(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102538700 A
(43)申请公布日 2012.07.04

(21)申请号 201110396408.1

(22)申请日 2011.12.02

(71)申请人 合肥工业大学
地址 230009 安徽省合肥市屯溪路 193 号

(72)发明人 胡鹏浩 刘善林 党学明 王会生

(74)专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有限责任公司 34101
代理人 何梅生

(51)Int.Cl.
G01B 11/24(2006.01)
G01B 11/00(2006.01)

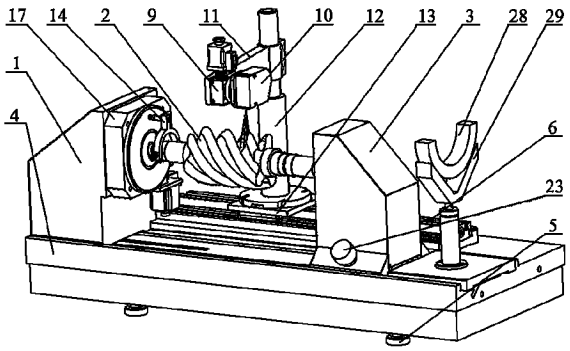
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54)发明名称

螺旋转子型面轮廓误差测量仪

(57)摘要

本发明公开了一种螺旋转子型面轮廓误差测量仪，其特征是被测转子支承在头架顶针和尾架顶针之间，以回转工作台带动被测螺旋转子转动；设置一移动工作台，在移动工作台上设置测量单元，测量单元中设置用于检测移动工作台所在位置的长光栅传感器，并在电动转盘上固定设置激光位移传感器。本发明利用激光位移传感器，在两个旋转工作台和一维平移台的运动配合下获取有关螺旋转子型面特征的原始测量数据，再经过相应的数据处理和坐标变换即可得出螺旋转子型面轮廓度误差数据并给出误差评定结果，其结构简单、加工装配性好，可实现对各种螺旋面的面型轮廓误差测量，可兼容配备其他类型的传感器用于其他参数的精密测量。



CN 102538700 A

1. 一种螺旋转子型面轮廓误差测量仪，其特征是：

在底座 (4) 上，位于沿 X 向设置的“T”型长槽的两端分别设置头架 (1) 和尾架 (3)，在所述头架和尾架之间相对的端面上、处在同一轴线上分别设置有头架顶针 (16) 和尾架顶针 (21)，被测转子 (2) 支承在所述头架顶针和尾架顶针之间；

在所述头架 (1) 上固定设置一电动旋转台 (17)，位于所述电动旋转台 (17) 中、可在电动旋转台 (17) 驱动下转动的回转工作台 (19) 的回转中心与所述头架顶针 (16) 的轴线重合，在所述回转台 (19) 的前端面上通过一拨杆 (15) 连接一拨叉 (14)，在所述拨叉 (14) 的一对叉头上分别设置用于带动被测螺旋转子的夹持螺钉 (18)，所述夹持螺钉 (18) 沿径向夹持在被测螺旋转子的第一轴端；

在所述底座 (4) 上设置一电动平移台 (6)，在所述电动平移台 (6) 上设置由步进电机通过滚珠丝杠副驱动可在直线轨道上滑移的移动工作台 (13)，所述直线轨道与“T”型长槽平行设置；在所述移动工作台 (13) 上呈 Z 向固定设置立柱 (12)，所述立柱 (12) 的顶部呈悬臂设置一横梁 (11)，所述横梁 (11) 的前端处在被测转子的上方；在所述横梁 (11) 的前端设置一电动转盘 (9)，所述电动转盘 (9) 的转轴呈 X 向设置；

设置测量单元，包括在所述电动旋转台 (17) 中配置圆光栅传感器，用于对回转台 (19) 的回转角度的测量；在所述电动平移台 (6) 上设置用于检测移动工作台 (13) 所在位置的长光栅传感器；在所述电动转盘 (9) 上固定设置激光位移传感器 (10)；所述激光位移传感器 (10) 的光轴经过电动转盘 (9) 的回转轴线。

2. 根据权利要求 1 所述的螺旋转子型面轮廓误差测量仪，其特征是设置一尾架定位机构，是在尾架 (3) 的一侧设置拉杆轴套 (26)，拉杆 (24) 贯穿所述拉杆轴套 (26)、并可在拉杆轴套 (26) 中轴向滑动，在所述拉杆 (24) 的前端固定连接有压块 (27)，拉杆 (24) 后端固定连接有手柄 (23)，在所述拉杆轴套 (26) 与手柄 (23) 之间装有压簧 (25)，以压簧 (25) 的压力使压块 (27) 抵压在底座 (4) 中的定位槽中；设置一防转销 (22)，所述防转销 (22) 一端与压块 (27) 螺纹连接，另一端插入在尾架 (3) 底面的销孔中。

3. 根据权利要求 1 所述的螺旋转子型面轮廓误差测量仪，其特征是在所述底座 (5) 上设置各定位面，包括：相互平行的第一立面 A 和第二立面 D；等高的第一平面 E、第二平面 F 和第三平面 G，且各立面与各平面为相互垂直；所述电动平移台 (6) 通过螺栓固定在第三平面 G 上，电动平移台 (6) 的侧面与第二立面 D 相抵并定位；头架 (1) 和尾架 (3) 分别固定在第一平面 E 和第二平面 F 上，头架 (1) 和尾架 (3) 的侧面与第一立面 A 面相抵。

螺旋转子型面轮廓误差测量仪

技术领域

[0001] 本发明是涉及一种测量装置，更具体地说是用于测量具有螺旋特征的各种曲面的相关参数，可应用在螺旋齿轮、精密丝杆、压缩机螺旋转子、螺旋泵转子、齿轮加工刀具等零部件的精密测量中的装置。

背景技术

[0002] 在现代机械工业中，涉及到很多种具有螺旋特征的型面误差测量问题。比如螺杆压缩机的核心部件螺杆转子，其形状和精度直接影响着压缩机的工作效率、噪音振动水平和使用寿命；比如加工齿轮的滚刀，其轮廓型面误差会直接周期性地复印在被加工的齿轮上。因此，具有螺旋特征的型面误差测量技术及评定技术日益受到国内学术界和企业界的关注和重视。目前，国内大部分企业的检测方法是采用通用三坐标测量机，通过检测转子不同轴截面位置上的截面型线，来反映整个螺杆转子的质量。这种测量方法存在以下问题：

[0003] 1、三坐标测量机价格高，转子测量要求配备相应的专用检测软件。软件价格也高，且操作比较复杂，对操作者的技术要求也比较高。这些都制约了方法本身的普及和推广。

[0004] 2、三坐标测量机一般采用高精度触发球测头，由于端面型线结构复杂，曲率变化大，使得测头球半径的误差补偿变得复杂，至今在学术上仍存在理论上的困难和不足；

[0005] 3、测量时间长，只适合抽检，不适合快速检测和在线检测，很难适应转子制造企业的需求。

[0006] 4、只能测量转子轴截面内的二维截面轮廓的线型误差，不能从三维空间的角度实现对整个螺旋型面的轮廓测量，更无法评定被测转子面轮廓度误差。

发明内容

[0007] 本发明是为避免上述现有技术所存在的不足之处，提供一种螺旋转子型面轮廓误差测量仪，以实现螺旋转子型面误差参数高效、自动和准确的检测，促进相关三维型面面轮廓度误差评定理论的进一步发展。

[0008] 本发明解决技术问题采用如下技术方案：

[0009] 本发明螺旋转子型面轮廓误差测量仪的结构特点是：

[0010] 在底座上，位于沿 X 向设置的“T”型长槽的两端分别设置头架和尾架，在所述头架和尾架之间相对的端面上、处在同一轴线上分别设置有头架顶针和尾架顶针，被测转子支承在所述头架顶针和尾架顶针之间；

[0011] 在所述头架上固定设置一电动旋转台，位于所述电动旋转台中、可在电动旋转台驱动下转动的回转工作台的回转中心与所述头架顶针的轴线重合，在所述回转台的前端面上通过一拨杆连接一拨叉，在所述拨叉的一对叉头上分别设置用于带动被测螺旋转子的夹持螺钉，所述夹持螺钉沿径向夹持在被测螺旋转子的第一轴端；

[0012] 在所述底座上设置一电动平移台，在所述电动平移台上设置由步进电机通过滚珠丝杠副驱动可在直线轨道上滑移的移动工作台，所述直线轨道与“T”型长槽平行设置；在

所述移动工作台上呈 Z 向固定设置立柱，所述立柱的顶部呈悬臂设置一横梁，所述横梁的前端处在被测转子的上方；在所述横梁的前端设置一电动转盘，所述电动转盘的转轴呈 X 向设置；

[0013] 设置测量单元，包括在所述电动旋转台中配置圆光栅传感器，用于对回转台的回转角度的测量；在所述电动平移台上设置用于检测移动工作台所在位置的长光栅传感器；在所述电动转盘上固定设置激光位移传感器；所述激光位移传感器的光轴经过电动转盘的回转轴线。

[0014] 本发明螺旋转子型面轮廓误差测量仪的结构特点也在于：

[0015] 设置一尾架定位机构，是在尾架的一侧设置拉杆轴套，拉杆贯穿所述拉杆轴套、并可在拉杆轴套中轴向滑动，在所述拉杆的前端固定连接有压块，拉杆后端固定连接有手柄，在所述拉杆轴套与手柄之间装有压簧，以压簧的压力使压块抵压在底座中的定位槽中；设置一防转销，所述防转销一端与压块螺纹连接，另一端插入在尾架底面的销孔中。

[0016] 在所述底座上设置各定位面，包括：相互平行的第一立面 A 和第二立面 D；等高的第一平面 E、第二平面 F 和第三平面 G，且各立面与各平面为相互垂直；所述电动平移台通过螺栓固定在第三平面 G 上，电动平移台的侧面与第二立面 D 相抵并定位；头架和尾架分别固定在第一平面 E 和第二平面 F 上，头架和尾架的侧面与第一立面 A 面相抵。

[0017] 本发明利用激光位移传感器，在两个旋转工作台和一维平移台的运动配合下获取有关螺旋转子型面特征的原始测量数据，再经过相应的数据处理和坐标变换得出螺旋转子型面轮廓度误差数据并给出误差评定结果。与已有技术相比，本发明的有益效果体现在：

[0018] 1、本发明将转子测量由二维线轮廓测量及评定提升至三维空间内转子全螺旋面的面轮廓度误差测量和评定，所获取的测量数据可实现转子型面的三维重构。

[0019] 2、本发明采用机器视觉非接触测量，实现螺旋转子关键轮廓参数的自动高精度测量，避免了三坐标测量机测量中的测头半径补偿问题，有利于提高测量精度。

[0020] 3、本发明采用拨叉驱动被测转子，用两个死顶尖定位被测转子，与主轴直接驱动相比，很好地消除了主轴运动误差对测量精度的影响。

[0021] 4、本发明不仅可以测量任意轴截面内转子的二维线型轮廓，还可以测量和评定三维空间内的转子螺旋面的面轮廓度误差，实现螺旋特征表面的三维重构。

[0022] 5、本发明在撤去激光位移传感器、换装电感传感器或其它类型传感器时，可用于测量螺旋面上任意一条螺旋线的误差，这种测量方式与被测转子在精密加工时球形铣刀的运动方式一致，对于分析加工工艺有直接的意义和价值。

[0023] 6、本发明可以广泛用于螺旋齿轮、精密螺旋丝杆、齿轮加工刀具等精密机械部件的测量；

[0024] 包括用于完成螺旋面导程、升角、节圆直径等参数的测量。

[0025] 7、本发明检测重复性好、精度高、检测效率高。

附图说明

[0026] 图 1 是本发明总体结构示意图；

[0027] 图 2 是图 1 的俯视图；

[0028] 图 3 是图 1 的左视图；

[0029] 图 4 是图 1 的右视图；

[0030] 图 5 是本发明中头架结构示意图；

[0031] 图 6 是图 5 的左视图；

[0032] 图 7 是本发明中尾架结构图；

[0033] 图 8 是图 7 的左视图；

[0034] 图 9 是本发明中底座定位面示意图；

[0035] 图 10 是本发明中激光位移传感器测量原理图；

[0036] 图 11 是本发明中柱坐标测量系统示意图。

[0037] 图中标号：1 头架；2 被测转子；3 尾架；4 底座；5 调平地脚；6 电动平移台；7 螺钉；8 为 T 型螺栓；9 电动转盘；10 激光位移传感器；11 横梁；12 立柱、13 移动工作台；14 拨叉；15 拨杆；16 头架顶针；17 电动旋转台；18 夹紧螺钉、19 回转工作台、20 电动旋转台底座、21 尾架顶针、22 防转销、23 手柄、24 拉杆、25 压簧、26 拉杆轴套、27 压块、28 标准圆弧面；29 标准件支架。

具体实施方式

[0038] 参见图 1、图 2 和图 3，头架 1 的前端圆锥孔与头架顶针 16 为锥面精密配合，头架 1 用 T 型螺钉 8 固定在底座 4 上，底座 4 的底部设置调平地脚 5，用于调整底座 4 的水平度；拨杆 15 通过前端的外螺纹固连在回转工作台 19 上，拨叉 14 上端面圆柱孔与拨杆 15 间隙配合，下端布置一对与被测转子轴线位置平齐的螺纹孔，夹紧螺钉 18 旋合并穿过该螺纹孔将被测螺旋转子夹紧，以便电动旋转台 17 带动被测转子 2 旋转，实现精确分度。

[0039] 参见图 5 和图 6，由电动旋转台底座 20 固定设置在头架前端面上的电动旋转台 17 为市售的标准组件，由步进电机驱动，经由蜗杆蜗轮传动，带动其回转工作台 19 的转动，电动旋转台 17 中配有精密圆光栅传感器，实现角度测量和精确分度。具体实施中，电动旋转台 17 是用螺钉固定在头架 1 的前端面上，其回转轴线与头架顶针 16 的轴线重合。

[0040] 参见图 4、图 7 和图 8，尾架顶针 21 的锥面与尾架 3 前端圆锥孔精密配合；设置一尾架定位机构，是在尾架 3 的一侧用螺钉设置拉杆轴套 26，拉杆 24 贯穿拉杆轴套 26，拉杆 24 的圆柱面与拉杆轴套 26 的圆柱孔间隙配合，拉杆 24 可在拉杆轴套 26 中轴向滑动，在拉杆 24 的前端固定连接有压块 27，拉杆 24 后端通过螺纹固定连接有手柄 23，在拉杆轴套 26 与手柄 23 之间装有压簧 25，以压簧 25 的压力使压块 27 抵压在底座 4 中的定位槽中；设置一防转销 22，防转销 22 一端与压块 27 螺纹连接，另一端插入在尾架 3 底面的销孔中，压块 27 在手柄 23 转动下伸缩，从而夹紧或释放尾架，同时防止压块 27 转动。

[0041] 参见图 2，在底座 4 上设置一电动平移台 6，在电动平移台 6 上设置由步进电机通过滚珠丝杠副驱动可在直线轨道上滑移的移动工作台 13，直线轨道与“T”型长槽平行设置；在移动工作台 13 上呈 Z 向固定设置立柱 12，立柱 12 的顶部呈悬臂设置一横梁 11，横梁 11 的前端处在被测转子的上方；在横梁 11 的前端设置一电动转盘 9，电动转盘 9 的转轴呈 X 向设置；

[0042] 如图 2 所示，本实施例中，滚动导轨副对称布置在滚珠丝杠的两侧，与滚珠丝杠轴线平行，精密测长光栅尺布置在两条导轨之间，光栅读数头固定在移动工作台 13 的下方，与导轨滑块及滚动螺母为邻；移动工作台 13 通过螺钉与滚动导轨上的滑块连接和与滚动

螺母连接，立柱 12 通过螺钉垂直紧固在移动工作台 13 上。

[0043] 图 4 所示，立柱 12 的底端法兰沿横向开有四个腰形孔，与电动平移台 6 上的移动工作台 13 螺纹连接，横梁 11 的尾部带有开口，用螺钉 7 夹紧在立柱 12 上，以使横梁 11 的高度可根据测量需要进行调节；在电动转盘 9 上通过中间转接板固定设置激光位移传感器 10；激光位移传感器 10 的光轴经过电动转盘 9 的回转轴线；激光位移传感器 10 的测量原理是三角法，发出一束激光至被测面上一点，光线折返后被 CCD 接收即可获知该点到传感器的位移。

[0044] 参见图 9，本实施例中，在底座 4 上设置各定位面，包括：相互平行的第一立面 A 和第二立面 D；等高的第一平面 E、第二平面 F 和第三平面 G，且各立面与各平面为相互垂直；电动平移台 6 通过螺栓固定在第三平面 G 上，电动平移台 6 的侧面与第二立面 D 相抵并定位；头架 1 和尾架 3 分别固定在第一平面 E 和第二平面 F 上，头架 1 的侧面作为基准面 B 与是与底座 4 上的第一立面 A 相抵，尾架 3 在处于锁紧状态时，其作为基准面 C 的侧面与底座 4 的第一立面面 A 相抵；头架 1 和尾架 3 拥有共同的定位面，以便保证头架顶针 16 与尾架顶针 21 的轴线重合；本实施例中，电动平移台 6 的第三平面 G 与头架 1 和尾架 3 的定位面即第一平面 E 和第二平面 F 是共面的，这样就能保证测量单元在电动平移台驱动下的运动方向与头架顶尖和尾架顶尖所决定的轴线平行，形成测量所需的基准运动。

[0045] 计算机处理单元硬件部分具有数据采集卡、运动控制卡和调理电路；软件部件包括测量软件和界面操作软件，测量软件实现数据采集、坐标变化处理和测量结果评定；操作界面主要包括三只步进电机的运动控制设置，测量过程操作控制等部分。

[0046] 测量方法：

[0047] 检测前需用标准件的标准圆弧面 28 对仪器进行校准；标准件可以用标准件支架 29 直接放置在底座 4 的一侧，便于使用；也可以另行放置。

[0048] 检测时，将被测转子安装在头架顶针与尾架顶针之间，锁紧尾架。将移动工作台 13 移动至被测转子的一端，转动电动旋转台 17，使激光位移传感器的激光束对准被测转子轴截面起点，测量开始后，电动旋转台 17 带动被测转子旋转，同时电动平移台 6 带动移动工作台 13 从被测转子的一端往另一段移动，电动旋转台 14 的转动和电动平移台 6 的移动由计算机控制并保证两者的速比；被测转子旋转一周，移动工作台移动螺旋转子的一个导程。根据螺旋转子的实际测量需要，可以设定在一个导程内的测量截面个数。比如某型号阳转子有五个齿，导程角为 240 度，导程为 278 毫米，若设定每个齿内选取 m 个截面进行测量，则在被测转子一端第一个截面内开始测量，测量时电动旋转台 17 步进旋转，比如每转 0.1°，线性位移传感器获得它到被测面上一个点的距离 r_i，这样电动旋转台 17 的旋转角度 θ_i 和 r_i 一一对应形成一组极坐标，可以精确描述在一个截面内螺旋转子的型线特征，第一个截面测试完毕后，电动旋转台和电动位移台同步运动，使第二个被测截面进入测量位置，实现第二个型线轮廓测量，如此循环直到 m 个截面全部测完。第一个齿测量完毕后，电动回转台旋转 n° (n = 360/ 齿数)，进行第二个齿的测量，直至五个齿全部测毕。

[0049] 测量完毕后，所设计的测量及误差评定软件首先将一个齿内的 m 个截面的轮廓度误差评定完毕并给出结果。此时给出的结果是反映单个轴截面内转子轮廓线的线轮廓度。事实上，由头架、尾架的顶尖构成的回转轴线 O_1O_2 可看做 X 轴，头架上同心配置的电动旋转台 (17) 内部的圆光栅传感器会实时记录和测量转子的回转角度φ_i，同时一维电动位移台内

的长光栅会记录测头的位移值，这样就构成了一个柱坐标测量系统，如图 10 和图 11 所示。在评定一个齿内的螺旋面的面轮廓度误差时，需要将前面所测得的每个截面内的极坐标参数 (r_i, θ_i) 经过坐标转换，统一到柱坐标内再进行单齿螺旋面的面轮廓度误差评定，同时也可以分析和判断出各齿面之间相互的位置误差。这种面轮廓度的评定和齿面相互位置误差的分析和测量是采用三坐标测量机无法办到的。也正是因为需要在两个坐标系之间进行转换和统一，为了保证测量精度的需要，仪器才需要用标准件进行上述的标定和校准。也可以利用一个齿内 m 个截面的轮廓参数重构出该齿的三维轮廓，从面轮廓度层面上对误差进行评定。甚至可以实现五个齿轮廓相对位置误差的评定和计算。

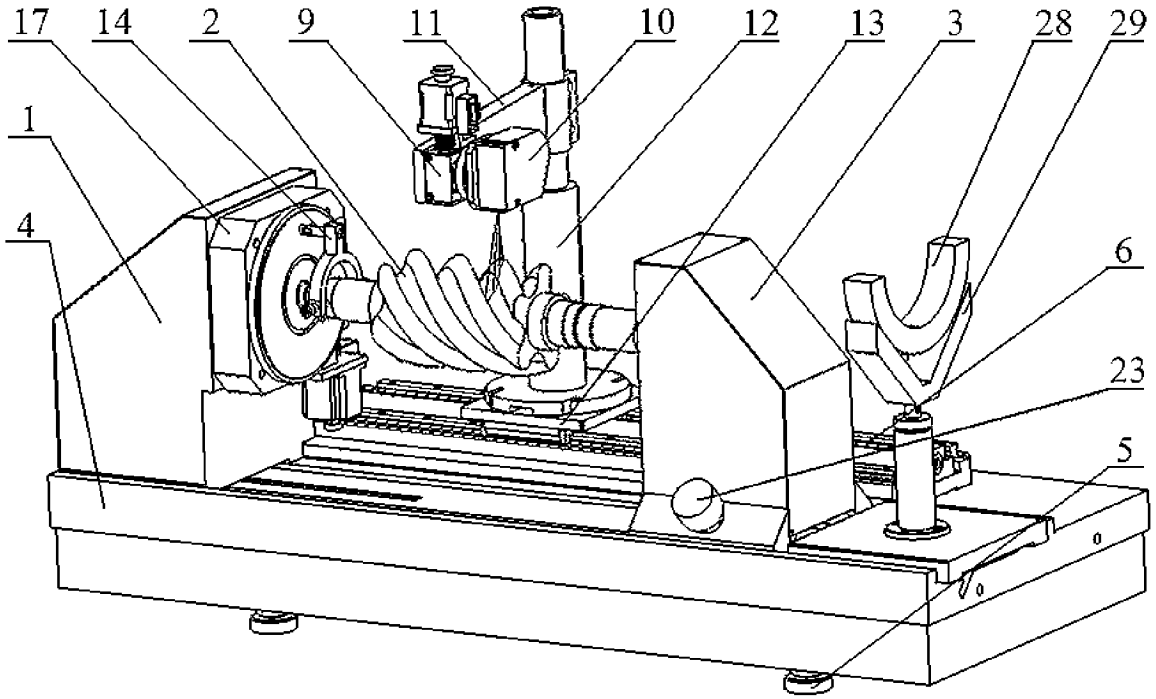


图 1

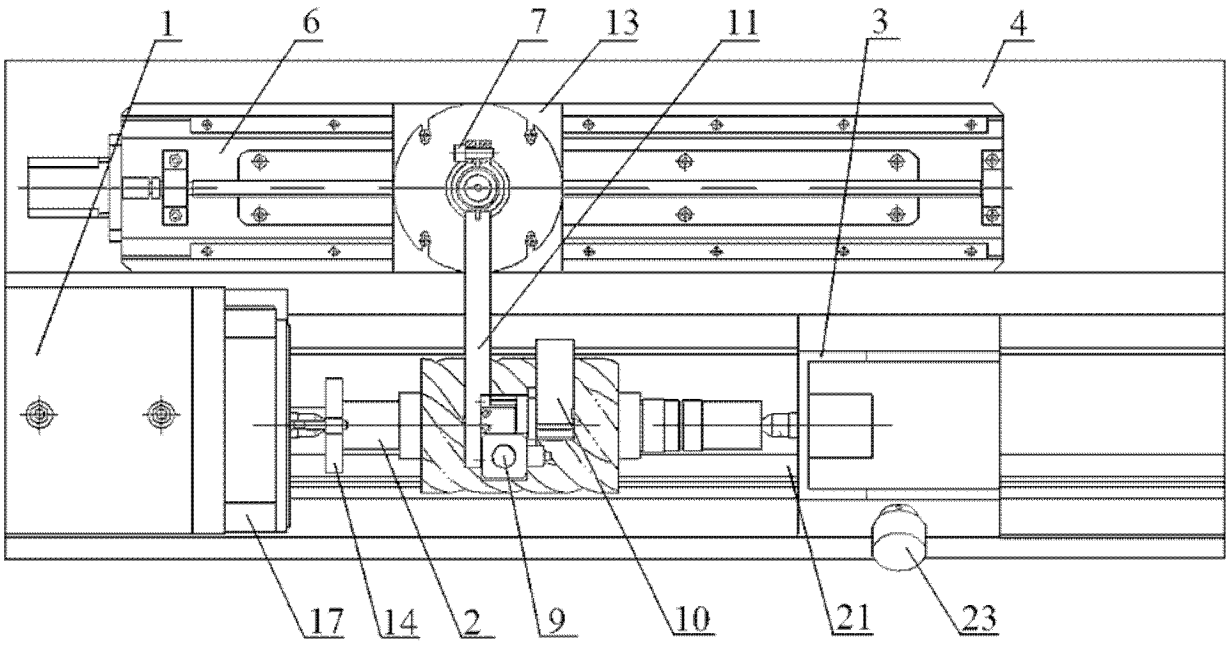


图 2

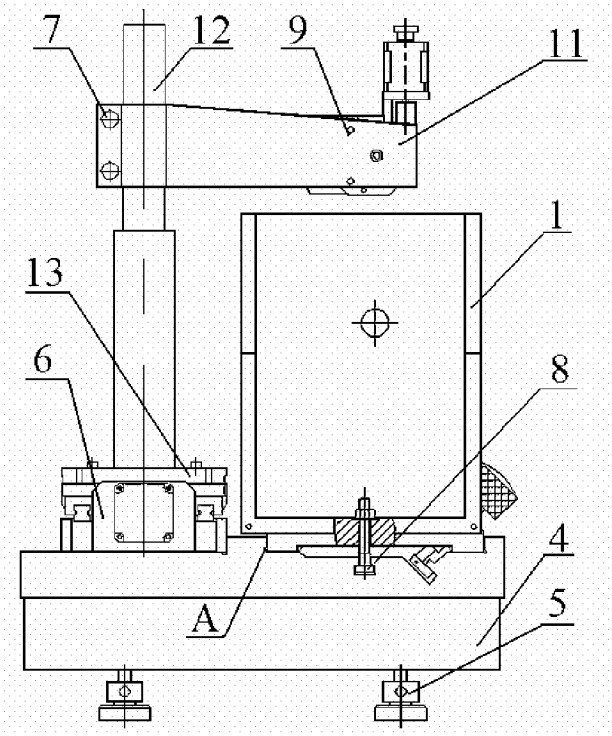


图 3

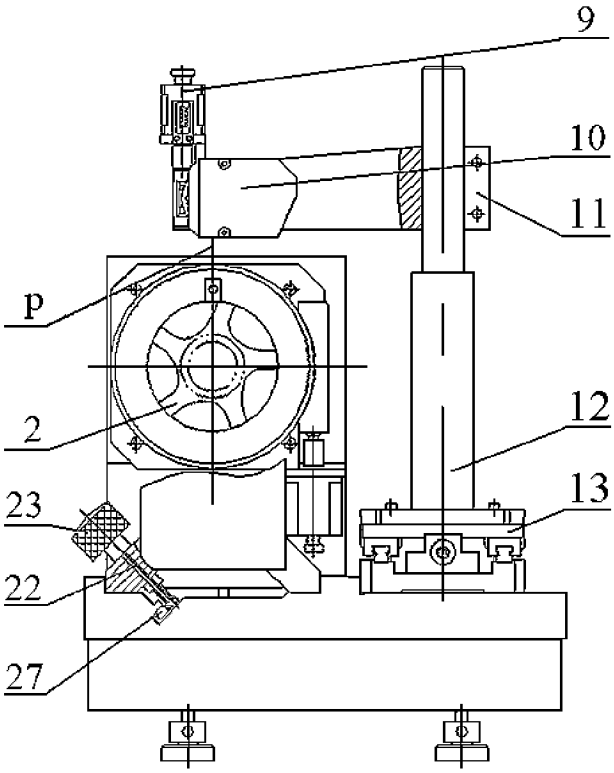


图 4

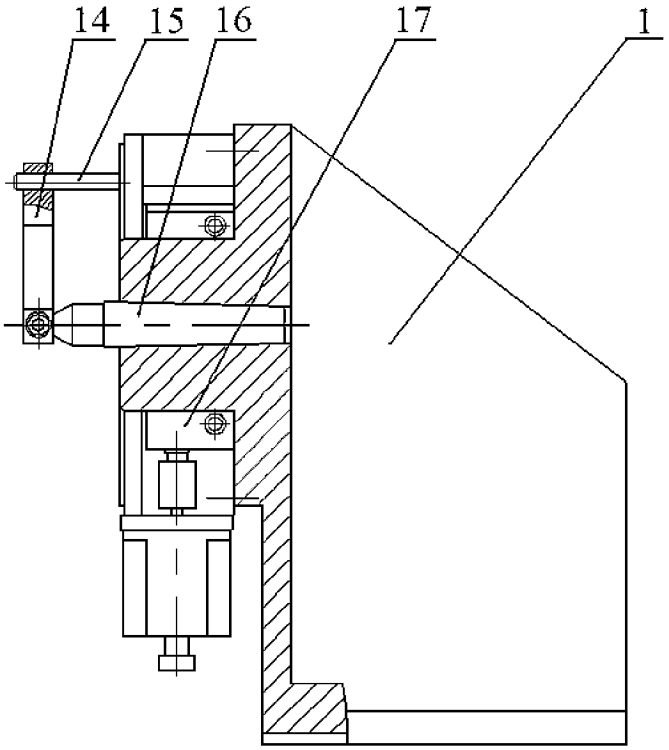


图 5

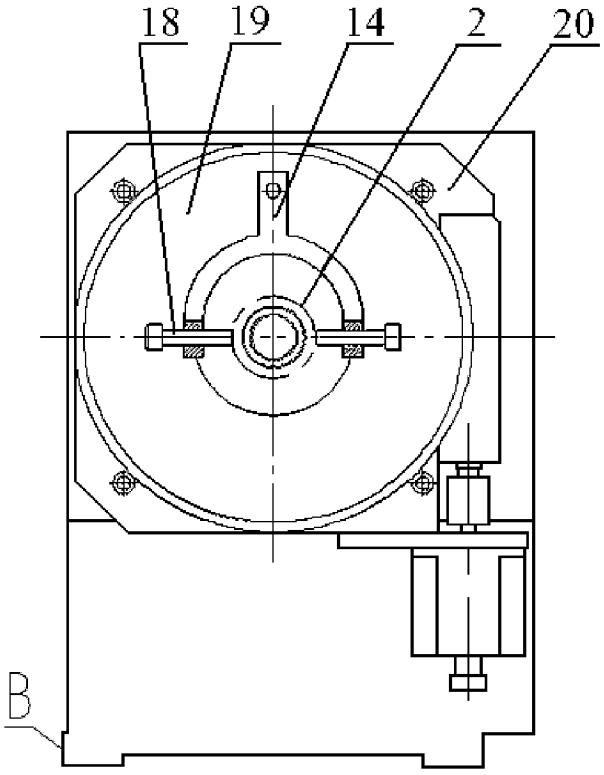


图 6

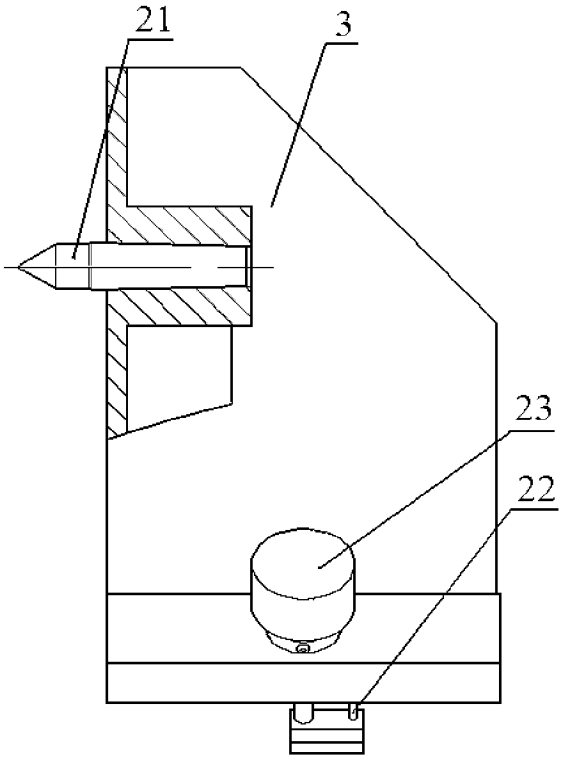


图 7

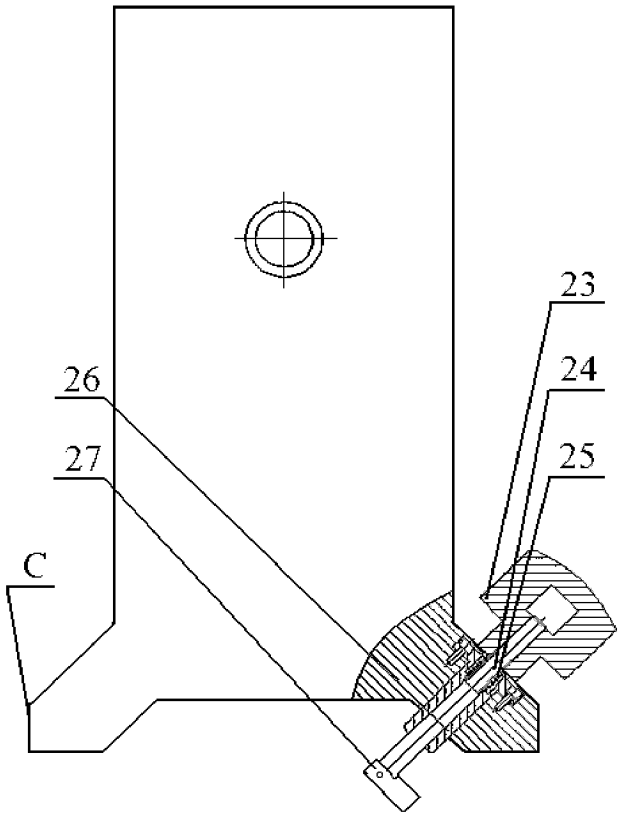


图 8

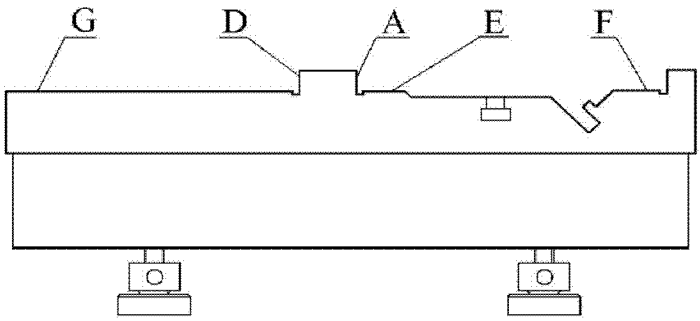


图 9

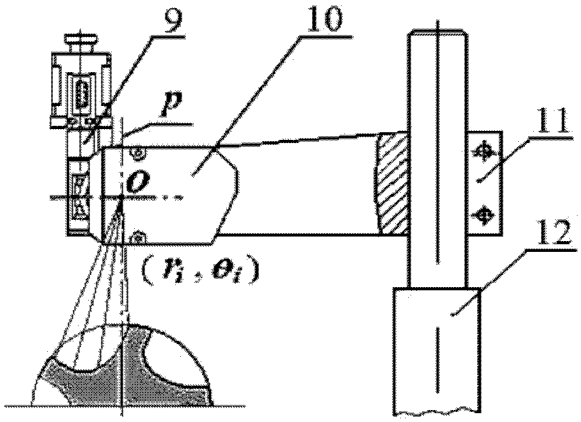

9
10
p
11
O
12
(r_i, θ_i)

图 10

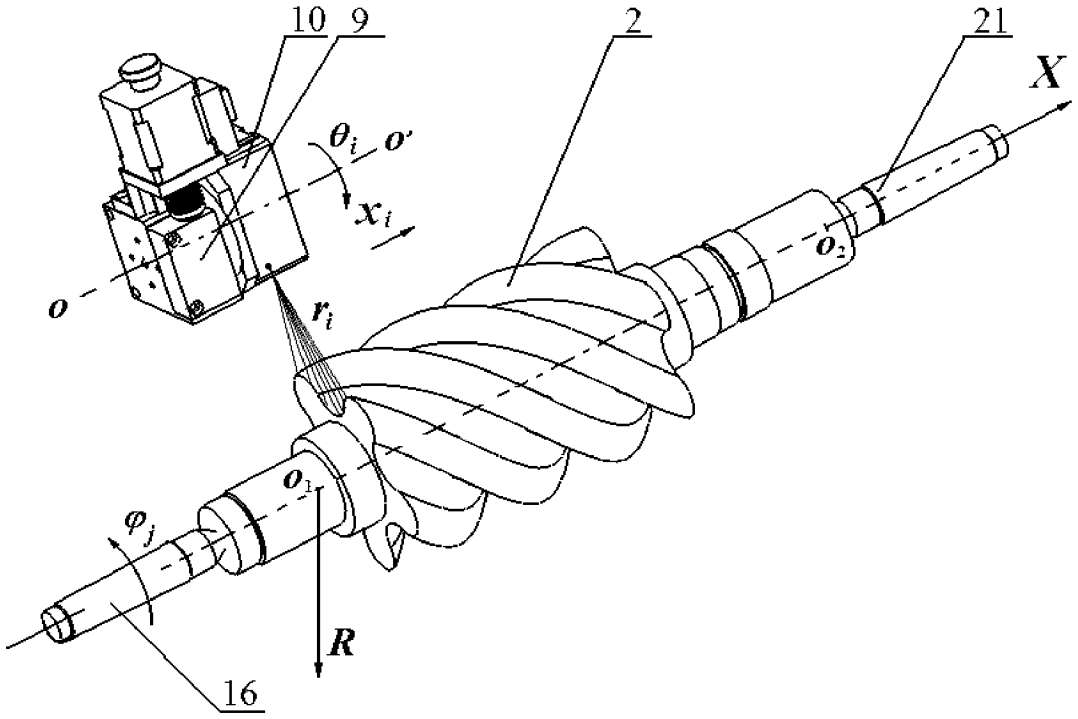

10
9
2
21
X
θ_i
o'
x_i
o
r_i
o_2
o_1
φ_j
R
16

图 11