

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 7 月 2 日 (02.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/133974 A1

- (51) 国际专利分类号:
B21J 15/10 (2006.01) *F16B 19/04* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/092649
- (22) 国际申请日: 2019 年 6 月 25 日 (25.06.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811610308.2 2018 年 12 月 27 日 (27.12.2018) CN
- (71) 申请人: 南京航空航天大学 (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) [CN/CN]; 中国江苏省南京将军路 29 号, Jiangsu 210016 (CN)。
- (72) 发明人: 沈以赴 (SHEN, Yifu); 中国江苏省南京航空航天大学将军路校区, Jiangsu 210016

(CN)。严银飞 (YAN, Yinfei); 中国江苏省南京航空航天大学将军路校区, Jiangsu 210016 (CN)。倪瑞洋 (NI, Ruiyang); 中国江苏省南京航空航天大学将军路校区, Jiangsu 210016 (CN)。黄国强 (HUANG, Guoqiang); 中国江苏省南京航空航天大学将军路校区, Jiangsu 210016 (CN)。郭晓晗 (GUO, Xiaohan); 中国江苏省南京航空航天大学将军路校区, Jiangsu 210016 (CN)。李军平 (LI, Junping); 中国江苏省南京航空航天大学将军路校区, Jiangsu 210016 (CN)。

(74) 代理人: 南京正联知识产权代理有限公司 (NANJING ZHENGLIAN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国江苏省南京汉中门大街一号金鹰汉中新城 27 层, Jiangsu 210029 (CN)。

(54) Title: DOUBLE-FACED ROTATIONAL FRICTION EXTRUSION RIVETING DEVICE AND RIVETING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种双面旋转摩擦挤压铆接装置及其铆接方法

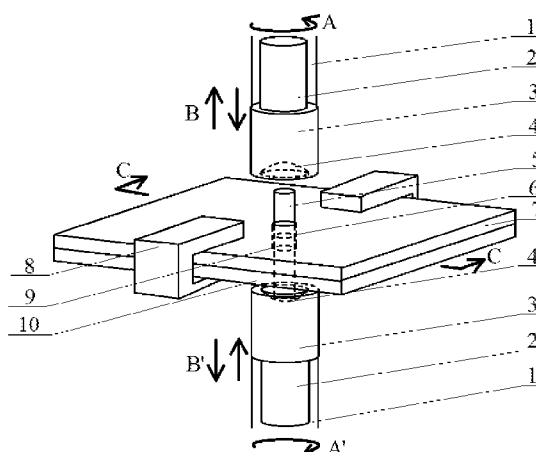


图 1

(57) Abstract: Disclosed are a double-faced rotational friction extrusion riveting device and a riveting method therefor. The double-faced rotational friction extrusion riveting device comprises a device body, and clamping bars and connection shafts which are at two sides, the bottom faces of the connection shafts at two sides being processed with spherical grooves, and the connection shafts at two sides being connected to the device body by means of the clamping bars, so as to realize the rotation and axial movement thereof. The double-faced rotational friction extrusion riveting method comprises the following steps: a, drilling through-holes in the connection regions of lapping workpieces; b, inserting a riveting column into the through-holes, and adjusting the connection shafts at two sides to two ends of the through-hole positions, the groove on the bottom face of the connection shaft at one side abutting against the riveting column; c, rotating the connection shafts and axially pressing the riveting column until the bottom faces of the connection shafts are in contact with the surfaces of the workpieces, and filling the spherical grooves with plasticized riveting column material; and d, axially

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

lifting up the connection shafts, and the riveting connection being completed when the workpieces are cooled. The device of the present invention has a simple structure and is easy to manufacture, and the riveting method of the present invention has a good applicability, and can obtain a joint having an aesthetic formation and excellent mechanical properties at one time.

(57) 摘要: 本发明公开了一种双面旋转摩擦挤压铆接装置及其铆接方法, 双面旋转摩擦挤压铆接装置包括设备本体、两侧装夹杆和连接轴, 两侧连接轴的底面均加工有球形凹槽, 两侧连接轴通过装夹杆与设备本体相连, 以实现其旋转及轴向运动。双面旋转摩擦挤压铆接包括以下步骤: a、搭接工件连接区域钻通孔; b、将铆柱插入通孔内, 调节两侧连接轴至通孔位置的两端, 其中一侧连接轴底面凹槽顶住铆柱; c、连接轴旋转并轴向挤压铆柱至连接轴底面与工件表面接触, 塑化铆柱材料填满球形凹槽; d、连接轴轴向上提, 待工件冷却即完成铆接连接。本发明的装置结构简单、易于制造, 本发明的铆接方法适用性强, 能够一次性获得成型美观、力学性能优异的接头。

一种双面旋转摩擦挤压铆接装置及其铆接方法

技术领域

本发明属于金属连接技术领域，具体为一种双面旋转摩擦挤压铆接装置及其铆接方法。

背景技术

铆接技术是汽车制造、航空航天等领域不可或缺的连接技术，传统的冷铆技术通常用在小直径的铆钉上，同时对铆钉材料的塑性要求较高；热铆是将铆钉加热到一定温度后进行的铆接方法，适用直径较大和材质塑性较差的铆钉，但是由于需要额外加热，铆接过程能耗较大，传统热铆接过程中需将加热到一定温度的铆钉插入钉孔，操作危险系数较高，并且要求加热装置靠近操作场地。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是：

为了克服现有热铆技术中存在的不足，本发明目的是提供一种结构简单的双面旋转摩擦挤压铆接装置，本发明的另一目的是提供一种利用该装置的铆接方法。

本发明为解决上述技术问题采用以下技术方案：

一种双面旋转摩擦挤压铆接装置，其包括夹具、第一工作头和第二工作头，及设备本体，夹具用于使第一工件和第二工件搭接固定，且使第一工件上的圆形通孔和第二工件上的圆形通孔共轴线，其中第一工件和第二工件上的圆形通孔具有相等孔径，供圆柱形铆柱穿设；

第一工作头和第二工作头分别设置在搭接固定的第一和第二工件两侧，均包括装夹杆和连接轴，装夹杆一端与设备本体可操作地相连，装夹杆的另一端与连接轴的一端固定连接，使第一和第二工作头的连接轴同轴相向排列，且连接轴自由端的相向端面设置有凹槽；

所述设备本体用于驱动和控制装夹杆进行旋转运动和位移，从而使连接轴与工件通孔的轴线同轴，且使连接轴由两侧对圆柱形铆柱进行摩擦挤压，最终在第一工件和第二工件的外侧形成球面钉头结构，实现第一工件和第二工件的铆接固定。

优选地，所述凹槽为球面凹槽。

优选地，所述球面凹槽的尺寸相同。

优选地，所述球面凹槽的球面半径是通孔半径的 2.5 倍，球面凹槽与连接轴交互圆直径

是通孔直径的 2 倍。

优选地，所述装夹杆和连接轴为一体式加工。

优选地，所述设备本体驱动第一工作头和第二工作头的装夹杆，从而使相应连接轴进行反向旋转运动，且转速相等。

在另一实施例中，本发明提供一种利用所述双面旋转摩擦挤压铆接装置的双面旋转摩擦挤压铆接方法，其包括以下步骤：

(a) 对第一工件上的圆形通孔和第二工件上的圆形通孔的内表面以及圆柱形铆柱的表面进行去污处理；

(b) 装夹第一工件和第二工件，使得第一工件通孔和第二工件通孔共轴线，将圆柱形铆柱插入第一工件通孔和第二工件通孔内，调节第一工作头和第二工作头的连接轴与第一工件和第二工件的相对位置，使连接轴与第一工件通孔和第二工件通孔的轴线同轴，调节第一工作头和第二工作头中的一者的连接轴使其凹槽顶住圆柱形铆柱一端，使得圆柱形铆柱两端突出第一工件和第二工件表面的部分的体积与相应侧连接轴的凹槽体积相对应；

(c) 使两侧连接轴以相反方向、相同转速旋转，所述凹槽顶住圆柱形铆柱一端的连接轴轴向位置保持不变，另一侧连接轴轴向移动至与圆柱形铆柱另一端接触，然后两侧连接轴以相同的轴向速度相向移动，摩擦挤压圆柱形铆柱的两端，当两侧连接轴的端面分别与第一工件和第二工件的表面接触时，两侧连接轴同时轴向移动远离工件，此时在圆柱形铆柱两端形成与凹槽形状相同的球面钉头结构，对第一工件和第二工件起到铆接固定作用；

(d) 待第一工件和第二工件冷却后，即完成铆接连接。

优选地，在所述步骤 (b) 中圆柱形铆柱两端突出第一工件和第二工件表面的部分的体积为相应侧连接轴的凹槽体积的 1.1 倍。

优选地，在所述步骤 (b) 中圆柱形铆柱两端突出第一工件和第二工件表面的部分的体积相等。

优选地，所述步骤 (c) 中的连接轴旋转速度为 1000-2000rpm，下压速度为 1-5mm/min。

本发明采用以上技术方案与现有技术相比，具有以下技术效果：

本发明和现有技术相比，具有如下显著性特点：本发明的装置结构简单，铆接采用的圆柱形铆柱易于加工；本发明避免了传统热铆的分步铆接操作，即先加热铆钉后插铆钉的过程，简化了操作，提高了效率；本发明采用双侧连接轴同步反向旋转挤压铆柱，可一次性获得完好的铆接接头；本发明采用双侧连接轴反向等速旋转挤压铆柱，使得铆柱在通孔内不转动，一方面确保了铆柱两端受摩擦挤压作用塑化变形速率相同，使得铆柱两端能够同时形成大小

相同的钉头结构；另一方面避免了铆柱与通孔内壁摩擦，保证通孔尺寸精度；本发明利用摩擦热加热铆柱，无需外加热源，节约了成本；连接轴凹槽设计可一次性获得形状规整的钉头，重复性好，接头强度高，保证铆接完成后，铆柱两端的螺帽结构起到很好的轴向固定作用。

附图说明

图 1 是本发明的结构示意图。

图 2 是本发明的 C-C 面剖视图。

具体实施方式

双面旋转摩擦挤压铆接技术是利用驱动装置带动两侧工具高速旋转，通过工作头端面球面凹槽与铆柱两端之间的摩擦热塑化铆柱，同时在工作头挤压力作用下使得塑化的铆柱材料填充凹槽，最终在双面形成球面钉头结构，从而实现工件的铆接连接。该铆接方法使用的是圆柱形铆钉，易于制造；铆接过程摩擦热和挤压力同时施加，避免了传统热铆先加热铆钉后插铆钉的分步式操作，操作简单，易于实现自动化；该铆接方法不需要额外的加热装置，节约成本和能耗。

下面结合附图对本发明的技术方案做进一步的详细说明：

如图 1，通过夹具 8 将 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的金属工件 7 和 10 搭接固定，工作头的装夹杆 2 与连接轴 3 一体式加工，连接轴通过装夹杆连接设备本体 1，装夹杆 2 的长度为 20mm ，直径为 14mm ，连接轴 3 的长度为 20mm ，直径为 18mm ，金属工件 7 和 10 为同种或者异种金属材料。

如图 2，连接轴 3 的底面设置球面凹槽 4，其球面半径为 7.5mm ，凹槽 4 底部圆半径为 6mm ，金属铆柱 5 的长度为 22.8mm ，直径为 5.9mm ，通孔 6 和 9 的直径均为 6mm ，且通孔 6 和 9 共轴线，铆接前将金属铆柱 5 插入通孔 6 和 9 中，调节两侧连接轴 3 至铆柱 5 正上方，调节下侧连接轴使其底面凹槽 4 顶住铆柱 5，使得铆柱两端高出工件 7 和 10 表面的部分长度相等。

两侧连接轴 3 高速旋转，方向相反，下侧连接轴轴向位置不动，上侧连接轴快速轴向移动至底面凹槽接触铆柱 5 上端面，然后两侧连接轴以相同的速度轴向挤压金属铆柱 5，塑化的金属铆柱 5 逐渐填充满凹槽，待两侧连接轴 3 底面与工件 7 和 10 表面接触时，连接轴轴向移开，从而在金属铆柱 5 的两端形成球面钉头结构，对工件 7 和 10 起到铆接固定作用。

连接轴端面与工件表面接触后停止轴向挤压运动，可通过铆接前的对刀设定坐标来实现。

实施例 1

采用如图 1 的双面旋转摩擦挤压铆接装置进行 2024 铝合金铆接连接,具体包括以下步骤:

(1) 对 2024 铝合金上的通孔 6 和 9 的内表面以及 2024 铝合金铆柱 5 的表面进行去污处理;

(2) 装夹 2024 铝合金板件 7 和 10, 使得通孔 6 和 9 共轴线, 将连接轴 3 通过装夹杆 2 夹持在设备本体 1 上, 调节两侧连接轴 3 至铆接区正上方和正下方, 将铝合金铆柱 5 插入通孔 6 和 9 内, 下连接轴底面凹槽 4 顶住铆柱 5, 调节下侧连接轴位置使得铝合金铆柱 5 两端高出工件 7 和 10 表面的长度均为 7.4mm;

(3) 两侧连接轴 3 以 1200rpm 的速度反向高速旋转, 下侧连接轴轴向位置不动, 上侧连接轴快速轴向下移至与铆柱 5 端面接触, 然后两侧连接轴均以 5mm/min 的速度向铆接区轴向移动, 铝合金铆柱 5 的两端与上下凹槽 4 摩擦, 塑化的铆柱材料在凹槽挤压力作用下逐渐填充凹槽 4, 当两侧连接轴 3 的底端面与铝合金工件 7 和 10 的表面接触后, 两侧连接轴 3 同时轴向移动远离连接区, 此时在铝合金铆柱 5 两端形成与凹槽 4 形状相同的球面钉头结构, 对搭接铝合金工件 7 和 10 起到铆接固定作用;

(4) 待铝合金工件 7 和 10 冷却后, 从工作台上取下, 即完成铆接连接。

实施例 2

采用如图 1 的双面旋转摩擦挤压铆接装置进行 T2 工业纯铜和 6061 铝合金的铆接连接, 具体包括以下步骤:

(1) 对 T2 工业纯铜及 6061 铝合金的通孔 6 和 9 的内表面以及 T2 纯铜铆柱 5 的表面进行去污处理;

(2) 装夹 T2 纯铜板 7 和 6061 铝合金 10, 使得通孔 6 和 9 共轴线, 将连接轴 3 通过装夹杆 2 夹持在设备本体 1 上, 调节两侧连接轴 3 至铆接区正上方和正下方, 将 T2 纯铜铆柱 5 插入通孔 6 和 9 内, 下连接轴底面凹槽 4 顶住铆柱 5, 调节下侧连接轴位置使得纯铜铆柱 5 两端高出工件 7 和 10 表面的长度均为 7.4mm;

(3) 两侧连接轴 3 以 1300rpm 的速度反向高速旋转, 下侧连接轴轴向位置不动, 上侧连接轴快速轴向下移至与纯铜铆柱 5 端面接触, 然后两侧连接轴 3 均以 2mm/min 的速度向铆接区轴向移动, 纯铜铆柱 5 的两端与上下凹槽 4 摩擦, 塑化的铆柱材料在凹槽挤压力作用下逐渐填充凹槽 4, 当两侧连接轴 3 的底端面与 T2 纯铜工件 7 和 6061 铝合金工件 10 的表面接触后, 两侧连接轴 3 同时轴向移动远离连接区, 此时在纯铜铆柱 5 两端形成与凹槽 4 形状相同的球面钉头结构, 对搭接 T2 纯铜板 7 和 6061 铝合金板 10 起到铆接固定作用;

(4) 待 T2 纯铜板 7 和 6061 铝合金板 10 冷却后, 从工作台上取下, 即完成铆接连接。

实施例 3

采用如图 1 的双面旋转摩擦挤压铆接装置进行 304 不锈钢铆接连接,具体包括以下步骤:

(1)对 304 不锈钢上的通孔 6 和 9 的内表面以及 304 不锈钢铆柱 5 的表面进行去污处理;

(2)装夹 304 不锈钢工件 7 和 10,使得通孔 6 和 9 共轴线,将连接轴 3 通过装夹杆 2 夹持在设备本体 1 上,调节两侧连接轴 3 至铆接区正上方和正下方,将 304 不锈钢铆柱 5 插入通孔 6 和 9 内,下连接轴底面凹槽 4 顶住铆柱 5,调节下侧连接轴位置使得不锈钢铆柱 5 两端高出工件 7 和 10 表面的长度均为 7.4mm;

(3)两侧连接轴 3 以 1800rpm 的速度反向高速旋转,下侧连接轴轴向位置不动,上侧连接轴快速轴向下移至与不锈钢铆柱 5 端面接触,然后两侧连接轴 3 均以 2.5mm/min 的速度向铆接区轴向移动,不锈钢铆柱 5 的两端与上下凹槽 4 摩擦,塑化的铆柱材料在凹槽挤压力作用下逐渐填充凹槽 4,当两侧连接轴 3 的底端面与不锈钢工件 7 和 10 的表面接触后,两侧连接轴 3 同时轴向移动远离连接区,此时在不锈钢铆柱 5 两端形成与凹槽 4 形状相同的球面钉头结构,对搭接 304 不锈钢工件 7 和 10 起到铆接固定作用;

(4)待不锈钢工件 7 和 10 冷却后,从工作台上取下,即完成铆接连接。

实施例 4

采用如图 1 的双面旋转摩擦挤压铆接装置进行 316L 不锈钢和 TC4 钛合金铆接连接,具体包括以下步骤:

(1)对 316L 不锈钢和 TC4 钛合金的通孔 6 和 9 的内表面以及 316L 不锈钢铆柱 5 的表面进行去污处理;

(2)装夹 316L 不锈钢工件 7 和 TC4 钛合金工件 10,使得通孔 6 和 9 共轴线,将连接轴 3 通过装夹杆 2 夹持在设备本体 1 上,调节两侧连接轴 3 至铆接区正上方和正下方,将 316L 不锈钢铆柱 5 插入通孔 6 和 9 内,下连接轴底面凹槽 4 顶住铆柱 5,调节下侧连接轴位置使得不锈钢铆柱 5 两端高出工件 7 和 10 表面的长度均为 7.4mm;

(3)两侧连接轴 3 以 2000rpm 的速度反向高速旋转,下侧连接轴轴向位置不动,上侧连接轴快速轴向下移至与 316L 不锈钢铆柱 5 端面接触,然后两侧连接轴 3 均以 3mm/min 的速度向铆接区轴向移动,不锈钢铆柱 5 的两端与上下凹槽 4 摩擦,塑化的铆柱材料在凹槽挤压力作用下逐渐填充凹槽 4,当两侧连接轴 3 的底端面与 316L 不锈钢工件 7 和 TC4 钛合金工件 10 的表面接触后,两侧连接轴 3 同时轴向移动远离连接区,此时在不锈钢铆柱 5 两端形成与凹槽 4 形状相同的球面钉头结构,对搭接 316L 不锈钢工件 7 和 TC4 钛合金工件 10 起到铆接固定作用;

(4)待 316L 不锈钢工件 7 和 TC4 钛合金工件 10 冷却后,从工作台上取下,即完成铆

接连接。

实施例 5

采用如图 1 的双面旋转摩擦挤压铆接装置进行 AZ91D 镁合金铆接连接,具体包括以下步骤:

(1)对 AZ91D 镁合金上的通孔 6 和 9 的内表面以及 AZ91D 镁合金铆柱 5 的表面进行去污处理;

(2)装夹 AZ91D 镁合金工件 7 和 10,使得通孔 6 和 9 共轴线,将连接轴 3 通过装夹杆 2 夹持在设备本体 1 上,调节两侧连接轴 3 至铆接区正上方和正下方,将 AZ91D 镁合金铆柱 5 插入通孔 6 和 9 内,下连接轴底面凹槽 4 顶住铆柱 5,调节下侧连接轴位置使得镁合金铆柱 5 两端高出工件 7 和 10 表面的长度均为 7.4mm;

(3)两侧连接轴 3 以 1500rpm 的速度反向高速旋转,下侧连接轴轴向位置不动,上侧连接轴快速轴向下移至与 AZ91D 镁合金铆柱 5 端面接触,然后两侧连接轴 3 均以 4mm/min 的速度向铆接区轴向移动,镁合金铆柱 5 的两端与上下凹槽 4 摩擦,塑化的铆柱材料在凹槽挤压力作用下逐渐填充凹槽 4,当两侧连接轴 3 的底端面与 AZ91D 镁合金工件 7 和 10 的表面接触后,两侧连接轴 3 同时轴向移动远离连接区,此时在镁合金铆柱 5 两端形成与凹槽 4 形状相同的球面钉头结构,对搭接 AZ91D 镁合金工件 7 和 10 起到铆接固定作用;

(4)待 AZ91D 镁合金工件 7 和 10 冷却后,从工作台上取下,即完成铆接连接。

以上详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于上述实施方式中的具体细节,在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种等同变换,这些等同变换均属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1、一种双面旋转摩擦挤压铆接装置，其特征在于：包括夹具、第一工作头和第二工作头，及设备本体，

夹具用于使第一工件和第二工件搭接固定，且使第一工件上的圆形通孔和第二工件上的圆形通孔共轴线，其中第一工件和第二工件上的圆形通孔具有相等孔径，供圆柱形铆柱穿设；

第一工作头和第二工作头分别设置在搭接固定的第一和第二工件两侧，均包括装夹杆和连接轴，装夹杆一端与设备本体可操作地相连，装夹杆的另一端与连接轴的一端固定连接，使第一和第二工作头的连接轴同轴相向排列，且连接轴自由端的相向端面设置有凹槽；

所述设备本体用于驱动和控制装夹杆进行旋转运动和位移，从而使连接轴与工件通孔的轴线同轴，且使连接轴由两侧对圆柱形铆柱进行摩擦挤压，最终在第一工件和第二工件的外侧形成球面钉头结构，实现第一工件和第二工件的铆接固定。

2、根据权利要求 1 所述的双面旋转摩擦挤压铆接装置，其特征在于：所述凹槽为球面凹槽。

3、根据权利要求 2 所述的双面旋转摩擦挤压铆接装置，其特征在于：所述球面凹槽的尺寸相同。

4、根据权利要求 3 所述的双面旋转摩擦挤压铆接装置，其特征在于：所述球面凹槽的球面半径是通孔半径的 2.5 倍，球面凹槽与连接轴交互圆直径是通孔直径的 2 倍。

5、根据权利要求 1 所述的双面旋转摩擦挤压铆接装置，其特征在于：所述装夹杆和连接轴为一体式加工。

6、根据权利要求 1 所述的双面旋转摩擦挤压铆接装置，其特征在于：所述设备本体驱动第一工作头和第二工作头的装夹杆，从而使相应连接轴进行反向旋转运动，且转速相等。

7、一种利用权利要求 1 所述的双面旋转摩擦挤压铆接装置的双面旋转摩擦挤压铆接方法，其特征在于包括以下步骤：

(a) 对第一工件上的圆形通孔和第二工件上的圆形通孔的内表面以及圆柱形铆柱的表面进行去污处理；

(b) 装夹第一工件和第二工件，使得第一工件通孔和第二工件通孔共轴线，将圆柱形铆柱插入第一工件通孔和第二工件通孔内，调节第一工作头和第二工作头的连接轴与第一工件和第二工件的相对位置，使连接轴与第一工件通孔和第二工件通孔的轴线同轴，调节第一工作头和第二工作头中的一者的连接轴使其凹槽顶住圆柱形铆柱一端，使得圆柱形铆柱两端突出第一工件和第二工件表面的部分的体积与相应侧连接轴的凹槽体积相对应；

(c) 使两侧连接轴以相反方向、相同转速旋转，所述凹槽顶住圆柱形铆柱一端的连接轴轴向位置保持不变，另一侧连接轴轴向移动至与圆柱形铆柱另一端接触，然后两侧连接轴以相同的轴向速度相向移动，摩擦挤压圆柱形铆柱的两端，当两侧连接轴的端面分别与第一工件和第二工件的表面接触时，两侧连接轴同时轴向移动远离工件，此时在圆柱形铆柱两端形成与凹槽形状相同的球面钉头结构，对第一工件和第二工件起到铆接固定作用；

(d) 待第一工件和第二工件冷却后，即完成铆接连接。

8、根据权利要求7所述的双面旋转摩擦挤压铆接方法，其特征在于：在所述步骤(b)中圆柱形铆柱两端突出第一工件和第二工件表面的部分的体积为相应侧连接轴的凹槽体积的1.1倍。

9、根据权利要求7所述的双面旋转摩擦挤压铆接方法，其特征在于：在所述步骤(b)中圆柱形铆柱两端突出第一工件和第二工件表面的部分的体积相等。

10、根据权利要求7所述的双面旋转摩擦挤压铆接方法，其特征在于：所述步骤(c)中的连接轴旋转速度为1000-2000rpm，下压速度为1-5mm/min。

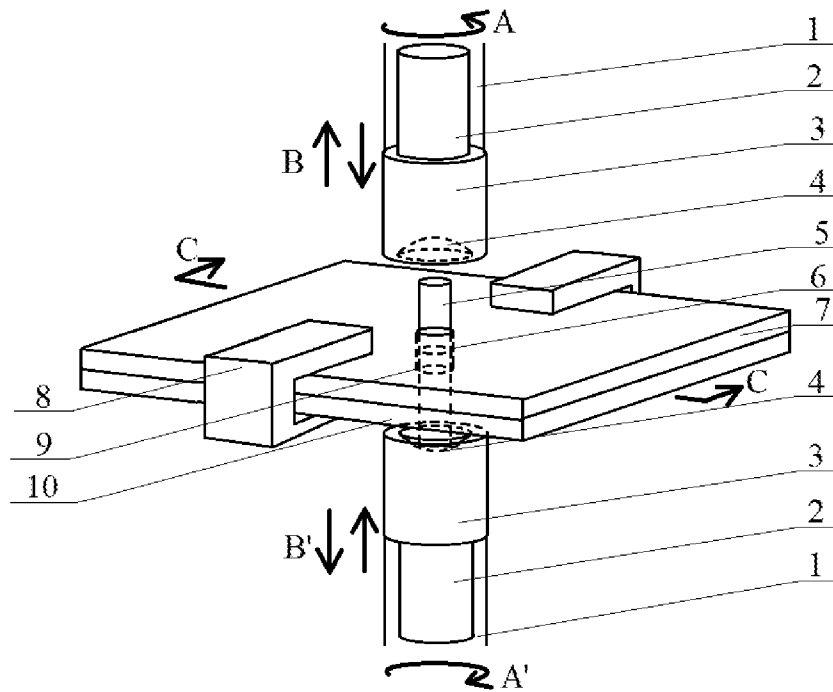


图 1

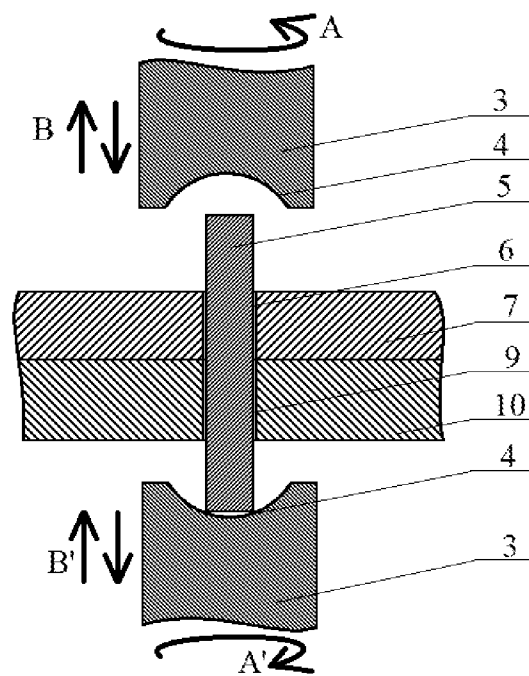


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/092649

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21J 15/10(2006.01)i; F16B 19/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B21J; F16B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI: 铆接, 铆钉, 铆, 连接, 摩擦, 旋转, 挤压, 双面, 双侧, 双端, 双边, 两面, 两侧, 两端, 两边, VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT: rivet+, joint, friction, rub+, rotat+, press+, double end??, two side?, both side

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109433996 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 08 March 2019 (2019-03-08) claims 1-10	1-10
X	CN 102518630 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 27 June 2012 (2012-06-27) description, paragraphs 17-20, and figures 1-5	1-10
A	CN 102430687 A (SUZHOU DONGFENG FINEBLANKING ENGINEERING CO., LTD.) 02 May 2012 (2012-05-02) entire document	1-10
A	CN 1938120 A (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC) 28 March 2007 (2007-03-28) entire document	1-10
A	CN 102615508 A (ZHENGZHOU UNIVERSITY et al.) 01 August 2012 (2012-08-01) entire document	1-10
A	GB 575556 A (KLOPSTOCK, H. et al.) 22 February 1946 (1946-02-22) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 September 2019

Date of mailing of the international search report

24 September 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

**China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)**
**No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088**
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/092649

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109433996	A	08 March 2019	None			
CN	102518630	A	27 June 2012	None			
CN	102430687	A	02 May 2012	CN	102430687	B	05 November 2014
CN	1938120	A	28 March 2007	EP	2052802	A1	29 April 2009
				EP	1713608	A2	25 October 2006
				DE	102004003909	A1	18 August 2005
				JP	2007521964	A	09 August 2007
				WO	2005070609	A2	04 August 2005
				BR	PI0506579	A	10 April 2007
				US	2005161965	A1	28 July 2005
				KR	20060129404	A	15 December 2006
				US	7870656	B2	18 January 2011
				AU	2005205865	A1	04 August 2005
				DE	102004003909	B4	09 September 2010
				IN	200602769	P4	08 June 2007
CN	102615508	A	01 August 2012	None			
GB	575556	A	22 February 1946	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/092649

A. 主题的分类 B21J 15/10(2006.01)i; F16B 19/04(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) B21J; F16B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS;CNTXT;CNKI: 铆接, 铆钉, 铆, 连接, 摩擦, 旋转, 挤压, 双面, 双侧, 双端, 双边, 两面, 两侧, 两端, 两边, VEN;USTXT;EPTXT;WOTXT: rivet+, joint, friction, rub+, rotat+, press+, double end?+, two side?, both side																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109433996 A (南京航空航天大学) 2019年 3月 8日 (2019 - 03 - 08) 权利要求1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 102518630 A (南京航空航天大学) 2012年 6月 27日 (2012 - 06 - 27) 说明书第17-20段, 图1-5</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102430687 A (苏州东风精冲工程有限公司) 2012年 5月 2日 (2012 - 05 - 02) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1938120 A (GM全球科技运作股份有限公司) 2007年 3月 28日 (2007 - 03 - 28) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102615508 A (郑州大学 等) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>GB 575556 A (HANS KLOPSTOCK等) 1946年 2月 22日 (1946 - 02 - 22) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 109433996 A (南京航空航天大学) 2019年 3月 8日 (2019 - 03 - 08) 权利要求1-10	1-10	X	CN 102518630 A (南京航空航天大学) 2012年 6月 27日 (2012 - 06 - 27) 说明书第17-20段, 图1-5	1-10	A	CN 102430687 A (苏州东风精冲工程有限公司) 2012年 5月 2日 (2012 - 05 - 02) 全文	1-10	A	CN 1938120 A (GM全球科技运作股份有限公司) 2007年 3月 28日 (2007 - 03 - 28) 全文	1-10	A	CN 102615508 A (郑州大学 等) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 全文	1-10	A	GB 575556 A (HANS KLOPSTOCK等) 1946年 2月 22日 (1946 - 02 - 22) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 109433996 A (南京航空航天大学) 2019年 3月 8日 (2019 - 03 - 08) 权利要求1-10	1-10																					
X	CN 102518630 A (南京航空航天大学) 2012年 6月 27日 (2012 - 06 - 27) 说明书第17-20段, 图1-5	1-10																					
A	CN 102430687 A (苏州东风精冲工程有限公司) 2012年 5月 2日 (2012 - 05 - 02) 全文	1-10																					
A	CN 1938120 A (GM全球科技运作股份有限公司) 2007年 3月 28日 (2007 - 03 - 28) 全文	1-10																					
A	CN 102615508 A (郑州大学 等) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 全文	1-10																					
A	GB 575556 A (HANS KLOPSTOCK等) 1946年 2月 22日 (1946 - 02 - 22) 全文	1-10																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																							
国际检索实际完成的日期 2019年 9月 7日		国际检索报告邮寄日期 2019年 9月 24日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 钟慧文 电话号码 86-(20)-28958014																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/092649

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	109433996	A	2019年 3月 8日	无			
CN	102518630	A	2012年 6月 27日	无			
CN	102430687	A	2012年 5月 2日	CN	102430687	B	2014年 11月 5日
CN	1938120	A	2007年 3月 28日	EP	2052802	A1	2009年 4月 29日
				EP	1713608	A2	2006年 10月 25日
				DE	102004003909	A1	2005年 8月 18日
				JP	2007521964	A	2007年 8月 9日
				WO	2005070609	A2	2005年 8月 4日
				BR	PI0506579	A	2007年 4月 10日
				US	2005161965	A1	2005年 7月 28日
				KR	20060129404	A	2006年 12月 15日
				US	7870656	B2	2011年 1月 18日
				AU	2005205865	A1	2005年 8月 4日
				DE	102004003909	B4	2010年 9月 9日
				IN	200602769	P4	2007年 6月 8日
CN	102615508	A	2012年 8月 1日	无			
GB	575556	A	1946年 2月 22日	无			