

鸦雀尾水利枢纽初步设计方案比选研究

胡绪宝

(中山市水利水电勘测设计咨询有限公司, 广东 中山 528403)

摘要: 乡镇中小型水利枢纽改扩建工程对保障人民生命财产安全, 确保经济社会平稳发展有重要作用。文中对鸦雀尾水利枢纽工程进行了初步设计方案比选研究。基于水文调查和地质勘探结果, 针对水利枢纽的主要建筑物从结构合理性、施工可行性、造价经济性等方面进行分析, 优化结构选型和施工方案。

关键词: 水利枢纽; 泵房; 闸室; 挡墙

中图分类号: TV222

文献标识码: A

文章编号: 1006-7973 (2023) 01-0080-02

一、工程概况

中山市阜沙镇鸦雀尾水利枢纽位于中山市阜沙镇五乡联围阜沙涌下游, 位于五乡联围干堤、阜沙镇阜沙涌鸡鸦水道出口处, 是一座集排洪、排涝、防洪潮、灌溉及通航于一体的水利枢纽工程。根据水闸安全鉴定结论, 定鸦雀尾水闸为四类水闸, 存在严重的安全隐患, 需要拆除重建。

鸦雀尾水利枢纽工程在原址扩(重)建。布置方案为由南岸至北岸依次布置船闸、水闸和泵站, 船闸于原址加固, 重建水闸则位于船闸与水闸间中心岛, 新增泵站位于现水闸闸址, 各建筑物相互独立。下文根据当地的水文和地质状况, 针对主要建筑物进行选型分析, 优化结构设计。

二、水文和地质状况

1. 水文状况

阜沙镇总面积 35.6km², 其中围内集雨面积 32.3km², 水域面积 3.3km², 区内主要为冲积平原, 地势平坦。阜沙镇属亚热带海洋性季风气候, 年降雨量分配不均, 易发生春旱夏涝。泵站设计 10 年一遇洪水的设计洪量是 594.32 万 m³。

2. 地质状况

工程区及附近区域场地是稳定的, 适宜本工程的建设实施。地基土上部由软塑状粉质黏土及流塑状淤泥质土组成, 抗滑移能力差。基坑开挖不宜采用放坡开挖, 为确保基础施工安全, 建议先支护再开挖, 支护形式可采用钢板桩、水泥土墙等。场区地基浅部粉质黏土、淤泥质土夹粉砂和粉细砂夹贝壳抗冲刷能力差, 应深入冲刷层以下一定深度或采取相应抗冲刷措施。

河道开挖容易引起河道岸坡滑移、塌岸等, 建议先支护再开挖。若河道两岸需设置挡墙等, 建议结合开挖支护, 对地基土浅部粉质黏土及淤泥层进行进行水泥土搅拌桩等方法处理, 以处理后的复合地基作为挡墙的地基持力层, 但地基承载力宜通过现场载荷试验确定。水闸船闸泵站等建筑物物地段由于地基土浅部没有适宜的天然地基持力层, 泵、闸等主要建筑物物地段不能采用天然地基, 但对于挡墙等次要建筑物

地段可以对浅部软弱土层进行了加固处理后作为地基持力层。

三、建筑物型式比选

1. 泵房型式

泵房型式主要有堤后式及堤身式。该站内侧阜沙涌防洪标准为 20 年一遇, 外侧五乡联围堤防穿堤建筑物防洪标准为 50 年一遇, 泵房形式如采用堤身式则泵房防洪标准需按照外江 50 年一遇; 如采用堤后式, 则只需要防内洪, 防洪标准为内河 20 年一遇。因此, 从防洪角度分析该泵房布置方式采用堤后式工程量较省。结合工程实际地形, 本次设计泵站采用堤后式泵房方案, 利用外河侧堤防和防洪闸防洪。

2. 闸室型式

本工程自排闸有防洪(潮)、排水和引水功能, 且有交通要求。由于挡水高度较大, 胸墙式和开敞式比较, 胸墙式可降低闸门的高度和上部结构高度, 减小工程造价, 推荐采用胸墙式结构。闸孔数量经 2 孔 (12.00m×2=24.00m) 和 3 孔 (8.00m×2=24.00m) 方案比较, 闸孔为 3 孔有利于降低闸主梁厚度, 减小闸门启闭设备容量, 且闸孔为 3 孔运行管理更灵活, 推荐采用 3 孔方案。

3. 重建船闸上、下闸首型式的比选

对升卧式钢闸门方案和平移闸门方案(设门库)进行比较。为便于比较, 两个方案均选取上闸首进行。

方案一(平移闸门方案): 下闸首采用整体式结构, 净宽 7.00m, 总宽 12.80m, 总长 23.00m, 闸顶高程为 4.60m, 底板面高程为-3.00m, 底板厚度为 1.20m。闸墩采用空箱结构, 输水廊道布置于空箱中, 输水廊道断面尺寸为 1.20m×1.60m, 底高程为-2.80m。上闸首工作闸门采用平移式平板钢闸门, 设遮挡式门库, 将闸门启吊至 4.60m 高程后横拖进入门库。平面钢闸门为露顶式布置, 配置 1 台 QPT-2×160kN 台车启闭, 布置在启闭房内。启闭房地面高程为 13.50m, 平面尺寸为 22.80m×5.40m。上闸首工作闸室内侧设活动交通钢桥连接两侧交通, 另外设 1.00m 宽的活动人行钢桥, 方便两岸的交通。活动交通桥采用垂直提升方案,

收稿日期: 2022-03-06

作者简介: 胡绪宝(1982-), 中山市水利水电勘测设计咨询有限公司, 水工建筑高级工程师。

配置 1 台 QP-4×160kN 卷扬启闭机，布置在交通桥上方启闭房内，启闭房楼地面高程为 13.50m。

上闸首门库采用框架结构，平面尺寸为 7.50m×5.40m（长度×宽度），共 3 层，由下部至顶部依次为基础及框架层、门库层和启闭机房，门库及上部结构与闸墩和闸首上部启闭机房之间不设置分缝。门库层地面高程为 4.20m，平面尺寸为 7.50m×5.40m（长度×宽度）。门库上部为启闭机室，楼面标高为 13.50m。

方案二（升卧式钢闸门）：下闸首布置与方案 1 相同。闸门采用平面定轮式钢闸门，露顶式布置。钢闸门采用升卧式启闭方案，配置 1 台 QP-2×160kN 卷扬启闭机，布置在启闭房内。启闭房地面高程为 11.20m，平面尺寸为 17.80m×9.10m，为方便运行操作，可由启闭房两侧楼梯进入启闭机房。方便上闸首两岸堤顶路面的交通，在上闸首工作闸门外侧设活动交通钢桥连接两侧交通，交通桥净宽 7.50m，采用竖直提升方案，配置 1 台 QP-4×160kN 卷扬启闭机，布置在交通桥上方启闭房内。启闭房地面高程为 11.20m，平面尺寸为 17.80m×8.80m。

从技术合理性、施工、工程造价等方面对以上两个方案进行优缺点比较。平移闸门方案的主要优点包括①闸门止水结构简单，闸门提升后放置在门库，不需要锁定装置，可靠性好；②门槽及门库结构简单，易于施工；门库和闸室分开建设，避免施工中的相互影响；③闸门提升后放置在门库内，外形美观；④运行管理简单，且在中山地区已广泛采用该种启闭方式，运行管理经验丰富。存在的问题是启闭闸门耗时相对较长，且土建工程量较大，工程投资比较多。升卧式钢闸门的优点主要体现在①闸门提升后停放在闸首上方，建筑物结构紧凑，工程造价较低；②采用升卧式启闭方式，闸门启闭行程短，启闭闸门用时少。但存在较多的缺点，①门槽结构复杂，闸门提升后必须设置复杂的锁定装置；②闸门检修维护不便，运行管理经验不足；③土建结构复杂，机电设备安装工程复杂，不利于快速施工；④闸门提升后停放在闸首上方，景观效果欠佳。因此本次设计推荐采用平移闸门方案。

4. 内河连接段挡墙型式比选

水闸内河侧连接段总长度 67.40m，共分为两段，由内到外第一段平面呈矩形，第二段平面呈梯形。连接段采用矩形断面，左岸为中心岛护岸 U 型板桩挡墙，右岸挡墙分为两段，由内到外第一段考虑与船室左岸侧墙共用，采用空箱挡墙；第二段采用扶壁挡墙。除左岸第一段左岸中心岛挡墙预留景观平台墙顶高程为 0.80m 外，其余挡墙墙顶高程为 2.10m。

对钻孔灌注桩排桩挡墙方案和 U 形预应力混凝土板桩对拉方案进行比较。U 形预应力板桩挡墙，采用 U-CS-450-I 型先张法 U 形预应力混凝土板桩，截面高度为 0.45m，截

面宽度为 1.00m，桩长为 15.00m。板桩设计顶高程为 0.00m，上部设 C25 混凝土冠梁和挡土立板，冠梁截面尺寸为 0.80m×0.80m，上部挡土立板顶高程 2.10m，厚 0.40m，高 1.30m，顶部设花岗岩栏杆。两排板桩冠梁之间采用 C25 混凝土拉梁连接，拉梁截面尺寸为 0.80m×0.60m。为减小拉梁跨度和增加板桩挡墙的整体性，在拉梁中间部位设一纵梁，纵梁截面尺寸为 0.80m×0.80m，采用 U 形预应力板桩基础，间距 6.00m，长度为 15.00m。为增加板桩挡墙的整体稳定性，板桩挡墙前土体采用水泥土搅拌桩和高压旋喷桩进行加固，加固土体宽度为 5.40m，深度为 5.00m。

比较钻孔灌注桩排桩挡墙方案和 U 形预应力板桩挡墙方案进行优缺点。U 形预应力混凝土板桩挡墙的主要优势在于①群桩成凹凸面布置，挡土截面高于传统平板桩，可避免大面积开挖；②采用 U 形结构截面形式，增大了截面惯性矩，抗弯性能显著提升；③截面形式先进，单桩挡土截面大，承载力高，比传统板桩造价低，经济性好；④施工工艺简单，施工速度快，质量可靠，外形美观。同时 U 形预应力混凝土板桩挡墙也存在较多问题，①对进场道路要求较高，施工机械所需工作空间较大；②沉桩施工时会产生一定的振动，对房屋会有一定的影响；③受预制工艺和运输影响，桩长受限制，一般不能超过 15m。钻孔灌注桩排桩挡墙施工过程中可避免大面积开挖，施工期振动小，对周围建筑物影响小。但存在桩基施工平台工程量相对较大，施工工艺较为复杂，施工工期长，桩身截面要求较大，不经济等缺点。钻孔灌注桩排桩挡墙桩身断面大，每米墙身造价 3.45 万元，U 形板桩挡墙每米造价 2.75 万元。

U 形预应力混凝土板桩挡墙造价稍低，且其施工工艺比钻孔灌注桩挡墙简单，可利用现状中心岛设置施工平台即可满足施工要求，因此，本次设计推荐采用该种型式的护岸挡墙。

四、结论

文中针对鸭雀尾水利枢纽建设工程，进行了水文调查和地质勘探，在此基础上分析了主要建筑物泵站、水闸和船闸的初步设计选型，综合考虑了防洪排涝功能、结构安全性能、施工可实施性等方面，确定了泵房形式选用堤后式泵房，水闸选用 3 孔胸墙式水闸，船闸选用平移闸门，岸坡选用 U 形预应力混凝土板桩挡墙，优化了结构选方案。

参考文献

- [1] 党勇. 红岭水利枢纽大坝设计和优化[C]//水库大坝和水电建设与运行管理新进展, 2022: 464-471.
- [2] 高云峰. 水利工程安全质量管理问题及解决策略[J]. 陕西水利, 2021, (11): 205-206+209.
- [3] 黄智敏, 付波, 陆汉柱等. 高陵水利枢纽通航船闸布置优化研究[J]. 广东水利水电, 2021, (10): 1-4+10.