

勘探机电设备中变频技术的应用

张博闻

河北省煤田地质局第二地质队（河北省干热岩研究中心）

摘要：随着勘探技术的不断进步，对勘探机电设备性能的要求也日益增高。变频技术因其出色的节能效果、优良的调速性能和显著的提高设备使用寿命的优点，在勘探机电设备中的应用愈发广泛。本文首先介绍了变频技术的基本原理及其在勘探机电设备中可能实现的改进。其次，本文分析了变频技术在实际应用中面临的挑战及解决方案，最终，文章讨论了变频技术对勘探设备行业未来发展的影响，并对变频技术的进一步研究和应用提出了建议。本研究旨在为勘探机电设备领域的节能减排和高效运行提供参考。

关键词：变频技术；勘探机电设备；节能；调速；性能提升

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.07.054

引言

随着全球对能源开发的不断深入，勘探行业面临着对设备性能及效率更高的需求。勘探机电设备在运行过程中常因固定转速导致能源浪费和设备寿命降低。变频技术的应用可以实现对电动机的软启动、调速和保护，从而优化设备运行参数，达到节能减排的目的，提高设备运行效率和使用寿命。本文将探讨变频技术在勘探机电设备中的应用现状、研究进展及其未来的发展方向。

一、变频技术基础

1. 工作原理

变频技术是一种电力电子技术，广泛应用于各种工业和民用设施中，其主要功能是转换电能的频率以适应不同设备的需要。这项技术的核心是变频器，它能够将交流电源的频率和幅值转换成可变的，从而实现了对电机运行速度的精确控制。变频器内部的工作原理可以分解为三个基本步骤：整流、直流链接和逆变。整流过程将交流（AC）电源转换为直流（DC）电，然后通过直流链接部分（通常包括一个或多个电容器）进行平滑和储存，最后通过逆变过程将直流电转换为所需频率和幅值的交流电。通过这种方式，变频技术提供了一种灵活的方法来控制电动机的速度和扭矩，同时提高了能效和减少对电网的冲击。

2. 核心组件

核心组件方面，变频器主要由整流器、直流链接、逆变器和控制单元组成。整流器部分通常采用桥式整流电路，可以是二极管桥也可以是可控硅桥，后者允许电流的流向反转，从而实现电能的双向流动。直流链接则主要由电容器和电感构成，起到滤波和储能的作用。逆变器部分则通常由高速开关器件，如IGBT或MOSFET构

成，这些开关器件在控制单元的驱动下以特定的调制策略工作，生成所需的交流输出。控制单元是变频技术的大脑，负责接收来自外部的指令和反馈信号，根据设定的控制算法生成准确的开关信号来驱动逆变器部分，实现对输出电压和频率的精确控制。

3. 控制策略

在控制策略方面，变频器通常实现了多种控制模式来满足不同应用的需求。最基本的是标量控制，也称V/F控制，这种控制模式通过维持输出电压与频率比例的恒定来控制电动机，易于实施且成本较低，适用于对动态响应要求不高的应用。更高级的是矢量控制，它将电动机的电磁模型纳入考量，能够独立控制电动机的磁通和转矩，从而实现更高的控制精度和更快的响应速度，适合要求更严格的应用。还有直接转矩控制（DTC）等先进的控制策略，这些都旨在提供更加高效和准确的电动机驱动解决方案，满足现代工业自动化对速度和扭矩控制的多样化需求。

二、变频技术在勘探机电设备中的应用

1. 电动机的能效改进

电动机作为机电设备的核心动力来源，在其工作过程中往往需要在不同的负载条件下运转。传统的电动机通过在电源和电机之间使用固定的变压器比例或通过机械方式调节速度，这导致在某些并非全负载工况时电动机效率低下，消耗不必要的能量。变频器的引入使得可以根据实际负载情况调节电动机的工作频率和电压，从而匹配工作点的实际需求，实现电能的高效使用，减少能源的浪费。通过优化电动机的运行参数，比如启动、停止和速度控制，电动机的效能得以极大提升，既减少了能耗，又延长了设备的使用寿命。在电动机的能效改

进方面，使用变频技术可以有效减少启动时的电流冲击，这是因为变频器允许电动机在低频率和低电压下平稳启动，逐渐增加至所需的工作参数。这不仅减小了电网的压力，也降低了对电动机自身的冲击，减缓了机械磨损，从而减少了维护成本并提高了设备的整体工作效率。此外，在部分负载条件下，变频技术可以调整电动机的运行状态，确保其始终保持在最佳的能效区域内运行。这种调整产生的能效提升，对于长时间运行的勘探设备来说，意味着巨大的能源节约和成本减少。

2. 设备运行参数的优化

对于设备运行参数的优化，变频技术通过精确控制电动机的转速，提供了一种无须采用机械变速机构的解决方案。这样的速度控制不仅提高了勘探过程中作业的灵活性，还允许工程师根据地质条件和勘探目标来调整设备的运行参数，从而实现更加专业和高效的作业。例如，在钻探作业中，岩石的硬度和类型不同，通过变频调节钻头的转速可以最大程度提高钻进效率和钻头的使用寿命。变频技术同样有助于减少由于固定速度所导致的机械应力、热应力和疲劳损伤，提高了整个勘探设备系统的可靠性和操作寿命。此外，变频器内置的先进诊断功能可以监测和记录设备的运行数据，用于故障分析和性能优化，支持勘探作业的决策分析和优化操作。

3. 维护成本和设备寿命的提高

变频技术在勘探机电设备中的应用显著提高了设备的维护成本和寿命。传统的机电设备在启动和运行过程中，由于直接与电源连接，常常会遭遇高电流冲击，这不仅会对电网造成负担，还会引起设备的机械磨损和电气应力，加速设备老化。变频器能够实现软启动，即在设备启动时逐渐增加电机到达工作频率所需电压，避免了这种冲击，并减少了设备启动时的电气负荷。除此之外，变频技术让设备可以在最佳速度下运行，根据负载需求调整电机速度，减少不必要的能耗以及机械磨损。这种精确的速度控制有利于保护机械设备，延长零部件的使用寿命，从而整体上延长了设备的寿命。在维护方面，变频设备通常内置有先进的自诊断功能，可以检测和预防潜在的故障。这种预防性维护比传统的反应性维护更为经济和有效，因为它能在问题变得严重和昂贵之前识别并处理。这大大减少了因停机造成的生产损失，且降低了整体维护成本。进一步的技术创新和智能化设备的应用将继续推动维护策略的优化，使勘探机电设备

的维护更加高效和廉价，设备的整体寿命也将进一步延长。

4. 节能减排的实际效果

变频技术在勘探机电设备中的应用在节能减排方面产生了显著的实际效果。这是由于变频器能够根据需要精准调节电机运行的速度和扭矩，进而优化对能源的使用。相比于采用固定速率运行电机，变频运行通常能更高效地利用电能，对于长时间运行的勘探机电设备来说，这就意味着显著的能源节约。一个明显的实例是在泵和风机等设备上应用变频技术。这些设备在固定速度下运行时，往往会产生比实际需求更大的流量或压力，因而需要使用阀门来控制输出。这种方式不但降低了能效，而且造成了额外的能量消耗。通过变频调节，设备可以直接调整至所需的输出，省去了额外的调节环节，实现了能源的直接节约。从减排的角度来看，节约的能源直接转化为减少的碳排放。由于勘探机电设备常常需要消耗大量的电能，这些设备在变频调节下的能源节省将对温室气体排放量有明显的降低效果。这对于全球减排和环境保护具有重要意义。

三、面临的挑战与解决策略

1. 技术难点分析

变频技术在实际应用中面临一些技术挑战，这些挑战主要包括电力电子器件的耐用性、系统的能效、控制算法的复杂性以及电磁兼容性问题。电力电子器件尤其是开关器件在频繁切换的过程中会产生热应力，这对器件的耐用性和可靠性提出了更高要求。长时间工作在高温环境或切换频率下可能导致故障率增加。为此，可以采用先进的散热技术，比如液冷系统或者使用具有更高耐热性的材料，并通过系统设计降低功率损失。能效问题主要体现在变频系统本身的功耗上。高效的整流器和逆变器设计是提高变频器能效的关键。可以采用更高效率的半导体器件和优化的电路拓扑结构，以减少能量转换过程中的损耗。控制算法的复杂性要求变频器需要能够实时响应并精确控制。随着工业应用对精确度和响应速度要求的提升，更高级的控制策略如矢量控制和直接转矩控制被广泛采用。实施这些控制策略需要强大的控制系统和软件来实现复杂算法的快速处理。电磁兼容性问题涉及变频器在运行过程中可能会产生电磁干扰，影响周围设备的正常工作或者违反相应的电磁兼容性规范。这要求设计人员在变频器设计时就需要考虑到EMI

滤波、合理的布线和接地才能确保满足EMC要求。

2. 施工环境的适应性

变频技术在施工环境中面临的主要挑战包括极端的温度、湿度、震动和污染等恶劣条件，这些都会影响变频设备的正常运行。在极端温度条件下，变频器需要能够在低温或高温环境下稳定工作。解决策略包括使用适合的环境等级的电子器件，以及采取有效的温控措施，比如增加加热器、风扇或空调系统等散热装置，确保电子组件在允许的温度范围内工作。在湿度较高的环境中，变频器的电子组件可能受到潮湿和腐蚀影响，导致性能下降甚至损坏。为了克服这一点，变频器可以采取密封的机箱设计，并使用防潮防腐材料进行涂层处理。施工环境中的震动和冲击问题也同样严峻。变频器需要通过设计来确保其内部组件可以承受一定水平的物理冲击和震动。这可以通过采用抗震动设计的元器件、固态驱动器件以及牢固的安装和机械结构来实现。最后，施工环境中尘埃和其他污染物可能导致变频器的散热不良以及绝缘降低。这就要求变频器有良好的密封保护，并定期进行清洁和维护，以防尘土粒子和其他异物进入内部造成损害。

四、变频技术对勘探设备行业的影响

1. 行业发展趋势

随着变频技术持续进步，其在勘探设备行业的应用正变得越来越广泛。变频技术使得设备能够以更加智能化和精准化的方式进行操作，确保了勘探活动在复杂和多变环境中的高效性和安全性。行业内对于高性能勘探设备的需求正在推动变频技术的创新和合理应用。首先，随着对能源和资源的需求增加，勘探设备必须能够适应更加多样化的勘探环境和更加严苛的工作条件。变频技术的应用在这方面提供了巨大潜力，因为它能够确保设备即便在不同的负载、温度、压力等条件下也能保持最佳性能，从而增强了设备的适应性和灵活性。设备能够更加高效地运转，缩短勘探周期，提高资源的发现率。其次，变频技术可以提高勘探精度。通过对勘探设备运行速度的精确控制，可以更好地进行地层分析，减少错误勘探的概率，这对于资源勘探的精确性至关重要。而且，变频器可以实现对漂移、振动等干扰因素的有效抑制，确保勘探数据采集的准确性和可靠性。此外，技术的进步也导致变频设备自身的成本在逐渐降低，使得更多的中小型勘探企业也能够利用到变频技

术，从而提高整个行业的技术水平和竞争力。变频技术正逐渐成为勘探设备行业标准配置的一部分，其市场应用范围在不断拓宽。

2. 可持续发展视角

从可持续发展的视角来看，变频技术对勘探设备行业产生了深远的影响。节能减排是全球范围内所推崇的环境保护理念，在这一点上，变频技术能够有效降低勘探活动的能耗和碳排放。变频器通过调整电机工作速度，减少无效功耗，提高能源利用率，对环境的负面影响降到最低。同时，变频技术有助于提高勘探设备的使用寿命和可靠性，减少维护成本和停机时间。它通过避免设备在启动和关闭过程中的机械冲击，减轻机械磨损，延长了各项关键部件的寿命，降低了整体的设备成本。此举不仅减少了设备投资，还降低了因设备故障带来的环境污染风险。

此外，变频技术在勘探设备中的应用有助于促进清洁能源技术的发展。例如，在勘探地热能、水电和风能等可再生能源时，变频技术可以最大限度地提高资源的获取效率，促进可再生能源的利用，这对于实现能源的绿色转型和可持续发展具有重要意义。

结束语

本文对勘探机电设备中变频技术的应用进行了详细探讨，分析了其在改善设备性能、节能减排和延长设备寿命方面的显著作用。尽管变频技术在实际应用中存在一定的技术和环境挑战，但通过持续的技术创新和优化，其在勘探机电设备行业中的应用前景是广阔的。随着对勘探设备性能要求的提高和对环境保护意识的加强，变频技术无疑将在未来勘探机电设备领域扮演更加关键的角色，为实现更高效、更环保的资源勘探作出贡献。最后，本文也对变频技术未来的发展方向给出了建议，以期推动行业的持续发展和技术进步。

参考文献

- [1] 缪林和. 变频技术在煤矿机电设备中的应用浅析[J]. 电力系统装备, 2021(9): 136-137.
- [2] 刘红雨. 勘探机电设备中变频技术的应用[J]. 科技风, 2020(24): 96.
- [3] 贾飏. 关于地质勘探机电一体化技术的探讨[J]. 内蒙古煤炭经济, 2019(12): 8-9.
- [4] 邓秀玲. 地质勘探机电一体化技术研究[J]. 丝路视野, 2021(36): 121.