

基于图像处理的给矿粒度检测及控制设计^{*}

王文成, 李世厚, 魏江海, 李春林

(昆明理工大学 国土资源工程学院, 云南 昆明 650093)

摘要:介绍了基于图像处理的给矿粒度检测及控制设计, 给矿输送带上的矿石颗粒通过图像采集设备进行连续采集。对图像进行分析处理后, 将统计结果输入 PLC 控制系统, 控制系统通过与预设粒度值比较后, 对摆式给矿机做出调整。该粒度检测系统能够连续输出矿石实际粒径, 为磨机工作参数的最优控制和充分发挥磨机最大效能提供有效途径, 并在攀钢某选厂进行实际应用, 获得了较好的效果。

关键词:颗粒图像; PLC 控制系统; 摆式给矿机; 粒度检测

中图分类号: TD453 文献标识码: B 文章编号: 1001-0076(2015)04-0048-04

DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2015.04.010

Design of Feeding Particle Size Measurement and Control Based on Image Processing

WANG Wencheng, LI Shihou, WEI Jianghai, LI Chunlin

(Faculty of Land Resource Engineering of Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, Yunnan, China)

Abstract: Design of feeding particle size measurement and control based on image processing is introduced. The ores on feeding conveyor belt were captured continuously by image capture device. The statistical results obtained by analyzing and processing image were inputted into PLC control system, which then adjusted pendulum feeder when contrasted with predetermined size value. The detection system continuously output the actual sizes information, providing an effective way for optimal control of the working parameters and exerting the maximal efficiency of mills. As an example, the practical application of concentrator of Panzhihua Iron and steel obtained good results.

Key words: particles image; PLC control system; pendulum feeder; particle sizes measurement

给入球磨机中的矿物粒度大小是影响球磨机磨矿效率的重要参数, 现场的调整都是凭借工人经验目测后调整给矿机给矿速度或者切换备用给矿机, 或者暂停给矿, 这样费时、费力, 能耗较大, 检测结果不能实时反馈, 而且极大地影响了磨机工作参数的最优控制和充分发挥磨机最大效能。在前人研究的基础上, 基于图像处理的粒度检测技术已经应用于选矿厂的矿石粒度检测, 并且获得较好的结果。本文研究的内容是把基于图像处理的给矿粒度检测系统与 PLC 控制系统结合起来, 给矿粒度进行连续检

测, 根据检测结果系统做出自动调整, 与基于图像处理的给矿粒度检测系统的单独应用相比较, 该系统兼具了上述两个系统的特点, 更可靠, 更稳定。

根据现场实际情况分析可知, 卸料跑车给料仓卸料时, 由于仓口和跑车皮带有一定高度, 矿料在堆积的过程中粒度较大的矿粒沿着矿料锥面滚落至锥底, 随着矿料堆的增大, 大矿粒也一层层堆在料仓边缘, 在实际的给矿中, 料仓中较小矿粒优先混搭着较大矿粒均匀地给入球磨机, 但是随着储矿仓的矿量减少, 较小矿粒量越来越少, 料仓边缘的大矿粒逐渐

^{*} 收稿日期: 2015-06-25

作者简介: 王文成(1987-), 男, 云南大理人, 硕士研究生, 主要从事选矿自动化等方面的研究。

向给矿机聚拢,给入球磨机的矿粒粒度越来越不均匀,这种情况下需采用自动检测装置,预先检测出皮带上的矿料粒度变化,通过自动控制方式及时切换摆式给矿机来保证给矿粒度在一个合适的范围内,如果一个料仓下对应的四个摆式给矿机检测出给矿矿粒粒度达不到要求的入磨粒度,那么系统会给出

相应的信号通知跑车皮带到达缺料的矿仓自动卸料。

1 现有的粒度检测方法

现有的粒度检测方法^[1]方法见表1。

表1 粒度检测方法			
粒度检测方法	原理	优缺点	意义
激光衍射散射法	以夫朗和费衍射理论为依据设计的激光粒度仪,原理是利用阵列探测器的探测激光通过颗粒后的衍射能量分布及相应的衍射角度,并由此计算出被测样品的粒径分布。	动态范围大、测量速度快、重复性较好和操作方便,但分辨率较低,不宜测量粒度分布范围较窄的样品。	广泛用于粉末冶金、薄膜、膜片料、催化剂、绝缘材料、润滑油、超导体、无线电技术等行业,涉及化学、制药、食品、建材等工业领域,它可以直接测定大气中烟尘与灰尘在不同时间、不同位置的含量,为解决环境污染和全球性气候预测起到一定的指导作用。
沉降法	沉降法主要以郎白-比尔定律和斯托克斯公式为依据设计的仪器,原理是颗粒悬浮于液体介质中,受重力作用逐渐沉淀(沉淀时间与粒径大小的平方成反比)从而引起光密度的变化,由此算出粒径的大小分布。	由于1 μm 的颗粒受布朗运动的影响,使得测量结果的误差较大,数据结果难于置信。	沉降法在涂料、塑料、陶瓷、橡胶、金属及非金属等领域及教学科研有着广泛的应用,作为粒度测试的主要手段之一,发挥着积极的作用。
电感应法	电感应法主要是根据库尔特原理设计颗粒计数器,工作原理是根据不同大小颗粒通过测定孔时引起的电导率变化而算出颗粒的粒径。	分辨率高,能分辨各颗粒间粒径的细微差别;测量速度快、重复性较好及操作简便,但动态范围小、易发生小孔堵塞、测量下限不够小。	该方法多用于生物学上的血细胞计数,在矿物粒度识别方面应用较少。
电泳法	电泳法主要是利用颗粒在电场中的运动,通过测定其迁移率的大小而设计的计算粒度的电泳式粒度仪。	虽能测出<1 μm 的颗粒粒径,但也只能获得其平均粒径值,对要求获得的粒径分布参数较为乏力。	专用于粒度分析的产品却未见报道。
筛分法	筛分法是利用筛孔大小不同的一系列筛子对物料筛分,可使物料筛出若干个粒级,n层筛子可将物料分成(n+1)个粒级,从而获得样品的粒度分布。	优点是造价较低,应用较普遍,缺点是操作较麻烦、测量结果容易受环境温度、操作手法等因素的影响,并且因水力沉降过程受颗粒密度和形状的影响。	筛分法是最简单的也是用得最早和应用最广泛的粒度测定方法,利用筛分方法不仅可以测定粒度分布,而且通过绘制累积粒度特性曲线。
显微镜分析法	此法是利用显微镜观察细微颗粒的大小和形状,适用于0.1~50 μm 的物料,可检查分选产品或校正水力沉降分析结果。	无法得到清晰的颗粒成像,使得测量的粒度尺寸偏大,特别是当颗粒粒径<1 μm 时,其成像大小无明显差别。	随着微电子技术渗入到各个科学领域,采用综合性图像分析系统可以快速而准确地完成显微镜法中的测量和分析统计工作。
双波法、全息法、Doppler法和布朗法、数字图像法	数字图像法是将显微镜与CCD直接相连,利用计算机图像处理装置采集数字图像,并进行处理得到样本真实粒度和分布,可测量颗粒范围为0.1~150 μm。	可以准确、快速地同时测定电子图像视域中各个矿物颗粒的几何参数,并按用户所设置的粒度范围进行分类,快速作出定量统计。	数字图像处理技术越来越广泛地应用于空间探测、遥感、人工智能及工业检测等领域。它也应用于各种粒度分析仪所获取的图像处理中,使得粒度自动化定量测量成为粒度检测方面新的发展方向。

由表1可知,选矿厂碎矿与磨矿车间之间的工序联系单靠人工的控制方式往往是达不到选厂最大效益要求的。本文研究了一种基于图像处理的矿石粒度检测方法,该方法具有准确、快速、灵便、多功能的特点,并且它可以采用非接触式方法连续获取矿石粒度信息,克服了上述方法不能实时反馈、测试工作量大、效率低及成本高的缺点,最后通过以PLC为主控制器的方式来控制摆式给矿机的自动切换以

及调整。本文将从矿仓布料工艺流程、检测系统结构、PLC控制系统和应用四方面展开研究介绍。

2 粒度检测及控制设计系统

2.1 矿仓布料工艺流程

根据某选矿厂破碎车间和磨矿车间的生产过程来分析选矿卸料工艺^[2-3],具体的工艺图如图1、图2

所示,其中图 2 为图 1 中对应的一个给矿及检测系统,储矿仓共有 10 个卸料料仓,每个料仓在卸料皮带两边下方各设有 1 个卸料口;卸料跑车在轨道上来回行走,给料仓卸料;每个料仓下方沿给矿皮带方向等间隔安装 4 个摆式给矿机,通过调节电机频率来减少或者加快摆式给矿机给矿速度;在距离摆式给矿机 10 m 处安装图像采集装置,这样可以排除粉尘对图像采集系统的影响。

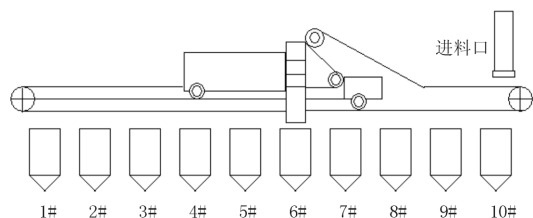


图 1 跑车布料系统

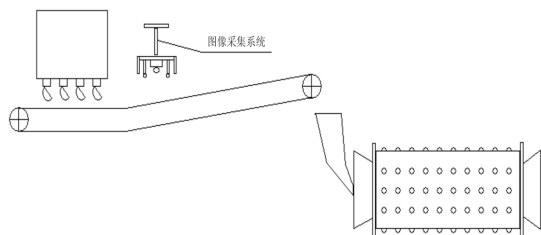


图 2 1#给矿及检测装置

2.2 检测系统结构

矿石粒度检测系统结构如图 3 所示。检测系统主要由摄像机组件、光源、挡板、计算机以及矿石传送皮带等组成。挡板安装在传送皮带两端,摄像组件安装在挡板的中间,在摄像组件的两侧各安装一光源^[4-6]。

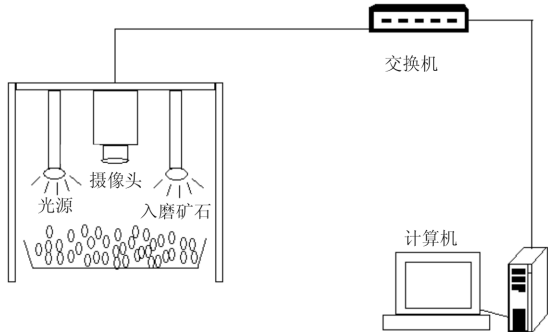


图 3 矿石粒度检测系统结构

为了排除外界光线对图像效果的影响,在传送皮带两端设置挡板;通过图像采集程序来调节摄像机组的参数,即可实现图像的在线采集。图像采集

及处理流程图如图 4。

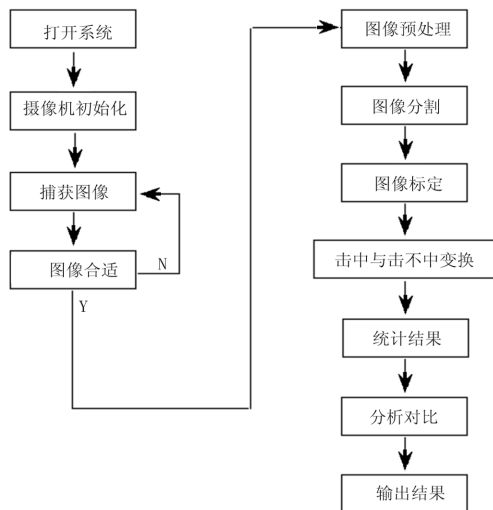


图 4 图像采集及处理流程

通过 Matlab 中提供的函数 `imqhw—winio`, 获取摄像头硬件信息。利用 `Videoinput` 函数创建视频的输入对象;然后通过 `getsnap—shot` 函数完成图像捕捉,捕获的图像通过 `imwrite` 函数写入计算机,合适的图像再进行图像预处理。

2.3 PLC 控制系统

2.3.1 自动控制系统原理

采用西门子 S7—300PLC 控制器,结合上位工业控制计算机组态的友好画面,来控制跑车的来回运行以及摆式给矿机的切换,具体的控制流程如图 5。

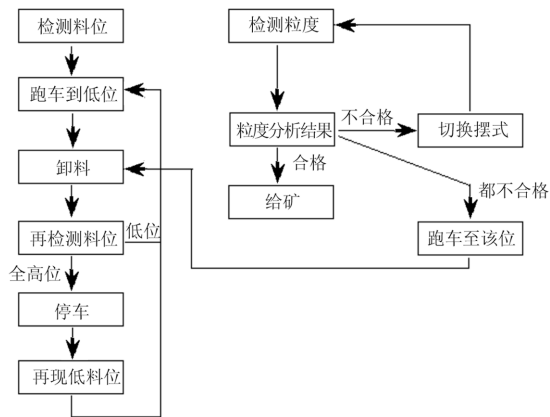


图 5 小车及给矿机控制流程

2.3.2 PLC 控制程序编写

PLC 选用西门子公司 S7—300 PLC,编程软件采用 STEP7 V5.4 编程^[7,8],摆式给矿机控制梯形图

如图6。

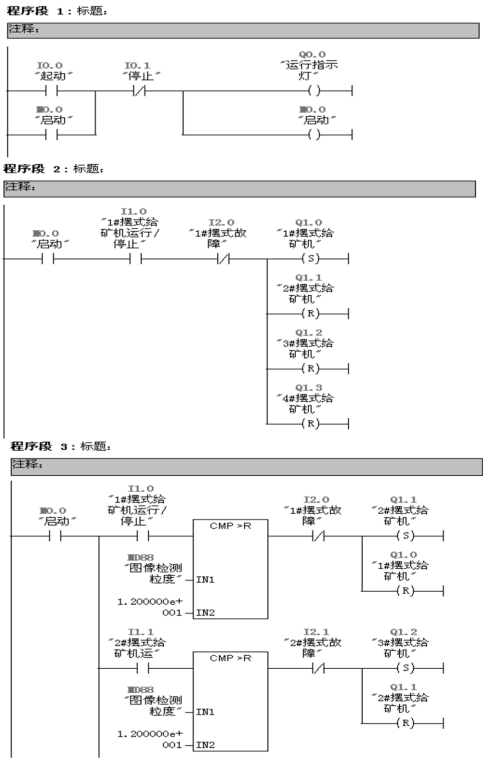


图6 PLC 梯形图

3 实际应用

攀钢某选厂在试验阶段采用了基于图像的磨机给矿粒度检测和卸料跑车卸料,得到了很好的效果,试验中磨矿车间设立了筛分小组,对摆式给矿机自动切换后进行了筛分,共4次筛分,相应的图像检测也共检测了4次。由于选矿厂现场给矿皮带上的矿粒5 mm 以下的矿粒很难通过人工筛分和图像检测得到颗粒个数,所以只考察5~12 mm、12~15 mm、≥15 mm 三个粒级区间矿石颗粒个数,最后作出了结果分析,如表2。

表2 颗粒个数检测结果分析

项目	5~12mm		12~15mm		≥15mm	
	检测	筛分	检测	筛分	检测	筛分
1次/个	62	69	28	32	7	10
2次/个	85	97	37	45	18	21
3次/个	53	68	63	69	6	11
4次/个	105	121	54	58	24	26
总数/个	305	355	182	204	55	68
累积误差/个	50		22		13	
累积误差率/%	0.08		0.04		0.02	

从表中可以看出,各粒级4次检测的累积误差率在0.1%以内。其中12~15 mm、≥15 mm 两个粒级区间的累积误差率更小,表明被检测矿石粒度较大时,检测结果更准确,和实际筛分的结果很接近,因此基于图像的磨机给矿粒度检测更适合应用于≥10 mm 的矿石粒度。

原生产过程中,给矿量为120 t/h,由于入磨粒度大引起的的涨肚次数为每天15次,给矿皮带停矿处理涨肚时间为6 min,平均每个磨矿系列每天少磨300 t 矿石,每次停矿处理涨肚又会影 响各工序之间的参数指标平衡,这样的结果很大程度上降低了磨矿分级效率。现有生产过程中采用粒度检测及控制系统后,能够及时地通过图像分析得到粒度大小,迅速地对给矿机做出调整。根据现场工人的统计,没有出现涨肚现象,各工序之间也处于平衡,从而验证了新采用的系统可靠性、稳定性比较高。

4 结论

基于图像的磨机给矿粒度检测,可以及时得到从储矿仓出来的磨矿给矿粒度分布,对摆式给矿机做出调整,从而避免进入磨机的矿石太粗引起球磨机的涨肚,磨矿效率降低等问题,达到了预期的目的,取得了较好的效果。基于图像的粒度检测方法具有很高的适用性和可信度,并具有实时、稳定等优点,结合 PLC 的编程简单,工作可靠,硬件组合灵活,不增加外部控制电器即可实现任意复杂逻辑控制等特点,实现了卸料跑车和摆式给矿机的自动控制。

参考文献:

[1] 张学礼,贾瑞强. 矿物粒度测定方法的比较及发展前瞻[J]. 矿业工程,2006,4(4):50-53.
[2] 钱建忠. 皮带卸料小车自动布料控制系统的应用[J]. 安徽工业大学学报,2010(增刊1):5-7.
[3] 郝力文,王子文. 车间运输小车的智能控制[J]. 机械,2001(增刊1):150-151.
[4] 张国英,邱波,刘冠洲,等. 基于图像的原矿碎石粒度检测与分析系统[J]. 冶金自动化,2012,36(3):63-67.
[5] 温海滨. 计算机图像处理技术在选矿在线粒度检测中的应用[D]. 昆明:昆明理工大学,2005.
[6] 蔡改贫,李龙茂,姜志宏. 基于图像处理的矿石粒度检测系统设计[J]. 冶金自动化,2013,37(6):63-66.
[7] 李建兴. 可编程控制器应用技术[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
[8] 吴芹兰. PLC 在选矿机控制系统中的应用[J]. 流体传动与控制,2009,33(2):5354.