

煤矿提升机变频调速系统开发与应用

李玉飞

重庆安标检测研究院有限公司 重庆 401325

摘要: 在矿井开采生产中,提升机是重要的运输设备,在复杂的矿井作业环境和空间中,以及逐渐增大的提升量和不断提高的提升速度要求下,对其运行可靠性的要求也比较高。现阶段,矿业生产开采市场竞争环境激烈,且国家相关部门对矿山开采提出的环境保护要求不断提高的形势下,矿井开采作业中需要针对具有较高能耗的提升机需要进行高压变频调速技术的改造。既要满足其运行可靠稳定的要求,又要实现运行能耗以及检修维护成本的降低,提高矿井开采生产效率以及经济效益。因此,借助于变频调速技术对提升系统加以改造,以此增强在提升系统运行的可靠性。

关键词: 煤矿提升机;变频技术调速系统开发;应用分析

Development and application of frequency conversion speed control system of coal mine hoist

Yufei li

Chongqing Anbiao Testing Research Institute Co. LTD chongqing 401325

Abstract: In mine mining and production, the elevator is a piece of important transportation equipment. In the complex mine operation environment and space, as well as the gradually increasing amount and increasing speed, its operation reliability is also relatively high. At the present stage, the competitive environment in the mining production market is fierce, and the environmental protection requirements proposed by relevant national departments are constantly improved, the high-voltage frequency conversion and speed regulation technology should be reformed for the hoist with high energy consumption. It should not only meet the requirements of reliable and stable operation but also realize the reduction of operation energy consumption and maintenance cost, and improve the mine mining production efficiency and economic benefits. Therefore, with the help of frequency conversion and speed regulation technology to transform the lifting system, it can enhance the reliability of the improvement system operation.

Keywords: coal mine hoist; frequency conversion technology speed control system development; application analysis

1 变频调速的发展

变频调速的发展概述矿井提升是矿山生产的关键,所以,无论哪种提升机,对电气传动的要求都很高。因为电气传动系统性能的优劣、可靠性的高低、都直接关系到矿山生产的效率和矿山生产的正常进行目前,我国矿井提升机的电气传动系统主要有:

对于大型矿井提升机,主要采用直流传动系统、有采用直流电动机一直流发电机系统和晶闸管变流器一直流电动机系统:这两种系统都存在着直流电动机固有的缺点,如效率不高,维修工作量较大等^[1]。

对于中、小型提升机、则多采用交流电气传动系统、

如采用交流绕线式电动机、使用电机转子切换电阻调速,这种电气传动系统虽然设备简单、调速性能差、效率低,大量的电能消耗在电动机转子电阻上、而且可靠性也差。将变频调速技术应用于矿井提升机是矿井提升机电气传动系统的发展方向我国已有几台大型矿井提升机采用交—交变频调速系统、取得了很好的效果。

随着变频调速技术的发展、交—直—交电压型变频调速技术已开始应用于矿井提升机中应用原理大功率变频装置可以将工频三相交流器、利用设定的参数进行了逆变、使得输出为某一相应设定频率的交流电变频器输出频率的变化。将导致电动机的输出转速变化,二者之间的关

系近似线性。在电路系统中,为保证正常运行安全、必须将设备可靠的接地,因此、变频器的接地端也应可靠接地。主回路中、用于连接制动单元和制动电阻的端子、用于防止提升机在垂直方向上运行时,发生工件在带动电动机运转,而产生很大的再生电动势,即泵升电压过高、损坏变频器的现象出现^[2]。加入外接制动电阻或外接制动单元可消耗部分能量、提高变频器的工作能力。根据变频调速原理在变频器的控制输入回路中接入频率给定电路,由PLC输出的模拟量。即电压或电流信号来控制变频器的输出频率。此时的变频器输出频率与设定电压或电流输入成正比。为便于监控变频器的运行状态并及时发现异常、取出变频器的异常信号送到PLC的输入模块。

2 系统概述

本系统主要由集控部分、PIE控制部分构成。集控部分主要完成人机界面操作、数据显示、历史数据保存、报表打印等功能。PIE控制部分有安装在现场控制柜的PLC可编程控制器和变频器组成,主要完成风机电动机的变频调速、风机重要参数的实时采集,实现风机安全、可靠、节能运行,达到对风量进行优化控制的目的。

3 系统结构与配置

(1) 远程操作控制生产系统,模拟显示风机的现场运行。能在中央集控室控制风机开停,并能在上位机终端根据风机实际运行情况模拟风机运行画面^[3]。

(2) 设备运行监测管理。各种监测参数包括风量、电动机轴承温度、振动幅度、电流、电压、功率等定时存储在硬盘中,并能以数据报表的形式显示给用户,方便查看分析有关数据,强化风机的管理。

(3) 重要数据动态显示,事故报警能在风机性能曲线上动态显示风量曲线,由此预测井下用风量的变化;同时系统还能显示电动机电压、电流、功率曲线,当风机出现异常情况时,系统能进行声光报警。

4 变频技术的实际应用分析

煤矿竖井提升重物的属性是摩擦性,因此克服重物做功作用力具有恒转矩性,方向始终不变。在提升机向上爬行时,电机的电磁转矩在克服重物的转矩作用的同时,还要考虑对摩擦转矩的额外作用力。一般来说,此时的电机工作在我们所认为的第一象限^[4]。当提升机在减速运行时,尽管此阶段持续时间不是很长,提升机仍然在矿井面上会表现出再升的属性,所以,在这阶段,电机工作在我们认为的第二象限。当提升机在遇到另一重车相向运行时,电机工作模式会转为反向,此时电机

的工作状态在第三到第四象限。基于电机不同运行阶段的不同工作状态,深入研究发现:可以尝试利用能耗制动机制来对提升机在运行过程中的重力势能进行消耗,并且通过反馈制动能够达到降低能耗的效果。想要保障变频器的安全性、可靠性,就必须先将提升机原来的转子电阻进行短路。在提升机正常工作状态期间,还需设置矿机底部和出口等处的安全信号,提升机只有在确认安全指示信号后方可工作。在变频控制的提升机内部还要对相应外围设备进行设置,要同步保留提升机中原有的液压机械制动和新引进的制动系统,保证系统之间的无缝对接。由于变频器调速的连续性,在提升系统里面还要加入高精度的测量仪器。这样才能确保提升机在工作时能够精准定位于将要停止的位置,并且能够对闭环反馈做出及时正确的相应。监测使用了变频技术的煤矿后发现,变频技术的确在提升系统稳定性,安全性,效益上起了关键作用。具体表现在以下几方面:

(1) 使用了变频技术的提升机工作安全性大大增强。采用直流制动能够克服减速时间长,并且其特有的抱闸机制能够及时制动提升机。在观察的一年内,提升系统没有出现过超速或者过卷运行的事故,也没有出现因人失误而导致的系统问题。

(2) 提升机工作时的功率因素显著改善。对比发现,之前传统提升机的功率因素是0.78,而使用了变频技术后的提升机这一指标变为0.9以上。充分说明了变频技术在系统中的关键作用——降低功耗,提高能源利用率。

(3) 电机定子的温度得到降低。在复杂,高危环境下工作的提升机,若不控制好自身温度,碰到矿井中的某些易爆气体浓度超标时,极易发生安全事故。如今,我们可以在原来基础上将定子温度下降21度以上,这样也避免了机器在高温下的热磨损。

(4) 变频技术的引用使得煤矿提升系统可以同时利用电力牵引和电力制动作用。当提升机工作在正常状态时,机械闸不作用;但是当提升机即将停车或者处于保护回路时机械闸则会作用。这种机制规避了提升机钢丝绳打滑的风险,降低了事故的发生率。

5 传统型转子串电阻调速系统

在交流变频技术成熟起来之前,矿井提升机调速工作进行的过程当中,一般情况下使用到的是直流电动机调速系统以及交流异步绕线型电动机转子串电阻调速系统。串电阻调速系统应用到的一般是多级调速工作模式,在科学合理的选择电阻级别的基础上,可以让启动和调速性能的稳定性得到保证。但是串电阻当中并没有无限

多的级别，所以提升机在实际运行的过程当中，加速和减速实际上是跳跃进行的，隶属于有级调速模式包含的范围内。并在调速工作进行的过程当中，大部分能量其实都消耗在了外串电阻发热领域当中，会浪费一定数量电能，工作效率也比较低下。此外，绕线型异步电动机转子回路当中串电阻后，会让电动机的机械性能逐渐变软，在低速运行过程中，没有办法对电动机的稳定性做出保证。提升机实际运行的过程中出现比较大的负载变化，就没有办法对这种调速方法效果做出保证。

现阶段我国范围内各个矿井一般情况下会将绞车当成是主副提升机，在提升机当中一般使用的是交流绕线型电机串电阻调速系统，电阻投切环节当中应用继电器——交流接触器控制系统。上文中所说的这种控制系统实际运行的过程当中，交流接触器的各项动作十分频繁，且设备运行时间较长，因此交流接触器主触头上容易发生氧化问题，从而也就会引发设备故障。此外，提升机在减速以及爬行阶段当中的速度控制性能比较差，从而在提升机实际运行过程中，发生停车位置不精准及速度变化明显等问题的几率比较高。

6 改造方法

为了让传统型交流绕线型电机串电阻调速系统当中的缺陷得到弥补，可以使用变频调速技术对提升机进行改造，逐步在全频率范围当中实现恒转矩控制目标。在再生能量处理领域当中，可以应用节能效果更为明显的回馈制动方案。在详细分析提升机安全性能的情况下，就需要将液压机械制动系统保留下来，并在设计工作进行的过程当中，对液压机械制动和变频器制动进行整合。

因为绕线型电动机相较于鼠笼型电动机来说，力矩比较大，并且过载能力也比较强，因此仍然使用以往的

10极310kw绕线型电机，当使用变频器驱动的过程当中，需要将转子当中的三根引出线进行短接。在电动机轴端使用自制的轴编码器支架将编码器放置在电动机的轴端上。

斜井提升负载是十分典型的恒转矩特性负载，重车上行的过程当中，电机中的电磁转矩一定是需要客户负载的主转矩，启动的过程当中也需要克服一定静摩擦力矩，电机处于电动工作状态，并且工作位于第一象限当中。在重车减速的时候，虽然重车在斜井面上有一个向下的分力，但是重车减速的时间比较短暂，在此情况下电机工作处于第二象限当中，在另外一列重车上行的时候有，电机处于反向电动状态当中，在第三象限和第四象限当中工作。

7 结语

随着时代的发展，变频调速技术在不同的社会行业中应用，并且朝着信息化和智能化的方向发展。在矿井提升机的运行中，应用变频调速技术，能保证提升机的安全和稳定，优化生产技术，满足不同生产环境的需求，促进煤炭行业的发展。在煤矿矿井提升中，应用变频调速技术，节约大量的人力和物力，实现社会效益和经济效益的共同提高。在未来变频调速技术有着更大的潜力。

参考文献：

- [1]李保国，张海生.浅谈变频技术在煤矿提升系统中的应用.2017.
- [2]刘海洋，杨培育.探讨变频技术在煤矿提升机中的应用.2017.
- [3]吴跃明，王寿安，梁启明，等.变频调速技术在煤矿提升机中的应用.2017.
- [4]王会学，李芳磊.浅谈矿井提升机中高压变频调速器的创新应用[J].企业技术开发，2016，35（8）：52-54.