



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103571994 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 12

(21) 申请号 201210270634. X

(22) 申请日 2012. 08. 01

(71) 申请人 宝山钢铁股份有限公司

地址 201900 上海市宝山区富锦路 885 号

(72) 发明人 唐安祥 申屠理锋

(74) 专利代理机构 上海科琪专利代理有限责任

公司 31117

代理人 郑明辉 夏永兴

(51) Int. Cl.

G21C 5/46 (2006. 01)

G01N 21/00 (2006. 01)

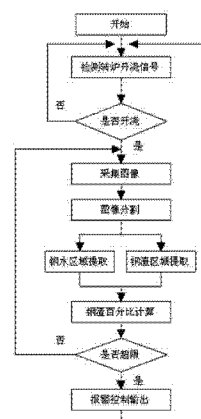
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

转炉红外钢渣探测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种转炉红外钢渣探测方法, 第一步, 当检测到转炉生产过程中的出钢开始信号后, 转炉红外钢渣探测装置投入工作; 第二步, 该装置投入工作后, 红外摄像头实时测量转炉图像, 工业计算机对图像进行处理, 其处理步骤是: 首先进行图象分割, 采集到的图像中包含有: 钢渣、钢水和背景, 对图像像素采用直方图技术进行处理, 找到合适阈值, 用此阈值来划分钢渣和钢水; 接着对钢渣百分比含量进行计算, 钢渣百分比含量是在钢流面积中钢渣面积占钢流面积的百分比, 对应于数字图像, 钢渣面积就是钢渣像素数总和, 钢流面积就是钢流像素数总和; 第三步, 根据钢渣百分比含量值判断是否超过设定的钢渣报警限值, 超限值则输出报警信号并停止浇注。



1. 一种转炉红外钢渣探测方法,其特征是:

第一步,通过监测转炉生产过程中的出钢开始信号,若没有检测到该信号,表示转炉还没有开始浇注,转炉红外钢渣探测装置保持等待状态;当检测到该信号后,表示转炉开始出钢,转炉红外钢渣探测装置投入工作;

所述转炉红外钢渣探测装置包括红外 CCD 摄像头(1)、光端发射机(2)、光缆(3)、光端接收机(4)、中央控制柜(5);红外 CCD 摄像头(1)是用于检测转炉红外辐射的热象仪,红外 CCD 摄像头(1)输出电信号通过光端发射机(2)将电信号转换成光信号,再通过光缆(3)传输到光端接收机(4),再转换成电信号后输入给中央控制柜(5);所述中央控制柜(5)包括工业计算机(5-1)、图像采集卡(5-2)、数据采集卡(5-3)和控制卡(5-4),图像采集卡(5-2)采集红外图像,数据采集卡(5-3)采集温度,工业计算机(5-1)对图像采集卡(5-2)和数据采集卡(5-3)输入的数据进行处理后对钢渣进行识别判断,通过控制卡(5-4)输出控制外部执行部件;

第二步,转炉红外钢渣探测装置投入工作后,红外 CCD 摄像头(1)实时测量转炉图像,工业计算机(5-1)对图像进行处理,其处理步骤是:

图像分割处理

采集到的图像中包含三种物体:钢渣、钢水和背景,对图像的像素采用直方图技术进行处理,找到合适的阈值,用此阈值来划分钢渣和钢水,与背景对比明显的图像的直方图两个尖峰对应于物体内部和外部较多数目的点,两峰间的谷对应于物体边缘附近相对较少数目的点,可以利用灰度阈值 T_l 对物体的面积进行计算:

$$A = \int_{T_l}^{\infty} H(D) dD$$

其中: T 是阈值,即谷低; D 是灰度级;

上式中的 D 沿着 T 到 ∞ 积分可以得到两个阈值,背景与钢流的阈值 T_l ;钢渣与钢水的阈值 T_2 ;

定义集合:

为钢渣像素子集;

$L(l_1, l_2, \dots, l_n)$ 为钢水像素子集;

$M(m_1, m_2, \dots, m_q)$ 为采集到的钢流像素集;

$B(b_1, b_2, \dots, b_i)$ 为背景像素集;

$I(i_1, i_2, \dots, i_n)$ 为一帧图像的像素集;

首先在采集得到的图像的像素集合集中,划分出背景与钢流两个子集:

$$\forall i < T_1 \subset B(b_1, b_2, \dots, b_i)$$

$$\forall i > T_1 \subset M(m_1, m_2, \dots, m_q)$$

其次从钢流集合中,划分出钢渣与钢水两个子集:

$$\forall q > T_2 \subset S(s_1, s_2, \dots, s_m)$$

$$T_1 < \forall q < T_2 \subset L(l_1, l_2, \dots, l_n);$$

2.2 钢渣百分比含量计算

钢渣百分比含量就是在钢流面积中钢渣面积占钢流面积的百分比,对应于数字图像,钢渣面积就是钢渣像素数总和,钢流面积就是钢流像素数总和;

在钢流集合 $M(m_1, m_2, \dots, m_q)$ 中像素总数是 q ; 在钢渣集合 $S(s_1, s_2, \dots, s_m)$ 中像素总数是 m , 在钢水集合 $L(l_1, l_2, \dots, l_n)$ 中像素总数是 n , 由钢流集合定义: $M(m_1, m_2, \dots, m_q)$ 得到:

$$q = n + m;$$

定义钢渣百分比含量为 ξ :

$$\xi = \frac{m}{n + m} \times 100\%$$

分割出钢渣子集、钢水子集后,分别统计出钢渣子集中像素总数 m 和钢水子集中像素总数 n ,代入上式计算就得到钢渣百分比含量;

第三步,根据钢渣百分比含量值判断是否超过设定的钢渣报警限值,当钢渣含量超过报警限值后,工业计算机(5-1)输出报警信号并通过控制卡(5-4)输出控制执行部件停止浇注,进入第一步继续等待转炉开浇信号;当钢渣含量没有超过报警限值时,继续按照第二步工作。

转炉红外钢渣探测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种转炉钢渣探测方法。

背景技术

[0002] 在炼钢生产中,从钢包中流出过量的熔渣对钢的质量有不良的影响。过多的熔渣会降低钢的纯度,加速耐材的侵蚀,减少设备的使用寿命。为了提高钢水的质量,在转炉倒钢水的过程中,操作人员需要一直观察着钢水的变化情况,当倒出的钢水亮度增加时,证明已出现钢渣。采用不同的炼钢工艺,周围的环境状况不一样,除了熔化的钢水之外,还会产生大量的悬浮灰尘和烟气。在这种情况下,操作人员的肉眼就很难准确根据钢水亮度的变化,判断钢渣的出现,即使是在清洁的环境下,也只有少数有经验的操作人员才能准确地将钢水和钢渣的亮度区分开来。因此,这个过程在很大程度上决定于操作人员的技能和经验。

[0003] 经过检索分析,目前国内外针对转炉钢水下渣检测的相关报道主要是叙述相关设备在现场的使用经验和效果,关于转炉钢渣探测的方法和装置没有相关报道。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种转炉红外钢渣探测方法,该方法能实现对转炉出钢过程中的钢渣情况进行测量。

[0005] 为实现上述发明目的,本发明采用了如下技术方案:

一种转炉红外钢渣探测方法,

第一步,通过监测转炉生产过程中的出钢开始信号,若没有检测到该信号,表示转炉还没有开始浇注,转炉红外钢渣探测装置保持等待状态;当检测到该信号后,表示转炉开始出钢,转炉红外钢渣探测装置投入工作;

所述转炉红外钢渣探测装置包括红外 CCD 摄像头、光端发射机、光缆、光端接收机、中央控制柜;红外 CCD 摄像头是用于检测转炉红外辐射的热象仪,红外 CCD 摄像头输出电信号通过光端发射机将电信号转换成光信号,再通过光缆传输到光端接收机,再转换成电信号后输入给中央控制柜;所述中央控制柜包括工业计算机、图像采集卡、数据采集卡和控制卡,图像采集卡采集红外图像,数据采集卡采集温度,工业计算机对图像采集卡和数据采集卡输入的数据进行处理后对钢渣进行识别判断,通过控制卡输出控制外部执行部件;

第二步,转炉红外钢渣探测装置投入工作后,红外 CCD 摄像头实时测量转炉图像,工业计算机对图像进行处理,其处理步骤是:

2.1 图象分割处理

采集到的图像中包含三种物体:钢渣、钢水和背景,对图像的像素采用直方图技术进行处理,找到合适的阈值,用此阈值来划分钢渣和钢水,与背景对比明显的图像的直方图两个尖峰对应于物体内部和外部较多数目的点,两峰间的谷对应于物体边缘附近相对少数目的点,可以利用灰度阈值 T_l 对物体的面积进行计算:

$$A = \int_T^\infty H(D) dD$$

其中： T 是阈值，即谷低； D 是灰度级；

上式中的 D 沿着 T 到 ∞ 积分可以得到两个阈值，背景与钢流的阈值 T_1 ；钢渣与钢水的阈值 T_2 ；

定义集合：

$S(s_1, s_2, \dots, s_m)$ 为钢渣像素子集；

$L(l_1, l_2, \dots, l_n)$ 为钢水像素子集；

$M(m_1, m_2, \dots, m_q)$ 为采集到的钢流像素集；

$B(b_1, b_2, \dots, b_i)$ 为背景像素集；

$I(i_1, i_2, \dots, i_s)$ 为一帧图像的像素集；

首先在采集得到的图像的像素集合集中，划分出背景与钢流两个子集：

$$\forall i < T_1 \subset B(b_1, b_2, \dots, b_i)$$

$$\forall i > T_1 \subset M(m_1, m_2, \dots, m_q)$$

其次从钢流集合中，划分出钢渣与钢水两个子集：

$$\forall q > T_2 \subset S(s_1, s_2, \dots, s_m)$$

$$T_1 < \forall q < T_2 \subset L(l_1, l_2, \dots, l_n)$$

2.2 钢渣百分比含量计算

钢渣百分比含量就是在钢流面积中钢渣面积占钢流面积的百分比，对应于数字图像，钢渣面积就是钢渣像素数总和，钢流面积就是钢流像素数总和；

在钢流集合 $M(m_1, m_2, \dots, m_q)$ 中像素总数是 q ；在钢渣集合 $S(s_1, s_2, \dots, s_m)$ 中像素总数是 m ，在钢水集合 $L(l_1, l_2, \dots, l_n)$ 中像素总数是 n ，由钢流集合定义： $M(m_1, m_2, \dots, m_q)$ 得到：

$$q = n + m；$$

定义钢渣百分比含量为 ξ ：

$$\xi = \frac{m}{n + m} \times 100\%$$

分割出钢渣子集、钢水子集后，分别统计出钢渣子集中像素总数 m 和钢水子集中像素总数 n ，代入上式计算就得到钢渣百分比含量；

第三步，根据钢渣百分比含量值判断是否超过设定的钢渣报警限值，当钢渣含量超过报警限值后，工业计算机输出报警信号并通过控制卡输出控制执行部件停止浇注，进入第一步继续等待转炉开浇信号；当钢渣含量没有超过报警限值时，继续按照第二步工作。

[0006] 本发明通过实时采集转炉红外图像，通过图像分割的方法将钢水和钢渣从图像背景中分离出来，再用统计识别的方法实现钢渣百分比含量的计算，最终实现对钢渣的检测。本发明的方法经过现场使用验证，其检测精度高，钢渣识别准确率达到 99%，运行可靠。

附图说明

[0007] 图 1 为本发明的转炉红外钢渣探测装置结构示意图；

图 2 为本发明的转炉红外钢渣探测方法流程图；

图 3 为转炉红外图像原始图；

图 4 为转炉红外图像分离出钢水的二值图；

图 5 为转炉红外图像分离出钢渣的二值图；

图中：1 红外 CCD 摄像头，2 光端发射机，3 光缆，4 光端接收机，5 中央控制柜；5-1 工业计算机，5-2 图像采集卡，5-3 数据采集卡，5-4 控制卡。

具体实施方式

[0008] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明。

[0009] 参见图 1，一种转炉红外钢渣探测装置，包括红外 CCD 摄像头 1、光端发射机 2、光缆 3、光端接收机 4、中央控制柜 5；所述红外 CCD 摄像头 1 是用于检测转炉红外辐射的热象仪，其主要作用是将转炉发出的红外辐射经过探测单元转换为电信号。

[0010] 所述红外 CCD 摄像头 1 输出电信号通过光端发射机 2 将电信号转换成光信号，再通过光缆 3 传输到光端接收机 4，再转换成电信号后输入给中央控制柜 5。光端发射机 2、光缆 3 和光端接收机 4 是一种光电信号转换和传输装置。由于转炉生产现场的干扰源很多，所以将转炉图像信号转换成光信号来传输能有效的消除现场的干扰，提高信号的稳定性。

[0011] 所述中央控制柜 5 包括工业计算机 5-1、图像采集卡 5-2、数据采集卡 5-3 和控制卡 5-4，图像采集卡 5-2 采集红外图像，数据采集卡 5-3 采集温度，工业计算机 5-1 对图像采集卡 5-2 和数据采集卡 5-3 输入的数据进行处理后对钢渣进行识别判断，输出报警信号，并通过控制卡 5-4 输出控制外部执行部件。

[0012] 一种转炉红外钢渣探测方法，是在转炉红外钢渣探测装置基础上进行的，其步骤是：参见图 2，

第一步，通过监测转炉生产过程中的出钢开始信号，若没有检测到该信号，表示转炉还没有开始浇注，转炉红外钢渣探测装置保持等待状态；当检测到该信号后，表示转炉开始出钢，转炉红外钢渣探测装置投入工作；

第二步，转炉红外钢渣探测装置投入工作后，红外 CCD 摄像头 1 实时测量转炉图像，工业计算机 5-1 对图像进行处理，采用统计模式识别的方法进行，其处理步骤是：

2.1 图象分割处理

在该步骤中检测出各个物体，并把它们的图象和其余景物分离。采集到的图像中包含三种物体：钢渣、钢水和背景，钢渣与钢水由于辐射率不同，有较强的对比度，但是钢渣与钢水图象的边缘并不陡峭，因此，灰度阈值的选取对抽取物体的边界定位整体尺寸有很大的影响。对图像的像素采用直方图技术进行处理，可以找到合适的阈值，用此阈值来划分钢渣和钢水。与背景对比明显的图像的直方图两个尖峰对应于物体内部和外部较多数目的点，两峰间的谷对应于物体边缘附近相对较少数目的点，可以利用灰度阈值 T 对物体的面积进行计算：

$$A = \int_T^{\infty} H(D) dD$$

其中： T 是阈值，即谷低；

D 是灰度级；

从上面的计算结果中可以找到对应于直方图谷底处的阈值，这个阈值从 T 增加到 $T + \Delta T$ 时，计算得到的面积只有略微的减少。找到合适的阈值 T 后，就可以用阈值 T 来划分钢渣和钢水。上式中的 D 沿着 T 到 ∞ 积分可以得到两个阈值，背景与钢流的阈值 T_1 ；钢渣与钢水的阈值 T_2 。

[0013] 定义集合：

$S(s_1, s_2, \dots, s_m)$ 为钢渣像素子集；

$L(l_1, l_2, \dots, l_n)$ 为钢水像素子集；

$M(m_1, m_2, \dots, m_q)$ 为采集到的钢流像素集；

$B(b_1, b_2, \dots, b_l)$ 为背景像素集；

$I(i_1, i_2, \dots, i_x)$ 为一帧图像的像素集；

首先在采集得到的图像的像素集合 I 中，划分出背景像素集合 B 与钢流像素集合 M 两个子集：

$$\forall i < T_1 \subset B(b_1, b_2, \dots, b_l)$$

$$\forall i > T_1 \subset M(m_1, m_2, \dots, m_q)$$

其次从钢流集合中，划分出钢渣与钢水两个子集：

$$\forall q > T_2 \subset S(s_1, s_2, \dots, s_m)$$

$$T_1 < \forall q < T_2 \subset L(l_1, l_2, \dots, l_n)$$

2.2 钢渣百分比含量计算

钢渣百分比含量就是在钢流面积中钢渣面积占钢流面积的百分比，对应于数字图像，钢渣面积就是钢渣像素数总和，钢流面积就是钢流像素数总和；

在钢流集合 $M(m_1, m_2, \dots, m_q)$ 中像素总数是 q ；在钢渣集合 $S(s_1, s_2, \dots, s_m)$ 中像素总数是 m ，在钢水集合 $L(l_1, l_2, \dots, l_n)$ 中像素总数是 n ，由钢流集合定义： $M(m_1, m_2, \dots, m_q)$ 中像素总数是 q 得到：

$$q = n + m ;$$

定义钢渣百分比含量为 ξ ：

$$\xi = \frac{m}{n + m} \times 100\%$$

分割出钢渣子集、钢水子集后，分别统计出钢渣子集中像素总数 m 和钢水子集中像素总数 n ，代入上式计算就得到钢渣百分比含量。

[0014] 第三步，根据钢渣百分比含量值判断是否超过设定的钢渣报警限值，当钢渣含量

超过报警限值后,工业计算机 5-1 输出报警信号并通过控制卡 5-4 输出控制执行部件停止浇注,进入第一步继续等待转炉开浇信号;当钢渣含量没有超过报警限值时,继续按照第二步工作。

[0015] 当转炉红外钢渣探测装置投入运行后,钢渣百分比含量的限值(即钢渣报警限值)是一个变量,它由工艺工程师根据工艺过程需要来确定的。

实施例

[0016] 一种转炉红外钢渣探测方法,转炉红外钢渣探测装置构成见图 1。

[0017] 第一步,转炉红外钢渣探测装置运行开始后,中央控制柜通过数据采集卡,不断的检测转炉生产过程中的出钢开始信号,若没有检测到该信号,表示转炉还没有开始浇注,中央控制柜发出指令,使转炉红外钢渣探测装置保持等待状态,继续检测出钢开始信号;当检测到该信号后,表示转炉开始出钢,中央控制柜发出指令,使转炉红外钢渣探测装置启动,进入第二步工作。

[0018] 第二步,转炉红外钢渣探测装置投入工作后,首先通过图像采集卡,采集从转炉流出的钢水流红外图像,得到转炉红外的原始图像如图 3 所示,在得到图像数据后,通过图像分割的方法,从原始图像中分离背景图像,提取出包含钢水的二值图像,如图 4 所示,白色的为钢水区域,这样就能知道钢水在图像中的区域位置;用同样的方法从原始图像中提取出包含钢渣的二值图像,如图 5 所示。

[0019] 在分别得到钢水和钢渣区域后,通过统计计算各自的面积来实现钢渣百分比含量的计算,钢水和钢渣的面积是通过计算各自像素的数量来实现的,在钢流集合 $M(m_1, m_2, \dots, m_q)$ 中像素总数是 q ;在钢渣集合 $S(s_1, s_2, \dots, s_m)$ 中像素总数是 m ,在钢水集合 $L(l_1, l_2, \dots, l_n)$ 中像素总数是 n ,由钢流集合定义: $M(m_1, m_2, \dots, m_q)$ 中像素总数是 q 得到:

$$q = n + m;$$

定义钢渣百分比含量为 ξ :

$$\xi = \frac{m}{n + m} \times 100\%$$

分别统计出钢渣子集中像素总数 m 和钢水子集中像素总数 n ,代入上式计算就得到钢渣百分比含量。

[0020] 第三步,得到钢渣百分比含量后,根据转炉生产工艺要求设定的钢渣报警极限来判断是否已经超值。当钢渣含量超过报警极限后,转炉红外钢渣探测装置输出报警并停止浇注,进入第一步继续等待转炉开浇信号;当钢渣含量没有超过报警极限时,继续按照第二步工作。

[0021] 以上仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围,因此,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

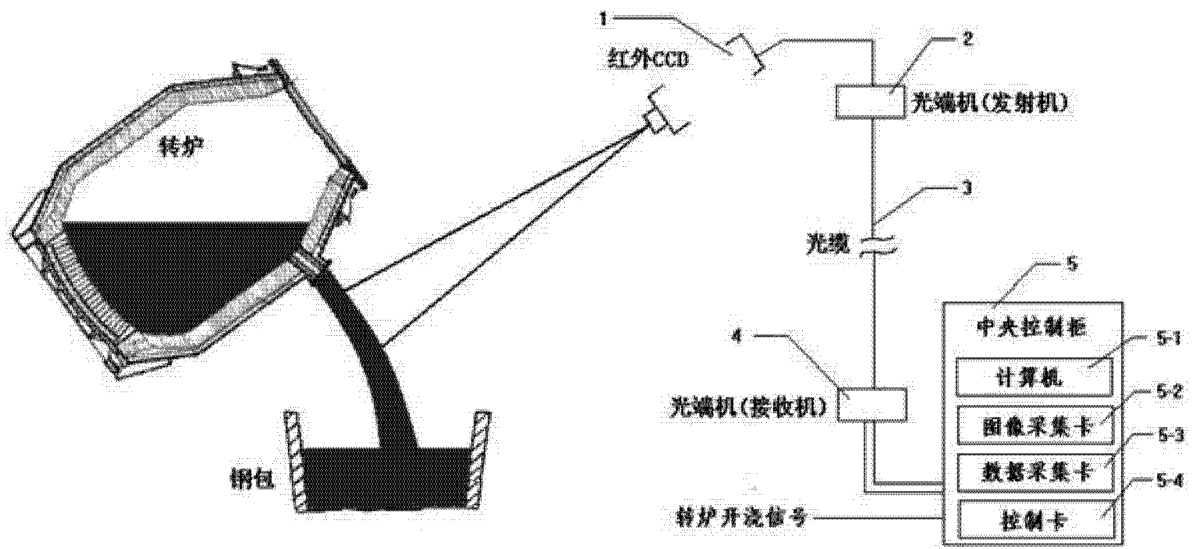


图 1

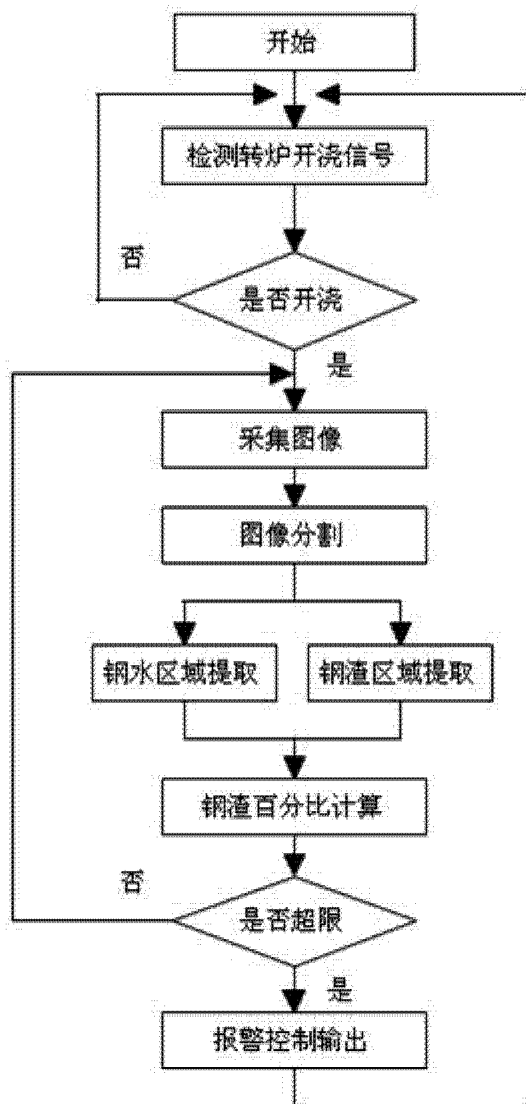


图 2



图 3

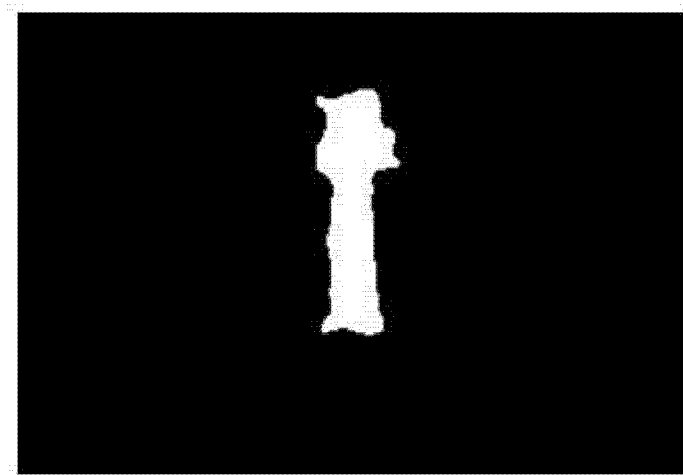


图 4

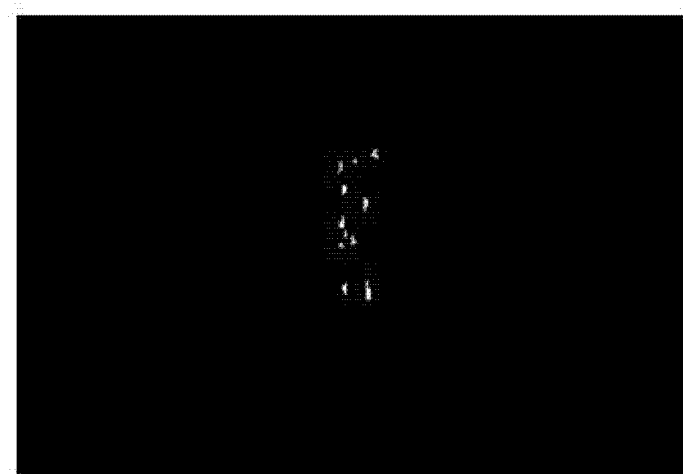


图 5