



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102825508 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 04

(21) 申请号 201210261241. 2

(22) 申请日 2012. 07. 26

(73) 专利权人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市白下区御道街  
29 号

(72) 发明人 傅玉灿 徐九华 杨路 苏宏华  
田霖

(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 张惠忠

(51) Int. Cl.

B24B 1/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2576413 Y, 2003. 10. 01,

CN 1410225 A, 2003. 04. 16,

CN 2229327 Y, 1996. 06. 19,

JP 昭 55-54175 A, 1980. 04. 21,

JP 特开平 10-217076 A, 1998. 08. 18,

审查员 陈立兵

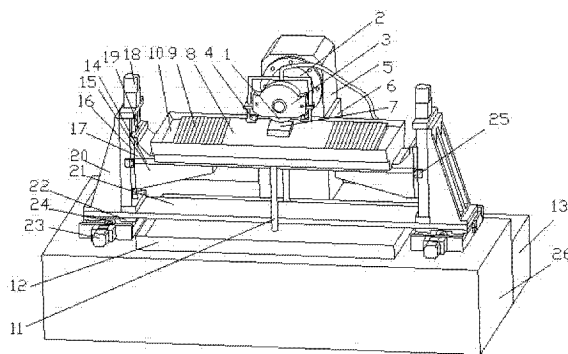
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种可实现 600 m/s 超高速磨削工艺的试验  
装备

(57) 摘要

本发明公开了一种可实现 600m/s 超高速磨削工艺的试验装备,包括床身、工作台以及设置在床身与工作台之间的三维驱动机构,该三维驱动机构包括纵向进给驱动机构、横向进给驱动机构以及竖直方向进给驱动机构,在所述的床身上还设置有立柱,在立柱上设置有高频电主轴,在高频电主轴的输出端连接砂轮,其特征在于:所述的纵向驱动机构为直线电机驱动平台,直线电机驱动平台的最大进给速度为 100m/min,所述的高频电主轴最大转速为 51000r/min,功率为 35KW,砂轮最大直径为 240mm。本发明装备结构紧凑,刚性较高,进给系统为全闭环驱动,运动精度高,从而为实现高精度的超高速磨削工艺提供强有力的机械装备。



1. 一种可实现 600m/s 超高速磨削工艺的试验装备,包括床身、工作台以及设置在床身与工作台之间的三维驱动机构,该三维驱动机构包括纵向进给驱动机构、横向进给驱动机构以及竖直方向进给驱动机构,在所述的床身上还设置有立柱,在立柱上设置有高频电主轴,在高频电主轴的输出端连接砂轮,其特征在于:所述的纵向驱动机构为直线电机驱动平台,直线电机驱动平台的最大进给速度为 100 m/min,所述的高频电主轴最大转速为 51000 r/min,功率为 35 KW,砂轮最大直径为 240mm;所述的竖直方向进给驱动机构包括竖直方向伺服电机以及竖直方向滚珠丝杠,该滚珠丝杠上安装竖直拖板,所述的直线电机驱动平台设置在上水槽中,上水槽设置在支撑板上,支撑板通过上肋板和下肋板设置在该竖直拖板上;横向进给驱动机构包括横向伺服电机以及横向滚珠丝杠,该滚珠丝杠上安装横向拖板,在横向拖板上安装所述的竖直方向驱动机构;所述的竖直方向进给驱动机构为双轴同步驱动控制,包括两个竖直方向伺服电机以及两个竖直方向滚珠丝杠,两个竖直方向滚珠丝杠分别连接两个竖直方向拖板;所述的横向进给驱动机构为双轴同步驱动控制,包括两个横向伺服电机以及两个横向滚珠丝杠,两个横向滚珠丝杠分别连接两个横向拖板;所述高频电主轴通过其上法兰固定在安装底座上,所述安装底座固定在一立柱上。

2. 根据权利要求 1 所述的一种可实现 600 m/s 超高速磨削工艺的试验装备,其特征在于:在横向进给方向、纵向进给方向以及竖直进给方向驱动机构中均安装有高分辨率光栅尺,实现重复定位精度均为 2  $\mu\text{m}$ 。

## 一种可实现 600 m/s 超高速磨削工艺的试验装备

[0001] 技术领域：

[0002] 本发明涉及一种数控加工机械领域，具体涉及一种可对航空航天难加工材料进行 600m/s 超高速磨削工艺研究的试验装备。

[0003] 背景技术：

[0004] 超高速磨削是先进制造技术领域内的一项关键技术，是通过提高砂轮线速度(即磨削速度)来达到提高金属磨除率和质量的工艺方法，应用高效率、高精度、高自动化、高柔性的磨削设备，能最大限度地提高工件加工效率，加工精度和加工表面质量。随着能源、汽车、航空航天等高端产业对零件的加工精度与效率越来越高的要求，国际上许多发达国家均把超高速磨削工艺与装备的研究作为机械制造领域的重要课题列入研究范围。

[0005] 目前，国外企业和高校对超高速磨削工艺和装备研究非常广泛深入，商品化高速磨床磨削速度已达到 200 m/s，某高校实验室研制的超高速磨削设备磨削速度已达 500 m/s，其主轴系统采用高频电主轴，最高转速为 30000 r/min，功率为 46 Kw，最大安装砂轮直径为 350 mm，但经过理论计算得知，当主轴以最高转速运转时，砂轮与空气摩擦损耗功率有 15 Kw，仅有 30 Kw 功率用于磨削加工，电主轴使用效率低，且砂轮与空气摩擦损耗的功率绝大部分转化为热量，导致主轴温升高，影响主轴使用寿命和精度。另一方面，国内企业和高校对此研究不多，磨削速度低，加工精度不高，尤其是对航空航天难加工材料的超高速磨削机理研究不充分。

[0006] 发明内容：

[0007] 发明目的：

[0008] 本发明的目的在于提供一种可实现 600m/s 超高速磨削工艺的试验装备，从而可对航空航天难加工材料进行超高速磨削机理研究。

[0009] 技术方案：

[0010] 为了达到上述目的，本发明采取了以下技术方案：

[0011] 一种可实现 600m/s 超高速磨削工艺的试验装备，包括床身、工作台以及设置在床身与工作台之间的三维驱动机构，该三维驱动机构包括纵向进给驱动机构、横向进给驱动机构以及竖直方向进给驱动机构，在所述的床身上还设置有立柱，在立柱上设置有高频电主轴，在高频电主轴的输出端连接砂轮，其特征在于：所述的纵向驱动机构为直线电机驱动平台，直线电机驱动平台的最大进给速度为 100 m/min，所述的高频电主轴最大转速为 51000 r/min，功率为 35 KW，砂轮最大直径为 240mm。

[0012] 所述的竖直方向进给驱动机构包括竖直方向伺服电机以及竖直方向滚珠丝杠，该滚珠丝杠上安装竖直拖板，所述的直线电机驱动平台设置在上水槽中，上水槽设置在支撑板上，支撑板通过上肋板和下肋板设置在该竖直拖板上；横向进给驱动机构包括横向伺服电机以及横向滚珠丝杠，该滚珠丝杠上安装横向拖板，在横向拖板上安装所述的竖直方向驱动机构。

[0013] 所述的竖直方向进给驱动机构为双轴同步驱动控制，包括两个竖直方向伺服电机以及两个竖直方向滚珠丝杠，两个竖直方向滚珠丝杠分别连接两个竖直方向拖板；所述的

横向进给驱动机构为双轴同步驱动控制,包括两个横向伺服电机以及两个横向滚珠丝杠,两个横向滚珠丝杠分别连接两个横向拖板。

[0014] 在横向进给方向、纵向进给方向以及竖直进给方向驱动机构中均安装有高分辨率光栅尺,实现重复定位精度均为 2 μm。

[0015] 为了满足最大磨削速度为  $v_s = \frac{\pi d_s n}{60 \times 1000} = 600$  m/s,其中  $n$  为主轴转速,  $d_s$  为砂轮直径,可选大直径砂轮低转速主轴,亦或可以选小直径砂轮高转速主轴。但是,当主轴

在高速运转时,砂轮与空气摩擦损耗功率理论计算公式为:  $P_{\text{空气}} = \frac{\pi^{2.8} \rho_a V_a^{0.2} d_s^{4.6} n^{2.8}}{47.7 \times 10^3}$ ,

其中  $\rho_a$  为空气密度,  $V_a$  为空气的动力粘度,二者均为常数,由该公式可知,保证磨削速度  $v_s = 600$  m/s,当  $d_s = 400$  mm,  $n = 30000$  r/min 时,  $P_{\text{空气}} = 35$  Kw;当  $d_s = 300$  mm,  $n = 40000$  r/min 时,  $P_{\text{空气}} = 21$  Kw;当  $d_s = 200$  mm,  $n = 60000$  r/min 时,  $P_{\text{空气}} = 10$  Kw,由此可知,选大直径砂轮低转速主轴产生的空气损耗功率比选小直径砂轮高转速主轴产生的空气损耗功率要大的多,故应选择小直径砂轮高转速主轴比较合适。考虑用于磨削加工所需功率为 25 Kw,并考虑到目前电主轴高转速、高功率发展技术,最终采用方案:主轴系统用高频电主轴,卧式安装,最高转速为 51000 r/min,功率为 35 Kw,最大安装砂轮直径为 240 mm,最大线速度为 600 m/s,高频电主轴通过其上法兰固定在安装底座上,安装底座固定在一立柱上,这样,砂轮主轴只作高速旋转运动,不作任何进给运动。三个方向的进给运动,即横向,纵向还有竖直方向的进给运动均由工作台来实现。纵向进给运动采用直线电机驱动平台,考虑到目前超高速磨削机理方面已获得研究成果,在保证单颗磨粒最大未变形切削厚度不变,即保证磨削速比一定的情况下,最终选择直线电机驱动平台最大进给速度为 100 m/min,有效行程 200 mm,并安装有柔性防护罩,防止磨削液还有高温切屑进入直线电机平台内部。横向和竖直方向进给运动均采用伺服电机和磨制级滚珠丝杠驱动,三个方向均配以高分辨率光栅尺;横向和竖直方向进给运动均为双轴同步控制,可以在极大程度上避免出现进给运动不一致而导致运动部件扭斜破坏同步精度,造成加工零件精度降低甚至出现损坏机床的严重后果。竖直方向的两个伺服电机均带有制动功能,以确保断电时直线电机驱动平台不会因为自重下滑。平台背面一侧均安装肋板,并通过一横板相连接,该横板通过螺钉连接固定在横向的两个进给驱动拖板上,这样可以减小运动部件的扭斜,提高双轴同步驱动控制的同步性。整个设备结构上为龙门结构。

[0016] 有益效果:

[0017] 1、本发明装备主轴系统用高频电主轴,卧式安装,最高转速为 51000 r/min,功率为 35 Kw,最大安装砂轮直径为 240 mm,最大线速度为 600 m/s,纵向进给为直线电机进给方式,进给速度大,与高转速的电主轴为最佳匹配,可对航空航天难加工材料进行超高速磨削机理的研究。

[0018] 2、本发明装备结构上为龙门结构,由于是砂轮架主轴固定不动,工作台三个方向进给运动,且竖直方向和横向均为双轴同步驱动,故整个设备结构紧凑,刚性较高,进给系统为全闭环驱动,运动精度高,从而可实现高精度的超高速磨削工艺。

[0019] 附图说明:

[0020] 图 1 是本发明超高速磨削装备的具体实施结构示意图。

[0021] 图中各标号的名称:1、砂轮;2、高频电主轴;3、砂轮防护罩;4、冷却液喷嘴;5、安装底座;6、立柱;7、工件;8、直线电机驱动平台;9、柔性防护罩;10、上冷却液槽;11、联接水管;12、下冷却液槽;13、冷却液过滤净化装置;14、支撑板;15、下肋板;16、垂直方向拖板;17、上肋板;18、垂直方向伺服电机;19、垂直方向滚珠丝杠;20、侧肋板;21、横板;22、横向拖板;23、横向伺服电机;24、横向滚珠丝杠;25、光栅尺;26、大理石床身。

[0022] 具体实施方式:

[0023] 下面结合附图和具体实例对本发明进一步说明:

[0024] 如图 1 所示,本发明超高速磨削装备的具体实施结构示意图中,砂轮 1 安装在高频电主轴 2 上,砂轮 1 最大直径为 240 mm,高频电主轴 2 最高转速为 51000 r/min,从而可以使得该发明装备最大磨削速度为 600 m/s。砂轮 1 有砂轮防护罩 3 起保护作用,磨削加工时所需的冷却液通过安装在砂轮防护罩 3 两侧的冷却液喷嘴 4 来供给。高频电主轴 2 通过其上法兰固定在安装底座 5 上,安装底座 5 固定在一立柱 6 上,立柱 6 固定在大理石床身 26 上,这样,砂轮主轴系统只做高速旋转运动,不做任何进给运动。位于砂轮 1 正下方的直线电机驱动平台 8 上表面安放工件 7,可实现工件 7 纵向进给运动,最大移动速度为 100 m/min,有效行程 200 mm。直线电机驱动平台 8 两侧有柔性防护罩 9,防止磨削液和高温切屑进入其内部。直线电机驱动平台 8 安装在上冷却液槽 10 内部,上冷却液槽 10 通过联接水管 11 与下冷却液槽 12 相连,下冷却液槽 12 与外部冷却液过滤净化装置 13 相连,从而可实现冷却液循环使用。上冷却液槽 10 安装在一支撑板 14 上,支撑板 14 由下方左右两侧的下肋板 15 支撑,下肋板 15 固定在垂直方向拖板 16 上,且垂直方向拖板 16 与支撑板 14 之间有上肋板 17 连接起加强作用。垂直方向拖板 16 在两侧垂直方向伺服电机 18 与垂直方向滚珠丝杠 19 的同时双驱动下实现垂直方向运动,且两侧垂直方向伺服电机 18 均带有制动功能,以确保断电时直线电机驱动平台 8 不会因为自重下滑。垂直方向进给系统整体两侧通过侧肋板 20 起加强作用,并全部固定在一横板 21 上,横板 21 固定在左右两侧的横向拖板 22 上,横向拖板 22 在两侧横向伺服电机 23 与横向滚珠丝杠 24 的同时双驱动下实现横向进给运动,从而可以在极大程度上避免出现进给运动不一致而导致运动部件扭斜破坏同步精度,造成加工零件精度降低甚至出现损坏机床的严重后果。纵向运动、横向运动和垂直方向运动均安装有高分辨率的光栅尺 25,实现全闭环进给驱动,提高运动精度。整个试验装备采用大理石床身 26,以提高整个试验装备的刚性,减少超高速磨削时产生的振动。

[0025] 本发明超高速磨削试验装备结构上为龙门结构,由于是砂轮架主轴固定不动,工作台三个方向进给运动,且垂直方向和横向均为双轴同步驱动控制,故整个设备结构紧凑,刚性较高,进给系统为全闭环驱动,运动精度高,从而提高了所加工零件的精度和表面质量。

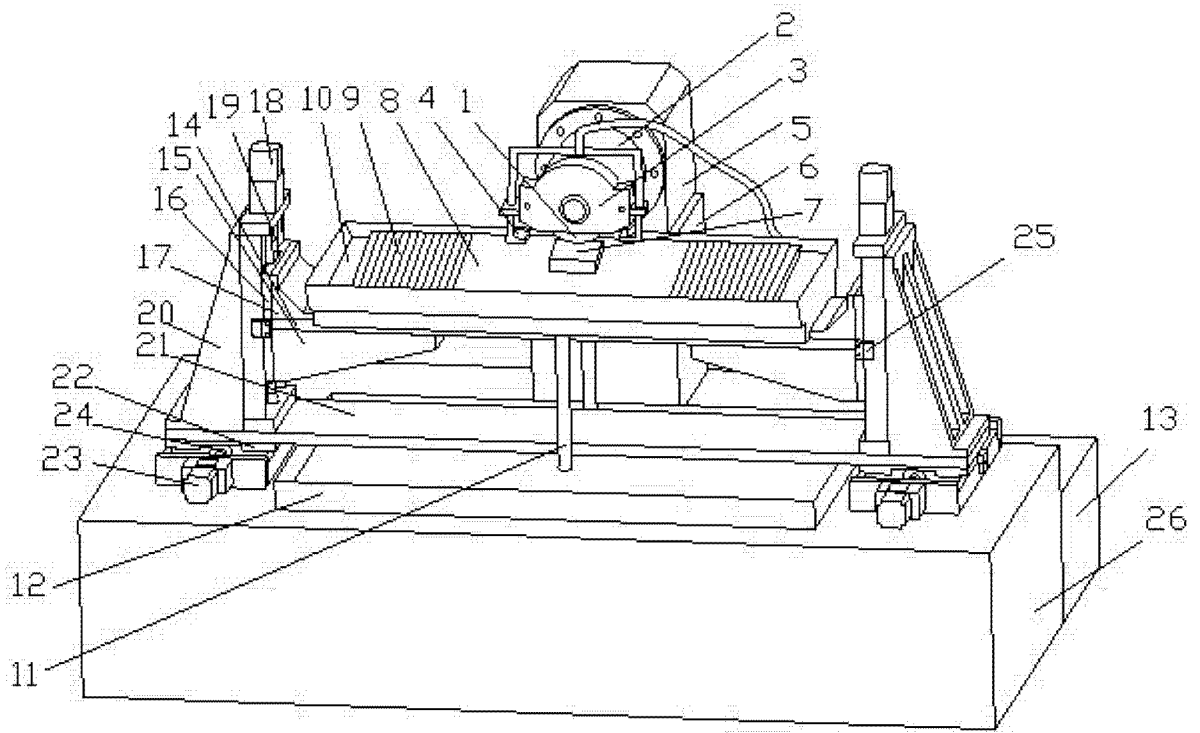


图 1