

流量计量领域中燃气表和流量计的智能化新突破

吴燕娟 任赞鹏 陈志华

金卡智能集团(杭州)有限公司 浙江 杭州 310018

摘要: 流量计量领域,燃气表与流量计智能化成果斐然。燃气表实现技术升级,从单一计量迈向全场景感知,功能拓展为能源管理中枢;流量计则从机械测量走向数字孪生,赋能工业场景。二者智能化转型重构竞争格局,引发区域市场分化,也面临技术与市场挑战。未来,能源自治、多功能集成等技术将深度融合,行业生态向服务型、平台化演进,政策与标准也将持续完善,推动行业高质量发展。

关键词: 流量计量领域;燃气表;流量计;智能化;新突破

引言:在能源转型与智慧城市建设加速推进的大背景下,流量计量领域正迎来智能化变革的关键节点。燃气表和流量计作为能源计量体系的核心设备,承担着精准计量、安全监测与数据传输等关键任务。传统设备已难以满足现代能源管理对实时性、准确性与集成化的要求,而物联网、大数据、人工智能等新兴技术的深度融合,正推动燃气表和流量计向智能化、网络化方向突破,为能源行业数字化转型注入新动能,开启流量计量新时代。

1 流量计量领域中燃气表智能化新突破

1.1 技术升级:从单一计量到全场景感知

(1) 通信技术突破:NB-IoT、LoRa等LPWAN技术实现低功耗、广覆盖数据传输,彻底解决传统人工抄表中高层楼宇、偏远区域的抄表盲区问题,数据传输稳定且功耗极低,表具续航可达5年以上,日抄收率能达到99%,大幅提升抄表效率与数据准确性,推动燃气计量从“人工采集”向“自动上传”转型。(2) 传感器融合创新:多参数传感器(压力、温度、流量)集成应用,打破传统单一流量计量局限,可实时捕捉燃气使用全参数变化,显著提升异常检测精度,其中泄漏识别率提升90%,能快速捕捉管道微泄漏等隐患,结合气敏材料传感器,实现燃气浓度超阈值即时响应,筑牢用气安全第一道防线^[1]。(3) 边缘计算与AI算法:搭载边缘计算模块实现本地数据快速处理,大幅减少对云端的依赖,降低数据传输延迟,同时AI算法可精准分析用气数据,实现用气行为预测与设备故障预警,能提前预判阀门故障、表具老化等问题,助力燃气企业主动开展运维,减少突发故障发生率。

1.2 功能拓展:从计量工具到能源管理中枢

(1) 安全防护闭环:构建“监测-预警-处置”全流程安全防护体系,具备自动关阀、远程报警、气压异常实时响应功能,遇到燃气泄漏、气压骤变等危险情况可在0.1秒内切断气源,同步向用户和燃气企业推送报警

信息,联动排风扇等设备,实现隐患快速处置,最大限度降低安全风险。(2) 用户服务升级:聚焦用户痛点优化服务体验,支持在线缴费、用量查询、异常提醒等便捷功能,无需用户上门排队,其中武汉用户通过微信小程序办理相关业务,大幅减少咨询投诉量,投诉率下降70%,同时用户可实时查询用气明细,便于合理规划用气、节约能源。(3) 燃气企业降本增效:远程抄表模式彻底替代人工上门抄表,大幅降低人工成本,单表运维成本从15元/年降至3元,同时通过数据分析优化供气调度,合理分配燃气资源,减少资源浪费,提升供气稳定性,推动燃气企业实现精细化、高效化管理。

1.3 政策与市场驱动

(1) 政策强制推动:国家计量检定规程明确要求,燃气表使用期限不超过10年,实行强制更换制度,同时多地出台专项补贴政策,加速老旧机械表更新换代,推动传统燃气表智能化改造,为燃气表智能化发展提供明确政策指引和有力支撑,拓宽行业发展空间。(2) 市场渗透率提升:随着城镇化推进和居民、企业用气需求升级,智能燃气表市场需求持续攀升,预计2030年城市家庭覆盖率超90%,工商业用户智能化率达85%,同时工业企业、商业综合体等规模化用气场景对智能计量的需求激增,推动燃气表智能化向全场景延伸。

2 流量计量领域中流量计智能化新突破

2.1 技术路径:从机械测量到数字孪生

(1) 超声波流量计:基于卡门涡街原理,通过在流体中设置旋涡发生体产生规则旋涡,捕捉旋涡频率换算流量,实现毫秒级数据采集,动态测量范围宽且不受流体物性变化影响,适配多种工业介质测量,如行澳科技研发的超声波流量计,精度达 $\pm 0.5\%$,可实现非接触式测量,避免改变流体流动状态,大幅提升计量准确性与稳定性。(2) 智能传感器融合:突破传统流量计单一测

量局限,集成温压补偿、声学成像等多重功能,其中声学成像技术可实现管道内部状态可视化,清晰呈现管道磨损、积污等情况,温压补偿功能则能消除工况变化对计量结果的影响,进一步拓展流量计应用场景,实现多参数同步监测^[2]。(3)数字孪生应用:依托数字孪生技术构建流量计虚拟设备模型,精准复刻设备结构与运行参数,实现远程调试、性能预测与全生命周期管理,无需现场操作即可完成设备校准与故障排查,提前预判设备老化趋势,降低运维成本,推动流量计管理向智能化、精细化转型。

2.2 工业场景赋能:从单一测量到智能协同

(1)能效精细管理:实时捕捉工业用气、用气等流体流量数据,结合能源价格波动规律,为企业优化设备运行时间提供数据支撑,指导企业避开能源高价时段生产,合理分配燃气资源,减少能源浪费,助力企业实现能效提升与成本管控的双重目标。(2)预测性维护:搭载AI算法对流量数据进行深度分析,通过识别流量异常波动等特征,提前预警设备故障,如某燃气公司应用该技术后,有效规避管道泄漏、设备卡顿等问题,年避免经济损失数百万元,大幅降低非计划停机概率,保障工业生产连续稳定运行。(3)工艺优化支持:精准采集生产流程中的流体流量数据,为工艺调整提供科学支撑,如在钢铁行业,通过分析燃气消耗流量数据,优化热风炉助燃风、煤气配比,提升生产效率,减少能耗与污染物排放,推动工业生产向绿色化、高效化升级^[3]。

2.3 行业标杆案例

(1)行澳科技:聚焦复杂工业工况,其研发的外夹式超声波流量计集成自适应信号处理与多传感器融合技术,可适配高压、高温等恶劣工况,有效解决传统流量计测量不稳定、安装不便等问题,实现复杂工况下的精准、稳定测量,广泛应用于各类工业场景。(2)安然测控:作为智能燃气测控领域标杆企业,其超声波燃气表融合大数据分析技术,可精准捕捉用户用气习惯,不仅能提供个性化用气建议,帮助用户节约能源,还能实时监控用气异常,推送安全预警信息,联动远程关阀等功能,筑牢用气安全防线,服务网络遍及全国近200个城市。

3 流量计量领域中燃气表和流量计智能化转型的行业影响与挑战

3.1 竞争格局重构

(1)技术壁垒:智能化转型推动行业竞争从价格战转向技术战,通信协议开发、传感器精度、算法优化成为企业核心竞争点。头部企业加大研发投入,聚焦NB-IoT等通信协议适配、高精度传感器研发及AI算法迭代,

构建技术护城河,中小厂商因研发实力不足逐渐被淘汰,行业集中度持续提升,预计2030年头部3家企业市占率将突破40%。(2)生态整合能力:头部企业纷纷突破单一硬件供应模式,通过“硬件+平台+服务”全链条布局构建竞争优势,不仅提供智能计量硬件,还配套搭建数据管理平台,提供数据运营、远程运维等一站式服务,实现从设备供应商向能源数据服务商转型,进一步拉大与中小企业的差距。

3.2 区域市场分化

(1)成熟市场:华东、华北地区凭借完善的基础设施和数字化先发优势,成为智能化转型的核心阵地,市场聚焦高端产品与增值服务,如AI用气分析、碳核算等,燃气公司多采用“硬件免费+数据服务收费”模式,增值服务贡献显著利润,推动行业向精细化服务升级。(2)增长新引擎:中西部地区受益于气化乡村、新型城镇化等政策倾斜,叠加农村燃气普及推进,智能计量设备渗透率提升空间显著,该区域以基础型智能设备为主,通过财政补贴加速老旧设备替换,成为行业增长的核心动力,年均增速远超东部成熟市场^[4]。

3.3 关键挑战

(1)技术挑战:智能化转型面临多重技术瓶颈,信号处理复杂度提升、设备能耗平衡难度加大,且物联网环境下的数据安全问题凸显,用户用气隐私、设备控制信号易受攻击,虽有量子加密等技术试点应用,但尚未大规模推广,隐私保护与数据安全防控压力较大。(2)市场挑战:不同行业、不同用户的需求差异显著,客户个性化需求日益增长,但企业销售流程数字化转型滞后,缺乏高效的需求对接与定制化服务能力,导致个性化需求与规模化生产、数字化销售协同不足,难以快速响应市场变化,制约行业转型步伐。

4 流量计量领域智能化未来趋势与展望

4.1 技术融合方向

(1)能源自治技术:自供电将成为智能计量设备的核心发展方向,彻底解决传统电池供电寿命短、维护成本高的痛点。温差发电、振动发电技术的深度应用,将实现设备能源自给自足,同时流体动能自供能技术逐步走向成熟,如河北华通研发的新型流体动能自供能智能燃气表,可将燃气流体动能转化为电力供设备使用,搭配超级脉冲复合电容充放电电路优化,进一步提升供电稳定性。未来,多类型自供电技术融合应用,将实现设备全生命周期无电池更换,结合低功耗电路设计,大幅降低运维成本,推动智能计量设备向无人值守、自主运行升级。(2)多功能集成:打破传统计量设备单一功

能局限,通过多技术融合拓展应用场景,实现“一表多用”。燃气浓度监测功能将与流量计量深度结合,适配燃气等多行业需求,如超声波燃气表集成燃气浓度监测模块,同步捕捉流量与燃气浓度数据;定位服务可精准定位设备位置,便于户外、地下管网等场景的设备管控与故障排查;声学成像技术进一步升级,实现管道内部状态可视化,精准检测管道磨损、积污等隐患,与流量计量、压力监测等功能协同,构建全参数、全场景监测体系,推动计量设备从单一测量工具向综合感知终端转型。

4.2 行业生态演进

(1) 服务型销售崛起:行业竞争将从单一硬件销售转向“硬件+增值服务”的综合模式,客户核心需求逐步从购买设备转向获取全流程服务。企业将聚焦增值服务研发,推出远程运维、智能预警、故障排查等个性化服务,如为工业用户提供定制化的设备运维方案,为居民用户提供用气用水安全预警服务,客户通过付费订阅模式获取专属服务,摆脱对单一设备的依赖,这种模式不仅能提升客户粘性,还能为企业创造持续稳定的收益,推动行业从制造型向服务型转型^[5]。(2) 平台化运营:数据资产化成为行业盈利模式创新的核心驱动力,头部企业将加速搭建统一的数据管理平台,整合计量设备采集的流量、压力、工况等各类数据,通过数据清洗、分析与挖掘,实现数据价值最大化。平台将提供设备健康管理、能效分析、资源调度优化等多元化服务,如为燃气企业提供管网漏损分析服务,为燃气企业提供供气调度优化方案,同时推动跨行业数据共享,联动能源、环保、市政等领域,构建“数据+平台+服务”的全生态运营模式,重塑行业盈利逻辑。

4.3 政策与标准完善

(1) 标准化进程加速:随着智能化设备普及率提升,统一通信协议与数据接口成为行业发展的迫切需求,政策将推动行业标准化进程提速,明确NB-IoT等主流通信协议的适配要求,统一数据采集、传输与存储的标准规范,打破不同企业、不同设备之间的数据壁垒,实现设

备互联互通与数据共享。同时,标准将逐步完善设备性能、精度等技术指标,规范行业发展秩序,避免无序竞争,为行业规模化、高质量发展提供有力支撑,推动智能计量设备实现跨区域、跨品牌兼容。(2) 安全监管强化:政策将进一步强化智能计量设备的安全监管,借鉴CJ/T449-2014标准的安全架构要求,强制设备具备防拆、防磁干扰功能,明确300mT磁场干扰下误关断率等具体指标,防范设备被非法改装、参数篡改等风险;同时,针对物联网环境下的数据安全隐忧,强制要求设备具备数据加密、隐私保护功能,采用硬件加密、密码分级验证等技术,防范用户信息泄露、设备控制信号被攻击等问题,构建“设备安全+数据安全”的双重防护体系,保障智能计量系统稳定安全运行。

结束语

流量计量领域中燃气表和流量计的智能化新突破,为能源管理带来了前所未有的变革与提升。技术革新推动功能升级,拓展了应用边界,提升了管理效率与安全性。尽管面临技术瓶颈与市场挑战,但随着能源自治、多功能集成等技术的发展,以及服务型销售、平台化运营模式的兴起,行业前景光明。未来,在政策与标准完善的保障下,二者智能化将持续深化,为能源领域的高质量发展注入强大动力。

参考文献

- [1]李景平.平衡流量计在蒸汽计量中的应用及节能效果评价[J].石油石化节能与计量,2024,14(10):32-35.
- [2]裴全斌,韩涛.用于天然气贸易计量的质量流量计出厂计量性能测试方法探讨[J].工业计量,2024,34(S1):80-83.
- [3]白天,魏华彤,刘岩,等.高温高压对超声流量计表体变形量及测量精度的影响[J].自动化与仪表,2023,38(4):112-116.
- [4]刘新.新型超声波燃气表在燃气运行管理方面的应用[J].仪器仪表用户.2023,31(2):69-71.
- [5]权亚强,侯雪丹.燃气表检定气路系统泄漏率的不确定度评定[J].煤气与热力,2023,43(02):30-33.