(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113458180 B
(45)授权公告日 2022.05.03

(21)申请号 202110734273.9
(22)申请日 2021.06.30
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113458180 A
(43)申请公布日 2021.10.01
(73)专利权人 燕山大学
地址 066000 河北省秦皇岛市海港区河北大街西段438号
(72)发明人 贾建波 杨志刚 徐博 彭伟劲 徐岩 董添添 姜腾蛟 周露洋
(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
代理人 孙玲
(51)Int.Cl.
B21D 1/00(2006.01)
B21D 37/10(2006.01)
C21D 7/04(2006.01)

审查员 鲁岩娜

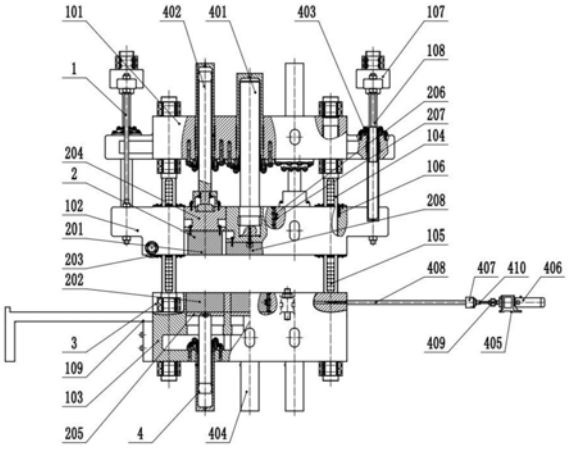
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种板材反复弯曲校平加工装置及加工方法

(57)摘要

本发明公开一种板材反复弯曲校平加工装置，包括横梁单元、模具单元、移动工作平台和驱动单元，模具单元包括弯曲上模、弯曲下模和滚轴，弯曲上模和弯曲下模相配合能够对待加工板材实施反复弯曲变形，弯曲上模、弯曲下模以及移动工作平台相配合能够压平待加工板材，移动工作平台带动弯曲下模运动，结合滚轴转动，能够完成待加工板材的校平。本发明还提供一种板材反复弯曲校平加工方法，弯曲下模与弯曲上模相配合完成对待加工板材的正弯曲，然后完成对待加工板材的反弯曲，记为一道次反复弯曲变形；完成多道次反复弯曲变形后，将待加工板材压平，移动工作平台朝向滚轴方向运动，待加工板材在滚轴和移动工作平台以及弯曲下模的碾搓作用下完成校平。



CN 113458180 B

1.一种板材反复弯曲校平加工装置,其特征在于,包括:

横梁单元,所述横梁单元能够压紧待加工板材;

模具单元,所述模具单元包括弯曲上模、弯曲下模和滚轴,所述弯曲上模和所述弯曲下模能够滑动地与所述横梁单元相连,所述弯曲上模和所述弯曲下模相配合能够压弯所述待加工板材,所述滚轴能够转动地与所述横梁单元相连;

移动工作平台,所述移动工作平台能够滑动地与所述横梁单元相连,所述滚轴的转动轴线平行于所述移动工作平台的所在平面,所述移动工作平台、所述弯曲下模与所述滚轴相配合能够校平所述待加工板材;

所述横梁单元包括上横梁、中间活动横梁和下横梁,所述中间活动横梁能够滑动地设置于所述上横梁与所述下横梁之间;所述弯曲上模能够滑动地与所述中间活动横梁相连,所述滚轴能够转动地与所述中间活动横梁相连,所述移动工作平台能够滑动地设置于所述下横梁上,所述弯曲下模能够滑动地与所述移动工作平台相连;

驱动单元,所述弯曲上模、所述弯曲下模以及所述移动工作平台分别与所述驱动单元传动相连;所述驱动单元包括柱塞式主液压缸、活塞式副液压缸、回程液压缸和下活塞式液压缸,所述柱塞式主液压缸和所述活塞式副液压缸的固定端均与所述上横梁相连,所述柱塞式主液压缸的活动端与所述中间活动横梁相连,所述活塞式副液压缸的活动端与所述弯曲上模相连,所述下活塞式液压缸的固定端与所述下横梁相连,所述下活塞式液压缸的活动端与所述弯曲下模相连;所述回程液压缸与所述中间活动横梁传动相连,所述回程液压缸能够带动所述中间活动横梁复位;所述柱塞式主液压缸、所述活塞式副液压缸以及所述回程液压缸的轴线相平行;

所述弯曲上模和所述弯曲下模相配合能够对所述待加工板材实施反复弯曲变形。

2.根据权利要求1所述的板材反复弯曲校平加工装置,其特征在于:所述上横梁与所述下横梁之间设置有立柱,所述中间活动横梁能够滑动地套装于所述立柱的外部;所述立柱的数量为四根,四根所述立柱平行设置,所述移动工作平台位于四根所述立柱围成的空间内。

3.根据权利要求2所述的板材反复弯曲校平加工装置,其特征在于:所述立柱具有侧立面,所述侧立面为平面,所述侧立面连接有立柱导板,所述立柱导板能够滑动地与所述中间活动横梁相连;所述立柱与所述中间活动横梁之间还设置导向块,所述导向块的轴向截面为楔形。

4.根据权利要求1所述的板材反复弯曲校平加工装置,其特征在于:所述横梁单元还包括顶板,所述顶板位于所述上横梁的顶部,所述回程液压缸的活动端能够滑动地穿过所述上横梁并与所述顶板相连,所述顶板利用拉杆与所述中间活动横梁相连,所述拉杆的数量为两根,两根所述拉杆对称设置于所述上横梁的两侧。

5.根据权利要求1所述的板材反复弯曲校平加工装置,其特征在于:所述弯曲上模位于所述弯曲下模的顶部,所述弯曲上模利用上滑块与所述活塞式副液压缸相连,所述上滑块能够滑动地与所述中间活动横梁相连,所述弯曲下模利用下滑块与所述下活塞式液压缸相连,所述弯曲下模位于所述下滑块的顶部且二者抵接,所述下滑块能够滑动地与所述移动工作平台相连。

6.根据权利要求5所述的板材反复弯曲校平加工装置,其特征在于:所述活塞式副液压

缸与所述上滑块之间设置球铰；

所述上滑块与所述中间活动横梁之间以及所述下滑块与所述下横梁之间均设置辅助滑块和导轨，所述辅助滑块能够滑动地设置于所述导轨中。

7.根据权利要求1所述的板材反复弯曲校平加工装置，其特征在于：所述驱动单元还包括推动组件，所述推动组件包括推动电机、推板和推杆，所述推动电机利用联轴器和滚珠丝杠与所述推板传动相连，所述推板与所述推杆相连，所述推杆远离所述推板的一端与所述移动工作平台相连；所述推杆的数量为两根，两根所述推杆平行并以所述推板的中线为轴线对称设置。

8.一种板材反复弯曲校平加工方法，利用权利要求1-7任一项所述的板材反复弯曲校平加工装置，其特征在于，包括如下步骤：

步骤一、将待加工板材放置在所述移动工作平台上，所述弯曲上模和所述弯曲下模均与所述待加工板材抵接；

步骤二、所述弯曲下模与所述弯曲上模相配合完成对所述待加工板材的正弯曲，所述弯曲下模与所述弯曲上模反向运动且二者相配合完成对所述待加工板材的反弯曲，所述正弯曲的弯曲方向与所述反弯曲的弯曲方向相反，记为一道次反复弯曲变形；

步骤三、重复步骤二，完成多道次反复弯曲变形后，所述驱动单元带动所述弯曲下模和所述弯曲上模复位；

步骤四、所述弯曲上模与所述移动工作平台以及所述弯曲下模相配合将所述待加工板材压平，所述移动工作平台朝向所述滚轴方向运动，压平后的所述待加工板材在所述滚轴和所述移动工作平台以及所述弯曲下模的碾搓作用下完成校平。

一种板材反复弯曲校平加工装置及加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及板材塑性加工技术领域，特别是涉及一种板材反复弯曲校平加工装置及加工方法。

背景技术

[0002] 液压机是利用帕斯卡原理制成的以高压液体为传力介质传递工作压力的一种典型锻压机械。由于液压机具有可输出压力高、滑块工作行程大速度方便可调、工作行程平稳、具有过载保护等诸多优点，其广泛应用于锻造、冲压、矫正、压装、粉末压制等成形工艺，尤其作为制备大尺寸高品质锻件的关键成形设备在航空、航天、军工和汽车等领域发挥着非常重要的作用。随着新的成形工艺与成形技术的出现，提升了液压机在金属材料、非金属材料以及复合材料等成形领域的应用广泛程度，并朝着成形精密化、成形多样化的方向发展。近年来，专用液压机越来越得到人们的关注，如双动薄板拉伸液压机、粉末烧结挤镦反复成形液压机专用液压机等。

[0003] 实际生产中，采用不同的板材塑性成形工艺方法可制备出形状各异、性能优良的金属产品。随着汽车、电子等行业结构轻量化的发展推进，普通板材已经很难满足结构轻量化和轻量化材料的进一步发展需求，催生新的塑性加工工艺与设备来制备生产力学性能好、重量轻的轻量化结构材料。强烈塑性变形(Severe plastic deform,SPD)技术在制备高性能轻质结构材料方面存在明显优势，可显著细化金属材料的晶粒进而改善金属材料的物理、化学和力学性能。反复弯曲校平(Repeatedbending leveling,RBL)工艺可在不改变板材化学成分的前提下，通过板材多道次反复的弯曲变形与板材校平工艺可累积均匀大塑性变形从而获得具有优异力学性能的细晶板材。

[0004] 目前，通过RBL工艺来提升金属板材力学性能的相关研究还不系统，传统RBL多在普通液压机上完成，无法满足金属板材反复渐变式高压弯曲和碾搓校平一体化成形的需求。

[0005] 因此，如何改变现有技术中，液压机无法满足反复弯曲校平工艺需求的现状，成为了本领域技术人员亟待解决的问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种板材反复弯曲校平加工装置及加工方法，以解决上述现有技术存在的问题，提高板材反复弯曲校平加工工作效率。

[0007] 为实现上述目的，本发明提供了如下方案：本发明提供一种板材反复弯曲校平加工装置，包括：

[0008] 横梁单元，所述横梁单元能够压紧待加工板材；

[0009] 模具单元，所述模具单元包括弯曲上模、弯曲下模和滚轴，所述弯曲上模和所述弯曲下模能够滑动地与所述横梁单元相连，所述弯曲上模和所述弯曲下模相配合能够压弯所述待加工板材，所述滚轴能够转动地与所述横梁单元相连；

[0010] 移动工作平台，所述移动工作平台能够滑动地与所述横梁单元相连，所述滚轴的转动轴线平行于所述移动工作平台的所在平面，所述移动工作平台、所述弯曲下模与所述滚轴相配合能够校平所述待加工板材；

[0011] 驱动单元，所述弯曲上模、所述弯曲下模以及所述移动工作平台分别与所述驱动单元传动相连。

[0012] 优选地，所述横梁单元包括上横梁、中间活动横梁和下横梁，所述中间活动横梁能够滑动地设置于所述上横梁与所述下横梁之间；所述弯曲上模能够滑动地与所述中间活动横梁相连，所述滚轴能够转动地与所述中间活动横梁相连，所述移动工作平台能够滑动地设置于所述下横梁上，所述弯曲下模能够滑动地与所述移动工作平台相连。

[0013] 优选地，所述上横梁与所述下横梁之间设置有立柱，所述中间活动横梁能够滑动地套装于所述立柱的外部；所述立柱的数量为四根，四根所述立柱平行设置，所述移动工作平台位于四根所述立柱围成的空间内。

[0014] 优选地，所述立柱具有侧立面，所述侧立面为平面，所述侧立面连接有立柱导板，所述立柱导板能够滑动地与所述中间活动横梁相连；所述立柱与所述中间活动横梁之间还设置导向块，所述导向块的轴向截面为楔形。

[0015] 优选地，所述驱动单元包括柱塞式主液压缸、活塞式副液压缸、回程液压缸和下活塞式液压缸，所述柱塞式主液压缸和所述活塞式副液压缸的固定端均与所述上横梁相连，所述柱塞式主液压缸的活动端与所述中间活动横梁相连，所述活塞式副液压缸的活动端与所述弯曲上模相连，所述下活塞式液压缸的固定端与所述下横梁相连，所述下活塞式液压缸的活动端与所述弯曲下模相连；

[0016] 所述回程液压缸与所述中间活动横梁传动相连，所述回程液压缸能够带动所述中间活动横梁复位；

[0017] 所述柱塞式主液压缸、所述活塞式副液压缸以及所述回程液压缸的轴线相平行。

[0018] 优选地，所述横梁单元还包括顶板，所述顶板位于所述上横梁的顶部，所述回程液压缸的活动端能够滑动地穿过所述上横梁并与所述顶板相连，所述顶板利用拉杆与所述中间活动横梁相连，所述拉杆的数量为两根，两根所述拉杆对称设置于所述上横梁的两侧。

[0019] 优选地，所述弯曲上模位于所述弯曲下模的顶部，所述弯曲上模利用上滑块与所述活塞式副液压缸相连，所述上滑块能够滑动地与所述中间活动横梁相连，所述弯曲下模利用下滑块与所述下活塞式液压缸相连，所述弯曲下模位于所述下滑块的顶部且二者抵接，所述下滑块能够滑动地与所述移动工作平台相连。

[0020] 优选地，所述活塞式副液压缸与所述上滑块之间设置球铰；

[0021] 所述上滑块与所述中间活动横梁之间以及所述下滑块与所述下横梁之间均设置辅助滑块和导轨，所述辅助滑块能够滑动地设置于所述导轨中。

[0022] 优选地，所述驱动单元还包括推动组件，所述推动组件包括推动电机、推板和推杆，所述推动电机利用联轴器和滚珠丝杠与所述推板传动相连，所述推板与所述推杆相连，所述推杆远离所述推板的一端与所述移动工作平台相连；所述推杆的数量为两根，两根所述推杆平行并以所述推板的中线为轴线对称设置。

[0023] 本发明还提供一种板材反复弯曲校平加工方法，利用上述板材反复弯曲校平加工装置，包括如下步骤：

[0024] 步骤一、将待加工板材放置在所述移动工作平台上，所述弯曲上模和所述弯曲下模均与所述待加工板材抵接；

[0025] 步骤二、所述弯曲下模与所述弯曲上模相配合完成对所述待加工板材的正弯曲，所述弯曲下模与所述弯曲上模反向运动且二者相配合完成对所述待加工板材的反弯曲，所述正弯曲的弯曲方向与所述反弯曲的弯曲方向相反，记为一道次反复弯曲变形；

[0026] 步骤三、重复步骤二，完成多道次反复弯曲变形后，所述驱动单元带动所述弯曲下模和所述弯曲上模复位；

[0027] 步骤四、所述弯曲上模与所述移动工作平台以及所述弯曲下模相配合将所述待加工板材压平，所述移动工作平台朝向所述滚轴方向运动，压平后的所述待加工板材在所述滚轴和所述移动工作平台以及所述弯曲下模的碾搓作用下完成校平。

[0028] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果：本发明的板材反复弯曲校平加工装置，包括横梁单元、模具单元、移动工作平台和驱动单元，其中，横梁单元，横梁单元能够压紧待加工板材；模具单元，模具单元包括弯曲上模、弯曲下模和滚轴，弯曲上模和弯曲下模能够滑动地与横梁单元相连，弯曲上模和弯曲下模相配合能够压弯待加工板材，滚轴能够转动地与横梁单元相连；移动工作平台能够滑动地与横梁单元相连，滚轴的转动轴线平行于移动工作平台的所在平面，移动工作平台以及弯曲下模与滚轴相配合能够校平待加工板材；弯曲上模、弯曲下模以及移动工作平台分别与驱动单元传动相连。

[0029] 本发明的板材反复弯曲校平加工装置，弯曲上模和弯曲下模相配合能够对待加工板材实施反复弯曲变形，弯曲上模和移动工作平台以及弯曲下模相配合能够压平待加工板材，另外，移动工作平台带动弯曲下模运动，结合滚轴转动，三者相配合能够完成待加工板材的校平。本发明的板材反复弯曲校平加工装置，结构简单，操作方便，将待加工板材多道次反复弯曲变形与碾搓校平相结合，有效缩短工艺流程、提高生产效率、降低生产成本。

[0030] 本发明还提供一种板材反复弯曲校平加工方法，利用上述板材反复弯曲校平加工装置，包括如下步骤：步骤一、将待加工板材放置在移动工作平台上，弯曲上模和弯曲下模均与待加工板材抵接；步骤二、弯曲下模与弯曲上模相配合完成对待加工板材的正弯曲，弯曲下模与弯曲上模反向运动且二者相配合完成对待加工板材的反弯曲，正弯曲的弯曲方向与反弯曲的弯曲方向相反，记为一道次反复弯曲变形；步骤三、重复步骤二，完成多道次反复弯曲变形后，驱动单元带动弯曲下模和弯曲上模复位；步骤四、弯曲上模与移动工作平台以及弯曲下模相配合将待加工板材压平，移动工作平台朝向滚轴方向运动，压平后的待加工板材在滚轴和移动工作平台以及弯曲下模的碾搓作用下完成校平。

[0031] 本发明的板材反复弯曲校平加工方法，在不改变板材化学成分的前提下，能够有效地细化板材的微观组织，提升板材的综合力学性能，获得具有良好表面质量、优异力学性能的细晶板材。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，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他的附图。

[0033] 图1为本发明的板材反复弯曲校平加工装置的主视方向剖切示意图；

[0034] 图2为本发明的板材反复弯曲校平加工装置的俯视方向示意图；

[0035] 图3为本发明的板材反复弯曲校平加工装置的侧视方向示意图；

[0036] 图4为本发明的板材反复弯曲校平加工方法的工艺流程图；

[0037] 其中，1为横梁单元，101为上横梁，102为中间活动横梁，103为下横梁，104为立柱，105为立柱导板，106为导向块，107为顶板，108为拉杆，109为承重台，2为模具单元，201为弯曲上模，202为弯曲下模，203为滚轴，204为上滑块，205为下滑块，206为辅助滑块，207为导轨，208为压块，3为移动工作平台，4为驱动单元，401为柱塞式主液压缸，402为活塞式副液压缸，403为回程液压缸，404为下活塞式液压缸，405为推动组件，406为推动电机，407为推板，408为推杆，409为联轴器，410为滚珠丝杠，5为待加工板材。

具体实施方式

[0038] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0039] 本发明的目的是提供一种板材反复弯曲校平加工装置及加工方法，以解决上述现有技术存在的问题，提高板材反复弯曲校平加工工作效率。

[0040] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0041] 请参考图1-4，其中，图1为本发明的板材反复弯曲校平加工装置的主视方向剖切示意图，图2为本发明的板材反复弯曲校平加工装置的俯视方向示意图，图3为本发明的板材反复弯曲校平加工装置的侧视方向示意图，图4为本发明的板材反复弯曲校平加工方法的工艺流程图。

[0042] 本发明提供一种板材反复弯曲校平加工装置，包括：

[0043] 横梁单元1，横梁单元1能够压紧待加工板材5；

[0044] 模具单元2，模具单元2包括弯曲上模201、弯曲下模202和滚轴203，弯曲上模201和弯曲下模202能够滑动地与横梁单元1相连，弯曲上模201和弯曲下模202相配合能够压弯待加工板材5，滚轴203能够转动地与横梁单元1相连；

[0045] 移动工作平台3，移动工作平台3能够滑动地与横梁单元1相连，滚轴203的转动轴线平行于移动工作平台3的所在平面，移动工作平台3以及弯曲下模202与滚轴203相配合能够校平待加工板材5；

[0046] 驱动单元4，弯曲上模201、弯曲下模202以及移动工作平台3分别与驱动单元4传动相连。

[0047] 本发明的板材反复弯曲校平加工装置，弯曲上模201和弯曲下模202相配合能够对待加工板材5实施反复弯曲变形，弯曲上模201和移动工作平台3以及弯曲下模202相配合能够压平待加工板材5，另外，移动工作平台3和弯曲下模202运动，结合滚轴203转动，三者相配合能够完成待加工板材5的校平。本发明的板材反复弯曲校平加工装置，结构简单，操作方便，将待加工板材5多道次反复弯曲变形与碾搓校平相结合，有效缩短工艺流程、提高生

产效率、降低生产成本。

[0048] 其中，横梁单元1包括上横梁101、中间活动横梁102和下横梁103，中间活动横梁102能够滑动地设置于上横梁101与下横梁103之间；弯曲上模201能够滑动地与中间活动横梁102相连，滚轴203能够转动地与中间活动横梁102相连，移动工作平台3能够滑动地设置于下横梁103上，弯曲下模202能够滑动地与移动工作平台3相连。上横梁101、中间活动横梁102和下横梁103为模具单元2、移动工作平台3以及驱动单元4提供了安装基础，提高了装置的结构稳定性。

[0049] 为了提高中间活动横梁102的运动精确度，上横梁101与下横梁103之间设置有立柱104，中间活动横梁102能够滑动地套装于立柱104的外部，立柱104能够为中间活动横梁102往复运动提供导向；在本具体实施方式中，立柱104的数量为四根，四根立柱104平行设置，提高运动导向精确度，同时不影响其他零部件的正常工作，移动工作平台3位于四根立柱104围成的空间内，且移动工作平台3的尺寸较四根立柱104围成的空间的尺寸小，避免立柱104影响移动工作平台3运动。

[0050] 还需说明的是，立柱104具有侧立面，立柱104设置侧立面能够避免中间活动横梁102相对于立柱104发生转动导致错位；在本具体实施方式中，立柱104为圆柱状，在立柱104的中段圆周面上加工出四个侧立面；另外，立柱104的侧立面连接有立柱导板105，立柱导板105能够滑动地与中间活动横梁102相连，立柱导板105能够进一步为中间活动横梁102相对于立柱104往复运动提供导向，提高中间活动横梁102运动精确度；立柱104与中间活动横梁102之间还设置导向块106，导向块106的轴向截面为楔形，此处需要说明的是，导向块106作为立柱104的安装导向用，提高装置装配精确度。

[0051] 具体地，驱动单元4包括柱塞式主液压缸401、活塞式副液压缸402、回程液压缸403和下活塞式液压缸404，柱塞式主液压缸401和活塞式副液压缸402的固定端均与上横梁101相连，柱塞式主液压缸401的活动端与中间活动横梁102相连，活塞式副液压缸402的活动端与弯曲上模201相连，下活塞式液压缸404的固定端与下横梁103相连，下活塞式液压缸404的活动端与弯曲下模202相连；柱塞式主液压缸401能够带动中间活动横梁102运动，活塞式副液压缸402能够带动弯曲上模201相对于中间活动横梁102运动，下活塞式液压缸404能够带动弯曲下模202运动。

[0052] 回程液压缸403与中间活动横梁102传动相连，回程液压缸403能够带动中间活动横梁102复位，柱塞式主液压缸401、活塞式副液压缸402以及回程液压缸403的轴线相平行。

[0053] 更具体地，横梁单元1还包括顶板107，顶板107位于上横梁101的顶部，回程液压缸403的活动端能够滑动地穿过上横梁101并与顶板107相连，顶板107利用拉杆108与中间活动横梁102相连，拉杆108的数量为两根，两根拉杆108对称设置于上横梁101的两侧，提高中间活动横梁102的受力均匀性。回程液压缸403带动顶板107运动，顶板107利用拉杆108带动中间活动横梁102实现回程复位。

[0054] 弯曲上模201位于弯曲下模202的顶部，弯曲上模201利用上滑块204与活塞式副液压缸402相连，上滑块204能够滑动地与中间活动横梁102相连，弯曲上模201的截面尺寸较上滑块204的截面尺寸小，设置上滑块204能够确保弯曲上模201的运动方向准确，避免弯曲上模201运动过程中错位；柱塞式主液压缸401还连接有压块208，压块208固定于中间活动横梁102上，压块208向待加工板材5施力的同时，还能够辅助弯曲上模201对待加工板材5进

行压平，压块208与弯曲上模202的作用类似。

[0055] 弯曲下模202利用下滑块205与下活塞式液压缸404相连，弯曲下模202位于下滑块205的顶部且二者抵接，下滑块205能够滑动地与移动工作平台3相连，下滑块205能够将弯曲下模202由移动工作平台3中“顶出”，同时二者不相连，避免影响弯曲下模202随移动工作平台3运动，移动工作平台3相对于下横梁103的运动方向垂直于弯曲上模201相对于弯曲下模202的运动方向。

[0056] 另外，活塞式副液压缸402与上滑块204之间设置球铰；

[0057] 进一步地，上滑块204与中间活动横梁102之间以及下滑块205与下横梁103之间均设置辅助滑块206和导轨207，辅助滑块206能够滑动地设置于导轨207中，提高运动顺畅度，同时避免上滑块204和下滑块205偏离运动方向。

[0058] 除此之外，驱动单元4还包括推动组件405，推动组件405包括推动电机406、推板407和推杆408，推动电机406利用联轴器409和滚珠丝杠410与推板407传动相连，推板407连接有推杆408，推杆408远离推板407的一端与移动工作平台3相连。推动电机406可以选择电磁调速电机，推动电机406利用联轴器409和滚珠丝杠410带动推板407运动，推板407带动推杆408运动，继而带动与推杆407相连的移动工作平台3往复运动。

[0059] 还需要说明的是，下横梁103还连接有承重台109，承重台109设置于下横梁103远离推动组件405的一侧，承重台109的顶面与下横梁103的表面相平齐，当移动工作平台3以及弯曲下模202运动、与滚轴203相配合完成待加工板材5的校平时，承重台109能够支撑移动工作平台3和弯曲下模202。为了减小承重台109以及下横梁103与移动工作平台3之间的摩擦系数，承重台109与下横梁103上设置有滑轨，移动工作平台3可滑动地设置于滑轨上，提高移动工作平台3滑动顺畅度。承重台109远离下横梁103的一端还设置限位挡块，限制移动工作平台3的极限位置，提高装置的安全性。

[0060] 更进一步地，本发明还提供一种板材反复弯曲校平加工方法，利用上述板材反复弯曲校平加工装置，包括如下步骤：

[0061] 步骤一、将待加工板材5放置在由三个弯曲下模202和移动工作平台3共同构成的水平面上，调整下活塞式液压缸404压力到预定背压压力。柱塞式主液压缸401与其两侧的活塞式副液压缸402同步驱动中间活动横梁102和两个弯曲上模201下行至与待加工板材5上表面接触后停止运动。

[0062] 步骤二、将两个活塞式副液压缸402的压力同步调整至工作压力，调整柱塞式主液压缸401工作压力到预定背压压力，两个活塞式副液压缸402同步驱动弯曲上模201下行进行待加工板材5两端的向下弯曲变形，随后同步调整两个活塞式副液压缸402和与之对应的两个下活塞式液压缸404到预定背压压力，调整柱塞式主液压缸401工作压力到预定背压压力，调整中间的下活塞式液压缸404的压力到工作压力，中间的下活塞式液压缸404驱动弯曲下模202上行进行待加工板材的中间部分的向上弯曲变形，完成板材的正弯曲工序；同步调整柱塞式主液压缸401的压力到工作压力，中间的下活塞式液压缸404的工作压力到预定背压压力，柱塞式主液压缸401驱动压块208下行，进行待加工板材5中间部分的向下反弯曲，调整中间的下活塞式液压缸404和柱塞式主液压缸401工作压力到预定背压压力，同步调整两个活塞式副液压缸402的工作压力到预定背压压力，同步调整两侧的下活塞式液压缸404的到工作压力，两侧的下活塞式液压缸404驱动弯曲下模202上行进行待加工板材5两

端的向上反弯曲变形，完成待加工板材5的反弯曲工序，记为1道次反复弯曲变形。

[0063] 步骤三、循环进行步骤二，完成多道次累积反复弯曲变形，待多道次累积反复弯曲变形完成预定次数后，下活塞式液压缸404驱动弯曲下模202复位，活塞式副液压缸402驱动弯曲上模201复位，回程液压缸403驱动中间活动横梁102复位。

[0064] 步骤四、同步调整下活塞式液压缸404、柱塞式主液压缸401与其两侧的活塞式副液压缸402的压力到预定压平工作压力。柱塞式主液压缸401与其两侧的活塞式副液压缸402同步驱动中间活动横梁102和弯曲上模201下行完成多道次累积反复弯曲变形后待加工板材5的压平。在推动电机406的作用下，移动工作平台3带动弯曲下模202沿滑轨向左移动，压平后的待加工板材5在滚轴203和移动工作平台3以及弯曲下模202的碾搓作用下完成校平。

[0065] 步骤五、取下校平后的板材，活塞式副液压缸402驱动弯曲上模201复位，回程液压缸403驱动中间活动横梁102复位，推动电机406驱动移动工作平台3以及弯曲下模202复位，下活塞式液压缸404驱动弯曲下模202复位。

[0066] 本发明的板材反复弯曲校平加工方法，在不改变板材化学成分的前提下，能够有效地细化板材的微观组织，提升板材的综合力学性能，获得具有良好表面质量、优异力学性能的细晶板材。

[0067] 本发明中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

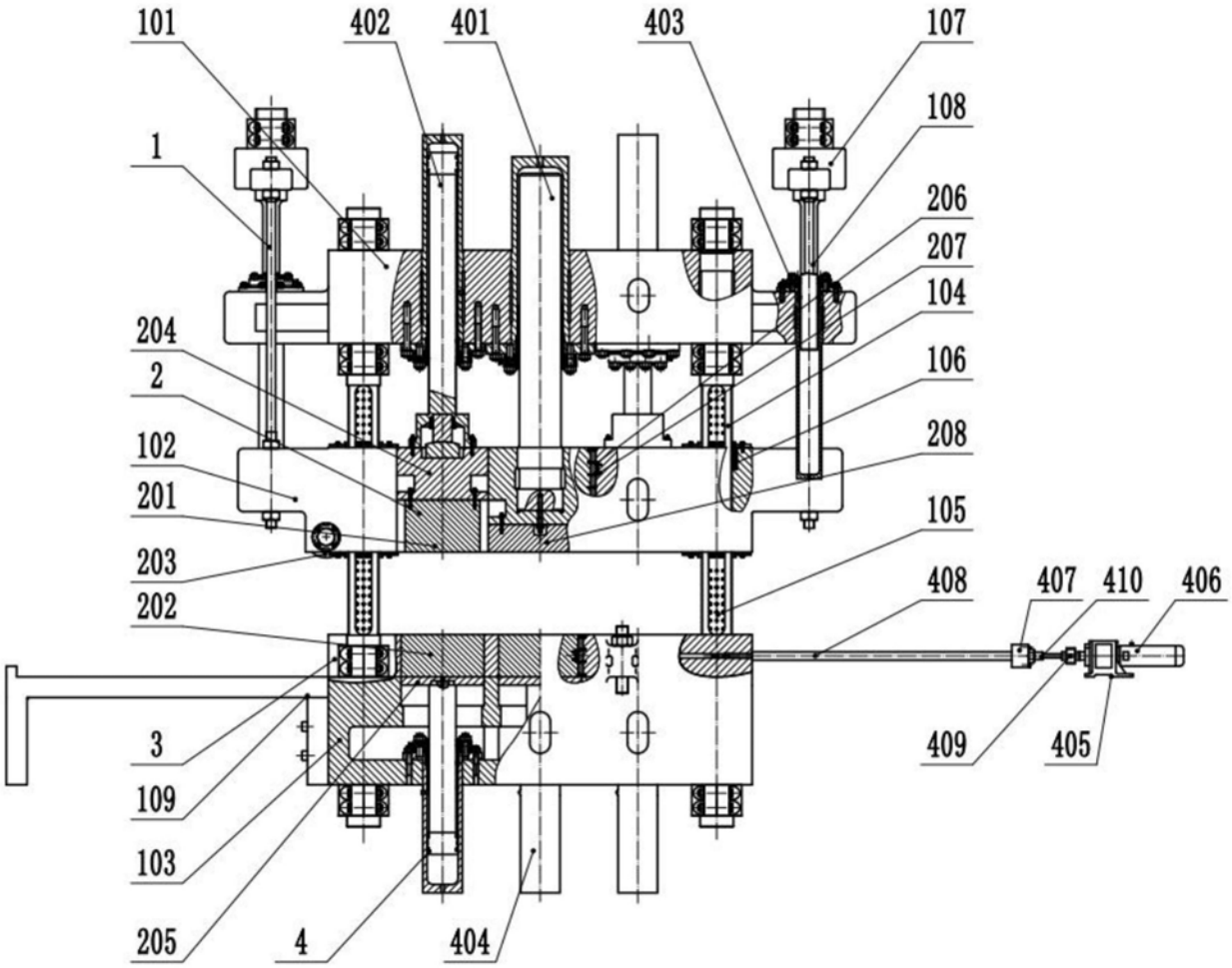

101
402
401
403
107
108
1
206
207
104
204
106
2
208
102
201
105
203
408
407
410
406
202
3
409
405
109
103
205
4
404

图1

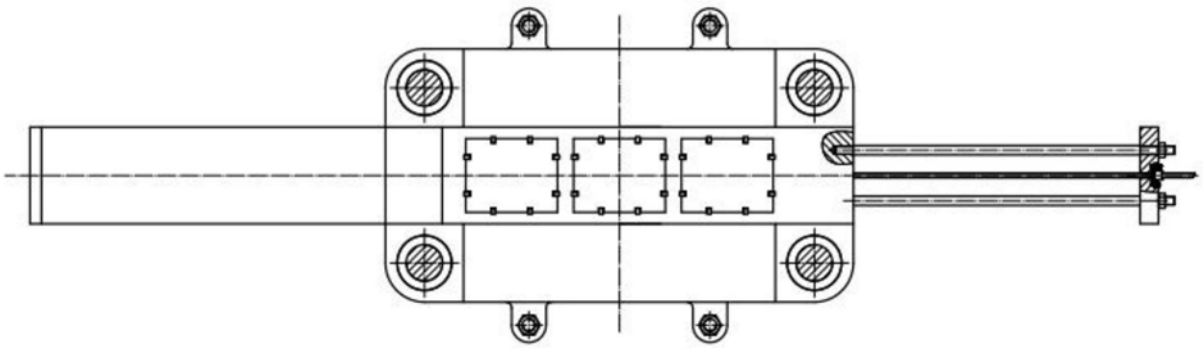


图2

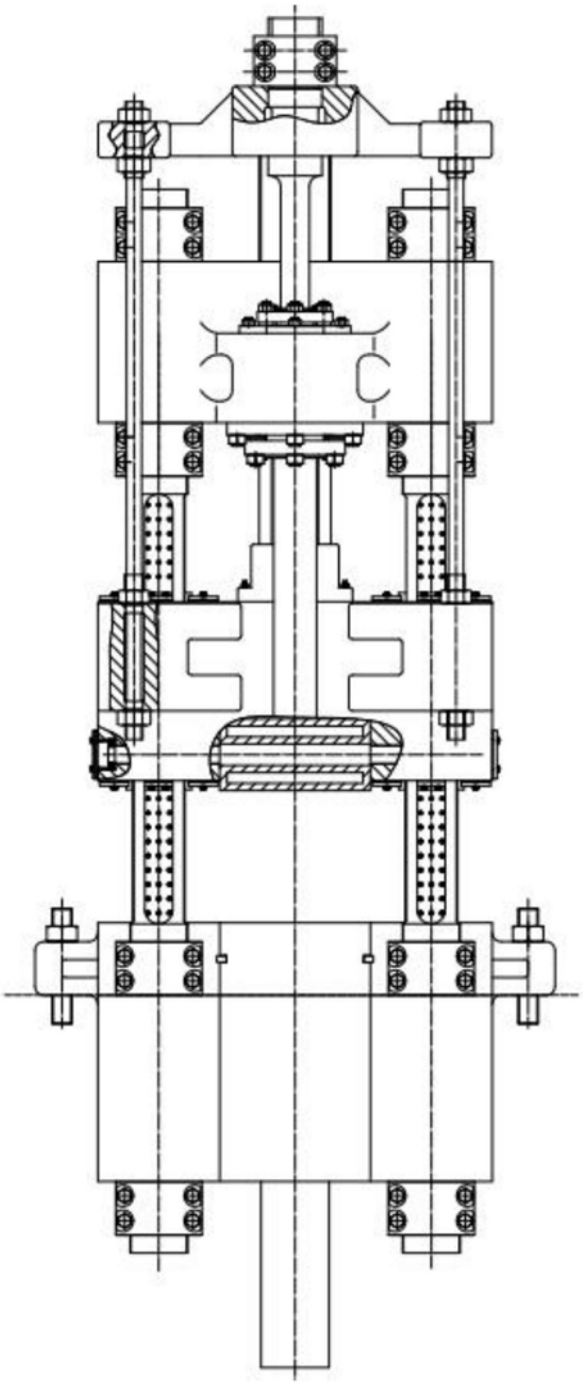


图3

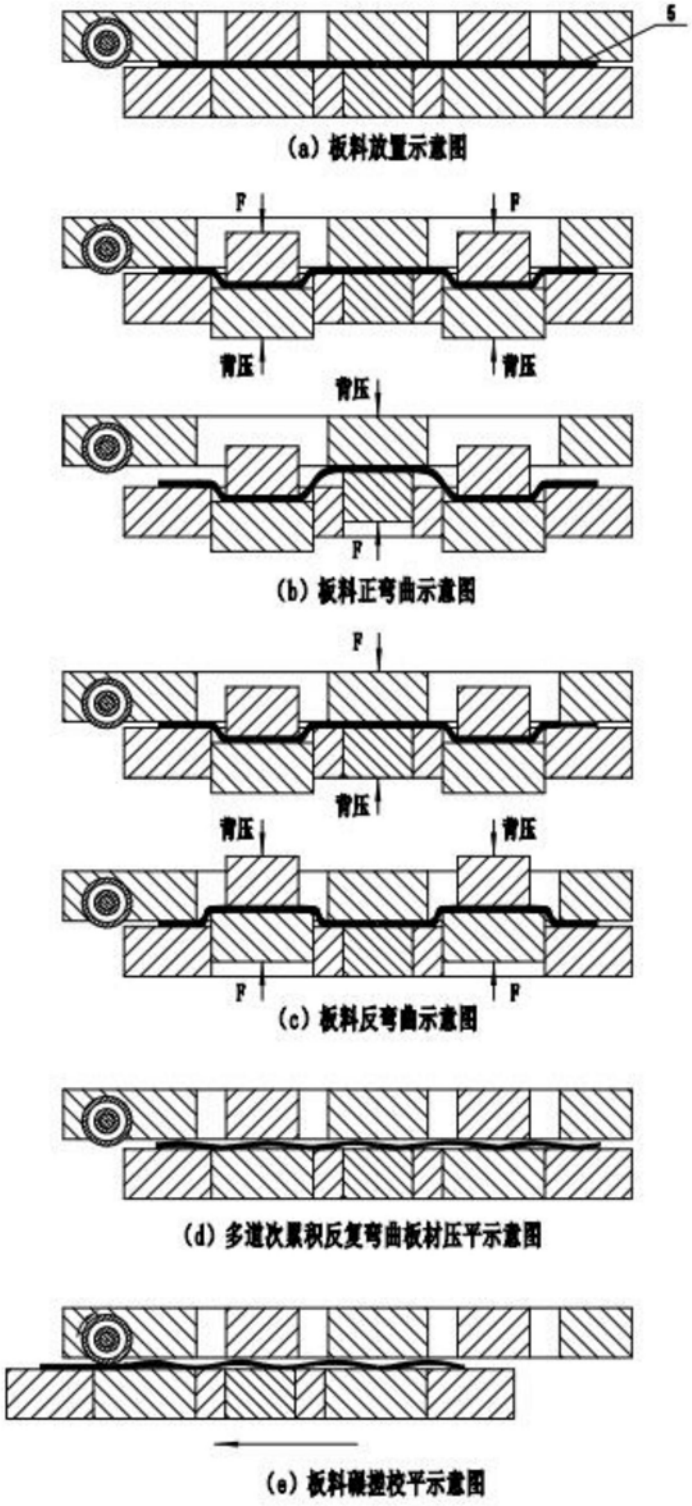

5
(a) 板料放置示意图
F
F
背压
背压
背压
F
(b) 板料正弯曲示意图
F
背压
背压
背压
F
F
(c) 板料反弯曲示意图
(d) 多道次累积反复弯曲板材压平示意图
(e) 板料辊道校平示意图

图4