

分区计量与漏损控制降低供水产销差的实践路径

——以贵州省为例

丁仕成

贵州水投水务集团义龙有限公司

DOI:10.12238/hwr.v9i6.6410

[摘要] 本文以贵州省供水管网维修实践为背景,探讨分区计量管理在降低管网产销差和漏损率中的具体作用路径。结合贵州省地形复杂、管网老化等实际情况,分析分区计量技术的实施难点与创新解决方案,重点围绕数据驱动漏损定位、压力调控优化、维修资源精准分配等实践策略展开论述。本文通过贵州省内典型案例,验证分区计量对提升管网运行效率、减少水资源浪费的实效,为同类地区供水企业提供技术与管理参考。

[关键词] 分区计量; 漏损控制; 产销差; 供水管网; 贵州省; 维修管理

中图分类号: TD607 **文献标识码:** A

Practical Path of Partition Measurement and Leakage Control to Reduce the Water Supply Production and Sales Gap: A Case Study of Guizhou Province

Shicheng Ding

Guizhou Water Investment Water Group Yilong Co., Ltd

[Abstract] This article takes the maintenance practice of the water supply pipeline network in Guizhou Province as the background, and explores the specific role path of zoning metering management in reducing the production and sales gap and leakage rate of the pipeline network. Based on the complex terrain and aging pipeline network in Guizhou Province, this paper analyzes the implementation difficulties and innovative solutions of zoning metering technology, focusing on practical strategies such as data-driven leak location, pressure regulation optimization, and precise allocation of maintenance resources. Through typical cases in Guizhou Province, this study verifies the effectiveness of zoning metering in improving pipeline operation efficiency and reducing water resource waste, providing technical and management references for water supply enterprises in similar regions.

[Key words] Partition metering; leakage control; production and sales gap; water supply network

1 研究背景与意义

贵州省地处云贵高原,喀斯特地貌广布,供水管网面临地形高差大、管网布局复杂、老旧管道占比高等突出问题。受地质条件限制,管网漏损率长期高于全国平均水平,导致供水产销差居高不下,水资源浪费与供水企业经济损失并存。据统计,贵州省部分县市管网漏损率超过30%,直接造成年水资源流失量达数千万立方米,同时增加了泵站能耗与药剂投加成本。在此背景下,漏损控制已成为贵州省供水行业实现水资源高效利用、保障企业可持续发展的关键任务。传统漏损检测手段依赖人工巡检与经验判断,难以应对复杂地形与隐蔽性漏损的挑战,而分区计量管理通过精细化监测与数据驱动决策,为破解这一难题提供了

技术路径。然而,贵州省在分区计量技术的本土化应用、多源数据融合分析以及与管网维修流程的协同机制等方面仍存在实践空白。因此结合贵州省管网特性探索分区计量管理的实施策略,对降低产销差、提升供水效能具有重要的理论价值与现实意义。

1.1 研究内容与框架

本文以贵州省供水管网维修实践为切入点,聚焦分区计量管理在漏损控制中的核心作用,构建“技术实施—管理优化—策略验证”的研究框架。从精准漏损定位、压力调控、资源分配、异常用水监控四方面剖析分区计量管理降低产销差的技术路径,结合贵州省地形与管网特征提出适应性实施策略。针对技术落

地中的难点,如复杂地形下的设备部署、老旧管网分区边界确定、数据采集稳定性等,提出政企协同、人员能力提升、物联网技术创新等管理优化方案。通过贵州省内典型案例验证分区计量的实践效果,并提炼可推广的优化建议。全文以“作用机制—实施策略—实证分析”为主线,旨在为贵州省及同类地区供水企业提供一套基于分区计量的漏损控制解决方案,推动供水行业向精细化、智能化转型。

2 分区计量管理对降低管网产销差的作用

2.1 精准漏损定位与产销差分解

贵州省供水管网漏损定位的难点在于地形复杂性与管网隐蔽性并存。传统人工听漏方式受限于山地交通条件,难以实现全覆盖巡检,导致漏损发现周期长、定位精度低。分区计量管理通过将管网划分为独立计量区域,结合流量、压力、水质等多参数监测,构建了“数据驱动”的漏损定位体系。贵州省分区原则以地形高差、管网拓扑结构及用户分布密度为核心依据:在喀斯特地貌区域采用“小分区、高密度”策略,利用电磁流量计与压力传感器实现数据实时采集;在城镇密集区则以街道或社区为单位划分DMA,通过智能水表数据与分区总表对比,快速识别异常流量区域。夜间最小流量法在贵州省实践中得到优化,通过分析凌晨2-4时用水量最低时段的数据波动,结合管网水力模型模拟,可精准锁定漏损点位置。例如遵义市某DMA通过MNF分析发现夜间流量异常增加,进一步采用相关仪定位后,确认一处理深3米的暗漏点,修复后分区漏损率下降8.7%。此外,分区数据还支持产销差分解,将总产销差按区域、管径、用户类型等维度量化,明确维修优先级。贵阳市白云区通过该方法,将60%的维修资源集中于漏损贡献率前20%的管段,实现产销差从28%降至19%。

2.2 压力调控与爆管风险降低

贵州省管网压力管理的核心挑战在于地形高差导致的压力波动。以六盘水市为例,供水区域海拔落差超过800米,传统恒压供水模式导致低压区用户投诉频繁,而高压区管道长期超负荷运行,爆管率高达4.2次/(公里·年)。分区计量管理通过实时监测各DMA入口压力,结合智能阀门与变频泵组,实现了动态压力调控。具体策略包括:在山顶高位水池设置压力传感器,通过SCADA系统自动调节阀门开度,维持下游管网压力稳定;在管网末梢采用“夜间低压、白天增压”的分时调控模式,既保障用水需求,又减少管道疲劳损伤。黔东南州某山区管网实施分区压力调控后,压力波动范围从 $\pm 0.25\text{MPa}$ 收窄至 $\pm 0.05\text{MPa}$,爆管率下降63%。进一步,基于分区数据的压力-漏损关系模型显示,当管网平均压力降低 0.02MPa 时,漏损率可下降1.2%-1.8%。该模型为贵州省“压力优化-漏损控制”协同策略提供了量化依据。

2.3 维修资源精准分配与效率提升

传统维修模式依赖用户报修或人工巡检,存在“漏损发现滞后、资源分配盲目”的痛点。以安顺市为例,2022年管网维修响应时间中位数为4.7小时,但漏损点实际存在时间长达72小时以上,导致水资源浪费与次生灾害风险。分区计量管理通过数据驱动,将维修资源从“被动抢修”转向“主动维护”。具体路径包

括:建立分区漏损预警指标体系,当DMA夜间流量超过历史均值30%时自动触发工单;基于GIS平台整合漏损位置、管径、材质等信息,生成维修优先级热力图;采用无人机巡检与地面探漏设备协同,缩短现场核查时间。贵阳市观山湖区某DMA通过该模式,将维修响应时间从6.8小时缩短至2.3小时,且85%的漏损点在24小时内完成修复。此外,分区数据还支持“预防性维修”,通过对历史漏损频发管段进行重点监测,使铜仁市碧江区管网故障率下降41%。

2.4 用户端异常用水行为监控

贵州省非法用水行为具有隐蔽性强、取证难的特点,部分商业用户通过私接管道或篡改水表计量,导致产销差虚高。分区计量管理通过“智能水表+大数据分析”构建了异常用水识别体系。技术路径包括:在DMA出口安装高精度电磁流量计,实时监测总表与用户端分表数据的一致性;采用聚类分析算法识别用水模式异常的用户,如某餐饮企业夜间用水量突增但无对应营业记录;结合摄像头与物联网锁闭阀,对疑似窃水用户实施远程限流。毕节市七星关区通过该体系发现13户商业用户存在异常用水行为,经核查后补缴水费及罚款共计87万元,推动区域产销差下降3.1%。进一步,贵州省正在试点“区块链+用水审计”技术,通过分布式账本记录用户用水数据,提升窃水取证的法律效力。黔南州都匀市某工业园区应用该技术后,非法用水举报量下降92%,产销差稳定在12%以内。

3 分区计量管理在贵州省的实施挑战与对策

3.1 技术实施难点

贵州省供水管网实施分区计量管理的首要挑战在于复杂地形与老旧管网的双重制约。在技术层面,山区管网信号覆盖不足导致数据采集稳定性差。以黔东南州为例,部分DMA区域因喀斯特地貌遮挡,4G/5G信号衰减严重,导致流量计、压力传感器数据传输中断率高达15%。为解决此问题,贵州省采用低功耗广域网络技术,通过部署LoRa网关实现山区管网数据的长距离、低功耗传输。然而LPWAN基站建设成本高,且需与电信运营商协调频段资源,进一步增加了技术落地难度。另一技术难点在于老旧管网分区边界的确定。贵州省约60%的供水管网建成于2000年前,管网资料缺失严重,导致分区划分缺乏科学依据。例如,黔东南州某县在划分DMA时,因管网拓扑关系不明,初期划定的分区边界存在“飞地”现象,数据监测出现交叉干扰。为此,贵州省探索“探地雷达+管网建模”技术,通过非开挖检测还原管网布局,结合水力模拟优化分区边界。

3.2 管理策略优化

分区计量管理的有效实施需配套政策支持与能力建设。贵州省通过政企协同机制破解资金与协调难题。例如,贵阳市水务局联合供水企业,将分区计量改造纳入“十四五”节水型城市规划,争取省级财政补贴3000万元,用于DMA基础设施建设。同时,建立“供水企业主导、第三方运维”的模式,通过购买服务引入专业团队负责设备维护与数据分析。在人员能力提升方面,贵州省构建“理论培训+实操演练”体系。理论培训聚焦漏损诊断方法、

水力模型应用等核心技能；实操演练则依托典型DMA案例，模拟夜间流量分析、压力调控等场景。例如，遵义市供水公司通过与高校合作，开发“分区计量管理实训平台”，使维修团队数据分析能力合格率从45%提升至82%。此外，贵州省还推行“分区绩效考核”制度，将漏损率、产销差等指标纳入企业负责人考核，倒逼管理优化。

3.3 创新技术应用

物联网与人工智能技术为贵州省分区计量管理注入新动能。在物联网层面，贵州省试点“智能水表+边缘计算”架构，通过在水表端集成微处理器，实现数据清洗与异常预判，减少无效数据传输量60%。例如，安顺市某DMA部署该架构后，漏损预警响应时间从2小时缩短至15分钟。在人工智能应用方面，贵州省开发基于LSTM神经网络的漏损预测模型，通过整合历史流量、压力、天气等数据，提前48小时预测漏损风险区域。该模型在毕节市七星关区试点中，成功预警3起管网暗漏事件，避免水资源流失约2.8万立方米。进一步，贵州省正在探索“数字孪生管网”技术，通过构建三维管网模型，实现漏损模拟与应急预案推演。贵阳市观山湖区已建成全省首个数字孪生管网平台，支持爆管影响范围分析、阀门关闭顺序优化等功能，使应急处置效率提升50%。

4 结束语

本文以贵州省供水管网为研究对象，系统论证了分区计量管理在降低产销差与漏损率中的核心作用。研究结论表明：分区计量通过精准漏损定位、动态压力调控、维修资源优化及异常用水监控，形成了“数据驱动—技术落地—管理闭环”的漏损控制体系。贵州省实践证明，分区计量可将漏损定位周期缩短70%，爆管率下降60%以上，产销差降低幅度达8%–15%。然而，技术实施需充分结合地域特性，例如针对喀斯特地貌的信号覆盖难

题，需采用LPWAN与探地雷达技术；针对老旧管网资料缺失问题，需构建“水力模拟+实体验证”的分区划分方法。此外政策支持与人员能力提升是技术落地的关键保障，贵州省通过政企协同机制与专业化培训，显著提升了分区计量的实施效能。未来，贵州省分区计量管理将向“智能化、协同化、全域化”方向演进。首先，分区计量将与智慧水务平台深度融合，通过数字孪生技术实现管网状态实时映射与漏损预测，推动维修决策从“经验驱动”转向“模型驱动”。其次，跨区域管网联动调控技术将成为研究热点，例如在黔中水利枢纽工程中，通过分区计量数据共享，实现多水源联合调度与压力平衡优化。最后，随着物联网与人工智能技术的迭代，贵州省可探索“AI漏损诊断师”“无人机智能巡检”等前沿应用，进一步提升漏损控制精细化水平。长远来看，分区计量管理不仅是技术工具，更是推动贵州省供水行业数字化转型、实现水资源可持续利用的战略抓手。

[参考文献]

- [1] 韩冲. 南京市积极推广合同节水管理[N]. 中国水利报, 2024-06-27(008).
- [2] 何钦茂, 李兆恒, 罗顺杰. 基于遗传算法的双目标供水管网协同优化策略[J]. 水利科技与经济, 2025, 31(05): 69-75+79.
- [3] 王鹏渊, 刘治学, 郭广丰, 等. 基于SMOTE-ENN-GWO-SVM模型的低成本直饮水管网漏损预警[J]. 水利水电技术(中英文), 1-17[2025-06-11].
- [4] 郭晨, 齐轶昆, 佟恽维, 等. 分区计量技术和卫星探漏技术协同对市政配水管线暗漏管控的研究[J]. 给水排水, 2024, 60(S1): 360-366.

作者简介:

丁仕成(1994--), 男, 汉族, 贵州省安龙县人, 大学本科, 助理工程师, 研究方向: 供水管网漏损控制。