



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101885162 A

(43) 申请公布日 2010. 11. 17

(21) 申请号 201010193697. 0

(22) 申请日 2010. 06. 08

(71) 申请人 沈阳理工大学

地址 110168 辽宁省沈阳市浑南新区南屏中路 6 号

(72) 发明人 吕玉山 王军 孙军

(74) 专利代理机构 沈阳利泰专利商标代理有限公司 21209

代理人 王东煜

(51) Int. Cl.

B24B 37/00 (2006. 01)

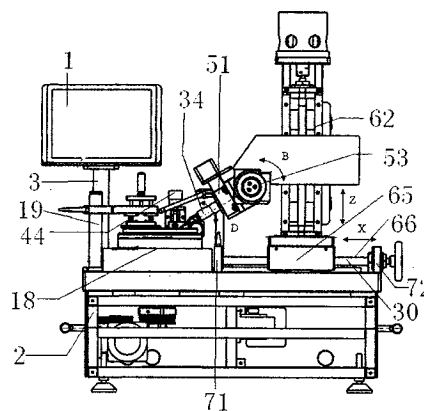
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

数控光纤透镜微纳米研磨抛光机

(57) 摘要

本发明包括光纤透镜研磨抛光盘机构、研磨抛光盘修整机构、CCD 识别与检测系统、垂直进给机构、水平进给机构、自转机构、角度调整机构、光纤夹具、操作台和床身。本发明采用了行星式双轴复合运动技术解决了传统的研磨与抛光技术装备中工件与抛光盘分离传动方式，机床结构上采用柔性铰环状球支撑技术，解决复合传动结构主轴的误差累计问题。使用柔性铰链卡紧光纤和 CCD 微压力与形状检测技术，确保加工过程可控性，使用工业控制机控制完成研磨抛光的插补运动。本发明操作方便可靠，自动化程度高，能使光纤研磨抛光均匀，并实现斜面、楔面、锥面、冷面和球面的研磨与抛光。



1. 数控光纤透镜微纳米研磨抛光机,包括光纤透镜研磨抛光盘机构、研磨抛光盘修整机构、CCD 识别与检测系统(44)、垂直进给机构、水平进给机构、自转机构、角度调整机构、光纤夹具(34)、操作台(1)和床身(2);

其特征在于:光纤透镜研磨抛光盘机构包括研磨抛光盘(4)、柔性铰链盘(5)、支撑环(6)、外轴套(7)、齿环轴(8)、齿环带轮(9)、齿环(10)、系杆轴(11)、系杆带轮(12)、行星齿轮(13)和系杆偏心轴(69);光纤透镜研磨抛光盘(4)安装在柔性铰链盘(5)上,支撑环(6)上端面开设有环槽,环槽内装设有多个钢球,将柔性铰链盘(5)安装于支撑环(6)的上端面上,钢球与柔性铰链盘(5)下表面接触;齿环轴(8)通过第一向心角接触轴承(14)、第二向心角接触轴承(15)安装在外轴套(4)上;系杆轴(11)通过第一向心球轴承(16)、第二向心球轴承(17)安装在齿环轴(8)上,行星齿轮(13)通过第三向心球轴承(58)、第四向心球轴承(70)安装在系杆偏心轴(69)处,系杆偏心轴(69)与系杆轴(11)为一整体结构,行星齿轮(13)固定在柔性铰链盘(5)下表面,光纤透镜研磨抛光盘机构通过床身(2)上的安装孔(18)安装在床身上;

研磨抛光盘修整机构包括垂直导向机构、横梁(25)和垂直安装杆(19);垂直导向机构包括千金刚石修整块(23)、分尺(20)、上横梁(26)、下横梁(27),第一导向轴(67)、第二导向轴(68)、第一弹簧(28)、第二弹簧(29)、第一直线轴承(21)和第二直线轴承(22);千分尺(20)通过上横梁(26)的安装孔(75)安装,使千分尺(20)的下端与上横梁(26)的上表面接触;第一直线轴承(21)、第二直线轴承(22)安装在横梁(25)上,上横梁(26)和下横梁(27)分别通过第一导向轴(67)、第二导向轴(68)连接,第一弹簧(28)、第二弹簧(29)分别同轴安装在第一导向轴(67)、第二导向轴(68)上;第一导向轴(67)、第二导向轴(68)分别通过第一直线轴承(21)、第二直线轴承(22)支撑于横梁(25)上;金刚石修整块(23)安装在下横梁(27)下表面,垂直导向机构通过横梁(25)安装在垂直安装杆(19)上,垂直安装杆(19)安装在床身(2)上;

CCD 识别与检测系统包括:放大镜头、CCD(44)、图像采集卡和光纤照明灯组成;将 CCD(44)固定在滑块(24)上,通过丝杠螺母安装在 Z 轴调整部件(31)的滑台上,通过丝杠螺母将 Z 轴调整部件(31)安装在与 Z 轴调整部件(31)相垂直的 Y 轴调整部件(32)的滑台上,再通过丝杠螺母将 Y 轴调整部件(32)安装在与 Y 轴调整部件(32)相垂直的 X 轴调整部件(33)的滑台上,X 轴调整部件(33)-1- 的安装端(52)安装在床身(2)上;

垂直进给机构包括 Z 轴步进电机(59)、丝杠(61)、直线导轨(62)、Z 轴进给工作台(63)和 Z 轴台身(64),Z 轴台身(64)上安装直线导轨(62)与丝杠(61);将 Z 轴进给工作台(63)安装于直线导轨(62)上,Z 轴进给工作台(63)通过螺母与丝杠(61)螺纹连接,将 Z 轴步进电机(59)安装在直线导轨(62)上端;

水平进给机构包括 X 轴进给工作台(65)、直线导轨(66)和丝杠(30);直线导轨(66)和丝杠(30)通过第一支座(71)、第二支座(72)安装在床身(2)上,X 轴进给工作台(65)安装于直线导轨(66)上,通过螺母与丝杠(30)螺纹连接;Z 轴进给机构的台身(64),安装在 X 轴进给工作台(65)上;

自转机构包括 D 轴步进电机(50)和 D 轴回转部件(51);角度调整机构由 B 轴步进电机(54)和 B 轴回转部件(53);D 轴步进电机的输出端与 D 轴回转部件(51)的输入端连接,自转机构的连接端通过连接板(57)安装在基板(49)上;B 轴步进电机(54)的输出端与 B

轴回转部件 (53) 的输入端连接;将角度调整机构通过角度调整机构的连接端安装在基板 (49) 的反面上;配重 (55) 安装在基板 (49) 的反向端上;卷轴 (56) 安装在自转机构的另一端上,基板 (49) 与 Z 轴进给工作台 (63) 连接;

光纤夹具 (34) 包括第一钳口 (36)、第二钳口 (37),第一位置调整螺钉 (38)、第二位置调整螺钉 (39),调整旋钮 (40),夹紧调整芯轴 (41);第一钳口 (36)、第二钳口 (37) 是两个柔性铰链,位于光纤夹具 (34) 的右端;在第一钳口 (36)、第二钳口 (37) 固定端的第一安装孔 (46)、第二安装孔 (47) 内,安装第一位置调整螺钉 (38)、第二位置调整螺钉 (39),在上述两个位置调整螺钉间设有钢球室,安装第一钢球 (42)、第二钢球 (43),上述两个钢球分别与两个位置调整螺钉接触,两个钢球之间设有供光纤通过的通道;调整旋钮 (40) 内有供光纤通过的通道,调整旋钮 (40) 内设有夹紧调整芯轴 (41),夹紧调整芯轴 (41) 的前端设有推杆,推杆前端对称设有第一球面凹槽 (73),第二球面凹槽 (74),分别与第一钢球 (42)、第二钢球 (43) 接触,光纤夹具 (34) 的左端设有与自转机构输出端螺纹连接的锥面 (35);将光纤 (48) 缠绕于卷轴 (56) 上,光纤 (48) 通过自转机构内的光纤通道,从光纤夹具的插孔 (45) 进入光纤夹具 (34),通过调整旋钮 (40) 内的插孔、位置调整芯轴内的插孔、钢球室,从第一钳口 (36)、第二钳口 (37) 之间伸出;

操作台 (1) 包括显示器和控制按钮,操作台 (1) 通过安装杆 (3) 安装在床身 (2) 上。

2. 根据权利要求 1 中所述的数控光纤透镜微纳米研磨抛光机,其特征在于:系杆轴 (11) 和齿环轴 (8) 调速范围在 $5 \sim 120\text{rpm}$,齿环转速 $n_1 = 0.5 \sim 10\text{rpm}$,系杆偏心 $E = 9\text{mm}$;研磨抛光盘 1 直径 $\phi 125\text{mm}$,端面跳动不大于 0.002mm ,调整转速范围 $5 \sim 125\text{rpm}$;光纤透镜轮廓误差 $\leq 1 \mu\text{m}$ 。

3. 根据权利要求 1 中所述的数控光纤透镜微纳米研磨抛光机,其特征在于:Z 轴调整部件 (31)、Y 轴调整部件 (32) 和 X 轴调整部件 (33) 的方向和 CCD 识别与检测系统的轴线间相互保持位置精度不大于 0.02mm ;丝杠螺距 $1.2 \sim 1.5\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求 1 中所述的数控光纤透镜微纳米研磨抛光机,其特征在于:Z 轴进给工作台 (63) 的沿 Z 轴的最大行程为 200mm ,重复定位精度不大于 0.001mm ,进给分辨率 0.001mm ;直线导轨 (62) 的安装地面的垂直度不大于 0.005mm ,运动的重复定位误差不大于 0.001mm 。

5. 根据权利要求 1 中所述的数控光纤透镜微纳米研磨抛光机,其特征在于:X 轴进给工作台 (65) 沿 X 轴的最大行程为 100mm 。

6. 根据权利要求 1 中所述的数控光纤透镜微纳米研磨抛光机,其特征在于:D 轴回转部件 (51) 通过蜗轮蜗杆机构减速输出,减速比为 $1 : 110$,B 轴回转部件 (53) 通过蜗轮蜗杆机构减速输出,减速比为 $1 : 110$;B 轴回转部件 (53) 的角度范围 $0 \sim 360$ 度,D 轴回转部件 (51) 的角度范围 $0 \sim 110$ 度;相应的进给电机分辨率为 0.001 度;自转轴机构和角度调整机构重复定位精度 0.01 度。

7. 根据权利要求 1 中所述数控光纤透镜微纳米研磨抛光机,其特征在于:光纤 (48) 直径为 $\phi 125 \mu\text{m}$,两钳口内末变形孔为 $\phi 0.25\text{mm}$;光纤夹具 (34) 回转转速 $n_2 = 0 \sim 50\text{rpm}$,总功率不大于 0.5kw ,锥度调节 $\alpha = 0 \sim 95^\circ$,周向调节角度 $\beta = 0 \sim 360^\circ$ 。

数控光纤透镜微纳米研磨抛光机

技术领域

[0001] 本发明的技术属于装备制造技术领域的微纳米制造范畴,它服务于光纤透镜微制造技术方向,特别涉及一种数控光纤透镜微纳米研磨抛光机。

背景技术

[0002] 光纤透镜是光纤通讯领域的重要器件,主要用于光纤连接器、耦合器、传感器、探针的制造。它起到对光的传导、聚焦、变向、分光、耦合、读写等作用。光纤透镜的制造一直是微制造技术领域的一个技术难题。主要由于尺寸微小、光纤具有柔性使得成型过程和成型精度难以控制。因此,其制造方法与装备的研究一直是本技术领域的难点问题。光纤透镜的制造方法主要有腐蚀法、热熔法和研磨抛光法,其中研磨抛光是光纤透镜制造中经济实用和对各种成型适应性最强的方法。目前,市场上的光纤透镜研磨抛光机主要沿用了珠宝行业的手动研磨抛光方式,比较典型的抛光机是ULTRA TEC公司的台式手动抛光机。该机器的主抛光运动采用了圆盘回转运动,各个运动轴采用了手动调节方式。由于光纤透镜的研磨与抛光是一个微制造过程,人为因素的调节更使得加工过程的精度难以控制,对于曲面形状的透镜难以获得连续成型,特别是单一回转运动时轨迹单调和主运动的方向单一性使得加工表面形状精度下降,表面微观纹理难以达到最佳状态,而且视觉与运动控制的分离也使得系统操控的可靠性降低。一般市场上的光纤透镜研磨抛光机获得的产品成品率仅能达到60%~70%。因此,发明一种能够解决上述技术问题的光纤透镜研磨抛光技术装备是高效、可靠和高质量地制造出光纤透镜的技术前提。

[0003] 本发明为一种微纳米加工技术装备,它对提高光纤透镜的制造质量和效率有着现实意义,对促进光纤通讯和传感等行业的发展有着十分重要的意义,对丰富装备制造技术的内涵有着十分重要的作用。

发明内容

[0004] 本发明的目的是针对由于光纤尺寸微小、具有柔性使成型过程和精度难以控制,对于曲面形状的透镜难以获得连续成型,表面微观纹理难以达到最佳状态,而提供的一种能够解决上述技术问题的数控光纤透镜微纳米研磨抛光技术装备。

[0005] 采用的技术方案是:数控光纤透镜微纳米研磨抛光机,包括光纤透镜研磨抛光盘机构、研磨抛光盘修整机构、CCD识别与检测系统、垂直进给机构、水平进给机构、自转机构、角度调整机构、光纤夹具、操作台和床身。

[0006] 其技术要点在于:光纤透镜研磨抛光盘机构包括研磨抛光盘、柔性铰链盘、支撑环、外轴套、齿环轴、齿环带轮、齿环、系杆轴、系杆带轮、行星齿轮、和系杆偏心轴。光纤透镜研磨抛光盘安装在柔性铰链盘上,支撑环上端面开设有环槽,环槽内装设有多个钢球,将柔性铰链盘安装于支撑环的上端面上,钢球与柔性铰链盘下表面接触,保证平面导向作用。齿环轴通过第一向心角接触轴承、第二向心角接触轴承安装在外轴套上。系杆轴通过第一向心球轴承、第二向心球轴承安装在齿环轴上,行星齿轮通过第三向心球轴承、第四向心球轴

承安装在系杆偏心轴处,系杆偏心轴与系杆轴为一整体结构,行星齿轮固定在柔性铰链盘下表面,光纤透镜研磨抛光盘机构通过床身上的安装孔安装在床身上。

[0007] 上述齿环轴和系杆轴的运动由两个电机带动,一个电机驱动齿环带轮带动齿环轴转动,齿环轴带动齿环转动;另一个电机驱动系杆带轮带动系杆轴转动,系杆轴带动行星齿轮转动,形成双轴行星式复合运动。两个电机的功率均为 25kw,系杆轴和齿环轴调速范围在 5 ~ 120rpm,齿环转速 $n_1 = 0.5 \sim 10\text{rpm}$,系杆偏心 $E = 9\text{mm}$ 。研磨抛光盘直径 $\phi 125\text{mm}$,端面跳动不大于 0.002mm,调整转速范围 5 ~ 125rpm。光纤透镜轮廓误差 $\leq 1\mu\text{m}$ 。

[0008] 研磨抛光盘修整机构包括垂直导向机构、横梁和垂直安装杆。垂直导向机构包括金刚石修整块、千分尺、上横梁、下横梁、第一导向轴、第二导向轴、第一弹簧、第二弹簧、第一直线轴承和第二直线轴承。千分尺通过上横梁的安装孔安装,使千分尺的下端与上横梁的上表面接触。第一直线轴承、第二直线轴承安装在横梁上,上横梁和下横梁分别通过第一导向轴、第二导向轴连接,第一弹簧、第二弹簧分别同轴安装在第一导向轴、第二导向轴上,形成向下的修整力。第一导向轴、第二导向轴分别通过第一直线轴承、第二直线轴承支撑于横梁上。金刚石修整块安装在下横梁下表面,垂直导向机构通过横梁安装在垂直安装杆上,垂直安装杆安装在床身上,与光纤透镜研磨抛光盘机构配合工作的位置。

[0009] 修整时,调整好金刚石修整块与研磨抛光盘上表面接触,通过千分尺控制第一弹簧、第二弹簧的变形,确定修整力进行修整,研磨抛光盘修整机构安装在床身上与光纤透镜研磨抛光盘机构配合工作的位置。

[0010] CCD 识别与检测系统为已知产品,由放大镜头、CCD、图像采集卡和光纤照明灯组成。将 CCD 固定在滑块上,通过丝杠螺母安装在 Z 轴调整部件的滑台上,通过丝杠螺母将 Z 轴调整部件安装在与 Z 轴调整部件相垂直的 Y 轴调整部件的滑台上,再通过丝杠螺母将 Y 轴调整部件安装在与 Y 轴调整部件相垂直的 X 轴调整部件的滑台上,X 轴调整部件的安装端安装在床身上与光纤透镜研磨抛光盘机构配合工作的位置。

[0011] 上述三个调整部件通过相应的旋钮旋转带动丝杠使滑台在导轨导向运动,上述三个调整部件的方向和 CCD 识别与检测系统的轴线间相互保持位置精度不大于 0.02mm。通过 CCD 识别与检测系统可以直接观察光纤研磨抛光过程的微压力变形光纤透镜的成型过程与几何尺寸,并能与各个运动轴间实现闭环控制与调节。丝杠螺距 1.2 ~ 1.5mm。

[0012] 垂直进给机构包括 Z 轴步进电机、丝杠、直线导轨、Z 轴进给工作台和 Z 轴台身,Z 轴台身上安装直线导轨与丝杠。将 Z 轴进给工作台安装于直线导轨上,Z 轴进给工作台通过螺母与丝杠螺纹连接,使 Z 轴进给工作台与直线导轨滑动配合,Z 轴进给工作台沿 Z 轴运动。将 Z 轴步进电机安装在直线导轨上端。

[0013] 由 Z 轴步进电机通过联轴节驱动丝杠旋转,丝杠通过螺母副的运动驱动 Z 轴进给工作台沿着直线导轨实现垂直进给和负载运动。Z 轴进给工作台带动角度调整机构和自转机构实现光纤与研磨抛光盘的盘面垂直运动。垂直进给机构、角度调整机构和自转机构可独立控制运动,也可实现二维和三维插补运动,完成斜面、楔面、锥面、冷面和球面的研磨与抛光成形运动,以实现各种型面透镜的加工要求。Z 轴进给工作台的最大行程为 200mm,重复定位精度不大于 0.001mm,进给分辨率 0.001mm。直线导轨的安装地面的垂直度不大于 0.005mm,运动的重复定位误差不大于 0.001mm。

[0014] 水平进给机构包括 X 轴进给工作台、直线导轨和丝杠。直线导轨和丝杠通过第一

支座、第二支座安装在床身上，X轴进给工作台安装于直线导轨上，通过螺母与丝杠螺纹连接。Z轴进给机构的Z轴台身，安装在X轴进给工作台上。

[0015] 通过手动调节丝杠驱动X轴进给工作台沿直线导轨滑动配合，X轴进给工作台沿X轴运动。带动垂直进给机构、角度调整机构和自转机构运动，使得光纤研磨抛光端与研磨抛光盘在径向保持一个恰当的工作位置。X轴进给工作台最大行程为100mm。

[0016] 自转机构包括D轴步进电机和D轴回转部件。角度调整机构包括B轴步进电机和B轴回转部件。D轴步进电机的输出端与D轴回转部件的输入端连接，自转机构的连接端通过连接板安装在基板上。B轴步进电机的输出端与B轴回转部件的输入端连接。将角度调整机构通过角度调整机构的连接端安装在基板的反面上。配重安装在基板的反向端上，卷轴安装在自转机构的另一端上，用于解决光纤抛光时长光纤旋转的缠绕问题。基板与Z轴进给工作台连接。

[0017] D轴回转部件在D轴步进电机的驱动下通过减速比为1:110蜗轮蜗杆机构减速输出，B轴回转部件在B轴步进电机的驱动下通过减速比为1:110的蜗轮蜗杆机构减速输出。D轴回转部件的角度范围0~360度，且能连续回转，B轴回转部件的角度范围0~110度，相应的进给电机分辨率为0.001度。D轴回转部件和B轴回转部件重复定位精度0.01度。

[0018] 光纤夹具包括第一钳口、第二钳口，第一位置调整螺钉、第二位置调整螺钉，调整旋钮，夹紧调整芯轴。第一钳口、第二钳口是两个柔性铰链，位于光纤夹具右端。在第一钳口、第二钳口的固定端的第一安装孔、第二安装孔内，安装第一位置调整螺钉、第二位置调整螺钉，在上述两个位置调整螺钉间设有钢球室，安装第一钢球、第二钢球，上述两个钢球分别与两个位置调整螺钉接触，两个钢球之间设有供光纤通过的通道。调整旋钮内有供光纤通过的通道，调整旋钮内设有夹紧调整芯轴，夹紧调整芯轴的前端设有推杆。推杆前端对称设有第一球面凹槽，第二球面凹槽，分别与第一钢球、第二钢球接触。光纤夹具的左端设有与自转机构输出端螺纹连接的锥面。光纤缠绕于卷轴上，光纤通过自转机构的光纤通道，从光纤夹具的插孔进入光纤夹具，通过调整旋钮内的插孔、位置调整芯轴内的插孔、钢球室，从第一钳口、第二钳口之间伸出。

[0019] 旋转调节旋钮，通过螺纹驱动夹紧调整芯轴向前移动，夹紧调整芯轴的前端推杆上的第一球面凹槽，第二球面凹槽，分别推动第一钢球、第二钢球作用在第一微调整螺钉、第二微调整螺钉上，使得两个柔性铰链发生形变，上述形变调整第一钳口、第二钳口相对回转中心的对称度，对光纤进行夹紧。加工完成后，向反方向旋转调整旋钮可使第一钳口、第二钳口松开，取出光纤。光纤直径 $\phi 125\mu\text{m}$ ，两钳口内未变形孔为 $\phi 0.25\text{mm}$ 。光纤夹具回转转速 $n_2 = 0 \sim 50\text{rpm}$ ，总功率不大于0.5kw，锥度调节 $\alpha = 0 \sim 95^\circ$ ，周向调节角度 $\beta = 0 \sim 360^\circ$ 。

[0020] 本发明在工业控制机的统一控制管理下工作，工业控制机通过数控卡、运动控制器控制各轴的运动，同时通过图像采集卡获得图像数据，了解光纤位移与变形，几何轮廓及进度，通过计算获得施加的研磨抛光力，同时反馈到运动轴进行加工位置调整，操作台包括显示器和控制按钮，操作台通过安装杆安装在床身上。

[0021] 本发明的优点在于：双轴行星式复合运动形成一个复杂的研磨抛光盘运动，解决了传统的研磨与抛光技术装备中工件与抛光盘分离传动方式和单一研磨抛光盘旋转方式

的不足,使得加工非回转型面透镜制造时获得最佳轨迹,采用环状球支撑和柔性铰链与研磨抛光盘连接解决复合传动时研磨抛光盘机构主轴端面跳动产生的误差累计问题,对提高光纤透镜的制造质量和效率有着现实意义,对促进光纤通讯和传感等行业的发展有着十分重要的意义,对丰富装备制造技术的内涵有着十分重要的作用。

附图说明

[0022] 图 1 为数控光纤透镜微纳米研磨抛光机机构布局图。

[0023] 图 2 为光纤透镜微纳米研磨抛光盘机构结构图。

[0024] 图 3 为自转机构与机构角度调整机构结构图。

[0025] 图 4 为垂直进给轴工作台机构结构图。

[0026] 图 5 为光纤夹具结构图。

[0027] 图 6 为 CCD 识别与检测系统及调整部件结构图。

[0028] 图 7 为研磨抛光盘修整机构结构图。

具体实施方式：

[0029] 数控光纤透镜微纳米研磨抛光机,包括光纤透镜研磨抛光盘机构、研磨抛光盘修整机构、CCD 识别与检测系统 44、垂直进给机构、水平进给机构、自转机构、角度调整机构、光纤夹具 34、操作台 1 和床身 2。

[0030] 光纤透镜研磨抛光盘机构包括研磨抛光盘 4、柔性铰链盘 5、支撑环 6、外轴套 7、齿环轴 8、齿环带轮 9、齿环 10、系杆轴 11、系杆带轮 12、行星齿轮 13 和系杆偏心轴 69。光纤透镜研磨抛光盘 4 安装在柔性铰链盘 5 上,支撑环 6 上端面开设有环槽,环槽内装设有多个钢球,将柔性铰链盘 5 安装于支撑环 6 的上端面上,钢球与柔性铰链盘 5 下表面接触,保证平面导向作用。齿环轴 8 通过第一向心角接触轴承 14、第二向心角接触轴承 15 安装在外轴套 7 上。系杆轴 11 通过第一向心球轴承 16、第二向心球轴承 17 安装在齿环轴 8 上,行星齿轮 13 通过第三向心球轴承 58、第四向心球轴承 70 安装在系杆偏心轴 69 处,系杆偏心轴 69 与系杆轴 11 为一整体结构,行星齿轮 13 固定在柔性铰链盘 5 下表面,光纤透镜研磨抛光盘机构通过床身 2 上的安装孔 18 安装在床身上。

[0031] 上述齿环轴 8 和系杆轴 11 的运动由两个直流调速电机带动,一个直流调速电机驱动齿环带轮 9 带动齿环轴 8 转动,齿环轴 8 带动齿环 10 转动;另一个直流调速电机驱动系杆带轮 12 带动系杆轴 11 轴转动,系杆轴 11 带动行星齿轮 13 转动,形成双轴行星式复合运动。两个直流调速电机的功率均为 25kw,系杆轴 11 和齿环轴 8 调速范围在 5 ~ 120rpm,齿环转速 $n_1 = 0.5 \sim 10\text{rpm}$,系杆偏心 $E = 9\text{mm}$ 。研磨抛光盘 1 直径 $\Phi 125\text{mm}$,端面跳动不大于 0.002mm,调整转速范围 5 ~ 125rpm。光纤透镜轮廓误差 $\leq 1 \mu\text{m}$ 。

[0032] 研磨抛光盘修整机构包括垂直导向机构、横梁 25 和垂直安装杆 19。垂直导向机构包括金刚石修整块 23、千分尺 20、上横梁 26、下横梁 27,第一导向轴 67、第二导向轴 68、第一弹簧 28、第二弹簧 29、第一直线轴承 21 和第二直线轴承 22。千分尺 20 通过上横梁 26 的安装孔 75 安装,使千分尺 20 的下端与上横梁 26 的上表面接触。第一直线轴承 21、第二直线轴承 22 安装在横梁 25 上,上横梁 26 和下横梁 27 分别通过第一导向轴 67、第二导向轴 68 连接,第一弹簧 28、第二弹簧 29 分别同轴安装在第一导向轴 67、第二导向轴 68 上,形成

向下的修整力。第一导向轴 67、第二导向轴 68 分别通过第一直线轴承 21、第二直线轴承 22 支撑于横梁 25 上。金刚石修整块 23 安装在下横梁 27 下表面,垂直导向机构通过横梁 25 安装在垂直安装杆 19 上,垂直安装杆 19 安装在床身 2 上。修整时,调整好金刚石修整块 23 与研磨抛光盘 4 上表面接触,通过千分尺 20 控制第一弹簧 28、第二弹簧 29 的变形,确定修整力进行修整,研磨抛光盘修整机构安装在床身 2 上与光纤透镜研磨抛光盘机构配合工作的位置。

[0033] CCD 识别与检测系统为已知产品,由放大镜头、CCD44、图像采集卡和光纤照明灯组成。将 CCD44 固定在滑块 24 上,通过丝杠螺母安装在 Z 轴调整部件 31 的滑台上,通过丝杠螺母将 Z 轴调整部件 31 安装在与 Z 轴调整部件 31 相垂直的 Y 轴调整部件 32 的滑台上,再通过丝杠螺母将 Y 轴调整部件 32 安装在与 Y 轴调整部件 32 相垂直的 X 轴调整部件 33 的滑台上,X 轴调整部件 33 的安装端 52 安装在床身 2 上与光纤透镜研磨抛光盘机构配合工作的位置。

[0034] 上述三个调整部件通过相应的旋钮旋转带动丝杠使滑台在燕尾形导轨导向向下运动,上述三个调整部件的方向和 CCD 识别与检测系统的轴线间相互保持位置精度不大于 0.02mm。通过 CCD 识别与检测系统可以直接观察光纤研磨抛光过程的微压力变形光纤透镜的成型过程与几何尺寸,并能与各个运动轴间实现闭环控制与调节。丝杠螺距 1.2 ~ 1.5mm。

[0035] 垂直进给机构包括 Z 轴步进电机 59、丝杠 61、直线导轨 62、Z 轴进给工作台 63 和 Z 轴台身 64,Z 轴台身 64 上安装直线导轨 62 与丝杠 61。将 Z 轴进给工作台 63 安装于直线导轨 62 上,Z 轴进给工作台 63 通过螺母与丝杠 61 螺纹连接,使 Z 轴进给工作台 63 与直线导轨 62 滑动配合,Z 轴进给工作台 63 沿 Z 轴运动。将 Z 轴步进电机 59 安装在直线导轨 62 上端。

[0036] 由 Z 轴步进电机 59 通过联轴节 60 驱动丝杠 61 旋转,丝杠 61 通过螺母副的运动驱动 Z 轴进给工作台 63 沿着直线导轨 62 实现垂直进给和负载运动。Z 轴进给工作台 63 带动角度调整机构和自转机构实现光纤 48 与研磨抛光盘 4 的盘面垂直运动。垂直进给机构、角度调整机构和自转机构可独立控制运动,也可实现二维和三维插补运动,完成斜面、楔面、锥面、冷面和球面的研磨与抛光成形运动,以实现各种型面透镜的加工要求。Z 轴进给工作台 63 的最大行程为 200mm,重复定位精度不大于 0.001mm,进给分辨率 0.001mm。直线导轨 62 的安装地面的垂直度不大于 0.005mm,运动的重复定位误差不大于 0.001mm。

[0037] 水平进给机构包括 X 轴进给工作台 65、直线导轨 66 和丝杠 30。直线导轨 66 和丝杠 30 通过第一支座 71、第二支座 72 安装在床身 2 上,X 轴进给工作台 65 安装于直线导轨 66 上,通过螺母与丝杠 30 螺纹连接。Z 轴进给机构的台身 64,安装在 X 轴进给工作台 65 上。

[0038] 通过手动调节丝杠 30 驱动 X 轴进给工作台 65 沿直线导轨 66 滑动配合,X 轴进给工作台 65 沿 X 轴运动。带动垂直进给机构、角度调整机构和自转机构运动,使得光纤研磨抛光端与研磨抛光盘在径向保持一个恰当的工作位置。X 轴进给工作台 65 最大行程为 100mm。

[0039] 自转机构包括 D 轴步进电机 50 和 D 轴回转部件 51。角度调整机构由 B 轴步进电机 54 和 B 轴回转部件 53。D 轴步进电机的输出端与 D 轴回转部件 51 的输入端连接,自转机构的连接端通过连接板 57 安装在基板 49 上。B 轴步进电机 54 的输出端与 B 轴回转部件

53 的输入端连接。将角度调整机构通过角度调整机构的连接端安装在基板 49 的反面上。配重 55 安装在基板 49 的反向端上,以平衡上述自转机构和角度调整机构安装在垂直工作台 63 上时,由于重力而产生的位移误差。卷轴 56 安装在自转机构的另一端上,用于解决光纤抛光时光纤旋转的缠绕问题。基板 49 与 Z 轴进给工作台 63 连接,使自转机构和角度调整机构带动光纤夹具连续旋转任意角度和分度。

[0040] D 轴回转部件在 D 轴步进电机 50 的驱动下通过减速比为 1 : 110 蜗轮蜗杆机构减速输出,B 轴回转部件在 B 轴步进电机 54 的驱动下通过减速比为 1 : 110 的蜗轮蜗杆机构减速输出。D 轴回转部件的角度范围 $0 \sim 360$ 度,且能连续回转,B 轴回转部件的角度范围 $0 \sim 110$ 度,相应的进给电机分辨率为 0.001 度。D 轴回转部件和 B 轴回转部件重复定位精度 0.01 度。

[0041] 光纤夹具 34 包括第一钳口 36、第二钳口 37,第一位置调整螺钉 38、第二位置调整螺钉 39,调整旋钮 40,夹紧调整芯轴 41。第一钳口 36、第二钳口 37 是两个柔性铰链,位于光纤夹具 34 的右端,上述两个钳口起到夹紧的作用。在第一钳口 36、第二钳口 37 固定端的第一安装孔 46、第二安装孔 47 内,安装第一位置调整螺钉 38、第二位置调整螺钉 39,在上述两个位置调整螺钉间设有钢球室,安装第一钢球 42、第二钢球 43,上述两个钢球分别与两个位置调整螺钉接触,两个钢球之间设有供光纤通过的通道。调整旋钮 40 内有供光纤通过的通道,调整旋钮 40 内设有夹紧调整芯轴 41,夹紧调整芯轴 41 的前端设有推杆,推杆前端对称设有第一球面凹槽 73,第二球面凹槽 74,分别与第一钢球 42、第二钢球 43 接触。光纤夹具 34 的左端设有与自转机构输出端螺纹连接的锥面 35。

[0042] 将光纤 48 缠绕于卷轴 56 上,光纤 48 通过自转机构的光纤通道,从光纤夹具的插孔 45 进入光纤夹具 34,通过调整旋钮 40 内的插孔、位置调整芯轴内的插孔、钢球室,从第一钳口 36、第二钳口 37 之间伸出。旋转调节旋钮 40,通过螺纹驱动夹紧调整芯轴 41 向前移动,夹紧调整芯轴 41 的前端推杆上的第一球面凹槽 73,第二球面凹槽 74,分别推动第一钢球 42、第二钢球 43 作用在第一微调整螺钉 46、第二微调整螺钉 47 上,使得两个柔性铰链发生形变,上述形变调整第一钳口 36、第二钳口 37 相对回转中心的对称度,对光纤 48 进行夹紧。加工完成后,向反方向旋转调整旋钮 40 可使第一钳口 36、第二钳口 37 松开,取出光纤 48。光纤直径 $\phi 125 \mu\text{m}$,两钳口内未变形孔为 $\phi 0.25\text{mm}$ 。光纤夹具回转转速 $n_2 = 0 \sim 50\text{rpm}$,总功率不大于 0.5kw,锥度调节 $\alpha = 0 \sim 95^\circ$,周向调节角度 $\beta = 0 \sim 360^\circ$ 。

[0043] 本发明在工业控制机的统一控制管理下工作,工业控制机通过数控卡、运动控制器控制各轴的运动,同时通过图像采集卡获得图像数据,了解光纤位移与变形,几何轮廓及进度,通过计算获得施加的研磨抛光力,同时反馈到运动轴进行加工位置调整,操作台 1 包括显示器和控制按钮,操作台 1 通过安装杆 3 安装在床身 2 上,完成人机界面交互。

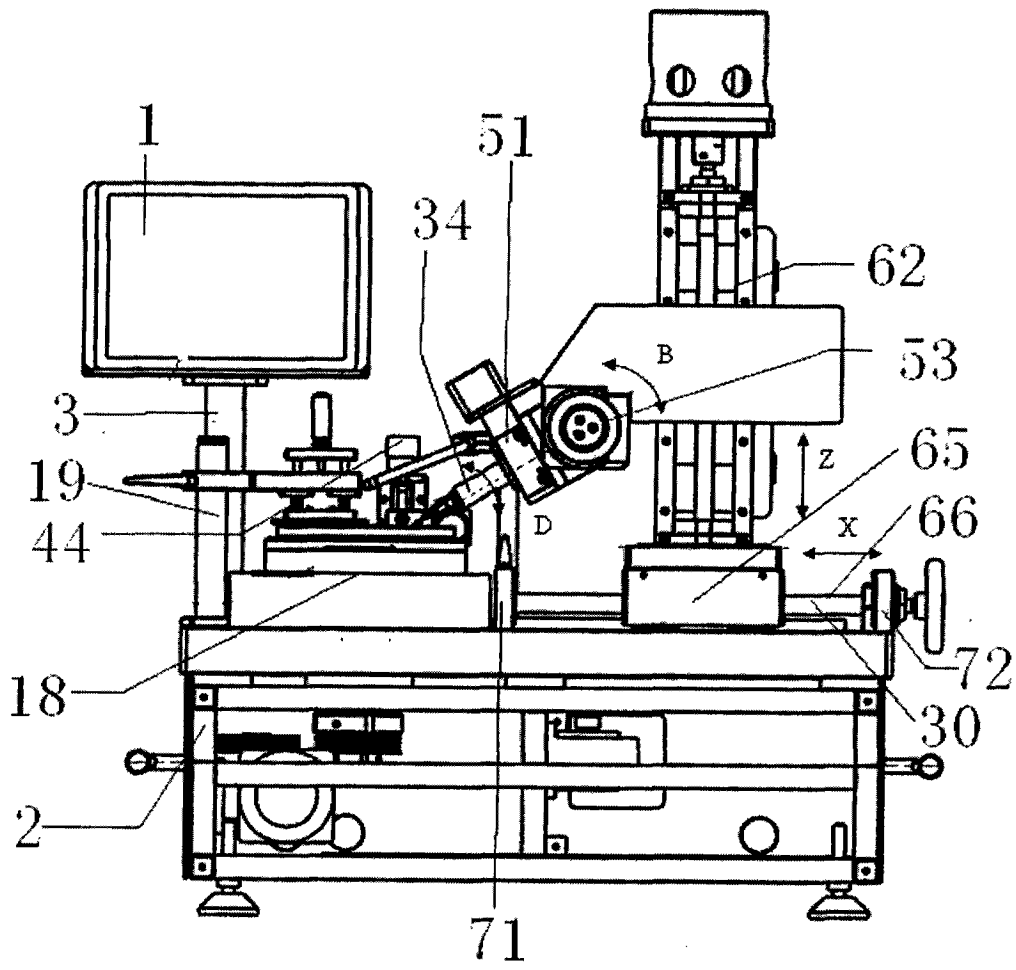


图 1

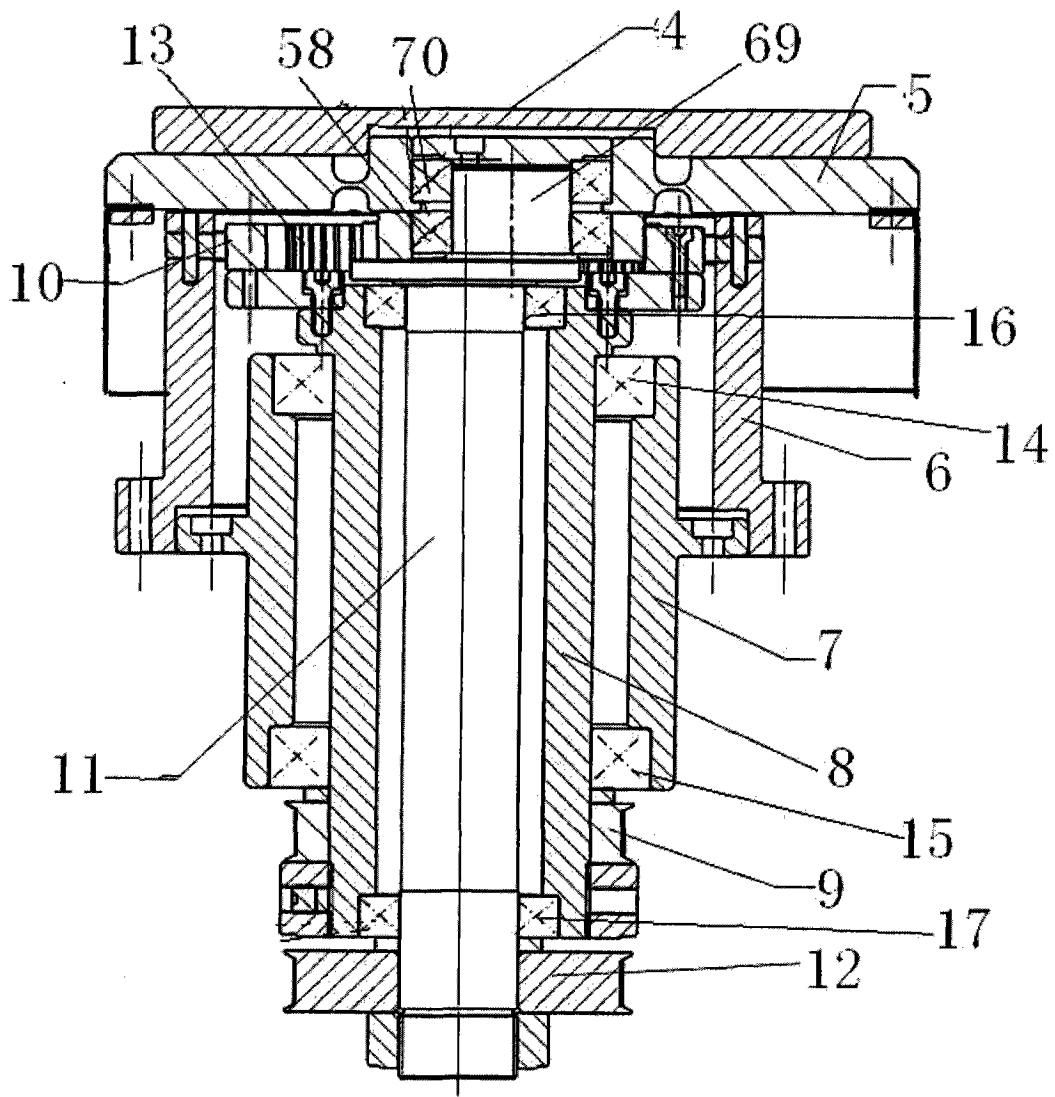


图 2

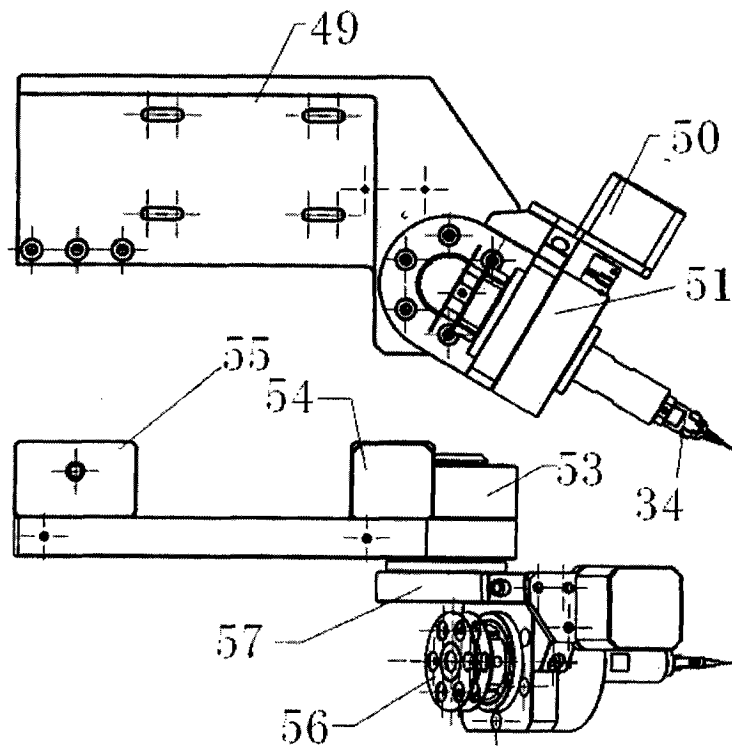


图 3

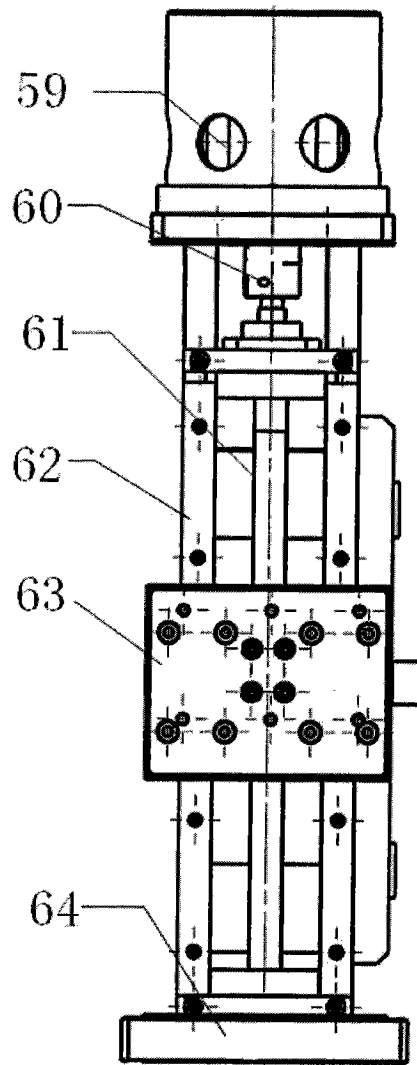


图 4

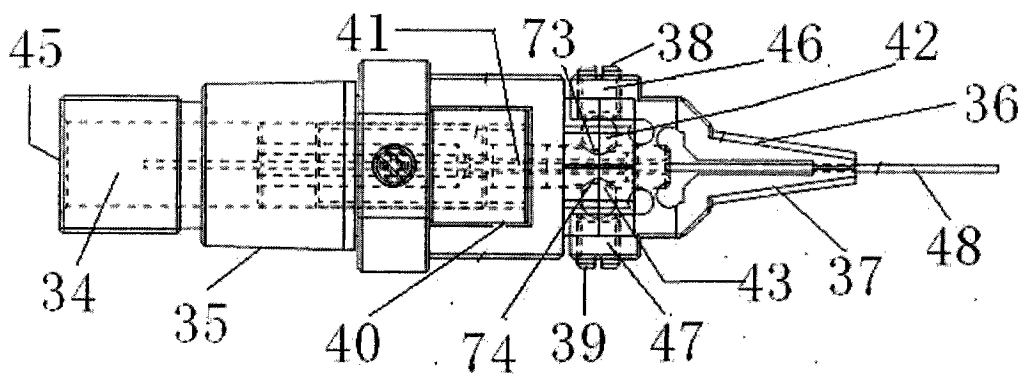


图 5

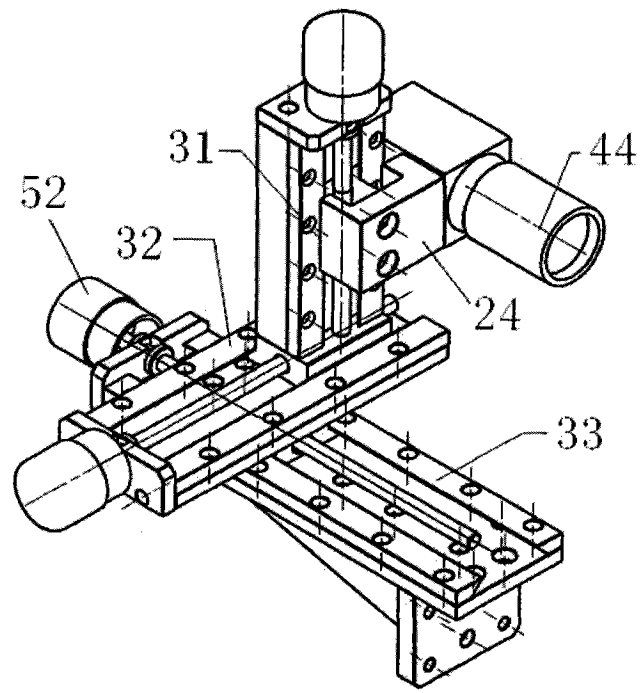


图 6

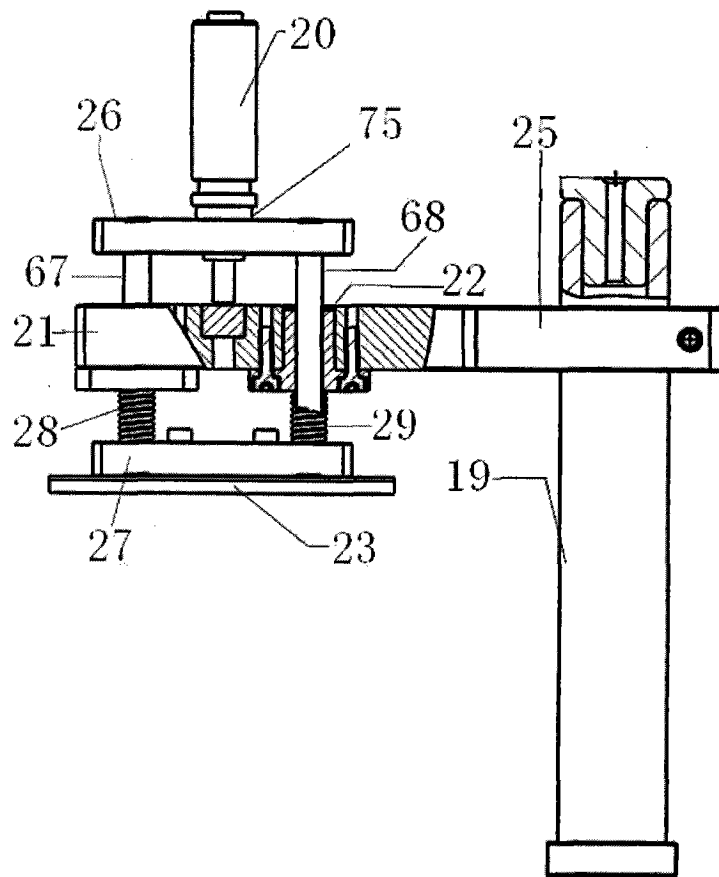


图 7