



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104772628 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201510096720. 7

(22) 申请日 2015. 03. 04

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区 100084 信箱 82
分箱清华大学专利办公室

(72) 发明人 王立平 吴军 于广

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327

代理人 邸更岩 张宁

(51) Int. Cl.

B23Q 1/48(2006. 01)

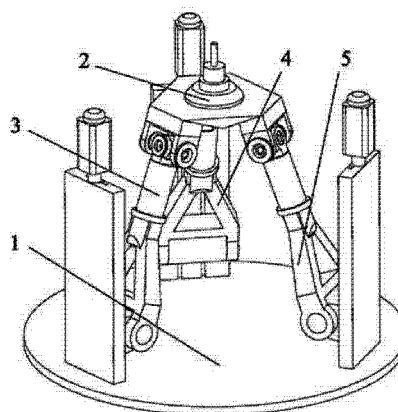
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种三自由度并联主轴头机构

(57) 摘要

一种三自由度并联主轴头机构,属于机械制造技术领域。本发明所述三自由度并联主轴头机构包括定平台、动平台、第一分支、第二分支和第三分支。第一分支、第二分支和第三分支结构完全相同,每个分支均包括第一连杆、第二连杆、滑块、虎克铰、第一转动副和第二转动副;通过第一分支、第二分支和第三分支的协同运动实现动平台三自由度运动形式。本发明中的三自由度并联机构具有结构简单紧凑、刚度高、负载能力强、运动部件质量小、易于实现高速运动等特点,因此,采用该机构的五轴混联机床能够满足对航空复杂薄壁零部件的加工要求。



1. 一种三自由度并联主轴头机构,其特征在于:该三自由度并联主轴头机构包括定平台(1)、动平台(2)、第一分支(3)、第二分支(4)和第三分支(5);所述的定平台(1)包括第一机架(101)、第二机架(102)、第三机架(103)和底座(104),第一机架101、第二机架102和第三机架103上分别设有直线导轨和滚珠丝杠,三个机架固定安装在底座(104)上,并均匀布置在同一圆周上;第一分支(3)包括第一连杆(301)、第二连杆(302)、滑块(303)、虎克铰(304)、第一转动副(305)和第二转动副(306);第一连杆(301)的一端通过虎克铰(304)与动平台(2)铰接,第一连杆(301)的另一端通过第一转动副(305)与第二连杆(302)的一端铰接,第二连杆(302)的另一端通过第二转动副(306)与滑块(303)铰接;滑块(303)安装在第一机架(101)的直线导轨和滚珠丝杠上;第一分支(3)、第二分支(4)和第三分支(5)结构完全相同。

2. 如权利要求1所述的一种三自由度并联主轴头机构,其特征在于,所述的第一分支(3)中第二连杆(302)采用矩形截面的V型结构。

3. 如权利要求1或2所述的一种三自由度并联主轴头机构,其特征在于,所述的第一分支(3)中第一连杆(301)的横截面为中空圆形结构。

一种三自由度并联主轴头机构

技术领域

[0001] 本发明特别一种三自由度并联主轴头机构,属于机械制造技术领域。

背景技术

[0002] 从上个世纪 80 年代以来,大型龙门式五轴联动数控铣床在飞机结构件加工中得到越来越广泛的应用。龙门式机床的工作台、横梁和主轴部件实现 X、Y、Z 轴的移动,再加上摆叉式或万能摆头,实现 A/C 轴或 A/B 轴的两个回转运动,构成五轴联动数控机床。摆叉式或万能摆头的优点是主轴的偏转角度较大,可以实现矩形零件的五面加工,尽管摆头在单个轴线上可以达到很高的回转速度和加速度,但刀具空间定向速度仍然较低,因为摆头的两个回转运动是串联的,不能完全同时回转,对机床 X、Y、Z 轴线的补偿运动也不能及时反映。这种机构运动学上的先天缺陷,使摆叉式的摆头不完全适用于加工航空薄壁结构件。此外,无论摆叉式还是万能式摆头,摆头内部都有 3 个电动机,每个电动机都需要连接供电、冷却、润滑和位置检测等电缆或管道,相互之间还有位置转动,连接和密封结构非常复杂。加上主轴电动机内部还需要配置刀具夹紧装置,导致摆头尾部各种电缆和管道多达数十根,维护极其不便。

[0003] 并联机构是由多个闭合支链子结构组成,与传统的机构(串联机构)相比有很多优势。如高刚度、低惯性、高动态性能和高精度。由于并联机构具有这些优点,利用并联机构开发主轴头具有很多优点。这种主轴头可以配置在 X 轴向移动的立柱上,并且可沿立柱上的线性导轨作 Y 向移动,构成五轴联动数控机床。

[0004] 这种机床具有并联机构和串联机构的优势,摆头(并联部分)具有高刚度、高动态性能等特点,实现对自由曲面的高精度切削;串联部分可以获得较大的工作空间,实现对大尺度零件的一次装夹、切削加工。同时,并联机构摆头可以克服传统的摆叉式或万能式摆头在运动学上的先天缺陷。利用这种五轴联动数控机床加工飞机结构件,加工过程中,工件不动,所有加工运动都通过加工刀具的移动或转动完成,这对大型飞机结构件加工非常有利。

[0005] 然而,现有的并联机构主轴头构型较少,并且一些构型存在装配精度要求高、工作空间较小等缺陷,导致具有工程实用价值的主轴头构型更少,再加上知识产权等限制,阻碍了并联机构主轴头及配置该主轴头的五轴联动数控机床的发展。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提出一种具有高刚度、低惯性、高动态性能、高精度特性,并且具有工程实用价值的一种三自由度并联主轴头机构,以克服传统的摆叉式或万能式摆头在运动学上的先天缺陷,满足表面形状复杂、工艺路径复杂、自由曲面多和尺寸精度高等航空薄壁件的加工要求。

[0007] 本发明技术方案如下:

[0008] 一种三自由度并联主轴头机构,其特征在于:该三自由度并联主轴头机构包括定平台、动平台、第一分支、第二分支和第三分支;所述的定平台包括第一机架、第二机架、第

三机架和底座，第一机架、第二机架和第三机架上分别设有直线导轨和滚珠丝杠，三个机架固定安装在底座上，并均匀布置在同一圆周上；第一分支包括第一连杆、第二连杆、滑块、虎克铰、第一转动副和第二转动副；第一连杆的一端通过虎克铰与动平台铰接，第一连杆的另一端通过第一转动副与第二连杆的一端铰接，第二连杆的另一端通过第二转动副与滑块铰接；滑块安装在第一机架的直线导轨和滚珠丝杠上；第一分支、第二分支和第三分支结构完全相同。

[0009] 上述技术方案中，其特征在于，所述的第一分支中第二连杆采用矩形截面的 V 型结构。所述的第一分支中第一连杆的横截面为中空圆形结构。

[0010] 本发明具有以下优点及突出性的技术效果：该机构具有结构简单紧凑、刚度高、负载能力强、运动部件质量小、易于实现高速运动等特点，克服了传统的摆叉式或万能式摆头在运动学上的先天缺陷，因此，使得采用该机构的机床能够满足对航空薄壁件、表面形状复杂以及加工质量和精度要求高的部件的加工要求。

附图说明

[0011] 图 1 为本发明提供的三自由度并联主轴头机构实施例的三维结构示意图。

[0012] 图 2 为本发明的定平台实施例的结构示意图。

[0013] 图 3 为本发明的第一分支实施例的结构示意图。

[0014] 图中：1- 定平台、2- 动平台、3- 第一分支、4- 第二分支、5- 第三分支、101- 第一机架、102- 第二机架、103- 第三机架、104- 底座、301- 第一连杆、302- 第二连杆、303- 滑块、304- 虎克铰、305- 第一转动副、306- 第二转动副、307- 驱动电机。

具体实施方式

[0015] 下面结合附图对本发明的结构、原理和具体实施方式进一步说明。

[0016] 图 1 为本发明提供的三自由度并联主轴头机构实施例的三维结构示意图，所述的三自由度并联主轴头机构包括定平台 1、动平台 2、第一分支 3、第二分支 4 和第三分支 5；所述的定平台 1、动平台 2、第一分支 3、第二分支 4 和第三分支 5 共同组成了空间三自由度并联主轴头机构；定平台 1 通过第一分支 3、第二分支 4 和第三分支 5 的协同运动实现动平台 2 的三自由度运动。

[0017] 图 2 为本发明的定平台 1 实施例结构示意图，所述的定平台 1 包括第一机架 101、第二机架 102、第三机架 103 和底座 104，三个机架固定安装在底座 104 上，并均匀布置在同一圆周上，第一机架 101、第二机架 102 和第三机架 103 上分别设有直线导轨和滚珠丝杠。

[0018] 图 3 为本发明的第一分支 3 实施例结构示意图，第一分支 3 包括第一连杆 301、第二连杆 302、滑块 303、虎克铰 304、第一转动副 305 和第二转动副 306；第一连杆 301 的一端通过虎克铰 304 与动平台 2 铰接；第一连杆 301 的另一端通过第一转动副 305 与第二连杆 302 的一端铰接；第二连杆 302 的另一端通过第二转动副 306 与滑块 303 铰接；滑块 303 安装在第一机架 101 的直线导轨和滚珠丝杠上；滑块 303 可由驱动电机 307 驱动沿导轨相对于第一机架 101 进行平移运动。所述的第一分支 3 中，第二连杆 302 采用矩形截面的 V 型结构，采用该结构可以提高机构的刚度；所述的第一分支 3 中，第一连杆截面为中空圆形结构，可以提高杆件的转动刚度。

[0019] 第一分支 3、第二分支 4 和第三分支 5 结构完全相同,固无需重复叙述。

[0020] 本发明的工作原理如下:

[0021] 第一分支 3 的驱动电机 307 通过丝杠驱动第一分支 3 的滑块 303 在第一机架 101 上作往复直线移动,同理,第二分支 4 和第三分支 5 的驱动电机分别通过丝杠驱动第二分支 4 和第三分支 5 的滑块在第二机架 102 和第三机架 103 上作往复移动。

[0022] 本实施例的工作原理是上述的第一分支 3、第二分支 4 和第三分支 5 中的滑块由驱动电机驱动沿导轨相对于各自机架进行平移运动;通过第一分支 3、第二分支 4 和第三分支 5 中滑块的移动,实现第一分支 3、第二分支 4、第三分支 5 的协同运动,进而控制动平台 2 的三自由度运动。

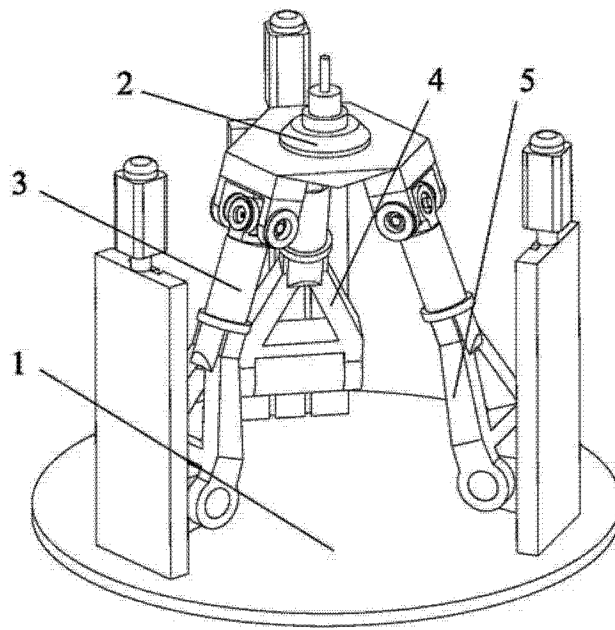


图 1

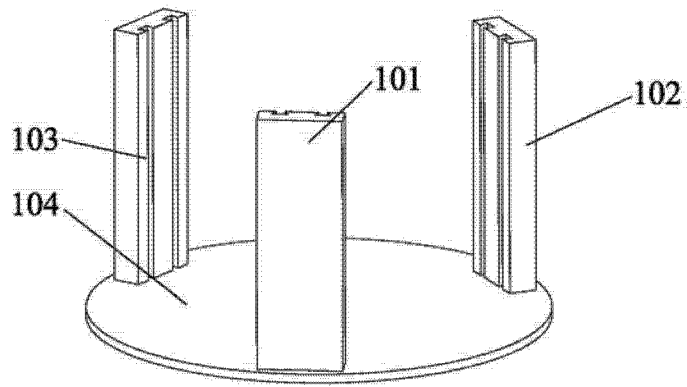


图 2

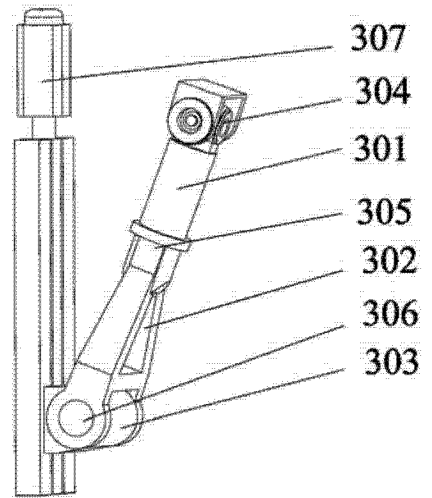


图 3