



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106931915 A

(43)申请公布日 2017.07.07

(21)申请号 201710147058.2

(22)申请日 2017.03.13

(71)申请人 四川大学

地址 610000 四川省成都市武侯区一环路
南一段24号

申请人 成都飞机工业(集团)有限责任公司

(72)发明人 王家序 杨勇 黄彦彦 周青华
熊青春 贺毅 谢靖超 魏子淇
王洪乐

(74)专利代理机构 成都顶峰专利事务所(普通
合伙) 51224

代理人 杨军

(51)Int.Cl.

G01B 11/27(2006.01)

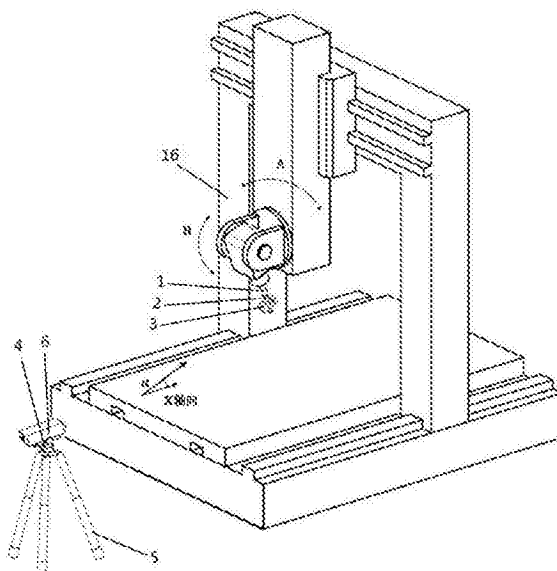
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

一种五轴机床平动轴误差的测量系统及测量方法

(57)摘要

本发明提供了一种五轴机床平动轴误差的测量系统及测量方法,旨在解决采用现有技术进行YZ、ZX、或者XYZ多轴联动直线轨迹误差检测时,光调节过程耗时较长的问题。一种五轴机床平动轴误差的测量系统包括一号夹持组件、反射镜、可调干涉仪楔块、三脚架、激光干涉仪和微调平台;一号夹持组件包括夹持轴杆和安装镜柄;反射镜设置在安装镜柄上,微调平台设置在可调干涉仪楔块上,可调干涉仪楔块设置在三脚架上,三脚架上设有标尺,激光干涉仪设置在微调平台上且垂直于反射镜的镜面发射激光。检测方法包括X轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测方法,Y轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测方法,X轴、Y轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测方法等。



1. 一种五轴机床平动轴误差的测量系统,其特征是:

包括一号夹持组件、反射镜(3)、可调干涉仪楔块(4)、三脚架(5)、激光干涉仪(6)和微调平台;一号夹持组件包括夹持轴杆(1)和安装镜柄(2),安装镜柄(2)通过螺纹连接在夹持轴杆(1)的下方;

反射镜(3)通过可拆的方式设置在安装镜柄(2)上,微调平台设置在可调干涉仪楔块(4)上,可调干涉仪楔块(4)设置在三脚架(5)上,激光干涉仪(6)设置在微调平台上且垂直于反射镜(3)的镜面发射激光。

2. 根据权利要求1所述的一种五轴机床轴误差的测量系统,其特征是:还包括二号夹持组件,二号夹持组件包括固定板(7)、连接螺栓(8)、水平仪(9)、圆柱镜柄(10)和调节架;固定板(7)为正方形的平板,固定板(7)的四个角上均设有定位孔(11),四个定位孔(11)分别位于正方形的四个角上;调节架包括圆柱形的连接座(12)和均布在连接座(12)外侧壁上的四根支杆(13);每根支杆(13)均通过连接螺栓(8)连接在固定板(7)的上表面,每根支杆(13)与固定板(7)之间均设有橡胶垫圈(14);连接座(12)的上方设有安装轴(15),连接座(12)与安装轴(15)同轴且轴线垂直穿过固定板(7)的中心;圆柱镜柄(10)插接在定位孔(11)内,圆柱镜柄(10)上设有刻度,圆柱镜柄(10)的上端通过螺纹连接有蝶型螺母(16),蝶型螺母(16)搭接在固定板(7)的上表面上;固定板(7)的上表面设有水平仪放置平台(17),水平仪(9)放置在水平仪放置平台(17)上。

3. 一种采用权利要求1至2任一所述五轴机床平动轴误差的测量系统的测量五轴机床平动轴误差方法,其特征是:包括X轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测方法:

A、将夹持轴杆(1)与五轴机床主轴装配加紧;

B、五轴机床主轴从竖直状态沿Y轴转动,转动角度为 α ,使反射镜(3)的镜面垂线与X轴之间夹角为 α ,且反射镜(3)的镜面垂线位于机床ZX平面内;

C、通过三脚架(5)调整激光干涉仪(6)的高度,通过可调干涉仪楔块(4)调整激光干涉仪(6)的角度,然后通过微调平台调整激光干涉仪(6),使激光干涉仪(6)发射的激光垂直照射在反射镜(3)的镜面上;

D、五轴机床主轴带动放射镜(3)沿着反射镜(3)的镜面垂线方向移动;主轴沿该方向移动,测量N个点,这N个点的理论的移动距离分别为 $S(1) \sim S(N)$,激光干涉仪(6)测得这N个点的实际移动距离分别为 $S'(1) \sim S'(N)$;

E、根据 $S(1) \sim S(N)$ 和 $S'(1) \sim S'(N)$ 计算得出五轴机床主轴沿X轴和Z轴联动方向的移动误差。

4. 一种采用权利要求1至2任一所述五轴机床平动轴误差的测量系统的测量五轴机床平动轴误差方法,其特征是:包括Y轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测方法:

A、将夹持轴杆(1)与五轴机床主轴装配加紧;

B、五轴机床主轴从竖直状态沿X轴转动,转动角度为 α ,使反射镜(3)的镜面垂线与Y轴之间夹角为 α ,且反射镜(3)的镜面垂线位于机床ZY平面内;

C、通过三脚架(5)调整激光干涉仪(6)的高度,通过可调干涉仪楔块(4)调整激光干涉仪(6)的角度,然后通过微调平台调整激光干涉仪(6),使激光干涉仪(6)发射的激光垂直照射在反射镜(3)的镜面上;

D、五轴机床主轴带动放射镜(3)沿着反射镜(3)的镜面垂线方向移动;主轴沿该方向移

动,测量N个点,这N个点的理论的移动距离分别为 $S(1) \sim S(N)$,激光干涉仪(6)测得这N个点的实际移动距离分别为 $S'(1) \sim S'(N)$;

E、根据 $S(1) \sim S(N)$ 和 $S'(1) \sim S'(N)$ 计算得出五轴机床主轴沿Y轴和Z轴联动方向的移动误差。

5.一种采用权利要求1至2任一所述五轴机床平动轴误差的测量系统的测量五轴机床平动轴误差方法,其特征是:包括X轴、Y轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测方法:

A、将夹持轴杆(1)与五轴机床主轴装配加紧;

B、转动五轴机床主轴,使反射镜(3)的镜面垂线与XY面之间夹角为 β ,且反射镜(3)的镜面垂线在XY面的投影与X轴之间夹角为 γ ;

C、通过三脚架(5)调整激光干涉仪(6)的高度,通过可调干涉仪楔块(4)调整激光干涉仪(6)的角度,然后通过微调平台调整激光干涉仪(6),使激光干涉仪(6)发射的激光垂直照射在反射镜(3)的镜面上;

D、五轴机床主轴带动放射镜(3)沿着反射镜(3)的镜面垂线方向移动;主轴沿该方向移动,测量N个点,这N个点的理论的移动距离分别为 $S(1) \sim S(N)$,激光干涉仪(6)测得这N个点的实际移动距离分别为 $S'(1) \sim S'(N)$;

E、根据 $S(1) \sim S(N)$ 和 $S'(1) \sim S'(N)$ 计算得出五轴机床主轴沿X轴、Y轴和Z轴联动方向的移动误差。

一种五轴机床平动轴误差的测量系统及测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及机械加工设备检测领域,尤其涉及一种测量五轴机床平动轴误差的测量系统及测量方法。

背景技术

[0002] 随着全球制造业水平的不断提高和精密加工技术的广泛应用,五轴数控机床的应用领域不断扩大,对其加工精度的要求也日益提高。数控机床自身的精度是影响加工件精度的重要因素,目前对服役期间的五轴联动机床精度的保持最直接有效的方法是:定期对机床进行几何误差检测、辨识计算并实施补偿。

[0003] 误差检测是对机床进行有效的误差补偿的重要前提,不论采取何种误差辨识算法和后期补偿手段,都需要完成对机床的误差检测。目前,一般使用激光干涉仪对五轴数控机床平动轴进行误差检测;同时,基于激光干涉仪国内外学者也提出了许多误差辨识方法。不论是12线法、14线法、15线法、22线法等传统辨识算法,还是新近提出的13线法,都需要进行两轴或三轴联动轨迹即面对角线或体对角线定位精度的检测。

[0004] 普通激光干涉仪主要由激光干涉仪、反射镜、干涉镜、安装镜柄、磁性表座、微调平台以及三脚架等组成,由于不包含通用的夹具,将给误差检测带来诸多不便。进行单轴误差检测时,一般通过磁性表座将反射镜固定在主轴上进行一次检测,接着多次变更反射镜的位置,沿该轴方向测量多组数据。这种手动变换磁性表座的位置最主要的弊端是:不能对各个不同测点精确定位,而测点之间的相对位置不精确将直接降低误差辨识结果的准确性。更大的问题在于:进行YZ、ZX、或者XYZ多轴联动直线轨迹误差检测时,由于该测量轨迹与水平面呈一定夹角设为 α ,需要调整激光干涉仪和反射镜使其光路方向与水平面呈 α 夹角,这个对光调节过程即便经验丰富的操作人员也耗时相当冗长,经验欠缺的操作者可能总也调不好,这不仅不能满足高效的生产要求,而且会因为测量时间跨度过大机床温度发生变化而降低各组测量数据的等温性。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种五轴机床平动轴误差的测量系统及测量方法,旨在解决采用现有技术进行YZ、ZX、或者XYZ多轴联动直线轨迹误差检测时,光调节过程耗时较长的问题。

[0006] 为了解决以上技术问题,本发明通过以下技术方案实现:

[0007] 一种五轴机床平动轴误差的测量系统,包括一号夹持组件、反射镜、可调干涉仪楔块、三脚架、激光干涉仪和微调平台;一号夹持组件包括夹持轴杆和安装镜柄,安装镜柄通过螺纹连接在夹持轴杆的下方;反射镜通过可拆的方式设置在安装镜柄上,微调平台设置在可调干涉仪楔块上,可调干涉仪楔块设置在三脚架上,激光干涉仪设置在微调平台上且垂直于反射镜的镜面发射激光。

[0008] 进一步,五轴机床轴误差的测量系统还包括二号夹持组件,二号夹持组件包括固定板、连接螺栓、水平仪、圆柱镜柄和调节架;固定板为正方形的平板,固定板的四个角上均

设有定位孔,四个定位孔分别位于正方形的四个角上;调节架包括圆柱形的连接座和均布在连接座外侧壁上的四根支杆;每根支杆均通过连接螺栓连接在固定板的上表面,每根支杆与固定板之间均设有橡胶垫圈;连接座的上方设有安装轴,连接座与安装轴同轴且轴线垂直穿过固定板的中心;圆柱镜柄插接在定位孔内,圆柱镜柄上设有刻度,圆柱镜柄的上端通过螺纹连接有蝶型螺母,蝶型螺母搭接在固定板的上表面上;固定板的上表面设有水平仪放置平台,水平仪放置在水平仪放置平台上。

[0009] 二号夹持组件具有很高的加工精度,可保证其下表面与水平仪放置台平行而与其侧面垂直;相邻的四个侧面相互保持垂直;四个定位定位孔的间距相等且为某一定值,利于后期的误差辨识计算。水平仪可以直接放置在固定板的圆形放置凸台上,也可以通过螺钉固定。当夹持轴杆与机床主轴装配夹紧后,通过连接螺栓来实现固定板空间方位的调节,调整至水平仪呈水平状态后,这时固定板的下表面即为水平。能便捷的实现五轴数控机床平动轴几何精度检测。固定板的主体呈正方形板状,加工精度很高,其上表面有小凸台用于放置水平仪,下表面与上表面的水平仪放置台平行而与四个侧面垂直,四个侧面相互之间保持垂直或平行关系,其四角对称的开有定位孔,各定位孔间距一定,用于固定圆柱镜柄并实现圆柱镜柄的精确定位。固定板的主体部分通过四个螺纹孔与夹持轴部件连接,二者之间放置有橡胶垫圈,使用时通过夹持轴与机床主轴连接紧固,且可通过调节螺栓的松紧实现固定板下表面呈水平。圆柱镜柄呈阶梯轴状,最大端上标有刻度,反射镜安装其上可精确调节位置;中间段与固定板上定位孔呈微小间隙配合,实现定位和保障安装镜柄与固定板垂直;最小端攻有螺纹,起螺栓的作用,通过蝶形螺母使圆柱镜柄固定在固定板上。

[0010] 夹持轴杆为一圆柱棒,一端通过刀柄与机床主轴相连,另一端开有螺纹孔可与激光干涉仪配套安装镜柄相连。可调干涉仪楔块本质上是一个斜楔,但相比固定倾角的斜楔它的倾斜角度可调,参照其上所标刻度可以呈现 $[-40^{\circ}, 40^{\circ}]$ 量程内的任意倾斜角,调节过程是通过一个蜗轮蜗杆机构完成的,因此具有自锁功能,可保证倾角的稳定性。可调干涉仪楔块底面开有螺纹孔可以固定在三脚架上,而上表面装有螺柱以连接固定激光干涉仪的调节平台,可使激光干涉仪精确倾斜特定角度,在检测空间倾斜直线定位误差时能实现快速对光。使用千分表对固定板侧面沿X轴或Y轴打表,通过调节机床主轴的转动角度,确保固定板的侧面相对X轴或Y轴平行安装;固定板上用于定位圆柱镜柄的定位孔的加工基准为固定板的侧面,相邻两个定位孔中心连线与侧面平行,即也相对X轴或Y轴平行。

[0011] 一种采用上述五轴机床平动轴误差的测量系统的测量五轴机床平动轴误差方法,包括X轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测方法;X轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测方法包括以下步骤:

[0012] A、将夹持轴杆与五轴机床主轴装配加紧;

[0013] B、五轴机床主轴从竖直状态沿Y轴转动,转动角度为 α ,使反射镜的镜面垂线与X轴之间夹角为 α ,且反射镜的镜面垂线位于机床ZX平面内;

[0014] C、通过三脚架调整激光干涉仪的高度,通过可调干涉仪楔块调整激光干涉仪的角度,然后通过微调平台调整激光干涉仪,使激光干涉仪发射的激光垂直照射在反射镜的镜面上;

[0015] D、五轴机床主轴带动放射镜沿着反射镜的镜面垂线方向移动;主轴沿该方向移动,测量N个点,这N个点的理论的移动距离分别为 $S(1) \sim S(N)$,激光干涉仪测得这N个点的

实际移动距离分别为 $S'(1) \sim S'(N)$; N 为大于等于1的整数,具体值根据测量需要进行设定,下面的 N 也一样。

[0016] E、根据 $S(1) \sim S(N)$ 和 $S'(1) \sim S'(N)$ 计算得出五轴机床主轴沿X轴和Z轴联动方向的移动误差。

[0017] 进一步,测量五轴机床平动轴误差方法还包括Y轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测方法;Y轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测方法包括以下步骤:

[0018] A、将夹持轴杆与五轴机床主轴装配加紧;

[0019] B、五轴机床主轴从竖直状态沿X轴转动,转动角度为 α ,使反射镜的镜面垂线与Y轴之间夹角为 α ,且反射镜的镜面垂线位于机床ZY平面内;

[0020] C、通过三脚架调整激光干涉仪的高度,通过可调干涉仪楔块调整激光干涉仪的角度,然后通过微调平台调整激光干涉仪,使激光干涉仪发射的激光垂直照射在反射镜的镜面上;

[0021] D、五轴机床主轴带动放射镜沿着反射镜的镜面垂线方向移动;主轴沿该方向移动,测量 N 个点,这 N 个点的理论的移动距离分别为 $S(1) \sim S(N)$,激光干涉仪测得这 N 个点的实际移动距离分别为 $S'(1) \sim S'(N)$;

[0022] E、根据 $S(1) \sim S(N)$ 和 $S'(1) \sim S'(N)$ 计算得出五轴机床主轴沿Y轴和Z轴联动方向的移动误差。

[0023] 进一步,测量五轴机床平动轴误差方法还包括X轴、Y轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测方法,X轴、Y轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测方法包括以下步骤:

[0024] A、将夹持轴杆与五轴机床主轴装配加紧;

[0025] B、转动五轴机床主轴,使反射镜的镜面垂线与XY面之间夹角为 β ,且反射镜的镜面垂线在XY面的投影与X轴之间夹角为 γ ;

[0026] C、通过三脚架调整激光干涉仪的高度,通过可调干涉仪楔块调整激光干涉仪的角度,然后通过微调平台调整激光干涉仪,使激光干涉仪发射的激光垂直照射在反射镜的镜面上;

[0027] D、五轴机床主轴带动放射镜沿着反射镜的镜面垂线方向移动;主轴沿该方向移动,测量 N 个点,这 N 个点的理论的移动距离分别为 $S(1) \sim S(N)$,激光干涉仪测得这 N 个点的实际移动距离分别为 $S'(1) \sim S'(N)$;

[0028] E、根据 $S(1) \sim S(N)$ 和 $S'(1) \sim S'(N)$ 计算得出五轴机床主轴沿X轴、Y轴和Z轴联动方向的移动误差。

[0029] 与现有技术相比本发明的优点是:

[0030] 1、五轴数控机床进行两轴或三轴联动直线轨迹定位精度检测时,采用现有的辅助夹具装夹反射镜,需要通过人工调整反射镜的角度,调整时间较长,而且误差较大;本发明中五轴机床轴可以通过控制安装镜柄从而调整反射镜的角度;提高了调节速度;此外,由于机床轴的误差小于人工安装的误差,可以提高测量精度。

[0031] 2、本发明激光干涉仪通过可调干涉仪楔块调整角度,三脚架上设有测量可调干涉仪楔块倾斜角度的标尺,可以迅速将激光干涉仪调整至指定位置。可以根据需求调整以适应任意方向联动轨迹定位精度检测,因而适用于各种不同行程的机床。

[0032] 3、本发明能显著减少检测前期准备时间,于是减小了机床温度变化和环境温度变

化对测量数据的影响,提高各组测量数据的等温性,间接地提高了测量精度。

[0033] 4、本发明能够适应各类不同行程的多轴数控机床平动轴几何精度检测,具有工具化的调节部件和程式化的调节过程,降低测量过程对工程师调节经验的依赖,可极大的缩短精度检测的时间和成本并能提高检测精度,具有广阔的应用价值。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它相关的附图。

[0035] 图1为本发明中,一号夹持组件和反射镜配合时的结构示意图。

[0036] 图2为本发明中,X轴和Z轴两轴联动直线轨迹定位精度检测的工作原理示意图。

[0037] 图3为本发明中,X、Y和Z轴三轴联动轨迹定位精度检测的工作原理示意图。

[0038] 图4为本发明中,二号夹持组件的结构示意图。

[0039] 图5为本发明中,圆柱镜柄及蝶形螺母配合时的结构示意图。

[0040] 图6为本发明中,单轴直线定位精度检测的工作原理示意图。

[0041] 图7为本发明中,X轴和Y轴两轴联动直线轨迹定位精度检测的工作原理示意图。

具体实施方式

[0042] 在本发明的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是直接连接,也可以是通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0043] 实施例一:

[0044] 参阅图1至图7,一种五轴机床平动轴误差的测量系统,包括一号夹持组件、反射镜3、可调干涉仪楔块4、三脚架5、激光干涉仪6和微调平台;一号夹持组件包括夹持轴杆1和安装镜柄2,安装镜柄2通过螺纹连接在夹持轴杆1的下方。为了节约成本,本发明适用于更加经济的单频激光干涉仪。

[0045] 参阅图2,反射镜3通过可拆的方式设置在安装镜柄2上,微调平台设置在可调干涉仪楔块4上,可调干涉仪楔块4设置在三脚架5上,激光干涉仪6设置在微调平台上且垂直于反射镜3的镜面发射激光。可调干涉仪楔块4包括调节块、带有刻度的底座和用于使调节块绕着底座旋转的蜗轮蜗杆机构,底座设置在三脚架5上。本发明中在三角支架上使用的微调平台进行微调属于本领域内很成熟的现有技术,微调平台的具体结构这里不再赘述。

[0046] 参阅图4至图6,五轴机床轴误差测量系统还包括二号夹持组件,二号夹持组件包括固定板7、连接螺栓8、水平仪9、圆柱镜柄10和调节架;固定板7为正方形的平板,固定板7的四个角上均设有定位孔11,四个定位孔11分别位于正方形的四个角上;调节架包括圆柱形的连接座12和均布在连接座12外侧壁上的四根支杆13;每根支杆13均通过连接螺栓8连接在固定板7的上表面,每根支杆13与固定板7之间均设有橡胶垫圈14;连接座12的上方设

有安装轴15,连接座12与安装轴15同轴且轴线垂直穿过固定板7的中心;圆柱镜柄10插接在定位孔11内,圆柱镜柄10上设有刻度,圆柱镜柄10的上端通过螺纹连接有蝶型螺母16,蝶型螺母16搭接在固定板7的上表面上;水平仪9安装在固定板7的上表面上。本发明中根据测量轨迹的不同需要,将选择一号夹持组件或二号夹持组件,对应的反光镜3安装在圆柱镜柄10或安装镜柄2上。

[0047] 实施例二:

[0048] 参阅图1至图7,一种采用实施例一所述五轴机床平动轴误差的测量系统的测量五轴机床平动轴误差方法,包括X轴平动定位精度的检测,Y轴平动定位精度的检测,Z轴平动定位精度的检测,X轴和Y轴联动轨迹定位精度的检测,X轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测,Y轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测,X轴、Y轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测。

[0049] X轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测步骤,X轴和Z轴联动轨迹定位精度的检测步骤,只需要使用一号夹持组件,不使用二号夹持组件。以对A/B摆角五轴机床21进行X轴和Z轴联动轨迹定位精度检测为例,该套激光干涉仪辅助夹具的装配如图2所示。将夹持轴杆1与机床主轴装配加紧,再通过螺纹连接激光干涉仪配套的安装镜柄2,也可选择连接该套夹具中带刻度的圆柱镜柄。设联动轨迹线与X轴之间夹角为 α ,保持机床平动轴静止仅调节其转动轴B摆,使本为竖直状态的夹持轴杆1绕Y轴旋转 α 角,则夹持轴杆1仍位于机床ZX平面且与X轴夹角为 $\pi/2-\alpha$,但与夹持轴杆1上反射镜面垂直的光路却是与X轴呈 α 夹角。然后将可调干涉仪楔块4的倾角调整为 α ,安装于三脚架5的安装平面和微调平台之间,通过螺纹连接紧固。接着将激光干涉仪6安装在微调平台上,此时发射激光方向与反射镜3大致垂直,只需调整三脚架5的高度并对微调平台的姿态略作调节,即可使发射激光和反射激光处于同一条直线上,从而进行X轴、Z轴联动定位精度检测。通常五轴数控机床的旋转轴精度在 10^{-4} rad以内,足以满足精度检测时手动调光需求。五轴机床主轴带动放射镜沿着反射镜的镜面垂线方向移动;主轴沿该方向移动,测量N个点,这N个点的理论的移动距离分别为 $S(1) \sim S(N)$,激光干涉仪测得这N个点的实际移动距离分别为 $S'(1) \sim S'(N)$;根据 $S(1) \sim S(N)$ 和 $S'(1) \sim S'(N)$ 计算得出五轴机床主轴沿X轴和Z轴联动方向的移动误差。

[0050] 类似的,进行Y轴、Z轴联动轨迹定位精度检测时,可参考X轴、Z轴联动轨迹定位精度检测方法对激光干涉仪及该辅助夹具进行调整和安装。这里不再赘述。

[0051] 在进行X、Y和Z轴三轴联动轨迹定位精度检测时,只需要使用一号夹持组件,而不需要二号夹持组件。以对A/B摆角五轴机床21进行X轴、Y轴和Z轴联动直线轨迹定位精度检测为例,该套激光干涉仪辅助夹具的装配如图3所示。测量之前需先经过计算求得:联动轨迹与水平面之间的夹角 β ,与机床YZ平面的夹角 γ 以及其在YZ平面的投影与Z轴的夹角 θ 。机床主轴与夹持轴杆1装配加紧后,保持机床平动轴静止仅调节其转动轴A/B摆:先使初始摆角为0的A摆转动 θ 角,后使初始摆角为0的B摆转动 γ 角。调整后夹持轴杆1将与联动轨迹共面且垂直,此时与夹持轴杆1上反射镜面垂直的光路与联动轨迹平行。另一方面,将可调干涉仪楔块即斜楔的倾角设定为 β ,并通过螺纹连接将调好角度的可调干涉仪楔块安装于三脚架的安装平面和微调平台之间。最后将激光干涉仪安装在微调平台上,此时发射激光方向与反射镜3大致垂直,只需调整三脚架的高度以及微调平台的姿态,使发射激光和反射激光处于同一条直线上,即可进行X轴、Y轴和Z轴三轴联动定位精度检测。五轴机床主轴带动放射镜沿着反射镜的镜面垂线方向移动;主轴沿该方向移动,测量N个点,这N个点的理论的

移动距离分别为 $S(1) \sim S(N)$, 激光干涉仪测得这 N 个点的实际移动距离分别为 $S'(1) \sim S'(N)$; 根据 $S(1) \sim S(N)$ 和 $S'(1) \sim S'(N)$ 计算得出五轴机床主轴沿 X 轴、 Y 轴和 Z 轴联动方向的移动误差。

[0052] 本实施例以典型A/B摆角五轴数控机床的单轴定位精度以及多轴联动定位精度的检测安装方法为例进行了本发明的应用说明, 对于A/C摆角五轴联动数控机床等其它五轴机床同样适用。

[0053] 参阅图6, X 轴平动定位精度的检测步骤包括: 将固定板的安装轴15与机床主轴连接紧固, 然后将带刻度的圆柱镜柄10装配到固定板7的定位孔11之中并用蝶形螺母16拧紧。接着将水平仪9放置在固定板7上表面的水平仪放置平台17上, 通过调整固定板7上的四个连接螺栓8的松紧程度来使水平仪9调平。待水平仪9调平后, 可保证固定板7的下表面水平, 也使得圆柱镜柄10呈竖直状态。使用千分表对固定板7侧面沿 X 轴打表, 通过调节机床主轴的转动角度, 确保固定板7的侧面相对 X 轴平行安装。在测量时, 变换反射镜3在圆柱镜柄10上的位置, 使反射镜3依次处于图6中的三个位置图6中为一个反射镜3所处的三个不同位置, 而并非三个反射镜, 图6中箭头方向为 X 轴方向, 分别进行检测。由于固定板7上用于定位圆柱镜柄10的定位孔11的加工基准为固定板7的侧面。主轴沿该方向移动, 测量 N 个点, 这 N 个点的理论的移动距离分别为 $S(1) \sim S(N)$, 激光干涉仪测得这 N 个点的实际移动距离分别为 $S'(1) \sim S'(N)$; 根据 $S(1) \sim S(N)$ 和 $S'(1) \sim S'(N)$ 计算得出五轴机床主轴沿 X 轴方向的移动误差。

[0054] 类似的可以进行 Y 轴的单轴定位精度检测, 这里不再赘述。

[0055] 进行 Z 轴单轴定位精度检测时, 只需使带刻度的圆柱镜柄10依次安装在固定板7上的三个定位孔11中, 而不用改变反射镜在圆柱镜柄10上的位置, 再分别进行检测。

[0056] 因为 X 、 Y 轴联动轨迹与水平面平行, 故而 X 轴和 Y 轴联动轨迹定位精度的检测方法与 X 轴单轴定位精度检测方法类似, 可参照 X 轴的检测方法对激光干涉仪6和激光干涉仪辅助夹具进行调整和安装, 如图7所示, 这里不再赘述, 图7中箭头方向为激光发射方向。

[0057] 由于进行单轴定位精度检测时, 反射镜3和激光干涉仪6都处于水平状态, 通过可调干涉仪楔块4调整激光干涉仪6的角度, 然后通过微调平台调整激光干涉仪6, 确保发射激光和反射激光在同一直线上即可实施单轴定位精度检测。反射镜3的调节和激光干涉仪6的调节属于现有技术, 此处不再赘述。

[0058] 以上所述仅为本发明的具体实施例, 但本发明的技术特征并不局限于此, 任何本领域的技术人员在本发明的领域内, 所作的变化或修饰皆涵盖在本发明的专利范围之内。

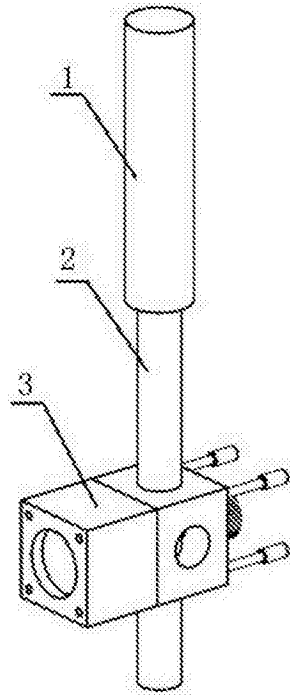


图1

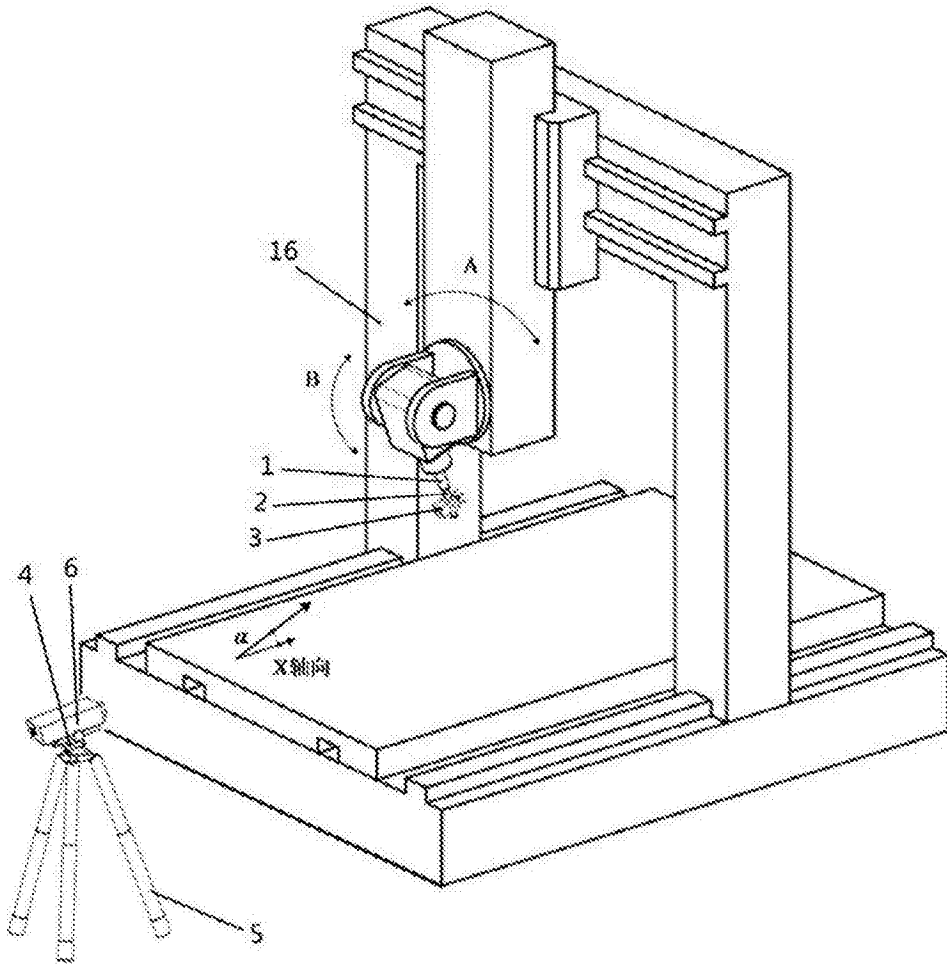


图2

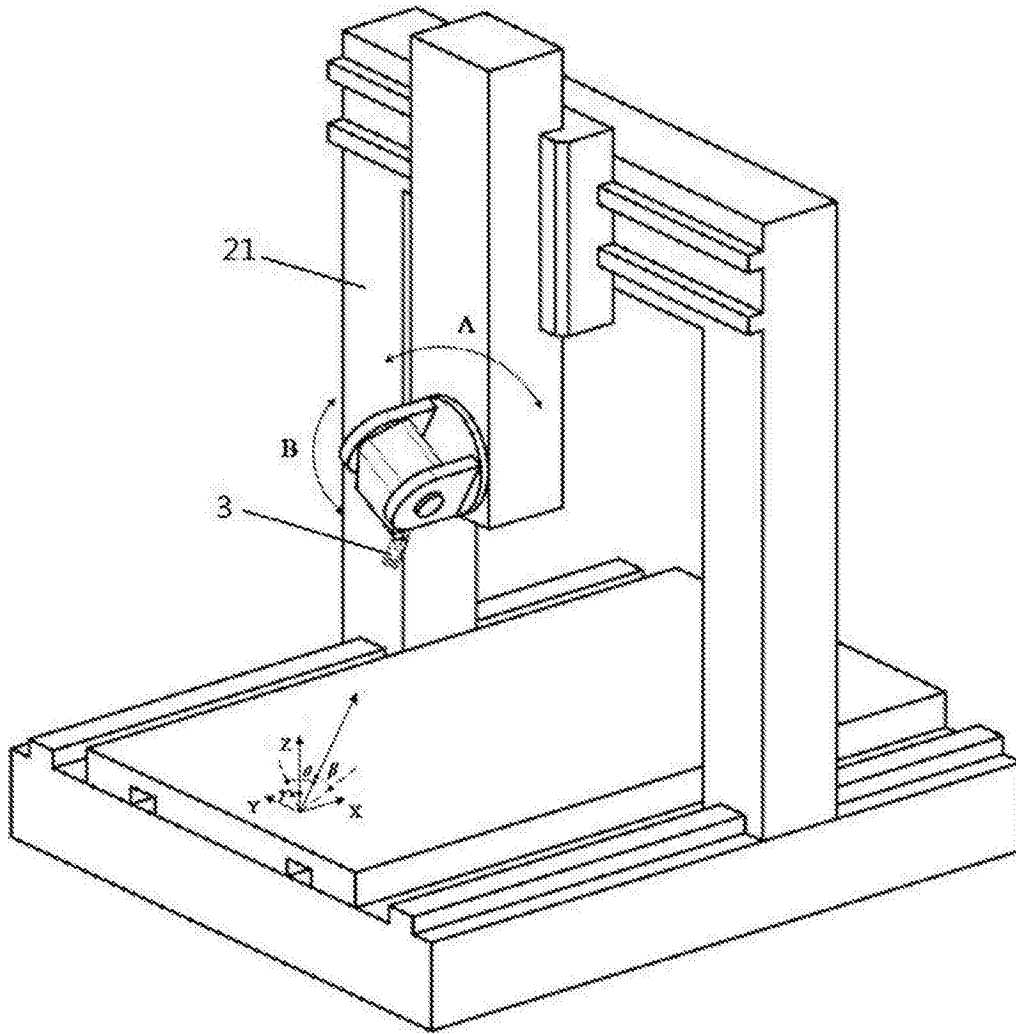


图3

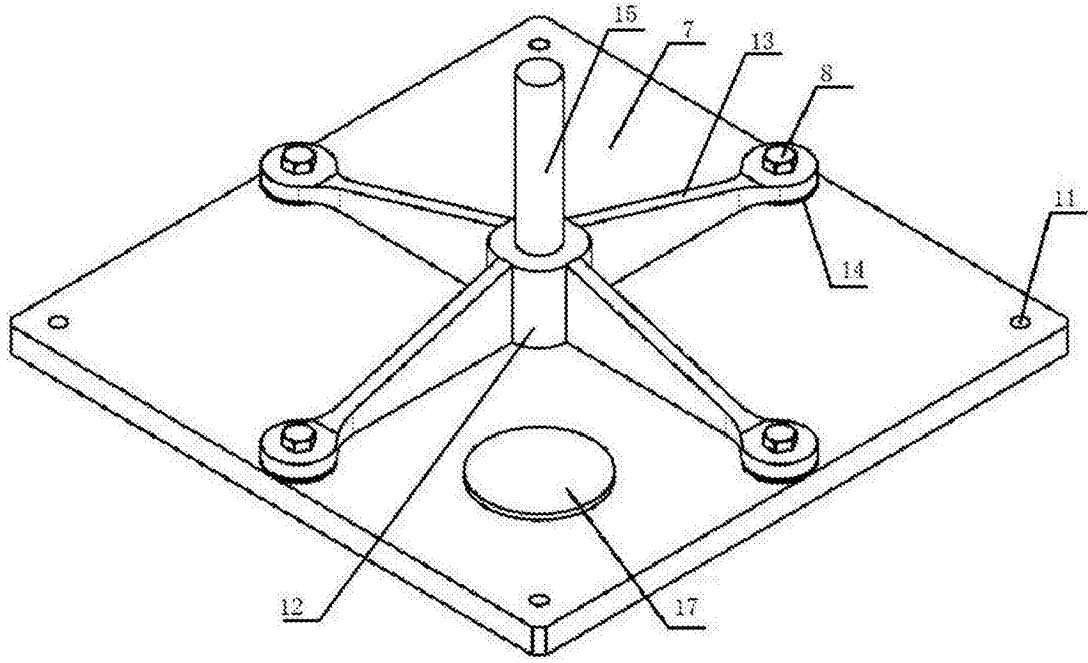


图4

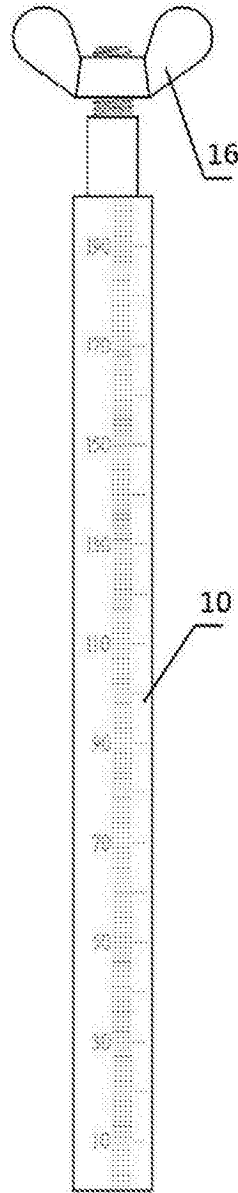


图5

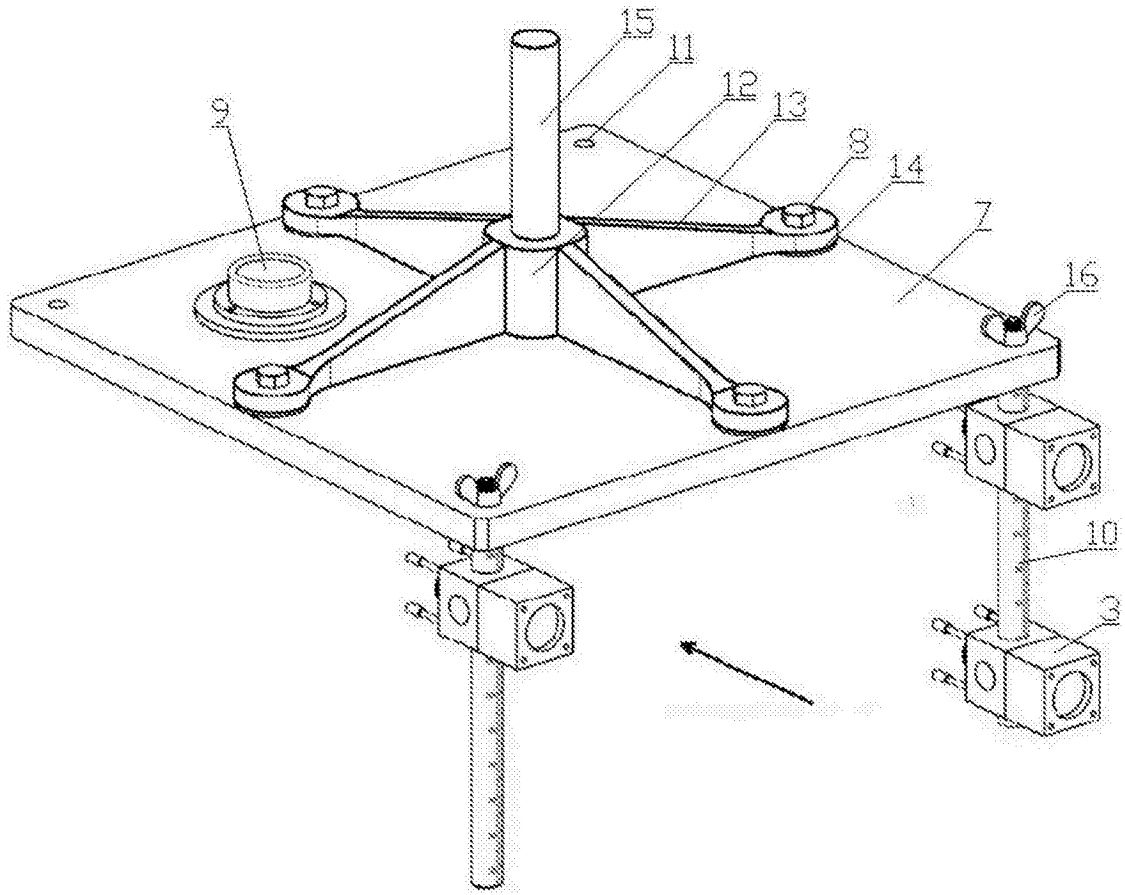


图6

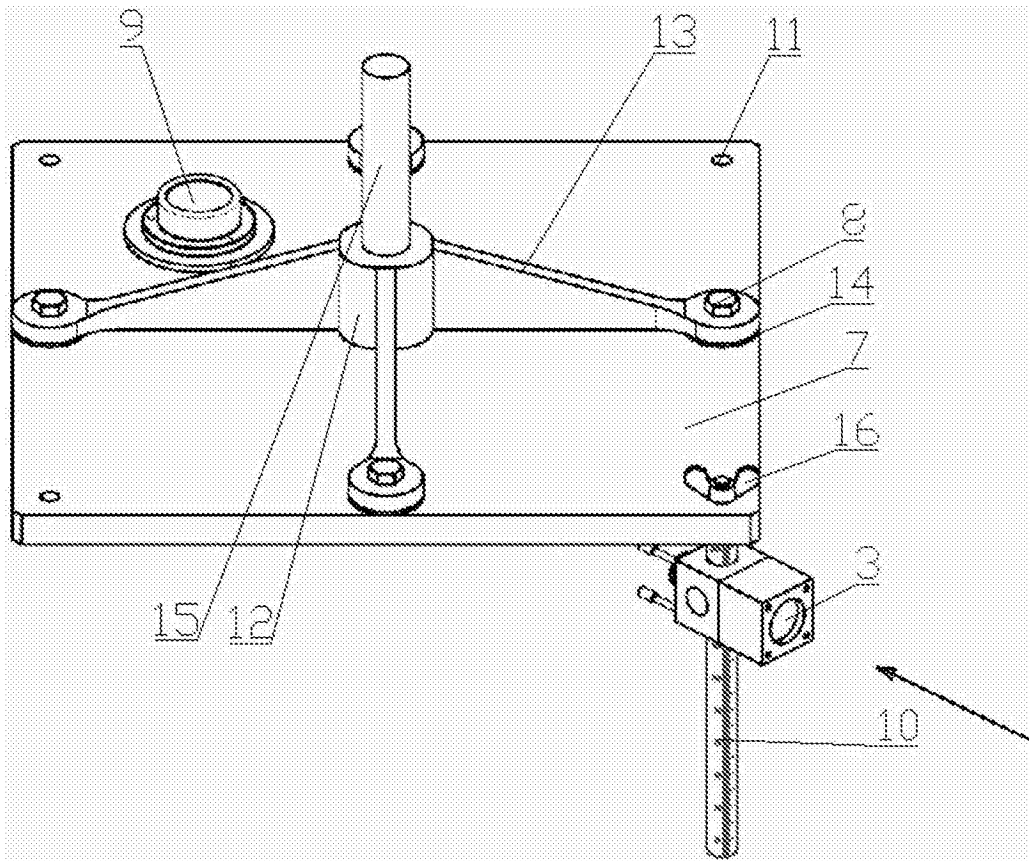


图7