



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113129322 A

(43) 申请公布日 2021.07.16

(21) 申请号 202110436860.X

(22) 申请日 2021.04.22

(71) 申请人 中煤科工集团重庆研究院有限公司
地址 400050 重庆市九龙坡区科城路6号

(72) 发明人 康厚清 康跃明 肖勇 杨金虎
张磊

(74) 专利代理机构 重庆强大凯创专利代理事务
所(普通合伙) 50217

代理人 陈家辉

(51) Int. Cl.

G06T 7/13 (2017.01)

G06T 5/00 (2006.01)

G06T 7/136 (2017.01)

G06T 3/40 (2006.01)

G06T 7/66 (2017.01)

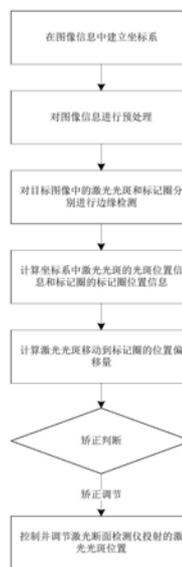
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种亚像素边缘检测方法

(57) 摘要

本发明涉及图像处理技术领域,具体公开了一种亚像素边缘检测方法,包括:坐标系建立步骤,在采集到图像信息中建立坐标系;图像预处理,对图像信息进行图像预处理得到目标图像;边缘检测步骤,对目标图像中的激光光斑和标记圈分别进行边缘检测,得到光斑边缘信息和标记圈边缘信息;位置计算步骤,根据光斑边缘信息和标记圈边缘信息分别计算坐标系中的激光光斑的光斑位置信息和标记圈的标记圈位置信息;偏移量计算步骤,根据光斑位置信息和标记圈位置信息计算得到激光光斑移动到标记圈的位置偏移量;矫正步骤,根据位置偏移量控制并调节激光断面检测仪投射的激光光斑位置。采用本发明的技术方案激光光斑与标记圈的对准精度更高。



1. 一种亚像素边缘检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

坐标系建立步骤,在采集到图像信息中建立坐标系,图像信息包括激光光斑和标记圈;

图像预处理,对图像信息进行图像预处理得到目标图像;

边缘检测步骤,对目标图像中的激光光斑和标记圈分别进行边缘检测,得到光斑边缘信息和标记圈边缘信息;

位置计算步骤,根据光斑边缘信息和标记圈边缘信息分别计算坐标系中的激光光斑的光斑位置信息和标记圈的标记圈位置信息;

偏移量计算步骤,根据光斑位置信息和标记圈位置信息计算得到激光光斑移动到标记圈的位置偏移量;

矫正步骤,根据位置偏移量控制并调节激光断面检测仪投射的激光光斑位置。

2. 根据权利要求1所述的一种亚像素边缘检测方法,其特征在于:边缘检测步骤具体包括以下步骤:

S1,对目标图像进行全局阈值的分割处理,得到二值化图像;

S2,采用滤波算子检测二值化图像的边缘,得到灰度边缘图像;

S3,采用内插算法对灰度边缘图像进行插值处理,得到边缘细化图像;

S4,对边缘细化图像进行二值化,得到边缘信息。

3. 根据权利要求1所述的一种亚像素边缘检测方法,其特征在于:偏移量计算步骤和矫正步骤之间还包括矫正判断步骤,根据预设误差阈值对位置偏移量进行矫正判断,若位置偏移量大于预设误差阈值,进行位置矫正调节。

4. 根据权利要求1所述的一种亚像素边缘检测方法,其特征在于:矫正步骤后还包括矫正效果追踪步骤,计算矫正后图像内激光光斑与标记圈的矫正后位置偏移量,若矫正后位置偏移量是否小于预设误差阈值,若不小于,生成设备故障提示信息;若小于,生成对准完成提示信息。

5. 根据权利要求4所述的一种亚像素边缘检测方法,其特征在于:矫正效果追踪步骤具体包括以下步骤:

步骤S1,采集矫正后图像信息;

步骤S2,在矫正后图像中建立坐标系;

步骤S3,对矫正后图像信息进行图像预处理得到矫正后目标图像;

步骤S4,对矫正后目标图像中的激光光斑和标记圈分别进行边缘检测,得到矫正后光斑边缘信息和矫正后标记圈边缘信息;

步骤S5,根据矫正后光斑边缘信息和矫正后标记圈边缘信息分别计算坐标系中的激光光斑的矫正后光斑位置信息和标记圈的矫正后标记圈位置信息;

步骤S6,根据矫正后光斑位置信息和矫正后标记圈位置信息计算得到激光光斑移动到标记圈的矫正后位置偏移量;

步骤S7,判断矫正后位置偏移量是否小于预设误差阈值,若不小于,生成设备故障提示信息。

6. 根据权利要求3所述的一种亚像素边缘检测方法,其特征在于:矫正步骤和矫正判断步骤之间还包括矫正路径规划步骤,根据位置偏移量选取间距最小的标记圈作为待选取标记圈,计算待选取标记圈周围其它标记圈的分布密集程度,选取密集程度高的待选取标记

圈作为待对准标记圈,将激光光斑移动到待对准标记圈的位置偏移量作为矫正步骤的位置偏移量。

7. 根据权利要求6所述的一种亚像素边缘检测方法,其特征在于:矫正路径规划步骤,具体包括距离筛选步骤和密集程度筛选步骤,其中:

距离筛选步骤包括以下步骤:

S1,根据激光光斑移动到各标记圈的位置偏移量,得到各标记圈到激光光斑的间距;

S2,根据各标记圈到激光光斑的间距选取额定数量中间距最小的标记圈作为待选取标记圈;

S3,计算待选取标记圈与激光光斑之间的间距差值,若间距差值大于预设第一间距差值,则执行密集程度筛选步骤;若间距差值不大于预设第一间距差值,则与激光光斑的间距最小的待选取标记圈作为待对准标记圈;

密集程度筛选步骤,计算待选取标记圈周围标记圈的分布密集程度,选取密集程度高的待选取标记圈作为待对准标记圈,将激光光斑移动到待对准标记圈的位置偏移量作为矫正步骤的位置偏移量。

8. 根据权利要求7所述的一种亚像素边缘检测方法,其特征在于:密集程度筛选步骤包括以下步骤:

S1,以待选取标记圈的几何中心划取相同大小的密集程度判断区域;

S2,统计待选取标记圈对应的密集程度判断区域内的标记圈数量;

S3,将标记圈数量最多的待选取标记圈作为待对准标记圈,将激光光斑移动到待对准标记圈的位置偏移量作为矫正步骤的位置偏移量。

9. 根据权利要求8所述的一种亚像素边缘检测方法,其特征在于:密集程度筛选步骤中的密集程度判断区域的划取方法为:待选取标记圈与激光光斑之间的最小间距作为半径,以各待选取标记圈的几何中心点作为圆心,划取密集程度判断区域。

10. 根据权利要求7所述的一种亚像素边缘检测方法,其特征在于:位置计算步骤具体为根据光斑边缘信息和标记圈边缘信息分别计算坐标系中激光光斑几何中心的光斑位置信息和标记圈几何中心的标记圈位置信息。

一种亚像素边缘检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,特别涉及一种亚像素边缘检测方法。

背景技术

[0002] 隧道是指在岩土体中开挖形成用于地下通道的地下工程建筑物。由于我国地理因素、城市发展,以及交通发展,隧道工程具有很大的发展潜能。其中,隧道工程前期的隧道断面测量是一项在隧道施工中和竣工验收阶段必须进行的测量工程,控制着隧道开挖的平面、高程和断面几何尺寸,关系到隧道是否能够挖通。

[0003] 当前,隧道断面检测常采用全站仪、激光断面仪和后台数据处理系统进行处理,由于采用无合作目标激光测距技术和精确测角技术,将极坐标测量方法与计算机技术紧密结合,配合专业图像处理软件,可快速获得隧道封闭空间内部轮廓曲线,但是激光断面仪在使用时,需要手动按键调节激光光斑落在标记圈上,但是手动调节时,每按键一次所调节激光光斑移动的距离一定,容易出现调节的激光光斑与标记圈对准的精度低,由此,所形成的隧道空间封闭空间内部轮廓线曲线精度不高。因此,当前急需一种能够对激光光斑进行自适应调节的方法。

发明内容

[0004] 为解决激光光斑能够自适应调节与标记圈对准精度更高的技术问题,本发明提供一种亚像素边缘检测方法。

[0005] 本发明基础方案如下:

[0006] 一种亚像素边缘检测方法,以下步骤:

[0007] 坐标系建立步骤,对采集到的图像信息中建立坐标系,图像信息包括激光光斑和标记圈;

[0008] 图像预处理,对图像信息进行图像预处理得到目标图像;

[0009] 边缘检测步骤,对目标图像中的激光光斑和标记圈分别进行边缘检测,得到光斑边缘信息和标记圈边缘信息;

[0010] 位置计算步骤,根据光斑边缘信息和标记圈边缘信息分别计算坐标系中的激光光斑的光斑位置信息和标记圈的标记圈位置信息;

[0011] 偏移量计算步骤,根据光斑位置信息和标记圈位置信息计算得到激光光斑移动到标记圈的位置偏移量;

[0012] 矫正步骤,根据位置偏移量控制并调节激光断面检测仪投射的激光光斑位置。

[0013] 基础方案的有益效果为:1.在图像中建立坐标系,便于标准化测定和计算激光光斑的光斑位置信息和标记圈的标记圈位置信息的。

[0014] 2.对图像信息进行图像预处理,从而降低图像信息中的噪声和色彩等因素对后续边缘检测的干扰,即让后续的边缘检测准确度更高。

[0015] 3.对激光光斑和标记圈进行边缘检测得到各自的边缘信息,并根据各自的边缘信

息得到各自的位置信息,即实现面对准转变为点对准,一来避免激光光斑和标记圈的形状大小存在差异,存在非对准点,导致定位不准确。二来将面对面对准转换为点对点对准,即确定一个定位点,使得整体上的激光光斑与标记圈的重叠定位更加准确。

[0016] 3.根据位置偏移量对激光断面检测仪投射激光光斑的位置进行自动校正,使得激光光斑能够更加准确的与标记圈重合。

[0017] 边缘检测步骤具体包括以下步骤:

[0018] S1,对目标图像进行全局阈值的分割处理,得到二值化图像;

[0019] S2,采用滤波算子检测二值化图像的边缘,得到灰度边缘图像;

[0020] S3,采用内插算法对灰度边缘图像进行插值处理,得到边缘细化图像;

[0021] S4,对边缘细化图像进行二值化,得到边缘信息。

[0022] 有益效果:1.对目标图像进行二值化处理,从而可以检测到各个方向的边缘,便于边缘提取。

[0023] 2.采用滤波算子检测边缘的方式,使得检测到的边缘光滑,减少边缘点的丢失。

[0024] 3.采用内插法对灰度边缘图像进行插值处理,得到亚像素级的边缘,即可以细化边缘,改善滤波算子检测到的边缘粗的问题,使得边缘精度更高。

[0025] 进一步,偏移量计算步骤和校正步骤之间还包括校正判断步骤,根据预设误差阈值对位置偏移量进行校正判断,若位置偏移量大于预设误差阈值,进行位置校正调节。

[0026] 有益效果:对于激光光斑与标记圈的位置偏移量在误差阈值内时,不执行校正步骤;对位置偏移量在误差阈值外时,执行校正步骤,保证激光光斑与标记圈的对准是在精度范围内,且避免激光断面检测仪自身调节精度的因素,导致一直在调整激光断面检测仪的角度,影响断面检测效率。

[0027] 进一步,校正步骤后还包括校正效果追踪步骤,计算校正后图像内激光光斑与标记圈的校正后位置偏移量,若校正后位置偏移量是否小于预设误差阈值,若不小于,生成设备故障提示信息;若小于,生成对准完成提示信息。

[0028] 有益效果:若设备自身出现移动故障,此时控制设备转动,设备打出的激光光斑均难以与标记圈对准,且由于设备自身的移动控制精度高低存在差异的原因,对设备均通过位置偏移量进行校正时,激光光斑与标记圈的对准效果也存在差异,因此设有误差阈值,从而判定是设备自身移动控制精度导致的激光光斑与标记圈没有完全对准,还是由于设备故障导致的激光光斑与标记圈没有完全对准。

[0029] 进一步,校正效果追踪步骤具体包括以下步骤:

[0030] 步骤S1,采集校正后图像信息;

[0031] 步骤S2,在校正后图像中建立坐标系;

[0032] 步骤S3,对校正后图像信息进行图像预处理得到校正后目标图像;

[0033] 步骤S4,对校正后目标图像中的激光光斑和标记圈分别进行边缘检测,得到校正后光斑边缘信息和校正后标记圈边缘信息;

[0034] 步骤S5,根据校正后光斑边缘信息和校正后标记圈边缘信息分别计算坐标系中的激光光斑的校正后光斑位置信息和标记圈的校正后标记圈位置信息;

[0035] 步骤S6,根据校正后光斑位置信息和校正后标记圈位置信息计算得到激光光斑移动到标记圈的校正后位置偏移量;

[0036] 步骤S7,判断矫正后位置偏移量是否小于预设误差阈值,若不小于,生成设备故障提示信息。

[0037] 有益效果:对矫正后激光光斑与标记圈对准效果进行分析,若矫正后,激光光斑与标记圈之间的位置偏移量仍然超出预设误差阈值,表示当前激光断面检测仪的转动发生故障,则生成设备故障提示信息,便于对激光断面检测仪进行故障检测。若矫正后,激光光斑与标记圈之间的位置偏移量小于预设误差阈值,则表示矫正后的激光光斑与标记圈的位置对准,则生成对准完成提示信息,便于作业人员收到指示后,开始下一个标记圈的位置对准。

[0038] 进一步,矫正步骤和矫正判断步骤之间还包括矫正路径规划步骤,根据位置偏移量筛选出额定数量中最近的标记圈作为待选取标记圈,计算待选取标记圈周围标记圈的分布密集程度,选取密集程度高的待选取标记圈作为待对准标记圈,将激光光斑移动到待对准标记圈的位置偏移量作为矫正步骤的位置偏移量。

[0039] 有益效果:对于多个标记圈,且标记圈分布密集程度不同的情况,为了提高激光光斑对准标记圈效率,对激光光斑对准标记圈的先后顺序进行路径规划。本方案中,优先跟进位置偏移量筛选出额定数量的标记圈作为待选取标记圈,即选取激光光斑移动距离近的标记圈,提高对准效率。

[0040] 其次,计算各待选取标记圈周围其它标记圈的分布密集程度,优先分布密集程度高的,不仅可以缩短整体的移动距离,提高对准效率;而且可以尽可能缩短整体上激光光斑单次移动的间距,从而避免激光光斑移动间距过大,导致最准精度降低的问题。

[0041] 进一步,矫正路径规划步骤,具体包括距离筛选步骤和密集程度筛选步骤,其中:

[0042] 距离筛选步骤包括以下步骤:

[0043] S1,根据激光光斑移动到各标记圈的位置偏移量,得到各标记圈到激光光斑的间距;

[0044] S2,从各标记圈中选取距离激光光斑间距最小两个标记圈作为待选取标记圈;

[0045] S3,计算待选取标记圈与激光光斑之间的间距差值,若间距差值不大于预设第一间距差值,则执行密集程度筛选步骤;若间距差值大于预设第一间距差值,则与激光光斑的间距最小的待选取标记圈作为待对准标记圈;

[0046] 密集程度筛选步骤,计算待选取标记圈周围标记圈的分布密集程度,选取密集程度高的待选取标记圈作为待对准标记圈,将激光光斑移动到待对准标记圈的位置偏移量作为矫正步骤的位置偏移量。

[0047] 有益效果:选取与激光光斑的间距最小的标记圈,以缩短激光光斑移动的路径,提高对准效率,且避免路径过长影响矫正效果。

[0048] 对待选取标记圈与激光光斑之间的间距差值过大的(大于预设第一间距差值的),优选间距最小的待选取标记圈作为待对准标记圈,以避免面间距过大,影响矫正效果。

[0049] 对于待选取标记圈与激光光斑之间的间距差值不大的(不大于预设第一间距差值的),对待选取标记圈周围标记圈的密集程度进行分析,筛选密集程度高的待选取标记圈作为待对准标记圈,从而在保证最佳的矫正效果的前提下,缩短整体的激光光斑移动路径的长度,提高激光对准效率。

[0050] 进一步,密集程度筛选步骤包括以下步骤:

[0051] S1,以待选取标记圈的几何中心划取相同大小的密集程度判断区域;

[0052] S2,统计待选取标记圈对应的密集程度判断区域内的标记圈数量;

[0053] S3,将标记圈数量最多的待选取标记圈作为待对准标记圈,将激光光斑移动到待对准标记圈的位置偏移量作为矫正步骤的位置偏移量。

[0054] 有益效果:相同大小的密集程度判断区域便于准确地判断出待选取标记圈周围标记圈的密集程度;并且通过统计密集程度判断区域内的标记圈数量,简单高效地得到待选取标记圈周围标记圈的密集程度。

[0055] 进一步,密集程度筛选步骤中的密集程度判断区域的划取方法为:以待选取标记圈与激光光斑之间的最小间距作为半径,各待选取标记圈的几何中心点作为圆心,划取密集程度判断区域。

[0056] 有益效果:对于待选取标记圈均与激光光斑的间距相近时,选取待选取标记圈与激光光斑最近的最小间距作为划取密集程度判断区域的半径,从而得到密集程度判断区域内的标记圈与激光光斑的间距均相近,从而使得整体上激光光斑的移动路径最小,提高激光对准效率。

[0057] 进一步,位置计算步骤具体为根据光斑边缘信息和标记圈边缘信息分别计算坐标系中激光光斑几何中心的光斑位置信息和标记圈几何中心的标记圈位置信息。

[0058] 有益效果:由于激光光斑和标记圈所处表面的光滑、平整程度不同,所呈现出的激光光斑和标记圈的形状并不标准,通过计算各自的几何中心作为各自的位置信息,从而得到激光光斑移动到的标记圈的位置偏移量能够较大程度的接近激光光斑移动对准标记圈的实际距离和方向。

附图说明

[0059] 图1为一种亚像素边缘检测方法实施例一的流程图;

[0060] 图2为一种亚像素边缘检测方法实施例一的边缘检测流程图;

[0061] 图3为一种亚像素边缘检测方法实施例二的流程图。

具体实施方式

[0062] 下面通过具体实施方式进一步详细说明:

[0063] 实施例一

[0064] 一种亚像素边缘检测方法,如图1所示,包括以下步骤:

[0065] 坐标系建立步骤,在采集到的图像信息中建立坐标系,图像信息包括激光光斑和标记圈。本实施例中,以采集到的图像信息的右下角作为原点建立坐标系,在其它实施例中,也可采用图像信息中其它点作为坐标原点。

[0066] 图像预处理,对图像信息进行图像预处理得到目标图像,本实施例中图像预处理为中值滤波,滤除脉冲噪声或颗粒噪声,保护图像边缘,以便后续的边缘检测。

[0067] 边缘检测步骤,对目标图像中的激光光斑和标记圈分别进行边缘检测,得到光斑边缘信息和标记圈边缘信息。具体地,如图2所示,边缘检测步骤包括以下步骤:

[0068] S1,对目标图像进行全局阈值的分割处理,得到二值化图像;

[0069] S2,采用滤波算子检测二值化图像的边缘,得到灰度边缘图像。本实施例中滤波算子优选Sobel算子。

[0070] S3,采用内插算法对灰度边缘图像进行插值处理,得到边缘细化图像。本实施例中内插算法优选三次样条插值法对灰度边缘图像进行插值处理。

[0071] S4,对边缘细化图像进行二值化,得到边缘信息。

[0072] 位置计算步骤,根据光斑边缘信息和标记圈边缘信息分别计算坐标系中的激光光斑的光斑位置信息和标记圈的标记圈位置信息,具体为:根据光斑边缘信息和标记圈边缘信息分别计算坐标系中激光光斑几何中心的光斑位置信息和标记圈几何中心的标记圈位置信息。

[0073] 偏移量计算步骤,根据光斑位置信息和标记圈位置信息计算得到激光光斑移动到标记圈的位置偏移量;

[0074] 矫正判断步骤,根据预设误差阈值对位置偏移量进行矫正判断,若位置偏移量大于预设误差阈值,进行位置矫正调节。

[0075] 矫正路径规划步骤,根据位置偏移量选取间距最小的标记圈作为待选取标记圈,计算待选取标记圈周围其它标记圈的分布密集程度,选取密集程度高的待选取标记圈作为待对准标记圈,将激光光斑移动到待对准标记圈的位置偏移量作为矫正步骤的位置偏移量。具体包括距离筛选步骤和密集程度筛选步骤,其中:

[0076] 距离筛选步骤包括以下步骤:

[0077] S1,根据激光光斑移动到各标记圈的位置偏移量,得到各标记圈到激光光斑的间距;

[0078] S2,根据各标记圈到激光光斑的间距选取额定数量中间距最小的标记圈作为待选取标记圈;

[0079] S3,计算待选取标记圈与激光光斑之间的间距差值,若间距差值大于预设第一间距差值,则执行密集程度筛选步骤;若间距差值不大于预设第一间距差值,则与激光光斑的间距最小的待选取标记圈作为待对准标记圈;

[0080] 密集程度筛选步骤包括以下步骤:

[0081] S1,以待选取标记圈的几何中心划取相同大小的密集程度判断区域;具体为:待选取标记圈与激光光斑之间的最小间距作为半径,以各待选取标记圈的几何中心点作为圆心,划取密集程度判断区域。

[0082] S2,统计待选取标记圈对应的密集程度判断区域内的标记圈数量;

[0083] S3,将标记圈数量最多的待选取标记圈作为待对准标记圈,将激光光斑移动到待对准标记圈的位置偏移量作为矫正步骤的位置偏移量。

[0084] 矫正步骤,根据位置偏移量控制并调节激光断面检测仪投射的激光光斑位置。

[0085] 实施例二

[0086] 与实施例一的区别之处在于:矫正步骤之后还包括矫正效果追踪步骤,计算矫正后图像内激光光斑与标记圈的矫正后位置偏移量,若矫正后位置偏移量是否小于预设误差阈值,若不小于,生成设备故障提示信息;若小于,生成对准完成提示信息。如图3所示,具体包括以下步骤:

[0087] 步骤S1,采集矫正后图像信息;

- [0088] 步骤S2,在矫正后图像中建立坐标系;
- [0089] 步骤S3,对矫正后图像信息进行图像预处理得到矫正后目标图像;
- [0090] 步骤S4,对矫正后目标图像中的激光光斑和标记圈分别进行边缘检测,得到矫正后光斑边缘信息和矫正后标记圈边缘信息;
- [0091] 步骤S5,根据矫正后光斑边缘信息和矫正后标记圈边缘信息分别计算坐标系中的激光光斑的矫正后光斑位置信息和标记圈的矫正后标记圈位置信息;
- [0092] 步骤S6,根据矫正后光斑位置信息和矫正后标记圈位置信息计算得到激光光斑移动到标记圈的矫正后位置偏移量;
- [0093] 步骤S7,判断矫正后位置偏移量是否小于预设误差阈值,若不小于,生成设备故障提示信息。
- [0094] 以上所述的仅是本发明的实施例,方案中公知的具体结构及特性等常识在此未作过多描述。应当指出,对于本领域的技术人员来说,在不脱离本发明结构的前提下,还可以作出若干变形和改进,这些也应该视为本发明的保护范围,这些都不会影响本发明实施的效果和专利的实用性。本申请要求的保护范围应当以其权利要求的内容为准,说明书中的具体实施方式等记载可以用于解释权利要求的内容。

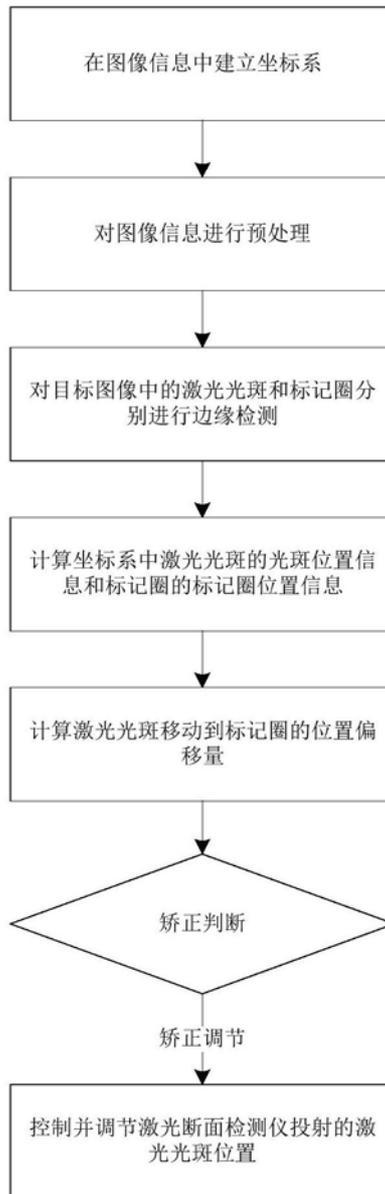


图1

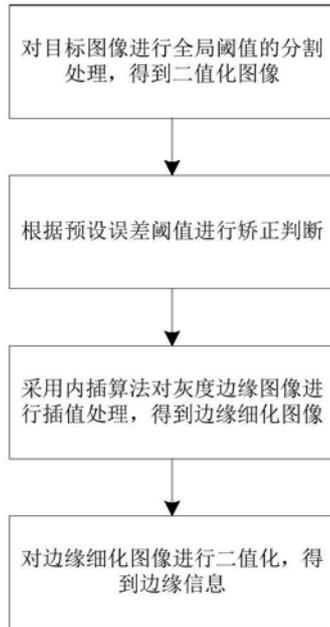


图2

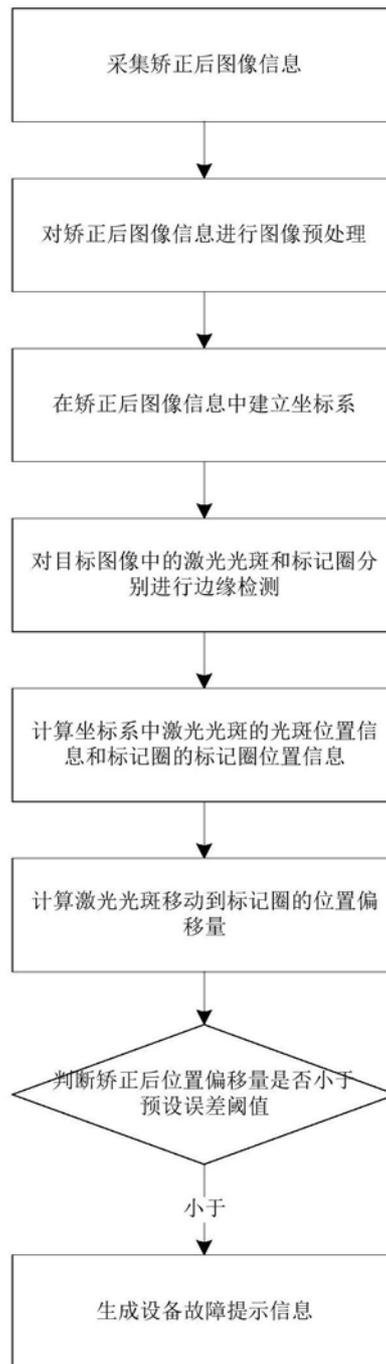


图3