

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202002618 U

(45) 授权公告日 2011. 10. 05

(21) 申请号 201120094508. 4

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2011. 03. 29

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市余杭塘路 388 号

(72) 发明人 余忠华 夏嘉廷

(51) Int. Cl.

G01B 11/08(2006. 01)

G01B 11/255(2006. 01)

G01B 11/02(2006. 01)

B65G 47/82(2006. 01)

B65G 25/02(2006. 01)

B65G 47/34(2006. 01)

B07C 5/36(2006. 01)

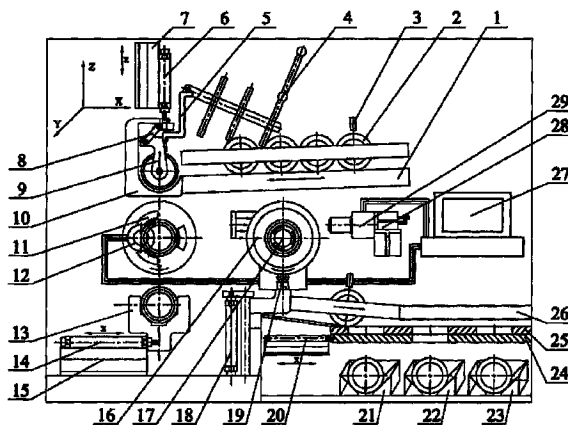
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 实用新型名称

一种基于比较测量法的轴承内圈多参数视觉测量设备

(57) 摘要

本实用新型公开了一种基于比较测量法的轴承内圈多参数视觉测量设备,包括摆杆式栅栏入料机构、轴向参数测量装置、径向参数测量装置、输送机构、分选机构、PLC 控制模块、上位机控制模块和人机交互模块。该测量设备以标准的高精度轴承内圈作为基准件,以相机作为比较测量仪器,在计算轴承外圈定位误差的基础上,将被测轴承外圈与基准件比较来进行合格品、返修品与报废品的分选。本实用新型不仅实现了轴承内圈内孔直径、外径、沟槽直径、沟槽曲率半径和宽度的全自动比较测量,而且解决了轴承内圈在高精度检测和大尺寸检测时对相机分辨率要求过高而导致系统成本过高的瓶颈问题。



1. 一种基于比较测量法的轴承内圈多参数视觉测量设备包括摆杆式栅栏入料机构、轴向参数测量装置、径向参数测量装置、输送机构、分选机构、PLC 控制模块、上位机控制模块和人机交互模块,其特征在于在机架的上方安装有将入料槽(1)中的轴承内圈(2)逐个输送入到轴向测量工位的摆杆式栅栏入料机构;在机架的中部安装有通过比较测量法测量轴承内圈内孔直径及变动量、外径及变动量的轴向参数测量装置和通过比较测量法测量轴承内圈的沟槽直径及变动量、沟槽曲率半径及变动量、宽度及变动量的径向参数测量装置;在机架的下方安装有将处于轴向测量工位中的轴承内圈输送到径向测量工位的输送机构和根据测量结果将轴承内圈按照合格品、返修品和报废品进行分选归类的分选机构,其中摆杆式栅栏入料机构出口的中线、轴向参数测量装置的中线和输送机构入口的中线位于同一直线上,径向参数测量装置和轴向参数测量装置等高,并位于分选机构入口处的正上方,径向参数测量装置和轴向参数测量装置均通过信号线和对图像数据执行预处理和特征提取的上位机控制模块内的数据采集卡连接,用于采集位置传感器输入信号,并对气缸、机械手和电机的运动进行精确控制的 PLC 控制模块通过串口和上位机控制模块连接,用于用户输入指令、标定参数以及预设公差,同时实时显示捕获图像和测量结果,并同时数据进行数据存储和统计分析的人机交互模块分别和 PLC 控制模块以及上位机控制模块连接。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于比较测量法的轴承内圈多参数视觉测量设备,其特征在于所述的摆杆式栅栏入料机构包括入料槽(1)、接近开关(3)、摆杆式栅栏(4)、顶杆(5)、Z 方向移动气缸(6)、Z 方向滑轨(7)、连杆式推出机构(8)、Z 方向机械手(9)和升降滑台(10),用于对入料槽(1)中的轴承内圈(2)进行逐个输送的摆杆式栅栏(4)包括转动杆(4-1)、前隔离柱(4-2)、中隔离柱(4-3)、后隔离柱(4-4)、栅栏板(4-5)和圆柱摆杆(4-6),其中转动杆安装在机架上,并通过转动副和前隔离柱连接,圆柱摆杆位于顶杆(5)的正上方,并通过螺纹和栅栏板连接;用于将圆柱摆杆顶起,并带动摆杆式栅栏(4)摆动的顶杆(5)安装在升降滑台(10)上;Z 方向移动气缸(6)安装在 Z 方向滑轨(7)上,其活塞可以将升降滑台(10)推送到轴向测量工位的前方;用于将 Z 方向机械手(9)中抓取的轴承内圈(2)推送到轴向测量工位的连杆式推出机构(8)的两端通过螺纹与 Z 方向机械手(9)和升降滑台(10)连接。

3. 根据权利要求 1 所述的一种基于比较测量法的轴承内圈多参数视觉测量设备,其特征在于所述的轴向参数测量装置包括气动动力卡盘(11)、轴向测量相机(12)、光源、镜头、位置调节工作台(28)和轴承推出盘(16),以轴承内圈(2)的外径为定位基准,并完成对轴承内圈(2)的夹紧和定位的气动动力卡盘(11)包括卡盘体、活动卡爪和卡爪气动驱动机构,其中活动卡爪上固定有能够提高工件定位精度的金属半球;轴向测量相机(12)安装在和气动动力卡盘(11)相对的位置调节工作台(28)上;用于将被测的轴承内圈推送到卡规式输送架(13)上的轴承推出盘(16)安装气动动力卡盘(11)的卡盘体上。

4. 根据权利要求 1 所述的一种基于比较测量法的轴承内圈多参数视觉测量设备,其特征在于所述的径向参数测量装置包括内胀式弹簧夹具(17)、径向测量相机(29)、光源、镜头、位置调节工作台(28)和轴承推出盘(16),以轴承内圈(2)的内径为定位基准,并完成对轴承内圈(2)的夹紧和定位的内胀式弹簧夹具(17)包括夹具体、拉杆、内胀式弹簧夹头和夹具驱动机构,其中内胀式弹簧夹头上固定有能够提高工件定位精度的金属半球;径向测量相机(12)安装在内胀式弹簧夹具(17)一侧的位置调节工作台(28)上;用于将被测的轴

承内圈推送到出料槽 (26) 上的轴承推出盘 (16) 安装在内胀式弹簧夹具 (17) 的夹具体上。

5. 根据权利要求 1 所述的一种基于比较测量法的轴承内圈多参数视觉测量设备,其特征 在于所述的输送机构包括卡规式输送架 (13)、横移气缸 (14)、横移滑轨 (15)、升降气缸 (18)、升降支撑架、Y 方向推送气缸 (19) 和 Y 方向机械手 (30),用于横移被测轴承内圈的卡规式输送架 (13) 位于气动动力卡盘 (11) 的正下方;横移气缸 (14) 安装在横移滑轨 (15) 上,其活塞可以将卡规式输送架 (13) 中放置的轴承内圈推送到 Y 方向机械手 (30) 中;用于提升被测轴承内圈的升降气缸 (18) 安装在升降支撑架上,其活塞可以将 Y 方向机械手 (30) 中抓取的轴承内圈推送到和径向测量工位等高的位置;用于将 Y 方向机械手 (30) 中抓取的轴承内圈推送到径向测量工位的 Y 方向推送气缸 (19) 安装在 Y 方向滑轨上。

6. 根据权利要求 1 所述的一种基于比较测量法的轴承内圈多参数视觉测量设备,其特征 在于所述的分选机构包括接近开关、分选气缸 (20)、返修品装料槽 (21)、合格品装料槽 (22)、报废品装料槽 (23)、筛选滑板 (24)、固定板 (25) 和出料槽 (26),分选气缸 (20) 安装在 X 方向滑轨上,其活塞可以推送筛选滑板 (24) 上的出料口移动到返修品装料槽上方和报废品装料槽上方;筛选滑板 (24) 通过螺纹连接在分选气缸 (20) 的活塞上,并且其上开有能让轴承内圈通过的出料口;固定板 (25) 位于筛选滑板 (24) 的上方,并且其上开有返修品出料口、合格品出料口和报废品出料口。

一种基于比较测量法的轴承内圈多参数视觉测量设备

技术领域

[0001] 本实用新型涉及测量和测试领域,特别涉及一种基于比较测量法的轴承内圈多参数视觉测量设备。

背景技术

[0002] 轴承是机械行业中一个重要的基础部件,在轴承的生产过程中,轴承各组成部分的加工精度直接影响轴承的使用性能和寿命,所以对轴承内圈各个参数的质量检测一直是生产厂家关心的重要问题。目前,大多数的轴承生产厂家仍然依靠机械式、电子式、气动式和光学式等测量仪器来对轴承内圈进行离线检测,但由于轴承内圈的生产量大,采用人工检测的方式很难实现产品的在线检测和全数检测,并且由于受人为因素影响,这种依靠人力检测的方法存在劳动强度大、易引入人为误差等缺点,难以满足大批量零件的质量控制需求。

[0003] 随着产品质量管理的规范化和法制化,在线检测和全数检测的呼声越来越高,而视觉检测技术作为一种非接触检测手段,具有检测速度快,检测结果稳定,自动化程度高以及具备在线检测、实时分析和实时控制等优点,对于机械零件的视觉检测,目前基本上采用全局测量的方法,对于高精度视觉检测和大尺寸零件视觉检测,检测设备对相机的分辨率要求很高,这样就大大增加了检测设备的成本,进而限制了设备的推广和应用。在这样的技术背景下,本实用新型的提出就具有一定的理论和工程应用价值。

发明内容

[0004] 本实用新型的目的是为轴承内圈的在线检测和全数检测提供一种基于比较测量法的多参数视觉测量设备,不仅解决了采用人工检测时存在的劳动强度大和易引入人为误差等问题。而且通过采用比较测量法,解决了轴承内圈在高精度检测和大尺寸检测时对相机分辨率要求过高而导致设备成本过高的瓶颈问题。

[0005] 本实用新型的目的是通过以下技术方案实现的。

[0006] 一种基于比较测量法的轴承内圈多参数视觉测量设备包括摆杆式栅栏入料机构、轴向参数测量装置、径向参数测量装置、输送机构、分选机构、PLC 控制模块、上位机控制模块和人机交互模块,其特征在于在机架的上方安装有将入料槽中的轴承内圈逐个输送入到轴向测量工位的摆杆式栅栏入料机构;在机架的中部安装有通过比较测量法测量轴承内圈内孔直径及变动量、外径及变动量的轴向参数测量装置和通过比较测量法测量轴承内圈的沟槽直径及变动量、沟槽曲率半径及变动量、宽度及变动量的径向参数测量装置;在机架的下方安装有将处于轴向测量工位中的轴承内圈输送到径向测量工位的输送机构和根据测量结果将轴承内圈按照合格品、返修品和报废品进行分选归类的分选机构,其中摆杆式栅栏入料机构出口的中线、轴向参数测量装置的中线和输送机构入口的中线位于同一直线上,径向参数测量装置和轴向参数测量装置等高,并位于分选机构入口处的正上方,径向参数测量装置和轴向参数测量装置均通过信号线和对图像数据执行预处理和特征提取的上

位机控制模块内的数据采集卡连接,用于采集位置传感器输入信号,并对气缸、机械手和电机的运动进行精确控制的 PLC 控制模块通过串口和上位机控制模块连接,用于用户输入指令、标定参数以及预设公差,同时实时显示捕获图像和测量结果,并同时数据进行数据存储和统计分析的人机交互模块分别和 PLC 控制模块以及上位机控制模块连接。

[0007] 所述的摆杆式栅栏入料机构包括入料槽、接近开关、摆杆式栅栏、顶杆、Z 方向移动气缸、Z 方向滑轨、连杆式推出机构、Z 方向机械手和升降滑台,用于对入料槽中的轴承内圈进行逐个输送的摆杆式栅栏包括转动杆、前隔离柱、中隔离柱、后隔离柱、栅栏板和圆柱摆杆,其中转动杆安装在机架上,并通过转动副和前隔离柱连接,圆柱摆杆位于顶杆的正上方,并通过螺纹和栅栏板连接;用于将圆柱摆杆顶起,并带动摆杆式栅栏摆动的顶杆安装在升降滑台上;Z 方向移动气缸安装在 Z 方向滑轨上,其活塞可以将升降滑台推送到轴向测量工位的前方;用于将 Z 方向机械手中抓取的轴承内圈推送到轴向测量工位的连杆式推出机构的两端通过螺纹与 Z 方向机械手和升降滑台连接。

[0008] 所述的轴向参数测量装置包括气动动力卡盘、轴向测量相机、光源、镜头、位置调节工作台和轴承推出盘,以轴承内圈的外径为定位基准,并完成对轴承内圈的夹紧和定位的气动动力卡盘包括卡盘体、活动卡爪和卡爪的气动驱动机构,其中活动卡爪上固定有能够提高工件定位精度的金属半球;轴向测量相机安装在和气动动力卡盘相对的位置调节工作台上;用于将被测的轴承内圈推送到卡规式输送架上的轴承推出盘安装气动动力卡盘的卡盘体上。

[0009] 所述的径向参数测量装置包括内胀式弹簧夹具、径向测量相机、光源、镜头、位置调节工作台和轴承推出盘,以轴承内圈的内径为定位基准,并完成对轴承内圈的夹紧和定位的内胀式弹簧夹具包括夹具体、拉杆、内胀式弹簧夹头和夹具驱动机构,其中内胀式弹簧夹头上固定有能够提高工件定位精度的金属半球;径向测量相机安装在内胀式弹簧夹具一侧的位置调节工作台上;用于将被测的轴承内圈推送到出料槽上的轴承推出盘安装在内胀式弹簧夹具的夹具体上。

[0010] 所述的输送机构包括卡规式输送架、横移气缸、横移滑轨、升降气缸、升降支撑架、Y 方向推送气缸和 Y 方向机械手,用于横移被测轴承内圈的卡规式输送架位于气动动力卡盘的正下方;横移气缸安装在横移滑轨上,其活塞可以将卡规式输送架中放置的轴承内圈推送到 Y 方向机械手中;用于提升被测轴承内圈的升降气缸安装在升降支撑架上,其活塞可以将 Y 方向机械手中抓取的轴承内圈推送到和径向测量工位等高的位置;用于将 Y 方向机械手中抓取的轴承内圈推送到径向测量工位的 Y 方向推送气缸安装在 Y 方向滑轨上。

[0011] 所述的分选机构包括接近开关、分选气缸、返修品装料槽、合格品装料槽、报废品装料槽、筛选滑板、固定板和出料槽,分选气缸安装在 X 方向滑轨上,其活塞可以推送筛选滑板上的出料口移动到返修品装料槽上方和报废品装料槽上方;筛选滑板通过螺纹连接在分选气缸的活塞上,并且其上开有能让轴承内圈通过的出料口;固定板位于筛选滑板的上方,并且其上开有返修品出料口、合格品出料口和报废品出料口。

[0012] 本实用新型的工作流程主要分为入料、输送、测量、分选和人机交互五个过程。各个过程的工作原理如下。

[0013] 上料原理:用户按下启动按钮之后,Z 方向移动气缸带动升降滑台上的顶杆向下运动,此时摆杆式栅栏和顶杆分离,并且摆杆式栅栏通过自重向下摆动来完成轴承内圈在

摆杆式栅栏隔离柱之间的移动,当轴承内圈从摆杆式栅栏中通过并滚入升降滑台之后,Z方向机械手夹紧轴承内圈,此后Z方向移动气缸带动Z方向机械手中抓取的轴承内圈向下运动,当到达Y方向测量装置时,连杆式推出机构再将Z方向机械手中的轴承内圈推送至Y方向装夹工位,最后气动动力卡盘夹紧定位轴承内圈。

[0014] 送料原理:轴向参数测量装置测量结束之后,轴承推出盘将轴承内圈从气动动力卡盘中推出,轴承通过自重落入到卡规式输送架中,横移气缸再将卡规式输送架中的轴承内圈推送至Y方向机械手处,Y方向机械手抓取轴承内圈之后,横移气缸返回至初始位置。此后,升降气缸将Y方向机械手中抓取的轴承内圈推送至径向测量工位前方,Y方向推送气缸再将轴承内圈推送至内胀式弹簧夹具的装夹工位,最后内胀式弹簧夹具再夹紧定位轴承内圈。

[0015] 测量原理:在测量之前,X、Y方向的光学成像系统首先通过位置调节工作台来进行位置的标定,并通过高精度的标准量块来进行相机像素的标定。当PC机接收到定位结束信号之后,X、Y方向的光学成像系统立即捕获零件X、Y方向的二维几何特征图像,零件的二维几何特征图像通过A/D转换成数字信号,PC机再通过数据采集卡来采集图像,之后对采集到的图像数据执行预处理和特征提取等算术运算,具体包括图像数据平滑处理、灰度图像二值化、边缘检测、Hough变换和亚像素细分,由于在测量之前已经完成了对光学成像系统的像素标定和误差修正,故根据标定和修正后得到的参照标准,再计算采用比较测量法时轴承内圈的定位误差便可直接测量出轴承内圈各检测参数的尺寸及变动量,最后,PC机再根据预设的尺寸和容许的变动量将轴承内圈分成合格品、返修品和报废品三类,并通过串口将测量结果发送给PLC,其中X、轴向参数测量装置的测量原理如下:

[0016] 轴向参数测量装置的测量原理

[0017] 轴向参数测量装置采用最小二乘法来测量轴承内圈内孔直径及变动量、外径及变动量,圆的一般方程如公式(1)所示,对于圆曲线的拟合,测量点的坐标 (x_i, y_i) 与公式(1)会存在一定的残差 e_i ,其计算公式如公式(2)所示。

$$[0018] \quad x^2+y^2+Ax+By+C=0 \quad (1)$$

$$[0019] \quad e_i = x_i^2+y_i^2+Ax_i+By_i+C \quad (2)$$

[0020] 为了使残差最小,按照最小二乘法逼近的原则,先求误差的平方和,再令误差的平方和最小来求解出参数A、B、C,最后再计算出圆心 (x_0, y_0) 和直径D的大小,其计算公式如公式(3)所示。

$$[0021] \quad x_0 = -\frac{A}{2} \quad y_0 = -\frac{B}{2} \quad D = 2\sqrt{x_0^2 + y_0^2 - C} \quad (3)$$

[0022] 为了测量轴承内圈内孔直径及外径的变动量,在对轴承内圈进行特定位置的比较测量之后,由动力卡盘步进电机带动轴承内圈转动来进行下一位置的测量,直至测量到轴承内圈的整个测量区域,此时便可根据测量结果计算出内孔直径及外径的变动量。

[0023] 径向参数测量装置的测量原理

[0024] 径向参数测量装置采用轴承内圈的内孔作为定位基准来测量轴承内圈的沟槽直径及变动量、沟槽曲率半径及变动量、宽度及变动量,由于采用比较测量的方式,故还需考虑夹具的定位误差,由于定位元件水平,其定位误差的计算公式如公式(4)所示。

[0025]

$$e_{\text{定}} = \frac{1}{2}(T_d + T_D) \quad (4)$$

[0026] 其中 T_d 为套圈内孔尺寸变动量, T_D 为所求的沟槽直径变动量, 由于在此之前已经测量出套圈内孔尺寸的变动量, 故根据公式 (4) 便可计算出沟槽直径, 沟槽直径变动量的测量通过弹簧夹具步进电机带动轴承内圈转动来进行下一位置的测量, 直至测量到轴承内圈沟槽的整个测量区域, 最后再根据测量结果计算出沟槽直径的变动量。

[0027] 沟槽曲率半径及变动量、宽度及变动量采用全局测量的方式进行测量, 故和定位误差无关。

[0028] 分选原理: PLC 根据检测结果, 通过分选气缸可以推送筛选滑板上的出料口移动至固定板中的合格品出料口、返修品出料口和报废品出料口处, 此后轴承内圈再通过自重沿出料槽滚下便可掉入对应的装料槽中。

[0029] 人机交互原理: 用户通过按钮来输入启动、停止和急停等指令, 并通过显示器来输入标定后光学成像系统的光学参数、位置参数、像素标定参数以及零件预设的尺寸和容许的变动量, 同时通过显示器来输出光学成像系统的测量图像和测量区域。尺寸报表显示器通过控制图来显示数据库中存储的尺寸、形状和位置参数的测量结果, 并同时显示相对应的工序能力指数和机器能力指数。

[0030] 与现有技术相比, 本实用新型具有如下优点:

[0031] 1) 比较测量法

[0032] 与全局直接测量方法相比, 本实用新型由于采用了比较测量法, 以标准的高精度轴承内圈作为基准件, 以相机作为比较测量仪器, 在计算轴承外圈定位误差的基础上, 将被测轴承外圈与基准件比较来进行合格品、返修品与报废品的分选, 在采用同等分辨率相机的前提下, 设备硬件的测量精度可以得到成倍的提升, 同时, 采用比较测量法还能实现大尺寸零件的高精度测量。

[0033] 2) 多参数自动测量

[0034] 该设备不仅实现了轴承内圈的上料、输送和分选的全自动化, 而且可以实现对轴承内圈内孔直径、外径、沟槽直径、沟槽曲率半径和轴承宽度的全自动测量, 可以直接串联到生产线中进行轴承内圈的在线检测和全数检测。

[0035] 3) 对测量结果进行统计质量分析

[0036] 由于采用了工序能力指数、机器能力指数以及控制图等方法对轴承内圈的测量结果进行质量统计, 可以实时地监视工序质量的波动情况, 判断工序是否稳定。

附图说明

[0037] 图 1 是本实用新型总体结构的主视图;

[0038] 图 2 是本实用新型轴向参数测量装置的俯视图;

[0039] 图 3 是本实用新型径向参数测量装置的俯视图;

[0040] 图 4 是本实用新型分选机构的俯视图;

[0041] 图 5 是本实用新型径向参数测量装置的测量原理示意图;

[0042] 图 6 是本实用新型的产品工作原理示意图;

[0043] 图 7 是本实用新型的产品工作程序流程图;

[0044] 图中:1为入料槽;2为轴承内圈;3为接近开关;4为摆杆式栅栏;5为顶杆;6为Z方向移动气缸;7为Z方向滑轨;8为连杆式推出机构;9为Z方向机械手;10为升降滑台;11为气动动力卡盘;12为轴向测量相机;13为卡规式输送架;14为横移气缸;15为横移滑轨;16为轴承推出盘;17为内胀式弹簧夹具;18为升降气缸;19为Y方向推送气缸;20为分选气缸;21为返修品装料槽;22为合格品装料槽;23为报废品装料槽;24为筛选滑板;25为固定板;26为出料槽;27为计算机;28为位置调节工作台;29为径向测量相机;30为Y方向机械手。

具体实施方式

[0045] 本实用新型将通过以下实施例作进一步说明。

[0046] 本实用新型的一种基于比较测量法的轴承内圈多参数视觉测量设备总体结构的主视图如图1所示,轴向参数测量装置的俯视图如图2所示,径向参数测量装置的俯视图如图3所示,分选机构的俯视图如图4所示,该设备包括摆杆式栅栏入料机构、轴向参数测量装置、径向参数测量装置、输送机构、分选机构、PLC控制模块、上位机控制模块和人机交互模块,其特征在于在机架的上方安装有将入料槽(1)中的轴承内圈(2)逐个输送入到轴向测量工位的摆杆式栅栏入料机构;在机架的中部安装有通过比较测量法测量轴承内圈内孔直径及变动量、外径及变动量的轴向参数测量装置和通过比较测量法测量轴承内圈的沟槽直径及变动量、沟槽曲率半径及变动量、宽度及变动量的径向参数测量装置;在机架的下方安装有将处于轴向测量工位中的轴承内圈输送到径向测量工位的输送机构和根据测量结果将轴承内圈按照合格品、返修品和报废品进行分选归类的分选机构,其中摆杆式栅栏入料机构出口的中线、轴向参数测量装置的中线和输送机构入口的中线位于同一直线上,径向参数测量装置和轴向参数测量装置等高,并位于分选机构入口处的正上方,径向参数测量装置和轴向参数测量装置均通过信号线和对图像数据执行预处理和特征提取的上位机控制模块内的数据采集卡连接,用于采集位置传感器输入信号,并对气缸、机械手和电机的运动进行精确控制的PLC控制模块通过串口和上位机控制模块连接,用于用户输入指令、标定参数以及预设公差,同时实时显示捕获图像和测量结果,并同时数据进行存储和统计分析的人机交互模块分别和PLC控制模块以及上位机控制模块连接。

[0047] 所述的摆杆式栅栏入料机构包括入料槽(1)、接近开关(3)、摆杆式栅栏(4)、顶杆(5)、Z方向移动气缸(6)、Z方向滑轨(7)、连杆式推出机构(8)、Z方向机械手(9)和升降滑台(10),用于对入料槽(1)中的轴承内圈(2)进行逐个输送的摆杆式栅栏(4)包括转动杆(4-1)、前隔离柱(4-2)、中隔离柱(4-3)、后隔离柱(4-4)、栅栏板(4-5)和圆柱摆杆(4-6),其中转动杆安装在机架上,并通过转动副和前隔离柱连接,圆柱摆杆位于顶杆(5)的正上方,并通过螺纹和栅栏板连接;用于将圆柱摆杆顶起,并带动摆杆式栅栏(4)摆动的顶杆(5)安装在升降滑台(10)上;Z方向移动气缸(6)安装在Z方向滑轨(7)上,其活塞可以将升降滑台(10)推送到轴向测量工位的前方;用于将Z方向机械手(9)中抓取的轴承内圈(2)推送到轴向测量工位的连杆式推出机构(8)的两端通过螺纹与Z方向机械手(9)和升降滑台(10)连接。

[0048] 所述的轴向参数测量装置包括气动动力卡盘(11)、轴向测量相机(12)、光源、镜头、位置调节工作台(28)和轴承推出盘(16),以轴承内圈(2)的外径为定位基准,并完成对

轴承内圈 (2) 的夹紧和定位的气动动力卡盘 (11) 包括卡盘体、活动卡爪和卡爪气动驱动机构,其中活动卡爪上固定有能够提高工件定位精度的金属半球;轴向测量相机 (12) 安装在和气动动力卡盘 (11) 相对的位置调节工作台 (28) 上;用于将被测的轴承内圈推送到卡规式输送架 (13) 上的轴承推出盘 (16) 安装气动动力卡盘 (11) 的卡盘体上。

[0049] 所述的径向参数测量装置包括内胀式弹簧夹具 (17)、径向测量相机 (29)、光源、镜头、位置调节工作台 (28) 和轴承推出盘 (16),以轴承内圈 (2) 的内径为定位基准,并完成对轴承内圈 (2) 的夹紧和定位的内胀式弹簧夹具 (17) 包括夹具体、拉杆、内胀式弹簧夹头和夹具驱动机构,其中内胀式弹簧夹头上固定有能够提高工件定位精度的金属半球;径向测量相机 (12) 安装在内胀式弹簧夹具 (17) 一侧的位置调节工作台 (28) 上;用于将被测的轴承内圈推送到出料槽 (26) 上的轴承推出盘 (16) 安装在内胀式弹簧夹具 (17) 的夹具体上。

[0050] 所述的输送机构包括卡规式输送架 (13)、横移气缸 (14)、横移滑轨 (15)、升降气缸 (18)、升降支撑架、Y 方向推送气缸 (19) 和 Y 方向机械手 (30),用于横移被测轴承内圈的卡规式输送架 (13) 位于气动动力卡盘 (11) 的正下方;横移气缸 (14) 安装在横移滑轨 (15) 上,其活塞可以将卡规式输送架 (13) 中放置的轴承内圈推送到 Y 方向机械手 (30) 中;用于提升被测轴承内圈的升降气缸 (18) 安装在升降支撑架上,其活塞可以将 Y 方向机械手 (30) 中抓取的轴承内圈推送到和径向测量工位等高的位置;用于将 Y 方向机械手 (30) 中抓取的轴承内圈推送到径向测量工位的 Y 方向推送气缸 (19) 安装在 Y 方向滑轨上。

[0051] 所述的分选机构包括接近开关、分选气缸 (20)、返修品装料槽 (21)、合格品装料槽 (22)、报废品装料槽 (23)、筛选滑板 (24)、固定板 (25) 和出料槽 (26),分选气缸 (20) 安装在 X 方向滑轨上,其活塞可以推送筛选滑板 (24) 上的出料口移动到返修品装料槽上方和报废品装料槽上方;筛选滑板 (24) 通过螺纹连接在分选气缸 (20) 的活塞上,并且其上开有能让轴承内圈通过的出料口;固定板 (25) 位于筛选滑板 (24) 的上方,并且其上开有返修品出料口、合格品出料口和报废品出料口。

[0052] 本实用新型径向参数测量装置的测量原理示意图如图 5 所示,其中 d 表示轴承内圈的内孔直径, D 表示轴承内圈的外径, F_1 表示合格范围的上边界, F_2 表示合格范围的下边界, ϕ_{\min} 表示沟槽直径尺寸的最小值, ϕ_{\max} 表示沟槽直径尺寸的最大值。当内胀式弹簧夹具水平放置时,轴承内圈在定位时可能出现的两个极端位置分别是

[0053] 1) 当轴承内圈内孔最大,外径最小时,此时测量得到的沟槽直径尺寸最小,对应图中的 F_2 ;

[0054] 2) 当轴承内圈内孔最小,外径最大时,此时测量得到的沟槽直径尺寸最大,对应图中的极限位置;

[0055] 故根据极限位置法,定位误差为

[0056]

$$e_{\text{定}} = \frac{1}{2}(T_d + T_D)$$

[0057] 由于在此之前已经测量出套圈内孔尺寸的变动量,故根据该公式便可计算出沟槽的直径,沟槽直径变动量的测量通过弹簧夹具步进电机带动轴承内圈转动来进行下一位置的测量,直至测量到轴承内圈沟槽的整个测量区域,最后再根据测量结果计算出沟槽直径

的变动量。

[0058] 本实用新型的一种基于比较测量法的轴承内圈多参数视觉测量设备的工作原理示意图如图 6 所示,设备包括径向参数测量装置、轴向参数测量装置、位置传感器、PLC 控制模块、动力系统、上位机控制模块和人机交互模块。所述的位置传感器包括接近开关和气缸磁性开关,其中接近开关用于检测轴承内圈的是否到达指定的位置,气缸磁性开关用于检测气缸所处的位置。所述的动力系统包括电机系统和气动系统,电机系统包括驱动器、动力卡盘旋转步进电机和弹簧夹具旋转步进电机,气动系统包括气源、过滤器、减压阀、电磁换向阀和气缸。所述的人机交互模块包括人机交互界面显示器、尺寸报表显示器、打印机、按钮和警示灯。

[0059] PLC 控制模块通过循环地检测位置传感器输出的信号来进行轴承内圈所处位置的判断,并通过和上位机控制模块进行通信,通过控制动力系统运动来保证轴承内圈有序的完成入料、测量、输送和分选工作;上位机控制模块通过对 X 方向和轴向测量相机输出的图像数据进行采集,并进行数据的预处理和特征提取,最后再根据定位误差来计算出轴承内圈内孔直径及变动量、外径及变动量、沟槽直径及变动量、沟槽曲率半径及变动量和宽度及变动量。人机交互模块用于用户通过按钮来输入启动、停止和急停等指令,并通过人机交互界面显示器来输入标定后光学成像系统的光学参数、位置参数、像素标定参数以及零件预设的合格公差,同时通过人机交互界面显示器来输出 X 方向和轴向测量相机的测量图像和测量区域。尺寸报表显示器通过控制图来显示数据库中存储的各个参数的测量结果,并同时显示相对应的工序能力指数和机器能力指数。警示灯在装料槽装满零件后,或者是在设备工作异常时通过声光报警的形式通知用户。

[0060] 本实用新型的工作程序流程图如图 7 所示,其步骤为:

[0061] S7.1 程序初始化

[0062] 设备电源开启之后,PLC 的中央处理器和 PC 机的上位机软件进行一系列的初始化工作,包括各个寄存器中状态变量和数值的初始化、标定参数、误差修正参数以及 I/O 口的初始化工作。

[0063] S7.2 Z 方向移动气缸带动升降滑台上的顶杆向下运动

[0064] 程序初始化之后,PLC 开始循环的检测用户是否有指令输入,一旦检测到用户按下启动按钮之后,PLC 通过接近开关来判断 Z 方向机械手中是否有零件存在,若无则通过 Z 方向移动气缸带动升降滑台上的顶杆向下运动,此时摆杆式栅栏和顶杆分离,并通过自重向下摆动来完成轴承内圈在隔离柱之间的移动。

[0065] S7.3 轴承内圈从升降滑台搬运至轴向测量工位

[0066] 当轴承内圈从摆杆式栅栏中通过并滚入升降滑台中时,Z 方向机械手夹紧轴承内圈,Z 方向移动气缸带动 Z 方向机械手中抓取的轴承内圈向下运动,到达 Y 方向测量装置的装夹工位之后,连杆式推出机构再将 Z 方向机械手中的轴承内圈推送至装夹工位,最后气动动力卡盘夹紧定位轴承内圈。

[0067] S7.4 轴承内圈从轴向测量工位至径向测量工位的输送

[0068] 轴向参数测量装置测量结束之后,轴承推出盘将轴承内圈从气动动力卡盘中推出,轴承通过自重落入到卡规式输送架中,横移气缸再将卡规式输送架中的轴承内圈推送至 Y 方向机械手处,Y 方向机械手抓取轴承内圈之后,横移气缸返回至初始位置。此后,升

降气缸将 Y 方向机械手中抓取的轴承内圈推送至径向测量工位前方, Y 方向推送气缸再将轴承内圈推送至径向参数测量装置的装夹工位, 内胀式弹簧夹具夹紧定位轴承内圈。

[0069] S7.5 系统标定和误差修正

[0070] 在测量之前, X、Y 方向的光学成像系统首先通过位置调节工作台来进行位置的标定, 并通过高精度的标准量块来进行相机像素的标定, 标定完成之后, 记录下光学成像系统照明光源的电流和电压参数, 并同时记录镜头的参数, 最后再对测量的误差进行修正。

[0071] S7.6 数据采集卡采集数据

[0072] 当 PC 机接收到定位结束信号之后, X、Y 方向的光学成像系统立即捕获零件 X、Y 方向的二维几何特征图像, 零件的二维几何特征图像通过 A/D 转换成数字信号, PC 机再通过数据采集卡来采集图像。

[0073] S7.7 数据的预处理和基于比较测量法的特征提取

[0074] 通过对采集到的数据执行预处理和特征提取等各种算术运算, 具体包括图像数据平滑处理、灰度图像二值化、边缘检测、Hough 变换和亚像素细分, 由于在测量之前已经完成了对光学成像系统的像素标定和误差修正, 故根据标定和修正后得到的参照标准, 再计算采用比较测量法时轴承内圈的定位误差便可直接测量出轴承内圈各检测参数的尺寸及变动量, 最后, PC 机再根据预设的尺寸和容许的变动量将轴承内圈分成合格品、返修品和报废品三类, 并通过串口将测量结果发送给 PLC。

[0075] S7.8 测量结果的显示和报表的打印

[0076] 尺寸报表显示器通过控制图来显示数据库中存储的各个参数的测量结果, 并同时显示相对应的工序能力指数和机器能力指数。

[0077] S7.9 轴承内圈的分选

[0078] PLC 根据检测结果, 通过分选气缸可以推送筛选滑板上的出料口移动至固定板中的合格品出料口、返修品出料口和报废品出料口处, 此后轴承内圈再通过自重沿出料槽滚下便可掉入对应的装料槽中。

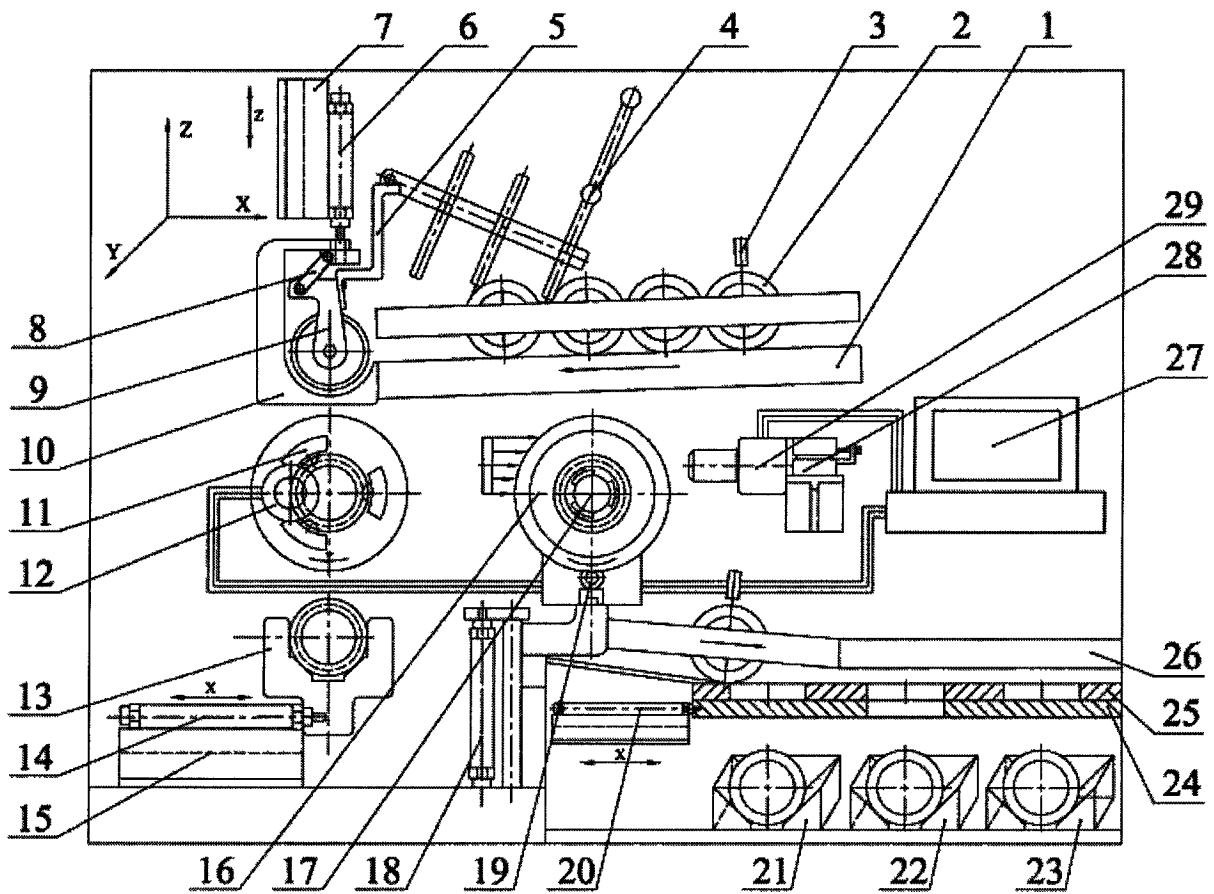


图 1

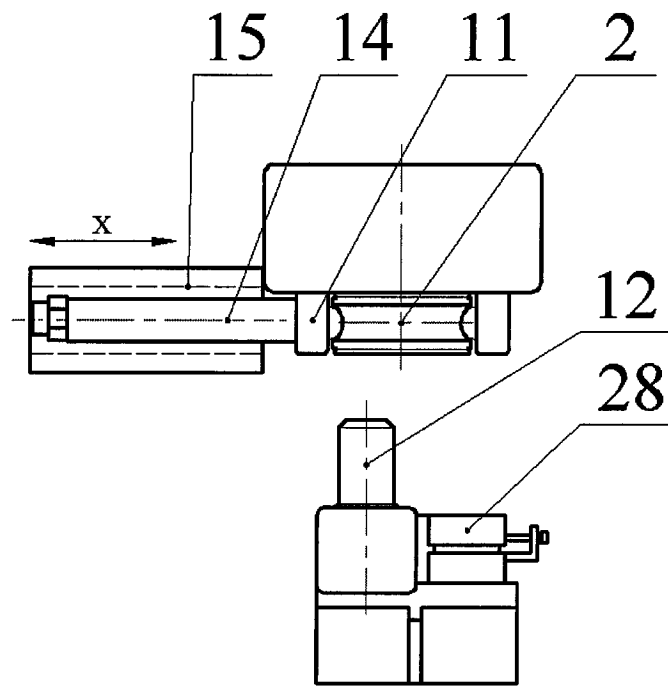


图 2

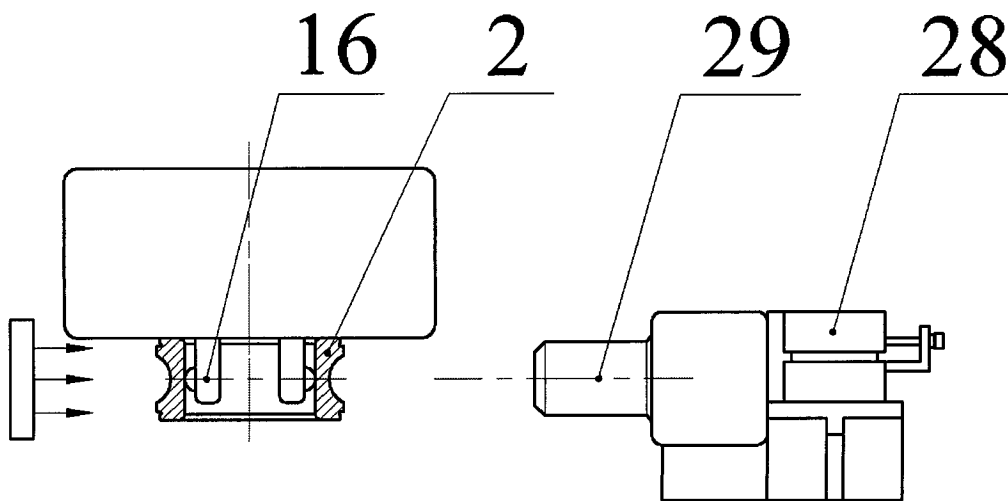


图 3

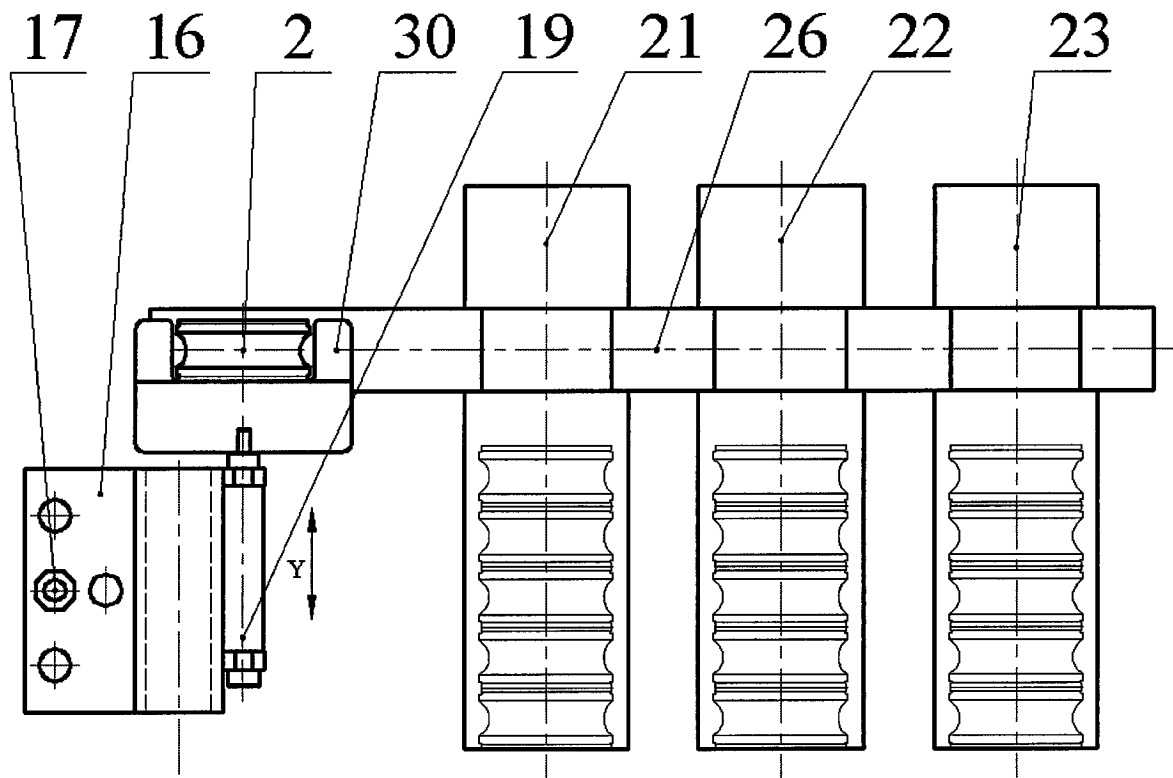


图 4

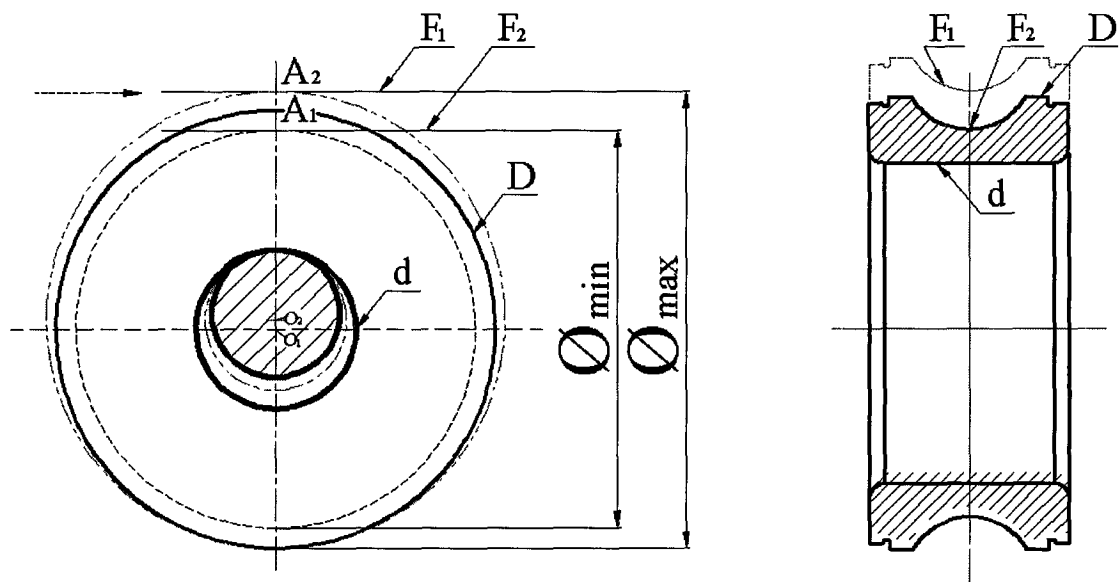


图 5

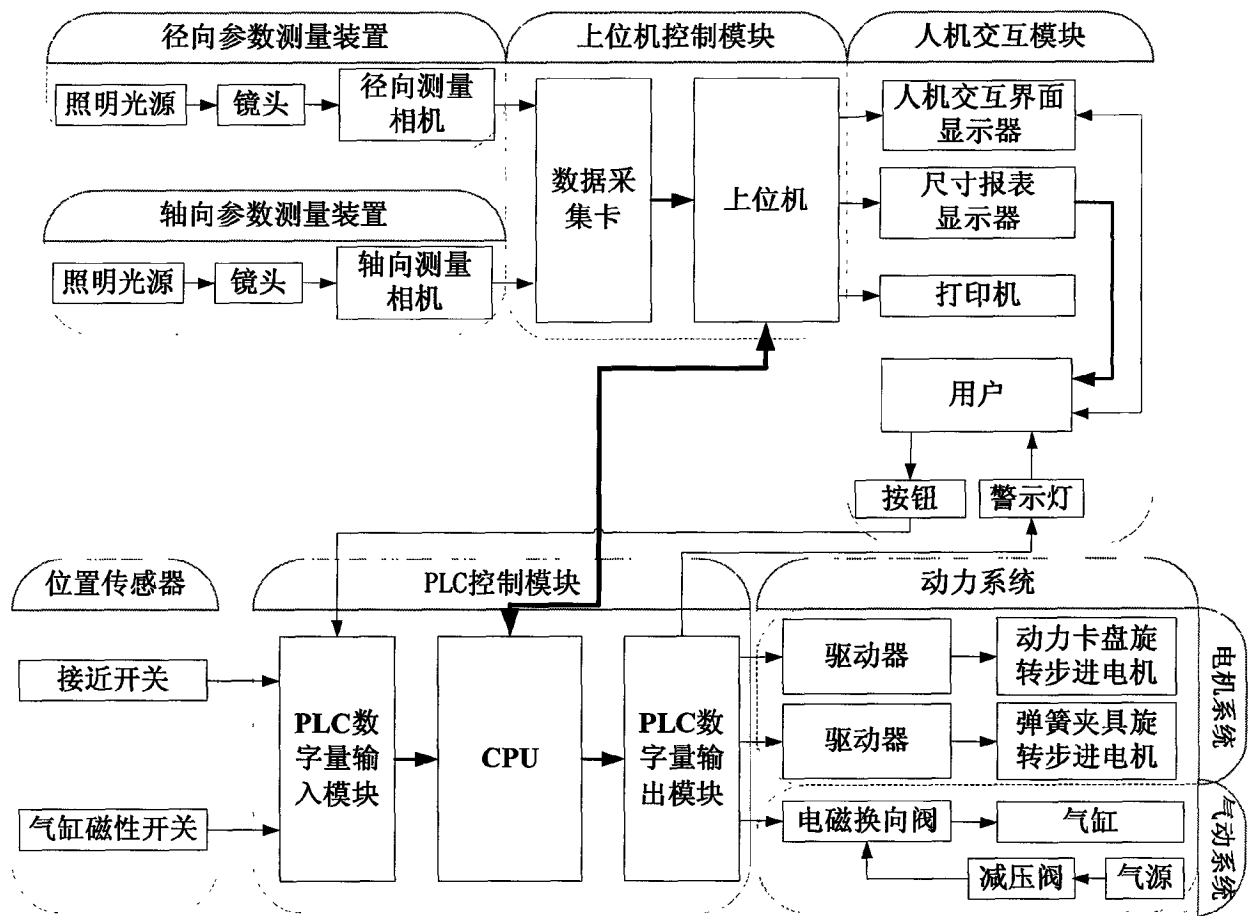


图 6

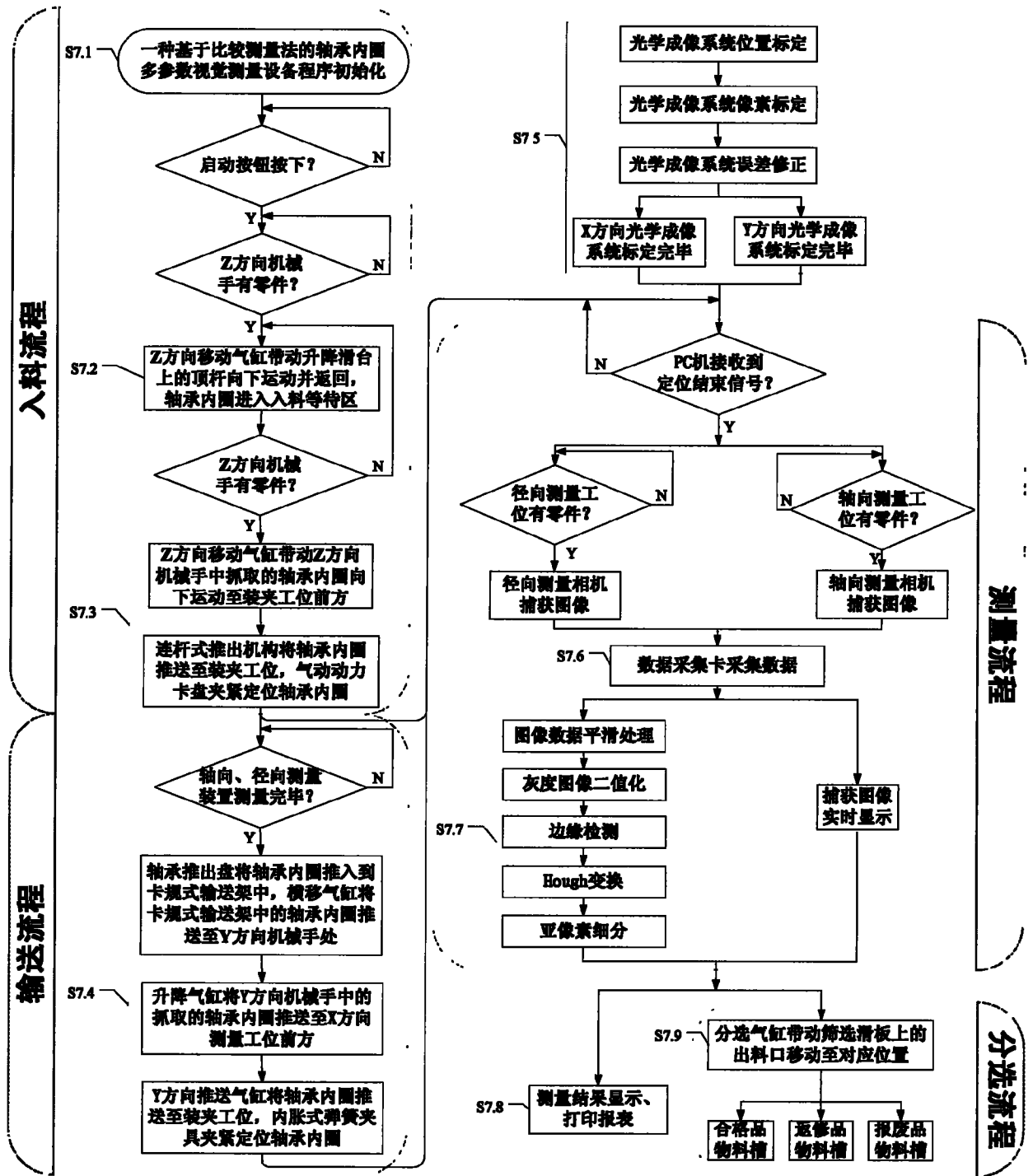


图 7