



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103234474 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201310135298. 2

(22) 申请日 2013. 04. 18

(66) 本国优先权数据

201210467836. 3 2012. 11. 19 CN

(73) 专利权人 北京东方鼎鑫科技有限公司

地址 100084 北京市海淀区五道口东王庄路
甲 1 号工控大院 106 室

(72) 发明人 张虎 孙少波 王力刚

(74) 专利代理机构 北京永创新实专利事务所

11121

代理人 姜荣丽

(51) Int. Cl.

G01B 11/16(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102636093 A, 2012. 08. 15,

CN 101619965 A, 2010. 01. 06,

US 2005/0125119 A1, 2005. 06. 09,

CN 101311669 A, 2008. 11. 26,

JP 特开平 7-83610 A, 1995. 03. 28,

李健心. 可编程控制气动夹紧系统设计. 《机械工程师》. 2000, (第 4 期),

审查员 蒋莉

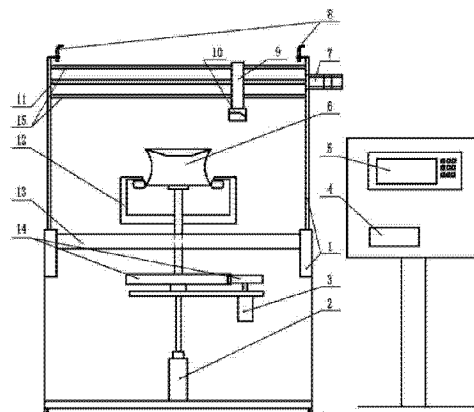
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种汽车铝合金轮毂毛坯在线变形测量方法及测量装置

(57) 摘要

本发明公开了一种汽车铝合金轮毂毛坯在线变形测量方法及测量装置, 涉及自动化测控领域。所述装置包括检测台、气动夹紧装置、气缸提升装置、轮毂旋转装置、2 台激光传感器、运动控制模块、用于数据存储和处理工控机和数据处理软件。所述的测量装置通过全方位扫描轮毂毛坯, 可以同时测量轮毂毛坯轮缘面和中心轴向变形, 测量精度高、测点多、速度快、可靠性好, 实现轮毂毛坯自动化的在线测量, 提高企业生产效率。本发明测量过程自动进行, 测量适应恶劣环境, 不受振动、烟雾和湿度的影响, 测量总时间为 30s, 测量精度为 0. 02mm, 满足实际测量需求。



1. 一种汽车铝合金轮毂毛坯在线变形测量方法,其特征在于包括如下步骤:

第一步,测量前,预先利用量具调整激光器在激光器固定装置上安装位置,确保两激光器的激光点的连线方向与激光器沿滚珠丝杠的运动方向垂直,调整并测量两激光器的激光点的间距,保证间距等于轮毂毛坯冒口最小直径;

第二步,开启电源,轮毂毛坯运输到辊道上托板位置;

第三步,PLC控制安装在检测台底部上的气缸提升轮毂托板,与辊道上的轮毂毛坯接触;同时PLC控制气动夹紧机构夹紧轮毂毛坯;

第四步,轮毂毛坯被提升至测量位置后,PLC向工控机发送指令;

第五步,工控机向激光器发送指令,激光器开始采集数据,PLC控制位于检测台上方的伺服电机带动滚珠丝杠运动,使激光器沿丝杠和导向杆从右端接近开关位置匀速扫描轮毂毛坯至左端接近开关位置停止,工控机向激光器发送指令,激光器停止采集测量数据,并存储测量数据至工控机;

第六步,PLC控制步进电机带动与气动夹紧机构相连接的齿轮转动,使气动夹紧装置逆时针旋转,稳定后,工控机向激光器发送指令,激光器开始采集数据,PLC控制伺服电机带动滚珠丝杠运动,使激光器从左端接近开关位置匀速扫描轮毂毛坯至右端接近开关位置停止,工控机向激光器发送指令,激光器停止采集测量数据,并存储测量数据到工控机;

第七步,PLC控制步进电机和齿轮的动作,使气动夹紧机构继续逆时针旋转,稳定后,重复第五步,第六步;

第八步,激光器通过USB线传输测量数据至工控机中,经过工控机内部数据处理软件处理得到轮毂毛坯的轮廓,根据轮廓曲线曲率变化分别提取轮缘面和轮毂中心平面处的特征点;根据特征点计算出轮缘面变形和中心平面轴向变形;

第九步,计算完成,工控机向PLC发送指令,PLC控制气缸使气动夹紧机构下降,同时PLC控制气动夹紧机构松开轮毂毛坯;

第十步,工控机将第八步得到的结果与设定值比较,超差即为不合格品,并发出警报,由机械手分拣出不合格品。

2. 根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于:所述的逆时针旋转,每次旋转45°或者90°。

3. 根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于:所述的数据处理软件处理,具体步骤如下:

(1) 坐标标定:

在轮毂毛坯不同位置开始扫描时,设定激光器沿滚珠丝杠运动方向为x轴方向;设定两激光器光点连线方向为y轴方向,以其中一激光器开始运动位置为y轴零点,则这条扫描线上的所有点y轴坐标为0,另一条扫描线上的所有点y轴坐标为L,L为光点间距;设定激光束照射方向为z轴方向,激光器量程中点为z轴零点,各点z轴坐标值即为实际激光器采集高度值;由此得出所采集点的三维坐标值;

(2) 轮毂毛坯表面特征点提取:

如果在激光器的扫描点中存在三个点*i*、*i-n1*和*i+n1*,相邻两点在z轴高度值存在以下关系:

$$|z_{i-n1} - z_i| < s$$

$$|z_{i+n1}-z_i| < s$$

则点 i 为特征点,根据坐标标定方法,得到其坐标 (x_i, y_i, z_i) ;其中, $n1$ 为设定点数; S 为平面阈值; z_i 为特征点 i 的 z 轴坐标;

根据以上算法提取所需要的特征点;

(3) 轮毂毛坯轮缘面平面度计算:

根据第(2)步中在轮缘面处均匀提取的特征点,获得各点坐标值,根据这些特征点拟合理想平面如下:

$$Ax+By+Cz+D = 0$$

A, B, C, D 是根据特征点坐标所确定的平面系数;

利用点到平面的距离方程,计算轮缘面各特征点到此理想平面的距离;然后轮缘平面变形及平面误差 Δz_1 即为轮缘面平面度:

$$\Delta z_1 = z_{\max} - z_{\min}$$

式中, z_{\max} 为轮缘面各特征点到理想平面的最大距离, z_{\min} 为轮缘面各特征点到理想平面的最小距离;

(4) 中心平面轴向变形计算:

根据轮缘面处特征点所确定的理想平面,

$$Ax+By+Cz+D = 0$$

A, B, C, D 是根据轮缘面特征点确定的系数;

利用点到平面的距离方程,计算毛坯中心处 16 个特征点到轮缘面理想平面的距离得到距离值 $h_i, i = 1, 2, 3 \cdots 16$,在这些距离值中选取最大值 h_{\max} 和最小值 h_{\min} ,中心处轴向变形最大值为:

$$h_{\max} - h_0$$

中心处轴向变形最小值为:

$$h_{\min} - h_0$$

h_0 为轮毂中心部位到轮缘面的理论距离值;如果中心处轴向变形最大值和最小值均在公差范围门内,轮毂毛坯合格;任意一个数值超出公差,轮毂毛坯不合格。

一种汽车铝合金轮毂毛坯在线变形测量方法及测量装置

技术领域

[0001] 本发明涉及自动化测控领域,特别涉及一种汽车铝合金轮毂毛坯在线变形测量系统,实现在线测量轮毂毛坯轮缘面变形和轮毂中心轴向变形。

背景技术

[0002] 随着现代社会的发展,汽车行业已逐渐成为中国的支柱产业之一。铝合金轮毂作为汽车的重要组成之一,因其重量轻、变形小和环保节能等优点得到广泛应用。

[0003] 在铝合金轮毂在生产过程中,由于磨具尺寸、铸造方式、毛坯热变形、热处理等因素的影响,轮毂毛坯的实际形状相对于理论形状会有一些的偏差,称为毛坯变形。随着汽车市场的迅猛发展,对轮毂毛坯的快捷正确的检测需求也越来越迫切,其中毛坯轮缘面变形和中心轴向变形的大小,是影响轮毂质量的重要指标,因此受到铝轮毂生产厂家的格外关注。如图4所示,毛坯轮缘面17变形是指轮缘平面度误差。轮缘面作为机加工的定位基准,如果其平面变形超差,可能造成外轮缘偏车、内外轮辋加工不到、动平衡超差。中心轴向变形是指轮毂中心部位距轮缘面的距离与理论值的差值。轮毂中心为扣帽槽和帽止口加工位置,中心轴向变形超差会导致扣帽槽和帽止口深度等尺寸超差,直接导致轮毂报废。因此,十分有必要对铸造轮毂毛坯的变形进行测量,分选出变形超差的毛坯,而不进行后续机加工,节省人力物力。

[0004] 目前,国内外对于轮毂毛坯变形的测量主要为接触式测量和非接触式测量。接触式测量分为人工测量和在线机械测量。人工测量利用平面规和塞尺测量轮缘面平面变形;利用游标深度尺测量轴向变形。人工测量易受量具的调整、操作者经验等影响,影响测量结果的准确性。另外,人工测量为离线检测,耗费大量的人力和时间,对于轮毂的大批量生产不利。在线机械测量可以实现在线测量,利用接触式传感器测量轮毂表面不同位置,实现毛坯变形的测量。这种接触式测量方法虽然测量精度高,容易在毛坯留下测量痕迹,造成轮毂损伤或者变形,同时测量点少,测量时间长,只能实现单一轴向变形的测量,也较难自动适应各种轮型轮毂的测量。

[0005] 非接触测量主要为激光测量。激光测量因其非接触、高精度与自动化测量效率高等优点在测量方面得到越来越多的应用。在轮毂毛坯测量方面,激光在线测量应用刚刚兴起,毛坯由于其形状极其不规则,对于其变形测量报道较为少见。奥地利MNI公司开发了MEAS DIS Serie300系列激光在线测量装置,通过选取6-8点测量轮毂毛坯不同位置的变形,但是此系统测量位置和测量点少,不能精确的测量轮缘面变形。

发明内容

[0006] 本发明的目的是克服上述不足,提供了一种基于激光三角法原理的在线汽车铝合金轮毂毛坯变形测量装置及测量方法,所述的测量装置及测量方法通过全方位扫描轮毂毛坯,可以同时测量轮毂毛坯轮缘面和中心轴向变形,测量精度高、测点多、速度快、可靠性好,实现轮毂毛坯自动化的在线测量,提高企业生产效率。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种汽车铝合金轮毂毛坯在线变形测量装置,主要包括检测台、气动夹紧机构、气缸提升装置、轮毂旋转装置、2台激光器、运动控制模块(PLC)、用于数据存储和处理工控机和工控机内部的数据处理软件。

[0008] 所述检测台安装了滚珠丝杠、伺服电机、2个接近开关、气缸提升装置、步进电机、齿轮、气动夹紧装置、轮毂托板、辊道和线缆等。滚珠丝杠位于检测台中心正上方,激光器固定装置安装在滚珠丝杠上,滚珠丝杠可以带动激光器进行往复直线运动。所述检测台可以实现夹紧对中、提升和旋转轮毂毛坯,配合激光器扫描轮毂毛坯。

[0009] 所述2台激光器对称安装在激光器固定装置前后两侧。所述激光器的为日本基恩士公司产品,型号为LKG-405,红色激光,点式扫描,量程为300-500mm,重复精度为 $2\mu\text{m}$,线性度为0.05%FS。所述激光器带有1个USB接口和1个串口,工作温度在 $0\sim 50^{\circ}$,工作湿度在35%~85%之间。所述激光器在两个接近开关之间沿滚珠丝杠往复匀速运动,扫描轮毂毛坯。所述激光器能根据现场情况自动调节光强,其量程可以适应各种规格轮形的测量。所述激光器可以通过USB线与所述工控机实现交互通讯,测量数据通过USB数据线传输到所述工控机。

[0010] 所述运动控制模块(PLC)安装在电控柜中,型号为OMRON CP1H X40DT-D,所述运动控制模块PLC具有快速的处理速度,执行基本指令仅需 $0.1\mu\text{s}$,超强的扩展能力,除最多可带7个CPM1A的扩展单元外,还同时可带2个CJ1的特殊I/O单元,即最多支持320点数字量I/O及37通道的模拟量I/O;有2个RS232C/RS485可任选的通信口和USB外设通信口。所述PLC控制各种测量动作。所述工控机安装在电控柜中,型号为研华IPPC-9151,具有4个USB端口,2个串口,所述工控机通过USB线与所述激光器互相通讯,通过RS232串口线与所述PLC交互通讯。所述数据处理软件安装在所述工控机中。所述数据处理软件利用VC++语言编写,可以利用算法提取轮毂毛坯的轮廓特征点,计算轮缘面和中心轴向变形量。

[0011] 测量时,当被测轮毂毛坯被传输到检测台时,PLC控制气动夹紧装置对中轮毂毛坯,气缸提升轮毂毛坯至测量位置;到达测量位置后,激光器开始采集数据,PLC控制检测台上设置的伺服电机带动滚珠丝杠转动,进而带动2台激光器从一端接近开关位置匀速扫描轮毂毛坯至另一接近开关位置,并停止;一次扫描结束后,PLC控制检测台上步进电机带动气动夹紧装置逆时针旋转轮毂 45° ,激光器回复扫描轮毂毛坯;然后PLC继续控制步进电机逆时针旋转轮毂至 90° 和 135° 位置,激光器分别在这两个位置再次扫描轮毂,激光器一次测量实现在轮毂毛坯的不同位置扫描4次,传输并存储数据至工控机,工控机内数据处理软件可以得到轮毂毛坯的轮廓。根据轮廓表面曲率变化,可以在轮毂毛坯轮缘面和中心部位分别提取16个特征点。根据测点高度数值、激光器采样率和激光器光点间距,计算出各特征点的坐标,利用几何关系计算轮缘面变形和中心轴向变形;计算结束后,工控机根据结果判定轮毂毛坯是否变形超差,若超差发出报警,PLC控制检测台上气动夹紧机构下降、松开被测轮毂,准备测量下一个轮毂。

[0012] 本发明测量过程自动进行,测量适应恶劣环境,不受振动、烟雾和湿度的影响,测量总时间为30s,测量精度为0.02mm,满足实际测量需求。

[0013] 本发明与现有技术相比有以下优点:

[0014] (1)融合了机械、激光传感器、电气和计算机数据处理软件等众多先进技术,采用激光非接触式方式点扫描和测量轮毂毛坯,精度高、速度快、可靠性好,同时不会对轮毂毛

坏造成损伤；

[0015] (2)所述的测量装置自动夹紧和旋转轮毂毛坯,配合激光器的扫描,全方位均匀测量轮毂毛坯表面；

[0016] (3)测量装置的两个激光器间距可调,适应不同规格轮毂毛坯的测量,测量装置全程自动化测量,一次测量能得到轮毂毛坯轮缘面和中心轴向变形量,可取代传统人工测量方法,减少测量工序和时间；

[0017] (4)所述测量装置可以有效提高检测准确性,保证产品质量,降低成本,提高企业生产效率。

附图说明

[0018] 图1为本发明的测量装置正面结构示意图；

[0019] 图2为本发明的测量装置侧面结构示意图；

[0020] 图3为本发明的测量装置俯视结构示意图；

[0021] 图4为轮毂毛坯轮缘面和中心部位结构示意图；

[0022] 图5为激光器在轮毂毛坯表面扫描轨迹以及轮毂轮缘面和中心特征点分布示意图；

[0023] 图6为一个激光器在0°初始位置扫描得到的轮毂断面轮廓图。

[0024] 图中：

[0025] 1-检测台；2-气缸；3-步进电机；4-PLC；5-工控机；6-轮毂毛坯；7-伺服电机；8-接近开关；9-激光器固定装置；10-激光器；11-滚珠丝杠；12-气动夹紧机构；13-辊道；14-齿轮；15-导向杆；16-托板；17-轮缘面；18-中心平面。

具体实施方式

[0026] 为能进一步了解本发明的发明内容、特点和功能,下面介绍本发明的一种实施例,配合附图详细说明如下。

[0027] 请参见图1-6,本发明是基于激光三角法的铝合金轮毂毛坯在线变形测量装置及其测量方法,所述的测量装置包括安装在检测台1上的气缸2、步进电机3、伺服电机7、接近开关8、激光器固定装置9、激光器10、滚珠丝杠11、气动夹紧机构12、辊道13、齿轮14、导向杆15和托板16,如图1所示,其中,所述的气缸2、齿轮14和托板16组成气缸提升装置。所述的气缸2设置在检测台1的底部中心,气缸2上竖直向上连接托板16,如图3,所述的托板16用于安装轮毂毛坯6。所述气缸2的活塞与托板16之间固定连接水平齿轮14,齿轮14包括两个齿轮,其中一个大齿轮固定在气缸2的活塞上,另一个小齿轮固定在步进电机3的输出轴上,所述的气缸2的活塞和步进电机3的输出轴平行并竖直,齿轮14水平,所述的步进电机3也固定在气缸2的活塞上,气缸2的活塞上下运动,调节托板16的高度。大齿轮和小齿轮的啮合传动,实现对大齿轮上通过气动夹紧机构12固定的轮毂毛坯6的水平转角调节。齿轮14可以在步进电机3的带动下在水平面内啮合转动传动,进而可以调节托板16上的轮毂毛坯6的角度。在所述的检测台1的上方设置滚珠丝杠11,滚珠丝杠11的上下两侧还设置有导向杆15,所述的滚珠丝杠11和导向杆15位于同一个竖直面内。激光器10通过激光器固定装置9连接在滚珠丝杠11上,可以保证激光器10在竖直面内的扫

描。在所述的滚珠丝杠 11 的两端设置有接近开关 8。所述的滚珠丝杠 11 由检测台 1 上设置的伺服电机 7 带动转动传动,滚珠丝杠 11 转动带动激光器固定装置 9 的移动,进而实现激光器 10 的移动扫描。

[0028] 所述的激光器 10 通过 USB 线与所述工控机 5 实现交互通讯,测量数据通过 USB 数据线传输到所述工控机 5。所述工控机 5 通过 RS232 串口线与所述 PLC4 交互通讯。所述气动夹紧装置 12 和气缸 2 含有电磁阀,所述 PLC4 与电磁阀通过导线连接,电磁阀位于气路中间,PLC4 向电磁阀发出不同的指令,可以控制阀门的不同位置的开关,进而控制气动夹紧装置 12 的夹紧和松开动作,以及气缸 2 的提升的下降动作。所述伺服电机 7 与伺服驱动器连接,PLC4 向伺服驱动器发送指令,实现控制伺服电机 7 的动作控制。

[0029] 应用所述的测量装置对轮毂毛坯 6 进行在线测量,具体包括如下步骤:

[0030] 第一步,测量前,预先利用量具调整激光器 10 在激光器固定装置 9 上安装位置,确保两激光器 10 的激光点的连线方向与激光器 10 沿滚珠丝杠 11 的运动方向垂直,调整并测量两激光器 10 的激光点的间距,使得间距小于轮毂毛坯 6 上的最小直径;

[0031] 第二步,开启电源,打开电路、气路和激光器 10,轮毂毛坯 6 运输到辊道 13 上对应托板 16 的位置上,即轮毂毛坯 6 经辊道 13 或者机械手运输到检测台辊道 13 并到达托板 16 的位置处,检测台 1 向 PLC4 发出信号。

[0032] 第三步,PLC4 控制安装在检测台 1 底部上的气缸 2 提升轮毂托板 16,与辊道 13 上的轮毂毛坯 6 接触;同时 PLC4 控制气动夹紧机构 12 夹紧轮毂毛坯 6;

[0033] 第四步,轮毂毛坯 6 被提升至测量位置后,PLC4 向工控机 5 发送指令;所述的测量位置是指轮毂毛坯 6 的测量面位于激光器 10 的量程范围内,保证激光器 10 对轮毂毛坯 6 的扫描。

[0034] 第五步,工控机 5 向激光器 10 发送指令,激光器 10 开始采集数据,PLC4 控制位于检测台 1 上方设置的伺服电机 7 带动滚珠丝杠 11 转动运动,使激光器 10 沿滚珠丝杠 11 和导向杆 15 从右端接近开关 8 位置匀速扫描轮毂毛坯 6 至左端接近开关 8 位置停止,工控机 5 向激光器 10 发送指令,激光器 10 停止采集数据,并存储测量数据至工控机 5;

[0035] 第六步,PLC4 控制步进电机 3 带动与气动夹紧机构 12 相连接的齿轮 14 转动,使气动夹紧机构 12 逆时针精确旋转 45° ,稳定后,工控机 5 向激光器 10 发送指令,激光器 10 开始采集数据,PLC4 控制伺服电机 7 带动滚珠丝杠 11 运动,使激光器 10 从左端接近开关 8 位置匀速扫描轮毂毛坯 6 至右端接近开关 8 位置停止,工控机 5 向激光器 10 发送指令,激光器 10 停止采集数据,并存储测量数据传输到工控机 5;

[0036] 第七步,PLC4 控制步进电机 3 和齿轮 14 的动作,使气动夹紧机构 12 继续逆时针旋转 45° ,稳定后,重复第五步,第六步,实现对轮毂毛坯 6 在四个不同位置 0° 、 45° 、 90° 、 135° 的扫描;根据测量的需要,测量位置一般选取两个以上即可,具体位置可以根据实际需要进行调整。

[0037] 第八步,激光器 10 通过 USB 线传输测量数据至工控机 5 中,经过处理可以得到轮毂毛坯 6 的轮廓,参见图 6。根据轮廓曲线曲率变化分别提取轮缘面 17 和轮毂中心 18 处的特征点。4 次扫描,可以在轮缘面 17 和轮毂中心 18 处共提取 32 个特征点,根据特征点计算出轮缘面变形和中心轴向变形;

[0038] 第九步,计算完成,工控机 5 向 PLC4 发送指令,PLC4 控制气缸 2 使气动夹紧装置

12 下降,同时 PLC4 控制气动夹紧装置 12 松开轮毂毛坯 6 ;

[0039] 第十步,工控机将第八步得到的结果与设定值比较,超差即为不合格品,并发出警报,由机械手分拣出不合格品。

[0040] 上述的测量方法中,对于测量数据的处理是通过工控机 5 内部的数据处理软件实现的,所述的数据处理软件在对数据处理过程中,基于非接触激光三角法原理,利用双激光器,配合旋转轮毂毛坯 6,全方位扫描轮毂毛坯 6 表面,通过提取轮毂毛坯 6 的轮缘面 17 和中心平面 18 的特征点,计算轮缘面 17 和中心平面 18 的轴向变形。具体计算方法如下:

[0041] (1) 坐标标定。

[0042] 在轮毂毛坯 6 不同位置开始扫描时,设定激光器 10 沿滚珠丝杠 11 运动方向为 x 轴方向。由于两个激光器 10 同时开始采集数据和停止采集数据,所以每次扫描两个激光器 10 的采点数量相等。以激光器 10 开始运动位置为 x 轴零点位置,则各点的 x 轴坐标为:

$$[0043] \quad x=mv/n$$

[0044] 式中,m 为每次扫描一个激光器 10 在任意位置的采点数目,v 为激光器 10 沿滚珠丝杠 11 的直线运动速度,n 为激光器 10 的采样率(每秒采点数)。

[0045] 设定两激光器 10 光点连线方向为 y 轴方向。以其中一激光器 10 开始运动位置为 y 轴零点,则这条扫描线上的所有点 y 轴坐标为 0,另一条扫描线上的所有点 y 轴坐标为 L (L 为光点间距)。

[0046] 设定激光束照射方向为 z 轴方向,激光器 10 量程中点为 z 轴零点,各点 z 轴坐标值即为实际激光器 10 采集高度值。由此可以得出所采集点的三维坐标值。每次扫描都单独建立一个坐标系,但是根据轮毂的旋转角度和几何关系,可以将四次扫描的点的坐标划归同一坐标系下。

[0047] (2) 轮毂毛坯表面特征点提取。

[0048] 基于轮毂表面轮廓曲率的变化提取特征点。轮毂毛坯 6 形状很不规则,但在轮毂轮缘面 17 和中心平面 18 处均存在平面或者近平面处,在激光器 10 扫描得到的轮毂毛坯 6 轮廓上表现为直线(如图 6 所示)。激光器 10 在扫描到轮毂毛坯 6 之前,处于其量程之外,采集的点显示值为 NULL,为无效值。处理数据可以得到,激光器 10 扫描轮毂表面的直线长度 k 为:

$$[0049] \quad k=m_1v/n$$

[0050] 其中, m_1 为每次扫描一个激光器 10 有效的采点数目,v 为激光器 10 沿滚珠丝杠 11 的直线运动速度,n 为激光器 10 的采样率(每秒采点数)。

[0051] 因此以长度 k 为基准,可以在确定特征点选点范围在轮缘面和轮毂中心平面附近,减少数据处理量。

[0052] 由于轮毂轮缘面处和轮毂中心处存在平面特征,对于平面的确定:

[0053] 在点 i 附近,与其附近点(i-n1 和 i+n1)的 z 轴高度值存在以下关系:

$$[0054] \quad |z_{i-n1}-z_i| < s$$

$$[0055] \quad |z_{i+n1}-z_i| < s$$

[0056] 其中,n1 为设定点数(特征点 i 与附近点之间的采点数目差值),一般取 40 ~ 80 ; S 为平面阈值,一般取 0.1 ~ 0.15 ; z_i 为特征点 i 的 z 轴坐标。

[0057] 可以认为点 i 附近为平面,则点 i 为特征点,根据坐标标定方法,得到其坐标(x_i ,

y_i, z_i)。

[0058] 根据以上算法,在整个测量过程中,共可得到 32 个特征点,其中 16 个位于轮缘面上,其余位于轮毂中心平面处,分布如图 5 所示。

[0059] (3) 轮毂毛坯轮缘面平面度计算。

[0060] 利用最小二乘法计算轮缘面平面误差,即为其变形量。参见文献《平面度误差的最小二乘法分析》(张昉,机械制造与研究,2002,(3):17-19)。根据第(2)步中在轮缘面处均匀提取了 16 个特征点,并获得各点坐标值。

[0061] 根据这些点拟合理想平面如下:

[0062] $Ax+By+Cz+D=0$

[0063] A, B, C, D 是根据特征点坐标所确定的系数。

[0064] 利用点到平面的距离方程,计算轮缘面各特征点到此理想平面的距离。然后轮缘面平面变形及平面误差 Δz_1 即为:

[0065] $\Delta z_1=z_{\max}-z_{\min}$

[0066] z_{\max} 为轮缘面各特征点到理想平面的最大距离, z_{\min} 为轮缘面各特征点到理想平面的最小距离。

[0067] (4) 中心平面轴向变形计算。

[0068] 根据轮缘面处特征点所确定的理想平面,

[0069] $Ax+By+Cz+D=0$

[0070] A, B, C, D 是根据轮缘面特征点确定的系数。

[0071] 利用点到平面的距离方程,计算毛坯中心处 16 个特征点到轮缘面理想平面的距离,可以得到 16 个距离值 $h_i(i=1, 2, 3\cdots 16)$ 。在这 16 个值中选取最大值 h_{\max} 和最小值 h_{\min} 。

[0072] 中心处轴向变形最大值为:

[0073] $h_{\max}-h_0$

[0074] 中心处轴向变形最小值为:

[0075] $h_{\min}-h_0$

[0076] h_0 为轮毂中心部位到轮缘面的理论距离值。

[0077] 如果中心处轴向变形最大值和最小值均在公差范围门内,轮毂毛坯合格;任意一个数值超出公差,轮毂毛坯不合格。

[0078] 本发明中所述的数据处理软件,利用 VC++ 语言编写,用于提取轮毂毛坯表面特征点及其坐标,计算轮毂毛坯的轮缘面变形和中心平面的轴向变形。除此之外,所述的数据处理软件还有测量进程显示、测量统计、设定、测量历史记录和轮毂判别功能。

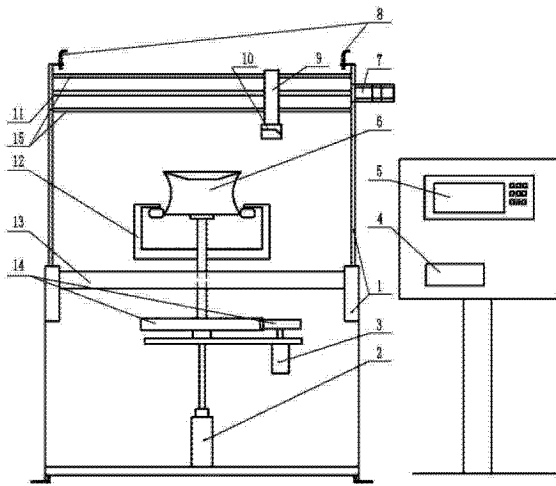


图 1

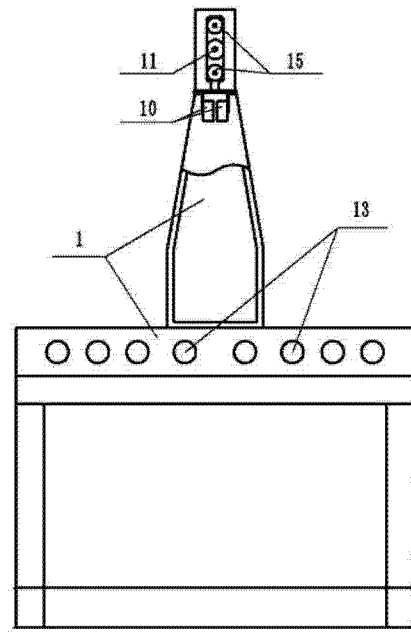


图 2

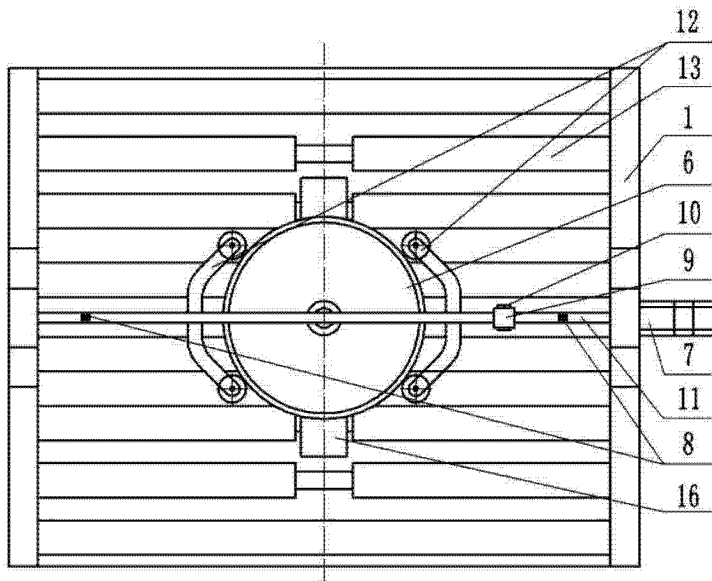


图 3

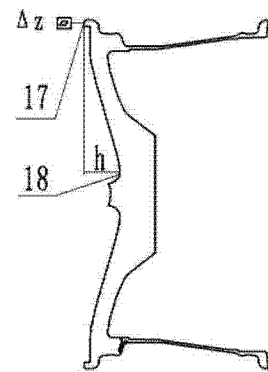


图 4

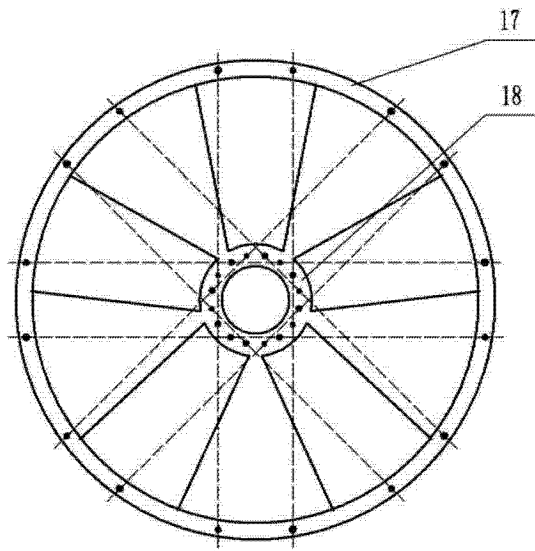


图 5

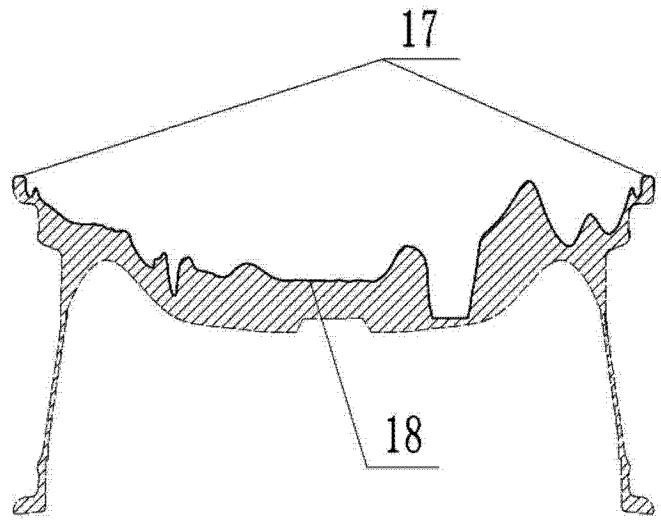


图 6