

高海拔地区城乡一体化供水工程建设与水源地保护管理研究

赤列朗加

岗巴县水利局，西藏 日喀则 857700

DOI:10.61369/ETQM.2025120044

摘要：选取西藏自治区岗巴县城乡一体化供水工程作为研究实例，剖析高海拔区域饮用水源保护与供水工程打造过程中遭遇的生态环境限制、技术阻碍及管理困境。依托该项目的实际开展情况，整理水源地防护手段、供水系统改良方案及多元主体协作推进模式，探寻契合当地实际、实现一体化管控的可行路径。研究表明，高原区域必须兼顾生态守护与民众生活需求，搭建科学高效的供水架构，加强全流程监督管控，增强工程建设与运营的持久效能，为其他海拔地区提供可借鉴的实践经验与实施范例。

关键词：高海拔地区；水源保护；城乡供水一体化；岗巴县；可持续运行

Research on The Construction of Integrated Water Supply Projects for Urban and Rural Areas and the Protection and Management of Water Sources in High-Altitude Regions

Chilie Langjia

Gangba County Water Conservancy Bureau, Xigaze, Tibet 857700

Abstract : This study selects the integrated urban-rural water supply project in Gangba County, Tibet Autonomous Region, as a case study to analyze the ecological and environmental constraints, technical barriers, and management challenges encountered in the protection of drinking water sources and the construction of water supply projects in high-altitude regions. Based on the actual implementation of the project, it organizes protective measures for water sources, improvement plans for water supply systems, and collaborative advancement models involving multiple stakeholders, exploring feasible paths for integrated management and control that align with local realities. The research indicates that in plateau regions, it is essential to balance ecological conservation with the living needs of the populace, establish a scientifically efficient water supply framework, strengthen supervision and control throughout the entire process, and enhance the long-term effectiveness of project construction and operation, providing practical experience and implementation examples that can be referenced by other high-altitude regions.

Keywords : high-altitude regions; water source protection; integrated urban-rural water supply; Gangba county; sustainable operation

引言

西藏岗巴县地处喜马拉雅山脉北麓，平均海拔 4700 米以上，地域辽阔而人口分散，海拔较高，导致水压不足、管道冰冻、水资源配置不均衡，城乡供水领域长期存在发展差异，居民饮水安全面临较大压力，开展城乡一体化供水工程建设，成为破解高原地区水资源匮乏问题、提高民生保障能力的核心举措。本文围绕水源地防护、工程规划设计及管理机制搭建等关键内容，聚焦高原地区工程建设实践中遇到的技术难点与管理阻碍，结合岗巴县相关项目的实施经验，系统总结一体化供水工程的有效实践方式，提出适配高海拔地区的发展建议与落实路径。

一、水源地保护：高原生态环境下的核心挑战与应对策略

(一) 高原水资源特性与保护难点

高原区域拥有独特的地理气候条件，使得水资源在时空维度上分布极度不均。岗巴县位于喜马拉雅山脉北侧地带，降水主要集中在汛期时段，干旱季节的水源补给能力明显不足，季节性波动问题表现得更为突出、高寒环境下土地冻结现象普遍存在，地表水与地下水的转化关联复杂，极大干扰了水体的自然流动状态与补给效果，岗巴县生态系统本身较为脆弱，植被覆盖程度偏低，水源地一旦受损，生态恢复过程耗时久、成本高，常规修复手段难以在短期内实现有效复原、此类地区开展饮用水源保护工作，需充分考量自然约束与生态脆弱性的叠加效应，推行更为科学精准的生态保护举措^[1]。

(二) 岗巴县水源地选择与保护原则

岗巴县城乡一体化供水工程中，水源地的科学选定是保障供水安全的核心前提，该项目将恰央水库确定为主水源，其具备区位高程适宜、水质洁净、水量稳定等突出优势，解决1乡1镇共计15个行政村以及县城的供水问题。水源保护工作中，坚决避开人口稠密区域与畜禽养殖区域，使水源地远离生活污水及农业面源污染隐患、结合高原生态自身特点，规划构建水源地生态缓冲带，通过植被修复、湿地养护等举措打造天然防护屏障，阻断污染源向水体系统的侵入，为下游供水系统的水质安全筑牢基础保障。

(三) 水源地长期保护机制建设

为保障水源地长期稳定安全运行，岗巴县在水源保护工作中逐步构建起制度化、常态化的管理体系。划定水源保护红线范围，实行分级管控模式，明确一级保护区内禁止各类人类活动，二级保护区严格管控开发行为，确保空间布局与生态保护要求高度适配；推进实时水质监测系统建设，强化对水体流量、水质指标等的动态监测与数据分析，提升风险预警与应急响应能力、充分激发群众参与生态保护的主动性，通过设立护水岗位、开展环保宣传引导、搭建群众监督平台等方式，形成全民参与、群防群治的保护格局，构建起“政府主导、群众参与、技术支撑”的多元协同水源地保护机制^[2]。

二、供水系统规划：因地制宜的工程布局与技术创新

(一) 工程总体布局与结构设计

岗巴县城乡一体化供水工程服务范围涵盖龙中乡、岗巴镇所属15个行政村及县城居民，工程覆盖面积广、建设规模大且地形条件复杂，供水管道总长度达59公里、针对区域内地势起伏剧烈、高差明显的实际情况，工程布局设计阶段充分考量地形高差对水压稳定性及水流状态的潜在影响，科学规划管道铺设走向与落差分布情况，实现重力输水与压力调节的动态平衡^[3]。工程配

套建设调节池、清水池、高位水池共计10座，搭配泵房运行模式，推行分段提水、均压供水的运作方式，确保偏远村庄也能获得稳定可靠的用水保障、结构设计以提升供水效率、保障运行安全为核心导向，注重科学选址布点、实施分区供水策略，同时兼顾应急调节功能。

(二) 高寒高海拔条件下的关键技术创新

针对高原地区冬季气候严寒、土地冻土持续时间长等自然制约因素，岗巴县供水工程在材料选用与施工技术应用方面开展多项创新性实践。管材选用上，统一采用高强度防冻抗冻型塑料管道，该类管材具备优异的耐低温性能与抗压能力，可在零下数十度的极端气候环境中保持稳定运行；管道埋设采用深埋防冻与保温包裹相结合的双重防护措施，有效降低地表结冰给管道带来的破裂风险、水压控制环节，充分借助区域地形优势，采用高位水池重力输水设计方案，减少对动力泵设备的依赖程度，既提升供水系统运行稳定性，又实现节能降耗目标。

(三) 项目设计与实地施工的融合机制

为确保工程设计科学合规、施工落地高效精准，岗巴县在项目推进进程中构建起设计与施工深度融合的工作模式、设计单位选派经验丰富的技术骨干常驻施工场地，及时为施工单位解答图纸疑问、破解实际操作难题，提供专业技术指导与图纸优化建议，保障设计图纸与现场实际情况动态适配、针对施工过程中突发的各类问题，建立“设计方+监理+施工单位”三方联合协调模式，通过现场勘查、图纸调整、结果反馈等规范流程高效处置^[4]。同时，构建以“问题清单+责任清单+时限清单”为核心的闭环管理机制，确保每一项设计调整事项与现场突发问题均有专人负责跟进、在规定时限内完成整改，切实提升工程执行效率与管理成效、该机制成功打破设计与施工环节的沟通障碍，推动工程依照标准要求高质量推进、图1呈现了岗巴县城乡一体化供水工程现场技术交底与施工协调会议的实际场景，各相关单位围绕施工图纸细节、任务分工安排及工程进度规划展开深入沟通，强化设计与施工的无缝衔接，集中体现项目管理中的高效协同理念与责任落实要求，为工程按计划高质量推进提供有力支撑。



图1 岗巴县城乡一体化供水工程现场设计交底与施工协调会议

三、施工管理：质量、安全与进度的三位一体保障体系

（一）工程质量控制体系建设

为推动岗巴县城乡一体化供水工程高标准实施，项目全流程严格落实质量管理制度。材料进场阶段，施工单位需提交完整的合格证明文件，监理方组织现场抽样检测，对不符合质量标准的材料坚决予以退场，从源头筑牢工程质量防线、针对管道敷设、阀门安装等关键施工工序，推行旁站监督制度，监理单位安排专人全程驻场监督，实时记录施工关键数据与操作流程，确保各项施工工艺符合设计规范与技术要求^[1]。

（二）施工安全管理举措

项目严格执行安全生产责任制度，明确施工单位承担安全生产首要责任，县水利局与监理单位履行协同监督职责。施工人员上岗前必须参与专项安全培训，熟练掌握基础安全操作规范与应急处置流程、施工期间定期开展安全实战演练，提升应对突发事件的实操能力、具体施工环节中，针对土方开挖、深基坑作业、管道回填等高危工序，严格落实技术交底要求，设置清晰的安全警示标识与防护护栏，安排专人进行全程巡查与现场指导，及时排查并消除安全隐患、安全监督工作贯穿施工全流程，全力达成“零事故、零伤害”的安全管理目标。

（三）施工进度优化与资源协调

为加快工程建设进程，在坚守质量与安全底线的前提下，项目推行“倒排工期、挂图作战”的进度管控方式、依据总体工期规划制定阶段性节点目标，将施工任务细化至每周、每日，保障工程有序推进、施工单位科学调配人力与物资资源，组建多个专项施工小组，实行分区同步施工模式，显著提升整体施工效率、建立每周例会调度机制，集中汇总各方反馈的各类问题，构建“发现—协调—解决”的闭环管理流程，由监理单位牵头制定针对性整改措施并监督落实，确保施工任务按时保质完成^[2]。

四、多方协作机制：一体化推进模式的组织保障

（一）项目推进协调机制建设

为推动岗巴县城乡一体化供水工程高效有序开展，项目构建了完备的协调调度体系、施工现场每日组织“每日碰头会”，即时沟通施工进展与现存问题，搭建快速响应通道；每周召开专项调度会议，全面梳理工程推进情况与滞后环节，统筹调配资源以优化施工节奏，县水利局牵头定期组织项目推进会，召集发展改革和经信商务局、住建局、岗巴镇、龙中乡、设计、施工、监理等相关部门，畅通问题反馈渠道，强化跨部门、跨单位的协同沟通效能、针对属地对接事宜，岗巴镇与龙中乡分别组建专项协调小组，主动衔接施工单位，协调解决土地使用、群众动员及矛盾化解等相关问题，为工程顺利推进提供坚实的组织保障与属地支持^[3]。图1呈现了岗巴县城乡一体化供水工程开工前协调会议的现场场景，会议围绕项目启动前的各项筹备工作展开，与会人员细致审阅相关资料、积极开展沟通交流，为工程顺利实施筑

牢组织根基，集中展现了政府牵头、多方协作、高效推进的工作格局。



图1 “岗巴县城乡一体化供水工程开工前协调会”的现场会议情景

（二）各参建方职责明确与协同作业

项目各参建单位职责界定清晰、协作配合紧密、设计单位作为技术核心源头，承担方案编制与图纸优化工作，同步派驻专业技术人员常驻施工一线，提供即时性技术支撑。施工单位作为工程执行主体，负责现场施工组织与人力物资调配，严格遵照质量、安全及进度相关要求推进各项工作、监理单位以监管核心身份，开展施工全过程质量与安全监督工作，对关键工序实施旁站监理，发现问题第一时间反馈并跟踪整改进度、三方通过搭建信息共享平台与问题协商机制，推动设计、执行、监管环节的高效联动，保障工程稳步推进。

（三）群众参与与属地政府联动

岗巴县重视发挥群众与村委会的基层治理作用，协助协调施工用地落实、化解施工干扰等具体问题，降低工程推进中的阻工风险、属地政府借助广播宣讲、会议部署、入户走访宣传等多种形式，强化群众对工程的认知度，提升公众支持力度、同时积极探索“群众监督+属地响应”的联动模式，鼓励村民参与工程质量与安全监督工作，构建起政府、群众与施工方多方协同的管理格局，有效增强工程实施的透明度与公众参与深度^[4]。

五、可持续运行机制：后期管理与城乡一体化长期发展路径

（一）运营管理与维护体系建设

供水工程竣工后的持续稳定运行，是保障城乡居民长期用水安全的核心所在。岗巴县积极探索推行“建设—运营”一体化管理模式，培育专业化水务运营企业，由其统筹承担供水系统的日常运行、设施维护及民生服务等相关工作、结合高原独特的地理环境特征，建立“人工实地巡查+智能在线监控”双线并行的监管机制，实时动态掌握管网运行状态与水质变化情况，显著提升供水调度效率与风险预警能力、与此同时，同步搭建快速抢修响应机制与定期检测评估制度，通过规范化管理与精细化运维，确保供水系统始终保持安全、高效、稳定的运行状态^[5]。

(二) 融资模式创新与城乡供水长效管理构建

在海拔地区推进城乡供水一体化建设，离不开可持续的资金投入与规范化的制度保障体系。岗巴县在实践中尝试引入多元化的投融资模式，以财政投入为基础，吸引社会资本参与供水基础设施建设和运营，通过政府与企业协作的方式提升资金使用效率。同时，因地制宜创新资金管理机制，建立专项资金池和绩效考核制度，实现建设资金、运行资金与后期维护费用的统筹安排，为供水工程的长期稳定运行奠定物质基础。

(三) 经验总结与推广价值

岗巴县供水工程在高海拔地区的实践探索中，凝练形成“贴合地域实际设计、全流程闭环管理、多元主体参与运维”的一体化发展经验。这一成熟模式为国内其他高海拔县域推进城乡供水一体化提供了切实可行的参考蓝本、应强化国家层面对高原供水一体化工作的统筹规划与政策赋能，推动跨区域水资源协同治理机制落地，搭建覆盖全域的智能监管平台，全面增强边远地区公共水务服务的保障效能^[10]。

六、结语

岗巴县城乡一体化供水工程在高原极端自然环境约束下，凭借科学精准的水源选址、针对性的技术创新、规范化的施工流程与精细化的全程管理，成功构建起融合水源保护、供水系统建设与长效运营管理的整体体系，打造出高海拔地区可复制、可推广的供水示范模式。项目坚守生态保护优先理念，立足地域实际特点，凝聚多方协作合力，有效破解了当地城乡居民饮水安全的突出难题，推动城乡供水服务朝着均衡化方向稳步发展。借鉴西藏水环境协同治理中五级河湖长体系与专项保护行动的经验，未来需持续深化机制建设，升级智能监管手段，不断提升工程管理效能，确保供水系统长期稳定运行，为西藏乃至全国其他高原地区城乡供水一体化建设提供坚实支撑与高质量发展样板。

参考文献

- [1] 王华然, 杨忠委, 陈照立, 乐凯强, 阳盛红, 尹静. 某部驻高海拔地区边防部队生活饮用水水质调查 [J]. 解放军预防医学杂志, 2017, 35(09): 1034–1036. DOI: 10.13704/j.cnki.jyyx.2017.09.004.
- [2] 李江, 杰恩斯·马坦, 马军, 杨辉琴. 新疆城乡供水一体化工程若干问题的思考 [J]. 水利规划与设计, 2022(07): 1–6+18.
- [3] 谭志军, 王勇, 金磊, 杨博强, 闵磊. 重庆高海拔地区地表水地源热泵系统适应性分析 [J]. 重庆大学学报, 2022, 45(S1): 169–175.
- [4] 谭志军. 基于渗滤取水地表水地源热泵系统性能分析 [D]. 重庆大学, 2023. DOI: 10.27670/d.cnki.gcqdu.2023.002879.
- [5] 金美珊. 高海拔地区取水口(井)设置问题的探究 [A]. 中国建筑学会建筑给水排水研究分会、中国建筑设计研究院有限公司、中国建筑学会建筑给水排水研究分会第四届第二次全体会员大会暨学术交流会论文集(下册) [C]. 中国建筑学会建筑给水排水研究分会、中国建筑设计研究院有限公司: 中国建筑学会建筑给水排水研究分会, 2023: 7. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2023.040669.
- [6] 孙翔宇. 湖北大别山区生态系统水源涵养和水土保持功能遥感评估 [D]. 合肥工业大学, 2023. DOI: 10.27101/d.cnki.ghfgu.2023.003104.
- [7] 娄忠秋, 肖鹏, 李逸. 高寒高海拔地区田间农业水利节水灌溉输水方式选择分析 [J]. 四川水利, 2023, 44(04): 142–145.
- [8] 岁姚炳. 基于 WEP 模型的黄河流域水源涵养量动态评估与驱动因素研究 [D]. 中国水利水电科学研究院, 2024. DOI: 10.27646/d.cnki.gslsy.2024.000050.
- [9] 胡正, 何飞. 高海拔地区小型农村饮水安全提升工程建设与运行模式研究——以金川县阿科里乡铁基村为例 [J]. 四川水利, 2025, 46(01): 90–92+135.
- [10] 王懿, 王涛, 陆文航. 高海拔地区大型水电工程施工供水优化 [J]. 大坝与安全, 2025(03): 65–68.