

PID 自动控制在铁矿石浮选过程中应用的探讨

党 菲,王建胜,温欣子,马朋坤
(河北联合大学,河北 唐山 063009)

摘要:在铁矿石浮选工艺过程中,自动控制尤为重要。介绍了铁矿石浮选工艺参数对浮选效果的影响,提出了铁矿石浮选工艺参数自动控制技术,从自动加药、浮选机充气量控制、浮选机液位高度控制和浮选矿浆浓度控制等方面阐述了浮选参数自动控制的意义,并综述了PID 控制技术在铁矿石浮选过程中的应用,叙述了PID 控制在铁矿石浮选自动控制的发展方向,建议加大推广自动控制(或PID 控制)技术在铁矿石浮选过程中的应用力度。

关键词:PID 自动控制;浮选;工艺参数;铁矿石

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2014.02.018

中图分类号:TD928.9 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2014)02-0077-03

在铁矿石选矿工艺中,浮选工艺是其中的一个重要的工艺流程。传统的人工手动调节是很难保证在浮选控制过程中的及时性和准确性。浮选自动化控制系统对现代浮选过程控制的稳定性,减少了能源的消耗,克服了人工调节的缺点,精矿的质量、产量均有提高,并且能增加金属的回收率,降低现场管理人员的劳动强度,同时能够带来直接的经济利益。常规PID 控制经常用在浮选控制系统中,该控制可靠性好,广泛应用在工业控制上,算法简单,能够建立精确的数学模型,获得理想的控制效果,并改善系统的动态和稳态性能,这样可达到控制精确和减轻工人劳动强度的目地。另外,操作远离现场,可使工人减轻现场环境对身体的伤害^[1]。

1 PID 控制原理

PID 控制原理见图1。PID 调节器是一种线性调节器,将给定值 $r(t)$ 与输出值 $y(t)$ 构成控制偏差 $e(t)$ 的比例、积分、微分,通过线性组合构成控制量,简称为PID 调节器。比例调节器对于偏差 e 是即时反应的, K 为比例系数, U_0 是控制量的初始值,偏差一旦产生,调节器立即产生控制作用使被控量向减小偏差的方向变化,控制作用的强弱取决于比例系数 K 。积分调节器将消除系统静差。微分调节器有助于减小超调、克服振荡,使系统趋于稳定。加快了系统的动作速度,减小调整时间,改善了系统动态性能指标^[2]。

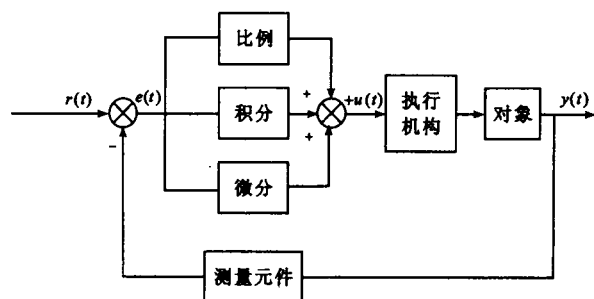


图1 PID 控制原理

Fig.1 PID control principle

2 铁矿石浮选过程中自动控制的主要工艺参数

在铁矿石浮选过程中,自动控制的主要参数有药剂用量、浮选机充气量、浮选机液位高度和浮选矿浆浓度。

2.1 药剂用量

选矿指标直接受到加药量的影响。在铁矿石反浮选过程中,其中矿浆的pH 约为11.5,用氢氧化钠来调pH 值;为了抑制铁的上浮,需要加入淀粉做抑制剂;氧化钙做活化剂,把石英与铁矿物分开;Ra715 做捕收剂,用来捕收石英,产生泡沫使石英浮在矿浆表面。其中,这四种药剂加入量的多少直接关系到浮选精矿的品位,并且加多药剂造成浪费。

2.2 浮选机充气量

在铁矿石反浮选过程中,充气量被认为是最敏

收稿日期:2013-09-25

作者简介:党菲(1982-)男,讲师,在职硕士研究生,研究方向为计算机智能控制。

感、最灵活的一个参数。充气量太大,会造成铁矿物上浮;空气量太小,泡沫区容易聚集,从而充气量的大小直接关系到铁矿物的回收率与精矿品位。因此,选择好适当的充气量能够提高浮选效果。

2.3 浮选机液位高度

在铁矿反浮选过程中,浮选机的液位高了,铁矿物会被刮出来,影响精矿的产率,且回收率降低;液位低了,浮选泡沫刮不出来,降低精矿品位,从而应当保持浮选机的液位高度在适当的范围内。

2.4 浮选矿浆浓度

矿浆浓度即单位体积矿浆中所含固体量。在浮选过程中矿浆浓度不得超过某个上限值,浓度太高浮选效率下降,浓度太低浪费浮选药剂,浮选浓度需要从提高浮选效果和节省浮选药剂的角度考虑,同时根据原矿品位的不同也有所变化。

3 铁矿石浮选过程中自动控制过程

3.1 自动加药

自动加药是铁矿石浮选过程自动控制的重要内容。首先计算机根据矿浆浓度计与流量计的数据在线自动算出加药量多少;其次,测出实际加药量;最后,通过对两者的比较,运用PID控制器对其进行控制。药剂添加控制系统主要分为控制部分和执行机构,在铁矿石浮选现场中大多数采用PLC控制,一般选用PID控制器对其进行控制调节,其中执行机构现在应用最多的为电磁阀式控制。根据实际加药量确定流量计的量程而使给定药量在量程范围内;根据药箱位置和与加药点的高度选择加药泵的扬程和流量。并在具体实施过程中确定流量、频率及转速的对应关系^[3-4]。

3.2 浮选机充气量自动控制

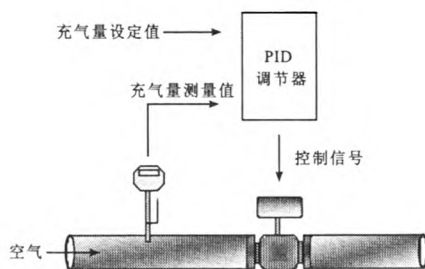


图2 浮选充气量控制原理

Fig. 2 Control principle of flotation aeration rate

浮选充气量控制系统由PID调节器、气动调节阀、热式流量计组成。浮选机充气量控制原理见

图2:风量的设定值与安装在风管上的热式流量计的测量值同时送至现场的就地控制箱内的PID调节器中,调节器经过运算处理输出控制信号到智能电/气阀门定位器上,控制气动调节阀的开度以达到控制浮选机充气量的目的^[5]。

3.3 浮选机液位高度自动控制

在铁矿石浮选过程中,常用激光液位计检测矿浆槽液位。液位检测系统由浮球、隔泡筒、液位计支架、反射盘液位计、浮杆组成。液位检测系统结构图见图3。

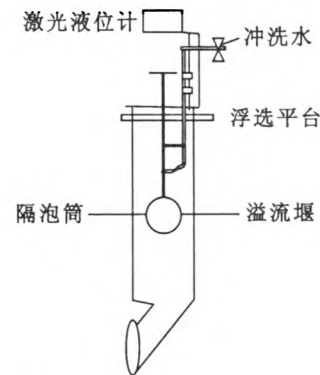


图3 液位检测系统结构

Fig. 3 Structure of measuring system of liquid level

浮选机液位高度自动控制工作原理如下:液位的设定值与液位计的测量值一并送到PID调节器,经过PID调节器计算并输出控制信号来控制液位气动执行机构动作,从而使浮选机的液位高度稳定在设定值。其中控制过程见图4。

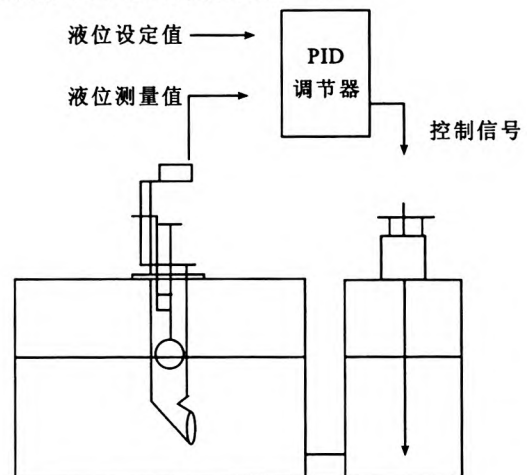


图4 浮选液位控制原理

Fig. 4 Control principle of flotation liquid level

3.4 入浮矿浆浓度的自动控制

在工业过程控制中,常规PID调节器是应用最广泛的一种控制仪表。但是,由于矿浆浓度具有大

滞后的特性、随机干扰比较严重与控制体系的不稳定性,其电动执行机构动作太频繁,而且容易出现较严重的超调现象,一般难以取得良好的控制效果。

过去多次尝试采用常规的 PID 调节器和电动执行单元组成控制系统,效果欠佳。近年来,攀钢(集团)矿业公司密地选矿厂根据其矿浆浓度的变化特性及选矿工艺的要求,采用独特的矿浆浓度检测探头和新型的二次仪表电路设计,研制成功 MS 系列矿浆浓度自动控制系统^[6-7]。经多次工业试验和近两年的生产考察,控制效果比较理想。

实际使用证明:其新颖的矿浆浓度检测探头,灵敏度高,稳定性好,而且解决了过去采用一般的压力(或压气)探头作矿浆浓度测量时其测量管道容易堵塞的现象;特有的二次仪表电路设计较好地适应了选矿工艺过程中矿浆浓度变化属于大滞后和随机干扰也较严重的特点;采用进口的特耐磨橡胶套管的电动调节阀经久耐用。

这样,使其与常规 PID 调节器组成的矿浆浓度自动控制系统相比较,充分体现了结构简单、合理,安装调试简易,操作方便、运行稳定、电动执行机构动作频度低,无故障使用周期长等特点。

4 PID 控制在铁矿石浮选自动控制的发展方向

4.1 提高 PID 稳定控制

在完善浮选加药自动控制系统、浮选机充气量自动控制系统、浮选机液位自动控制系统的基礎上,根据生产工艺的要求,建立并实施有效的控制系统,增加浮选关键参数大屏幕显示装置等。

4.2 完善 PID 浮选控制系统

为实现选矿控制作业目标产量、回收率、精矿品位,设置 PH 的自动控制系统、矿浆浓度自动控制系统、矿浆流量的自动控制系统等,在这些自动控制系统中,均需要用到 PID 控制对控制系统进行控制。

5 结 论

浮选机浮选过程中的液位和充气量的单参数闭环控制是实现浮选过程自动控制的第一步^[8]。浮选自动加药系统、液位控制系统与充气量控制系统 PID 控制的过渡过程振荡次数少,响应时间短,超调量较小。增强了系统的快速性及准确性,控制效果明显提高,有效地稳定选矿指标。但是,针对大滞后性、强干扰等不稳定体系,运用 PID 进行控制,电动执行机构动作太频繁,而且容易出现较严重的超调现象,一般难以取得良好的控制效果,需要运用 MS 系列等其他控制系统进行控制。由于目前我国选矿厂的自动化水平还较低,我们的工作也是刚起步,还需进一步解决的问题还很多,有待不断提高。

参考文献:

- [1] 钟刚,王东,修德江. 浮选加药自动控制系统[J]. 矿业工程,2012(2):36-38.
- [2] 肖友华,熊贤林. 磷矿棒磨分级控制系统设计及生产实践[J]. 化工矿物与加工,2012(9):26-28.
- [3] 肖睿,孟宪慧,范素月,等. 简述自动控制在选矿中的应用与研究[J]. 科技资讯,2012(11):93.
- [4] 陈宸. 对浮选过程自动化的探讨[J]. 煤炭加工与综合利用,2010(2):33-34.
- [5] 黄鹤,才超. 浮选机液位和充气量自动控制系统[J]. 铜业工程,2013(1):63-66.
- [6] 骆意棠. 新型矿浆浓度自动控制系统[J]. 矿产综合利用,1995(5):37-38.
- [7] 骆意棠,刘饶,周友斌. MS-III 微机型多道矿浆浓度自控系统[J]. 矿产综合利用,1999,(6):46-49.
- [8] 喻玲玲. 浮选机液位和充气量自动控制系统的应用[J]. 有色冶金设计与研究,2008(5):33-35.

Discussion of Application of PID Automatic Control in the Process of Iron Ore Flotation

Dang Fei, Wang Jiansheng, Wen Xinzi, Ma Pengkun
(Hebei Union University College, Tangshan, Hebei, China)

Abstract: In the process of iron ore flotation technology, automatic control is particularly important. The effects of process parameters on flotation are introduced, and the iron ore flotation process parameters, automatic control technology, Automatic dosing, the control of flotation machine, flotation machine liquid level height flotation parameters and flotation pulp density control are expounded to the significance of automatic control. PID control technology in the application of the iron ore flotation process is summarized. PID control in the development direction of automatic control in iron ore flotation is described. It is Suggested to promote automatic control(or PID control) technology in the application of iron ore flotation process.

Keywords: PID; Flotation; The process parameters; The automatic control