

# 长输管道电气系统及输油站自动化应用

朱明凯 李鹏飞（山东联合能源管道输送有限公司，山东 烟台 264000）

**摘要：**长输管道具备远距离、大流量、连续运输油气资源的能力，是国家能源战略的重要组成部分。为提升长输管道的安全性和运行效率，深入分析了长输管道电气系统的组成，提出传感器技术、控制系统、通信网络等关键技术的应用。同时，针对输油站自动化系统中的 SCADA 系统、微机保护测控装置展开研究，且结合实际项目案例，解析电气自动化技术的运用情况，确保长输管道高效稳定运行。

**关键词：**长输管道；电气系统；输油站自动化；关键技术；应用方式

## 0 引言

长输管道电气系统的作用是给管道提供稳定、充足的电力能源，实时监测管道工作状态，使其达到安全、稳定、可靠的效果。输油站是原油传输的核心节点，主要目的是原油接收、储存、加压输送的多项任务。长输管道电气系统采用电气自动化技术，使长输电气管道和输油站运行正常，达到远程监控、智能调度、故障预警、自动保护的多项功能，切实保证原油输送的效率以及安全性。本文重点分析长输管道电气系统及输油站自动化技术应用现状、特点以及未来发展趋势，希望为长输管道领域建设和发展提供有力支持。

## 1 长输管道电气系统概述

长输管道电气系统将计算机技术融入到其中，发挥计算机技术、电子技术、通信技术、信息技术的优势，使长输管道电站二次设备进行继电保护与管理。同时，具备控制测量、信号传输、故障滤波、自动装置的多项功能。通过长输管道电气系统融合多种技术实时监测管道工作状态，达到系统精准控制的效果实现综合性、协调化。长途管道电气系统内利用信息交互和数据共享方式，确保整个系统能够监督和管控，保证管道系统功能合格。电气系统应用后提高管道运输系统的自动化水平，也能保证管道运行达到稳定、可靠、安全的效果。同时，现代油气传输系统发展速度加快，技术水平日益提升，电气系统应用后便于油气传输系统的优化改进，使其效率不断提高，也能满足现代社会的发展需求<sup>[1]</sup>。

## 2 长输管道电气系统的关键技术

### 2.1 传感器技术

长输管道电气系统运行时离不开传感器技术的支持，为保证管道安全、高效工作提供数据支持。长输管道电气系统中传感器作为基础组成部分，实时监测管道内部压力、温度、流量多项数据，再利用通讯系

统传输到后台控制中心进行数据分析和处理。压力监测中利用传感器实时掌握管道内部介质传输的压力参数值，其测量范围广，从低压到高压都可覆盖，并且测量精度达到  $\pm 0.5\%$  或更高。通过压力参数掌握长输管道的工作状态，一旦存在压力异常，传感器立即发出警报，防止因为高压或低压造成管道破裂、泄漏的事故。温度监测也离不开传感器支持，实时监测管道内部温度，其测量范围达到  $-50^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$  之间，能够及时发现管道热胀冷缩、介质温度变化而存在的潜在问题，并采取必要的预防应对措施。

### 2.2 控制系统

长输管道电气系统中控制系统极为重要，采用计算机和先进控制设备作为支持，其数据处理能力较高，提高长输管道的监控制水平。控制系统利用掌握的传感器传输数据信息，实时获取管道工作情况，再根据实际状况制定控制策略。控制系统中包含高精度算法和模型，能精准计算管道内部压力、温度、流量各项参数的变化趋势，预测潜在故障和风险，其算法和模型的精度超过 99%，能够对系统状况做出精准判断。控制系统根据管道工作情况和预设安全阈值自动化调整管道输送压力、温度参数，保证管道达到安全、高效的效果。同时，控制系统还能对管道实施远程启动、停止以及调节，使管道操控变得更加灵活、可靠，控制系统达到自动化、智能化的效果。如果检测存在故障或异常现象立即启动应急预案，并采取相应措施故障隔离以及恢复，防止给其他管道产生不利影响。除此之外，控制系统监控中掌握各项数据信息记录、故障信息以及处理过程，为后续故障改进和系统优化提供支持。

### 2.3 通信网络

长输管道电气系统的通信网络系统功能正常，达到高速、可靠的数据传输效果，并且具备强大的数据

吞吐能力和低延迟特性。长输管道电气系统中, 通信网络及传输速率可以达到数 Mbps 至数百 Mbps, 使传感器数据、控制指令的关键信息沿着网络系统快速传递。同时, 通信系统网络覆盖范围较大, 能够覆盖整个长输管线, 尤其是偏远、复杂的区域依然能够全面监控。从数据传输可靠性方面分析, 利用通信网络采用先进的编码和校验技术, 使数据传输错误率降低, 一般低于 0.01%, 提高数据的准确性和完整性。此外, 通信网络系统具备的干扰能力, 即使恶劣条件下依然能够保持稳定运行, 也能提高系统的可用性。

### 3 输油站自动化系统应用

输油站自动化系统作为现代油气运输领域的核心技术, 采用集成先进的传感器、控制器、通信技术和数据处理算法, 实现了对输油站各项参数的实时监测、智能控制及故障预警, 显著提升了输油站的安全性和运营效率。

#### 3.1 SCADA 系统

输油站自动化系统设计中使用 SCADA 系统, 将监控控制、数据采集、处理、传输的多项功能集成到自动化系统内, 使输油站达到高效、安全、可靠的效果。SCADA 系统实时监测油罐容量、压力、温度、流量各项数据, 掌握设备管道的工作状态, 数据采集精度高, 实时性强, 其更新频率达到秒级甚至毫秒级, 帮助工作人员实时获取输油站的工作状态。通过 SCADA 系统工作人员实现远程控制和调节输油站的设备, 将阀门、泵站开启到最佳状态。

同时, 利用 SCADA 系统对整个输油站全面监控, 达到远程操控、故障诊断的效果, 避免操作过程中引发安全事故。此外, SCADA 系统能够记录输油站的历史数据信息, 并展开数据信息的深度分析, 获取输油站工作状态、优化操作流程以提高工作效率。而在 SCADA 系统中具备报警机制, 一旦发现异常现象立即发出警报, 尤其是压力、温度超标自动启动应急措施, 保障输油站的安全性<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 微机保护测控装置

第一, 微机保护测控装置。微机保护测控装置为输油站自动化系统控制的核心, 将微处理技术、数字信号处理算法融入到其中, 使其具备较高的保护与控制性能。微机保护测控装置应用中实时监测电力系统的关键数据, 掌握电流、电压、频率、功率因数, 其测量精度达到 0.2% 甚至更高, 使数据具备较高的真实性和准确性。在微机保护测控装置中内置智能算法,

快速获取电力系统的异常状态, 掌握过载短路、接地故障的信息, 并在毫秒时间内触发保护动作, 防止发生设备损坏、事故扩大的问题。此外, 微机保护测控装置还能够实现自我诊断, 实时监测输油站的工作状态, 及时发现潜在问题并上报管理者以便采取合理应对措施。

第二, 微机保护测控装置。输油站自动化系统内微机保护测控装置发挥保护作用, 确保系统具备安全性。微机保护测控装置对高压电机、变压器、输油线路的关键设备实施全面电气保护, 针对故障类型制定定制化的解决策略。对于电动机来说, 微机保护测控装置提供过载保护、堵转保护、相不平衡保护; 针对变压器来说, 微机保护测控装置提供差动保护、瓦斯保护、过温保护。此外, 微机保护测控装置能实时监测故障情况, 并记录故障前后数据信息, 获取故障类型、发生时间、故障电流、电压波形, 从而为故障处理和系统优化改进提供有力支持。

第三, 微机保护测控装置的通信。微机保护测控装置通信与集成能力优越, 能够满足系统控制精度的需求。该系统中利用多种通信协议, 如 IEC 60870-5-104、MODBUS 等, 实现输油站自动化系统的无缝接入, 实现数据信息传输与共享, 采取远程通信措施使工作人员快速获取电气设备的工作状态。根据实际情况调整保护定值, 达到远程监控和故障复位的效果, 提高系统的运营效率和响应速度。除此之外, 微机保护测控装置和其他智能设备联合应用, 如智能电表无功补偿装置实现协同作业, 提高系统的自动化调度和控制水平。

### 4 电气自动化技术在长输管道及输油站应用案例

#### 4.1 长输管道电气自动化技术应用案例

长输管道电气自动化技术应用后, 使现代输油领域发展速度加快, 实现技术改革与创新, 对长输管道运行的智能化、自动化水平提高奠定基础。某原油长输管道项目长度达到几千公里, 穿越恶劣的地形条件和气候环境, 采取自动化技术保证其可靠性、稳定性。本输油管道项目中电气自动化技术核心在于建设数据与监视控制系统 SCADA, 实现系统全面部署。SCADA 系统沿着原有管线完成多个传感器的安装, 并设置远程终端单元, 能够实时掌握管道的关键参数, 获取压力、温度、流量的各项数据, 使数据信息具备安全性、可靠性<sup>[3]</sup>。而在系统获取数据信息后将其传输到中央控制室, 再利用先进的图形用户界面, 工作



人员实时掌握管道工作状况,即使微小的波动或异常都能快速识别。同时,SCADA 系统的数据处理能力较高,通过历史数据处理,预测管道状态变化趋势,确保决策方案的制定提供有力支持。通过 SCADA 的管道系统达到全面性保护,提高管道运维水平。利用该系统的故障检测和定位算法能快速确定管道泄漏、堵塞或其他潜在故障,立即发出报警信号以便采取应急处理措施。

此外,根据系统需求确定故障类型,利用智能化系统实时调整管道技术参数,降低输送压力,启动备用线路从而能够避免故障发生。本原油传输管道选用电气自动化技术后,能够降低管道能耗。管道投入运行中通过远程监控达到精准控制效果,实时监测管道工作状态,动态化调整加热炉的燃烧效率、泵站输出功率,确保原油传输安全性基础下降低能耗<sup>[4]</sup>。此外,本系统具备智能调度功能,根据由原管道工作状态调整传输计划,确保管道传输具备较高的效率。

#### 4.2 输油站电气自动化技术应用案例

输油站运营管理中电气自动化技术的应用提高管理效率,保证输油站的安全性,也能达到资源优化配置的效果。某大型石油企业输油站运维中,其主要作用是从港口卸载、存储、加压输送到下游炼油厂,采用电气自动化技术实现输油站高度集成化、智能化、高效化建设。本输油站项目电气自动化系统的关键在于高度集成控制中心,其安装有分布式控制系统 DCS 以及可编程逻辑控制器 PLC,其作为整个控制系统核心,保证输油站达到自动化、智能化的效果。DCS 系统通过掌握安装在输油站各个角落的传感器数据实时监测储罐液位、泵组工作状态、管道压力、温度参数,再利用精准的计算分析能够以直观的形式展现在大屏幕上,确保工作人员能够全局掌握输油站的状态。PLC 系统的作用是发布控制指令,根据液位自动启停泵组、调节阀开度以及保证压力稳定。

同时,PLC 系统还可在紧急状况发生后快速切断电源,确保输油站正常运行,防止造成伤亡事故。电气自动化技术应用后,对保证输油站的安全性产生积极作用。本输油站中设置微机保护测控装置,实时监测电气设备工作状态。如果存在过压接地故障的现象,立即启动保护装置,防止发生电气事故。同时,根据火灾报警系统和视频监控系统的联动,如果监测发现存在火情或异常现象,立即触发报警并自动启动应急预案。通过启动消防泵、开启应急照明、封锁危险区

域的方式提高输油站内应急响应速度,也具备较高的安全防护能力<sup>[5]</sup>。

除此之外,电气自动化系统使输油站的能源管理更加精细化,防止造成能源浪费的现象。输油站采用电气自动化系统后,利用能源管理系统 EMS 实时监控站区内的能源消耗状况,主要从电能、燃料方面展开,结合实际需求、外部环境变化调整控制策略,采取优化泵组组合、调整加热炉燃烧效率的方式达到节能减排的效果。同时,EMS 系统对历史数据信息深度分析,挖掘数据潜力实现节能改造和系统优化。该输油站电气自动化改造中,还融合物联网技术、云计算平台达到远程监控以及智能化运维的效果。利用设置的云端数据中心,管理人员无论何时何地实时掌握区内工作情况,提高响应速度。此外,根据大数据技术预测数据变化发展趋势,确定故障发生发展状况,避免出现非计划性停机,保证输油站的运营效率以及可靠性。

#### 5 结语

长输管道电气系统及输油站自动化技术的应用,对保证管道运行效率以及安全性产生积极影响,也是现代科学技术发展下的必然趋势。电气自动化技术应用后使长输管道电气系统和输油站系统运行效率合格,达到实时监测、智能调度、故障预警的效果,确保整个系统效率和安全性合格,为现代社会提供稳定的石油资源供应,也能为社会长远发展奠定基础。

#### 参考文献:

- [1] 冯毅,王延,郑程,等.PLC 控制系统在输油站站控系统中的应用情况分析[J].中国石油和化工标准与质量,2017,37(12):124-125.
- [2] 夏晨冷,于明池,李小磊,等.天然气长输管道系统的电气设备管理措施[J].化工设计通讯,2019,45(03):32-33.
- [3] 刘延东.长输管道电气系统及输油站自动化应用研究[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2018,(12):169-170.
- [4] 闫石,熊春宇.长输油气管道阀室接地系统的研究与设计[J].电气时代,2019(10):66-69.
- [5] 孔艺.原油长输管道 SCADA 系统在输油站的应用探讨[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2019(03):170-171.

#### 作者简介:

朱明凯(1997-),男,汉族,辽宁省大连市人,本科学历,助理工程师,研究方向:自动化、长输管道。