

陆地石油钻机电控系统节能技术的应用及经济性分析

李建勇（中石化中原石油工程有限公司海外工程公司，河南 濮阳 457000）

摘 要：陆地石油钻机电控系统节能技术研究的重要意义在于降低电控系统能耗，继而降低陆地石油钻机运行总体成本，为企业提升效益。本文从石油钻井企业角度出发，为提升生产效益，针对性提出陆地石油钻机电控系统节能技术的研究课题，实施研究的过程中针对性提出节能技术研究重要性，并结合实例探讨电控系统能耗问题，针对性提出电控系统节能技术要点，研究应用效果和经济学分析，最后对电控系统节能发展进行展望，旨在促进电控系统节能技术不断发展。

关键词：石油钻机；电控系统；节能；经济效益

0 引言

石油是现代社会生产和生活中的重要资源，在社会发展背景下，我国对石油资源的需求量更高，所以要求石油开采技术不断发展。陆地石油钻机电控系统技术是现代化陆地石油资源开采中应用的最为关键的技术之一，该技术应用可提升石油钻机控制效率。但是，在长期石油开采实践中发现，电控系统能耗较大的问题越发突出，已经很难满足现代化节能生产的新要求。所以，目前石油钻井企业及相关技术部门开展了关于陆地石油钻机电控系统节能技术的研究。

1 陆地石油钻机电控系统节能技术应用重要性研究

陆地石油钻机电控系统节能技术研究具体是指探索能够在应用后降低电控系统的总体能耗，通过降低能耗，不仅对电控系统带来益处，而且对石油钻机的生产作业产生重要影响。

首先，陆地石油钻机电控系统应用节能技术可显著提升能源综合利用效率，有效降低能源消耗成本，减少钻机在生产作业中温室气体的排放，在节能与环境保护方面均可作出突出贡献。其次，节能技术应用可切实有效提升钻机电控系统设备运行稳定性，继而延长设备综合使用寿命，有效降低整体运行维护成本。再次，节能技术应用之后可从整体上提高工作效率，降低操作人员的综合劳动强度，继而使劳动作业过程高效便捷。有助于改善作业现场工作环境，可进一步激发钻机工作人员的工作积极性和创造力。最后，从企业发展的角度来看，节能技术在应用过程中可有效符合国家节能减排政策，提升企业的社会形象和市场竞争力，有助于企业在激烈市场竞争中获得更多优势。

因此，陆地石油钻机电控系统节能技术应用不仅具有经济效益，还具有深远的社会效益和环保效益。

2 陆地石油钻机电控系统能耗问题研究

研究陆地石油钻机电控系统节能技术必须从能耗角度入手，深入分析电控系统高能耗模块和技术环节，针对性采取节能措施，继而保证电控系统能耗问题得到针对性解决与处理。

2.1 控制过程中缺少能耗监测

缺少能耗监测与管理导致电控系统在实际应用中能耗问题无法得到重视。陆地石油钻机电控系统在运行过程中会产生大量能耗，其中电能是其主要能耗。缺乏能耗监测，如果系统故障或长时间运行耗能增大，工作人员不能及时掌握和了解情况，整个运行周期内，能耗将会不断增大，从而提高生产成本。另外，电控系统运行效率关系到油田生产效率，高能耗通常代表低效率，从总体角度而言，也是一种低效生产。

2.2 电控系统设备能耗问题

通过本文研究发现，电控系统运行过程中能耗最高为石油钻机电机。电机是电控系统控制的主要动力装置，也是整个钻机系统运行的关键，生产要求该设备长期保持高效运行状态，所以导致电机能耗最高。并且电机长时间高负荷运转会造成无功功率损耗增大，总体能耗也将逐渐升高，继而使电控系统能耗增大。

3 陆地石油钻机电控系统节能技术应用研究

通过上述研究可知石油钻机电控系统能耗问题主要来自电控能耗监管以及设备能耗，所以节能技术应用研究的过程中，可针对性提出方案，确保能耗控制达到最佳效果。

3.1 电控系统能耗监测管理技术应用研究及经济学分析

3.1.1 技术基本思路

陆地石油钻机电控系统能耗监测管理技术的应用

可解决电控系统长时间运行或控制而能耗增高的问题,传统问题的核心原因在于工作人员无法及时了解异常能耗,导致高能耗不断累加。能耗监测管理技术应用后工作人员可通过电控能耗监测模块实时获取电控系统运行能耗并进行分析,如发现异常能耗则可针对性提出解决措施,优化能耗管理,防止能耗进一步扩大。

电控系统能耗监测技术研究之时,为确保监测精准,针对性采用物联网、智能化以及大数据等相关技术,融合后构建能耗监测管理系统并嵌入式应用到电控系统之中,使其将能耗信息传输到电控系统,方便电控系统采集与管理能耗。

3.1.2 实践应用要点与效果

通过本文对某陆地石油企业进行研究发现,该企业已经借助智能化以及信息化技术构建钻机电控能耗监测管理系统。

3.1.2.1 节能技术实践应用方案

该系统主要由数据采集、数据处理与分析、能耗监测管理、故障诊断处理、数据存储和用户交互等诸多模块组成。系统在运行的过程中可借助传感器实时采集钻机电控系统总体能耗数据,可完成数据分析及处理,监测能耗具体情况,诊断故障运行数据,用户能够借助界面查看实时数据以及相关历史数据,保证系统运行达到最佳效果。

能耗监测系统可实时采集电机电流、电压、频率、功率等诸多能耗相关参数,并能够对数据进行分解研究,最后得出电机运行状态、故障代码等信息,确认系统设备的工作状态,分析是否存在能耗异常问题,提醒用户关注能耗较高的情况。

系统在实施监控管理的过程中,能够对数据传输进行综合管理,将运行大数据采用无线传输方式传输到电控系统,电控系统自动分析能耗以及效率指标,并在大数据融合下生成能耗报告和趋势图。

另外,能耗监测系统还可与柴油机PMS系统结合,实现发电机组数据采集和远程自动启停机。

3.1.2.2 实践应用效果

能耗监测系统应用效果明显,该系统应用后为石油钻机管理用户提供了一个全面能源消耗监测窗口。借助先进数据分析技术进行能耗趋势分析,揭示潜在的能源浪费点,为能源管理提供科学依据。通过预测未来的能耗需求,企业能够提前做好能源储备和分配,避免资源短缺或过剩的情况发生。此外,能耗监测模块还能够优化能源使用效率,通过智能算法识别低效

设备或流程,提出改进建议^[1]。

3.1.2.3 经济性分析

本文在对电控系统节能技术研究的过程中,也针对性开展经济性分析。陆地石油钻机电控系统应用能耗监测管理系统后,减少了控制系统故障,提高了柴油发电机组运行效率,降低了维护成本。根据实践数据,应用能耗监测管理系统后,平均节约柴油8%以上,按照月平均油耗120吨,柴油价格8000元/吨计算,每台钻机每年节约燃油费用约90万元。

3.2 变频电控节能技术应用研究及经济性分析

3.2.1 技术应用基本思路

陆地石油钻机在运行过程中,电控系统能耗最高的设备为电机。所以,节能技术研究中可以针对性提出电机节能技术,通过电机节能,实现电力系统高效运行。深入分析研究发现,目前石油钻机电控系统为实现节能已经开始应用变频技术,借助交流变频方式,使电控系统能够根据不同需求完善运行能耗,从而使其运行效率更高。

3.2.1.1 变频电控技术

变频电控技术其实已经在工业自动化中得到广泛应用,高效利用精密电子技术,对电机运行速度实施灵活控制。变频电控系统的组成主要包括变频器、电机以及控制电路。变频器负责接收来自控制系统的指令,并根据指令调整输出电源频率,输出频率改变后,电机转速也立刻发生变化。电机转速与电流频率为正比关系,所以,通过调节变频器的输出频率能够对电机转速实施精确控制。

3.2.1.2 变频电控节能技术

控制电路也是变频电控系统重要结构。控制电路的主要功能是监控电机和变频器的工作状态,及时响应电机和变频器异常运行情况,执行关键保护措施。另外,控制电路能够按照实际需要完成对电机启停、正反转以及速度调节控制,使电机实现灵活高效运行。

将变频电控系统应用于钻机电控系统之中,可实现电机的无级调速,使电机可以在一个非常宽的速度范围内平稳运行。其次,变频电控系统在启动和运行过程中,能够提供较大的启动转矩,这对于需要克服较大负载的工业应用来说至关重要^[2]。

3.2.2 实践应用要点与效果

电控系统节能技术是陆地石油钻机系统应用的新技术,所以现代石油钻井企业为降低能耗和提升效率都在重点研究石油钻机变频电控技术,以下是该企业的节能技术实践要点。

3.2.2.1 节能技术实践应用方案

变频电控系统全部选用 S120 系列, 配置 3 台 1500kW 整流柜, 2 台 1000kW 绞车变频柜, 1 台 1000kW 转盘变频柜, 6 台 800kW 泥浆泵变频柜, 2 台 1200kW 集中制动柜。绞车传动采用有速度传感器矢量控制及能耗制动方式实现电机四象限运行。转盘和泥浆泵传动一般采用无速度传感器矢量控制。系统采用 S7-1500PLC 和 PROFINET 现场总线, 电控房配置一体式工控机显示监控画面, 司钻房配置 HMI 触摸屏做显示与操作使用。PLC 与总线控制系统实时采集、监测、显示全部电传动系统的操作与运行数据。MCC 系统中 30kW 以上电机配置了 3RW 软启动器和 ASI 总线控制的智能井电系统, 大大减少了其控制电缆。司钻台内分站配置了 SM338 位置输入模块, 游车高度编码器为绝对位置型, 可使编程简单并有位置记忆功能^[3]。

3.2.2.2 实践应用效果

系统应用的交流变频电机响应速度快, 可采用直接转矩控制方式, 该方式比传统晶闸管驱动直流电机运行方式的响应速度高出一个等级, 所以使电机频率转换速度更快, 运行更加平稳。另外, 应用变频电控技术的绞车传动系统的高精度宽范围速度控制为起升和下放井架、钻井上扣卸扣提供了方便。所以与传统直流系统相比, 交流变频系统运行更加稳定, 运行效率更高。

变频电控系统技术应用后其节能效果展现良好。变频电控系统的最大优势是高功率因数, 从而使其无功功率容量较小, 继而使其系统总体节能效果更佳。另外, 高功率因数可降低线路方面的电力无功损耗, 而电力能耗是电机主要的能耗, 所以通过控制电力无功功率损耗, 便可实现节能管理。变频控制技术可将节约的能量储存管理, 方便在电力供应不足之时将其转换为电力直接供应给变频器或者电机等设备, 如此一来, 更是从根本上提升了石油钻机电机的综合运行效率^[4]。

3.2.2.3 经济性分析

研究表明, 陆地石油钻机变频电控系统技术应用后, 与传统钻机相比节约柴油 10% 以上, 按照月平均油耗 120 吨, 柴油价格 8000 元/吨计算, 每台钻机每年节约燃油费用约 115 万元。另外, 陆地石油钻机变频电控系统技术应用后, 还可以提高钻井效率, 节约钻井时间, 减轻机械磨损, 延长设备使用寿命, 降低维护成本。由此可见, 在对电控系统实施节能改进之后, 既降低了油耗, 也降低了经济成本。

4 陆地石油钻机电控系统节能技术发展研究

陆地石油钻机电控系统是关键系统, 其能耗降低将有利于降低石油系统总体能耗, 所以在当前石油企业节能环保发展背景下, 已经开始重视电控系统节能技术发展研究。除以上研究之外, 相关专家还提出其他方面的电控节能研究。

例如, 研究智能化钻机电控系统, 从自动化系统转变为智能化系统, 从而使控制效率更高, 运行速度更快。

智能化钻机电控系统应用优势在于控制效率更高。智能化电控系统融合应用了先进算法, 可对实时数据进行计算分析, 实现对钻机操作精确控制, 此种优势可快速响应电机控制的复杂情况, 减少人为干预, 继而提高电控作业系统的准确性和效率。另外, 智能化钻机电控系统的优势还在于总体效益增长, 节能表现良好。系统运行可根据实际作业需求自动调节功率输出, 减少能源浪费, 继而实现经济效益和环保效益的双重提升^[5]。

5 结束语

未来, 陆地石油钻机电控系统将是陆地石油钻井系统高效运行的关键, 所以本文研究其节能技术对其发展有重要帮助。通过本文研究与展望, 提出智能化发展建议, 并提出当前能耗监测技术和交流变频电控技术等时下发展建议, 希望能够对电控系统节能技术的应用有所帮助。

参考文献:

- [1] 郭永飞. 陆地钻机立根排放系统设计研究 [D]. 西安: 西安石油大学, 2023.
- [2] 周鲁川, 张震, 胡海鲜. 电气自动化技术在海洋石油钻井作业中的应用研究 [J]. 石油石化物资采购, 2023(8):191-193.
- [3] 张阳, 田国栋, 牛文举, 孙长海. 海洋模块钻机陆地装船方式分析与研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(10):95-97.
- [4] 赵大勇, 景宝强, 刘卫彬, 等. 陆地钻机设备资产完整性管理工具开发及运用 [J]. 石油石化物资采购, 2023(3):124-126.
- [5] 罗志远, 黄芳飞, 冯起赠, 谢永峰, 等. 液压吊卡液压系统优化设计的探讨 [J]. 现代制造技术与装备, 2022, 58(7):44-49.

作者简介:

李建勇 (1984-), 男, 汉族, 重庆长寿人, 大学本科, 工程师, 研究方向: 机电仪与工程建设。