



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109754406 B

(45) 授权公告日 2020.11.10

(21) 申请号 201910197923.3

G06T 7/00 (2017.01)

(22) 申请日 2019.03.15

G01B 11/24 (2006.01)

G01B 11/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109754406 A

(56) 对比文件

CN 207964658 U, 2018.10.12

CN 103606128 A, 2014.02.26

(43) 申请公布日 2019.05.14

(73) 专利权人 苏州杰锐思智能科技股份有限公司

审查员 娄贝贝

地址 215128 江苏省苏州市吴中区木渎镇木东路15号

(72) 发明人 文二龙 蔡银桥 杨永忠 袁强生

(74) 专利代理机构 苏州睿昊知识产权代理事务所(普通合伙) 32277

代理人 陈蜜

(51) Int. Cl.

G06T 7/13 (2017.01)

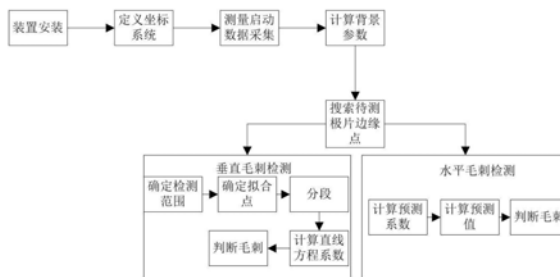
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测装置及方法

(57) 摘要

本发明涉及锂电池极片检测领域,具体涉及一种基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测装置及方法。本发明通过获取待测极片所采集的图像作为待测图像;响应于确定所述待测图像包括待测极片区域和背景区域的二维轮廓数据,确定待测极片区域与背景区域之间的边缘点在所述待测图像中的位置;响应于确定所述边缘点,获得待测极片区域中用于表征所述待测图像中待测极片的毛刺信息,利用该方法可以实时快速、准确识别毛刺大小,与人工检测相比,有效降低工人劳动强度,提高了毛刺检测效率和检测精度。



1. 一种基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测方法,其特征在于,包括:

步骤一、获取待测极片所采集的图像作为待测图像;

步骤二、响应于确定所述待测图像包括待测极片区域和背景区域的二维轮廓数据,确定待测极片区域与背景区域之间的边缘点在所述待测图像中的位置;

步骤三、响应于确定所述边缘点,获得待测极片区域中用于表征所述待测图像中待测极片的毛刺信息;

步骤二中,从背景区域的数据中的最后一个开始,向前搜索N个点,计算搜索的N个点在Z方向的的最大值MAX_Roller;

从背景区域的数据中的最后一个开始,一直向前搜索,直到满足条件:

$$\begin{cases} Z(k) > MAX_Roller \\ Abs(Z(k-1)-Z(k)) < Height \end{cases}$$

其中,Z(k-1)和Z(k)分别代表第k-1个点和第k个点的Z坐标值,Height代表极片数据点之间的噪声水平;

当上述条件满足时,确认第k个点即为边缘点;

步骤三中,获得待测极片的垂直毛刺高度信息步骤包括:

(1) 根据边缘点确认对边缘附近的 n_1 个点进行检测毛刺,进行垂直毛刺检测的点序号是 $k-n_1 \sim k$;

(2) 当参与直线拟合的点的个数 n_2 ,即参与拟合的点序号是 $k-n_1-n_2 \sim k-n_1$;

(3) 将参与直线拟合的 n_2 个点按照次序均匀分成3段,采用3段法拟合直线,对获得第一段和第三段的Z方向和X方向的均值 $averageZ_1$ 、 $averageX_1$ 、 $averageZ_3$ 、 $averageX_3$,则拟合的直线斜率b为:

$$b = (averageZ_3 - averageZ_1) / (averageX_3 - averageX_1)$$

(4) 取第二段点所有点与Y轴截距组成的数组A($a_1, a_2, a_3, \dots, a_i, \dots, a_{n_3}$),其中, n_3 为第二段点的总点数, $a_i = z_i - b * x_i$;

将A排序后,分别剔除A中前1/3的点和后1/3的点,计算A剩下的所有数的平均值a;

(5) 计算所有待求点的垂直毛刺大小,公式为

$$h_v(j) = (Z(j) - (a + b * X(j))) / (1 + b^2)^{1/2}$$

按照步骤(1),j范围在 $k-n_1 \sim k$ 之间,当所有点计算完毕,找出最大 h_v 值与垂直毛刺阈值比较,当大于阈值时,表明有检测到垂直毛刺。

2. 如权利要求1所述的基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测方法,其特征在于,步骤一中,待测图像是通过二维轮廓仪对待测极片进行采集。

3. 如权利要求1所述的基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测方法,其特征在于,步骤一中,获取的待测图像是待测极片在匀速运动中的图像。

4. 如权利要求1所述的基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测方法,其特征在于,参与直线拟合的点的个数 n_2 为3的倍数,且 n_2 取值范围为50~200。

5. 如权利要求4所述的基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测方法,其特征在于,步骤三中,获得待测极片的水平毛刺高度信息步骤包括:

(1) 根据待测极片的前一帧数据点的极片边缘点,采用加权平均算法预测后一帧数据

点的极片边缘点,计算方法为

$$\hat{X}(i+1) = X(i+1) \cdot \beta + \hat{X}(i) \cdot (1-\beta)$$

其中 $\hat{X}(i)$ 、 $\hat{X}(i+1)$ 分别是第 i 帧和第 $i+1$ 帧极片边缘估计值, $X(i+1)$ 是第 $i+1$ 帧的极片边缘实测值, β 是预测系数;

(2) 计算所有待求点的水平毛刺大小,公式为:

$$h_H = X(i+1) - \hat{X}(i+1)$$

h_H 与水平方向毛刺阈值比较,当大于阈值时,表明有检测到水平毛刺。

6. 如权利要求5所述的基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测方法,其特征在于,所述 β 的取值范围为 $0 \sim 0.3$, β 的取值公式为:

$$\beta = \begin{cases} 0 & \text{if } X(i+1) - \hat{X}(i) > 3\sigma \\ 0.1 & \text{if } 2\sigma < X(i+1) - \hat{X}(i) \leq 3\sigma \\ 0.2 & \text{if } \sigma < X(i+1) - \hat{X}(i) \leq 2\sigma \\ 0.3 & \text{if } X(i+1) - \hat{X}(i) \leq \sigma \end{cases}$$

其中, σ 为极片点数据点的噪声中误差。

7. 如权利要求1所述的基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测方法,其特征在于,还包括建立测量坐标系,测量坐标系的 X 轴与二维轮廓仪的 X 轴一致, Z 轴与二维轮廓仪的主光轴一致, Y 轴与待测极片前进的方向一致,三个轴构成右手直角坐标系。

基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及锂电池极片检测领域,具体涉及一种基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测装置及方法。

背景技术

[0002] 锂电池极片在分切中在极片边缘处容易产生毛刺,如果毛刺过大,容易刺破正负极片之间的保护膜,造成电池内部短路,造成起火爆炸等安全隐患。

[0003] 传统的锂电池极片毛刺检测需要将极片切断成小节,通过人工使用量测仪进行抽检,抽检工序复杂,时间长,但人工测量劳动强度大,结果容易产生人为误判。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种可以实时快速、准确识别毛刺大小,毛刺检测效率高、检测精度高的基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测装置及方法。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 一种基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测方法,包括:

[0007] 步骤一、获取待测极片所采集的图像作为待测图像;

[0008] 步骤二、响应于确定所述待测图像包括待测极片区域和背景区域的二维轮廓数据,确定待测极片区域与背景区域之间的边缘点在所述待测图像中的位置;

[0009] 步骤三、响应于确定所述边缘点,获得待测极片区域中用于表征所述待测图像中待测极片的毛刺信息。

[0010] 进一步的,步骤一中,待测图像是通过二维轮廓仪对待测极片进行采集。

[0011] 进一步的,步骤一中,获取的待测图像是待测极片在匀速运动中的图像。

[0012] 进一步的,步骤二中,从背景区域的数据中的最后一个开始,向前搜索N个点,计算搜索的N个点在Z方向的的最大值MAX_Roller;

[0013] 从背景区域的数据中的最后一个开始,一直向前搜索,直到满足条件:

$$[0014] \quad \begin{cases} Z(k) > MAX_Roller \\ Abs(Z(k-1)-Z(k)) < Height \end{cases}$$

[0015] 其中,Z(k-1)和Z(k)分别代表第k-1个点和第k个点的Z坐标值,Height代表极片数据点之间的噪声水平;

[0016] 当上述条件满足时,确认第k个点即为边缘点。

[0017] 进一步的,步骤三中,获得待测极片的垂直毛刺高度信息步骤包括:

[0018] (1) 根据边缘点确认对边缘附近的 n_1 个点进行检测毛刺,进行垂直毛刺检测的点序号是 $k-n_1 \sim k$;

[0019] (2) 当参与直线拟合的点的个数 n_2 ,即参与拟合的点序号是 $k-n_1-n_2 \sim k-n_1$;

[0020] (3) 将参与直线拟合的 n_2 个点按照次序均匀分成3段,采用3段法拟合直线,对获得

第一段和第三段的Z方向和X方向的均值averageZ₁、averageX₁、averageZ₃、averageX₃,则拟合的直线斜率b为:

$$[0021] \quad b = (\text{averageZ}_3 - \text{averageZ}_1) / (\text{averageX}_3 - \text{averageX}_1)$$

[0022] (4) 取第二段点所有点与Y轴截距组成的数组A(a₁, a₂, a₃, ..., a_i, ..., a_{n3}), 其中, n₃为第二段点的总点数, a_i = z_i - b * x_i;

[0023] 将A排序后, 剔除1/3较大值和1/3较小值, 计算A剩下的所有数的平均值a;

[0024] (5) 计算所有待求点的垂直毛刺大小, 公式为

$$[0025] \quad h_v(j) = (Z(j) - (a + b * X(j))) / (1 + b^2)^{1/2}$$

[0026] 按照步骤(1), j范围在k-n₁~k之间, 当所有点计算完毕, 找出最大h_v值与垂直毛刺阈值比较, 当大于阈值时, 表明有检测到垂直毛刺。

[0027] 进一步的, 参与直线拟合的点的个数n₂为3的倍数, 且n₂取值范围为50~200。

[0028] 进一步的, 步骤三中, 获得待测极片的水平毛刺高度信息步骤包括:

[0029] (1) 根据待测极片的前一帧数据点的极片边缘点, 采用加权平均算法预测后一帧数据点的极片边缘点, 计算方法为

$$[0030] \quad \hat{X}(i+1) = X(i+1) \cdot \beta + \hat{X}(i) \cdot (1 - \beta)$$

[0031] 其中 $\hat{X}(i)$ 、 $\hat{X}(i+1)$ 分别是第i帧和第i+1帧极片边缘估计值, X(i+1) 是第i+1帧的极片边缘实测值, β是预测系数;

[0032] (2) 计算所有待求点的水平毛刺大小, 公式为:

$$[0033] \quad h_H = X(i+1) - \hat{X}(i+1)$$

[0034] h_H与水平方向毛刺阈值比较, 当大于阈值时, 表明有检测到水平毛刺。

[0035] 进一步的, 所述β的取值范围为0~0.3, β的取值公式为:

$$[0036] \quad \beta = \begin{cases} 0 & \text{if } X(i+1) - \hat{X}(i) > 3\sigma \\ 0.1 & \text{if } 2\sigma < X(i+1) - \hat{X}(i) \leq 3\sigma \\ 0.2 & \text{if } \sigma < X(i+1) - \hat{X}(i) \leq 2\sigma \\ 0.3 & \text{if } X(i+1) - \hat{X}(i) \leq \sigma \end{cases}$$

[0037] 其中, σ为极片点数据点的噪声中误差。

[0038] 进一步的, 还包括建立测量坐标系, 测量坐标系的X轴与二维轮廓仪的X轴一致, Z轴与二维轮廓仪的主光轴一致, Y轴与待测极片前进的方向一致, 三个轴构成右手直角坐标系。

[0039] 本发明还包括一种基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测装置, 包括二维轮廓仪、输送辊以及处理器, 所述二维轮廓仪通过固定支架与稳定平台连接, 所述输送辊带动设置在输送辊上的待测极片匀速运动, 所述二维轮廓仪设置在经过输送辊引导的待测电池极片的正上方, 所述二维轮廓仪的扫描轮廓线用于检测所述待测极片上的边缘信号并将检测到待测极片边缘处的二维轮廓信号反馈至所述处理器。

[0040] 本发明的有益效果:

[0041] 本发明通过获取待测极片所采集的图像作为待测图像; 响应于确定所述待测图像

包括待测极片区域和背景区域的二维轮廓数据,确定待测极片区域与背景区域之间的边缘点在所述待测图像中的位置;响应于确定所述边缘点,获得待测极片区域中用于表征所述待测图像中待测极片的毛刺信息,利用该方法可以实时快速、准确识别毛刺大小,与人工检测相比,有效降低工人劳动强度,提高了毛刺检测效率和检测精度。

附图说明

[0042] 图1是本发明的一种基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测装置及方法示意图。

[0043] 图2是本发明的待测极片区域和背景区域的二维轮廓数据示意图。

[0044] 图3是本发明计算流程图。

[0045] 图中标号说明:1、固定支架;2、二维轮廓仪;3、扫描轮廓线;4、待测极片;5、输送辊;6、稳定平台;

具体实施方式

[0046] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明,以使本领域的技术人员可以更好地理解本发明并能予以实施,但所举实施例不作为对本发明的限定。

[0047] 参照图1-3所示,一种基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测方法,包括:

[0048] 步骤一、获取待测极片所采集的图像作为待测图像;

[0049] 步骤二、响应于确定所述待测图像包括待测极片区域和背景区域的二维轮廓数据,确定待测极片区域与背景区域之间的边缘点在所述待测图像中的位置;

[0050] 步骤三、响应于确定所述边缘点,获得待测极片区域中用于表征所述待测图像中待测极片的毛刺信息。

[0051] 待测图像为二维轮廓仪获取的单帧数据,采用本发明方法可对单帧数据自动实时提取待测极片的毛刺信息,即垂直方向毛刺信息和水平方向毛刺信息;

[0052] 步骤一中,待测图像是通过二维轮廓仪对待测极片进行采集。

[0053] 步骤一中,获取的待测图像是待测极片在匀速运动中的图像。

[0054] 待测极片在匀速运动过程中获取单帧数据进行检测,不用考虑输送待测极片平台对其的影响;

[0055] 步骤二中,从背景区域的数据中的最后一个开始,向前搜索N个点,计算搜索的N个点在Z方向的的最大值MAX_Roller;

[0056] 从背景区域的数据中的最后一个开始,一直向前搜索,直到满足条件:

$$[0057] \begin{cases} Z(k) > MAX_Roller \\ Abs(Z(k-1)-Z(k)) < Height \end{cases}$$

[0058] 其中,Z(k-1)和Z(k)分别代表第k-1个点和第k个点的Z坐标值,Height代表极片数据点之间的噪声水平;

[0059] 当上述条件满足时,确认第k个点即为边缘点。

[0060] 步骤三中,获得待测极片的垂直毛刺高度信息步骤包括:

[0061] (1) 确定垂直毛刺需要检测的范围,根据边缘点确认对边缘附近的 n_1 个点进行检测毛刺,进行垂直毛刺检测的点序号是 $k-n_1 \sim k$;

[0062] (2) 当参与直线拟合的点的个数 n_2 ,即参与拟合的点序号是 $k-n_1-n_2 \sim k-n_1$;

[0063] (3) 将参与直线拟合的 n_2 个点按照次序均匀分成3段,采用3段法拟合直线,对获得第一段和第三段的Z方向和X方向的均值 $averageZ_1$ 、 $averageX_1$ 、 $averageZ_3$ 、 $averageX_3$,则拟合的直线斜率 b 为:

[0064] $b = (averageZ_3 - averageZ_1) / (averageX_3 - averageX_1)$

[0065] (4) 考虑到噪声,取第二段点所有点与Y轴截距组成的数组A ($a_1, a_2, a_3, \dots, a_i, \dots, a_{n_3}$),其中, n_3 为第二段点的总点数, $a_i = z_i - b * x_i$;

[0066] 将A排序后,剔除1/3较大值和1/3较小值,计算A剩下的所有数的平均值 a ;

[0067] (5) 计算所有待求点的垂直毛刺大小,公式为

[0068] $h_v(j) = (Z(j) - (a + b * X(j))) / (1 + b^2)^{1/2}$

[0069] 按照步骤(1), j 范围在 $k-n_1 \sim k$ 之间,当所有点计算完毕,找出最大 h_v 值与垂直毛刺阈值比较,当大于阈值时,表明有检测到垂直毛刺。

[0070] 参与直线拟合的点的个数 n_2 为3的倍数,考虑到速度和准确性, n_2 取值范围为50~200。

[0071] 步骤(4)取第二段点所有点与Y轴截距组成的数组A ($a_1, a_2, a_3, \dots, a_i, \dots, a_{n_3}$),其利用了噪声非常小的极片边缘数据、背景数据作为拟合起始数据和约束数据,使得测量精度更高。

[0072] 步骤三中,获得待测极片的水平毛刺高度信息步骤包括:

[0073] (1) 根据待测极片的前一帧数据点的极片边缘点,采用加权平均算法预测后一帧数据点的极片边缘点,计算方法为

[0074] $\hat{X}(i+1) = X(i+1) \cdot \beta + \hat{X}(i) \cdot (1 - \beta)$

[0075] 其中 $\hat{X}(i)$ 、 $\hat{X}(i+1)$ 分别是第 i 帧和第 $i+1$ 帧极片边缘估计值, $X(i+1)$ 是第 $i+1$ 帧的极片边缘实测值, β 是预测系数;

[0076] (2) 计算所有待求点的水平毛刺大小,公式为:

[0077] $h_H = X(i+1) - \hat{X}(i+1)$

[0078] h_H 与水平方向毛刺阈值比较,当大于阈值时,表明有检测到水平毛刺。

[0079] 所述 β 的取值范围为0~0.3, β 的取值公式为:

[0080]
$$\beta = \begin{cases} 0 & \text{if } X(i+1) - \hat{X}(i) > 3\sigma \\ 0.1 & \text{if } 2\sigma < X(i+1) - \hat{X}(i) \leq 3\sigma \\ 0.2 & \text{if } \sigma < X(i+1) - \hat{X}(i) \leq 2\sigma \\ 0.3 & \text{if } X(i+1) - \hat{X}(i) \leq \sigma \end{cases}$$

[0081] 其中, σ 为极片点数据点的噪声中误差。

[0082] 还包括建立测量坐标系,测量坐标系的X轴与二维轮廓仪的X轴一致,Z轴与二维轮廓仪的主光轴一致,Y轴与待测极片前进的方向一致,三个轴构成右手直角坐标系。

[0083] 采用本发明方法可对待测极片进行实时测量,速度非常快,对获取的每一帧数据可及时输出该帧位置毛刺检测结果;其检测精度高,可达到微米级;而且可一次性检测水平

和垂直两个方向毛刺大小。

[0084] 本发明还包括一种基于二维轮廓仪的锂电池极片毛刺检测装置,包括二维轮廓仪2、输送辊5以及处理器,所述二维轮廓仪2通过固定支架1与稳定平台6连接,所述输送辊带动设置在输送辊上的待测极片4匀速运动,所述二维轮廓仪设置在经过输送辊引导的待测锂电池极片4的正上方,所述二维轮廓仪的扫描轮廓线3用于检测所述待测极片上的边缘信号并将检测到待测极片边缘处的二维轮廓信号反馈至所述处理器

[0085] 本发明装置的测量设备安装简单,可以同时测量水平方向和垂直方向的毛刺,通过二维轮廓仪可直接对锂电池极片边缘自动提取,直接获取每一帧待测极片的二维轮廓信号,获得的极片边缘图像完全由处理器解算,不需要人工参与设定各种参数,保证检测精度以及检测速度,所述处理器为尖酸剂或者PLC控制器。

[0086] 以上所述实施例仅是为充分说明本发明而所举的较佳的实施例,本发明的保护范围不限于此。本技术领域的技术人员在本发明基础上所作的等同替代或变换,均在本发明的保护范围之内。本发明的保护范围以权利要求书为准。

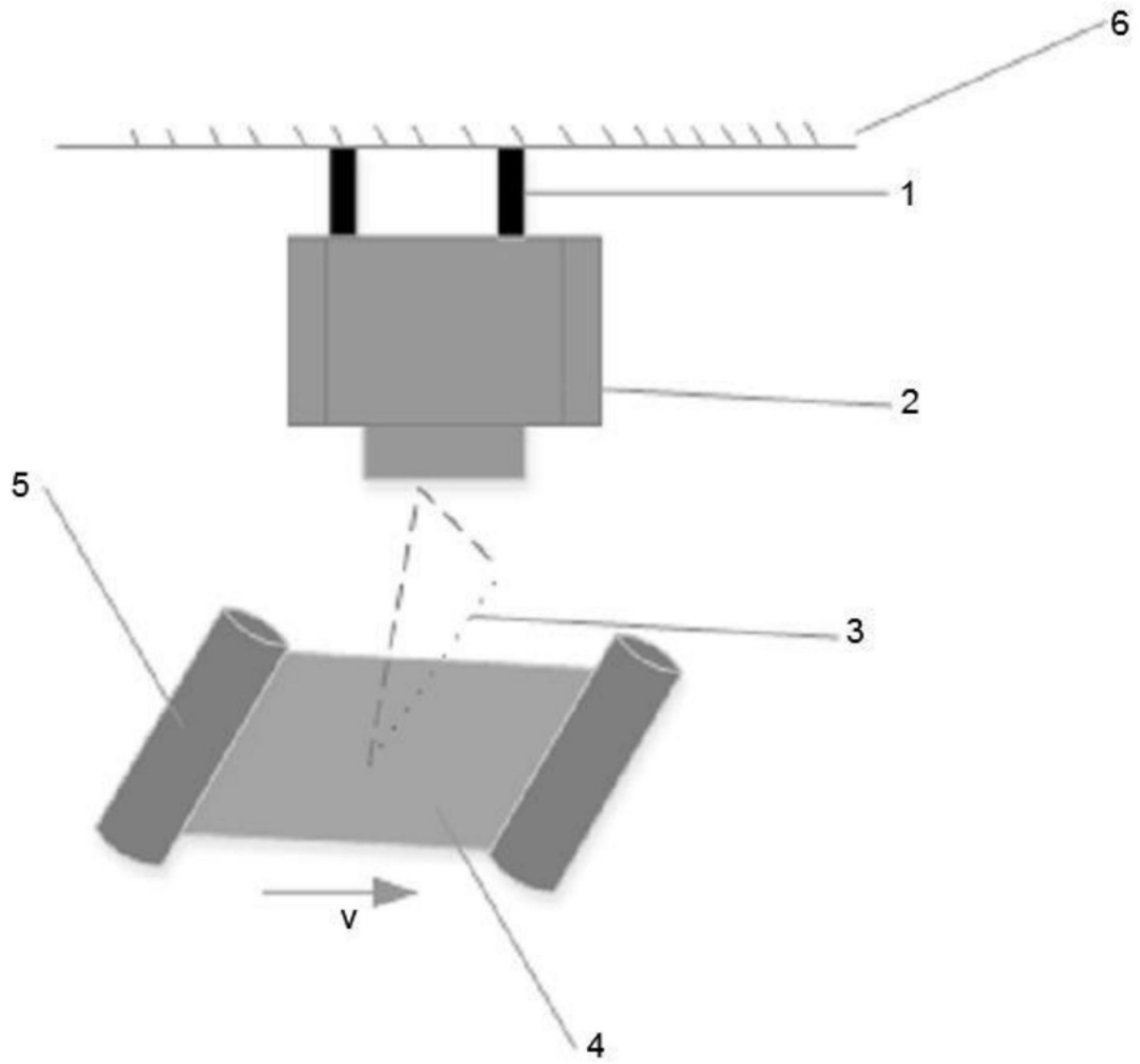


图1

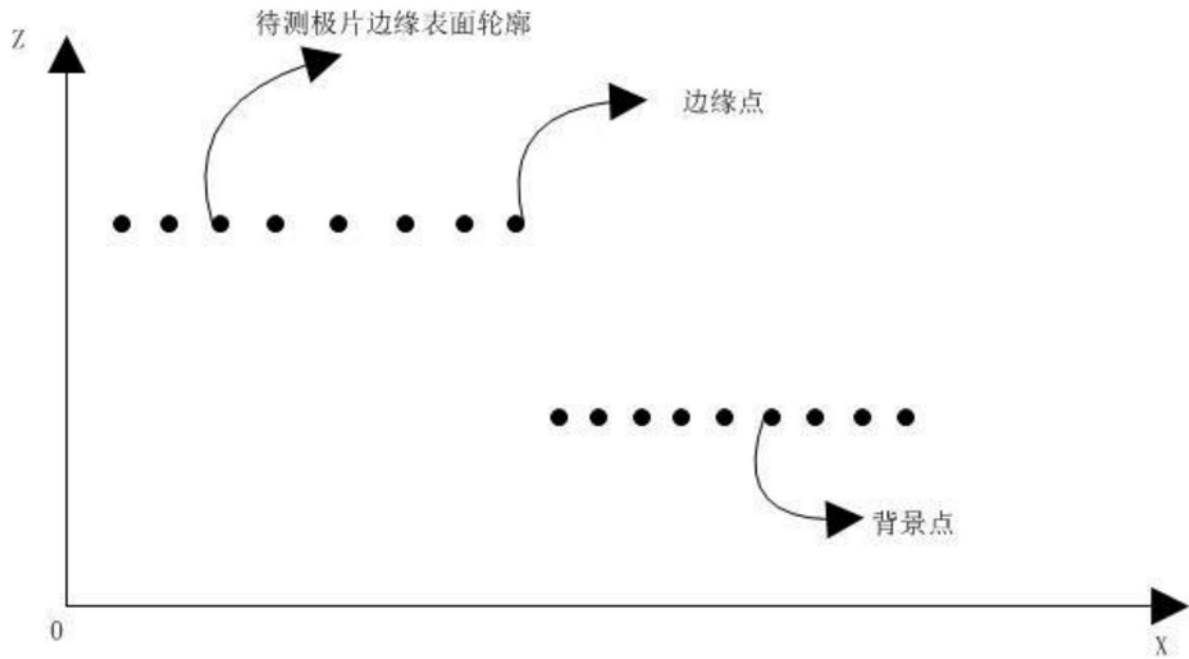


图2

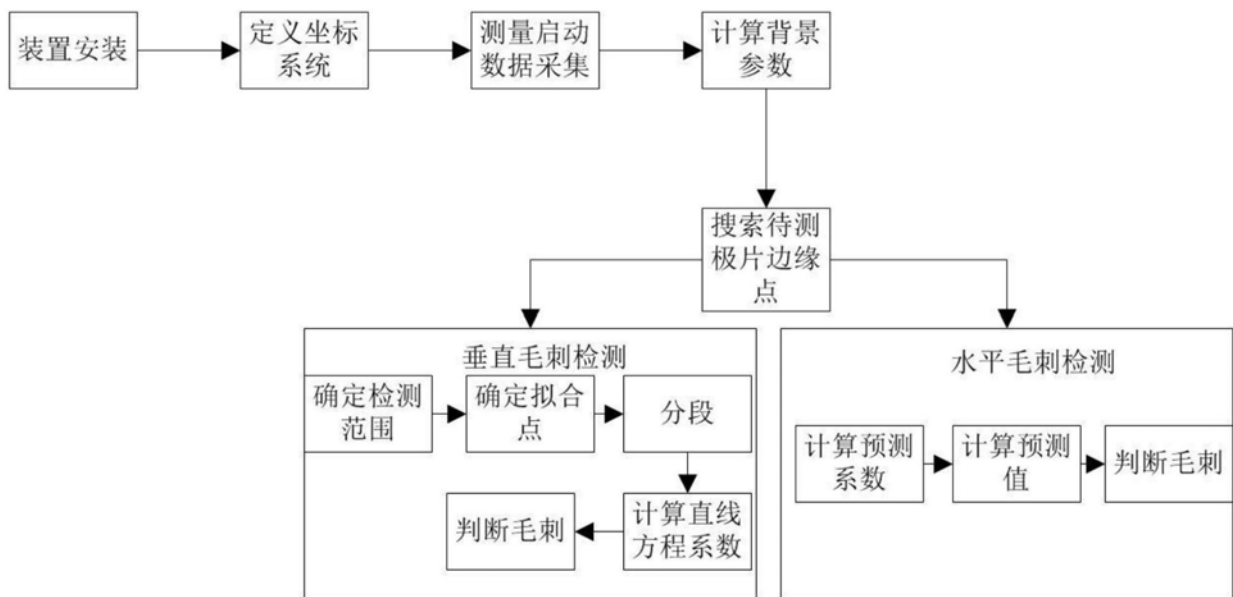


图3