

智慧燃气工程建设关键技术与数字化转型路径分析

王立鹏

宁波杭州湾华润燃气有限公司 宁波慈溪市 315300

DOI:10.32629/ems.v8i6.20542

[摘要] 伴随着数字技术和城市建设的融合,在智慧城市的大背景下,发展智慧燃气是实现燃气行业发展的一个重要目标。文章从满足智慧燃气工程建设的需求出发,介绍了智慧燃气的概念及背景,并详细探讨了在目前智慧燃气工程建设过程中普遍采用的四种主要的技术手段即智能感知技术、通信网络技术、数据管理技术和智能应用技术等所发挥的作用以及应用场景,进而提出基于行业经验的燃气企业通过数字化转型来推动企业发展实施路径,包括基础能力建设、业务场景落地、运营体系优化与生态合作构建等阶段。同时针对智慧燃气发展趋势进行了展望并对相关事项给出了建议以供燃气企业在推进智慧化发展中进行参考。文中所述技术描述贴近工程实际情况,不涉及复杂的理论公式计算,可供中小型燃气企业进行数字化转型提供可复制的实践思路。

[关键词] 智慧燃气; 关键技术; 数字化转型; 燃气工程; 智慧城市

引言:

燃气作为城市发展中的重要能源之一,其供应的安全性、稳定性对于保障人民生活及城市的正常运转至关重要。然而传统的燃气运营模式中存在着诸如管网漏损难排查、用户服务响应慢、安全风险预警滞后等问题,并且伴随着城市规模不断扩张,燃气管线所涉及的区域也在逐步扩大,在这种情形下,以往的传统管理方式已经无法满足现代社会的发展需求。近些年来,由于物联网、大数据、人工智能等相关技术迅速发展,使得整个燃气行业的经营也面临着一场新的变革——即通过引入先进科技来实现自身的转型升级。国家“十四五”规划明确提出要推进能源基础设施智能化改造,很多城市也将打造智慧城市作为一个重点方向,其中便包括智慧燃气。因此,为了推动燃气行业降本增效、提升安全管理水平,有必要结合当前的实际情况,对智慧燃气工程建设的关键技术展开研究分析。文章主要从现有的行业实践,总结出了一些关于智慧燃气建设的核心内容,希望可以给相关人员带来一定的帮助。

1. 智慧燃气的基本概念与核心特征

1.1 智慧燃气的定义

所谓智慧燃气就是运用现代数字技术,把整个燃气供应流程进行数字化处理,并且能够对各个环节做到全方位地了解、掌握、分析并做出科学的决策,从而达到安全、高效、低碳、便民的目的,是一种全新的燃气管理模式。智慧燃气区别于传统的燃气管理系统,其最大的特点就在于通过将管道和数字系统相结合,形成了一套完整的从源头到用户的全

过程管理体系,改变了以往靠工巡检、经验判断的工作方式,而是完全以数据为依据来进行工作的管理方法。智慧燃气应用于燃气产业链中的任何一个阶段,包括上层的气源供应调度、中层的燃气管网输配管理和下层的居民用户与工商业用户服务等等,甚至还可以与城市应急管理、政务服务建立起联系,是一个复杂的系统性工程。

1.2 智慧燃气的核心特征

一是全面感知。通过安装各类传感器收集管道内的压力、流量、温度、泄漏情况及设备状态等信息,并将这些数据统一呈现出来,使整个管网的情况一目了然。二是互联互通。采用统一的通信网络与数据标准,实现各个业务之间互联互通的局面,让数据能在企业内各个环节中顺畅传递。三是智能决策。通过对大量已有的运行数据进行分析处理,用算法代替人工判断来发现的问题或预测需求变化,从而做出更加准确迅速地决定。四是主动服务。利用数字化技术了解客户需求,减少客户的业务办理流程,由传统的被动等待变成现在的主动服务。

2. 智慧燃气工程建设的关键技术体系

2.1 智能感知技术

智能感知技术作为智慧燃气中的“神经末梢”起着至关重要的作用,是全流程的数据收集工作的基础,因此工程中常用的感知技术主要包括四类:第一类是智能计量技术,也就是广泛推广的智能燃气表,相较于传统的机械表而言,智能燃气表能够自行采集用户的用气数据,并且可以做到远程抄表、远程阀控、异常用气告警的功能,大大减少了人力投

入并且也提升用户缴费、过户等业务的办理效率。第二类是管网状态感知技术, 比如在管线上放置压力传感器、流量传感器、温度传感器等, 以便于随时了解管网的运行参数, 及时发现压力异常、流量突变等问题, 使管网调度更加方便。第三类是泄漏监测技术, 比如可以通过可燃气体报警器、光纤泄漏监测系统、车载巡检泄漏检测设备, 帮助工作人员很快找到出现问题的位置并作出相应的处理措施, 尤其是老旧管网、人口密集区等, 通过该技术的应用可显著降低安全事故风险。第三类是设备状态感知技术, 例如将调压箱、阀门、加气站等相关设施, 安装运行状态监测设备对其工作情况进行监测, 以便更早发现问题从而做出相应调整, 减少设备停机时间。现阶段智能感知设备已经得到了很好的应用与发展, 应用成本也在逐渐下降, 也是大多数企业启动智慧化建设的第一步。

2.2 通信网络技术

通信网络技术是连接传感器到上层管理层之间的“纽带”, 它将传感层采集的数据上传到管理中心, 并且反过来将管理中心下发的任务传达到末端设备。适用于燃气场景中的通信方式包括以下三类: 一是低功耗广域网技术, 例如NB-IoT 具有省电、广域覆盖及连接数量多, 适合像智能燃气表、管网传感器这类长时间使用、传输数据量小、部署位置分散的装置, 目前已成为智慧燃气感知层的主要通信方式, 可直接依托运营商的基站进行部署, 无需自行建设网络。二是有线通信技术, 包括光纤、以太网等, 用于燃气场站、调度中心等定点场所的设备连接, 具有速度快、稳定性高的特点, 适合于传输场站视频监控、大量运行参数等大数据量的内容。三是无线局域网或者专网技术, 如WiFi 和LoRa 等。适用于在厂房内、封闭式工业园区等场所, 能满足一定范围内的设备通信需求。在实际工程建设中, 通常采用“多种通信方式结合”的策略, 根据各类设备部署位置及数据传输需求, 选择最优通信技术, 兼顾建设成本与运行稳定性。

2.3 数据管理技术

数据是智慧燃气最重要的资产, 而数据管理技术则负责对采集来的海量数据进行存储、清洗、集成、分析, 并为上层应用提供数据服务。包括以下三个部分的内容: 一是数据中台建设, 即制定统一的数据标准将来自不同来源(智能表具、管网传感器、业务系统)的数据汇聚在一起, 打破“数据孤岛”, 实现公司内数据一体化管理及共享。二是运用云平

台技术, 可以基于公有云或私有云部署数据存储及计算资源, 相比于传统本地服务器具备弹性扩展、成本可控以及运维便捷的特点, 满足了日益增长的数据存储及计算需求。三是数据分析技术, 包括基础性的统计分析法及算法模型, 能够根据业务需求进行管网压力分析、用气规律分析、漏损分析等, 以挖掘蕴藏于数据之中的商业价值, 并为运营决策提供支持。因此, 数据管理的能力成为智慧燃气建设的重要组成部分, 也直接关系到上层的应用效果, 避免出现“重采集而轻应用”的问题。

2.4 智能应用技术

智能应用技术可以将智慧燃气实际效能落到实处, 根据不同的工作场景设计出相应的软件程序, 其主要包括以下四点核心应用: 第一是管网运行调度系统, 该系统主要负责对管路中的压力、速度等相关参数进行采集并处理, 并将之可视化展示, 具有自动调度、异常告警功能, 提升管网运行的稳定性和降低输送损耗。二是安全管理系统, 能够监测泄漏事件、设备状态以及巡检管理, 进而完成对各类隐患风险进行自动识别、分级预警和闭环处置, 将安全管理的重点从“事后处置”变为“事前预防”。三是客户服务系统, 包括了智能抄表、线上缴费、报装报修、用气咨询等功能, 为客户提供方便快捷的一体化线上服务, 从而降低线下服务成本。四是运营管理系统, 包含工程管理、设备管理、采购管理、财务管理等功能。目标是实现企业内各项管理工作数字化处理, 提高企业的管理水平。智能应用系统的开发可以采用“渐进式”的方式, 即从满足企业最迫切的需求入手, 逐步拓展覆盖面, 避免一次性投入过大造成不必要的浪费。

3. 燃气企业数字化转型的实施路径

3.1 基础能力建设阶段

这一阶段主要是完成智慧燃气基本框架搭建, 实现“补短板”的目标。首先应当进行现状评估工作, 梳理企业现有设施设备、系统平台、管理情况, 并明确当前最紧迫的问题以及改造升级需求, 制定出符合企业实际的智慧燃气建设规划方案, 避免盲目跟风。然后部署基础感知设备, 首先对老旧燃气表进行更新, 将压力及流量传感器安装在管路上, 将泄漏监测设备安装在重点区域, 保证核心数据的采集能力。同步扩大基础通信网覆盖区域, 选择合适的通信方式保证感知设备的数据传输能力, 建立统一的数据存储平台, 制定数据标准, 有利于后期数据的应用。该阶段属于转型初级, 投

入少,以夯实基础为主,可在部分区域试点验证技术可行性后再推广,降低实施风险。

3.2 核心业务场景落地阶段

这个阶段主要聚焦核心业务痛点,实现数字化应用的起步及快速见效。首先在两个投入产出比最大的场景进行建设落地:针对安全管理方面,部署一套融合泄漏监测、设备监测、巡检管理等功能的安管理系统,实现安全风险自动预警和数字化闭环管理,有效降低安全事故发生的机率。在客户服务方面,提供智能客服机器人和线上服务平台来完成抄表、缴费、报装报修等高频服务事项,可以节约线下服务成本,提升用户满意度。同时,在管道调度方面,实现对管道运行状态可视化展示及基础调度辅助决策功能,以提升管网运行效率。这一阶段的重点是“快速见效”,通过实际业务痛点问题的解决,让企业上下看到数字化转型带来的价值,以此来为后续深化建设争取更多支持。

3.3 运营体系全面优化阶段

在核心场景落地的基础上,该阶段的核心目标是推进企业全业务流程的数字化,实现运营效率的全面提升。一方面推进数据中台的深化建设,打通不同业务系统之间的数据壁垒,实现数据在企业内部的充分共享,消除“信息孤岛”;另一方面拓展数字化应用的覆盖范围,将数字化能力延伸到工程建设、设备管理、供应链管理、财务管理等内部运营环节,实现企业所有核心业务流程的线上化、数字化。同时探索数据的深度应用,利用积累的运行数据开展用气需求预测、管网漏损定位、设备故障预判等智能化应用,进一步提升决策的科学性,降低运营成本。该阶段需要同步推进企业管理流程的优化,调整与数字化模式不匹配的管理制度与组织架构,确保数字化系统能够真正落地应用,避免出现“系统建了没人用”的问题。

3.4 生态合作与价值拓展阶段

该阶段是数字化转型的深化期,核心目标是从企业内部转型向生态化发展延伸,拓展新的价值增长点。一方面主动融入智慧城市建设体系,打通与城市应急管理、政务服务、气象、交通等外部系统的数据对接,实现燃气数据的共享应用,提升城市公共安全管理的协同能力;另一方面探索多元化的增值服务,基于积累的用户数据与用户触点,在保障用户隐私的前提下,开展智能家居服务、综合能源服务等增值业务,培育新的盈利增长点。同时加强与技术服务商、设备

厂商、科研机构等外部主体的合作,构建开放的智慧燃气生态,持续引入新技术、新模式,保持企业的创新活力。该阶段适合数字化基础较好的大型燃气企业探索,中小燃气企业可结合自身实际选择性开展,无需盲目追求业务拓展。

结束语:

智慧燃气是燃气行业未来发展的必然趋势,是提升燃气供应安全性、运营效率与服务水平的核心抓手。当前智慧燃气的核心技术已基本成熟,具备大规模推广应用的条件,燃气企业开展数字化转型不存在难以突破的技术障碍。在实施过程中,企业应避免陷入“技术崇拜”的误区,无需盲目追求最前沿、最复杂的技术,而是要始终围绕自身业务痛点,选择成熟、适用、性价比高的技术方案,分阶段有序推进转型,同时同步推进管理模式与组织架构的优化,确保技术应用能够真正落地见效。未来随着数字技术的持续迭代,智慧燃气的应用场景将不断拓展,将在保障城市能源安全、推动城市低碳发展、提升民生服务水平等方面发挥更大的作用。

【参考文献】

- [1]苗楚泉,庄璇. 基于全生命周期视角的城市燃气工程数字化建设管理模式探析[J]. 石油工程建设, 2026, 48(01): 131-133.
 - [2]许峻博. 数字化转型背景下城市燃气工程智慧安全管理体系构建与效能优化研究[J]. 湖北应急管理, 2025, (22): 6-9.
 - [3]黄志鹏. 数字化技术在城市燃气工程设计施工中的应用与创新[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (25): 163-165.
 - [4]顾竣文,杨文慧. 城市燃气工程数字化数据标准研究[J]. 上海煤气, 2025, (04): 25-28.
 - [5]赵晔青. 智慧系统在燃气老化管道改造工程中的应用[J]. 上海煤气, 2025, (03): 15-17+28.
 - [6]唐密密. 城市燃气工程管理数字化转型的应用[J]. 石化技术, 2025, 32(06): 288-290.
 - [7]杜琳琳. 数字化工具在燃气工程造价中的应用策略[J]. 数字经济, 2024, (08): 105-107.
 - [8]干斌. 城市燃气工程管理数字化转型的应用实践[J]. 上海煤气, 2022, (02): 15-18.
 - [9]方锐,丛培雪,邱军. 燃气智慧工程项目管理平台设计及应用实践[J]. 煤气与热力, 2019, 39(03): 25-27+46.
- 作者简介: 王立鹏(1986.11-),男,汉族,江苏宜兴,本科,工程师,研究方向:建设工程-燃气工程。