

# 天然气管道输送自动化技术应用研究

覃威森

国家石油天然气管网集团有限公司华南分公司 广东 广州 510627

**摘要:** 随着能源需求的增加,天然气管道输送系统的安全性和效率成为关注焦点。自动化技术在天然气管道输送中的应用显著提高了输送效率和安全性,降低了运营成本。PLC、SCADA及管道仿真监测等自动化技术的应用,实现了对管道运行状态的实时监测和远程控制,有效预防了泄漏和腐蚀等问题。未来,应加强技术创新与研发,引进国际先进技术,培养专业人才,以进一步提升天然气管道输送自动化水平。

**关键词:** 天然气;管道输送;自动化技术;应用

引言:天然气作为清洁能源的重要组成部分,其高效、安全的输送对于满足能源需求和环境保护具有重要意义。随着科技的进步,自动化技术在天然气管道输送领域得到了广泛应用。本研究旨在探讨天然气管道输送中自动化技术的应用现状、具体成效及未来发展趋势,以期为提高天然气管道输送的效率和安全性提供理论依据和技术支持,推动能源行业的可持续发展。

## 1 天然气管道输送系统概述

### 1.1 天然气管道输送的基本概念

(1) 天然气开采、输送与供给流程。天然气管道输送是指天然气由原气开采地或处理地,通过一系列复杂但高效的流程,最终输送至用户的过程。这一流程首先涉及天然气的开采,即从地下气藏中抽取天然气。随后,天然气需要经过净化与加工,去除杂质和不需要的成分,以满足管道输送的质量标准。处理后的天然气被送入输气干线,这是连接气源与用户之间的重要纽带。在输气干线沿途,会有多个配气管网负责将天然气分配至各大城市、工业区和居民区。最后,天然气通过储气系统和各类站场,如调压计量站,被精确地输送到用户手中。(2) 天然气管道输送系统的构成与功能。天然气管道输送系统是一个庞大而复杂的系统,主要由气田集输管道、气体净化与加工装置、输气干线、配气管网、储气系统和各种用途的站场组成。这些组成部分各司其职,共同完成了天然气的开采、净化、输送、储存和供给任务<sup>[1]</sup>。其中,集输管道负责收集未经处理的天然气,净化与加工装置则对天然气进行必要的处理,以确保其质量。输气干线是天然气长距离输送的主要通道,而配气管网则负责将天然气分配至用户。储气系统则用于调节天然气的供需平衡,确保用户用气的稳定性。

### 1.2 天然气管道输送系统的特点

(1) 复杂性与庞大性。天然气管道输送系统具有极

高的复杂性和庞大性。它不仅涵盖了多个环节和多个子系统,还涉及复杂的工程技术和运营管理。从开采到输送,再到最终用户,每一个环节都需要高度的技术支持和精细的管理。同时,管道网络的规模和长度也相当惊人,它们通常穿越多种地形和气候条件,为天然气的输送提供了强大的保障。(2) 安全性与稳定性要求。由于天然气具有易燃易爆的特性,因此天然气管道输送系统的安全性和稳定性要求极高。系统在设计、建设和运营过程中,都必须严格遵守相关标准和规范,以确保其安全可靠的运行。同时,对系统的日常维护和保养也至关重要,以预防可能发生的故障和事故。

## 2 天然气管道输送自动化技术应用现状

### 2.1 国内外天然气管道输送自动化技术比较

(1) 发达国家自动化技术发展历程与现状。发达国家的天然气管道输送自动化技术起步较早,历经多年的发展,已经形成了较为完善和先进的自动化技术体系。在二十世纪六十年代初,美国等西方国家就开始进行干线输气管道优化运行研究,主要研究稳态优化运行问题。随着技术的不断进步和积累,这些国家逐步建立了包括电子通信系统、远程监控系统、风险预警系统、自动化处理系统在内的完整自动化管理体系。这些系统不仅提高了天然气管道输送的效率和安全性,还大大降低了运营成本,为天然气工业的可持续发展提供了有力支持。(2) 我国自动化技术起步较晚但发展迅速。与发达国家相比,我国的天然气管道输送自动化技术起步较晚,但近年来发展迅速。随着我国对天然气需求的不断增加,以及科学技术的不断进步,天然气管道输送自动化技术逐渐成为我国能源领域的重要研究方向。通过引进、消化和吸收国际先进技术,并结合我国实际情况进行自主创新,我国的天然气管道输送自动化技术已经取得了显著成就。目前,我国已经建立了包括SCADA系

统、管道仿真系统、管道监测系统等在内的自动化管理体系，为天然气管道输送的自动化、智能化管理提供了有力保障。

## 2.2 我国天然气管道输送自动化技术主要成就

(1) 西气东输等大型工程中的自动化技术应用。在我国的天然气管道输送工程中，西气东输等大型工程成为了自动化技术应用的典范。这些工程不仅采用了先进的自动化技术，还结合了智能化、信息化等先进技术，实现了天然气管道输送的自动化、智能化管理。通过实时监测管道运行状态、预警潜在风险、优化运行参数等措施，这些工程大大提高了天然气管道输送的效率和安全性。(2) 天然气管道仿真技术、管道监测技术等创新成果。除了在西气东输等大型工程中的成功应用外，我国的天然气管道仿真技术、管道监测技术等也取得了显著的创新成果。这些技术不仅提高了天然气管道输送的安全性和稳定性，还为管道的设计、建设和运营提供了有力支持。例如，天然气管道仿真技术可以模拟管道的运行状态，预测潜在风险，为管道的决策提供支持；而管道监测技术则可以实时监测管道的运行状态，及时发现并处理潜在问题。

## 3 天然气管道输送自动化技术的具体应用

### 3.1 PLC自动化技术在天然气管道输送中的应用

(1) PLC系统的工作原理与特点。可编程逻辑控制器(PLC)是一种专为工业环境设计的数字运算操作电子系统。它采用可编程的存储器，用于在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，并通过数字或模拟的输入/输出控制各种类型的机械设备或生产过程。PLC系统由中央处理器(CPU)、输入/输出(I/O)模块、电源模块、编程器(或上位机)等部分组成，通过内部的梯形图、功能块图、顺序功能图等编程语言实现各种复杂的控制逻辑。PLC具有可靠性高、抗干扰能力强、功能完善、扩展方便、编程灵活、易于维护和调试等特点。在天然气管道输送系统中，PLC能够实现对管道压力、流量、温度等参数的实时监测和控制，确保管道的安全、稳定运行<sup>[2]</sup>。(2) PLC在天然气管道输送中的数据采集与远程操控功能。PLC系统能够接收来自管道沿线传感器和测量仪表的模拟信号或数字信号，并将其转换为可识别的数据。这些数据包括管道的压力、温度、流量等关键参数，以及阀门的开度、泵站的运行状态等信息。PLC通过对这些数据的处理和分析，能够实时掌握管道的运行状态，并在必要时进行远程操控。远程操控功能主要体现在对管道阀门的开关控制、泵站的启停控制以及压力、流量的调节等方面。通

过PLC系统，操作员可以在远离现场的控制室内对管道进行实时监控和远程操控，大大提高了管道的运行效率和安全性。

### 3.2 SCADA自动化技术在天然气管道输送中的应用

(1) SCADA系统的构成与功能。SCADA(监控与数据采集)系统是一种用于远程监控和控制工业设备的自动化系统。它通常由人机界面(HMI)、实时数据库、通信网络和远程终端单元(RTU)等部分组成。SCADA系统能够实时采集工业现场的数据，进行数据处理和存储，并通过人机界面展示给操作员。同时，SCADA系统还能够实现对工业设备的远程控制和调节。在天然气管道输送系统中，SCADA系统能够实现对管道的实时监控、数据采集、报警处理、远程控制等功能。通过通信网络，SCADA系统能够将管道沿线的RTU设备连接起来，形成一个统一的监控网络。(2) SCADA在天然气管道输送中的实时监控与调度管理。SCADA系统在天然气管道输送中的实时监控功能主要体现在对管道压力、流量、温度等参数的实时监测上。通过实时采集这些数据，SCADA系统能够及时发现管道的异常情况，如压力异常、流量波动等，并发出报警信号<sup>[3]</sup>。同时，SCADA系统还能够根据预设的报警阈值进行智能判断，实现自动报警和紧急停机等功能。在调度管理方面，SCADA系统能够根据管道的实际情况和运营需求，进行智能调度和决策。例如，在高峰时段或紧急情况下，SCADA系统可以自动调整管道的流量和压力，确保天然气供应的稳定性和连续性。此外，SCADA系统还能够提供历史数据和趋势分析功能，为管道运营决策提供科学依据。

### 3.3 管道仿真监测技术在天然气管道输送中的应用

(1) 管道仿真监测技术的基本原理。管道仿真监测技术是一种基于计算机仿真技术的管道运行状态监测方法。它通过建立管道的数学模型和仿真模型，对管道的运行状态进行模拟和预测。这种技术能够准确地反映管道内部的流体动力学特性，如压力、流量、温度等参数的分布和变化。在管道仿真监测系统中，通常需要对管道的物理特性、流体特性以及运行条件进行详细的输入和设置。然后，系统会根据这些输入条件，通过数值计算方法来求解管道的数学模型，并得出管道的运行状态和参数分布。这些结果可以用于评估管道的运行性能、预测潜在的风险和故障，并为管道的维护和管理提供决策支持。(2) 管道仿真监测技术在预防泄漏、腐蚀等方面的应用效果。管道仿真监测技术在预防天然气管道泄漏和腐蚀方面具有显著的应用效果。通过仿真模拟，可以准确地预测管道在不同运行条件下的压力和流量分

布,从而识别出潜在的泄漏点和腐蚀区域。这些预测结果可以为管道的维护和检修提供有针对性的指导,避免泄漏和腐蚀事故的发生<sup>[4]</sup>。此外,管道仿真监测技术还可以用于评估管道的剩余寿命和安全性。通过对管道的运行状态和参数进行实时监测和分析,可以及时发现管道的异常变化和潜在风险,为管道的更换和维修提供科学依据。这种技术的应用有助于延长管道的使用寿命,提高管道的安全性和可靠性。

#### 4 天然气管道输送自动化技术面临的挑战与对策

##### 4.1 天然气管道输送自动化技术面临的挑战

(1) 地理环境与气候条件复杂。天然气管道往往需要穿越各种复杂的地形地貌,如高山、沙漠、沼泽、河流等,这些地理环境对管道的建设和运行提出了极高的要求。特别是在极端气候条件下,如严寒、酷暑、暴雨、暴风雪等,管道的维护和运行更加困难。此外,地质灾害如地震、滑坡、泥石流等也可能对管道造成损坏,增加运营风险。(2) 天然气分布不均与输送距离长。天然气资源在全球范围内的分布并不均匀,而天然气需求却相对集中。因此,天然气管道往往需要跨越长距离进行输送,这增加了管道运营的复杂性和风险。长距离输送过程中,管道的损耗、泄漏、腐蚀等问题都可能对天然气的质量和数量产生影响,进而影响到用户的用气体验和经济效益。

##### 4.2 提升天然气管道输送自动化水平的对策

(1) 加强技术创新与研发。技术创新是提升天然气管道输送自动化水平的关键。我们应该加大在自动化控制、远程监控、数据分析、故障诊断等方面的研发投入,推动关键技术突破和系统集成创新。例如,利用物联网、大数据、云计算等现代信息技术,构建智能化的天然气管道输送管理系统,实现对管道运行状态的实时监测和智能预警。同时,还应该注重在管道材料、防腐技术、节能降耗等方面的研发,提升管道的可靠性和耐用性。(2) 引进国际先进技术与管理经验。在全球化的

大背景下,我们应该积极引进国际先进的天然气管道输送自动化技术和管理经验。通过与国际知名企业的合作与交流,学习他们在技术创新、产品研发、系统集成、项目管理等方面的先进做法,不断提升我国天然气管道输送自动化技术的整体水平。同时,我们还应该借鉴他们在安全管理、应急处置、人员培训等方面的成熟经验,提高我国天然气管道输送的安全性和可靠性。(3) 培养专业人才与技术团队。人才是科技创新和产业发展的核心驱动力。我们应该加大对天然气管道输送自动化技术领域专业人才的培养力度,通过高校教育、职业培训、实习实践等多种方式,培养一批既懂技术又懂管理的复合型人才。同时,还应该注重在企业内部建立一支高素质的技术团队,通过团队建设、知识分享、激励机制等措施,激发团队成员的创新活力和工作热情。这些专业人才和技术团队将成为推动天然气管道输送自动化技术不断进步的重要力量。

##### 结束语

综上所述,天然气管道输送自动化技术的应用极大地提升了输送效率与安全性,是现代能源输送体系不可或缺的一部分。随着技术的不断进步和创新,我们有理由相信,天然气管道输送自动化技术将向着更智能、更高效、更安全的方向发展。未来,我们应持续关注并推动该领域的技术革新,为保障国家能源安全、促进经济绿色发展贡献力量。

##### 参考文献

- [1]陈周要,周祖良,罗锐敏.天然气管道输送自动化与控制技术研究[J].化工管理,2021,(09):64-65.
- [2]温强.探析天然气管道输送自动化技术的应用[J].石化技术,2022,(04):25-26.
- [3]傅宣豪,罗云怀,周志昊.自动化技术在天然气管道输送过程中的应用[J].化工管理,2021,(06):57-58.
- [4]张盼,王江超.天然气管道输送自动化技术的运用及研究[J].当代化工研究,2021,(07):73-74.