

西门子 1500 系列 PLC 在焦炉推焦车控制系统中的应用

邹玉超

(云南大为制焦有限公司, 云南 曲靖 655000)

摘要 本文介绍基于西门子 1500 系列 PLC 在焦炉推焦车电气控制系统中的应用, 同时还涉及西门子 G120 系列变频器、西门子 TP1500 精智型触摸屏等工控自动化产品在控制系统中的综合应用。论文内容主要包含焦炉推焦车的组成结构及功能流程简介、推焦车电气控制系统的整体方案设计、主要电气控制系统的硬件设计、控制系统软件设计等。

关键词 推焦车; PLC; 变频器; 触摸屏

中图分类号: TP27

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)02-0016-03

推焦车是焦炉生产中必不可少的重要设备, 其能否安全可靠运行直接关系到焦炉生产系统的正常运转。但由于焦炉各机车长期工作在温度高、振动大等环境恶劣的工况下。加之其自身存在运动部件多, 使用操作频繁, 联锁控制条件复杂等特点, 这就对电气控制系统的安全性、稳定性、可靠性提出了更高的要求。基于西门子 1500 系列 PLC 的机车电气控制系统, 具有性能稳定、功能强大、使用维护方便等优点, 能够有效地解决推焦车在生产使用过程中存在的问题, 达到充分满足生产工艺的使用要求, 同时提高装置的可视化、自动化程度, 达到保障电气控制系统稳定可靠运行的目的。

1 推焦车的结构及工作过程

1.1 推焦车的主要功能及结构

推焦车为捣固焦炉配套的主要机械设备之一, 运行在焦炉的机侧。主要功能是将炭化室中的烧成成熟的焦饼推出, 并在推焦前后完成开、关机侧炭化室炉门。

捣固焦炉上使用的推焦车主要由钢结构、走行装置、余焦处理装置、推焦装置、取门装置、液压系统和电气系统等七部分组成。

1.2 推焦车的工作过程

根据计划出焦炉号, 推焦车走行至相应炉号前, 使推焦装置对准炭化室中心; 启动余焦刮板机组, 以刮走摘门后掉落的焦炭; 取门机摘下炉门; 控制推焦杆将成熟的焦炭推出; 推焦结束后, 向装煤车的反方向走行避让装煤车装煤; 装煤结束后, 推焦车再次开回至刚装完煤的炉孔, 利用取门装置关闭炉门; 停止余焦刮板机组运转。上述各部分操作动作结束后, 推

焦机完成一个循环操作动作, 又行驶到下一出焦的炭化室前, 进入下一次循环操作。^[1]

2 控制系统方案设计

2.1 总体电气控制系统方案设计

控制系统采用西门子 1500 系列 PLC 控制器, 由于现场设备输入输出信号较为分散, 为减少控制电缆敷设的长度和数量, 同时降低后续维护工作量及电气故障率, 提高控制系统的安全性和稳定性, 控制系统采用 PROFIBUS - DP 总线控制方式, 共设置一个主站, 一个从站。在配电室内装设一套 PLC 主站, 同时配置相应的 IO 模块, 用于配电室内相应设备的信息采集和控制; 在液压室内设置一套 IO 从站及相应的 IO 模块, 用于液压室及部分现场相应设备的信息采集和控制。^[2]

设备的操控采用按钮、主令开关及触摸屏相结合的方式。按钮主要用于紧急停车、控制电源的分合等; 主令开关用于推焦车走行及推焦杆的控制; 其余设备的控制均可通过触摸屏操作实现, 同时在触摸屏上组态推焦车相应监视画面, 便于操作人员使用和掌握相关状态。触摸屏与 PLC 之间通过 PROFINET 协议使用网线进行连接。

2.2 推焦车走行单元控制

推焦车走行装置主要由 4 台额定功率为 30kW 的变频调速三相异步电动机进行驱动。由于是重载启动, 变频器选用 2 台额定功率为 90kW 的西门子 G120 系列变频器, 通过一拖二的方式驱动 4 台走行电机。推焦车的左、右走行方向及速度通过操作台上的主令开关进行控制。

2.3 推焦车推焦单元控制

推焦车推焦装置主要由 1 台额定功率为 132kW 的三相绕线式异步电动机进行驱动,通过转子回路串电阻进行调速。推焦杆的前、后行方向及速度通过操作台上的主令开关进行控制,共设置 4 个调节速度。

2.4 推焦车液压单元控制

推焦车的液压控制系统主要为油泵、总溢流阀、电磁阀等,其动作均通过操作室内的触摸屏进行操作。取门机前/后行、提门、落门等动作通过液压油缸驱动,油缸各溢流阀、电磁阀由 PLC 模块输出控制后,再经中间继电器进行隔离、扩容。^[3]

3 控制系统硬件设计

3.1 可编程控制器 PLC

3.1.1 PLC 的选型

控制系统选用西门子 S7-1500 系列 PLC 作为控制器,它是一套模块化控制系统,适用于自动化领域内的各种应用,其集成有各种不同类型的 CPU,可通过 PROFINET、PROFIBUS 等通信模块以及 IO 模块对 CPU 进行扩展,硬件配置较为灵活。

3.1.2 PLC 的硬件系统配置

PLC 硬件系统采用 PROFIBUS 总线通讯方式,设置 1 个主站,1 个从站,各主、从站根据 IO 通道的数量配置不同的模块类型及数量。

1. PLC 主站共配置 11 块模块,具体分配如下:

(1) 模块 1 为系统电源模块,连接到背板总线,并通过内部电源为已组态的模块供电。

(2) 模块 2 为 CPU,它是 PLC 的核心部件,主要作用是控制整个系统协调一致地运行。

(3) 模块 3 为通信处理器,用于将 1500 PLC 连接至 PROFIBUS 总线,设置通信地址为 2。

(4) 模块 4 为高速计数模块,通过与现场推焦杆旋转编码器连接,用于监测推焦杆的实时行程。

(4) 模块 5、6、7、8 为数字量输入模块,用于接收配电室内相应设备的开关量输入信号,如推焦、走行主令的输入信号;推焦接触器的反馈信号等。

(5) 模块 9、10 为数字量输出模块,用于控制配电室内相应设备的接通或断开,如推焦前、后行及速度接触器的通断控制;左、右走行及调速中间继电器的通断控制等。

(6) 模块 11 为模拟量输入信号模块,用于接收 4mA~20mA 的推焦电流模拟信号。

2. 推焦车液压室从站共配置 7 块模块,具体分配如下:

(1) 模块 1 为接口模块,用于连接 PROFIBUS 总线,设置通信地址为 3。

(2) 模块 2、3、4、5 为数字量输入模块,用于接收液压室、现场设备相应的开关量输入信号,如油缸限位开关输入信号、现场限位开关输入信号、油泵接触器的反馈信号等。

(3) 模块 6、7 为数字量输出模块,用于控制液压室内相应设备的接通或断开,如油泵接触器的通断控制;各油缸动作的通断控制等。

3.2 变频器

变频器选择西门子 SINAMICS G120 系列变频器,该系列变频器功能强大,操作简单,扩展性强,使得在使用和调试过程中较为方便,提高了工作效率,节约了维护成本。

西门子 SINAMICS G120 系列变频器采用模块式结构,主要由功率单元+控制单元+操作面板,构成一台标准的 G120 变频器。

3.3 触摸屏

为了便于 PLC 与触摸屏之间建立通信,以及提高监控画面的组态效率,同时为了便于操作人员的操控使用,选用的触摸屏类型为西门子 TP1500 HMI 精智面板,该 HMI 精智面板是新一代西门子 HMI 触摸屏中重要的一款产品,具有多种配置,能够满足在不同现场情况下的需求。通过 TIA 博途软件,可以方便地对设备进行组态编程和控制操作,提高工程效率。

4 控制系统软件设计

4.1 PLC 程序设计

PLC 程序采用梯形图进行编程,由一个主程序及 4 个子程序(推焦、走行、取门、液压)构成,程序的编写在计算机上完成,编译后通过网线将程序下载到 PLC,实现控制任务的完成。

4.1.1 控制系统主程序设计

PLC 主程序主要由走行移门单元允许推焦、走行推焦单元允许移门、推焦移门单元允许走行、推焦行程检测、监控画面自动切换、子程序调用等程序构成。走行、移门、推焦三个单元之间具有相互连锁,相应单元连锁程序满足后,另一单元才具备允许操作的条件,确保设备的安全操作。

推焦行程检测程序段,主要将与推焦杆传动装置连接的旋转编码器输入信号转换后,用于检测推焦杆实时行程。

4.1.2 移门单元子程序设计

该子程序主要为移门单元各液压装置电磁阀的输

出控制,移门单元设置有现场及操作室2种操作方式,通过转换开关进行切换,当切换为现场操作时,可通过现场按钮操作各液压装置动作,操作室操作无效;当切换为操作室操作时,可在操作室触摸屏上操作各液压装置动作,现场操作无效。^[4]

4.1.3 推焦单元子程序设计

该子程序主要为推焦方向及速度控制。当有外部推焦方向输入信号时,相应推焦方向输出触点接通动作;在低转速运行有反馈信号的前提下,有高速输入信号时,相应的高转速输出触点接通;当推焦杆控制无相应的输入信号或推焦杆到达前、后限位时,则相应的输出接点停止输出;当推焦向前或向后运行时,推焦抱闸输出触点接通,抱闸打开;当推焦向前或向后停止时,推焦抱闸输出触点断开,抱闸关闭。

4.1.4 走行单元子程序设计

该子程序主要为走行方向及速度控制。当有外部走行方向输入信号时,相应走行方向输出触点接通,变频器运行,推焦车开始走行;在低转速走行有反馈信号的前提下,有高速输入信号时,相应的高转速输出触点接通,控制变频器输出对应的频率,推焦车以输入信号对应的速度走行;当走行向左/向右运行时,走行抱闸、散热风扇输出触点接通,抱闸打开、散热风机运行;当走行向左/向右停止时,走行抱闸、散热风扇输出触点断开,抱闸关闭、散热风机停止运行。

4.1.5 液压单元子程序设计

该子程序主要为油泵、刮板机、空压机、溢流阀控制。油泵控制程序主要为:当油泵无故障信号、无运行信号时,在触摸屏上点击油泵启动后,油泵启动运行;当运行中的油泵出现故障信号或按下油泵停止后,油泵停止运行。溢流阀及各液压装置电磁阀控制程序主要为:当油泵在运行的状态下,任意一个液压电磁阀有输出信号时,溢流阀自动动作接通油压。刮板机、空压机控制程序主要为:当刮板机/空压机无故障信号、无运行信号时,在触摸屏上点击启动按键后,相应输出继电器动作,刮板机/空压机启动运行;当运行中的刮板机/空压机出现故障信号或按下停止按键后,其输出触点断开,刮板机/空压机停止运行。

4.2 变频器参数设置

根据变频器的控制原理,结合西门子G120变频器的自身特点,在确保满足工艺使用要求和充分发挥变频器优良性能的前提下,将变频器的主要参数设置如下:

电机额定电压 P304=400V;电机额定电流 P0305=124A;电机额定功率 P0307=60kW;电机额定频率 P0310=50Hz;电机额定转速 P0311=980rpm;转速固定设定值

选择模式 P1016=2;转速固定设定值选择位 0 P1020=r722.0;转速固定设定值选择位 1 P1021=r722.1;转速固定设定值选择位 2 P1022=r722.4;转速固定设定值选择位 3 P1023=r722.5;主设定值 P1070=r1024 转速固定设定值;斜坡函数发生器斜坡上升时间 P1120=10S;斜坡函数发生器斜坡下降时间 P1121=20S。

4.3 触摸屏画面组态

画面组态仍然采用西门子公司提供的全集成自动化软件 TIA portal。组态内容包括设备添加、网络连接、变量添加或导入、创建画面等,并将监控画面与 PLC 进行关联,实现触摸屏对 PLC 的输入控制、PLC 相应数值对触摸屏的输出显示。为方便操作使用及设备状态监控,推焦车共设置推焦、走行、取门3个监控画面。^[5]

1. 推焦监控画面,主要监视推焦运行状态、推焦杆前/后限位、推焦杆行程、允许推焦条件等,同时还控制油泵、空压机的启停动作等。

2. 走行监控画面,主要监视走行方向、走行速度、走行电机及变频器故障信息等。

3. 取门监控画面,主要监视取门单元各限位状态、油泵及溢流阀运行状态等;同时用于控制取门单元各电磁阀的动作,油泵、刮板机的启停操作等。

5 结论

基于西门子1500系列PLC的自动化工控产品在焦炉推焦车上的综合应用,极大地提高了设备的自动化控制水平,减少了大量外部繁杂的控制线路,使控制线路化繁为简,提升了设备的安全性和可靠性,方便了操作人员的操作使用,大幅地降低了电气设备维护工作量和故障发生率,具有较强的经济性、可靠性和稳定性。

参考文献:

- [1] 向晓汉. 西门子 S7-1500 PLC 完全精通教程 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2018.
- [2] 张硕. TIA 博途软件与 S7-1200/1500 PLC 应用详解 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2017.
- [3] 刘忠超, 肖东岳. 西门子 S7-1500 PLC 编程及项目实践 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2020.
- [4] 张文辉. 西门子 S7-200 系列 PLC 改造 M7130 电气控制系统 [J]. 中小企业管理与科技 (上旬刊), 2019(04): 144-145.
- [5] 袁文龙. 西门子 6SE70 系列变频器典型故障处理 [J]. 金属制品, 2021, 47(02): 47-48.