

文章编号:1671-251X(2011)06-0104-04

变频绞车在矿井提升中存在的问题及解决措施

马进

(中国矿业大学信电学院, 江苏 徐州 221008)

摘要:分析了矿井提升绞车的发展状况,指出变频绞车是矿井提升绞车的发展方向;以变频绞车在某煤矿的应用为例,给出了该绞车变频控制原理,详细介绍了该绞车在应用中存在的问题及相应的解决措施。

关键词:矿井提升机;变频绞车;变频器

中图分类号:TD633 文献标识码:B

Existed Problems of Frequency-conversion Winch in Mine Hoisting and Its Solutions

MA Jin

(School of Information and Electrical Engineering of CUMT., Xuzhou 221008, China)

Abstract: The paper analyzed development status of hoisting winch of mine and pointed out that frequency-conversion winch is development direction of hoisting winch of mine. Taking application of frequency-conversion winch in one coal mine as example, it gave frequency-conversion control principle of the winch and introduced existed problems in application of the winch and corresponding solutions in details.

Key words: mine hoist, frequency-conversion winch, frequency converter

0 引言

矿井提升绞车是提升煤炭和矸石、升降人员、物料及设备的重要机电设备之一,其运转的安全性、可靠性、经济性不仅影响整个煤矿的生产,还涉及到人员的生命安全。因此,提高矿井提升绞车的安全运转性能具有重要意义^[1]。本文在分析矿井提升绞车发展状况的基础上,主要介绍变频绞车在煤矿应用中存在的问题及相应的解决措施。

1 矿井提升绞车的发展状况

矿井提升绞车主要有以下几种类型,而这几种类型又代表了我国绞车电控系统的发展历程。

1.1 没有控制系统的绞车(俗称电绞)

电绞主要是应用在 55 kW 以下的小卷筒、小功率的调度绞车或临时提升物料的绞车。该绞车通过操纵工作闸和制动闸来实现绞车卷筒的正转和停

转,从而实现对重物的牵引和停止 2 种工作状态。电绞的优点:绞车内部各转动部分均采用滚动轴承,运转灵活;采用行星齿轮传动,结构紧凑,刚性好,效率高,安装移动方便,启动平稳,操作灵活,制动可靠,噪音低。电绞的缺点:存在结构不合理的情况,有很高的返修率,除了使用中的正常磨损、使用和保养不当而引起的齿轮损坏外,有相当数量的绞车是因为小行星轮处的键联结损坏、滚键、轴损坏,从而使传动轴和小行星轮报废造成停机现象,严重影响生产。另外,电绞的提升能力一般都比较小,而且速度不易控制,这就要求绞车司机必须技术过硬,且在操作的过程中要精力集中。因此,电绞一般适用于小斜井或提升能力要求不高的斜井。

1.2 防爆液压绞车系统(俗称液绞)

液绞采用 1 台或 2 台油泵驱动液压系统,然后通过液压系统驱动液压马达,由液压马达直接驱动卷筒,实现提升功能,这样可以通过控制液压系统中液压油的流量来控制提升机的速度。液绞的优点:采用液压传动,防爆性能好,适用于矿山使用;采用无极变速,调速平稳,操作方便;结构紧凑,体积小;

收稿日期:2011-03-28

作者简介:马进(1989-),男,安徽淮南人,本科在读,专业为电气工程及其自动化。E-mail:976013982@qq.com

制动可靠,并可调整;易于安装与拆除。液绞不需要减速机直接驱动卷筒,简化了主机系统,故成本较低,又很好地解决了电绞的缺点。但在一段时间的应用后,其缺点也就随之暴露:传动效率低,故障率高,密封差,过载能力差,投资增加。

1.3 变频绞车

随着变频技术的发展与成熟,变频绞车在煤矿上的应用逐渐广泛。变频绞车通过变频器控制电动机速度实现提升功能;具有低频转矩、调速平滑、调速范围广、精度高、节能等特点^[2]。其主要优点还表现在以下几个方面:

(1) 操作安全可靠。绞车运行速度不是由司机的技术水平和操作的熟练程度决定的,而是由设备的速度控制曲线决定,减轻了司机的心里压力。

(2) 无极调速。速度在0~额定速度之间连续

可调,调速精度高、范围宽。

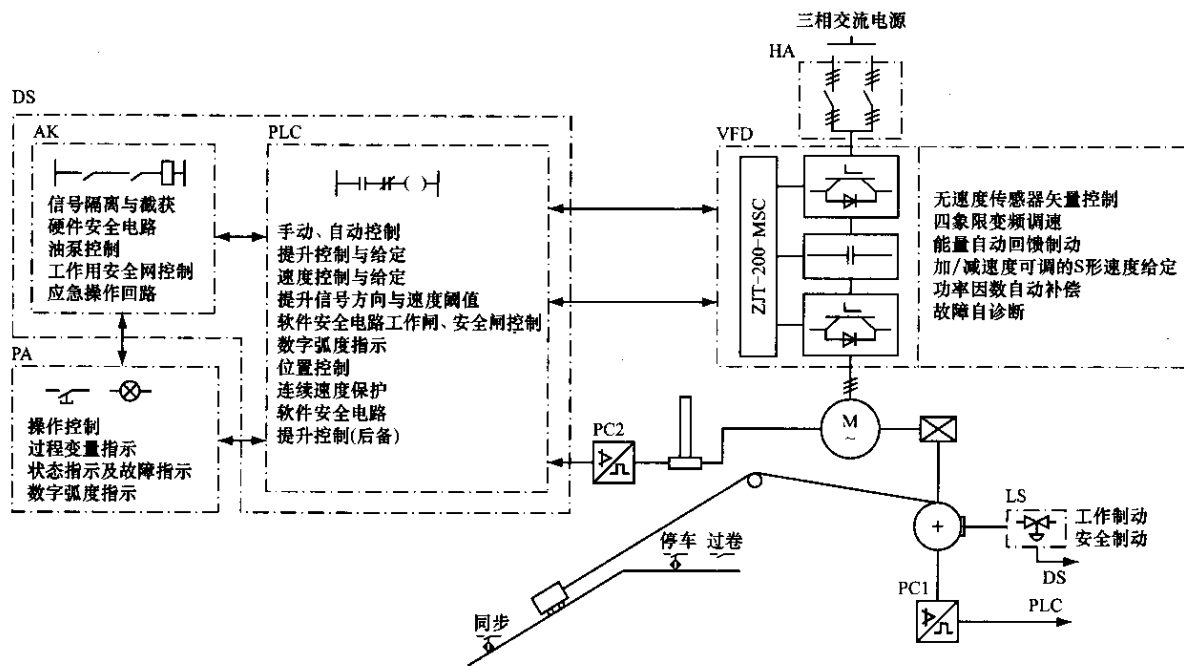
(3) 保护齐全。符合《煤矿安全规程》规定的各种保护,有效保证了设备的安全运行。

(4) 基本免维护,使用寿命长。由于绞车的速度和制动是通过电气来控制,这样就减少了闸瓦等机械磨损,可延长设备的使用寿命。

通过上述比较可看出,变频绞车基本解决了电绞和液绞存在的问题,具有一定的应用空间。

2 变频绞车工作原理

某煤矿采用的变频绞车控制系统框图如图1所示,操作台PA发出操作指令信号,传输到PLC,PLC根据轴编码器PC1、PC2及回馈制动LS传送的信号进行内部比较,然后通过软件程序控制变频器进行启动、停车、制动等操作。



AK—控制及监视系统;PA—操作台;HA—开关;VFD—变频器系统;LS—回馈制动;DS—PLC控制回路;PC1—轴编码器1;PC2—轴编码器2

图1 变频绞车控制系统框图

3 变频绞车应用中存在的问题及相应措施

变频绞车在某煤矿取得了很好的应用效果,但在应用中也发现了一些问题,必须采取相应的措施加以解决。

3.1 欠压停机问题及解决措施

煤矿井下往往一条高压线路接入几个大型设备,在变频器正常运行时,当启动其它某个大型设备时,尤其是功率大而且是直接启动的设备时,启动电流很大,使整个供电线路产生很大的压降,导致变频

器停机,出现欠压故障。

解决措施:

(1) 把大型设备分别接入不同的线路上。

(2) 尽量采取软启动控制方式,避免大型设备直接启动。

(3) 采用变频器的设备要使用单独变压器供电,不要与其它设备共用一台变压器。

3.2 电磁干扰问题及解决措施

3.2.1 其它设备对变频器的干扰

如果变频器周围存在干扰源,它们将通过辐射

或电源线侵入变频器内部,引起变频器控制回路误动作,造成工作不正常或停机现象,严重时甚至损坏变频器。

解决措施:

(1) 在变频器输入侧添加电感和电容,构成 LC 滤波网络。

(2) 变频器的电源线直接从变压器侧供电。

(3) 在条件许可的情况下,可以采用单独的变压器。

(4) 采用外部开关量控制端子控制时,如果连接线路较长,采用屏蔽电缆。当控制线路与主回路电源均在地沟中埋设时,除控制线必须采用屏蔽电缆外,主回路线路必须采用钢管屏蔽穿线,减小彼此干扰,防止变频器的误动作^[3]。

(5) 采用外部模拟量控制端子控制时,如果连接线路在 1 m 以内,采用屏蔽电缆连接,并实施变频器侧接地即可;如果连接线路较长,并且现场干扰严重,建议在变频器侧加装 DC/DC 隔离模块,采用频率指令给定模式进行控制^[4]。

(6) 采用外部通信控制端子控制时,建议采用屏蔽双绞线,并将变频器侧的屏蔽层接地(PE),如果干扰非常严重,建议将屏蔽层接控制电源地(GND)。对于 RS232 通信方式,注意控制线路尽量不要超过 15 m,如果要加长控制线路,必须降低通信波特率,控制线路在 100 m 左右时,能够正常通信的波特率应小于 600 bit/s。对于 RS485 通信方式,还必须考虑终端匹配电阻。对于采用现场总线的高速控制系统,通信电缆必须采用专用电缆,并采用多点接地方式,这样才能够提高变频器的运行可靠性^[3]。

(7) 变频器周围所有继电器、接触器的控制线圈上应加装防止冲击电压的吸收装置,如 RC 浪涌吸收器,其接线不能超过 200 mm;尽量缩短变频器控制回路的配线距离,并使其与主回路分离;变频器控制回路配线绞合节距离应在 15 mm 以上,与主回路保持 100 mm 以上的间距;变频器距离电动机很远时(超过 100 m),这时一方面可加大导线截面积,保证线路压降在 2% 以内,同时应加装变频器输出电抗器,用来补偿因长距离导线产生的分布电容充电电流;变频器接地端子应按规定在专用接地点可靠接地,不能同电焊机、动力线接地混用;在变频器输入端安装无线电噪声滤波器,减少输入高次谐波,从而可有效降低从电源线到电子设备的噪声影响^[5]。

3.2.2 变频器对其它设备的干扰

变频器在工作中由于整流和变频作用,周围产生了很多的干扰电磁波,这些高频电磁波对附近的仪表、仪器有一定的干扰,而且产生的高次谐波会通过供电回路进入整个供电网络,从而影响其它设备的正常工作。

解决措施:

(1) 采用屏蔽电缆。动力线和控制线都要用屏蔽电缆连接,而且互相之间最好不要平行。如果必须平行时,2 个电缆之间的距离不得小于 200 mm,小于 200 mm 时要加接地隔离挡板。

(2) 良好的接地。电动机等强电控制系统的接地线必须通过接地汇流排可靠接地,微机控制板的屏蔽要单独接地。对于某些干扰严重的场合,建议将传感器、I/O 接口屏蔽层与控制板的控制地相连。

(3) 给微机控制板或 PLC 输入电源加装 EMI 滤波器、共模电感、高频磁环等,可有效抑制传导干扰^[6]。

(4) 在变频器输入侧加装 EMI 滤波器可有效抑制变频器对电网的传导干扰;加装输入交流和直流电抗器可提高功率因数,减小谐波污染。当电动机与变频器之间的距离超过 100 m 时,需要在变频器侧添加交流输出电抗器,解决因为输出导线对地分布参数造成的漏电流保护和减少对外部的辐射干扰问题。还可以采用钢管穿线或者屏蔽电缆的方法,并将钢管外壳或者电缆屏蔽层与大地可靠连接。需要注意的是,在不添加交流输出电抗器时,如果采用钢管穿线或者屏蔽电缆的方法,会增大输出对地的分布电容,容易出现过流现象^[7]。

(5) 对模拟传感器检测输入和模拟控制信号进行电气屏蔽和隔离。在变频器控制系统设计过程中,建议尽量不要采用模拟控制,特别是在控制距离大于 1 m、跨控制箱安装的情况下。因为变频器一般都有多段速设定、开关频率量输入输出,可以满足使用要求。如果不得不用模拟控制时,建议一定采用屏蔽电缆,并在传感器侧或变频器侧端一点接地(一台设备只能在一个点接地,否则会产生不等零电位)。如果干扰仍旧严重,需要采取 DC/DC 隔离措施,可以采用标准的 DC/DC 模块或者采用光耦隔离,再采用频率设定输入的方法。

(6) 绞车移动信号系统要采用高频通信方式,避开变频器的干扰频率。

3.3 电抗器发热问题及解决措施

输入电抗器在电动状态下起储能作用,形成正

弦电流波形;在回馈状态下起滤波作用,滤掉电流波形中的高频成分。

输出电抗器可补偿变频器与电动机连接的长导线充电电流,从而使电动机在引线较长时能正常工作。输出电抗器能减小电动机端子的 du/dt 值,抑制变频器输出的谐波,起到减小变频器噪声的作用;可有效抑制变频器的 IGBT 开关时产生的瞬间高电压,减少该电压对电缆绝缘和电动机的不良影响。

电抗器在使用过程中不可避免会存在发热现象,有些场合发热还十分严重,影响了变频器的正常工作。

解决措施:

(1) 电抗器要单独放置,不能与变频器共用一个箱体,否则会使变频器箱体内部温度升高,严重影响变频器的使用寿命,甚至损坏变频器。

(2) 电抗器箱安装地点要求通风良好。

3.4 提升能力相对减小问题及解决措施

采用变频控制系统的绞车提升系统,由于电动机不再工作在过负荷的工作状态,表面上提升能力不如电绞及液绞,实际情况并非如此。

绞车采用变频控制系统后,由于变频器具有多重保护功能,不再允许电动机过电流,变频器最大输出电流是可以设定的,但最大输出电流也就是电动机额定电流的 1.5~2 倍,如果电流继续增大,变频器的 IGBT 就会关断,变频器停止工作,从而保护了电动机,也保护了变频器。而且变频器驱动电动机有着恒转矩的运行特性,在低速或零速时也能产生 1.5~2 倍的额定转矩,这一特点在绞车运行中十分重要,不但使绞车操作更加方便,也使绞车运行更加安全、可靠。

解决措施:

由于电动机不再工作在过负荷的工作状态,从表面上看提升能力是有所下降,实际上是对电动机起到了良好的保护作用。因此,使用变频绞车控制系统时,要根据提升能力的要求,合理配置电动机和减速器,或者适当加大电动机和变频器的容量以满足需要。

3.5 安装地质条件要求高的问题及解决措施

变频绞车的执行部分主要由电动机、减速器、主轴 3 个部分组成。减速器与主轴间采用齿式联轴

器,它主要由外齿轴套、内齿圈、防尘密封圈等组成;电动机与减速器之间采用蛇形弹簧联轴器连接。因此,变频绞车对安装地质条件要求较高。具体要求如下:

(1) 主轴对安装基准线的位置偏差要求:主轴轴心线在水平面内的位移偏差不大于 $L/2\ 000$ (L 为主轴长度, cm); 主轴轴心线与提升中心线垂直度偏差不大于 $0.15/1\ 000$ 。

(2) 轴承座安装要求:沿主轴方向的水平度不大于 $0.1/1\ 000$;沿垂直于主轴方向的水平度不大于 $0.15/1\ 000$;主轴装上卷筒后的水平度不大于 $0.1/1\ 000$ 。

解决措施:

绞车房选址必须是地质应力小、地质环境变化不大的位置。在设计绞车安装基础时就要设计精确并保证施工质量;安装绞车时要使用精确度符合要求的测量仪器,确保安装质量,为以后正常使用打下基础。

4 结语

分析了变频绞车在实际应用中存在的问题及相应的解决措施。虽然变频绞车对于安装的地质环境要求较高,不能很好地适应地压大的矿井,但其调速范围广、精确度高、操作方便、高效节能、安全度高等优越性能,是矿井提升绞车的发展方向。

参考文献:

- [1] 夏荣海. 矿井提升机械设备[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2003.
- [2] 姚锡禄. 变频器控制技术与应用[M]. 福州:福建科学技术出版社,2005.
- [3] 王同付. 浅析变频器的设计、施工及维护[J]. 经营管理者,2010(15):394.
- [4] 贺海清,李红英. 变频器干扰探讨[J]. 自动化技术与应用,2008(8):132-134.
- [5] 陈飏. 变频器常见故障和预防[J]. 农村电气化,2006(11):22-23.
- [6] 王德杰. 变频器干扰产生的原因及防范措施[J]. 重型机械科技,2005(3):34-36.
- [7] 白玉雪. 变频器的使用与维护[J]. 科技情报开发与经济,2006(20):266-267.