



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102744448 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201210233126. 4

(22) 申请日 2012. 07. 06

(73) 专利权人 江苏科技大学

地址 212003 江苏省镇江市梦溪路 2 号

(72) 发明人 张胜文 刘传伦 方喜峰 朱成顺

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司  
32200

代理人 楼高潮

(51) Int. Cl.

B23Q 1/01 (2006. 01)

B23Q 5/40 (2006. 01)

B23C 3/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102069222 A, 2011. 05. 25,

CN 202162569 U, 2012. 03. 14,

CN 201760752 U, 2011. 03. 16,

CN 1145840 A, 1997. 03. 26,

US 5669867 A, 1997. 09. 23,

CN 101380716 A, 2009. 03. 11,

审查员 袁旭

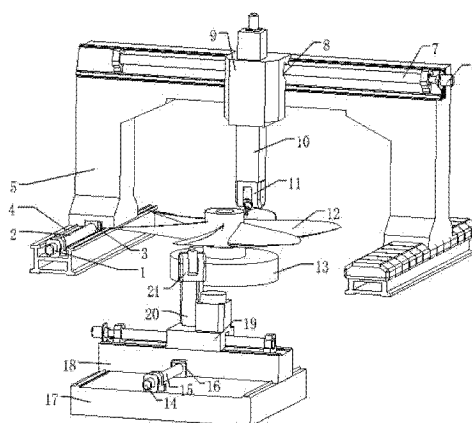
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

双动力头螺旋桨专用数控加工机床及加工方法

(57) 摘要

本发明公开一种对大型舰船用双动力头螺旋桨专用数控加工机床及加工方法,包括上、下动力头系统,上动力头系统包括上底座、移动立柱、丝杠螺母机构、电机、导轨以及 A/C 直驱式双摆动力头;下动力头系统包括下底座、丝杠螺母机构、电机、导轨、B2 轴组件和第二 A/C 直驱式双摆动力头;可先对螺旋桨上表面切削加工,后对下表面切削加工,然后重复操作直到所有桨叶都被加工;也可先对螺旋桨上表面切削加工,直到所有桨叶的上表面都被加工,再对下表面切削加工,直到所有桨叶的下表面都被加工;一次装夹就可完成桨叶压力面、桨叶吸力面、轮毂等整个螺旋桨曲面的加工,省去大型螺旋桨翻转、再次装夹的麻烦,提高加工效率,减小重复定位误差。



1. 一种双动力头螺旋桨专用数控加工机床的加工方法,所述双动力头螺旋桨专用数控加工机床包括上、下动力头系统和放置螺旋桨(12)的旋转工作台(13),上动力头系统包括上底座(4)、移动立柱(5)、丝杠螺母机构、电机、导轨以及第一 A/C 直驱式双摆动力头(11);上底座(4)上表面上设置 X1 轴向导轨,倒 U 型结构的移动立柱(5)的纵梁底部与 X1 轴向导轨上之间连接第一丝杠螺母机构,X1 轴向驱动电机(1)通过第一丝杠螺母机构带动移动立柱(5)沿 X1 轴向导轨来回滑动;移动立柱(5)的横梁上设置 Y1 轴向导轨,Y1 轴向导轨通过第二丝杠螺母机构连接 Y1 轴向滑板(9),Y1 轴向驱动电机(6)通过第二丝杠螺母机构带动 Y1 轴向滑板(9)沿 Y1 轴向导轨来回滑动;Y1 轴向滑板(9)上设有 Z1 轴向导轨,Z1 轴向导轨上设有 Z1 轴向滑板(10),Z1 轴驱动电动机(22)通过第三丝杠螺母机构带动 Z1 轴向滑板(10)沿 Z1 轴向导轨来回滑动;Z1 轴向滑板(10)的下端是位于螺旋桨(12)上方的第一 A/C 直驱式双摆动力头(11);下动力头系统包括下底座(17)、丝杠螺母机构、电机、导轨、B2 轴组件(20)和第二 A/C 直驱式双摆动力铣头(21);下底座(17)上设有 X2 轴向导轨,X2 轴向导轨上设有 X2 轴向滑板(18),下底座(17)上还固接 X2 轴向驱动电机(14),X2 轴向驱动电机(14)通过第四丝杠螺母机构连接 X2 轴向滑板(18),带动 X2 轴向滑板(18)沿 X2 轴向来回滑动;X2 轴向滑板(18)上设有 Y2 轴向导轨和 Y2 轴向驱动电机(25),Y2 轴向导轨上设有 Y2 轴向滑板(19),Y2 轴向驱动电机(25)通过第五丝杠螺母机构连接 Y2 轴向滑板(19),带动 Y2 轴向滑板(19)沿 Y2 轴向导轨来回滑动;Y2 轴向滑板(19)与可绕 Y2 轴旋转的 B2 轴组件(20)滚动连接,B2 轴组件(20)内部设有扭矩驱动电机,B2 轴组件(20)的上端是位于螺旋桨(12)下方的第二 A/C 直驱式双摆动力头(21),其特征是按如下步骤:

1)将第一、第二 A/C 直驱式双摆动力头(11、21)分别对刀,启动 X1 轴向驱动电机(1)以驱动移动立柱(5)运动,启动 Y1 轴驱动电机(6)以驱动 Y1 轴向滑板(9)运动,启动 Z1 轴向驱动电机(22)以驱动 Z1 轴向滑板(10)运动,驱动第一 A/C 直驱式双摆动力头(11)旋转,实现对螺旋桨(12)上表面的切削加工;

2)在切削加工螺旋桨上表面的同时,启动 X2 轴驱动电机(14)以驱动 X2 向滑板(18)运动,启动 Y2 轴驱动电机(25)以驱动 Y2 轴滑板(19)运动,启动 B2 轴驱动电机以驱动 B2 轴组件(20)旋转,驱动第二 A/C 直驱式双摆铣头(21)旋转,实现对螺旋桨下表面的切削加工;

3) 旋转工作台(13)以同时旋转转螺旋桨(12),使未加工的桨叶处于待加工位置,然后重复第 1)步和第 2)步的操作,直到所有桨叶都被加工。

2. 一种双动力头螺旋桨专用数控加工机床的加工方法,所述双动力头螺旋桨专用数控加工机床包括上、下动力头系统和放置螺旋桨(12)的旋转工作台(13),上动力头系统包括上底座(4)、移动立柱(5)、丝杠螺母机构、电机、导轨以及第一 A/C 直驱式双摆动力头(11);上底座(4)上表面上设置 X1 轴向导轨,倒 U 型结构的移动立柱(5)的纵梁底部与 X1 轴向导轨上之间连接第一丝杠螺母机构,X1 轴向驱动电机(1)通过第一丝杠螺母机构带动移动立柱(5)沿 X1 轴向导轨来回滑动;移动立柱(5)的横梁上设置 Y1 轴向导轨,Y1 轴向导轨通过第二丝杠螺母机构连接 Y1 轴向滑板(9),Y1 轴向驱动电机(6)通过第二丝杠螺母机构带动 Y1 轴向滑板(9)沿 Y1 轴向导轨来回滑动;Y1 轴向滑板(9)上设有 Z1 轴向导轨,Z1 轴向导轨上设有 Z1 轴向滑板(10),Z1 轴驱动电动机(22)通过第三丝杠螺母机构带动 Z1 轴向滑板(10)沿 Z1 轴向导轨来回滑动;Z1 轴向滑板(10)的下端是位于螺旋桨(12)上方的第一 A/

C 直驱式双摆动力头(11);下动力头系统包括下底座(17)、丝杠螺母机构、电机、导轨、B2 轴组件(20)和第二 A/C 直驱式双摆动力头(21);下底座(17)上设有 X2 轴向导轨, X2 轴向导轨上设有 X2 轴向滑板(18), 下底座(17)上还固接 X2 轴向驱动电机(14), X2 轴向驱动电机(14)通过第四丝杠螺母机构连接 X2 轴向滑板(18), 带动 X2 轴向滑板(18)沿 X2 轴向来回滑动; X2 轴向滑板(18)上设有 Y2 轴向导轨和 Y2 轴向驱动电机(25), Y2 轴向导轨上设有 Y2 轴向滑板(19), Y2 轴向驱动电机(25)通过第五丝杠螺母机构连接 Y2 轴向滑板(19), 带动 Y2 轴向滑板(19)沿 Y2 轴向导轨来回滑动; Y2 轴向滑板(19)与可绕 Y2 轴旋转的 B2 轴组件(20)滚动连接, B2 轴组件(20)内部设有扭矩驱动电机, B2 轴组件(20)的上端是位于螺旋桨(12)下方的第二 A/C 直驱式双摆动力头(21), 其特征是按如下步骤:

1) 将第一、第二 A/C 直驱式双摆动力头(11、21)分别对刀, 启动 X1 轴驱动电机(1)以驱动移动立柱(5)运动, 启动 Y1 轴驱动电机(6)以驱动 Y1 轴滑板(9)运动, 启动 Z1 轴驱动电机(22)以驱动 Z1 轴滑板(10)运动, 驱动第一 A/C 直驱式双摆动力头(11)旋转, 实现对螺旋桨(12)上表面的切削加工;

2) 完成螺旋桨(12)单个桨叶的上表面的切削加工之后, 旋转工作台(13)以同时旋转螺旋桨(12), 使未加工的桨叶处于待加工位置, 然后重复第 1) 步的操作, 直到所有桨叶的上表面都被加工;

3) 启动 X2 轴驱动电机(14)以驱动 X2 向滑板(18)运动, 启动 Y2 轴驱动电机(25)以驱动 Y2 轴滑板(19)运动, 启动 B2 轴驱动电机以驱动 B2 轴组件(20)旋转, 实现对螺旋桨下表面的切削加工;

4) 完成螺旋桨(12)单个桨叶的下表面加工以后, 旋转工作台(13)以同时旋转螺旋桨(12), 使未加工的桨叶处于待加工位置, 然后重复第 3) 步的操作, 直到所有桨叶的下表面都被加工。

## 双动力头螺旋桨专用数控加工机床及加工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及制造螺旋桨的专用数控机床,属于机械加工设备技术领域,特别适用于对大型舰船用整体式螺旋桨的加工,同时也适用于对带回转轴的盘类零件进行的车铣复合加工。

### 背景技术

[0002] 目前,对于大型整体式螺旋桨的加工基本上采用以下几种方式:1、先使用龙门式五轴联动数控铣床,对工件进行铣削,然后再采用人工打磨的方法,对未加工曲面进行打磨和修整;使用这种方法加工螺旋桨,需要多次装夹才能完成整个螺旋桨的加工,机床、刀具与螺旋桨的干涉和碰撞问题一直无法完全解决,而直径较大的螺旋桨翻转、装夹困难,耗时较多;加工过程中的再次装夹会对螺旋桨的加工精度造成不利影响。2、使用数控砂带磨床对螺旋桨进行磨削加工与人工打磨相结合的方法。这种加工方法,加工精度高,表面质量好,叶片型面几何精度高,但是复杂叶片砂带磨削采用五轴联动控制方法本身具有局限性,砂带及磨削特性基础研究深度不够,缺乏系统性,叶片型面这样的复杂曲面砂带磨削加工技术的发展时间不长,理论研究尚未形成完善体系,国内迄今的研究工作在砂带磨削叶片型面方面还处于简单探索的阶段;另外,由于砂带磨头自身结构的限制,使这种加工方式更适用于分体式螺旋桨的加工。如何提高大型螺旋桨的加工效率,缩短加工周期仍然是困扰着各大型螺旋桨加工企业的一个难题。

[0003] 目前,大型船用螺旋桨加工企业多采用通用五轴联动数控龙门铣床和五轴联动数控立式车铣床对螺旋桨进行切削加工。韩国的大韩精密机械公司曾研发出型号为 HPMC-110 的螺旋桨专用加工设备,其加工负荷量最大为 130 吨,可加工直径为 11 米的船用螺旋桨。该机床采用龙门式结构,Z 轴可倾斜,有利于加工螺旋桨重叠区域,但是不能同时对螺旋桨桨叶的上下表面同时加工。我国的武汉重型机床集团有限公司与华中科技大学研制成七轴五联动立式车铣复合加工机床,最大车削直径可达 8 米,最大车削高度 2 米,工作台直径 7.2 米。该机床具有加工重叠区域的备用铣头,但是无法实现双动力铣头同时切削加工。广州市敏嘉制造技术有限公司申请的专利号为 200920053849.X 的《六轴五联动螺旋桨加工中心》专利,没有采用传统的龙门结构,而是把主轴设置在 Y 向滑板上,螺旋桨横向设置。这种机床结构紧凑,提高了机床的刚度和精度,但由于空间的限制,该方案不适用于对大型船用螺旋桨的加工。

[0004] 大型的螺旋桨加工过程中,由于大型螺旋桨叶片有重叠区域,相邻叶片间区域较为狭窄,加工时易发生干涉和过切,叶根部多是曲面形状,因此,机床、刀具与螺旋桨之间易发生干涉和碰撞。目前的螺旋桨加工设备,需要多次装夹才能完成螺旋桨的加工,而直径较大的螺旋桨翻转、装夹困难,耗时较多,加工过程中的再次装夹会对螺旋桨的加工精度造成影响。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是为克服上述现有技术的不足,提供一种适合大型船用螺旋桨加工用、能同时对螺旋桨桨叶的上下表面进行加工且加工效率高的双动力头螺旋桨专用数控加工机床及加工方法。

[0006] 本发明双动力头螺旋桨专用数控加工机床采用的技术方案是:包括上、下动力头系统和放置螺旋桨的旋转工作台,上动力头系统包括上底座、移动立柱、丝杠螺母机构、电机、导轨以及第一 A/C 直驱式双摆动力头;上底座上表面上设置 X1 轴向导轨,倒 U 型结构的移动立柱的纵梁底部与 X1 轴向导轨上之间连接第一丝杠螺母机构, X1 轴向驱动电机通过第一丝杠螺母机构带动移动立柱沿 X1 轴向导轨来回滑动;移动立柱的横梁上设置 Y1 轴向导轨, Y1 轴向导轨通过第二丝杠螺母机构连接 Y1 轴向滑板, Y1 轴向驱动电机通过第二丝杠螺母机构带动 Y1 轴向滑板沿 Y1 轴向导轨来回滑动; Y1 轴向滑板上设有 Z1 轴向导轨, Z1 轴向导轨上设有 Z1 轴向滑板, Z1 轴驱动电动机通过第三丝杠螺母机构带动 Z1 轴向滑板沿 Z1 轴向导轨来回滑动; Z1 轴向滑板的下端是位于螺旋桨上方的第一 A/C 直驱式双摆动力头;

[0007] 下动力头系统包括下底座、丝杠螺母机构、电机、导轨、B2 轴组件和第二 A/C 直驱式双摆动力头;下底座上设有 X2 轴向导轨, X2 轴向导轨上设有 X2 轴向滑板,下底座上还固接 X2 轴向驱动电机, X2 轴向驱动电机通过第四丝杠螺母机构连接 X2 轴向滑板,带动 X2 轴向滑板沿 X2 轴向来回滑动; X2 轴向滑板上设有 Y2 轴向导轨和 Y2 轴向驱动电机, Y2 轴向导轨上设有 Y2 轴向滑板, Y2 轴向驱动电机通过第五丝杠螺母机构连接 Y2 轴向滑板,带动 Y2 轴向滑板沿 Y2 轴向导轨来回滑动; Y2 轴向滑板与可绕 Y2 轴旋转的 B2 轴组件滚动连接, B2 轴组件内部设有扭矩驱动电机, B2 轴组件的上端是位于螺旋桨下方的第二 A/C 直驱式双摆动力头。

[0008] 上述双动力头螺旋桨专用数控加工机床的第一种加工方法采用的技术方案是按如下步骤:1)将第一、第二 A/C 直驱式双摆动力头分别对刀,启动 X1 轴向驱动电机以驱动移动立柱运动,启动 Y1 轴驱动电机以驱动 Y1 轴向滑板运动,启动 Z1 轴向驱动电机以驱动 Z1 轴向滑板运动,驱动第一 A/C 直驱式双摆动力头旋转,实现对螺旋桨上表面的切削加工;2)在切削加工螺旋桨上表面的同时,启动 X2 轴驱动电机以驱动 X2 向滑板运动,启动 Y2 轴驱动电机以驱动 Y2 轴滑板运动,启动 B2 轴驱动电机以驱动 B2 轴组件旋转,驱动第二 A/C 直驱式双摆动力头旋转,实现对螺旋桨下表面的切削加工;3)旋转工作台以同时旋转螺旋桨,使未加工的桨叶处于待加工位置,然后重复第 1)步和第 2)步的操作,直到所有桨叶都被加工。

[0009] 上述双动力头螺旋桨专用数控加工机床的第二种加工方法采用的技术方案是按如下步骤:1)将第一、第二 A/C 直驱式双摆动力头分别对刀,启动 X1 轴驱动电机以驱动移动立柱运动,启动 Y1 轴驱动电机以驱动 Y1 轴滑板运动,启动 Z1 轴驱动电机以驱动 Z1 轴滑板运动,驱动第一 A/C 直驱式双摆动力头旋转,实现对螺旋桨上表面的切削加工;2)完成螺旋桨单个桨叶的上表面的切削加工之后,旋转工作台以同时旋转螺旋桨,使未加工的桨叶处于待加工位置,然后重复第 1)步的操作,直到所有桨叶的上表面都被加工;3)启动 X2 轴驱动电机以驱动 X2 向滑板运动,启动 Y2 轴驱动电机以驱动 Y2 轴滑板运动,启动 B2 轴驱动电机以驱动 B2 轴组件旋转,实现对螺旋桨下表面的切削加工;4)完成螺旋桨单个桨叶的下表面加工以后,旋转工作台以同时旋转螺旋桨,使未加工的桨叶处于待加工位置,然后重复第 3)步的操作,直到所有桨叶的下表面都被加工。

[0010] 本发明提供的数控加工机床适合大型舰船用整体式螺旋桨的加工,使螺旋桨加工过程中能够一次装夹就可完成桨叶压力面、桨叶吸力面、轮毂等整个螺旋桨曲面的加工,省去大型螺旋桨翻转、再次装夹的麻烦,减少工人的劳动强度,改善工作条件,提高加工效率,缩短大型螺旋桨生产周期,减小重复定位误差。

## 附图说明

[0011] 图 1 是本发明双动力头螺旋桨专用数控加工机床结构图及螺旋桨加工状态图;

[0012] 图 2 是图 1 中所有运动轴及运动方向标示图;

[0013] 图 3 是图 1 中上动力头系统的后视局部结构图;

[0014] 图 4 是图 1 中下动力头系统及螺旋桨的左侧视图;

[0015] 附图中零部件标号说明:

[0016] 1、X1 轴向驱动电机;2、X1 轴向滚珠丝杠;3、X1 轴向丝杠螺母;4、上底座;5、移动立柱;6、Y1 轴向驱动电机;7、Y1 轴向滚珠丝杠;8、Y1 轴向丝杠螺母;9、Y1 轴向滑板;10、Z1 轴向滑板;11、第一 A/C 直驱式双摆动力头;12、螺旋桨;13、旋转工作台;14、X2 轴向驱动电机;15、X2 轴向滚珠丝杠;16、X2 轴向丝杠螺母;17、下底座;18、X2 轴向滑板;19、Y2 轴向滑板;20、B2 轴组件;21、第二 A/C 直驱式双摆动力头;22、Z1 轴向驱动电机;23、Z1 轴向滚珠丝杠;24、Z1 轴向丝杠螺母;25、Y2 轴向驱动电机;26、Y2 轴向滚珠丝杠;27、Y2 轴向丝杠螺母。

## 具体实施方式

[0017] 如图 1 所示,本发明双动力头螺旋桨专用数控加工机床包括两套动力头系统和一个旋转工作台 13,旋转工作台 13 用于放置被加工工件螺旋桨 12,两套动力头系统分别用于加工螺旋桨 12 的桨叶的上、下表面,对桨叶的压力面和桨叶吸力面加工,同时也用于加工螺旋桨 12 的导边、轮毂和叶根。

[0018] 加工螺旋桨上表面的上动力头系统包括上底座 4、移动立柱 5、第一丝杠螺母机构、电机、导轨以及 A/C 直驱式双摆动力头 11。移动立柱 5 为倒 U 型结构,在上底座 4 上表面上设置 X1 轴向导轨,X1 轴向导轨上设置第一丝杠螺母机构,倒 U 型结构的移动立柱 5 的纵梁底部与 X1 轴向导轨上之间连接第一丝杠螺母机构,X1 轴向驱动电机 1 通过第一丝杠螺母机构带动移动立柱 5 沿 X1 轴向导轨来回滑动。第一丝杠螺母机构由 X1 轴向丝杠螺母 3 和 X1 轴向滚珠丝杠 2 组成,X1 轴向丝杠螺母 3 与 X1 轴向滚珠丝杠 2 相配合,X1 轴向滚珠丝杠 2 沿 X1 轴向设置。移动立柱 5 的纵梁底部固定连接 X1 轴向丝杠螺母 3,X1 轴向滚珠丝杠 2 的一端连接 X1 轴向驱动电机 1,由 X1 轴向驱动电机 1 带动 X1 轴向滚珠丝杠 2 和 X1 轴向丝杠螺母 3 动作,从而带动移动立柱 5 沿 X1 轴向导轨来回滑动。

[0019] 移动立柱 5 的横梁上设置 Y1 轴向导轨,Y1 轴向导轨上设置第二丝杠螺母机构,Y1 轴向导轨通过第二丝杠螺母机构连接 Y1 轴向滑板 9。第二丝杠螺母机构由 Y1 轴向滚珠丝杠 7 和与 Y1 轴向滚珠丝杠 7 相配合的 Y1 轴向丝杠螺母 8 组成。Y1 轴向丝杠螺母 8 固定连接 Y1 轴向滑板 9,Y1 轴向滚珠丝杠 7 的一端固定连接 Y1 轴向驱动电机 6,Y1 轴向驱动电机 6 通过 Y1 轴向滚珠丝杠 7 和 Y1 轴向丝杠螺母 8 带动 Y1 轴向滑板 9 沿 Y1 轴向来回滑动。

[0020] 在 Y1 轴向滑板 9 上设置 Z1 轴向导轨,Z1 轴向滑板 10 安装在 Z1 轴向导轨上,Z1

轴向滑板 10 的下端固定连接第一 A/C 直驱式双摆动力头 11 ;A/C 直驱式双摆动力头采用直接驱动力矩电机技术,通过使用集成有液压制动器的力矩电机,实现五轴联动操作中的两个旋转轴 (A1 轴和 C1 轴) 的动作 ;C1 轴部分通过螺栓联接被安装在 Z1 轴向滑板 10 内 ;铣头 A1 轴部分安装到 C1 轴部分的底面上,在铣头的壳体内部安装了两台扭矩电机,分别用于直接驱动 A1 轴旋转和直接驱动 C1 轴旋转,为了精确定位,使用高精度角度编码器来测量 A1 轴和 C1 轴的转角位置。

[0021] 第一 A/C 直驱式双摆动力头 11 的下方是螺旋桨 12,螺旋桨 12 固定在旋转工作台 13 上,第一 A/C 直驱式双摆动力头 11 加工螺旋桨 12 的上表面。如图 3 所示,在 Z1 轴向滑板 10 上端固定 Z1 轴驱动电动机 22,Z1 轴驱动电动机 22 通过 Z1 轴向联轴器与第三丝杠螺母机构连接,第三丝杠螺母机构由 Z1 轴向滚珠丝杠 23 和 Z1 轴向丝杠螺母 24 组成。Z1 轴驱动电动机 22 通过 Z1 轴向联轴器与 Z1 轴向滚珠丝杠 23 直连,Z1 轴丝杠螺母 24 连接在 Z1 轴向滑板 10 上,由 Z1 轴驱动电动机 22 带动 Z1 轴向滚珠丝杠 23 和丝杠螺母 24 动作,从而带动 Z1 轴向滑板 10 来回滑动。

[0022] 如图 1 所示,加工螺旋桨 12 下表面的下动力头系统包括下底座 17、丝杠螺母机构、电机、导轨、X2 轴向滑板 18、Y2 轴向滑板 19、B2 轴组件 20 和第二 A/C 直驱式双摆动力铣头 21 组成。下底座 17 上设置 X2 轴向导轨,X2 轴向滑板 18 安装在 X2 轴向导轨上,在下底座 17 上固定 X2 轴向驱动电机 14,X2 轴向驱动电机 14 的电机轴通过 X2 向联轴器与第四丝杠螺母机构连接,第四丝杠螺母机构由 X2 向滚珠丝杠 15 和 X2 向丝杠螺母 16 组成。X2 轴向驱动电机 14 的电机轴通过 X2 向联轴器与滚珠丝杠 15 直连,X2 向丝杠螺母 16 连接在 X2 轴向滑板 18 上,X2 轴向滑板 18 由 X2 轴向驱动电机 14 和滚珠丝杠 15、丝杠螺母 16 带动沿 X2 轴向来回滑动。

[0023] 如图 4,X2 轴向滑板 18 上安装 Y2 轴向导轨,Y2 轴向导轨上安装 Y2 轴向滑板 19,在 X2 向滑板 18 上固定设置 Y2 轴向驱动电机 25,Y2 轴向驱动电机 25 的电机轴通过 Y2 向联轴器与第五丝杠螺母机构连接,第五丝杠螺母机构由 Y2 轴向滚珠丝杠 26 和 Y2 轴向丝杠螺母 27 组成。Y2 轴向驱动电机 25 的电机轴通过 Y2 向联轴器与 Y2 轴向滚珠丝杠 26 直连,Y2 轴向丝杠螺母 27 连接在 Y2 轴向滑板 19 上,Y2 轴向滑板 19 由 Y2 轴向驱动电机 25 带动沿 Y2 轴向导轨来回滑动。

[0024] Y2 轴向滑板 19 上设置有轴支撑座,Y2 轴向滑板 19 与 B2 轴组件 20 滚动连接,B2 轴能够绕 Y2 轴旋转 ;B2 轴组件 20 内部安装扭矩驱动电机,用于直接驱动 B2 轴旋转,为了精确定位,使用高精度角度编码器来测量 B2 轴转角位置。B2 轴组件 20 的上端安装第二 A/C 直驱式双摆动力头 21,第二 A/C 直驱式双摆动力头 21 内部装有驱动电机,可以直接驱动旋转轴 A2 轴和 C2 轴旋转,第二 A/C 直驱式双摆动力头 21 位于螺旋桨 12 下方,用于加工螺旋桨 12 的下表面。

[0025] 如图 2 所示,本发明 X1 轴、Y1 轴和 Z1 轴是三个直线运动轴,X1 轴、Y1 轴和 Z1 轴在空间正交。C1 轴是绕 Z1 轴的旋转轴 ;A1 轴是绕 X1 轴的旋转轴 ;X2 轴、Y2 轴是两个直线运动轴 ;B2 轴是绕 Y2 轴的旋转轴 ;A2 轴是绕 X2 轴的旋转轴 ;C2 轴是绕 Y2 轴的旋转轴。

[0026] 本发明双动力头螺旋桨专用数控加工机床加工时,可以通过两种方法加工大型整体式大型螺旋桨,以下结合附图对这两种加工方法作具体描述。

[0027] 加工方法一 :

[0028] 加工螺旋桨 12 前,把螺旋桨 12 放置于旋转工作台 13 上,并装夹固定,安装好上部第一 A/C 直驱式双摆动力头 11 的和下部的第二 A/C 直驱式双摆动力头 21 并分别对刀;

[0029] 第一步:如附图 1 所示,在数控系统的控制下,启动 X1 轴向驱动电机 1,驱动 X1 轴向滚珠丝杠 2 旋转,X1 轴向滚珠丝杠 2 通过与 X1 轴向丝杠螺母 3 配合,将旋转运动转化为直线运动,驱动移动立柱 5 运动。

[0030] 在数控系统的控制下,启动 Y1 轴驱动电机 6,驱动 Y1 轴向滚珠丝杠 7 旋转,Y1 轴向滚珠丝杠 7 通过与 Y1 轴向丝杠螺母 8 配合,将旋转运动转化为直线运动,驱动 Y1 轴向滑板 9 运动。

[0031] 如图 3 所示,在数控系统的控制下,启动 Z1 轴向驱动电机 22,驱动 Z1 轴向滚珠丝杠 23 旋转,Z1 轴向滚珠丝杠 23 通过与 Z1 轴向丝杠螺母 24 配合,将旋转运动转化为直线运动,驱动 Z1 轴向滑板 10 运动。

[0032] 如图 1 所示,在数控系统的控制下,第一 A/C 直驱式双摆动力头 11 内部装有驱动电机,可以直接驱动其旋转轴 A1 轴和 C1 轴旋转。

[0033] 通过控制驱动电机,实现 X1 轴、Y1 轴、Z1 轴、A1 轴和 C1 轴五轴联动;能够实现刀尖点的运动,并且可以控制刀具主轴的方向;进而可以实现对螺旋桨上表面的切削加工。

[0034] 第二步:在加工螺旋桨上表面的同时,如附图 4 所示,在数控系统的控制下,X2 轴驱动电机 14 启动,驱动 X2 轴滚珠丝杠 15 旋转,X2 轴滚珠丝杠 15 通过与 X2 轴丝杠螺母 16 配合,将旋转运动转化为直线运动,驱动 X2 向滑板 18 运动。

[0035] 在数控系统的控制下,Y2 轴驱动电机 25 启动,驱动 Y2 轴滚珠丝杠 26 旋转,Y2 轴滚珠丝杠 26 通过与 Y2 轴丝杠螺母 27 配合,将旋转运动转化为直线运动,驱动 Y2 轴滑板 19 运动。

[0036] 在数控系统的控制下,B2 轴驱动电机启动,驱动 B2 轴组件 20 旋转。

[0037] 在数控系统的控制下,第二 A/C 直驱式双摆铣头 21 内部装有驱动电机,可以直接驱动旋转轴 A2 轴和 C2 轴旋转。

[0038] 通过控制驱动电机,实现 X2 轴、Y2 轴、B2 轴、A2 轴和 C2 轴五轴联动;能够实现刀尖点的运动,并且可以控制刀具主轴的方向;进而可以实现对螺旋桨下表面的切削加工。

[0039] 第三步:第一步和第二步的加工结束以后,旋转工作台 13 启动,旋转一定角度,因为螺旋桨 12 固定在旋转工作台 13 上,故螺旋桨 12 同时旋转一定角度;旋转以后,未加工的桨叶处于待加工位置;然后重复第一步和第二步的操作,直到所有桨叶都被加工。

[0040] 采用这种加工方法,只需要一次装夹,就能实现螺旋桨不同桨叶的上、下表面加工;并且,加工可以同时进行的,提高加工效率。

[0041] 加工方法二:

[0042] 加工螺旋桨 12 前,把螺旋桨 12 放置于旋转工作台 13 上,并装夹固定,上动力铣头和下动力铣头分别对刀;

[0043] 第一步:如附图 1 所示,在数控系统的控制下,X1 轴驱动电机 1 启动,驱动 X1 轴滚珠丝杠 2 旋转,X1 轴滚珠丝杠 2 通过与 X1 轴丝杠螺母 3 配合,将旋转运动转化为直线运动,驱动移动立柱 5 运动。

[0044] 在数控系统的控制下,Y1 轴驱动电机 6 启动,驱动 Y1 轴滚珠丝杠 7 旋转,Y1 轴滚珠丝杠 7 通过与 Y1 轴丝杠螺母 8 配合,将旋转运动转化为直线运动,驱动 Y1 轴滑板 9 运动。

[0045] 如图 3 所示,在数控系统的控制下,Z1 轴驱动电机 22 启动,驱动 Z1 轴滚珠丝杠 23 旋转,Z1 轴滚珠丝杠 23 通过与 Z1 轴丝杠螺母 24 配合,将旋转运动转化为直线运动,驱动 Z1 轴滑板 10 运动。

[0046] 如图 1 所示,在数控系统的控制下,A/C 直驱式双摆铣头 11 内部装有驱动电机,可以直接驱动旋转轴 A1 轴和 C1 轴旋转。

[0047] 通过控制驱动电机,实现 X1 轴、Y1 轴、Z1 轴、A1 轴和 C1 轴五轴联动;能够实现刀尖点的运动,并且可以控制刀具主轴的方向;进而可以实现对螺旋桨上表面的切削加工。

[0048] 第二步:完成螺旋桨 12 单个桨叶的上表面加工以后,旋转工作台 13 启动,旋转一定角度,因为螺旋桨固定在旋转工作台 13 上,故螺旋桨 12 也同时旋转一定角度;旋转以后,未加工的桨叶处于待加工位置;然后重复第一步的操作,直到所有桨叶的上表面都被加工。

[0049] 第三步:如附图 4 所示,在数控系统的控制下,X2 轴驱动电机 14 启动,驱动 X2 轴滚珠丝杠 15 旋转,X2 轴滚珠丝杠 15 通过与 X2 轴丝杠螺母 16 配合,将旋转运动转化为直线运动,驱动 X2 向滑板 18 运动。

[0050] 在数控系统的控制下,Y2 轴驱动电机 25 启动,驱动 Y2 轴滚珠丝杠 26 旋转,Y2 轴滚珠丝杠 26 通过与 Y2 轴丝杠螺母 27 配合,将旋转运动转化为直线运动,驱动 Y2 轴滑板 19 运动。

[0051] 在数控系统的控制下,B2 轴驱动电机启动,驱动 B2 轴组件 20 旋转。

[0052] 在数控系统的控制下,A/C 直驱式双摆铣头 21 内部装有驱动电机,可以直接驱动旋转轴 A2 轴和 C2 轴旋转。

[0053] 通过控制驱动电机,实现 X2 轴、Y2 轴、B2 轴、A2 轴和 C2 轴五轴联动;能够实现刀尖点的运动,并且可以控制刀具主轴的方向;进而可以实现对螺旋桨下表面的切削加工。

[0054] 第四步:完成螺旋桨单个桨叶的下表面加工以后,旋转工作台 13 启动,旋转一定角度,因为螺旋桨固定在旋转工作台 13 上,故螺旋桨也会旋转一定角度;旋转以后,未加工的桨叶处于待加工位置;然后重复第三步的操作,直到所有桨叶的下表面都被加工。

[0055] 采用这种加工方法,只需要一次装夹,就能实现螺旋桨不同桨叶的上、下表面加工。

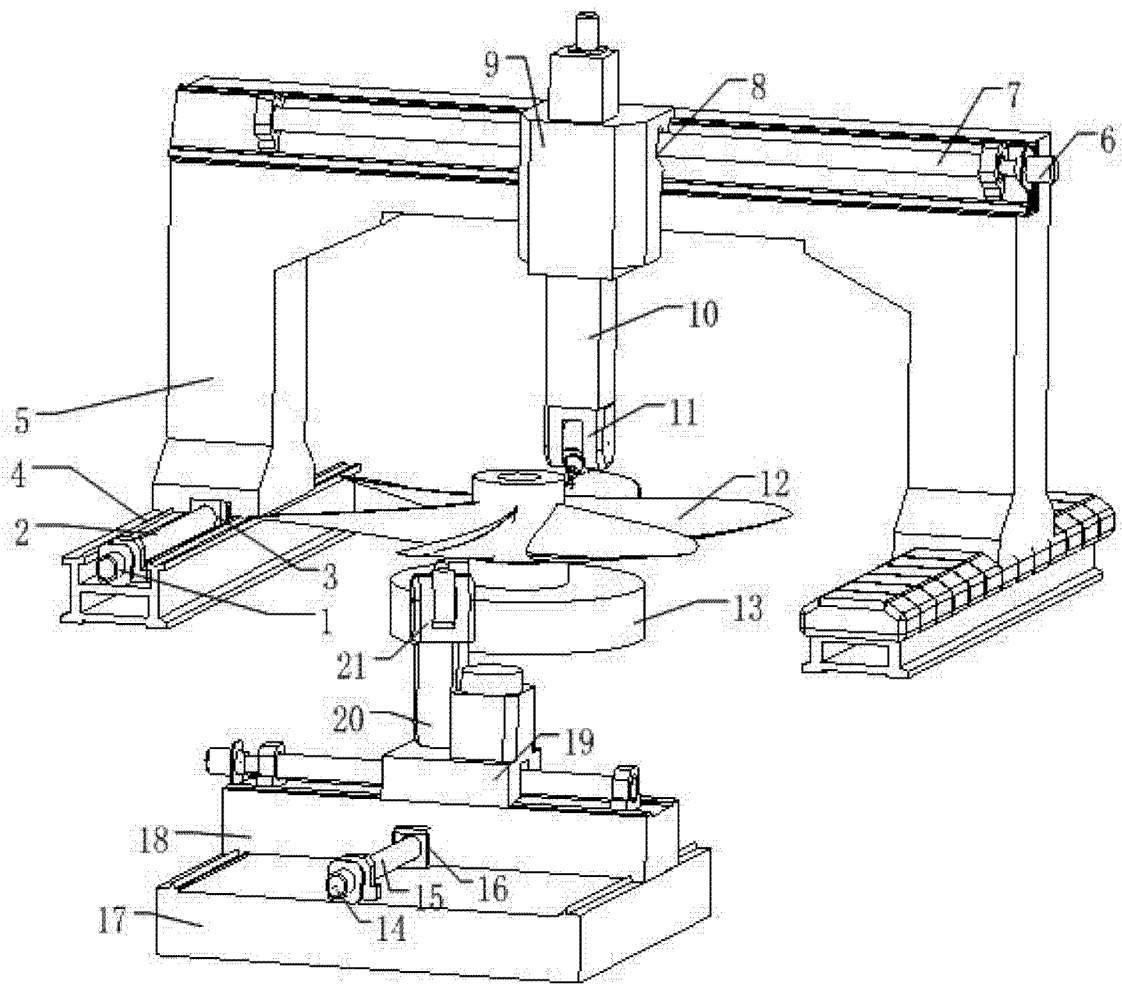


图 1

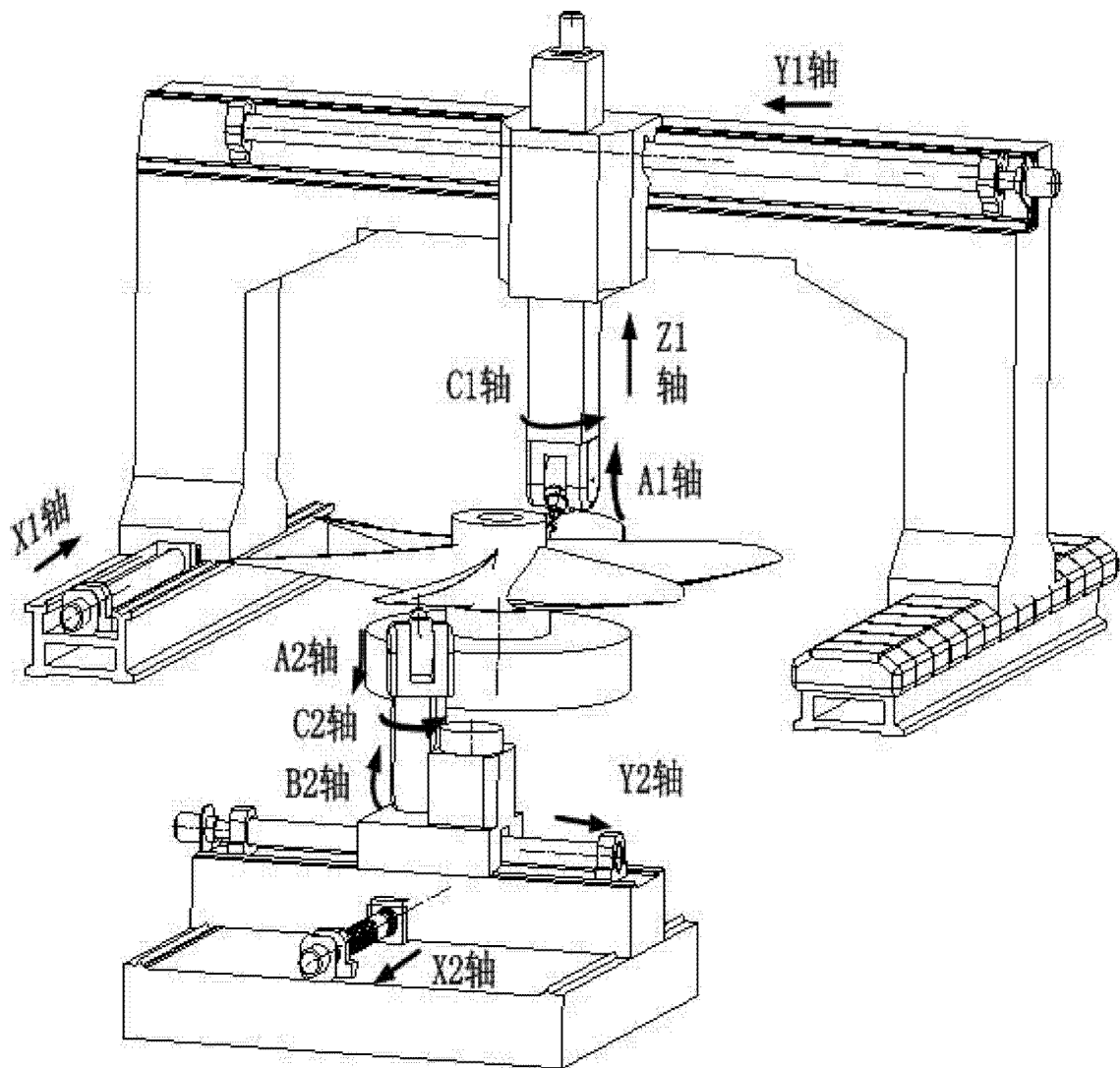


图 2

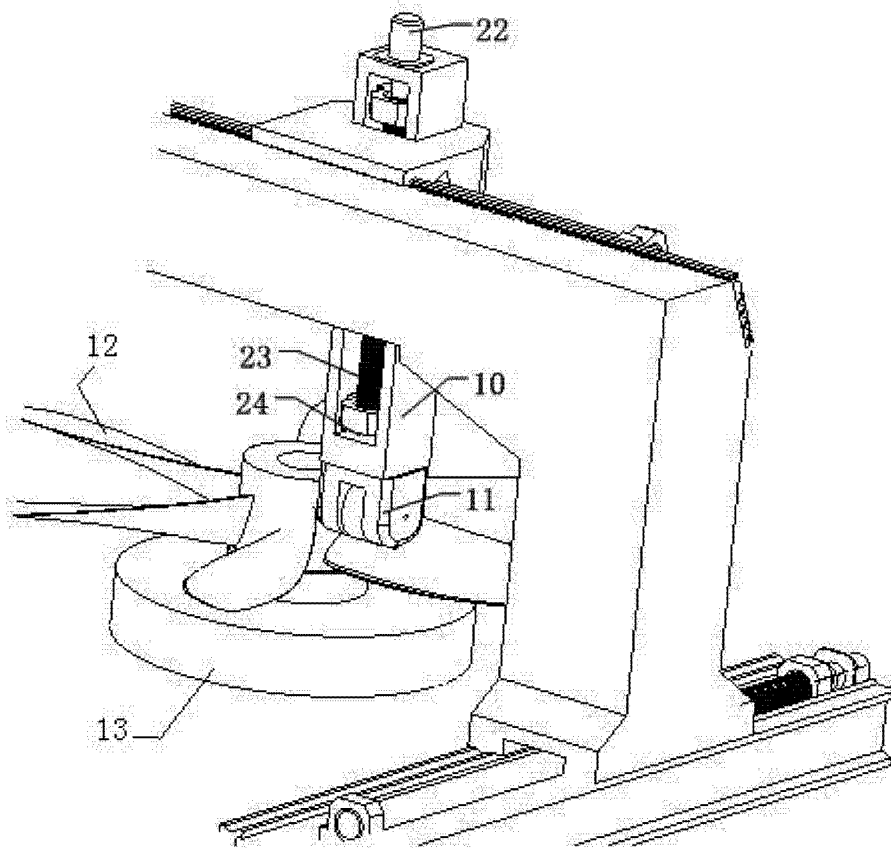


图 3

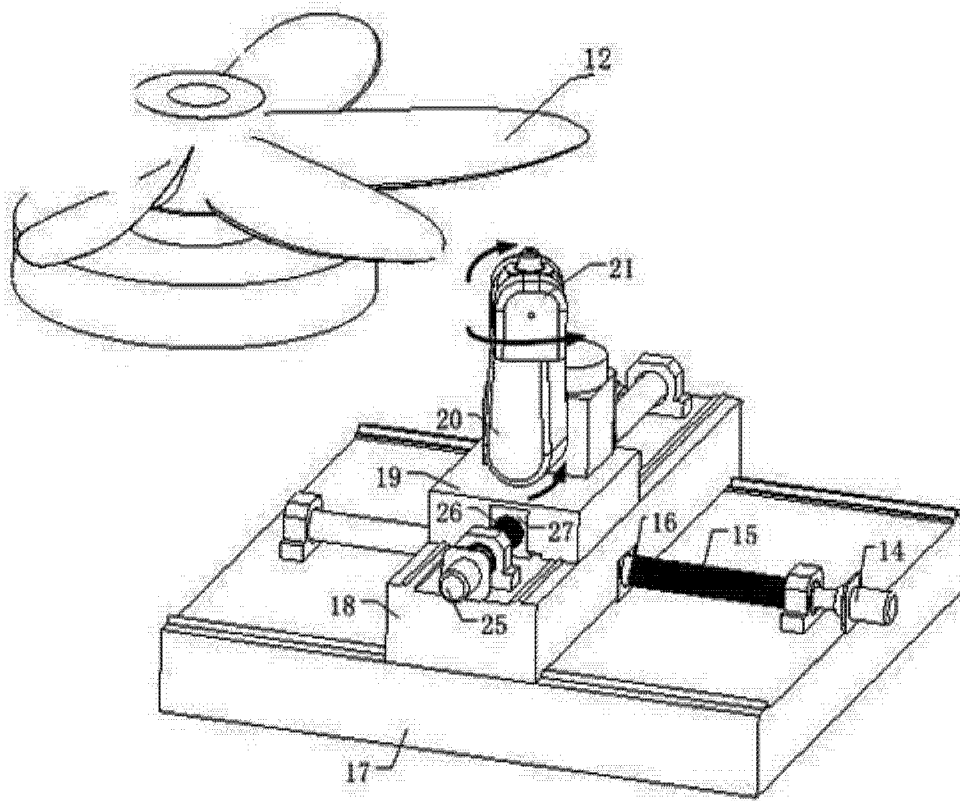


图 4