



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109482945 B

(45)授权公告日 2019.12.24

(21)申请号 201811468146.3

(22)申请日 2018.12.03

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109482945 A

(43)申请公布日 2019.03.19

(73)专利权人 中车长春轨道客车股份有限公司  
地址 130062 吉林省长春市青荫路435号

(72)发明人 刘勇 李保国 刘明雪

(74)专利代理机构 长春众邦菁华知识产权代理有限公司 22214  
代理人 田春梅

(51)Int.Cl.  
B23C 1/06(2006.01)  
B23P 15/00(2006.01)  
B23Q 3/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 101733618 A,2010.06.16,  
CN 201371344 Y,2009.12.30,  
CN 104015230 A,2014.09.03,  
CN 106736605 A,2017.05.31,  
CN 107127597 A,2017.09.05,  
CN 107363482 A,2017.11.21,  
US 5197834 A,1993.03.30,

审查员 陈蕾

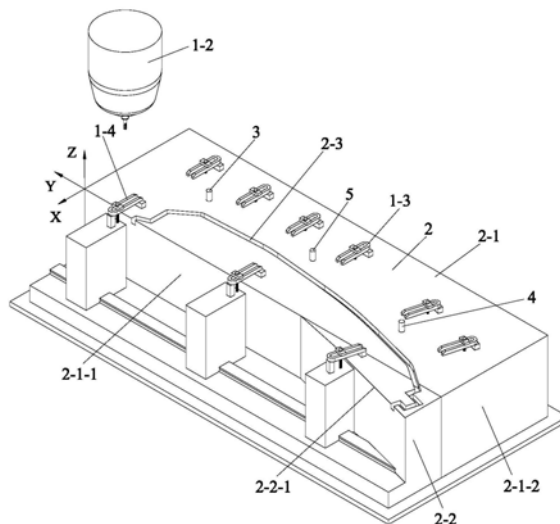
权利要求书3页 说明书8页 附图7页

## (54)发明名称

高速动车组门立柱的加工装置及其加工方法

## (57)摘要

高速动车组门立柱的加工装置及其加工方法属于高速动车组用门立柱的制造领域,该装置包括数控铣刀机构、台面夹具组、活动夹具组、改进型铣床加工平台、长料件废料侧定位销、短料件废料侧定位销和整体废料件中心定位销,所述改进型铣床加工平台包括铣刀避让槽、铣床原有矩形基础平台和长料件斜边拓展支撑平台。本发明解决了门立柱无法用于数控铣床铣削加工的技术难题,利用本发明的门立柱加工装置以镜像对称的背靠背方式,同时定位两个彼此互为镜像的门立柱整体钣金焊接毛坯件,进而借助公知的数控铣刀铣削路径示教编程方法和铣削切割工艺,同时完成两个门立柱工件的一次性快捷铣削加工。



1. 高速动车组门立柱的加工装置,包括数控铣刀机构(1-2)、台面夹具组(1-3)和活动夹具组(1-4),其特征在于:该装置还包括改进型铣床加工平台(2)、长料件废料侧定位销(3)、短料件废料侧定位销(4)和整体废料件中心定位销(5),所述改进型铣床加工平台(2)包括铣刀避让槽(2-3)、铣床原有矩形基础平台(2-1)和长料件斜边拓展支撑平台(2-2),所述铣床原有矩形基础平台(2-1)为长方体结构,其矩形台面的长度值为 $L_0$ 的1.5倍,其矩形台面的宽度值为 $H_0$ 的1.8倍, $L_0$ 为门立柱A的横向总长度, $H_0$ 为门立柱A的纵向总宽度;长料件斜边拓展支撑平台(2-2)是横断面为直角三角形的三棱柱,其较长的直角边所在平面与铣床原有矩形基础平台(2-1)上临近活动夹具组(1-4)所在一侧的长边外侧壁(2-1-1)贴合,长料件斜边拓展支撑平台(2-2)的另一条较短的直角边(2-2-2)的长度为 $H_1$ ,其所在平面与矩形基础平台(2-1)的一个短边外侧壁(2-1-2)共面;长料件斜边拓展支撑平台(2-2)的斜边(2-2-1)以 $\alpha$ 的锐角夹角与长边外侧壁(2-1-1)的上端边线相交于T点;长料件斜边拓展支撑平台(2-2)的上端面与铣床原有矩形基础平台(2-1)的上端面共面,且二者共同构成一个带斜边的改进型平台端面N,且铣床原有矩形基础平台(2-1)和长料件斜边拓展支撑平台(2-2)二者一体成型;

所述铣刀避让槽(2-3)开设在改进型平台端面N上,铣刀避让槽(2-3)的开槽宽度是铣刀直径的1.2倍,开槽深度是竖直壁板A1厚度值的2倍,铣刀避让槽(2-3)开槽轨迹的起点开始于斜边(2-2-1)所在的竖直平面,铣刀避让槽(2-3)开槽轨迹的终点终止于长边外侧壁(2-1-1)所在的竖直平面,铣刀避让槽(2-3)上的靠内侧的开槽侧壁(2-3-1)沿其开槽轨迹在改进型平台端面N上划分为一个门立柱定位区域P和一个竖直壁板残余废料板件定位区域Q;

门立柱定位区域P的轮廓线与门立柱A的投影轮廓线完全相同,其包括长挡板投影边线段(2-1-1-1)、短挡板投影边线段(2-2-1-1)和边界轮廓线S,边界轮廓线S与门立柱A的复杂边缘结构线M完全相同;短挡板投影边线段(2-2-1-1)为将门立柱A投影轮廓线上的K点与门立柱定位区域P上的T点重合后,钣金短挡板A2对应应在门立柱定位区域P上的投影轮廓线,短挡板投影边线段(2-2-1-1)起始于斜边(2-2-1)上的边界轮廓线S的开始端,终止于T点;长挡板投影边线段(2-1-1-1)为将门立柱A投影轮廓线上的K点与门立柱定位区域P上的T点重合后,钣金长挡板A3对应应在门立柱定位区域P上的投影轮廓线,长挡板投影边线段(2-1-1-1)起始于长边外侧壁(2-1-1)顶部边线上的边界轮廓线S的末端,终止于T点;

数控铣刀机构(1-2)通过五轴机械手悬吊于改进型平台端面N的上方并与铣床加工平台(1-1)内的数控加工中心电气连接;活动夹具组(1-4)通过带Y轴方向滑轨的基座固定在临近长料件斜边拓展支撑平台(2-2)的改进型平台端面N的侧方;

整体废料件中心定位销(5)位于铣床原有矩形基础平台(2-1)的几何中心,短料件废料侧定位销(4)与短挡板投影边线段(2-2-1-1)均位于整体废料件中心定位销(5)的同一侧,且短料件废料侧定位销(4)与整体废料件中心定位销(5)的连线平行于短挡板投影边线段(2-2-1-1);长料件废料侧定位销(3)与长挡板投影边线段(2-1-1-1)均位于整体废料件中心定位销(5)的另一侧,长料件废料侧定位销(3)到整体废料件中心定位销(5)的水平距离与短料件废料侧定位销(4)到整体废料件中心定位销(5)的水平距离相同,长料件废料侧定位销(3)与短料件废料侧定位销(4)的间距是 $L_1$ 的0.8倍, $L_1$ 为钣金短挡板A2的长度;整体废料件中心定位销(5)到长挡板投影边线段(2-1-1-1)的距离 $H_2$ 是 $H_1$ 的1.5倍;台面夹具组(1-

3) 均以可拆卸的方式固连在竖直壁板残余废料板件定位区域Q的端面上,其各台面夹具的U型压板均朝向边界轮廓线S的法线方向。

2. 应用如权利要求1所述高速动车组门立柱的加工装置的加工方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

步骤一:以门立柱A的标准图纸为依据,以其投影轮廓线上的K点为起点,做一条垂直于钣金长挡板A3所在边线的垂线段J,并以垂线段J为分界线,将门立柱A的投影轮廓线分为左、右两半;

步骤二:按照竖直壁板A1的厚度分别制作矩形钣金毛坯件(6)和直角梯形钣金毛坯件(7),其中,矩形钣金毛坯件(6)的主视图均为矩形,其矩形的长度值L5为L1的1.2倍,宽度等于H0,其矩形毛坯件钣金直角弯折翻边(6-1)与其矩形的一条长边连接,其矩形毛坯件钣金直角弯折翻边(6-1)的高度等于W;直角梯形钣金毛坯件(7)的主视图为直角梯形,其梯形上底的长度L4为L2的1.2倍,梯形的高度等于H0,梯形的下底与腰线的锐角夹角 $\beta=90^\circ-\alpha$ ,梯形下底的长度 $L3=L4+H0\times\text{ctg}\beta$ ;其直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边(7-1)的高度等于W,且矩形毛坯件钣金直角弯折翻边(6-1)和直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边(7-1)均位于竖直壁板A1上端面所在的一侧;上述L1为钣金短挡板A2的长度,H0为门立柱A的纵向总宽度,W为钣金短挡板A2或钣金长挡板A3的高度值,L2为钣金长挡板A3的长度;

步骤三:在直角梯形钣金毛坯件(7)的腰线开设直角梯形腰线对接组焊坡口(7-2),并在矩形钣金毛坯件(6)的一条短边上开设矩形板对接组焊坡口(6-2);

步骤四:将矩形钣金毛坯件(6)的下端面与直角梯形钣金毛坯件(7)的下端面共面放置,使矩形毛坯件钣金直角弯折翻边(6-1)与直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边(7-1)相交于G点,然后将矩形板对接组焊坡口(6-2)与直角梯形腰线对接组焊坡口(7-2)对接并焊接固连,从而形成一个门立柱整体钣金焊接毛坯件(8);

步骤五:在改进型平台端面N上实际测量T点到整体废料件中心定位销(5)的水平距离为L6,然后,以门立柱整体钣金焊接毛坯件(8)上的G点为起点,沿着直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边(7-1)测量出长度为L6的水平距离,并将该测量终点设为中心销参考基准点(7-1-1),此后,在中心销参考基准点(7-1-1)上做一条垂直于直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边(7-1)的中心销定位参考垂线(7-3);然后,在中心销定位参考垂线(7-3)距离中心销参考基准点(7-1-1)高度为H2的位置,给门立柱整体钣金焊接毛坯件(8)开设直径与整体废料件中心定位销(5)直径相同的门立柱整体钣金焊接毛坯件中心定位孔(8-1);此后,分别在门立柱整体钣金焊接毛坯件中心定位孔(8-1)两侧开设长料件废料侧定位销通孔(8-2)和短料件废料侧定位销通孔(8-3),且使长料件废料侧定位销通孔(8-2)和短料件废料侧定位销通孔(8-3)到中心销定位参考垂线(7-3)的距离相等,长料件废料侧定位销通孔(8-2)和短料件废料侧定位销通孔(8-3)的中心连线距离是L0的0.8倍,从而完成门立柱整体钣金焊接毛坯件(8)的制造全过程;上述L0为门立柱A的横向总长度;

步骤六:按照与步骤一至步骤五相似的方法制造门立柱整体钣金焊接毛坯件(8)的镜像对称部件,即:制造门立柱整体钣金镜像对称毛坯件(9),使其矩形毛坯件钣金直角弯折翻边(9-1)和直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边(9-2)均位于竖直壁板B1下端面所在的一侧,从而与门立柱整体钣金焊接毛坯件(8)形成镜像对称关系;

步骤七:按照矩形毛坯件钣金直角弯折翻边(9-1)和直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻

边(9-2)端面朝向下的方向,将门立柱整体钣金镜像对称毛坯件(9)放置在改进型平台端面N上,并使长料件废料侧定位销(3)、短料件废料侧定位销(4)、整体废料件中心定位销(5)对应穿过门立柱整体钣金镜像对称毛坯件(9)上的门立柱整体钣金焊接毛坯件第二中心定位孔、长料件废料侧第二定位销通孔和短料件废料侧第二定位销通孔,同时,使矩形毛坯件钣金直角弯折翻边(9-1)下方的直角弯折边线与短挡板投影边线段(2-2-1-1)贴合,且使直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边(9-2)下方的直角弯折边线与长挡板投影边线段(2-1-1-1)贴合,并使门立柱整体钣金镜像对称毛坯件(9)上的V点与改进型平台端面N上的T点重合;

步骤八:按照矩形毛坯件钣金直角弯折翻边(6-1)和直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边(7-1)端面朝向上的方向,将门立柱整体钣金焊接毛坯件(8)放置在门立柱整体钣金镜像对称毛坯件(9)的上方,并使长料件废料侧定位销(3)、短料件废料侧定位销(4)、整体废料件中心定位销(5)对应穿过门立柱整体钣金焊接毛坯件(8)上的门立柱整体钣金焊接毛坯件中心定位孔(8-1)、长料件废料侧定位销通孔(8-2)和短料件废料侧定位销通孔(8-3);

步骤九:按照数控铣刀作业方法,在数控铣刀机构(1-2)的控制坐标系中分别输入改进型平台端面N的结构尺寸和T点坐标位置以及长料件废料侧定位销(3)、短料件废料侧定位销(4)、整体废料件中心定位销(5)的参数;然后,将数控铣刀机构(1-2)的铣刀铣削深度设定为竖直壁板A1厚度值的2倍,并按照数控铣刀机构(1-2)的边界轮廓线S坐标方程铣削路径示教编程方法完成对边界轮廓线S的编程录入和铣刀直径设定工作,此后,即可通过数控铣刀机构(1-2)直接完成对互为镜像对称的门立柱A和门立柱B的背靠背同时加工。

## 高速动车组门立柱的加工装置及其加工方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于高速动车组用门立柱的制造领域,具体涉及一种高速动车组门立柱的加工装置及其加工方法。

### 背景技术

[0002] 门立柱组是用于强化列车门框的立板结构,其包括互为镜像对称的门立柱A和门立柱B,其二者分别与左、右门框匹配固连。

[0003] 如图1和图2所示,某型高速动车组列车的门立柱A包括一体成型的竖直壁板A1和高度值均为W的两个直角钣金挡板,即:钣金短挡板A2和钣金长挡板A3,长度为L1的钣金短挡板A2与长度为L2的钣金长挡板A3彼此相交于K点且其二者所呈的锐角夹角 $\alpha$ 为15度,钣金短挡板A2与钣金长挡板A3均垂直于竖直壁板A1上端面所在平面。竖直壁板A1为平板结构,其平板结构的边缘是由复杂的多段线和多个圆弧线段共同构成的复杂边缘结构线M。当钣金长挡板A3水平布置时,门立柱A的横向总长度为L0,其纵向总宽度为H0,复杂边缘结构线M上圆弧段的最高点E到钣金长挡板A3的距离为H1。门立柱B与门立柱A的区别仅在于,其钣金短挡板B2与钣金长挡板B3均位于竖直壁板B1的下端面上,从而与竖直壁板A1形成镜像对称关系。

[0004] 现有对门立柱A的制造工艺为冲压成型和钣金弯折法,其通过冲压工艺完成对毛坯料件剪裁,从而在竖直壁板A1上生成其复杂边缘结构线M,此后,再由钣金弯折法对事先预留宽度的钣金短挡板A2和钣金长挡板A3分别折弯成型,最后再将钣金短挡板A2和钣金长挡板A3的临近部位用圆弧板小工件进行填补焊接。

[0005] 然而,由于门立柱A上的复杂边缘结构线M分段较多且结构复杂,因此其冲压成型过程需要分多个步骤,耗时较多,而用小段圆弧板对钣金短挡板A2与钣金长挡板A3的间隙进行填补焊接的工艺则需另行预置符合弧度和弧长的圆弧板小工件,该圆弧板小工件制作过程费时费力,且用其对钣金短挡板A2与钣金长挡板A3的间隙进行填补焊接时,圆弧板小工件两侧的焊缝距离较近,不仅造成其焊接难度大,而且还导致焊接后的热缩变形量较大,进而造成门立柱A的扭曲变形不易控制和产品尺寸容易超差、次品率高的问题。而且,现有基于冲压成型和钣金弯折法的门立柱A制造工艺仅能逐一制造门立柱A单件,无法同时生产门立柱组中的与门立柱A互为镜像的门立柱B。

[0006] 另一方面,如图3所示的数控铣床1是一种成熟公知的现有技术,其标配的常规部件包括长方体形状的铣床加工平台1-1、数控铣刀机构1-2、台面夹具组1-3和活动夹具组1-4,其中台面夹具组1-3固定在铣床加工平台1-1的端面上,而活动夹具组1-4则通过带Y轴方向滑轨的基座固定在铣床加工平台1-1的侧方,台面夹具组1-3和活动夹具组1-4的布局位置均可根据不同工件的形状而预先重设,数控铣刀机构1-2通过五轴机械手悬吊于铣床加工平台1-1上方并与铣床加工平台1-1内的数控加工中心电气连接。数控铣床1可以通过将电子文档格式下的复杂曲线路径进行示教编程的方式预先规划出铣刀在水平面上的移动轨迹,从而可以通过铣削切割的方式在板材上加工出复杂的轮廓线,并实现钻孔、开槽、阶

梯面等加工。

[0007] 但数控铣床的应用难点在于,其必须首先在待加工的工件上预先确定出一套坐标位置已知的加工参考基准点,从而使待加工工件上的工件坐标系与铣床平台上的加工坐标系相统一,而对于门立柱A这种复杂结构,其工件坐标系的确定不仅需要综合考虑毛坯料件的形状和尺寸,以兼顾边角余料的节约,并需要顾及铣刀沿预设轨迹行进过程中的工件变形量和关键节点位置的应力载荷承受情况,以避免工件在加工半途中产生轨迹偏差而报废。因此若工件坐标系及其坐标系的参考定位点确定不合理,将导致数控铣床加工方法无法在门立柱A的制造领域成功实施。

### 发明内容

[0008] 为了解决现有门立柱的冲压成型过程需要分多个步骤,耗时较多;而用于对钣金短挡板与钣金长挡板的间隙进行填补焊接的圆弧板小工件,其制作过程费时费力,且其焊接难度大,容易造成门立柱的扭曲变形不易控制和产品尺寸容易超差、次品率高的问题;以及由于目前没有工件坐标系及其坐标系的参考定位点的设计方案,导致现有数控铣床加工方法无法在门立柱的制造领域成功实施的技术问题,本发明提供一种高速动车组门立柱的加工装置及其加工方法。

[0009] 本发明解决技术问题所采取的技术方案如下:

[0010] 高速动车组门立柱的加工装置,包括数控铣刀机构、台面夹具组和活动夹具组,该装置还包括改进型铣床加工平台、长料件废料侧定位销、短料件废料侧定位销和整体废料件中心定位销,所述改进型铣床加工平台包括铣刀避让槽、铣床原有矩形基础平台和长料件斜边拓展支撑平台,所述铣床原有矩形基础平台为长方体结构,其矩形台面的长度值为L0的1.5倍,其矩形台面的宽度值为H0的1.8倍;长料件斜边拓展支撑平台是横断面为直角三角形的三棱柱,其较长的直角边所在平面与铣床原有矩形基础平台上临近活动夹具组所在一侧的长边外侧壁贴合,长料件斜边拓展支撑平台的另一条较短的直角边的长度为H1,其所在平面与矩形基础平台的一个短边外侧壁共面;长料件斜边拓展支撑平台的斜边以 $\alpha$ 的锐角夹角与长边外侧壁的上端边线相交于T点;长料件斜边拓展支撑平台的上端面与铣床原有矩形基础平台的上端面共面,且二者共同构成一个带斜边的改进型平台端面N,且铣床原有矩形基础平台和长料件斜边拓展支撑平台二者一体成型;

[0011] 所述铣刀避让槽开设在改进型平台端面N上,铣刀避让槽的开槽宽度是铣刀直径的1.2倍,开槽深度是竖直壁板A1厚度值的2倍,铣刀避让槽开槽轨迹的起点开始于斜边所在的竖直平面,铣刀避让槽开槽轨迹的终点终止于长边外侧壁所在的竖直平面,铣刀避让槽上的靠内侧的开槽侧壁沿其开槽轨迹在改进型平台端面N上划分为一个门立柱定位区域P和一个竖直壁板残余废料板件定位区域Q;

[0012] 门立柱定位区域P的轮廓线与门立柱A的投影轮廓线完全相同,其包括长挡板投影边线段、短挡板投影边线段和边界轮廓线S,边界轮廓线S与门立柱A的复杂边缘结构线M完全相同;短挡板投影边线段为将门立柱A投影轮廓线上的K点与门立柱定位区域P上的T点重合后,钣金短挡板A2对应应在门立柱定位区域P上的投影轮廓线,短挡板投影边线段起始于斜边上的边界轮廓线S的开始端,终止于T点;长挡板投影边线段为将门立柱A投影轮廓线上的K点与门立柱定位区域P上的T点重合后,钣金长挡板A3对应应在门立柱定位区域P上的投影轮

廓线,长挡板投影边线段起始于长边外侧壁顶部边线上的边界轮廓线S的末端,终止于T点;

[0013] 数控铣刀机构通过五轴机械手悬吊于改进型平台端面N的上方并与铣床加工平台内的数控加工中心电气连接;活动夹具组通过带Y轴方向滑轨的基座固定在临近长料件斜边拓展支撑平台的改进型平台端面N的侧方;

[0014] 整体废料件中心定位销位于铣床原有矩形基础平台的几何中心,短料件废料侧定位销与短挡板投影边线段均位于整体废料件中心定位销的同一侧,且短料件废料侧定位销与整体废料件中心定位销的连线平行于短挡板投影边线段;长料件废料侧定位销与长挡板投影边线段均位于整体废料件中心定位销的另一侧,长料件废料侧定位销到整体废料件中心定位销的水平距离与短料件废料侧定位销到整体废料件中心定位销的水平距离相同,长料件废料侧定位销与短料件废料侧定位销的间距是L1的0.8倍;整体废料件中心定位销到长挡板投影边线段的距离H2是H1的1.5倍;台面夹具组均以可拆卸的方式固连在竖直壁板残余废料板件定位区域Q的端面上,其各台面夹具的U型压板均朝向边界轮廓线S的法线方向。

[0015] 应用上述高速动车组门立柱的加工装置的加工方法,包括如下步骤:

[0016] 步骤一:以门立柱A的标准图纸为依据,以其投影轮廓线上的K点为起点,做一条垂直于钣金长挡板A3所在边线的垂线段J,并以垂线段J为分界线,将门立柱A的投影轮廓线分为左、右两半;

[0017] 步骤二:按照竖直壁板A1的厚度分别制作矩形钣金毛坯件和直角梯形钣金毛坯件,其中,矩形钣金毛坯件的主视图均为矩形,其矩形的长度值L5为L1的1.2倍,宽度为H0,其矩形毛坯件钣金直角弯折翻边与其矩形的一条长边连接,其矩形毛坯件钣金直角弯折翻边的高度为W;直角梯形钣金毛坯件的主视图为直角梯形,其梯形上底的长度L4为L2的1.2倍,梯形的高度为H0,梯形的下底与腰线的锐角夹角 $\beta=90^\circ-\alpha$ ,梯形下底的长度 $L3=L4+H0\times\text{ctg}\beta$ ;其直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边的高度为W,且矩形毛坯件钣金直角弯折翻边和直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边均位于竖直壁板A1上端面所在的一侧;

[0018] 步骤三:在直角梯形钣金毛坯件的腰线开设直角梯形腰线对接组焊坡口,并在矩形钣金毛坯件的一条短边上开设矩形板对接组焊坡口;

[0019] 步骤四:将矩形钣金毛坯件的下端面与直角梯形钣金毛坯件的下端面共面放置,使矩形毛坯件钣金直角弯折翻边与直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边相交于G点,然后将矩形板对接组焊坡口与直角梯形腰线对接组焊坡口对接并焊接固连,从而形成一个门立柱整体钣金焊接毛坯件;

[0020] 步骤五:在改进型平台端面N上实际测量T点到整体废料件中心定位销的水平距离为L6,然后,以门立柱整体钣金焊接毛坯件上的G点为起点,沿着直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边测量出长度为L6的水平距离,并将该测量终点设为中心销参考基准点,此后,在中心销参考基准点上做一条垂直于直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边的中心销定位参考垂线;然后,在中心销定位参考垂线距离中心销参考基准点高度为H2的位置,给门立柱整体钣金焊接毛坯件开设直径与整体废料件中心定位销直径相同的门立柱整体钣金焊接毛坯件中心定位孔;此后,分别在门立柱整体钣金焊接毛坯件中心定位孔两侧开设长料件废料侧定位销通孔和短料件废料侧定位销通孔,且使长料件废料侧定位销通孔和短料件废料侧定位销通孔到中心销定位参考垂线的距离相等,长料件废料侧定位销通孔和短料件废料侧定

位销通孔的中心连线距离是L0的0.8倍,从而完成门立柱整体钣金焊接毛坯件的制造全过程;

[0021] 步骤六:按照与步骤一至步骤五相似的方法制造门立柱整体钣金焊接毛坯件的镜像对称部件,即:制造门立柱整体钣金镜像对称毛坯件,使其矩形毛坯件钣金直角弯折翻边和直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边均位于竖直壁板B1下端面所在的一侧,从而与门立柱整体钣金焊接毛坯件形成镜像对称关系;

[0022] 步骤七:按照矩形毛坯件钣金直角弯折翻边和直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边端面朝向下的方向,将门立柱整体钣金镜像对称毛坯件放置在改进型平台端面N上,并使长料件废料侧定位销、短料件废料侧定位销、整体废料件中心定位销对应穿过门立柱整体钣金镜像对称毛坯件上的门立柱整体钣金焊接毛坯件第二中心定位孔、长料件废料侧第二定位销通孔和短料件废料侧第二定位销通孔,同时,使矩形毛坯件钣金直角弯折翻边下方的直角弯折边线与短挡板投影边线段贴合,且使直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边下方的直角弯折边线与长挡板投影边线段贴合,并使门立柱整体钣金镜像对称毛坯件上的V点与改进型平台端面N上的T点重合;

[0023] 步骤八:按照矩形毛坯件钣金直角弯折翻边和直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边端面朝向上的方向,将门立柱整体钣金焊接毛坯件放置在门立柱整体钣金镜像对称毛坯件的上方,并使长料件废料侧定位销、短料件废料侧定位销、整体废料件中心定位销对应穿过门立柱整体钣金焊接毛坯件上的门立柱整体钣金焊接毛坯件中心定位孔、长料件废料侧定位销通孔和短料件废料侧定位销通孔;

[0024] 步骤九:按照公知的数控铣刀作业方法,在数控铣刀机构的控制坐标系中分别输入改进型平台端面N的结构尺寸和T点坐标位置以及长料件废料侧定位销、短料件废料侧定位销、整体废料件中心定位销的参数;然后,将数控铣刀机构的铣刀铣削深度设定为竖直壁板A1厚度值的2倍,并按照数控铣刀机构公知的边界轮廓线S坐标方程铣削路径示教编程方法完成对边界轮廓线S的编程录入和铣刀直径设定工作,此后,即可通过数控铣刀机构直接完成对互为镜像对称的门立柱A和门立柱B的背靠背同时加工。

[0025] 本发明的有益效果是:针对门立柱竖直壁上互成夹角的两个直角钣金挡板定位在铣床台面上定位困难的技术问题,本发明通过在铣床原有矩形基础平台上增设长料件斜边拓展支撑平台的方法使其二者联合成为改进型平台端面N,从而在充分利用原有铣床台面的前提下增加其承力面积,并可以用于精确地匹配定位门立柱上的两个直角钣金挡板及其二者的交点。

[0026] 在改进型平台端面N上开设的铣刀避让槽,通过其靠内侧的开槽侧壁沿其开槽轨迹在改进型平台端面N上划分为一个门立柱定位区域P和一个竖直壁板残余废料板件定位区域Q;门立柱定位区域P的轮廓线与门立柱A的投影轮廓线完全相同,且铣刀避让槽的开槽轨迹的起点和终点则分别与两个直角钣金挡板的投影起点对应匹配,从而使数控铣刀可以沿其示教编程后的铣削路径,精确地对定位于改进型平台端面N上的门立柱整体钣金焊接毛坯件进行符合预设轮廓线的铣削加工。

[0027] 改进型平台端面N上设有的短料件废料侧定位销、整体废料件中心定位销和长料件废料侧定位销三者基于直线和直线外一点的三角定位原理分别对门立柱整体钣金焊接毛坯件的废料区域进行定位,其定位参考基准均依据门立柱图纸理论投影轮廓线上的两个



直角钣金挡板各自边线位置及其交点位置,并兼顾了门立柱整体钣金焊接毛坯件的外形尺寸和结构承力特征,从而可以在毫不妨碍铣削轮廓线的前提下,配合改进型平台端面N实现对门立柱整体钣金焊接毛坯件的精准定位,并消除铣削过程中工件因应力分布不合理而发生轨迹偏移的风险。

[0028] 本发明解决了门立柱无法用于数控铣床铣削加工的技术难题,通过几何特征分析,提出以门立柱A的标准图纸为依据将其从合理的位置分为包含弯折钣金的矩形钣金毛坯件和直角梯形钣金毛坯件,再将其二者沿预设的焊缝位置彼此焊接成为一个门立柱整体钣金焊接毛坯件,然后,利用本发明的门立柱加工装置以镜像对称的背靠背方式,同时定位两个彼此互为镜像的门立柱整体钣金焊接毛坯件,进而借助公知的数控铣刀铣削路径示教编程方法和铣削切割工艺,同时完成两个门立柱工件的一次性快捷铣削加工。该方法使得旧有的铣削加工工艺在门立柱这类难于定位和规划的工件上得以成功应用,进而完全避免了旧有用于对钣金短挡板与钣金长挡板的间隙进行填补焊接的圆弧板小工件,其制作过程费时费力,且其焊接难度大,容易造成门立柱A的扭曲变形不易控制和产品尺寸容易超差、次品率高、效率低的问题。

#### 附图说明

[0029] 图1是现有门立柱A和门立柱B的立体结构示意图;

[0030] 图2是现有门立柱A的主视图;

[0031] 图3是现有数控铣床的立体结构示意图;

[0032] 图4是本发明高速动车组门立柱的加工装置的立体结构示意图;

[0033] 图5是不包含数控铣刀机构的本发明高速动车组门立柱的加工装置的主视图;

[0034] 图6是本发明改进型平台端面N的主视图;

[0035] 图7是本发明以门立柱A标准图纸上的K点为起点绘制垂直于钣金长挡板A3所在边线的垂线段J从而以其为分界线将门立柱A的投影轮廓线分为左、右两半的拆分设计思路原理图;

[0036] 图8是本发明矩形钣金毛坯件和直角梯形钣金毛坯件的对比结构示意图;

[0037] 图9是本发明矩形钣金毛坯件和直角梯形钣金毛坯件的拼接组焊原理图;

[0038] 图10是本发明门立柱整体钣金焊接毛坯件的主视图;

[0039] 图11是应用本发明高速动车组门立柱的加工装置对以背靠背姿态镜像对称布置的门立柱A和门立柱B同时定位和铣削加工时的应用示意图;

[0040] 图12是不包含数控铣刀机构的图11的主视图。

#### 具体实施方式

[0041] 下面结合附图对本发明做进一步详细说明。

[0042] 如图4至图12所示,本发明高速动车组门立柱的加工装置包括:数控铣刀机构1-2、台面夹具组1-3、活动夹具组1-4、改进型铣床加工平台2、长料件废料侧定位销3、短料件废料侧定位销4和整体废料件中心定位销5,所述改进型铣床加工平台2包括铣刀避让槽2-3、铣床原有矩形基础平台2-1和长料件斜边拓展支撑平台2-2,所述铣床原有矩形基础平台2-1为长方体结构,其矩形台面的长度值为L0的1.5倍,其矩形台面的宽度值为H0的1.8倍;长

料件斜边拓展支撑平台2-2是横断面为直角三角形的三棱柱,其较长的直角边所在平面与铣床原有矩形基础平台2-1上临近活动夹具组1-4所在一侧的长边外侧壁2-1-1贴合,长料件斜边拓展支撑平台2-2的另一条较短的直角边2-2-2的长度为 $H_1$ ,其所在平面与矩形基础平台2-1的一个短边外侧壁2-1-2共面;长料件斜边拓展支撑平台2-2的斜边2-2-1以 $\alpha=15$ 度的锐角夹角与长边外侧壁2-1-1的上端边线相交与T点;长料件斜边拓展支撑平台2-2的上端面与铣床原有矩形基础平台2-1的上端面共面,且二者共同构成一个带斜边的改进型平台端面N,且铣床原有矩形基础平台2-1和长料件斜边拓展支撑平台2-2二者一体成型。

[0043] 所述铣刀避让槽2-3开设在改进型平台端面N上,铣刀避让槽2-3的开槽宽度是铣刀直径的1.2倍,开槽深度是竖直壁板A1厚度值的2倍,铣刀避让槽2-3开槽轨迹的起点开始于斜边2-2-1所在的竖直平面,铣刀避让槽2-3开槽轨迹的终点终止于长边外侧壁2-1-1所在的竖直平面,铣刀避让槽2-3上的靠内侧的开槽侧壁2-3-1沿其开槽轨迹在改进型平台端面N上划分为一个门立柱定位区域P和一个竖直壁板残余废料板件定位区域Q。

[0044] 门立柱定位区域P的轮廓线与图2所示的门立柱A的投影轮廓线完全相同,其包括长挡板投影边线段2-1-1-1、短挡板投影边线段2-2-1-1和边界轮廓线S,边界轮廓线S与门立柱A的复杂边缘结构线M完全相同;短挡板投影边线段2-2-1-1为将门立柱A投影轮廓线上的K点与门立柱定位区域P上的T点重合后,钣金短挡板A2对应应在门立柱定位区域P上的投影轮廓线,短挡板投影边线段2-2-1-1起始于斜边2-2-1上的边界轮廓线S的开始端,终止于T点;长挡板投影边线段2-1-1-1为将门立柱A投影轮廓线上的K点与门立柱定位区域P上的T点重合后,钣金长挡板A3对应应在门立柱定位区域P上的投影轮廓线,长挡板投影边线段2-1-1-1起始于长边外侧壁2-1-1顶部边线上的边界轮廓线S的末端,终止于T点。

[0045] 数控铣刀机构1-2通过五轴机械手悬吊于改进型平台端面N的上方并与铣床加工平台1-1内的数控加工中心电气连接;活动夹具组1-4通过带Y轴方向滑轨的基座固定在临近长料件斜边拓展支撑平台2-2的改进型平台端面N的侧方。

[0046] 整体废料件中心定位销5位于铣床原有矩形基础平台2-1的几何中心,短料件废料侧定位销4与短挡板投影边线段2-2-1-1均位于整体废料件中心定位销5的同一侧,且短料件废料侧定位销4与整体废料件中心定位销5的连线平行于短挡板投影边线段2-2-1-1;长料件废料侧定位销3与长挡板投影边线段2-1-1-1均位于整体废料件中心定位销5的另一侧,长料件废料侧定位销3到整体废料件中心定位销5的水平距离与短料件废料侧定位销4到整体废料件中心定位销5的水平距离相同,长料件废料侧定位销3与短料件废料侧定位销4的间距是 $L_1$ 的0.8倍;整体废料件中心定位销5到长挡板投影边线段2-1-1-1的距离 $H_2$ 是 $H_1$ 的1.5倍;台面夹具组1-3均以可拆卸的方式固连在竖直壁板残余废料板件定位区域Q的端面上,其各台面夹具的U型压板均朝向边界轮廓线S的法线方向。

[0047] 具体应用本发明高速动车组门立柱的加工装置加工两个门立柱时,按照如下步骤操作:

[0048] 步骤一:如图7至图8所示,以门立柱A的标准图纸为依据,以其投影轮廓线上的K点为起点,做一条垂直于钣金长挡板A3所在边线的垂线段J,并以垂线段J为分界线,将门立柱A的投影轮廓线分为左、右两半;

[0049] 步骤二:按照竖直壁板A1的厚度分别制作矩形钣金毛坯件6和直角梯形钣金毛坯件7,其中,矩形钣金毛坯件6的主视图均为矩形,其矩形的长度值 $L_5$ 为 $L_1$ 的1.2倍,宽度为

H0,其矩形毛坯件钣金直角弯折翻边6-1与其矩形的一条长边连接,其矩形毛坯件钣金直角弯折翻边6-1的高度为W;直角梯形钣金毛坯件7的主视图为直角梯形,其梯形上底的长度L4为L2的1.2倍,梯形的高度为H0,梯形的下底与腰线的锐角夹角 $\beta$ 为75度,梯形下底的长度 $L3=L4+H0\times\text{ctg}75^\circ$ ;其直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边7-1的高度为W,且矩形毛坯件钣金直角弯折翻边6-1和直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边7-1均位于竖直壁板A1上端面所在的一侧;

[0050] 步骤三:在直角梯形钣金毛坯件7的腰线开设直角梯形腰线对接组焊坡口7-2,并在矩形钣金毛坯件6的一条短边上开设矩形板对接组焊坡口6-2;

[0051] 步骤四:如图9和图10所示,将矩形钣金毛坯件6的下端面与直角梯形钣金毛坯件7的下端面共面放置,使矩形毛坯件钣金直角弯折翻边6-1与直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边7-1相交于G点,然后将矩形板对接组焊坡口6-2与直角梯形腰线对接组焊坡口7-2对接并焊接固连,从而形成一个门立柱整体钣金焊接毛坯件8;

[0052] 步骤五:在改进型平台端面N上实际测量T点到整体废料件中心定位销5的水平距离为L6,然后,以门立柱整体钣金焊接毛坯件8上的G点为起点,沿着直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边7-1测量出长度为L6的水平距离,并将该测量终点设为中心销参考基准点7-1-1,此后,在中心销参考基准点7-1-1上做一条垂直于直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边7-1的中心销定位参考垂线7-3;然后,在中心销定位参考垂线7-3距离中心销参考基准点7-1-1高度为H2的位置,给门立柱整体钣金焊接毛坯件8开设直径与整体废料件中心定位销5直径相同的门立柱整体钣金焊接毛坯件中心定位孔8-1;此后,分别在门立柱整体钣金焊接毛坯件中心定位孔8-1两侧开设长料件废料侧定位销通孔8-2和短料件废料侧定位销通孔8-3,且使长料件废料侧定位销通孔8-2和短料件废料侧定位销通孔8-3到中心销定位参考垂线7-3的距离相等,长料件废料侧定位销通孔8-2和短料件废料侧定位销通孔8-3的中心连线距离是L0的0.8倍,从而完成门立柱整体钣金焊接毛坯件8的制造全过程;

[0053] 步骤六:按照与步骤一至步骤五相似的方法制造门立柱整体钣金焊接毛坯件8的镜像对称部件,即:制造门立柱整体钣金镜像对称毛坯件9,所述相似的方法是指除了步骤二中矩形毛坯件钣金直角弯折翻边6-1和直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边7-1均位于竖直壁板A1上端面所在的一侧不同之外,其余步骤均相同,即门立柱整体钣金镜像对称毛坯件9的矩形毛坯件钣金直角弯折翻边9-1和直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边9-2均位于竖直壁板B1下端面所在的一侧,从而与门立柱整体钣金焊接毛坯件8形成镜像对称关系;

[0054] 步骤七:按照矩形毛坯件钣金直角弯折翻边9-1和直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边9-2端面朝向下的方向,将门立柱整体钣金镜像对称毛坯件9放置在改进型平台端面N上,并使长料件废料侧定位销3、短料件废料侧定位销4、整体废料件中心定位销5对应穿过门立柱整体钣金镜像对称毛坯件9上的门立柱整体钣金焊接毛坯件第二中心定位孔、长料件废料侧第二定位销通孔和短料件废料侧第二定位销通孔,同时,使矩形毛坯件钣金直角弯折翻边9-1下方的直角弯折边线与短挡板投影边线段2-2-1-1贴合,且使直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边9-2下方的直角弯折边线与长挡板投影边线段2-1-1-1贴合,并使门立柱整体钣金镜像对称毛坯件9上的V点与改进型平台端面N上的T点重合;

[0055] 步骤八:按照矩形毛坯件钣金直角弯折翻边6-1和直角梯形毛坯件钣金直角弯折翻边7-1端面朝向上的方向,将门立柱整体钣金焊接毛坯件8放置在门立柱整体钣金镜像对

称毛坯件9的上方,并使长料件废料侧定位销3、短料件废料侧定位销4、整体废料件中心定位销5对应穿过门立柱整体钣金焊接毛坯件8上的门立柱整体钣金焊接毛坯件中心定位孔8-1、长料件废料侧定位销通孔8-2和短料件废料侧定位销通孔8-3;

[0056] 步骤九:按照公知的数控铣刀作业方法,在数控铣刀机构1-2的控制坐标系中分别输入改进型平台端面N的结构尺寸和T点坐标位置以及长料件废料侧定位销3、短料件废料侧定位销4、整体废料件中心定位销5的参数;然后,将数控铣刀机构1-2的铣刀铣削深度设定为竖直壁板A1厚度值的2倍,并按照数控铣刀机构1-2公知的边界轮廓线S坐标方程铣削路径示教编程方法完成对边界轮廓线S的编程录入和铣刀直径设定工作,此后,即可通过数控铣刀机构1-2直接完成对互为镜像对称的门立柱A和门立柱B的背靠背同时加工。

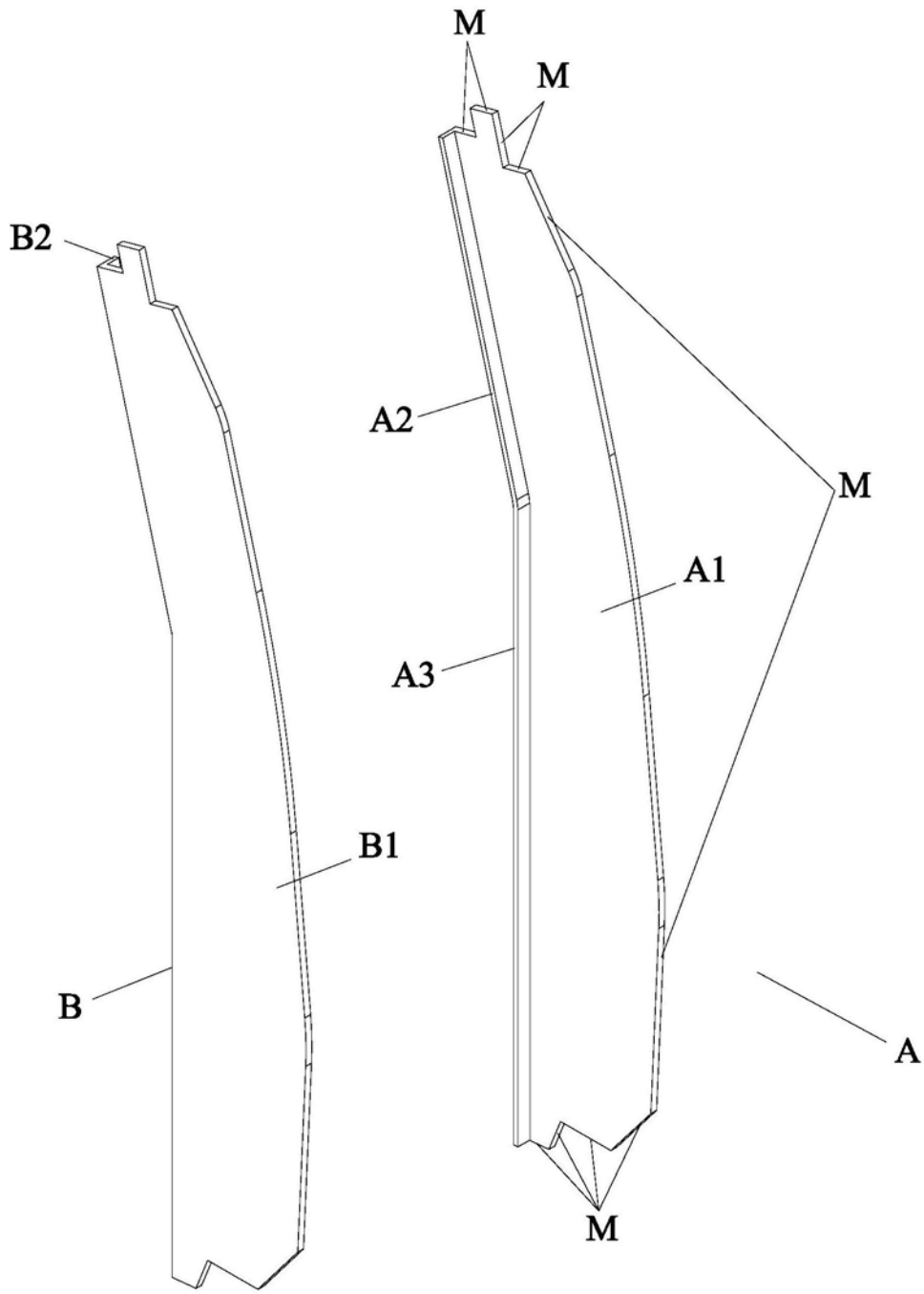


图1

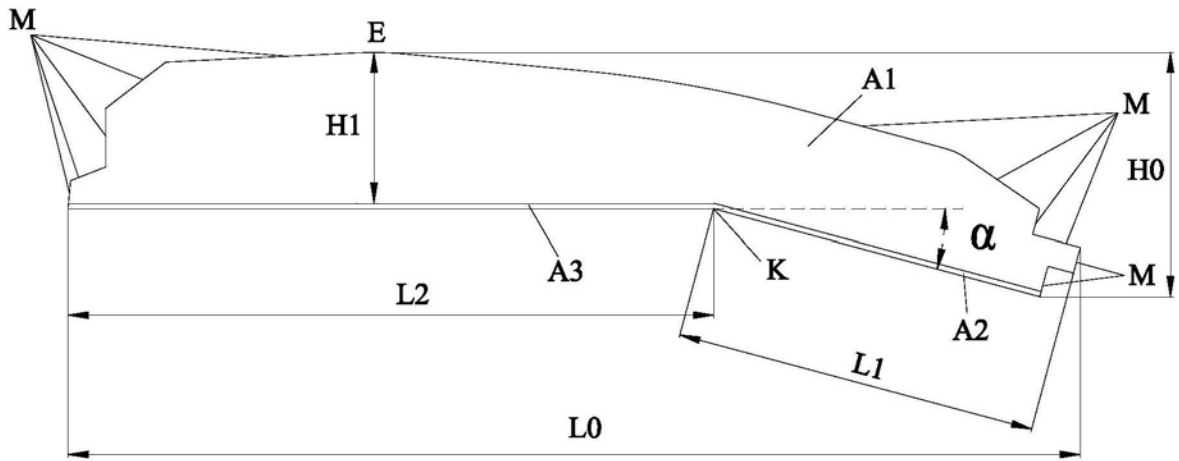


图2

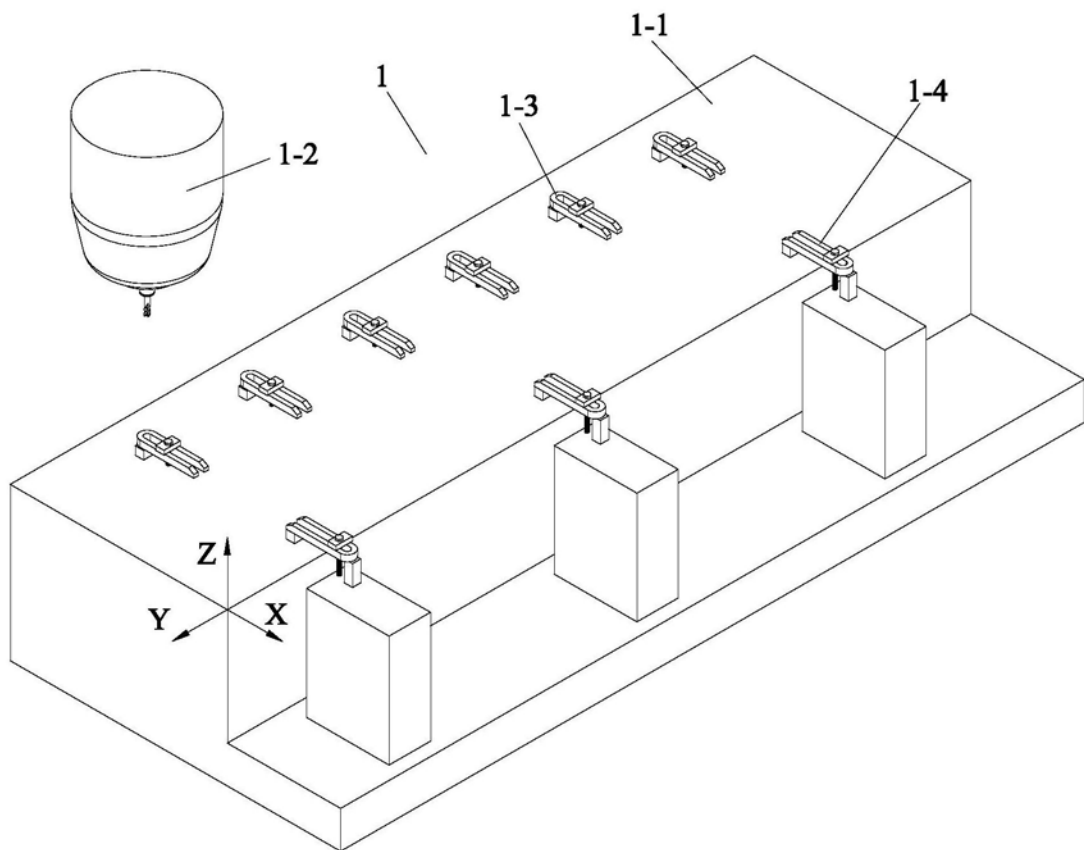


图3

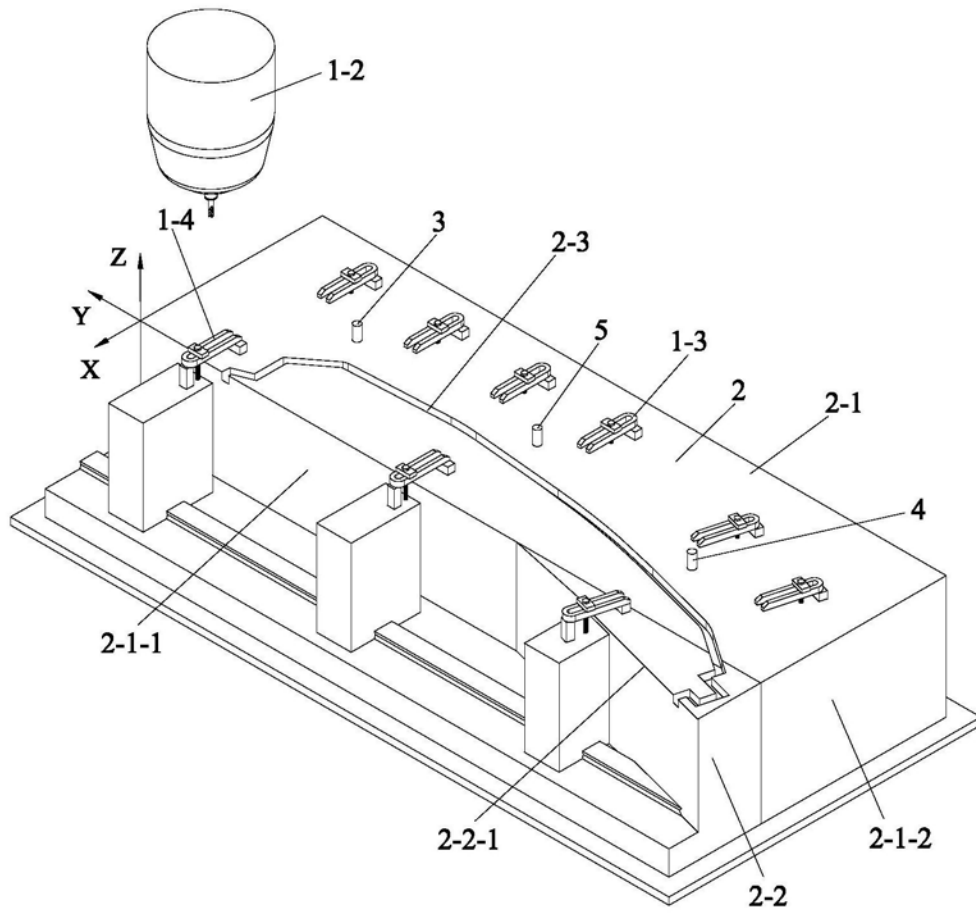


图4

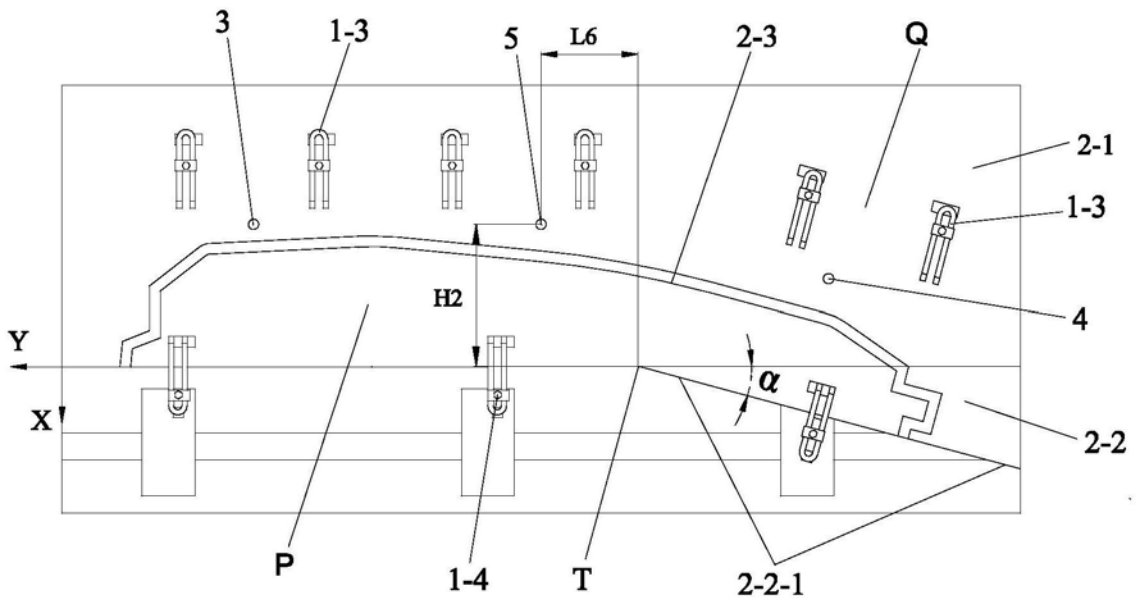


图5

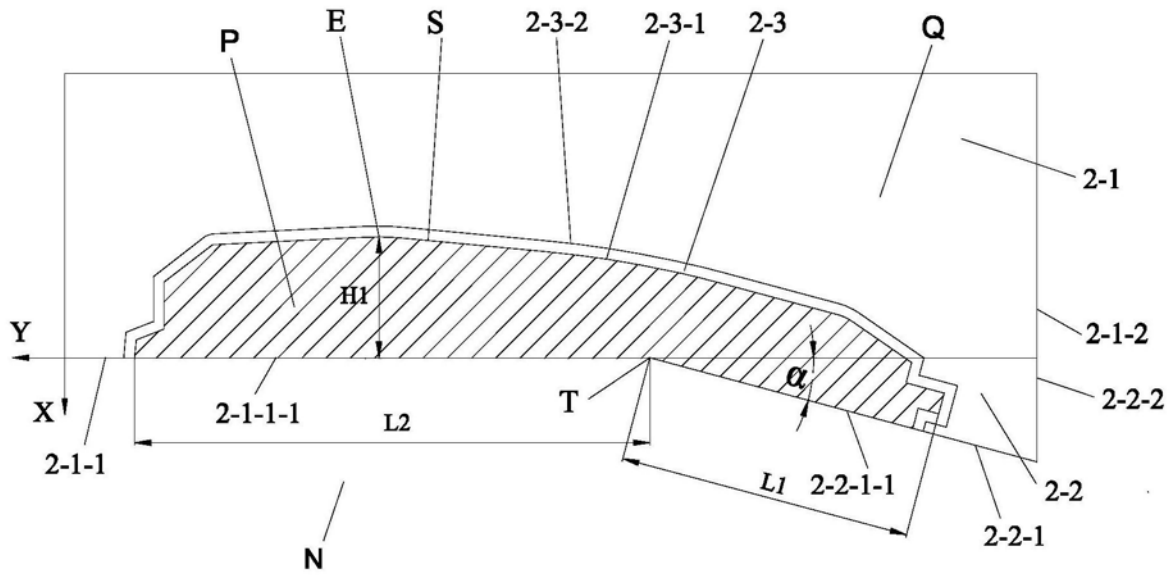


图6

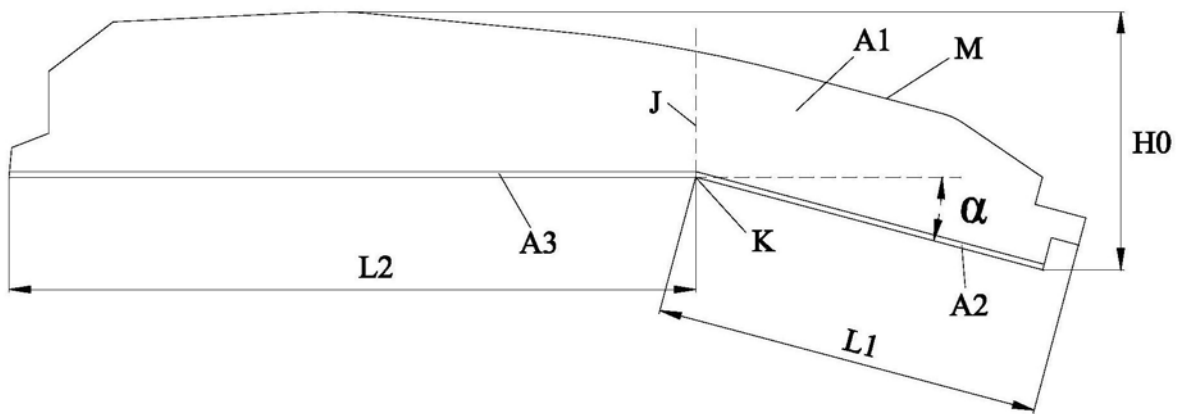


图7



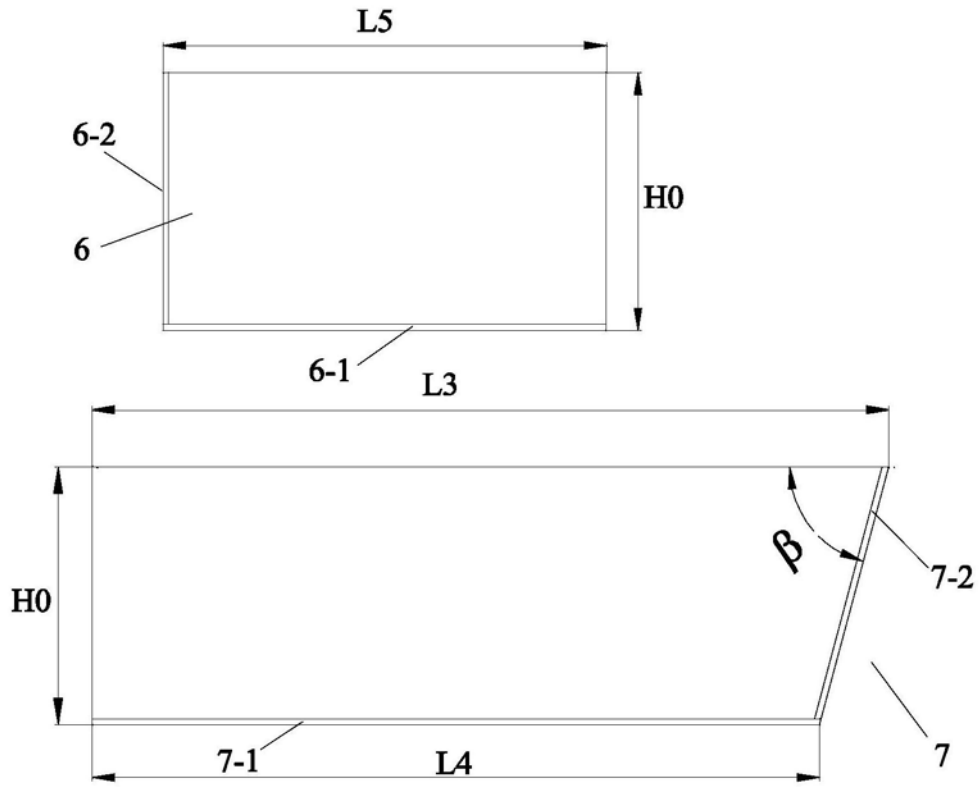


图8

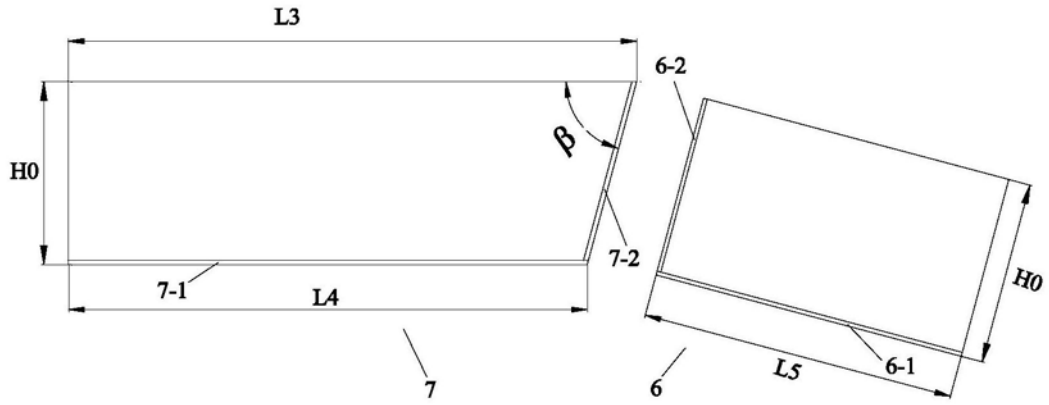


图9

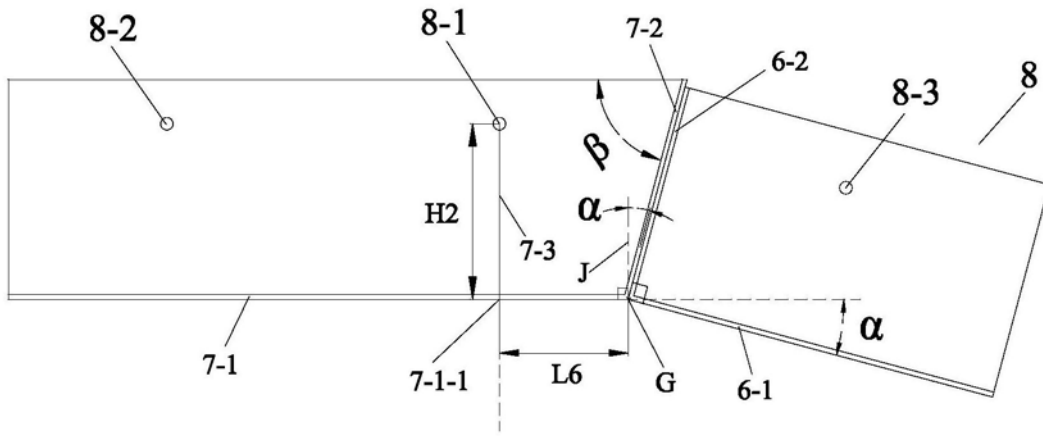


图10

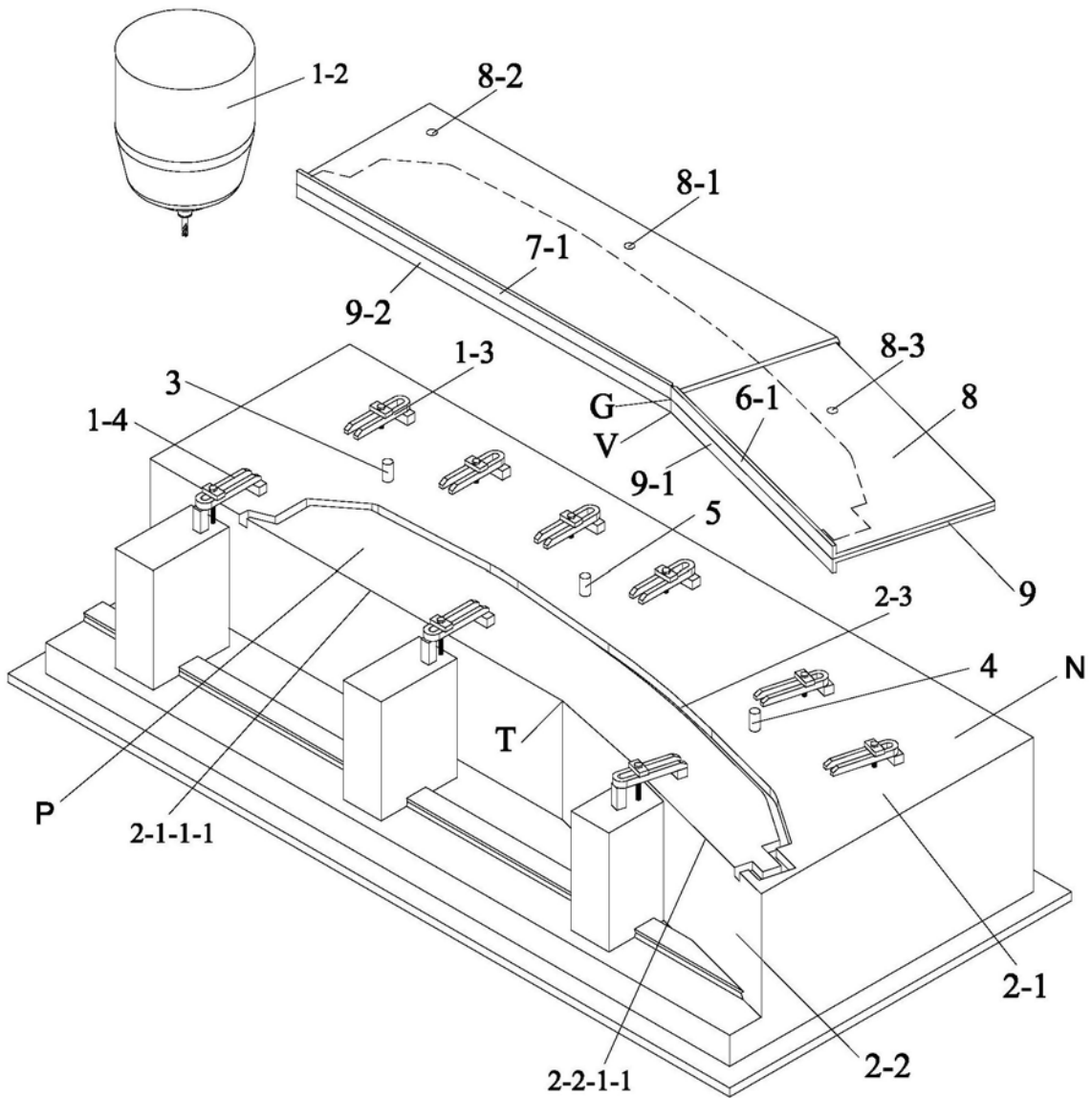


图11

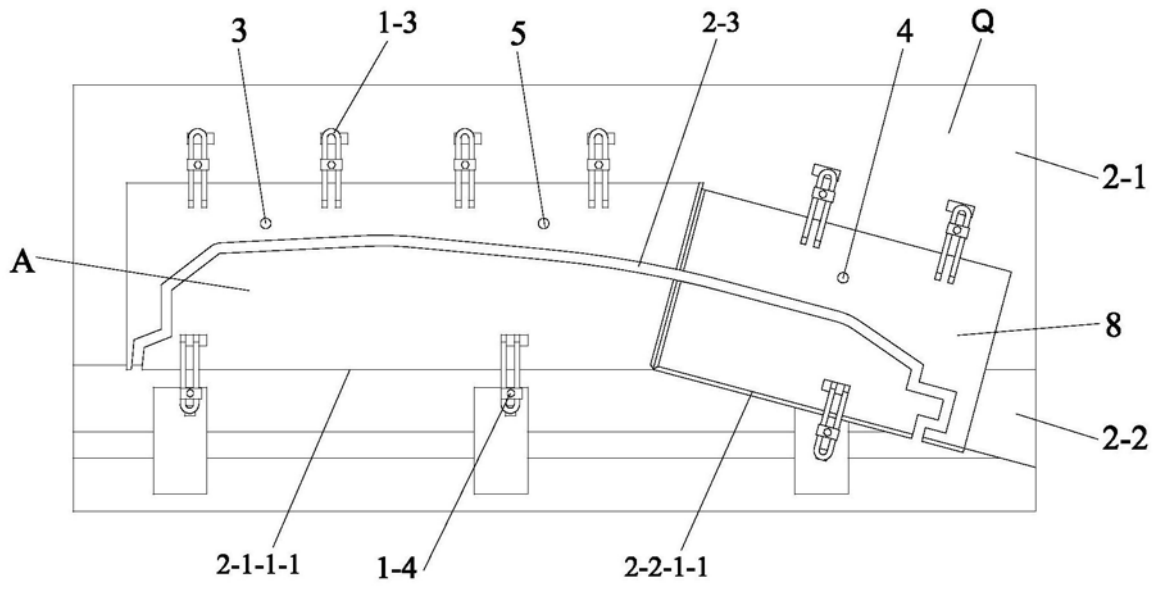


图12