

基于 s120 变频器的 50t 吊盘悬吊稳车电控系统安装调试与故障分析

洪智臻

铜陵有色金属集团铜冠矿山建设股份有限公司, 安徽 铜陵 244000

[摘要]在竖井凿井施工过程中, 吊盘是作业人员在井筒中施工的核心工作平台, 也是井筒施工设备安放的重要装备, 采用 4 台稳车进行上下提升作业。文章吊盘悬吊稳车系统以 S120 变频器为驱动器, 驱动 4 台 50t 稳车, 可单动, 可联动, 以 S7-300PLC 为主站, 配备触摸屏显示实时状态。文章旨在通过阐述 50t 稳车电控系统安装调试要点, 并对遇见的故障进行分析, 提出解决措施, 为相关技术工作人员提供参考。

[关键词]50t 稳车; S120 变频器; S7-300PLC; 联动

DOI: 10.33142/ec.v9i5.19639

中图分类号: TM762.1

文献标识码: A

Installation, Debugging, and Fault Analysis of the 50t Suspended Stable Vehicle Electronic Control System Based on the S120 Frequency Converter

HONG Zhizhen

Tongguan Mine Construction Co., Ltd. of Tongling Nonferrous Metals Group, Tongling, Anhui, 244000, China

Abstract: In the process of vertical shaft excavation construction, the hoist is the core working platform for workers to construct in the shaft, and it is also an important equipment for placing construction equipment in the shaft. Four stabilizing vehicles are used for up and down lifting operations. The article suspension and stabilization system uses S120 frequency converter as the driver to drive four 50t stabilization vehicles, which can be single operated or linked. It is equipped with S7-300 PLC as the main station and a touch screen to display real-time status. The article aims to explain the key points of installation and debugging of the 50t stable vehicle electronic control system, analyze the encountered faults, propose solutions, and provide reference for relevant technical personnel.

Keywords: 50t stable vehicle; S120 frequency converter; S7-300PLC; linkage

引言

随着时代技术的升级与能源需求的增长, 矿井建设正朝着“更大直径、更深开采”的方向发展, 这同时也对凿井施工提出了更高的技术要求。山东某矿山副井井筒设计净直径 11m, 井深 1286m, 为满足施工需求, 设计采用 4 台 50t 稳车进行吊盘悬吊。在凿井施工中, 吊盘是施工人员主要的工作平台, 吊盘上设置有卧泵、水箱、抓岩机等多种设备, 正常工作中的吊盘总重量可达 60t 以上, 同时需要满足 4 台稳车联动运行和单动调整功能, 因此, 系统调试工作至关重要。一方面, 保障运行安全, 避免过载、超速、制动失效等风险, 防止设备损坏或安全事故; 另一方面, 优化运行性能, 使升降、变幅等动作平稳精确, 减少冲击和能耗, 延长设备寿命, 确保作业质量。

1 系统组成和控制原理

1.1 硬件配置

在本系统中, 采用 4 台 50t 稳车进行吊盘的悬吊, 沿

井架东西两侧各两台进行布置。每 1 台稳车包括主机、辅机和电气控制柜。主机部分主要配置有电动机、制动装置、传感器装置等, 电动机型号为 YZP315M-8, 功率 90KW, 为起重型电机, 其启动转矩大、机械强度高, 适用当前工况。辅机部分主要起辅助收放绳作用, 设有 1 台力矩电动机和液压制动器。每 1 台稳车搭配 1 台主机控制柜、1 台辅机控制柜和 1 台电阻柜。在井口集控室设置操作台, 操控台面配备 1 台触摸显示屏, 用以观察即时信息。各模块信息如下: 主控制器: 井口操作台内部配备 1 台西门子 s7-300plc 作为主控制器, 担任上层控制大脑, 处理逻辑信息、HMI 通信、安全连锁等。功率单元: 2 套主控制柜设有西门子 SINAMICS S120 变频器, CU320-2DP 作为主控模块, 通过整流和逆变实现转速和转矩控制, 达到控制电机的目的。执行单元: 4 台 YZP 系列 90KW 变频调速三相异步电机。编码器: 增量型编码器, 安装在电机尾部端轴, 搭配 SMC30 传感器模块, 实现运行状态反馈。人

机界面：SIMATIC HMI 面板，实时显示运行状态。

1.2 系统拓扑

由于吊盘提升需要 4 台 50t 稳车分两组沿井架对侧布置，虽然 1 台 CU320 具备控制 4 个轴的能力，但因 DRIVE-CLiQ 通讯距离有所限制，因此将设置两套 s120，分别对两台稳车进行控制。系统拓扑结构如下：s7-300PLC 作为 DP 主站，通过 PROFIBUS-DP 连接 2 套 s120 变频器作为 DP 从站，与 CU320-2DP 进行数据交换，CU320-2DP 通过 DRIVE-CLiQ 网络控制 2 套电机模块，进行电机控制。

1.3 控制原理

在本套系统中，4 台稳车通过钢丝绳均匀分布在吊盘的四个角悬挂进行提升，根据工况，需要满足 4 台稳车联动速度一致，同上同下，实现联动。同时，为消除运行中造成的偏差，还需 4 台稳车具备手动调整功能。

本系统操作台布置在井口方便人员沟通操作，操作台面板设置指示灯、急停开关、转换开关、电位器、触摸屏面板等，工作时，通过 4 个转换开关的组合切换联动和手动模式，电位器控制稳车运行速度。操作台内部设 PLC，进行收集、处理各项运行数据，设置安全保护回路，制定逻辑顺序控制等工作，PLC 与触摸屏通过 MPI 网络进行信息交换，实时显示运行状况，保证操作人员有效掌控运行情况；与 s120 变频器通过 DP 通讯进行交互，传输运行指令，接收故障信息、设备运行电压电流、位置信息、运行速度等信息反馈。s120 变频器作为功率单元通过矢量控制配合编码器直接控制电机运行速度或转矩。

2 设备安装

2.1 施工准备

施工前准备是保障后续施工质量与效率的基础，需完成技术、人员、设备三大核心环节的全面确认，杜绝“边施工、边核对”的粗放模式，确保各参与方协同一致。

(1) 组织图纸会审。组织建设单位、监理单位、安装施工队、设备厂家开展联合图纸会审，会议需形成书面纪要，明确各方职责及整改要求，参会人员签字确认后归档。全面核查各类图纸的完整性、准确性及一致性。重点核查内容包括：①电气原理图，确认 S120 模块接线、PLC I/O 点分配、急停回路设计等；②柜体布置图，确认 S120 变频柜、PLC 柜、制动电阻柜的安装间距及内部模块布局等；③网络拓扑图，确认 PROFINET 通讯架构、DRIVE-CLiQ 总线连接方式，确保 4 台稳车电机模块与控制单元 CU320 的通讯链路清晰；④柜内接线图，核对端子编号、电缆规格、接线走向；⑤机械安装总图，确认 4

台稳车的安装定位、间距及与周边设备的安全距离；⑥设备基础施工图，核对基础尺寸、地脚螺栓参数等。

(2) 梳理施工重难点并制定针对性应对措施。如设备安装精度控制、远距离压降问题、强弱电交叉干扰问题、设备吊装方案等。

(3) 编制人员计划。组织施工队伍，编制劳动计划，确定劳动结构，确定人员进场时间，按期组织人员进场。

(4) 施工现场确认。绘制平面活动区域布置图，确定各种材料堆放的位置，熟悉进场运输道路，组织施工机械进场，做好开工前准备工作。

(5) 开展技术交底。对施工管理人员交底整体施工流程、质量标准及安全要求等；对现场施工人员交底具体工序、操作规范、设备安装细节及应急处理方法等。

(6) 设备及材料验收。验收过程需监理单位、业主、施工单位共同参与，形成验收记录。设备材料现场开箱检查，确认型号、规格、数量与设计一致，检查合格证，确认外观、功能等。对验收不合格的设备、材料，立即退回供应商，督促供应商整改或更换。

(7) 提前与土建施工相关负责人沟通好接地装置埋设与穿线管预留的相关工作。

2.2 机械设备安装

(1) 基础验收。核查 4 台稳车的混凝土基础强度、水平度等符合要求，预埋地脚螺栓埋设位置、规格、长度与设计一致，预留电缆线槽、穿线管符合设计要求。

(2) 设备就位。选用合适吨位的汽车吊吊装就位，吊装前仔细阅读说明书，选择正确的吊装点位，起吊时保持机体平稳，轻吊轻放，安装时控制稳车中轴线与出绳方向水平偏角、整机水平度在要求内，并保证辅机与主机水平间距。机体就位调整完成后紧固地脚螺栓达到设计扭矩值。

(3) 灌浆养护。地脚螺栓紧固完成后，进行二次灌浆，灌浆材料采用高强度无收缩灌浆料，灌浆料确保填充饱满，灌浆高度与稳车基座底面平齐，灌浆完成后，养护时间不少于 7 天。

2.3 电气设备安装

(1) 柜体就位与设备接地。利用起重设备将操作台柜、变频柜、制动电阻柜等逐一就位，就位时缓慢平稳，避免碰撞、晃动，柜体就位后，将柜体与基础槽钢利用紧固件固定，就位后柜体平稳无晃动。利用基础施工期间预留的接地极，将所有电气柜体的专用接地端子、基础槽钢、设备外壳可靠连接到系统主接地排。

(2) 柜内检查和电缆敷设。柜体安装就位正式接线前，对柜内设备进行全面检查，包括各模块、元件的完好

性,各引脚、电缆接头是否松动等,并清理柜体内杂物。电缆敷设严格执行强弱电分离,不同电压等级的线路应当分线槽敷设,敷设前应脱去电缆应力,同时敷设时避免电缆成环状,对于有屏蔽要求的电缆,需做好接地,屏蔽效果不好时应设置单独接地。

(3)编码器、接近开关等安装。根据系统设计功能,依次安装编码器、接近开关、行程开关、张力传感器等外部功能元件,部件安装位置选择合理,确保功能有效。

(4)系统检查。为避免设备上电后出现短路、模块损坏等异常情况应进行系统检查。测试内容包括接地电阻测试,系统绝缘性测试以及回路连续性测试等,对于检测出的异常及时处理,防止影响调试进度。

(5)设备上电。系统完成检查后进行设备上电,送电前所有开关处于断开位置,自上而下逐级送电,观察各元件正常点亮可进行下一步调试。

3 系统调试

3.1 单机调试

硬件安装完成后,按照设计和说明书利用专用通讯电缆将各个设备连接。系统调试需要使用西门子专业编程软件 starter 进行。首先需要进行 s120 内部网络建立,调试设备需与 CU 连接工作在同一网段,在 starter 中新建项目并在项目中查找可访问的接口,显示在线后上传读取到站点,对于新建项目需清空旧参数,利用自动配置功能自动读取设备电子铭牌并进行显示,根据向导依次选择,本项目均为异步电机选择 Vector,对于未成功显示的元件则手动导入,按照现场实际配置电源模块参数,保存并下载至设备。选择离线配置,设置运行模式为带编码器闭环控制模式,在 Configuration 选框中依次完成电机、编码器、抱闸等配置,设置电机静态辨识,完成所有选项后保存,转至在线并下载数据。

设置在线,打开调试控制面板 Control panel 获取设备控制权,设置调用运行图表监控 r60 速度给定、r63 实际速度、r68 实际电流、r80 实际转矩参数,方便及时掌握电机运行状况。选中 Enables,给定 0 转速运行,电机执行自我静态识别,观察运行数据,完成后保存数据并下载。至此单机调试任务基本完成,依次完成 4 台电机调试。

3.2 PLC 配置

为实现联动功能需进行系统硬件组态,为了 step 能够成功识别 s120 设备,需先在 step7 软件中安装合适版本的 GSD 文件。创建新项目,打开硬件组态功能,插入 s7-300 工作站所有模块,所选模块型号与实际一致。建立 Profibus-DP 网络,配置主站 ip 地址和 DP 地址,设置传

输速率 1.5Mbps,插入 s120 从站并添加现有所有模块,加入到 Profibus 总线上,并为其设置新地址,该地址需与 CU320-2 DP 硬件模块面板上的拨码开关设置的地址一致方可建立通讯。为电源模块配置报文 370 用于控制电源模块的开关和状态监控,为 2 个功率模块配置报文 1,用于控制启停、读取状态和发送速度给定值,每台功率模块都需要占用一个独立的插槽,所配置的报文格式应在 s120 中配置同样的报文格式。按照上述步骤添加第二个 s120 从站。所有从站添加完成后,需进行 I/O 地址校验,防止 I/O 地址分配重复,造成覆盖,必要时需进行手动配置。组态完成后执行编译并下载到 plc 模块中。

通讯检查无误后可进行程序编写。编写需根据实际需求进行,一般按照以下顺序进行:①建立 DB 块存储数据以便程序调用;②编写通讯读写程序,用于读取、发送和存储相关数据,实现主从站间的数据交换;③数据拆解整合映射,拆解通讯读取到的原始字节,或整合需要发送的字符串,便于编程和传输;④按照实际需求编写控制逻辑;⑤设置故障诊断程序,包括硬件回路故障及变频器故障报警等。全部编写完成后,可执行编译并下载到 plc 中。

本系统程序示例。FC1 块:设变频器读写指令,拆解控制字得到故障指示、功率、电压、电流、频率信息;FC2 块:联动指令、联动速度给定程序,故障回路程序,检测主回路接触器故障、变频器故障、制动单元故障、通讯故障、力矩电机过热、高速制动打开故障;FC11 块:编码器数据、故障字读取,钢丝绳张力计算;FC12 块:主机、辅机电源控制,升降控制,速度转换及给定,高速制动等。

3.3 联动试车

电机空载进行功能测试,联动测试:操作前可调电位器(速度控制大小)在 0 位置,打开四台稳车全部急停按钮,启动变频器电源,故障全部复位(红色指示灯应消失),四台稳车全部打到联动位置;选择 1#稳车上下方向(联动时 1#控制全部稳车);慢慢旋转可调电位器(顺时针方向加速,逆时针减速)调节运行速度;停车时,可调电位器逆时针旋到 0,同时方向选择打到中间位置归零;关闭总急停按钮,关闭 1、2、3、4 分急停按钮。单动测试:将所有按钮打到单动模式,同样的步骤依次测试单动功能。测试期间观察稳车运行情况,记录电机运行参数。运行时各项功能符合正常,任意 2 台电机速度无明显偏差,运行电流符合标准值则合格。

3.4 功能优化

s120 参数优化调试包括自动优化和手动优化,自动优化又包括静态识别优化和动态识别优化。本项目在单机

调试过程中只执行了系统静态识别,而未执行动态识别,动态优化执行完毕后系统将自动计算得到速度环参数,因系统最终是带负荷运行,因此动态识别需在负荷情况下方能得到准确有效的数据。另外,在不便负荷动态识别的情况下,也可手动调整参数 p1460、p1462,使动态特性趋于稳定。

在系统负载后需进行力矩控制器调节,力矩控制器是一种可以调整电机使钢丝绳张力始终保持在稳定范围内的装置。通过开卷、收卷旋钮可以对电位器共同调节,调节时,应当在电机运行时参照电压显示进行调节,电压大则力矩大,力矩调节应结合实际选择合适的电压,并且应当使辅机收绳的线速度快过上提时主电机的全速,确保钢丝绳处于拉紧状态。

4 遇见的故障及解决方案

4.1 堵转故障

电机运行过程中,报故障参数 F07900,通过查询参数手册,该参数为电机堵转故障。单开 1#、2#、4#电机运行正常,单开 3#再次报故障,由于参数设置一致,判断为 3#电机异常,通过查阅资料逐一排查,技术人员通过修改参数 p0003=3, p1300=20,设置 3#设备为无编码器运行,3#正常启动,判断为编码器所导致,通过进一步确认,判定为编码器拆装导致地址丢失,经编码器重新校正,参数恢复,系统正常运行。

4.2 触摸屏通讯故障

在安装过程中,我们发现 PLC 无法与触摸屏进行通讯,通过检查组态及地址配置未发现问题,使用个人电脑

连接触摸屏,并发送控制字,触摸屏显示正常,由此可见触摸屏通讯单元正常,对连接线通断进行检查发现电缆正常,但接上 DP 头后导通性不好,因该 DP 电缆为利旧使用,判断为 DP 头引脚氧化所造成,更换 DP 头后通讯恢复正常。

5 结语

本文围绕某矿井 50t 稳车吊盘悬吊电控系统的相关探讨与实践展开,系统梳理了其结构组成、工作原理、安装调试优化、故障分析等多个方面内容,具有较强的专业性。系统稳定运行直接关系到生产效率、作业安全及设备使用寿命,只有在安装、调试与运维过程中不断学习、归纳与总结,熟练掌握系统的控制逻辑、故障排查方法及优化技巧,才能充分发挥电控系统的性能优势,最大限度地减少运行故障,为今后的生产运行提供坚实有力的保障。

[参考文献]

- [1]张康,储昭碧,宁君宇,冯小英.基于 Profibus 网络的西门子 PLC 与双台 S120 变频器通讯的实现研究[J].制造业自动化,2015,37(16):5-8.
 - [2]袁炜.力矩电机初次安装使用的调试[J].机械工程师,2015(10):265-266.
 - [3]王官鹏,张国超,罗靖怡,等.西门子 S120 变频器堵转和接地故障分析[J].黑龙江科技信息,2016(24):37.
 - [4]李文波,宋广林,宋丹.西门子 PLC S7-400 与 SINAMICS S120 通讯的实现[J].科技与企业,2013(13):133-133.
- 作者简介:洪智臻(1996—),男,江西人,汉族,本科学历,助理工程师,主要从事矿山机电安装工作。