

农村供水工程建设管网改造设计优化研究

朱长江

塔城水利设计研究院有限公司乌鲁木齐分公司，新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]农村供水管网乃是连接水源地与用户的“生命线”，其设计是否合理、运行是否可靠，这二者都直接牵涉到农村居民的生活品质以及农业生产的效率情况。就当下形势来讲，农村供水工程的管网改造设计务必要紧密贴合实际用水的需求状况以及未来的发展走向趋势，要全方位地去考量地理环境、经济条件、人口分布还有水资源状况等诸多方面的因素。在这样的大背景之下，文章着重围绕农村供水工程管网改造设计所具有的重要性以及相应的优化策略展开较为细致的探讨，其目的在于推动农村水利朝着现代化的方向开展建设工作，促使供水系统的运行水平得以提升，同时推动城乡融合进程以及实现可持续发展这一目标。

[关键词]农村供水工程；建设管网；改造设计；设计优化

DOI: 10.33142/aem.v7i12.18672 中图分类号: TU991

文献标识码: A

Research on Optimization Design of Rural Water Supply Engineering Construction Pipeline Network Renovation

ZHU Changjiang

Urumqi Branch of Tacheng Water Conservancy Design and Research Institute Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: The rural water supply network is the "lifeline" connecting water sources and users. Whether its design is reasonable and its operation is reliable directly affects the quality of life of rural residents and the efficiency of agricultural production. In terms of the current situation, the pipeline network renovation design of rural water supply projects must closely match the actual water demand and future development trends, and comprehensively consider various factors such as geographical environment, economic conditions, population distribution, and water resources. In this context, the article focuses on the importance of rural water supply engineering pipeline network renovation design and corresponding optimization strategies, with the aim of promoting the modernization of rural water conservancy construction, improving the operation level of the water supply system, promoting urban-rural integration, and achieving the goal of sustainable development.

Keywords: rural water supply engineering; construction of pipeline network; renovation design; design optimization

引言

农村供水工程属于保障居民生活用水以及农业生产用水的关键基础设施，其建设水准同农村饮水安全、公共卫生以及区域经济社会发展存在紧密关联。随着农村人口不断增长、生活水平逐步提高以及水资源利用需求日益增加，传统供水管网在布局、设施、管理以及水质保障等方面呈现出许多问题，像是管网出现老化情况、漏损率颇高、水压不够稳定、水质存在安全隐患且较为突出、管理较为分散以及运行效率偏低等状况。这些问题对居民日常生活产生了影响，同时也限制了农村经济可持续发展以及水资源合理利用。近些年来，伴随信息技术、智能化管理以及先进管网设计理念不断发展，农村供水管网改造与优化迎来了全新机遇。科学的管网规划、合理的布局、技术创新、智能化监控以及水质保障体系建设，可大幅提升供水系统安全性、可靠性以及运行效率，同时减少资源浪费以及运行成本。并且，政策支持、资金投入以及公众参与在管网改造当中起到重要作用，给项目实施以及长期管理给予保

障。由此，着手开展农村供水工程建设管网改造与设计优化研究，具备重要理论价值，有益于完善农村供水系统规划以及管理体系，还拥有明显实践意义，能够为提高农村饮水安全水平、推动经济社会发展以及达成水资源可持续利用给予科学依据以及技术支撑。

1 农村供水工程建设管网改造设计优化的重要性

1.1 提升农村饮水安全水平

农村供水工程建设中管网的改造以及设计优化，对于提高农村饮水安全程度而言，有着颇为重要的意义。就当前情况而言，农村人口呈现出分布较为分散的态势，水源所处的条件也相对复杂，并且管网设施还存在着老化的状况。在这种情形下，传统的供水系统在保障水质、维持供水稳定性以及提升运行效率等方面，常常会暴露出一些不足之处。借助科学合理的管网改造以及精心优化的设计方案，是能够切实有效地对供水的覆盖范围加以改善的，如此一来便能够确保水压处于稳定状态，同时还能减少出现漏损以及产生二次污染的风险，进而可充

分保障农村居民能够获取到安全、可靠且稳定的饮用水。除此之外，经过优化之后的管网系统，在日常的监测与管理工作上也会更为便利，这样就能够及时地察觉到并妥善处理掉那些潜在的水质方面的问题，从而进一步降低饮水安全所存在的隐患。

1.2 促进农村经济社会发展

农村供水工程建设管网的改造以及优化工作，其重要性不容小觑。它直接关系到居民的生活质量；它对于农村经济社会的发展也有着极为重要的推动作用。当供水管网得以完善之后，便能够为农业灌溉、农村工业还有服务业的发展给予稳定的水源保障。如此一来，生产效率得以提升，生产成本也能相应降低，进而有力地促进了农产品加工、乡村旅游以及小微企业发展。与此一个可靠的供水系统还能够改善居民的生活环境，让生活便利性得以提高，居住质量也有了提升，这无疑增强了农村人口的生活满意度以及稳定性，同时也为人才回流以及劳动力留乡创造了相应的条件^[1]。除此之外，经过优化后的管网建设，在节约水资源、降低能源消耗以及维护成本等方面均有着积极的作用，这对于实现农村经济的可持续发展以及社会的整体进步都是极为有利的，也能够推动城乡一体化建设进程向前迈进。

1.3 提高资源利用率与环境保护

农村供水系统的优化升级意味着要打破传统粗放式的水资源管理模式，转向精细化、智能化的水资源配置。通过精确的需水量预测、科学的管网布局设计以及高效的节水技术应用，可以明显降低输水过程中的损耗，提高水资源的有效利用率。而且，传统的供水方式往往忽视了对水源地的保护，导致水质恶化、生态系统受损，将生态理念融入整个供水系统的规划与运营中，通过构建绿色基础设施，如生态湿地、透水铺装等，可以增强系统的自然净化能力，实现供水与生态保护的和谐共生。

2 农村供水工程管网现状分析

农村供水工程管网的当下状况显得颇为复杂，其特点主要聚焦在设施呈现老化的态势、布局不够合理、水源种类多样以及管理模式相对分散等诸多方面。因为农村居民点的分布较为零散，并且地形存在较大的差异，所以管网线路往往都比较长，节点也极为繁杂，这就使得供水压力出现不均衡的情况，在一些偏远的地方或者地形高差比较大的区域，常常会出现供水量不足亦或是间歇性断水的状况。与此不少管网设施是在较早的年代建设的，管材已经老化了，接口也有松动的现象，像泵站、水塔这类关键设备也都比较老旧，由此导致漏损率偏高，运行效率低下，系统的稳定性以及可靠性都存在欠缺。就水源来讲，农村供水依靠的是地下水、地表水、小型水库还有山泉等多种多样的水源，不同水源的水质存在着明显的差异，然而水

质监测以及保障的相关手段却普遍有所欠缺，这就存在着潜在的水质安全方面的隐患。除此之外，管网设计缺少系统性与科学性，管径的选择并不合理，分区管理也不够完善，对于供水压力的调控能力是比较有限的，很难去满足居民生活以及农业生产所呈现出的多样化用水需求^[2]。在管理这个层面上，大多数农村供水系统依旧采取的是分散化管理的方式，缺乏统一的调度以及数字化的监控手段，日常的维护工作以及对故障的响应效率都不高，运行所面临的风险也比较高。

3 农村供水工程建设管网改造设计优化措施

3.1 科学规划与合理布局

农村供水工程管网的科学规划以及合理布局，对于保障供水系统能够高效、安全且可持续地运行而言，属于极为关键的一个环节。其最为关键之处就在于要全面且细致地考量人口分布状况、用水需求情况、地形地貌特点、水源条件优劣以及水质存在差异等诸多方面的诸多因素，以此达成管网能够实现较为全面的覆盖，供水具备较高的可靠性，并且运行成本相对较低的目的。在开展布局设计工作的时候，应当依据农村居民点的实际分布密度、农业生产所涉及的用水需求以及公共服务领域的用水需求等方面的情况，去合理地划分出管网的不同分区，进而对主管、支管以及末端管网的走向予以优化，防止出现因管网走向迂回曲折、存在重复铺设或者局部区域过长等情况而引发的水压不够稳定以及输水过程中损失过大的问题。与此还需要将水源的位置、泵站以及水塔的合理布置情况相互结合起来，以此来确保供水压力能够保持均衡的状态，流量分配也能够做到科学合理，从而进一步提升整个系统的抗风险能力以及适应外界变化的能力。在管径的选择以及管材的配置这些方面，应当凭借水力计算以及流量分析的相关成果，充分兼顾到长期运行的实际需求以及经济方面的考量因素，既要保证能够具备充足的供水能力，又要便于后续的施工操作以及维护管理工作。科学规划还要求管网设计要具备一定的前瞻性，要充分考虑到未来人口数量可能出现的增长情况、用水结构有可能发生的改变情形以及技术不断升级所带来的系统调整方面的需求，进而为智能化的监控、远程的调度以及运行优化等工作提供一个可靠的基础结构支撑。

3.2 技术创新与智能化管理

在农村供水工程开展管网改造以及优化工作的过程中，技术创新以及智能化管理方面的应用情况，已然成为提升供水系统运行所具备的效率水平、切实保障水质处于安全状态并且达成可持续发展目标的关键手段之一。伴随着信息技术以及自动化技术持续向前发展，智能化管网管理能够借助物联网、传感器、远程监控以及数据分析等相关技术手段，针对管网的水压状况、水量情况、水质状态

以及设备运行的实际状态展开实时的监测操作,进而实现对管网运行状况的全方位精准掌控。通过在相应位置安装压力传感器、流量计以及水质在线监测设备等装置,便能够及时察觉到诸如漏损、管道出现破裂、水质存在异常以及泵站发生故障等一系列问题,并且凭借自动对阀门进行调节、控制水泵的启停以及对压力加以控制等举措,达成对供水压力以及流量实施动态优化的效果,如此一来,就能够有效降低能耗以及漏损率^[3]。技术创新还涵盖对管网设计与运行环节开展数字化建模以及仿真的相关工作,通过构建供水管网的数字化模型,在改造设计的阶段当中,便能够模拟不同管径、不同布局以及不同设备配置给系统运行所带来的影响,以此为优化方案的制定提供较为科学合理的依据。处在智能化管理体系之下,对数据进行实时采集以及分析的操作,可有力支持远程调度事宜、预防性维护工作以及运行决策事项,使得管网运行呈现出更强的主动性以及前瞻性特点,与此还能促使故障响应的速度得以提升,维护效率也获得提高。

3.3 水质保障与监测体系

在农村供水工程管网展开改造以及进行优化之时,构建起完备的水质保障以及监测体系,这无疑是在确保居民能够饮用安全的水以及维护公共卫生方面极为重要的根基所在。农村供水所涉及的水源类型呈现出多样性特点,像地下水、地表水、小型水库还有山泉等都包含在内,而不同的这些水源,其水质之间存在的差异是比较大的。并且在管网将水输送的过程中,还存在着遭受二次污染的可能性,另外管道出现腐蚀情况或者微生物开始滋生这类风险也是存在的。所以,在进行管网设计以及开展运营管理相关工作的过程当中,必须要全面且细致地去考量水质保障方面的问题。一套科学合理的水质保障体系,应当把从水源保护环节、到净化处理环节、再到输配管网运行环节以及最后的终端用水环节等一系列全流程的管理都囊括进去。要通过科学合理地去布置水质监测点,借助在线水质监测设备来实时地采集诸如水温、浊度、余氯、pH值还有微生物指标等方面的数据,以此达成对管网在运行期间水质变化状况进行持续不间断的监控这一目的。与此与之配套的水质管理平台能够针对监测所获取的数据展开分析并给出预警提示,从而能够在水质出现异常情况或者是存在潜在风险的时候及时察觉到,并且还能指导泵站的运行操作、管网的消毒工作以及末端水处理措施方面的调整事宜,进而切实保障供水系统能够稳定且安全地运行下去。在改造设计的这个阶段当中,需要把水力模拟的情况以及管网布局优化的相关事宜综合起来加以考虑,以此来降低水流出现滞留现象以及污染物质不断积累的风险,进而在一定程度上提高管网自身的清洁能力,最终确保水质在整个输送过程当中

的稳定性得以维持。

3.4 多元融资渠道与政策支持

在农村供水工程管网改造与优化进程里,多元融资渠道以及政策支持可保障项目顺利开展,提高供水系统的可持续性。农村地区地理分布较为分散,建设成本较高,维护资金有限,单一的资金来源通常无法满足管网改造、设施更新以及智能化管理所需的投资需求,所以要借助多元化融资模式来拓宽资金渠道。其一,依靠政府财政投入,结合中央以及地方专项补助资金,给农村供水基础设施建设给予政策性支持,以此降低建设和运营成本;其二,需鼓励社会资本、金融机构以及合作社、企业等参与投资,凭借PPP模式、贷款、项目债券或者合作开发等方式达成资金多渠道筹集。政策支持不只在资金投入方面有所体现,还涉及完善相关法规标准、简化项目审批流程、提供税收优惠及补贴政策、推动用水计量和水价机制改革等,以此激励投资主体积极投身管网改造以及管理运营。

3.5 提高公众参与度与教育培训

在农村供水工程管网改造以及优化进程里面,提升公众参与的程度并强化教育培训工作,这可是保证供水系统能够长期稳定地运行并且实现可持续发展的极为重要的一项保障措施。公众参与起来,一方面能促使居民对供水项目有着更强的认同感觉,另一方面也能让居民的责任意识得以增强,并且在管网的实际使用、日常的维护工作以及节水管理等诸多方面都能够起到颇为积极的作用^[4]。借助于开展关于水资源保护、水质安全状况以及合理用水方面的宣传教育活动,能够使得居民对于饮水安全的关注程度有所提升,同时居民的风险防范意识也会得到加强,进而让他们在日常生活当中主动去配合管网的运行管理工作,比如说要避免出现管道被破坏的情况,做到合理用水,并且要及时地将供水出现异常的状况上报等。与之针对管理人员还有技术人员所展开的教育培训同样属于关键的环节所在,应当全面且系统地去开展有关管网运行管理、设备维护保养、智能化监控系统的操作方法、水质监测以及应急处理等方面的专业培训工作,以此来提升他们自身的专业技术能力,同时也提高他们在应对突发事件时的水平,从而切实保障管网运行的安全性以及效率。

4 结语

农村供水工程管网的改造与优化有着十分重要的意义,其能够保障居民饮水安全,提升供水系统运行效率,推动农村经济社会发展。借助科学规划与合理布局,管网可达成覆盖范围广、压力平衡以及供水可靠性提高的效果;依靠技术创新与智能化管理,能够实现运行情况的实时监控、调度的优化以及故障的快速应对;完善的水质保障与

监测体系可确保整个供水过程的安全；多元化的融资渠道与政策支持能为改造给予稳定的资金与制度方面的保障；公众参与教育培训能增强居民的用水意识以及管理责任。管网改造一方面改善了农村居民的生活条件与供水服务水平，另一方面促进了水资源的高效利用与农村可持续发展，为推进农村水利现代化建设打下了坚实的基础。

[参考文献]

[1]周余丽.农村供水工程建设管网改造设计优化研究[C].广西:广西生产力学会.新质生产力与科技发展学术研讨会论文集.兴平市水利局,2025.

[2]王晓慧,傅渝然.农村供水工程建设管网改造设计优化研究[J].水利科技与经济,2024,30(10):1-6.

[3]何莲,吴欣潞.农村供水安全保障存在的问题及其对策[J].南方农业,2022,16(9):187-190.

[4]王传义,张宝明,王明明.浅议农村村内管网改造的必要性[J].山东水利,2014(9):57-58.

作者简介：朱长江（1990.7—），毕业院校：新疆农业大学科学技术学院，所学专业：水利水电工程，当前就职单位名称：塔城水利设计研究院有限公司乌鲁木齐分公司，职称级别：工程师。