

# 石油天然气管道输送自动化与自动化控制技术分析

李 静<sup>1</sup> 蒋 志<sup>1</sup> 安 卓<sup>2</sup> 马 蠡<sup>1</sup> 黄辉荣<sup>2</sup>

(1. 中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司川中油气矿, 四川 遂宁 629018)

(2. 重庆科技学院石油与天然气工程学院, 重庆 401331)

**摘要:** 随着自动化技术的推广, 石油天然气管道输送管理基本上已经完成了自动化转型, 自动化技术在其中发挥着巨大作用。近年来, 天然气作为一种清洁能源备受人们关注, 随着能源需求的增多, 石油天然气管道输送对技术提出了更高的要求。目前石油天然气管道输送自动化与自动化控制技术仍有很大的研究和提升空间, 对助力经济发展具有重要意义。文章以石油天然气管道输送自动化技术为主题, 介绍了管道运输与石油天然气管道运输自动化的现实意义以及自动化控制技术的类别, 阐述了石油天然气管道自动化控制现状, 深入探讨了提高石油天然气管道输送自动化控制技术的对策, 以期对相关人员了解石油天然气管道输送自动化控制有所帮助。

**关键词:** 石油天然气; 管道输送; 自动化; 自动化控制技术

## 0 引言

目前, 管道输送是相对常见的一种长途输送石油天然气的运输方式。近年来, 在自动化技术的影响下, 石油天然气管道输送实现了自动化, 其运输效率大幅提升的同时也降低了运输成本。自动化控制技术与石油天然气管道运输管理的有机结合, 不仅实现了自动化控制管理, 也大幅度提升了管道运输的安全性。

## 1 管道运输与石油天然气管道运输自动化的现实意义

相较于海陆运输, 管道运输天然气的优势在于经济性显著、占用资源少且建设速度快、运输量大、具有安全性等。管道运输以管道为载体而非油罐车和油船, 这种运输方式减少了运输过程中的能耗, 同时也避免了空车空船无法连续运输, 并且管道运输涉及工作人员少, 投入的人力资源成本少, 能够实现自动化控制和管理。另外, 无论是在储运还是在运输途中, 管道运输的安全性远高于海陆运输。石油天然气管道运输实现自动化, 会进一步提升管道运输的经济性、安全性和运输效率。使用自动化控制系统管理石油天然气的运输, 能够减少工作人员的工作量或是减少人工的使用, 既能够节约人力资源成本, 又能够最大程度上提升运输效率, 保障石油天然气管道运输的经济性。自动化控制技术会实时监测管道内石油天然气的运输环境, 通过自动化调节技术更改相关参数, 有效避免了因内部压强过高等原因引起的运输安全事故<sup>[1]</sup>。同时也能够检测出人工难以发现的各种隐患, 对提升石油天然气的运输安全具有重要意义。自动化控制系

统也能够在保障管道运输安全的基础上避免石油天然气在运输途中出现不必要的浪费, 提升石油天然气的利用率, 同时有效降低了泄露问题对环境的污染危害<sup>[2]</sup>。

## 2 石油天然气管道输送自动化控制现状

SCADA 系统是目前国内长输石油天然气管道广泛使用的自动化控制技术。利用 SCADA 系统实时采集、分析数据, 根据数据分析结果通过操作计算机调节管道运输系统, 同时也将 SCADA 系统与通信系统、一线设备等结合到一起, 以便于切实发挥系统的调节功能。利用 SCADA 系统强大的数据分析功能, 调度中心能够发现石油天然气管道沿线存在的隐患或是故障, 对保障管道运输的安全性和稳定性具有重要意义, 尤其是长输石油天然气管道。通过数据分析监测石油天然气管道沿线的运输状态, 能够及时发现问题并识别, 之后通过与 SCADA 系统相连接将有关数据输送到监测系统中, 之后, 由调度中心操作。

依托 SCADA 系统, 相关部门建立了一套相对完善的监测系统, 并制定了三级调控方案, 包括以就地控制系统为核心的三级调控系统、由调度中心掌握控制权限的二级调控系统以及属于中心控制系统的一级调控系统<sup>[3]</sup>。三级调控系统负责监控、反馈、应急处理管道运输系统运行期间出现的故障; 二级调控系统主要发挥场站控制功能, 由调度中心根据管道运输系统的运行情况发布执行指令; 一级调控系统的责任是监督, 把控管道运输系统的整体情况。

依托这项自动化控制技术, 石油天然气管道运输的自动化水平得到了提升。但在使用的过程中发现,

该系统存在功能不全等问题。随着天然气需求的增多，管道运输对自动化控制技术也提出了更高的要求，所以，相关人员应加大研究力度，挖掘系统功能，提升系统的应用价值。

### 3 提高石油天然气管道输送自动化控制技术水平的对策

#### 3.1 落实研究工作，挖掘系统功能

国内石油天然气管道输送自动化起步晚，目前尚处于探索和发展阶段。相关工作的开展和落实可以从西方发达国家中吸取经验，明确工作重点。就目前的形势而言，国内的自动化控制技术仍有很大的发展空间。因此，相关人员应加大技术的研究力度，落实研究工作和技术创新，提升SCADA系统的应用价值。

加大对SCADA系统的研究力度，相关工作人员可以将研究方向放在技术融合和创新上。比如，将地理信息技术或是其他技术应用到SCADA系统中，让SCADA系统与多种现代技术相结合，以完善系统功能，提升系统价值。与多项技术融合，会提升系统的采集功能、数据传输能力、精准的定位功能等，从而能够最大程度地保障监测水平。学习国外优秀案例并从中汲取经验，持续推进硬件和软件的研究工作，提升系统软件和硬件的性能，从而增强SCADA系统的各项能力，实现石油天然气管道运输自动化水平的进一步提升。

加强软件研发。对于自动化控制技术而言，软件是前提，硬件是基础。相关人员应立足软件研发，通过不断提升软件性能，包括兼容性、稳定性等，为提升石油天然气管道输送自动化水平奠定基础。提升整合能力。自动化控制技术以数据资源为基础，软件收集、分析数据资源的能力关系着自动化控制技术的应用效果。因此，在研发软件的过程中，应不断提升软件收集数据、分析数据以及整合数据资源的能力，提升自动化控制对数据资源的利用率，让燃气分量评估、石油天然气输送风险评估等结果高度精准。强化软件的兼容性。石油天然气管道输送自动化以及自动化控制技术都涉及多个系统和硬件组成，包括通信系统、安全预警系统等，多个系统间互联互通，密不可分。为了保障自动化控制效果，相关工作人员应关注软件的兼容性并进行优化，以提升软件的稳定性。

#### 3.2 科学选择仪表设备，定期开展维修工作，提升设备系统的运行效率

硬件是自动化控制技术被应用到石油天然气管道运输中的基础。相关人员除了要加强软件研发力度以

外，也应关注仪器设备的运行情况。定期检查仪器设备的各项性能，及时更换老旧破损的零件或是设备，保障仪器设备系统能够稳定、安全运行。

各类型的仪表设备是系统采集数据的基础，也是管道运输自动化的关键。利用仪表设备，石油天然气管道运输能够安全运行，并确保管道调控决策拥有科学的数据参考和支持。因此，要保障仪器性能和运行状态，并定期维修。

首先，关于流量计。可应用于石油天然气管道输送中的流量计有三种。相关人员应综合利用、合理分配流量计的使用，以保障精准计量管道的输气量。为了保障流量计的使用效果，应选择正规厂家生产且国家质量认证合格的流量计。采购时，检查质检报告、出厂合格证明等相关的官方文件。使用前，测试流量计性能，测试结果合格后再使用，以保障计量结果准确。使用期间，应定期维修。由于流量计长期保持高速运行的状态，其内部构件会产生损耗，严重时会出现安全隐患，会导致计量结果出现误差。在误差的影响下很容易发生安全事故。基于此，应安排专业人员定期维修流量表，以保障运行性能良好、计量结果精准等。超声波流量计使用精度高、维修难度低、合理误差范围较宽，在长输石油天然气管道自动化监控中拥有较高的应用价值。交易争端是使用流量计时经常出现的问题之一。针对这一问题，国内已经展开了相关的研究工作。

其次，除了计量流量外，还需要监控石油天然气输送过程中管道的运行压力。调度中心通过监控压力掌握管道内的压力情况，然后根据掌握的信息调节相关参数，在保障石油天然气输送效率的基础上进一步提升管道运输的安全性，避免出现石油天然气泄露等问题。为了满足石油天然气长输需求，近年来，石油天然气运输管道长度在不断增加，连带着增加了石油天然气运输过程中的压力差。因此，应加强出入口出的压强监控。科学运用压缩机，削弱压力变化对管道运输状态的影响力，同时避免管道出现堵塞等问题。

最后，在石油天然气管道输送自动化监测中，气体分析仪也是关键仪器之一。为了避免管道内气体浓度过高导致管道破损、油气泄露，应科学应用气体分析仪，通过实时监测场站内气体浓度，当气体浓度超标时，由系统中的安全预警系统发出警报提醒人员处理，以便于及时发现问题并解决。除此之外，也需要利用专门的仪器负责监控管道质量和性能，控制管道腐蚀程度，以免因管道质量问题引起石油天然气泄露、

输送效率降低等问题。将自动化控制系统与阴保系统相结合，利用自动化控制技术进一步提升系统性能，同时可以根据实际需求适当调整阴保系统的参数，以保障阴保系统有效发挥监管功能。

总的来说，相关工作人员应重视石油天然气输送管道沿线关键仪器设备的检查和定期维修，同时在考虑性能、质量、精准度等多项因素的基础上合理选择仪器设备，比如，选择适合长输石油天然气管道管道运输压力监控的压缩机或是根据流量计量需求科学搭配流量计等。

### 3.3 将智能化技术应用到自动化控制中

提高石油天然气管道输送的自动化水平，应推进自动化控制技术与智能化技术的有机结合，将人工智能、卫星监测等技术应用到自动化控制中，减少人工干预，降低管道运行风险，提升管道运输管理的自动化、智能化水平。比如，天然气管道动态仿真系统的研发和应用大幅度提升了管理的自动化和智能化水平。该系统由中国石油大学开发，结合了多项智能化技术，既能够实时监控石油天然气管道运输情况并进行自动化管理，又能够及时发现并处理隐患。

### 3.4 完善管理制度和标准，落实风险管理控工作

一方面，完善管理制度和标准。在应用自动化控制技术的同时，相关人员也应进一步完善管理制度，确定管理标准和要求，明确多个节点的管理流程和要点。集成管理每个单元的管理工作，落实分级管理制度，明确各部门的职责以及在岗人员的责任。与此同时，根据管理制度的实际应用效果不断调整管理制度，提升管理制度的科学性和可行性。优化管理方案，以系统采集的数据为依据制定出科学合理的管理计划。

另一方面，落实风险管理控工作。在完善管理制度的基础上，相关人员应落实石油天然气管道输送自动化的风险管理控工作。石油天然气易燃易爆，即使是管道运输也具有很高的风险性。另外，石油天然气输送范围广，会经过多个地区，受各地区环境因素、气候条件等因素影响，极容易出现安全风险。所以，在石油天然气管道输送自动化管理中，应加强风险管理控力度，严格按照风险管理制度和规范落实风险管理控工作。完善风险管理体系，明确风险工作流程，做好各环节的风险评估和隐患排查工作，以降低风险隐患对石油天然气管道运输效率的影响。

将 GIS 技术和 GPS 技术应用到自动化控制系统中，利用定位技术掌握石油天然气管道的坐标信息以及管

道周边的地质环境等，整合多项关键数据。除了要掌握坐标信息外，还要了解各管道设定的运行参数、故障次数和故障率以及故障发生的时间。分析整合的数据信息，推动故障原因、危害和处理方案。

### 3.5 加强专业人才培养，增加专项资金投入

一方面，加强专业人才培养。在技术不断更新迭代的背景下，应加强人才培养力度，培养出更符合自动化发展背景的人才，以保障生产的连续性和石油天然气管道运输的自动化水平。加强技术人员自动化能力的培养，使其能够熟练操作自动化设备。加强安全知识教育，提升工作人员的安全意识，让安全生产的理念贯彻到每个工作人员的脑海中，从而提升石油天然气管道运输的安全性。企业应完善人才机制，促进高水平、高素质的人才队伍，以保障各项工作有序落实。

另一方面，加大专项资金投入力度。石油天然气自动化控制管理具有很大的研究空间，相关技术的研究需要有足够的资金支撑，另外，技术人才、专业人员的培养也需要资金，所以，为了推动技术创新、落实人才培养工作，应加大专项资金的投入。为此，应优化设计，减少成本投资，将节约的资金用于技术创新和人才培养等方面，完善自动化控制系统的同时为自动化管理工作的开展输送专业人才，进而保障石油天然气管道输送自动化管理水平和效率。

## 4 结论

综上所述，目前国内在石油天然气管道输送自动化控制技术的应用尚处于发展阶段，包括 SCADA 系统在内的多个自动化控制技术都存在一定的发展空间。因此，相关工作人员应加强技术研究，推动技术创新，为石油天然气管道输送的自动化管理提供技术支持。加强人才培养，完善管理制度，基于自动化管理需求进一步完善软件和硬件配置，以保障系统安全、稳定、高效运行，从而进一步提升国内石油天然气管道输送的自动化水平。

### 参考文献：

- [1] 张天禹, 杨默. 自动化技术在油气储运工程中的应用 [J]. 科技创新与应用, 2022, 12(24):154-157.
- [2] 武国兵. 天然气管道输送自动化与自动化控制技术分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(08): 170-172.
- [3] 万宇彪. 长输天然气管道自动化现状及发展技术研究 [J]. 石化技术, 2022, 29(9):70-72.