

首钢水厂选矿厂磨矿分级优化控制系统研究

陈之功^{1,2}

(1. 中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司; 2. 金属矿山安全与健康国家重点实验室)

摘要 介绍了首钢水厂选矿厂磨矿分级优化控制系统的配置、功能和控制方法及应用情况。实际应用证明,系统采用的控制方法先进、实用,选用的设备可靠、投资少,具有良好的经济效益。

关键词 磨矿分级 以软代硬 人工智能

国家“十五”攻关项目设立了“选矿过程监测技术与自动控制系统研究”专题(编号2000BA609A—12,2004BA615A—09),由马鞍山矿山研究院和首钢水厂铁矿共同组成攻关组,开展选矿过程关键参数在线检测及智能优化控制策略的应用研究,以建设选矿自动化设备及智能优化控制系统产业应用示范基地,其磨矿分级过程优化控制系统研究是此项目中的子专题。

磨矿分级是选矿生产过程中一个重要环节,其能耗、备件和原材料占整个选厂相当大的比例,它的作业效率和产品质量是决定选厂经济技术指标的关键因素。但由于此作业干扰因素多,极易造成作业效率和产品质量的不稳定,给选厂的正常生产造成

了很大的影响。因此,必须进行磨矿分级过程优化控制系统研究,以优化和稳定磨矿分级作业,充分挖掘磨矿分级机组的潜能,提高产品处理能力和质量,有效提高选厂经济技术指标。

1 控制系统方案

建立一套运行可靠、操作方便灵活、功能实用、维护简单的磨矿分级集散控制系统,在稳定球磨分级作业和产品粒度合格的前提下,充分挖潜生产处理能力,目标为提高1次球磨处理量到5%~10%。

水厂选矿厂共有17个系列,老厂10个系列和新厂7个系列,采用2段磨矿分级方式,其控制系统原则系统见图1。

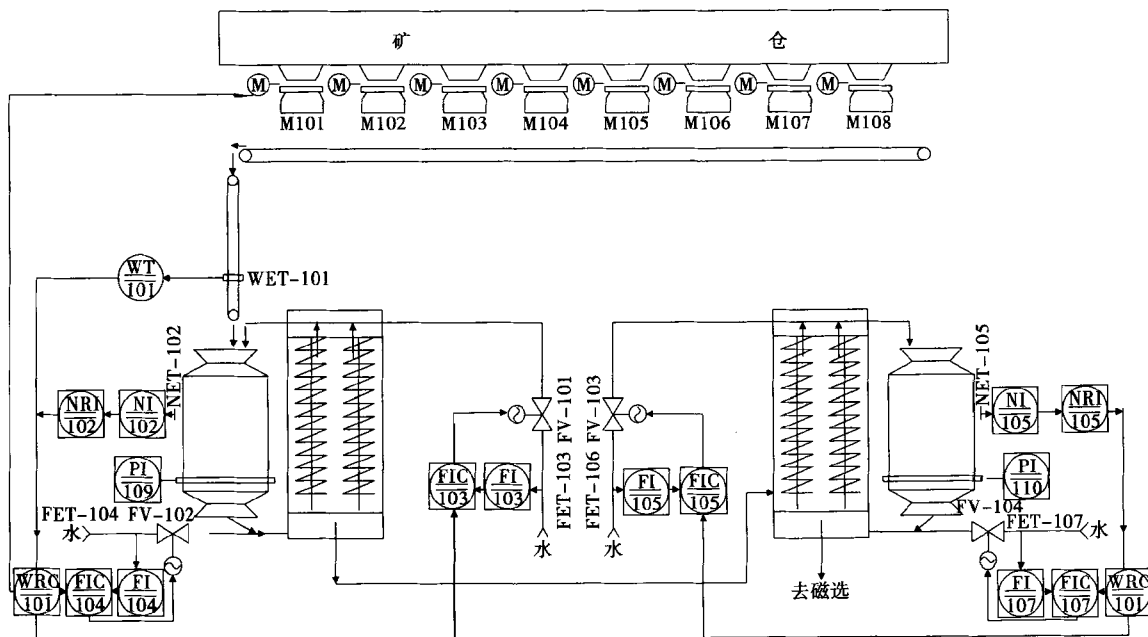


图1 磨矿分级自动控制系统原则系统

○—控制室盘面安装;⊙—就地盘面安装;□—集散系统或屏幕显示;E—检测元件;W—重量;R—记录;T—变送器;
I—指示;C—控制;F—流量;V—调节阀;N—磨音

陈之功(1962—),男,高级工程师,243000 安徽省马鞍山市经济开发区西塘路666号。

从生产工艺流程的实际出发,控制系统通过磨

机电耳对磨机充填率的检测,可根据矿石性质的变化,自动调整磨矿分级机组的给矿量、返砂水流量和排矿水流量,将磨矿浓度、溢流浓度控制在工艺要求的范围内,使磨矿分级机组运行于最佳的工作状态,控制系统通过电耳对磨机充填率的检测和过程参数的调整,实现对 1 次、2 次磨矿分级机组的负荷实行自动平衡控制,从而有效稳定和提高生产技术经济指标。

控制系统采用 Honeywell S9000 小型集散系统,在选 1 车间配置 2 套控制器,完成 1~10 共 10 个系列的测控任务;在选 2 车间配置 2 套控制器,完成 1~7 共 7 个系列的测控任务。控制器支持以太网连接,编程及应用监控均基于以太网实现。监控级采用工业控制机,选用以太网卡联网,考虑 1 车间、2 车间和厂办公楼的距离,三者之间采用光缆连接,2 个车间监控站的数据均送入厂级服务器,进入企业管理网。磨矿分级控制系统硬件配置见图 2。

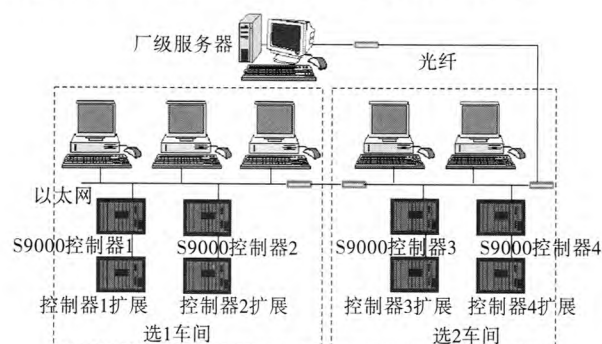


图 2 磨矿分级自动控制系统硬件配置

检测仪表和执行机构的选型尽量选用经实际应用被证明可靠、耐用的国产仪表设备。控制系统兼顾当前生产工艺和日后工艺改造、设备变更,留有充分的扩展接口,实施策略方面尽量发挥控制软件的功能,简化系统配置,以软代硬,提高系统的性能、价格比和可靠性。

2 控制系统的主要组成及原理

2.1 给矿量控制

为适应入磨矿石性质的变化,矿量的给定值应在一定范围内变化,矿石好磨时矿量给定值增加,矿石难磨时矿量给定值减少,一般情况下,即矿石性质相对稳定时,矿量给定值基本上不变,这样可以充分发挥球磨机的磨矿能力,在工艺流程通过量允许、磨矿分级产品粒度合格的前提下使磨机的处理量最大。使用磨机电耳检测磨机在磨矿过程中由筒体传出的噪音强度的变化是判断其矿石装载量变化的有效手段。用电耳检测信号可以判断磨机内矿石装载

量的大小,并从电耳检测信号的变化趋势可以判断矿石性质的变化,以适时调整矿量的给定值。另外,可以把磨机电流检测信号、电耳检测信号变化率作为给矿量设定值自寻优程序的辅助输入信号,从这些信号可以综合判断磨矿回路循环负荷的变化趋势,进而判断矿石性质的变化趋势,超前调整矿量给定值。

2.2 磨矿浓度控制

将磨机内的矿浆浓度即磨矿浓度控制在工艺要求的范围内,可以保证磨机有较高的磨矿效率,因此要控制磨机的给水量在要求值附近,以保证有合适的磨矿浓度。为此,要根据磨机的给矿量、原矿含水量、返砂量比、返砂浓度以及磨矿浓度的给定值,计算出磨机给水的给定值。

2.3 溢流浓度控制

控制分级机的溢流浓度是控制分级机溢流矿浆粒度的最简单实用的方法,一般情况下可以满足生产工艺对溢流矿浆粒度的要求。如果对溢流粒度的要求特别严格,就必须使用在线粒度分析仪连续检测实际的粒度变化情况,对粒度值采取闭环控制将粒度值控制在给定值附近。但在线粒度分析仪需进口,价格昂贵,使用维护要求很高,一般情况下难以采用。

在实际生产过程中,分级机溢流矿浆浓度是影响其分级效果的最主要因素,一般情况下,如果将溢流浓度控制在工艺要求的范围内,溢流粒度也会被控制在工艺要求范围内,因此采用这种控制方法。但由于生产条件不能满足浓度计的安装使用条件,因此采用了计算配水法来控制溢流浓度,此方法基于磨矿分级机组物料平衡的原理,即在磨矿分级作业稳定时给入磨矿分级机组的物料量(矿和水)和机组排出的物料量相等。根据磨机新加矿量和溢流浓度的要求计算出排矿水的给定值,实现溢流浓度的控制。

2.4 人工智能控制规则

上面简述的为磨矿分级的主要控制回路及其原理。在水厂选矿厂磨矿分级优化控制系统的实际实施中,基于多年的工程实践经验,采用了人工智能控制原理,充分吸收工艺技术人员和操作人员的经验,以产生式表达方法形成规则集,当矿石性质变化时,控制程序依据规则合理确定给矿量控制回路及各给水量控制回路的给定值,在保持生产过程相对稳定、分级溢流细度合格的情况下,尽可能提高球磨处理量。

对于磨矿分级的生产过程,到目前为止,其变化机理尚未完全研究清楚,欲建立一个严格的数学模型是相当困难的,但是根据水厂选厂的现场试验,从其外部特性入手,可用式(1)来粗略描述磨机新加矿量与一些参数之间的关系。

$$W = f(N, I, T_1, T_2, P), \quad (1)$$

式中, W 为新加矿量; N 为1次电耳值; I 为磨机电流; T_1 为电耳值在某区间的持续时间; T_2 为电流值在某区间的持续时间; P 为生产工艺条件选择。

控制回路采用了人工智能控制原理,充分吸收专家和操作人员的经验,以产生式表达方法形成规则集,控制程序不断采集过程参数,根据规则确定矿量和水量的设定值,在保持生产过程相对稳定和分级溢流细度合格的情况下尽可能提高1次球磨处理量。控制回路方框图见图3。

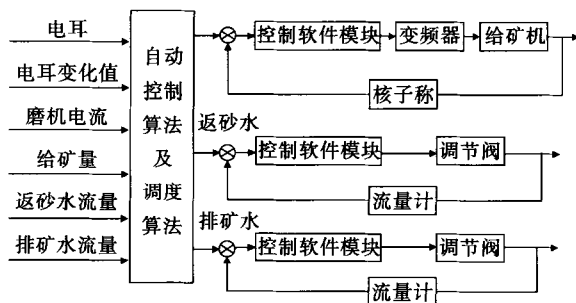


图3 控制回路方框

2.5 2段磨机分级机组负荷平衡控制

在保证磨矿分级粒度合格的前提下,为了提高选厂的处理量,必须要实现1段、2段磨矿分级机组的负荷平衡控制。1段、2段磨机分级机组负荷平衡控制实质就是通过适当调节工艺中的过程参数,使两段磨矿分级机组中磨机均处于“最佳”工作状态,

对于1段磨矿分级机组来说,可通过入磨矿量(即原矿处理量)的调节来实现,即通过改变给矿机的运行频率来实现1段磨矿分级机组的入磨矿量的调节。对于2段磨矿分级机组来说,同样也是通过入磨矿量的调节来实现,但2段磨矿分级机组的入磨矿量取决于1段磨矿分级机组原矿处理量,这可以通过适当调整1段分级机的溢流浓度,使1段磨矿分级机组的原矿处理能力改变来实现。

2.6 给矿机(组)自动切换

由于磨矿分级系统台时能力较大,正常生产时需要多台给矿机同时运行。为了避免给矿机长时间运行放空对应的矿仓,保证球磨分级系统给矿的连续性和稳定性,控制系统对于给矿机的运行实行定时切换(时间可调),当出现给矿不足(实际给矿量小于给定值)时,可能是由于给矿机出现堵矿或对应的矿仓放空时,控制系统实时进行给矿机的切换。

3 结论

首钢水厂选矿厂采用了磨矿分级优化控制系统,自2005年11月投运以来,运行稳定可靠,在保证产品粒度合格的前提下,台时处理量提高了8个百分点以上。此系统采用的控制方法先进、实用,选用的设备可靠且系统投资不高可为多数选厂接受,因此可进一步在国内大多数选矿厂推广使用,为提高选矿厂的经济效益提供参考依据。

参考文献

- [1] 汪兴亮,李维山,陈之功.磨矿分级生产过程自动控制的研究与实践[J].金属矿山,1997(11):28-31.
- [2] 陈俊,朱明富.控制技术在选矿过程中的研究和应用[J].工业控制计算机,2011(1):5-6.

(收稿日期 2012-11-16)

(上接第95页)破影响小;②线路部分在境界外,便于布置排土场,实现高台阶高排,低台阶低排,经济效益相对较好;③对采场开采强度的影响较小。

因此,采用进入采场内折返式方式布置。

3.2 线路平面

线路自粗破碎站开始沿地形向上展线,沿采场北侧折返布置,直至采场最高山头。由于地形切割较厉害且采场自然标高较高,线路折返一部分进入采场境界,一部分在采场境界外(线路布置平面见图1的公路开拓方案)。

随着采场开采水平的下降,采场内的线路逐渐消失,与采场外低水平线路的联系被切断。

4 结语

(1)制定山坡露天矿山的开拓运输方案要充分分析自然因素、技术因素、经济因素,与矿山的地形、地质条件,矿山所在区域的气候条件等相适应;开拓运输方案简单、成熟、故障率少、便于管理;运输方案应尽可能减少初期投资,降低风险等。

(2)山坡露天矿公路开拓系统的线路布置要结合地形、尽量减少对采场开采强度的影响,同时减少采场爆破对运输线路的影响,还要考虑便于布置排土场,减少运输距离,经济效益最佳。

(收稿日期 2012-11-12)