

智慧燃气远传智能计量系统应用与实践研究

姜 喆¹ 曹 焱² 张添翼² 顾显锋²

1. 重庆燃气集团股份有限公司沙坪坝分公司 重庆 401121

2. 重庆永川燃气有限责任公司 重庆 402160

摘 要：为解决传统燃气计量模式效率低、精度差、安全管控薄弱、运维成本高昂等行业痛点，本文以智慧燃气远传智能计量系统为研究对象，阐述其核心理论、技术架构与关键技术，分析民用、商用、工业多场景应用优势。结合城市智能化改造实践案例，剖析系统应用中设备网络、数据管理、运维适配等问题，针对性提出硬件优化、数据赋能、完善运维体系的优化策略，为燃气行业智能化、精细化升级提供实践参考。

关键词：智慧燃气；远传智能计量系统；应用；实践

引言：随着智慧城市建设持续推进与城市燃气用户规模持续扩增，传统人工抄表、线下运维的燃气管理模式弊端日益凸显，计量误差大、故障响应滞后、管网漏损率高等问题，制约燃气行业安全高效发展。依托物联网、大数据、无线通信技术发展，智慧燃气远传智能计量系统成为行业转型核心方向。本文立足燃气管理实际，探究该系统的技术架构、应用场景与实践短板，优化系统应用方案，助力燃气行业数字化智能化转型升级。

1 智慧燃气远传智能计量系统核心理论与技术架构

1.1 智慧燃气远传智能计量系统相关概述

(1) 系统定义：智慧燃气远传智能计量系统是融合物联网、传感技术、无线通信、大数据与云计算的一体化智能管控系统，为智慧燃气体系的核心模块。系统可完成燃气用量自动采集、远程传输、精准计量、实时监控、异常预警、数据统计分析等全流程智能化作业，彻底革新传统人工抄表、线下管控的燃气计量管理模式。

(2) 系统核心特征：系统具备远程化、自动化、精准化、智能化、可视化、安全性六大核心特征。无需人工现场抄表，可实时采集计量数据，精准识别微小流量与异常用气数据，全天候监控管网运行与用户用气状态，同时支持用气数据可视化展示与燃气风险智能预警，大幅提升燃气管理效率与安全系数。

1.2 系统核心组成架构

(1) 终端感知层：以智能燃气表、压力、流量传感器及泄漏检测模块等设备为核心，实时采集燃气流量、管网压力、设备运行状态、用气环境等基础数据并完成初步处理，是系统数据采集的基础载体。(2) 网络传输层：依托NB-IoT、LoRa、5G、光纤专网等传输技术，搭建低延迟、广覆盖、高稳定的数据通道，实现终端数据实时上传与平台控制指令远程下发。(3) 平台应用层：

集成数据管理、计量计费、运维管控、安全预警、数据分析等功能模块，负责数据存储、整理与分析，实现远程抄表、自动计费、故障报警、负荷预测等核心功能^[1]。

1.3 系统关键核心技术

(1) 智能传感与精准计量技术：采用高精度流量传感技术与优化计量算法，解决小流量漏计、压力波动引发的计量误差问题，适配各类复杂用气场景，保障计量精准性。(2) 低功耗广域通信技术：基于NB-IoT低功耗技术，降低终端设备能耗与运维成本，满足城市高密度用户的数据传输需求，保障数据传输稳定完整。(3) 大数据分析 with 智能预警技术：依托云计算整合海量用气数据，搭建分析模型，精准识别管道泄漏、设备故障、异常用气等风险，实现提前预警与主动运维，提升供气安全性。

2 智慧燃气远传智能计量系统应用现状与场景分析

2.1 传统燃气计量模式现存问题

(1) 计量效率与精度问题：传统燃气计量依靠人工周期性抄表，工作周期长、整体效率低下，人工操作极易出现漏抄、错抄、估抄等失误。同时，传统机械燃气表长期使用会产生部件磨损，且易受环境温度、管网压力波动影响，计量误差持续增大，且无法实现用气数据实时采集，难以适配现代燃气计量的精准化、实时化管理需求。(2) 运维与管控问题：传统燃气运维完全依赖人工现场巡检与故障排查，不仅人力运维成本高昂，且故障响应、处置存在严重滞后性。工作人员无法及时察觉设备故障、管道破损泄漏、用户偷气漏气等异常情况，长期下来造成大量燃气资源漏损，给燃气企业造成持续性的经济损失，管网运维管控难度较大。(3) 用户服务与管理问题：传统模式计费数据更新滞后，用户无法实时查询自身用气数据，信息不对称极易引发计费

纠纷。此外,燃气企业无法精准采集、分析用户用气规律,难以针对性提供个性化用气服务与节能指导,整体用户服务质量偏低,企业精细化管理水平难以提升。

2.2 系统多场景应用模式分析

(1) 民用燃气场景应用:针对居民用户用气分散、流量波动小、用气时间不固定的特点,该系统依托低功耗智能终端,实现分户精准计量、远程自动抄表、欠费远程关停、异常用气智能预警等功能,有效解决传统入户抄表扰民、高层小区抄表难度大、居民计费纠纷频发等行业痛点^[2]。(2) 商用燃气场景应用:面向餐饮、酒店、商超等商用用户,结合其用气量大、用气时段集中、安全风险偏高的特点,系统可实现24小时不间断计量监控、用气负荷统计、燃气泄漏实时预警,既帮助商户规范日常用气行为、规避安全风险,也便于燃气企业精准统计、核算商用用气数据。(3) 工业燃气场景应用:针对工业用户用气流量大、生产工况复杂、用气连续性强的特性,系统搭建高精度计量与全时段数据监测体系,实时采集管网及设备工况数据,精准分析企业用气效率,为工业用户优化生产用气方案、节能降耗提供可靠的数据支撑。

2.3 系统应用优势对比分析

(1) 运营效率优势:系统彻底替代传统人工抄表模式,大幅削减人工、时间运维成本。依托智能化数据采集与传输技术,实现用气数据实时自动上传,抄表准确率近乎100%,从根本上解决人工抄表的各类问题,全方位提升燃气运营管理效率。(2) 安全管控优势:系统可实时监测设备运行状态、管网压力及用户用气情况,精准识别设备故障、燃气泄漏、异常用气等风险并主动预警,将传统被动抢修模式转变为主动预判、提前运维,有效降低燃气安全事故概率,全面保障城市供气安全稳定。(3) 精细化管理优势:依托大数据技术深度分析用户用气数据与用气规律,可实现用户分层分类管理、用气负荷精准预测、管网漏损精准定位,助力燃气企业摆脱粗放式管理模式,全面实现数字化、精细化、智能化转型升级^[3]。

3 智慧燃气远传智能计量系统实践案例与问题分析

3.1 实践项目概况

(1) 项目背景:本次选取某城市城区燃气智能化改造项目作为实践研究案例,该片区用气结构多元,集中涵盖居民小区、商业街区及小型工业用户。区域内传统机械燃气表保有量大、投入使用年限久,长期运行暴露出计量精度不足、人工运维响应滞后、管网燃气漏损率偏高等诸多问题,传统管理模式已无法适配现代化燃气

安全管控与精细化运营需求,具备迫切的智能化升级改造必要性。(2) 项目改造方案:本次项目以智能化、数字化升级为核心,对区域内全部传统机械燃气表统一替换为智能远传计量终端。同时配套搭建专属智慧燃气计量管理平台,有序完成终端设备点位部署、传输网络搭建、系统调试运行、数据端口对接等全流程改造工作,全面实现该区域燃气计量、监控、运维、计费全流程智能化闭环管控。

3.2 项目实践应用效果

(1) 计量与运维效果:项目改造落地后,区域燃气抄表工作全面自动化,抄表效率提升90%以上,彻底杜绝人工抄表漏抄、错抄、估抄等失误问题,计量精准度大幅提升。依托系统智能监测功能,设备故障排查响应效率显著提高,无需高频次人工现场巡检,燃气企业运维人力成本降低60%以上,运营效率大幅优化。(2) 安全与节能效果:智慧系统可精准捕捉传统模式难以发现的微小燃气泄漏、异常用气等安全隐患,提前预警风险,有效规避各类燃气安全事故发生。同时系统能够精准定位管网漏损点位,针对性完成隐患整改,有效降低区域燃气资源损耗,大幅降低管网漏损率,实现节能减损、安全供气的双重目标^[4]。(3) 用户服务效果:改造后上线实时用气查询、线上便捷缴费、用气异常实时提醒等便民功能,打破传统计费滞后、信息不透明的弊端,有效减少用户与燃气企业的计费纠纷。智能化服务模式极大优化了用户用气体验,全面提升辖区燃气用户的满意度与认可度。

3.3 系统实践应用中存在的问题

(1) 设备与网络问题:部分老旧小区建筑密集、信号遮挡严重,网络信号覆盖薄弱,导致智能终端数据传输延迟、短暂断连等情况频发。同时,终端设备长期处于户外露天、潮湿复杂工况环境,设备稳定性逐步下降,容易出现数据采集失效、设备故障等问题,影响系统稳定运行。(2) 数据管理问题:系统运行积累海量用气数据,但现阶段数据存储、筛选、深度分析能力不足,数据挖掘力度有限。大量有效数据未能充分利用,无法高效支撑用气负荷预测、管网优化升级、个性化用户服务等工作,数据价值利用率偏低。(3) 运维与适配问题:项目后期长效运维体系尚未完善,专业技术运维人员短缺,设备故障、系统问题处置效率不足。此外,区域内部分老旧管网设施老化,与新型智能终端适配性较差,后期设备适配改造、管网升级的资金与时间成本较高。

4 智慧燃气远传智能计量系统优化策略

4.1 系统硬件与网络优化策略

(1) 终端设备优化: 针对现有终端设备耐候性差、稳定性不足、易受环境干扰等问题, 对现场智能计量终端进行迭代升级。优先选用高适配、高稳定性的新型智能燃气计量设备, 强化设备耐高低温、防潮、防腐、抗干扰性能, 适配户外露天、潮湿老旧管网等复杂应用场景。同时优化设备内置程序, 增加常态化自我检测、故障预判、状态记录等功能, 可实时监测设备运行工况, 提前识别硬件老化、数据采集异常等潜在问题, 从源头降低设备故障发生率, 保障终端长期稳定采集数据。

(2) 网络传输优化: 针对老旧小区建筑遮挡、偏远区域覆盖不足导致的信号弱、数据断连、传输延迟等问题, 实施网络全覆盖优化改造。通过增设微型信号基站、调整信号传输点位、优化网络布局等方式, 补齐区域网络覆盖短板。同时采用NB-IoT、5G、LoRa多网络冗余传输模式, 实现传输链路自动切换, 有效规避单一网络故障带来的数据丢失问题, 保障用气数据传输实时、稳定、完整, 满足全域燃气数据精准上传与指令高效下发需求。

4.2 数据管理与功能优化策略

(1) 数据体系优化: 针对当前数据利用率低、挖掘能力不足的短板, 搭建标准化、规范化的数据管理体系, 统一数据存储、筛选、归类与分析标准。引入AI智能分析算法与大数据计算模型, 对海量用户用气数据、管网运行数据、设备工况数据进行深度挖掘。通过数据建模分析, 实现燃气负荷精准预测、管网漏损智能定位与溯源, 同时构建完善的用户用气画像, 精准区分居民、商用、工业用户用气特征, 为燃气调度、管网优化、精准服务提供可靠数据支撑。(2) 平台功能升级: 进一步优化系统安全预警机制, 对燃气泄漏、异常用气、设备故障、管网压力异常等风险进行等级划分, 设置分级预警、分级处置机制, 提升风险处置的针对性与高效性。同时丰富平台拓展功能, 新增管网运维电子台账、用户精细化分类管理、智能节能方案推荐等模块, 完善系统全流程服务能力, 弥补传统平台功能单一的短板, 全面提升智慧燃气平台的综合应用与管控能力^[5]。

4.3 运维体系与行业适配优化策略

(1) 完善运维管理体系: 构建系统化、常态化的全周期运维管理机制, 制定终端设备定期巡检、系统定期调试、故障快速处置的标准化流程。搭建线上远程运维与线下现场抢修相结合的双重运维模式, 依托平台实现远程故障排查、系统升级、参数调试, 针对复杂故障开展线下专项抢修, 有效缩短故障响应与处置时间, 大幅提升整体运维工作效率, 保障系统长期稳定运行。(2) 强化人才与适配建设: 重视智能化专业人才培养, 通过内部专项培训、外部人才引进等方式, 培育一批精通智能设备、大数据平台、网络运维的专业技术人员, 全面提升团队智能化运维与技术攻坚能力。针对老旧管网与智能设备适配性差、改造成本高的问题, 制定差异化、分批次的管网改造升级方案, 因地制宜完成老旧设施适配优化, 降低改造难度与经济成本, 全面提升智慧燃气系统的行业适配性与推广应用价值。

结束语

本文系统探究智慧燃气远传智能计量系统的技术体系、应用场景与实践问题, 结合实际项目验证了系统在提升计量效率、保障供气安全、优化用户服务方面的重要价值。针对设备网络、数据利用及运维适配等现存短板, 提出针对性优化改进策略。未来需持续深耕技术创新与运维升级, 深化数据价值挖掘, 提升系统适配性与稳定性, 推动智慧燃气技术规模化普及应用。

参考文献

- [1] 祁斌, 刘鹏. 燃气计量数据质量提升策略研究[J]. 城市燃气, 2025, 6(9): 32-34.
- [2] 王磊, 陈晨. 基于NB-IoT的智慧燃气远传计量系统设计与工程应用[J]. 煤气与热力, 2024, 44(7): 51-55.
- [3] 张伟, 杨凯. 智慧燃气智能远传计量系统运维优化与实践应用[J]. 城市公用事业, 2024, 38(3): 76-80.
- [4] 李浩然, 孙晓峰. 燃气智能远传计量系统数据采集精度优化与应用分析[J]. 自动化与仪表, 2023, 38(11): 45-49.
- [5] 刘兴伟, 陈婷婷, 法曙光. 城镇燃气计量仪表智能化标准发展探讨[J]. 煤气与热力, 2022, 42(5): 44-46.