智慧管网中的大数据技术应用与实践

陈吉新（国家石油天然气管网集团有限公司甘肃分公司临夏作业区，甘肃　兰州　730070）

摘　要：智慧管网是指利用现代信息技术和大数据技术对城市油气长输管道等基础设施进行智能化管理和优化调度的系统。本文通过分析智慧管网中的大数据技术应用与实践，探讨了其在提升管网运营效率、实现可持续发展和支持决策制定方面的价值。智慧管网中的大数据技术应用可以提升管网运营效率和可靠性。通过传感器网络的布设和数据采集技术实时监测管网的运行状态和水质情况，及时发现故障并进行预警和维修，有效降低了管网运维成本和减少了供水中断的风险。大数据技术在智慧管网中的应用亦可以与一定程度上支持决策制定与政策规划。数据管理平台的建设和数据清洗技术可以对海量的数据进行整理、分析和挖掘，为决策者提供准确的数据支持，帮助其制定科学合理的政策和规划，提高管网的管理水平和效果。大数据技术的应用研究包括传感器网络的布设与数据采集技术、实时监测系统的建设与数据接入技术、大数据存储架构的设计与部署等，这些技术的研究和应用，为实现智慧管网的全面监测、智能分析和智能决策提供了基础。经实践案例分析和效果评估，展示了大数据技术在智慧管网中的实际应用效果和经验总结，为其他城市在智慧管网建设中提供借鉴参考。由此可见，智慧管网中的大数据技术应用与实践具有重要的价值，随着技术的不断发展和创新，智慧管网将会在未来取得更加卓越的成果，并为城市的可持续发展和优质生活提供更好的服务和保障。

关键词：智慧管网；长输管道；大数据技术；应用实践

1 智慧管网中的大数据技术的应用价值

1.1 提升管网运营效率和可靠性

智慧油气长输管道中的大数据技术应用具有重要的价值，传统的管道运营依赖于人工巡检和定期维护，存在着资源浪费和效率低下的问题。而大数据技术的应用可以通过实时监测、数据分析和智能决策支持系统等手段，实现管道运营的高效化和自动化，提升管道的运行效率和可靠性。

在油气长输管道中布置传感器网络能够实时采集管道运行状态、液位数据以及设备故障信息等关键数据。数据经过实时传输和处理后，相关工作人员能够及时发现潜在的问题和异常情况，并通过智能算法进行分析和预测，提前预警运营人员并采取相应措施，以避免事故和泄露的发生，提高管道的可靠性。大数据技术的应用亦能支持管道运营决策的科学制定则过对海量的数据进行整理、分析和挖掘可以获取更全面准确的信息，例如数据分析和模拟仿真可以评估不同方案的运营效果和风险，以快速选择最优的决策方案。

1.2 实现可持续发展与资源节约

智慧管网中的大数据技术应用可以实现管网的可持续发展与资源节约，作为城市基础设施的重要组成部分，油气长输管道涉及大量的能源资源和人力资源。通过数据分析和智能预测等手段，实现管网的能源节约、水资源管理和环境保护等多方面目标。具体而言，大数据技术可以对管网运行数据进行监测和分析，深入了解管道的能源消耗规律和特点，为能源管理和优化提供科学依据。

大数据技术还可以支持管网的智能调控和优化管理，例如通过算法优化水泵的启停时间和工作模式，降低能源消耗和运行成本。大数据分析预测管道的老化、腐蚀和泄漏等问题，及时采取维护和修复措施，减少事故发生的概率，提高管网的安全性和稳定性。大数据技术还可以支持管网的智能排放管理，通过优化排放方案和控制装置的运行，减少对环境的负面影响。

1.3 支持决策制定与政策规划

智慧油气长输管道中的大数据技术应用通过收集、整理和分析大量的数据，可以帮助管道运营者了解管道运行的特点、问题和潜在风险，为决策制定和政策规划提供科学依据。对油气长输管道的实时监测和评估可以监测关键数据如压力、温度、流量等，及时发现问题和异常情况，提高管道的运行效率和可靠性。此外，大数据技术还能预测未来的油气需求趋势，帮助制定合理的供应计划和资源调配，支持决策制定和政策规划。

过对供应量、消耗情况和市场需求的数据分析为

决策者提供准确的信息，帮助其作出科学决策，促进油气长输管道的可持续发展。

2 大数据技术在智慧管网中的应用研究

2.1 传感器网络的布设与数据采集技术

在智慧管网中，传感器网络的布设和数据采集技术是实现大数据应用的关键。对于传感器节点布设优化而言，重点在于提高管网监测的精确性和覆盖范围，这就要求合理布设传感器节点。布设优化可以基于管网的拓扑结构和水力特性，通过数学模型和算法计算出最佳的传感器节点位置。

由此最大程度地减少传感器数量，提高数据采集效率，并保证对整个管网的全面监测。传感器节点采集到的数据需要及时传输到数据中心或云平台进行存储和分析，为了提高数据传输的效率和稳定性，可以采用一些优化技术。例如选择合适的无线通信技术，如LoRaWAN、NB-IoT等，以满足不同距离和功耗需求。亦或是采用数据压缩和加密技术，减少数据传输量并保证数据安全。

由于大规模传感器网络产生的数据量庞大，对数据的存储和处理能力提出了挑战。传感器数据可以存储在云平台中，采用分布式存储和数据库技术，提高数据的可靠性和可扩展性。且为了快速处理和分析数据，可以采用流式处理技术，实时对传感器数据进行处理和决策，提供快速响应。

传感器网络中采集的数据可能会受到噪声、干扰等因素的影响，从而产生不准确或异常的数据。为了保证数据的质量，可以采用滤波算法对数据进行平滑处理，去除异常值和噪声。并建立故障检测与诊断模型，及时检测传感器故障，并进行修复或替换。

2.2 实时监测系统的建设与数据接入技术

在智慧管网中，实时监测系统需要采集各个传感器节点的数据，并将其传输到数据中心或云平台进行处理和分析。为了实现高效的数据采集和传输，可以采用多种技术手段。例如基于物联网技术，利用传感器节点与数据中心之间的通信网络进行数据传输；使用数据总线技术，通过统一的数据接口和协议实现数据的快速采集和传输；还可以使用数据缓存技术，对数据进行缓存和批量传输，以减少通信开销。

实时监测系统则需要对采集到的数据进行实时处理分析，以提供准确的监测结果和决策支持。实时数据处理涉及到数据清洗、数据聚合、数据计算等过程。诸如使用流式处理技术对数据流进行实时计算和分析，实现即时响应。或是利用机器学习算法，对数据进行建模和预测，从而实现异常检测、故障预警等功能。

为了方便用户对管网状态进行监测和管理，实时监测系统需要提供直观的数据可视化界面。将采集到的数据进行可视化呈现可以直观地展示管网运行状态、故障信息等，使用图表、地图、仪表盘等形式，展示实时数据、历史趋势、报警信息等，使用户能够快速了解管网的运行情况，并做出相应的决策。

2.3 大数据存储架构的设计与部署

在设计大数据存储架构时，需要根据实际应用场景选择合适的存储模型。常见的存储模型包括关系型数据库、NoSQL数据库、分布式文件系统等。对于智慧管网而言，通常需要处理大量结构化和非结构化数据，可以采用NoSQL数据库和分布式文件系统相结合的方式进行存储。

为提高存储和访问的效率需要对数据进行分区和分片，数据分区可以根据不同的业务需求将数据分为多个逻辑单元，例如按照时间、地理位置等进行划分。数据分片则是将一个大数据集合分割成多个小数据集合，分别存储在不同的节点上。采用分片存储可以提高并发处理的能力，同时也减少了单个节点的压力。在大数据存储中，数据的安全性和隐私保护尤为重要，例如采用多种技术手段如加密存储、身份认证、权限控制等，对数据进行安全保护。

2.4 数据管理平台的建设与数据清洗技术

常见的数据采集技术包括传感器信号采集、网关设备采集、数据接口对接等。例如可通过传感器网络实时采集温度、湿度、压力等环境参数数据，或通过用户终端收集用户行为数据。

数据传输层将采集到的数据传输到数据管理平台，采用不同的数据传输协议如MQTT、HTTP、TCP/IP等。还可以使用消息队列、数据总线等技术进行数据传输和消息通信。

在数据管理平台中，对采集到的原始数据进行清洗和预处理。数据清洗包括去除重复数据、填充缺失值、处理异常值等。数据预处理包括数据归一化、特征选择、降维等。常用的数据处理工具有Python的pandas库、scikit-learn库等。数据存储层将经过处理的数据存储在数据库中，以便后续的查询和分析。可以选择关系型数据库如MySQL、Oracle、NoSQL数据库如MongoDB、Redis或分布式文件系统如Hadoop

HDFS 等进行数据存储，需要合理设计数据表结构、索引和分区等。通过数据可视化技术将存储在数据库中的数据以直观的方式展示给用户，可以使用可视化工具如 Tableau、Power BI 等，生成图表、仪表盘等形式的数据报告，帮助用户理解和分析数据。

3 智慧管网中大数据技术的实践案例探讨分析

3.1 大数据在能源管网安全管理中的应用

就智慧能源管网中的大数据应用，油气管网是重要的领域。通过利用大数据技术，油气公司可以实现对管道网络的高效管理和运营。在智慧能源管网中，大数据应用的重要方面是实时监测和预测，通过部署传感器和数据采集设备，油气公司可以收集大量的实时数据，例如温度、压力、流量等。这些数据可以帮助运营人员及时发现潜在的问题，并及时采取措施进行修复或维护，以确保管道网络的安全运行。

此大数据技术也可以应用于管道网络的预测维护，通过分析历史数据和实时数据，油气公司可以建立机器学习模型来预测管道的健康状况和寿命。具体帮助运营人员制定合理的维护计划，提前进行维修和更换，避免因管道故障而引发的生产中断或安全事故。大数据技术亦能应用于优化管道网络的运输和调度，充分结合历史数据和实时数据，油气公司可以确定最佳运输路线和调度策略，以最大程度地提高运输效率并降低成本。大数据技术还可以辅助实时监测市场需求和供应情况，帮助公司做出及时的调整和决策。

由此可见，智慧能源管网中的大数据应用可以帮助油气公司实现高效的管道网络管理和运营。通过实时监测和预测，可以提高管道的安全性和可靠性；通过预测维护，可以降低维修成本和减少生产中断；通过优化运输和调度，可以提高运输效率和降低成本。这些案例说明了大数据技术在智慧能源管网中的重要作用，对于提升油气行业的运营效率和竞争力具有积极的推动作用。

3.2 基于氢能源的能源管网运行优化

在智慧管网中，大数据技术可以应用于基于氢能源的能源管网运行优化。“绿能管网优化”项目是基于氢能源供应的智慧管网系统，旨在实现能源的高效、可靠和可持续供应。在该项目中，通过布置传感器网络，收集管网中关键数据如氢气压力、流量、温度等信息。这些数据通过实时传输和处理后，进入大数据平台进行分析和挖掘，对大量的数据进行深入分析，系统可以实时监测管道的运行状态，发现潜在的问题和异常情况，并及时预警运营人员采取相应措施。如表 1 为该项目一周内的管网运行数据记录。

表 1 绿能管网优化项目一周内的管网运行数据

时间	氢气压力（MPa）	流量（m³/h）	温度（℃）
2024-01-01	12.5	150	25
2024-01-02	12.2	152	23
2024-01-03	11.8	148	24
2024-01-04	12.0	151	24
2024-01-05	12.3	153	25

通过数据分析可以实时监测管道的运行状态，发现潜在的问题和异常情况。大数据技术还可以利用历史数据进行预测和优化，对氢能源供需关系的分析结合天气、季节和用户需求等因素，以预测未来的氢气需求趋势。在供应链管理方面，大数据技术可以分析供应商的交货能力、运输时间等因素，优化供应链的设计和管理，确保氢气的及时供应。

4 结束语

智慧管网中的大数据技术应用与实践通过数据采集、存储、分析和建模等环节，实现了对管道运行状态的实时监测、预测和优化。大数据技术在该方面的广泛应用也带来了以下效益：预测管道异常情况、优化能源消耗、实时监控与预警以及数据驱动的决策支持。由此可见，大数据技术的应用使得管道更加安全可靠，减少了维护成本和能源消耗。亦能够于一定程度上提前预测管道的异常情况，优化管道运行参数和生产过程，提高管道的安全性和效率。智慧管网中的大数据技术应用为管道运营和维护带来了重要的改进和创新。

参考文献：

[1] 常正胜，张晓龙，张扬，等．天然气长输管道智能化管控实践 [J]. 油气田地面工程，2022,41(8):68-74.

[2] 杜威．智能化管道管理系统在成品油长输管道完整性管理中的应用 [J]. 石油库与加油站，2022,29(5):7.

[3] 房科．长距离输气管道安全施工与智能管理对策 [J]. 新商务周刊，2022(9):1.

作者简介：

陈吉新（1984- ），男，汉族，甘肃兰州人，本科，助理工程师，国家石油天然气管网集团有限公司甘肃分公司临夏作业区，研究方向：仪表自动化。