

基于 S7-400 的高炉槽上智能布料功能的程序实现

李成龔 王谷文 姜云鹏

中冶京城工程技术有限公司

DOI:10.12238/ems.v4i2.5083

[摘要] 本文结合联峰高炉矿槽的工艺特点,阐述了用西门子S7-400冗余PLC实现槽上布料车的智能控制,介绍了系统工作的原理和功能,分析了系统运行的安全性和给企业带来的效益。

[关键词] 智能布料车; 西门子PLC; 定位系统; 料位计

中图分类号: TF54 文献标识码: A

Program Realization of Intelligent Distribution Function of Blast Furnace Based on S7-400

Chengyan Li Guwen Wang Yunpeng Jiang

CERISTAR Electric Co., Ltd

[Abstract] In this paper, the intelligent control of the distribution vehicle of blast furnace by Siemens S7-400 redundant PLC combined with the process characteristics of Lianfeng blast furnace is elaborated. Then the system principles and functions are introduced, and the safety of the system operation and the benefits brought to the enterprise are analyzed.

[Key words] intelligent distribution vehicle; Siemens PLC; positioning system; level-sensing device

前言

在联峰钢铁高炉产能置换项目中,新建的1号高炉矿槽有15个仓,仓体排布成两排,第一排有5大仓,第二排有5个大仓和5个小仓。仓上有3条胶带机并行排布,三台布料车TJ401TR、TK401TR、TK402TR分别安装在3条胶带机上。两边的布料车TJ401TR、TK401TR只能向各自所在的一排仓加料,中间的布料车TK402TR则能向两排仓都加料,起到工艺设备互备的功能。根据工艺特点,原料场的控制延伸到矿槽槽上,槽上PLC系统作为原料场的一个子系统,由智能料场实现主动加料和仓群管理。按照传统生产方式,布料车在机旁就地操作定位或在中控室通过操作员点击HMI画面选择键确定目标位,然后发出布料车启动命令,布料车到达目标位后由程序自动控制停止。机旁就地操作有很多缺点,需要不断跟中控室联系,费时间,现场噪音大,容易失误。中控的单步操作方法需要专门安排操作员时时操作槽上系统,时间久了容易产生误操作,造成混料事故。根据这些特点,在联峰钢铁高炉槽上系统设计时,根据智能工厂的发展趋势,提出了智能化方案,采用刻度标尺的连续定位系统和雷达料位计采集料位,通过PLC程序实现智能布料控制。投产后系统运行稳定,自动化程度高,无需安排操作人员专门操作,大大简化了操作过程,设备作业率提高,达到了安全生产、高效生产的效果。

1 控制系统

1.1 系统架构

高炉槽上控制系统采用1套西门子S7-400 CPU 417-5H,通过

Profinet工业以太网与远程I/O站相连。冗余CPU通过双路Profibus_DP总线连接Y-Link, Y-Link与刻度标尺定位系统通过Profibus_DP总线连接。

系统网络结构分为三层网络,信息层为TCP/IP网络, I/O层网络为Profinet,现场设备层网络为Profibus_DP。

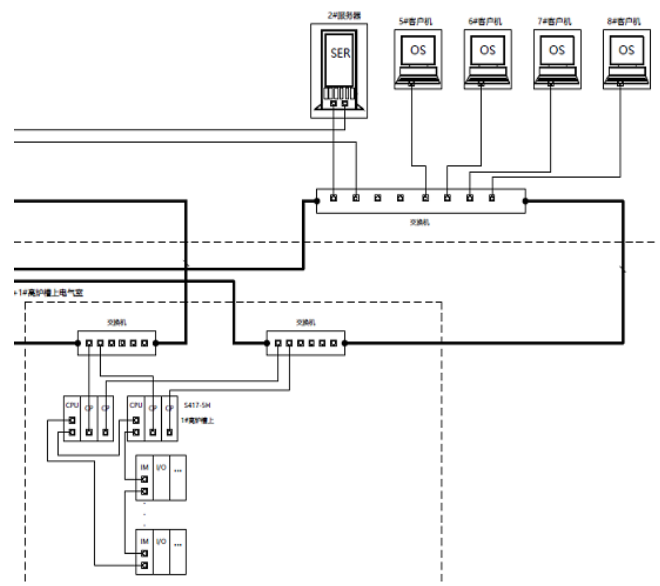


图1 系统架构

上位机控制系统选用工控机,设HMI操作站8套:工程师站1

套, 打印机1套, 网络交换机及其网络附件1套。本系统是整个原料场控制系统的一个子系统, 采用双环网结构, 其PLC与上位机操作站与各自的交换机连接。系统架构如图1所示。

1.2 检测原理

布料车的传感器主要依赖雷达料位计和刻度标尺。料仓的料位测量采用非接触连续雷达料位计, 信号类型为4~20mA, 量程对应仓的高度(0~12米), 料仓料位依据雷达料位计测量的高度值设定高料位和低料位。高料位设定值预留的仓体空间要能承接带式输送机流程上的全部余料, 低料位设定值要能满足高炉生产不能断料。刻度标尺精确定位系统包括一台地面电气柜(含刻度分析仪等)、一台车载电气柜(含刻度生成仪等)、刻度标尺以及游尺指针等。其中刻度标尺一般安装在胶带机侧, 平行于布料车行走方向, 游尺指针安装在布料车上, 用于识别本车所在距离刻度。游尺指针相对刻度标尺平行非接触移动, 游尺指针指向的刻度即是当前位置值(图2)。

刻度标尺精确定位系统采用法拉第电磁感应定律的磁力线传导原理来检测移动搬运设备的位移量, 当游尺指针线圈中通入交变电流时, 在游尺指针附近会产生交变磁场。刻度标尺近似处在一个交变的磁场中, 每对刻度标尺芯线会产生感应电动势。刻度生成仪信号通过电磁耦合方式传送到刻度标尺的感应环线上。刻度分析仪对接收到的信号进行相位比较, 由此确定游尺指针在刻度标尺长度方向上的位置, 对应就是布料车行走位置。

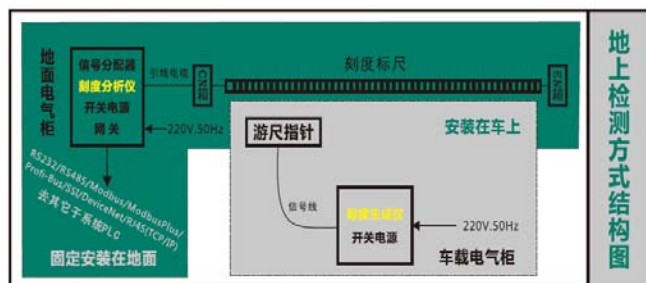


图2 刻度标尺工作原理

1.3 系统功能

1.3.1 操作功能

布料车设有以下3种操作方式:

(1) 中控室PLC自动控制: 在生产自动过程下, 操作员需先设定好仓的料种, 选定布料车的自动模式发起启动命令后, 系统根据同料种料仓最低料位自动判断布料车的目标位置, 目标位置是由刻度标尺所标定, 在执行完毕一个料仓仓位后, 布料车自动判断、更新目标位置, 在选定的料仓位置来回行走实现料仓布料。系统具有设备故障报警、处理及显示等功能。

(2) 中控室手动单机操作: 集中手动控制作为程序自动控制的补充手段, 在中控室内进行, 这种控制方式可在中控室操作单台设备起停。

(3) 机旁手动单机操作: 机旁单机操作作为设备维护、检修、单机空载调试以及事故停机后进行必要的处理时采用。布料车

设置机旁操作箱, 机旁可选择就地操作, 机旁操作时, 由操作人员在现场控制设备起停, 布料车的标定数据在机旁操作是不起作用的。

1.3.2 料种管理

在工艺设计时, 确定了各料仓的料种, 同品种物料的料仓相邻排布, 当选好流程后, 流程的带式输送机携带料种代码(图4), 如果流程的代码和料仓料种不一致时, 流程不会起运。这样, 程序中进行了联锁设计, 避免了混料事故。如图3, 每个料仓设定了下拉式菜单选取料种。



图3 料仓下拉式料种菜单

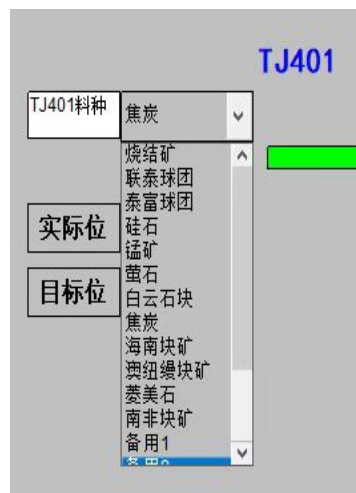


图4 胶带机下拉式料种菜单

1.3.3 安全措施

布料车所在位置在槽上, 行走安全至关重要, 在程序中有以下几方面安全措施:

(1) 极限开关保护。布料车行走两端设位置保护接触式极限开关, 在到达限位时自动停止运行。极限开关信号直接断开MCC控制回路, 并将信号送PLC, 取消运行指令, 画面报警显示。

(2) 移动超时保护。即要求设备在限定时间内到达指定目标位置, 逾时不到, PLC将发命令停止布料车电动机运转并报警。

(3)移动超距保护。由于布料车的行走惯性,具体到一个下料目标是一个区间,而不是一个点。当目标位置确定后,布料车正常停止在这个区间内,如果超出区间,PLC将发命令停止布料车电动机运转并报警。

(4)动态定位数据不变保护。布料车运行状态下,刻度标尺的定位数据没有变化超时3s,布料车故障停车。

(5)定位数据跳变保护。布料车运行状态下,刻度标尺的定位数据变化超出了布料车理论行走距离,布料车故障停车。

(6)刻度标尺网络故障。刻度标尺用于布料车的定位系统,通过Profibus_DP与CPU通讯,如果网络诊断出现故障,则布料车不能起动或停止行走。

(7)现场拉绳开关。槽上三条胶带机沿线的拉绳开关对各自布料车起作用。当拉绳开关出现故障时,布料车行走停止或不能起动运行。

(8)HMI流程急停按钮。当操作员按下流程HMI急停按钮时,对当前所选流程和布料车起到紧急停止作用。

(9)机旁箱急停。布料车机旁箱的急停按钮按下时不仅对机旁操作模式脱离PLC控制下起紧急停止作用,也对远程操作模式下PLC控制起到紧急停止作用。

2 硬件组态

硬件组态是在STEP7编程软件的Hardware中完成的。每个主机架配置有1个PS 407 10A电源模块,1个CPU 417-5H(1个PN口,1个DP口,1个MPI/DP口,2个同步口),两个同步模块,两个CP443-1以太网模块。

远程I/O站选用IM153-4 PNHF通讯模块。CPU的DP网口经Y-Link模块转接后,通过Profibus_DP网线连接至三个刻度标尺定位系统网关。在组态时,先导入定位系统网关的GSD文件,图5所示。

槽上CPU作为原料场系统的一个子系统,要与原料场的CPU之间建立通讯,在NetPro窗口中进行组态设置,建立S7协议的通讯连接。

3 软件实现

3.1 下位机程序功能

布料车智能控制PLC程序的实现主要分为五部分:定位系统标定模块,布料车控制模块,料种与料位判断模块,料位设置模块,异常处理模块。

定位系统标定模块:对三个布料车在仓上行走的每个下料口位置和正反转极限的位置数据记录,这些数据作为定位基准,布料车根据这些数据在程序中进行判断。

布料车控制模块:布料车I/O映射,电动机的行走控制及蜂鸣器控制,根据电气设计原理,在集中的模式下进行单步或者智能控制。

料种与料位判断:用SCL语言编写,判断15个料仓的料种与仓上对应的三条带式输送机是否同料种,实时判断每个布料车

所对的最低料位仓。

料位设置模块:主要处理15个仓的料位模拟量转换设置,低料位设置,高料位设置,料位报警等。

异常处理模块:各类I/O信号报警,网络故障处理,逻辑故障报警,及报警的复位等。

3.2 上位机程序

上位机程序主要为HMI操作。主要分为运行监视,参数设定,设备信息,故障报警,趋势监控等功能。高炉矿槽共有15个仓,3台布料车。TJ401、TK401、TK402为三条胶带机,其对应的布料车为TJ401TR、TK401TR、TK402TR。

手动上料时,选好各仓的料种和皮带上料品种,选择“目标位”,点击“正转启动”按钮或“反转启动”按钮,布料车行走到位时自动停止。

自动布料时,预先设定下列操作:首先设定各料仓的高料位和低料位,选好各仓的料种和胶带机上料品种。第二步,点击仓上“0”图标,选择同一品种的几个料仓,变绿为选中。第三步:点击“手动上料”按钮,按钮变化为“自动上料”。这样布料车就开始行走走到最低料位仓后停止,等到加料到高料位设定值后布料车继续行走走到所属的最低料位仓位加料。

4 结语

运行实践证明,本系统通过采用刻度标尺定位和雷达料位计,利用西门子PLC实现了布料车智能控制,设备利用率提高,减少了布料车的停留时间和人为判断时间,杜绝了混料事故,设备作业率提高约20%以上。系统的安全系数提高,整体自动化程度提高,人为操作环节减少,设备按照程序指定流程步骤工作,可有效保证生产顺行、员工人身安全以及调度效率。降低岗位人员的劳动强度,保护岗位操作人员身心健康。提高整体生产效率,降低设备折旧,无需设置岗位专门操作布料车,降低人工成本,提高了企业的竞争力。

参考文献

[1]崔坚.西门子工业网络通信指南(下册)[M].北京:机械工业出版社,2005:199-206.

[2]饶生峰,薛强.探讨工业新型格雷母线定位技术[J].物料储运,2013(3):63-71.

[3]姜云鹏,张旭宁.Netlinx网络架构在京东原料场系统集成中的应用[J].冶金自动化,2008,32(增刊2):644-646.

作者简介:

李成龔(1991--),男,汉族,辽宁沈阳人,硕士研究生,工程师,研究方向:冶金行业智能原料场控制系统的研发、设计。

王谷文(1996--),男,汉族,北京市人,大专,助理工程师,研究方向:炼钢和铁前智能控制系统设计。

姜云鹏(1973--),男,汉族,甘肃白银人,硕士研究生,正高级工程师,注册电气工程师(发输变电、供配电),信息系统项目管理师,研究方向:智能原料场控制系统的研发、设计管理。