

超声波（矿浆）浓度计在穆利亚西铜矿成功应用

李云龙, 李 闯, 王新宇

(丹东东方测控技术股份有限公司, 辽宁 丹东 118002)

摘 要: 本文详细地阐述了丹东东方测控技术股份有限公司生产的DF-6420型超声波(矿浆)浓度计的工作原理以及在赞比亚穆利亚西铜矿的成功应用。结果表明:赞比亚穆利亚西铜矿使用本公司生产的超声波(矿浆)浓度计,不但能够提高选矿指标、降低人工作业强度,而且取得了显著的经济效益。

关键词: 超声波; 浓度计; 应用

中图分类号: TD946.2

文献标识码: A

DOI:10.3969/j.issn.1671-1041.2016.08.014
文章编号: 1671-1041(2016)08-0042-03

Ultrasonic (pulp) Density Meter in The Successful Application of Mulyashi Copper Mine

Li Yunlong, Li Chuang, Wang Xinyu

(Dandong Dongfang Measurement & Control Technology Co. Ltd, Liaoning, Dandong, 118002, China)

Abstract: This paper describes DF-6420 Ultrasonic (pulp) Density Meter's operating principles and successful applications in Mulyashi Copper Mine, which is developed by Dandong Dongfang Measurement & Control Technology Co. Ltd. Mulyashi Copper Mine imported our company's production. The results show that it is not only improve the mineral separation index, reduce manual work intensity, but also achieved remarkable economic benefits.

Key words: ultrasonic; density meter; application

0 引言

浓度检测是工业生产环节中必不可少的一个关键工艺参数,所有磨矿分级及选矿过程都是在一定浓度的矿浆中进行的,矿浆浓度显著地影响着磨矿效率和分级效率,影响着选矿产品的质量。在磨矿过程中,磨矿细度和循环负荷量主要是通过改变矿浆浓度来调节的,维持规定的矿浆浓度,以保证较合理的磨矿粒度特性和最高的磨机生产率^[1]。在分级作业中,矿浆浓度基本上决定了分级溢流的细度。矿浆浓度的高低还影响过滤效果,影响过滤生产量和滤饼水分。准确测量连续工艺过程介质浓度可以避免实验室分析中所需的昂贵而危险的取样设备,可节约时间;过程数据可直接得到,用于评估或控制,进而改进产品质量,取得最大的成本节约。

目前市场上不同种类工业浓度计采用的工作原理方法有静压力法、重力法、浮子法、射线法、振动法、光电法、超声波法等,上述原理设计的产品应用于悬浊液浓度

检测优劣不一,特别是在矿山磨选工艺不同工艺点进行浓度检测时,因磨选工艺浓度检测点的工艺矿浆性质、颗粒粒径存在着巨大差异性,导致磨选工艺矿浆浓度检测仪表的长期可靠性、稳定性、耐磨性出现诸多不尽人意之处。针对上诉问题,赞比亚穆利亚西(Mulyashi)铜矿引进了东方测控超声波(矿浆)浓度计。在本项目中,超声波(矿浆)浓度计应用在旋流器给矿、旋流器溢流、脱水浓密机底流、搅拌浸出渣浆泵出口、CCD1 浓缩机底流和 CCD5 浓缩机底流共 6 个工艺点,对上述工艺点的铜矿浓度进行检测。

1 超声波(矿浆)浓度计测量原理

某一频率下超声波在矿浆这类均匀悬浮液中传播时,其振幅随被测矿浆中固体量的多少及粒子大小变化而变化,即超声发生衰减^[2]。只要选择合适频率超声波透过被测矿浆,超声波衰减量与矿浆浓度存在一定的相关关系,检测超声波衰减量并通过标定进行刻度就可知道被测矿浆的浓度。在一定条件下,当矿浆中粒子很小时,粘滞吸收衰减

收稿日期: 2016-06-20

作者简介: 李云龙(1981-),男,辽宁省丹东市人,本科,工程师,项目经理,研究方向:超声波仪器仪表开发及应用。

起主要作用;当颗粒很大时,散射衰减起主要作用。按照声学理论,声波在悬浮液介质中传播时,其振幅是按指数规律衰减的^[3]。可用下式表达:

$$A_l = A_{l_0} \cdot e^{-K_1 l r^3 f^4 q} \quad (1)$$

式中 l —声波在悬浮液中的传播距离; r —悬浮液中固体颗粒的半径; q —悬浮液浓度,以单位体积中的固体重量表示; f —声波频率; K_1 —衰减系数; A_{l_0} —当浓度为零时,传播 l 距离后的声波振幅; A_l —在被测浓度下,传播 l 距离后的声波振幅。

根据公式(1)可得:

$$q = \frac{1}{K_1 l r^3 f^4} \ln \frac{A_{l_0}}{A_l} \quad (2)$$

$$q = K \ln \frac{A_{l_0}}{A_l} \quad (3)$$

由此可见,超声波在固体颗粒悬浮液中传播时同样符合一定的衰减规律。因此,可根据该规律测定悬浮液中固体颗粒的浓度。

2 DF-6420 型超声波(矿浆)浓度计介绍

2.1 DF-6420 型超声波矿浆浓度计技术参数:

在线测量精度:2.0%

浓度测量范围:0 ~ 70% (S.G, 与测量介质有关)

浓度信号输出:4mA ~ 20mA, 最大 750

继电器输出:高、低浓度报警(120mA, 250Vac)

测量装置结构:管段式(标准)、浸入式

防护等级:IP65(变送器), IP68(传感器)

2.2 DF-6420 型超声波矿浆浓度计技术优势

2.2.1 国内首款成功用于在线检测矿浆浓度的超声波浓度计

目前市场上国内外超声波浓度计产品难以稳定应用于工业现场准确测量矿浆浓度。本公司的超声波浓度计解决了工业应用现场的相关难题,克服了一定气泡、粒度、温度、磨损等因素的影响,可以准确测量矿浆的浓度变化。在没有除气装置的情况下,通过大量实验掌握了气泡对浓度测量影响的规律,用本公司的专利方法解决了该难题。采用专用的测量装置设计和型式,以适应不同工艺的矿浆浓度检测要求,便于安装标定,避免淤塞等影响工艺矿浆流通的状况出现。

2.2.2 先进的电路设计和软件算法

采用数字化多频率超声波发射/接收技术实现超声衰减测量,从而解决矿浆组分变化对浓度测量精度的影响;数据处理采用多曲线拟合法,浓度曲线经过现场标定校正,采用了2条一次曲线和2条二次曲线拟合,确保浓度的最

大程度拟合,提高产品的测量精度。同时针对各个现场复杂多变的环境情况,添加了多组功能参数,用于提高产品稳定性。软件算法中综合使用了声速法与声衰减法,一些相对恶劣的环境下,依然能够准确地测量出结果。

2.2.3 非接触测量,工作寿命长、可靠性高

根据客户实际应用需求,管段具有多种特性材质的内衬,以适应各种现场的实际应用。同时,超声波换能器配有多种材质护套,用于提高换能器的耐磨性、耐酸性,从而延长换能器使用寿命。

2.2.4 安装简单、易于标定

DF-6420 超声波(矿浆)浓度计在众多的成功应用现场,积累了大量的标定公式,浓度计出厂时会根据现场情况内置模拟回归曲线,现场只需简单校验即可完成仪表标定。

3 超声波(矿浆)浓度计现场应用

2013 年第 3 代超声波(矿浆)浓度计应用于穆利亚西铜矿,相比于前几代产品,仪表在检测原理、软件算法和机械结构 3 个方面进行了全面的升级和优化。在原理部分,仪表采用多重复合超声检测技术,将气泡对测量结果的影响降至最低,以便实时准确地检测出矿浆浓度;软件部分,新增多个功能参数和多条经验公式,用于提升产品测量精度和辨识度,同时也方便用户快速完成仪表标定;机械结构采用自主研发并获国家专利认证的测量装置,通过固定探头间距,解决了管径变化影响检测效果的问题。

由于各个检测点的工况环境不同,需要对超声波(矿浆)浓度计分别进行标定,部分超声波(矿浆)浓度计标定公式如图 1、图 2、图 3 所示。

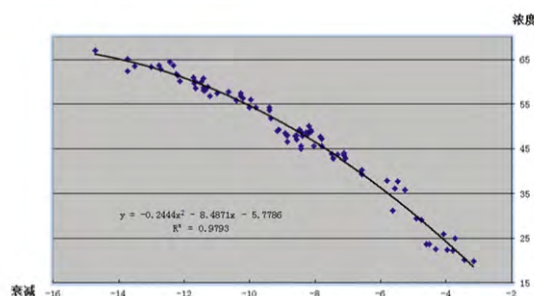


图 1 脱水浓密机底流标定公式
Fig.1 Dehydrated thickener end of calibration formula

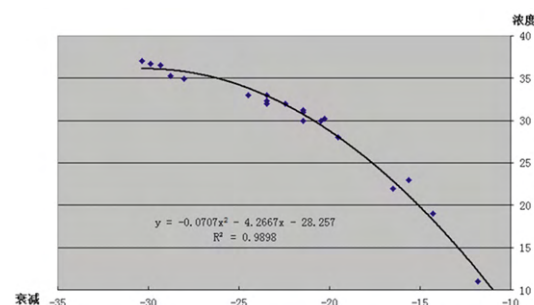


图 2 旋流器溢流标定公式
Fig.2 The cyclone overflow calibration formula

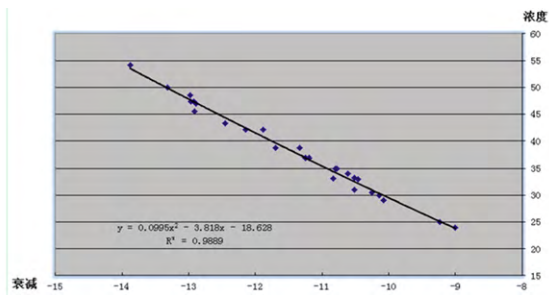


图3 CCD5 浓缩机底流标定公式
Fig.3 CCD5 thickener end of calibration formula

表 1 实验数据
Table 1 Experimental data

脱水浓密机底流				旋流器溢流				CCD5浓缩机底流			
样号	显示值	测量值	误差	样号	显示值	测量值	误差	样号	显示值	测量值	误差
1	45.5	46.2	0.7	1	28.5	30.1	1.6	1	32.6	33.2	0.6
2	43.7	43.2	-0.5	2	30.4	30.7	0.3	2	35.2	35.9	0.7
3	47.9	48.8	0.9	3	31.7	32.6	0.9	3	30.2	31.3	1.1
4	52.5	54.1	1.6	4	23.8	24.5	0.7	4	37.5	36.9	-0.6
5	55.3	55.9	0.6	5	27.6	29.3	1.7	5	42.3	41.7	0.6
6	57.1	56.2	-0.9	6	32.5	31.2	-1.3	6	45.6	45.1	-0.5
7	53.6	54.3	0.7	7	37.6	35.9	-1.7	7	47.3	46.7	-0.6
8	60.3	61.5	1.2	8	35.3	34.9	-0.4	8	31.8	32.5	0.7
9	63.3	62.7	0.6	9	17.6	16.8	-0.8	9	50.2	50.9	0.7
10	50.6	51.5	0.9	10	31.3	32.2	0.9	10	43.6	42.9	-0.7

(上接第37页)

表 1 25 个装车鹤管按传统装车流程所做的主要设备配置清单及预算
Table 1 25 loading crane according to the traditional loading process the main equipment list and budget

传统装车工艺配置	数量	单位	单价	合计
装车仪 (国产)	25	台	20,000.00	500,000.00
质量流量计 (进口)	25	台	70,000.00	1,750,000.00
装车阀 (国产)	25	台	16,000.00	400,000.00
装车鹤管	25	台	20,000.00	500,000.00
静电保护器	25	台	6,000.00	150,000.00
每套安装材料及施工费用	25	套	30,000.00	750,000.00
			总预算	4,050,000.00

表 2 25 个装车鹤管按本文设计装车流程所做的主要设备配置清单及预算

Table 2 25 loading crane designed according to this loading process of main equipment list and budget

新设计装车工艺配置	数量	单位	单价	合计
装车仪 (国产)	5	台	20,000.00	100,000.00
质量流量计 (进口)	10	台	70,000.00	700,000.00
装车阀 (国产)	10	台	16,000.00	160,000.00
工艺切断阀 (国产)	50	台	6,000.00	300,000.00
装车鹤管	25	台	20,000.00	500,000.00
静电保护器	25	台	6,000.00	150,000.00
每套安装材料及施工费用	5	套	28,000.00	140,000.00
			总预算	2,050,000.00

DF-6420 型超声波 (矿浆) 浓度计自投入运行, 没有发生任何故障, 稳定可靠。从 2013 年 9 月 21 日 ~ 2013 年 9 月 25 日, 随机取出 30 个样, 见表 1, 仪器测量的标准偏差 < 1.7%, 完全满足工艺要求。

4 结语

丹东东方测控 DF-6420 型超声波 (矿浆) 浓度计在赞比亚穆利亚西铜矿的成功应用, 提高了各种生产工艺指标, 从而极大地提高了选矿厂企业的经济效益。同时, 再次证明了该仪表在产品技术及适用性方面均已达到世界先进水平, 完全具备大规模出口海外的条件。

参考文献:

- [1] 苏明旭, 蔡小舒. 超声衰减法测量悬浊液中颗粒粒度和浓度 [J]. 声学学报, 2002, 27 (3).
- [2] 刘敏. 超声回波衰减增益补偿测沙技术研究 [J]. 泥沙研究, 2001 (2): 44-47.
- [3] 应崇福. 超声学 [M]. 北京: 科学出版社, 1990: 266-267.

4 结束语

总之, 一个系统的性价比如何, 除了要充分利用当前的最新技术, 还要根据用户需要, 实地考察, 多和用户进行技术及经验交流, 才能设计出一套既能满足用户迫切需求, 又能向前发展的工艺。

参考文献:

- [1] 林玉池. 测量控制与仪器仪表前沿技术及发展趋势 [M]. 天津: 天津大学出版社, 2008, 12.
- [2] 丁天怀, 李庆祥, 等. 测量控制与仪器仪表现代系统集成技术 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005, 7.
- [3] 陆德民, 张振基, 黄步余, 等. 石油化工自动控制设计手册: 第三版 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.