

# 煤矿机电设备节能降耗技术与应用研究

刘建刚<sup>1</sup> 孔令军<sup>2</sup> 刘传龙<sup>2</sup>

1. 新汶矿业集团有限责任公司机电管理中心, 中国·山东 新泰 271200
2. 库车市永新矿业有限责任公司, 中国·新疆 阿克苏 84000

**摘要:** 可持续发展是中国坚持的一项基本方针, 而降低工业生产能耗, 是实现这一方针的根本前提。尤其是在煤矿企业中, 大量的煤矿机电设备的推广应用, 极大地提高了煤矿的生产效率, 扩大了其生产规模, 但也导致了煤矿的能源消耗不断上升。采用高效的现代化开采技术, 减少开采过程中的能源消耗, 对提高煤矿的整体经济效益具有重要的作用。而变频节能技术是一种高效的节能方法, 能够在提高操作自动化程度的前提下, 减少生产设备的能源消耗, 是目前在煤炭行业中使用最普遍的一种能源节约方式, 具有良好的发展前景。论文阐述了煤矿机电设备节能降耗技术, 对煤矿机电设备节能降耗技术的应用进行了探讨。

**关键词:** 煤矿; 机电设备; 节能降耗技术; 应用研究

## Research on Energy Saving and Consumption Reducing Technology and Application of Coal Mine Mechanical and Electrical Equipment

Jiangan Liu<sup>1</sup> Lingjun Kong<sup>2</sup> Chuanlong Liu<sup>2</sup>

1. Mechanical and Electrical Management Center of Xinwen Mining Group Co., Ltd., Xintai, Shandong, 271200, China
2. Kuche Yongxin Mining Co., Ltd., Aksu, Xinjiang, 84000, China

**Abstract:** Sustainable development is a fundamental policy that China adheres to, and reducing industrial production energy consumption is the fundamental prerequisite for achieving this policy. Especially in coal mining enterprises, the promotion and application of a large number of coal mine electromechanical equipment has greatly improved the production efficiency of coal mines and expanded their production scale, but it has also led to a continuous increase in energy consumption in coal mines. The adoption of efficient modern mining techniques to reduce energy consumption during the mining process plays an important role in improving the overall economic benefits of coal mines. Frequency conversion energy-saving technology is an efficient energy-saving method that can reduce energy consumption of production equipment while improving the level of operation automation. It is currently the most commonly used energy saving method in the coal industry and has good development prospects. This paper elaborates on energy-saving and consumption reducing technologies for coal mine electromechanical equipment, and explores the application of energy-saving and consumption reducing technologies for coal mine electromechanical equipment.

**Keywords:** coal mine; mechanical and electrical equipment; energy saving and consumption reducing technology; application research

## 1 引言

煤炭是社会发展的源动力, 它既给人们提供了日常生活的能源支持, 又促进了中国国民经济的发展。在城市化进程中, 对煤炭的需求量不断增加, 对煤炭的开发与生产提出了更高的技术要求。然而, 在采矿中出现的各种机械损失和能耗问题, 已经成为限制煤矿安全的一个主要原因。在煤炭生产中, 节约能源与降低设备损耗, 是提升煤矿生产效率的有效的方法, 不仅能够降低煤矿企业的电费支出, 提升企业的经济效益, 同时也有利于环境保护、能源利用和资源的优化配置。

## 2 煤矿机电设备节能降耗技术分析

### 2.1 加强对机电设备的计量管理

监督管理人员要对设备的使用状况及用电量进行及时

的关注, 根据电能计量设备所显示的数据, 对设备的运行状况进行判定, 对造成电能损耗的因素进行分析。对电力系统中存在的问题进行了详细的研究, 以便对其进行科学、合理的处理, 减少电力损耗, 提高电能利用率。在实践中, 监管部门要制定一套完整的机械设备计量管理体系, 保证计量结果的真实可靠。通过对监测设备的耗电量、工作状况等进行监测, 对各种异常状况进行及时的发现, 能够及早采取措施, 保证设备的运行正常。另外, 监督管理人员也要经常做好设备的检修与维护工作, 保证设备的正常运行, 降低不必要的能源消耗。

### 2.2 采用节能供配电系统

在采用节能供配电系统的过程中, 必须认真地分析机电设备的各种电压指标。这涉及了本地供电网络的运作状况

和电厂本身的状况,如电容量的规模、电能传输的距离等。在综合各种影响因素的基础上,确定合适的电源电压,保证电气系统的安全运行,提高能源的使用效率。例如,煤矿中的机电设备要求使用 6000V 以上的电源。但是,当厂房内的电气设备同时需要 3000V、6000V 时,则必须加装一台变压器,适当的调节电压,以适应各种设备的要求。在煤矿开采中,通过对电源电压进行适当的设定以及使用高效、节能的供配电系统,能够使机电设备的能源消耗得到最大程度的减少,达到节能减排的目的,提高了企业的生产效率,减少运行费用<sup>[1]</sup>。

### 2.3 周期性安全维护

煤矿开采中,机电设备处于高压使用状态,地表大气中的湿度与粉尘会加速设备构件的侵蚀与磨损,降低其使用寿命。所以,为了减少设备发生故障的风险,必须进行定期的维修服务。维修工作必须有专门的技术人员负责,要对所有的设备进行彻底的检查与维修,以保证设备的高效、安全的运转。通过对其进行周期性的维修,可以降低由于操作不当或外界原因造成的损坏,从而增加其运行的稳定性。尤其是煤矿开采机电设备的电压器等仪表,为了保证维修的安全高效,应将安全因素置于维修工作的第一位。在进行安全隐患排查、维护和检修等工作的同时,还能够更好地运用和落实机电设备的节能减排技术,提升设备的使用年限和效率,降低事故的发生概率,为煤矿的安全生产提供保障。

## 3 煤矿机电设备节能降耗技术应用

### 3.1 变频节能技术的应用

变频节能技术与常规交流电不同的新能源发电方式。它的关键是把交流电源中的固定频率通过变频控制转换成一种可变、可供使用的资源。该技术的节能效果明显,因此在工业生产中发展很快,适用范围也很广。尤其是,采用变频节能技术,不仅可以将电机的速度控制在最佳水平,而且还可以取得显著的节能效果。其核心在于高效地使用功率半导体元件,通过调节半导体的通断,调节工作电压,使固定频率交流电按特定条件变化,转化为不同的电压或频率的交流电。一般来说,这样的控制设备叫做“变频器”。

### 3.2 普通变频器的应用

普通变频器在煤矿中的广泛使用,极大地改善了煤矿机电设备的使用,对煤炭企业节约能源具有重要意义。洗煤厂除给煤机外,还可以采用其他设备的普通变频器,达到节约能源的目的。中国部分煤炭企业正朝着提高煤炭产量的方向努力。在常规变频器使用的基础上,煤矿企业也在积极地研究和开发新型变频器。在煤矿企业中,采用通用的变频器,不仅可以达到对设备进行精确的控制,而且可以有效地提高生产效率,节约能源。通过普通变频器的应用,可以促进中国煤炭企业的可持续发展,使中国煤炭产业向节能化、智能化、绿色化方向发展。

### 3.3 交流四象限变频器的应用

煤矿开采设备因其工作环境的特殊,经常要进行各种操作,因此对其采用变频器提出了四象限的运行要求。交流四象限变频器的工作原理非常新颖,它用一种智能化的电力组件组成的可控整流桥代替了传统的整流电路,使其能够在发电和电动两种模式之间进行灵活的转换。即在电动机启动时,四象限变频调速系统按常规二象限变频调速模式进行控制;在发电机发电时,四象限变频器中的逆变器将起到整流的作用,并用逆变器代替原来的整流电路,将电机输出电量反馈给电力系统。该方法既可以有效地节约能耗,又可以减轻对电网的负荷,为煤矿机电设备的安全生产提供有力保障<sup>[2]</sup>。

### 3.4 变频技术的应用

在机械动力荷载设备中,变频技术的应用有传动调速与静止电源。在传输速度上,采用变频控制方式来调节电机的速度,从而达到节能降耗的目的。尤其是在煤矿通风设备中,采用变频技术的频率也日益提高,因此也有一些专用于煤矿特定运行环境的变频器。常规的节流阀等方法简便实用,但其节约能源的作用十分有限。对比而言,经过变频技术的改进,其速度大大降低,电机的输出功率也随之降低,更加贴近煤矿特点,一年可以节省大笔的电力费用。在煤矿给水泵和给液水泵中,采用变频技术也十分灵活。采用变频调速后,对设备产生的机械振动有较大幅度的减小,提高了技术系统调节的灵活性,减少了因空载及频繁启动、停机造成的能源消耗。

### 3.5 提升机的应用

提升机采用的变频防爆提升系统与四象限变频调速系统相结合的数字化信息控制方式。采用该技术可以使提升机的速度调节更为精确,改善其输送效率,又可以减少能源消耗,达到节约能源的目的。通过对煤矿生产状况的远程控制,及时作出相应的调节,大大提高了煤矿生产的安全性与稳定性。另外,数字化信息控制技术的运用也给煤炭生产企业提供了新的发展机遇。例如,某家煤炭企业引进了变频防爆的提升机,采用四象限变频调速系统,通过数字化信息控制技术进行远程控制,不仅改善了提升机的运行效率,而且也减少了能源的使用。但在实践中,由于采用金属电阻器与常规的升降速度控制方式,有一定的安全风险,影响煤矿的安全。采用先进的变频控制技术,提高了提升机的工作稳定性,减少了能源消耗。采用智能化数字化控制,实现了对提升机工作状况的远程控制,从而大大提高了运行的效率与安全性。通过对提升机操作中各种信息进行深入的研究与挖掘,能够为企业制定更加合理的生产与管理计划等<sup>[3]</sup>。

### 3.6 皮带输送机的应用

皮带输送机是煤炭开采过程中的主要设备,它在煤炭开采过程中扮演着极其重要的角色。通过对皮带输送机运行模式的持续改善与优化,达到了节能、降本增效的目的。例

如,某家煤矿企业引进了新型的皮带输送机调速系统。以往,由于煤炭运输时存在着较大的惯性,造成了大量的能源和设备损失。而采用液力耦合器件进行软启动,尽管可以进行柔和启动,但长期运转仍然面临着能源消耗大的问题。采用变频控制技术,使皮带输送机的转速能够按照要求进行适当调整,从而达到节约能源的目的。这样既可以改善运行效率,又可以减少运行费用,为煤炭企业节省了能耗开支。

## 4 工程实践分析

### 4.1 工程概况

以伯方煤矿为例,介绍了一种新型的皮带输送设备的节能控制方法,并将该设备用于煤矿的节能改造工作。伯方煤矿的年生产能力为  $2.10 \times 106t/a$ ,在一采区设有两台带式运输机,在运输大巷上使用了钢丝绳芯带式运输机 DTL120/120/3  $\times$  280,输送距离 1770m,起吊高度 44m,倾斜角度  $13^\circ$ ,皮带宽 1200mm,送煤速率达到 1200t/h,输送速率 3.2m/s。在水平运输大巷上,选择了与之配套的皮带输送机,运输长度为 1710m,倾斜角度为 0。两台带式输送设备均为 650PWV-SNC 限矩形,与之相匹配的是 YB450S3 防爆电动机电压 10kV,运行功率 280kW,速度 1490r/min,使用 S1 运行机构,配置数量 3 个。煤矿运行方式为“三八制”。伯方煤矿的实际产量为  $1.80 \times 106t/a$ ,与设计水平存在很大的距离(见表 1)。因此,在伯方煤矿皮带输送机的调速系统上应用带式输送机自动节能控制系统,证明了该方法的有效性<sup>[4]</sup>。

表 1 伯方煤矿带式输送机空载与轻载运行时长统计表

年份	带式输送机空载和轻载运行时长 (h)	总运行时长 (h)	空载和轻载占比
2018	2000	5000	40%
2019	2500	6000	41.67%

### 4.2 参数配置分析

通过对输送过程中的动态监测及相关资料的处理,使输送系统能够适应工况的改变而采用相应的驾驶方式,从而达到提升输送效率的目的。通过对皮带输送机工作载荷的实时监测及资料的分析,提出了在大负载情况下,为保证输送效率,在输送过程中采取了两种传动方式,以满足输送要求的转矩要求;在负载较小的情况下,采用单人驾驶方式,参数设置(见表 2)。假设皮带输送机的载荷随时间的变动服从一个正常的曲线,将主机载荷的比率记为  $Im$ 。在  $Im < KT$  的情况下,  $t1$  (主辅助设备共同操作所占的比例) = 24%。在这种情况下,只有主机在运转就可以达到整个系统的输送要求。在  $Im > KT$  的情况下,  $t2$  (Host Only Operationship) = 28%。在这种情况下,需要主、辅助设备一起工作,才能达到整个系统的输送要求。在  $KT < Im < KQ$  条件下,主辅机同时操作时间占 50%;考虑到以上条件,整个系统的功率消耗比例  $1/2 \times t1 + t2 + (1 + 1/2) / 2 \times (1 - t1 - t2) = 0.76$ <sup>[5]</sup>。

表 2 参数设置

参数	配置值
辅机启动系数	90%
辅机关闭系数	45%
调解范围	60%~100%
调解范围	40%~80%

### 4.3 实际效果分析

伯方煤矿皮带输送设备进行了节能技术改造后,通过对其日常维护数据进行统计,发现传动设备各个部件的检修比例没有显著改变,说明该设备在机械部件的利用率上可以达到常规要求。另外,通过测量电机在工作状态下的电流,表明在两台电动机同时启动后达到平稳运转时,单个电动机的大负载电流不会超出电动机的设定值,而且这种情况随煤量的增大而不明显,具有较好的节能作用(见表 3)。资料表明,倾斜输送带每天工作 6h,水平大巷输送带 18h,采用节约能源的方法,每天节约用电 2400kW。若以 0.5 元 / (小时)的价格来计算,则一年可以节省 2400 度 (小时)  $\times$  350 日  $\times$  0.5 元 = 4368000 元。通过分析可知,伯方煤矿下皮带输送设备的节能改造效果明显,不仅在设备维修保养上性能平稳,还在能耗及操作费用上有较大提高<sup>[6]</sup>。

表 3 井下主斜井带式输送机与水平大巷带式输送机运行数据

项目	改造前平均值	改造后平均值	节能效果
运行电流	100A	96A	下降 4A
功率均值	500kW	400kW	降低 100kW

## 5 结语

总之,节能降耗技术是一种高效节能的手段,可以提高煤矿机电设备的工作灵活性,减少设备的能源消耗,提高设备的工作稳定性与使用寿命,为煤矿企业的长期发展打下坚实的基础。因此,煤矿管理人员应该进一步推广使用节能降耗技术,加大煤矿的节能降耗力度,促进煤矿企业可持续发展。

### 参考文献:

- [1] 李扬.煤矿机电设备变频节能技术的应用研究[J].设备管理与维修,2024(11):49-51.
- [2] 齐静.煤矿井下掘进机电设备的节能研究[J].能源与节能,2024(4):93-96.
- [3] 李志文.煤矿机电设备变频技术改造研究[J].能源与节能,2024(4):144-146.
- [4] 孔德胜,任俊峰.煤矿机电设备中应用变频节能技术的实践探究[J].内蒙古煤炭经济,2024(7):148-150.
- [5] 陈捷.基于节能减排的煤矿机电设备自动化控制系统分析[J].中国机械,2024(10):87-91.
- [6] 吴卫国,李春.永磁变频节能技术在煤矿机电设备中的应用[J].现代制造技术与装备,2024,60(3):44-46.