



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204630546 U

(45) 授权公告日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201520320480. X

(22) 申请日 2015. 05. 18

(73) 专利权人 张万军

地址 730070 甘肃省兰州市安宁区安宁东路  
十里店南街 49 号

(72) 发明人 张万军

(51) Int. Cl.

G01B 11/00(2006. 01)

G01B 11/24(2006. 01)

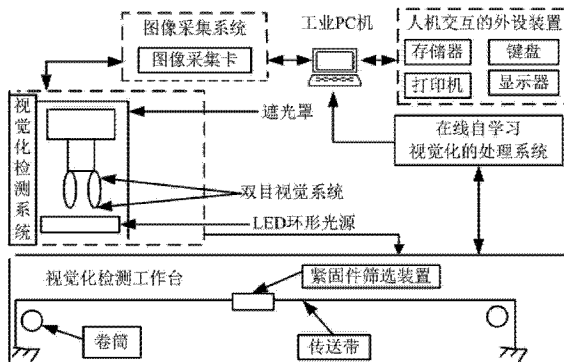
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54) 实用新型名称

一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统,包括工业 PC 机、人机交互的外设装置、图像采集系统、视觉化检测系统、视觉化检测工作台及在线自学习视觉化的处理系统;所述的工业 PC 机一端通过 RS232 与所述的图像采集系统相连,完成风电设备紧固件的视觉化的图像采集,另一端与所述的人机交互的外设装置相连,所述的人机交互的外设装置包括存储器、键盘、打印机及显示器,完成风电设备紧固件的视觉检测的结果存储、输入、显示及测量结果的打印。本实用新型完全实现风电设备紧固件在线自学习实时检测,降低了生产成本,提高了生产效率,能够产生很好的经济效益和社会效益。



1. 一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统,其特征在於:包括工业 PC 机、人机交互的外设装置、图像采集系统、视觉化检测系统、视觉化检测工作台及在线自学习视觉化的处理系统;所述的工业 PC 机一端通过 RS232 与所述的图像采集系统相连,完成风电设备紧固件的视觉化的图像采集,另一端与所述的人机交互的外设装置相连,所述的人机交互的外设装置包括存储器、键盘、打印机及显示器,完成风电设备紧固件的视觉检测的结果存储、输入、显示及测量结果的打印。

2. 如权利要求 1 所述的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统,其特征在於:所述的图像采集系统设有图像采集卡,控制工业 CCD 摄像机摄像,完成图像的采集,协调整个风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统完成视觉化控制;

所述的图像采集卡选用大恒图像的 QP300,所述的图像采集卡与 PCI 总线相连,传输图像的速率可达 130Mbps,完成高精度图像的实时传输。

3. 如权利要求 1 所述的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统,其特征在於:所述的视觉化检测系统包括光源系统、双目视觉系统及遮光罩;

1)、所述的光源系统为 LED 环形光源,所述的 LED 环形光源采用背光照射的形式进行照射,从而获得清晰的风电设备紧固件的轮廓及尺寸图像;

2)、所述的双目视觉系统采用两个可以左右移动及伸缩的 CCD 工业摄像机,所述的左右移动及伸缩的 CCD 工业摄像机极大地增加了工业 CCD 摄像机摄像的范围;

所述的 CCD 工业摄像机设有 CCD 工业摄像头;

3)、所述的遮光罩采用长方体形状的一个底面去掉底的金属遮光罩,主要是遮住工业 CCD 摄像机的顶端及 LED 环形光源的外端。

4. 如权利要求 1 所述的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统,其特征在於:所述的视觉化检测工作台包括紧固件筛选装置及传输装置;

1)、所述的紧固件筛选装置上设有紧固件筛选器和紧固件触发器;

所述的紧固件筛选器用于筛选风电设备的紧固件;

所述的紧固件触发器用于筛选紧固件前触发视觉化检测工作台的电路,完成风电设备紧固件的筛选;

2)、所述的传输装置包括传输带及卷筒,完成风电设备紧固件的传输。

5. 如权利要求 1 所述的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统,其特征在於:所述的在线自学习视觉化的处理系统是整個在线自学习视觉化的处理系统的核心和关键,由在线自学习视觉化的处理系统完成风电设备紧固件的视觉化检测。

## 一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及风电设备紧固件视觉化检测的领域,更具体的说,涉及一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统。

### 背景技术

[0002] 目前,随着经济和社会的快速发展,风电设备的需求量越来越大,风电设备是风力发电装置中必不可少的一种设备,但大型风电设备中的紧固件如螺丝、螺母、螺栓、轴承使用时间长了容易脱落,需要使用一种风电设备紧固件的检测系统,风电设备紧固件的检测系统,存在以下一些缺点:

[0003] (1)、以往的风电设备紧固件的检测系统很少采用 LED 环形光源背光照射、双目视觉系统也没有采用两个可以左右移动及伸缩的 CCD 工业摄像机、CCD 摄像头,视觉化处理的范围及能力很有限、检测效率较低、适用性不强;

[0004] (2)、以往的风电设备紧固件的检测系统上没有采用紧固件筛选器和紧固件触发器,不方便实现合格的紧固件和不合格的紧固件的筛选,不能为正确筛选合格的紧固件采集图像提供强有力的保障;

[0005] (3) 以往的风电设备紧固件的检测系统上没有采用在线自学习视觉化检测系统,不能实现电设备紧固件的在线实时检测,相应的测量不高精度,视觉检测效率没有提高、测量准确度不大。风电设备紧固件的检测控制的检测效果不理想,生产成本较高,生产效率较低。

### 发明内容

[0006] 本实用新型是为了克服上述不足,给出了一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统。

[0007] 本发明的技术方案如下:

[0008] 一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统,包括工业 PC 机、人机交互的外设装置、图像采集系统、视觉化检测系统、视觉化检测工作台及在线自学习视觉化的处理系统;所述的工业 PC 机一端通过 RS232 与所述的图像采集系统相连,完成风电设备紧固件的视觉化的图像采集,另一端与所述的人机交互的外设装置相连,所述的人机交互的外设装置包括存储器、键盘、打印机及显示器,完成风电设备紧固件的视觉检测的结果存储、输入、显示及测量结果的打印。

[0009] 所述的图像采集系统设有图像采集卡,控制工业 CCD 摄像机摄像,完成图像的采集,协调整个风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统完成视觉化控制;所述的图像采集卡选用大恒图像的 QP300,所述的图像采集卡与 PCI 总线相连,传输图像的速率可达 130Mbps,完成高精度图像的实时传输。

[0010] 所述的视觉化检测系统包括光源系统、双目视觉系统及遮光罩。

[0011] 进一步地,所述的光源系统为 LED 环形光源,所述的 LED 环形光源采用背光照射的

形式进行照射,从而获得清晰的风电设备紧固件的轮廓及尺寸图像。

[0012] 进一步地,所述的双目视觉系统采用两个可以左右移动及伸缩的 CCD 工业摄像机,所述的左右移动及伸缩的 CCD 工业摄像机极大地增加了工业 CCD 摄像机摄像的范围;所述的 CCD 工业摄像机设有 CCD 工业摄像头。

[0013] 详细地,所述的遮光罩采用长方体形状的一个底面去掉底的金属遮光罩,主要是遮住工业 CCD 摄像机的顶端及 LED 环形光源的外端。

[0014] 所述的视觉化检测工作台包括紧固件筛选装置及传输装置。

[0015] 所述的紧固件筛选装置上设有紧固件筛选器和紧固件触发器。

[0016] 进一步地,所述的紧固件筛选器用于筛选风电设备的紧固件。

[0017] 进一步地,所述的紧固件触发器用于筛选紧固件前触发视觉化检测工作台的电路,完成风电设备紧固件的筛选。

[0018] 所述的传输装置包括传输带及卷筒,完成风电设备紧固件的传输。

[0019] 进一步地,所述的在线自学习视觉化的处理系统是整個在线自学习视觉化的处理系统的核心和关键,由在线自学习视觉化的处理系统完成风电设备紧固件的视觉化检测。

[0020] 本实用新型发明与现有技术相比,具有以下优点及突出性效果:

[0021] (1)、本发明的视觉化检测系统采用 LED 环形光源背光照射、双目视觉系统采用两个可以左右移动及伸缩的 CCD 工业摄像机、CCD 摄像头,扩大了视觉化处理的范围及能力;

[0022] (2)、本发明采用紧固件筛选器和紧固件触发器,可以方便实现合格的紧固件和不合格的紧固件的筛选,为正确筛选合格的紧固件采集图像提供强有力的保障;

[0023] (3)、本发明的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统测量的结果满足风电设备紧固件的检测要求,达到相应的测量精度,视觉检测效率提高、测量准确度增大。

[0024] 除了以上这些,本发明采用在线自学习视觉化检测系统实现风电设备紧固件的检测,降低了生产成本,提高了生产效率,能够产生很好的经济效益和社会效益。

[0025] 本实用新型的其它优点、目标和特征在某种程度上将在随后的说明书中进行阐述,并且在某种程度上,基于对下文的考察研究对本领域技术人员而言将是显而易见的,或者可以从本实用新型的实践中得到教导。本实用新型的目标和其它优点可以通过下面的说明书和权利要求书来实现和获得。

## 附图说明

[0026] 图 1 为本发明所述的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统的结构示意图;

[0027] 图 2 为本发明所述的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统实现在线自学习视觉化软件的处理过程流程图;

[0028] 图 3 为本发明所述的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统实现在线自学习视觉化检测的过程示意图;

[0029] 图 4 为所述的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统在视觉化工作台上实现在线自学习视觉化检测的筛选过程流程图;

[0030] 图 5 为本发明所述的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统实现在

线自主学习视觉化检测的过程流程图。

### 具体实施方式

[0031] 下面结合附图对本实用新型及其实施方式作进一步详细描述。

[0032] 如图 1 所示,一种风电设备紧固件的在线自主学习视觉化检测系统,包括工业 PC 机、人机交互的外设装置、图像采集系统、视觉化检测系统、视觉化检测工作台及在线自主学习视觉化的处理系统;所述的工业 PC 机一端通过 RS232 与所述的图像采集系统相连,完成风电设备紧固件的视觉化的图像采集,另一端与所述的人机交互的外设装置相连,所述的人机交互的外设装置包括存储器、键盘、打印机及显示器,完成风电设备紧固件的视觉检测的结果存储、输入、显示及测量结果的打印。

[0033] 进一步地,所述的图像采集系统设有图像采集卡,控制工业 CCD 摄像机摄像,完成图像的采集,协调整个风电设备紧固件的在线自主学习视觉化检测系统完成视觉化控制;所述的图像采集卡选用大恒图像的 QP300,所述的图像采集卡与 PCI 总线相连,传输图像的速率可达 130Mbps,完成高精度图像的实时传输。

[0034] 所述的视觉化检测系统包括光源系统、双目视觉系统及遮光罩。

[0035] 具体地,所述的光源系统为 LED 环形光源,所述的 LED 环形光源采用背光照射的形式进行照射,从而获得清晰的风电设备紧固件的轮廓及尺寸图像。

[0036] 进一步作为优选的实施方式,所述的双目视觉系统采用两个可以左右移动及伸缩的 CCD 工业摄像机,所述的左右移动及伸缩的 CCD 工业摄像机极大地增加了工业 CCD 摄像机摄像的范围。

[0037] 具体地,所述的 CCD 工业摄像机设有 CCD 工业摄像头。

[0038] 详细地,所述的遮光罩采用长方体形状的一个底面去掉底的金属遮光罩,主要是遮住工业 CCD 摄像机的顶端及 LED 环形光源的外端。

[0039] 又,本发明的视觉化检测系统采用 LED 环形光源背光照射、双目视觉系统采用两个可以左右移动及伸缩的 CCD 工业摄像机、CCD 摄像头,扩大了视觉化处理的范围及能力,是本发明的一个显著特点。

[0040] 所述的视觉化检测工作台包括紧固件筛选装置及传输装置。

[0041] 具体地,所述的紧固件筛选装置上设有紧固件筛选器和紧固件触发器。

[0042] 进一步作为优选的实施方式,所述的紧固件筛选器用于筛选风电设备的紧固件。

[0043] 进一步作为优选的实施方式,所述的紧固件触发器用于筛选紧固件前触发视觉化检测工作台的电路,完成风电设备紧固件的筛选。

[0044] 又,本发明采用紧固件筛选器和紧固件触发器,可以方便实现合格的紧固件和不合格的紧固件的筛选,为正确筛选合格的紧固件采集图像提供强有力的保障,又是本发明的一个显著特点。

[0045] 所述的传输装置包括传输带及卷筒,完成风电设备紧固件的传输。

[0046] 进一步作为优选的实施方式,所述的在线自主学习视觉化的处理系统是整个在线自主学习视觉化的处理系统的核心和关键,由在线自主学习视觉化的处理系统完成风电设备紧固件的视觉化检测。

[0047] 详细地,所述的在线自主学习视觉化的处理系统采用自主开发和设计的在线自主学习

视觉化处理软件,图像由双目视觉化的 CCD 工业摄像机摄像及大恒 QP300 图像采集卡采集数据,采集的数据进入工业 PC 机,工业 PC 机根据在线自学习视觉化处理软件实时、高效、准确及高精度地处理被测风电设备紧固件的测量数据。

[0048] 所述的所述的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统实现在线自学习视觉化软件的处理过程,如图 2 所示,包括启动在线自学习视觉化的检测处理系统、在线自学习视觉化检测、判断是否生成样本的标准图像、保存识别被测紧固件的图像特征、判断视觉化检测系统是否关闭几个步骤。步骤如下:

[0049] 步骤一:启动在线自学习视觉化的检测处理系统;

[0050] 步骤二:在线自学习视觉化检测;

[0051] (1)、采集紧固件的样本图像及读取被检测紧固件的图像信息;

[0052] 具体地,CCD 工业摄像机摄像、图像采集系统采集图像信息;

[0053] (2)、图像在学习视觉化的检测处理;

[0054] 步骤三:判断是否生成样本的标准图像;

[0055] 1)、若没有生成检测件样本的标准图像,则执行步骤二的图像在学习视觉化的检测处理,CCD 工业摄像机摄像;

[0056] 2)、若生成生成检测件样本的标准图像,则执行步骤四。

[0057] 步骤四:保存识别被测紧固件的图像特征;

[0058] 步骤五:判断子线自学习视觉化检测系统是否关闭?

[0059] 1)、如果视觉化检测系统没有关闭,则执行步骤二的采集紧固件的样本图像及读取被检测紧固件的图像信息;

[0060] 2)、如果视觉化检测系统关闭,则完成风电设备紧固件的在线自学习视觉化的实时检测。

[0061] 具体地,所述的在线自学习视觉化检测的过程,如图 3 所示,所述的在线自学习视觉化的检测过程,包括 CCD 工业摄像机摄像及数据采集卡采集紧固件的样本图像进行视觉化处理,图像预处理、图像特征提取及训练图像样本进行图像样本映射的在线自学习,图像识别、提取检测图像的特征、完成在线自学习视觉化的检测过程。

[0062] 又,本发明采用在线自学习视觉化检测系统实现风电设备紧固件的检测,又是本发明的一个显著特点。

[0063] 所述的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统在视觉化工作台上实现在线自学习视觉化检测的筛选过程,如图 4 所示。

[0064] 首先,被测的风电设备紧固件放置在视觉化的检测工作台的传送带上,卷筒在电机的牵引下带动传送带运动,当风电设备紧固件运动到视觉化检测系统的位置时;

[0065] 其次,视觉化的检测系统的双目视觉系统摄像;

[0066] 再次,在线自学习的视觉化的处理系统,处理视觉化的检测系统的双目视觉系统摄像的图像;

[0067] 再次,紧固件筛选器筛选不合格的风电设备紧固件;

[0068] 最后,合格的风电设备紧固件沿着传送带运动,到视觉化工作台的末端,完成风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测的筛选。

[0069] 所述的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统实现在线自学习视觉

化检测的过程,如图 5 所示,包括放置被测的风电设备紧固件、被检测风电设备紧固件在视觉化的检测系统上运动、双目视觉系统视觉化的检测处理图像、紧固件筛选装置筛选不合格件、判断是否生成合格的紧固件图像、显示、打印及保存合格紧固件的图像、判断是否完成被测紧固件视觉化的检测等几个步骤。步骤如下:

[0070] Step1:放置被测的风电设备紧固件;

[0071] 具体地,所述的紧固件包括螺栓、螺母、垫片、钢钉、轴,详细地,所述的螺栓采用高强度的大六角头螺栓,所述的螺母采用高强度的大六角螺母,所述的螺栓、螺母、垫片、钢钉满足 GB/T 1231-2006 的技术条件。

[0072] Step2:被检测风电设备紧固件在视觉化的检测系统上运动,具体地,被测紧固件放置在视觉化的检测工作台上,在传输带及卷筒,完成风电设备紧固件的传输及运动;

[0073] Step3:双目视觉系统视觉化的检测处理图像,所述的双目视觉系统采用两个可以左右移动及伸缩的 CCD 工业摄像机及 CCD 工业摄像头,可在线实时地完成风电设备紧固件的视觉化图形的检测;

[0074] Step4:紧固件筛选装置筛选不合格件;

[0075] (1)、紧固件触发器触发视觉化检测工作台的电路,紧固件筛选装置开始筛选并区分合格的紧固件和不合格的紧固件;

[0076] (2)、紧固件筛选器筛选不合格的风电设备紧固件。

[0077] Step5:判断是否生成合格的紧固件图像;

[0078] 1)、若没有生成格的紧固件图像,则执行 Step3 步骤,双目视觉系统视觉化的检测处理图像;

[0079] 2)、若生成生成格的紧固件图像,则执行 Step6 步骤。

[0080] Step6:显示、打印及保存合格紧固件的图像;

[0081] Step7:判断是否完成被测紧固件视觉化的检测?

[0082] 1)、如果没有完成被测紧固件视觉化的检测,则执行 Step2 步骤,被测紧固件放置在视觉化的检测工作台上,在传输带及卷筒,完成风电设备紧固件的传输及运动;

[0083] 2)、如果完成被测紧固件视觉化的检测,即完成风电设备紧固件的在线、实时自学习视觉化的检测。

[0084] 实施实例二:

[0085] 在本发明的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统中进行视觉化检测实现。

[0086] 一、被测风电设备紧固件的在线视觉检测试验

[0087] 实验的过程中分别选取螺栓的直径(mm)、螺栓的长度(mm)及垫片的直径(mm)、垫片的长度(mm)进行在线自学习视觉化的检测试验。

[0088] 具体地,被测风电设备紧固件的直径及长度方向视觉化检验结果,如表 1 所示。

[0089] 表 1 被测风电设备紧固件的直径及长度方向视觉化检验结果

[0090]

测量参数	螺栓的直径	螺栓的长度	垫片的直径	垫片的长度
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
视觉化图像测量值	16.003	21.083	16.938	16.938
人工图像测量值	15.989	21.003	16.96	16.96

[0091] 由表 1 可知：

[0092] 1)、一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统测量的结果满足风电设备紧固件的检测要求,达到相应的测量精度；

[0093] 2)、本发明采用在线自学习视觉化检测的控制系统,视觉检测效率提高、测量准确度增大。

[0094] 二、被测风电设备紧固件的样本容量试验检测试验

[0095] 每一类被测风电设备紧固件的样本容量为 10 件和 20 件,分别进行风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统的样本容量试验检测,样本容量试验检测结果,如表 2 所示。

[0096] 表 2 被测风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统样本容量试验检测结果

[0097]

样本容量		合格的紧固件	不合格的紧固件		
			倒角、圆角缺角	纹理图像	表面粗糙度
10	正确检测数	86%	49	30	42
	正确检测率	86%	96%	100%	84%
	误判检测数	14	2	0	7
	误判检测率	14%	4%	0%	14%
20	正确检测数	100%	50	30	50
	正检测确率	100%	100%	100%	100%
	误判检测数	0	0	0	0
	误判检测率	0%	0%	0%	0%

[0098] 由表 2 的样本容量试验检测结果可知：

[0099] 样本容量由 10 件增加到 20 件时,样本容量在不断的增大,样本检测检测正确率由 86%增加到 100%,随着样本容量在不断的增大,样本检测正确检测率也在不断增加,到样本数达到 20 件以上时,样本检测正确检测率为 100%。

[0100] 三、被测风电设备紧固件的实时性检测试验

[0101] 样本容量每类被测风电设备紧固件的容量为 20 个样本,被测风电设备紧固件的图像像素为 250\*300,试验时间为每次试验的 10 次平均时间。样本检测时间分别为 100ms、200ms,分别进行风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统的样本实时性试验检测,样本实时性试验检测结果,如表 3 所示。

[0102] 表 3 被测风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统样本实时性试验检测结果



[0103]

检测时间 (ms)		合格的紧固件	不合格的紧固件		
			倒角、圆角缺角	纹理图像	表面粗糙度
100	正确检测数	100%	40	30	50
	正确检测率	100%	100%	100%	100%
	误判检测数	0	0	0	0
	误判检测率	0%	0%	0%	100%
200	正确检测数	100%	50	30	50
	正检测确率	100%	100%	100%	100%
	误判检测数	0	0	0	0
	误判检测率	0%	0%	0%	0%

[0104] 由表 3 的数据可知：

[0105] 缩短检测时间有利于提高被测风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统样本实时性的准确率。

[0106] 四、被测风电设备紧固件的通用性检测试验

[0107] 本次试验选取的容量为 20 个样本，被测风电设备紧固件的图像像素为 250\*300，试验时间为每次试验的 10 次平均时间，进行通用试验，实验结果如表 4 所示。

[0108] 表 4 被测风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统样本通用性试验检测结果

[0109]

	合格的紧固件	不合格的紧固件		
		倒角、圆角缺角	纹理图像	表面粗糙度
正确检测数	100%	40	30	50
正确检测率	100%	100%	100%	100%
误判检测数	0	0	0	0
误判检测率	0%	0%	0%	100%

[0110] 由表 4 可知：被测风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统样本通用性试验检测满足风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统的在线自学习视觉化检测要求。

[0111] 详细地，由表 2 ~ 4 分别进行了被测风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统样本容量试验、实时性检测试验及通用性检测试验满足风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统的在线自学习视觉化检测要求。

[0112] 又，本发明的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统测量的结果满足风电设备紧固件的检测要求，达到相应的测量精度，视觉检测效率提高、测量准确度增大。

[0113] 本发明显著的特点：

[0114] 1)、本发明的视觉化检测系统采用 LED 环形光源背光照射、双目视觉系统采用两个可以左右移动及伸缩的 CCD 工业摄像机、CCD 摄像头,扩大了视觉化处理的范围及能力;

[0115] 2)、本发明采用紧固件筛选器和紧固件触发器,可以方便实现合格的紧固件和不合格的紧固件的筛选,为正确筛选合格的紧固件采集图像提供强有力的保障;

[0116] 3)、本发明的一种风电设备紧固件的在线自学习视觉化检测系统测量的结果满足风电设备紧固件的检测要求,达到相应的测量精度,视觉检测效率提高、测量准确度增大。

[0117] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本实用新型的技术方案而限制,尽管通过参照本实用新型的优选实施例已经对本实用新型进行了描述,但本领域的普通技术人员应当理解,可以在形式上和细节上对其作出各种各样的改变,而不偏离所附权利要求书所限定的本实用新型的精神和范围。

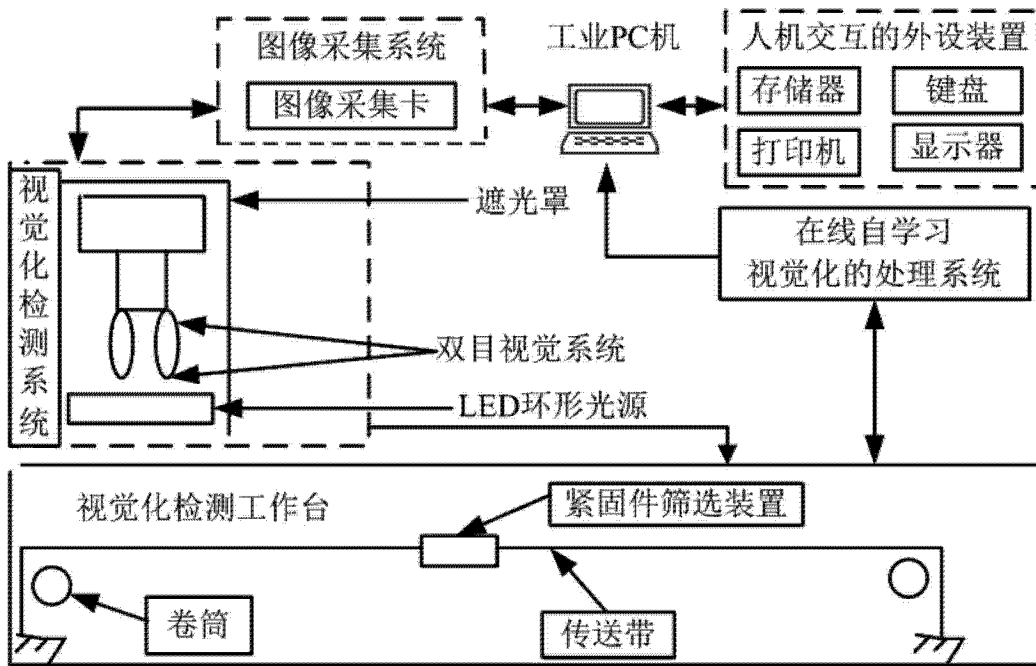


图 1

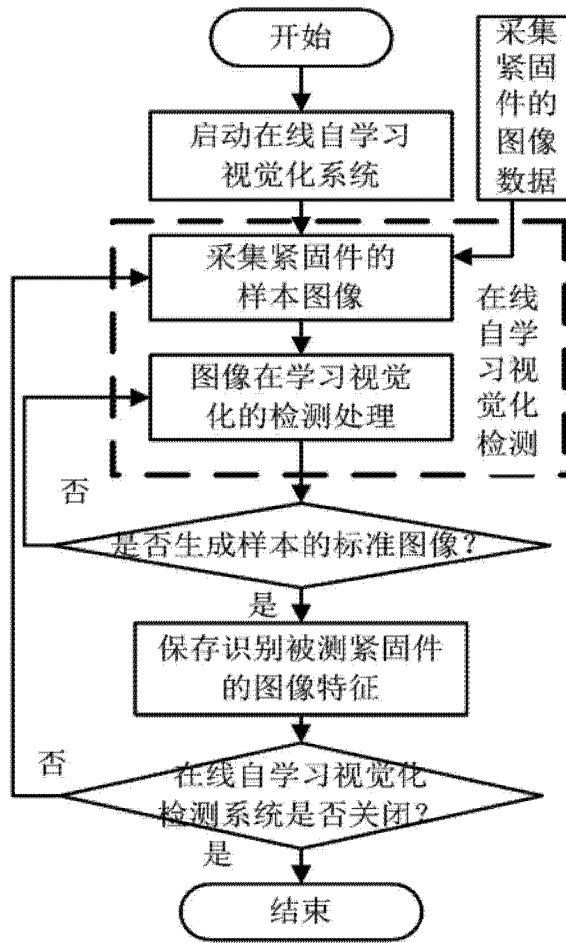


图 2

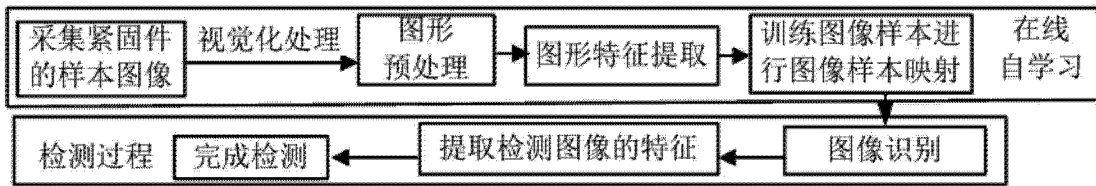


图 3

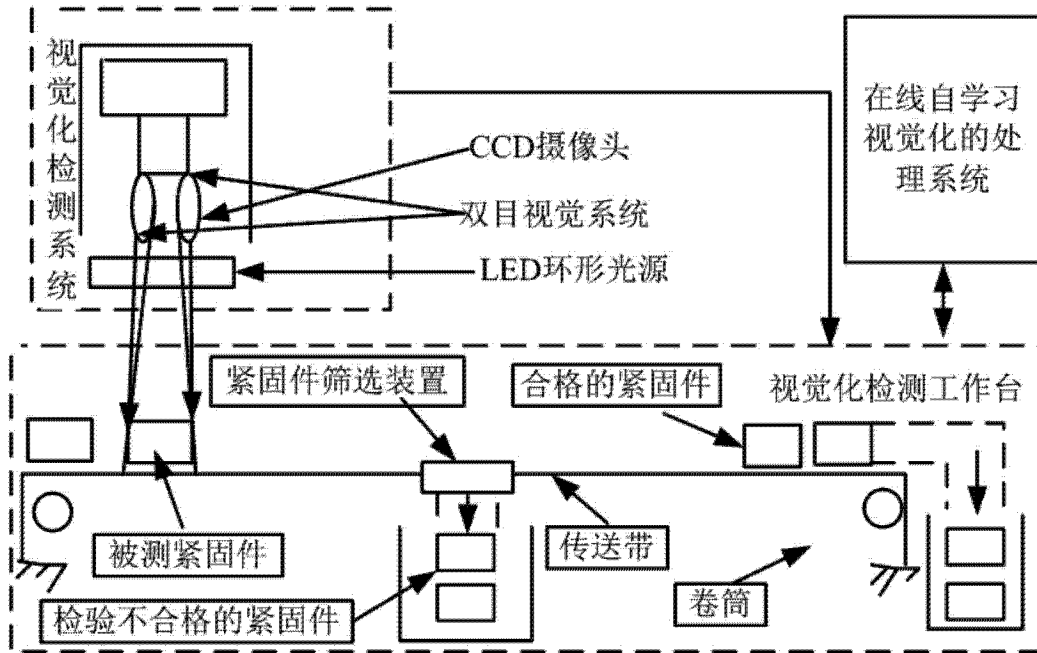


图 4

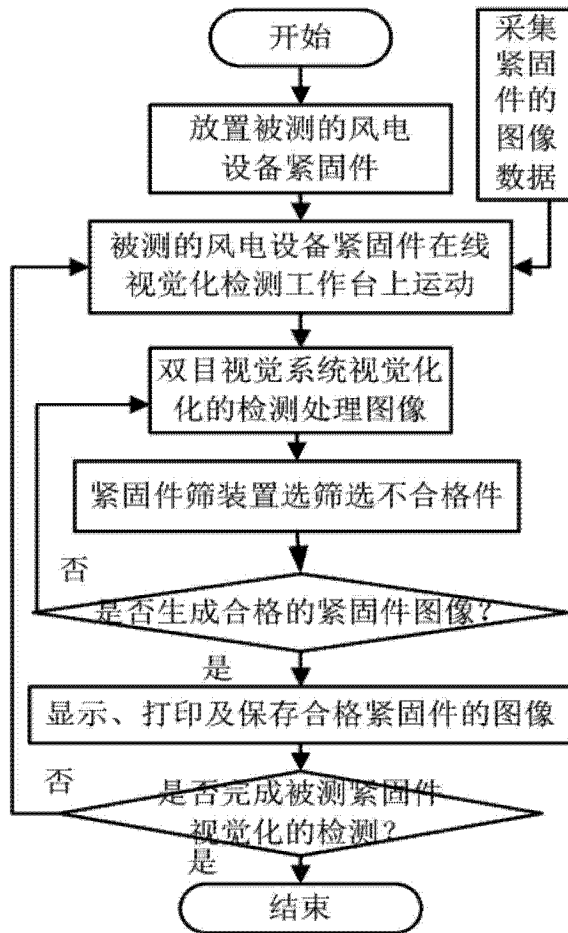


图 5