



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103894865 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 02

(21) 申请号 201410113886. 0

(22) 申请日 2014. 03. 25

(71) 申请人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38 号

(72) 发明人 刘刚 蒋君侠 柯映林

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限
公司 33224

代理人 胡红娟

(51) Int. Cl.

B23Q 5/40(2006. 01)

B23Q 11/00(2006. 01)

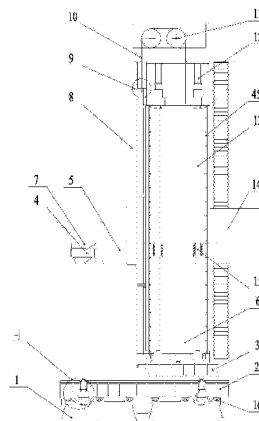
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标
机床

(57) 摘要

本发明公开了一种用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床,包括机床床身,沿 X 轴滑动配合在机床床身的床身滑座,沿 Z 轴滑动配合在床身滑座的立柱滑座;沿 Y 轴滑动配合在立柱上的托板;沿 Z 轴滑动配合在托板上的滑枕;转动配合在滑枕上的五轴头;转动配合在五轴头上的末端执行器,X 轴、Y 轴、Z 轴两两相互垂直。本发明立柱滑座和滑枕均沿 Z 轴方向运动,行程较大,末端执行器安置在五轴头上,能够以任意角度对工件进行加工,并需要根据需要切换至相应的末端执行器;通过液压辅助平衡装置能有效防止滑枕在伸出过程中使拖板整体的重心发生前移,造成末端执行器的位置向下偏移的问题;通过铤椭圆窝末端执行器,能实现自动制高质量的椭圆窝。



1. 一种用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床,包括机床床身,所述机床床身沿 X 轴方向布置有第一导轨,第一导轨上滑动配合有床身滑座,其特征在于,还包括:

立柱滑座,滑动配合在所述床身滑座上,沿 Z 轴方向运动;

立柱,固定在所述立柱滑座上;

托板,滑动配合在所述立柱上,沿 Y 轴方向运动;

滑枕,滑动配合在所述托板上,沿 Z 轴方向运动;

五轴头,转动配合在所述滑枕上,旋转轴线与 Z 轴方向平行;

末端执行器,转动配合在五轴头上,旋转轴线与 Z 轴垂直;

所述 X 轴方向即是机床床身的长度方向,所述 Y 轴方向垂直于机床床身所在平面,所述 X 轴、Y 轴、Z 轴两两相互垂直。

2. 根据权利要求 1 所述的用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床,其特征在于,所述机床床身沿 X 轴方向固定有两个齿条,所述床身滑座上安装有两组齿轮,每组齿轮分别与对应的一个齿条啮合,所述床身滑座上还安装有用于分别驱动各齿轮的若干个第一电机。

3. 根据权利要求 1 所述的用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床,其特征在于,所述床身滑座上设有与立柱滑座配合沿 Z 轴方向布置的第二导轨,床身滑座上还固定有第二电机以及由第二电机驱动的第一滚珠丝杠副,所述第一滚珠丝杠副包括第一丝杆和第一螺母,所述第一螺母与立柱滑座固定。

4. 根据权利要求 1 所述的用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床,其特征在于,所述立柱上设有与托板配合沿 Y 轴方向布置的第三导轨,立柱上还固定有第三电机以及由第三电机驱动的第二滚珠丝杠副,所述第二滚珠丝杠副包括第二丝杆和第二螺母,所述第二螺母与托板固定。

5. 根据权利要求 1 所述的用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床,其特征在于,所述托板上设有与滑枕配合沿 Z 轴方向布置的第四导轨,托板上还固定有第四电机以及由第四电机驱动的第三滚珠丝杠副,所述第三滚珠丝杠副包括第三丝杆和第三螺母,所述第三螺母与滑枕固定,带动滑枕在第四导轨上移动。

6. 根据权利要求 5 所述的用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床,其特征在于,所述立柱上还设有液压辅助平衡装置,该液压辅助平衡装置包括:

定滑轮,固定在立柱顶端;

液压油缸,位于定滑轮的下方,固定在立柱上;

动滑轮,悬浮于定滑轮的下方;

第一链条,一端与动滑轮固定,另一端绕过定滑轮与液压油缸的活塞杆固定;

第二链条,一端固定在立柱上,另一端绕过动滑轮固定在托板靠近五轴头的一端。

7. 根据权利要求 1 所述的用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床,其特征在于,所述滑枕上固定有带动五轴头旋转的第五电机,所述五轴头上设有快装法兰下盘以及驱动快装法兰下盘旋转的第六电机。

8. 根据权利要求 1 所述的用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床,其特征在于,所述末端执行器为螺旋铣孔末端执行器、铈椭圆窝末端执行器或扫描仪末端执行器。

9. 根据权利要求 8 所述的用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床,其特征在于,

所述镗椭圆窝末端执行器包括：

- 第一快装法兰上盘,与所述快装法兰下盘配合固定；
- 数控转台,固定在第一快装法兰上盘上；
- 旋转底座,安装在所述数控转台上且可绕第一轴线转动；
- 直线导轨,布置在所述旋转底座上,该直线导轨与第一轴线平行；
- 进给滑枕,滑动安装在所述直线导轨上；
- 摆动滑枕,滑动安装在所述进给滑枕上,该摆动滑枕的旋转转轴线与第一轴线垂直相交；
- 圆弧导轨,固定在所述进给滑枕上用以引导摆动滑枕；
- 电主轴,设置在所述摆动滑枕上,且与第一轴线平行；
- 刀具,安装在所述电主轴上。

10. 根据权利要求 8 所述的用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床,其特征在于,所述扫描仪末端执行器包括：

- 第二快装法兰上盘,与所述快装法兰下盘配合固定；
- 扫描架,固定在第二快装法兰上盘上；
- 扫描驱动电机,固定在扫描架上；
- 激光扫描头,受所述扫描驱动电机驱动旋转。

一种用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床

技术领域

[0001] 本发明涉及机械加工机床,具体涉及一种用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床。

背景技术

[0002] 随着航空产业迅猛发展,为了有效提高飞机的结构强度,减轻飞机结构重量,降低飞机能耗,飞机上大量使用由铝合金、钛合金、碳纤维复合材料(CFRP)等构成的叠层结构。尤其在飞机机翼中就广泛运用这种叠层结构,机翼壁板为复合材料,骨架为铝和钛合金。传统的钻孔技术已经不能满足产品的要求。对于钛合金而言,传统的钻孔技术很难解决出口毛刺、表面光洁度等技术难题;对于复合材料而言,传统的钻孔技术由于轴向力大,很难避免材料分层的现象,产品加工质量无法控制。且飞机机翼装配对制孔的孔位精度、孔径精度、垂直度、表面粗糙度等都有很高的要求,采用传统方法及设备需要钻、扩和多次铰削加工,制孔效率低、质量差、自动化程度低,劳动强度大。

[0003] 螺旋铣孔技术是一种新型的孔加工技术,在加工过程中,刀具自转、轴向进给同时绕加工孔的中心公转,即刀具的运动轨迹是螺旋线,这种运动方式决定了螺旋铣孔具有以下优点:1)偏心加工能实现单一直径刀具加工一系列直径的孔,提高刀具利用率,降低成本;2)螺旋铣孔加工中轴向力小,降低了复合材料分层风险;3)刀具直径比孔小,切屑方便排出,提高了孔的表面光洁度。

[0004] 在飞机特定的位置,如飞机的骨架上,要求制椭圆孔用于安置无耳托板螺母。但是椭圆形端口的手工加工工艺非常复杂,需要通过其它孔定位加工工具的方向,人工沿定位方向来回往复摆动刀具,才能加工无耳托板螺母的椭圆窝。因为椭圆端口较深,刀具与材料的接触面较大,导致切削力较大,人工加工非常困难。

[0005] 申请公布号为 CN102632422A 的专利文献公开了一种小型高速五轴联动机床,包括基础结构和支撑于基础结构的主轴箱组件及摇篮式工作台;基础结构包括机床基座和沿 X 轴并列固定于基座的两个立柱;主轴箱组件包括 Y 轴移动组件、X 轴移动组件和 Z 轴移动组件;所述 Y 轴移动组件包括横跨于两个立柱之间并可沿 Y 轴方向单自由度往复移动的框形横梁和用于驱动框形横梁移动的 Y 轴驱动装置,框形横梁所在的平面为 X 轴和 Y 轴形成的坐标平面;X 轴移动组件包括跨于框形横梁的两横杆之间并可沿 X 轴方向单自由度往复移动的 X 轴拖板和用于驱动 X 轴拖板移动的 X 轴驱动装置;所述 Z 轴移动组件包括位于框形横梁的两横杆之间安装在 X 轴拖板上并可沿 Z 轴方向单自由度往复移动的主轴箱和用于驱动主轴箱移动的 Z 轴驱动装置;摇篮式工作台位于两个立柱之间支撑于机床基座。该专利文献的机床工作时,通过对固定在摇篮式工作台上的工件进行加工,因为摇篮式工作台的限制,不能适用大型工件。

发明内容

[0006] 针对上述问题,本发明提供了一种用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床,

能够对飞机叠层材料进行螺旋铣孔和镗椭圆窝。

[0007] 本发明采取的技术方案如下：

[0008] 一种用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床，包括机床床身，所述机床床身沿 X 轴方向布置有第一导轨，第一导轨上滑动配合有床身滑座，还包括：

[0009] 立柱滑座，滑动配合在所述床身滑座上，沿 Z 轴方向运动；

[0010] 立柱，固定在所述立柱滑座上；

[0011] 托板，滑动配合在所述立柱上，沿 Y 轴方向运动；

[0012] 滑枕，滑动配合在所述托板上，沿 Z 轴方向运动；

[0013] 五轴头，转动配合在所述滑枕上，旋转轴线与 Z 轴方向平行；

[0014] 末端执行器，转动配合在五轴头上，旋转轴线与 Z 轴垂直；

[0015] 所述 X 轴方向即是机床床身的长度方向，所述 Y 轴方向垂直于机床床身所在平面，所述 X 轴、Y 轴、Z 轴两两相互垂直。

[0016] 立柱滑座和滑枕均沿 Z 轴方向运动，行程较大，末端执行器安置在五轴头上，能够以任意角度对工件进行加工，并根据需要切换至相应的末端执行器。

[0017] 作为优选，所述机床床身沿 X 轴方向固定有两个齿条，所述床身滑座上安装有两组齿轮，每组齿轮分别与对应的一个齿条啮合，所述床身滑座上还安装有用于分别驱动各齿轮的若干个第一电机。

[0018] 作为优选，所述床身滑座为矩形，共有四个第一电机分布在四个角上。这样的设置是为了实现双驱动消除运动。

[0019] 作为优选，所述床身滑座上设有与立柱滑座配合沿 Z 轴方向布置的第二导轨，床身滑座上还固定有第二电机以及由第二电机驱动的第一滚珠丝杠副，所述第一滚珠丝杠副包括第一丝杆和第一螺母，所述第一螺母与立柱滑座固定。

[0020] 滚珠丝杠副将电机输出的回转运动转化为直线运动，具有精度高、无侧隙、刚度高等优点

[0021] 作为优选，所述立柱上设有与托板配合沿 Y 轴方向布置的第三导轨，立柱上还固定有第三电机以及由第三电机驱动的第二滚珠丝杠副，所述第二滚珠丝杠副包括第二丝杆和第二螺母，所述第二螺母与托板固定。

[0022] 作为优选，所述托板上设有与滑枕配合沿 Z 轴方向布置的第四导轨，托板上还固定有第四电机以及由第四电机驱动的第三滚珠丝杠副，所述第三滚珠丝杠副包括第三丝杆和第三螺母，所述第三螺母与滑枕固定，带动滑枕在第四导轨上移动。

[0023] 由于滑枕在伸出过程中会使拖板整体的重心发生前移，造成末端执行器的位置向下偏移，作为优选，所述立柱上还设有液压辅助平衡装置，该液压辅助平衡装置包括：

[0024] 定滑轮，固定在立柱顶端；

[0025] 液压油缸，位于定滑轮的下方，固定在立柱上；

[0026] 动滑轮，悬浮于定滑轮的下方；

[0027] 第一链条，一端与动滑轮固定，另一端绕过定滑轮与液压油缸的活塞杆固定；

[0028] 第二链条，一端固定在立柱上，另一端绕过动滑轮固定在托板靠近五轴头的一端。

[0029] 为了保证液压辅助平衡装置能全程工作，作为优选，所述液压油缸活塞杆的行程应大于等于托板行程的一半。

[0030] 作为优选,所述滑枕上固定有带动五轴头旋转的第五电机,所述五轴头上设有快装法兰下盘以及驱动快装法兰下盘旋转的第六电机。

[0031] 所述末端执行器为螺旋铣孔末端执行器、铈椭圆窝末端执行器或扫描仪末端执行器。

[0032] 为了保证较好的控制铈窝方向、形状和尺寸等特征,从而加工出符合要求椭圆窝,作为优选,所述铈椭圆窝末端执行器包括:

[0033] 第一快装法兰上盘,与所述快装法兰下盘配合固定;

[0034] 数控转台,固定在第一快装法兰上盘上;

[0035] 旋转底座,安装在所述数控转台上且可绕第一轴线转动;

[0036] 直线导轨,布置在所述旋转底座上,该直线导轨与第一轴线平行;

[0037] 进给滑枕,滑动安装在所述直线导轨上;

[0038] 摆动滑枕,滑动安装在所述进给滑枕上,该摆动滑枕的旋转转轴线与第一轴线垂直相交;

[0039] 圆弧导轨,固定在所述进给滑枕上用以引导摆动滑枕;

[0040] 电主轴,设置在所述摆动滑枕上,且与第一轴线平行;

[0041] 刀具,安装在所述电主轴上。

[0042] 作为优选,所述直线导轨为平行布置的两条,在所述两条直线导轨之间的旋转底座上安装有进给电机和进给滚珠丝杠副,所述进给滑枕通过进给滚珠丝杠副与进给电机联动。

[0043] 作为优选,所述直线导轨滑动安装有用于抵靠工件的压脚,所述旋转底座上设有用于驱动压脚的气缸。气缸具有比较大的输出力,通过压脚压头压紧工件,可避免在加工过程中工件因刀具的切削力而引起的位移,从而提供加工精度。

[0044] 作为优选,所述压脚上设有与工件抵靠的环形压头,环形压头的中空区域与刀具的位置相应,在环形压头的内缘设有吸屑孔,所述压脚上设有与吸屑孔连通的吸屑管道。所述吸屑管道收集加工过程中产生的废屑,收集的废屑可回收再利用,经济环保。

[0045] 所述进给滑枕上设有与圆弧导轨同心布置的圆弧齿条,所述圆弧导轨包括同心布置的外圆弧导轨和内圆弧导轨,所述刀具的刀尖在圆弧导轨所在平面上的投影位置为圆弧导轨的圆心。摆动滑枕可以沿着圆弧导轨来回旋转摆动,摆动滑枕的变化角度和刀具的变化角度一致,可以实现控制刀具的摆动,加工出符合要求的椭圆窝。

[0046] 所述摆动滑枕的底部设有与圆弧齿条啮合的摆动齿轮,所述摆动滑枕上设有用于驱动摆动齿轮的摆动电机。通过摆动齿轮和圆弧齿条的啮合传动,传动平稳,传动比精确,工作可靠、效率高、寿命长。

[0047] 作为优选,所述扫描仪末端执行器包括:

[0048] 第二快装法兰上盘,与所述快装法兰下盘配合固定;

[0049] 扫描架,固定在第二快装法兰上盘上;

[0050] 扫描驱动电机,固定在扫描架上;

[0051] 激光扫描头,受所述扫描驱动电机驱动旋转。

[0052] 本发明的有益效果是:立柱滑座和滑枕均沿Z轴方向运动,行程较大,末端执行器安置在五轴头上,能够以任意角度对工件进行加工,并根据需要切换至相应的末端执行器;

通过液压辅助平衡装置能有效防止滑枕在伸出过程中使拖板整体的重心发生前移,造成末端执行器的位置向下偏移的问题;通过铤椭圆窝末端执行器,能实现自动制高质量的椭圆窝。

附图说明

[0053] 图 1 是本发明用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床的结构示意图;

[0054] 图 2 是图 1 中 A 的放大图;

[0055] 图 3 是本发明的剖视图;

[0056] 图 4 是图 3 中 B 的放大图;

[0057] 图 5 是床身滑座的俯剖视图;

[0058] 图 6 是滑枕的左视图;

[0059] 图 7 是滑枕的前剖视图;

[0060] 图 8 是铤椭圆窝末端执行器的结构示意图;

[0061] 图 9 是铤椭圆窝末端执行器的正剖视图;

[0062] 图 10 是扫描仪末端执行器的结构示意图;

[0063] 图 11 是螺旋铣孔末端执行器的结构示意图。

[0064] 各附图的标记为:

[0065] 1. 机床床身, 2. 床身滑座, 3. 立柱滑座, 4. 五轴头, 5. 滑枕, 6. 立柱, 7. 快装法兰下盘, 8. 第二链条, 9. 动滑轮, 10. 第一链条, 11. 定滑轮, 12. 第三电机, 13. 第二滚珠丝杠副, 14. 托板, 15. 液压驱动丝杠抱闸机构, 16. 第一导轨, 17. 第一电机, 18. 齿轮, 19. 齿条, 20. 第二电机, 21. 第一滚珠丝杠副, 22. 第二导轨, 23. 第四导轨, 24. 第三滚珠丝杠副, 25. 第一快装法兰上盘, 26. 数控转台, 27. 旋转底座, 28. 摆动电机, 29. 摆动滑枕, 30. 电主轴, 31. 刀具, 32. 压脚, 33. 外圆弧导轨, 34. 进给滑枕, 35. 圆弧齿条, 36. 内圆弧导轨, 37. 进给电机, 38. 进给滚珠丝杠副, 39. 气缸, 40. 吸屑管道, 41. 第二快装法兰上盘, 42. 扫描架, 43. 扫描驱动电机, 44. 激光扫描头, 45. 第三导轨, 46. 第四电机, 47. 直线导轨, 48. 摆动齿轮。

具体实施方式

[0066] 如图 1~3 所示, 一种用于对叠层材料进行制孔的数控五坐标机床, 包括机床床身 1, 机床床身沿 X 轴方向布置有第一导轨 16, 第一导轨上滑动配合有床身滑座 2, 还包括:

[0067] 立柱滑座 3, 滑动配合在床身滑座上, 沿 Z 轴方向运动;

[0068] 立柱 6, 固定在立柱滑座上;

[0069] 托板 14, 滑动配合在立柱上, 沿 Y 轴方向运动;

[0070] 滑枕 5, 滑动配合在托板上, 沿 Z 轴方向运动;

[0071] 五轴头 4, 转动配合在滑枕上, 旋转轴线与 Z 轴方向平行;

[0072] 末端执行器, 转动配合在五轴头上, 旋转轴线与 Z 轴垂直;

[0073] X 轴方向即是机床床身的长度方向, Y 轴方向垂直于机床床身所在平面, X 轴、Y 轴、Z 轴两两相互垂直。

[0074] 如图 3、4 所示, 机床床身沿 X 轴方向固定有两个齿条 19, 床身滑座 2 为矩形, 共有

四个第一电机 17 分布在四个角上,每个第一电机均配合有齿轮 18 与对应的一个齿条啮合。

[0075] 如图 5 所示,床身滑座 2 上设有与立柱滑座配合沿 Z 轴方向布置的第二导轨 22,床身滑座上还固定有第二电机 20 以及由第二电机驱动的第一滚珠丝杠副 21,第一滚珠丝杠副包括第一丝杠和第一螺母,第一螺母与立柱滑座固定。

[0076] 如图 3 所示,立柱 6 上设有与托板配合沿 Y 轴方向布置的第三导轨 45,立柱上还固定有第三电机 12 以及由第三电机驱动的第二滚珠丝杠副 13,第二滚珠丝杠副包括第二丝杠和第二螺母,第二螺母与托板固定,第二丝杠还设有液压驱动丝杠抱闸机构。本实施例配置三重垂直抱闸方案:即带制动的第三电机 12,与第三电机 12 配合的大制动扭矩的精密减速机以及液压驱动丝杠抱闸机构 15,这样的设计能够防止产品意外断电造成托板下沉给工件造成不可逆的损伤。

[0077] 如图 6、7 所示,托板上设有与滑枕配合沿 Z 轴方向布置的第四导轨 23,托板上还固定有第四电机 46 以及由第四电机驱动第三滚珠丝杠副 24,第三滚珠丝杠副包括第三丝杠和第三螺母,第三螺母与滑枕固定,带动滑枕在第四导轨上移动。

[0078] 如图 3、7 所示,立柱上还设有液压辅助平衡装置,该液压辅助平衡装置包括:

[0079] 定滑轮 11,为两个,固定在立柱顶端;

[0080] 液压油缸(图中未画出),位于定滑轮的下方,固定在立柱上;

[0081] 动滑轮 9,悬浮于定滑轮的下方;

[0082] 第一链条 10,一端与动滑轮固定,另一端绕过定滑轮与液压油缸的活塞杆固定;

[0083] 第二链条 8,一端固定在立柱上,另一端绕过动滑轮固定在托板靠近五轴头的一端。

[0084] 为了保证液压辅助平衡装置能全程工作,液压油缸活塞杆的行程应大于等于托板行程的一半,本实施例液压辅助平衡装置对拖板所受重力进行补偿,保证末端执行器在竖直方向上的定位精度。

[0085] 如图 2 所示,滑枕上固定有带动五轴头旋转的第五电机,五轴头上设有快装法兰下盘 7 以及驱动快装法兰下盘旋转的第六电机。该快装法兰下盘 7 与末端执行器固定,末端执行器对工件进行加工。

[0086] 本实施例末端执行器有三种,分别为螺旋铣孔末端执行器、铱椭圆窝末端执行器以及扫描仪末端执行器。

[0087] 如图 8、9 所示,铱椭圆窝末端执行器包括:

[0088] 第一快装法兰上盘 25,与快装法兰下盘 7 配合固定;

[0089] 数控转台 26,固定在第一快装法兰上盘上;

[0090] 旋转底座 27,安装在数控转台上且可绕第一轴线转动;

[0091] 直线导轨 47,布置在旋转底座上,该直线导轨与第一轴线平行;

[0092] 进给滑枕 34,滑动安装在直线导轨上;

[0093] 摆动滑枕 29,滑动安装在进给滑枕上,该摆动滑枕的旋转转轴线与第一轴线垂直相交;

[0094] 圆弧导轨,固定在进给滑枕上用以引导摆动滑枕;

[0095] 电主轴 30,设置在摆动滑枕上,且与第一轴线平行;

[0096] 刀具 31,安装在电主轴上。

[0097] 直线导轨 47 为平行布置的两条,在两条直线导轨之间的旋转底座上安装有进给电机 37 和进给滚珠丝杠副 38,进给滚珠丝杠副 38 包括进给丝杆和进给螺母,进给螺母与进给滑枕固定,带动进给滑枕在直线导轨上滑动。

[0098] 直线导轨 47 远离数控转台的一端滑动安装有用于抵靠工件的压脚 32,旋转底座 27 上设有用于驱动压脚的气缸 39。压脚上设有与工件抵靠的环形压头,环形压头的中空区域与刀具的位置相应,在环形压头的内缘设有吸屑孔,压脚上设有与吸屑孔连通的吸屑管道 40。

[0099] 进给滑枕上设有与圆弧导轨同心布置的圆弧齿 35,圆弧导轨包括同心布置的外圆弧导轨 33 和内圆弧导轨 36,刀具 31 的刀尖在圆弧导轨所在平面上的投影位置为圆弧导轨的圆心,摆动滑枕 29 的底部设有与圆弧齿条 35 啮合的摆动齿轮 48,摆动滑枕上设有用于驱动摆动齿轮的摆动电机 28。摆动滑枕可以沿着圆弧导轨来回旋转摆动,摆动滑枕的变化角度和刀具的变化角度一致,可以实现控制刀具的摆动,加工出符合要求的椭圆窝。

[0100] 如图 10 所示,扫描仪末端执行器包括:

[0101] 第二快装法兰上盘 41,与快装法兰下盘配合固定;

[0102] 扫描架 42,固定在第二快装法兰上盘上;

[0103] 扫描驱动电机 43,固定在扫描架上;

[0104] 激光扫描头 44,受扫描驱动电机驱动旋转。

[0105] 如图 11 所示,螺旋铣孔末端执行器可以采用现有技术,它通过螺旋铣孔技术加工孔。

[0106] 本发明的工作过程如下:

[0107] 1、五轴头取扫描仪末端执行器,通过机床数控程序驱动,配合激光跟踪仪构成扫描测量系统,可自动完成骨架上各组件定位后的外形扫描测量任务。

[0108] 2、在扫描完成,经过调姿、修边、预对合等工序进入制孔工序。扫描仪末端执行器配合激光跟踪仪测量机翼骨架、壁板上的基准孔(参考孔/定位孔),进行孔位修正并记录修正后的制孔程序。

[0109] 3、数控机床五轴头换螺旋铣孔末端执行器,并经由人工上刀后,按照修正后的制孔程序自动制初孔。刀具到达加工寿命后也由人工进行在线换刀操作。

[0110] 4、壁板骨架保姿态分离,进行清理、冷挤压等工序后复位,数控机床按照制孔程序制终孔。

[0111] 5、数控机床五轴头换镗椭圆窝末端执行器,并经由人工上刀后,在相应孔位按照制孔程序进行镗窝或镗椭圆窝工序。

[0112] 6、加工完毕,机床回到初始位置待机。

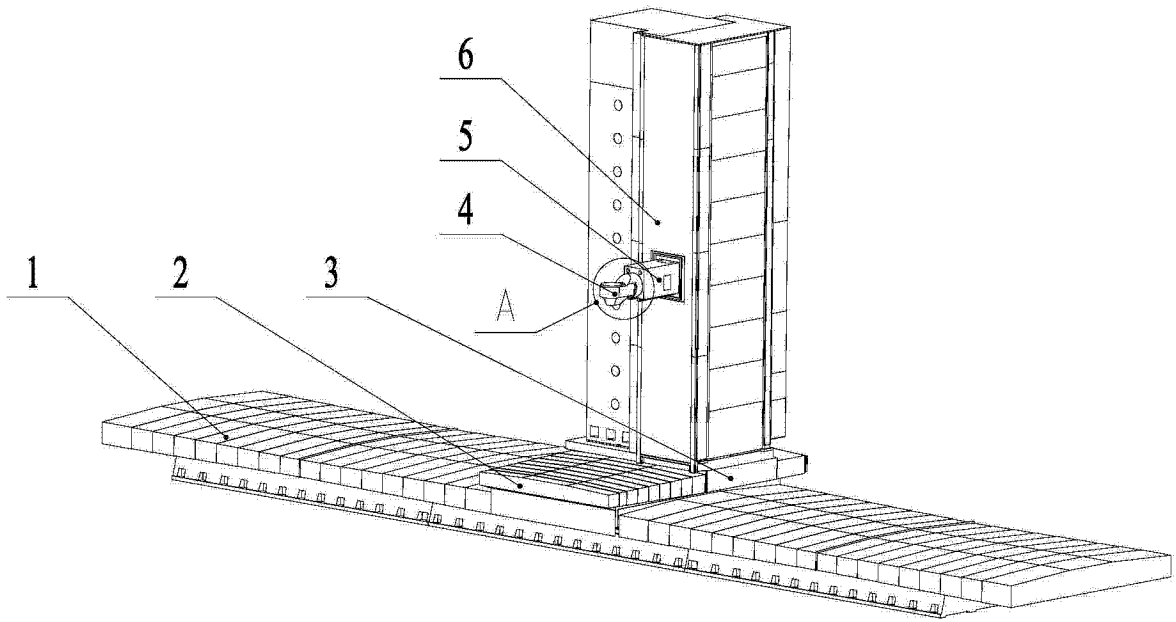


图 1

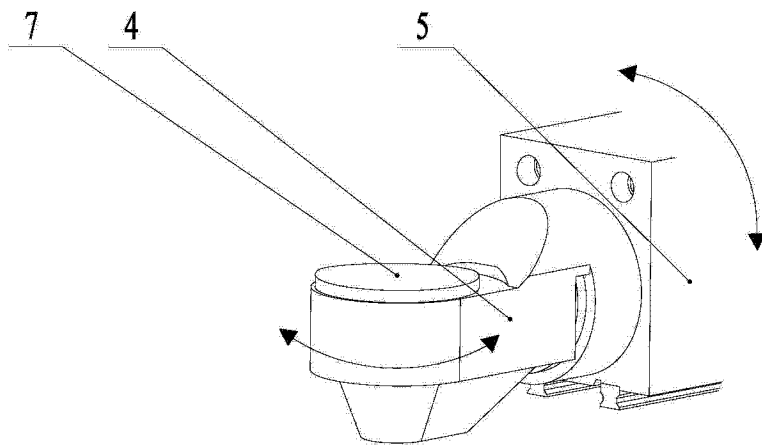


图 2

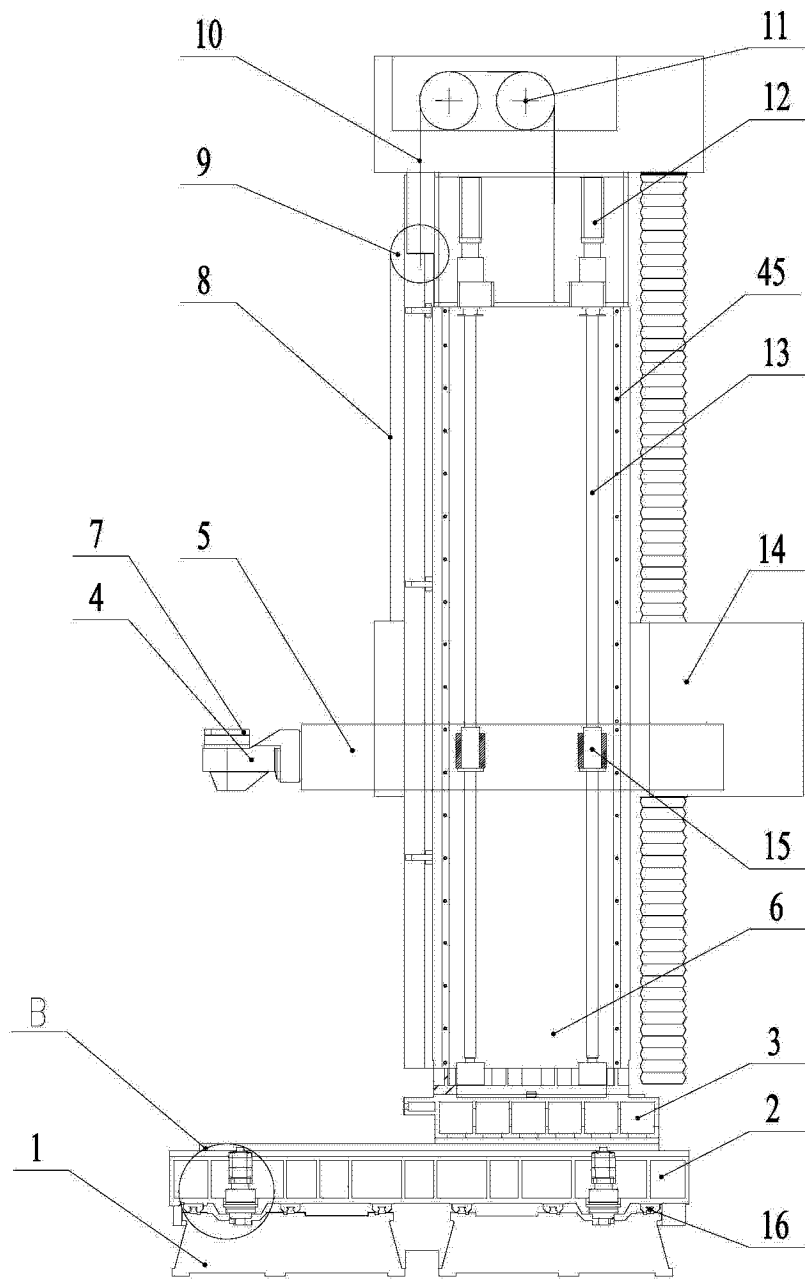


图 3

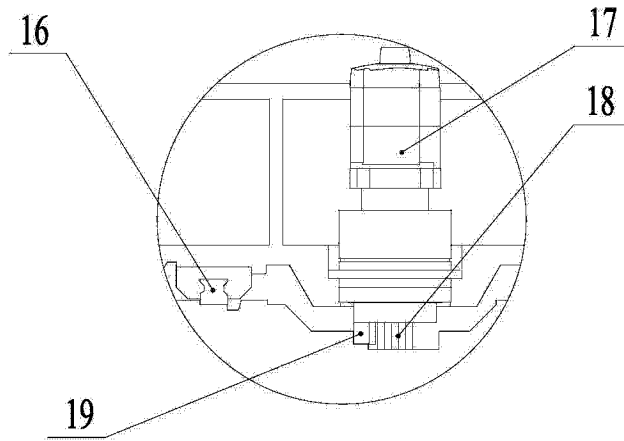


图 4

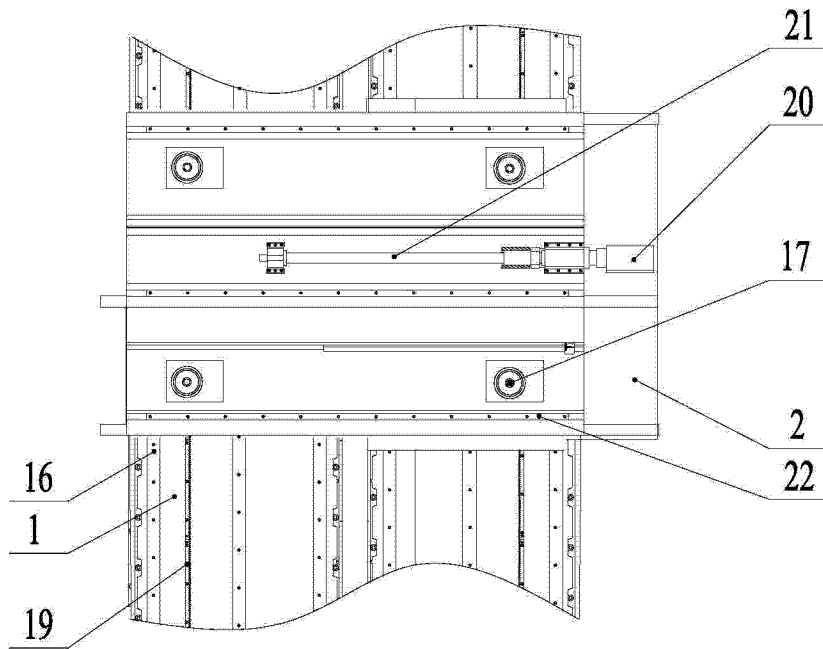


图 5

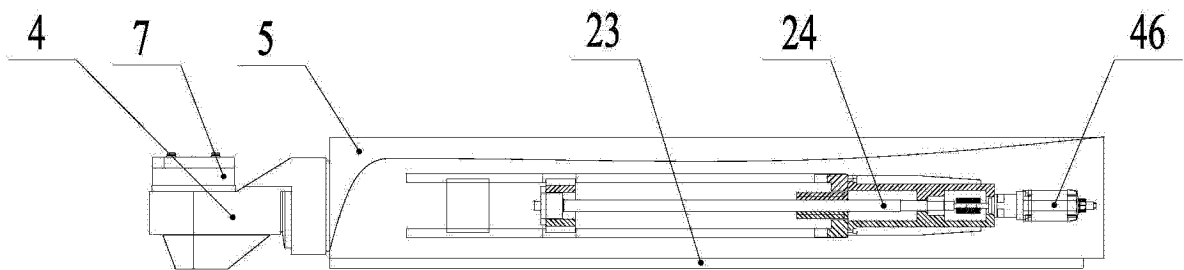


图 6

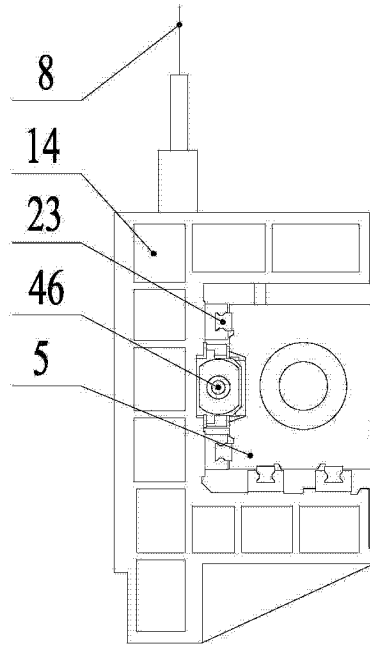


图 7

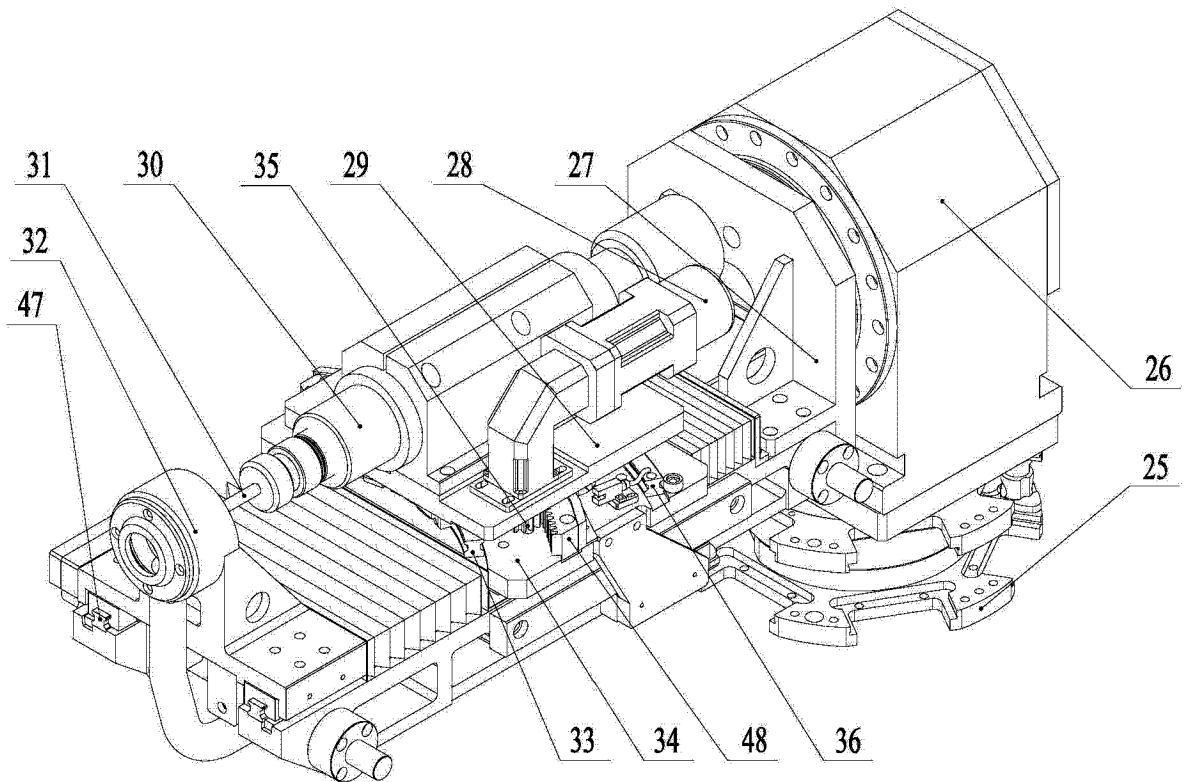


图 8

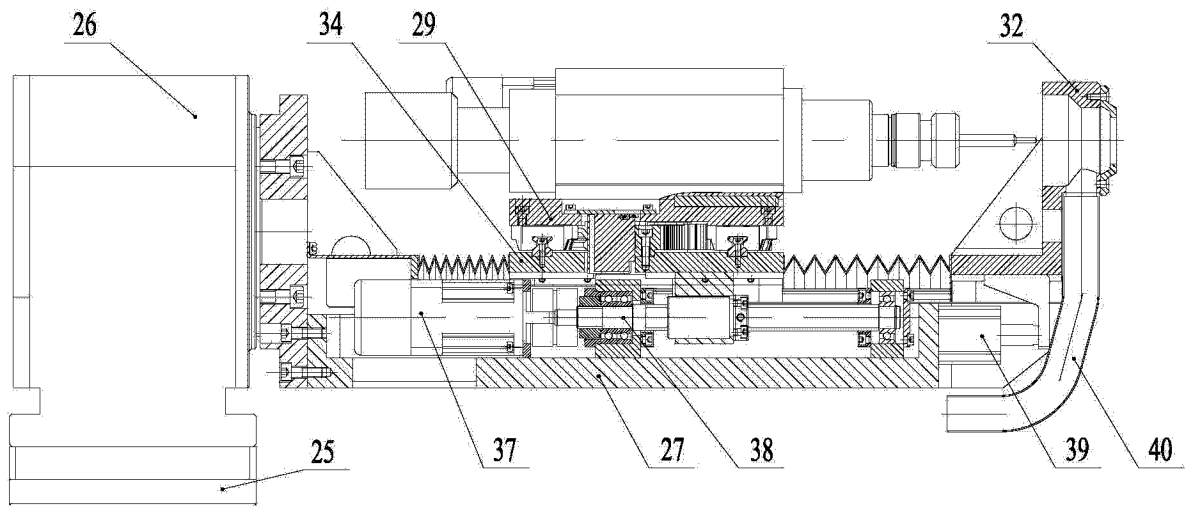


图 9

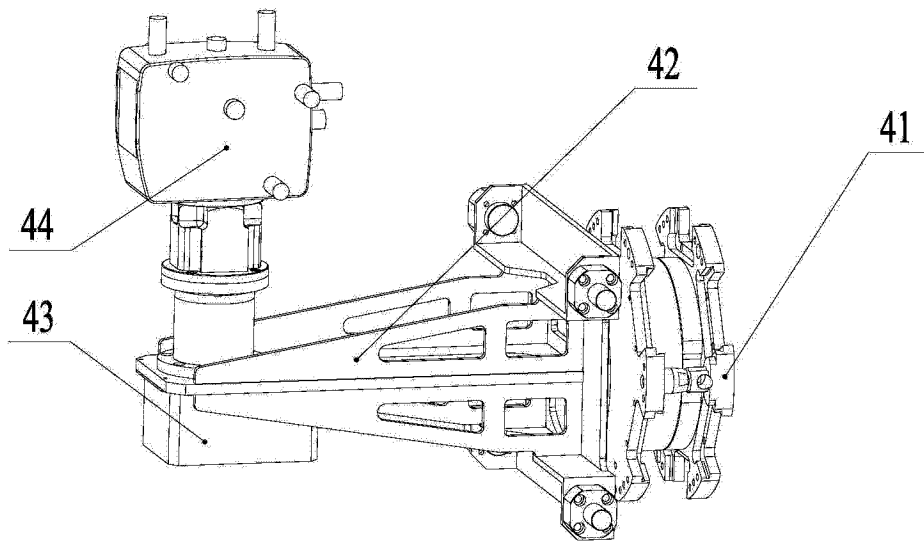


图 10

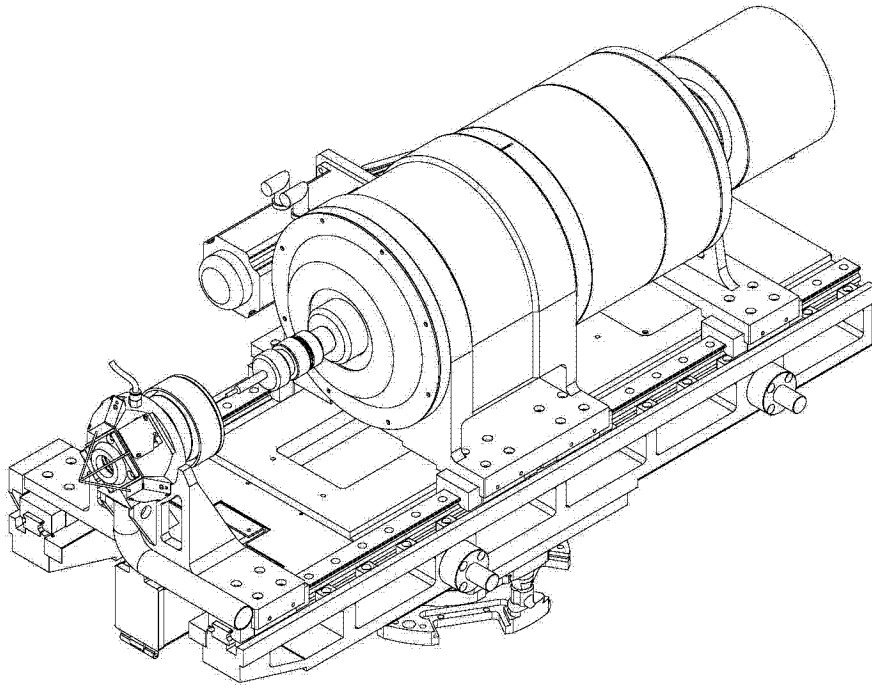


图 11