

人工智能技术在城镇燃气管道工程管理中的应用研究

王溪洪 周 勇（四川华油集团宜宾中气天然气有限责任公司，四川 宜宾 644000）

摘 要：随着城市化进程的加速和燃气使用需求的不断增长，城镇燃气管道工程的建设和管理面临着越来越高的要求。作为城市基础设施的重要组成部分，燃气管道的安全、稳定和高效运行直接关系到千家万户的日常生活和公共安全。但传统的燃气管道工程管理模式存在诸多不足，如管理效率低下、安全风险难以有效防控等，这些问题亟待解决。本文将对人工智能技术在城镇燃气管道工程管理中的应用进行深入探讨，以期对燃气管道工程管理的现代化转型和可持续发展提供有益参考。

关键词：人工智能技术；城镇燃气管道；工程管理

0 引言

人工智能技术的快速发展为城镇燃气管道工程管理提供了新的思路 and 手段。人工智能技术以其强大的数据处理能力、智能决策支持和高效运营管理等特点，在各个领域得到了广泛应用，并取得了显著成效。在城镇燃气管道工程管理中，人工智能技术的应用将有助于提高管理效率、降低安全风险、优化资源配置，推动燃气管道工程管理向智能化、精细化方向发展。因此，对人工智能技术在城镇燃气管道工程管理中的应用策略进行研究具有极大的现实意义。

1 人工智能技术

人工智能技术是一门广泛且复杂的技术科学，致力于研究、开发用于模拟、延伸和扩展人类智能的理论、方法、技术及应用系统。作为计算机科学的一个重要分支，它旨在借助算法和数据构建能够表现出人类智能的系统，这些系统能够具备语言理解、问题解决、学习、认知和决策等多种能力。人工智能技术的核心包括机器学习、计算机视觉、自然语言处理等多个方面，这些技术的发展和运用使得计算机和机器能够更智能地处理各种信息，从而极大地提高了生产效率和生​​活质量^[1]。

2 人工智能技术在燃气管道工程管理中的适用性和可行性

2.1 人工智能技术的适用性

人工智能技术在燃气管道工程管理中的适用性主要体现在其强大的数据处理能力、智能决策支持以及高效的运营管理上。燃气管道工程涉及大量的数据监测和分析，如管道压力、流量、温度等实时数据的采集和处理，这些数据的准确性和时效性对于管道的安全运行至关重要^[2]。人工智能技术利用机器学习算法和大数据分析，能够实时、准确地处理这些海量数据，

及时发现异常并预警，从而有效预防管道事故发生。

人工智能技术还能借助模拟和预测，为管道工程的规划、设计、施工和维护提供科学依据，优化资源配置，提高管理效率。

2.2 智能决策支持系统的可行性

在燃气管道工程管理中，智能决策支持系统的应用具有极高的可行性。该系统能够基于人工智能技术，对管道工程的各个环节进行智能化分析和决策。例如，在管道设计阶段，智能决策支持系统可以通过对地质、气候、交通等多因素的综合分析，为管道的最佳路径选择提供建议。在施工阶段，系统可以实时监测施工进度和质量，及时发现潜在问题并提出解决方案。在管道运行维护阶段，系统能够根据实时监测数据，预测管道故障的发生概率和位置，为维修和保养工作提供精准指导。智能决策支持系统的应用，提高了决策的科学性和准确性，还降低了人为因素导致的决策失误风险。

2.3 高效运营管理模式的构建

人工智能技术在燃气管道工程管理中的应用，为构建高效运营管理模式提供了有力支持。其一，人工智能技术可以实现对管道工程的全面监控和智能化管理。例如，利用物联网技术和传感器网络，实时监测管道的运行状态，包括压力、流量、温度等关键参数，确保管道的安全运行。其二，人工智能技术还可以实现对管道工程数据的智能分析和挖掘，发现潜在的安全隐患和运营问题，为管理人员提供及时的预警和决策支持。此外，人工智能技术还可以应用于管道工程的智能化调度和优化管理，根据实时需求和管网状况，自动调整燃气供应量，实现资源的合理配置和高效利用。实施这些措施提高了管道工程的运营效率和管理水平，还降低了运营成本和安全风险。

3 人工智能技术在燃气管道工程管理中的具体应用

3.1 人工智能辅助管道设计与优化

传统的管道设计往往依赖于工程师的经验和手工计算,这既耗时耗力,而且难以保证设计的最优性。然而,引入人工智能技术,可以利用先进的算法和模型对管道布局、管径选择、材料选择等进行优化。例如,利用遗传算法、粒子群优化等智能算法,可以自动生成和优化水管网络的管径、管长和连接方式,以最大化系统效率和降低成本。人工智能技术还可以根据管道所处的环境条件和运行要求,进行水力模拟和动态建模,实时模拟管道的水力行为,包括流量、压力和温度等,从而识别潜在问题并制定优化措施。甚至人工智能在管道材料选择和布局规划方面也表现出色。它可以分析管道的材料特性和应用场景,帮助工程师选择满足特定要求的最佳材料,优化性能和成本。在此基础上,融合建筑信息模型(BIM)数据和管道流体信息,人工智能还可以推荐最合适的管道连接方式,确保管道系统的可靠性和安全性。

在管道设计的优化方面,人工智能技术同样具有显著优势。其一,人工智能技术可以对设计方案进行快速、准确的评估,从而帮助工程师在多个设计方案中找出最优解。这可以大大提高设计效率,还可以降低设计成本。其二,人工智能技术还能对管道运行状态进行实时监测和预测,以便及时发现并解决潜在的问题。例如,利用集成大数据、云计算等先进技术,人工智能可以对管网运行状态的实时监测和数据分析,形成更加直观易懂的数据报告,为管理人员提供直观、全面的管网运行状态信息。最关键的是,人工智能技术还可以自动识别管网中压力波动、流量突变等异常数据,并即时触发预警机制,从而使得燃气管网的管理更加精确且高效。

3.2 智能监控与预警系统

第一,智能监控与预警系统集成先进的传感器技术和物联网技术,实现对燃气管道运行状态的实时监测。这些传感器能够精准地测量管道内部的压力、温度、流量等关键参数,并将这些数据实时传输至监控中心。借助人工智能技术,系统可以对这些海量数据进行深度分析和处理,识别出数据中的异常波动和潜在风险^[3]。例如,当管道内部的压力超过预设的安全阈值时,系统能够立即识别并发出预警,提醒管理人员采取相应措施进行调整,避免管道因超压而发生破

裂或泄漏等事故。

第二,智能监控与预警系统还具备强大的图像识别能力,能够实现对管道沿线环境的实时监控。高清摄像头和无人机巡检等手段,系统可以捕捉到管道沿线的异常情况,如地面塌陷、植被破坏、第三方施工等,这些异常情况都可能对管道的安全运行构成威胁。借助人工智能技术,系统可以对这些图像数据进行智能分析,识别出潜在的安全隐患,并自动触发预警机制。例如,当系统检测到管道上方有大型车辆经过时,能够立即识别并发出预警,提醒管理人员注意管道的安全防护。

第三,智能监控与预警系统还具备智能化的应急响应能力。一旦系统检测到管道发生泄漏或其他紧急情况,能够立即启动应急预案,自动关闭相关阀门,切断燃气供应,防止事故扩大。同时,系统还能将事故信息实时发送至应急管理部门和相关救援队伍,为事故的及时处置提供有力支持。例如,在某次燃气管道泄漏事故中,智能监控与预警系统及时检测到泄漏情况,且自动触发应急预案。系统迅速关闭泄漏点附近的阀门,切断了燃气供应,并向应急管理部门和相关救援队伍发送事故信息。救援队伍在收到信息后,立即赶赴现场进行处置,成功避免事故进一步扩大。

3.3 基于深度学习的管道故障智能预测与诊断技术

深度学习作为人工智能领域的一种重要方法,近年来在燃气管道故障预测与诊断中得到广泛应用。它基于人工神经网络,模拟人脑的分析学习能力,实现对复杂数据的处理和分析。在燃气管道故障预测方面,深度学习技术可以对历史数据的分析和学习,识别出管道系统运行中的异常模式,从而实现对未来故障的预测。例如,可以使用深度信念网络(DBN)对管道系统的运行数据进行建模,训练DBN学习到数据中的高级特征,并用这些特征来预测未来的故障^[4]。这种预测模型可以综合考虑过去多个时间点的运行数据,能更准确预测未来的故障情况。在实际应用中,深度学习模型可以对新的运行数据进行分析,并输出未来的故障概率,有助于提前发现可能的故障,从而提前进行维护,减少由故障引发的损失。

在燃气管道故障诊断方面,深度学习技术同样具有显著优势。传统的故障诊断方法往往依赖于人工经验和硬件检测,存在诊断精度不够、效率不够高、硬件成本大等问题。而深度学习技术可以对大量故障数据的分析和学习,自动提取出与故障相关的特征,实

现对故障类型和位置的快速准确识别。例如，可以使用卷积神经网络（CNN）对管道系统的图像数据进行处理，训练 CNN 学习到图像中的故障特征，实现对故障类型的分类和定位；循环神经网络（RNN）及其变体如长短期记忆网络（LSTM）等，也可以用于处理具有时间序列特性的管道运行数据，实现对故障时间序列的预测和诊断。在实际应用中，深度学习模型可以根据运行数据的模式识别出故障类型和位置，为维修人员提供准确的故障信息，从而提高故障处理的效率。

3.4 基于区块链与 AI 的管道资产管理与追溯

人工智能技术与区块链的结合在燃气管道工程管理中的具体应用，特别是在管道资产管理与追溯方面，正逐步成为行业创新的热点。这一技术的融合提升了管道资产管理的透明度和效率，还显著增强了数据的安全性和可追溯性，为燃气管道工程的长期运维提供有力保障。而基于区块链与 AI 的管道资产管理系统，首先利用 AI 技术实现对管道资产信息的智能化管理和优化。AI 技术可以自动收集、分析和处理与管道资产相关的各类数据，包括管道的物理属性、运行状态、维护记录等，形成全面的资产信息库。这些信息借助区块链技术进行分布式存储，确保了数据的安全性和不可篡改性。

区块链的分布式账本特性使得管道资产的所有相关方都能实时访问到最新的资产信息，大大提升了信息的透明度和共享效率。例如，利用机器学习算法对管道的运行数据进行实时监测和分析，可以及时发现潜在的故障风险，为管道的预防性维护提供科学依据；AI 技术还可以根据管道的实际情况，自动调整维护计划和资源配置，实现资产的优化管理。这种智能化的管理方式提高了管道资产的运营效率，还延长了资产的使用寿命，降低了维护成本。

在管道资产的追溯方面，区块链技术发挥了至关重要的作用。传统的资产追溯方式往往依赖于纸质文档或中心化的数据库，存在数据易丢失、易篡改等问题。而区块链技术通过其独特的共识机制和加密算法，确保了数据的完整性和不可篡改性，为管道资产的追溯提供了一条可靠的链条。在管道资产的整个生命周期中，从设计、施工、运营到维护、报废等各个环节，都可以将关键信息记录在区块链上。这些信息包括但不限于管道的制造商、安装日期、材质、规格、历次维护记录等。一旦需要追溯某个管道的资产信息，只

需在区块链网络中查询相应的记录即可，既快速又准确。此外，区块链技术还可以实现跨组织的资产追溯，使不同企业或部门之间的资产信息能够无缝衔接，进一步提升了资产管理的协同效率。

基于区块链与 AI 的管道资产管理与追溯系统，还为燃气管道工程的监管和合规性提供了有力支持。监管机构可以访问区块链网络，实时了解管道资产的运营状态和合规情况，及时发现和处理潜在的安全隐患。并且区块链的不可篡改性也为管道资产的合规性审计提供了可靠的证据。在发生安全事故或法律纠纷时，区块链上的记录可以作为权威的证据，帮助相关方明确责任，维护合法权益。随着物联网（IoT）技术不断发展，越来越多的管道资产将配备传感器和智能设备，实时采集和传输运行数据。这些数据可以用区块链技术与 AI 算法相结合，实现更加精细化的资产管理和追溯。

4 结束语

人工智能技术在燃气管道工程管理中的应用展现出强大的适用性和可行性。从人工智能辅助管道设计与优化到智能监控与预警系统，再到基于深度学习的管道故障智能预测与诊断技术以及基于区块链与 AI 的管道资产管理与追溯，人工智能技术提升了工程管理的效率和准确性，还极大增强了燃气管道运行的安全性和可靠性，人工智能在燃气管道工程管理中发挥越来越重要的作用，为行业的可持续发展注入新的活力。在人工智能的助力下，燃气管道工程管理将迎来更加智能化、高效化、安全化的未来。

参考文献：

- [1] 鲁星月. 人工智能技术在城镇燃气管道工程管理中的应用研究 [J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2024(01):164.
- [2] 吴安国. 智能物联网技术在城镇燃气报警控制系统中的应用探索 [J]. 石油石化物资采购, 2024(13):118-120.
- [3] 张洁. 基于信息技术的城镇燃气安全管理创新研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024(04):44.
- [4] 白永锋. 安全数智化在燃气管网运营管理中的应用 [J]. 中国化工贸易, 2023(30):118-120.

作者简介：

王溪洪（1979.01—），四川绵阳人，本科，工程师，职位：副经理，研究方向：城镇燃气。