

老运河城区段排涝泵站改扩建关键技术分析

薛 婧

(济宁市水利工程建设监理中心有限公司, 山东 济宁 272000)

【摘要】针对济宁市老运河城区段汛期水位顶托明显、城区内涝偶发、既有排涝设施能力不足等问题,以太白湖新区石佛排涝泵站 EPC 改扩建工程为例,结合工程场地条件、水位特点,提出老运河城区段排涝泵站改扩建关键技术措施。实践表明:精细化改扩建项目实施后,泵站实际排涝能力提升至 $49\text{ m}^3/\text{s}$,有效提升老运河城区段防洪排涝标准至 20 年一遇,显著降低城市低洼片区积水内涝风险,改善河道水环境运行条件。

【关键词】济宁市;老运河;排涝泵站;立式轴流泵

【中图分类号】TV675

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2026)-05-0046-04

Analysis on Key Technologies for Expansion and Reconstruction of Drainage Pumping Station in Urban Section of Laoyunhe River

XUE Jing

(Water Engineering Construction Supervision Center Co., LTD., of Jining Municipality, Jining, Shandong 272000, China)

Abstract: Aiming at prominent water level backwater in flood seasons, occasional urban waterlogging and insufficient capacity of drainage facilities in the urban section of Laoyunhe River in Jining, this paper takes the EPC expansion and reconstruction project of Shifo Drainage Pumping Station in Taibai Lake New Area as an example. Combined with project site conditions and water level characteristics, key technical measures for expansion and reconstruction of drainage pumping stations along the urban section of Laoyunhe River are proposed. Practice shows that after the refined reconstruction project is implemented, the actual drainage capacity of the pumping station is increased to $49\text{ m}^3/\text{s}$, the flood control and drainage standard of the urban Laoyunhe River is effectively upgraded to a 20-year return period, the risk of waterlogging in low-lying urban areas is greatly reduced, and the water environment operating conditions of the river are improved significantly.

Key words: Jining Municipality; Laoyunhe River; Drainage pumping station; Vertical axial-flow pump

济宁市老运河城区段贯穿太白湖新区核心城市,沿线管网密集、管线复杂,既有排涝泵站建设年代久远,设备老化严重、泵站结构防渗性下降、排水能力不足,汛期易发生河道水位快速提升、城区雨水外排慢、片区道路内涝等险情^[1]。为全面提升老运河城区段洪涝灾害防御能力,实施老运河城区段排涝能力提升工程(石佛泵站)EPC项目。项目按 20 年一遇排涝标准建设,泵站总设计流量 $49\text{ m}^3/\text{s}$,采用 6 台大型立式轴流泵联合运行,全面提升老运河城区防洪排涝体系。

工程主要建设内容包括站内进水池、进出水渠道、泵房主体、配电室、管理办公楼,配套安装

闸门、启闭机、清污机等水工金属结构与机电设备,同步完成厂区道路、绿化、附属配套工程建设。该项目位于临河地带,具有地下水位高、周边管线密集、基坑深度大、新旧结构衔接复杂等特点,再加上老城区场地受限、汛期施工窗口期短、水工防渗抗浮要求严等特点,施工难度较大。

1 排涝水力计算与参数设计

1.1 泵站设计流量

城市河道排涝流量需与当地暴雨特性、老运

收稿日期:2026-01-19

作者简介:薛婧(1984—),女,工程师

河汇水条件相匹配,采取暴雨推理公式设计^[2]:

$$Q=\frac{\psi q F}{1000} \tag{1}$$

式中: Q 为设计排涝流量, m^3/s ; ψ 为城区综合径流系数,取 0.75; q 为设计暴雨强度, $\text{L}/(\text{s}\cdot\text{hm}^2)$, 约为 $653.33 \text{ L}/(\text{s}\cdot\text{hm}^2)$; F 为老运河城区汇水面积, hm^2 , 约为 100 hm^2 。

该项目设计标准为 20 年一遇, 最终计算出石佛泵站总设计流量为 $49 \text{ m}^3/\text{s}$, 单台轴流泵需与大流量、低扬程工况相匹配, 更好地适配运河河道水位差小、持续强排需求。

1.2 水泵轴功率选型

水泵轴功率计算公式^[3]:

$$N=\frac{\gamma Q H}{102 \eta \eta_c} \tag{2}$$

式中: N 为水泵轴功率, kW ; γ 为水容重, 取 $9.8 \text{ kN}/\text{m}^3$; Q 为单泵流量, m^3/s ; H 为设计净扬程, m , 取 5 m ; η 为水泵机组效率, 取 0.85; η_c 为传动效率, 取 0.98。计算得出 $N\approx 4.9 \text{ kW}$ 。

根据工程需求, 泵站总设计流量为 $49 \text{ m}^3/\text{s}$ 。为满足运行灵活、维护方便及备用需求, 决定采用多台泵并联方案。经水力模型计算与设备选型

比较, 选定单泵设计流量为 $8.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 的立式轴流泵, 按照 $49 \text{ m}^3/\text{s}$ 总流量标准需配置 6 台立式轴流泵($6\times 8.5=51 \text{ m}^3/\text{s}$, 可以满足要求), 与功率、转速、扬程精准匹配, 避免“低扬程、大流量”设计形式造成的机组过载运行、运行功耗偏高等问题, 保证排水的稳定性、高效性。

1.3 主要工程量统计

主要工程量见表 1。

表 1 泵站改扩建工程主要工程量统计表

分项工程	工程量	备注
基坑土方开挖/ m^3	70 454.8	泵房、进出水渠全域开挖
抛石护岸/ m^3	408	河道边坡防冲刷加固
钢筋制作安装/ t	2 092	水工结构、房建主体钢筋
水工混凝土浇筑/ m^3	14 285	泵房、池体、渠道防渗混凝土
管理房建筑面积/ m^2	1 168.3	地基、主体、装饰全工序
立式轴流泵/台	6	总装机流量 $49 \text{ m}^3/\text{s}$
防洪闸门/扇	4	进出水管控闸门
启闭机/台	4	闸门配套升降设备
清污机/台	6	进水池杂物拦截清理
厂区绿化/ m^2	2 295.5	厂区生态配套工程

2 泵站改扩建关键技术

排涝泵站改扩建施工核心工序如图 1 所示。

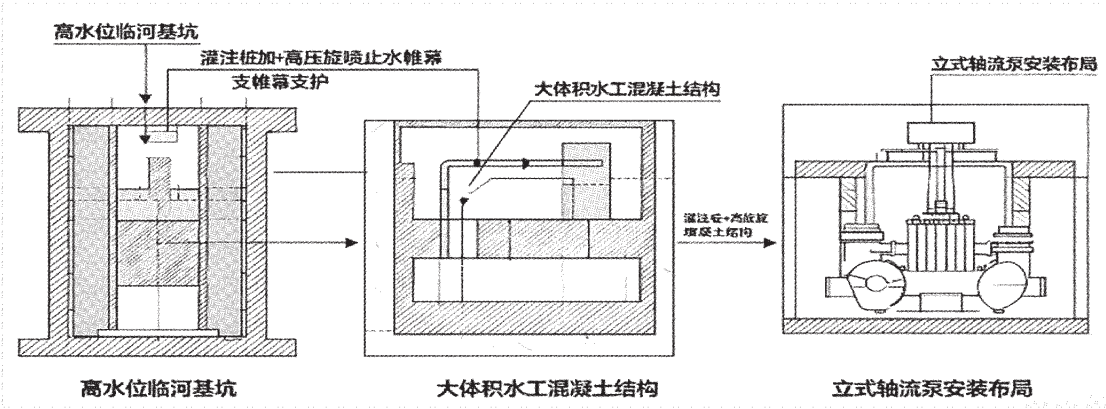


图 1 排涝泵站改扩建施工核心工序

2.1 深基坑开挖与支护防渗

该项目临近老运河, 具有土体饱和软塑、地下水位埋深浅、基坑开挖深度大等特点, 总土方量为 $70\,454.8 \text{ m}^3$, 施工严格按照“分层分段、先撑后挖、严禁超挖”作业原则。挖方设备选用翻车挖掘机分层开挖, 每层挖方厚度 $\leq 2 \text{ m}$, 距离设计标高 200 mm 由人工开挖, 以防对原状地基承载力造成影响。配套施工管井井点降水系统, 将地下水位降至基底 1.0 m 以下, 对基坑施工可能出现的流沙、涌水、边坡滑移风险全程管控。考虑到基

坑渗水性高、易变性特性, 支护采用“灌注桩+高压旋喷止水帷幕”组合工艺, 打造封闭隔水防护体系, 将运河侧向地下水渗入通道阻断。边坡采用挂网喷锚混凝土防护方案, 设置监测点对基坑沉降、位移、渗漏数据实时监测, 严控变形超标现象。基坑周边不得堆载、大型设备停留, 加强既有管道、道路结构保护, 降低对既有设施的影响。长期临水水工设施如泵房、进水池, 浇筑高强度抗渗防水混凝土, 总浇筑量为 $14\,285 \text{ m}^3$, 优化混凝土配比, 提升抗渗等级、抗冻性、抗氯离子侵蚀

度。底板、池体施工缝、变形缝处设置止水铜片与遇水膨胀止水带,叠加多道防渗体系。分层浇筑大体积混凝土,设置冷水管严控内外温差($\leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$),防止裂缝生成、避免渗漏,确保长时间运行抗浮、防渗安全^[4]。

2.2 水工主体结构钢筋混凝土施工

项目钢筋总用量为 2 092 t,主要施工主体为泵房、渠道、进出水池、管理房全结构。在工厂集中加工钢筋料,运输至现场统一绑扎,期间严控规格、间距、保护层厚度。优化排布设置梁柱、流道、预埋件密集区,确保混凝土浇筑的密实度。采用“机械连接+双面焊接”方法连接钢筋接头,对其力学性能逐批次检测,提前对钢筋除锈,不得有锈蚀、错位、偏移等情况,保障水工结构抗裂、抗震、耐久性。大体积薄壁水工混凝土工程,如泵房底板、进出水渠、进水池,选用低水化热商品混凝土,分层、连续浇筑,精准控制振捣点,边角、钢筋密度大区采用小型振捣器,避免麻面、孔洞、蜂窝等缺陷问题。完成浇筑后及时覆盖土工布、定期洒水,养护周期 $\geq 14\text{ d}$ 。在高温时段错峰施工、低温时段保温防护,混凝土结构内外温差 $\leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$,降低裂缝、渗水通道生成率。抛石护岸 408 m^3 根据坡度抛填、平整压实,强化河道边坡抗冲刷稳定性,与老运河洪水流工况相匹配。

该工程为改扩建项目,新建渠道、泵房需紧密衔接既有老运河原有岸线、水工结构。衔接部位凿毛处理,清理表面颗粒杂物并均匀涂刷界面剂、植筋加固,提高新旧界面、钢筋连接的紧密度,同步开展混凝土浇筑固结。易产生沉降差部位设置柔性沉降缝,使新旧地基不均匀沉降相匹配,以防结构开裂、错位变形、渗漏等病害,确保水渠断面平顺、水力条件稳定性。

2.3 机电与金属结构设备安装

该项目设计采用 6 台大流量立式轴流泵,总流量为 49 m^3/s 。安装期间严格按照“基础找平→精准放线→吊装就位→同轴校正→间隙调试→联动试运”标准流程施工,要求垂直度、水平度偏差均 $\leq 0.1\text{ mm/m}$,精准把控主轴同心度、密封间隙量。优化水流道线形、严控水头损失、提高水泵运行效率。根据规范标准对配套电机的绝缘、空载、负载电流配置,以防轴承过热、电子过载、振动超标。

精准安装 4 扇防洪闸门、4 台配套启闭机,重点检查闸门止水密闭性、启闭行程同步性,闸门轨道偏差要求 $\leq 3\text{ mm}$,启闭机钢丝绳均匀受力、可靠制动,汛期能快速启闭闸门、精准调控水位。沿进水渠布设 6 台回转式清污机,导轨标高、齿耙间隙精准控制,对河道漂浮物高效拦截,以防堵塞水泵、河道淤积,汛期能长时间满负载排涝。清污、排污设施同步配套,降低后期运维压力。配电室新建工程中,升级 10 kV 供电、变频控制、高低压配电系统,对既有电机保护、过载保护、短路保护逻辑深度优化。泵站采用智能化控制系统,与水位、雨量、流量等监测设备联动,实现水泵自动启停、闸门智能联动、远程监控预警功能,进一步实现“无人值守”目标。

2.4 房建与厂区配套改扩建

管理办公楼工程面积为 1 168.3 m^2 , 分布开展地基、主体结构、装饰装修、水电安装等工序。对地基强化加固,采用抗震构造的主体钢筋混凝土框架,满足当地水工设施抗震标准。规范施工屋面防水、给排水、外墙保温、电气管线工程,与泵站运维管理相适配。厂区配套完善的消防、排水、道路、绿化项目,总绿化面积为 2 295.5 m^2 ,同步对雨污分流、场区排水优化作业,满足运河城区生态、绿化、环保需求。施工中对新旧管线迁改、衔接统筹安排,确保水电、通信的可靠度。

3 施工风险与应对措施

3.1 临河高水位深基坑涌水、流沙、边坡失稳

开挖期间若出现基坑涌水、边坡位移超标的情况,立即要求暂停土方作业,紧急启动应急降水预案,加密管井井点降水深度,要求基坑底水位始终低于作业面 1.5 m 以下。针对边坡渗流区,快速对其挂网喷锚封闭,且在外侧补打高压旋喷桩加固止水帷幕,局部流沙点位采取“注浆封堵+碎石反压”组合方案。定期开展检测,每隔 2 h 上报一次沉降、位移参数,待指标稳定后通知设计、监理复核,确认无风险后再施工。

3.2 大体积混凝土开裂、水工结构防渗抗浮不达标

混凝土结构出现裂缝、渗水情况,立即组织人员对裂缝处开槽处理,灌注遇水膨胀止水材料,增设止水钢板用于加固。对已完成浇筑的底板、池体,启动通水冷却或保温覆盖措施,严控内

外温差量。细微表面裂缝采用环氧树脂封闭处理,贯通性裂缝通过压力注浆填充。针对抗浮性不达标的结构,补植抗浮锚杆并加固底板配筋,增设配重层用于提升结构抗浮力,待到结构验算合格后再开展后续作业。

3.3 新旧结构衔接错位、开裂、渗漏

新旧衔接部位若产生沉降差、渗水等情况,立即将结合处薄弱混凝土凿除,新旧连接面重新凿毛、冲洗、涂刷界面剂,使用植筋胶加固补植钢筋,加强新旧钢筋的衔接性能。衔接缝位置增设“遇水膨胀止水带+密封胶”双道防渗系统,浇筑高标号补偿收缩混凝土,延长养护周期。完成养护后开展闭水试验,无渗漏点方可验收,避免衔接缺陷造成后期运行渗漏。

3.4 大型立式轴流泵安装精度不足、振动异响

泵组安装后若存在同轴度偏差、振动超标等情况,需立即停机重新测试,调节泵体垂直度、水平度,将主轴同心度偏差校正至 $\leq 0.1\text{ mm/m}$,优化密封间隙、重新润滑轴承。针对电机、轴泵不同心情况,调节垫片厚度、支座标高。基础松动造成的振动,立即对基础二次灌浆加固。在单机空载、

负载试运行后发现电流、温升等指标异常问题,则需将电机转子、定子装配拆解,更换不合格零件,直至运行参数达标。

4 结 语

综上所述,老运河城区段石佛排涝泵站改扩建工程,通过基坑科学开挖与支护、精细混凝土作业、合理设计安装大流量轴流泵、新旧结构顺畅衔接,实现了“ $49\text{ m}^3/\text{s}$ 总排涝能力”的建设目标,满足当地 20 年一遇的排涝标准,解决城区内涝、水位顶托等难题,有效提升了太白湖新区防洪排涝韧性,为同类工程施工提供了借鉴参考。

参考文献

- [1] 鹿梅,孙运存.基于 HSS 模型的排涝泵站深基坑施工过程受力变形分析[J].江苏水利,2026(3):40-46.
- [2] 杜振文.城市泵闸排水管网改造内涝整治管控研究[J].水利科学与寒区工程,2026,9(2):125-128.
- [3] 高倩雨.平原河网地区排涝泵站设计流量计算方法对比分析[J].中国市政工程,2026(1):63-67,136-137.
- [4] 刘根洪.泵站市电工程的建设管理及防洪排涝效能提升[J].吉林水利,2026(2):51-56.

(责任编辑 崔春梅)

(上接第 45 页)开发“一区一策”调度策略,平衡农业灌溉、城市供水和生态补水需求。此外需依托政务大数据平台,设计水利与农业、市政联动的数字孪生系统,实现“雨情预警-灌溉调度-应急响应”全流程线上协同。

4.3 推进基础设施智能化升级

首先对漏损率高、能耗大的输水管网、泵站进行智能化改造,部署压力调节阀和智能闸控设备,降低漏损率并提升调度响应速度。其次建立“设备状态-故障预警-自动派单”运维闭环,利用 AI 算法实现管网漏损自动定位与维修资源智能分配。最后探索“政府主导+社会资本参与”的运维模式,通过专项资金与市场化融资保障设备长期稳定运行。

4.4 加强人才培养与引进

加大对智慧水务技术人才的培养力度,通过组织内部培训、与高校和科研机构合作开展技术培训等方式,提高现有技术人员的业务水平和综合素质。同时,积极引进外部专业人才,充实智慧水务技术人才队伍,为智慧水务技术的应用和发

展提供人才保障。开发农户用水 APP,提供实时灌溉建议与用水量查询功能,引导节水行为。

5 结 语

莒南县通过智慧水务技术与现代水网建设的深度融合,不仅破解了水资源时空分布不均的难题,还实现了生态保护与经济的双赢。其经验为同类县域提供了可复制的技术路径与管理模式。

参考文献

- [1] 刘福杰.莒南县管水治水用水创新做法及主要成效[J].山东水利,2023(7):17-19.
- [2] 王兴健,于志强,赵彬灏.临沂市莒南现代水网建设规划创新做法和具体措施 [J]. 水资源开发与管理,2024,10(1):81-84.
- [3] 王洪娜,廖敏杰.浅析福建省农村基层防汛预报预警体系建设实施方案[J].农村实用技术,2022(8):113-115,118.
- [4] 郑绪霞,李焕焕,李巍仑.谈禹城市防汛预报预警体系平台建设[J].山东水利,2020(5):34-35.

(责任编辑 赵其芬)