

链篦机/回转窑燃烧控制模型优化

赵 健

(莱芜钢铁集团有限公司 自动化部, 山东 莱芜 271104)

摘 要: 莱钢链篦机/回转窑采用双闭环比值控制前馈-反馈回转窑温度来优化温度模型, 实现精确配料和科学控制回转窑内温度, 最大限度地防止了结圈、结块现象, 每天少结块 20 t, 提高了球团产量, 节省煤气 1 050 m³/h。

关键词: 链篦机/回转窑; 燃烧模型; 智能控制; 优化

中图分类号: TP273

文献标识码: B

文章编号: 1004-4620(2013)02-0056-02

1 前 言

链篦机/回转窑最近十年来得到了较大的发展, 占据球团产能的60%以上。莱钢股份烧结厂1[#]竖炉由于到了生产寿命到期拆除, 60万t球团工程2009年6月投入生产, 该工程大都采用近年新开发的技术设备, 自动化程度高, 环网集中式管理, 可实现各控制站的数据共享和监控; 建立了操作简单的界面接口, 能适应料流生产线各种情况的驱动; 在程序中的DFB块中, 调节修正如回转窑的温度、流量、压力等参数, 实现自我调节、自我判断、自我修正。但仍存在回转窑结圈、结块现象严重, 手动调节回转窑速度, 人为干预较多等问题, 对球团的质量和产量影响较大。为此, 对链篦机/回转窑进行优化控制, 提高其自动化程度。

2 影响球团质量因素分析

2.1 回转窑窑中结圈

结圈是回转窑内高温带内壁发生的炉料环状粘附现象, 通常是由于配料不稳定、炉内温度过高、料层内还原剂不足等原因造成。实际生产经验可知, 配料是比较关键的工序, 一定要精确配料, 避免粉末的大量出现, 控制链篦机的转速, 避免布料过厚。链篦机温度偏低, 干球固结不好, 强度低; 进入回转窑, 在运动过程中破碎。窑中是回转窑温度最高的位置, 也是结圈的起始位置和结圈最为严重的位置。

因操作失误造成大量粉末进窑, 应立即减少造球量, 降低窑温, 避免粉末结圈或大量排入环冷机, 造成环冷机台车物料板结, 而使整个焙烧过程形成恶性循环。具体措施如下: 1) 迅速减少生球进球量, 降低链篦机转速, 避免情况恶化。2) 尽量控制

回转窑和链篦机转速, 确保窑头排料畅通。3) 将环冷机一、二段鼓风量开到最大, 使物料尽量充分冷却, 减少结块。

2.2 温度对粉末固结强度的影响

回转窑中温度高达1 300 ℃, 随着温度的上升, 粉末的固结强度几乎呈几何级数上升。当温度1 000 ℃时, 粉末固结强度只有408 N; 当温度上升到1 150 ℃(窑头、窑尾的平均温度)时, 粉末的固结强度为2 211 N; 当温度达到1 300 ℃(窑中的平均温度)时, 粉末的固结强度迅速上升到5 857 N。精确控制回转窑温度能有效改善粉末强度^[1]。

3 优化燃烧控制模型

3.1 软、硬件选型

上位机系统软件为Windows XP SP2专业版。监控画面软件选用IFIX 5.0工业自动化软件, 其特点是过程化窗口, 可为操作员和应用程序提供实时数据, 具有数据采集、数据管理、过程监视、监控、报警、报表和数据存档等功能。

编程软件采用施耐德Unity Pro 2.3。由于Unity编程软件具有比较直接的DFB块编程区域, 在此区域可以把各种各样的功能块按照逻辑工艺要求进行编制, 集合打包完成特定功能, 进行封装即模块化再命名, 在正文编制程序时可以进行调用。由于采用了调用方式, 在线不能修改, 避免了随意修改程序的情况, 保证了打包模块的完整性、集成性。

控制器选用基于Unity的CPU65150, 可承担程序处理与通讯任务, 具有提高运算能力, 每毫秒能够处理2万条以上的指令, 多任务操作系统, 能够方便灵活地定制程序, 内置2 M内存等特点。

3.2 实现煤气/空气智能调节

煤气调节与助燃空气调节原理相同。1) 手动方式: 操作人员可通过计算机画面上的手操器, 参照画面显示的温度值, 根据生产需要手动控制阀门的开度, 调节温度。2) 自动方式: 操作人员要在计

收稿日期: 2012-10-15

作者简介: 赵健, 男, 1980年生, 2005年毕业于贵州大学计算机科学与应用专业。现为莱钢自动化部工程师, 从事自动化仪表开发、维护工作。

计算机画面上输入温度的给定值 SP ,计算机则根据混风温度的测量值 PV 与给定值 SP 的偏差进行PID计算,自动控制阀门的开度,保持温度稳定在给定值的范围。煤气调节阀控制见图1。

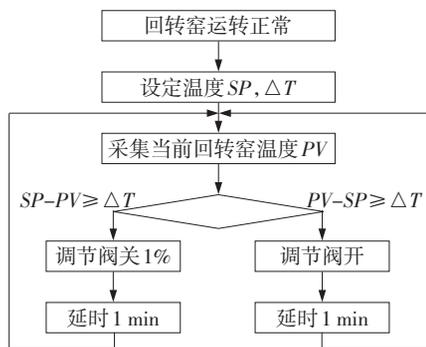


图1 煤气调节阀控制过程

3.3 结合双闭环比值控制前馈-反馈燃烧方案

以回转窑燃烧温度控制为例,将链篦机预热二段风箱温度作为前馈加入焙烧温度反馈控制环节,同时根据空燃比控制煤气进气流量,以煤气进气流量作为煤气阀门开度调节的反馈,实现煤气闭环调

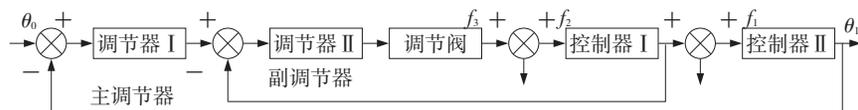


图2 燃烧串级调节示意图

3.4 回转窑温度、速度调节实现

回转窑速度为两个一阶惯性环节,调节器都是比例调节规律,它们的传递函数为:

$$\left. \begin{aligned} G_{m1}(S) &= \frac{K_{t1}}{T_1 S + 1} \\ G_{m2}(S) &= \frac{K_{t2}}{T_2 S + 1} \\ G_{c1}(S) &= K_{c1} \\ G_{c2}(S) &= K_{c2} \end{aligned} \right\}$$

由于副回路改善了对象的动态特性,使整个串级调节的过渡过程比单回路过渡过程频率有所提高。当对象特征一定时,副调节器的放大系数越大,调节效果越显著。

由于调节器中二级调节器比较一级调节器的惯性小,调节作用能较快地克服偏差,从而减小动态偏差,提高了调节质量。

自控程序根据此理论效果特征编制程序功能块,燃烧调节为回转窑的全局调节,煤气空燃比调节为局部调节,共同构成回转窑的温度控制。采取这种控制方式的优点是,一定程度上克服了温度控制的时滞性、多变量、时变、非线性和随机扰动的缺点,较传统的温度PID控制具有控制稳定、超调较小、精确度高等特点,经生产考验一直运行平稳,成球质量较高,生产稳定顺行。

节;而空气进气流量跟随煤气进气流量进行比值控制,以空气进气流量作为空气阀门开度调节的反馈,形成双闭环比值控制。此种控制方式的优点在于,前馈克服进入回转窑生球的温度扰动,温度反馈控制回转窑本身温度的变化,煤气流量调节阀闭环调节煤气压力、温度等造成的煤气流量波动,空气流量调节闭环克服空气压力、温度等造成的空气流量波动,使空气流量始终跟随煤气流量的变化而变化,从而达到精确控制温度波动的目的,使窑头温度波动控制在 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右^[2]。

燃烧控制器接受由无限测温测出来的温度,控制回转窑煤气流量采取串级调节(如图2所示)。采用了两级调解器,这两级调解器串一起工作,调节阀直接受调解器II的控制,而调解器II的给定值则受调解器I的控制,调解器I称为主调解器,调解器II称为副调解器,就形成了双闭环系统。由副调解器和信号 θ_2 形成的闭环称为副环,由主调节器和主信号 θ_1 形成的闭环称为主环,副环串在主环之中。

4 结 语

莱钢股份烧结厂链篦机/回转窑温度模型优化后,实现了精确配料和科学控制回转窑内温度,使窑头温度波动控制在 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,最大限度地防止了结圈、结块现象,提高了球团产量。

1)由稳定可靠的红外检测仪表、高温摄像机等仪表设备实时监控链篦机、回转窑实时生产状况,使链篦机/回转窑温度、速度控制稳定,程序联锁关系可靠。通过改善结圈、结块现象,每天大约少结块 20 t 。

2)根据煤气、空气流量,回转窑速度、温度及风箱终点温度关系建立起数学模型,使回转窑速度跟其温度区段建立调节关系,保证了回转窑速度的科学性、稳定性,使得球团焙烧效果最好,节省了煤气资源。原回转窑焦炉煤气流量为 $3\ 500\text{ m}^3/\text{h}$,通过对煤气的科学利用,现在回转窑煤气利用量为 $2\ 450\text{ m}^3/\text{h}$,节省煤气 $1\ 050\text{ m}^3/\text{h}$ 。

参考文献:

- [1] 范晓慧.氧化球团链篦机-回转窑结圈机理的研究[J].钢铁, 2008,43(3):16-20.
- [2] 寇传乾.烧结终点的在线预报与模糊控制[J].山东冶金, 2008,30(1):61-65.

(下转第61页)

济钢实施了以Oracle为基础的ERP工程及MES、计质量管理体系等辅助信息系统,使济钢的信息化建设实现飞跃,企业的绩效管理水平的提升。济钢的ERP系统已实现了GL模块(总帐)、COST模块(成本管理)、AP模块(应付)、AR模块(应收)、OM模块(销售订单)、PO模块(执行采购订单)、WIP模块(车间作业管理)、INV(库存模块)、QA(质量模块)、EAM模块(设备检修计划)等各模块的稳定运行,企业的生产经营活动已离不开信息系统的大力支持。

当前,济钢的主要生产经营业务已全部纳入ERP系统管理,为满足不断增长变化的业务需要,济钢的编码管理也在不断的完善,特别是进入2010年以来,为满足企业产线管理和一级财务核算管理需要,济钢的编码体系作出了较大调整。从2011年至今,又增加了如外购热轧卷业务、复合坯制板业务、进口原燃料委托加工业务、国贸公司第三方业务、化工厂第三方等业务,这些业务纳入ERP系统管理后,使得整体编码管理体系内容更细化,系统维护要求也越来越高。

济钢编码体系与企业的生产经营业务和财务管理密不可分,完全基于业务管理需要并结合信息系统特点制定。

3.2 考虑编码体系的全局性特点

统一编码的目的是对钢铁企业的各种繁杂物资基于业务管理特点进行分门别类管理和便于计算机查询,其设计原则主要有:1)简单、完整性原则。将物资物类化繁为简,便于管理,对现有的库存所有物资都进行分类和编码,不能遗漏。2)分类性原则。对物资按一定的标准分成不同的类别,便于管理和查询。3)扩展性原则。在现有分类的基

础上留有足够的空位,便于新增物资。

编码体系一经确立,则不允许作太大的更改,只能是在现有编码体系所允许的范围内为满足业务需求做必要的调整和补充。为此,后续创建的信息系统如果是对核心系统的服务和支持,就必须考虑编码体系的全局性特点,在可行性研究、系统结构、开发路线等问题上考虑怎样与核心系统的编码体系进行融合,从订单形成、产品喷号、挑库发放、质保书打印等这些关键环节与编码体系怎样结合才会使业务应用更灵活、更高效、更严谨,这些都是很值得推敲的问题,而且在辅助信息系统内部,针对不同的产线设计思路最好一致,这样也便于以后的业务拓展和系统完善。

4 结 语

济钢的编码体系既充分满足了业务运营管理和财务核算管理的需求,又同时满足了系统运行的要求,涉及的产品、副产品、原料、材料、能源等物料品种多,大部分物料彼此关联,有些物料编码与工程项目编码也有关联。为了满足各类编码在信息系统的操作需求,在编码编制之初就明确了各类编码的属性范围,赋予它在信息系统应具备的功能;为了更好地管理编码,在济钢的A类文件中设立了编码体系的维护与管理流程,规定了编码的编制、审核、导入以及后续的维护与管理,整个过程均有专人负责,分工明确,责任清晰。济钢当前的编码体系管理流程具备流程短、管理周密、运维高效、业务精准的特点,为济钢以ERP系统为核心的信息系统的整体成功实施奠定了坚实基础。

Management of Encoding System of Steel Enterprise

MENG Lili

(The Automation Department of Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250101, China)

Abstract: This article introduced the function of encoding system of steel enterprise in information system and analyzed the problems about enterprise production management, enterprise finance management and overall characteristics of encoding system which is need to think in construction of steel enterprise's encoding system. At the present encoding system of Jinan Steel has many features consisted of short process, careful management, effective operation and precise services.

Key words: steel enterprise; encoding system; production management; finance management; overall characteristic

(上接第57页)

Optimization of Combustion Control Model for Grate Kiln

ZHAO Jian

(The Automation Department of Laiwu Iron and Steel Group Corporation, Laiwu 271104, China)

Abstract: Laiwu Steel's grate kiln adopted double-closed-loop ratio to control feed forward-feed back kiln temperature for optimizing temperature model, achieving precise batching and scientific control of rotary kiln temperature, preventing maximum sticking and blocking phenomenon, decreasing blocking about 20 t every day, increasing pellet quality, saving gas 1 050 m³/h.

Key words: grate kiln; combustion model; intelligent control; optimization