

矿井提升机电气控制系统应用及改造

康马超 (晟泰能源投资有限公司, 山西 晋城 048000)

摘要: 矿井提升机主要负责运输矿石, 材料, 人员等, 是矿石工作中不可缺少的设备。结合具体案例针对某矿井提升机的结构及对机电一体化控制系统要求, 对其现存一系列问题进行指出, 并提出有效优化举措, 确保矿井提升机运行的安全性, 经济效益显著。

关键词: 矿井提升机; 电气控制系统; 应用及改造

0 引言

煤矿使用提升机的电力传动系统构建较为复杂。电动机长时间的工作, 大部分情况下都是超负荷运作。矿井提升设备跟煤矿开采作业的效率联系紧密, 是井下工作人员运输的关键设备之一, 如果有安全事故发生, 煤矿企业在经济以及人员上都会遭受一定损失。在煤矿提升设备运行的整个过程之中, 最关键的就是要确保设备安全可靠的运作。为此, 针对煤矿提升设备提升的改造工作进行深入的分析。按照现阶段矿区实际的开采情况分析, 组织技术人员对其进行有效论证及探讨, 对有关方案进行制定, 以此确保系统高效且安全的运作。

1 提升机结构及对机电一体化控制系统的要求

煤矿提升机器是属于大型的机电一体化机械设备, 这一个设备由机械和电气两个部分组成。具体分为: 电动机装置, 减速器装置, 制动装置和测速限速装置。经坊煤业井筒设置为斜井的结构形式, 提升设备的全程长度是 700m, 提升容器使用串车装置, 提升机类型是单绳缠绕型。机电一体化控制系统煤矿用提升设备之中需要满足下列要求: 加减速一定要符合国内相关行业标准。与此同时, 要遵守提升设备减速器装置规定的对应动力矩范围之内; 确保启动的性能优良。对设备启动进行提升一般是在重载工况的情况下启动的, 与此同时还要求机电一体化控制系统应当拥有较为良好的过载性能; 拥有更好一些的速度调整性能。在对设备运行进行提升的过程之中, 必须要确保运行速率的稳定, 调试过程中要简洁, 便于操作等, 唯有如此才可以尽量满足各种运行工况的实际需要; 不同工作方式的转换更为方便。在手动、半自动、自动等运行方式进行转换时, 要求其操作方便快捷, 容易调节控制, 在运行方式进行转变的整个过程之中, 针对设备正常运转提升不会产生影响; 为了更好的实现自动化控制目标, 保证系统效率有效提升, 要充分使用新技术, 新装置, 需设置连锁及安保程序, 确保系统可以得到安全并且可靠的运作, 进而实现节能减排的目标。

2 矿井提升机电气控制系统存在的问题

原煤提升设备中使用的机电控制装置是 20 世纪 70 年代生产的继电器装置。该装置的逻辑控制程序比较复杂, 控制响应周期较长, 实现实时控制不太可能。加上许多部件老化, 整个控制系统运行不稳定, 缺乏保护功

能。继电器设备长期频繁的启停转换容易老化, 必须定期更换继电器装置。

原有的电控系统无法准确诊断提升设备的故障部位, 排除故障困难, 导致无法有效开展维修检查工作, 改造的过程用时非常长, 维修效率相对较低。

原煤矿机电控制系统无通信设备, 无通信功能, 无法将现场实际情况实时传输至调度室, 这使得提升设备的管理滞后, 严重影响了煤矿生产效率的进一步提高。提升设备在不同阶段的运行参数的设计比率不能调整。原有机电控制系统的许多部件目前难以在市场上购买。如果发生故障, 将对煤矿的正常生产产生重大影响。

3 防止提升过载功能的实现

主井提升机担负着提升原煤的任务。在箕斗提升工况下, 由于煤质差, 导致箕斗卸载不干净或操作不当, 提升箕斗的承载能力超过额定承载能力, 可能导致提升机器整流装置的过电流跳闸、导致车辆溜车, 造成事故。针对上述问题, 对提升机主控系统和井底装载控制系统进行了改造。由于目前煤矿主井提升系统均采用定重加载, 根据正常提升过程中匀速运行阶段电流波动很小的特点, 可在提煤工况下设置电流下限报警值, 以便及早发现上述原因。在箕斗粘煤异常情况下, 在第一时间对不安全的因素进行消除。矿井主井提升机主控系统的控制原理为: 主控系统负责接收和识别提升机各部分的工作状态, 并根据接收到的指令向各部分发送相应的执行信号; 监控起重机及其辅助设备的运行; 运行参数和状态, 以实现各种异常状态的保护报警, 并根据报警级别进行相应的操作。

4 矿井提升机电气控制系统作用分析

在采矿作业中, 矿井是重要的通道, 通过提升机运输物料、设备和人员, 可以提高矿井作业的工作效率。然而, 在矿山的实际工作过程中, 提升机的使用频率过大, 过度使用会导致其长期处于负载状态。由于长期超负荷运行, 矿井提升机容易发生故障, 过度疲劳也容易埋下安全隐患, 造成严重的安全事故。例如, 许多矿井提升机存在抛锚等问题。一旦发生这样的问题, 不仅会影响提升机运行效率, 还会带来严重的安全隐患, 对井下相关人员的安全构成威胁。电气控制系统在矿井提升机中的应用可以提高提升机的运行稳定性。一旦矿区发生紧急情况, 井下人员可通过提升机迅速逃生, 从而确

保工作人员的安全。安全是一切生产的前提,有效提高矿井提升机的安全性和稳定性,降低安全事故发生的可能性,这也反映了加强矿井提升机电气控制系统改造的必要性。不断提高矿井电气控制系统应用的稳定性,相关人员在乘坐提升机时不易出现耳鸣、呕吐、头晕等,提高了乘坐提升机的舒适性。同时,借助电气控制系统,确保矿井提升机在无人操作下安全稳定运行,减少相关人员工作量,节约成本。

5 现阶段电气控制系统在矿井提升机工作中的应用情况

5.1 矿井提升机电气控制系统直流电应用

电力是矿井提升机运行控制的基础,是矿井提升机供电的基础,主要包括直流电和交流电。直流电和交流电各有利弊。

在国内市场经济快速发展的背景之下,越来越多的先进技术被应用到提升机的电气控制系统中。但就具体的应用情况进行分析而言,矿井提升机的电气控制系统仍有许多值得改进的地方,与西方发达国家在技术上还存在一定的差距。其中,在许多大型矿井中,矿井提升机的电气控制系统往往采用直流供电。矿山设施系统提供了重要的协助。在许多矿产资源的开发过程中,我国在新中国成立初期经历了缓慢的发展,改革开放后也经历了快速的发展。特别是近年来,国家大力支持自主研发技术,投入大量资金和人才,开发了大量符合我国基本国情的机械设备,并逐步投入矿产开发工作。在一些核心技术层面,有时需要依赖进口。进口机械在机械设备使用中占很大比例,但也存在设备维护和机械故障维修等问题。因此,许多大型矿山企业从国外采购相关机械设备,再由相关科研技术人员进行技术改造,形成符合我国矿山生产的机械设备,有效解决了机械设备故障维修、日常维护等困难,提高直流电气控制在矿井提升机运行中应用的安全性和稳定性。目前,越来越多的直流电控设备用于机械设备,为矿山作业提供了重要的基础。

5.2 矿井提升机电气控制系统交流电应用

交流电也是许多矿井提升机电气控制系统中常用的电源形式。在我国许多矿区,矿井提升机电气控制系统采用交流方式,但相关技术仍需改进,一些核心技术还不够成熟。

经过多年的研究,交流技术取得了显著的进步,但与国外先进技术相比仍有一定的差距。直流电气控制系统在矿井提升机中的应用必须相应升级。矿井提升机电气控制系统一般采用交流电,这主要体现在我国相关的小型采矿工程中,主要的机械形式是绕线式交流电动机。这种机械设备具有价格低、性价比高的优点,操作人员操作相对容易,但整体性能有待提高,故障概率相对较高。目前,许多新设备、新机械等被应用到交流电气控制系统中,以有效提高相应的工作效率。为了保证矿井

提升机电气控制系统的安全稳定运行,必须重视相关的机械设备。

6 矿井提升机电气控制系统改造措施

6.1 贮备设计技术改造措施

在矿井提升机电气控制系统改造过程中,通过对备用设计技术的改造和升级,有利于全面提高矿井提升机电气控制系统的性能。

在具体实施过程中,有必要在矿井提升机的电气控制系统中增加一个存储单元。其效果是,一旦原有的电气控制系统有单独的工作单元,额外的外部单元就具有与工作单元相同的功能,可以实现检测,并临时替换其工作,避免故障造成的矿山运输作业的干扰,有效提高矿井提升运输工作效率,保持采矿作业整体效率。

6.2 深度指示器的改造措施

在过去,矿井提升机的机械深度指示器在使用过程中比较繁琐,不可避免地会出现测量误差。新形势下的深度指示器为数字指示器和电子指示器,自动化性能高,能实时采集、校验、计算和显示相关信号,并能辅助主控 PLC 系统完成整体电气控制监控和保护。其中,电子指示器可以实时显示矿井提升机的运行状态,也可以矿井提升机运行状态图的仿真绘制提高了电气控制的可视化能力,可以为相关人员提供帮助,具有良好的静态和动态特性。此外,全数字控制晶闸管通过结合手动和计算机方法优化电流调节器和速度调节器的参数,实现对矿井提升机速度的有效控制,并且还可以有效保护磁场电路,具有许多优点,包括提供更丰富灵活的指令,具有强大的信号处理能力,能够快速处理和响应相关事件,同步和校正矿井内的信号,促进地面和地下的实时通信和监控。

6.3 变频控制方式改造

针对现阶段我国许多小型矿井提升机的运行效果,改造变频控制方式是提高矿井提升机运行效率和稳定性的关键。目前,矿井提升机电气控制系统中的大多数变频器采用 AC-DC-AC 回路拓扑。具体来说,就是用整流器将工频交流电源直接转换成直流电源,再通过相应的转换技术,转换成电压和频率可调的交流电源。通过这种变频控制技术,变频器电路主要包括三个部分,即三相桥式不可控整流器、逆变器和控制部分,以及作为直流环节的三相桥式逆变器。这种形式的电路控制具有电路简单的特点,可以降低接触器、电阻器等元件的消耗,也可以促进电路故障概率的降低,提高整体节能效果。在矿井提升机电气控制系统改造中,采用变频技术是今后提升机电气控制系统改造的重要方向之一。随着科学技术的发展,越来越多的先进的变频控制技术将被应用到机电控制系统中,为矿井提升机的工作效率、运行安全和存在的问题提供保障。

6.4 交流提升机加速改造措施

SCR 功率相对较大,重量轻、体积小、使用寿命长、

效率高等是其具备的优势。同时,操作相对较为简单,维护起来非常的方便,因此也有比较广泛的应用范围。在八段电阻元件接触器装置中,有八组可控硅装置,其中一组在收到通知后将自动断开。具体操作时可提示相关人员,确保操作精细。提升设备加速时,采用预设程序进行调控,并发出相应指令,成功提出八段阻力,提前提高设备的加速效果,即可以达到降低设备速度的效果。

7 主井提升系统的优化改造

7.1 井塔的优化改造

目前,矿井主井提升系统主要由主井塔实现。整个竖井由混凝土制成,高度为48m。主井提升机和减速器设置在38m处。由于设计的高度高,根据相关规章制度,钢结构内套架必须布置在井筒内。在长期的生产过程中,由于原提升机的起重能力不足,需要在原提升机的基础上更换运输能力较大的启闭机。重新设计了井筒和内套架,并根据现场实际情况和当地条件对提升系统进行了适当优化和修改。在本次优化改造中,为了满足矿井提升的需要,确保煤炭能够顺利运输到地面,将井架支撑平台的高度提升至比原井架高2.5m。在改造条件下,矿井可以在较短的时间内完成提升机的改造和更换,不仅降低了井下的经济投资,而且对生产影响较小。另外,原井塔屋面采用网格承重结构。钢丝绳通过过程中,受力结构与钢丝绳容易产生摩擦,从而降低钢丝绳的使用寿命,因此在本次改造中将屋面进行了拆除,而使用彩钢板和钢大梁搭建替代。

7.2 提升机的优化改造

矿井建设初期,采用的主井提升机为立井塔式多绳摩擦提升机,型号为Jkm-2.25×4(I)。因此,决定将其更换为JKD-3.5×4(II)型落地式多绳摩擦提升机。同时,在主井内新建一座起重机房。新的起重机械安装时,更换并使用新的系统,以尽可能减少起重机械优化带来的生产影响。

7.3 箕斗的优化改造

原矿井提升系统配备一对箕斗,起重能力为6t,箕斗截面积是2.2m×1.1m,中心线间距是2m,箕斗采用曲轨运输,卸煤。根据矿井原箕斗的提升就升容量而言,一次可提升的煤炭量是有限的。在这种情况下,如果只增加提升机的运输能力,很难实现原煤的大规模运输,因此必须使用容量较大的箕斗。根据JkmD-3.5×4(II)型主井提升机的防滑要求,箕斗重量不应大于16t,由于井筒尺寸不变,若要增加箕斗的提升能力,必须增加箕斗高度。本次优化改造将箕斗提升能力提升至10t,箕斗高度设计为11m,以更好地完成井下原煤提升任务。

7.4 定量斗的优化改造

井下煤仓设计初期设2台给煤机,每台给煤机下方设定量斗2台,容量6t。提升能力和箕斗运输能力提高的情况下如果不能对定量斗的容量进行有效改变,就

是导致提升机和箕斗的作用得不到有效发挥。因此,为了适应新的提升系统,需要对原有的装料室进行扩容,扩大井筒深度,最重要的是将定量斗的容量从之前的6t改为10t。但在改扩建的过程当中,一旦更换和建造定量斗和硐室,将导致生产和运输停滞,井下工程的正常运行将无法保证。因此,最终决定取消定量斗,采用定重式给煤机。由于给煤机体积小,不需要扩大硐室,使用定重给煤机也在一定程度上增加了可用空间,从而增加了箕斗的装载高度,无需进一步加深井筒,不仅降低了工人的劳动强度,既减少了经济投入,又保证了运输工作的正常进行。同时,在箕斗装载点设置传感器。当箕斗到达给煤机顶部时,传感器会产生一个信号,使给煤机在该信号的作用下自动进行装载操作。加载完成后,传感器将再次发出信号,停止给煤机工作。

7.5 电控系统的优化改造

在主井提升系统中,为保证井下生产能力,提高煤炭资源利用率,实现井下提升机的精确控制,将变频调速技术引入煤矿主井提升系统。系统运行后,发现变频器不仅可以减少闸瓦磨损,防止钢丝绳出现打滑的情况,同时也可以实现整个起重过程的电气牵引和控制。此外,频还可以在使用过程中调节电压和频率。该控制不仅稳定了电机的起动电流,而且降低了故障发生率,使得电机的使用寿命得以有效延长。

7.6 优化改造效果分析

经过上述优化改造,矿井主井提升系统不仅提升能力大大提高,由原来的0.9Mt/a提高到1.2Mt/a,并且节能的效果相对以前更加明显,1t煤平均的电耗值降低0.4kWh,依照1.2Mt/a的生产能力进行计算并分析,每一年就可以可节电47.8kWh,不仅实现了原煤产量的有效提高,同时也使得矿井的生产能力得到有效增加,而且大大提高了矿井的经济效益。除此之外,改造后的主井提升系统自动化程度显著提升,维护工作量更少,工人的工作负担更轻,在降低了故障发生率的同时,也有效确保主井提升系统的安全可靠运行。

8 结束语

通过以上分析可以看出,矿井提升机作为井下人员的生存通道,是地面与井下有效沟通的通道,也是作业人员 and 物料上下矿井的重要方式。电气控制系统在矿井提升机中的有效应用,可以提高提升机运行的安全性和稳定性,降低提升机的故障概率,节约相关人力资源和成本。通过有效的技术改造工作,还能够消除原有电气控制系统中存在的相关隐患,保障工人安全,确保矿井安全生产顺利开展。

作者简介:

康马超(1989-),男,山西阳城人,2011年毕业于太原科技大学机械设计制造及自动化专业,助理工程师,主要从事煤矿机电安全方面工作。