

城镇燃气管网智能化改造与施工管理研究

李欣洋 李金娟（青岛能源设计研究院有限公司，山东 青岛 266000）

摘要：随着城镇化进程的推进，城市燃气管网面临越来越多的管理和安全挑战。传统的人工巡检和管理模式难以应对快速增长的用气需求和复杂的城市环境。智能化技术的引入，如物联网、人工智能和大数据分析，正在逐步改变管网管理的模式，实现了对管网的实时监控、故障诊断和智能调度，从而提升了管网的运行效率与安全性。然而，智能化改造仍面临技术、资金和标准化建设等方面的风险。本文通过分析当前智能化技术在燃气管网中的应用，探讨了智能化改造的技术现状与未来发展趋势，分析了实施过程中遇到的问题与挑战，提出了适合管网施工与管理的智能化解决方案，并通过典型案例展示了改造成效。

关键词：智能化改造，燃气管网，物联网，数据分析，施工管理

0 引言

随着城市燃气需求的不断增加，传统的燃气管网管理方式面临着严峻挑战。管网的老化、管理方式的滞后以及安全隐患的增加，成为了制约城镇燃气管网发展的主要瓶颈。近年来，智能化技术的引入为解决这些问题提供了新的机遇。通过物联网、人工智能、大数据分析等技术，燃气管网可以实现更加精细化、自动化的管理，从而提高管网运行的安全性和效率。然而，智能化改造的实施过程中仍面临诸如技术不成熟、资金不足以及标准化不足等问题。因此，探讨智能化技术在燃气管网中的应用、解决方案及其未来发展趋势，具有重要的学术和实践价值。

1 城镇燃气管网智能化改造的技术现状与发展趋势

随着城镇化进程的加快，城市燃气管网面临的管理与安全压力不断增加。传统的管网管理方式已无法满足快速增长的用气需求和日益复杂的城市环境。智能化技术的引入为解决这些问题提供了新的思路和解决方案。

近年来，物联网、大数据、人工智能、云计算等技术在城镇燃气管网中的应用逐步发展，推动了管网管理从人工监控向自动化、智能化方向转型。智能化改造的核心目标在于实现对管网的实时监控、故障诊断、数据分析与智能调度，从而提高管网的运行效率和安全性。通过安装智能传感器、流量计、压力传感器等设备，管网的运行状态可以实时采集并传输到云平台进行数据处理和分析，相关部门能够及时获得管网的运行状态、气体流量、压力波动等关键数据，提前预警可能的安全隐患。

在技术层面，近年来，无线传感网络和智能控制系统在燃气管网中得到了广泛应用。这些技术使得燃

气管网的运行管理更加精细化，并且能够有效应对复杂的用气需求。管网的智能调度系统通过对实时数据的分析，能够预测管网负荷变化，动态调整气源分配，避免了因管网压力过高或过低造成的事故风险。此外，管网的智能监控系统能够实现对管网设备的远程诊断与控制，极大提高了故障排查和修复的效率。

在智能化改造的推动下，管网运行维护的工作模式也发生了变化。传统上依赖人工巡检和现场操作的方式被替代为远程监控和智能化巡检。这种模式大大减少了人工成本，提高了巡检效率和精度，有效降低了操作风险。然而，尽管智能化技术的应用在一定程度上提升了管网管理的水平，但由于技术、资金、标准化建设等方面的制约，智能化改造的进程仍然面临诸多挑战。未来，随着技术的进一步发展和应用，智能化改造有望进一步深化，推动城镇燃气管网的安全、可靠和高效运行。

2 当前城镇燃气管网管理中存在的关键问题与挑战

在当前城镇燃气管网管理过程中，尽管智能化改造逐渐得到应用，依然存在许多亟待解决的关键问题和挑战。管网的老化问题仍然突出。许多城市的燃气管网建设时间较长，部分管道和设施经过多年使用，出现了老化、腐蚀、漏气等问题，增加了系统的安全隐患。

老旧管网往往缺乏必要的监测设备和智能化管理系统，导致无法及时发现管网的异常情况，这使得燃气管网的维护和管理更加困难。尤其在一些经济较为落后的地区，管网的更新改造进程缓慢，依旧依赖传统的人工巡检和低效的管理手段，安全风险较高。

数据标准化和信息化水平的不足也成为了燃气管网管理中的一大挑战。尽管一些地区已经实现了管网

数据的采集和远程监控，但由于缺乏统一的数据标准和接口，导致不同地区或不同运营商之间的数据难以互联互通。

这种信息孤岛现象限制了数据的整合与共享，也影响了智能化管理系统的全面应用。不同设备、平台之间的兼容性差，使得信息系统的集成性不足，无法实现管网运行的全局监控和精细化管理。此外，燃气管网施工和运维管理中的技术水平参差不齐，造成了管理效率低下。虽然智能化技术逐步应用于施工管理中，但由于施工人员对新技术的接受度和掌握程度不同，导致智能化技术的执行效果存在差异。在一些地方，传统的施工方式仍然占据主导地位，智能化设备的使用并未得到充分发挥。施工过程中，现场的复杂性和突发情况往往难以完全依赖自动化系统进行有效应对，导致项目进度的延误和管理成本的上升。

燃气管网的安全管理面临着极大的压力。随着城市用气需求的不断增加，燃气管网的运行负荷不断加大，部分管网在高负荷运行下容易出现压力不稳定、泄漏等问题，传统的管理手段难以实现快速的故障定位和应急处置。加之管网分布广泛，管理难度加大，导致对突发事件的应对措施滞后，增加了事故发生的风险。

尽管智能化改造为燃气管网的管理带来了一定的改进，但技术的应用、管理模式的创新以及基础设施的更新改造仍面临诸多挑战。这些问题的解决需要在政策、资金、技术等多方面加强支持，推动燃气管网管理从传统模式向更加智能化、精细化的方向发展。

3 智能化技术在燃气管网施工管理中的应用方案

在燃气管网施工管理中，智能化技术的应用正逐步改变传统的施工方式，提升了施工的精细化管理水平。通过引入物联网、人工智能、大数据分析等技术，施工过程中的各项工作得以更加科学、高效地协调与执行。通过在管道施工现场部署智能传感器，能够实时监控温度、湿度、压力等关键参数，这些传感器将采集到的数据传输至云平台或监控中心，施工管理人员可以远程查看现场的实时状况，对潜在的风险进行快速评估与应对。这种方式不仅减少了现场人员的工作量，还大大提高了对突发情况的反应速度。

智能化技术还改变了传统的资源配置和施工调度模式。通过集成的大数据分析平台，能够根据施工进度、资源情况和工期要求动态调整施工计划，避免了由于资源短缺或调度不当而造成的施工延误。实时监

控系统可以根据实际情况预测施工过程中可能出现的瓶颈，并提前进行预警与调整，确保施工的顺畅进行。同时，通过智能调度系统，施工设备的使用情况得到全面跟踪，设备的调配更加高效，避免了设备闲置或重复调度等问题。

在施工质量控制方面，智能化技术的引入也带来了显著变化。传统的施工质量检查依赖于人工巡检，存在着一定的主观性和疏漏。现在，借助智能化检测设备，如自动化质量检测仪器和机器人巡检系统，施工质量能够得到更高标准的保证。这些设备能够精准地检测管道的焊接质量、连接密封性等关键指标，并自动生成数据报告。这不仅提高了检测的效率和准确性，还降低了人工操作的误差。

智能化施工管理系统的应用，也促进了施工人员的安全管理。通过佩戴智能安全帽、腕带等设备，能够实时监控施工人员的工作状态、位置信息及身体健康数据。一旦发生意外或偏离预定工作区域，系统会立即发出警报，确保施工人员的安全。这些智能化技术的应用，使得施工管理更加精细化，避免了传统管理模式中的盲点和风险。

智能化技术的应用为燃气管网的施工管理提供了更加高效、精准和安全的管理方式。随着技术的不断发展，智能化系统将进一步提升施工全过程的可控性和透明度，推动管网建设向更加科学和现代化的方向迈进。

4 智能化改造方案实施效果与典型案例分析

智能化改造方案的实施，在提升燃气管网安全性、提高运营效率和降低管理成本等方面，已经取得了显著效果。通过引入传感器、智能监控系统和大数据分析等技术，管网的运行状态能够实时监控和精准分析，大大提高了对潜在安全隐患的预警能力。例如，通过部署智能压力传感器和流量计，管网运行中的异常压力和流量波动可以迅速被检测到，相关部门能够第一时间介入，避免了由于管道泄漏或堵塞等问题造成的安全事故。此外，数据分析系统可以对历史数据进行挖掘，识别出管网潜在的薄弱环节，并进行提前干预，降低了故障发生的概率。

智能化技术还显著提升了管网运行的经济效益和管理效率。传统的管网管理模式多依赖人工巡检，效率较低且容易产生遗漏。而智能化改造后，巡检工作转向了远程监控和自动化巡检，减少了人工投入，节省了大量人力资源。在智能化管网系统的支持下，运

行管理部门可以更精准地预测用气需求，动态调节气源供应，避免因供气过剩或不足造成资源浪费或用户投诉。大数据平台汇聚了大量管网运行数据，能够为决策者提供数据支持，帮助其做出更科学的调度安排，从而提高了管网的整体运营效率。

在典型案例中，某城市实施的燃气管网智能化改造项目便取得了显著的效果。该项目通过安装了覆盖全市的传感器网络，将管网的运行数据实时传输到集中监控平台。通过数据分析，项目团队不仅提高了对管网运行状态的监控能力，还能够实现故障的早期预警和精准定位。

通过智能调度系统，燃气供应与需求之间的匹配更加精准，极大地减少了能源浪费。该项目实施后，管网发生故障的频率显著降低，客户投诉率也大幅下降，运行成本得到了有效控制，经济效益与社会效益都得到了显著提升。智能化改造方案的实施，不仅提升了燃气管网的安全性和可靠性，还为管网运营提供了更加高效、精准的管理模式。随着技术的不断成熟和应用范围的拓展，智能化改造将在更多城市的燃气管网建设中得到推广，进一步优化城市的能源管理和服务保障体系。

5 未来城镇燃气管网智能化发展的前景与创新方向

未来城镇燃气管网的智能化发展将进一步深化，技术革新与应用场景的拓展将推动行业向更加高效、安全和可持续的方向发展。随着5G、物联网、人工智能、边缘计算等技术的不断进步，燃气管网的智能化管理不仅会实现更加精准的实时监控，还能通过智能分析与预测机制进一步提升管网的应急响应能力和故障处理效率。

例如，5G技术的应用使得大规模传感器网络的数据传输速度和稳定性得到了大幅提升，能够实时传输来自管网各个节点的海量数据，降低了延迟，提高了系统的整体响应速度。通过将这些数据与人工智能算法相结合，未来的管网不仅可以实现对突发事件的快速预警，还能够通过深度学习优化管网运行策略，使得管网系统具备自我调节和自我修复的能力。

数字化和网络化的深度融合将使得管网系统的管理变得更加智能化。在智能化管网中，基于数据驱动的自动化决策将替代传统的人工干预，管网的运行和维护将依托于精准的数据分析来实现。例如，通过全面集成的智能调度系统，燃气供应量、管网压力、流量等关键参数可以根据实时需求进行动态调整，有效

避免了过度供气或不足的现象。智能化的远程检测系统将减少人工巡检的依赖，提升设备故障检测的精确度，进一步保障系统的可靠性。

在创新方向上，未来的燃气管网智能化还将实现更多的跨领域融合。例如，基于大数据分析和云计算技术，燃气管网不仅可以与城市能源管理系统实现联动，还能够与其他城市基础设施，如电网、交通系统等共享数据和资源，实现全市范围内的能源优化调度。这种跨部门、跨领域的智能协作将大大提升城市基础设施的整体运营效率和资源配置能力。

在可持续发展方面，随着绿色低碳理念的不断深入，智能化燃气管网将通过优化气源配置、减少能源浪费、降低碳排放等措施，促进城市能源的高效使用。智能化技术的不断创新，不仅为管网的安全运行提供了技术保障，也为城市的可持续发展贡献了重要力量。随着技术不断演进，未来的城镇燃气管网将不再局限于单一的能源输送工具，而是成为智慧城市综合管理体系中的关键组成部分，发挥更加重要的作用。

6 结语

城镇燃气管网的智能化改造不仅在提高安全性、效率和管理水平方面发挥了重要作用，还为应对日益复杂的城市用气需求提供了有效解决方案。通过物联网、大数据、人工智能等技术的应用，管网的实时监控、故障诊断和智能调度能力显著提升，保障了管网的平稳运行。然而，智能化改造在技术、资金、标准化等方面仍面临挑战，未来需进一步深化技术创新和应用，推动智能化管理系统的普及。随着技术的不断发展，城镇燃气管网的智能化改造必将在提升城市能源管理和保障系统安全方面发挥更大作用，推动智能城市建设迈向新阶段。

参考文献：

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 贺彦琼. 城镇燃气管网智能化改造探究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020,40(21):130-132.
- [4] 邹明铭. 基于“互联网+”的城镇燃气管网巡维管理与智能化改造 [J]. 城市燃气, 2020,(08):27-32.
- [5] 王海华. 浅析城镇燃气管网智能化的应用 [J]. 上海煤气, 2018,(04):29-31.