

矿井主提升机电控系统研究

展淑丽（晋能控股煤业集团晋城煤炭事业部机电处，山西 晋城 048000）

摘要：煤矿主提升机属于矿产开采期间常用的运输设备，经机械结构、电器设备构成，可很好的完成井上生产工作任务、井下生产工作任务。矿井提升机电控系统是保障矿井安全生产的重要组成部分。传统的提升机电控系统存在设备老化及自动化程度低等问题，往往不能满足矿井发展需求，并可能带来一定的安全隐患。随着电器自动化技术的发展，多数矿山都应用 PLC 技术对矿山电控系统进行了升级改造，取得了良好的效果。本文对矿井主提升机电控系统功能实行相关概述，然后对主提升机电控系统优化对策进行刍议，以此不断完善煤矿主提升机电控系统，促使系统运行更加稳定、安全。

关键词：煤矿；主提升机；电控系统

0 引言

煤矿提升机是在煤矿产业中用于联系地面和矿井的矿井运输设备。其用于升降煤炭、矿石，以及人员、物料、工具等。该设备一旦发生故障，后果不堪设想。而其控制系统更是提升机的“大脑”，一旦控制系统出现故障，会直接影响并制约日常生产及人员生命安全。目前国内的控制系统还采用继电器——控制器的控制技术，该技术落后、设备老旧、效率较低、安全可靠性能不大。对此，为保证工作人员的生命安全及生产的顺利进行，本文设计了一套自动控制系统，在满足提升机生产应用的各项指标要求的同时，大大保证了设备运行的安全性、可靠性和稳定性。

1 PLC 提升机控制系统的组成

1.1 矿井提升机的动力装置

在提升机控制中应用 PLC 技术，能够发挥变频微调功能，在微调遥控控制系统设计中，要求将动力装置和其他系统进行有效结合，进而改善提升机的使用性能，其中，动力装置系统包括提升机主电机、滚筒以及减速器。在提升机控制系统运行过程中，在底座的作用下，主电机可发挥供电功能，通过与减速器滚筒进行有效结合，即可显著改善牵引动力系统的使用功能，促进动力的提升，又将人力、物力和物料进行有效结合，高效完成运输任务。在矿井提升机运行过程中，主电机装置能够提供动力，是提升机的关键部件。

1.2 液压站所提供的制动力

在提升机控制中融入 PLC 技术，液压站能够为提升机运行提供制动力，保证矿井提升机运行稳定性和可靠性，对过剩动力进行有效控制。制动力指的是动力的反作用力，在 PLC 提升机控制系统中至关重要。

1.3 变频调速器的能量供给单元

在变频调速器运行过程中，可采用微调模式，通过对 PLC 提升机控制单元的能量进行分析，其指的是一种能量供给单元，在输入工频电能后，即可将其转变为频率可调节电能。在提升机控制系统中应用 PLC 技术，可根据实际需要发布多样化控制指令，保证提升机运行控制效果，同时保证提升机运行稳定性，在紧急制动状态

下也能够保证提升机安全可靠。

1.4 操作台及控制监视系统

在矿井内部系统中，操作台是十分重要的组件，在这类组件单元运行过程中，可将操作台所设定的控制命令作为依据，对矿井提升机运行状态进行有效控制，避免在提升机运行过程中出现停顿问题。在提升机控制系统的实际运行中，系统控制核心能够提出启动命令或者减速命令，当系统执行命令时，监控系统共在人员可对系统运行情况进行管理，如果出现故障隐患，可对故障参数进行优化调整，同时还可据此对系统运行情况进行准确判断。

2 煤矿提升机系统功能要求

矿井提升机系统功能要求有以下几方面：

2.1 安全方面

升级改造后的提升机系统应当满足《煤矿安全规程》和《煤矿机电质量标准化》中的有关规定，采用软安全回路和硬安全回路的双线制回路，硬安全回路具有独立性，软安全回路由编码器和保护开关联合控制。

2.2 控制方面

选用常用、开源性好的西门子 S7 系列 PLC，能够实现速度控制、监测和各类保护功能；具有安全可靠的重力下放制动功能；具有备用电控装置供故障期间手动切换。电控系统的保护包括欠压保护、过流保护、短路保护、过卷保护、磨损超限保护、断相保护和松绳保护等。

2.3 系统方面

采用上位机监控系统、工程师站维护系统，故障事件存储和人机界面显示使得设备信息更透明，方便故障排查与检修。

3 PLC 技术概述

PLC 是可编程控制器的简称，是为工业环境下生产工作应用而设计的数字运算操作电子系统。PLC 技术能够高效地应用于煤矿生产开采工作中，创造出良好的煤矿开采环境与条件。因此，PLC 技术受到了我国煤矿企业广泛的关注和重视。在煤矿生产开采工作中，对于提升机设备提出了比较高的要求，既要能够实现和完成多

种功能,而且还要确保相关工作的顺利进行。如今,PLC 技术在实际应用过程中融入了更加先进的信息技术与计算机技术,从而提高其应用的效果,节省相关成本。而在煤矿提升机电控系统中应用 PLC 技术,还可以确保提升机电控系统不断的优化和完善,这样既能够提高煤矿开采的品质,而且还可以有效提高煤矿企业的经济与社会效益。

4 PLC 技术原理特点

在煤矿提升机电控系统运行过程中,引入 PLC 技术可以确保煤矿开采工作的良好开展。通过对 PLC 技术的原理与特点给予全面、系统的分析,发现 PLC 技术属于一种模式的、特殊形式电子操作系统,自动化特点明显,能够良好的适应于多种工作环境条件中。

PLC 技术的一个重要特点是其有着较强的自我诊断功能,将 PLC 技术应用于煤矿提升机中,一旦煤矿提升机在非正常状态下运转或工作,PLC 技术会使提升机自动报警,从而保证提升机工作的可靠性和稳定性。在未应用 PLC 技术的煤矿提升机中,其电控系统难以准确、及时地对各种信号进行处理和分析,而 PLC 技术应用在电控系统中,能够通过多种不同方式对提升机进行精细控制,快速准确处理信号。实际上,PLC 技术的低压电器与输入输出具有紧密的联系,其引入了集成电路技术,能够对生产工艺进行严格控制,保证其集成电路有着较强的抗干扰能力。一般而言,无故障的 PLC 的使用寿命可以达到数 10 万 h,同时其故障率较低,开关接触点少。实际上,传统继电器接触器具有维修成本高,工作强度的特点,难以为煤矿企业带来更高经济效益。因此,PLC 技术愈发受到煤矿企业的关注和重视,在提升机电控系统中的应用率也在逐步上升。

5 煤矿主提升机电控系统研究

在实际的应用中,必须要结合具体条件情况,充分发挥出 PLC 技术的优势。煤矿提升机是煤矿生产开采中的关键设备,使用便捷、功能强大以及可靠安全是煤矿提升机电控系统的最基础要求。近些年来,随着煤矿行业的发展以及计算机控制技术的发展,PLC 技术被逐渐应用至煤矿提升机电控系统中。

5.1 确定 PLC 技术

如今,PLC 技术主要是由基本单元、扩展模块、扩展单元及特殊功能模块等部分组成,其中基本单元输入与输出具有平均 35 个点,扩展模块局偶遇不同的输入输出点数,其中输出点数则为 0 点,输入点数为 20 点。特殊功能模块一般是结合不同工作条件来对输入输出点数进行科学、合理的选择,通常是由编程器完成。

5.2 电控系统总体方案设计分析

在提升机运行过程中,电控系统是十分重要的系统,其是由核心处理装置以及变频调速系统所组成的。在提升机控制系统中应用 PLC 技术进行优化改造,可应用两套 PLC 装置,将其作为提升机中的核心装置。通过对系统结构进行分析,其是由 PLC 控制箱、低压配电柜、制

动电源柜、变频电源柜等所组成的。不同构件的功能如下:

① PLC 控制箱。在 PLC 控制箱中,需应用 2 套 PLC 装置,其中一套的作用是对提升机运行过程进行手动控制或者自动化控制,另一套的作用是对系统运行状态进行监控;②变频电源柜。其主要作用是在系统运行过程中,对系统运行速度进行调整和控制,同时还可发挥能量回馈功能;③制动电源柜。这一组件的作用是在提升机减速状态或者停机状态下提供动力;④低压配电柜。这一组件的作用是能够为多条控制电路以及外围电路提供电能;⑤触摸显示屏。这一组件的功能比较丰富,能够发挥远程通信功能,同时还可显示系统运行过程中的各项参数,在系统控制过程中,工作人员通过观察触摸屏内容,即可了解电压、电流等各项状态参数,并据此对提升机运行状态进行有效控制。

5.3 提升机电控系统控制

PLC 技术应用在煤矿提升机电控系统的主要内容三个方面,分别为工艺控制方面、行程控制方面及监控系统方面。

从工艺控制角度进行分析发现,PLC 技术可以通过相关计算机指令来达到实时控制提升机运行的目的,且其编程语言直观,与传统继电器控制系统相比得到了不断优化。基于 PLC 技术监控系统下,PLC 技术还可以实现提升机的多重联锁,确保工艺流程更加直观,进而提高提升机操作效率。

在行程控制方面,提升机应用 PLC 技术能够增加控制距离,增强提升机工作的安全性和可靠性。在实际的煤矿开采生产工作中,提升机需要能够在任何位置停止,这对于提升机的行程控制提出了较高的要求,行程控制能够缓解提升机在工作时的强度与负荷,且能够帮助提升机更加适应复杂工作环境,提高提升机的工作效率效果,延长提升机设备的使用寿命。在应用中,可以增加 PLC 输出容量来有效拓宽 PLC 控制距离,进而避免了不必要的中间环节。

对于监控系统来说,通过对提升机的监控系统进行调整和优化可以确保提升机的安全、高效运行。实际上,要想使行程终端监控效果得到优化,要做好各匀速段与减速段的实时监控工作。通常情况下,PLC 技术可以借助控制器监控开关,来确保设备的正常运行,并降低了周围环境对设备运行产生的干扰。同时 PLC 技术还能够使提升机监控系统独立、高效运行。

5.4 控制电路设计

要想实现对控制电路的合理设计,需要了解和熟悉提升机的工作状态与情况。通常情况下,提升机要结合实际特点来开展匀速、加减速、爬行以及保护等活动,因此在进行控制电路设计过程中要尽可能满足上述工作要求。PLC 技术电控系统电路主要是由主电动、主控 PLC 控制柜、启动柜、旋转编码器、动力制动电源等部分组成,并为其配备了行程显示器与速度显示器。在

PLC 技术正常工作过程中,要做好输入信号检测工作,如果信号正常,则允许将安全制动解除。反之如果信号异常,则需要启动安全制动,确保提升机停止运作。

控制电路是 PLC 结构的主体部分,也是提升机工作的依据,保护功能和控制功能实现的基础,因此在对控制电路进行设计时,必须要综合考虑保护与控制的关系。PLC 结构框架通过控制台控制编程,产生相应检测信号,控制诸如高压换向器、制动电源柜等设备等过程,决定提升机的工作状态。在进行安装时,需要避免将 PLC 安装至大功率电源周围区域,从而避免高温环境对 PLC 工作的影响。除此之外,PLC 还需要远离振动源,避免受到振动干扰。

5.5 电控系统硬件设计分析

5.5.1 硬件电路

由 CPU 模块、电源模块以及通信模块所组成,不同模块的功能差异比较大。CPU 模块的作用是收集提升机运行过程中的各项参数,还可针对各类操作指令完成执行命令,并且对各项数据进行存储,主要包括微处理装置以及存储装置。通信模块的作用是实现不同组件之间信息交换;电源模块的作用是为系统提供电能,同时,对于从外部所输入的高压交流电,能够转变为低压直流电。

5.5.2 PLC 装置

在提升机电控系统中共包含 2 套 PLC 装置,能够有效保证系统运行稳定性和可靠性,通过应用 PLC 装置,能够为提升机电控系统提供配套组件:

① I/O 接口,即输入/输出接口,I/O 接口信号有两种类型,包括模拟信号以及开关信号,其中,模拟信号与开关信号相对应,而开关信号则与模拟信号相对应;②安全回路。在提升机电控系统中,共包含 2 条安全回路,其中一条安全回路以机电装置作为基础,通过串联形成,另外一条以 PLC 软件程序作为基础;③电气连锁。在 PLC 控制系统连锁设计中,要求确保符合矿井安全生产实际需要。

5.5.3 变频调速装置

在矿井提升机电控系统设计中,变频调速装置是十分重要的组成部分,对于提升机运行质量的影响比较爱。对此,在应用 PLC 技术进行提升机电控系统改造时,可应用交-直-交变频调速方案。通过将其与直流调速装置进行对比分析,结构形式简单、作业效率比较高。在提升机运行过程中,为了保证调速控制的准确性,在变频调速装置设计中,可选用二极管钳位三电方式,同时,对于 IGBT 功率组件,可作为功率开关管,并应用矢量控制方式。

5.6 电控系统软件设计

在矿井提升机电控系统软件设计中,需将 WINCC 编程平台作为基础,并应用结构化编程方式,通过对软件程序进行分析,其是由多个子程序所组成的,在具体的软件设计过程中,要求针对各个子程序进行单独编程。

软件应用程序是由多个环节所组成的。

5.6.1 辅机启动

在提升机电控系统中,油泵、动力装置和系统电机之间保持连锁关系,在电机启动前,首先需启动所有辅机,进而对油泵以及配套动力装置的运行方式进行有效控制,为提升机运行提供充足动力。

5.6.2 开车准备

通过做好开车准备,可对矿井提升机的启动条件进行全面细致的分析,在动作准备程序监测合格后,即可正式启动提升机。

5.6.3 机车操作

对于矿井提升机操作方式,可分为自动控制和手动控制两种,其中,在手动操作过程中,要求作业人员根据自身工作经验进行控制,而在自动控制过程中,要求应用 PLC 系统进行判断。

5.6.4 安全回路

回路控制的功能是在硬件作业以及软件作业过程中进行安全回路操作控制。在系统运行过程中,要求对系统运行中的各项参数进行监测,如果发现故障隐患,则硬件安全回路即可自动完成道闸停车操作,与此同时,软件安全回路能够发出闭锁报警,据此消除故障隐患。

5.7 现场总线技术

现场总线技术能够将电控系统与设备进行连接,从而保障设备的工作状态,是提高煤矿提升机使用寿命与工作效果的重要技术。现场总线技术对于硬件要求较低,双绞线即可满足通信功能要求,并同时简化控制系统。将 PLC 技术与现场总线技术进行融合应用,即可解决和处理较多传统电控系统工作难点,提高煤矿提升机的工作效率效果。

6 结语

总而言之,在矿井作业过程中,提升机是十分重要的设备,提升机控制效果对于矿井作业稳定性的影响较大,将 PLC 技术应用于提升机电控系统优化设计中,可以有效改善提升机运行性能。

参考文献:

- [1] 章璐玮. 矿井小功率提升机选型的思考 [J]. 现代矿业, 2019, 35(10): 194-196+212.
- [2] 陈英豪. 主井机电与管控信息一体化系统的实践研究 [J]. 山东煤炭科技, 2019(08): 133-135.
- [3] 郝俊刚. SL150 在多绳摩擦式矿井提升机电控系统中的应用 [J]. 机械管理开发, 2019, 34(07): 183-184.
- [4] 常伟. 基于混沌优化 PID 矿井提升机电控系统研究 [J]. 山西能源学院学报, 2019, 32(03): 35-37.
- [5] 吕艳龙, 刘少辉. 开滦范各矿暗立井提升机电控系统改造研究与应用 [J]. 石化技术, 2019, 26(05): 244+255.
- [6] 卜云强. 高压变频器在矿山提升机电控系统中的应用探究 [J]. 冶金管理, 2019(03): 69.
- [7] 张均伟, 陈照业, 马星河. 矿井主提升机电控系统的优化研究 [J]. 煤矿机电, 2012(5): 4.