

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101915679 A

(43) 申请公布日 2010. 12. 15

(21) 申请号 201010246643. 6

(22) 申请日 2010. 08. 06

(71) 申请人 西安理工大学

地址 710048 陕西省西安市金花南路 5 号

(72) 发明人 黄玉美 杨新刚 惠烨 赵锐

(74) 专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214

代理人 罗笛

(51) Int. Cl.

G01M 19/00 (2006. 01)

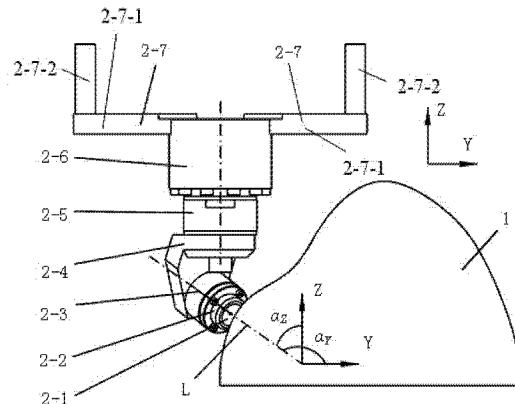
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

加工中心多轴联动变位加载装置及静刚度分布的检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种加工中心多轴联动变位加载装置，包括受载试件和施载组件，施载组件由钢球、盖、球座、弯板、力传感器、连接件 A 及连接件 B 组成。连接件 A 与加工中心的刀柄固定连接，刀柄拉紧在主轴的锥孔内，同时连接件 A 通过连接件 B 与主轴壳体连接。利用该装置进行静刚度分布的检测方法，通过多轴联动运动将施载组件和受载试件运动到预先设置加载位置，并使受载试件的受载面在受载点处的法线与球座轴线一致；由安装在主轴、主轴壳体及工作台上的位移传感器检测的位移和施载组件的力传感器检测的模拟载荷可求出该加载位置的模拟负载下的刚度；通过多轴联动变更加载位置，依次重复上述过程，即得到模拟负载下的刚度分布。



1. 一种加工中心多轴联动变位加载装置,其特征在于:包括受载试件(1)和模拟加载的施载组件(2);所述受载试件(1)上设置有受载面;所述施载组件(2)包括钢球(2-1)、盖(2-2)、球座(2-3)、弯板(2-4)、力传感器(2-5)和连接件A(2-6);球座(2-3)的一端固定连接有盖(2-2),钢球(2-1)内置在盖(2-2)和球座(2-3)里,且钢球(2-1)的一部分位于盖(2-2)外部;球座(2-3)的另一端与弯板(2-4)的一端固定连接,弯板(2-4)的另一端与力传感器(2-5)的一端固定连接,力传感器(2-5)的另一端与连接件A(2-6)固定连接。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:所述连接件A(2-6)上还设置有连接件B(2-7);连接件A(2-6)为圆柱形,连接件B(2-7)由左连接构件和右连接构件组成;左连接构件和右连接构件分别由水平设置的横杆(2-7-1)和设置在横杆(2-7-1)上且与横杆(2-7-1)垂直的竖杆(2-7-2)组成;左连接构件和右连接构件同时固定在连接件A(2-6)上,且是以连接件A(2-6)中轴线为对称线的对称结构。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:所述受载试件(1)的受载面为任意形状。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:该多轴联动变位加载装置用于车铣复合加工中心。

5. 根据权利要求2所述的装置,其特征在于:该多轴联动变位加载装置用于各种立式加工中心、卧式加工中心。

6. 利用权利要求1所述的多轴联动变位加载装置进行静刚度分布的检测方法,其特征在于:当该变位加载装置用于车铣复合加工中心检测静刚度分布时,该变位加载装置的结构是:

包括受载试件(1)和模拟加载的施载组件(2);所述受载试件(1)上设置有受载面;所述施载组件(2)包括钢球(2-1)、盖(2-2)、球座(2-3)、弯板(2-4)、力传感器(2-5)和连接件A(2-6);球座(2-3)的一端固定连接有盖(2-2),钢球(2-1)内置在盖(2-2)和球座(2-3)里,且钢球(2-1)的一部分位于盖(2-2)外部;球座(2-3)的另一端与弯板(2-4)的一端固定连接,弯板(2-4)的另一端与力传感器(2-5)的一端固定连接,力传感器(2-5)的另一端与连接件A(2-6)固定连接;

利用上述装置,进行静刚度分布检测的步骤是,

先将施载组件(2)的连接件A(2-6)与刀柄(4)固定连接,刀柄(4)拉紧在主轴(5)的锥孔内;再将受载试件(1)安装在工作台(3)上;在主轴(5)、主轴壳体(6)及工作台(3)上分别安装位移传感器;然后通过多轴联动运动将施载组件(2)和受载试件(1)运动到预先设置的第一个加载位置,并使受载试件(1)的受载面在受载点处的法线与球座(2-3)轴线L方向一致;通过多轴联动运动的微调,施载组件(2)对受载试件(1)受载面上的受载点施加模拟载荷;由位移传感器检测的位移和施载组件(2)的力传感器(2-5)检测的模拟载荷可求出该加载位置在模拟负载下的刚度;然后再通过多轴联动运动将施载组件(2)和受载试件(1)运动到下一个加载位置,并使受载试件(1)的受载面在受载点处的法线与球座(2-3)轴线L方向一致,即通过多轴联动变更加载位置,再检测下一个加载位置的刚度;重复上述过程,依次检测各个加载位置的刚度,即得到模拟负载下的刚度分布。

7. 利用权利要求2所述的多轴联动变位加载装置进行静刚度分布的检测方法,其特征在于:当该变位加载装置用于立式加工中心、卧式加工中心检测静刚度分布时,该变位加载装置的结构是:

包括受载试件(1)和模拟加载的施载组件(2);所述受载试件(1)上设置有受载面;所述施载组件(2)包括钢球(2-1)、盖(2-2)、球座(2-3)、弯板(2-4)、力传感器(2-5)和连接件A(2-6);球座(2-3)的一端固定连接有盖(2-2),钢球(2-1)内置在盖(2-2)和球座(2-3)里,且钢球(2-1)的一部分位于盖(2-2)外部;球座(2-3)的另一端与弯板(2-4)的一端固定连接,弯板(2-4)的另一端与力传感器(2-5)的一端固定连接,力传感器(2-5)的另一端与连接件A(2-6)固定连接;连接件A(2-6)上还设置有连接件B(2-7);连接件A(2-6)为圆柱形,连接件B(2-7)由左连接构件和右连接构件组成;左连接构件和右连接构件分别由水平设置的横杆(2-7-1)和设置在横杆(2-7-1)上且与横杆(2-7-1)垂直的竖杆(2-7-2)组成;左连接构件和右连接构件同时固定在连接件A(2-6)上,且是以连接件A(2-6)中轴线为对称线的对称结构;

利用上述装置,进行静刚度分布检测的步骤是,

先将施载组件(2)的连接件A(2-6)与刀柄(4)固定连接,刀柄(4)拉紧在主轴(5)的锥孔内,设置在连接件A(2-6)上的连接件B(2-7)通过竖杆(2-7-2)与主轴壳体(6)连接;再将受载试件(1)安装在工作台(3)上;在主轴(5)、主轴壳体(6)及工作台(3)上分别安装位移传感器;然后通过多轴联动运动将施载组件(2)和受载试件(1)运动到预先设置的第一个加载位置,并使受载试件(1)的受载面在受载点处的法线与球座(2-3)轴线L方向一致;通过多轴联动运动的微调,施载组件(2)对受载试件(1)受载面上的受载点施加模拟载荷;由位移传感器检测的位移和施载组件(2)的力传感器(2-5)检测的模拟载荷可求出该加载位置在模拟负载下的刚度;然后再通过多轴联动运动将施载组件(2)和受载试件(1)运动到下一个加载位置,并使受载试件(1)的受载面在受载点处的法线与球座(2-3)轴线L方向一致,即通过多轴联动变更加载位置,检测下一个加载位置的刚度;重复上述过程,依次检测各个加载位置的刚度,即得到模拟负载下的刚度分布。

加工中心多轴联动变位加载装置及静刚度分布的检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于在加工作业空间不同位置进行模拟加载条件下的数控机床静刚度检测技术,具体涉及一种加工中心多轴联动变位加载装置及静刚度分布的检测方法。

背景技术

[0002] 在机床加工作业空间,随着加工点位置的变化使机床构件承载位置及载荷大小(包括力和力矩)发生变化,机床静刚度发生变化。不同加工位置的静刚度变化可以用刚度分布描述。静刚度的大小及静刚度分布直接影响加工精度(特别是刚度分布直接影响加工表面的形状精度),同时影响机床的振动特性。

[0003] 在设计阶段可以用解析的方法预测设计方案的静刚度及静刚度分布情况,然后根据预测结果进行设计方案修改,从而提高刚度及改善刚度分布。

[0004] 数控机床静刚度检测试验的用途之一是为评价机床静刚度提供数据;另一用途是考核验证静刚度及静刚度分布预测方法和方案修改方法的正确性,为研究和改进预测及方案修改方法提供试验手段。

[0005] 对于多轴联动数控机床,不同的数控机床,加工表面形成原理不同,其进给系统伺服轴的运动功能不同,保持各个数控轴严格运动关系的联动轴个数及联动关系不同;各种多轴联动数控机床所承受的载荷性质、不同加工位置载荷的变化规律及各个方向的载荷之间的比例不同。因此各种多轴联动数控机床模拟加载装置及对应的检测方法不同。如具有Z轴、Y轴及X轴三个直线运动和C轴、A轴两个回转运动的5轴加工中心,通过Z、Y、X、C、A五轴联动可以加工各种类型的复杂表面。实际加工时在加工点有三向切削力,工作台的载荷是通过工件传递过来的,工作台将会承受六项切削载荷(三个力 F_x, F_y, F_z 和三个力矩 M_x, M_y, M_z);同理主轴也将承受六项切削载荷。

[0006] 机床静刚度试验是采用模拟载荷代替切削加工载荷。国内外现有的加工中心静刚度检测装置及检测方法只能检测一个确定位置的静刚度,不能检测静刚度分布。5轴加工中心通过Z、Y、X、C、A五轴联动可以加工各种类型的复杂表面,加工时加工点位置在变化,Z、Y、X、C、A五轴部件的位置随之变化,因此主轴一侧和工作台一侧的静刚度都将随着工件加工点位置变化而将变化。刚度变化直接影响加工表面的形状精度,因此需要检测加工中心的静刚度分布。

[0007] 国内外现有的加工中心静刚度检测装置及检测方法不能对主轴施加六项模拟载荷,因此主轴一侧不能完全模拟切削载荷。工作台与主轴承受的是载荷与反载荷的关系,故工作台一侧虽然可以施加六项模拟载荷,但不能完全模拟切削载荷,机床静刚度试验是采用模拟载荷代替切削加工载荷的,在加载点施加三向模拟力,期望加工中心的主轴一侧和工作台一侧都能够承受完全模拟切削载荷的六项模拟载荷。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种加工中心多轴联动变位加载装置,以解决现有的加工中

心静刚度检测装置只能检测一个确定点的静刚度,不能检测静刚度分布及不能完全模拟切削载荷的问题。

[0009] 本发明的另一个目的是提供利用上述多轴联动变位加载装置进行静刚度分布检测的方法。

[0010] 本发明所采用的技术方案为,一种加工中心多轴联动变位加载装置,包括受载试件和模拟加载的施载组件;受载试件上设置有受载面;施载组件包括钢球、盖、球座、弯板、力传感器和连接件A;球座的一端固定连接有盖,钢球内置在盖和球座里,且钢球的一部分位于盖外部;球座的另一端与弯板的一端固定连接,弯板的另一端与力传感器的一端固定连接,力传感器的另一端与连接件A固定连接。

[0011] 其中,连接件A上还设置有连接件B;连接件A为圆柱形,连接件B由左连接构件和右连接构件组成;左连接构件和右连接构件分别由水平设置的横杆和设置在横杆上且与横杆垂直的竖杆组成;左连接构件和右连接构件同时固定在连接件A上,且是以连接件A中轴线为对称线的对称结构。

[0012] 其中,受载试件的受载面为任意形状。

[0013] 另外,该多轴联动变位加载装置用于各种立式加工中心、卧式加工中心或车铣复合加工中心。

[0014] 本发明所采用的另一个技术方案为,当该变位加载装置用于车铣复合加工中心检测静刚度分布时,该变位加载装置的结构是:

包括受载试件和模拟加载的施载组件;受载试件上设置有受载面;施载组件包括钢球、盖、球座、弯板、力传感器和连接件A;球座的一端固定连接有盖,钢球内置在盖和球座里,且钢球的一部分位于盖外部;球座的另一端与弯板的一端固定连接,弯板的另一端与力传感器的一端固定连接,力传感器的另一端与连接件A固定连接;

利用上述装置,进行静刚度分布检测的步骤是,

先将施载组件的连接件A与刀柄固定连接,刀柄拉紧在主轴的锥孔内;再将受载试件安装在工作台上;在主轴、主轴壳体及工作台上分别安装位移传感器;然后通过多轴联动运动将施载组件和受载试件运动到预先设置的第一个加载位置,并使受载试件的受载面在受载点处的法线与球座轴线L方向一致;通过多轴联动运动的微调,施载组件对受载试件受载面上的受载点施加模拟载荷;由位移传感器检测的位移和施载组件的力传感器检测的模拟载荷可求出该加载位置在模拟负载下的刚度;然后再通过多轴联动运动将施载组件和受载试件运动到下一个加载位置,并使受载试件的受载面在受载点处的法线与球座轴线L方向一致,即通过多轴联动变更加载位置,再检测下一个加载位置的刚度;重复上述过程,依次检测各个加载位置的刚度,即得到模拟负载下的刚度分布。

[0015] 本发明所采用的还有一个技术方案为,当该变位加载装置用于立式加工中心、卧式加工中心检测静刚度分布时,该变位加载装置的结构是:

包括受载试件和模拟加载的施载组件;受载试件上设置有受载面;所述施载组件包括钢球、盖、球座、弯板、力传感器和连接件A;球座的一端固定连接有盖,钢球内置在盖和球座里,且钢球的一部分位于盖外部;球座的另一端与弯板的一端固定连接,弯板的另一端与力传感器的一端固定连接,力传感器的另一端与连接件A固定连接;连接件A上还设置有连接件B;连接件A为圆柱形,连接件B由左连接构件和右连接构件组成;左连接构件和右连接构件同时固定在连接件A上,且是以连接件A中轴线为对称线的对称结构。

接构件分别由水平设置的横杆和设置在横杆上且与横杆垂直的竖杆组成；左连接构件和右连接构件同时固定在连接件 A 上，且是以连接件 A 中轴线为对称线的对称结构；

利用上述装置，进行静刚度分布检测的步骤是，

先将施载组件的连接件 A 与刀柄固定连接，刀柄拉紧在主轴的锥孔内，设置在连接件 A 上的连接件 B 通过竖杆与主轴壳体连接；再将受载试件安装在工作台上；在主轴、主轴壳体及工作台上分别安装位移传感器；然后通过多轴联动运动将施载组件和受载试件运动到预先设置的第 1 个加载位置，并使受载试件的受载面在受载点处的法线与球座轴线 L 方向一致；通过多轴联动运动的微调，施载组件对受载试件受载面上的受载点施加模拟载荷；由位移传感器检测的位移和施载组件的力传感器检测的模拟载荷可求出该加载位置在模拟负载下的刚度；然后再通过多轴联动运动将施载组件和受载试件运动到下一个加载位置，并使受载试件的受载面在受载点处的法线与球座轴线 L 方向一致，即通过多轴联动变更加载位置，检测下一个加载位置的刚度；重复上述过程，依次检测各个加载位置的刚度，即得到模拟负载下的刚度分布。

[0016] 本发明的有益效果是：可以施加模拟全（包括力及力矩）载荷；可通过多轴联动运动变换加载位置，能够检测加工中心的静刚度分布；可以通过设计及调整改变施载组件的球座轴线方向，可以设计各种受载试件的加工表面形状，从而满足不同模拟载荷比例和不同联动轴数（可 3 轴～5 轴联动）的试验要求。

附图说明

[0017] 图 1 为典型的 5 轴联动加工中心的运动功能示意图；

图 2 是本发明多轴联动变位全载荷模拟加载装置组成及安装连接示意图；

图 3 是本发明多轴联动变位全载荷模拟加载装置的施载组件结构示意图；

图 4 是本发明实施例 1 多轴联动变位全载荷模拟加载装置结构示意图；

图 5 是本发明实施例 2 多轴联动变位全载荷模拟加载装置结构示意图。

[0018] 图中，1. 受载试件，2. 施载组件，3. 工作台，4. 刀柄，5. 主轴，6. 主轴壳体，2-1. 钢球，2-2. 盖，2-3. 球座，2-4. 弯板，2-5. 力传感器，2-6. 连接件 A，2-7. 连接件 B，2-7-1. 横杆，2-7-2. 竖杆，7. 主轴部件，8. A 轴部件，9. Z 轴部件，10. X 轴部件，11. 立柱横梁部件，12. C 轴部件，13. Y 轴部件、14. 床身部件，L 为球座轴线。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0020] 图 1 为具有 Z 轴、Y 轴及 X 轴三个直线运动和 C 轴、A 轴两个回转运动的 5 轴加工中心，5 轴加工中心主要由主轴部件 7，A 轴部件 8，Z 轴部件 9、X 轴部件 10、立柱横梁部件 11、C 轴部件 12、Y 轴部件 13、床身部件 14 及工作台 3 等组成，n 为主轴回转运动，是切削运动，不参与联动，作为承载对象的末端执行器为主轴 5 和工作台 3，主轴部件 7 包括刀柄 4，主轴 5，主轴壳体 6（如图 2），刀柄 4 一侧完成 A、Z、X 轴运动，工件安装在工作台 3 上，工件一侧完成 Y、C 轴运动。

[0021] 如图 2 所示，本发明提供了一种加工中心多轴联动变位加载装置，包括受载试件 1 和模拟加载的施载组件 2；受载试件 1 上设置有受载面，受载面可设计成任意形状；如图 5

所示,施载组件 2 包括钢球 2-1、盖 2-2、球座 2-3、弯板 2-4、力传感器 2-5 和连接件 A 2-6;球座 2-3 的一端固定连接有盖 2-2,钢球 2-1 内置在盖 2-2 和球座 2-3 里,且钢球 2-1 的一部分位于盖 2-2 外;球座 2-3 的另一端与弯板 2-4 的一端固定连接,弯板 2-4 的另一端与力传感器 2-5 的一端固定连接,力传感器 2-5 的另一端与连接件 A2-6 固定连接。当将本发明模拟加载装置用于车铣复合加工中心时,将连接件 A2-6 与刀柄 4 固定连接,刀柄 4 拉紧在主轴 5 的锥孔内,将受载试件 1 安装在工作台 3 上,即可对加工中心的静刚度分布进行检测。当将本发明模拟加载装置用于各种立式加工中心和卧式加工中心时,在图 5 所示变位加载装置的基础上,在连接件 A2-6 上再设置连接件 B2-7,如图 3 和 4 所示:连接件 A2-6 的形状为圆柱形,连接件 B2-7 由左连接构件和右连接构件组成;左连接构件和右连接构件分别由水平设置的横杆 2-7-1 和设置在横杆 2-7-1 上且与横杆 2-7-1 垂直的竖杆 2-7-2 组成;左连接构件和右连接构件通过横杆 2-7-1 固定在连接件 A2-6 上,且是以连接件 A2-6 中轴线为对称线的对称结构。将连接件 A2-6 与刀柄 4 固定连接,刀柄 4 拉紧在主轴 5 的锥孔内,设置在连接件 A2-6 上的连接件 B2-7 与通过竖杆 2-7-2 与主轴壳体 6 连接,将受载试件 1 安装在工作台 3 上,即可对加工中心的静刚度分布进行检测。

[0022] 如图 3、4 和 5,根据模拟载荷比例设计球座 2-3 的轴线 L 与 Y、Z 轴成 α_y 和 α_z 倾角,钢球 2-1 与受载试件 1 的受载面为点接触,在点接触处的模拟载荷可分解为三个分力 F_x, F_y, F_z ,倾角 α_y 和 α_z 不同时则 F_x, F_y, F_z 之间的比例不同, F_x, F_y, F_z 等效到工作台和主轴处的力矩 M_x, M_y, M_z 也不同。

[0023] 实施例 1

将本发明变位加载装置用于 5 轴联动立式加工中心或卧式加工中心,其检测加工中心静刚度分布的方法为:如图 2 和图 4 所示,先将施载组件 2 的连接件 A2-6 与刀柄 4 固定连接,刀柄 4 拉紧在主轴 5 的锥孔内,设置在连接件 A2-6 上的连接件 B2-7 通过竖杆 2-7-2 与主轴壳体 6 连接;将受载试件 1 安装在工作台 3 上;安装位移传感器,位移传感器可安装多个,如安装在主轴 5、主轴壳体 6 及工作台 3 上;然后通过 Z、Y、X、C、A 五轴联动运动将施载组件 2 和受载试件 1 运动到预先设置的第一个加载位置,并使受载试件 1 的受载面在受载点处的法线与球座轴线 L 方向一致;通过 Z、Y、X、C、A 轴运动的微调,施载组件 2 对受载试件 1 受载面上的受载点施加模拟载荷;由位移传感器检测的位移和施载组件 2 的力传感器 2-5 检测的模拟载荷可求出该加载位置的模拟负载下的刚度;然后再通过 Z、Y、X、C、A 五轴联动运动将施载组件 2 和受载试件 1 运动到下一个加载位置,并使受载试件 1 的受载面在受载点处的法线与球座 2-3 轴线 L 方向一致,即通过五轴联动变更加载位置,检测下一个加载位置的刚度;依次重复上述过程,即可得到模拟负载下的刚度分布。

[0024] 实施例 2

将本发明变位加载装置用于 5 轴联动车铣复合加工中心,同实施例 1 唯一不同的是,可利用主轴车削时的定位功能,因此不需要连接件 B2-7,其多轴联动变位全载荷模拟加载装置如图 5 所示,只需要将施载组件 2 的连接件 A2-6 与刀柄 4 固定连接,刀柄 4 拉紧在主轴 5 的锥孔内,将受载试件 1 安装在工作台 3 上即可,其检测加工中心静刚度分布的方法与实施例 1 相同,也是通过 Z、Y、X、C、A 五轴联动变更加载位置,在此不做赘述。

[0025] 实施例 3

将本发明变位加载装置用于 X、Y、Z、C 四轴联动加工中心(如图 1 所示的加工中心中无

A 轴),施载组件 2 与加工中心的连接同实施例 1,不同的是通过 X、Y、Z、C 四轴联动变更加载位置。受载试件 1 的受载面形状可以设计得简单些。

[0026] 其中,回转轴轴线平行于 X 轴的回转轴称为 A 轴;回转轴轴线平行于 Y 轴的回转轴称为 B 轴;回转轴轴线平行于 Z 轴的回转轴称为 C 轴。

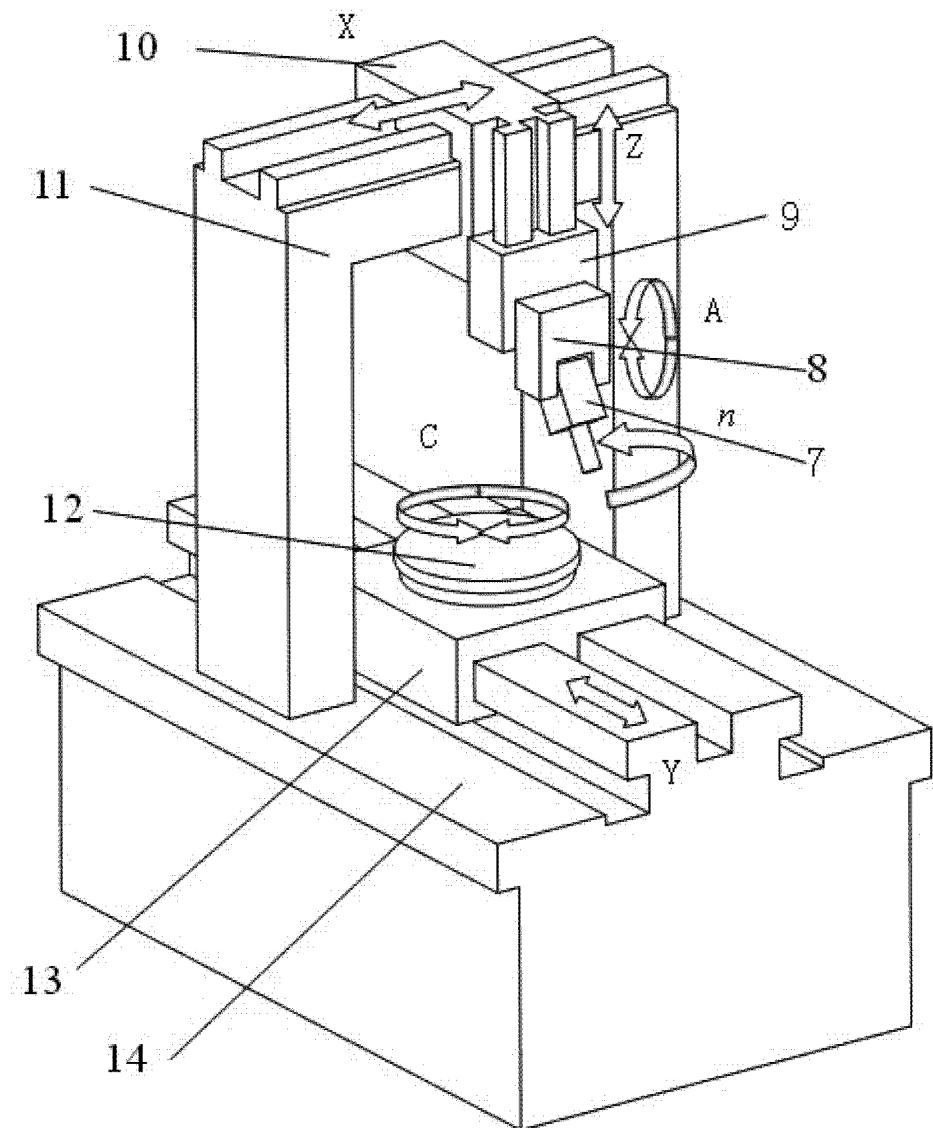


图 1

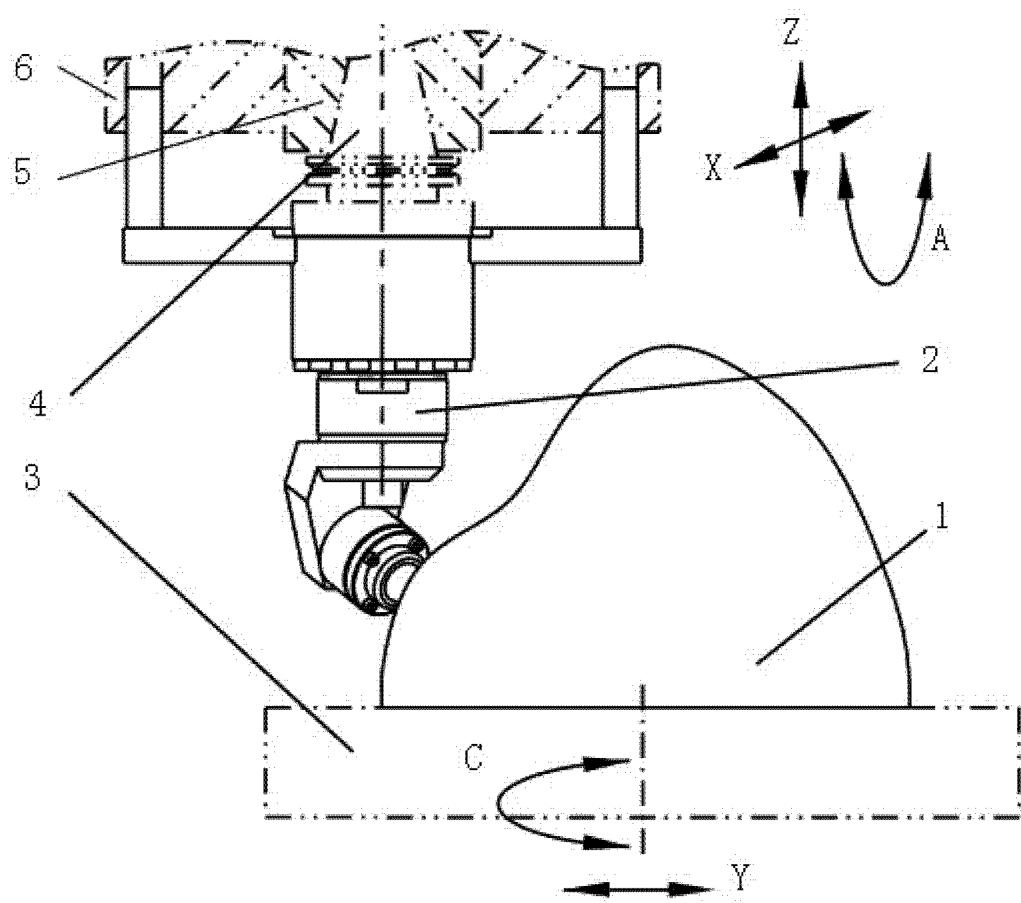


图 2

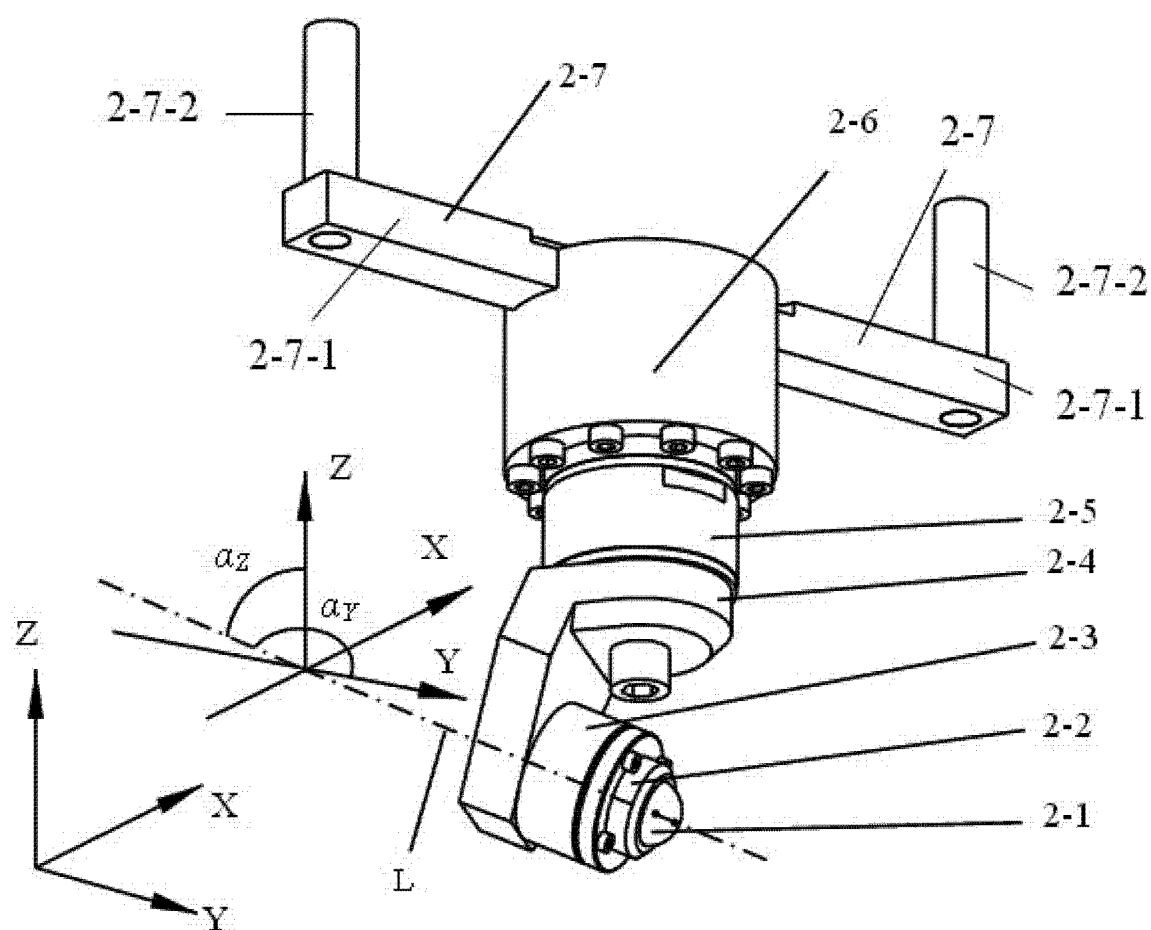


图 3

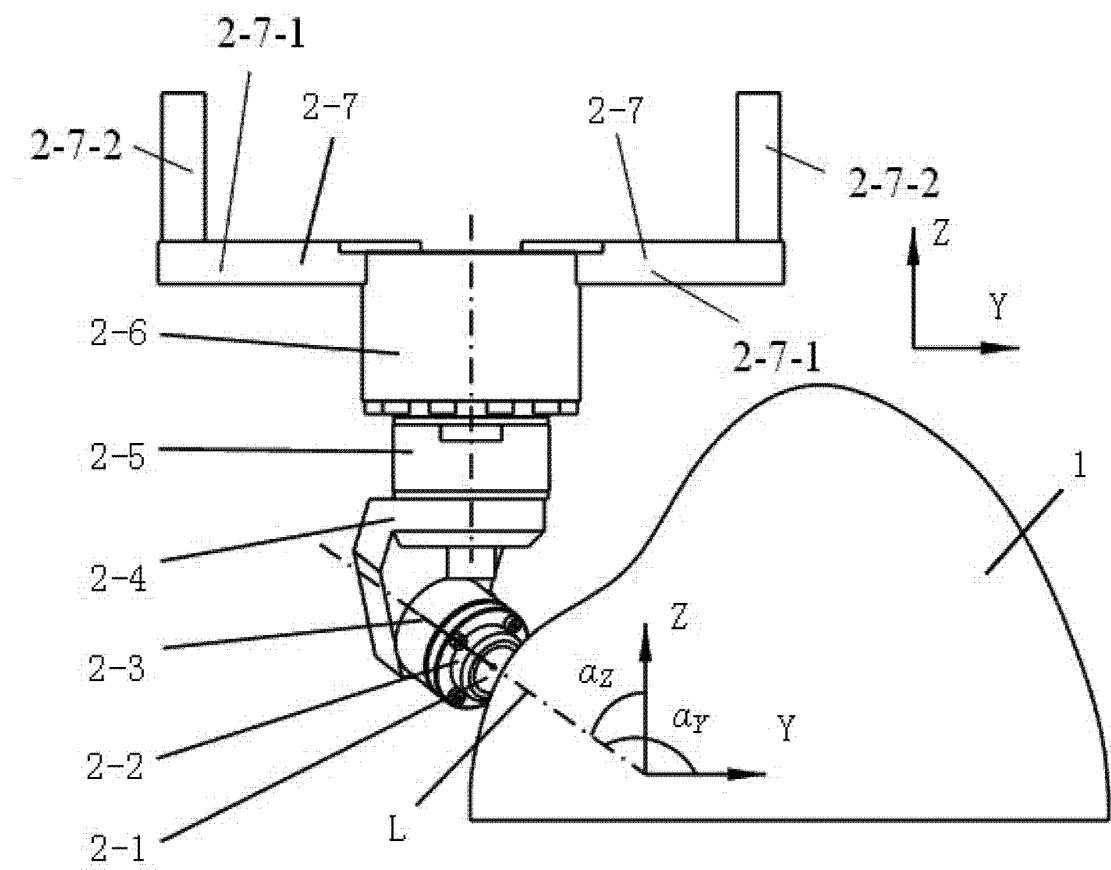


图 4

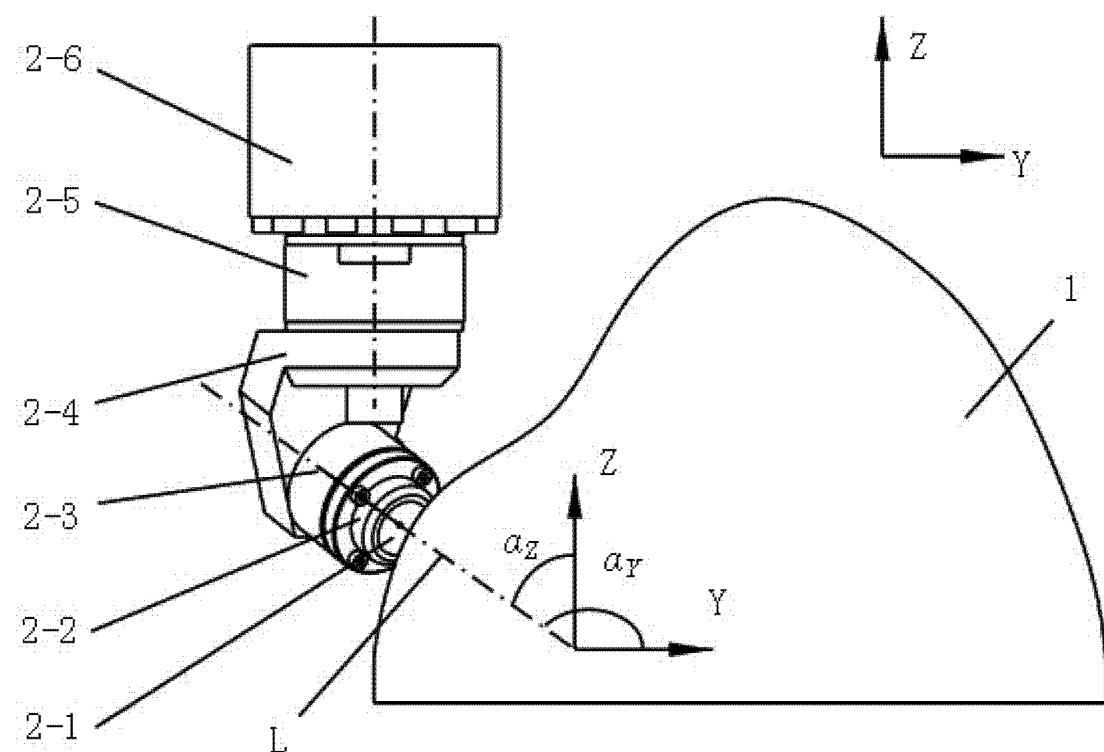


图 5