

# 探究信息技术在城乡供水工程中的智能监控系统设计

余生利

石嘴山市水利勘测设计院有限公司 宁夏 石嘴山 753000

**摘要:** 信息技术的飞速发展给城乡供水工程带来了新的机遇,特别是在宁夏银北地区这一水资源匮乏的地区,智能监控系统的引入和应用极大地提升了供水系统的效率和安全性。宁夏银北地区的城乡供水工程面临着复杂的挑战,包括水质不达标、供水量不足以及供水管网老化等问题。通过智能监控系统,能够实现对供水工程的实时监控、数据采集、故障预警及水质保障等功能,优化了供水管理模式。本文结合宁夏银北地区的实际情况,详细探讨了智能监控系统在供水工程中的设计与应用,包括系统架构、关键模块、数据处理方法以及其在实际应用中的成效。文章通过引用具体数据与案例分析,进一步论证了智能监控系统在提高供水管理效率和保障供水安全中的重要作用。

**关键词:** 智能监控系统; 供水工程; 宁夏银北地区; 信息技术; 数据采集; 水质监控

前言: 宁夏银北地区地处中国西北干旱半干旱地区,水资源短缺的问题长期困扰着当地的发展。随着城乡经济社会的快速发展,对水资源的需求逐步增加,供水保障成为当地政府和居民共同关注的焦点。然而,由于地理环境、供水设施老化以及管理体制不健全等原因,宁夏银北地区的城乡供水工程面临着诸多挑战<sup>[1]</sup>。信息技术的引入为供水工程的管理提供了全新的解决方案,特别是智能监控系统在水质监控、管网监控、故障预警等方面发挥了重要作用。

## 1 宁夏银北地区城乡供水工程的现状与挑战

### 1.1 宁夏银北地区供水工程的水质及水量管理问题

宁夏银北地区作为水资源匮乏的地区,供水工程的首要问题是水质和水量的管理。根据宁夏银北地区水利部门的相关数据显示,宁夏银北地区部分农村供水工程的水质不达标率超过20%。例如,在石嘴山市大武口区长胜村、潮湖村等地,氯化物、硫酸盐和总硬度的超标问题较为突出,这不仅直接影响居民的生活质量,还对公共健康构成威胁。氯化物的含量在部分地区已超过国家标准值,达到250-300mg/L,而硫酸盐的含量则更高,部分区域甚至突破了400mg/L的警戒线。这些数据反映了宁夏银北地区水质管理的紧迫性<sup>[2]</sup>。

在水量管理方面,宁夏银北地区部分地区的供水定额远低于实际需求。例如,当前农村供水工程设计的供水定额仅为30L/d,但实际需求则为70L/d左右,这导致了冬季供水不足,部分村庄居民甚至面临供水中断的困境。根据《村镇供水工程技术规范》(SL310-2019)的预测,宁夏银北地区的村镇供水需求量为120.48万m<sup>3</sup>,但由于供水设施老化、管理不善等原因,实际供水量往往无法达到这一标准。水资源的过度消耗与供需矛盾使得

供水工程面临严峻的挑战。

### 1.2 宁夏银北地区供水管网的老化与运行维护问题

宁夏银北地区的供水管网建设年代久远,部分管道老化严重,漏损率高达30%以上,特别是在冬季,管道冻裂、漏水问题频发,导致大量水资源浪费。潮湖村和兴民村的调查数据显示,这些村庄的管网系统在冬季的漏损率达到了35%,对供水系统的稳定性构成了重大威胁。此外,管网的维护和管理也存在问题。由于管理体制不健全,许多地区的供水系统由不同主体管理,导致维护责任不清、资金不足,维修不及时等问题屡见不鲜<sup>[3]</sup>。

例如,在石嘴山市大武口区隆湖二站片区,供水管网的破损率较高,部分区域的漏损现象长期存在,管理部门因资金短缺无法及时修复,导致居民用水困难。加之水费收缴困难,部分地区的水费远低于供水成本,管理部门无法获得足够的资金用于维护和更新管网,进一步加剧了供水设施的老化和损坏。这些问题反映了供水管网运行维护的紧迫性,亟需通过信息化手段进行优化管理。

## 2 智能监控系统在宁夏银北地区供水工程中的设计与应用

### 2.1 智能监控系统的总体架构设计

智能监控系统的总体架构主要包括感知层、传输层、数据处理层和应用层。感知层通过安装在供水系统各节点的传感器,如水质传感器、流量传感器、压力传感器等,实现对水质、水量、压力等数据的实时采集。传输层负责将数据通过有线或无线网络传输至数据中心,常用的传输技术包括4G/5G、NB-IOT等。数据处理层利用大数据分析和云计算技术,对采集的数据进行存储、分析和挖掘,生成供水系统的运行报告和预警信息。应用层则为管理人员提供直观的操作界面,支持实

时监控、远程控制、故障处理等功能。

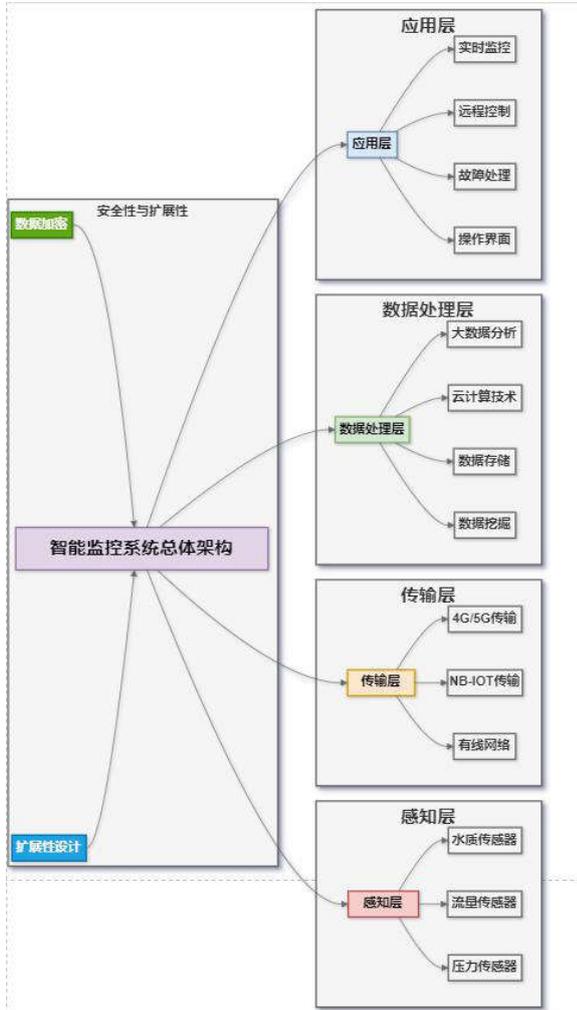


图1 智能监控系统的总体架构设计图

### 2.2 水质监控模块的深入设计与数据处理

水质监控是智能监控系统的核心模块，尤其在宁夏银北地区这样水质问题突出的地区，水质监控显得尤为重要。水质监控模块通过多参数水质传感器实时监测氯化物、硫酸盐、溶解性总固体等关键指标。这些传感器安装在供水系统的各个关键节点，如水源地、泵站、管网接口处等，能够24小时不间断地采集水质数据，并通过无线网络将数据实时传输至数据处理中心。

表1 宁夏银北地区某供水工程的水质监测数据

时间	氯化物含量 (mg/L)	硫酸盐含量 (mg/L)	溶解性总固体 (mg/L)
2023/1/1	220	240	980
2023/2/1	230	260	1000
2023/3/1	250	270	1050
2023/4/1	260	280	1100

这些数据能够为管理人员提供全面的水质状况，并

在水质指标超标时及时发出警报。以石嘴山市大武口区潮湖村为例，水质监控系统在2023年初检测到硫酸盐含量持续上升至280mg/L，远超国家标准限值，系统立即发出警报并启动备用水源，确保了供水安全。通过这些实时监控和自动化预警，水质监控模块有效降低了水质超标带来的风险。

水质监控模块的另一个重要功能是数据分析与预测。通过历史数据的积累，系统能够分析水质变化趋势，预测潜在的风险。例如，通过对历年水质数据的分析，管理部门发现潮湖村的水质问题在冬季尤为突出，因此提前制定了应急预案，进一步提升了供水安全性。

### 2.3 供水管网监控与故障预警系统的实施与数据分析

供水管网监控与故障预警是智能监控系统的另一个核心模块。在宁夏银北地区供水工程中，供水管网的监控系统通过压力传感器和流量传感器，实现对管网运行状态的实时监控。当系统检测到管道压力异常或流量波动时，自动生成报警信息并通知维护人员。结合GIS定位技术，系统能够精准定位故障点，极大地缩短了故障处理时间，减少了水资源浪费。

表2 某供水管网的压力监测数据

时间	管道段编号	压力值 (kPa)	状态
2023/1/1	A1	300	正常
2023/2/1	A1	290	正常
2023/3/1	A1	280	可能漏水
2023/4/1	A1	250	漏水报警

通过分析这些数据，宁夏银北地区的供水管理部门能够迅速判断管网的运行状态并采取相应措施。例如，在2023年3月，系统检测到A1段管道的压力逐渐下降，提示可能存在漏水问题。维护人员通过GIS系统定位后，发现该管道段存在细小裂缝，并及时进行了修复，避免了更大规模的漏水事故。这种精准的故障预警系统大大提升了管网的运行效率，降低了维护成本。

故障预警系统还能够通过历史数据的积累与分析，对管网的老化程度进行评估，提前安排管道的更新和维护。例如，石嘴山市大武口区兴民村的供水管网经过多年的使用，部分管段的漏损率逐年上升，系统通过分析历史数据，提前提示管理部门对这些老化管段进行更新，有效延长了管网的使用寿命，保障了供水系统的稳定运行。

### 2.4 智能水表系统在宁夏银北地区农村供水工程中的应用与数据分析

智能水表系统的推广应用是宁夏银北地区农村供水工程信息化的重要组成部分。通过安装智能水表，供水部门能够实时监控用户的用水情况，精确记录用水数据，

并实现远程抄表，避免了传统水表计量不准、抄表困难等问题。智能水表系统通过NB-IOT网络将用户用水数据实时上传至数据中心，便于供水部门进行集中管理。

表3 某用户的智能水表数据

日期	用水量 (m <sup>3</sup> )	是否异常	处理措施
2023/1/1	10	否	正常
2023/2/1	12	否	正常
2023/3/1	20	是	通知用户检查
2023/4/1	8	否	正常

智能水表系统不仅能够实现精确计量，还能够通过大数据分析，发现用户用水的异常情况。例如，2023年3月，系统检测到某用户的用水量突然增加，立即通知用户检查管道，最终发现该用户的管道存在细小破裂，及时修复避免了更大的水资源浪费。通过智能水表系统的应用，宁夏银北地区农村地区的供水管理水平大幅提升，水资源利用率显著提高，数据显示，部分村镇的水资源浪费率下降了15%以上，供水成本也得到有效控制。

### 3 智能监控系统在宁夏银北地区供水工程中的应用成效与案例分析

#### 3.1 智能监控系统对水质安全的保障作用

宁夏银北地区的水质问题一直是供水安全的核心挑战之一。尤其是在苦咸水改造项目中，水质监控成为重中之重。智能监控系统通过部署在各关键节点的水质传感器，能够实时监测氯化物、硫酸盐以及溶解性总固体等关键指标。以潮湖村为例，2023年初的水质监测数据显示，硫酸盐含量持续上升，达到280mg/L，远超国家标准的250mg/L限值。通过智能监控系统的实时预警，管理部门迅速启动备用水源，确保了居民的饮水安全。这种水质监控系统不仅能实时响应突发事件，还能通过历史数据的积累进行趋势分析，预测水质的潜在风险。根据系统分析，潮湖村的水质在冬季波动较大，管理部门据此提前制定了应急预案。这种基于数据分析的前瞻性管理，大大降低了水质超标事件的发生率，提高了供水系统的安全性。此外，水质监控系统还为优化水源选择提供了科学依据。例如，通过对各水源地水质数据的对比分析，管理部门能够识别出最佳的水源地，并优化供水调度策略，进一步提高了供水系统的整体安全性和稳定性。

#### 3.2 供水管网监控与故障预警系统的应用效果

供水管网的管理一直是宁夏银北地区供水工程中的一大难题，尤其是在冬季，管道冻裂导致的漏损问题尤为突出。智能监控系统通过在管网中部署的压力传感器和流量传感器，能够实现对管道运行状态的实时监控。例如，石嘴山市大武口区兴民村的供水管网在2023年初

通过系统监测发现某段管道的压力值从290kPa下降至220kPa，提示可能存在漏水问题。维护人员迅速根据系统提供的GIS定位信息找到了漏水点，进行了及时修复，避免了进一步的水资源浪费。

表4 兴民村供水管网的压力监测数据

时间	管道段编号	压力值 (kPa)	状态
2023/1/1	B2	280	正常
2023/2/1	B2	260	正常
2023/3/1	B2	240	可能漏水
2023/4/1	B2	220	漏水报警

通过这种故障预警系统，兴民村的管道漏损率从35%降至15%，大幅减少了水资源的浪费。此外，系统还通过对管网数据的长期监测，预测出管道的老化趋势，并提前安排更换工作。这种主动维护策略有效延长了管网的使用寿命，保障了供水系统的长期稳定运行。

#### 3.3 智能水表系统的推广应用与成效分析

智能水表系统在宁夏银北地区的农村供水工程中取得了显著成效。智能水表不仅解决了传统水表计量不准的问题，还通过数据的实时传输，实现了供水的精细化管理。例如，石嘴山市大武口区隆湖二站片区通过智能水表系统的推广，及时发现了部分用户的异常用水情况。数据显示，2023年3月，某用户的用水量突然增加至20m<sup>3</sup>，远超其月平均用水量。系统自动向用户发出警告，并建议检查家庭管道。最终发现该用户的水管存在细小裂缝，及时修复避免了更多水资源浪费。

### 4 结语

信息技术的引入为宁夏银北地区城乡供水工程带来了巨大的变革，特别是智能监控系统的广泛应用，极大地提升了供水系统的效率和安全性。通过对水质、水量、管网等关键指标的实时监控与分析，智能监控系统有效保障了供水安全，减少了水资源浪费，提升了供水管理的精细化水平。然而，随着技术的不断发展，智能监控系统的应用仍面临着维护管理、数据安全等方面的挑战。未来，宁夏银北地区供水部门应继续优化智能监控系统的设计与应用，确保供水系统的持续稳定运行，为城乡居民提供更加安全可靠的供水保障。

#### 参考文献

- [1]郝建勋,刘亚斌.洞庭湖区域城乡一体化供水工程设计实例[J].山西建筑,2021,47(14):99-101.
- [2]胡程哲.城乡融合发展背景下的城乡供水一体化研究[D].济南:山东大学,2022.
- [3]金子华.城乡供水一体化工程规划建设与实践研究[J].低碳世界,2021,11(5):71-72.