

仪器仪表自动化控制的具体分析

张江龙 吕晓强

国家石油天然气管网集团有限公司甘肃分公司天水输油气分公司 甘肃 兰州 730000

摘要：在科技飞速发展的当下，仪器仪表自动化控制技术已深度融入工业、石油、电力等众多领域。本文聚焦仪器仪表自动化控制展开具体分析。先介绍自动化控制技术原理及发展历程，阐述仪器仪表自动化控制系统由传感器、控制器、执行器和通信系统构成。接着分析其在智能仪表与控制系统、自动化制造系统等多领域的应用，体现提高检测效率、精准性和控制处理能力等优势。最后展望其智能化、网络化、微型集成化和绿色环保的发展趋势，旨在为仪器仪表自动化控制技术的发展与应用提供参考。

关键词：仪器仪表；自动化控制；具体分析

引言：在现代工业快速发展进程中，仪器仪表的重要性愈发凸显。其自动化控制水平与生产效率、产品质量及企业效益紧密相连。自动化控制技术的融入，促使仪器仪表迈向智能化、精确化操作，极大提升工业生产自动化程度。对仪器仪表自动化控制展开研究，无论是推动工业转型升级，还是增强企业竞争力，都有着不可忽视的现实意义，这也正是本文深入探究的目的所在。

1 自动化控制技术概述

1.1 自动化控制技术原理

在石油行业中，自动化控制技术原理的应用贯穿整个产业链。自动化控制技术旨在无人直接干预的情况下，借助控制装置，让石油生产设备与流程按照预设规律运行。以原油开采为例，通过传感器实时收集油井内压力、温度、原油流量等关键数据。这些数据如同石油生产的“脉搏”信息，被传输至控制器。控制器依据预先设定的开采策略和算法，对数据进行分析处理。当检测到油井压力下降，判断可能影响原油抽取效率时，便自动向抽油机发出指令，调整其工作参数，如增加冲程长度或提高电机转速，确保原油稳定抽取。在石油运输管道中，压力、流量等参数的实时监测数据同样被用于反馈控制，及时调整泵站运行，保障石油安全、高效运输，实现石油生产各环节的稳定、高效运作。

1.2 自动化控制技术的发展历程

早期，石油生产自动化程度极低，多依靠人工手动操作与简单机械装置。工人在油井现场凭经验判断原油开采情况，手动调节抽油机，效率低且难以精准控制。随着电子技术兴起，模拟控制技术在石油行业初露头角。简单模拟电路被用于控制部分设备，如调节输油泵转速，虽较手动操作有进步，但控制精度和稳定性仍有限。20世纪70年代后，可编程控制系统（PLC）、集散控

制系统（DCS）和数据采集及监控系统（SCADA）开始广泛应用。在油田，PLC用于精准控制油井设备启停顺序；DCS实现对炼油厂复杂工艺流程的集中管控，像蒸馏塔温度、压力等关键参数的稳定控制；SCADA实时监测长距离输油管道，保障石油安全输送^[1]。

2 仪器仪表自动化控制的系统构成

2.1 传感器

传感器是仪器仪表自动化控制系统的关键组成部分，其作用是将被测物理量、化学量等转换为电信号或其他便于处理和传输的信号。传感器的种类繁多，根据被测参数的不同，可分为温度传感器、压力传感器、流量传感器、液位传感器、位移传感器、速度传感器、加速度传感器等。不同类型的传感器具有不同的工作原理和特性，例如，热电偶温度传感器是基于热电效应工作的，将温度变化转换为热电势输出；压阻式压力传感器则是利用半导体材料的压阻效应，将压力变化转换为电阻值的变化，进而转换为电信号输出。传感器的性能直接影响着整个自动化控制系统的精度和可靠性。

2.2 控制器

控制器是仪器仪表自动化控制系统的核心，它负责对传感器采集的数据进行分析、处理和运算，并根据预设的控制策略向执行器发出控制指令。常见的控制器有可编程逻辑控制器（PLC）、工业计算机、单片机、数字信号处理器（DSP）等。PLC具有可靠性高、编程简单、抗干扰能力强等优点，广泛应用于工业自动化控制领域，可实现逻辑控制、顺序控制、过程控制等多种控制功能；工业计算机具有强大的数据处理能力和丰富的软件资源，适用于对数据处理要求较高、控制算法复杂的自动化控制系统；单片机则具有体积小、成本低、灵活性强等特点，常用于一些小型的自动化控制设备中；

DSP则在数字信号处理方面具有独特的优势,适用于对信号处理速度和精度要求较高的场合,如电机控制、图像处理等。在实际应用中,需要根据控制系统的规模、复杂程度、控制要求等因素,合理选择控制器^[2]。

2.3 执行器

执行器是仪器仪表自动化控制系统的执行机构,它根据控制器发出的控制指令,对被控对象进行相应的操作,以实现对被控对象工作状态的控制。执行器的种类也很多,常见的有电动执行器、气动执行器、液动执行器等。电动执行器以电动机为动力源,通过减速器、丝杆等装置将电动机的旋转运动转换为直线运动,实现对阀门、挡板等执行机构的控制,具有控制精度高、响应速度快、便于远程控制等优点;气动执行器以压缩空气为动力源,通过气缸、活塞等装置将气压能转换为机械能,实现对执行机构的控制,具有结构简单、动作可靠、防爆性能好等优点,常用于一些对防爆要求较高的场合,如石油化工、煤矿等行业;液动执行器以液压油为动力源,通过液压缸、液压马达等装置将液压能转换为机械能,实现对执行机构的控制,具有输出力大、响应速度快等优点,常用于一些大型机械设备的控制中。

2.4 通信系统

通信系统是仪器仪表自动化控制系统中实现各组成部分之间数据传输和通信的关键环节。它包括有线通信和无线通信两种方式。有线通信常用的传输介质有双绞线、同轴电缆、光纤等,具有传输速率高、可靠性强、抗干扰能力强等优点,如工业以太网就是一种基于双绞线或光纤的高速有线通信网络,广泛应用于工业自动化控制系统中,实现控制器与控制器、控制器与上位机、控制器与智能仪表之间的数据通信;无线通信则常用的技术有Wi-Fi、蓝牙、ZigBee、LoRa、NB-IoT等,具有安装方便、灵活性强等优点,适用于一些布线困难或需要移动设备通信的场合,如在一些智能工厂中,通过Wi-Fi或蓝牙技术实现移动机器人与控制系统之间的数据通信。通信系统的性能直接影响着自动化控制系统的实时性和稳定性。

3 自动化控制技术在仪器仪表中的应用领域

3.1 智能仪表与控制系统

在石油产业中,智能仪表与控制系统凭借自动化控制技术,成为保障生产流程顺畅、安全与高效的关键力量。在原油开采阶段,智能压力传感器和流量仪表被安装在油井中,实时监测井下压力、原油流量等关键参数。这些仪表不仅能精确测量,还能将数据实时传输至远程控制中心。通过先进算法,系统可根据数据变化及

时调整抽油机的工作频率,优化开采效率,降低能耗,同时避免因压力异常导致的设备故障和安全隐患。在原油运输环节,自动化控制技术也发挥着重要作用。智能管道监测系统利用分布式光纤传感器,实时感知管道内原油的流速、温度以及管道的完整性。一旦检测到泄漏或压力突变,系统能迅速定位问题点,并自动启动应急措施,如关闭相关阀门,防止原油泄漏造成环境污染和资源浪费。

3.2 自动化制造系统

在石油行业,自动化制造系统已成为推动产业高效发展的关键力量。在原油开采环节,自动化制造系统发挥着至关重要的作用。借助先进的传感器技术,油井中的各类参数,如井下压力、原油流量和温度等,能够被实时精准采集。这些数据通过自动化通信网络传输至中央控制系统,系统依据预设的开采策略,自动调控抽油机的运行参数,实现智能化开采。不仅提高了原油的开采效率,还能有效避免因过度开采或设备故障导致的资源浪费与安全隐患。在原油运输阶段,自动化制造系统同样表现出色。自动化管道监测系统利用分布式光纤传感技术,对长距离输油管道进行24小时不间断监测。一旦检测到管道压力异常、温度突变或潜在的泄漏风险,系统会立即启动预警机制,并自动调整相关阀门和泵的运行状态,确保原油安全、稳定输送。同时,自动化的原油装卸系统能够精确控制装卸量,减少人为操作误差,提高装卸效率^[3]。

3.3 工业自动化生产线

在石油行业,工业自动化生产线贯穿于原油开采、运输及加工的全流程,极大地提升了行业生产效率与管理水平。在原油开采环节,自动化生产线依托先进的传感器与智能控制系统,实现油井开采的智能化。传感器实时采集井下压力、温度、原油流量等关键数据,数据被迅速传输至中央控制系统,系统依据开采模型和预设参数,自动调控抽油机、注水设备等运行状态,确保原油高效、稳定开采。例如,当监测到油井压力下降时,系统自动调整抽油机冲程,保障原油抽取效率,避免因压力异常导致设备损坏。原油运输同样离不开自动化生产线的支持。自动化管道运输系统利用压力传感器、流量监测仪和智能阀门,实时监控管道内原油流速、压力,一旦出现泄漏或压力突变,系统立即启动应急响应,精准定位故障点,自动关闭相关阀门,防止原油泄漏。同时,自动化装卸系统依据预设程序,快速、准确地完成原油装卸,提升运输效率。

3.4 智能电网与电力系统

在石油行业中,智能电网与电力系统的自动化控制技术为行业的高效、安全、稳定运行提供了坚实保障。在石油开采环节,借助智能电网与电力系统,各类开采设备实现了精准的电力供应与智能控制。通过实时监测抽油机、注水泵等设备的电力参数,如电流、电压、功率因数等,智能系统可依据开采工况的变化自动调整设备运行状态。当油井产量发生波动时,系统能自动调节抽油机的电机转速,使其在高效节能的状态下运行,不仅提升了开采效率,还降低了设备能耗与故障率。石油运输过程里,智能电网与电力系统同样发挥着关键作用。长距离输油管道沿线的加压泵站、加热站等设施,依靠智能电力系统实现了远程监控与自动化调控。一旦管道压力异常或油温偏离设定值,系统迅速响应,自动调整泵站的电机频率和加热设备的功率,保障原油稳定输送。同时,利用电力载波通信技术,将管道各节点的运行数据实时传输至监控中心,便于及时发现和处理潜在问题。

3.5 智能物联

在石油行业中,自动化控制技术与仪器仪表的深度融合,尤其是智能物联的应用,为生产运营带来了诸多便利与安全保障。在石油生产的各个环节,设备间的稳定运行至关重要。通过智能物联技术,在设备间部署高精度温湿度传感器。这些传感器实时监测设备间的温度和湿度数据,并利用无线传输技术,将数据迅速传输到中央控制系统。系统依据预先设定的温湿度最佳范围,自动控制空调的启停,确保设备始终处于适宜的工作环境,避免因温湿度异常导致设备故障,保障石油生产的连续性。同时,对房间温度的实时监控,也为工作人员提供了舒适的办公环境。门禁管理在石油生产区域同样关键。在工艺区和进站口,安装先进的人脸识别仪器仪

表,并接入智能物联系统。当工作人员靠近时,人脸识别设备迅速识别身份,与系统数据库中的信息进行比对。比对成功后,自动开启门禁。系统还会详细记录人员的到访时间、进出状态等信息。这不仅有效防止无关人员进入,保障了石油生产区域的安全,还能方便管理人员对人员流动进行管理和追溯,确保生产过程的安全性和规范性。智能物联在石油行业自动化控制中的应用,正不断推动着行业的智能化发展^[4]。

结束语

综上所述,仪器仪表自动化控制技术在石油等诸多行业中发挥着关键作用。从自动化控制技术的原理与发展历程,到其在仪器仪表系统中的构成以及在各领域的广泛应用,我们看到它极大地提升了生产效率、保障了生产安全、优化了资源利用。然而,技术的发展永无止境,随着智能化、网络化、微型化等趋势的不断演进,仪器仪表自动化控制技术仍面临着新的挑战与机遇。未来,需要科研人员和企业持续创新,不断探索新技术、新方法,进一步完善自动化控制体系,以推动各行业在智能化时代实现更高效、更可持续的发展,让仪器仪表自动化控制技术绽放出更加绚烂的光彩。

参考文献

- [1]刘磊,张小龙.石油化工仪表中自动化控制技术研究[J].化工设计通讯,2022,44(12):108+144.
- [2]《自动化与仪器仪表》[J].自动化与仪器仪表,2023(11):248-249
- [3]张剑.工业自动化仪表与自动化控制技术探讨[J].山东工业技术,2022(17):48-65
- [4]赵艳红.化工仪表中的自动化控制技术分析[J].化工管理,2023(23):123-124.