



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101844320 B

(45) 授权公告日 2011.09.14

(21) 申请号 201010193513.0

(22) 申请日 2010.06.07

(73) 专利权人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区麓山南路
2号

(72) 发明人 吕冰海 吴喆 袁巨龙 范红伟
朱从容

(74) 专利代理机构 长沙市融智专利事务所
43114

代理人 黄美成

(51) Int. Cl.

B24B 1/04 (2006.01)

审查员 刘伟

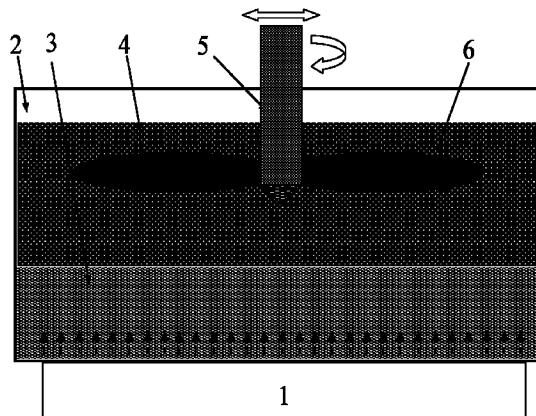
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种曲面零件的精密高效抛光方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种曲面零件的精密高效抛光方法及装置。该方法为：使得抛光液中悬浮有众多吸附有磨粒的多孔微球；将待抛光的工件安装在工件夹持装置上，并将待抛光工件浸入抛光槽的抛光液中，在驱动力的作用下，工件夹持装置旋转带动待抛光工件作运动；开启位于抛光液底部的超声波发生器，在超声波激励作用力和抛光液粘滞力的共同作用下，实现对待抛光工件的抛光。所述的曲面零件的精密高效抛光装置为：在抛光槽中盛有抛光液，抛光液中悬浮有多孔微球，多孔微球吸附有磨粒，抛光槽的上方设有用于夹持待抛光工件的可以旋转的夹持装置，抛光槽底部设有超声波发生器。采用本发明，加工精度和加工效率高，又具备加工设备结构简单、成本低的优点。



1. 一种曲面零件的精密高效抛光方法,其特征在于,使得抛光液中悬浮有吸附有磨粒的多孔微球,多孔微球为磨粒的载体作为待抛光工件曲面的抛光工具;

将待抛光的工件安装在工件夹持装置上,并将待抛光工件浸入抛光槽的抛光液中,在驱动力的作用下,工件夹持装置旋转带动待抛光工件作运动;

开启位于抛光液底部的超声波发生器,在超声波激励作用力和抛光液粘滞力的共同作用下,多孔微球吸附的磨粒对待抛光工件表面材料进行去除,从而实现对待抛光工件的抛光;所述的多孔微球采用多孔聚氨酯球、多孔人造海绵球、多孔塑料泡沫球,多孔微球的直径范围为 0.1-10mm;

抛光液由磨粒和抛光液基液组成;抛光液中包含有占抛光液重量 5-30% 的磨粒,磨粒粒径范围为:0.1-50 μm,抛光液基液为水、甘油、煤油、乳化液中的一种或多种混合液。

2. 根据权利要求 1 所述的曲面零件的精密高效抛光方法,其特征在于,夹持装置转速范围为 10-200r/min,超声波功率范围为 40 ~ 5000W。

3. 一种曲面零件的精密高效抛光装置,其特征在于,在抛光槽中盛有抛光液,抛光液中悬浮有多孔微球,多孔微球吸附有磨粒,抛光槽的上方设有用于夹持待抛光工件的可以旋转的夹持装置,抛光槽底部设有超声波发生器;

所述的多孔微球采用多孔聚氨酯球、多孔人造海绵球、多孔塑料泡沫球,多孔微球的直径范围为 0.1-10mm;

抛光液由磨粒和抛光液基液组成;抛光液中包含有占抛光液重量 5-30% 的磨粒,磨粒粒径范围为:0.1-50 μm,抛光液基液为水、甘油、煤油、乳化液中的一种或多种混合液。

4. 根据权利要求 3 所述的曲面零件的精密高效抛光装置,其特征在于,所述的多孔微球采用多孔聚氨酯球、多孔人造海绵球、多孔塑料泡沫球,所述的磨粒为氧化铝、氧化铬、氧化铈、氧化铁、碳化硅和氧化硅中的一种或多种混合磨粒。

一种曲面零件的精密高效抛光方法及装置

技术领域

[0001] 本发明属于精密超精密加工技术,涉及一种曲面零件的精密高效抛光方法及装置,特别涉及各种复杂异形曲面、非球曲面等各种曲面的高效、超精密抛光方法及装置。

技术背景

[0002] 近年来,随着科学技术的快速发展和生活水平的日益提高,虽然我国在航空航天、船舶工业、汽车工业、模具和生物医学等领域发展迅速并取得很大进步,但是产品的加工精度、加工质量、加工效率和加工成本等严重制约了我国科技工业的发展。其中对于曲面的精加工而言尤为明显,特别是各种复杂异形曲面、非球曲面等各种曲面的高效、超精密加工。

[0003] 在航空航天、船舶工业、汽车零件、模具和生物医用植入物等制造业中为了消除加工痕迹、毛刺和线切割加工变质层等,需要对各种曲面零件进行抛光加工和表面强化处理。

[0004] 在航空制造业中,良好的抛光处理能改善航空发动机零件的表面质量、提高零件的疲劳强度、增加飞机燃料系统的性能和改善液压系统的压力、增大飞机所产生的气流,延长零件的寿命等。在船舶工业中,螺旋桨是船舶的推进器,桨叶是一种典型的复杂曲面,由于桨叶表面质量的高低直接影响了螺旋桨抗腐蚀能力、使用寿命、噪音等工作性能。良好的抛光处理能实现降低桨叶表面粗糙度、减少桨叶表面机加工缺陷和残余应力,保证螺旋桨叶片表面质量到达设计和实用要求。在汽车工业中,许多汽车零件为复杂曲面,如汽缸、发动机缸、燃料或气体流过的微细孔洞与轮毂,通过研磨加工能改善表面质量与精度。在模具行业中改善电火花线切割加工留下的毛刺与加工变质层,从而提高模具表面质量和精度。特别是医药和食品行业中的传输管道,如果各种孔洞表面存在微小缺陷,会导致残留物而滋生细菌污染食品与药品等。生物医用植入物中如人工髋关节与膝关节的植入物都需要相当高的表面质量和精度。

[0005] 随着市场对上述产品的需求迅速增加和市场对模具和产品表面精度要求的日益提高,航空发动机叶片,船舶螺旋桨叶、汽车轮毂、模具、生物医用植入物等产品的要求趋向于更低的成本、更高的表面质量和加工效率,所以精密加工技术的应用更加重要。因此,如何高效、低成本的加工高品质的各种曲面零件已经成为超精密加工领域的一项重要的课题。

[0006] 抛光加工方法对各种曲面的表面质量和加工效率有着重要的影响。传统的复杂曲面抛光方法有砂轮抛光、电化学抛光、超声波辅助抛光、磁性磨粒研磨 / 抛光、磁流变抛光、气囊抛光、液体射流抛光等。超声波辅助抛光只能以超声波刀具的形状来做成型抛光加工,磁力抛光必须配合导磁性的磨粒才能进行抛光;砂轮抛光只能对简单的形状曲面抛光加工而且需要进行修整;电化学抛光的化学溶液对环境有影响。气囊抛光不能满足复杂异型曲面的光整加工要求。磁性磨粒研磨 / 抛光由于磁性磨粒的制备过程复杂、成本高昂,而且对于较为复杂的曲面仍需要复杂的成型运动,因此使该方法的应用受到一定限制。磁流变加工方法目前主要用于平面或曲面光学玻璃元件的精密、超精密加工。磁流变液的成本较高,其性能会随加工时间的增加而下降。

[0007] 综上所述,现有的曲面抛光技术需要依靠复杂、精密的机床设备来保证成形运动,加工过程复杂、设备成本高,而且很难满足各种曲面加工的高效高精密加工要求。因此,对于各种曲面尤其是复杂异形曲面的高效高精密加工而言,迫切需要一种既能实现较高的加工精度和加工效率,又具备低成本、高一致性的新型曲面抛光方法及抛光装置。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于克服现有技术存在的加工设备复杂成本高、加工效率低、加工一致性差、难以满足各种曲面尤其是复杂异形曲面的高精密高效加工要求的不足等,提出一种既能实现较高的加工精度、加工一致性和加工效率,又具备加工设备结构简单、成本低的新型曲面抛光装置及方法。

[0009] 本发明的技术解决方案如下:

[0010] 一种曲面零件的精密高效抛光方法,其特征在于,使得抛光液中悬浮有吸附有磨粒的多孔微球,多孔微球为磨粒的载体作为待抛光工件曲面的抛光工具;

[0011] 将待抛光的工件安装在工件夹持装置上,并将待抛光工件浸入抛光槽的抛光液中,在驱动力的作用下,工件夹持装置旋转带动待抛光工件作运动;

[0012] 开启位于抛光液底部的超声波发生器,在超声波激励作用力和抛光液粘滞力的共同作用下,多孔微球吸附的磨粒对待抛光工件表面材料进行去除,从而实现对待抛光工件的抛光。

[0013] 所述的多孔微球采用多孔聚氨酯球、多孔人造海绵球、多孔塑料泡沫球,多孔微球的直径范围为 0.1~10mm。

[0014] 抛光液由磨粒和抛光液基液组成;抛光液中包含有占抛光液重量 5~30% 的磨粒,磨粒粒径范围为:0.1~50 μm 抛光液基液为水、甘油、煤油、乳化液中的一种或多种混合液。

[0015] 夹持装置转速范围为 10~200r/min,超声波功率范围为 40 ~ 5000W。

[0016] 在抛光槽中盛有抛光液,抛光液中悬浮有多孔微球,多孔微球吸附有磨粒,抛光槽的上方设有用于夹持待抛光工件的可以旋转的夹持装置,抛光槽底部设有超声波发生器。

[0017] 一种曲面零件的精密高效抛光装置,其特征在于,在抛光槽中盛有抛光液,抛光液中悬浮有多孔微球,多孔微球吸附有磨粒,抛光槽的上方设有用于夹持待抛光工件的可以旋转的夹持装置,抛光槽底部设有超声波发生器。

[0018] 所述的多孔微球采用多孔聚氨酯球、多孔人造海绵球、多孔塑料泡沫球,所述的磨粒为氧化铝、氧化铬、氧化铈、氧化铁、碳化硅和氧化硅中的一种或多种混合磨粒。

[0019] 本发明的技术构思:将待抛光的工件安装在工件夹持装置上,将待抛光工件浸入抛光槽的抛光液中,在驱动力的作用下,工件夹持装置带动待抛光工件作抛光运动。同时开启超声波发生器,使其产生一定功率的超声波。在抛光液中悬浮的众多孔微球,由于其表面分布有很多小孔,可大量吸附抛光液中的磨粒。因此,多孔微球就成为磨粒的载体,作为待抛光工件曲面的“抛光头”或“刀具”。多孔微球在超声波的激励作用下,对待抛光工件表面实施一定的压力,使多孔微球表面的磨粒能对待抛光工件表面材料进行切入。同时,由于抛光液具有较大粘度,多孔微球不会随着待抛光工件同步运动,而是在粘滞力的作用下,沿着待抛光工件表面曲线形成一定的相对速度。因此,在超声波激励作用力和抛光液粘滞力的共同作用下,多孔微球吸附的磨粒对待抛光工件表面材料进行去除,从而实现对待抛光

工件的抛光。

[0020] 多孔微球具有对磨粒良好的吸附能力,良好的弹性和耐油性等特性。

[0021] 有益效果:

[0022] 本发明所述的一种曲面零件的精密高效抛光方法及装置,可实现各种曲面的高精密、高效、低成本的加工要求,与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0023] 1) 由于这种抛光加工过程中,待抛光工件全部浸在抛光液中,多孔微球是在抛光液粘滞力的作用下沿待抛光工件表面型线流动的,加工过程与其工作过程类似,可使加工效果更加符合其工作需要,因此这种抛光方法可以实现各种复杂形面的抛光而无需复杂的高精度机床来保证成形运动,没有传统精密设备的刚度、精度、振动或颤动等问题。

[0024] 2) 作为磨粒载体的多孔微球众多,可同时对待抛光工件表面所有部位进行抛光,可以得到很高的整体抛光效率。

[0025] 3) 抛光时的作用力大小可由超声波控制,待抛光产品的抛光质量可完全做到均匀一致。

[0026] 4) 本发明所述的曲面零件的精密高效抛光方法,其抛光过程是一种柔性的加工过程,磨粒与工件表面之间并非刚性接触,不会在待抛光产品表面造成残余应力等表面损伤。

[0027] 5) 加工中磁性磨粒处于游离状态,姿态不断变化使切削刃不断更换,因此具备了自锐功能。

[0028] 6) 加工压力可由超声波强度决定,超声波发生器的输出功率和工件夹持装置的运动方式根据待抛光产品的材料特性、形状特性、表面特征、加工质量、加工效率和加工精度等要求选取,因此,整个加工过程可实现全面自动化。

[0029] 7) 该抛光设备制造较为简单,超声波发生器为成熟的商用产品;多孔微球很容易获得,成本低。

附图说明

[0030] 图 1 为本发明中曲面零件精密高效抛光的结构示意图。

[0031] 图 2 为本发明中曲面零件精密高效抛光的机理图。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图以具体实施例对本发明的技术方案及工作过程作进一步的说明,但本发明的保护范围不限于此:

[0033] 实施例 1

[0034] 参见图 1 和图 2,异形复杂模具的精密高效抛光方法,实现所述抛光方法的抛光设备中,主要由抛光槽 2、超声波发生器 1、工件夹持装置 5 和分布于抛光液中众多的多孔聚氨酯球 4 等构成。所述的超声波发生器 1 安装于抛光槽 2 底部。所述的抛光槽 2 中的抛光液 3 含有较高浓度的磨料 7(~20% wt) 和众多的多孔聚氨酯球 4,所述的工件夹持装置 5 位于抛光槽 2 的上方,在驱动力的作用下可以实现不同的运动方式。

[0035] 将待抛光的异形复杂模具 6 安装在工件夹持装置 5 上,将异形复杂模具 6 浸入抛光槽 2 的抛光液 3 中,在驱动力的作用下,工件夹持装置 5 带动异形复杂模具 6 作低速旋转运动(10~30rpm),同时开启超声波发生器 1,使其产生一定功率的超声波。在抛光液 3 中悬

浮的众多孔聚氨酯球 4,由于其表面分布有很多小孔,可大量吸附抛光液中的磨粒 7。因此,多孔聚氨酯球 4 就成为磨粒 7 的载体,作为异形复杂模具 6 的“抛光头”或“刀具”。多孔聚氨酯球 4 在超声波的激励作用下,对异形复杂模具 6 表面实施一定的压力,使多孔聚氨酯球 4 表面的磨粒 7 能对异形复杂模具 6 表面材料进行切入。同时,由于抛光液 3 具有较大粘度,多孔聚氨酯球 4 不会随异形复杂模具 6 同步转动,而是在粘滞力 F_v 的作用下,沿异形复杂模具 6 表面曲线形成一定的相对速度 V' 。因此,在超声波激励作用力 FS 和抛光液粘滞力 F_v 的共同作用下,多孔聚氨酯球 4 吸附的众多磨粒 7 对异形复杂模具 6 表面材料进行去除,从而实现对异形复杂模具 6 的抛光。

[0036] 下表 1 列出了异形复杂模具精密高效抛光条件:

[0037] 表 1 异形复杂模具精密高效抛光条件

工件	异形复杂模具
多孔微球	多孔聚氨酯球 $\varnothing 1\sim 2\text{mm}$
磨料	Al_2O_3 W0.5 (W0.5 表示, 这种粒度的 磨料平均直径为 $\sim 0.5\mu\text{m}$)
抛光液	甘油、水、抛光基液等其它
磨料浓度	15-25%wt
超声波功率	100~500W

[0038] [0039] 抛光出的异形复杂模具经检测,表面粗糙度 R_a 为 $2\sim 5\text{nm}$,由此可见,该新型曲面抛光方法可满足复杂异形曲面的高精密高效加工要求。

[0040] 实施例 2:

[0041] 参见图 1 和图 2,汽车轮毂的精密高效抛光方法,实现所述抛光方法的抛光设备中,主要由抛光槽 2、超声波发生器 1、工件夹持装置 5 和分布于抛光液中众多的多孔聚氨酯球 4 等构成。所述的超声波发生器 1 安装于抛光槽 2 底部。所述的抛光槽 2 中的抛光液 3 含有较高浓度的磨料 7 ($\sim 20\%$ wt) 和众多的多孔聚氨酯球 4,具有较大黏度。所述的工件夹持装置 5 位于抛光槽 2 的上方,在驱动力的作用下可以实现不同的运动方式。

[0042] 将待抛光的汽车轮毂安装在工件夹持装置 5 上,将轮毂浸入抛光槽 2 的抛光液 3 中,在驱动力的作用下,工件夹持装置 5 带动轮毂作低速旋转运动,同时开启超声波发生器 1,使其产生一定功率的超声波。在抛光液 3 中悬浮的众多孔聚氨酯球 4,由于其表面分布有很多小孔,可大量吸附抛光液中的磨粒 7。因此,多孔聚氨酯球 4 就成为磨粒 7 的载体,作为轮毂的“抛光头”或“刀具”。多孔聚氨酯球 4 在超声波的激励作用下,对轮毂表面实施一定的压力,使多孔聚氨酯球 4 表面的磨粒 7 能对轮毂表面材料进行切入。同时,由于抛光液

3 具有较大粘度, 多孔聚氨酯球 4 不会随轮毂同步转动, 而是在粘滞力 F_v 的作用下, 沿轮毂表面曲线形成一定的相对速度 v' 。因此, 在超声波激励作用力 FS 和抛光液粘滞力 F_v 的共同作用下, 多孔聚氨酯球 4 吸附的众多磨粒 7 对轮毂表面材料进行去除, 从而实现对轮毂的抛光。

[0043] 下表 1 列出了汽车轮毂精密高效抛光条件:

[0044] 表 1 汽车轮毂精密高效抛光条件

[0045]

工件	汽车轮毂, $\varnothing 14$ inch
多孔微球	多孔聚氨酯球 $\varnothing 1\sim2$ mm
磨料	Al_2O_3 W0.5
抛光液	甘油、水、抛光基液等其它
磨料浓度	$\sim 20\%$ wt
超声波功率	200~1000W

[0046] 抛光出的汽车轮毂经检测, 表面粗糙度 R_a 为 $8\sim15$ nm, 由此可见, 该新型曲面抛光方法可满足复杂异形曲面的高精密高效加工要求。

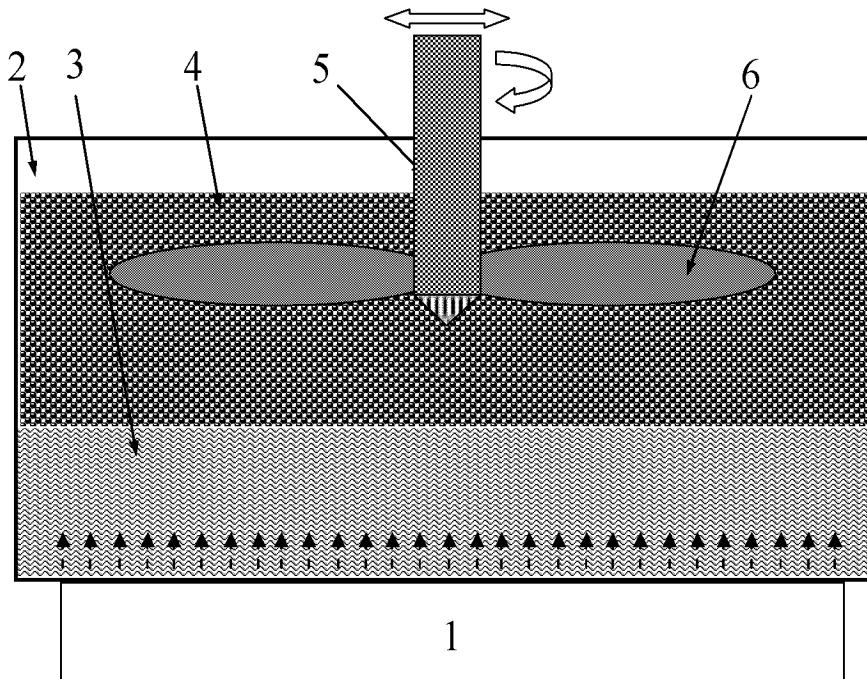


图 1

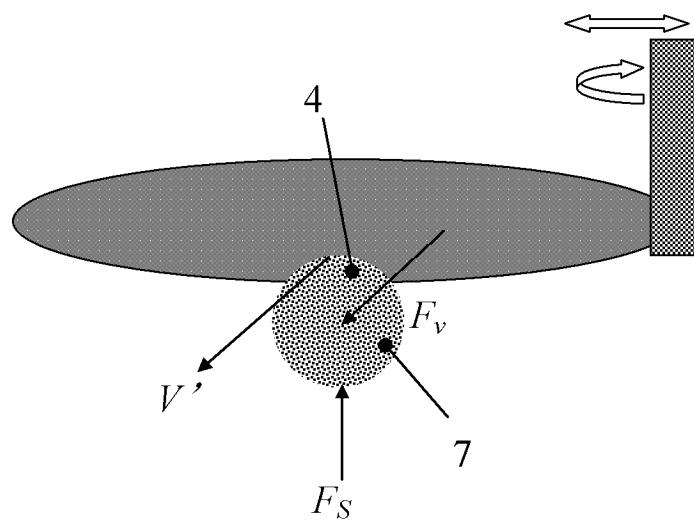


图 2