

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04N 5/225 (2006.01)

H04N 7/18 (2006.01)

H04N 7/26 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810143578.7

[43] 公开日 2009年4月8日

[11] 公开号 CN 101404722A

[22] 申请日 2008.11.13

[21] 申请号 200810143578.7

[71] 申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市麓山南路1号

[72] 发明人 桂卫华 阳春华 周开军 许灿辉
唐朝晖 程翠兰 刘金平 申晓军
欧文军 杜建江

[74] 专利代理机构 中南大学专利中心
代理人 胡燕瑜

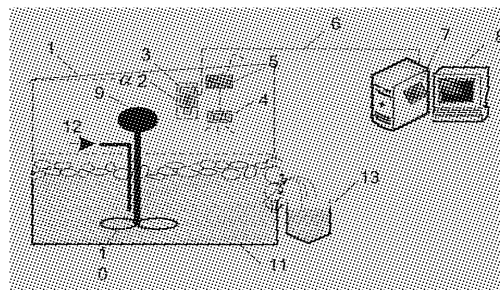
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

[54] 发明名称

一种浮选泡沫图像视觉监控装置

[57] 摘要

一种浮选泡沫图像视觉监控装置，用于选矿过程监测及优化控制领域。本发明的监控装置由高分辨率工业摄像机、高频光源及计算机等硬件设备构成，通过调试安装各个硬件设备，特别是双防护罩的安装使装置达到IP65防护等级，在装置性能方面，达到获取高质量泡沫图像及实时处理要求。图像采集方法为工业摄像机获取浮选槽泡沫层图像，将视频信号数字化并生成数字视频信号，通过光纤接口和光纤传输至图像转换卡。图像转换卡将摄像机的协议数据转化为适于计算机处理的数字信号，并通过硬件驱动程序接口读取至计算机内存，图像处理应用程序读取泡沫图像并进行分析处理。



1. 一种浮选泡沫图像视觉监控装置，包括：防护罩（1）、防护罩（2）、工业摄像机（3）、高频光源（4）、电源（5）、光纤（6）、图像采集卡（7）和计算机（8），摄像机（3）套在防护罩（2）内，由铆钉固定，在防护罩（2）、高频光源（4）及电源（5）外再套防护罩（1），防护罩（1）上层盖板水平倾斜角为 10° ，高频光源（3）和摄像机（4）相互靠近。

2. 根据权利要求1所述的浮选泡沫图像视觉监控装置，其特征在于：防护罩（2）由铝合金材料构成滑盖式密封箱体，且前面为防护玻璃，侧面开孔。

3. 根据权利要求1或2所述的浮选泡沫图像视觉监控装置，其特征在于：高频光源（4）功率为 200W，发光频率为 2.65MHz，照度为 1500lux，色温为 4500K。

4. 利用权利要求1所述的图像视觉监控装置，其特征在于：工业摄像机（3）获取泡沫图像，将视频信号数字化，通过光纤接口经光纤（6）传输至图像转换卡（7），将相机的协议数据转化为适于计算机（8）处理的数字信号，计算机（8）生成数字图像，并通过底层驱动程序的软件接口读取至装置内存，图像处理应用程序读取泡沫图像、提取泡沫图像特征参数。

一种浮选泡沫图像视觉监控装置

[技术领域] 本发明涉及一种浮选泡沫图像视觉监控装置，具体是一种高精度及高防护等级的浮选泡沫图像视觉监控装置，用于选矿过程监测及优化控制领域。

[背景技术] 浮选是矿物加工中应用最广泛的一种选矿方法，其过程矿化起泡是必须的，它涉及到极其复杂的物理化学反应过程。浮选泡沫是由气固液三相组成的三维复杂体，包含着如气泡大小、颜色、速度等与浮选状态及指标的视觉信息。多年来选厂主要靠生产工人观察泡沫来调节操作，但泡沫状态呈现随机性，而不同操作人员对泡沫状态的判断没有统一定量的标准，导致操作的主观性和随意性较大，使浮选过程难以处于最优运行状态，常出现生产过程不稳定，浪费矿物资源等问题。随着自动控制、计算机等技术的发展，研究开发浮选泡沫视觉装置，利用图像信息定量地反映浮选过程状态，并给出参考操作信息已成为可能。目前，国内外研究开发泡沫图像分析工作不多，且主要局限于实验室研究，特别是国内工业应用案例还未见报道，其中一个重要原因是难以获取到能够反映浮选工况的泡沫图像。这是由于浮选现场环境恶劣，灰尘多、设备震动剧烈及光照不均，使得泡沫图像获取设备不能正常工作，给浮选泡沫图像获取带来困难。另一个原因是浮选矿物的颗粒极轻，浮选槽的表面累积了大量泡沫，尺寸很小，局部形变导致各点速率不同，气泡与气泡粘合在一起形成矿物的堆积层，且易破裂，使得浮选表面的气泡呈现絮状，现有工业摄像机、镜头及光源等硬件配置及图像采集方法难以达到精度要求。

[发明内容] 本发明针对目前现有技术中存在的不足和缺陷，提供一种浮选泡沫视觉监控装置，解决浮选泡沫图像难以获取的问题，为浮选现场提供可视化的生产状态，也为矿物浮选过程操作决策提供定量的数据支持。本发明采用硬件设备两个防护罩、彩色工业摄像机、光源、电源、光纤、图像采集卡和计算机，是一种多层嵌套结构，摄像机套在防护罩内，之间由铆钉固定，摄像机防护罩、电源及光源再外接一个套防护罩，光源位于摄像机右部，且相互靠近，摄像机与光源位于浮选槽的前部，防护罩上层盖板水平倾斜角为 10° ，通过图像采集方法，获取浮选槽高质量的泡沫图像，比现有泡沫图像

获取方法精度高。

用于选矿过程浮选槽的泡沫图像获取及监控，该装置 24 小时对浮选槽泡沫进行不间断监控，首先通过一系列硬件设备，如：一个用于光学成像的镜头，一个用于接收光学成像装置的彩色 CCD 摄像机，一个用于提高泡沫区域高亮度的光源，一个用于将光信号转换成计算机处理的数字信号的图像采集卡，一个用于接收摄像机输出图像并对图像进行分析的计算机，在浮选槽指定地点，安装并调试各个硬件设备，构建泡沫图像获取平台。

进一步根据本发明，图像采集方法为彩色 CCD 摄像机获取泡沫层图像，将视频信号数字化并生成数字视频信号，通过光纤接口和光纤传输至图像转换卡。图像转换卡将相机的协议数据转化为适于计算机处理的数字信号，并通过硬件驱动程序的接口读取至计算机内存，图像处理应用程序读取泡沫图像并进行分析，气泡图像测量精度为 0.125mm/pixel，测量气泡尺寸最小为 0.5mm。

[附图说明]

图 1 浮选泡沫视觉监控装置结构示意图；

图 2 泡沫图像采集方法示意图。

下面结合附图对本发明作进一步的详细说明。

[具体实施方式] 泡沫图像视觉监控硬件结构如图 1 所示，浮选槽 11 中的矿浆在搅拌轴 9 及转子 10 的搅拌作用下，鼓入空气 12 产生泡沫，通过收集泡沫至泡沫槽 13，达到提高矿物品位目的。本方案的硬件设备防护罩 1、防护罩 2、彩色工业摄像机 3、光源 4、电源 5、光纤 6、图像采集卡 7 和计算机 8，是一种多层嵌套结构，摄像机 3 套在防护罩 2 内，之间由铆钉固定，在防护罩 2、电源 4 及光源 5 外再套防护罩 1，光源 5 位于摄像机 3 右部，且相互靠近，摄像机 3 与光源 4 位于浮选槽 11 的前部，即位于搅拌轴 9 的右侧。

防护罩 1 规格为 200×80×110cm，由支架和防水防锈材料构成，防水防锈材料通过周边钩子固定，且可拆卸，上层盖板水平倾斜角为 10°，周边斜向下伸展 5cm 的边沿，工业摄像机 3 和高频光源 4 靠近内侧安装，工业摄像机 3 配备有防水防尘的防护罩 2，防护罩 2 规格为 12×12×30cm，由铝合金材料构成滑盖式密封箱体，且前面为防护玻璃，侧面开孔，直径为 1cm，摄像机 3 的通信与电源电缆通过该孔向上盘旋接入摄像机 3，防护罩 1 构造有效

防止外物及灰尘，及来自各方向由喷嘴射出的水侵入设备而造成损坏，达到IP65防护等级，同时阻止外界光线对浮选槽泡沫图像产生干扰，倾斜式箱体确保防护罩不积水生锈，保证其它装置在0-60摄氏度环境下工作，满足工业现场应用需要。防护罩2构造对摄像机镜头起到有效保护，也对摄像机起到防水、散热作用。

摄像机垂直于泡沫槽表面安装，距离浮选槽泡沫表面的高度为80-120cm，拍摄泡沫区域为 $10 \times 7.5\text{cm}$ ，摄像机通过变压器供电，工作电压为6VDC，分辨率为 800×600 ，帧率控制在7.5f/s，白平衡UB为568、VR为314，快门控制在381uS，很好地解决了现场设备震动导致图像模糊的问题。

摄像机镜头为定焦标准镜头，焦距为55mm，为使图像清晰，粗调焦点为0.5档，细调焦点为1/2档，有效地解决了因气泡过小导致常规设备难以获取泡沫图像问题。

光源为高频光源，工作电压为220V@50Hz，功率为200W，发光频率为2.65MHz，照度为1500lux，色温为4500K。摄像机与光源的距离为10cm，这样确保了每个气泡仅有一个反射点即亮点，在计算气泡尺寸时，装置利用它作为对气泡图像分割的起点。

装置测量泡沫精度为8pixel/mm，根据摄像机拍摄高度范围，统计气泡数量范围为100-15000，检测气泡尺寸范围为0.5-100mm，检测泡沫速度范围为[-400cm/s, +400cm/s]。例如：选择视场为 $10 \times 7.5\text{cm}$ ，则测量精度为8pixels/mm，最少统计100个气泡，最多统计15000个气泡。

装置硬件接口及说明。在装置硬件接口方面，光源所需的电源为220V@50Hz电源，因此只需普通电源接口供电。摄像机的电源为12V直流电，需将工频电源转换成直流电源，再通过摄像机接口供电。

镜头尺寸类型与摄像机CCD芯片型号有1/4”、1/3”、1/2”等类型，在两者配套方面，镜头的型号必须大于或等于CCD芯片的型号，否则镜头所产生的光学瑕疵会呈现在CCD感光芯片输出的图像数据中。为使摄像机与镜头无缝连接，本发明使用标准的C型口。

通信接口由摄像机的光纤接口提供，该接口是标准的图像传输接口，也是当前机器视觉领域使用得比较成熟的一种通信方式，采用光纤传输至图像转换卡，避免了工业现场干扰信号影响，图像卡将光信号转换成数字信号，

确保了摄像机与计算机之间的信道畅通。

工业摄像机或图像转换卡的软件接口为图像处理应用程序提供函数调用接口，图像处理程序通过该函数接口读取泡沫图像并进行处理。

装置测量精度为 8pixel/mm，选择摄像机的视场为 10×7.5cm，由此确定选择分辨率为 800×600 左右的数字摄像机，确保装置能分辨出微小气泡。此外，选用彩色摄像机，确保准确地提取泡沫颜色。

根据摄像机的拍摄距离、CCD 尺寸及视场，确定镜头宽度或高度焦距 f ，一般情况下，两个计算值基本一致，选取其中任一个焦距作为镜头的焦距，计算方法如下：

$$\text{宽度焦距} = \frac{\text{拍摄距离} \times \text{CCD宽度}}{\text{目标宽度} + \text{CCD宽度}}$$

$$\text{高度焦距} = \frac{\text{拍摄距离} \times \text{CCD高度}}{\text{目标高度} + \text{CCD高度}}$$

本发明选用C口型定焦镜头，与摄像机接口吻合。镜头尺寸型号为2/3英寸，焦距为55mm，焦点0.3m-无穷远，后焦距为13.1mm，光圈为F2.8-F16，手动控制。能够捕捉兆级像素照相机的全部分辨率，在整个屏幕范围内都具有高对比度及清晰度的图像，具有焦点和光圈锁定调节螺钉，图像变形率很低。

为保护摄像机，本发明采用室内外大防护罩，铝合金材料，双层防水、防晒，阻止灰尘、溅水进入。支架为室内L型铝合金摄像机支架，负载5公斤。

图像转换卡的结构和容量是衡量装置实时性的重要参量。目前选用图像卡都选择高速存储器作为帧存储体，此外，图像转换卡还必须具有与计算机的接口，以便图像采集通道以将信号传输到计算机进行处理，PCI 总线适宜于图像数据的传输。图像转换卡的数据率必须满足的要求按以下方法计算：

$$\text{Data Rate(转换卡)} \geq 1.2 \times \text{Data Rate(摄像机)}$$

式中：Data Rate(转换卡)为转换卡的数据率；Data Rate(摄像机)为摄像机的数据率。

如摄像机分辨率为 800×600，一帧数据量为 0.75MB，传送传输率为每秒 15 帧，则图像转换卡的数据传输率要求为 12Mbps。

本发明采用带有 1394 接口的高性能彩色视频图像转换卡，支持面阵方式

扫描的摄像机，与摄像机接口兼容。基于 32bit/33MHz 的 PCI 总线设计，能捕获从摄像机传输过来的图像数据，并实时传输给装置或 VGA 显存，最高数据传输率为 480MB/S。

本发明选用无极荧光灯，其参数为：功率 200W，工作电压为交流 220V，工作频率为 50Hz，通过高频电子整流后发光频率为 2.65MHz，色温 4500K，平均使用寿命 10 万小时。该光源照度为 1500lux，选用的高频光源，有效地解决了常规光源色温不稳及频闪等问题。

装置硬件调试及泡沫图像获取方法。将镜头装入摄像机，并接通电源与信号线，检验摄像机是否正常工作。用摄像机拍摄距离为 50cm 的刻度尺，将镜头光圈调节至 F2.8，并拧紧光圈锁扭，然后反复调节镜头焦点，直至计算机内显示出清晰的刻度图像，拧紧焦点锁扭。用摄像机的图像采集软件设置分辨率、快门等参数，使图像达到最佳效果，并记录对应刻度尺图像中的刻度范围。

将工业摄像机装入防护罩内，并用支架垂直固定在摄像机支架上，支架高度可调，用标尺测量摄像机所需的安装高度，调节摄像机与槽中液面合适的高度。摄像机支架是安装、固定摄像机的支撑设备，支架安装好后调整摄像机俯仰的角度，达到最好的视觉角度后固定支架。

为确保气泡图像效果清晰，光源靠近工业相机安装，且高度和角度可调，然后用泡沫图像采集软件对图像进行显示保存。

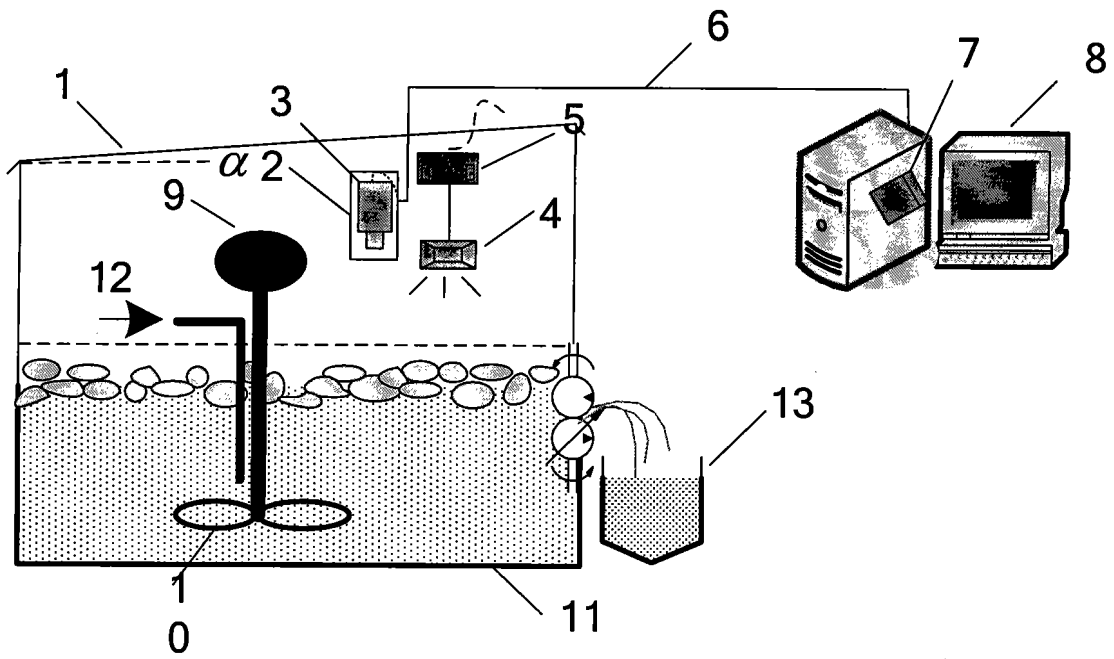


图 1



图 2