

5 工程布置及建筑物

5.1 设计依据

5.1.1 主要法律法规

- (1) 《中华人民共和国水法》（2016年）；
- (2) 《中华人民共和国防洪法》（2016年）；
- (3) 《中华人民共和国河道管理条例》（2017年3月）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2016年）；
- (5) 《中华人民共和国水土保持法》（2010年）；
- (6) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年）；
- (7) 《浙江省饮用水水源保护条例》（2011年）。

5.1.2 主要规程规范

设计依据的主要规程和规范：

- 1) 《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）；
- 2) 《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL / T 619-2021）；
- 3) 《防洪标准》（GB 50201-2014）；
- 4) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017）；
- 5) 《室外给水设计标准》（GB50013-2018）；
- 6) 《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB 50268-2008）；
- 7) 《水工隧洞设计规范》（SL 279-2016）；
- 8) 《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB 50069-2002）；
- 9) 《给水排水工程管道结构设计规范》（GB 50332-2002）；
- 10) 《给水排水工程埋地钢管管道结构设计规程》（CEC S141:2002）；
- 11) 《给水排水工程埋地预应力混凝土管和预应力钢筒混凝土管管道结构设计规程》（CECS 140:2011）；

- 12）《泵站设计标准》（GB 50265-2022）；
- 13）《水工混凝土结构设计规范》（SL 191-2008）；
- 14）《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）；
- 15）《水工建筑物荷载设计规范》（SL 744-2016）；
- 16）《村镇供水工程技术规范》（GB/T 43824-2024）；
- 17）《调水工程设计导则》（SL430-2008）；
- 18）《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）；
- 19）《城镇供水长距离引水管（渠）道工程技术规程》（CECS193-2005）；
- 20）《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB 50010-2010）；
- 21）《岩石锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB 20086-2015）；
- 22）《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）。

其他现行有效的规程、规范和标准等。

5.2 工程等级及标准

5.2.1工程等别及建筑物级别

本工程属于供水工程，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），供水工程等级划分如下：

表 5.2-1 供水工程工程等级标准

工程等别	工程规模	供水对象重要性	年引水量（亿m ³ ）
I	大（1）型	特别重要	≥10
II	大（2）型	重要	<10，≥3
III	中型	中等	<3，≥1
IV	小（1）型	一般	<1，≥0.3

工程等级	工程规模	供水对象重要性	年引水量（亿m ³ ）
V	小（2）型		<0.3

本工程供水范围主要为泰顺县环飞云湖各乡镇，供水对象为一般，年引水量小于 $0.3\times 10^8\text{m}^3$ ，设计引水流量小于 $1\text{m}^3/\text{s}$ ，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017），本工程为V等工程。但考虑本工程泵站比较多，扬程比较高，装机容量较大，根据规范确定的建筑物级别比较高，工程重要性比较高，故确定本工程等别为IV等工程。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017），供水工程永久性水工建筑物级别，应根据设计流量按表4.7.1确定。供水工程中的泵站永久性水工建筑物级别，应根据设计流量及装机功率按表 4.7.1确定。承担县级市及以上城市主要供水任务的供水工程永久性水工建筑物级别不宜低于3级；承担建制镇主要供水任务的供水工程永久性水工建筑物级别不宜低于4级。

表 4.7.1 供水工程的永久性水工建筑物级别

设计流量/(m ³ /s)	装机功率/MW	主要建筑物	次要建筑物
≥50	≥30	1	3
<50, ≥10	<30, ≥10	2	3
<10, ≥3	<10, ≥1	3	4
<3, ≥1	<1, ≥0.1	4	5
<1	<0.1	5	5
注 1：设计流量指建筑物所在断面的设计流量。 注 2：装机功率系指泵站包括备用机组在内的单站装机功率。 注 3：泵站建筑物按分级指标分属两个不同级别时，按其中高者确定。 注 4：由连续多级泵站串联组成的泵站系统，其级别可按系统总装机功率确定。			

本工程泵站扬程高，装机容量较大，根据泵站装机容量，确定本工程主要建筑物提水泵站、加压泵站为3级建筑物，输水管道、中转

水池等为4级建筑物，次要和临时建筑物为5级。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017），建筑物的洪水标准根据工程性质和建筑物级别确定。

表5.2-2 建筑物的级别及洪水标准表

建 筑 物		级别	防洪标准 [重现期 (年)]	
			设 计	校 核
泵站		3	30	100
输水管道（含隧洞、埋管、分水口）		4	20	50
水池		4	20	50
临时性建筑物	土石结构	5	5	
	混凝土、浆砌石结构	5	5	

5.2.3地震设防烈度

本区区域构造基本稳定，根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），工程区设防水准为50年超越概率10%的地震动参数：地震动峰值加速度为0.05g（相应地震基本烈度值为Ⅵ度），地震动反应谱特征周期为0.4s。

根据《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）的相关规定，本工程抗震设防类别为丁类，设计地震烈度为Ⅵ度，可不进行抗震计算。

5.2.4工程合理使用年限

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》，本工程为Ⅳ等供水工程，合理使用年限为30年。

5.2.5主要设计允许值

（1）地下埋管设计规定

根据《村镇供水工程技术规范》（GB/T 43824-2024）规定：输配水管道的的设计流速宜采用经济流速，不宜大于2.0m/s，输送浑水的

输水管道，设计流速不宜小于0.6m/s。

在非冰冻地区，在松散岩层中，管道覆土不宜小于0.7m，在基岩风化层上埋设时，管顶覆土不宜小于0.5m。穿越道路，农田或者沿道路铺设时，管道覆土不宜小于1.0m。

（2）主要建筑物稳定安全系数

按照《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007）的规定，本次工程主要建筑物安全系数应满足表5.2-2中的规定要求，其中基本组合计算工况为：完建期、设计运用工况；特殊组合Ⅰ计算工况为：施工工况、检修工况和校核洪水位工况；特殊组合Ⅱ计算工况为：地震工况。

表5.2-3 岩基上主要建筑物安全系数

建筑物名称	建筑物等级	荷载组合	抗滑安全系数	抗倾覆安全系数
挡墙	4	基本组合	1.05	1.40
		特殊组合Ⅰ	1.00	1.30
		特殊组合Ⅱ	1.00	

（3）工程边坡设计规定

根据《水利水电工程边坡设计规范》（SL386-2007），本工程边坡等级为4级，正常运用条件下抗滑稳定安全系数K=1.15~1.10，非常运用条件（Ⅰ）K=1.10~1.05。

5.3 工程选址及选线

5.3.1引水方案比选

方案一、集中提水，分别供水方案

在珊溪水库设浮船泵站集中提水，然后通过加压泵站加压送往高位水池，并供水至筱村镇，再通过泵站加压后沿新建隧道铺设管道，跨分水岭，在隧洞出口处设置中转水池，高程610m，然后通过出水管供水至泗溪镇白粉墙水厂。其中在320m高位水池处向北通过支管一供

水至包垵水厂，途经南浦溪镇水厂和箬洋村水厂时，通过支管向其供水，向南输水时在沿途设输水支线管道输水至百丈镇、司前镇、竹里乡。

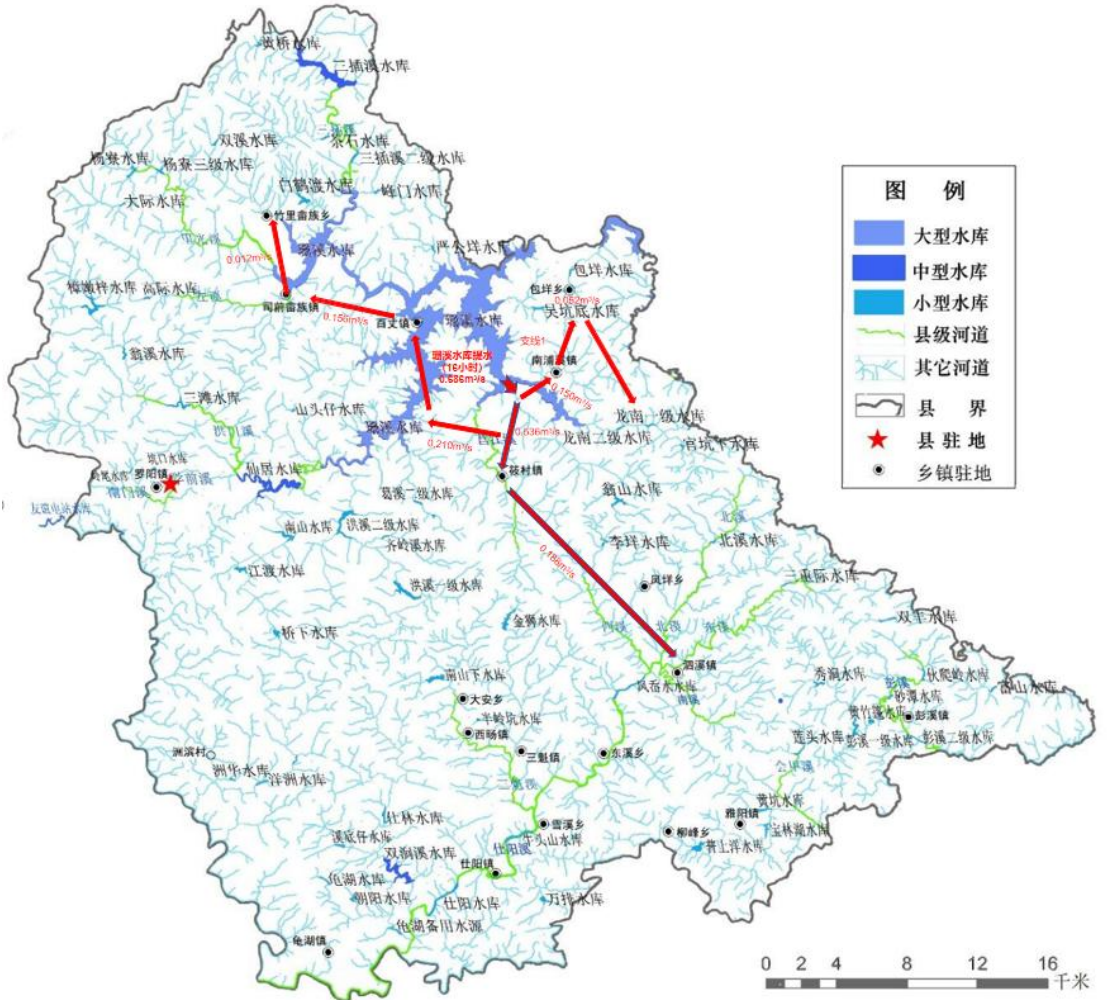


图5.3-1 方案一引水方案布置示意图

方案二、分别提水，分别供水方案

- 1、包垵乡单独从珊溪水库库区设浮船泵站提水，浮船泵站位于石柱垵村向北侧约1.4km处珊溪水库岸坡，然后通过加压泵站加压送往包垵水厂。
- 2、南浦溪镇单独从珊溪水库设浮船泵站提水，提水泵站设在南浦溪汇入珊溪水库入口处，新浦大桥下游1120m处的右侧岸坡。然后通过加压泵站加压送往南浦溪水厂。

3、筱村镇及其他乡镇从珊溪水库库区设浮船泵站提水，然后通过加压泵站加压送往高位水池，然后通过出水管供水至筱村镇长垵水厂，其后管道布置和方案一相同。

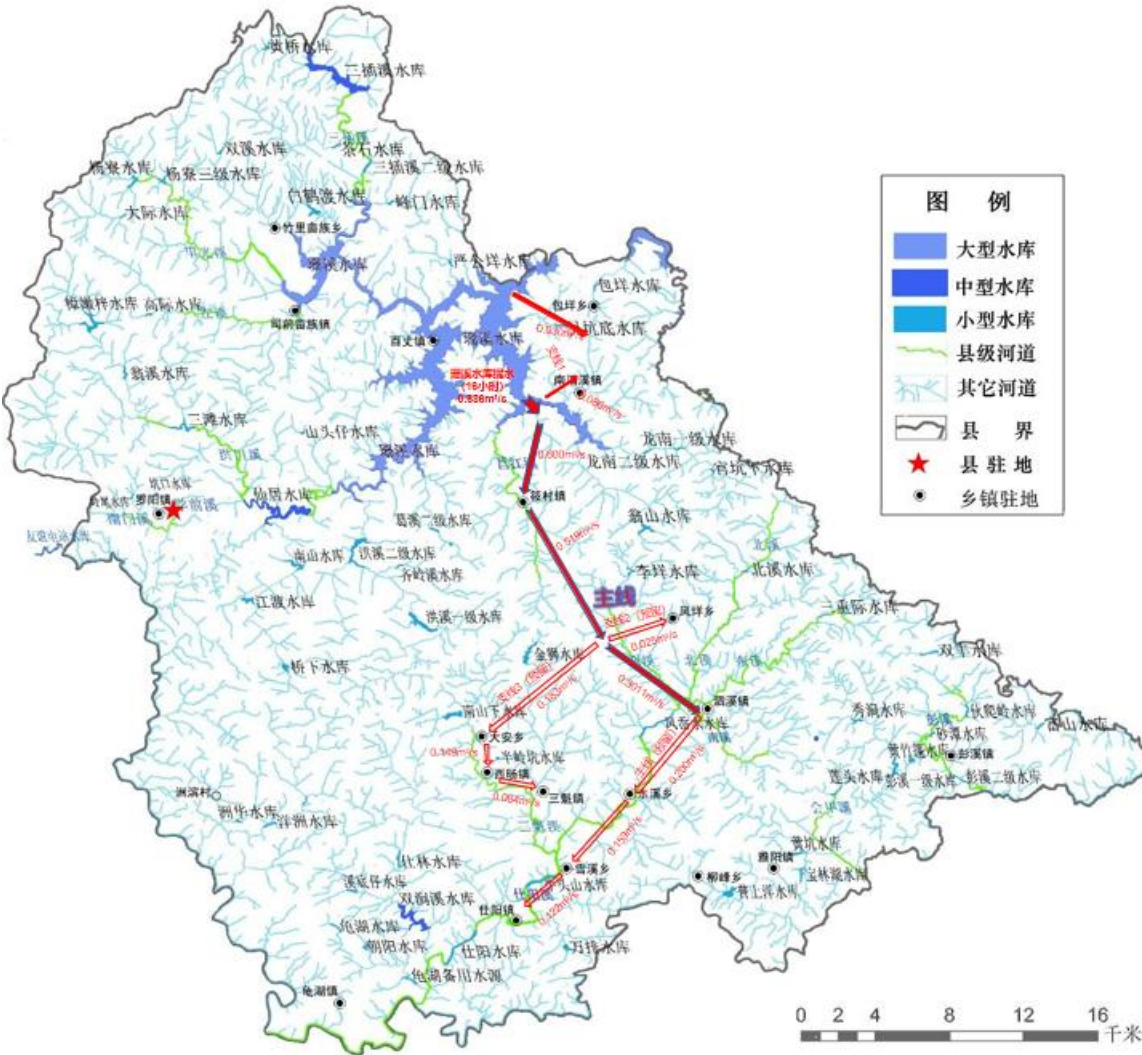


图5.3-2 方案二引水方案布置示意图

方案三、洪溪二级水电站尾水提水，分别供水方案

南浦溪镇和包垵乡从珊溪水库提水，与方案二相同，筱村镇及泗溪等其他乡镇从洪溪二级水电站尾水引水。

洪溪二级水电站位于洪口溪支流洪溪，工程任务为发电，洪溪二级水库集雨面积为77.5km²，总库容974万m³，为小（1）型水库，水量较为稳定，可以作为供水水源。

洪溪二级水电站由于涉及产权问题，不能从库区引水，初步考虑从洪溪二级水电站尾水引水至筱村镇，然后分两路管道供水，分别通往筱村镇长垵水厂和泗溪镇白粉墙水厂。

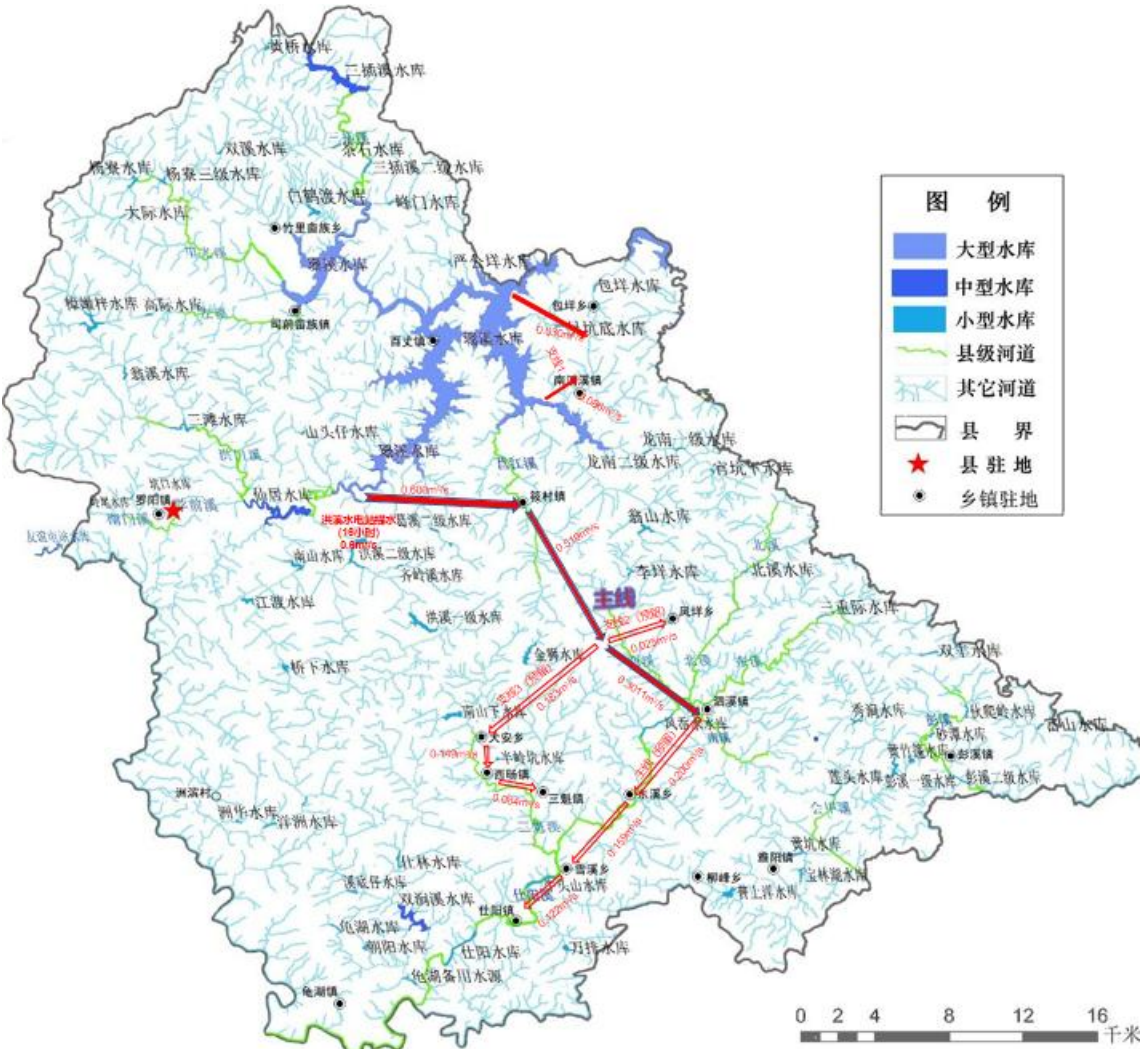


图5.3-3 方案三引水方案布置示意图

在洪溪二级水电站尾水下游设置引水堰坝稳定水位，然后设置提水泵站和加压泵站，将水位提高至450m高位水池，然后布置引水隧洞引水至筱村镇，隧洞长度8360m。

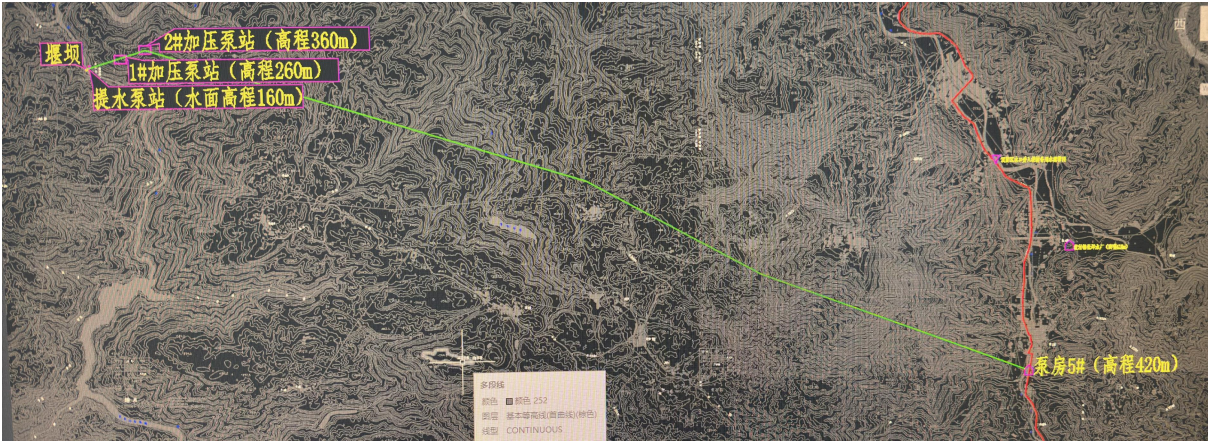


图5.3-4 方案三引水线路示意图

表 5.3-1 引水方案比较表

项目	方案一	方案二	方案三
主要工程量	浮船提水泵站1座，加压泵站7座，管道总长度78878m，隧洞长度1.6km	浮船提水泵站3座，加压泵站7座，管道总长度81102m，隧洞长度1.6km	提水泵站1座，加压泵站7座，管道总长度72278m，隧洞总长度9.96km
工程建安投资	15379万元	16463万元	17390万元
施工难度	拟建泵站处岸坡相对较缓，施工难度较低。	拟建包垵、南浦溪泵站处岸坡较陡，该段管道铺设难度较大。	引水隧洞长8360m，施工难度大，工期长，费用高。
运行管理	浮船提水泵站集中布置，管理难度较小	浮船提水泵站分散布置，管理难度较大	提水泵站分散，管理难度较大；尾水取水供水保证率不易保证

虽然方案二管线总长度比方案一短，但是减少的管道管径都很小，对投资影响不大，而增加了两座提水泵站，和方案一相比投资不具备优势。方案三采用隧洞从洪溪二级水电站尾水引水到筱村镇，450m高位水池至筱村镇引水隧洞长度达到了8360m，工程投资相对较大，而且隧洞施工工作面狭小，施工交通困难，通风排烟难度大，施工进度缓慢，工期会很长，施工工期不能满足小型引调水工程建设的工期要求，此外电站尾水取水供水保证率也不易保证，故不推荐方案二和方案三。

方案一由于施工难度较低，建筑物相对集中，运行管理较为方便，工程投资相对合理，因此本次设计推荐采用方案一，即在珊溪水库设

浮船泵站集中提水，然后通过加压泵站加压送往各乡镇水厂的方案。

5.3.2 提水泵站位置选择

5.3.1.1 取水口选择原则

泰顺县环飞云湖引调水(东片引水工程)取水口位置首先需考虑与输水线路的衔接，提水泵站位置需根据现状水质、取水高程、交通条件、运行管理条件、水源保护条件等综合确定，选择原则如下：

1) 现状水质优良。应选择水体流动性强、不易淤积的部位，这就要求避开含有大量推移质的支流或狭窄的山沟，避开容易集聚污物的回流区，尽量选择湖面相对开阔的库岸布置，并结合水质检测的分析成果，择优选取。

2) 有足够的库水深度。本工程利用珊溪水库引水，应保证在水库最低运行水位时仍有足够的深度，以保证口门流态平稳，避免泥沙进入水泵。

3) 交通便利。取水口应选择交通便利的区域，交通便利有利于工程施工和环境保护，不必专门为了提水泵站交通而长距离开辟进场道路。

4) 有利于水源保护。考虑保护水质，取水口应选择布置在远离规划开发区域、划定的水源保护范围内，并应避开人口、建筑、交通道路密集的区域。

5.3.1.2 泵站选址

根据《泵站设计标准》，山丘区泵站站址宜选择在地形开阔、岸坡适宜、有利于工程布置的地点。从水库取水的泵站选择在岸坡稳定，取水方便不受或少受泥沙淤积、冰冻影响的地点。

提水泵站取水位置应满足以下要求：

1、选择河岸稳定，没有严重的冲刷或淤积，能保证取到的水符

合水量、水质要求，离用水户近，施工方便等；

2、岸坡适宜，水流平稳，避开顶冲、急流、大回流和大风浪区以及与支流的交汇处；

3、要求河面宽阔，洪水期不出现漫坡，枯水期水深不小于1m。对于南浦溪镇来说，泵站既不能太靠近镇区，以免影响南浦溪景区的整体形象，也不能太远离镇区，以免增加工程投资。同时还要方便后期运行维护。

根据珊溪水库库岸地形地质条件，以及各乡镇水厂位置，提水泵站布置在莒江溪汇入珊溪水库的入口处，岸坡较陡，没有淤积情况，取水条件较好，是合理的泵站选址。

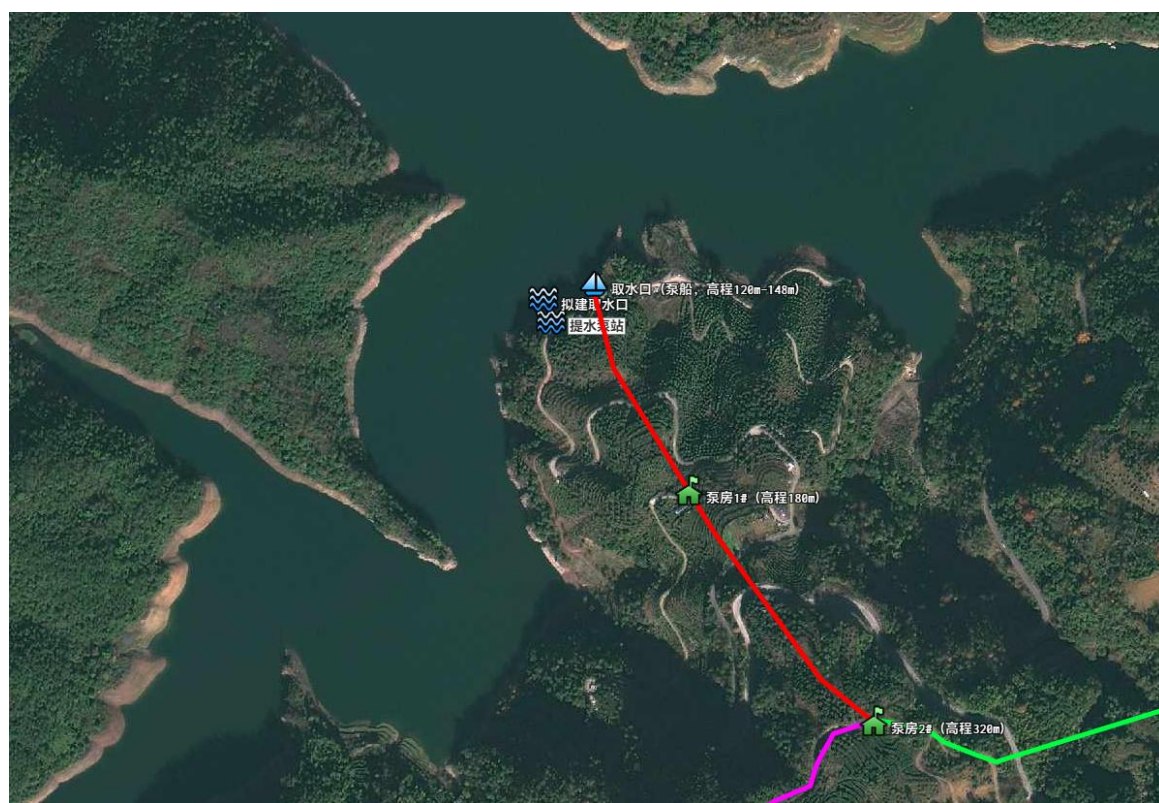


图5.3-5 提水泵站位置示意图

5.3.3 输水线路方案

采用泵船取水，选址位于南浦溪镇境内的珊溪水库库区，莒江溪汇入珊溪水库的汇合口处。从水库分两级提水至筱村镇里垵村320m高程位置建调蓄池，然后供水至筱村镇东垵村，再通过泵站加压后沿

新建隧道铺设管道，跨分水岭，在隧洞出口处设置中转水池，高程610m，然后通过出水管供水至泗溪镇白粉墙水厂。其中在320m高位水池处向北通过支管一供水至包垵水厂，途经南浦溪镇水厂和箬洋村水厂时，通过支管向其供水，向南输水时在沿途分别设输水支线管道输水至百丈镇、司前镇、竹里乡。

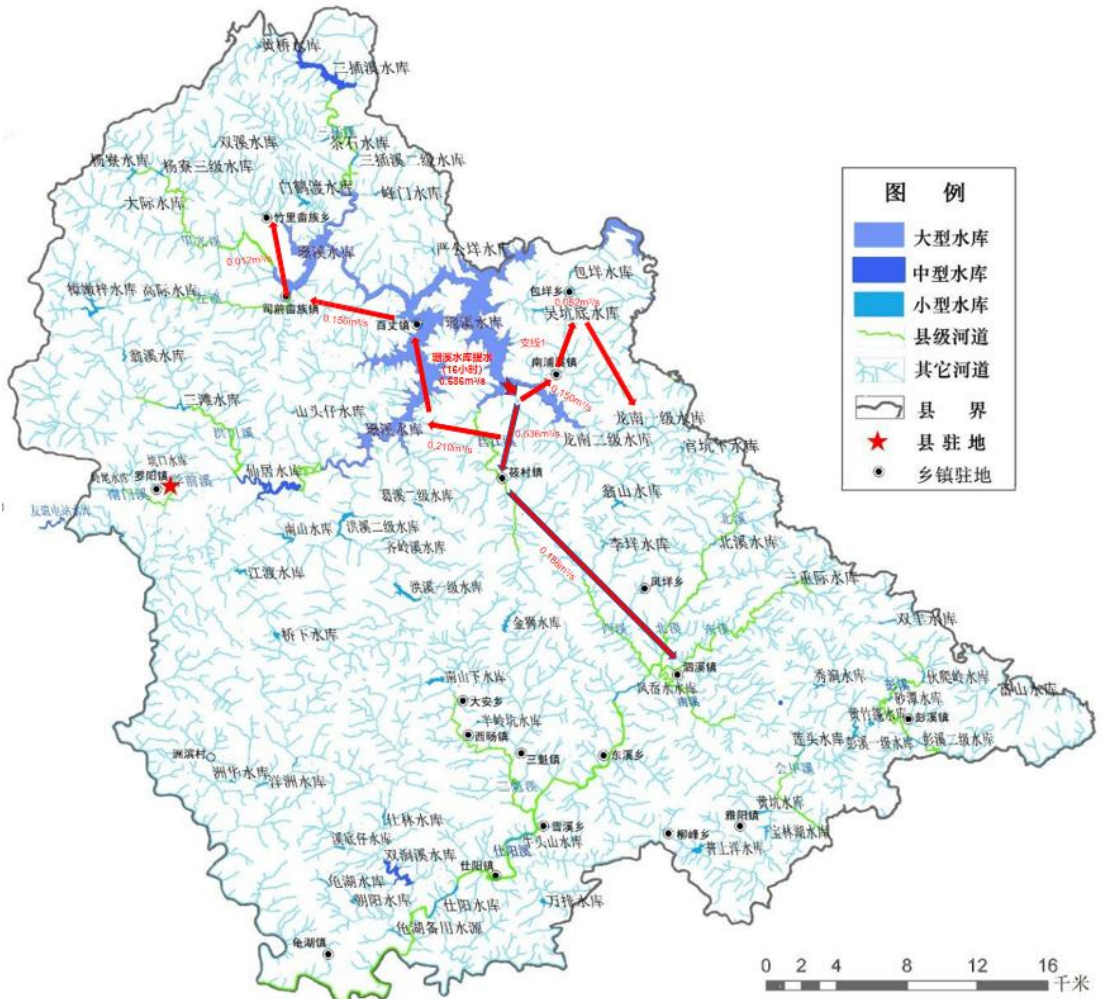


图5.3-6 引水管线布置示意图

采用泵船取水，选址位于南浦溪镇境内的珊溪水库库区，最低取水水位120m，最高取水水位148m。

从水库分两级提水至320m高程调蓄池，从调蓄池向北引出输水管道供水至包垵水厂，途径南浦溪镇时再通过支管向南浦溪水厂和箬洋

村水厂供水。从调蓄池向南引出输水管道增压供往泗溪镇白粉墙水厂，通过支管分别供往百丈镇、司前镇、竹里乡、筱村镇长垵水厂。

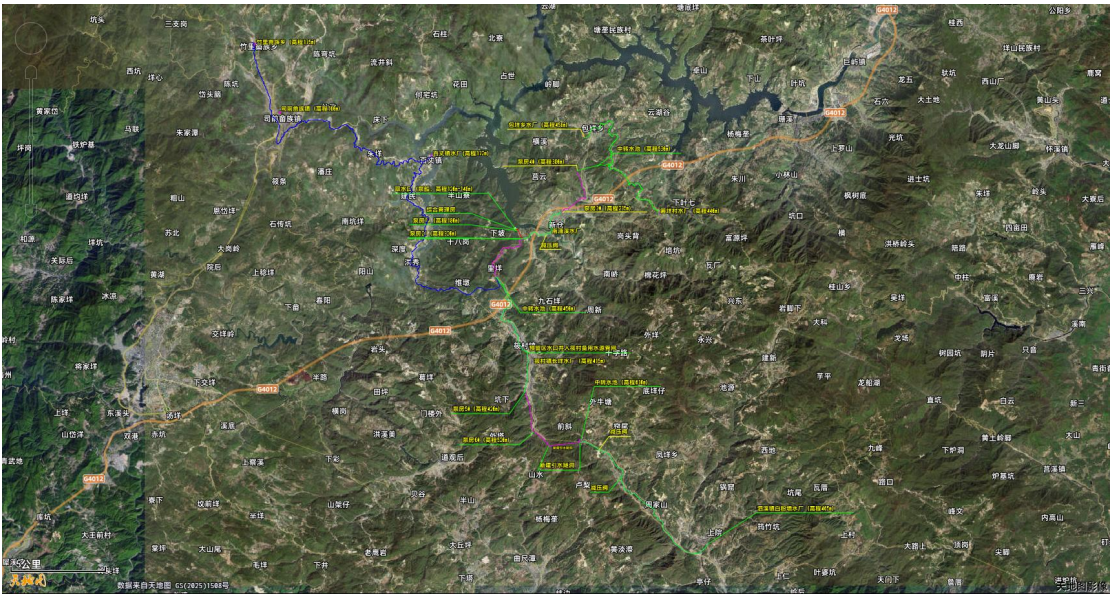


图5.3-7 输水线路布置示意图

北线从水库提水至调蓄池，从调蓄池向北引出输水管道供水至包垵水厂，途径南浦溪镇时再通过支管向南浦溪水厂和箬洋村水厂供水。

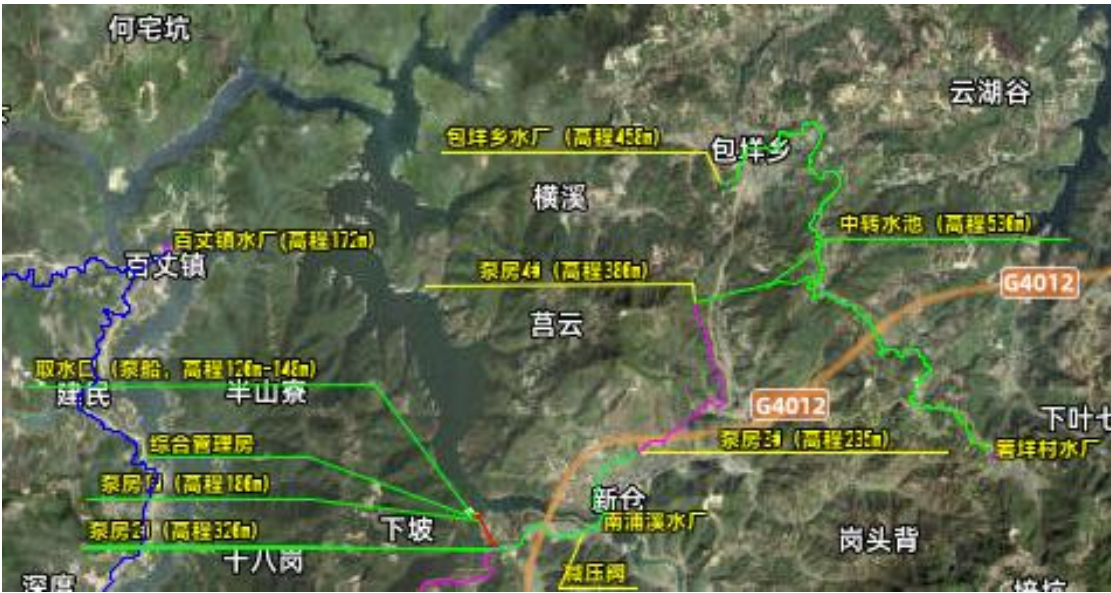


图5.3-8 增压供往包垵乡水厂布置示意图

南线从水库提水至调蓄池，调蓄池向南加压通过输水管道结合筱村镇备用水源输水管道输水到450m高位水池，由高程450m高位水池至

长垌村5号和6号加压泵站，通过泵站加压后沿新建隧道跨分水岭，在隧洞出口处设置中转水池，高程610m，通过管道供水至泗溪镇白粉墙水厂。途中设输水支线管道输水至百丈镇、司前镇、竹里乡、筱村镇长垌水厂。

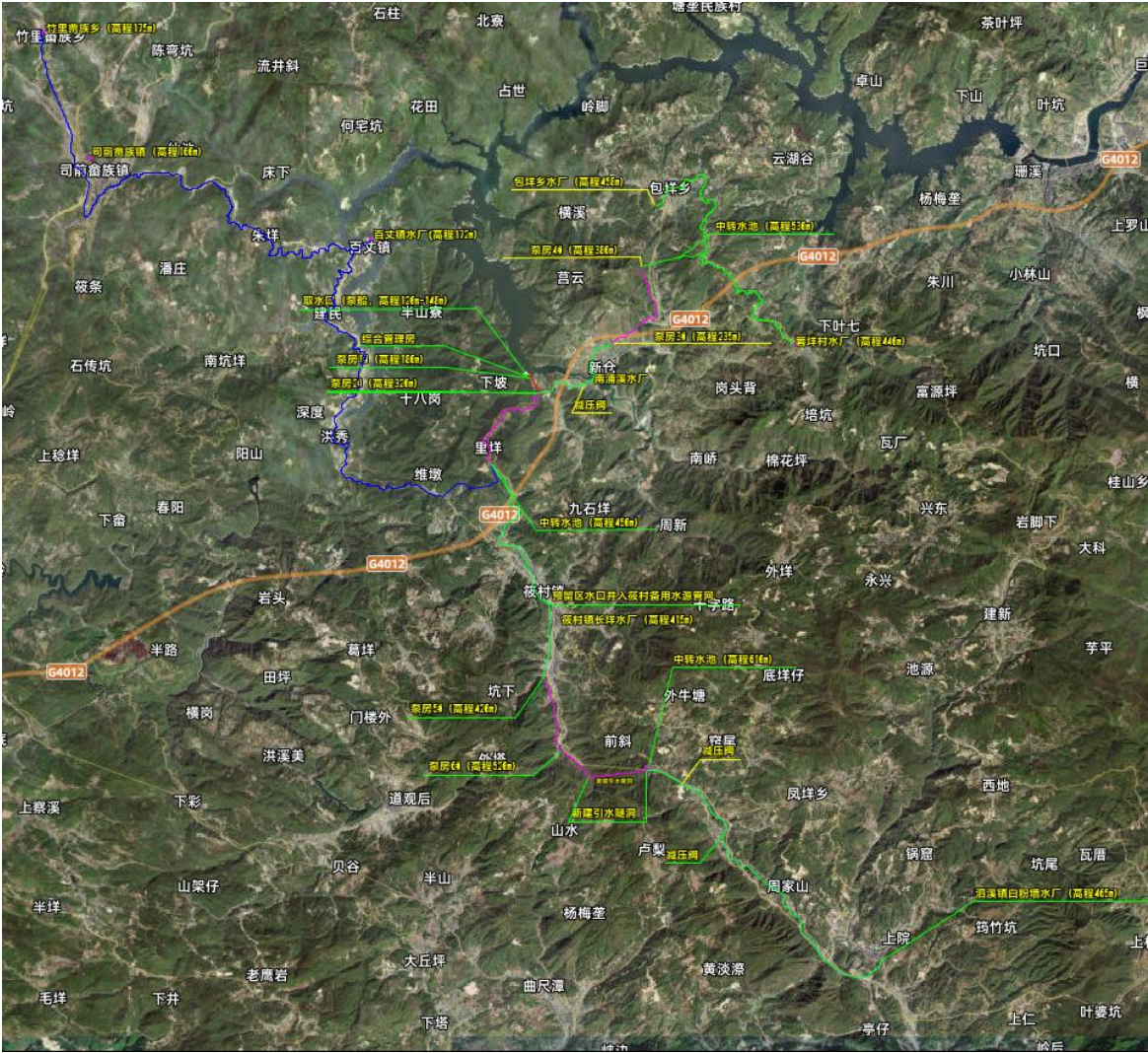


图5.3-9 增压供往泗溪镇水厂布置示意图

表5.3-2 输水线路工程特性表

序号	建筑物	水源点高程m	出水口高程 m	设计流量 m ³ /s	管线长度 m	管径 mm
1	提水泵站	最低120m, 最高148m	180	0.686	70	800
2	1号加压泵站	180	320	0.686	475	800
3	南浦溪供水管	320	235	0.15	3309	400
4	2号加压泵站	320	450	0.536	3396	700

序号	建筑物	水源点高程m	出水口高程 m	设计流量 m³/s	管线长度 m	管径 mm
5	3号加压泵站	235	380	0.052	3069	200
6	4号加压泵站	380	530	0.052	1086	200
7	中转水池（高程530）	530	526	0.052	818	200
8	包垟乡供水管	530	458	0.03	5309	160
9	箬垟村供水管	530	440	0.022	5329	160
10	筱村镇供水管	450	420	0.326	7587	630
11	百丈镇供水管	450	172	0.21	15410	450
12	司前镇供水管	450	160	0.156	13821	400
13	竹里乡供水管	450	175	0.012	3986	110
14	5号加压泵站	420	520	0.188	2179	450
15	6号加压泵站	520	610	0.188	2771	450
16	泗溪镇供水管	610	465	0.188	10263	450

5.4 建筑物选型

5.4.1 泵站型式比选

根据《泵站设计标准》（GB50265-2022），泵站取水位置应满足以下要求：

- 1、选择河岸稳定，没有严重的冲刷或淤积，能保证取到的水符合水量、水质要求，离用水户近，施工方便等；
- 2、岸坡适宜，水流平稳，避开顶冲、急流、大回流和大风浪区以及与支流的交汇处；
- 3、要求河面宽阔，洪水期不出现漫坡，枯水期水深不小于1m。同时还要方便后期运行维护。

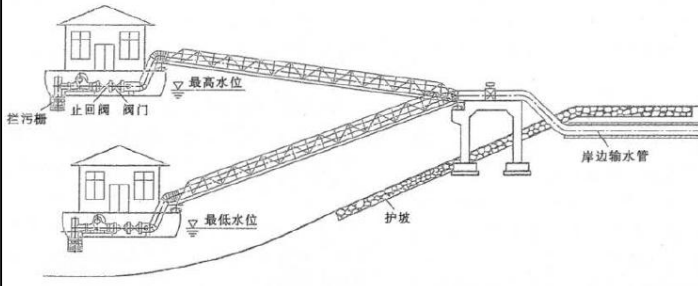
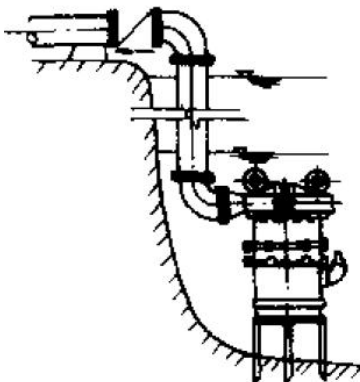
根据珊溪水库库岸地形地质条件，以及各乡镇水厂位置，提水泵站设在莒江溪汇入珊溪水库的入口处。

根据《泵站设计标准》（GB50265-2022），当水源水位变化幅度在10m以上时，可采用竖井式泵站、缆车式泵站、浮船式泵站、潜没式泵站等其他型式泵站。各泵站类型的特点及适用条件见下表。

表 5.4-1 各泵站类型的特点及适用条件表

序号	型式	示意图	特点	适用条件
1	竖井式 泵站	2-自流管；3-集水井；4-泵房	1、泵站下部为集水井，上部为电动机操作室，运行管理方便；2、采用深井泵可减少泵房面积；3、水泵检修困难，井筒淤砂难以清除；	水位变幅大（大于10m），尤其是暴涨暴落（水位变幅大于2m/h），水流流速较大
2	缆车式 泵站	缆车 索道 输水斜管 坡道 缆车房 缆车 尾车 阀门井	1、施工较固定式简单，水下工程量小，施工工期短；2、投资小于固定式，但大于浮船式；3、比浮船式稳定，能适应较大风浪；4、生产管理人员较固定式多，移车困难，安全型差；5、只能取岸边表层水，水质较差；6、泵车内面积和空间较小，工作条件较差	1、水位涨落幅度较大（在10~35m之间），涨落速度不大于2m/h；2、河床比较稳定，河岸工程地质条件较好，且岸坡有适宜的倾角（一般在10°~28°之间）3、河流漂浮物少，无冰凌，不易受漂木、浮筏、船只撞击；4、河段顺直、靠近主流；5、由于牵引设备的限制，泵车不宜过大，故取水量较小，一般不大于1m³/s。

续表 5. 4-1 各泵站类型的特点及适用条件表

编号	型式	示意图	特点	适用条件
3	浮船式 泵站		1、工程用材少、投资小，无复杂水下工程、工程简便、上马快； 2、船体构造简单； 3、在河流水文和河床易变化的情况下，有较强的适应性； 4、水位涨落变化较大时，除摇臂式接头形式外，需要更换接头，移动船位，管理比较复杂，有短时停水的缺点； 5、船体维修保养频繁，怕冲撞、对风浪适应性差，供水安全性也差。	1、河流水位变化幅度在10~35m或更大范围，水位变化速度不大于2m/h，枯水期水深大于1m，且流水平稳，风浪较小，停泊条件良好的河段； 2、河床较稳定，岸边有较适宜的倾角，当联络管采用阶梯式接头时，岸坡角度以20°~30°左右为宜，当联络管以摇臂式接头时，岸坡角度可达60°或更陡； 3、无冰凌、漂浮物少的河流，没有浮筏、船只和漂木撞击的可能
4	潜没式 泵站		1、施工简单、水下工程量小，施工方便； 2、投资较省； 3、潜水泵型式较多，可根据条件适当选用。	1、一般用于临时供水； 2、漂浮物和泥沙含量较少； 3、取水规模小，河床稳定。

竖井式泵站需要在水库岸坡处打30m的深井，按照《浙江省水利工程安全管理条例》，在水利工程保护范围内，禁止从事危害水利工程的爆破、打井、采石、取土、挖砂、开矿等活动。竖井式泵站对珊溪水库运行管理影响较大，不符合条例规定，因此本工程不宜采用竖井式泵站。

潜没式泵站作为临时供水设施，取水规模较小，也不符合本工程要求。缆车式泵站需要较缓的岸坡倾角，一般在 $10^{\circ} \sim 28^{\circ}$ ，而珊溪水库岸坡倾角较陡，接近 70° ，因此本工程不宜采用缆车式泵站。考虑到本工程的实际情况，本次设计采取浮船式泵站。

5.4.2 管材选择

正确选用管材是决定工程投资效益、供水安全性、长期运行维护和保养费用、减少漏损水量的关键。目前普遍用于原水输送的管材主要有钢管、预应力钢筒砼管（PCCP管）、玻璃钢夹砂管和球墨铸铁管。此外，FSP钢塑复合压力管等一些新型管材，在原水输送领域也有较好的应用前景。

管道材料简单介绍如下：

（1）钢管

钢管的机械强度最好，可以承受高的内外压力，管身的可焊性方便制造各种管件、特别能适应地形复杂及要求较高的管线使用。

钢管的优点是管材强度较高，耐工作压力也高，施工敷设方便，地形适应性强，接口形式灵活，管道渗漏较少，单位管长重量较轻，可用来埋设穿越各种障碍及地形复杂地段。

钢管的缺点是防腐蚀处理要求高，特别是埋设在地下水位较高、盐碱地等不良地段敷设时外防腐除需考虑做常规防腐处理外，视土壤电阻率尚需采用牺牲阳极电化学防腐等特殊防腐措施。

（2）预应力钢筒混凝土管（PCCP）

预应力钢筒混凝土管（PCCP 管）是国外引进的一种新型复合管材，PCCP 管的构造有五层：由内而外第一层为砼芯，在钢模内浇注成型，内表面比一般砼管光滑；第二层为焊接钢筒，起抗渗和纵向抗拉作用；第三层为焊接钢筒外的砼层，是主要的结构层；第四层是预应力钢丝层，缠绕在第三层砼层外，确保管线在工作压力下安全运行；第五层也是最外面的一层是水泥砂浆保护层，防止机械性破坏和预应力钢丝受到腐蚀。由内壁自应力砼、薄钢板筒体， $\Phi 4$ 高强钢丝，1:3 砂浆保护层复合而成。

PCCP 管的接口由尺寸控制精确的承插口环组成，自动对中接口，安装方便，且密封性好，不漏水，试压方便。预应力钢筒砼管（PCCP 管）同时具有钢管和预应力钢筋砼管的优点，可以承受较高的工作压力和外部荷载，承插接口加工精度较高，密封性能好，管道渗漏小；施工简单，效率高；防腐性能较好，使用寿命长，接口防腐处理简单，工作量小。

PCCP 管既有钢筋砼管的抗震、抗压、耐腐蚀能力较强，不污染水质等优良性能，又有钢管的强度高，抗渗能力强、有裂缝愈合能力等特点。最大缺点是自重大，运输与施工困难，需有施工便道。另外临时开口接管难。

PCCP 管的缺点是管道重量较重，施工和运输均不方便。适用的水压较小，近年来 PCCP 管发生的爆管事故较多，管材性能受到质疑。

（3）玻璃钢夹砂管

玻璃钢管根据制造方法的不同有 HOBAS 管和玻璃钢夹砂管两种类型，但均属于树脂基复合材料制作的新型材料。

HOBAS 管由树脂玻璃短纤维及石英砂在专用机器内离心浇铸成型；玻璃钢夹砂管采用玻璃纤维长丝缠绕夹砂，在专用模具上制作。玻璃钢管具有高强度、耐腐蚀、重量轻的优点。

玻璃钢夹砂管的优点是：糙率系数小、输水能力强，在输送流速和

输送流量相同的情况下，其管径可比选用钢管和 PCCP 管小一个等级；重量轻、运输安装方便；耐腐蚀性能好，不需要另作防腐保护措施。

玻璃钢夹砂管的缺点是：管道较脆，耐冲击力较差，对运输、安装过程要求较高；耐高温和抗紫外线能力较差，不宜用于明露敷设管道；易受加工制造及施工技术水平影响，特别对管道安装技术水平要求较高；长期受水流冲刷下，玻璃纤维易发生脱落造成水质污染。

（4）球墨铸铁管

球墨铸铁管是灰口铸铁管的替代产品，强度、韧性都比灰口铸铁管好，管身比 PCCP 轻，连接方便。中小口径的球墨铸铁管管道建设费用较钢管低，在清水配水管道上较多采用。球墨铸铁管为承插式接口，在管道转弯处需设置镇墩以抵抗管道内压产生的推力。随着管径增大该管价格升幅越大，优势越小，在 DN800 以下管道优势明显。

球墨铸铁管是目前给水管中应用较多的管材。球墨铸铁管的优点是使用寿命长，安全性高；管道承受压力较高；采用橡胶圈承插接口，施工方便、安装速度快；柔性接口对地基及温度变化适应性较强，明设管段不需设置伸缩节；防腐能力较钢管强，施工现场不需另作防腐处理。

球墨铸铁管的缺点是在弯头、三通及转角较大处等均需设置镇墩，安装空间要求较大，对地形复杂地段的适用性较差，目前新开发的自锚式接口在一定程度上克服了该缺点，但是管材价格较高。

（5）聚乙烯管（PE）

聚乙烯管（PE）管材材质无毒，不腐蚀，不结垢，可有效的保证管网水质。管内壁粗糙系数较 PCCP 管、钢管和球墨铸铁管低，故在相同输水量条件下选用的口径比其他管材口径小一档，可有效降低输水运行电耗。PE 管连接方式采用热熔焊接连接，接口质量有保证，铺设时更加方便经济和更加安全可靠。铺设速度快，损坏费用和维护费用低。

表 5.4-2 管材性能比较表

项目	钢管	球墨铸铁管	预应力钢筒砼管	玻璃钢管	PE管
卫生性能	满足饮用水要求	满足饮用水要求	满足饮用水要求	有玻璃纤维渗出风险	满足饮用水要求
防腐性能	防腐性能较差，需做严格防腐处理，并且焊缝需现场做防腐	防腐性能一般，但可在厂内完成防腐处理	防腐性能较好，不需另做防腐处理	防腐性能较好，不需另做防腐处理	防腐性能较好，
地基适应性	管材刚性较好、柔性不足，地基适应性一般	柔性接口，但管材较笨重需要机械安装	柔性接口，地基适应性较强	管道较脆，对地基要求高	管材柔性较好，地基适应性好
耐压性能	管材强度高，抗内、外压能力强	管材强度高，抗内、外压能力强	抗内压能力稍差，适用的压力较小	抗内压能力强，抗外压能力较差	管材强度高，抗内、外压能力强
连接、密封性能	焊接，密封性能好，但是操作复杂，劳动强度	采用橡胶圈接口，承插式连接，密封性能好	采用橡胶圈接口，承插式连接，密封性能好	采用橡胶圈接口，承插式连接，密封性能好	焊接，密封性能好
水力特性	水力性能一般	水力性能一般	水力性能一般	水力性能好，水头损失小	水力性能好，水头损失小
施工便利性	安装形式灵活，地形适应性强	安装速度快，不需现场防腐处理	管道重量较重，施工和运输不方便	重量轻、运输安装方便，不需现场防腐处理	安装形式灵活，地形适应性强
示踪性	可用金属仪查找	可用金属仪查找	可用金属仪查找	查找困难	查找困难
管材寿命	50 年，需定期进行防腐维护处理	50 年	50 年，近年来爆管事故较多，管材寿命受到质量影响	50 年，管道内壁玻璃纤维易受冲刷脱落	50 年
常用管径	DN100~DN3000	DN100~DN2200	DN600~DN3000	DN100~DN3000	DN110~DN1200
综合造价	预应力钢筒砼管<球墨铸铁管<PE管<钢管<玻璃钢管				

表5. 4-3 管材性能优缺点分析比较表

管 材		优 点	缺 点
塑料管	聚乙烯管 (PE)	接口稳定可靠，材料抗冲击、抗开裂、耐老化、耐腐蚀，韧性好，可冷弯，不易结垢，水利条件好，施工方便，价格	露在空气中易老化
球墨铸铁管		防腐性优于钢管、承受压力高、安全可靠、密封性好，很少出现爆管、漏水、渗水，施工安装方便	配件制作困难，价格较高
砼管	自应力管	成本低，工艺简单	易出现膨胀及横向断裂
	预应力管	预应力钢砼管强度高，抗渗性好	自重大，质地较脆，运输安装不便

管 材		优 点	缺 点
钢管	大口径钢管	强度高，易加工，管厂建设周期短，多用于地形复杂的地段	衬里及外防腐要求高，施工过程中组合焊接工作量大
	薄壁不锈钢管	不存在锈蚀与材质老化的问题。使用寿命长，外形美观	工艺较复杂，价格高

预应力钢筒砼管（PCCP 管）虽然造价较低，最大缺点是自重大，运输与施工困难，需有施工便道，另外临时开口接管难，适用的压力较小，本工程大部分管段水压力较大，故不予考虑。

玻璃钢管虽然施工安装方便、防腐性能好、水力条件好，但是其对地基处理和施工单位施工技术水平要求较高，施工质量难以控制，并且其造价较高，所以本工程也不推荐该管材。

球墨铸铁管各项性能优异，并且众多输水工程应用中得到了验证，其不足之处在于对复杂地形和穿越障碍物情况适用性较差。

钢管施工敷设方便、地形适应性强、接口形式灵活的特点，使得其特别适合于地形复杂管段、穿越河流（公路）等障碍物管段。钢管抗腐蚀能力比较低，抵抗外压能力也比较差。手工焊接的管道接口环向焊缝随着管径的增大，成为最突出的薄弱环节，温度的变化，地基的不均匀沉降，刚性接口使整个钢管形成一根长的受力梁，对于小口径管道可使管道自身产生变形，但对于大口径钢管，有缺陷的环向焊缝易形成应力集中发生爆漏。所以钢管的刚性（焊接）接口是造成管线质量较低、管价较高和安装费用较大的关键问题。

聚乙烯管（PE）管材材质无毒，不腐蚀，不结垢，可有效的保证管网水质。PE 管连接方式采用热熔焊接连接，接口质量有保证，铺设时更加方便经济和更加安全可靠。铺设速度快，损坏费用和维护费用低。

二、管材初步选择

温州地区引水管常用的管道类型有钢管、球墨铸铁管和 PE 管。

1、提水泵站及连接段

提水泵站及连接段管道转弯较多，为露天布置，而且该段管道水压较大，因此该段管道考虑采用钢管。

2、一号加压泵站和二号加压泵站

一号加压泵站和二号加压泵站扬程高，连接管道管径较大，为工程安全考虑该段管道推荐采用钢管。

3、重力流输水管道

重力流管道均采用采用埋管的形式，承受的内水压力小，穿越村镇部分管道转弯多，PE管重量较轻，运输安装较方便，因此重力流管道推荐采用PE管。

5.5 工程总布置

泰顺县环飞云湖引调水（东片引水工程）由提水泵站、南浦溪镇和包垵乡输水管道（包括加压泵站）、筱村镇输水管道（包括加压泵站及高位水池）、泗溪镇输水管道（包括加压泵站、隧洞及高位水池）等组成。输水线路以珊溪水库作为供水水源，供水系统取水口浮船泵站取水，沿线分别布置叉管向各乡镇水厂供水，工程输水线路总长约79km（含各支线，其中隧洞总长约1.6km），管道内径DN110～DN800。

5.5.1 提水泵站布置

泰顺县环飞云湖引调水（东片引水工程）取水位置在珊溪水库库区，通过提水泵站提水后经输水管道引水至泗溪镇白粉墙水厂，并在沿途分配水量至南浦溪、包垵、百丈、筱村、司前、竹里等乡镇。

在珊溪水库设浮船泵站集中提水，然后通过1#加压泵站加压送往320m高位水池，320m高位水池向南加压通过支管二结合筱村镇备用水源输水管道输水到450m高位水池，由高程450m高位水池至长垵村5号和6号加压泵站，通过泵站加压后沿新建隧道跨分水岭，在隧洞出口处设

置中转水池，高程610m，通过管道供水至泗溪镇白粉墙水厂。其中在320m高位水池处向北通过支管一经南浦溪镇，通过3#加压泵站供水至包垵水厂，在桩号水池-5#泵0+650.00处设输水支线管道输水至百丈镇、司前镇、竹里乡。

根据珊溪水库设计资料，水库死水位为116.971m，但是在一般情况下水库水位不会下降至死水位，考虑到死水位与校核洪水位相差达到38.2m，如果按照死水位来定水泵扬程，将造成水泵性能浪费，根据水库调度规则，如果水库水位降至132m，除满足生活用水外，将停止其他一切用水活动。根据珊溪水库实际运行情况可知，水库水位一般不低于132m，根据供水保证率的要求以及珊溪水库近10年来的逐日水位分析，暂定提水泵站最低引水水位取120m，珊溪水库20年一遇防洪高水位为147.641m，提水泵站连接桥地坪高程暂定为148m。

5.5.2 输水线路布置

泰顺县环飞云湖引调水(东片引水工程)目的地为环湖各乡镇，线路终点可选择范围较小，相对固定，珊溪水库提水泵站位置选定后，输水线路布置主要考虑以下几个方面的因素：

1) 输水管线应当尽量做到线路短、起伏小，以最短的距离输送到受水点，减少水头损失，以降低造价。

3) 输水管线的布置应与城镇规划相结合，优先考虑沿山体、道路、绿地等通道布置。

4) 输水管线尽量减少穿越障碍物（居民区和重要专项设施），尽量减少拆迁。

5) 输水管线布置需充分考虑其他工程情况，做到尽量综合现有工程，降低投资，同时要减少对已建工程的干扰。

5.5.3 工程总体布置

泰顺县环飞云湖引调水（东片引水工程）由提水泵站、包垵乡输水管道（包括加压泵站，沿途设支管向南浦溪镇和箬垵村供水）、筱村镇输水管道（包括加压泵站及高位水池，沿途设支管向百丈镇、司前镇、竹里乡供水）、泗溪镇输水管道等组成。输水线路以珊溪水库作为供水水源，供水系统取水口浮船泵站取水，沿线分别布置叉管向各乡镇水厂供水，工程输水线路总长约79km（含各支线，其中隧洞总长约1.6km），管道内径DN110~DN800。

泰顺县环飞云湖引调水（东片引水工程）取水位置在珊溪水库库区。在珊溪水库设浮船泵站集中提水，通过加压泵站加压送往320m高位水池，然后向北通过管道输水到南浦溪镇，再通过加压泵站输水到包垵水厂，沿途设支管输水至南浦溪水厂和箬垵村水厂；320m高位水池向南加压供往筱村方向（天丘村）建中转水池，高程450m，然后自流至东垵村，沿途设支管输水到筱村镇长垵水厂、百丈镇水厂、司前镇、竹里乡。在东垵村头建泵站，通过5号、6号加压泵站加压后，沿新建跨分水岭隧洞铺设管道，跨分水岭，在隧洞出口处设置中转水池，高程610m，然后通过管道输水到泗溪镇白粉墙水厂。

根据珊溪水库设计资料，水库死水位为116.971m，但是在一般情况下水库水位不会下降至死水位，考虑到死水位与校核洪水位相差达到38.2m，如果按照死水位来定水泵扬程，将造成水泵性能浪费，根据水库调度规则，如果水库水位降至132m，除满足生活用水外，将停止其他一切用水活动。根据珊溪水库实际运行情况可知，水库水位一般不低于132m，根据供水保证率的要求以及珊溪水库近10年来的逐日水位分析，暂定提水泵站最低引水水位取120m，珊溪水库20年一遇防洪高水位为147.641m，提水泵站浮桥固定点地坪高程暂定为148m。

本工程采用泵船取水，选址位于南浦溪镇境内的珊溪水库库区，莒

江溪汇入珊溪水库处，最低取水水位120m，最高取水水位148m。从珊溪水库分两级提水到至320m高程位置建一个调蓄池，然后分别向南北两条支管供水。

5.6 主要建筑物

5.6.1 提水泵站设计

提水泵站采用浮船结构，泵站主要设计内容为确定船体材料、泵房机组布置、浮船设计及配电设备布置等。提水泵船包含拼装式船体、水泵机组、管阀系统、智能操控系统，可达到全自动化操作和就地-远程控制。提水泵船输水管采用摇臂式或浮管式，解决了水域落差大，采水距离远诸多不利问题。由于取水泵船能随水位变化而升降，克服了固定式泵站枯水期吸不上水的难题，同时解决了固定式泵站长期吸取底层水的问题。

一、船体材料

泵船船体材料主要有木材、钢材等。木船建造成本低、施工快，可现场取材，但是存在强度低、易腐烂、防火效果差、使用期短等缺点，因而现在使用较少船。

钢船建造费用较贵，但是具有强度高，使用年限长等优点，因此采用钢船方案。

二、机组设备布置

1、竖向布置水泵机组的竖向布置可分为上承式和下承式两种。上承式是将水泵机组安装在船甲板上，下承式是将水泵机组安装在船舱底部的骨架上。

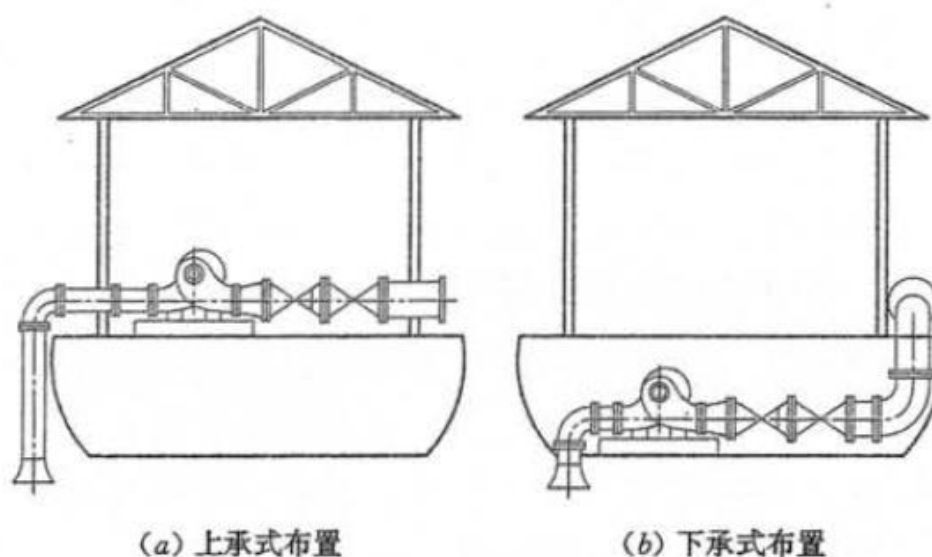


图5.6-1 水泵机组竖向布置示意图

上承式布置的优点在于安装操作方便，通风、散热条件较好，进、出水管可铺设在甲板上，从而简化船体构造。缺点是机组布置基础高，使得船体重心上移，易发生摆动，稳定性差。

下承式布置的优点在于船体重心低，稳定性好，船体摆动小，可以降低上部构筑物的高度。缺点是机组位于船舱底部，安装操作不太方便，通风状况不佳，吸水管要穿过船舷，船体构造复杂，一般适用于钢结构船体。考虑到上承式构造简单、操作简便、造价较低，且珊溪水库水流平稳，因此该构造适用于本工程的需求，本次采用上承式构造。

提水泵站主要建筑物包括泵船、摇臂输水管道。主船体外形尺寸为 $28 \times 10.5 \times 2\text{m}$ ，吃水深度 $1.0 \sim 1.2\text{m}$ 。泵船配置2台水泵，水泵电机选用高压变频电机。单台水泵流量为 $0.686\text{m}^3/\text{s}$ ，最大扬程为 74m ，电机功率为 710kW ，水泵运行采用一用一备。

泵船摇臂输水管供水，以适应水位涨幅自然升降，管道为压力输送管道，初步设计选用一根DN800摇臂输水管从岸端连接至船上。

根据珊溪水库的水位变化，浮船与岸坡通过 50m 长的输水旋臂连接，旋臂采用钢桁架结构，桁架高 1.5m ，在桁架中间铺设管道和电缆。在岸

坡和甲板处分别设置旋转支座连接旋臂，旋臂可通过旋转支座上下摆动，适应水库的水位变化。旋臂顶部设置人行通道，宽1.1m，两侧栏杆高1.1m。

浮船的首、尾部通过两根 $\Phi 18.5\text{mm}$ 钢索与岸边预埋的系缆桩连接，起到固定船体的作用，钢索长70m。在岸坡边施打 $\Phi 22\text{mm}$ 砂浆锚杆，锚杆与系缆桩底部的钢板通过螺栓连接，起到固定系缆桩的作用。

泵船上层建筑由钢制结构组成，根据设计需求主要分为泵房和机房。其中泵房为水泵及电机安装区域；机房分为高压控制室和低压控制室，分别用于安装高压控制柜和低压控制柜。

本工程取水项目，主要通过取水泵船抽取水库源水，整个取水浮船泵站的运行控制设计采用无人值守功能。无人值守主要是通过取水泵站远程监控系统与调度管理系统相结合，调度中心工作人员可以远程监控泵站设备工作情况，实时了解机组运行时数据，如流量、压力、电流、温度、振动、转速等，取水泵组的开停机功能也可以通过PLC远程监测进行自动化控制。

控制系统分为控制保护系统、信息化系统和自控系统。控制保护系统主要实现对主机组、高低压开关柜、变压器及配套辅助设备的微机自动化控制和保护；信息化系统通过采用计算机、自动控制、通信与网络、图像传输处理等技术采集信息、监控生产过程监视；自控系统采用PLC和上位机的两级控制结构方式，通过网络通讯接口与使用单位集中控制网络进行通讯，并通过就地控制室和集中控制点对取水泵船进行监控。

5.6.2 输水管道设计

本次设计输水管道起点为提水泵站，终点为各乡镇水厂。本工程采用泵船取水，选址位于南浦溪镇境内的珊溪水库库区，莒江溪汇入珊溪水库处，最低取水水位120m，最高取水水位148m。

从珊溪水库分两级提水到至320m高程位置建一个调蓄池，然后分别

向南北两条支管供水。调蓄池引出支管1自流至南浦溪镇，再从南浦溪增压供水至包垵乡水厂和箬垵村水厂。调蓄池引出支管2增压供往筱村方向（天丘村）建中转水池，高程450m，自流至东垵村，在东垵村头建5号加压泵站，高程420m，通过5号、6号加压泵站加压后沿新建跨分水岭隧洞铺设管道，跨分水岭，至大坑底隧洞出口并建设中转池，高程610m，然后输水到泗溪镇白粉墙水厂。

根据初步拟定的输水管线路，本工程沿线的地形大致可分为8段，分别为泵站及连接段、南浦溪供水管段、包垵乡供水管段、箬垵村供水管段、筱村镇供水管段、百丈镇供水管段、竹里乡供水管段、泗溪镇供水管段。根据管道运行情况分别选择相应管材和断面。

表5.6-1 输水管道工程特性表

序号	建筑物	水源点高程m	出水口高程 m	设计流量 m ³ /s	管线长度 m	管径 mm
1	提水泵站	最低120m，最高148m	180	0.686	70	800
2	1号加压泵站	180	320	0.686	475	800
3	南浦溪供水管	320	235	0.15	3309	400
4	2号加压泵站	320	450	0.536	3396	700
5	3号加压泵站	235	380	0.052	3069	200
6	4号加压泵站	380	530	0.052	1086	200
7	中转水池（高程530）	530	526	0.052	818	200
8	包垵乡供水管	530	458	0.03	5309	160
9	箬垵村供水管	530	440	0.022	5329	160
10	筱村镇供水管	450	420	0.326	7587	630
11	百丈镇供水管	450	172	0.21	15410	450
12	司前镇供水管	450	160	0.156	13821	400
13	竹里乡供水管	450	175	0.012	3986	110
14	5号加压泵站	420	520	0.188	2179	450
15	6号加压泵站	520	610	0.188	2771	450
16	泗溪镇供水管	610	465	0.188	10263	450

本工程输水线路采用单管布置，管径根据流量变化相应变化，最大管径为800mm，管内最大流速按小于2m/s控制。

一、提水泵站连接段管道设计

从珊溪水库分两级提水到320m，然后分别向南北两条支管供水，珊溪水库正常蓄水位141.971m，20年一遇防洪高水位147.641m。

提水泵站采用浮船泵站取水，连接管道沿连接栈桥铺设至岸边。设计引水流量为0.686m³/s。提水泵站连接段管道采用DN800钢管，钢管外径820mm，管壁厚10mm，泵站及连接段均采用明管架空铺设，通过旋转支座、C25 砼支墩等支撑管道，钢桁架段管道铺设在钢桁架底部，并通过管箍固定。

提水泵站连接段管道在库岸以上采用埋管设计，沿线开挖管槽，底宽 1.2m，深 1.8m，底部铺设细土垫层厚0.15m，管顶覆土厚 0.7m，表面按现状恢复。

二、1号加压泵站连接段管道设计

1号加压泵站连接段管道由提水泵站连接段管道取水，通过泵站加压后送往320m中转水池。设计引水流量为0.686m³/s。1号加压泵站连接段管道采用DN800钢管，钢管外径 820mm，管壁厚10mm，管道采用埋管设计，沿线开挖管槽，底宽 1.2m，深 1.8m，底部铺设细土垫层厚0.15m，管顶覆土厚 0.7m，表面按现状恢复。

三、2号加压泵站连接段管道设计

2号加压泵站连接段管道由高程320m中转水池加压到450m中转水池。2号加压泵站连接段管道采用DN700钢管，钢管外径720mm，管壁厚10mm，沿线开挖管槽，底宽 1.2m，深 1.8m，底部铺设细土垫层厚0.15m，管顶覆土厚 0.7m，表面按现状恢复。

四、3号、4号加压泵站连接段管道设计

3号、4号加压泵站连接段管道由3号、4号加压泵站分两级提水到包垵水厂。3号、4号加压泵站连接段管道采用 DN200钢管，钢管外径212mm，管壁厚6mm，沿线开挖管槽，宽 0.55m，深 1.0m，底部铺设细土垫层厚 0.15m，管顶覆土厚 0.6m，表面按现状恢复。

五、5号、6号加压泵站连接段管道设计

5号、6号加压泵站连接段管道通过5号、6号加压泵站加压后沿大坑底隧道铺设管道，跨分水岭，在隧洞出口处设置中转水池，高程610m，然后输水到泗溪镇水厂。5号、6号加压泵站连接段管道采用DN450钢管，钢管外径467mm，管壁厚10mm，沿线开挖管槽，底宽 1.2m，深 1.6m，底部铺设细土垫层厚0.15m，管顶覆土厚 0.7m，表面按现状恢复。

六、南浦溪供水管段管道设计

南浦溪供水管段管道由高程320m中转水池输水到南浦溪水厂。南浦溪供水管段管道采用DN400PE管，管道公称压力根据沿线地面高程选择1MPa。沿线开挖管槽，宽 0.6m，深 1.2m，底部铺设细土垫层厚0.15m，管顶覆土厚 0.7m，表面按现状恢复。

七、筱村镇供水管段管道设计

筱村镇供水管段管道由高程450m中转水池输水到5号加压泵站，高程420m。筱村镇供水管段管道采用DN630PE管，管道公称压力根据沿线地面高程选择1MPa。沿线开挖管槽，底宽1m，深1.8m，底部铺设细土垫层厚 0.15m，管顶覆土厚 0.7m，表面按现状恢复。

八、泗溪镇供水管段管道设计

泗溪镇供水管段管道由高程610m中转水池输水到泗溪镇水厂，管道在下村垵和西溪村设减压阀进行降压处理。泗溪镇供水管段管道采用 DN450PE管，管道公称压力根据沿线地面高程选择1MPa。沿线开挖管槽，

底宽 1m，深 1.6m，底部铺设细土垫层厚0.15m，管顶覆土厚 0.7m，表面按现状恢复。

5.6.3 隧洞断面结构

1) 隧洞断面形式

本工程引水流量比较小，隧洞施工需要断面比较大，引水管道管径为500mm，可将管道铺设在隧洞内引水。根据《水工隧洞设计规范》（SL279-2016）有关横断面形状要求，从受力条件和考虑到施工方便等因素，确定本工程隧洞采用城门洞形断面，断面下部为平底形，以利交通。管道铺设在隧洞底部。为节省投资，部分洞段围岩条件较好时采用喷锚支护，不设置钢筋混凝土衬砌。

2) 结构型式

隧洞采用钻爆法施工，开挖呈城门洞形，尺寸为2.6m×2.6m，按地质条件分段采用不同衬砌型式。

I、II类围岩采用顶拱局部喷C20混凝土（厚5cm）进行支护，底部设置C25混凝土底板，厚25cm；III类围岩隧洞采用系统砂浆锚杆（L=2m，间排距1.0m）、挂网喷C20混凝土（厚10cm）进行支护，底部设置C25混凝土底板，厚25cm；IV类围岩采用中空注浆锚杆（L=2m，间排距1.0m）、挂网喷C20混凝土（厚10cm）、I14工字钢拱架（间距1.0m）及C25W6F50钢筋混凝土衬砌进行支护，衬砌厚度为0.3m；顶拱范围内采用砂浆锚杆超前支护。V类围岩采用自进式中空注浆锚杆（L=2.0m，间排距0.75m）、挂网喷C20混凝土（厚10cm）I14工字钢拱架（间距0.8m）及C25W6F50钢筋混凝土衬砌进行支护，衬砌厚度为0.3m；顶拱范围内采用自进式中空注浆锚杆超前支护。

混凝土衬砌段在顶拱120°范围内进行回填灌浆。

5.6.4 一号加压泵站

一号加压泵站位于提水泵站连接管道末端，本工程引水设计流量为 $0.686\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据实际地形情况，加压泵站为地面式厂房结构，主泵房长19.0m，宽9m，建筑面积171m²，主机段位于主泵房的右侧，安装场位于主泵房左侧，地坪高程为180m。主机段布置2台SLOWN400-730(I)/4型离心泵，相应配备2台1400kW电动机，机组成单排布置，机组间距4.5m。主机段排架间距为7m，装配场设有吊车梁，吊车轨道梁顶高程为186m。泵房配置5t桥机一台。

5.6.5 二号加压泵站

二号加压泵站位于一号加压泵站管道末端，从320m中转水池取水，加压后送往筱村镇方向450m中转水池，引水设计流量为 $0.536\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据实际地形情况，加压泵站为地面式厂房结构，主泵房长19m，宽9m，建筑面积170m²，主机段位于主泵房的右侧，安装场位于主泵房左侧，地坪高程为320m。主机段布置2台SLOW350-800B/4型离心泵，相应配备2台1250kW电动机，机组成单排布置，机组间距4.5m。主机段排架间距为7m，装配场设有吊车梁，吊车轨道梁顶高程为326m。泵房配置5t桥机一台。

5.6.6 三号加压泵站

三号加压泵站位于南浦溪水厂旁边，从调蓄水池取水，加压后送往包垵乡水厂，引水设计流量为 $0.052\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据实际地形情况，加压泵站为地面式厂房结构，主泵房长10.0m，宽5m，建筑面积50m²，主机段位于主泵房的右侧，安装场位于主泵房左侧，地坪高程为235m。主机段布置2台SLG120-6/2型离心泵，相应配备2台55kW电动机，机组成单排布置，机组间距3.5m。主机段排架间距为6m，装配场设有吊车梁，吊车轨道梁顶高程为241m。泵房配置2t电动葫芦一

台，跨度6.0m。

5.6.7 四号加压泵站

四号加压泵站位于南浦溪至包垵公路旁边，从3号泵站出水池取水，加压后送往包垵乡水厂，引水设计流量为 $0.052\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据实际地形情况，加压泵站为地面式厂房结构，主泵房长10.0m，宽5m，建筑面积 50m^2 ，主机段位于主泵房的右侧，安装场位于主泵房左侧，地坪高程为380m。主机段布置2台SLG120-6/1型离心泵，相应配备2台55kW电动机，机组成单排布置，机组间距3.5m。主机段排架间距为6m，装配场设有吊车梁，吊车轨道梁顶高程为386m。泵房配置2t电动葫芦一台，跨度6.0m。

5.6.8 五号加压泵站

五号加压泵站位于筱村镇水厂旁边，从筱村镇供水管取水，加压后送往泗溪镇方向610m中转水池，引水设计流量为 $0.188\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据实际地形情况，加压泵站为地面式厂房结构，主泵房长19.0m，宽9m，建筑面积 171m^2 ，主机段位于主泵房的右侧，安装场位于主泵房左侧，地坪高程为420m。主机段布置2台SLOW300-710/4型离心泵，相应配备2台900kW电动机，机组成单排布置，机组间距4.5m。主机段排架间距为7m，装配场设有吊车梁，吊车轨道梁顶高程为426m。泵房配置5t桥机一台。

5.6.9 六号加压泵站

六号加压泵站位于泰顺县县级公路莲筱线旁边，从五号加压泵站出水管取水，加压后送往泗溪镇方向610m中转水池，引水设计流量为 $0.188\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据实际地形情况，加压泵站为地面式厂房结构，主泵房长19.0m，宽9m，建筑面积 171m^2 ，主机段位于主泵房的右侧，安装场位于主泵房

左侧，地坪高程为520m。主机段布置2台SLOW300-710/4型离心泵，相应配备2台800kW电动机，机组成单排布置，机组间距4.5m。主机段排架间距为7m，装配场设有吊车梁，吊车轨道梁顶高程为526m。泵房配置5t桥机一台。

5.6.12 设计计算

5.6.12.1 输水管道水力计算

1) 计算方法

本工程为已知上游水位的有压流，采用管道恒定压力流动的基本方程计算（伯努力能量方程）计算，基本公式为：

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_w$$

式中： z 为位置水头； P 为压强水头； h_w 为水头损失。

本线路输水系统的水头损失由沿程水头损失 h_f 和局部水头损失 h_j 两部分组成，以沿程损失 h_f 为主。沿程水头损失根据公式

$$h_f = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} \text{ 计算，局部水头损失根据 } h_j = \sum \xi \frac{v^2}{2g} \text{ 计算。考虑到}$$

本阶段线路布置情况，局部水头损失按以下几种情况进行计算：

(1) 管道入口局部水头损失

$$h_\lambda = \zeta_\lambda \frac{v^2}{2g}$$

式中 g ——重力加速度；

v ——管道断面平均流速；

ζ_λ ——入口水头损失系数。

本次管道入口按方角入口计算，根据《水工设计手册》，取 $\zeta_\lambda=0.5$ 。

(2) 管道出口局部水头损失

$$h_{\text{出}} = \zeta_{\text{出}} \frac{v^2}{2g}$$

式中 g ——重力加速度；

v ——管道断面平均流速；

$\zeta_{\text{出}}$ ——出口水头损失系数。

本工程管道出口为液面下出流，根据《水工设计手册》，取 $\zeta_{\text{出}}=1$ 。

(3) 管道缓弯局部水头损失

$$h_{\text{弯}} = \zeta_{\text{弯}} \frac{v^2}{2g}$$

本工程按小口径圆管进行计算，根据《水工设计手册》，

$$\zeta_{\text{弯}} = \left[0.131 + 0.1632 \left(\frac{D}{r} \right)^{3.5} \right] \times \left(\frac{\alpha^\circ}{90^\circ} \right)^{0.5}$$

式中 D ——管道直径；

r ——转弯半径；

α ——管道偏转角。

(4) 管道突然扩大水头损失

$$h_{\text{突大}} = \zeta_{\text{突大}} \frac{v_1^2}{2g}$$

根据《水工设计手册》， $\zeta_{\text{突大}} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2} \right)^2$

式中 v_1 ——原管道断面平均流速；

A_1 ——原管道直径；

A_2 ——扩大后管道直径。

(5) 管道突然缩小水头损失

$$h_{\text{突小}} = \zeta_{\text{突小}} \frac{v_2^2}{2g}$$

根据《水工设计手册》， $\zeta_{\text{突小}} = \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 \right)^2$

$$\varepsilon = 0.57 + \frac{0.043}{1.1 - \frac{A_2}{A_1}}$$

式中 v_2 ——缩小后管道断面平均流速；

A_1 ——原管道直径；

A_2 ——缩小后管道直径。

2) 管道糙率取值

本工程具有输水线路长、小流量、小流速的特点，管道的水头损失以沿程损失为主。因此，管道的结构形式及糙率取值是管道直径的主要控制因素。钢管取0.012，PE管取0.009。

3) 水力计算成果

根据上述水头损失计算原则和泵站、管道结构布置，本工程输水线路各主要节点设计水位计算成果见表5.6-2。

表5.6-2 输水线路主要节点水力计算成果表

序号	建筑物	水源点高程 m	出水口高程 m	设计流量 m³/s	管内最大水头 m	管线长度 m	管径 mm	备注
1	提水泵站	最低 120m, 最高 148m	180	0.686	72	70	800	从珊溪水库分两级提水到 320m, 然后分别向南北两条支管供水, 珊溪水库正常蓄水位 141.971m, 20 年一遇防洪高水位 147.641m。
2	1 号加压泵站	180	320	0.686	152	475	800	由提水泵站加压输送到 1 号加压泵站
3	南浦溪供水管	320	235	0.150	70	3309	400	由高程 320m 中转水池输水到南浦溪镇
4	2 号加压泵站	320	450	0.536	150	3396	700	由高程 320m 中转水池加压到 450m 中转水池
5	3 号加压泵站	235	380	0.052	160	3069	200	由南浦溪镇分两级提水到包垵水厂
6	4 号加压泵站	380	530	0.052	160	1086	200	由南浦溪镇分两级提水到包垵水厂
7	筱村镇供水管	450	420	0.326	30	7587	630	由高程 450m 中转水池输水到 5 号加压泵站, 高程 420m。
8	5 号加压泵站	420	520	0.188	114	2179	450	通过 5 号、6 号加压泵站加压后沿隧道铺设管道, 跨分水岭, 在隧洞出口处设置中转水池, 高程 610m, 然后输水到泗溪镇和东溪乡。
9	6 号加压泵站	520	610	0.188	105	2771	450	新建跨分水岭隧洞 1.6km
10	泗溪镇供水管	610	465	0.188	60	10263	450	由高程 610m 中转水池输水到泗溪镇, 管道在下村垵和西溪村设减压阀进行降压处理。

5.6.12.2 钢管管壁厚度的计算

管壁厚度按锅炉公式计算：

$$\delta = \frac{50HD}{[\sigma]\phi}$$

式中 δ —管壁厚度（mm）

H —包括水击压力值的设计水头（m）；

D —钢管内径（m）；

$[\sigma]$ —钢材允许应力， $[\sigma]=0.55\sigma_s\times75\%$ （kg/cm²），

$\sigma_s=2400\text{kg/cm}^2$ ；

ϕ —接缝坚固系数， ϕ 取0.9。

由上式计算得到的管壁计算厚度，在满足钢管抗外压稳定的条件下，再加上2mm的锈蚀及磨损厚度，即为钢管管壁选用厚度。

表 5.6-2 钢管管壁厚度计算成果表

项 目 管 段	设计水头 (m)	钢管内径 (mm)	计算壁厚 (mm)	选用壁厚 (mm)	外压失稳最小 厚度 (mm)
提水泵站连接管	60	800	2	10	6.15
1号加压泵站连接管	140	800	6.1	10	6.15
2号加压泵站连接管	130	700	5	10	5.38
3号加压泵站连接管	160	200	1	6	2.54
4号加压泵站连接管	160	200	1	6	2.54
5号加压泵站连接管	100	600	2.5	10	4.62
6号加压泵站连接管	90	600	2.3	10	4.62

5.6.12.3管壁抗外压稳定校核

钢管管壁厚度除应满足强度要求外，还需满足稳定性要求，管壁维持稳定的最小厚度为：

$$\delta \geq \frac{D}{130}$$

对于 $\Phi 800$ 管径

$$\delta = 10 \geq \frac{800}{130} = 6.15$$

根据计算，钢管壁厚均满足抗外压稳定要求，即钢管在外部压力作用，若管内出现负压也不会失稳。

5.7 工程安全监测

观测设计的目的：通过仪器监测和巡视检查来了解和掌握建筑物的工作状态，以利于改善工程的安全运行条件。

水位监测：采用水尺进行监测。

流量监测：输水管道沿线在每座泵站分别设置1只电磁流量计。

6 机电及金属结构

泰顺县环飞云湖引调水(东片引水工程)的工程任务为供水。通过珊溪水库提水泵站、输水管道（含埋管、分水口等）、加压泵站等工程措施，输送珊溪水库原水至泰顺县南浦溪镇、筱村镇、包垟乡、泗溪镇等7个乡镇，作为乡镇的供水水源，实现以珊溪水库为主多水源互为保障的功能。

本工程为Ⅳ等工程，主要建筑物包括输水管道、输水隧洞、提水泵站、加压泵站等。珊溪水库提水泵站、加压泵站为3级建筑物，输水管道（含埋管、分水口等）为4级建筑物，次要和临时建筑物为5级。

6.1 水力机械

6.1.1 提水泵站

工程取水规模3.95万吨/d，系统运行方式采用16小时工作制，因此水泵设计流量定为 $2469.6\text{m}^3/\text{h}$ 。

6.1.1.1 基本参数

1) 珊溪水库水位

最高运行水位：148m

最低运行水位：120m

2) 加压泵站水位

运行水位：180m

3) 设计供水流量： $0.686\text{m}^3/\text{s}$

4) 引水系统水力损失（对应设计流量）8m

6.1.1.2 泵站净扬程

根据珊溪水库和加压泵站水位，泵站各扬程组合按如下原则进

行：

1) 最大净扬程

按加压泵站水位180m与珊溪水库最低运行水位120m之差，为60m。水泵最大净扬程为60m。

2) 最小净扬程

按加压泵站水位180m与珊溪水库最低运行水位148m之差，为32m。水泵最小净扬程为32m。

6.1.1.3 水泵特征扬程

1) 水力损失

引水系统输水管道总的水头损失约为8m，同时考虑泵站进出水管水头损失约为2m，考虑到泵站内的设备水头损失以及引水管道可能出现的气阻现象，本阶段在考虑2米的余度。因此在通过设计流量时引水系统总的水力损失为12m。

2) 水泵特征扬程

水泵特征扬程见表6.1-1

表6.1-1 水泵特征扬程

项 目	特 征 扬 程 （ m ）	备 注
最大扬程	72	保证通过设计流量 0.686m ³ /s
最小扬程	44	按单泵稳定运行考虑

6.1.1.4 工程调度运行原则

珊溪水库位于飞云江中游河段，坝址以上集雨面积为1529km²，坝址位于文成县珊溪镇上游1km的渔秀村，距离南浦溪镇28km。工程任务是以灌溉、城市供水为主，兼有发电、防洪等综合效益的大（I）型水利工程。珊溪水库总库容18.24亿m³，兴利库容6.96亿m³，为多年

调节水库；是温州市区、泰顺、瑞安、平阳、苍南、洞头等县市的主要水源之一。珊溪水库上游流域地表径流的主要来源是降水，珊溪水库多年平均流量为 $59.7\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均年径流总量为 18.83亿m^3 ，电站装机 $4\times 50\text{MW}$ ，每年为温州电网提供调峰电量 3.55亿KWh 。

水库正常蓄水位 141.971m ，相应库容 12.91亿m^3 ，设计洪水标准为500年一遇，洪峰流量 $15200\text{m}^3/\text{s}$ ，设计洪水位 150.681m ，校核洪水标准为可能最大洪水，洪峰流量 $56000\text{m}^3/\text{s}$ 。校核洪水位 155.171m ，相应总库容 18.24亿m^3 ，防洪高水位 147.641m ，相应库容 15.03亿m^3 ，防洪库容 2.12亿m^3 ，调洪库容 5.33亿m^3 。死水位 116.971m ，死库容 5.95亿m^3 。

根据珊溪水库运行调度规则，当水库水位下降至 135m 时，需限制电站发电，当水库水位下降至 132m 时，除保证生活用水以外，需停止其他一切用水活动。

根据珊溪水库设计资料，水库死水位为 116.971m ，但是在一般情况下水库水位不会下降至死水位，考虑到死水位与校核洪水位相差达到 38.2m ，如果按照死水位来定水泵扬程，将造成水泵性能极大的浪费，根据水库调度规则，如果水库水位降至 132m ，除满足生活用水外，将停止其他一切用水活动。根据珊溪水库实际运行情况可知，水库水位一般不低于 120m ，因此本次设计将水库取水低水位定为 120m 。珊溪水库20年一遇防洪高水位 147.641m ，因此本次设计将水库取水高水位定为 148m 。

在工程的日常运行调度过程中，既要考虑珊溪水库的运行调度方式，又要考虑下游规划水厂用水量的变化，制定出切实可行的调度管理计划，以实现输水工程水资源的优化调度配置、合理开发利用。

6.1.1.5 水泵型式选择

本工程水泵属于高扬程小流量泵站，根据本工程的水泵流量和

扬程，适用的泵型有混流泵和单级双吸离心泵，混流泵一般应用的扬程范围偏低些，其结构形式基本为立轴结构，泵与电机一般是通过刚性联轴器直连，水泵采用喇叭口或肘形流道进水，在泵站布置时，多需考虑设置混凝土进水流道或进水池，为方便在水泵叶轮等部件的检修 泵房需要较高起吊高度。土建工程量相对大些，土建施工也相对复杂些。

单级双吸离心泵应用的扬程范围更为广阔，水泵前后采用进出水钢管连接。而卧式单级双吸离心泵多采用中开式结构，其泵体和泵盖结合面一般是通过轴心线的水平面，采用该结构，可以揭开泵盖即可检修泵内各零件，无需拆卸进、出管路和移动电机，检修极为方便。要求的检修空间较小，土建施工简单，在国内引供水工程中应用广泛。通过上述比较以及借鉴已建工程的成功经验，本阶段初步选用泵型为卧式双吸离心泵。

该系列水泵结构紧凑，外观美观，稳定性好，便于安装；该系列水泵运行平稳，优化设计的双吸叶轮使轴向力减小到最低限度，且有优异水利性能的叶型，并经精密铸造，泵壳内表面及叶轮表面极其光滑，具有显著的抗汽蚀性能和高效率；该系列水泵轴承选用SKF或NSK轴承，保证水泵运行平稳，噪音低，使用寿命长；改系列水泵轴封选用博格曼机械密封或填料密封，机械密封可保证水泵运行8000小时无泄漏。

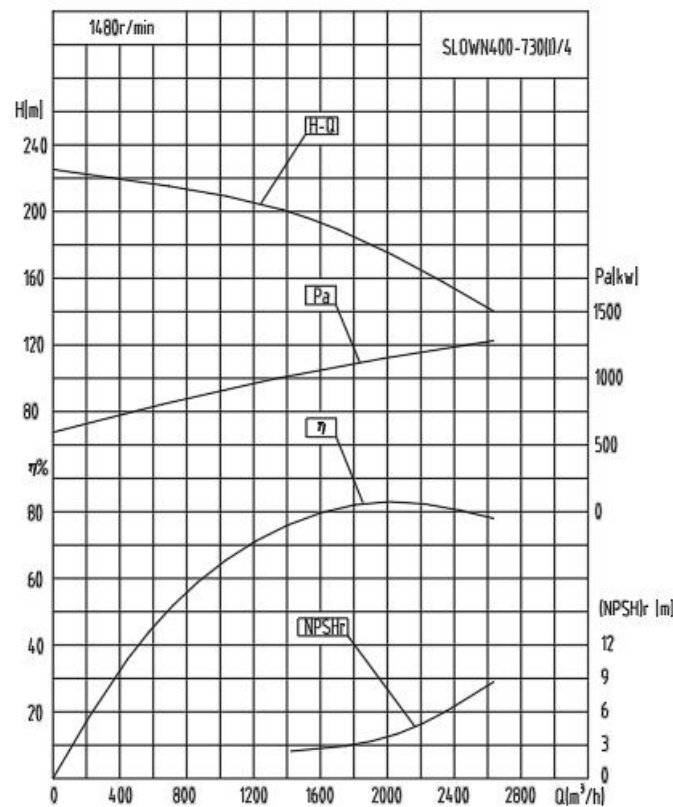


图6.1.1 提水泵站水泵性能曲线

6.1.1.6 泵组台数选择

本工程根据《泵站设计标准》（GB50265-2022）以及并联水泵损耗等问题，并参考泵站扬程范围，可考虑设置2台或3台泵并联运行。根据经验2台水泵的流量损耗约为1.05，3台泵的流量损耗约为1.1～1.15。可知3台泵方案较2台泵方案的流量损耗要大些。

泵站在设计流量一定的情况下，2台泵方案和3台泵方案，并联运行时的总扬程是基本一致的，但如果出现单泵运行，那么3台泵方案的单泵流量约为设计流量的1/3，管路损失只有设计值的1/9；而2台泵方案的单泵流量约为设计流量的1/2，管路损失为设计值的1/4，因此其总扬程减少相对3台泵小些。而水泵总扬程减小，流量增大、效率降低，水泵必须汽蚀余量增大，水泵安装高程就需要降低，土建开挖量增加。因此3台泵方案较两台泵方案土建开挖量要大，土建投

资也较大。另外不论是2台泵还是3台泵都不存在制造和运输上的问题，均属于成熟产品。因此3台泵方案较2台泵方案机电设备的投资也会有所增加。总体来说3台泵方案的投资比2台泵方案的投资要大。但3台泵的运行调度灵活性较2台泵好。根据本工程所处的地理位置为山区，布置空间较为局促，综合考虑本阶段推荐选用2台主工泵组方案，互为备用。

2台取水泵配置2台真空泵，运行时先开启真空泵，再启动水泵，通过自动化检测真空度。

6.1.1.7 水泵电动机组主要技术参数

本泵站选用2台套水泵电动机组，一用一备，主要参数见表6.1-2。

表6.1-2 水泵选型

项 目	特 性 指 标	备 注
水 泵 型 号	SL0W350-530/4	卧 式 单 级 双 吸 离 心 泵
水 泵 数 量	2	1 用 1 备
单 台 水 泵 流 量	2469.6m ³ /h	
水 泵 扬 程	72m	
水 泵 效 率	84.76%	
水 泵 轴 功 率	512kW	
电 机 功 率	710kW	
电 机 保 护 等 级	IP55	
电 机 绝 缘 等 级	F	

6.1.1.8 管阀系统设计

根据《内河船舶法定检验技术规则》（2019）中对船上设备的规定，以及考虑水泵输水性能要求，每台水泵配备有进水管、出水管、变径大小头、软接头、多功能阀门、电动蝶阀等，具体管阀系统设计参数如下表所示。

表6.1-3 管阀系统参数表

项 目	规 格	备 注
进 水 管 道	DN500 1.6MPa	
出 水 管 道	DN400 1.6MPa	
汇 水 总 管	DN800 1.6MPa	
输 水 管 道	DN800 1.6MPa	
软 接 头	DN400 1.6MPa	
多 功 能 阀 门	DN400 1.6MPa	
电 动 蝶 阀	DN400 1.6MPa	
手 动 蝶 阀	DN800 1.6MPa	

6.1.2 一号加压泵站

6.1.2.1水泵特征参数

一、特征水位

提水泵站出水高程：180m

中转水池水位：320m

二、水泵净扬程

根据提水泵站出水高程及中转水池水位，计算得水泵净扬程为140m。

三、管道水头损失

管道总水头损失约12m。

四、水泵特征扬程

考虑系统的装置特性及水力损失，水泵最大扬程为152m。

五、水泵设计流量

本工程设计供水规模为3.95万m³/d，根据水厂清水池的容量及水时间特性分析，本次设计拟定水泵连续运行时间为16h，因此水泵

设计流量定为 $2469.6\text{m}^3/\text{h}$ 。

6.1.2.2 水泵选型

一、水泵类型

本工程水泵属于高扬程小流量泵站，本次设计采用卧式双吸离心泵。

二、水泵台数选择

根据本工程设计流量及扬程，本次设计采用2台水泵，一用一备。

三、水泵型号

本次设计初定采用 SLOWN400-730(I)/4，单泵设计流量 $2469.6\text{m}^3/\text{h}$ ，设计扬程152m，转速1480r/min，效率为85%，配用异步电机功率1400kw。

6.1.2.3 辅助设备及起重设备

一、抽真空系统

本次设计在2根进水管处各设一台真空引水罐，罐体直径1m，高1.5m。

二、止回阀

为防止水泵停机时出水管水流倒灌，造成水泵倒转，在2根出水管处各设1只微阻缓闭止回阀。

三、电动闸阀

为保证水泵启动前抽真空，在2根出水管处各设1只电动闸阀。

五、起重设备

根据水泵机组参数，本次在泵房内设置1台5t，L=7m的单梁桥式起重机，用于水泵及电动机的安装及检修。

七、泵房

泵房采用砖混结构结构，泵房尺寸为 $22\times 9\text{m}$ 。泵房以自然通风、

采光为主。

6.1.2.4 水利机械设备与材料清单

表6.1-4 泵站水利机械设备与材料清单

编 号	名 称	规 格	单 位	数 量
1	水 泵	IS80-50-315A	台	2
2	配 套 电 动 机	Y250-55-2	台	2
3	真 空 引 水 罐	Φ 1000×1500	台	2
4	微阻缓闭止回阀	DN800， 1.6MPa	只	2
5	电 动 闸 阀	DN800， 1.6MPa	只	2
6	电动桥式起重机	5T， Lk=7m	台	1

6.1.3二号加压泵站

6.1.3.1水泵特征参数

一、特征水位

提水泵站出水高程：320m

中转水池水位：450m

二、水泵净扬程

根据提水泵站出水高程及中转水池水位，计算得水泵净扬程为130m。

三、管道水头损失

管道总水头损失约18m。

四、水泵特征扬程

考虑系统的装置特性及水力损失，水泵最大扬程为148m。

五、水泵设计流量

根据水厂清水池的容量及水时间特性分析，本次设计拟定水泵连续运行时间为16h，因此水泵设计流量定为2160m³/h。

6.1.3.2 水泵选型

一、水泵类型

本工程水泵属于高扬程小流量泵站，本次设计采用卧式双吸离心泵。

二、水泵台数选择

根据本工程设计流量及扬程，本次设计采用2台水泵，一用一备。

三、水泵型号

本次设计初定采用SLOW350-800B/4，单泵设计流量 $2160\text{m}^3/\text{h}$ ，设计扬程148m，转速1480r/min，效率为86%，配用异步电机功率1400kw。

6.1.3.3 辅助设备及起重设备

一、抽真空系统

本次设计在2根进水管处各设一台真空引水罐，罐体直径1m，高1.5m。

二、止回阀

为防止水泵停机时出水管水流倒灌，造成水泵倒转，在2根出水管处各设1只微阻缓闭止回阀。

三、电动闸阀

为保证水泵启动前抽真空，在2根出水管处各设1只电动闸阀。

五、起重设备

根据水泵机组参数，本次在泵房内设置1台5t，L=7m的单梁桥式起重机，用于水泵及电动机的安装及检修。

6.1.3.3 水利机械设备与材料清单

表6.1-4 泵站水利机械设备与材料清单

编 号	名 称	规 格	单 位	数 量
1	水 泵	IS80-50-315A	台	2
2	配 套 电 动 机	Y250-55-2	台	2
3	真 空 引 水 罐	Φ 1000×1500	台	2
4	微阻缓闭止回阀	DN800， 1.6MPa	只	2
5	电 动 闸 阀	DN800， 1.6MPa	只	2
6	电 动 桥 式 起 重 机	5T， Lk=7m	台	1

6.1.4 三号加压泵站

6.1.4.1水泵特征参数

一、特征水位

南浦溪调蓄水池高程：235m

3号加压泵站进水高程：380m

二、水泵净扬程

根据南浦溪调蓄水池高程及4号加压泵站进水高程，计算得水泵净扬程为145m。

三、管道水头损失

管道总水头损失约15m。

四、水泵特征扬程

考虑系统的装置特性及水力损失，水泵最大扬程为160m。

五、水泵设计流量

泵站设计供水规模为0.26万m³/d，根据水厂清水池的容量及水时间特性分析，本次设计拟定水泵连续运行时间为16h，因此水泵设计流量定为108m³/h。

6.1.4.2 水泵选型

一、水泵类型

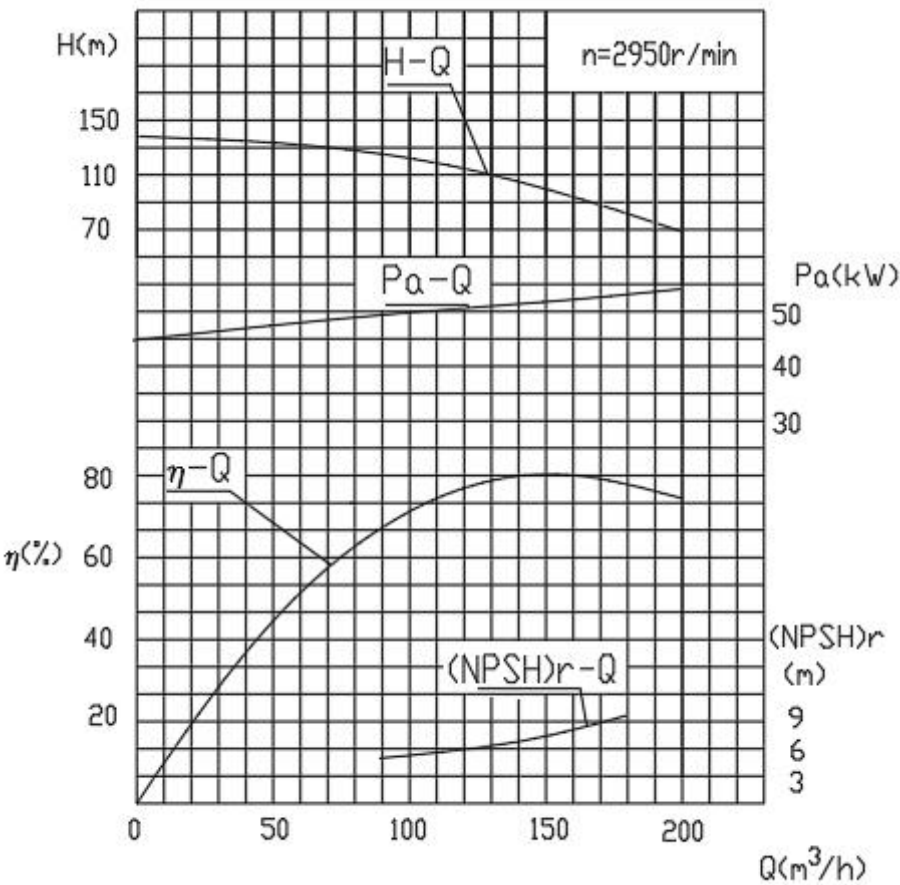
本工程水泵属于高扬程小流量泵站，本次设计采用非自吸立式多级离心泵。

二、水泵台数选择

根据本工程设计流量及扬程，本次设计采用2台水泵，一用一备。

三、水泵型号

本次设计初定采用SLG120-6/2，单泵设计流量108m³/h，设计扬程150m，转速2950r/min，效率为76.5%，配用异步电机功率55kw。



6.1.4.3 辅助设备及起重设备

一、抽真空系统

本次设计在2根进水管处各设一台真空引水罐，罐体直径600mm，高1.5m。

二、止回阀

为防止水泵停机时出水管水流倒灌，造成水泵倒转，在2根出水管处各设1只微阻缓闭止回阀。

三、电动闸阀

为保证水泵启动前抽真空，在2根出水管处各设1只电动闸阀。

五、起重设备

根据水泵机组参数，本次在泵房内设置1台3t，L=6m的单梁桥式起重机，用于水泵及电动机的安装及检修。

6.1.2.3 水利机械设备与材料清单

表6.1-5 泵站水利机械设备与材料清单

编 号	名 称	规 格	单 位	数 量
1	水 泵	IS80-50-315A	台	2
2	配 套 电 动 机	Y250-55-2	台	2
3	真 空 引 水 罐	Ø1000×1500	台	2
4	微阻缓闭止回阀	DN800， 1.6MPa	只	2
5	电 动 闸 阀	DN800， 1.6MPa	只	2
6	电 动 桥 式 起 重 机	5T， Lk=6m	台	1

注：四号加压泵站水泵型号与三号加压泵站相同

6.1.5五号加压泵站

6.1.5.1水泵特征参数

一、特征水位

筱村镇调蓄水池高程：420m

六号加压泵站进水高程：520m

二、水泵净扬程

根据筱村镇调蓄水池高程及6号加压泵站进水高程，计算得水泵净扬程为100m。

三、管道水头损失

管道总水头损失约14m。

四、水泵特征扬程

考虑系统的装置特性及水力损失，水泵最大扬程为114m。

五、水泵设计流量

泵站设计供水规模为2.99万 m^3/d ，根据水厂清水池的容量及水时间特性分析，本次设计拟定水泵连续运行时间为16h，因此水泵设计流量定为1868.4 m^3/h 。

6.1.5.2 水泵选型

一、水泵类型

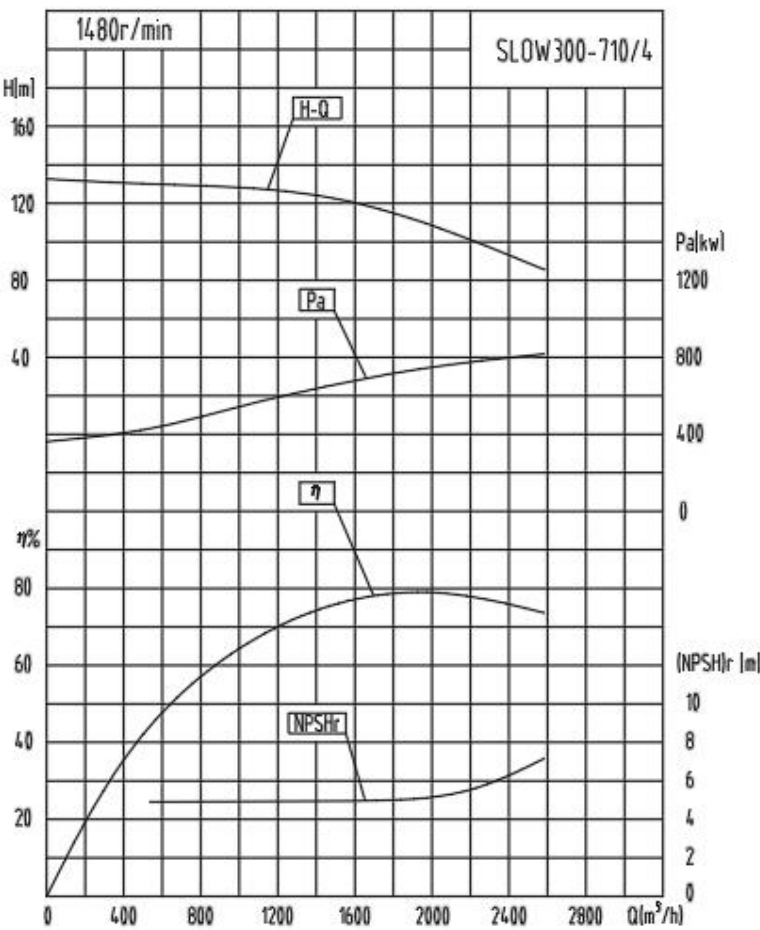
本工程水泵属于高扬程小流量泵站，本次设计采用离心泵。

二、水泵台数选择

根据本工程设计流量及扬程，本次设计采用2台水泵，一用一备。

三、水泵型号

本次设计初定采用SL0W300-710/4，单泵设计流量1868.4 m^3/h ，设计扬程114m，转速1480r/min，效率为83%，配用异步电机功率1480kw。



6.1.5.3 辅助设备及起重设备

一、抽真空系统

本次设计在2根进水管处各设一台真空引水罐，罐体直径1m，高1.5m。

二、止回阀

为防止水泵停机时出水管水流倒灌，造成水泵倒转，在2根出水管处各设1只微阻缓闭止回阀。

三、电动闸阀

为保证水泵启动前抽真空，在2根出水管处各设1只电动闸阀。

五、起重设备

根据水泵机组参数，本次在泵房内设置1台5t，L=6m的单梁桥式

起重机，用于水泵及电动机的安装及检修。

6.1.5.4水利机械设备与材料清单

表6.1-6 泵站水利机械设备与材料清单

编 号	名 称	规 格	单 位	数 量
1	水 泵	IS80-50-315A	台	2
2	配 套 电 动 机	Y250-55-2	台	2
3	真 空 引 水 罐	Ø1000×1500	台	2
4	微阻缓闭止回阀	DN800， 1.6MPa	只	2
5	电 动 闸 阀	DN800， 1.6MPa	只	2
6	电动桥式起重机	5T， Lk=6m	台	1

注：六号加压泵站水泵型号与五号加压泵站相同

6.1.6 输水管沿线其它设备的选择

6.1.6.1 调压设备的初步估计

1) 超压泄压阀

在水泵出水总管上配置一台DN200，PN1.6MPa超压泄压阀。并在超压泄压阀进口设置一台DN200，PN1.6MPa偏心半球阀作为检修阀。

2) 空气阀

在长距离输水平直管段每隔500m~1000m设置一只复合式空气阀，沿程高点位置设置防水锤空气阀或复合式排气阀。复合式空气阀和防水锤空气阀的直径均为DN200，公称压力均为PN1.6MPa。复合式空气阀数量初估为30只，防水锤空气阀数量初估为10只。

6.1.6.2 输水总管上流量监测设备的选择

1) 流量计

为监测和控制供水流量，在出水总管的适当位置设置一流量计井，流量计井里设置一台分体式电磁流量计，公称直径DN800，压力等级1.6MPa，精度0.2级。

2) 检修阀

为满足电磁流量计的检修，在电磁流量计下游侧管路上设置一只检修阀门，检修阀门的位置满足流量计安装的要求。

检修阀门采用手电两用蝶阀，其型号为D941X-10，DN800，公称压力PN1.6MPa。

6.1.6.3 输水总管沿线水力机械主要设备清单

输水管线水力机械工程量详见表6.1-7。

表6.1-7 输水管线水力机械主要和设备清单

序 号	名 称 、 用 途	规 格	单 位	数 量
一	管 线 调 压 设 备			
1	超 压 泄 压 阀	DN200 PN1.6MPa	台	1
2	全 通 径 偏 心 半 球 阀	DN200 PN1.6MPa	台	1
3	伸 缩 节	DN200 PN1.6MPa	只	1
4	复 合 式 空 气 阀	DN200 PN1.6MPa	只	30
5	防 水 锤 空 气 阀	DN200 PN1.6MPa	只	10
二	总 管 流 量 监 测 设 备			
1	电 磁 流 量 计	DN800 PN1.6MPa	只	1
2	手 电 两 用 检 修 蝶 阀	DN800 PN1.6MPa	只	1
3	伸 缩 节	DN800 PN1.6MPa	只	1

6.2 电 气

6.2.1 概 述

本本工程为泰顺县环飞云湖乡镇饮用水第二水源工程，共有6个提水泵站和1个浮船泵站，主要用电设备如下：

(1) 浮船泵站设置2台卧 式 单 级 双 吸 离 心 泵 水 泵，每台水泵配套10kV异步电动机功率为710kW，一用一备。

(2) 1号泵站设置2台卧 式 单 级 双 吸 离 心 泵 水 泵，每台水泵

配套10kV异步电动机功率为1400kW，一用一备。

(3) 2号泵站设置2台卧式单级双吸离心泵水泵，每台水泵配套10kV异步电动机功率为1250kW，一用一备。

(4) 3号泵站设置2台卧式单级双吸离心泵水泵，每台水泵配套380V异步电动机功率为55kW，一用一备。

(5) 4号泵站设置2台卧式单级双吸离心泵水泵，每台水泵配套380V异步电动机功率为55kW，一用一备。

(6) 5号泵站设置2台卧式单级双吸离心泵水泵，每台水泵配套10kV异步电动机功率为900kW，一用一备。

(7) 6号泵站设置2台卧式单级双吸离心泵水泵，每台水泵配套10kV异步电动机功率为800kW，一用一备。

6.2.2 设计依据

- 1) GB51348-2019《民用建筑电气设计标准》
- 2) GB/T50065-2011《交流电气装置的接地设计规范》
- 3) GB50057-2010《建筑物防雷设计规范》
- 4) GB50053-2013《20kV及以下变电所设计规范》
- 5) GB50052-2009《供配电系统设计规范》
- 6) GB50054-2011《低压配电设计规范》
- 7) GB50217-2007《电力工程电缆设计规范》
- 8) GB50265-2022《泵站设计标准》

6.2.3 设计范围和设计界限

1) 设计范围

本工程范围内的七个泵站的动力配电、防雷接地设计、建筑物及场地照明设计。

2) 设计界限

380V (10kV) 电源电缆由附近380V (10kV) 市政电源网络引入(泵站)配电柜，站外部分供电线路不属于本工程设计范围，由当地电力部门确定并实施。

6.2.4 水泵电机机端电压比较

水泵电机机端电压方案的选择是确保泵站安全运行、控制泵站电气设备投资及今后设备运行维护费用的主要因素。根据泵站的单台电机容量较大及运行工况等特性，异步电机机端电压初拟以下二种方案进行比较：

方案一： 机端电压采用6KV

每台机组均配置软起动器，主变选用S13-10/6KV节能型变压器。

优点： 机端电流较小。

缺点：由于6KV和10KV电压属于同一电压等级，变压器高低压侧电压差距小，此变压器属非标产品，投资相对较高。泵站运行中主变电能损耗永久产生，每年的电能损耗费用较高。

方案二： 机端电压采用10kV

根据《泵站设计规范（GB50265-2022）》：当技术经济条件相近时，电动机额定电压宜优先选用10kV。这样可以大大改善机组启动运行工况，提高泵站运行的稳定性。由于该工程供电电源是10kV，水泵电机采用直配线供电，工程不设置主变压器，只需设置厂用变。

优点：

1、机端电流小

2、直配线方案取消了主变压器及相应的二次控制保护设备，综合一次性投资及日常运行维护费用降低，且不再产生主变电能损耗，大大降低了运行成本。

3、水泵机组直接与当地电网连接，水泵容量远远低于所连接变

电所主变容量，大大改善了机组的启动特性。

缺点：直配线方式对泵站的防雷过电压保护要求较高。机端电压技术经济比较表详见下表。

表 6.2-1 机端电压技术经济比较表

序号	项目	方案一（变压+6kV）	方案二（10KV直供）
1	主要电气设备投资	较高	低
2	主变年电级损耗	高	无
3	接线复杂性	复杂	简单
4	可靠性	较高	较高

上述二方案供电可靠生均较高，都能够满足泵站供水保障率的要求，通过分析比较推荐方案二为选定的机端电压方案，即水泵机组选用10kV电压等。

6.2.5 泵站电容补偿方式

本工程泵站除3号、4泵站外补偿方式采用“单台电机分别就地补偿成套装置”，省去电容器组的自动投切装置和投切10kV高压断路器，投资省，运行灵活可靠，避免产生过补偿或欠补偿。

单台电机分别就地补偿成套装置的性能特点：

- 1、采用高压熔断器或限流式熔断器作为电容器的短路保护，确保设备安全运行；
 - 2、配置电流互感器和电流表，并配有高压带电显示器和电磁锁、具有强制闭锁功能，确保运行和维护人员安全
 - 3、整个装置没有操作部件，与电机同步投切，使用方便，结构紧凑，布置合理，热动稳定性好，可以免维护运行。
- 3号、4号由于是低压电机，无功补偿在0.4kV侧。

6.2.6 用电负荷和供电方式

1) 浮船泵站主要用电负荷为2台10kV的高压异步电机、功率为710kW，其它低压负荷有2台7.5kW的真空水泵，10kW的吊装电机、12kW的空调、2kW的照明等负荷，选用一台带外壳的户内干式变压器SC13-80/10作为泵站的厂用变。

表 6.2-2 浮船泵站0.4kV用电负荷统计表

序号	设备名称	设备功率kW	台数	参与计算数量	需要系数	功率因数cosφ	有功功率Pjs(kW)	无功功率Q(kvar)	视在功率S(kVA)
1	真空泵	7.5	2	2	1	0.8	15.00	11.25	18.75
2	锚机	7.5	1	1	0.3	0.8	2.25	1.69	2.81
3	行车	10	1	1	0.4	0.8	4.00	3.00	5.00
4	空调	15	1	1	1	0.8	15.00	11.25	18.75
5	风机	2.2	6	6	0.7	0.8	9.24	6.93	11.55
6	阀门	1.5	2	1	0.5	0.8	0.75	0.56	0.94
7	照明	2	1	1	0.5	0.8	1.00	0.75	1.25
8	其它	10	1	1	0.8	0.8	8.00	6.00	10.00
合计							55.24	41.43	69.05
同时系数							0.95	0.95	0.95
计算负荷							52.48	39.36	65.60
无功补偿0.9以上						0.9		-14	
合计							53	26	59

2) 1号泵站主要用电负荷为2台10kV的高压异步电机、功率为1400kW，其它低压负荷有2台7.5kW的真空水泵，10kW的吊装电机、20kW的空调、10kW的照明等负荷，选用一台带外壳的户内干式变压器SC13-125/10作为泵站的厂用变。

表 6.2-3 1号泵站0.4kV用电负荷统计表

序号	设备名称	设备功率kW	台数	参与计算数量	需要系数	功率因数	有功功率Pjs(kW)	无功功率Q(kvar)	视在功率S(kVA)
----	------	--------	----	--------	------	------	-------------	-------------	------------

1	真 空 泵	7.5	2	2	1	0.8	15.00	11.25	18.75
2	行 车	10	1	1	0.4	0.8	4.00	3.00	5.00
3	空 调	20	1	1	1	0.8	20.00	15.00	25.00
4	风 机	2.2	10	10	0.7	0.8	15.40	11.55	19.25
5	阀 门	3	2	1	0.5	0.8	1.50	1.13	1.88
6	照 明	10	1	1	0.5	0.8	5.00	3.75	6.25
7	其 它	30	1	1	0.8	0.8	24.00	18.00	30.00
合 计							84.90	63.68	106.13
同时系数							0.95	0.95	0.95
计算负荷							80.66	60.49	100.82
无功补偿 0.9以上						0.9		-21	
合 计							81	39	90

3) 2号泵站主要用电负荷为2台10kV的高压异步电机、功率为1250kW,其它低压负荷有2台7.5kW的真空水泵,10kW的吊装电机、20kW的空调、10kW的照明等负荷，选用一台带外壳的户内干式变压器SC13-125/10作为泵站的厂用变。

表 6.2-4 2号泵站0.4kV用电负荷统计表

序号	设备名称	设备功率 kW	台数	参与 计算 数量	需要 系数	功率 因数 cosφ	有功 功率 Pjs(k W)	无功 功率 Q(kva r)	视在功 率 S(kVA)
1	提升泵	55	2	1	1	0.8	55.00	41.25	68.75
2	真 空 泵	7.5	2	2	1	0.8	15.00	11.25	18.75
3	行 车	10	1	1	0.4	0.8	4.00	3.00	5.00
4	空 调	20	1	1	1	0.8	20.00	15.00	25.00
5	风 机	2.2	10	10	0.7	0.8	15.40	11.55	19.25
6	阀 门	3	2	1	0.5	0.8	1.50	1.13	1.88
7	照 明	8	1	1	0.5	0.8	4.00	3.00	5.00
8	其 它	20	1	1	0.8	0.8	16.00	12.00	20.00

序号	设备名称	设备功率 kW	台数	参与 计算 数量	需要 系数	功率 因数 $\cos\varphi$	有功 功率 $P_{js}(kW)$	无功 功率 $Q(kvar)$	视在功 率 $S(kVA)$
合计							130.90	98.18	163.63
同时系数							0.95	0.95	0.95
计算负荷							124.36	93.27	155.44
无功补偿0.9 以上						0.9		-33	
合计							125	61	139

4) 3号泵站主要用电负荷主要是低压用电、有2台55kW的卧式单级双吸离心泵，10kW的吊装电机、20kW的空调、5kW的照明等负荷，选用一台带外壳的户内干式变压器SC13-160/10作为泵站的厂用变。

表 6.2-5 3号泵站0.4kV用电负荷统计表

序号	设备名称	设备功率 kW	台数	参与 计算 数量	需要 系数	功率 因数 $\cos\varphi$	有功 功率 $P_{js}(kW)$	无功 功率 $Q(kvar)$	视在功 率 $S(kVA)$
1	提升泵	55	2	1	1	0.8	55.00	41.25	68.75
2	真空泵	7.5	2	2	1	0.8	15.00	11.25	18.75
3	行车	10	1	1	0.4	0.8	4.00	3.00	5.00
4	空调	20	1	1	1	0.8	20.00	15.00	25.00
5	风机	2.2	10	10	0.7	0.8	15.40	11.55	19.25
6	阀门	3	2	1	0.5	0.8	1.50	1.13	1.88
7	照明	8	1	1	0.5	0.8	4.00	3.00	5.00
8	其它	20	1	1	0.8	0.8	16.00	12.00	20.00
合计							130.90	98.18	163.63
同时系数							0.95	0.95	0.95
计算负荷							124.36	93.27	155.44
无功补偿0.9 以上						0.9		-33	
合计							125	61	139

5) 4号泵站主要用电负荷主要是低压用电、有2台55kW的卧式单级双吸离心泵，10kW的吊装电机、20kW的空调、5kW的照明等负荷，选用一台带外壳的户内干式变压器SC13-160/10作为泵站的厂用变。

表 6.2-6 4号泵站0.4kV用电负荷统计表

序号	设备名称	设备功率 kW	台数	参与计算数量	需要系数	功率因数 cosφ	有功功率 Pjs(kW)	无功功率 Q(kvar)	视在功率 S(kVA)
1	提升泵	55	2	1	1	0.8	55.00	41.25	68.75
2	真空泵	7.5	2	2	1	0.8	15.00	11.25	18.75
3	行车	10	1	1	0.4	0.8	4.00	3.00	5.00
4	空调	20	1	1	1	0.8	20.00	15.00	25.00
5	风机	2.2	10	10	0.7	0.8	15.40	11.55	19.25
6	阀门	3	2	1	0.5	0.8	1.50	1.13	1.88
7	照明	8	1	1	0.5	0.8	4.00	3.00	5.00
8	其它	20	1	1	0.8	0.8	16.00	12.00	20.00
合计							130.90	98.18	163.63
同时系数							0.95	0.95	0.95
计算负荷							124.36	93.27	155.44
无功补偿 0.9以上						0.9		-33	
合计							125	61	139

6) 5号泵站主要用电负荷为2台10kV的高压异步电机、功率为900kW，其它低压负荷有2台7.5kW的真空水泵，10kW的吊装电机、20kW的空调、8kW的照明等负荷，选用一台带外壳的户内干式变压器SC13-125/10作为泵站的厂用变。

表 6.2-7 5号泵站0.4kV用电负荷统计

序号	设备名称	设备功率 kW	台数	参与计算数量	需要系数	功率因数 cosφ	有功功率 Pjs(kW)	无功功率 Q(kvar)	视在功率 S(kVA)
1	真空泵	7.5	2	2	1	0.8	15.00	11.25	18.75
2	行车	10	1	1	0.4	0.8	4.00	3.00	5.00
3	空调	20	1	1	1	0.8	20.00	15.00	25.00
4	风机	2.2	10	10	0.7	0.8	15.40	11.55	19.25
5	阀门	3	2	1	0.5	0.8	1.50	1.13	1.88
6	照明	8	1	1	0.5	0.8	4.00	3.00	5.00
7	其它	30	1	1	0.8	0.8	24.00	18.00	30.00
合计							83.90	62.93	104.88
同时系数							0.95	0.95	0.95
计算负荷							79.71	59.78	99.63
无功补偿 0.9 以上						0.9		-21.00	
合计							80	39	89

7) 6号泵站主要用电负荷为2台10kV的高压异步电机、功率为800kW，其它低压负荷有2台7.5kW的真空水泵，10kW的吊装电机、20kW的空调、8kW的照明等负荷，选用一台带外壳的户内干式变压器SC13-125/10作为泵站的厂用变。

表 6.2-8 6号泵站0.4kV用电负荷统计表

序号	设备名称	设备功率 kW	台数	参与计算数量	需要系数	功率因数 cosφ	有功功率 Pjs(kW)	无功功率 Q(kvar)	视在功率 S (kVA)
1	真空泵	7.5	2	2	1	0.8	15.00	11.25	18.75
2	行车	10	1	1	0.4	0.8	4.00	3.00	5.00
3	空调	20	1	1	1	0.8	20.00	15.00	25.00
4	风机	2.2	10	10	0.7	0.8	15.40	11.55	19.25
5	阀门	3	2	1	0.5	0.8	1.50	1.13	1.88
6	照明	8	1	1	0.5	0.8	4.00	3.00	5.00

序号	设备名称	设备功率 kW	台数	参与 计算 数量	需要 系数	功率 因数 cosφ	有功功率 Pjs(kW)	无功功率 Q(kvar)	视在 功率S (kVA)
7	其它	30	1	1	0.8	0.8	24.00	18.00	30.00
合计							83.90	62.93	104.88
同时系数							0.95	0.95	0.95
计算负荷							79.71	59.78	99.63
无功补偿0.9 以上						0.9		21	
补偿后合计							80	39	89

根据工程用途、运行工况以及相关规程，拟定本工程提水泵站的负荷等级为三级负荷。结合当地电网的情况，供电主电源由附近10kV线路提供。

6.2.7 泵站电气主接线

根据前述供电方式、用电负荷，以及泵组机端电压、起动方式、电容补偿方式等比较，选用10kV直配线路对异步电动机进行供电，拟采用一路10kV独立电源供电；每台泵组设变频启动柜、就地电容补偿柜。根据《泵站设计规范》（GB50265-2022），10kV侧采用单母线接线。

浮船泵站、1号泵站、2号泵站距离较近，由供电局引一路10kV配电线到2号泵站，单母线接线，再由2号泵站各分出一路分别至浮船泵站和1号泵站。

其它泵站分别从附近农村电网引一路10KV到泵站，10kV侧采用单母线接线。

每个泵站各配置一套低压配电柜选用3台mNS低压抽出式开关柜作为泵站厂用电的供电设备。

6.2.8 计算机监控系统

为提高工程管理自动化水平，实现高效，先进，可靠的控制方式，闸站控制方式按照以计算机监控为主，简单常规控制为辅的原则进行设计。

本工程拟在2号泵站设置一个中控室，每个泵站各设一套现地控制单元LCU，其它泵站信号通过光纤连接到中控室进行集中控制

1) 计算机监控系统监控对象

七个泵站共14套水泵及其辅助设备

七个泵站共14套电动机及其辅助设备

全站公用设备及站用电系统

2) 计算机监控系统的主要功能

数据采集和处理

安全监视和报警

正常控制和操作

报表

人机接口

通讯功能

3) 计算机监控系统结构

泵站计算机监控系统采用开放式、分层分布式结构的计算机监控系统，分主控级和单元控制级。主控级设置两台主机兼操作员工作站、一台通信工作站；现地单元控制层每个泵站各设一套泵组控制单元LCU，通过4芯的光纤连接。

泵站控制级

泵站控制级配置两台主机兼操作员工作站负责泵站的运行操作。操作员工作站承担实时采集泵站主要设备的运行状态、参数，对各控制点和监视点进行自动安全检测、越限报警、事件顺序记录、事

故原因提示、事故语音报警，同时工作站还将承担运行管理、数据采集和处理、与单元控制设备的通讯等任务；通信工作站负责与调度控制中心的通信。

泵组控制单元

泵组控制单元，完成对泵组监测、控制、调节以及数据采集、处理，并完成与其它控制单元的数据通讯。当控制单元与闸站级系统失去联系时，由它独立完成对所属设备的监控，包括在现地由操作员进行手动控制和通过现地控制单元对所属设备的自动控制。

4) 泵站可以实现自动控制：

浮船泵站和1号泵站的水泵可以根据1号蓄水池水位的高低实现自动启停，当1号蓄水池（高程320m）水位低于某一数值时，自动开浮船泵站和1号泵站的水泵，当1号蓄水池（高程320m）水位高于某一数值时，自动关浮船泵站和1号泵站的水泵。

2号泵站的水泵启停可由1#中转水池(高程450m)的水位控制，当1#中转水池(高程450m)的水位低于某一数值时，自动开2号泵站的水泵，当1号中转水池(高程450m)水位高于某一数值时，自动关2号泵站的水泵。

3号和4号泵站的水泵的运行可由包垵水厂控制。

5号泵站和6号泵站的水泵启停可由2#中转水池(高程610m)的水位控制，当2#中转水池(高程610m)的水位低于某一数值时，自动开5号、6号泵站的水泵，当2号中转水池水位(高程610m)高于某一数值时，自动关5号、6号泵站的水泵。

5) 自动化元件

泵组自动化元件配置和选型满足无人值班（少人值守）对自动化和实时监控提出的要求，满足由一个操作指令即可完成泵组工况的

自动转换。

为了保证泵组、辅助设备及全站公用系统安全运行，选配的自动化元件应能正确可靠地监视水泵电动机组各重要部位的运行参数及状态，提供计算机监控系统准确的信息，能构成可靠的水力机械及电气保护系统。

6) 图像监视系统

图像监视系统主要由前端设备和控制站两部分组成，前端设备主要为数字摄像机；控制站主要由图像工作站、数字硬盘录像机、主控键盘等组成。摄像机主要布置在控制室、配电室、主泵房以及泵站进出口等处。

7) 继电保护

根据《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T14285-2023和《泵站设计规范》GB50265-2022等有关规定：

电动机装设下列保护：电流速断保护、过电流保护、低电压保护、温度保护、过负荷保护、单相接地保护。每个泵站拟采用2套微型异步电动机保护装置，对应安装在电动机开关柜内。

10kV线路装设下列保护：电流速断保护、过电流保护、低电压保护、零序过流保护、过负荷保护。拟采用1套微型线路保护装置，对应安装在线路开关柜内。

站用变压器装设下列保护：电流速断保护、过电流保护、过负荷保护、温度保护。确定采用2套微型配电变保护装置，对应安装在站用变高压侧开关柜内。

6.2.9 过电压保护及接地

为防止直击雷侵害，在提水泵站的建筑物的屋顶装设避雷带。为防止雷电侵入波损坏电气设备，在10kV进线处装设氧化锌避雷器，

在低压400V母线上等配电回路和弱电信号回路装设低压防雷器。

提水泵站的接地网应尽量利用闸室基础和水工建筑物的钢筋砼等自然接地体，要求总接地电阻值 $\leq 1\Omega$ ，当接地电阻不满足要求时，考虑敷设人工接地网。为保证人身及设备安全，各电气设备的金属外壳、金属构架、电缆保护管、基础槽钢、电缆铠装层等均应可靠接地。为移动及检修设备的接地需要，设置多处临时接地卡。

计算机监控系统不单独设置接地网，采用“一点接地”的方式接入主接地网。

6.2.10 主要电气设备清单

表6.2-9 浮船泵站主要电气设备清单

序 号	名 称	型 号	单 位	数 量
1	10kV开关柜	KYN28-12	台	5
2	干式变压器	SC13-80/10	台	1
3	水泵控制柜	710kW 变频控制	台	2
4	电容补偿柜		台	2
5	低压配电柜	mNS-	台	3
6	直流屏	65AH DC220V	套	1
7	照明		项	1
8	防雷接地		项	1
9	计算机监控系统	主要含现地LCU屏1套、水位仪、压力表、网络设备、UPS电源及通信光纤、组态软件、工作站等	套	1
10	视频监视系统	主要含硬盘录像机1套、前端摄像机6只、网络设备、电缆等	套	1
11	通信系统		项	1
12	电力电缆	ZR-YJV22-10-3 $\times$ 70 mm ²	米	700
13	电力电缆	ZR-YJV-1-	米	500
14	控制电缆	ZR-KVVP-0.5-	米	500
15	计算机电缆	ZR-DJYP2VP2-0.5-	米	500

表6.2-10 1号泵站主要电气设备清单

序号	名称	型号	单位	数量
1	10kV开关柜	KYN28-12	台	5
2	干式变压器	SC13-125/10	台	1
3	低压配电柜	mNS-	台	3
4	水泵控制柜	1400kW 变频控制	台	2
5	电容补偿柜		台	2
6	直流屏	65AH DC220V	套	1
7	照明		项	1
8	防雷接地		项	1
9	计算机监控系统	主要含现地LCU屏1套、水位仪、压力表、网络设备、UPS电源及通信光纤、组态软件、工作站等	套	1
10	视频监视系统	主要含硬盘录像机1套、前端摄像机10只、网络设备、电缆等	套	1
11	通信系统		项	1
12	电力电缆	ZR-YJV22-10-3×70 mm ²	米	200
13	电力电缆	ZR-YJV22-1-	米	500
14	控制电缆	ZR-KVVP-0.5-	米	500
15	计算机电缆	ZR-DJYP2VP2-0.5-	米	500

表6.2-11 2号泵站主要电气设备清单

序号	名称	型号	单位	数量
1	10kV开关柜	KYN28-12	台	10
2	干式变压器	SC13-125/10 带外壳	台	1
3	低压配电柜	mNS-	台	4
4	水泵控制柜	1250kW 变频控制	台	2
5	电容补偿柜		台	2
6	直流屏	DC220V 100AH	套	1
7	照明		项	1
8	防雷接地		项	1
9	计算机监控系统	主要含现地LCU屏1套、水位仪、网络设备、UPS电源及通信光纤等	套	1

序 号	名 称	型 号	单 位	数 量
10	视 频 监 视 系 统	主 要 含 硬 盘 录 像 机 1 套、前 端 摄 像 机 10 只、网 络 设 备、电 缆 等	套	1
11	通 信 系 统		项	1
12	电 力 电 缆	ZR-YJV22-10-3×70 mm ²	米	200
13	电 力 电 缆	ZR-YJV22-1-	米	500
14	控 制 电 缆	ZR-KVVP-0.5-	米	500
15	计 算 机 电 缆	ZR-DJYP2VP2-0.5-	米	500

表6.2-12 3号泵站主要电气设备清单

序 号	名 称	型 号	单 位	数 量
1	10k环网柜	XGN15-12	台	3
2	配 电 柜	mNS-	台	3
3	变 压 器	SC13-160/10	台	1
4	水 泵 控 制 柜	55kW 变频控制	台	2
5	照 明		项	1
6	防 雷 接 地		项	1
7	计 算 机 监 控 系 统	主 要 含 现 地 LCU 屏 1 套、水 位 仪、压 力 表、网 络 设 备、UPS 电 源 及 通 信 光 纤、组 态 软 件、工 作 站 等	套	1
8	视 频 监 视 系 统	主 要 含 硬 盘 录 像 机 1 套、前 端 摄 像 机 3 只、网 络 设 备、电 缆 等	套	1
9	通 信 系 统		项	1
10	电 力 电 缆	ZR-YJV22-1-	米	300
11	控 制 电 缆	ZR-KVVP-0.5-	米	300
12	计 算 机 电 缆	ZR-DJYP2VP2-0.5-	米	300

表6.2-13 4号泵站主要电气设备清单

序 号	名 称	型 号	单 位	数 量
1	10k环网柜	XGN15-12	台	3
2	配 电 柜	mNS-	台	3
3	变 压 器	SC13-160/10	台	1
4	水 泵 控 制 柜	55kW 变频控制	台	2

序 号	名 称	型 号	单 位	数 量
5	照 明		项	1
6	防 雷 接 地		项	1
7	计 算 机 监 控 系 统	主 要 含 现 地 LCU 屏 1 套、水 位 仪、压 力 表、网 络 设 备、UPS 电 源 及 通 信 光 纤、组 态 软 件、工 作 站 等	套	1
8	视 频 监 视 系 统	主 要 含 硬 盘 录 像 机 1 套、前 端 摄 像 机 3 只、网 络 设 备、电 缆 等	套	1
9	通 信 系 统		项	1
10	电 力 电 缆	ZR-YJV22-1-	米	300
11	控 制 电 缆	ZR-KVVP-0.5-	米	300
12	计 算 机 电 缆	ZR-DJYP2VP2-0.5-	米	300

表6.2-14 5号泵站主要电气设备清单

序 号	名 称	型 号	单 位	数 量
1	10kV 开 关 柜	KYN28-12	台	8
2	干 式 变 压 器	SC13-125/10 带 外 壳	台	1
3	低 压 配 电 柜	mNS-	台	3
4	水 泵 控 制 柜	900kW 变 频 控 制	台	2
5	电 容 补 偿 柜	与 水 泵 柜 配 套	台	2
6	直 流 屏	DC220V 65AH	套	1
7	照 明		项	1
8	防 雷 接 地		项	1
9	计 算 机 监 控 系 统	主 要 含 现 地 LCU 屏 1 套、水 位 仪、压 力 表、网 络 设 备、UPS 电 源 及 通 信 光 纤、组 态 软 件、工 作 站 等	套	1
10	视 频 监 视 系 统	主 要 含 硬 盘 录 像 机 1 套、前 端 摄 像 机 10 只、网 络 设 备、电 缆 等	套	1
11	通 信 系 统		项	1
12	电 力 电 缆	ZR-YJV22-10-3×70 mm ²	米	200
13	电 力 电 缆	ZR-YJV22-1-	米	500
14	控 制 电 缆	ZR-KVVP-0.5-	米	500
15	计 算 机 电 缆	ZR-DJYP2VP2-0.5-	米	500

表6.2-15 6号泵站主要电气设备清单

序 号	名 称	型 号	单 位	数 量
1	10kV 开 关 柜	KYN28-12	台	8
2	干 式 变 压 器	SC13-125/10 带 外 壳	台	1
3	低 压 配 电 柜	mNS-	台	3
4	水 泵 控 制 柜	800kW 变 频 控 制	台	2
5	电 容 补 偿 柜		台	2
6	直 流 屏	DC220V 65AH	套	1
7	照 明		项	1
8	防 雷 接 地		项	1
9	计 算 机 监 控 系 统	主 要 含 现 地 LCU 屏 1 套、水 位 仪、压 力 表、网 络 设 备、UPS 电 源 及 通 信 光 纤、组 态 软 件、工 作 站 等	套	1
10	视 频 监 视 系 统	主 要 含 硬 盘 录 像 机 1 套、前 端 摄 像 机 10 只、网 络 设 备、电 缆 等	套	1
11	通 信 系 统		项	1
12	电 力 电 缆	ZR-YJV22-10-3×70 mm ²	米	200
13	电 力 电 缆	ZR-YJV22-1-	米	500
14	控 制 电 缆	ZR-KVVP-0.5-	米	500
15	计 算 机 电 缆	ZR-DJYP2VP2-0.5-	米	500

6.3 金属结构

本工程金属结构主要包括泵船船体、泵船上层建筑、摇臂输水管道。主船体外形尺寸为28×11×2m，吃水深度1.0-1.2m。泵船配置2台水泵，水泵电机选用高压变频电机。单台水泵流量为2469.6m³/h，扬程为74m，电机功率为710KW，水泵运行采用一用一备。

泵船摇臂输水管供水，以适应水位涨幅自然升降，管道为压力输送管道，选用一根DN800摇臂输水管从岸端连接至船上。

6.3.1 泵船船体选型设计

6.3.1.1 船体主要要素

本船按内河B级航区设计，根据《内河船舶法定检验技术规则》（2019）及中国船级社《钢制内河船舶建造规范》（2016），泵船船

体主要尺度设计如下表所示。

表6.3-1 泵船主要尺寸

项 目	特 性 指 标	备 注
总 长	28 m	
水 线 长	28 m	
型 宽	11 m	
最 大 船 宽	12 m	
型 深	2 m	
设 计 吃 水	1.0-1.2 m	
肋 距	0.5 m	

船的干舷、稳性及吨位均满足《内河船舶法定检验技术规则》（2019）对B级航区船舶的要求。

6.3.1.2船体结构

船体按《钢制内河船舶建造规范》（2016）对B级航区船舶的要求进行设计，为钢制、全电焊、横骨驾式结构。船体结构采用船级社认可的船用普通钢（CCSB）和铸钢件等，质量符合船级社认可的规定和试验要求。主要构件尺寸设计如下表所示。

表 6.3-2 船体主要构件尺寸

项 目	特 性 指 标	备 注
主 甲 板	8 mm	
船 底 板	8 mm	
舷 侧 外 板	8 mm	
艏 艙 封 板	8 mm	
舱 内 舱 壁	6 mm	
中 龙 骨	⊥ 5×100/5×80	
旁 龙 骨	⊥ 5×100/5×80	
实 肋 板	L5×100/5	
肋 骨	L63×40×4	
扶 墙 材	L5×100/5	

项 目	特 性 指 标	备 注
舱 壁 横 骨	L63×40×4	

6.3.1.3 舾装设备

锚泊设备舾装设备根据《钢制内河船舶建造规范》（2016）第1篇第3章第4节的要求，并结合本趸船所处站点的水域水深、水流、风力大小以及工作性质等情况加以选配。本船艏部设霍尔锚2只，绞盘1台；艉部设霍尔锚2只，绞盘1台；船上设普通带缆桩4个；地上设地牛2只。

6.3.1.4 救生设备

根据《内河船舶法定检验技术规则》（2019）第5篇第4章的规定配备救生设备。配救生圈4个，救生衣8件。

6.3.2 泵船上层建筑选型设计

6.3.2.1 上层建筑主要要素

上层建筑由钢制结构组成，根据设计需求主要分为泵房和机房。其中泵房为水泵及电机安装区域；机房为两层结构，一层为低压控制室和值班室，二层为高压控制室。

本船按内河B级航区设计，根据《内河船舶法定检验技术规则》（2019）及中国船级社《钢制内河船舶建造规范》（2016）的规范要求，泵船上建主要尺度设计如下表所示。

表6.4-1 上层建筑主要尺寸

项 目	特 性 指 标	备 注
泵 房 尺 寸	14m×7m×6m	
机 房 尺 寸	8m×7m×6m	
肋 距	0.5 m	

6.3.2.2上层建筑主要结构

本船上建按《钢制内河船舶建造规范》（2016）对B级航区船舶的要求进行设计，为钢制、全电焊、纵骨驾式结构。上建结构采用船级社认可的船用普通钢（CCSB）和铸钢件等，质量符合船级社认可的规定和试验要求。上建主要构件尺寸设计如下表所示。

表6. 4-2 上层建筑主要构件尺寸

项 目	特 性 指 标	备 注
上 建 舱 壁	4 mm	
顶 层 甲 板	4 mm	
二 层 甲 板	4 mm	
侧 壁 竖 桁	H6×250/8×125	
侧 壁 水 平 桁	⊥5×250/5×100	
甲 板 纵 骨	L63×40×4	
甲 板 强 横 梁	⊥5×250/5×100	
行 车 桁 架	H6×250/8×125	

6.3.3摇臂输水管道选型设计

6.3.3.1摇臂输水管道设计简介

本工程取水浮船输水管采用 2 根DN800摇臂长度50m，一端通过万向旋转接头安装于取水浮船的旋转座上，另一端安装于岸端的混凝土基础上。摇臂输水管中间经直管通过法兰盘直接相连，岸上输水管摇臂末端通过法兰与预埋输水管道相连接，所有管道连成一体组成一套完整的输水管道系统，通过取水浮船上的离心泵机组工作源源不断地向管道输水满足供水要求。

6.3.3.2摇臂输水管道尺寸

输水管摇臂外形尺寸：（长×宽×高）50m×1.2m×2.2m。输水

管摇臂采用 $\phi 800\text{mm} \times 10\text{mm} \times 50\text{m}$ 螺旋钢管，主横拉梁采用 $1200\text{mm} \times 8\text{mm}$ 覆板用于加强，两侧护栏采用 $\phi 40\text{mm} \times 1050\text{mm} \times 5\text{mm}$ 无缝管，走道踏板采用3mm厚花纹钢板。