

# 天然气管道输送过程中的自动化技术研究

王利天 (招远滨海燃气有限公司, 山东 招远 265400)

**摘要:** 现代化能源运输中,天然气管道是一种重要的输送形式,输送安全性、高效性和稳定性都直接关系到整个能源输送的效果。本文从天然气管道输送过程中的自动化技术角度出发,针对天然气管道输送的特点,对管道输送中应用的自动化技术进行分析,主要包括输送参数检测、过程控制及调节、安全防护及应急处理、系统监控及调度等方面自动化技术应用。结合不同类型管道输送的应用实践,研究天然气管道自动化技术的实际应用情况,并对未来技术发展予以展望。

**关键词:** 天然气管道; 自动化技术; 过程控制; 安全防护; 监控与调度

**中图分类号:** TE973 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 011-0093-03

## Research on Automation Technology in Natural Gas Pipeline Transportation

Wang Litian (Zhaoyuan Binhai Gas Co., Ltd., Zhaoyuan Shandong 265400, China)

**Abstract:** In modern energy transportation, natural gas pipelines serve as a crucial mode of delivery, with their safety, efficiency, and stability directly impacting the overall effectiveness of energy transmission. This paper examines the key automation technologies applied in pipeline transportation, focusing on the characteristics of natural gas pipelines. The analysis primarily covers automation applications in parameter detection, process control and regulation, safety protection and emergency handling, as well as system monitoring and dispatching. Additionally, by integrating practical applications across different pipeline types, it explores the real-world implementation of natural gas pipeline automation technologies and provides insights into future advancements.

**Keywords:** Natural gas pipeline; Automation technology; Process control; Safety protection; Monitoring and dispatch

天然气是清洁、高效的能源,以管道作为其运输的主要方式,这些管道担负了很大的能源运输工作量,所以管道的安全、稳定以及效率就显得尤为重要。随着科学技术的发展,自动化技术在天然气管道输送过程中得到广泛应用,是提升管道输气效率、保障安全可靠及降低人为干预程度的有效手段。自动化系统能够对管道实施实时监控,还实现了智能化管理调度、强化应急处理的能力来保障天然气输气工作的高效、安全开展。

### 1 天然气管道输送的工艺特点

#### 1.1 天然气管道输送的连续性与稳定性工艺特征

天然气长输管道是一个复杂的、强度很高的系统过程,主要是保证输送的连续性及稳定性,即管内天然气要在规定的压力和流量下平稳地流动,才能满足生产需要及用户对用气的需求。一旦出现间断性的、不稳定的状况,如管道压力的突变、气流的中断等,都可能造成输送能力下降甚至停输的情况,导致一连串的安全及供能事故的发生。因此,为了保证天然气管网运行的连续性、可靠性,需依靠智能化系统对管网中的流速、压力、温度等进行监控,并根据反馈信息做出相应的调整,以预防事故发生。为保证输送过程的稳定运行。

#### 1.2 不同场景下管道输送的工艺差异

不同地理、气候、应用场所下的天然气管道运输

工艺也有所差别。长输管道往往需要穿越较为复杂的地理环境,例如山地、河流、沙漠等,不同地理环境对于天然气管道的压力、温度等指标有更高的要求。所以长输管道的一个工艺重要特点是要求准确把控气体的温度及压力,避免由于温差变化大或压力不稳导致气体运输效果不佳的问题发生;而城市燃气管道则强调的是安全及灵活度,主要是根据用户需求及时调节供气量和压力大小。自动化技术在这些不同场景下的应用必须根据具体条件进行调整,确保系统能够高效、稳定地运行<sup>[1]</sup>。

#### 1.3 管道输送工艺的核心技术要点与流程规范

整个天然气的运输过程包括取气、压缩、输送、调压及分配等多个步骤,每一项工作的完成都需要严格的自动化技术作为保障。其中,最为关键的是输气过程中,任何一个环节如果出现问题都会造成严重的后果。因而,自动化控制系统须对管线的生产运营状况进行实时监控并作出判断,使其工作满足相关法律法规及标准的要求,辅助人工作业以及仪表测试等工作。此外,管线运营管理也十分重要,在管线自动化中也包含巡检、监测和维修等内容,以便于保障管线长期平稳安全运行。在复杂工况下,通过对整个过程进行细致规定,并使用自动化设备对管道中的天然气运输工作进行管理,可以实现对复杂工况的有效处理。

## 2 天然气管道输送过程中的关键自动化技术

### 2.1 管道输送参数检测与感知自动化技术

管道运行中各项参数的准确感知是保证管道安全高效输气的重要依据。为保证管道运输的稳定性和安全性，在管道内各处的压力、温度、流量、组份等都需要进行实时自动化的检测，而这些参数又直接关系着管道运输的品质和效率。任何一个异常波动都有可能造成系统的故障或者安全事故的发生。

因此，自动化的应用就是通过安装各类传感器、仪表以及监测装置对管内管外各个重要部位进行检测的数据收集，并通过集约化程度高的自动化系统传送到监控中心，经分析计算后就可以判断出管道内部是否有可能出现渗漏、积液、腐蚀等情况。如果发生意外情况，自动控制系统会及时通知工作人员处理，保障天然气传输的顺利安全，该感应技术具有很强的精确性和灵敏度，为后续的自动调控、调整及紧急处理中提供依据<sup>[2]</sup>。

### 2.2 管道输送过程控制与调节自动化技术

在天然气管道运输中，如何实现对输气量以及输气压力的精准调控也是影响输气系统稳定运行的重要因素之一。自动控制系统可以通过对输气过程中各个环节进行监测并加以调控，从而保障输气作业能够在平稳高效的运行状态。比如，在输气管路中安装的压力控制器、流量计及温度调节器等自动控制设施均可以及时发现输气作业中存在的异常，并采取针对性措施予以解决。根据系统反馈的信息及时做出调整，保证管道中气体流速的稳定。

通过自动化系统将天然气的流量以及压力根据外部需求变化情况及管道运行状况实现自动调节，在有效提高管道运行灵活性的同时降低人工调节带来的偏差性影响。比如，在需求变化的情况下，自动控制系统可以快速做出反应并及时进行供气，不会出现断气或者供气不均匀的情况；再如，自动化能够保证压力和流速控制的实时性和准确性，提高能源使用率，防止不必要的耗能或者是因为无法及时调节导致的运行不稳定现象。

### 2.3 管道安全防护与应急处置自动化技术

天然气管道运输中安全问题是首要考虑的问题，如果不能及时发现管道出现破裂、泄漏、腐蚀等情况并加以处理，将会对能源供应造成安全隐患甚至酿成大祸，给环境带来灾难性的破坏或者导致大量人员伤亡事件发生，在此情况下，自动化技术对于管道安全保障起着关键的作用。自动化的应用可以通过传感器及监测装置实时监测管道的运行状况，可以提前预测管道可能发生的故障等问题。比如当管道中存在过大

的压力、温度过高或者有气体泄露等情况发生时，自动化系统都可以进行检测并发出警报信息提示工作人员注意。当管道出现问题时，自动化系统还可以立即采取相应的措施予以解决。如断流、启用应急设备、自动排除险区等。自动化控制可以防止或者降低人为失误及工艺设备失效导致的风险发生，提高管道运行可靠性。

### 2.4 管道输送系统监控与调度自动化技术

复杂的天然气管道输送系统需要对其状态进行全天候、多层次的监控及调度，自动化技术以集中化的控制平台把管道系统的各个部分都纳入同一个监控及管理体系中，在气源的获得以及分配、输送的过程中对各项指标进行监控。尤其是在长距离运输管道或者跨越国界的天然气管道管理过程中，管道距离长、覆盖面广，在运行中需要对流量、压力等参数进行灵活调整，以适应各地各用户的使用需求。自动化系统的运用实现了管道运行状况的远程监测。工作人员借助于自动化系统可以在控制中心实时掌握各个节点的压力、流量、温度、设备状态等情况。对上述信息进行统计后，可以实现智能判断管网存在的风险，实现自动调流及调度<sup>[3]</sup>。

## 3 天然气管道输送自动化技术的应用实践

### 3.1 长输天然气管道自动化技术应用实践

长输天然气管线是一种输送范围广的能源运输管网，在其建设过程中主要实现将天然气从生产区域向消费市场进行运送的目的。该类型的管网一般会经过不同地域的气候带以及地貌区，从北到南，从山岭地区到平原地带，环境因素的变化会对管道的正常运行产生影响，而为保证其在不同环境下能够稳定工作，则需要对其采取有效的保护措施。自动化应用。自动化系统可以实时监测管道内和外部的运行信息，如流量、压力、温度、气组分等，并将上述信息通过传感器传送到中央控制系统中，在接到中央系统的指令后，各个自动控制单元会做出相应的动作以确保管道的压力以及温度等关键指标得到有效的调控。

长距离输送天然气管道主要是为了实现不间断的气体供应，在此过程中不能出现因为设备原因或者人为因素造成停气现象的发生。为保障这一目标的顺利实现，应采用自动化技术对整个管道进行调控。其中，压缩机的控制是自动化的重要部分，利用智能化技术手段来实现压缩机工作情况根据管道内部气体流速需求的自我调整，可以保证一个稳定的气压，不会因为气压太高或者太低而损坏管道。同时流量控制设备的智能使用可以使管内流体的流量始终保持在安全范围之内，不会因为流量过大或者太小而导致管道不能正

常使用。

### 3.2 城市燃气输配管道自动化技术应用实践

首先，城市燃气管网对于不同用户的需求要有相应的调节能力。城市中各个地区的使用需求不尽相同，在高峰时期利用自动化的手段对流量以及压力做出相应控制，就可以实现均匀供气的效果。自动化技术的应用可以使工作人员对整个燃气管道的工作状况进行全面掌控，并在必要情况下对系统的配置进行变更，确保不管是冬季高峰期间或是夏季低峰时期，都能有稳定的燃气供给；

其次，自动化技术协助城市燃气管道防范安全风险的发生。利用气体泄露探测器及压力传感器等设施，实现对管道内部或者外部的各种变化情况的自动监控。自动化控制可以借助集成化监视界面来实现对各类故障的快速识别及处理，从而避免安全事故发生，例如漏气、超压等问题，控制系统可发出警报信号提醒工作人员，关闭阀门、切换至备用系统等<sup>[4]</sup>。

此外，自动化技术还可提高系统运行效率。在实际应用中可以通过对流量及压力的有效控制来实现对不同用气需求下的智能调控，保证能够将资源有效利用，避免出现资源浪费的现象。随着城市建设水平的不断提升，其燃气管道也呈现出越来越复杂的趋势。自动化可实现对整个管道系统的远程监测和操作管理，便于管道系统科学化管理及高效运行。

### 3.3 油气田集输管道自动化技术应用实践

油气田集输管道的自动化主要是对油气田开采、输送以及压力调节等进行自动化的监控与控制。自动化的应用可以降低人为因素造成的误差，提高输油输气过程中的安全性及可靠性。油气田集输管道大多经过多处地域，面对的是极其复杂的地理和气候环境，所以对它的运行状况的实时监测尤为重要。

通过自动化的手段，在管道各关键部位设置传感器以实时测量管内压力、温度、流量等信息，并经智能化数据分析后尽早发现其中存在的异常现象并通知工作人员，防止出现更多的故障问题。还可以针对管道中的不同部位做出精细化的控制。例如，利用自动化的控制系统就可以实现管道压力的自动调节功能，在采气量发生一定变化的情况下可以对管道的压力进行一定的调节，确保其运行过程中的平稳性；也可以通过气体流速的控制来实现对其流量的实时调节。实现对各个地区供气量的平衡供应以及合理调配，保证其用气的时效性。

在实际工作中，除了可以利用自动化的方式进行监控及控制以外，还可以采用自动化的方式来促进整个油气运输工作的高效进行，在此过程中，借助自动

化技术对相关数据进行处理，并以此为基础实现科学合理的配置，避免出现资源浪费的现象，从而有效增强整个系统的运行效率。总之，在油气田集输管道上采用自动化的方法来实时反馈及控制能够有效减少人为的操作失误，实现油气输送的准确安全化，保证油气田生产过程的高效化以及安全化。

### 3.4 跨境天然气管道自动化技术应用实践

①跨境天然气管道的自动化技术要考虑多个国界或区域的问题。不同的国家和地区，其天然气的需求量以及供应情况会有所不同，跨境天然气管道的自动化控制技术利用一个调度中心来完成对管道输送的流量、压力及温度等指标进行整体调控。自动化技术可以依据各个地区的需求来进行自动调节管内气流的方向和流量，保证天然气的平稳供应；同时，跨境管道还要面临不同国家的法律法规和技术规范等问题，自动化技术能保证管道的运行满足各方面的规定并通过统一的管理平台来实施监测及协调控制<sup>[5]</sup>；②跨境天然气管道系统中的自动化技术可实现实时监控及数据共享。自动控制系统通过对管道沿线各处重要点位的各种传感器采集到的管道运行信息通过安全链路上传到调度中心并与沿线国家进行共享以达到及时掌握管道运行状态的目的；当发生异常情况时自动控制系统能够第一时间发出报警信号，并且采取紧急应对策略（关闭、调节等），降低事故发生后造成的供应中断效应。

## 4 结语

未来，天然气管道自动化技术会朝着智能型、一体化及远程控制方向发展。通过不断加强对天然气管道自动化的研究力度，在很大程度上提高天然气管道运输工作的安全性、科学性和高效性，为世界能源供应做出更大贡献。

### 参考文献：

- [1] 王合新, 褚慧. 天然气管道输送过程中的自动化技术研究 [J]. 微型计算机, 2024(7):154-156.
- [2] 张峰. 天然气管道输送自动化与自动化控制技术研究 [J]. 化工管理, 2018(21):54-55.
- [3] 王琦. 天然气管道输送过程中的泄漏检测与安全防护技术研究 [J]. 石油石化物资采购, 2025(4):112-114.
- [4] 刘凯. 天然气管道输送自动化与控制技术研究 [J]. 化工设计通讯, 2022(10):171-173.
- [5] 翁官锐. 天然气管道输送自动化与自动化控制技术 [J]. 生物化工, 2021(2):127-129.

### 作者简介：

王利天（1982.12—），男，汉族，山东招远人，本科，助理工程师，研究方向：城镇燃气。