

文章编号:1674-2869(2011)02-0092-04

# 选矿自动化在金辉矿业的应用

明平田<sup>1</sup>, 毕文<sup>2</sup>

(1. 青海省第六地质矿产勘查院, 青海 西宁 810001; 2. 丹东东方测控技术有限公司, 辽宁 丹东 118000)

**摘 要:**金辉矿业选矿自动化主要应用于磨矿分级及浮选工段. 通过对磨矿分级作业参数的检测和控制, 保证了选矿工艺的相对稳定性. 应用结果表明: 系统工作可靠, 操作简单, 相比原设计磨浮工段处理量增加了 8. 0%、黄金回收率提高 1%~2%.

**关键词:**选矿自动化; 检测; 控制; 磨矿分级; 浮选

**中图分类号:**TD928.9      **文献标识码:**A      **doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2011.02.025

## 0 引 言

金辉矿业选矿厂破碎及筛分工艺采用两段一闭路. 电气在设计时实现了自动连锁. 磨矿工艺是两段两闭路流程. 众所周知, 磨矿过程是选矿厂工艺控制的重中之重, 其不仅仅是向后续工段提供合格的物料, 同时它也是耗能最多的作业. 其合理性和稳定性直接关系到后续工序是否能够稳定运

行及其选别作业的技术指标<sup>[1]</sup>, 因此控制好磨矿分级过程, 对节能和提高设备生产能力及选矿技术指标的实现意义重大, 选矿自动化主要针对于磨矿分级与浮选作业.

## 1 磨矿分级检测参数及控制方法

### 1.1 磨矿分级工段设备联系

磨矿分级工段设备联系如图 1 所示.

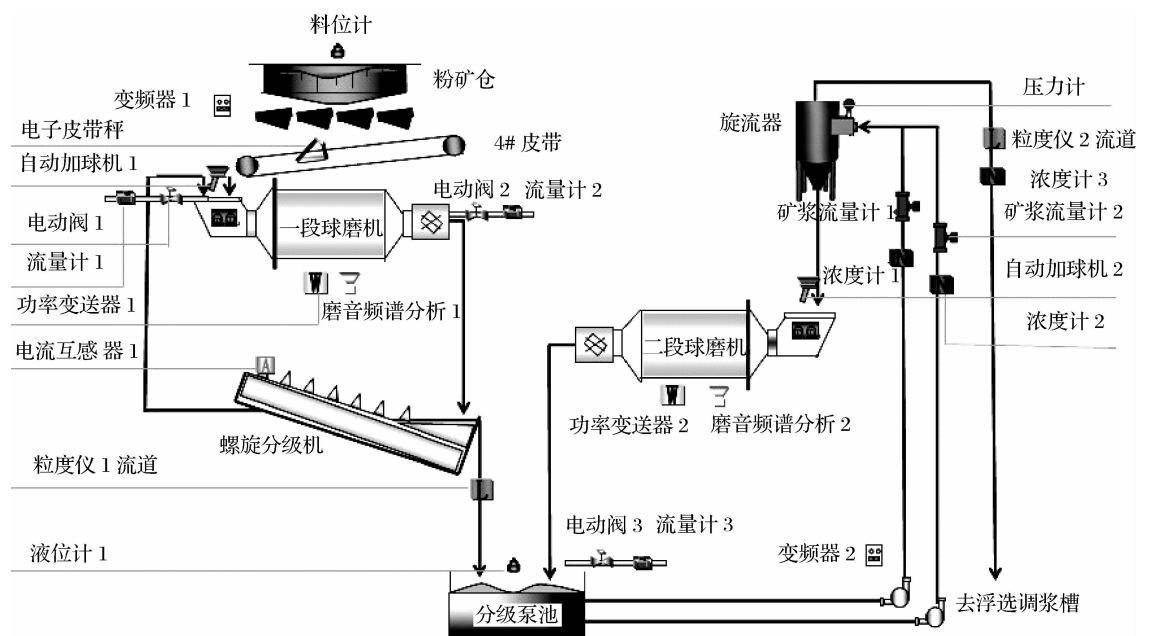


图 1 磨矿分级工段设备联系图

Fig. 1 Milling and classification section of equipment self-image figure

### 1.2 粉矿仓料位检测

粉矿仓截面大, 仓内料位不断堆积、下陷和板结, 往往造成测量误差, 为了提高料位信号的准确性, 在不同位置安装雷达料位计, 采用软件滤波后

取其测量值, 主控室随时观察粉矿仓料位情况, 防止粉矿仓料位过低, 影响球磨给矿的稳定性.

### 1.3 给矿量控制和检测

系统在粉矿仓下用 4 台双液动平板闸阀和 4

收稿日期: 2010-12-30

作者简介: 明平田(1977-), 男, 陕西山阳人, 工程师, 工程硕士研究生. 研究方向: 选矿技术.

台定量给料机实现 4 号皮带机自动给料,皮带秤适时检测 4 号皮带输送机给矿量,形成给矿闭环控制。

1.4 磨矿分级作业控制原理

二段磨矿与一段磨矿虽有不同的工艺特点,同时又是一个整体.为了有效的提高磨矿效率,在控制中将磨矿作为一个整体统筹考虑.把磨机及分级机的性能、系统的工艺过程、矿石性质的变化等诸多因素与生产实践相结合,建立模糊控制程序,进行模糊推理,得出模糊推理结果,反模糊化,由模糊控制器对各种信号参数进行自动计算,并相互协调<sup>[2]</sup>,从而保证磨矿、分级作业的预期效果。

1.5 磨矿和分级参数的检测和控制

磨矿、分级工段检测点如图 1 所示,检测参数如表 1 所示。

表 1 磨矿和分级检测参数

Table 1 Test parameters of grinding and classification

一段	二段
流量计 1 检测球磨给矿水	功率变送器 2 检测 2#磨机功率
功率变送器 1 检测 1#磨机功率	磨音频谱分析仪 2 检测 2#磨机音频
磨音频谱分析仪 1 检测 1#磨机音频	流量计 3 检测泵池补加水量
流量计 2 检测 1#磨机排矿水	矿浆流量计 1(2)检测旋流器给矿流量
电流变送器检测螺旋分级机分级电流	浓度计 1(2)检测旋流器给矿浓度
粒度仪 1 流道检测分级机溢流浓度及细度	浓度计 3 检测旋流器溢流浓度
	压力计检测旋流器给矿压力
	粒度仪 2 流道检测旋流器溢流细度
	液位计检测旋流器分级泵池液位

1.6 磨矿和分级控制内容

磨矿和分级工段参数控制点如图 1 所示,控制参数如表 2 所示。

表 2 磨矿和分级控制参数

Table 2 Control parameters of grinding and classification

一段	二段
电动阀 1 控制 1#磨机给矿水	流量计 3 控制泵池旋流器给矿浓度
电动阀 1 控制 1#磨机排矿水	变频器控制旋流器给矿压力

当矿石性质、磨矿介质、负荷量等发生变化时,各项检测参数也相应发生变化,对各项控制参数进行检测、控制,确保磨矿、分级作业的相对稳定性。

1.7 磨矿效率的影响因素

经实践,对磨矿效率采用式(1)的数学模型来描述。

$Y=f(D,v,J,X,XK,B,M,Q)$

(1)

式(1)中:Y 为球磨机工况;D 为磨机尺寸;v 为磨机转速;J 为磨机介质充填率;X 为磨矿质量浓度;XK 为矿石性质;B 为衬板磨损;M 为钢球级配;Q 为磨机处理量。

由式(1)可知,磨机的工作机理非常复杂,影响因素诸多,到现在为止仍没找到精确的数学模型应用到磨矿过程中.目前主要是分析球磨机外部工作特性,从而间接掌握球磨机的磨矿状态.对于磨机磨矿的工作过程,在这里重点分析两个关键因素(磨矿浓度和磨机负荷)。

1.7.1 磨矿质量浓度的影响因素及控制方法

磨矿浓度不仅仅关系到处理量,还严重影响后续作业的粒度是否合乎工艺要求,因此有必要分析磨矿质量浓度的影响因素和控制方法,以便使磨矿效率达到最佳。

依据磨矿特点,采用式(2)和式(3)的数学模型来描述磨矿浓度的影响因素。

$N=f(Q_1,Q_2,F_1,F_2)$

(2)

式(2)中,N 为磨矿质量浓度,Q<sub>1</sub> 为给矿量,Q<sub>2</sub> 为返砂量,F<sub>1</sub> 为给水量,F<sub>2</sub> 为返砂水量。

$N=f(B,S)$

(3)

式(3)中,B 为泵池给矿质量分数,S 为旋流器设备结构图案。

系统依据给矿量的大小自动调节磨矿给水、排水的大小,确保磨矿浓度在设定的范围内。

1.7.2 磨机负荷的判断 在生产过程中要使磨矿分级保持稳定,就必须准确的判断磨机的负荷状态.主要体现在充填率(钢球、物料、水).在实践中发现磨机功率、磨机的音频与充填率的变化有一定变化规律(见图 2、图 3).现场调试时,要标定一段磨机功率、音频、分级机电流和二段磨机功率、磨音的正常值,同时要做磨机“胀肚”试验,标定磨机胀肚的值,只有这样系统才能判断磨机是否处于满负荷工作、欠负荷、胀肚状态。

(1) 磨机功率与充填率的关系.功率变送器 1 输出功率信号可反映出磨机的负荷状态——充填率过高(胀肚)或过低,功率变送器输出数值均较低;磨机功率与充填率的关系如图 2 所示.只有物料适宜,功率变送器 1 输出的数值才最高,表明磨机处于满负荷的工作状态.对于二段磨矿系统以功率变送器 2 输出的信号来判断二段球磨机的磨机负荷情况,当判断二段磨机负荷超过上限时,系统将自动调节旋流器给矿量,防止二段磨矿、分级恶性循环,保障二段磨矿指标。

(2) 磨音与充填率的关系.磨机在工作过程中,钢球发出声音的强弱,与矿石的充填量有着密

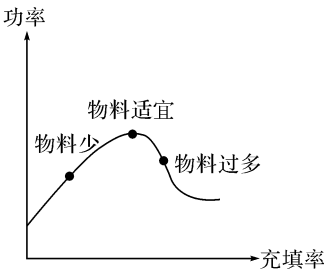


图 2 磨机功率与充填率与关系

Fig. 2 Relation of mill's power and filling percentage  
切关系,如图 3 所示,当矿石充填低时,磨机发出的声音大;当矿石充填高时,磨机发出声音弱。磨音频谱仪能准确判断出其声强的变化,分析出充填的高低和矿石性质的变化,对一段磨矿可控制给矿量和给水量(增大或减少),来调节磨机的声音;依据二段磨机的磨音,控制泵池浓度,从而达到控制二段磨矿浓度的目的。

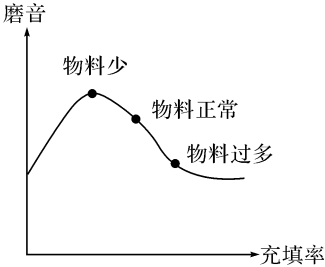


图 3 磨音与充填率的关系

Fig. 3 Relation of mill's sound and filling percentage

1.8 分级溢流浓、细度检测和控制

1.8.1 影响分级的效率的因素 依据分级特点,采用式(4)的数学模型来分析分级效率的影响因素。

$$E=f(S,X,C) \tag{4}$$

式(4)中: $E$ :分级效率; $S$ :设备结构因素; $X$ :矿石性质因素; $C$ :操作条件因素

分级机分级效率的影响因素如表 3 所示。

表 3 影响分级效率的因素

Table 3 Influence factors of classification efficiency

影响因素	螺旋分级机分级	旋流器分级
设备结构因素	槽内分级面积的大小是影响分级处理量和分级粒度的决定性因素 <sup>[3]</sup> 。	旋流器溢流管和沉砂嘴尺寸
矿石性质因素	矿石密度、粒度组成和含泥量	
操作条件因素	级机操作中主要调节因素是给矿浓度,浓度不仅影响分级粒度,并且影响该粒度下的处理能力。	旋流器操作主要是调整泵池浓度;旋流器给矿压力。

1.8.2 螺旋分级细度检测与控制

① 生产过程中,很难准确判断返砂量的大小,生产实践发现返砂量与分级机电流存在近似线性的关系,所以通过电流互感器检测分级机电流,就可以近似得到返砂量的大小,从而保证一段磨矿

有合适的返砂量。

② 粒度仪实时检测螺旋分级机溢流细度,主控室根据粒度仪输出信号,及时调整给矿量和一段排矿水大小,确保返砂量和溢流细度在工艺要求的范围之内。

1.8.3 旋流器分级控制

①旋流器给矿压力的检测与控制

要控制好旋流器分级效率,最重要的是保持进口压力恒定,采用压力传感器连续检测旋流器入口压力,在系统中引入压力测量信号,可与泵池液位检测信号一起使用,通过变频器调节渣浆泵转速,来改变给矿压力与泵池液位,同时监视砂泵输送系统及旋流器工作状态是否正常。

②旋流器给矿浓度的检测与控制

给矿浓度高时,矿浆粘度和密度将增大,矿粒在旋流器中运行的阻力增大,从而使分离粒度变粗,分级效率亦将降低。反之,为了保证水力旋流器适宜的给矿浓度,利用浓度计 1 和 2 随时检测旋流器给矿质量浓度,以保证给矿浓度的基本稳定。

③砂泵池液位的检测与控制

分级泵池对磨矿回路矿浆流量的波动起到缓冲作用,但在波动较大时,可能出现泵池冒浆、抽空或泵喘气的现象,因此必须把泵池液位控制在合适范围内,以保证给矿压力稳定,并使旋流器入口的压力保持在工艺要求的范围内。

④粒度仪适时检测旋流器溢流细度,浓度计 3 检测旋流器溢流浓度。

1.9 球磨机润滑系统检测

本系统对球磨机前后轴瓦油温、油压进行检测,并把信号引到控制室,当油温、油压异常时,系统将自动报警。

1.10 自动加球

磨机在磨矿过程中,钢球在不断地消耗,不仅重量越来越轻,而且直径也越来越小,所以在磨矿过程中要不断的添加新球,其目的是保持初装球时的充填率和钢球的级配基本保持不变。技术人员核定每班需添加钢球的类型及钢球重量,自动加球机系统会每隔一定时间给球磨机补加新球,以便保证磨矿机有适宜的钢球级配。

2 浮选参数的检测和控制

2.1 pH 检测

在矿浆搅拌槽设有 pH 检测,信号输送到主控室。

2.2 加药系统自动控制

选矿厂药剂添加的准确性是关系到浮选指标

好坏的关键因素之一,该系统配备标准通讯接口,可与 DCS 系统连接. PLC 通过调整占空比方式控制加药阀的导通时间,来调整加药量;通过键盘把各项参数输入到计算机,计算机将数值传输给 PLC,PLC 计算出各加药点的导通时间后,输出定频变脉宽的控制信号,经驱动器控制加药阀的通、断电,实施各点的准确定量加药.

2.3 液位控制系统

浮选液位是保证浮选工艺正常稳定运行的一个重要条件. 浮选液位的调整是既要造成一定厚度的泡沫层,同时又防止矿浆面过低. 系统通过扫描式液位计检测浮选槽液位,与液位设定值比较,输出给电动执行机构调节排矿闸板高度,从而稳定浮选槽液位.

2.4 自动取样机取样

采用管道自动取样机采取原、精、尾矿样品,样品采集及时并具有代表性,为准确计算生产技术参数提供依据.

3 选矿自动化的特点

金辉矿业选矿自动化从 2009 年 8 月运行以来,通过一年多的生产实践,发现选矿自动化具有以下特点:

- a. 高效管理. 选矿自动化可以在线检测并记录相关技术参数,具有网络远程监控功能,提供便于管理决策的数据库和信息.
- b. 操作简单,维护量较小.
- c. 提高金属回收率. 系统运行实践表明——黄金回收率相比较原设计可提高 1%~2%.
- d. 提高设备生产能力. 磨浮的处理能力提高了 8.0%左右.

- e. 节约原材料消耗. 通过自动化系统实现选矿药剂的在线控制,明显降低选矿药剂的消耗量.
- f. 提高劳动生产率. 对选矿过程进行可靠的检测和控制,减少现场操作人员.

4 结 语

近几年随着矿产资源价格高涨,很多新药剂、新设备、新技术及新工艺发展迅速,很多贫、细、杂难选矿得到开发利用. 而选矿又是是一个多变量的工业加工过程,需要采用程序来检测和控制选矿各作业参数,这就是选矿自动化. 通过金辉矿业选矿自动化的应用,自动化能对选矿厂各生产环节相互协调、优化控制、稳定工艺,并对提高选矿技术指标发挥了积极作用,应用结果表明:系统工作可靠,操作简单,相比原设计磨浮工段处理量增加了 8.0%、黄金回收率提高 1%~2%. 因此推广应用选矿自动化,对充分有效地利用国家矿产资源、提高企业的市场竞争力、实现生产过程信息化,将会产生积极作用. 同时也能提高我国选矿企业国际市场竞争力<sup>[4]</sup>,逐步缩小与国外先进选矿行业的差距.

参考文献:

[1] 黄宗魏,张博亚. 磨浮作业综合自动化系统[J]. 有色金属. 2007(4):38-42.

[2] 苏震. 选矿自动化[M]. 北京:冶金工业出版社,1990.

[3] 刀正超. 磨矿工[M]. 北京:冶金工业出版社,1987:135-137.

[4] 朱书全. 当代世界的选矿创新技术与装备[M]. 北京:冶金工业出版社,2007:1149-1387.

Processing automation appllction in Jinhui mining plant

MING Ping-tian<sup>1</sup>, BI Wen<sup>2</sup>

(1. Qinghai 6<sup>th</sup> Lnstitute of Geology and Mineral Exploration Xining,Doulan 810001,China;  
2. Dandong DongFang measurement &. control technology Co.LTD. Dandong 118000, China)

**Abstract:** Jinhui's processing automation is mainly used in the section of grading, classification and floating. It guarantees the relative stability of processing by means of accurate detection and process control. The applied result shows that, the control system operates reliably and conveniently. The operational capacity is 8.0% higher than before,and the gold recovery rate is enhanced 1%~2%.

**Key words:** processing automation; detection; control; milling and classification; flotation

本文编辑:陈小平