



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113205499 A

(43) 申请公布日 2021.08.03

(21) 申请号 202110481737.X

(22) 申请日 2021.04.30

(71) 申请人 聚时科技(上海)有限公司

地址 200000 上海市杨浦区杨树浦路2300
号3B层B02-59室

(72) 发明人 蒋剑峰 郑军 肖鋆

(74) 专利代理机构 湖北天领艾匹律师事务所
42252

代理人 胡振宇

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2017.01)

G01N 21/88 (2006.01)

G01N 21/95 (2006.01)

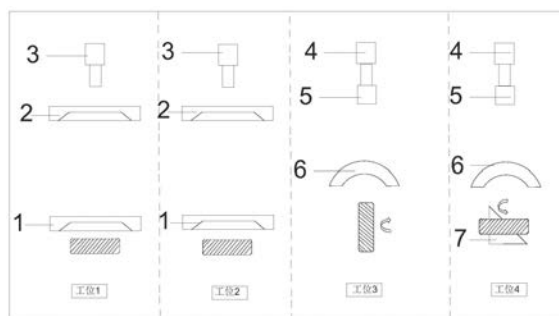
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置与方法

(57) 摘要

本发明涉及机器视觉技术领域,公开了一种基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置与方法,包括四个独立的检测工位,分别可以完成对轴承外圈/轴承内圈的端面、内圆倒角面、外圆表面、外倒角面和内圆周面的图像采集,并通过预置了特定图像检测算法的图像分析装置进行分析处理,检测出可能存在的轴承的表面缺陷并进行分类,最后综合四个工位的检测结果,对被检测轴承是否合格进行判断,解决了现有的轴承检测方法存在的检测工艺复杂,通用性差的缺陷。



1. 基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置, 其特征在于, 包括四组检测工位, 分别为第一检测工位、第二检测工位、第三检测工位和第四检测工位;

所述第一检测工位和所述第二工位包括检测台、设置于其上方的低角度环形光源、设置于所述低角度环形光源上方的高角度环形光源, 所述高角度环形光源的上方还设有具有全画幅镜头的面阵相机;

所述第三检测工位包括检测台、设置于其上方的弧形光源, 以及设置于所述弧形光源上方的线阵相机, 该线阵相机具有远心镜头;

所述第四检测工位包括检测台、设置于其上方的弧形光源, 以及设置于所述弧形光源上方的线阵相机, 该线阵相机具有远心镜头, 所述检测台与所述弧形光源之间还设有棱镜, 该棱镜用于放置于待检测的轴承内圈/轴承外圈的内部;

还包括用于接受接受所述面阵相机和所述线阵相机采集到的图像的图像存储装置, 还包括用于根据按照设定好的算法对上述图像进行处理的图像分析装置。

2. 根据权利要求1所述的基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置, 其特征在于, 所述第三检测工位还包括用于触发所述线阵相机的编码器。

3. 基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测方法, 其特征在于, 使用了如权利要求1或2中任意一项所述的基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置, 包括以下步骤:

步骤一、将待检测的轴承工件放置于所述第一工位的检测台上, 采集其第一端面 and 第一内圆倒角面的图像并传输至所述图像存储装置;

步骤二、翻转轴承工件并输送至所述第二工位的检测台上, 采集其第二端面和第二内圆倒角面的图像并传输至所述图像存储装置;

步骤三、将所述轴承工件输送至所述第三工位的检测台, 调整所述弧形光源, 使其同时照射到轴承工件的外圆表面和外倒角面, 旋转轴承工件的同时, 采集完整的轴承工件的外圆表面图像以及外倒角面图像并传输至所述图像存储装置;

步骤四、将所述轴承工件输送至所述第四工位的检测台, 将所述棱镜放置于所述轴承工件的内部, 旋转所述轴承工件的同时采集其内圆周面的图像并传输至所述图像存储装置;

步骤五、所述图像分析装置根据所述图像存储装置中的图像, 按照预置的算法分析被检测的轴承工件是否合格。

4. 根据权利要求3所述的基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测方法, 其特征在于, 所述步骤三中, 采用触发器来控制线阵相机的拍照频率。

5. 根据权利要求3所述的基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测方法, 其特征在于, 所述步骤三中, 根据轴承的直径来确定相机的行频来保证采集到的轴承的外表面的图像的完整性。

6. 根据权利要求3所述的基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测方法, 其特征在于, 所述步骤五中, 所述图像分析装置中预置了Faster RCNN, SSD, YOLO v_n算法模型或者其改进版本中的任意一种。

基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及机器视觉技术领域,尤其涉及基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置与方法。

背景技术

[0002] 轴承作为工业领域最重要的基础零件之一,使用非常广泛且种类繁多,以往轴承质量控制的重点会更更多地关注轴承的加工精度和材料机械性能,因为这些关系到机械产品的各种使用性能和寿命。但近年来轴承的外观质量越来越受到关注,一方面因为其影响到产品的外观形象,另一方面表面缺陷(例如磕碰伤、锈蚀、裂纹、黑皮等)严重时同样会严重影响机械产品的使用性能和寿命。

[0003] 目前多数小型轴承加工厂以半自动化与手工检测相结合为主,大型轴承厂安装了一些进口或国产的基于机器视觉的自动缺陷检测设备,一定程度上减少了人工、降低了成本,检测结果稳定。轴承加工整个工艺流程中,关键部件是轴承外圈、轴承内圈和轴承滚子,目前有分别针对轴承内、外圈、滚子以及成品的检测设备。

[0004] 但查阅市场上的轴承视觉检测设备以及相关学术论文和专利文档,都是实现对单一产品的有限检测需求,比如轴承端面检测设备,轴承套圈检测设备,成品轴承检测设备等。由于视觉检测设备中光学器件位置相对固定,而轴承品种规格众多,检测需求差别较大,因此成品轴承和轴承套圈,甚至内圈和外圈都无法实现兼容性检测。如果想在一条轴承生产整线上对各个工艺段进行质量管控,就需要分别为不同的被测工件定制不同。

发明内容

[0005] (一)要解决的技术问题

[0006] 本发明实施例提供一种基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置,包括四个独立的检测工位,分别可以完成对轴承外圈/轴承内圈的端面、内圆倒角面、外圆表面、外倒角面和内圆周面的图像采集,并通过预置了特定图像检测算法的图像分析装置进行分析处理,检测出可能存在的轴承的表面缺陷并进行分类,最后综合四个工位的检测结果,对被检测轴承是否合格进行判断,解决了现有的轴承检测方法存在的检测工艺复杂,通用性差的缺陷。

[0007] (二)发明内容

[0008] 本发明实施例提供基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置,包括四组检测工位,分别为第一检测工位、第二检测工位、第三检测工位和第四检测工位;

[0009] 第一检测工位和第二工位包括检测台、设置于其上方的低角度环形光源、设置于低角度环形光源上方的高角度环形光源,高角度环形光源的上方还设有具有全画幅镜头的面阵相机;

[0010] 第三检测工位包括检测台、设置于其上方的弧形光源,以及设置于弧形光源上方的线阵相机,该线阵相机具有远心镜头;

[0011] 第四检测工位包括检测台、设置于其上方的弧形光源,以及设置于弧形光源上方的线阵相机,该线阵相机具有远心镜头,检测台与弧形光源之间还设有棱镜,该棱镜用于放置于待检测的轴承内圈/轴承外圈的内部;

[0012] 还包括用于接受接受面阵相机和线阵相机采集到的图像的图像存储装置,还包括用于根据按照设定好的算法对上述图像进行处理的图像分析装置。

[0013] 优选的,第三检测工位还包括用于触发所述线阵相机的编码器。

[0014] 基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测方法,使用了上述基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置,包括以下步骤:

[0015] 步骤一、将待检测的轴承工件放置于第一工位的检测台上,采集其第一端面 and 第一内圆倒角面的图像并传输至图像存储装置;

[0016] 步骤二、翻转轴承工件并输送至第二工位的检测台上,采集其第二端面和第二内圆倒角面的图像并传输至所述图像存储装置;

[0017] 步骤三、将所述轴承工件输送至第三工位的检测台,调整弧形光源,使其同时照射到轴承工件的外圆表面和外倒角面,旋转轴承工件的同时,采集完整的轴承工件的外圆表面图像以及外倒角面图像并传输至图像存储装置;

[0018] 步骤四、将轴承工件输送至第四工位的检测台,将棱镜放置于轴承工件的内部,旋转轴承工件的同时采集其内圆周面的图像并传输至图像存储装置;

[0019] 步骤五、图像分析装置根据图像存储装置中的图像,按照预置的算法分析被检测的轴承工件是否合格。

[0020] 优选的,步骤三中,采用触发器来控制线阵相机的拍照频率。

[0021] 优选的,步骤三中,根据轴承的直径来确定相机的行频来保证采集到的轴承的外表面的图像的完整性。

[0022] 优选的,步骤五中,所述图像分析装置中预置了Faster RCNN,SSD,YOLO vn算法模型或者其改进版本中的任意一种。

[0023] (三)有益效果

[0024] 本发明实施例提供的基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置与方法,包括四个独立的检测工位,分别可以完成对轴承外圈/轴承内圈的端面、内圆倒角面、外圆表面、外倒角面和内圆周面的图像采集,并通过预置了特定图像检测算法的图像分析装置进行分析处理,检测出可能存在的轴承的表面缺陷并进行分类,最后综合四个工位的检测结果,对被检测轴承是否合格进行判断。

[0025] 首先,采用创新的光学成像组合方案,一方面保证了轴承的每个被测表面可以清晰成像,另一方面使得成品轴承、轴承外圈和轴承内圈可以在相同的模块化成像方案下被检测,无需分别定制专用设备,提高了设备的兼容性、通用性,降低了设备的应用成本。

[0026] 其次,采用光学成像硬件的模块化设计和对应软件的模块化设计思想,实现了按照用户需求对成品轴承和内外套圈进行视觉缺陷检测的定制化设计,以满足不同规格、不同品种轴承的检测需求。

[0027] 最后,软硬件模块化设计思想容易延伸应用于与轴承类似的金属表面视觉缺陷检测,可快速设计单独检测工件的环形表面、线扫描外圆面、内圆面的系统,为基于机器视觉技术的零件检测工艺提供了一种新的解决方案思路。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0029] 图1是本发明实施例中的一种基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置的结构示意图;

[0030] 图2是本发明实施例中的检测不同类型的检测轴承工件与对应的检测表面的对应关系;

[0031] 图3是本发明实施例中的一种基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置中预置的深度学习方法的设计与优化方法。

[0032] 附图标记说明:

[0033] 1:低角度环形光源; 2:高角度环形光源; 3:面阵相机;

[0034] 4:线阵相机; 5:远心镜头; 6:弧形光源;

[0035] 7:棱镜。

具体实施方式

[0036] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0037] 在本发明实施例的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“第一”“第二”“第三”是为了清楚说明产品部件进行的编号,不代表任何实质性区别。“上”“下”“左”“右”的方向均以附图所示方向为准。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明实施例中的具体含义。

[0038] 需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“连接”应做广义理解,例如,可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在发明实施例中的具体含义。

[0039] 图1是本发明实施例中的一种基于机器视觉的轴承缺陷模块化检测装置,包括四组检测工位,分别为第一检测工位、第二检测工位、第三检测工位和第四检测工位;第一检测工位和第二工位分别用于检测两个端面和两个内圆倒角,每一个检测工位一次检测同侧的端面和内圆倒角,由于两个端面的基本尺寸与结构相同,因此第一检测工位和第二工位的结构可以完全相同,均包括检测台、设置于其上方的低角度环形光源1、设置于低角度环形光源1上方的高角度环形光源2,高角度环形光源2的上方还设有具有全画幅镜头的面阵相机3;

[0040] 第三检测工位用于检测外面表面和外倒角面,其包括检测台、设置于其上方的弧形光源6,以及设置于弧形光源6上方的线阵相机4,该线阵相机4具有远心镜头5;第三检测工位还包括用于触发线阵相机4的编码,采用弧形光源6兼顾照明外圆表面和外倒角面,旋转工件采用相机线扫描外圆周面,采用编码器触发相机采集图像,对于轴承不同的直径大

小可以精确设定相机行频来采集完整外表面图像;由于外圆面和外倒角面在深度方向有差异,因此采用远心镜头5消除投影成像误差。

[0041] 第四检测工位包括检测台、设置于其上方的弧形光源6,以及设置于弧形光源6上方的线阵相机4,该线阵相机4具有远心镜头5,检测台与弧形光源6之间还设有棱镜7,该棱镜7用于放置于待检测的轴承内圈/轴承外圈的内部;检测方法为:旋转待检测轴承工件并在工件内部放置棱镜7通过反射方式线扫描工件内圆面,光源通过棱镜7反射,光线折度后照射内壁,在内壁表面反射后再由棱镜7反射到镜头被相机采集;由于内圆面可能是曲面,有一定深度,因此采用远心镜头5消除投影成像误差。值得一提的是,此方案不针对微型轴承,因为无法在其内部放置棱镜7,太小的轴承需要采用其他方式进行内孔成像。

[0042] 还包括用于接受接受面阵相机3和线阵相机4采集到的图像的图像存储装置,还包括用于根据按照设定好的算法对上述图像进行处理的图像分析装置。

[0043] 此种模块化组合式的设计方法,针对不同的轴承类型需要采用不同的光源照明,使得不同的被测表面成像清晰的同时保证缺陷具有良好对比度,采用合适的光源和成像装置将这些轴承外圈、轴承内圈和成品轴承的检测需求统一到一套检测方案中,在实现对轴承各个表面检测的同时,提供了一套满足不同检测对象的兼容性强的完整解决方案。

[0044] 根据成像和算法处理的同质性,可将以上各检测平面分置于四个工位,具体的检测方法如下:

[0045] 步骤一:第一工位检测工件单侧端面和内圆倒角面:光源采用高角度环形光加低角度环形光组合方式,既兼顾了端面和内倒角面的同时成像,又可以通过组合光的方式一定程度上弱化金属材料的纹理,利于后续算法更好地检出缺陷;

[0046] 步骤二:将工件翻转后进入第二工位检测另一侧端面和内圆倒角面,方案与第一工位相同;

[0047] 步骤三:第三工位检测外圆表面和外倒角面:采用弧形光源6兼顾照明外圆表面和外倒角面,旋转工件采用相机线扫描外圆周面,采用编码器触发相机采集图像,对于轴承不同的直径大小可以精确设定相机行频来采集完整外表面图像;由于外圆面和外倒角面在深度方向有差异,因此采用远心镜头5消除投影成像误差;

[0048] 步骤四:第四工位检测内圆周面:旋转工件并在工件内部放置棱镜7通过反射方式线扫描工件内圆面,光源通过棱镜7反射,光线折90度后照射内壁,在内壁表面反射后再由棱镜7反射到镜头被相机采集(此方案不针对微型轴承,因为无法在其内部放置棱镜7,太小的轴承需要采用其他方式进行内孔成像);由于内圆面可能是曲面,有一定深度,因此采用远心镜头5消除投影成像误差。

[0049] 每个工件顺序经过四个工位,分别成像得到四幅图像,经由算法处理,可以检测到图像中的缺陷并作分类。四个工位结束后,软件综合四个工位的检测结果,按照轴承质量评估的量化标准进行综合评定,如果超出要求,该工件在后道工位作为次品被剔除,如果符合要求即为良品。图像分析装置中预置的算法采用Faster RCNN,SSD,YOLO vn等等有成熟开源的算法模型或者其改进版本中的任意一种即可。

[0050] 为了说明组合式检测的组合方法,现以深沟球轴承为例,结合附图2进行说明,如图所示,成品轴承采用第一工位检测上端面,采用第二工位检测下端面,采用第三工位检测外圆面,采用第四工位检测内圆面;轴承内圈和轴承外圈的组合关系见附图,此处不再赘

述。依赖于此种组合方法,大大降低了此类检测设备的设计难度,应用成本,同时提高了其通用性。

[0051] 关于通用性,对被测工件类型的兼容性分析如下:一般工业轴承直径尺寸区间较大,从十几毫米到几百毫米,在保证相同图像分辨率的条件下,可以将轴承规格作若干个大区间分隔,采用相同靶面尺寸相同像素分辨率的相机覆盖多个尺寸区间内的轴承的成像;对于端面检测工位来说,采用高角度环形光和低角度环形光的组合方式。高角度环形光对尺寸不敏感;对于低角度环形光,在对内倒角面照明时,如果由于尺寸大小造成反射角度发生变化,可以在更换轴承规格时根据直径变化的大小调整低角度光源相应的高度,也就调整了低角度环光的照射角度,保证了照明的一致性;对于外圆面工位来说,相机镜头光源作为一体可以整体调整距离,不同轴承直径时只需保证相机镜头光源与轴承外圆保持相同的工作距离即可;同时弧形光对轴承外表面的照明本身就是多角度照明,对轴承厚度方向的变化不敏感;对于内圆面工位来说,与外圆面工位相似,将相机镜头光源装配为一体,在轴承直径变化时作整体移动,保证相同的工作距离即可;弧形光对轴承厚度方向的变化同样不敏感。综上所述,兼容性方面不存在问题。

[0052] 算法并不是本发明模块化设计方法的核心部分,因为无论设备本身是否采用模块化设计,检测算法都需要应对不同的检测场景做模块化设计。

[0053] 按照如图2中所示不同表面的归类,对于不同种类的成品轴承来说,图像差别不大,可以用相似的算法模块处理;而对于不同轴承的内外套圈来讲,显然图像会有较大区别,需要分别针对不同类型设计相应的算法模块,无论采用传统图像处理算法还是采用深度学习算法。

[0054] 另一方面,对于同一表面来说,轴承金属表面的成像会因为材质和加工方法及工艺的变化而不同,通常图像会带有背景纹理和噪声,但相差不会太大。对于传统图像算法来说,不太容易适应不同复杂背景的变化。为了配合本专利模块化设计的思想,考虑采用深度学习算法,将相似图像背景的材料归为一类,收集对应的缺陷图像样本数据集,缺陷经过标注后,输入设计好的算法模型,通过调整模型超参并训练,优化模型输出结果;通过更新数据集、调整标注精度、调整算法模型组合、优化模型参数,不断迭代模型的学习过程,逐步形成可以在线应用的算法。具体的算法设计及优化过程如图3所示。

[0055] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

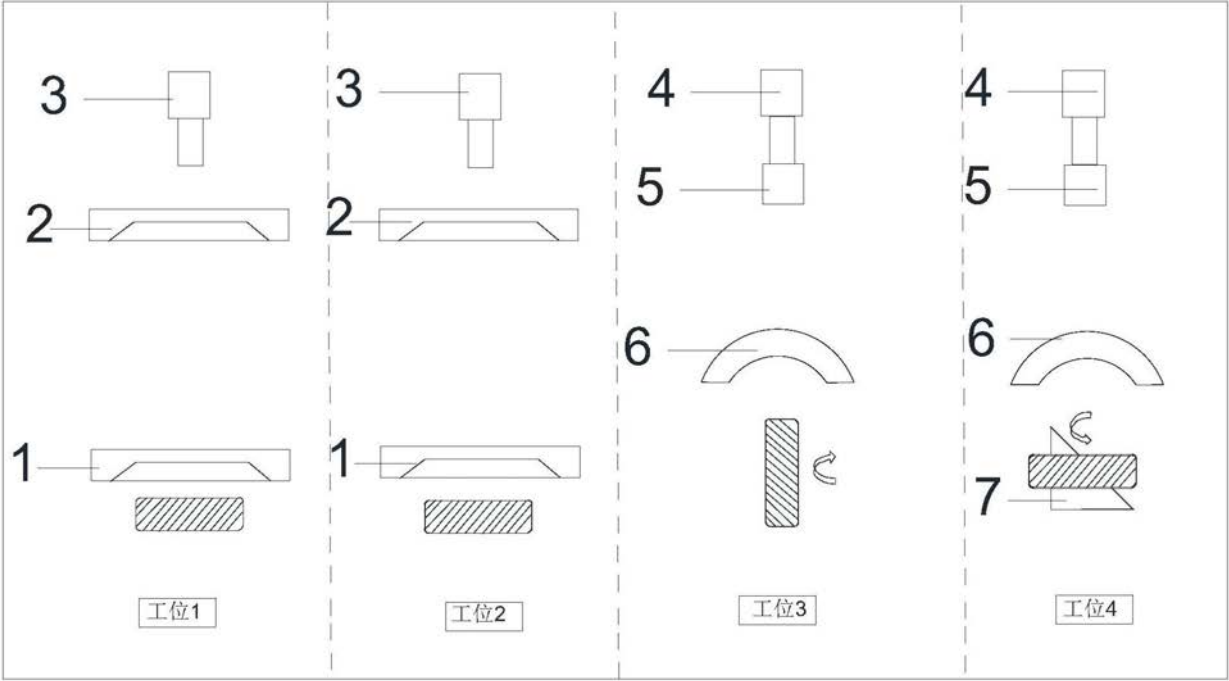


图1

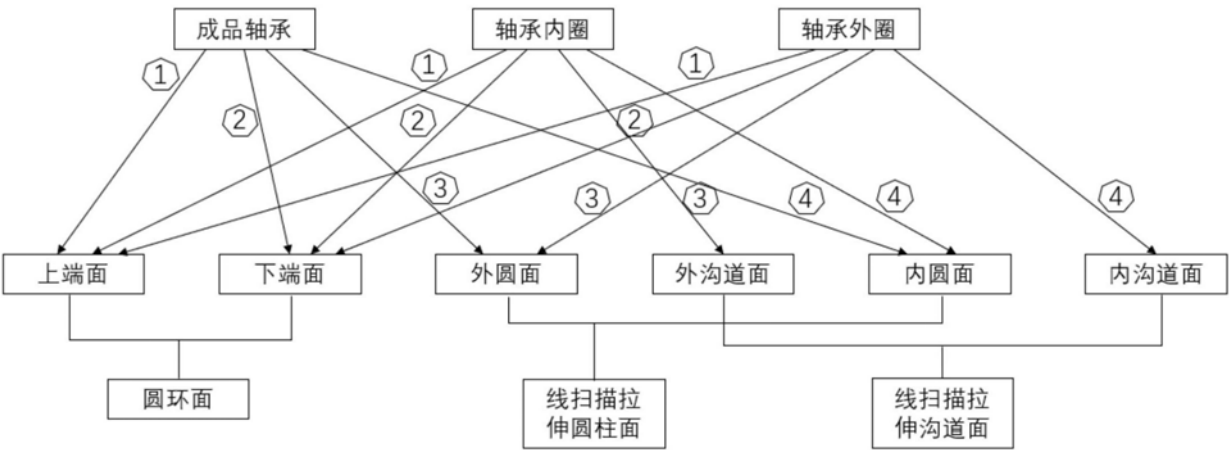


图2

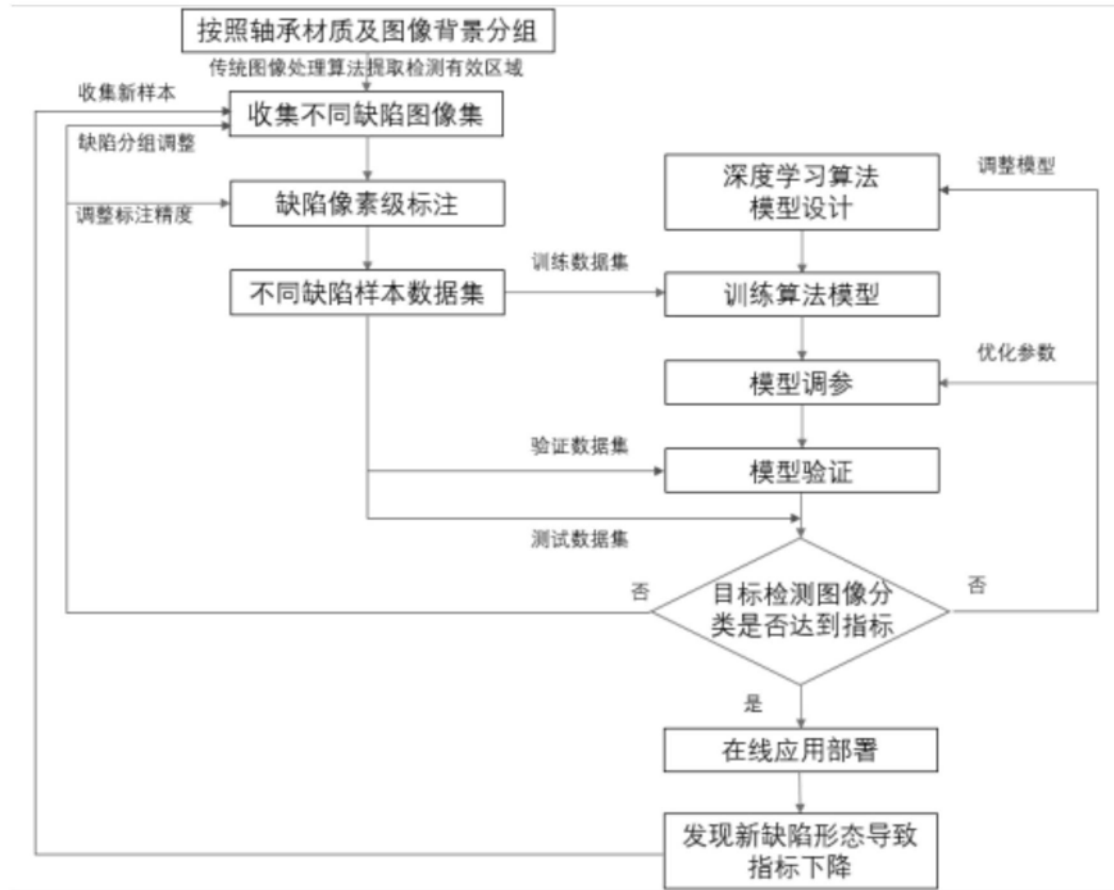


图3