

首钢 1[#]高炉 α 角提高控制精度的研究和实现

马利友, 胡丕俊

(北京首钢自动化信息技术有限公司 运行事业部, 北京 100041)

[摘 要] 介绍首钢 1[#]高炉 α 角控制精度的实现方法, 通过对软、硬件的改造, 将 α 角的控制精度由 0.5° 提高到 0.25°, 从而实现了布料精度提高、布料准确定位的功能。

[关键词] α 角; 控制精度; 布料

0 引言

首钢炼铁厂高炉均使用无钟炉顶布料溜槽布料。多环布料是炼铁厂高炉正常操作时的基本布料方式。多环布料的准确性和均匀性, 关键在于提高 α 角的提升控制精度、节流阀开度、 β 角速度以及探尺深度。为进一步提高炼铁厂高炉的生产效益, 满足生产工艺需求, 提高控制精度是十分必要的。

首钢炼铁厂高炉当前使用的溜槽 α 角的提升控制方式, 是从 1990 年 2[#]高炉大修开始投入使用, 一直延续至今。随着高炉生产工艺要求的不断加强, 现在使用的溜槽 α 角的提升控制精度已经达不到生产工艺要求, 工艺人员建议将溜槽 α 角的控制精度提高到 0.25°。

α 角提升控制精度控制的难点之一是保证多环布料时找角快速准确, 保证下环准确定点。难点之二是减小星形减速机、变速箱及角度传输系统的精度。难点之三是控制现有系统不发生超载, 保证设备使用寿命。通过深入调研, 确定一种确实有效的控制方法, 可实现布料精度提高、布料定位准确等功能。控制系统选择了 SIEMENS 公司的新一代 6RA7075 直流调速和施耐德公司的 499 TWD 01100 对现场 DC 电机进行控制。组态用 Drive Monitor, 编程软件用 Twido soft 3.0。角度检测由 10 b BCD 提升为 14 b BIN。PLC 系统将原 984 主机部分和部分模块改为 Quantum 系统, 编程软件 CONCEPT XL。HMI 用 Ifix3.5, 界面友好, 操作简便, 各种历史记录曲线和报表为事故分析提供了依据。

1 炉顶工艺和控制要求

炉顶程序分为四个部分: 料罐程序、布料溜槽程序、探尺程序、液压程序。料罐程序主要完成料罐设备的控制, 接收 NI 系统传来的料种, 并在放料时将其传送给溜槽系统。布料溜槽程序按料罐内的料种到数据设定表格中取出相应数据, 按照这些数据对 α 角、 β 角、节流阀进行控制, 达到多环布料的目的。探尺程序完成料面探测, 发出允许加料号。 α 角是溜槽的升降角度、 β 角是溜槽的旋转角度、 γ 角是节流阀的开启角度。

1.1 料罐的工作过程

炉顶有两个料罐, 可单独工作, 也可同时工作。同时工作时, 两罐装料种常常不同, 工艺要求在一定的时间内自动倒换一次。为达此目的程序设计了三个键, 东罐工作键, 西罐工作键, 倒罐控制键和倒罐计数器。操作人员通过操作这三个键和设定倒罐计数值达到调用不同程序的目的。

为了保证一个完整的装料或卸料过程, 在装料与放料过程中, 禁止中断程序, 因此程序对料罐工作键的退出加了限制。

1.2 布料溜槽工作过程

无论是东、西罐放料都要调用溜槽程序。然而, 料罐内的料种不同, 要求溜槽的控制参数不同。为此, 溜槽控制程序在结构上大致分为三个部分:

(1) 按不同料种取布料参数。程序包括 K 参数表, J 参数表, 公用参数表。在溜槽布料时, 按具有放料权的料罐内的料种将 K 参数表或者 J 参数送入公用参数表。

(2)按所取参数控制 α 角, β 角, γ 角。从公用参数表中逐一取出各环参数, 控制 α 角, β 角, γ 角。放料结束时, 按原料种将需要保存的参数送回。

(3)在放料结束时, 计算布料误差和 γ 参数修正值, 送回相应的参数表。

溜槽控制具备两种方式即: 时间法、重量法。两者的根本区别在于 α 角的步进条件和 γ 角的控制不同。

时间法指 α 角由一环到下一环的条件是 β 角所转圈数, 与实际布料重量无关。重量法是 α 角步进条件除了取决于 β 角所转圈数, 还要判断实际布料重量, 只有大于等于 $2/3$ 环重时, 才允许 α 角步进。节流阀时间法是按一固定开度开启, 在放料结束时, 判断实际放料时间与设定时间的差值, 根据差值正负, 修正下一罐节流的开度设定值。重量法是按设定流量控制节流开度。由于料线深度不同, 落料点不同, 工艺要求在料线与设定料线每差 30 cm, α 角自动缩减一度。这一部分程序的调用由操作员通过料线修正键选择, 当其为 1 时调用此程序。

2 控制方法

首钢炼铁厂高炉上料工艺包含选程和数设及其它部分, 溜槽 α 角控制在上料工艺中主要与选程、数设、码盘系统、数字柜控制及星形减速机、变速箱和控制电机等程序和设备有关。我们针对这些技术难点, 通过积极深入了解工艺, 对现场工艺设备进行认真调研后, 研究出了一套有效控制方法, 用以实现高炉溜槽 α 角控制精度的提升, 其具体实施方案如下:

2.1 选程、数设程序控制

硬件用 Quantum, 编程软件采用了 Concept V2.6 XL EN。控制系统的选择原则是高可靠性、易实现和方便操作、维护简单等。 α 角的控制较为复杂, 且还要保留原有的控制程序, 并在其中进行具有针对性的调整、增加与修改程序。选择 Quantum 主机模块加到原来的 Modbus PLUS 网, I/O 延续 800 系列以节约成本, 上位编程软件选择 Ilix3.5 系统并通过 SA85 卡与主机进行通信。这种工作方式具有可靠性高、纠错能力强的特点。

编制选程、数设程序。原高炉上料原程序中采用的是 984 编程方式, 在这种方式中数据是以寄存器方式存在的, 寄存器只支持 0000 ~ 9999 或

双精度运算(双寄存器方式), 同时不支持小数, 小数或余数存在另外寄存器中, 整数与小数分别占用两个寄存器, 原程序中布矿角、布焦角均编制在一个寄存器中, 用前两位和后两位分别表示, 无法实现目前提出的两位半的要求, 因此这段程序进行重新编制。

2.2 直流调速控制

为使 α 角数字柜控制精度能在 0.25° 内快速找到设定角度, 需要在数字柜的直流调速装置上增加一块控制板, 并重新定义内部组态, 同时, 重新编制数字柜的 PLC 控制程序。此项控制采用三环控制电流环、转速环、位置环。电流环、转速环为直流调速的内外环, 位置环由电机、星形减速机、变速箱、码盘、PLC 及调速装置构成, 它们的控制特性好坏直接影响到提升控制精度的成败。主要是对直流调速装置进行外部硬件和内部控制程序进行的改造, 采用两套控制参数, 分别对电流环和转速环参数进行设定, 适应不同工况满足控制要求, 达到精确定位。

当 PLC 按照数设和选程程序选出焦角或矿角送入多环布料程序后, α 角按照一环预定角度根据实际角度与本环预设角度差开始找角, 角度差大以高速启动在规定时间内接近预设角, 在角度差小于 0.5° 时减速制动, 停止角度误差在 0.25° 内, 同时要保证设备不过载, 制动电流不过大, 一环布料到圈后, 迅速启动开到下一环预定角度布料, 如此往复循环到本次放料结束。6RA7075 直流调速用组态软件 Drive Monitor 进行设备组态。采用简版 Profibus DP USS 通信协议, 采用 PLC 可编程口与 6RA70XX 的 X300 口进行通信控制。

2.3 码盘检测

α 角角度的量程为 $0 \sim 90^\circ$, α 角码盘系统需要从 10 b BCD 码(精度: 机器码 $0 \sim 360$ 对应小变速箱 $0 \sim 360$ rad)提高到 14 d BIN 码(精度: 机器码 $0 \sim 16384$ 对应小变速箱 $0 \sim 360$ rad)。改后系统 1 rad 对应 45.5 个机器码, 分辨率有了很大提高, 为稳定控制做好保障。此项工作硬件更换码盘, 码盘译码程序在炼铁厂各高炉中不一样, 高炉的码盘译码程序在子程序中与其它码盘如 β 角、节流角度等混合调用, 这样就必须将 α 角译码程序分离开来, 重新编制译码程序。

2.4 图形界面

开发 Concept 的原则是, 所有系统配置程序以

及所有编辑器都应具有相同的外观和感觉。配置的步骤,尤其是程序创建,都是在不依赖于要编程的 PLC 的情况下设计的。

整个程序被分成与逻辑结构相对应的若干区段。Concept 配置工具允许对象(如功能块、步以及转移)被轻易地以图形形式选定、放置或移动。在第一次成功的运行程序以后,程序可以在图形模式下通过移动连接、块以及文本进行优化,以改善显示。上位监控利用原上料监控系统,原监控软件 Fix,新增加监控软件采用 iFix 3.5,画面设有溜槽、返矿皮带、返焦皮带、探尺、油泵、选程数设、Recipe 及校称等系统,并有系统的工作状态、报警信息等。

3 系统特点

(1) Quantum 系列 PLC

控制系统按照高性能、高可靠性和操作维护简单等方面的要求,选用施耐德公司推出高价格性能比的 Quantum 系列 PLC 控制器。编程采用 Concept 软件,上位监控用 Intellution 公司的自动化软件 iFix V3.5 版,通过以太网与 Quantum PLC 系统通信。生产报表用 Oracle8i 实现自动采集、存

储、归档、查询及打印。处理器负荷率 $\leq 60\%$,内存容量 $\leq 50\%$,外部存储器 $\leq 40\%$,并已充分考虑了物理上和功能上分散,各控制系统相对独立。

(2) SIEMENS 直流调速器

SIMOREG DC MASTER 系列整流器以其紧凑和节省空间的结构为特色,由于各个的部件容易接近,其紧凑式设计使他们特别容易保养与维护,电子板箱包含基本电子板和任何附加板。

4 结束语

该项目已于 2005 年 6 月 16 日在炼铁厂 1[#]高炉投入正常使用。系统投运后,实现了将炼铁厂高炉 α 角数字柜控制精度由 $\pm 0.5^\circ$ 提高到 $\pm 0.25^\circ$,且显示值与布料角度控制值一致,保证了多环布料的准确性和均匀性。实现以下指标:第 1 改造系统正常投入使用。第 2 系统显示精度为 ± 0.125 ,控制精度为 $\pm 0.25^\circ$ 。第 3 系统控制性能良好,实现了找角一次到位,避免了反复找角带来机械设备损伤现象和布料不均。第 4 该系统自投入使用以来,运行稳定,未发生故障。第 5 系统的应用使结矿布料角度设定值精确到 0.25° ,从而使布料精度大大提高。

[编辑:徐慈珠]