

东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程

可行性研究报告 (评审稿)



上海市市政工程设计研究总院（集团）有限公司

SHANGHAI MUNICIPAL ENGINEERING DESIGN INSTITUTE (GROUP) CO., LTD.

2023 年 5 月

东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程
可行性研究报告
(评审稿)

项目编号：2022GD418KY

集团总裁（总院院长）	雷	挺
集团总(副总)工程师	张	辰
设计院院长	生	骏
设计院总工程师	邹	伟 国
设计负责人	周	友 飞

工程咨询单位甲级资信证书

证书编号：甲 102022030149

上海市市政工程设计研究总院（集团）有限公司

2023 年 5 月



工程咨询单位甲级资信证书

单位名称： 上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

住 所： 上海市杨浦区中山北二路901号

统一社会信用代码： 913100004250256419

法定代表人： 张亮

技术负责人： 张辰

资信等级： 甲级

资信类别： 综合资信

业 务： 所有专业规划咨询和评估咨询

证书编号： 甲102022030149

有 效 期： 2022年12月31日至2025年12月30日



发证单位： 中国工程咨询协会



目 录

第一章	项目概况	1
1.1	项目概述	1
1.2	编制依据及标准规范	2
1.3	编制范围及内容	5
1.4	编制原则	6
1.5	工可主要结论	6
第二章	区域概况	9
2.1	城市概况	9
2.2	自然概况	10
2.3	区域发展现状	16
2.4	区域给排水现状	17
2.5	相关规划简述	26
第三章	项目建设的必要性	38
3.1	建设必要性	38
3.2	建设条件	40
第四章	工程规模及建设标准	41
4.1	工程规模	41
4.2	设计进水水质	41
4.3	工程建设目标	42
第五章	工程方案论证	44
5.1	厂址选择	44
5.2	进出厂管道	47
5.3	污水厂建设形式选择	48
5.4	本工程重难点污染及对策分析	54

5.5 本工程污水处理整体工艺路线选择	75
5.6 预处理工艺的选择	77
5.7 强化生物预处理工艺的选择	81
5.8 生物除磷脱氮工艺选择	88
5.9 深度处理工艺的选择	113
5.10 消毒工艺选择	121
5.11 碳源类型的选择	125
5.12 污泥处理工艺选择	127
5.13 除臭工艺方案论证	135
第六章 工程方案设计	147
6.1 设计水量与水质	147
6.2 总体设计	148
6.3 排水工艺设计	155
6.4 结构设计	174
6.5 建筑设计	188
6.6 电气设计	194
6.7 仪表及自控设计	199
6.8 除臭设计	206
6.9 暖通设计	214
6.10 景观设计	217
第七章 消防设计专篇	225
7.1 地下箱体消防设计	225
7.2 厂区消防设计	231
第八章 海绵城市设计专篇	236
8.1 海绵城市定义	236

8.2 设计依据	236
8.3 海绵城市建设目标和指标	236
8.4 本项目海绵城市（低冲击开发）主要目标	240
8.5 设计原则	241
8.6 设施规模计算方法	241
8.7 海绵城市技术选择	244
8.8 本工程海绵设计	251
第九章 环境保护	254
9.1 设计原则	254
9.2 工程建设中环境影响及对策	254
9.3 项目建成后的环境影响及对策	265
第十章 节能设计	267
10.1 节能政策	267
10.2 工程能源构成	267
10.3 工程运行能耗	268
10.4 节能措施	268
第十一章 安全与卫生	271
11.1 编制依据	271
11.2 主要危害因素分析	271
11.3 安全卫生防范措施	272
第十二章 防腐设计	276
12.1 腐蚀机理	276
12.2 混凝土防腐蚀措施	280
12.3 管道防腐	287
12.4 厂站附属结构防腐	287

第十三章 管理机构、劳动定员及建设进度	288
13.1 实施原则及步骤	288
13.2 组织机构与运行管理	288
13.3 项目建设进度安排	289
13.4 人员培训	290
13.5 电耗、水耗和药耗	290
第十四章 项目效益分析	292
14.1 环境效益	292
14.2 社会效益	293
14.3 国民经济效益	293
第十五章 社会稳定风险分析	294
15.1 项目稳评工作的目的、依据及意义	294
15.2 项目稳评工作的基本原则和目标	294
15.3 社会稳定风险分析及评价	295
第十六章 投资估算	298
16.1 编制范围	298
16.2 编制依据	298
16.3 资金筹措	299
16.4 工程投资	299
第十七章 结论及建议	307
17.1 结论	307
17.2 问题建议	308
第十八章 附图	310
18.1 附图	310

前 言

塘厦镇位于东莞市东南部，东连清溪镇，西邻黄江镇，北接樟木头镇，南与凤岗镇和深圳市观澜街道接壤，全镇总面积 128.7km²。塘厦镇位于深圳、东莞、惠州经济圈几何中心，莞深高速、龙林高速、惠塘高速及京九铁路等交汇贯通，是东莞东南部的交通枢纽，东莞与深圳中部接轨的门户。如今，塘厦镇抢抓国家建设粤港澳大湾区、深圳建设中国特色社会主义先行示范区以及东莞建设广东省制造业供给侧结构性改革创新实验区“三区”叠加的重大历史机遇，努力打造“东南门户产业重镇”。

东莞市委市政府拟引进省重大产业项目，是国家打造大湾区广深港澳科技走廊的战略部署。塘厦镇大坪社区地块（塘厦镇 2022-07 地块）隶属该重大产业项目，地块位于林坪路与泗黎路交界，北至林坪路，南临深圳龙华黎光社区，西临企洞路，东侧为大坪现状工业区，范围面积 121 公顷，地块内建设高新技术电子产业。

为配套电子工业企业建设，解决电子企业尾水排放问题，特进行本工程“东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程”建设。

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司（下称“我院”）于 2022 年 12 月正式接受委托，开展《东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程》可行性研究报告的编制工作，编制过程主要历程如下：

2023 年 2 月 21 日，我院编制完成《东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程—可行性研究报告》（征求意见稿），对各方咨询意见进行了复核，形成本次《东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程—可行性研究报告》（评审稿）。对于相关未明确的边界问题，待后续进一步对接稳定后，对本次成果进行进一步复核调整。

本次研究确定，东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程规模与上游电子企业废水量保持一致，为 27600 m³/d，小时废水量 1150m³/h。进水水质暂按

《电子工业水污染物排放标准》（GB39731-2020）间接排放标准和广东省地方标准的较严值执行，待电子企业排污口环评批复后进行复核；出水水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的地表 IV 类水标准（TN≤15mg/L）（最终以环评批复为准）。

工艺路线推荐采用“调节池（含提升泵）→一级混凝沉淀池→二级混凝沉淀池→水解酸化池→中沉池→生物反应池→MBR 膜池→深度除氟→臭氧催化氧化→生物活性炭→紫外线消毒（辅助次氯酸钠）→提升排放”。污泥处理采用“机械浓缩+加药调理+高压板框压滤工艺”，将产生的剩余污泥和化学污泥脱水至含水率小于 60%后外运处置，污泥最终处置以后续东莞市的相关规定为准。

本工程建设项目总投资为 69918.36 万元，其中，建筑安装工程费用为 55598.41 万元，工程建设其他费用为 6117.51 万元，预备费为 4937.27 万元，铺底流动资金为 834.13 万元，建设期贷款利息为 2431.05 万元。

在本次可行性研究报告的编制过程中，我们得到了各方领导、专家的关心和帮助，谨此表示衷心感谢。

第一章 项目概况

1.1 项目概述

1.1.1 项目名称及地点

项目名称：东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程

项目地点：工业废水厂位于东莞市塘厦镇内，规划 2022-07 地块南侧。泗黎路以西、龙潭路以南，泗黎路与珠三角环线高速交界处。



图 1.1-1 本项目位置示意图

1.1.2 服务范围及建设规模

(1) **服务范围。**根据市生态环境局、市投资促进局等部门提供的规划资料，本项目东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程主要服务于东莞市塘厦镇规划 2022-07 地块内的电子工业企业，用于处理电子工业企业生产废水。

(2) **规模。**根据电子工业企业建设计划及其废水排放量情况，本工程

工业废水处理规模按 $27600\text{m}^3/\text{d}$ 进行建设，小时处理量 $1150\text{m}^3/\text{h}$ 。

1.1.3 建设内容

本项目建设内容为东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程，建设电子工业污水处理厂一座，建设规模 $27600\text{m}^3/\text{d}$ ，包括废水预处理、二级生物处理、深度处理、污泥处理等核心处理设施及相关配套附属设施。出水水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的地表 IV 类水标准（ $\text{TN} \leq 15\text{mg/L}$ ），最终以环评批复为准。

1.2 编制依据及标准规范

1.2.1 编制依据

一、工艺专业

1. 《室外排水设计标准》（GB 50014-2021）
2. 《电子工业水污染物排放标准》（GB39731-2020）
3. 《电子工业废水处理工程设计标准》（GB51441-2022）
4. 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）
5. 《水污染排放限值》（DB 44/26-2001）
6. 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）
7. 《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T 19923-2005）
8. 《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）
9. 《城市污水再生利用景观环境用水水质》（GB/T 18921-2019）
10. 《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）
11. 《城镇污水再生利用工程设计规范》（GB 50335-2016）
12. 《声环境质量标准》（GB 3096-2008）
13. 《城镇污水处理厂污泥处理技术规程》（CJJ 131-2009）
14. 《城镇污水处理厂臭气处理技术规程》（CJJ/T 243-2016）

15. 《恶臭污染物排放标准》（GB 14554-93）
16. 《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）
17. 《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）
18. 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）

二、建筑专业

19. 《民用建筑设计统一标准》（GB 50352-2019）
20. 《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB 50016-2014）
21. 《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）
22. 《无障碍设计规范》（GB 50763-2012）
23. 《城镇地下式污水处理厂技术规程》（T/CECS 729-2020）
24. 《建筑工程设计文件编制深度的规定(2016 版)》

三、结构专业

25. 《工程结构通用规范》（GB 55001-2021）
26. 《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB 55002-2021）
27. 《建筑与市政地基基础通用规范》（GB 55003-2021）
28. 《钢结构通用规范》（GB 55006-2021）
29. 《砌体结构通用规范》（GB 55007-2021）
30. 《混凝土结构通用规范》（GB 55008-2021）
31. 《建筑结构可靠性设计统一标准》（GB 50068-2018）
32. 《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2012）
33. 《混凝土结构设计规范（2015 年版）》（GB 50010-2010）
34. 《砌体结构设计规范》（GB 50003-2011）
35. 《建筑抗震设计规范（2016 年版）》（GB 50011-2010）
36. 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012
37. 《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069-2002

38. 《埋地塑料排水管道工程技术规程》 CJJ 143-2010
39. 《给水排水工程管道结构设计规范》 GB 50332-2002
40. 《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》 GB 50032-2003
41. 《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB 50268-2008
42. 《建筑地基基础设计规范（广东省标准）》 DBJ 15-31-2016
43. 《建筑基坑工程技术规程（广东省标准）》 DBJ/T 15-20-2016
44. 《建筑地基处理技术规范（广东省标准）》 DBJ/T 15-38-2019
45. 《建筑工程抗浮设计规程（广东省标准）》 DBJ/T 15-125-2017

四、电气专业

46. 《20KV 及以下变电所设计规范》 GB 50053-2013
47. 《供配电系统设计规范》 GB 50052-2009
48. 《低压配电设计规范》 GB 50054-2011
49. 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》 GB/T 50062-2008
50. 《电力工程电缆设计标准》 GB 50217-2018
51. 《3~110KV 高压配电装置设计规范》 GB 50060-2008
52. 《通用用电设备配电设计规范》 GB 50055-2011
53. 《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T 50065-2011
54. 《民用建筑电气设计标准》 GB 51348-2019
55. 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057-2010
56. 《建筑照明设计标准》 GB 50034-2013

五、自控专业

57. 《自动化仪表选型设计规范》（HG/T 20507-2014（2017 年复审））
58. 《可编程序控制器系统工程设计规范》（HG/T 20700-2014）
59. 《过程测量与控制仪表的功能标志及图形符号》（HG/T 20505-2014）
60. 《视频安防监控系统工程设计规范》（GB 50395-2007）

61. 《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010）
62. 《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116-2013)
63. 《仪表供电设计规范》HG/T 20509-2014（2017 年复审）
64. 《仪表配管配线设计规范》HG/T 20512-2014（2017 年复审）
65. 《仪表系统接地设计规范》HG/T 20513-2014（2017 年复审）
66. 《控制室设计规范》HG/T 20508-2014（2017 年复审）

六、暖通专业

67. 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019-2015
68. 《建筑设计防火规范（2018 年版）》GB 50016-2014
69. 《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251-2017
70. 《工业企业设计卫生标准》GBZ 1-2010
71. 《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981-2014
72. 《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB 50067-2014

1.3 编制范围及内容

本工程的编制范围为东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程范围内所有处理构（建）筑物及附属配套工程。主要编制内容为：

本次可行性研究报告主要包括：

- ✧ 项目选址
- ✧ 工程建设必要性
- ✧ 设计规模论证
- ✧ 设计进出水水质论证
- ✧ 工程方案论证
- ✧ 污水处理厂工程设计
- ✧ 污水处理构筑物高程设计

◇ 投资估算

1.4 编制原则

(1) 遵循国家和地方法律法规的原则，贯彻国家关于环境保护的基本国策，执行国家的相关法规、政策、规范和标准；

(2) 因地制宜原则，结合国内类似污水处理厂的运行情况和本工程场地条件，选用先进、经济、合理的设计方案；

(3) 节能减排原则，优化污水处理工艺，主体设备、关键设备选用高效节能的产品，实现节约能耗，降低工程基建投资和运行费用的目标；

(4) 提高效率原则，污水处理过程中设置先进的监控仪表，提高全厂自动化控制程度；

(5) 安全运行原则，确保污水厂安全运行；

(6) 土地节约原则，合理布置总图；

(7) 环境友好原则，以人为本，将工程的功能性、实用性、美观与自然环境有机结合，创造卫生、舒适、幽静、典雅的环境，同时确保污水处理厂与周边环境和谐，减少臭气、噪声等影响，充分发挥污水处理工程的社会效益、经济效益和环境效益。

1.5 工可主要结论

1、建设规模

本工程建设规模为 27600 m³/d，小时废水量 1150 m³/h。

2、进出水水质

本项目直接服务于地块内电子芯片生产企业废水，生产排放的工业废水主要类别为电子行业生产废水，在工业企业内经预处理后排入本项目工业污水处理厂，企业预处理后的工业废水排放标准执行《电子工业

水污染物排放标准》（GB39731-2020）间接排放标准和广东省地方标准的较严值，本工程进水水质如下，后续根据电子工业企业排放水质情况，进行复核调整：

表 1.5-1 本项目设计进水水质

水质指标类别	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TN	TP	氟化物
设计进水水质 (mg/L)	500	300	400	45	70	8	20

本工程设计出水水质暂执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）准 IV 类水标准（TN≤15mg/L），最终以环评批复为准，具体指标如下：

表 1.5-2 本项目设计出水水质

水质指标类别	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TN	TP	氟化物
设计出水水质 (mg/L)	30	6	10	1.5	15	0.3	1.5

3、工艺方案

根据本工程的建设内容、水质指标等，通过借鉴国内外成熟的工程经验并结合本工程用地情况，推荐采用的工艺路线为“调节池+预处理+生物处理+深度处理”组合工艺路线，具体工艺流程为“调节池（含提升泵）→一级混凝沉淀池→二级混凝沉淀池→水解酸化池→中沉池→生物反应池→MBR 膜池→深度除氟→臭氧催化氧化→生物活性炭→紫外线消毒（辅助次氯酸钠）→提升排放”。

污泥处理采用“机械浓缩+加药调理+高压板框压滤工艺”，将产生的剩余污泥和化学污泥脱水至含水率小于 60%后外运处置，污泥最终处置以后续东莞市的相关规定为准。

本工程对预处理区、生物反应池和污泥处理设施进行加盖除臭，除臭工艺采用生物滤池工艺。

污水消毒采用紫外线消毒，辅助次氯酸钠消毒。

针对工业水进水碳源不足的情况，考虑补充乙酸钠作为生物反应碳源。

4、投资估算

本工程建设项目总投资为 69918.36 万元，其中，建筑安装工程费用为 55598.41 万元，工程建设其他费用为 6117.51 万元，预备费为 4937.27 万元，铺底流动资金为 834.13 万元，建设期贷款利息为 2431.05 万元。

第二章 区域概况

2.1 城市概况

2.1.1 区域位置及行政区划

(1) 地理位置

塘厦镇位于东莞市东南部，东连清溪镇，西邻黄江镇，北接樟木头镇，南与凤岗镇和深圳市观澜街道接壤，全镇总面积 128.7km²。塘厦镇位于深圳、东莞、惠州经济圈几何中心，莞深高速、龙林高速、惠塘高速及京九铁路等交汇贯通，是东莞东南部的交通枢纽，东莞与深圳中部接轨的门户。如今，塘厦镇抢抓国家建设粤港澳大湾区、深圳建设中国特色社会主义先行示范区以及东莞建设广东省制造业供给侧结构性改革创新实验区“三区”叠加的重大历史机遇，努力打造“东南门户产业重镇”。



图 2.1-1 塘厦镇区位图

(2) 行政区划

塘厦镇下辖塘厦、三局、林村、莲湖、石潭埔、横塘、莆心湖、诸佛岭、振兴围、四村、蛟乙塘、大坪、田心、龙背岭、石鼓、平山、桥陇、凤凰岗、沙湖、石马、清湖头、塘新等二十二个村社区。

2.1.2 历史沿革

塘厦镇历史源远流长，早在 2000 多年前，先民们就在此渔猎耕种，繁衍生息。宋代，塘厦已形成村落，人们傍石马河搭舍而居。明代，塘头厦属东莞县归城乡第七都，塘厦圩为都府所在地。1934 年，塘厦圩设乡，为塘厦建立乡政权之始。建国后，塘厦地区先后设立区、乡政府和人民公社管理委员会，1987 年 4 月改称为镇。

中华人民共和国成立后，塘厦相继进行了土地改革、人民公社化运动，彻底废除了封建土地制度。之后，广大人民又积极投身于史无前例的社会主义革命和社会主义建设，并取得了一系列成就。中共十一届三中全会后，塘厦镇抓住先机，大力发展外向型经济，并以其优良的投资环境、优质的行政服务，赢得了广大投资者的青睐，聚集了一大批海内外优秀人才、资金和技术。到 2007 年，塘厦镇先后实现了从传统农业向商品农业、从农业社会向工业社会、从农村向城市三个转变的大跨越，使全镇社会、经济和各项事业都有了巨大进步。

2.2 自然概况

2.2.1 地理位置

塘厦镇中心城区位于东经 114°5'35"，北纬 22°4'24"。塘厦镇地处东莞市东南部，位于东莞-深圳-香港经济大走廊之间。东与清溪镇相邻，南与凤岗、深圳交接，西与黄江接壤，北与樟木头镇相连。塘厦是东莞市东南临深片区中心、广东省中心镇、中国百强镇和世界高尔夫名镇，荣获国家卫生镇、国家级生态乡镇、国家园林城镇、广东省宜居示范镇等荣誉称号。

2.2.2 气象气候

1、气候特征

塘厦镇位于东莞市东南部，濒临南海，地处北回归线以南，阳光充足，属亚热带季风气候。春夏两季吹东南风，空气湿润，雨量充沛，秋季常吹西风，秋高气爽；冬季多吹北风或西北风，空气较为干燥，较冷年份会出现短期霜冻。年均无霜期 339 天，1 月是一年当中最冷的月份，2 月 1 日至 3 月 10 日，是由冬季转春季的过渡期。这段时间由于受北方冷空气影响，常出现低温阴雨天气，每次时间短则 3~5 天，长则在 10 天以上。7 月是一年当中最热的月份。7 月、8 月、9 月是台风干扰塘厦的季节，1964 年夏秋之间曾刮过 4 次强台风，损失较严重。

2、气温

塘厦镇因受地形、海洋影响，境内气温与莞城相比略低，全年平均气温为 21.9℃。一年中以 1 月份气温最低，月平均气温为 13℃。每年的极端最低气温出现在 1 月和 2 月，塘厦极端最低气温曾出现在 1957 年 2 月 11 日，为-0.5℃。7 月为全年气温最高月份，平均气温为 29℃。塘厦极端最高气温曾出现在 1963 年，为 36.5℃。每年的 2 月 1 日至 3 月 10 日，常出现连续 3 天以上的低温阴雨天气。最长的一次是 1968 年，连续 25 天。从 3 月 11 日起，伴随低温阴雨天气，偶有“倒春寒”发生。

3、日照

塘厦镇处于低纬度地带，冬夏季节白天相差 2~3 个小时，最长的是夏至，约 13 个小时，最短的是冬至，约 10 个小时。境内日照充足，全年平均日照时数为 1986 小时，平均日照百分率为 23%。一年中，日照时数最少的月份是 2 月至 4 月；日照时数最多的是 7 月，月平均日照时数为 230 小时。太阳辐射每年平均为 109880 卡/平方厘米，月平均为 9156 卡/平方厘米。太阳辐射在一年中的变化是 5 月至 10 月较强，11 月至翌年月较弱。

4、降水

境内降雨大致分为3类：一是2月至4月受冷空气影响造成的低温阴雨，雨量不大，但温度低，阴雨天气时间长，阳光不足，对春播春种和果树开花、结果影响很大。二是4月至6月受高空槽和静止锋（冷锋）影响，造成前汛期降雨，雨量、雨势较大，雨量集中，常伴有冰雹及短时雷雨大风，容易造成灾害。6月份雨量较大，为防洪抗涝的紧张时期。三是7月至9月，常受台风影响而出现暴雨，此阶段被称之为后汛期，是抗击台风侵袭的主要时期。

塘厦年均降雨量为1800毫米。其中12月至次年2月为全年最少月份，月平均30余毫米；5月至9月为全年最多月份，月均约300毫米；10月至11月，月均100余毫米。

2.2.3 地形地貌

塘厦镇位于东莞市东南部山丘区，境内四面环山，中间为盆地，是以低丘、台地为主的半山区，地势西南高，东北低。由于已入热带范围，故地带性土壤已划入赤红壤地区，只有山上才有红壤和黄壤分布。

根据1:50000塘厦地质图，本区位于粤东北高要—惠来断裂带的紫金—惠阳凹陷断裂，东西向高要—惠来断裂带横贯本区，具有较为复杂的构造背景，构造行迹主要有褶皱和断裂。区内水系较发达，以山间溪流为主，侵蚀作用强烈。本区地下水可分为孔隙潜水和基岩裂隙水，镇区为冲积坡残积缓坡阶地，且为受侵蚀切割的地形。本区地层较发育，分布范围颇广，地层区划属于华南地层区东江分区，主要出露侏罗纪、泥盆纪和第四纪地层等，根据岩性和岩石组合特征的差异，分述如下：

（1）第四纪地层—陆丰组（QL）

主要是陆丰组的灰白、灰黄色砂卵砾石及粘性土，厚度一般为0~3.4m，为河流冲积相沉积，构成河流一级阶地，具河流二元结构。局部河流分布有

灰~灰黑色粘性土、泥炭土及腐殖质和粉细砂等。该组与下伏西南镇组呈整合接触，不整合于基岩之上。

（2）侏罗纪地层

A 南山村组粗面质（含角砾）塑性岩屑熔结凝灰岩或熔结凝灰岩夹少量凝灰质泥岩。该组角度不整合于中—晚侏罗式地层之上，为白垩纪花岗岩所侵入。

B 塘厦组，灰色—紫红色粉砂岩，粉砂质泥岩，砂岩，粉砂质泥岩面层，长石石英砂岩等。该段发育水平层理，水平纹理，透镜状层理，属浅湖相沉积。

（3）泥盆纪地层

A 大赛坝组、灰色细粒长石石英砂岩，粉砂岩，粉砂质泥岩互层。该组水平层理发育，砂岩以石英砂岩为主，属滨浅海相沉积。

B 帽子峰组石角嘴段，灰色细砾长石石英砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩及少量硅质岩。帽子峰组沉积环境为湖坪相，为水平层理，韵律层理，压扁层理沉积构造。

（4）晚白垩纪地层

细粒黑云母钾长花岗岩和细粒斑状黑云母二长花岗岩，另外，部分地区还分布有花岗岩脉、花岗斑岩脉、花岗闪长岩脉和闪长岩脉。

根据《中国地震区划图》，塘厦镇地震烈度为VI级，设计地震加速度值为0.05g。

2.2.4 河流水系

塘厦镇主要河流有石马河和其支流。石马河总的流向从南向北流入东江。观澜河为石马河干流的上游部分，从西南往东北流经镇中心与雁田水汇合。镇内其它支流均汇入石马河或雁田水。



图 2.2-1 塘厦镇主要河流分布图

(1) 石马河

石马河是东江一级支流，发源于深圳市宝安区的大脑壳山，全流域集雨面积 1205km²，河流长 73.5km，河床总落差约 70m，全河平均比降为 0.61‰，东莞市属面积 673km²，长 60km。其中塘厦镇集雨面积 159.7km²，塘厦镇内石马河长 13km，宽约 70~90m。

(2) 观澜河

观澜河发源于宝安龙华大脑壳山（海拔 385.4m），自南向北流经龙华、布吉、观澜，在观澜镇企坪流入东莞，过企山陂经沙湖、东头、溪头，折向东北经诸佛岭、营盘、长湖唇等村，再折向东穿过广深铁路至塘厦墟汇入石马河。观澜河在宝安境内集雨面积 202km²，河流长 24.71km，河道平均纵坡降 15‰，总落差 362m。在塘厦镇内集雨面积 69.5km²，干流长 9km，河道平均纵坡降 0.84‰，总落差 7.56m。

（3）虾公岩水

虾公岩水源于观音山南和大屏障下，在虾公岩水库蓄水后，经陀陂头抽水站、鲤鱼嘴、燕山围 3 地的公路桥，过田心围，溪头公路桥后，在溪头村东注入观澜河，流程 4.6km。

（4）牛眠埔 1#排洪渠

牛眠埔 1#排洪渠源于潘鬼坑，经牛眠埔水库、永安围、石头坑陂头，过塘梅公路桥、葵湖陂头，在溪头村西注入虾公岩水，境内流程 2.85km。

（5）大钟岭水

大钟岭水源于黄伞遮头山东南部，流经上陂头、塘梅公路桥，在诸佛岭村西注入观澜河，境内流程 2.65km。

（6）契爷石水

契爷石水源于东惠边境的亚公岭，在契爷石水库滞洪后，经清溪镇的磨泥屿注入塘厦横塘村，再由蕉园坑村转向西北，过塘清公路桥、水围、泥围，在莲湖的大陂头蓄水灌田后，余水在石头岭村注入石马河，塘厦境内流程 3.978km。

2.2.5 社会经济概况

（1）社会经济

改革开放以来，塘厦镇充分发挥地缘、人缘优势，坚持“打基础、办实业、走正道”的发展方针，积极实施“外向带动”战略，走出了一条以加工贸易参与国际分工，以经济国际化带动农村工业化、城市化的发展道路。

目前全镇聚集了 900 多家外资工业企业、8000 多家内资工业企业。其中，规模以上工业企业 890 家，排全市第二位，亿元以上工业企业 275 家，位居全市第一；拥有国家高新技术企业 433 家，占全市 5.8%，总量位居全市第四；国家小巨人企业 6 家，广东专精特新企业 12 家，市级“专精特新”企业 39 家，认定数量排名全市第三；省级工程中心 25 家，省级重点实验室

1 家，市级工程中心 9 家，市级科技企业孵化器 2 家；主板上市民营企业 5 家（坚朗五金、奥海科技、三友联众、铭科精技、熵基科技）。2021 年，全镇实现地区生产总值 576.49 亿元，同比增长 9%；规模以上工业企业实现增加值 298.07 亿元，同比增长 11.1%，总量在全市排 2 位；固定资产投资完成 100.45 亿元，同比增长 38.6%，增速排全市镇街第 3；社会消费品零售总额完成 184.8 亿元，同比增长 11.6%。

塘厦镇将坚持以科学发展观为指导，坚持工业立镇，高起点规划、高标准建设科苑城信息产业园和凤凰科技产业园，以承接深圳高端产业转移为首选，着力引进总部型、创新型企业，构建起以“三电”为支柱，以高尔夫和文化旅游产业为特色的现代产业体系。

（2）人口规模

根据第七次全国人口普查数据，塘厦镇常住人口为 62.90 万人，其中户籍人口约 9.77 万人。

2.3 区域发展现状

塘厦镇电子信息制造业、电气机械及设备制造业发达，工业产业链完备，在国民经济行业分类 31 个制造业大类中，涵盖了其中的 23 个行业大类，是广东省电子电源专业镇，也是全省工业类优秀等级专业镇。近年来，塘厦镇以“拓空间”为主要路径，通过镇、社区土地统筹、解决土地历史遗留问题及推动城市更新改造等措施，大力盘活闲置低效存量用地，成功引进瑞勤通讯、金龙机电、顺络电子、东益新能源汽车等一批关键性、龙头型、补链型的企业和项目。2021 年，塘厦镇稳步推进规划面积 22 平方公里的临深新一代电子信息产业基地建设，着力构建“一主两副”（一主即新一代电子信息产业；两副即新材料、高端智能装备产业）的先进制造业产业体系，积极引导新一代信息技术、高端装备制造、新能源、新材料等关键行业、产业链缺

失环节集聚发展，持续打造上中下游共赢发展的产业生态，全面释放高质量发展新动能。高标准谋划龙背岭标准化产业片区建设，加大对龙头企业、链主企业的产业空间保障力度。

2.4 区域给排水现状

2.4.1 给水系统现状

1、水资源概况

塘厦镇属于东莞东南部丘陵山区，地势西部、南部山地高，东部、北部低，是以低丘、台地为主的半山区。境内主要河流为石马河、观澜河。2018年水质监测数据显示，塘厦镇大部分水质为劣V类。东莞市于2019年1月启动了石马河流域水污染综合治理攻坚行动，并取得了阶段性成效。根据2021年水质监测数据，塘厦镇域内所有河道均已消除黑臭。

塘厦镇内水库共10座，总库容为3035万 m^3 ，具体详见下表。其中有3座水库作为供水水源。

表 2.4.1-1 塘厦镇水库基本情况表

序号	名称	水库等级	总库容(万 m^3)	集雨面(km^2)	用途
1	大坑尾水库	小(2)型	93	18	防洪、灌溉
2	大钟岭水库	小(1)型	213	2.8	防洪、旅游、 灌溉
3	电光村水库	小(1)型	280	4	防洪、灌溉、 供水
4	鲤鱼塘水库	小(1)型	146	1.5	防洪、灌溉
5	牛迳水库	小(1)型	112	1.9	防洪、灌溉、 供水
6	牛眠埔水库	小(1)型	202	3.5	防洪、供水
7	企洞水库	小(2)型	93	1.53	防洪、灌溉

序号	名称	水库等级	总库容(万 m ³)	集雨面(km ²)	用途
8	塘坑水库	小(1)型	668	5.1	防洪、灌溉
9	虾公岩水库	中型	1180	15.7	防洪、灌溉、 供水、养殖、 旅游
10	窑坑水库	小(2)型	48	0.86	防洪、灌溉

2、水厂建设现状

塘厦镇现状供水水厂有虾公岩水厂、中心水厂、牛眠埔水厂和凤凰水厂，总供水规模 51 万 m³/d。虾公岩水厂供水能力 10 万 m³/d，水源为虾公岩水库；中心水厂供水能力 9 万 m³/d，水源为东深供水渠；牛眠埔水厂供水能力 7 万 m³/d，水源为牛眠埔水库；凤凰水厂 2002 年建成，供水能力 25 万 m³/d，水源为东深供水渠。

2.4.2 排水系统现状

污水系统现状

1、现状污水量

塘厦镇已建成 2 座污水处理厂，分别为林村污水处理厂、石桥头污水处理厂。现状总处理能力达 20 万 m³/d（不包括白泥湖污水处理厂），2021 年实际日处理水量为 20.74 万 m³/d。各厂站基本满负荷运行。

白泥湖污水厂在 2020 年 3 月已停止运行，并推进实施改造新建中，设计规模为 5 万 m³/d，现阶段正处于施工建设期。

表 2.4.2-1 塘厦镇污水处理量一览表

序号	污水处理厂名称	现状规模 (万m ³ /d)	2019年处理 水量(万 m ³ /d)	2020年处理 水量(万 m ³ /d)	2021年处理 水量(万 m ³ /d)
1	白泥湖污水处理厂	——	——	——	——

序号	污水处理厂名称	现状规模 (万m ³ /d)	2019年处理 水量(万 m ³ /d)	2020年处理 水量(万 m ³ /d)	2021年处理 水量(万 m ³ /d)
2	林村污水处理厂（一期）	12	14.94	14.79	12.88
3	林村污水处理厂（二期）	4	4.51	4.53	4.26
4	石桥头污水处理厂	4	3.93	4.17	3.60
5	小计	20	23.38	23.49	20.74

2、污水厂站设施现状

塘厦镇目前在运行的污水处理厂有 2 座，分别为林村污水处理厂、石桥头污水处理厂。白泥湖污水处理厂已停止运行，白泥湖污水厂原设计规模 1.5 万 m³/d，现阶段正处于改造新建中，设计规模 5 万 m³/d。现状总处理能力达 20 万 m³/d。林村污水处理厂尾水排入鸡爪河，石桥头污水处理厂尾水排入利是陂水，最终均汇入石马河。

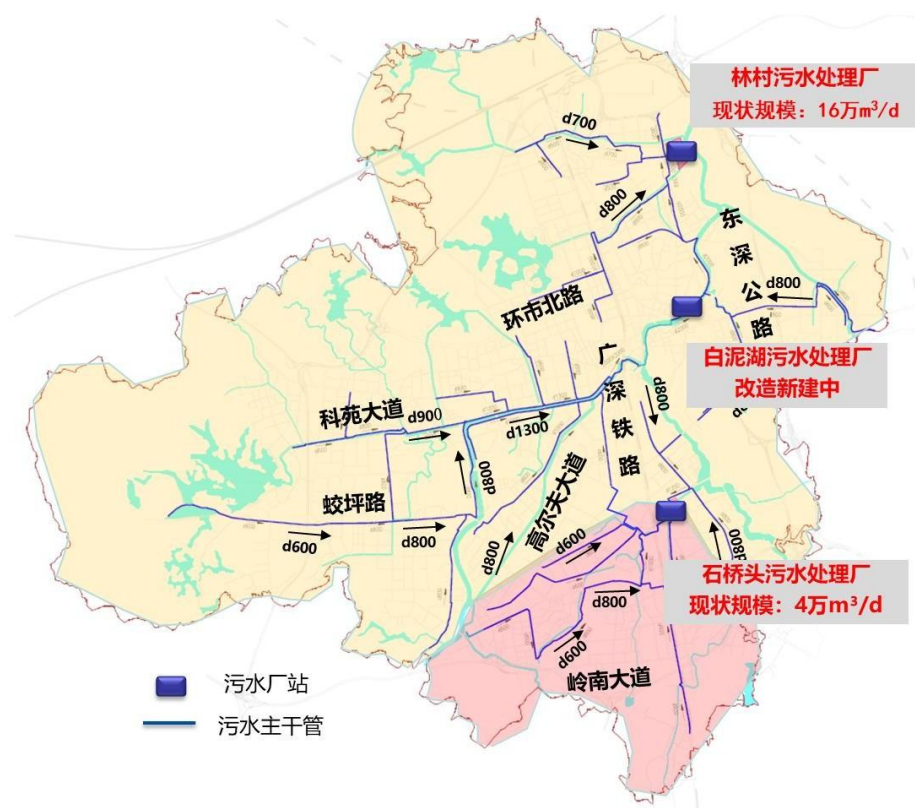


图 2.4.2-1 现状污水厂站分布图

（1）石桥头污水厂

石桥头污水处理厂位于塘厦镇环市南路 132 号，污水处理厂总规模为 4 万吨/日，一、二期建设规模均为 2 万 m^3/d 。主要服务塘厦镇的平山、清湖头、凤凰岗、桥陇、石鼓、振兴围等社区的生活污水、工业废水及其他公共建筑污水。处理后污水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准。

石桥头污水厂一、二期提标改造工程改造排放目标为《淡水河、石马河流域水污染物排放标准》（DB44/2050-2017）。

污水处理采用的是“生物脱氮除磷微曝氧化沟”工艺，其工艺采用深水微孔曝气和水下推流相结合，改传统的表曝为池底微曝，提高供氧能力，降低能耗约为 30%；出水稳定，管理方便。

（2）林村污水处理厂

林村污水处理厂位于塘厦镇林村管理区东深二路旁（石马河向西侧），林村污水处理厂处理规模为 16 万 m^3/d ，一期工程日处理量为 12 万 m^3/d ，采用先进的 CAST 工艺；二期工程日处理量为 4 万 m^3/d ，采用改良 A_2O +滤布滤池工艺。主要负责收集、处理塘厦镇横塘、龙背岭、大坪、四村、沙湖、田心、蒲心湖、蛟乙塘、振兴围（138 工业区）储佛岭、石潭布、埔心湖、莲湖、林村 13 个村的污水。一期处理后污水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准，二期处理后污水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。二期工程与一期共用截污主干管网进水检查井，其余包括进水泵房、办公楼等皆为新建。林村污水处理厂（一期）提标改造工程改造排放目标为：氨氮、总磷达到 IV 类，其他一级 A 标准。

（3）白泥湖污水处理厂

东白泥湖污水厂原规模为 1.5 万 m^3/d ，采用 DE 式氧化沟工艺，执行

《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准。处理后污水汇入石马河干流。2020 年 3 月，白泥湖污水厂停止运行，并推进实施改造新建白泥湖污水厂，设计规模为 5 万 m³/d，现阶段正处于施工建设期间。

3、分散处理设施现状

塘厦镇目前共有 21 座分散污水处理设施，总处理规模 1.47 万 m³/d。

表 2.4.2-2 塘厦镇现状分散处理设施情况

序号	设施名称	规模（吨/天）	建设主体
1	牛眠埔老围分散污水站	500	市统筹
2	南屏村分散污水站	400	市统筹
3	电光村分散污水站	100	市统筹
4	居委会旧头村分散污水站	26	镇自建
5	林村隔水分散污水站	96	镇自建
6	莲湖石头岭分散污水站	50	镇自建
7	莲湖水口围分散污水站	100	镇自建
8	牛眠埔新围分散污水站	70	镇自建
9	林村六岭分散式站点	100	镇自建
10	蛟乙塘车头村分散污水站	128	镇自建
11	平山旧围分散污水站	118	镇自建
12	桥拢南屏路东分散式站	85	镇自建
13	石马韩屋分散污水站	142	镇自建
14	南屏工业区分散污水站	80	镇自建
15	石鼓水一体化污水站	3000	镇自建
16	金塘工业区一体化污水站	150	镇自建
17	韩屋路一体化污水站	150	镇自建

序号	设施名称	规模（吨/天）	建设主体
18	大钟岭一体化污水站	1000	中电建
19	清湖头一体化污水站	3000	中电建
20	大坪水塘厦医院分散污水站	3500	中电建
21	龙背岭深坑分散污水站	1500	中电建
22	合计	14745	

4、现状污水提升泵站

塘厦镇现有污水泵站总计 6 座，分别为白泥湖污水泵站、石马河污水泵站、观澜河污水泵站、石桥头污水泵站、桥陇污水泵站，总规模达 26.75 万 m³/d。

表 2.4.2-3 塘厦镇污水提升泵站现状情况

序号	泵站名称	规模（万吨/天）	备注
1	谢坑水污水泵站	4	已建
2	白泥湖污水泵站	20	已建
3	石桥头污水泵站	1.5	已建
4	观澜河污水泵站	0.35	已建
5	桥陇污水泵站	0.75	已建
6	宏业南一路污水泵站	0.15	已建

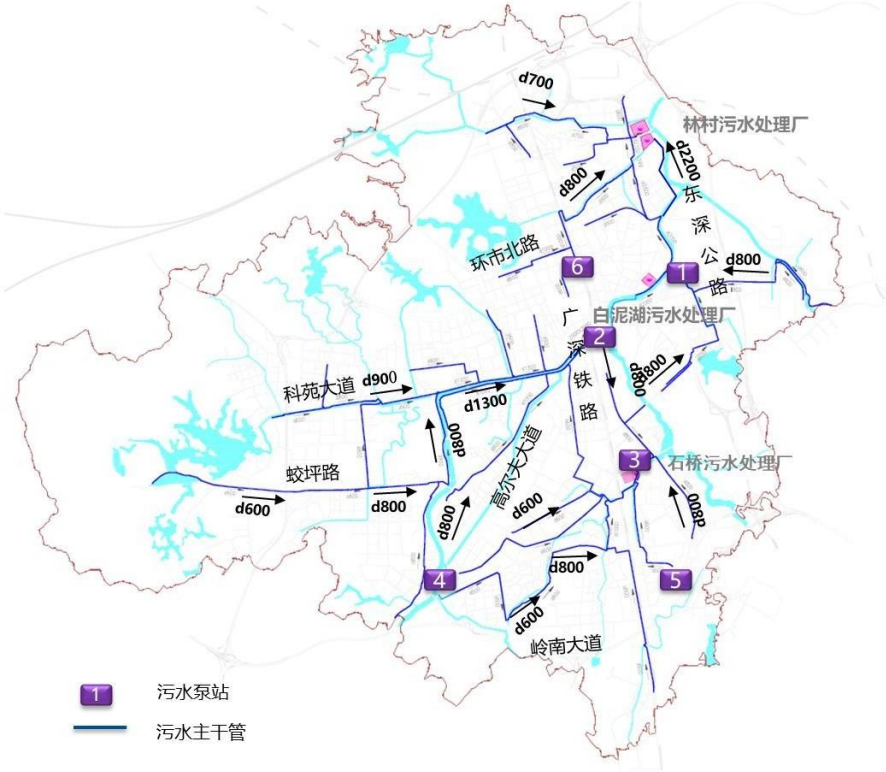


图 2.4.2-2 现状污水泵站分布图

5、污水管网现状

规划区分为林村污水处理厂、石桥头污水处理厂两大污水系统。



图 2.4.2-3 塘厦镇污水系统分布图

(1) 林村污水处理厂污水主干管

一为镇西部及中部污水，沿溪头河（虾公岩水库泄洪渠）北岸及观澜河（蒲心湖及诸佛岭段）北岸设置 D600-D1400 污水干管、沿观澜河（蒲心湖及诸佛岭段）南岸设置 D1000-D1200 污水干管，自西向东铺设，截流镇西部及中部污水，北岸污水干管于塘天桥处向南与南岸污水干管汇合 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ 污水箱涵，沿观澜河河床向东进入与雁田水交汇口南面的白泥湖污水泵站。污水经泵站提升后通过沿石马河及东深二路向北铺设的 D1800 压力管、D2000、D2100 重力流污水干管输送至林村污水处理厂。

二为镇北部污水，沿樟木岗河（电光村水库泄洪渠）铺设 D600-D800 污水干管，自西向东铺设，与始自新太阳工业城的 D600 污水管汇合成 D900 污水干管，穿越东深二路至林村污水处理厂；沿鸡爪河（塘坑水库泄洪渠）铺设 D800-D900 污水干管，污水与东深二路 D2000 污水干管汇合 D2100 污水干管向北进入林村污水处理厂。

(2) 石桥头污水处理厂污水主干管

一为镇东区截污干管总长约 5.3km，管径为 D600-D1200mm，基本上沿石鼓水和利是陂水右侧敷设。东区干管起始于东莞市广峰隆金属科技有限公司，沿岸自南向北敷设，穿越宏源路、桥蛟中路、银河路等路段，最后进入石桥头污水处理厂。

二为镇西区截污干管总长约 3.07km，管径为 D500-D600mm，基本上沿桥珑水渠右侧敷设。西区干管起始于桥陇新围，沿岸自南向北敷设，穿越桥蛟东路、园林路等路段，最后进入石桥头污水处理厂。



图 2.4.2-4 石桥头污水处理厂污水主干管分布图

雨水系统现状

塘厦镇地形基本为西部高、东部次高、中部较低，镇内四周山岭、丘陵地区修建有多宗水库，水库泄洪渠于本镇境内形成多条河涌，汇入石马河。塘厦镇现状排水雨污分流制基本建成，镇新中心区及科苑城等新规划建设区有较完善的排水管系，全镇雨水管网覆盖率较高，大部分地区雨水通过收集后就近排入各条河涌，最终进入石马河。

塘厦镇境内河涌多由水库泄洪渠形成，同时收纳沿线排水，均汇入石马河。较大的河涌主要有观澜河、溪头河（沙河）、鸡爪河（塘坑水库泄洪渠）、樟木岗河（电光村水库泄洪渠）、石马—桥陇河涌，及位于石马河东侧的厦坭河（契爷石水）。镇内雨水管网布置主要根据道路坡向、现状特点、污水管道走向就近排入河涌。雨水管渠总长度为 642.92km，其中暗渠长度 134.66 km、明渠长度 50.82 km、雨水主干长度 134.6km、雨水支管长度 322.84km。塘厦镇管网排水系统以石马河为界分为两大排水管网系统，石马河右岸为一

片，结合契爷石水、谢坑水，以石马河为排水承泄区；石马河左岸为一片，结合桥陇河、大坪水、利是陂水与宝山水，以石马河为排水承泄区。



图 2.4.2-5 塘厦镇雨水管渠现状图

2.5 相关规划简述

2.5.1 《东莞市城市总体规划》（2016~2030 年）

1、城市定位

国际先进制造基地、珠江三角洲地区重要中心城市和区域性枢纽城市、岭南山水文化名城。

2、城市建设目标

充分发挥东莞独特的区位、产业、配套优势，以及自然山水生态优势，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，增强城市集聚优质要素能力，

深入挖掘东莞作为“21 世纪海上丝绸之路”重要节点、岭南文化重要发祥地、中国近代史开篇地、改革开放先行地的文化内涵，促进经济转型升级和城市可持续发展，把东莞建设成为：国际制造名城，现代生态都市。

3、人口规模

综合经济、就业、财政、成本、环境、宜居等多因素，确定 2030 年东莞适宜人口规模为 950 万人。其中，中心城区的人口规模为 160 万人。

4、城镇建设用地规模

规划至 2030 年，东莞市城乡建设用地规模控制在 1190km²，城镇建设用地规模控制在 1137km²。

5、生态及环境保护目标

以生态文明建设理念为引领，围绕建设东莞“现代生态都市”目标定位，借助市域独特的自然山水生态资源，着力促进城镇空间与生态环境相融合，完善城市功能，提升城市生活和生态空间品质，实现生产空间集约高效、生活空间宜居适度和生态空间山清水秀。

1) 生态目标：构建独具东莞市特色的融“山、水、海、城”于一体的生态格局，形成具有明显生态调节效应的组团间生态隔离；生态用地规模约占市域国土面积的 50%。

2) 环境目标：主要污染物排放满足总量控制要求；集中式饮用水源地水质达标率达到 100%；市域主要河流水体和水库满足水环境功能区划要求，近岸海域水质达标率达到 100%；AQI 指数≤100 的天数占全年比例稳定保持在 90%以上，可吸入颗粒物、细颗粒物和臭氧等污染物浓度得到有效改善；各类声环境功能区满足声功能区划要求；城镇生活垃圾无害化处理率达到 100%；危险废物安全处置率达到 100%；工业固体废物处置及利用率达到 100%。

3) 资源利用目标：东莞市域水资源取用水总量控制在 19.94 亿 m³以内，

非常规水资源利用比例达到 10%；终端能源消费总量控制在 4500 万吨标准煤以内，煤炭消耗总量满足广东省下达要求，单位 GDP 能耗下降 45%。

6、排水工程规划

①规划近期老城区改雨污合流制为截流式合流制，新建设区域采用雨污分流制。远期，随着旧城和道路的改造，逐步将截流式合流制过渡到雨污分流制。

②污水排放系数取 0.85，地下水渗入量取设计污水量的 10%，同时适量考虑初期雨水处理量及合流制管道截流量，取设计污水量的 5%，预测东莞市 2030 年的污水总量为 517 万 m^3/d 。

③统筹各个乡镇污水工程建设，提高建设及尾水排放标准。全市共规划 38 座污水处理厂。规划于立沙岛、长安新民、东城温塘各新建 1 座污水处理厂，分别收集立沙岛、长安新区、温塘片区的污水。取消凤岗虾公潭污水处理厂，该片区污水纳入到凤岗竹塘污水厂，保留南畲朗污水处理厂、塘厦石桥头污水处理厂、凤岗雁田污水厂、大朗-松山湖南部污水处理厂和长安三洲污水处理厂。改扩建 30 座污水处理厂，逐步实施雨污分流改造，提高污水排放标准至一级 A，部分排放至重要水域（饮用水源取水口上游）的污水处理厂（石龙污水处理厂）尾水提升至相应的水功能区划标准，深度处理后的尾水用于工业用水、市政清扫、生态用水等。

④对河道进行清理、扩宽和清淤，提高河道行洪能力，完善堤防建设。建立完善的洪（潮）预警、防范管理机制。

⑤按“因地制宜、蓄排兼施、统筹规划、强化管理”原则，加快东莞市防洪（潮）工程建设，将大排水系统与小排水系统有机结合，完善区域协调、预警、预报及防汛指挥等管理手段，提高城市整体防洪（潮）能力，保障城市安全。东莞市城区防洪标准达到 100 年一遇；其它地区防洪（潮）标准达到 50~100 年一遇。建成区排涝设计重现期达到 30 年以上，重要的地区的

排涝设计重现期为 50 年。

贯彻海绵城市的建设理念，新建地区年降雨总量控制率为 75%，城市改造区年降雨总量控制率为 70%，新建城区综合径流系数为 0.45，硬化地面中可渗透地面面积比例不低于 40%。

2.5.2 《东莞市塘厦镇国土空间规划（2020~2035）》（在编）

在“三区”叠加的新时代发展背景下，塘厦镇迎来了机遇与挑战。为全面贯彻落实《中共中央国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》（以下简称《若干意见》），合理保护与利用国土空间资源，实现“多规合一”与城市高质量可持续发展，制定本规划。

1、规划内容

根据正在开展的《东莞市塘厦镇国土空间规划》，至 2035 年，塘厦镇服务人口为 96 万人。建设用地面积 80.73 平方公里。

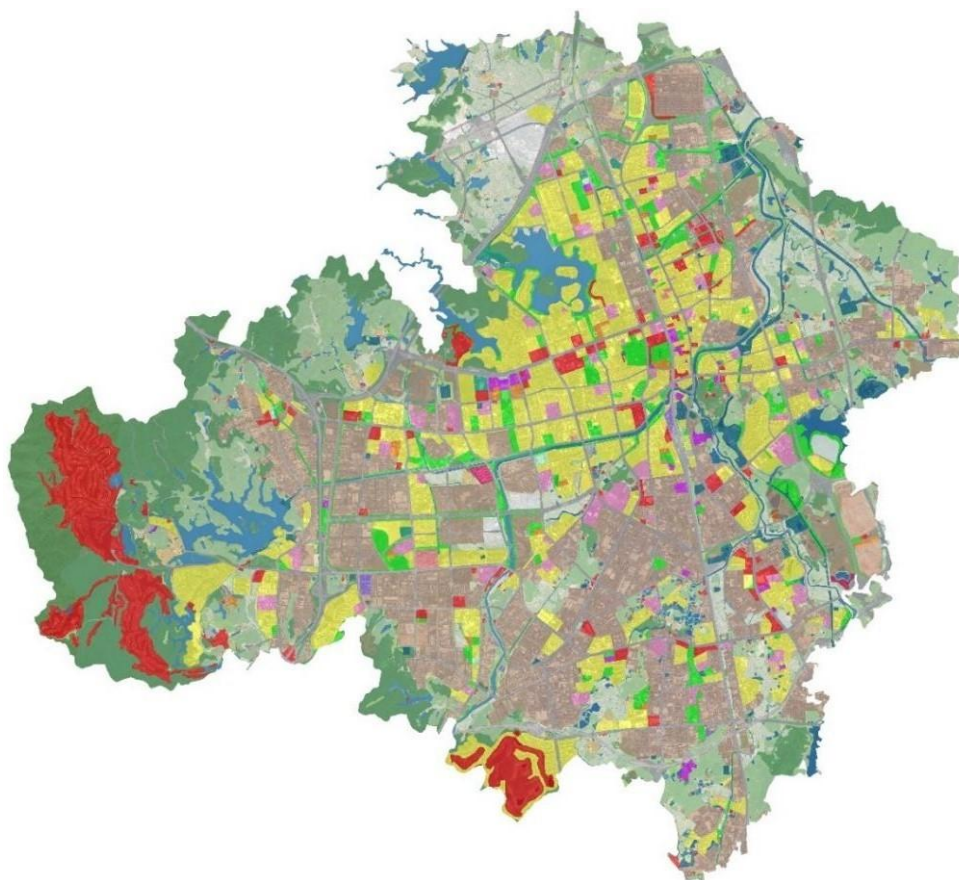


图 2.5.2-1 塘厦镇用地规划图

2、排水系统规划

1) 污水量预测

规划城市综合生活污水排放系数按用水量的 85%计，地下水渗入量取平均污水量的 10%。预测远期平均日污水量为 31.24 万 m^3/d 。

2) 污水规划方案

规划完善污水主干管网，推进雨污分流改造，雨污分流率近期 2025 年目标为 95%，远期 100%，通过对现状合流管网的改造，实现污水管网的全覆盖；同时雨水不再进入污水厂，稳定处理水水质水量，保证出水水质、达标外排。

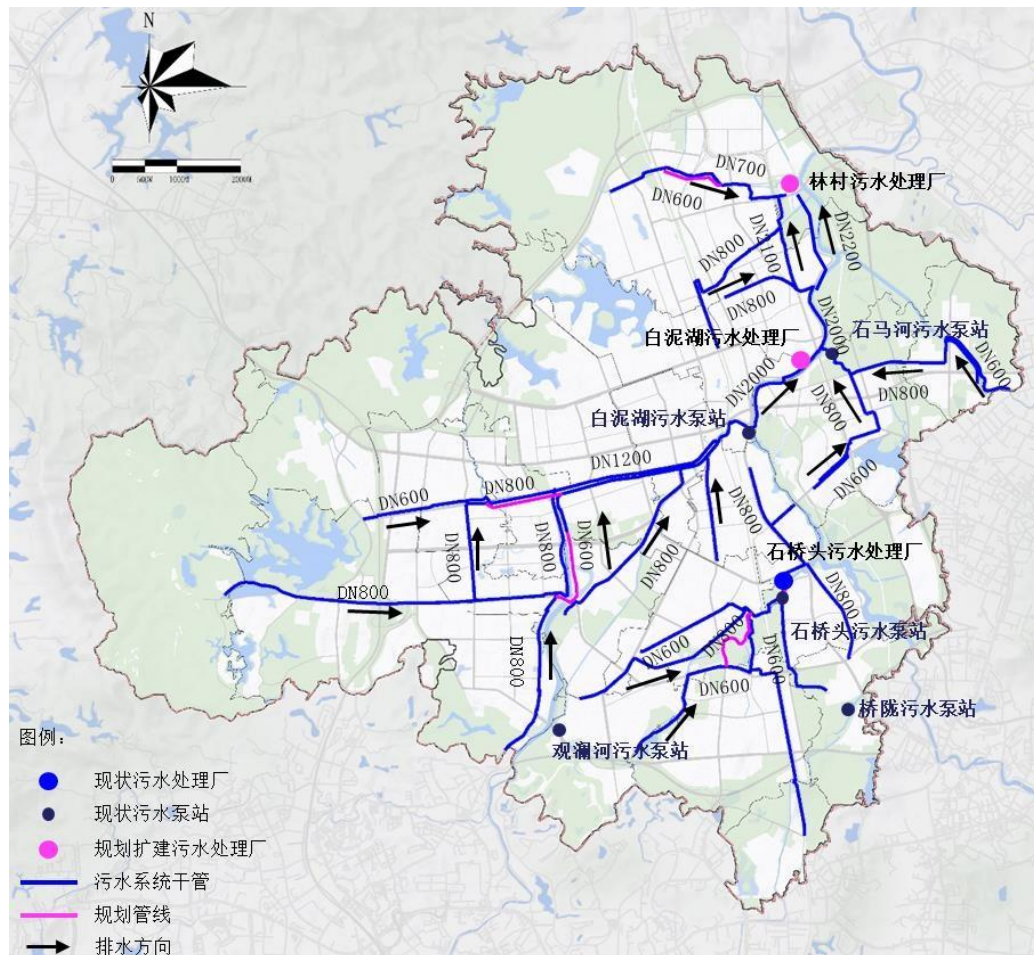


图 2.5.2-2 塘厦镇污水工程规划图

远期规划扩建 3 座污水厂，远期总规模 33 万 m^3/d ；同时规划保留现

状 6 座污水泵站。

表 2.5.2-1 污水厂站规划表

序号	厂站名称	现状规模 (万m ³ /d)	现状日处理 量 (万m ³ /d)	规划规模 (万m ³ /d)	规划方案
1	白泥湖污水处理厂	1.5	1.08	5	扩建
2	林村污水处理厂（一期+二期）	16	16.82	22	扩建
3	石桥头污水处理厂	4	3.8	6	扩建
4	合计	21.5	-	33	-

3) 污水再生利用

根据塘厦镇污水处理厂出厂水水质和再生水利用水质要求实际情况，规划拟定再生水利用率为 20%，林村污水处理厂扩建时同步建设林村再生水厂，规模为 16 万 m³/d。

4) 防洪标准

石马河干流主要河段采用 100 年一遇标准；

石马河支流雁田水防洪标准按 50 年一遇；

其它支流城镇段按 50 年一遇，非城镇段按 20 年一遇进行堤防建设。

5) 内涝防治标准

采用 20 年一遇 24 小时暴雨径流一天排干的标准。

6) 规划排水标准

雨水管渠设计标准：中心区 3 年一遇，非中心区 2 年一遇，中心区的重要地区 5 年一遇，地下通道、下沉广场等特别重要地区 10 年一遇及以上。

7) 雨水系统规划

规划保留现状水闸 1 座，保留现状排水泵站 2 座，新增泵站 4 座。充分利用现有市政排水设施，结合远景发展全面规划，分期实施。

2.5.3 《东莞市塘厦镇排水专项规划（2012~2035）》

1、规划年限

规划基准年 2012 年，近期 2012~2017 年，中期 2018~2020 年，远期 2021~2025 年。

2、规划目标

（一）雨水治理目标

1. 近期目标（2017 年）

- 新建地区综合径流系数不高于0.65，旧城区不高于0.75；
- 探索地表径流控制和雨水资源化综合利用试点工程；
- 努力探索采用内涝预警系统，提高应急抢险能力。

2. 中期目标（2020 年）

- 综合径流系数不高于0.60；
- 扩大开展低影响开发技术的应用；
- 完善内涝预警及联运机制和防涝防汛应急体系。

3. 远期目标（2025年）

- 综合径流系数不高于0.55；
- 逐步实现地表径流控制和雨水资源化综合利用；
- 进一步强化内涝预警及联运机制，完善防涝防汛应急体系。

（二）污水治理目标

1. 近期目标（2017 年）

- 生活污水处理率达到85%以上；
- 全面调查雨污混接管道，提供改造规划，提高污水收集率；

2. 中期目标（2020 年）

- 生活污水处理率达到90%以上；

- 加大雨污混接管道的改造力度，提高污水收集率；

3. 远期目标（2025年）

- 生活污水处理率达到95%以上；
- 进一步完善雨污分流管道建设，恢复主要景观河涌水体生态功能，改善城乡水环境。

3、规划排水体制

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、旧农村居民点规划期仍为合流制，随旧城区改建，逐步改造为分流制，2020年采用30%合流制和70%分流制的混流系统；远期2025年实现分流制比例90%，远景进一步提高分流制比例。

4、污水收集系统规划

规划预测2020年总人口数为55.77万人，总污水量为24.83 m³/d。

表 2.5.3-1 塘厦镇污水量预测结果

年限	用水量（平均日） （万m ³ /d）	污水排放 系数	污水收 集率	地下水入 渗系数	污水量 （万m ³ /d）
2015 年	27.23	80%	80%	10%	19.17
2017 年	28.88	80%	85%	10%	21.60
2020 年	31.35	80%	90%	10%	24.83
2025 年	34.45	80%	95%	10%	28.80

规划塘厦镇远期（2025年）共有2座污水处理厂，林村污水处理厂25.0万吨/日，石桥头污水处理厂4.0万吨/日，污水处理厂排放尾水采用一级A处理标准。林村污水处理厂位于镇北部林村（环市东路东侧），占地6.67公顷，石桥头污水处理厂位于镇南部凤凰岗（环市南路南侧），占地3.49公顷。

规划塘厦镇污水收集系统为二个组团，按地域划分分为18分区：林村、

莲湖居民区《塘坑片区及 138 工业园》、横塘、龙背岭、石潭浦、诸佛岭、振兴围、蛟乙塘、莆心湖、沙湖和科苑城为一个组团，收集后污水进入林村污水厂，管径 DN400~DN1600；大坪、清湖头、凤凰岗、平山、石鼓和石马为另一个组团，收集后污水进入石桥头污水厂，管径 DN400~DN700。

2.5.4 《东莞市塘厦镇排水专项规划修编（2020~2035）》专家评审稿

1、规划范围和期限

规划范围为塘厦镇行政区域，包括 22 个村社区，总面积约 128.7km²，建设用地 59.67km²。

规划期限与东莞市国土空间规划期限保持一致，远期到 2035 年。

规划基准年：2019 年（现状资料更新至 2021 年底，部分工程资料更新至 2022 年最新）；

近期：2020-2025 年；

远期：2026-2035 年；

2、规划目标

建立布局合理、安全可靠、适度超前、运行高效、灰绿结合的城市水环境基础设施，改善城市水环境，保障城市水安全，全面提升城市排水基础设施承载力。

3、规划原则

流域统筹、综合协调：坚持目标导向，场站布局及干管规划结合实际情况细分排水流域，支撑改造一片，完善一片的理念，逐步消除总口截污、点截污。坚持厂、网、河、站、池、泥、源全要素治理，统筹协调，一体谋划，一体推进。

韧性规划、弹性管控：以提升污水系统弹性和韧性为目标。在开展污水厂站规模预测和污水管网计算时，预留弹性空间，满足远期污水增量需求，

污水厂站用地按远期进行控制，分期建设，污水管网按远期规模进行规划建设，一步到位。

雨污分流、清浊分离：立足污水厂进厂浓度提升，推进雨污分流全覆盖，推进干支流水质同步提升、同步达标，取消支流汙流总口截污。将雨水管截污体系与城市污水体系剥离，完善初雨污染收集处理设施，初雨污染优先采用海绵设施，无条件采用海绵设施的地区采用初雨管截流。

灰绿结合、因地制宜：水污染治理和海绵城市建设结合，一体谋划一体实施，推动削减径流和面源污染的措施有效落实。因地制宜建设分散式处理设施和工业污水、初雨污染处理设施、通沟污泥处理设施等专项设施，保障排水设施用地。

4、排水体制

全镇排水系统坚持雨污分流排水体制，并兼顾初期雨水的收集处理。远期按照完全分流制排水体制进行规划。近中期，对于已形成合流制或雨污混流严重的建成区，分流改造难度较大时，应临时进行合流制截流式改造，并结合规划逐步改造成分流制。

5、污水工程规划

采用人均综合用水指标法和分类用地指标法预测塘厦镇 2035 年平均日污水量，两者的平均值为 33.76 万 m^3/d 。考虑建成区初期雨水治理，远期雨季总规模为 35.62 万 m^3/d 。

规划将塘厦镇污水共分为三个分区：科苑城污水系统、林村污水系统和石桥头污水系统。远期规划扩建 1 座污水处理厂，新建科苑城污水处理厂，总规模 38 万 m^3/d 。白泥湖污水处理厂远期规模为 5 万 m^3/d ；林村污水处理厂远期规模为 16 万 m^3/d ；石桥头污水处理厂远期规模为 7 万 m^3/d ；科苑城污水处理厂远期规模为 10 万 m^3/d 。分散式污水处理设施远期逐步停用。

结合污水规划污水量校核结果以及塘厦镇重点片区开发建设时序，提出

污水主干管规划方案。

1) 在虾公岩水南岸新建 D900 的污水管。转输部分进入虾公岩水北岸的污水。

2) 沿观澜河右岸新建 D600 的污水管，转输部分进入观澜河左岸的污水。

3) 在宝山水南岸新建 D600 的污水管，转输部分进入宝山水北岸截污干管的污水。

4) 沿利是陂水新建 D800 的污水管，转输部分进入石鼓水右岸截污干管的污水。

5) 石桥头污水处理厂新建一根 D1200 的污水管，使进入污水厂的进水管为双管。

6) 沿雁田水南侧新建 D1000 污水主干管，将污水跨河转输至白泥湖泵站，主干管长度约 3.5 公里；

7) 沿观澜河西岸新建 D1000 科苑城污水厂污水主干管，长度约 1 公里。

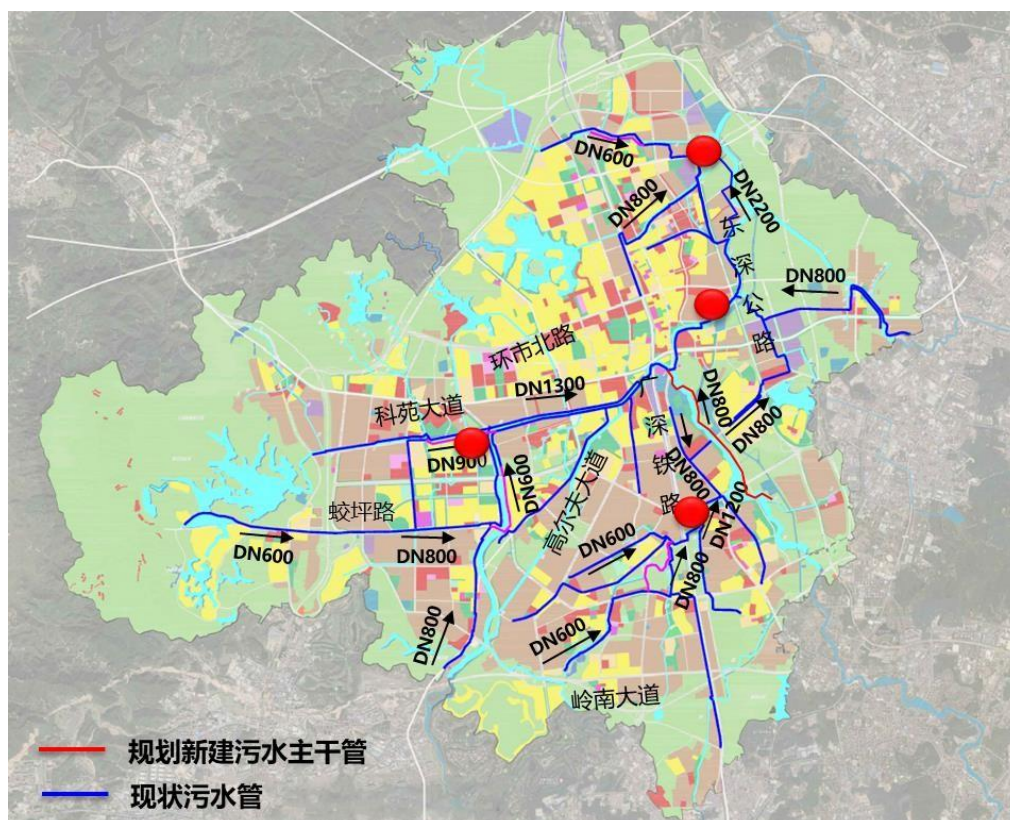


图 2.5.4-1 污水主干系统规划图

6、雨水工程规划

1) 贯彻雨水综合利用的理念，采用雨水入渗、调蓄、收集、回用等措施，实现对塘厦镇雨水的源头控制、中途转输、末端调蓄。

2) 雨水管渠应根据城市规划和建设情况统一规划，充分利用现有市政设施，并与远景发展相结合，近、远期结合，分期实施，注重规划的可实施性，远期建设成为完善的分流制雨水排水系统。

3) 按照流域治理的理念，依据高水高排、就近排放，调蓄结合的原则，充分利用已建防洪工程，构建安全高效的城镇防洪体系。

4) 雨水调蓄设施应结合公园、绿地建设，充分利用现状湖泊、湿地等作为雨水调蓄空间。

5) 坚持社会效益、经济效益、环境效益统筹兼顾，树立区域整体观念，从多角度统筹考虑雨水系统的规划布局。

第三章 项目建设的必要性

3.1 建设必要性

1.是贯彻习近平总书记生态文明建设重要思想，推动东莞市高质量发展的需要

党的十九大以来，党中央、国务院高度重视生态文明建设。习近平总书记也多次强调，“绿水青山就是金山银山”，“要坚持节约资源和保护环境的基本国策”，“像保护眼睛一样保护生态环境，像对待生命一样对待生态环境”。2018年10月22日至25日，习近平总书记在广东调研后提出：“要深入抓好生态文明建设，统筹山水林田湖草系统治理，深化同香港、澳门生态环保合作，加强同邻近省份开展污染联防联控协作，补上生态欠账。”

2011年，省人民政府发布《关于严格限制东江流域水污染项目建设进一步做好东江水质保护工作的通知》（粤府函〔2011〕339号），要求严格控制重污染项目建设及支流污染增量。2015年，国务院印发《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17号），要求“集中治理工业集聚区水污染，强化经济技术开发区、高新技术产业开发区、出口加工区等工业集聚区污染治理。集聚区内工业废水必须经预处理达到集中处理要求，方可进入污水集中处理设施。新建、升级工业集聚区应同步规划、建设污水、垃圾集中处理等污染治理设施”。

为贯彻落实相关文件精神，需尽快组织建设工业废水处理及资源化利用工程，加快破解产业发展难题，为相关产业引入提供保障。

2.是实施广深科技创新走廊“一廊三带”中轴创新带的重要抓手

《广深科技创新走廊“一廊三带”中轴创新带主要依托莞深高速（G94）串联深港合作河套地区-深圳北站-坂雪岗科技城-光明科学城-松山湖科学城-东莞生态园，全长70公里。发挥走廊沿线头部企业的核心引领作用，聚焦

高端装备制造等先进制造领域，统筹基础研究、应用研究、生产基地、城市配套布局。为东莞先进制造战略布局提供更大的空间支持，打造一条从深圳坂田至东莞松山湖总长 48 公里的先进制造产业走廊。

市委市政府拟引进省重大产业项目，该项目是国家打造大湾区广深港澳科技走廊的战略部署，力争项目地块年内实现供地动工。主要生产制造新能源、新能源汽车新一代电子信息等方面的智能基础制造装备、重大智能制造成套装备。该项目已纳入东莞市 2022 年重大项目、2022 年省重点建设前期预备项目。地块位于莞深先进制造走廊上的核心节点位置，紧临深圳，距离龙华黎光基地仅 200m，距离莞深高速大坪出入口 1.5km；泗黎路南接龙华大道、梅观路，直通深圳福田。

新一轮科技革命正处在实现重大突破的历史关口，加快发展数字经济已成为各地区谋求竞争新优势的战略方向。新冠肺炎疫情全球大流行，在冲击全球经济的同时，也推动全球经济秩序加速重组，使大变局加速变化。在此战略之下，东莞必须坚持国际视野，深刻认识国际环境带来的新挑战新冲击，充分发挥世界级创新企业优势和处于全球领先地位的 5G 技术基础，本次电子工业企业及污水处理厂建设对于强化东莞市创新发展新动能，打好化险为夷、转危为机的战略主动战具有关键意义。随着企业投产的临近，解决生产废水出路问题，亟需建设工业污水处理厂，以工业污水处理厂作为东莞市塘厦镇基础设施构建现代化城市空间格局，建成现代化国际化活力型高品质城区的重要抓手，刻不容缓。

3.是保障高新技术企业有效落地的需要

保证高新技术产业(尤其是关键卡脖子技术产业)在东莞的有效落地，是进一步促进东莞市可持续高质量发展的重要保障。同时，高标准的废水深度处理技术是高新技术产业落地的重要支撑。利用高新技术产业的落地的契机，也将进一步促进水处理技术的快速发展。本项目是高新技术企业水处理

及回用的重要保障，项目建设十分必要。

4.是实现污水资源化利用，改善居民生活环境的需要

2021 年1 月，国家发展改革委等十部门联合印发《关于推进污水资源化利用的指导意见》，其中提出，到2025 年，全国污水收集效能显著提升，县城及城市污水处理能力基本满足当地经济社会发展需要，水环境敏感地区污水处理基本实现提标升级；全国地级及以上缺水城市再生水利用率达到25%以上；工业用水重复利用、畜禽粪污和渔业养殖尾水资源化利用水平显著提升；污水资源化利用政策体系和市场机制基本建立。到2035 年，形成系统、安全、环保、经济的污水资源化利用格局。

东莞是缺水城市，污水的资源化是今后城市建设和发展的一个重要基本原则，目前政府有关部门已予以高度重视。将本次工业地块的污水就地收集就地处理，处理后的尾水达到景观环境用水要求，可以作为浇洒道路、绿地、洗车用水。另外，本工程采用高标准建设，可以为厂区工作人员提供一个良好的休闲、运动场所。本项目的建成，将为东莞市加快完善水务基础设施网络，构建“水质达标、环境优美”的水环境体系，让碧水和蓝天共同成为靓丽的城市“名片”的治水提质目标，奠定坚实的基础。

综上所述，本项目的建设是十分必要的，十分迫切的。

3.2 建设条件

1、本次工业废水处理厂工程建设用地已在用地规划中得到控制，土地征用具备实施条件，用地条件良好。

2、建设单位基础设施发展良好，有项目准备和实施的成功记录，具有经验丰富的组织与管理人员。

3、工程外围所需的给水、供电、交通等外部条件均有保障。

第四章 工程规模及建设标准

4.1 工程规模

本次东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程主要服务于塘厦镇2022-07地块工业企业生产废水，本工程规模与工业企业废水排放量匹配。

本工业污水处理厂直接服务于电子工业企业，工业污水处理厂分期建设计划及废水处理水量与电子工业企业保持一致，即本次工业污水处理厂建设规模按 $27600\text{m}^3/\text{d}$ 考虑，小时废水量 $1150\text{m}^3/\text{h}$ 。

4.2 设计进水水质

4.2.1 电子企业废水概况

根据与电子工业企业对接情况及其提供的“关于企业对市政供水、排水市政需求的说明”，工业企业为芯片制造企业，制造12寸芯片，5万片/月的产能。工业企业内部废水大致分为含氟废水、氨氮废水、含铜废水、酸碱废水、研磨废水、有机废水。在厂区动力厂房内设置有生产废水处理装置，根据工艺生产排水废水的种类分别设置，经处理达标后经放流池排至厂区生产废水管道经厂区终端检测装置后排至市政污水管道。园区内的废水处理站处理系统进水类型、容量及水质，现阶段初步估计如下所示(供参考)。

4.2.2 本工程进水水质的确定

按照电子企业提供的水质，本工程进水水质按照《电子工业

水污染物排放标准》(GB39731-2020)间接排放标准和广东省地标 DB44 二时段三级的较严者执行（具体待企业排污口环评报告批复后进一步复核调整）。

表 4.2-1 本项目设计进水水质

水质指标类别	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TN	TP	氟化物
设计进水水质 (mg/L)	500	300	400	45	70	8	20

4.3 工程建设目标

4.3.1 污水处理目标

本项目结合功能分区及市生态环保局的最新要求，设计出水标准出水暂执行《地表水环境质量标准》准 IV 类水标准 (TN≤15mg/L)，最终以环评批复为准，具体设计出水水质如下表：

表 4.3.1-1 本工程设计出水水质表

水质指标类别	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TN	TP	氟化物
设计出水水质 (mg/L)	30	6	10	1.5	15	0.3	1.5

4.3.2 污泥处理目标

本工程污泥板框脱水后含水率达到 60%，而后外运处置。

4.3.3 臭气处理目标

本工程距离现状建筑物较近，暂定为《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 中一类区，执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)

中恶臭污染物排气筒排放标准值及厂界标准值（新扩改建一级），最终以环评批复为准。

4.3.4 噪声处理目标

噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）相关规定。

第五章 工程方案论证

5.1 厂址选择

厂址的选择，既要服从城市总体规划和城市远期发展，又要兼顾建厂条件、建设投资、社会影响、生态环境等各方面因素，同时还需考虑到配套管网、尾水排放的近、远期结合，经济合理，便于实施。厂选址原则主要如下：

1. 厂址应符合城市总体规划；
2. 厂址应便于污水回用及安全排放；
3. 厂址应设置在城镇夏季最小频率风向的上风；
4. 厂址所处位置应有较好的工程地质条件；
5. 为便于近期实施，厂址选择应少拆迁，少占地；
6. 厂址的选择应结合城镇总体规划，考虑远景发展，留有充分的扩建余地；
7. 厂区地形应不受洪涝灾害影响，防洪标准不低于城市防洪标准，有良好的排水条件；
8. 厂址位置应有方便的交通、运输和水电条件；

根据规划，工业废水厂位于东莞市塘厦镇内，规划 2022-07 地块南侧。位于地块内企业园区东南角，泗黎路以西、龙潭路以南，占地约 6.43ha（约 96 亩），呈不规则形状。



图 5.1-1 本项目位置示意图

现场踏勘情况如下。





图 5.1-2 现场踏勘实景图

5.2 进出厂管道

5.2.1 进厂管道

根据工业企业整体布局，企业设置集中废水排放接驳口一处，位于龙潭路与园区规划道路交界处，管径为 DN1000，如下图示意：

本次工业废水处理厂进厂管沿进厂道路，敷设 DN1200 重力流管道，长度约 100m。本次进厂管按钢筋混凝土材质考虑，内衬环氧乙烯基酯树脂玻璃钢进行防腐。

5.2.2 出厂管道

根据《东莞市塘厦镇规划 2022-07 地块规划选址评估及地块控制性详细规划图则》，本工程排放水体为厂区南侧大坪水明渠

段，尾水经污水厂尾水泵房提升后，通过 DN1000 压力管道排放。本次工业废水处理厂分期建设，近远期共用一根 DN1000 排放管道。工程进出厂管路布置如下示意：

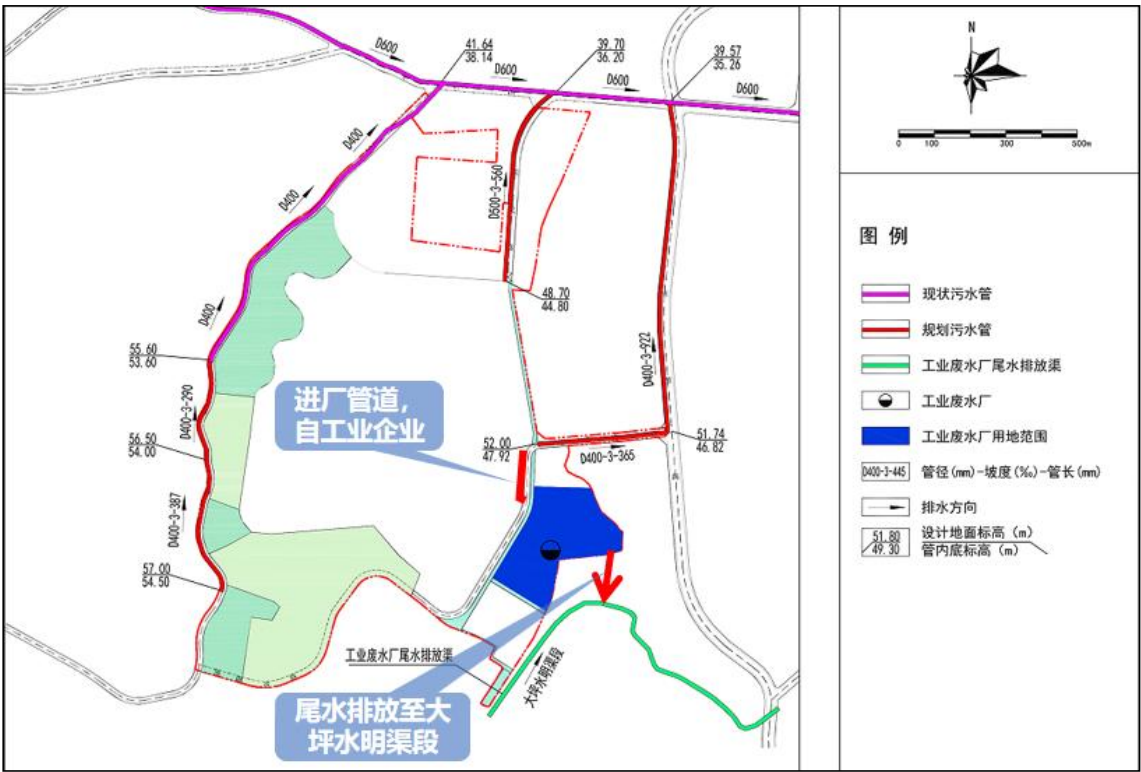


图 5.2.2-1 本项目进出厂管道布置示意图

5.3 污水厂建设形式选择

5.3.1 地上式和地下式污水厂对比分析

目前国内大多数污水处理厂均为地上式建设，地上式建设污水处理厂主要有工艺成熟、工程造价低等特点。通过加盖除臭等措施，地上式污水处理厂也可减小对周边的环境影响。但地上式建设污水处理厂仍存在占地面积大，景观相对较差等缺点。

和地上式污水处理厂相比，地下式污水处理厂发展相对较晚，

第一座地下污水处理厂于 1931 年在芬兰建设,但当时限于技术条件,未能进一步发展。20 世纪下半叶以来,随着人口数量的大爆发和城市的扩张,偏远的地上式污水厂变成市区,地上式污水厂的种种缺陷促使发达国家去建设地下式污水处理厂,自此地下式污水厂得以迅速发展,在美国、欧洲、日本、韩国等国家和地区,地下式污水处理厂均取得了巨大的经济效益和社会效益。

和地上式污水处理厂相比,地下式污水处理厂有以下特点:

1) 占用空间小:在地下式污水处理厂设计中,考虑到地下空间和投资的限制,构筑物设计都比较紧凑,技术上也尽量采用占地面积小的处理工艺。此外地下污水处理厂无需考虑绿化和隔离带等的要求。本工程用地面积约 6.43 公顷,参考《城市污水处理工程项目建设标准》中IV类污水处理厂,“二级+深度”处理工艺用地指标 $0.95\sim 1.2\text{ m}^2/(\text{m}^3\cdot\text{d})$,按远期规模考虑,用地约 **7.87~9.94 公顷**。本工程为工业废水处理项目,水质较常规市政生活污水复杂,处理流程长,占地比常规市政污水处理厂更大,显然地块面积不能满足常规地上式污水处理厂的用地需求。

2) 噪音污染小:地下式污水处理厂的主要处理设备均处于地下,许多机械设备的噪声和振动将对地面的建筑和居民基本不产生影响,有效地防止了噪音对周围居民生活和工作影响。

3) 环境污染小:由于处于地下全封闭空间,地下式污水处理厂可以对产生的臭气进行全面的处理,对环境和居民生活不产生影响。

4) 节省土地资源：地下式污水处理厂由于完全没有或只有部分辅助建筑物建于地面，占用土地资源很少，节省了城市开阔空间，不会使周围土地贬值，对于周边区域的未来发展没有障碍。地下式污水处理厂上部空间利用价值也较高，可用于绿化、公园、运动场等公益事业，也可用于商业开发。

5) 温度较恒定：地下式污水处理厂由于处理构筑物均位于地下，除受污水水质条件的影响外，基本不受外部环境因素的影响，特别是地下常年温差较地面温差要小，温度比较恒定，因此有利于各种污水生物处理工艺的稳定运行。

6) 美观性好：地下式污水处理厂处理构筑物是不可见的，因此既不会对自然景观产生影响，也不会影响到周围建筑的整体视觉效果。

污水处理厂是城市水污染治理的主要承担者，地上污水处理厂是目前污水处理的主要形式，但由于处于敞开状态，对周围环境和居民生活会产生不良影响，臭气处理效果时常难以保证，占地面积较大，浪费土地资源。地下污水处理厂在技术上已经相当成熟，而且在国外应用相当广泛。地下污水处理厂由于处于地下全封闭状态，对周围环境的影响较小，与周边环境协调性强，可节约土地资源，防止周边土地贬值，特别适合于在土地资源高度紧张、环境要求高的地区建设，从长远看也符合资源节约、人与自然和谐发展的科学发展观的要求。因此本工程推荐采用地下式污水厂建设形式。

5.3.2 半地下式和全地下式污水厂对比分析

一个环境友好的污水厂，应能使厂区环境与周边环境完全协调，在有利于污水厂运行管理的基础上，如何合理利用污水处理设施的上部空间利用，达到土地资源节约的目的。采用地下式污水厂后，根据不同的布置方式，仍可分为以下两种方案。

1、半地下式布局（双层加盖）

污水处理池上部加双层盖，上部种植绿化。

生产活动均位于密封的地下。目前采用半地下式双层加盖建设的污水处理厂有郑州南三环污水处理厂等。

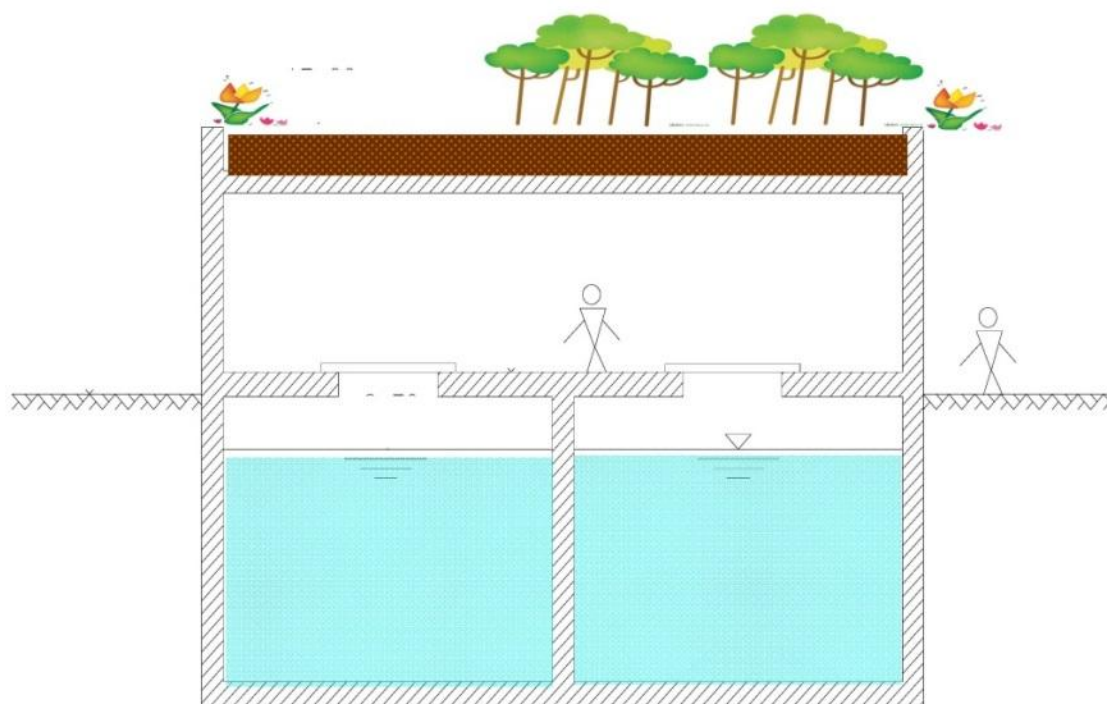


图 5.3.2-1 半地下式双层加盖简图

2、全地下式布局（双层加盖）

污水处理池上部加双层盖，整体位于地下，上部种植绿化。

池体全部覆盖土，生产活动均位于密封的地下。

目前采用全地下式双层加盖建设的污水处理厂有深圳布吉污

水处理厂、广州京溪污水处理厂等。

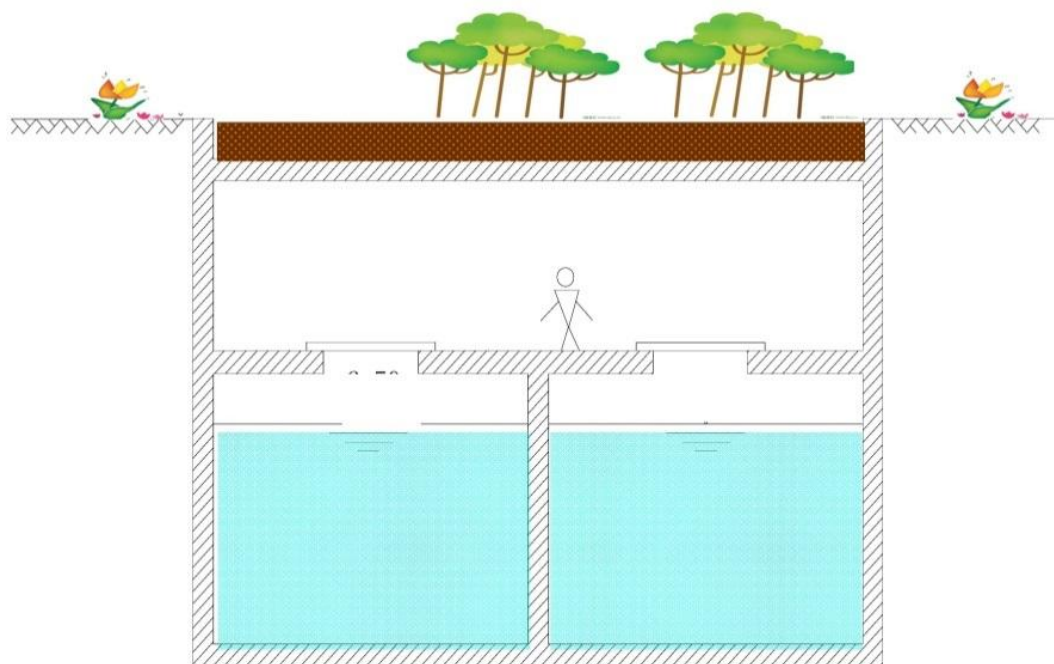


图 5.3.2-2 全地下式双层加盖简图

半地下式双层加盖方案和全地下式双层加盖方案对上部空间较可以较好利用，可以利用上部建设公共绿地、广场、旅游集散中心、体育场等公共设施甚至餐厅、商场等商业设施等。同时由于池体全部加盖，污水厂臭气和噪音影响也大大降低，较常规污水处理厂大大改善了周边环境，以国内一些地下污水处理厂为例，在污水厂用地红线外即为居住区，污水处理厂对其的影响可以降至最低，解决了污水处理厂的扰民问题。

半地下双层加盖方式和全地下式双层加盖方式，其占用土地面积基本一致。但相比较而言，半地下式建设方式在工程投资及处理成本角度有一定优势，其整体景观效果及臭气控制等都不逊色于全地下式建设形式。

对于传统地上式、半地下双层加盖式和全地下式方案进行综

合对比分析如下：

表 5.3.2-1 建设形式综合对比分析表

比较项目	地面单层加盖	半地下式上层加盖布局	全地下式布局
景观效果	较差	较好	好
臭气影响	较大。污水处理设施外露，臭气影响较大	较小。池体加盖，同时半封闭式设计，基本无臭气影响	最小。全部设施位于地下，基本密闭，臭气影响最小
噪音污染	较大。水泵、风机等主要设备位于地面，噪声较大	较小。主要工艺设备位于地下，半封闭式设计，噪音小	最小。全部设别位于地下，隔绝效果好，噪音最小
上部空间可利用性	较差	较好。箱体上顶盖可利用，对场地利用方式有一定限制，竖向设计有一定要求。	最好。土地利用率高，地面可对外开放，用于停车场、体育设施等公用设施建设。
占地面积	较大。辅助用房单独设置，布置较零散。	较小。构筑物及各辅助用房集约化布置，布置集约规整。	较小。构筑物及各辅助用房集约化布置，布置集约规整。
土地价值影响	不利影响。地面建设灰色设施，对周边地块有较大不利影响	无不良影响，助力价值提升。可实现地下、地上综合开发，效益高，土地价值最大化	无不良影响，助力价值提升。可实现地下、地上综合开发，效益高，土地价值最大化
维护管理	较简单	较简单，同常规污水厂	相对较难
运行安全	较安全。构筑物地面以上建设，没有被污水淹没的风险	较安全。操作层整体位于地上，没有被污水淹没的风险	相对危险。操作层整体位于地上，存在被高水位污水淹没的风险
排涝安全	较安全。构筑物地面以上建设，没有被雨水淹没的风险	较安全。构筑物地面以上建设，没有被雨水淹没的风险	相对危险。操作层整体位于地上，存在被雨水淹没的风险
土建费用	一般	一般，与地面式土建费用接近	最大
工程总投资	最小，总投资约 6.27 亿元	一般，总投资约 6.99 亿	较高，总投资约 8.55 亿
运行费用	一般	一般	较高。整体地下布局，泵提升、除臭、照明等较大提升
综合评价	综合评价一般。投资低、运行简便，但环境效益明显较差	综合评价优。投资一般、运行简便，环境效益好。	综合评价一般，投资最高、运行难度较大，环境效益好

综合上述对比分析，半地下双层加盖方案综合评价较优。投

资较高、运行简便，环境效益好。本项目的建设推荐采用半地下式双层加盖。

5.4 本工程重难点污染及对策分析

5.4.1 氟化物去除专项论证

现针对本工程重点、难点指标，对其可行的工艺类型进行简要分析，以便为选取工艺技术路线提供参考借鉴。首先进行氟化物去除工艺对比论证：

1、去除工艺对比分析

当前，国内外高浓度含氟废水的处理方法有数种，常见的有吸附法和沉淀法两种。其中沉淀法主要应用于工业含氟废水的处理，吸附法主要用于饮用水的处理。另外还有冷冻法、离子交换法、超滤除氟法、电凝聚法、电渗析、反渗透技术及微滤膜除氟技术等方法。

① 化学沉淀法

化学沉淀法是含氟废水处理最常用的方法，其中采用钙盐沉淀法处理最为普遍，即向废水中投加硝石灰、氯化钙，使废水中的 F^- 与 Ca^{2+} 反应生成 CaF_2 沉淀而除去，在高浓度含氟废水预处理应用中尤为普遍。

氟化钙在 18 °C 时于水中的溶解度为 16.3 mg/L，按氟离子计为 7.9 mg/L，在此溶解度的氟化钙会形成沉淀物。氟的残留量为 10~20 mg/L 时形成沉淀物的速度会减慢。当水中含有一定数量

的盐类，如氯化钠、硫酸钠、氯化铵时，将会增大氟化钙的溶解度。因此用石灰处理后的废水中氟含量一般不会低于 20~30 mg/L。石灰的价格便宜，但溶解度低，只能以乳状液投加，由于生产的 CaF_2 沉淀包裹在 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 颗粒的表面，使之不能被充分利用，因而用量大。投加石灰乳时，即使其用量使废水 pH 达到 12，也只能使废水中氟离子浓度下降到 15mg/L 左右，且水中悬浮物含量很高。当水中含有氯化钙、硫酸钙等可溶性的钙盐时，由于同离子效应而降低氟化钙的溶解度。含氟废水中加入石灰与氯化钙的混合物，经中和澄清和过滤后，pH 为 7~8 时，废水中的总氟含量可降到 10 mg/L 左右。

为使生成的沉淀物快速聚凝沉淀，可在废水中单独或并用添加常用的无机盐混凝剂(如三氯化铁)或高分子混凝剂(如聚丙烯酰胺)。为不破坏这种已形成的絮凝物，搅拌操作宜缓慢进行，生成的沉淀物可用静止分离法进行固液分离。在任何 pH 下，氟离子的浓度随着钙离子浓度的增大而减小。在钙离子过剩量小于 40 mg/L 时，氟离子浓度随着钙离子浓度的增大而迅速降低；而钙离子浓度大于 100 mg/L 时，氟离子浓度随着钙离子浓度变化缓慢。因此，在用石灰沉淀法处理含氟废水时不能用单纯提高石灰过剩量的方法来提高除氟效果，而应在除氟效率与经济性二者之间进行协调考虑，使之既有较好的除氟效果又尽可能少地投加石灰。这也有利于减少处理后排放的污泥量。

对于高浓度含氟工业废水，一般采用钙盐沉淀法，即向废水

中投加石灰，使氟离子与钙离子生成 CaF_2 沉淀而除去。该工艺具有方法简单、处理方便、费用低等优点，但存在处理后出水很难达标、泥渣沉降缓慢且脱水困难等缺点。

② 吸附法

吸附是发生在两相界面处的成分浓缩，吸附剂之所以具有良好的吸附特性，主要是由于它有密集的细孔结构和巨大的比表面积，或具有可以与吸附质分子形成化学键的基团，为此，吸附行为可分为物理吸附与化学吸附。一般吸附剂的吸附机理都是与 Langmuir 机理有关的。利用吸附剂表面与吸附质之间的作用力来完成的。根据所用的原料，氟吸附剂可分为铝吸附剂、高分子吸附剂、稀土吸附剂和其他类吸附剂国内近几年也制得了许多氟吸附剂，处理效果也比较好。如改性氧化铝吸附剂、两性淀粉吸附剂、负载镧改性纤维吸附剂等等，处理含氟废水具有明显优于其他氟处理剂的特点。

吸附法是我国饮用水除氟中研究应用较多的一种方法，主要利用吸附剂与 F^- 的吸附作用、离子交换作用或络合作用等将氟离子去除。操作时一般将吸附剂填入填充柱，采用动态吸附方式进行。这种方法操作简便，除氟效果较为稳定。除氟效果的高低主要受吸附剂种类的制约。但是总体来讲存在如下局限性：现用吸附剂的吸附容量偏低，很容易达到饱和，吸附饱和后再生的能力较差，效果不是很好，吸附剂处理起来也相对比较麻烦。

高效降氟的新型吸附剂是主要发展方向，如目前出现的改性

羟基磷灰石，其一定程度上解决了活性氧化铝滤料铝溶出及原水 pH 值需要调节的问题。改性羟基磷灰石除氟滤料为白色晶体状颗粒，系天然材料经改性合成后制得，无有毒有害物质，安全性高。改性羟基磷灰石除氟滤料具有运行费用低、除氟效率高、吸附容量高、无有害离子溶出等优点，适用于不同水质的除氟需要，使用过程无需调节原水 pH，运行简单方便。

③ 反渗透法

反渗透技术是近年来迅速发展起来的膜分离技术的一种，该技术是利用反渗透膜选择性的只能透过溶剂(通常是水)而截流离子物质的特性，以膜两侧压力差为推动力，克服溶剂的渗透压，使溶剂通过反渗透而实现对液体混合物进行分离的过程。从本质上来讲，该方法没有选择性，只是在除盐过程中将 F^- 也一起去除。反渗透技术在处理较低浓度的含氟废水时，低压复合膜比醋酸纤维膜除氟效果好，但都适合低氟废水的处理，对高氟废水的去除效果不太理想。反渗透法可以十分有效、可靠地实现高氟苦咸水除氟除盐的双重目的。但目前还没有在我国得到广泛采用，用该技术淡化苦咸水或用于饮水除氟还处于起步阶段。这主要是由于反渗透法耗资大、运行成本高、易污染、使用寿命较短(通常只有1-3年)，同时浓水难以处理的缺点，使此技术在含氟废水处理推广应用受到很大的限制。

④ 混凝沉淀法

混凝沉淀法是目前处理含氟废水应用最多的方法之一，基本

原理是在含氟废水中加入混凝剂，并用碱调到适当pH，使其形成氢氧化物胶体吸附氟。该法常用的混凝剂可分为两类：一类是无机混凝剂，常采用铝盐、铁盐、钙化合物以及镁化合物。混凝剂投入水中后，其金属离子就会形成细微的胶核或绒絮体，这些絮体吸附氟离子产生共沉淀，从而达到除氟的目的。另一类是有机混凝剂，常用的是聚丙烯酰胺类。该法中铝盐和铁盐混凝法应用最多，适用于工业废水的处理。硫酸铝、聚合铝等铝盐对氟离子都具有较好的混凝去除效果。

氟离子废水的絮凝沉淀法常用的絮凝剂为铝盐。铝盐投加到水中后，利用 Al^{3+} 与F⁻的络合以及铝盐水解中间产物和最后生成的 $Al(OH)_3(am)$ 矾花对氟离子的配体交换、物理吸附、卷扫作用去除水中的氟离子。与钙盐沉淀法相比，铝盐絮凝沉淀法具有药剂投加量少、处理量大、一次处理后可达国家排放标准的优点。硫酸铝、聚合铝等铝盐对氟离子都具有较好的混凝去除效果。使用铝盐时，混凝的最佳pH为6.4~7.2，但投加量大，根据不同情况每 m^3 水需投加150~1000 g，这会使出水中含有一定量的对人体健康有害的溶解铝。使用聚铝后，投加量可减少一半左右，絮凝沉淀的pH范围扩大到5~8。聚铝的除氟效果与聚铝本身的性质有关，碱化度为75%的聚铝除氟最佳，投加量以水中F与Al的摩尔比为0.7左右时最佳。铝盐絮凝沉淀法也存在着明显的缺点，即使用范围小，若含氟量大，混凝剂使用量多，处理费用较大，产生污泥量多；氟离子去除效果受搅拌条件、沉降时间等操作因素及水中

SO_4^{2-} 、 Cl^- 等阴离子的影响较大，出水水质不够稳定，这与目前对混凝除氟机理认识还远远不够有关。

⑤ 电渗析法

电渗析脱盐除氟技术是在半渗透膜的两端施加直流电场，使带负电的氟离子和带正电的离子分别通过离子交换流向阳极和阴极，从而达到除氟目的的一种方法。为我国苦咸水、高氟水地区提供了先进、经济实用的家用净水器。设备投资大、运行管理复杂、运行不够稳定，装置复杂，耗电量大，在技术存在膜极化结垢的问题，因此在应用上受到很大的限制。

⑥ 离子交换法

由于离子交换树脂具有良好的化学稳定性和离子选择性，经离子交换树脂处理的含F废水出水水质好，因此离子交换法越来越受到重视。国外大量的基础研究表明，某些金属的水合氧化物具有较高的吸附阴阳离子的能力。吸附处理的对象主要为水中的 F^- 、 H_2AsO_4^- 、 HAsO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} ，等离子及其它许多金属离子，如 CrO_4^{7-} 、 Mn^{2+} 等。有研究表明：铅盐对氟的去除效果较好，但成本太高，不能被直接利用。采用火力发电厂废树脂为基体，以铅盐浸渍基体，在一定条件下使其水解，可制得由铅水合氧化物负载的吸附剂。利用该吸附剂处理含氟水样，具有吸附容量较大、使用寿命长、可再生等优点。对于处理高氟饮水和含氟工业废水，特别是对于火电厂含氟废水的深度处理，具有较好的应用前景。

上述几种除氟工艺对比分析见下表：

表5.4.2-1 氟化物去除工艺综合比选

	化学沉淀法	混凝沉淀法	吸附法	反渗透法	电渗析法	离子交换法
原理	F ⁻ 与Ca ²⁺ 反应生成CaF ₂ 沉淀	在含氟废水中加入混凝剂,并用碱调到适当pH,使其形成氢氧化物胶体吸附氟	吸附剂与F ⁻ 的吸附作用、离子交换作用或络合作用等去除氟离子	利用反渗透膜选择性截流离子物质	在半渗透膜的两端施加直流电场,从而达到除氟	用树脂离子选择性进行交换去除
优点	方法简单、处理方便、费用低	该工艺具有方法简单、处理方便、费用低	方法操作简便,除氟效果较为稳定,价格便宜	反渗透法可以十分有效、可靠地实现高氟苦咸水除氟除盐的双重目的	效率高,效果好	化学稳定性,含F废水出水水质好
不足	处理后出水很难一次达标,泥渣沉降缓慢且脱水性能下降	加药量大,污泥量大,除氟能力有限值,不能一次达标	现用吸附剂的吸附容量偏低,较易达到饱和,再生的能力较差,吸附剂处理起来相对麻烦	反渗透法耗资大、运行成本高、易污染、使用寿命较短	设备投资大、运行管理复杂、运行不够稳定,装置复杂,耗电量大,在技术存在膜极化结垢的问题	较易收到同性离子的影响,存在饱和问题,需再生
应用情况	在高浓度含氟废水预处理应用中尤为普遍	目前处理含氟废水应用最多的方法之一,在高浓度含氟废水预处理应用中尤为普遍	我国饮用水除氟中研究应用较多的一种方法(深度除氟)	适合低氟废水的处理,浓水难以处理。目前还没有在我国得到广泛采用,用该技术淡化苦咸水或用于饮水除氟还处于起步阶段。	投资大,运行贵,应用上受到很大的限制	一般用在深度处理端,效果较好

化学沉淀法和混凝沉淀法：一般适用于浓度高的含氟废水处理

理，方法简单，药剂种类简单，运行管理相对简单，可以被选用作除氟预处理工艺；

吸附法或离子交换法：一般适用于浓度低的含氟废水处理，方法相对简单，运行管理相对简便，可选作除氟深度处理。

本工程采用“预处理两级化学混凝沉淀+深度处理活性物质兜底除氟”组合式工艺。

整理汇总同类项电子工业废水项目案例，有中芯国际集成电路制造（深圳）有限公司 12 英寸集成电路项目废水深度处理工程（电子工业废水，4950m³/d，其中包括含氟废水 2100m³/d）和平湖罗山片区污水资源化利用工程（2.5 万 m³/d，电子工业废水），如下：

表5.4.2-3 氟去除工艺同类型项目案例

项目	中芯国际集成电路制造集成电路项目废水深度处理工程	平湖罗山片区污水资源化利用工程
项目所在地	广东深圳	广东深圳
规模（m ³ /d）	4950	2.5 万
废水类型	集成电路项目废水	集成电路制造生产等电子工业废水
进水浓度（mg/L）	20	20
出水浓度（mg/L）	1.0	0.2
去除工艺	三级混凝沉淀	预处理混凝沉淀+离子交换树脂

2、预处理混凝沉淀除氟药剂

常见的混凝沉淀除氟药剂有氯化钙、PAC、PAM 及专用除氟药剂等，用于化学混凝沉淀除氟，可根据来水水质，灵活搭配，

运行调节，以实现最低成本氟化物去除。

(1) 氯化钙， CaCl_2 :

CaF_2 沉淀。 CaCl_2 的溶解度很高，而且是一种中性盐，投加后不会对 pH 值产生影响，一般过量投加，利用同离子效应降低 CaF_2 饱和溶解度。

(2) PAC:

铝盐投加到水中后，利用 Al^{3+} 与 F 的络合以及铝盐水解中间产物和最后生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 矾花对氟离子的配体交换、物理吸附、卷扫等作用去除水中的氟离子。

(3) PAM:

PAM 是经丙烯酰胺单体 (AM) 催化聚合后的产品，自身的高相对分子质量和线性分子结构使其具备了吸附、架桥、网捕等专属的性能。因此，PAM 多用作混凝沉淀的助凝剂，根据相关试验，PAM 与 PAC 配合投加。

(4) 专用除氟剂:

专用高效除氟剂，一般是复合型无机配合物，具有强大的正电荷基团，能快速吸附废水中氟离子形成络合作用，生成新的难溶态的含氟化合物，尤其是加入适合的高分子絮凝剂后，能将细小的非溶解状的絮体物互相粘结成较大形状的絮体，加快沉降速度，使含有氟化物的絮体快速沉降于污泥之中。通过专用高效除氟药剂的投加，可实现预处理沉淀段氟化物直接达标 ($\text{F} \leq 1.5\text{mg/L}$)，根据几种药剂的对接了解，专用除氟药剂的投

加量大致为：去除 1mg 氟化物，需投加约 50~200mg 专用除氟剂，其一般与 PAM 配合使用。

3、深度处理除氟工艺比选

针对目前常用的活性物质深度除氟和高效沉淀池深度除氟进行综合对比分析。

深度处理除氟工艺类型的选择上。建议采用活性物质吸附作为兜底保障。一方面，从投资和运行成本方便，活性物质工艺相对于高效沉淀池均具有一定优势；从工艺原理及效能而言，深度处理低浓度除氟采用离子交换及吸附工艺是相对合理的，避免高效沉淀池低浓度氟化物去除引起的大量药剂投加和大量污泥的产生；从运行维护角度而言，活性物质吸附和高效沉淀池系统均有赖于设备及药剂，运行上均相对复杂，要求较高。

活性物质材料的选择上。活性氧化铝价格低，运行成本低，具有明显经济优势，但其存在再生频繁，再生困难等潜在问题；离子交换树脂一次性设备投资贵，但其效能稳定，吸附容量大，再生周期长，兜底性能好。两种材料各有利弊，具体活性物质材料的选择后续结合试验数据进行选择，目前的土建条件可同时满足两种材料的布置需求。

5.4.2 难降解有机物去除专项论证

难生物降解有机化工废水主要有生化处理法与物化处理法两类处理方式。生化处理处理相关污水，经过近百年时间的发展，形成了完备的处理流程和处理体系，针对废水中 COD、各形态的 N、P 等污染物可以筛选、培养、驯化针对性微生物来完成降解。物化处理建立在物理吸附分离、化学氧化两种类型方法，来去除工业废水中的有机污染物，处理效果稳定，且不需要长期的生物培养，对所处理水质 B/C 无要求，具有广泛性和普适性。

1. 物理吸附法

吸附作用以其是否存在化学键的产生与破坏而被区分为化学吸附与物理吸附。化学吸附是利用吸附剂表面与废水中的有机物生成化学键，破坏废水中形成的原有化学结构，将有机物固定在吸附剂上的吸附形式。吸附过程中存在化学键的形成和破坏，故其具有明显的选择性。物理吸附是利用分子间作用力将有机物固定的吸附形式，吸附过程整体为物理作用力引导，具有吸附有机物迅速、吸附种类广泛等特点。

在污废水处理过程中，吸附是利用活性炭等多孔介质作为吸附剂，使得流过活性炭表面的污废水中的一种组分或多种组分在活性炭表面产生积蓄，其为物理吸附作用为主，物理化学吸附共同作用的综合过程。在水处理过程中使用的活性炭包括粉末状碳和颗粒状碳。粉末状活性炭是直接添加在废水中，与废水充分混合，将与之接触的有机物吸附；颗粒状活性炭为活性炭过滤器的

形式，吸收流过活性炭过滤器材料表面的有机物。活性炭在市政给水的预处理、深度处理及污水深度处理中都有广泛使用，针对水中具有色嗅味的酚、苯、卤代烷等具有良好的去除效果。

此外，大部分的无机金属离子也能通过添加活性炭来去除。当活性炭有一定的吸附上限值，当其吸附饱和后，进入吸附平衡阶段，便无法吸附更多的物质，此时需将其与水样分离，再生以恢复其吸附活性。常见的活性炭再生是通过高温下焙烧来实现的，每次再生不可避免地会出现活性炭总量地损耗，同时吸附上限也会有一定的下降。以活性炭为主的吸附作用，处理具有色度、气味的废水，方法简单、效果显著，出水稳定，具有其他处理方式不可比拟的优势，但活性炭成本高昂是制约其广泛应用的主要问题。

生物活性炭技术，从某种程度上就是利用活性炭的内部组织结构，同时利用活性炭发达的空隙结构，能有效地对水中的有机物进行相应的吸附处理，并以有机物为载体，可以对微生物的聚集和成长有着极大的帮助。当在适当温度和营养的条件下，使有机物得到进一步分解。更为重要的是，能够在一些吸附空位上方便进行吸附各种有机物。这种生物再生的现象，能够在很大程度上促进活性炭的使用寿命更长；另一方面，针对一些水中难以降解的有机物，可以在被吸附而逐渐在活性炭表面上进行聚集，这样就能够有效地延长了有机物与生物之间的接触时间，继而为微生物的分解提供各种有利的条件，而这种生物活性炭技术已经在

发达国家的饮用水处理中发挥至关重要的作用。

2. 化学处理法

(1) 混凝法

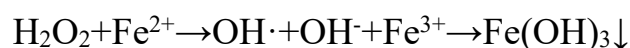
主要有混凝沉淀法和混凝气浮法，所采用的混凝剂多半以铝盐或铁盐为主，其中以碱式氯化铝（PAC）的架桥吸附性能较好，而以硫酸亚铁的价格为最低。近年来，国外采用高分子混凝剂者日益增加，且有取代无机混凝剂之势，但在国内因价格原因，使用高分子混凝剂者还不多见。据报道，弱阴离子性高分子混凝剂使用范围最广，若与硫酸铝合用，则可发挥更好的效果。混凝法的主要优点是工艺流程简单、操作管理方便、设备投资省、占地面积少；缺点是运行费用较高、泥渣量多且脱水相对困难。

(2) 芬顿氧化法

高价氧化工艺，如 Fenton（芬顿）氧化、臭氧氧化等，通过化学氧化，使得难降解有机物变成易降解小分子有机物。

a. Fenton法的原理

Fenton 化学氧化法是应用双氧水(H_2O_2)与亚铁(Fe^{2+})反应产生氢氧自由基的原理，进行氧化有机污染反应，将废水中有机物污染氧化成二氧化碳和水的一种高级氧化处理技术。其化学反应机制如下：



影响 Fenton 法氧化反应效果与速率因子：反应物本身的特性、 H_2O_2 的剂量、 Fe^{2+} 的浓度、pH 值、反应时间、温度。

b. Fenton法的优点

①对环境友善：处理后不像其它的化学药品，如漂白水（次氯酸钠），易产生氯化有机物等毒性物质，对环境造成伤害。

②占地空间小：有机物氧化的速度相当快，所需的停留时间短，约 0.5~2 h 即可，不像一般的生物处理约需 12~24 h，因时间短，相对反应槽容积不需太大，可节省空间。

③操作弹性大：可依进流水水质的好坏来改变操作条件，提高处理量。而一般的生物处理难以弹性操作。针对较高的污染量只需提高亚铁及 H_2O_2 加药量及适当的 pH 控制即可。

④初始成本低：与一般的生物处理系统相较，约只须其投资成本的 1/3~1/4。

⑤氧化能力强：所产生的氢氧自由基(OH)氧化能力相当强。可处理多种毒性物质，如氯乙烯、BTE、氯苯、多氯联苯、EDTA、酮类、MEK 等。

(3) 臭氧氧化法

臭氧为三个氧原子组成的氧单质，与氧气互为同素异形体，但其氧化能力远远强于氧气。在水中可以破化有机大分子的结构，使其碳链结构变短，由大分子有机物转化为小分子有机物，甚至进一步分解矿化为二氧化碳和水。臭氧氧化水中有机物存在两种作用机理，为臭氧直接氧化有机物和臭氧分解出的羟基自由基间接氧化有机物。

臭氧催化氧化技术是基于臭氧氧化中的间接氧化而发展起来的高级氧化技术，其目的是为了通过催化剂存在促进羟基自由基的产生，以此提升臭氧氧化过程中间接氧化作用的比例。臭氧催化氧化技

术具有效率高，成本低和操作简单的优点，是最有前景的高级氧化技术之一。与单独臭氧相比，由于新加入到反应体系中的催化剂可以有效诱导溶解在废水中的臭氧分解产生羟基自由基，因此臭氧催化氧化技术与单独臭氧氧化相比具有更强的氧化能力，故臭氧催化氧化技术可以得到更好的污废水处理效果。臭氧催化氧化根据反应机理的不同又可分为均相臭氧催化氧化和非均相臭氧催化氧化。

3. 生物处理法

生化处理法是利用微生物进行废水处理的方式，其主要机理在于微生物在生长繁殖过程中，将水中有机物作为营养物质消耗，从而达到净化水质的目的。

(1) 好氧生物处理

好氧生物处理，利用好氧菌与兼性菌在溶解氧充足的条件下，自发地利用水中有机、无机物质来完成自体裂殖的行为。微生物利用水中存在的有机污染物为底物进行好氧代谢，经过生化反应过程分解以释放能量，最终以无机物的形态稳定下来，达到无害化的要求，以便返回自然环境或进一步处理。常见的好氧生物处理以微生物聚集形式分为两类：好氧活性污泥法与好氧生物膜法。

好氧活性污泥是自然界多种好氧微生物经人工选择驯化富集而形成的泥状絮凝体，微生物在絮凝体中以菌胶团形式存在，菌胶团能够分泌出具有粘性的多糖类物质，可以将有机污染物吸附。在人工充氧的条件下，其中的好氧微生物，利用吸附的有机物及水中含有的 N、P 等无机元素，进行生长。好氧活性污泥法正是利用这两种特性，实

现对废水中多种污染物的降解。伴随着污染物降解，水处理微生物的裂殖，反应器中活性污泥持续增长，进一步增强了其处理污废水的能力，污泥浓度的提升，会导致水中溶解氧无法满足氧化有机污染物的需求，造成处理系统缺氧，因此，必须排出部分老化污泥，确保处理效果稳定。常见的活性污泥法工艺有 SBR、CAST、AAO，同时为针对处理难降解有机物，开发出了诸多强化活性污泥法，如美国杜邦 (DuPont) 公司发明的生物活性炭，利用粉末活性炭良好的吸附效果与活性污泥共同作用，吸附降解难生物降解的有机物。

生物膜是由高度密集的好氧菌、厌氧菌、兼性菌、真菌、原生动物以及藻类等组成的生态系统，其附着的固体介质称为滤料或载体。生物膜构造其自滤料向外可分为厌氧层、好氧层、附着水层、运动水层。在处理有机物时，生物膜主要存在两个过程，一是生物膜对附着水层中有机物的吸附，二是生物膜对有机物的处理降解，降解中好氧层发生好氧氧化，厌氧层进行厌氧分解。流动水层在运动过程中，对生物膜具有冲刷作用，老化的生物膜由于附着能力不强被冲刷下来被水流带走，之后会长出新的生物膜代替。由此，可以认识到好氧生物膜法并不能单纯定义为好氧生物处理方法，其在降解过程中好氧处理和厌氧处理是同时存在的。生物膜法以其填料的不同、主要处理污染物的类别不同，有所区分，形式更是多样。生物膜较之活性污泥，其微生物种群更丰富、单位体积内微生物数量更多，微生物更新频率更低。所以，生物膜工艺因水质变化适应性更强，水力负荷的变化对出水影响小，出水不需污泥回流，维护简单，节约能源等特点，在各工

业企业针对自身废水的处理中较活性污泥法有更多的利用。

（2）厌氧生物处理

厌氧生物处理是在厌氧条件下，通过厌氧菌和兼性菌的代谢作用对有机物进行生化降解的过程。难生物降解有机废水因含有碳链长，结构复杂无法透过细胞膜的有机物，而难以被微生物直接利用降解。因此，在实际废水处理过程中，厌氧生物处理被用作有机废水的预处理阶段，难生物降解有机物处理以四个阶段来进行分别是：水解阶段，酸化阶段，产乙酸阶段和甲烷生产阶段。通过四步反应，大分子有机化合物可分解为挥发性脂肪酸，乙酸等短链有机物，甚至进一步反应产生甲烷气体而散溢。考虑到废水处理实际，常常将厌氧生物处理控制在水解和酸化阶段，以调高废水的可生化性，为后续的生物处理奠定基础。

与好氧微生物处理相比，厌氧生物处理基本上不需要曝气，能耗低，并且对高 COD 废水具有优异的处理效果，处理负荷高，在大规模养殖废水、食品工业中广泛应用。但其反应过程复杂，人为干预难，对温度、pH 等环境因素敏感等特点，对废水处理的管理维护水平要求较高。

生物处理法处理工业废水的处理工艺主要有：厌氧水解工艺、延时曝气工艺、二段法工艺、接触氧化工艺。

综合上述难降解 COD 的去除工艺，可以得出如下几点结论：

（1）应对进水相对高浓度 COD，可采用混凝沉淀法进行初步去除，以减轻后续生物降解法的负担；

(2) COD 去除主体工艺以生物降解法为主，为提高其可生化性，需设置厌氧水解前工艺，如常见的水解酸化工艺，提高 COD 可降解性；

(3) 生物处理段，结合 TN、COD 等综合指标，进行针对性设计；

(4) 在“预处理+生物处理”基础上，需增设深度处理工艺，以满足高标准出水水质达标要求。化学芬顿法，药剂消耗量、消耗种类繁多，运行不便，不宜作为深度处理首选工艺。与之相比，“臭氧催化氧化+生物活性炭”组合工艺，在深度去除 COD 方面有着十分广泛而成熟的应用，本工程拟采用臭氧催化氧化+生物活性炭联合工艺，作为水中难降解 COD 的去除工艺。

整理汇总同类项电子工业废水项目案例，有珠海市富山工业园第三（工业）水质净化厂工程（5.0 万 m³/d，电子工业、五金电镀等废水）和南京浦口经济开发区工艺污水处理厂一期工程（1.0 万 m³/d，台积电项目废水），如下：

表5.4.3- 1 COD去除工艺同类型项目案例

项目	珠海市富山工业园第三（工业）水质净化厂工程	南京浦口经济开发区工艺污水处理厂一期工程
项目所在地	广东珠海	南京浦口
规模（m ³ /d）	5.0 万	1.0 万
废水类型	电子生产加工、五金电镀，含氰化物等	台积电项目废水

去除工艺	芬顿法+水解酸化+生反池+ 芬顿法+活性炭保底	混凝沉淀+水解酸化+改良 AAO+臭氧+活性炭保底
------	----------------------------	------------------------------

综上所述，同时参考国内同类项目经验，针对难降解 COD 污染物，本工程采用“**混凝沉淀+水解酸化+二级生物处理+臭氧催化氧化+生物活性炭**”组合工艺方法。

5.4.3 金属离子（ Cu^{2+} ）去除专项论证

常用的重金属处理方法见下表，有化学氧化还原法、化学沉淀法和离子交换树脂法等。

表 5.4.3-1 常用的重金属处理方法

序号	处理方法	原理	优点	缺点	适用场合
1	化学氧化还原法	氧化还原法是转化废水中污染物的有效方法，它是通过化学反应将废水中呈溶解状态的无机物和有机物氧化或还原为微毒、无毒的物质，或者转化成容易与水分离的形态，从而达到废水处理的目的	应用较早，具有丰富的运行管理经验；操作相对简单	化学氧化还原法需要较高的运行费用	目前仅用于饮用水处理、特种工业用水处理、有毒工业废水处理和以回用为目的的废水深度处理等有限场合

序号	处理方法	原理	优点	缺点	适用场合
2	化学沉淀法	利用各物质在水中的溶解度不同，向废水中投加沉淀剂，使其与废水中的溶解性物质发生互换反应生成难溶于水的盐类，形成沉淀物，然后进行固液分离，从而去除废水中的污染物的方法	目前发展时间较长，工艺较成熟的方法。去除范围广、效率高、经济简便	需要投加大量化学药剂，并以沉淀物的形式沉淀出来，存在二次污染问题	大量使用助沉剂，产生大量污泥而且污泥不易脱水
3	离子交换法	利用离子交换剂自身所带的能自由移动的离子，在离子浓度差或者交换剂上的功能基对离子的亲和能力不同，与污水中的离子发生交换，从而将污水中的离子分离出来	离子交换吸附效果明显，交换能力强，吸附容量大，再生效果好，再生频率高	容易被污水中的悬浮物和油脂类物质堵塞树脂；某些高分子有机物与树脂活性基团结合能力很大，一旦结合后较难分离，进而影响了树脂的再生和交换能力；高价金属离子容易被树脂吸附，再生时难以洗脱，引起树脂中毒，降低了树脂的交换能力	适用于处理浓度低而排放量较大、含有毒金属的废水

整理汇总含金属污染物电子工业废水项目案例，有珠海市富山工业园第三（工业）水质净化厂工程（5.0 万 m³/d，电子工业废水）和中芯国际集成电路制造（深圳）有限公司 12 英寸集成电路项目废水深度处理工程（电子工业废水，4950m³/d，其中包括含氟废水 2100m³/d）。如下：

表 5.4.3-2 金属离子去除工艺同类型项目案例

项目	珠海市富山工业园第三（工业）水质净化厂工程	中芯国际集成电路制造集成电路项目废水深度处理工程
项目所在地	广东珠海	广东深圳

项目	珠海市富山工业园第三（工业）水质净化厂工程	中芯国际集成电路制造集成电路项目废水深度处理工程
规模（m ³ /d）	5.0 万	4950
废水类型	电子生产加工、五金电镀	集成电路项目废水
重金属污染物种类	铜、镍、铬	铜
进水浓度（mg/L）	铜：（1.0）；镍（0.5）；铬（1.0）	2.0
出水浓度（mg/L）	铜：（0.3）；镍（0.1）；铬（0.5）	1.0
去除工艺	混凝沉淀+离子交换	预处理段三级混凝沉淀

综合上述铜离子去除工艺分析及同类型项目案例参考，本工程选用“**预处理两级混凝混凝沉淀法**”对来水中的铜离子进行去除，在混凝沉淀段，铜离子去除过程与氟化物去除协同；另外，通过投加重补剂，实现铜离子的针对性去除，以满足排放标准要求。

5.5 本工程污水处理整体工艺路线选择

5.5.1 污水处理工艺方案选择原则

城市污水厂的建设和运行受多种因素的制约和影响，其中工艺方案的确定是确保处理厂的运行性能、降低污水运行和建设费用的最关键因素，因此应从整体最优的观念出发，结合设计规模、污水水质特性以及当地的实际条件和要求，选择切实可行且经济合理的多个工艺方案，经全面技术经济分析，优选出最佳的总体工艺方案和实施方式。在本工程的总体工艺方案确定过程中，将遵循以下原则：

- （1）所选工艺技术先进、成熟，对水质变化适应能力强，运行

稳定可靠，能保证出水水质达到设计排放标准和相关技术要求。

(2) 所选工艺应减少基建投资和运行费用，节省占地面积和降低能耗。

(3) 所选工艺应易于操作、运行灵活、自动化程度高且便于管理。

(4) 所选工艺应易于实现自动控制，提高操作管理水平。

(5) 污水处理工艺的确定应与污泥处理和处置方式结合考虑，污水厂排出的污泥应易于处理和处置。

(6) 所选工艺应最大程度地减少对周围环境的不良影响（气味、噪声、气雾等），满足项目区域规划的要求。

5.5.2 污水处理工艺路线的选择

在上述水质特性分析的基础上，结合处理效果稳定性、工艺控制灵活性、工程实施可行性、维护管理方便性、投资运行经济性、系统优化整体性及出水水质标准等，本工程选择“**预处理+二级生物处理+深度处理**”组合式工艺技术路线。各工艺段主要功能定位如下：

(1) 预处理工艺段：除常规物理拦截、沉淀预处理功能，针对本工程水质特点，本工程预处理工艺着重去除**氟化物、难降解有机物预处理分解**。

(2) 二级生物处理段：以去除 COD、BOD、NH₃-N、TN 等常规污染物指标为主；

(3) 深度处理工艺段：通过物理、化学及生物手段进一步深化去除 COD、氟化物，以满足高标准排放要求。

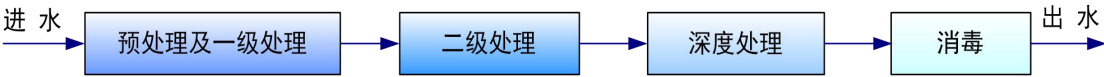
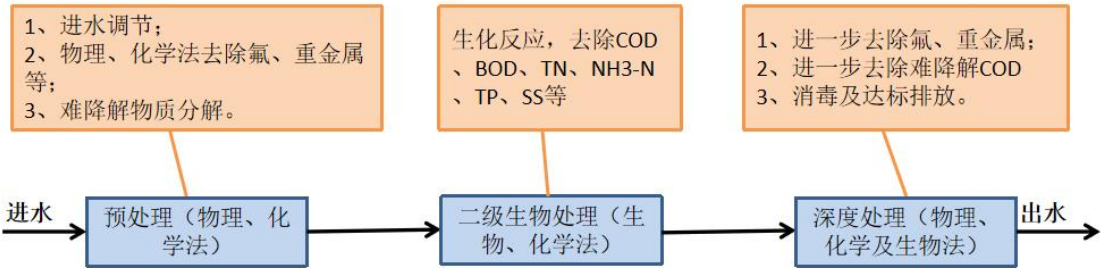


图 5.5.2-1 污水处理工艺路线图



5.5.2-2 污水处理工艺路线选择思路

5.6 预处理工艺的选择

考虑到本工程进水水质特征，生产废水水质复杂，且可能含有有毒有害物质，在正常情况下虽然满足相关排放标准，但异常情况排放超标时，会严重影响后续生化处理系统，因此预处理阶段设置化学反应池十分必要。预处理中核心工艺段是化学沉淀反应池。

同时，考虑本此工业污水处理厂直接服务于电子工业企业，来水水质、水量受电子工业企业直接影响，水质水量波动的可能性较大，而本工程主体采用生物处理，进水水量水质波动对维持生化系统连续稳定运行是不利的，因而需设置进水调节系统，以调节进水水质、水量。

通过上述分析和比较，由本预处理工艺根据污染物指标选择为“调节池+混凝沉淀”组合式工艺。

(1) 调节池

工业废水在排放过程中，随着生产状况的变化而变化，存在水质的不均匀和水量的不稳定情况。特别当生产上出现事故或雨水特别多时，废水的水质和水量变化更大，这种变化会造成废水处理过程失常，降低了处理效果，而且不能充分发挥处理设备的设计负荷。为了使处理工艺正常工作，不受废水高峰流量或高峰浓度变化的影响，要求废水在进行处理前有一个较为稳定的水量和均匀的水质，必须进行水质和水量的调节。调节池的设置可以满足这种需求。

调节池主要有调节水量、均衡水质和预处理三大作用。

（1）提供对有机物负荷的缓冲能力，防止生物处理系统的急剧变化。

（2）控制 pH 值，以减少中和作用中的化学品的用量。

（3）减少对物理化学处理系统的流量波动，使化学品添加速率适合加料设备的定额。

（4）当工厂停产时，仍能对生物处理系统继续输入废水。

（5）控制向市政系统的废水排放，以缓解废水负荷分布的变化。

（6）防止高浓度有毒物质进入生物处理系统。

调节池按功能分为水质调节池和水量调节池。

常见的水量调节池主要作用为均匀水量，称为水量均化池，简称均量池。进水为重力流，出水用泵抽吸，池中最高水位不高于进水管的设计水位，有效水深一般为 2~3m。最低水位为死水位，

即位于泵吸水口以下。

水质调节池是为水质均匀以避免处理构筑物受过大的冲击负荷而设置的。水质调节池的容量通常按调节历时进行计算，调节时间越长，水质便越均匀。从生产上讲，往往是以一班 8h 为一个生产周期，但水质调节池容量按 8h 计算，有时也较大。所以计算水质调节池时，其调节历时通常按 4h~8h 考虑。

水质调节池常设计成穿孔导流槽式出水，在平面构造上既可以是圆形，也可以是矩形。采用这种形式的水质调节池容积，理论上只需要调节历时总水量一半即可，因为从水质均匀角度上讲，所谓调节历时是指将该时段中的排水量充分混合，使起始时间的排水与调节历时终了时的排水混合。

选用调节池的原则：主要考虑水利混合作用，对于化学反应、沉降和冷却作用也不可忽略。首先为达到连续及完全混合的目的，一般选用连续完全混合反应器，也可采用活塞流反应器，同时在反应器安装有混合装置如水泵强制循环搅拌、空气搅拌(还有预曝气作用)、机械搅拌，还有一种差时混合装置。由于沉淀作用，还要在调节池内考虑排泥装置。

(2) 混凝沉淀

混凝沉淀工艺在城市污水深度处理中主要起以下作用：①进一步去除悬浮物、 BOD_5 及 COD_{Cr} 。②除磷。因污水中的磷酸盐大部分为可溶性，一级处理去除量很少，一般的二级处理也只能去除 20~40%左右的磷，强化二级处理则可大幅度提高除磷率至

60%~75%。混凝沉淀能去除 90~95%的磷，是最有效的除磷方法。③去除污水中的乳化油和其他工业水污染物。

传统的平流式、辐流式沉淀池工艺已经过近百年的发展，技术上已经成熟，国外对原有工艺进一步改进优化，开发成功了高效沉淀池，并且在实际工程中逐步得到推广应用，取得了良好的效果。高效沉淀池工艺实际上把混合/絮凝/沉淀进行重新组合，混合、絮凝采用机械方式搅拌方式，沉淀采用斜管装置，与普通平流式沉淀池相比，可大幅度提高水力负荷。

由于加强了反应池内部循环并增加了外部污泥循环，提高了分子间相互接触的机率，使絮凝剂在循环中得到充分利用，减少了药剂投加量，降低了运行成本。沉淀区分离出的污泥在浓缩区进行浓缩，提高了污泥的含水率，使污泥含水率达到 98%。

a. 混凝沉淀原理：

混凝反应是水中胶体颗粒的脱稳过程，主要通过中和胶体电荷来实现，通过搅拌使失去电荷的颗粒互相接触而聚集在一起，导致形成絮状物，这些絮体在沉淀池中实现固液分离。絮体通过重力沉淀得到去除并改善出水水质，减轻滤池的处理负荷，减少反冲洗的频率，从而节省运行费用，降低处理成本。混凝反应需投加凝聚剂，在实际应用中使用最广的凝聚剂为铝盐和铁盐。目前，我国的反应池的类型很多，主要有隔板反应池、旋流反应池、折板反应池等，其中隔板反应池又分为往复式和回转式。

b. 混凝沉淀法的优点：

混沉淀工艺因其投资较低、运转方便、运行费用低，在许多深度处理工艺中得到了应用，其处理构筑物主要包括加药间、混凝反应池、沉淀池等。

本工程混凝沉淀工艺是预处理核心工艺，其主要功能是去除工业废水进水中的氟化物、难降解 COD、SS、TP 等污染物质。根据功能目标，本工程采用两级预处理混凝沉淀工序。在两级混凝沉淀池中分别投加不同药剂，以去除不同污染物，其中在一级混凝沉淀池中拟投加“除氟沉淀剂+PAM”，重点进行氟化物去除，在二级混凝沉淀池中拟投加“PAC+PAM”，重点进行 SS、氟化物、TP、难降解 COD 等污染物质。

经与工业企业对接了解，企业生产废水在工厂内预处理后可分为两股废水，含氟废水和综合废水，根据两种废水水质情况，拟采用分质预处理工艺，两级混凝沉淀工艺段可分可合，以灵活应对来水情况，最大程度实现运行成本的降低。

5.7 强化生物预处理工艺的选择

常用的强化生物预处理方法有水解（酸化）工艺、化学混凝强化、AB 法 A 段工艺等。

1、水解（酸化）工艺

水解酸化生物处理工艺出现于 20 世纪 80 年代。该工艺不具有厌氧消化过程中对环境条件严格要求，及降解速度较慢的甲烷发酵阶段，将系统控制在缺氧状态下的水解酸化阶段。其原理是通过水解菌、

产酸菌释放的酶促使水中难以生物降解的大分子物质发生生物催化反应，具体表现为断链和水溶，微生物则利用水溶性底物完成胞内生化反应，同时排出各种有机酸。

水解酸化过程能将废水中的非溶解态有机物截留并逐步转变为溶解态有机物，一些难于生物降解大分子物质被转化为易于降解的小分子物质如有机酸等，从而使废水的可生化性和降解速度大幅度提高，以利于后续好氧生物处理。

水解酸化处理是利用厌氧菌的作用，去除污水中的有机物，通常需要时间较长。厌氧过程可分为水解阶段、酸化阶段和甲烷化阶段，水解酸化能将难降解有机物分解成易降解有机物、将大分子有机物降解成小分子有机物，而微生物对有机物的摄取只有溶解性的小分子物质才可直接进入细胞内，而不溶性大分子物质首先要通过胞外酶的分解才得以进入微生物体内代谢。因此，水解酸化的产物为微生物摄取有机物提供了有利条件，水解酸化可大大提高废水的可生化性，改善后续生化处理的条件。厌氧水解工艺是将厌氧发酵阶段过程控制在水解和产酸阶段，具有以下工艺特点：

（1）以功能水解池代替功能单一的初沉池，水解池对各类有机物去除远高于传统初沉池，降低了后续构筑物的负荷；

（2）利用水解和产酸菌的反应，将不溶性有机物水解成溶解性有机物、大分子物质分解成小分子物质，使污水更适宜于后续的好氧处理，可以用较短的时间和较低的运行费用完成净化过程；

（3）污水经水解池，可以在短的停留时间（ $HRT=2.5h$ ）和相对

较高的水力负荷[$1.0\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$]下获得较高的悬浮物去除率（平均 85% 的 SS 去除率）。出水 BOD/COD 值有所提高，增加了污水的可生化性；

（4）由于采用厌氧处理技术，在处理水的同时，也完成了对污泥的处理，使污水污泥处理一元化，简化了传统处理流程。

2、化学混凝工艺

化学混凝工艺，是向污水中投加混凝剂以提高沉淀处理效果的一级强化处理技术，该工艺由于受自然条件约束少、占地省、流程短、基建与运行费用低、操作简单而成为极具竞争力的城镇污水处理方法。城镇污水中污染物主要是悬浮物、胶体和溶解性有机物，投加混凝剂的一级处理能明显改善对悬浮物及胶体有机物的处理效果，提高了一级处理的出水水质，从而使远水的有机负荷降低，减少了后续处理构筑物的处理费用。其具有以下工艺特点：

（1）通过投加混凝剂，使微小的悬浮固体、胶体颗粒脱稳，聚集形成较大的颗粒，从而提高沉淀效率；

（2）对悬浮固体、胶体物质和 P 的去除有明显效果，一般 SS 去除率可达 90%，BOD 去除率为 50%~70%，COD 去除率为 50%~60%，细菌去除率为 80%~90%，总磷（TP）去除率为 80%~90%。而使用常规一沉池时，其去除率分别为：SS50%~60%，BOD25%~40%，TP10%；

（3）除磷效果好。一般单独采用生物除磷工艺很难满足出水含磷量低于 1.0mg/L 的排放要求，采用化学混凝工艺的除磷效率将高于生物除磷，一般情况下，出水 TP 可满足低于 1.0mg/L 的排放要求（一

级标准）；

（4）采用化学混凝工艺，使沉淀污泥的产量增加、浓度降低，初沉池产泥量增加 50%~100%，污泥体积增大，使污泥处理、处置的难度增加。因此在采用化学混凝工艺时，除了考虑药剂费用外，还要考虑污泥的处理、处置费用。

一级强化处理工艺（水解酸化工艺、化学混凝工艺）对比结果如下表所示。

图 5.7-1 水解酸化工艺与化学混凝工艺对比结果

对比项	水解酸化工艺	化学混凝工艺
停留时间	长	短
药剂使用	不需要	需要
运行费用	低	高
提高生化性效果	明显	不明显
除磷效果	不明显	明显

综上，本工程废水属于电子工业废水，含有大量对微生物有抑制作用的物质，如有机硫化合物、具有良好杀菌性能的季铵盐、具有强烈微生物抑制作用的 TMAH 等。因此，本工程选择采用耐毒性能力强、运行性能稳定、安全性能高、对水质有改善作用的水解酸化工艺。

水解酸化反应器主要包括升流式水解反应器、复合式水解反应器及完全混合式水解反应器。此外，水解反应器还可以包括采用其他厌氧反应器型式实现水解酸化的反应器，如厌氧折流板反应器、厌氧接触反应器等。

(1)升流式水解反应器

升流式水解反应器的示意图见下图，水解酸化微生物与悬浮物形成污泥层，污水通过布水装置自反应器底部均匀上升至顶部出水堰排出过程中，污泥层可截留污水中悬浮物，并在水解酸化菌作用下降解有机物、提高污水可生化性等。

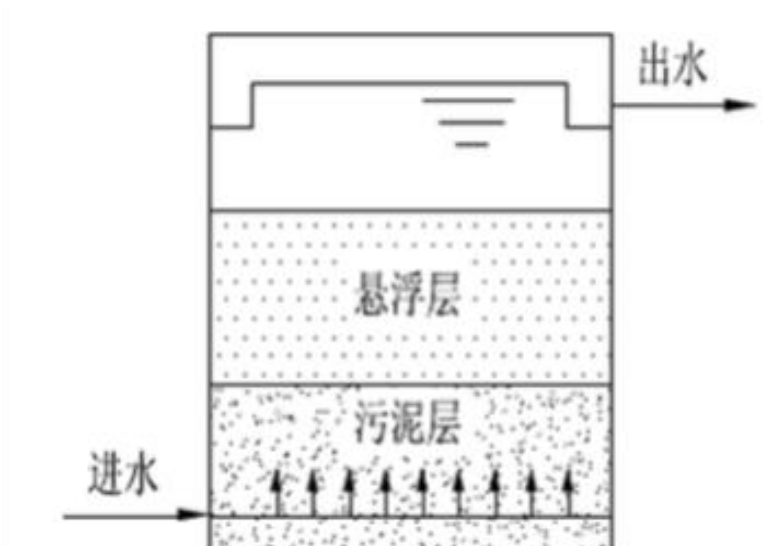


图 5.7-1 升流式水解反应器

(2) 复合式水解反应器

复合式水解反应器(示意图见下图)内既存在水解酸化污泥，又存在水解酸化生物膜，形成水解酸化污泥和生物膜的复合体。反应器上部为填料层，下部为污泥床，中间留出一定的空间以便悬浮状态的絮状污泥和颗粒污泥停留，增加了反应器的生物量，延长了微生物与废水的接触时间。

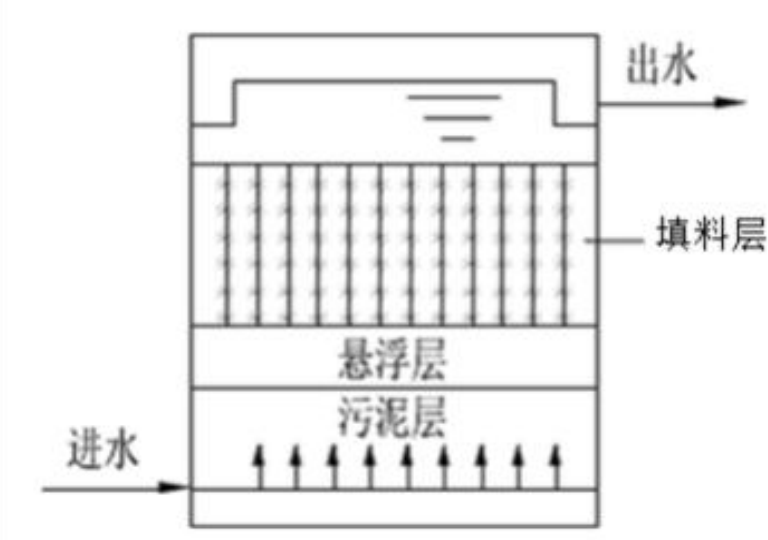


图 5.7-2 复合式水解反应器

(3) 完全混合式水解反应器

完全混合式水解反应器(示意图见下图)内设置搅拌装置实现污水和污泥的完全混合，其后设置沉淀池并回流污泥以保证反应器内有较高的污泥浓度。

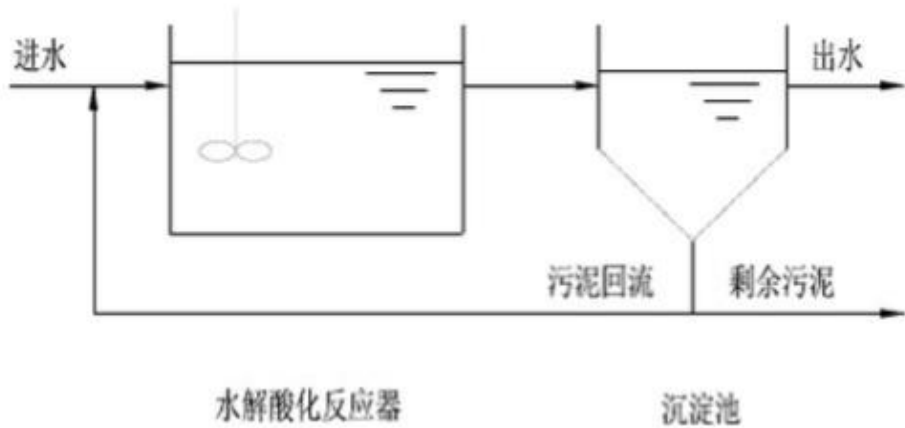


图 5.7-3 完全混合式水解反应器

(4) 其他厌氧反应器

此类反应器主要利用已有厌氧反应器型式实现水解酸化， 如厌氧折流板反应器、厌氧接触反应器等。

厌氧折流板反应器(ABR)（示意图见下图）的结构特点是反应器

中设置折板形成数个升流式水解反应器，废水在反应器内沿折流板流动，提高了微生物与废水的混合接触作用。



图 5.7-4 厌氧折流板反应器

厌氧接触反应器的特点是水解酸化微生物固定在反应器内特设的载体上形成生物膜，微生物的世代期较长，耐冲击负荷能力较强，此类反应器的典型代表为厌氧滤池。

表 5.7-2 水解酸化综合比较

方案内容	升流式水解污泥床	复合式水解反应器	完全混合式水解池
工艺特点	1、采用升流式的构造，易形成污泥层， 固化污泥，使得反应效率提高； 2、不采用填料，防止SS经常堵塞； 3、高度上留有一底部混合区，可以有效利用池内污泥吸附来水中的有机物，促进污泥层反应效果； 4、污泥水解酸化效果好，出水稳定，污泥降解率高； 5、不需设中间沉淀池。	1、采用升流式的构造，在半软性填料上固化污泥，使得反应效率提高； 2、如控制得当，污泥水解酸化效果好，出水稳定，污泥降解率高； 3、靠进、出水压差出流，无机械能耗； 4、不需设中间沉淀池。	1、传统的池型构造，属于传统的活性污泥法，水力停留时间长，耐进水冲击负荷； 2、水头损失小； 3、池内需设水下推进器进行推流；并有污泥内回流； 4、工艺成熟、先进，处理效率高，水体流动性好。
适用性	进水水质浓度中等	进水水质浓度较高	进水水质浓度较低
运行管理要求	运行管理简单	填料容易堵塞、结成束状，需经常更换	运行管理方便

方案 内容	升流式水解污泥床	复合式水解反应器	完全混合式水解池
自动 化水	一般	一般	一般
工程 投资	较低	较高	较低
运 行 费用	较低	较高	较低

从上表比较可知，完全混合式水解池污泥水解酸化效果好，出水稳定，污泥降解率高，考虑到其余两种水解池均存在易堵塞的可能性，所以本工程推荐采用完全混合式水解池。

5.8 生物除磷脱氮工艺选择

5.8.1 污水生物处理的可行性分析

(1) BOD_5/COD_{cr}

BOD_5 和 COD_{cr} 是污水生物处理过程中常用的两个水质指标，用 BOD_5/COD_{cr} 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_{cr} 值越大，说明污水可生化处理性越好，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。

表 5.8.1-1 污水可生化性评价参考数据

BOD_5/COD_{cr}	>0.45	0.3~0.45	0.2~0.3	<0.2
可生化性	较好生化	可生化	较难生化	不宜生化

本工程进水主要为工业废水，根据设定的进水水质， BOD_5/COD_{cr}

$=0.6$ ，可生化性好。参考同类型工业废水案例，实际进水可生物降解有机物偏低，生化性存在较差的可能，应对难降解有机污染物，本工程采用生物处理法，需进行针对性预处理强化，如采用水解酸化工艺，对难降解有机污染物进行一定程度讲解，提高可生化性。同时，考虑进行外加碳源投加补充，提高废水可生化性，同步降解 TN 等污染物质。

(2) BOD_5/TN

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， $BOD_5/TN > 4 \sim 6$ ，即可认为污水有比较充足的碳源供反硝化菌利用，本工程 $BOD_5/TN = 4.28$ ，理论碳源充足。

根据电子工业废水处理项目经验，实际进出水可生化性较差，二 TN 含量较高，即 BOD_5/TN 值较低。如深圳宝龙水质净化厂，其进水 BOD 值为 30mg/L ， $TN = 70\text{mg/L}$ ， $BOD_5/TN = 0.428$ ，要实现生物脱氮的难度极大。

对此，应从两方面进行控制，一是上游电气企业应保证废水进厂 BOD 浓度值，控制在 300mg/L 左右，以提供足够的脱氮碳源；另一方面，工程设置碳源应急投加系统，在进水 BOD_5/TN 较低时投加，以确保 TN 的达标排放。

(3) BOD_5/TP

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

BOD₅ 负荷可以取得较好的除磷效果，进行生物除磷的低限是 BOD₅/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。本工程 BOD₅/TP=37.5，可采用生物除磷。

5.8.2 生物脱氮除磷原理

(1) 生物脱氮原理

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，并有外加碳源提供能量，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分解还原反应，反应能量从有机物中获取。在硝化与反硝化过程中，影响其脱氮效率的因素是温度、溶解氧、pH 值以及反硝化碳源。生物脱氮系统中，硝化菌增长速度较缓慢，所以，要有足够的污泥泥龄。反硝化菌的生长主要在缺氧条件下进行，并且要有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：

硝化阶段：足够的溶解氧，DO 值 2mg/l 以上；合适的温度，最好 20℃，不能低于 10℃；足够长的污泥泥龄；合适的 pH 条件。

反硝化阶段：硝酸盐的存在，缺氧条件 DO 值 0.2mg/l 左右，

充足的碳源（能源），合适的 pH 条件。

表 5.8.2-1 生物脱氮影响因素

项目	硝化反应	反硝化反应
反应速率	慢	快
溶解氧	需要	抑制
碱度	消耗碱度	产生碱度
温度影响	温度影响明显	温度影响不明显

生物脱氮过程如图 5.8.2-1 所示。



图 5.8.2-1 生物脱氮过程示意图

(2) 生物除磷原理

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。生物除磷是利用聚磷菌一类的细菌，在厌氧状态释放磷，在好氧状态能从外部摄取磷，并将其以聚合形态贮藏在体内，形成高磷污泥，排出系统，达到从废水中除磷的效果。

生物除磷主要是通过排出剩余污泥而去除磷的，因此，剩余污泥多少将对脱磷效果产生影响，一般污泥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%。

大量的试验资料已经完全证实，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能力。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。

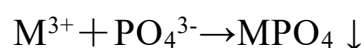
在除磷（脱氮）系统的厌氧区中，含聚磷菌的回流污泥与污水混合后，在初始阶段出现磷的有效释放，随着时间的延长，污水中的易降解有机物被耗完以后，虽然吸收和贮存有机物的过程基本上已经停止，但微生物为了维持基础生命活动，仍将不断分解聚磷，并把分解产物（磷）释放出来，虽然此时释磷总量不断提高，但单位释磷量所产生的吸磷能力将随无效释放量的加大而降低。一般来说，污水污泥混合液经过 2hr 的厌氧后，磷的有效释放已甚微。在有效释放过程中，磷的释放量与有机物的转化量之间存在着良好的相关性，在有效释放过程中，磷的厌氧释放可使污泥的好氧吸磷能力大大提高，每厌氧释放 1mg P，好氧条件下可吸收 2.0~2.4mgP，厌氧时间加长，无效释放逐渐增加，平均厌氧释放 1mgP 所产生的好氧吸磷能力将降至 1mgP 以下，甚至达到 0.5mgP。因此，生物除磷系统中并非厌氧时间越长越好，同时，在运行管理中要尽量避免低 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。

一般情况下，AAO 系列工艺 TP 去除率一般在 70~80%左右。经过标准 AAO 法处理的生活污水的 TP 的含量可达到 1.5 mg/L 左右。

3、化学除磷原理

化学除磷方法是基于正 3 价金属离子与污水中的磷酸离子进行化学反应生成难溶解性物质而沉淀这一原理，从而去除磷的方法。



通常使用铝盐和三价铁盐作为混凝剂进行混凝沉淀处理，其除磷效果较好，出水中的 TP 浓度可确保 0.5mg/L 以下。但是单一的化学方法除磷，考虑到成本较高，污泥量较大，一般作为辅助除磷措施使用。通常是将混凝剂投加在 AAO 池等生物反应池末端进行混合反应，在二沉池中进行协同沉淀固液分离。即利用生物除磷+辅助化学除磷方法来减少混凝剂量，降低处理成本。

5.8.3 可供选择的生物脱氮除磷工艺

在我国，工业污水中的常用的脱氮除磷工艺多采用改良 AO 工艺、AAO 工艺、氧化沟系列工艺、序批式工艺（包括改良 SBR 法、CASS 工艺、MSBR 法等）等，上述工艺均建立在传统生物脱氮除磷理论基础之上。

表 5.8.3-1 常用脱氮除磷工艺一览表

工艺类型	主要工艺形式
传统活性污泥法及其变型	传统活性污泥工艺、AO脱氮除磷工艺、改良AO脱氮除磷工艺、AAO脱氮除磷工艺（普通AAO工艺、UCT、改良型UCT、倒置AAO工艺、多点进水倒置AAO工艺）、AB法
氧化沟工艺	卡鲁塞尔氧化沟、双沟式氧化沟、奥贝尔氧化沟、一体化氧化沟
序批式工艺	传统SBR工艺、ICEAS、DAT-IAT、CAST（CASS）、UNITANK、MSBR、三沟式氧化沟
特种形式活性污泥法	VT工艺、BIOLAK工艺
其他工艺	MBR

（一）AAO 系列工艺

（1）常规 AAO 工艺

AAO 工艺是一种典型的除磷脱氮工艺，其生物反应池由 Anaerobic（厌氧）、Anoxic（缺氧）和 Oxic（好氧）三段组成，其典型工艺流程下图。这是一种推流式的前置反硝化型 BNR 工艺，其特点是厌氧、缺氧和好氧三段功能明确，界线分明。可根据进水条件和出水要求，人为地创造和控制三段的时空比例和运转条件，只要碳源充足（ $TKN/COD \leq 0.08$ 或 $BOD/TKN \geq 4$ ）便可根据需要达到比较高脱氮率。

常规生物脱氮除磷工艺存在以下缺点：由于厌氧区居前，回流污泥中的硝酸盐对厌氧区产生不利影响。

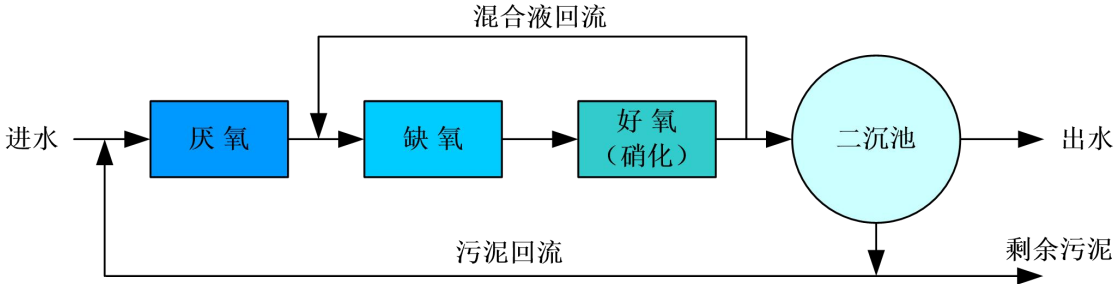


图 5.8.3-1 AAO 工艺流程图

(2) 改良 AAO 工艺

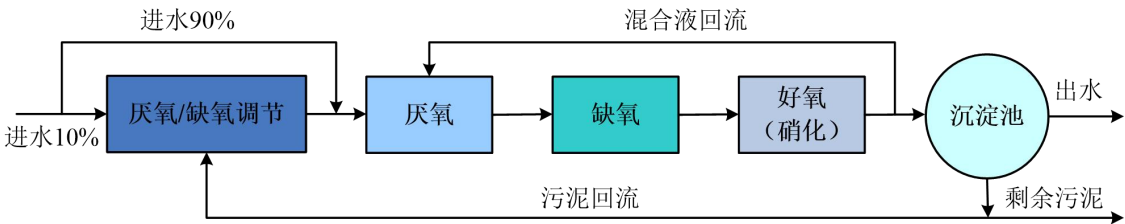


图 5.8.3-2 改良 AAO 工艺流程图

为了解决 AAO 工艺的缺点，即由于厌氧区居前，回流污泥中的硝酸盐对厌氧区产生不利影响，改良 AAO 工艺在厌氧池之前增设厌氧/缺氧调节池，改良 AAO 工艺流程见图所示，来自二沉池的回流污泥和 10%左右的进水进入调节池，停留时间为 20~30min，微生物利用约 10%进水中的有机物去除回流硝态氮，消除硝态氮对厌氧池的不利影响，从而保证厌氧池的稳定性。

(3) 倒置 AAO 工艺

为避免传统 AAO 工艺回流硝酸盐对厌氧池放磷的影响，将缺氧池置于厌氧池前面，来自二沉池的回流污泥和 30~50%的进水，50~150%的混合液回流均进入缺氧段。回流污泥和混合液在缺氧池内进行反硝化，反硝化菌位于碳源争夺的有利位置，可强化脱氮效果。

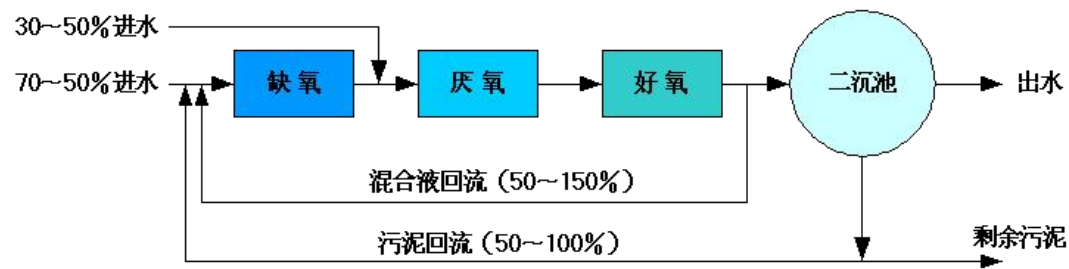


图 5.8.3-3 分点进水倒置 AAO 工艺流程图

倒置 AAO 工艺有如下缺点：

① 若回流比较大，当硝酸盐浓度高时，缺氧段易被击穿，未反硝化的硝酸盐进入厌氧段，影响除磷效果，需辅以化学除磷措施。

② 大量的回流稀释了厌氧池反应物浓度，降低了反应速率。

（4）UCT 工艺

UCT 工艺的流程见图所示，该工艺与 AAO 工艺的区别在于，回流污泥首先进入缺氧段，而缺氧段部分出流混合液再回至厌氧段。通过这样的修正，可以避免因回流污泥中的 NO_3^- -N 回流至厌氧段，干扰磷的厌氧释放，而降低磷的去除率。回流污泥带回的 NO_3^- -N 将在缺氧段中被反硝化。当入流污水的 BOD_5/TKN 或 BOD_5/TP 较低时，较适用 UCT 工艺。

UCT 工艺存在二个缺点：①不易控制缺氧段的停留时间，②控制不当，DO 仍会影响厌氧区。

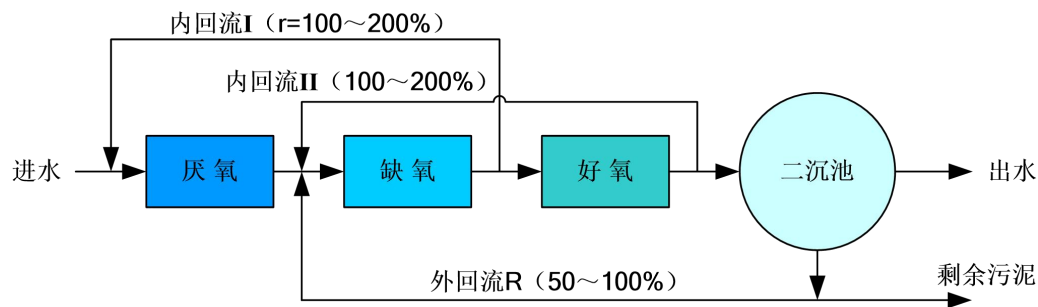


图 5.8.3-4 UCT 工艺流程图

(5) MUCT 工艺

MUCT 工艺的流程如图 5.8.3-5 所示。该工艺系在 UCT 工艺的基础上，将缺氧段一分为二，形成二套独立的内回流。因而，MUCT 是 UCT 的改良工艺。进行这样的改良，与 UCT 相比，克服 UCT 工艺不易控制缺氧段的停留时间，但是控制不当，DO 仍会影响厌氧区。

MUCT 缺点主要有：

① MUCT 工艺比传统 AAO 工艺多了一级污泥回流，因此系统的复杂程度和自控要求有所提高，耗能有所增加。

② 设两个单独的缺氧池，一座缺氧池专门用于除去外回流带来的硝酸盐，增加了缺氧池体积。

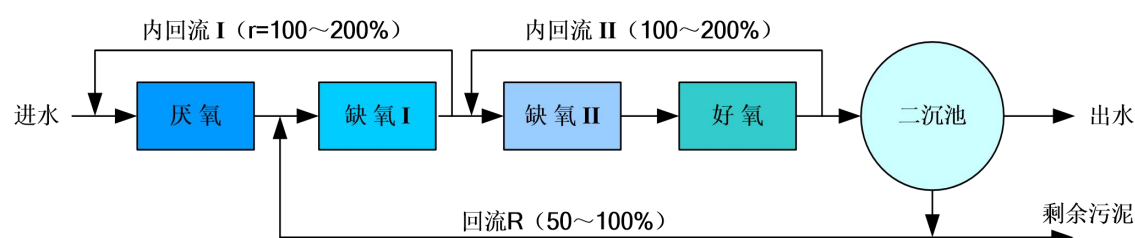


图 5.8.3-5 MUCT 工艺流程图

(6) Bardenpho 工艺

Bardenpho 工艺的流程见图所示，Bardenpho 五段法兼有前缺氧和后缺氧的反硝化，该法于 1970 年代中期在南非开发，建有生产性设施，以后在 1978 年进入美国。后缺氧区的停留时间较同前缺氧区大致相同或略大。在后缺氧区内，由曝气区出来的 5~7mg/L 的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 浓度一般降至 3mg/L 以下。

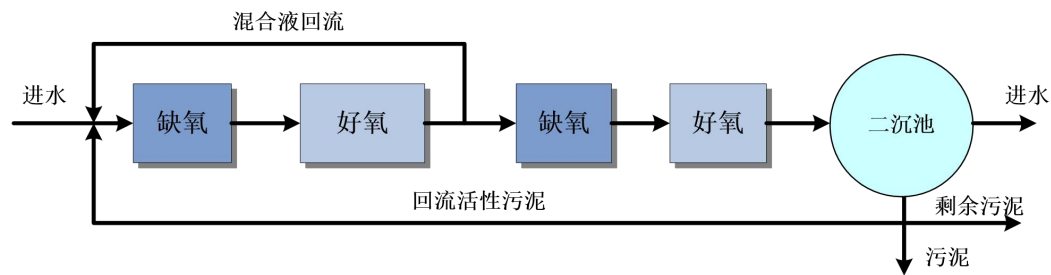


图 5.8.3-6 Bardenpho 工艺流程图

(7) 改良 Bardenpho 工艺

改良 Bardenpho 工艺的流程见 5.8.3-7 所示，Bardenpho 工艺可改造为兼除 N、P 的过程。改良 Bardenpho 工艺分段程序与 AAO 不同。五段系统有厌氧、缺氧、好氧段分别去除磷、氮、碳。第二个缺氧段是为了提供额外的反硝化作用，利用好氧段所产硝酸盐作为电子受体，利用内源有机碳作为电子供体。最后的好氧段是用以吹脱剩余的氮气，并尽量减少在二次沉淀池中磷的释放。第一个好氧池的混合液回流到缺氧区去。五段法的 SRT 为 10~20d，比 AAO 长，因而增加了碳氧化能力。

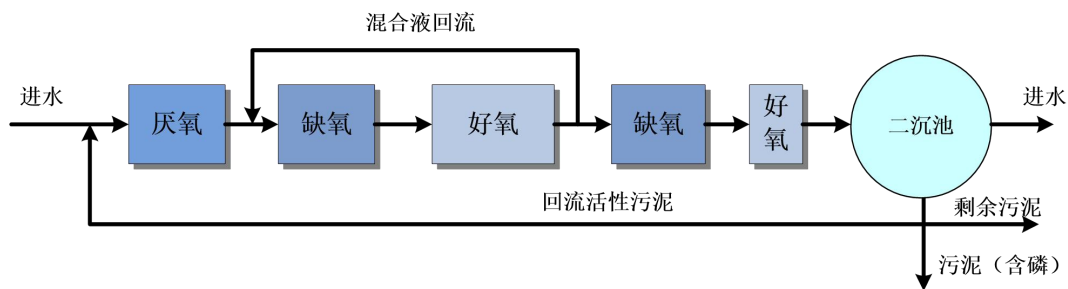


图 5.8.3-7 改良 Bardenpho 工艺流程图

(二) MBR 工艺

(1) MBR 工艺简介

膜生物反应器（Membrane-Bioreactor，简称 MBR）是一种将膜分离技术与传统污水生物处理工艺有机结合的新型高效污水处

理与回用工艺,近年来在国际水处理技术领域日益得到广泛关注,在国内再生水处理工程中也得到了较大的推广和应用。

膜分离技术在污水处理中的应用始于 20 世纪 60 年代末,1969 年美国的 Smith 等人首次将活性污泥法与超滤膜组件相结合用于处理城市污水的工艺研究,进入 20 世纪 70 年代,有关 MBR 的研究进一步深入开展,1970 年,Hardt 等人使用完全混合生物反应器与超滤膜组合工艺处理生活污水,获得了 98% 的 COD 去除率和 100% 去除细菌的结果。1971 年,Bemberis 等人在污水厂进行了 MBR 试验也取得了良好的试验结果。1978 年,Bhattacharyya 等人将超滤膜用于处理城市污水,获得了非饮用回用水。在这一时期,尽管各国学者对 MBR 工艺做了大量的研究工作,并获得了一定的研究成果,但是由于当时膜组件的种类很少,制膜工艺也不是十分成熟,膜的寿命通常很短,这就限制了 MBR 工艺长期稳定的运行,从而也就限制了 MBR 技术在实际工程中的推广应用。

进入 20 世纪 80 年代以后,材料科学的发展与制膜水平的提高推动了膜生物反应器技术的向前发展,MBR 工艺也随之得到迅速发展。日本研究者对 MBR 技术进行了大力开发和研究,并在 MBR 技术的研究和开发上走在了前列,使 MBR 技术开始走向实际应用。

20 世纪 90 年代以后,MBR 技术得到了最为迅猛的发展,人们对 MBR 在生活污水处理、工业污水处理、饮用水处理等方面

的应用都进行了研究，MBR 已经进入实际应用阶段，并得到了快速的推广。

20 世纪的最后几年，人们围绕着膜生物反应器的关键问题进行了较多的研究，并取得了一些成果。有关膜生物反应器的研究从实验室小试、中试规模走向了生产性试验，应用 MBR 的中、小型污水厂也逐渐出现。1998 年初，欧洲第一座应用一体式膜生物反应器的生活污水厂在英国的 Porlock 建成运行，成为英国膜生物反应器技术的里程碑。

本世纪初，人们对膜生物反应器的研究方兴未艾，使得该项技术正在逐渐趋于成熟。

我国对膜生物反应器的研究虽然起步较晚，但发展速度很快。1991 年我国学者开始了对 MBR 技术的应用性研究。1995 年 MBR 用于石油废水的研究，出现了实验室规模的好氧分离式 MBR。

从 1995 年以来，我国对膜生物反应器污水处理技术的研究工作开始全面展开，多家科研院所进行了此方面的研究，清华大学、哈尔滨工业大学、中国科学院生态环境研究中心、天津大学、同济大学等对膜生物反应器的运行特性、膜通量的影响因素、膜污染的防止与清洗等方面做了大量细致的研究工作。2000 年应用国产中空纤维膜对生活污水做了中试规模的 MBR 研究表明：MBR 工艺出水悬浮物为零，细菌总数优于饮用水标准，COD 和氨氮的去除率都高于 95%，出水可直接回用。

膜技术在 90 年代后期发展迅速，特别是进入 21 世纪后，随

着膜材料生产的规模化、膜组件及其处理产品的设备化和集成化，膜设备生产技术的普及化和价格大众化，膜技术的发展已经从实验室潜在技术迅速发展成为工程实用技术。已经在许多大型工程应用中应用，并且可以与传统技术相竞争。

近年来，由于技术的进步和新材料的应用，膜材料无论在机械强度和寿命方面都有了很大的提高，湿法带衬膜一般提供 5 年的免费质保，使用寿命可达 7 年以上。而且，随着膜材料在工程中使用量的不断加大，膜材料的价格也在呈逐年下降的趋势，自 2000 年至今，进口膜的价格约下降了 60% 以上，所以膜材料在污水处理工程的应用将会越来越广泛。膜材料具有机械强度高、抗氧化性强、耐有机污染好等优点。

膜生物反应器根据生物处理的工艺要求，建有三个生物反应区（池），分为厌氧区（除磷）、缺氧区（反硝化池）和好氧区（硝化池）。膜组器浸没于好氧区内，各区之间通过潜水推进器来循环混合液。污水先进入厌氧区与缺氧区回流的污泥混合，在厌氧条件下聚磷菌对磷的释放，使污水中磷的浓度升高；厌氧区出水与好氧区回流污水相混合进入缺氧区，在此将大分子量长链有机物分解为易生化的小分子有机物，然后污水进入好氧区进行有机物生物降解，同时进行生物硝化反应，并通过回流到缺氧区进行反硝化，完成脱氮功能，缺氧区中置有潜水搅拌器，达到混合的作用。

在膜生物反应器中，膜组器浸放于好氧曝气区中，由于膜组

器微滤膜 0.3 微米的孔径可完全阻止细菌的通过，所以将菌胶团和游离细菌全部保留在曝气池中，只将过滤过的水汇入集水管中排出，从而达到泥水分离，无需设置二沉池，各种悬浮颗粒、细菌、藻类、浊度、COD 及有机物均得到有效的去除，保证了出水悬浮物接近零的优良出水水质。由于微滤膜的近乎百分之百的菌种隔离作用，可使曝气池中的生物浓度达到 10000mg/L 以上，这样不仅提高了曝气池抗冲击负荷的能力，提高了曝气池的负荷能力，而且大大减少了所需的曝气池容积，池容积的缩小又相应大比例降低了生化系统的土建投资费用。

（2）MBR 工艺特点

通过和传统的活性污泥法及生物膜法比较，MBR 工艺有以下特点：

- 膜生物反应器采用 PVDF 膜，其表面孔径只有 0.1~0.4 微米，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，可直接回用。
- 膜的高效截流作用，使微生物完全截流在反应器内，实现了反应器水力停留时间（HRT）和污泥龄（SRT）的完全分离，使运行控制更加灵活稳定。
- 解决了传统活性污泥法造成的沉淀部分对最大生物浓度的限制，反应器内的微生物浓度高，是传统方法的 2~3 倍，达 8000~10000 毫克/升，对水质水量的变化适应力强，耐冲击负荷强。
- 有利于增殖缓慢的硝化细菌及其它细菌的截流、生长和繁

殖，系统硝化效率、COD 去除率等各项指标得以提高，反应时间也大大缩短；同时大的有机物被截留在池内，保证其被继续降解。

- 膜分离使污水中的大分子难降解成分在体积有限的生物反应器内有足够的停留时间，有利于专性菌的培养，大大提高了难降解有机物的降解效率，COD 去除率高。

- 模块化设计易于扩容。

- 系统采用 PLC 控制，可实现全程自动化控制，运行管理方便。

- 膜材质为聚偏氟乙烯，抗污染性强，易清洗，适于污水处理。化学性能稳定，抗氧化性强，可采用常用氧化性药剂清洗。

- 污泥龄长，反应器在高容积负荷、低污泥负荷、长泥龄条件下运行，剩余污泥排放量不到传统方法的 66.7%。

- 容积负荷高，占地少。

- 启动快，不受污泥膨胀的影响。

（3）MBR 典型工艺流程

MBR 工艺分为外置式和内置式两种，分别如下图所示。

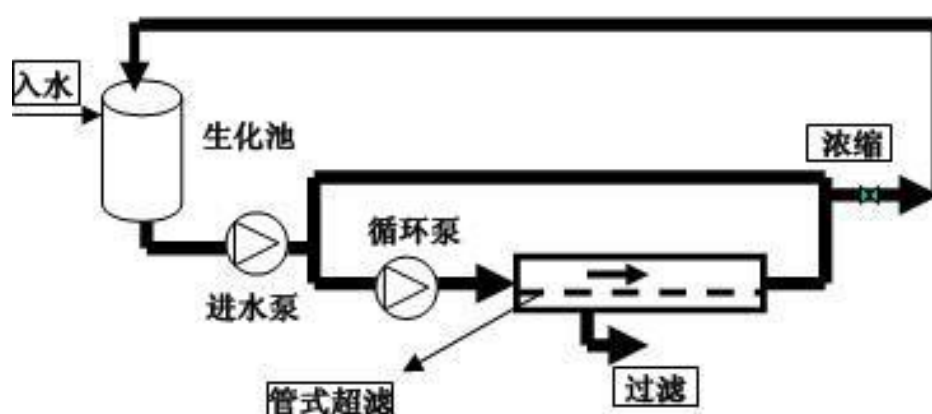


图 5.8.3-8 外置式膜生物反应器原理图

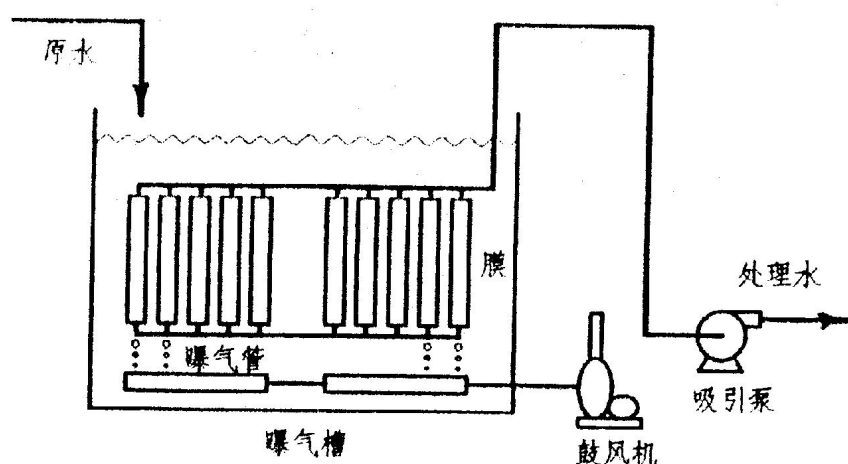


图 5.8.3-9 内置式膜生物反应器原理图

MBR 工艺的各主要环节包括：

● 超细格栅

作用：来水经超细格栅滤除 1mm 以上的颗粒物质，以保护微滤膜，减少反洗次数延长其使用周期和使用寿命。经过滤的水，还存有绝大部分的细菌、病毒、藻类、胶体物质、有机物及微小的颗粒物质等有害物质。

● 厌氧反应池

厌氧池主要作用是生物除磷。生物除磷是利用污水中的聚磷菌在厌氧条件下，受到压抑而释放出体内的磷酸盐，提高活性、产生能量用以吸收快速降解有机物，并转化为 PHB（聚 B 羟丁酸）储存起来。当这些聚磷菌进入好氧条件时就降解体内储存的 PHB 产生能量，用于细胞的合成和过量吸收污水中溶解的磷，形成含磷量高的污泥，随剩余污泥一起排出系统，从而达到除磷的目的。

● 缺氧反应池

缺氧反应池的作用是将废水中的各种复杂有机物分解。其处理过程是一个复杂的微生物化学过程，有机物在缺氧菌的作用下逐步分解为甲烷和二氧化碳。在分解过程中含氮有机物分解产生的 NH_3 又可以提供微生物的养料。

潜水搅拌器的作用是提高缺氧反应池的效率。没有搅拌的缺氧池池内料液经常有分层现象。通过搅拌可消除池内梯度，增加食料与微生物之间的接触，避免分层，促进沼气分离；同时还使进料迅速与池中原有料液相混匀。

● 好氧反应池

每座好氧反应池分为好氧曝气区和膜分离区。每座好氧反应池配备一套曝气系统及 MBR 膜组器。MBR 膜片采用的聚偏氟乙烯（PVDF）微滤膜。膜组器有以下特点：膜材质为聚偏氟乙烯，抗污染性强，易清洗，适于污水处理；化学性能稳定，抗氧化性强，可采用常用氧化性药剂清洗；膜的透水量远高于其它材质（比如 PP 或 PE）的同类产品。

好氧反应池的作用是通过池底铺设的曝气装置不间断进行曝气，污水在此池内进行有机物生化降解，去除水中的 BOD 和 COD。膜区布置膜生物反应器（简称 MBR），膜区内的曝气装置完成两种功能，既进行膜的气水振荡清洗，保持膜表面清洁，又继续在该段进行生物降解，生物降解后的水在虹吸和滤液自吸泵的抽提作用下通过 MBR，滤过液经由 MBR 集水管汇集到清水池/反洗水池排出。通过膜的高效截留作用，全部细菌及悬浮物均被截流在

曝气池中，有利于增殖缓慢的硝化细菌及其它细菌的截流、生长和繁殖，系统硝化效率、COD 去除率等各项指标得以提高，反应时间也大大缩短；同时大的有机物被截留在池内，使之得到最大限度的降解。

●清水泵及真空泵

真空泵的作用是制造虹吸为清水泵的工作创造条件；清水泵的作用是将生物降解后的水抽提作用下通过 MBR，滤过液经由 MBR 集水管汇集到清水池/反洗水池排出。

●化学反洗系统

MBR 系统设置一套化学反洗系统，此系统是由反洗水泵、次氯酸钠及柠檬酸加药装置构成。

为了保证 MBR 膜组器具有良好水通量，能持续、稳定地出水，需定期对 MBR 膜组器进行反洗。当 MBR 运行一定的周期（可根据运行情况调整）后，以组件为单位依次自动进行反洗，以恢复膜的水通量。在反洗过程中，由反洗泵从清水池/反洗水池内将滤过水由 MBR 膜组器的清水出口反向泵入膜内进行清洗，并由柠檬酸加药泵、次氯酸钠加药泵将清洗药品加入反洗水管内。柠檬酸有助于去除附在膜上的无机结垢物、次氯酸钠有助于去除有机附着物。每次化学反洗时并非都要加入上述两种药液，而是根据 MBR 的运行情况而定。

●化学清洗系统

MBR 系统设置一套原位化学清洗系统，此系统是由清洗循环

水泵、次氯酸钠及柠檬酸加药装置构成。

化学清洗是在 MBR 运行约半年至一年间（具体时间需根据进水水质及设备运行情况确定）对膜组器进行的彻底原位清洗。清洗时用循环水泵将膜池内的污泥混合液排空，往膜池注入一定浓度的药液，每次可浸泡清洗一条廊道的膜组器，以充分去除附在膜组器上的污染物，该廊道清洗完毕后用清洗循环泵将药液打至另一个廊道中。与化学反洗相似，每次化学清洗并非都需要上述两种药液浸泡，而是根据 MBR 的运行情况而定。

（三）SBR 工艺及其变型

SBR 工艺为序批式活性污泥法，又称间歇式活性污泥法，是在一座池中实现生物反应和沉淀的一种污水处理工艺。已发展成为多种形式，主要有传统 SBR、ICEAS、CASS 工艺等。

传统 SBR 工艺是在同一反应器中不同的时段分别形成厌氧、缺氧、好氧生物反应过程以及沉淀、排泥、滗水、泥水分离等过程。传统 SBR 工艺的特点如下：生物反应、沉淀均在一个构筑物内完成，流程短、构筑物少，占地省，造价低。但传统 SBR 工艺较难达到厌氧状态，因而除磷效果一般；需在池中增设搅拌装置，运行周期长。

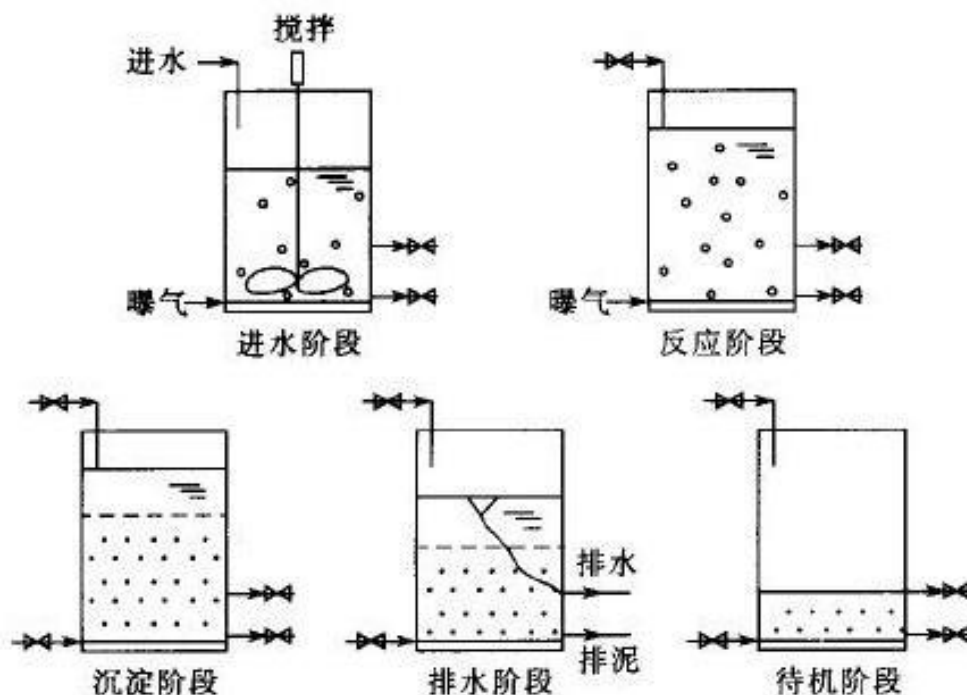


图 5.8.3-10 SBR 系统运行方式

ICEAS 工艺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。

CASS 工艺既保留了传统 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，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。CASS 工艺虽然在除磷效果上有所改进，但是属非连续进水，设备闲置率高，水头损失较大。

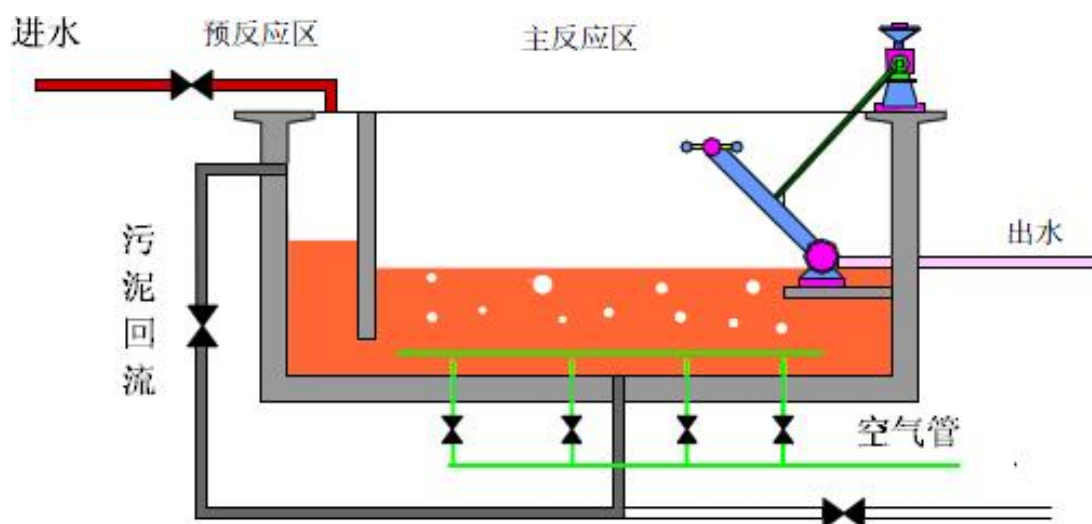


图 5.8.3-11 CASS 工艺流程图

（四）氧化沟工艺

氧化沟是活性污泥法的一种改进型，具有除磷脱氮功能，其曝气池为封闭的沟渠，废水和活性污泥的混合液在其中不断循环流动，因此氧化沟又名“连续循环曝气池”。过去由于其曝气装置动力小，使池深及充氧能力受到限制，导致占地面积大，土建费用高，使其推广及运用受到影响。近十年来由于曝气装置的不断改进、完善及池形的合理设计，弥补了氧化沟过去的缺点。目前在国内外较为流行的氧化沟有：卡鲁塞尔氧化沟、奥贝尔氧化沟、双沟式氧化沟、三沟式氧化沟。

由于双沟式（DE 型）氧化沟和三沟式（T 型）氧化沟需要的自动化程度高，采用转刷曝气池深较浅，占地面积大，设备配置多，使一次性设备投资较大；奥贝尔氧化沟池深较浅，占地面积较大，因为池型为椭圆型，对地块的有效利用较差；卡鲁塞尔氧化沟水深可根据设备逐渐加大，虽然一定程度克服了氧化沟原有

的占地大的缺点，但总体仍是占地偏大。

5.8.4 AAO 工艺类型的优化选择

传统活性污泥法及其变型主要包括传统活性污泥工艺、AO 脱氮除磷工艺、改良 AO 脱氮除磷工艺、AAO 脱氮除磷工艺（普通 AAO 工艺、UCT、改良型 UCT、倒置 AAO 工艺、多点进水倒置 AAO 工艺）、AB 法，具体选择需结合项目水质特点。

本工程预处理段设置化学混凝沉淀工艺，磷的去除将主要在预处理段进行。本工程生物处理段，有机质、TN 为重难点污染物。尤其是 TN，因工业废水可生化性存在较差的风险，TN 的去除将是生物处理的难点。因而在生物处理工艺的选择上应着重考虑。

综上，本工程选择多段 AO 工艺，重点进行含碳有机物及氮的去除。

5.8.5 生物处理工艺的选择

针对“AO 生化池+二沉池+高效沉淀池+反硝化滤池”和“AO 生化池++MBR”两种生物处理工艺进行比较选择，比较结果见下表。

表 5.8.5-1 生物处理工艺特性比较表

项目	方案一	方案二
方案内容	AO 生化池+二沉池+高效沉淀池+反硝化滤池	AO 生化池+MBR

项目	方案一	方案二
工艺特点	采用悬浮生长活性污泥法脱氮除磷+混凝沉淀及砂滤深度处理工艺，管理成熟，运行稳定，出水可靠。	MBR 工艺是近年来迅速发展的一种新型工艺，生物相聚集，污泥浓度高，高效分离，水质标准高。
综合造价（一次性投资+运行费用）	高	较低
抗水质冲击负荷	好	好
抗水量冲击负荷	好	一般，受膜通量限制
操作管理、运营维护	自动化程度高	自动化程度高
污泥产量	较多	较少
处理效果	成熟，处理效果较好，运行稳定	成熟，处理效果好，运行较稳定
对工业水的适应性	一般	工业水水质复杂，膜的强制分离，对工业水适应性更强，更好的满足活性物质吸附的水质要求
用地	占地面积大，用地不满足要求	占地较小，能满足本项目需求
综合评价	一般	优

综合上述对比分析：

（1）本工程远期总用地面积约 6.43 公顷，远小于《城市污水处理工程项目建设标准》中IV类污水处理厂指标，无法满足“AO生化池+二沉池+高效沉淀池+反硝化滤池”工艺的用地需求，与之相比，MBR 工艺具有明显的节地优势。

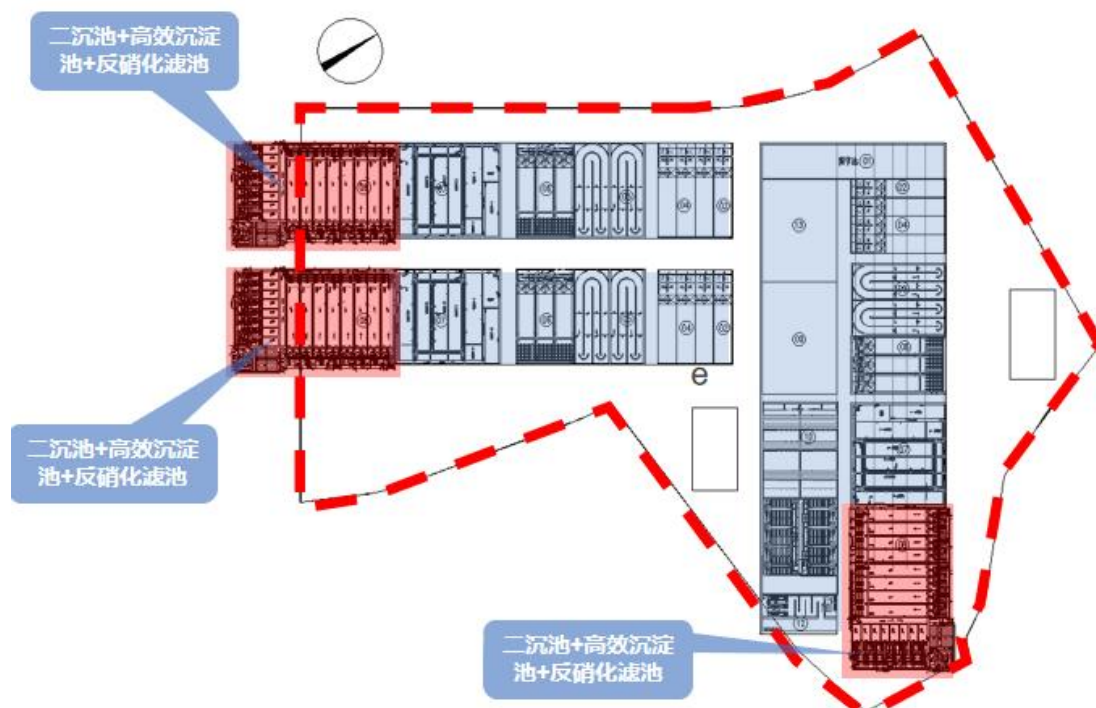


图 5.8.5-1 “二沉池+高效沉淀池+反硝化滤池”布局示意图

(2) 另一方面，工业废水含盐量高，根据以往项目经验，高浓度盐会影响生化系统污泥的絮凝性能，当超过一定量时会导致出水悬浮固体浓度升高，如采用 MBR 工艺，可强化聚集微生物，起到良好的生物聚集及降解作用，膜的强制分离，对工业水适应性更强。

(3) 再者，本项目深度处理接活性物质吸附，进行深度除氟，MBR 为吸附段提供了良好的条件，膜的强制过滤性能，截流水中 SS 等污染物质，最大程度减小其对活性物质的干扰作用。

综合分析占地、工艺适应性及运行维护等各方面因素，本工程推荐将“多段 AO 生化池+MBR”作为二级处理工艺。

5.9 深度处理工艺的选择

污水深度处理的工艺流程，视处理目的和要求的不同，可以是以下工艺的组合：混凝沉淀、过滤、活性炭吸附、臭氧氧化、离子交换、电渗析、反渗透等。

常规生活污水处理，深度处理主要是对生物处理出水通过物化方法进一步去除部分 SS、COD_{Cr}、BOD₅ 及 TN、TP 等指标。本工程工业废水项目，有别于常规生活污水水质，在深度处理段重点考虑的指标为氟化物和难降解有机物等。针对这几种重、难点污染物选择深度处理工艺流程。

根据前述重难点污染物去除工艺分析比选，本工程除氟工艺拟采用的“预处理两级混凝混凝沉淀法+深度兜底除氟”组合处理方法。在深度处理段采用“活性物质吸附”工艺法进一步去除氟化物。

根据前述重难点污染物去除工艺分析比选，本工程难降解 COD 拟采用“混凝沉淀+水解酸化+二级生物处理+臭氧催化氧化+生物活性炭”组合工艺方法。因而在深度处理段需设置“臭氧催化氧化+生物活性炭”。

综上，本工程深度处理工艺路线选择为“活性物质吸附+臭氧催化氧化+生物活性炭”组合工艺。

1、臭氧氧化技术

氧是氧的同素异形体，分子式为 O₃，常态呈气体，淡蓝色，并可自行分解为氧气。微量时具有“清新”气味，浓度高时则具

有强烈的漂白粉味。臭氧化技术的主要优点如下。臭氧是自然界最强的氧化剂之一在水中氧化还原电位为（2.07V），仅次于氟而居第二位。在低浓度时亦具有强氧化作用。臭氧具广谱杀微生物作用，其杀菌速度高于氯气。用氯消毒后生成的有机氯化物不仅有异臭，有的可能是致癌物质，而臭氧无二次污染。

臭氧制备的原料为空气，随处可得。臭氧自 1785 年发现以来作为强氧化剂、消毒剂、精制剂、催化剂等已广泛用于化工、石油、纺织、食品及香料、制药等工业部门。

1) 臭氧净水机理

臭氧具有卓越的杀菌消毒作用，是由于臭氧能够渗入生物细胞壁，影响其中的物质交换，使活性强的硫化物基因转变为活性弱的二硫化物的平衡发生移动，微生物有机体遭到破坏而致死。臭氧对过滤型病毒及其他病毒、芽孢等具有较强的杀伤力。臭氧能氧化多种无机物和有机物，使有毒物质转变为无毒物质。臭氧可以直接发生氧化反应或通过·OH 自由基反应。

臭氧在水处理中主要用于水的消毒。近年来，针对常规处理所不能奏效的微量有机污染问题，臭氧越来越多地被用于三卤甲烷前体物（THMFP）去除、水的除臭脱色和病原性寄生虫（如贾第虫、隐孢子虫）的去除。用臭氧处理污水并进行消毒、除臭、脱色 可降解和去除水中的毒害物质，如酚、砷、氰化物、硫化物、硝基化合物、有机磷农药、烷基苯磺酸盐、木质素以及铁、锌、锰、汞等金属离子。

2) 臭氧制备

由于臭氧极不稳定，故只能随生产随使用。臭氧发生的方法按原理可分为无声放电法、放射法、紫外线法、等离子射流法和电解法等。紫外线法是最早使用的制备臭氧的方法，只能生产少量的臭氧，主要用于空气的除臭。电解法可以生产高浓度臭氧，但其能耗大，故实际生产上用得不多。等离子射流法是氧气分子激发分解为氧原子，然后用液氧收集而生产臭氧。其臭氧浓度不高，能耗较大。放射法是利用放射线辐射含氧气流，从而激发氧气生成臭氧。其热效率高，是无声放电法的 2~3 倍，但设备复杂、投资大，适于大规模使用臭氧的场合。无声放电法有在气相中放电和液相中放电两种，前者是目前水处理中最常用的方法。

3) 臭氧氧化

a. 工艺原理

臭氧氧化技术是高级氧化技术（AOP，Advanced Oxide Process）中的一种。臭氧与水中有机物的直接反应，其氧化过程可分为直接氧化和间接氧化，直接氧化是臭氧与水中有机物直接反应生成羧酸等简单有机物或直接氧化生成二氧化碳和水的过程，这类反应一般发生在溶液呈酸性（尤其是 $\text{pH} < 4$ ）的反应体系，或溶液中存在大量碳酸盐等自由基反应链终止剂的反应体系。在直接氧化反应的条件下，臭氧与含有双键等不饱和化合物以及带有供电子取代基（酚羟基）的芳香族化合物反应速度较快，属于传质控制的化学反应。当臭氧氧化技术用于污水处理时，其强

氧化性可以破坏有机或无机物的分子结构从而达到改变其性质的目的，因此带来如下功效：较强的杀菌消毒作用，除臭去味、脱色、去除铁、除锰、氧化分解有机物等。

臭氧氧化工艺可以用于污水处理的各环节，其中包括预处理、污水深度处理和回用、零排放处理、污泥处理等，还可用于消毒、脱色、除臭和除铁锰。

b. 臭氧氧化工艺具有以下优势：

①臭氧可现场原位从富氧（空分站放空氧气）或空气制取，无须储存和管理。而其他高级氧化工艺如芬顿氧化需设化学危险品-双氧水储罐，安全管理要求较高。臭氧氧化工艺的另一大优势是反应产物无固体废渣产生。

②臭氧氧化反应在常温常压下进行，污水不需调节酸碱性，反应产物为 CO_2 和 H_2O ，或易生物降解的小分子有机物，操作简便，可实用性强。

③臭氧容易布气，它在水中的溶解度是氧气的 12 倍。臭氧利用率高，氧化后分解为氧气，增加了水中氧浓度。废水中难降解有机物经臭氧氧化后，可将有机物矿化为 CO_2 和 H_2O ，降解比较彻底；氧化产物不增加污水的含盐量，无二次污染。

④臭氧氧化具有杀菌消毒，脱色除臭的作用。



图 5.9-1 臭氧接触池案例

2、活性炭吸附技术

活性炭吸附是城市污水深度处理的重要方法之一，是城市污水处理中不可或缺的。在污水处理中，活性炭的应用有两种方式：一是用于污水的三级处理中；二是用于污水的物理化学处理中，一般污水在经过化学混凝沉淀处理后，直接向污水中投放活性炭，或者在这两步操作之间经过过滤消毒处理。活性炭对物质的吸附主要通过活性炭表面分子与吸附质分子之间的范德华力、化学键力和静电吸引力等实现。吸附方式主要有以下几种：

1) 物理吸附

在物理吸附中，活性炭等吸附剂表面分子与吸附质分子之间的作用力为范德华力，也就是分子间作用力，它是由分子间的瞬

间偶极产生的。其具有以下特点：被吸附的分子在吸附剂表面既能形成单分子层也能形成多分子层，对吸附的分子无选择性，能够吸附各种有机物，由于分子间作用力较弱，其吸附热相对较小，吸脱附速率也非常快，能够快速达到平衡。

物理吸附的吸附量主要决定于吸附剂的比表面积，一般来说，比表面积越大，物理吸附量也越大。而且物质的吸脱附次数对吸附剂的活性影响也相对较小。

2) 化学吸附

在化学吸附中，吸附剂表面分子可以与吸附质分子之间发生电子转移、原子重排、化学键的破坏和形成等化学作用。其吸附主要通过化学键力产生，在吸附剂表面只能形成单分子的吸附层。对吸附质的吸附具有选择性吸脱附的速率也相对较慢，在经过多次吸脱附后，会对吸附剂的活性产生重大的影响。

3) 交换吸附

交换吸附是基于吸附质离子通过静电作用吸附到吸附剂的带电点上。在吸附过程中，由于静电平衡，在吸附质离子吸附于吸附剂上时，吸附剂也会释放等量的电荷。交换吸附类似于化学吸附。在活性炭等吸附剂发生吸附作用后，由于化学结构改变，形成的新的化合物具有比较强的稳定性，因此较难发生可逆脱附。

4) 生物活性炭法（BAC）

微生物与炭粒的相互作用包括以下三种：

- a. 活性炭对微生物的吸附作用。活性炭的表面是微生物良好

的培养基，并对微生物有很好的吸附作用，能吸附大量的微生物。其表面粗糙处还具有遮挡水力剪切力的作用，只有在活性炭的吸附速度与生长在活性炭上的微生物降解有机物的速率达到平衡时，生物炭的处理效率才能达到最佳状态。

b. 微生物对活性炭吸附性功能的影响。好氧微生物的存在，可提高活性炭的吸附容量，延长其使用寿命，厌氧及兼性微生物的存在则会使水中的一些化合物还原，对吸附装置的正常运行带来影响。此外，活性炭表面生长的微生物量会影响吸附速率，需通过采取适当措施，如定期反冲洗来消除影响。

c. 活性炭吸附与微生物的协同降解作用。在去除污染物的过程中活性炭的吸附与微生物的降解两者发挥了协同作用。这一相互作用主要包括：活性炭的吸附催化作用提高了微生物的活性，促进微生物的代谢活动从而延长了活性炭的工作周期并改善了活性炭的工作条件。关于生物再生理论，至今仍有争议，目前生物再生的主要理论是 Rodman 和 Porrotti 等人于 1974 年提出的细胞外酶再生假说。



图 5.9-2 活性炭滤池案例

3、活性物质吸附及离子交换技术

吸附法是我国饮用水除氟中研究应用较多的一种方法，主要利用吸附剂与 F⁻ 的吸附作用、离子交换作用或络合作用等将氟离子去除。操作时一般将吸附剂填入填充柱，采用动态吸附方式进行。这种方法操作简便，除氟效果较为稳定。除氟效果的高低主要受吸附剂种类的制约。

离子交换是以离子交换剂上的可交换离子与液相中离子间发生交换为基础的分选方法。广泛采用人工合成的离子交换树脂作

为离子交换剂，它是具有网状结构和可电离的活性基团的难溶性高分子电解质。根据树脂骨架上的活性基团的不同，可分为阳离子交换树脂、阴离子交换树脂、两性离子交换树脂、螯合树脂和氧化还原树脂等。用于离子交换分离的树脂要求具有不溶性、一定的交联度和溶胀作用，而且交换容量和稳定性要高。

离子交换树脂已应用在许多非常受关注的环境保护问题上。目前，许多水溶液或非水溶液中含有有毒离子或非离子物质，这些可用树脂进行回收使用。如去除电镀废液中的金属离子，回收电影制片废液里的有用物质等。



图 5.9-3 活性物质吸附案例

5.10 消毒工艺选择

在水处理中常用的消毒剂有液氯、臭氧、二氧化氯、次氯酸钠和

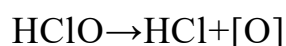
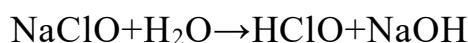
紫外线等。目前我国液氯仍然是水处理过程中应用最多的消毒剂，主要是由于它应用历史长，积累了丰富的运行管理经验，已形成产供的网络，在管网中可保持一定的持续杀菌效果等原因。但随着全球环境污染的加剧，在对一些遭受污染的水源进行处理时，氯化处理常需投加过量的氯气，研究证明这往往易生成大量的有机卤代烃类致突变的复杂有机化合物，造成水体的二次污染。对人体的健康产生潜在危害。研究证明，氯可以杀灭细菌，但对病毒无效。如“非典”等病毒引起的传染病，废水不能通过加氯来阻断传染链。另外一些中小型水厂或污水处理厂采用氯气消毒，不仅占地面积大，而且由于管理不善常产生一些人身伤害事故。近年来各国都在研究替代氯气进行消毒的新一代消毒剂。

臭氧是一种优良的消毒剂，其杀菌效果好，且一般无有害副产物生成。但目前臭氧发生装置的产率通常较低，设备昂贵，安装管理复杂，运行费用高，而且臭氧在水中溶解度低，衰减速度快，为保证管网内持续的杀菌作用，必须和其他消毒方法协同进行。紫外线消毒是近些年来发展的一种新型消毒方法，它是通过对水体进行紫外线辐射，将对水中的有害菌灭活，同时不改变水的物理化学性质，且不产生气味和其他有害的卤代甲烷等副产物，但该方法对消毒前的原水浊度要求较高，且必须保证一定的水流厚度，当水深较大时杀菌效果急剧下降，而且无持续效果。应用于污水厂尾水消毒，国内尚属研究阶段。

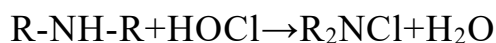
二氧化氯是一种强氧化剂和高效杀菌剂，自从美国尼亚加拉水厂

最早将其作为消毒剂以来，在欧洲、美国已得到广泛应用，其综合指标远远好于其他消毒剂。

次氯酸钠是一种高效、广谱、安全的强力灭菌药剂，属强氧化剂，已经广泛用于饮用水、中水、工业循环水和污水处理等各种水体的消毒中。次氯酸钠的分子式是 NaClO ，属于强碱弱酸盐，是一种能完全溶解于水的液体。次氯酸钠的杀菌原理主要是通过水解形成次氯酸和次氯酸根，次氯酸再进一步分解形成新生态氧 $[\text{O}]$ ，新生态氧的极强氧化性破坏了菌体和病毒的蛋白质等酶系统，其过程可用化学方程式简单表述如下：



次氯酸在杀菌、杀病毒过程中，不仅可作用于细胞壁、病毒外壳，而且因次氯酸分子小，不带电荷，可渗透入细菌(病毒)体内与细菌(病毒)体蛋白、核酸、和酶等发生氧化反应，从而杀死病原微生物，同时，氯离子还能显著改变细菌和病毒体的渗透压使其丧失活性而死亡。



同其它消毒剂相比，用于城市污水处理厂时，次氯酸钠具有同水的亲和性好、能与任意比的水互溶等优势，消除了液氯、二氧化氯等药剂经常发生的跑、泄、漏、毒和爆炸等安全隐患，不存在分子态氯会发生的氯代化合反应，故次氯酸钠在消毒过程中不会产生有害健康和损害环境的副反应物。与此同时，次氯酸钠的消毒效果被公认为和

氯气相当，是比较稳定可靠的杀生剂。投加次氯酸钠溶液消毒方式具有初始投资小、运营成本低并且操作方便、安全可靠、易于维护等优点。

表 5.10-1 消毒方法比较

比较内容	液氯	二氧化氯	臭氧	紫外线	次氯酸钠*
消毒效果	较好	很好	很好	一般	较好
除臭去味	无作用	好	好	无作用	好
pH 的影响	很大	小	小—不等	无	较大
水中的溶解度	高	很高	低	无	很高
THMs 的形成	极明显	无	当溴存在时有	无	无
水中的停留时间	长	长	短	短	长
消毒效果持续性	有	有	少	无	有
杀菌速度	中等	快	快	快	快
等效条件所用的剂量	较多	少	较少	—	少
处理水量	大	大	小—大	小	大
使用范围	广	广	较小	水量较小时，悬浮物较少	广
氨的影响	很大	无	无	无	有
原料	易得	易得	—	—	一般
管理简便性	较简便	简便	复杂	较复杂	简便
操作安全性	不安全	安全	不安全	—	一般
自动化程度	一般	高	较高	较高	高
投资	低	低	高	较高	低
设备安装	简便	简便	复杂	较复杂	简便
占地面积	大	小	大	小	小

比较内容	液氯	二氧化氯	臭氧	紫外线	次氯酸钠*
维护工作量	较小	小	较大	较大	小
电耗	低	低	高	较高	低
运行费用	低	低	高	较高	低
维护费用	低	低	高	高	低

*次氯酸钠可以现场发生，也可直接购买商品次氯酸钠溶液。其中直接购买商品次氯酸钠溶液应用更多，对于设备、工艺和管理的要求也相对较低。现场发生次氯酸钠电耗较高，设备成本较高，但运行成本略低。因此本表以商品溶液作为比较。

通过以上分析，以上介绍的多种方法都可以达到消毒的目的。其中紫外线消毒在经济性、对环境的影响方面具有一定的优势，但由于其不具备持续灭菌能力，实际应用中往往不能稳定达标。氯消毒相对而言在出水稳定达标和经济性具有较好的平衡，但考虑到本工程为全地下式污水处理厂，应尽可能降低安全隐患，因此，本工程消毒单元推荐选用“紫外线消毒+辅助 NaClO 消毒”的工艺。

5.11 碳源类型的选择

本工程生反池在碳源不足时需另行投加碳源，以保证反硝化效果。商业碳源（甲醇、乙酸、乙酸盐等）投加适合于反硝化池容受限，反硝化速率需要大幅度提高的情况。

外加碳源选择要考虑以下事项：反硝化微生物需要的适应期、外加碳源的毒性、稳定性、反硝化速率提高的幅度、货源的充足性和运输的便捷性等，不同商业碳源的优缺点情况如下：

表 5.11-1 不同碳源的优缺点

碳源	优点	缺点
----	----	----

碳源	优点	缺点
甲醇	应用广泛，有生产经验，反硝化速率相对高，单位成本较低	反硝化微生物需要较长的适应期，相对乙醇，乙酸，毒性强些，运输不便，防火等级高。
乙醇	反硝化微生物不需要适应期，冬季用来脱氮较有优势	运输不便，防火等级高。
乙酸	反硝化微生物不需要适应期，反硝化速率高	相对乙酸盐，稳定性差，运输不便，防火等级高。
乙酸钠	反硝化微生物不需要适应期，反硝化速率高，相对甲醇，乙醇，乙酸较稳定，运输方便	相对甲醇单位成本较高。

采用外加商业碳源进行生物脱氮成本费用很高，宜采用能被反硝化菌直接利用的低氮磷高碳的废弃碳源，可优先考虑含乙酸、乙酸盐、甲醇、乙醇的工业废水。如酒业废水或酿酒废水、食品加工废水等。

控制外加商业碳源的投加量是运行控制的一个重点。当投加过量时，不但增加了甲醇等外加碳源本身的费用；对于前置反硝化系统，残余外加碳源的存在会引起后续生物处理系统供氧量的增加，导致能耗的升高；对于后置反硝化系统，残余外加碳源可能会穿透，随出水流失，导致出水 COD_{Cr} 值升高。

从国内污水处理厂外加碳源的运行情况看，外加碳源可以有效、高效地提高反硝化速率，降低出水中 TN 的浓度。但在外加碳源的选择上，各污水处理厂根据自身情况采用不同的外加碳源。由于乙醇使用较少，因此本方案拟对甲醇、乙酸、乙酸钠三种碳源进行进一步分析。

甲醇的投加量比较小，购买价格低，是降低运行成本的首选；但甲醇属于易爆高危化学品，在运输、贮存等方面要求较高，出于安全运行的角度国内污水处理厂已经越来越少地投加甲醇作为外加碳源。

乙酸和乙酸钠的投加比例相近，购买价格略有不同，可根据污水处理厂的当地情况进行选择。乙酸一般为液态，不易贮存，且防火要求高；乙酸钠可为固体或液体，易于贮存和运输，安全度高。

从国内污水处理厂外加碳源的运行情况看，外加碳源可以有效、高效地提高反硝化速率，降低出水中 TN 的浓度。但在外加碳源的选择上，各污水处理厂根据自身情况采用不同的外加碳源。各类外加碳源的成本如下表所示。

表 5.11-2 不同外加碳源价格成本比较表

碳源	CH ₃ OH	CH ₃ COOH	CH ₃ COONa
单位价格 元/吨	~3050	~1700	~3500
平均投加量 mg 碳源/mgNO ₃ -N	3.2	14.6	5.7
去除的 NO ₃ -N 量 mg/L（假定）	6	6	6
需要的碳源投加量 mg/L	19.2	87.6	34.2
单位水量成本 元/ m ³	0.058	0.149	0.120
需要的碳源投加量 t/d（5 万 m ³ /d 的规模）	0.96	4.38	1.71
成本 元/d	2928	7446	5985

可以看到，甲醇虽然投加量比较小，购买价格低，但存在防火防爆要求高、存在一定毒性等不利之处，且风险较大，本次设计采用乙酸钠作为碳源投加。

5.12 污泥处理工艺选择

5.12.1 污泥处理处置现状

随着塘厦镇污水处理厂的建设，污泥产生越来越大，如果不妥善解决好污泥最终处置问题，将会造成二次污染。污泥处理与

处置规划的主要目的是探索、开发污泥处理、处置的途径和方法，加快污泥处理、处置的投入，兼顾环境效益与经济效益，使污泥的产生、处置与环境保护之间达到平衡，逐步实现污泥的稳定化、减量化和资源化。

目前塘厦镇林村二期污水处理厂内部已建设污泥处置中心，塘厦镇污泥主要送往塘厦林村污泥处置中心（深圳市泽源能源股份有限公司）进行集中处理。

5.12.2污泥处理目标

本工程污泥经处理后，含水率达到 60%，而后外运处置。

5.12.3污泥处理工艺选择原则

污泥处理处置应包括处理与处置两个阶段。处理主要是指对污泥进行稳定化、减量化和无害化处理的过程。处置是指对处理后污泥进行消纳的过程。污泥处理设施的方案选择及规划建设应满足处置方式的要求。在一定的范围内，污泥的稳定化、减量化和无害化等处理设施宜相对集中设置，污泥处置方式可适当多样。污泥处理处置设施的选址，应与水源地、自然保护区、人口居住区、公共设施等保持足够的安全距离。

按照《城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策》（试行）的要求，参考国内外的经验与教训，我国污泥处理处置应符合“安全环保、循环利用、节能降耗、因地制宜、稳妥可靠”的原则。

1. 安全环保

安全环保是污泥处理处置必须坚持的基本要求。污泥中含有病原

体、重金属和持久性有机物等有毒有害物质，在进行污泥处理处置时，应对所选择的处理处置方式，根据必须达到的污染控制标准，进行环境安全性评价，并采取相应的污染控制措施，确保公众健康与环境安全。

2. 循环利用

循环利用是污泥处理处置时应努力实现的重要目标。污泥的循环利用体现在污泥处理处置过程中充分利用污泥中所含有的有机质、各种营养元素和能量。污泥循环利用，一是土地利用，将污泥中的有机质和营养元素补充到土地；二是通过厌氧消化或焚烧等技术回收污泥中的能量。

3. 节能降耗

节能降耗是污泥处理处置应充分考虑的重要因素。应避免采用消耗大量的优质清洁能源、物料和土地资源的处理处置技术，以实现污泥低碳处理处置。鼓励利用污泥厌氧消化过程中产生的沼气热能、垃圾和污泥焚烧余热、发电厂余热或其他余热作为污泥处理处置的热源。

4. 因地制宜

因地制宜是污泥处理处置方案比选决策的基本前提。应综合考虑污泥泥质特征及未来变化、当地的土地资源及特征、可利用的水泥厂或热电厂等工业窑炉状况、经济社会发展水平等因素，确定本地区的污泥处理处置技术路线和方案。

5. 稳妥可靠

稳妥可靠是污泥处理处置的必备条件。在选择处理处置方案时，应优先采用先进成熟的技术。对于研发中的新技术，应经过严格的评价、生产性应用以及工程示范，确认可靠后方可采用。

5.12.4 污泥调理工艺选择

影响污泥脱水性能的因素主要有污泥颗粒的大小及分布、表面电荷、水合程度以及颗粒间的相互作用。其中，污泥颗粒的大小是影响污泥脱水性能最重要的因素，污泥颗粒越小，颗粒的比表面积越大，意味着更高的水合程度和对过滤的更大阻力及改变污泥脱水性能需要更多的药剂。常用的污泥调理剂有化学调理剂和生物调理剂。

1、化学调理剂

化学调理是目前采用得较普遍的，其实质是向污泥中投加各种化学调理剂，使污泥形成颗粒大、孔隙多和结构强等的滤饼，即改变污泥的性质，使污泥颗粒絮凝以改善污泥脱水性能。化学调理剂主要有助凝剂和絮凝剂两大类。

（1）助凝剂

助凝剂主要有硅藻土、酸性白土、珠光体、污泥焚烧灰、电厂粉尘、水泥窑灰等惰性物质，其本身一般不起絮凝作用，而在于调节污泥的 pH 值，改变污泥的颗粒结构，破坏胶体的稳定性，提高絮凝剂的絮凝效果，增强絮体强度。水泥窑灰等助凝剂是一类较好的污泥调理剂，较适合于生污泥的调理与稳定化。它可以使污泥的 pH 值提高到 11 以上，从而显著降低由沙门菌、绦虫卵、抱囊线虫和许多其它病原物所造成的潜在危害。

（2）絮凝剂

目前，用于污泥调理的絮凝剂可分为无机絮凝剂、有机高分子絮凝剂和天然生物高分子絮凝剂。

1)无机絮凝剂

无机絮凝剂是一种电解质化合物，主要有铝系和铁系两大类。铝系化合物有硫酸铝、明矾及三氯化铝等。铁系化合物主要有三氯化铁、氯化绿矾、绿矾、硫酸铁等。近十年来，人们又研究开发了聚铁、聚铝等无机高分子絮凝剂。无机盐类絮凝剂（如 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ， AlCl_3 等），处理效果不理想，而聚合无机盐型絮凝剂（如聚合三氯化铝、聚合硫酸铁等）处理效果虽良好且价廉易得，但用量大，受 pH 影响大，易产生二次污染，且经无机调理剂处理污泥量增加，污泥中无机成分的比例提高，当用焚烧法对污泥进行处置时，污泥的燃烧价值降低，而将其进行土地利用时，因有机成分比例降低使得肥力下降且形成二次污染，所以无机絮凝剂逐渐被有机高分子絮凝剂所取代。

2)有机高分子絮凝剂

合成高分子絮凝剂主要有聚丙烯酰胺及其阴离子型、阳离子型和两性型衍生物。它是一类应用性能优良的合成高分子系列絮凝剂，其产品约占整个高分子絮凝剂产销量的 80%，除 PAM 系列外，有应用价值的还有聚乙烯亚胺、聚苯乙烯磺酸、聚乙烯吡啶等絮凝剂。

与无机高分子絮凝剂相比，有机高分子絮凝剂具有用量少，絮凝速度快，受共存盐类、污水 pH 值及温度影响小，生成污泥量少，节约用水，并且容易处理等优点，因而有着广阔的应用前景。有机高分子絮凝剂主要是通过吸附作用将水体中的胶粒吸附到絮凝剂分子链上，形成絮凝体。它的絮凝效果受其分子量大小、电荷密度、投加量、混合时间和絮凝体稳定性等因素的影响。目前有机高分子絮凝剂主要分为合成有机高分子絮凝剂和天然改性高分子絮凝剂两大类。

2、生物调理剂

生物调理剂或生物絮凝剂是由某些微生物在适宜的生理条件（如

营养物质、温度等)下,产生的有絮凝活性的次生代谢产物。微生物絮凝剂是天然高分子絮凝剂中的重要种类,具有絮凝范围广泛,有良好的絮凝沉淀性能,安全,无毒,可生物降解,无二次污染,来源广等优点。

目前,虽然大多数生物絮凝剂还处于实验室研究阶段,且以生物絮凝剂作为污泥调理剂对污泥进行调理尽管效果很好、用量小、安全、无二次污染,但因其生产成本较高,所以将微生物絮凝剂作为污泥调理剂的很少。

综上所述,本工程采用化学调理剂对污水厂污泥进行调理。

5.12.5 污泥处理主体工艺的选择

污泥处理的常用工艺有:污泥浓缩、污泥消化、污泥脱水、污泥烘干或污泥焚化。既可以按上述顺序组成一个完整的处理全流程,即污泥处理的四阶段缩量:浓缩(一级缩量)、消化(二级缩量)、脱水(三级缩量)和污泥干化或焚化(四级缩量),也可以采用其中的一部分进行组合。是否采用全流程,或者采用何种方式的组合,主要视污泥性质、投资及环境条件、污泥出路等因素而定。

常见的最简单的污泥处理流程组合为:浓缩+脱水,或浓缩+自然干化。该流程一般适合于5万 m³/d 以下规模的污泥量不大的小型污水处理厂。由于自然干化占地大,环境条件恶劣,且受天气影响较大,因此现在很少采用。浓缩+脱水工艺最大的优点是工艺简单,易于管理,投资较省,因而被中小型污水处理厂广泛采用,缺点是由于污泥性质不稳定,投药量大,处理效果较差。一般经脱水后的污泥含水率为75%,污泥体积仍然较大。另外,污泥中含有的一些致病微生物,

如虫卵等未能得到去除，对环境和卫生存在潜在的危害。

如果没有专用的污泥处置场地，或者外运填埋距离较长时，大型污水处理厂往往采用由浓缩、消化到脱水的污泥处理三级缩量流程。污泥消化是指污泥中的有机成分（挥发性有机物，主要是有机脂肪，蛋白质和碳水化合物）通过生化反应被矿化，产生水和二氧化碳。使污泥中有机物矿化的方法，分为厌氧消化和好氧消化。

污泥厌氧消化是指在无氧条件下利用厌氧微生物（主要是产酸细菌和产甲烷细菌）分解代谢污泥中的有机物，产生甲烷（ CH_4 ）、二氧化碳（ CO_2 ）和水（ H_2O ）。通过厌氧消化后，污泥变为稳定的腐殖质，污泥量可减少 20~30%，其脱水性能也得到改善，并可以得到可回收利用的能源物质——甲烷。

污泥好氧消化则是在外供氧的条件下，利用微生物有氧反应过程分解代谢污泥中的有机物质，使之转化为水和二氧化碳。如果没有初沉池污泥，污泥中的有机物主要来自剩余污泥的细胞物质，有氧消化的本质即是微生物的内源呼吸，自身衰减。好氧消化因为要消耗大量的能源，实际生产中很少采用。

污泥经消化后减少了进入脱水机的泥量，并改善了脱水性能。尽管污泥体积大幅度减少，污泥中的有机成分也有约 50%通过厌氧消化得以去除，但如果要获得更高的污泥含固率，就必须进一步缩量，即进行污泥脱水。

污泥干化的主要手段是污泥烘干或污泥焚化，前者是指在加热的条件下将污泥中的水份蒸发，污泥含水率可降至 10%以下，变为干固

体。后者是指在高温下将污泥作为一种可燃物质在焚化炉中与燃料进行燃烧，水份得以蒸发。污泥经焚烧后碳化，变性粘结，成碎石状。

根据本工程对污泥处理的要求和国内外污泥处理现状技术情况，本可研采用以下三种工艺进行对比：污泥热干化技术、污泥调理（化学调理/微生物调理）+压榨脱水技术等工艺。各种工艺综合对比情况见下表。

表 5.12-1 不同污泥处理工艺对比一览表

项目	污泥热干化技术	板框压榨脱水
出泥含水率	40%	60%
特征	污泥的热干化是指通过污泥与热媒之间的传热作用，脱除污泥中水分的工艺过程。	浓缩污泥或经稀释的脱水污泥先通过加入药剂调理改性后，进入污泥机械压榨设备进行挤压，使污泥的含水率进一步降低。
优点	污泥干化较彻底，可根据需要获得不同含水率的污泥。	1.操作简便、自动化程度高、对外界环境的要求低； 2.压榨周期较短，一般约2h。
缺点	需要热源；系统较复杂，需增加尾气净化装置。	需投加部分石灰、絮凝剂等（5~8%）
投资及成本	一般情况下，若有可利用的余热能源，单位投资成本在10~20万元/t污泥（含水率80%），无余热能源时，投资及运行成本高	机械压榨脱水技术，投资约12.25万元/t（污泥含水率以80%计）；单位运行成本一般在105元/t污泥（含水率80%）
占地	干化辅助设备繁多，目前厂区占地不能满足要求	深度脱水，辅助设备相对少，用地满足

根据工程用地，难以满足 40%出泥含水率占地要求，因而干化至 40%的方案不可行。污泥通过隔膜压滤机压榨高干脱水后，可使污泥的含水率降低至 60%以下，大大降低了污泥的体积，然后再进行土地利用、填埋、焚烧等综合处置，最终实现污泥的减量化、稳定化和无害化的目的。本工程拟采用“化学调理+机械压榨”技术作为污泥处理工艺。

5.13 除臭工艺方案论证

5.13.1 除臭的必要性

城市污水处理厂污水污泥处理过程中，必然会产生大量的恶臭气体——异味，这些臭味主要是由有机物腐败产生的气体造成。臭味大致有鱼腥臭[胺类 CH_3NH_2 , $(\text{CH}_3)_3\text{N}$]，氨臭[氨 NH_3]，腐肉臭[二元胺类 $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$]，腐蛋臭（硫化氢 H_2S ），腐甘蓝臭[有机硫化物 $(\text{CH}_3)_2\text{S}$]，粪臭[甲基吡啶 $\text{C}_8\text{H}_5\text{NHCH}_3$]以及某些生产废水的特殊臭味。臭味给人以感官不悦，甚至会危及人体生理健康，诸如呼吸困难、倒胃、胸闷、呕吐等。随着人类社会经济的发展，人民生活水平的提高和日益增强的公众环境意识，城市污水处理厂在运行过程中所产生的臭气问题，已经引起社会越来越多的关注。为了防止和消除城市污水处理厂臭味对周围环境及居民生活的影响，一些发达国家先后制定和逐步完善了一些有关的具体规定。目前我国兴建的城市污水处理厂大多在大、中城市和旅游景点城镇，有的很难避开居民区、交通要道或村落，因此污水处理厂除臭问题不可避免地提到议事日程上来，有的已达到急迫需要

得到解决的地步。

5.13.2除臭处理目标

本工程距离现状建筑物较近，暂定为 GB3095 一类区，执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中恶臭污染物排气筒排放标准值及厂界标准值（新扩改建一级），最终以环评批复为准。

5.13.3臭气来源与成分分析

污水处理厂各产生臭气单体在工艺设施正常运行的情况下，产生恶臭无机化合物主要包括氨、硫化氢等，有机化合物主要包括含硫有机物（硫醇、硫醚）、含氮有机物（胺、酰胺）、含氧有机物（醇、醚、酮、醛）、以及烃类（脂肪烃和芳香烃）和卤素衍生物等。

表 5.13.3-1 臭气的来源与气味值

序 号	名 称	气味值	波动范围
1	进 水	45	25~80
2	格栅井、泵站集水池	85	32~136
3	沉砂池	60	30~90
4	一般负荷曝气池	50	21~101
5	延时曝气法曝气池	30	10~43
6	二沉池	30	12~50
7	二沉污泥提升	45	26~82
8	生污泥存放	200	30~800
9	消化污泥存放	80	35~240
10	污泥脱水滤液		3300~95500

从上表可知，臭气值较大的地方主要是格栅间、沉砂池、曝气池、污泥储存、污泥脱水设施区域。

1、主要恶臭污染物

主要恶臭污染物：以氨气、硫化氢以及硫醇、硫醚等为代表。

恶臭物质大致可分为五类：

- 1) 含硫的化合物，如 H_2S ，硫醇类，硫醚类；
- 2) 含氮的化合物，如 NH_3 ，胺类、酰胺、吲哚类；
- 3) 卤素及衍生物，如 Cl_2 ，卤代烃；
- 4) 烃类，如烷烃、烯烃、炔烃、芳香烃；
- 5) 含氧的有机物，如醇、酚、醛、酮、有机酸等。

下表列举了污泥处理过程中通常会产生的臭气物质的特性：

表 5.13.3-2 臭气物质特性一览表

化合物	分子式	分子量	沸点 (°C)	毒性
丙烯硫醇	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{SH}$	74.14	67-68	x
戊硫醇	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_2-\text{SH}$	104.21	123-124	*
苯甲硫醇	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2-\text{SH}$	124.22	195(F.B.)	*
丁硫醇	$\text{C}_4\text{H}_9-\text{SH}$	86.06	~122	x
甲硫醚	$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_3$	62.14	~36	*
乙硫醇	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{SH}$	62.13	36.2	*
硫化氢	H_2S	34.06	(气态)	*
甲硫醇	CH_3SH	48.11	5.8-6.2	x
丙硫醇	$\text{C}_3\text{H}_7-\text{SH}$	76.15	67.73	x
二氧化硫	SO_2	64.06	(气态)	*
叔丁硫醇	$(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{SH}$	90.19	63.7-64.2	x
对-苯甲基硫醇	$\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SH}$	124.2	43-44	*
苯硫醇	$\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$	110.17	168.3	x

化合物	分子式	分子量	沸点 (°C)	毒性
氨	NH ₃	16.01	(气态)	*
β-氨基丙醇	C ₃ H ₉ NO	75.11	188	x
二甲胺	C ₂ H ₇ N	45.08	6.88	*
胨	H ₇ N ₂	32.05	119.4	*
甲胺	CH ₅ N	31.04	-6.79	*
乙胺	C ₂ H ₇ N	45.08	16.6	*
2-丁胺	C ₄ H ₁₁ N	73.14	44	*
三甲胺	(NH ₂) ₃ CH	59.11	-4	*
二甲二硫	CH ₃ SSCH ₃	94.2	109	*
二硫化碳	S ₂ C	76	-30	*
苯乙烯	C ₆ H ₅ CH=CH ₂	104.14	146	*

备注：*表示有毒性；x 标示无毒性或低毒性。

2、臭气的气味特性

几种主要臭气的气味特性如下表所示。

表 5.13.3-3 主要臭气成份表

化合物	典型分子式	特性
胺类	CH ₃ NH ₂ (CH ₃) ₃ N	鱼腥味
氨	NH ₃	氨 味
二胺	NH ₂ (CH ₂) ₄ NH ₂ (CH ₂) ₅ NH ₂	腐肉味
硫化氢	H ₂ S	臭鸡蛋味
硫醇	CH ₃ SHCH ₃ SSCH ₃	烂洋葱味
粪臭素	C ₈ H ₅ NHCH ₃	粪便味

5.13.4除臭工艺比选

目前用于臭气处理的方法主要有燃烧法、生物法、化学法、吸附法等。下表针对不同臭气处理方法进行对比分析：

常见的方法有下面几种：

- ① 生物脱臭法
- ② 离子法
- ③ 活性炭吸附法
- ④ 臭氧氧化法
- ⑤ 植物液法
- ⑥ 土壤脱臭法

1、生物脱臭法

生物除臭主要利用微生物去除及氧化气体中的致臭成份，气体流经生物活性滤料，滤料上面的细菌就会分解致臭物质，产生二氧化碳及水汽。

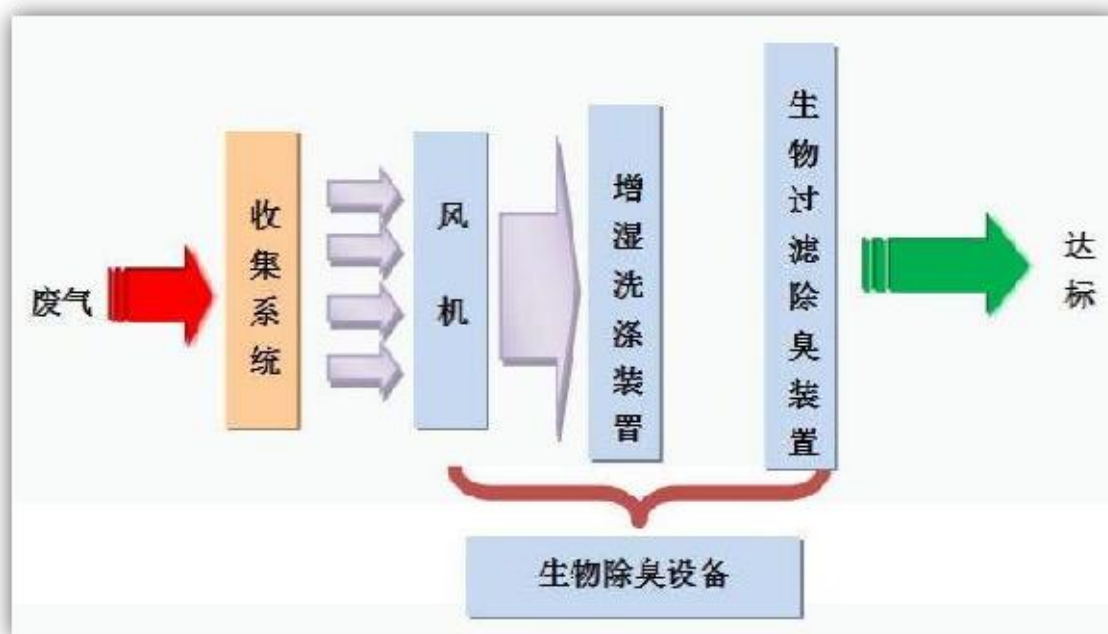


图 5.13.4-1 生物除臭工艺流程图

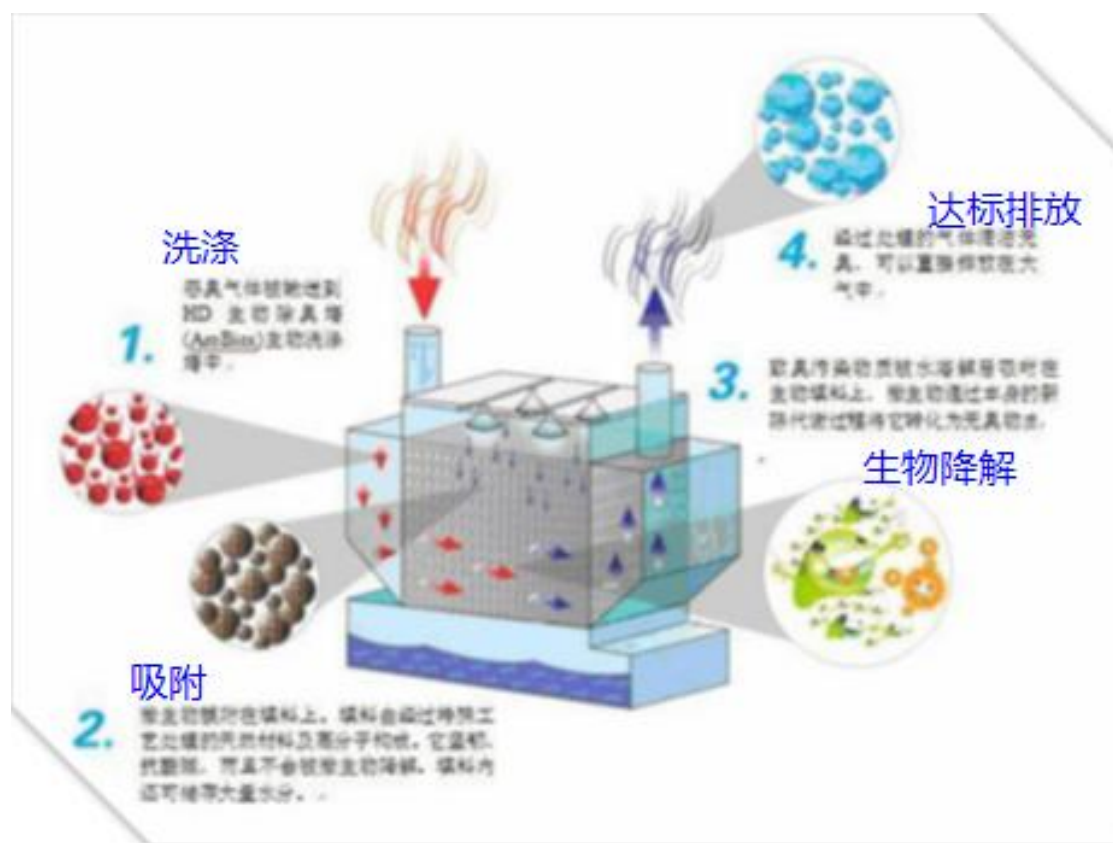


图 5.13.4-2 生物除臭原理示意图

2、离子法

通过高压脉冲技术电晕放电，在常温常压下使氧分子很快分离为生态原子氧(O)、纯净离子氧、羟基自由基(*OH)、单线态氧($1O_2$)和带正、负电荷的离子氧和离子氧群。臭气分子与离子氧群混合，离子氧群将致臭污染物降解成二氧化碳和水以及其它小分子，经过净化后的空气通过通风管道高空排放到大气中。

3、活性炭吸附法

活性炭吸附法是利用活性炭能吸附臭气中含臭物质的特点，达到脱臭的目的。为了有效地脱臭，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。

与水清洗和药液清洗法相比较，具有较高的效率，但活性炭有一饱和期限，超过这一个期限，就必须更换活性炭。

活性炭吸附法常用于低浓度臭气和脱臭装置的后处理。

4、臭氧氧化法

臭氧氧化法是利用臭氧是强氧化剂的特点，使臭气中的化学成份氧化，达到脱臭的目的。

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

5、燃烧法

燃烧法有直接燃烧法和触媒燃烧法。根据臭气的特点，当温度达到 648°C ，接触时间 0.3S 以上时，臭气会直接燃烧，达到脱臭的目的。在污水处理厂内，常利用污泥硝化后产生的沼气，使一些强烈的臭气燃烧，但工程实例较少。

6、植物液法

植物液除臭系统原理是从几百种纯天然植物中提取汁液配置成与臭味分子反应的工作液，工作液经专用喷嘴喷洒成雾状，在微小的液滴表面形成极大的表面能，吸附空气中的污浊分子，经过水解、吸附、中和作用，将污浊空气分子生成无味无毒的分子，如氮气、水、无机盐等等，从而形成自然、干净、清爽的空气。

7、土壤脱臭法

土壤脱臭法是利用土壤中微生物分解臭气中的化学成份，达到脱臭目的。广义上说，属于生物脱臭法的范畴。与前几种方法相比较，不需要加药等附属设施，运转管理费用较低，但需有宽阔的场地，定时进行场地修整，设置散水装置，以保持较好的运转状态，缺点是处理效果不够稳定。

8、化学洗涤法

此法是利用臭气中的某些物质与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，它必须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，运转管理较复杂，而且与药液不反应的臭气较难去除，效率较低。

表 5.13.4-1 除臭方法对比表

净化方法	生物滤池除臭法	离子除臭法	活性炭吸附法	臭氧氧化法	燃烧除臭法	植物提取液喷淋	土壤除臭法	化学洗涤法
流程图						敞开空间 喷淋 密闭空间 雾化		
适用范围	各种气体	中、低浓度各种气体	低浓度臭气或用于其他除臭工艺的后序处理	低浓度、大风量臭气	爆炸浓度极限以下的气体	低浓度各种气体	低浓度、臭气浓度及气量波动较小的气体	风量高、中高浓度的臭气
运行管理要点	1、保持适合微生物生长的pH、温度等条件； 2、除臭风机和喷淋水避免长期停止运行； 3、喷淋水需去除杂质	运行管理较简单，无特殊要求	1、臭气参数改变时需相应改变设备参数设定； 2、为减少臭气中粉尘等杂质降低吸附剂的吸附能力，需设置预处理装置	1、除臭效果逐渐降低，需注意观测； 2、为处理未反应得臭氧，需装置臭氧分解器	1、运行操作的专业性很强； 2、燃烧后虽然臭味消失，但二氧化硫会产生二次污染	运行管理方便，无特殊要求	1、为保持良好的除臭性能，需定期监测臭气通过土壤滤床时的压力变化； 2、需定期洒水和除草	1、操作时需戴上防护工具； 2、操作管理人员须有相关资质及管理知识； 3、需准备好泄漏时的中和药品

净化方法	生物滤池除臭法	离子除臭法	活性炭吸附法	臭氧氧化法	燃烧除臭法	植物提取液喷淋	土壤除臭法	化学洗涤法
总耗电量	高	较高	较高	较高	高	低	较高	较高
除臭原理	将所有污染场所的气体转移出来集中处理，依靠稀释降低室内臭气浓度仅仅能够解决室内空气污染问题。	依靠反应在污染源处消除污染，扼制其扩散	利用各种不同性质的活性炭，吸附不同性质的臭气	利用臭氧强氧化剂，使臭气中的化学成份氧化。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，再进行臭氧氧化	有直接燃烧法和触媒燃烧法。根据臭气的特点，但温度达到 648 摄氏度，接触时间 0.3 秒以上时，臭气会直接燃烧，达到脱臭的目的	采用雾化设备将纯天然植物提取液喷洒形成具有很小表面积的小雾粒，吸附空气中的臭气分子进行反应或催化与空气中的氧气反应，生成无味、无二次污染的产物	利用土壤中的有机质及矿物质将臭气吸附、浓缩到土壤中，利用土壤中的微生物将其降解	利用臭气中的某些物质和药液产生中和反应的特性，去除臭气中的酸性或碱性物质

净化方法	生物滤池除臭法	离子除臭法	活性炭吸附法	臭氧氧化法	燃烧除臭法	植物提取液喷淋	土壤除臭法	化学洗涤法
设备初期投资费用	高	中等	中等	较高	高	低	高	高
运行管理成本	较高	低	较高	较高	高	低	低	高
占地面积	较大	较小	较小	较大	较大	很小	较大	较大
维护	系统设备维护复杂，仪器仪表维修量大	系统设备维护较简单，维修量较小。	系统维护复杂，需定期更换或再生活性炭	维护复杂，费用高	系统维护复杂，精密仪器仪表维修费用高	系统设备维护简单，由供应商定期维护	空气分布系统的穿孔管易堵塞，维护繁琐	系统设备较多，维护较复杂
处理效果	较好	较好	较好	对于高浓度恶臭污染物处理能力有限	若温度没有控制好，则处理效果较差	较好	较好	较好

5.13.5除臭工艺确定

根据除臭方法比较，结合本工程实际作如下分析：

（1）本工程周边不具备焚烧法处理工艺的条件，故不适宜采用。

（2）土壤除臭法效果虽好，但占地面积较大，运行管理要求较高，本项目用地紧张，故不适宜采用；

（3）化学洗涤法，并需定期补充药品，适用于处理高浓度臭气，处理臭气后所产生的废液仍需处理；

（4）采用活性炭吸附法除臭对低浓度臭气处理效果好，为保证系统有效运行需定期更换活性炭；本方案对空间低浓度臭气采用活性炭吸附的处理方法；

（5）臭氧氧化法如监测管理不当导致臭氧外溢，将造成大气环境污染；因此本方案未选用；

（6）植物提取液喷淋法占地较小，适宜分解、处理大空间、浓度较低臭气；且处理后由于植物液本身的味道不能得到所有人的认可和欢迎，因此本方案未采用该工艺；

（7）离子法除臭占地较小，对中、低浓度臭气处理效果较好，不适用于污水厂高浓度臭气处理。

根据上述各除臭工艺特点、结合本工程的地理位置、构筑物所产生的臭气的特点及处理量，为确保除臭系统满足工程要求，保证污水厂良好的运行环境，本工程拟采用“两级生物+一级活性炭”除臭工艺。

第六章 工程方案设计

6.1 设计水量与水质

6.1.1 设计规模

根据电子工业企业分期建设计划，本工程工业污水处理厂按 27600 m³/d 规模进行建设，小时处理量 1150 m³/h。

6.1.2 设计水质

（1）进水水质：

本项目直接服务于地块内电子芯片生产企业废水，生产排放的工业废水主要类别为电子行业生产废水，在工业企业内经预处理后排入本项目工业污水处理厂，预处理后的工业废水排放标准执行《电子工业水污染物排放标准》（GB39731-2020）间接排放标准和广东省地方标准的较严值，因此本工程进水水质如下：

（2）出水水质：

本项目结合功能分区及市生态环保局的最新要求，设计出水标准出水暂执行《地表水环境质量标准》准 IV 类水标准（TN≤15mg/L），具体以环评批复为准，具体指标如下：

表 6.1.2-1 设计进出水水质表

污染物指标	进水水质(mg/L)	出水水质(mg/L)	处理程度
COD _{Cr}	500	30	94.00%
BOD ₅	300	6	98.00%
SS	400	10	97.50%
TN	70	15	78.57%
NH ₃ -N	45	1.5	96.67%
TP	8.0	0.3	96.25%

污染物指标	进水水质(mg/L)	出水水质(mg/L)	处理程度
氟化物	20	1.5	92.50%
Cu ²⁺	2.0	1.0	50%

6.2 总体设计

6.2.1 工艺流程

各处理环节采用的主要处理工艺为：

1. 污水预处理：调节池+一级混凝沉淀池+二级混凝沉淀池；
2. 生物预处理：水解酸化+中沉池；
3. 生物处理工艺：多段 AO+MBR 工艺；
4. 深度处理工艺：深度除氟+臭氧催化氧化+生物活性炭+紫外消毒（辅助次氯酸钠消毒）；
5. 污泥处理：机械浓缩+化学调理+板框压滤；
6. 除臭工艺：采用“两级生物+一级活性炭”组合工艺。

污水处理方面，预处理设置两级混凝沉淀，其中一级混凝沉淀池主要进行 SS、COD、氟化物等去除，二级混凝沉淀工艺主要进行氟化物去除。生物处理设置预处理水解酸化，主要进行难降解有机污染物降解，多段 AO 工艺，主要进行总氮的去除；深度处理活性物质用于除氟兜底，臭氧催化氧化和生物活性炭工艺用于 COD 达标去除。

污泥处理方面，因进水中含有氟化物及重金属离子等，在预处理化学沉淀会富集于化学污泥中，因而本次工艺流程中，预处理化学污泥与剩余污泥分开独立处理，预处理化学污泥后续根据泥质检测情况，决定是否按危废进行处理。

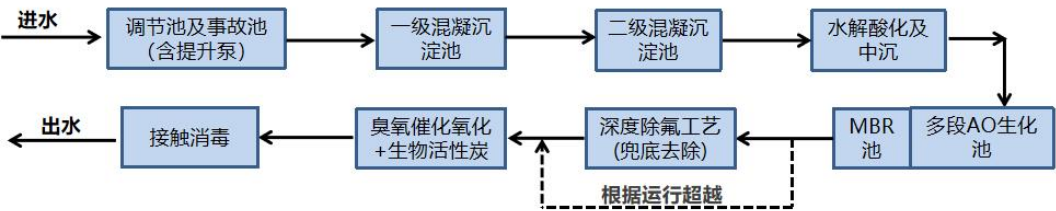


图 6.2.1-1 污水处理工艺流程图

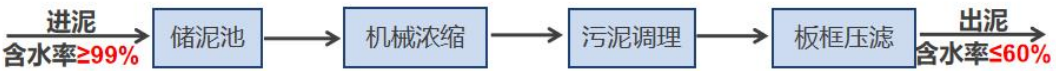


图 6.2.1-2 污泥处理工艺流程图

6.2.2 流程分组

1. 分组原则

- （1）适应污水进水水质和水量不断变化的要求；
- （2）适应维修、养护和事故工况；
- （3）增强污水处理厂运行管理的调控能力和灵活性。

2. 分组情况

预处理段：一级混凝沉淀及二级混凝沉淀，各分两组，池体对称布置，设备一次安装。

水解酸化+中沉池：一组，设备一次安装；

AO 生物反应池+MBR：分两组，对称布置，设备一次安装。

6.2.3 总平布置

污水处理厂地上平面功能分区根据景观设计，设置污水处理厂管理区、生产区等。污水处理厂交通通道出入口、消防通道、通风口等造型结合景观设计，与景观融为一体。

2.76 万吨废水处理箱体布置于厂区东北侧，呈矩形布置，箱体为地面一层厂房，顶部设置绿化及太阳能光伏板。厂区设置环形道路兜通，厂前区及综合楼布置于东北侧三角区块，液氧站根据用地情况，

靠近主体构筑物进行布置。近期设置出入口及门卫一处，位于西侧规划道路，于规划道路顺接。

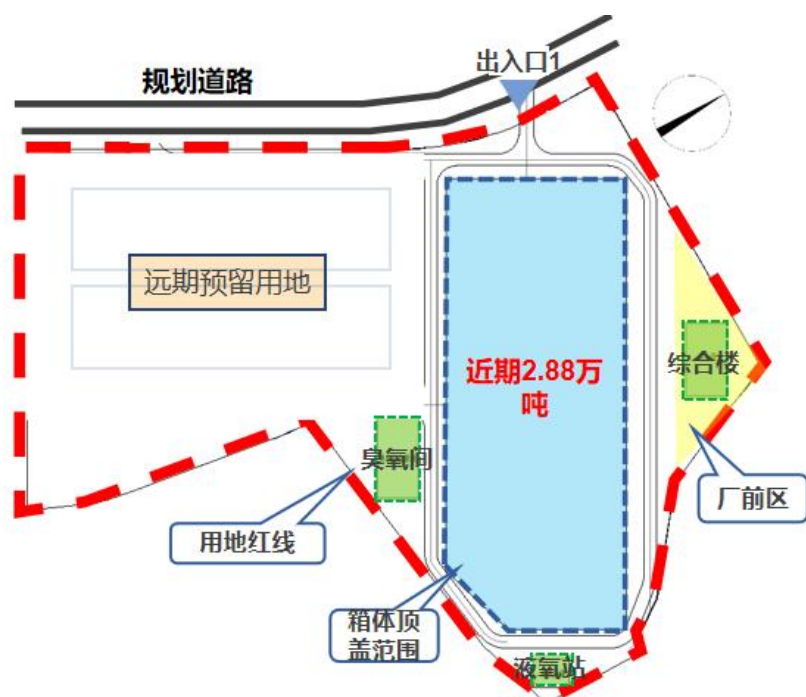


图 6.2.3-1 近期总平面布置图

6.2.4 箱体布置

1、箱体平面设计原则

(1) 结合进、出水方向，布局合理，水流顺畅，布置紧凑，尽量减少占地。

(2) 厂区地下层平面功能分区根据工艺流程，设置预处理区、生化处理区、深度处理区、尾水排放、污泥处理区、车行道等。

(3) 本工程工艺生产线布置做到水流通畅，虽然采用了先进的除臭工艺，但传统上对产生臭味较大的较敏感构筑物（例如：污泥处理区、预处理区等）、噪声较大的鼓风机尽量远离综合楼。

(4) 在满足出水水质要求的前提下，通过对工艺构筑物及总体布置的进一步优化，减少污水提升泵扬程，从而可减少工程总投资和

常年运行费用。

(5) 充分考虑水流、人流、物流、信息流，保证交通顺畅，便于维护和管理。

(6) 满足规划控制和消防安全要求。

2、影响地下箱体布置的因素

(1) 污水处理厂进、出水方向及高程已经基本确定，因此处理工艺流程方向也大体确定。

(2) 构筑物的布置受柱网的影响，应避免柱子布置在构筑物内部，减少对水流条件的影响。

(3) 充分利用现状地形。结合竖向布置，利用现状地形，减小土石方量，节省工程投资。

(4) 根据用地情况，仅有北侧与外界交通相连，应考虑污泥及药剂的运输便利性。

(5) 构建筑物的组合、叠放对总图布置的影响极大，应合理组合，达到充分利用空间、减少占地、减少构筑物之间的连接管道（相应减少水头损失）的目的。

3、箱体布置

根据工业地块整体布局，电子企业位于本厂西北侧，因而箱体进水端位于西北侧，自西北至东南依次布置有调节池—水解酸化池—生反池—MBR 膜池，其中污泥处理区及深度处理区与“预处理+生物处理”平行布置，中间设置巡检通道。箱体整体尺寸约 210m*87m，呈矩形布置，体现如下优点：

(1) 布局规整：各处理构筑物规整布置，最大程度减小冗余空间；

(2) 布局紧凑集约：集约化构筑物布局，功能紧凑；

(3) 功能分区清晰：“预处理+生物处理”及深度处理，功能区组团布置，分区清晰。臭气区域集中，便于集中收集处理。

箱体采用两层布局，地下一层，地面一层。整体呈现地面一层厂房形式，在顶部进行绿化种植及太阳能光伏板设置。

6.2.5 高程布置

1、高程设计原则

- (1) 简洁、流畅，使各构筑物之间联系管道和渠道最短；
- (2) 根据受纳水体水位确定各构筑物水位标高；
- (3) 考虑土方平衡，减少土方外运量；
- (4) 节约能耗。

2、高程设计

根据《东莞市塘厦镇 2022-07 地块规划选址评估及地块控制性详细规划图则》，整体维持现状林坪路、泗黎路和富民路的道路标高；为避免地块建成后道路形成易积点，在确保衔接两侧地块标高的条件下，局部调整企洞路道路标高，结合初步土方测算，建议规划场地标高为 49-53m（85 高程系）。

与地块控详衔接，本次场地标高按 53.0m 考虑（85 高程系）。

室外地面按相对标高 0.00m（相当于绝对标高 53.00m）考虑，箱

体操作层地面整体按 0.30m 设计，箱体顶部覆土后标高 7.50m。进水水位暂按重力流考虑，为-1.50m，整个处理过程按四级提升，分别为调节池进水提升至预处理，MBR 膜池出水提升至活性物质吸附车间，活性物质吸附塔出水提升至臭氧接触池，尾水提升排放。

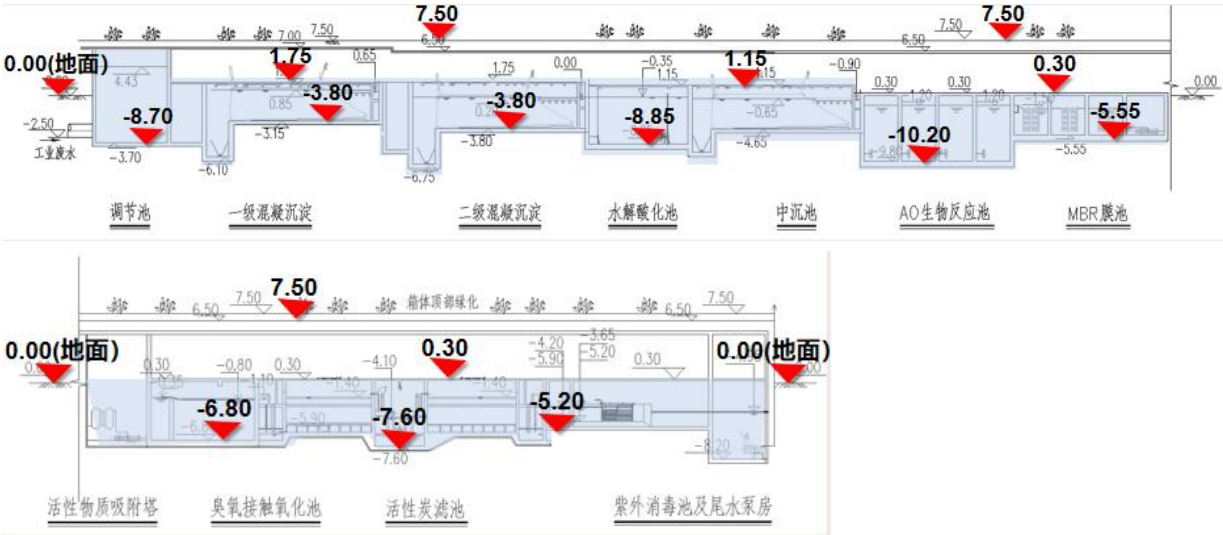


图 6.2.5-1 废水处理高程布局示意图

6.2.6 场内公共工程

1、道路交通

根据《东莞市塘厦镇 2022-07 地块规划选址评估及地块控制性详细规划图则》，本次工业废水厂从泗梨路进入，沿龙潭路和规划道路进厂，在规划道路上设置厂区进出口通道。

厂区内设置环形道路，路宽 6m，厂区内生产与办公路线分离，其中，药剂运输和污泥运输路线位于箱体西南侧，靠近污泥处理车间；办公路线位于厂综合楼及厂前区，与生产运输路线独立。

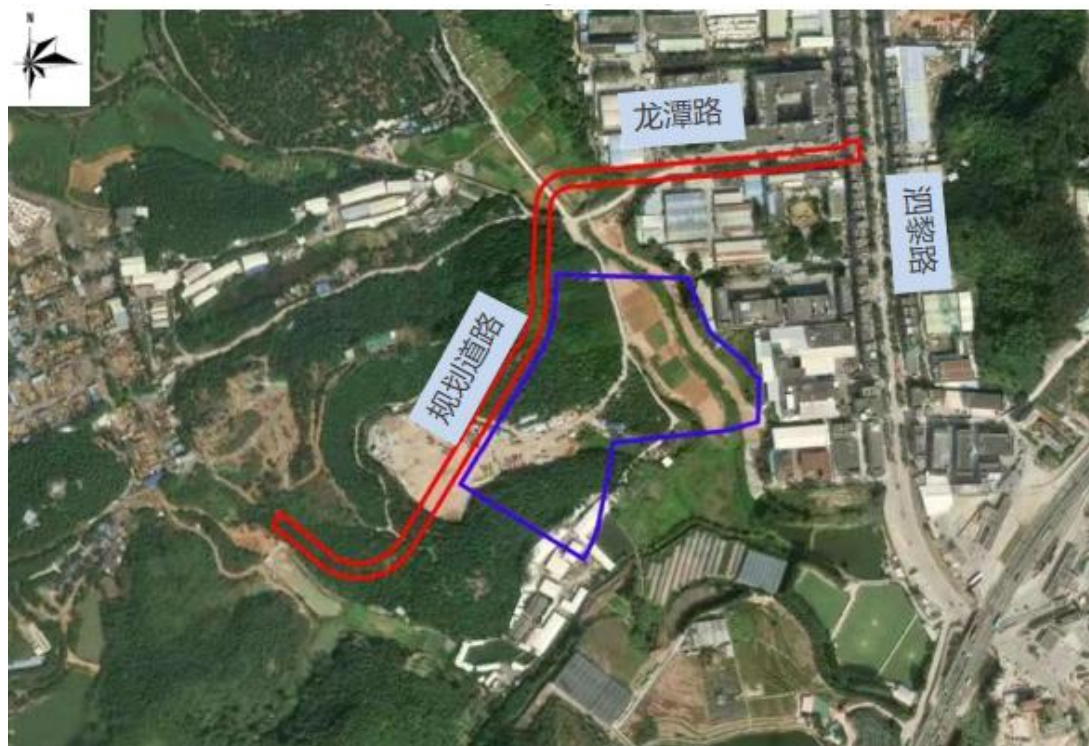


图 6.2.6-1 厂区出入口整体布置图

2、厂区给水

根据《东莞市塘厦镇 2022-07 地块规划选址评估及地块控制性详细规划图则》，本工程用水接自规划道路 DN400 给水管，压力按 0.14MPa 考虑。

附车间、臭氧接触氧化池、活性炭滤池、紫外消毒池及出水泵房、储泥池及污泥脱水车间、预处理加药间、生物处理及深度处理加药间、鼓风机房。箱体外厂区内设置有臭氧发生器间、液氧站、综合楼、门卫等生产辅助用房。

表 6.3.1-1 主要新建设施一览表

序号	名称	数量	单座土建规模 (万 m ³ /d)	备注
100	综合处理设施箱体	1	2.76	
101	调节及事故池	1	2.76	综合处理设施箱体内
102	预处理混凝沉淀池	1	2.76	
103	水解酸化及中沉池	1	2.76	
104	生物反应池	1	2.76	
105	MBR 膜池	1	2.76	
106	活性物质吸附车间	1	2.76	
107	臭氧接触氧化池	1	2.76	
108	活性炭滤池	1	2.76	
109	紫外消毒池及出水 泵房	1	2.76	
110	储泥池及污泥脱水 车间	1	2.76	

6.3.2 主要构筑物工艺设计

1、调节及事故池

调节池

功能：对进入水质净化厂的工业污水进行水质、水量调节。

(1) 主要设计参数

设计规模：2.76 万 m^3/d 。

数量：1 座

停留时间：3.65h

结构形式：钢筋混凝土

(2) 主要设备

A、提升泵

设备类型：提升泵

设备数量：4 台，2 用 2 备

设备参数： $Q=160\text{L/s}$ ， $H_{\text{avg}}=5.0\text{m}$ ， $P=15\text{kW}$

B、盘式曝气器

设备数量：880 个

设备参数：单个曝气量 $3\text{m}^3/\text{h}$

事故池

功能：容纳生产事故废水或可能严重污水处理厂运行的事故废水。同时兼具放空泵房的功能。

(1) 主要设计参数

设计规模：2.76 万 m^3/d 。

数量：1 座

停留时间：3.58h

结构形式：钢筋混凝土

(2) 主要设备

A、潜水泵

设备类型：提升泵

设备数量：2 台，1 用 1 备

设备参数：Q=160L/s，H=11.5m，P=30kW

2、一级混凝沉淀池

功能：混凝处理就是向水中投加一些药剂(通常为混凝剂和助凝剂)，使水中自身难以沉淀的细小胶体颗粒或者悬浮物质能相互聚合，长大至能够从水体中沉淀下来而达到废水净化的目的。混凝过程中包括凝聚和絮凝两个阶段：混凝主要通过压缩双电层、吸附电中和、吸附架桥和沉淀物网捕作用使水中的污染物形成较大颗粒物或较大絮体从而沉淀分离去除。

本工程设置两道预处理混凝沉淀池，核心目的是除氟、重金属和常规污染物 SS 等。通过相关化学药剂（除氟氯化钙）的投加，实现预处理段氟化物的去除。

(1) 主要设计参数

类 型：钢筋混凝土池体

数 量：1 座，分 3 组

设计规模：2.76 万 m³/d

设计参数：

每组池宽：7.5m

每组池长：42.4m

单组设计流量： $Q_{\max}=1150\text{m}^3/\text{h}$

表面负荷： $q_{\max}=1.21\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$

(2) 主要设备：

A. 混合搅拌器

数 量：4 套

叶轮直径： $D=2.0\text{m}$

功 率：7.5kW

B. 反应搅拌器

数 量：4 套

叶轮直径： $D=1.5\text{m}$

功 率：7.5kW

C. 絮凝搅拌机

数 量：2 套

叶轮直径： $D=2.5\text{m}$

功 率：7.5kW

D. 刮泥机

数 量：3 套

规 格：池长 42.4m，2 套池宽为 7.5m，1 套池宽为 7.35m

功 率：1.5kW

3、二级混凝沉淀池

功能：混凝处理就是向水中投加一些药剂(通常为混凝剂和助凝剂)，使水中自身难以沉淀的细小胶体颗粒或者悬浮物质能相互聚合，长大至能够从水体中沉淀下来而达到废水净化的目的。混凝过程中包括凝聚和絮凝两个阶段：混凝主要通过压缩双电层、吸附电中和、吸附架桥和沉淀物网捕作用使水中的污染物形成较大颗粒物或较大絮体从而沉淀分离去除。

本工程设置两道预处理混凝沉淀池，核心目的是除氟、重金属和常规污染物 SS 等。通过相关化学药剂的投加，实现功能目标。

(1) 主要设计参数

类 型：钢筋混凝土池体

数 量： 1 座，分 3 组

设计规模：2.76 万 m^3/d

设计参数：

每组池宽： 7.5m

每组池长： 42.4m

单组设计流量： $Q_{\max}=1150\text{m}^3/\text{h}$

表面负荷： $q_{\max}=1.21\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$

(2) 主要设备：

A. 混合搅拌器

数 量： 4 套

叶轮直径： $D=2.0\text{m}$

功 率：7.5kW

B. 反应搅拌器

数 量：4 套

叶轮直径：D=1.5m

功 率：7.5kW

C. 絮凝搅拌器

数 量：2 套

叶轮直径：D=2.5m

功 率：7.5kW

D. 刮泥机

数 量：3 套

规 格：池长 42.4m，1 套池宽 6.4m，1 套池宽 7.35m，一
套宽 7.5m

功 率：1.5kW

4、水解酸化池

功能：通过厌氧菌、兼氧菌的作用，将废水中的不溶性有机物水解为可溶性物质，将大分子难生物降解的物质转化为易于生物降解的物质(如有机酸类)，改善污水的可生化性，为后续的好氧生物处理创造条件，同时色度物质得到部分有效去除。

池中设置池中设置潜水推进器，采用推流+完全混合的池型，为污水与污泥的混合创造充分的条件。与中沉池合建。

(1) 主要设计参数

设计规模：2.76 万 m^3/d

数量：1 座，分 2 组

设计流量：1150 m^3/h

停留时间：8.49h

结构形式：钢筋混凝土结构

(2) 主要设备

A、潜水推流器

数 量：16 台

功 率：3.1kW

5、中沉池

功 能：将水解酸化后混合液进行固液分离，分隔水解酸化和后续好氧曝气两个阶段，保证不同阶段不同菌种的有利生长环境。

矩形钢混结构，由于用地比较紧张，考虑与水解酸化池合建，有效利用水解酸化池上部空间。池型采用与水解酸化池结构上合建的平流式沉淀池。

(1) 主要设计参数

设计规模：2.76 万 m^3/d 。

数量：1 座

设计流量：1150 m^3/h

表面负荷：2.58 $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$

设计污泥浓度：3.5g/L

污泥外回流比：100%

结构形式：钢筋混凝土结构

（2）主要设备

A、桥式吸泥机

数 量：1 套

功率： $P=0.37 \times 2 + 1.5 \times 16 \text{kW}$

B、电动撇渣装置

数 量：8 套

规格：DN400, L=3.5m;

功率： $P=0.75 \text{kW}$

C、回流污泥泵

数 量：3 台，2 用 1 备

规 格： $Q=170 \text{L/s}$, $H=4.0 \text{m}$

功 率：12.5kW

D、中沉污泥泵

类型：潜水离心泵

数 量：3 台，2 用 1 备

规 格： $Q=2.0 \text{L/s}$, $H=15.0 \text{m}$

功 率：0.5kW

6、生物反应池

功 能：在提供足够氧气条件下，在生物反应池中营造缺氧、好氧环境，利用生物反应池中大量繁殖的活性污泥，降解水中污染物，以达到净化水质的目的。

类 型：钢筋砼矩形水池

数 量：1座，分两组，可独立运行，每组处理能力 1.38 万 m³/d。

设计参数：

设计流量 2.76 万 m³/d

最低水温 12℃

最高水温： 25℃

膜池污泥浓度： 8g/L

有效水深： 9.0m

总水力停留时间： 27.58h（含膜池）

好氧池污泥负荷： 0.04 kgBOD/（kgMLSS/d）

其中 A 池/O 池（含膜池）停留时间比例约为 1:1

混合液回流

膜池至好氧池混合液回流比 500%

好氧池至缺氧池混合液回流比 400%

（2）主要设备：

A. 设备类型：潜水推流器（缺氧池用，附安装吊杆和起吊装置）

数 量：26 台

单套性能参数：P=7.5 kW

B. 好氧池 1 至缺氧池 1 回流泵

数 量：4 台（2 用 2 备），变频

规 格：Q=500L/s，H=1.5m

功 率：15kW

C. 好氧池 2 至缺氧池 1 回流泵

数 量：4 台（2 用 2 备），变频

规 格：Q=167L/s，H=1.5m

功 率：15kW

D. 微孔曝气器

数 量：2 套

规 格：Q=3600m³/h

7、MBR 膜池及膜设备间

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（400%~500%）流入膜池进水渠道内，配送至每座膜池中。每座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。由于中空纤维膜孔径仅有 0.1-0.4um，可以完全阻止细菌的通过，所以菌胶团和游离细菌全部保留在曝气池中，只将过滤过的水汇入集水管中派出，达

到了泥水分离，免除了二沉池，各种悬浮颗粒、细菌、藻类、浊度和 COD 及有机物均得到有效去除，保证了出水悬浮物接近零的优良出水水质。由于微滤膜的近乎百分之百的菌种隔离作用，可使曝气池中的生物浓度达到 8000~10000mg/L 以上，这样不仅提高了曝气池抗冲击负荷的能力，而且大大减少了所需的曝气池容积。池容积的缩小又相应的大比例的降低了生化系统的土建投资费用。

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，在该渠道内设置对应每 MBR 生物池设置循环泵，将混合液回流至 MBR 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 CIP 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。

数 量：1 座，分两组，每组 1.38 万 m³/d

类 型：钢筋混凝土池体

设计参数：

设计流量： 2.76 万 m³/d

设计水温：低温 12℃，高温 25℃

有效池深：4.0 m

膜池组数 10 组

平均膜通量：13.89 L/m²·h

MBR 系统为成套性能，主要设备参见机械设备表。

8、活性物质吸附车间

功能：通过活性物质材料，进一步深度去除工业废水中的氟等，作为最终出水保障。

（1）主要设计参数

设计规模：2.76 万 m³/d

设计数量：1 座

设计流量：1150m³/h

结构形式：框架结构

（2）主要设备

A. 除氟吸附罐

数量：12 套（8 用 4 备）

设计参数：单组 Q=150m³/h，φ3200mm，总高 5200mm

B. 活性物质塔输送泵

数量：6套（4用2备）

设计参数： $Q=320\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=30\text{m}$ ， $P=22\text{kW}$

9、臭氧接触池

功能：通过臭氧催化氧化反应，进一步去除工业废水中难降解有机物。

（1）设计参数：

设计规模：2.76万 m^3/d

数量：1座

设计流量： $1150\text{m}^3/\text{h}$

结构形式：钢筋混凝土结构

停留时间：41min

（2）主要设备：

A. 臭氧投加系统

设备类型：曝气盘

设备数量：300个

设计参数： $Q=1\sim5\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{个})$

B. 臭氧尾气破坏器

设备数量：300个

设计参数： $P=15\text{kW}$

10、生物活性炭池

（1）构筑物

功 能：通过生物作用和活性炭吸附作用，去除水中有机物、无机离子等，对本工程而言，可起到降解有机物，吸附铜离子、氟离子等功用。

类 型：混凝土构筑物

数 量：1座，分3组，每组2格，

设计规模：2.76万 m³/d

设计参数：

设计滤速： 7.88m/hr

强制滤速： 10.50m/hr

（2）主要设备

A. 滤料

数 量：263m³

规 格：粒径 1.35mm

B. 反冲洗水泵

设备类型：离心泵

数 量：3台，2用1备

规 格：Q=1260m³/h，H=5m，P=30kW

C. 反冲洗风机

设备类型：罗茨鼓风机

数 量：3台，2用1备

规 格：Q=36.0m³/min，风压 5m，P=45kW

11、紫外消毒池及尾水泵房

1) 紫外消毒池

功能：深度处理单元出水需进一步杀菌消毒，才能满足排放水质要求。在通过紫外消毒渠中，污水中绝大部分细菌和病毒，被紫外线照射杀灭，防止了疾病的传播。

（1）设计参数：

设计规模：2.76 万 m^3/d

设计流量：1150 m^3/h

2) 尾水泵房

功能：将水质净化厂处理出水通过泵站输送至收纳水体。

（1）设计参数：

设计规模：2.76 万 m^3/d

设计流量：1150 m^3/h

数量：1 座

结构形式：钢筋混凝土结构

（2）主要设备

A. 紫外消毒系统

数 量：2 套

规 格：低压高强汞齐灯管，单根灯管功率=600W，每套
24 根灯管，P=16kW

B. MBR反洗泵

数量：2 台（1 用 1 备）

主要参数：Q=225m³/h, H=12m, P=18.5kW

C. 变频气压自动给水设备

数量：1 套

主要参数：Q=120m³/h，单泵流量 60m³/h，H=35m，每套包括水泵 3 台，2 用 1 备，单泵功率 P=11kW

12、污泥浓缩池储泥池

1) 储泥池

（1）构筑物：

规 模：2.76 万 m³/d

功 能：混合剩余污泥及化学污泥，经调质后的污泥由污泥泵提升至污泥浓缩脱水机房进行

类 型：钢筋砼结构

数 量：3 座

尺 寸：单格内净尺寸 L×B×H=7.9m×7.5m×5.5m

参 数：

剩余污泥量：约 3054.7kgDs/d

化学污泥量：约 17673.44kgDs/d

停留时间：t=11.2 hr（化学污泥储泥池）

（2）主要设备：

A. 搅拌机

数 量： 3 套

规 格： D2000

功 率： 7.5kW

B. 污泥浓缩机

数 量： 2 套

规 格： Q=900kgDS/h

功 率： 8.2kW

C. 浓缩机进泥泵

数 量： 3 套

规 格： Q=80m³/h， H=20m

功 率： 18.5kW

D. PAM 配置装置

数 量： 2 套

规 格： Q=6000L/h， P=3.4kW

2) 污泥脱水机房**(1) 设计参数：**

设计规模：2.76 万 m³/d。本次采用隔膜板框压滤机，污泥脱水后泥饼含水率 60%

进泥含水率：97%

泥饼含水率：60%

结构形式：钢筋砼结构

(2) 主要设备：

A. 板框压滤机

设备类型：隔膜板框压滤机

设备数量：1/1 台

设计参数：能力 890kgDS/h, P=18.5kW

B. 脱水机进泥泵

设备类型：螺杆泵

设备数量：3 台（2 用 1 备）

设计参数：Q=120m³/h, H=100m, P=15kW, 变频

C. 压榨水泵

设备类型：压榨水泵

设备数量：2 台

设计参数：Q=15m³/h, H=160m, P=11kW, 变频

13、鼓风机房

功 能：为生物反应池提供氧气，保证生物系统正常运行。

设置于一体化箱体操作层内

设计规模：2.76 万 m³/d

数 量：1 座

主要设备：

(1) AO 生反池鼓风机

数量：3 台，2 用 1 备

规格：Q=50Nm³/min, H=10.3mH₂O, P=120kW

（2）膜擦洗风机

数量：3 台，2 用 1 备

规格：Q=80Nm³/min，H=4.5mH₂O，P=90kw

6.4 结构设计

6.4.1 概述

本工程近期用地面积约 3.5 万 m²，近期设计规模为 2.76 万 m³/d，场地现状地面标高介于 35.00~63.00m，场地北高南低，东侧边缘存在一条小溪，地势变化较大。

按照工艺总体布局，生产性建（构）筑物采用集约化的半地下式箱型结构，平面约 1.8 万 m²，平均埋深约 8m，箱体大致分为两层：下层为水处理构筑物单元组合体，生产性构筑物之间布置廊道；上层为检修、操作厂房及附属构筑物等；顶部覆土约 1.0m 作为绿化耕植层，种植绿化。

建（构）筑物基本情况及具体位置见工艺总平面布置图。

6.4.2 工程地质

根据临近工程地勘报告中的地面调查及钻探揭露，场地地基土自上而下分述如下：

素填土：全场地分布。揭露厚度 1.00~9.10m，平均厚度为 2.94m，层顶标高 36.72~48.31m。褐黄色，稍湿，原路基处填土为密实状态，两侧为稍压实，主要成分由粘性土以及风化砂岩土组成，局部夹碎石或石块，局部顶面为砼路面或地面。

②1 粉质粘土：褐红色，可塑，土质不均匀，切面稍光光滑，无光泽，干强度中等，韧性中等。

②3 粉质粘土：褐红色，可塑，土质不均匀，切面稍光滑，无光泽，干强度中等，韧性中等。

②4 中砂：灰色，饱和，稍密，局部中密，石英质。

③全风化粉砂岩（J）：褐黄色、褐红色，岩石风化作用极其强烈，岩石结构完全破坏，岩芯呈硬土柱状、粉土状，遇水易软化。岩石坚硬程度为极软岩，岩体完整程度极破碎，岩体基本质量等级为 VI 类。

④强风化粉砂岩（J）：深灰色，粉粒砂状结构，层状构造，风化作用强烈，岩石结构清晰，裂隙发育，岩芯呈半岩半土状、碎屑状、碎块状、厚块状，岩质软，手折易断。岩石坚硬程度为极软岩，岩体完整程度极破碎，岩体基本质量等级为 V 类。

⑤中风化粉砂岩（J）：深灰色、灰黄色、灰色，粉粒砂状结构，层状构造，节理裂隙发育-很发育，岩芯呈柱状，短柱状、块状，岩质硬，敲击声脆， $RQD=45\%\sim 80\%$ 。岩石坚硬程度为较软岩，岩体完整程度较破碎～较完整，岩体基本质量等级 IV 级。

⑥微风化粉砂岩（J）：深灰色、灰黄色、灰色，粉粒砂状结构，层状构造，节理裂隙稍发育，岩芯呈柱状、短柱状、局部厚饼状，岩质硬，敲击声脆， $RQD=65\%\sim 85\%$ 。岩石坚硬程度为较硬岩，岩体完整程度较破碎～较完整，岩体基本质量等级 III 级。

地基承载力建议值表

层序	土层名称	状态	土的重度	压缩模量	变形模量	直接快剪		地基承载力特征值
			$\gamma(\text{kN/m}^3)$	$E_{s0.02}(\text{MPa})$	$E_0(\text{MPa})$	凝聚力	内摩擦角	
						C(kPa)	Φ (度)	$f_{ak}(\text{kPa})$
①	素填土	稍压实 ~ 经压实	18.5	4.0	10~12 (15)	15.0 (18)	10 (12)	80~100 (既有路基下 120)
②1	粉质粘土	可塑	18.4	4.0	17	22.0	12.0	120
②2	淤泥质粉质粘土	流塑	16.4	2.5	30	8.0	3.0	55
②3	粉质粘土	可塑	18.7	5.0	20	25.0	15.0	160
②4	中砂	稍密	19.5	*12	28	2.0	30.0	140
③	全风化粉砂岩		18.3	5.0	70	35.0	25.0	250
④	强风化粉砂岩		20.0	20.0	160	48.0	28.0	500
⑤	中风化粉砂岩		/	/	/	/	/	2000
⑥	微风化粉砂岩		/	/	/	/	/	4000

根据国标《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）中附录 A 及国家质量技术监督局发布的《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）的界定，东莞市属抗震设防烈度 6 度区，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计分组为第一组。

勘察期间开孔测得初见水位埋深为 1.20~3.20 米，勘探结束 24h 后观测其稳定水位埋深为 0.40~5.0m，水位高程为 32.89~46.33m。地下水位受季节性影响，据区域水文地质资料，场地地下水位变幅为 1.00~2.00m 左右。抗浮设计水位建议取地面标高以下 0.5 米。

地表水对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。

地下水以上土对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，对钢结构具微腐蚀性。

地下水对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。

6.4.3 设计原则

结构设计应满足工艺设计要求，遵循结构安全可靠，施工方便，造价合理的原则。

结构设计应根据拟建场地的工程地址、水文资料及施工环境，优化结构设计，选择合理的施工方案。

结构设计应遵循现行国家和地方设计规范和标准，使结构在施工阶段和使用阶段均能满足承载力、稳定性和抗浮等承载力极限要求以及变形、抗裂度等正常使用要求。

结构设计按照《建筑工程抗震设防分类标准》及配套规范进行抗震设计。

6.4.4 主要设计参数

1、构（建）筑物结构设计基准期采用 50 年；主体结构设计使用年限 50 年；

2、 构（建）筑物安全等级二级，地基基础等级为乙级，基坑安全等级二级（临山侧），储水构筑物环境类别为二 b 类（与《给水排水工程构筑物结构设计规范》的标准相当）；建筑物环境类别除地下部分及外露的混凝土构件为二 a 类，其余为一类；

3、抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度 0.05g，场地类别为 II 类，场地的特征周期取 0.35s。集约化的水处理箱体及综合楼取为重点设防类，其余为标准设防类。

- 4、基本风压 0.6kN/m^2 ，地面粗糙度 B 类。
- 5、设计构筑物水位按工艺设计最高水位超高 0.20m 计。构筑物抗浮设计水位按照设计地面下 0.5m 计。
- 6、构筑物地面超载施工阶段按 20kN/m^2 计，使用阶段按 20kN/m^2 计（考虑地面其他功能使用）。
- 7、污水处理构筑物最大裂缝宽度允许值取 0.2mm 。建筑物地上部分最大裂缝宽度允许值取 0.3mm ，地下部分取 0.2mm 。
- 8、构筑物平台荷载按不同构筑物取值 $2.0\sim 3.0\text{ kN/m}^2$ ，并按设备安装、检修荷载复核。
- 9、建筑物不上人屋面活载标准值 0.7kN/m^2 ，消防疏散楼梯活载标准值 3.5 kN/m^2 ，办公室活载标准值 2.5 kN/m^2 ，其余活载按荷载规范取值。
- 10、构筑物不计池体侧壁摩阻力的抗浮安全系数 $K_f \geq 1.05$ （抗浮安全等级二级）。

6.4.5 埋地式污水厂的结构特点、重点及难点

（1）结构特点

本工程主要采用集约化的半埋地式箱体设计，主要特点在于将生产区的主要构（建）筑物合建成一个集约化箱体，其中下部水池深度范围约为地面下 8m ，水池的顶板作为操作层楼板，即形成一个两层的半埋地下空间结构，上层为巡视操作层，下层为水池结构。箱体顶板覆土约 1.00m 以种植绿化，可以种植绿化或建设球场等其他功能，隔气除臭，美化环境、提高土地利用率。

箱体内的构（建）筑物有调节池、预处理混凝沉淀池、水解酸化池、中沉池、生物反应池、MBR 膜池、活性物质吸附车间、臭氧接触氧化池、活性炭滤池、紫外消毒池及出水泵房、储泥池及污泥脱水车间、预处理加药间、生物处理及深度处理加药间、鼓风机房等。地面建（建）筑物有臭氧发生器间、液氧站、综合楼、门卫等。

（2）结构重点及难点

本工程结构设计重点在于集约化的箱体（包含结构水池及上部厂房），难点在于超长结构设计、上部箱体的柱网布置以及高填方地基处理。

本工程箱体平面尺寸约 210m*87m，远超规范要求的一般 30m 限值，需要采取减少混凝土水化热、加强配筋，设置伸缩缝等措施，以及跳仓法、后浇带等施工措施，

箱体内的柱网布置应满足结构传力明确合理，且尽量尺寸规整，还应考虑立柱对工艺水流的影响，框架柱结合下部池壁布置并尽可能少凸出池壁。

箱体位于现状坡地上，南侧箱体底板下存在约 10m 以上的厚填土，故需要分层压实强夯处理。厂区南侧高填土还需设置约 16m 高挡墙保证道路环通。

6.4.6 基坑支护

本工程为半埋地式污水厂，采用集约化设计，平面尺寸约 210m × 87m，位于斜坡上。根据场平单位提资，北侧挖方区场平标高

51.00，南侧填方区在清表清淤后压实回填至 42.00 标高，并保证地基承载力不小于 150kpa。场地南侧箱体底标高约 42.00，无需基坑设计。场地北侧在完成 51.00 标高场地平整后，临山侧基坑深度约 5m~10m，相应基坑需要考虑整体开挖及施工操作。

5~10m 深度基坑一般采用钢板桩围护、灌注桩围护、SMW 工法围护、放坡等围护方式。根据实际地形及参考地勘，基坑开挖涉及土层为粉质黏土及强风化泥质粉砂岩，土体力学性质较好，钢板桩沉桩困难，灌注桩、SMW 工法造价较高，故拟采用 1:0.5 放坡开挖，坡内设置钢筋锚杆。

6.4.7 地基与基础

1.地基概况

水池底板承受水池本身及内部水体的全部荷载，并将这些荷载及基础本身重量传递到地基上。选择合适的地基基础方案是保证结构安全的必要条件。

地基及基础设计需要满足以下 3 个要求：

（1）地基承载力要求，即需有足够的承载力以使构筑物承受各种工况下的荷载。

（2）正常使用极限状态要求，即地基的变形应控制在规范允许的范围內。

（3）满足地下构筑物空池工况下的抗浮稳定要求。

地基承载力要求及地基变形要求主要考察基础持力层及其以下受影响土层的地基承载力及压缩模量。若基础影响范围内土层

为填土、淤泥等软弱土质时，自重和外荷载的作用将引起构筑物沉降量过大或不均匀沉降过大，将直接影响构筑物安全和正常使用。解决此类问题有两种途经：一是将影响范围内地基进行处理，使处理后地基满足要求，二是构筑物的荷载通过桩基础直接传到能满足承载力要求的地基上。

抗浮稳定要求需要构筑物在最不利工况下上部结构荷载（包括自重、压重、抗拔力）和水浮力作用下结构保持稳定。抗浮治理措施主要包括控制、减小地下水浮力作用效应和抵抗地下水浮力作用效应两大类。具体方法及其适用性见下表。

表 6.4.7-1 抗浮治理措施及其适用性

功能	类型	方式方法	适用条件
控制、减小地下水浮力作用效应	排水限压法	设置集排水井和抽水井、盲沟、排泄沟、水压释放层等降低水位	具有自排水条件或允许设置永久性降排水措施且配置自动控制降排系统的工程；可与隔水控压法联合使用；需长期运行控制和维护管理
	泄水降压法	设置压力控制系统降低水压力	地下结构底板埋置在弱透水地基土中且可在其下方设置能使压力水通过透水及导水系统汇集到集水系统的工程；可与排水限压法联合使用；需要长期运行控制和维护管理
	隔水控压法	设置隔离系统，控制水头差对基础底板产生的浮力作用	弱透水底层或水头差不大且易于设置隔水帷幕或设置具有隔水功能围护结构的工程；可与排水限压法联合使用；需要长期运行控制和维护管理
抵抗地下水浮力作用效应	压重抗浮法	增加基础底板及结构荷载；增加顶部或挑出结构填筑荷载；设置重型混凝土等压重、填充材料	抗浮力与浮力相差较小的工程；可能影响设计空间和使用功能

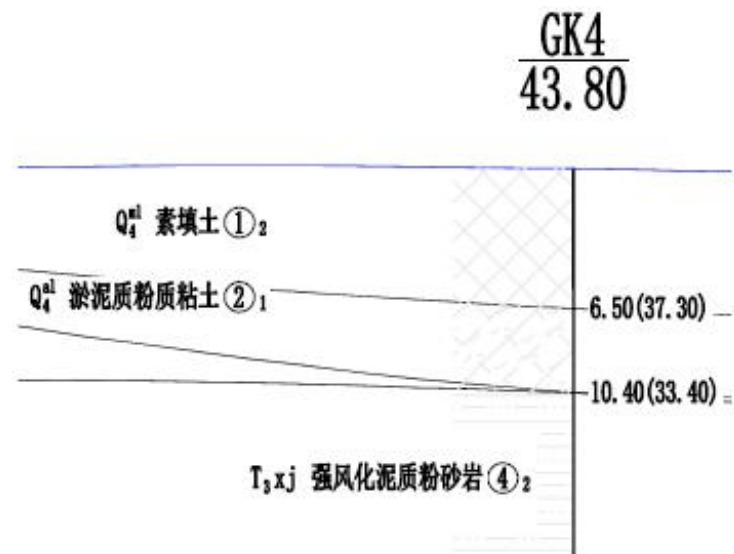
功能	类型	方式方法	适用条件
	结构抗浮法	增加底板或结构刚度和抗拔承载力；利用基坑围护结构增加竖向抗力；连结荷载大结构形成整体抗浮结构	抗浮力分布较小区域地下结构底板刚度不均的工程，有效作用范围不大
	锚固抗浮法	抗浮锚杆、抗浮桩	结构受力合理，不影响建筑功能，后期维护简单

按工艺设计的平面布置和高程设置，本工程箱体一层埋置于地下，箱体上方按 1 层框架结构建筑考虑。其中箱体上部厂房为梁柱结构，重量较轻，上盖框架建筑实施时间未定，下部水池放空后箱体整体抗浮缺口较大，需采用足够的抗浮措施来保证放空条件下结构的安全性。

因本工程箱体位于斜坡上，南侧地势低洼，箱体底板最低处还高于厂外地坪约 4m。故采用底板下设置盲沟结合观测检查井来控制地下水位（排水泄压法）。

2、地基处理方案比选

场地北侧为挖方区，地基为强风化泥质粉砂岩，地基承载力满足要求。对于南侧填方区，根据场平单位交接，场地南侧填土分层压实强夯处理地基至 44.00 标高，填方区地基承载力特征值不小于 150kPa，箱体承载力基本得到保证。而南侧填土区域还存在淤泥质粉质黏土软弱下卧层，承载力不足，压缩变形大，需要进行地基处理。



且综合楼为地面建筑，基底下填土厚度近 17m，且沉降较为敏感，也需要进行地基处理。

地基处理分为刚性处理和柔性处理，刚性处理一般是设置桩基直接和底板连接，柔性处理包括换填、地基加固等，其优缺点简单比较如下：

处理因素	处理方式	
	刚性处理	柔性处理
平面布置	满堂布置 控制沉降差	局部处理软弱地基
造价	高	一般
承载力	高	一般

综合比较，本工程箱体仅南侧地基较差，全部采用桩基造价较高，所以选择柔性处理方式加固地基。根据当地施工经验，选择水泥土搅拌桩加固，且在底板下设置级配碎石褥垫层保证挖方

区和填方区的底板受力均匀。

近期工程整体施工顺序如下：

- 1) 近期全厂清表清淤，挖方区平整至 53.00，且填方区分层压实回填至 44.00 标高；（场平单位实施）
- 2) 地基处理施工；
- 3) 南侧挡墙施工；
- 4) 箱体周边填方区分层压实至建筑物基础标高（约 51.00）；挖方区箱体基坑开挖；
- 5) 箱体及建筑物施工，管线施工
- 6) 分层压实回填至设计地坪。

6.4.8 南侧挡墙

本工程在场地内天然地面上进行大面积填土，由于填土高度较大，需对填土边坡进行稳定设计。填土边坡通常采用衡重式挡土墙、扶壁式挡土墙进行支护，或采用坡率法直接进行放坡。

衡重式挡土墙是指利用衡重台上部填土的重力而墙体重心后移以抵抗土体侧压力的挡土墙，亦是重力式挡土墙的一种。衡重式挡土墙的优点是可利用衡重平台上的填土重、迫使墙身整体重心后移，使基底应力趋于均衡，增加了墙身的稳定性、这样可适当提高挡土的高度。另外重力式挡土墙结构简单，施工方便，施工工期短，能就地取材。衡重式挡土墙的缺点是对地基承载力要求高，工程量大，地基沉降量也比较大。衡重式挡墙的构造形式限制了其基底不可能做得很大，因此就扩散挡墙基底应力而言，

衡重式挡土墙反而不如其他形式的挡土墙，其提高挡土的高度也是比较有限的。

扶壁式挡土墙指的是沿悬臂式挡土墙的立臂，每隔一定距离加一道扶壁，将立壁与踵板连接起来的挡土墙。扶壁式挡土墙的优点是构造简单，施工方便，可以缩短施工周期；墙身断面较小，自身质量轻，利用踵板上土的重量能有效抵抗倾覆滑动；可以较好地发挥材料的强度性能，能适应承载力较低的地基；可以有效降低填方边坡的土方量和占地面积。但是需耗用一定数量的钢材和水泥，特别是墙高较大时，钢材用量急剧增加，影响其经济性能。

坡率法是指控制边坡高度和坡度，无需对边坡整体进行加固而自身稳定的一种人工边坡设计方法。坡率法是一种比较经济、施工方便的方法，对有条件且地质条件不复杂的场地宜优先考虑选用。坡率法占地面积大，对有限场地空间无法使用。

本工程填方高度达 15m，且场地面积有限，采用坡率法向外放坡将会超出红线范围，向内放坡会减少场地使用面积；采用衡重式挡土墙所产生的工程量大，对地基承载力要求高，且地基沉降量也比较大，经济性较差。综上，本工程填方边坡采用扶壁式挡土墙进行支护，考虑到挡墙基底为粉质黏土，不能满足扶壁式挡墙的承载力要求，另需设置桩基础处理地基。

6.4.9 主要工程材料

（1）混凝土

构（建）筑物混凝土强度等级为 C35，构筑物抗渗等级 P8；
填料、垫层 C20。

（2）钢材

采用 HPB300 钢筋，以及 HRB400 钢筋。

预埋铁采用 Q235B 钢。

钢构件：采用 Q235B；喷砂除锈，主构件除锈等级为 Sa2.5 级，其它构件手工除锈等级为 St2 级。所有钢结构构件涂环氧富锌底漆 120 μm ；浅灰色面漆两度。涂层干漆膜总厚度 $\geq$ 180 μm 。

（3）墙体结构

地面以下采用 MU25 混凝土实心砖， Mb10 水泥砂浆砌筑；
地面以上采用 A5.0 蒸压加气混凝土砌块， Mb10 砌块专用砂浆砌筑。砂浆宜采用商品砂浆。

（4）防腐设计

执行防腐设计执行《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015 年版）中 3.5 耐久性设计有关条款和《工业建筑防腐设计标准》GB50046-2018，本项目工程拟建水池内表面（含底板上表面、池壁内表面和内顶面）均进行防水防腐涂料处理，均须设置无机改性聚脲（1mm）或环氧乙烯基酯树脂玻璃钢防腐层(5mm)。

（5）盖板

一般采用盖板采用热浸锌钢格栅单覆面盖板，承载能力满足工作平台活荷载的要求。当洞口跨度 $>2.0\text{m}$ 时，则采用预制钢筋混凝土盖板。

（6） 栏杆

栏杆选用国标图集 15J403-1 中 B7 型不锈钢栏杆，高 1200。

6.4.10新建主要构筑物单体结构设计

1.箱体：1 座

平面尺寸约为 210m×87m，底板埋深 5~10m，顶板覆土 1.0m，现浇钢筋混凝土结构，基底填土分层压实强夯，底板下设置盲沟和 1m 厚砂垫层。跳仓法施工，分块尺寸不大于 40m。

1. 臭氧发生器间、综合楼采用现浇框架结构，筏板基础。筏板下填土分层压实强夯，综合楼下设置小方桩控制沉降。

2. 液氧站采用筏板基础，筏板下填土分层压实强夯。

3. 门卫采用框架结构，独基基础。

4. 挡墙：场地南侧 15m 高差采用 17m 高扶壁式钢砼挡墙，并结合小方桩地基处理。

3.围墙：

围墙采用钢筋混凝土条形基础，天然地基。

6.4.11新材料、新技术的应用

1. 对箱体超长结构，在混凝土添加高效新型外加剂并进行跳仓法施工，以防止温度、混凝土干缩等引起池体开裂，并提高混凝土结构抗渗能力。

2. 为防止污水对混凝土结构的腐蚀作用，影响结构的耐久性，克服水泥砂浆抹面容易裂缝等缺陷，对水池内壁结构表面直接采用高级防腐涂料，提高结构使用寿命。

6.5 建筑设计

6.5.1 设计构思

以周边城市环境为设计基底，打造“集约、高效、融合、生态、低碳、洁净”的全新污水处理厂建筑形式。

1) 场所记忆——“青山密林”，全覆盖式污水厂打造符合周边区域特质的总体环境

本项目地理位置优越，交通便利。在总体环境设计上着重考虑污水处理厂所处的地理位置，将厂区对周边环境的影响降到最低，打造成环境优美，功能健全的绿化空间——为大众带来健康和环保的观念，同时也为城市空间带来绿色视觉节点。

2) 持续发展——打造低碳、生态、环保的污水处理厂

以低碳经济发展为核心，以节约能源、优化能源结构、加强生态保护和建设为重点，通过优良的总体规划和绿色建筑设计，着重在空间布局、交通、能源利用、自然通风等方面进行深化设计，实现本项目的全面低碳排放目标。

本项目将通过新型环保节能材料的运用、自然环境的充分利用，力图打造低碳、生态、环保、可持续发展的企业形象。



3) 开敞空间——追求和谐都市内在含义

建筑设计试图打破污水处理厂与城市景观之间相“对立”，空间较为封闭的特点，将绿化景观渗透、弱化硬质立面等建筑手法运用到本项目中，重塑建筑与城市景观的相对关系，力图打造生态、无违和感的建筑景观立面效果。

4) 慢排缓释——海绵城市理念在建筑中的运用

根据本区的区位特征、地理特征、流域特征、用地特征、开发特征，通过充分论证分析，尝试以海绵城市理念来建设以雨水“蓄、滞、净、用”为主，以“渗、排”为辅，实现年径流总量的控制和雨水循环利用的目标，通过以低影响开发设施和水处理设施的建设减少水污染，通过河道生态改造、海岸生态改造和城市生态空间构建提升城市的生态品质。

设计中将强调优先利用植草沟、雨水花园、绿地等“绿色”措施来组织排水，以“慢排缓释”和“源头分散”控制为主要设计理念。具体措施采用雨水生态净化技术——该技术将传统技术和生态净化技术相结合，采用渗滤系统处理面源污染，采用生物滤池与过滤滤池相结合的方式处理点源污染，采用由截水沟、沉沙井、沉淀池组成的多级过滤系统处理分散式污染的地表雨水径流，形成面源污染生态净化技术、点源污染生物净化技术、分散式地表雨水径流回收利用技术和集成净化技术，实现污染雨水收集、处理和利用的目的。

6.5.2 设计方案特点

总平面布置依据污水厂工艺设计流程、工艺设计总体布局的要求，服从城市总体规划布局，满足城市空间环境景观与功能形态要求。

厂区环境以和谐、清新为出发点，从而贴近自然，融入环境。

本项目拟建建（构）筑物布置紧凑用地集约，力求经济合理地利用土地，提高土地综合利用价值。场地内交通组织简洁清晰，内部道路布置顺畅便捷，人流、车流、服务流线相互独立，互不干扰，满足了交通组织的高效率要求，交通流线转换简单、明确。

道路设计：根据总平面布置，基地内部合理布置道路，单车道为4米，双车道不小于7米，满足平时巡检及消防需求。

6.5.3 建筑单体设计

本项目污水处理厂工程，在造型设计上注重建筑与城市、建筑与环境的整体关系，设计中着重考虑厂区总体效果，以简约、大气、生态、和谐为立面设计原则。建筑细部处理上则追求细致、精巧，形成符合建筑物自身的个性表达与风格符号的建筑元素，给人以清新、舒适的感觉，体现了现代化污水厂建筑生产高效敏捷且又处处追求以人为本的设计理念。上述设计理念贯穿于厂区所有新建建筑物设计过程中。

厂前区主要单体建筑为综合楼，设计的重点在以下几个方面：

1) 满足使用功能要求的同时兼顾景观需求

在满足厂区使用便捷、高效、人性化的功能需求下，着重考虑基地位置及与周边环境景观的关系，将综合楼单独设置，以期获得环境优美、厂区干扰较小的办公环境。空间构成上建筑高低造型与主厂房形成呼应，总体呈现富有变化的空间景观渗透效果。

2) 大气简约的建筑造型兼顾实用性及经济性

综合楼建筑立面造型设计以符合现代工业厂区特质为出发点，总体效果大气简约，以体块穿插及材质对比等设计手段凸现立面效果。立面材质选用上以外墙以仿石涂料、清玻、石材等为主，形成明快、简约，细节丰富的立面效果，与周边景观相互融合，相互渗透。

6.5.4 绿化设计

本项目作为一项环境工程，有必要在自身的环境建设上有所创新，创造一种充满未来主义浪漫色彩的“生态工艺”景观，一方面与处理工艺及其设施紧密结合，同时要与城市的总体风貌相协调，还要与厂区的绿化景观相协调，体现高效、现代、生态之概念。景观设计着重在“节点、路径、地标、边界”等要素上处理，达到以少胜多，以点带面，景又生情的效果，并为各功能区设置绿化隔离带，其间点缀一些必要的艺术小品与休闲设施，创造清洁、卫生、美观的厂区环境。

植物选择的基本要求：

适地适树，选择适应当地气候及土壤条件的植物。

抗污染能力强的植物，根据不同的工厂的污染情况选择不同的抗性树种。

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。

满足生产工艺流程对环境的要求。选择滞尘能力强、无漂毛飞絮的植物。

6.5.5 建筑材料

本项目建筑材料选用上遵循经济环保原则，尽可能采用当地传统

材料，利用可循环材料，以达到节约总投资的目的。

1) 室内地坪以上墙体材料采用蒸压加气混凝土砌块，室内地坪以下采用混凝土实心砖。

2) 门窗选材主要采用彩色铝合金门和窗。生产用房大尺度门采用钢制大门。

3) 外墙采用外墙涂料粉刷或外墙面砖饰面。

4) 内墙粉刷采用内墙无机涂料。

5) 顶棚采用直接板底抹灰刮腻子涂料饰面。

6) 有腐蚀性房间的地面采用耐腐蚀地面，办公及辅助用房采用防滑地砖地面，其它生产用房采用细石砼地面。

7) 屋面采用有保温卷材防水屋面，屋面防水等级为二级，变电站等电气用房部分屋面防水等级为一级。保温材料燃烧性能为 A 级。

8) 栏杆采用拉丝不锈钢栏杆。

6.5.6 建筑节能

各单体建筑在设计、设备选型方面，贯彻执行“开发与节约并重”的能源方针，按照《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2015）和《全国民用建筑工程设计技术措施——节能专篇》的要求，根据技术先进、安全适用、经济合理以及保护环境等原则确定，尽量做到在不增加投资或少增加投资的前提下，取得较为显著的节能效果，在设计中主要采取以下措施：

1) 根据《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2015）的有关规定，广东地区所处气候分区为夏热冬暖地区。

2) 建筑物尽量按照南北向布置。

3) 建筑单体空间设计，在充分满足建筑功能及工艺要求的前提下，对建筑空间进行合理分隔，以改善室内通风、采光、热环境等。

6.5.7 消防设计

本工程总平面布置及单体建筑物的设计均满足《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB 50016-2014）的要求。基地内部设置相应的内部道路，道路转弯半径为 9 米，满足消防需求。地面建筑根据使用功能不同，分别合理设置建筑内部防火分区，满足相关规范要求，设计中每个防火分区面积、每个防火分区安全出口数量均满足规范要求，室内最远点距离该房间直接通向疏散走道的疏散门的距离均达到防火规范要求。

本项目所采用装修材料均为不燃或难燃材料。所用的防火装置、器材及材料均应符合《建筑内部装修设计防火规范》（GB50222-2017）及有关国标及行业规范规定。

6.5.8 无障碍设计

根据《无障碍设计规范》（GB 50763-2012）的要求设置地上无障碍停车位。综合楼建筑入口、入口平台、公共走道、电梯轿厢、侯梯厅进行无障碍设计。

工程所采用装修材料均为不燃或耐燃材料。所用的防火装置、器材及材料均应符合《建筑内部装修设计防火规范》（GB50222-2017）及有关国标及行业规范规定。

6.5.9 经济指标

主要建筑物经济指标：

单体	建筑面积 (m ²)	层数	结构形式	备注
综合处理设施	操作层：19520.00	地上一层	混凝土	含水池及巡检通道
	管廊层：21520.00	地下二层		
臭氧发生器间	480.00	1	框架	地上
变配电间	200.00	1	框架	地上
综合楼	3000.00	3	框架	地上
门卫	50.00	1	框架	地上
建筑面积合计	44770.00			

6.6 电气设计

6.6.1 设计分界面

以工业污水处理厂 10kV 高配间高压配电柜两路 10KV 电源进户电缆终端头为设计分界面，界面以下属本工程电气设计范围，终端头及其以上部分（含电源外线）属当地电业部门范围。

6.6.2 设计内容

本工业污水处理厂工程电气设计包括以下内容：

- 1) 工业污水处理厂新建变电所及变配电装置设计。
- 2) 工业污水处理厂各用电设备供配电设计。
- 3) 工业污水处理厂电缆敷设设计。
- 4) 工业污水处理厂各构筑物及场地照明设计。

5) 工业废水处理厂接地系统及各构筑物接地和防雷设计。

6.6.3 负荷等级及供电电源

本工程用电负荷绝大部分为污水处理生产用电负荷，根据相关设计规范要求，污水处理生产用电负荷应为二级负荷，因此本工程整体负荷等级为二级负荷。

本工程拟向供电部门申请两路 10kV 电源。两路电源一用一备，两路电源一用一备，每路电源均可满足全厂 100%用电负荷的需要。两回路电源采用电缆埋地的敷设方式引入厂区 10kV 高配间。

6.6.4 用电设备情况及配电电压

本工程主要用电设备为 525kW 臭氧发生装置 3 套(2 用 1 备)，3 台 120kW 生反池风机（2 用 1 备），3 台 90kW 膜擦洗风机（2 用 1 备），除上述大功率用电设备外，厂区各构建筑物内有数量较多的小功率用电设备，主要包括污泥泵、刮泥机、搅拌器、电动闸门等。

本工程所有用电负荷配电电压均采用 220/380V 低压配电。

6.6.5 负荷计算

本工程负荷计算采用需要系数法。厂区总计算负荷如下表所示：

装机容量 (kW)	计算容量 (kW)	最大单机负荷 (kW)
约 6596	约 3377	525（臭氧发生装置）

6.6.6 变电所及供配电系统

根据本工程负荷的分布情况及厂区平面布置，本工程拟新建 10kV 高配间一座，10/0.4kV 变电所两座。

变电所内负荷计算结果及变压器配置如下表所示：

变电所名称	装机容量 (kW)	计算容量 (kW)	单机最大负荷 (kW)	变压器容量 (kVA)	变压器负荷率 (%)	单台变压器故障保证率 (%)
1#变电所	2777	1459	120kW (生反池风机)	2×1250 (两常用)	62	81
2#变电所	3819	1918	525kW (臭氧发生装置)	2×1600 (两常用)	62	81

厂区 10kV 侧采用双电源单母线分段带联络的接线形式。

0.4kV 侧采用双变压器单母线分段带联络的主接线方式，进线断路器与母联断路器配置三锁两钥匙机械与电气联锁

6.6.7 无功功率补偿

为各变电所内 0.4kV 低压侧设置无功功率自动补偿装置进行集中补偿。补偿后 10kV 高压电源进线处功率因数达到 0.9 以上。

6.6.8 计量方式

工业废水处理厂计量方式采用高供高计，动力照明合计，高压电源进线侧装设计量表计，厂区 55kW 及以上电动机设置分表内部考量，供节能考核管理。

6.6.9 操作电源

变电所 10KV 高压开关柜的控制、操作电源采用直流 110V，真空断路器采用弹簧储能操作机构。10kV 高配间内设置 DC110V

直流屏一套，采用 40Ah 免维护铅酸蓄电池作为后备电源。

低压设备控制、操作电源采用交流 220V。

6.6.10 控制与起动方式

各工艺设备具有手动、自动两种控制方式。手动控制由 MCC 马达控制中心、就地控制箱或按钮箱上的控制按钮实现。自动控制由厂区 PLC 自动控制系统实现。手动—自动控制转换由设备就地控制箱或按钮箱上的转换开关实现。两种控制方式手动优先，自动次之。

MCC 配电柜或就地控制箱内为每台电动机设备设置短路保护、接地故障保护以及过载保护等。电动机工况和开停、故障信号采用常规数字量信号就近送至厂区自控系统现场控制站，并按需要配置自控、远控措施。设备现场就地设置按钮箱，可完成设备就地手/自动切换、启停控制、急停以及运行状况的指示。

为满足工艺的运行要求及节约能源的考虑，离心鼓风机、潜污离心泵、回流污泥泵等部分电机采用变频调速运行，其余所有电机均采用直接起动方式，电机起动时母线压降控制在 10%以内。

6.6.11 照明设计

照明设计体现“绿色照明”的理念。针对不同的环境及其对照度和显色性的要求不同进行选择。室内生产场所采用高光效、长寿命的 LED 灯。厂区道路照明选用 LED 路灯。变电所及重要控制中心设置应急照明，确保停电后重要的设备控制及人员的安全疏散。

6.6.12 低压系统接地型式与间接接触电击防护

本工程低压配电系统接地型式采用 TN-S 制。

各建构筑物利用结构自然接地体作为接地装置，电气系统工作接地、保护接地以及防雷接地合用接地装置，接地电阻不大于 1 欧姆。

电气装置的外露可导电部分与保护导体相连接。各建构筑物内均实施总等电位联结。

配电线路设置自动切断电源的间接接触防护，一般采用过电流保护电器兼作间接接触防护电器，当其动作特性不满足要求时，采用剩余电流动作保护电器。

6.6.13 防雷与电力设备过电压保护

本工程各新建建筑物的防雷等级根据其预计雷击次数确定。预计雷击次数大于或等于 0.05 次/a，且小于或等于 0.25 次/a 的新建建筑物按第三类防雷建筑物标准设计防雷措施。预计雷击次数大于 0.25 次/a 的新建建筑物按第二类防雷建筑物标准设计防雷措施，小于 0.05 次/a 的新建建筑物不考虑防直击雷措施。

10KV 高压侧装设避雷器作雷电侵入波过电压保护，低压配电柜（箱）进线处设置 SPD 电涌保护装置。进出防雷保护区的金属线路加装防雷保护器，保护器应可靠接地。

6.6.14 电缆敷设方式

厂区构筑物内电缆主要采用穿预埋保护管、沿电缆沟以及电缆桥架敷设的方式。

室外电缆主要采用沿室外电缆沟敷设方式，电缆数量较少区域采用直埋敷设的方式，过路段采用穿预埋过路保护管的方式。

6.6.15 太阳能光伏发电系统

本工程拟在综合楼顶部设置太阳能光伏电池方阵，产生的电能接入综合楼低压配电系统。

6.7 仪表及自控设计

6.7.1 设计采用的主要规范标准及依据

- 《自动化仪表选型设计规范》（HG/T 20507-2014（2017 年复审））
- 《可编程序控制器系统工程设计规范》（HG/T 20700-2014（2017 年复审））
- 《过程测量与控制仪表的功能标志及图形符号》（HG/T 20505-2014）
- 《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116-2013)
- 《仪表系统接地设计规范》HG/T 20513-2014（2017 年复审）
- 《控制室设计规范》HG/T 20508-2014（2017 年复审）

6.7.2 主要设计内容

本工程自控仪表系统的主要设计内容包括：

自动控制系统设计、在线检测仪表设计、安防监控系统设计、基础信息设施系统设计、线缆敷设设计、防过电压及接地设计。

6.7.3 设计原则

（1）自动控制系统以可靠性、先进性、开放性、实用性为原

则设计，保证污水处理厂运行的安全和稳定，保障处理效果，降低运行成本，减轻劳动强度，改善操作环境，满足污水处理厂现代化科学生产管理的需要。

（2）在线检测仪表以适用性、可靠性、先进性、经济性为原则设计，充分考虑处理规模、工艺特点及控制要求等综合因素，对污水处理厂运行参数及设备状态等进行实时监测。

（3）通讯网络以开放性、可靠性、灵活性、远期可扩展性为原则设计，满足自控系统覆盖地域广、传输数据量大、可靠性要求高及便于远期扩展的要求。

（4）安防监控系统以先进性、可靠性、经济性及可扩展性为原则设计，对污水处理厂进行宏观动态监视，满足厂区运营管理和安全防范的需要。

6.7.4 自动控制系统设计

1、自动控制系统总体设计方案

综合污水处理厂工艺过程、构筑物布局、设备和检测仪表分布等相关因素，本工程拟设置一套由中央监控级、现场控制级以及检测执行级三层架构组成的集中管理、分散控制的集散型自动控制系统。

2、自动控制系统具体组成

（1）中央监控级

中央监控级位于综合楼中央控制室内。

设置 3 套中央监控计算机作为中央监控 SCADA 客户机（其中 2 套作为操作员站；1 套作为工程师站，并兼做备用操作员站），对污水处理工艺流程进行监控操作。设置 1 套历史数据服务器，对历史数据进行压缩、存储和管理。

为了直观地显示污水厂的实时工况、各工艺参数的趋势画面和视频监控画面，在中控室内设置 1 套高清 LED 小间距全彩屏，方便管理人员进行集中管理。

另外，还设置 2 台打印机，进行日常报表打印。

(2) 现场控制级

现场控制级由现场控制站组成，采用 PLC 系统。

本工程将在厂区设置 7 个现场控制站，编号分别为 PLC01~ PLC07。各现场控制站负责范围如下：

1#现场控制站 (PLC01)位于预处理区控制室，主要负责调节池、预处理混凝沉淀池、进水仪表小屋、预处理加药间、箱体内相应区域通风风机、环境监测等设备及仪表自控和数据采集。

2#现场控制站 (PLC02)位于生物反应池控制室，主要负责水解酸化池、中沉池、箱体内相应区域通风风机、环境监测等设备及仪表自控和数据采集。

3#现场控制站 (PLC03)位于生物反应池控制室，主要负责生物反应池、鼓风机房、生物处理及深度处理加药间、箱体内相应区域通风风机、环境监测等设备及仪表自控和数据采集。

4#现场控制站 (PLC04)位于 MBR 膜池控制室，主要负责 MBR 膜池及膜设备间各设备及仪表自控和数据采集。该现场控制站由 MBR 膜池成套设备厂家配套提供。

5#现场控制站 (PLC05)位于 MBR 膜池控制室，主要负责活性物质吸附车间、臭氧接触氧化池、活性炭滤池、紫外消毒池及出水泵房、出水仪表小屋、箱体内相应区域通风风机、环境监测等设备及仪表自

控和数据采集。

6#现场控制站 (PLC06)位于泥处理区控制室，主要负责储泥池、污泥脱水机房公辅设备、箱体内相应区域通风风机、环境监测等设备及仪表自控和数据采集。

7#现场控制站 (PLC07)位于泥处理区控制室，主要负责污泥脱水系统各设备及仪表自控和数据采集。该现场控制站由污泥脱水成套设备厂家配套提供。

(3) 成套设备控制系统

厂区成套设备控制系统包括鼓风机系统、精确曝气系统、MBR 膜池系统、活性物质吸附系统、加药系统、紫外消毒系统、变频气压自动给水系统、污泥脱水系统、除臭系统、臭氧发生器间、液氧储罐系统等。由于成套设备本身的操作复杂性，以及成套装置内部各设备的相互关联性，控制系统拟由设备配套供应，各控制系统根据其所处控制层次的不同接入快速工业以太网网络。

(4) 自控通讯网络

在中央监控级，采用 1000M 光纤快速工业以太网，组成环形冗余结构。1000M 光纤快速工业以太网传输距离远和网络速度快的特性适应了中央监控级覆盖全厂地域的特点和大数据量交换的要求；以太网的应用符合现代化信息技术的发展趋势，灵活的拓扑形式和开放的网络协议以便于系统扩展；冗余的通讯网络避免了单一线路故障带来的系统失效，大大提高了可靠性。

在现场控制级，现场控制站和成套设备控制系统之间通过百兆（100M）工业以太网相连，以太网的应用符合现代化信息技术的发展趋势，灵活的拓扑形式和开放的网络协议以便于系统扩展，并可以简化现场设备之间的互联，节省电缆工程量。

3、网络信息安全系统

根据污水厂自控系统网络情况，在网络安全层面和主机防护层面，结合当前主流工控信息安全技术，设置一套网络安全防护系统，通过对生产控制网络中的边界隔离、网络监测、主机防护等安全产品进行集中管理，实现统一配置、全面监控、实时告警等，满足《网络安全等级保护基本要求》内信息安全等级保护要求。

6.7.5 在线检测仪表设计

为配合自控系统的运行，本次工程拟在全厂各工艺段设置与工艺流程相适应的在线监测和分析仪表，主要有：液位/物位计、流量计、压力变送器以及各种类型的水质、气体分析仪等。

6.7.6 安防监控系统

1、视频监视系统设计

为直观地观察污水处理厂内各设备运行情况，进一步丰富中央监控级功能，为调度管理提供直观的图像信息，本工程拟建立一套视频监视系统，由前端视频采集系统、数据传输系统、终端显示管理系统三部分组成。

2、门禁系统

为了对厂区重点生产区域出入口进行管理，设置 1 套门禁系统，可对一体化厂房及厂区重点生产区域（综合楼机房、中控室、实验室、档案室、变电所等）出入口的出、入权限进行设置，记录相关出、入信息，并可与视频监视系统进行联动。

3、周界报警系统设计

为确保厂区运行生产的安全，本工程设置周界报警系统：在厂区围墙设置电子围栏系统，并在厂区大门设置红外对射探头，

厂区门卫值班室的报警主机可实时获取厂区周界各防区的报警情况。

4、火灾自动报警系统设计

综合考虑建筑专业对各构建筑物的定性，以及相关专业对消防给水及灭火设施、防排烟设施等的设置情况，本工程在箱体内部以及综合楼划分的防火分区设置火灾自动报警系统。

本工程设置一套防火门监控系统，对防火门的开启、关闭及故障状态等动态信息进行监控，防火门处于非正常打开或非正常关闭的状态给出报警提示，可现场手动关闭或复位防火门，当火灾发生时接收火灾报警信号，自动控制关闭常开防火门。

6.7.7 基础信息设施系统

1、WiFi 无线网络覆盖系统

为了整体提高污水处理厂的运行管理水平及信息化水平，在整个箱体区及综合楼内规划一套 WiFi 无线网络覆盖系统。

2、无线对讲系统

在中央控制室内设置 1 套无线对讲控制器，负责无线对讲系统的智慧与调度；利用综合网（详见“WiFi 无线网络覆盖系统”描述）的无线网络，运行人员在厂房内巡检时可通过手持设备终端时刻保持与中央控制室及管理部門的通讯。

3、基于室内人员定位及 BIM 的环控系统

为了能够及时、准确的将箱体内部各个区域人员位置及数目等情况动态反映到地面计算机系统，使安防及管理人员能够随时掌握箱体内部运行人员的总数及分布状况，从而可以及时、准确的对

突发情况进行快速救援，本工程拟在箱体内部设置 1 套基于室内人员定位及 BIM 的环控系统。该系统主要由室内人员定位系统服务器、室内人员定位系统软件、室内人员定位系统基站以及人员随身携带的室内定位标签等组成。

4、移动通讯室内分布系统

由于“全覆盖”厂房的钢筋混凝土结构会对电磁波造成严重衰减和屏蔽，因此在厂房内无法正常使用手机等移动通讯设备，因此需设置一套移动通讯室内分布系统，以实现中国移动、中国电信、中国联通等电信运营商移动信号的全覆盖，实现厂房内的移动通讯需求。

5、综合布线系统设计

本工程设置一套综合布线系统，在综合楼电话总机室设置 1 套 100 门电话程控交换机及以太网交换机。在综合楼的各个办公室(功能区域)内 15m² 以下设置 1 个信息插座,15~25m² 设置 2 个信息插座; 25m² 以上设置 3 个信息插座。另外，脱水机房、变电所、各门卫等其他有人值守的建筑物内各设 2~3 门调度电话。

6、公共广播系统

本工程拟设置一套公共广播系统。

公共广播系统拟采用数字网络式公共广播系统，由数字网络广播系统服务器及软件、数字音源设备、数字网络音频终端、扬声器及相关线缆等组成。

根据综合楼以及箱体内部房间分割及防火分区划分情况，划分广播分区，并设置相应数量的数字网络音频终端及扬声器，以达到公共广播系统全覆盖及分区管理。

消防应急广播与公共广播共用。在消防控制室能手动或按预设控制逻辑联动控制选择广播分区、启动或停止应急广播系统，并能监听消防应急广播。在通过传声器进行应急广播时，应自动对广播内容进行录音。

6.7.8 线缆敷设设计

厂房内电缆主要采用穿预埋保护管、沿电缆沟以及电缆桥架敷设的方式。

厂房外电缆主要采用直埋敷设方式，部分穿保护管敷设。

6.7.9 防过电压及接地设计

为确保自控仪表系统能够稳定运行，免受雷电等过电压的冲击，设置防过电压保护系统。由室外引入室内的电源电缆、金属介质通讯总线、信号电缆、视频电缆等均在进户处装设过电压保护装置，抑制暂态浪涌电压，泄放暂态浪涌电压能量，保障设备免受过电压的干扰和侵害。

除特殊注明或有特殊接地要求的仪表外，自控仪表系统与电气共用接地系统，要求接地电阻不大于 1 欧姆，达不到要求时应增加接地极数量或采用降阻措施。

现场仪表的工作接地一般应在 PLC 柜或控制室侧实施，并单点接入接地系统。对于被要求或必须在现场接地的现场仪表应在现场侧接地。

6.8 除臭设计

6.8.1 除臭设计原则

- (1) 满足国家相关环保标准及要求。
- (2) 选用成熟可靠的除臭处理工艺，确保除臭处理效果，经济可靠，创造良好的厂区环境。
- (3) 结合通风要求，完成通风除臭系统设计。
- (4) 合理布置除臭风管系统，避免气体短流情况的出现。
- (5) 结合污水厂具体布置情况合理布置除臭系统，力求紧凑合理，运行维护方便。

6.8.2 除臭设计范围

根据工艺特点，本工程需除臭的单体包括调节池、预处理混凝沉淀池、水解酸化池、中沉池、生物反应池及膜池、储泥池及污泥脱水车间等。

6.8.3 除臭规模

根据需除臭构筑物（建）筑物位置、臭源特性，对各需除臭区域进行系统划分。

本工程臭气来源主要分为三部分，一为预处理单元的臭气，主要包括调节池、预处理混凝沉淀池等产生的臭；二为污水生物处理单元产生的臭气，主要包括生反池、膜池产生的臭气。三是污泥处理单元产生的臭气，主要包括储泥池、污泥脱水机房产生的臭气。

(1) 污水预处理单元：除臭主要针对污水所在的调节池、预处理混凝沉淀池、水解酸化池、中沉池等区域，按单位水面积风量 $10\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，并增加 2 次/h 的液上空间换气量。结合曝气

沉砂池的曝气量，在易散发到大气的地点，如池体顶板附近等布置收集风口，保证臭气不外溢，部分易集中散发臭气的设备部分，分别加设设备密封罩或设备房间，按罩内或房间内空间 8~12 次/h 进行换气。臭气由风管负压收集，至预处理除臭设备集中处理，净化后的气体通过箱顶风道集中输送至排气筒进行排放。

（2）生物反应池单元：除臭主要针对污水缺氧、好氧及膜池等区域，缺氧池按单位水面积风量 $3\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，并增加 2 次/h 的液上空间换气量，好氧池按工艺曝气量的 1.1 倍进行排气并增加 4 次/h 的液上空间换气量。在易散发到大气的地点，如盖板附近等布置收集风口，保证臭气不外溢，臭气由风管负压收集，至生化区生物除臭设备集中处理，净化后的气体通过箱顶风道集中输送至排气筒进行排放。

（3）污泥处理单元：储泥池按照单位水面积风量 $3\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，并增加 2 次/h 的液上空间换气量。污泥泵区域设置隔离罩，按罩内空间 10~12 次/h 进行换气。污泥脱水、输送及料仓等区域的机械设备应首先由相应设备商对设备本身进行密闭，预留排气口接至除臭系统。同时，对污泥干化车间和污泥转运间接操作空间 4~12 次/h 换气次数进行换气。臭气由负压收集，至污泥区生物除臭设备集中处理，净化后的气体通过集中式排气筒进行排放。

本项目总臭气处理量约为 12.0 万 m^3/h ，其中：

（1）1#除臭系统：单套设备收集处理能力 $40000\text{m}^3/\text{h}$ ，共 1 套，主要处理调节及事故池和污泥区臭气；

(2) 2#除臭系统：单套设备收集处理能力 $40000\text{m}^3/\text{h}$ ，共 1 套，主要处理预处理混凝沉淀池、水解酸化及中沉池臭气；

(3) 3#除臭系统：单套设备收集处理能力 $40000\text{m}^3/\text{h}$ ，共 1 套，处理生化处理区和深度处理区臭气。

6.8.4 除臭工艺流程

本工程拟选择两级生物法除臭+活性炭吸附处理工艺进行工程设计。

生物法的工艺流程为：臭气收集→风管输送→生物除臭设备→活性炭罐→排风机→输送风道→集中排气筒。对各臭气源进行局部加盖、加罩密封，通过风管收集系统将各抽气源产生的臭气收集并输送到生物除臭设备中，臭气从顶部进入生物除臭设备，由生物填料表面的生物吸收、分解有害成份，净化气体后置式离心风机排出。

6.8.5 除臭设备

生物除臭设备主要构成：

(1) 生物除臭箱体：应在车间内加工完成后运至现场拼接，生物除臭设备主体为内外双层有机玻璃钢保温双层结构，设备钢制骨架尺寸采用不小于 $80\text{mm}\times 80\text{mm}$ （国标），骨架各向间距不大于 1m 见方焊接而成，承包人须保证除臭设备壳体的强度和刚度。除臭设备必须配置风管接口、管道接口、填料收纳架、填料、检修门、喷淋加湿装置等完善的附件。

(2) 给排水管：除臭设备配套给排水管全部采用 UPVC 或

PP 材质。

(3) 生物填料：不得采用或掺加植物性材料，不得使用需定期更换的吸附填料，保证填料在内的除臭设备整体使用寿命不小于 15 年。

(4) 离心泵：应抗腐蚀，衬氟防腐。需设计备用泵。

(5) 风机：风机选择离心风机，变频控制，有机玻璃钢材质，一用一备。

(6) 电控柜：就地控制，分为电气控制柜和自动控制柜，具有变频器，应由除臭设备供应商配套提供，采用不锈钢材质，防护等级不低于 IP55，每套设备一套。

(7) 其他：除臭系统运行时不应产生二次污染，无固废处置。

6.8.6 臭气收集管道

1、管道布置的一般原则

臭气收集管道的布置需要遵循以下原则：

管道敷设分明装和暗设，应尽量明装，采用架空敷设方式。

布置管道时，对所有管线统一考虑，统一布置，力求简单、紧凑，安装、操作和检修方便，并使管路短，占地和空间少，投资省，在可能的条件下做到整齐、美观。

管道应尽量集中成列、平行敷设，并应尽量沿墙或柱子敷设。

管道与梁、柱、墙、设备及管道之间保持一定的距离，以满足施工、运行、检修和热胀冷缩的要求：管道外壁距墙的距离不小于 150~200mm；管道距梁、柱、设备的距离可比距墙的距离

减少 50mm，但该处不应有焊接接头；两根管道平行布置时，管道外表面的间距不小于 150~200mm。

通风系统各并联管段间的压力损失相对差额不大于 15%，必要时采用阀门调节。

风管的压力损失在计算以后，应附加 10%~15% 的余量。

为便于与箱体顶板、墙壁等的结合安装，造型美观，集中整齐，风管尽量采用矩形截面，其截面尺寸推荐按现行《全国通用风管道计算表》选用。

为排除风管内壁可能出现的凝结水，水平管道应有一定的坡度，以便于放气、放水、疏水和防止积尘。一般坡度为 0.002~0.005。在风管的最低点的底部设专用排水管道就近接至附近污水管道，以在必要时排出冷凝水。

当集气罩（即排气点）较多时，即可以全部集中在一个净化系统中（称为集中式净化系统），也可以分为几个净化系统（称为分散式净化系统）。同一个污染源的一个或几个排气点设计成一个净化系统，称为单一净化系统。

管道应尽量避免遮挡室内采光和妨碍门窗的启闭；应避免通过电动机、配电盘、仪表盘的上空；应不妨碍设备、管件、阀门和人孔的操作和检修；应不妨碍吊车的工作；

管道跨越人行横道时，与地面净距不应小于 2m；跨越公路时，不得小于 4.5m；跨越铁路时，与铁轨面净距不得小于 6m。

管道与阀门的重量不宜支撑在设备上，应设支、吊架。保温

管道的支架上应设管托。

在以焊接为主要联接方式的管道中，应设置足够数量的法兰连接处；在以螺纹连接为主的管道中，应设置足够数量的活接头，特别是阀门附近，以便于安装、拆卸和检修。

管道的焊缝位置一般应布置在施工方便和受力较小的地方。焊缝不得位于支架处。焊缝与支架的距离不应小于管径，至少不得小于 200mm。两焊口的距离不应小于 200mm。穿过墙壁和楼板的一段管道内不得有焊缝。

2、风管支架设计

风管支架的设计参考国家建筑标准设计图集《风管支吊架》（03K132）和《通风管道技术规程》（JGJ/T 141—2017）进行。

支吊架均避开风口处或阀门、检查门和其它操作部位，距离风口或插接管不宜小于 200mm；

风管垂直支架间距应小于或等于 3000mm，每跟垂直风管不应小于 2 个支架；

风管的托座和抱箍所采用的扁钢不应小于 30×4，托座和抱箍的圆弧应均匀且与风管的外径一致，托架的弧长应大于风管外周长的 1/3；抱箍支架的紧固折角应平直，抱箍应箍紧风管；

风管安装后，支、吊架受力应均匀，且无明显变形，吊架的横担挠度应小于 9mm；

每 20m 设置至少一个防止风管摆动的固定支架；

3、管径选择

管径的选择主要在于选取合适的流速，使其技术经济合理。参照《城镇污水处理厂臭气处理技术规程》（CJJ/T 243-2016）进行取值。

一般的恶臭气体收集管道不需要考虑粉尘沉降问题，其风速可按下表选定。

表 6.8.6-1 风速选定表

风管类型	塑料风管	砖及混凝土风道
干管	6~12	4~12
支管	2~6	2~6

4、管材选择

收集风管材质：不锈钢 316L 材料。

不锈钢风管制作安装要求符合《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB50243-2016）。

5、其他

排气筒设置防雷、接地、取样口及取样平台,装置共用一套烟囪。

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，保证能将臭气抽走；在集气罩上设置新风入口，新风口的位置相应于吸风口的位置设置，保证密封空间内气流组织满足相关通风规范要求。



图 6.8.6-1 不锈钢风管沿墙壁安装示例

6.9 暖通设计

6.9.1 设计范围

本工程空调、通风、防排烟系统设计。本次设计范围为新建一体化箱体、综合楼、门卫、臭氧发生间及液氧站的通风、空调、防排烟系统设计。

6.9.2 设计气象参数

夏季空调室外计算干球温度：33.7℃

夏季空调室外计算湿球温度：27.5℃

冬季空调室外计算干球温度：6℃

冬季室外计算相对湿度：72%

夏季通风室外计算干球温度：31.2℃

冬季通风室外计算干球温度：14.9℃

夏季最多风向及其频率：C ESE 21 11%

夏季室外平均风速：2.2m/s

冬季最多风向及其频率：ENE 20%

冬季室外平均风速：2.9m/s

6.9.3 设计内容

1. 空调系统设计

综合楼、门卫设置分体式空调，夏季供冷、冬季供热。

配电间等电气设备用房根据需要采用机房专用分体式空调进行通风降温处理，热负荷根据电气专业提交的发热量进行计算。

2. 通风系统设计

变配电间通风换气量按排除电气设备余热量设计。并设置分体式空调夏季降温。

管廊层设置机械进排风系统，通风量按换气次数 6 次/小时计算。

箱体内存各工艺车间设置机械通风系统，机械排风自然进风。

预处理区、泥处理区、制氧车间设置事故通风系统。采用防爆风机，平战结合；当事故发生时强制开启。

3. 防排烟设计

采用自然排烟的房间有效排烟面积均大于房间面积的 2%。无法满足自然排烟条件的内走道及房间设置机械排烟系统，排烟风机设在专用排烟机房内。排烟量按照最大防烟分区的 $120\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ 计算。

所有防排烟系统的相关风机，防火阀，多叶排烟口等均与消防火灾报警系统连锁。

所有通风及空调系统均采用不燃、难燃的设备和材料，如风管采用镀锌钢板，排烟风管采用加厚镀锌钢板并考虑用耐热材料敷设，空调风管采用离心玻璃棉作为保温材料等。在通风系统和空调系统中风管穿越防火墙、防火隔断处均设有防火调节阀，这些消防用阀门均可手动或自动复位，并与电气专业的消防报警系统连锁。

本工程楼梯间均为可开启外窗的封闭楼梯间。

6.9.4 节能与环保设计

1.环保专篇

1) 所有制冷、空调、通风设备均选用低噪声型并按工艺要求设减振、隔振基础，采用高效、低噪声风机、水泵等设备，并对噪声和振动源的进行消声、减振处理。

2) 风管上按声源的声级及环境要求，设置必要的消声装置。吊装的风机根据重量及转速配用弹簧吊架。风机及空调器进、出风口均采用帆布或橡胶软接头。

3) 机房开向公共区域的门采用防火隔声门。

4) 空调制冷剂采用环保制冷剂，避免破坏臭氧层和引起温室效应。

5) 新风口设置防虫网，并直接采自室外非空气污染区。

6) 空调、通风系统设计的新风量应满足卫生标准，公共卫生间均设置机械排风系统，排风量按 10~15 次/小时换气设计。

2.节能专篇

1) 选用空调机组时, 选用其额定工况下性能系数(COP、IPLV)满足节能规范的产品, 并考虑在实际运行工况和部分负荷时段内的综合性能系数。

2) 选择通风和空调系统风机时, 计算其单位风量耗功率, 所选风机的单位风量耗功率不应高于 $0.27\text{W} (\text{m}^3/\text{h})$ 。设计通过选用高效率的风机、降低管道风速、减少不必要的风管绕行以满足上述要求。

3) 所有直接蒸发式分体空调选择高能效比产品, 一般能效等级高于 2 级。应选用低噪音、高效率的各类设备, 禁止采用淘汰产品。

4) 风管直通室外的风管段设置防止空气窜流的保温控制阀。

6.10 景观设计

6.10.1 设计原则

1、生态性：遵循“以生态为本”的设计理念，整体上采用流畅的设计手法，通过生态池塘、植物、铺装等不同景观设施，实现生态公园厂区的目标；

2、因地制宜、服务总体：注重景观规划设计的整体性，总体上简洁明快，在遵循整体风格的前提下对局部设计进行变化。根据项目地周边环境的不同，充分运用景观设计的各类元素，在构图、材料、质感、植物形态及色彩、平面等各个方面的配合，强化人们在各种活动空间中的视觉美感；

3、自然性：综合不同人群的活动方式，构建和谐的自然公园环境，方案设计的上盖公园以自然生态为设计出发点，依靠植物自然生长和季相变化的特征，创造出不断变化的景观效果；

4、景观延续性：考虑厂区景观和周围的协调效果，以景观设计为依据，让公园在植物的成长中，提升周围文化的成长，成为城市的天然绿廊；

5、以人为本：营造切合厂区理念的主题景观空间，凸显功能原则，强调人们在空间中的舒适性与参与性。

6.10.2设计愿景

努力打造“高标准、生态型、花园式、去工业化”污水处理厂新名片，让厂区融入花园，让花园为厂区增色，使人在厂区中感受景观公园的景观意境。留存城市的那一抹绿，将净水、休闲、生态、科普进行融合，构建起“山、水、田、园、城”于一体的绿色生态网络，打造出一个“生态化、人文化、精细化”的生态景观。

6.10.3设计目标

生态公园式厂区——去工业化的目标，现代城市内工厂景观设计对创造性转型与彻底改造有极大的热情，空间不再被简单的功能主义理念所制约，而是希望创建一个多维度、跨物态的工业场所。因此，采用现代、生态、去工业化的景观设计手法，将公园景观与厂区两者进行结合，打造一个复合多元的现代化生态园区组合体，以自然生态的方式融入城市当中，体现“生态”、“去工

业化”的厂区形态。

6.10.4功能定位

- 1、污水处理功能；
- 2、公共休闲功能；
- 3、公众教育功能；

其中污水处理功能是基础功能，在此基础上的公共休闲功能、公众教育功能是其延伸功能也是去工业化的体现。

6.10.5设计策略

“生态公园式厂区”实现厂区与自然与周边环境和谐共存。

“花园式厂区”以去“生态型”“工业化”为目标体现了人与自然和谐共生的重要景观思想，是从整体有机联系上以自然生态规律来揭示并协调人、厂区、自然环境和社会环境相互的关系。在充分发挥本土植物的基础上打造“四季缤纷，多彩生态”的景观效果，最终实现去工业化的目的并融入周边的生态环境。同时采用一系列的海绵城市设施，通过设置导视科普牌的方法，满足功能使用的同时，也可以进行科普教育作用。

6.10.6景观设施小品设计

景观坐凳

坐凳作为公园重要的设施之一，利用石材与防腐木的结合，从整体设计出发，充分体现休闲及野外的趣味。

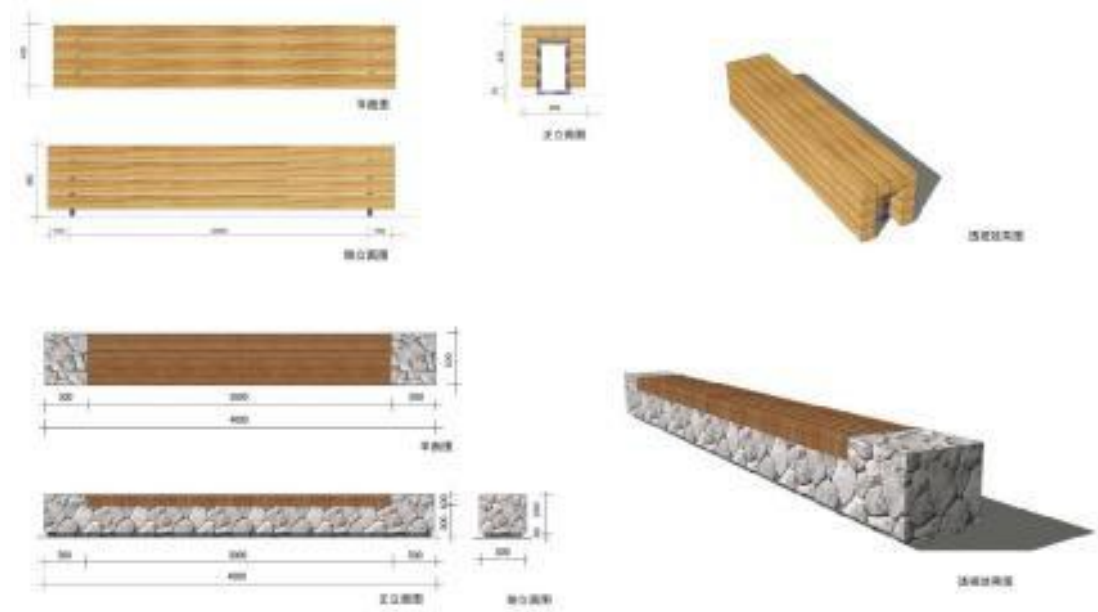


图 6.10.6.1-1 坐凳意向图

垃圾桶

垃圾桶设计造型体现本土的特色文化，材质以古朴的木头及现代化气息浓郁的钢材相结合。



图 6.10.6.2-1 垃圾桶意向图

生态铺装

铺装采用透水花岗岩和透水沥青的材质，使雨水能够得到自然渗透，满足海绵城市建设的要求。停车场也采用生态停车位的样式，达到生态功能性和景观美观性



图 6.10.6.3-1 生态铺装意向图

标识系统

标识系统作为小品之一，能发挥其较强可塑性，功能更齐备、造型更新颖、主题更自然的新型服务设施，成为景观环境中具有特色的景点之一。



图 6.10.6.4-1 标识牌意向图

6.10.7植物设计

一、设计原则

(1) 注重场地设计原则。尊重场地，因地制宜，寻求与场地

和周边环境密切联系，形成整体的设计原则。

（2）协调统一的设计原则。考虑长期的景观效果，根据不同的区块属性以不同的手法配置，使其形成风格统一而各有韵味的景观空间。

（3）注重时效的原则。景观能随着季节变化呈现不同的景观效果。

（4）注重地域景观再现原则。针对片区的人文条件，塑造具有当地特色的景观。

（5）注重生态的设计原则。设计尊重自然、适地适树，采用少病虫害，自我调节能力强，易于养护和管理的植物。

二、设计理念

以“繁花雅韵，四季香彩”为核心理念，利用芬芳植物营造可观可嗅的互动花园式景观特色。

绿化策略一：以疏影暗香为主：营造舒缓空间结合场地地形特征，以仿自然的种植形式，营造“绚丽多彩，香满厂区”，营造四季有彩，四季有景的丰富的植物景观。在植物品种选择过程中多选择开花植物，如宫粉紫荆、红花羊蹄甲、深山含笑等，同时在景观节点处以花境的形式进行点缀。多彩芳香的景观空间活跃场地氛围的同时愉悦工作人员。

绿化策略二：选用芳香植物，闻香识源：结合场地不同区域的设计，选用不同的芳香植物、闻香识源。各种芬芳植物组成芳香合奏曲。芳香植物给人心旷神怡的感觉，具有药用价值。芳香

植物不但通过光合作用吸收二氧化碳、放出氧气来净化空气，而且还具有吸收其他有害气体、吸尘、减噪、调节温湿度等作用，令环境清新洁净、幽雅宜人。

在植物选择上，借予自然式的布置，多维度的植物配置手法来增加空间的层次感。在植物品种选择过程中多选择具有安神、舒心的乔木芳香植物，如木兰科的白兰、深山含笑、含笑等；如草本芳香植物香茅、紫娇花等。多样的植物品种丰富视觉感官的同时，突出场地的特殊性。

策略三：多选用乡土植物：加大特色的乡土植物运用，降低养护成本的同时可展现自然生态的景观效果。优良的乡土植物如小叶榕、朴树、铁冬青、山杜英、乌桕等。



图 6.10.7-1 乔木意向图



图 6.10.7-2 地被意向图

第七章 消防设计专篇

7.1 地下箱体消防设计

(1) 耐火等级

本工程综合处理设施箱体的耐火等级为一级，其余地面建筑耐火等级为二级。

(2) 火灾危险性类别

按国家现行《建筑设计防火规范(2018 版)》(GB50016-2014)要求，厂内主要建、构筑物火灾危险类别见下表。

乙类火灾危险等级建筑如臭氧发生器间、液氧储罐置于地面，根据《建筑设计防火规范》，与其他建筑物最小应有 14m，本工程总平面设计按照不小于 15m 控制，满足规范要求。本工程地下建筑物火灾危险类别均为戊类，构筑物均为水池，不区分火灾危险性类别。

表 7.1-1 建筑物火灾危险性类别

序号	名称	数量	耐火等级	火灾危险类别
101	综合处理设施箱体	1	一级	戊类厂房
115	臭氧发生器间	1	一级	乙类厂房
117	综合楼	1	二级	公共建筑
118	门卫	1	二级	公共建筑

(3) 厂房的防火分区

按照《建筑设计防火规范(2018 版)》GB 50016-2014 的条文规定，对各建筑单体进行了消防设计。根据使用功能不同，分别

合理设置建筑内部防火分区，满足相关规范要求。设计中每个防火分区面积、每个防火分区安全出口数量均满足规范要求，室内最远点距离该房间直接通向疏散走道的疏散门的距离均达到防火规范要求。

表 7.1-2 厂房层数和防火分区的最大允许建筑面积

生产的火灾危险性类别	厂房的耐火等级	最多允许层数	每个防火分区的最大允许建筑面积 (m ²)			
			单层厂房	多层厂房	高层厂房	地下、半地下厂房(包括地下室、半地下室)
甲	一级	宜采用	4000	3000	—	—
	二级	单层	3000	2000	—	—
乙	一级	不限	5000	4000	2000	—
	二级	6	4000	3000	1500	—
丙	一级	不限	不限	6000	3000	500
	二级	不限	8000	4000	2000	500
	三级	2	3000	2000	—	—
丁	一、二级	不限	不限	不限	4000	1000
	三级	3	4000	3000	—	—
	四级	1	1000	—	—	—
戊	一、二级	不限	不限	不限	6000	1000
	三级	3	5000	3000	—	—
	四级	1	1000	—	—	—

表 7.1-3 厂房内任一点到最近安全出口的距离 (m)

生产类别	耐火等级	单层厂房	多层厂房	高层厂房	地下、半地下厂房或厂房的地下室、半地下室
甲	一、二级	30	25	—	—
乙	一、二级	75	50	30	—
丙	一、二级	80	60	40	30
	三级	60	40	—	—
丁	一、二级	不限	不限	50	45
	三级	60	50	—	—
	四级	50	—	—	—
戊	一、二级	不限	不限	75	60
	三级	100	75	—	—
	四级	60	—	—	—

(3) 厂房的安全疏散

根据《建筑设计防火规范(2018 版)》GB50016-2014:

“厂房的安全出口应分散布置,每个防火分区、一个防火分区的每个楼层,其相邻 2 个安全出口最近边缘的水平距离不应小于 5m”。“厂房的每个防火分区、一个分火分区内的每个楼层,其安全出口的数量应经计算确定,且不应少于 2 个”。

“地下、半地下厂房或厂房的地下室、半地下室,当有多个防火分区相邻布置,并采用防火墙分隔时,每个防火分区可利用防火墙上通向相邻防火分区的甲级防火门作为第二安全出口,但每个防火分区必须至少有 1 个直通室外的安全出口”。

“厂房内任一点到最近安全出口的距离不应大于下表的规定:

表 7.1-4 厂房内任一点到最近安全出口的距离 (m)

生产类别	耐火等级	单层厂房	多层厂房	高层厂房	地下、半地下厂房或厂房的地下室、半地下室
甲	一、二级	30	25	—	—
乙	一、二级	75	50	30	—
丙	一、二级	80	60	40	30
	三级	60	40	—	—
丁	一、二级	不限	不限	50	45
	三级	60	50	—	—
	四级	50	—	—	—
戊	一、二级	不限	不限	75	60
	三级	100	75	—	—
	四级	60	—	—	—

为确保发生火灾时，人员能及时逃离现场，本次设计厂房内任一点到最近安全安全出口的距离不大于 60m，每个防火分区至少设置 1 个直通室外的独立安全出入口，并利用防火墙上通向相邻防火分区的甲级防火门作为第二安全出口。

(4) 室内消火栓与自动喷淋系统

考虑在每个防火分区均设置室内消火栓系统。根据规范要求，消火栓用水量 10L/s，同时使用水枪数是为 2 支，每根竖管最小流量为 10 L/s。

根据规范《建筑设计防火规范(2018 版)》GB50016—2014 第 3.3.3 条，厂房内设置自动灭火系统时，每个防火分区的最大允许建筑面积可按本规范第 3.3.1 条的规定增加 1.0 倍。本工程根据防火分区的划分，部分区域需要设置自动喷淋系统。厂区地下空间火灾危险等级为中危险级 I 级，自动喷水给水系统消防水量 251/s，

为独立消防供水系统。在消防泵房设自动喷淋泵、湿式水力报警阀，每个防火分区设信号阀及水流指示器。喷头采用直立型玻璃球洒水喷头。

(5) 灭火器设置

根据《建筑设计防火规范(2018 版)》GB50016—2014 中第 8.1.10 条，“厂房、仓库、储罐(区)和堆场，应设置灭火器。”。地下污水处理厂地下箱体内各个防火分区均按《建筑灭火器配置设计规范》配置磷酸氨盐干粉灭火器。

(6) 火灾报警

综合考虑建筑专业对各构建筑物的定性，以及相关专业对消防给水及灭火设施、防排烟设施等的设置情况，本工程在箱体内以及综合楼划分的防火分区设置火灾自动报警系统。

本工程设置一套防火门监控系统，对防火门的开启、关闭及故障状态等动态信息进行监控，防火门处于非正常打开或非正常关闭的状态给出报警提示，可现场手动关闭或复位防火门，当火灾发生时接收火灾报警信号，自动控制关闭常开防火门。

(7) 消防设备配电

地下厂区的应急照明配电箱根据防火分区布置，每个防火分区一套，负责该分区内的应急照明和疏散指示的配电，配电箱均采用二路 380V 电源进线，一路引自二分变内照明配电柜，一路引自 EPS 柜，二路电源在应急照明配电箱内自切。

(8) 地下箱体区通风机配电

地下厂区通风机与有毒气体检测仪表联动，当仪表检测出有毒气体时通过 PLC 控制通风机启动，确保地下工作人员的安全。地下厂区通风机在人员出入口设控制按钮和指示灯，方便巡视工

作人员操作和了解通风机工作状态。

（9）地下箱体运行安全监控

本工程为地下污水厂，如果发生毒气聚集、火灾、水浸等状况，会对污水厂运行及人身安全产生影响，因此必须预防毒气聚集、火灾、水浸等情况的发生。本工程在自控设计中采用各种有效措施，以确保全地下污水厂安全运行。

首先，为了防止毒气聚集对操作人员及设备的伤害，设置齐全的安全防护检测仪表，包括：有毒有害气体监测（硫化氢、 CH_4 ）、温/湿度测量仪等，当毒气聚集、环境状况对人员安全及设备有危害时，联动声光报警器进行区域内现场报警、在中控室进行上位系统声光报警，并启动通风机进行通风。

其次，设置完善的火灾报警系统，同时所有自控线缆均采用阻燃型电缆，其中火灾自动报警系统的供电线路、消防联动控制线路应采用阻燃耐火电缆，当火灾发生时，及时发出报警信号，相关火灾区域声光报警，切断非消防电源，连锁启动相应的排烟风机。

（10）暖通消防

小于 300 平方米的走道、办公室等房间利用可开启外窗自然排烟或者机械排烟，储烟仓内的自然排烟开窗面积不小于排烟区域面积的 2%。长度超过 20 米的封闭内走道、长度超过 60 米的不满足开窗条件的走道设机械排烟系统，系统排烟量根据最大的防烟分区面积 $\times 120\text{m}^3/\text{h}$ 计算。当房间面积大于 100m^2 且经常有人停留或可燃物较多的房间，优先采用自然排烟，排烟面积不小于该场所地面面积的 2%，不能满足自然排烟要求的场所采用机械排烟。

箱体中间车道采用自然排烟方式，于车道上方设置不小于车道面积 2%的百叶，补风由两端出入口补入。

所有风管穿越防火分区和机房隔墙、楼板均安装防火阀；所有空调风管、水管采用不燃材料；风管保温、水管保温材料亦采用不燃材料；

消控中心可在火灾时停止相关的空调及通风设备并对防排烟系统进行控制。

（10）事故情况下人员疏散方案

根据地下污水处理厂地下箱体的特点，管理部门应结合消防措施制定相应的应急预案，以满足事故情况下人员能够顺利疏散。应急预案应至少包含以下内容：

- 1) 应成立应急疏散组织机构，明确职责；
- 2) 储存疏散人员需要的劳动保护物资，并且进行定期检查、维护和保养；
- 3) 明确疏散出口要求。严禁在疏散出口等位置堆放物品，保证通道畅通；
- 4) 应急照明和疏散指示标志。在疏散通道必要位置、疏散人员密集场所设置事故应急照明灯，保持使用有效；事故疏散指示标志采用国际通用标识，并且应能够在黑暗或烟雾情况下发出醒目光亮，便于识别；
- 5) 工作井中配置必要的劳防用品（防毒面具、手套等）。

7.2 厂区消防设计

（1）防火间距

本工程为污水处理厂，所有建筑物与周边建筑的间距符合建筑设计防火规范的要求。

（2）消防车道

依据《建筑设计防火规范》第7章有关规定，工厂、仓库区内应设置消防车道。

占地面积大于 3000m^2 的甲、乙、丙厂房或占地面积大于 1500m^2 的乙丙类仓库，应设置环形消防车道，确有困难时，应沿建筑物的两个长边设置消防车道。

消防车道的净宽度与净空高度均不小于 4m ，供消防车停留的空地其坡度不大于 3% ，普通消防车转弯半径不小于 9m ，登高消防车转弯半径不小于 12m 。

本工程厂区道路构成环形，主要道路宽度为 6m ，转弯半径 9m 。厂内所有建、构筑物至少有一个长边面向道路，道路中心间距不超过 160m ，道路宽度、转弯半径及道路间距均满足《建筑设计防火规范》的有关消防车道最小宽度为 4m ，最小转弯半径为 9m 的要求。

（3）室内外消火栓

按《建筑设计防火规范》中表 8.2.2-1 规定，本工程同一时间内火灾次数为一次。

室外消防水量按需水量最大的一座建筑物计算。本工程室外消防需水量最大的一座建筑物为综合楼， $5000 < V \leq 20000$ ，室外消火栓用水量为 25L/s 。设置室外消防系统给水压力满足最不利点的消火栓水枪压力要求，厂区室外消火栓布置间距不大于 120m 。消火栓栓口处水压不小于 10m 。

室内消防水量按需水量最大的一座建筑物计算。本工程室内消防需水量最大的一座建筑物为综合楼， $5000 < V \leq 20000$ ，室内消火栓用水量为 15L/s，同时使用水枪数为 3 支。水枪充实水柱不小于 13m。

室外消防系统为临时高压制，与室内消火栓系统共用消火栓泵及稳压泵组。消火栓水泵参数：Q=40L/s，H=70m，P=75kW，两台，一用一备。消火栓稳压泵组参数：包含水泵 2 台，Q=1L/s，H=40m，P=0.75kW，一用一备，气压罐 1 个，有效容积 V=150L。

（4）室内喷淋系统

根据规范《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 版)3.3.3 条，厂房内设置自动灭火系统时，每个防火分区的最大允许建筑面积可按本规范第 3.3.1 条的规定增加 1.0 倍。本工程根据防火分区的划分，综合处理设施部分区域需要设置自动喷淋系统。在消防泵房设自动喷淋泵、湿式水力报警阀，每个防火分区设信号阀及水流指示器。喷头采用直立型玻璃球洒水喷头。

按照《自动喷水灭火系统设计规范》（GB 50084-2017）第 5 节基本参数，地下箱体按中危险 I 级选取，喷水强度为 6（L/min·m²），作用面积 160m²，并考虑 1.3 的系数，则一体化处理箱体自动喷水灭火系统设计流量取 25L/s，火灾延续时间按 1h 考虑。系统采用临时高压制。喷淋水泵参数：Q=25L/s，H=60m，P=30.0kW，两台，一用一备。喷淋稳压泵组参数：包含水泵 2 台，Q=1L/s，H=40m，P=0.75kW，一用一备，气压罐 1 个，有效容积

V=150L。

（5）消防水源

根据塘厦镇 202207 地块给水管网规划，厂区消防水源由市政供水管网提供，从污水厂邻近市政道路 DN400 管道接入，压力按 0.14MPa 考虑，厂区消防管道管径 DN200。

本工程在综合处理设施箱体内设置有消防水池，供室内、室外消防用水。消防水池内贮存 2 小时的室内外消火栓水量(288m³)及 1 小时的喷淋水量（90m³），有效容积不小于 378m³。

（6）建筑灭火器设计

根据《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB50016-2014）中第 8.1.6 条，“除住宅外的民用建筑、厂房（仓库）、储罐（区）、堆场应设置灭火器；住宅宜设置灭火器或轻便消防水龙。灭火器的配置设计应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140-2005）的有关规定。”地下箱体各个防火分区、厂区内各建筑物均按《建筑灭火器配置设计规范》配置磷酸氨盐干粉灭火器，用以有效地扑灭初期火灾。

按《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140-2005）相应配备灭火器。灭火器配置场所所需的灭火级别按下式计算：

$$Q=K \times S/U$$

式中：Q—灭火器配置场所的灭火级别（A 或 B）

S—灭火器配置场所的保护面积（m²）

U—A 类火灾或 B 类火灾的灭火器配置场所相应危险等级的

灭火器配置基准， m^2/A 或 m^2/B

K—修正系数。无消火栓和灭火系统的， $K=1.0$ 。

第八章 海绵城市设计专篇

8.1 海绵城市定义

海绵城市指导下的低影响开发指在场地开发过程中采用源头、分散式措施维持场地开发前的水文特征。核心是维持场地开发前后水文特征不变，包括径流总量和峰值流量。从水文循环角度，要维持径流总量不变，就要采取渗、蓄等方式，实现开发后一定量径流量不向外排；要维持峰值流量不变，就要采取滞留、调节等措施削减峰值、延缓峰值时间。通过低影响开发建设可以实现的生态目标有：保护水质、减少径流量、延长径流集聚时间、削减洪峰、补充地下水、减少土地侵蚀等。通过低影响开发雨水综合利用，修复由于土地开发活动对生态系统造成的破坏，尽可能将其恢复到开发建设前的水平，进而实现控制面源污染、保护水体和补充河流基流的目标。

8.2 设计依据

（1）《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建（试行）》（国家住建部，2014 年 10 月）

（2）《东莞市海绵专项规划》（东莞市城乡规划局，2019 年 1 月）

8.3 海绵城市建设目标和指标

8.3.1 海绵城市建设指标体系

为推进海绵城市建设，落实重点建设任务，考虑本地水生态、水环境、水资源、水安全等方面存在的问题，按照科学性、典型

性并体现东莞市自然本地特征的原则，依据《海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）》等国家相关政策要求，在《东莞市海绵专项规划》中，确定了东莞市海绵城市建设的六大类共 15 项指标，具体指标近、远期目标值如下表所示。

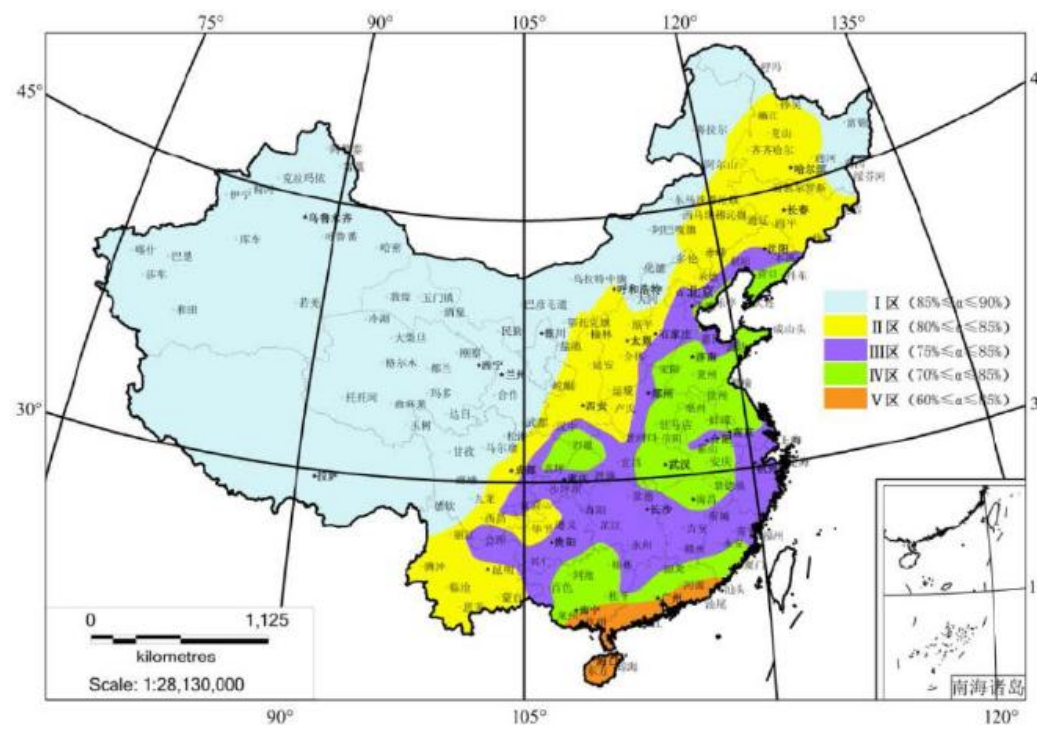
类别	序号	指标	现状值（2016）	目标值		约束性/鼓励性
				近期（2020 年）	远期（2030 年）	
一、水生态	1	年径流总量控制率	约 65%	20%城市建成区年径流总量控制率达到 70%	80%城市建成区年径流总量控制率达到 70%	定量（约束性）
	2	水域面积率	10.11%	现状水面率不减少		定量（约束性）
	3	生态岸线恢复比例	——	50%	90%	定量（约束性）
二、水环境	4	水环境质量	地表水功能区水质达标率为 63.6%	地表水功能区水质达标率达到 75%	地表水功能区水质达标率达到 90%	定量（约束性）
	5	城市面源污染控制	——	• 旱季排水管道不得有污水进	• 基本建成分流制排水体制	定量（约束性）

类别	序号	指标	现状值（2016）	目标值		约束性/鼓励性
				近期（2020 年）	远期（2030 年）	
三、水资源				入水体 • 城市面源污染削减率达到 30%	• 城市面源污染削减率达到 50%	
	6	城镇建成区黑臭水体消除率	现状黑臭水体有 10 条	100%	100%	定量（约束性）
	7	污水再生利用率	3.51%	石马河流域、茅洲河流域城市再生水利用率达到 20%（含生态补水）	全市城市再生水利用率达到 20%（含生态补水）	定量（约束性）
四、水安全	8	城镇集中式饮用水源水质达标率	100%	100%		定量（约束性）
	9	城市内涝防治标准	——	50 年一遇		定量（约束性）
	10	防洪（潮）标准	• 东莞大堤为 100 年一遇，其他主要河流为 20~50 年一遇	50~100 年一遇		定量（约束性）
五、制度建设及执行情况	11	规划建设管控制度	——	编制《东莞市海绵城市规划建设管理办法》，并严格执行	严格执行海绵城市规划建设管控制度	定性（约束性）
	12	蓝线、生态控制线划定与保护	• 尚未编制蓝线规划 • 正在修编《东莞市生态控制线规划》 • 已制定《东莞市生态控制线管理暂行办法》	• 编制《东莞市城市蓝线规划》，并制定《东莞市蓝线管理暂行办法》	• 严格落实蓝线、生态控制线管理 • 严格执行《东莞市蓝线管理暂行办法》及《东莞市生态控制线管理暂行办法》	定性（约束性）
	13	技术规范与标准建设	已编制《东莞市海绵城市建设技术导则（试行）》和《东	编制东莞市海绵城市建设水务技术指引、交通基础设施	适时修订、完善海绵城市相关技术标准，并严格执行	定性（约束性）

类别	序号	指标	现状值（2016）	目标值		约束性/鼓励性
				近期（2020 年）	远期（2030 年）	
			莞市海绵城市建设技术——低影响开发雨水控制与利用工程设计标准图集（试行）》	技术指引、园林绿化技术指引、建筑与小区技术指引，并严格执行		
	14	绩效考核与奖励机制	——	- 制定《东莞市海绵城市绩效考核办法》及年度实施细则（2018~2020） - 制定《东莞市海绵城市激励办法》	适时修订绩效考核与激励办法，并严格执行	定性（约束性）
六、显示度	15	连片示范效应	——	城市建成区 20% 以上的面积达到目标要求	城市建成区 80% 以上的面积达到目标要求	定量（约束性）

8.3.2 年径流总量控制率-设计降雨量曲线

根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》，东莞市属于 V 区，年径流总量控制率应为： $60\% \leq \alpha \leq 85\%$ 。



根据《东莞市海绵城市建设技术导则（试行）》，东莞市年径流总量控制率及年降雨场次控制率与设计降雨量的关系如下所示。

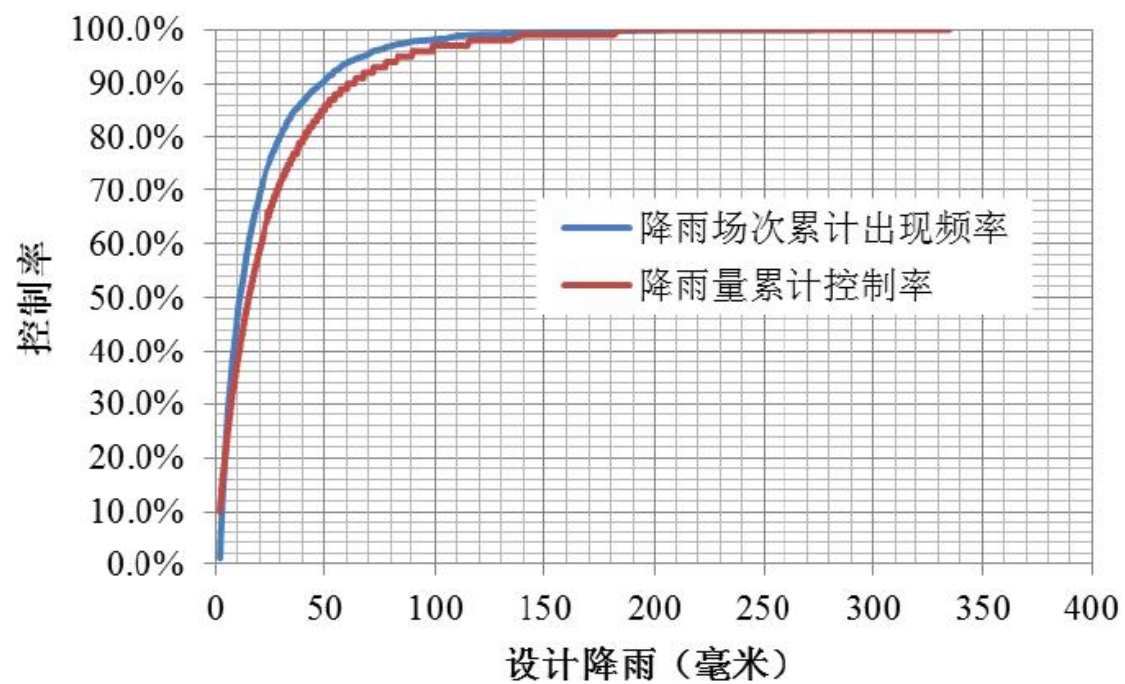


表 8.3.2-1 东莞市年径流总量控制率与设计降雨量之间的关系表

年径流总量控制率（%）	60	65	70	75	80	85
设计降雨量（mm）	21.0	24.5	28.7	34.1	40.9	49.0

根据《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建》的要求，东莞市年径流总量控制率应在 $60\% \leq \alpha \leq 85\%$ ，对应设计降雨量在 21.0mm-49.0mm 之间。

综上所述，通过模型分析，如按照开发后年径流不大于开发前的目标，则东莞市年径流总量控制率不低于 70%，该取值范围也符合《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》所规定的范围。

一方面，东莞市经济发达，从经济可承受的角度来讲，其年径流总量控制率目标不宜过低。

另一方面考虑到东莞市降雨量大，夏季暴雨频发，且现状建成度高，建筑密度大，从本身技术角度来讲，过高的年径流总量控制率目标会带来大量的城市建设区改造，难以实现。综合考虑上述几个因素，本次东莞市年径流总量控制率目标取值 70%。

根据东莞市近 30 年的气象资料统计，东莞市 70%年径流总量控制率对应的设计降雨量为 28.7 毫米，即要实现 70%年径流总量控制率的目标，海绵城市各项设施需容纳单位面积用地上不低于 28.7 毫米的降雨量。

8.3.3 海绵城市建设影响因素

海绵城市建设雨水径流及污染物的控制效果受降雨特征、土壤类型、下垫面种类、地面坡度等因素的影响。

本项目将结合东莞雨型、土壤、建成度，从需求、经济适用等要求出发，合理分区确定各管控单元的海绵城市建设年径流总量控制率目标。

8.4 本项目海绵城市（低冲击开发）主要目标

（1）径流量控制目标

根据海绵城市设施设计要点，按不同用地性质分类制定东莞市建设项目管控指引。海绵城市设施的设计应按设计要点进行深化设计，各项设施具体参数及设计方法参照国家、地方相关规范。文物古迹用地（A7）、外事用地（A8）、宗教设施用地（A9）、三类工业用地（M3）、三类物流仓储用地（W3）、城市轨道交通用地（S2）、交通枢纽用地（S3）、环保设施用地（U23）等 8 类

用地不适宜建设海绵城市设施。除以上 8 类用地外，将东莞市建设项目按照建设用地类型分为六类，分类明确建设要点。

污水处理厂属于公用设施，根据《东莞市海绵城市专项规划》，年径流总量控制率目标为 $\geq 65\%$ 。

（2）污染物控制

污染物（以 SS 计）削减 50%。

8.5 设计原则

- （1）以源头控制为主，减少集中调蓄设施的规模；
- （2）结合厂区功能需求，设置集约式的海绵化设施；
- （3）厂区海绵城市设计应与景观设计相结合，做到协调统一。

8.6 设施规模计算方法

8.6.1 雨水管渠计算

雨水管渠按照推理公式法设计，并通过数学模型法校核。

东莞市暴雨强度公式：

$$q = \frac{3717.342 \times (1 + 0.533 \lg P)}{(t + 14.533)^{0.729}}$$

其中：q——设计暴雨强度(L/s·hm²)；

P——设计重现期(a)，取 P=5；

t——设计降雨历时(min)， $t=t_1+t_2$ ；

t₁——地面集流时间，t₁ 取 10 分钟

t₂——管道内雨水流行时间

8.6.2 年径流总量控制率计算

海绵城市设计的核心目标，是年径流总量控制率和污染物去

除效果（SS 计）。当以径流总量控制为目标时，地块内各低影响开发设施的设计调蓄容积之和，即总调蓄容积（不包括用于削减峰值流量的调节容积），不低于上述根据目标控制率计算得出的地块总产流量。计算总调蓄容积时，按照如下原则：

- 1) 顶部和结构内部有蓄水空间的 LID 设施（如雨水花园、蓄渗带、透水铺装等）的蓄水量计入总调蓄容积。
- 2) 转输型植草沟、明沟、初期雨水弃流、人工土壤渗滤等对径流总量削减贡献较小的设施，其调蓄容积不计入总调蓄容积。
- 3) 受地形条件、汇水面大小等影响，设施调蓄容积无法发挥径流总量削减作用的设施（如较大面积的下沉式绿地，往往受坡度和汇水面竖向条件限制，实际调蓄容积远远小于其设计调蓄容积），以及无法有效收集汇水面径流雨水的设施具有的调蓄容积不计入总调蓄容积。

低影响开发设施设计调蓄量采用容积法进行计算。

$$V=10H\phi F$$

式中：V——设计调蓄容积（ m^3 ）；

H——设计降雨量（mm）；

ϕ ——综合雨量径流系数，按地块下垫面比例加权平均计算；

F——汇水面积（ hm^2 ）。

8.6.3 年径流污染控制率计算

径流污染控制也是本次海绵城市建设的目标之一，污染物指标可采用悬浮物（SS）、化学需氧量（COD）、总氮（TN）、总

磷（TP）等。

城市径流污染物中，SS 往往与其他污染物指标具有一定的相关性，因此，一般可采用 SS 作为径流污染物控制指标，低影响开发雨水系统的年 SS 总量去除率一般可达到 40%-60%。年 SS 总量去除率可用下述方法进行计算：

年 SS 总量去除率=年径流总量控制率×低影响开发设施对 SS 的平均去除率

低影响开发设施对雨水径流总量、径流峰值和污染物去除效果参考下表所示：

表 8.6.3-1 LID 设施比选表

单项设施	功能					控制目标			处置方式		经济性		污染物去除率 (以 SS 计, %)	景观效果
	集蓄利用雨水	补充地下水	削减峰值流量	净化雨水	转输	径流总量	径流峰值	径流污染	分散	相对集中	建造费用	维护费用		
透水砖铺装	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	80-90	—
透水混凝土	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	√	—	高	中	80-90	—
透水沥青	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	√	—	高	中	80-90	—
雨水花园	○	●	◎	●	○	●	◎	●	√	—	中	低	70-95	好
转输型植草沟	◎	○	○	◎	●	◎	○	◎	√	—	低	低	35-90	一般
干式植草沟	○	●	○	◎	●	●	○	◎	√	—	低	低	35-90	好
湿式植草沟	○	○	○	●	●	○	○	●	√	—	中	低	—	好
绿色屋顶	○	○	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	高	中	70-80	好

注：1、●——强◎——较强○——弱或很小；

2、SS 去除率数据来自美国流域保护中心（CenterForWatershedProtection，CWP）的研究数据。

8.6.4 设施渗透量计算

顶部和结构内部有蓄水空间的 LID 设施

本项目对有蓄水空间的 LID 设施计算其调蓄量时，考虑材料、施工、维护等不确定因素，结构层渗透量不计入调蓄容积，有蓄水空间的 LID 设施渗透排空时间计算按照如下公式：

$$t_s = W_p / KJA_s$$

式中：ts——渗透时间，s；

W_p ——渗透量， m^3 ；

K——土壤（原土）渗透系数，m/s；

J——水力坡降，一般可取 $J=1$ ；

A_s ——有效渗透面积， m^2 。

渗透设施的有效渗透面积 A_s 按下列要求确定：

- （1）水平渗透面按投影面积计算；
- （2）竖直渗透面按有效水位高度的 1/2 计算；
- （3）斜渗透面按有效水位高度的 1/2 所对应的斜面实际面积计算；
- （4）地下渗透设施的顶面积不计。

8.7 海绵城市技术选择

低影响开发技术按主要功能一般可分为渗透、储存、调节、转输、截污净化等几类。通过各类技术的组合应用，可实现径流总量控制、

径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用等目标。低影响开发技术包含若干不同形式的低影响开发设施，主要有透水铺装、绿色屋顶、下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、渗井、湿塘、雨水湿地、蓄水池、雨水罐、调节塘、调节池、植草沟、渗管/渠、植被缓冲带、初期雨水弃流设施、人工土壤渗滤等。

适合在本项目中应用的技术措施主要有透水铺装、绿色屋顶、下沉式绿地、生物滞留设施、植草沟等。

8.7.1 透水铺装

透水铺装按照面层材料不同可分为透水砖铺装、透水水泥混凝土铺装和透水沥青混凝土铺装，嵌草砖、园林铺装中的鹅卵石、碎石铺装等也属于渗透铺装。

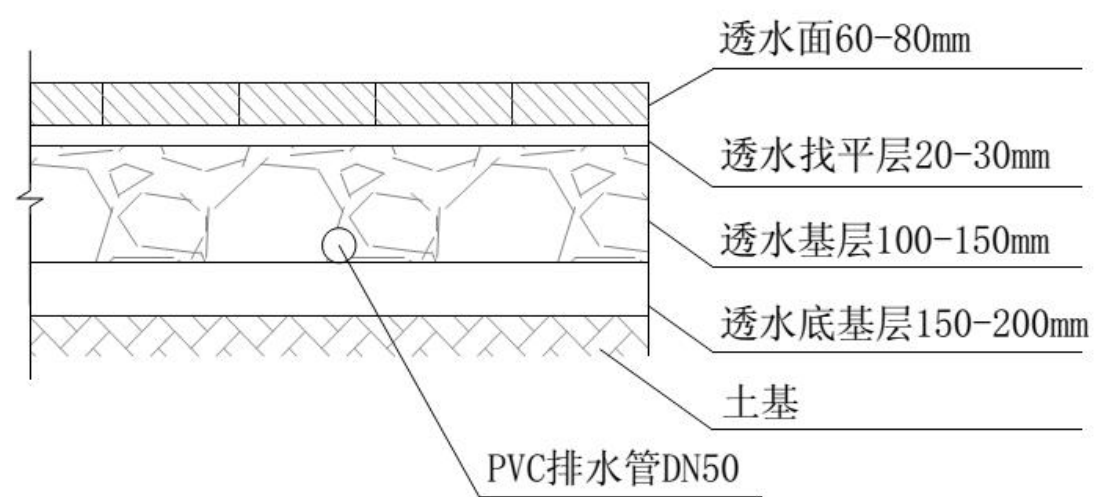
透水铺装还应满足以下要求：

（1）透水铺装对道路路基强度和稳定性的潜在风险较大时，可采用半透水铺装结构。

（2）土地透水能力有限时，应在透水铺装的透水基层内设置排水管或排水板。

（3）当透水铺装设置在地下室顶板上时，顶板覆土厚度不应小于 600mm，并应设置排水层。

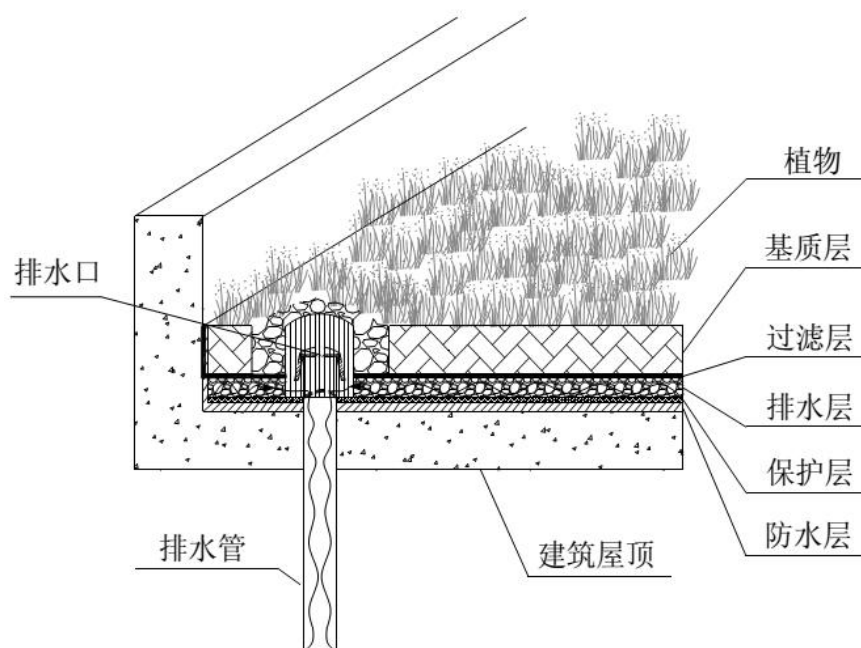
透水砖铺装典型构造如下图所示。



透水铺装适用区域广、施工方便，可补充地下水并具有一定的峰值流量削减和雨水净化作用，但易堵塞，寒冷地区有被冻融破坏的风险。

8.7.2 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，简单式绿色屋顶的基质深度一般不大于 150mm，花园式绿色屋顶在种植乔木时基质深度可超过 600mm。绿色屋顶的典型构造如下图所示。



绿色屋顶可有效减少屋面径流总量和径流污染负荷，具有节能减排的作用，但对屋顶荷载、防水、坡度、空间条件等有严格要求。

8.7.3 下沉式绿地

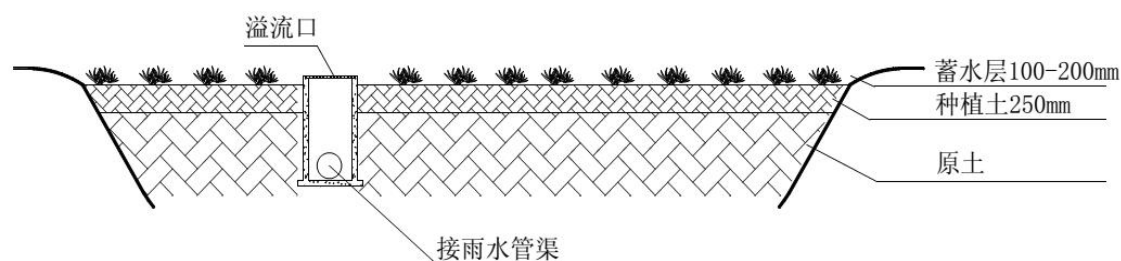
下沉式绿地具有狭义和广义之分，狭义的下沉式绿地指低于周边铺砌地面或道路在 200mm 以内的绿地；广义的下沉式绿地泛指具有一定的调蓄容积（在以径流总量控制为目标进行目标分解或设计计算时，不包括调节容积），且可用于调蓄和净化径流雨水的绿地，包括生物滞留设施、渗透塘、湿塘、雨水湿地、调节塘等。

狭义的下沉式绿地应满足以下要求：

（1）下沉式绿地的下凹深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能确定，一般为 100-200mm。

（2）下沉式绿地内一般应设置溢流口（如雨水口），保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口顶部标高一般应高于绿地 50-100mm。

狭义的下沉式绿地典型构造如下图所示。



狭义的下沉式绿地适用区域广，其建设费用和维护费用均较低，但大面积应用时，易受地形等条件的影响，实际调蓄容积较小。

8.7.4 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。

生物滞留设施应满足以下要求：

（1）对于污染严重的汇水区应选用植草沟、植被缓冲带或沉淀池等对径流雨水进行预处理，去除大颗粒的污染物并减缓流速；应采取弃流、排盐等措施防止融雪剂或石油类等高浓度污染物侵害植物。

（2）屋面径流雨水可由雨落管接入生物滞留设施，道路径流雨水可通过路缘石豁口进入，路缘石豁口尺寸和数量应根据道路纵坡等经计算确定。

（3）生物滞留设施应用于道路绿化带时，若道路纵坡大于 1%，应设置挡水堰/台坎，以减缓流速并增加雨水渗透量；设施靠近路基部分应进行防渗处理，防止对道路路基稳定性造成影响。

（4）生物滞留设施内应设置溢流设施，可采用溢流竖管、盖篦溢流井或雨水口等，溢流设施顶一般应低于汇水面 100mm。

(5) 生物滞留设施宜分散布置且规模不宜过大，生物滞留设施面积与汇水面面积之比一般为 5%-10%。

(6) 复杂型生物滞留设施结构层外侧及底部应设置透水土工布，防止周围原土侵入。如经评估认为下渗会对周围建（构）筑物造成塌陷风险，或者拟将底部出水进行集蓄回用时，可在生物滞留设施底部和周边设置防渗膜。

(7) 生物滞留设施的蓄水层深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能来确定，一般为 200-300mm，并应设 100mm 的超高；换土层介质类型及深度应满足出水水质要求，还应符合植物种植及园林绿化养护管理技术要求；为防止换土层介质流失，换土层底部一般设置透水土工布隔离层，也可采用厚度不小于 100mm 的砂层（细砂和粗砂）代替；砾石层起到排水作用，厚度一般为 250-300mm，可在其底部埋置管径为 100-150mm 的穿孔排水管，砾石应洗净且粒径不小于穿孔管的开孔孔径；为提高生物滞留设施的调蓄作用，在穿孔管底部可增设一定厚度的砾石调蓄层。

简易型和复杂型生物滞留设施典型构造如下图所示。

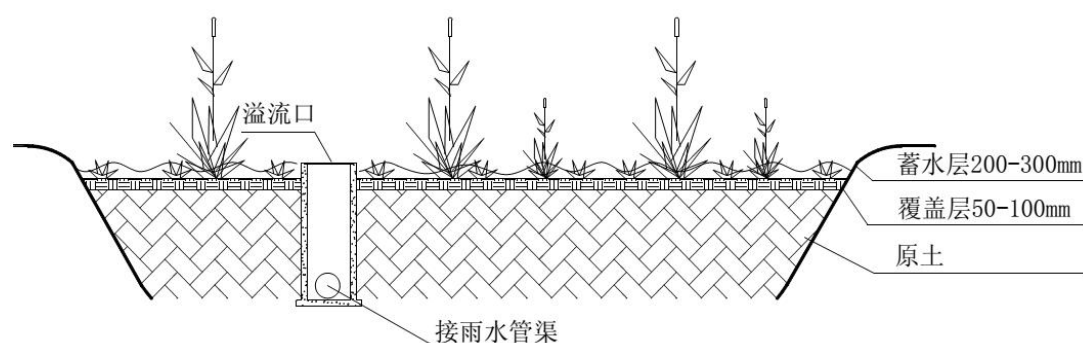


图 8.7.4-1 简易型生物滞留设施典型构造示意图

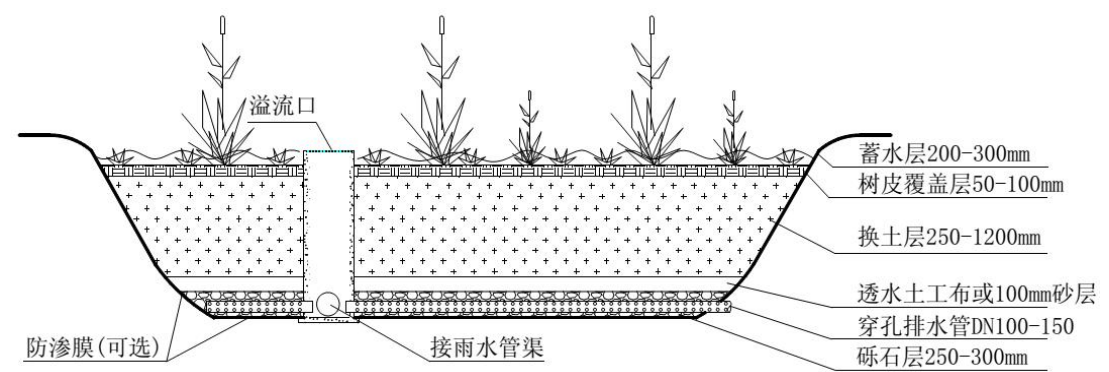


图 8.7.4-2 复杂型生物滞留设施典型构造示意图

生物滞留设施形式多样、适用区域广、易与景观结合，径流控制效果好，建设费用与维护费用较低；但地下水位与岩石层较高、土壤渗透性能差、地形较陡的地区，应采取必要的换土、防渗、设置阶梯等措施避免次生灾害的发生，将增加建设费用。

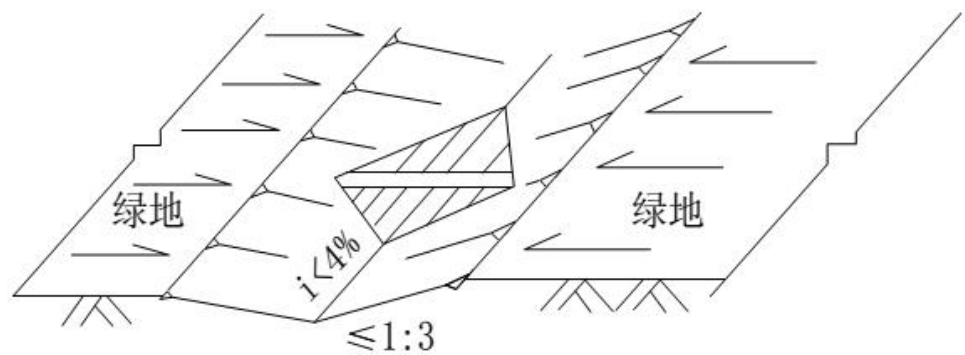
8.7.5 植草沟

植草沟指种有植被的地表沟渠，可收集、输送和排放径流雨水，并具有一定的雨水净化作用，可用于衔接其他各单项设施、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统。除转输型植草沟外，还包括渗透型的干式植草沟及常有水的湿式植草沟，可分别提高径流总量和径流污染控制效果。

植草沟应满足以下要求：

- (1) 浅沟断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形。
- (2) 植草沟的边坡坡度（垂直：水平）不宜大于 1:3，纵坡不应大于 4%。纵坡较大时宜设置为阶梯型植草沟或在中途设置消能台坎。
- (3) 植草沟最大流速应小于 0.8m/s，曼宁系数宜为 0.2-0.3。
- (4) 转输型植草沟内植被高度宜控制在 100-200mm。

转输型三角形断面植草沟的典型构造如下图所示。



植草沟具有建设及维护费用低，易与景观结合的优点，但已建城区及开发强度较大的新建城区等区域易受场地条件制约。

8.8 本工程海绵设计

8.8.1 总体设计

本工程年径流总量控制率按 65%考虑，对应的设计降雨量为 24.5mm，厂区各汇水面面积及径流系数如下表所示。

表 8.8.1-1 本项目下垫面构成及综合雨量径流系数（近期）

	硬质 屋顶	绿色 屋顶	池顶 (硬质)	绿地	透水 铺装	合计
汇水面积 (m ²)	1492	13220	5000	10540	4940	35192
径流系数ψ	0.85	0.15	0.85	0.15	0.30	——

经加权平均计算，厂区综合径流系数取 0.30。

全厂应具有调蓄容积即控制容积 V：

$$V=10H\phi F_{\text{道路总面积}}=10\times 24.5\times 0.3\times 35192/10000=258.7\text{m}^3$$

表 8.8.1-2 本项目下垫面构成及综合雨量径流系数（远期）

	硬质 屋顶	绿色 屋顶	池顶 (硬质)	绿地	透水 铺装	合计
汇水面积 (m ²)	1492	27724	8850	17864	8360	64290
径流系数ψ	0.85	0.15	0.85	0.15	0.30	——

经加权平均计算，厂区综合径流系数取 0.28。

全厂应具有调蓄容积即控制容积 V：

$$V=10H\varphi F_{\text{道路总面积}}=10\times 24.5\times 0.28\times 64290/10000=441.0\text{m}^3$$

8.8.2 透水铺装设计

厂区采用透水沥青路面，停车位采用透水砖路面。透水沥青路面断面从上到下分别为 3cm 厚透水性沥青混凝土——3cm 厚细粒式沥青混凝土——15cm 厚碎砾石垫层——素土夯实；透水砖路面断面从上到下分别为 10cm 厚透水砖——3cm 厚干硬性水泥砂浆——15cm 厚透水级配碎石——20cm 厚透水级配碎石——素土夯实。两种路面碎石层均设透水软管接入雨水口。

8.8.3 绿色屋顶设计

根据本工程整体建筑风格，厂区建筑物采用简单式绿色屋顶设计。简单式绿色屋顶的基质深度一般不大于 150mm。

8.8.4 生物滞留池

本工程设置植草沟和雨水花园。

近期：

植草沟总长度为 600m，宽度为 1.5m，蓄水深度 0.2m，植草沟可调蓄容积为： $1.5\times 0.2\times 600=180\text{m}^3$ 。

雨水花园面积 350m^2 ，蓄水深度 0.25m，雨水花园可调蓄容积为： $350\times 0.25=87.5\text{m}^3$ 。

总调蓄池容积： $180\text{m}^3+87.5\text{m}^3=267.5\text{m}^3>258.7\text{m}^3$ （计算值）。

远期：

植草沟总长度为 1050m，宽度为 1.5m，蓄水深度 0.2m，植草沟可调蓄容积为： $1.5 \times 0.2 \times 1050 = 315\text{m}^3$ 。

雨水花园面积 600m^2 ，蓄水深度 0.25m，雨水花园可调蓄容积为： $140 \times 0.25 = 150\text{m}^3$ 。

总调蓄池容积： $315\text{m}^3 + 150\text{m}^3 = 465\text{m}^3 > 441.0\text{m}^3$ （计算值）。

8.8.5 小结

通过设置绿色屋顶、透水铺装及生物滞留池设施，可以使本项目厂内满足东莞市海绵城市的指标控制要求。

第九章 环境保护

9.1 设计原则

承担有污染源的构筑物及车间的环保设计，做到环境保护治理措施与主体工程“三同时”。环保设施的选用结合实际情况，做到有针对性、经济性和实用性。

9.2 工程建设中环境影响及对策

9.2.1 大气污染物控制

1、大气污染物来源

在施工阶段对周围大气环境产生影响的主要因素有：一是场地平整、构筑物建设、挖土、运土、回填、堆积、装卸、夯实、汽车运输和弃土等施工时产生的扬尘。二是挖掘机、装载机、运输车辆等重型车辆运行时燃烧柴油排放的燃料废气。从项目的建设不同时期分析，不同施工阶段的主要污染源和主要污染物如下表所示。

表 9.2.1-1 项目施工期主要废气污染源

施工阶段	主要污染源	主要污染物
场地平整阶段	1 裸露的地表土	扬尘
	2 推土机、铲车、运输卡车	NO _x 、CO、HC
挖土、打桩阶段	1 土方堆场、土方装卸过程	扬尘
	2 打桩机、挖土机、铲车、运输卡车等	NO _x 、CO、HC
构筑物建设阶段	1 建材堆场、建材装卸过程、构筑物施工等	扬尘
	2 运输卡车等	NO _x 、CO、HC

其中最重要的污染因子是扬尘，在建设期的各种不同的施工

阶段，产生扬尘的环节众多，扬尘的排放源也比较多，并贯穿于整个建设期，并以建材堆放场扬尘、建材搅拌产生的扬尘以及进出工地车辆产生的道路扬尘等影响最为显著。而项目建设期施工机械排放的废气污染物比较多的集中在施工初期阶段，包括：挖土、打桩阶段，在场地平整阶段进出施工现场的大型车辆排放的尾气对项目建设地块的环境空气质量有相当影响。

扬尘产生浓度的影响因素包括以下几方面：

土壤或建筑材料的含水率，含水率高的材料不易飞扬；

土壤或建筑材料的粒径大小，颗粒大的物料不易飞扬，土壤颗粒物的粒径分布大概是粒径大于 0.1mm 的占 76%左右，粒径在 0.05~0.10mm 的占 15%左右，粒径在 0.03~0.05mm 的占 5%左右，粒径小于 0.03mm 的占 4%左右，在没有风力的作用下，粒径小于 0.015mm 的颗粒能够飞扬，当风速为 3~5m/s 时，粒径在 0.015~0.030mm 的颗粒也会被风吹扬。

气候条件，风速大，湿度小易产生扬尘，当风速大于启动风速时会产生扬尘。

根据有关实测数据，参考对类似土建工程现场的扬尘实地监测结果，扬尘产生浓度为 0.15~0.8mg/m³。未采取环保措施时 施工现场面源污染源强为 540mg/s.hm²；采取环保措施时，施工现场面源污染源强为 140mg/s.hm²。

2、大气污染物排放影响分析

（1）施工场地扬尘的影响分析

据有关资料介绍，工地道路扬尘是建筑施工工地扬尘的主要来源，约占全部工地扬尘的 86%，其中工地扬尘中道路的扬尘分担率为 62%，材料的搬运和装卸扬尘、土方黄砂的堆放扬尘、施工作业场地扬尘等只占 14%，其他扬尘的分担率为 24%。

根据调查类比分析，施工期扬尘影响一般集中在 200m 范围，结合施工区环境特点，施工期扬尘主要影响施工区附近过往行人，应对开挖土方每天两次洒水降尘，并及时回填开挖土方，在采取这些扬尘防治措施后，施工带来的环境空气影响可以减至最低。

（2）施工运输车辆扬尘、废气对周边居民的影响分析

施工期间有大量建筑材料运输车辆需进入施工现场，施工车辆经过时产生的道路扬尘对周边居民会造成影响。

3、大气环境保护对策措施

为尽可能减少项目施工期产生的废气对周围大气环境的影响，建议采取以下措施：

（1）施工期间，沿线应设围挡措施，以减少扬尘的扩散和污染，特别是在临时的弃土堆场等建筑工地需要设置围挡设施，围挡墙高度不得低于 1.8m。

（2）施工期间的料堆、土堆等应加防起尘的措施，挖出的弃土应及时清运，运输车辆要采用防止散落和尘土飞扬的措施，以防止施工现场的尘土向四周扩散。一旦有弃土、建材散落应及时清扫。

（3）工程施工中沟渠挖出的泥土堆在路旁，旱季风致扬尘和

机械扬尘导致沿线尘土飞扬，影响附近居民生活。为减少扬尘对周围环境影响，建议施工中遇到连续的晴好天气又起风的情况下，对弃土表面洒上一些水，防止扬尘。工地上所有裸露地面应经常洒水，使其保持一定的湿度，在行车或刮风时不致形成大量扬土。

（4）加强运输管理，散装车不允许超高、超载，以免物料颠簸洒出。文明装卸，避免袋装水泥散包，注意运输车辆的清洗和维修保养。

（5）加强环保教育，提高施工人员的环境保护意识，坚持文明施工、科学施工。

（6）施工过程中将使用大量内燃机施工机械和车辆，这些机械和车辆在运行时将产生尾气污染，建议选用烟气量少的内燃机械，以缓解建设项目施工对该地区大气环境的影响。同时要加强对施工机械的维修、保养，禁止使用柴油的机械超负荷运行，减少烟度和颗粒物的排放。

（7）施工现场道路上的泥尘量一般很大，进出施工现场车辆在进出口用水将车轮冲洗，同时要求运输车辆在进出施工现场时减慢行驶速度，以缓解施工扬尘污染影响。

（8）配合交通部门对工地周围道路交通的组织，避免因施工造成交通堵塞，减少由此引起的车辆怠速行驶引起的尾气排放。

9.2.2 污水处理

1、主要废水污染源

工程施工期排放的废水有二类，一类是施工人员生活污水，

主要污染因子为 COD_{Cr} 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 等；另一类是工地地面降雨径流污水和地下渗沥水，这类废水中主要含有泥砂等。这类废水的排放量及其污染物浓度与降雨量的大小和渗沥水量有关。

2、对水环境的影响分析

一般来说，只要采取适当的措施，施工期产生的废水对地表水环境的影响不大。

施工期间对附近地表水体的水质影响主要发生在施工初期的场地平整、污水池构筑、挖土埋管和混凝土养护，废水类型有施工废水、地下坑泥浆水、雨水径流以及施工人员的生活污水。施工废水主要是施工机械的清洗水和混凝土养护浇水；地下坑泥浆水为挖掘地基时由地下渗出的地下水；雨水径流由下大暴雨时产生的地面径流；生活污水来自于施工人员吃饭、洗衣、洗澡和粪便等。

施工废水含有的污染物是石油类和 SS，地下坑泥浆水主要是 SS，浓度很高，雨水径流中有杂物、垃圾和 SS，生活污水主要是 COD_{Cr} 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 等。

3、水环境保护对策措施

（1）对于施工废水、地下坑泥浆水、雨水径流，主要的成分是垃圾杂物和 SS，直接排入污水管道，会堵塞下水道；直接排河会增加河水的浑浊度，使水环境受到污染。施工过程中产生的泥浆水应根据不同的量设置不同大小的沉淀池，施工工地设一个沉淀池，施工废水、地下坑泥浆水、雨水径流经过沉淀池处理，上

清液作为普通废水排出，沉淀物可作为低洼地的填土，但不能与生活垃圾混放，以减少对当地地表水的影响。

(2) 对于施工过程中产生的生活污水，其水质一般满足《污水排入城市下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)的要求，可以直接进入市政污水管网。

(3) 施工区应建有排水明沟，可以利用施工过程中的部分坑、沟作沉淀后排入当地地表水或再利用于堆场、料场喷淋防尘、道路冲洗、驶离施工区的车辆轮胎冲洗等。

(4) 散料堆场四周用石块或水泥砌块围出 0.5m 以上的防冲墙，防止散料被雨水冲走。

9.2.3 噪声控制

一、主要噪声污染源

施工期主要噪声源为建筑工地机械设备噪声和运输卡车的交通噪声。建筑工地噪声主要来自土地平整、地基加固和建筑施工等活动。土地平整的噪声由推土机、铲车、大卡车等发出；地基加固的噪声由打桩机、运输车辆、空压机等作业时产生。各种施工机械中对环境影响较大的噪声设备主要是打桩机、挖掘机、移动式空压机以及重型运输卡车，其中推土机和挖掘机的声功率级可达 108~116dB(A)，而导轨式打桩机则可高达 118dB(A)。

二、施工期噪声影响分析

下表给出了各种施工机械噪声随距离衰减的实测结果。

表 9.2.3-1 各种施工设施对应于不同噪声限值标准的干扰半径

设备名称	声功率级 dB(A)	不同距离处的噪声值 dB(A)								
		5m	10m	20m	40m	60m	80m	100m	150m	200m
导轨打桩机	118	96	90	84	78	75	72	70	67	64
推土机	116	94	88	82	76	73	70	68	65	62
电锯	111	89	83	77	71	68	65	63	60	57
移动式空压机	109	87	81	75	69	66	64	61	58	55
塔式吊车	109	87	81	75	69	66	63	61	58	55
挖掘机	108	86	80	74	68	65	62	60	57	54
翻斗车	106	84	78	72	64	63	60	58	55	52
装载机	106	84	78	72	66	63	60	58	55	52
平地机	106	84	78	72	66	63	60	56	55	52
砂轮锯	104	82	76	70	64	61	58	56	53	50
吊车	103	81	75	69	63	60	57	55	52	49
汽车吊车	103	81	75	69	63	60	57	55	52	49
打井机	102	80	74	68	64	59	56	54	51	48
液压吊	102	80	74	68	64	59	56	54	51	48
棒捣机	101	79	73	67	61	58	55	53	50	47
工程钻机	96	74	68	62	56	53	50	48	45	42
切割机	96	74	68	62	56	53	50	48	45	42
电动卷机	90	68	62	56	50	47	44	41	—	—

由表可见，不同噪声设备噪声衰减至 70dB 所需的距离不同，声功率级 115dB 以上的施工设备需要 80~100m，声功率级 110~115dB 的施工设备需要 40~80m，声功率级 100~110dB 的施工设备需要 15~40m，声功率级 90~100dB 的施工设备在 10m 以内可低

于 70dB。如在夜间施工要达到 55dB 要求，则所需要的衰减距离更大，最远需要 200m 以外。另外，土建施工的交通堵塞将引起区域交通噪声升高。

由表可见，在上述施工机械中打桩机发出的噪声声级最高，随着发声源距离的加大，这些点声级受到衰减，影响将越来越小。高发声机械对环境影响范围较大，例打桩机其影响区域半径为 200m 左右，其它机械噪声传播到 100m 时已和环境背景声级处于同一水平。因此在建设期，项目区域方圆 200m 范围内都将受到噪声的影响。

施工期机械噪声主要对山后村的居民产生暂时性不利影响，建议通过禁止夜间施工，选用低噪声施工机械等方式控制噪声污染，在采取噪声防治措施后，施工期噪声对山后村的影响基本可以接受。

三、声环境保护对策措施

（1）根据《中华人民共和国环境噪声污染防治法》第二十九条规定，施工单位必须在工程开工 15 日以前向当地环保主管部门申报工程项目名称、施工场所和期限、建筑施工机械可能产生的环境噪声值以及所采取的环境噪声污染防治措施情况。

（2）施工车辆特别是重型运载车辆的运行线路和时间，应尽量避免避开噪声敏感区域和噪声敏感时段。进出车辆要合理调度，明确线路，使行驶道路保持平坦，减弱车辆的颠簸噪声和产生振动。加强施工区域交通管理，避免因交通堵塞增加车辆鸣号。

(3) 在保证施工进度的前提下, 合理安排作业时间, 在环境噪声背景值高的时段内进行高噪声作业, 限制夜间进行有强噪声污染的施工作业。教育工人文明施工, 尤其是夜间施工时, 不要大声喧哗, 尽量减小机具和材料的撞击, 以降低人为噪声的影响。

(4) 如需在夜间使用机械、设备施工, 必须提前向当地环保主管部门提出申请, 未经批准不得从事夜间施工作业。一般只批准因混凝土浇注和钻孔灌注桩成型等施工工艺特殊需要, 必须连续作业的, 且只准使用商品混凝土。批准夜间施工后应与可能受影响的镇政府、村委会联系, 将环保部门意见通告居民, 接受公众监督。

(5) 尽量避免采用轨道式打桩机, 采用静压式打桩。

(6) 施工期把地块用屏障围起来, 减弱噪声对外辐射, 在高噪声设备附近, 加设可移动的简易隔声屏。另外, 限制空压机、切割机、电锯、电刨、风镐以及复土压路机声等高噪声建筑机械的作业时间, 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。

(7) 杜绝野蛮装卸和车辆鸣号、乱扔材料、建筑垃圾。不允许用哨声调度施工作业, 不允许用高音喇叭作宣传鼓动和指挥生产, 以免影响居民休息。

(8) 严格执行《建筑施工场界噪声限值》(GB 12523-2011),

列于下表，表中所列噪声值指与敏感区域相应的建筑施工场地边界线处的限值。如有几个施工阶段同时进行，以高噪声阶段的限值为准。

表 9.2.3-2 建筑施工场界噪声限值 (GB12523-2011)

施工阶段	主要噪声源	噪声限值	
		昼 间	夜 间
土石方	推土机、挖掘机、装载机等	75dB	55dB
打桩	各种打桩机等	85dB	禁止施工
结构	混凝土搅拌机、振捣棒、电锯等	70dB	55dB
装修	吊车、升降机等	65dB	55dB

9.2.4 固体废弃物处理处置

一、生活垃圾的影响

工程施工时，施工区内几百个劳动力的食宿将会安排在工作区域内，这些临时食宿地的水、电以及生活废弃物若没有妥善的安排，则会严重影响施工区的卫生环境。尤其是在初秋和初夏，气温较高，施工区的生活垃圾乱扔会导致蚊蝇滋生，影响厂区环境。

二、渣土的影响

本项目在挖掘、运土、回填等各个环节，都会产生一定的渣土，在运输、处置过程中都可能对环境产生影响。需要加强对渣土的管理，以缓解施工期固体废物的环境影响。工程建设中产生的渣土处置的总的原则为：

- (1) 就近处置，防止干扰；

- (2) 渣土尽可能用于回填土；
- (3) 一般可以作为非结构性的筑路之用；
- (4) 处置要求不影响社会环境和人民生活；
- (5) 不倾入江、河水道。

9.2.5 水土保持对策措施

本处仅对施工期的水土保持进行设计。针对本工程项目的特点，主要工程措施包括：

(1) 施工前理顺排水系统，在厂区及基坑周围设置截水沟、排水沟，拦截、引排地表径流，并设置沉砂池，尽量减少对下游的泥沙输出量。

(2) 施工期间对裸露土体进行喷草绿化。

(3) 临时堆土周围设 1m 高的沙袋挡墙，堆高不超过 3m。

(4) 在各个工区场地与现有市政道路连接处出口，设置洗车池，池内水深 0.2m，各工区设 2~3 处。

为减轻下雨造成的水土流失，施工中可采取如下临时应急预防措施：

(1) 根据天气预报，降雨前应疏通各排水沟，清理沉砂池。对排水沟不完善的区域应临时开挖排水沟，沟内铺土工布防冲，还可用沙包拦截引导水流，收拢归槽，以免泥水四处漫流。

(2) 由于堆积土方松散，极易发生坍塌，含水量高时有可能形成泥石流，因此，汛期应准备一些编织布临时覆盖堆积土方，周边采用沙土袋拦挡，尽量减少泥沙危害，施工后编织布以及编

织袋应全部回收，避免对环境造成污染。

（3）应注意施工围堰、导流围堰的安全性，避免暴雨、洪水对施工围堰的破坏，减少工程水土流失对沿线水体的污染。

（4）应做好施工监督管理工作，施工单位应与当地水土保持监测单位密切联系，遇到问题及时通报，以便能及时解决，把水土流失降到最低。

9.3 项目建成后的环境影响及对策

9.3.1 大气污染物来源及浓度

本工程中主要的大气污染物为恶臭污染物。

恶臭污染物的主要来源为混凝沉淀池、水解酸化池、中沉池、生物反应池、MBR 膜池、污泥脱水车间等排放的恶臭污染物。

（1）除臭设计标准

本工程距离现状建筑物较近，暂定为《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中一类区，执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中恶臭污染物排气筒排放标准值及厂界标准值（新扩改建一级），最终以环评批复为准。

（2）臭气浓度

污水处理厂各产生臭气单体在工艺设施正常运行的情况下，产生恶臭无机化合物主要包括氨、硫化氢等，有机化合物主要包括含硫有机物（硫醇、硫醚）、含氮有机物（胺、酰胺）、含氧有机物（醇、醚、酮、醛）、以及烃类（脂肪烃和芳香烃）和卤素衍生物等。

表 9.3.1-1 臭气的来源与气味值

序 号	名 称	气味值	波动范围
1	进 水	45	25~80
2	格栅井、泵站集水池	85	32~136
3	沉砂池	60	30~90
4	一般负荷曝气池	50	21~101
5	延时曝气法曝气池	30	10~43
6	二沉池	30	12~50
7	二沉污泥提升	45	26~82
8	生污泥存放	200	30~800
9	消化污泥存放	80	35~240
10	污泥脱水滤液		3300~95500

(3) 除臭系统

除臭采用两级生物法除臭+活性炭吸附处理工艺,在各个风管出口处均设置除臭系统,保证臭气完全吸收防止排入大气。风管管材的选择碳钢通风管道,根据构筑物收集空间尺寸布置风口;风管可采用架空布设或采用地沟形式,采取架空于地上敷设,每隔一定距离应设支墩及管卡固定。支管设计流速 4~6m/s,干管设计流速 6~14m/s。

9.3.2 噪声控制

处理设施主要的噪声源为砂泵水泵以及真空冲洗设备。由于整体设施均设置在地下,经过土地以及建筑隔声,满足《声环境质量标准》GB 3096-2008 的要求,不会对外界产生影响。

第十章 节能设计

10.1 节能政策

综合利用、节约能源是我国国民经济发展的重大决策，也是社会主义现代化建设中的一个长期基本国策。

我国既是一个能源大国，按人均计算又是一个能源较匮乏的国家，尤其电能资源、水资源更为紧张。而对全人类来说地球能源相当有限，更需要全人类共同爱护、节约，综合利用各种能源资源。节约自然资源早已引起世界各国的高度重视，各国纷纷成立各种各样的节能组织。

我国经过近廿年的努力，节能工作已初见成效，更可喜的是，节能工作已逐步走向了“法制化”。1997年11月1日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过了《中华人民共和国节约能源法》，并于1998年1月1日开始施行。它从法律上规范了全国人民的节能行为，使我国的节能、综合利用能源走上有序的轨道。

10.2 工程能源构成

本工程采用“两级混凝+水解酸化+中沉池+AAO生物反应+MBR+活性物质吸附+臭氧接触氧化+活性炭过滤+紫外消毒（辅助次氯酸钠）”工艺对污水进行处理，并对污泥进行浓缩脱水处理。处理过程中消耗的能源主要是水、电以及混凝、脱水药剂，包括如下：

- （1）满足工艺要求的介质（污水、污泥、砂）提升设备耗能：进出水提升泵、剩余污泥泵、回流污泥泵、脱水机进泥泵等。
- （2）维持工艺需氧要求的压缩空气供给设备耗能：鼓风机等。
- （3）使介质免于沉降的搅拌设备耗能：混凝沉淀池搅拌设备、

厌氧池搅拌设备、储泥池搅拌设备等。

(4) 进行不同介质分离的设备能耗：污泥脱水机等。

(5) 其它功能设备：闸门、堰门等。

(5) 用于除氟的氯化钙药剂消耗。

(6) 用于混凝沉淀、污泥浓缩脱水的 PAM、PAC 药剂等。

(7) 生活及照明等耗能：采暖、通风、空调、照明、用水等。

本工程所有新增机械设备电压等级均采用 AC220/380V。

厂区用水主要接自市政给水管网及污水厂处理后的尾水。

10.3 工程运行能耗

运行能耗包括：

(1) 满足调蓄及处理功能设备能耗，如闸门、堰门、排污泵、提升泵、鼓风机、污泥处理设备等等。

(2) 除臭设备能耗，包括离子发生器、通风设备等。

(3) 照明设施能耗。

10.4 节能措施

(1) 贯彻落实国家节能减排方针政策及有关法律法规、标准，建立健全党、政、工、团齐抓共管的工作机制，大力宣传节能减排知识，提高资源忧患意识，提高节能减排意识和自觉性，构建节约型企业文化。

(2) 加强节能减排专业队伍建设，建立健全节能减排教育和培训制度，组织落实各级主要负责人、节能减排监管人员、节能减排重点岗位人员的教育和培训。

(3) 建立健全节能减排组织管理、统计监测和考核奖惩体系，建立健全节能减排管理制度，加强节能减排专业队伍的建设。

（4）建立节能减排工作目标责任制，将节能减排工作目标实施纳入年度考核内容，考核结果将作为各单位相关领导和人员综合考核评价的重要依据。

本工程的实施按照国家《节约能源暂行条例》执行，节能措施如下：

（1）工程设计节能

优化工艺、清洁生产是节能减排的首要控制因素，通过选择先进的处理工艺，从源头控制能量的消耗，加强资源的回收和综合利用，减少污染物的排放，实现可持续发展的目标。

高效低耗设备的选用是节能的重要措施，通过优选先进设备淘汰替换落后低效设备，可以大幅降低单位工程的能耗指标，相比设备增加的投资，节能效益显著。

（2）施工组织节能

本工程是一项战线长、参与人员较多的工程，因此在施工前做好充分的施工组织准备，要求做到：无冗杂施工人员，施工工期符合要求，不拖延工期。按计划施工，遇特殊情况及时修改，定期检查，确保施工质量，不得返工。

（3）电力节能

在有天然采光条件的情况下，均利用天然光，减少夜间施工。必要的夜间施工尽量做到小范围的开灯控制方式，根据照明要求及不同电光源的特点，选择合理的照明方式，并优先选用光效高、显色性好的光源及配光合理、安全高效的灯具。光源可选用高光效的高压钠灯，带小电容补偿，以改善功率因数、减少线路电压降、提高发光效率。灯具效率不低于 60%，配用的镇流器选用低损耗型。局部区域采用庭院灯光时，光源选用紧凑型荧光灯（节能灯）。电气节能的主要措

施有：

①变压器采用难燃、防尘、耐用、耐潮、效率高、损耗小的 SC11 系列节能产品。

②室内照明灯采用发光效率高，使用寿命长的高效灯具，室外照明采用节能灯具。

③采用无功补偿装置将 10KV 母线上的功率因数提高到 0.95，减少电网无功损耗。

（4）机械节能

本工程施工场地狭长，施工机械较多，在选用施工机械时选择高效、低耗能的机械，以减少柴油、电力等能源的损耗。

（5）合理布置减少运输能耗

本工程每工区均设置临时施工道路与邻近的市政道路直接相连，施工车辆可以直接进入市政道路，交通便利，从而达到减少运输能耗的目标。

（6）场地节能

充分考虑合理安排施工顺序，充分利用工程区已有道路和空地，减少施工临时占地，减少工程永久征地，减少土方转运的次数，减少水土保持的维护和环境恢复费用。

（7）加强能耗管理

对各场地的用电、水、油等进行计量，实行分级核算，对能耗较大的设备单独设置计量装置，及时检查，做好公共设施的养护工作。

第十一章 安全与卫生

11.1 编制依据

- (1) 《关于生产性建设工程项目职业安全卫生监察的暂行规定》
- (2) 《国务院关于加强防尘防毒工作决定》
- (3) 《工业企业煤气安全规程》（GB 6222-2005）
- (4) 《工业企业噪声控制设计规范》(GB/T 50087-2013)
- (5) 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB 50019-2015)
- (6) 《建筑设计防火规范（2018 年版）》(GB 50016-2014)
- (7) 《建筑物防雷设计规范》(GB 50057-2010)
- (8) 《建筑抗震设计规范（2016 年版）》(GB 50011-2010)

11.2 主要危害因素分析

11.2.1 施工中不安全因素

本工程主要建设内容包括地下箱体、综合楼、臭氧发生间等。工程施工涉及的主要不安全因素如下：

(1) 起吊坠物

材料吊装、构筑物拆除、桩基施工等过程中，大件吊装较多，如操作不慎，易发生坠落事故，导致人员伤亡。

(2) 触电

施工中带电操作，设备调试时操作不当时，均可能引起触电事故。

(3) 高空坠落

结构施工等高空作业时，施工人员不小心易发生高空坠落事故。

(4) 火灾事故

本工程机电和金属结构设备安装中，使用的一些设备和材料为易

燃物，施工中容易引起火灾。机组和变压器配备的油料，保护不当也会形成火灾隐患。

（5）暴雨洪水

相关河道设计防洪标准下河道水深较深，水流流速和冲刷较严重，对两岸的堤岸的安全稳定均有一定的考验。

（6）职业危害

施工中易产生粉尘、噪音以及运输土料等建筑材料的车辆运行中的设备噪音等危害

11.2.2 运行中不安全因素

（1）污水、污染雨水及其沉淀的污泥中含有很多有毒有害的化学物质和生物成分，不及时处理情况下发酵产生的 H_2S 等有毒有害气体体会使人中毒、或感染细菌和病毒。如不加以足够的重视，会对操作工人的健康和生命安全产生危害。

（2）由于设施在地下，运行人员操作维护中如若发生触电事故不能及时发现，因而需要完全杜绝触电的可能性。

（3）在工程完建后，设备产生的噪声、振动相当有限，可不设置特别的措施。

11.3 安全卫生防范措施

本工程属于污水处理设施建设工程，其劳动安全隐患主要分布在工程施工期时的主体工程施工和施工营地两大方面。因此，需作好劳动安全培训工作，增强工人及管理人員的劳动安全意识。彻底贯彻“安全第一，预防为主”的方针。

11.3.1 防火

在地面层总平面布置中，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车对弯道的要求。地面层设计相应的消防给水管网及室内外消火栓。综合楼、臭氧发生间等建筑物室内设置移动式灭火器。

地下箱体室内防火根据《城镇地下式污水处理厂技术规程》（T/CECS 729-2020）和《建筑设计防火规范（2018年版）》（GB50016-2014）进行设计，设置室内消火栓系统和自动喷水灭火系统。

11.3.2 防电气伤害

为防止运行人员操作维护中发生触电事故，保证运行人员的安全，配电装置要有足够的安全净距。对于有可能触电危险的部位，为增加运行安全感，装设保护网，为提高发电机主回路母线的防护等级，采用了高压共箱式封闭母线。控制屏、保护屏的控制电源优先采用开关电源，经直流 220V 变换为 24V 电源，维护人员可带电进行操作维护。升压站采用高杆照明灯。

11.3.3 防洪、防淹

工程运行管理应建立天气预报、水文预报、水位监测的制度，及时做好防洪抢险的物资、人员准备，抢险过程中应根据专业技术要求做好防洪抢险工作。

11.3.4 防毒

清淤维护尽量采用设备进行作业，如果非要人工进入管道作业时，则要求对管道做好通风排毒工作，清淤作业前要彻底做一次通风、吹洗、消毒处理，配置低压有毒气体检测仪检测气体浓度。作业人员应佩戴防毒面具等劳动防护用品。

11.3.5 防噪声、防振动

由于施工其间设备多，因此在靠近居民点的施工区域，要避免夜

间作业，在靠近学校的区域施工，尽量采用噪声小的设备。施工人员推荐佩戴降噪耳机等劳保器具

11.3.6 防尘

- (1) 在施工开挖时，施工人员须配戴防尘、防毒面具。
- (2) 建筑物的拆除，除施工人员配戴防尘器具外，可根据情况，采取临时洒水等除尘措施。
- (3) 工程完建后，无需进行特别的防尘措施。
- (4) 室内配电装置地面采用坚硬的，不起尘埃的材料。

11.3.7 防污

(1) 施工期间，由于机械设备、人员的相对集中，会产生一定的局部区域的废气、废油及生活污水的聚集。须对废水、废油、垃圾机械集中收集、集中处理。

(2) 施工中要做到生产、生活区分设，同时在各工区设置废物、废水的集中收集点，加强公共卫生设施的建设。

11.3.8 职工的法制教育

此外，必须加强对职工的法制教育，包括在建设期及运行管理期，其内容如下：

一、在建设时期

- (1) 编制和执行各种有关施工安全的政策大纲以及各方面应负的责任；
- (2) 对全体职工进行安全培训，事故和偶发事件报告；
- (3) 发放和使用安全设备如安全帽、安全鞋等；
- (4) 制订安全工作制度（如脚手架、壳子板和开挖支撑等）；任命安全监理和安全官员。

二、在操作和维护时期

- (1) 制订紧急反应计划；
- (2) 任命安全监理和安全官员；
- (3) 制订安全管理系统（体制）；
- (4) 定期经常对所有职工工作医疗检查；
- (5) 发放和使用安全用品如安全帽、安全鞋、耳护套、工作服、气体检漏器等。

第十二章 防腐设计

在污（废）水处理厂站中，由于污（废）水中含有大量的腐蚀性介质，对以钢筋混凝土为主要材质的污水处理池腐蚀性较大。一般情况下，未经防腐蚀处理的钢筋混凝土处理池在运行 2-3 个月后就就会出现池表面的损坏、强度下降明显。水池外地下水土中的 Cl^{2-} 、 SO_4^{2-} 等离子会对混凝土或者钢筋产生腐蚀，尤其在干湿交替区域腐蚀最为强烈。因此，必须对钢筋混凝土的处理池内外表面进行防腐蚀处理。

另外，在污水环境条件下，污水厂站的栏杆、平台、风管、设备、钢门窗等大多锈迹斑斑，腐蚀严重，给美观、安全以及工程质量带来较大影响，所以污水厂站还必须采取防腐措施减少污水和腐蚀气体对建（构）筑物附属结构、设备的腐蚀。

12.1 腐蚀机理

在实际工程中，许多混凝土结构由于长期受酸碱等化学品、污水、工业废气、紫外线、固体颗粒的流动磨损、冲刷等作用，存在着磨蚀、渗透式胀裂等物理侵蚀，同时也存在着酸碱腐蚀、大气腐蚀、菌藻类微生物腐蚀等多种复杂的腐蚀形态，还要经历一年四季的温差变化，从而过早劣化。

污水环境下混凝土劣化因素分析：

污水主要有生活污水和工业废水。生活污水中含有大量的洗涤用品、粪便、化妆品、泔水等。工业废水主要来自化工、制药、石化造纸、电子工业等行业含有大量的腐蚀性和有害性化学物质。这些废水如果不经过处理而直接与混凝土构筑物接触，将会直接对混凝土构筑物产生腐蚀。

混凝土属于非均质、多孔性物质，表面布满了大量孔隙，腐蚀介

质通过孔隙进入混凝土内部，与混凝土发生反应，使其结构松散，并为钢筋腐蚀创造了条件，同时液体流速、温度、干湿交替变化、环境、温差、冻胀等均可加剧混凝土的腐蚀进程。

综上所述，污水环境下混凝土的劣化因素主要有：物理破坏、化学破坏、微生物腐蚀。下面就对三种劣化因素分别详解。

12.1.1 物理破坏

1、盐结晶胀裂

在液面以上的部位（如水池池壁在水面以上的部位），由于毛细作用混凝土孔隙中充满了液体，当水位及环境温度变化时，液体中的盐析出，在一定温度和湿度环境下转化为结晶水化物，体积膨胀，破坏混凝土结构。

2、冻融破坏

混凝土的饱水状态主要与所处的自然环境有关。在大气中使用的混凝土，其含水量未达到该极限值，从而几乎不存在冻融破坏的问题。而处在潮湿环境中的混凝土，其含水量明显增大，最不利的是水位变化区，混凝土的表面含水量通常大于其内部的含水量，且受冻时其表面温度均低于内部温度，因而冻害往往会从表层开始逐渐的深入发展。

12.1.2 化学破坏

1、中性化反应

混凝土是碱性物质，与酸发生反应导致其强度降低甚至丧失。最为常见的是碳化反应，空气中的 CO_2 扩散到混凝土的毛细孔中，与水泥水化产生的氢氧化钙、水化硅酸钙、及未水化的硅酸三钙、硅酸二钙相互作用，形成碳酸钙，使混凝土碱度降低，影响其胶结能力，从而使混凝土的强度降低甚至丧失。且碳化过程释放出水化物中的结晶

水，使混凝土产生不可逆的收缩，碳化过程若在约束条件下进行，往往引起混凝土表面微裂纹，因而又加剧了混凝土碳化过程。碳化过程使混凝土变脆，延展性变差。

2、硫酸盐侵蚀

硫酸盐侵蚀破坏是一个复杂的物理化学过程，其实质是外界侵蚀介质中的 SO_4^{2-} 进入混凝土的孔隙内部，与水泥石中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 发生化学反应，生成石膏，由此导致水泥水化物分解，生成不溶性且无胶结作用的 SiO_2 胶体，石膏则与混凝土中的水化物进一步反应生成钙矾石，钙矾石生成时伴随体积膨胀而产生膨胀内应力，当膨胀内应力超过混凝土的抗拉强度时，就会使混凝土的强度严重下降，导致混凝土遭受严重破坏。

3、碱骨料反应

碱骨料反应指水泥或混凝土中其他成分中的碱与某些活性骨料发生反应，引起混凝土膨胀裂开，甚至破坏。按照反应类型，碱骨料反应可分为三种：碱、硅酸反应，碱、碳酸反应，碱、硅酸盐反应。这三种反应的生成物均可造成混凝土的膨胀和裂开。

12.1.3 微生物侵蚀

微生物侵蚀主要与其生命活动中所产生的腐蚀性物质所造成的。微生物腐蚀分为细菌腐蚀和真菌腐蚀两种，而细菌腐蚀根据其代谢过程又分为好氧菌、厌氧菌、兼性菌三种种。好氧代谢发生在供氧充足的区域，如池壁与水面的结合处；厌氧代谢主要发生在贫氧区域，如混凝土构筑物的水下部位。两种代谢过程的产物不同，所以腐蚀机理也不一样。

污水中共存有大量含碳、氢、氧、氮、硫、磷等元素的有机物和无机物。由于微生物的代谢作用，有机物在好氧条件下最终分解为二

氧化碳、水、硝酸盐、硫酸盐、磷酸盐等；厌氧条件下则最终分解为甲烷、二氧化、硫化氢等。无机物的微生物代谢主要包括无机氮、硫、磷的转化，好氧条件下最终转化为硫酸、硝酸及其盐、磷酸盐等；厌氧条件下则形成亚硝酸盐、氮气、 PH_3 、硫化氢等物质。此外，有机物的代谢过程还将形成大量的脂肪酸、各种羧酸、氨基酸等中间产物。因此，微生物的代谢使污水成为复杂的介质体系，许多代谢产物都对混凝土具有潜在的腐蚀作用。

1、厌氧菌对混凝土的腐蚀

调查表明，主要的厌氧菌腐蚀来自于硫酸盐还原菌（SRB）。

污水中既有有机硫化物也有无机硫化物，当水流速度较低时，硫酸盐还原菌容易在混凝土构筑物的水下界（如桥墩、桥台的水下部分）面处形成菌落，在缺氧条件下，硫酸盐还原菌能将含硫蛋白质、硫酸盐还原成硫化物，生成 H_2S ， H_2S 与水反应生成硫酸，从而对混凝土及钢筋结构产生腐蚀。在水位线附近部位，由于水位的升降交替及水流动的作用，被水腐蚀的混凝土会被水带走，而新漏出来的混凝土又会遭到腐蚀，周而复始。

2、好氧菌对混凝土的腐蚀

污水中存在大量碳氢化合物、蛋白质、纤维素等有机物，它们是微生物的营养源，被微生物分解消化。这些微生物被称为好氧菌，好氧菌的代谢活动会消耗水的溶解氧。常见的好氧菌有：硫杆菌属的排流杆菌、氧化亚铁硫杆菌、氧化硫硫杆菌等。这些细菌在代谢过程中排出有机酸、二氧化碳、硫酸根等腐蚀性物质，对混凝土造成腐蚀。

另外，微生物生长后期或在高碳氮比环境中，会在表面附着期间产生大量胞外聚合物。这些聚合物也会对混凝土产生腐蚀。如硫杆菌产生的胞外聚合物中带负电荷的羧基和羟基与钙形成络合物，从而造

成混凝土基体中钙的浸出，使混凝土劣化。

3、真菌对混凝土的腐蚀

真菌代谢产生的柠檬酸、草酸、和葡萄糖酸、乙酸、丙酸等酸性物质与混凝土中的钙发生反应，引起混凝土的溶解和破坏。另外，真菌能将菌丝伸入混凝土内部，增加破坏面积和增大混凝土的孔隙率。真菌在很宽泛的条件下都有活性，因此由这些微生物所引起的破坏会非常严重。

12.2 混凝土防腐蚀措施

混凝土中存在着许多气孔和毛细管，有利于化学介质的渗透，为了提高其耐久性，可以从改善自身的密实性和隔离介质两方面入手。

12.2.1 密实性防腐

一方面要选择优质材料，确定适当配比，提高施工水平，适当增加混凝土厚度，并掺入减水剂，引气剂，防水剂等外加剂以改善混凝土的抗渗性。目前已出现了一些新型混凝土，它是用大量高性能掺和料取代水泥或用高性能胶凝材料（塑化水泥、低需水量水泥）来取代传统的水泥来制成高性能混凝土，制成的混凝土具有高强度、低收缩、高抗化学腐蚀等特点。

钢纤维混凝土，将钢纤维掺入混凝土中能显著提高其抗弯、抗拉强度及断裂韧性，使得属松脆材料的混凝土具有良好的塑性。如钢纤维直径 0.175mm，长度 6，钢纤维/混凝土的含量（体积率）为 6%时，可使混凝土的抗压强度提高 37.5%。

长寿命混凝土，在水灰比 0.5 的普通混凝土中，掺入己二醇醚衍生物混合剂后，其干燥收缩率为普通混凝土的 50%~60%，能控制碳化发展速率约为普通混凝土的 1/3，氯离子渗透率为 1/4，能有效地控制盐酸、

硝酸对混凝土的渗透，从而抑制钢筋的锈蚀，使混凝土碳化中和和钢筋生锈的速度延迟 10 倍以上的时间，目前日本已研制出耐久性达 500 年以上的混凝土。

12.2.2 隔离性防腐

另一方面，将混凝土同周围的腐蚀介质隔离开来，在混凝土结构的表面涂覆面层是一种经济、易行的方法。防腐面层本身也要具有良好耐腐蚀性和混凝土基面的粘结性。一般分为涂料面层、玻璃钢面层、砂浆面层、块材面层。

1、涂料面层

国外对工业废水和生活污水的防腐蚀，主要体现在聚氨乙烯衬板和涂料两大类，在美国污水工程中常采用环氧/聚酰胺、环氧沥青、富锌聚氨酯、环氧沥青；德国采用环氧煤焦油沥青、富锌、聚乙烯、聚氨酯玻璃鳞片；在日本、英国采用环氧、厚浆焦油环氧，所以，环氧/聚胺脂、环氧沥青、聚乙烯等涂料均较多应用。

➤ 常用的涂料面层主要有：

1) 环氧涂料

一些液体的环氧树脂有足够低的分子量以及对混凝土的润湿性，因而有较高的渗透深度，在对混凝土表面润湿性高的溶剂的配合下，环氧树脂浸润表面后发生反应，使渗透区域强度升高。目前，环氧涂料已广泛用于混凝土表面，因具有耐碱性，相容性，与混凝土的附着力强，若能配以稀释底涂料，则可进一步提高渗透性，增大其与混凝土的附着力。

2) 乙烯基涂料

该类涂料既耐酸又耐碱，且回弹性及韧性优异，是一类非常好的混凝土涂料，乙烯基涂料因其分子量高，粘度大，涂装时需预涂稀释底涂料。涂刷乙烯基稀释底料，可使涂料对基材有一定的渗透性，虽达不到

液态环氧树脂的程度，但可以大大提高乙烯基涂料的附着力。由于干燥速度较快，后道涂料在几分钟内就可施工。

3) 沥青涂料

沥青涂料有两类，其中煤沥青涂料具有较好的耐水性和耐化学性，石油沥青涂料具有较好的耐候和耐光性，均广泛用于混凝土涂装中。通常用低粘度沥青涂料作底涂料层，接着用高粘度沥青涂料作面层来阻挡水的渗透。厚浆型煤焦沥青涂料在保护混凝土不受化学侵蚀和吸水性方面有极佳的功能，并可减小混凝土管道阻力。

4) 氯化橡胶涂料

氯化橡胶涂料具有耐水和耐化学品腐蚀以及混凝土涂料所必需的附着力和耐碱性。由于是溶剂挥发型涂料，干燥速度相对较快。在高湿度的条件下，涂膜仍能保持完好。因氯化橡胶不耐动植物油和油脂，因而不宜作为下水管涂料或下水管的衬里。

5) 环氧沥青涂料

环氧中有极性很强的羟基、醚键，附着力强。环氧固化后主链有化学性稳定的碳—碳链节，醚键受芳环保护故耐蚀好、机械强度高。煤焦沥青抗水、耐潮、耐化学品，是各种树脂中耐水最好的，且价廉，于环氧相配取长补短，提高了附着、耐蚀，降低成本。所以，多用于液相防腐，或气液两相交替环境。

6) 无机改性聚脲防腐涂料

无机改性聚脲防腐涂料采用聚合物改性修补砂浆修补平整后，涂覆无机改性聚脲涂层防腐蚀，系统总厚度 4mm。聚合物改性修补砂浆施工厚度为 3mm，无机改性聚脲底涂一遍施工，无机改性聚脲面涂分二遍施工。为防止漏涂，二遍面涂采用不同的颜色，第二道面涂颜色须完全覆盖第一道面涂颜色。为保证防腐涂层与混凝土基层的粘结强度，应通过

喷砂或高压水枪喷射等方式彻底清理混凝土表面的脱模剂、浮浆等。管片接缝处先进行基层处理，具体方法为接缝处预先采用耐腐蚀密封胶，再布置玻璃纤维布处理，最后涂覆无机改性聚脲涂层防腐蚀。

无机改性聚脲防腐涂料具有以下特点：

①兼具了无机材料优秀的耐潮湿性能以及有机材料的卓越的耐腐蚀性能和抗开裂性能。

②对潮气具有良好的耐受性能，与潮湿基面的附着力大于 2.2MPa，适应地下工程环境的施工与使用；

③优秀的耐腐蚀性能，尤其是市政污水设施中产生的硫化氢气体和生物硫酸腐蚀；

④良好的抗裂性能，断裂延伸率大于 20%，可桥接 0.7mm 以内的裂缝；

⑤优秀的耐磨损性能，可耐受污水中颗粒物的长期反复冲刷；

⑥可喷涂或滚涂施工，固化速度快（20℃，涂覆时间间隔 7 小时）；

⑦环保材料，无毒、无味，可满足密闭空间施工。

2、玻璃钢面层

利用玻璃纤维增强塑料（俗称“玻璃钢”）结构在混凝土基础上形成一层防护，玻璃钢衬里具有整体性、抗渗性好和造价合理的特点，同时选用适当的防腐蚀树脂就能够达到良好的防腐蚀效果。在玻璃钢衬里防腐蚀工法中，一般采用玻璃纤维加玻璃纤维短切毡或表面毡的复合结构，厚度在 1—3mm 之间。根据树脂的不同分为不同的玻璃钢面层，常用的由以下几种：

1) 环氧树脂玻璃钢

环氧树脂具有来源广、成本合理、耐腐蚀性能优良、收缩率低的特点，同时在混凝土基础上施工中，要求树脂的收缩率不能太大，否则可能会导致在玻璃钢衬里工艺时，出现由于树脂的固化收缩造成的

内应力而导致“脱壳”的现象，而引起防腐蚀失效。选用室温下固化环氧树脂的热变形温度（HDT）一般情况下较低，均在 60—70℃之间，因此也不能耐更高的温度，推荐使用温度不能超过 75℃；由于工业废水中含有氟化氢等化学介质，而氟化氢介质的腐蚀形态主要是由于分子体积较小，而在聚合物中容易发生分子水平上的扩散或溶胀，正如上表中的数据所显示的，环氧树脂的耐氢氟酸的效果不是特别好。所以，目前在国外已经很少采用环氧树脂用于防腐蚀工程制作了，一般情况下会采用环氧树脂改性的乙烯基酯树脂。

2) 环氧乙烯基酯树脂玻璃钢

环氧乙烯基酯树脂是由环氧树脂与甲基丙烯酸通过开环加成化学反应而制得。它保留了环氧树脂的基本链段，又有不饱和聚酯树脂的良好工艺性能，它在适宜条件下固化后，表现出某些特殊的优良性能，具有良好的工艺性和耐腐蚀性。正如上面文章所言，树脂的收缩率对于玻璃钢法的耐腐蚀效果影响较大，而常规的双酚 A 型乙烯基树脂的室温固化收缩率为 3%左右，而新推出的一新低收缩 891 乙烯基树脂的收缩率<1%，较环氧树脂的线收缩率也低，这种树脂更具有高耐蚀性、与填料良好的浸润性的特点，尤其适合胶泥的制作或者玻璃钢内衬制作。目前，在国内我们利用环氧乙烯基树脂在各种电子工厂（如中芯国际等）、化工厂等均有成功的应用案例。

3) 芳烃型树脂玻璃钢

芳烃型树脂（902）是一种特种不饱和聚酯树脂，含有较多的苯环结构，它在硫酸和硝酸的情况下的性能尤为特出，902 树脂较常用的环氧树脂具有低毒、更好的工艺性的特点外，更具与环氧树脂相比的低成本性，我们对环氧树脂与 902 树脂进行了经济成本核算，计入各种稀释剂等综合成本，环氧树脂相当 17.10 元/公斤，而 902 树脂相

当于 15.20 元/公斤。

3、砂浆面层

1) 聚合物水泥砂浆

聚合物抗腐蚀砂浆是将有机聚合物掺入水泥砂浆中，借以改善水泥砂浆各项性能的复合修补材料，可用于建筑混凝土修补及道路修补等领域。聚合物抗腐蚀砂浆具有和易性好、无毒环保，对旧混凝土基层有良好的适应性，粘结力强，抗渗性好，且对钢筋具有保护性能。

2) 无机防腐砂浆

无机防腐砂浆克服了潮湿基面的问题，可以在无明水的情况下施工，尤其在抢修项目中解决了很多工程实际问题。但无机防腐砂浆自身的耐腐蚀性能不及有机防腐涂料，其耐腐蚀机理主要是牺牲自身厚度，所以一般施工厚度为 10mm-30mm，不仅降低了管道的过水断面，其较粗糙的表面也增大了水流的摩擦阻力。同时，由于无机防腐砂浆是刚性材料，大面积施工需要设置施工缝，更无法桥接管片连接缝。所以，缝的处理也是无机防腐砂浆面临的一个难题。

常见的无机防腐砂浆有普通混凝土砂浆和铝酸盐水泥砂浆防腐。铝酸盐水泥具有快硬、高强、膨胀、耐腐蚀、抗冻融及液相碱度低和水化热集中等特点，尤其是耐腐蚀性是其它水泥所无法比拟的性能。与硅酸盐水泥比，硫酸盐水泥是一种早强、快硬、后期强度不倒缩的优质低碱度水泥。其性能优势显著，主要表现为：早强、低液相碱度、低膨胀率以及长期强度稳定和耐久性好等。该材料的强度能达到 C30 混凝土的强度，相比其他防腐蚀材料较高。以铝酸盐水泥作为主要材料的防腐蚀砂浆在国外已有广泛应用。该材料的特点是：

①耐久性强。根据厂家有关资料，铝酸盐水泥砂浆防腐产品目前最长的使用案例是加拿大某码头，建于 1930 年，主体结构使用了 80 多年

后仍然完好。

②耐腐蚀性及耐磨性强。铝酸盐水泥砂浆防腐材料的防腐性能是普通混凝土相比的 5~7 倍。根据国外相关文献资料，在长达 15 年的对比试验中，未作防腐的普通混凝土污水管损失 64mm，使用铝酸盐水泥砂浆防腐材料的污水管损失 10-15mm。根据相关资料，铝酸盐水泥砂浆的耐磨性是聚氨酯涂料的 3 倍，环氧陶瓷材料的 2 倍。

③施工速度快。使用铝酸盐水泥砂浆，每小时能够施工 40-80 平米，施工完成后凝结时间短于 24 小时。如使用表面促硬剂，凝结时间能缩短至 2 小时。

④防腐砂浆韧性较差，断裂延伸率较小。

4、块材面层

1) PE 塑料

PE 是聚乙烯塑料，最基础的一种塑料，分为中密度聚乙烯和高密度聚乙烯。塑料袋、保鲜膜等都是 PE，HDPE 是一种结晶度高、非极性的热塑性树脂。原态 HDPE 的外表呈乳白色，在微薄截面呈一定程度的半透明状。PE 具有优良的耐大多数生活和工业用化学品的特性。PE 材料的焊接采用对接焊缝：加热的管片的端部，使用一个工具，称为接触压力和温度定义下的“镜像”。端部被迅速接触，并保持在压力下，在冷却过程中连接为一体。

近年以来，随着涂料技术的进步，又研制出了许多新型的混凝土封闭涂料。如：改性有机硅涂料，其中的烷氧基在碱性物质的激发下与混凝土中的水反应形成硅醇基，然后脱水缩合，在混凝土表面形成非极性的憎水层具有良好的防腐及抗水性。具有高耐腐蚀树脂的玻璃鳞片涂料；具有较好的环保性能的粉末涂料等。

12.3 管道防腐

污水厂站中埋地管道应根据国家规定的防腐蚀工程设计规范进行设计系统必要的外壁防腐和内壁防腐措施，减少腐蚀，保证工艺管道的正常运行。

所有埋地钢管需经除锈达 $Sa2\frac{1}{2}$ 以上级，污水管、污泥管采用水泥砂浆作内衬或 PE 管内衬，外防腐采用环氧煤沥青玻璃布 2 布 6 油重防腐。

埋地铸铁管采用水泥砂浆作内衬，沥青漆外防腐。

架空钢管管配件的外防腐采用环氧富锌漆，一底二度，内防腐：采用一底二面厚浆型。

室内裸露污水、污泥管采用环氧树脂色漆。

尽量采用耐腐蚀的管材：如 HDPE、UPVC 污水管和加药管，玻璃钢管，石棉玻璃钢通风管等。

12.4 厂站附属结构防腐

栏杆、平台等厂站附属结构处于腐蚀性气相环境中，拟采用聚氯乙烯涂料，聚氯乙烯含氟涂料成膜物质为聚氯乙烯，为此具有优良的耐腐蚀性和抗渗性，同时该涂料中采用了无机氟磷铁化合物复合颜料，对被保护表面起着良好的屏蔽作用，不易受外界化学物质的破坏、分解。同时能在金属表面起磷化钝化作用，并与铁形成离子键结合力，大大提高涂膜附着力。此外氟磷铁复合颜料还能增加涂层的物理机械强度，改善其耐候性和耐紫外线照射。该涂料对被涂覆金属表面处理要求不高，人工除锈达 St3 级即可，这对结构件结构较复杂而又难以喷砂处理的表面施工有很多益处，易保证施工质量。

对于露天设备采用高防护等级的产品；室内尽量采用玻璃钢盖板。

第十三章 管理机构、劳动定员及建设进度

13.1 实施原则及步骤

- 1、本工程项目的实施首先应符合国内基本建设项目的审批程序。
- 2、由东莞水务集团有限公司作为项目执行单位负责项目的实施、组织、协调和管理工作。
- 3、建设单位按照国家法规实行国内公开招标，再由建设单位择优选择勘察、设计、供货、施工安装、监理等履行单位。
- 4、项目的勘察、设计、供货、施工安装、监理等履行单位应与项目法人履行必要的法律手续，合约责任按国家的有关法律、法规执行。

13.2 组织机构与运行管理

13.2.1 项目的建设管理机构

本工程项目建设的管理机构初步确定下设 5 个职能部门，负责项目的前期筹备、筹建、监督、管理工作。

- 1、行政管理：负责日常行政工作以及与项目履行单位的接待、联络等工作。
- 2、计划财务：负责项目的财务计划和实施计划安排与项目履行单位办设合同协作与手续，以及资金使用安排及收支手续。
- 3、技术管理：负责项目的技术文件、技术档案的管理工作，主持设计图纸的会审，处理有关技术问题，组织技术交流，组织职工的专业技术培训、技术考核等工作。
- 4、施工管理：负责项目的土建施工安装的协调与指挥，施工进度与计划的安排，施工质量与施工安全的监督检查及工程的验收工作。

5、设备材料管理：负责项目设备材料的订货、采购、保管、调拨等验收工作。

13.2.2项目运行的组织管理

- 1、建立完备的生产管理层次；
- 2、对生产操作工人，管理职工进行必要的资格审查，并组织进行上岗前的专业技术培训；
- 3、聘请有资历有经验的技术人员负责厂内的技术管理工作；
- 4、制订健全的岗位负责制，安排操作规程等工厂管理规章制度；
- 5、招聘专业技术人员，并提前入岗，参与施工安装调试验收的全过程。

13.2.3 项目运行的技术管理

与市政环保部门监测污水系统水质，监督工厂企业工业废水排放水质。

根据进厂水质、水量变化，调整运行条件。做好日常水质化验、分析、保存记录完整的各项资料。

及时整理汇总、分析运行记录，建立运行技术档案。

建立处理构筑物和设备的维护保养工作和维护记录的存档。

建立信息系统，定期总结运行经验。

13.3 项目建设进度安排

本项目的实施过程主要包括可行性研究报告编制及评审、规划报建、初步设计概算编制及评审、施工图设计及审查，工程施工、联合试运转等阶段。由于项目场地紧凑，建设过程与现状运行要密切配合，为加快建设周期，减少中间环节，有效解决设计施工衔接。

13.4 人员培训

为了做好本项目的建设和运行管理工作，在项目执行过程中，拟对有关建设和管理人员进行有计划的培训工作，以保证项目的顺利执行和运行管理，人员培训主要着重以下几点：

（1）提高项目执行管理人员的业务水平，以保证项目的顺利执行。

（2）对生产管理和操作人员进行上岗前的专业技术培训，提高管理和操作水平，保证项目建成后的正常运行。

13.5 电耗、水耗和药耗

本工程实施后，每天的正常运行需有一定的用电量、用水量和药剂

量。

（1）电耗

本工程实施后，每天电耗约 38400 kW·h/d

（2）水耗

水质净化厂运行水耗主要为厂内生活、化验、厂内生活性杂用水、生产性用水、冲洗车辆和处理构筑物用水等。根据类似项目运行经验，自来水用量均暂定为 20m³/d。

（3）药耗

- 氯化钙：主要用于除氟沉淀，投加量为 1693 kg/d;
- PAC 原液（10%）：主要用于混凝段，投加量为 22080 kg/d;
- 阴离子 PAM：总用量为 166 kg/d;
- 阳离子 PAM：总用量为 103.6kg/d;
- 碳酸钠（10%溶液）：2695kg/d;

- 次氯酸钠（10%）溶液用量：1630 kg/d;
- 氢氧化钠（30%）溶液用量：5840kg/d;
- 柠檬酸（50%）溶液用量：55 kg/d;
- HCl（30%）溶液用量：24kg/d;
- 液氧投加量：22080kg/d;
- 硫酸：2880kg/d;
- 磷酸（75%浓度）：19kg/d，用于生反池补磷。

（3）材料消耗

- 活性炭更换量：0.75 m³/d;
- MBR 膜更换量：12343m²/年;
- 除氟吸附材料：0.1 m³/d。

第十四章 项目效益分析

由于本工程项目为城市基础设施，以服务于社会为主要目的，它既是生产部门必不可少的生产条件，又是居民生活的必要条件，对国民经济的贡献主要表现为外部效果，所产生的效益除部分经济效益可以定量计算外，大部分则表现为难以用货币量化的社会效益和环境效益，因此，应从系统观点出发，与人民生活水准的提高和健康条件的改善、与工农业生产的加速发展等宏观效果结合在一起评价。

14.1 环境效益

环境效益是本工程实施和完成后所能体现的最直接的工程效益。其主要表现在以下几个方面：

（1）污染物的最大化减排

本工程的实施对缓解东莞市水环境污染状况有积极的促进作用。

作为一项重要的城市基础设施，污水处理工程的建设将有效地改善城市的环境条件，对改善居民生活条件、提供市民健康水平有十分重要的作用。

（2）改善水环境质量，保护水源

本工程的实施对缓相关河道雨季溢流污染状况有积极的促进作用，使得排入相关河道的污染物较大削减，从而改善地区河道水质，保护水源。

本工程建成后将至少减少对水体排放的污染物总量可见下表。

表 14.1-1 污染物削减表（2.76 万 m³/d）

水质指标类别	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TN	TP	氟化物
设计进水水质 (mg/L)	500	300	400	45	70	8	20
设计出水水质	30	6	10	1.5	15	0.3	1.5

水质指标 类别 (mg/L)	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TN	TP	氟化物
处理程度(%)	94%	98%	97.5%	96.7%	78.8%	96.3%	97.5%
污染物削减量 (t/年)	4734.62	2961.63	3928.74	438.23	554.09	77.53	186.39

14.2 社会效益

在环境保护已成为一项基本国策的今天，水污染所引发的各种问题日益受到全社会的关注与重视，甚至对社会的安定、国民经济的持续稳定发展产生重要影响。本项目的实施将使东莞市树立起更加良好的形象，城市环境条件的改善也将使人民更加安居乐业，这些都对促进社会的安定团结、促进东莞市社会经济的发展进步起到重要作用。

14.3 国民经济效益

项目的建设将改善相关河道水质，保证工农业的正常生产，减轻对地下水源的污染，使城市人民生活环境和城市生态环境都得以大幅度改观，这些都将对改善东莞市的投资环境，吸引外资，开发旅游资源，发展工业经济，提高工业产品质量等起到积极、有效的作用。因此，本项目所产生的间接经济效益将是巨大的。

第十五章 社会稳定风险分析

15.1 项目稳评工作的目的、依据及意义

15.1.1 目的

与社会公众利益密切相关或者可能对社会公众生产生活造成重大影响的项目，在可行性研究阶段需进行社会稳定风险评估。针对重大工程的社会稳定风险评估，通过制定对策措施，从源头上规避、预防、降低、控制和应对可能产生的社会稳定风险，为建设项目的科学、合理、顺利实施保驾护航。

15.1.2 主要依据

1、《国家发展改革委重大固定资产投资项目社会稳定风险评估暂行办法》发改投资 [2012]2492 号

15.1.3 意义

（1）有利于深入贯彻落实科学发展观，进一步强化发展是第一要务，稳定是第一责任的认识，促进项目建设与社会稳定的有机统一；

（2）有利于保障重点建设项目的顺利实施，保障公民、法人和其他组织的合法权益；

（3）有利于防范及化解项目实施中可能影响相关利益方而引发的群体性社会矛盾及纠纷；

（4）有利于公众参与，倾听居民心声，了解群众意见，完善项目方案，维护社会稳定；

（5）有利于项目的科学决策及完善项目审批程序，推进建设工程的顺利实施。

15.2 项目稳评工作的基本原则和目标

15.2.1 基本原则

- (1) 坚持实地调查、听取公众意见、合理反映各方诉求的原则；
- (2) 坚持项目稳评合理的调查覆盖面及评估方法的科学原则；
- (3) 坚持识别、判定风险的实事求是和讲真话原则。

15.2.2 工作目标

对项目点周边涉及范围的人群及企业进行社会稳定风险分析研究，通过设计公众对项目支持度指标及相关稳评指标问卷，重点运用公众调查、职能部门征询、专家调查等方法，寻找发现社会稳定风险因素，综合计算项目可能存在的社会稳定风险概率，及时归纳评价预警可能影响社会稳定的情况，针对性的提出缓解与防范社会稳定风险的措施建议，为项目决策提供参考依据。

15.3 社会稳定风险分析及评价

15.3.1 风险识别

本项目风险因素拟定下列 7 项作为社会调查的主要风险因素：①拆迁；②恶臭气体；③交通出行；④噪声；⑤振动；⑥扬尘；⑦房屋损坏。

15.3.2 分析判断风险源

根据本工程的实际情况和调查资料以及类似工程的经验，本项目用地范围内无居民住宅。周边除企洞水库、山地绿地外，规划基本为工业用地和居住用地，社会稳定风险较低。工程建设期间和建成运行后对沿线周边有较低程度的影响。

综合以上分析，本工程的主要风险源如下：

- (1) 污水处理厂建设期间产生的噪声、振动、扬尘、车辆出入对周边带来一些不利影响。

(2) 污水处理厂内距离厂界较近生产构筑物，有潜在的臭气源可能会对周边居民造成影响。

(3) 污水处理厂运行期间的噪声可能会对周边造成影响。

(4) 污水处理厂运行期间的污泥等生产运输车辆可能会对周边造成影响。

(5) 污水处理厂运行期间，生产所需的药品如盐酸、氯酸钠、化验室废水废渣可能会对周边环境带来一定的潜在危险。

15.3.3 缓解措施

针对上述风险源，拟采取下列工程措施和管理措施，以化解或降低社会稳定风险。

(1) 污水处理厂建设期间产生的噪声、振动、扬尘对周边会有一些的不利影响，根据环评报告，采取围栏封闭施工、尽量避免夜间施工、优化施工方案、合理安排工期、使用商品混凝土、加强施工现场日常监督管理和监控等手段，可以将风险降低至最低。

(2) 本工程运行期间，部分易产生恶臭的构筑物对周围环境有潜在臭气源影响。在工程措施上，本工程对全厂臭气通过风管进行封闭收集，采用成熟可靠高效的生物法进行处理达标排放。同时选用高品质的除臭设备，制定完善防止臭气外溢预案，厂界设置绿化隔离带等一系列措施，确保污水处理厂运行期间产生的臭气经过除臭处理、绿化带吸收和扩散稀释后，厂界处 H_2S 、氨、臭气浓度均低于《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的厂界一级标准，不会改变周围空气环境的功能类别。

(3) 污水处理厂在运行期间水泵、鼓风机等部分设备会产生噪声，在设计中选用低噪声水泵，鼓风机采用低噪音的离心鼓风机并设隔音罩，并对所有振动设备采取消声减振措施、建筑隔声等措施。根据环评报告

的结论，经距离衰减后，污水处理厂在最不利工况下的厂界噪声可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）2类标准，不会改变所在区域的声环境质量现状。

（4）污水处理厂运行期间，污泥运输车辆可能对周边道路环境产生一定的影响。对此，污水处理厂的运输车辆均选用全封闭卡车，避免出现跑冒滴漏现象。

（5）污水处理厂二氧化氯消毒所需的药品盐酸具有一定腐蚀性、氯酸钠原料属于甲类火灾危险性物品，实验室产生的一些废水废渣也可能对环境带来一定的影响。在污水处理厂设计中，充分考虑上述潜在危险因素，严格按照国家相关规范要求进行安全性设计。针对厂内的危险废弃物，建设单位与专业单位签订相关协议，有专业单位进行处置。

15.3.4 社会稳定风险等级

根据国资委的《国家发展改革委重大固定资产投资项目社会稳定风险评估暂行办法》，对重大项目社会稳定风险等级分为三级：

- ◆高风险：大部分群众对项目有意见、反应特别强烈，可能引发大规模群体性事件。
- ◆中风险：部分群众对项目有意见、反应强烈，可能引发矛盾冲突。
- ◆低风险：多数群众理解支持但少部分人对项目有意见，通过有效工作可防范和化解矛盾。

通过对本项目社会稳定风险的分析和拟采取的缓解措施，本项目社会稳定风险的等级定为低风险级。

第十六章 投资估算

16.1 编制范围

本工程估算系根据东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程设计文件及图纸内容进行编制。工程规模为 2.76 万 m³/d。

16.2 编制依据

16.2.1 编制依据

- 建标[2007]164 号文《市政工程投资估算编制办法》
- 《广东省市政工程综合定额（2018）》
- 《广东省房屋建筑与装饰工程综合定额(2018)》
- 《广东省通用安装工程综合定额(2018)》
- 《广东省建设工程计价通则（2018 年）》
- 类似工程技经指标

16.2.2 材料价格依据

东莞信息价 2022 年 12 月。

16.2.3 其他工程及费用的取定依据

1. 建设单位管理费：财建〔2016〕504 号文”有关规定计算
2. 建设工程监理费：按“发改价格【2007】670 号文”有关规定计算
3. 建设项目建设前期工作咨询费：按“计价格〔1999〕1283 号文”有关规定计算
4. 环境影响咨询服务费：按“计价格【2002】125 号”有关规定计算
5. 工程勘察费：第一部分工程费×0.8%
6. 设计费：参考“计价格〔2002〕10 号文”有关规定计算

- 7.水土保持咨询服务费：按“东水务函【2012】77号”计算
- 8.节能评估费用：按广州市合理用能评估咨询服务收费暂行办法
- 9.工程保险费：第一部分工程费 $\times 0.3\%$ 计算
10. 施工图审查费：按“发改价格（2011）534号文”有关规定计算
11. 工程造价咨询服务费：按“粤价函（2011）742号文”有关规定计算
12. 场地准备费及临时设施费：建安工程费 $\times 1\%$
13. 建筑信息模型（BIM）技术应用费：按设计费的20%
14. 施工图技术审查费：按发改价格[2011]534号文
15. 检验监测费：第一部分工程费 $\times 1\%$
16. 高可靠性供电费用：按“粤发改价格函〔2017〕5068号”计算
17. 白蚁防治费：按粤价【2002】370号文。
18. 招投标代理服务费：按计价格【2002】1980号文
19. 工程预备费：第一、二部分费用合计 $\times 8\%$ 。

16.3 资金筹措

按总投资80%银行贷款，20%自有资金，银行贷款利率4.3%，建设期二年，第一年投入50%，第二年投入50%。

16.4 工程投资

本工程总投资为69918.36万元，其中工程费用为55598.41万元。

序号	工程或费用名称	估 算 价 值(万 元)					技术经济指标			备注
		建筑工程	安装工程	设备及 工器具 购置	其它费 用	合 计	单位	数量	单位指 标(元)	
一	工程费用									
1	调节池									
	土建	899.24				899.24	m3	12846	700	
	管配件		14.97			14.97				
	设备及安装		35.92	299.33		335.25				
2	预处理混凝沉淀池									
	土建	1377.34				1377.34	m3	15304	900	
	管配件		37.34			37.34				
	设备及安装		74.68	622.36		697.04				
3	水解酸化池及中沉池									
	土建	1460.20				1460.20	m3	14900	980	
	管配件		66.24			66.24				
	设备及安装		61.15	509.58		570.72				
4	AAO 生反池及 MBR 膜池									
	土建	2611.17				2611.17	m3	45020	580	
	管配件		267.18			267.18				
	设备及安装		534.36	4453.00		4987.36				
5	活性物质吸附车间									
	土建	276.19				276.19	m3	5524	500	
	管配件		103.00			103.00				

序号	工程或费用名称	估 算 价 值(万 元)					技术经济指标			备注
		建筑工程	安装工程	设备及 工器具 购置	其它费 用	合 计	单位	数量	单位指 标(元)	
	设备及安装		247.20	2060.00		2307.20				
6	臭氧接触氧化池									
	土建	198.45				198.45	m3	3053	650	
	管配件		15.32			15.32				
	设备及安装		7.66	63.83		71.49				
7	活性炭滤池									
	土建	328.60				328.60	m3	3286	1000	
	管配件		101.62			101.62				
	设备及安装		48.78	406.47		455.25				
8	紫外消毒池及出水泵房									
	土建	264.94				264.94	m3	3785	700	
	管配件		63.27			63.27				
	设备及安装		84.35	702.95		787.31				
9	储泥池及污泥脱水车间									
	储泥池及污泥脱水下部 土建	400.51				400.51	m3	8010	500	
	污泥脱水车间	215.04				215.04	m2	1075	2000	
	管配件		52.92			52.92				
	设备及安装		127.01	1058.40		1185.41				
10	鼓风机房									
	土建	109.00				109.00	m2	545	2000	

序号	工程或费用名称	估 算 价 值(万 元)					技术经济指标			备注
		建筑工程	安装工程	设备及 工器具 购置	其它费 用	合 计	单位	数量	单位指 标(元)	
	管配件		44.65			44.65				
	设备及安装		59.54	496.13		555.66				
11	预处理加药间									
	土建	102.40				102.40	m2	512	2000	
	管配件		19.62			19.62				
	设备及安装		11.77	98.12		109.90				
12	生物处理及深度处理加 药间									
	土建	124.00				124.00	m2	620	2000	
	管配件		25.36			25.36				
	设备及安装		15.21	126.79		142.00				
13	箱体									
	水池层土建	7770.60				7770.60	m3	14390 0	540	
	操作层土建	4004.00				4004.00	m2	18200	2200	
	管配件		500.00			500.00				
	设备及安装		9.79	81.59		91.38				
14	臭氧发生器间									
	土建	153.60				153.60	m2	480	3200	
	管配件		40.29			40.29				
	设备及安装		161.14	1342.85		1503.99				

序号	工程或费用名称	估 算 价 值(万 元)					技术经济指标			备注
		建筑工程	安装工程	设备及 工器具 购置	其它费 用	合 计	单位	数量	单位指 标(元)	
15	液氧站									
	土建	45.00				45.00	m2	300	1500	
	管配件		4.41			4.41				
	设备及安装		6.62	55.13		61.74				
16	配电间 土建	135.00				135.00	m2	675	2000	箱体内部
17	综合楼 土建	900.00				900.00	m2	3000	3000	
18	门卫 土建	15.00				15.00	m2	50	3000	
19	地基处理	2100.00				2100.00				
20	电气设备及安装		433.03	2886.87		3319.90				包括光伏系统
21	仪控设备及安装		478.45	3189.68		3668.13				
22	暖通设备及安装		116.36	969.68		1086.04				
23	除臭设备及安装	50.00	291.38	1942.50		2283.88				
24	化验、机修及运输设备			266.00		266.00				
25	平面布置									
	进、出厂管	600.00				600.00				
	厂内雨、污水管网	300.00				300.00				
	厂内工艺管网		200.00			200.00				
	挡墙	2250.00				2250.00	m	150	150000	

序号	工程或费用名称	估 算 价 值(万 元)					技术经济指标			备注
		建筑工程	安装工程	设备及 工器具 购置	其它费 用	合 计	单位	数量	单位指 标(元)	
	围墙	100.00				100.00	m	1000	1000	
	大门	10.00				10.00	座	1	100000	
	道路	140.00				140.00	m ²	4000	350	
	屋顶绿化	580.00				580.00	m ²	14500	400	
	地面绿化	270.00				270.00	m ²	9000	300	
	土方工程	1600.00				1600.00				
26	工器具购置费			216.31		216.31				
	第一部分工程费用小计	29390.27	4360.58	21847.55		55598.41	m³/d	27600	20144	
	投资占比	52.86%	7.84%	39.30%		100.00%				
二	工程建设其他费用									暂不计征地费
1	建设单位管理费				699.35	699.35				财建标[2016]504 号文
2	工程监理费				750.39	750.39				发改价格[2007]670 号
3	前期工作咨询费				112.41	112.41				计价格[1999]1283 号
4	勘察费				222.39	222.39				
5	设计费				1631.55	1631.55				计价格[2002]10 号
6	设计咨询费				279.67	279.67				总投资的 0.4%
7	生产职工培训费				13.50	13.50	人. 月	54	2500	
8	办公和生活家居购置费				3.75	3.75	人	15	2500	
9	环评费				28.68	28.68				计价 [2002]125 号文

序号	工程或费用名称	估 算 价 值(万 元)					技术经济指标			备注
		建筑工程	安装工程	设备及 工器具 购置	其它费 用	合 计	单位	数量	单位指 标(元)	
10	施工图技术审查费				120.51	120.51				发改价格[2011]534 号文
11	工程造价咨询服务费				377.80	377.80				粤价函[2011]742 号
12	水土保持咨询服务费				50.00	50.00				暂估
13	场地准备及临时设施费				337.51	337.51				建安工程费用的 1.0%
14	工程保险费				166.80	166.80				工程费用的 0.3%
15	招投标代理服务				36.76	36.76				计价格[2002]1980 号
16	检验监测费				555.98	555.98				工程费用的 1%
17	建筑信息模型（BIM）技术应用费				326.31	326.31				设计费的 20%
18	高可靠性供电费用				54.39	54.39	KVA	3700	147.00	粤发改价格函〔2017〕5068 号
19	节能评估费用				10.00	10.00				暂估
20	劳动安全卫生评审费				55.60	55.60				工程费*0.1%
21	场地环境调查费				50.00	50.00				暂估
22	白蚁防治费				15.68	15.68	m2	22405	7	粤价[2002]370 号
23	联合试运转费				218.48	218.48				设备费的 1.0%
	工程建设其他费用小计				6117.51	6117.51				
三	工程及其他费用小计	29390.27	4360.58	21847.55	6117.51	61715.92				
四	基本预备费				4937.27	4937.27				第一、二部分费用的 8%
五	铺底流动资金				834.13	834.13				
六	建设期贷款利息				2431.05	2431.05				建设期二年

序号	工程或费用名称	估 算 价 值(万 元)					技术经济指标			备注
		建筑工程	安装工程	设备及 工器具 购置	其它费 用	合 计	单位	数量	单位指 标(元)	
	工程总投资	29390.27	4360.58	21847.55	14319.96	69918.36	m3/d	27600	25333	
	投资占比	42.04%	6.24%	31.25%	20.48%	100.00%				

第十七章 结论及建议

17.1 结论

1、进行本项目建设是贯彻习近平总书记生态文明建设重要思想，推动东莞经济高质量发展的需要，是实施广深科技创新走廊“一廊三带”中轴创新带的重要抓手，本项目的实施是十分必要、十分迫切的。

2、本工程直接服务于上游电子工业企业，工程处理废水来自电子工业企业生产废水。根据上游电子企业提供的水量数据，本工程处理规模与电子工业企业生产废水量保持一致，为 2.76 万 m^3/d ，小时废水量为 $1150\text{m}^3/\text{h}$ 。

3、本项目废水处理设施采用半地下建设形式，设置有污水处理一体化箱体一座，箱体顶部进行绿化景观设计，环境效益、社会效益双优，与电子工业企业整体厂区融合协调。

4、本项目工业废水处理采用“预处理+二级生物处理+深度处理”组合工艺路线，其中预处理采用“一级混凝沉淀+二级混凝沉淀+水解酸化+中沉池”工艺；生物处理采用“多段 AO+MBR”工艺；深度处理采用“深度除氟+臭氧催化氧化+生物活性炭+紫外消毒（辅助次氯酸钠消毒）”组合工艺。

5、本项目重点污染物关注氟化物、难降解 COD、TN 等。针对每种难点污染物，均设置多重组合工序，确保水质有效达标。其中难降解 COD 污染物通过“预处理化学混凝沉淀+水解酸化+生物降解+臭氧催化氧化+生物活性炭吸附”组合工艺进行去除；氟化物通过“一

级混凝沉淀+二级混凝沉淀+活性物质吸附保底”组合工艺进行去除；TN 通过强化除氮的多段 AO 工艺进行去除，同时配备外加碳源，确保生物除氮碳源充足。

6、本工程建设项目总投资为 69918.36 万元，其中，建筑安装工程费用为 55598.41 万元，工程建设其他费用为 6117.51 万元，预备费为 4937.27 万元，铺底流动资金为 834.13 万元，建设期贷款利息为 2431.05 万元。

17.2 问题建议

1. 企业需严格执行一类污染物控制要求，在车间或车间处理设施排放口达标；

2. 本项目进水水质通过与上游电子工业企业对接后确定，为暂定水质，为进一步优化处理工艺、建设投资和运营成本，需上游排污企业将预处理后的污水，按照企业环评标准提供相对准确的污染物种类及浓度；

3. 上游电子工业企业需控制排入本厂的 BOD/TN 值，进水 TN 若按 70mg/L 标准，则应控制进水可降解有机质浓度，企业出水 BOD 指标应控制在 300mg/L，避免生物除氮过程消耗过多的外加碳源，从而导致运行成本大大增加；

4. 建议尽快开展本项目环评工作，明确污水、污泥、臭气排放标准；

5. 建议尽快开展排放口论证工作，明确本项目排放水体；加快

尾水排放明渠大坪水明渠段的更新改造工作；

6. 建议尽快征求供电等相关部门意见，并开展其它前期工作。

7. 目前阶段，仅进行局部点位勘察作业，结构工程量后续根据详细地勘资料进一步复核。

第十八章 附图

18.1 附图

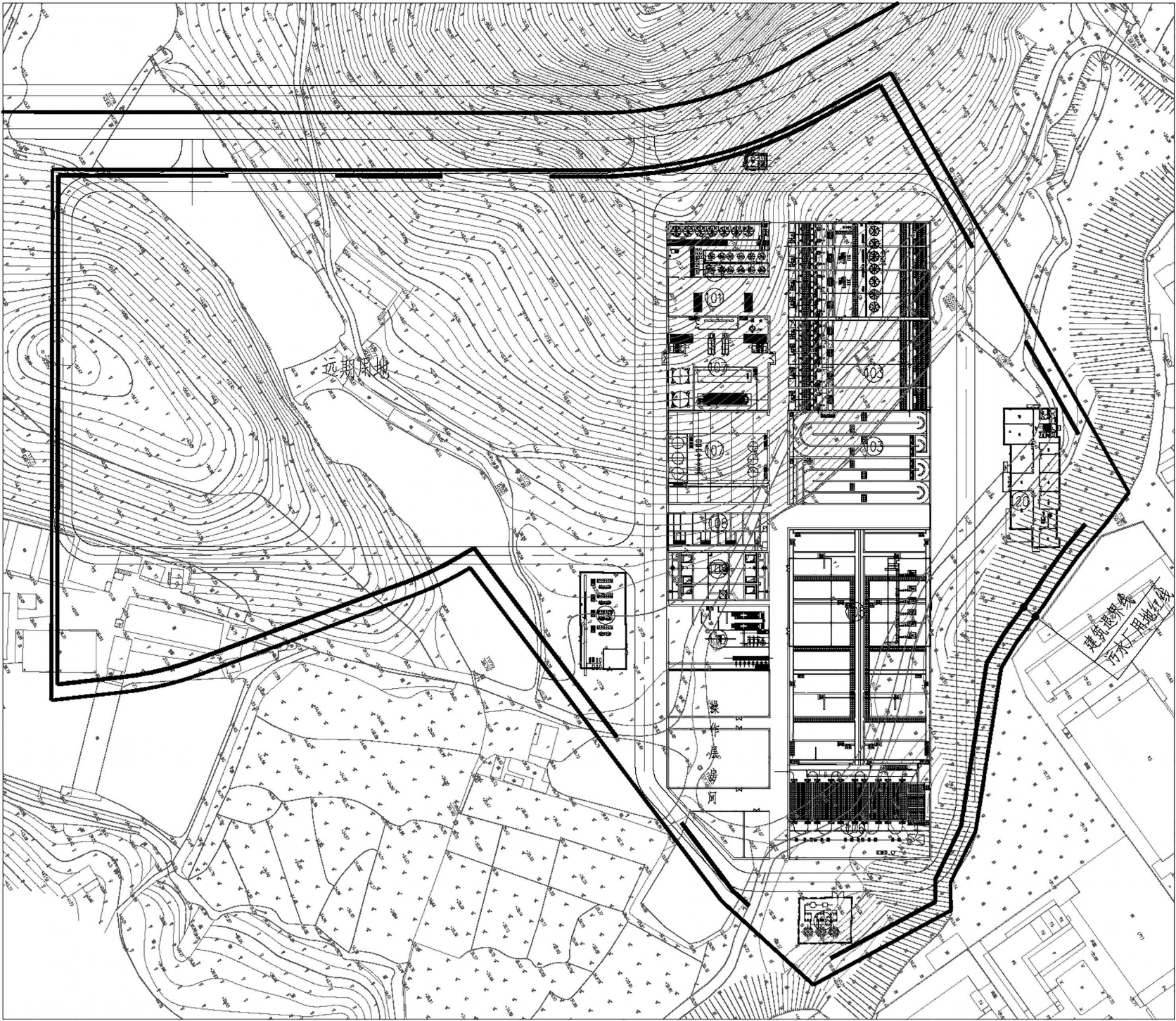
附图编号	附图内容
DF00D-01-01	工业污水处理厂总平面布置图

建、构筑物一览表

序号	名称	近期数量	备注
100	综合处理设施	1座	综合处理设施箱体内
101	调节池	1座	
102	预处理混凝沉淀池	1座	
103	水解酸化池及中沉池	1座	
105	生物反应池	1座	
106	MBR膜池	1座	
107	活性物质吸附车间	1座	
108	臭氧接触氧化池	1座	
109	活性炭滤池	1座	
110	紫外消毒池及出水泵房	1座	
111	储泥池及污泥脱水车间	1座	
112	预处理加药间	1座	
113	生物处理及深度处理加药间	1座	
114	鼓风机房	1座	箱体外
115	臭氧发生器间	1座	
116	液氧站	1座	
120	综合楼	1座	
121	门卫	1座	

说明:

- 1、本图尺寸单位：标高以米计，其余均以毫米计。
- 2、本图标高采用相对标高，室外地坪标高0.00m。
- 3、本工程建设规模2.76万m³/d。



图例:

- 规划用地范围
- 新建、构筑物
- 厂区道路

东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程

工业废水处理厂总平面布置图

项目编号2022GD418KY附图编号DF00D-01-01