

智能化油气管网技术的应用分析

朱佳丽, 吴宇蕊, 蔡国林, 张 建

重庆科技大学石油与天然气工程学院, 重庆

收稿日期: 2024年9月20日; 录用日期: 2024年10月24日; 发布日期: 2024年12月27日

摘 要

伴随智能化的迅速发展, 智能化建设已成为管道行业未来发展的重要趋势, 一方面, 通过智能化技术, 可以实现管道生产全过程的数据采集和监控, 这样在作业的每一环节都提高了生产效率和生产品质, 其次, 智能化技术还可以为企业提供更加准确的市场预测和决策支持, 帮助企业更好地把握市场趋势和客户需求。本文主要针对基于物联网和大数据的油气管道数据采集和基于人工智能的用户用气预测两个技术, 分别阐述智能化在油气管网中的应用分析, 进一步激发智能化技术在管道行业中的应用和发展, 为管道行业的可持续发展贡献力量。

关键词

智能化, 物联网, 油气管网, 人工智能

Application Analysis of Intelligent Oil and Gas Pipeline Network Technology

Jiali Zhu, Yurui Wu, Guolin Cai, Jian Zhang

School of Petroleum Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

Received: Sep. 20th, 2024; accepted: Oct. 24th, 2024; published: Dec. 27th, 2024

Abstract

With the rapid development of intelligence, intelligent construction has become an important trend in the future development of the pipeline industry. On the one hand, through intelligent technology, data collection and monitoring of the entire pipeline production process can be achieved, which improves the production efficiency and quality of production in every aspect of the operation. Secondly, intelligent technology can also provide enterprises with more accurate market forecasts and decision-making support, helping enterprises to better grasp market trends and customer needs. This article mainly elaborates on the application analysis of intelligence in oil and gas pipeline networks based

on two technologies: oil and gas pipeline data collection based on the Internet of Things and big data and user gas prediction based on artificial intelligence, to further stimulate the application of intelligent technology in the pipeline industry and development and contribute to the sustainable development of the pipeline industry.

Keywords

Intelligence, Internet of Things, Oil and Gas Pipeline Network, Artificial Intelligence

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

伴随物联网、大数据和人工智能的迅速发展,智能管网、智能油田、交通物流、健康医疗都在智能化的生活中得到了应用[1][2]。智能化技术的出现对传统产业的发展有着不同凡响的升级作用,也对石油行业中的油气储运的智能化技术发展应用提供了新的指南。通过结合物联网与大数据技术对管道数据进行采集和基于人工智能对用气进行预测的技术,可以弥补传统管理模式的不足之处[3]。

国外油气与管道企业积极探索管道智能化。美国 Columbia 管道公司采用 GE Predix 平台和 PV 软件,整合管道数据,实现风险实时管理。意大利 SNAM 公司则实时收集分析管网数据,利用 AI 神经网络精准预测天然气用量[4]。在数字化转型上,英国 BP 公司和英荷 Shel 公司与 AI 公司合作,用物联网技术提升管道安全与人员管理,实现设备智能管理;挪威石油公司也于 2017 年启动数字化项目[5][6]。中石油管道公司 2004 年建设 PIS 系统,实现业务信息化,保障管道安全。中石化储运公司 2014 年建设 IPMS 系统,实现核心资产三维可视化。2017 年,中国石油依托中俄东线天然气管道提出了智能管道、智慧管网目标,开展设计研究,形成可推广的智能化技术,开启数字管道向智能/智慧管网的新跨越[1][7]。虽然我国智能管道和智慧管网总体趋势持续向好,但是由于技术的限制和管理的复杂性,往往存在着管道安全监测的实时性、数据处理的效率和准确性等难以解决的问题,本文主要通过引入物联网、大数据和人工智能等技术,可以实现对管道的实时监测、数据采集和分析处理,及时发现和解决潜在的安全隐患,提高管道的安全性和稳定性。

2. 基于物联网和大数据的油气管道数据采集

随着目前管道运输的建设逐步扩大,提出基于物联网的油气管道数据采集,避免了以往传感器的种种限制,充分利用物联网的技术采集各个管道信号数据,进一步推进物联网在油气管道的实时监测技术,可以推动传统产业向智能化转型升级,提高管道的安全性和稳定性,同时也可以为企业提供更加精细化的管理方式,提高生产效率和产品质量。

该数据采集系统主要由数据采集节点、汇聚节点、云服务器和软件组成,系统采用传统的模块化的设计思想[8]。首先,数据采集点主要采集油气管道的相关信号数据,利用无线传感器和网络协议将信号数据上传到数据汇聚节点,汇聚节点收到了请求,数据汇聚节点进行响应,然后利用 GPRS 功能对采集的温度、压力、流量等相关数据发送到 TCP 端口,通过人机交互的浏览器登陆数据采集系统,点击图和表查询油气管道的信号实时数据,基于物联网的油气管道数据采集系统摆脱了传统的传感器长距离的缺点,利用物联网和大数据技术实现效率性、实时性的特点,极大地提高了油气管网各方面的发展。

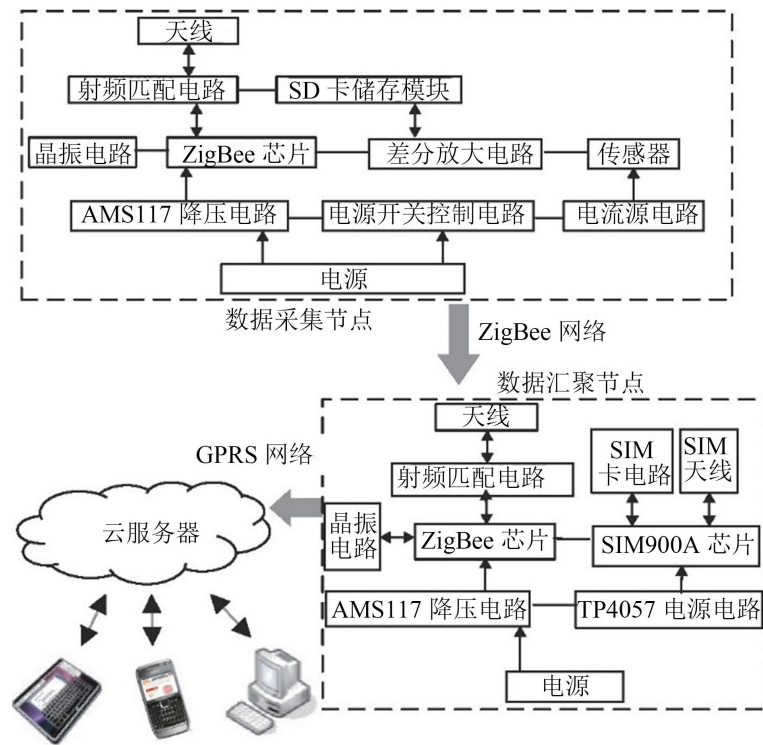


Figure 1. Schematic diagram of “wireless sensor network” system architecture
图 1. “无线传感器网络”系统架构示意图

如上图 1 所示上方展示一系列的技术组件和设备, 这些组件包括 SD 卡储存模块, 用于数据的存储; 晶振电路, 为系统提供稳定的时钟信号; ZigBee 芯片, 负责短距离无线通信; 差分放大电路, 对信号进行放大处理; 传感器, 用于采集各种环境或物理量数据; AMS117 降压电路, 用于将电压降低到合适的水平; 电源开关控制电路, 控制电源的开启与关闭。在图的下侧, 数据采集节点通过 ZigBee 网络将数据发送到数据汇聚节点, 然后这些数据通过 GPRS 网络上传到云服务器。在这个过程中, 天线起到了关键的信号传输作用, 而射频匹配电路则确保了信号的稳定传输。同时, 图中还展示了 SIM 卡电路和晶振等辅助电路, 它们共同支持了系统的无线通信功能。

3. 基于人工智能的用户用气预测

在油气的输送过程中, 对管道途中的各个管段的用户用气规律进行预测是极其具有意义的, 对油气的精准预测能够对油气管网的合理布置提供有效的依据, 帮助管网的工作人员准确把握和控制管网的各个变量, 充分在油气管网的应急和调峰中起到关键的作用, 以此保障管网的安全性和效率性。

用户用气的预测是基于历史用气数据, 依托机器学习算法、深度学习算法、数理统计等方法, 再结合环境和社会节假日等因素, 充分分析和预测用户的用气用油规律。针对国内外的研究现状得出, 对燃气管网用户的小时负荷预测和日负荷预测等短时间的预测技术趋向成熟[9] [10], 目前, 随着机器学习和深度学习等人工智能的迅速发展, 对用户的油气消耗预测提供了更为高效和准确的技术支撑。

利用深度学习的人工神经网络模型, 采集用户一年的用气量、对应温度、时间等数据作为训练数据, 对训练数据进行去噪、归一化等预处理, 其次经过试算确定模型的网络层数, 利用以往数据进行模型训练, 隐含节点个数、各个影响因素的阈值及权重, 结合目前常用的时间序列预测算法思想, 建立用户用气规律的模型, 进而预测未来的用户用气量。

4. 结论

管道行业智能化运行分两阶段实施。第一阶段,业务和信息深度融合,实现基于全景化数据进行生产运行的科学决策目标。第二阶段,智能化算法和大数据技术的结合,实现逐步增强管道的自学习、自决策、自适应能力。物联网和大数据技术为油气管道的数据采集提供了强有力的支持,使得管道的运行更加透明化和智能化。人工智能技术在用户用气预测方面的应用,则帮助企业更好地规划和管理资源的分配,提高效率和效益。

但前人工作可能更多地聚焦于单一技术的应用或局部优化。而本文提出了一个系统性的、分阶段的智能化实施方案,强调了业务与信息的深度融合以及智能化算法与大数据技术的结合。同时,本文提出了一个更为全面和前瞻性的智能化发展路径,不仅关注技术的应用,还考虑了数据的安全性和隐私性保护等现实问题。强调了自我学习和自我调整能力的重要性,为管道行业的智能化发展提供了更为具体的方向和目标。

参考文献

- [1] 张海峰, 蔡永军, 李柏松, 等. 智慧管道站场设备状态监测关键技术[J]. 油气储运, 2018, 37(8): 841-849.
- [2] Gustavo, C. and Markom, S.C. (2017) Intelligent Digital Oil and Gas Fields. Gulf Professional Publishing, 1-10.
- [3] 徐波, 李博, 宋小晖, 等. 油气管道智能化运行解决方案的思考[J]. 油气储运, 2018, 37(7): 721-727.
- [4] Austin, W. (2017) GE Predix the Future of Manufacturing. *Assembly*, **60**, 70-76.
- [5] Monostori, L., Kádár, B., Bauernhansl, T., Kondoh, S., Kumara, S., Reinhart, G., *et al.* (2016) Cyber-Physical Systems in Manufacturing. *CIRP Annals*, **65**, 621-641. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.005>
- [6] Cain, J.R. (2018) Use of Exposomes to Assess Astronaut Health. *Journal of the British Interplanetary Society*, **71**, 112-116.
- [7] 李柏松, 王学力, 王巨洪. 数字孪生体及其在智慧管网应用的可行性[J]. 油气储运, 2018, 37(10): 1081-1087.
- [8] 王琳, 商周, 王学伟. 数据采集系统的发展与应用[J]. 电测与仪表, 2004(8): 4-8.
- [9] Toksari, M. (2010) Predicting the Natural Gas Demand Based on Economic Indicators: Case of Turkey. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, **32**, 559-566. <https://doi.org/10.1080/15567030802578823>
- [10] Farabet, C., Couprie, C., Najman, L. and LeCun, Y. (2013) Learning Hierarchical Features for Scene Labeling. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, **35**, 1915-1929. <https://doi.org/10.1109/tpami.2012.231>