

变频节能技术在矿山机电设备中的应用

李鹏洲（山西高河能源有限公司，山西 长治 047100）

摘要：变频节能技术在提高机电设备运行水平、减少资源投入方面有重要的作用，凭借着其在控制、调节等方面的优势，可以给工业生产提供重要的技术支撑。于矿山开采事业中，可以采用变频节能技术，有效提高机电设备的运行水平，给生产作业助力，以较少的资源投入取得突出的成果。鉴于此，文章首先阐述变频节能技术的重要性，再着重围绕其在矿山机电设备中的应用展开探讨，提出一些具体的技术应用方法，以期起到抛砖引玉的作用。

关键词：变频节能技术；矿山机电设备；应用

随着矿山行业技术的发展，相继衍生出一系列优质技术，其中变频节能技术颇具代表性，其应用水平正逐步提高，在降低机电设备运行能耗方面的优势随之显现。于矿山开采领域，若合理应用变频节能技术，可降低设备运行时的资源消耗量，提高效率。例如，根据主通风机的运行特征，合理匹配变频节能技术，此时在保证该设备正常运行的同时还可减少能源消耗。可见，变频节能技术的优势突出，工程技术人员需高度重视该项技术，并探讨其在矿山机电设备中的应用优势，在此方面深入“耕耘”极具必要性。

1 变频节能技术应用于矿山机电设备的重要性

面对高质量开采的发展需求，矿山机电设备需转型升级，而此时应用变频节能技术则恰好符合行业发展趋势。通过变频节能技术的应用，有助于实现“稳定运行、低能耗运行”的目标，契合于节能环保的现代生产理念，摆脱以往矿山开采资源投入多、经济效益低的局面。

矿山机电设备运行负荷较重，对电力资源的需求量较大，传统方式下往往存在资源消耗过量的问题。而通过变频节能技术的应用，可降低机电设备运行时的能源消耗。例如，采煤机变频调速系统则是变频节能技术应用中的重要产物，系统管理性能提高，运行时的能耗得到有效的控制。随着变频节能技术的发展，其在矿山机电设备中的应用频率有所增加，而变频节能技术的应用并非一蹴而就，其是一个复杂度较高的过程，在技术应用过程中可能遇到各类主客观因素的干扰，因此矿山企业首先要对变频节能技术形成正确的认识，掌握技术特点，在此前提下，加强技术探索，提高变频节能技术的应用水平，顺应矿山机电设备的发展趋势。

2 变频节能技术概述

矿山机电设备运行期间并非始终保持满负荷状态，为了在不影响正常生产的前提下减少资源投入，可以应用到变频节能技术，尽可能规避机电设备产生过剩力矩的问题。随着变频节能技术的发展，其衍生出诸多细分技术形式，包含点击传动技术、电力电子技术等，根据矿山项目实际环境合理选择技术形式，发挥出技术优势。

在变频节能技术的应用中，使电流信号经由半导体

形成其他频率，并用某些特定的设备实现对工频交流电的转换，使其成为直流电，在前述处理的基础上，用逆变器实现对电压、电流两项关键参数的调节，进而达到无极调速的效果，使机电设备拥有更加良好的运行状态。在矿山机电设备中采用变频节能技术时，主要发挥的是电机转速和电流频率两项参数的关系（同比增长），进而通过电流频率实现对电机转速的有效控制。在合理应用变频节能技术后，电机运行稳定性得到保证，可自动完成对速度的灵活控制，避免不必要的资源消耗。

3 变频节能技术的应用原理

变频器的运行具有阶段性的特征：首先，在整流器的作用下，实现对交流电源的转化处理，形成直流电，而后，做进一步的转化，并传输给发电机，即整个过程总结为“交-直-交”，期间涉及到控制、整流、逆变几大关键环节。对于整流，该项功能可由整流器提供，直流部分的关键作用在于滤波，逆变器则普遍应用的是IGBT三相桥式逆变器，其特点在于可灵活调节输出的脉冲宽度。经过前述分析后，可进一步概括变频节能技术的应用特点，即借助变频调速系统高精度调整电机转速，以实现节能的效果。

4 变频节能技术在矿山机电设备中的具体应用

4.1 在采煤机中的应用

在持续性的探索下，采煤机的功能愈发丰富，但矿山开采环境错综复杂、存在诸多安全隐患，采煤机运行时可能有不适应的局限性，且此问题在采煤机长时间运行后体现得更为明显，轻则影响正常生产进度，重则诱发安全事故。在矿山项目中，变频节能技术对采煤机的控制有一套特定的机制，例如“一拖一”、“一拖二”，其中以前者的应用更为广泛。在变频节能技术的加持下，采煤机的运行状态得到优化，可规避大倾角工作面性能不足的问题，且控制精度较之于传统方法有所提高，牵引力的稳定性增强，矿山开采环境具有更加突出的安全性特征。从节能降耗的角度来看，采煤机直流母线的再生电能能够在变频器的作用下回馈至交流电网，建立起良好的运行机制，矿山直流回路与供电电网的联系得以增强，能量传递效率提高，达到资源利用率最大化的效

果。

4.2 在矿井提升机中的应用

矿井生产期间,需要将物料和人员送至矿井内,而提升机则是实现此类效果的关键装置。通常,将金属电阻接入电动机转子电路,借助控制器完成相应的调节操作,保证电路阻值的合理性,进而实现对电动机转速的有效调节。该传统方式虽然可行,但电阻消耗的能量过多,而电阻自身缺乏足够的散热性能,无论是提升还是下放动作,均要用较强的动力对直流电源加以制动,此工作方式下必然会损伤仪器设备,也伴有较为明显的电力资源浪费问题。针对提升机系统运行过程中的损伤性强、能耗大的问题,可采用变频节能技术予以解决,赋予机电设备无极平稳调速的功能。概括而言,在提升机中应用变频节能技术的优势可体现在如下几方面:

①以工作需求为导向,用编程器编制特定的程序,实际工作中高效运行程序,完成继电器的基本工作。在程序控制的方式下,操控电路和梯形图的转换效率得以提高;②在建设外部控制电路时,所配套的执行继电器数量相对较少,后续检维修工作难度降低,一方面减少资源投入,另一方面保证运行的顺畅性;③系统存在故障时,相关技术人员可借助显示屏加以检查(由显示屏呈现出相关信息,作为重要的参考),更为及时地、准确地判断异常状况,有利于故障处理工作的高效进行;④控制精度较高,也富有灵活性,可根据实际需求予以扩展,例如仅需针对内部程序的相关参数加以调整即可,避免了传统方式下更换硬件设备的繁琐操作;⑤提升机超负荷运行时,电机的再生能量可反馈至电网,其优势在于减少电能损耗,规避资源浪费问题;⑥电气设备的控制精度较高,可有效调节提升机的速度,尽可能减小运行系统的冲击力,使各类机械设备以更加协调的方式运行。此时,设备运行过程中受损的问题得到有效的缓解,耐久性提升。

4.3 在皮带运输机中的应用

皮带机运行时的功率较大,资源消耗较为可观。在皮带机的运行中,通过轮毂转动的方式产生摩擦,带动皮带在滚轴上发生运动。在传统方式中,皮带机采取的是空载启动的方法,并将电阻串接在转子上,在该配置方式下,促进皮带机的正常运行,提高其传输效率。但从实际应用情况来看,启动时存在较为强烈的瞬间电流,其会产生较强的冲击力,对电机内部造成不同程度的损伤,同时有明显的发热问题。不仅如此,由于启动时间短暂,会导致皮带带有老化和断裂的可能。液力耦合器运行过程中,相关部件可能有不同程度的磨损,油温较之于正常状态有所升高,诸如此类现象的出现,均会导致设备维修成本增加。在液力耦合器的应用中,启动过程的技术难点较多,换言之,以何种方式使液力耦合器顺畅启动较为关键,为此可以考虑将变频节能技术应用至其中,以达到皮带机软启停的效果,减小启动和停止对

皮带机所造成的影响,保证皮带机的稳定性和耐久性。

此外,还可根据皮带机的运行特性建立变频节能系统,设备日常运行中,从实际情况出发,对输出力矩和频率两项关键的参数做灵活的调整,保证各项参数的合理性,进而使电机维持恒频恒速的良好运行状态,此时皮带机的传输效率大幅提高,通常其效率将达到90%以上,也能够减少电力资源投入。并且,在合理配套高压变频器后,可以密切关注到皮带机的实际运行状态,更为灵活地形成反馈机能,其对于减少电源浪费量、降低设备运行费用、节能环保等方面均有重要的作用。

4.4 在通风机中的应用

通风机是矿山生产中不可或缺的设备,具体包含拖动风机、压缩机等,得益于通风机的正常运行,优化井下生产环境,降低有毒有害气体的浓度,保证生产安全。从能耗角度来看,在整个矿山机电设备总能耗中,风机占到40%~50%,属于矿山生产领域当之无愧的“能耗大户”。对于各矿山生产阶段,其对风机的需求也不尽相同,为了更为灵活地适应各阶段的需求,可以采用到变频技术,以此来调控风机的输出功率。纵观传统的变频方法,其基本应用思路在于以生产阶段的实际情况为准,对风机进行有效的替换,显然其在操作层面缺乏便捷性优势,会降低矿山的生产效率,同时设备方面的成本投入也相对较高。相比之下,变频节能技术则有效突破了传统方法的局限性,可以避免替换风机的繁琐操作,在合理的调控之下,风机的输出功率得到保证,可更为有效地满足生产需求,风机运行阶段所耗费的能源也将得到有效的控制。不仅如此,风机的性能曲线将得到深度的优化,硬件设施的性能优势得到有效的发挥,可以更好地满足矿山生产需求。

通风机是矿山井下开采中改善环境品质的重要设施,例如促进空气的高效流通、除尘,以便营造安全的、舒适的矿山井下作业环境,进而给生产人员的人身安全提供保障,也给设备的正常运行创设良好的条件。在我国的矿山开发中,相关企业对通风机的合理化应用予以了高度的重视,且重视通风机的基本功率。而在变频节能技术应用水平逐步提高的背景下,可提高对通风机的调控水平,更加精准地调节通风机的风量,提供充足的氧气,以满足矿井生产对现场环境的要求。通风机的优势具有多重性,除了有效控制矿井风量外,还可减少能源投入。例如,在矿井生产中应用到变频节能通风机,通过此设备的配套,可以给井下作业人员提供持续性服务,该设备的节能性能更为突出,灵活性更强,可以根据矿井的需求对风量做合理的调控,除了保证井下氧气供应的持续性和充足性外,还能够高效调节风机功率,使各项相关参数相匹配,在满足生产需求的前提下,避免多余功率。通过变频节能技术的应用,进一步促进通风机应用价值的显现,充分彰显出其在生态环境效益、经济效益方面的优势。并且,基于变频节能技术的通风

机还可以提供控制性服务,有效契合于矿井实际生产需求。

4.5 在井下水泵中的应用

井下开采环境复杂,为了消除现场自然条件对开采的影响,需配套井下水泵。在传统方式下,该装置对流量的调整通常采用调节管网阀门的方法,以此来满足控制要求,但从应用效果来看,尽管其可以维持水泵工作转速的稳定性以及保证水泵流量调节的有效性,但明显增加水泵的运行负荷,即该装置需持续运行,若仅采用调节管网阀门的方式,将衍生出较为明显的水泵输出功率被浪费的问题。为此,建议将变频节能技术应用于井下水泵,在此技术配置方式下,采用电流调节的方法,实现对井下水泵运行状态的有效控制,从而将水泵流量稳定在合理的区间内。

较之于传统的控制方法,此处所提的变频节能技术控制方式有更高的精度,水泵流量的可控性得以提升,同时不存在水泵输出功率被随意浪费的问题。除此之外,矿山生产规模较大,加之现场环境复杂,通常配套的是大功率的井下水泵,并且此类装置的数量丰富,因此若能够合理地应用变频节能技术,将有效提高井下水泵的运行水平,在减少能源消耗方面的优势尤为突出,此举无疑能够推动矿山开采工作的开展,也可以帮助企业创造更加丰厚的经济效益。

4.6 牙轮钻机中变频器的应用

在露天矿的穿孔作业中,牙轮钻机属于重要设备(在大型露天矿中更是如此),而开采深度范围内的地层特性不尽相同,为确保此设备在各地层中均能够正常运行,需要赋予设备灵活性的特征,以便根据岩石的性质做灵活的调整,达到无极变速旋转的效果。为此,根据牙轮钻机的运行特性,合理匹配变频调速技术,增强设备对现场环境的适应性水平,显著提高设备的运行效率,同时还可减少维护和维修的工作量,力争以最少的资源投入来取得最佳的应用效果。

4.7 在流体负荷设备中的应用

在载流设备中应用变频节能技术具有可行性,在此技术配置方式下,可提高调控水平(具体体现在风速和泵的变频调速两个方面)。随着经验的积累,变频调速技术在风机中的应用频率逐步提高,同时也存在适用于铜矿开采环境的变频调速装置,给生产作业创设了更多的可能。风机改造后,变频运行特性突出,运行期间的电力资源消耗量减少。

在采区供水和液压泵运行中,变频调速有其突出的应用优势,例如降低设备的机械影响,提高控制的灵活性。泵的启动和停止均更为平缓,也可以根据需求做及时的加速和减速处理。在动态化的调控机制下,井下液位具有足够的稳定性,泵的运行也更具合理性,即能够避免空闲阶段所产生的能量消耗问题,对于促进集约化发展而言大有裨益。

4.8 在电控绞车系统中的应用

变频调速保护系统的应用有诸多要点,例如输出电源为660V,频率50Hz,输出频率0~50,频率变动幅度需控制在许可范围内(-2.5%~2.5%),负载变化应稳定在合理的区间内(为-120%~120%额定负载)。在适配变频调速技术时,需要充分考虑到自动转矩提升功能的实现,在低频率运行状态下,额定转矩必须具有合理性,其他各类部件的运行也应保持稳定,不可出现发热或是其他的异常状况。电气控制装置则是重要的设施,其在双PLC全数字控制系统中具有衔接作用,能够与硬件电路有效结合,从而提高对绞车的控制水平,创造更高的运行效率。日常工作中,若控制系统存在故障,则能够高效实现对硬件电路的零备件更换操作,联合应用到限速设备、加速保护设备等多重设施,共同实施双线运行机制。不仅如此,还具有保护试验的作用,若信号正常传输存在异常状况,此时系统记录信号发出次数超30秒,经过此阶段后,确保声光信号和控制回路产生闭锁作用,借助此方式,尽可能减小信号传输故障所造成的不良影响。

5 结语

在资源节约化、生态环境效益化的发展趋势下,相继有更多的矿山企业注重对新技术的应用,其中变频节能技术则具有代表性。较之于传统的变频技术,其在降低机电设备运行能耗方面的优势更为突出,也可取得更加显著的控制效果,在灵活的调控之下,设备的运行状态良好,运行期间的资源消耗量减少,给矿山开采工作的开展提供了重要的推动作用。得益于变频节能技术的多重应用优势,其深受工程技术人员的青睐,相继被应用于矿山机电设备中。当然,碍于起步时间迟、经验有限、环境复杂等缘故,变频节能技术在矿山机电设备中的应用仍有较大的进步空间。为此,一方面需要肯定既有的发展成果,持续重视变频节能技术;另一方面则需正确对待现状,相关技术人员清晰梳理现存问题,注重探索,开发出更适应于矿山开采环境的变频节能技术,持续提高应用水平,进而有效推动我国矿山开采行业的高质量发展。

参考文献:

- [1] 李守明.变频节能技术在矿山机电设备中的应用标准研究[J].装备维修技术,2021(18):1.
- [2] 汪庭德.变频节能技术在矿山机电设备中的应用[J].通用机械,2020(Z1).
- [3] 司雄杰.变频节能技术在矿山机电设备中的应用标准研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(19):3.

作者简介:

李鹏洲(1987-),男,汉族,山西长治人,本科学历,中级工程师,2010年毕业于中国矿业大学,主要从事煤矿安全管理工作。