

芜湖市小型泵闸合建设计与实践

潘超

(安徽芜湖三山经济开发区农村发展局, 安徽 芜湖 241000)

摘要: 本文以芜湖市三山经济开发区横山河下游段西方站泵闸合建项目为研究对象, 综合运用多种方法确定泵闸建设方案。通过精确计算和合理规划, 确定泵闸规模、设备选型与布局, 融入可持续发展理念, 经施工和运行评估, 泵闸达到设计要求, 为区域发展提供水利支撑, 对同类工程有借鉴意义。

关键词: 芜湖市; 小型泵闸; 合建设计; 可持续发展

中图分类号: TV675 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2025) 21—0041—04

1 引言

1.1 研究背景与重要意义

芜湖市地处长江中下游平原, 河网水系发达, 但降水季节分配不均, 水资源调控对城市发展、农业生产和居民生活至关重要。小型泵闸作为水利基础设施, 在防洪、排涝、灌溉及水资源调配方面作用关键。西方站泵闸位于三山经开区横山河下游段, 该区域产业发展迅速, 对水利设施要求高。开展西方站泵闸合建设计与实践研究, 能提升区域水利调控能力, 推动芜湖市可持续发展。

1.2 国内外研究现状

国外在小型泵闸建设方面经验丰富。美国利用先进技术, 通过水文模型和地理信息系统, 实现泵闸与流域规划融合, 提高水资源利用效率。荷兰专注低地地区泵闸建设, 在防潮、排涝与生态保护协同发展上成效显著。

国内小型泵闸建设也成果丰硕, 在结构设计、设备选型和智能化管理方面不断进步。然而, 针对芜湖市复杂河网、频繁水位变化和生态敏感的区域特点, 现有研究在泵闸合建的多目标平衡、生态设计与与城市发展融

合方面存在不足, 难以满足西方站泵闸合建需求。

1.3 研究方法与创新之处

本研究采用实地调研、理论分析和案例借鉴等方法。实地考察西方站泵闸周边环境获取一手资料; 运用多学科理论分析关键技术; 借鉴类似地区案例经验。创新点在于将生态、智能和资源高效利用理念融入设计, 结合芜湖市特点进行个性化设计。

2 西方站泵闸合建的基础条件剖析

2.1 水文条件分析

横山河是龙窝湖上游水系, 受长江水位顶托和区间降雨影响, 水位和流量变化复杂。长江流量季节变化大, 导致横山河汛期排水不畅易内涝, 枯水期水量不足影响灌溉。

横山河由上游段、夹江、小江组成, 各段河道宽窄、长度和安全泄量不同。龙窝湖现状集水面积 116.4km², 历史最高水位 10.37m, 正常蓄水位 6.08m, 50 年一遇洪水时最高控制水位 7.58m。

参考文献:

- [1] 魏梅, 潘放, 汪颖异, 等. 2022 年世界船海市场评述与 2023 年展望 [J]. 船舶, 2003, (02): 18-36.
- [2] 高增云, 赵建森. 船员培训和考试改革建议 [J]. 中国水运, 2021, (01): 66-68.
- [3] 曲爱民. 我国船员教育与培训问题的研究 [D]. 大连海事大学, 2004.
- [4] 赵昱, 刘亚醉, 韩鹏飞, 等. 虚拟现实与增强现实技术 [M]. 清华大学出版社, 2022, (04).
- [5] 胡旭央. 智能家居场景设计模型研究 [D]. 江南大学, 2020.
- [6] 林柯霏. 城市码头景观的传承与延续 _ 以中国海洋大学科考

船码头设计为例 [J]. 设计, 2020:59-61.

- [7] 李根, 陈志杨, 张三元, 等. 基于点邻域平坦度的网格重构算法 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2008, 20 (04): 482-487.
- [8] 叶知秋, 宗丹, 黄一舟, 等. 基于数字样船的可视化渲染技术研究 [C]. 2021 年数字化造船学术交流会议论文集.
- [9] 王明羽. 基于 Unity 3D 与 VR 技术的虚拟驾驶系统 [D]. 西安电子科技大学, 2020.

项目基金: 虚拟现实技术与系统全国重点实验室(北京航空航天大学) 开放课题 (VRLAB 2023B07)。

西方站泵闸运行水位对其功能发挥至关重要。最高水位为 6.08m，最低水位为 4.50m，设计水位为 5.00m，排涝设计流量为 1.8m³/s。这些水位和流量数据是依据相关规范，结合流域暴雨特性、地形地貌及河道调蓄能力等因素确定的。

2.2 地质条件分析

泵闸场地地层主要由粉质黏土、重粉质壤土、砂壤土等组成。粉质黏土和重粉质壤土力学强度低、抗冲刷能力差，影响泵闸基础稳定性。基础设计时需根据土层特性采取地基处理措施，如用水泥搅拌桩加固软弱土层，提高地基承载力。

2.3 拟建西方站泵闸区域现状

拟建西方站泵闸区域现有的西方南站、西方北站及西方斗门，曾在区域水利体系中各自承担重要职责，但目前均存在不同程度的问题。

西方南站建成于 1986 年，站内配备 1 台 55kW 立式轴流泵机组，主要承担区域排涝任务。目前设备老化，前池淤积严重，影响排涝效率，泵房砖砌结构墙体碳化，存在安全隐患。

西方北站始建于 1976 年，装有 2 台 37kW 立式轴流泵机组，同样负责排涝。西方北站也面临前池淤积、泵房墙体碳化问题，泵房高程较低且靠近堤身，不利于堤防加固和自身改造。

西方斗门建成于 1976 年，孔径为 1.0m × 1.2m，主要用于引水。但长期运行后，闸门及相关设施老化磨损，止水效果变差，周边渠道淤积损坏，影响引水效率。

综上所述，西方南站、西方北站及西方斗门目前的状况严重影响其功能发挥，且分散布局导致管理和维护成本高昂。因此，实施“三站合一”建设新的西方站泵闸迫在眉睫，这将有效整合资源，提升区域水利设施的整体效能。

3 西方站泵闸合建设计的关键技术与参数确定

3.1 泵闸规模及设计标准确定

3.1.1 排涝流量的精确计算

依据《水利水电工程设计洪水计算规范》，结合横山河流域特点，采用暴雨推求设计洪水方法计算排涝流量。综合考虑横山河调蓄和排水能力，确定西方站泵闸排涝设计流量为 1.8m³/s，保障排涝安全。

3.1.2 设计标准

防洪设计标准：根据相关规范及规划，结合横山河

沿岸圩口分布情况，确定西方站泵闸所在区域城市防护区防护等级为 III 级，防洪标准采用 50 年一遇，穿堤建筑物涵闸及泵站的防洪标准与之相同，穿堤建筑物的设计洪水位，按所在堤段的设计洪水位加 0.5m 进行设计。

抗震设计标准：根据《水工建筑物抗震设计标准》，西方站泵闸位于地震基本烈度 6 度区域，抗震设计烈度为 6 度，设计基本地震加速度为 0.05g。在泵房结构设计中采取抗震构造措施，提高抗震性能。

3.2 泵闸总体布局

拆除现有西方南站、西方北站及西方斗门并进行“三站合一”建设，基于运行效率、管理维护和土地利用等多方面考虑。新建泵闸采用堤后式布置，泵房顺水流长 12.9m、宽 8.2m，分三层。进水流道层布置检修闸门、拦污栅和潜水泵；水泵安装层设潜水泵基础和检修闸门存放区；机电层布置机电设备和配电房。

泵房内机组为一列式布置，保证水流顺畅。同时，在泵房周边合理设置进出水管道、前池和后池等建筑物，前池与进水池通过 1:4 坡度相连，斜坡段翼墙为八字形，扩散角度 30°，有效减少水头损失，提高泵闸运行效率。

3.3 泵闸设备的选型

3.3.1 水系的选型依据

西方站泵闸为低扬程大流量泵站，对比多种水泵后，选用轴流潜水泵。其具有电机与水泵一体、安装方便、噪音低、冷却好等优点。经泵型比选，确定安装 3 台 500QZ-125(-2°) 型轴流潜水泵，该泵流量大、扬程低、效率高，能适应不同水位运行。

3.3.2 电机及配套设备的选择原则

根据水泵轴功率和运行工况选配电机容量，按规范留 1.05-1.10 储备系数。500QZ-125(-2°) 型轴流潜水泵计算电机容量 31.5kW，选定电机容量 55kW。配套设备方面，选 1 台 250kVA 干式变压器供电，用 MZS 型抽出式开关柜保障电气设备安全运行。

3.4 泵闸结构设计

新建泵房采用钢筋混凝土结构，边墩厚 0.5-0.85m，中墩厚 0.3-1.0m，进水流道 3 孔，检修闸净宽 1.5m，泵进水宽 2.2m，底板高程 2.88m。

设计充分考虑水流分配和设备布置，确保排涝和引水时水流顺畅。同时，加强泵房承载结构设计，设置伸缩缝和止水设施，防止混凝土裂缝，确保泵房结构稳定耐用。

在进出水建筑物设计上，进水前池利用原西方南站

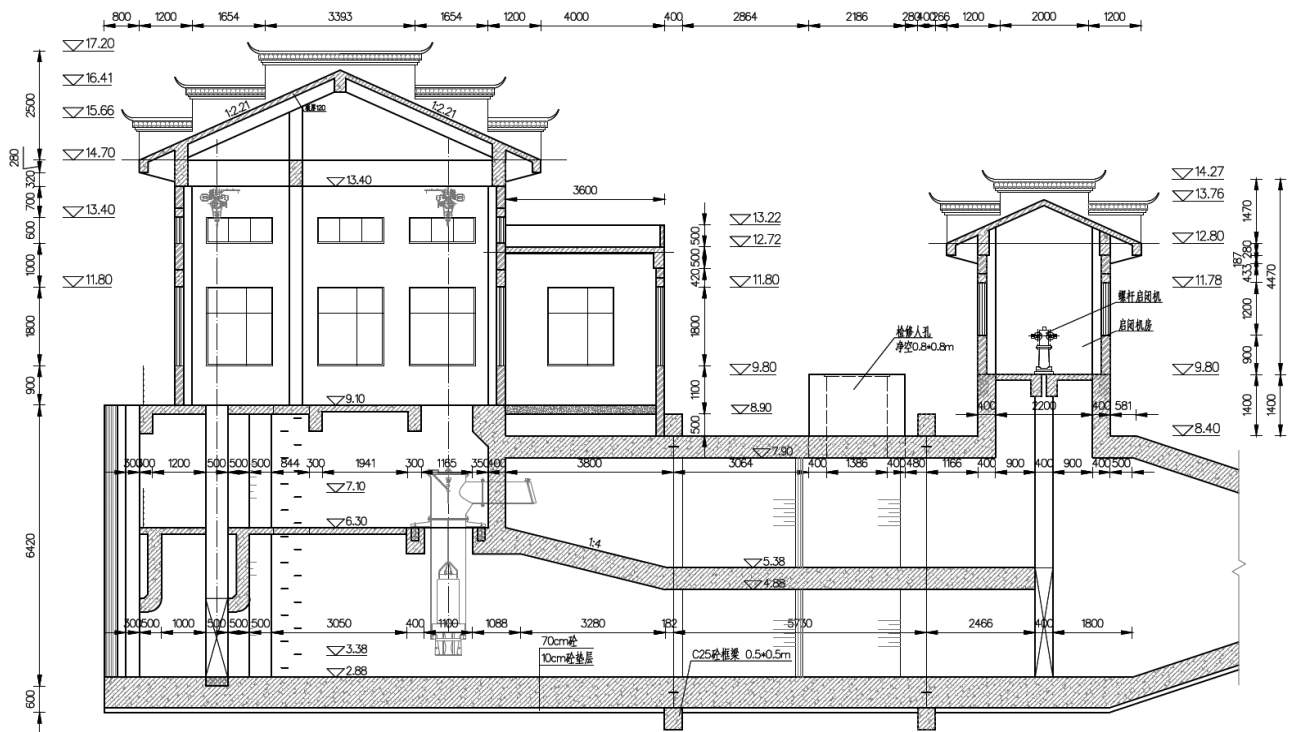


图 1 西方站泵站纵断面图

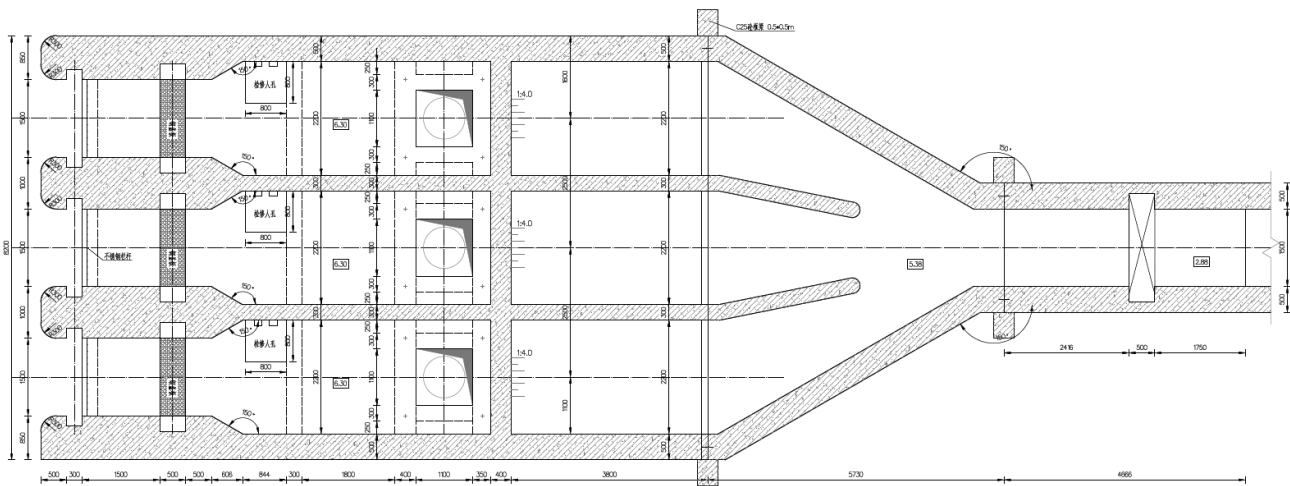


图 2 西方站泵站平面图

进水前池，清淤并硬化护面。出水管道用 DN600 钢管连接穿堤压力箱涵，出口设拍门。压力箱涵与灌溉箱涵分层布置，合理设计箱涵尺寸和坡度，减少水头损失。

3.5 泵闸的地基处理设计

鉴于泵闸场地地层特性，采用水泥搅拌桩对地基进行加固处理。施工前平整场地，清除杂物。确定桩径 500mm，桩长 5~8m，桩间距 1.2m 左右。

施工中严格控制水泥掺入量为被加固土重的 15%~20%，确保搅拌均匀。施工完成后，采用轻便触探法和

钻芯取样法检测桩身质量，确保地基承载力满足泵闸建设要求，保障泵闸长期稳定运行。

4 西方站泵闸合建设计中的可持续发展理念践行

4.1 节能设计的有效措施

4.1.1 高效节能设备的应用

选用 500QZ-125 (-2°) 型轴流潜水泵及节能型电机，水泵效率超 80%，相比传统水泵可降低能耗 15%~20%。电机功率因数高、损耗低，优化选型提高了泵闸