

济南市莱芜区跨水库水资源优化配置实践

郝呈波¹, 栗瑞娟²

(1. 济南市莱芜区河湖管理服务中心, 山东 济南 271100; 2. 山东水务招标有限公司, 山东 济南 250000)

【摘要】为破解济南市莱芜区水资源供需失衡、空间分布不均的突出难题,实施了雪野水库至大冶水库联通工程。文章从工程建设必要性、技术可行性、综合效益及运行优化四个维度展开系统分析。结果表明,工程投运后可显著提升城镇供水保证率,优化水资源配置格局,降低地下水超采风险,为同类跨流域、跨水库调水工程提供参考。

【关键词】莱芜区; 水资源; 雪野水库; 大冶水库

【中图分类号】TV213.4

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2026)-04-0017-04

Practice on Optimal Allocation of Water Resources Across Reservoirs in Laiwu District, Jinan Municipality

HAO Chengbo¹, LI Ruijuan²

(1. River and Lake Management & Service Center of Laiwu District, Jinan Municipality, Jinan Shandong 271100, China;

2. Water Affairs Tendering Co., LTD. of Shandong Province, Jinan, Shandong 250000, China)

Abstract: To address the prominent problems of unbalanced water supply and demand and uneven spatial distribution of water resources in Laiwu District, Jinan Municipality, a water connection project between Xueye Reservoir and Daye Reservoir has been implemented. This paper conducts a systematic analysis from four aspects: project necessity, technical feasibility, comprehensive benefits and operation optimization. The results show that it can greatly improve the guarantee rate of urban water supply, optimize the pattern of water resources allocation and reduce the risk of groundwater over-extraction after operation. It provides an reference for similar inter-basin and inter-reservoir water diversion projects.

Key words: Laiwu District; Water resources; Xueye Reservoir; Daye Reservoir

济南市莱芜区地处鲁中腹地,区域水资源禀赋先天不足,人均水资源占有量仅 414 m³,不足全国平均水平的 18%。随着行政区划调整与城镇化进程加快,莱芜区城镇人口持续集聚、产业规模不断扩大,水资源刚性需求快速攀升,水资源供需失衡、空间分布不均等问题日益突出,已成为制约区域经济社会高质量发展的核心瓶颈。为破解上述难题,济南市莱芜区实施雪野水库至大冶水库联通工程,将其作为区域水资源统筹调配的核心枢纽项目,推动水资源空间优化配置,实现“丰库补枯、以余补缺”的调控目标。

雪野水库至大冶水库联通工程主要建设内容包括新建加压泵站、引水管线、输水管线、自动化控制系统及相关附属设施,采用“泵站加压+管道输

水”的成熟技术路线,调水线路总长度 13.28 km,设计总流量 1.74 m³/s,日最大供水量 15 万 m³,多年平均年调水量 2 030 万 m³。工程以雪野水库为水源,通过封闭压力管道将优质水源输送至大冶水库,补充大冶水库供水缺口,构建“双库联动、互为备用、应急保障”的供水格局,将大冶水库供水保证率由现状 85%提升至 95%以上,显著提升区域供水安全保障能力。

1 工程建设必要性

1.1 缓解水资源供需矛盾的迫切需要

莱芜区水资源总量不足、时空分布不均,大

收稿日期: 2026-01-21

作者简介: 郝呈波(1983—),男,高级工程师

冶水库作为新城、城源、龙兴三大骨干水厂核心水源地, 承担着中南部城镇密集区主要供水任务, 现状多年平均可供水量约 1 553.1 万 m^3 , 规划水平年城镇生活用水需求达 5 840 万 m^3 , 供水缺口高达 4 286.9 万 m^3 。与之相对, 雪野水库作为莱芜区境内最大水库, 总库容 1.98 亿 m^3 , 控制流域面 444 km^2 , 多年平均径流量 1.03 亿 m^3 , 水资源储量充足、水质优良, 但因缺乏外调通道, 多年平均弃水量达 3 261.5 万 m^3 , 水资源浪费严重。通过建设联通工程, 搭建雪野水库至大冶水库的调配通道, 可将雪野水库盈余水源转移至缺水区域, 实现水资源空间优化配置, 从根本上缓解区域供水短缺压力, 破解水资源供需失衡难题。

1.2 保障城镇供水安全的战略举措

当前, 莱芜区主要依靠乔店、大冶两座水库联合供水, 水源单一、调控能力弱, 枯水年及极端干旱天气下易出现供水不足, 影响 32.5 万城乡居民正常生活及工业生产、商业运营秩序, 需采取限供、错峰供水等应急措施。雪野水库水质长期保持地表水 II 类饮用水标准, 水量稳定可靠, 联通工程建成后可形成双水源互补保障体系, 实现水量互补、水质互保、应急互备, 大幅提升供水系统韧性。当单一水库出现水量不足、水质波动或突发污染事件时, 可快速切换水源、动态调度水量, 有效抵御干旱、工程检修、污染事件等风险, 筑牢城乡供水安全“双保险”, 为区域经济社会稳定运行提供基础保障。

1.3 优化水资源配置格局的必然选择

莱芜区水资源呈现“北丰南枯、汛期多非汛期少”的分布特征, 北部雪野水库流域水资源相对富集, 中南部城镇与产业集聚区水资源匮乏; 76% 的降水集中于 6—9 月, 非汛期蓄水不足, “汛期弃水、非汛期缺水”现象普遍。雪野水库至大冶水库联通工程打破行政与地域限制, 整合区域优质水源, 推动水资源利用从“粗放分散”向“集约统筹”转变, 提升全域水资源调控能力, 为莱芜区深度融入济南都市圈、建设现代化强区提供坚实水资源支撑。

1.4 响应政策导向与生态保护的重要实践

《山东省水安全保障总体规划》(2018 年) 明确提出构建跨区域、多水源互补的水资源安全保障体系, 济南市“十四五”水务发展规划将跨水库

调水工程列为重点建设任务。工程投运后可大幅减少地下水超采, 缓解地下水漏斗扩大、地面沉降、水质恶化等生态问题, 助力实现地下水采补平衡; 同时可保障河道生态基流, 维护河流生态系统健康, 践行“绿水青山就是金山银山”发展理念, 实现工程效益与生态效益协同提升。

2 工程建设可行性

2.1 自然条件适宜, 建设基础稳固

地形地质方面, 工程位于鲁中南构造侵蚀中低山丘陵区, 地势起伏平缓, 线路沿省道 S234、县乡公路、农田及河道边缘布设, 避开大规模不良地质区与生态敏感区; 区域地质构造稳定, 抗震设防烈度为 7°, 25 km 近场区无活动断裂带, 地基承载力满足建设要求, 无滑坡、崩塌等地质灾害风险。水文方面, 雪野水库、大冶水库分别有 60 余年与 30 余年实测水文资料, 数据详实可靠; 工程施工期选定 10 月至次年 5 月, 为非汛期, 河道流量小、洪水风险低, 穿河管线防洪设计参数明确, 施工安全可控。气象方面, 区域气候条件稳定, 工程按极端气温、暴雨、大风等条件进行抗冻、防洪、抗风设计, 管道深埋保温、泵站通风降温, 可适应各类气象条件, 保障长期稳定运行。

2.2 技术方案科学, 工艺成熟可靠

工程采用“泵站加压+封闭管道输水”技术路线, 总体布局合理、技术成熟。关键设施设备选型贴合工程需求, 加压泵站配备 4 台卧式双吸离心泵(3 用 1 备), 总装机功率 1 420 kW, 设计扬程 42 m, 满足长距离大流量输水要求; 引水管道 5.82 km 采用 DN1400 螺旋钢管, 输水管道 7.46 km 采用 DN1200 螺旋钢管, 总设计流量匹配规划供水需求。针对河道、道路、灌渠穿越情况, 分别采用倒虹吸、顶管工艺, 不影响行洪、交通与农业灌溉, 降低施工扰动; 管道采用 TPEP 防腐技术, 使用寿命达 50 年以上, 防腐性能优良。

2.3 生态影响可控, 绿色施工到位

工程坚持“生态优先、绿色施工”, 将环境影响降至最低。水资源保护方面, 保障雪野水库下泄生态基流不低于 0.3 m^3/s , 维护下游河道生态稳定; 施工期采取湿法作业、洒水降尘、噪声管控, 生产废水处理回用, 生活污水统一处置, 实现污水零排放。水土保持方面, 执行一级防治标

准,采用分段开挖、及时回填、浆砌石护坡、喷播植草等措施。

2.4 建设保障充足,工程推进顺畅

工程交通条件优越,京沪高速、省道 S234 及县乡公路形成完善网络,建材与机械运输便捷;泵站选址开阔、拆迁量小,管线沿线施工场地易布置。水、电、气、通讯保障到位,生产生活用水依托村镇自来水,泵站由 10 kV 线路供电并配备应急电源,通讯接入现有网络。建材供应稳定,钢材、水泥、砂石料可在本地及周边采购,质量可靠、成本可控;区域水利施工企业与技术人员充足,满足建设需求。地方政府成立专项工作组,统筹协调征地拆迁、管线穿越等问题,为工程顺利实施提供组织保障。

3 工程方案

3.1 总体设计方案

联通工程以水资源空间优化配置、城乡供水安全保障、生态环境协同保护为核心目标,采用“集中加压、封闭输水、自动控制、智能调度”的总体设计思路,将雪野水库优质水源通过压力管道输送至大冶水库,补充其供水能力,实现双库联动调控。工程线路总长 13.28 km,整体走向避开居民区、生态敏感区、地质灾害易发区,沿既有道路、农田边缘、河道岸线布置,最大限度降低占地、拆迁与生态扰动,兼顾施工便利性与运行安全性。工程设计规模满足区域中长期用水需求,总设计流量 1.74 m³/s,日最大供水量 15 万 m³,多年平均年调水量 2 030 万 m³,可有效填补大冶水库供水缺口,提升区域供水保障度。

3.2 主要设施与设备配置

1) 加压泵站工程新建加压泵站 1 座,位于口镇青石桥村北侧,占地面积 0.52 hm²,选址远离居民区,环境影响小、施工条件好。泵站为工程核心动力设施,承担水源提升与加压输送功能,站内配置 4 台卧式双吸离心泵,流量匹配管道输水能力,保障长距离输水压力稳定。泵站同步建设配套厂房、变配电系统、控制系统、通风系统、消防系统及给排水系统,满足设备运行、检修、安全防护等需求,实现自动化运行与远程监控。

2) 输引水管道系统采用全封闭压力输水模式,避免水量损失与水质污染,全线分为引水段

与输水段。引水管道长度 5.82 km,采用 DN1400 螺旋钢管,承受进水段水压需求;输水管道长度 7.46 km,采用 DN1200 螺旋钢管,满足长距离输水要求。管道设计压力、壁厚、材质均符合输水安全标准,全线设置阀门井、检修井、排气阀、泄水阀等附属设施,便于运行调节、检修维护、排空排气,保障管道系统安全稳定运行。

3) 自动化控制系统工程配套建设自动化监控与调度系统,实现泵站设备、管道运行、水库水位、流量、压力、水质等参数的实时监测、数据采集、远程控制与智能分析。系统具备自动启停泵、自动调节流量、异常报警、数据存储、报表生成等功能,可根据雪野水库蓄水、大冶水库需水、气象条件、用水负荷动态优化调度方案,提升运行效率、减少人工干预,构建智能化运行管理体系。

3.3 关键施工技术与工艺

1) 穿越工程工艺管线需 3 次穿越河道(瀛汶河、方下河等),采用倒虹吸管工艺,管道埋设于河床以下 2~3 m,不影响河道行洪、生态景观与水利功能;穿越省道 S234、灌渠等 7 处交通与水利设施,采用顶管施工工艺,非开挖作业,不破坏路面与灌渠结构,减少交通中断、农业灌溉影响与施工扬尘,实现绿色施工。

2) 管道防腐与防冻工艺管道采用 TPEP 防腐体系,内壁热喷涂环氧粉末,外壁为环氧粉末、胶粘剂、聚乙烯 3 层结构,防腐层厚度不低于 4.0 mm,抵御土壤腐蚀、电化学腐蚀与微生物腐蚀,延长使用寿命至 50 年以上。针对区域冬季低温环境,管道埋深不小于 1.2 m,并采取保温防护措施,防止冻胀破坏,保障冬季正常输水。

3) 水土保持与生态修复工艺施工采用分段开挖、分段回填、分段恢复的方式,减少土壤裸露时间与扰动范围;开挖边坡采取浆砌石、喷播植草等防护措施,施工完成后全面实施表土回填与植被恢复,种植乡土树种与草本植物,恢复土地功能与生态景观,水土流失防治达到一级标准。

3.4 运行管理方案

工程运行管理遵循“安全第一、预防为主、智能调控、规范运维”的原则,建立标准化运行管理制度、巡检制度、维护制度与应急预案,明确岗位职责、操作流程、检修周期与应急处置程序。委托专业水务机构承担日常运行、维护保养、巡检监

测、应急抢修、数据管理等工作,保障泵站、管道、自控系统等设施设备完好。同时建立智能化调度平台,整合水文、气象、用水、设备运行数据,优化调度策略,实现丰枯调剂、节能高效运行,最大限度发挥工程效益。

4 工程效益

4.1 经济效益

直接效益方面,工程投运后大冶水库年新增供水量 1 974.1 万 m^3 , 稳定满足城镇生活与工业生产用水需求,避免缺水导致的企业停产、项目停滞等经济损失。按工业用水 6.2 元/ m^3 、生活用水 3.8 元/ m^3 测算,年直接供水效益达 8 962.3 万元。间接效益方面,工程年替代地下水开采量 1 974.1 万 m^3 ,按地下水开采成本 12 元/ m^3 计算,年可节约开采成本约 2.37 亿元。同时工程建设带动建材、施工、设备制造等产业发展,创造就业岗位约 800 个,促进地方经济繁荣。

4.2 社会效益

工程全面解决 32 万城乡居民用水短缺问

题,实现 24 h 不间断稳定供水,提升居民生活质量与幸福感。工程为莱芜区新城建设、工业园区扩张、商业配套完善提供稳定水源支撑,优化“生活优先、工业保障、生态充足”的用水结构,促进城乡融合与区域协调发展。工程构建双库联动供水体系,大幅提升干旱、污染、设备故障等突发事件下的供水抗风险能力,维护社会稳定;同时衔接济南市大水网建设,为后续多库联调、多水源互补奠定基础,提升全域水安全保障水平。

4.3 生态效益

工程通过水资源优化配置,减少大冶水库流域过度开发,保障河道生态基流,修复河道干涸、湿地萎缩等问题;施工期植被恢复与水土保持措施,增加绿地面积、提升水源涵养能力,改善局部生态环境。工程大幅压减地下水开采量,遏制地下水漏斗扩张与地面沉降,保护含水层结构,降低咸水入侵与污染风险,实现地下水采补平衡,修复地下水生态系统。

(责任编辑 崔春梅)

(上接第 16 页)控设备,安装率 100%。《试点实施办法》实施后,企业报税依据由水量核定书改为取水计量数据,用水户仅需在水量互认系统中点击确认即可完成当期水量申报。规模以上取水户取水全部实现远程在线监控,水资源管理部门可以及时掌握取水户设备运行情况,发现问题及时处理,有效避免因设备故障导致的水量漏报。取水监测计量体系的完善,为水资源管理提供了准确可靠水量数据来源,为全面分析水资源税效果、取水许可管理、节约用水等工作提供技术支撑。

3 建议

3.1 落实水资源税协作征收机制

落实水资源有偿使用原则,加强水利、税务部门的沟通协调,在德州市原水资源税征收协作机制基础上,共同厘清新的税收形势下各部门职责。完善信息传递和信息共享机制,确保水资源税纳税人取水许可、取水计量、水量互认等工作顺利开展。建立水利、税务部门常规性联合工作制度,定期开展取水计量设施、水资源税征收检查,确保水资源税应收尽收、应缴尽缴。

3.2 提高水源配置能力

通过构建多元化的水源体系,促进黄河水、长江水、地下水、当地地表水、再生水优化配置,减轻企业用水压力,保障水资源可持续供给。在保障城乡居民用水供给的前提下,鼓励工业企业提高非常规水利用率,对于高耗水工业企业,重点推进再生水、集蓄雨水、微咸水等免交水资源税的非常规水利用,减少企业用水成本和缴税负担。

3.3 持续开展节水改造

鼓励企业通过节水改造和技术创新,定期开展水平衡测试,发掘节水潜力,提高用水效率,促进水资源循环利用。将水资源费改税试点与地下水超采治理、取水许可管理等其他水资源管理措施相互配合、协同推进,全面落实水资源刚性约束制度,提升水资源节约、集约、安全利用水平。

参考文献

- [1] 赵志尚,马红梅,边晓南.水资源税改革试点成效与问题分析——以山东德州为例[J].地方财政研究,2021(7):47-55.
- [2] 宋扬,张洪亮,边晓南.德州市水资源税远程在线监控改革探讨[J].山东水利,2022(9):61-62.

(责任编辑 崔亚男)