

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.⁷
B23Q 1/48 B23Q 41/04

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00105932.7

[45] 授权公告日 2002 年 10 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1092092C

[22] 申请日 2000.4.21 [21] 申请号 00105932.7

[73] 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园

[72] 发明人 汪劲松 刘辛军 段广洪 叶佩青

[56] 参考文献

CNA1212197 1999. 3. 31 B23Q41/04

USA5354158 1994. 11. 11 B23C1/06 B25J11/00

审查员 王冬杰

[74] 专利代理机构 北京清亦华专利事务所

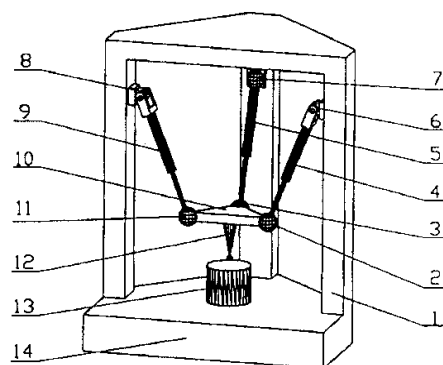
代理人 廖元秋

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

[54] 发明名称 两维移动一维转动空间三轴并联机床结构

[57] 摘要

本发明属于机械制造领域,包括固定台、运动台、连接固定台与运动台的分支,运动台通过三个分支与固定台连接,三个分支中的两个分支各含有一个三自由度球铰和两个单自由度运动副;第三个分支含有一个单自由度运动副和两个虎克铰;运动台上装有刀具,三个分支与运动台和固定台连接的三个端点不在一条直线上。本发明具有高刚度,高精度,低运动质量,高动态性能,构造简单,相同零件数量多,成本低,易制造等特点。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1、一种两维移动一维转动空间三轴并联机床结构，包括固定台、运动台、连接固定台与运动台的分支，其特征在于：运动台通过三个分支与固定台连接，所说的三个分支中的两个分支各含有一个三自由度球铰和两个单自由度运动副；第三个分支含有一个单自由度运动副和两个虎克铰；所说的运动台上装有刀具，所说的三个分支与运动台和固定台连接的三个端点不在一条直线上。

2、按照权利要求 1 所说的空间三轴并联机床结构，其特征在于：所说的三个分支采用定长连杆，所说的单自由度运动副由滑道和滑块构成，所说的滑道固定在固定台的台面板上，所说的滑块装在滑道上，其中的两个分支的滑块上装有转动副，另一端通过三自由度球铰链与运动台相连；另外一个分支的滑块上装有虎克铰，另一端通过虎克铰与运动台相连。

3、按照权利要求 1 所说的空间三轴并联机床结构，其特征在于：所说的分支均采用伸缩连杆构成单自由度运动副，其中的两支连杆与固定台的连接为转动副，与运动台的连接为三自由度球铰链；另外的一支连杆分别通过虎克铰与固定台和运动台相连。

4、按照权利要求 1 所说的空间三轴并联机床结构，其特征在于：第一、二分支采用定长连杆，所说的单自由度运动副由滑道和滑块构成，所说的滑道固定在固定台的台面板上，所说的滑块装在滑道上，滑块上装有转动副，另一端通过三自由度球铰链与运动台相连；第三个分支采用伸缩连杆构成单自由度运动副，其两端分别通过虎克铰与固定台和运动台相连。

5、按照权利要求 1 所说的空间三轴并联机床结构，其特征在于：第一、二分支采用伸缩连杆构成单自由度运动副，该两支连杆与固定台的连接为转动副，与运动台的连接为三自由度球铰链；第三个分支采用定长连杆，所说的单自由度运动副由滑道和滑块构成，所说的滑道固定在固定台的台面板上，所说的滑块装在滑道上，该分支的滑块上装有虎克铰，另一端通过虎克铰与运动台相连。

说明书

两维移动一维转动空间三轴并联机床结构

本发明属于机械制造领域,特别涉及一种能够设计成立、卧式的两维移动一维转动的空间三自由度三轴并联机床。

近十年来,国际上出现了一种新概念机床——虚拟轴机床(Virtual Axis Machine Tool),也称之为六条脚机床(6-Leg Machine Tool)或并联机床(Parallel Machine Tool)。虚拟轴机床是国际上数控研究领域非常关注的热点课题,国内外学者作大量的研究工作。虚拟轴数控机床是知识密集、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。并联机床采用并联结构,可以实现多坐标联动数控加工、装配和测量等多种功能,具有模块化程度高、运动部件质量轻、精度高,响应快,制造成本低等优点。与传统机床相比,虚拟轴机床因采用了刀具运动的形式,从而改善了其速度、加速度、精度和刚度等性能。

并联机械结构在 40 年代末就已经提出,在 60 年被重新发掘出来应用在飞行模拟器上,在 70 年代末、80 年代初开始成为研究热点。随着理论研究的不断深入以及并联机构所具有的明显的优点,国际上的一些大公司及相关院校相继提出把并联机构用于制造行业的加工机床上,这是对具有 200 余年历史的一成不变按笛卡儿坐标体系设计机床的传统的强烈冲击,人们认为并联机床将是 21 世纪新概念机床的形式。在 1994 年芝加哥国际制造技术展览会(IMITS'94)上,美国积竹斯与莱威斯(Giddings & Lewis)公司和 因阁塞耳(Ingersoll)公司第一次在世界上展出了 VARIAX 和 HOM600 虚拟轴机床。在这之后国内外许多学者和著名的机床制造厂都非常关注虚拟轴机床的设计理论研究和样机的研制。在 97 年的欧洲国际机床展览会(EMO'97)上,美国、日本、德国、瑞士、俄罗斯等大学和机床制造商展出了 10 余台并联机床样机。

从国内外并联机床产品与技术发展的概况看,大多采用一般的斯帝瓦特(Stewart)六自由度并联机器人机构来实现五轴运动,这种构型不仅运动学、动力学、精度、误差分析等关键技术难以解决,而且浪费了一个轴的驱动与传动装置增加了制造成本。近几年来,少自由度(自由度少于 6)的并联构型制造装备越来越得到人们的重视,并且这类产品在生产中更有应用前景。现有专利和产品中,三轴并联机床的刀具多只能实现三轴移动,例如天津大学研制了三自由度三轴机床样机是基于 DELTA 机构基础之上的,该机床装有刀具的动平台通过三个分支与固定平台相联接,每个分支具有相同的形式:连接动平台和滑块的六个铰链均为虎克铰,滑块装在固定平台上的滑道内,刀具通过滑块的移动来实现三轴移动的运动。另外,现有机床中,多采用立式结构,只有因阁塞耳(Ingersoll)公司研制出了一台卧式机床。

本发明的目的在于克服现有技术中的不足之处,提供一种两维移动一维转动空

间三轴并联机床结构，可设计成立式和卧式的空间三自由度三轴并联机床。具有高刚度，高精度，低运动质量，高动态性能，构造简单，相同零件数量多，成本低，易制造等特点。

本发明提出的一种两维移动一维转动空间三轴并联机床结构，包括固定台、运动台、连接固定台与运动台的分支，其特征在于：运动台通过三个分支与固定台连接，所说的三个分支中的两个分支各含有一个三自由度球铰和两个单自由度运动副；第三个分支含有一个单自由度运动副和两个虎克铰；所说的运动台上装有刀具，所说的三个分支与运动台和固定台连接的三个端点不在一条直线上。

所说的三个分支可采用定长连杆，所说的单自由度运动副可由滑道和滑块构成，所说的滑道可固定在固定台的台面板上，所说的滑块装在滑道上，其中的两个分支的滑块上可装有转动副，另一端可通过三自由度球铰链与运动台相连；另外一个分支的滑块上可装有虎克铰，另一端可通过虎克铰与运动台相连。

所说的分支均可采用伸缩连杆构成单自由度运动副，其中的两支连杆与固定台的连接可为转动副，与运动台的连接可为三自由度球铰链；另外的一支连杆可分别通过虎克铰与固定台和运动台相连。

本发明所说的三个分支，第一、二分支可采用定长连杆，所说的单自由度运动副由滑道和滑块构成，所说的滑道固定在固定台的台面板上，所说的滑块装在滑道上，滑块上装有转动副，另一端通过三自由度球铰链与运动台相连；第三个分支可采用伸缩连杆构成单自由度运动副，其两端分别通过虎克铰与固定台和运动台相连。

本发明所说的三个分支，第一、二分支可采用伸缩连杆构成单自由度运动副，该两支连杆与固定台的连接可为转动副，与运动台的连接可为三自由度球铰链；第三个分支可采用定长连杆，所说的单自由度运动副可由滑道和滑块构成，所说的滑道可固定在固定台的台面板上，所说的滑块装在滑道上，该分支的滑块上可装有虎克铰，另一端可通过虎克铰与运动台相连。

本发明与现有技术相比有如下优点：

- 1、本发明并联机床与传统的串联式多轴机床相比，具有高刚度，高精度，低运动质量，高动态性能，构造简单，相同零件数量多，成本低，易制造。
- 2、本发明并联机床与现有的六自由度五轴并联机床相比，结构简单系统运动非线性度和耦合度明显降低，控制简单，造价低。
- 3、本发明空间三轴并联机床加工装配工艺性好。
- 4、本发明空间三轴并联机床刀具具有两个移动、一个转动运动，在空间曲面加工中有着广泛的应用前景。
- 5、本发明空间三轴并联机床可以设计成立式或卧式。

附图简要说明：

图1是本发明的空间三轴并联机床结构的实施例之一总体结构示意图；

图2是本发明的空间三轴并联机床结构的实施例之二总体结构示意图；

图3是本发明的空间三轴并联机床结构的实施例之三总体结构示意图；

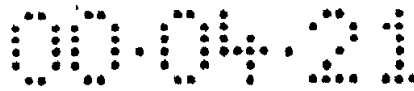


图 4 是本发明的空间三轴并联机床结构的实施例之四总体结构示意图；

下面结合附图对本发明的实施例作进一步详述：

实施例 1：两维移动一维转动空间三轴立式并联机床结构之一

本实施例的总体结构如图 1 所示，运动台 10 通过三支可伸缩连杆 4、5、9 与由框架 1 和底座 14 组成的固定台相连接，其中连杆 4、9 的一端连接运动台 10 的运动副为三自由度球铰 2、11，另一端连接框架 1 的运动副为转动副 6、8；连杆 5 连接运动台 10 和框架 1 的运动副分别为虎克铰 3 和 7。运动台 10 上安装切削刀具 12，底座 14 上装着加工工件 13。运动台 10 和刀具 12 通过三个可伸缩连杆 4、5、9 的移动来实现连杆 4 和 9 所在平面的二维移动和绕铰链 2 与 11 的轴线的转动的三轴运动，从而完成对工件 13 的切削加工。

实施例 2：两维移动一维转动空间三轴立式并联机床结构之二

本实施例的总体结构如图 2 所示，运动台 29 通过三支定长连杆 18、19、28 与由滑板 15、22、25 和底座 33 组成的固定台相连接，其中连杆 18、28 的一端连接运动台 29 的运动副为三自由度球铰 16、30，另一端连接滑块 20、26 的运动副为转动副 21、27，滑块 20、26 装在两滑板 15、25 的滑道内；连杆 19 连接运动台 29 和滑块 24 的运动副分别为虎克铰 17 和 23，滑块 24 装在滑板 22 的滑道内。运动台 29 上安装切削刀具 31，底座 33 上装着加工工件 32。运动台 29 和刀具 31 通过三个滑块 20、24、26 的移动来实现连杆 18 和 28 所在平面的二维移动和绕铰链 16 与 30 轴线的转动的三轴运动，从而完成对工件 32 的切削加工。

实施例 3：两维移动一维转动空间三轴立式并联机床结构之三

本实施例的总体结构如图 3 所示，运动台 47 通过三支连杆 37、38、46 与后板 41、两侧滑板 34 与 43 和底座 51 组成的固定台相连接，其中两支定长连杆 37、46 的一端连接运动台 47 的运动副为三自由度球铰 35、48，另一端连接滑块 40、44 的运动副为转动副 39、45，滑块 40、44 装在两侧滑板 34、43 的滑道内；另一支可伸缩连杆 38 连接运动台 47 和后板 41 的运动副分别为虎克铰 36 和 42。运动台 47 上安装切削刀具 49，底座 51 上装着加工工件 50。运动台 47 和刀具 49 通过一个可伸缩连杆 38 和两个滑块 40、44 的移动来实现连杆 37 和 46 所在平面的二维移动和绕铰链 35 与 48 轴线的转动的三轴运动，从而完成对工件 50 的切削加工。

实施例 4：两维移动一维转动空间三轴卧式并联机床结构

本实施例的总体结构如图 4 所示，运动台 63 通过三支定长连杆 56、58、66 与由滑板 52、61、57 和底座 70 组成的固定台相连接，其中连杆 56、66 的一端连接运动台 63 的运动副为三自由度球铰 53、68，另一端连接滑块 54、65 的运动副为转动副 55、64，滑块 54、65 装在两滑板 52、57 的滑道内；连杆 58 连接运动台 63 和滑块 60 的运动副分别为虎克铰 62 和 59，滑块 60 装在滑板 61 的滑道内。运动台 63 上安装切削刀具 67，底座 70 上装着加工工件 69。运动台 63 和刀具 67 通过三个滑块 54、60、65 的移动来实现连杆 56 和 67 所在平面的二维移动和绕铰链 53 与 68 轴线的转动的三轴运动，从而完成对工件 69 的切削加工。

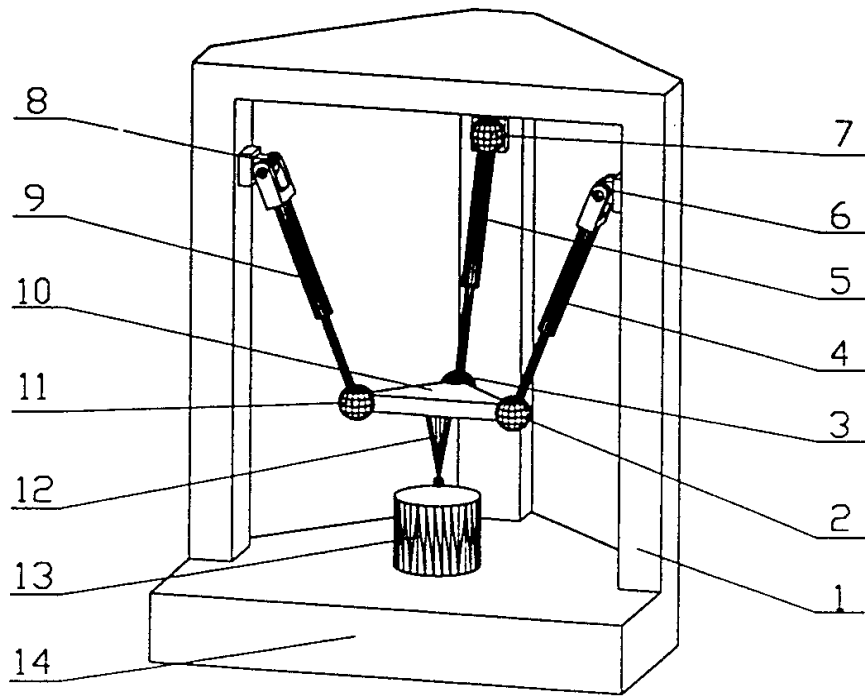


图 1

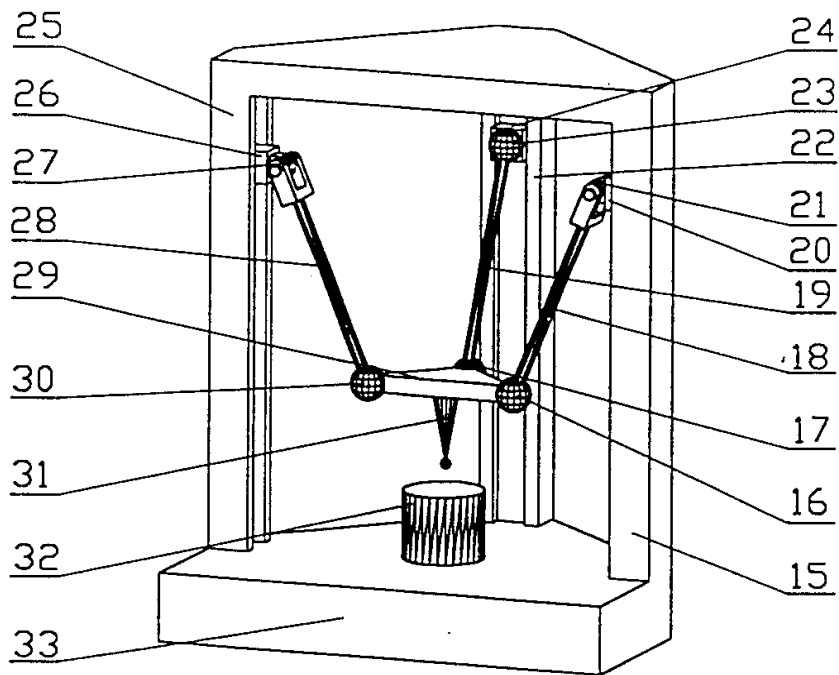


图 2

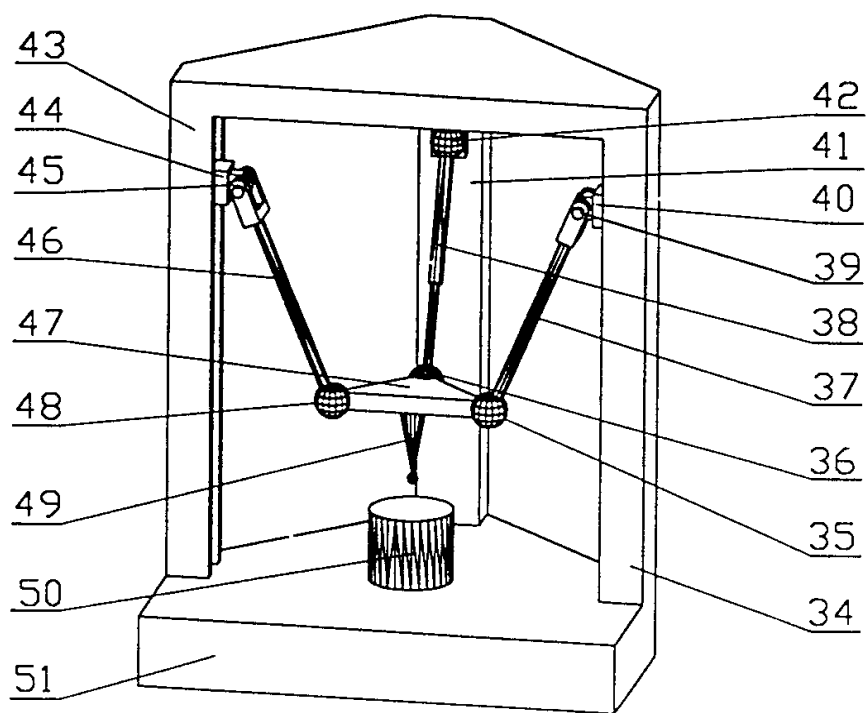


图 3

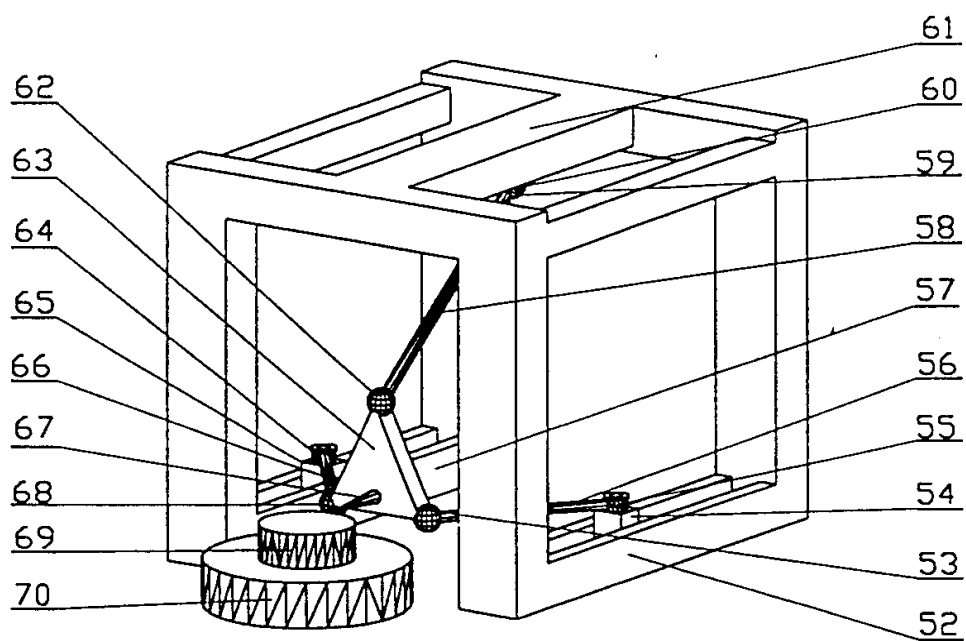


图 4