

智能化、自动化技术在燃气管网运行管理中的应用

商麟隽 章致远 王 芹 李 卓 许 江（上海航天能源股份有限公司，上海 201100）

摘 要：随着科技的不断进步，智能化、自动化技术在燃气管网运行管理中的应用日益广泛，本文深入剖析燃气管网运行管理现状，详细阐述智能化、自动化技术在数据采集与监测、远程监控与控制、安全预警与应急处理、管网优化调度等方面的应用，提出在城镇燃气管网运营管理中的应用策略，旨在提高燃气管网运行管理的效率和安全性，为燃气行业的可持续发展提供参考。

关键词：智能化技术；自动化技术；燃气管网；运行管理

0 引言

燃气作为一种高效、清洁的能源，在现代社会的能源结构中占据重要地位，燃气管网作为燃气输送的关键基础设施，其运行管理的安全性和高效性直接关系到城市的能源供应和居民的生活质量，传统的燃气管网运行管理模式在面对日益增长的燃气需求和复杂的管网系统时，逐渐暴露出诸多问题。智能化、自动化技术的引入，为燃气管网运行管理带来了新的机遇和变革，能够有效提升管理水平，降低安全风险，提高运营效益。

1. 燃气管网运行管理现状剖析

目前，部分燃气管网仍依赖人工巡检和简单的设备监测，人工巡检受限于时间和人力，无法实现对管网的实时、全面监控。据不完全统计，在一些中小城市，人工巡检周期平均为 15 天，这期间一旦发生管道泄漏等问题，难以及时发现和处理。同时，传统监测设备精度有限，对于微小的压力、流量变化难以精准捕捉。例如，某老旧城区的燃气监测设备误差率高达 5%，这对于燃气流量的精准统计和管网运行状态的准确判断造成较大影响。此外，数据管理分散，不同部门、不同设备采集的数据未能有效整合，形成信息孤岛，在事故应对方面，由于缺乏高效的预警和快速响应机制，往往导致事故处理不及时，造成更大的损失，如某地区在一年内，因燃气泄漏事故引发的经济损失达到了 500 万元，主要原因就是事故预警滞后和应急处理不及时。

2 燃气管网智能化、自动化运行管理中的应用

2.1 数据采集与监测

智能化、自动化的数据采集与监测系统通过在管网关键节点部署大量高精度传感器，实现对燃气压力、流量、温度、浓度等参数的实时采集，例如，在某大型城市燃气管网中，安装了超过 5000 个压力传感器

和 3000 个流量传感器，覆盖了 90% 以上的主要管网。这些传感器能够以每秒 10 次的频率采集数据，并通过无线传输技术将数据实时上传至监控中心。传感器具备自校准和故障诊断功能，大大提高了数据的准确性和可靠性。

与传统监测设备相比，新型传感器的误差率可控制在 1% 以内，通过对大量历史数据的分析，还能建立数据模型，预测管网运行趋势，提前发现潜在问题。据统计，应用智能化数据采集与监测系统后，管网故障发现时间平均提前了 24 小时，有效降低了事故发生率。

2.2 远程监控与控制

远程监控与控制系统以 SCADA（数据采集与监视控制系统）为核心支撑，构建起燃气管网设备与监控中心之间的高效连接，达成对燃气管网设备全方位、实时性的远程监控与精准操作。SCADA 系统凭借先进的数据传输技术，将分布在城市各个角落的阀门、调压站等设备运行数据，以毫秒级的速度汇聚至监控中心。在某城市规模庞大的燃气管网中，超过 100 座调压站和 500 多个关键阀门，皆在 SCADA 系统的统一管控之下，操作人员只需在监控中心的操作终端，轻点鼠标或输入指令，便能跨越空间距离，对这些设备进行远程开关与精细调节。

此系统配备了灵敏的实时报警功能，它如同一位不知疲倦的卫士，时刻监测着设备运行状态与管网各项参数，一旦设备出现异常，如阀门故障、设备过热，或是管网压力、流量、温度等参数超出预设的正常范围，系统便会立即触发报警机制（见表 1），以声光、短信等多种形式，迅速向操作人员发送警报信息，系统集成的高清视频监控系统，为操作人员提供了直观洞察设备运行状态的窗口，操作人员可通过监控画面，清晰查看设备外观是否有损坏、仪表数值是否正常等

表 1 智能化技术实施远程监控与控制相关数据

项目	数据 / 描述	实例 / 效果
SCADA 系统覆盖设备数量	100 座调压站，500+ 关键阀门	城市燃气管网全面监控
数据传输速度	毫秒级	实时汇聚设备运行数据
报警响应时间与效果	1 分钟内捕捉到管网压力异常，自动启动应急程序	成功避免管道破裂、燃气泄漏事故

表 2 管网优化调度相关数据

项目	优化前数据	优化后数据	提升 / 降低幅度
燃气供应准确率	85%	99%	15%
管网损耗率	10%	2%	8%
供暖期某区域供气不足 / 压力过高次数	5 次 / 月	0 次 / 月	100%

情况。在实际运行中，该系统的作用得到充分彰显，在一次突发的管网压力异常事件中，SCADA 系统凭借其强大的实时监测与快速响应能力，在短短 1 分钟内，精准捕捉到管网压力的急剧上升。系统随即自动启动预设的应急程序，迅速关闭相关阀门，成功截断压力过高区域的气流，有效避免因压力过高可能引发的管道破裂、燃气泄漏等严重事故，切实保障了燃气管网的安全稳定运行。

2.3 安全预警与应急处理

利用大数据分析和人工智能技术，对采集到的海量数据进行深度挖掘和分析，建立安全风险评估模型，通过对压力、流量、浓度等参数的实时监测和分析，及时发现潜在的安全隐患，并发出预警信号。例如，根据历史事故数据和管网运行数据，建立基于神经网络的泄漏预警模型，该模型对燃气泄漏的预警准确率达到 95% 以上，在应急处理方面，制定完善的应急预案，并通过自动化控制系统实现快速响应，一旦发生事故，系统自动启动应急流程，关闭相关阀门，切断气源，同时启动消防、通风等应急设备。

2.4 管网优化调度

借助大数据分析和优化算法，根据不同区域的燃气需求变化，实现对燃气资源的优化配置和管网运行的优化调度，通过对历史用气数据和实时需求数据的分析，预测不同时段、不同区域的燃气需求量，合理调整管网压力和流量，提高燃气输送效率。例如，在某城市的冬季供暖期，通过优化调度系统，将燃气供应的准确率提高 15%，有效避免部分区域供气不足或压力过高的问题。同时，通过对管网运行参数的实时监测和分析，优化管网运行方案，降低管网损耗，据统计，应用管网优化调度系统后，管网损耗率降低了 8%，节约了大量的燃气资源（见表 2）。

3 智能化、自动化技术在城镇燃气管网运营管理中的应用策略

3.1 强化多技术融合与系统集成，提升整体效能

在城镇燃气管网运营管理中，强化多技术融合与系统集成是提升整体效能的关键策略，首先需要深度融合物联网、大数据、人工智能、云计算等前沿技术，构建一个高效、智能的燃气管网管理体系。具体而言，物联网技术应被充分利用来实现燃气管网设备的互联互通，通过在关键设备上安装传感器和智能仪表，可以实时采集设备的运行数据，如压力、流量、温度等，并将这些数据通过无线网络传输至云计算平台进行存储和处理，云计算平台以其强大的计算和存储能力，能够高效处理海量数据，为后续的智能分析提供坚实基础。接下来，人工智能算法将发挥重要作用，通过对历史数据和实时数据的深度学习，人工智能算法能够识别出燃气管网运行中的异常模式和潜在风险，及时发出安全预警，为运营人员提供决策支持，结合大数据分析和优化算法，可以对燃气资源进行优化配置，实现管网运行的优化调度，提高燃气输送效率。此外，加强各系统之间的集成也是至关重要的，通过打破信息孤岛，实现数据共享和业务协同，可以消除各系统之间的壁垒，提高整体运营效率，为此，应建立统一的燃气管网综合管理平台，将数据采集与监测、远程监控与控制、安全预警与应急处理、管网优化调度等系统集成在一起，形成一个全方位、一体化的管理体系。

3.2 注重专业人才培养与团队建设，夯实技术根基

智能化、自动化技术的应用对人才提出更高的要求。一方面，加强内部员工的培训，定期组织技术培训和业务交流活动，提高员工对新技术的掌握和应用能力。例如，每年开展 2-3 次智能化技术培训课程，邀请行业专家进行授课，培训内容涵盖物联网技术、

大数据分析、人工智能应用等方面。另一方面,积极引进具有相关专业背景的高端人才,充实技术团队。建立人才激励机制,提高员工的工作积极性和创新能力,为技术的持续应用和创新提供人才保障。

3.3 完善数据安全防护体系,保障信息安全

燃气管网运行管理作为城市基础设施的重要组成部分,其涉及的数据量庞大且关键,包括但不限于用户信息、管网运行状态、燃气消耗量等,这些数据的安全直接关系到燃气供应的稳定性和用户的信息安全,建立完善的数据安全防护体系是保障燃气管网信息安全的關鍵。加密技术是数据安全防护的核心,对于传输过程中的数据,应采用先进的加密算法进行加密处理,确保数据在传输过程中不被窃取或篡改,对于存储的数据,也应进行加密存储,即使数据被非法获取,也无法直接读取其中的内容,从而有效保护数据的保密性。其次,严格的访问控制是防止数据泄露的重要环节,应建立完善的用户权限管理制度,根据用户的职责和需要,为其分配相应的访问权限,只有经过授权的人员才能访问和操作相关数据,避免数据被未经授权的人员获取或滥用,此外,还应定期对用户权限进行审查和调整,确保权限分配的合理性和有效性。入侵检测系统是防范网络攻击的有效手段,应部署入侵检测系统对网络流量进行实时监测,及时发现并防范各种网络攻击行为,如DDoS攻击、SQL注入等,入侵检测系统还应具备报警和日志记录功能,当发生攻击时能够迅速响应并追溯攻击来源。同时数据备份是保障数据可用性的关键措施,应定期进行数据备份,并将备份数据存储在安全可靠的地方。

3.4 合理规划成本投入,实现效益最大化

智能化、自动化技术融入燃气管网运行管理,必然伴随着一系列成本投入,涵盖设备采购、系统建设以及运维管理等多个关键领域,设备采购涉及各类传感器、智能终端、通信设备等,系统建设包含软件开发、平台搭建,运维管理则囊括日常巡检、设备维护、技术升级等持续性支出。在应用进程中,依据燃气管网的实际布局、规模大小、运行状况以及潜在风险等级,科学合理规划成本投入显得尤为重要,以数据采集与监测环节为例,针对核心区域、高风险地段的管网,配置高精度、高可靠性的传感器,确保数据精准采集与及时传输;而在相对低风险、非关键区域,则选用适配的基础型传感器,在满足监测需求的同时,避免不必要的资金浪费,实现资源的优化配置。更要着眼

于技术应用的长期效益,借助智能化、自动化技术,实现管网运行效率的显著提升,精准调控燃气输送,减少输送过程中的压力损失与流量波动,通过实时监测与智能预警,及时发现并排除安全隐患,降低事故发生率,减少事故带来的经济损失。优化管网运行参数,降低能源损耗,节约燃气资源。

4 结束语

智能化、自动化技术在燃气管网运行管理中的应用,为燃气行业的发展带来了新的机遇和变革,通过实现数据采集与监测的智能化、远程监控与控制的自动化、安全预警与应急处理的高效化以及管网优化调度的科学化,有效提升了燃气管网运行管理的水平和安全性。在城镇燃气管网运营管理中,通过强化多技术融合与系统集成、注重专业人才培养与团队建设、完善数据安全防护体系、合理规划成本投入等策略,能够更好地推动智能化、自动化技术的应用,实现燃气行业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 张鹏博. 智能化、自动化技术在城镇燃气管网运行管理中的应用[J]. 数字技术与应用, 2024, 42(08): 229-231.
- [2] 张宗坤. 智能化、自动化技术在城镇燃气管网运行管理中的应用[J]. 大众标准化, 2022(11): 48-50.
- [3] 马季林. 智能化、自动化技术在城镇燃气管网运行管理中的应用[J]. 工程技术研究, 2020, 5(23): 79-80.

作者简介:

商麟隽(1984—), 男, 汉族, 浙江湖州人, 大学本科, 职务职称: 技术管理/中级工程师, 研究方向: 天然气智能场站, 燃气信息化, 燃气掺氢, 天然气发电, AI技术的天然气管网智能调控。

章致远(1991—), 男, 汉族, 安徽宣城人, 本科, 中级工程师, 研究方向: PLC控制系统开发及调试、燃气SCADA系统、城镇燃气输配、天然气智能场站、智能远程调压调流。

王芹(1998—), 女, 汉族, 安徽芜湖人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 天然气智能场站、燃气掺氢、城镇燃气输配、自动化技术、仪器仪表工业。

李卓(1991—) 男, 汉族, 河南唐河人, 本科, 中级工程师, 研究方向: PLC控制系统开发及调试、燃气SCADA系统、物联网仪表、城镇燃气输配。

许江(1990—), 男, 汉族, 江苏泰兴人, 本科, 中级工程师, 研究方向: 燃气SCADA系统开发、PLC控制系统开发。