

Research on Energy Saving Technology of Coal Mine Electromechanical Equipment

Rong Wang

Halagou Coal Mine, Shenhua Shendong Coal Group Co., Ltd., Shenmu Shaanxi
Email: wrlwxy@yeah.net

Received: Jan. 4th, 2018; accepted: Jan. 19th, 2018; published: Jan. 26th, 2018

Abstract

China, as a country with abundant coal storage, has made outstanding contribution to the economic development of our country. The large-scale production of coal relies mainly on mechanical equipment. According to the actual load, the current frequency of the equipment is changed to control the running speed of the electromechanical equipment. The operation status of the equipment is adjusted according to the actual needs so as to realize the energy saving goal of coal mining. This paper analyzes the application status and principle of energy-saving technology, elaborates the application of frequency-conversion energy-saving technology in coal mine electromechanical equipment and its development prospect in order to promote the development of coal mining industry.

Keywords

Coal, Electromechanical Equipment, Energy-Saving Technology, Application

煤矿机电设备节能技术探索研究

王 荣

国家能源集团神东煤炭公司哈拉沟煤矿, 陕西 神木
Email: wrlwxy@yeah.net

收稿日期: 2018年1月4日; 录用日期: 2018年1月19日; 发布日期: 2018年1月26日

摘 要

我国煤炭储存丰富, 煤炭资源在我国经济发展中长期成作为主要能源。而煤炭规模化的生产主要依靠机械设备。根据实际负荷, 通过对设备电流频率的改变, 实现了对机电设备运行速度的控制, 根据实际需

求调节设备的运行状态,实现煤矿开采的节能目的。本文通过节能技术的应用现状及其原理进行分析,详细阐述了变频节能技术在煤矿机电设备中的应用以及发展前景,以期促进煤矿采集业的发展。

关键词

煤矿, 机电设备, 节能技术, 应用

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我们处在一个能源危机时代,节约资源是我国的基本国策,也是企业落实科学发展观,提高企业经济发展质量和效益、增强企业核心竞争力的根本要求。我国煤炭储备丰富,为我国的经济发展与资源的利用提供了优厚的条件,尤其是煤炭产业在经济发展方面做出的贡献。但是我国的煤炭采集技术相对于发达国家来说较落后。并且,煤炭采集对于机电设备、人力等需求很大,造成了一定的资源浪费,而且安全隐患大。因此,探讨煤矿机电设备节能技术的应用,不仅能促进煤炭产业技术的进步,工作效率的提高,并且能提高煤炭采集过程的安全性能。所以,我国应该大力开展煤矿机电设备技术的创新革新,促进节能技术在煤炭采集中的应用。目前,煤炭产业中机电设备最常用的节能技术是变频节能技术,并且随着近几年的发展,变频技术越来越成熟,促进采煤效率的提高,煤炭采集实现低碳、节能、环保。

2. 节能技术的应用现状及其原理

上世纪七十年代中期脉宽调制变压变频调速研究首先进入人们的视野,到了八十年代后期鞍形波脉宽调制变压变频调速模式作为脉宽调制变压变频调速的优化模式被提出,九十年代初期又出现了矢量控制变频调速和直接转矩控制变频技术。调速系统的集成度越来越高,以单片机为基础又研究出了数字信号处理器、精简指令集计算机和高级专用集成电路等。到了九十年代初,我国在自行开发和研制的高压变频器方面取得了很大成绩,在钢铁行业和电力行业得到很好的应用[1]。但在煤炭采集业应用较少,一方面是受电子电器设备耐压性弱的影响,变频技术本身不是很成熟,煤矿采集业使用的设备电压较高、功率较大、运行环境复杂恶劣,以及操作工人的基础差,变频设备不能很好满足安全生产实际需求;另一方面,变频设备昂贵,煤矿采集业效益较差,不稳定,企业没有积极性使用。近几年,随着电力电子技术和控制理论的进步,变频技术在理论和应用方面取得较快的发展,变频器的制作成本大幅下降,在功率器件方面、在控制理论方面得到很大改进。目前,交-交变频调速系统的迅猛发展,在大型机电设备调速中得到广泛应用。模糊自由化控制、人工神经网络等控制方法成为新技术研究的方向。功能方面,变频器的综合化程度越来越高,除了能完成基本的调速功能,而且具有内置的可编程序、参数辨识、智能调速及通讯等功能。本世纪初,随着节能理念的不断推广和电子信息技术的飞速发展,以及煤炭市场回暖,在煤矿采集业逐步得到推广应用,变频节能技术的应用效果逐步获得认可,能耗、维护费用降低,综合经济效益明显提高。由于其良好的动态响应性能、高可靠性,维护简单、优良的节能效果等优点,受到越来越多工矿企业的青睐,广泛应用于矿山企业各种机电设备的驱动控制中。

2.1. 变频节能技术的原理

变频节能技术,是指利用一定的变频设备,实现电流频率改变的技术。一般常用的变频设备成为变

变频器,其构成相对复杂,由电源板、电极电容、键盘以及控制面板等部件构成。一般的设备并不能使得设备电流的频率发生改变,但是变频技术的应用,改变了电流频率,实现了对机电设备运行速度的控制,并且,变频器可以根据实际需求,调节设备的运行状态,这样就能实现节能的目的,减少了对设备的损耗,延长其使用年限,促进矿井实现资源节约化。

变频节能技术的出现,使得能源消耗的大幅度降低成为可能,因此受到国内外科研机构以及企业的广泛关注。变频节能技术中的变频调速技术,是其中最为核心的技术之一,调节电机的电流频率,改变电动机驱动方式。不仅能够实现电动机转速的经济化,达到显著节能的目的,同时,变频节能技术能够实现电力半导体器件的高效利用,进而实现实时工况调节。比如根据割煤实际情况调节采煤机、刮板输送机、转载机、胶带机等电压,改变驱动电机的电流,改变电流频率或速度,从而达到节能的目的,也就是我们所说的变频器。

变频器的工作原理:变频器可实现交流-直流-交流的调整,是通过整流器将工频交流电转变成直流电,之后再转变为电压可控或频率可控的交流电源,最后再供给电动机使用的过程。这种电流的轻松转化,对电流频率以及电流速度的控制,从而实现对整机或整套机电设备运行情况的控制。变频器的电路主要由四个部分组成,包括控制部分、逆变部分、整流部分和中间的直流部分。逆变作用的部分,一般多使用三相桥式逆变器 IGBT,这种逆变器的不同在于其输出波形的脉冲宽度,它是变频技术的核心之一。

2.2. 变频节能技术的应用现状

变频节能技术实现了机电设备的节能目的,其技术成果不仅可使采煤工业实现节能,据研究表明,变频调速的使用,使得每台机电设备实现节能 10%~50%,降低成本,而且变频节能技术的使用提高了煤矿机电设备运行的平稳性。新技术的发展,为变频节能技术带来了机遇以及挑战。一方面,科学技术的发展,实现了对变频器的功能优化,首先是变频的控制模式得到优化,其次是在实践中的应用上包括矢量的控制模式和转矩的控制模式上应用得到极大的推广发展。另一方面,在器件的功率上,三相桥式逆变器中绝缘栅双极型晶体管(IGBT)和大功率晶体管(GTR)的应用取得了很大的成功,并有着成为主流的发展趋势。特别是大功率晶体管,它克服了晶闸管不能自关断与开关速度慢的缺点,简化了变频传动交流器的换相,降低了体积,且节能,广泛地应用于交直流电机调速领域。同时,变频节能技术在转速的控制功能上得到优化,相较于之前的调频器,优化后的调频设备,其对于电流频率的调速在准确度以及集成度上都得到了较大的提升。变频调速技术比如数字信号处理器(DPS)、精简指令集计算机(RISC)被广泛应用到单片机等设备中,实现了其功能的优化。信息技术的发展,更促进变频器的发展,信息与变频技术相结合,不仅实现了机电设备节能[2],而且远控、遥控及网控使得机电设备更加集成化、智能化,操作上更加简单化、多样化,极大的节省了人力成本、机电设备成本,实现了煤炭开采的低碳环保。

3. 变频节能技术在煤矿机电设备中的应用分析

变频节能技术近几年在煤炭产业链中逐步得到广泛推广应用,而且发展迅猛。变频节能技术实现了机电设备的节能化,运行更加稳定,因此煤炭的采集工作更加高效、节能、安全。

3.1. 胶带输送机中变频节能技术的应用分析

胶带输送机是煤炭采集过程中必不可少的机电设备,它主要应用于煤炭生产中对煤炭运输。传统的胶带输送机具有大功率、高电压等特点,因此对胶带运输机的技术优化,同样能够实现设备的智能化与节能化。变频节能技术与胶带输送机设备[3]相融合,一方面使得煤炭运输更加智能,针对所需运输货物的不同情况调节机电设备的运行状况,比如在实际的煤炭运输过程中,常常有轻载或空载的情况,变频技术的使用,使得胶带输送机在识别这种情况之后,调节运输机的功率或速度,实现节能。同时能够减

少对设备的损耗，增加设备寿命。

由于检测控制手段的制约，现有胶带机变频驱动系统只能起到优化启动特性的作用，调速功能也仅仅根据现场经验，设定固定速度运行值，不能根据实际负载实现自动调速运行。然而胶带机由于工作的特点，承载的物料不可能实现均匀、连续，其调速潜力巨大。神东煤炭集团哈拉沟煤矿率先使用一套智能视频调速系统，实现了胶带机自动调速，不仅能够降低胶带机运行功耗，同时也能有效减少带面、托辊等转动部位磨损，具有良好的经济效应。运输系统、大距离胶带运输机动态调速的核心思想是根据整个胶带机运输系统的煤量负载以及煤流到达的时间，计算、分析、预测未来时间里胶带机煤量负载的变化情况，来实现整个胶带机运输系统的动态速度调整，超前提速，滞后降速，保证速度与负载匹配的同时，确保安全生产。

神东煤炭集团哈拉沟煤矿基于视频识别的矿井胶带运输机闭环自适应动态调速控制系统，通过在胶带运输机机头机尾安装的数字摄像仪，获得瞬时煤量图像，通过图像处理方法，背景提取及运动物体识别，获取煤流宽度的相对值，再进行运算和分析，得出检测范围内煤量值，根据所得煤量值以及煤流到达的时间，采用开环方式调整转速；根据电机电流及煤量分布，实现闭环控制，使得胶带的速度达到设定的比例；根据电机负载曲线，视频信号实现全系统自适应动态调速控制，如图 1 所示。

3.2. 提升机中变频技术的应用

提升机是煤炭采集过程较为常用的一种机电设备，提升机不仅可以用于煤矿货物升降，还能够保障在煤矿采集中工作人员的安全。传统的提升机调速的实现是通过电动机转子电路中金属电阻的应用，这种模式操作很不方便，故障多。变频调速技术的应用，实现了提升机智能化无级调速，使得设备运行更加稳定，实现了设备的数字化信息化控制。另外，其根据实际情况对提升机设备进行电流频率、速度的自动调节，还能够实现机电设备的节能。

3.3. 变频技术在采煤机中的应用

随着煤炭开采的规模化扩展，机械化采煤高度由 0.8 m，发展到 8.8 m，采煤机的装机功率越来越大，

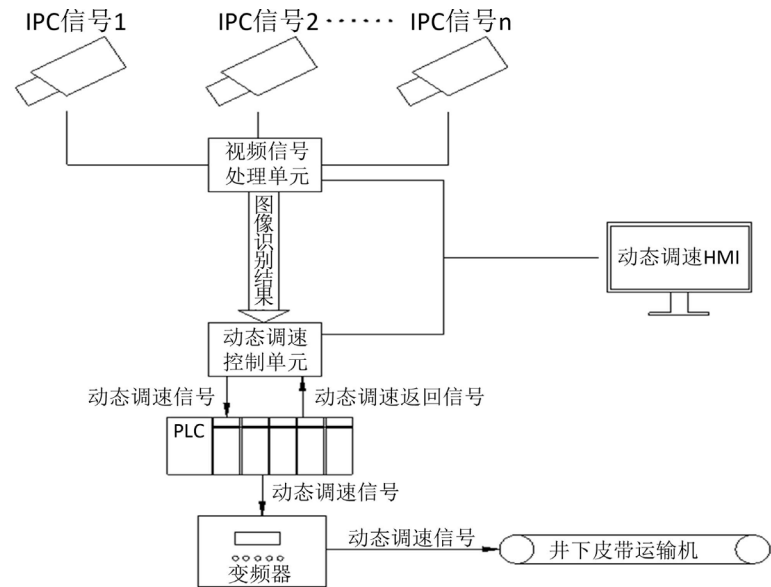


Figure 1. The structure of the closed-loop adaptive speed control system for mine belt conveyor based on video identification

图 1. 基于视频识别的矿井胶带运输机闭环自适应动态调速控制系统结构

目前我国采煤机的已经接近 3000 kW。牵引部作为采煤机核心系统之一，运行条件复杂，调向、加载频繁，无论国产还是进口采煤机的牵引部驱动，均广泛应用变频调速技术，也只有变频调速技术才能满足越来越大机型高速大载荷牵引的需求。一方面为变频节能技术的使用提供了充分的应用条件，另一方面，采煤机工控的特殊性，载荷大、振动大、调向频繁等，要求变频器载荷能力强、电器元件安装可靠、性能稳定，包括热稳定性高，并且能够实现两台变频器的转矩平衡和主从控制。另外，采煤机[4] [5]在实际的煤炭采集过程中，牵引部变频调速系统与截割部负荷电流反馈控制，及负反馈调节，即可避免截割部、牵引部同时加载导致过载，又可根据截割部载荷变化，适当选择牵引速度，最终实现采煤机最大化生产，使得工作效率得到提升，设备损耗更低。

3.4. 风机设备变频节能技术的应用分析

实现煤矿通风的科学管理，能够实现通风事故防范于未然。但是在煤炭采集生产的各个环节中，对通风的需求不一致，需要设计不同的模式满足生产需求。比如，在生产中期经常需要变更通风风量，需调整风叶角度，实现矿井科学通风，但调整风叶角度，比较繁琐，必须停机，调整风叶时间较长，一般需要 6~8 小时作业，高空作业、重物大件需吊车起吊，需要 4~6 人同时作业，作业风险较大，措施制定及审批程序复杂。且一台风机调整期间，另一台成单风机运行，矿井通风安全风险较大。但是变频节能技术在风机设备中的应用，使得风机实现自动化智能化的风速调节，矿井通风更加方便，保证了煤矿安全生产。所以，在煤炭采集过程中，一台风机的功能就可以实现传统多台风机的作用，节约了设备资源及能源消耗，且通风方式实现灵活调整，通风质量得到很好保证。

3.5. 矿井供水设备节能技术的应用

随着煤矿安全标准化要求的提高，对矿井供水质量的要求越来越高，变频调速系统在供水系统的应用[6]，实现水泵电机的无级调速，减小了管网冲击，改善了供水管网的动态环境，根据管网实时压力的变化，通过压力传感器反馈，经智能调速控制水泵电机转速和启停水泵电机台数，实时平抑管网系统压力，实现恒压供水，且有效防止管网湍振而导致管路胀裂。变频恒压供水系统不仅供水质量高，电机启动平稳，无水锤效应，占地面积小，设备投资少，噪音低等优点，而且提高了供水系统的稳定性和可靠性，节水节能效果显著。

4. 变频节能技术在煤矿机电设备应用展望

1) 目前煤矿采集业设备节能技术较上世纪从不接受到逐步认同推广，发生了翻天覆地的变化，电子信息技术、自动化技术等快速发展，为煤矿机电设备变频节能技术的应用注入了新的活力。目前最高调频电压为 1140 V，而采煤机电源输入电压已达 3300 V，还需要变压器降压处理，大电流工作极易发生过热故障，随着高压大功率变频调速装置的功能技术的不断发展，未来有望实现 3300 V 电压直供变频装置处理，减少环节，降低能耗，方便冷却处理，采煤机整机装机功率可更大，性能将更加稳定适应性更强，使得煤炭采集不断向着节能、高效、运行稳定、工艺流程简单的方向发展。

2) 随着行业壁垒被打破，各行各业的节能技术相互促进，实现了优势互补。煤炭生产线从采煤工作面采煤机割煤、刮板输送机、转载机、顺槽胶带机、主运输胶带机、配仓刮板输送机、煤仓仓位、洗选设备，直至装车设备，全部关联，利用视频三维识别系统识别物料重量，或者利用超声波等物料识别系统识别物料重量，通过数字信息系统分析，结合大数据分析，精准定位各部驱动电机合理电流及功率参数，科学合理控制各环节的速度，既可防止堆料堵仓，防止过载停机，又可最大限度的组织生产，促进矿井高效、低耗生产，从而促进采矿业技术的飞速发展。

3) 建立区域自动化信息网,完善矿井能耗数据库,自动定期分析各电机能耗,及时指导检修能耗异常设备,淘汰高能耗设备。

5. 结束语

当今时代把“能耗”作为评价一个企业综合竞争力的重要指标,能耗指标越来越成为一个国家和企业持续发展的重要动力。我国煤炭业的开采现状,总体呈粗放型能耗管理,表现出开采技术不够深入,开采耗能高,安全事故频发等现象。急需要通过多维度整合各种技术手段,全面广泛推广节能技术的应用,实现对机电设备运行的智能控制。因此,每个企业应当高度重视节能技术研究的资金投入,不断提高节能技术的开发研究应用,特别是充分结合数字化、信息化矿井建设,利用大数据,创建新理念,开发新技术,推动节能技术在煤炭开采中的广泛应用,快速发展,促进建设节能环保型企业、实现绿色开采、可持续发展。

参考文献 (References)

- [1] 郭燕. 关于矿井机电设备中变频技术应用现状分析[J]. 中国机械, 2013(7): 253-254.
- [2] 吕明磊. 浅谈变频器应用现状与发展趋势[J]. 机电信息, 2012(3): 49+51.
- [3] 殷世锋. 煤矿机电设备变频节能技术的应用探讨[J]. 内蒙古煤炭经济, 2017(Z2): 21+95.
- [4] 武波. 煤矿井下掘进机电设备的节能措施分析[J]. 机械管理开发, 2017, 32(9): 50-51.
- [5] 高青松. 论煤矿综采机电设备中的变频技术应用[J]. 山东煤炭科技, 2014(10): 132-133.
- [6] 赵阳. 变频节能优化控制技术在供水企业的应用[J]. 科技情报开发与经济, 2010, 20(28): 225-227.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2329-7301, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: me@hanspub.org