

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B23C 1/14 (2006.01)

B23Q 1/48 (2006.01)

B23Q 1/01 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510127398.6

[45] 授权公告日 2008年2月27日

[11] 授权公告号 CN 100371113C

[22] 申请日 2005.12.28

[21] 申请号 200510127398.6

[73] 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

[72] 发明人 王瑞 王知行 钟诗胜 刘文涛

[56] 参考文献

JP2005-28467A 2005.2.3

EP0674969A1 1995.10.4

CN2678808Y 2005.2.16

US6099217A 2000.8.8

5轴新型数控铣床仿真建模的实现. 王
瑞, 钟诗胜, 王知行. 计算机集成制造系统, 第
11卷第8期. 2005

审查员 仓公林

[74] 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务
所

代理人 岳泉清

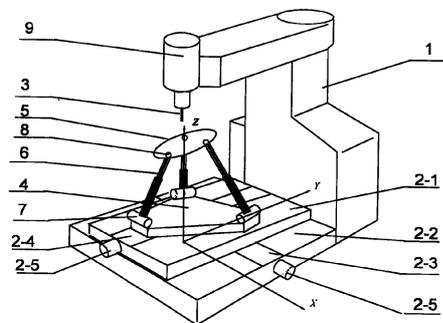
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

[54] 发明名称

五自由度数控铣床

[57] 摘要

五自由度数控铣床, 涉及一种数控铣床。现有
并联机床刚度差、精度低、结构复杂和成本较高,
现有的五自由度并联机床还存在加工、制造、安装
都不方便、数控编程复杂的弊端。五自由度数控铣
床, 它包括铣床床身(1)、平台基座、加工刀具(3)
和控制加工刀具(3)运动的电主轴(9), 它还包括与
铣床床身(1)或平台基座连接的三自由度 RPS 机
构, 所述三自由度 RPS 机构是由下平台(4)、运动
平台(5)和由丝杠螺母机构组成的伸缩杆(6)组成,
所述伸缩杆(6)为三根, 每根伸缩杆(6)的两端都分
别与下平台(4)和运动平台(5)铰接。本发明所述
铣床刚度强、精度高、结构简单、成本低廉, 并且
具有对称结构, 所以加工、制造、安装都极为方
便, 加工精度高, 方便数控编程, 利于推广应用。



1. 一种五自由度数控铣床, 它包括铣床床身(1)、平台基座、加工刀具(3)和控制加工刀具(3)运动的电主轴(9), 它还包括与铣床床身(1)或平台基座连接的三自由度 RPS 机构, 所述三自由度 RPS 机构是由下平台(4)、运动平台(5)和由丝杠螺母机构组成的伸缩杆(6)组成, 所述伸缩杆(6)为三根, 每根伸缩杆(6)的两端都分别与下平台(4)和运动平台(5)铰接, 其特征在于所述铣床床身(1)为龙门式床身, 在所述龙门式床身的横梁上安装有 X 向导轨(2-6); 三自由度 RPS 机构倒挂在龙门式床身的横梁上, 具体连接结构为: 三自由度 RPS 机构的下平台(4)的底面上设有滑块, 所述滑块安装在 X 向导轨(2-6)内; 所述加工刀具(3)及电主轴(9)都固定在运动平台(5)上; 所述平台基座是一自由度平台基座, 它包括底座(2-2)和设置在底座(2-2)上的移动平台(2-1), 所述底座(2-2)的上表面设有 Y 向导轨(2-4)。

2. 根据权利要求 1 所述的五自由度数控铣床, 其特征在于所述伸缩杆(6)与下平台(4)之间通过转动副(7)连接, 所述伸缩杆(6)与运动平台(5)之间通过球铰(8)或虎克铰连接。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的五自由度数控铣床, 其特征在于所述铣床床身(1)为立式床身, 所述加工刀具(3)及电主轴(9)都安装在所述床身上;

所述平台基座是两自由度平台基座, 它包括底座(2-2)和设置在底座(2-2)上的移动平台(2-1), 所述底座(2-2)的上表面设有 X 向导轨(2-3), 所述移动平台(2-1)的上表面设有 Y 向导轨(2-4);

所述三自由度 RPS 机构设置在移动平台(2-1)上, 所述下平台(4)设置在 Y 向导轨(2-4)上;

所述三自由度 RPS 机构的运动平台(5)设置在加工刀具(3)的下方。

4. 根据权利要求 1 所述的五自由度数控铣床, 其特征在于在所述移动平台(2-1)上设有数控转台, 所述数控转台是由分别设置在移动平台(2-1)两端的数控转轴(10-1)组成。

五自由度数控铣床

技术领域

本发明涉及一种数控铣床。

背景技术

近十几年来，并联机床是国内外数控机床研究领域非常关注的热点课题。并联机床又称虚拟轴机床，是知识密集、智力密集、技术密集的机电一体化高技术产品，是并联机器人、数控机械、计算机控制、精密测量、数控加工等多学科应用技术的交叉。国内外的学者对其投入了大量的研究工作。

从国内外并联机床产品与技术发展的概况来看，前些年大多集中在六自由度并联机构的研究上。近些年来，少自由度并联机构得到了人们越来越多的重视，但大多集中在三自由度并联机构的研究上，而对于四、五自由度并联机构的研究则较少，致使可用做并联机床的四、五自由度并联机构的构形很少。

近年来，虽然有的学者提供了一些五自由度并联机构铣床的技术方案，但在实际使用时大都存在着刚度差、精度低、结构复杂和成本较高的弊端。公开号为 CN1375379 的专利申请文件中记载了一种“新型混联五自由度虚拟轴机床”，它在结构上包括机架、固定平台、安装切削刀具的动平台、可带动被切削工件双向移动的工作台，固定平台与动平台之间通过三条腿相联。其中，一条腿与固定平台刚性固联，与动平台通过虎克铰相联，另外两条腿与固定平台之间通过虎克铰相联，与动平台之间通过球铰相联。该公开文献存在的问题的，由于两个支链为 TPS 结构（T 虎克铰-P 移动副-S 球铰副），另一个支链一端固定，另一端为球铰，可以看出该结构为非对称结构，非对称结构无论在加工、制造还是安装时都极不方便，并且非对称结构机床还存在着加工精度差的问题；同时，由于是数控机床，我们要考虑的问题不只是结构，还包括程序的编制，而该公开文献由于是非对称结构，必然存在着编程复杂的问题，因此，该公开文献在实际使用中存在着诸多的不便和困难。

发明内容

针对现有并联机床存在刚度差、精度低、结构复杂和成本较高的弊端，以及现有的五自由度并联机床加工、制造、安装都不方便、数控编程复杂的问题，本发明提供一种刚度强、精度高、结构简单、成本低廉且具有对称结构、方便数控编程的五自由度数控铣床。五自由度数控铣床，它包括铣床床身、平台基座、加工刀具和控制加工刀具运动的电主轴，它还包括与铣床床身或平台基座连接的三自由度 RPS 机构，所述三自由度 RPS 机构是由下平台、运动平台和由丝杠螺母机构组成的伸缩杆组成，所述伸缩杆为三根，每根伸缩杆的两端都分别与下平台和运动平台铰接，所述铣床床身为龙门式床身，在所述龙门式床身的横梁上安装有 X 向导轨；三自由度 RPS 机构倒挂在龙门式床身的横梁上，具体连接结构为：三自由度 RPS 机构的下平台的底面上设有滑块，所述滑块安装在 X 向导轨内；所述加工刀具及电主轴都固定在运动平台上；所述平台基座是一自由度平台基座，它包括底座和设置在底座上的移动平台，所述底座的上表面设有 Y 向导轨。本发明所述铣床利用三自由度并联机构串联两自由度串联机构形成了五自由度数控铣床结构，它实现了现有的六自由度并联机床的加工能力，丰富了五轴数控铣床的结构形式，为五自由度并串联机构的理论研究提供了机构原型。本发明具有如下的优点：1、与传动的串联式多轴机床相比，本发明铣床具有较好的刚度、精度和动态性能，且结构简单、成本低、易制造。2、与现有的六自由度并联机床相比，本发明铣床机构简单、易控制、造价低。3、与现有的五自由度并联机床相比，本发明铣床为对称结构，加工、制造、安装都极为方便，并且加工精度高，并且易编程、易控制。本发明的五轴数控铣床可实现工件或刀具的空间相对三维移动和二维转动，完成工件的加工，因此该并串联数控机床完全可以替代传统的串联式多轴机床和六自由度并联机床来实现对空间复杂曲面零件的加工，利于推广应用。

附图说明

图 1 是具体实施方式一和二的结构示意图，图 2 是具体实施方式三的结构示意图，图 3 是具体实施方式四的结构示意图。

具体实施方式

具体实施方式一：本实施方式所述五自由度数控铣床，它包括铣床床身

1、平台基座、加工刀具 3 和控制加工刀具 3 运动的电主轴 9，它还包括与铣床床身 1 或平台基座连接的三自由度 RPS 机构，所述三自由度 RPS 机构是由下平台 4、运动平台 5 和由丝杠螺母机构组成的伸缩杆 6 组成，所述伸缩杆 6 为三根，每根伸缩杆 6 的两端都分别与下平台 4 和运动平台 5 铰接。具体铰接方式为，伸缩杆 6 与下平台 4 之间通过转动副 7 连接，所述伸缩杆 6 与运动平台 5 之间通过球铰 8 或虎克铰连接。

具体实施方式二：与具体实施方式一不同之处在于，本实施方式就具体的铣床床身及平台基座结构进行描述。参照图 1，所述铣床床身 1 为立式床身，所述加工刀具 3 及电主轴 9 都安装在所述床身上；所述平台基座是两自由度平台基座，它包括底座 2-2 和设置在底座 2-2 上的移动平台 2-1，所述底座 2-2 的上表面设有 X 向导轨 2-3，所述移动平台 2-1 的上表面设有 Y 向导轨 2-4；所述三自由度 RPS 机构设置在移动平台 2-1 上，即三自由度 RPS 机构上的下平台 4 设置在 Y 向导轨 2-4 上；串联部分包括移动平台 2-1、底座 2-2 及三自由度 RPS 机构的下平台 4，通过上述结构在电机 2-5 的驱动下可以实现 RPS 机构的下平台 4 相对于基座的 XY 两个方向的移动。RPS 机构的运动平台 5 通过由丝杠螺母机构组成的伸缩杆 6 与下平台 4 相连，伸缩杆 6 上端为三自由度球铰 8 或虎克铰，下端为转动副 7。该结构可以实现运动平台 5 相对于下平台 4 作 Z 向移动和绕运动平台 5 作 X 轴和 Y 轴的转动。工作的时候，将待加工工件固定在三自由度 RPS 机构的运动平台 5 上，所述运动平台 5 设置在加工刀具 3 的下方，前面所述伸缩杆、导轨、加工刀具的运动都分别通过各自的电机驱动，根据所述结构即可实现工件的加工。

具体实施方式三：与具体实施方式二不同之处在于，本实施方式描述另一种具体的铣床床身及平台基座的结构。参照图 2，所述铣床床身 1 为龙门式床身，在所述龙门式床身的横梁上安装有 X 向导轨 2-6；三自由度 RPS 机构倒挂在龙门式床身的横梁上，具体连接结构为：三自由度 RPS 机构的下平台 4 的底面上设有滑块，所述滑块安装在 X 向导轨 2-6 内，通过电机 2-5 可以实现 RPS 机构在 X 方向的一维运动；RPS 机构的运动平台 5 通过由丝杠螺母机构组成的伸缩杆 6 与下平台 4 相连，伸缩杆 6 的上端为转动副 7，下端为三自由度球铰 8 或虎克铰，所述加工刀具 3 及电主轴 9 都固定在运动平

台 5 上,可以实现加工刀具 3 相对于下平台 4 的 Z 向移动和绕运动平台 5 的 X 轴和 Y 轴的转动;所述平台基座设置在三自由度 RPS 机构的下方,它是一自由度平台基座,它包括底座 2-2 和设置在底座 2-2 上的移动平台 2-1,所述底座 2-2 的上表面设有 Y 向导轨 2-4,通过电机 2-5 可带动移动平台 2-1 在导轨 2-4 上作 Y 方向运动;将待加工工件固定在移动平台 2-1 上,可以实现待加工工件相对于底座 2-2 的一维运动。所述导轨、伸缩杆、加工刀具都通过各自的电机驱动,通过上述结构即可实现刀具对工件的加工。

具体实施方式四:本实施方式为六自由度数控铣床,它在结构上与具体实施方式三不同之处在于,参照图 3,在移动平台 2-1 上设有数控转台,所述数控转台是由分别设置在移动平台 2-1 两端的数控转轴 10-1 组成。由于该方案增加了一个转台,所以为六自由度铣床。本实施方式的其它部分与具体实施方式三完全相同。工作的时候,将待加工工件通过卡具固定在数控转轴 10-1 上,开启控制数控转轴 10-1 转动的电机,数控转轴 10-1 即会带动待加工工件旋转,这样可以实现长条形工件的回转加工,从而提高加工效率。

本发明所述“三自由度 RPS 机构”中的“RPS”是指转动副-移动副-球铰副。

另外,本发明中“所述底座 2-2 的上表面设有 X 向导轨 2-3,所述移动平台 2-1 的上表面设有 Y 向导轨 2-4”,由于其目的在于控制三自由度 RPS 机构可以实现 X 方向和 Y 方向的运动,所以即使底座 2-2 上设置的是 Y 向导轨和移动平台 2-1 上设置 X 向导轨,也都可以实现发明目的,所以也应在本发明的保护范围之内。

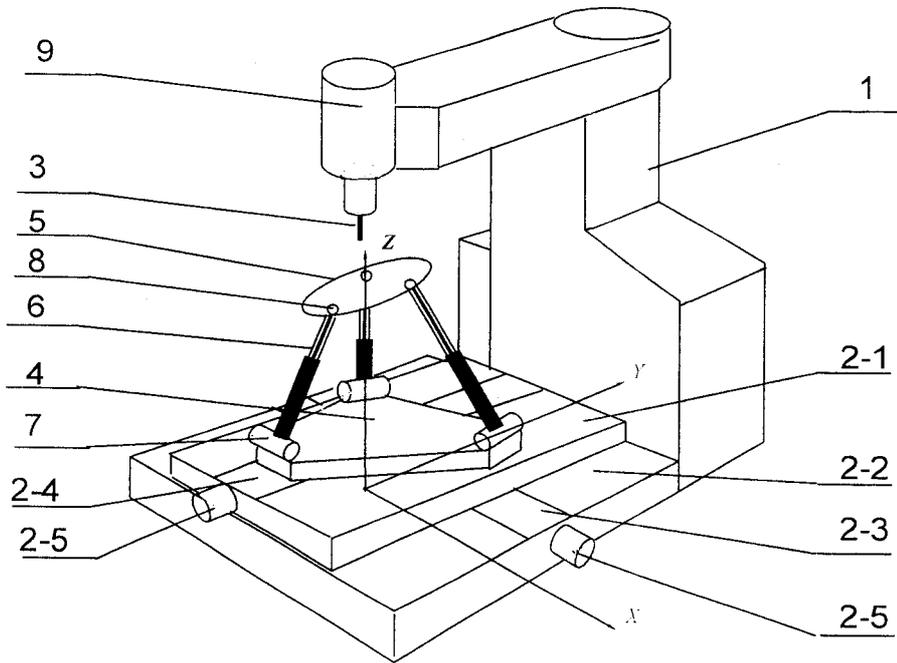


图 1

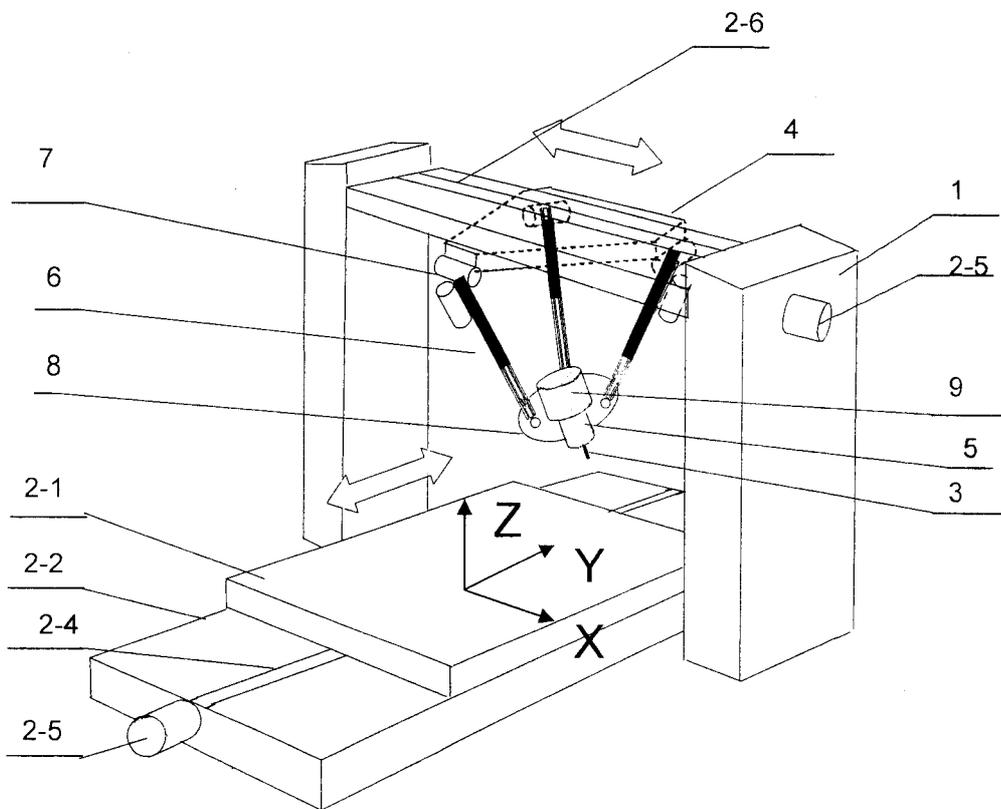


图 2

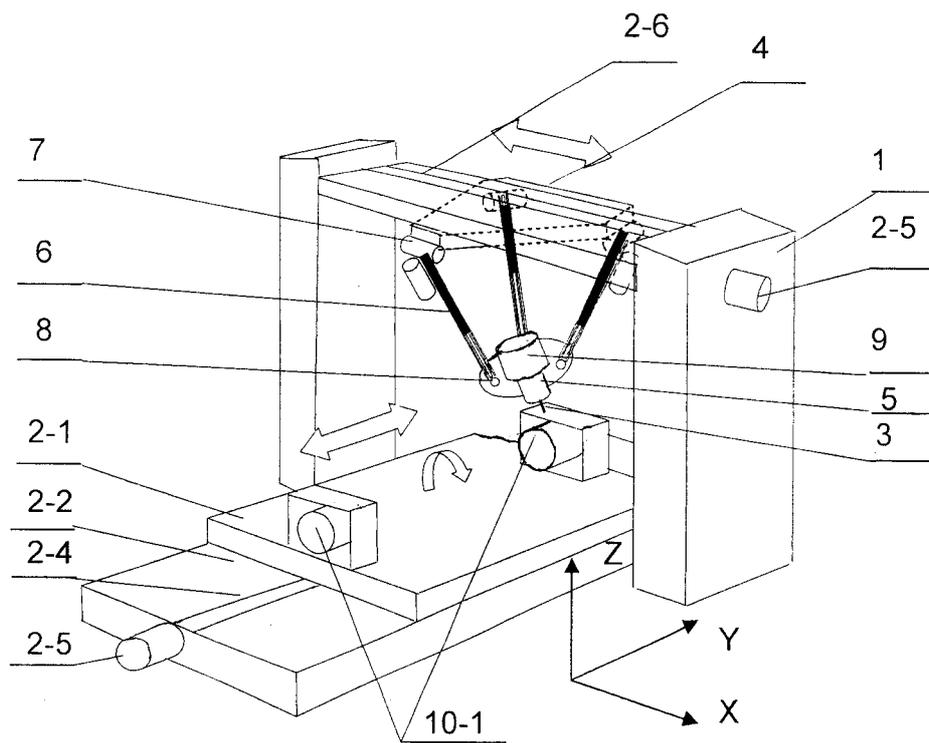


图 3