

天然气管道运输管理信息化发展现状及前景

王文强（国家管网集团北京智网数科技术有限公司，北京 100013）

摘要：天然气管道运输管理信息化技术是当前提升燃气行业安全管理水平、增加经济效益和社会效益的重要手段。基于此，本文介绍了天然气长输管道信息化发展的背景，以及地理信息系统、监控与数据采集系统、物联网传感技术、大数据技术等信息化技术及其应用，并从技术应用、数据管理、跨界合作、政策支持与市场需求等方面分析了天然气管道运输管理信息化发展的现状与前景。

关键词：天然气；管道运输；信息化技术

信息化技术可以实现对天然气管道运输的实时监控，使管理者更加精准地了解管道运输的实际情况，通过数据分析，可以及时发现并解决潜在的安全隐患，并为后续决策方策方案的制定提供科学合理的依据，使整个运输过程的效率、安全性与可靠性得到大大提升，因此，信息化技术在燃气运输行业具有十分广泛的应用前景。

1 天然气管道运输信息化发展概述

1.1 应用背景

随着经济的不断发展与能源结构的调整，天然气作为一种清洁、高效的能源，其需求量也在持续增长，根据数据统计，可以看出全球天然气消耗量在逐年增长，在 2030 年时，预计消耗量可达 4000 亿立方米，这种需求量增长趋势对天然气管道运输工作提出了更高的安全性与可靠性的要求^[1]。随着天然气管道建设的不断推进，管道网络变得愈发庞大、复杂，这种复杂化的网络结构对管理提出了更高的挑战，传统的管理方式已难以满足现代燃气运输的需求，需要更高效、更智能的信息化管理方式来满足日益增长的运输需求。

1.2 信息化发展带来的优势

信息化系统能够对天然气管道的运行状态进行实时监控，监测器压力、流量、温度等关键参数，在发现异常情况时，可以及时发出预警。通过信息化系统中的振动信号传递和 GIS 系统的结合，可以实现天然气泄漏点的精准定位，提升应急响应速度，减少损失。自动化和智能化的管理方式大大降低了人工干预带来的影响，提高了数据处理的准确性和效率，减少人工巡检的盲目性和重复性，提高了整体的管理效率。运维人员通过利用信息化系统的远程监控和控制功能，可以远程查看管道运行的状态，并对存在安全隐患的调压箱进行远程关阀处理，进一步提高了管理工作的

效率。信息化系统积累了大量的运行数据，通过数据分析与挖掘技术，可以揭示管道运输的规律和趋势，为管理决策提供科学依据。

2 天然气管道运输管理中的信息化技术

2.1 地理信息系统

地理信息系统（GIS）对管道运输的安全性、效率和管理水平等因素有着重要影响，它是一种以计算机技术为基础，构建出的空间信息系统，能够做到采集、存储、管理、分析与显示与地理空间位置相关的数据，并使数据得到有效的调配。在天然气管道的运输管理中，通过整合管道的空间位置、属性信息以及周边环境等多源数据，地理信息系统可以为管道的安全运行和高效管理提供强有力的支持。地理信息系统还可以用于对燃气设施进行精准定位，以及管道地理信息的管理、管网压力数据采集等方面，形成燃气综合管理运行大数据平台，利用计算机的运算功能可以轻松处理这些复杂的信息。

2.2 监控与数据采集系统

监控与数据采集系统（SCADA）是确保管道安全、稳定、高效运行的关键组成部分之一，它是一种集成了计算机、控制技术、通信与网络技术等技术的计算机远程监督控制与数据采集系统，它可以实现对测控点分散的各种过程或设备的实时数据采集，以及对运输过程的全面实时监控。监控与数据采集系统一般由现场设备层、控制层、远程监控层三部分组成，现场设备层中包括各种传感器和执行器，可以用于实施检测与数据采集工作；控制层则负责数据的处理与逻辑控制工作，它可以对采集到的数据进行处理和分析，并根据预设逻辑与规则发出控制指令；远程监控层通过人机界面，能够实现对管道的远程监视与控制，工作人员可以通过远程监控层实时查看管道的运行状态与参数，接收报警信息，进行远程控制操作^[2]。

2.3 物联网传感技术

物联网传感技术通过集成多种传感器和智能设备，能够实现对管道运行状态的实时监测和数据采集，这样大大提高了管道运输的安全性和效率。将传感器、智能设备等与互联网相连接，通过对各种物理量信息的感知、识别、采集和处理，例如，管道的压力、温度、流量等运行参数，可以实现物与物之间的互联、互通与智能化管理。一旦出现异常情况，例如，管道压力超出限制、流量发生突变等，系统会立即发出预警或报警信号，通知相关人员及时处理。在天然气管道运输管理中，物联网传感技术可以通过部署在管道沿线的各类传感器，实时获取管道的运行参数和对应的环境信息，为管道的监控、预警和调度等工作提供科学的数据支持。物联网传感技术还可以用于监测管道周边的土壤湿度、地质活动、气候变化等环境信息，通过实时监测管道周边的生态环境，可以及时发现并处理可能对生态环境造成影响的因素，为管道安全运行提供一定的环境保障，使生态环境免受破坏。

2.4 大数据与数据挖掘技术

在天然气管道运输管理中，大数据与数据挖掘技术的应用对于管道运输安全性、效率与管理水平的提升有着至关重要的作用。在天然气管道运输管理中，每天都会产生大量的实时数据，包括历史负荷数据、故障数据、性能监测数据等，利用大数据技术，可以构建出一个大规模的数据存储系统，以实现海量数据的集中存储和管理。大数据技术能够实现对管道运输数据进行实时处理，以保证数据的时效性与准确性，还可以对管道运输数据进行深度挖掘，找出数据之间的关联性和变化趋势，为决策提供支持。利用数据可视化技术，能够将复杂的管道运输数据以图表、地图等形式展示出来，使管理人员能够更加直观地了解管道的使用情况。

3 天然气管道运输管理信息化发展现状

3.1 信息化技术的应用广泛且深入

信息化技术已经覆盖了天然气管道运输管理的勘探、开采、生产加工、运输储存、销售使用等多个环节。通过利用各类传感器和远程终端设备，可以获得天然气管道的压力、流量、温度等关键参数的实时数据，再结合全球定位系统与地理信息系统，可以对运输过程中的每一条管道的位置、周边环境等信息进行精准记录。通过使用数据采集与监控系统，可以对天然气管道的运行状态进行全方位、实时监控，并将监测到

的结果通过互联网实时传输到监控中心，使管理人员能够远程掌握管道的运行情况。利用大数据、云计算等先进技术，可以对采集到的数据进行深度挖掘和分析，检测出天然气运输过程中潜在的安全隐患和风险点，再结合管网仿真及安全评价系统，可以对管道的运行状况进行动态仿真模拟与风险评估；再根据数据分析的结果，为管理人员提供科学、合理的决策支持，例如，故障预警、制定维修方案等。通过信息化平台，还可以实现信息的快速传递和共享，使管理人员的决策效率和准确性得到提升。

3.2 数据管理现状

利用传感器、远程终端等设备进行实时数据采集管道的压力、流量、温度等参数，并将它们实时传输至数据中心或监控中心，建立一个容量大、性能强的数据库，将采集到的数据采用分布式存储架构存储在数据库中，进行统一的存储与管理，同时还需确保数据的安全性和可访问性。利用大数据处理技术，可以对海量数据进行清洗、整合、标准化处理，利用数据挖掘技术与机器学习算法，可以对处理后的数据进行深度分析，识别出管道运行中存在的异常情况和潜在风险。

对敏感数据应进行加密处理，确保数据在采集、传输、处理和存储过程中的机密性和完整性，可以采用先进的高级加密标准（AES）等加密算法，对敏感数据进行高强度加密。同时，还应建立完善的访问权限机制，对不同用户设置不同的权限级别，限制他们对数据的访问和操作权限，采取多因素认证、白名单等安全措施，避免出现未经授权的访问。记录每一条数据访问操作行为，确保数据的可追溯性和可追责性，定期对访问日志进行检查与分析，找出潜在的安全威胁并及时处理。除此之外，还应该为数据库建立完善的数据容灾备份体系，确保在发生自然灾害、设备故障等突发事件时，管道管理系统能够迅速恢复数据并继续提供运输服务，可以采用异地备份、云备份等多种备份方式，提高数据的可靠性和可用性。

3.3 跨界合作与融合

信息化发展除了可以推动天然气管道运输管理行业的发展，还能推动它加强与其他电力、交通、物流等行业的跨界合作和融合，实现对能源的综合利用和优化配置，共同推动城市能源系统的智能化和高效化发展。天然气管道运输管理信息化发展可以加强天然气产业链上下游企业之间的紧密合作，例如，上游的气田与中游的管道运输企业之间可以数据、资源共享，

可以优化生产计划和运输调度,大幅度提高生产效率与整条天然气产业链的运营效益;若是与IT企业进行合作,管道运输企业可以通过合作方引入更先进的信息化技术,提高提升天然气管道运输管理的智能化水平;如果是跟金融机构进行合作,它可以为天然气管道运输项目提供充足的融资支持和风险管理服务,降低管道运输项目的资金成本,提高资金使用效率。

3.4 政策的支持与推动

自“十二五”规划起,国家开始将天然气基础设施建设作为发展的重点之一,并出台了《“十四五”现代能源体系规划》等一系列政策文件,支持天然气行业的发展,这些政策为天然气管道运输管理信息化提供了有力的政策保障。“十四五”规划中,强调提高天然气的储备与供应能力,将天然气管道、储气库、LNG接收站等基础设施作为重点建设对象,并进一步提出加快建设天然气主干管道,完善油气互联互通网络等内容。随着信息化技术的应用,相关政策中也强调了应加强信息安全管理、采取防范措施,以应对黑客攻击、数据泄露等风险。

4 天然气管道运输管理信息化发展前景

4.1 数据驱动的管理决策

随着天然气管道运输规模的不断扩大,其产生的数据量也在不断增加,企业应加大对数据资源整合和利用的重视程度,通过积极引入国内外先进技术,建立更加完善的数据管理体系,以实现海量数据的挖掘和分析,为管理层的决策提供更合理的依据。随着大数据分析技术的优化,其对管道运输过程中的各项数据的深度挖掘、数据分析、风险预测的能力也将得到提升,可以提前为企业制定更加完善的解决措施,使企业的风险防控能力和应急响应速度得到大幅提高。

4.2 推动行业技术创新

随着科技的发展,大数据、云计算、人工智能等信息化技术也在不断优化升级,升级后的技术可以进一步融入到天然气管道运输管理中,提升管道运输行业的智能化水平。例如,可以将智能传感器、无人机巡检、机械维护等技术应用在天然气的运输过程中,它们能够显著提高管道运输的监测、维护、应急响应能力。假如将航天卫星遥感、航拍数字摄影等技术引入管道运输行业,则可以实现对天然气管道施工过程中的环境、地理位置进行精确勘测,为管道的施工路径选择提供更合理的科学依据。数字化技术通过电子采集和处理数据,能够显著提高数据采集的效率和准

确性,通过三维地理展示和模拟操作,可以实现对数据的综合利用,例如,将管道建设数据与运输过程中的数据进行整合、分析与模拟,这样可以提前找到并解决管道运输中存在的问题,提高管理工作的效率。

除了引入新技术外,还可以在管道施工时采用高强度、耐腐蚀的新型合金管道材料,并使用自动化焊接、无损检测等先进施工工艺,提高管道施工的质量和效率,减少人为错误带来的安全隐患,降低管道在天然气运输过程中的能耗和成本,提高其使用寿命和安全性。

4.3 产业链协同发展

天然气管道运输企业应与产业链上的上下游企业之间进行协同合作,通过信息共享与资源整合,构建出一条实现勘探、开采、加工、运输、储存、使用等各个环节紧密衔接的产业链条,提高所有相关产业的运营效率与经济效益。可以建立一个天然气产业链各环节之间的数据共享机制,对整体数据进行整合、分析,找出产业链中的瓶颈和潜力,调整对应的资源配置;鼓励产业链上下游企业携手并进,共同优化、研发新技术,推动天然气的勘探开发、输送储存等方面技术的进步,通过技术方面的创新,实现降低生产成本、提高产品质量、增强市场竞争力的目的。除此之外,上下游企业还可以整合资源,一同开发国内外的新市场,拓展天然气的应用领域,推动天然气在工业、商业、生活等领域的广泛应用,提高其消费比重。建立天然气产业链应急响应机制,一旦发生突发事件,各企业能够迅速启动应急预案,保障天然气供应安全,通过产业链协同作用,可以提高应急响应速度,将损失降到最低。

5 结论

综上所述,信息化发展是天然气管道运输等现代燃气行业的必然发展趋势,天然气管道运输管理信息化的发展前景十分广阔,通过各种先进技术手段与新型材料的应用,可以显著提升天然气管道运输的安全性、可靠性与管理效率,为天然气行业的可持续发展提供有力保障。

参考文献:

- [1] 王敏,周长李,曹威.长输管道自动化技术现状和发展趋势[J].全面腐蚀控制,2024,38(02):22-25.
- [2] 武国兵.天然气管道输送自动化与自动化控制技术分析[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(08):170-172.