(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 104259272 B
(45)授权公告日 2016.04.27

(21)申请号 201410390409.9

(22)申请日 2014.08.11

(73)专利权人 西北工业大学
地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号

(72)发明人 孙宝龙 王永军 刘天骄

(74)专利代理机构 西北工业大学专利中心 61204
代理人 陈星

(51)Int.Cl.
B21D 7/025(2006.01)
B21D 7/16(2006.01)
B21D 37/10(2006.01)

(56)对比文件
CN 101623724 A,2010.01.13,
CN 102350452 A,2012.02.15,
CN 102784821 A,2012.11.21,
CN 102500675 B,2013.12.04,
JP 昭48-25316 A,1973.07.27,
KR 10-2013-0096119 A,2013.08.29,

审查员 强丽慧

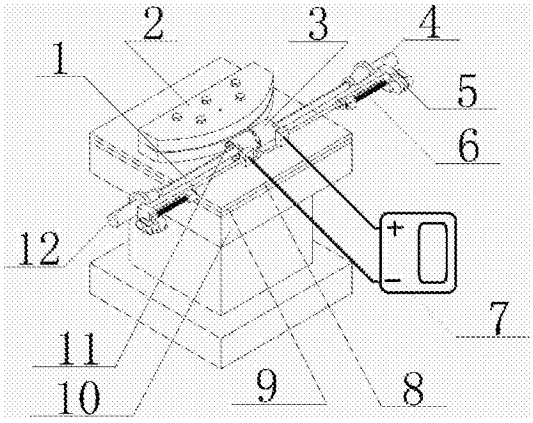
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种用于飞机型材的感应加热拉弯成形装置

(57)摘要

本发明公开了一种用于飞机型材的感应加热拉弯成形装置，包括拉弯模具、感应加热系统、线圈进给机构、绝缘绝热垫层，绝缘绝热垫层用于拉弯模具与工作台之间的绝缘绝热处理，拉弯模具安装在绝缘绝热垫层上，感应加热系统位于拉弯成形装置的外侧，感应线圈位于型材外侧，通电后感应线圈周围产生磁场，型材位于磁场中，通过切割磁力线而温度升高；线圈进给机构安装在拉弯机夹头处，用于完成感应线圈的进给运动；温度传感器采用非接触式温度传感器，实时测量型材的温度，根据温度反馈信号，调整电源输出功率，稳定型材的加热温度。通过成形装置实现飞机型材零件的热拉弯成形，提高了成形精度和组织稳定性，保证成形加工件的表面质量。



CN 104259272 B

1. 一种用于飞机型材的感应加热拉弯成形装置，包括拉弯机工作台、拉弯模具、感应加热系统、线圈进给机构、绝缘绝热垫层，其特征在于：绝缘绝热垫层位于拉弯机工作台上，拉弯模具固定在绝缘绝热垫层上面，通过高强度绝缘螺栓固连；感应加热系统位于拉弯机的外侧，线圈进给机构安装在拉弯机夹头部位，用于完成感应线圈的进给运动；

所述拉弯模具包括上模具、下模具，上模具与下模具结构相同，上模具与下模具扣合在一起，扣合后的上模具与下模具一侧为圆弧形面，上模具与下模具之间圆弧面一侧形成弧形凹槽，上模具与下模具上均布多个螺孔；

所述绝缘绝热垫层包括绝缘垫、绝热垫，绝热垫与绝缘垫均为矩形，绝热垫位于拉弯模具与绝缘垫之间，绝缘垫位于绝热垫下面与拉弯机工作台固定贴合；

所述线圈进给机构包括二个支架、二根丝杠、二个电机，二个支架分别固定在二个拉弯机夹头的同侧对称安装，丝杠安装在支架上，电机固定在支架的一端，电机输出轴与丝杠一端通过皮带传动，丝杠另一端连接在感应线圈上；

所述感应加热系统由电源、二个感应线圈、二个导磁套和温度传感器组成，感应线圈位于型材外侧，感应线圈为铜管螺线形结构，当加热功率较大时，在通电过程中须对铜管内通入冷却水；导磁套位于感应线圈外侧，用于改变磁力线方向，使磁力线限制在型材周围；温度传感器采用非接触式温度传感器，实时测量型材的温度，根据温度反馈信号，调整电源的输出功率，稳定型材的加热温度；电源采用高频脉冲开关电源。

2. 根据权利要求 1 所述的用于飞机型材的感应加热拉弯成形装置，其特征在于：所述绝热垫材料采用耐高温高强度石棉板。

3. 根据权利要求 1 所述的用于飞机型材的感应加热拉弯成形装置，其特征在于：所述绝缘垫材料采用高强度环氧玻璃纤维板。

4. 根据权利要求 1 所述的用于飞机型材的感应加热拉弯成形装置，其特征在于：所述导磁套材料采用氧化铁磁石。

一种用于飞机型材的感应加热拉弯成形装置

技术领域

[0001] 本发明属于金属型材拉弯成形技术领域，具体地说，涉及一种用于飞机型材的感应加热拉弯成形装置。

背景技术

[0002] 型材零件应用于建筑、机械制造、交通运输及日常用品制造的各个领域时，考虑到结构力学、空气动力学以及产品美观等方面的要求，型材通常都需要弯曲成一定的弧度。拉弯成形的原理是对型材施加切向拉力，通过改变内部中性层的位置，从而使型材发生弯曲。拉弯工艺对于屈服强度比较大的弯曲零件具有很好的成形效果，并且弯曲质量高、回弹量小。型材拉弯成形在飞机制造中得到了非常广泛的应用，主要用于成形机身、隔框、肋条、发动机架的连接件，采用拉弯工艺可以使零件获得合理的校形余量，提高零件的制造精度，降低零件的制造成本。然而随着产品加工精度要求的日益提高，现有型材拉弯成形过程中的回弹、起皱和外层破裂等缺陷越发凸显，限制了传统拉弯成形的应用。因此，对材料毛坯进行加热的热拉弯成形工艺得到了更多的应用。

[0003] 随着科技的发展，出现了热辐射加热、电炉加热、氧乙炔焰加热和电阻加热等各种的材料热成形加热方法。电阻加热成形工艺是利用材料的导热性能低、电阻系数大的特性通过向待加工零件自身通电，加热到成形温度而成形的工艺。电阻加热的优点是工件处在高温下的时间短，可减少氧污染且不需要酸洗清除氧化皮工序，而且可避免加工材料受到氢污染。在热拉弯研究中，发明专利CN102814368A中公开了一种型材热拉弯蠕变复合成形工装系统及其使用方法。该型材热拉弯蠕变复合成形工装系统，包括张臂式型材拉弯机、加热箱、自阻加热系统、电气控制柜及夹钳；实现了型材热拉弯和蠕变过程的复合，降低了型材的塑性变形抗力，减小了型材加工后的残余应力，从而减小回弹，提高成形精度和组织稳定性，获得的最终产品较传统拉弯方法具有更好的质量并提高了生产效率；但是，由于这种电阻加热方式主要靠辐射传热，加热面积大，难以使热量集中并在局部获得大的热流密度，因而温度梯度很低，并且电阻加热过程中型材的加热和冷却速率很慢，并且装置结构复杂。

发明内容

[0004] 为了避免现有技术存在的不足，克服电阻加热难以使热量集中并在局部获得大的电流密度以及加热过程中型材的加热和冷却速率较慢的问题；本发明提出一种用于飞机型材的感应加热拉弯成形装置，通过成形装置实现飞机型材零件的热拉弯成形，改善材料的成形性能，减小型材在成形过程中的回弹、起皱，提高其成形精度和组织稳定性，保证成形加工件的表面质量。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：包括拉弯机工作台、拉弯模具、感应加热系统、线圈进给机构、绝缘绝热垫层，其中，绝缘绝热垫层位于拉弯机工作台上，拉弯模具固定在绝缘绝热垫层上面，通过高强度绝缘螺栓固连；感应加热系统位于拉弯机的外

侧，线圈进给机构安装在拉弯机夹头部位，用于完成感应线圈的进给运动；

[0006] 所述拉弯模具包括上模具、下模具，上模具与下模具结构相同，上模具与下模具扣合一侧为圆弧形面，上模具与下模具之间圆弧面一侧形成弧形凹槽，上模具与下模具上均布多个螺孔；

[0007] 所述绝缘绝热垫层包括绝缘垫、绝热垫，绝热垫与绝缘垫均为矩形，绝热垫位于拉弯模具与绝缘垫之间，绝缘垫位于绝热垫下面与拉弯机工作台固定贴合；

[0008] 所述线圈进给机构包括二个支架、二根丝杠、二个电机，二个支架分别固定在二个拉弯机夹头的同侧对称安装，丝杠安装在支架上，电机固定在支架的一端，电机输出轴与丝杠一端通过皮带传动，丝杠另一端连接在感应线圈上；

[0009] 所述感应加热系统由电源、二个感应线圈、二个导磁套和温度传感器组成，感应线圈位于型材外侧，感应线圈为铜管螺线形结构，当加热功率较大时，在通电过程中须对铜管内通入冷却水；导磁套位于感应线圈外侧，用于改变磁力线方向，使磁力线限制在型材周围；温度传感器采用非接触式温度传感器，实时测量型材的温度，根据温度反馈信号，调整电源的输出功率，稳定型材的加热温度；电源采用高频脉冲开关电源。

[0010] 所述绝热垫材料采用耐高温高强度石棉板。

[0011] 所述绝缘垫材料采用高强度环氧玻璃纤维板。

[0012] 所述导磁套材料采用氧化铁磁石。

[0013] 本发明的工作流程为：

[0014] 首先将拉弯模具及绝缘绝热垫层固定安装在拉弯机工作台上，通过绝缘绝热垫层完成拉弯模具与拉弯机工作台之间的绝缘绝热处理，保证设备安全。将型材穿过感应线圈，并且型材的两端通过拉弯机夹头进行夹紧，完成整根型材的装夹，其中，在型材的夹持端以及夹头内表面喷涂绝缘涂层。开通感应加热系统给感应线圈通电，直至型材温度达到设定的热拉弯成形温度值。然后，启动拉弯机进行热拉弯成形，使型材发生弯曲并包覆模具，直到贴合模具表面成形出合格零件，在热拉弯成形过程中同时启动线圈进给机构的电机，带动感应线圈移动，从而完成型材待成形部分的加热。

[0015] 有益效果

[0016] 本发明提出的用于飞机型材的感应加热拉弯成形装置，成形装置对型材进行电磁感应加热，加热到规定温度之后进行拉弯成形，使材料塑性提高、变形抗力降低，大大改善材料的成形性能；本发明中采用的电磁感应加热方法与传统电阻加热方法相比较具有加热速度快、功率高、节能效果显著的特点，而且金属氧化烧损率低，至少比传统电阻加热方式减少10％以上的金属烧损。感应加热拉弯成形装置可使热量集中，并在局部获得大的热流密度，在加热过程中型材的加热速率较快。感应加热拉弯成形装置能较好地解决常温下难成形材料在传统拉弯成形中所遇到回弹、起皱和外层破裂的质量问题，提高零件生产质量和生产效率，提高成形精度和组织稳定性，保证加工零件的表面质量。感应加热拉弯成形装置结构简单、易于加工制造、方便实用。

附图说明

[0017] 下面结合附图和实施方式对本发明一种用于飞机型材的感应加热拉弯成形装置作进一步详细说明。

[0018] 图 1 为本发明感应加热拉弯成形装置结构示意图。

[0019] 图 2 为本发明感应加热拉弯成形装置主视图。

[0020] 图 3 为本发明感应加热拉弯成形装置的拉弯模具示意图。

[0021] 图 4 为本发明感应加热拉弯成形装置的感应线圈与导磁套结构示意图。

[0022] 图 5 为本发明感应加热拉弯成形装置的线圈进给机构示意图。

[0023] 图中：

[0024] 1. 型材 2. 拉弯模具 3. 导磁套 4. 支架 5. 电机 6. 丝杠 7. 电源 8. 绝热垫 9. 绝缘垫 10. 拉弯机工作台 11. 感应线圈 12. 拉弯机夹头 13. 上模具 14. 下模具

具体实施方式

[0025] 本实施例是一种用于飞机型材的感应加热拉弯成形装置。

[0026] 参阅图 1 ～图 5，本实施例是用于飞机 T 型截面的型材感应加热拉弯成形。拉弯成形装置包括拉弯机工作台、拉弯模具、感应加热系统、线圈进给机构、绝缘绝热垫层，其中，绝缘绝热垫层位于拉弯机工作台上，拉弯模具固定在绝缘绝热垫层上面，通过高强度绝缘螺栓固连；感应加热系统位于拉弯机的外侧，线圈进给机构安装在拉弯机夹头部位，用于完成感应线圈的进给运动。

[0027] 绝缘绝热垫层用于拉弯模具 2 与拉弯机工作台 10 之间的绝缘绝热处理。绝缘绝热垫层安装在拉弯机工作台 10 上，绝缘绝热垫层包括绝缘垫 9、绝热垫 8，绝热垫 8 与绝缘垫 9 均为矩形，绝热垫 8 固定在拉弯模具 2 与绝缘垫 9 之间，绝缘垫 9 安装在绝热垫 8 下面与拉弯机工作台 10 固定贴合；绝热垫 8 材料采用耐高温高强度石棉板，最大耐热温度可达 1000℃。绝缘垫 9 材料采用高强度环氧玻璃纤维板。拉弯模具 2 安装在绝缘绝热垫层上方，拉弯模具 2 包括上模具 13、下模具 14，上模具 13 与下模具 14 结构相同，上模具 13 与下模具 14 扣合一侧面为圆弧形面，上模具 13 与下模具 14 之间圆弧面一侧形成弧形凹槽，上模具 13 与下模具 14 上均布多个螺孔，通过高强度绝缘螺栓固定安装在拉弯机工作台 10 上。线圈进给机构包括二个支架 4、二根丝杠 6、二个电机 5，二个支架 4 分别固定在二个拉弯机夹头 12 的同一侧，对称安装，丝杠 6 安装在支架 4 上，电机 5 固定在支架 4 的一端，电机 5 输出轴与丝杠 6 一端通过皮带传动，丝杠 6 另一端连接在感应线圈 11 上，随着电机 5 的转动带动感应线圈 11 移动，通过线圈进给机构完成进给运动。

[0028] 感应加热系统由电源 7、二个感应线圈 11、二个导磁套 3 和温度传感器组成，感应线圈 11 安装在型材 1 外侧，感应线圈 11 为铜管螺线形结构，当加热功率较大时，在通电过程中须对铜管内通入冷却水。导磁套 3 安装在感应线圈 11 外侧，导磁套 3 材料采用氧化铁磁石，用于改变磁力线方向，使磁力线限制在型材 1 周围。温度传感器采用非接触式温度传感器，实时测量型材的温度，根据温度反馈信号，调整电源的输出功率，稳定型材的加热温度。电源 7 采用高频脉冲开关电源，输入电压为 380V，最大输出功率为 30KW，输出直流电流：0 ～ 10A，100A……30000A 任选，输出直流电压：0 ～ 6V，12V，24V……600V 任选，脉冲占空比：0 ～ 100％连续可调，脉冲频率：0 ～ 20000Hz 连续可调。

[0029] 本实施例加热拉弯成形装置进行拉弯成形时，具体工作步骤如下：

[0030] 第一步，型材装夹；将型材穿过感应线圈，并且型材的两端通过拉弯机夹头进行夹紧，完成整根型材的装夹，同时，调整好感应线圈的位置。

[0031] 第二步，通电加热；开通感应加热系统给感应线圈通电，电源频率设定在 16KHz ～ 19KHz，通电后感应线圈周围产生磁场，型材位于磁场中，通过切割磁力线而产生感应电流，使型材温度升高，依靠温度传感器实时测量型材的温度，根据温度反馈信号，调整电源的输出功率，从而稳定型材的加热温度，使型材的升温速率达到 100 ～ 160℃ /S，直至型材温度达到设定的热拉弯成形温度值。

[0032] 第三步，拉弯成形；启动拉弯机进行热拉弯成形，使型材发生弯曲并包覆模具，直到贴合模具表面成形出合格零件，在热拉弯成形过程中同时启动线圈进给机构的电机，带动感应线圈移动，从而完成型材待成形部分的加热。并且在整个拉弯过程中控制型材的温度保持在设定的拉弯成形温度。

[0033] 第四步，拆卸零件；拉弯结束，切断电源，停止对感应线圈供电，待零件冷却后拆卸零件。

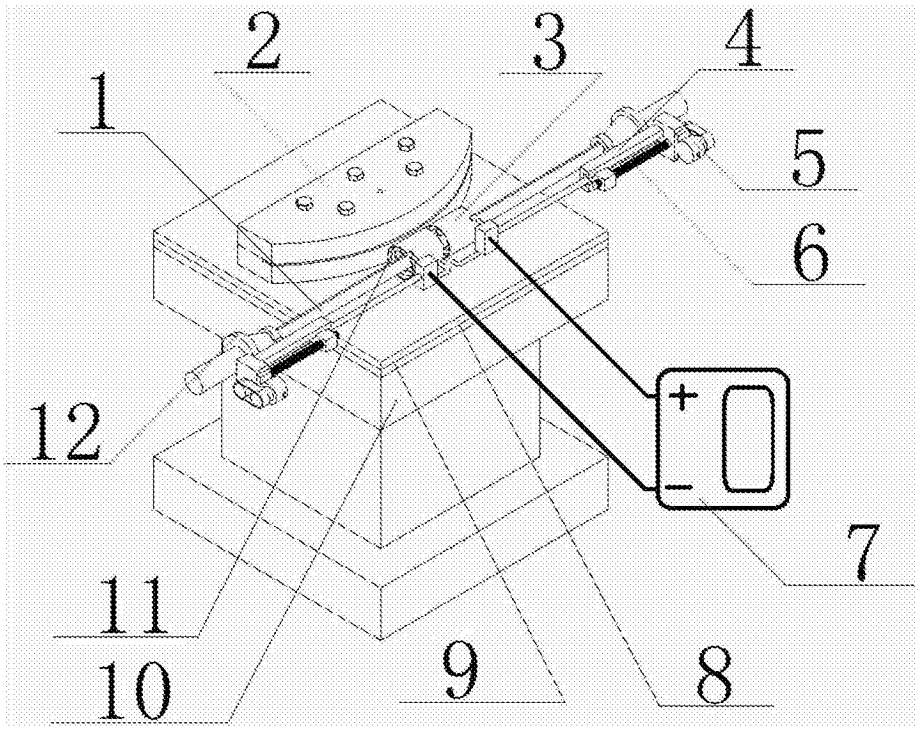


图 1

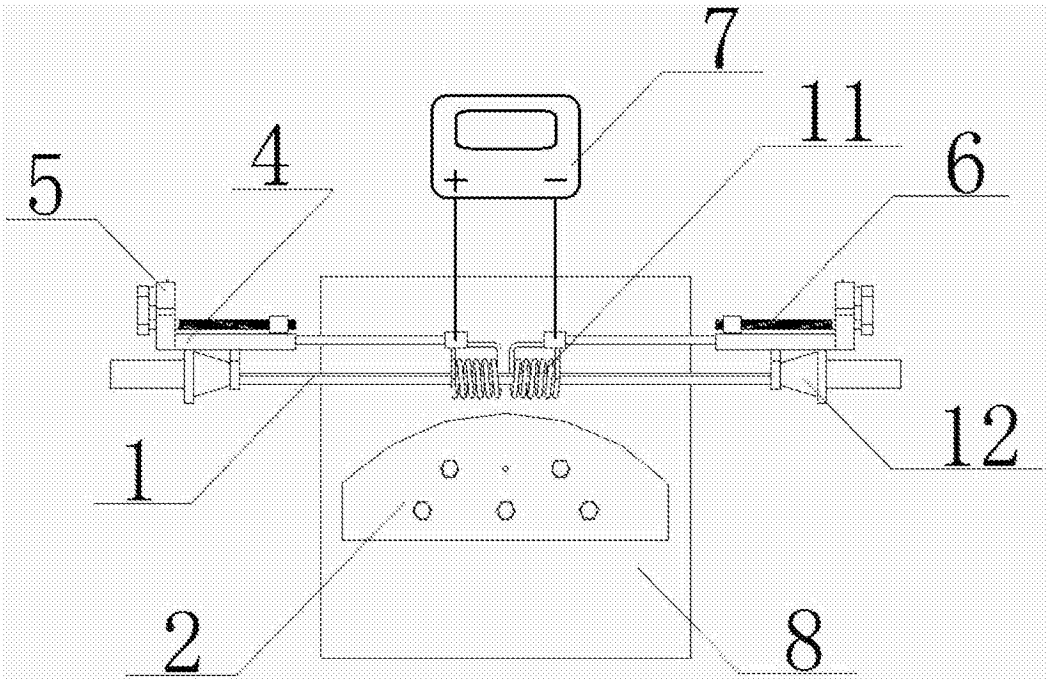


图 2

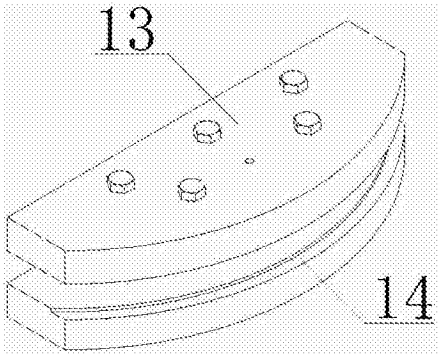


图 3

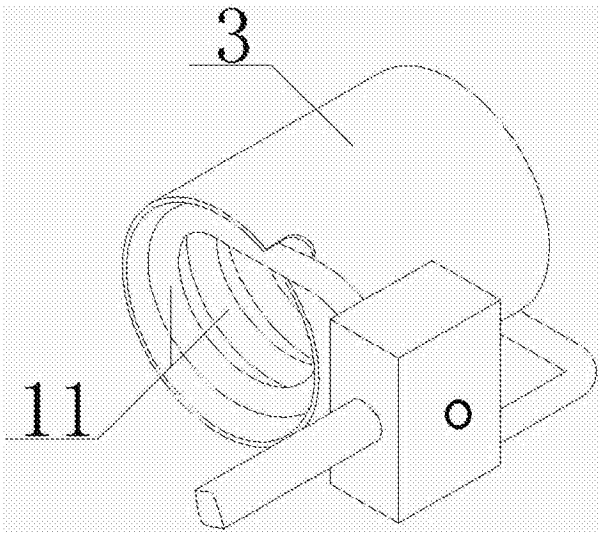


图 4

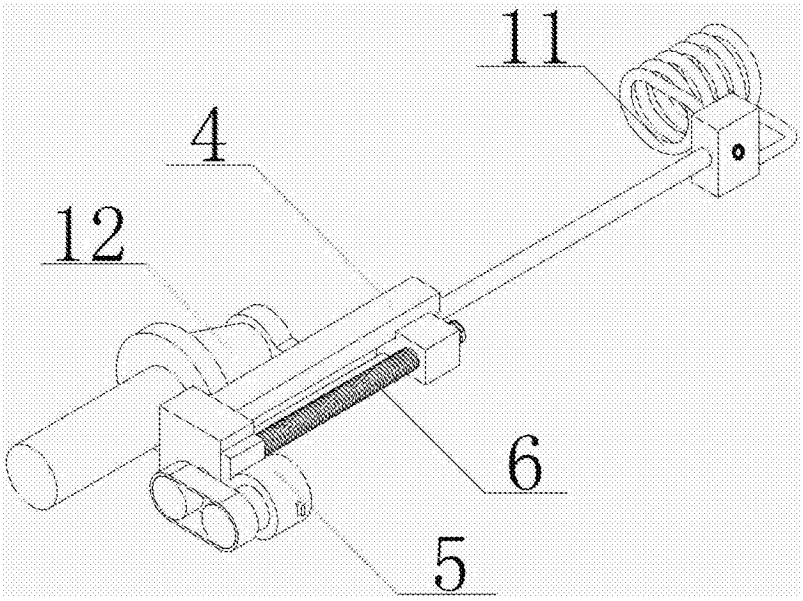


图 5