

城乡一体化供水工程管网优化设计与运行调度

于大海

塔城水利设计研究院有限公司 新疆 834700

【摘要】：本文聚焦塔城地区城乡一体化供水工程，深入探讨管网优化设计与运行调度的关键问题。通过分析塔城地区城乡供水现状，结合管网设计原则、优化方法及运行调度策略，提出适合塔城地区的管网优化设计方案与运行调度方案，旨在提高塔城地区城乡供水系统的稳定性、可靠性和经济性，实现水资源的合理配置与高效利用。

【关键词】：城乡一体化供水工程；管网优化设计；运行调度；塔城地区

DOI:10.12417/2705-0998.26.02.068

1 引言

随着我国城市化进程的加快和乡村振兴战略的深入实施，城乡一体化供水工程成为解决城乡供水不均衡、提高供水质量的重要举措。塔城地区地处新疆西北部，地理气候条件特殊，城乡供水系统存在诸多问题，如管网老化、水资源分配不均、供水效率低下等。因此，对塔城地区城乡一体化供水工程管网进行优化设计，并制定科学合理的运行调度策略，具有重要的现实意义。

2 塔城地区城乡供水现状分析

2.1 水资源状况

塔城地区地处新疆西北部，独特的地理区位使其境内拥有丰富多样的水资源形态。额敏河等河流宛如灵动的丝带蜿蜒穿过这片土地，为区域带来了生机与活力；广袤无垠的草原与星罗棋布的农田，不仅构成了美丽的田园风光，更是当地农业与畜牧业发展的重要依托；同时，该地区矿产资源丰富，矿产资源开采活动频繁开展。

然而，这种特殊的地理环境也造就了复杂的水质状况。在北部塔尔巴哈台山麓的工矿区域，由于长期的地质渗透作用，矿井水的矿化度普遍偏高。部分区域的水质含盐量惊人，可达每升12克以上，如此高盐度的水质不仅无法直接用于生活饮用，就连工业生产中的许多环节也难以适用，给当地的用水带来了极大挑战。南部乌苏市的农业种植区，灌溉用水硬度超标问题较为突出。长期使用这种高硬度水进行灌溉，土壤中的钙、镁等矿物质不断积累，极易造成土壤板结，影响土壤的透气性和肥力，进而对农作物的生长产生不利影响，降低农业产量和质量。而在城乡结合部，生活用水受地表径流的影响显著。地表径流在流动过程中会携带大量的悬浮物，同时可能混入各种微生物，导致生活用水的悬浮物与微生物指标时常波动，水质难以稳定达标，给居民的日常生活健康带来潜在风险。

2.2 供水设施状况

目前，塔城地区城市供水设施经过多年的建设和发展，相对较为完善。城市拥有现代化的水厂、先进的净水设备以及布局较为合理的供水管网，能够为城市居民提供较为稳定、安全

的饮用水。然而，农村供水设施与城市相比则显得较为落后。

农村管网普遍使用陈旧的水泥管、铸铁管或塑料管，这些管材经过长时间的使用，出现了不同程度的老化、腐蚀和破损。在输送水质的过程中，由于管材的问题，水质严重恶化，不仅影响了水的口感，还可能对居民的健康造成危害。同时，老旧管网的漏损率极高，大量的宝贵水资源在输送过程中白白浪费，进一步加剧了水资源的紧张局面。

2.3 供水能力与服务水平

塔城地区整体供水能力有限，难以满足日益增长的用水需求。在高峰时段，供水不足的问题尤为突出，城市和农村都面临着用水紧张的局面。部分偏远地区由于地理位置偏远、基础设施建设滞后，供水覆盖率较低，许多居民无法享受到稳定的供水服务。而且，这些地区的水质往往不达标，含有过多的杂质和有害物质，给居民的身体带来潜在威胁。

供水服务水平亟待提高，加强基础设施建设和服务质量提升迫在眉睫。例如，塔城地区部分农村地区仍存在供水不稳定、水压不足等问题。居民在用水高峰期常常遇到水流细小甚至断水的情况，无法正常进行洗漱、烹饪等日常生活活动，严重影响了居民的正常生活秩序。此外，供水部门在服务态度、故障维修响应速度等方面也存在不足，需要进一步改进和完善，以提高居民对供水服务的满意度。

3 城乡一体化供水工程管网优化设计

3.1 设计原则

(1) 统筹规划原则：根据塔城地区城乡发展规划和人口分布，科学规划供水设施布局，实现城乡供水设施的有效衔接。充分考虑城乡发展需求的差异性，以及居民、农业、工业等不同用水需求的平衡，确保供水设施的综合利用与高效运营。

(2) 可持续性原则：管网设计需考虑资源的可持续利用和环境的保护。采用节水技术、优化管网布局以降低漏水率和能耗，提高水资源利用效率。同时，选择耐腐蚀、抗压强度高、使用寿命长的管材，降低未来维修与更换的成本。

(3) 实用性原则：设计应结合塔城地区的实际地形、气

候、水质等条件，确保管网建设的可行性和运行的实用性。避免盲目采用不适合当地情况的技术和设备，确保管网能够长期稳定运行。

(4) 协调性原则：管网设计需与城乡发展规划相协调，确保供水系统能够满足城乡发展的需求。在管网布局中，要考虑未来城乡发展的方向和规模，预留一定的扩展空间。

3.2 管网布局优化

(1) 分区供水设计：根据塔城地区城乡用地性质、用水量等条件，将供水区域进行合理划分。针对不同区域采用不同的供水方案，以提高系统的灵活性和效率。例如，将城市和农村划分为不同的供水区域，根据各自的用水特点进行管网设计和调度。

(2) 管网互联互通：推进城市供水管网向近郊、乡镇延伸，同时对农村村内管网进行标准化改造，形成“主干管贯通城乡、支管覆盖到户”的网络。在管网设计中预留互通接口，确保某一区域水源或水厂故障时，可通过其他区域管网调配供水。

(3) 优化管径选择：通过建立数学模型，对管网的管径进行优化。采用先进的软件工具进行模拟分析，以找到最优设计方案。根据不同区域的用水量和压力要求，合理选择管径，降低管网水头损失，提高供水效率。

3.3 管材选择与优化

(1) 管材选择依据：根据塔城地区的使用环境和需求，选择合适的管材。如钢管、铸铁管、塑料管等，确保管网的耐久性和安全性。在工矿区域，由于水质含盐量高，应选择耐腐蚀性强的管材；在农业区，可考虑成本较低、耐用的管材。

(2) 管材优化措施：推广新型管材的应用，如球墨铸铁管、PE管等。这些管材具有耐腐蚀、抗压强度高、使用寿命长等优点，能够降低管网的维修和更换成本。同时，加强对管材质量的监管，确保管材符合相关标准要求。

3.4 智能化设计

(1) 智能监测系统：利用物联网、大数据等技术，实现管网的智能化管理。通过安装智能传感器，实时监测管网的压力、流量及温度等参数，实现对管网运行状态的实时评估。一旦发生泄漏或堵塞，系统能够及时报警并定位问题区域，减少人力巡查的需求，提高故障响应速度。

(2) 数据分析与决策支持：对智能监测系统采集的数据进行分析，为管网的维护与更新提供指导。通过历史数据分析，识别出常见问题和高风险区域，为未来的改进提供依据。同时，利用数据分析结果优化供水调度方案，提高供水系统的运行效率和安全性。

4 城乡一体化供水工程运行调度策略

4.1 水源调配策略

(1) 多元化水源配置：塔城地区应实现水源的多元化配置，将地表水、地下水和再生水等不同水源进行合理组合。在某一水源不足时，其他水源能够及时补充，从而保障水供应的稳定性。例如，在干旱季节，增加地下水的开采量；在雨季，充分利用地表水。

(2) 水源监测与保护：建立完善的水源监测系统，对水源的水位、水质及流量进行实时监测，定期进行评估与分析。加强对水源地的保护，制定相关的防护措施，防止污染和过度开发。例如，划定水源保护区，限制人为活动对水源的影响。

4.2 供水设施调度策略

(1) 水厂优化运行：对塔城地区的水厂进行优化改造，提高水厂的运行效率。采用先进的水处理技术和设备，确保水质达到国家标准。同时，根据用水需求的变化，合理调整水厂的生产规模，避免能源浪费和水资源闲置。例如，根据不同季节和时段的用水量，调整水厂的运行时间和处理能力。

(2) 泵站合理调度：根据管网的压力和流量需求，合理调度泵站的运行。采用变频调速技术，根据用水量的变化自动调整水泵的转速，降低能耗。同时，加强对泵站的维护和管理，确保泵站的正常运行。例如，定期对泵站设备进行检查和维护，及时发现和排除设备故障。

4.3 应急调度策略

(1) 应急预案制定：针对可能出现的水源短缺、污染事件等突发情况，制定详细的应急预案。包括应急响应流程、物资储备、人员培训等，确保在突发情况下能迅速有效地恢复正常供水。例如，储备必要的应急物资，如净水设备、管材等，并定期对应急人员进行培训和演练。

(2) 应急演练与培训：定期开展应急演练，提高相关人员的应急反应能力和处理突发事件的技能。通过培训和演练，使所有参与供水管理的人员熟悉应急预案，增强团队协作能力。例如，每年组织至少一次应急演练，检验应急预案的可行性和有效性。

(3) 部门联动机制：在应急管理过程中，加强与地方政府、社区及相关部门的沟通与协作，形成联动机制。确保在紧急情况下，能够快速调配人力、物力资源，共同应对突发事件，保障供水安全。例如，建立应急指挥中心，统一协调各部门的应急行动。

5 塔城地区城乡一体化供水工程实践案例分析

5.1 塔城市锡伯图水库项目

塔城市锡伯图水库是续建项目之一，属中型水库，总库容为1865万立方米，总投资6.78亿元。该项目主要由大坝、放

水洞、导流放空洞、溢洪道四部分组成。水库的建设实现了水资源的有效储存和调配，为塔城市及周边地区提供了稳定的水源保障。在管网设计方面，水库通过输水管道与城乡供水管网相连，实现了城乡供水的互联互通。同时，水库配备了先进的水质监测设备，确保供水水质符合国家标准。

5.2 裕民县哈拉布拉灌区蓄水调节池项目

裕民县哈拉布拉灌区蓄水调节池是新建项目，总投资约2.18亿元，施工总工期19个月。该项目计划新建引水首部、5.1公里引水管道和300万立方米的蓄水调节池，将哈拉布拉水库汛期多余泄水引至调节池。经过调节池调蓄后，再由放水涵洞通过输水管（渠）道将池水输送至灌区补充农业灌溉用水。项目的实施解决了裕民县平原区的哈拉布拉灌区农田灌溉用水短缺问题，提高了水资源的利用效率。在管网设计方面，项目采用了分区供水的方式，根据灌区的用水需求合理分配水资源。

5.3 塔城市智能水表普及行动

塔城市五弦河水务集团有限责任公司全力开展智能水表普及行动，为市民提供上门安装、更换水表以及指导使用APP等一系列一站式免费服务。截至目前，塔城市共有居民用水户

58526户，其中已有33508户成功实现物联网水表在线，智能化改造成果显著。智能水表的应用实现了远程抄表、数据实时传输、异常用水报警等功能，有效提高了供水管理效率，减少了水资源浪费。同时，市民无需出门就能轻松完成水费缴纳，提升了用水服务的满意度。

6 结论与展望

城乡一体化供水工程管网优化设计与运行调度是提高塔城地区城乡供水质量、保障供水安全的关键环节。通过科学合理的管网优化设计，能够提高供水系统的稳定性和可靠性，降低漏水率和能耗，实现水资源的合理配置与高效利用。同时，制定科学合理的运行调度策略，能够根据用水需求的变化及时调整供水设施的运行，提高供水效率，降低运营成本。

未来，随着信息技术的不断发展，塔城地区城乡一体化供水工程将朝着智能化、信息化方向转型。通过引入更多的智能监测设备和管理系统，实现对供水系统的实时监控和精准调度，进一步提高供水系统的管理效率和服务水平。同时，应加强对供水设施的维护和管理，延长设施的使用寿命，确保城乡供水系统的长期稳定运行。此外，还应加强与周边地区的合作与交流，共享水资源和管理经验，推动区域间供水系统的协调发展。

参考文献：

- [1] 陈积义,刘阳,施周,等.城镇供水系统低碳优化设计策略与应用[J].中国给水排水,2024,40(24):46-52.
- [2] 张德科.基于BIM技术的供水管网EPC项目管理方法研究[D].广东工业大学,2024.
- [3] 赵昌恒.新疆城乡一体化供水项目管理模式及运行效果评价研究[D].新疆农业大学,2023.
- [4] 赵硕.CG市城乡统筹供水管网中途加氯优化研究[D].华北水利水电大学,2024.
- [5] 骆杉杉.城市供水管网在线水质监测点优化管理研究[D].浙江大学,2021.
- [6] 刘志壮.城镇供水管网漏损风险分析建模与漏失量估算研究[D].青岛理工大学,2021.