

Application of Automation Instrumentation in Oilfield Production Energy Saving

Haikuan Wen

Beijing Ankong Oil & Gas Technology Co., Ltd., Beijing, 100095, China

Abstract

This paper discusses the application of automation instrumentation in oilfield production energy saving. Through the review and analysis of the related concepts of automation instrumentation and energy saving, the advantages and potential of automation instrumentation in the oilfield production process are summarized. At the same time, the effective measures for energy saving of commonly used oilfield automation instruments are introduced in detail. Finally, suggestions for further promotion and application of automated instrumentation are put forward to promote energy conservation and environmental protection in oilfield production.

Keywords

automation instrumentation; oilfield production; energy efficient applications

自动化仪器仪表在油田生产节能中的应用

温海宽

北京安控油气技术有限责任公司，中国·北京 100095

摘要

论文探讨了自动化仪器仪表在油田生产节能中的应用。通过对自动化仪器仪表及节能的相关概念的综述和分析，总结了自动化仪器仪表应用在油田生产过程中的优势和潜力。同时，详细介绍了目前常用的油田自动化仪表节能的有效措施。最后，提出了进一步推广和应用自动化仪器仪表的建议，以促进油田生产的节能环保。

关键词

自动化仪器仪表；油田生产；节能应用

1 引言

能耗是企业生产成本的重要组成部分，节能降耗涉及企业生产全过程。油气资源是国民经济发展中不可或缺的资源，但在油田生产过程中，能源占用量高，企业成本居高不下，对环境造成较大影响。

2 自动化仪器仪表及节能的相关概念

对于油田生产系统来说，仪器仪表起着至关重要的作用。它可以测量各种工艺参数，控制工艺流程，确保生产的安全、高效和优质。仪器仪表还可以帮助工程师监控油田中各个设备的状况，预测设备的故障和维护需求，并实现快速响应和修复设备故障。此外，仪器仪表可以收集大量的油田生产工艺数据，帮助企业分析数据和优化生产流程，提高生产效率和降低成本。在油田生产过程中，仪器仪表的准确性和稳定性对于提高生产效率、保障安全生产和节约成本方面

都有着不可替代的作用。油田企业在生产过程中会消耗大量的电能，在“降本增效”的时代背景下，油田企业急于找到一种有效的方式降低能源的消耗，同时不降低石油的产量。而利用自动化仪表技术实现企业生产过程中的节能，就是一种有效且实际的方式。

3 油田应用自动化仪表节能的有效措施

3.1 建立交流电机变频调节系统

首先，交流变频系统可以根据负载需求实时调整电机的转速，避免机械设备长时间运行在高速状态，从而节约能源和减少损耗。其次，交流变频系统可以根据负载需求实时调整电机的转速，使电机以最佳速度运行，提高设备效率和稳定性。再次，由于交流变频系统能够避免机械设备长时间运行在高速状态，可以有效降低设备损耗和维护成本。最后，通过应用交流变频系统，可以实现自动化控制，使得油田设备运行更加智能化和高效化，从而降低人工干预的成本和风险。因此，应用交流变频系统是改善油田生产运行能耗的重要措施。通过下述几个方面的改进，油田自动化仪表可以实现节能降耗，提高生产效率，从而提高了企业的生产运营效

【作者简介】温海宽（1987-），男，满族，中国河北承德人，本科，从事PLC技术应用研究。

益。第一,选用高效能仪器设备。高效能的仪器设备可以准确测量生产过程数据,降低数据误差,也可以提高生产效率。针对不同类型的油田自动化仪表及所控制的设备,选用合适的高效能仪器设备,以此提高系统能效。第二,优化自动化系统参数设置。自动化控制系统的参数设置对能耗有重要的影响。对于一些实际生产过程中较为复杂的自动化系统,可以通过对控制参数的优化调整来降低耗能。第三,采用变频控制技术。在油田自动化仪表中采用变频控制技术,可以有效降低电机消耗的能量。变频控制技术是通过控制电源频率来控制马达的转速,从而达到节能的目的。第四,推广智能控制系统。智能控制系统能够有效地优化控制策略、降低能耗,并且能够自动调整系统参数,提高生产效率^[1]。

3.2 抽油机井的智能间抽功能

抽油机作为开采石油的一种设备,在油田内有普遍的应用,其能量消耗也是巨大的,是油田企业生产的主要成本支出。在低渗透油田的开发过程中,油井供液不足,液量不能充满泵体,活塞在泵筒干磨,使得抽油机的效率十分低下,造成了能源的极大浪费,加大了采油成本。抽油机的节能控制已成为各个油田急于解决的问题。针对此种类型的抽油机井,应用自动化仪表技术,进行智能化的间歇控制,可以有效地提高抽油机效率、降低开采成本,是节能提效的重要手段。

智能间抽系统是通过自动化传感器采集运行数据,由接收单元送入边缘计算单元实施计算,最终通过间抽控制柜实现对抽油机的科学启停控制。简单地说,就是自动实现“有油即抽,无油即停”的目标,达到降低抽油设备损耗,节省电能,节省人工的目的。智能间抽系统主要由一体化载荷位移传感器、智能电参模块、间抽控制柜、边缘计算模块构成。一体化载荷位移传感器主要测量抽油机井的示功图,示功图是由载荷随位移的变化关系曲线所构成的封闭曲线图,表示悬点载荷与位移关系的示功图称为地面示功图或光杆示功图。示功图可以有效反映出地层的供液能力及井下工况。智能电参模块进行间抽控制柜的输出电流、输出电压的测量。一体化载荷位移传感器、智能电参模块作为前端的自动化采集仪表,实时采集抽油机井的生产运行数据,并将数据传输至边缘计算模块。边缘计算模块作为自动化仪表的核心控制器,根据预设算法,计算出井下工况、间抽柜的负载计算、井况变换识别、产液量计算、间抽策略执行。根据计算结果,输出命令驱动间抽柜,实现井下供液不足工况下的停井,液量充足后的起井。以自动化仪表技术为基础的抽油机井智能间抽功能的实现,有效的降低了能源的消耗,降低了企业的运行成本。主要效果体现在以下几个方面:①抽油机由 24 小时的连续运转,转变为根据井下充液情况的间抽作业,大大缩减了运转的时间,减少了电能的消耗,经过长期跟踪,在此种模式下,不影响油井的整体产液量;②抽油机都是在井下液量充足的情况下运行,活塞在泵筒干磨的情况基本消

除,有效地保护了活塞的泵筒,降低了设备维修、更换频率,电机效率提升,进而电能利用率提升,降低了企业成本;③智能间抽系统可以进行自学习、自诊断,经过长期的数据积累,可以进行数据的自修正,系统采集的仪表数据量越多,越能计算出符合自身井况的间歇运行模式,进一步在不影响产量的前提下,降低能耗。

3.3 建立以自动化仪表为基础的能源管控系统

加强能耗在线监测和推进能源管控系统建设,利用自动化仪表技术与信息化技术的结合,实现能源的监测、诊断、分析,强化数据分析,有效管理与控制,实现能源利用的最优化,进而达到节能降耗的目的。联合站作为油田生产中集油气集中处理、油田注水、污水处理、油气外输的综合性生产单位,是消耗电、气、水等能源的大户,建设能源管控系统对整个联合站的能源监测、分析、调度管理,使其成为“节能、降耗、增效”的有效工具,从管理角度实现节能降耗的目的。能源管控系统以自动化仪表作为基础,自动化仪表是承担着原始数据的采集、计量、传输。是实现信息集成、优化、分析的基础。从电力方面,在联合站的总进线、各个分线柜、主要配电柜安装电力数据采集仪表,实现三相电压、三相电流、有功功率、无功功率、功率因数、有功电能、无功电能、总电能的数据采集;在天然气方面,在气的总进口、总出口、各个用气分支管线,安装智能旋进涡轮流量计,测量管线的工况瞬时流量、标况瞬时流量、累计流量、温度、压力等数据;在水源的使用方面,在水的总进口、总出口、各个用水分支管线,安装智能电磁流量计或涡轮流量计,测量管线的瞬时流量、累计流量、温度、压力等数据。自动化仪表采集的数据,集中传输至能源管控平台,实现能耗数据的在线监测和分析、数据横向、纵向对比分析、节能增效机会识别、能耗异常报警分析。在对能耗设备进行充分计量及运行参数采集的基础上,对历史数据进行存储,建立能耗模型,从多个角度进行统计、分析、评判,采用动态曲线、图表的形式,及时反馈能耗漏洞,协助管理人员发现用能系统存在的问题,找到能耗过高或者不合理运行的设备或系统,并给出改进节能运行管理的建议。达到节能增效的目的^[2]。

3.4 加强自动化仪器仪表的运行维护与管理

首先,提高设备运行效率。自动化仪器仪表的运行维护与管理能够有效地提高设备的运行效率,使其处于最优状态,节约了能源消耗和减少了能源浪费。其次,减少人为误操作。自动化仪器仪表可以通过自动化的方式完成复杂的操作任务,减少了人为误操作的风险,从而提高油田设备的运行稳定性和安全性。再次,自动检测故障。自动化仪器仪表通过自身的检测系统可以自动监测和检测设备故障和异常,及时发现问题并进行修复,防止出现严重的故障,从而节约了能源和材料的浪费。最后,自动调节工艺参数。自动化仪器仪表可以通过自动化调节工艺参数的方式来实现节能效果,在保证正常生产的情况下充分利用能源资源,实现产品

的高质量高效率生产。因此，加强自动化仪器仪表的运行维护与管理可以有效地实现油田自动化仪表节能，提升企业节能减排的效果，可持续发展油田企业的经济效益。

加强自动化仪器仪表的运行维护和管理，能够有效实现油田自动化仪表节能。以下是具体做法。第一，确定自动化仪器仪表的运行参数：在投用油田自动化仪表之前，需要先确定其合理的运行参数，包括温度、工作频率、输入输出范围、通讯协议等相关参数。第二，监测自动化仪器仪表的工作状况。通过对自动化仪器仪表的工作状况进行监测，了解仪表的功耗情况，寻找节能的具体措施。第三，加强维护修缮工作。油田设备存在高温、高湿、腐蚀等多种危害，所以在使用自动化仪器仪表时需要加强维护，及时进行检修。第四，将仪表联网实现智能控制。通过将自动化仪器仪表联网，实现对数据的实时监控和控制，进一步提高自动化控制水平。第五，应用人工智能技术。利用机器学习、大数据分析技术，对油田自动化仪表进行数据分析，发现数据变化规律，从而实现节能，提高油田设备效率。第六，组织技术培训。加强技术培训，对油田工作人员了解自动化仪表的基本原理、好处及使用方法，可以更好地维护和管理自动化仪器仪表，提高油田设备的维护效率^[3]。

3.5 加强数字化技术与自动化仪表技术的深度融合应用

首先，提高生产效率。数字化技术的应用可以实现自动化生产，减少人工操作，不仅提高生产效率，减少人为操作失误，还可以更加精确地控制生产参数，提高生产质量。其次，降低能耗成本：数字化技术可以通过智能化监测、控制油田设备参数，对能耗进行有效管理。通过数字化技术对设备的能耗进行监测和控制，可以实现对油田设备的精准管理和优化管理，从而最大程度地降低油田的能耗和成本。最后，提高安全性。数字化技术的应用可以在监测和控制设备的同时，也能及时对设备出现异常进行预警，保证设备运行时的安全性，并且快速地进行处理，减少了事故的发生。因此，数字化技术的应用实现油田自动化仪表节能具有重要的

意义，对于提高生产效率、降低能耗成本、提高安全性都有非常显著的作用。加强数字化技术的应用可以实现油田自动化仪表节能。

具体做法如下。第一，实施智能化调控。通过数字化技术，实现对油田生产设备的智能调度和优化控制，根据实时的监测数据，自动调整各设备的运行状态，提高设备的利用效率，降低能耗。第二，采用节能型仪表。数字化技术集成了大量的节能型仪表，可以用于监控和调节油田生产设备的能耗消耗情况，定期整理、分析数据，并通过数据可视化的方式呈现，帮助工程师更加方便地了解能耗消耗情况及其变化。第三，推广智能化能效管理系统。智能化能效管理系统可以实现能耗监测和分析，将各监测数据进行汇总比对，分析出设备的能源消耗情况，通过提供合理的生产计划，控制能耗的消耗，提高油田的生产效率。第四，采用能源回收技术。在数字化技术的应用下，可以采用能源回收技术，将设备产生的废热能“回收利用”，减少能源浪费，提高油田的能源利用效率。

4 结语

自动化仪器仪表在油田生产节能中的应用，不仅可以提高生产效率，减少能源的浪费，还可以有效保护环境，促进经济的可持续发展。从目前的研究成果来看，自动化仪器仪表在油田生产中具有广阔的应用前景。然而，也需要进一步加大技术创新和推广力度，以实现更大的节能效益和环保效益。我们相信，在科技不断进步的时代，自动化仪器仪表必将在油田生产中发挥更加重要的作用，为促进能源可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 何闯,滕建伟.自动化仪器仪表在油田生产节能中的应用研究[J].中国机械,2019(18):1.
- [2] 李世超,曾鹏,尚文利.基于WIA-PA数采系统的油田生产管理优化平台[J].仪器仪表标准化与计量,2016(6):3.
- [3] 王震,马祥厚,刘晓垒.自动化仪器仪表在油田生产中的应用探讨[J].信息系统工程,2022,337(1):97-100.