江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）
永久安全监测标段
施工图册

声　明

本成果仅用于合同指定的项目使用。未经知识产权拥有者书面授权，不得翻印（录）、传播或他用。对于侵权行为将保留追究其法律责任的权力。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

二〇二三年三月

目　　录

编号	图名	图号
一	输水隧洞	
1	输水隧洞安全监测设计说明（1/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-01
2	输水隧洞安全监测设计说明（2/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-02
3	输水隧洞安全监测设计说明（3/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-03
4	输水隧洞安全监测设施布置图（4/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-04
5	输水隧洞安全监测设施布置图（5/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-05
6	输水隧洞安全监测设施布置图（6/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-06
7	输水隧洞安全监测设施布置图（7/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-07
8	输水隧洞安全监测设施布置图（8/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-08
9	输水隧洞安全监测设施布置图（9/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-09
10	输水隧洞安全监测设施布置图（10/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-10
11	输水隧洞安全监测设施布置图（11/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-11
12	输水隧洞安全监测设施布置图（12/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-12
13	输水隧洞安全监测设施布置图（13/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-13
14	输水隧洞安全监测设施布置图（14/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-14
15	输水隧洞安全监测设施布置图（15/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-15
16	输水隧洞安全监测设施布置图（16/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-16
17	输水隧洞安全监测设施布置图（17/17）	SLKS3057-E-62-R-3-SD-17
二	竖井	
18	R2#排气井安全监测设计说明（1/4）	SLKS3057-E-62-R2-7-JG-01
19	R2#排气井安全监测设计说明（2/4）	SLKS3057-E-62-R2-7-JG-02
20	R2#排气井安全监测设施布置图（3/4）	SLKS3057-E-62-R2-7-JG-03
21	R2#排气井安全监测设施布置图（4/4）	SLKS3057-E-62-R2-7-JG-04
22	R3#通风排气井安全监测设计说明（1/4）	SLKS3057-E-62-R3-7-JG-01
23	R3#通风排气井安全监测设计说明（2/4）	SLKS3057-E-62-R3-7-JG-02
24	R3#通风排气井安全监测设施布置图（3/4）	SLKS3057-E-62-R3-7-JG-03
25	R3#通风排气井安全监测设施布置图（3/4）	SLKS3057-E-62-R3-7-JG-04
26	R4#分水井安全监测设计说明（1/4）	SLKS3057-E-62-R4-7-JG-01

编号	图名	图号
27	R4#分水井安全监测设计说明（2/4）	SLKS3057-E-62-R4-7-JG-02
28	R4#分水井安全监测设施布置图（3/4）	SLKS3057-E-62-R4-7-JG-03
29	R4#分水井安全监测设施布置图（4/4）	SLKS3057-E-62-R4-7-JG-04
30	R5#水力过渡井安全监测设计说明（1/4）	SLKS3057-E-62-R5-7-JG-01
31	R5#水力过渡井安全监测设计说明（2/4）	SLKS3057-E-62-R5-7-JG-02
32	R5#水力过渡井安全监测设施布置图（3/4）	SLKS3057-E-62-R5-7-JG-03
33	R5#水力过渡井安全监测设施布置图（3/4）	SLKS3057-E-62-R5-7-JG-04
三	取水口	
34	取水口安全监测设计说明（1/10）	SLKS3057-E-62-QS-07-01
35	取水口安全监测设计说明（2/10）	SLKS3057-E-62-QS-07-02
36	取水口安全监测设施布置图（3/10）	SLKS3057-E-62-QS-07-03
37	取水口安全监测设施布置图（4/10）	SLKS3057-E-62-QS-07-04
38	取水口安全监测设施布置图（5/10）	SLKS3057-E-62-QS-07-05
39	取水口安全监测设施布置图（6/10）	SLKS3057-E-62-QS-07-06
40	取水口安全监测设施布置图（7/10）	SLKS3057-E-62-QS-07-07
41	取水口安全监测设施布置图（8/10）	SLKS3057-E-62-QS-07-08
42	取水口安全监测设施布置图（9/10）	SLKS3057-E-62-QS-07-09
43	取水口安全监测设施布置图（10/10）	SLKS3057-E-62-QS-07-10

输水隧洞安全监测设计说明

1、设计范围

(1)本册图纸的主要监测范围为竖井R1～竖井R5之间的盾构隧洞。

(2)盾构隧洞外衬采用预制钢筋混凝土管片，管片通过螺栓连接，衬砌环由1块封顶块、2块邻接块、3块标准块组成，内衬采用钢筋混凝土结构。

(3)根据本段盾构隧洞工程布置及沿线地形地质条件，在隧洞地质条件较差、不同地质交互部位、埋深较大、隧洞下穿重要建筑物等部位，共设置7个安全监测断面。按照监测断面距离附近监测站的距离，考虑监测设施布置的先进性、可靠性和全面性，7个监测断面均布置电测类仪器。

(4)本段盾构安全监测项目为：管片环向接缝变形、管片与内衬间接缝变形、隧洞以上地层分层沉降、管片外水压力及土压力、管片内侧渗压、管片和内衬钢筋应力、管片螺栓应力等。

2、主要设计依据规范

(1)《盾构法隧道施工及验收规范》（GB 50446-2017）；

(2)《盾构法输水隧道结构设计规程》（T/CECS 610-2019）；

(3)《水工隧洞设计规范》（SL279-2016）；

(4)《水工隧洞安全监测技术规范》(SL764-2018)；

(5)《水利水电工程安全监测设计规范》（SL725-2016）；

(6)《大坝安全自动监测系统设备基本技术条件》(SL268-2001)；

(7)《国家三角测量规范》(GB/T17942-2000)；

(8)《国家一、二等水准测量规范》(GB/T12879-2006)；

(9)《工程测量规范》(GB50026-2020)；

(10)《城市轨道交通工程测量规范》(GB50308-2008)；

(11)《城市轨道交通工程监测技术规范》(GB50911-2013)；

以及其他相关行业技术标准。

3、本段盾构隧洞安全监测布置

本段盾构隧洞涵盖的监测断面为断面1-1～断面7-7。

(1)变形监测

①管片环向接缝变形

在每个监测断面处同一环管片间接缝处分散布置3支测缝计，共计21支振弦式测缝计。

②相邻管片环间接缝变形

在每个监测断面相邻管片环间接缝处分散布置3支测缝计，共计21支振弦式测缝计。

③隧洞以上地层分层沉降

针对需保护的地面建（构）筑物，选取并利用周边1～2个沉降测点，在每一个测点位置采用铅直向下钻孔方式安装多点位移计，共计3套多点位移计。利用在隧洞中心线两侧60m范围以外基础稳固可靠位置布置的基准点作为工作基点，结合水准点和多点位移计，监测隧洞以上地层的分层沉降。

(2)渗流渗压监测

①管片外侧渗压

在每个监测断面隧洞管片外弧面顶部及腰部各布置1支渗压计，共计14支振弦式渗压计。

②管片内侧渗压

在每个监测断面管片与内衬结合处顶部布置1支渗压计，共计7支振弦式渗压计。

③隧洞以上地层地下水位

根据实际地质条件和地下水赋存情况，选择地面建（构）筑物重要观测点布置地下水位孔，在每个地下水位孔中布置1支渗压计，共计3个地下水位观测孔、3支渗压计。

(3)应力应变监测

①土压力

在每个监测断面衬砌管片外弧面顶部及腰部位置各布置1支土压力计，共计14支振弦式土压力计。

②钢筋应力

在输水隧洞顶部、腰部和底部的标准块衬砌管片的外环钢筋上布置钢筋计，每个监测断面布置4支钢筋计，共计28支振弦式钢筋计。

在输水隧洞内衬顶部、腰部和底部的内环钢筋上布置钢筋计，每个监测断面布置4支钢筋计，共计28支振弦式钢筋计。

③螺栓应力

在连接相邻管片的螺栓中选取2根各布置1个测点，每个监测断面衬砌管片的环向螺栓布置12支螺栓应力计，共计84根振弦式螺栓应力计。

4、一般要求

(1)为保证监测仪器设备安装埋设及观测质量，承包人应严格依据相关规范开展现场工作，检验测试、安装埋设及观测应由具有丰富安全监测工程实际经验经历的单位组织实施，并严格按施工详图、相关设计文件、水利工程相关规程规范和政策法规、本技术要求的规定以及仪器使用说明书(有效版本)等执行。

(2)监测仪器设备的安装埋设随土建施工进行，必须严格按本技术要求的规定，做好仪器设备的钻孔、安装、埋设、调试和保护工作，保证监测仪器设备埋设时机和实施质量，监测单位的主要人员应为从事安全监测相关工作的专职技术人员，并要求有较丰富的类似工程安全监测的工作经验和经历。

(3)承包人在土建施工前应根据本技术要求及设计图纸制定监测仪器安装计划，并编制详细的监测仪器安装埋设和维护技术措施，其内容应包含（但不限于）：仪器设备安装埋设方法和程序、仪器设备安装埋设详图、施工期仪器设备维护措施、质量和安全保证措施、安全监测与土建施工的协调安排等。

(4)承包人应将仪器设备的埋设计划列入建筑物的土建施工进度计划中，以便及时提供安装埋设工作面，协调好与建筑物土建施工的相互干扰。

(5)仪器设备安装和埋设中应使用经批准的编码系统，对各种仪器设备、电缆、监测断面、控制坐标等进行统一编号。每支仪器均须建立档案卡和基本资料表，并将仪器资料按发包人指定的格式录入计算机仪器档案库中。

(6)承包人应严格按批准的监测仪器设备布置与生产厂家的使用说明书进行安装和埋设。若监理人检查发现埋设的仪器设备失效，有权指示承包人立即修复或更换。

(7)仪器电缆和光缆的敷设应按施工图纸和生产厂家说明书进行，按有关技术要求规范拼接和连接接头，并尽可能减少接头数量。承包人应在所有仪器的线缆上加设至少3个耐久、防水、间距为20m的标签，以保证识别不同仪器所使用的线缆。

(8)在施工过程中，承包人应保护好所有仪器设备（包括电缆）和设施，包括为保护部位提供保护罩、保护标志和路障等，未完成管道和套管的开口端及时加盖。

(9)从仪器安装位置到现地监测站之间的线缆牵引走向、埋设方法应按施工图和监理人的指示进行，允许承包人根据工作计划和现场情况改变这些布置和方法，但这些变更不得对结构及防渗产生不利影响，且不使线缆长度显著增加。承包人应至少在其工作计划开始日期之前7天，将这些变更申请提交监理人审批。

(10)仪器设备及电缆在安装埋设之后应进行检查和校正，并提交现场校准报告。经监理人检查验收后应立即测读起始值，只有获取初始数据后，承包人才能将其固定或掩埋。

(11)光纤安装应根据现场情况尽可能按没有接头的实际最大长度采用，拼接和连接应按厂家要求进行。未经监理人批准，光纤不允许截短和拼接加长。

(12)每支仪器埋设和安装后不超过14天，承包人应将仪器及其安装的下列详细资料提交监理人。这些资料包括（但不限于）：仪器的种类、型号、编号和说明；按比例图示仪器所在部位的位置、仪器的坐标和高程、线缆敷设的准确位置和路线、线缆接头的位置和仪器安装所用的材料；仪器埋设的日期、时间以及气候气温情况；仪器埋设时附近施工区作业情况；安装埋设时的照片；所取得的初始数据；由承包人和监理人双方签字的所有安装埋设记录等。

(12)在仪器安装埋设、线缆牵引、基坑开挖、砼浇筑作业中，如发现有监测测值异常变化或仪器设备损坏现象，应及时采取补救措施。在仪器和线缆埋设完毕后，应立即检测，确认符合要求后，应及时编写施工日志，绘制竣工图。

5、监测设施埋设安装要求

(1)测缝计

1）衬砌管片间的测缝计

在预制衬砌管片时，根据测缝计安装位置在两块相邻管片预留沟槽，具体尺寸根据预安装仪器的大小、安装要求确定，在安装完成后仪器不外凸。在管片拼装完成后安装测缝计，并采用保护盒保护好测缝计。在沟槽保护盒外表面回填混凝土，所有沟槽与回填砼结合部位在砼浇筑前应按照砼施工缝的要求进行处理，回填的混凝土应仔细振捣密实。

(2)多点位移计

①多点位移计钻孔孔径不小于φ91mm，孔口0.5m段同轴线扩大至不小于130mm（具体视仪器尺寸确定），其钻孔岩芯应进行地质素描，应严格按设计要求或经监理工程师批准的孔位孔深施钻，钻孔孔深偏差不得大于设计孔深的2%，孔位偏差不得大于20cm。

②多点位移计的测杆和护管的各接头应连接牢固，并逐段向孔内送进。安装过程中应在护管和测杆上编号，以防混淆。

③测杆和护管及灌浆管安装就位后，用水泥浆进行全孔灌浆，灌浆浆材的水灰比为0.5∶1，灌浆压力不小于0.2MPa。待水泥浆凝固后安装孔口装置。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		输水隧洞安全监测设计说明（1/17）			
校核	郑晓歌					
设计	郑森					
制图			比例	见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-01		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

输水隧洞安全监测设计说明

(3)地下水位孔

1）钻孔

①地下水位观测孔孔位、孔深、方向应符合设计要求，孔位偏差不得超过50mm，孔深应达到设计深度，超、欠深一般不大于100mm，孔斜偏差不大于0.02m/m。

②所有水位观测孔钻孔岩芯的获得率应达80%以上，岩芯需经素描后方可丢弃。

③钻孔过程中，如发现集中漏水(无回水)、掉钻、掉块、塌孔等情况时，应详细记录。当上述情况比较严重时，应通知监理人采取处理措施。

2）测压管安装

①测压管透水段用Φ50mmPVC管加工，长度2~4m，面积开孔率为10%~20%，孔眼排列均匀，透水段外包扎不少于2层的土工织布，管底封闭不留沉淀管段。

②测压管太长不能整根下放时，可将其分段并采用活接头丝扣联接，丝扣处须填入生胶带止水。

③测压管与钻孔间隙的回填，下部2/3孔段直接采用粒径10mm~25mm粗砂回填，上部采用100cm厚膨润土和浓泥浆回填。

④钻孔回填后，再建造孔口保护装置。孔口保护装置要求结构简单、牢靠，能防止外水渗入和人工及机械破坏。

(4)渗压计

1）衬砌管片外弧面的渗压计

①根据设计监测断面位置，确定拟安装管片并编号。在预制衬砌管片时预埋钢套管，用于衬砌管片拼接完成后安装渗压计。预埋时，钢套管在管片内外弧面出口处用薄塑料片或胶带临时封盖，严禁钢套管内进浆液。

②渗压计测头放在清水中浸泡2小时以上，使其充分饱和，排除透水石中的气泡。

③待管片安装且外侧灌浆以后，用冲击钻钻穿灌浆层，确保钢套管与围岩渗水直接连通。

④将土工布包裹好的渗压计塞入预埋套管底部，确保渗压计完全穿过管片，以精确监测外水压力。

⑤先用植筋胶封堵预埋套管内部，然后用环氧砂浆填满预埋套管剩余孔段。若有带压水不断渗出时，可改用速干水泥回填预埋套管。

2）其他部位的渗压计

取下仪器端部的透水面，在钢膜片上涂一层黄油或凡士林以防生锈；安装前需将仪器在水中浸泡2小时以上，使其达到饱和状态，在测头上包上装有干净的饱和细沙的沙袋，使仪器进水口通畅，并防止水泥浆进入渗压计内部；根据现场情况连接好电缆；将包有沙袋的仪器埋入预先完成的钻孔、坑槽或测压管内，并按照规范或设计要求回填钻孔、坑槽，最后精确测定渗压计安装高程，确保渗压计水头换算准确性。

(5)衬砌管片外弧面的土压力计

①根据设计监测断面位置，确定拟安装管片并编号。预制管片时在管片外弧面预埋土压力计或预埋土计压力安装盒、在管片内弧面预埋线缆保护盒。管片外侧的仪器线缆沿钢筋绑扎，并引至管片内弧面的线缆保护盒中保护，避免管片混凝土浇筑振动时损坏线缆。

②在管片拼接前把土压力计安装在土压力计安装盒内，确保土压力计随管片一起安装到设计确定的位置。

③监测管片现场拼装后，将电缆从线缆保护盒中牵出，及时对仪器进行检查观测。

(6)衬砌管片内钢筋计

①根据设计监测断面位置，确定拟安装管片并编号。在管片预制前，将钢筋计焊接于管片中部设计指定钢筋的环向主筋上，钢筋计应与钢筋保持在同一轴线上。

②钢筋计的焊接采用对焊、坡口焊或熔槽焊，焊接时及焊接后，应在仪器部位浇水冷却，使仪器温度不超过60° C，但不得在焊缝处浇水。

③应在钢筋笼内设置线缆保护措施，确保管片浇筑不会破坏线缆。

(7)螺栓应力计

端头安装的螺栓应力计（振弦式）:采用基于振弦压力环传感器原理的小型螺栓应力计，安装时将螺栓应力计设在螺母与垫片之间，通过拧紧螺母使应力计感测螺栓所受拉力。

6、监测仪器设备线缆

(1)仪器线缆牵引

①管片内的仪器线缆应沿着钢筋走线，用尼龙扎线每隔0.5米绑扎好，必要时可采用胶粘型式固定，避免用铁丝绑扎线固定线缆。要求仪器尾缆足够长无接头引至管片内弧面的孔洞中保护。

②在监测仪器线缆敷设过程中，需采用振弦式读数仪或便携式解调仪随时监视线缆敷设质量，遇线缆埋设质量问题或缺陷点及时处理。

③监测仪器线缆敷设，应按施工详图中线缆线路或根据实际情况进行引线，并可根据现场施工实际需要对线缆线路进行适当调整，也可结合施工现场具体情况进行临时性敷设，在具备永久线缆敷设条件后，应尽快按永久线缆要求敷设并引至相应测站内。

④线缆引线应保持一定的松弛度，切忌超强拉伸，以免造成线缆芯线损伤或损坏。

⑤监测仪器至测站的线缆应尽可能少用接头。线缆的连接和测试按规范和有关要求实施。线缆进行必要的连接、套接和安放后，在回填或埋入混凝土中之前，应对监测仪器线缆进行通电测试，确认仪器及线缆无恙后才能进行覆盖。在线缆走线的线路上，应设置警告标志。尤其是埋入线，应对准其位置和范围设置明显标志，设专人对线路进行日常巡查。线缆埋设完成后，应及时提供实际线缆走线图。

⑥仪器安装完成后的仪器尾缆、预安装的线缆、仪器设备在施工过程中应制定切实可行的措施保护。

⑦监测仪器线缆或分布式光缆采用耐压1.5MPa的保护管，隧洞内沿环向牵引一般采用PVC管或不锈钢U型槽，沿隧洞纵向一般采用镀锌钢管或不锈钢U型槽，隧洞外地表一般采用镀锌钢管。保护管管径可具体根据其相应线缆线路汇集电缆、光纤的根数和直径确定，以穿管引线施工方便为宜。保护管工程量以实际发生计。

⑧有防雷要求的地方，应妥善做好钢套管的接地装置，接地电阻等均应达到规范要求。

(2)仪器电缆连接

①本输水隧洞电测仪器均采用振弦式仪器，其配套电缆为多芯屏蔽塑料外套电缆，电缆连接处应采用热缩套管保护。

②先根据监测设计和现场情况准备仪器的加长电缆，再按照规范的要求剥制电缆头，去除芯线铜丝氧化物。

③连接时应保持各芯线长度一致，并使各芯线接头错开，采用锡和松香焊接，检查芯线的连接质量。

④接线时，芯线采用φ5-7mm的热缩套管，加温热缩时用火从中部向两端均匀地加热，排尽管内空气，使热缩管均匀收缩，并紧密地与芯线结合。芯线全部接好以后，再在接线处外缠绝缘胶带，将预先套在电缆上的φ18-20mm热缩套管移至缠胶带处加温热缩。热缩前应在热缩管与电缆外皮搭接段涂上热熔胶。

⑤接头热缩前后应测量、记录电缆芯线电阻、仪器电阻比和电阻。电缆测量端芯线应进行搪锡，并用石蜡封。

(3)线缆的跨缝保护

仪器线缆跨施工缝或结构缝布置时，应采用穿管过缝的保护措施，防止由于缝面张开或剪切变形而拉断线缆，具体要求如下:

①线缆跨缝保护管直径应足够大(为线缆束直径的1.5~2.0倍)，使得电缆在管内可以松弛放置。

②线缆应用布条包扎，其包扎长度应延伸至保护管外，管口用涂有黄油的棉纱或麻丝封口。

③跨缝管段应有伸缩管（或保护管外包裹沥青麻布），以免因保护管伸缩而造成局部混凝土开裂。

7、施工期监测仪器保护要求

(1)所有监测仪器在埋设安装后，均应采取合理、有效的防护措施，以防遭到人为或施工破坏。

(2)表面安装仪器安装到位后，具备条件的需采取结构措施进行表面防护。

(3)仪器电缆的牵引应尽可能埋入结构混凝土或填土中，不具备埋入条件的应外套保护管保护，露天牵引时应外套钢管，并作好防雷措施。

(4)应建立工程施工会签制度，在埋有监测仪器的部位施工前，需取得监测相关单位会签同意后，方可开始施工。

(5)监测设施中的外露部分应采取合适的防盗措施，以防遭到盗窃破坏。

(6)应加强施工期的巡视检查，发现危及监测设施安全的隐患，及时予以排除或采取应对措施。

(7)对施工期发现的监测设施损坏或失效，具备条件的应及时修复或更换，不具备条件的应得到监理人书面同意后，方可废弃并存档。

8、观测技术要求

(1)一般规定

①所有监测项目或监测仪器的监测时间和测次，无特殊要求时应按表8-1中的规定执行。

表8-1　隧洞安全监测频次表

监测项目	监测内容	施工期	充水试验期	运行期
巡视检查	日常检查	1次/周~3次/周	2次/天~1次/天	1次/月~2次/月
变形	接缝开合度	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	隧洞以上分层沉降	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
渗流渗压	管片外水压力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	管片内侧渗透压力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	地下水位	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
应力应变	管片外侧土压力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	管片钢筋受力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	管片螺栓应力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	内衬结构钢筋应力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		输水隧洞安全监测设计说明（2/17）		
校核	郑晓明				
设计	郑琳				
制图			比例 见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号 SLKS3057-E-62-R-3-SD-02		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

输水隧洞安全监测设计说明

注：①表中所列均系正常情况下人工观测的频次要求，测值趋向稳定或收敛时，观测频次取低限；测值持续增长时，观测频次取高限。

②在施工期，施工进度较快时，变形和应力监测的次数应取上限；仪器附近有施工作业时，观测频次应取上限。在充水试验期，进口水位变化较大的，测次应取上限。运行期当进口水位超过前期运行水位时，需按充水试验期执行。

③表中未列出的监测项目其观测频次按SL725-2016技术规范执行。

④相关监测项目应力求同一时间监测。

②在满足基本要求的情况下，还应根据设计特殊要求和监理工程师的意见，适当调整监测频次，以确保监测资料的连续性和掌握测点变化过程。

③同一监测部位相关联的不同监测项目和仪器，必须按同步原则开展观测工作，以便相互验证与对比分析。

④如发生持续暴雨、大洪水、有感地震或建筑物出现异常等情况时，应按监理人指示增加测次加强观测，并同时开展特别巡视检查，检查结束后及时将加强观测成果和特别巡视检查报告提交监理人。

⑤日常观测中发现监测数据出现异常时，应立即组织重测，经确认观测数据无误后，及时将观测成果通知参建各方，并按监测人指示加强观测。

⑥在现场条件许可的情况下，及早安装自动化采集装置形成监测自动化系统，以便早日实现监测数据的自动化和高频次采集。当自动化采集数据出现异常情况时，应采用人工方式进行对比测试。

⑦除按监理人指示进行各种仪器设备的观测外，还应按合同规定定时对隧洞及毗邻区域开展人工巡视检查。发现危及建筑物安全的异常现象，及时报告有关参建单位。

⑧在对各个监测项目和监测仪器进行观测时，应同步记录环境参数和现场施工情况，以方便后续对监测资料开展综合分析。

(2)隧洞永久安全监测

隧洞永久安全监测的观测工作必须满足《水利水电工程安全监测设计规范》（SL 725-2016）和《土石坝安全监测技术规范》（SL551-2012）规定的监测项目和频次要求，正常情况下人工观测频次可按照表8-1执行，如遇特殊情况（如高水位、特大暴雨、强地震等）和工程出现不安全征兆时应酌情增加测次。必要时，还应根据实际情况和监理人指示，适当调整监测频次。监测自动化系统形成后，接入自动化系统的测点应每天观测1～2次，并至少每季度进行一次人工比测。

9、监测资料整编分析与监测报告要求

(1)施工期监测资料的整理与分析

1）承包人应将监测仪器埋设的竣工图、各种原始数据和有关文字、图表（包括影像、图片）等资料，综合整理成安全监测成果，汇编成册。

2）承包人应在每次监测后立即进行原始数据记录的检验和分析、监测物理量的换算，以及异常值的判别等工作。如遇天气、施工等原因，造成监测数据突变时，应加以说明。

3）经检查检验后，若判定监测数据不在限差以内或含有粗差，应立即重测；若判定监测数据含有较大的系统误差时，应分析原因，并设法减少或消除其影响。

4）承包人应按监理人指示进行监测资料的整编工作。整编内容包括：

①工程建筑物安全监测工作报告。

②工程建筑物安全监测技术要求和安全监测措施计划等的有关文件。

③仪器型号、规格、技术参数、工作原理和使用说明等仪器资料，以及测点布置和仪器埋设的原始记录，仪器维护记录等。

④日常监测和巡视检查的原始记录、报表和报告，包括特物理量计算成果、征值统计成果、每个测点监测数据过程线、监测成果分析资料及各种相关图表等。

⑤其它相关资料：包括工程安全检查报告、事故处理报告、仪器设备管理档案，以及工程竣工安全鉴定结论、咨询会议记录以及意见和建议等。

5）所有监测资料整编成果应按发包人指定的格式或按相关规范规定的格式建立数据库，并用磁盘或光盘备份保存、刊印成册。

6）在日常基础监测资料整理、整编分析工作的基础上，对整编的监测资料按规范要求的进行常规分析，包括分析各监测物理量在时间和空间上的变化规律，预测发展趋势；分析各种原因量和效应量的相关关系，研究其相关程度。

7）根据分析成果对工程的工作状态及安全性作出评价，并预测变化趋势，提出处理意见和建议。发现异常及时上报监理人，以便采取处理措施。

8）除了按一般要求提供监测资料以外，还应根据现场实际工作需要，随时按设计、监理要求提供相关监测资料。

(2)施工期监测报告

①承包人在施工期需按月度和年度定期提交监测月报和监测年报。

②监测月报内容主要为（不限于）：土建工程实施进度形象、已完成监测仪器埋设情况、巡视检查情况、观测成果报表、各测点物理量的时间过程线、对发现问题的初步分析、下月工作计划、其它问题及建议等。

③年度报告的内容包括（不限于）：监测仪器布置情况、监测仪器埋设安装情况、土建工程施工形象、相关部位的施工活动情况、水位气温降雨等环境量资料、监测仪器设备的运行情况、监测数据的变化过程线、监测数据分析与评价、本年度异常情况及处理记录、本年度工作和技术问题总结、下一年度的工作计划、其它需要说明的问题等。

④工程投入运行前还应整理整编好全部的监测资料，对各观测物理量进行定性定量分析，对建筑物的工作状态和存在问题进行综合评估和结论，对安全管理、监测工作、输水运行、以及安全措施等方面提出建议。

(3)阶段性监测报告

阶段性监测报告主要包括试通水前、试通水总结、工程完工验收等阶段性监测资料分析报告。阶段性监测报告编制一般包括监测资料整编、监测资料整理、监测资料分析、建筑安全评价等工作。

1）监测资料整编的工作内容

监测资料整编的工作内容主要包括：

①检验监测数据的完整性、正确性和准确性；

②进行各个监测物理量的计算，记入相应记录表；

③按监测部位绘制各监测物理量的过程线图集；

④根据各监测物理量过程线图，初步考查各物理量的变化规律，若发现异常，应分析该异常量产生的原因，提出专项文字说明。

2）监测资料的整理。整理内容包括所有观测数据、物理量计算数据、统计数据、过程线图、分布图、相关图及相关文字和表格等。

3）资料分析的内容

对监测物理量的分析主要包括：

①分析各监测物理量随时间、空间变化的规律性；

②分析各监测物理量特征值的变化规律性；

③分析各监测物理量之间相关关系的变化规律性。通过这些分析获得各监测物理量变化稳定性、趋向性及其与工程安全的关系等结论。同时将各监测物理量的分析成果与设计计算复核成果进行比较，以判别各建筑物的工作状态、存在异常的部位及其对安全的影响程度与变化趋势等。

4）报告内容

阶段性监测资料分析报告的内容主要包括：

①工程概况和监测布置概况；

②监测系统的工作状态评价；

③监测分析内容及分析方法说明；

④主要监测数据的变化过程线；

⑤监测数据分析与评价；

⑥主要结论和建议；

⑦其它需要说明的问题等。

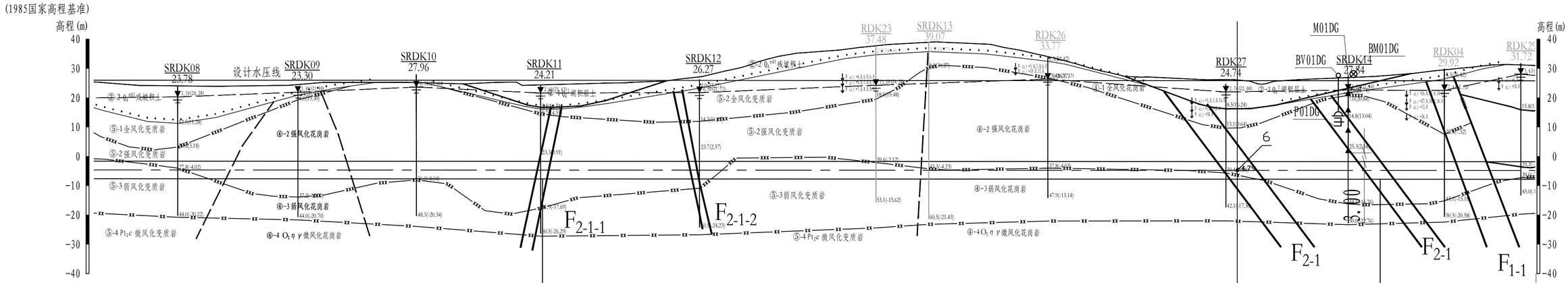
长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		输水隧洞安全监测设计说明（3/17）			
校核	郑瑞欧					
设计	郑瑞					
制图			比例	见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-03		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

输水隧洞RK0+000.00~RK4+005.055段监测布置纵剖面图

纵向 1:1000
横向 1:1000



桩号		监测断面1-1 RK0+634.84	RK0+872.026	监测断面2-2 RK0+920.80
节点编号			6	
地面线高程			26.100	
管中心线高程			-4.789	
长度(m)/比降(‰)	452.706/0.40‰			145.453/0.40‰
设计水压线			25.826	
管材、断面形式	盾构隧洞/内径4.6m/管片外径6.0m			

围岩类别	Ⅳ类	Ⅴ类围岩	Ⅳ类	Ⅳ类围岩为主	Ⅴ类围岩
地质评价	洞顶埋深26～30m，洞身段主体为强风化中元古界长安组变质岩，以黑云斜长片麻岩为主，岩性较杂夹黑云母片岩、黑云斜长变粒岩等，取芯呈碎块状，岩体破碎，沿节理面可见铁质集中及土黄色钙膜，具中等透水性；本段断裂构造发育，断层带呈全～强风化状，以断层碎裂岩为主，岩体十分破碎，局部含断层泥，可见铁质集中现象，断层具中等透水性；本段两端局部底部存在少量弱风化片麻岩，岩体较完整。围岩类别以Ⅴ类为主，两侧局部Ⅳ类，无自稳能力，建议加强超前地质预报并布置安全监测设施；因基岩强风化底界起伏较大，本段局部存在下硬上软、由硬向软、由硬向软推进不利于盾构施工的问题，建议针对此问题采取合适的施工方案，由硬向软推进，适当控制推进速率及盾构参数，由软向硬推进，盾构姿态随推进岩层性状变化进行调整；另外本段穿越多处断层，断层带岩体破碎、存在涌水及漏浆风险，施工时应加强超前勘探，查明前方岩体特征、断层分布及涌水情况，及时调整盾构掘进参数，配制合适的浆液，衬砌完成后应及时注浆加固。	洞顶埋深30～41m，洞身段主体为弱风化中元古界长安组变质岩，以黑云斜长片麻岩为主，岩性较杂夹黑云母片岩、黑云斜长变粒岩等，硬质岩，片麻状、块状结构，岩体较完整。围岩类别Ⅳ类围岩为主，岩体较完整，局部节理密集带、侵入接触带稳定性差。	洞顶埋深28～41m，洞身段中下部为弱风化花岗岩，中上部为强风化花岗岩，硬质岩，片麻状、块状结构，岩体较完整。围岩类别Ⅳ类围岩为主，因强、弱风化花岗岩强度差异，本段存在由软向硬推进且上软下硬工况，建议盾构姿态随推进岩体性状变化进行调整并适当调整盾构掘进参数。	洞顶埋深26～37m，洞身段为强风化花岗岩，取芯呈碎块状，节理面较为发育，岩体破碎，沿节理面可见铁质集中及土黄色钙膜，具中等透水性；本段断裂构造发育，断层带呈全～强风化状，以断层碎裂岩为主，岩体十分破碎，局部含断层泥，可见铁质集中现象，断层具中等透水性；本段局部底部存在弱风化花岗岩，岩体较完整。围岩类别以Ⅴ类为主，局部Ⅳ类，无自稳能力，建议加强超前地质预报并布置安全监测设施；本段前部存在下硬上软不利于盾构施工的问题，建议针对此问题采取合适的施工方案；另外本段穿越多处断层，断层带岩体破碎、存在涌水及漏浆风险，施工时应加强超前勘探，查明前方岩体特征、断层分布及涌水情况，及时调整盾构掘进参数，建议配制合适的浆液，做好控制量测、超前地质预报，衬砌完成后应及时注浆加固。

说明:

1. 本套图为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第4张，有关要求相互参阅。
2. 图中测量基准采用2000国家大地坐标系，1985国家高程系统；高程、桩号、距离均以m计，其余以cm计。
3. 有关结构、尺寸和桩号以水工专业图纸为准。
4. 隧洞开挖后，若实际揭露的地质条件与图中所示不相符时，或受现场条件限制，不能按照图纸要求埋设安装监测仪器设备和敷设电缆时，应及时提出切实可行的断面位置调整方案，经与设计和有关单位协商，并经监理工程师批准后实施。

图例:

- BM 水准点
- M 多点位移计
- BV 地下水位孔
- P 渗压计

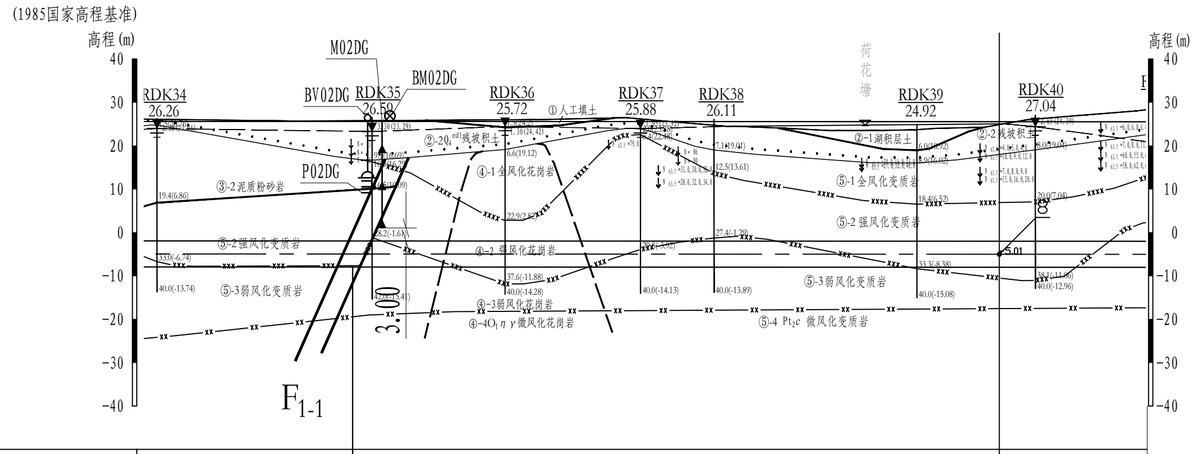
长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（4/17）		
校核	布翔宇				
设计	郑森				
制图			比例 见图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-04	

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

输水隧洞RK0+000.00~RK4+005.055段监测布置纵剖面图

纵向 1:1000
横向 1:1000



桩号	监测断面3-3	RK1+282.80	RK1+431.932
节点编号			8
地面线高程			24.883
管中心线高程			-5.013
长度(m)/比降(‰)	‰		52.042/0.40‰
设计水压线			25.522
管材、断面形式	≤6.0m		

围岩类别	Ⅴ类围岩	Ⅳ类	Ⅴ类围岩
地质评价	洞顶埋深25～30m，局部下穿荷塘，洞身段主体为强风化黑云斜长片麻岩，饱和抗压Rb值整体小于5 Mpa，受岩体差异风化影响局部可达15～25Mpa，碎块状，强度低，具中等透水；洞身底部及桩号R1+353～R1+374段洞身为弱风化带岩体，属中硬岩，饱和抗压Rb值整体40～65 Mpa，局部可达65～80Mpa，较破碎～较完整；隧道围岩类别整体以Ⅴ类为主，局部段为Ⅳ类，整体无自稳能力，建议加强超前地质预报并布置必要安全监测设施；桩号R1+336～R1+353段和R1+440～R1+450段，洞身由顶部强风化片麻岩、底部弱风化片麻岩，逐渐推进到全洞身均为弱风化片麻岩，存在由软向硬推进且上软下硬工况，建议盾构姿态随推进岩体性状变化进行调整并适当调整盾构掘进参数；桩号R1+374～R1+407段，洞身由弱风化变质岩（黑云斜长片麻岩），逐渐过渡为全洞身强风化变质岩（黑云斜长片麻岩），盾构存在由硬向软推进且上软下硬工况，建议适当控制推进速率及并选取适宜的盾构掘进参数。另外，桩号R1+380～R1+430段下穿水体、桩号R1+270～R1+300处穿越三级断裂F1-1断层带，存在涌水突泥或浆液漏失风险，建议配制合适的浆液，做好控制量测、超前地质预报，衬砌完成后应及时注浆加固。		

表1　隧洞RK0+000.00~RK4+005.055段以上地层分层沉降多点位移计和地下水位测压管安装信息表

序号	多点位移计	桩号(m)	孔底高程(m)	钻孔深度(m)	各测点测杆长度（m）			
					测杆1	测杆2	测杆3	测杆4
1	M01DG	RK0+909.87	1.20	25.71	5.00	11.00	18.00	25.71
2	M02DG	RK1+289.59	1.05	24.77	8.00	16.50	24.77	
序号	测压管	桩号(m)	孔底高程(m)	钻孔深度(m)				
1	BV01DG	RK0+909.87	/	13.11				
2	BV02DG	RK1+289.59	/	13.50				

说明:

1.本套图为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第5张，有关要求相互参阅。

2.本图测量基准采用2000国家大地坐标系，1985国家高程系统；图中高程、桩号、距离以m计，大样图尺寸以mm计；有关结构、尺寸和桩号以水工专业图纸为准。

3.隧洞开挖后，若实际揭露的地质条件与图中所示不相符时，或受现场条件限制，不能按照图纸要求埋设安装监测仪器设备和敷设电缆时，应及时提出切实可行的断面位置调整方案，经与设计和有关单位协商，并经监理工程师批准后实施。

4.隧洞以上地层分层沉降多点位移计和地下水位测压管安装信息见表1。监测仪器到现场后应按照有关监测规范、《安全监测招标文件》和厂家要求等进行率定。

5.图中多点位移计、测压管、沉降测点均布置于隧洞轴线正上方，各测点位置的现场实际地形与图中不相符时，或受现场条件限制不能按照图中位置埋设监测仪器时，经监理工程师批准，测点位置可以沿隧洞轴线作适当调整。

6.各多点位移计、水准点和地下水位孔应在隧洞掘进至测点位置前安装到位，并提前测取初始值，以测得隧洞施工时各测点全过程变化数据。

7.多点位移计和地下水位测压管应采用回旋钻机造孔，并应全程取芯作地质素描。开钻孔前应核实是否存在地下管网等设施，避免造成钻孔破坏。地面高程与图中不符时，应调整多点位移计钻孔深孔，确保终孔孔底始终位于隧洞顶部3m处。

8.图中每个多点位移计孔口旁1m范围内挖坑埋设1个水准点，并定期利用该水准点测量仪器孔口绝对沉降，再通过多点位移计测得的各锚固点相对于孔口的位移值，计算得出各锚固点高程的分层沉降。

9.图中测压管钻孔深度仅为示意，实际钻孔深度应根据钻孔时揭露的地下水位确定，宜在实际地下水位以下约5m处终孔。

10.有关监测设施工程量见表3。

11.监测人员在现场进行监测设施安装、日常观测和巡视检查过程中，应做好安全防护，确保人员及设备的施工安全。

12.监测设施编号说明：M 01 DG。

- 盾构隧洞
- 测点编号
- 测点代号

图例:

- BM 水准点
- M 多点位移计
- BV 地下水位孔
- P 渗压计

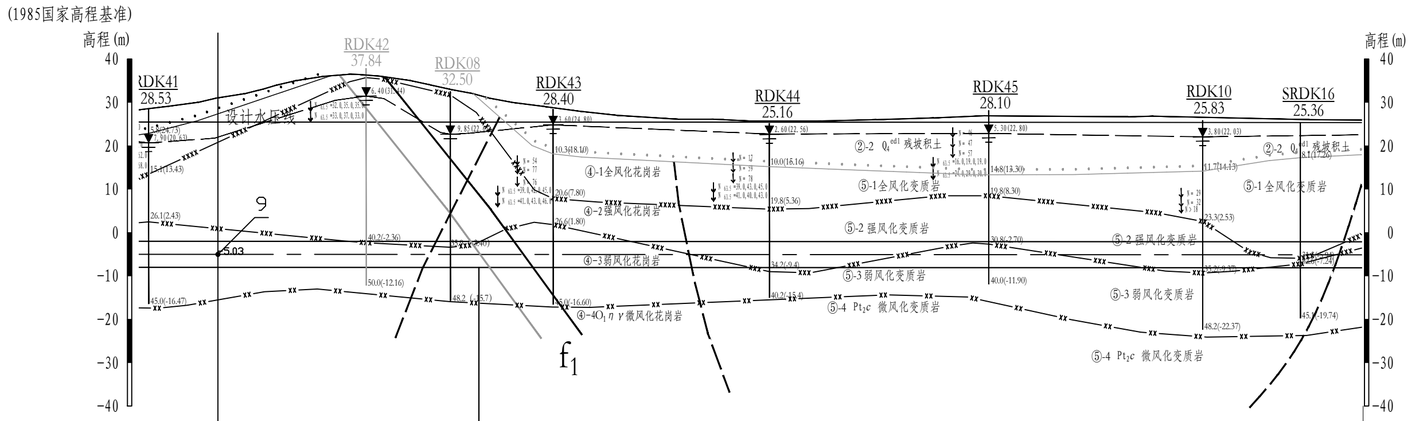
长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（5/17）		
校核	布瑞欣				
设计					
制图	舒琳		比例	见 图	日期 2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-05	

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

输水隧洞RK0+000.00~RK4+005.055段监测布置纵剖面图

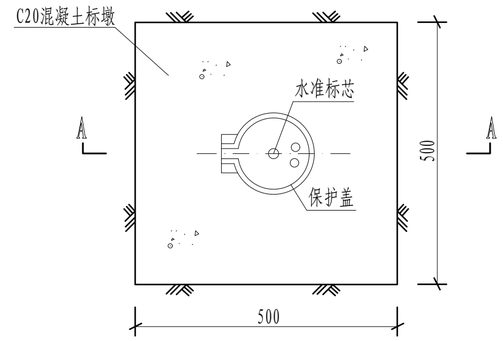
纵向 1:1000
横向 1:1000



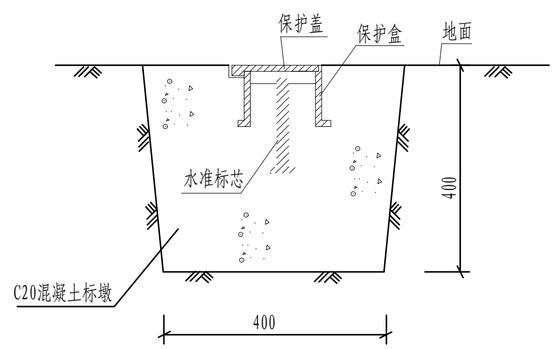
桩号	RK1+483.974	监测断面4-4 RK1+544.16
节点编号	9	
地面线高程	31.055	
管中心线高程	-5.034	
长度(m)/比降(‰)	320.809/0.40‰	
设计水压线	25.493	
管材、断面形式	盾构隧洞/内径4.6m/管片外径6.0m	

围岩类别	Ⅳ类围岩	Ⅴ类	Ⅳ类围岩	Ⅴ类围岩	Ⅳ类
地质评价	洞顶埋深28～39m，洞身段主体为弱风化黑云斜长片麻岩、弱风化花岗岩，硬质岩，饱和抗压Rb值整体40～65 Mpa，局部可达65～80Mpa，Ⅳ类围岩为主，稳定性较好，桩号R1+450～R1+527段围岩以片麻岩为主，片麻理为缓倾角不利洞室洞顶稳定，针对此情况采取合适施工工艺并做好变形监测；本段隧洞于桩号R1+527～R1+550处穿越断层带，岩体极破碎，应加强超前地质预报并布置必要安全监测设施，另外断层呈北西向横穿松木山水库及本线路，抽水试验显示断层具中等透水性，水库水存在沿断层向隧洞渗漏的地质隐患及漏浆风险，设计应重视，采取针对性加固及防渗措施，建议配制合适的浆液，做好控制量测、超前地质预报，衬砌完成后应及时注浆加固；桩号R1+550～R1+586段洞身段由弱风化花岗岩，逐渐过渡为全洞身强风化花岗岩，盾构存在由硬向软推进且上软下硬工况，建议适当控制推进速率及并选取适宜的盾构掘进参数。			洞顶埋深27～28m，洞身段主体为强风化花岗岩，强度低，受构造影响风化界线起伏大，本段洞身底部存在弱风化基岩，整体属中硬岩，局部属坚硬岩，较破碎～较完整；隧道围岩类别整体以Ⅴ类为主，局部Ⅳ类，无自稳能力，建议加强超前地质预报并布置必要安全监测设施；本段风化界线起伏较大，桩号R1+586～R1+605段、R1+660～R1+695段洞身段由弱风化为主，逐渐过渡为全洞身强风化基岩，因强、弱风化岩体强度差异较大，盾构存在由硬向软推进且上软下硬工况，建议适当控制推进速率及并选取适宜的盾构掘进参数；桩号R1+620～R1+660段、R1+720～R1+748段洞身由强风化为主，逐渐推进到全洞身以弱风化为主，存在由软向硬推进且上软下硬工况，建议盾构姿态随推进岩体性状变化进行调整并适当调整盾构掘进参数	

地表水准点埋设安装大样图（示意）



A — A



说明:

1. 本套图为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第6张，有关要求相互参阅。
2. 图中测量基准采用2000国家大地坐标系，1985国家高程系统；高程、桩号、距离均以m计，其余以cm计。
3. 有关结构、尺寸和桩号以水工专业图纸为准。
4. 隧洞开挖后，若实际揭露的地质条件与图中所示不相符时，或受现场条件限制，不能按照图纸要求埋设安装监测仪器设备和敷设电缆时，应及时提出切实可行的断面位置调整方案，经与设计和有关单位协商，并经监理工程师批准后实施。

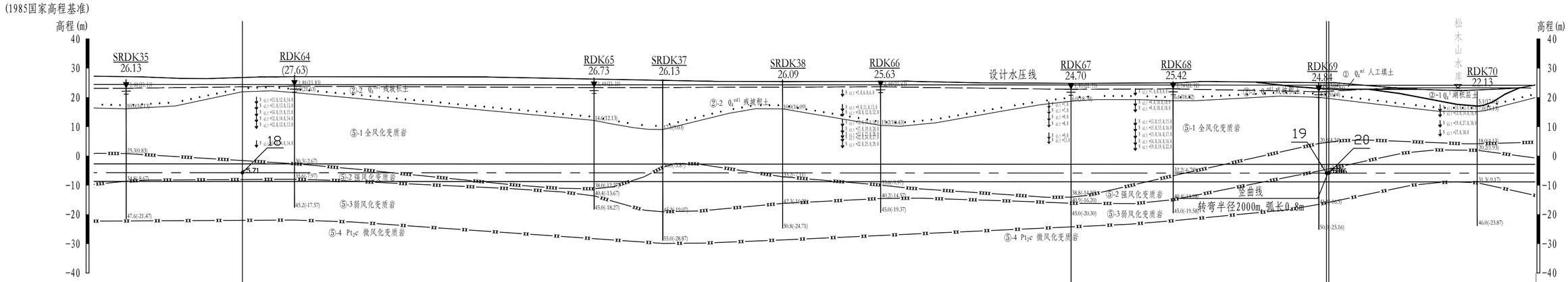
长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（6/17）		
校核	和翔宇				
设计	郑琳				
制图			比例 见图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-06	

声明：未经授权，不得翻印（录），传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

输水隧洞RK0+000.00~RK4+005.055段监测布置纵剖面图

纵向 1:1000
横向 1:1000



桩号	RK3+484.580	转弯断面5-5 RK3+767.48	RK3+854.655	RK3+855.455
节点编号	18		19	20
地面线高程	26.816		25.036	25.028
管中心线高程	-5.714		-5.862	-5.862
长度(m)/比降(‰)	370.075/0.40‰		转弯半径2000m，弧长0.8m	
设计水压线	24.406		24.205	
管材、断面形式	盾构隧洞/内径4.6m/管片外径6.0m			

围岩类别	V类围岩	V类围岩	V类围岩	IV类围岩
地质评价	同左侧	洞顶埋深28～30m，距水库最近约4m，洞身段主体为全风化黑云斜长片麻岩，局部为强风化带，强风化带饱和抗压Rb值整体小于5 Mpa，受岩体差异风化影响局部可达15～30Mpa；钻孔声波测试查明本段洞身段声波波速区间1670～2923cm/s。围岩类别V类，岩土施工工程分级为Ⅲ级，无自稳能力，建议加强超前地质预报并布置必要安全监测设施。本段紧贴水库，抽水试验显示洞身段具中等透水性，隧洞掘进可能加速地下水径流的循环，影响岩土的物理力学性能，存在漏浆风险，建议配制合适的浆液，做好控制量测、超前地质预报，衬砌完成后应及时注浆加固，另外本段穿越全风化带，带内局部粘土含量较高，应注意刀盘泥饼风险做好施工控制及预防结泥饼措施。	洞顶埋深27～28m，洞身段主体为强风化中元古界长安组变质岩，以黑云斜长片麻岩为主，岩性较杂，本段底部及下游侧为弱风化。围岩类别V类，无自稳能力，建议加强超前地质预报并布置安全监测设施；本段底部存在弱化层，因强弱风化带强度存在较大差异，存在下硬上软、由软向硬推进不利于盾构施工的问题，建议本段设计应针对本段问题采取合适的施工方案，盾构姿态随推进岩层性状变化进行调整。	洞顶埋深25～29m，连接3#盾构接收井，局部下穿水塘，洞身段主体为弱风化变质岩，饱和抗压Rb值整体40～65 Mpa，局部可达65～80Mpa，硬质岩，钻孔声波测试查明本段洞身段声波波速区间1885～5451cm/s，Ⅳ类围岩为主，岩土施工工程分级Ⅴ级为主，稳定性较好，洞身局部存在节理密集带、强风化带，局部围岩破碎，施工时应加强超前勘探，查明前方岩性变化情况，及时调整盾构掘进参数，做好与R3#盾构接收井的衔接工作。

说明:

1. 本套图为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第7张，有关要求相互参阅。
2. 图中测量基准采用2000国家大地坐标系，1985国家高程系统；高程、桩号、距离均以m计，其余以cm计。
3. 有关结构、尺寸和桩号以水工专业图纸为准。
4. 隧洞开挖后，若实际揭露的地质条件与图中所示不相符时，或受现场条件限制，不能按照图纸要求埋设安装监测仪器设备和敷设电缆时，应及时提出切实可行的断面位置调整方案，经与设计和有关单位协商，并经监理工程师批准后实施。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（7/17）		
校核	布卿歌				
设计	舒旗				
制图			比例 见图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号 SLKS3057-E-62-R-3-SD-07		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

隧洞RK4+005.055~RK6+026.823段监测布置纵剖面图

纵向 1:1000
横向 1:1000

说明:

1.本套图为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第8张，有关要求相互参阅。

2.本图测量基准采用2000国家大地坐标系，1985国家高程系统；图中高程、桩号、距离以m计，大样图尺寸以mm计；有关结构、尺寸和桩号以水工专业图纸为准。

3.隧洞开挖后，若实际揭露的地质条件与图中所示不相符时，或受现场条件限制，不能按照图纸要求埋设安装监测仪器设备和敷设电缆时，应及时提出切实可行的断面位置调整方案，经与设计和有关单位协商，并经监理工程师批准后实施。

4.隧洞以上地层分层沉降多点位移计和地下水位测压管安装信息见表1。监测仪器到现场后应按照有关监测规范、《安全监测招标文件》和厂家要求等进行率定。

5.图中多点位移计、测压管、沉降测点均布置于隧洞轴线正上方，各测点位置的现场实际地形与图中不相符时，或受现场条件限制不能按照图中位置埋设监测仪器时，经监理工程师批准，测点位置可以沿隧洞轴线作适当调整。

6.各多点位移计、水准点和地下水位孔应在隧洞掘进至测点位置前安装到位，并提前测取初始值，以测得隧洞施工时各测点全过程变化数据。

7.多点位移计和地下水位测压管应采用回旋钻机造孔，并应全程取芯作地质素描。开钻孔前应核实是否存在地下管网等设施，避免造成钻孔破坏。地面高程与图中不符时，应调整多点位移计钻孔深孔，确保终孔孔底始终位于隧洞顶部3m处。

8.图中每个多点位移计孔口旁1m范围内挖坑埋设1个水准点，并定期利用该水准点测量仪器孔口绝对沉降，再通过多点位移计测得的各锚固点相对于孔口的位移值，计算得出各锚固点高程的分层沉降。

9.图中测压管钻孔深度仅为示意，实际钻孔深度应根据钻孔时揭露的地下水位确定，宜在实际地下水位以下约5m处终孔。

10.有关监测设施工程量见表3。

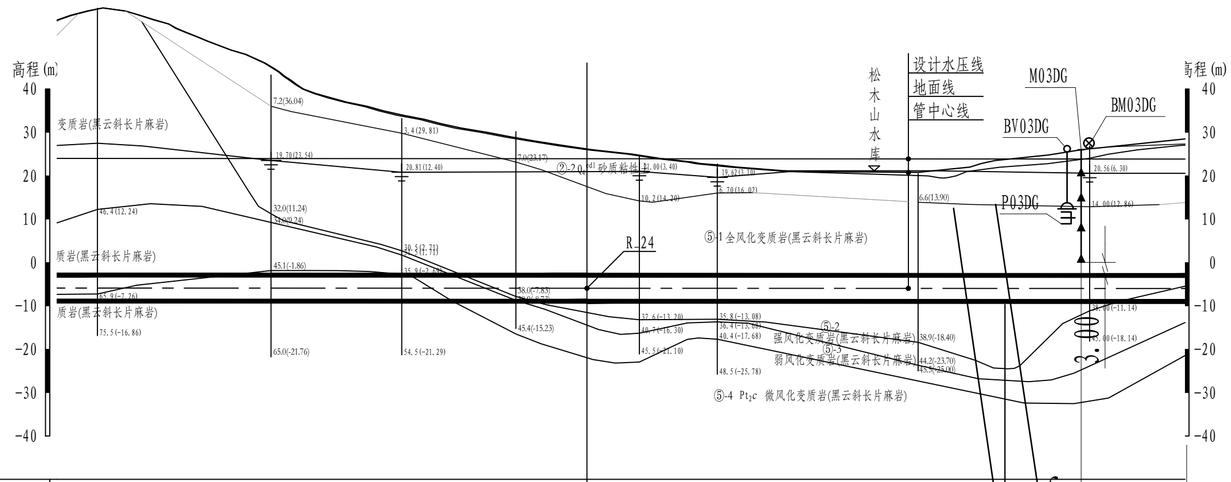
11.监测人员在现场进行监测设施安装、日常观测和巡视检查过程中，应做好安全防护，确保人员及设备的施工安全。

12.监测设施编号说明: M 03 DG。

- DG — 盾构隧洞
- 03 — 测点编号
- M — 测点代号

图例:

- BM 水准点
- M 多点位移计
- BV 地下水位孔
- P 渗压计



桩号	RK4+348.732	RK4+445.11
节点编号	R_24	
地面线高程	29.026	
管中心线高程	-5.939	
长度(m)/比降(‰)	193.277/0.40‰	
管材、断面形式	4.6m/管片外径6.0m	
设计水压线	23.934	
围堰类别	Ⅲ类围岩	Ⅳ类围岩为主
地质评价	输水隧洞洞底埋深41.04~61.59m，洞身段主体为粉、微风化花岗岩，呈块状，Ⅲ类围岩为主；岩土施工工程分级Ⅴ级为主，局部过Ⅵ级，稳定性较好，洞身局部存在节理密集带，局部围岩破碎，局部裂隙岩体张开较大，施工时应加强超前勘探，查明前方岩性变化情况，及时调整原构筑措施参数。线路末段存在由软向硬转进且上软下硬工况，建议原构多布钢筋进岩体长状变化进行调整并适当调整原构筑措施参数。	输水隧洞洞底埋深31.44~38.12m，洞身段主体为粉、微风化花岗岩，呈块状，岩土施工工程分级Ⅴ级为主，稳定性一般，洞身局部存在节理密集带，张开较大，局部裂隙破碎，局部裂隙岩体张开较大，施工时应加强超前勘探，查明前方岩性变化情况，及时调整原构筑措施参数。线路末段存在由软向硬转进且上软下硬工况，建议适当多布钢筋进岩体参数。

桩号	Ⅴ类围岩	
围堰类别	Ⅴ类围岩	
地质评价	输水隧洞洞底埋深23.86~34.37m，局部下穿水库，洞身段主体为全风化黑云斜长片麻岩，钻孔声波测试表明本段洞身段声波波速区间1670~4482cm/s。围岩类别Ⅴ类，岩土施工工程分级Ⅲ级，无自稳能力，建议加强超前地质预报并布置必要安全监测设施；本段线路下穿水库，且三级断层f2-2呈北西向横穿松木山水库及本线路，在附近进行抽水试验（RCK04、RCK04-1、RCK04-2抽水试验孔）显示断层及全风化带具中等透水性，水库水存在沿断层向隧洞渗漏的地质隐患及漏浆风险，设计应重视，采取针对性加固及防渗措施，建议配制合适的浆液，做好控制量测、超前地质预报，衬砌完成后应及时注浆加固，另外本段穿越全风化带，带内局部粘土含量较高，应注意刀盘泥饼风险做好施工控制及预防结泥饼措施。	输水隧洞洞底埋深29 风化过渡为弱风化黑云 波速区间1673~ 主，岩土施工工程分级 全部全风化片麻岩、呈 呈块状且上软下硬工况 适当调整原构筑措施参数

表1　隧洞RK4+005.055~RK6+026.823段以上地层分层沉降多点位移计和地下水位测压管安装信息表

序号	多点位移计	桩号(m)	孔底高程(m)	钻孔深度(m)	各测点测杆长度（m）			
					测杆1	测杆2	测杆3	测杆4
1	M03DG	RK4+462.70	0.00	25.98	5.00	11.00	18.00	25.98
序号	测压管	桩号(m)	孔底高程(m)	钻孔深度(m)				
1	BV03DG	RK4+462.70	/	13.11				

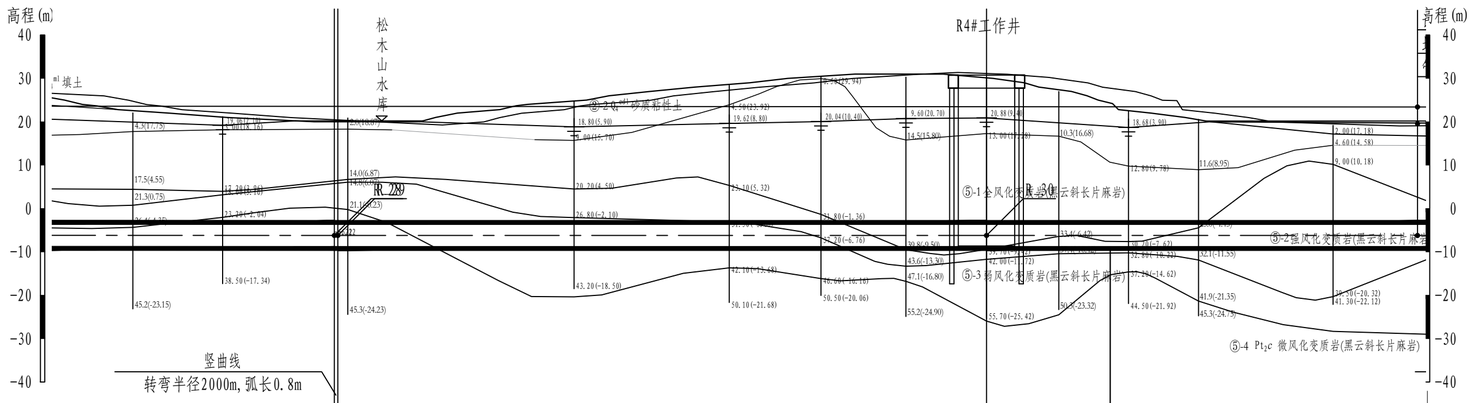
长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（8/17）		
校核	和谐歌				
设计	郑旗				
制图			比例 见图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-08	

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

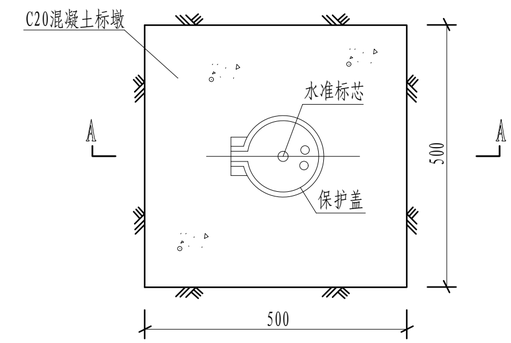
隧洞RK4+005.055~RK6+026.823段监测布置纵剖面图

纵向 1:1000
横向 1:1000

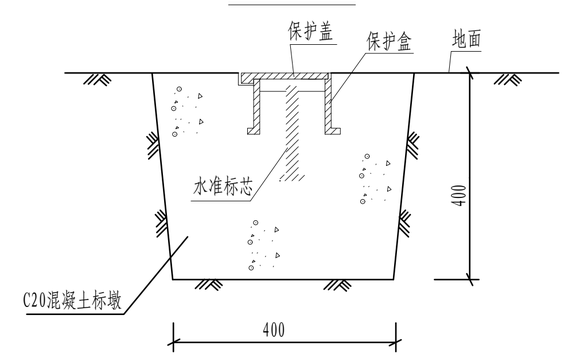


桩号	RK5+043.908	RK5+044.708	RK5+194.308	断面7-7	RK5+222.82	
节点编号	R.28	R.29	R.30			
地面线高程	21.686	21.626	30.762			
管中心线高程	-6.218	-6.218	-6.218			
长度(m)/比降(‰)	82.661/0.40‰	0.8/0.20‰	149.6/平坡		149.6/平坡	
管材、断面形式	盾构隧洞/内径4.6m/管片外径6.0m					
设计水压线	23.551	23.551	23.468			
围堰类别	Ⅳ类围岩		Ⅳ类围岩为主	Ⅴ类围岩	Ⅴ类围岩	
地质评价	~30.77m，末段下穿水库，洞身段主体为微风化变质岩，局部弱风化，中硬岩~坚硬(查明本段洞身段声波波速区间2763~6103cm/s，Ⅳ类围岩为主，岩土施工'。考虑该段洞身弱风化带长度长、厚度大、岩石强度高，可根据实际情况适当改变盾构型式（如		输水隧洞洞底埋深23.22~32.04m，前段下穿水库，洞身段主体为弱风化变质岩，硬质岩，钻孔声波测试查明本段洞身段声波波速区间3805~5762cm/s，Ⅳ类围岩为主，岩土施工工程分级Ⅴ级为主；本段首部盾构由微新岩体逐渐掘进至弱风化岩体，岩体强度存在差异，盾构存在由硬向软掘进且上软下硬工况，建议适当控制掘进速率及并选取适宜的盾构掘进参数。	输水隧洞洞底埋深32.04~34.22m，置钢水库布置，洞身段逐渐由主体为弱风化过渡为洞身为全、强风化晨云斜长片麻岩，钻孔声波测试查明本段洞身段声波波速区间1672~4584cm/s。围岩类别Ⅴ类为主，坐体无自稳能力，建议加强隧道地质预报并布置必要安全监测设施；本段洞身段由弱风化变质岩（晨云斜长片麻岩、花岗片麻岩），逐渐过渡为全强风化变质岩（晨云斜长片麻岩、花岗片麻岩），盾构存在由硬向软掘进且上软下硬工况，建议适当控制掘进速率及并选取适宜的盾构掘进参数，做好与R4#井盾构接收井的衔接工作。	输水隧洞洞底埋深22.89~33.35m，下穿水库，洞身段主体为全、强风化晨云斜长片麻岩等变质岩，钻孔声波测试查明本段洞身段声波波速区间1676~4802cm/s。围岩类别Ⅴ类，岩土施工工程分级Ⅴ级为主，无自稳能力，建议加强隧道地质预报并布置必要安全监测设施；本段下穿水库，输水试验显示洞身段全风化具共中等渗水性，随洞掘进可能加速地下水径流的循环，影响岩土的物理力学性能，建议取制合适的浆液，做好控制注浆、隧道地质预报，衬砌完成后应及时注浆加固，做好与R4#井盾构接收井的衔接工作。	

地表水准点埋设安装大样图（示意）



A — A



说明:

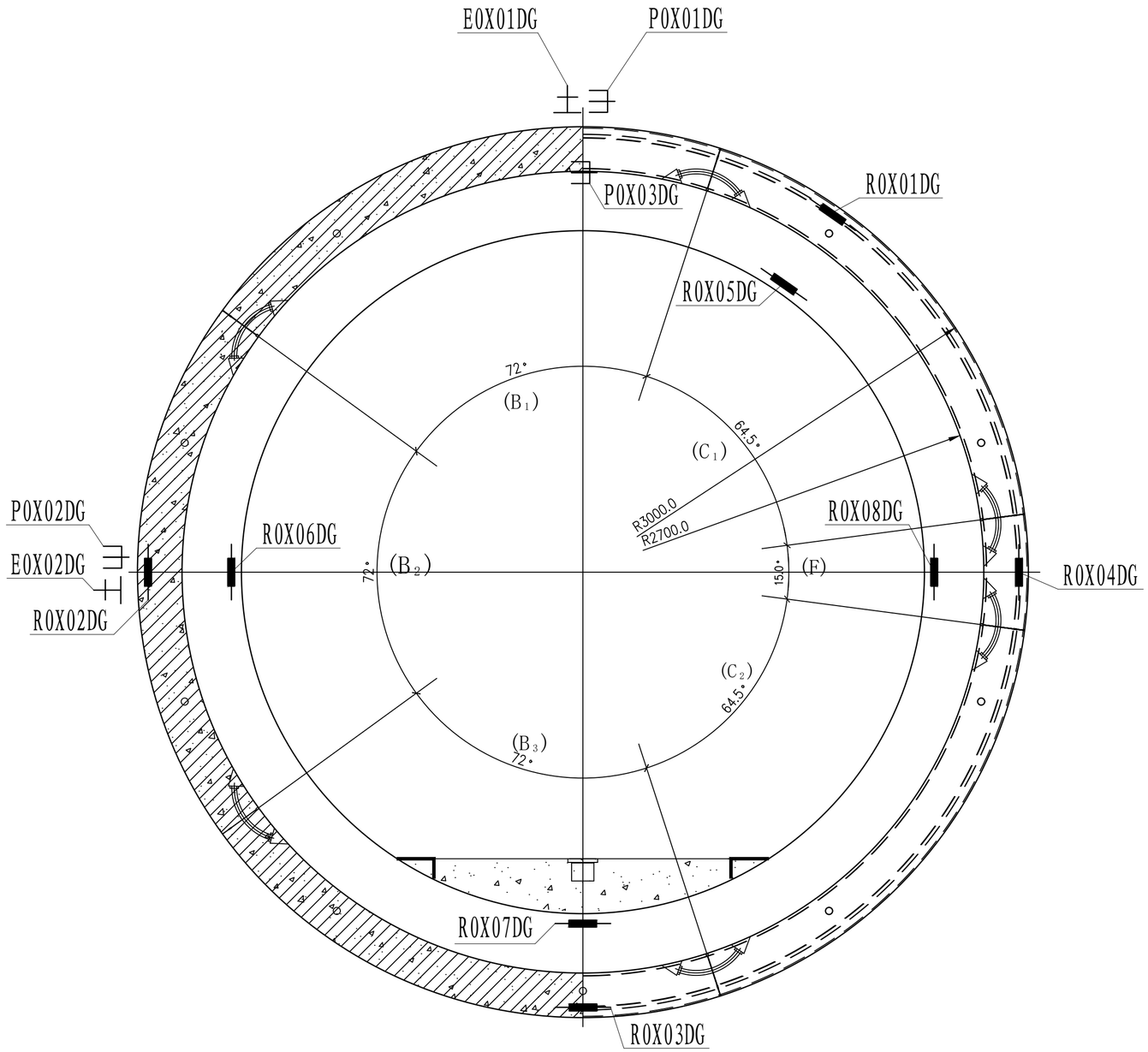
1. 本套图为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第9张，有关要求相互参阅。
2. 图中测量基准采用2000国家大地坐标系，1985国家高程系统；高程、桩号、距离均以m计，其余以cm计。
3. 有关结构、尺寸和桩号以水工专业图纸为准。
4. 隧洞开挖后，若实际揭露的地质条件与图中所示不相符时，或受现场条件限制，不能按照图纸要求埋设安装监测仪器设备和敷设电缆时，应及时提出切实可行的断面位置调整方案，经与设计和有关单位协商，并经监理工程师批准后实施。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（9/17）			
校核	乔晓歌					
设计						
制图	舒旗		比例	见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-09		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

监测断面安全监测设施布置图 1:25



说明:

1.本套图为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第10张，有关说明及要求请相互参阅。

2.本图测量基准采用2000国家大地坐标系，1985国家高程系统；图中高程、桩号、距离以m计，大样图尺寸以mm计；有关结构、尺寸和桩号以水工专业图纸为准。

3.盾构隧洞安全监测断面基本信息见表2。监测单位在隧洞掘进过程中，应提前对监测断面和测点进行测量定位,并作明显标记；跟进了解土建施工进度，与相关土建单位协调监测仪器的埋设安装工作,并与各配合方做好技术交底和技术指导,协调好仪器保护工作。对已预埋了监测仪器的管片,应在管片内外表面作出清晰标记,并针对该管片的养护、运输、安装位置和拼装要求等向相关方进行技术交底,确保标记过的监测管片正确安装在指定位置，并保证仪器安装位置及方向准确无误。施工中监测仪器的安装位置可适当微调，以错开注浆孔、螺栓孔、预留沟槽至少0.3m。

4.监测仪器均采用电测仪器，仪器类型采用振弦式。本工程监测仪器的安装埋设除了满足本套图纸设计说明中的要求外，还应参照仪器出厂说明书及《大坝安全监测仪器安装标准》(SL531-2012)要求执行。

5.管片的测缝计和螺栓应力计布置详见图SLKS3057-E-62-R-3-SD1-11。对于监测管片之间环向接缝变形状态的测缝计，由于不同安全监测断面处管片接缝位置不尽相同，测缝计应根据接缝实际位置垂直于接缝面进行安装。在预制衬砌管片时，根据测缝计安装位置在两块相邻管片预留凹槽，具体尺寸根据仪器安装要求及安装完成后仪器部分不外凸的原则确定。为避免预留凹槽对结构产生不良影响，测缝计布置在所在管片螺栓孔的中间位置。预制衬砌管片时,在管片内安装固定测缝计的锚杆,避免后期在管片上钻孔安装锚杆对管片产生破坏。在管片拼装完成后,对沟槽内外漏钢筋进行除锈及涂抹防腐层后再安装采用土工布包裹的测缝计,并考虑采用保护盒对测缝计和尾缆进行密封保护。

6.在预制衬砌管片时，在管片外弧面安装土压力计，土压力计应低于管片外弧面0.5cm，仪器线缆应沿钢筋用尼龙扎线绑扎好引至尾缆保护筒内保护，避免管片混凝土振捣时损坏仪器尾缆。

7.在钢筋笼绑扎时，同一轴线上受力钢筋的绑扎接头应距钢筋计1.5m以上。仪器线缆应沿钢筋用尼龙扎线绑扎好引至管片(安装测缝计)预留凹槽内保护，避免管片混凝土振捣时损坏仪器尾缆。

8.如需在管片上预留大于设计要求的沟槽、开孔等影响管片完整的工艺，应提出切实的技术方案,报业主、设计、监理单位批准后实施。

9.图中监测断面仪器的线缆先环向集中至断面中下部，再顺隧洞轴线牵引至临近监测站。

10.在埋设安装钢筋计时，如果按照表2所示桩号对应的断面结构与本图不一致，可在临近位置寻找与本图结构一致的管片环埋设安装钢筋计。

11.监测人员在现场进行监测设施安装、日常观测和巡视检查过程中，应做好安全防护，确保人员及设备的施工安全。

12.监测设施编号说明：J 0X 01 DG。

- 盾构隧洞
- 监测仪器设备编号
- 监测断面序号（监测断面01则简记为01，断面基本信息见表2）
- 监测仪器设备代号

续表2 盾构隧洞安全监测断面

监测断面	桩号（km+m）	地质条件	仪器类型	施工方式	监测站
断面 06	R4+445.11	V 类围岩，穿越断层 F_{2-2}	电测类	盾构法	R3#工作井
断面 07	R5+222.82	V 类围岩，无自稳能力	电测类	盾构法	R4#工作井

表2 盾构隧洞安全监测断面

监测断面	桩号（km+m）	地质条件	仪器类型	施工方式	监测站
断面 01	R0+634.84	V 类围岩，穿越断层 F_{2-1-1}	电测类	盾构法	R1#工作井
断面 02	R0+920.80	V 类围岩，穿越断层 F_{2-1} 等	电测类	盾构法	R1#工作井
断面 03	R1+282.80	V 类围岩，穿越断层 F_{1-1}	电测类	盾构法	R2#工作井
断面 04	R1+544.16	V 类围岩，穿越断层 f_1	电测类	盾构法	R2#工作井
断面 05	R3+767.48	V 类围岩，无自稳能力	电测类	盾构法	R3#工作井

图例:

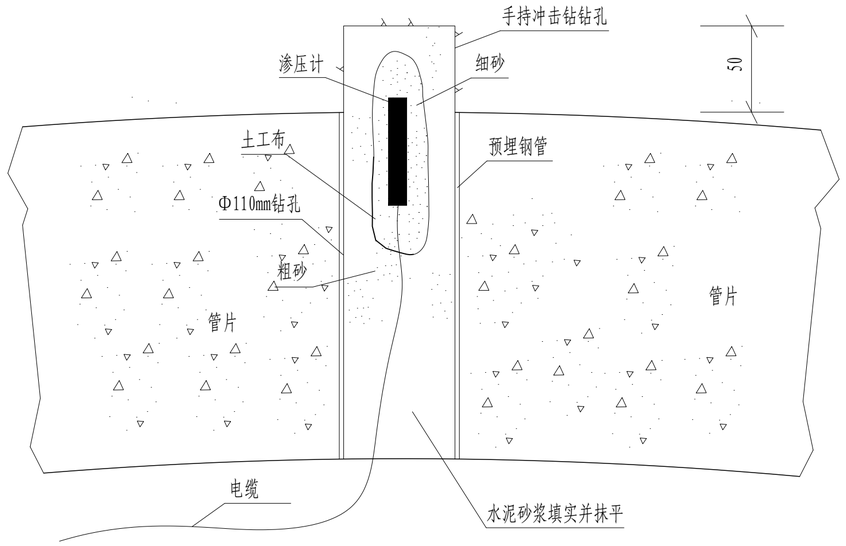
J	测缝计	P	渗压计
E	土压力计	R	钢筋计

长江勘测规划设计研究有限责任公司

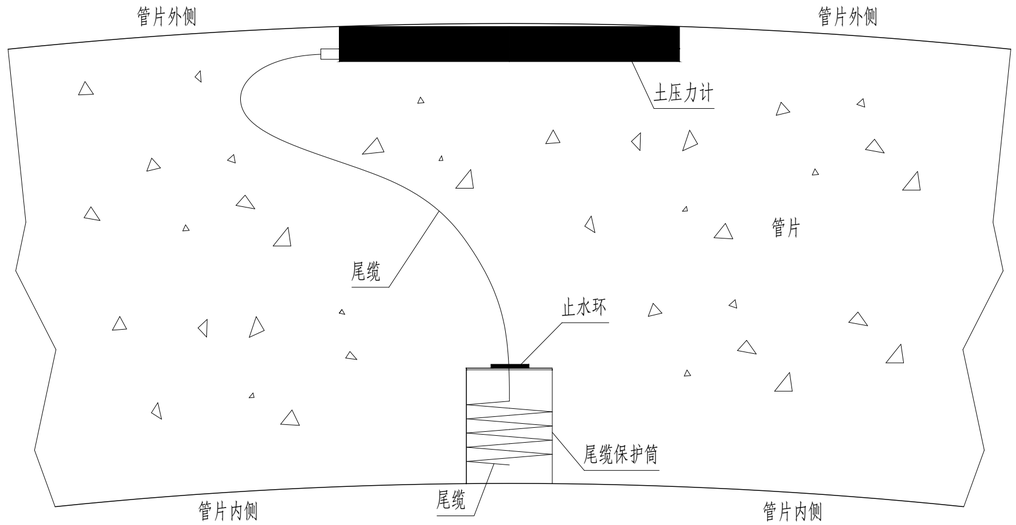
核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（10/17）		
校核	郑谢歌				
设计	舒森				
制图			比例	见 图	日期 2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-10	

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

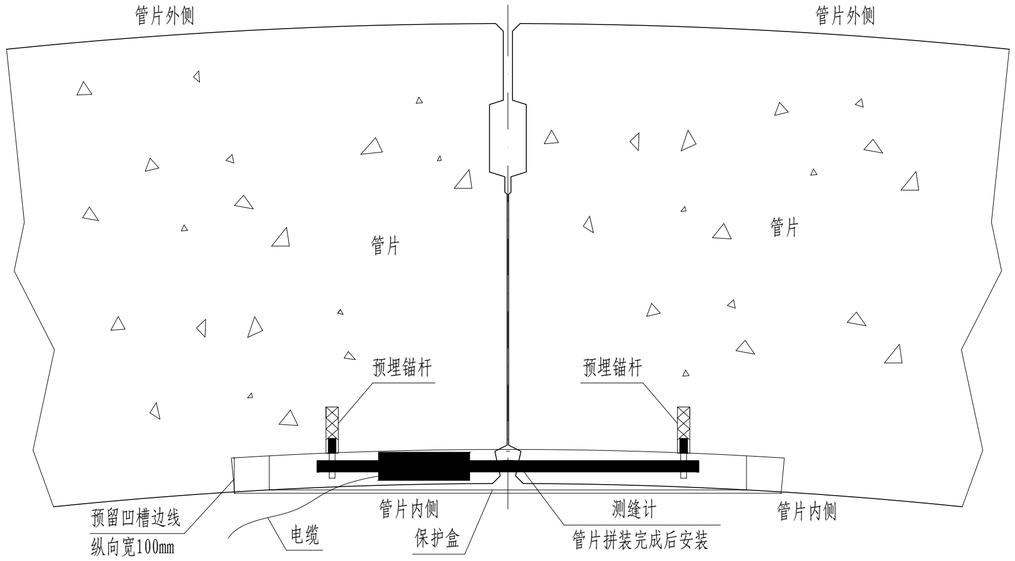
管片外侧渗压计埋设安装大样图



土压力计埋设安装大样图



测缝计埋设安装大样图



说明:

1.本套图为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第11张，有关说明及要求请相互参阅。

2.本图测量基准采用2000国家大地坐标系，1985国家高程系统；图中高程、桩号、距离以m计，大样图尺寸以mm计；有关结构、尺寸和桩号以水工专业图纸为准。

3.对于管片内侧的渗压计，可在管片安装后进行安装，安装时渗压计可采用透水铁盒进行保护，并用膨胀螺栓将保护盒固定于管片内侧。

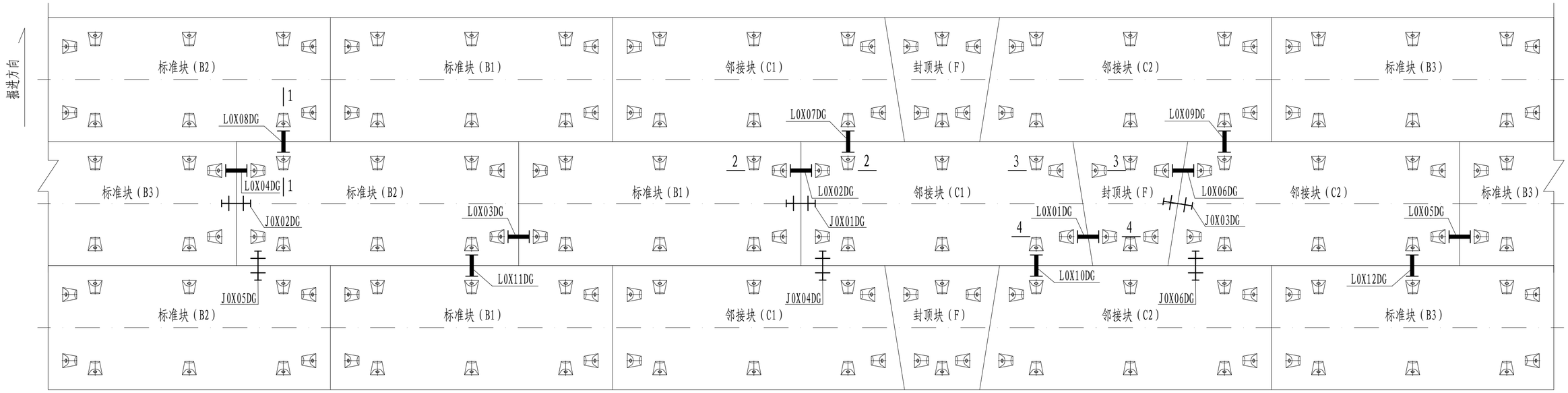
4.监测人员在现场进行监测设施安装、日常观测和巡视检查过程中，应做好安全防护，确保人员及设备的施工安全。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

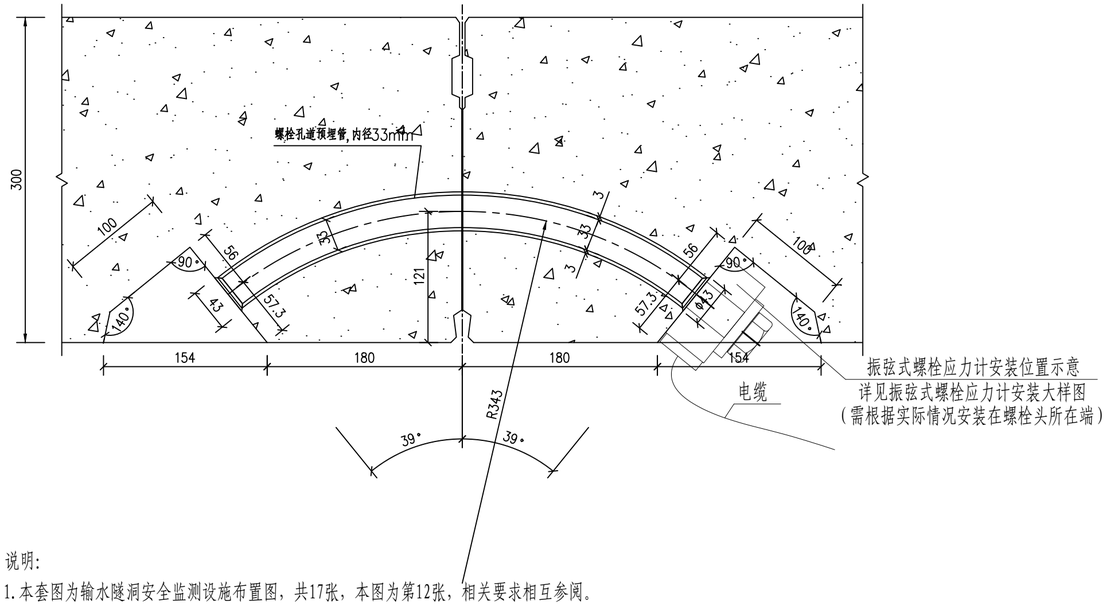
核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（11/17）			
校核	布谢欢					
设计	郑森					
制图			比例	见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-11		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

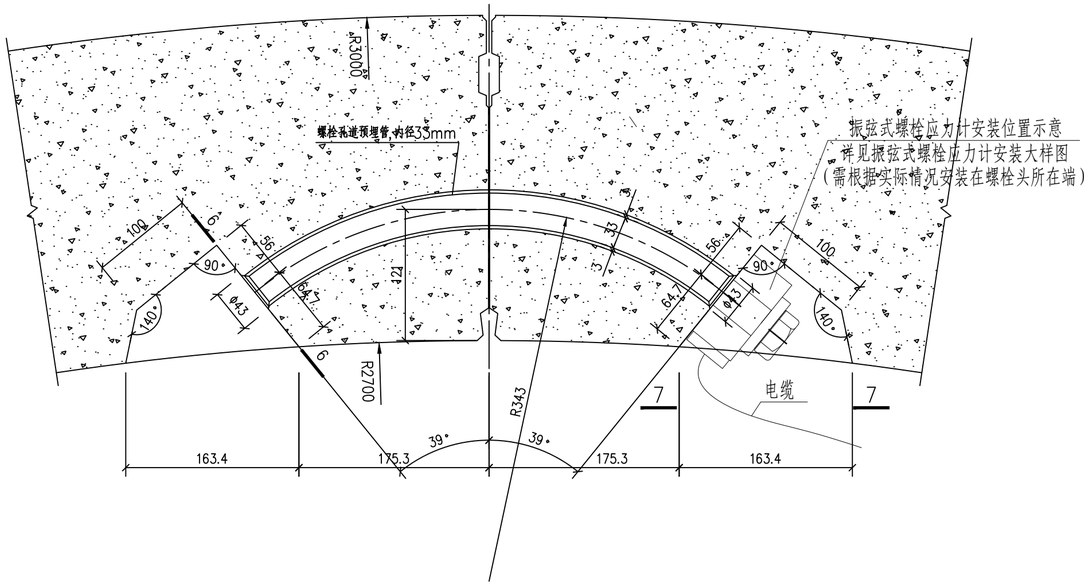
展开管片中螺栓应力及测缝计布置图



1—1 1:4



2—2 1:4



说明：

1. 本套图为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第12张，相关要求相互参阅。
2. 图中结构尺寸或大样尺寸均以mm计。图中管片结构以结构图纸为准。
3. 每个监测断面均布置12支螺栓应力计。其中，监测断面桩号所在位置管片环向布置6支，该管片环与推进方向前、后相邻管片环间纵向连接螺栓各布置3支。纵向螺栓应力计布置在环向螺栓应力计临近螺栓孔位置，同位置环向和纵向螺栓应力计成对布置、方向相互垂直。
4. 每个监测断面的3个管片环螺栓应力计布置位置和规律一致，螺栓应力计编号命名规则如下：L 0X 01 DG

- DG：盾构隧洞
- 01：监测仪器设备编号
- 0X：监测断面序号（断面1-1则简记为01）
- L：螺栓应力计

图例：

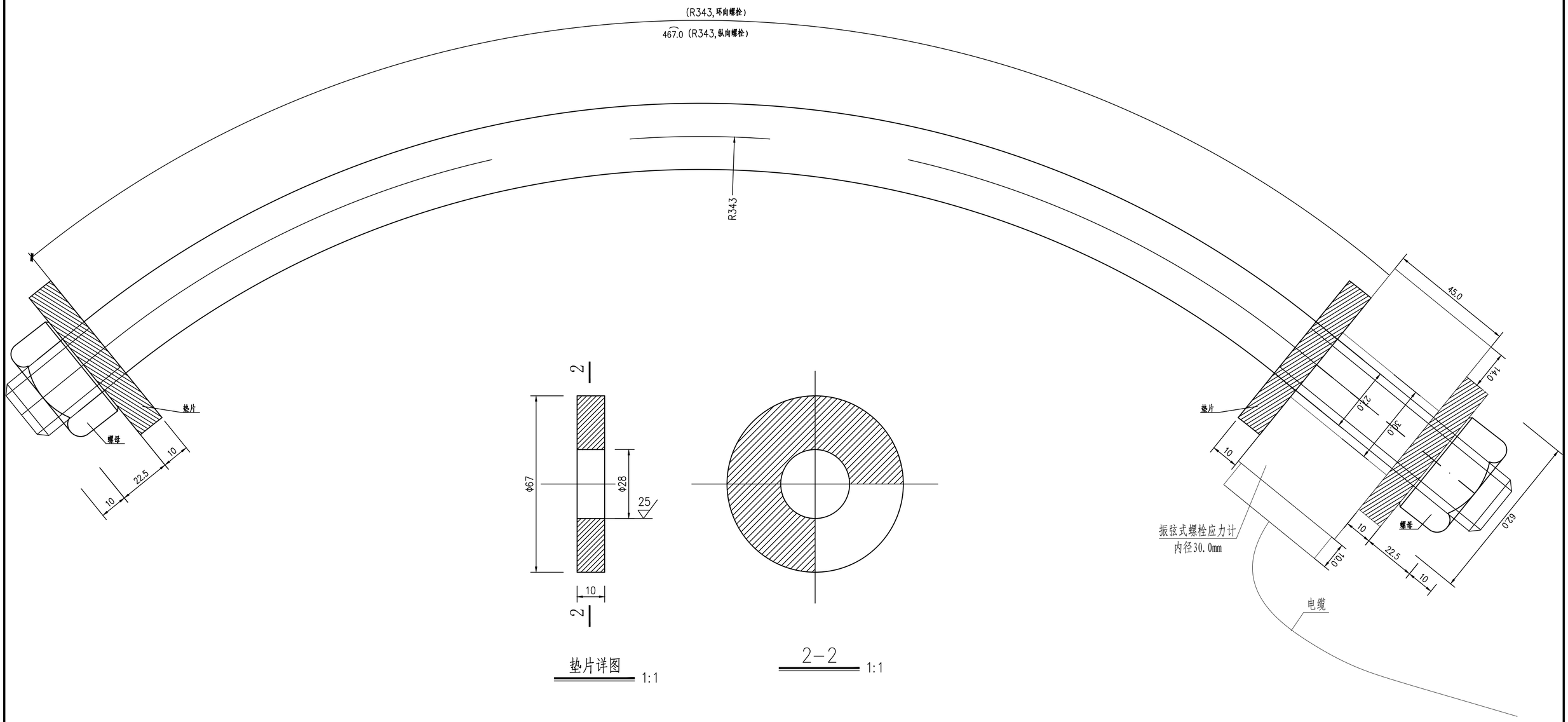
L 螺栓应力计

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（12/17）		
校核	乔瑞歌				
设计					
制图	郑旗		比例	见 图	日期 2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-12	

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

振弦式螺栓应力计安装大样图 1:1



说明:

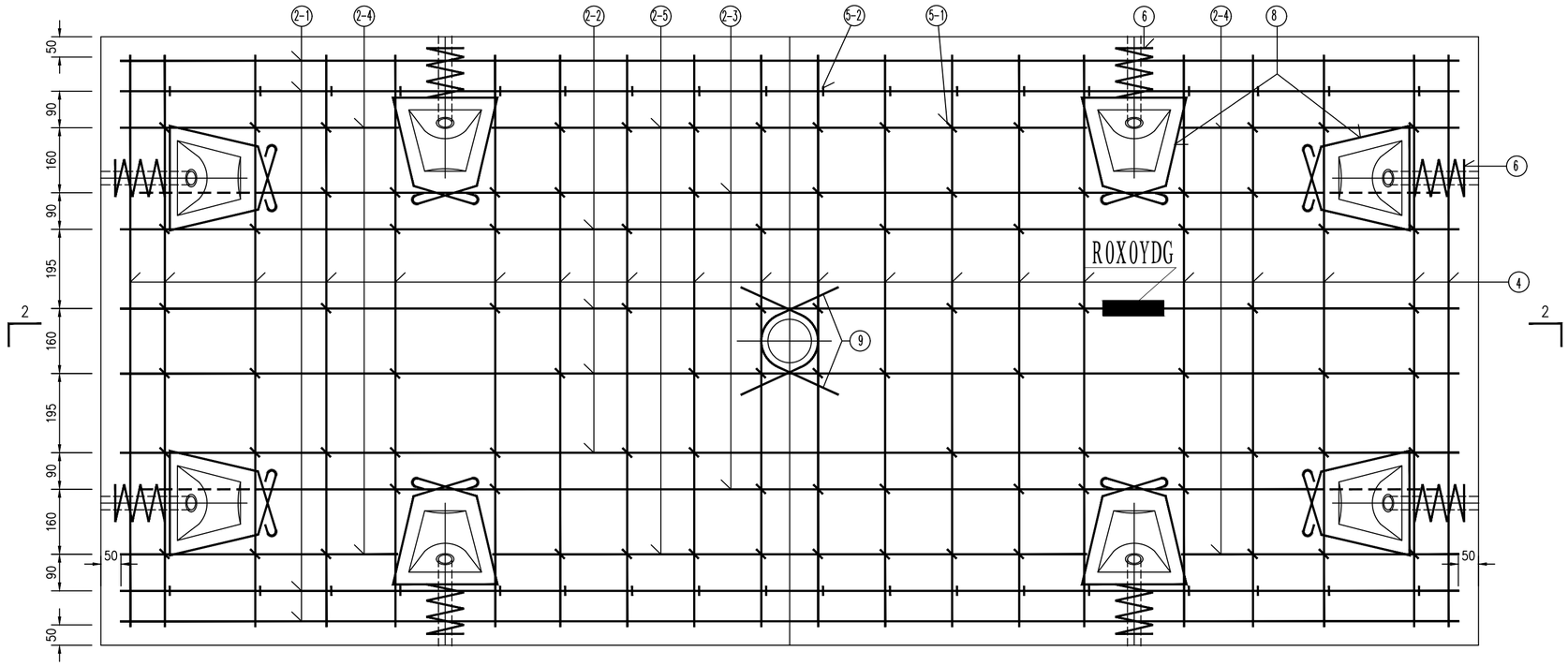
1. 本套图为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第13张，相关要求相互参阅。
2. 图中结构尺寸或大样尺寸均以mm计。
3. 理论上，相邻管片间的环向螺栓应力和同位置的环向接缝开度两者变化规律具有一致性，管片监测资料整编分析中，应联合对比分析同位置环向螺栓应力和接缝开度，以合理地判定管片受力和变形状态。
4. 监测设施安装过程中应确保各部位螺栓应力计的安装质量。由于应力计是综合3根芯线测值计算螺栓所受应力，为减小应力计受力不均或局部应力集中等影响，在应力计一侧增加了1个厚度为10mm的垫圈。
5. 如振弦式螺栓应力计安装大样图所示，振弦式螺栓应力计应安装在螺栓头所在端，以减少拧紧螺栓时对应力计的可能不良影响，提高测值可靠性。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

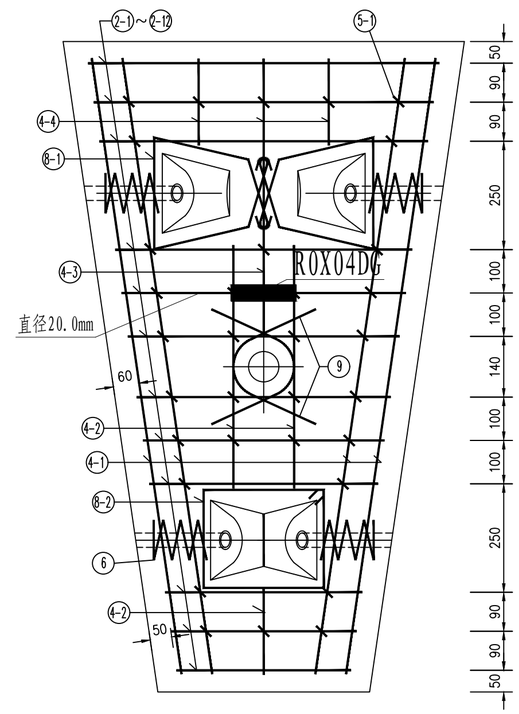
核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（13/17）		
校核	乔卿歌				
设计	郑旗				
制图			比例 见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号 SLKS3057-E-62-R-3-SD-13		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

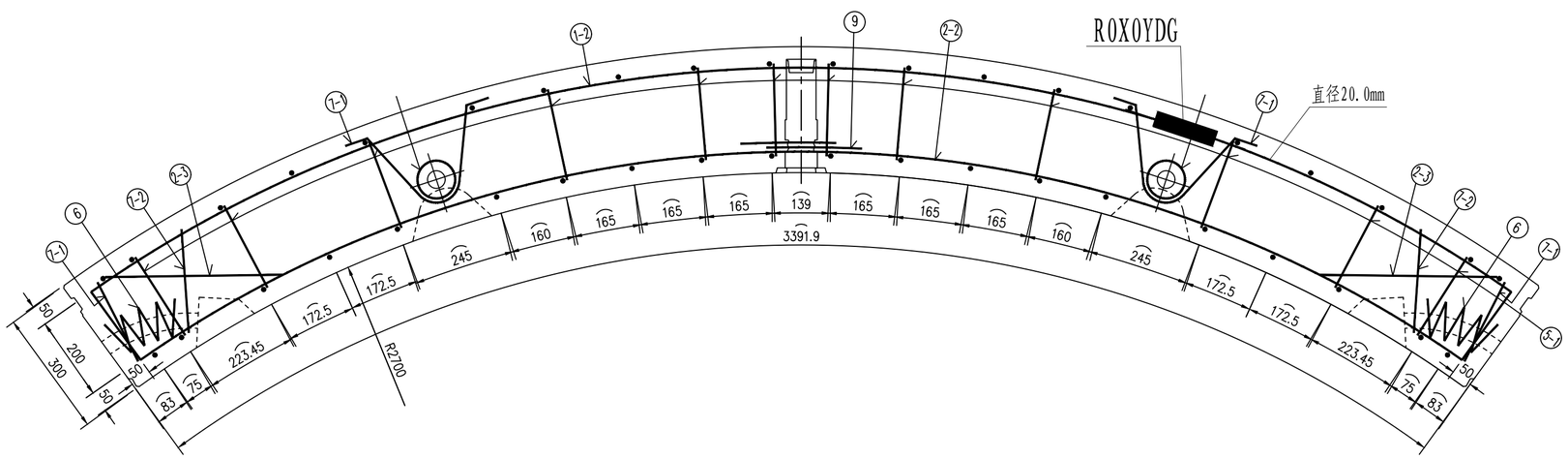
管片标准块钢筋计安装示意图（内侧视图） 1:10



管片封顶块钢筋计安装示意图（内侧视图） 1:10



2-2 1:10



说明：

1. 本套图为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第14张，相关要求相互参阅。
2. 图中结构尺寸或大样尺寸均以mm计。
3. 每个监测断面分别在封顶块、邻接块、B2标准块、B3标准块各布置1支钢筋计，钢筋计均布置管片的外层钢筋上。
4. 螺栓应力计编号命名规则如下：L 0X 0Y DG

- 盾构隧洞
- 监测仪器设备编号（封顶块04、邻接块01、B2标准块02、B3标准块03）
- 监测断面序号（断面1-1则简记为01）
- 螺栓应力计

图例：

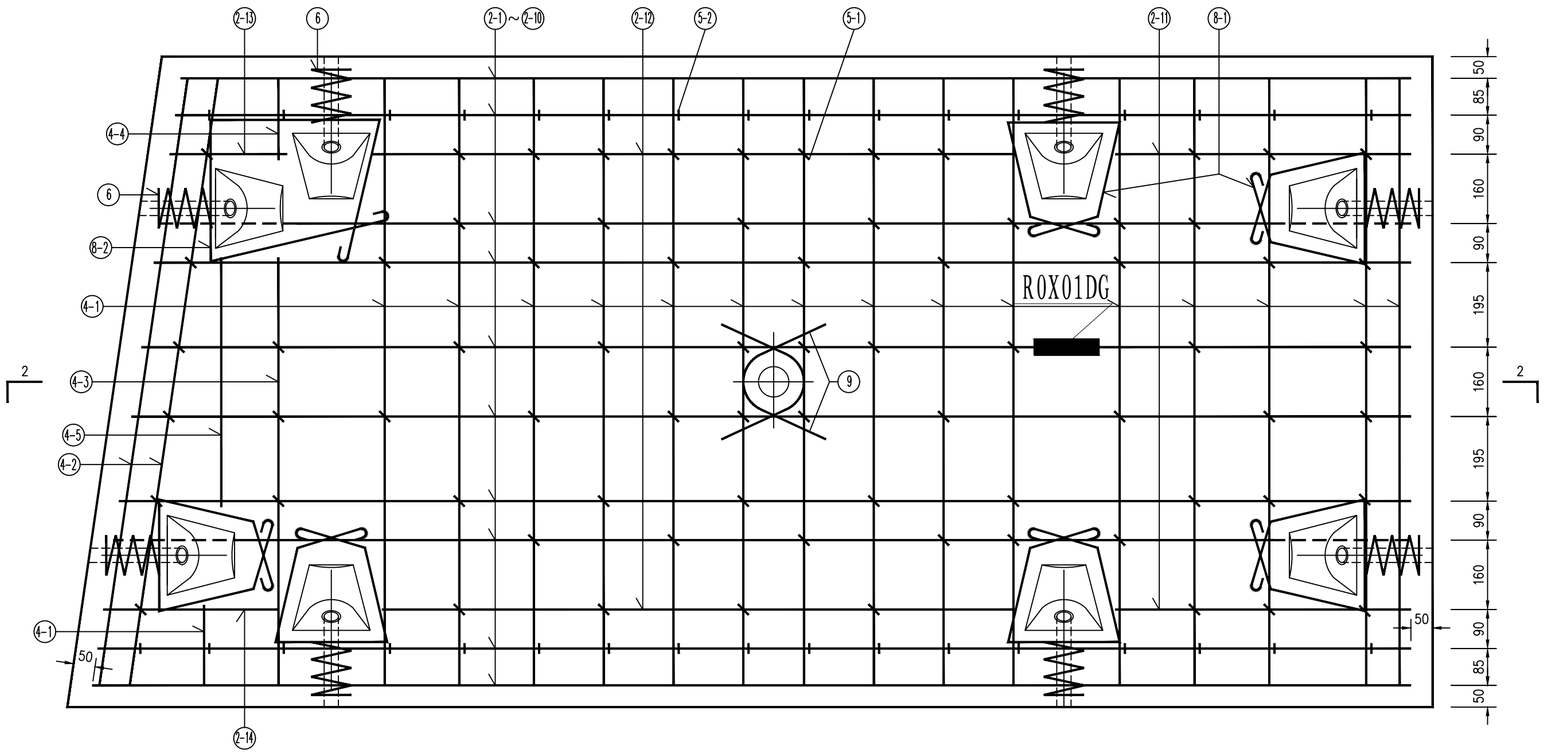
R 钢筋计

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（14/17）			
校核	乔瑞歌					
设计	郑旗					
制图			比例	见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-14		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

管片邻接块钢筋计安装示意图（内侧视图） 1:10



图例:

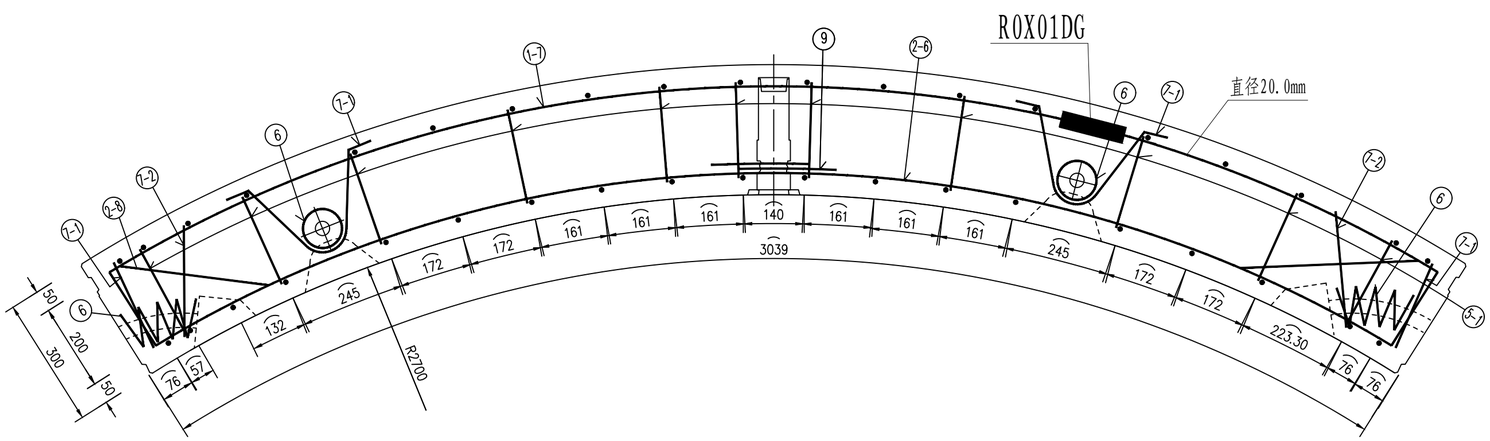
R 钢筋计

说明:

1. 本套图为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第15张，相关要求相互参阅。
2. 图中结构尺寸或大样尺寸均以mm计。
3. 每个监测断面分别在封顶块、邻接块、B2标准块、B3标准块各布置1支钢筋计，钢筋计均布置管片的外层钢筋上。
4. 螺栓应力计编号命名规则如下: L 0X 0Y DG

- DG — 盾构隧洞
- 0Y — 监测仪器设备编号（封顶块04、邻接块01、B2标准块02、B3标准块03）
- 0X — 监测断面序号（断面1-1则简记为01）
- L — 螺栓应力计

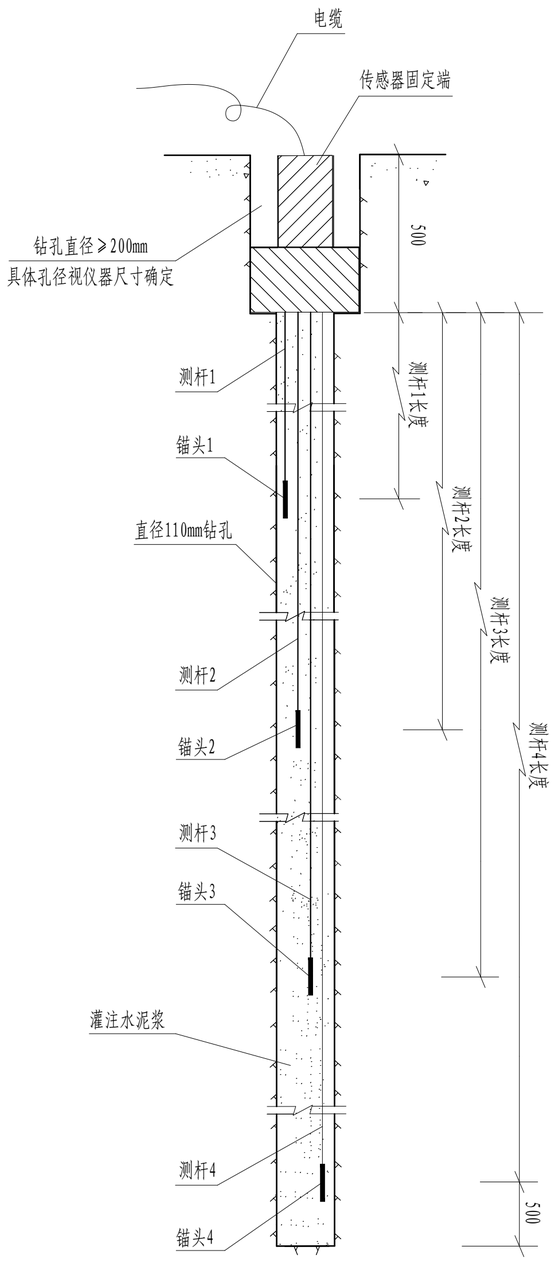
2-2 1:10



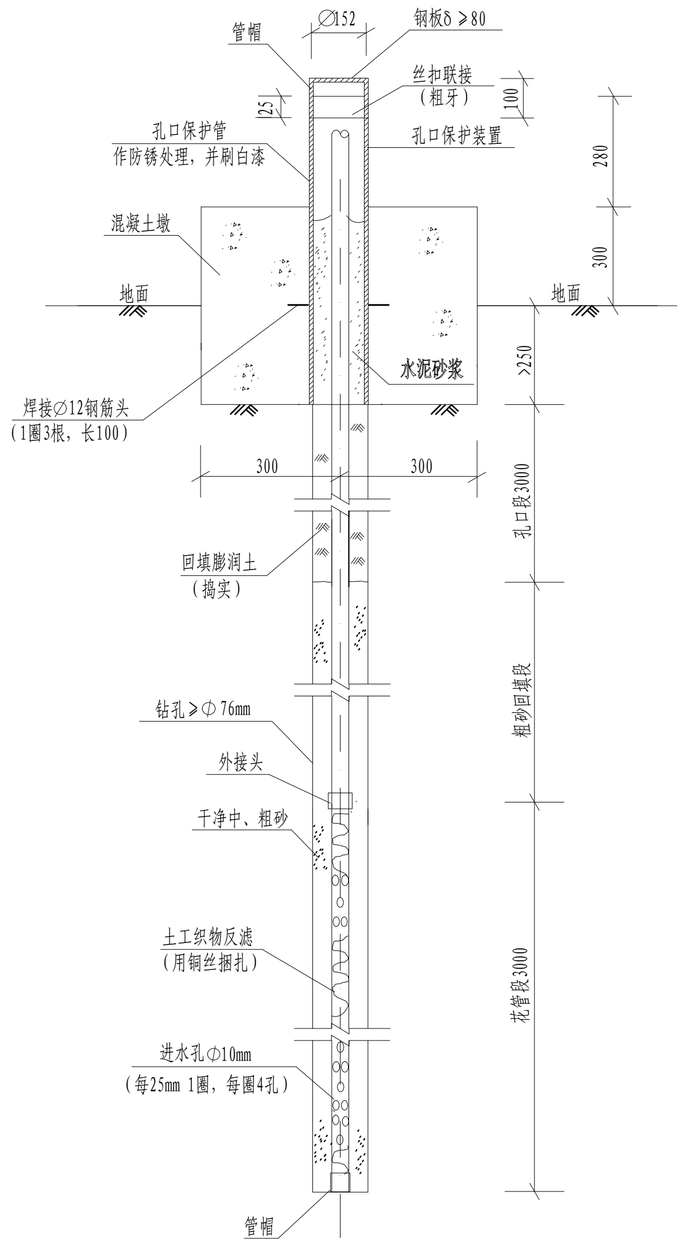
长江勘测规划设计研究有限责任公司						
核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（15/17）			
校核	乔卿歌					
设计						
制图	郑旗		比例	见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-15		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

分层沉降多点位移计埋设大样图（参考）

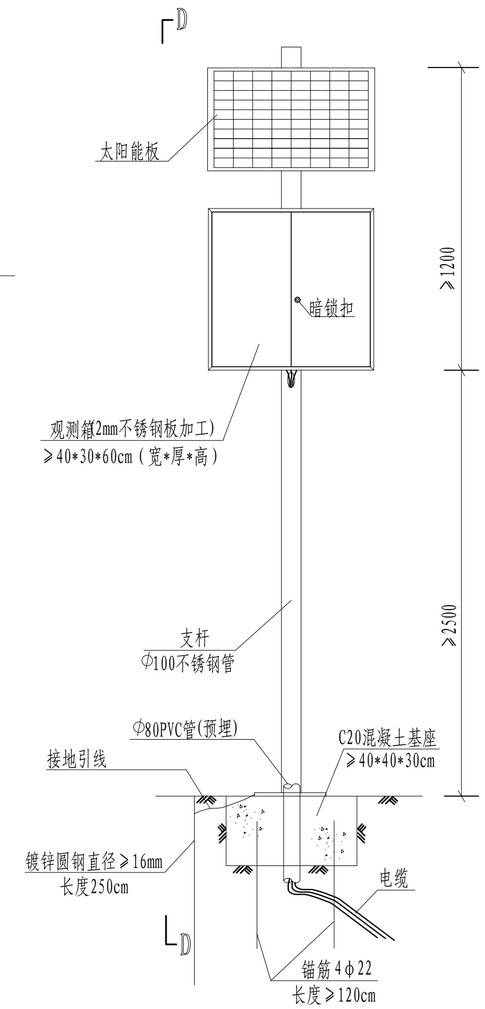


地下水位测压管埋设安装大样图（参考）

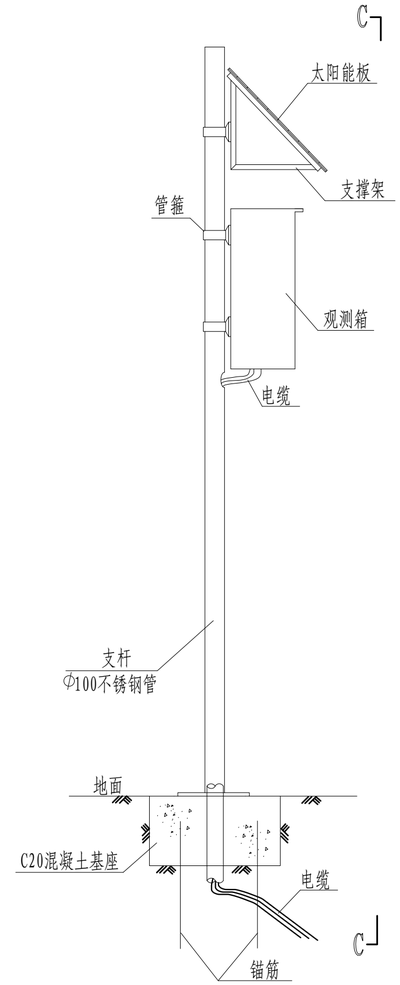


自动化采集设备安装大样图（参考）

（C — C）



D — D



说明：

1. 本套图纸为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第16张，有关说明请互相参阅。
2. 图中监测设施埋设安装大样图尺寸均以mm计，施工单位可酌情优化埋设安装方法，图示大样仅供施工参考。
3. 各测压管埋设安装完毕后，应在管底各安装1支渗压计，并将其电缆引出管口后，与多点位移计电缆一起集中牵引进入自动化系统采集设备。
4. 各自动化采集设备采用架杆方式，安装在监测设施附近的合适位置，具体根据现场情况确定。电缆引线应外穿镀锌钢管，埋设在地面以下约20cm处。
5. 自动化采集设备应配置接地系统，接地系统可与基座锚筋连接，并确保接地电阻小于10Ω。
6. 监测人员在现场进行监测设施安装、日常观测和巡视检查过程中，应做好安全防护，确保人员及设备的施工安全。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

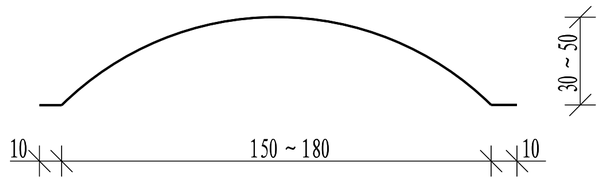
核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（16/17）		
校核	乔卿歌				
设计	舒旗				
制图			比例	见 图	日期 2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-16	

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

表3　输水隧洞安全监测工程量和主要技术指标

编号	项目名称	单位	数量	主要技术指标	备注
1	变形监测				
1.1	振弦式测缝计				
1.1.1	振弦式测缝计	支	42	量程 25mm;精度≤0.1%F.S.;温度范围-20℃～+65℃；耐水压≥1.0MPa。	
1.1.2	4 芯屏蔽电缆	km	24.39		按实际发生计
1.2	分层沉降振弦式多点位移计				
1.2.1	振弦式多点位移计	套	3	量程 150mm；精度≤0.1%F.S；温度范围-20～65℃。	
1.2.2	多点位移计钻孔及灌浆	m	76.46	ϕ110	按实际发生计
1.2.3	10 芯屏蔽电缆	km	2.70		按实际发生计
2	渗流渗压监测				
2.1	振弦式渗压计				
2.1.1	振弦式渗压计	支	21	量程 0.35、0.7、1.0MPa（根据部位进行确定）；精度±0.1%F.S.；工作温度：-20℃～+65℃。含安装外套筒及安装材料。	
2.1.2	4 芯屏蔽电缆	km	12.20		按实际发生计
2.2	地下水位观测孔				
2.2.1	地下水位钻孔及回填（≥ϕ76）	m	39.72	≥ϕ110	
2.2.2	测压管（含花管）	m	41.82	ϕ50mm 硬质 PVC 管	
2.2.3	测压管孔口装置	个	3	自制	
2.2.4	振弦式渗压计	支	3	量程 0.35MPa；精度±0.1%F.S.；工作温度：-20℃～+65℃。	
2.2.5	4 芯屏蔽电缆	km	0.05		按实际发生计
3	应力应变监测				
3.1	振弦式土压力计				
3.1.1	振弦式土压力计	支	14	量程 1MPa;精度≤0.1% F.S.;工作温度-20℃～+65℃；过载能力 50%；耐水压≥1.0MPa。	
3.1.2	4 芯屏蔽电缆	km	8.13		按实际发生计
3.2	振弦式钢筋计				
3.2.1	振弦式钢筋计	支	56	量程受拉 400 MPa、受压 100 MPa；精度≤0.5%F.S.；工作温度-20℃～+65℃；耐水压≥1.0MPa。连接杆应与被测钢筋材质和规格相同。	
3.2.2	4 芯屏蔽电缆	km	32.52		按实际发生计
3.3	振弦式螺栓应力计				
3.3.1	振弦式螺栓应力计	支	84	量程 100kN、200kN、500kN;精度≤0.3% F.S.;工作温度-20℃～+65℃；耐水压≥1.0MPa。过载能力 50%。	
3.3.2	10 芯屏蔽电缆	km	48.79		按实际发生计
4	共用设备				
4.1	PVC 护管	km	0.50	ϕ30~50mm，壁厚≥2mm	按实际发生计
4.2	热镀锌钢 U 型槽护管	km	6.50	热镀锌钢，壁厚≥1mm	按实际发生计
4.3	分层沉降自动化系统				
4.3.1	自动化采集设备（MCU）	台	3	通道数 8；自带 4G 天线；分辨率：频率±0.01Hz、温度：0.1℃；通讯方式 RS485；供电 15~28V DC；工作温度范围 0~60℃。	8 通道、带 4G 天线
4.3.2	太阳能供电系统	套	3	包括太阳能电池版（50W）、铅酸蓄电池（12V/48AH）、充电控制器等。	
4.3.3	观测箱	个	3	2mm 厚不锈钢制造，≥40*30*60cm（宽*厚*高）。	
4.3.4	安装支杆	项	3	含 C20 混凝土基座、ϕ22 锚筋、ϕ100 不锈钢支架。	
4.4	振弦式读数仪	台	1		

热镀锌钢U型槽护管示意



说明：

1. 本套图纸为输水隧洞安全监测设施布置图，共17张，本图为第17张，有关说明及要求请相互参阅。
2. 永久安全监测工程量和主要技术指标见表3。图中工程量表中所列电缆、光缆、保护管、钻孔等工程量为估算值，实际用量以现场发生量为准。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		输水隧洞安全监测设施布置图（17/17）			
校核	张琳					
设计						
制图	舒琳		比例	见　图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R-3-SD-17		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

R2#排气井安全监测设计说明

1、设计范围

(1)本册图纸的监测范围为R2#竖井及毗邻区域。R2#盾构工作井位于锦华路景区门口西侧，里程桩号R1+965，R2排气井设计地面高程26.5m，底板高程-10.15m，开挖深度25.2m，底板厚2.5m，竖井井深34.2m；圆形布置，下部内径16m，上部内径17m，外径19m，地连墙厚度1m，盾构中心线高程-2.68m。

(2)R2#竖井主要位于填土、残坡积层、全风化及强风化花岗岩中，底板位于弱风化花岗岩中，钻探显示弱风化层岩芯呈柱状、长柱状，少量短柱状，岩体结构少量破坏，矿物成分基本未变，沿节理面发育金属矿物及颗粒条纹。裂隙较发育，强度较高，属较硬岩，速值普遍在3440～5930m/s之间，平均波速4682m/s，岩体完整性指数0.46～0.75。参考室内试验成果，该层地基承载力特征值fak为1800kPa，极限端阻力标准值qpk为8000kPa,强风化其承载力满足工作井承载力要求。另外，工作井基础开挖后，开挖边坡涉及填土层、残坡积层及全、强风化花岗岩层。

2、主要设计依据规范

(1)《水利水电工程安全监测设计规范》(SL 725-2016);
(2)《建筑基坑工程监测技术标准》(GB 50497-2019);
(3)《国家三角测量规范》(GB/T 17942-2000);
(4)《国家一、二等水准测量规范》(GB/T 12879-2006);
(5)《国家三、四等水准测量规范》(GB/T 12898-2009);
(6)《工程测量规范》(GB 50026-2020);
(7)《水工建筑物地下开挖工程施工规范》(SL 378-2007);
(8)《建筑变形测量规范》(JGJ8-2016);
(9)《广东省标准-建筑基坑施工监测技术标准》(DBJ/15-162-2019);
(10)其他相关行业技术标准。

3、R2#竖井安全监测布置

(1)变形监测

①连续墙表面垂直位移

在连续墙墙顶水平位移观测墩基座上各埋设1个水准点，采用水准法观测连续墙墙顶的垂直位移情况。在竖井附近选择稳定安全、通行方便的位置布置1套钢管标、2个岩石标。利用钢管标作为日常观测的工作基点，2个岩石标和1座钢管标，共3个标石，定期组网互相校测，保证垂直位移工作基点稳定性。共计布设4个水准点、1套钢管标和2个岩石标。

②竖井基坑周边地表垂直位移

在竖井基坑周边布置4条辐射状测线，相邻测线互相呈90°布置，每条测线上按井中心距离由里及外布置2个垂直位移测点。共计布设8个岩石标。

③连续墙内部水平位移

在竖井表面水平位移测点旁的连续墙内各埋设1根测斜管，监测基坑开挖过程中不同深度的水平位移情况。每根测斜管内安装1条柔性测斜仪，以实现施工期墙体深层水平位移的自动化监测。共计布设4根测斜管、4套柔性测斜仪。

(2)渗流监测

①基坑外侧地下水位

在圆筒形竖井基坑外侧每隔90°布置1个地下水位孔，孔底布置1支渗压计，以监测竖井四周的地下水位变化情况。共计布设4根测压管、4支渗压计。

②底板所受渗透压力

在竖井基础中心位置于垫层和基础岩土体结合处布置1支渗压计。

(3)应力应变监测

①连续墙和内衬钢筋应力

在竖井地连墙和内衬每隔90°布置1个铅直向监测断面，每个监测断面选择2个不同高程处且应力较大的部位各布置2支钢筋计（1支铅直向、1支环向），以监测地连墙和内衬墙内的钢筋应力状态。共计布设32支钢筋计。

②连续墙所受土压力

在竖井井壁外上述钢筋计布置位置各布置1支土压力计，以监测井壁外的侧向土压力分部情况。共计布设8支土压力计。

③底板混凝土钢筋应力

在竖井底板上下层混凝土中水平向各布置2支钢筋计，1支顺流向1支垂直流向，以监测底板混凝土钢筋应力。共计4支钢筋计。

4、一般要求

(1)为保证监测仪器设备安装埋设及观测质量，承包人应严格依据相关规范开展现场工作，检验测试、安装埋设及观测应由具有丰富安全监测工程实际经验经历的单位组织实施，并严格按施工详图、相关设计文件、水利工程相关规程规范和政策法规、本技术要求的规定以及仪器使用说明书(有效版本)等执行。

(2)监测仪器设备的安装埋设随土建施工进行，必须严格按本技术要求的规定，做好仪器设备的钻孔、安装、埋设、调试和保护工作，保证监测仪器设备埋设时机和实施质量，监测单位的主要人员应为从事安全监测相关工作的专职技术人员，并要求有较丰富的类似工程安全监测的工作经验和经历。

(3)承包人在土建施工前应根据本技术要求及设计图纸制定监测仪器安装计划，并编制详细的监测仪器安装埋设和维护技术措施，其内容应包含（但不限于）：仪器设备安装埋设方法和程序、仪器设备安装埋设详图、施工期仪器设备维护措施、质量和安全保证措施、安全监测与土建施工的协调安排等。

(4)承包人应将仪器设备的埋设计划列入建筑物的土建施工进度计划中，以便及时提供安装埋设工作面，协调好与建筑物土建施工的相互干扰。

(5)仪器设备安装和埋设中应使用经批准的编码系统，对各种仪器设备、电缆、监测断面、控制坐标等进行统一编号。每支仪器均须建立档案卡和基本资料表，并将仪器资料按发包人指定的格式录入计算机仪器档案库中。

(6)承包人应严格按批准的监测仪器设备布置与生产厂家的使用说明书进行安装和埋设。若监理人检查发现埋设的仪器设备失效，有权指示承包人立即修复或更换。

(7)仪器电缆的敷设应按施工图纸和生产厂家说明书进行，按有关技术要求规范拼接和连接接头，并尽可能减少接头数量。承包人应在所有仪器的线缆上加设至少3个耐久、防水、间距为20m的标签，以保证识别不同仪器所使用的线缆。

(8)在施工过程中，承包人应保护好所有仪器设备（包括电缆）和设施，包括为保护部位提供保护罩、保护标志和路障等，未完成管道和套管的开口端及时加盖。

(9)从仪器安装位置到现地监测站之间的电缆牵引走向、埋设方法应按施工图和监理人的指示进行，允许承包人根据工作计划和现场情况改变这些布置和方法，但这些变更不得对结构及防渗产生不利影响，且不使电缆长度显著增加。承包人应至少在其工作计划开始日期之前7天，将这些变更申请提交监理人审批。

(10)仪器设备及电缆在安装埋设之后应进行检查和校正，并提交现场校准报告。经监理人检查验收后应立即测读起始值，只有获取初始数据后，承包人才能将其固定或掩埋。

(11)每支仪器埋设和安装后不超过14天，承包人应将仪器及其安装的下列详细资料提交监理人。这些资料包括（但不限于）：仪器的种类、型号、编号和说明；按比例图示仪器所在部位的位置、仪器的坐标和高程、电缆敷设的准确位置和路线、电缆接头的位置和仪器安装所用的材料；仪器埋设的日期、时间以及气候气温情况；仪器埋设时附近施工区作业情况；安装埋设时的照片；所取得的初始数据；由承包人和监理人双方签字的所有安装埋设记录等。

(12)在仪器安装埋设、基坑开挖、砼浇筑作业中，如发现有监测测值异常变化或仪器设备损坏现象，应及时采取补救措施。在仪器和电缆埋设完毕后，应立即检测，确认符合要求后，应及时编写施工日志，绘制竣工图。

5、监测设施埋设安装要求

(1)垂直位移测点

对于埋设在水平位移观测墩基座表面的垂直位移测点，应随同基座砼浇筑同步埋设；对于埋设在竖井基坑周边土体上的垂直位移测点，一般可直接挖小坑，坑内浇筑混凝土墩，墩顶直接埋入水准标。具体埋设方法按照设计图纸和《混凝土坝安全监测技术规范》SL601-2013的要求执行。

(2)测斜管

①连续墙内预埋测斜管

在连续墙钢筋笼安装前，把数节测斜管在平地上拼装连接，在每个管接头处须作严格的密封处理，将组装好的测斜管小心插到加工好的钢筋笼中，调整好槽口方向后用铁丝绑扎，绑扎牢固后装好底盖和孔口盖。钢筋笼在就位前，调整其位置将测斜管端口“十”字导槽方位正对隧洞轴线的方向。在连续墙浇筑前将测斜管内注满清水盖上顶盖，浇筑时派专人在现场看护。连续墙初凝后打开孔口盖，用软质水管插入孔底，用压力水冲洗测斜管直到翻出清水，再对测斜管管口作好保护。采用测扭仪进行导槽扭转角的测量，为测斜仪观测值提供必要的修正参数。测斜管倾斜度允许偏差±0.5°；测斜管上端口导槽正对隧洞中心线允许偏差为±1°；测斜管导槽扭角允许偏差±0.2°/m，累计的允许偏差限值为±15°。

②柔性测斜仪安装

安装前准备好尾节定向导轮、下压杆、下压延长杆、下压卡件、下压盖等安装辅助设备。先在柔性测斜仪尾节上安装尾节定向导轮，定向导轮安装完成后，将柔性测斜仪随定向导轮逐节下放到测斜管内，直至定向导轮完全下放并触底，再用首节定向轮固定上部方向，并记录柔性测斜仪此刻的MARK线方向。安装完成后，安装下压件套装并固定下压件，最后连接采集、供电、保护等配套装置。

(3)垂直位移工作基点（钢管标）

本竖井垂直位移工作基点采用钢管标形式。在竖井附近约200m处选择一处稳定安全、便于观测的安装位置。安装前，预先在选定的安装位置采用机钻造孔，钻孔孔径≥φ130mm。安装时，先将保护管下至孔内，对孔、管间的孔隙进行回填灌浆密实。然后在保护钢管底部30cm回填砂浆，再将钢芯管慢慢放入保护管内，其底部埋入砂浆层内。钢芯管与保护钢管间每隔2～3m设1个导向环。待保护管与钢芯管安装牢固后，再在孔口建造标头保护装置。

(4)地下水位孔

1)钻孔

①地下水位观测孔孔位、孔深、方向应符合设计要求，孔位偏差不得超过50mm，孔深应达到设计深度，超、欠深一般不大于100mm，孔斜偏差不大于0.02m/m。

②所有水位观测孔钻孔岩芯的获得率应达80%以上，岩芯需经素描后方可丢弃。

③钻孔过程中，如发现集中漏水(无回水)、掉钻、掉块、塌孔等情况时，应详细记录。当上述情况比较严重时，应通知监理人采取处理措施。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		R2#排气井安全监测设计说明(1/4)			
校核	布海欧					
设计	郑旗					
制图			比例	见 图	日期	2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R2-7-JG-01		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

R2#排气井安全监测设计说明

2)测压管安装

①测压管透水段用Φ50mmPVC管加工，长度2~4m，面积开孔率为10%~20%，孔眼排列均匀，透水段外包扎不少于2层的土工织布，管底封闭不留沉淀管段。

②测压管太长不能整根下放时，可将其分段并采用活接头丝扣联接，丝扣处须填入生胶带止水。

③测压管与钻孔间隙的回填，下部2/3孔段直接采用粒径10mm~25mm粗砂回填，上部采用100cm厚膨润土和浓泥浆回填。

④钻孔回填后，再建造孔口保护装置。孔口保护装置要求结构简单、牢靠，能防止外水渗入和人工及机械破坏。

(5)底板和连续墙外侧的渗压计

①底板外侧渗压计

取下仪器端部的透水面，在钢膜片上涂一层黄油或凡士林以防生锈；安装前需将仪器在水中浸泡2小时以上，使其达到饱和状态，在测头上包上装有干净的饱和细沙袋，使仪器进水口通畅，并防止水泥浆进入渗压计内部；将包有沙袋的仪器埋入预先完成的界面上，并按照规范或设计要求回填钻孔。

②地连墙外侧渗压计

在设计定位处钻孔，孔深以达到设计监测层位为准，钻孔倾斜度应小于1/100。开孔直径宜为110mm，终孔直径不小于90mm。具体埋设安装步骤和要求详见《混凝土坝安全监测技术规程》（SL 601-2013）中的“D.3.3 深孔渗压计安装埋设方法应符合下列要求：”。

(6)土压力计

①地下连续墙的土压力计

土压力埋设时采用配套的土压力计埋设器，将埋设器主杆焊牢在钢筋笼上，把土压力计用胶布固定在托盘上，钢丝绳和线缆引至钢筋笼顶部系牢。待钢筋笼入槽就位后，将钢丝绳拉紧，土压力计变形膜即可与槽壁贴牢。在拉紧钢丝绳前后用仪器观测土压力计压力值变化情况，以控制土压力计与槽壁的贴紧程度。

(7)钢筋计

钢筋计直径应与受测钢筋直径保持一致，且焊接后钢筋计与受力钢筋应保持在同一轴线上。钢筋计的焊接可采用对焊、坡口焊或熔槽焊，焊接时及焊接后，应在仪器部位浇水冷却，使仪器温度不超过60°C，但不得在焊缝处浇水。混凝土浇筑前后，应制定切实可行的措施，保护好仪器和电缆。

6、观测技术要求

(1)一般规定

①所有监测项目或监测仪器的监测时间和测次，无特殊要求时应按表6-1、6-2、6-3中的规定执行。

②在满足基本要求的情况下，还应根据设计特殊要求和监理工程师的意见，适当调整监测频次，以确保监测资料的连续性和掌握测点变化过程。

③同一监测部位相关联的不同监测项目和仪器，必须按同步原则开展观测工作，以便相互验证与对比分析。

④如发生持续暴雨、大洪水、有感地震或建筑物出现异常等情况时，应按监理人指示增加测次加强观测，并同时开展特别巡视检查，检查结束后及时将加强观测成果和特别巡视检查报告提交监理人。

⑤日常观测中发现监测数据出现异常时，应立即组织重测，经确认观测数据无误后，及时将观测成果通知参建各方，并按监测人指示加强观测。

⑥在现场条件许可的情况下，及早安装自动化采集装置形成监测自动化系统，以便早日实现监测数据的自动化和高频次采集。当自动化采集数据出现异常情况时，应采用人工方式进行对比测试。

⑦除按监理人指示进行各种仪器设备的观测外，还应按合同规定定时对本竖井及毗邻区域开展人工巡视检查。发现危及建筑物安全的异常现象，及时报告有关参建单位。

⑧在对各个监测项目和监测仪器进行观测时，应同步记录环境参数和现场施工情况，以方便后续对监测资料开展综合分析。

(2)施工期竖井基坑监测

竖井基坑监测项目在基坑支护施工前应测得稳定的初始值。各项监测项目的观测时间间隔根据施工进程确定，在开挖卸载急剧阶段，间隔时间不应超过2天，其余情况下可相应延长。当结构变形超过有关标准或场地条件、观测结果变化较大时，应加密观测。当达到警戒值时，则需进行连续观测(每天测两次以上或以小时进行观测)。每次的监测结果应及时向业主、设计、监理单位如实报告。各项监测工作的时间间隔应满足《建筑基坑工程监测技术规范》（GB50497-2009）规范规定，施工期竖井观测频次见表6-1，竖井监测项目及预警值见表6-2。

表6-1　施工期竖井观测频次

施工进程		监测频次	备注
开挖深度 h（m）	≤H/3	1次/（2~3）d	发现异常情况，应进行连续监测；各道支撑开始拆除前到拆除完成后3d内监测频率应为1次/d。
	H/3~地连墙墙底处深度	1次/（1~2）d	
	地连墙墙底处深度~H	（1~2）次/d	
底板浇筑后时间（d）	≤7	1次/d	
	7~14	1次/3d	
	14~28	1次/5d	
	>28	1次/7d	

表6-2　施工期竖井监测项目及预警值

序号	监 测 项 目	警戒值	控制值	备　注
1	连续墙深层水平位移(测斜)	20mm或每天连续发展3mm	25mm	当出现GB50497-2009《建筑基坑工程监测技术规范》第8.0.7的情况时，均应报警并应采取应急措施
2	连续墙的顶部竖向位移	16mm或每天连续发展3mm	20mm	
3	基坑周边地表沉降和位移	24mm或每天连续发展3mm	30mm	
4	地下水位	1000mm或每天连续发展500mm	1500mm	
5	墙体内力	钢筋应力达到252MPa		

(3)竖井永久安全监测

竖井永久安全监测的观测工作必须满足《水利水电工程安全监测设计规范》（SL 725-2016）和《土石坝安全监测技术规范》（SL551-2012）规定的监测项目和频次要求，正常情况下人工观测频次可按照表6-3执行，如遇特殊情况（如高水位、特大暴雨、强地震等）和工程出现不安全征兆时应酌情增加测次。必要时，还应根据实际情况和监理人指示，适当调整监测频次。监测自动化系统形成后，接入自动化系统的测点应每天观测1~2次，并至少每季度进行一次人工比测。

表6-3　竖井永久安全监测频次表

监测项目	监测内容	施工期	充水试验期	运行期
巡视检查	日常检查	1次/周~3次/周	2次/天~1次/天	1次/月~2次/月
变形	连续墙表面垂直位移	2次/月~1次/月	2次/月~1次/月	1次/月~1次/季
	竖井基坑周边地表垂直位移	2次/月~1次/月	2次/月~1次/月	1次/月~1次/季
	连续墙内部水平位移	2次/周~1次/天	1次/周~2次/周	1次/月~2次/月
渗流渗压	基坑外侧地下水位	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	底板所受渗透压力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
应力应变及温度	连续墙和内衬钢筋应力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	连续墙所受土压力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	底板混凝土钢筋应力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月

注：①表中所列均系正常情况下人工观测的频次要求，测值趋向稳定或收敛时，观测频次取低限；测值持续增长时，观测频次取高限。

②在施工期，施工进度较快时，变形和应力监测的次数应取上限；仪器附近有施工作业时，观测频次应取上限。在充水试验期，进口水位变化较大的，测次应取上限。运行期当进口水位超过前期运行水位时，需按充水试验期执行。

③表中未列出的监测项目其观测频次按SL725-2016技术规范执行。

7、其它要求

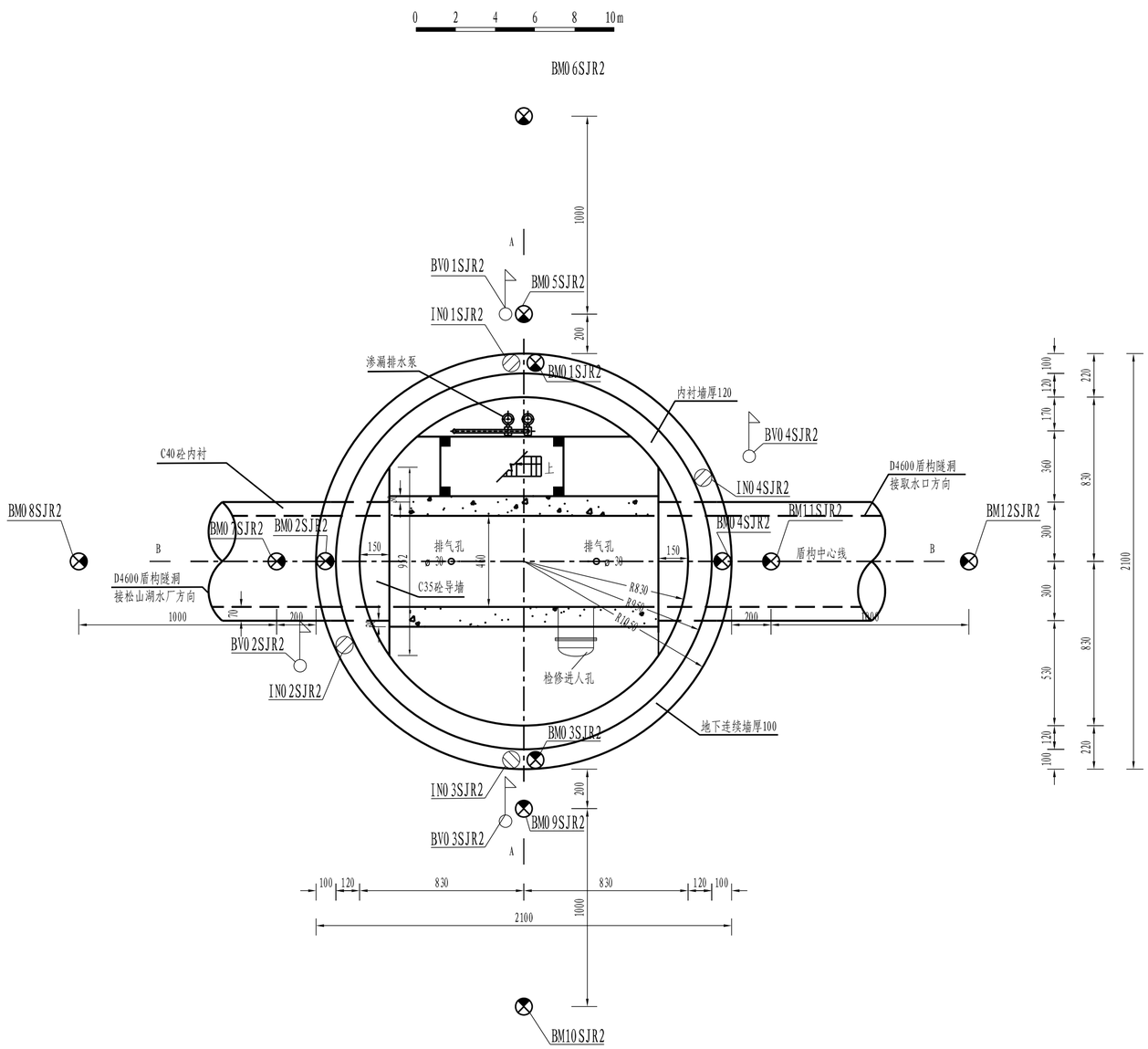
本竖井安全监测所涉及的其它技术要求（如仪器电缆牵引与连接要求、施工期监测设施保护要求、监测资料整编要求、监测报告编制要求等）参见SLKS3057-E-62-R2-7-JG-03~04号图。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		R2#排气井安全监测设计说明(2/4)		
校核	张海欧				
设计	郑旗				
制图	郑旗		比例	见　图	日期 2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R2-7-JG-02	

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

R2#排气井安全监测设施平面布置图



R2#排气井安全监测设施工程量表

编号	项目名称	单位	数量	符号	主要技术参数	备注
1	变形监测					
1.1	连续墙表面垂直位移测点			BM		
1.1.1	水准标	个	6		不锈钢，外设保护盖	
1.1.2	岩石标挖坑与埋设	个	2		按岩石标形式建造（挖坑尺寸50cm*50cm*50cm）	按实际发生计
1.2	钢管标					
1.2.1	套管	m	25		φ168 d7 钢管	
1.2.2	芯管	m	25		φ89 d7 钢管	
1.2.3	标头	个	1		铜标芯	
1.2.4	橡胶环	个	20			
1.2.5	钢管标钻孔及灌浆	m	25			
1.2.6	钢管标保护	个	1		600mm×600mm×380mm	
1.3	基坑周边地表沉降测点			BM		
1.3.1	水准标	个	8		不锈钢，外设保护盖	
1.3.2	水准标挖坑与埋设	个	8			
1.4	测斜管			IN		
1.4.1	测斜管导管(Φ70)	m	165		ϕ70mmABS管，壁厚≥5mm，导槽扭转角≤0.5°/m	按实际发生计
1.4.2	测斜孔孔口装置	个	4			
1.5	柔性测斜仪	m	165		量测方向3维度，位移分辨率优于±0.01mm/500mm，抗扭转校正精度优于±1°，系统稳定性优于±0.5mm（32m），防水保证大于2MPa	按实际发生计
1.6	柔性测斜仪测量装置	套	4			
2	渗流渗压监测					
2.1	测压管			BV		
2.1.1	测压管	m	60		ϕ50mmPVC管，壁厚≥3.5mm	按实际发生计
2.1.2	测压管孔口装置	个	4		自制	
2.1.3	振弦式渗压计	支	4		量程0.3MPa；精度±0.1%F.S.	
2.1.4	测压管钻孔及回填	m	60		ϕ≥76mm	
2.2	底板下渗压计	支	1	P	量程0.5MPa；精度±0.1%F.S.	
3	应力应变监测					
3.1	振弦式钢筋计	支	36	R	量程受拉400 MPa、受压100 MPa；精度≤0.5%F.S.	
3.2	振弦式土压力计	支	8	E	量程1MPa；精度≤0.1%F.S.	
4	公共设备					
4.1	精密水准仪	台	0		高差测量中误差≤±0.3mm/km	与R1竖井共用
4.2	电测水位计	台	0			与R1竖井共用
4.3	振弦式读数仪	台	0		量程50m；分辨力≤1cm	与R1竖井共用
4.4	PVC管	m	400			按实际发生计
4.5	4芯屏蔽电缆	km	2.65		绝缘电阻≥100MΩ，耐外水压力≥2MPa，含专业防水接头	按实际发生计
4.6	现地监测站	个	1			

说明：

1. 本套图为R2#排气井监测设施布置图，共4张，本图为第3张，相关要求相互参阅。
2. 除注明外，本图尺寸桩号以 km+m计，高程以m计，其余均以cm计。图中所示建筑物的结构和尺寸以水工结构图纸为准。
3. 地下水位孔和测斜管所在水平方位与相邻洞轴线或垂直流向夹角为25°，以避免铅直方向钻孔影响干线隧洞。地下水位孔与测斜管的水平距离为2.5m。
4. 竖井外围水准点埋设安装大样图（示意）详见R1#检修排水井安全监测设施布置图(1/4)（编号：SLKS3057-E-62-10-7-L701-1），地下水位测压管、钢管标、测斜管等的埋设安装大样图（参考）详见R1#检修排水井安全监测设施布置图(3/4～4/4)（编号：SLKS3057-E-62-10-7-L701-3～4），其它要求相互参阅。

图 例

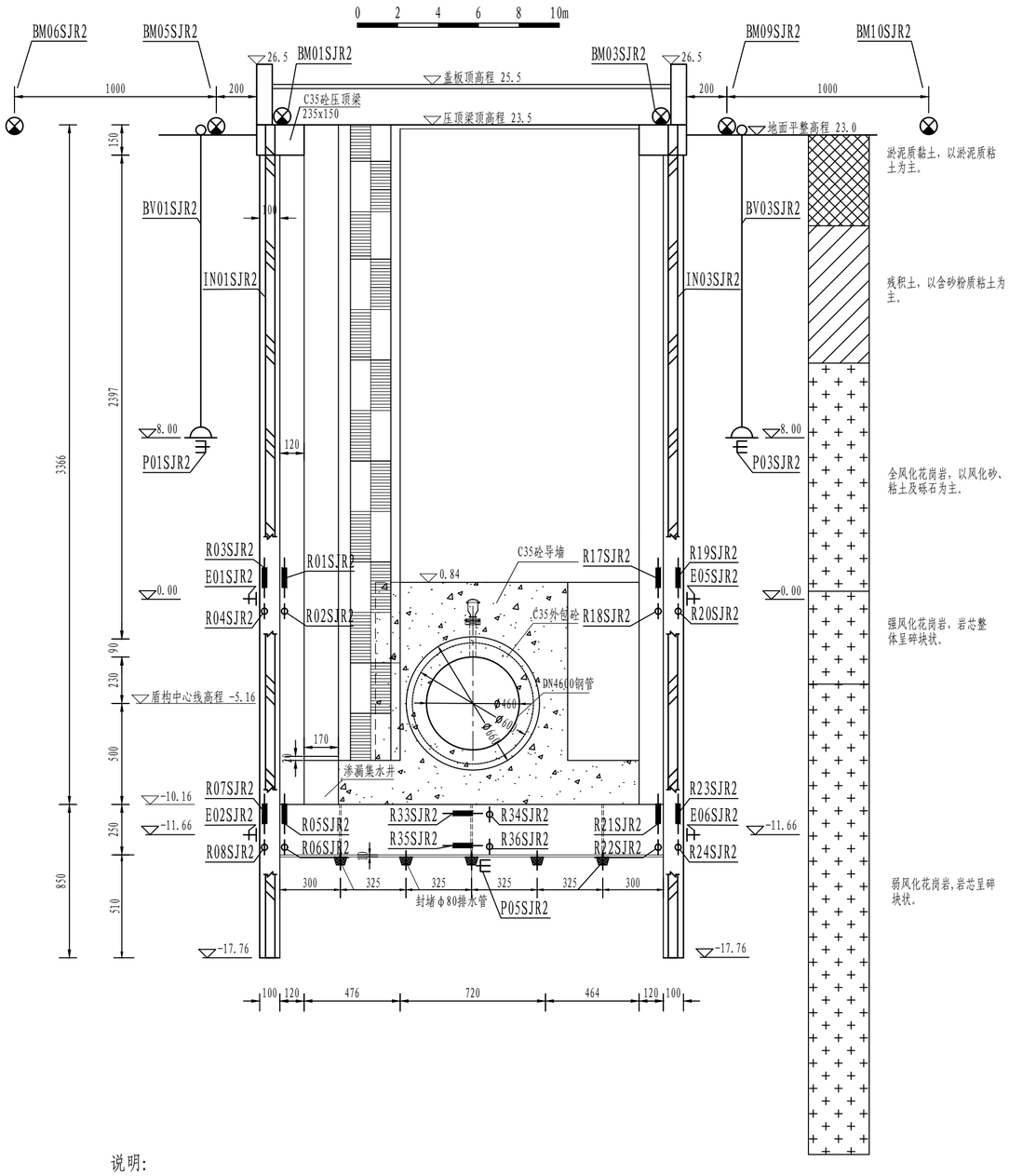
BM	沉降测点	E	土压力计
IN	测斜管	ϕ R	钢筋计
BV	测压管	P	渗压计

长江勘测规划设计研究有限责任公司

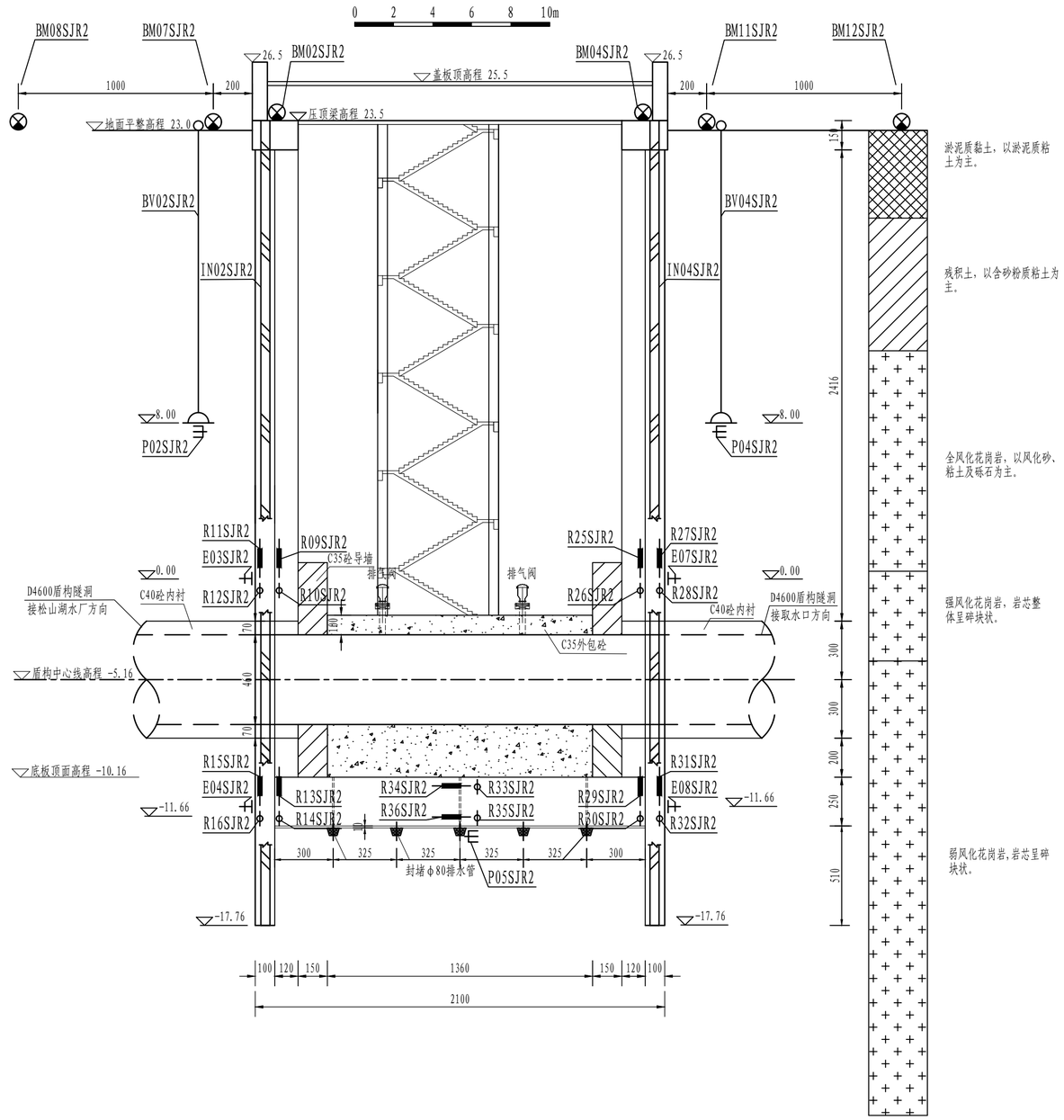
核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		R2#排气井安全监测设施布置图(3/4)			
校核	张耀快					
设计						
制图	舒森		比例	见 图	日期	2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R2-7-JG-03		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或抵用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

A-A剖面



B-B剖面



说明:

1. 本套图为R2#排气井安全监测设施布置图，共4张，本图为第4张，相关要求相互参阅。
2. 本图尺寸桩号以 km+m计，高程以m计，其余均以cm计。图中所示建筑物的结构和尺寸以水工结构图纸为准。
3. 图中各测斜管埋设安装后，在管内下放一条柔性测斜仪，并在管口配置测量装置，实现竖井基坑的自动监测。
4. 图中测压管钻孔深度仅为示意，实际钻孔深度应根据钻孔时揭露的地下水位确定，宜在实际地下水位以下约5m处终孔。
5. 图中钢筋计均安装在连续墙和内衬的外侧钢筋计上。
6. 监测断面B-B地连墙中的4支钢筋计（R15、16、31、32SJR2）和地连墙外围的4支土压力计（E03、04、07、08SJR2）均与输水隧洞水流方向偏离25°，与测斜管IN02SJR2和IN04SJR2位于同一方位，以避免地连墙施工中打断监测仪器电缆。
7. 监测设施编号说明: R 01 SJR2 。

- 排气井R2
- 测点编号
- 测点代号

图 例

BM	沉降测点	E	土压力计
IN	测斜管	R	钢筋计
BV	测压管	P	渗压计

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		R2#排气井安全监测设施布置图(4/4)			
校核	布谢欢					
设计	郑旗					
制图			比例	见 图	日期	2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R2-7-JG-04		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

R3#排气井安全监测设计说明

1、设计范围

(1)本册图纸的监测范围为R3#竖井及毗邻区域。R3#盾构工作井位于松木山水库苗圃内，功能为排气井，里程桩号R4+025，工作井设计地面高程26.2m，底板高程-11.18m，底板厚2.5m，井深34.9m，开挖深度36.6m；圆形布置，下部内径16m，上部内径17m，外径19m，地连墙厚度1m，盾构中心线高程-3.66m。

(2)R3#竖井主要位于填土、残坡积层、全风化、强风化及弱风化变质岩（以黑云斜长片麻岩为主）中，底板位于弱风化层。钻探显示弱风化层岩芯呈柱状、长柱状，少量短柱状，岩体结构少量破坏，矿物成分基本未变，沿节理面发育金属矿物及颗粒条纹。裂隙较发育，强度较高，属较硬岩，岩体完整性指数0.33～0.73，基本质量等级为Ⅳ级；波速值普遍在3440～5930m/s之间，平均波速4682m/s，岩体完整性指数0.67。参考室内试验成果，该层地基承载力特征值fak为1500kPa，极限端阻力标准值qpk为7500kPa,强风化其承载力满足工作井承载力要求。另外，工作井基础开挖后，开挖边坡涉及残坡积层及全、强风化花岗岩层。

2、主要设计依据规范

(1)《水利水电工程安全监测设计规范》(SL 725-2016);
(2)《建筑基坑工程监测技术标准》(GB 50497-2019);
(3)《国家三角测量规范》(GB/T 17942-2000);
(4)《国家一、二等水准测量规范》(GB/T 12879-2006);
(5)《国家三、四等水准测量规范》(GB/T 12898-2009);
(6)《工程测量规范》(GB 50026-2020);
(7)《水工建筑物地下开挖工程施工规范》(SL 378-2007);
(8)《建筑变形测量规范》(JGJ8-2016);
(9)《广东省标准-建筑基坑施工监测技术标准》(DBJ/15-162-2019);
(10)其他相关行业技术标准。

3、R3#竖井安全监测布置

(1)变形监测

①连续墙表面垂直位移

在连续墙墙顶水平位移观测墩基座上各埋设1个水准点，采用水准法观测连续墙墙顶的垂直位移情况。在竖井附近选择稳定安全、通行方便的位置布置1套钢管标、2个岩石标。利用钢管标作为日常观测的工作基点，2个岩石标和1座钢管标，共3个标石，定期组网互相校测，保证垂直位移工作基点稳定性。共计布设4个水准点、1套钢管标和2个岩石标。

②竖井基坑周边地表垂直位移

在竖井基坑周边布置4条辐射状测线，相邻测线互相呈90°布置，每条测线上按井中心距离由里及外布置2个垂直位移测点。共计布设8个岩石标。

③连续墙内部水平位移

在竖井表面水平位移测点旁的连续墙内各埋设1根测斜管，监测基坑开挖过程中不同深度的水平位移情况。每根测斜管内安装1条柔性测斜仪，以实现施工期墙体深层水平位移的自动化监测。共计布设4根测斜管、4套柔性测斜仪。

(2)渗流监测

①基坑外侧地下水位

在圆筒形竖井基坑外侧每隔90°布置1个地下水位孔，孔底布置1支渗压计，以监测竖井四周的地下水位变化情况。共计布设4根测压管、4支渗压计。

②底板所受渗透压力

在竖井基础中心位置于垫层和基础岩土体结合处布置1支渗压计。

(3)应力应变监测

①连续墙和内衬钢筋应力

在竖井地连墙和内衬每隔90°布置1个铅直向监测断面，每个监测断面选择2个不同高程处且应力较大的部位各布置2支钢筋计（1支铅直向、1支环向），以监测地连墙和内衬墙内的钢筋应力状态。共计布设32支钢筋计。

②连续墙所受土压力

在竖井井壁外上述钢筋计布置位置各布置1支土压力计，以监测井壁外的侧向土压力分部情况。共计布设8支土压力计。

③底板混凝土钢筋应力

在竖井底板上下层混凝土中水平向各布置2支钢筋计，1支顺流向1支垂直流向，以监测底板混凝土钢筋应力。共计4支钢筋计。

4、一般要求

(1)为保证监测仪器设备安装埋设及观测质量，承包人应严格依据相关规范开展现场工作，检验测试、安装埋设及观测应由具有丰富安全监测工程实际经验经历的单位组织实施，并严格按施工详图、相关设计文件、水利工程相关规程规范和政策法规、本技术要求的规定以及仪器使用说明书(有效版本)等执行。

(2)监测仪器设备的安装埋设随土建施工进行，必须严格按本技术要求的规定，做好仪器设备的钻孔、安装、埋设、调试和保护工作，保证监测仪器设备埋设时机和实施质量，监测单位的主要人员应为从事安全监测相关工作的专职技术人员，并要求有较丰富的类似工程安全监测的工作经验和经历。

(3)承包人在土建施工前应根据本技术要求及设计图纸制定监测仪器安装计划，并编制详细的监测仪器安装埋设和维护技术措施，其内容应包含（但不限于）：仪器设备安装埋设方法和程序、仪器设备安装埋设详图、施工期仪器设备维护措施、质量和安全保证措施、安全监测与土建施工的协调安排等。

(4)承包人应将仪器设备的埋设计划列入建筑物的土建施工进度计划中，以便及时提供安装埋设工作面，协调好与建筑物土建施工的相互干扰。

(5)仪器设备安装和埋设中应使用经批准的编码系统，对各种仪器设备、电缆、监测断面、控制坐标等进行统一编号。每支仪器均须建立档案卡和基本资料表，并将仪器资料按发包人指定的格式录入计算机仪器档案库中。

(6)承包人应严格按批准的监测仪器设备布置与生产厂家的使用说明书进行安装和埋设。若监理人检查发现埋设的仪器设备失效，有权指示承包人立即修复或更换。

(7)仪器电缆的敷设应按施工图纸和生产厂家说明书进行，按有关技术要求规范拼接和连接接头，并尽可能减少接头数量。承包人应在所有仪器的线缆上加设至少3个耐久、防水、间距为20m的标签，以保证识别不同仪器所使用的线缆。

(8)在施工过程中，承包人应保护好所有仪器设备（包括电缆）和设施，包括为保护部位提供保护罩、保护标志和路障等，未完成管道和套管的开口端及时加盖。

(9)从仪器安装位置到现地监测站之间的电缆牵引走向、埋设方法应按施工图和监理人的指示进行，允许承包人根据工作计划和现场情况改变这些布置和方法，但这些变更不得对结构及防渗产生不利影响，且不使电缆长度显著增加。承包人应至少在其工作计划开始日期之前7天，将这些变更申请提交监理人审批。

(10)仪器设备及电缆在安装埋设之后应进行检查和校正，并提交现场校准报告。经监理人检查验收后应立即测读起始值，只有获取初始数据后，承包人才能将其固定或掩埋。

(11)每支仪器埋设和安装后不超过14天，承包人应将仪器及其安装的下列详细资料提交监理人。这些资料包括（但不限于）：仪器的种类、型号、编号和说明；按比例图示仪器所在部位的位置、仪器的坐标和高程、电缆敷设的准确位置和路线、电缆接头的位置和仪器安装所用的材料；仪器埋设的日期、时间以及气候气温情况；仪器埋设时附近施工区作业情况；安装埋设时的照片；所取得的初始数据；由承包人和监理人双方签字的所有安装埋设记录等。

(12)在仪器安装埋设、基坑开挖、砼浇筑作业中，如发现有监测测值异常变化或仪器设备损坏现象，应及时采取补救措施。在仪器和电缆埋设完毕后，应立即检测，确认符合要求后，应及时编写施工日志，绘制竣工图。

5、监测设施埋设安装要求

(1)垂直位移测点

对于埋设在水平位移观测墩基座表面的垂直位移测点，应随同基座砼浇筑同步埋设；对于埋设在竖井基坑周边土体上的垂直位移测点，一般可直接挖小坑，坑内浇筑混凝土墩，墩顶直接埋入水准标。具体埋设方法按照设计图纸和《混凝土坝安全监测技术规范》SL601-2013的要求执行。

(2)测斜管

①连续墙内预埋测斜管

在连续墙钢筋笼安装前，把数节测斜管在平地上拼装连接，在每个管接头处须作严格的密封处理，将组装好的测斜管小心插到加工好的钢筋笼中，调整好槽口方向后用铁丝绑扎，绑扎牢固后装好底盖和孔口盖。钢筋笼在就位前，调整其位置将测斜管端口“十”字导槽方位正对隧洞轴线的方向。在连续墙浇筑前将测斜管内注满清水盖上顶盖，浇筑时派专人在现场看护。连续墙初凝后打开孔口盖，用软质水管插入孔底，用压力水冲洗测斜管直到翻出清水，再对测斜管管口作好保护。采用测扭仪进行导槽扭转角的测量，为测斜仪观测值提供必要的修正参数。测斜管倾斜度允许偏差±0.5°；测斜管上端口导槽正对隧洞中心线允许偏差为±1°；测斜管导槽扭角允许偏差±0.2°/m，累计的允许偏差限值为±15°。

②柔性测斜仪安装

安装前准备好尾节定向导轮、下压杆、下压延长杆、下压卡件、下压盖等安装辅助设备。先在柔性测斜仪尾节上安装尾节定向导轮，定向导轮安装完成后，将柔性测斜仪随定向导轮逐节下放到测斜管内，直至定向导轮完全下放并触底，再用首节定向轮固定上部方向，并记录柔性测斜仪此刻的MARK线方向。安装完成后，安装下压件套装并固定下压件，最后连接采集、供电、保护等配套装置。

(3)垂直位移工作基点（钢管标）

本竖井垂直位移工作基点采用钢管标形式。在竖井附近约200m处选择一处稳定安全、便于观测的安装位置。安装前，预先在选定的安装位置采用机钻造孔，钻孔孔径≥φ130mm。安装时，先将保护管下至孔内，对孔、管间的孔隙进行回填灌浆密实。然后在保护钢管底部30cm回填砂浆，再将钢芯管慢慢放入保护管内，其底部埋入砂浆层内。钢芯管与保护钢管间每隔2～3m设1个导向环。待保护管与钢芯管安装牢固后，再在孔口建造标头保护装置。

(4)地下水位孔

1)钻孔

①地下水位观测孔孔位、孔深、方向应符合设计要求，孔位偏差不得超过50mm，孔深应达到设计深度，超、欠深一般不大于100mm，孔斜偏差不大于0.02m/m。

②所有水位观测孔钻孔岩芯的获得率应达80%以上，岩芯需经素描后方可丢弃。

③钻孔过程中，如发现集中漏水(无回水)、掉钻、掉块、塌孔等情况时，应详细记录。当上述情况比较严重时，应通知监理人采取处理措施。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		R3#通风排气井安全监测设计说明(1/4)			
校核	和辉跃					
设计						
制图	郑琳		比例	见 图	日期	2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R3-7-JG-01		

声明：未经授权，不得翻印（录），传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

R3#排气井安全监测设计说明

2)测压管安装

①测压管透水段用Φ50mmPVC管加工，长度2~4m，面积开孔率为10%~20%，孔眼排列均匀，透水段外包扎不少于2层的土工织布，管底封闭不留沉淀管段。

②测压管太长不能整根下放时，可将其分段并采用活接头丝扣联接，丝扣处须填入生胶带止水。

③测压管与钻孔间隙的回填，下部2/3孔段直接采用粒径10mm~25mm粗砂回填，上部采用100cm厚膨润土和浓泥浆回填。

④钻孔回填后，再建造孔口保护装置。孔口保护装置要求结构简单、牢靠，能防止外水渗入和人工及机械破坏。

(5)底板和连续墙外侧的渗压计

①底板外侧渗压计

取下仪器端部的透水面，在钢膜片上涂一层黄油或凡士林以防生锈；安装前需将仪器在水中浸泡2小时以上，使其达到饱和状态，在测头上包上装有干净的饱和细沙袋，使仪器进水口通畅，并防止水泥浆进入渗压计内部；将包有沙袋的仪器埋入预先完成的界面上，并按照规范或设计要求回填钻孔。

②地连墙外侧渗压计

在设计定位处钻孔，孔深以达到设计监测层位为准，钻孔倾斜度应小于1/100。开孔直径宜为110mm，终孔直径不小于90mm。具体埋设安装步骤和要求详见《混凝土坝安全监测技术规程》（SL 601-2013）中的“D.3.3 深孔渗压计安装埋设方法应符合下列要求：”。

(6)土压力计

①地下连续墙的土压力计

土压力埋设时采用配套的土压力计埋设器，将埋设器主杆焊牢在钢筋笼上，把土压力计用胶布固定在托盘上，钢丝绳和线缆引至钢筋笼顶部系牢。待钢筋笼入槽就位后，将钢丝绳拉紧，土压力计变形膜即可与槽壁贴牢。在拉紧钢丝绳前后用仪器观测土压力计压力值变化情况，以控制土压力计与槽壁的贴紧程度。

(7)钢筋计

钢筋计直径应与受测钢筋直径保持一致，且焊接后钢筋计与受力钢筋应保持在同一轴线上。钢筋计的焊接可采用对焊、坡口焊或熔槽焊，焊接时及焊接后，应在仪器部位浇水冷却，使仪器温度不超过60°C，但不得在焊缝处浇水。混凝土浇筑前后，应制定切实可行的措施，保护好仪器和电缆。

6、观测技术要求

(1)一般规定

①所有监测项目或监测仪器的监测时间和测次，无特殊要求时应按表6-1、6-2、6-3中的规定执行。

②在满足基本要求的情况下，还应根据设计特殊要求和监理工程师的意见，适当调整监测频次，以确保监测资料的连续性和掌握测点变化过程。

③同一监测部位相关联的不同监测项目和仪器，必须按同步原则开展观测工作，以便相互验证与对比分析。

④如发生持续暴雨、大洪水、有感地震或建筑物出现异常等情况时，应按监理人指示增加测次加强观测，并同时开展特别巡视检查，检查结束后及时将加强观测成果和特别巡视检查报告提交监理人。

⑤日常观测中发现监测数据出现异常时，应立即组织重测，经确认观测数据无误后，及时将观测成果通知参建各方，并按监测人指示加强观测。

⑥在现场条件许可的情况下，及早安装自动化采集装置形成监测自动化系统，以便早日实现监测数据的自动化和高频次采集。当自动化采集数据出现异常情况时，应采用人工方式进行对比测试。

⑦除按监理人指示进行各种仪器设备的观测外，还应按合同规定定时对本竖井及毗邻区域开展人工巡视检查。发现危及建筑物安全的异常现象，及时报告有关参建单位。

⑧在对各个监测项目和监测仪器进行观测时，应同步记录环境参数和现场施工情况，以方便后续对监测资料开展综合分析。

(2)施工期竖井基坑监测

竖井基坑监测项目在基坑支护施工前应测得稳定的初始值。各项监测项目的观测时间间隔根据施工进程确定，在开挖卸载急剧阶段，间隔时间不应超过2天，其余情况下可相应延长。当结构变形超过有关标准或场地条件、观测结果变化较大时，应加密观测。当达到警戒值时，则需进行连续观测(每天测两次以上或以小时进行观测)。每次的监测结果应及时向业主、设计、监理单位如实报告。各项监测工作的时间间隔应满足《建筑基坑工程监测技术规范》（GB50497-2009）规范规定，施工期竖井观测频次见表6-1，竖井监测项目及预警值见表6-2。

表6-1　施工期竖井观测频次

施工进程		监测频次	备注
开挖深度 h（m）	≤H/3	1次/（2~3）d	发现异常情况，应进行连续监测；各道支撑开始拆除前到拆除完成后3d内监测频率应为1次/d。
	H/3~地连墙墙底处深度	1次/（1~2）d	
	地连墙墙底处深度~H	（1~2）次/d	
底板浇筑后时间（d）	≤7	1次/d	
	7~14	1次/3d	
	14~28	1次/5d	
	>28	1次/7d	

表6-2　施工期竖井监测项目及预警值

序号	监 测 项 目	警戒值	控制值	备　注
1	连续墙深层水平位移(测斜)	20mm或每天连续发展3mm	25mm	当出现GB50497-2009《建筑基坑工程监测技术规范》第8.0.7的情况时，均应报警并应采取应急措施
2	连续墙的顶部竖向位移	16mm或每天连续发展3mm	20mm	
3	基坑周边地表沉降和位移	24mm或每天连续发展3mm	30mm	
4	地下水位	1000mm或每天连续发展500mm	1500mm	
5	墙体内力	钢筋应力达到252MPa		

(3)竖井永久安全监测

竖井永久安全监测的观测工作必须满足《水利水电工程安全监测设计规范》（SL 725-2016）和《土石坝安全监测技术规范》（SL551-2012）规定的监测项目和频次要求，正常情况下人工观测频次可按照表6-3执行，如遇特殊情况（如高水位、特大暴雨、强地震等）和工程出现不安全征兆时应酌情增加测次。必要时，还应根据实际情况和监理人指示，适当调整监测频次。监测自动化系统形成后，接入自动化系统的测点应每天观测1~2次，并至少每季度进行一次人工比测。

表6-3　竖井永久安全监测频次表

监测项目	监测内容	施工期	充水试验期	运行期
巡视检查	日常检查	1次/周~3次/周	2次/天~1次/天	1次/月~2次/月
变形	连续墙表面垂直位移	2次/月~1次/月	2次/月~1次/月	1次/月~1次/季
	竖井基坑周边地表垂直位移	2次/月~1次/月	2次/月~1次/月	1次/月~1次/季
	连续墙内部水平位移	2次/周~1次/天	1次/周~2次/周	1次/月~2次/月
渗流渗压	基坑外侧地下水位	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	底板所受渗透压力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
应力应变及温度	连续墙和内衬钢筋应力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	连续墙所受土压力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	底板混凝土钢筋应力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月

注：①表中所列均系正常情况下人工观测的频次要求，测值趋向稳定或收敛时，观测频次取低限；测值持续增长时，观测频次取高限。

②在施工期，施工进度较快时，变形和应力监测的次数应取上限；仪器附近有施工作业时，观测频次应取上限。在充水试验期，进口水位变化较大的，测次应取上限。运行期当进口水位超过前期运行水位时，需按充水试验期执行。

③表中未列出的监测项目其观测频次按SL725-2016技术规范执行。

7、其它要求

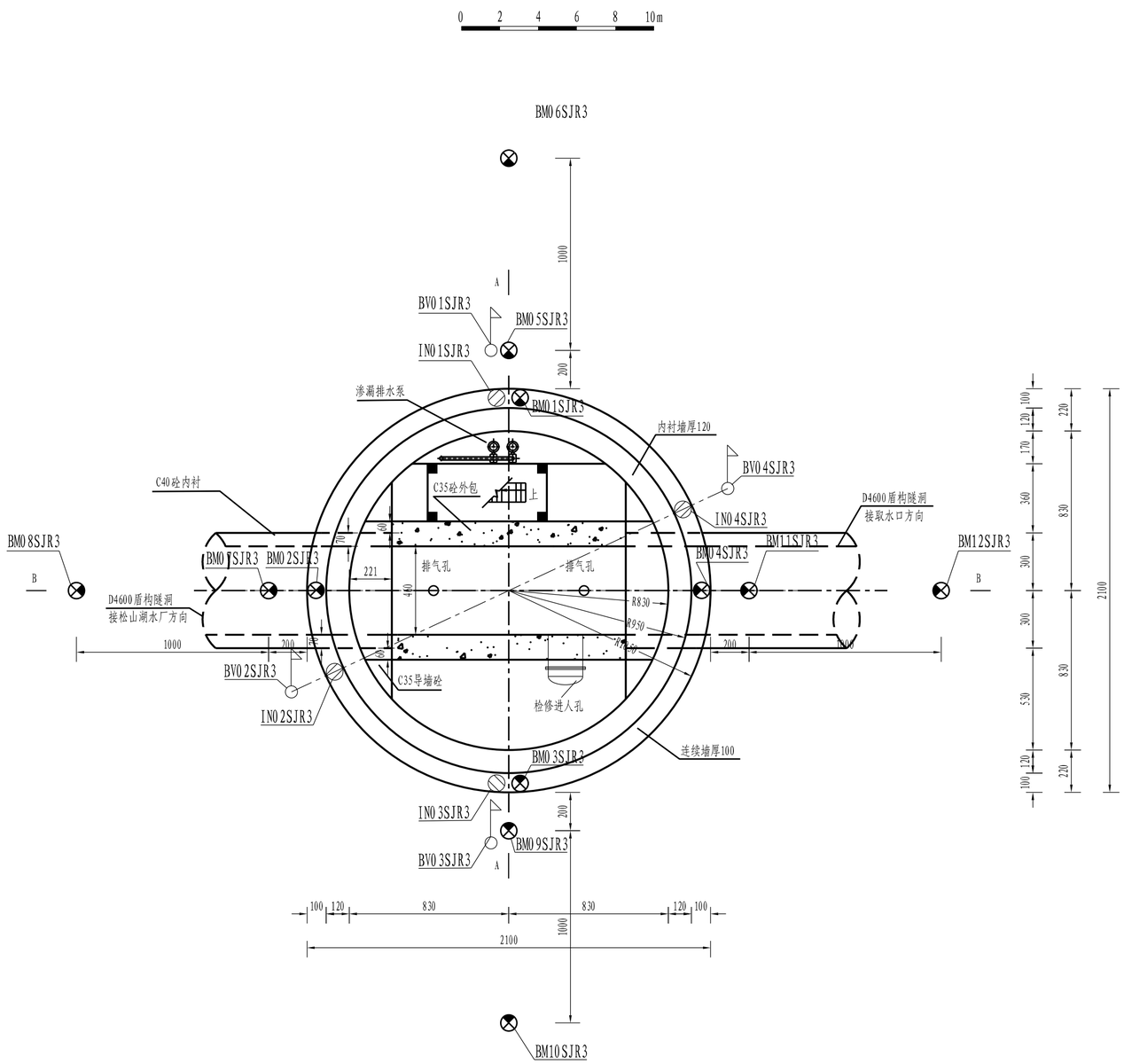
本竖井安全监测所涉及的其它技术要求（如仪器电缆牵引与连接要求、施工期监测设施保护要求、监测资料整编要求、监测报告编制要求等）参见SLKS3057-E-62-R3-7-JG-03~04号图。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		R3#通风排气井安全监测设计说明(2/4)		
校核	张海欧				
设计	郑旗				
制图			比例	见　图	日期 2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R3-7-JG-02	

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

R3#通风排气井安全监测设施平面布置图



R3#通风排气井安全监测设施工程量表

编号	项目名称	单位	数量	符号	主要技术参数	备注
1	变形监测					
1.1	连续墙表面垂直位移测点			BM		
1.1.1	水准标	个	6		不锈钢，外设保护盖	
1.1.2	岩石标挖坑与埋设	个	2		按岩石标形式建造（挖坑尺寸50cm*50cm*50cm）	按实际发生计
1.2	钢管标					
1.2.1	套管	m	25		φ168 d7 钢管	
1.2.2	芯管	m	25		φ89 d7 钢管	
1.2.3	标头	个	1		铜标芯	
1.2.4	橡胶环	个	20			
1.2.5	钢管标钻孔及灌浆	m	25			
1.2.6	钢管标保护	个	1		600mm×600mm×380mm	
1.3	基坑周边地表沉降测点			BM		
1.3.1	水准标	个	8		不锈钢，外设保护盖	
1.3.2	水准标挖坑与埋设	个	8			
1.4	测斜管			IN		
1.4.1	测斜管导管(Φ70)	m	172		ϕ70mmABS管，壁厚≥5mm，导槽扭转角≤0.5°/m	按实际发生计
1.4.2	测斜孔孔口装置	个	4			
1.5	柔性测斜仪	m	172		量测方向3维度，位移分辨率优于±0.01mm/500mm，抗扭转校正精度优于±1°，系统稳定性优于±0.5mm（32m），防水保证大于2MPa	按实际发生计
1.6	柔性测斜仪测量装置	套	4			
2	渗流渗压监测					
2.1	测压管			BV		
2.1.1	测压管	m	60		ϕ50mmPVC管，壁厚≥3.5mm	按实际发生计
2.1.2	测压管孔口装置	个	4		自制	
2.1.3	振弦式渗压计	支	4		量程0.3MPa；精度±0.1%F.S.	
2.1.4	测压管钻孔及回填	m	60		ϕ≥76mm	
2.2	底板下渗压计	支	1	P	量程0.5MPa；精度±0.1%F.S.	
3	应力应变监测					
3.1	振弦式钢筋计	支	36	R	量程受拉400 MPa、受压100 MPa；精度≤0.5%F.S.	
3.2	振弦式土压力计	支	8	E	量程1MPa；精度≤0.1%F.S.	
4	公共设备					
4.1	精密水准仪	台	0		高差测量中误差≤±0.3mm/km	与R1竖井共用
4.2	电测水位计	台	0			与R1竖井共用
4.3	振弦式读数仪	台	0		量程50m；分辨力≤1cm	与R1竖井共用
4.4	PVC管	m	400			按实际发生计
4.5	4芯屏蔽电缆	km	2.65		绝缘电阻≥100MΩ，耐外水压力≥2MPa，含专业防水接头	按实际发生计
4.6	现地监测站	个	1			

说明:

1. 本套图为R3#通风排气井监测设施布置图，共4张，本图为第3张，相关要求相互参阅。
2. 除注明外，本图尺寸桩号以 km+m计，高程以m计，其余均以cm计。图中所示建筑物的结构和尺寸以水工结构图纸为准。
3. 地下水位孔和测斜管所在水平方位与相邻洞轴线或垂直流向夹角为25°，以避免铅直方向钻孔影响干线隧洞。地下水位孔与测斜管的水平距离为2.5m。
4. 竖井外围水准点埋设安装大样图（示意）详见R1#检修排水井安全监测设施布置图(1/4)（编号: SLKS3057-E-62-10-7-L701-1），地下水位测压管、钢管标、测斜管等的埋设安装大样图（参考）详见R1#检修排水井安全监测设施布置图(3/4～4/4)（编号: SLKS3057-E-62-10-7-L701-3～4），其它要求相互参阅。

图 例

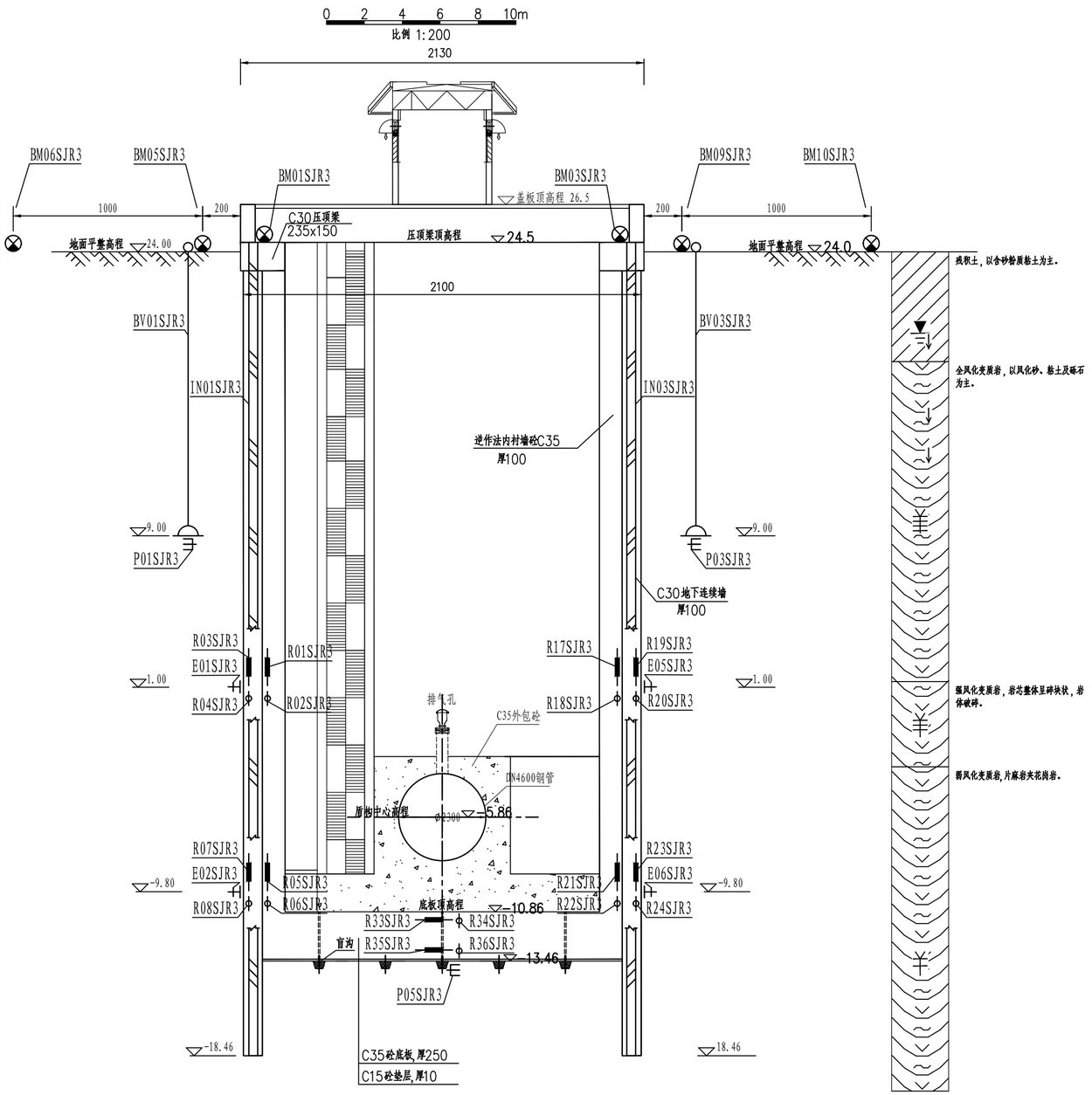
BM	沉降测点	E	土压力计
IN	测斜管	ϕ R	钢筋计
BV	测压管	P	渗压计

长江勘测规划设计研究有限责任公司

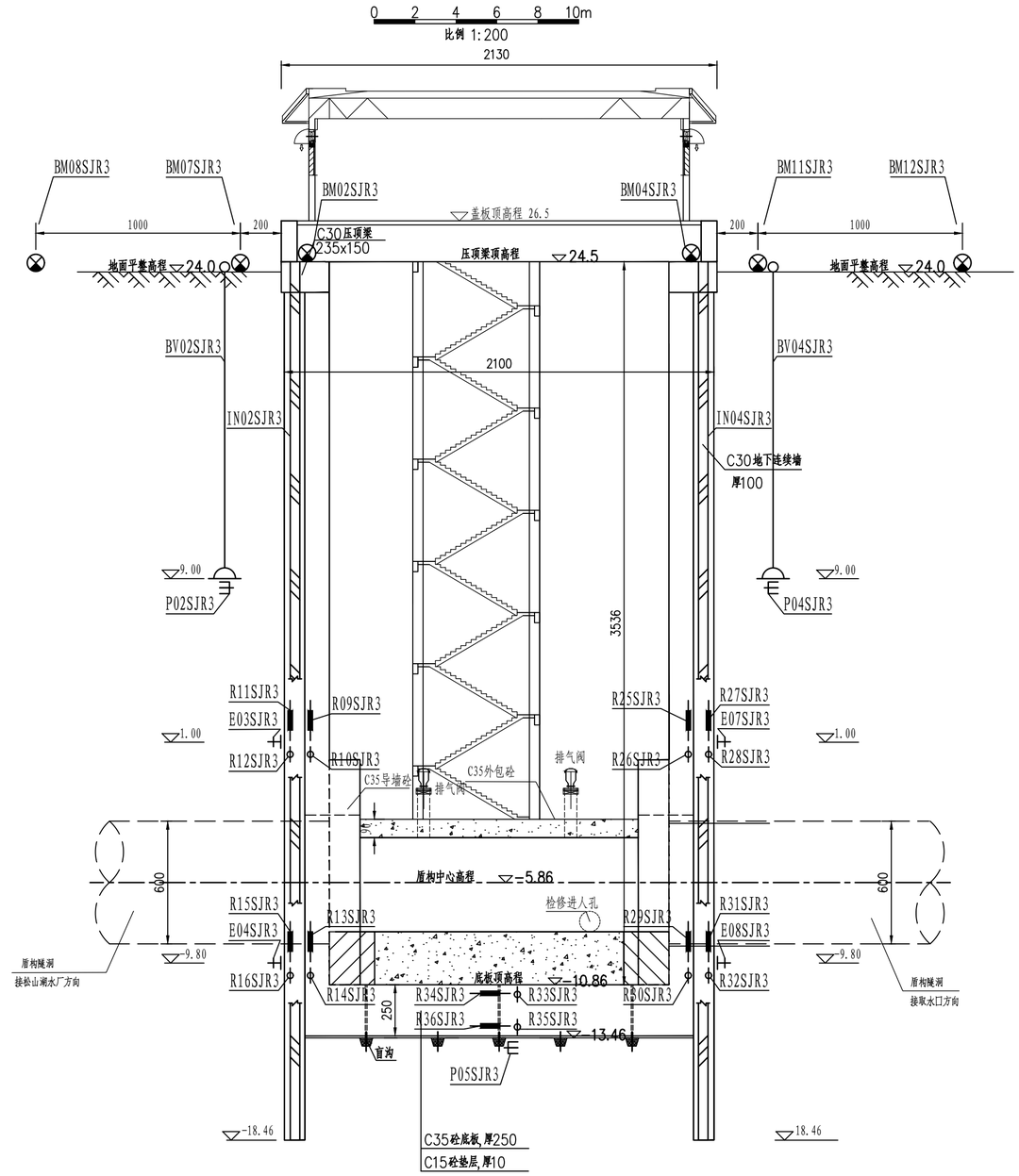
核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		R3#通风排气井安全监测设施布置图(3/4)			
校核	孙辉炎					
设计						
制图	舒林		比例	见 图	日期	2023.02
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R3-7-JG-03		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或抄用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

A—A剖面



B—B剖面



说明:

1. 本套图为R3#通风排气井安全监测设施布置图，共4张，本图为第4张，相关要求相互参阅。
2. 本图尺寸桩号以 km+m计，高程以m计，其余均以cm计。图中所示建筑物的结构和尺寸以水工结构图纸为准。
3. 图中各测斜管埋设安装后，在管内下放一条柔性测斜仪，并在管口配置测量装置，实现竖井基坑的自动监测。
4. 图中测压管钻孔深度仅为示意，实际钻孔深度应根据钻孔时揭露的地下水位确定，宜在实际地下水位以下约5m处终孔。
5. 图中钢筋计均安装在连续墙和内衬的外侧钢筋计上。
6. 监测断面B-B地连墙中的4支钢筋计（R15、16、31、32SJR3）和地连墙外围的4支土压力计（E03、04、07、08SJR3）均与输水隧洞水流方向偏离25°，与测斜管IN02SJR3和IN04SJR3位于同一方位，以避免地连墙施工中打断监测仪器电缆。
7. 监测设施编号说明: R 01 SJR3 。

- 通风排气井R3
- 测点编号
- 测点代号

图 例

BM	沉降测点	E	土压力计
IN	测斜管	R	钢筋计
BV	测压管	P	渗压计

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		R3#通风排气井安全监测设施布置图(4/4)			
校核	布海欧					
设计	郑旗					
制图			比例	见 图	日期	2023.02
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R3-7-JG-04		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

R4#分水井安全监测设计说明

1、设计范围

(1)本册图纸的监测范围为R4#分水井及毗邻区域。R4#分水井位于松木山水厂西北侧，向松山湖水厂分水，里程桩号R5+228，工作井设计地面高程28.0m，底板高程-12.29m，底板厚3.0m，井深36.3m，开挖深度38m；圆形布置，下部内径25m，上部内径26m，地连墙厚度1m，盾构中心线高程-4.5m。

(2)R4#分水井所在场地地层上部为第四系全新统残坡积层：主要为砂质粘性土，红褐、灰黄色夹灰白色等，色杂，局部夹高岭土及碎砾石，块碎石含量较高，砾径一般3～30cm，局部夹大块径孤石，自由膨胀率小于40%，多呈硬塑状，少量可塑状，厚度9.0～15.3m，场地广泛分布，厚度不均。钻孔原位测试表明，残积土标贯击数6～60击，平均值24.1击，动探击数3～66击，平均值11.6击，粘粒含量较高段呈硬塑状～硬可塑状，局部软可塑，砂砾石含量较高段，整体呈密实状，局部中密。场地下伏基岩主体为中元古界长安组变质岩：岩性以黑云斜长片麻岩为主，局部夹花岗岩等，深灰色、灰黑色夹灰白色、灰绿色，呈全、强、弱风化状态，局部全风化带夹块状孤石，为残留原岩结构。根据R4#分水井的工程布置、地质条件、结构及运行特点，拟定其监测项目为：连续墙变形、竖井外围地下水、连续墙所受水土压力、连续墙墙体钢筋应力、内衬支撑结构应力应变等。

2、主要设计依据规范

(1)《水利水电工程安全监测设计规范》(SL 725-2016)；
(2)《建筑基坑工程监测技术标准》(GB 50497-2019)；
(3)《国家三角测量规范》(GB/T 17942-2000)；
(4)《国家一、二等水准测量规范》(GB/T 12879-2006)；
(5)《国家三、四等水准测量规范》(GB/T 12898-2009)；
(6)《工程测量规范》(GB 50026-2020)；
(7)《水工建筑物地下开挖工程施工规范》(SL 378-2007)；
(8)《建筑变形测量规范》(JGJ8-2016)；
(9)《广东省标准-建筑基坑施工监测技术标准》(DBJ/15-162-2019)；
(10)其他相关行业技术标准。

3、R4#分水井安全监测布置

(1)变形监测

①连续墙表面垂直位移

在连续墙墙顶水平位移观测墩基座上各埋设1个水准点，采用水准法观测连续墙墙顶的垂直位移情况。在竖井附近选择稳定安全、通行方便的位置布置1套钢管标、2个岩石标。利用钢管标作为日常观测的工作基点，2个岩石标和1座钢管标，共3个标石，定期组网互相校测，保证垂直位移工作基点稳定性。共计布设4个水准点、1套钢管标和2个岩石标。

②竖井基坑周边地表垂直位移

在竖井基坑周边布置4条辐射状测线，相邻测线互相呈90°布置，每条测线上按井中心距离由里及外布置2个垂直位移测点。共计布设8个岩石标。

③连续墙内部水平位移

在竖井表面水平位移测点旁的连续墙内各埋设1根测斜管，监测基坑开挖过程中不同深度的水平位移情况。每根测斜管内安装1条柔性测斜仪，以实现施工期墙体深层水平位移的自动化监测。共计布设4根测斜管、4套柔性测斜仪。

(2)渗流监测

①基坑外侧地下水位

在圆筒形竖井基坑外侧每隔90°布置1个地下水位孔，孔底布置1支渗压计，以监测竖井四周的地下水位变化情况。共计布设4根测压管、4支渗压计。

②底板所受渗透压力

在竖井基础中心位置于垫层和基础岩土体结合处布置1支渗压计。

(3)应力应变监测

①连续墙和内衬钢筋应力

在竖井地连墙和内衬每隔90°布置1个铅直向监测断面，每个监测断面选择2个不同高程处且应力较大的部位各布置2支钢筋计（1支铅直向、1支环向），以监测地连墙和内衬墙内的钢筋应力状态。共计布设32支钢筋计。

②连续墙所受土压力

在竖井井壁外上述钢筋计布置位置各布置1支土压力计，以监测井壁外的侧向土压力分部情况。共计布设8支土压力计。

③底板混凝土钢筋应力

在竖井底板上下层混凝土中水平向各布置2支钢筋计，1支顺流向1支垂直流向，以监测底板混凝土钢筋应力。共计4支钢筋计。

4、一般要求

(1)为保证监测仪器设备安装埋设及观测质量，承包人应严格依据相关规范开展现场工作，检验测试、安装埋设及观测应由具有丰富安全监测工程实际经验经历的单位组织实施，并严格按施工详图、相关设计文件、水利工程相关规程规范和政策法规、本技术要求的规定以及仪器使用说明书(有效版本)等执行。

(2)监测仪器设备的安装埋设随土建施工进行，必须严格按本技术要求的规定，做好仪器设备的钻孔、安装、埋设、调试和保护工作，保证监测仪器设备埋设时机和实施质量，监测单位的主要人员应为从事安全监测相关工作的专职技术人员，并要求有较丰富的类似工程安全监测的工作经验和经历。

(3)承包人在土建施工前应根据本技术要求及设计图纸制定监测仪器安装计划，并编制详细的监测仪器安装埋设和维护技术措施，其内容应包含（但不限于）：仪器设备安装埋设方法和程序、仪器设备安装埋设详图、施工期仪器设备维护措施、质量和安全保证措施、安全监测与土建施工的协调安排等。

(4)承包人应将仪器设备的埋设计划列入建筑物的土建施工进度计划中，以便及时提供安装埋设工作面，协调好与建筑物土建施工的相互干扰。

(5)仪器设备安装和埋设中应使用经批准的编码系统，对各种仪器设备、电缆、监测断面、控制坐标等进行统一编号。每支仪器均须建立档案卡和基本资料表，并将仪器资料按发包人指定的格式录入计算机仪器档案库中。

(6)承包人应严格按批准的监测仪器设备布置与生产厂家的使用说明书进行安装和埋设。若监理人检查发现埋设的仪器设备失效，有权指示承包人立即修复或更换。

(7)仪器电缆的敷设应按施工图纸和生产厂家说明书进行，按有关技术要求规范拼接和连接接头，并尽可能减少接头数量。承包人应在所有仪器的线缆上加设至少3个耐久、防水、间距为20m的标签，以保证识别不同仪器所使用的线缆。

(8)在施工过程中，承包人应保护好所有仪器设备（包括电缆）和设施，包括为保护部位提供保护罩、保护标志和路障等，未完成管道和套管的开口端及时加盖。

(9)从仪器安装位置到现地监测站之间的电缆牵引走向、埋设方法应按施工图和监理人的指示进行，允许承包人根据工作计划和现场情况改变这些布置和方法，但这些变更不得对结构及防渗产生不利影响，且不使电缆长度显著增加。承包人应至少在其工作计划开始日期之前7天，将这些变更申请提交监理人审批。

(10)仪器设备及电缆在安装埋设之后应进行检查和校正，并提交现场校准报告。经监理人检查验收后应立即测读起始值，只有获取初始数据后，承包人才能将其固定或掩埋。

(11)每支仪器埋设和安装后不超过14天，承包人应将仪器及其安装的下列详细资料提交监理人。这些资料包括（但不限于）：仪器的种类、型号、编号和说明；按比例图示仪器所在部位的位置、仪器的坐标和高程、电缆敷设的准确位置和路线、电缆接头的位置和仪器安装所用的材料；仪器埋设的日期、时间以及气候气温情况；仪器埋设时附近施工区作业情况；安装埋设时的照片；所取得的初始数据；由承包人和监理人双方签字的所有安装埋设记录等。

(12)在仪器安装埋设、基坑开挖、砼浇筑作业中，如发现有监测测值异常变化或仪器设备损坏现象，应及时采取补救措施。在仪器和电缆埋设完毕后，应立即检测，确认符合要求后，应及时编写施工日志，绘制竣工图。

5、监测设施埋设安装要求

(1)垂直位移测点

对于埋设在水平位移观测墩基座表面的垂直位移测点，应随同基座砼浇筑同步埋设；对于埋设在竖井基坑周边土体上的垂直位移测点，一般可直接挖小坑，坑内浇筑混凝土墩，墩顶直接埋入水准标。具体埋设方法按照设计图纸和《混凝土坝安全监测技术规范》SL601-2013的要求执行。

(2)测斜管

①连续墙内预埋测斜管

在连续墙钢筋笼安装前，把数节测斜管在平地上拼装连接，在每个管接头处须作严格的密封处理，将组装好的测斜管小心插到加工好的钢筋笼中，调整好槽口方向后用铁丝绑扎，绑扎牢固后装好底盖和孔口盖。钢筋笼在就位前，调整其位置将测斜管端口“十”字导槽方位正对隧洞轴线的方向。在连续墙浇筑前将测斜管内注满清水盖上顶盖，浇筑时派专人在现场看护。连续墙初凝后打开孔口盖，用软质水管插入孔底，用压力水冲洗测斜管直到翻出清水，再对测斜管管口作好保护。采用测扭仪进行导槽扭转角的测量，为测斜仪观测值提供必要的修正参数。测斜管倾斜度允许偏差±0.5°；测斜管上端口导槽正对隧洞中心线允许偏差为±1°；测斜管导槽扭角允许偏差±0.2°/m，累计的允许偏差限值为±15°。

②柔性测斜仪安装

安装前准备好尾节定向导轮、下压杆、下压延长杆、下压卡件、下压盖等安装辅助设备。先在柔性测斜仪尾节上安装尾节定向导轮，定向导轮安装完成后，将柔性测斜仪随定向导轮逐节下放到测斜管内，直至定向导轮完全下放并触底，再用首节定向轮固定上部方向，并记录柔性测斜仪此刻的MARK线方向。安装完成后，安装下压件套装并固定下压件，最后连接采集、供电、保护等配套装置。

(3)垂直位移工作基点（钢管标）

本竖井垂直位移工作基点采用钢管标形式。在竖井附近约200m处选择一处稳定安全、便于观测的安装位置。安装前，预先在选定的安装位置采用机钻造孔，钻孔孔径≥φ130mm。安装时，先将保护管下至孔内，对孔、管间的孔隙进行回填灌浆密实。然后在保护钢管底部30cm回填砂浆，再将钢芯管慢慢放入保护管内，其底部埋入砂浆层内。钢芯管与保护钢管间每隔2～3m设1个导向环。待保护管与钢芯管安装牢固后，再在孔口建造标头保护装置。

(4)地下水位孔

1)钻孔

①地下水位观测孔孔位、孔深、方向应符合设计要求，孔位偏差不得超过50mm，孔深应达到设计深度，超、欠深一般不大于100mm，孔斜偏差不大于0.02m/m。

②所有水位观测孔钻孔岩芯的获得率应达80%以上，岩芯需经素描后方可丢弃。

③钻孔过程中，如发现集中漏水(无回水)、掉钻、掉块、塌孔等情况时，应详细记录。当上述情况比较严重时，应通知监理人采取处理措施。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		R4#分水井安全监测设计说明(1/4)			
校核	布海欧					
设计						
制图	郑旗		比例	见 图	日期	2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R4-7-JG-01		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

R4#分水井安全监测设计说明

2)测压管安装

①测压管透水段用Φ50mmPVC管加工，长度2~4m，面积开孔率为10%~20%，孔眼排列均匀，透水段外包扎不少于2层的土工织布，管底封闭不留沉淀管段。

②测压管太长不能整根下放时，可将其分段并采用活接头丝扣联接，丝扣处须填入生胶带止水。

③测压管与钻孔间隙的回填，下部2/3孔段直接采用粒径10mm~25mm粗砂回填，上部采用100cm厚膨润土和浓泥浆回填。

④钻孔回填后，再建造孔口保护装置。孔口保护装置要求结构简单、牢靠，能防止外水渗入和人工及机械破坏。

(5)底板和连续墙外侧的渗压计

①底板外侧渗压计

取下仪器端部的透水面，在钢膜片上涂一层黄油或凡士林以防生锈；安装前需将仪器在水中浸泡2小时以上，使其达到饱和状态，在测头上包上装有干净的饱和细沙袋，使仪器进水口通畅，并防止水泥浆进入渗压计内部；将包有沙袋的仪器埋入预先完成的界面上，并按照规范或设计要求回填钻孔。

②地连墙外侧渗压计

在设计定位处钻孔，孔深以达到设计监测层位为准，钻孔倾斜度应小于1/100。开孔直径宜为110mm，终孔直径不小于90mm。具体埋设安装步骤和要求详见《混凝土坝安全监测技术规程》（SL 601-2013）中的“D.3.3 深孔渗压计安装埋设方法应符合下列要求：”。

(6)土压力计

①地下连续墙的土压力计

土压力埋设时采用配套的土压力计埋设器，将埋设器主杆焊牢在钢筋笼上，把土压力计用胶布固定在托盘上，钢丝绳和线缆引至钢筋笼顶部系牢。待钢筋笼入槽就位后，将钢丝绳拉紧，土压力计变形膜即可与槽壁贴牢。在拉紧钢丝绳前后用仪器观测土压力计压力值变化情况，以控制土压力计与槽壁的贴紧程度。

(7)钢筋计

钢筋计直径应与受测钢筋直径保持一致，且焊接后钢筋计与受力钢筋应保持在同一轴线上。钢筋计的焊接可采用对焊、坡口焊或熔槽焊，焊接时及焊接后，应在仪器部位浇水冷却，使仪器温度不超过60°C，但不得在焊缝处浇水。混凝土浇筑前后，应制定切实可行的措施，保护好仪器和电缆。

6、观测技术要求

(1)一般规定

①所有监测项目或监测仪器的监测时间和测次，无特殊要求时应按表6-1、6-2、6-3中的规定执行。

②在满足基本要求的情况下，还应根据设计特殊要求和监理工程师的意见，适当调整监测频次，以确保监测资料的连续性和掌握测点变化过程。

③同一监测部位相关联的不同监测项目和仪器，必须按同步原则开展观测工作，以便相互验证与对比分析。

④如发生持续暴雨、大洪水、有感地震或建筑物出现异常等情况时，应按监理人指示增加测次加强观测，并同时开展特别巡视检查，检查结束后及时将加强观测成果和特别巡视检查报告提交监理人。

⑤日常观测中发现监测数据出现异常时，应立即组织重测，经确认观测数据无误后，及时将观测成果通知参建各方，并按监测人指示加强观测。

⑥在现场条件许可的情况下，及早安装自动化采集装置形成监测自动化系统，以便早日实现监测数据的自动化和高频次采集。当自动化采集数据出现异常情况时，应采用人工方式进行对比测试。

⑦除按监理人指示进行各种仪器设备的观测外，还应按合同规定定时对本竖井及毗邻区域开展人工巡视检查。发现危及建筑物安全的异常现象，及时报告有关参建单位。

⑧在对各个监测项目和监测仪器进行观测时，应同步记录环境参数和现场施工情况，以方便后续对监测资料开展综合分析。

(2)施工期竖井基坑监测

竖井基坑监测项目在基坑支护施工前应测得稳定的初始值。各项监测项目的观测时间间隔根据施工进程确定，在开挖卸载急剧阶段，间隔时间不应超过2天，其余情况下可相应延长。当结构变形超过有关标准或场地条件、观测结果变化较大时，应加密观测。当达到警戒值时，则需进行连续观测(每天测两次以上或以小时进行观测)。每次的监测结果应及时向业主、设计、监理单位如实报告。各项监测工作的时间间隔应满足《建筑基坑工程监测技术规范》（GB50497-2009）规范规定，施工期竖井观测频次见表6-1，竖井监测项目及预警值见表6-2。

表6-1　施工期竖井观测频次

施工进程		监测频次	备注
开挖深度 h（m）	≤H/3	1次/（2~3）d	发现异常情况，应进行连续监测；各道支撑开始拆除前到拆除完成后3d内监测频率应为1次/d。
	H/3~地连墙墙底处深度	1次/（1~2）d	
	地连墙墙底处深度~H	（1~2）次/d	
底板浇筑后时间（d）	≤7	1次/d	
	7~14	1次/3d	
	14~28	1次/5d	
	>28	1次/7d	

表6-2　施工期竖井监测项目及预警值

序号	监 测 项 目	警戒值	控制值	备　注
1	连续墙深层水平位移(测斜)	20mm或每天连续发展3mm	25mm	当出现GB50497-2009《建筑基坑工程监测技术规范》第8.0.7的情况时，均应报警并应采取应急措施
2	连续墙的顶部竖向位移	16mm或每天连续发展3mm	20mm	
3	基坑周边地表沉降和位移	24mm或每天连续发展3mm	30mm	
4	地下水位	1000mm或每天连续发展500mm	1500mm	
5	墙体内力	钢筋应力达到252MPa		

(3)竖井永久安全监测

竖井永久安全监测的观测工作必须满足《水利水电工程安全监测设计规范》（SL 725-2016）和《土石坝安全监测技术规范》（SL551-2012）规定的监测项目和频次要求，正常情况下人工观测频次可按照表6-3执行，如遇特殊情况（如高水位、特大暴雨、强地震等）和工程出现不安全征兆时应酌情增加测次。必要时，还应根据实际情况和监理人指示，适当调整监测频次。监测自动化系统形成后，接入自动化系统的测点应每天观测1~2次，并至少每季度进行一次人工比测。

表6-3　竖井永久安全监测频次表

监测项目	监测内容	施工期	充水试验期	运行期
巡视检查	日常检查	1次/周~3次/周	2次/天~1次/天	1次/月~2次/月
变形	连续墙表面垂直位移	2次/月~1次/月	2次/月~1次/月	1次/月~1次/季
	竖井基坑周边地表垂直位移	2次/月~1次/月	2次/月~1次/月	1次/月~1次/季
	连续墙内部水平位移	2次/周~1次/天	1次/周~2次/周	1次/月~2次/月
渗流渗压	基坑外侧地下水位	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	底板所受渗透压力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
应力应变及温度	连续墙和内衬钢筋应力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	连续墙所受土压力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	底板混凝土钢筋应力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月

注：①表中所列均系正常情况下人工观测的频次要求，测值趋向稳定或收敛时，观测频次取低限；测值持续增长时，观测频次取高限。

②在施工期，施工进度较快时，变形和应力监测的次数应取上限；仪器附近有施工作业时，观测频次应取上限。在充水试验期，进口水位变化较大的，测次应取上限。运行期当进口水位超过前期运行水位时，需按充水试验期执行。

③表中未列出的监测项目其观测频次按SL725-2016技术规范执行。

7、其它要求

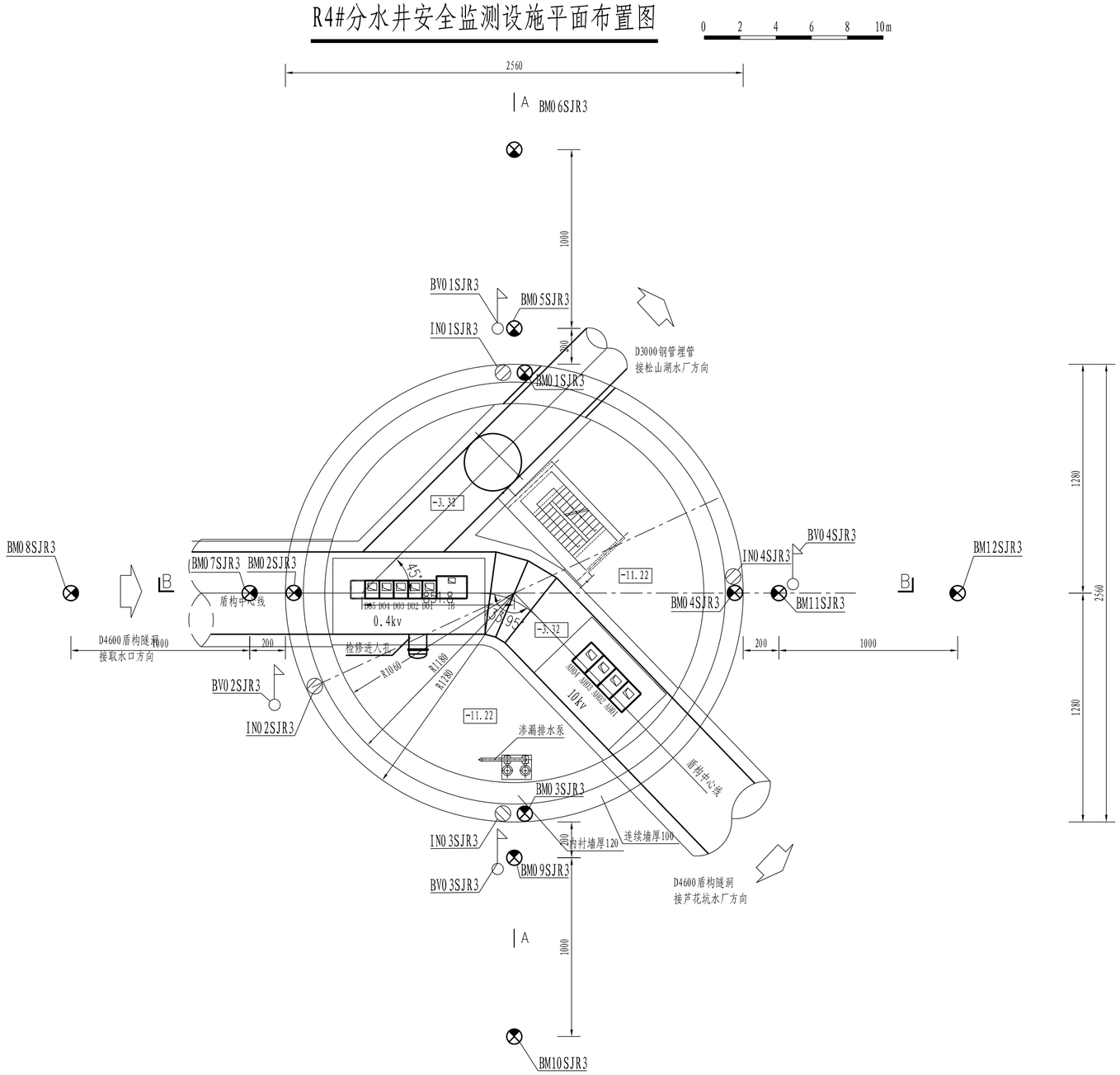
本竖井安全监测所涉及的其它技术要求（如仪器电缆牵引与连接要求、施工期监测设施保护要求、监测资料整编要求、监测报告编制要求等）参见SLKS3057-E-62-R4-7-JG-03~04号图。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		R4#分水井安全监测设计说明(2/4)		
校核	张海欧				
设计	郑旗				
制图	郑旗		比例	见　图	日期 2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R4-7-JG-02	

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

R4#分水井安全监测设施平面布置图



R4#分水井安全监测设施工程量表

编号	项目名称	单位	数量	符号	主要技术参数	备注
1	变形监测					
1.1	连续墙表面垂直位移测点			BM		
1.1.1	水准标	个	6		不锈钢，外设保护盖	
1.1.2	岩石标挖坑与埋设	个	2		按岩石标形式建造（挖坑尺寸50cm*50cm*50cm）	按实际发生计
1.2	钢管标					
1.2.1	套管	m	25		φ168 d7 钢管	
1.2.2	芯管	m	25		φ89 d7 钢管	
1.2.3	标头	个	1		铜标芯	
1.2.4	橡胶环	个	20			
1.2.5	钢管标钻孔及灌浆	m	25			
1.2.6	钢管标保护	个	1		600mm×600mm×380mm	
1.3	基坑周边地表沉降测点			BM		
1.3.1	水准标	个	8		不锈钢，外设保护盖	
1.3.2	水准标挖坑与埋设	个	8			
1.4	测斜管			IN		
1.4.1	测斜管导管(Φ70)	m	189		ϕ70mmABS 管，壁厚≥5mm，导槽扭转角≤0.5°/m	按实际发生计
1.4.2	测斜孔孔口装置	个	4			
1.5	柔性测斜仪	m	189		量测方向 3 维度，位移分辨率优于±0.01mm/500mm，抗扭转校正精度优于±1°，系统稳定性优于±0.5mm（32m），防水保证大于 2MPa	按实际发生计
1.6	柔性测斜仪测量装置	套	4			
2	渗流渗压监测					
2.1	测压管			BV		
2.1.1	测压管	m	60		ϕ50mmPVC 管，壁厚≥3.5mm	按实际发生计
2.1.2	测压管孔口装置	个	4		自制	
2.1.3	振弦式渗压计	支	4		量程 0.3MPa；精度±0.1%F.S.	
2.1.4	测压管钻孔及回填	m	60		ϕ≥76mm	
2.2	底板下渗压计	支	1	P	量程 0.5MPa；精度±0.1%F.S.	
3	应力应变监测					
3.1	振弦式钢筋计	支	36	R	量程受拉 400 MPa、受压 100 MPa；精度≤0.5%F.S.	
3.2	振弦式土压力计	支	8	E	量程 1MPa；精度≤0.1%F.S.	
4	公共设备					
4.1	精密水准仪	台	0		高差测量中误差≤±0.3mm/km	与 R1 竖井共用
4.2	电测水位计	台	0			与 R1 竖井共用
4.3	振弦式读数仪	台	0		量程 50m；分辨力≤1cm	与 R1 竖井共用
4.4	PVC 管	m	400			按实际发生计
4.5	4 芯屏蔽电缆	km	2.65		绝缘电阻≥100MΩ，耐外水压力≥2MPa，含专业防水接头	按实际发生计
4.6	现地监测站	个	1			

说明:

1. 本套图为R4#分水井监测设施布置图，共4张，本图为第3张，相关要求相互参阅。
2. 除注明外，本图尺寸桩号以 km+m计，高程以m计，其余均以cm计。图中所示建筑物的结构和尺寸以水工结构图纸为准。
3. 地下水位孔和测斜管所在水平方位与相邻洞轴线或垂直流向夹角为25°，以避免铅直方向钻孔影响干线隧洞。地下水位孔与测斜管的水平距离为2.5m。
4. 竖井外围水准点埋设安装大样图（示意）详见R1#检修排水井安全监测设施布置图(1/4)（编号: SLKS3057-E-62-10-7-L701-1），地下水位测压管、钢管标、测斜管等的埋设安装大样图（参考）详见R1#检修排水井安全监测设施布置图(3/4～4/4)（编号: SLKS3057-E-62-10-7-L701-3～4），其它要求相互参阅。

图 例

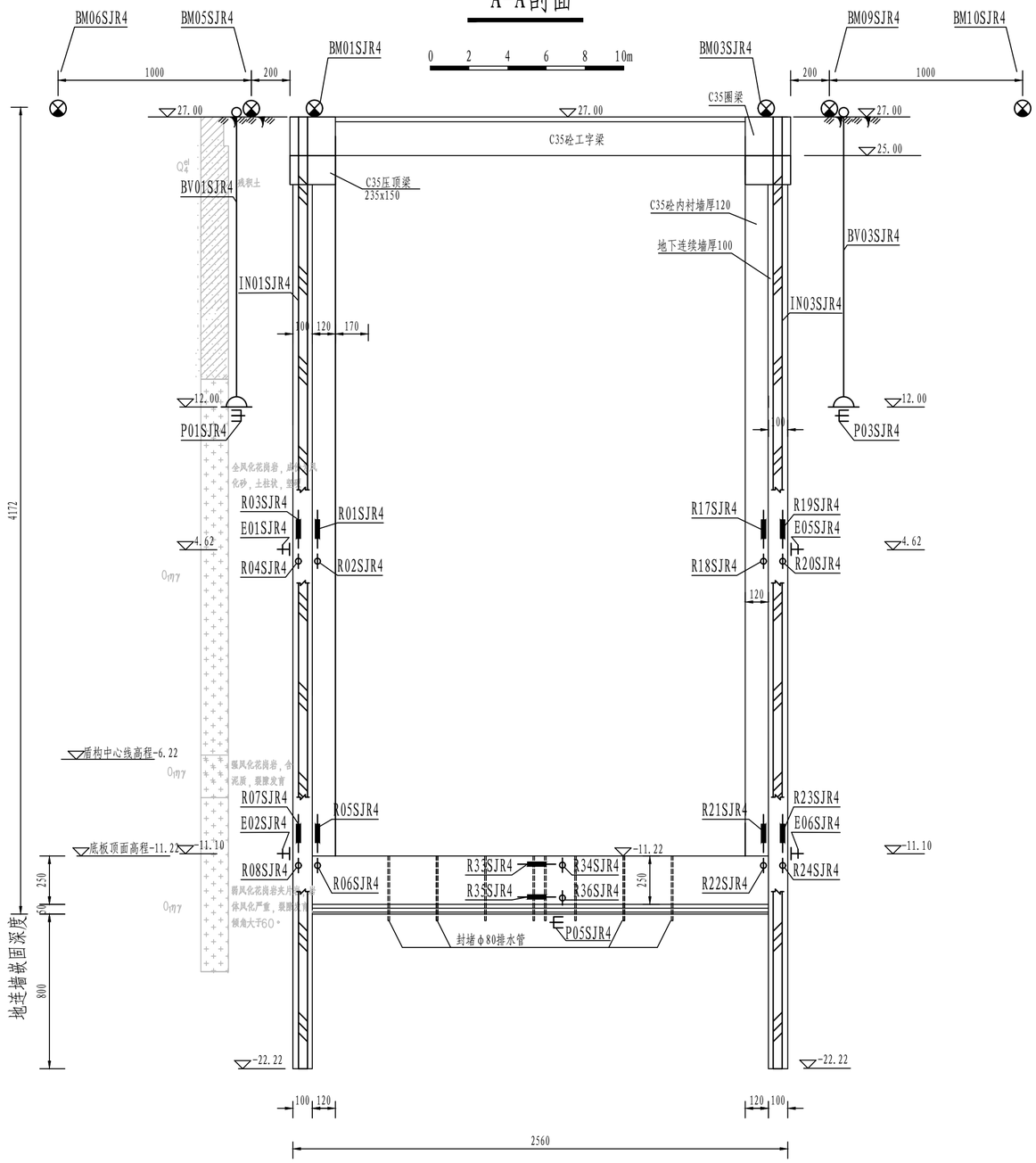
BM	沉降测点	E	土压力计
IN	测斜管	ϕ R	钢筋计
BV	测压管	P	渗压计

长江勘测规划设计研究有限责任公司

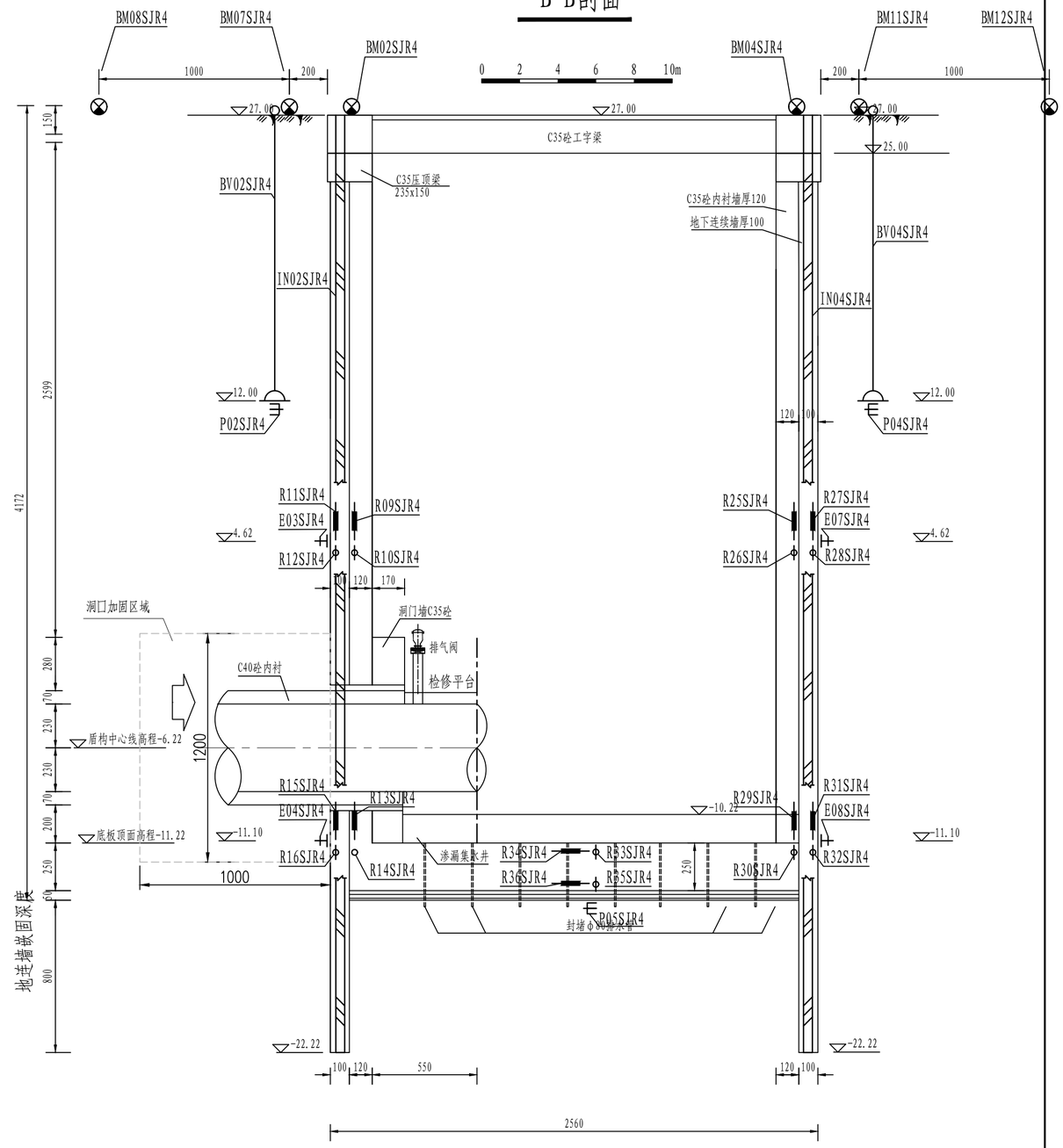
核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		R4#分水井安全监测设施布置图(3/4)			
校核	徐锋快					
设计	舒森					
制图			比例	见 图	日期	2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R4-7-JG-03		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

A-A剖面



B-B剖面



说明:

1. 本套图为R4#分水井安全监测设施布置图，共4张，本图为第4张，相关要求相互参阅。
2. 本图尺寸桩号以 km+m计，高程以m计，其余均以cm计。图中所示建筑物的结构和尺寸以水工结构图纸为准。
3. 图中各测斜管埋设安装后，在管内下放一条柔性测斜仪，并在管口配置测量装置，实现竖井基坑的自动监测。
4. 图中测压管钻孔深度仅为示意，实际钻孔深度应根据钻孔时揭露的地下水位确定，宜在实际地下水位以下约5m处终孔。
5. 图中钢筋计均安装在连续墙和内衬的外侧钢筋计上。
6. 监测断面B-B地连墙中的2支钢筋计（R15、16SJR4）和地连墙外围的2支土压力计（E03、04SJR4）均与输水隧洞水流方向偏离25°，与测斜管IN02SJR4位于同一方位，以避免地连墙施工中打断监测仪器电缆。
7. 监测设施编号说明: R 01 SJR4 。
   - 分水井R4
   - 测点编号
   - 测点代号

图 例

BM	沉降测点	E	土压力计
IN	测斜管	R	钢筋计
BV	测压管	P	渗压计

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		R4#分水井安全监测设施布置图(4/4)			
校核	布谢欢					
设计	郑旗					
制图			比例	见 图	日期	2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R4-7-JG-04		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

R5#水力过渡井安全监测设计说明

1、设计范围

(1)本册图纸的监测范围为R5#水力过渡井及毗邻区域。R5#水力过渡井位于松木山水库西侧寒溪水入库口闸室附近，向松山湖水厂分水，里程桩号R5+228，水力过渡井设计地面高程29.0m，底板高程-12.92m，底板厚3.0m，开挖深度40.15，竖井井深38.9m；圆形布置，下部内径16m，上部内径17m，地连墙厚度1m，盾构中心线高程-4.92m。

(2)R5#竖井所在场地地层上部为填土，主要为素填土，为灰黄、黄褐夹红褐等杂色粉质粘土、粘土、砂砾混合，局部夹碎砾石、块碎石和少量建筑砖屑，结构较松散，承载力较低，钻孔原位测试表明，动探击数6～10击，平均值7.5击，整体呈稍密状，局部中密，厚度3.0～6.8m，广泛分布在场区，堆积年限3～10年，多为机械填筑。填土层下局部分布第四系全新统湖积层：为灰黑色、黑褐色淤泥质土，局部夹粉细砂，含水量高，软塑至流塑状，具有腥臭味，钻孔原位测试表明，标贯击数4～7击，平均值4.3击，含砂段动探击数1～16击，平均值2.3击，整体软可塑状，局部软塑，厚度0.0～1.6m，分布在鱼塘底部。湖积层下为第四系全新统残坡积层：主要为砂质粘性土，红褐、灰黄色夹灰白色等，色杂，局部夹高岭土及碎砾石，块碎石含量较高，砾径一般3～30cm，局部夹大块径孤石，自由膨胀率小于40%，多呈硬塑状，少量可塑状，厚度0.0～4.4m，场地广泛分布，厚度不均。钻孔原位测试表明，标贯击数6～60击，平均值24.1击，动探击数3～66击，平均值11.6击，粘粒含量较高段呈硬塑状～硬可塑状，局部软可塑，砂砾石含量较高段，整体呈密实状，局部中密。场地下伏基岩主体为花岗岩，局部夹黑云二长片麻岩、黑云斜长片麻岩等，具混合岩化特征，岩性较杂。

2、主要设计依据规范

(1)《水利水电工程安全监测设计规范》(SL 725-2016)；
(2)《建筑基坑工程监测技术标准》(GB 50497-2019)；
(3)《国家三角测量规范》(GB/T 17942-2000)；
(4)《国家一、二等水准测量规范》(GB/T 12879-2006)；
(5)《国家三、四等水准测量规范》(GB/T 12898-2009)；
(6)《工程测量规范》(GB 50026-2020)；
(7)《水工建筑物地下开挖工程施工规范》(SL 378-2007)；
(8)《建筑变形测量规范》(JGJ8-2016)；
(9)《广东省标准-建筑基坑施工监测技术标准》(DBJ/15-162-2019)；
(10)其他相关行业技术标准。

3、R5#竖井安全监测布置

(1)变形监测

①连续墙表面垂直位移

在连续墙墙顶水平位移观测墩基座上各埋设1个水准点，采用水准法观测连续墙墙顶的垂直位移情况。在竖井附近选择稳定安全、通行方便的位置布置1套钢管标、2个岩石标。利用钢管标作为日常观测的工作基点，2个岩石标和1座钢管标，共3个标石，定期组网互相校测，保证垂直位移工作基点稳定性。共计布设4个水准点、1套钢管标和2个岩石标。

②竖井基坑周边地表垂直位移

在竖井基坑周边布置4条辐射状测线，相邻测线互相呈90°布置，每条测线上按井中心距离由里及外布置2个垂直位移测点。共计布设8个岩石标。

③连续墙内部水平位移

在竖井表面水平位移测点旁的连续墙内各埋设1根测斜管，监测基坑开挖过程中不同深度的水平位移情况。每根测斜管内安装1条柔性测斜仪，以实现施工期墙体深层水平位移的自动化监测。共计布设4根测斜管、4套柔性测斜仪。

(2)渗流监测

①基坑外侧地下水位

在圆筒形竖井基坑外侧每隔90°布置1个地下水位孔，孔底布置1支渗压计，以监测竖井四周的地下水位变化情况。共计布设4根测压管、4支渗压计。

②底板所受渗透压力

在竖井基础中心位置于垫层和基础岩土体结合处布置1支渗压计。

(3)应力应变监测

①连续墙和内衬钢筋应力

在竖井地连墙和内衬每隔90°布置1个铅直向监测断面，每个监测断面选择2个不同高程处且应力较大的部位各布置2支钢筋计（1支铅直向、1支环向），以监测地连墙和内衬墙内的钢筋应力状态。共计布设32支钢筋计。

②连续墙所受土压力

在竖井井壁外上述钢筋计布置位置各布置1支土压力计，以监测井壁外的侧向土压力分部情况。共计布设8支土压力计。

③底板混凝土钢筋应力

在竖井底板上下层混凝土中水平向各布置2支钢筋计，1支顺流向1支垂直流向，以监测底板混凝土钢筋应力。共计4支钢筋计。

4、一般要求

(1)为保证监测仪器设备安装埋设及观测质量，承包人应严格依据相关规范开展现场工作，检验测试、安装埋设及观测应由具有丰富安全监测工程实际经验经历的单位组织实施，并严格按施工详图、相关设计文件、水利工程相关规程规范和政策法规、本技术要求的规定以及仪器使用说明书(有效版本)等执行。

(2)监测仪器设备的安装埋设随土建施工进行，必须严格按本技术要求的规定，做好仪器设备的钻孔、安装、埋设、调试和保护工作，保证监测仪器设备埋设时机和实施质量，监测单位的主要人员应为从事安全监测相关工作的专职技术人员，并要求有较丰富的类似工程安全监测的工作经验和经历。

(3)承包人在土建施工前应根据本技术要求及设计图纸制定监测仪器安装计划，并编制详细的监测仪器安装埋设和维护技术措施，其内容应包含(但不限于)：仪器设备安装埋设方法和程序、仪器设备安装埋设详图、施工期仪器设备维护措施、质量和安全保证措施、安全监测与土建施工的协调安排等。

(4)承包人应将仪器设备的埋设计划列入建筑物的土建施工进度计划中，以便及时提供安装埋设工作面，协调好与建筑物土建施工的相互干扰。

(5)仪器设备安装和埋设中应使用经批准的编码系统，对各种仪器设备、电缆、监测断面、控制坐标等进行统一编号。每支仪器均须建立档案卡和基本资料表，并将仪器资料按发包人指定的格式录入计算机仪器档案库中。

(6)承包人应严格按批准的监测仪器设备布置与生产厂家的使用说明书进行安装和埋设。若监理人检查发现埋设的仪器设备失效，有权指示承包人立即修复或更换。

(7)仪器电缆的敷设应按施工图纸和生产厂家说明书进行，按有关技术要求规范拼接和连接接头，并尽可能减少接头数量。承包人应在所有仪器的线缆上加设至少3个耐久、防水、间距为20m的标签，以保证识别不同仪器所使用的线缆。

(8)在施工过程中，承包人应保护好所有仪器设备（包括电缆）和设施，包括为保护部位提供保护罩、保护标志和路障等，未完成管道和套管的开口端及时加盖。

(9)从仪器安装位置到现地监测站之间的电缆牵引走向、埋设方法应按施工图和监理人的指示进行，允许承包人根据工作计划和现场情况改变这些布置和方法，但这些变更不得对结构及防渗产生不利影响，且不使电缆长度显著增加。承包人应至少在其工作计划开始日期之前7天，将这些变更申请提交监理人审批。

(10)仪器设备及电缆在安装埋设之后应进行检查和校正，并提交现场校准报告。经监理人检查验收后应立即测读起始值，只有获取初始数据后，承包人才能将其固定或掩埋。

(11)每支仪器埋设和安装后不超过14天，承包人应将仪器及其安装的下列详细资料提交监理人。这些资料包括（但不限于）：仪器的种类、型号、编号和说明；按比例图示仪器所在部位的位置、仪器的坐标和高程、电缆敷设的准确位置和路线、电缆接头的位置和仪器安装所用的材料；仪器埋设的日期、时间以及气候气温情况；仪器埋设时附近施工区作业情况；安装埋设时的照片；所取得的初始数据；由承包人和监理人双方签字的所有安装埋设记录等。

(12)在仪器安装埋设、基坑开挖、砼浇筑作业中，如发现有监测测值异常变化或仪器设备损坏现象，应及时采取补救措施。在仪器和电缆埋设完毕后，应立即检测，确认符合要求后，应及时编写施工日志，绘制竣工图。

5、监测设施埋设安装要求

(1)垂直位移测点

对于埋设在水平位移观测墩基座表面的垂直位移测点，应随同基座砼浇筑同步埋设；对于埋设在竖井基坑周边土体上的垂直位移测点，一般可直接挖小坑，坑内浇筑混凝土墩，墩顶直接埋入水准标。具体埋设方法按照设计图纸和《混凝土坝安全监测技术规范》SL601-2013的要求执行。

(2)测斜管

①连续墙内预埋测斜管

在连续墙钢筋笼安装前，把数节测斜管在平地上拼装连接，在每个管接头处须作严格的密封处理，将组装好的测斜管小心插到加工好的钢筋笼中，调整好槽口方向后用铁丝绑扎，绑扎牢固后装好底盖和孔口盖。钢筋笼在就位前，调整其位置将测斜管端口“十”字导槽方位正对隧洞轴线的方向。在连续墙浇筑前将测斜管内注满清水盖上顶盖，浇筑时派专人在现场看护。连续墙初凝后打开孔口盖，用软质水管插入孔底，用压力水冲洗测斜管直到翻出清水，再对测斜管管口作好保护。采用测扭仪进行导槽扭转角的测量，为测斜仪观测值提供必要的修正参数。测斜管倾斜度允许偏差±0.5°；测斜管上端口导槽正对隧洞中心线允许偏差为±1°；测斜管导槽扭角允许偏差±0.2°/m，累计的允许偏差限值为±15°。

②柔性测斜仪安装

安装前准备好尾节定向导轮、下压杆、下压延长杆、下压卡件、下压盖等安装辅助设备。先在柔性测斜仪尾节上安装尾节定向导轮，定向导轮安装完成后，将柔性测斜仪随定向导轮逐节下放到测斜管内，直至定向导轮完全下放并触底，再用首节定向轮固定上部方向，并记录柔性测斜仪此刻的MARK线方向。安装完成后，安装下压件套装并固定下压件，最后连接采集、供电、保护等配套装置。

(3)垂直位移工作基点（钢管标）

本竖井垂直位移工作基点采用钢管标形式。在竖井附近约200m处选择一处稳定安全、便于观测的安装位置。安装前，预先在选定的安装位置采用机钻造孔，钻孔孔径≥φ130mm。安装时，先将保护管下至孔内，对孔、管间的孔隙进行回填灌浆密实。然后在保护钢管底部30cm回填砂浆，再将钢芯管慢慢放入保护管内，其底部埋入砂浆层内。钢芯管与保护钢管间每隔2～3m设1个导向环。待保护管与钢芯管安装牢固后，再在孔口建造标头保护装置。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		R5#水力过渡井安全监测设计说明(1/4)			
校核	布海欧					
设计	郑旗					
制图			比例	见 图	日期	2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R5-7-JG-01		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

R5#水力过渡井安全监测设计说明

(4)地下水位孔

1)钻孔

①地下水位观测孔孔位、孔深、方向应符合设计要求，孔位偏差不得超过50mm，孔深应达到设计深度，超、欠深一般不大于100mm，孔斜偏差不大于0.02m/m。

②所有水位观测孔钻孔岩芯的获得率应达80%以上，岩芯需经素描后方可丢弃。

③钻孔过程中，如发现集中漏水(无回水)、掉钻、掉块、塌孔等情况时，应详细记录。当上述情况比较严重时，应通知监理人采取处理措施。

2)测压管安装

①测压管透水段用Φ50mmPVC管加工，长度2~4m，面积开孔率为10%~20%，孔眼排列均匀，透水段外包扎不少于2层的土工织布，管底封闭不留沉淀管段。

②测压管太长不能整根下放时，可将其分段并采用活接头丝扣联接，丝扣处须填入生胶带止水。

③测压管与钻孔间隙的回填，下部2/3孔段直接采用粒径10mm~25mm粗砂回填，上部采用100cm厚膨润土和浓泥浆回填。

④钻孔回填后，再建造孔口保护装置。孔口保护装置要求结构简单、牢靠，能防止外水渗入和人工及机械破坏。

(5)底板和连续墙外侧的渗压计

①底板外侧渗压计

取下仪器端部的透水面，在钢膜片上涂一层黄油或凡士林以防生锈；安装前需将仪器在水中浸泡2小时以上，使其达到饱和状态，在测头上包上装有干净的饱和细沙袋，使仪器进水口通畅，并防止水泥浆进入渗压计内部；将包有沙袋的仪器埋入预先完成的界面上，并按照规范或设计要求回填钻孔。

②地连墙外侧渗压计

在设计定位处钻孔，孔深以达到设计监测层位为准，钻孔倾斜度应小于1/100。开孔直径宜为110mm，终孔直径不小于90mm。具体埋设安装步骤和要求详见《混凝土坝安全监测技术规程》（SL 601-2013）中的“D.3.3 深孔渗压计安装埋设方法应符合下列要求：”。

(6)土压力计

①地下连续墙的土压力计

土压力埋设时采用配套的土压力计埋设器，将埋设器主杆焊牢在钢筋笼上，把土压力计用胶布固定在托盘上，钢丝绳和线缆引至钢筋笼顶部系牢。待钢筋笼入槽就位后，将钢丝绳拉紧，土压力计变形膜即可与槽壁贴牢。在拉紧钢丝绳前后用仪器观测土压力计压力值变化情况，以控制土压力计与槽壁的贴紧程度。

(7)钢筋计

钢筋计直径应与受测钢筋直径保持一致，且焊接后钢筋计与受力钢筋应保持在同一轴线上。钢筋计的焊接可采用对焊、坡口焊或熔槽焊，焊接时及焊接后，应在仪器部位浇水冷却，使仪器温度不超过60° C，但不得在焊缝处浇水。混凝土浇筑前后，应制定切实可行的措施，保护好仪器和电缆。

6、观测技术要求

(1)一般规定

①所有监测项目或监测仪器的监测时间和测次，无特殊要求时应按表6-1、6-2、6-3中的规定执行。

②在满足基本要求的情况下，还应根据设计特殊要求和监理工程师的意见，适当调整监测频次，以确保监测资料的连续性和掌握测点变化过程。

③同一监测部位相关联的不同监测项目和仪器，必须按同步原则开展观测工作，以便相互验证与对比分析。

④如发生持续暴雨、大洪水、有感地震或建筑物出现异常等情况时，应按监理人指示增加测次加强观测，并同时开展特别巡视检查，检查结束后及时将加强观测成果和特别巡视检查报告提交监理人。

⑤日常观测中发现监测数据出现异常时，应立即组织重测，经确认观测数据无误后，及时将观测成果通知参建各方，并按监测人指示加强观测。

⑥在现场条件许可的情况下，及早安装自动化采集装置形成监测自动化系统，以便早日实现监测数据的自动化和高频次采集。当自动化采集数据出现异常情况时，应采用人工方式进行对比测试。

⑦除按监理人指示进行各种仪器设备的观测外，还应按合同规定定时对本竖井及毗邻区域开展人工巡视检查。发现危及建筑物安全的异常现象，及时报告有关参建单位。

⑧在对各个监测项目和监测仪器进行观测时，应同步记录环境参数和现场施工情况，以方便后续对监测资料开展综合分析。

表6-1　施工期竖井观测频次

施工进程		监测频次	备注
开挖深度 h（m）	≤H/3	1次/（2~3）d	发现异常情况，应进行连续监测；各道支撑开始拆除前到拆除完成后3d内监测频率应为1次/d。
	H/3~地连墙墙底处深度	1次/（1~2）d	
	地连墙墙底处深度~H	（1~2）次/d	
底板浇筑后时间（d）	≤7	1次/d	
	7~14	1次/3d	
	14~28	1次/5d	
	>28	1次/7d	

表6-2　施工期竖井监测项目及预警值

序号	监 测 项 目	警戒值	控制值	备　注
1	连续墙深层水平位移(测斜)	20mm或每天连续发展3mm	25mm	当出现GB50497-2009《建筑基坑工程监测技术规范》第8.0.7的情况时，均应报警并应采取应急措施
2	连续墙的顶部竖向位移	16mm或每天连续发展3mm	20mm	
3	基坑周边地表沉降和位移	24mm或每天连续发展3mm	30mm	
4	地下水位	1000mm或每天连续发展500mm	1500mm	
5	墙体内力	钢筋应力达到252MPa		

(3)竖井永久安全监测

竖井永久安全监测的观测工作必须满足《水利水电工程安全监测设计规范》（SL 725-2016）和《土石坝安全监测技术规范》（SL551-2012）规定的监测项目和频次要求，正常情况下人工观测频次可按照表6-3执行，如遇特殊情况（如高水位、特大暴雨、强地震等）和工程出现不安全征兆时应酌情增加测次。必要时，还应根据实际情况和监理人指示，适当调整监测频次。监测自动化系统形成后，接入自动化系统的测点应每天观测1~2次，并至少每季度进行一次人工比测。

表6-3　竖井永久安全监测频次表

监测项目	监测内容	施工期	充水试验期	运行期
巡视检查	日常检查	1次/周~3次/周	2次/天~1次/天	1次/月~2次/月
变形	连续墙表面垂直位移	2次/月~1次/月	2次/月~1次/月	1次/月~1次/季
	竖井基坑周边地表垂直位移	2次/月~1次/月	2次/月~1次/月	1次/月~1次/季
	连续墙内部水平位移	2次/周~1次/天	1次/周~2次/周	1次/月~2次/月
渗流渗压	基坑外侧地下水位	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	底板所受渗透压力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
应力应变及温度	连续墙和内衬钢筋应力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	连续墙所受土压力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月
	底板混凝土钢筋应力	1次/周~2次/周	2次/周~1次/天	1次/月~2次/月

注：①表中所列均系正常情况下人工观测的频次要求，测值趋向稳定或收敛时，观测频次取低限；测值持续增长时，观测频次取高限。

②在施工期，施工进度较快时，变形和应力监测的次数应取上限；仪器附近有施工作业时，观测频次应取上限。在充水试验期，进口水位变化较大的，测次应取上限。运行期当进口水位超过前期运行水位时，需按充水试验期执行。

③表中未列出的监测项目其观测频次按SL725-2016技术规范执行。

(2)施工期竖井基坑监测

竖井基坑监测项目在基坑支护施工前应测得稳定的初始值。各项监测项目的观测时间间隔根据施工进程确定，在开挖卸载急剧阶段，间隔时间不应超过2天，其余情况下可相应延长。当结构变形超过有关标准或场地条件、观测结果变化较大时，应加密观测。当达到警戒值时，则需进行连续观测(每天测两次以上或以小时进行观测)。每次的监测结果应及时向业主、设计、监理单位如实报告。各项监测工作的时间间隔应满足《建筑基坑工程监测技术规范》（GB50497-2009）规范规定，施工期竖井观测频次见表6-1，竖井监测项目及预警值见表6-2。

7、其它要求

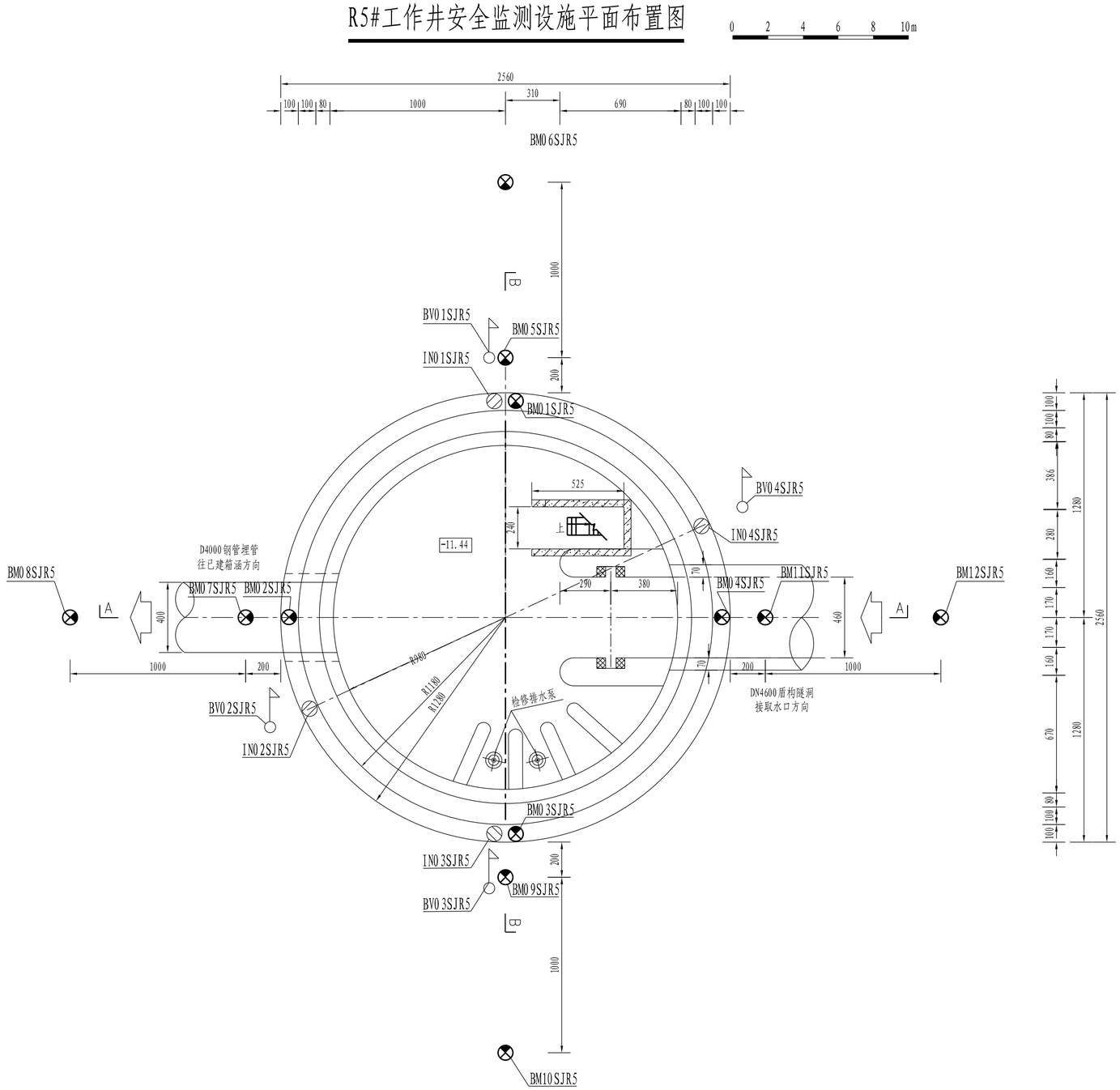
本竖井安全监测所涉及的其它技术要求（如仪器电缆牵引与连接要求、施工期监测设施保护要求、监测资料整编要求、监测报告编制要求等）参见SLKS3057-E-62-R5-7-JG-03~04号图。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		R5#水力过渡井安全监测设计说明(2/4)		
校核	乐海欧				
设计	郑旗				
制图			比例	见　图	日期 2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R5-7-JG-02	

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

R5#工作井安全监测设施平面布置图



R5#水力过渡井安全监测设施工程量表

编号	项目名称	单位	数量	符号	主要技术参数	备注
1	变形监测					
1.1	连续墙表面垂直位移测点			BM		
1.1.1	水准标	个	6		不锈钢，外设保护盖	
1.1.2	岩石标挖坑与埋设	个	2		按岩石标形式建造（挖坑尺寸50cm*50cm*50cm）	按实际发生计
1.2	钢管标					
1.2.1	套管	m	25		φ168 d7 钢管	
1.2.2	芯管	m	25		φ89 d7 钢管	
1.2.3	标头	个	1		铜标芯	
1.2.4	橡胶环	个	20			
1.2.5	钢管标钻孔及灌浆	m	25			
1.2.6	钢管标保护	个	1		600mm×600mm×380mm	
1.3	基坑周边地表沉降测点			BM		
1.3.1	水准标	个	8		不锈钢，外设保护盖	
1.3.2	水准标挖坑与埋设	个	8			
1.4	测斜管			IN		
1.4.1	测斜管导管(Φ70)	m	192		ϕ70mmABS 管，壁厚≥5mm，导槽扭转角≤0.5°/m	按实际发生计
1.4.2	测斜孔孔口装置	个	4			
1.5	柔性测斜仪	m	192		量测方向 3 维度，位移分辨率优于±0.01mm/500mm，抗扭转校正精度优于±1°，系统稳定性优于±0.5mm（32m），防水保证大于 2MPa	按实际发生计
1.6	柔性测斜仪测量装置	套	4			
2	渗流渗压监测					
2.1	测压管			BV		
2.1.1	测压管	m	60		ϕ50mmPVC 管，壁厚≥3.5mm	按实际发生计
2.1.2	测压管孔口装置	个	4		自制	
2.1.3	振弦式渗压计	支	4		量程 0.3MPa；精度±0.1%F.S.	
2.1.4	测压管钻孔及回填	m	60		ϕ≥76mm	
2.2	底板下渗压计	支	1	P	量程 0.5MPa；精度±0.1%F.S.	
3	应力应变监测					
3.1	振弦式钢筋计	支	36	R	量程受拉 400 MPa、受压 100 MPa；精度≤0.5%F.S.	
3.2	振弦式土压力计	支	8	E	量程 1MPa；精度≤0.1%F.S.	
4	公共设备					
4.1	精密水准仪	台	0		高差测量中误差≤±0.3mm/km	与 R1 竖井共用
4.2	电测水位计	台	0			与 R1 竖井共用
4.3	振弦式读数仪	台	0		量程 50m；分辨力≤1cm	与 R1 竖井共用
4.4	PVC 管	m	400			按实际发生计
4.5	4 芯屏蔽电缆	km	2.65		绝缘电阻≥100MΩ，耐外水压力≥2MPa，含专业防水接头	按实际发生计
4.6	现地监测站	个	1			

说明：

1. 本套图为R5#水力过渡井安全监测设施布置图，共4张，本图为第3张，相关要求相互参阅。
2. 除注明外，本图尺寸桩号以 km+m计，高程以m计，其余均以cm计。图中所示建筑物的结构和尺寸以水工结构图纸为准。
3. 地下水位孔和测斜管所在水平方位与相邻洞轴线或垂直流向夹角为25°，以避免铅直方向钻孔影响干线隧洞。地下水位孔与测斜管的水平距离为2.5m。
4. 竖井外围水准点埋设安装大样图（示意）详见R1#检修排水井安全监测设施布置图(1/4)（编号：SLKS3057-E-62-10-7-L701-1），地下水位测压管、钢管标、测斜管等的埋设安装大样图（参考）详见R1#检修排水井安全监测设施布置图(3/4～4/4)（编号：SLKS3057-E-62-10-7-L701-3～4），其它要求相互参阅。

图 例

BM	沉降测点	E	土压力计
IN	测斜管	ϕ R	钢筋计
BV	测压管	P	渗压计

长江勘测规划设计研究有限责任公司

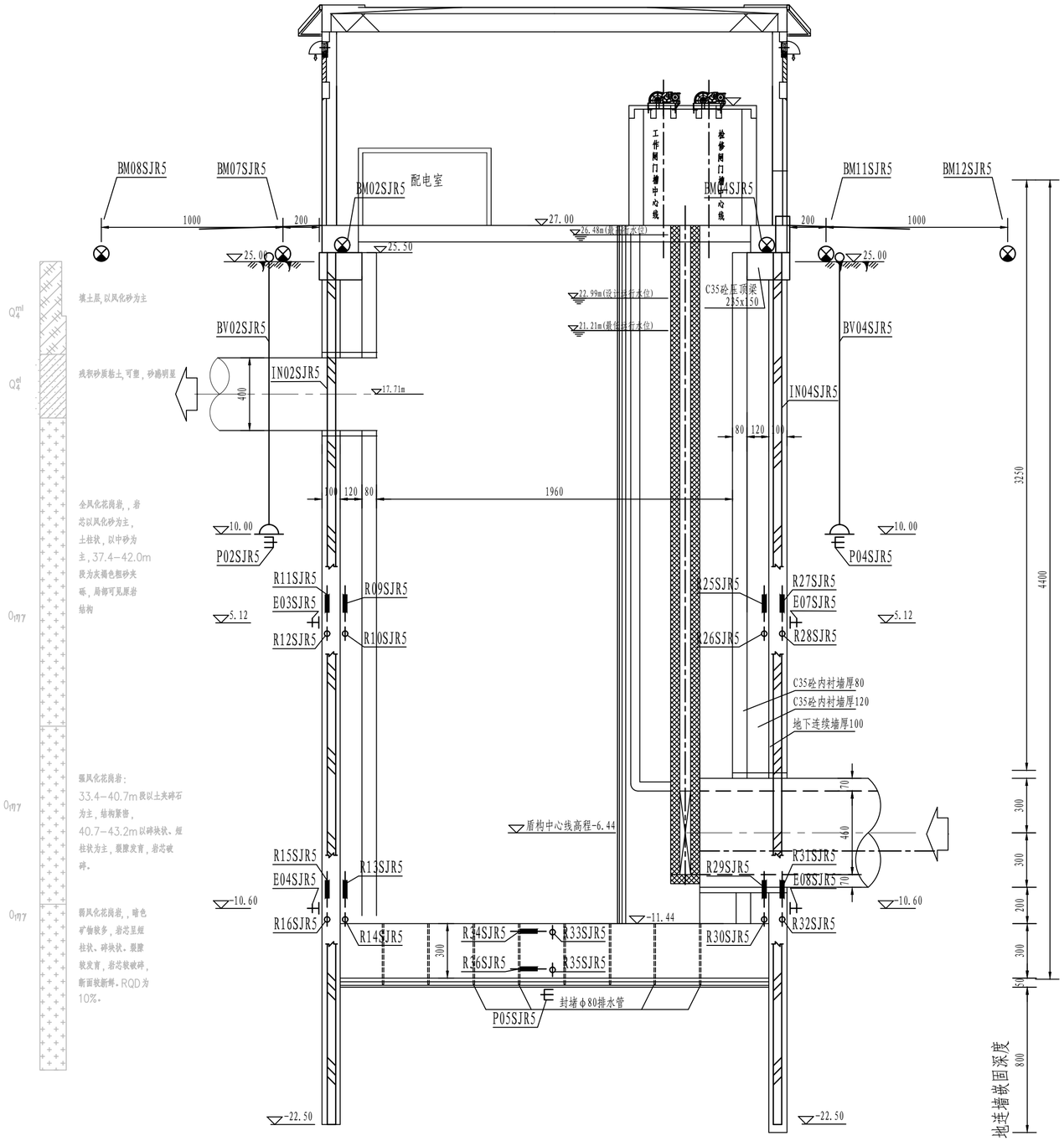
核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		R5#水力过渡井安全监测设施布置图(3/4)			
校核	张谭炎					
设计	舒森					
制图			比例	见 图	日期	2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R5-7-JG-03		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

A-A剖面

0 2 4 6 8 10m

比例 1:200



说明:

1. 本套图为R5#水力过渡井安全监测设施布置图，共4张，本图为第4张，相关要求相互参阅。
2. 本图尺寸桩号以km+m计，高程以m计，其余均以cm计。图中所示建筑物的结构和尺寸以水工结构图纸为准。
3. 图中各测斜管埋设安装后，在管内下放一条柔性测斜仪，并在管口配置测量装置，实现竖井基坑的自动监测。
4. 图中测压管钻孔深度仅为示意，实际钻孔深度应根据钻孔时揭露的地下水位确定，宜在实际地下水位以下约5m处终孔。
5. 图中钢筋计均安装在连续墙和内衬的外侧钢筋计上。
6. 监测断面B-B地连墙中的4支钢筋计（R15、16、31、32SJR5）和地连墙外围的4支土压力计（E03、04、07、08SJR5）均与输水隧洞水流方向偏离25°，与测斜管IN02SJR5和IN04SJR5位于同一方位，以避免地连墙施工中打断监测仪器电缆。
7. 监测设施编号说明: R 01 SJR5 。

- SJR5 — 水力过渡井R5
- 01 — 测点编号
- R — 测点代号

图 例

BM	沉降测点	E	土压力计
IN	测斜管	R	钢筋计
BV	测压管	P	渗压计

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		R5#水力过渡井安全监测设施布置图(4/4)			
校核	布谢欢					
设计						
制图	郑旗		比例	见 图	日期	2023.2
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-R5-JG-04		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

取水口安全监测设计说明

1、设计范围

(1)本册图纸的主要监测范围为取水口范围内的水闸和基坑边坡。

(2)取水塔和基坑边坡的安全监测项目为：水闸表面沉降、水闸基岩变形、结合缝变形、基础扬压力、水闸水位、水闸基坑边坡表面变形、水闸基坑边坡地下水位等。

2、主要设计依据规范

(1)《水利水电工程安全监测设计规范》(SL725-2016)；

(2)《混凝土坝安全监测技术规范》(SL601-2013)；

(3)《大坝安全监测仪器安装标准》(SL531-2012)；

(4)《大坝安全监测仪器检验测试规程》(SL530-2012)；

(5)《大坝安全自动监测系统设备基本技术条件》(SL268-2001)；

(6)《国家三角测量规范》(GB/T17942-2000)；

(7)《国家一、二等水准测量规范》(GB/T12879-2006)；

(8)《工程测量规范》(GB50026-2020)；

(9)《水电工程全球导航卫星系统(GNSS)测量规程》(NB/T35116-2018)；

以及其他相关行业技术标准。

3、取水口水闸和基坑边坡安全监测布置

(1)水闸变形监测

①水闸表面沉降

在水闸结构块体高程28.00m平台布置5个垂直位移测点，垂直位移采用水准法进行监测。水闸附近R1#竖井已设置了1座钢管标和2个岩石标，该钢管标作为水闸垂直位移观测的工作基点，2个岩石标用于定期校测垂直位移工作基点的稳定性。

②水闸基岩变形

在水闸主体结构的基础四角各布置1支基岩变形计，以监测水闸在上部荷载作用下的基础变形情况。共计布设4支基岩变形计。

③结合缝变形

在水闸闸室段与取水口水池的接缝处各布置1支测缝计和1支位错计，以监测其结合缝开合及错动变化情况。共计布设1支测缝计、1支位错计。

(2)水闸渗流渗压监测

①基础扬压力

在水闸顺水流方向布置2个扬压力监测断面，于其结构块体与基础结合面上布设渗压计，以监测水闸基底扬压力情况。共布设5支渗压计。

(3)水闸水位监测

在水闸上游面布置1支水位计，将其接入自动化系统，对取水口水位进行实时监测，并在水位计附近布置1根水尺对取水口水位进行人工比测。

(4)水闸基坑边坡表面变形监测

在水闸基坑边坡合理位置共布置3个水平位移测点，并在各水平位移观测墩基座上设置1个水准标点，以监测水闸边坡的表面变形情况。水平位移监测采用GNSS测量方式进行监测，在各水平位移观测墩顶部各安装1台GNSS接收机，利用水闸附近设置的GNSS基准站作为水平位移观测的测量基准；垂直位移监测采用水准法进行监测，利用R1#竖井附近设置的钢管标作为垂直位移观测的工作基点。

(5)水闸基坑边坡地下水位监测

在水闸基坑边坡坡顶或中间位置各钻孔埋设1支渗压计，以监测边坡地下水位情况。共计布设3支渗压计。

4、一般要求

(1)为保证监测仪器设备安装埋设及观测质量，承包人应严格依据相关规范开展现场工作，检验测试、安装埋设及观测应由具有丰富安全监测工程实际经验经历的单位组织实施，并严格按施工图、相关设计文件、水利工程相关规程规范和政策法规、本技术要求的规定以及仪器使用说明书（有效版本）等执行。

(2)监测仪器设备的安装埋设随土建施工进行，必须严格按本技术要求的规定，做好仪器设备的钻孔、安装、埋设、调试和保护工作，保证监测仪器设备埋设时机和实施质量，监测单位的主要人员应为从事安全监测相关工作的专职技术人员，并要求有较丰富的类似工程安全监测的工作经验和经历。

(3)承包人在土建施工前应根据本技术要求及设计图纸制定监测仪器安装计划，并编制详细的监测仪器安装埋设和维护技术措施，其内容应包含（但不限于）：仪器设备安装埋设方法和程序、仪器设备安装埋设详图、施工期仪器设备维护措施、质量和安全保证措施、安全监测与土建施工的协调安排等。

(4)承包人应将仪器设备的埋设计划列入建筑物的土建施工进度计划中，以便及时提供安装埋设工作面，协调好与建筑物土建施工的相互干扰。

(5)仪器设备安装和埋设中应使用经批准的编码系统，对各种仪器设备、电缆、监测断面、控制坐标等进行统一编号。每支仪器均须建立档案卡和基本资料表，并将仪器资料按发包人指定的格式录入计算机仪器档案库中。

(6)承包人应严格按批准的监测仪器设备布置与厂家使用说明书进行安装和埋设。若监理人检查发现埋设的仪器设备失效，有权指示承包人立即修复或更换。

(7)仪器电缆的敷设应按施工图纸和生产厂家说明书进行，按有关技术要求规范拼接和连接接头，并尽可能减少接头数量。承包人应在所有仪器的线缆上加设至少3个耐久、防水、间距为20m的标签，以保证识别不同仪器所使用的线缆。

(8)在施工过程中，承包人应保护好所有仪器设备（包括电缆）和设施，包括为保护部位提供保护罩、保护标志和路障等，未完成管道和套管的开口端及时加盖。

(9)从仪器安装位置到现地监测站之间的电缆牵引走向、埋设方法应按施工图和监理人的指示进行，允许承包人根据工作计划和现场情况改变这些布置和方法，但这些变更不得对结构及防渗产生不利影响，且不使电缆长度显著增加。承包人应至少在其工作计划开始日期之前7天，将这些变更申请提交监理人审批。

(10)仪器设备及电缆在安装埋设之后应进行检查和校正，并提交现场校准报告。经监理人检查验收后应立即测读起始值，只有获取初始数据后，承包人才能将其固定或掩埋。

(11)每支仪器埋设和安装后不超过14天，承包人应将仪器及其安装的下列详细资料提交监理人。这些资料包括（但不限于）：仪器的种类、型号、编号和说明；按比例图示仪器所在部位的位置、仪器的坐标和高程、电缆敷设的准确位置和路线、电缆接头的位置和仪器安装所用的材料；仪器埋设的日期、时间以及气候气温情况；仪器埋设时附近施工区作业情况；安装埋设时的照片；所取得的初始数据；由承包人和监理人双方签字的所有安装埋设记录等。

(12)在仪器安装埋设、基坑开挖、砼浇筑作业中，如发现有监测测值异常变化或仪器设备损坏现象，应及时采取补救措施。在仪器和电缆埋设完毕后，应立即检测，确认符合要求后，应及时编写施工日志，绘制竣工图。

5、监测设施安装埋设要求

(1)水平位移测点(GNSS测点)

采用混凝土观测墩，顶部设置避雷针。观测墩由基座、立杆和太阳能电池板组成，基座应与建筑物或边坡马道牢固结合，上部固定GNSS接收机。观测墩几何尺寸及建造要求参照设计图纸中的大样图执行。

(2)垂直位移测点(水准标点)

水闸顶部垂直位移测点采用钻孔或预留坑方式埋设，边坡部位的垂直位移测点直接埋设在钢筋混凝土观测墩基座上。具体埋设方法按照设计图纸和《混凝土坝安全监测技术规范》SL601-2013的要求执行。

(3)测缝计

测缝计埋设时，必须垂直缝面，预先在先浇块或围岩中预埋专用套筒，待另一侧混凝土浇至专用套筒附近时，及时安装测缝计，将其预拉1/4—1/3量程，并做好保护，测缝计周围混凝土用人工捣实。

(4)位错计

位错计应按图纸要求固定在可能发生错动的缝面上，其锚固杆一端固定在结构缝的左侧，另一端固定在结构缝的右侧，并设保护装置。位错计埋设时，上锚固端应固定在较稳定块一侧，下锚固端应固定在位移量较大的结构物一侧，并应预拉1/3仪器量程，仪器活动部位用布包裹，其周边60cm范围混凝土需用人工捣实。

(5)基岩变形计

①基岩变形计距离结构边线2m布置，根据设计图纸要求放样，孔径≥ϕ76mm，孔深一般为10~15m，钻孔倾斜度应控制在0.3%，对钻孔基岩要进行地质素描。

②清理干净钻孔内的石渣和积水，将基岩变形计的测杆和PVC护管的各接头连接牢固，并逐段向孔内送入。

③测杆、护管和灌浆管安装就位后，用水泥浆全孔灌浆，水泥浆的水灰比为0.5:1，灌浆压力为0.1MPa，待水泥浆初凝后安装传感器，并预拉2/3量程，检查无误后安装孔口保护装置。

④仪器埋设24h后，经检验合格，其上方1m范围用人工方法浇筑混凝土，埋设后要防止碰撞，并有专人维护和检测。

(6)水位计

①先在建筑物迎水面壁面采用管箍固定一根不锈钢管，钢管底部高程22.30m，顶部高程27.50m。钢管底部1m左右采用花管，使之与过水断面连通。

②在镀锌钢管内放入水位计，用水准仪精确测量水位计的高程，并将其电缆引入对应观测站内。

(7)水尺

①水尺应采用样板描绘涂刷，施工过程中应采用全站仪逐米进行定位，水尺涂刷底高程为22.30m，顶高程为27.50m，水尺高程中误差不大于±3mm。现场应每1年~2年定期校测水尺上水位零点标高，且在每年汛前应进行检查。

②根据坡面坡比，将水尺分辨力定为20cm，分辨力为水尺沿高程方向单位高度，大样图中标注长度为单位高度沿坡面长度。

③本套图仅给出垂直水尺涂刷大样，其余坡比沿坡面涂刷长度根据分辨力和坡比进行换算，样式参考同类型水尺涂刷大样。

(8)渗压计

①在埋设前将渗压计用土工布和过滤料(细砂)进行包裹，并在水中浸泡2小时以上，使其达到饱和状态。

②当埋在建基面时，一般采取挖坑法进行埋设，在埋设位置挖深10cm，直径20cm的小坑，在坑内铺一层粗砂，将包裹渗压计的砂包放在砂垫层上，再用粗砂回填至坑口，在坑口放一块油毛毡后，再浇筑混凝土。

③当埋在边坡时，采用钻孔方式进行埋设，并将包裹渗压计的砂包置于孔底，再根据大样图所示进行钻孔回填。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		取水口安全监测设计说明（1/10）			
校核	布谢					
设计	舒					
制图			比例	见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-QS-07-01		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

6、观测技术要求

(1)一般规定

①所有监测项目或监测仪器的监测时间和测次，无特殊要求时应按表6-1中的规定执行。

②在满足基本要求的情况下，还应根据设计特殊要求和监理工程师的意见，适当调整监测频次，以确保监测资料的连续性和掌握测点变化过程。

③同一监测部位相关联的不同监测项目和仪器，必须按同步原则开展观测工作，以便相互验证与对比分析。

④如发生持续暴雨、大洪水、有感地震或建筑物出现异常等情况时，应按监理人指示增加测次加强观测，并同时开展特别巡视检查，检查结束后及时将加强观测成果和特别巡视检查报告提交监理人。

⑤日常观测中发现监测数据出现异常时，应立即组织重测，经确认观测数据无误后，及时将观测成果通知参建各方，并按监测人指示加强观测。

⑥在现场条件许可的情况下，及早安装自动化采集装置形成监测自动化系统，以便早日实现监测数据的自动化和高频次采集。当自动化采集数据出现异常情况时，应采用人工方式进行对比测试。

⑦除按监理人指示进行各种仪器设备的观测外，还应按合同规定定时对进水口及其边坡区域开展人工巡视检查。发现危及建筑物安全的异常现象，及时报告有关参建单位。

⑧在对各个监测项目和监测仪器进行观测时，应同步记录环境参数和现场施工情况，以方便后续对监测资料开展综合分析。

(2)取水口永久安全监测

取水口永久安全监测的观测工作必须满足《水利水电工程安全监测设计规范》（SL 725-2016）和《混凝土坝安全监测技术规范》（SL 601-2013）规定的监测项目和频次要求，正常情况下人工观测频次可按照表6-1执行，如遇特殊情况（如高水位、特大暴雨、强地震等）和工程出现不安全征兆时应酌情增加测次。必要时，还应根据实际情况和监理人指示，适当调整监测频次。监测自动化系统形成后，接入自动化系统的测点应每天观测1～2次，并至少每季度进行一次人工比测。表6-1所示监测项目均应在蓄水（或通水）前取得初始值。

表6-1　取水口（含基坑边坡）安全监测频次表

监测项目	监测内容	施工期	充水试验期	运行期
巡视检查	日常检查	1次/周～3次/周	2次/天～1次/天	1次/月～2次/月
变形	基坑表面位移	2次/周～1次/天	1次/天～2次/天	2次/周～1次/天
	水闸表面沉降	1次/月～2次/月	1次/月～2次/月	1次/月～1次/季
	基岩变形	1次/周～2次/周	2次/周～1次/天	1次/月～2次/月
	接缝开合度	1次/周～2次/周	2次/周～1次/天	1次/月～2次/月
渗流渗压	进水口扬压力	1次/周～2次/周	2次/周～1次/天	1次/月～2次/月
	基坑地下水位	1次/周～2次/周	2次/周～1次/天	1次/月～2次/月
水位	水位（水尺）	1次/周～2次/周	2次/周～1次/天	1次/月～2次/月
	水位（水位计）	1次/周～2次/周	2次/周～1次/天	1次/月～2次/月

7、巡视检查

(1)巡视检查主要包括以下内容:

①建筑物混凝土结构有无裂缝和局部损坏现象。

②建筑物各分块结构缝有无错台和基础变形情况。

③取水口有无淤积，边坡是否存在变形、冲刷、坍塌和滑坡，拦污栅是否存在淤堵和破损现象。

④水闸是否沉降，底板有无开裂，各段之间衔接是否良好。

⑤取水口放水期流态、流量是否正常；取水口有无冲刷或砂石、杂物堆积现象等。

(2)巡视检查要求和方法

巡视检查主要由熟悉本工程情况的人员参加，并相对固定，每次检查前，均须对照检查程序要求，做好准备工作。

年度巡视检查和特殊情况下的巡视检查，还须做好相关的准备工作，并采取相应的安全防护措施，确保巡查工作及设备、人身安全。

检查的方法主要依靠目视、耳听、手摸、鼻嗅等直观方法，可辅以锤、钎、量尺、放大镜、望远镜、照相机、摄像机等工具进行；如有必要，可采用（坑）槽探挖、钻孔取样或孔内电视、注水或抽水试验，化学试剂、水下检查或水下电视摄像、超声波探测及锈蚀检测、材质化验或强度检测等特殊方法进行检查。

(3)巡视检查记录和报告

①记录和整理

每次巡视检查均应作好详细的现场记录，必要时应附有略图、素描、照片或录像资料。

对于有可疑迹象部位的记录，应在现场就地对其进行校对，确定无误后才能离开现场。

巡视检查必须及时整理，登记专项卡片，还应将本次检查结果与上次或历次检查结果对比，分析有无异常迹象。在整理分析过程中，如有疑问或发生异常现象，应立即对该检查项目进行复查，以保证记录的准确性和真实性。

②报告

日常巡视检查中发现异常情况时，应立即编写检查报告，并及时上报。

年度巡视检查在现场工作结束后一个月内必须提交详细报告。

专项巡视检查和特殊情况下的巡视检查，在现场工作结束后，应立即提交一份简报。

各种记录、报告至少应保留一份副本，存档备查。

施工期和运行期的巡视检查记录及报告，在工程竣工验收时应全部移交给运行管理单位。

8、其它要求

取水口安全监测所涉及的其它技术要求（如仪器电缆牵引与连接要求、施工期监测设施保护要求、监测资料整编分析要求、监测报告编制要求等）参见本标段招标文件和相关图纸技术要求。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

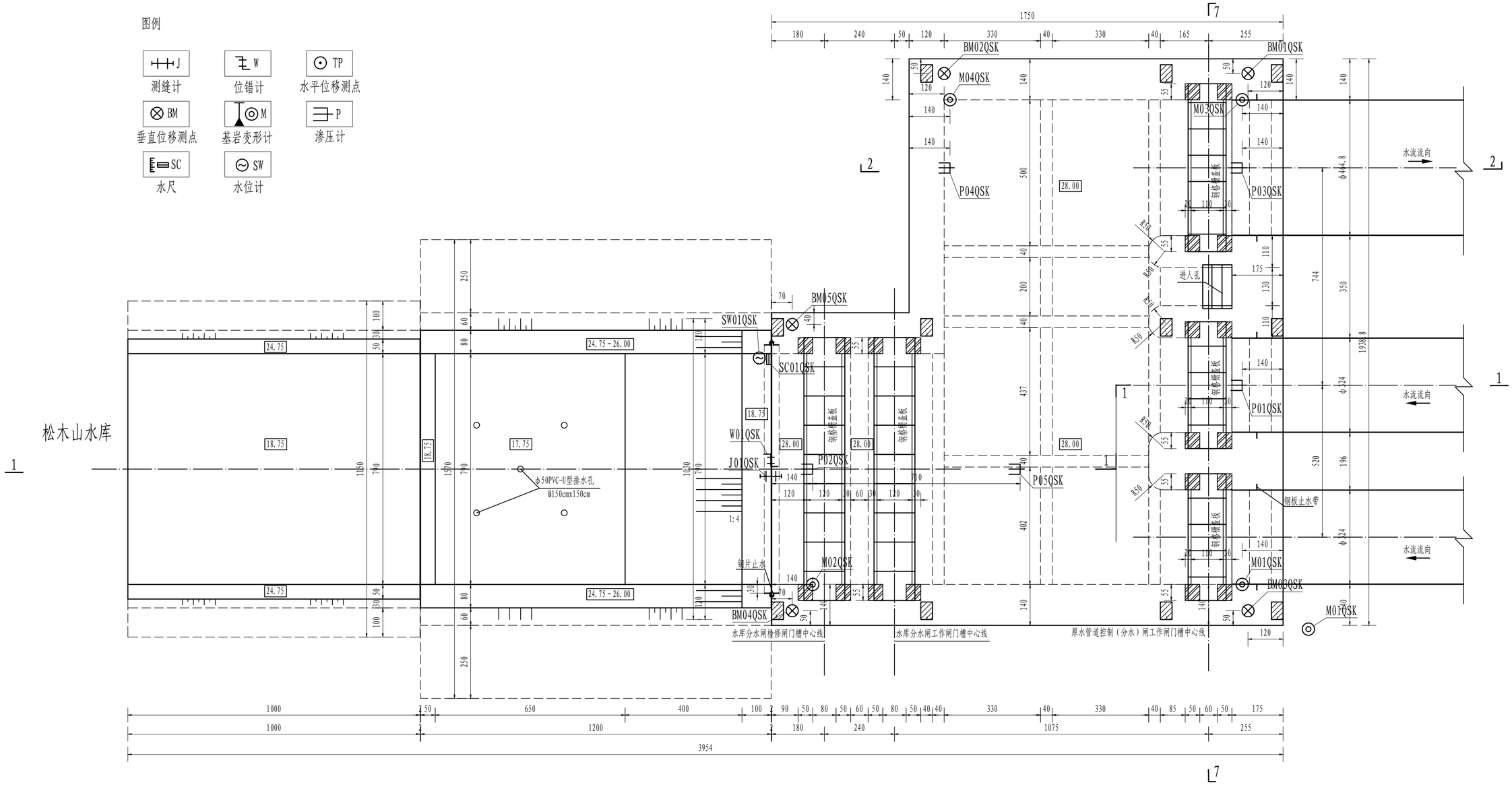
核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		取水口安全监测设计说明（2/10）			
校核	邓谢钦					
设计	舒旗					
制图			比例	见　图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-QS-07-02		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

取水口水闸安全监测设施平面布置图

图例

J 测缝计	W 位错计	TP 水平位移测点
BM 垂直位移测点	M 基岩变形计	P 渗压计
SC 水尺	SW 水位计	



说明:

1、本套图纸为取水口安全监测设施布置图，共计10张，本图为第3张，有关说明请互相参阅。
2、本图采用1985国家高程系。图中高程、坐标、桩号以米计，结构尺寸以厘米计，大样图尺寸以毫米计。
3、有关取水口水闸结构、基坑开挖及支护，以结构图和开挖图为准。
4、水闸顶部水准点采用挖坑或钻孔埋设方式，设置在高程28.00m平台上；水闸基坑水平位移观测墩布置于基坑开挖边坡马道或边坡顶部上，水准点设置在混凝土墩座上。
5、在水闸临近相对稳定的区域建立1个GNSS基准站，为GNSS观测提供基准。利用水闸附近竖井R1已设置的1座钢管标和2个岩石标，钢管标作为垂直位移观测的工作基点，2个岩石标用于定期校测垂直位移工作基点稳定性。
6、水闸底部渗压计P01QSK、P05QSK和P02QSK布置在断面1-1，渗压计P03QSK和P04QSK布置在断面2-2，渗压计均采用挖坑埋设方式。基岩变形计布置在水闸基础四角，与水闸墙外壁面水平距离均为1.40m。
7、图中埋设于同一位置的仪器，应上下（或左右）错开约0.5m布置。图中各监测仪器电缆牵引应外穿保护管，并埋设在混凝土内，统一引入水闸高程28.00m平台观测房内。
8、图中工程量表所列电缆及其保护管工程量为估计值，实际工程量应由监理工程师据实核算。
9、各测点放样时，如遇特殊情况，经监理工程师批准，测点位置可作适当调整。
10、监测人员在现场进行监测设施安装、日常观测和巡视检查过程中，应做好安全防护，确保人员及设备的施工安全。
11、其它有关监测仪器主要技术指标、埋设及观测要求可参见设计说明、招标文件及《混凝土坝安全监测技术规范》SL 601-2013。
12、测点编号：TP 01 QSK。

- QSK：取水口
- 01：仪器编号
- TP：仪器代号

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		取水口安全监测设施布置图（3/10）			
校核	布谢欣					
设计						
制图	舒琳		比例	见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-QS-07-03		

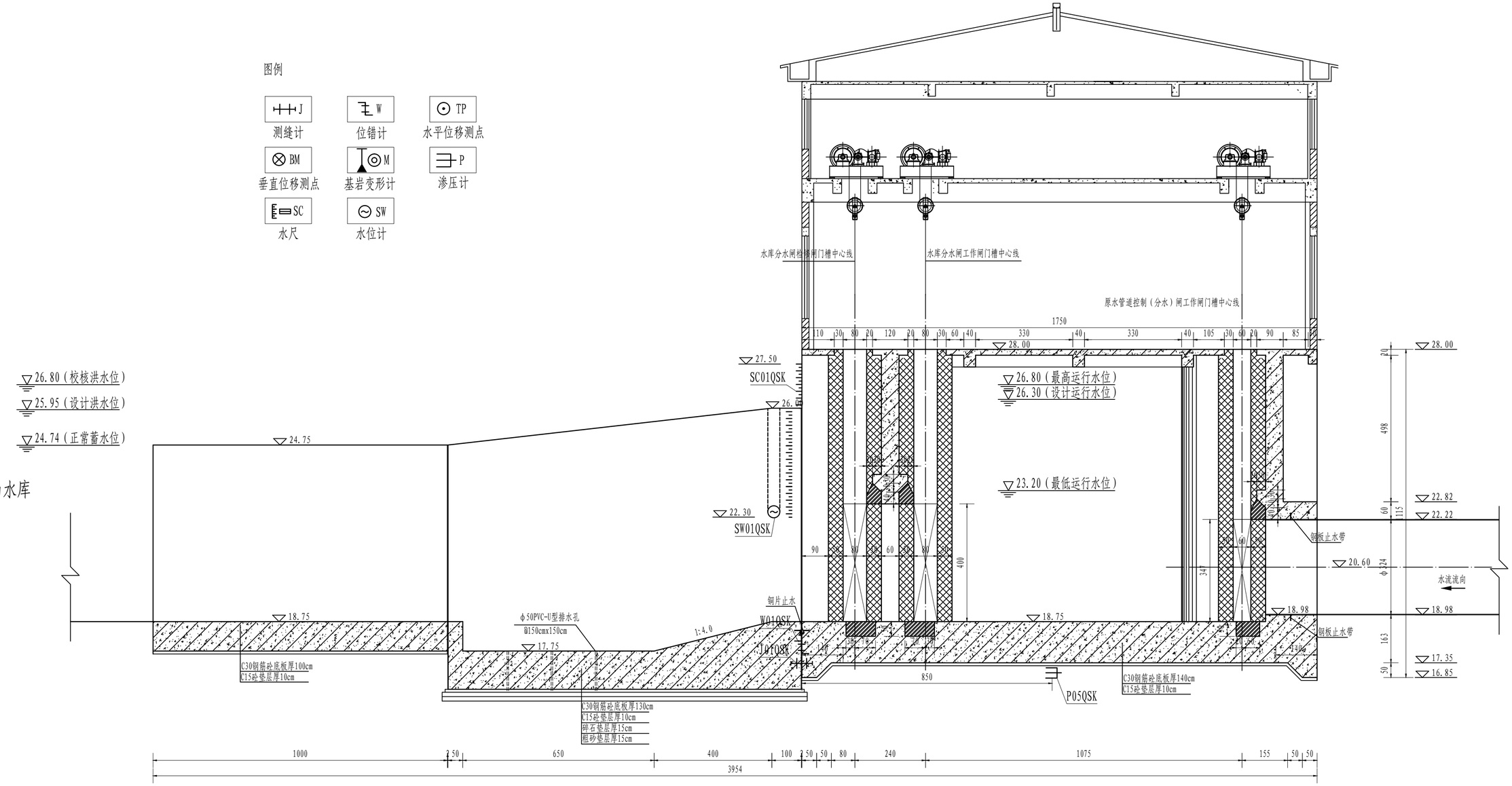
声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

取水口水闸安全监测设置纵剖面图

（1-1）

图例

J 测缝计	W 位错计	TP 水平位移测点
BM 垂直位移测点	M 基岩变形计	P 渗压计
SC 水尺	SW 水位计	



说明:

1、本套图纸为取水口安全监测设施布置图，共计10张，本图为第4张，有关说明请互相参阅。

2、本图采用1985国家高程系。图中高程、桩号以米计，结构尺寸以厘米计，大样图尺寸以毫米计。

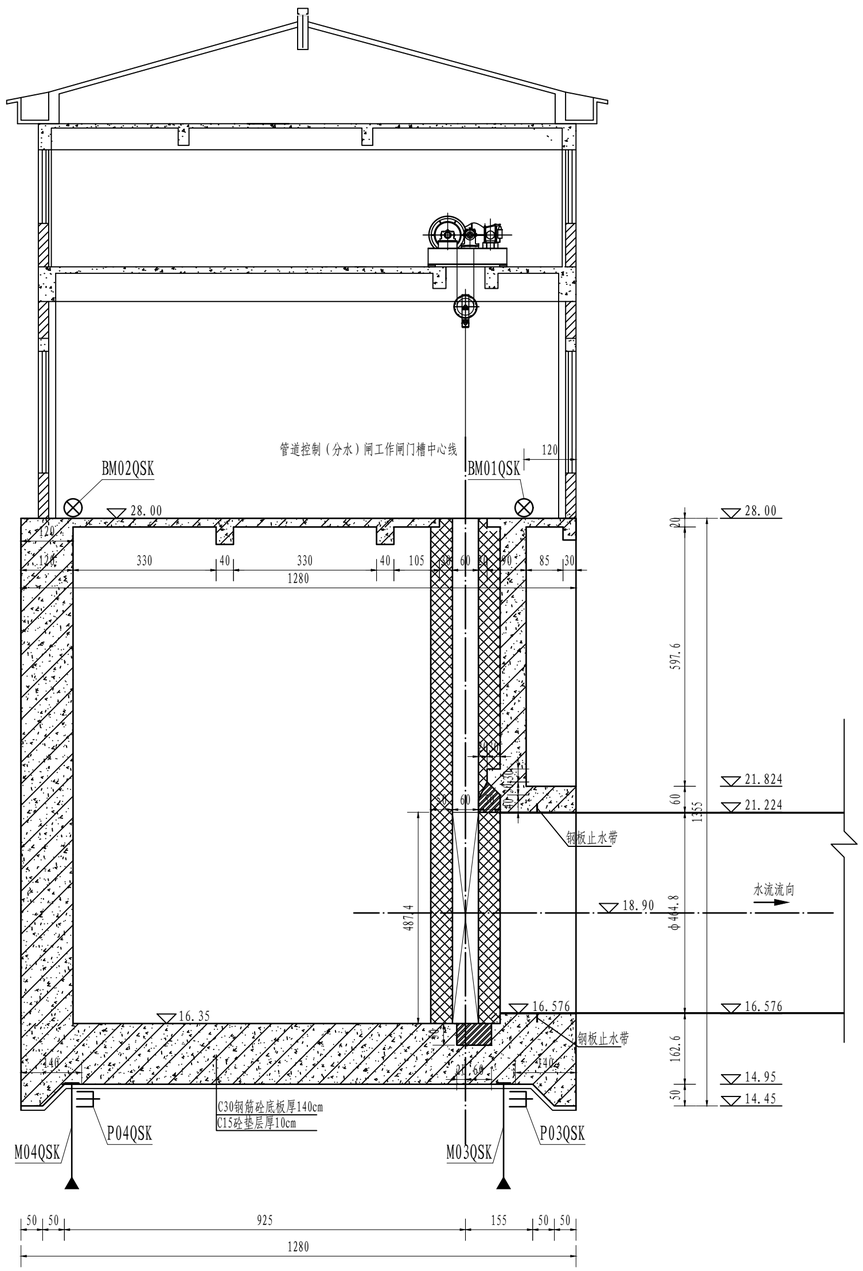
3、有关水闸结构和基坑开挖支护等，以结构图和开挖图为准。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

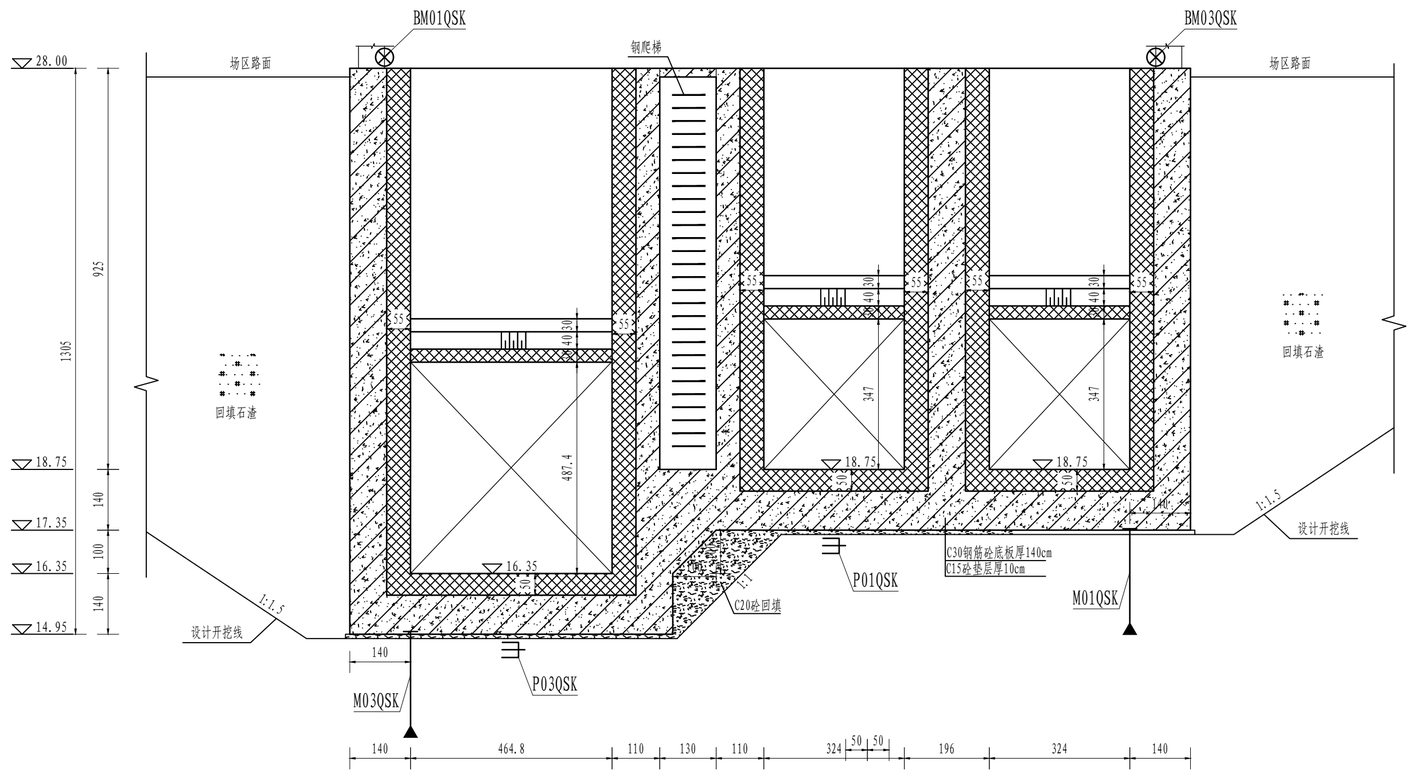
核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		取水口安全监测设施布置图（4/10）			
校核	布瑞安					
设计						
制图	舒 旗		比例	见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-QS-07-04		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

2-2剖面图



7-7剖面图



说明:

1、本套图纸为取水口安全监测设施布置图，共计10张，本图为第5张，有关说明请互相参阅。

2、本图采用1985国家高程系。图中高程、桩号以米计，结构尺寸以厘米计，大样图尺寸以毫米计。

3、有关水闸结构和基坑开挖支护等，以结构图和开挖图为准。

图例

J 测缝计	W 位错计	TP 水平位移测点
BM 垂直位移测点	M 基岩变形计	P 渗压计
SC 水尺	SW 水位计	

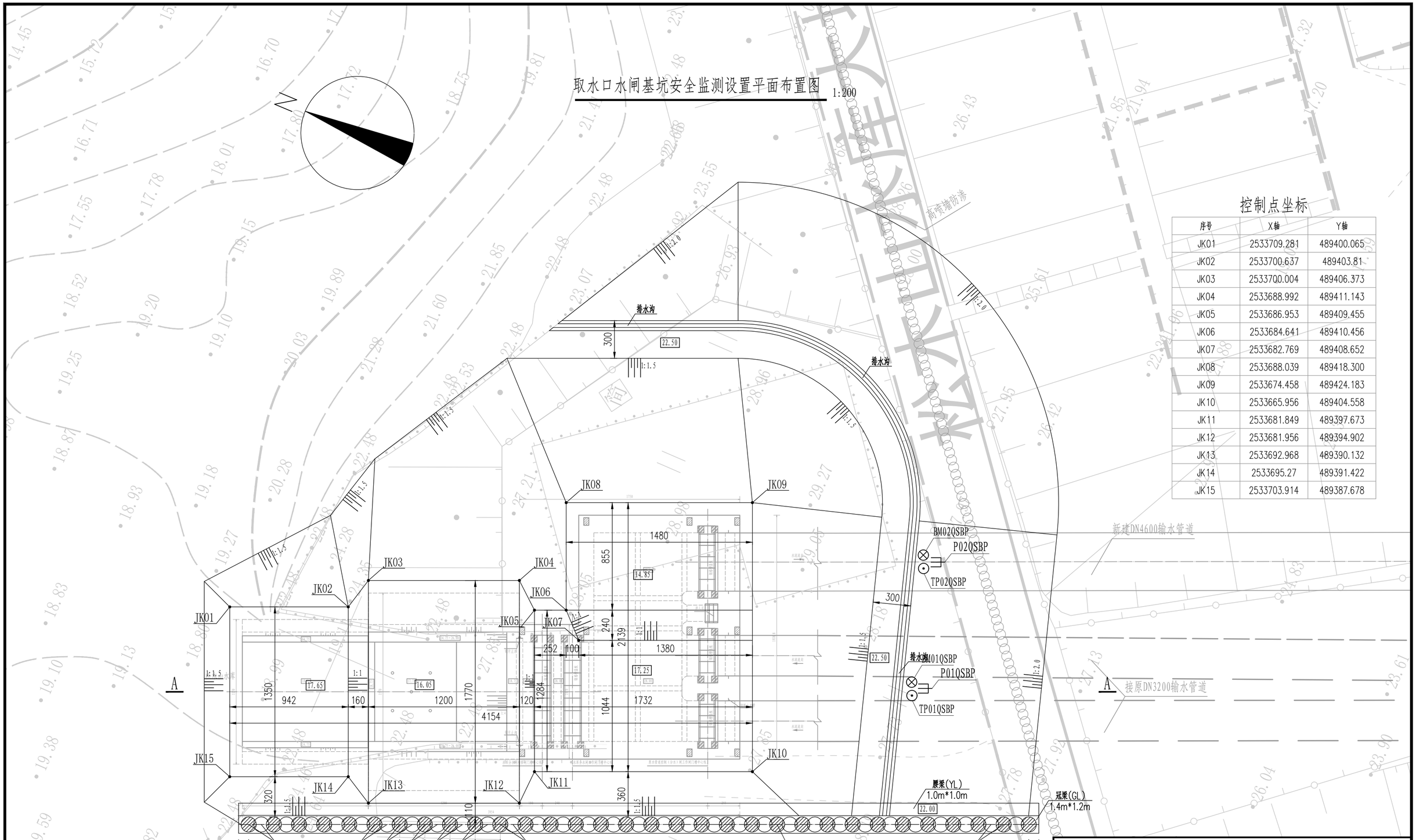
长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		取水口安全监测设施布置图（5/10）		
校核	布卿歌				
设计					
制图	舒婧		比例	见 图	日期 2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-QS-07-05	

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

取水口水闸基坑安全监测设置平面布置图

1:200



控制点坐标

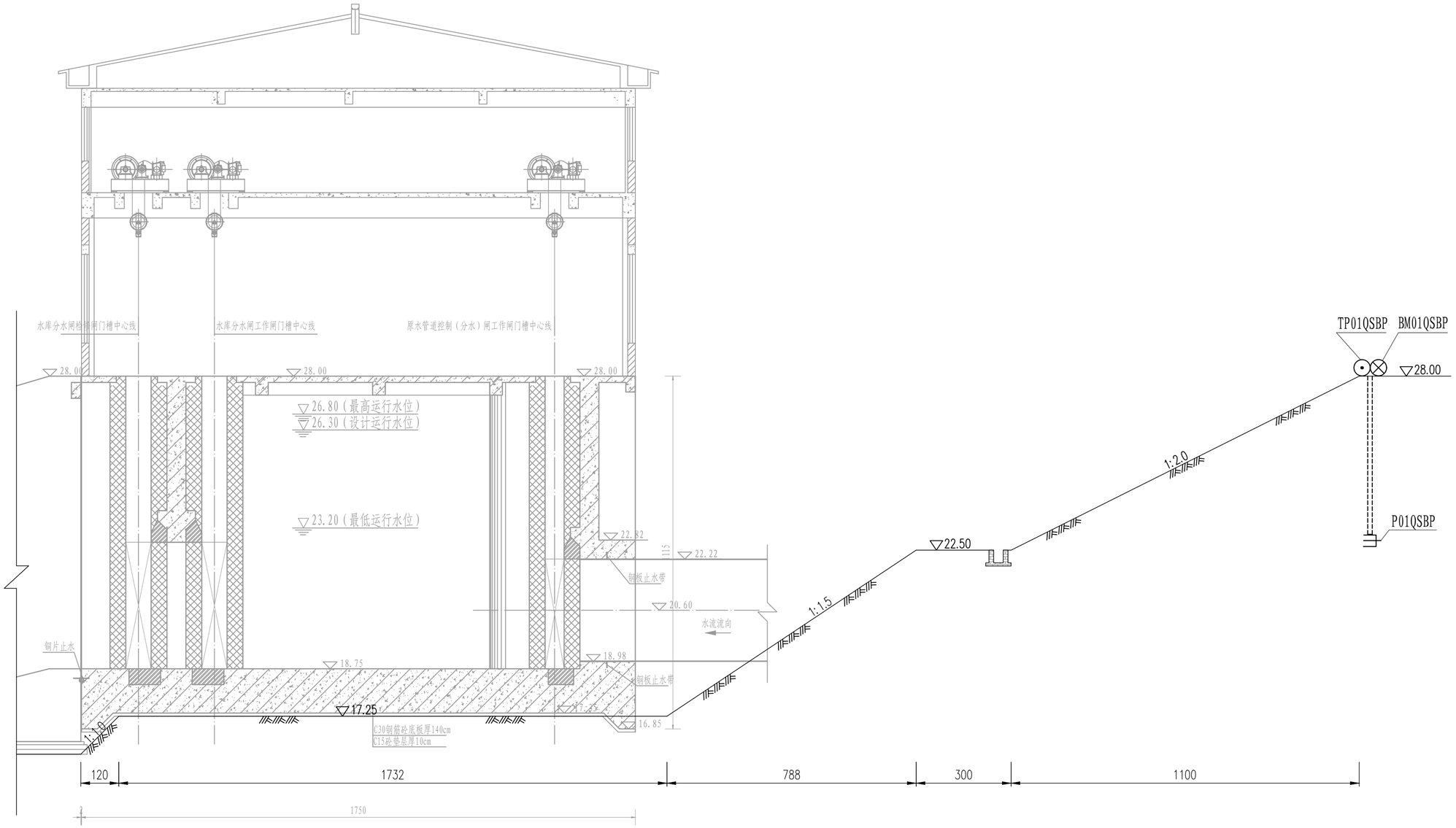
序号	X轴	Y轴
JK01	2533709.281	489400.065
JK02	2533700.637	489403.81
JK03	2533700.004	489406.373
JK04	2533688.992	489411.143
JK05	2533686.953	489409.455
JK06	2533684.641	489410.456
JK07	2533682.769	489408.652
JK08	2533688.039	489418.300
JK09	2533674.458	489424.183
JK10	2533665.956	489404.558
JK11	2533681.849	489397.673
JK12	2533681.956	489394.902
JK13	2533692.968	489390.132
JK14	2533695.27	489391.422
JK15	2533703.914	489387.678

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		取水口安全监测设施布置图（6/10）			
校核	布谢安					
设计						
制图	舒旗		比例	见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-QS-07-06		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

A-A剖面图 1:100



说明:

1、本套图纸为取水口安全监测设施布置图，共计10张，本图为第7张，有关说明请互相参阅。
2、图中高程、桩号以米计，结构尺寸以厘米计，大样图尺寸以毫米计。
3、有关水闸结构和基坑开挖支护，以结构图和开挖图为准。
4、渗压计钻孔参数一览表中给出的钻孔深度仅供参考，实际钻孔深度应根据钻孔中实际揭示的地下水位确定，在实际地下水位以下1.0m位置处终孔。若钻到设计深度仍未见地下水，还需继续加深钻孔，但不得破坏输水管道。
5、钻孔结束后，应在每个孔底设1支渗压计，并精确测量其位置高程，以便将来接入监测自动化系统。
6、测点编号: P 01 QSBP。

- QSBP：取水口基坑边坡
- 01：仪器编号
- P：仪器代号

渗压计钻孔参数一览表（仅供参考）

部位	渗压计编号	开孔高程(m)	孔底高程(m)	孔深(m)	孔斜(°)	孔向
取水口边坡	P01QSBP	28.00	23.00	5.00	0	垂直
取水口边坡	P02QSBP	28.00	23.00	5.00	0	垂直
取水口边坡	P03QSBP	28.00	23.00	5.00	0	垂直

图例

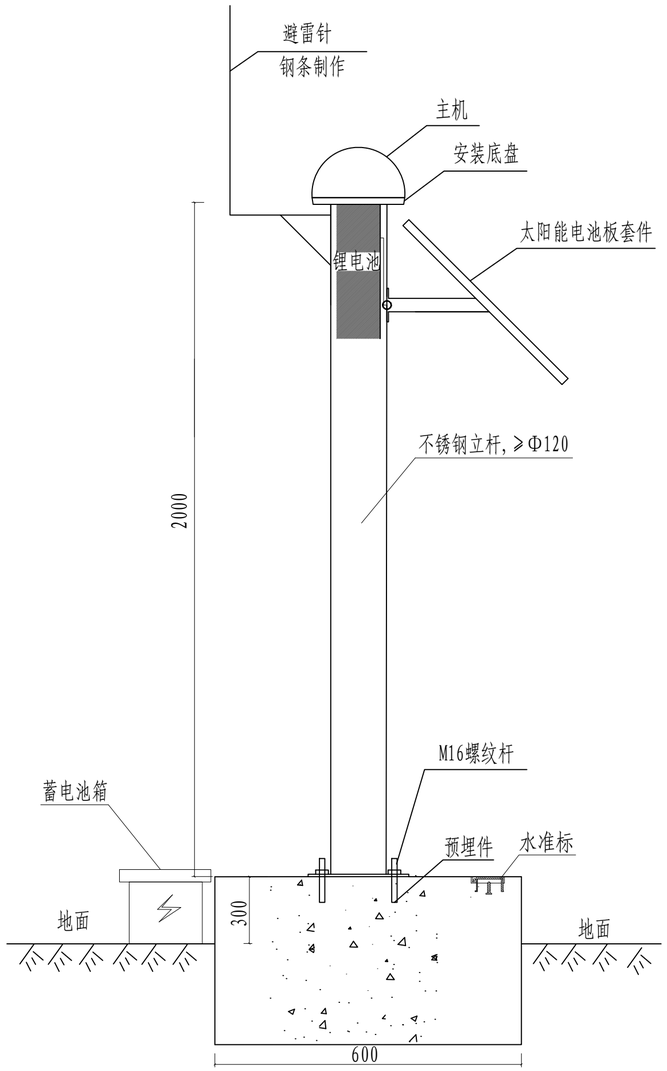
- ⊙ TP 水平位移测点
- ⊗ BM 垂直位移测点
- ⊐ P 渗压计

长江勘测规划设计研究有限责任公司

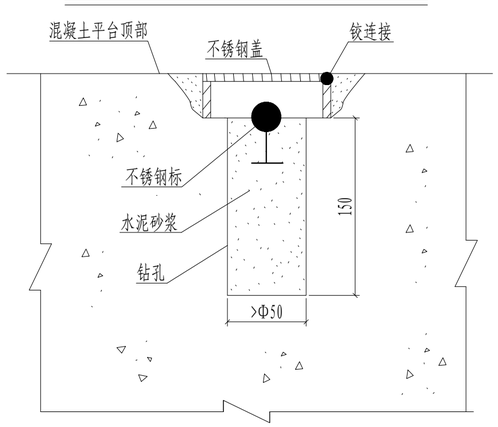
核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计
核定				安全监测	部分
审查	李少林		取水口安全监测设施布置图（7/10）		
校核	布翔宇				
设计					
制图	舒婕		比例	见 图	日期 2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-QS-07-07	

声明：未经授权，不得翻印（录），传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

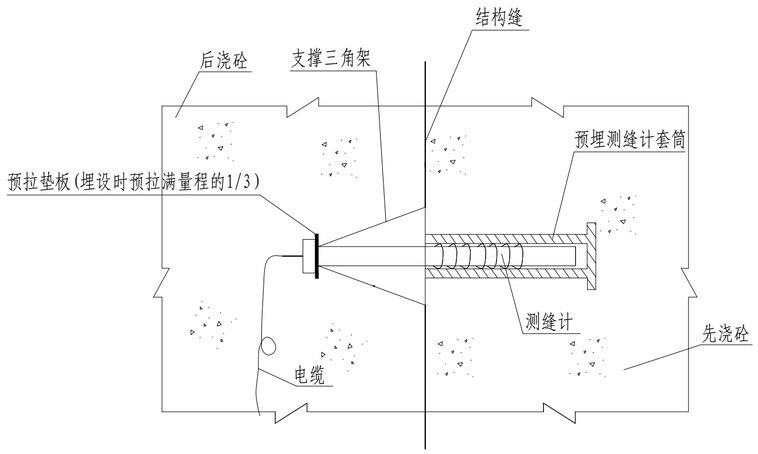
取水口基坑边坡外观测点观测墩大样(示意)



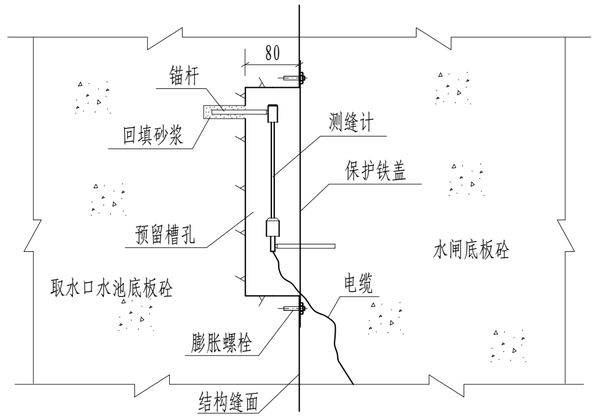
水准点埋设大样图（示意）



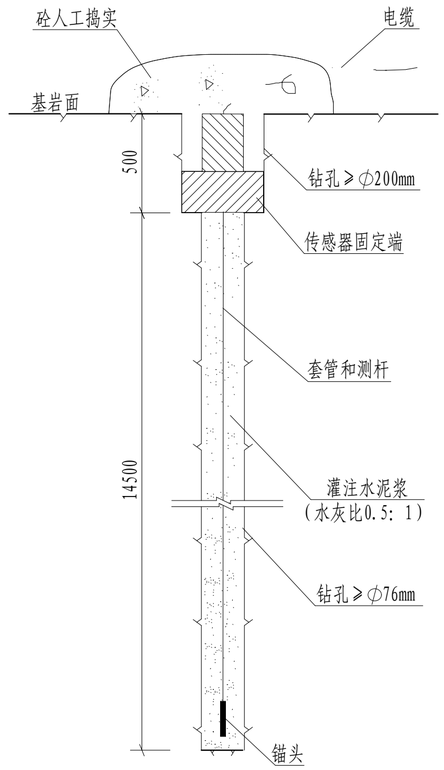
测缝计安装埋设大样图(示意)



位错计安装埋设大样图(示意)



基岩变形计安装埋设大样图(示意)



说明:

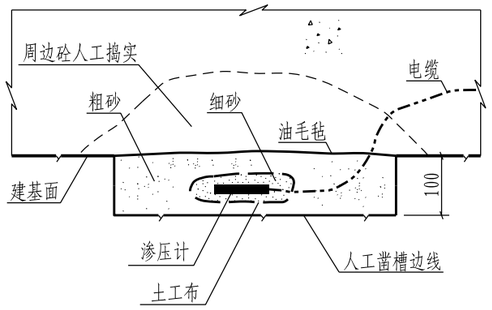
1、本套图纸为取水口安全监测设施布置图，共计10张，本图为第8张，有关说明请互相参阅。
2、图中高程、桩号以米计，结构尺寸以厘米计，大样图尺寸以毫米计。
3、GNSS观测墩规格为600*600*600mm；观测墩顶部预埋4个M16螺纹杆用于固定不锈钢立杆。
4、立杆底部焊接尺寸约300*300mm的不锈钢板用于架设立杆。
5、焊接需要满焊，无虚焊漏焊，焊渣需要清理干净，锐边倒钝。
6、图中安装方式仅供参考，施工单位根据现场实际情况或厂家建议，经现场监理批准后可酌情修改。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		取水口安全监测设施布置图（8/10）			
校核	孙海欧					
设计						
制图	郑旗		比例	见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-QS-07-08		

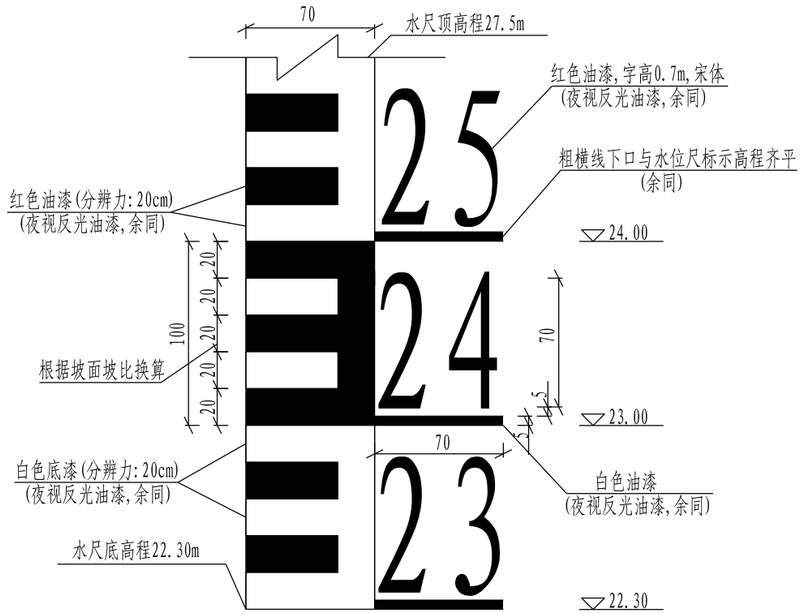
声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

基岩面渗压计安装埋设大样图(示意)

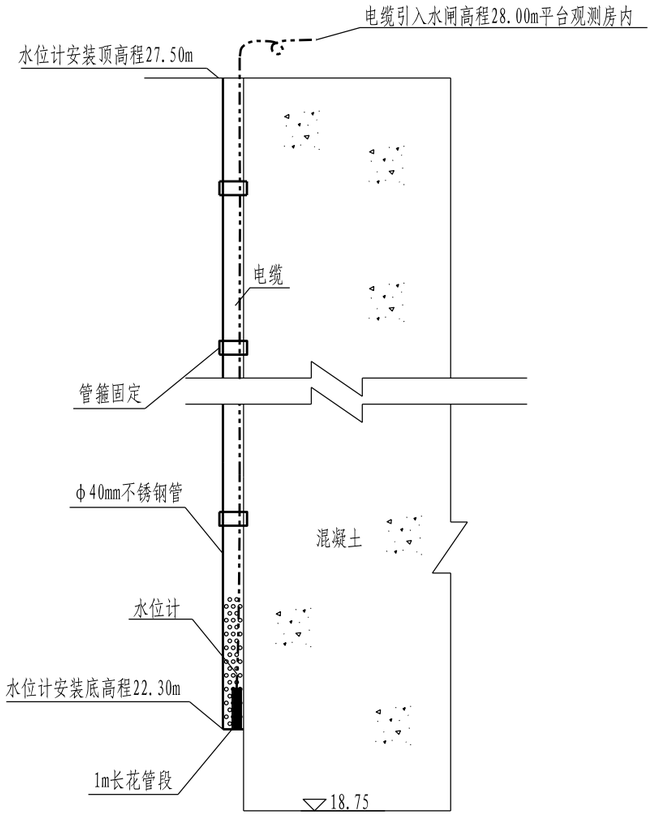


油漆水尺详图(示意)

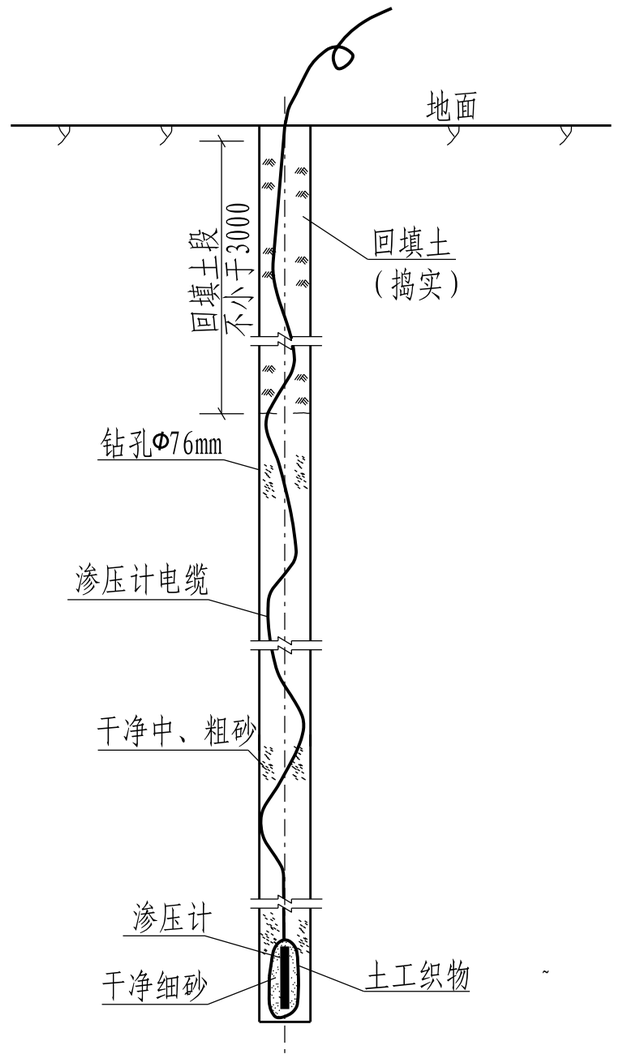
(沿坡面展开，坡比：垂直)



水位计安装埋设大样图(示意)



边坡渗压计安装埋设大样图(示意)



说明:

1、本套图纸为取水口安全监测设施布置图，共计10张，本图为第9张，有关说明请互相参阅。

2、图中高程、桩号以米计，结构尺寸以厘米计，大样图尺寸以毫米计。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		取水口安全监测设施布置图（9/10）			
校核	石琼水					
设计	舒森					
制图			比例	见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-QS-07-09		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。

取水口安全监测设施工程量及主要技术参数

编号	项目名称	单位	数量	主要技术指标	备注
1	变形监测				
1.1	垂直位移测点				
1.1.1	水准标	个	5	不锈钢，外设保护盖	
1.2	振弦式基岩变形计				
1.2.1	振弦式基岩变形计	支	4	振弦式，量程 50mm	
1.2.2	基岩变形计钻孔及灌浆	m	30	≥ϕ76mm	按实际发生计
1.2.3	4 芯屏蔽电缆	km	0.195		按实际发生计
1.3	振弦式测缝计				
1.3.1	振弦式测缝计	支	1	振弦式，量程 25mm	
1.3.2	4 芯屏蔽电缆	km	0.1		按实际发生计
1.4	振弦式位错计				
1.4.1	振弦式位错计	支	1	振弦式，量程 25mm	
1.4.2	4 芯屏蔽电缆	km	0.1		按实际发生计
2	渗流渗压监测				
2.1	渗压计				
2.1.1	振弦式渗压计	支	5	量程 0.35MPa	
2.1.2	4 芯屏蔽电缆	m	3500		按实际发生计
3	水位监测				
3.1	水位标尺	根	1	油漆绘制	
3.2	水位计				
3.2.1	振弦式水位计	支	1	量程 0.35MPa	
3.2.2	水位计护管	m	5.3	ϕ40mm 不锈钢管	
3.2.3	4 芯屏蔽电缆	m	60		按实际发生计
4	基坑边坡变形监测				
4.1	水平位移测点				
4.1.1	水平位移观测墩	个	4	观测墩 600*600*600mm；含镀锌钢管≥Φ120,H2000	
4.1.2	强制对中基盘	个	4		
4.1.3	GNSS 接收机	台	4	平面精度≤3mm+0.1ppm，高程精度≤3.5mm+0.4ppm；	含 GNSS 天线
4.1.4	监测控制软件	项	1		
4.1.5	无线通信模块	套	4	4G 全网通，一路多发，内置物联网卡(含 3 年流量费)	
4.1.6	电源电缆	m	640	两芯双绞线，RVV2 · 2.5mm	
4.2	垂直位移测点				
4.2.1	水准标	个	3	不锈钢，外设保护盖	
5	基坑边坡渗流渗压监测				
5.1	渗压计				
5.1.1	振弦式渗压计	支	3	量程 0.35MPa	
5.1.2	渗压计钻孔及回填	m	15	ϕ76mm	按实际发生计
5.1.3	4 芯屏蔽电缆	m	35		按实际发生计
6	共用设备				
6.1	PVC 电缆保护管	m	2400	PVC 管，ϕ30～50mm	按实际发生计
6.2	现地监测站	个	1		

说明:

1、本套图纸为取水口安全监测设施布置图，共计10张，本图为第9张，有关说明请互相参阅。

2、图中高程、桩号以米计，结构尺寸以厘米计，大样图尺寸以毫米计。

长江勘测规划设计研究有限责任公司

核准		日期	江库联网原水绕松木山水库段原水管道工程（主体段）	施工详图	设计	
核定				安全监测	部分	
审查	李少林		取水口安全监测设施布置图（10/10）			
校核	石海歌					
设计						
制图	郑旗		比例	见 图	日期	2023.03
设计证号	A142000843		图号	SLKS3057-E-62-QS-07-10		

声明：未经授权，不得翻印（录）、传播或他用，对于侵权行为我公司将保留追究其法律责任的权利。