

配水管道工程钢便桥、钢平台、水上泵房施工工艺技术研究

周玉杰

广州市花都自来水有限公司 广东 广州 510000

【摘要】：以广州北江引水工程（花都水厂及配水管道标段四）芙蓉嶂水库水上施工项目为依托，以水库库区水上配水工程施工难点为研究对象，对钢便桥、多功能钢平台、水上应急泵房成套施工工艺进行系统研究。项目库区水深大、地层软硬交替、水源保护区环保要求高、重型施工设备通行荷载大，常规陆地施工方案不可行。结合工程设计参数、专家论证优化方案、现场实测数据，介绍钢管桩+321 贝雷组合式钢便桥、分类型水上钢平台、库区架空泵房标准化施工流程，分析沉桩、贝雷拼装、平台预压、水上钢筋混凝土泵房浇筑核心技术控制要点，总结水上施工监测、安全防护、环保管控成套措施，可为水库、湖泊类水上引水、配水市政水利工程临时钢设施与水上构筑物施工提供技术借鉴。

【关键词】：配水管道；钢便桥；钢平台；水上泵房；贝雷梁；水上施工

DOI:10.12417/2811-0536.26.09.074

1 工程概况

1.1 项目基本信息

广州北江引水工程（花都水厂及配水管道工程标段四）位于广州市花都区狮岭镇芙蓉嶂水库，水库是广东省二级备用水源保护区，水域面积 2.2km²，常水位+38.00~+38.8m，最大水深 24m，本标段主要构筑物为库区架空应急取水泵房、永久通行钢筋混凝土栈桥，由于库内无陆路施工通道，还需同时搭设钢便桥、各种临时钢平台作为水上施工通道、桩基作业面、泵房施工场地^[3-4]。

1.2 临时钢设施设计参数

表 1 钢便桥核心设计参数

项目	技术指标
结构体系	Φ630×10mm 钢管桩+321 贝雷梁+I22a 分配梁+10mm 花纹钢板
桥面标高	+49.30m
标准跨径	12m（最大单跨），桥面净宽 8m
荷载标准	城-A 级，限载 120t 履带车，限速 20km/h
使用年限	5 年

表 2 各类钢平台功能与荷载参数

平台类型	平面面积	设计荷载	主要用途
应急泵房打桩平台	1694m ²	120t 履带车荷载	泵房基础钻孔施工

材设周转平台	495m ²	30kN/m ²	钢筋、管材堆放转运
泵房主体施工平台	依托工程桩牛腿搭设	30kN/m ²	泵房主体钢筋、模板、混凝土施工

1.3 地质与施工难点

库区地层由上至下依次为人工填土、粉质黏土、砾砂、圆砾、花岗岩残积土、全 / 中 / 微风化花岗岩；施工重难点：水库水位变幅大，水下焊接严禁在水面以下进行；重型 120t 履带车通行，临时钢结构承载力、刚度控制要求高；库区是水源保护区，泥浆、油污、建筑垃圾零排放；水上高空、起重、淹溺多重危险源叠加，危大工程需专家论证；钢平台、钢便桥搭设完成以后，必须进行 1.2 倍设计荷载预压验收。



图 1 现场总体平面布置示意图

芙蓉嶂水库水域内设置主钢便桥、支钢便桥,构成回形车道,沿线布置桥墩打桩平台、泵房打桩平台、材设周转平台;钢设施与岸边桥台连接,向内延伸至水上应急泵房作业区域,所有临时设施都避开水库核心水源保护带,施工废水统一收集外运处理^[5]。

2 钢便桥成套施工工艺

2.1 重力式桥台施工工艺

本次设置的桥台底标高为+46.75m,选用C30钢筋混凝土重力式结构,是钢便桥对应的陆上锚固基础。场地处理环节需完成进场道路降坡、堤岸清表,填筑厚度为50cm的碎石土锥坡,地基压实度要达到 $\geq 93\%$ 的要求;后续完成测量放线作业,绑扎对应部位的钢筋,安装18mm厚的胶合板模板,用M14对拉螺杆完成加固;混凝土浇筑采取分层作业方式,每层厚度控制在30cm,使用插入式振捣器振捣,浇筑结束后养护7d;所有工序的收尾环节预埋贝雷梁定位预埋件,将预埋件的平面、标高偏差控制在 $\leq 5\text{mm}$ 以内。

2.2 钢管桩沉桩核心技术

桩材加工环节,采用 $\Phi 630 \times 10\text{mm}$ 的Q235钢管,单节标准长度为12m,超长桩需到现场完成坡口对接焊接,焊缝要满焊,同时加装6块规格为 $250 \times 200 \times 12\text{mm}$ 的加劲板,对接焊缝按20%的比例开展超声波探伤检测。沉桩施工有明确控制标准,以标高控制为核心,贯入度作为辅助参考,振动锤作业时桩底距设计标高剩1m的阶段,连续观测1至3分钟,下沉量小于5至10mm方可停锤,桩位平面偏差不超过5cm,垂直度偏差不超过1%。桩头处理按固定流程推进,先将桩截至+49.30m的统一标高,根据工程论证,在钢管桩柱顶加设一块20mm厚的Q235B钢板盖板,盖板四角焊接加劲角板进行加固。随后在钢板盖板上安装双拼I45a承重横梁,并焊接牢固。

2.3 贝雷梁安装施工

其一,岸上预拼装:单樰321贝雷片重270kg,拼装按3片为一组操作,销孔穿入销轴后装保险销,每3m设横向支撑架;其二,吊装工况:跨度12m的贝雷总成自重5t,选用的75t履带吊主臂27m、作业半径15m时,额定起重量6.75t,负荷率80.59%,满足吊装安全系数;其三,就位固定:贝雷架落到I45横梁后焊接限位角钢,避免横向滑移,贝雷与分配梁用专用卡扣锁定。

2.4 桥面及附属施工

分配梁顶面满铺10mm厚的扁豆花纹钢板,板与板之间预留2cm温度伸缩缝;梁体两侧搭设1.2m高

的钢管防撞护栏,护栏表面刷红白防腐油漆,每5m布设一个救生圈,每100m配4具干粉灭火器;桥面设置标明10km/h限速、120t限载的反光标识。

2.5 钢便桥拆除工艺

施工全部结束后,拆除作业从水库中部往岸边逐跨开展,具体拆除顺序为护栏、桥面板、分配梁、贝雷梁、桩顶横梁、钢管桩;处理钢管桩时,用振动锤往复振动松动周边土体后再拔桩,无法拔出的部位安排潜水员水下切割至库底标高,所有钢材全部回收转运,最后清理库区水面的杂物。

3 分类型水上钢平台施工工艺

3.1 桩基施工钢平台(桥墩/泵房打桩平台)

该施工平台服务于永久栈桥、应急泵房的钻孔灌注桩施工工序,需要承受钻机、120t履带车的重量,整体刚度要求比较高。布设钢管桩时加密布置,桩体之间加设双层I18a槽钢剪刀撑,桥面位置全部铺设花纹钢板,提前留出钻机作业的孔洞,孔洞周围设置高度1.2m的防护栏杆,平台外侧单独划定吊装作业区域,提前留出钢筋笼、混凝土料斗的吊装专用通道。平台全部搭建完成后,按1.2倍车辆荷载开展分级预压测试,确认结构稳定后再开展钻孔作业。

3.2 材设周转钢平台

平台荷载为 30kN/m^2 ,仅存放钢筋、管材、小型机具,无重型车辆通行,可适当放大桩间距,简化斜撑体系;平台划定材料分区,设置隔离围挡,配备消防沙与灭火器,各分区材料限高堆放。

3.3 泵房主体转换钢平台(核心创新工艺)

与一般独立钢管桩平台不同,本泵房施工平台利用永久工程桩钢护筒作钢牛腿搭设,大大降低临时钢管用量,节约造价,缩短工期:泵房桩基施工完毕后,在永久桩钢套筒两侧焊接钢牛腿;双拼I63a主梁搁置于牛腿上,纵向布置I22a分配梁,满铺花纹钢板;平台覆盖整个泵房投影范围,作为4层框架结构的模板、钢筋、混凝土水上作业面;使用完毕后拆除全部型钢,不留下水下临时桩基,最大限度地保护水库水环境。

3.4 钢平台统一预压施工技术

钢平台统一预压施工技术为危大关键工序。所有钢便桥、钢平台搭设完毕后,须分级加载预压,以消除非弹性变形,检验结构刚度及承载力,具体步骤如下:其一,测点布置:在每跨两端、L/4、跨中、3L/4处布置沉降观测点;其二,分级加载:60%→80%→100%→120%设计荷载,每级荷载持荷1~4h,120%

超荷载持续 24h；其三，稳定判定：连续两次观测沉降差值 $\leq 2\text{mm}$ 时视为稳定；其四，验收标准：跨中最大挠度 $\leq L/40$ ，卸载后弹性变形正常，无焊缝开裂、杆件扭曲方可投入使用。

4 水上应急泵房主体施工工艺

4.1 临水混凝土施工控制

泵池距离水库水面较近，浇筑时在泵池外围搭设防水围堰，混凝土溢流、冲洗废水经集水沟收集至密闭沉淀池，外运处理，严禁直接排入库区；混凝土用低水化热 C30 抗渗 P8 混凝土，分层浇筑，严格控制冷缝；浇筑完毕后覆盖土工布蓄水养护，养护废水统一回收；所有模板脱模剂均采用水溶性环保型，防止油污渗入水体。

4.2 主体框架结构施工质量控制

模板支撑体系：采用满堂扣件式钢管支撑体系，立杆纵横间距 $\leq 800 \times 800\text{mm}$ ，步距 $\leq 1.5\text{m}$ ，立杆底部设置钢垫板分散平台荷载；模板采用 18mm 厚覆膜胶合板，次楞采用 50×100mm 方木（间距 200mm），主楞采用双拼 $\Phi 48$ 钢管，确保模板刚度、平整度、垂直度满足规范要求。

混凝土浇筑管控：梁、板采用整体浇筑工艺，按照“由远及近、分层推进”的方式施工，每层浇筑厚度 $\leq 30\text{cm}$ ；振捣过程中避免触碰钢筋、模板与预埋件；浇筑完成后按设计标高线找平收面，初凝前进行二次抹压，减少表面收缩裂缝。

4.3 防腐与防水专项施工

防水工程：泵池内壁涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料，涂层厚度 $\geq 1.5\text{mm}$ ；屋面采用 SBS 改性沥青防

水卷材，厚度 $\geq 4\text{mm}$ ；防水层施工完成后开展 24h 闭水试验，无渗漏、无积水为合格。

4.4 高空框架施工安全控制

泵房最高点距钢平台超过 18m，为水上高空作业：平台四周、楼层临边满挂安全网，设置 1.2m 防护栏+20cm 挡脚板；作业人员全部穿戴救生衣、双钩安全带，高挂低使用；六级及以上大风停止所有水上高空浇筑、钢筋作业。

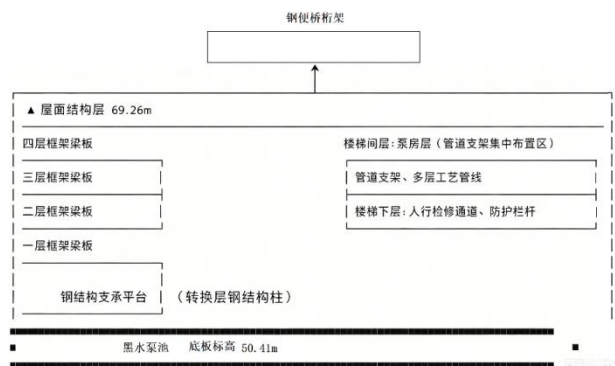


图3 应急泵房立面结构示意图

5 结论

实践证明，该方案具备同类水库工程推广价值；1.2 倍设计荷载分级预压是临时钢结构安全验收不可或缺的关键工序，可有效消除塑性变形，规避重载通行坍塌风险；水源保护区水上施工必须建立泥浆、油污、废水分级收集外运环保体系，同步配套高空、水上、起重多重安全防护与分级应急机制；后续同类工程可结合 BIM 技术开展钢便桥、钢平台受力模拟与施工仿真，进一步优化杆件布置、吊装工况，提升临时结构智能化设计与管控水平。

参考文献：

- [1] 周华飞.跨河塘贝雷梁体系钢便桥设计计算及施工工艺研究[J].价值工程,2026,45(12):151-154.
- [2] 周呈祥.跨航道上下承式组合贝雷钢便桥设计与施工[J].建筑机械化,2026,47(3):143-147.
- [3] 广州祺晋建设集团有限公司.大临设施(钢便桥+钢平台)专项施工方案及专家论证回复单[Z].2026.
- [4] 广州市花都自来水有限公司.广州北江引水工程勘察报告[R].2025.
- [5] 李宏罡,徐晓毅,黄慧.城乡一体化进程中输配水管道施工质量控制策略研究[J].新城建科技,2026,35(4):191-193.