

自动化技术在油气储运过程中的应用方法探析

燕晓奎 杨会平 贾艳祥 (广饶科力达石化科技有限公司, 山东 东营 257300)

摘要: 自动化技术在油气储运过程中广泛应用, 可实现对关键参数的智能监控和精确控制, 进行数据分析和过程优化, 从而提高储运效率 and 安全性。本文概述了油气储运的自动化需求, 并提出了智能监控、精确控制、数据分析、智能调度、自动化维护等多种应用方法。自动化技术的发展为油气储运提供了有力支撑, 是实现智能化和绿色化油气储运的重要手段。

关键词: 自动化技术; 油气储运; 智能监控; 精确控制; 数据分析

我国对能源的需求量巨大, 而油气资源又是首要的能源供给来源。为确保油气的安全高效储运对保障国家能源安全具有重要战略意义。当前, 我国正大力推动能源产业的数字化、智能化转型。《“十四五”数字经济发展规划》提出, 要建设先进的能源基础设施, 推动油气资源勘探开发全流程数字化。在这个背景下, 自动化技术与油气储运深度融合, 建立智能化的监控、控制和管理系统, 是实现高效稳定的现代化油气储运的重要途径。本文将详细探讨自动化技术在推动油气储运智能化中的应用与发展。

1 自动化技术概述

科学技术的日新月异, 自动化技术已成为当今工业领域发展的重要引擎和趋势所向。自动化技术汇集了控制理论、信息技术、传感器技术等多学科前沿成果, 通过设计研发智能设备和系统, 可全面实现工业生产过程的智能化监控、精确调节和自动化管理。这种技术以减轻重复劳动、提升作业效率、确保产品质量安全为宗旨, 可谓是工业革命以来对生产力发展的一次重大飞跃。自动化技术主要具有智能监测、闭环控制、故障诊断、优化决策等核心功能, 可完全替代或减少大量人工作业, 大幅提升产量、质量和灵活性。在当今能源紧张和安全形势严峻的大背景下, 自动化技术在油气储运等重要领域的应用尤为关键和迫切。通过建立起智能的监控预警系统、精确的过程控制系统、高效的数据分析平台等, 自动化技术可全面提高油气资源的开采利用效率、储运安全系数, 实现对能源供应链的精益管理, 保障国家能源安全。可以说, 自动化技术已成为推动油气行业实现智能化转型的重要技术支撑。

2 油气储运过程中的自动化技术需求

2.1 安全监控需求

油气资源的开采、加工和长距离运输是一个涉及

高风险的复杂工程, 对系统运行的安全性和稳定性要求极高。传统的以人为主导的监控方式, 很难适应现代油气工业的高生产强度和复杂流程, 存在目视死角、响应迟缓、疏漏事故等诸多问题。这亟需采用自动化技术建立起智能化的安全监控体系。自动化系统通过在关键节点设置各类传感器和检测设备, 可以对整个油气储运链路进行无死角、全天候的状态监测, 实时获取流量、压力、温度等运行数据, 并利用专业算法和大数据技术进行多维度分析, 找出设备故障、管道泄漏等各种安全隐患。一旦监测到任何异常, 系统可快速发出视觉和声音预警, 引导相关人员采取应急处置, 以避免事故的进一步升级。相比人工监管, 基于自动化技术的安全监控更具覆盖面广、响应速度快、分析智能等特点, 可提高事故预测准确率, 大幅降低生产事故率, 保障系统高效稳定运行。这对于规模庞大、流程复杂的现代油气工业来说, 具有无可替代的重要价值。

2.2 精确控制需求

油气从地下开采到终端消费可谓一个极其复杂的工程系统, 涉及石油钻井、集输管网、储罐区、海运码头等多个环节, 各环节之间存在诸多物理和化学参数的相互制约关系。这需要通过精确的过程控制技术来保证整个油气链的平稳运行。例如, 在油气管道长距离输送过程中, 流量、压力和温度的精确控制尤为关键。流量过大可能导致管道产生动力疲劳和破裂事故; 压力过高也会加剧管壁和阀门的磨损; 而温度波动又会导致介质成分和密度发生改变, 影响管道的传输容量等。可见, 对这些参数的精确调节对确保管网安全稳定运转至关重要。针对这一需求, 自动化控制技术为油气行业提供了有力支撑。例如采用先进的PID控制算法可以实时调节阀门开度, 稳定管网压力; 采用多变量控制和模型预测技术可协调调节温度、流

量等参数,实现最优运行;还可利用在线优化和自适应控制策略,针对不同工况和介质类型进行控制参数的智能调整。相比人工经验控制,自动化技术实现了过程控制的全面系统化、智能化、精确化,大幅提高了系统的稳定性和动态响应能力。

2.3 数据分析与优化需求

当今大数据技术的兴起为油气储运领域带来了新的机遇。油气工业是一个数据密集型产业,从勘探、开采到储运各环节都会产生海量的工作参数、设备状态、流程数据等,这些多源异构的结构化和非结构化数据蕴含着宝贵的知识价值。但是仅依靠人工很难从中发掘真知灼见。借助大数据采集、存储和分析平台,可以收集来自传感器、工控系统和企业信息系统中的各类生产数据,通过关系分析、数据挖掘、机器学习等技术进行多维度分析,发现生产过程中的热点问题,找出系统弱点和节能降耗的潜力点,提供管理者制定优化决策。例如可以利用关联规则学习算法,分析储罐区的布局、介质属性、气候条件等因素之间的内在关系,优化储罐的布置使用;也可以建立学习型预测模型,根据历史数据预测油气需求变化趋势,制定合理的生产计划。相比人工统计分析,大数据技术可实现对海量多源异构数据的高效整合应用,发挥数据的最大价值,持续推动油气储存过程的精益求精。这对于提升储运系统效能、降低生产成本具有重要意义。

3 自动化技术在油气储运过程中的应用方法

3.1 智能监控与预警系统

为实现对油气储运系统的全面监控与风险管控,建立智能的监控预警子系统至关重要。该系统通过在关键设备及管网节点布设各类物理传感器、图像监控和过程数据采集设备,实时获取系统运行参数和状态信息。这些庞大的多源异构数据会汇聚到主控中心的大数据平台,通过数据清洗、融合建模等手段实现对系统运行状况的全面感知。例如可以通过传感器获取管道压力波动和温升数据,图像识别技术检测阀门开闭状态,监控控制系统采集流量控制参数等,统一纳入大数据平台分析。然后,系统利用预设的知识模型和专家规则,辅以机器学习算法,对各类监控数据进行多维度关联分析和模式识别,判断系统是否存在异常状态或故障迹象。如果发现诸如管道泄漏、设备失灵等风险,可通过智能分析判断故障类型及后果严重性,进行层级预警,同时给出处理建议。相比人工监测与预警,该系统融合多源异构数据,进行智能分析

和预判,监控范围广,响应速度快,可大幅提升监控效能,降低安全风险。它为操作人员的决策提供了有力的信息支持,是实现油气系统智能化监管的关键所在。

3.2 精确控制与调节

油气储运是一个复杂的过程工程系统,涉及石油开采、集输管网、炼制等多个环节。为保证整个油气链的安全高效运行,建立自动化的精确控制系统对各关键参数进行监测与优化调节极为重要。以油气长距离管网输送为例,流量、压力和温度是三个最关键的参数。流量直接关系到管道的传输能力,压力过高会引起管道和阀门的损坏,而温度变化会影响油气的流动性。为实现对这些参数的精确控制,自动化系统集成先进的监测设备与控制算法。如在管道关键节点布设智能流量计、压力传感器和温度探头,实时获取各节点处的参数信息。这些庞大的过程数据汇聚到集中控制系统,经过滤波与校验后,作为控制程序的输入。系统整合了多种智能控制策略,如PID控制、模糊控制、神经网络自适应控制等,并结合油气管输的专业知识与运维经验,构建了适合管网参数优化的控制模型。

控制程序可以根据管道实时状态持续进行计算,并输出控制指令,驱动泵站、阀门、加热器等执行机构,实时调节流量、压力和温度。如遇管道泄漏、压力过高等异常,还会启动快速响应的防护机制。相比以往依赖操作人员的经验控制,这种自动化精确控制系统实现了对复杂管网的参数测量、建模分析和闭环控制的系统化、智能化,使管网运行在安全经济的最优状态,极大提高了输送的稳定性与效率。其可靠的控制策略也为管线的持续优化提供了有力保障。

3.3 数据分析与优化管理

大数据技术的应用为油气储运流程的持续优化提供了有力支撑。油气储运是一个数据密集型过程,每天都会产生海量的操作数据和业务数据。这些多源异构的数据中蕴含着宝贵的知识价值。组成油气储运数据的要素包括:各类物理传感器采集的压力、温度、流量等工艺数据,反映设备和管网的实时状态;来自企业信息系统的库存管理数据、质量检测数据,反映经营管理情况;来自气象系统和需求预测系统的数据,反映外部环境。但是,要从繁杂的数据中找出有价值的信息是非常困难的。

这个时候,大数据技术的应用就显得尤为关键。

大数据平台可以收集、整合这些多源异构数据,通过数据清洗、异常检测等提高数据质量。然后,使用机器学习等算法,从大量的数据中发现模式和规律。例如,可以应用关联规则挖掘技术,分析气候变化对管线运行参数的影响,并进行相应优化;使用聚类分析发现储罐使用模式,进行更经济的作业规划;采用神经网络模型预测未来的油气需求变化趋势,制定储运计划。相比传统依赖个别系统和人工经验的分析,大数据技术实现了全流程数据的协同应用,可以持续发现问题和优化机会,显著提升决策能力和业务效益,有力推动了油气储运管理的智能化。

3.4 智能调度与计划

面对复杂多变的市场环境和海量的业务数据,利用自动化技术实现油气储运的智能调度和规划对于保障能源供应的稳定性和经济性极为关键。智能调度与计划系统整合了多源数据,实现了全流程的优化决策。例如,系统接入了企业 ERP 系统中的生产计划数据、销售预测数据,明确生产目标;接入气象信息系统和流量控制系统,实时监测气候变化对原油性质的影响以及管道流量变化情况;还包含储罐设施、海运与管输系统的静态数据等。基于这样全面的信息支撑,系统可以进行智能化调度与计划。

例如,结合气候系统的温度预测,提前调整管线加热站的参数,保证原油流动性,避免管网阻塞;或者根据销售季节波动,优化原油储罐的使用方案,降低储存成本。在确保满足生产计划的前提下,通过智能计算实现资源的最优化配置。相比人工经验调度,该系统可以深入挖掘数据价值,进行全局优化,大幅提升调度效率与质量,降低储运成本,保证供应链的持续高效运行。

随着数据积累和模型训练,其规划与调度能力也不断提升。可见,智能调度与计划技术对于推动现代油气企业实现精细化管理,应对复杂多变的市场环境,具有重要意义。它也将成为未来数字化油气生产体系的关键能力之一。

3.5 自动化巡检与维护

油气储运系统设备众多,采用自动化技术实现设备的智能巡检和维护,是确保系统安全高效运行的重要手段。一方面,利用无人机、爬行机器人等移动检测平台,可灵活进入作业区域进行全面设备状态检测。这些自动化平台可搭载高清摄像头、红外热像仪、三维激光扫描等传感设备,获取设备运行状态的多维数

据,如图像、热力图、三维模型等,并传输到后台分析系统。基于机器视觉和人工智能技术,后台系统可以自动分析图像和热像,识别设备表面缺陷;通过与数字三维模型对比,检测设备结构异位;利用故障诊断专家系统,自动判断设备异常情况。相比人工巡检,自动化移动平台可实现无盲区的全面检测,重复巡检频次高,可靠性更强。

另一方面,获取设备运行数据,建立数字孪生模型,进行虚拟仿真,也是实现远程智能维护的重要手段。与物理设备实时同步的数字孪生可在虚拟空间模拟不同工作条件,预测产生故障的可能性,评估设备健康状态。当模型预测某关键部位出现异常时,可提前安排维护,防止故障扩散。与传统定期维护不同,这种基于模型预测的维护更加精确和高效。总体来看,基于自动化技术的智能巡检和数字化维护,可提升检测的覆盖面和频率,实现更主动的状态监测与故障预测,大幅降低人力成本和作业风险。这对提高系统运行可靠性,降低事故率,实现更经济高效的运维管理具有重要意义。

4 结束语

自动化技术在油气储运环节的应用,极大地推动了该领域的智能化发展。通过各种自动监控、控制和优化手段,不仅可以确保储运过程的安全稳定,提升工作效率,还可以实现对生产数据的深入分析利用,持续优化储运方案。随着物联网、大数据、人工智能等新技术的融合应用,自动化系统的智能级别将更上一层楼。展望未来,自动化技术必将深刻改变传统的油气储运模式,实现从监控到自主决策的全流程智能化,大幅降低科技和管理风险。顺应自动化技术发展潮流,加快相关系统建设,是我国油气企业实现高效、绿色、智慧储运的重要途径。

参考文献:

- [1] 柯珂.新时期自动化对于油气储运的控制分析[J].内蒙古石油化工,2022,48(01):40-43.
- [2] 李存军.油气储运工程中自动化技术的应用分析[J].石化技术,2021,28(08):197-198.
- [3] 田有盼.自动化技术在油气储运工程中的应用[J].化工设计通讯,2021,47(04):14-15.
- [4] 孙浩.油气储运过程中仪表自动化技术的应用[J].化工设计通讯,2021,47(01):16-17.
- [5] 黄斌维.油气储运工程中自动化技术的应用分析[J].化工管理,2020,(24):108-109.