

4 设计变更方案设计

4.1 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、包垟乡输水管道（包括加压泵站，沿途设支管向南浦溪镇和箬垟村供水）、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，采用浮船泵站取水，沿线分别布置分水口向各乡镇水厂供水。

本次设计变更百丈镇、司前镇、竹里乡以外部分工程布置不变。水源为珊溪水库，在珊溪水库库区采用泵船取水，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2#泵站，然后分别向南北两条支管供水。向北通过管道输水到南浦溪镇，再通过加压泵站输水到包垟水厂，沿途设支管输水至南浦溪水厂和箬垟村水厂，包垟乡供水管道延伸至莒云村水池。

2#泵站向南加压供往筱村方向（天丘村）建中转水池，高程450m，然后自流至东垟村，沿途设支管输水到筱村镇长垟水厂（中转水池预留通往百丈镇接口）。在东垟村头建泵站，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，然后通过管道输水到泗溪镇水厂。

新增司前镇提水泵站及司前输水管道。司前镇提水泵站布置在飞云江支流龙漈坑汇入珊溪水库入口位置左岸，设置浮船泵站集中提水，提水至305m高位水池，提水泵站最低引水水位取120m，提水泵站连接桥地坪高程为148m。从305m高位水池管线沿公路司筱线布置，自流至司前镇水厂，途径司前镇时设分水口通往竹里乡，管线沿公路司三线、望狮路布置，输水至竹里乡水厂。

新增百丈镇横辽村输水管道。百丈镇横辽村地理位置较高，现有水源为泉水，来水量不足，居民日常用水仅经过简单过滤，水厂水质不能确保安全。本次设计新建取水水源1处，通过新建提水泵站提水至新建供水站，铺设输配水主管，接入各

个自然村已建配水管网。

工程输水线路总长约63km。

4.2 司前镇提水泵站

4.2.1 司前镇提水泵站主要内容

主要建筑物包括：泵船、摇臂输水管道。主船体外形尺寸为27×10.5×2m，吃水深度1.0m。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Q=561.6m³/h，扬程为190m，电机功率为450KW，水泵运行采用一用一备。浮船与岸端采用摇臂栈桥连接，1根DN350x45m长输水管从岸端连接至船上。

4.2.2 泵船船体设计

（1）船体主要要素

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

表 4.2-1 泵船船体主要尺度

总 长	27 m
水 线 长	27 m
型 宽	9 m
最 大 船 宽	10.5 m
型 深	1.8 m
设 计 吃 水	1.0 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》对 B 级航区船舶的要求。

（2）船体结构

泵船船体按《钢制内河船舶建造规范》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。船体主要构件尺寸设计如下表所示。

表 4.2-2 船体主要构件尺寸

主 甲 板	8 mm
船 底 板	8 mm
舷 侧 外 板	8 mm
艏 艉 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 强 材	L5×100/5
舱 壁 横 骨	L63×40×4

（3）舾装设备

泵船锚泊设备舾装设备根据《钢制内河船舶建造规范》第1篇第3章第4节的要求，并结合泵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。

泵船艏部设霍尔锚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。

（4）救生设备

泵船根据《内河船舶法定检验技术规则》第5篇第4章的规定配备救生设备。

泵船配救生圈4个，救生衣8件。

（5）消防设备

泵船根据《内河船舶法定检验技术规则》第5篇第3章的规定配备消防设备。

泵船配5kg手提式CO2灭火器6距，其中泵房4具、机房2具；配消防桶4个，太平

斧2把，黄沙箱1个。

4.2.3 泵船上建设计

（1）上建主要要素

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。

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

表 4.2-3 泵船上建主要尺度

泵房尺寸	14.5m×6m×4.5m
机房尺寸	6.5m×7m×4.5m
肋 距	0.5 m

（2）上建主要结构

泵船上建按《钢制内河船舶建造规范》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 4.2-4 建主要构件尺寸

上建舱壁	4 mm
顶层甲板	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

4.2.4 水泵选型

根据《内河船舶法定检验技术规则》中对船上设备的规定，以及考虑对总流量及扬程的要求，水泵选型设计如下表所示

表 4.2-5 水泵选型

水泵型号	卧式单级双吸离心泵	
水泵数量	2	1 用 1 备
单台水泵流量	561.6m ³ /h	
水泵扬程	190m	

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、均通过自动化检测真空度。

4.2.5 管阀系统设计

根据《内河船舶法定检验技术规则》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。

4.2.6 控制系统设计

(1) 控制系统简介

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。

(2) 控制系统组成

取水泵站控制系统主要包括：高低压配套控制柜、控制中心服务器、值班室计算机、监控系统软件、通信网络、取水泵站远程监控终端、水泵启动柜、水位计、压力变送器、流量计等。

(3) 组网通信方式

取水浮船泵站通过PLC数据采集上传至中央控制室DCS中心进行通信。

(4) 控制系统主要功能

监测取水泵站配电室供电电流、供电电压、电能、线路供电状态等；监测每台取水泵组工作电流、工作电压、检修状态、启停状态、保护状态等；监测每个电动阀门的开度、开到位关到位状态；监测出水压力、出水流量、取水池水位等信息；监测取水泵组进水管真空度。

自动、远程控制真空泵启停；自动记录每台水泵的工作时间，合理安排水泵工作。人员进入泵房，自动报警，自动拍照上传照片；可远程控制拍照；电流、电压、水位、压力、浊度等超过设定数值时自动报警；支持自动保护及停电报警。

监测终端和监控中心服务器均可存储历史数据；支持多种通信方式，采用光纤或无线网桥通信时支持视频监控。

4.3 司前镇输水管道

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0.156m³/s。提水泵站连接段管道采用DN350钢管，管壁厚12mm，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0.8m，深1.5m，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。

司前镇供水管道由高程305m中转水池输水到司前镇，沿司筱线布置，自流至司前镇水厂，高程220m。途径司前镇时设分水口输水到竹里乡，管线沿司三线、望狮路输水至竹里乡水厂。

司前镇供水管段管道采用DN355PE管，管道公称压力根据沿线地面高程选择2.0MPa。沿线开挖管槽，底宽0.8m，深1.5m，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。

4.4 百丈镇横辽村输水管道

横辽村地理位置较高，已建水源为泉水，来水量不足，水厂水质不能确保安全。横辽村户籍人口857人，本次涉及叶寮自然村、外寮自然村2个自然村，2村常住人口180人，本次设计以常住人口为主。横辽村饮用水工程主要由取水工程、输水工程、配水工程及净水工程组成。生活用水定额取为120L/人·d。

横辽村水源采用地表水，供水规模为25.42m³/d，横辽村自来水工程为IV型集中式供水工程类型；按照每天工作24小时，Kh=2.5，进行供水工程设计。

横辽村设计供水规模为25.42m³/d，拟铺设输水主管道Φ50mmPE管（M=1.60MPa，PE100）600m，配水主管道Φ50mmPE管（M=1.25MPa，PE100）4168m，新建取水堰坝1座，新建沉砂池1座，新建500m³集水池1座，新建30m³蓄水池1座，新建提水泵房2座（含水泵、控制柜等）。

横辽村水源点设计取水量为25.42m³/d。新建水源为溪水，水量丰裕，取水点新建取水堰坝1座，新建沉砂池1座，新建30m³蓄水池2座，新建500m³蓄水池1座，新建提水泵站2座。

（1）泵站设计流量

泵站设计流量由下式计算：

Q1=W1/T1

式中：

Q1—泵站设计流量，m³/h；

W1—最高日取水量，m³，为最高日用水量、水厂自用水量之和，输水管道较长时增加管道漏失水量；

T1—日工作时间，h，与净水构筑物的设计工作时间相同。

根据《村镇供水工程技术规范》计算得最高日工作时用水量为130.35m³/d，日工作时间为10h，计算得设计流量为13.31m³/h。

（2）水头损失

根据《村镇供水工程技术规范》中的规定，式中V不宜小于0.6m/s。管道的水力计算，采用以下公式，局部水头损失按沿程水头损失的10%计。

h_l = iL

i = 0.000915Q^{1.774} / d^{4.774}

式中：h_l--沿程水头损失(m)；

i---单位管长水头损失；

L --计算管段长度(m)；

d --管道内径(m)；

Q--管段流量(m³/s)。

根据当地实际情况，并结合类似工作经验，供水工程输水管均采用PE100级管材。具体计算结果如下表。

表 4.4-1 取水水源点至蓄水池输水管材计算表

序号	管材	长度 (m)	设计流量 (L/s)	流速 (m³/s)	公称管径 (mm)	管道水头 损失 (m)	管材公称 压力 (MPa)
1	PE100 级	220	0.294	0.23	50	0.46	1.60
2	PE100 级	380	0.294	0.23	50	0.80	1.60

序号1表示1#提水泵站至2#提水泵站管道长度，序号2表示2#提水泵站至供水站

净水设备高程。

（3）设计水头

管道系统工作水头：

$$H_p = Z_0 - Z_d + h_f + h_j$$

式中：Hp—水泵的设计扬程（m）；

Z0—管道末端出口高程（m）；

Zd—取水口高程（m）；

经计算得：1#水泵扬程 $H_p = 440 - 340 + 0.46 = 100.46\text{m}$ 。

2#水泵扬程 $H_p = 540 - 440 + 0.80 + 3$ （净水设备工作水头） $= 103.80\text{m}$ 。

（4）水泵

1、水泵扬程和流量确定

根据计算，确定1#水泵扬程和流量分别为105m和5m³/h；确定2#水泵扬程和流量分别为105m和5m³/h。

2、水泵选型

根据水泵扬程和流量选用水泵型号为KQDQ50-12-136。