



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102818544 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 12

(21) 申请号 201210319003. 2

(22) 申请日 2012. 08. 31

(73) 专利权人 厦门大学

地址 361005 福建省厦门市思明南路 422 号

(72) 发明人 王磊 郭淑霞 冯彬 彭胤

胡天林

(74) 专利代理机构 厦门南强之路专利事务所

(普通合伙) 35200

代理人 马应森 曾权

(51) Int. Cl.

G01B 11/27(2006. 01)

审查员 王奇云

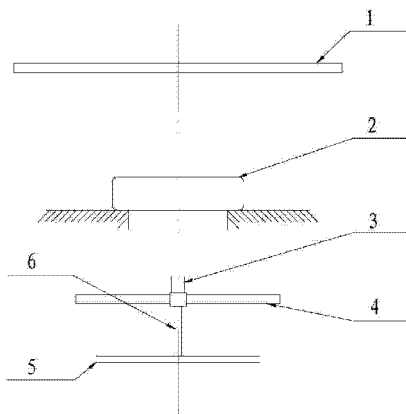
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

汽车轮毂螺栓孔节圆中心和中孔中心偏心距  
在线测量方法

(57) 摘要

汽车轮毂螺栓孔节圆中心和中孔中心偏心距  
在线测量方法, 涉及一种生产线上机器视觉自动  
测量。提供一种方法简单、精确度较高、速度较快  
的汽车轮毂螺栓孔节圆中心和中孔中心偏心距视  
觉测量方法, 完成实际偏心距和系统误差的分离,  
得到更精确的偏心距测量结果。测量系统误差标  
定; 测量轮毂偏心距。



1. 汽车轮毂螺栓孔节圆中心和中孔中心偏心距在线测量方法,其特征在于包括以下步骤:

1) 测量系统误差标定;所述测量系统误差标定的具体方法为:

(1) 选取已知型号的任一轮毂,置于汽车轮毂自动化生产线PCD工位,根据轮毂型号,得到轮毂螺栓孔节圆所在平面的位置坐标信息,控制相机上下移动,使其对焦于轮毂螺栓孔所在平面;

(2) 绕中心孔旋转轮毂,每隔固定角度由成像系统对其投影成像,轮毂旋转一周,采集多幅图像;

(3) 处理每一幅图像,多幅图像得到多个偏心距矢量;

(4) 对多个偏心距矢量求平均值,得到该型号轮毂的系统误差矢量;

2) 测量轮毂偏心距。

2. 如权利要求1所述的汽车轮毂螺栓孔节圆中心和中孔中心偏心距在线测量方法,其特征在于在步骤2)中,所述测量轮毂偏心距的具体方法为:

(1) 用亚像素阈值分割法得到轮毂中心孔亚像素边缘,通过亚像素最小二乘圆拟合得到中孔中心;

(2) 用亚像素阈值分割法得到轮毂螺栓孔亚像素边缘,通过亚像素最小二乘圆拟合得到螺栓孔圆心;

(3) 根据螺栓孔圆心坐标信息,进行最小二乘圆拟合,得到螺栓孔节圆中心;

(4) 中孔中心指向螺栓孔节圆中心的矢量即为偏心距矢量,由中孔圆心与螺栓孔节圆中心的距离和中孔中心指向螺栓孔节圆中心所连直线到X轴非负半轴的角度表示。

## 汽车轮毂螺栓孔节圆中心和中孔中心偏心距在线测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种生产线上机器视觉自动测量,尤其是涉及一种汽车轮毂自动化生产线 PCD 工位对汽车轮毂螺栓孔节圆中心和中孔中心偏心距在线测量方法。

### 背景技术

[0002] 汽车轮毂是直接关系到车辆高速行驶安全性和舒适性的关键零件,其螺栓孔节圆中心和中孔中心的偏心距是影响轮毂质量的关键参数。如何在自动化生产线上对汽车轮毂螺栓孔节圆和中孔中心偏心距进行快速、精确的测量,是直接关系到汽车轮毂质量的重要技术难题。目前,该偏心距是由专用的孔距(PCD)量具手工测量得到的,效率低、精度低。

[0003] 机器视觉是用计算机实现人的视觉功能,即用机器代替人眼来做测量和判断。基于机器视觉的几何量测量技术具有非接触、柔性好、精度高、速度快、自动化和智能化水平高等优点。基于机器视觉的测量方法不影响待测物体表面特性,可以达到较高的测量精度。中国专利《基于图像识别的轮毂安装孔形位参数的检测方法》和《一种基于 CCD 图像技术的车辆轮毂检测装置》,采用机器视觉的方法实现了汽车轮毂螺栓孔、中孔及螺栓孔节圆直径参数的测量,但是未包含螺栓孔节圆中心和中孔中心偏心距测量。

[0004] 在汽车轮毂自动化生产线 PCD 工位上,汽车轮毂螺栓孔节圆中心和中孔中心偏心距测量存在以下特点:1、轮毂螺栓孔节圆所在平面和中孔所在平面不共面,因而两个平面与成像平面距离不同;2、轮毂中心轴与成像系统光轴无法严格重合。

[0005] 由于以上两个特点,成像系统对螺栓孔节圆和中孔产生不同的透视效果,使图像所得螺栓孔节圆中心与中孔中心发生相对移动,因此偏心距矢量是实际偏心距矢量与系统误差矢量的合成。如何将实际偏心距与系统误差分离是一个本发明解决的重要技术难题。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于针对现有汽车轮毂自动化生产线 PCD 工位测量设备存在的问题,提供一种方法简单、精确度较高、速度较快的汽车轮毂螺栓孔节圆中心和中孔中心偏心距视觉测量方法,完成实际偏心距和系统误差的分离,得到更精确的偏心距测量结果。

[0007] 本发明包括以下步骤:

[0008] 1) 测量系统误差标定;

[0009] 2) 测量轮毂偏心距。

[0010] 在步骤 1) 中,所述测量系统误差标定的具体方法可为:

[0011] (1) 选取该型号的任一轮毂,置于汽车轮毂自动化生产线 PCD 工位,根据轮毂型号,得到轮毂螺栓孔节圆所在平面的位置坐标信息,控制相机上下移动,使其对焦于轮毂螺栓孔所在平面;

[0012] (2) 绕中心孔旋转轮毂,每隔固定角度由成像系统对其投影成像,轮毂旋转一周,采集多幅图像;

[0013] (3) 处理每一幅图像,多幅图像得到多个偏心距矢量;

[0014] (4) 对多个偏心距矢量求平均值,得到该型号轮毂的系统误差矢量。

[0015] 在步骤 2) 中,所述测量轮毂偏心距的具体方法可为:

[0016] (1) 用亚像素阈值分割法得到轮毂中心孔亚像素边缘,通过亚像素最小二乘圆拟合得到中孔中心;

[0017] (2) 用亚像素阈值分割法得到轮毂螺栓孔亚像素边缘,通过亚像素最小二乘圆拟合得到螺栓孔圆心;

[0018] (3) 根据螺栓孔圆心坐标信息,进行最小二乘圆拟合,得到螺栓孔节圆中心;

[0019] (4) 中孔中心指向螺栓孔节圆中心的矢量即为偏心距矢量,由中孔圆心与螺栓孔节圆中心的距离(矢量长度)和中孔中心指向螺栓孔节圆中心所连直线到 X 轴非负半轴的角度(矢量方向)表示。

[0020] 根据与待测轮毂型号相同的轮毂标定所得的系统误差矢量,校正待测轮毂偏心距矢量,得到轮毂实际偏心距矢量,其处理方法为:实际偏心距矢量为偏心距矢量与系统误差矢量的矢量差。

[0021] 本发明在汽车轮毂自动化生产线 PCD 工位上,对已知型号的任意一个轮毂进行标定,得到该型号轮毂因轮毂螺栓孔节圆和中孔平面不共面及轮毂中心轴与成像系统光轴无法重合造成的系统误差矢量;测量待测轮毂螺栓孔节圆中心与中孔中心的偏心距矢量,根据与待测轮毂相同型号的轮毂标定所得系统误差矢量,校正测量所得待测轮毂偏心距矢量,得到待测轮毂的实际偏心距矢量。

[0022] 与现有技术相比,本发明的优点在于:本发明不仅实现了汽车轮毂自动化生产线 PCD 工位汽车轮毂螺栓孔节圆中心和中孔中心偏心距视觉测量系统系统误差的分离与偏心距的测量,而且具有算法简单、精确度高、测量速度快等优点。

## 附图说明

[0023] 图 1 为汽车轮毂自动化生产线 PCD 工位汽车轮毂 PCD 和中心孔偏心距测量系统组成示意图。

[0024] 图 2 为轮毂螺栓孔节圆中心( $O_p$ )和中孔中心( $O_c$ )偏心距(E)参数示意图。

## 具体实施方式

[0025] 如图 1 和 2 所示,汽车轮毂自动化生产线 PCD 工位汽车轮毂 PCD 和中心孔偏心距视觉测量系统,包括第 1 照明光源 1、待测轮毂 2、相机 3、第 2 照明光源 4、三维移动平台 5、连杆 6、工控机。其中,相机 3、待测轮毂 2、第 1 照明光源 1 和第 2 照明光源 4 组成成像系统。

[0026] 三维移动平台 5 连接有运动控制卡,由工控机通过运动控制卡控制其运动。

[0027] 相机 3 通过连杆 6 固定于三维移动平台 5,并随三维移动平台 5 移动,负责对轮毂拍照并将图像传入工控机,由工控机完成图像处理。

[0028] 第 1 照明光源 1 位于待测轮毂 2 上方,第 2 照明光源 4 位于待测轮毂 2 下方,两组照明光源共同为成像系统提供照明。

[0029] 汽车轮毂偏心距视觉测量装置工作过程如下:

[0030] 1. 当进入工作状态时,打开第 1 照明光源 1 和第 2 照明光源 4 以及相机 3;

[0031] 2. 对某已知型号的轮毂,任意选取一个轮毂完成标定,得到该型号轮毂的系统误差,具体标定步骤如下:

[0032] a) 根据已知的轮毂型号计算相机对焦平面位置并由工控机控制三维移动平台 5 带动相机 3 上下移动相应的距离;

[0033] b) 绕中心孔旋转轮毂,每隔固定角度对轮毂投影成像,轮毂旋转一周,采集多幅图像;

[0034] c) 对每一幅图像,由亚像素阈值方法提取中心孔和螺栓孔的边缘,并分别进行最小二乘圆拟合,得到中孔中心  $O_c$  坐标和轮毂螺栓孔节圆中心  $O_p$  坐标;根据螺栓孔的圆心坐标进行最小二乘圆拟合,得到轮毂螺栓孔节圆中心坐标;由中孔中心指向螺栓孔节圆中心的矢量即该图像所求轮毂偏心距  $E$  矢量;

[0035] d) 对多幅图像分别处理,得到轮毂的多个偏心距矢量,对该多个矢量求平均,即得到该型号轮毂的系统误差矢量;

[0036] e) 保存该系统误差矢量,以供复用。

[0037] 3. 对每一个待测轮毂,执行步骤 2 中的 a) 部分,成像系统对轮毂投影成像,得到一幅图像;对该幅图像做步骤 2 中的 c) 部分的处理,得到轮毂的偏心距矢量;

[0038] 4. 查询与该轮毂相同型号的轮毂所标定的系统误差矢量,偏心距矢量与系统误差矢量相减,校正得到轮毂实际偏心距矢量。

[0039] 5. 输出测量结果,关闭第 1 照明光源 1 和第 2 照明光源 4 和相机 3。

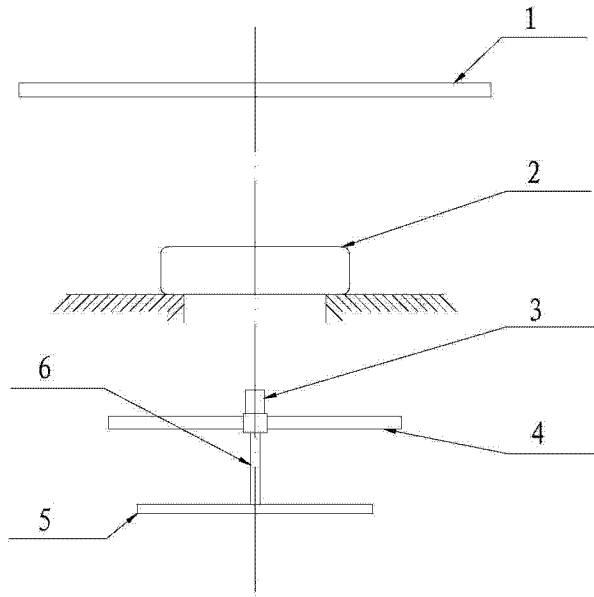


图 1

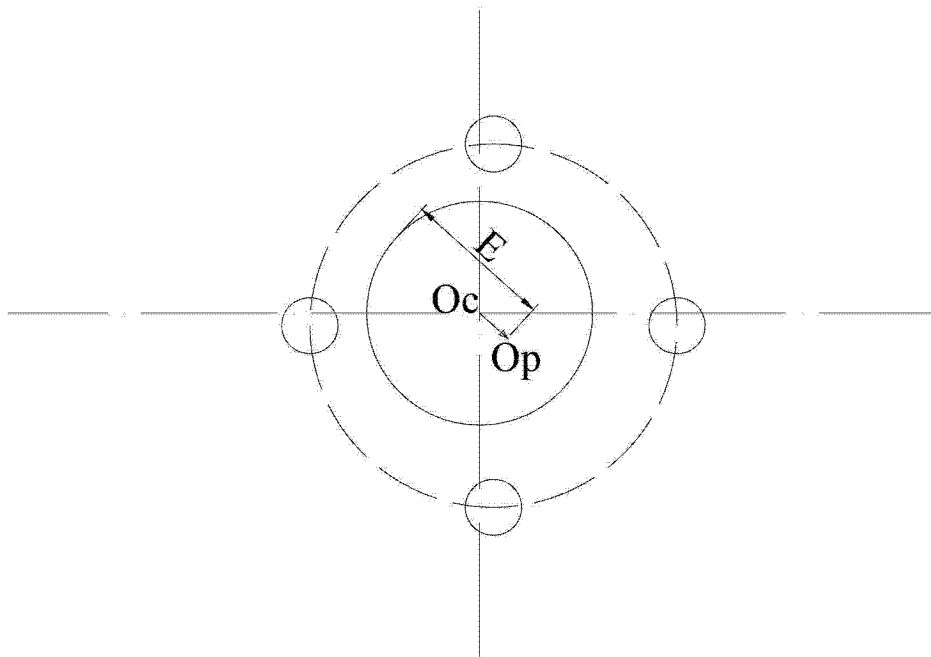


图 2