平面尺寸：L×B=47.5×20.5m。MBR 膜池配套设备间，建筑面积约 760$m^2$。

主要配置以下设备:

MBR 膜组器：80 套，膜丝孔径≤0.1μm，单套膜组器产水量 27.0~47.8$m^3/h$。

产水泵：离心泵，12 台（10 用 2 冷备），单泵参数：Q=310$m^3/h$，H=10m，N=15kw。

反洗泵：离心泵，2 台（1 用 1 备），单泵参数：Q=350$m^3/h$，H=10m，N=18kw。

剩余污泥泵：转子泵，2 台（1 用 1 备），单泵参数：Q=100$m^3/h$，H=12m，N=8.4kw。

混合液回流泵：潜污泵，5 台（4 用 1 备），单泵参数：Q=1960$m^3/h$，H=4m，N=45kw。

膜吹扫风机：3 台（2 用 1 备，变频），单台参数：Q=120$m^3/min$，P=60kPa，N=160kw。

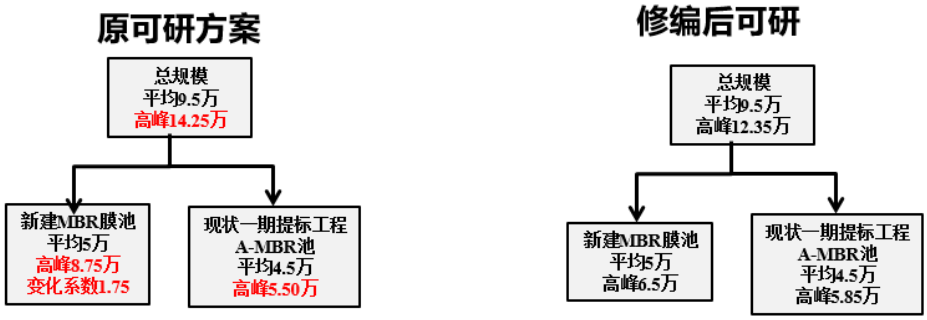
膜池及配套设备间还有空压机、排空泵、次氯酸钠加药系统、碱加药系统、柠檬酸加药系统、电动起重机等配套设备。

### 6.4.5.4 设计膜通量增大的可行性分析

东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目原可研评审稿，MBR 设计膜通量为 14L/m$^2$·h（平均流量），膜池数 12 个，每个膜池有 8 套膜组件安装空间（安装 7 套，预留 1 套空位），共安装 84 套膜组件。

可研修编后，MBR 设计膜通量为 18L/m$^2$·h（平均流量），膜池数 11 个，每个膜池有 9 套膜组件安装空间（安装 8 套，预留 1 套空位），共安装 80 套膜组件。

膜通量变化原因如下：




本项目扩建后，总规模为 9.5 万 m$^3$/d，原可研变化系数为 1.5，因此峰值规模为 14.25m$^3$/d，但一期提标 MBR 平均规模为 4.5 万 m$^3$/d，峰值规模为 5.5 万 m$^3$/d，因此，新建 MBR 膜平均规模为 5.0m$^3$/d，峰值规模为 8.75m$^3$/d。原可研考虑新建 MBR 规模补齐提标膜峰值规模，且峰值最大膜通量不超过 25L/m$^2$·h，因此新建 MBR 膜变化系数达到 1.75，由此反推，原可研平均流量下 MBR 膜通量取值 14L/m$^2$·h，峰值流量下膜通量取值 24.5 L/m$^2$·h。

在环保产业中心上会后，可研变化系数修整为 1.3，且会议要求提标与扩建 MBR 膜独立考虑变化系数，无须补齐提标 MBR 峰值规模，因此修编后平均流量下 MBR 膜通量取值 18 L/m$^2$·h，峰值流量下膜通量取值 23.4 L/m$^2$·h。

修编后可研相比原可研评审稿只减少了 4 个膜组件，主要考虑到 MBR 膜组件产 9 停 1 及反洗的影响，设计膜通量 18 L/m$^2$·h（平均流量）是扣除上述影响因素后的净膜通量，因此本可研膜通量考虑了之前提标膜设计时未考虑的不利因素，可避免之前提标膜出现的相关问题。

### 6.4.5.5 提标 A-MBR 膜池改造内容

考虑到提标项目 A-MBR 膜池产水能力不足，检修或恢复性清洗膜组器时产水量下降的问题，考虑本次提标项目将膜池剩余空位安装上膜组器，增大产水能力（增加约 10-15%），待现状膜组器寿命到期后，建议更换膜面积更大更节省用地的新膜

组器；此外，提标 A 池需增加进水管开孔，并新增曝气系统改造成好氧区；由于现状提标 MBR 膜池回流渠平面尺寸较小，考虑在 A 池内新建隔墙做回流泵房，与现状回流渠通过孔洞连通，安装 2 台混合液回流泵，另设 1 台冷备泵；原回流泵拆除并封堵孔洞。

新增混合液回流泵：潜污泵，3 台（2 用 1 冷备），单泵参数：Q=2812.5$m^3$/h，H=1m，N=10kw。

新建 MBR 膜池与提标 MBR 膜池处理水量可通过膜池产水泵流量进行调配，产水泵流量通过膜通量进行控制。低峰流量时两座膜池均可按平均通量运行；高峰流量时，提标膜池可按平均流量运行，新建膜池可按高峰通量运行。

## 6.4.6 紫外消毒渠

### 6.4.6.1 工艺描述

本项目中紫外消毒渠利用现状土建。分为 1 座 2 组，每组内安装紫外消毒装置 1 套，现状已安装 1 套，本次对现状紫外灯管进行更新，承接新建 MBR 膜池出水消毒。设计平均流量 5 万 $m^3$/d，高峰流量 6.5 万 $m^3$/d。

污水经 MBR 膜池处理后，进入紫外消毒渠进行消毒后外排。紫外光灯管于明渠中放置，且排列间距应均等，确保在明渠中每一点有均等的紫外剂量以保持稳定的消毒灭菌效果。紫外光消毒管理系统以明渠中的紫外光强弱来实时控制紫外光灯及灯组的开关。每一个紫外光灯组内设置紫外光探头来准确地度量水中紫外光强度，配合污水的透光率及流量来调节紫外灯供电量以维持足够强度的灭菌能力及最合适的用电量。

### 6.4.6.2 设计参数

处理规模为平均流量 5 万 $m^3$/d，高峰流量 6.5 万 $m^3$/d，共 2 条渠道。

| | |
|---|---|
| 进水悬浮物浓度： | 10mg/L |
| 进水浊度： | 5NTU |
| 设计水温： | 15～30℃ |
| 出水粪大肠菌群控制目标： | 小于 1000 个/L |
| 设计光波最低穿透率： | 65%（253.7nm，1cm） |
| 平均有效紫外线剂量： | ≥20mJ/$cm^2$ |

**一、 主要设备**

现状紫外规模已达到 5 万 $m^3/t$，但现场紫外灯管已用 10 年，因此本次扩建对现状紫外灯管进行更换，共 132 跟灯管，镇流器、中控柜、空压机、水位传感器等配套设备利旧使用

二、 土建尺寸

现状土建，平面尺寸：L×B=12.0×4.84m

### 6.4.7 流量计井

提标生产线执行准四类出水标准，扩建生产线执行一级 A 出水标准，两条生产线分别设置流量计。扩建完成后，一期 BOT 水量及提标项目水量按提标生产线计量水量数据收费，扩建项目水量按扩建生产线计量水量数据收费。

本项目新建流量计井 1 座，用于计量扩建项目出水流量，提标项目采用现状流量计设施。

平均流量：5 万 $m^3/d$，峰值流量：6.5 万 $m^3/d$。

流量计井尺寸为 4.0×3.0m，采用电磁流量计，型号为 DN1200。

### 6.4.8 鼓风机房及变配电间

鼓风机房及变配电间利用现状土建，平面尺寸：45.4×10.0m，高度 7.2m。

新增设备，使总处理规模为 9.5 万 $m^3/d$，Kz=1.3。设计气水比：6:1

现状鼓风机房共设置了 4 台机位，已安装 3 台多级离心鼓风机，2 用 1 备，单台风量为 $100m^3/min$，风压 70kPa，电机功率 175kW。（现状基本不用）

后期又在风机房离心风机中间空余位置安装了 2 台空浮风机，单台风量为 $135m^3/min$，风压 80kPa，N=184Kw。剩余空间可再安装 2 台风机（空浮或磁浮）。

本次拟新增 2 台风机，单台风机参数：$Q=125m^3/min$，$P$=75kPa，N=200kW，变频，风机型式待后续设计阶段明确。

**平均日流量时：**

$Q_{气}=\frac{95000}{24\times60}\times6=395.83m^3/\min$，风机配置运行情况为 3 用 1 备；

**最大设计流量时：**

$Q_{气}=\frac{95000\times1.3}{24\times60}\times6=514.58m^3/\min$，风机配置运行情况为 4 用。

### 6.4.9 污泥浓缩脱水车间

### 6.4.9.1 工艺描述

将污水处理过程中产生的污泥脱水至含水率在 60%以下，便于出厂污泥运输和最终处置。

本项目剩余污泥主要来自 MBR 膜池排泥，污泥含固率约为 0.8%，即本厂污泥产量为 2133.75$m^3$/d（按 0.8%含固率）。

本项目污泥浓缩脱水车间近期利用现状土建改造，新增设备提升产能。

### 6.4.9.2 设计参数

剩余污泥流量： 2133.75 $m^3$/d

污泥含水率： 99.2%

一期现状已有设施：

现状储泥池：容积 350$m^3$

离心浓缩脱水机，2 台，1 用 1 备，Q＝50$m^3$/h，出泥含水率 80%。

高压隔膜板框压滤机，1 台，过滤面积 200$m^2$，配套控制系统、皮带输送机、钢结构支架等。根据调研，24 小时运行可处理绝干污泥约 5t/d。

众源污泥减量化项目已有设施：

2 台板框压滤机，过滤面积 200$m^2$，出泥含水率＜60%，两台 24 小时运行可处理绝干污泥约 14t/d（每个周期运行 3h，每天运行 8 个周期）。配套加药系统、输送机、泥斗等。

综合上述已有设施的处理能力，本项目近期拟新增以下设备：

叠螺浓缩机：2 套，1 用 1 备，Q=50~100$m^3$/h，N=90kW；

隔膜板框压滤机：1 台，过滤面积 400$m^2$，最大处理能力 7tDS/d；

污泥进料泵：1 套，Q=35~60$m^3$/h，H=50~80m，N=11kW；

清洗装置：1 套，Q=8~12$m^3$/h，P=22kw，含水箱 1 个；

压榨装置：1 套，Q=10~30$m^3$/h，P=15kW，含水箱 1 个；

压缩空气装置：1 套，Q=1~5$m^3$/min，P=18.5kW（含气罐、空压机、冷干机）

污泥调理罐：1 套，配套调理剂投加装置；

桨叶式调理搅拌机：1 台，单台 D=1500mm，r=50r/min，P=7.5kW；

电动单梁桥式起重机：单台起吊重量 5t；

半干化污泥料仓、半干化泥粉破碎装置：1 套；

机下水平输送机、汇总水平输送机：1 台；

湿泥计量设备、干泥计重设施：1 套。

**扩建完成后，总规模 9.5 万 $m^3/d$，根据 5.7.4.8 章节，每天产生的污泥量为 17.07TDS/d。扩建后，隔膜板框机总过滤面积为 1000$m^2$，按照隔膜板框机处理能力为 4000g/$m^2$，每个周期工作 4h，每天工作 4 个周期，即 16h，则每天可处理总泥量为 16TTDS，剩余的污泥只需要 400$m^2$ 的隔膜板框每 3 天多工作 2 个周期即可。**

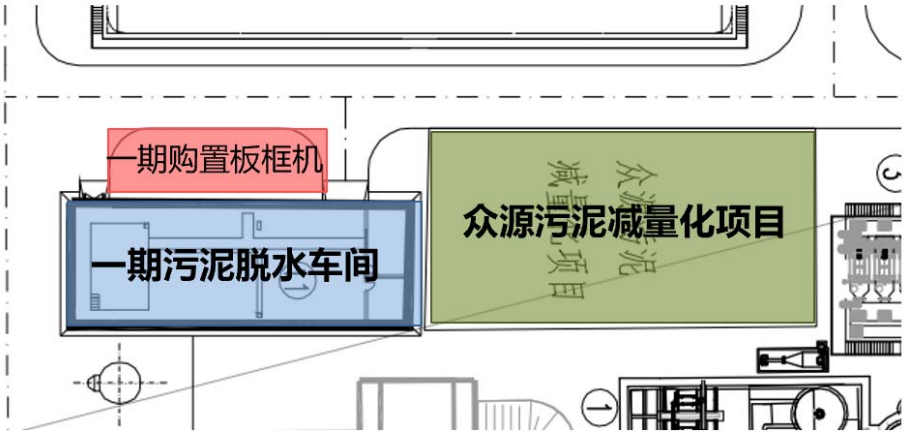



**图6.4-1 近期污泥脱水设施布置图**

远期设计：根据调研，远期待众源项目撤场后，保留一期购置板框机和近期新增板框机，在众源污泥减量化项目厂址上新建污泥脱水车间，新增污泥脱水设备 2 台，单台过滤面积 400$m^2$，处理能力 14tDS/d。但通过协商，远期工程暂不纳入本项目，远期污泥脱水设施布局如下。

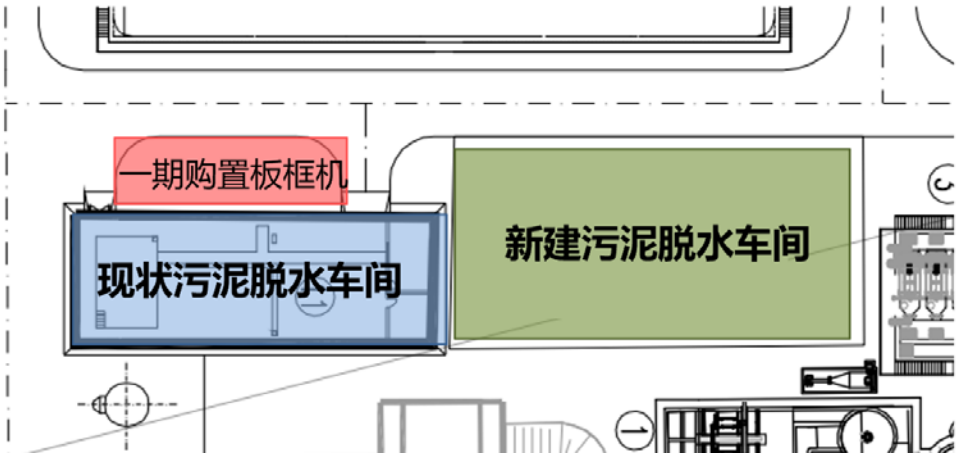



**图6.4-2 远期污泥脱水设施布置图**

## 6.4.10 加药间

本方案考虑拆除一期现状加药间，新建生物池，因此，加药系统需另找位置建设。结合厂区用地现状，考虑将加药系统放置于污泥浓缩脱水车间内。

（1）PAC

投加 PAC 作为化学辅助除磷药剂，保证出水达标。

采用成品 PAC 溶液浓度：10%（以 $Al_2O_3$ 计）

投加量：15mg/L

单台泵流量 Q=25~100L/h；*P*=5Bar；*N*=1.1kW；变频调节，2 台泵，1 用 1 备。

（2）乙酸钠

根据进水水质，本项目存在需要采用外加碳源的方式进行生物脱氮的情况。

取 $BOD_5$/TN 最小值为 2，则计算乙酸钠投加量 X=（3-2）×40/0.52=76.92mg/L。

采用浓度为 30%的液态乙酸钠作为碳源，则 30%乙酸钠溶液投加量：

769.2×9.5/（0.3×1000）=24.358$m^3$/d=1014.92L/h。

单台泵流量 Q=100~1200L/h，；P=4Bar；*N*=1.5kW；变频调节，2 台泵，1 用 1 备。

（3）次氯酸钠

投加次氯酸钠作为辅助尾水消毒药剂，保证出水消毒效果。

采用次氯酸钠成品溶液，按二级工业次氯酸钠溶液计有效氯含量 10%。

单台泵流量 Q=500L/h；P=2-4Bar；N=1.5kW；2 台泵，1 用 1 备。

（4）碱液

考虑到本厂进水水质可能存在异常波动情况，需设置碱液投加装置。

采用浓度为 30%的液碱溶液，选用耐碱泵进行投加。

单台泵流量 Q=100L/h；P=2-4Bar；N=0.55kW；2 台泵，1 用 1 备。

### 6.4.11 生物除臭滤池

将厂区内恶臭区域的臭气加以收集、吸附、分解，达标排放。

**一、 除臭系统**

除臭系统简图如下：

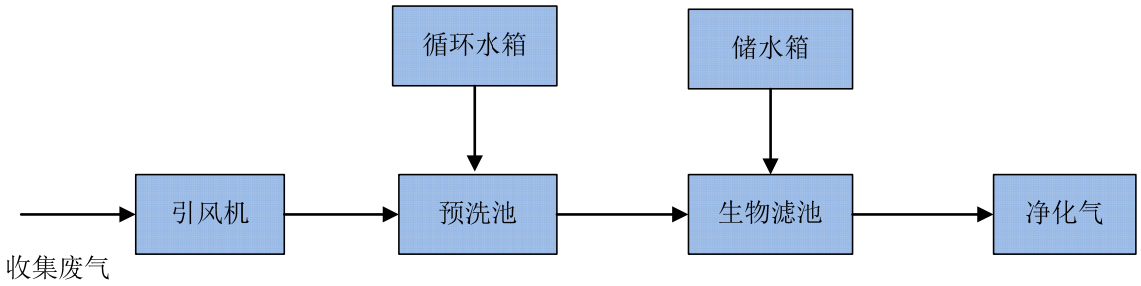



**图6.4-3 除臭通风处理系统图**

采用生物除臭，收集厂区内臭气，采用生物滤池的形式将臭气吸附分解，最终达标排放。

## 二、 设计标准

### 1、 除臭设计标准

根据环境要求，污水厂厂界恶臭污染物执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级标准，不对周边空气环境有影响。其中 $NH_3$≤1.0mg/m$^3$、$H_2S$≤0.03mg/m$^3$、$CH_4$≤0.5mg/m$^3$、臭气浓度（无量纲）≤10。

**表6.4-1 厂界废气排放最高允许浓度**

| 废气指标<br>排放浓度 | $NH_3$ | $H_2S$ | 臭气浓度<br>（无量纲） | $CH_4$ |
|---|---|---|---|---|
| **废气浓度（mg/m$^3$）** | 1.0 | 0.03 | 10 | 0.5 |

### 2、 臭气浓度

本次除臭设计参考的类似城市污水处理厂的臭气主要成分及浓度进行设计，待获得实际测得数值后再进行修正。

设计的进气致臭主要成分及浓度为：

$NH_3$： 15mg/m$^3$

$H_2S$： 40mg/m$^3$

硫醇： 3mg/m$^3$

臭气浓度： 2000（无量纲）

### 3、 加盖除臭工程设计

（1） 系统布置方案

根据环境要求，对污水处理厂内的部分臭源构筑物等加盖密封，并进行集中除臭处理，达标后排放。厂内的粗格栅及进水泵房、细格栅及旋流沉砂池、精细格栅、生物池、MBR 膜池、污泥浓缩脱水车间等主要恶臭源应加盖密封。各恶臭源产生

的恶臭气体经收集、处理标后排放，不得影响周围居民及厂内员工正常生活。

本项目产生臭气浓度较大的地方主要是污水预处理部分（粗格栅及进水泵房、细格栅及旋流沉砂池、精细格栅）、生化处理单元（五段式 Bardenpho 生物池中厌氧段、MBR 膜池）和污泥处理单元（包括污泥浓缩脱水车间）。

（2） 加盖设计原则

需进行臭气收集的构筑物的收集空间大小决定了总的臭气流量。臭气收集设计应遵循收集空间尽可能小原则来考虑密封或加盖或局部收集。尽可能采用加低盖密封收集方式，这样可保证除臭效果及控制气量规模，但同时要考虑对工艺运行的影响和美观。另本项目部分池体为现状土建，因此进行加盖时需考虑加盖形式对现状结构的影响，从而选择合适的加盖形式。

（3） 臭源密封系统设计

臭源密封系统影响着对恶臭的控制和整个环境效果，也影响着处理系统的大小，是设计中一个极为重要的关键要素。本项目对以下构筑物采用如下密闭设计：

1）粗格栅、细格栅、精细格栅：上部拟采用 PC 耐力板+不锈钢骨架进行加盖密封，带加强筋，在盖板上开通气孔。

2）进水泵房：进水泵房上部现状已加盖密封，在顶板的适当位置开设通气孔。

3）旋流沉砂池：上部采用 PC 耐力板+不锈钢骨架进行加盖密封，带加强筋，在盖板上开通气孔。

4）五段式 Bardenpho 生物池厌氧段、MBR 膜池：拟采用玻璃钢可滑动式盖板进行加盖密封除臭，在盖板上开通气孔。

5）污泥浓缩脱水车间：污泥脱水采用隔膜板框压滤机，污泥进入污泥脱水车间后全程密封，压滤机上部拟采用 PC 耐力板+不锈钢骨架进行加盖密封，不能密封处采用全空间隔断抽风除臭方式。

（4） 臭气量及通风量计算

结合上述内容确定的各处理构筑换气次数，本项目建（构）除臭风量计算见下表。

## 表6.4-2 建（构）除臭风量计算一览表

| 序号 | 构筑物名称 | 截面积 | | 高度 | 数量 | 臭气风量指标 | 臭气风量 | 收集空间 | 换气次数 | 增加臭气风量 | 10%漏风系数 | 曝气量 | 设计风量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 长 | 宽（m） | （m） | （个） | $m^3/(m^2*h)$ | （$m^3/h$） | （$m^3$） | （次/h） | （$m^3/h$） | | （$m^3/h$） | （$m^3/h$） |
| **A1** | 粗格栅与提升泵房 | | | | | | | | | | | | |
| **1** | 粗格栅进水渠道 | 6.10 | 3.00 | 8.31 | 1 | 10 | 183 | 152.07 | 2 | 304 | 1.1 | | 536 |
| | 粗格栅出水渠道 | 6.10 | 1.20 | 8.60 | 1 | 10 | 73 | 62.95 | 2 | 126 | 1.1 | | 219 |
| **2** | 粗格栅密封罩（密封罩） | 6.90 | 6.45 | 4.63 | 1 | 0 | 0 | 206.06 | 8 | 1648 | 1.1 | | 1813 |
| **3** | 提升泵房 | 14.00 | 8.20 | 10.15 | 1 | 10 | 1148 | 1165.22 | 2 | 2330 | 1.1 | | 3826 |
| **A2** | 细格栅与曝气沉砂池 | | | | | | | | | | | | |
| **1** | 细格栅进水渠道 | 7.80 | 2.00 | 0.85 | 1 | 10 | 156 | 13.26 | 2 | 27 | 1.1 | | 201 |
| **2** | 细格栅出水渠道 | 7.80 | 2.76 | 1.25 | 1 | 10 | 215 | 26.91 | 2 | 54 | 1.1 | | 296 |
| **3** | 旋流沉砂池 | 4.50 | 4.50 | 0.95 | 2 | 10 | 405 | 38.48 | 2 | 77 | 1.1 | | 530 |
| **4** | 旋流沉砂池进水渠道 | 6.45 | 0.90 | 0.95 | 1 | 10 | 58 | 5.51 | 2 | 11 | 1.1 | | 76 |
| **5** | 旋流沉砂池进水渠道 | 17.45 | 0.90 | 0.95 | 1 | 10 | 157 | 14.92 | 2 | 30 | 1.1 | | 206 |
| **6** | 旋流沉砂池出水渠道 | 4.80 | 1.90 | 0.95 | 1 | 10 | 91 | 8.66 | 2 | 17 | 1.1 | | 119 |
| **7** | 旋流沉砂池出水渠道 | 4.45 | 1.90 | 0.95 | 1 | 10 | 85 | 8.03 | 2 | 16 | 1.1 | | 111 |
| **8** | 旋流沉砂池出水渠道 | 3.30 | 1.20 | 0.95 | 1 | 10 | 40 | 3.76 | 2 | 8 | 1.1 | | 52 |
| **9** | 旋流沉砂池出水渠道 | 13.15 | 1.20 | 0.95 | 1 | 10 | 158 | 14.99 | 2 | 30 | 1.1 | | 207 |
| **10** | 旋流沉砂池出水渠道 | 4.70 | 1.20 | 0.95 | 1 | 10 | 56 | 5.36 | 2 | 11 | 1.1 | | 74 |
| **11** | 旋流沉砂池出水渠道 | 2.00 | 2.00 | 0.95 | 1 | 10 | 40 | 3.80 | 2 | 8 | 1.1 | | 52 |

| 序号 | 构筑物名称 | 截面积 | | 高度 | 数量 | 臭气风量指标 | 臭气风量 | 收集空间 | 换气次数 | 增加臭气风量 | 10%漏风系数 | 曝气量 | 设计风量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 长 | 宽（m） | （m） | （个） | $m^3/(m^2*h)$ | （$m^3/h$） | （$m^3$） | （次/h） | （$m^3/h$） | | （$m^3/h$） | （$m^3/h$） |
| **A3** | **精细格栅** | | | | | | | | | | | | |
| **1** | 进水渠 | 8.60 | 1.80 | 0.85 | 1 | 10 | 155 | 13.16 | 2 | 26 | 1.1 | | 199 |
| **2** | 过栅渠 | 6.30 | 1.70 | 0.85 | 4 | 10 | 428 | 36.41 | 2 | 73 | 1.1 | | 551 |
| **3** | 出水渠 | 8.60 | 1.50 | 1.45 | 1 | 10 | 129 | 18.71 | 2 | 37 | 1.1 | | 183 |
| **A4** | **脱水机房** | | | | | | | | | | | | |
| **1** | 污泥脱水区（压滤机隔断） | 25.80 | 7.70 | 6.00 | 1 | 0 | 0 | 1191.96 | 8 | 9536 | 1.1 | | 10489 |
| **B1** | **五段式 Bardenpho 生物池（现状生化池改造）** | | | | | | | | | | | | |
| **1** | 厌氧区 | 28.75 | 12.70 | 6.70 | 2 | 3 | 2191 | 4892.68 | 2 | 9785 | 1.1 | | 13174 |
| **B2** | **五段式 Bardenpho 生物池（现状二沉池改造）** | | | | | | | | | | | | 0 |
| **1** | 缺氧区 | 819.00 | 1.00 | 3.20 | 2 | 3 | 4914 | 5241.60 | 2 | 10483 | 1.1 | | 16937 |
| **2** | 好氧区 | 314.00 | 1.00 | 3.30 | 2 | 3 | 1884 | 2072.40 | 2 | 4145 | 1.1 | 2968 | 0 |
| **C** | **MBR 膜池** | | | | | | | | | | | | |
| **1** | 新建池 | 39.15 | 19.50 | 1.40 | 1 | 10 | 7634 | 1068.80 | 2 | 2138 | 1.1 | | 10749 |

**表6.4-3 建（构）除臭风量汇总一览表**

| 构筑物名称 | 设计风量（$m^3/h$） |
|---|---|
| 预处理区 | 9251 |
| 污泥浓缩脱水车间 | 10489 |
| 五段式 Bardenpho 生物池 | 30111 |
| 新建 MBR 膜池 | 10749 |
| 合计 | **51363** |

（5） 表面负荷的确定

根据上述计算的除臭风量，结合除臭装置的型号及规格（根据实际工程经验，对于市政污水处理厂的臭气处理，表面负荷宜取 150~250$m^3/m^2 \cdot h$，不宜大于 250$m^3/m^2 \cdot h$），通过对本项目臭气来源的分析，本项目生物除臭装置表面负荷的设计值为：200$m^3/m^2 \cdot h$。

（6） 设备选型

选用生物除臭滤池 3 套。由预洗池、生物滤池和附属设备（风机、水泵、电控柜、水箱、压力表、电磁阀等）组成。

本项目拟将除臭区域分为 A、B、C 三个区域，A 区域为预处理区及污泥浓缩脱水车间，B 区域为五段式 Bardenpho 生物池区域，C 区域为新建 MBR 膜池区域，每个区域设置 1 套。

A、B、C 三个区域的除臭风量如下表所示：

**表6.4-4 除臭风量一览表**

| 区域 | 设计风量（$m^3/h$） |
|---|---|
| A 区域 | 21000 |
| B 区域 | 31000 |
| C 区域 | 12000 |

（7） 气体收集及输送系统

1）风管管材的选择

可适用于风管的管材有钢管、有机玻璃钢管、不锈钢管。不锈钢管施工安装容易、风管阻力小、经济且使用寿命较长，推荐引风管管材采用不锈钢管。

2）风管的敷设

根据构筑物收集空间尺寸布置风口，风口数量应足够，均匀布置，保证将臭气抽走；风管可采用架空布设或采用埋地或地沟形式，每隔一定距离应设支墩及管卡固定。

3）风管设计参数

除臭风管支管管径宜不小于 DN150，支管设计流速宜为 4~6m/s，次主干管设计流速宜为 6~10m/s，主干管设计流速宜为 10~14m/s。

（8）运行管理

微生物适宜的环境 pH 值为 6~8，但微生物在分解致臭物质时会产生酸性物质，运行时间一长，往往会导致滤池 pH 值下降，出现酸化现象影响微生物的生长，降低除臭效果。经过多次试验，对填料采用特别措施，使填料具有自动调节 pH 值的能力，可保证 pH 值为长期保持在 6~8。

预处理单元的循环喷淋系统和循环水泵，主要用于去除气体中固体污染物、调节空气的湿度和温度。循环喷淋系统自动连续运行。

生物滤池顶部设有喷淋系统，由自动控制系统控制，根据实际情况进行间歇喷淋，以使填料保持一定湿润。

生物填料约 5 年更换一次。

### 6.4.12 水质监测间

进、出水监测仪表间利用现状土建及设备，有需要更换的设备考虑更换。

提标生产线执行准四类出水标准，扩建生产线执行一级 A 出水标准，两条生产线分别设置流量计和水质监测仪表，分开计量和水质监测。

## 6.5 厂区管网设计

根据茶山镇污水处理厂一期及提标管线资料，其现状工艺管布置如下图。

**图6.5-1 茶山镇污水处理厂现状工艺管布置图**

根据本项目工艺方案设计，扩建后厂内工艺管布置如下图。

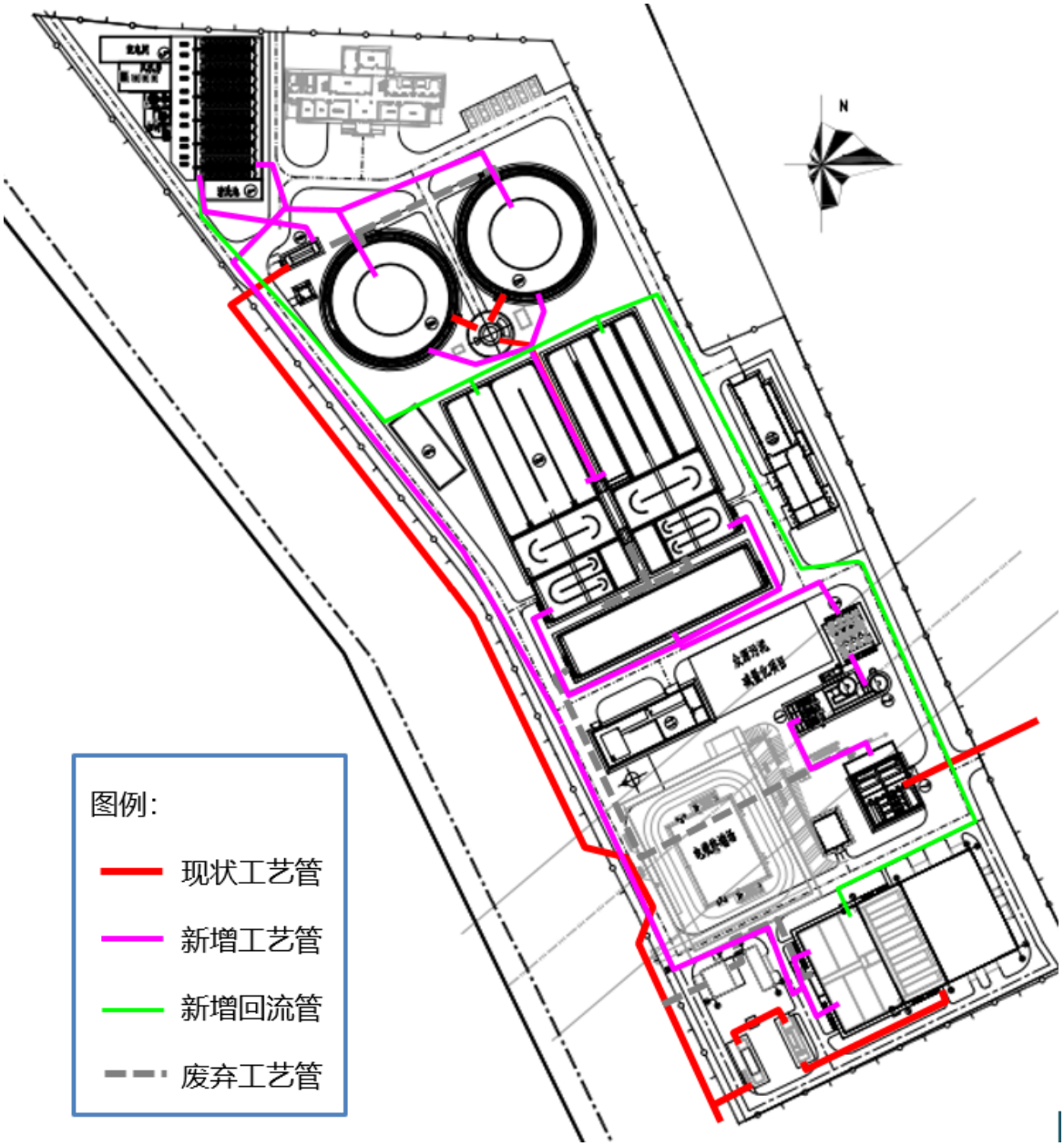



**图6.5-2 本项目工艺管布置图**

工艺管布置原则：

（1）合理利用现状工艺管过流能力，新增管道根据上下游构筑物布局合理布置，尽可能使管道水力流程顺畅，减少管道长度和弯折。

（2）新增管道管径大，管线路由涉及区域面积广，现状管线交叉较多，尽可能使交叉点位于不重要的非生产管线处，对于重要生产管线，尽量在平面和高程上避让，能保护的则进行保护，不能保护的需提前进行迁改，避免因管线布置影响厂区生产。

（3）工艺管道连接构筑物的位置在符合工艺要求的前提下，尽可能使管道流

程简短，降低改造难度和工期，减少停产及减产时间。

（4）如有必要，管径较大的工艺管道可考虑明敷或架管布置，减少管道迁改工作量，节省投资及施工工期。

其他类型管道设置可结合工艺管道路由布置，合理利用厂内绿化及道路空间，减少管道埋深，合理控制管道工程投资。

管材选择方面，厂内工艺管采用焊接钢管，污泥管及曝气风管采用不锈钢管，加药管采用 UPVC 管，臭气收集管道采用有机玻璃钢管，雨污水管道采用 HDPE 管或钢筋混凝土管，厂区给水管采用 PE 给水管。

## 6.6 厂区公用设计

### 6.6.1 厂区竖向设计

#### 6.6.1.1 竖向设计原则

1、污水经进水泵房提升后能自流流经各处理构筑物，并尽量减少提升扬程，降低能耗；

2、在受纳水体洪水位时，厂区尾水能自流排出；

3、保证与一期现状构筑物及提标工程竖向设计相衔接；

4、满足工艺流程前提下，尽量减少土方开挖、回填及外运，以减少基建投资；

5、人工基础，以保证安全运行和节省投资；

6、厂区不受淹，考虑防洪排涝要求；

7、与周边规划道路标高合理衔接，保证厂区排水系统通畅。

#### 6.6.1.2 竖向设计

本项目拟建构筑物场地较平整，位于一期工程范围内，根据一期工程水力流程图，一期工程场地设计标高为 4.50m，厂外进水管管径为 DN1500，内底标高-4.61m，泵房集水池最低水位标高-5.50m，泵房提升进入细格栅渠的水位标高为 10.55m。

根据寒溪河历史最高水位为 6.427m，同时考虑流量计、管路水头损失及预留水头，结合一期工程现状出水渠道出水水位为 7.00m，确定本项目出水渠道出水水位标高为 7.00m，维持现状不变。根据厂区外道路现状及一期工程设计标高，本项目厂平设计地面标高确定为 4.50m。

污水处理厂各个处理构筑物的高程布置满足要求，处理后污水可直接靠重力自

流排入寒溪河。达标尾水自流排出，这是在节能降耗设计方面的一个体现。

### 6.6.2 厂区雨水防洪设计

#### 6.6.2.1 雨水设计标准

**1、 工程设计标准：**

雨水重现期 $P$=3 年；

**2、 暴雨强度计算公式：**

设计暴雨强度采用东莞市推荐的暴雨强度计算公式：

$$q=\frac{6237.617}{(t+17.115)^{0.801}}$$

雨水管渠设计流量计算公式：

$$Q=q\psi F \quad \text{（L/s）}$$

式中： $\psi$—综合径流系数；

$q$—设计暴雨强度，L/s·ha

$F$—汇水面积，ha；

$t$—集水时间，min，$t=t_1+t_2$；

**3、 水力计算公式**

流速公式：

$$v=\frac{1}{n}R^{2/3}i^{1/2}$$

式中： $v$—流速，m/s；

$R$—水力半径，m；

$i$—水力坡降，m/m；

$n$—粗糙系数；

#### 6.6.2.2 厂区防洪设计

根据《防洪标准》（GB50201-2014），茶山镇属于中等城镇，等级为III等，防洪标准为重现期 100~50 年一遇。按广东省和东莞市级别相同镇区的要求，确定茶山镇的防洪标准为 50 年一遇。

由此本次设计考虑洪水位的影响因素，结合厂区现状地平，考虑设置相应的防洪设施，确保厂区的防洪排涝安全。

### 6.6.3 钢管、钢构件和金属设备防腐

1、在防腐层处理前应对铁件内外除锈，喷砂除绣达到 Sa2.5 级，或手工除绣达 St3 级。

2、直接埋入混凝土的钢管件，仅作表面防锈处理，不需涂料。

3、埋地钢管件，外防腐采用环氧玻璃鳞片涂料，按加强等级防腐：底漆-面漆-面漆-玻璃布-面漆-面漆，干膜厚度≥600μm，防腐质量符合相关国家规范及业主方相关要求。

4、内防腐采用环氧玻璃鳞片涂料，按加强级进行防腐：底漆 1 遍-环氧玻璃鳞片涂料 3 遍-面漆 1 遍，干膜厚度≥320μm，其质量及相关参数要求应符合相关国家规范及业主方相关要求。

5、浸泡在水中的钢管件、铁梯、吊架等，除锈后涂红丹两道，Hs2-33 环氧防腐面漆两道。

6、外露空气中的钢管件，涂 Cs3-4 灰云铁醇酸防锈底漆两道，醇酸磁面漆两道。

## 6.7 建筑设计

### 6.7.1 设计内容

本项目厂区内主要构（建）筑物包括：粗格栅及进水泵房（现状）、细格栅及旋流沉砂池、精细格栅、五段式 Bardenpho 生物池、MBR 膜池及配套设备间、紫外消毒渠（现状）、流量计井、鼓风机房及变配电间（现状）、污泥浓缩脱水车间（现状）、生物除臭滤池、水质监测间（现状）等。

**1、 设计依据及原则**

本项目设计依据工艺流程，内部及外部环境特征及该污水处理厂规模，根据《城市排水工程规划规范》（GB50138-2017）的规定及有关建筑设计规范，确定厂区的总面积，该工程功能分区及各项构筑物的单体设计应遵循适用、经济、绿色、美观的原则，满足安全卫生基本要求。

**2、 总体设计必须满足以下要求：**

- 满足厂区总体规划要求
- 满足生产工艺要求
- 满足建筑技术要求
- 满足建筑的经济要求

➢ 满足卫生及安全要求

### 6.7.2 建筑设计构思

本项目建筑设计：坚持以人为本的设计思想，贯彻生态、文化、效益三原则统一的规划思想，充分发挥场地优势，以及整个环境满足人们生理、心理、情感方面的需求，如何结合污水处理厂的建筑风格及绿化设计达到统一协调是很重要的，如何画出一张美丽的图画，在于其理想的目标能得到设计规划的实现，建筑材料与设计手法的统一结合，才能创造出建筑风格统一的新环境空间，以展示现代企业的生态环境特征。

### 6.7.3 总平面设计

根据污水处理厂功能的特点，平面布置按工艺流程依次展开，力求管理简短，布局合理。

总平面设计满足生产工艺要求的同时力求创造出一个环境优美的工作环境。有异味有噪声的构筑物，在布置上相对隔离或通过绿化隔离。厂区内除道路、管沟、硬地等用地外，其他地面均种植草皮树木，力求不见土，为整个厂区创造良好的视觉景观。建筑、绿化统一设计，使厂区内环境设计实现生态园林化，达到功能使用和艺术要求的完美和谐。

### 6.7.4 主要单体设计构思

#### 6.7.4.1 主要设计依据

《民用建筑设计统一标准》GB50352-2019

《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）

《无障碍设计规范》GB50763-2012

《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)

《建筑内部装修设计防火规范》（GB50222-2017）

《工业企业噪声控制设计规范》GB/T50087-2013

《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046-2008

《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）

《建筑地面设计规范》(GB50037-2013)

《民用建筑隔声设计规范》（GBJ118-2010）

《屋面工程技术规范》（GB50345-2012）

《建筑玻璃应用技术规程》（JGJ113-2015）

《工程建设标准强制性条文》（房屋建筑部分）2013 年版

《建筑工程设计文件编制深度规定》（2016 年版）

《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2019）

现行的国家及地方有关建筑设计技术规范、规程和规定设计原则

**1、 设计原则**

- 功能安排合理，便于使用
- 注重外观及内部空间处理，新颖别致
- 保障安全、紧急疏散方便
- 在保持高档效果的前提下力求节约造价

**2、 设计内容的级别标准**

建筑工程等级 2 级

建筑消防分类 2 类

建筑物耐火等级 2 级

抗震设防烈度 6 度

**3、 消防**

沿建筑物四周有环行消防通道，宽度不小于 4.0m

**4、 绿化**

除道路及必须的硬地广场外，均布置绿化。

**5、 竖向**

场地自然标高需考虑到防洪需要，场地不宜低于道路。在室内外高差定为 300mm 的情况下，设计场地将稍高于路面，避免暴雨时积水。

**6、 防火分区**

允许的最大分区面积：本建筑按防火规范要求二类建筑允许的防火分区最大面积为符合规范设计要求。

## 6.7.5 建筑构思

**一、 建筑立面及空间处理**

本项目结合一期厂区整体建筑风格及周边环境，在整体格调统一的前题下，强

调环境与建筑，建筑与原有的地形地貌的紧密结合，创造出强烈的生态建筑，在立面造型风格上采用简洁、明快、精细的实用主义风格，在明朗中不失亲切，水平垂直的线条，以及疏密有致的节律，体现出现代主义的回归。建筑形体均采用基本对称的设计手法，形成紧密联系的空间体系和逻辑秩序，比例均衡、水平舒展，建筑稳重而又不失轻巧活泼，在视觉效果上更加醒目更加生态。建筑色彩以米黄色为主，局部搭配白色面砖，建筑体量关系简洁明了，整体感强，而整体感中又有丰富的细部处理，以及虚实有致的处理手法，整个建筑造型简洁有力，给人一种和谐统一感觉，具有现代建筑气息。建筑外墙材料主要采用面砖墙面，经济美观施工方便。建筑立面采用基本对称均衡布置的设计手法，虚实对比的界面、精致典雅的装饰、使建筑呈现出生动、活泼而富有生命力，同时又不失现代企业追求科学管理和先进技术的时代特征。


**图6.7-1 茶山镇污水厂现状建筑风格**

**二、 建筑立面处理**

（1） 工业建筑范畴，但不能忽略其美观。

（2） 建筑物匍伏于地，尺度不大，并且形式单调，均一分散，变化不大。

（3） 构筑物所占比重特大，表现在体量闷沉、笨重，而且一般布置在厂区平面显眼的中心位置。

（4） 为使污水处理厂的环境更加接近自然，需有大面积的绿化。

因此，本项目如何结合周围环境的建筑风格及绿化设计达到统一协调是很重要的。

为了达到这个目的，我们首先在现场收集了大量详实的资料，在确实掌握现状资料的条件下，在加强内部工种联系的前提下，在正确的设计原则指导下和正确的组织方式下，有步骤、有计划地应用现代化的科学方法和先进的技术手段去加以设

计，才能确保完成一个完美的工程。

针对污水处理厂构筑物已高出地面布置，这样就必须对这种沉闷不堪的大体量混凝土池体、池面作建筑处理，同时也必须结合绿化作恰当的处理，作为一个整体环境进行统一考虑才能达到理想的目的。

根据以上建筑设计构思，我们在建筑外观造型的处理上，如视觉与视差、统一与变化、均衡与稳定等均根据专业构图规律而来。形式美的规律是随着社会的发展和时代的变迁而日益变化的，因此建筑的造型设计需在创作中紧跟时代脉搏，及时加入新技术，新材料，对建筑造型不断突破创新，以展现出现代化的企业形象。

为了更好的合理安排和大量利用绿化，把生态环境放在首位统一规划，然后将建筑物（或构筑物）布置在经过深思熟虑的绿化等环境中。在绿化设施中须充分考虑到生态绿化和景观绿化的有机结合，并多种植些可以释放有益气体和减少尘埃的树种，以改善厂区环境，减少空气污染，提高厂区的明洁度。

## 三、 建筑装修与构造

### 1、 装修

装修标准参照国家有关规定，在满足使用功能要求的同时，力求做到简洁明快、美观大方。

（1） 建筑外装修

厂区内新建所有建（构）筑物外墙面均为米黄色面砖为主，局部线条为白色面砖，色彩明快、和谐。外门窗选用 70 系列型灰色铝合金门窗，5~8mm 厚 Low-e 玻璃。银灰色不锈钢门。

（2） 建筑内装修

按建筑不同功能需求配内装饰面材料，各建筑物内墙、顶棚均做抹灰及白色无机涂料饰面，卫生间顶棚为铝扣板吊顶；楼、地面装修：地砖、耐磨自流平面层、细石混凝土、各水池挑平台、走道板、均为防滑地砖地面，楼梯贴浅灰色防滑踏步砖，栏杆为不锈钢栏杆及扶手，内墙踢脚用材同所在楼地面层。

### 2、 构造

（1） 墙体

钢筋混凝土框架结构。室内地坪以上用 Ma7.5 专用砂浆砌筑 A5.0，B07 蒸压加气混凝土砌块；室内地坪以下用 M10 水泥砂浆砌筑混凝土普通砖（强度≥15.0 实心砖），240 厚。沿墙身在-0.060m 处设防潮层。防潮层做法：20 厚 1:2 防水水泥砂浆，

内掺 5%防水剂。

（2） 变形缝

变形缝在做防水处理后，面层用玻璃胶粘粘 U 型不锈刚变形缝条。

（3） 屋面

屋面防水等级为I级，二道防水设防。轻骨料找坡，SBS 柔性防水层，有组织排水不上人屋面。

（4） 顶棚

刮腻子喷涂料顶棚，管线暗敷，表面喷涂白色无机涂料。

（5） 吊顶

轻钢龙骨，吊顶内电线穿管敷设。

（6） 楼、地面

地砖、耐磨自流平面层、细石混凝土、各水池挑平台、走道板、均为防滑地砖地面。

（7） 地沟及盖板

钢筋混凝土地沟、玻璃钢格栅板及热浸锌、钢格栅盖板焊 3mm 厚花纹钢盖板。

（8） 门窗

70 系列型灰色铝合金门窗，5~8mm 厚 Low-e 玻璃。

（9） 栏杆

1200 不锈钢栏杆，设有挡头及泄水管，栏杆承受水平荷载应满足设计规范要求。

### 6.7.6 建筑噪音控制、通风、防腐蚀及防雷

（1）对有噪音的建筑，内部采用吸音措施，隔音门窗。

（2）对具有腐蚀的楼面、地面、墙面，采用防腐涂料及耐酸陶板面等。

建筑物设置安全可靠的防雷装置。

### 6.7.7 节能环保

本项目所在地为东莞市茶山镇，按建筑气候及建筑热工设计分区图划分标准，属于夏热冬暖地区。

（1）合理布置各种管线，便于生产管理

（2）建筑物选用智能、节能、绿色照明、充分利用自然光。

（3）卫生间选用节能型设备。

### 6.7.8 建筑消防

（1）防火设计依据及原则；本项目防火设计按照《建筑设计防火规范 GB50016-2014》2018 版、《建筑灭火器配置设计规范 GB50140-2005》、以及《电气设计规范》等国家及地方有关规范、规定执行。

（2）总体布置：本次设计力求功能分区明确、合理，流线简洁、流畅，节约用地，并充分考虑从总平面布置到建筑物单体各方面统一考虑，满足防火规范要求。

根据规划厂区内道路、生产要求及建、构筑物布置需要，构成环形道路形式，厂内道路宽不小于 4m，消防车道最小转弯半径为 9m。厂区各建、构筑物在总平面布置上均满足《建筑设计防火规范》中有关防火间距的要求。

**表6.7-1 新建构（建）筑物一览表**

| 序号 | 名称 | 建筑面积（㎡） | 结构形式 | 层数 | 耐火等级 | 火灾危险性 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 细格栅及旋流沉砂池 | 200.59 | 钢筋砼 | 1 | 二级 | 戊类 |
| 2 | 精细格栅 | 112.80 | 钢筋砼 | 1 | 二级 | 戊类 |
| 3 | 新建前端生化池 | 824.16 | 钢筋砼 | 1 | 二级 | 戊类 |
| 4 | MBR 膜池 | 1142.27 | 钢筋砼、框架 | 1 | 二级 | 戊类 |
| 5 | MBR 膜池配套设备间 | 350m$^2$ | 框架 | 1 | 二级 | 戊类 |

## 6.8 结构设计

### 6.8.1 设计依据

《工程结构通用规范》GB55001-2021

《钢结构通用规范》GB55006-2021

《混凝土结构通用规范》GB55008-2021

《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021

《建筑与市政地基基础通用规范》GB55003-2021

《砌体结构通用规范》GB55007-2021

《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018

《建筑结构荷载规范》GB50009-2012

《给水排水工程构筑物结构设计规范》GBJ50069--2002

《给水排水工程钢筋混凝土水池结构设计规程》CECS138：2002

《给水排水工程混凝土构筑物变形缝技术规范》T/CECS117：2017

《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332－2002

《给水排水工程埋地钢管管道结构设计规程》CECS141：2002

《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）

《中国地震动参数区划图》GB18036-2015，

《构筑物抗震设计规范》GB50191-2012

《室外给水排水和煤气热力工程抗震设计规范》GB50032-2003

《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011

《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012

《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015 年版）

《砌体结构设计规范》GB50003-2011

《钢结构设计标准》GB20017-2017

《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）

《建筑边坡工程技术规范》GB50330-2013

《建筑基坑支护技术规范》JGJ120-2012

《建筑工程抗浮技术标准》JGJ46-2019

《混凝土外加剂应用技术规范》GBJ50119-2013

《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T178-2009

《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T50046-2018

《地下工程防水技术规范》GB50108-2008

《墙体材料应用统一技术规范》GB50574-2010

《钢结构焊接规范》GB50661-2011

《钢筋机械连接技术规程》JGJ107-2016

《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476-2019

《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202-2018

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2015

《工程建设标准强制性条文(房屋建筑部分)》（2013 年版）

《建筑变形测量规范》JGJ8-2016

其他现行规范、标准及相关文件。

### 6.8.2 设计原则

1、结构设计贯彻重大工程百年大计的方针，工程技术先进、安全适用、经济合理、确保质量，并满足耐久性要求。

2、结构设计满足工艺设计、运营使用、防排水及施工等要求。

3、结构设计对施工阶段、使用阶段可能出现的永久荷载、可变荷载、特殊荷载按最不利荷载组合进行计算，对结构进行极限承载能力状态的验算，同时对正常使用极限状态进行验算，确保结构设计满足强度、刚度、稳定性、抗浮和允许裂缝开展宽度等要求。

4、结构设计选用现行有效合适的设计规范，执行国家、省市有关强制性设计标准，建立合理的结构力学模型，采用合适的参数，对可能出现的各种工况进行结构分析，使结构设计尽可能准确地模拟实际结构受力状态，获得合理的计算结果。

5、结构设计根据工程地质、水文地质、环境条件等实际情况，充分考虑施工情况，最大限度地减少工程建设对现有环境的影响。

6、结构设计满足抗震设防的要求，并采取适当可靠的结构措施。

7、结构设计满足有关地下工程防水技术要求，确保工程的防水抗渗能力。

8、结构总体上考虑整体布置，地下建筑少设置变形缝。为减少大面积混凝土构筑物因混凝土收缩、温度应力等引起混凝土开裂，本工程地下建筑物考虑采取设置后浇带、加强带及混凝土中掺加自修复防水材料等综合措施。

9、结构设计尽量采用和推广成熟的新结构、新材料和新工艺。

### 6.8.3 设计设防标准

（1）结构安全等级：一级。

（2）设计使用年限：50 年。在设计使用年限内，未经技术鉴定或设计许可，不得改变结构的用途和使用环境。

（3）建筑场地类别：III 类；地震基本烈度：6 度；基本地震加速度值为 0.05g；

抗震设防类别：细格栅及旋流沉淀池、精细格栅、MBR 膜池及 MBR 膜池配套

设备间、新建厌氧池为乙类，管道为丙类。

厂区抗震设防类别为乙类的构筑物按本地区抗震设防烈度提高一度采取抗震措施；对较小的乙类建筑物及抗震设防类别为丙类的建(构)筑物均按本地区抗震设防烈度采取抗震措施。

（4）地基基础设计等级：乙级。构筑物的沉降值及相邻建（构）筑物的沉降差，须满足《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）的规定。

（5）结构构件的裂缝控制等级：三级。钢筋砼污水处理构筑物最大裂宽不大于 0.20mm。

（6）结构稳定性标准：

a.构筑物抗浮工程设计等级为乙级，按最不利情况进行抗浮稳定性验算，在进行抗浮稳定验算时，各荷载分项系数均取 1.0。施工期抗浮稳定安全系数不得小于 1.00，使用期抗浮稳定安全系数不得小于 1.05。

管道结构抗浮：K≥1.10；

b.稳定安全系数 K：圆弧滑动安全系数 K≥1.30；

c.支挡结构稳定安全系数 K：1）抗滑：Ka≥1.30；2）抗倾覆：Ka≥1.50。

（7）结构抗渗控制标准：控制钢筋混凝土贮水池、建筑物地下部分壁面不渗水。各类贮水池渗水量按池壁和底面积总计计算，不得超过 2L/($m^2$d)。

（8）混凝土结构环境类别为：干燥环境的室内构件为一类，与土壤、水接触的构件为二 a 类，贮水构件迎水面为二 b 类。

### 6.8.4 自然条件

**一、 风荷载**

1）基本风压：$w_0$=0.55kN/$m^2$。

2）地面粗糙度：B 类。

**二、 抗震设防的有关参数**

1）地震基本烈度：6 度；设计基本地震加速度值：0.05g。

2）设计地震分组：第一组。

3）建筑场地土类别为 III 类，设计特征周期为 0.45S。

4）本项目构筑物抗震设防类别为乙类，抗震等级为三级。

**三、 工程地质与水文地质条件**

本项目地质情况参考《东莞市茶山镇污水处理厂岩土工程详细勘察报告》及《东莞火车站 110kV、220kV 高压线迁改工程电缆隧道（详勘）》。

根据《东莞市茶山镇污水处理厂岩土工程详细勘察报告》，各土层分布情况及工程地质性能按自上而下作如下阐述：

经勘察，按地层成因类型和岩土层性质，场区内地层自上而下分为:人工填土层〈Q">、第四系冲积层〈Q")、第四系残积层（QR)以及燕山期花岗岩（q)，现将各自特征分述如下:

1、人工填土层（Q)素填土（层序号为 1)

全场地分布，各孔均有揭露，土黄色、灰褐色。结构松散或稍密，稍湿，主要由扰动的砂质粘性土、粉质粘土组成,局部含少量碎石块等杂物。

2、第四系冲积层〈Q2

淤泥质粉砂〔层序号为 2-1)

全场地分布，各孔均有揭露，灰黑色、黑色、灰褐色，松散，饱和，不均匀夹粉细砂和淤泥，呈不均匀状分布，成份以粉、细砂、粘粒为主，含少量有机质，稍具粘性。

淤泥质土《层序号为 2-2)

场地北侧及东侧部分地段分布，灰黑色、黑色、灰褐色，饱和，流塑，富含有机质:,局部夹粉细砂或淤泥层，土质不均匀。

粉质粘土《层序号为 2-3)

场地南部的大部分地段分布，呈褐黄色、灰白色、灰黄色，软～可塑，饱和一湿，主要由粘、粉粒组成，粘性较强，周郡夹细砂或龄泥质土薄层，土质不均匀。

砾砂（层序号为 2-4>

全场地分布，灰白色、褐黄色，稍密一中密，饱和，粘性较差，分选性差，以细砾、粗粒、中粒为主，局部为中粗砂，底部含少量卵石，局部夹粉质粘土，土质不均匀。

3、第四系残积层

砂质粘性土（层序号为 3）

灰黄色、褐黄色，稍湿，硬塑状，粘性弱，为花岗岩风化残积土，主要由粘粒及砂粒组成，岩芯遇水易软化。

4、燕山期花岗岩〈Y）

强风化花岗岩〔层序号为 4-1）

场地大部分分布，褐黄色、麻黄色，岩态呈半岩半土状，手可折断，原岩结构清晰,浸水易软化崩解，裂隙发育。

中风化花岗岩（层序号为 4-2）

呈褐黄色、浅灰色，灰黄色，青色，中粒结构,块状构造，岩芯稍破碎，岩质稍硬,多呈砰纨状,短柱状，主要由长石、石英和云母等矿物组成，裂隙较发育。

根据地层分布、岩芯观察以及钻孔简易水文地质观测，场地内场区地下水主要赋存于冲积淤泥质粉砂及砾砂层中，为强透水层，透水性能较好，淤泥质粉砂赋水性能较差;其次赋存于基岩中，属基岩裂隙水，赋水性一般，含水类型为土层孔隙水和基岩裂隙水。地下水类型为潜水，场地西临寒溪河，地下水含量及来源较丰富，主要接受大气降水补给和邻近地下径流渗透补给,场地地下水水量及水位变幅主要随季节性降水量及邻近河流的影响而波动;施工结束后，统一测得场区混合水位标高为_0.100~3.90m 之间，水位平均标高为 2.07m，水位随季节性变化，变化幅度 1.00~1..60m 之间。本场地属湿润气候区，场地环境类型为 I 类。

总体而言，场地内地下水丰富，对工程有重大影响的主要为第四系孔隙水。场区地下水对预应力管桩基础施工影响不大，但对深基坑开挖和人.工挖孔桩施工有重大影响，其施工应有相应的截(止）水措施。

对场地地下水作腐蚀性评价:场地地下水在该强透水层环境下对砼结构具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，在干湿交替环境中对钢筋混凝土结构中钢筋具弱腐蚀性,在长期浸水环境中对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。

## 6.8.5 主要建筑材料和荷载作用

**1、 混凝土**

1）混凝土等级：主体结构砼为 C30，构筑物抗渗等级为 P8，垫层砼为 C20，填充砼为 C20。

2）水泥型号及水灰比：采用普通硅酸盐水泥，对有防水要求的构筑物砼其水灰比应不大于 0.5。

3）混凝土抗渗等级：池壁、底板等有抗渗要求的混凝土，其抗渗强度等级为 P8。

4）地下水具有弱腐蚀性，构筑物外表面及设备基础外表面与土壤接触部分粉

刷环氧沥青涂层，厚度≥300μm。

**2、 钢材**

1）钢筋：HPB300 钢（直径≤10）；HRB400E 钢（直径≥12）。

2）型钢、钢板等：Q235B 钢。

3）焊条：E43 系列（HPB300 钢筋，Q235B 钢焊接）；E50 系列（HRB400E 钢筋焊接）

**3、 砌体**

1）水处理构筑物、地下构（建）筑物及房屋建筑承重墙的砌体材料采用 MU20 混凝土实心砖，WMM10 预拌砂浆砌筑。

2）房屋建筑的填充墙及其它非承重墙采用 MU15 蒸压粉煤灰砖，WMM7.5 预拌砂浆砌筑。

3）各类石材强度等级 MU30。

4）砂浆编号规则详见粤建散函[2015]453 号文，确定砂浆强度等级时应采用同类块体为砂浆强度试块底模，施工质量控制等级为 B 级。±0.00 以下砂浆采用水泥砂浆，不得采用混合砂浆。

**4、 设计荷载**

构筑物内的水压力按设计水位的静水压力计算。对污水处理构筑物，水重度标准值为 10～10.8kN/m$^3$。

作用在开槽施工地下构筑物侧壁上的压力按主动土压力与地下水静水压力之和计算。

（1） 永久荷载主要包括：

1）构筑物内的水压力按设计水位的静水压力计算。

对污水处理构筑物，水重度标准值为 10～10.8kN/m$^3$。

2）作用在开槽施工地下构筑物侧壁上的压力按主动土压力与地下水静水压力之和计算。

（2） 可变荷载主要包括：

1）构筑物楼面、屋面活荷载标准值

不上人的屋面、贮水或水处理构筑物的顶：0.7kN/m$^2$；上人屋面或顶盖、操作平台或泵房等楼面、走道板：2.5kN/m$^2$；楼梯：3.5kN/m$^2$； 操作平台、楼梯的栏杆施工检修集中荷载：1.0kN/m；其余按《工程结构通用规范》GB55001-2021 及《给

水排水工程构筑物结构设计规范》GB50069-2002 的有关规定取值。

2）房屋建筑的楼面、屋面活荷载标准值按《工程结构通用规范》GB55001-2021 及《建筑结构荷载规范》GB50009-2012、《全国民用建筑工程设计技术措施-结构》（2009 年版）的有关规定取值。

3）地下水静水压力及抗浮设计水位

参考勘察资料，抗浮设计水位可按建（构）筑为室外地坪标高考虑。

4）贮水或水处理构筑物的温、湿度变化作用的标准值

对于埋地式的构筑物，不计算温、湿度变化作用；对于暴露在大气中的构筑物壁板，其壁面温差取$\Delta t$=10℃；圆形构筑物和设置有伸缩变形缝的矩形构筑物壁板不计温、湿度变化对壁板中面的作用。

### 6.8.6 抗震设计

本工程所在场地拟建场地建筑抗震设防烈度为 6 度区，设计基本地震加速度为 0.05g，设计地震分组为第一组，场地类别 III 类，设计特征周期值为 0.45S；根据抗震规范 14.3.1 条，构筑物内的框架柱的纵向钢筋最小总配筋率，应比该规范表 6.3.7-1 的规定增大 0.2%。

根据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）及《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021，重点设防应按高于本地区抗震设防烈度一度要求加强其抗震措施。标准设防类应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施和地震作用。

本项目构筑物抗震设防类别为乙类，抗震等级为三级。

### 6.8.7 抗浮设计

抗浮设计水位为平室外地面标高。

构筑物抗浮工程设计等级为乙级。按最不利情况进行抗浮稳定性验算，在进行抗浮稳定验算时，各荷载分项系数均取 1.0。施工期抗浮稳定安全系数不得小于 1.00，使用期抗浮稳定安全系数不得小于 1.05。

管道结构抗浮：K≥1.10；

对于埋置较深，自重整体或者局部抗浮不满足的构筑物需采取抗浮措施。常用的抗浮方法有：顶板覆土压重、底板压重或吊重、底板下设置抗拔桩、抗拔锚杆等。

压重抗浮法：对埋入地下水位以下的大面积构筑物，必须考虑空池时的构筑物抗浮问题。为了满足抗浮要求，通常优先采用压重法，即采用增加水池深度，在底

板上填充素混凝土或块石混凝土或在底板下设置“混凝土+拉结锚筋”吊重来满足抗浮要求。本法一般只适用于抗浮力与浮力相差较小的的情况，若浮力较大，采用此法不经济；同时增加底板埋深，增加基坑深度，且压重法可能影响设计空间和使用功能。

预制 PHC 空心管（方）桩：利用桩与土的挤压产生的摩擦力来承受底板上所受的浮力。桩身可以在施工现场预制，也可以在工厂预制后运至施工现场。本方法施工速度快、质量容易保证，但预制桩长度不宜过长，尤其多节预制方桩、空心管（方）桩不能承受较大的抗拔力；

机械成孔灌注桩：抗浮机理同预制桩，不同之处在于本法是在现场成桩，桩长适用范围较大，可在中风化岩层施工，且单桩提供抗拔力较大；

本项目部分较大的 MBR 模式及新增厌氧池采用管桩抗浮。其余单体埋深约 2~4 米，采用自重抗浮。

### 6.8.8 地基基础设计

地基处理原理介绍：

当天然地基的压缩性过高、在上部结构的作用下可能产生过大的沉降时，可以通过物理的、化学的方法，对地基中的软弱或不良土层进行置换或改良（或部分改良），形成人工地基。按其加固原理，常用的处理方法主要包括：

①通过土质改良或置换，全面改善地基土的物理力学性质，提高地基土抗剪强度，增大土体压缩模量；

②通过在土体中设置增强体，增强体与原地基土体形成复合地基，减小地基沉降；

③通过在地基中设置桩，荷载主要由桩体承担。

根据本工程地质情况以及地下箱体的具体要求，适合本工程特点、可以解决沉降问题的地基处理方法主要有：

换填处理：将基底下的杂填土、耕植土、淤泥等不良土体挖除，置换成具有一定承载能力的材料，达到提高地基承载力，减少沉降的目的。换填法一般根据当地情况选用不同的材料换填，如级配碎石土、级配砂石、中粗砂、三合土等，换填深度一般以小于 3m 为宜；

水泥土复合地基：水泥搅拌桩利用机械将水泥浆和原状土进行搅拌，然后利用

固化的水泥土作为管道基础的持力层，以达到提高地基承载力的目的。本法属原位加固，对周围环境扰动小、加固效果明显，既可作为复合地基处理又能兼作为止水帷幕，具备很好的经济优势。

此地基处理的方法优点是：施工质量可控，造价低，能作为止水帷幕。

缺点是：施工机械较大，施工面和施工空间要求大；不宜用于中粗砂层和卵石层；不宜用于有机质土层。

旋喷桩复合地基：由于水泥搅拌桩桩机要求作业面较大，对于管道周边环境复杂，水泥搅拌桩无法施工时，可采用高压旋喷桩复合地基进行地基处理。旋喷桩是利用钻机将旋喷注浆管及喷头钻置于桩底设计高程，将预先配制好的浆液通过高压发生装置使液流获得巨大能量后，从注浆管边的喷嘴中高速喷射出来，形成一股能量高度集中的液流，直接破坏土体，喷射过程中，钻杆边旋转边提升，使浆液与土体充分搅拌混合，在土中形成一定直径的柱状固结体，从而使地基达到加固。

此地基处理的方法优点是：施工设备小，施工面和施工空间要求小，能适用于各种土层，能作为止水帷幕。缺点是：造价高。

**表6.8-1 桩基方案比选表**

| 比选内容 | 搅拌桩复合地基 | 旋喷桩复合地基 |
|---|---|---|
| **技术** | 技术简单 | 技术简单 |
| **经济** | 造价较低 | 造价较高 |
| **安全** | 较安全 | 安全 |
| **施工** | 施工机械较大，施工面和施工空间要求大 | 施工面和施工空间要求小 |
| **适用土层** | 宜用于中粗砂层和卵石层；不宜用于有机质土层。 | 能适用于各种土层 |

桩基：在地基中设置钢筋砼桩，本方法工艺成熟、效果可靠，但造价较高。在桩型的选择上，本项目土质较差，处理深度较厚，钢筋砼预制方桩及预制方桩不适用，可采用 PHC 空心管桩或灌注桩等。

**表6.8-2 桩基方案比选表**

| 比选内容 | 预制 PHC 空心管（方）桩 | 机械成孔灌注桩 |
|---|---|---|
| **技术** | 技术简单 | 技术较复杂 |
| **经济** | 较小 | 较大 |
| **安全** | 较安全 | 安全 |
| **施工** | 施工较简单 | 施工较复杂 |

结合本项目实际地质条件较差，淤泥层较厚（约 20 米），构筑物上部荷载较大，采用桩基，且为方便施工，MBR 膜池、新增厌氧池等采用管桩基础。

细格栅及旋流沉淀池及精细格栅上部存在现状高压线，净高不足，不宜采用搅拌桩及桩基施工，故采用旋喷桩复合地基处理，直径 500mm，间距 1.3 米 x1.3 米，桩长约 15 米，桩底进入持力层不少于 1 米。

## 6.8.9 主要构筑物结构形式和施工方案

参考地勘报告，构（建）筑物采用桩基，基础设计等级为乙级。较浅的基坑采用放坡开挖方式，基坑较深处采用钢板桩支护。拟建构（建）筑物分述如下：

1、细格栅及旋流沉淀池

细格栅尺寸 8.70×7.70×2.15m，旋流沉砂池尺寸 L×B×H= 17.35×7.70×6.60m，采用钢筋砼水池结构。细格栅及旋流沉淀池上部为现状高压电线，基础采用旋喷桩复合地基处理，直径 500mm，间距 1.3 米 x1.3 米，桩长约 15 米，桩底进入持力层不少于 1 米。基坑开挖深度 2.0m，由于开挖深度较浅，基坑采用放坡开挖施工，坡面采用 80 厚 C20 砼进行喷锚防护。

2、精细格栅

精细格栅尺寸 L×B×H=12.0×9.8×6.4m，采用钢筋砼水池结构。基础采用旋喷桩复合地基处理，直径 500mm，间距 1.3 米 x1.3 米，桩长约 15 米，桩底进入持力层不少于 1 米。基坑开挖深度 2.0m，由于开挖深度较浅，基坑采用放坡开挖施工，坡面采用 80 厚 C20 砼进行喷锚防护。

3、MBR 膜池

尺寸 L×B=42.15×27.1m 池体 H=6.8m,上部 H=10.45mm，埋深 2m，采用钢筋砼水池结构，中间设置膨胀加强带。采用 D400 管桩进行地基处理，桩长约 25m，

桩端持力层为强风化泥岩。桩间距约为 3x3m，单桩竖向承载力特征值为 1000kN。基坑采用放坡开挖，坡面采用 C20 喷射砼护坡。基坑北侧距离建筑物较近，采用悬臂钢板桩支护。

4、MBR 膜池配套设备间

采用框架结构，采用 D400 管桩进行地基处理，桩长 25m，桩端持力层为强风化泥岩。桩间距约为 3x3m，单桩竖向承载力特征值为 1000kN。

5、新增厌氧池：

尺寸 L×B×H=60.65×13.65×7.0m，埋深 2m，采用钢筋砼水池结构，中间设置膨胀加强带。采用 D400 管桩进行地基处理，桩长约 25m，桩端持力层为强风化泥岩。桩间距约为 3×3m，单桩竖向承载力特征值为 1000kN。基坑开挖深度 2.0m，采用放坡开挖，坡面采用 80 厚 C20 砼进行喷锚防护。

6、一期现状二沉池改造为生化池及生化池现状池体改造：二沉池外侧壁顶部加高 0.5m，内部池体植筋做钢筋混凝土隔墙。

### 6.8.10 基坑支护及施工降水

**1、基坑支护**

基坑的围护结构主要承受基坑开挖所产生的土压力和水压力，是稳定基坑的一种技术措施。基坑围护形式的选择必须根据基坑开挖深度、地质情况、场地条件、环境条件以及施工条件，通过多方案比选确定，所采用的围护结构应安全可靠、技术可行、施工方便、经济合理。常用的围护结构形式主要有钢板桩、灌注桩、SMW 工法、地连墙等，各种围护结构桩形式综合比较见下表。

钢板桩适用于为黏性土、粉土等土层，对于含有碎石、卵石及漂石、块石的地层以及标贯击数大于 25 击的土层，不宜采用钢板桩支护。钢板桩支护具有施工方便、工期短、造价低等优点，但钢板桩支护一般适用于基坑深度不大于 7.0m，且钢板桩刚度较小，桩顶及周边变形较大，对邻近建筑与地下管线有一定影响。

灌注桩适用于土层范围广，围护结构刚度大、变形小，对邻近建筑与地下管线影响小。止水需要配合桩间或桩后止水帷幕进行，适用于深度较大基坑。施工时振动小，噪声低，施工时产生泥浆对环境造成一定的污染。

SMW 工法适用土层范围广，在水泥土搅拌桩中插入 H 型钢，同时起到止水与支护作用，同时 H 型钢在基坑回填后可以回收，具有工期短，造价低等优点。对于

基坑深度较大时水泥土强度可能较难满足 H 型钢之间水泥土局部抗剪强度的要求，在巨大外水压力下，可能造成坑外土体流入基坑内造成基坑破坏；且 H 型钢整体刚度相对较小，基坑变形较大，对临近建构筑物与地下管线有一定影响。

**表6.8-3 各种围护结构综合比较表**

| 比较项目 | 灌注桩 | 钢板桩 | SMW 桩 |
|---|---|---|---|
| **对地层的适用性** | 适用土层范围广 | 适用于标贯不大于 25 土层 | 适用土层范围广 |
| **围护结构效果** | 围护结构刚度大、变形小，对邻近建筑与地下管线影响小 | 围护结构刚度较小、变形较大，对邻近建筑与地下管线有一定影响 | 围护结构刚度较小、变形较大，对邻近建筑与地下管线有一定影响 |
| **防水效果** | 防水效果稍差，常需配合桩间或桩后止水措施 | 防水效果稍差，接头防水较难处理，必要时仍需设置单独止水止土帷幕 | 防水效果较好 |
| **与永久结构结合情况** | 与主体结构共同受力，侧墙宜按重合墙考虑。 | 临时支护，不能作为永久结构的一部分 | 临时支护，不能作为永久结构的一部分 |
| **适用深度** | 可适用于深度较大的基坑 | 基坑深度不宜大于 7.0m | 基坑深度不宜大于 13m |
| **施工对环境的影响** | 施工时振动小，噪声低，施工时产生泥浆对环境造成一定的污染 | 打拔桩振动噪音较大，容易引起土体移动。导致周围地基较大沉陷 | 拔桩振动噪音较大，容易引起土体移动。导致周围地基较大沉陷 |
| **施工机械** | 需要大型钻机 | 需要大型打桩机 | 需大型三轴搅拌桩机械 |
| **施工速度** | 施工工艺较复杂，工期较长 | 施工方便工期短 | 施工方便工期较长 |
| **造价** | 较高 | 低 | 低 |

（1）本项目 MBR 膜池及配套设备间所处位置现场为一块空地，内部存在废弃

管桩基础，考虑管桩废弃时间较长，质量较难保障，施工前应先进行废除旧基础。基坑北侧为正在建造的建筑物，西侧为两层厂房，东侧为污水厂的综合楼，南侧为现状道路，距离周边建筑物较近，场地条件较复杂，地质条件较差，基坑深度为 2 米，基坑安全等级为二级，地面超载为 20kPa，采用放坡开挖，坡面采用 C20 喷射砼护坡。基坑北侧距离建筑物较近，采用悬臂钢板桩支护。

（2）新增厌氧池埋深较浅，采用放坡开挖，坡率 1:1~1:1.5，开挖深度大于 2m 的基坑坡面采用 C20 喷射砼护坡。其中北侧距离现状生物池较近，且存在现状管线，北侧采用悬臂钢板桩支护。

（3）细格栅及旋流沉淀池、精细格栅埋深较浅，采用放坡开挖，坡率 1:1~1:1.5，开挖深度大于 2m 的基坑坡面采用 C20 喷射砼护坡。

（4）管线部分

管道基坑开挖深度小于 1.5m 采用放坡开挖，坡率为 1:1~1:1.5。基坑开挖深度 1.5~2.5m 采用槽钢支护。对于基坑开挖深度大于 2.5m 的采用钢板桩支护开挖。对于管道基础，为避免构筑物与管道之间的差异沉降，对生产管道采用水泥搅拌桩复合地基，非生产管采用级配碎石+块石换填基础。

搅拌桩采用直径 500 水泥搅拌桩，水泥土 90 天立方体抗压强度不小于 1500kPa（根据经验关系式，水泥土 28 天立方体抗压强度不小于 900kPa）。桩位允许偏差 50mm，垂直度允许偏差 1%，桩径允许偏差 2%。搅拌桩的水泥掺入量由施工单位根据设计要求的 90d 立方体抗压强度进行试配决定（应用淤泥层土试配），预算暂以水泥用量 60kg/m 计量，宜控制在 15%左右。

根据勘察报告结论中，2-2 层淤泥土富含有机质，搅拌桩施工前应先进行试桩以确定相关参数。

**2、地下水控制**

基坑施工考虑设置降排水措施，明沟加集水坑排水，施工期间应注意抽排水避免构筑物上浮。

**3、基坑监测**

（1）监测目的

为了确保基坑开挖的安全和本工程地下结构施工的顺利进行，应该及时获取基坑开挖过程中支护结构和周围土体的受力与变形信息，以求事先掌握基坑开挖的动态变化，为地下室顺利施工提供动态信息，进行“信息化”施工。

（2）监测内容及孔（点）布置

基坑开挖前应请相关专业单位对基坑周边建筑物缺陷及沉降情况做一次全面检查及记录。根据本工程实际情况，在基坑开挖过程中提出以下几点监测内容：

1）支护桩水平位移；

2）支护桩竖向位移；

3）围护体深层位移监测

4）基坑内水平支撑轴力监测；

5）支撑系统沉降观测；

6）地下水位观测；

7）对周围环境监测：包括周围建筑物、道路的沉降、倾斜、裂缝的产生和开展情况。通信管等应请专业单位进行监测。

（3）监测要求

1）基坑监测应委托有丰富经验的专业监测单位实施，监测单位应根据设计文件和周围环境特点编制监测方案，监测方案应得到建设、设计及监理方认可。

2）开挖前，应对周围环境作一次全面调查，记录观测数据初始值。基坑开挖期间一般情况下每天观测一次，如遇位移、沉降及其变化速率较大时，则应增加监测频次。地下室底板浇筑完成后，可酌情逐渐减少观测次数。

3）围护体报警详见监测报警值。

4）监测数据一般应当天以手写稿提供给监理单位，次日按规定的表格提供给建设、设计、监理、施工等相关单位，挖土至坑底时应增加监测次数。

5）每天的数据应整理成有关表格并绘制成相关曲线，并每 2～3 天提供一次，如位移沿深度的变化曲线，位移及沉降随时间的变化曲线等。

6）监测记录必须有相应的施工工况描述。

7）监测人员对监测值的发展和变化应有周报或旬报评述，当接近报警值时应及时通报监理，提请有关部门注意。

8）工程结束时应有完整的监测报告，报告应包括全部监测项目，监测值全过程的发展和变化情况、相应的工况、监测最终结果及评述。

（4）监测报警

根据广东省标准《建筑基坑工程技术规程》（DBJ/T15-20-2016）、广东省标准《建筑基坑工程监测技术标准》（DBJ/T15-162-2019）、《建筑基坑工程监测技术标准》

（GB50497-2019），MBR 膜池及配套设备间基坑安全等级为二级，其余基坑较浅，基坑安全等级为三级。基坑监测报警值如下表。

**表6.8-4 基坑监测报警值**

| 序号 | 监测项目 | 基坑安全等级为二级指标 | | 基坑安全等级为三级指标 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 累计值（mm） | 变化速率（mm/d） | 累计值（mm） | 变化速率（mm/d） |
| 1 | 支护桩水平位移 | 40 | 4 | 60 | 4 |
| | 支护桩顶竖向位移 | 30 | 3 | 40 | 4 |
| 2 | 深层水平位移观测点 | 80 | 5 | - | - |
| 3 | 周边地表沉降 | 45 | 4 | 55 | 5 |
| 5 | 支撑轴力 | 70%$f_2$ | - | - | - |
| 6 | 地下水位监测 | 1000 | 500 | 1000 | 500 |
| 7 | 临近建（构）筑物沉降观测点 | i＜0.2% | 2 | i＜0.2% | 2 |

注：1）当监测项目的变化速率达到表中规定值或连续三天超过该值得 70%，应报警且监测频率要求达到 2 次/天。

2）$f_2$ 为构件承载能力设计值。

3）周边建筑变形、地表根据施工需要结合周边环境确定。周边建筑物沉降监测点应在建筑物角点及重要位置设置。

当过报警值时，应及时通知建设、设计、监理、施工等单位，以便采取应急措施。

## 6.8.11 主要结构设计技术措施

### 1、 混凝土抗裂、防渗

贮水及水处理构筑物对结构的防水抗渗性能要求较高，因此在构筑物的混凝土中加入适量的抗裂减渗剂（掺量建议为胶凝材料的 2.0%，后浇带为 2.5%），补偿混凝土的干缩变形、减少混凝土的水泥用量、提高混凝土的密实度，从而减少混凝土的干缩裂缝、提高混凝土的抗渗性和抗裂性。抗裂减渗剂的使用按照《混凝土外加剂》GB8076-2008 的规定执行。构筑物结构配筋上尽量采用“小直径、密间距”的配筋形式，充分发挥钢筋砼的抗裂性能。

**2、 变形缝及混凝土膨胀加强带**

大型矩形构筑物的长度、宽度较大时，均设置适应温度变化作用的伸缩缝。对于埋地矩形构筑物，伸缩缝间距不大于 30m；对于露天矩形构筑物，伸缩缝间距不大于 20m。伸缩缝做成贯通式，缝宽 30mm，缝中设置橡胶止水带，内外侧采用聚氨脂密封膏嵌缝。

对不方便设置伸缩缝，且长度超过规范要求的现浇钢筋混凝土矩形构筑物，在其底板、池壁适当位置设置混凝土膨胀加强带或后浇带，以防止混凝土干缩变形引起的开裂。

建筑物在地基基础变化处设置沉降缝，缝宽不小于 50mm。

## 6.9 道路设计

### 6.9.1 规范及标准

（1）《城市道路交通工程项目规范》（CB55011-2021）

（2）《城市道路工程设计规范》（CJJ37-2012）（2016 年版）

（3）《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTGD40-2011）

（4）《公路水泥混凝土路面施工技术细则》(JTG/TF30-2014)

（5）《城镇道路路面设计规范》(CJJ169-2012)

（6）《城市道路路基设计规范》（CJJ194-2013）

（7）《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）

### 6.9.2 主要技术标准

道路等级：厂区道路；

设计车速：15km/h；

路面结构类型：水泥混凝土路面；

路面结构设计年限：20 年；

路面设计标准轴载：BZZ-100kN。

### 6.9.3 道路相关设计

#### 6.9.3.1 平面设计

厂内道路线形按照厂区规划线形设置，满足厂内道路的技术要求。结合现状道路布置和新建构筑物位置，合理布局厂区道路平面。

### 6.9.3.2 道路纵断面设计

道路采用平坡设置，利用横坡排水。

### 6.9.3.3 道路横断面设计

厂区内道路横断面多采用 3.5m、4m 和 6m 宽断面。所有横断面均采用单面坡，坡率 2%，坡向雨水口。

### 6.9.3.4 路面结构

**1、 车行道路面结构：**

面层：20cm 厚 C35 水泥混凝土路面（抗弯拉强度 4.5MPa）

基层：20cm 5%水泥稳定级配碎石

底基层：20cm 4%水泥稳定石屑

路基压实度＞20MPa

总厚度 60cm

**2、 路面构造深度（mm）**

| 路基 | 构造深度（m） |
|---|---|
| 一般路基 | 0.50~1.00 |
| 特殊路基 | 0.60~1.10 |

水泥混凝土面板宽度为 3.5、4 或 6m，在新旧混凝土路面衔接处设置胀缝，胀缝相邻三道施工缝设置钢筋。

### 6.9.3.5 路基

**1、 地基处理**

根据邻近项目勘察报告可知，本厂区存在厚度不均的软弱土层。本着技术可行、经济适用的原则，对本场地软基做如下处理：

对于厚度在 3m 以内的软弱土层，采用砂砾石换填处理。对于厚度在 3~15m 范围内的软弱土层，采用桩径为 500mm，桩距为 1.2m 的水泥搅拌桩处理该软基。

**2、 路基压实度**

填方路基应分层铺筑，均匀压实，路基压实度采用重型击实标准，路基范围内管道沟槽回填土的压实度应不低于路基一般地段的填方要求；挖方路段开挖后应保证路基的压实度（若达不到，则应采取超挖回填等措施）。

表6.9-1 路基压实度表（重型击实标准）

| 填挖类型 | | 路面底面以下深度(cm) | CBR(%) | 压实度(%) |
|---|---|---|---|---|
| 填方路基 | 上路床 | 0～30 | 5 | ≥92 |
| | 下路床 | 30～80 | 3 | ≥92 |
| | 上路堤 | 80～150 | 3 | ≥91 |
| | 下路堤 | 150 以下 | 2 | ≥90 |
| 零填及路堑路床 | | 0～30 | 5 | ≥92 |
| | | 30～80 | 3 | — |

## 6.10 景观设计

### 6.10.1 设计主导思想

本次绿化设计主导思想以简洁、大方、美观、改善环境；注重厂区的合理布局及相关建筑物造型，充分注意环境的绿化和美化，力争将污水处理厂建设成环境优美，现代化工厂。其设计特点有：

充分发挥绿地效益，满足厂区员工的不同要求，创造一个幽雅、美观、陶冶情操的环境，坚持“以人为本”，充分体现现代的生态环保型的设计思想。

植物配置以乡土树种为主，疏密适当，高低错落，形成一定的层次感；色彩丰富，主要以常绿树种作为“背景”，四季不同花色的花灌木进行搭配。尽量避免裸露地面，广泛进行垂直绿化以及各种灌木和草本类花卉加以点缀，使厂区达到四季常绿，季季有花。

厂区之中道路力求通顺、流畅、方便、实用。并适当安置园林小品，小品设计力求在造型、颜色、做法上有新意。使之与建筑相适应。周围的绿地不仅可以对小品起到延伸和衬托，又独立成景，使全区的绿地形成以集中绿地为中心的绿地体系。

本项目运用现代设计手法流畅的几何线性，强化区域空间的纵深和扩展感，高大乔木，小乔木，灌木，地被形成多层的绿化空间，体现现代城市的设计风貌和生态文化之韵，力求近远期景观效果并与日后建设、维护成本相应协调。


**图6.10-1 厂区植物景观意向图植物配置意向图**

## 6.10.2 设计目标

1、景观目标：强化该厂区的景观特色，为厂区整体风貌增值。

2、生态目标：以生态建设为契机，充实该地块的绿化资源，改善厂区的生态环境，创造可持续发展的厂区生态。

## 6.10.3 设计原则

①满足污水厂对绿化的要求，根据其特点，通过绿化来改善环境、起到防噪、防尘、防火的目的。

②点、线、面相结合，以厂前区绿地为核心，以周边绿化为基础，通过厂区道路沟通形成一个环境优美之厂。

③因地制宜。结合污水厂构筑物的大体量与成片成组的特点，灵活而巧妙地安排绿化及布置建筑小品。

④保证生产与安全。考虑地上、地下管线的安全防护要求，合理种植高度、形体、根系与之相适应的树种。

⑤绿化、美化相结合，采取快长密植的办法或栽植较大的成苗，尽快取得绿化效果。

⑥树种选择的基本要求：选择适应当地气候及土壤条件的植物；选择抗污染能力强的植物；选择易繁殖、移植和管理的植物；选择经济价值和观赏价值高的植物；选择滞尘能力强、无漂毛飞絮的植物。

## 6.10.4 景观设计特点

绿化环境设计是在建筑环境基础之上，充分利用绿色植物，对厂区入口、地面、围墙、建筑屋面、局部墙面等进行艺术处理包装，以构成立体的绿化体系，包括修建卫生防护带，绿化厂区道路、美化厂前区和主要入口，组建围墙和照明等，其目

的是塑造花园式厂区，创造温馨、宁静的生活、工作空间。

本项目采用点、线、面三结合方式对厂区进行绿化环境设计。

面式绿化—即是在厂区主入口、道路布置绿化隔离带及植物草皮，构筑整个厂区绿化环境的衬景。

线式绿化—即是在厂区的围墙周围四周、道路两侧种植体型高大的乔木、配以灌木绿篱等，由树木枝叶交织成的网络形成一种界面，利用它可起到限定空间的作用，将人们的视线收拢在厂前区的优美环境之中，另外也起到了环保作用，阻隔和减弱生产区内水处理的气味和噪音。同时还可以提高空气质量，保护水体，涵养一部分的水体，避免阳光直射，防止道路尘土飞扬和减少雨水地面径流。

点式绿化—即是在面式、线式绿化的基础上见缝插针、以艺术美观为原则，点缀花草树木、对绿化环境起到补充、提高的作用。

### 6.10.5 绿化设计方案

植物选择以乡土植物为主，植物规格适中，易于景观效果的营造，方便采购，体现了可持续园林的理念。骨干植物主要为桃花心木、香樟、小叶榄仁。

植物配置上，利用小叶榄仁、桃花心木、香樟等高大植物形成统一的背景植物营建景观骨架，形成背景植物、中景植物、前景植物、灌木、地被花卉带、草坪多层次、高密度、大绿量的植物配置层次。

通过前景植物的分段变化强调色彩和季相的变化。前景植物分段以 5-6m 为一个段落，按照不同的色系分为红色系（主景）、紫色系（次景）、绿色色系（背景）等三个景观色彩层次，满足厂区对景观美化的需要。在设计中对景观特征良好的部分建筑充分融合。

以秋枫为主要行道树，建筑旁以樱花木棉、凤凰木、大红花、毛杜鹃、黄金叶、红继木等群落种植。植物季相分明和色彩丰富，在不同的季节形成不同的景致，同时形成稳定、自然的生态群落。

图6.10-2 桉树、秋枫、樱花木棉

## 6.11 海绵城市设计

### 6.11.1 总体要求

根据《东莞市海绵城市专项规划》（印发稿）的要求，东莞市年径流总量控制目标为 70%，根据茶山镇生态本底（农林用地、绿地、水域等）、规划建设用地情况，确定茶山镇规划年径流总量控制率为 70%。


图6.11-1 东莞市各镇街年径流总量控制率目标分布图

东莞市各镇街的地理条件、现状建设强度和土地利用规划均有所差别，其海绵城市建设侧重点和方向也有所不同。因此规划中对东莞市各园区、镇街进行了分类，提出有针对性的海绵城市建设策略。根据东莞市各园区、镇街分类结果，茶山镇属于海绵城市建设一类地区。

表6.11-1 东莞市各园区、镇街分类

| 区域 | 类别 | 现状建设强度 | 规划建设导向 | 园区、镇街 |
|---|---|---|---|---|
| 流域地区 | 一类 | 较高 | 增量用地开发 | 虎门镇、塘厦镇、长安镇、常平镇、大岭山镇、清溪镇、凤岗镇、松山湖、黄江镇、茶山镇 |
| | 二类 | 较高 | 存量用地改造 | 厚街镇、大朗镇、寮步镇、横沥镇 |
| | 三类 | 较低 | 增量用地开发 | 石排镇、樟木头镇、谢岗镇、企石镇、生态园、滨海湾新区 |
| | 四类 | 较低 | 存量用地改造 | 桥头镇、东坑镇 |
| 水乡地区 | 五类 | 较高 | 存量用地改造 | 石碣镇、石龙镇、高埗镇、中堂镇、道滘镇 |
| | 六类 | 较低 | 增量用地开发 | 沙田镇、麻涌镇、望牛墩镇、洪梅镇 |

对于海绵城市建设一类地区，建设策略主要如下：

1) 已建区域以问题为导向，重点解决城市内涝、黑臭水体等问题。

2) 新建地区以目标为导向，所有新、改、扩建项目全面落实海绵城市要求。

3) 以完善排水管渠系统为重点，高标准建设排水防涝设施。

4) 新建地区应建设雨污分流制排水管网，并加强管网建设过程监管，减少错接、混接现象。

5) 已建区域继续推进污水次支管网建设，因地制宜进行雨污分流改造或完善现状。

6) 合流制系统截污管网，逐步消除旱天污水直排。保留现状合流制的应适当提高合流制污水截流倍数，减少雨天合流制溢流污染。

7) 结合“一河一策”，利用河道蓝线内用地、滨河公园等，建设分散式污水处理设施，用以处理漏排污水及合流制溢流污水。

8) 划定区内河湖水系蓝线，加强河湖水系的保护；加强对水库水源地的保护，严格执行《广东省饮用水水源水质保护条例》。

## 6.11.2 技术措施

本项目作为改扩建项目，应结合实际情况按要求落实海绵城市建设，可采用的技术措施主要有：透水铺装、绿色屋顶、植被草沟、生物滞留设施等。

**一、 透水铺装**

透水铺装可根据土基透水性要求采用半透水或全透水铺装结构，当土基透水性不足时，应在透水铺装的透水基层内设置排水管。本项目中，厂区内人行步道可采用透水铺装，增大地表水渗入量，最大限度发挥道路集水功能，蓄积雨水用于道路浇洒及厂区绿化等。

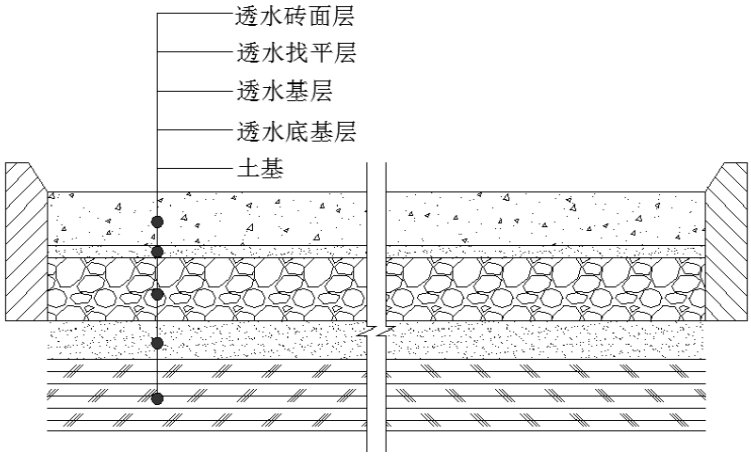



**图6.11-2 透水铺装路面结构示意图**

## 二、 绿色屋顶

绿色屋顶也称种植屋面、屋顶绿化等，根据种植基质深度和景观复杂程度，绿色屋顶又分为简单式和花园式，基质深度根据植物需求及屋顶荷载确定。绿色屋顶适用于结构安全、符合防水条件的平屋顶和坡度不大于 15 度的坡屋顶建筑，优先布置在多层建筑及面积较大的建筑裙楼。

**图6.11-3 绿色屋顶示意图**

本项目主要建筑有 MBR 配套设备间等，考虑到建筑功能与实际需求，可考虑建设绿色屋顶。屋顶覆土约 30cm，可种植台湾草等地被植物。可采用有保温层种植屋面，防水层应采用耐根穿刺复合防水层。

## 三、 植被草沟

植被草沟一般分为草渠、干草沟、湿草沟和渗透草沟四类。草渠只用作传输设施；干草沟的种植土层渗透性相对较好，底部埋有渗排管；湿草沟与浅湿地相似，

种植湿地植物，具有较好的污染物去除效果；渗透草沟可大量传输和入渗径流，占地面积较大，通常设置在市郊公路旁边。本项目厂区道路两侧可建设部分植草沟。

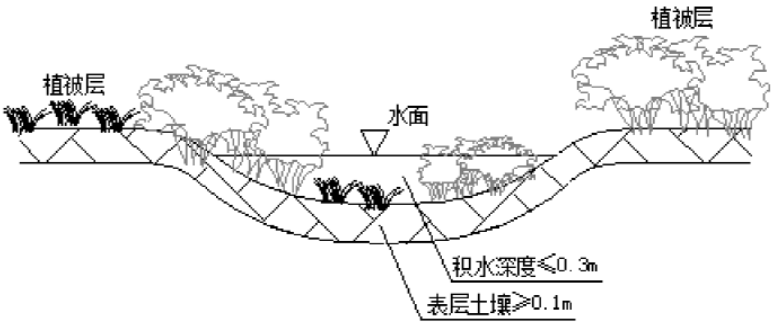



**图6.11-4 植被草沟示意图**

**四、 生物滞留设施**

生物滞留设施指在地势较低的区域，通过植物、土壤和微生物系统蓄渗、净化径流雨水的设施。生物滞留设施分为简易型生物滞留设施和复杂型生物滞留设施，按应用位置不同又称作雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等。

本项目中绿地可考虑建设雨水花园、生物滞留带等。雨水花园采用可渗透型雨水花园，当原土透水能力较小，需对种植土层下的原土进行置换：从上到下依次为换填介质土层、砾石垫层，换填介质土层不小于 500mm，砾石垫层厚度不小于 300mm。厂区雨水集中进入雨水花园时，可采用带消能沉淀池的路缘石豁口作为入口。雨水花园低于周边铺砌地面或道路，下沉深度为 350mm。雨水花园内一般应设置溢流口（雨水口），保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口顶部与绿地的高差不宜超过 50mm。


**图6.11-5 生物滞留设施示意图**

### 6.11.3 管理维护要求

1）建立海绵城市设施长效管理养护机制，确保设施建成后有效运行，持续发挥作用。

2）定期对设施进行日常巡查，在雨季来临前和雨季期间，加强设施的检修和维护管理，保障设施正常、安全运行。

3）透水铺装路面应加强日常巡视监测与清洗养护。根据损坏程度，及时安排维修和整修。发现路面明显积水的部位，应分析原因，及时采取维修保养措施。

### 6.11.4 安全要求

（1）海绵城市建设需在确保安全的前提下进行，不应对人身安全、建筑安全、地质安全、地下水水质、环境卫生等方面造成不利影响。

（2）厂区内的海绵城市设施需设计有效的进水、转输设施及溢流排放系统。

（3）厂区内的雨水花园等附近应有相应的警示标识。

## 6.12 暖通设计

### 6.12.1 设计依据

（1）《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2015）

（2）《工业建筑节能设计统一标准》（GB51245-2017）

（3）《建筑设计防火规范》（2018 版）（GB50016-2014）

（4）《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB50243-2016）

（5）《通风与空调工程施工规范》（GB50738-2011）

（6）《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB 50736-2012）

### 6.12.2 设计内容

本项目厂区暖通设计主要包括：粗格栅及进水泵房（现状）、MBR 膜池配套设备间、鼓风机房及变配电间（现状）、污泥浓缩脱水车间（现状）、水质监测间（现状）等现状建筑物和新建建筑物的室内空调和通风等内容。

### 6.12.3 主要设计参数

1）室外设计参数

表6.12-1 室外设计参数一览表

| 季节 | 干球温度（℃） | | 湿球温度（℃） | 相对湿度（%） | 室外风速（m/s） |
|---|---|---|---|---|---|
| | 空调 | 通风 | | | |
| 夏季 | 33.6 | 31.5 | 27.6 | 71% | 1.8 |
| 冬季 | 5.2 | 13.5 | | 71% | 2.0 |

2）室内设计参数

粗格栅及进水泵房、MBR 膜池配套设备间、鼓风机房及变配电间、水质监测间等换气次数取 2 次/h。

污泥浓缩脱水车间设事故通风，换气次数取 8 次/h。

### 6.12.4 设计原则

1）优先采用自然进风，无自然进风条件的时候采用机械送风，无窗空调房间根据空气平衡要求设置相应排风系统。

2）粗格栅及进水泵房设置机械通风，自然补风。

3）MBR 膜池配套设备间采用机械排风、自然进风，以排除设备工作时产生的余热，保证设备工作条件。

4）鼓风机房设置机械排风，其排风口应上、下分别设置，风机的手动控制装置设在室内、外门口便于操作处；变配电间设置分体空调，满足房间换气次数及电气设备散热要求，并设导除静电的静电接地装置。

5）污泥浓缩脱水车间及加药间设独立事故通风，风机为防腐防爆型风机。事故排风机应安装导除静电的接地装置，其手动控制装置应在室内、外便于操作的地点分别设置。

6）水质监测间设置机械通风，门窗自然补风。

7）与室外相通的进、排风百叶窗（风）口设不锈钢防虫网，外加防雨罩。

8）各区域的送排风机连锁启闭。

## 6.13 智慧水务设计

### 6.13.1 设计理念

智慧水务平台以自动化设备、仪表为基础，以智能化前后终端和模块为辅，以污水厂设备自动化控制和工艺流程监测为中心，建立智能化、信息化、管控一体化的统一管理平台，将传统的自动化控制系统、大屏幕显示系统、安防监控系统、报

警系统、设备管理、水质指标管理等本来就相辅相成的系统统一到平台来统一管理，通过数据信息共享、交换，在发挥各系统原有功能的同时协同运行工作，自动化控制、智慧化运营为最终目标。

第一步：实现污水厂的自动化，是实现智慧污水厂的基础；

第二步：建立污水厂智慧大脑，是让污水厂智慧的关键；

第三步：建设污水厂智慧应用，基于智慧大脑输出指令，让污水厂保持最佳的运行状态。

智慧水务的建设是打造智慧污水厂的必备条件，本项目可根据实际运维管理的需求来考虑是否建设智慧水务相关内容及相应的时间安排。

### 6.13.2 设计原则

**1、 整体性和开放性**

项目整体规划建设、按需划分若干个子系统方式部署，充分考虑项目内各种资源信息整合、同时遵循分布式部署、边建边用基本原则，提高项目灵活性。系统操作符合行业的操作习惯和标准，紧密围绕污水厂处理的业务，同时也考虑具有一定的开放性，把握好信息共享和信息安全之间的关系。

**2、 可扩展性和维护性**

设计具备前瞻性，模块低耦合、充分考虑项目各子系统及子模块升级、扩容、扩展、维护等技术可行性，实现模块动态新增、升级、扩展等同时，原业务不受任何影响。提高系统功能可伸缩性、灵活性。

**3、 经济性和实用性**

设计面向实际，注重实效，坚持实用、经济基本原则，充分合理利用现有设备和信息资源，帮助用户节省投资成本。

**4、 先进性和成熟性**

充分利用先进和成熟技术满足建设需要，将科学管理理念和先进技术手段紧密结合，提出先进合理的业务流程，使用先进成熟技术手段和标准化产品，提高自动化水平，降低企业运营成本、减少日常巡检工作量、优化企业管理模式，使系统具备高性能、符合行业发展方向、有长期使用价值，符合未来发展趋势。

**5、 可靠性和稳定性**

系统运行各环节具备故障分析及恢复、容错能力、保障系统稳定可靠，提供多

套设备故障告警处理预案选择，风险降至最低。

**6、 安全性和保密性**

系统采用严格身份认证、权限校验、操作日志记录、备份恢复等安全体系，既考虑系统数据信息资源共享也考虑信息保护与隔离，健全安全处理策略增强系统安全性。

### 6.13.3 建设目标

通过污水厂管控一体化平台的建设，加强水务企业运营管理能力。平台建成后希望达到的目标效果如下：

**1、 实时的运行数据监测**

通过管控一体化平台，将污水厂各个品牌、厂家的设备接入，进行运行数据实时监测监控，帮助水务企业实时掌握设备动态和水质情况，同时辅助污水厂的设备故障响应。

**2、 自控系统和信息化系统的高度融合**

实现自控系统和管理平台两个系统的数据交互，管控一体化的建设。通过在污水厂的大量自动控制过程中，总结出的大量优质自控模型，反馈给管理平台，进行模型的搭建；同时，管理平台通过实时数据和模型匹配，进行智能分析，并将分析结果反馈给自控系统做优化控制；优化控制的结果又可以反馈给平台，做可视化展示，让用户和管理者实现了解控制效果。通过自控系统和信息化系统的互联互通，从而实现高效闭环的管理。

**3、 精准报警和应急处理**

建立各类设备故障问题分析库和应急解决方案资料库，针对污水厂的各类设备，进行实时诊断和报警过滤，避免误报警造成的信息影响与噪音污染。当出现应急突发事件时提供应急解决方案，通过内置的解决方案降低对于运维人员专业度的要求。并及时推送消息给相关人员进行处理，如果处理不了，能够远程视频相关人员进行协助处理

**4、 支持能耗分析与管理，辅助成本控制**

通过平台，可进行污水厂水泵电耗、工艺药耗量的监测，在线分析水泵的使用效率和高效区间，进行水泵的智能选型和配泵，提到水泵运行效率降低电耗成本；同时，通过水质监测情况，智能调整耗药量，进行精准投加。

**5、 保证系统化的安全**

从设备端到通信层到现场自控系统到远程信息化平台以及手机 APP，全面建立污水厂安全机制，保证污水厂数据安全、下控安全。

**6、 可视化展示**

针对管理者，将设备情况、水质参数等关键数据和核心 KPI，进行清晰展示，保证管理者在远程办公网络下，也能对污水厂现场情况一目了然，实现管理者的辅助决策。

### 6.13.4 智慧水务平台建设

按照系统顶层设计的思路，搭建了智慧水务管控平台的基本架构，通过扩展和集成等方式，可以支撑智慧污水厂的建设。

**一、 构建高可靠、自动化、智能化的控制系统**

实现高可靠、自动化、智能化控制系统运行是实现“少/无人值守”的基础。采用当今先进而成熟的自动化检测与控制技术，通过对现有控制系统优化设计或改造，仪表设备的高可靠选型、冗余设计，各工艺环节进行优化控制，实现污水处理各个工艺环节的闭环联动控制，从而达到全工艺流程生产设备的自动化运行。控制程序依据在线仪表的检测数据自动调节设备运行参数，无需人工干预和操作。核心设备及网络采用冗余设计，故障状态下能够选择切换至备用部件。在自动化控制模式下，自主驱动设备实现控制目标，并持续优化调整控制策略，以获得稳定与精准的控制效果，适应不断变化的运行工况，另外，工艺智能化高级控制系统根据污水厂进水水质水量负荷情况，及时调节污水厂中的重要运行参数，如水泵开启台数、混凝剂投加量、排泥量等，达到“按需调节、稳定工艺、节能降耗”的效果，从而为改善运行操作条件、降低劳动强度、提高劳动效率、节约成本提供坚实、可靠的保障。

**二、 构建基于工业物联网的统一设备接入与采集平台**

通过物联网技术将厂站的仪表、设备进行按需入网，网络冗余设计保障现场设备在故障或恶劣环境下可靠稳定运行。引入互联网“去中心化”网络架构模式，通过数据网关对厂站设备数据进行分布式通讯传输，减少中间网络结构层级，便于扩展扩充，稳定可靠，对采集数据分析、预处理保障数据准确有效性。基于云技术和移动互联架构设计实现移动化管理平台，用户可采用 PC 或 APP 方式平台随时、随地、实时对全厂工艺运行及数据进行全方位的综合管理，实现对污水厂的当前运行状态

的实时监视、数据分析、远程巡检及设备控制等，从而简化运行管理人员工作方式和内容，降低企业经营过程中人工干预参与度，减少现场值班人员和巡检养护人员配备，厂级中控室值班人员可实现无人或一人即可。

### 三、 构建精细化、规范化、科学化巡检管理模式

建设规范、科学、有效的巡检机制，对巡检养护记录进行综合管理，能及时预防生产事故的发生，为自来水处理设施与设备的养护和维修提供依据，并且人员工作成果将作为企业对人员绩效考核参考标准。

巡检养护人员通过移动巡检、设备故障告警快速定位、移动控制等方式简化传统工作模式，同时，对人员统筹分配可以实现多站、多厂的巡检养护人员综合利用，提高工作效率，降低工作人员招录技能水平要求，降低企业用人成本。

对于“少/无人值守”型污水厂，可以由信息系统建立全过程、精细化的巡检管理模式。借助手机或 PDA 等智能移动终端，采用“扫码—巡检—记录—上报—统计”的电子化作业方式并形成电子化巡检记录，为污水厂安全管理提供支持和依据。

### 四、 构建设备全生命周期运维体系

通过构建设备全生命周期运维体系，尤其对于区域式多厂设备的维修与养护管理业务，可以采用协调作业团队，统一调度，实现人力及物力的资源共享，使设备运维管理体系得到优化整合。对实施进度状态进行可视化追踪，强化过程监管力度。对设备维护历史记录进行电子化存档，为日后制定和改进设备管理方案提供依据。


**图6.13-1 智慧水务平台功能一览**

智慧水务平台是污水处理综合运营管理的工业互联网平台，运用云计算、大数据、物联网、人工智能、电气自控等技术，全面提升厂站、泵站、管网的运行管理数字化和智慧化；集成实时采集与动态分析，自动报警，自动控制等技术，打造智慧污水厂，助力实现生产、运行、维护、调度、服务的互通互联，实现精细化、智能化管理，全面提升运营管控能力。

### 6.13.5 智能加药系统

**一、 系统功能**

（1）系统上位机内置加药算法软件，能自动实时适应水质水量和药剂浓度的变化，计算出最佳加药量，无须人工干预。

（2）系统具备“1 用 1 备双回路”安全机制，能够针对设备异常情况自动报警和自动应急处置（能够实现自动切换到备用回路），能够 24 小时不停机工作，且能在不停产的情况下进行设备保养、维护、更换等操作。

（3）系统具备主要参数统计分析功能，实时记录在控制系统所配置的上位机数据库中，这些数据理论上可以永久记录在数据库中，系统还提供了这些数据的查询功能，并能自动生成报表、曲线图等多种数据形式。

（4）系统具备屏幕和智能语音报警功能，切换到备用回路，确保生产安全，并且报警记录将保存在加药系统配备的上位机数据库内，报警记录同样能够保证长期保存，并为业主提供便捷的查询功能。

**二、 智能加药系统组成**

智能加药系统由上位机控制系统（内含加药系统算法）、现地控制柜、执行机构（泵阀模组）和数据采集系统等组成。

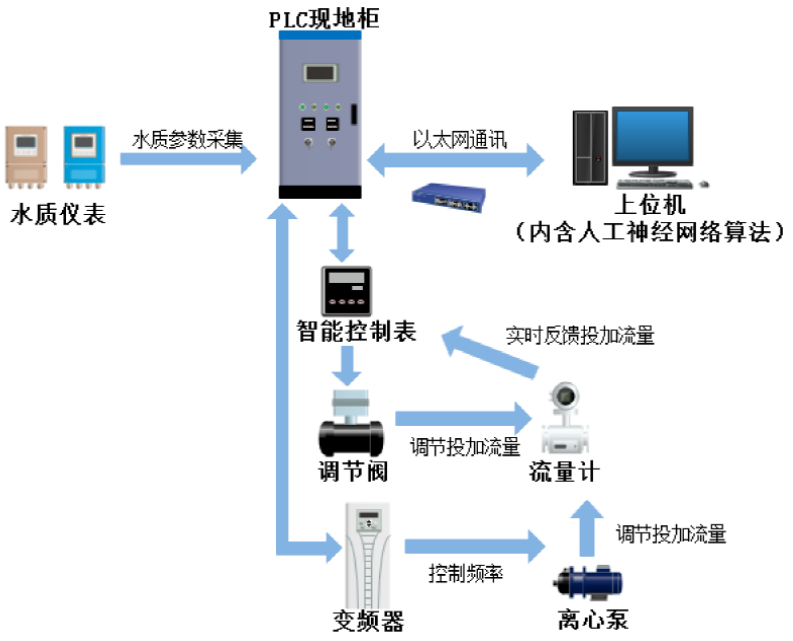



图6.13-2 智能加药系统结构图

三、 人工神经网络算法

基于人工神经网络的智能加药控制算法，通过传感器或数据采集单元获取的重要水质参数、设备运行参数等，通过“神经网络的专家数据库”以及“软测量技术”等技术计算出投加药剂的投加量，再通过以太网通讯的传输给现场执行结构。

智能加药系统具有网络云端处理功能，实现运行参数的云上传，并对上传的数据在服务器内进行分析及处理，可以很及时地判断是否存在故障隐患，及时通过手机短信等方式提醒污水厂相关负责人或者现场值班人员进行处理，还可以给负责人提供远程的系统运行和维修技术指导。

四、 数据采集系统

现场数据采集系统是上位机智能加药控制软件运行的基础，其中包含水质仪表参数和设备运行参数。现场各类传感器信号通过 4-20mA 上传至 PLC 采集单元，再通过通讯的方式传输至上位机界面或者现地控制柜触摸屏上。

五、 现地控制柜

控制系统的一个显著特点是将常规的 PLC 工作站升级为几个控制功能相对集中的产品化、集成化、一体化的现地控制柜，它将核心控制器、触摸屏、相关的控制单元（如电动阀门控制、变频调速器、流量控制单元等），以及现场设备的手动操作面板全部集中在一个控制柜上，现场的每个设备都可以直接在相应的控制柜盘面上直接进行手动控制，操作简单，而且在设备调试时可以直接在控制柜的触摸屏

上观察设备运行和水质参数的变化，便于现场设备的调试、维护，另外系统支持远程全自动、远程手动、现场手动三种运行模式。

## 六、 投加系统

投加系统由磁力泵、精密型调节阀、电磁流量计等主要设备组成，磁力泵提供投加动力，精密调节阀作为流量节流，流量计作为实时反馈。系统是采用单泵供给多点阀控投加的控制方式。

磁力泵采用全塑料结构，电磁驱动，无泄漏，轴和轴承采用陶瓷，长期使用无磨损。电磁驱动磁力泵使用唯一需要注意的是电磁泵内流体需要流动以带走电磁铁的热量，其独特的特点为内部设计了一个自循环冷却系统，可抗空转、气蚀和闭阀等恶劣条件运行。

阀流模组完成每个回路的流量闭环细调功能，它的工作状态通过阀门的开度反馈和流量值进行分析，以判断阀门的工况。调节阀的动作频率很低（平均几分钟动作旋转一个很小的角度即可将流量控制到位），因此从机械磨损的角度其工作寿命远大于不断来回动作的计量泵，可以无维护运行。在加药系统中使用时唯一的常规工作是定期进行反冲洗。

## 七、 紧急情况的自动调节

### 1、 自动切换储池

本系统对原液池，投加池的液位进行实时监控，液位上下限可在系统上位机及现地控制柜中设置，当原液池、投加池液位到达上限时，系统会自动关闭进液电动阀门。当投加池液位到达下限时，系统会自动关闭出液电动阀门，并自动开启备用投加池出液电动阀，完成投加池的切换，保证切换过程中不会中断投加系统供液，并且在上位机屏幕及现地控制柜上显示投加池液位下限报警。

### 2、 自动切换磁力泵

系统设计为一用一备两台磁力泵进行投加。当所有通道投加量小于设定值的30%时，或泵体出现故障时，系统自动切换备用磁力泵，以保证污水厂正常安全运行并在系统中提示磁力泵故障报警。

### 3、 自动切换调节阀

系统具备“1 用 1 备双回路”安全机制，两条投加管线对应一个投加点。当该条通道处于 PID 自动调节模式，流量小于设定值的 30%且持续时长超过设定值时，或设备、管道出现故障时，开启备用通道，关闭该条通道调节阀，并在系统中提示设

备或管道故障报警。

八、 系统优点

1、 保证生产安全

智能加药系统构建了一个完善的安全生产保障体系，所有的水质运行参数和设备运行参数皆纳入系统的监控范围，系统设置了几十个报警点，一般故障屏幕提示，重要故障智能语音报警，出现危及生产安全的故障时自动启动备用系统应急处理。

2、 节能降耗

智能加药系统的加药算法可根据相关参数变化自动控制加药，加药部分做到合理加药，既能保证水质达标，又避免药剂超标对水体的二次污染及周边人员的身体伤害；实现精准投加，减少人力物资，药剂节省量高达 30%。

3、 减员增效

系统实现加药、配药整个生产环节全自动化运行，现场除解包倒药基本实现全场无人值守，操作人员可转岗进行其他增值服务，节约人工费用，实现减员增效。

## 6.13.6 精确曝气系统

污水处理厂进水负荷的动态非规律性变化，导致了生化系统对曝气量的需求也是动态变化的，过多或者过少的曝气量都会导致生化系统难以处于高效运行状态。曝气量偏低，会造成出水 COD 和氨氮的波动；曝气量偏高，又会导致出水总氮的波动。因此，曝气过程控制的技术难点是：控制曝气量和污染物负荷之间的动态平衡。

大部分污水处理厂都有两个或两个以上的生物池，生物池之间的污染物负荷以及实际运行状态不可避免的存在差异，导致生物池的需气量存在差异，由于各种实际运行情况：

- 生物池之间存在配水不均匀的现象，水深不一致；
- 生物池之间存在工艺控制参数不同，例如污泥浓度，内回流比等；
- 生物池离鼓风机远近不同导致空气管损不一致；
- 生物池曝气器新旧和运行状态不同导致充氧效率不一致；

此外，同一个生物池的好氧区前端一般负荷较高，而好氧区后端一般负荷较低，因此也会存在明显的需气量差异。但是，值得注意的是两个生物池的最大风量、平均风量以及最小风量都有较为明显的差异。这说明不同生物池的负荷变化趋势虽然

较为一致，但是实际需气量还是存在一定程度的差异性。这就需要曝气控制系统对每个生物池，每个曝气控制区进行独立评估和控制。

精确曝气控制系统是一个集成软件和硬件的智能化系统，其主旨功能是针对污水厂的污染负荷和工艺运行状况的变化，实时跟踪和评估各个曝气控制区的曝气量需求，自动控制鼓风机和空气调节阀，按需调节和分配曝气量，稳定精确控制好氧区的溶解氧，实现活性污泥系统的高效稳定运行，从而降低鼓风机的电耗以及药剂的投加量，促进污水处理厂的运行管理从高效到卓越。

## 一、 技术要求

曝气控制系统应能针对污水厂的污染物负荷和工艺运行状况的变化，实时跟踪和评估各个曝气控制区的曝气量需求，自动控制鼓风机和空气调节阀，按需调节和分配曝气量，稳定精确控制好氧区的溶解氧，实现生化处理系统的高效稳定运行。

通过对曝气过程自动化，智能化和精细化地控制，有效提升鼓风曝气系统设备的运行稳定性，减少运行管理人员的工作强度，同时降低鼓风机的电耗以及药剂的投加量，促进污水处理厂的运行管理从高效到卓越。

## 二、 系统优势

### 自动化-鼓风曝气系统全自动运行

本系统可以根据用户的需求，实现鼓风曝气系统的全自动运行，包括实现空气调节阀的自动控制、实现各个曝气控制区的气量分配、实现鼓风机组的自动调节和安全启停以及实现生物池曝气总量的实时调节。相对于人工手动控制曝气，提升了运行管理人员的工作效率，减少了运行管理人员的工作强度，为污水处理厂迈向“无人值守”提供了重要的技术基础。

### 智能化-保障工艺稳定运行

系统可根据负荷变化自动调整溶解氧设定值，尤其是当污水处理厂进水负荷较低，在好氧区的末端有可能会出现过度曝气，导致末端溶解过高，从而影响内回流溶解氧，进而影响反硝化。本系统可以控制好氧区的硝化反应正常完成，但不至于过度曝气而影响反硝化。在保障出水氨氮稳定的同时，保障总氮出水的稳定。

系统可以精确稳定控制好氧池的溶解氧，控制精度大约为±0.3mg/L。针对好氧区前端，跟踪溶解氧的变化评估负荷的实时变化，及时调整曝气量，应对负荷变化冲击，针对好氧区末端，稳定精确控制末端的溶解氧，防止因为溶解氧过高导致内回流影响反硝化。此外，精确曝气系统还可以应对各个生物池的配水差异，工艺运

行参数差异，曝气器管路压力损失差异等，自动按需分配气量，保障各个生物池的活性污泥系统稳定高效运行。

**精细化-降低污水处理厂的运行成本**

精确曝气系统可以自动控制鼓风机和空气调节阀，使鼓风曝气系统内设备(含曝气器)处于最佳运行状态，一方面降低了工人的操作强度，一方面提升了设备的使用寿命。系统根据水质水量的变化实时调节鼓风机和空气调节阀，根据各个生物池各个曝气控制区的差异性按需分配曝气量，从而实现鼓风曝气系统的节能降耗。

**三、 系统组成**

精确曝气系统主要包括电动线性空气调节阀、热式气体流量计、系统集成标定与检验和包含控制系统的现场控制柜等部分。

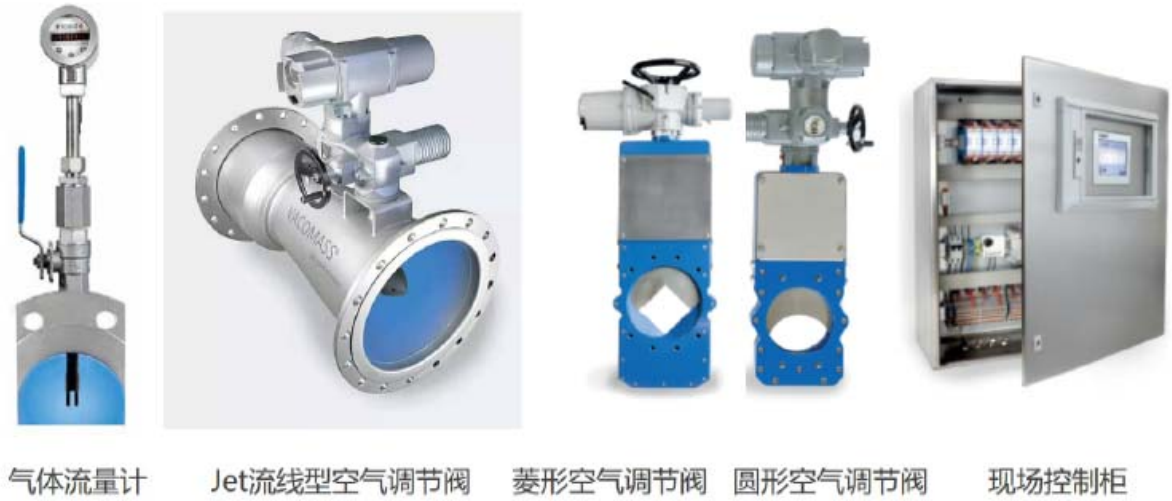



**图6.13-3 精确曝气系统主要部件**

## 6.14 电气设计

### 6.14.1 现状概况

厂区现状变配电中心设在鼓风机房配电室。全厂电气设备最大运行方式下，低压侧计算负荷(补偿后)：近期旱季为 854KVA，雨季为 977KVA。选择两台 SCB9-800/10，10/0.23~0.4KV，800KVA 变压器，两台变压器同时使用。变压器负荷率：近期旱季为 53%，雨季为 61%。

10KV 电源由终端杆经 10KV 铠装电缆埋地引至高压配电间，再由高压开关柜引至厂内变压器。高压开关柜采用 10kV 环网柜，低压开关柜选用 MNS 型组合式抽屉开关柜，各类现场控制箱选用非标控制箱，室外安装要求双门，防护等级为

IP65。

### 6.14.2 供电电源

本项目属城市排水工程，污水厂电源按二级负荷考虑，现状设计采用两路 10kV 电源供电，互为备用。现状已有两路 10kV 进线，进线采用 YJV22-10kV-3*240 电力电缆。

### 6.14.3 配电系统

根据厂区平面布置和设备负荷分布情况，全厂设置一座变配电中心，与鼓风机房合建。

10kV 高压配电装置选用 10kV 中置柜，10kV 进线柜采用电气与机械互锁，10kV 配电系统采用放射式配电方式，接线方式为单母线分断。低压配电装置选用 MNS 抽屉式低压关柜，低压配电系统采用放射式配电方式，接线方式为单母线分断。

### 6.14.4 负荷计算及变压器选择

本次设计新增用电设备均为低压负荷，经计算得出新增设备低压侧电气设备最大运行方式下无功补偿后的计算负荷为：Pjs=1596.9kW，Qjs=631.14kVAR，Sjs=1717.1kVA。

考虑现状负荷，则改扩建后，全厂设备低压侧电气设备最大运行方式下无功补偿后的计算负荷为 Sjs=2571.1kVA。

将现状 2 台 800kVA 变压器更换为两台 2500kVA 变压器，同时使用，负荷率约为 51%，利用新增配电柜为现状低压系统配电。

**表6.14-1 新增负荷计算表**

| 序号 | 设备名称 | 额定功率 | 装机台数 | 使用台数 | 装机功率 | 使用功率 | 需要系数 | 视在功率 | 计算电流 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **MBR 膜池及紫外消毒渠** | | | | | | | | | |
| **1** | **膜池成套设备** | 636.8 | 1 | 1 | 636.8 | 636.8 | 0.8 | 636.8 | 919.14 |
| **2** | **预估紫外消毒渠（成套）** | 30 | 1 | 1 | 30 | 30 | 0.8 | 32 | 46.19 |
| **3** | **1#生物除臭设备（成套）** | 120 | 1 | 1 | 75 | 120 | 0.8 | 120 | 173.21 |
| **4** | **2#生物除臭设备（成套）** | 120 | 1 | 1 | 120 | 120 | 0.8 | 120 | 173.21 |
| **5** | **3#生物除臭设备（成套）** | 120 | 1 | 1 | 120 | 120 | 0.8 | 120 | 173.21 |

| 序号 | 设备名称 | 额定功率 | 装机台数 | 使用台数 | 装机功率 | 使用功率 | 需要系数 | 视在功率 | 计算电流 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 小计 | | | | | 1026.8 | | 1028.71 | 1484.81 |
| 细格栅及旋流沉砂池 | | | | | | | | | |
| 1 | 细格栅 | 2.05 | 3 | 2 | 6.15 | 4.1 | 0.8 | 4.1 | 5.92 |
| 2 | 渠道闸门启闭机 | 1.5 | 4 | 4 | 6 | 6 | 0.2 | 1.5 | 2.17 |
| 3 | 旋流沉砂器 | 1.5 | 2 | 2 | 3 | 3 | 0.8 | 3 | 4.33 |
| 4 | 砂水分离器 | 0.75 | 1 | 1 | 0.75 | 0.75 | 0.8 | 0.75 | 1.08 |
| 5 | 高排水型螺旋压榨机 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 0.8 | 3 | 4.33 |
| 6 | 中压冲洗泵 | 11 | 2 | 1 | 22 | 11 | 0.8 | 11 | 15.88 |
| 7 | 罗茨风机 | 8 | 2 | 2 | 16 | 16 | 0.8 | 25.6 | 36.95 |
| | 小计 | | | | | 43.85 | | 47.96 | 69.22 |
| 精细格栅 | | | | | | | | | |
| 1 | 内进流孔板式格栅除污机 | 2.05 | 3 | 2 | 6.15 | 4.1 | 0.8 | 4.1 | 5.92 |
| 2 | 高排水型螺旋压榨一体机 | 1.5 | 4 | 4 | 6 | 6 | 0.8 | 6 | 8.66 |
| 3 | 中压冲洗水泵 | 1.5 | 2 | 2 | 3 | 3 | 0.8 | 3 | 4.33 |
| 4 | 高压冲洗水泵 | 0.75 | 1 | 1 | 0.75 | 0.75 | 0.8 | 0.75 | 1.08 |
| 5 | 手电两用启闭机 | 0.75 | 8 | 8 | 6 | 6 | 0.2 | 1.5 | 2.17 |
| | 小计 | | | | | 19.85 | | 15.35 | 22.16 |
| 五段式 Bardenpho 生物池 | | | | | | | | | |
| 1 | 潜水搅拌器 | 5.3 | 10 | 10 | 53 | 53 | 0.8 | 53 | 76.5 |
| 2 | 潜水推流器（厌氧区） | 4.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 0 |
| 3 | 潜水推流器（缺氧区） | 6.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 0 |
| 4 | 混合液回流泵（变频） | 15 | 4 | 4 | 60 | 60 | 0.8 | 53.33 | 76.98 |
| 5 | 污泥回流泵（变频） | 11 | 4 | 4 | 44 | 44 | 0.8 | 44 | 63.51 |
| 6 | 电动法兰式蝶阀 | 0.5 | 6 | 6 | 3 | 3 | 0.3 | 1.13 | 1.63 |
| 7 | 电动启闭机 | 0.75 | 16 | 16 | 12 | 12 | 0.2 | 4.8 | 6.93 |
| | 小计 | | | | | 172 | | 155.12 | 223.9 |
| 粗格栅及进水泵房 | | | | | | | | | |
| 1 | 潜污泵（变频） | 168 | 2 | 2 | 336 | 336 | 0.8 | 298.67 | 431.09 |

| 序号 | 设备名称 | 额定功率 | 装机台数 | 使用台数 | 装机功率 | 使用功率 | 需要系数 | 视在功率 | 计算电流 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 手电两用启闭机 | 2.5 | 1 | 1 | 2.5 | 2.5 | 0.2 | 1 | 1.44 |
| 3 | 手电两用启闭机 | 1.5 | 6 | 6 | 9 | 9 | 0.2 | 3.6 | 5.2 |
| 4 | 钢丝绳牵引式格栅除污机 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 0.8 | 4 | 5.77 |
| 5 | 螺旋输送机 | 1.1 | 1 | 1 | 1.1 | 1.1 | 0.8 | 1.76 | 2.54 |
| | 小计 | | | | | 352.6 | | 309.03 | 446.04 |
| 鼓风机房 | | | | | | | | | |
| 1 | 磁悬浮鼓风机(变频) | 220 | 2 | 2 | 440 | 440 | 0.8 | 391.11 | 564.52 |
| 2 | 轴流风机 | 0.79 | 8 | 8 | 6.32 | 6.32 | 0.8 | 6.32 | 9.12 |
| 3 | Lx 型电动单梁起重机 | 6 | 1 | 1 | 6 | 6 | 0.3 | 2.25 | 3.25 |
| | 小计 | | | | | 452.32 | | 399.52 | 576.66 |
| 污泥脱水车间及加药间（成套） | | | | | | | | | |
| 1 | 叠螺式污泥浓缩机 | 55 | 2 | 1 | 110 | 55 | 0.8 | 48.89 | 70.57 |
| 2 | 隔膜板框压滤机 | 11 | 1 | 1 | 11 | 11 | 0.8 | 11.73 | 16.93 |
| 3 | 压滤机进料泵 | 11 | 1 | 1 | 11 | 11 | 0.8 | 9.78 | 14.12 |
| 4 | 压榨水泵 | 15 | 2 | 1 | 30 | 15 | 0.8 | 15 | 21.65 |
| 5 | 清洗水泵 | 22 | 2 | 1 | 44 | 22 | 0.8 | 19.55 | 28.22 |
| 6 | 空压机 | 18.5 | 1 | 1 | 18.5 | 18.5 | 0.8 | 18.5 | 26.7 |
| 7 | 冷干机 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.8 | 1 | 1.44 |
| 8 | 水平输送机 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 0.8 | 3 | 4.33 |
| 9 | 汇总水平输送机 | 7.5 | 2 | 2 | 15 | 15 | 0.8 | 24 | 34.64 |
| 10 | 轴流风机 | 10 | 1 | 1 | 10 | 10 | 0.8 | 10 | 14.43 |
| | 小计 | | | | | 161.5 | | 158.11 | 228.21 |
| | | | | | | | | | |
| 1 | 其他负荷 | 20 | 1 | 1 | 20 | 20 | 0.85 | 18.89 | 27.27 |
| | | | | | | | | 18.89 | 27.27 |
| | 合计 | | | | | | | 2131.55 | 3076.63 |
| | $K_{\sum p}$ | 0.9 | | | | | | | |
| | $K_{\sum q}$ | 0.95 | | | | | | **Sjs** | **Ijs** |
| | | | | | | | 补偿前 | **1942.4** | **2803.6** |

| 序号 | 设备名称 | 额定功率 | 装机台数 | 使用台数 | 装机功率 | 使用功率 | 需要系数 | 视在功率 | 计算电流 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 补偿后 | 1717.1 | 2478.4 |

### 6.14.5 主要设备选型

10kV 高压开关柜：现状采用 10kV 环网柜，有完整的 10kV 配电系统。但现状的 10kV 环网柜已运行近 14 年，已非常破旧；且改扩建后，负荷容量增大，现状柜体无法满足供电部门的要求，故需拆除现状 10kV 环网柜并新建 10kV 配电系统。

本期新增 10kV 开关柜选用中置柜。高压配电开关采用高压真空断路器，并配用直流弹簧操动机构，由一组小容量免维护直流装置提供直流操作电源。

0.4kV 低压开关柜：MNS 抽屉式低压开关柜。

电力变压器：干式变压器 SCB14-10/0.4kV，2500kVA，IP4X。

### 6.14.6 电能计量

在 10kV 高压配电间的高压柜上装设计量仪表，仪表规格及精度需满足供电部门相关要求。

### 6.14.7 无功功率补偿

主要在低压配电间 0.4kV 侧母线采用集中补偿装置，该装置根据功率因数自动调整补偿量，使功率因数保持在 0.95 以上。

本工程谐波源为变频器等非线性负载，在系统各级电压母线上产生谐波污染。

低压侧考虑在变配电间低压柜设置有源滤波柜对变压器低压侧谐波进行集中治理，确保各次谐波电流不超过国标规定值。

### 6.14.8 电机启动

低压较大负荷电机如提升泵、鼓风机等电机均采用软起动或者变频装置方式起动，以降低电动机起动对 0.4kV 供电网络的冲击。工艺有要求的采用变频启动，其余 30kW 以下的小型电机均采用直接起动方式起动。

### 6.14.9 控制方式

所有工艺设备包括水泵、风机、电动及气动阀门、电磁阀、搅拌器、格栅及污泥脱水机等均设计机旁及远程自动控制功能。调试和检修设备时采用机旁手动，正常运行时采用远程自动控制。

### 6.14.10 继电保护

**1、 系统对 10kV 高压变配电设备进行监控内容为：**

母线电压、工作电流、零序电流、有功功率及电度、无功功率及电度、功率因数、手车位置、断路器状态、储能状态、故障报警、跳闸回路断线、保护跳闸、重合闸、接地信号。

**2、 系统监控的高压用电对象为：**

线路、变压器、电压互感器。

**3、 系统的保护功能为：**

1）电源进线柜延时电流速断和过电流保护及单相接地保护；

2）分段柜断路器合闸瞬间投入、合闸后自动解除的电流速断保护；

3）变压器柜电流速断、过电流保护、低压侧单相接地保护、过负荷保护和温度保护。

**4、 系统后台计算机功能为：**

动态显示高压电气设备工作状态并通过局域网（Ethernet）实时向中心控制室传送数据；接受中央控制室下达的控制指令、参数的整定，判断其正确性、可行性后加以执行。低压电动机均装设短路及过载保护。

### 6.14.11 电气火灾监控系统

配电系统引起的人身触电和系统故障，很大部分是由于设备故障或线路剩余电流过大引起的，剩余电流严重时，会烧毁电气设备或线路，引起火灾。为提前做好早期预警，避免发生电气火灾，本项目在主要变配电间要求配置电气火灾监控系统。

通过设置在高低压柜子内设置电气火灾探测器，在各个回路设置剩余电流和温度测量传感器，可对配电系统的剩余电流进行连续监视、报警与控制。电气火灾监控探测器在发生警报时，可发声光报警信号。多台电气火灾监控探测器通过总线连接与电气火灾监控主机设备构成完整的电气火灾监控系统。还可通过报警输出界点和通讯接口将信号传输至中控室。并与中控电力监控软件或组态软件进行结合，在中控室监控电脑主机上能进行实时显示。

### 6.14.12 照明

厂区室外采用节能型 LED 灯，外型为庭院型，以时间与光敏相结合的方式进行控制，以达到最佳的控制效果。室内办公值班室采用节能型 LED 灯管，车间、

泵房等采用工厂型、防尘、防水广照型灯具。为了提高照明用电负荷的功率因素，所有整流器均采用电子整流器。在重要设施处设应急照明灯和应急指示灯，保证在停电事故时能进行正常的事故检修。

### 6.14.13 防雷及接地

（1） 根据防雷规范的要求确定本工程建各个构筑物的防雷标准选定，在屋顶设置接闪带作为防雷接闪器，凡突出屋面的所有金属构件均应与接闪带可靠焊接。利用建筑物结构柱内二根主钢筋（φ≥16mm）作为引下线，同时利用建筑物基础内钢筋作接地体，并利用基础内两根主筋焊接为环形闭合电气通路。接闪带和主钢筋可靠焊接，引下线和基础内底盘钢筋焊接为一整体作为接地装置。所有与防雷接地有关的连接均采用焊接，焊点均作防腐处理。

（2） 本项目强电、弱电、防雷接地系统统一设置，即：采用统一接地体，故要求总接地电阻 R≤1 欧姆，当接地电阻达不到要求时，可加打人工接地极。

（3） 外墙引下线距地 0.5m 设测试卡子。

（4） 为防止人身触电的危险，本项目采用 TN-S 系统配线，并进行总等电位联结。在建（构）筑物指定处安装等电位联结端子箱，并与接地板可靠焊连。

（5） 凡正常不带电，绝缘破坏时可能带电的电气设备的金属外壳、穿线钢管、电缆外皮、支架等均应可靠与等电位连接系统连接。

（6） 总等电位连接板、局部等电位盘由黄铜板制成，应将建筑物内保护干线；设备金属总管；建筑物金属构件等部位进行联结。总等电位联结均应用各种型号的等电位卡子。

### 6.14.14 电气节能设计

根据负荷情况全厂设置无功补偿装置，最大限度的减少无功损耗。采用软起动器或者变频器起动低压大功率电动机，以减少大电流引起的能量损耗。所有气体照明灯具，均选用电子整流器整流，其余灯具均采用 LED 光源，减少损耗。

### 6.14.15 机电工程抗震设计

根据国家有关标准本项目位于抗震设防 6 度以上地区；为防止地震时电力系统失效、短路及起火造成人员伤亡及财产损失，根据《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 及《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981-2014，应对机电管线系统进行抗震加固。设在建筑物屋顶上的共用天线应采取防止因地震导致设备或部件

损坏后坠落伤人的安全措施。本项目重力大于1.8kN的设备；内径大于等于DN60mm的电气配管及 15kg/m 或以上的电缆桥架、电缆梯架、电缆线盒、母线槽都应设置抗震支吊架，且此项目抗震支吊架产品需通过 FM 认证。抗震支吊架的设计原则为：刚性电力线管侧向支撑最大间距为 12m，非刚性电力线管侧向支撑最大间距为 6m，刚性电力线管纵向支撑最大间距为24m，非刚性电力线管纵向支撑最大间距为12m。具体深化设计由专业公司完成，最终间距根据现场实际情况再深化设计。确定所有产品需满足《建筑机电工程设备抗震支吊架通用技术条件》CJ/T476-2015。

### 6.14.16 电气工程建议施工方案

由于本项目为现状项目改造扩建，为了避免施工期间造成全厂长时间停电，应做好施工的时间安排。

在电气工程实施时，应在保证一台变压器正常运行的情况下先更换一台变压器。高压配电间内施工应先征得供电部门的同意，报备好 10kV 接电时间。所有柜体应提前生产，拆除 10kV 环网柜时，应提前租用柴油发电车以保障部分重要的负荷运行，并应与工艺施工方案同步，在因其改造造成停水无法生产的时期内进行电气线路的接驳，另需保证其他的正常生产负荷用电。

0.4kV 系统施工时应先利用低压配电间内空地安装新增的低压开关柜，并做好电缆接头，待 10kV 系统接入后，利用密集母线排从新增的低压配电柜引接至旧低压配电柜，完成电力切换。

### 6.14.17 注意事项

（1）土建施工时，电气施工人员应与土建施工人员紧密配合，做好电气安装所需预埋件预留孔洞工作，特别是在利用泵房基础钢筋作接地装置的工作中，必须与土建施工人员做好钢筋焊接及外引钢筋的预埋工作。

（2）本设计中，所有至潜水用电设备的电缆，均只敷设到潜水用电设备的连接板处，水下的动力和控制电缆均有潜水用电设备厂商成套提供。

（3）部分用电设备的控制箱由设备成套商成套提供，但其提供的控制箱需提供必要的信号或通讯接口。所有自带控制系统的用电设备均应预留通用接口，便于接入厂区自控系统进行统一控制。

## 6.15 仪表及自动化设计

### 6.15.1 设计原则

（1）生产管理及自动控制系统设计遵循先进性、实用性、可靠性、经济性、开放性的原则，满足污水厂处理工程生产管理和工艺过程对自动化的要求。采用"集散型"控制方式，集中监控管理、分散控制、数据共享。系统配置采用成熟技术，产品设计选型符合国际或国家工业标准，可靠性高、适应能力强、扩展灵活、操作维护简便；系统平台软件选用稳定安全的主流操作系统，便于系统使用和维护；管理软件、监控软件、现场控制软件的编制均选用符合国际软件业标准的开发平台，同时考虑用户开发的方便性和易于扩展性；设备和软件的供应商能够长期提供技术支持和服务，备品备件能得到有力的保障。

（2）在线检测仪表设置基于两方面考虑，一方面要满足工艺流程控制的需要，另一方面要满足污水厂管理的需要并按经济实用的原则。

### 6.15.2 自控系统设计

**1、 系统构成：**

污水厂控制系统按分层分布式原则设计，系统分二层：中控室层和现场控制单元。在中控室层能集中监视厂内设备的实时运行情况，并可通过 PLC 独立完成设备的监视和控制功能。现场控制单元除接收中控室层指令并向中控室层传送数据外，还可内部自成相对独立的计算机监控系统。通过 PLC 和现场操作员终端可以独立完成厂内相关设备的监视和控制功能。厂内自控系统预留接口，应可灵活接入净水公司即将建设的生产运营管理系统。

根据工艺特点及全厂平面布置，厂区现状已设置了一个中央控制室和 4 个现场控制站。本期新增现场控制站分布具体如下：粗格栅及进水泵房控制站、生化池控制站、污泥脱水车间控制站。部分在现状构筑物内增加新设备，需改造相应的 PLC 分站，以便对新增设备进行数据采集和控制，如鼓风机房。

本期新建现场站通过光纤接入到现状中央控制室光纤交换机。同时在一期中控室新增本期中控计算机及服务器等设备，建成后能独立完成本期新建工艺流程的自动远程控制。

为避免对现状自控系统过多干预影响生产，本期改扩建工程新增二期自控系统，待系统完善后，根据业主管理需要酌情考虑将二期控制系统接入现状自控环网内。

**2、 系统操作方式：**

本项目设备操作按照如下方式进行：

1）现场操作箱就地操作：本方式为直接供电方式，不经过 PLC 系统，主要用于设备调试、检修以及应急处理等方面的工作。系统就地操作时，PLC 自控系统不起作用；

2）PLC 远程操作：本方式为 PLC 控制及操作方式，只有在现场操作箱上处于"远程"方式时才有效，是正常生产方式。

**3、 系统控制方式：**

本项目计算机控制系统有以下 3 种方式：

1）现场手动控制：即现场控制箱"就地"操作；

2）PLC 手动控制：本方式是操作员通过系统监控站手动进行控制，只有在自动控制功能失效时才使用此功能；

3）PLC 自动控制：本方式通过 PLC 完成，系统根据工艺参数及设备状态，自动进行设备的操作。本方式为主要控制方式。

**4、 系统信号制**

本项目控制系统采用如下信号制：

1）仪表信号：直流 4~20mA；

2）开关输入信号：直流 24V；

3）开关输出信号：继电器无源接点。

**5、 分站功能**

1）粗格栅及提升泵房分站 PLC1

负责粗格栅及提升泵房、细格栅及旋流沉砂池、精细格栅、进水仪表间工艺设备的控制，以及有关工艺参数的采集。控制程序应按照工艺及设备要求进行编写。

2）生物池分站 PLC2

负责五段式 Bardenpho 生物池、生物除臭滤池（厂家配套提供）等工艺设备的控制，以及有关工艺参数的采集。控制程序应按照工艺及设备要求进行编写。

3）污泥脱水车间分站 PLC3（厂家配套提供）

负责污泥浓缩脱水车间、加药间工艺设备的控制，以及有关工艺参数的采集。控制程序应按照工艺及设备要求进行编写。

**6、 通讯网络**

控制网络体系拟采用百兆工业以太网，主干传输网百兆单模光纤以太网。网络拓扑结构为环形，支持 IEEE802.3 规约和标准的 TCP/IP 协议。具备划分 VLAN（虚拟局域网）功能，将不同的应用进行隔离；拥有流量控制等功能，确保工业数据的实时性和安全性。厂内的各种控制设备通过工业级以太网络进行无缝连接，实现数据的高速传输和实时控制。

现场的 PLC 控制信号通过 PLC 的以太网模块端口与现场的工业以太网交换机相接，控制方式采用“全开放全分布”方式。拓扑形式以便于系统今后的扩展。

现场控制站和远程 I/O 站的控制系统之间通过高确定性、高实时性、开放的现场总线相连。现场总线是用于现场设备与控制室控制系统之间的一种全数字化、双向、多站的串行通信的数据总线。开放的、统一的全数字网络通信技术实现了现场设备的互联，将控制站、可通信智能现场设备接入自控通讯网络，是自动化技术发展的必然趋势。数字化的现场级通讯网络节省了传统接线所需的大量控制电缆，开放的网络系统便于系统扩展。

控制系统网络介质采用单摸铠装光纤电缆，网络光纤通信电缆可不受电缆间距限制敷设于电缆沟或电缆桥架中，以避免通信电缆受到电力电缆的电磁干扰和防止雷电波沿通信电缆窜入损坏自控系统。

污水厂网络信息安全至关重要，参考公安部信息系统等级保护 2.0 二级的建设标准，本工程网络信息安全做如下设置：

部署工业主机安全软件，确保被保护的主机只有白名单规则内的程序、进程才允许运行，防止已知和未知恶意程序的侵入，进而防止操作系统被恶意破坏；

部署工业审计设备，旁路部署核心网络交换机，对全网流量实时监控，监测网络行为和异常流量，及时生成告警信息和审计日志；

部署工业防火墙，通过协议白名单、访问控制，阻止网络攻击在不同区域间渗透，保障关键资产和业务的安全；

部署监管平台，安全设备统一管理，安全事件集中呈现，提高运维效率。

等级确定以及具体实施方案应结合相关行政管理部门的意见及项目具体特点进行确定。

### 6.15.3 智能加药及精确曝气系统

为进一步降低能耗，提高水厂生产管理水平，传统污水厂只依靠可编程控制器

的流程控制，在曝气及加药两个环节的控制比较简单粗放，有些厂还在使用人工手动控制，造成比较高的能耗和药耗及人工成本。结合当前主流技术方案和其他同类项目经验，本项目可根据实际需要考虑是否设置精确曝气系统及智能加药系统。

**1、精确曝气系统设计方案**

污水厂实际运行过程中进水水质、水量具有时变性，对应其气量需求也相时而变；在推流式反应池中污染物浓度沿推流方向不断降低，各曝气廊道所需气量亦不断减少。为了节约鼓风机电耗、稳定生物池出水水质以及提高污水处理厂的智能化控制水平，并使生物池的关键参数——溶解氧浓度可以稳定控制在工艺所需水平，达到气量的按需分配，工程设立**一套精确曝气分配与控制系统**。该系统由风量测控单元（线性空气调节阀和热式气体流量计）、曝气就地控制系统、鼓风机优化控制系统、生物池氨氮优化控制系统、DO 设定值自适应优化系统、成套系统的标定与集成等组件组成，安装在生物池现场。

精确曝气分配与控制系统是集成的智能化控制系统，该系统以气体流量信号作为主控制信号，溶解氧或氨氮信号作为辅助控制信号，可根据实际污染物负荷变化或工艺控制需要按需供给气量，实现各气量控制区内溶解氧的稳定，从而保障生物反应池的各反应区都达到高效稳定，同时鼓风机优化控制系统接收各控制回路的实际气体流量信号、阀位信号等数据，通过实时计算出鼓风机压力或流量控制所需的最佳设定值，来优化鼓风机的控制，以达到按需供气、工艺稳定和节能降耗的目的。

为保障精确曝气分配与控制系统整体测控精度、匹配性以及对不同运行特征的适应性，系统内线性空气调节阀、热式气体流量计、控制系统均需在生产性的系统模拟工程实验中心进行基于实际运行工况的等尺寸管路的成套集成标定及校验，确保系统的高精度。

**2、智能加药系统设计方案**

对现代化的污水处理厂来说，随着越来越严格的污水排放要求，不合规的上游排放，导致频繁的冲击负荷，如何以可持续的方式运行是一个巨大的挑战。满足日益严格的排放要求,并同时实现节能降耗是关键所在，即使在高进水冲击负荷突发状况下也应如此。

化学除磷实时控制模块设计应用于污水处理厂的化学除磷工艺区段。P-RTC 可基于当前磷酸盐负荷和水量数据，依靠工艺模拟数学模型，进行自动计算，在保证出水总磷达标的情况下实现除磷剂消耗量最小化。另外，控制除磷剂投加量可以有

效减少絮凝污泥，进而降低污泥脱水处理成本。

硝化模块是为污水处理厂优化硝化过程，降低曝气能源消耗而设计的。基于当前硝氮和氨氮载荷，硝化模块可进行自动计算并控制曝气时间及强度，保证达标的情况下使曝气能源消耗量最小化。另外，鼓风机运行时间也可以通过硝化时间进行设置，并有效节约能源费用。

污泥脱水模块通过监测总悬浮物的实时变化自动调整脱水剂的投加量来保证污泥浓度，达到减少脱水剂消耗和节约处理成本的作用。污泥浓缩模块提高污泥含固量和沼气产量，达到减少混凝剂消耗和节约维护成本的作用。

### 6.15.4 仪表设置

**1、 仪表配置：**

根据工艺专业提出的工艺参数和设备控制要求，在全厂配备必要的工艺流程检测仪表，实时在线检测各项工艺及电量参数。仪表的输出信号传送至各区域的可编程序控制器，利用计算机测控管理系统对其进行处理、显示、存储和打印。在满足上述要求的同时，本设计仪表配置力求节省、简单、实用，可靠性高。

**2、 仪表选型：**

仪表电源均为 AC220V，信号特征为 4～20mA。仪表实际接线以仪表到货后，按其使用手册接线端子图为准。

**3、 仪表安装中应注意的事项：**

由于仪表的定货还要有一个招标的过程，所以目前无法确定最终在本项目中安装的仪表是何种型号。所以本设计中仪表安装仅为示意形式，具体安装时应严格按照产品说明书中规定的方式进行安装，仪表（变送器）保护箱尽可能靠近其传感器安装。施工单位在施工过程中应高度重视仪表的接地问题。施工完成后应按照本设计的要求对施工情况进行检测记录。对露天安装的探头，应作防雨处理，具体方法由施工单位现场确定。仪表配套的箱及支架均应作防锈处理。对于带有自动取样机预处理系统的分析仪表应考虑仪表保护箱安装位置对正常采样的要求。

**4、 仪表检测内容：**

1）粗格栅及提升泵房：粗格栅前后液位差、进水泵房集水池液位；

2）细格栅及旋流沉砂池：细格栅前后液位差；

3）精细格栅：精细格栅前后液位差；

4）鼓风机房及变配电间：风机总管风量，风压；

5）五段式 Bardenpho 生物池：溶解氧测定仪、氧化还原电位计、污泥浓度分析仪、硝氮仪、氨氮仪等；

6）污泥浓缩脱水车间：进泥量、加药量、回用水量、化学除磷药剂流量、调理罐泥位等；

7）加药系统：加药管流量、储药罐液位；

8）紫外消毒渠：设备成套提供；

9）其它：进厂水水流量、出厂水水流量、回流污泥管道流量、剩余污泥管道流量、进出厂水质指标（COD、TP、TN、$NH_3$-N、pH、SS 值）。

### 6.15.5 系统防雷与接地

自动化系统的防雷接地，保护接地，工作接地，屏蔽接地，防静电接地采用联合接地体，并且与电气接地系统共用一套接地装置。接地电阻不大于 1 欧姆。系统防雷通过在设备电源和仪表信号处设置避雷器并通过接地系统的等电位连接，以达到最佳的防雷效果。本项目采取防直击雷和防感应雷的措施：

（1）在由 AC220V 电源供电的检测仪表，每套 PLC 及中控室 UPS 的电源端加装电源避雷器，以抑制出现在电力网络中的暂态浪涌电压和吸收暂态浪涌电压能量，在保障供电连续的条件下，使仪表、PLC 终端及中控室主机等主要设备免受过电压的干扰和侵害。

（2）在检测仪表 4~20mADC 信号的输出端和 PLC 终端机的模拟量输入端加装信号避雷器，以抑制信号回路的雷电干扰。现场站之间及与中控室之间的计算机采用光缆传输信号，雷电信号不会窜入，不用采取避雷措施。

（3）所有仪表与计算机系统设备的外壳均要安全接地，接地电阻＜1Ω。仪表信号电缆（双绞屏蔽电缆）的屏蔽层应在 PLC 终端机侧可靠接地。

### 6.15.6 视频监控系统

（1）本项目考虑结合厂区现状视频监控系统建设一套完整的全厂 CCTV 系统，组成一个全方位、全天候实时监视、控制系统。CCTV 系统与计算机自动控制系统有机结合，以便管理人员及时掌握现场情况，实现科学、安全、高效的生产调度及管理系统。

（2）CCTV 系统建成后能满足以下功能要求：

1）每个监控点将图像信号、声音信号和报警信号准确无误地传送到中心控制室。

2）中心控制室对所有监控点的设备进行控制和操作。

3）中心控制室可对每个摄像机的图像进行存储和回放。

（3）本项目 CCTV 系统由三大部分组成：前端子系统、信号传输系统、中心控制显示系统。

1）前端子系统，由摄像机、镜头、云台、视频服务器、音频采集装置、防护罩和安装支架等组成。

2）信号传输系统包括传送各种视频、音频信号和控制、报警信号所需的各种接口，均采用电缆传输。

3）中心控制室显示系统，由主控制器、视频、音频接口，监视器和多媒体电脑等组成。

# 7 主要工程量及设备材料

## 7.1 主要构（建）筑物

**表7.1-1 主要构（建）筑物一览表**

| 序号 | 名称 | 规格 | 结构 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 粗格栅及进水泵房 | 土建利用现状 | 钢筋砼、框架 | 座 | 1 | 新增设备 |
| 2 | 细格栅及旋流沉砂池 | 细格栅：8.70×7.70×2.15m<br>沉砂池：17.35×7.70×6.60m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按 9.5 万 $m^3/d$ 规模设计 |
| 3 | 精细格栅 | L×B=12.0×9.4×6.10m m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按 9.5 万 $m^3/d$ 规模设计 |
| 4 | 五段式 Bardenpho 生物池 | 新建前端池体；现状生化池池体改造；现状二沉池加高 0.5m、新增圆形内隔墙、更换及新增曝气系统及配套设备安装等 | 钢筋砼 | 座 | 3 | 按 9.5 万 $m^3/d$ 规模设计 |
| 5 | 新建 MBR 膜池 | L×B=42.15×27.1m，池体 H=6.8m，上部 H=10.45m | 钢筋砼、框架 | 座 | 1 | 平均 5 万 $m^3/d$，高峰 6.5 万 $m^3/d$ |
| 6 | MBR 膜池配套设备间 | F=350$m^2$，H=10m | 框架 | 座 | 1 | 平均 5 万 $m^3/d$，高峰 6.5 万 $m^3/d$ |
| 7 | 提标 A-MBR 膜池改造 | 增加进水管开孔、新增曝气系统、新增内隔墙、混合液回流泵及配套设施、新增膜组器等 | 钢筋砼 | 座 | 1 | 现状池体改造 |
| 8 | 紫外消毒渠 | 土建利用现状 | 钢筋砼 | 座 | 1 | 设备更换 |
| 9 | 流量计井 | $L\times B\times H$=4.0×3.0×4.0m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 平均 5 万 $m^3/d$，高峰 6.5 万 $m^3/d$ |
| 10 | 鼓风机房及变配电间 | 土建利用现状，管沟开挖，新增或更换设备等 | 框架 | 座 | 1 | 新增 4.5 万 $m^3/d$ 设备 |
| 11 | 污泥浓缩脱水车间 | 土建隔墙现状改造<br>新增板框脱水设备 | 框架 | 座 | 1 | |
| 12 | 加药间 | 拆除现状土建，设备放置于脱水车间 | 框架 | 座 | 1 | 新增 9.5 万 $m^3/d$ 设备 |
| 13 | 生物除臭滤池 | $Q_1$=21000$m^3/h$<br>$Q_2$=31000$m^3/h$<br>$Q_3$=12000$m^3/h$ | 不锈钢 | 座 | 3 | 按 9.5 万 $m^3/d$ 规模设计 |
| 14 | 尾水排放管 | | 钢管 | m | 300 | |
| 15 | 现状围墙破除重建 | | | m | 100 | |

| 序号 | 名称 | 规格 | 结构 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 现状构筑物拆除 | 加药间、细格栅及旋流沉砂池 | | 项 | 1 | |

## 7.2 主要工艺设备表

**表7.2-1 主要工艺设备表**

| 序号 | 名称 | 规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 一 | 粗格栅及进水泵房（新增设备） | | | | |
| 1.1 | 钢丝绳牵引式格栅除污机 | 渠宽 B=1.5m，渠深 H=9.4m，b=20mm，P=1.5+0.4kW，a=75° | 套 | 1 | |
| | 潜污泵 | Q=2084m³/h，H=20m，P=168kW | 套 | 1 | 变频，带导轨 |
| 1.2 | 潜污泵 | Q=1042m³/h H=20m，79kW | 套 | 1 | 变频，带导轨 |
| 1.3 | 软密封蝶阀 | DN600，P=1.0MPa | 套 | 2 | 手电两用 |
| 1.4 | 双法兰松套传力接头 | DN600，P=1.0MPa | 个 | 2 | |
| 1.5 | 低阻缓闭止回阀 | DN600，P=1.0MPa | 个 | 2 | |
| 二 | 细格栅及旋流沉砂池 | | | | |
| 2.1 | 内进流孔板式格栅除污机 | 渠宽 2.0m，渠深 2m，孔径 5mm，N=2.05kW | 套 | 3 | 配套封闭罩板，格栅固定架，驱动装置，导流板等 |
| 2.2 | 高排水型螺旋压榨一体机 | 功率 3kW，螺旋外径 300mm | 套 | 1 | 细格栅配套 |
| 2.3 | 溜槽 | D420 | 套 | 1 | 细格栅配套 |
| 2.4 | 水箱 | $V$=4m³ | 个 | 1 | 配套液位计、浮球阀等 |
| 2.5 | 铸铁镶铜双向止水闸门 | $B$×H=2000×2000mm | 套 | 6 | 配套 4T 手电两用启闭机等 |
| 2.6 | 叠梁闸 | $B$×H=1000×1300mm | 套 | 2 | 检修时使用 |
| 2.7 | 叠梁闸 | $B$×H=2000×1300mm | 套 | 2 | 检修时使用 |
| 2.8 | 中压冲洗水泵 | 流量 32m³/h，$H$=80m，$N$=11kW | 台 | 2 | 细格栅配套 |
| 2.9 | 旋流沉砂器 | 池径 D=4500，P=1.5kW | 套 | 2 | |
| 2.10 | 气体提砂装置 | 泵:$Q$=22m³/h，H=4m，$P$=1.4kW | 套 | 2 | 带刮/撇渣装置，2 台除砂泵 |
| 2.11 | 砂水分离器 | Φ320，转速 5.8rpm，N=0.55kw | 套 | 1 | |

| 序号 | 名称 | 规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| **2.12** | 罗茨鼓风机 | Q=1.97m³/min，P=70kPa，N=8kW | 套 | 2 | 1 用 1 备，配套电机，消音器，过滤器，压力表等 |
| **2.13** | 手推小车 | | 辆 | 1 | |
| **2.14** | 栅渣桶 | 成品 | 个 | 1 | |
| 三 | **精细格栅** | | | | |
| **3.1** | 内进流孔板式格栅除污机 | 渠宽 1.7m，渠深 3m，孔径 1mm，N=2.55kW，网板长度 2.0m | 套 | 2 | 配套封闭罩板，格栅固定架，驱动装置，导流板等 |
| **3.2** | 高排水型螺旋压榨一体机 | 功率 3kW，螺旋外径 300mm | 套 | 1 | 精细格栅配套 |
| **3.3** | 溜槽 | D420 | 套 | 1 | 精细格栅配套 |
| **3.4** | 水箱 | $V$=5m³ | 个 | 1 | 配套液位计、浮球阀等 |
| **3.5** | 不锈钢双向止水闸门 | $B$×H=1700×3000mm | 套 | 8 | 配套手电两用启闭机 |
| **3.6** | 中压冲洗水泵 | 流量 8m³/h，$H$=80m，$N$=5.5kW | 台 | 2 | 细格栅配套 |
| **3.7** | 高压冲洗水泵 | 流量 1m³/h，$H$=800m，$N$=2.5kW | 台 | 2 | 细格栅配套 |
| **3.8** | 手推小车 | | 辆 | 1 | |
| 四 | **五段式 Bardenpho 生物池** | | | | |
| **4.1** | 潜水推流器 | 叶轮直径 2500mm，叶片转速 34r/min，P=5.3kW | 台 | 12 | 缺氧区安装，含起吊设备，叶轮为不锈钢 |
| **4.2** | 潜水搅拌器 | 叶轮直径 320mm，叶片转速 34r/min，P=2.5kW | 台 | 4 | 厌氧区安装，含起吊设备，叶轮为不锈钢 |
| **4.2** | 污泥回流泵 | 2000m³/h，H=1.5m，15kW | 台 | 4 | 好氧区回流至缺氧区，含起吊设备，叶轮为不锈钢 |
| **4.3** | 污泥回流泵 | 1500m³/h，H=1.5m，11kW | 台 | 4 | 缺氧区回流至厌氧区，含起吊设备，叶轮为不锈钢 |
| **4.4** | 手电两用蝶阀 | DN1200，1.0MPa | 个 | 2 | |

| 序号 | 名称 | 规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| **4.5** | 双法兰伸缩接头 | DN1200，1.0MPa | 个 | 2 | |
| **4.6** | 手电两用蝶阀 | DN800，1.0MPa | 个 | 2 | |
| **4.7** | 双法兰伸缩接头 | DN800，1.0MPa | 个 | 2 | |
| **4.8** | 手电两用蝶阀 | DN1400，1.0MPa | 个 | 4 | |
| **4.9** | 双法兰伸缩接头 | DN1400，1.0MPa | 个 | 4 | |
| **4.10** | 铸铁方闸门 | 1200×800 | 套 | 2 | 含手电两用启闭机，含丝杆、轴导架等组合件 |
| **4.11** | 盘式微孔曝气系统 | 含曝气器及曝气器管路系统等 | 套 | 1 | 曝气器 2808 套 |
| **五** | **MBR 膜池及配套设备间** | | | | |
| **5.1** | MBR 膜组器 | 产水能力：27.0~47.8m$^3$/h | 套 | 80 | |
| **5.2** | 混合液回流泵 | Q=1570m$^3$/h，H=4.0m，N=45kw | 台 | 5 | 4 用 1 备 |
| **5.4** | 出水堰门 | LxB=1500x1000mm，双向受压 | 套 | 12 | |
| **5.5** | 进水闸门 | LxB=1000x1000mm，双向受压 | 套 | 12 | |
| **5.6** | 电动单梁起重机 | *G*=5T，*H*=12m，轨长 20m，*N*=7.5+0.4kW | 套 | 1 | 膜池 |
| **5.7** | 产水泵 | Q=310m$^3$/h，H=10m，N=15kW | 套 | 11 | 10 用 1 冷备 |
| **5.8** | 反洗泵 | Q=350m$^3$/h，H=10m，N=18kW | 套 | 2 | 1 用 1 备 |
| **5.9** | 排空泵 | Q=450m$^3$/h，H=15m，N=18.5kW | 套 | 2 | 1 用 1 备 |
| **5.1** | 剩余污泥泵 | Q=100m$^3$/h，H=12m，N=8.4W | 套 | 2 | 1 用 1 备 |
| **5.11** | 排污泵 | Q=20m$^3$/h，P=15m，N=3.1kW | 套 | 2 | 1 用 1 备 |
| **5.12** | 真空发生器 | Q=1200L/min，P=-65kpa | 套 | 3 | 2 用 1 备 |
| **5.13** | 空压机 | Q=1.5m$^3$/min，0.7MPa，N=11kw | 套 | 2 | 1 用 1 备，配套冷干机等 |
| **5.14** | 储气罐 | V=2m$^3$，1.0MPa | 套 | 1 | |
| **5.15** | 电动单梁起重机 | *G*=3T，*H*=9m，*N*=5+0.4kW | 套 | 1 | 设备间 |
| **5.16** | 次氯酸钠加药计量泵 | Q=1500L/h,H=0.4Mpa,N=0.37kW，配套 Y 型过滤器、背压阀、安全阀、阻尼器、压力表等 | 台 | 2 | 1 用 1 备 |
| **5.17** | 碱加药泵 | Q=10.0m$^3$/h,H=15m,N=1.5kW | 台 | 2 | 1 用 1 备 |

| 序号 | 名称 | 规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 5.18 | 酸加药泵 | Q=10.0m³/h,H=15m,N=1.5kW | 台 | 2 | 1 用 1 备 |
| 5.19 | 次氯酸钠/碱卸药泵 | Q=15.0m³/h,H=10m,N=1.5kW | 台 | 2 | |
| 5.2 | 次氯酸钠储药罐 | V=15m³，PE | 个 | 1 | |
| 5.21 | 碱储药罐 | V=5m³，PE | 个 | 1 | |
| 5.22 | 酸储药罐 | V=10m³，PE | 个 | 1 | |
| 5.23 | 柠檬酸化料器 | 400kg/次，V=600L，N=1.5kW | 个 | 1 | |
| 5.24 | 膜吹扫风机 | Q=120m³/min，P=60kPa，N=160kW | 台 | 3 | 2 用 1 备，变频 |
| 五 | **提标 A-MBR 膜池（改造）** | | | | |
| 5.1 | 提标 MBR 膜组器 | 产水能力：46~63m³/h | 套 | 7 | 安装于现状预留空位 |
| 5.3 | 提标混合液回流泵 | Q=2812.5m³/h，H=1m，N=10kw | 台 | 3 | 2 用 1 冷备 |
| 5.4 | 提标曝气系统 | | 项 | 1 | |
| 六 | **紫外消毒渠（新增设备）** | | | | |
| 6.1 | 紫外线消毒灯管更换 | N=30kW | 根 | 132 | 低压高强紫外灯 |
| 七 | **出水流量计井** | | | | |
| 7.1 | 柔性防水套管 | DN1200 | 个 | 2 | |
| 7.2 | 电磁流量计 | DN1200，1.0MPa | 台 | 1 | |
| 7.3 | 双法兰传力接头 | DN1200，1.0MPa | 个 | 1 | |
| 7.4 | 法兰盘 | D1200×10，1.0MPa | 个 | 2 | |
| 八 | **鼓风机房及变配电间（新增设备）** | | | | |
| 8.1 | 鼓风机 | *Q=125m3/min，P=80kPa，N=200kW* | 台 | 2 | 变频 |
| 8.2 | 电机、进风过滤器、隔音罩等 | | 个 | 2 | 鼓风机配套 |
| 8.3 | 柔性补偿器 | | 个 | 2 | 鼓风机配套 |
| 8.4 | 就地控制柜 | | 套 | 2 | 鼓风机配套 |
| 8.5 | 止回阀 | DN500，1.0MPa | 个 | 2 | 硬密封 |
| 8.6 | 手动蝶阀 | DN500，1.0MPa | 个 | 2 | 硬密封 |

| 序号 | 名称 | 规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 8.7 | 电动放空阀 | 1.0MPa | 个 | 2 | 带消音器 |
| 8.8 | 强制风冷系统 | | 套 | 2 | 厂家配套 |
| 8.9 | 管道支架 | | 套 | 2 | 支撑风管 |
| 九 | 加药间 | | | | |
| 9.1 | PAC 加药泵 | $Q$=25~100L/h，$P$=5Bar，N=1.1kW | 台 | 2 | 1 用 1 备，变频 |
| 9.2 | PAC 储罐 | V=15m³ | 个 | 2 | 含液位计 |
| 9.3 | 乙酸钠加药泵 | $Q$=100~1200L/h，$P$=4Bar，N=1.5kW | 台 | 2 | 1 用 1 备，变频 |
| 9.4 | 乙酸钠储罐 | V=20m³ | 个 | 2 | 含液位计 |
| 9.5 | 次氯酸钠加药泵 | $Q$=500L/h，$P$=2-4Bar，N=1.5kW | 台 | 2 | 1 用 1 备 |
| 9.6 | 次氯酸钠储罐 | V=20m³ | 个 | 2 | 含液位计 |
| 9.7 | PAC 卸料泵 | N=0.37kW | 台 | 2 | |
| 9.8 | 乙酸钠卸料泵 | N=2.2kW | 台 | 2 | |
| 9.9 | 液碱投加泵 | $Q$=100L/h，$P$=2-4Bar，N=0.55kW | 台 | 2 | 耐碱，1 用 1 备 |
| 9.1 | 液碱储罐 | V=10m³ | 套 | 1 | 含液位计 |
| 十 | 除臭工程 | | | | |
| 10.1 | 生物除臭滤池 | $Q_1$=21000m³/h<br>$Q_2$=31000m³/h<br>$Q_3$=12000m³/h<br>$N_{总}$=82kW | 座 | 3 | 含风机、水泵、填料、喷淋系统、电控柜、阀门、烟囱、爬梯等配套设备含收集系统及密封罩等 |
| 十一 | 污泥浓缩脱水车间 | | | | |
| 11.1 | 叠螺浓缩机 | 50~100m³/h，$N$=90kW | 套 | 2 | 近期 4.5 万吨 |
| 11.2 | 压滤机进料泵 | 35~60m³/h，$N$=11kW，$P$=8Bar | 套 | 1 | |
| 11.3 | 板框压滤机 | 过滤面积 B=400m²，N=11kW | 台 | 1 | |
| 11.4 | 水箱 | $V$=10m³，配套自动液位控制装置 | 个 | 1 | |
| 11.5 | 压榨水泵 | 10~30m³/h，$N$=15kW | 台 | 1 | |
| 11.6 | 清洗水泵 | 8~12m³/h，$N$=22kW | 台 | 1 | |
| 11.7 | 空压机 | 1~5m³/min，$N$=18.5kW，$P$=10Bar | 台 | 1 | |
| 11.8 | 冷干机 | 2.4Nm³/min，$N$=1.0kW，$P$=1.0MPa | 台 | 1 | |
| 11.9 | 机下水平输 | $Q$=7.5m³/h，$N$=3.0kW，$L$=9m | 台 | 1 | |

| 序号 | 名称 | 规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 送机 | | | | |
| 11.1 | 汇总水平输送机 | $Q$=15m³/h，$N$=7.5kW，$L$=18m | 台 | 1 | |
| 11.11 | 电动单梁悬挂起重机 | $L_k$=15.5m，$W$=5.0T，$H$=9m | 台 | 1 | |
| 11.12 | 调理罐 | | 套 | 1 | |
| 11.13 | 调理剂投加系统 | | 套 | 1 | |
| 11.14 | 调理搅拌机 | D=1500mm，P=7.5kW | 台 | 1 | |
| 11.15 | 污泥料仓 | $V$=30m³ | 套 | 1 | |
| 11.16 | 半干化泥粉破碎装置 | | 套 | 1 | |
| 11.17 | 湿泥计量设备 | | 套 | 1 | |
| 11.18 | 干泥计重设备 | | 套 | 1 | |

## 7.3 主要电气设备表

**表7.3-1 主要电气设备表**

| 序号 | 名称 | 型号规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 干式变压器 | SCB14-10/0.4kV，2500kVA，IP4X | 套 | 2 | |
| 2 | 高压配电柜 | KYN-12 | 套 | 12 | |
| 3 | 低压配电柜 | MNS 抽屉柜 | 套 | 12 | |
| 4 | 动态补偿滤波柜 | 300kvar+350A | 套 | 4 | |
| 5 | 现场配电箱 | 1000*600*300,SS304,IP54，温控散热 | 套 | 6 | |
| 6 | 检修配电箱 | 成品采购 | 套 | 4 | |
| 7 | 照明配电箱 | | 套 | 10 | |
| 8 | 变频器及软启动器 | | 项 | 1 | |
| 9 | 空调 | | 项 | 1 | |

| 序号 | 名称 | 型号规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 电气火灾监控系统 | 配电间高低压柜及单体主配电柜温度监视报警模块、通信设备、主机及软件 | 套 | 1 | |
| 11 | 现状配电系统改造 | 拆除 10kV 环网柜，接驳现状低压进线，现状配电房土建改造 | 项 | 1 | |
| 12 | 电缆及其配管 | | 项 | 1 | |
| 13 | 全厂电气增容报装 | | 项 | 1 | |
| 14 | 全厂照明及防雷 | | 项 | 1 | |

## 7.4 主要在线仪表设备表

**表7.4-1 主要在线仪表设备表**

| 序号 | 名称 | 型号规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 一 | 进水仪表间 | | | | |
| 1.1 | 电磁流量计 | DN1400 | 套 | 1 | |
| 1.2 | pH/T 在线检测仪 | | 套 | 1 | |
| 1.3 | SS 在线检测仪 | | 套 | 2 | |
| 1.4 | $NH_3$-N 在线检测仪 | | 套 | 1 | |
| 1.5 | COD 在线检测仪 | | 套 | 1 | |
| 1.6 | TP 在线检测仪 | | 套 | 1 | |
| 1.7 | TN 在线检测仪 | | 套 | 1 | |
| 1.8 | 仪表柜 | | 套 | 6 | |
| 1.9 | 自动采样系统 | 含采样泵及管道等 | 套 | 1 | |
| 二 | 粗格栅及进水泵房 | | | | |
| 2.1 | 超声波液位计 | | 套 | 2 | 前池及后池 |
| 2.2 | 超声波液位差计 | | 套 | 2 | 格栅前后 |
| 2.3 | 有毒有害气体检测仪 | | 套 | 1 | 泵房 |
| 三 | 细格栅及旋流沉砂池 | | | | |
| 3.1 | 超声波液位差计 | | 套 | 3 | 格栅前后 |

| 序号 | 名称 | 型号规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.2 | 热质气体流量计 | | 套 | 2 | 罗茨风机出口 |
| 四 | 精细格栅 | | | | |
| 4.1 | 超声波液位差计 | | 套 | 4 | 精细格栅前后 |
| 五 | 五段式 Bardenpho 生物池 | | | | |
| 5.1 | 污泥浓度计 | | 套 | 4 | 厌氧区及生物区出水混合液 |
| 5.2 | 好氧区曝气管流量计 | | 套 | 4 | 好氧区曝气管流量计 |
| 5.3 | 氧化还原电位 ORP 仪 | | 套 | 4 | 好氧区/缺氧区 |
| 5.5 | 溶解氧 DO 仪 | | 套 | 2 | 好氧区稳定区 |
| 5.5 | 氨氮仪 | | 套 | 4 | 生物区出水及厌氧区末端 |
| 5.6 | 硝氮仪 | | 套 | 4 | 生物区出水及厌氧区末端 |
| 5.7 | 内回流渠流量计 | | 套 | 2 | 内回流渠流量计 |
| 六 | 鼓风机房 | | | | |
| 6.1 | 热质气体流量计 | DN800 | 套 | 1 | 风机总管 |
| 6.2 | 压力计 | | 套 | 6 | 单机出风管 |
| 七 | 污泥浓缩脱水车间（含加药系统） | | | | |
| 7.1 | 污泥浓度计 | | 套 | 2 | 调理池 |
| 7.2 | 电磁流量计 | | 套 | 2 | 调理池 |
| 7.3 | 电磁流量计 | | 套 | 4 | 脱水车间 |
| 7.4 | 泥位计 | | 套 | 2 | 泥仓 |
| 7.5 | 有毒有害气体检测仪 | | 套 | 1 | 污泥堆放间 |
| 7.6 | 电磁流量计 | | 套 | 4 | 加药管 |
| 7.7 | 液位计 | | 套 | 4 | 储药罐 |
| 八 | 出水仪表间 | | | | |
| 8.1 | 电磁流量计 | DN1400 | 套 | 1 | |
| 8.2 | pH/T 在线检测仪 | | 套 | 1 | |

| 序号 | 名称 | 型号规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 8.3 | SS 在线检测仪 | | 套 | 1 | |
| 8.4 | $NH_3$-N 在线检测仪 | | 套 | 1 | |
| 8.5 | COD 在线检测仪 | | 套 | 1 | |
| 8.6 | TP 在线检测仪 | | 套 | 1 | |
| 8.7 | TN 在线检测仪 | | 套 | 1 | |
| 8.8 | 仪表柜 | | 套 | 6 | |
| 8.9 | 自动采样系统 | 含采样泵及管道等 | 套 | 1 | |
| 九 | 紫外消毒渠 | | | | |
| 9.1 | 电磁流量计 | | 套 | 2 | 反冲水管 |
| 9.2 | 压力计 | | 套 | 2 | 冲洗水压力 |
| 十 | 主要材料表（估计） | | | | |
| 10.1 | 屏蔽控制电缆 | KVVP-500/750V | 批 | 1 | |
| 10.2 | 电缆保护管 | DN25，热镀锌 | 批 | 1 | |

## 7.5 自控设备表

**表7.5-1 自控设备表**

| 序号 | 名称 | 型号规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 一 | 中控设备 | | | | |
| 1.1 | 中控室工作站 | 含显示器及全套外设，配套办公软件 | 套 | 2 | |
| 1.2 | 数据服务器 | 配套数据库软件 | 套 | 2 | |
| 1.3 | 中控组态软件 | 开发版 3K 点 | 套 | 1 | |
| 1.4 | 中控组态软件 | 运行版 3K 点 | 套 | 1 | |
| 1.5 | 电力监控系统软件平台 | | 套 | 1 | |
| 1.6 | 网络安全 | 等保 2.0 二级（含硬件、软件及测评） | 套 | 1 | |
| 1.7 | UPS | 5kVA，0.5h | 套 | 1 | |

| 序号 | 名称 | 型号规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.8 | 工业交换机 | 24+4G 千兆，三层网管型 | 套 | 1 | |
| 1.9 | 电脑操作台 | 2 工位 | 套 | 1 | |
| 二 | 现场控制站 | | | | |
| 2.1 | 预处理 PLC1 站 | DI:128;DO:64;AI:24;AO:8 | 套 | 1 | |
| 2.2 | 生物池 PLC2 站 | DI:256;DO:96;AI:48;AO:16 | 套 | 1 | |
| 2.3 | 污泥浓缩脱水车间 PLC3 站 | 厂家配套 | 套 | 1 | |
| 2.4 | 加药间 PLC3.1 子站 | 厂家配套 | 套 | 1 | |
| 2.5 | 紫外消毒渠 PLC3.2 子站 | 厂家配套 | 套 | 1 | |
| 三 | 主要材料表（估计） | | | | |
| 3.1 | 屏蔽控制电缆 | KVVP-500/750V | 批 | 1 | |
| 3.2 | 电缆保护 | 含桥架、线槽、保护管、支架等全套 | 批 | 1 | |

## 7.6 安防监控表

**表7.6-1 安防监控设备表**

| 序号 | 名称 | 型号规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 一 | 中控设备 | | | | |
| 1.1 | 安防工作站 | | 套 | 1 | |
| 1.2 | 安防服务器 | 含主机及 64T 硬盘 | 套 | 2 | |
| 1.3 | 工业交换机 | 24+4G 千兆，三层网管型 | 套 | 1 | |
| 1.4 | 网络机柜 | 22U,优质冷轧钢板 | 套 | 1 | |
| 二 | 现场监控点 | | | | |
| 2.1 | 红外枪机 | 400 万，红外，IP66 | 套 | 20 | |
| 2.2 | 红外高速球网络摄像机 | 400 万，红外，IP66 | 套 | 16 | |
| 2.3 | 光纤收发器 | 3 端口，千兆 | 对 | 18 | |

| 序号 | 名称 | 型号规格 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| **2.4** | 光纤交换机 | 2 光 8 电，千兆交换机，工业级 | 套 | 8 | |
| **2.5** | 监控设备箱 | | 套 | 36 | |
| 三 | **主要材料表** | | | | |
| **3.1** | 电源线 | RVV-500/750V3*2.5mm$^2$ | 批 | 1 | |
| **3.2** | 信号线 | 超六类网线 | 批 | 1 | |
| **3.3** | 光纤 | 4 芯单模 | 批 | 1 | |
| **3.4** | 电缆保护管 | DN32，热镀锌 | 批 | 1 | |
| **3.5** | 户外监控立杆 | 热镀锌钢管，含基础 | 套 | 20 | |

# 8 管理体制机构及人员编制

## 8.1 管理体制机构

管理机构设置合理，不但可以保证出水水质，还可以降低处理成本。本项目为东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目，为东莞市石鼓污水处理有限公司建设，拟委托一期 BOT 公司运营。该公司具有丰富的污水厂管理运营经验和专业的运营管理团队，管理体制较为完善。

## 8.2 组织管理措施

（1）建立健全、完备的生产管理机构。

（2）对入厂职工进行必要的资格审查。

（3）组织操作人员进行上岗前的专业技术培训。

（4）聘请有经验的专业技术人员负责厂内的技术管理工作。

（5）建立健全岗位责任制、安全操作规程及工厂管理规章制度。

（6）对厂内工作人员实行定期考核奖惩制度。

（7）组织专业技术人员提前上岗，参与施工、安装、调试、验收等实践，为今后的运转奠定基础。

（8）组织参加全国污水处理行业技术情报的交流活动。

## 8.3 技术管理措施

（1）会同市政、环保部门监测进厂水质，监督各企事业单位按《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）的要求排水。

（2）对进出本厂的水质和水量进行监测并对数据进行整理分析，建立运行技术档案。

（3）根据水质、水量的变化及时调整运转工况。

（4）根据实际运行情况及时调整中心控制系统，为出水达标、节省能耗提供保证。

## 8.4 劳动定员

本厂工作人员主要包括生产人员、辅助生产人员、管理技术人员和勤杂服务人员等。污水厂人员编制系根据《城市污水处理工程项目建设标准》（2001 修订版）

确定。根据这一标准本项目按建设规模类别划分应为III类污水厂，人员配备为 18～25 人/（万 $m^3$·d）。

按照上述标准，考虑到本项目自动化程度较高，为适应现代化管理、精简编制的需要，在确定劳动定员时考虑了部分兼任的行政管理工作人员和技术管理工作人员，适当压缩了专职管理人员的比例。

本项目拟在一期的基础上新增劳动定员为：5 人。

## 8.5 项目实施计划

本项目的实施过程主要包括项目前期准备、编制可行性研究报告及审批、勘察设计及施工招标、设备招标、工程施工、调试等阶段，本项目暂定于 2024 年 8 月前完成。

以下列出项目实施的初步计划安排，最终实施计划由项目建设单位根据工程具体情况调整确定。

**表8.5-1 项目实施计划表**

| 时间 | 实施计划 |
|---|---|
| **2022.07~2023.05** | 完成可行性研究报告编制及专家评审、环境影响评价报告表，并报有关部门立项备案，取得批复 |
| **2023.05~2023.06** | 完成工程勘察设计招标 |
| **2023.06~2023.09** | 完成初步设计及施工图设计、审查、预算、规划报建等；完成环评、水保及土壤污染状况调查等报批工作；完成用地手续办理 |
| **2023.09~2023.10** | 完成施工总承包招标及监理招标 |
| **2023.10~2024.11** | 完成土建主体施工及设备采购、安装工程（含管道、设备、自控安装及单机调试等） |
| **2024.11~2025.01** | 完成联动调试、试运行及工程验收 |

## 8.6 工程管理

### 8.6.1 现场施工管理机构设置

#### 一、 项目部组织机构及岗位设置

本项目推行国际先进的工程施工管理经验，以项目经理责任制为核心，以质量、进度、安全和资金管理控制为主要内容，以系统管理和先进技术为手段的项目管理机制；同时严格按照 ISO9002 标准建立质量保证体系，形成以全面质量管理为中心

环节、以专业管理和计算机辅助相结合的科学化管理体制，出色地实现本项目的质量方针和本项目质量目标，项目部组织机构见下图。

本项目项目经理负责制，在工地现场成立项目部，从实施单位抽调精干人员组成。项目部配项目经理、项目总工程师各 1 名，下设五部二室，即工程管理部、质量安全部、计划统计部、财务部、物资设备部、综合办公室、试验室。项目部本着“优质、精干、高效、廉洁”的原则组建，对本项目的工期、质量、安全和环保全面负责，制定实现工期、质量、安全和环保目标的具体措施和规章制度。负责施工生产的组织管理和指挥调度，配合业主及监理工程师的工作，代表施工单位履行合同及承诺。

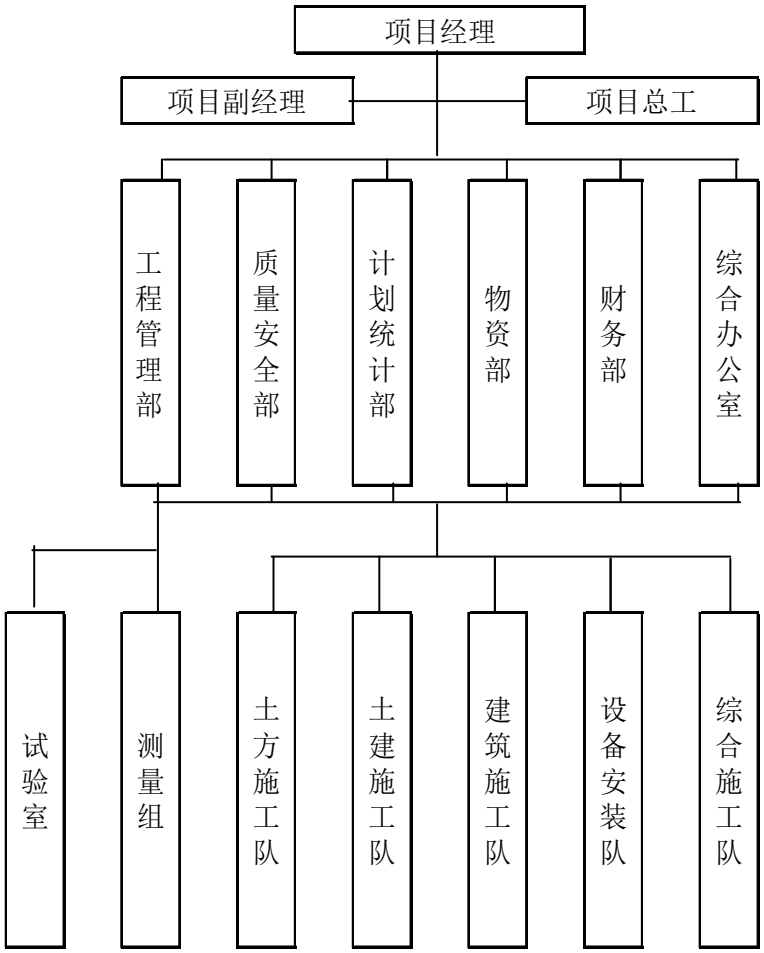



**图8.6-1 项目部组织机构框图**

## 二、 项目部主要部门职能

### 1、 工程管理部

下辖测量、技术和调度业务，负责工程项目的施工过程控制，制定施工技术管理办法，负责工程项目的施工组织设计及调度、勘察、征地拆迁工作，参加技术交

底、过程监控，解决施工技术疑难问题。

**2、 质量安全部**

依据安全生产目标，建立健全安全保证体系，制定各项安全规则。负责监督并保证安全保证体系的运行。

依据企业质量方针和目标，制定质量管理工作规划，负责质量综合管理，行使质量监察职能。

确保产品在生产、交付及安装的各个环节以适当的方式加以标识，并保护好检验和试验状态的标识。负责产品的标识和可追溯性、最终检验的试验、检验和试验状态、不合格品的控制、质量记录的控制。

下辖工地试验室，负责工程项目检验、试验、交验及不合格品的检验控制，按检验评定标准对施工过程实施监督并对检验结果负责；负责工程项目的测试工作，并负责工程项目的检验、测量和试验设备的核定、校准及使用管理工作。

**3、 计划统计部**

负责项目的单价分割、成本核算，做好合同的制定与管理工作。掌握工程进展情况，做好施工进度计划、计量支付、变更、索赔工作，编制预算、概算，并做好月、季、年度报表。

**4、 物资部**

负责物资采购和物资管理，负责制定工程项目的物资管理办法，检查、指导和考核施工队的物资采购和管理工作；负责工程项目全部施工设备管理工作，制定施工机械、设备管理制度。

**5、 财务部**

按照国家财务制度的规定，认真编制并严格执行财务计划、预算、遵守各项收入制度费用开支范围和开支标准，分清资金渠道，合理使用资金，保证完成财务上交任务。

**6、 综合办公室**

负责项目部行政综合性工作计划、报告、总结，以及其它文稿的拟写工作；负责接收、整理、保管文书、质量体系文件、科技等档案和其它专业档案以及文件、资料的指导、控制工作，对上级部门颁发的文件、资料等妥善保管；负责项目实施过程中的交通、环境监测及保护工作。

**7、 工地试验室**

认真贯彻国家有关质量检测标准，严格控制施工现场质量，严格按照国家标准和试验规程进行试验，严把进场材料质量关，做出的试验数据保证准确无误，使监理业主满意。

**8、 施工队**

负责组织各专业工程施工生产及本队其它事务管理。

## 三、 项目部主要人员岗位职责

**1、 项目经理**

☆全面具体组织工程项目的施工，满足业主的合同要求。

☆制定项目管理目标和创优规划，建立完整的管理体系，保证既定目标的实现。

☆组建精干高效的项目管理班子，搞好项目机构设置、人员选调、具体职责分工。

☆科学组织施工，及时正确地组织做出项目实施方案、进度计划安排、重大技术措施、资源调配方案，提出合理化建议与设计变更等重要决策。

**2、 项目副经理**

配合项目经理具体地组织工程项目的施工，负责施工方案、进度计划、重大技术措施、资源调配方案等的实施，提出合理化建议与设计变更等重要决策。并对项目经理负责。

**3、 项目总工程师**

☆对技术管理、工程质量负全面责任；

☆主持项目部质量管理保证体系的建立与运作，指导技术人员做好技术工作；

☆组织编制施工组织设计，制定重大技术方案；

☆会同专家组织技术人员对工程质量薄弱环节和技术难点搞好技术攻关工作；

☆负责新技术、新工艺、新设备、新材料的应用和推广；负责设计变更的审定工作。

**4、 工程管理部部长**

全面负责工程施工的技术指导及技术管理工作，包括工程测量、监控量测、工程调度、施工技术、技术资料和施工图纸管理等。

**5、 质量安全部部长**

负责工程的安全、质量管理、试验监测等工作，配合监理工程师作好质量工作。

**6、 计划统计部部长**

负责项目的单价分割、成本核算，做好合同的制定与管理工作。严格合同造价管理，挖掘企业经济潜力，提高项目经济效益。

**7、 物资部部长**

配合工程、计划部门、按照工程进度需要，编报材料用量计划，建立材料的签收和发放登记制度。

**8、 综合办公室主任**

负责工程建设施工的安全保卫和保密工作，并负责项目部的日常行政管理、现场环境保护、治理和卫生防疫、施工人员的伤病诊治等工作。

**9、 专业施工队队长**

负责组织本队施工生产和日常管理工作。

**10、 组织管理**

本项目实行项目管理，根据实际情况，设总部管理与现场管理。总部管理由总部的相关职能部室组成，指挥与协调各项计划的实施，对项目实行全面的动态管理。现场设项目部，由项目部班子全面负责项目的实施与管理，对项目实行“三控制、二管理、一协调”，即质量控制、进度控制、成本控制，合同管理与信息管理，协调各方的关系。

项目部是现场管理机构，项目经理是第一责任人，负责全面履行本合同，对业主和本单位法人代表负责。项目部下设工程技术、工程施工与行政事务等部门协助项目经理工作。工程技术由项目技术负责人负责，工程施工和生产调度由施工经理(项目副经理)负责，项目经理主控项目的管理工作，对“三控制、二管理、一协调”行使提议权和决策权。本项目部的运作完全依据本单位的企业标准，内部运营制度化和规范化，项目管理的目标是“质量第一，效益第一”。

（1） 工程技术管理

技术管理由工程技术人员在项目技术负责人的领导下负责进行，在管理机构中设立项目技术负责人为首的工程技术管理部门—工程管理部与质量部、安全部，具体负责整个项目的所有技术工作的计划与组织。项目技术负责人为首的技术职能部门—工程管理部和质量部、安全部组织工程技术人员分析施工中所有与技术有关的问题，提出必要的论据与解决措施，跟踪施工技术，优化施工方案和施工工艺，降低施工成本，保证工程质量与安全，具体的工作包括：

☆熟悉图纸、合同中的技术文件，收集技术资料，掌握设计意图，提出合理化建议。

☆选择最优施工方案与施工方法，组织技术攻关，制定施工计划，制定保证进度、质量、安全、成本的技术组织措施，制定质量管理体系和质量文件。

☆参与内外的协调。

☆组织技术交底，编写技术规程，具体落实到每个班组。

☆工程质量检查、检验与验收。

☆参与索赔谈判、调整合同关系，为其提供技术上的支持。

☆提供进度报告等施工报告。

☆参与成本控制。

（2） 施工管理

各技术人员在施工经理的负责领导下，按设计要求、进度计划、施工方案、质量、安全与技术保证措施，保证质量与安全，完成施工工作，绘制施工进度网络控制图。在施工管理与运行中调整网络计划，优化生产资源调配，认真深入地执行本单位企业标准。施工经理每周召集各部门、班组的施工技术人员现场工作会议，落实进度计划与施工任务，落实施工质量与安全保证措施，提供并协调物资机具的供应计划，讨论施工工艺和施工方法的优化，讨论成本控制情况，总结施工情况和教训，落实纠正与改进的措施。具体的进度计划与施工任务由生产调度室负责执行。各班组施工技术员负责做好施工日记与原始记录。施工管理实行岗位责任制。施工质量严格执行本企业标准中的质量控制程序，依据工程管理部的文件措施，在质量部、安全部的监督和指导下，现场的施工技术人员和班组长保证施工质量。工程施工现场环境多变，劳动条件差，施工的安全控制至关重要，本项目的质量部、安全部设置专职安全工程师负责项目的安全监督工作，专职安全工程师会同各施工技术人员分析工程技术的潜在隐患，消除不安定因素，做到防患于未然。每天上班之前，各班组施工人员必须先检查各自工作面的安全，消除安全隐患。

（3） 合同管理

由合同管理部具体负责。合同管理贯穿于工程建设的全过程。合同管理包括合同文件的管理、会议纪要、索赔与反索赔、变更、签订项目内分包合同、制定施工定额等。工程管理部组织相关人员研究合同文本及其相关文件，认真分析设计变更，

施工条件的变化等等，预防违约情行，全面跟踪本项目部的合同执行情况。同时监督发包方的履行合同情况。收集资料，准确计算索赔，收集索赔与反索赔依据。经常检查对外经济合同的履约情况，为顺利提供物质保证。如遇拖期或质量不合要求时，应按合同规定处理。

（4） 成本管理

由合同管理部具体负责。成本控制按本单位的项目成本控制体系执行，项目部的项目经理，工程技术人员，业务管理人员以及各部门和生产班组都负有成本控制责任，项目部经常对各部门、各班组在成本控制中的业绩进行定期考评，有奖有罚。

工程管理部加强施工任务单的管理，物资部加强领料单的管理，各工区班组的技术施工人员认真做好实耗人工、材料的记录。工程管理部认真做好每一分部分项工程完成后的验收，包括工程质量，工程量及工作内容。施工技术人员将施工任务单和领料单与实耗人工、材料校对，计算差异，分析原因，采取有效的纠偏措施。合同管理部将上述成果与施工预算成本校对，计算差异，分析原因及时反馈给工程管理部，采取有效的纠正措施，每月作为月度预算成本和月度实际成本，认真分析。工程管理部会同合同管理部每月定期检查各责任部门和班组的成本控制情况，如发现问题，分析产生差异的原因，并会同责任部门采取相应措施来纠正问题。

## 8.6.2 主要施工机械设备投入

拟投入主要机械设备见下表，实际投入情况，施工单位应根据工期及甲方要求，进行适当调整。

**表8.6-1 拟投入主要施工机械设备表**

| 序号 | 机械设备 | 型号及规格 | 数量 | 额定功率（kW） | 生产能力 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 反铲挖掘机 | PC200 | 4 | 99.3 | 500m$^3$/班 |
| 2 | 推土机 | TY220 | 2 | 198 | 1000m$^3$/班 |
| 3 | 压路机 | YZ12 | 2 | 115 | 800m$^3$/班 |
| 4 | 装载机 | ZL-50 | 2 | 54.45 | 350m$^3$/班 |
| 5 | 塔吊 | F0/23B | 3 | 70 | 2.3-10t |
| 6 | 汽车吊 | QY40t | 5 | 162 | 40t |
| 7 | 自卸汽车 | 8t | 10 | 96 | 100m$^3$/班 |

| 序号 | 机械设备 | 型号及规格 | 数量 | 额定功率（kW） | 生产能力 |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 砼运输车 | EA05 | 5 | 98 | $3m^3$ |
| 9 | 蛙式打夯机 | HW-60 | 5 | | $100m^3$/班 |
| 10 | 手推车 | 双轮 | 30 | | $0.15m^3$ |
| 11 | 卷扬机 | JK5 | 4 | 22 | 50kN |
| 12 | 施工井架 | SSD60*60 | 5 | 25 | 10m/min |
| 13 | 砼搅拌机 | HZ50 | 2 | 30 | $15\sim20m^3/h$ |
| 14 | 螺旋输送机 | GX200 | 2 | 1.5 | 9t/h |
| 15 | 砂浆搅拌机 | $JM^3 50$ | 2 | 5.5 | $12m^3/h$ |
| 16 | 砼泵 | HBT60 | 5 | 55 | $40m^3/h$ |
| 17 | 砼振捣器 | ZC50 | 30 | 1.1 | |
| 18 | 砼振捣器 | 平板 | 20 | 2.2 | |
| 19 | 钢筋调直机 | GT4-14 | 3 | 9.5 | 35m/min |
| 20 | 钢筋弯曲机 | GW40C | 3 | 3 | 6-40mm |
| 21 | 钢筋切断机 | GQ50B | 3 | 4 | 40r/min |
| 22 | 交流电焊机 | BX-350 | 8 | 32 | 75-400A |
| 23 | 直接电焊机 | ZX-500 | 3 | 34 | 40-500A |
| 24 | 对焊机 | BUN-75 | 2 | 75 | $600mm^2$ |
| 25 | 千斤顶 | YPD60S | 5 | | |
| 26 | 手拉葫芦 | 2t-10t | 5 | | |
| 27 | 木工锯机 | MJ235 | 3 | 5 | |
| 28 | 木工电刨 | M1B-90/2 | 3 | 6 | |
| 29 | 木工刨床 | MB106 | 3 | 5 | |
| 30 | 柴油发电机组 | FIM75 | 2 | | 50kVA |
| 31 | 超声波探伤仪 | Gs-22 | 2 | | |
| 32 | 油漆测厚仪 | FQR7504 | 2 | | |
| 33 | 喷涂机 | U1TRA395 | 1 | | 1.78L/min |

| 序号 | 机械设备 | 型号及规格 | 数量 | 额定功率（kW） | 生产能力 |
|---|---|---|---|---|---|
| 34 | 半自动气焊切割机 | CGI-18 | 1 | | |
| 35 | 全自动焊条烘干箱 | ZYH-100 | 5 | | |
| 36 | 潜水泵 | YQ25 | 10 | 2.2 | 15m³/h |
| 37 | 电动试压泵 | 4D-SY110/10 | 2 | 1.1 | 110L/h |
| 38 | 全站仪 | TG1610 | 1 | | |
| 39 | 经纬仪 | TG1610 | 2 | | |
| 40 | 水准仪 | S3 | 2 | | |
| 41 | 质量检测仪器及设备 | 全套 | 1 | | |

### 8.6.3 劳动力安排计划

劳动力计划根据总体施工方案和进度计划进行安排。本计划表是以每班八小时工作制为基础编制的，当项目工期有要求时，施工单位应结合项目工期进行调整。

本项目施工强度较大，所需投入的劳动力较多，工种也多，应根据现场情况做好劳动力组织工作，保证施工顺利进行。施工单位具有同类工程施工经验的队伍和人员进场，必要时利用当地劳力资源补充。

**表8.6-2 劳动力安排计划表**

| 工种 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 重机工 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 驾驶员 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 机修工 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 起重工 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 木工 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 混凝土工 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 瓦工 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 电工 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 测工 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

| 工种 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 质控工 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 管道工 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 电焊工 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 气焊工 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 钢筋工 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 管工 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 |
| 钳工 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 普工 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 管理人员 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 总人数 | 174 | 174 | 174 | 174 | 174 | 174 | 174 |

### 8.6.4 建成后运行模式

#### 一、 运营模式

茶山水质净化厂一期规模为 5.0 万 $m^3/d$，采用改良 $A^2/O$ 生化池+二沉池工艺，由 BOT 运行。一期提标采用 A-MBR 膜池工艺，由水务集团建成后，亦委托给 BOT 运行。二期扩建规模为 4.5 万 $m^3/d$，扩建完成后整体规模达到 9.5 万 $m^3/d$，采用五段式 Bardenpho+MBR 工艺。为了今后运营方便，建议扩建完成后，整体交由 BOT 运营，待 BOT 运营期满后，交由水务集团统一运营。

具体运营模式，后续以水务集团与 BOT 商议为准。

#### 二、 水量分配

茶山水质净化厂扩建完成后，预处理构筑物（粗格栅及进水泵房、细格栅及旋流沉砂池、精细格栅）、二级处理构筑物（五段式 Bardenpho 生物池）规模统一为 9.5 万 $m^3/d$，鉴于一期、二期进水无法分开，因此二期扩建完成后，存在水量分配问题。

茶山水质净化厂现状进水水量为 6.2~6.5 万 $m^3/d$，二期扩建完成后的水量建议首先满足 BOT 水量（5 万 $m^3/d$），剩余水量为二期水量。随着人口增长，待水量达到 9.5 万 $m^3/d$ 后，建议水量分配按照设计规模分配，即 BOT 水量 5 万 $m^3/d$，二期水量 4.5 万 $m^3/d$。

具体水量分配方案，后续以水务集团与 BOT 商议为准。

## 8.7 施工组织安排及应急方案

考虑到本改扩建项目工程用地嵌入一期工程内部，施工期间将对一期人员生产生活造成一定的不便，因此，建议本项目实施前做好细致的施工计划，并与一期 BOT 运营单位做好沟通协调工作，避免因沟通不畅影响工期进度。

### 一、 厂区除臭方案

本项目考虑对易产生臭气的工艺构（建）筑物加盖，收集臭气后进入生物除臭滤池处理，达标后排放。需加盖除臭的构筑物主要有：粗格栅及进水泵房、细格栅及沉砂池、精细格栅、生物池厌氧段、新建 MBR 膜池、污泥浓缩脱水车间等。

### 二、 施工组织安排

考虑到本项目施工环境较为复杂，施工期间需尽量避免对一期及提标生产造成严重影响。本项目施工期间将对一期现状生产工艺构筑物及工艺管线进行改造，因此会涉及一期需减产或停产。因此，建议本项目分步施工，对现状生产构筑物分组改造，尽量避免长时间停产。

**表8.7-1 施工工序及工期安排表**

| 序号 | 项目 | 施工内容 | 工期（天） | 时间 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **一、施工准备（签订合同、三通一平、临建施工等）** | | 15 | 2023 年 10 月 | |
| 2 | **二、厂区新建构筑物施工** | | | 2023 年 10 月-2024 年 11 月 | |
| 3 | （1）细格栅及旋流沉砂池 | 现状管线迁改、地基处理、支护、主体结构施工、设备安装及调试等 | 90 | | |
| 4 | （2）精细格栅 | | 90 | | |
| 5 | （3）MBR 膜池及配套设备间 | | 240 | | |
| 6 | （4）生物除臭滤池 | 地基处理、设备基础、设备安装、配套收集风管、构筑物加盖板等 | 92 | | |
| 7 | （5）前端生化池 | 地基处理、土建施工、设备安装及调试 | 188 | | |
| 8 | **三、厂区现状构筑物改造** | | | 2024 年 3 月-2024 年 11 月 | |
| 9 | （1）粗格栅及进水泵房 | 新增粗格栅、水泵及配套管路附 | 10 | | |

| 序号 | 项目 | 施工内容 | 工期（天） | 时间 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 件安装 | | | |
| 10 | （2）Bardenpho 生化池（第一组生化池） | 进出水管改造、池体开孔、隔墙改造、增加出水堰、更换曝气系统、新增回流泵等 | 35 | | 部分减产（总时长 35 天），一组生化池、两组二沉池运行，按现状实际进水水质平均可处理 4 万吨，一级 B 标准出水 |
| 11 | （3）Bardenpho 生化池（第二组生化池） | | 35 | | 来水考虑全部接收，不减产，按现状实际进水水质平均可处理 5 万吨，按一级 A 标准出水 |
| 12 | （4）Bardenpho 生化池（两组二沉池） | 新建内隔墙、进出水管改造、池体开孔、池体加高、新增曝气系统等 | 45 | | |
| 13 | （5）提标 A-MBR 池 | 进水管开孔、新增混合液回流泵及配套设施、新增膜组器等 | 45 | | |
| 14 | （6）紫外消毒渠 | 新增紫外设备及配套附件安装 | 10 | | |
| 15 | （7）鼓风机房 | 新增鼓风机及配套风管安装，管沟开挖 | 25 | | |
| 16 | （8）污泥浓缩脱水车间 | 外墙拆除、楼板改造，新增污泥处理设备及配套管路安装 | 45 | | |
| 17 | （9）现状细格栅及旋流沉砂池、加药间拆除 | 拆除现状土建、清表 | 5 | | |
| 19 | （10）变配电间 | 分组更换大变压器，新建电缆沟，高、低压配电柜安装 | 19 | | 减产<br>(与上述减产时间重合) |
| 20 | **四、停产改造部分** | | | 共 5 天<br>不连续 | |
| 21 | （1）现状生化池 | 出水井新增闸门 | 2 | | |
| 22 | （2）粗格栅及进水泵房 | 水泵出水总管与现状出水管接通 | 2 | | |
| 23 | （3）紫外消毒渠 | 进水工艺管上游接通 | 1 | | |
| 24 | （4）变配电间 | 高压接线 | 1 | | 停电接线，需 |

| 序号 | 项目 | 施工内容 | 工期（天） | 时间 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 报供电局同意 |
| 25 | 五、厂区配套附属工程 | 绿化、道路等 | 41 | 2024 年 10 月-2024 年 11 月 | |
| 26 | 六、施工总工期 | | 347 | 2023 年 10 月-2024 年 11 月 | |

## 三、 停产对水环境影响

施工建设期间共停产 5 天，停产期间，进水泵房改造、出水总管接驳改造时停产 1 天，外溢 6 万 $m^3/d$ 污水，其余 4 天停产，外溢 4 万 $m^3/d$ 污水。污水通过溢流口溢流至寒溪河，寒溪河向下汇入东引运河，并流经樟村断面。东莞运河樟村国考断面设于红荔路桥，位于樟村厂出水口下游约 2.3km，运河流量枯水期约为 $33m^3/s$，丰水期约 $77m^3/s$。

**图8.7-1 茶山与樟村断面相对位置图**

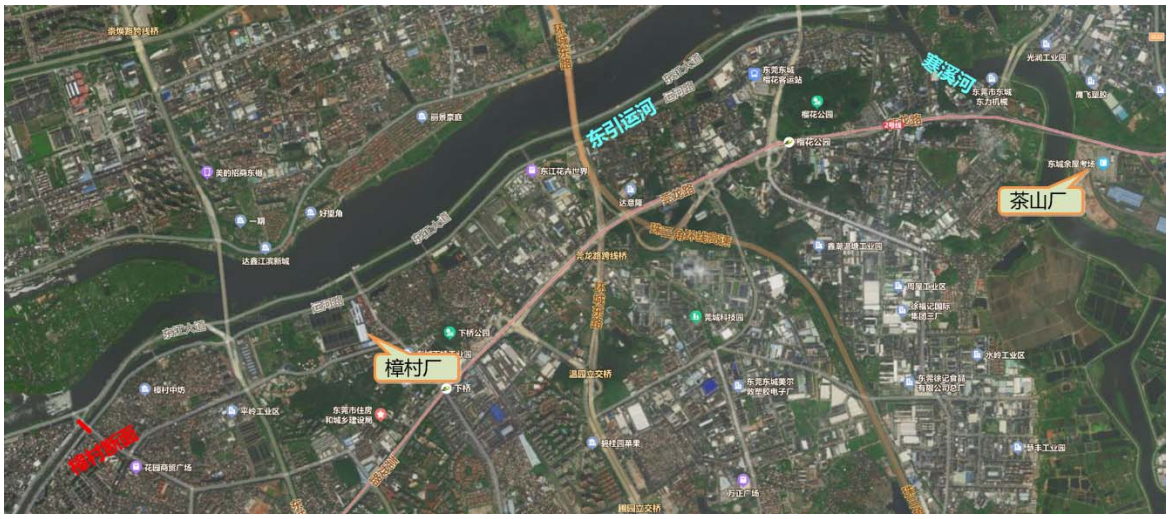



**表8.7-2 2021 ~2022 年茶山厂进水水质平均值**

| 项目 | COD | BOD | TN | $NH_3$-N | TP | SS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均值 (mg/L) | 202 | 104 | 28 | 19 | 2 | 81 |
| 95%覆盖率 (mg/L) | 230 | 116 | 24.7 | 33 | 2.75 | 94 |

茶山厂溢流口位置距离樟村断面约 8.9km，根据近几年樟村厂运行监测数据，统计情况如下表：

**表8.7-3 樟村厂近几年实测进出水水质**

| | COD 值 (mg/L) | | $BOD_5$(mg/L) | | 总磷(mg/L) | | 氨氮（mg/L） | | SS(mg/L) | | DO(mg/L) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 平均 | 95% | 平均 | 95% | 平均 | 95% | 平均 | 95% | 平均 | 95% | 平均 | 95% |
| 进水 | 27 | 39 | 8.5 | 14.2 | 0.8 | 1.5 | 1.45 | 12.5 | 31.8 | 60 | 1.02 | 2.95 |
| 出水 | 21.5 | 30 | 4.5 | 6.9 | 0.49 | 0.91 | / | 11.7 | 13.8 | 24 | 5.63 | 7.25 |

按照不利情况，旱季污水与东引运河混合后，仅考虑稀释作用，茶山厂溢流后对樟村厂进水水质如下表所示：

**表8.7-4 茶山厂停产污水外溢后，对樟村厂进水水质影响**

| 项目 | COD | BOD | $NH_3$-N | TP | SS |
|---|---|---|---|---|---|
| 平均值(mg/L) | 30.68 | 10.51 | 1.82 | 0.83 | 32.84 |
| 95%覆盖率 (mg/L) | 43.02 | 16.34 | / | 1.53 | 60.72 |

从表格中可以看到，茶山厂外溢水量相对于东引运河水量占比较小，旱季仅占2%左右，因此外溢污水与东引运河水混合后，影响较小，其中氨氮只增加了0.37mg/L，东引运河水大部分抽至樟村水质净化厂进行处理，因此对樟村断面的达标基本不产生影响。

## 四、 施工减产应急方案

根据上述施工工序及工期安排，本项目改扩建施工期间需减产时间约 35 天，减产期间茶山厂可处理约 4 万 $m^3/d$ 污水，按减产时段现状污水量约 5-6 万 $m^3/d$ 考虑，将导致最多约 2 万 $m^3/d$ 的污水无法处理，为避免污水溢流河涌对河涌水质产生严重影响，需考虑采取适当措施防止污水外溢。

根据收集到的资料和现状情况分析，初步可考虑以下措施减少污水外溢量：

1）减产改造时间段选择在污水量偏少的月份，根据往年统计数据，每年 12 月-2 月份污水量较其他月份少（平均 5-6 万 $m^3/d$）。

2）充分利用茶山镇各分散式处理设施的超产运行能力，根据收集资料，各分散式设计有一定的总变化系数，其中钊墩前池污水处理站设计处理规模为 2 万 $m^3/d$，设计总变化系数为 1.15；上元泵站污水处理站设计处理规模为 1 万 $m^3/d$，设计总变化系数为 1.2。根据调研，上述分散式实际上并不能长时间按设计变化系数运行，因此，需提前沟通好本项目减产时间，以便分散式能将运行条件调整到合适状态，尽可能处理更多的污水。

3）全市范围内统筹政府公共资源，寻求减产期间已到期分散式处理设施，以较经济合理的费用租用多个分散式设施，于镇区主干管网沿线空余用地处布置，抽取管网污水处理防止污水外溢。该措施虽能有效解决污水溢流，但存在协调难度大、用地问题难以解决、投资及运营成本较高等问题。

4）新建临时分散式处理设施，于镇区主干管网沿线空余用地处布置，抽取管网污水处理防止污水外溢。该措施同样存在用地问题难以解决、投资巨大、且扩建项目完工后即处于闲置状态等问题。

根据上述分析，以上部分措施经济性和可实施性不高，需寻求较为经济合理可行的措施来应对施工减产期间污水溢流问题。基于上述现状，本次考虑将施工期间减产的污水量临时抽调至附近污水管网系统进行处理，下面对该污水调度方案进行简要介绍。

**1、 方案可行性分析**

根据东莞市现状污水厂位置分布图分析，离茶山镇污水厂及主干管网较近的污水厂主要有东城温塘污水厂、南畲朗污水厂，考虑到南畲朗污水厂污水管网系统与茶山厂污水管网系统之间被广深铁路阻隔，管网连通施工协调难度大，本方案考虑将茶山污水厂与东城温塘污水厂管网连通。

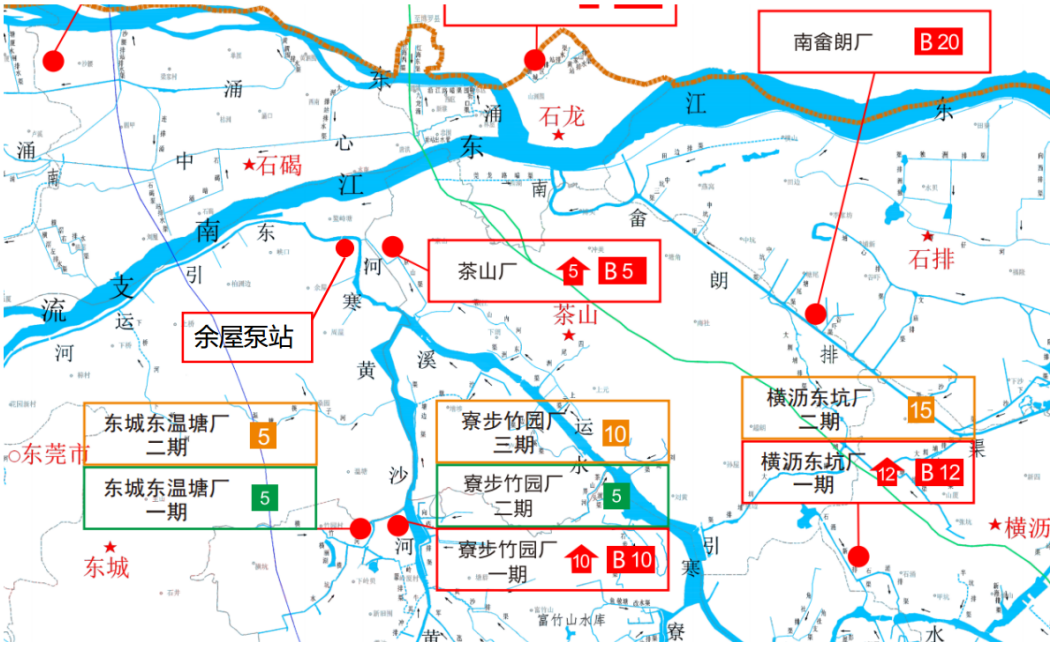



**图8.7-2 茶山污水厂位置分布图**

根据东城温塘污水厂配套管网分布图分析，东城鳌峙塘、峡口社区部分区域、余屋等片区的污水经余屋中间提升泵站提升至下游污水管网，再经温塘北泵站进一

步提升至温塘污水厂主干管网内，然后进入温塘污水厂进行处理。余屋泵站离茶山污水厂平面距离约 2km，距离较近，根据现场踏勘情况，管网连通方案具有可行性，施工条件较为便利。

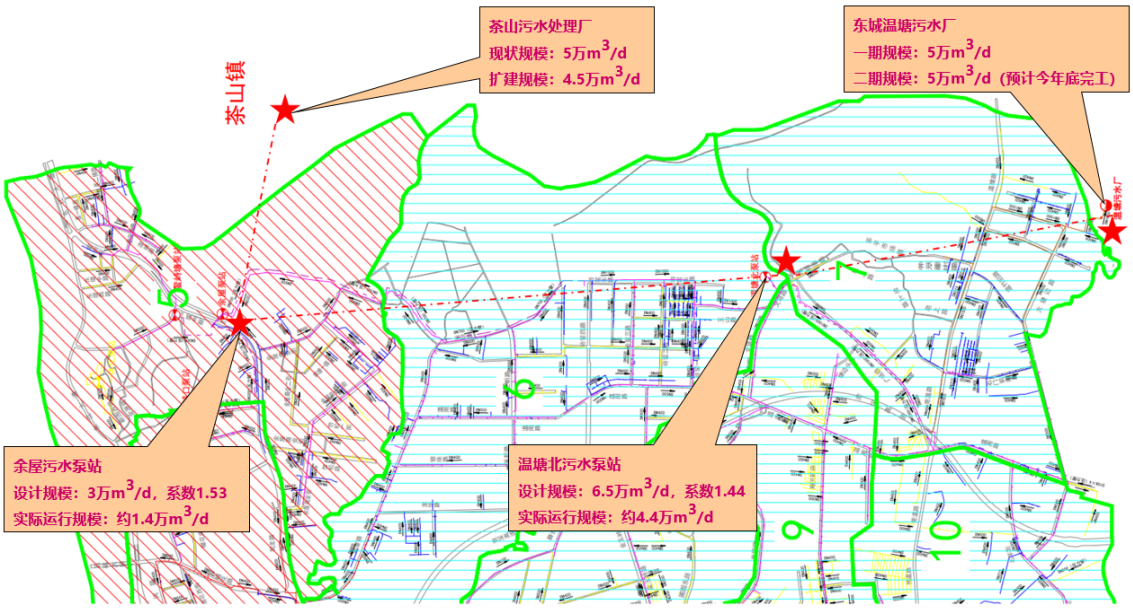



**图8.7-3 茶山厂与温塘厂管网连通路由示意图**

**2、 余屋泵站现状分析**

余屋污水泵站规划规模为 3.0 万 $m^3/d$，近期规模为 1.5 万 $m^3/d$，总变化系数取 1.53，用地面积约 1439.7$m^2$。泵站内设置进水井、粗格栅井、泵房、阀门井等，共设置 5 台泵位，现状已安装 5 台水泵，单泵参数：Q=480$m^3/h$，H=16m，P=45kW。

根据泵站实际运行数据分析，余屋泵站现状平均提升污水量约 1.4 万 $m^3/d$，现状泵站规模及水泵配置能够满足茶山厂减产期间污水调度需求。

**3、 温塘北泵站现状分析**

温塘北污水泵站规划规模为 6.5 万 $m^3/d$，近期规模为 3.25 万 $m^3/d$，总变化系数取 1.44，用地面积约 1252.8$m^2$。泵站内设置进水井、粗格栅井、泵房、阀门井等，共设置 6 台泵位，现状已安装 6 台水泵，单泵参数：Q=650$m^3/h$，H=12m，P=45kW。

根据泵站实际运行数据分析，温塘北泵站现状平均提升污水量约 4.4 万 $m^3/d$，现状泵站规模能够满足茶山厂减产期间污水调度需求。

**4、 温塘二期污水厂现状**

东莞市东城温塘污水处理厂位于温塘社区与寮步镇交界的黄沙河支流右岸，工程规划规模为 10 万 $m^3/d$，污水处理厂一期工程 5 万 $m^3/d$，已于 2018 年底投入运行，服务片区为温塘片区，主要包括鳌峙塘、峡口社区部分区域、余屋、周屋、桑园及

温塘等社区，处理出水排至黄沙河支流。

一期工程采用“粗格栅→进水泵房→细格栅→旋流沉砂池→生反池→配水井→二沉池→硝化滤池→滤布滤池→紫外线消毒池”工艺，出水标准满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)的第二时段一级标准两者中较严值。

二期工程利用预留用地，扩建规模为 5 万 $m^3/d$，并为完善全厂 10 万 $m^3/d$ 污水处理所需一系列改造措施，以及配套的电气、自控、暖通系统等。主要工程内容有：

1）新建二期生反池 1 座(5 万 $m^3/d$)、新建二期二沉池 2 座(每座 2.5 万 $m^3/d$)、新建二期高效沉淀池 1 座(5 万 $m^3/d$)、新建二期储泥池 1 座(5 万 $m^3/d$)、2#变电所等；

2）通过对现状脱水机房改造，全厂污水处理产生的污泥利用特种板框深度脱水工艺进行处理，污泥处理规模 76t/d(含水率以 80%计)，出厂污泥含水率控制在 50%以下；

3）新建二期生反池除臭单元和污泥深度脱水除臭单元等。

目前温塘厂二期已完成扩建，扩建后规模为 10 万 $m^3/d$，现状规模达到 7.89 万 $m^3/d$，因此温塘厂可接纳茶山临时调度 2 万 $m^3/d$ 水量，即可满足茶山厂改扩建项目施工期间减产污水调度需求。

**5、 方案主要内容**

本方案拟新建 1 条管道，连通茶山镇污水处理厂与东城温塘污水处理厂二期工程配套污水管网，管道起点位于茶山厂一期进水泵房，通过污水泵抽取污水压力输送至温塘二期配套管网，管道终点位于东城余屋泵站前端进水检查井。本方案最大设计调水规模为 2 万 $m^3/d$。

（1） 管网连通起点

本方案管网连通起点设置于茶山镇污水处理厂一期进水泵房，泵房分两格，现状已安装 3 台水泵于其中一格，另一格预留了 3 台泵位，可用于污水泵安装。泵房设计水位为-3.90m。

（2） 管道敷设路由

经过现场探勘后，基本确定管网路由以茶山污水厂一期进水泵房为起点，沿一期东侧围墙敷设至出厂，再沿迎宾大道南侧绿化带向东敷设至迎宾大道过路箱涵处，从过路箱涵中横穿迎宾大道至其北侧，出箱涵后沿迎宾大道北侧向西敷设，途径某项目施工现场，继续向西敷设至寒溪河沿线明敷 DN2600 供水管道处，从该供

水管道下方穿过（部分清淤挖槽）后，再向南沿寒溪河东侧河堤敷设至余屋桥，管道沿余屋桥人行道敷设跨越寒溪河后，向北沿河堤路上绿道敷设至余屋泵站北侧，横穿河堤路敷设至泵站前端进水检查井内。管道总长度约 2.6km。


**图8.7-4 管道敷设路由**

部分节点现场踏勘照片如下：

**图8.7-5 迎宾大道过路箱涵**

**图8.7-6 过箱涵后地形现状**

图8.7-7 迎宾大道北侧绿化带现状

图8.7-8 现状给水管现状

图8.7-9 余屋桥现状

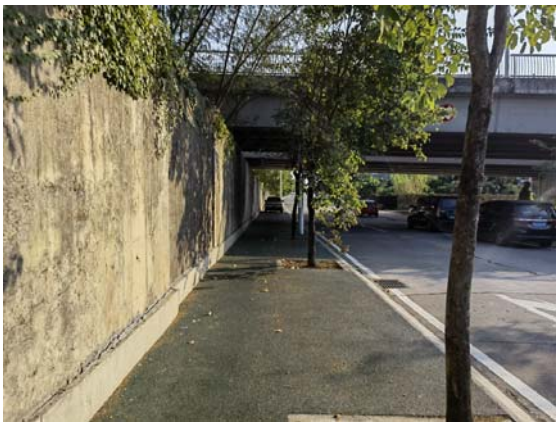


图8.7-10 河堤路绿道现状

图8.7-11 河堤路现状

图8.7-12 余屋泵站现状

（3） 管网连通终点

本方案管网连通终点设置于东城余屋泵站前端进水检查井，该井位于绿化带内，有 3 根污水管在此处汇合，管径分别为 DN600、DN500、DN400。污水汇合后进入余屋泵站，经污水泵提升后输送至温塘北泵站。

（4） 主要工程量表

**表8.7-5 管网连通调度方案主要工程量表**

| 序号 | 名称 | 规格 | 材质 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 潜污泵 | $Q$=850m$^3$/h，$H$=35m，$P$=125kW | 成品 | 套 | 1 | 变频，带导轨 |
| 2 | 手电两用软密封蝶阀 | DN450，P=1.0MPa | 铸铁 | 个 | 1 | |
| 3 | 双法兰松套传力接头 | DN450，P=1.0MPa | 铸铁 | 个 | 2 | |
| 4 | 低阻缓闭止回阀 | DN450，P=1.0MPa | 铸铁 | 个 | 1 | |
| 5 | 电磁流量计及流量计井 | DN450 | 成品 | 套 | 1 | 含控制柜 |
| 6 | PE 管 | De450，P=1.0MPa | PE100 | m | 2500 | 明敷段 |
| 7 | 钢管 | D480×8 | Q235B | m | 70 | 穿迎宾大道过路箱涵段 |
| 8 | 钢管 | D480×8 | Q235B | m | 20 | 过河堤路段（余屋桥） |
| 9 | 钢管 | D480×8 | Q235B | m | 20 | 过河堤路段（余屋泵站） |
| 10 | PE 单盘法兰短管 | De450，P=1.0Mpa | PE100 | 个 | 6 | |
| 11 | 法兰 | DN450，P=1.0Mpa | Q235B | 个 | 6 | |
| 12 | 管道支墩+管箍 | | | 批 | 1 | 明敷段 |
| 13 | 道路破除及修复 | | | m | 40 | 含人行绿道 |
| 14 | 箱涵围堰施工及导排 | | | 项 | 1 | |
| 15 | 工程整体拆除及修复 | | | 项 | 1 | |

## 6、 结论及建议

（1） 结论

根据上述分析，通过将茶山镇污水处理厂与东城温塘污水处理厂二期工程配套污水管网进行连通，可基本解决茶山厂改扩建项目施工期间减产导致污水处理缺口的问题。本方案管网连通起点位于茶山一期进水泵房，通过污水泵抽取污水压力输送至温塘二期配套管网余屋污水泵站前端进水检查井，最大设计调水规模为 2 万 m$^3$/d，管道总长度约 2.6km，明敷段拟采用 PE 压力管，局部过障碍处采用钢管包封埋地敷设。本方案工程费用约 343.37 万元。

（2） 建议

1）本方案涉及相关方较多，如横穿河堤路段、沿绿道明敷段、沿余屋桥明敷段、下穿现状给水管段、过路箱涵敷设段等需提前与相关单位沟通协调；

2）本方案施工工期需与茶山厂改扩建项目施工时序做好衔接，一期计划减产前需完成本方案施工；

3）管网调度水量需根据减产期间茶山厂实际可处理能力及管网来水量差值确定，并综合考虑温塘厂配套管网输送能力及污水厂处理能力，以避免产生污水溢流问题。

## 五、 安全文明措施

本项目施工由于在一期内部进行，为降低施工对一期员工正常作息的影响，因此施工期间应尽量避免夜间和午间施工，合理安排工期，做好施工围挡、安全警示等安全文明措施，做好除尘降噪措施，加强日常巡察，严格现场管理，规范施工人员管理制度，规范施工材料堆放场所，做好施工现场记录和摄像留底工作，确保双方权益。

## 六、 施工应急预案

考虑到现场情况较为复杂，施工空间有限，发生应急情况是随机、不定时的，因此，施工现场负责人必须坚守工作岗位，不得擅离职守，出现异常情况及时上报项目部负责人和有关部门。施工前做好各项施工应急预案，加强安全检查，加强机械维修、检查和保养，做好材料、设备、工具储备与分类整理，发现问题及时处理。

# 9 土地利用、征地与拆迁

根据《东莞市建设用地开发利用土壤环境管理实施方案（试行）》，若污水处理厂新建项目建设用地未办理供地手续，则按文件需要进行土壤环境调查工作。本项目为污水厂改扩建工程，在原茶山污水厂用地上进行原位技改扩容，符合现状规划性质，无需再重新供地，因此，无需开展土壤环境调查工作。

本项目位于茶山镇，该地块位于茶山镇污水处理厂一期用地范围内，规划为污水处理厂用地，无需开展征地手续。但本项目所在地块全部位于一期 BOT 用地范围内，需尽快与相关单位确定可用地范围，提前办理用地手续。

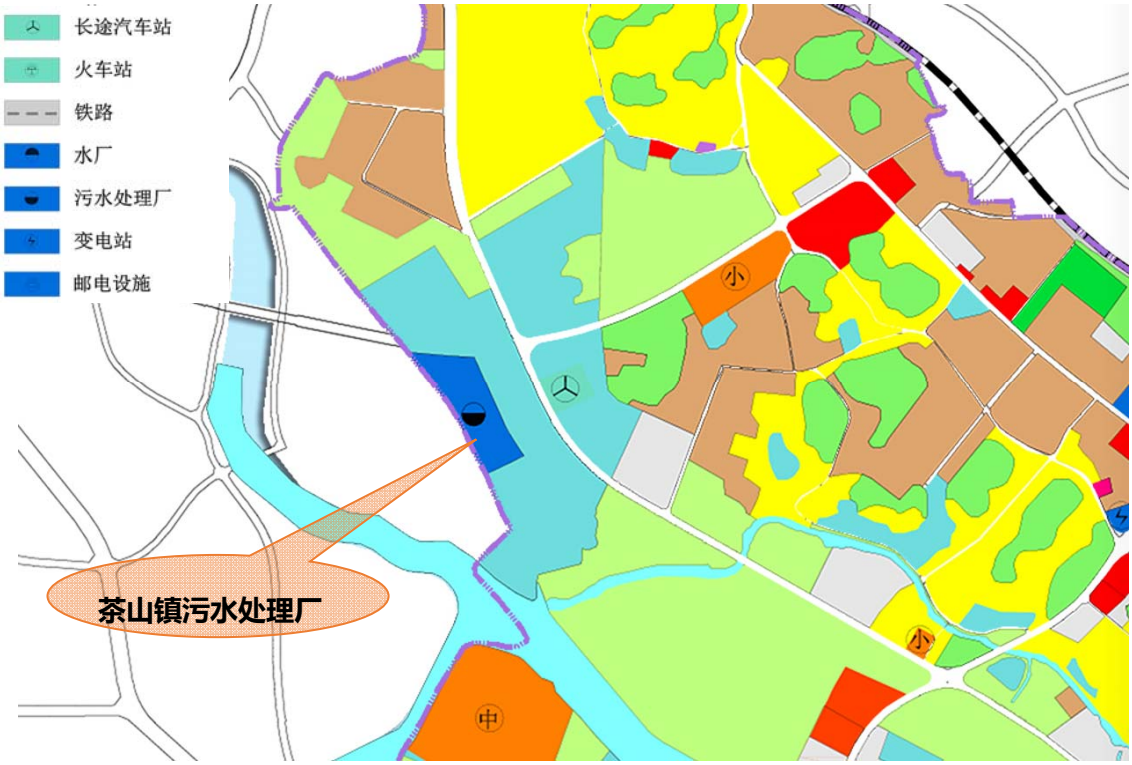



**图9.1-1 东莞市茶山镇污水处理厂用地规划情况**

根据卫星图及现场踏勘情况，目前本项目拟建用地现状主要为厂区空地，不涉及构（建）筑物拆迁，但涉及用地范围内一期现状构筑物的改造和生产管线的迁改等内容。


**图9.1-2 茶山镇污水处理厂改扩建项目建设用地卫星图**

# 10 环境保护

## 10.1 环境保护标准

根据环保部门的要求，执行下列评价标准：

（1）设计出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，同时满足广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段的一级标准中的较严值。

（2）厂界声学环境执行 GB12348《工业企业厂界噪声标准》II类，工程施工期执行 GB12523-90《建筑施工场界噪声限值》。

（3）恶臭气体执行 GB14554《恶臭污染物排放标准》中二级标准。

（4）厂区内的污泥执行 GB16889《生活垃圾填埋污染控制标准》。

（5）大气环境执行 GB3095-2012《环境空气质量标准》二级。

## 10.2 环境保护范围

（1）地面水环境

保护范围为茶山镇污水处理厂尾水排放纳水区域。要求污水厂出水达到该排放水体要求执行的污染物排放标准。

（2）空气环境

恶臭对空气环境影响范围为厂界及周边敏感区域，使得敏感区域空气质量不受恶臭影响。

（3）噪声

污水处理厂厂界及附近敏感点，使敏感点不受噪声干扰。

（4）固体废弃物

调查可能利用污泥区域的农用土壤，使土壤不受污泥侵害。

## 10.3 主要污染源及污染物分析

本项目主要污染源分析如下：

**一、 施工期污染源分析**

污水处理厂施工场地土石方运量较大，施工人员较多，施工期对环境的主要影响有：地面粉尘、施工机械和运输噪声，废弃物和生活垃圾，生活污水和暴雨径流

造成的水土流失等。

二、 运营期污染源分析

运营期污染源主要是污水污染，固体废弃物污染，噪声源和恶臭等。

三、 污水污染源分析

污水处理厂自身产生的生活污水及构筑物的生产废水均排入厂区内的污水管，然后进入污水处理系统进行处理，对外界环境不会造成影响。污水经过处理后，达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的一级 A 标准和广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段的一级标准中的较严值。

四、 固体废弃物分析

污水处理厂的固体废弃物主要来自污水、污泥处理过程中产生的栅渣、沉砂和泥饼；污泥经采用脱水机脱水后，泥饼含水率降到 60%以下，为非流质固体，可用一般运输设备直接外运。

五、 噪声源

污水厂的噪声主要有鼓风机、水泵、脱水机等设备，其噪声见下表。

**表10.3-1 工艺及工程设备噪声源**

| 名称 | 噪声（dBA） |
|---|---|
| 鼓风机 | 60～85 |
| 污水泵 | 60～80 |
| 污泥泵 | 60～80 |
| 脱水机 | 75～90 |

## 10.4 项目建设对环境的影响及对策

一、 工程建设对环境的影响

1、 扬尘

工程施工期间，运输的泥土通常堆放在施工现场，至施工结束，长达数月。堆土裸露，旱干风至，以致车辆过往，满天尘土，使大气中悬浮颗粒物含量骤增，严重影响市容和景观，施工扬尘将使附近的建筑物、植物等蒙上厚厚的尘土，使邻近居家普遍蒙上一层泥土，给居住区环境的整洁带来许多麻烦。阴雨天气，由于雨水的冲刷以及车辆的辗压，使施工现场变得泥泞不堪，行人步履艰难。

2、 噪声

施工期间的噪声主要来自施工机械和建筑材料的运输和施工桩基处理。特别是夜间，施工的噪声将产生严重的扰民问题，影响邻近居民的工作和休息。若夜间停止施工，或进行严格控制，则噪声对周围环境的影响将大大减小。

**3、 废弃物**

施工期间将产生许多废弃物，这些废弃物在运输、处置过程中都可能对环境产生影响。车辆装载过多导致沿程废弃物散落满地，影响行人和车辆过往及环境质量。废弃物处置地不明确或无规划乱丢乱放，将影响土地利用、河流顺畅，破坏自然生态环境，影响城市的建设和整洁。

废弃物的运输需要大量的车辆，如在白天进行，必将影响本地区的交通，使路面交通变得更加拥挤。

## 二、 建设中环境影响的缓解措施

**1、 减少扬尘**

工程施工中旱季风扬尘和机械扬尘导致沿线尘土飞扬，影响附近居民和工厂，为了减少工程扬尘和周围环境的影响，建议施工中遇到连续的晴好天气又起风的情况下，对堆土表面洒上一些水，防止扬尘，同时施工者应对工地环境实行保洁制度。

**2、 施工噪声的控制**

运输车辆喇叭声、发动机声、混凝土搅拌机声以及地基处理打桩声等造成施工的噪声，为了减少施工对周围居民的影响，工程在距民舍 200m 的区域内不允许在晚上十一时至次日上午六时内施工，同时应在施工设备和方法中加以考虑，尽量采用低噪声机械。对夜间一定要施工又要影响周围居民声环境的工地，应对施工机械采取降噪措施，同时也可在工地周围或居民集中地周围设立临时的声障之类的装置，以保证居民区的声环境质量。

**3、 施工现场废物处理**

工程建设需要数百个工人，实际需要的人工数决定于工程承包单位的机械化程序。污水厂施工时可能被分成多块同时进行，工程承包单位将在临时工作区域内为劳力提供临时的膳宿。项目开发者及工程承包单位应与当地环卫部门联系，及时清理施工现场的生活废弃物；工程承包单位应对施工人员加强教育，不随意乱丢废弃物，保证工人工作生活环境卫生质量。

**4、 制定废弃物处置和运输计划**

工程建设单位应会同有关部门，为本项目的废弃物制定处置计划。运输计划可

与有关交通部门联系，车辆运输避开行车高峰。

施工中遇到有毒有害废弃物应暂时停止施工并及时与地方环保、卫生部门联系，经他们采取措施处理后才能继续施工。

## 10.5 项目建成后的环境影响及对策

### 10.5.1 污水处理厂对周围的环境影响

**一、 污水处理厂排放的污水**

污水处理厂排放的污水是指处理后的尾水和厂内自身排放的污水。本项目采用五段式 Bardenpho+MBR 工艺，该工艺处理城市污水在技术上非常成熟，在国内外广泛应用；设计中主要设备采用合资和进口设备，监测仪表和控制系统采用进口设备，自动监控水平较高。因此，污水处理厂正常运转是有保证的，能达到相应要求的出水水质，不会对排放水体造成污染。

污水厂产生的生活污水及构筑物的生产废水（如上清液等）均排放到厂内污水管，然后进入污水处理系统进行处理，对外界不会造成污染。

**二、 污水处理厂产生的污泥**

污泥经采用先进的浓缩脱水设备脱水后，其泥饼含水率已降低至 60%以下，为非流质固体，可用一般运输工具（自卸卡车）直接外运。

**三、 臭味和噪声对环境的影响**

由于一般污水处理厂内很多污水处理设施均为敞开式水池，所以污水的臭味散发到大气中，势必会影响到周围地区。本项目污水预处理构筑物加盖，收集臭气，集中除臭，达到环评要求，对周边地区没有影响。

污水处理厂的噪声来源于厂内传动机械工作时发出的噪声，有鼓风机、污水泵、污泥泵的噪声，有除砂机、砂水分离机的噪声，还有厂区内外来自车辆等的噪声。

**四、 视觉与景观影响**

污水厂的建设可能对周围环境带来美学方面的一定影响，这需要有优美的建筑设计和园林绿化来克服。

### 10.5.2 对环境影响的对策

虽然本项目建成运行后对周围环境影响不大，但为了进一步减小工程对环境的影响，拟采取以下措施。

**一、 关于除臭**

本项目首先通过在平面设计和工艺设计时，采取以下具体措施来达到减臭的目的：

（1） 污水预处理构筑物加盖，收集臭气，集中除臭，达到排放要求。

（2） 设计时，在满足工艺设备运行要求的前提下，将格栅间下部密封起来，减少臭气的扩散。

（3） 剩余污泥直接进行浓缩脱水，不采用消化处理，避免了由于设置消化池等处理构筑物造成的臭气来源。

**二、 关于降噪**

本项目污水泵和污泥泵采用潜污泵，在水下，基本无噪声。鼓风机等均设在室内，经过隔声以后传播到外环境时已衰减很多。据调查资料表明，距机房 30m 时测得的噪声值已达到国家的《城市区域环境噪声标准》（GB3096）的标准植，且采用先进的低噪声设备，对环境的影响进一步减小。

**三、 关于景观**

本项目在建筑设计上充分体现园林式与现代化相结合建筑风格，与周围建筑风格相协调。并布置建筑小品，搞好园林绿化，种植多种树木，爬藤植物和草木植物，提高景观质量。

污水厂尽可能增加厂区绿化面积，厂区绿化利用道路两侧的空地、构（建）筑物周围和其它空地见缝插针进行。沿厂区围墙内侧布置吸抗性强的灌木树，逐渐形成隔离带和卫生防护带。

# 11 水土保持

## 11.1 水土保持分析

建设项目本着“尊重自然、利用自然”的开发原则，充分利用现有地形条件，尽量减少土石方工程，在减少工程投资的同时，很好的体现了保持水土的设计理念。对于工程的永久性构（建）筑物占地，在工程完工后基本不会产生水土流失；对于工程修建的挡墙、护坡和混凝土路面等都有效地防治了工程永久占地在运行期的水土流失。就本项目而言，设计考虑的具有水土保持功能的项目主要体现在厂区绿化措施、地表排水、边坡防护等设施上。

## 11.2 水土流失防治责任范围及面积

根据该项目建设的特点、总体布置状况等因素，按照“谁开发、谁保护，谁造成水土流失，谁治理”的原则，本项目水土流失防治责任范围需根据厂站的建设形式定。

## 11.3 水土流失预测结果

从水土保持角度考虑，本方案水保工程的布局是合理的，不存在相互制约工程的因素。由于项目区具有较好的气候条件，对项目建设引起的植被破坏及水土流失通过水保措施后可以得到恢复，对项目区的生态系统不会产生很大的破坏，建设过程中产生的水土流失可以通过水土保持措施得到防治。

# 12 节能

## 12.1 节能措施

### 12.1.1 工艺节能措施

国家实行能源开发与节约并重的政策，目前，国内许多污水处理厂虽建有完善的污水污泥处理工艺但往往不能坚持运转，只能是开开停停，其主要原因是处理厂能耗太高，即“建得起、用不起”。因此，节能是非常重要的。本项目设计在工艺方案、工艺流程、设备选型和操作管理等方面都特别注意了节能效果，并采取相应的节能措施，以降低处理厂的运行成本。主要体现在如下几个方面：

（1）污水主泵全部采用变频泵，节约能耗的同时，也能对水泵起到保护作用。

（2）总图布置上，尽量利用现有的地形高差来解决构筑物之间的水损问题，减少污水厂运行成本。

（3）采用深度处理技术，将出水 SS 浓度降低至 10mg/L，具有处理效果好，运行管理方便，节省能耗、耐冲击负荷等优点，能稳定确保出水水质达标。

（4）全厂采用技术先进的微机测控管理系统，分散检测和控制，集中显示和管理，各种设备均可根据污水水质，流量等参数自动调节运转台数或运行时间，不仅改善了内部管理，而且可使整个污水处理系统在最经济状态下运行，使运行费用降低。

### 12.1.2 电气节能措施

1）电气设备选用节能型产品。

- 电力变压器选用难燃、防尘、耐潮、效率高、损耗小的系列节能产品。
- 采用 $Y_2$ 系列交流电动机，具有先进水平、效率高、性能优越。

2）全厂照明灯具采用发光效率高，使用寿命长的高效灯具。

3）采用无功补偿装置将 10kV 变电所的功率因数提高到 0.95，减小电网的无功损耗。

4）全厂采用先进的微机测控管理系统，分散检测和控制，集中显示和管理，各种设备均可根据污水水质、流量等参数自动调节运转台数或运行时间，不仅改善了内部管理，而且可使整个污水处理系统在最经济状态下运行，使运行费用最低。

5）可考虑采用智能加药和精确曝气控制系统，能极大程度上节省运行能耗和药耗。

## 12.2 能耗及药耗指标

本项目能耗及药耗指标详见下表：

**表 12-1 东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目能耗及药耗指标一览表**

| 项目 | 指标 |
|---|---|
| 规模 | 45000m³/d |
| 用电量 | 730 万 kWh/年 |
| 电耗指标 | 0.44kWh/m³ 污水 |
| **10%PAC 成品溶液** | 200 吨/年 |
| **PAM** | 18 吨/年 |
| 次氯酸钠 | 10 吨/年（按突然情况或紫外检修时应急时间计） |
| 乙酸钠 | 20 吨/年 |
| 液碱溶液 | 5 吨/年 |
| 膜池柠檬酸 | 35 吨/年 |
| 膜池次氯酸钠 | 100 吨/年 |

# 13 消防设计

## 13.1 编制依据

（1）《中华人民共和国消防条例》（1984 年 5 月 13 日）

（2）《中华人民共和国消防条例实施细则》

（3）《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）

（4）《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）

（5）《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）

（6）《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）

## 13.2 防火及消防措施

本项目在正常生产情况下，一般不易发生火灾，只有在操作失误、违反规程、管理不当及其它非正常生产情况或意外事故状态下，才可能由各种因素导致火灾发生。因此为了防止火灾的发生，或减少火灾发生造成的损失，根据“预防为主，防消结合”的方针，本项目在设计上采取了相应的防范措施。

（1）总图

在厂区内部总平面布置上，按生产性质、工艺要求及火灾危险性的大小等划分出各个相对独立的小区，并在各小区之间采用道路相隔。

厂内道路呈环形布置，保证消防通道畅通，厂内主干道宽 4.0~6.0m，污水处理厂现有 1 个主出入口，1 个次入口与道路相连，可满足消防通道的要求。

在火灾危险性较大的场所设置安全标志及信号装置，在设计中对各类介质管道涂以相应的识别色。

（2）建筑

本项目建筑物的耐火等级均至少达到II级，主要厂房设两个以上的出入口。工程建筑物的防火设计严格按《建筑设计防火规范》的规定进行。

（3）电气

本项目消防设施采用双回路电源供电，其配电线采用非延燃铠装电缆，明敷时置于桥架内或埋地敷设，以保证消防用电的可靠性。

厂内设置火灾自动报警系统，使消防人员及时了解火灾情况并采取措施。消防

水可在泵房及各车间内任意一个消防箱处控制，从而及时扑救火灾。建、构筑物的设计均根据其不同的防雷级别按防雷规范设置相应的避雷装置，防止雷击引起的火灾。在爆炸和火灾危险场所严格按照环境的危险类别或区域配置相应的防爆型电器设备和灯具，避免电气火花引起的火灾。电气系统具备短路、过负荷、接地漏电等完备保护系统，防止电气火灾的发生。

（4）消防给水及消防设施

污水处理厂需建立完善的消防给水系统和消防设施，以保证消防的安全性和可靠性。

**1）消防水源**

厂区由城市市政管网引入一根 DN150 的给水管，经水表计量后，在厂区内连接成环，消防给水与生活给水分开使用。

**2）室外消防**

室外设置由室外消火栓组成的消防系统。采用低压给水系统，最不利点的消火栓水压不低于 10m，最大消防用水量为 15L/s。室外沿道路均匀布置室外消火栓，消火栓间距不大于 100m。

**3）室内消防**

新增构建筑物均按规范设置室内灭火器。

# 14 劳动保护、职业安全与卫生

## 14.1 编制依据

（1）《中华人民共和国劳动法》1995 年 1 月 1 日

（2）《建设项目（工程）劳动安全卫生监察规定》

（3）《关于生产性建设工程项目职业安全卫生监察的暂行规定》

（4）《国务院关于加强防尘防毒工作决定》国发（1994）97 号

（5）《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2010

（6）《工业企业噪声控制设计规范》GB/T50087-2013

（7）《工业企业煤气安全规程》GB6222-2005

（8）《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010

（9）《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）

## 14.2 主要危害因素分析

本项目的主要危害因素可分为两类，其一为自然因素形成的危害和不利影响，一般包括地震、不良地质、暑热、雷击、暴雨等因素；其二为生产过程中产生的危害，包括有害尘毒、火灾爆炸事故、机械伤害、噪声振动、触电事故、坠落及碰撞等各种因素。

## 14.3 自然危害因素分析

（1）地震

地震是一种能产生巨大破坏的自然现象，尤其对构筑物的破坏作用更为明显，作用范围大，威胁设备和人员的安全。

（2）暴雨和洪水

暴雨和洪水威胁污水处理厂安全，其作用范围大。

（3）雷击

雷击能破坏建构筑物和设备，并可能导致火灾和爆炸事故的发生，其出现的机会不大，作用时间短暂。

（4）不良地质

不良地质对建构筑物的破坏作用较大，甚至影响人员安全。同一地区不良地质

对建构筑物的破坏作用较大，甚至影响人员安全。同一地区不良地质对建筑物的破坏作用往往只有一次，作用时间不长。

（5）风向

风向对有害物质的输送作用明显，若人员处于危害源下风向，则极为不利。

（6）气温

人体有最适宜的环境温度，当环境温度超过一定范围，会产生不舒服感，气温过高会发生中暑；气温过低，则可能发生冻坏设备。气温对人的作用广泛，作用时间长，其危害后果较轻。

自然危害因素的发生基本是不可避免的，因为它是自然形成，但可对其采取相应的防范措施，以减轻人员、设备等可能受到的伤害或损坏。

## 14.4 生产危害因素分析

（1）高温辐射

当工作场所的高温辐射强度大于 4.2J/cm$^2$·min 时，可使人体过热，产生一系列生理功能变化，使人体体温调节失去平衡，水盐代谢出现紊乱，消化及神经系统受到影响，表现为注意力不集中，动作协调性、准确性差，极易发生事故。

（2）振动与噪声

振动能使人体患振动病，主要表现在头晕、乏力、睡眠障碍、心悸、出冷汗等。噪声除损害听觉器官外，对神经系统、心血管系统亦有不良影响。长时间接触，能使人头痛头晕，易疲劳，记忆力减退，使冠心病患者发病率增多。

（3）火灾爆炸

火灾是一种剧烈燃烧现象，当燃烧失去控制时，便形成火灾事故，火灾事故能造成较大的人员及财产损失。爆炸同火灾一样，能造成较大的人员伤亡及财产损失。本项目火灾及爆炸事故发生的可能性较小。

（4）有限空间

有限空间，是指封闭或者部分封闭，与外界相对隔离，出入口较为狭窄，作业人员不能长时间在内工作，自然通风不良，易造成有毒有害、易燃易爆物质积聚或者氧含量不足的空间。有限空间作业是指作业人员进入有限空间实施的作业活动。

本厂区的地下管道敷设和深池体内设备安装均属于有限空间作业。

（5）其它安全事故

压力容器的事故能造成设备损失，危及人身安全。此外，触电、碰撞、坠落、机械伤害等事故均对人身形成伤害，严重时可造成人员的死亡。

## 14.5 防范措施

（1）抗震

本项目区域地震基本烈度为 6 度，因此地震对本项目的建、构筑物影响较小。

（2）防洪

污水处理厂设计水位高于河涌洪水位。在厂区内设相应的场地雨水排放系统，以及时排放雨水，避免积水毁坏设备和构（建）筑物。

（3）防雷

本项目配电间属二类防雷建筑物，设计采用避雷带防直击雷，并对非金属的屋顶设置与避雷带共同构成不小于 10m 宽金属网防感应雷，对其它第三类防雷建筑物采用避雷或防直击雷，放散管及风帽按规范要求采取相应的防雷措施。

（4）防 $H_2S$ 中毒

全厂设置便携式 $H_2S$ 检测仪，供下井前使用，防止 $H_2S$ 中毒，危害工人生命安全。

（5）防暑

为防范暑热，采取以下防暑降温措施：在生产厂房采取自然通风或机械通风等通风换气措施，中央控制室、化验室、值班室等设空调。

（6）减振降噪

在生产过程中噪音较大，运行时室外噪音高达 100dBA 以上者设置了消音器，并设置减振底座，选用密闭隔音材料，经以上处理后噪音可大大降低，可降至 82dBA 以下。

强振设备与管道间采用柔性连接方式，防止振动造成的危害。

在总图布置中，根据声源方向性、建筑物的屏蔽作用及绿化植物的吸纳作用等因素进行布置，减弱噪声对岗位的危害作用。

主要生产场所设置能起到隔声作用的操作室、休息室，减少噪声级均可低于 82dBA，车间休息室、操作室等室内噪声级均小于 70dBA；对于操作工人接触噪声不足 8 小时的场所及其它作业地点的噪声均满足《工业企业噪声控制设计规范》中的标准要求。

（7）防火防爆

在总平面布置中，各生产区域、装置及建筑物的布置均留有足够的防火安全间距，道路设计则满足消防通道的要求。

在工艺设计中，在可能有燃爆性气体的室内设自然通风及机械通风设施，使爆燃性气体的浓度低于其爆炸下限。

有爆炸危险的室内设不发火花地面。

污泥处理系统的设备及管道均设有跨接和静电接地装置。

在爆炸和火灾危险场所严格按环境的危险类别选用相应的电气设备和灯具；并按有关防雷规范的要求对建筑物采取相应的避雷措施。

在污泥区设置相应的可移动式灭火器。

厂区设计相应的消防给水管网及室内外消火栓。

（8）有限空间

为了加强对有限空间作业的安全管理与监督，预防和减少生产安全事故，保障作业人员的安全与健康，根据《中华人民共和国安全生产法》、《工贸企业有限空间作业安全管理与监督暂行规定》等法律法规，国家制定了《有限空间作业管理制度》，本次厂区的有限空间作业应严格按照该管理制作执行。

（9）其它

为防止触电事故并保证检修安全，两处及多处操作的设备在机旁设事故开关；1kV 以下设备金属外壳作接零保护；设备设置漏电保护装置。

为了防止机械伤害及坠落事故的发生，生产场所梯子、平台及高处通道均设置安全栏杆，栏杆的高度和强度符合国家劳动保护规定；设备的可动部件设置必要的安全防护网；地沟、水井设置盖板；有危险的吊装口、安装孔等处设安全围栏；在有危险性的场所设置相应的安全标志及事故照明设施。

绿化对净化空气、降低噪声具有重要作用，是改善卫生环境、美化厂容的有效措施之一，并且绿化能改善景观、调节人的情绪，从而减少人为的安全事故。

# 15 投资估算及经济评价

## 15.1 投资估算

### 15.1.1 工程概况

本项目为东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目，建设内容包括茶山镇污水处理厂改扩建及施工减产应急调度。改扩建设计处理规模 4.5 万 $m^3/d$，总处理规模达到 9.5 万 $m^3/d$，变化系数 1.3，采用地上式建设形式。

厂区内主要构（建）筑物包括：粗格栅及进水泵房（改造）、细格栅及旋流沉砂池、精细格栅、五段式 Bardenpho 生物池（改造）、MBR 膜池、MBR 膜池配套设备间、提标 A-MBR 膜池（改造）、紫外消毒渠（改造）、流量计井、污泥浓缩脱水车间（改造）、鼓风机房及变配电间（改造）、加药间（现状拆除，加药系统整合放置于脱水车间）、生物除臭滤池等。

### 15.1.2 编制依据

1）《广东省市政工程综合定额（2018 年）》；

2）《广东省通用安装工程综合定额（2018 年）》；

3）《广东省房屋建筑与装饰工程综合定额（2018 年）》；

4）《广东省园林绿化工程综合定额（2018 年）》；

5）东莞地区近期建设工程常用材料综合价格；

6）《市政工程投资估算编制方法》（建标[2007]164 号）；

7）《市政工程投资估算指标》（建标[2007]163 号）；

8）类似工程概预算技术经济指标及有关厂家设备材料报价；

9）建设单位管理费按《财政部关于印发<基本建设项目建设成本管理规定>的通知》（财建[2016]504 号）的有关规定计取；

10）建设工程监理费按《国家发展改革委、建设部关于印发<建设工程监理与相关服务收费管理规定>的通知》（发改价格[2007]670 号）的有关规定计取；

11）建设项目前期工作咨询费按《建设项目前期工作咨询收费暂行规定》（计价格[1999]1283 号）的有关规定计取；

12）工程勘察费按工程费用的 1.0%计取；

13）工程设计费按《国家计委、建设部关于发布<工程勘察设计收费管理规定>

的通知》（计价格[2002]10 号）的有关规定计取；

14）环境影响咨询服务费根据《国家计委、国家环境保护总局关于规范环境影响咨询收费有关问题的通知》（计价格[2002]125 号）的有关规定计取；

15）场地准备及临时设施费按工程费用的 0.5%计取；

16）工程保险费按工程费用的 0.3%计取；

17）联合试运转费按设备及工器具购置费的 1%计取；

18）设计咨询费根据《广东省建设工程概算编制办法（2014）》（粤建市[2013]131 号）的有关规定，按总投资的 0.4%计取；

19）施工图审查费按勘察设计费的 6.5%计取；

20）工程造价咨询服务费按《广东省建设工程造价咨询服务收费项目和收费标准表》（粤价函[2011]742 号）的有关规定计取；

21）招标代理服务费按《国家计委关于印发<招标代理服务收费管理暂行办法>的通知》（计价格[2002]1980 号）的有关规定计取；

22）水土保持咨询服务费参考《关于开发建设项目水土保持咨询服务费用计列的指导意见（实行）》（东水务函[2012]77 号）的有关规定计取；

23）检验监测费按建筑安装工程费用的 1%计取；

24）高可靠性供电费按《广东省发展和改革委员会<关于降低我省高可靠性供电费用及临时接电费用征收标准的通知>》（粤发改价格函[2017]5068 号）的有关规定计取；

25）白蚁防治费参考《广东省物价局、广东省建设厅关于白蚁防治收费管理有关问题的通知》（粤价[2002]370 号）的有关规定计取；

26）建设单位提供的有关资料；

27）基本预备费按第一、二部分费用之和的 8%计算；

28）根据计投资[1999]1340 号文的相关规定，本项目价差预备费为零。

### 15.1.3 资金筹措

企业自有资金约 20%，银行贷款约 80%。

### 15.1.4 工程投资

建设项目总投资为 17720.06 万元，其中：工程费用 14303.50 万元，工程建设其他费用 1758.90 万元，预备费 1284.99 万元，建设期利息 298.38 万元，铺底流动

资金 74.29 万元。详见附表 B1 建设项目投资估算表。

**表 15.1-1 投资估算一览表**

| 序号 | 工程或费用名称 | 金额（万元） | 占总投资比例 |
|---|---|---|---|
| 一 | 工程费用 | 14303.50 | 80.72% |
| 1 | 其中：建筑工程费 | 3957.12 | 22.33% |
| 2 | 设备购置费 | 8431.95 | 47.58% |
| 3 | 安装工程费 | 1914.43 | 10.80% |
| 二 | 工程建设其他费用 | 1758.90 | 9.93% |
| 三 | 预备费 | 1284.99 | 7.25% |
| 四 | 建设期利息 | 298.38 | 1.68% |
| 五 | 铺底流动资金 | 74.29 | 0.42% |
| 六 | 建设项目总投资 | 17720.06 | 100.00% |

## 15.2 经济评价

根据《建设项目经济评价方法与参数》的规定，经济评价分为财务评价和国民经济评价。本项目系城市污水处理工程，属公用事业和城市建设基础设施，它所产生的效益除一部分可以定量分析外，其他往往表现为许多难以用货币量化的社会效益，如改善城市投资环境、改善居民生活条件、提高文化水平、推进技术进步、促进社会劳动力提高、减少污染、改善环境等。鉴于此，本项目只着重对财务评价的各项指标进行计算分析。

财务评价是在国家现行财税制度和价格体系的条件下，从项目财务角度分析，计算项目的财务盈利能力、偿债能力和财务生存能力，据以判别项目财务可接受性。

### 15.2.1 编制依据

1）住房和城乡建设部《关于批准公布<市政公用设施建设项目经济评价方法与参数>的通知》（建标[2008]162 号）；

2）国家发展改革委、建设部《关于印发<建设项目经济评价方法与参数>的通知》（发改投资[2006]1325 号）及国家有关文件的精神；

3）中国勘察设计协会、市政设计协会技术开发部《给水排水建设项目经济评价细则》（送审稿，1993 年 10 月）；

4）中国国际工程咨询公司《投资项目经济咨询评估指南》。

### 15.2.2 计算原则

1）计算期按 26 年计算，其中：建设期 1 年，生产运营期 25 年；

2）物价水平的变动因素：财务评价均采用现行价格体系为基础的预测价格。为简化计算，本财务评价中，建设期内各年均采用时价，生产经营期内各年均以建设期末（生产经营期初）的物价总水平为基础，暂不考虑生产经营期内相对价格变化的价格；

3）行业财务基准内部收益率（所得税前）的参考值为 5%。

### 15.2.3 评价参数

1）生产规模：45000$m^3$/d（第一年达产率 70%，第二年达产率 85%，第三年及以后达产率 100%）

2）运营期：25 年

3）职工人数：5 人（新增）

4）职工年平均工资费：9 万元/年·人

5）固定资产基本折旧率：3.84%

6）无形及递延资产摊销率：10.00%

7）修理费率：2.00%

8）管理及其它费用：按生产因数成本的 5%

### 15.2.4 税收依据

1）污水处理费用增值税税率根据《国家税务总局关于二手车经销等税收征收管理事项的公告》（2020 年第 9 号）有关规定取 6%；

2）外购原材料、燃料及动力费增值税税率根据《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局海关总署联合公告 2019 年第 39 号）有关规定取 13%；

3）城市维护建设税根据《中华人民共和国城市维护建设税暂行条例》及其《实施细则》有关规定，城市维护建设税税率取 5%；

4）教育费附加按实际缴纳的增值税税额的 3%计取；

5）地方教育附加费按实际缴纳的增值税税额的 2%计取；

6）企业所得税税率根据《中华人民共和国企业所得税法》规定取 25%；

7）根据《财政部国家税务总局关于印发<资源综合利用产品和劳务增值税优惠目录>的通知》（财税[2015]78 号）有关规定，享受增值税即征即退 70%；

8）根据《中华人民共和国企业所得税法实施条例》（中华人民共和国国务院令

第 512 号）的相关规定，自取得第一笔生产经营收入所属纳税年度起，第一年至第三年免征企业所得税，第四年至第六年减半征收企业所得税。

### 15.2.5 成本计算

成本费用是反映产品生产中资源消耗的一个主要基础数据，是形成产品价格的重要组成部分，是影响经济效益的重要因素。本项目年处理总成本费用包括：外购原材料费、外购燃料及动力费、MBR 膜更换费、污泥外运处置费、职工薪酬、修理费、管理及其它费用、固定资产折旧费、无形及递延资产摊销费、利息支出。

**表 15.2-1 平均成本分析计算表**

| 序号 | 费用名称 | 单位 | 费用 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 外购原材料费 | 万元 | 51.51 | |
| 2 | 外购燃料及动力费 | 万元 | 524.40 | |
| 3 | MBR 膜更换费 | 万元 | 75.24 | 每 10 年更换一次 |
| 4 | 污泥外运处置费 | 万元 | 267.42 | 含水率 60%，460 元/吨 |
| 5 | 职工薪酬 | 万元 | 45.00 | |
| 6 | 修理费 | 万元 | 346.68 | 修理费率 2% |
| 7 | 管理及其它费用 | 万元 | 65.51 | 生产因数成本的 5% |
| 8 | 经营成本（1+2+3+4+5+6+7） | 万元 | 1375.76 | |
| 9 | 折旧额 | 万元 | 677.07 | 折旧率 3.84% |
| 10 | 摊销费 | 万元 | 0.54 | 摊销费率 10% |
| 11 | 利息支出 | 万元 | 217.66 | |
| | 其中：国内贷款利息 | 万元 | 211.17 | 贷款利率为 4.3% |
| | 国外贷款利息 | 万元 | 0.00 | |
| | 流动资金贷款利息 | 万元 | 6.48 | 贷款利率为 3.65% |
| 12 | 总成本费用（8+9+10+11） | 万元 | 2271.03 | |
| 13 | 年总处理水量 | $10^4m^3$ | 1613.01 | |
| 14 | 单位处理水经营成本 | 元/$m^3$ | 0.86 | |
| 15 | 单位处理水总成本 | 元/$m^3$ | 1.42 | |

经测算，本项目年平均经营成本为 1375.76 万元，年平均总成本为 2271.03 万元，年平均单位处理水经营成本为 0.86 元/$m^3$，年平均单位处理水经营成本为 1.42 元/$m^3$。

### 15.2.6 污水处理收费

目前，随着我国国民经济的高速发展，环境保护事业在社会中起着越来越重要的的地位，也得到各级政府和群众的高度重视。但是，由于我国环境保护事业起步

较晚，大部分已建成污水处理厂的投资及运行费用基本上由国家和地方政府部门承担。从多年的运转情况证明，这种方式不仅给政府部门带来很大的财政负担，也有碍污水治理机构的自身良性发展。作为政府主持的城市公用项目，随着投资体制的深化，实行污水处理机构向企业化发展，由其直接向污水收集及处理系统所服务的范围通盘收取排污费，使建设单位逐步摆脱行政性拨款，形成为独立核算的经济实体，达到以排水收费养排水项目的目标是改变当前情况的有效途径。

本项目确定污水处理收费的原则为：解决本项目的成本费用，达到同行业对于投资回收期及财务净现值的标准，且财务资本金内部收益率达到 6%。据此，建议污水处理收费（税前）为 1.796 元/$m^3$。

### 15.2.7 盈利能力分析

财务现金流量表系将全部投资或自筹资金作为计算基础，用于计算全部投资所得财务内部收益率，财务净现值及投资回收期等评价指标，考察项目全部投资及自有资金的盈利能力。

利润及利润分配表反映项目计算期内各年营业收入、总成本费用、利润总额，以及所得税后利润的分配等情况，用以计算总投资收益率、项目资本金净利润率等指标。

项目投资现金流量表、项目资本金现金流量表、利润及利润分配表见附表。

反映项目财务盈利能力的主要指标有项目投资财务内部收益率和净现值、项目资本金财务内部收益率、投资回收期、总投资收益率、项目资本金净利润率等指标。通过对项目投资现金流量表、项目投资现金流量表、项目资本金现金流量表、及利润及利润分配表的计算得出各项财务评价指标。

**1、 财务内部收益率（*FIRR*）**

财务内部收益率是反映项目在计算期内投资盈利能力的动态评估指标，它是项目计算期内各年净现金流量现值累计等于零时的折现率。在财务评价中，当内部收益率大于等于行业基准收益率时，即认为该项目盈利能力已满足最低要求，在财务上可以接受。

计算指标：

| 指标名称 | 税前内部收益率（%） | 税后内部收益率（%） |
|---|---|---|
| **项目投资财务内部收益率** | 6.04 | 5.35 |

项目资本金财务内部收益率：6.00%

**2、 项目投资回收期（$P_t$）**

投资回收期指项目的净收益抵偿全部投资（固定资产投资、投资方向调节税和流动资金）所需要的时间。投资回收期越短，表明项目投资回收越快，抗风险能力越强。在财务评价中，当投资回收期小于行业基准投资回收期时，表明该项目的投资在规定的时间内可收回。

依据公式：

$$P_t = \text{累计净现金流量开始出现正值年份数} - 1 + \frac{\text{上年累计净现金流量的绝对值}}{\text{当年净现金流量}}$$

计算指标：

| 指标名称 | 税前 | 税后 |
|---|---|---|
| **项目投资回收期** | 13.98 | 14.59 |

注：投资回收期含项目建设期。

**3、 财务净现值（*FNPV*）**

财务净现值指按行业的基准收益率将项目计算期内各年净现金流量折线到建设期的现值之和。在财务评价中，当财务净现值≥0 时，项目可以接受。

计算指标：

| 指标名称 | 税前（万元） | 税后（万元） |
|---|---|---|
| **项目投资财务净现值(ic=5%)** | 1879.91 | 606.26 |

本项目污水处理厂的财务内部收益率大于行业基准收益率 5%，净现值大于 0，投资回收期小于行业基准投资回收期 18 年，说明项目投资能够在规定的时间内得到回收。据此判定项目在财务上可行。

## 15.2.8 偿债能力分析

清偿能力分析主要是考察项目计算期内各年的财务状况及偿债能力。

资产负债表综合反映项目计算期内各年末资产、负债和所有者权益的增减变化及对应关系，以考虑项目资产、负债及所有者权益的结构是否合理，用以计算资产负债率、流动比率及速动比率，进行清偿能力分析。

还款来源拟为：折旧费、无形及递延资产摊销费和未分配利润等。

资产负债表、借款还本付息计划表见附表。利息备付率（ICR）、偿债备付率（DSCR）均大于 1。

## 15.2.9 生存能力分析

财务生存能力分析是通过编制财务计划现金流量表，考察项目计算期内的投资、融资和经营活动所产生的各项现金流入和现金流出，计算净现金流量和累计盈余资金，分析项目是否有足够的净现金流量维持正常运营，实现财务可持续性。

财务计划现金流量表见附表。各年累计盈余资金均未出现负值。

## 15.3 不确定性分析

### 15.3.1 敏感性分析

敏感性分析是研究建设项目的主要因素发生变化时，项目经济效益评价指标的预测值发生变化的程度。通过敏感性分析，可以找出项目的敏感因素，并确定这些因素变化后，对评价指标的影响程度。使决策能了解项目建设中可能遇到的风险，从而提高投资决策的准确性，也可预示对项目经济效益的影响最重要的因素，为提高投资决策的可靠性提供方向。

在本项目的实施过程中，可能发生变化的主要因素有建设投资、污水处理收费单价及经营成本，各因素变化程度按±5％、±10％、±20％考虑。

**表15.3-1 敏感性分析表**

| 变化率<br>变化因素 | 财务内部收益率（%） | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | -20% | -10% | -5% | 0% | +5% | +10% | +20% |
| 建设投资 | 8.29 | 7.00 | 6.44 | 6.04 | 5.43 | 4.98 | 4.16 |
| 污水处理收费 | 1.08 | 3.67 | 4.82 | 6.04 | 6.95 | 7.95 | 9.83 |
| 经营成本 | 7.86 | 6.91 | 6.42 | 6.04 | 5.40 | 4.88 | 3.78 |

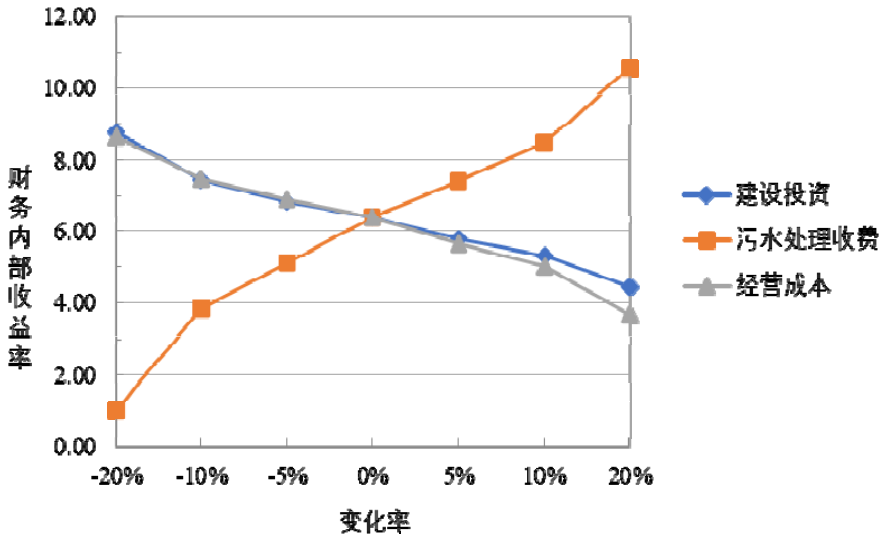



**图15.3-1 敏感性分析图**

### 15.3.2 盈亏平衡分析

盈亏平衡分析是根据建设项目正常生产年份的污水收费收入、固定成本、可变成本、营业税金及附加等，研究建设项目产量、成本、利润之间变化与平衡关系的方法。当项目的收益与成本相等时，即盈利与亏损的转折点，称为盈亏平衡点（BEP）。

本项目以生产能力利用率表示盈亏平衡点，采用线性盈亏平衡分析。其计算公式为：

$$BEP=\frac{\text{年平均固定总成本}}{\text{年平均污水收费收入}-\text{年平均可变总成本}-\text{年平均污水收入税金及附加}}\times 100\%$$

得到 $BEP$=71.42%

计算结果表明，该项目在达到设计能力的 71.42%时，即年处理污水量 1152.01 万吨时，企业就可以保本。根据本项目的基本情况，要达到此处理水量是有保障的，由此可见，该项目风险较小。

## 15.4 附表

B1 建设项目投资估算表

B2 建设期利息估算表

B3 流动资金估算表

B4 项目总投资使用计划与资金筹措表

B5 营业收入、税金及附加和增值税估算表

B6 总成本费用估算表（生产要素法）

B7 项目投资现金流量表

B8 项目资本金现金流量表

B9 利润及利润分配表

B10 财务计划现金流量表

B11 资产负债表

B12 借款还本付息计划表

# B1 建设项目投资估算表

| 序号 | 工程或费用名称 | 规格 | 数量 | 估算金额（万元） | | | | | 技术经济指标 | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 建筑工程费 | 设备购置费 | 安装工程费 | 其他费用 | 合计 | 单位 | 数量 | 单位价值（元） | |
| 一 | 第一部分　工程费用 | | | **3957.12** | **8431.95** | **1914.43** | | **14303.50** | | | | |
| (一) | 茶山镇污水处理厂改扩建 | | | **3682.62** | **8364.53** | **1912.98** | | **13960.13** | | | | |
| 1 | 粗格栅及进水泵房（改造） | 土建利用现状 | 1 座 | | 181.45 | 17.24 | | 198.69 | | | | 新增 4.5 万 $m^3/d$ 设备 |
| 2 | 细格栅及旋流沉砂池 | 细格栅渠：L×B×H=8.7m×7.7m×2.15m 旋流沉砂池：L×B×H=17.35m×7.7m×6.6m | 1 座 | 128.22 | 209.92 | 52.48 | | 390.62 | $m^3$ | 1025.76 | 1250.00 | 土建、设备 9.5 万 $m^3/d$ |
| 3 | 精细格栅 | L×B×H=12.0m×9.4m×6.4m | 1 座 | 104.68 | 151.21 | 17.98 | | 273.87 | $m^3$ | 721.92 | 1450.00 | 土建、设备 9.5 万 $m^3/d$ |
| 4 | 五段式 Bardenpho 生物池（改造） | | | 609.09 | 808.95 | 275.04 | | 1693.08 | | | | 土建、设备 9.5 万 $m^3/d$ |
| 4.1 | 改造土建 | 现状池体改造（池体加高、隔墙改造） | 2 座 | 136.02 | | | | 136.02 | $m^3$ | 1133.54 | 1200.00 | |
| 4.2 | 新增土建 | 新建前端池：L×B×H=60.6m×13.6m×7.0m | 1 座 | 473.07 | | | | 473.07 | $m^3$ | 5769.12 | 820.00 | |
| 4.3 | 新增设备 | 更换、新增曝气系统及配套设备 | | | 808.95 | 275.04 | | 1083.99 | | | | |
| 5 | MBR 膜池 | | | 941.68 | 2821.65 | 212.38 | | 3975.71 | | | | 土建、设备平均 5 万 $m^3/d$ |
| 5.1 | 上部土建 | L×B=42.15m×27.1m，H=10.45m | 1 座 | 296.99 | | | | 296.99 | $m^2$ | 1142.27 | 2600.00 | |
| 5.2 | 下部土建 | L×B×H=42.15m×27.1m×6.8m | 1 座 | 644.69 | | | | 644.69 | $m^3$ | 7767.40 | 830.00 | |
| 5.3 | 新增设备 | | | | 2821.65 | 212.38 | | 3034.03 | | | | |
| 6 | MBR 膜池配套设备间 | F=350$m^2$，H=10.0m | 1 座 | 122.50 | 1519.35 | 114.36 | | 1756.21 | $m^2$ | 350.00 | 3500.00 | 土建、设备平均 5 万 $m^3/d$ |
| 7 | 提标 A-MBR 膜池（改造） | | | 58.00 | 559.78 | 44.78 | | 662.56 | | | | |
| 7.1 | 改造土建 | 增加进水管开孔、新增内隔墙 | 1 座 | 58.00 | | | | 58.00 | | | | |

| 序号 | 工程或费用名称 | 规格 | 数量 | 估算金额（万元） | | | | | 技术经济指标 | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 建筑工程费 | 设备购置费 | 安装工程费 | 其他费用 | 合计 | 单位 | 数量 | 单位价值（元） | |
| 7.2 | 新增设备 | 新增曝气系统、混合液回流泵、膜组器等 | | | 559.78 | 44.78 | | 604.56 | | | | 新增预留空位设备 |
| 8 | 紫外消毒渠（改造） | 土建利用现状，更换紫外线消毒灯管 | 1 座 | | 26.40 | 27.46 | | 53.86 | | | | 设备利旧 5.0 万 $m^3/d$ 设备 |
| 9 | 流量计井 | L×B×H=4.0m×3.0m×4.0m | 1 座 | 16.80 | 11.00 | 1.65 | | 29.45 | $m^3$ | 48.00 | 3500.00 | 土建、设备平均 5 万 $m^3/d$ |
| 10 | 污泥浓缩脱水车间（改造） | | | 8.73 | 207.21 | 25.61 | | 241.55 | | | | 改造土建、设备利旧 4.5 万 $m^3/d$ |
| 10.1 | 改造土建 | 现状土建改造（隔墙拆除新建） | | 8.73 | | | | 8.73 | | | | |
| 10.2 | 新增设备 | | | | 207.21 | 25.61 | | 232.82 | | | | |
| 11 | 鼓风机房及变配电间（改造） | 土建利用现状 | 1 座 | | 336.84 | 26.95 | | 363.79 | | | | 新增 4.5 万 $m^3/d$ 设备 |
| 12 | 加药间（改造） | 设备放置于脱水车间 | | | 104.30 | 22.90 | | 127.20 | | | | 新增 9.5 万 $m^3/d$ 设备 |
| 13 | 生物除臭滤池 | | 3 座 | 45.00 | 310.20 | 253.80 | | 609.00 | | | | 土建、设备 9.5 万 $m^3/d$ |
| 13.1 | 设备基础 | | | 45.00 | | | | 45.00 | | | | |
| 13.2 | 新增设备 | | | | 310.20 | 253.80 | | 564.00 | | | | 含收集系统及密封系统等 |
| 14 | 厂区管线 | | | 831.86 | | 311.56 | | 1143.42 | | | | 含现状管线破除修复 |
| 15 | 尾水排放管 | 钢管 | | 195.00 | | | | 195.00 | m | 300.00 | 6500.00 | |
| 16 | 地基处理 | | | 322.76 | | | | 322.76 | | | | |
| 17 | 基坑工程 | | | 122.50 | | | | 122.50 | | | | |
| 18 | 道路工程 | | | 78.30 | | | | 78.30 | $m^2$ | 1350.00 | 580.00 | |
| 19 | 绿化工程 | | | 22.50 | | | | 22.50 | $m^2$ | 1500.00 | 150.00 | |
| 20 | 电气工程 | | | | 411.00 | 464.43 | | 875.43 | | | | |

| 序号 | 工程或费用名称 | 规格 | 数量 | 估算金额（万元） | | | | | 技术经济指标 | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 建筑工程费 | 设备购置费 | 安装工程费 | 其他费用 | 合计 | 单位 | 数量 | 单位价值（元） | |
| 21 | 自动化控制工程 | | | | 180.30 | 12.62 | | 192.92 | | | | |
| 22 | 仪表安装工程 | | | | 240.90 | 16.86 | | 257.76 | | | | |
| 23 | 视频安防工程 | | | | 21.25 | 14.88 | | 36.13 | | | | |
| 24 | 化验、机修、运输设备 | | | | 30.00 | | | 30.00 | | | | 部分利用现有设备 |
| 25 | 信息化建设 | | | | 150.00 | | | 150.00 | | | | |
| 26 | 零星改造工程 | 拆除现状加药间、拆除现状细格栅及旋流沉砂池、破除修复现状围墙等 | | 75.00 | | | | 75.00 | | | | |
| 27 | 工器具及生产家具购置费 | | | | 82.82 | | | 82.82 | | | | |
| **(二)** | **施工减产应急调度** | | | **274.50** | **67.42** | **1.45** | | **343.37** | | | | |
| 1 | 潜污泵 | Q=850m3/h，H=35m，P=125kW | | | 58.80 | 1.20 | | 60.00 | 套 | 1.00 | 600000.00 | |
| 2 | 手电两用软密封蝶阀 | DN450，P=1.0MPa | | | 1.27 | 0.03 | | 1.30 | 个 | 1.00 | 13000.00 | |
| 3 | 双法兰松套传力接头 | DN450，P=1.0MPa | | | 0.78 | 0.02 | | 0.80 | 个 | 2.00 | 4000.00 | |
| 4 | 低阻缓闭止回阀 | DN450，P=1.0MPa | | | 0.93 | 0.02 | | 0.95 | 个 | 1.00 | 9500.00 | |
| 5 | 电磁流量计及电磁流量计井 | DN450 | | 3.28 | 5.64 | 0.18 | | 9.10 | 个 | 1.00 | 91000.00 | 含控制柜 |
| 6 | PE 管（明敷） | | | 213.22 | | | | 213.22 | | | | |
| 6.1 | PE100 管 | De450，P=1.0MPa | | 203.75 | | | | 203.75 | m | 2500.00 | 815.00 | |
| 6.2 | 素砼支墩 C20 | | | 9.47 | | | | 9.47 | $m^3$ | 115.50 | 820.00 | 含支墩土石方 |
| 7 | 钢管（过箱涵段） | | | 29.32 | | | | 29.32 | | | | |

| 序号 | 工程或费用名称 | 规格 | 数量 | 估算金额（万元） | | | | | 技术经济指标 | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 建筑工程费 | 设备购置费 | 安装工程费 | 其他费用 | 合计 | 单位 | 数量 | 单位价值（元） | |
| 7.1 | 钢管 | D480×8 | | 7.84 | | | | 7.84 | m | 70.00 | 1120.00 | |
| 7.2 | C25 砼包封 | | | 4.81 | | | | 4.81 | $m^3$ | 44.10 | 1090.00 | 含模板 |
| 7.3 | 纤维袋围堰 | | | 13.67 | | | | 13.67 | $m^3$ | 441.00 | 310.00 | |
| 7.4 | 临时导排 | | | 3.00 | | | | 3.00 | 项 | 1.00 | 30000.00 | |
| 8 | 钢管（埋管） | | | 8.23 | | | | 8.23 | | | | |
| 8.1 | 钢管 | D480×8 | | 4.80 | | | | 4.80 | m | 40.00 | 1200.00 | 含管道土石方 |
| 8.2 | C25 砼包封 | | | 3.43 | | | | 3.43 | $m^3$ | 31.50 | 1090.00 | 含模板 |
| 9 | PE 单盘法兰短管 | De450，P=1.0Mpa | | 0.29 | | | | 0.29 | 个 | 6.00 | 480.00 | |
| 10 | 法兰 | DN450，P=1.0Mpa | | 1.20 | | | | 1.20 | 个 | 6.00 | 2000.00 | |
| 11 | 道路破除及修复 | | | 6.96 | | | | 6.96 | $m^2$ | 120.00 | 580.00 | 含人行绿道 |
| 12 | 临时工程整体拆除及修复 | | | 12.00 | | | | 12.00 | 项 | 1.00 | 120000.00 | |
| **二** | **第二部分 工程建设其它费用** | | | | | | **1758.90** | **1758.90** | | | | |
| 1 | 代建管理费 | | | | | | 215.05 | 215.05 | | | | 东财规[2022]2 号 |
| 2 | 建设工程监理费 | | | | | | 236.24 | 236.24 | | | | 发改价格[2007]670 号，下浮 20% |
| 3 | 建设项目前期工作咨询费 | | | | | | | 26.90 | | | | 计价格[1999]1283 号，下浮 20% |
| 3.1 | 编制可行性研究报告 | | | | | | 20.76 | 20.76 | | | | |
| 3.2 | 评估可行性研究报告 | | | | | | 6.14 | 6.14 | | | | |
| 4 | 勘察设计费 | | | | | | | 567.84 | | | | |

| 序号 | 工程或费用名称 | 规格 | 数量 | 估算金额（万元） | | | | | 技术经济指标 | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 建筑工程费 | 设备购置费 | 安装工程费 | 其他费用 | 合计 | 单位 | 数量 | 单位价值（元） | |
| 4.1 | 工程勘察费 | | | | | | 143.04 | 143.04 | | | | 工程费用×1% |
| 4.2 | 工程设计费 | | | | | | 424.80 | 424.80 | | | | 计价格[2002]10 号，下浮 20% |
| 5 | 环境影响咨询服务费 | | | | | | | 2.39 | | | | 计价格[2002]125 号，下浮 20% |
| 5.1 | 编制环境影响报告表 | | | | | | 2.39 | 2.39 | | | | |
| 6 | 场地准备及临时设施费 | | | | | | 71.52 | 71.52 | | | | 工程费用×0.5% |
| 7 | 工程保险费 | | | | | | 42.91 | 42.91 | | | | 工程费用×0.3% |
| 8 | 联合试运转费 | | | | | | 84.32 | 84.32 | | | | 设备购置费×1% |
| 9 | 设计咨询费 | | | | | | 56.70 | 56.70 | | | | 总投资×0.4%，下浮 20% |
| 10 | 施工图审查费 | | | | | | 36.91 | 36.91 | | | | 勘察设计费×6.5% |
| 11 | 工程造价咨询服务费 | | | | | | | 112.51 | | | | 粤价函[2011]742 号，下浮 20% |
| 11.1 | 全过程造价控制 | | | | | | 112.51 | 112.51 | | | | |
| 12 | 招标代理服务费 | | | | | | | 54.68 | | | | 计价格[2002]1980 号，下浮 20% |
| 12.1 | 施工招标 | | | | | | 17.83 | 17.83 | | | | |
| 12.2 | 设备招标 | | | | | | 30.78 | 30.78 | | | | |
| 12.3 | 勘察设计招标 | | | | | | 4.00 | 4.00 | | | | |
| 12.4 | 工程监理招标 | | | | | | 2.07 | 2.07 | | | | |
| 13 | 生产准备费（人员培训及提前进厂） | | | | | | 13.50 | 13.50 | | | | 5 人×60%×6 个月×7500 元/人·月 |
| 14 | 办公和生活家具购置费 | | | | | | 1.00 | 1.00 | | | | 5 人×2000 元/人 |
| 15 | 水土保持咨询服务费 | | | | | | | 22.16 | | | | 东水务函[2012]77 号，下浮 20% |

| 序号 | 工程或费用名称 | 规格 | 数量 | 估算金额（万元） | | | | | 技术经济指标 | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 建筑工程费 | 设备购置费 | 安装工程费 | 其他费用 | 合计 | 单位 | 数量 | 单位价值（元） | |
| 15.1 | 水土保持方案编制费 | | | | | | 6.33 | 6.33 | | | | |
| 15.2 | 水土保持施工期监测费 | | | | | | 9.50 | 9.50 | | | | |
| 15.3 | 水土保持设施竣工验收技术评估报告编制费 | | | | | | 6.33 | 6.33 | | | | |
| 16 | 检验监测费 | | | | | | 58.72 | 58.72 | | | | 建筑安装工程费用×1% |
| 17 | 高可靠性供电费用 | | | | | | 42.00 | 42.00 | | | | 粤发改价格函[2017]5068 号 |
| 18 | 白蚁防治费 | | | | | | 0.45 | 0.45 | | | | 粤价[2002]370 号 |
| 19 | 基坑监测费 | | | | | | 20.00 | 20.00 | | | | 暂估 |
| 20 | 安全预评价、职业病危害评价 | | | | | | 10.59 | 10.59 | | | | 暂估 |
| 21 | 节能评估报告书编制费 | | | | | | 10.38 | 10.38 | | | | 暂估 |
| 22 | 全厂电气增容报装 | | | | | | 20.00 | 20.00 | | | | 暂估 |
| 23 | 建筑信息模型（BIM）技术应用费 | | | | | | 26.42 | 26.42 | | | | 暂估 |
| 24 | 减产停产补偿费用 | | | | | | 25.71 | 25.71 | | | | 暂估 |
| **三** | **预备费** | | | | | | | **1284.99** | | | | |
| 1 | 基本预备费 | | | | | | | 1284.99 | | | | （一+二）×8% |
| 2 | 价差预备费 | | | | | | | | | | | |
| **四** | **建设期利息** | | | | | | | **298.38** | | | | 建设期 1 年 |
| **五** | **铺底流动资金** | | | | | | | **74.29** | | | | |
| **六** | **建设项目总投资** | | | | | | | **17720.06** | | | | 一+二+三+四+五 |

# B2 建设期利息估算表

单位：万元

| 序号 | 项目 \ 年份 | 建设期（1 年） | 合计 |
|---|---|---|---|
| 1 | 借款 | | |
| 1.1 | 建设期利息 | 298.38 | 298.38 |
| 1.1.1 | 期初借款余额 | | |
| 1.1.2 | 当期借款 | 13877.91 | 13877.91 |
| 1.1.3 | 当期应计利息 | 298.38 | 298.38 |
| 1.1.4 | 期末借款余额 | 13877.91 | |
| 1.2 | 其它融资费用 | | |
| 1.3 | 小计(1.1+1.2) | 298.38 | 298.38 |
| 2 | 债券 | | |
| 2.1 | 建设期利息 | | |
| 2.1.2 | 期初债务余额 | | |
| 2.1.3 | 当期债务金额 | | |
| 2.1.4 | 当期应计利息 | | |
| 2.1.5 | 期末债务余额 | | |
| 2.2 | 其它融资费用 | | |
| 2.3 | 小计(2.1+2.2) | | |
| 3 | 合计(1.3+2.3) | | |
| 3.1 | 建设期利息合计(1.1+2.1) | 298.38 | 298.38 |
| 3.2 | 其它融资费用合计(1.2+2.2) | | |

# B3 流动资金估算表

单位：万元

| 序号 | 年份<br>项目 | 最低周转天数 | 最低周转次数 | 建设期 | 计算期 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 流动资产 | | | | 274.81 | 285.55 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 |
| 1.1 | 应收帐款（6~12 次） | 30 | 12 | | 90.34 | 99.77 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 |
| 1.2 | 存货（4~6 次） | | | | 6.12 | 7.43 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 |
| 1.2.1 | 原材料 | 60 | 6 | | 6.12 | 7.43 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 |
| 1.2.2 | 燃料 | 60 | 6 | | | | | | | | | |
| 1.2.3 | 在产品（不计费用） | | | | | | | | | | | |
| 1.2.4 | 产成品（不计费用） | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | 现金 | 60 | 6 | | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 |
| 1.4 | 预付帐款（不考虑） | | | | | | | | | | | |
| 2 | 流动负债 | | | | 37.51 | 43.09 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 |
| 2.1 | 应付帐款（6~12 次） | 30 | 12 | | 37.51 | 43.09 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 |
| 2.2 | 预收帐款（不考虑） | | | | | | | | | | | |
| 3 | 流动资金(1-2) | | | | 237.30 | 242.46 | 247.62 | 247.62 | 247.62 | 247.62 | 247.62 | 247.62 |
| 4 | 流动资金当期增加额 | | | | 237.30 | 5.16 | 5.16 | | | | | |

（续上表）

| 序号 | 年份 / 项目 | 最低周转天数 | 最低周转次数 | 计算期 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | 流动资产 | | | 378.58 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 |
| 1.1 | 应收帐款（6~12 次） | 30 | 12 | 191.49 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 |
| 1.2 | 存货（4~6 次） | | | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 |
| 1.2.1 | 原材料 | 60 | 6 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 |
| 1.2.2 | 燃料 | 60 | 6 | | | | | | | | | |
| 1.2.3 | 在产品（不计费用） | | | | | | | | | | | |
| 1.2.4 | 产成品（不计费用） | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | 现金 | 60 | 6 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 |
| 1.4 | 预付帐款（不考虑） | | | | | | | | | | | |
| 2 | 流动负债 | | | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 |
| 2.1 | 应付帐款（6~12 次） | 30 | 12 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 |
| 2.2 | 预收帐款（不考虑） | | | | | | | | | | | |
| 3 | 流动资金(1-2) | | | 329.92 | 247.62 | 247.62 | 247.62 | 247.62 | 247.62 | 247.62 | 247.62 | 247.62 |
| 4 | 流动资金当期增加额 | | | 82.30 | -82.30 | | | | | | | |

（续上表）

| 序号 | 年份<br>项目 | 最低周转天数 | 最低周转次数 | 计算期 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 1 | 流动资产 | | | 296.28 | 378.58 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 |
| 1.1 | 应收帐款（6~12 次） | 30 | 12 | 109.19 | 191.49 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 |
| 1.2 | 存货（4~6 次） | | | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 |
| 1.2.1 | 原材料 | 60 | 6 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 |
| 1.2.2 | 燃料 | 60 | 6 | | | | | | | | |
| 1.2.3 | 在产品（不计费用） | | | | | | | | | | |
| 1.2.4 | 产成品（不计费用） | | | | | | | | | | |
| 1.3 | 现金 | 60 | 6 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 |
| 1.4 | 预付帐款（不考虑） | | | | | | | | | | |
| 2 | 流动负债 | | | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 |
| 2.1 | 应付帐款（6~12 次） | 30 | 12 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 |
| 2.2 | 预收帐款（不考虑） | | | | | | | | | | |
| 3 | 流动资金(1-2) | | | 247.62 | 329.92 | 247.62 | 247.62 | 247.62 | 247.62 | 247.62 | 247.62 |
| 4 | 流动资金当期增加额 | | | | 82.30 | -82.30 | | | | | |

# B4 项目总投资使用计划与资金筹措表

单位：万元

| 序号 | 项目 \ 年份 | 建设期 | 计算期 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **1** | **总投资** | **17645.77** | **237.30** | **5.16** | **5.16** | | | | | | **82.30** | **-82.30** | |
| **1.1** | 建设投资 | 17347.39 | | | | | | | | | | | |
| **1.2** | 建设期利息 | 298.38 | | | | | | | | | | | |
| **1.3** | 流动资金 | | 237.30 | 5.16 | 5.16 | | | | | | 82.30 | -82.30 | |
| **2** | **资金筹措** | **17645.77** | **237.30** | **5.16** | **5.16** | | | | | | **82.30** | **-24.69** | |
| **2.1** | 项目资本金 | 3767.86 | 71.19 | 1.55 | 1.55 | | | | | | 24.69 | -24.69 | |
| **2.1.1** | 用于建设投资 | 3469.48 | | | | | | | | | | | |
| **2.1.2** | 用于流动资金 | | 71.19 | 1.55 | 1.55 | | | | | | 24.69 | -24.69 | |
| **2.1.3** | 用于建设期利息 | 298.38 | | | | | | | | | | | |
| **2.2** | 债务资金 | 13877.91 | 166.11 | 3.61 | 3.61 | | | | | | 57.61 | | |
| **2.2.1** | 用于建设投资 | 13877.91 | | | | | | | | | | | |
| **2.2.2** | 用于流动资金 | | 166.11 | 3.61 | 3.61 | | | | | | 57.61 | -57.61 | |
| **2.2.3** | 用于建设期利息 | | | | | | | | | | | | |
| **2.3** | 其它资金 | | | | | | | | | | 57.61 | | |

（续上表）

单位：万元

| 序号 | 项目 \ 年份 | 计算期 | | | | | | | | | | 合计 | 比例 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 13 | 14~18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | | |
| **1** | **总投资** | | | | **82.30** | **-82.30** | | | | | | **17893.39** | **100.00%** |
| **1.1** | 建设投资 | | | | | | | | | | | **17347.39** | **96.95%** |
| **1.2** | 建设期利息 | | | | | | | | | | | **298.38** | **1.67%** |
| **1.3** | 流动资金 | | | | 82.30 | -82.30 | | | | | | **247.62** | **1.38%** |
| **2** | **资金筹措** | | | | **24.69** | **-24.69** | | | | | | **17975.69** | **100.46%** |
| **2.1** | 项目资本金 | | | | 24.69 | -24.69 | | | | | | **3866.84** | **21.61%** |
| **2.1.1** | 用于建设投资 | | | | | | | | | | | **3469.48** | **19.39%** |
| **2.1.2** | 用于流动资金 | | | | 24.69 | -24.69 | | | | | | **98.98** | **0.55%** |
| **2.1.3** | 用于建设期利息 | | | | | | | | | | | **298.38** | **1.67%** |
| **2.2** | 债务资金 | | | | | | | | | | | **14108.85** | **78.85%** |
| **2.2.1** | 用于建设投资 | | | | | | | | | | | **13877.91** | **77.56%** |
| **2.2.2** | 用于流动资金 | | | | 57.61 | -57.61 | | | | | | **230.94** | **1.29%** |
| **2.2.3** | 用于建设期利息 | | | | | | | | | | | | |
| **2.3** | 其它资金 | | | | | | | | | | | **57.61** | |

# B5 营业收入、税金及附加和增值税估算表

单位：万元

| 序号 | 项目 \ 规模(万 t/d) | 建设期 | 计算期 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 3.15 | 3.83 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| | 年份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 营业收入 | | 2064.95 | 2510.72 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1 | 产品 A 营业收入 | | 2064.95 | 2510.72 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1.1 | 单价 | | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 |
| 1.1.2 | 数量 | | 1149.75 | 1397.95 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 |
| 1.1.3 | 销项税额 | | 123.90 | 150.64 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 |
| 1.2 | 产品 B 营业收入 | | | | | | | | | |
| 1.2.1 | 单价 | | | | | | | | | |
| 1.2.2 | 数量 | | | | | | | | | |
| 1.2.3 | 销项税额 | | | | | | | | | |
| 1.3 | 即征即退 70%增值税 | | | | | | | | | |
| 2 | 税金及附加 | | 8.74 | 10.64 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 |
| 2.1 | 消费税 | | | | | | | | | |
| 2.2 | 城市维护建设税 | | 4.37 | 5.32 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 |
| 2.3 | 地方教育附加 | | 1.75 | 2.13 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 |
| 2.4 | 教育费附加 | | 2.62 | 3.19 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 |
| 3 | 增值税 | | 87.43 | 106.35 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 |
| 3.1 | 销项税额 | | 123.90 | 150.64 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 |
| 3.2 | 进项税额 | | 36.47 | 44.29 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 |
| 3.3 | 抵扣固定资产进项税额 | | | | | | | | | |

（续上表）

| 序号 | 项目 \ 规模(万 t/d) | 计算期 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| | 年份 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1 | 产品 A 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1.1 | 单价 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 |
| 1.1.2 | 数量 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 |
| 1.1.3 | 销项税额 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 |
| 1.2 | 产品 B 营业收入 | | | | | | | | | |
| 1.2.1 | 单价 | | | | | | | | | |
| 1.2.2 | 数量 | | | | | | | | | |
| 1.2.3 | 销项税额 | | | | | | | | | |
| 1.3 | 即征即退 70%增值税 | | | | | | | | | |
| 2 | 税金及附加 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 |
| 2.1 | 消费税 | | | | | | | | | |
| 2.2 | 城市维护建设税 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 |
| 2.3 | 地方教育附加 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 |
| 2.4 | 教育费附加 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 |
| 3 | 增值税 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 |
| 3.1 | 销项税额 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 |
| 3.2 | 进项税额 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 |
| 3.3 | 抵扣固定资产进项税额 | | | | | | | | | |

（续上表）

| 序号 | 项目 \ 规模(万 t/d) | 计算期 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 合计 |
| | 年份 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | |
| **1** | 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | **72424.06** |
| **1.1** | 产品 A 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | **72424.06** |
| **1.1.1** | 单价 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | 1.796 | |
| **1.1.2** | 数量 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | **40325.20** |
| **1.1.3** | 销项税额 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | **4345.54** |
| **1.2** | 产品 B 营业收入 | | | | | | | | | |
| **1.2.1** | 单价 | | | | | | | | | |
| **1.2.2** | 数量 | | | | | | | | | |
| **1.2.3** | 销项税额 | | | | | | | | | |
| **1.3** | 即征即退 70%增值税 | | | | | | | | | |
| **2** | 税金及附加 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | **306.88** |
| **2.1** | 消费税 | | | | | | | | | |
| **2.2** | 城市维护建设税 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | **153.44** |
| **2.3** | 地方教育附加 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | **61.38** |
| **2.4** | 教育费附加 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | 3.75 | **92.06** |
| **3** | 增值税 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | **3066.71** |
| **3.1** | 销项税额 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | 177.00 | **4345.54** |
| **3.2** | 进项税额 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | 52.09 | **1278.83** |
| **3.3** | 抵扣固定资产进项税额 | | | | | | | | | |

# B6 总成本费用估算表（生产要素法）

单位：万元

| 序号 | 项目 \ 规模(万 t/d) | 建设期 | 计算期 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 3.15 | 3.83 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| | 年份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 外购原材料费 | | 36.72 | 44.59 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 |
| 2 | 外购燃料及动力费 | | 413.43 | 472.46 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 |
| 3 | MBR 膜更换费 | | | | | | | | | |
| 4 | 污泥外运处置费 | | 190.62 | 231.47 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 |
| 5 | 职工薪酬 | | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 |
| 6 | 修理费 | | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 |
| 7 | 管理及其它费用 | | 51.62 | 57.01 | 62.40 | 62.40 | 62.40 | 62.40 | 62.40 | 62.40 |
| 8 | 经营成本（1+2+3+4+5+6+7） | | 1084.07 | 1197.21 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 |
| 9 | 折旧额 | | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 |
| 10 | 摊销费 | | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| 11 | 利息支出 | | 602.81 | 589.11 | 562.83 | 522.44 | 481.17 | 440.40 | 398.25 | 356.72 |
| | 其中:国内贷款利息 | | 596.75 | 582.92 | 556.50 | 516.11 | 474.84 | 434.07 | 391.92 | 350.39 |
| | 国外贷款利息 | | | | | | | | | |
| | 流动资金贷款利息 | | 6.06 | 6.19 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 |
| 12 | 总成本费用（8+9+10+11） | | 2365.30 | 2464.74 | 2551.58 | 2511.19 | 2469.92 | 2429.15 | 2387.00 | 2345.47 |
| | 其中:可变成本 | | 640.77 | 748.52 | 856.25 | 856.25 | 856.25 | 856.25 | 856.25 | 856.25 |
| | 固定成本 | | 1724.53 | 1716.22 | 1695.33 | 1654.94 | 1613.67 | 1572.90 | 1530.75 | 1489.22 |
| 13 | 年总处理水量($10^4m^3$) | | 1149.75 | 1397.95 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 |
| 14 | 单位处理水总成本(元/$m^3$) | | 2.06 | 1.76 | 1.55 | 1.53 | 1.42 | 1.48 | 1.45 | 1.43 |
| 15 | 单位处理水经营成本(元/$m^3$) | | 0.94 | 0.86 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |

（续上表）

| 序号 | 项目 \ 规模(万 t/d) | 计算期 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| | 年份 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | 外购原材料费 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 |
| 2 | 外购燃料及动力费 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 |
| 3 | MBR 膜更换费 | 940.55 | | | | | | | | |
| 4 | 污泥外运处置费 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 |
| 5 | 职工薪酬 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 |
| 6 | 修理费 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 |
| 7 | 管理及其它费用 | 109.42 | 62.40 | 62.40 | 62.40 | 62.40 | 62.40 | 62.40 | 62.40 | 62.40 |
| 8 | 经营成本（1+2+3+4+5+6+7） | 2297.90 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 |
| 9 | 折旧额 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 |
| 10 | 摊销费 | 1.35 | 1.35 | | | | | | | |
| 11 | 利息支出 | 316.10 | 298.75 | 254.34 | 208.66 | 161.65 | 113.28 | 63.51 | 12.29 | 6.33 |
| | 其中:国内贷款利息 | 307.67 | 292.42 | 248.01 | 202.33 | 155.32 | 106.95 | 57.18 | 5.96 | |
| | 国外贷款利息 | | | | | | | | | |
| | 流动资金贷款利息 | 8.43 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 |
| 12 | 总成本费用（8+9+10+11） | 3292.42 | 2287.50 | 2241.74 | 2196.06 | 2149.05 | 2100.68 | 2050.91 | 1999.69 | 1993.73 |
| | 其中:可变成本 | 1796.80 | 856.25 | 856.25 | 856.25 | 856.25 | 856.25 | 856.25 | 856.25 | 856.25 |
| | 固定成本 | 1495.62 | 1431.25 | 1385.49 | 1339.81 | 1292.80 | 1244.43 | 1194.66 | 1143.44 | 1137.48 |
| 13 | 年总处理水量($10^4m^3$) | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 |
| 14 | 单位处理水总成本(元/$m^3$) | 2.00 | 1.39 | 1.36 | 1.34 | 1.31 | 1.28 | 1.25 | 1.22 | 1.21 |
| 15 | 单位处理水经营成本(元/$m^3$) | 1.40 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |

（续上表）

| 序号 | 规模(万 t/d) / 项目 | 计算期 | | | | | | | | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | |
| | 年份 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | |
| 1 | 外购原材料费 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | 52.45 | **1287.66** |
| 2 | 外购燃料及动力费 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | 531.48 | **13109.93** |
| 3 | MBR 膜更换费 | | 940.55 | | | | | | | **1881.10** |
| 4 | 污泥外运处置费 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | 272.32 | **6685.45** |
| 5 | 职工薪酬 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | **1125.00** |
| 6 | 修理费 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | 346.68 | **8667.00** |
| 7 | 管理及其它费用 | 62.40 | 109.42 | 62.40 | 62.40 | 62.40 | 62.40 | 62.40 | 62.40 | **1637.87** |
| 8 | 经营成本（1+2+3+4+5+6+7） | 1310.33 | 2297.90 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | **34394.01** |
| 9 | 折旧额 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | 677.07 | **16926.75** |
| 10 | 摊销费 | | | | | | | | | **13.50** |
| 11 | 利息支出 | 6.33 | 8.43 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | **5441.38** |
| | 其中:国内贷款利息 | | | | | | | | | **5279.34** |
| | 国外贷款利息 | | | | | | | | | |
| | 流动资金贷款利息 | 6.33 | 8.43 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | **162.04** |
| 12 | 总成本费用（8+9+10+11） | 1993.73 | 2983.40 | 1993.73 | 1993.73 | 1993.73 | 1993.73 | 1993.73 | 1993.73 | **56775.64** |
| | 其中:可变成本 | 856.25 | 1796.80 | 856.25 | 856.25 | 856.25 | 856.25 | 856.25 | 856.25 | **22964.14** |
| | 固定成本 | 1137.48 | 1186.60 | 1137.48 | 1137.48 | 1137.48 | 1137.48 | 1137.48 | 1137.48 | **33811.50** |
| 13 | 年总处理水量($10^4m^3$) | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | 1642.50 | **40325.20** |
| 14 | 单位处理水总成本(元/$m^3$) | 1.21 | 1.82 | 1.21 | 1.21 | 1.21 | 1.21 | 1.21 | 1.21 | **35.41** |
| 15 | 单位处理水经营成本(元/$m^3$) | 0.80 | 1.40 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | **21.40** |

# B7 项目投资现金流量表

单位：万元

| 序号 | 项目 \ 年份 | 建设期 | 计算期 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | 规模(万 t/d) | | 3.15 | 3.83 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| 1 | 现金流入 | | 2064.95 | 2510.72 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1 | 营业收入 | | 2064.95 | 2510.72 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.2 | 补贴收入 | | | | | | | | | |
| 1.3 | 回收固定资产余值 | | | | | | | | | |
| 1.4 | 回收流动资金 | | | | | | | | | |
| 2 | 现金流出 | 17347.39 | 1417.54 | 1319.36 | 1452.90 | 1447.74 | 1447.74 | 1447.74 | 1447.74 | 1447.74 |
| 2.1 | 建设投资 | 17347.39 | | | | | | | | |
| 2.2 | 流动资金 | | 237.30 | 5.16 | 5.16 | | | | | |
| 2.3 | 经营成本 | | 1084.07 | 1197.21 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 |
| 2.4 | 税金及附加 | | 8.74 | 10.64 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 |
| 2.5 | 增值税 | | 87.43 | 106.35 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 |
| 2.6 | 维持营运投资 | | | | | | | | | |
| 3 | 所得税前净现金流量（1-2） | -17347.39 | 647.41 | 1191.36 | 1497.03 | 1502.19 | 1502.19 | 1502.19 | 1502.19 | 1502.19 |
| 4 | 累计所得税前净现金流量 | -17347.39 | -16699.98 | -15508.62 | -14011.59 | -12509.40 | -11007.21 | -9505.02 | -8002.83 | -6500.64 |
| 5 | 调整所得税 | | | | | 11.84 | 42.83 | 47.92 | 106.38 | 116.76 |
| 6 | 所得税后净现金流量（3-5） | -17347.39 | 647.41 | 1191.36 | 1497.03 | 1490.35 | 1459.36 | 1454.27 | 1395.81 | 1385.43 |
| 7 | 累计所得税后净现金流量 | -17347.39 | -16699.98 | -15508.62 | -14011.59 | -12521.24 | -11061.88 | -9607.61 | -8211.80 | -6826.37 |

| 计算指标 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 项目投资财务内部收益率（所得税前） | 6.04% | 项目投资财务净现值(所得税后)(ic=5.00%) | 606.26 万元 |
| | 项目投资财务内部收益率（所得税后） | 5.35% | 项目投资回收期（所得税前） | 13.98 年 |
| | 项目投资财务净现值（所得税前）(ic=5.00%) | 1879.91 万元 | 项目投资回收期（所得税后） | 14.59 年 |

（续上表）

单位：万元

| 序号 | 年份 / 项目 | 计算期 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| | 规模(万 t/d) | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| 1 | 现金流入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1 | 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.2 | 补贴收入 | | | | | | | | | |
| 1.3 | 回收固定资产余值 | | | | | | | | | |
| 1.4 | 回收流动资金 | | | | | | | | | |
| 2 | 现金流出 | 2517.61 | 1365.44 | 1447.74 | 1447.74 | 1447.74 | 1447.74 | 1447.74 | 1447.74 | 1447.74 |
| 2.1 | 建设投资 | | | | | | | | | |
| 2.2 | 流动资金 | 82.30 | -82.30 | | | | | | | |
| 2.3 | 经营成本 | 2297.90 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 |
| 2.4 | 税金及附加 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 |
| 2.5 | 增值税 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 |
| 2.6 | 维持营运投资 | | | | | | | | | |
| 3 | 所得税前净现金流量（1-2） | 432.32 | 1584.49 | 1502.19 | 1502.19 | 1502.19 | 1502.19 | 1502.19 | 1502.19 | 1502.19 |
| 4 | 累计所得税前净现金流量 | -6068.32 | -4483.83 | -2981.64 | -1479.45 | 22.74 | 1524.93 | 3027.12 | 4529.31 | 6031.50 |
| 5 | 调整所得税 | -119.98 | 131.26 | 142.70 | 154.12 | 165.87 | 177.96 | 190.40 | 203.21 | 204.70 |
| 6 | 所得税后净现金流量（3-5） | 552.30 | 1453.23 | 1359.49 | 1348.07 | 1336.32 | 1324.23 | 1311.79 | 1298.98 | 1297.49 |
| 7 | 累计所得税后净现金流量 | -6274.07 | -4820.84 | -3461.35 | -2113.28 | -776.96 | 547.27 | 1859.06 | 3158.04 | 4455.53 |

| 计算指标 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 项目投资财务内部收益率（所得税前） | 6.04% | 项目投资财务净现值(所得税后)(ic=5.00%) | 606.26 万元 |
| | 项目投资财务内部收益率（所得税后） | 5.35% | 项目投资回收期（所得税前） | 13.98 年 |
| | 项目投资财务净现值（所得税前）(ic=5.00%) | 1879.91 万元 | 项目投资回收期（所得税后） | 14.59 年 |

（续上表）

| 序号 | 项目 \ 年份 | 计算期 | | | | | | | | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | |
| | 规模(万 t/d) | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | |
| **1** | 现金流入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 3903.07 | **73377.20** |
| **1.1** | 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | **72424.06** |
| **1.2** | 补贴收入 | | | | | | | | | |
| **1.3** | 回收固定资产余值 | | | | | | | | 705.52 | **705.52** |
| **1.4** | 回收流动资金 | | | | | | | | 247.62 | **247.62** |
| **2** | 现金流出 | 1447.74 | 2517.61 | 1365.44 | 1447.74 | 1447.74 | 1447.74 | 1447.74 | 1447.74 | **55362.61** |
| **2.1** | 建设投资 | | | | | | | | | **17347.39** |
| **2.2** | 流动资金 | | 82.30 | -82.30 | | | | | | **247.62** |
| **2.3** | 经营成本 | 1310.33 | 2297.90 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | **34394.01** |
| **2.4** | 税金及附加 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | **306.88** |
| **2.5** | 增值税 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | **3066.71** |
| **2.6** | 维持营运投资 | | | | | | | | | |
| **3** | 所得税前净现金流量（1-2） | 1502.19 | 432.32 | 1584.49 | 1502.19 | 1502.19 | 1502.19 | 1502.19 | 2455.33 | **18014.59** |
| **4** | 累计所得税前净现金流量 | 7533.69 | 7966.01 | 9550.50 | 11052.69 | 12554.88 | 14057.07 | 15559.26 | 18014.59 | |
| **5** | 调整所得税 | 204.70 | -42.72 | 204.70 | 204.70 | 204.70 | 204.70 | 204.70 | 204.70 | **2966.15** |
| **6** | 所得税后净现金流量（3-5） | 1297.49 | 475.04 | 1379.79 | 1297.49 | 1297.49 | 1297.49 | 1297.49 | 2250.63 | **15048.44** |
| **7** | 累计所得税后净现金流量 | 5753.02 | 6228.06 | 7607.85 | 8905.34 | 10202.83 | 11500.32 | 12797.81 | 15048.44 | |

| 计算指标 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 项目投资财务内部收益率（所得税前） | 6.04% | 项目投资财务净现值（所得税后）(ic=5.00%) | 606.26 万元 |
| | 项目投资财务内部收益率（所得税后） | 5.35% | 项目投资回收期（所得税前） | 13.98 年 |
| | 项目投资财务净现值（所得税前）(ic=5.00%) | 1879.91 万元 | 项目投资回收期（所得税后） | 14.59 年 |

# B8 项目资本金现金流量表

单位：万元

| 序号 | 项目 \ 年份 | 建设期 | 计算期 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | 规模(万 t/d) | | 3.15 | 3.83 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| 1 | 现金流入 | | 2064.95 | 2510.72 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1 | 营业收入 | | 2064.95 | 2510.72 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.2 | 补贴收入 | | | | | | | | | |
| 1.3 | 回收固定资产余值 | | | | | | | | | |
| 1.4 | 回收流动资金 | | | | | | | | | |
| 2 | 现金流出 | 4066.24 | 2169.73 | 2513.18 | 2945.15 | 2935.31 | 2913.62 | 2910.05 | 2911.69 | 2908.57 |
| 2.1 | 项目资本金 | 3767.86 | 71.19 | 1.55 | 1.55 | | | | | |
| 2.2 | 借款本金偿还 | | 321.55 | 614.51 | 939.36 | 959.62 | 948.21 | 980.32 | 965.65 | 993.68 |
| 2.3 | 借款利息支付 | 298.38 | 596.75 | 582.92 | 556.50 | 516.11 | 474.84 | 434.07 | 391.92 | 350.39 |
| 2.4 | 经营成本 | | 1084.07 | 1197.21 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 |
| 2.5 | 税金及附加 | | 8.74 | 10.64 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 |
| 2.6 | 增值税 | | 87.43 | 106.35 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 |
| 2.7 | 所得税 | | | | | 11.84 | 42.83 | 47.92 | 106.38 | 116.76 |
| 2.8 | 维持营运投资 | | | | | | | | | |
| 3 | 净现金流量 | -4066.24 | -104.78 | -2.46 | 4.78 | 14.62 | 36.31 | 39.88 | 38.24 | 41.36 |
| 计算指标 | | 资本金财务内部收益率： 6.00% | | | | | | | | |

（续上表）

| 序号 | 项目 \ 年份 | 计算期 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| | 规模(万 t/d) | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| 1 | 现金流入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1 | 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.2 | 补贴收入 | | | | | | | | | |
| 1.3 | 回收固定资产余值 | | | | | | | | | |
| 1.4 | 回收流动资金 | | | | | | | | | |
| 2 | 现金流出 | 2977.49 | 2904.22 | 2900.79 | 2897.37 | 2893.84 | 2890.21 | 2886.48 | 1795.48 | 1652.44 |
| 2.1 | 项目资本金 | | | | | | | | | |
| 2.2 | 借款本金偿还 | 354.49 | 1032.80 | 1062.34 | 1093.18 | 1124.91 | 1157.56 | 1191.16 | 138.57 | |
| 2.3 | 借款利息支付 | 307.67 | 292.42 | 248.01 | 202.33 | 155.32 | 106.95 | 57.18 | 5.96 | |
| 2.4 | 经营成本 | 2297.90 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 |
| 2.5 | 税金及附加 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 |
| 2.6 | 增值税 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 |
| 2.7 | 所得税 | -119.98 | 131.26 | 142.70 | 154.12 | 165.87 | 177.96 | 190.40 | 203.21 | 204.70 |
| 2.8 | 维持营运投资 | | | | | | | | | |
| 3 | 净现金流量 | -27.56 | 45.71 | 49.14 | 52.56 | 56.09 | 59.72 | 63.45 | 1154.45 | 1297.49 |
| 计算指标 | | 资本金财务内部收益率： 6.00% | | | | | | | | |

（续上表）

| 序号 | 项目 \ 年份 | 计算期 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 合计 |
| | 规模(万 t/d) | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | |
| **1** | 现金流入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 3903.07 | **73377.20** |
| **1.1** | 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | **72424.06** |
| **1.2** | 补贴收入 | | | | | | | | | |
| **1.3** | 回收固定资产余值 | | | | | | | | 705.52 | **705.52** |
| **1.4** | 回收流动资金 | | | | | | | | 247.62 | **247.62** |
| **2** | 现金流出 | 1652.44 | 2392.59 | 1652.44 | 1652.44 | 1652.44 | 1652.44 | 1652.44 | 1652.44 | **64031.53** |
| **2.1** | 项目资本金 | | | | | | | | | **3842.15** |
| **2.2** | 借款本金偿还 | | | | | | | | | **13877.91** |
| **2.3** | 借款利息支付 | | | | | | | | | **5577.72** |
| **2.4** | 经营成本 | 1310.33 | 2297.90 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | **34394.01** |
| **2.5** | 税金及附加 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | **306.88** |
| **2.6** | 增值税 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | **3066.71** |
| **2.7** | 所得税 | 204.70 | -42.72 | 204.70 | 204.70 | 204.70 | 204.70 | 204.70 | 204.70 | **2966.15** |
| **2.8** | 维持营运投资 | | | | | | | | | |
| **3** | 净现金流量 | 1297.49 | 557.34 | 1297.49 | 1297.49 | 1297.49 | 1297.49 | 1297.49 | 2250.63 | **9345.67** |
| 计算指标 | | 资本金财务内部收益率： 6.00% | | | | | | | | |

# B9 利润及利润分配表

单位：万元

| 序号 | 项目 \ 年份 | 建设期 | 计算期 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 营业收入 | | 2064.95 | 2510.72 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 2 | 税金及附加 | | 8.74 | 10.64 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 |
| 3 | 增值税 | | 87.43 | 106.35 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 |
| 4 | 总成本费用 | | 2365.30 | 2464.74 | 2551.58 | 2511.19 | 2469.92 | 2429.15 | 2387.00 | 2345.47 |
| 5 | 补贴收入 | | | | | | | | | |
| 6 | 利润总额(1-2-3+4) | | -396.52 | -71.01 | 260.94 | 301.33 | 342.60 | 383.37 | 425.52 | 467.05 |
| 7 | 弥补以前年度亏损 | | | | 260.94 | 206.59 | | | | |
| 8 | 应纳税所得额（5-6） | | -396.52 | -71.01 | | 94.74 | 342.60 | 383.37 | 425.52 | 467.05 |
| 9 | 所得税 | | | | | 11.84 | 42.83 | 47.92 | 106.38 | 116.76 |
| 10 | 净利润(5-8) | | -396.52 | -71.01 | 260.94 | 289.49 | 299.77 | 335.45 | 319.14 | 350.29 |
| 11 | 期初未分配利润 | | | | | | | | | |
| 12 | 可供分配的利润（9+10） | | -396.52 | -71.01 | 260.94 | 289.49 | 299.77 | 335.45 | 319.14 | 350.29 |
| 13 | 提取法定盈余公积金 | | -39.65 | -7.10 | | 8.29 | 29.98 | 33.55 | 31.91 | 35.03 |
| 14 | 可供投资者分配的利润（11-12） | | -356.87 | -63.91 | 260.94 | 281.20 | 269.79 | 301.90 | 287.23 | 315.26 |
| 15 | 应付优先股股利 | | | | | | | | | |
| 16 | 提取任意盈余公积金 | | | | | | | | | |
| 17 | 应付普通股股利（13-14-15） | | -356.87 | -63.91 | 260.94 | 281.20 | 269.79 | 301.90 | 287.23 | 315.26 |
| 18 | 各投资方利润分配 | | | | | | | | | |
| 19 | 未分配利润（13-14--15-17） | | -356.87 | -63.91 | 260.94 | 281.20 | 269.79 | 301.90 | 287.23 | 315.26 |
| 20 | 息税前利润（利润总额+利息支出） | 298.38 | 239.88 | 519.01 | 817.44 | 797.31 | 744.63 | 735.97 | 679.15 | 665.65 |
| 21 | 息税折旧摊消前利润（息税前利润+折旧+摊消） | 298.38 | 918.30 | 1197.43 | 1495.86 | 1475.73 | 1423.05 | 1414.39 | 1357.57 | 1344.07 |
| 22 | 总投资收益率（ROI）(%) | | 1.35 | 2.93 | 4.61 | 4.50 | 4.20 | 4.15 | 3.83 | 3.76 |
| 23 | 项目资本金净利润率（ROE）(%) | | -10.25 | -1.84 | 6.75 | 7.49 | 7.75 | 8.68 | 8.25 | 9.06 |
| 24 | 盈亏平衡点 BEP(%) | | 121.84 | 97.98 | 81.46 | 79.52 | 77.54 | 75.58 | 73.55 | 71.56 |

（续上表）

| 序号 | 项目 \ 年份 | 计算期 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 2 | 税金及附加 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 |
| 3 | 增值税 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 |
| 4 | 总成本费用 | 3292.42 | 2287.50 | 2241.74 | 2196.06 | 2149.05 | 2100.68 | 2050.91 | 1999.69 | 1993.73 |
| 5 | 补贴收入 | | | | | | | | | |
| 6 | 利润总额(1-2-3+4) | -479.90 | 525.02 | 570.78 | 616.46 | 663.47 | 711.84 | 761.61 | 812.83 | 818.79 |
| 7 | 弥补以前年度亏损 | | | | | | | | | |
| 8 | 应纳税所得额（5-6） | -479.90 | 525.02 | 570.78 | 616.46 | 663.47 | 711.84 | 761.61 | 812.83 | 818.79 |
| 9 | 所得税 | -119.98 | 131.26 | 142.70 | 154.12 | 165.87 | 177.96 | 190.40 | 203.21 | 204.70 |
| 10 | 净利润(5-8) | -359.92 | 393.76 | 428.08 | 462.34 | 497.60 | 533.88 | 571.21 | 609.62 | 614.09 |
| 11 | 期初未分配利润 | | | | | | | | | |
| 12 | 可供分配的利润（9+10） | -359.92 | 393.76 | 428.08 | 462.34 | 497.60 | 533.88 | 571.21 | 609.62 | 614.09 |
| 13 | 提取法定盈余公积金 | -35.99 | 39.38 | 42.81 | 46.23 | 49.76 | 53.39 | 57.12 | 60.96 | 61.41 |
| 14 | 可供投资者分配的利润（11-12） | -323.93 | 354.38 | 385.27 | 416.11 | 447.84 | 480.49 | 514.09 | 548.66 | 552.68 |
| 15 | 应付优先股股利 | | | | | | | | | |
| 16 | 提取任意盈余公积金 | | | | | | | | | |
| 17 | 应付普通股股利（13-14-15） | -323.93 | 354.38 | 385.27 | 416.11 | 447.84 | 480.49 | 514.09 | 548.66 | 552.68 |
| 18 | 各投资方利润分配 | | | | | | | | | |
| 19 | 未分配利润（13-14--15-17） | -323.93 | 354.38 | 385.27 | 416.11 | 447.84 | 480.49 | 514.09 | 548.66 | 552.68 |
| 20 | 息税前利润（利润总额+利息支出） | -16.26 | 646.80 | 633.28 | 618.44 | 603.16 | 587.44 | 571.27 | 554.62 | 552.68 |
| 21 | 息税折旧摊消前利润（息税前利润+折旧+摊消） | 662.16 | 1325.22 | 1310.35 | 1295.51 | 1280.23 | 1264.51 | 1248.34 | 1231.69 | 1229.75 |
| 22 | 总投资收益率（ROI）(%) | -0.09 | 3.65 | 3.57 | 3.49 | 3.40 | 3.32 | 3.22 | 3.13 | 3.12 |
| 23 | 项目资本金净利润率（ROE）(%) | -9.31 | 10.18 | 11.07 | 11.96 | 12.87 | 13.81 | 14.77 | 15.77 | 15.88 |
| 24 | 盈亏平衡点 BEP(%) | 131.12 | 68.77 | 66.57 | 64.38 | 62.12 | 59.79 | 57.40 | 54.94 | 54.66 |

（续上表）

| 序号 | 年份<br>项目 | 计算期 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 合计 |
| 1 | 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | **72424.06** |
| 2 | 税金及附加 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | **306.88** |
| 3 | 增值税 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | **3066.71** |
| 4 | 总成本费用 | 1993.73 | 2983.40 | 1993.73 | 1993.73 | 1993.73 | 1993.73 | 1993.73 | 1993.73 | **56775.64** |
| 5 | 补贴收入 | | | | | | | | | |
| 6 | 利润总额(1-2-3+4) | 818.79 | -170.88 | 818.79 | 818.79 | 818.79 | 818.79 | 818.79 | 818.79 | **12274.83** |
| 7 | 弥补以前年度亏损 | | | | | | | | | **467.53** |
| 8 | 应纳税所得额（5-6） | 818.79 | -170.88 | 818.79 | 818.79 | 818.79 | 818.79 | 818.79 | 818.79 | **11807.30** |
| 9 | 所得税 | 204.70 | -42.72 | 204.70 | 204.70 | 204.70 | 204.70 | 204.70 | 204.70 | **2966.15** |
| 10 | 净利润(5-8) | 614.09 | -128.16 | 614.09 | 614.09 | 614.09 | 614.09 | 614.09 | 614.09 | **9308.68** |
| 11 | 期初未分配利润 | | | | | | | | | |
| 12 | 可供分配的利润（9+10） | 614.09 | -128.16 | 614.09 | 614.09 | 614.09 | 614.09 | 614.09 | 614.09 | **9308.68** |
| 13 | 提取法定盈余公积金 | 61.41 | -12.82 | 61.41 | 61.41 | 61.41 | 61.41 | 61.41 | 61.41 | **884.13** |
| 14 | 可供投资者分配的利润（11-12） | 552.68 | -115.34 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | **8424.55** |
| 15 | 应付优先股股利 | | | | | | | | | |
| 16 | 提取任意盈余公积金 | | | | | | | | | |
| 17 | 应付普通股股利（13-14-15） | 552.68 | -115.34 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | **8424.55** |
| 18 | 各投资方利润分配 | | | | | | | | | |
| 19 | 未分配利润（13-14--15-17） | 552.68 | -115.34 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | **8424.55** |
| 20 | 息税前利润（利润总额+利息支出） | 552.68 | -115.34 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | 552.68 | **14002.27** |
| 21 | 息税折旧摊消前利润（息税前利润+折旧+摊消） | 1229.75 | 561.73 | 1229.75 | 1229.75 | 1229.75 | 1229.75 | 1229.75 | 1229.75 | **30942.52** |
| 22 | 总投资收益率（ROI）(%) | 3.12 | -0.65 | 3.12 | 3.12 | 3.12 | 3.12 | 3.12 | 3.12 | |
| 23 | 项目资本金净利润率（ROE）(%) | 15.88 | -3.31 | 15.88 | 15.88 | 15.88 | 15.88 | 15.88 | 15.88 | |
| 24 | 盈亏平衡点 BEP(%) | 54.66 | 104.03 | 54.66 | 54.66 | 54.66 | 54.66 | 54.66 | 54.66 | |

# B10 财务计划现金流量表

单位：万元

| 序号 | 项目 \ 年份 | 建设期 | 计算期 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | 规模(万 t/d) | | 3.15 | 3.83 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| 1 | 经营活动净现金流量（1.1-1.2） | | 884.71 | 1196.52 | 1502.19 | 1490.35 | 1459.36 |
| 1.1 | 现金流入 | | 2064.95 | 2510.72 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1.1 | 营业收入 | | 2064.95 | 2510.72 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1.2 | 补贴收入 | | | | | | |
| 1.1.3 | 其它流入 | | | | | | |
| 1.2 | 现金流出 | | 1180.24 | 1314.20 | 1447.74 | 1459.58 | 1490.57 |
| 1.2.1 | 经营成本 | | 1084.07 | 1197.21 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 |
| 1.2.2 | 税金及附加 | | 8.74 | 10.64 | 12.50 | 12.50 | 12.50 |
| 1.2.3 | 增值税 | | 87.43 | 106.35 | 124.91 | 124.91 | 124.91 |
| 1.2.4 | 所得税 | | | | | 11.84 | 42.83 |
| 1.2.5 | 抵扣固定资产进项税额 | | | | | | |
| 1.2.6 | 其它流出 | | | | | | |
| 2 | 投资活动净现金流量（2.1-2.2） | -17347.39 | -237.30 | -5.16 | -5.16 | | |
| 2.1 | 现金流入 | | | | | | |
| 2.2 | 现金流出 | 17347.39 | 237.30 | 5.16 | 5.16 | | |
| 2.2.1 | 建设投资 | 17347.39 | | | | | |
| 2.2.2 | 维持营运投资 | | | | | | |
| 2.2.3 | 流动资金 | | 237.30 | 5.16 | 5.16 | | |
| 2.2.4 | 其它流出 | | | | | | |
| 3 | 筹资活动净现金流量（3.1-3.2） | 17347.39 | -647.41 | -1191.36 | -1497.03 | -1490.35 | -1459.36 |
| 3.1 | 现金流入 | 17645.77 | 237.30 | 5.16 | 5.16 | | |
| 3.1.1 | 项目资本金投入 | 3767.86 | 71.19 | 1.55 | 1.55 | | |
| 3.1.2 | 建设投资借款 | 13877.91 | | | | | |
| 3.1.3 | 流动资金借款 | | 166.11 | 3.61 | 3.61 | | |
| 3.1.4 | 债券 | | | | | | |
| 3.1.5 | 短期借款 | | | | | | |
| 3.1.6 | 其它流入 | | | | | | |
| 3.2 | 现金流出 | 298.38 | 884.71 | 1196.52 | 1502.19 | 1490.35 | 1459.36 |
| 3.2.1 | 各种利息支出 | 298.38 | 602.81 | 589.11 | 562.83 | 522.44 | 481.17 |
| 3.2.2 | 偿还债务本金 | | 321.55 | 614.51 | 939.36 | 959.62 | 948.21 |
| 3.2.3 | 应付利润 | | | | | | |
| 3.2.4 | 其它流出 | | -39.65 | -7.10 | | 8.29 | 29.98 |
| 4 | 净现金流量（1+2+3） | | | | | | |
| 5 | 累计盈余资金 | | | | | | |

（续上表）

| 序号 | 项目 \ 年份 | 计算期 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | 规模(万 t/d) | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| 1 | 经营活动净现金流量（1.1-1.2） | 1454.27 | 1395.81 | 1385.43 | 634.60 | 1370.93 | 1359.49 |
| 1.1 | 现金流入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1.1 | 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1.2 | 补贴收入 | | | | | | |
| 1.1.3 | 其它流入 | | | | | | |
| 1.2 | 现金流出 | 1495.66 | 1554.12 | 1564.50 | 2315.33 | 1579.00 | 1590.44 |
| 1.2.1 | 经营成本 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 2297.90 | 1310.33 | 1310.33 |
| 1.2.2 | 税金及附加 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 |
| 1.2.3 | 增值税 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 |
| 1.2.4 | 所得税 | 47.92 | 106.38 | 116.76 | -119.98 | 131.26 | 142.70 |
| 1.2.5 | 抵扣固定资产进项税额 | | | | | | |
| 1.2.6 | 其它流出 | | | | | | |
| 2 | 投资活动净现金流量（2.1-2.2） | | | | -82.30 | 82.30 | |
| 2.1 | 现金流入 | | | | | | |
| 2.2 | 现金流出 | | | | 82.30 | -82.30 | |
| 2.2.1 | 建设投资 | | | | | | |
| 2.2.2 | 维持营运投资 | | | | | | |
| 2.2.3 | 流动资金 | | | | 82.30 | -82.30 | |
| 2.2.4 | 其它流出 | | | | | | |
| 3 | 筹资活动净现金流量（3.1-3.2） | -1454.27 | -1395.81 | -1385.43 | -552.30 | -1453.23 | -1359.49 |
| 3.1 | 现金流入 | | | | 82.30 | -82.30 | |
| 3.1.1 | 项目资本金投入 | | | | 24.69 | -24.69 | |
| 3.1.2 | 建设投资借款 | | | | | | |
| 3.1.3 | 流动资金借款 | | | | 57.61 | -57.61 | |
| 3.1.4 | 债券 | | | | | | |
| 3.1.5 | 短期借款 | | | | | | |
| 3.1.6 | 其它流入 | | | | | | |
| 3.2 | 现金流出 | 1454.27 | 1395.81 | 1385.43 | 634.60 | 1370.93 | 1359.49 |
| 3.2.1 | 各种利息支出 | 440.40 | 398.25 | 356.72 | 316.10 | 298.75 | 254.34 |
| 3.2.2 | 偿还债务本金 | 980.32 | 965.65 | 993.68 | 354.49 | 1032.80 | 1062.34 |
| 3.2.3 | 应付利润 | | | | | | |
| 3.2.4 | 其它流出 | 33.55 | 31.91 | 35.03 | -35.99 | 39.38 | 42.81 |
| 4 | 净现金流量（1+2+3） | | | | | | |
| 5 | 累计盈余资金 | | | | | | |

（续上表）

| 序号 | 项目 \ 年份 | 计算期 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| | 规模(万 t/d) | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| 1 | 经营活动净现金流量（1.1-1.2） | 1348.07 | 1336.32 | 1324.23 | 1311.79 | 1298.98 | 1297.49 |
| 1.1 | 现金流入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1.1 | 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1.2 | 补贴收入 | | | | | | |
| 1.1.3 | 其它流入 | | | | | | |
| 1.2 | 现金流出 | 1601.86 | 1613.61 | 1625.70 | 1638.14 | 1650.95 | 1652.44 |
| 1.2.1 | 经营成本 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 |
| 1.2.2 | 税金及附加 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 |
| 1.2.3 | 增值税 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 |
| 1.2.4 | 所得税 | 154.12 | 165.87 | 177.96 | 190.40 | 203.21 | 204.70 |
| 1.2.5 | 抵扣固定资产进项税额 | | | | | | |
| 1.2.6 | 其它流出 | | | | | | |
| 2 | 投资活动净现金流量（2.1-2.2） | | | | | | |
| 2.1 | 现金流入 | | | | | | |
| 2.2 | 现金流出 | | | | | | |
| 2.2.1 | 建设投资 | | | | | | |
| 2.2.2 | 维持营运投资 | | | | | | |
| 2.2.3 | 流动资金 | | | | | | |
| 2.2.4 | 其它流出 | | | | | | |
| 3 | 筹资活动净现金流量（3.1-3.2） | -1348.07 | -1336.32 | -1324.23 | -1311.79 | -211.82 | -67.74 |
| 3.1 | 现金流入 | | | | | | |
| 3.1.1 | 项目资本金投入 | | | | | | |
| 3.1.2 | 建设投资借款 | | | | | | |
| 3.1.3 | 流动资金借款 | | | | | | |
| 3.1.4 | 债券 | | | | | | |
| 3.1.5 | 短期借款 | | | | | | |
| 3.1.6 | 其它流入 | | | | | | |
| 3.2 | 现金流出 | 1348.07 | 1336.32 | 1324.23 | 1311.79 | 211.82 | 67.74 |
| 3.2.1 | 各种利息支出 | 208.66 | 161.65 | 113.28 | 63.51 | 12.29 | 6.33 |
| 3.2.2 | 偿还债务本金 | 1093.18 | 1124.91 | 1157.56 | 1191.16 | 138.57 | |
| 3.2.3 | 应付利润 | | | | | | |
| 3.2.4 | 其它流出 | 46.23 | 49.76 | 53.39 | 57.12 | 60.96 | 61.41 |
| 4 | 净现金流量（1+2+3） | | | | | 1087.16 | 1229.75 |
| 5 | 累计盈余资金 | | | | | 1087.16 | 2316.91 |

（续上表）

| 序号 | 年份 / 项目 | 计算期 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| | 规模(万 t/d) | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| 1 | 经营活动净现金流量（1.1-1.2） | 1297.49 | 557.34 | 1297.49 | 1297.49 | 1297.49 |
| 1.1 | 现金流入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1.1 | 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 |
| 1.1.2 | 补贴收入 | | | | | |
| 1.1.3 | 其它流入 | | | | | |
| 1.2 | 现金流出 | 1652.44 | 2392.59 | 1652.44 | 1652.44 | 1652.44 |
| 1.2.1 | 经营成本 | 1310.33 | 2297.90 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 |
| 1.2.2 | 税金及附加 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | 12.50 |
| 1.2.3 | 增值税 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | 124.91 |
| 1.2.4 | 所得税 | 204.70 | -42.72 | 204.70 | 204.70 | 204.70 |
| 1.2.5 | 抵扣固定资产进项税额 | | | | | |
| 1.2.6 | 其它流出 | | | | | |
| 2 | 投资活动净现金流量（2.1-2.2） | | -82.30 | 82.30 | | |
| 2.1 | 现金流入 | | | | | |
| 2.2 | 现金流出 | | 82.30 | -82.30 | | |
| 2.2.1 | 建设投资 | | | | | |
| 2.2.2 | 维持营运投资 | | | | | |
| 2.2.3 | 流动资金 | | 82.30 | -82.30 | | |
| 2.2.4 | 其它流出 | | | | | |
| 3 | 筹资活动净现金流量（3.1-3.2） | -67.74 | 86.69 | -150.04 | -67.74 | -67.74 |
| 3.1 | 现金流入 | | 82.30 | -82.30 | | |
| 3.1.1 | 项目资本金投入 | | 24.69 | -24.69 | | |
| 3.1.2 | 建设投资借款 | | | | | |
| 3.1.3 | 流动资金借款 | | 57.61 | -57.61 | | |
| 3.1.4 | 债券 | | | | | |
| 3.1.5 | 短期借款 | | | | | |
| 3.1.6 | 其它流入 | | | | | |
| 3.2 | 现金流出 | 67.74 | -4.39 | 67.74 | 67.74 | 67.74 |
| 3.2.1 | 各种利息支出 | 6.33 | 8.43 | 6.33 | 6.33 | 6.33 |
| 3.2.2 | 偿还债务本金 | | | | | |
| 3.2.3 | 应付利润 | | | | | |
| 3.2.4 | 其它流出 | 61.41 | -12.82 | 61.41 | 61.41 | 61.41 |
| 4 | 净现金流量（1+2+3） | 1229.75 | 561.73 | 1229.75 | 1229.75 | 1229.75 |
| 5 | 累计盈余资金 | 3546.66 | 4108.39 | 5338.14 | 6567.89 | 7797.64 |

（续上表）

| 序号 | 项目 \ 年份 | 计算期 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 24 | 25 | 26 | 合计 |
| | 规模(万 t/d) | 4.50 | 4.50 | 4.50 | |
| 1 | 经营活动净现金流量（1.1-1.2） | 1297.49 | 1297.49 | 1297.49 | **31690.31** |
| 1.1 | 现金流入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | **72424.06** |
| 1.1.1 | 营业收入 | 2949.93 | 2949.93 | 2949.93 | **72424.06** |
| 1.1.2 | 补贴收入 | | | | |
| 1.1.3 | 其它流入 | | | | |
| 1.2 | 现金流出 | 1652.44 | 1652.44 | 1652.44 | **40733.75** |
| 1.2.1 | 经营成本 | 1310.33 | 1310.33 | 1310.33 | **34394.01** |
| 1.2.2 | 税金及附加 | 12.50 | 12.50 | 12.50 | **306.88** |
| 1.2.3 | 增值税 | 124.91 | 124.91 | 124.91 | **3066.71** |
| 1.2.4 | 所得税 | 204.70 | 204.70 | 204.70 | **2966.15** |
| 1.2.5 | 抵扣固定资产进项税额 | | | | |
| 1.2.6 | 其它流出 | | | | |
| 2 | 投资活动净现金流量（2.1-2.2） | | | | **-17595.01** |
| 2.1 | 现金流入 | | | | |
| 2.2 | 现金流出 | | | | **17595.01** |
| 2.2.1 | 建设投资 | | | | **17347.39** |
| 2.2.2 | 维持营运投资 | | | | |
| 2.2.3 | 流动资金 | | | | **247.62** |
| 2.2.4 | 其它流出 | | | | |
| 3 | 筹资活动净现金流量（3.1-3.2） | -67.74 | -67.74 | -67.74 | **-2608.41** |
| 3.1 | 现金流入 | | | | **17893.39** |
| 3.1.1 | 项目资本金投入 | | | | **3842.15** |
| 3.1.2 | 建设投资借款 | | | | **13877.91** |
| 3.1.3 | 流动资金借款 | | | | **173.33** |
| 3.1.4 | 债券 | | | | |
| 3.1.5 | 短期借款 | | | | |
| 3.1.6 | 其它流入 | | | | |
| 3.2 | 现金流出 | 67.74 | 67.74 | 67.74 | **20501.80** |
| 3.2.1 | 各种利息支出 | 6.33 | 6.33 | 6.33 | **5739.76** |
| 3.2.2 | 偿还债务本金 | | | | **13877.91** |
| 3.2.3 | 应付利润 | | | | |
| 3.2.4 | 其它流出 | 61.41 | 61.41 | 61.41 | **884.13** |
| 4 | 净现金流量（1+2+3） | 1229.75 | 1229.75 | 1229.75 | **11486.89** |
| 5 | 累计盈余资金 | 9027.39 | 10257.14 | 11486.89 | |

# B11 资产负债表

单位：万元

| 序号 | 项目 \ 年份 | 建设期 | 计算期 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 资产 | 17645.77 | 17242.16 | 16574.48 | 15906.79 | 15228.37 | 14549.95 | 13871.53 | 13193.11 | 12514.69 |
| 1.1 | 流动资产总额 | | 274.81 | 285.55 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 |
| 1.1.1 | 货币资金 | | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 |
| 1.1.2 | 应收帐款 | | 90.34 | 99.77 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 |
| 1.1.3 | 预付帐款 | | | | | | | | | |
| 1.1.4 | 存货 | | 6.12 | 7.43 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 |
| 1.1.5 | 其它 | | | | | | | | | |
| 1.2 | 在建工程 | 17645.77 | | | | | | | | |
| 1.3 | 固定资产净值 | | 16955.20 | 16278.13 | 15601.06 | 14923.99 | 14246.92 | 13569.85 | 12892.78 | 12215.71 |
| 1.4 | 无形及其它资产净值 | | 12.15 | 10.80 | 9.45 | 8.10 | 6.75 | 5.40 | 4.05 | 2.70 |
| 2 | 负债及所有者权益（2.4+2.5） | 17645.77 | 17242.16 | 16574.48 | 15906.79 | 15228.37 | 14549.95 | 13871.53 | 13193.11 | 12514.69 |
| 2.1 | 流动负债总额 | | 37.51 | 43.09 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 |
| 2.1.1 | 短期借款 | | | | | | | | | |
| 2.1.2 | 应付帐款 | | 37.51 | 43.09 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 |
| 2.1.3 | 预收帐款 | | | | | | | | | |
| 2.1.4 | 其它 | | | | | | | | | |
| 2.2 | 建设投资借款 | 13877.91 | 13556.36 | 12941.85 | 12002.49 | 11042.87 | 10094.66 | 9114.34 | 8148.69 | 7155.01 |
| 2.3 | 流动资金借款 | | 166.11 | 169.72 | 173.33 | 173.33 | 173.33 | 173.33 | 173.33 | 173.33 |
| 2.4 | 负债小计(2.1+2.2+2.3) | 13877.91 | 13759.98 | 13154.66 | 12224.48 | 11264.86 | 10316.65 | 9336.33 | 8370.68 | 7377.00 |
| 2.5 | 所有者权益 | 3767.86 | 3482.18 | 3419.82 | 3682.31 | 3963.51 | 4233.30 | 4535.20 | 4822.43 | 5137.69 |
| 2.5.1 | 资本金 | 3767.86 | 3839.05 | 3840.60 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 |
| 2.5.2 | 资本公积 | | | | | | | | | |
| 2.5.3 | 累计盈余公积金 | | | | | | | | | |
| 2.5.4 | 累计未分配利润 | | -356.87 | -420.78 | -159.84 | 121.36 | 391.15 | 693.05 | 980.28 | 1295.54 |
| | 计算指标：资产负债率 | | 79.80% | 79.37% | 76.85% | 73.97% | 70.91% | 67.31% | 63.45% | 58.95% |
| | 计算指标：流动比率 | | 475.47% | 413.90% | 366.52% | 366.52% | 366.52% | 366.52% | 366.52% | 366.52% |
| | 计算指标：速动比率 | | 716.32% | 645.44% | 590.92% | 590.92% | 590.92% | 590.92% | 590.92% | 590.92% |

（续上表）

| 序号 | 年份<br>项目 | 计算期 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | 资产 | 11918.57 | 11157.85 | 10480.78 | 9803.71 | 9126.64 | 8449.57 | 7772.50 | 8182.59 | 8735.27 |
| 1.1 | 流动资产总额 | 378.58 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 296.28 | 1383.44 | 2613.19 |
| 1.1.1 | 货币资金 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 178.35 | 1265.51 | 2495.26 |
| 1.1.2 | 应收帐款 | 191.49 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 |
| 1.1.3 | 预付帐款 | | | | | | | | | |
| 1.1.4 | 存货 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 |
| 1.1.5 | 其它 | | | | | | | | | |
| 1.2 | 在建工程 | | | | | | | | | |
| 1.3 | 固定资产净值 | 11538.64 | 10861.57 | 10184.50 | 9507.43 | 8830.36 | 8153.29 | 7476.22 | 6799.15 | 6122.08 |
| 1.4 | 无形及其它资产净值 | 1.35 | | | | | | | | |
| 2 | 负债及所有者权益（2.4+2.5） | 11918.57 | 11157.85 | 10480.78 | 9803.71 | 9126.64 | 8449.57 | 7772.50 | 8182.59 | 8735.27 |
| 2.1 | 流动负债总额 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 |
| 2.1.1 | 短期借款 | | | | | | | | | |
| 2.1.2 | 应付帐款 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 |
| 2.1.3 | 预收帐款 | | | | | | | | | |
| 2.1.4 | 其它 | | | | | | | | | |
| 2.2 | 建设投资借款 | 6800.52 | 5767.72 | 4705.38 | 3612.20 | 2487.29 | 1329.73 | 138.57 | | |
| 2.3 | 流动资金借款 | 230.94 | 173.33 | 173.33 | 173.33 | 173.33 | 173.33 | 173.33 | 173.33 | 173.33 |
| 2.4 | 负债小计(2.1+2.2+2.3) | 7080.12 | 5989.71 | 4927.37 | 3834.19 | 2709.28 | 1551.72 | 360.56 | 221.99 | 221.99 |
| 2.5 | 所有者权益 | 4838.45 | 5168.14 | 5553.41 | 5969.52 | 6417.36 | 6897.85 | 7411.94 | 7960.60 | 8513.28 |
| 2.5.1 | 资本金 | 3866.84 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 |
| 2.5.2 | 资本公积 | | | | | | | | | |
| 2.5.3 | 累计盈余公积金 | | | | | | | | | |
| 2.5.4 | 累计未分配利润 | 971.61 | 1325.99 | 1711.26 | 2127.37 | 2575.21 | 3055.70 | 3569.79 | 4118.45 | 4671.13 |
| | 计算指标：资产负债率 | 59.40% | 53.68% | 47.01% | 39.11% | 29.69% | 18.36% | 4.64% | 2.71% | 2.54% |
| | 计算指标：流动比率 | 366.52% | 366.52% | 366.52% | 366.52% | 366.52% | 366.52% | 366.52% | 2600.72% | 5127.95% |
| | 计算指标：速动比率 | 760.05% | 590.92% | 590.92% | 590.92% | 590.92% | 590.92% | 590.92% | 2825.11% | 5352.34% |

（续上表）

| 序号 | 年份 / 项目 | 计算期 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 1 | 资产 | 9287.95 | 9254.91 | 9725.29 | 10277.97 | 10830.65 | 11383.33 | 11936.01 | 12488.69 |
| 1.1 | 流动资产总额 | 3842.94 | 4486.97 | 5634.42 | 6864.17 | 8093.92 | 9323.67 | 10553.42 | 11783.17 |
| 1.1.1 | 货币资金 | 3725.01 | 4286.74 | 5516.49 | 6746.24 | 7975.99 | 9205.74 | 10435.49 | 11665.24 |
| 1.1.2 | 应收帐款 | 109.19 | 191.49 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 | 109.19 |
| 1.1.3 | 预付帐款 | | | | | | | | |
| 1.1.4 | 存货 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 | 8.74 |
| 1.1.5 | 其它 | | | | | | | | |
| 1.2 | 在建工程 | | | | | | | | |
| 1.3 | 固定资产净值 | 5445.01 | 4767.94 | 4090.87 | 3413.80 | 2736.73 | 2059.66 | 1382.59 | 705.52 |
| 1.4 | 无形及其它资产净值 | | | | | | | | |
| 2 | 负债及所有者权益（2.4+2.5） | 9287.95 | 9254.91 | 9725.29 | 10277.97 | 10830.65 | 11383.33 | 11936.01 | 12488.69 |
| 2.1 | 流动负债总额 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 |
| 2.1.1 | 短期借款 | | | | | | | | |
| 2.1.2 | 应付帐款 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 | 48.66 |
| 2.1.3 | 预收帐款 | | | | | | | | |
| 2.1.4 | 其它 | | | | | | | | |
| 2.2 | 建设投资借款 | | | | | | | | |
| 2.3 | 流动资金借款 | 173.33 | 230.94 | 173.33 | 173.33 | 173.33 | 173.33 | 173.33 | 173.33 |
| 2.4 | 负债小计(2.1+2.2+2.3) | 221.99 | 279.60 | 221.99 | 221.99 | 221.99 | 221.99 | 221.99 | 221.99 |
| 2.5 | 所有者权益 | 9065.96 | 8975.31 | 9503.30 | 10055.98 | 10608.66 | 11161.34 | 11714.02 | 12266.70 |
| 2.5.1 | 资本金 | 3842.15 | 3866.84 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 | 3842.15 |
| 2.5.2 | 资本公积 | | | | | | | | |
| 2.5.3 | 累计盈余公积金 | | | | | | | | |
| 2.5.4 | 累计未分配利润 | 5223.81 | 5108.47 | 5661.15 | 6213.83 | 6766.51 | 7319.19 | 7871.87 | 8424.55 |
| | 计算指标：资产负债率 | 2.39% | 3.02% | 2.28% | 2.16% | 2.05% | 1.95% | 1.86% | 1.78% |
| | 计算指标：流动比率 | 7655.18% | 8809.58% | 11336.81% | 13864.04% | 16391.27% | 18918.50% | 21445.73% | 23972.96% |
| | 计算指标：速动比率 | 7879.57% | 9203.10% | 11561.20% | 14088.43% | 16615.66% | 19142.89% | 21670.12% | 24197.35% |

# B12 借款还本付息计划表

单位：万元

| 序号 | 项目 \ 年份 | 建设期 | 计算期 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 国内借款 | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | 期初借款余额 | | 13877.91 | 13556.36 | 12941.85 | 12002.49 | 11042.87 | 10094.66 | 9114.34 | 8148.69 | 7155.01 | 6800.52 |
| 1.2 | 当期借款 | 13877.91 | | | | | | | | | | |
| 1.3 | 当期还本计息 | 298.38 | 918.30 | 1197.43 | 1495.86 | 1475.73 | 1423.05 | 1414.39 | 1357.57 | 1344.07 | 662.16 | 1325.22 |
| | 其中：还本 | | 321.55 | 614.51 | 939.36 | 959.62 | 948.21 | 980.32 | 965.65 | 993.68 | 354.49 | 1032.80 |
| | 利息 | 298.38 | 596.75 | 582.92 | 556.50 | 516.11 | 474.84 | 434.07 | 391.92 | 350.39 | 307.67 | 292.42 |
| 1.4 | 期末借款余额 | 13877.91 | 13556.36 | 12941.85 | 12002.49 | 11042.87 | 10094.66 | 9114.34 | 8148.69 | 7155.01 | 6800.52 | 5767.72 |
| 2 | 国外借款 | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | 期初借款余额 | | | | | | | | | | | |
| 2.2 | 当期借款 | | | | | | | | | | | |
| 2.3 | 当期还本付息 | | | | | | | | | | | |
| | 其中：还本 | | | | | | | | | | | |
| | 利息 | | | | | | | | | | | |
| 2.4 | 期末借款余额 | | | | | | | | | | | |
| 3 | 借款合计 | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | 期初借款余额 | | 13877.91 | 13556.36 | 12941.85 | 12002.49 | 11042.87 | 10094.66 | 9114.34 | 8148.69 | 7155.01 | 6800.52 |
| 3.2 | 当期借款 | 13877.91 | | | | | | | | | | |
| 3.3 | 当期还本付息 | 298.38 | 918.30 | 1197.43 | 1495.86 | 1475.73 | 1423.05 | 1414.39 | 1357.57 | 1344.07 | 662.16 | 1325.22 |
| | 其中：还本 | | 321.55 | 614.51 | 939.36 | 959.62 | 948.21 | 980.32 | 965.65 | 993.68 | 354.49 | 1032.80 |
| | 利息 | 298.38 | 596.75 | 582.92 | 556.50 | 516.11 | 474.84 | 434.07 | 391.92 | 350.39 | 307.67 | 292.42 |
| 3.4 | 期末余额 | 13877.91 | 13556.36 | 12941.85 | 12002.49 | 11042.87 | 10094.66 | 9114.34 | 8148.69 | 7155.01 | 6800.52 | 5767.72 |
| 计算指标 | 利息备付率(ICR) | 100.00% | 40.20% | 89.04% | 146.89% | 154.48% | 156.82% | 169.55% | 173.29% | 189.97% | -5.28% | 221.19% |
| | 偿债备付率(DSCR) | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |

（续上表）

| 序号 | 年份 / 项目 | 计算期 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 1 | 国内借款 | | | | | | | | | | |
| 1.1 | 期初借款余额 | 5767.72 | 4705.38 | 3612.20 | 2487.29 | 1329.73 | 138.57 | | | | |
| 1.2 | 当期借款 | | | | | | | | | | |
| 1.3 | 当期还本计息 | 1310.35 | 1295.51 | 1280.23 | 1264.51 | 1248.34 | 144.53 | | | | |
| | 其中：还本 | 1062.34 | 1093.18 | 1124.91 | 1157.56 | 1191.16 | 138.57 | | | | |
| | 利息 | 248.01 | 202.33 | 155.32 | 106.95 | 57.18 | 5.96 | | | | |
| 1.4 | 期末借款余额 | 4705.38 | 3612.20 | 2487.29 | 1329.73 | 138.57 | | | | | |
| 2 | 国外借款 | | | | | | | | | | |
| 2.1 | 期初借款余额 | | | | | | | | | | |
| 2.2 | 当期借款 | | | | | | | | | | |
| 2.3 | 当期还本付息 | | | | | | | | | | |
| | 其中：还本 | | | | | | | | | | |
| | 利息 | | | | | | | | | | |
| 2.4 | 期末借款余额 | | | | | | | | | | |
| 3 | 借款合计 | | | | | | | | | | |
| 3.1 | 期初借款余额 | 5767.72 | 4705.38 | 3612.20 | 2487.29 | 1329.73 | 138.57 | | | | |
| 3.2 | 当期借款 | | | | | | | | | | |
| 3.3 | 当期还本付息 | 1310.35 | 1295.51 | 1280.23 | 1264.51 | 1248.34 | 144.53 | | | | |
| | 其中：还本 | 1062.34 | 1093.18 | 1124.91 | 1157.56 | 1191.16 | 138.57 | | | | |
| | 利息 | 248.01 | 202.33 | 155.32 | 106.95 | 57.18 | 5.96 | | | | |
| 3.4 | 期末余额 | 4705.38 | 3612.20 | 2487.29 | 1329.73 | 138.57 | | | | | |
| 计算指标 | 利息备付率(ICR) | 255.34% | 305.66% | 388.33% | 549.27% | 999.07% | 9305.70% | | | | |
| | 偿债备付率(DSCR) | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 852.20% | | | | |

# 16 工程效益评价

## 16.1 环境效益

东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目建成后，每年可截留大量的污染物，对改善区域水环境质量具有积极的作用；对提高区域内人民的生活质量，改善人们的生活环境有明显的促进作用。特别是对改善河流水体的水体质量作用巨大，工程的环境效益十分明显。

## 16.2 经济效益

本项目并无显著的直接投资效益，但根据国家建设部关于《征收排水设施有偿使用费的暂行规定》中有关条例，参照有关城市的经验，结合本项目的实际情况，通过收取排污费，使本项目具有一定的经济效益。远期使用中水回用后，将产生显著效益。工程的间接经济效益，主要是通过减少污水污染对社会造成的经济损失而表现出来。

1）可减少各工业企业分散进行污水处理所增加的投资和运行管理费，减轻负担。

2）农、牧、渔业方面

水污染可能造成粮食作物、畜产品、水产品产量下降，造成经济损失。

3）人体健康方面

水污染会造成人类的发病率上升，医疗保健费用增加，劳动生产率下降。根据有关资料显示，我国排水系统及污水处理设施建设，每投入一元可以减少因水污染造成的健康损失、地价损失、农业损失、工业损失共计 3.72 元。

4）治理了周边水体的污染。

5）土地增值作用，水环境将得到改善，相关的土地价值随之而提高。

## 16.3 社会效益

城市污水处理工程是一项保护环境、建设文明卫生城市，为子孙后代造福的公用事业工程，其社会效益明显。

1）本项目实施后，可提高水质，为城市服务，为社会服务。可改善城市市容，提高卫生水平，保护人民身体健康，有效保护水环境。

2）该项目的建设，可改善服务区投资、旅游环境，使城市不会再因水污染而

制约其发展，并可吸引更多的外商投资，促进经济、贸易和旅游等全面发展。

3）本项目是把东莞建设成为一座风景优美、经济繁荣、社会稳定、生活方便的现代化城市的基础设施，其社会效益十分显著。

4）本项目有效地削减了有机物和 N、P，改善了水体水质，其社会效益巨大。

# 17 项目招标投标内容

## 17.1 建设模式

目前，在市政污水处理行业常采用的建设模式有 BOT、EPC、PPP 和平行发包等模式。

**一、 BOT**

即 build-operate-transfer 的缩写，意为建设-经营-转让。是私营企业参与基础设施建设，向社会提供公共服务的一种方式。我国一般称之为“特许权”，是指政府部门就某个基础设施项目与私人企业（项目公司）签订特许权协议，授予签约方的私人企业来承担该项目的投资、融资、建设和维护，在协议规定的特许期限内，这个私人企业向设施使用者收取适当的费用，由此来回收项目的投融资，建造和经营维护成本并获取合理回报。政府对这一基础设施有监督权，调控权，特许期满，签约方的私人企业将该基础设施无偿或有偿移交给政府部门。

**二、 EPC**

EPC（EngineeringProcurementConstruction）是指公司受业主委托，按照合同约定对工程建设项目的设计、采购、施工、试运行等实行全过程或若干阶段的承包。通常公司在总价合同条件下，对所承包工程的质量、安全、费用和进度负责。

较传统承包模式而言，EPC 总承包模式具有以下三个方面基本优势：

（1）强调和充分发挥设计在整个工程建设过程中的主导作用。对设计在整个工程建设过程中的主导作用的强调和发挥，有利于工程项目建设整体方案的不断优化。

（2）有效克服设计、采购、施工相互制约和相互脱节的矛盾，有利于设计、采购、施工各阶段工作的合理衔接，有效地实现建设项目的进度、成本和质量控制符合建设工程承包合同约定，确保获得较好的投资效益。

（3）建设工程质量责任主体明确，有利于追究工程质量责任和确定工程质量责任的承担人。

**三、 PPP**

广义 PPP（Public-Private-Partnership）也称 3P 模式，即公私合作模式，是公共基础设施的一种项目融资模式。在该模式下，鼓励私营企业与政府进行合作，参与

公共基础设施的建设。通过这种合作方式，合作各方可以达到与预期单独行动相比更为有利的结果。合作各方参与某个项目时，政府并不是把项目的责任全部转移给私营企业，而是由参与合作的各方共同承担责任和融资风险。双方首先通过协议的方式明确共同承担的责任和风险，其次明确各方在项目各个流程环节的权利和义务，最大限度地发挥各方优势，使得建设摆脱政府行政的诸多干预和限制，又充分发挥民营资本在资源整合与经营上的优势。

按照这个广义概念，PPP 是指政府公共部门与民营部门合作过程中，让非公共部门所掌握的资源参与提供公共产品和服务，从而实现政府公共部门的职能并同时也为民营部门带来利益。其管理模式包含与此相符的诸多具体形式。通过这种合作和管理过程，可以在不排除并适当满足私人部门的投资营利目标的同时，为社会更有效率地提供公共产品和服务，使有限的资源发挥更大的作用。

## 四、 平行发包模式

所谓平行发包，是指业主将建设工程的设计、施工以及材料设备采购的任务经过分解分别发包给设计单位、施工单位和材料设备供应单位，并分别与各方签订合同，各单位之间的关系是平行的。采用这种模式首先应合理地进行工程建设任务的分解，然后进行分类综合，确定每个合同的发包内容，以便选择适当的承包单位。

各投资建设模式对比如下：

**表17.1-1 工程建设模式对比表**

| 建设模式 | BOT | EPC | PPP | 平行发包 |
|---|---|---|---|---|
| **前期工作实施要求** | 甲方完成项建、可研后招标实施 | 甲方完成项建后招标实施 | 与民营企成立公私合营公司，共同完成项建、可研、设计后实施 | 依次完成可研、勘察、设计等前期工作 |
| **工程建设费用支付情况** | 土建费用通过营运期支付 | 考核期合格后支付工程款项 | 可由民营企业带资及技术入股，与政府共同解决投资资金及技术问题，通过运营效果支付费用。 | 按各平行发包的单项合同条款，进行付费 |
| **技术可行性** | 不可设技术考核 | 可设技术考核 | 可设技术考核 | 可设技术考核 |
| **建设工期** | 需完成前期工作后招标实施 | 参考同规模同类型项目，约 15 个月时间 | 需经过招标、商业谈判确定合作单位后实施 | 依据各平行承包单位的合理工期组合 |

| 建设模式 | BOT | EPC | PPP | 平行发包 |
|---|---|---|---|---|
| 优点 | 建设完成后不需立即支付费用，在日常运行中支付费用，资金压力较小 | 1、企业带资建设，建成后经考核验收，如未通过验收，则需自行撤场，不予任何补偿，降低业主风险。<br>2、前期工作只需完成项建就可以招标。<br>3、时间较短。 | 1、可发挥民营资本在资金、技术上的优势，解决资金压力及技术问题。<br>2、有利于管理控制。<br>3、合资公司可以盈利。 | 1、有利于质量控制。整个工程经过分解分别发包给各承建单位，合同约束与相互制约使每一部分能够较好地实现质量要求。<br>2、有利于业主选择承建单位。<br>3、有利于费用控制。 |
| 缺点 | 1、因涉及特许经营，一般由政府实施。<br>2、前期工作需完成项建、可研。预计时间较长。<br>3、技术可行性较难把关，加大业主风险。 | 当通过考核验收后，需立即支付工程款项，对资金压力较大。 | 需共同承担的责任和风险 | 1、合同数量多，增加管理工作；<br>2、施工过程，可能变更较多。 |

四种模式各有优缺点，可根据实际情况及不同的项目要求，选择合适的建设模式开展。为了保证本项目建设达到“最优的技术、最佳的质量、最低的价格、最短的周期”的目标；同时也为了规范市场竞争行为，使“公开、公平、公正”的原则得以贯彻，为了更好地控制质量，将整个工程经过分解分别发包给各承建单位，合同约束与相互制约使每一部分能够较好地实现质量要求。**因此，建议本项目实行“平行发包模式”，即分别完成勘察设计、施工、设备采购等招标工作。**

## 17.2 招标组织形式

招标的组织形式有自行招标和委托招标两种形式。具备编制相应招标文件和标底，组织开标、评标的能力的业主可以自行招标；凡不具备条件的业主应当委托具有相应资质证书的建设工程招标代理机构代理招标，并需要按照《工程建设项目自行招标试行办法》的规定向项目审批部门报送书面材料。**本项目招标范围内的各项招标活动拟采用委托招标形式。**

## 17.3 招标方式

### 17.3.1 招标方式的类别

招标方式可分为公开招标、邀请招标和议标三大类型。

一、 公开招标

公开招标又称无限竞争性招标。是指招标单位通过报刊、广播、电视等新闻媒体发布招标广告，凡具备相应资质，符合投标条件的单位不受地域和行业限制均可

以申请投标。

这种招标方式的优点是，业主可以在较广的范围内选择承包实施单位，投标竞争激烈，因此有利于将工程项目的建设任务交与可靠的承包商实施，并取得有竞争性的报价。但缺点是，由于申请投标人的数量多，一般要设置资格预审程序，而且评标的工作量也较大，招标的时间长、费用高。因此通常大型项目的施工采用公开招标方式选择施工单位，尤其是使用世界银行、亚洲开发银行等国际金融机构贷款建设的工程项目，都必须按照规定通过国际或国内公开招标的方式选择承包商。

## 二、 邀请招标

邀请招标亦称有限竞争性招标，是指业主向预先选择的若干家具备相应资质、符合投标条件的单位发出邀请函，将招标工程的情况、工作范围和实施条件等做出简要说明，请他们参加投标竞争，被邀请单位同意参加投标后，从招标单位获取招标文件，并按规定要求进行投标报价。

邀请投标对象是项目法人对资质信誉、技术水平、过去承担过类似工程的实践经验、管理能力等方面比较了解，信任他有能力完成所委托任务的单位。为了鼓励投标的竞争性，邀请对象的数目以不小于 3 家为宜。与公开招标比较，邀请招标的优点是简化了招标程序，不需要发布招标广告和设置资格预审程序，因此可以节约招标费用和缩短招标时间；而且由于对投标人以往的业绩和履约能力比较了解，减小了合同履行过程中承包方违约的风险。尽管不设置资格预审程序，在投标书内报送表明其资质能力的有关证明材料，作为评标时的评审内容之一。邀请招标的缺点是，投标竞争的激烈程序相对较差，有可能提高中标的合同价。另外在邀请对象中也有可能排除了某些在技术上或报价上有竞争实力的实施单位。

## 三、 议标

议标是指招标单位与两家或两家以上具备相应资质，符合投标条件的单位，分别就承包范围内的有关事宜进行协商，直到与某一单位达成协议，将合同工程委托他去完成。

议标与前两种招标方式相比，招标程序简单灵活，但由于投标的竞争性较差，往往导致合同条件和合同价格对承包方较为有利。议标方式仅适用于不易公开招标或邀请招标的特殊工程或限定条件下的工作内容，而且必须报请建设行政主管部门批准后才能采用。议标方式通常适用的情况包括：

### 1、 保密工程

由于工程性质决定不能在社会上进行广泛招标，因此可以采用议标或直接发包的形式委托任务。

**2、 专业要求非常高的工程或特殊专业工程**

完成这类工作任务往往要求实施单位拥有专门的技术、经验或施工的专用设备，以及可能使用某项专利技术、此时只能考虑少数几家符合条件的单位。

**3、 与已发包大工程有联系的新增工程**

承包方已顺利完成了主要工程的委托任务，具备完成新增工程或工作内容的能力，为了节省开办费用和缩短完成时间，以及便于施工现场的协调管理，，可在原承包合同价格的基础以议标方式委托新增工程任务。

**4、 不能让投标人准备报价的紧急工程**

性质特殊，内容复杂，承包时工程量或若干细节上难确定的紧急工程，以及灾后急需修复的工程，只能以议标的方式采用成本加酬金合同委托承包单位实施。

**5、 估计采用公开招标或邀请招标不会取得预期效果的工程**

这种情况通常是指工程处于偏远地区，且工作内容属于劳动密集型的中小型工程，以及限额以下的建设工程。若采用公开招标或邀请招标，不会有较多的实施单位响应，则只能采用议标。

公开招标和邀请招标均要通过招标、开标、评标、决标程序优选实施单位，然后签订承包合同，而议标则不设开标、评标程序，招标单位与投标单位分别进行协商，与某一投标单位达成一致即可签订合同。此外，前两种招标方式规定，投标截止日期后投标单位不得对所投标书再做实质性修改，而议标尽管要求投标单位递交投标书和报价，但在协商谈判过程中允许双方就合同条件，合同价格，付款方式，材料供应条件等诸多内容讨论修改，对此没有任何限制。

## 17.3.2 项目招标方式的确定

本项工程投资较高，因此对参与履行项目的供货、设计、施工、安装、监理等单位均要进行必要的资格审查，并应将审查程序与结果形成书面报告，存档备案。招标工程采用公开招标方式，工程招标及材料设备招标均由具有一定招标资质和经验的招标公司组织进行。

## 表17.3-1 招标基本情况表

建设项目名称：东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目

建设单位：东莞市石鼓污水处理有限公司

| 项目 | 招标范围 | | 招标组织形式 | | 招标方式 | | 不采用招标 | 招标估算金额（万元） | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 全部招标 | 部分招标 | 自行招标 | 委托招标 | 公开招标 | 邀请招标 | | | |
| 勘察 | √ | | | √ | √ | | | | |
| 设计 | √ | | | √ | √ | | | | |
| 建筑工程 | √ | | | √ | √ | | | | |
| 安装工程 | √ | | | √ | √ | | | | |
| 监理 | √ | | | √ | √ | | | | |
| 设备 | √ | | | √ | √ | | | | 包括零星设备 |
| 重要材料 | √ | | | √ | √ | | | | 含在建筑工程中 |
| 其他 | | | | | | | | | |
| 合计 | | | | | | | | | |

审批部门核准意见说明：

根据建设工程招标投标有关法律法规，核准项目勘察、设计、建筑安装工程和监理全部委托招标代理机构实行公开招标。

审批部门盖章

年 月 日

# 18 结论与建议

## 18.1 结论

（1）为切实推进水污染防治，匹配城市的发展规划，推动区域的可持续发展，有效的解决水环境污染问题，为茶山镇整体的环境质量和水生态的提高发挥至关重要的作用，为现有的土地增值保值，提升土地价值，同时保障人民的健康生活，积极开展东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目的建设十分必要，且迫在眉睫。

（2）工程建设规模

本项目扩建处理规模为 4.5 万 $m^3/d$，总处理规模达到 9.5 万 $m^3/d$，Kz=1.3。

（3）设计进出水水质

根据水质分析结果，本项目设计进水水质如下表所示：

**表18.1-1 设计进水水质（单位为 mg/L）**

| 指标 | pH | $COD_{cr}$ | $BOD_5$ | TN | $NH_3$-N | TP | SS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 设计进水水质（mg/L） | 6~9 | ≤260 | ≤130 | ≤40 | ≤30 | ≤4 | ≤150 |

根据广东省环保厅文件要求，设计的出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，同时满足广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段的一级标准中的较严值。如下表：

**表18.1-2 设计出水水质（单位为 mg/L）**

| 指标 | pH | $COD_{cr}$ | $BOD_5$ | TN | $NH_3$-N | TP | SS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 设计进水水质（mg/L） | 6~9 | ≤40 | ≤10 | ≤15 | ≤5（8） | ≤0.5 | ≤10 |

（4）建设内容

本项目厂区内主要构（建）筑物包括：粗格栅及进水泵房（现状）、细格栅及旋流沉砂池、精细格栅、五段式 Bardenpho 生物池、MBR 膜池及配套设备间、提标 A-MBR 膜池（改造）、紫外消毒渠（现状）、流量计井、鼓风机房及变配电间（现状）、污泥浓缩脱水车间（现状）、加药间（现状拆除，加药系统整合放置于脱水车间）、生物除臭滤池、水质监测间（现状）以及厂区道路、绿化、电气及自控等辅助工程。

（5）工程经济

建设项目总投资为 17720.06 万元，其中：工程费用 14303.50 万元，工程建设其他费用 1757.17 万元，预备费 1284.85 万元，建设期利息 298.34 万元，铺底流动资金 76.20 万元。单位处理水经营成本 0.86 元/$m^3$，单位处理水总成本 1.42 元/$m^3$，建议污水处理收费（税前）1.796 元/$m^3$。

## 18.2 建议

（1）建议尽快完善基础资料收集，完成项目前期准备等工作。

（2）做好资金落实工作，在整个项目的工程设计、施工和运行管理过程中，必须做好与环保、规划、电力、交通、土地等管理部门的协调和沟通工作，征求各个部门的实施意见。

（3）为保证扩建的污水处理厂能正常运转，达到预期的处理程度，建议有关部门对区域内工业废水的排放加强监测和管控，严格执行国家颁布的相关排放标准。

（4）尽快实施服务范围内污水管网工程的截污或雨污分流改造工程，提高污水收集率，确保 2025 年内基本建成覆盖全厂区服务范围的完善的雨污分流管网体系。

（5）进行茶山镇污水处理厂一期污泥的成分检测分析。

（6）提前安排环评、水土保持、土壤调查等前期工作。

（7）本项目拟建用地位于一期用地范围内，项目建设过程中涉及一期现状构（建）筑物和管线迁改工作，应提前与各相关单位沟通协调，建议在本项目施工前提前做好施工组织和工期计划，尽量避免因本项目施工造成现状工程设施停用等不良影响。

（8）本项目拟建用地地下管线较为复杂，建议开展设计工作前进行管线物探勘测，避免设计与现状冲突。

（9）建议后续继续加强与茶山北路电缆终端场站及出场电缆沟等项目各方的沟通，核实可用地情况及预埋污水套管落实情况。

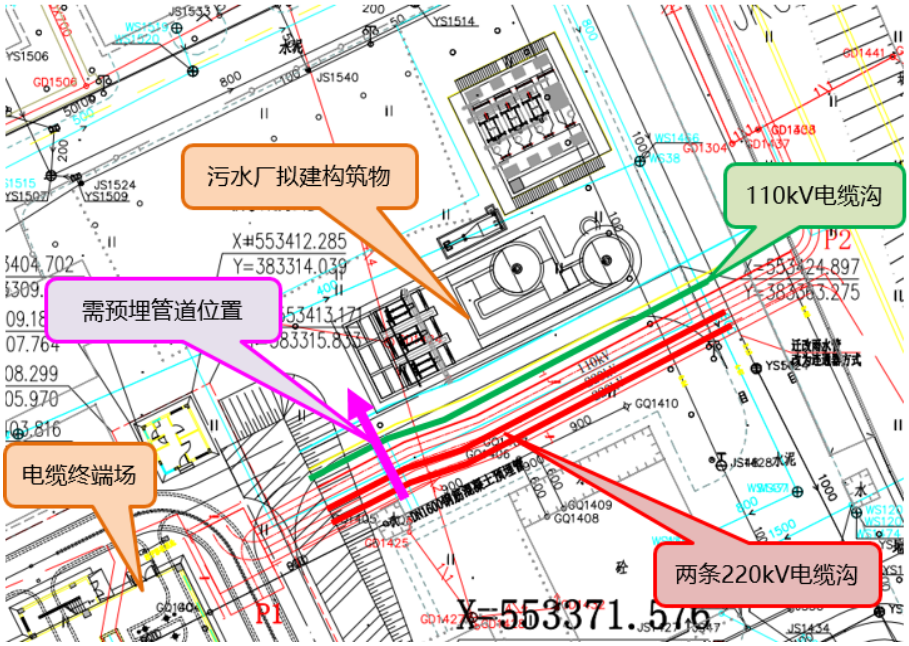



图18.2-1 需其他项目提前预埋污水套管示意图

# 19 附件及附图

## 19.1 附件

### 19.1.1 附件 1：可研专家评审会专家组意见

**《东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目可行性研究报告》**
**专家评审意见**

2022 年 9 月 9 日，茶山镇人民政府在镇政府一楼 3 号会议厅主持召开了《东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目可行性研究报告》（以下简称《可研》）专家评审会，参加会议的有市生态环境局、市自然资源局、市住建局、市环保产业促进中心、东引运河流域综合整治现场指挥部、镇生态环境分局、镇治污指挥部办公室、镇水务工程运营中心、镇规划管理所、镇住建局、镇自然资源分局、镇经济发展局、镇财政分局、茶山镇污水处理厂、横江村、市水务集团及《可研》评估单位北京市市政工程设计研究总院有限公司、《可研》编制单位中国市政工程中南设计研究总院有限公司等单位的代表。会议特邀 6 位专家组成专家组（名单附后），与会专家和代表听取了编制单位的汇报，经讨论，形成专家评审意见如下：

一、 总体评价

《可研》编制内容全面，格式规范，依据较为充分，方案总体可行，编制深度基本达到《市政公用工程设计文件编制深度规定》（2013 年版）的要求，经补充修改完善后可上报。

二、 意见及建议

1. 补充项目背景，完善必要性分析；
2. 进一步复核污水量预测成果；
3. 优化生化池及膜池工艺设计参数；
4. 完善现状二沉池拆、改建方案比选；
5. 复核投资估算，完善财务分析。

专家组长：
专家组成员：
2022 年 9 月 9 日

## 19.1.2 附件 2：可研修编专家评审会专家组意见

### 《东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目可行性研究报告》（修编）专家评审意见

2023 年 5 月 11 日，茶山镇人民政府在镇政府一楼 2 号会议室主持召开了《东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目可行性研究报告（修编）》（以下简称《可研修编》）专家评审会，参加会议的有市住建局、东引运河流域综合整治现场指挥部、市环保产业中心、松山湖自然资源局、镇生态环境分局、镇治污指挥部办公室、镇水务工程运营中心、镇住建局、镇自然资源分局、镇经济发展局、镇财政分局、华俊污水处理厂有限公司、横江村、市水务集团及《可研修编》评估单位北京市市政工程设计研究总院有限公司、《可研修编》编制单位中国市政工程中南设计研究总院有限公司等单位的代表。会议特邀 5 位专家组成专家组（名单附后）,与会专家和代表听取了编制单位对可研修编内容的汇报，经讨论，形成专家评审意见如下：

一、 总体评价

《可研修编》编制依据较充分，内容较全面，方案总体可行，编制深度基本达到《市政公用工程设计文件编制深度规定》（2013 年版）要求，经补充修改完善后，可上报。

二、 意见及建议

1、 补充雨季污水量预测；

2、 完善工艺方案比选内容，优化工艺设备选型；

3、 进一步评估施工停产期污水外溢风险，完善应对措施；

4、 复核财务评价指标。

专家组长：

专家组成员：

2023 年 5 月 11 日

### 19.1.3 附:3：可研专家评审会意见汇总及修改情况

| 专家/部门 | | 意见 | 修改情况/情况说明 |
|---|---|---|---|
| 评审专家 | 专家组意见 | 一、补充项目背景，完善必要性分析； | 已补充相关情况，详见第 4 章节相关内容。 |
| | | 二、进一步复核污水量预测成果； | 已复核调整，详见章节 5.3 相关内容。 |
| | | 三、优化生化池及膜池工艺设计参数； | 已复核调整生物池主要设计参数，MBR 膜通量等设计参数为根据规范值及类似项目经验值综合考虑确定，详见章节 6.4.4 和 6.4.5 相关内容。 |
| | | 四、完善现状二沉池拆、改建方案比选； | 已补充拆除现状二沉池原址新建生化池方案比选内容，详见章节 5.6.4.5 相关内容。 |
| | | 五、复核投资估算，完善财务分析。 | 已复核并完善，详见第 15 章投资估算及经济评价。 |
| | 张勇 | 一、补充项目背景相关情况（包括对一期工程产权的处理等），进一步完善必要性分析内容。 | 已补充相关情况，详见第 4 章节相关内容。 |
| | | 二、进一步复核污水量预测成果。 | 已复核调整，详见章节 5.3 相关内容。 |
| | | 三、复核扩建后的排放标准。 | 已复核，本项目设计出水水质标准为根据东莞市现行相关文件要求、本项目可研用户需求书及同流域新建项目的排放标准综合考虑制定，最终排放标准需以环评批复结果为准。 |
| | | 四、复核“五段式 Bardenpho 生物池”及“MBR”的主要设计参数（停留时间、膜通量等）。 | 已复核调整生物池主要设计参数，MBR 膜通量等设计参数为根据规范值及类似项目经验值综合考虑确定，详见章节 6.4.4 和 6.4.5 相关内容。 |
| | | 五、完善改扩建工程对一期工程的影响分析及应对措施，减少对考核断面水质的影响。 | 已完善本项目建设期间对一期及提标项目生产的影响及应对措施，详见章节 8.7 及附图施工工序及时间安排表相关内容。施工期间需做好各工序的衔接工作，避免因工序混乱导致一期停产或减产时间延长。 |

| 专家/部门 | | 意见 | 修改情况/情况说明 |
|---|---|---|---|
| | | 六、复核投资估算，完善财务分析。 | 已复核并完善，详见第 15 章投资估算及经济评价。 |
| | | 七、补充一期工程现状总图。 | 已补充一期工程现状总图，详见章节 2.3.3.2 相关内容。 |
| | | 八、建议有条件情况下，对现状圆形二沉池拆除改建为生化池（MBR 池）。 | 已补充拆除现状二沉池原址新建生化池方案比选内容，详见章节 5.6.4.5 相关内容。 |
| | 薛昆 | 一、2021-2022 年，污水厂进厂污水浓度增加较快，水质预测需考虑该因素，并在污水处理系统中相应留有余量。 | 同意，本项目设计进水水质按照不低于一期实际进水 95%覆盖值的原则，同时结合东莞市其他城镇污水处理厂的调研情况，并考虑茶山镇雨污分流工程和污水提质增效工作的持续推进带来进水污染物浓度提高的实际情况，适当提高部分指标设计值。 |
| | | 二、现改扩建工程总停留时间较小，因采用五段式，好氧区停留时间不足 4 小时，且分两段，硝化能力不足，污泥龄仅 7 小时，建议加大好氧区容积降低负荷。 | 已复核调整生化池设计参数，详见章节 6.4.4 相关内容。 |
| | | 三、按可研方案改造后，由于增加膜池回流，主系统各生化构筑物上下游及回流管管径均较大，给改造工程增加难度，同时现状二沉池设备、土建、连接管线等改造量较大，存在一定风险。 | 经复核，现状二沉池加高、新建内隔墙及开孔等改造内容具有一定施工难度，但技术上可行，后续设计及施工阶段需注意考虑安全防护措施，杜绝野蛮施工等行为。 |
| | | 四、建议考虑现状二沉池、新建生化池等部分与现有生化池并联设置，减小过流通量，便于改造。考虑现状二沉池拆除原址新建生化池，可进一步挖潜，利用土地空间，加大生化池池容，提高系统稳定性并留有余量。 | 1、新建前端生化池、现状生化池及二沉池平面为自南向北布置，三组池串联顺接有利于管线布置和水力流程顺畅，若并联设置：一方面三组生化池池容相差较大，不利于规模分配；另一方面进水和回流管线设置较为复杂，生化系统设备数量增多，运维管理更为复杂。<br>2、已补充拆除现状二沉池原址新建生化池方案比选内容，详见章节 5.6.4.5 相关内容。 |

| 专家/部门 | | 意见 | 修改情况/情况说明 |
|---|---|---|---|
| | 夏治会 | 一、现规模 5 万 $m^3/d$，远期规划 15 万 $m^3/d$，近期 9.5 万 $m^3/d$，实际处理能力 10.48 万 $m^3/d$（含临时分散式 1.69 万 $m^3/d$），新增 4.5 万 $m^3/d$。 | 无不同意见。 |
| | | 二、复核水量预测，一是人口数量单向增加不符合实际，新增小区入住人口如果是镇内转移则不应计增加；二是城市人口综合用水量指标单向上升不符合国家提倡的节水型城市要求；三是外水进入系数 25.3%过高，与新标准不符。原《东莞市城镇污水厂能力评估报告》已在修订中，不宜借鉴采用其中的数据。建议结合全镇实际售水量复核建设规模。 | 已复核调整水量预测结果，详见章节 5.3 设计规模相关内容。本项目扩建规模为根据水量预测结果及现状实际用地情况综合考虑确定，能满足茶山镇近期污水量处理需求。 |
| | | 三、应对全镇管网建设及收水情况进行论证，是否满足设计能力。 | 根据收集资料，茶山厂配套污水主干管长度约 20.76km，进厂管管径为 DN1500，能满足扩建后的污水输送需求。其次，茶山镇截污次支管各批次工程及樟村断面综合治理工程等均对茶山镇污水管网进行了完善和查漏补缺，同时，茶山镇实施的各村的雨污分流工程也对污水收集率有了较大的提高。 |
| | | 四、本工程是在原 BOT 基础上改扩建，应对原 BOT 的部分设备进行改造和利用，包括细格栅、沉砂池、离心风机等。 | 本扩建项目为原址扩容，在充分利用现状构筑物的处理能力的基础上，新建部分构筑物，考虑到现状细格栅及旋流沉砂池与新建的细格栅和沉砂池尺寸均不一致，且现状设备已使用近 15 年，残余价值不高，因此，本次不考虑利用该旧设备；离心风机本次不拆除，后续有需要可作为备用。 |
| | | 五、大部分设备按 9.5 万 $m^3/d$ 计算，营收成本及利润计算又是按 4.5 万 $m^3/d$ 计，不合理，应复核。 | 经复核，本项目扩容规模为 4.5 万 $m^3/d$，经济评价根据扩容规模按 4.5 万 $m^3/d$ 计算。 |
| | | 六、改扩建一定要汲取已建厂的教训，包括膜通量、膜清洗频率、设备型号的选用及维保成本，扬长避短不踩坑。 | 同意，本扩建项目设计参数在规范允许范围内，并参考同类项目的设计经验，设备选型结合实际需求并考虑一定的余量。 |
| | | 七、补充建成后的运营方式及对 BOT 厂资产的处置方式。 | 经前期建设单位与一期 BOT 运营单位沟通，初步拟定本项目建成后委托给 BOT 单位运营，对于本项目改扩建对一期现状构筑物进行改造后双方的资产归属事宜待后续具体协商后确定。 |

| 专家/部门 | | 意见 | 修改情况/情况说明 |
|---|---|---|---|
| | 吕斯濠 | 一、五段式 Bardenpho 生物池没有厌氧池，是否合适？除磷怎么考虑？ | 本项目生物池前端设置了厌氧区，除磷考虑生物除磷的基础上辅以化学除磷。 |
| | | 二、进水浓度偏低，是否合适？ | 本项目设计进水水质按照不低于一期实际进水 95%覆盖值的原则，同时结合东莞市其他城镇污水处理厂的调研情况，并考虑茶山镇雨污分流工程和污水提质增效工作的持续推进带来进水污染物浓度提高的实际情况，适当提高部分指标设计值，基本满足实际需求。 |
| | | 三、整体工艺负荷偏高，运行可能存在不稳定的情况，请讨论。 | 根据复核计算，本项目各设计参数均在规范值范围内，且有一定余量，能够满足本项目设计要求。 |
| | 周建华 | 一、《可研报告》资料较翔实，编制内容全面，推荐的工艺方案可行，基本达到了《市政公用工程设计文件编制深度规定》编制深度要求。 | 无不同意见。 |
| | | 二、建议进一步论证污水厂建设规模。结合用水量调查、厂外溢流情况、用地和配水等进行综合分析。 | 已根据水量预测结果重新论证本项目建设规模，并结合现状实际用地情况综合考虑确定，详见章节 5.3 相关内容。 |
| | | 三、完善现状运行水量、水质数据和存在问题分析，复核现状膜池增加预留组件能否满足水量要求，完善异常水质分析。 | 已完善相关分析内容，根据提标现状处理水量数据，2021 年平均处理 4.57 万 $m^3/d$，增加预留空位膜组件后，产水量约增加 10-15%，基本满足扩建后设计处理水量需求，且新建 MBR 膜池通量设计考虑了该实际情况，两座膜池可实现水量调配。根据近 3 年进水水质数据，本厂基本无异常进水水质情况。 |
| | | 四、完善厂外收集系统分析。 | 已完善厂外污水收集系统情况，详见章节 2.3.2 相关内容。 |
| | | 五、同意推荐的 MBR 工艺方案，应复核相关工艺参数，补充碳源投加措施。 | 已复核调整相关工艺参数，碳源投加设施与其他药剂投加设施均设置于加药间，详见章节 6.4 相关内容。 |
| | | 六、总平面补充现状、近期和远期的相关关系和衔接，复核拆除二沉池新建构筑物加大规模或 HRT 方案的可行性。 | 1、总平面中已分别表述本项目新建构筑物内容和现状构筑物改造内容，已无远期预留用地。<br>2、已补充拆除现状二沉池原址新建生化池方案比选内容，详见章节 |

| 专家/部门 | | 意见 | 修改情况/情况说明 |
|---|---|---|---|
| | | | 5.6.4.5 相关内容。 |
| | | 七、补充新建工程、现状工程的水量分配方法和运行方式内容。 | 本扩建工程与现状工程水量主要通过膜池产水泵流量进行分配，产水泵流量通过膜通量进行控制，具体运行规模详见章节 6.4.5 相关内容。 |
| | | 八、完善工程衔接内容，包括总平面、高程、管线和电气自控等。 | 已完善相关衔接内容，详见章节附图、6.5、6.13 和 6.14 等内容。 |
| | | 九、补充工程建设对现状工程运行的影响分析。 | 本项目建设期间对一期及提标项目生产的影响及应对措施，详见章节 8.7 及附图施工工序及时间安排表相关内容。施工期间需做好各工序的衔接工作，避免因工序混乱导致一期停产或减产时间延长。 |
| | 陈凤祥 | 一、可研报告内容详实，满足编制深度要求，考虑用地条件，可选工艺范围有限，为避免工艺设施过于分散、繁杂，总体采用“Bardenpho+MBR”工艺路线较为合理可行。 | 无不同意见。 |
| | | 二、建议膜池污泥回流到好氧池，需要按回流比复核修订缺氧区污泥浓度，建议污泥回流设施按 400%回流。 | 本项目设计膜池混合液回流至生化池第一好氧区，已按回流比修正生化池各区污泥浓度；考虑到回流比增大至 400%后，各进水孔洞及回流管渠均需加大，增加了改造难度及投资费用，鉴于目前设计回流比 300%基本满足使用需求，因此维持原设计回流比。 |
| | | 三、膜平均通量设计应为 16.2，最终选取膜参数选择总体按一、二期膜系统能力复核选择，考虑 1.5 水量变化系数建议平均运行通量取 15。 | 本项目新建 MBR 膜池设计规模为平均流量 5 万 $m^3/d$，高峰流量 8.75 万 $m^3/d$（高峰系数为 1.75），膜池设计平均膜通量为 $14.0L/m^2•h$。 |
| | | 四、系统水流及回流混合液多处分合需要详细考虑配水及水力高程。 | 本项目各构筑物水力高程详见附图工艺流程图，后续设计需考虑配水堰等设施均匀配水。 |
| | | 五、叠螺浓缩设备选择建议考虑一定余量，一般难达产且磨损比较严重。 | 同意，本项目叠螺浓缩机处理能力按最大污泥量考虑并预留一定余量。 |
| | | 六、污泥脱水设施调查数据有矛盾需要复核，设备处理能力要有余量，污泥处理稳定性对系统稳定性影响较大。 | 已复核现状产泥量数据，污泥脱水设备处理能力在理论计算基础上结合实际产泥量数据综合考虑，并考虑备用。 |
| | | 七、按现有 TN 排水指标，建议适当减小缺氧区池容，增大好氧区池容。 | 已复核调整生化池各区设计参数，详见章节 6.4.4 相关内容。 |

| 专家/部门 | 意见 | 修改情况/情况说明 |
| --- | --- | --- |
| 市自然资源局 | 一、建议尽快按控规变更建设用地规划许可证。 | 本项目新建用地均位于茶山厂一期规划用地红线内，未占用其他用地。 |
| | 二、按照<东莞市财政投资水务工程指挥部工作会议纪要[2021]141 号>精神，理顺相关手续。 | 同意，后续将按相关文件规定办理相关手续。 |
| 东引运河流域综合整治现场指挥部 | 一、根据东莞市污水厂进水浓度现状，新建污水厂进水指标是否偏低。 | 本项目设计进水水质按照不低于一期实际进水 95%覆盖值的原则，同时结合东莞市其他城镇污水处理厂的调研情况，并考虑茶山镇雨污分流工程和污水提质增效工作的持续推进带来进水污染物浓度提高的实际情况，适当提高了部分指标设计值，基本满足实际需求。 |
| | 二、对茶山镇各地块的收水管网要有一个预测，对新建污水厂的进水浓度要有一个预测，对收水量、污水厂的负荷率要有预估。 | 根据茶山镇污水管网建设情况，待雨污分流工程彻底完善后，污水收集率将会接近目标值；污水厂进水浓度也将呈上升趋势；收水量和污水厂负荷率基本接近理论计算值。 |
| | 三、考虑污水厂出水对茶山补水的意义。 | 污水厂出水水质较优时，可考虑给水质较差的河涌补水，改善河涌水质，增加水体自净能力。 |
| | 四、对污水厂建成前后的相关河涌水质要有一个预测。 | 污水厂扩建完成后，将补齐茶山镇污水处理能力缺口，做到污水应收尽收，极大地避免污水溢流现象的发生，能有效改善区域内河涌的水质。 |
| 镇自然资源分局 | 一、本项目已取得合法用地手续，茶山自然资源分局无不同意见。 | 无不同意见。 |
| 镇水务工程运营中心 | 一、建议施工期间导致减产、停产期间做好应急措施并提前与上级相关部门沟通，降低污水溢流对河涌与断面水质考核的影响。 | 同意，本项目建设期间对一期及提标项目生产的影响及应对措施，详见章节 8.7 及附图施工工序及时间安排表相关内容。施工期间需做好各工序的衔接工作，避免因工序混乱导致一期停产或减产时间延长。 |
| 镇经济发展局 | 一、污水处理厂改扩建项目涉及电缆通道调整工程，建议提供污水处理厂改扩建方案 CAD 图供电力设计院复核电缆通道位置。 | 前期已提供本扩建方案 CAD 图给电力设计院，并与市、镇各相关部门及参建各方协调沟通了电缆通道的衔接方案和本项目预埋管道的需求，建议下步由电力设计院提供详细位置图纸供本项目设计复核。 |

| 专家/部门 | 意见 | 修改情况/情况说明 |
|---|---|---|
| | 二、电缆调整工程预计 2022 年 9 月实施，建议提前与实施单位沟通，确保工程顺利推进。 | 同意，接下来将继续加强双方沟通，确保项目顺利推进。 |

### 19.1.4 附件 4：可研修编专家评审会意见汇总及修改情况

| 专家/部门 | | 意见 | 修改情况/情况说明 |
|---|---|---|---|
| 评审专家 | 专家组意见 | 一、补充雨季污水量预测； | 已补充，详见文本 5.3.3 |
| | | 二、完善工艺方案比选内容，优化工艺设备选型； | 已完善。 |
| | | 三、进一步评估施工停产期污水外溢风险，完善应对措施； | 施工期间污水停产 5 天（不连续），停产期间污水外溢，其中 1 天外溢 6 万 $m^3/d$，其余 4 天外溢 4 万 $m^3/d$。减产 35 天，减产规模 2 万 $m^3/d$，减产期间污水通过临时连通管接驳至余屋泵站，详见文本 8.7 章节。 |
| | | 四、复核财务评价指标； | 按照要求复核。 |
| | 张勇 | 一、Kz 由 1.5 调整到 1.3，原则上符合室外排水设计标准。 | 同意。 |
| | | 二、方案比选方面，建议基于脱氮效率高的工艺进行比选，应与多级 AO 进行比选，常规改良 $A^2/O$ 并不适于高脱氮的工艺。 | 方案比选采用改良 $A^2/O$ 进行比选，主要基于改良 $A^2/O$ 运行成熟稳定，管理较为简单，环保产业中心想将五段式 bardenpho 改为改良 $A^2/O$，本项目设计出水采用一级 A，两种工艺出水都能达到上述要求，因此采用这两种工艺进行比选。 |
| | | 三、施工前停产应急方案，应进一步据评估污水外溢风险的应对措施。 | 施工建设期间共停产 5 天，停产期间，进水泵房改造、出水总管接驳时停产 1 天，外溢 6 万 $m^3/d$ 污水，其余 4 天停产，外溢 4 万 $m^3/d$ 污水。 |

| 专家/部门 | | 意见 | 修改情况/情况说明 |
|---|---|---|---|
| | 夏治会 | 一、复核水量计算。 | 已复核，详见文本 5.3。 |
| | | 二、补充扩建原设施期间一期的运行方式、处理能力及对水环境的影响。 | 施工建设期间共停产 5 天，停产期间，进水泵房改造、出水总管接驳时停产 1 天，外溢 6 万 $m^3$/d 污水，其余 4 天停产，外溢 4 万 $m^3$/d 污水。施工建设期间减产需 35 天，减产规模 2 万 m/d，减产期间污水通过临时连通管接驳至余屋泵站，详见文本 8.7 章节。 |
| | | 三、停产减产的应急方案是将 2 万 $m^3$/d 调至温塘，应补充沿途管道建设情况、接收能力、高程等是否满足需要，并补充温塘厂的富余处理量可操作性。 | 本工程通过新建临时压力管输送至余屋泵站，高程无影响，温塘二期工程目前已建好通水，可满足茶山厂改扩建项目施工期间减产污水调度需求，分析详见文本 8.7 章节。 |
| | | 四、建议补充生化处理各段沿程分析，进一步细化各段运行参数，避免后期运营出现问题。 | 已复核分析。 |
| | | 五、MBR 膜的通量、使用寿命、维护便利性等对运营成本影响较大，且与进水水质密切相关，根据我市现状不建议采用。 | 根据茶山厂用地情况以及多方案比选，MBR 膜方案最合适，因此可研仍然推荐此方案。 |
| | | 六、复核各经济指标，完善财务分析。 | 已复核完善。 |
| | 金必慧 | 一、变化系数由 1.5 调整为 1.3，需结合进水水质进行论证。 | 已补充分析，详见 5.5 章节。 |
| | | 二、新建 MBR 膜通量由 14L/$m^2$·h 调整为 18L/$m^2$·h。需结合水质和工艺运行参数进行论证。 | 可研膜通量从 14L/$m^2$·h 调整为 18L/$m^2$·h，调整后膜通量考虑了产 9 停 1、反洗等因素影响，膜组件仅从 84 减少为 80 个，减少膜组件较少，针对现状进水水质膜组件数量满足要求。 |
| | | 三、预处理除砂系统需考虑进水有工业废水进入和对 d＜0.2mm 细砂的去除效率。 | 茶山厂纳污范围内工业废水占比较小，且现场调研了解到，茶山厂进厂细沙细砂含量很少，针对 d≥0.2mm 普通砂子，旋流沉砂池具有较好去除效果。 |

| 专家/部门 | | 意见 | 修改情况/情况说明 |
|---|---|---|---|
| | | 四、五段式 bardenpho+MBR 工艺系列和超磁预处理+BAF 工艺系列需进一步优化设计工艺参数。 | 已优化。 |
| | | 五、需考虑未来改造的空间。 | 鉴于茶山厂用地情况，远期已无扩建用地及改造的空间。 |
| | 冯广全 | 一、《可研》结构内容完整，结构选型及地基处理形式合理，深度满足《市政公用工程设计文件编制深度规定》相关要求。 | 按意见复核。 |
| | | 二、勘察报告结论中，2-2 层淤泥土富含有机质，根据规范要求，有机质含量超过 5%时，不宜采用水泥土搅拌桩，本工程生产管道下部采用水泥土搅拌桩处理，建议提出试桩要求或采用其它处理方式。 | 按意见补充，详见 6.8.10 条。 |
| | | 三、地下水具有弱腐蚀性，补充构筑物与土壤接触部分的结构防腐措施。 | 按意见补充防腐措施，详见 6.8.5 条。 |
| | | 四、结构说明中 MBR 膜池尺寸 12x9.4x6.4 与工艺不一致，复核修改。 | 按意见修改，详见 6.8.9 条。 |
| | | 五、二沉池外侧壁顶部加高 0.5m，建议对原有结构进行受力计算分析，保证结构安全性。 | 按意见复核复核原结构，满足要求。 |
| | | 六、复核管线部分支护开挖形式，建议挖深 1.5m 内采用放坡开挖，1.5~2.5m 采用槽钢板等简易支护，超过 2.5m 采用钢板桩支护。 | 按意见调整说明，详见 6.8.10 条。 |
| | 游凡超 | 一、5.3.2.3 章节，污水量预测应参考 2022 年版《评估报告》。补充雨季流量分析。 | 雨季流量计算详 5.3.3，由于茶山厂用地受限，最大扩建规模只有 4.5 万 $m^3/d$，雨季超量雨水可考虑远期建设永久连通管予以解决。 |
| | | 二、补充温塘污水厂受纳能力，落实连通管实施可行性。 | 目前温塘厂已完成扩建，扩建后规模为 10 万 $m^3/d$，现状规模达到 7.89 |

| 专家/部门 | | 意见 | 修改情况/情况说明 |
|---|---|---|---|
| | | | 万 $m^3/d$，因此温塘厂可接纳茶山临时调度 2 万 $m^3/d$ 水量。连通管可行性论证详见文本 8.7 章节。 |
| | | 三、总体工艺及流程配水建议优化。 | 本项目从精细格栅至五段式 Bardenpho 池厌氧池，在厌氧池进水端设置了配水堰进行配水，随后单组生化池一级缺氧-好氧段，对应单组生化池二级缺氧-好氧段，五段式 Bardenpho 池末端通过管道配水给新建 MBR 膜池及提标 MBR 膜池（由于 MBR 具有产水泵，通过产水泵的大小即可实现管配水），因此总体配水不存在问题。 |
| | | 四、污泥处理流程应深化。 | 本项目扩建后，板框总规模 $1000m^2$，按照每天工作 16h，基本可满足泥量需求，计算详见文本 6.4.9.2。 |
| | | 五、鼓风机配置应复核。 | 根据《室外排水设计标准》（2021）7.9.15，条文解释，如按照最大供气量配置工作鼓风机时，可不设置备用机组。本项目改造后五段式 Bardenphot 共用一组鼓风机，第一段好氧池水深 6.0m，第二段好氧池水深 4.9m，鼓风机风压按照第一段好氧池水深 6.0m 选取，第二段好氧池可根据设置孔板控制阀，释放压力，并控制风量。本项目 MBR 膜池风机采用单独的一套鼓风机，因此整个流程鼓风机的配置不存在问题。 |
| | | 六、高程设计应复核。 | 从 MBR 膜池至紫外消毒渠，采用产水泵压力出水，因此一期紫外消毒渠出水标高不存在问题。 |
| 市环保产业促进中心 | | 一、原则支持项目建设。 | |
| | | 二、项目地块存在高压线，建议协调好供电局支持项目建设方案确保项目顺利落地。 | 同意。 |
| 茶山财政分局 | | 一、代建管理费、设计咨询费等费用不计。 | 由于实际发生此类费用，因此暂不取消。 |
| 住建局 | | 一、尽快完善前期报建资料。 | 同意。 |

| 专家/部门 | 意见 | 修改情况/情况说明 |
| --- | --- | --- |
| | 二、完善施工期间调度方案。 | 施工期间污水调动方案详见文本 8.7 章节。 |
| 东引运河现场指挥部 | 一、变化系数调整后，高峰期污水去向的解决方案是否可行，永久方案与临时方案（连通管）进行比选，投资情况和实施时间分析。 | 文本详细列出建设期间临时连通管方案，详见 8.7 章节。永久连通管仅为远期若污水厂不能满足峰值流量时的建议，因此可研阶段暂不进行比选，下一阶段若有需求可再进行比选。 |
| | 二、补充停产 35 天对河道水质的影响，特别是对樟村断面的影响情况。 | 本项目建设期间，停产共 5 天（不连续），停产期间污水外溢至河道，减产 35 天，减产期间，污水临时调度至温塘污水处理厂，文本已补充详细分析，详见文本 8.7 章节。 |
| 松山湖自然资源局 | 一、建议按照东莞市水污染治理现场指挥部工作会议纪要[2023]2 号精神，为避免后期纠纷，先理顺相关权属问题。 | 同意。 |
| | 二、2005 年核发的建设用地规划许可证的红线有部分与土规不符且超出控规环境卫生设施用地，建议理顺上层次规划后变更用地证。 | 同意。 |
| | 三、现状构筑物的改造在办理规划许可时需提交安全鉴定报告。 | 同意。 |
| | 四、在茶山站 TOD 范围内，建议征求轨道部门意见。 | 同意。 |
| | 五、根据航拍与总平面图，项目用地红线内存在多处未批先建建筑物，建议征求市城管部门意见。 | 同意。 |
| | 六、项目用地红线内，有终端场、架空线、拟建地下电缆等电力设施，建议征求市供电局意见。 | 同意。 |
| 集团技术部 | 鉴于该项目改扩建方式及修编过程的复杂性，建议补充前言说明清楚可研及修编背景 | 按照要求补充可研修编背景 |
| | 充分考虑总变化系数由原可研 1.5 变更为 1.3 的可能风险及应对措施的可行性，补充细化溢流风险的应对方案. | 已按照要求补充，详见文本 5.5 设计变化系数分析章节。 |

| 专家/部门 | 意见 | 修改情况/情况说明 |
| --- | --- | --- |
| | 对于设计膜通量由原可研 14L/(m2h) 修编增大为 18L/($m^2$h)，结合水质、水量情况，评估好通量变化对生产运行能力的影响，避免之前提标项目因膜通量设计不足带来的问题，建议针对膜通量问题补充专题论证。 | 可研膜通量从 14L/$m^2$·h 调整为 18L/$m^2$·h，调整后膜通量考虑了产 9 停 1、反洗等因素影响，膜组件仅从 84 减少为 80 个，减少膜组件较少，针对现状进水水质膜组件数量满足要求。 |
| | 对于可研文本内容表述，一是统一除臭章节对于加盖范围的描述，二是可研估算缺漏评估单位咨询费用，建议补充 | 除臭章节加盖范围的描述已统一，详见文本 6.4.11 章节。 |
| | 可研评估报告内容与可研报告版本不一致，且缺少可研编制单位的复核内容，建议复核并补充完善可研评估报告 | 同意。 |

## 19.1.5 附件 5：东莞市环保产业促进中心工作会议纪要

# 东莞市环保产业促进中心
# 工作会议纪要

〔2023〕16 号

市环保产业促进中心综合业务科 2023 年 4 月 3 日

3 月 29 日上午，产业中心组织召开茶山镇污水处理厂改扩建项目推进会专题会议。市局水生态环境科、市环保产业促进中心、茶山镇、市水务集团净水公司、设计单位相关负责同志以及特邀专家参加会议。纪要如下：

会议听取了设计单位介绍茶山镇污水处理厂改扩建项目多段 AO 与改良 $A^2/O$ 工艺方案比选及项目投资分析情况。设计单位指出，由于受建设场地限制，设计采用改良 $A^2/O$ 工艺的回流管路线较长和回流泵扬程高，改造费用较高，虽然多段 AO 工艺二级缺氧段脱氮能力容易受一级好氧段末端溶解氧影响，但实际

运营可通过控制阀门开度调整好氧段曝气量，从而避免溶解氧过高对二级缺氧段脱氮效果，多段 AO 工艺具备更优的脱氮除磷能力，因此设计单位推荐多段 AO 工艺方案。

经参会各方充分讨论，会议明确，原则上本项目扩容规模为 4.5 万 $m^3/d$、变化系数取值 1.3，设计进水水质指标限值不作调整，设计出水水质标准执行一级 A 标准+广东省地方标准的较严值（出水总氮浓度≤15mg/L）。

会议要求：**一是**补充多段 AO+MBR 与改良 $A^2/O$+MBR 工艺运行成本比对。**二是**项目工艺选择应因地制宜，充分利用现有场地，重新调整茶山厂整体工艺单元布局，设计单位按照传统工艺“生化池+二沉池+深度处理”完善对比方案。**三是** 4 月 7 日前优化设计方案后再组织审查。

## 19.1.6 附件 6：市政府工作会议纪要

# 市政府工作会议纪要

〔2023〕17 号

东莞市人民政府办公室 2023 年 4 月 7 日

2023 年 4 月 7 日（星期五）上午，冯彬调研员在茶山污水处理厂会议室主持召开了茶山镇污水处理厂改扩建项目（下称“茶山厂改扩建项目”）推进专题会议。市生态环境局、市环保产业促进中心、茶山镇、市水务集团净水公司及设计单位（中南设计研究总院有限公司）相关负责人参加了会议。现纪要如下：

会议听取了设计单位关于项目现状用地情况分析、“多段 AO+MBR”集约化工艺与“改良 $A^2/O$+二沉池+深度处理”传统工艺方案比选等汇报。设计单位提出，在不新增用地的前提下，采用“改良 $A^2/O$+二沉池+深度处理”传统工艺方案，设计处理规模上限为 3.5 万吨/日，且由于受用地条件的限制，传统工艺方案需拆除重建污泥处理设施、加深新建生化池基坑深度、叠加式建设双层二沉池等，将导致工程造价及运行费用大大提高。经对比分析，传统工艺方案无法补齐茶山镇污水处理能力不足的短板，且工程造价及运营费用均高于集约化工艺方案。综上，设计

单位建议采用“多段 AO+MBR”集约化工艺方案。

经参会各方充分讨论，综合考虑污水处理厂实际用地、工艺设计及运营管理等方面，会议明确，茶山厂改扩建项目维持原可行性研究报告设计方案，采用“多段 AO+MBR”集约化工艺，扩容规模为 4.5 万 $m^3/d$、变化系数取值调整为 1.3。

会议要求：一是市水务集团加快推进茶山厂改扩建项目建设前期工作。二是由茶山镇牵头，会同市水务集团及茶山镇污水处理厂一期 BOT 运营单位，针对茶山厂改扩建项目与一期工程共用的建（构）筑物和设备设施进行专题研究，并制定费用摊分方案。

**公开方式：** 依申请公开

参会人员：冯彬，陈树仰、胡健强、黄炳荣（市生态环境局），黄惠芳、詹敬江（茶山镇人民政府），黄玉棠、李伟、陈勇生（市水务集团净水公司），余军、周雪丽、段兆祺（中国市政工程中南设计研究总院有限公司）

### 19.1.7 附件 7：茶山镇规划管理所关于对《关于明确茶山镇污水处理厂改扩建工程建设有关事项的请示》有关意见复函

# 茶山镇规划管理所

## 关于对《关于明确茶山镇污水处理厂改扩建工程建设有关事项的请示（征求意见稿）》有关意见的复函

生态环境分局：

发来的《关于明确茶山镇污水处理厂改扩建工程建设有关事项的请示（征求意见稿）》已收悉。经研究，我所对请示无不同意意见，项目动工前建议办理相关规划许可手续。

特此函复。

茶山镇规划管理所

2022 年 10 月 19 日

### 19.1.8 附件 8：东莞市轨道交通局关于对《关于明确茶山镇污水处理厂改扩建工程建设有关事项的请示》回复意见的函

# 东莞市轨道交通局

东轨函〔2022〕1309 号

## 关于对《关于明确茶山镇污水处理厂改扩建工程建设有关事项的请示（征求意见稿）》回复意见的函

茶山镇人民政府:

发来《关于征求<关于明确茶山镇污水处理厂改扩建工程建设有关事项的请示（征求意见稿）>意见的函》收悉，经研究，我局意见如下:

**一、基本情况**

（一）轨道交通建设管控情况：根据目前我市运营、在建、规划的轨道交通情况，茶山镇污水处理厂改扩建工程用地红线进入运营的城市轨道 2 号线控制保护区，面积约为 6636 m²（见附图），未侵入特别保护区。

（二）TOD 规划核查情况：该项目用地进入线站位已稳定的城市轨道 2 号线茶山站 TOD 开发控制范围，与 TOD 规划成果基本一致。该地块 TOD 规划成果用地性质为 U4。

**二、相关意见**

（一）茶山镇污水处理厂改扩建工程用地红线进入运营的城市轨道 2 号线控制保护区，建设项目在办理工程规划许可、

施工许可手续前，应将建设工程设计方案、施工方案征求市轨道交通局意见。

（二）我局对《关于明确茶山镇污水处理厂改扩建工程建设有关事项的请示 （征求意见稿）》的其他内容无不同意见。

此复

附件：城市轨道2号线管控区

东莞市轨道交通局

2022年12月13日

（联系人：祁月儿；联系电话：22832049）

## 19.1.9 附件 9：东莞市住房和城乡建设局关于对《关于明确茶山镇污水处理厂改扩建工程建设有关事项的请示》的复函

# 东莞市住房和城乡建设局

### 关于《关于明确茶山镇污水处理厂改扩建工程建设有关事项的请示（征求意见稿）》的复函

茶山镇人民政府:

发来《关于征求〈关于明确茶山镇污水处理厂改扩建工程建设有关事项的请示（征求意见稿）〉意见的函》收悉。我局经研究，对该征求意见稿无不同意见。

此复。

东莞市住房和城乡建设局

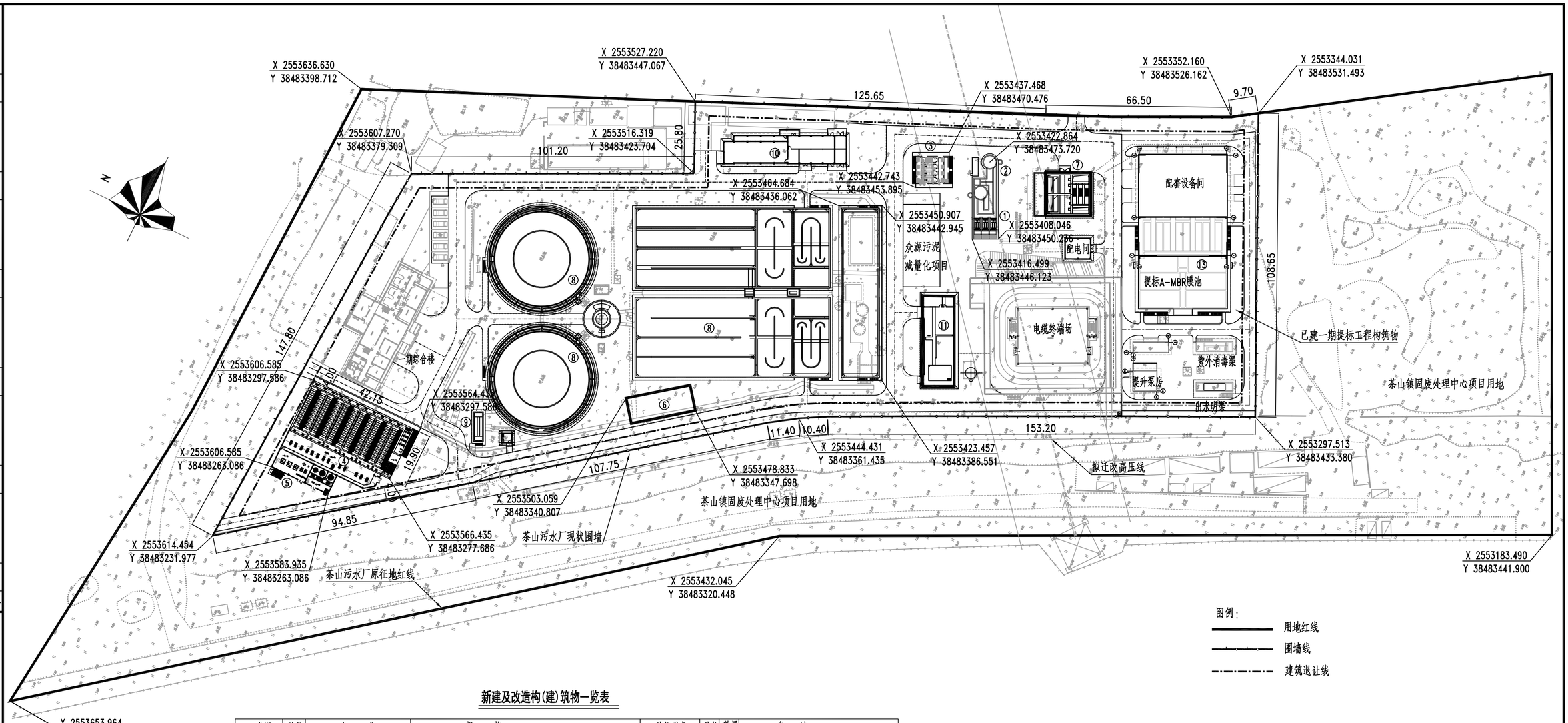
2022 年 10 月 26 日

（联系人：办公室 刘金闰，联系方式：22218446。）

## 19.2 附图

图纸目录

| 序号 | 图名 | 图号 | 页数 |
|---|---|---|---|
| 1 | 总平面布置图（推荐方案一） | 可-排 01 | 1 |
| 2 | 总平面布置图（比选方案二） | 可-排 02 | 1 |
| 3 | 总平面布置图（比选方案三） | 可-排 03 | 1 |
| 4 | 工艺流程图（推荐方案一） | 可-排 04 | 1 |




图例：

用地红线

围墙线

建筑退让线

## 新建及改造构(建)筑物一览表

| 类别 | 编号 | 名　称 | 规　格 | 结构型式 | 单位 | 数量 | 备　注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 新建构筑物 | ① | 细格栅渠 | L×B×H=8.70×7.70×2.15m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| | ② | 旋流沉砂池 | L×B×H=17.35×7.70×6.60m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| | ③ | 精细格栅 | LXB×H=12.0×9.4×6.0m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| | ④ | MBR池 | L×B=42.15×27.1m 池体H=6.8m,上部H=10.45m | 钢筋砼、框架 | 座 | 1 | 平均流量5万m³/d，高峰流量6.5万m³/d |
| | ⑤ | MBR池配套设备间 | 总面积F=350m²，高度10m | 框架 | 座 | 1 | 平均流量5万m³/d，高峰流量6.5万m³/d |
| | ⑥ | 生物除臭滤池 | | 成套设备 | 座 | 3 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| 现状构筑物改造 | ⑦ | 粗格栅及进水泵房 | 土建利用现状，新增设备及配套附件 | 钢筋砼 | 座 | 1 | |
| | ⑧ | 五段式Bardenpho生物池 | 池体改造、进出水管改造、新增设备、更新设备等 | 钢筋砼 | 座 | 2 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| | ⑨ | 紫外消毒渠 | 土建利用现状，现状紫外灯管更新 | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按5.0万m³/d规模设计 |
| | ⑩ | 鼓风机房及变配电间 | 土建利用现状，新增设备及配套附件 | 框架 | 座 | 1 | |
| | ⑪ | 污泥浓缩脱水车间 | 土建现状改造，新增设备及配套附件 | 框架 | 座 | 1 | |
| | ⑫ | 加药间 | 拆除现状土建，新增设备及配套附件放置于污泥车间内 | 框架 | 座 | 1 | |
| | ⑬ | 提标A-MBR膜池 | 土建改造，新增曝气系统、混合液回流泵、新增膜组器等 | 钢筋砼 | 座 | 1 | |
| 辅助工程 | ⑭ | 厂区道路 | 1350m² | 砼 | 项 | 1 | 暂定工程量 |
| | ⑮ | 厂区绿化 | 1500m² | | 项 | 1 | 暂定工程量 |
| | ⑯ | 现状围墙破除重建 | | | m | 100 | 暂定工程量 |

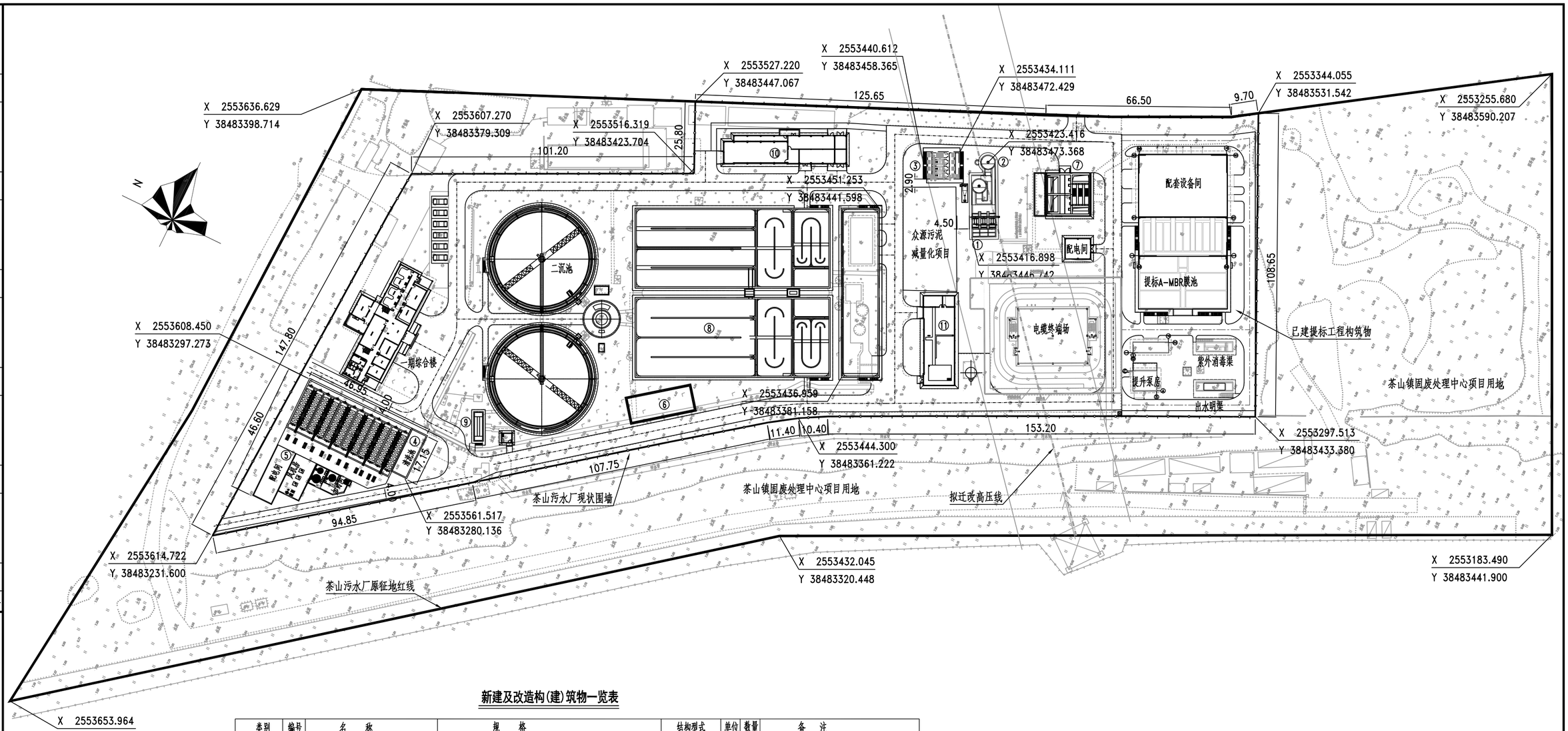
说明：

1、本图单位：m，采用1985国家高程基准，国家大地2000坐标系统。

2、本项目为东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目，改扩建设计处理规模为4.5万$m^3$/d，总处理规模达到9.5万$m^3$/d，$K_Z$=1.3。

3、本图为推荐方案，采用"五段式Bardenpho+MBR工艺"为主体工艺。

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 中国市政工程中南设计研究总院有限公司 Central & Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute Co.,Ltd | | | | | 工程名称 | 东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目 | | | |
| 工程设计综合资质甲级:A142001257 工程咨询甲级资信:甲212021010950 | | | | | 子　项 | | | | |
| 审　定 | 张建明 | | 专业负责人 | 凌　微 | 图　名 | 总平面布置图（推荐方案一） | | | |
| 审　核 | 胡新立 | | 校　核 | 余　军 | 设计号 | 排06-2022-31 | 设计阶段 | 可行性研究 | 版本 A |
| 项目负责人 | 凌　微 | | 设　计 | 凌　微 | 图　号 | 可-排01 | 专　业 | 排水 | 日期 2023.04 |




## 新建及改造构(建)筑物一览表

| 类别 | 编号 | 名　称 | 规　格 | 结构型式 | 单位 | 数量 | 备　注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 新建构筑物 | ① | 细格栅渠 | LXB=11.40X8.8m H=5.20m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| | ② | 旋流沉砂池 | LXB=14.40X12.30m H=5.20m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| | ③ | 精细格栅 | LXB=12.0X9.8m H=6.40m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| | ④ | MBR池 | LXB=47.5X20.5m 池体H=6.0m,上部H=8.0m | 钢筋砼、框架 | 座 | 1 | 平均流量5万m³/d，高峰流量6.5万m³/d |
| | ⑤ | MBR池配套设备间 | 总面积F=760m²，高度8m | 框架 | 座 | 1 | 平均流量5万m³/d，高峰流量6.5万m³/d |
| | ⑥ | 生物除臭滤池 | | 成套设备 | 座 | 3 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| 现状构筑物改造 | ⑦ | 粗格栅及进水泵房 | 土建利用现状，新增设备及配套附件 | 钢筋砼 | 座 | 1 | |
| | ⑧ | 生物池改造成泥膜混合MBBR系统 | 池体改造、进出水管改造、新增设备、更新设备等 | 钢筋砼 | 座 | 2 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| | ⑨ | 紫外消毒渠 | 土建利用现状，新增设备及配套附件 | 钢筋砼 | 座 | 1 | |
| | ⑩ | 鼓风机房及变配电间 | 土建利用现状，新增设备及配套附件 | 框架 | 座 | 1 | |
| | ⑪ | 污泥浓缩脱水车间 | 土建近期利用现状，新增设备及配套附件，后期考虑新建1座 | 框架 | 座 | 1 | |
| | ⑫ | 加药间 | 拆除现状土建，新增设备及配套附件放置于污泥车间内 | 框架 | 座 | 1 | |
| 辅助工程 | ⑬ | 厂区道路 | 1350m² | 砼 | 项 | 1 | 暂定工程量 |
| | ⑭ | 厂区绿化 | 1500m² | | 项 | 1 | 暂定工程量 |

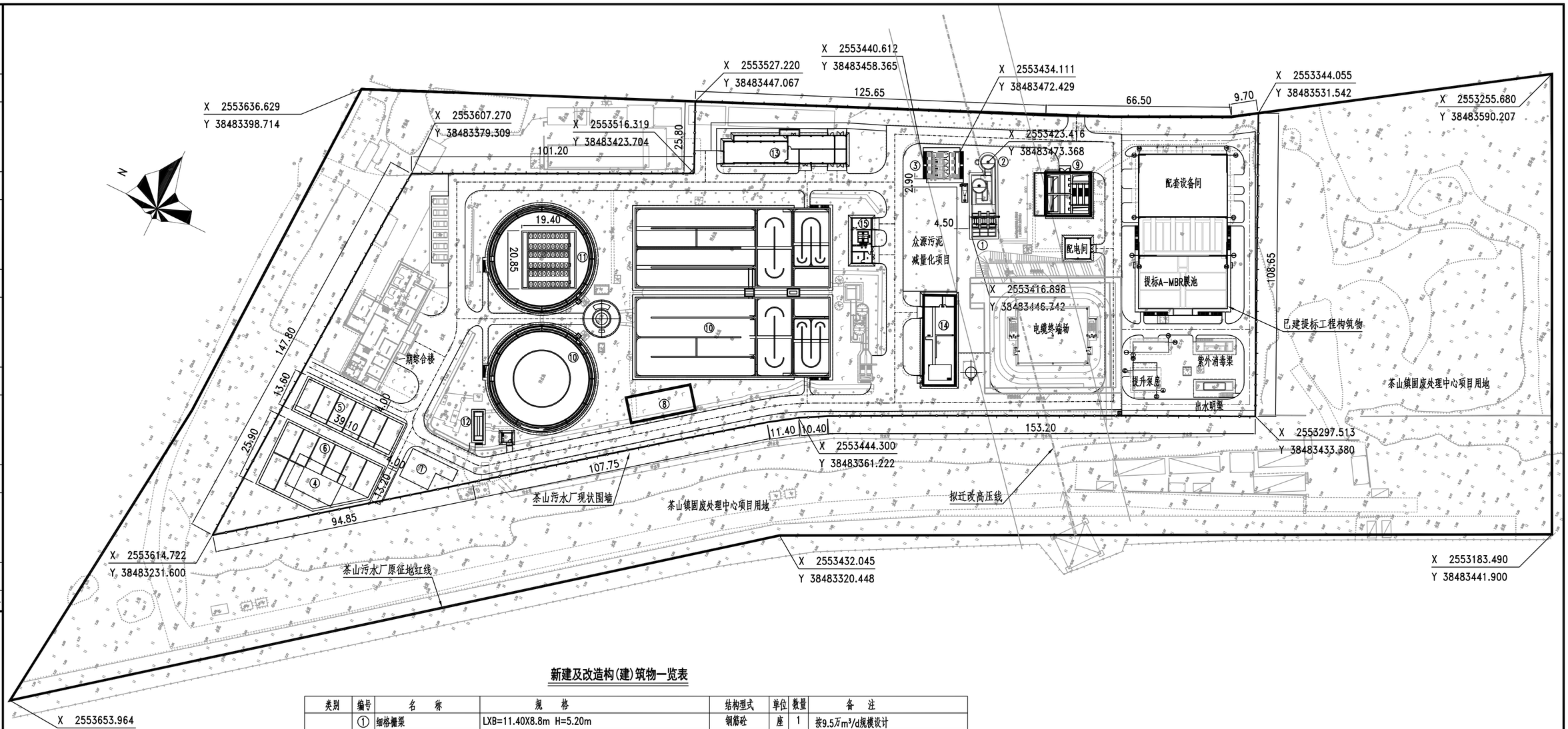
说明：

1、本图单位：m，采用1985国家高程基准，国家大地2000坐标系统。

2、本项目为东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目，改扩建设计处理规模为4.5万m³/d，总处理规模达到9.5万m³/d，$K_Z$=1.3。

3、本图为比选方案，采用"泥膜混合MBBR系统+二沉池/MBR膜池工艺"为主体工艺。

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 中国市政工程中南设计研究总院有限公司 Central & Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute Co.,Ltd | | | | | 工程名称 | 东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目 | | |
| 工程设计综合资质甲级:A142001257　工程咨询甲级资信:甲212021010950 | | | | | 子　项 | | | |
| | | | | | 图　名 | 总平面布置图(比选方案二) | | |
| 审　定 | 张建明 | | 专业负责人 | 凌　微 | | | | |
| 审　核 | 胡新立 | | 校　核 | 余　军 | 设计号 | 排06-2022-31 | 设计阶段 | 可行性研究 |
| 项目负责人 | 凌　微 | | 设　计 | 凌　微 | 图　号 | 可-排02 | 专　业 | 排水 |
| | | | | | 版　本 | A | 日　期 | 2023.04 |




## 新建及改造构(建)筑物一览表

| 类别 | 编号 | 名称 | 规格 | 结构型式 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 新建构筑物 | ① | 细格栅渠 | LXB=11.40X8.8m H=5.20m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| | ② | 旋流沉砂池 | LXB=14.40X12.30m H=5.20m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| | ③ | 精细格栅 | LXB=12.0X9.8m H=6.40m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| | ④ | 超磁预处理一体化设备 | | Q235B | 套 | 2 | 按3万m³/d规模设计 |
| | ⑤ | 前置反硝化滤池 | L×B×H=37.5m×12m×7.5m 上盖屋顶4.5m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按3万m³/d规模设计 |
| | ⑥ | C/N曝气生物滤池 | L×B×H=37.5m×24.5m×7.5m 上盖屋顶8m | 钢筋砼 | 座 | 1 | 按3万m³/d规模设计 |
| | ⑦ | 滤池配套设备间 | F=150m² | 框架 | 座 | 1 | 按3万m³/d规模设计 |
| | ⑧ | 生物除臭滤池 | | 成套设备 | 座 | 3 | 按9.5万m³/d规模设计 |
| 现状构筑物改造 | ⑨ | 粗格栅及进水泵房 | 土建利用现状，新增设备及配套附件 | 钢筋砼 | 座 | 1 | |
| | ⑩ | 五段式Bardenpho生物池 | 现状池体改造、进出水管改造、新增设备、更新设备等 | 钢筋砼 | 座 | 2 | 按6.5万m³/d规模设计 |
| | ⑪ | MBR池及配套设备间 | 现状池体改造、进出水管改造、新增设备及配套管路附件等 | 钢筋砼、框架 | 座 | 1 | 平均流量3万m³/d，高峰流量3.9万m³/d |
| | ⑫ | 紫外消毒渠 | 土建利用现状，新增设备及配套附件 | 钢筋砼 | 座 | 1 | 平均流量6万m³/d，高峰流量7.8万m³/d |
| | ⑬ | 鼓风机房及变配电间 | 土建利用现状，新增设备及配套附件 | 框架 | 座 | 1 | |
| | ⑭ | 污泥液缩脱水车间 | 土建近期利用现状，新增设备及配套附件，后期考虑新建1座 | 框架 | 座 | 1 | |
| | ⑮ | 加药间 | 改造现状土建，新增设备及配套附件 | 框架 | 座 | 1 | |
| 辅助工程 | ⑯ | 厂区道路 | 1350m² | 砼 | 项 | 1 | 暂定工程量 |
| | ⑰ | 厂区绿化 | 1500m² | | 项 | 1 | 暂定工程量 |

说明：

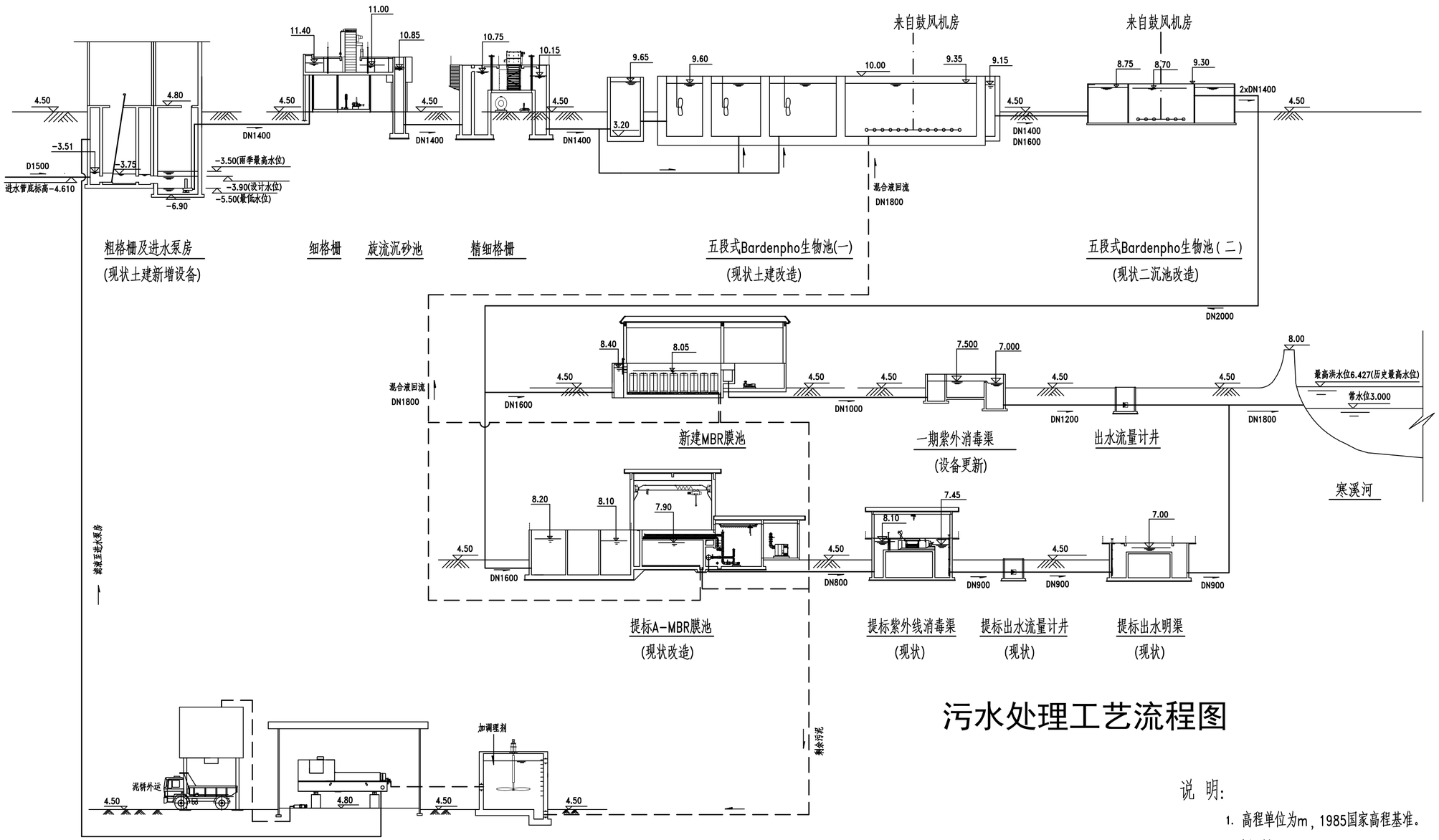
1、本图单位：m，采用1985国家高程基准，国家大地2000坐标系统。

2、本项目为东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目，改扩建设计处理规模为4.5万$m^3$/d，总处理规模达到9.5万$m^3$/d，Kz=1.3。

3、本图为比选方案，采用"五段式Bardenpho+MBR工艺/超磁预处理+BAF工艺"为主体工艺。

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 中国市政工程中南设计研究总院有限公司 Central & Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute Co.,Ltd | | | | | 工程名称 | 东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目 | |
| 工程设计综合资质甲级:A142001257 工程咨询甲级资信:甲212021010950 | | | | | 子项 | | |
| | | | | | 图名 | 总平面布置图(比选方案三) | |
| 审定 | 张建明 | | 专业负责人 | 凌微 | | | |
| 审核 | 胡新立 | | 校核 | 余军 | 设计号 | 排06-2022-31 | 设计阶段 可行性研究 版本 A |
| 项目负责人 | 凌微 | | 设计 | 凌微 | 图号 | 可-排03 | 专业 排水 日期 2023.04 |

交通 燃气
道路 桥梁
建筑 景观
电气 自控
结构 水工
给水 排水
合建




说 明:

1. 高程单位为m，1985国家高程基准。
2. 图 例:

——————— 污水管线
— — — — 污泥管线
— · — · — 空气管线

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 中国市政工程中南设计研究总院有限公司 Central & Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute Co.,Ltd | | | | | | 工程名称 | 东莞市茶山镇污水处理厂改扩建项目 | | |
| 工程设计综合资质甲级:A142001257 工程咨询甲级资信:甲212021010950 | | | | | | 子 项 | | | |
| 审 定 | 张建明 | | 专业负责人 | 凌 微 | | 图 名 | 工艺流程图（推荐方案一） | | |
| 审 核 | 胡新立 | | 校 核 | 余 军 | | 设计号 | 排06-2022-31 | 设计阶段 可行性研究 | 版 本 A |
| 项目负责人 | 凌 微 | | 设 计 | 凌 微 | | 图 号 | 可-排04 | 专 业 排水 | 日 期 2023.04 |