

# 唐钢炼铁厂原料区 PLC 控制系统优化设计

沈广臣<sup>1</sup>, 陈晓莉<sup>1</sup>, 刘瑞峰<sup>1</sup>, 刘淑梅<sup>1</sup>, 杨静波<sup>2</sup>

(1. 唐山钢铁集团公司炼铁厂, 河北 唐山 063016; 2. 唐山钢铁集团公司技术中心, 河北 唐山 063016)

**摘要:** 本文介绍了唐钢炼铁厂北区原料自动控制系统的软/硬件结构、设计思路以及为满足炼铁厂三座高炉扩容后的原料需求而开发的程序、功能上的优化技术。

**关键词:** 原料区; 控制系统; 设备; 流程

## Optimization Design of PLC Control System of the Raw Materials Zone of Blast Furnace Plant of Tang-Steel

Shen Guang-Chen, Chen Xiao-Li<sup>1</sup>, Liu Rui-Feng<sup>1</sup>, Liu Shu-Mei<sup>1</sup>, Yang Jing-Bo<sup>2</sup>

(Blast Furnace Plant of Tang-Steel; Technical Center of Tang-Steel. 063016)

**Abstract:** Introduce the Soft/Hard ware Structure and of Raw Materials Automatic Control System at North Zone of Blast Furnace Plant of Tang-Steel. As well as introduce the Design thinking and Optimized Functional Technical Program for Materials Demand of the three Blast Furnaces after enlarged cubic content.

**Key Word:** Raw Materials Zone; Control System; Equipment; Flow Sheet;

### 1. 引言

最初原料区的设计能力只满足两座 1260 立方米高炉、及与之相配套的烧结、动力的原料供应。随着 3# 高炉及 3# 烧结机的建成, 以及 2# 高炉、1# 烧结机的扩容, 原料区也进行了一系列改扩建, 但都是在原有场地规模上进行的, 原料生产设施并没有随生产需求成比例扩建。这样原料区的供需矛盾日趋显著; 而另一严重问题是, 由于紧张的生产, 使原料的生产设备及控制设备难以得到必要的计划定修, 从而使设备维护多为被动维护, 以至对生产造成不可预料的损失。尤其是 2005 年的 1# 号高炉从 1260 扩容到 2000 后, 将使原料的供应量为最初的 2.5 倍, 致使原料区的这些问题更为突出。

由于原料区场地及资金等问题, 使原料区无

法通过大规模的设施扩建来满足 3 座高炉扩容后的原料需求, 同时考虑现有的原料控制系统已达到设计能力的上限, 已很难再增加程序, 为此在 2004 年 7 月, 我们在较小规模的工艺扩建基础上, 对原料自动控制系统进行了一系列的优化改进, 从设备、流程的控制上大大提高设备作业率, 从软硬相结合的角度, 充分挖掘潜力, 来满足高炉、烧结、动力生产对原料的需求。这样原料自动控制系统经优化改造后, 完全满足了 2 座 2000m<sup>3</sup>、1 座 2560m<sup>3</sup> 高炉, 及相配套的烧结、动力的原料需求, 同时设备利用率的提高, 也有助于实施设备计划定修。

### 2. 工艺和设备简介

唐钢炼铁北区原料场是国内大型料场之一,



负责原料存储、混匀配料、3座高炉(2座 2000m<sup>3</sup>、1座 2560m<sup>3</sup>)和3台烧结机(265m<sup>3</sup>)的供反料运输、动力区动力煤供应、烧结到高炉的成品矿运输等。整个料场分为受卸区、一次料场、二次料场和输出区等部分,拥有3台堆料机、2台取料机、1台堆取料机和2台混匀取料机、1台混匀堆料机等大型设备。控制设备380台套,本次高炉扩容作业流程预计将达560多条。其中受控设备包括胶带机、翻车机、破碎机、筛分机、电振给料机、给料闸门、卸料车、犁式卸料器、翻板溜槽、摆动布料器、梭式胶带机小车、梭式可逆胶带机小车等,构成了原料输入、贮料场输出、倒料、熔剂输出、混匀料输出、烧结矿输送,动力煤输送等系统。原料区工艺示意图见图1。

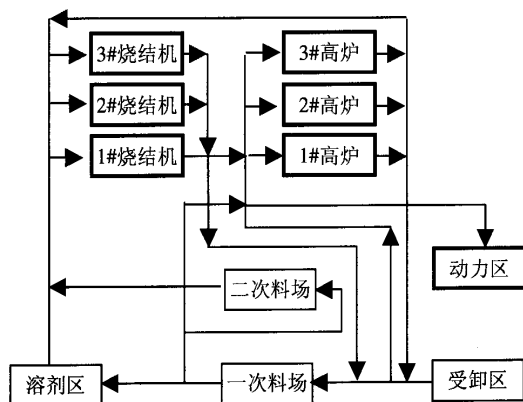


图1 原料区工艺示意图  
(细线为原料区部分)

### 3. 控制系统结构

由于料场各区域间设备接口较多,且工作流程大多跨区域,所以根据工艺及电器设备布局,原料控制系统为单CPU系统,CPU站设在原料中控室机房内,下设16个远程I/O站,分别设在相应的配电室旁。PLC采用GE公司的90-70PLC,图形监控系统为GE公司的Cimplicity,自动广播系统为VC开发的应用程序,操作系统为WIN2000。整个系统分为两层网络:监控信息网络和PLC控制网络。信息网采用10M以太网,通过交换机将PLC CPU、自动广播系统、工程师站、4个图形操作站等

连接成行星网络,交换机以太网可靠性高、易于扩展,可动态添加操作站或其它终端;控制网络采用GE genius双总线冗余通讯方式,将PLC CPU与远程I/O站连接起来。根据现场远程站的分布情况,控制网分为4个子网,见图2系统配置图。

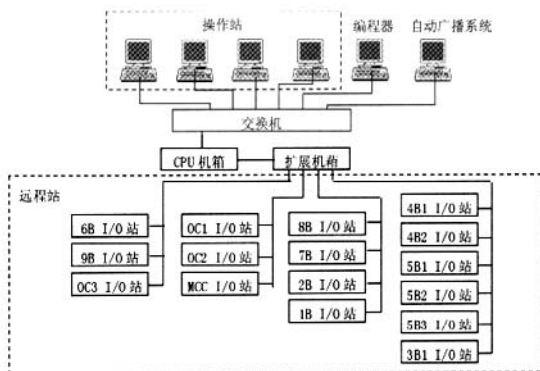


图2 系统配置图

### 4. PLC 程序结构

原料PLC控制程序为模块化、矩阵(数据块)逻辑设计。模块化使程序思路清晰,易于维护;矩阵逻辑不仅降低了程序所占内存,也减少了程序扫描时间。流程库使用C语言开发,节省了大量寄存器,提高了函数调用速度。程序结构见图3。各模块功能如下:

#### 初始化:

设置设备的起动时间、顺序时间,填充设备类型矩阵,流程库等。

#### 通讯数据处理模块

完成PLC与图形系统、自动广播系统、上位管理计算机的通讯数据组织,此模块根据不同的数据要求进行类型组织及格式转换。

#### 设备选择模块

实现流程源点和终点设备的选择。

#### 设备输入处理模块

将设备输入点按设备矩阵组织到相应的数据块中,以便进行矩阵逻辑运算。此模块也对设备故障进行锁存处理。

#### 流程控制模块

实现流程状态检测,流程选择、流程顺启、顺

停、急停、流程叠加和切换控制。

**流程广播队列**

向广播队列中加入要起动的流程，从队列中删除广播完成的流程。并与自动广播系统中流程状态实现连锁。

**设备控制模块**

实现设备状态检测，设备起动连锁、设备顺序连锁、及设备的延时起动、停止功能。

**输出处理模块**

将设备的输出状态从矩阵转换到设备的实际输出点。

**系统报警模块**

系统报警模块实现控制系统的故障报警，如远程 I/O 站通讯故障报警、现场设备异常报警等。

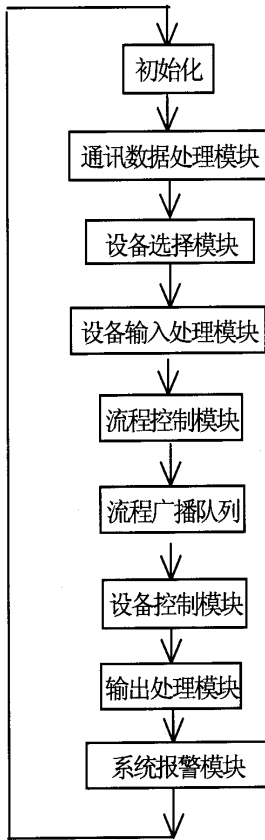


图3 程序流程图

**5. 控制功能的优化实现.**

**5.1 流程优化设计**

通过多终点流程、可切换流程的设计，合并了大量流程，加强了流程功能，最终实现 444 条流程，比预计少 120 条。从而使程序量限定在允许范围内。

**5.2 流程控制功能**

流程由源点、终点和路径组成，源点为给料机或取料机等给料设备；终点为料仓上的卸料小车，或堆料机；路径为普通胶带机或移动胶带机、翻板、振动筛等。

**5.2.1 流程的状态**

每一流程在每一时刻都处于六个互斥的状态之一，即：不可用状态、可用状态、选择状态、给料状态、故障不可用状态、故障下选择状态。

流程每台设备都处于“准备好状态”时，该流程就处于“可用状态”，这时如接到选用信号，就可转入“选择状态”。设备顺序启动完毕，给料机运转后进入“给料状态”。给料机停止时，又转入“选择状态”，随即顺序停止设备。顺序完毕，又转为“可用状态”。这是作业流程在无故障情况下的状态循环演变过程。流程中存在设备故障，即是“故障不可用状态”。若流程被选择后出现设备故障，或在运行过程中出现事故停机，即进入“故障下选择状态”。一旦故障解除，可以立即恢复运行。

**5.2.2 作业流程的工作过程**

作业流程的全部过程分为四个阶段，分别叙述如下，流程控制图见图 4。

**1) 请求阶段**

进行流程的源终点选择、工作参数设定。设定结束后，PLC 判断源 / 终点 (S/D) 是否“OK”。源 / 终点参数设定无误，即可发流程起动指令。

**2) 启动阶段**

发流程起动指令后，流程进入启动阶段。首先开始自动广播，广播要起动的流程及设备名称。广播结束后，响铃，预告。设备即将起动。然后顺序由下游开始，逐级向上游延时起动该流程所属的每台设备，直到给料机，流程起动完毕。

**3) 给料阶段**

给料运行后，流程进入给料阶段。这时流程处

于生产作业状态,PLC 除控制设备工作外,还要进行产量的计量等工作。

#### 4) 顺停阶段

发流程顺停指令后,给料机停止,即开始向下游方向逐级延时停止各设备。任何流程的正常停止,都应该将设备中的余料排放干净。顺停结束后,流程转入选择状态,等待再次操作。

### 5.2.3 流程故障处理

流程在启动、给料、顺停过程中出现的各种故障,按其對生产过程的危害分为两类:

1) 不停机故障。只报警、显示,但不停流程,包括下述各类:

2) 停机故障。发生在流程启动过程中,则停止向上游启动,已启动设备维持运转状态;发生在给料期间,则立即停止故障设备及其上游设备;发生在顺停期间,故障设备及其上游设备立即停止,下游设备保持运行,不再继续顺停。故障恢复后,顺起到故障前的已停设备,继续顺停。

### 5.3 流程叠加功能

在一般的流程作业中,两个流程有相同的设备,若一个流程被使用后,另一流程将不能被使用,否则将造成混料,这是生产不允许的。这样的两个流程称为相干扰流程。若两个流程运送的是同一种物料,且具有相同下游设备,从生产上,允许同时使用,但由于相干流程不能同时起动,这样大大降低了设备利用率、影响了生产产量。流程叠加功能就是解决这一问题而设计的,流程迭加功能使运送同种物料且具有相同下游设备的多个流程同时运行。共实现了 12 组流程叠加,有二百多个叠加组合可以使用,大大提高了设备利用率。

### 5.4 流程切换功能

与流程叠加相似。两个干扰流程,有相同的上游设备,若工艺生产允许,可同时选择进行路径切换。这样在很少待机时间情况下,使物料从一个终点转向另一个终点。大大提高了生产效率。

### 5.5 烧结成品流程动态切换功能

烧结成品供给三座高炉,在轮流供料过程中,需频繁启停流程来切换路径,这样严重降低了作业率。而流程动态切换,使流程在运行过程中就能切换路径,减少了设备停机时间,提高了设备作业

率。

### 5.6 高压电机流程特殊控制功能

含有高压电机的一些流程要运送不同的物料到不同的地方,如 3 个烧结机或 3 个高炉,因此必须频繁启停。而高压电机停止后,必须 20 分钟之后才能再启动,这样将浪费大量的作业时间。为此,对含有高压电机的流程作特殊处理,当流程顺停后,高压电机不停,且处于准备状态,当含有此设备的流程启动后,高压电机立即与其它设备形成运行连锁关系。这样流程可随时启停,而不受高压电机的影响。

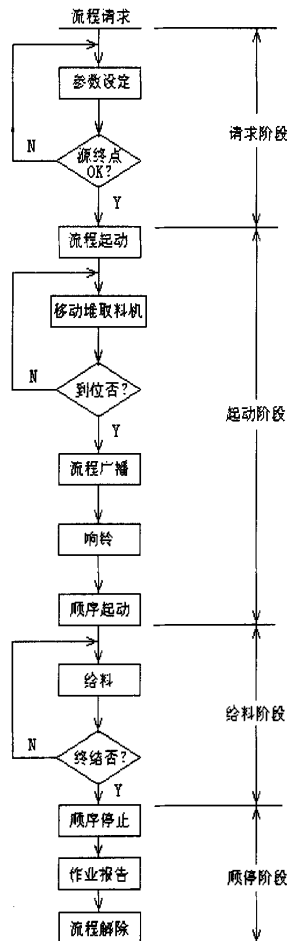


图 4 流程控制图

### 5.7 PLC 硬件设备故障报警功能

PLC 控制系统发生硬件故障、通讯故障时,将产生相应的报警,通过报警可立即确定故障发生点。

### 5.8 状态监视功能

设备状态:显示设备运行、故障、准备状态。其中故障包括跑扁、低速、接触其故障等。

流程状态:不可用状态、可用状态、选择状态、给料状态、故障不可用状态、故障下选择状态、流程正在起动、流程正在顺停等。

### 5.9 料位显示功能

显示 60 个仓料的料位高度,并有高低限报警指示。

### 5.10 电子秤累计功能

累计产量,并记录连续 4 个班的产量、本日、昨日、本月、上月产量。显示打印报表。

### 5.11 流程自动广播功能

广播功能由自动广播系统实现,当有流程要起动时,PLC 将流程号通知给自动广播系统,自动广播系统根据流程号,语音播放流程的所有设备

名称。广播完毕后,通知 PLC 可以起动流程。若不需要广播,可进行广播强制。

### 5.12 设备一、二级强制功能。

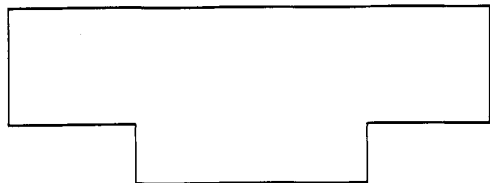
一级强制屏蔽设备故障,由系统发起停指令,二级强制屏蔽设备故障,由现场起停。这样在某个设备故障时,仍然可以起动流程。

## 6. 结论

原料自动控制系统,随着三座高炉的不断扩容,也在不断完善改进,但每次改造都较前一次难度更大。这主要是由于原料场地、基础设施等,无法同需求的产量同比例扩大,所以在每次改造中,都只能依次减少硬设施投入,而更多地依靠提高现有设备效率来实现产量要求,因此,每次高炉扩容,都对原料控制系统提出了更多的新要求。2005 年 1# 高炉扩容,原料自动控制系统的改造,是在原有硬件系统上进行,通过优化设计,优化功能,很好地满足了高炉扩容后的生产需求。这一成功改造为今后其它改扩建项目提供了可借鉴经验。

(上接第 70 页)

刮芯时用图 9 所示的专用刮板。



(图 9)

(6)改进效果:

①原台车大梁由中间长条芯之间的间隙铸出,当芯盒变形或下芯时尺寸找不准,造成大梁尺寸变化,改进后大梁的装配部分由固定在上型板的模样铸出,其尺寸及梁与梁之间的间隙得到保证,成功地将台车大梁顶部由加工面改为了毛坯面,节省了大量的机加工工时。

②提高了金属收得率,毛坯重量由原来的 1.65 吨减少到 1.45 吨。

③每辆台车使用的树脂砂由原来的 7 吨降为约 3 吨,造型成本得到较大幅度地降低。

④劳动生产率提高,由原来的每班 1 台提高到每班 3 台。

## 4. 结语

1. 烧结合车采用同时凝固的设计思路,通过合理的浇、冒口设计,收到了原顺序凝固,补缩冒口所不能达到的良好效果。

2. 通过提高工装精度,达到了减少加工余量甚至不加工的目的,提高了金属收得率。

3. 针对铸件生产中的不同部位采取不同的造型材料,提高了工效,降低了造型成本。

