



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108723578 B

(45) 授权公告日 2021.01.22

(21) 申请号 201810790900.9

审查员 王勇

(22) 申请日 2018.07.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108723578 A

(43) 申请公布日 2018.11.02

(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 张欣盟 何广忠 李晶

(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.

B23K 20/12 (2006.01)

B23K 33/00 (2006.01)

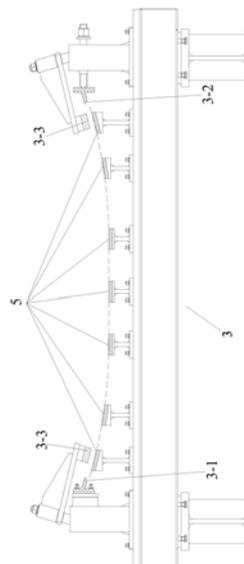
权利要求书3页 说明书8页 附图12页

(54) 发明名称

中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法

(57) 摘要

中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法属于轨道客车铝合金车体大型圆弧车顶板部件的焊接方法领域,该方法针对轨道客车铝合金车体车顶圆弧板部件的搅拌摩擦焊接,提出了一步反装、二步正装的组焊顺序和焊件组对间隙值的控制方法;同时,通过在铝合金中空挤压型材外表面临近焊缝位置设置增厚凸起,并且凸起宽度与搅拌针根部直径保持在95%与105%比例关系,以实现为了保证焊后工件尺寸二步正装预制反变形搅拌摩擦焊时,通过搅拌头的旋转挤压将增厚凸起金属全部填充在预制变形的弧形断面铝合金中空挤压型材外表面焊缝处产生的间隙内,并且搅拌摩擦焊不需额外的凸起金属打磨去除工作,本方法确保了弧形断面中空挤压型材铝合金产品部件的结构尺寸要求。



1. 中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法,其特征在于:该方法包括如下步骤:

步骤一:对工件和工装的预先设置,其具体包括如下子步骤:

步骤1.1:对五块构成向上拱起的整体圆弧板外端面A所用的车顶圆弧板中空铝型材进行凸起结构设置,使各条焊缝拼合后其新的凸起结构(8)的总宽度值N是搅拌头(6)的搅拌针(6-2)根部直径k的95%至105%,且新的凸起结构(8)的高度值D的范围是0.3mm或0.4mm;

步骤1.2:针对中空铝型材拼合圆弧板设计专用的搅拌摩擦焊正装工装和搅拌摩擦焊反装工装:

步骤二:完成反装姿态下的搅拌摩擦焊接,其具体包括如下子步骤:

步骤2.1:用步骤1.2所述搅拌摩擦焊反装工装对车顶圆弧板(1)的五块圆弧板材分别进行反装姿态下的固定组拼:将反装曲面支撑座模组阵列(5)布置于夹持工作台(3)的平台中部,且在反装姿态下的每一条凸起面焊缝的下方均布置一列沿焊缝方向且与该凸起面焊缝的曲率相对应的凹模支撑座;中间板(1-3)的中线位置下方以及两块外侧板(1-1)的外侧端部位置下方也均对应的布置一列沿焊缝方向的且匹配曲率的凹模支撑座;此后用两个外侧板垂向压紧器(3-3)分别将其所对应的外侧板(1-1)压紧,再分别利用夹层空腔固定座(3-1)和夹层空腔丝杠顶紧座(3-2)的相对端部从两侧对称插入对应的外侧板(1-1)夹层空腔c的侧向开口结构内,并利用夹层空腔丝杠顶紧座(3-2)施加水平的侧向顶紧力,从而完成对反装姿态下车顶圆弧板(1)五块圆弧板材的组拼固定作业;

步骤2.2:对步骤2.1所述车顶圆弧板(1)上的且位于向上拱起的整体圆弧板内端面B上的各条内端面焊缝优先实施反装姿态下的搅拌摩擦焊接作业:

使用步骤1.1所述的搅拌头(6)并利用搅拌摩擦焊工艺对两块双侧连接板(1-2)与其各自所对应的同侧的外侧板(1-1)完成焊接;

步骤2.3:按照与步骤2.2完全相同的方法完成中间板(1-3)分别与步骤2.2所述两个外侧小圆弧板上的各条内端面焊缝的焊接作业,从而完成车顶圆弧板的整体圆弧内端面B搅拌摩擦焊接;

步骤三:完成正装姿态下的搅拌摩擦焊接,其具体包括如下子步骤:

步骤3.1:将车顶圆弧板整体大部件翻转为正装姿态,并用步骤1.2所述的搅拌摩擦焊正装工装对其进行装夹固定:

将正装曲面支撑座模组阵列(4)布置于夹持工作台(3)的平台中部,且在正装姿态下的每一条内端面焊缝的下方均布置一列沿焊缝方向的且与该内端面的曲率相对应的凸模支撑座;中间板(1-3)的中线位置下方以及两块外侧板(1-1)的外侧端部位置下方也均对应的布置一列沿焊缝方向的且匹配曲率的凸模支撑座;此后用两个外侧板垂向压紧器(3-3)分别将其所对应的外侧板(1-1)压紧,再分别利用夹层空腔固定座(3-1)和夹层空腔丝杠顶紧座(3-2)的相对端部从两侧对称插入对应的外侧板(1-1)夹层空腔c的侧向开口结构内,并利用夹层空腔丝杠顶紧座(3-2)施加水平的侧向顶紧力,再用中间压铁组(3-4)压在中间板(1-3)的中线上方,从而完成对正装姿态下的车顶圆弧板(1)的固定作业;

步骤3.2:使步骤1.1所述的搅拌头(6)及搅拌摩擦焊工艺完成两块双侧连接板(1-2)与其各自所对应的同侧外侧板(1-1)所形成的凸起面焊缝的焊接作业,从而率先完成对两个外侧小圆弧板整体焊件上凸起面焊缝的搅拌摩擦焊接作业;

步骤3.3:使步骤1.1所述的搅拌头(6)及搅拌摩擦焊工艺完成中间板(1-3)分别与步骤

3.2所述两个外侧小圆弧板整体焊件所形成的两道凸起面焊缝的焊接作业,从而完成对向上拱起整体圆弧板外端面A的焊接作业,制得合格的车顶圆弧板1最终成品。

2.如权利要求1所述的中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法,其特征在于:步骤二和步骤三所述搅拌摩擦焊接的工艺参数均为:

待焊车顶圆弧板(1)焊缝处的型材壁厚为3mm,轴肩(6-1)直径为15mm,搅拌针(6-2)的根部直径k为6mm,搅拌针长度为3.1mm;新的凸起结构(8)的总宽度N为5.8mm,其高度值D为0.4mm;搅拌头(6)逆时针旋转速度为2000rpm,搅拌头的轴向焊接压力为11kN,搅拌头沿焊缝延伸方向的焊接移动速度2m/min。

3.如权利要求1所述的中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法,其特征在于:所述新的凸起结构(8)是在车顶圆弧板(1)的组成中空铝型材挤压时挤压成型,其外观形状为沿焊缝边缘上端面的等高带状条。

4.如权利要求1所述的中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法,其特征在于:步骤1.2所述搅拌摩擦焊正装工装由夹持工作台(3)与正装曲面支撑座模组阵列(4)组合而成,夹持工作台(3)的平台两侧分别对称地设有夹层空腔固定座(3-1)和夹层空腔丝杠顶紧座(3-2),夹层空腔固定座(3-1)和夹层空腔丝杠顶紧座(3-2)的相对端部均与外侧板(1-1)夹层空腔c的侧向开口结构对应匹配;两个外侧板垂向压紧器(3-3)对称的通过铰轴座轴连于夹持工作台(3)的平台两端;

所述正装曲面支撑座模组阵列(4)包括多个凸模支撑座,各凸模支撑座的端面所共同构成的圆弧曲面与向上拱起整体圆弧板内端面B间的间隙不大于0.5mm;

所述搅拌摩擦焊反装工装由另一个夹持工作台(3)与反装曲面支撑座模组阵列(5)组合而成,反装曲面支撑座模组阵列(5)包括多个凹模支撑座,并且凹模支撑座上加工有与新的凸起结构(8)的位置一一对应的凸起避让凹槽(5-1),各凹模支撑座的端面所共同构成的圆弧曲面与向上拱起整体圆弧板内端面A间的间隙在0.5mm以内;所述夹持工作台(3)还包括一列由多块压铁组成的中间压铁组(3-4)。

5.如权利要求4所述的中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法,其特征在于:所述反装曲面支撑座模组阵列(5)布置于夹持工作台(3)的平台中部,且每一条凹陷面焊缝的下方均设有与该凹陷面焊缝的曲率相对应的一列沿焊缝方向的且凹模支撑座;中间板(1-3)的中线位置下方以及两块外侧板(1-1)的外侧端部位置下方也均对应的设有一列沿焊缝方向的且凹模支撑座,各列沿焊缝方向的凹模具支撑座在整体长度内的平度值小于1.5mm;

所述正装曲面支撑座模组阵列(4)布置于另一个夹持工作台(3)的平台中部,且在正装姿态下的每一条凹陷面焊缝的下方均布置一列沿焊缝方向的凸模支撑座;中间板(1-3)的中线位置下方以及两块外侧板(1-1)的外侧端部位置下方也均对应的布置一列沿焊缝方向的凸模支撑座,各列沿焊缝方向的凹模具支撑座在整体长度内的平度值小于1.5mm;各凸模支撑座的端面所共同构成的圆弧曲面与向上拱起整体圆弧板内端面B间的间隙不大于0.5mm。

6.如权利要求5所述的中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法,其特征在于:所述位于中间板(1-3)两侧焊缝下方的正装曲面支撑座模组阵列(4)的左、右两列沿焊缝方向的且与该凹陷面焊缝的曲率相对应的凸模支撑座,其两列凸模支撑座的端面所共同构成的弓形圆弧曲面还可以是玄高值比向上拱起整体圆弧板内端面B的图纸标准玄高值大4mm-

5mm的圆弧曲面。

中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法

技术领域

[0001] 本发明属于轨道客车铝合金车体大型圆弧车顶板部件的焊接方法领域,具体涉及一种中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法。

背景技术

[0002] 如图1和图2所示,轨道客车铝合金车体的车顶圆弧板1通常是由两块外侧板1-1、两块双侧连接板1-2和一块中间板1-3对称拼接组焊而形成的拱形整体大部件,其任意两个临近板件的拼接位置均形成上、下两个需要焊接的待焊焊缝。所采用的共计五块圆弧板材均为中空铝合金挤压型材,此类型材具有上层圆弧壁板a、下层圆弧壁板b和由多组筋板所分隔形成的夹层空腔c,车顶圆弧板1制造完成时,全部上层圆弧壁板a均彼此焊接,形成包含四条凸起面焊缝向上拱起的整体圆弧板外端面A。同样,全部下层圆弧壁板b也均彼此焊接,形成包含四条内端面焊缝的向上拱起的整体圆弧板内端面B。由于夹层空腔c的存在,对向上拱起的整体圆弧板外端面A焊缝进行焊接时,无法同时对向上拱起的整体圆弧板内端面B上的焊缝进行焊接,因此,整个焊接工序执行完一侧后,需要翻转工件,即需将整个工件的焊接工序拆分为正、反两步焊接过程完成。

[0003] 现有的制造方法是采用熔化极惰性气体保护焊MIG焊,metal inert-gas welding,分两步完成车顶圆弧板1的整体焊接过程。其MIG焊工艺流程为:先用MIG焊正装工装将构成车顶圆弧板1的五块中空铝型材按照图纸给定的拼接顺序组对并装夹固定,然后,用MIG焊工艺先将两块双侧连接板1-2与中间板1-3的两侧焊接,之后再再将两块双侧连接板1-2与其外侧各自对应的一块外侧板1-1焊在一起,从而完成了整体圆弧板外端面A的MIG焊,此后,将车顶圆弧板1大部件翻转,并通过MIG焊反装工装重新装夹固定,再次按照上述先中间、后两边的焊接顺序,依次完成中间板1-3与其左右两块双侧连接板1-2的反装焊缝MIG焊焊接,以及两块双侧连接板1-2与其外侧各自对应的一块外侧板1-1焊缝的反装焊接作业,最终完成向上拱起的整体圆弧板内端面B的MIG焊接作业。

[0004] 该方案的优点在于,因MIG焊时通过母材和焊丝金属的熔化、冷却凝固形成焊缝,因此该传统方案对焊缝组配间隙要求不是十分严格,工件的定位夹持易于掌控和实施。但是,由于铝合金材质固有的热导率高、易氧化等因素,以及MIG焊所固有的焊接热输入量高、焊接热缩变形严重以及容易产生气孔和裂纹等问题,导致MIG焊所完成的车顶圆弧板产品通常存在焊接变形大、焊缝缺陷多和焊接接头强度损失严重等问题发生。

[0005] 迄今,搅拌摩擦焊作为一种新型固相焊接方法,特别适合于铝合金材料的焊接应用。如图3所示,搅拌摩擦焊所用搅拌头6包含轴肩6-1和搅拌针6-2两个重要组成部分。如图4所示,搅拌摩擦焊焊接工作时,搅拌针6-2旋转扎入待焊工件,直至轴肩6-1与待焊工件表面接触并达到设定扎入深度后,搅拌头6沿焊缝前进垂直于纸面向里,随着轴肩6-1与工件的旋转摩擦以及搅拌针6-2的旋转和搅拌挤压,使待焊焊缝两侧金属塑化转移,最后在轴肩6-1的挤压锻造作用下形成固相连接焊缝。相对传统MIG焊接,搅拌摩擦焊为固相焊接方法,其具有热输入量低、焊接变形小,以及不需要保护气体和填充金属的特点。但与此

同时,因搅拌摩擦焊接时无金属填充,因此相对传统MIG焊,搅拌摩擦焊对工件间的组配精度要求更为严格。为了降低搅拌摩擦焊型材组配精度要求,增大搅拌摩擦焊对待焊工件间的焊缝间隙工艺容忍性,搅拌摩擦焊技术还发展出一种通过沿焊缝单侧或双侧增加凸起填充物的工艺方法。如图5至图8所示,该增加凸起填充物的搅拌摩擦焊补偿方法的核心要点为:在构成焊缝的两个焊件上,同时或在其中一侧的焊件临近焊缝位置,增设沿着焊缝长度方向的旧有的凸起结构7,搅拌摩擦焊接工作时通过搅拌头6的轴肩6-1将旧有的凸起结构7摩擦塑化并旋转挤压填入焊缝间隙,进而解决组配间隙过大问题,使焊接质量获得改善和提高。然而,该增加凸起填充物的搅拌摩擦焊补偿方法要求其所增设的单侧旧有的凸起结构7的宽度L必须大于轴肩6-1的半径R,以实现轴肩6-1和工件表面间的有效摩擦产热。

[0006] 但如图9所示,该旧有的凸起结构7的宽度尺寸要求会导致搅拌摩擦焊接后搅拌头6无法将旧有的凸起结构7全部消除,即搅拌摩擦焊工序完成后,原有的旧有的凸起结构7会形成沿焊缝方向的带状残留凸起7-1。若不对该残留凸起结构进行后续打磨去除,不仅会影响车顶圆弧板的外观结构,增加车体重量,甚至还会因为工件表面不圆滑造成应力集中,从而影响到部件的最终使用寿命。而若增加后续打磨工序,则不仅费时费力、影响工作环境,还会存在对焊缝以及部件造成打磨损伤的风险。

[0007] 此外,因搅拌摩擦焊接时,搅拌头6将对工件表面施加较大的轴向压力,将会对工件平整度,特别是对断面为弧形的工件外形尺寸产生较大影响,同时搅拌针6-2还将对焊缝两侧工件产生较大的撑涨作用,因此相对传统MIG焊,轨道客车铝合金车体圆弧板的搅拌摩擦组焊夹具不仅需要具有抵抗搅拌头6轴向压力的刚性支撑,还需要具有沿工件长度方面控制搅拌针6-2对焊缝两侧工件撑涨作用的侧向顶紧力,同时还需特定的焊接预变形和焊接顺序。

发明内容

[0008] 针对弧形断面轨道客车铝合金车体中空铝型材车顶圆弧板长大部件的搅拌摩擦焊接时,因搅拌摩擦头的垂向压力以及曲面的焊接变形双重作用而造成工件间组对间隙增大甚至超出工艺许用要求,进而降低焊接质量甚至导致搅拌摩擦焊接无法实施的技术问题,以及为了解决现有增加凸起填充物的搅拌摩擦焊补偿方法要求凸起结构的宽度L必须大于轴肩的半径R,致使需要额外增加后续打磨工序以便清除残留凸起,该打磨工序不仅费时费力,还存在对焊缝以及部件造成打磨损伤风险的问题,本发明提供一种中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法。

[0009] 本发明解决技术问题所采取的技术方案如下:

[0010] 中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法,其包括如下步骤:

[0011] 步骤一:对工件和工装的预先设置,其具体包括如下子步骤:

[0012] 步骤1.1:对五块构成向上拱起的整体圆弧板外端面A所用的车顶圆弧板中空铝型材进行凸起结构设置,使各条焊缝拼合后其新的凸起结构的总宽度值N是搅拌头的搅拌针根部直径k的95%至105%,且新的凸起结构的高度值D的范围是0.3-0.5mm;

[0013] 步骤1.2:针对中空铝型材拼合圆弧板设计专用的搅拌摩擦焊正装工装和搅拌摩擦焊反装工装:

[0014] 步骤二:完成反装姿态下的搅拌摩擦焊接,其具体包括如下子步骤:

[0015] 步骤2.1:用步骤1.2所述搅拌摩擦焊反装工装对车顶圆弧板的五块圆弧板 材分别进行反装姿态下的固定组拼:将反装曲面支撑座模组阵列布置于夹持工 作台的平台中部,且在反装姿态下的每一条凸起面焊缝的下方均布置一列沿焊 缝方向且与该凸起面焊缝的曲率相对应的凹模支撑座;中间板的中线位置下方 以及两块外侧板的外侧端部位置下方也均对应的布置一列沿焊缝方向的且匹配 曲率的凹模支撑座;此后用两个外侧板垂向压紧器分别将其所对应的外侧板压 紧,再分别利用夹层空腔固定座和夹层空腔丝杠顶紧座的相对端部从两侧对称 插入对应的外侧板夹层空腔c的侧向开口结构内,并利用夹层空腔丝杠顶紧座 施加水平的侧向顶紧力,从而完成对反装姿态下车顶圆弧板五块圆弧板 材的组 拼固定作业;

[0016] 步骤2.2:对步骤2.1所述车顶圆弧板上的且位于向上拱起的整体圆弧板内 端面B 上的各条内端面焊缝优先实施反装姿态下的搅拌摩擦焊接作业:

[0017] 使用步骤1.1所述的搅拌头并利用搅拌摩擦焊工艺对两块双侧连接板与其 各自 所对应的同侧的外侧板完成焊接;

[0018] 步骤2.3:按照与步骤2.2完全相同的方法完成中间板分别与步骤2.2所述 两个外 侧小圆弧板上的各条内端面焊缝的焊接作业,从而完成车顶圆弧板的整 体圆弧内端面B搅 拌摩擦焊接;

[0019] 步骤三:完成正装姿态下的搅拌摩擦焊接,其具体包括如下子步骤:

[0020] 步骤3.1:将车顶圆弧板整体大部件翻转为正装姿态,并用步骤1.2所述的 搅拌摩 擦焊正装工装对其进行装夹固定:

[0021] 将正装曲面支撑座模组阵列布置于夹持工作台的平台中部,且在正装姿态 下的 每一条内端面焊缝的下方均布置一列沿焊缝方向的且与该内端面的曲率相 对应的凸模支 撑座;中间板的中线位置下方以及两块外侧板的外侧端部位置下 方也均对应的布置一列 沿焊缝方向的且匹配曲率的凸模支撑座;此后用两个外 侧板垂向压紧器分别将其所对应 的外侧板压紧,再分别利用夹层空腔固定座和 夹层空腔丝杠顶紧座的相对端部从两侧对 称插入对应的外侧板夹层空腔c的侧 向开口结构内,并利用夹层空腔丝杠顶紧座施加水平 的侧向顶紧力,再用中间 压铁组压在中间板的中线上方,从而完成对正装姿态下的车顶圆 弧板的固定作 业;

[0022] 步骤3.2:使步骤1.1所述的搅拌头及搅拌摩擦焊工艺完成两块双侧连接板 与其 各自所对应的同侧外侧板所形成的凸起面焊缝的焊接作业,从而率先完成 对两个外侧小 圆弧板整体焊件上凸起面焊缝的搅拌摩擦焊接作业;

[0023] 步骤3.3:使步骤1.1所述的搅拌头及搅拌摩擦焊工艺完成中间板分别与步 骤3.2 所述两个外侧小圆弧板整体焊件所形成的两道凸起面焊缝的焊接作业,从 而完成对向上 拱起的整体圆弧板外端面A的焊接作业,制得合格的车顶圆弧板 1最终成品。

[0024] 步骤二和步骤三所述搅拌摩擦焊接的工艺参数均为:

[0025] 待焊车顶圆弧板焊缝处的型材壁厚为3mm,轴肩直径为15mm,搅拌针的 根部直径k 为6mm,搅拌针长度为3.1mm;新的凸起结构8的总宽度N为5.8mm,其高度值D为0.4mm;搅拌 头逆时针旋转速度为2000rpm,搅拌头的轴向焊接 压力为11kN,搅拌头沿焊缝延伸方向的 焊接移动速度2m/min。

[0026] 所述新的凸起结构是在车顶圆弧板的组成中空铝型材挤压时挤压成型,其外观形状为沿焊缝边缘上端面的等高带状条。

[0027] 步骤1.2所述搅拌摩擦焊正装工装由夹持工作台与正装曲面支撑座模组阵列组合而成,夹持工作台的平台两侧分别对称地设有夹层空腔固定座和夹层空腔丝杠顶紧座,夹层空腔固定座和夹层空腔丝杠顶紧座的相对端部均与外侧板夹层空腔c的侧向开口结构对应匹配;两个外侧板垂向压紧器对称的通过较轴座轴连于夹持工作台的平台两端;

[0028] 所述正装曲面支撑座模组阵列包括多个凸模支撑座,各凸模支撑座的端面所共同构成的圆弧曲面与向上拱起的整体圆弧板内端面B间的间隙不大于0.5mm;

[0029] 所述搅拌摩擦焊反装工装由另一个夹持工作台与反装曲面支撑座模组阵列组合而成,反装曲面支撑座模组阵列包括多个凹模支撑座,并且凹模支撑座上加工有与新的凸起结构的位置一一对应的凸起避让凹槽,各凹模支撑座的端面所共同构成的圆弧曲面与向上拱起的整体圆弧板内端面A间的间隙在0.5mm以内;所述夹持工作台还包括一系列由多块压铁组成的中间压铁组。

[0030] 所述反装曲面支撑座模组阵列布置于夹持工作台的平台中部,且每一条凹陷面焊缝的下方均设有与该凹陷面焊缝的曲率相对应的一系列沿焊缝方向的且凹模支撑座;中间板的中线位置下方以及两块外侧板的外侧端部位置下方也均对应的设有一系列沿焊缝方向的且凹模支撑座,各列沿焊缝方向的凹模具支撑座在整体长度内的平度值小于1.5mm;

[0031] 所述正装曲面支撑座模组阵列布置于另一个夹持工作台的平台中部,且在正装姿态下的每一条凹陷面焊缝的下方均布置一系列沿焊缝方向的凸模支撑座;中间板的中线位置下方以及两块外侧板的外侧端部位置下方也均对应的布置一系列沿焊缝方向的凸模支撑座,各列沿焊缝方向的凹模具支撑座在整体长度内的平度值小于1.5mm;各凸模支撑座的端面所共同构成的圆弧曲面与向上拱起的整体圆弧板内端面B间的间隙不大于0.5mm。

[0032] 所述位于中间板两侧焊缝下方的正装曲面支撑座模组阵列的左、右两列沿焊缝方向的且与该凹陷面焊缝的曲率相对应的凸模支撑座,其两列凸模支撑座的端面所共同构成的弓形圆弧曲面还可以是玄高值比向上拱起的整体圆弧板内端面B的图纸标准玄高值大4mm-5mm的圆弧曲面。

[0033] 本发明的有益效果是:该铝型材拼合圆弧板焊接方法大幅改进了原有的车顶圆弧板类由多块中空铝型材曲面拼合而成的大部件的焊接制造工艺,其通过大量的数据分析和经验总结,将大型圆弧板材的焊接工艺由旧有的先正装、后反装,改进为在特定组焊夹具作用下,通过先反装、后正装的新焊接工艺顺序,并且通过二步正装预制弦高变形的的方法,保证了弧形断面轨道客车车顶板搅拌摩擦焊后外形尺寸效果,并且通过新的凸起结构设置,解决了圆弧曲线端面A在圆弧曲线端面B一步反装搅拌摩擦焊时的热胀作用,以及预制弦高所导致的焊缝间隙变大问题,同时大幅度降低了对车顶圆弧板中空铝型材的来料及组配精度要求,使产成品的尺寸控制效果以及焊缝质量获得进一步提高。

[0034] 本发明通过经验参数给定了搅拌针根部直径与在焊缝双侧生根并增设的新的凸起结构的尺寸最佳比例参数范围,该参数设置使得新的凸起结构在搅拌头的轴肩旋转挤压,以及对应尺寸搅拌针的摩擦搅拌共同作用下,全部摩擦塑化并旋转挤压填至焊缝内部,从而免除了增加凸起填充物的搅拌摩擦焊补偿方法需要对其残留凸起结构进行后续打磨清除的问题,进而大幅节约人力物力成本,并避免了工件的打磨损伤风险。

[0035] 本发明的上述优点和效果,使得搅拌摩擦焊接得以替代传统的MIG焊工艺,并直接适用于轨道车辆的车顶圆弧板同类的由多块中空铝型材曲面拼合而成的焊接大部件的制造领域,此外,该方法还能大幅改进工艺成品率,提高生产效率,降低中空铝型材的来料及焊接组配精度,节约制造成本和生产工时,并由此带来较好的经济价值。

附图说明

[0036] 图1是现有轨道客车铝合金车体的车顶圆弧板1的横断面结构示意图;

[0037] 图2是图1中I部分的局部放大图;

[0038] 图3是现有搅拌头6的结构示意图;

[0039] 图4是现有搅拌摩擦焊的基本原理示意图;

[0040] 图5是现有搅拌摩擦焊补偿方法所增设的单侧凸起的结构示意图;

[0041] 图6是现有焊缝上所增设的左、右两侧凸起结构的组对结构示意图;

[0042] 图7是现有增加凸起填充物的搅拌摩擦焊补偿方法开始前的原理示意图;

[0043] 图8是现有增加凸起填充物的搅拌摩擦焊补偿方法的结束后的原理示意图;

[0044] 图9是图8中II部分的局部放大图;

[0045] 图10是本发明搅拌摩擦焊双侧焊件上所均增设的新的凸起结构及其与搅拌头和搅拌针的尺寸对比关系结构示意图;

[0046] 图11是图10中III部分的局部放大图;

[0047] 图12是本发明夹持工作台与反装曲面支撑座模组阵列共同构成的反装工装的结构示意图;

[0048] 图13是本发明反装曲面支撑座模组阵列的结构示意图;

[0049] 图14是本发明凹模支撑座上的与新的凸起结构的位置一一对应的凸起避让凹槽的结构示意图;

[0050] 图15是本发明夹持工作台与正装曲面支撑座模组阵列构成的正装工装的结构示意图;

[0051] 图16是本发明正装曲面支撑座模组阵列的结构示意图;

[0052] 图17是利用本发明方法对向上拱起的整体圆弧板外端面A实施中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接开始前的原理示意图。

具体实施方式

[0053] 下面结合附图对本发明做进一步详细说明。

[0054] 如图10至图17所示,本发明的中空铝型材拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法,其特征在于:该方法包括如下步骤:

[0055] 步骤一:对工件和工装的预先设置,其具体包括如下子步骤:

[0056] 步骤1.1:对五块构成向上拱起的整体圆弧板外端面A所用的车顶圆弧板中空铝型材进行凸起结构设置,使各条焊缝拼合后其新的凸起结构8的总宽度值N是搅拌头6的搅拌针6-2根部直径k的95%至105%,且新的凸起结构8的高度值D的范围是0.3-0.5mm;

[0057] 步骤1.2:针对中空铝型材拼合圆弧板设计专用的搅拌摩擦焊正装工装和搅拌摩擦焊反装工装:

[0058] 步骤二:完成反装姿态下的搅拌摩擦焊接,其具体包括如下子步骤:

[0059] 步骤2.1:用步骤1.2搅拌摩擦焊反装工装对车顶圆弧板1的五块圆弧板材 分别进行反装姿态下的固定组拼:将反装曲面支撑座模组阵列5布置于夹持工 作台3的平台中部,且在反装姿态下的每一条凸起面焊缝的下方均布置一列沿 焊缝方向且与该凸起面焊缝的曲率相对应的凹模支撑座;中间板1-3的中线位置 下方以及两块外侧板1-1的外侧端部位置下方也均对应的布置一列沿焊缝方向 的且匹配曲率的凹模支撑座;此后用两个外侧板垂向压紧器3-3分别将其所对应 的外侧板1-1压紧,再分别利用夹层空腔固定座3-1和夹层空腔丝杠顶紧座3-2 的相对端部从两侧对称插入对应的外侧板1-1夹层空腔c的侧向开口 结构内,并 利用夹层空腔丝杠顶紧座3-2施加水平的侧向顶紧力,从而完成对反装姿态下 车 顶圆弧板1五块圆弧板材的组拼固定作业;

[0060] 步骤2.2:对步骤2.1车顶圆弧板1上的且位于向上拱起的整体圆弧板内端 面B上的各条内端面焊缝优先实施反装姿态下的搅拌摩擦焊接作业:

[0061] 使用步骤1.1的搅拌头6并利用搅拌摩擦焊工艺对两块双侧连接板1-2与其 各自所对应的同侧的外侧板1-1完成焊接。

[0062] 步骤2.3:按照与步骤2.2完全相同的方法完成中间板1-3分别与步骤2.2 两个外 侧小圆弧板上的各条内端面焊缝的焊接作业,从而完成车顶圆弧板的整 体圆弧内端面B搅 拌摩擦焊接;

[0063] 步骤三:完成正装姿态下的搅拌摩擦焊接,其具体包括如下子步骤:

[0064] 步骤3.1:将车顶圆弧板整体大部件翻转为正装姿态,并用步骤1.2的搅拌 摩擦焊 正装工装对其进行装夹固定:

[0065] 将正装曲面支撑座模组阵列4布置于夹持工作台3的平台中部,且在正装 姿态下 的每一条内端面焊缝的下方均布置一列沿焊缝方向的且与该内端面的曲 率相对应的凸模 支撑座;中间板1-3的中线位置下方以及两块外侧板1-1的外侧 端部位置下方也均对应的 布置一列沿焊缝方向的且匹配曲率的凸模支撑座;此 后用两个外侧板垂向压紧器3-3分别 将其所对应的外侧板1-1压紧,再分别利用 夹层空腔固定座3-1和夹层空腔丝杠顶紧座3-2 的相对端部从两侧对称插入对应 的外侧板1-1夹层空腔c的侧向开口结构内,并利用夹层 空腔丝杠顶紧座3-2施 加水平的侧向顶紧力,再用中间压铁组3-4压在中间板1-3的中线 上方,从而完 成对正装姿态下的车顶圆弧板1的固定作业;

[0066] 步骤3.2:使步骤1.1的搅拌头6及搅拌摩擦焊工艺完成两块双侧连接板1-2 与其 各自所对应的同侧外侧板1-1所形成的凸起面焊缝的焊接作业,从而率先完 成对两个外侧 小圆弧板整体焊件上凸起面焊缝的搅拌摩擦焊接作业;

[0067] 步骤3.3:使步骤1.1的搅拌头6及搅拌摩擦焊工艺完成中间板1-3分别与 步骤3.2 两个外侧小圆弧板整体焊件所形成的两道凸起面焊缝的焊接作业,从而 完成对向上拱起 的整体圆弧板外端面A的焊接作业,制得合格的车顶圆弧板1 最终成品;在这一针对向上拱 起的整体圆弧板外端面A的搅拌摩擦焊的焊接过 程中,随着搅拌头6旋转并沿焊缝的方向 平动,新的凸起结构8全部被摩擦塑 化并旋转挤压填至焊缝内部,从而免除了增加凸起填 充物的搅拌摩擦焊补偿方 法需要对其残留凸起结构进行后续打磨清除的固有问题。

[0068] 该方法不仅使得搅拌摩擦焊接得以直接适用于轨道车辆的车顶圆弧板1制 造领 域,并使得焊接变形大幅减小,产成品的尺寸控制手段获得进一步提高, 并且,该方法还完

全免除了增加凸起填充物的搅拌摩擦焊补偿方法需要对其残留凸起结构进行后续打磨清除的固有问题。

[0069] 步骤二和步骤三搅拌摩擦焊接的工艺参数均为：

[0070] 待焊车顶圆弧板1焊缝处的型材壁厚为3mm，轴肩6-1直径为15mm，搅拌针6-2的根部直径k为6mm，搅拌针长度为3.1mm；新的凸起结构8的总宽度N为5.8mm，其高度值D为0.4mm；搅拌头2逆时针旋转速度为2000rpm，搅拌头的轴向焊接压力为11kN，搅拌头沿焊缝延伸方向的焊接移动速度 2m/min。

[0071] 新的凸起结构8是在车顶圆弧板1的组成中空铝型材挤压时挤压成型，其外观形状为沿焊缝边缘上端面的等高带状条。

[0072] 步骤1.2搅拌摩擦焊正装工装由夹持工作台3与正装曲面支撑座模组阵列4组合而成，夹持工作台3的平台两侧分别对称地设有夹层空腔固定座3-1和夹层空腔丝杠顶紧座3-2，夹层空腔固定座3-1和夹层空腔丝杠顶紧座3-2的相对端部均与外侧板1-1夹层空腔c的侧向开口结构对应匹配；两个外侧板垂向压紧器 3-3对称的通过铰轴座轴连于夹持工作台3的平台两端；

[0073] 正装曲面支撑座模组阵列4包括多个凸模支撑座，各凸模支撑座的端面所共同构成的圆弧曲面与向上拱起的整体圆弧板内端面B间的间隙不大于0.5mm；

[0074] 如图12和图13所示，搅拌摩擦焊反装工装由另一个夹持工作台3与反装曲面支撑座模组阵列5组合而成，反装曲面支撑座模组阵列5包括多个凹模支撑座，并且凹模支撑座上加工有与新的凸起结构8的位置一一对应的凸起避让凹槽5-1，各凹模支撑座的端面所共同构成的圆弧曲面与向上拱起的整体圆弧板内端面A间的间隙在0.5mm以内；夹持工作台3还包括一列由多块压铁组成的中间压铁组3-4，其用于靠重力产生垂向压力，将正装或反装姿态的紧中间板1-3向下压紧。

[0075] 反装曲面支撑座模组阵列5布置于夹持工作台3的平台中部，且每一条凹陷面焊缝的下方均设有与该凹陷面焊缝的曲率相对应的一列沿焊缝方向的且凹模支撑座；中间板1-3的中线位置下方以及两块外侧板1-1的外侧端部位置下方也均对应的设有一列沿焊缝方向的且凹模支撑座，各列沿焊缝方向的凹模具支撑座在整体长度内的平度值小于1.5mm；

[0076] 正装曲面支撑座模组阵列4布置于另一个夹持工作台3的平台中部，且在正装姿态下的每一条凹陷面焊缝的下方均布置一列沿焊缝方向的凸模支撑座；中间板1-3的中线位置下方以及两块外侧板1-1的外侧端部位置下方也均对应的布置一列沿焊缝方向的凸模支撑座，各列沿焊缝方向的凹模具支撑座在整体长度内的平度值小于1.5mm；各凸模支撑座的端面所共同构成的圆弧曲面与向上拱起的整体圆弧板内端面B间的间隙不大于0.5mm。

[0077] 位于中间板1-3两侧焊缝下方的正装曲面支撑座模组阵列4的左、右两列沿焊缝方向的且与该凹陷面焊缝的曲率相对应的凸模支撑座，其两列凸模支撑座的端面所共同构成的弓形圆弧曲面还可以是玄高值比向向上拱起的整体圆弧板内端面B的图纸标准玄高值大4mm-5mm的圆弧曲面，从而形成具有预制焊接反变形功能的凸模支撑座阵列。

[0078] 具体应用本发明的拼合圆弧板的搅拌摩擦焊接方法及其组焊夹具制作轨道客车车顶圆弧板1时，按照如下参量分别设置搅拌摩擦焊接的工艺参数：

[0079] 待焊车顶圆弧板1焊缝处的型材壁厚为3mm,新的凸起结构8的总宽度N 为5.8mm,其高度值为0.4mm;新的凸起结构8对称设置在焊缝的两侧,其根部直接与对应的外侧板1-1、双侧连接板1-2或一块中间板1-3的焊缝拼合线的上端面固连为一体。

[0080] 轴肩6-1直径为15mm,搅拌针6-2的长度为3.1mm,搅拌头2逆时针旋转的速度为2000rpm,搅拌头的轴向焊接压力为11kN,搅拌头沿焊缝延伸方向的焊接平动速度为2m/min。

[0081] 由于中间板1-3是具有预制焊接反变形功能的凸模支撑座阵列,其预置反变形效果会使整体圆弧板外端面A的各条焊缝在正装姿态下的搅拌摩擦焊接时,会在预置反变形和重力的共同作用下出现焊缝间隙增大问题。因此,具体应用时,如图10和图11所示,当搅拌头6逆时针旋转,并沿纸面向里移动时,在轴肩6-1旋转挤压以及对应尺寸搅拌针6-2的摩擦搅动共同作用下,新的凸起结构8能够全部被摩擦塑化并填至焊缝内部,从而使该端面的焊缝获得金属填充补偿,以避免该端面A在搅拌摩擦焊接的搅拌头垂向挤压作用下发生焊缝组配间隙过大的闪缝。

[0082] 而另一方面,对于向上拱起的整体圆弧板内端面B上的全部焊缝,也可以按照本发明的方案均增设新的凸起结构8,以进一步强化焊接质量、降低型材组配要求。

[0083] 依据上述参数设置,即可实施本发明所提出的搅拌摩擦焊接工艺。

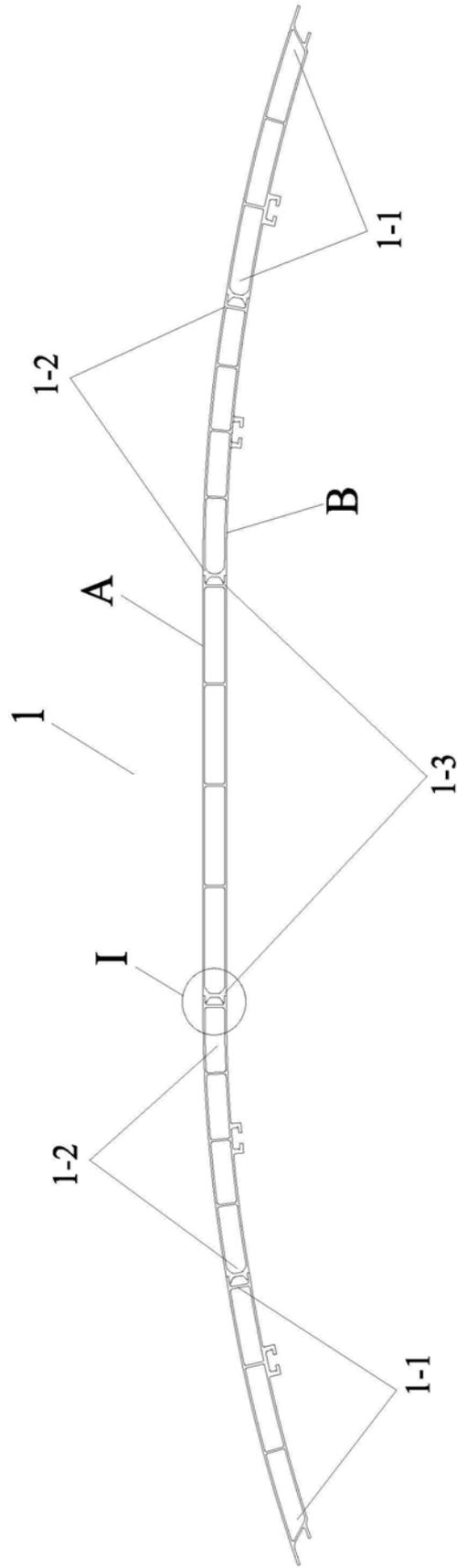


图1

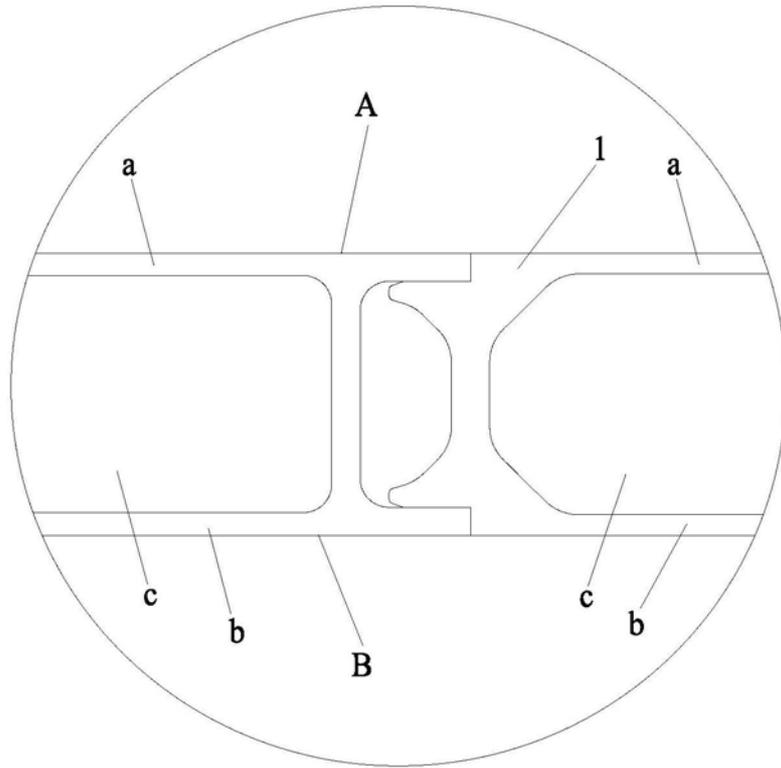


图2

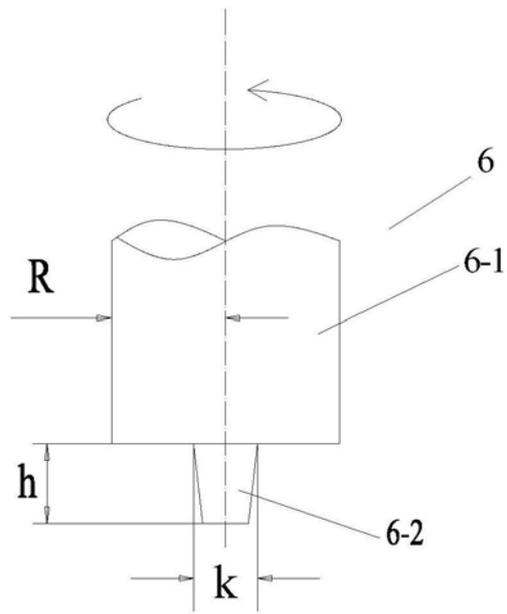


图3

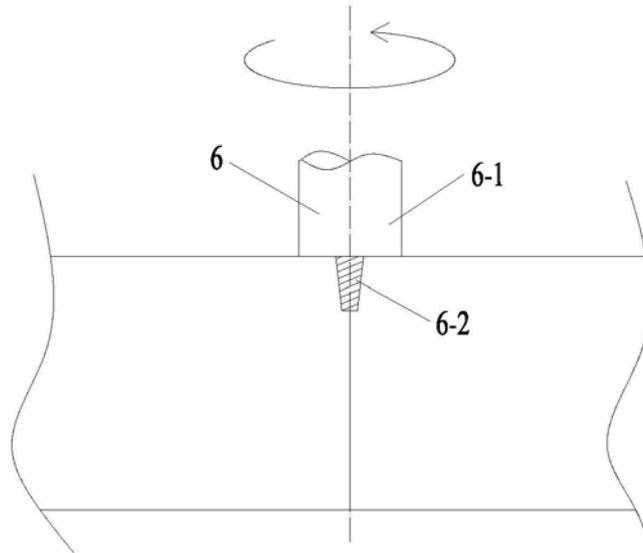


图4

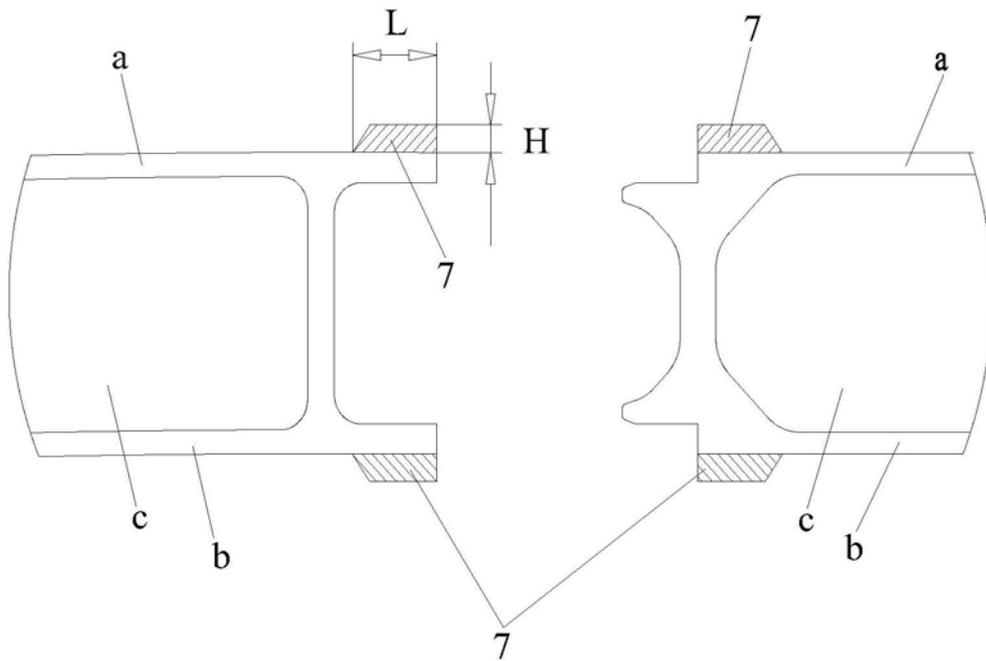


图5

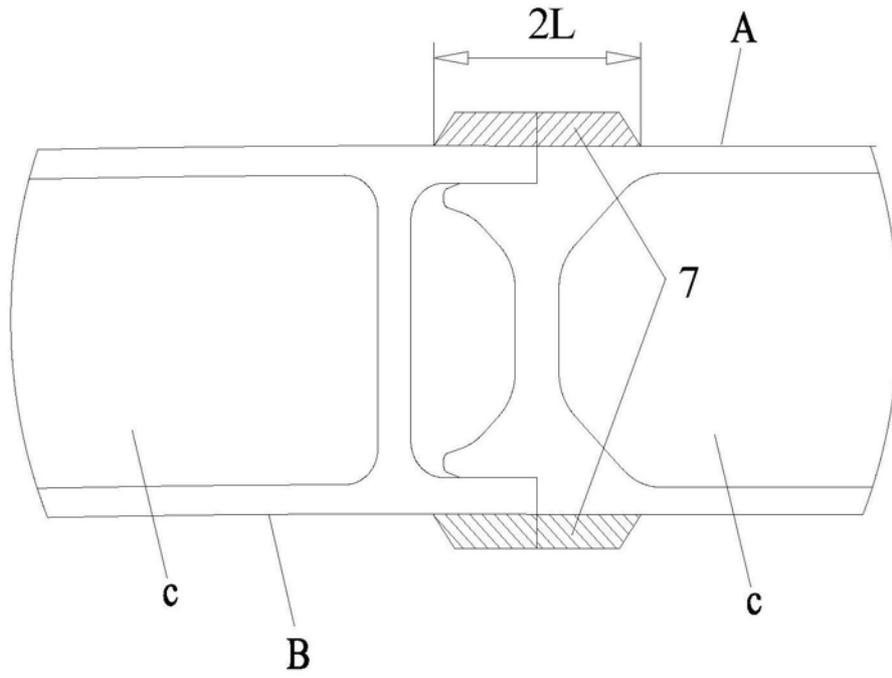


图6

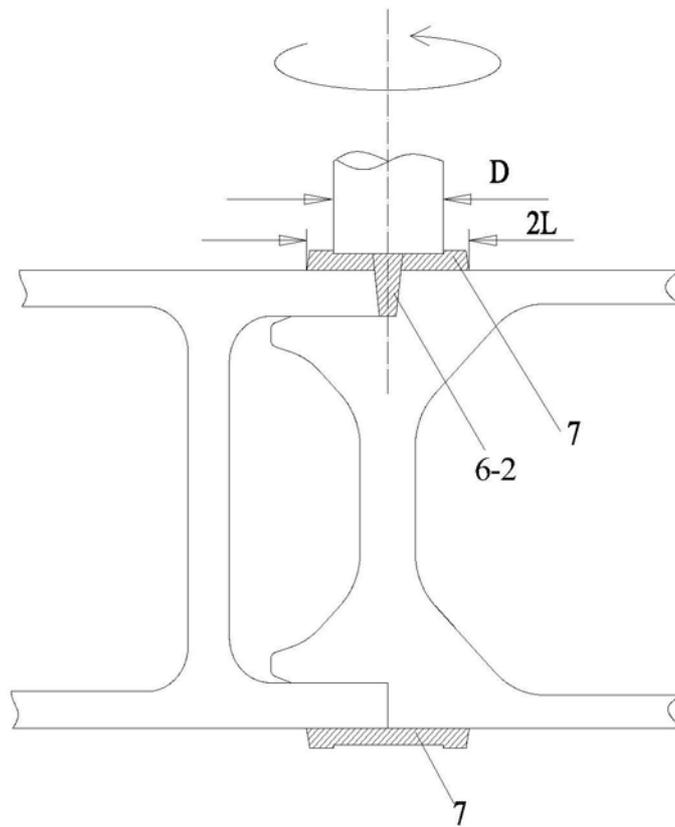


图7

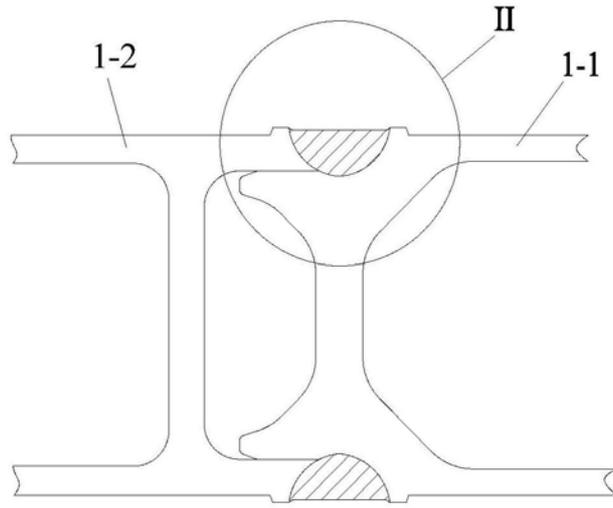


图8

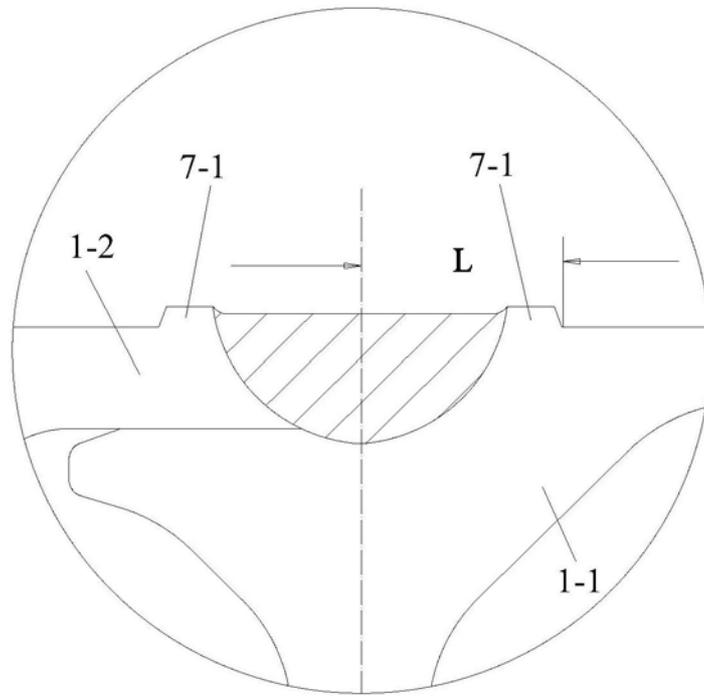


图9

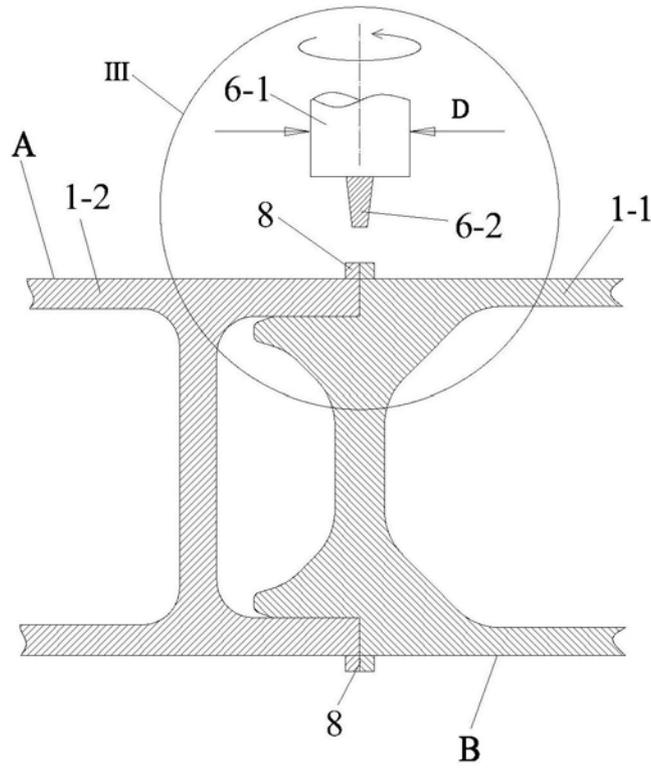


图10

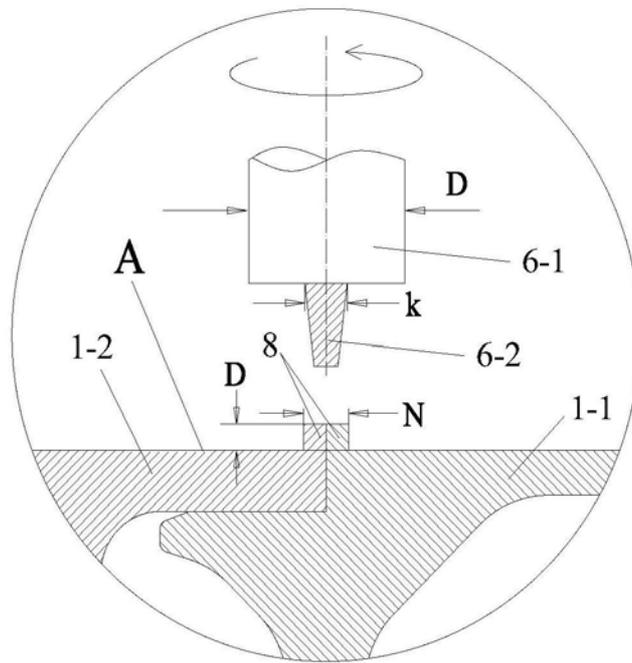


图11

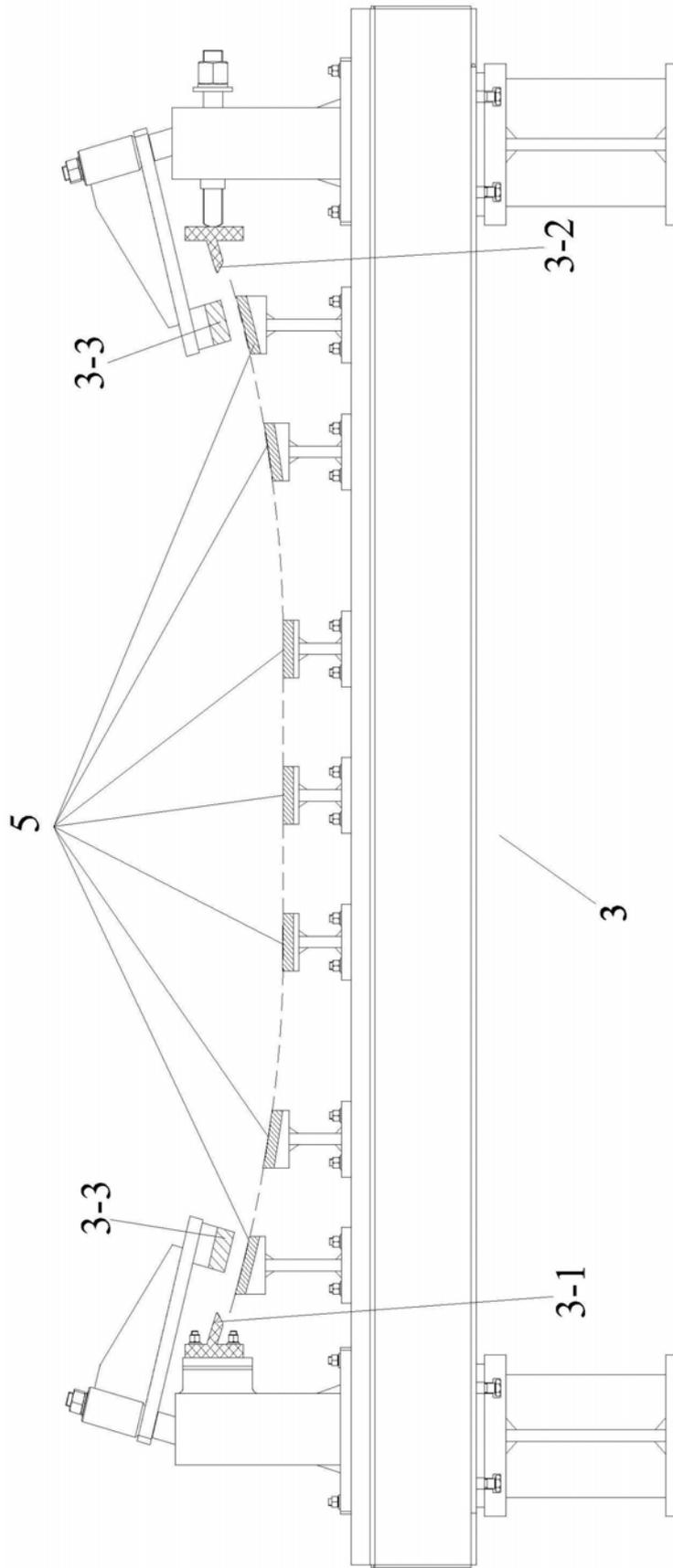


图12

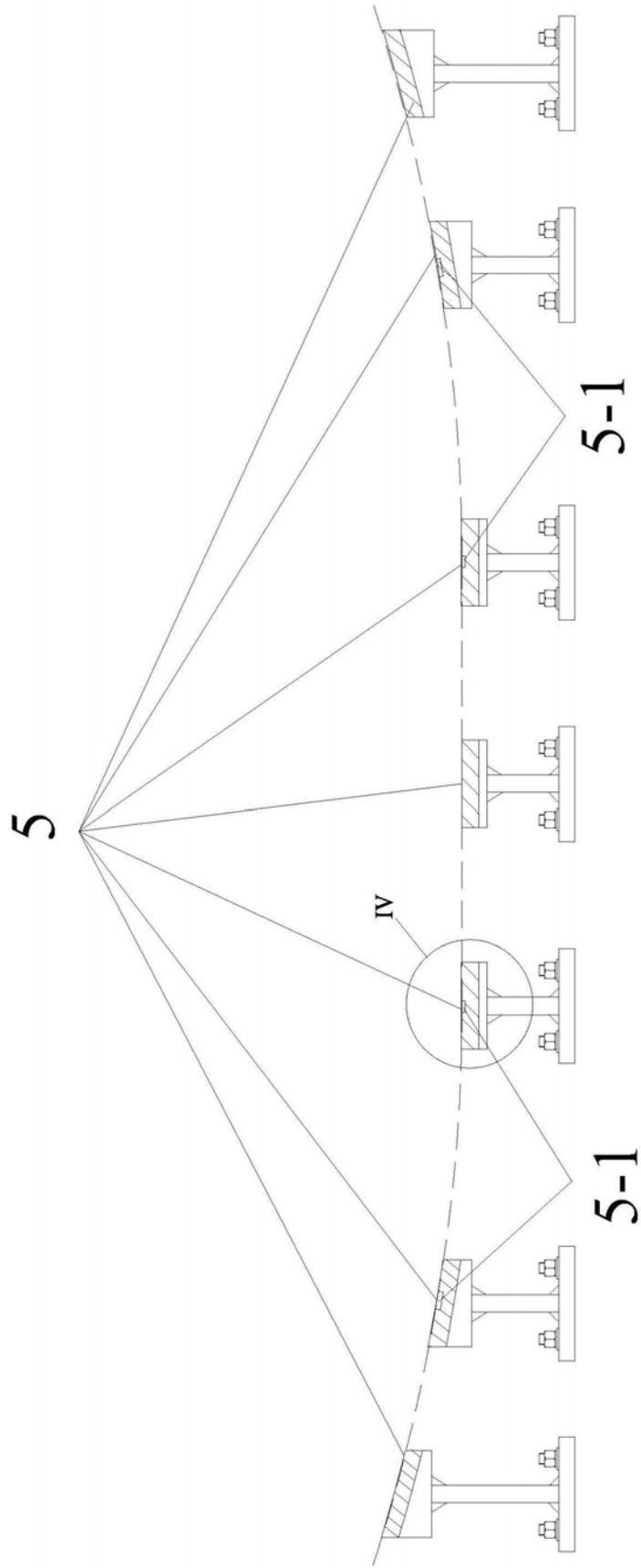


图13

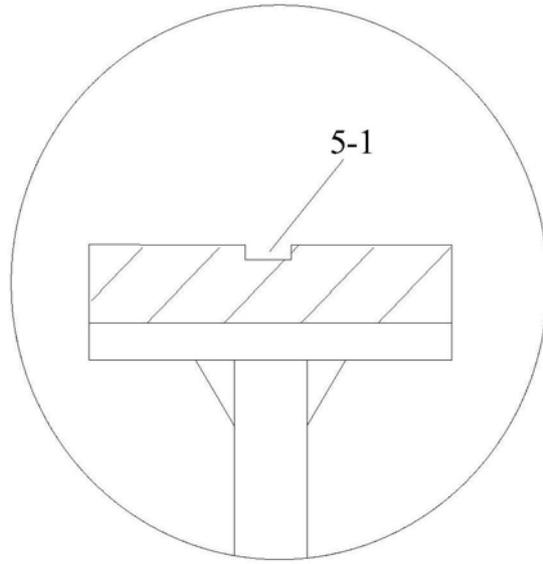


图14

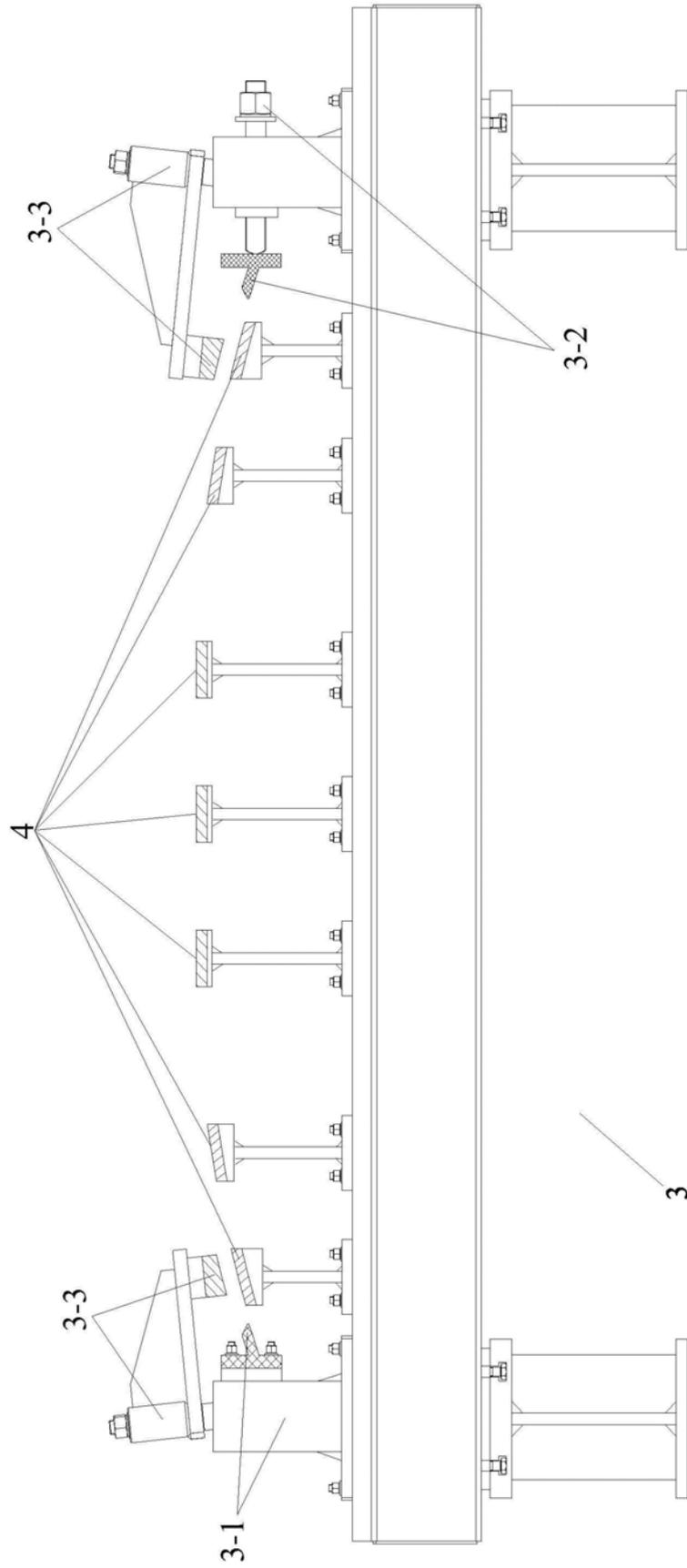


图15

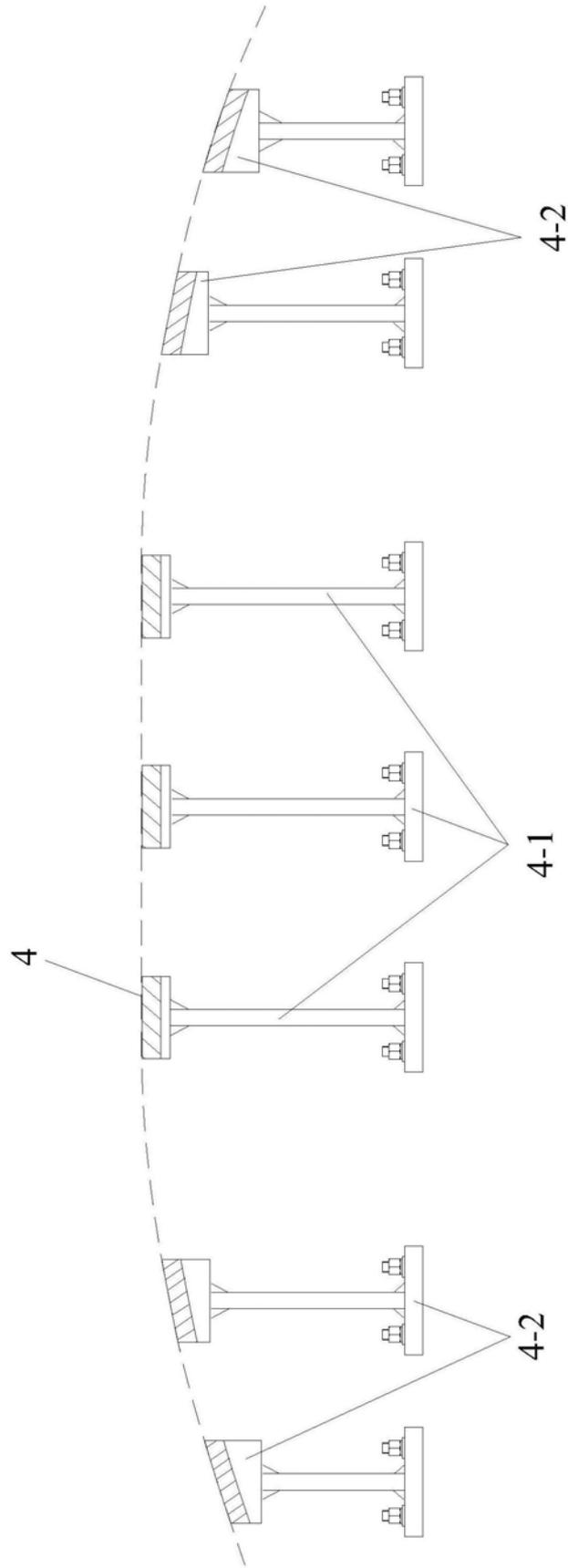


图16

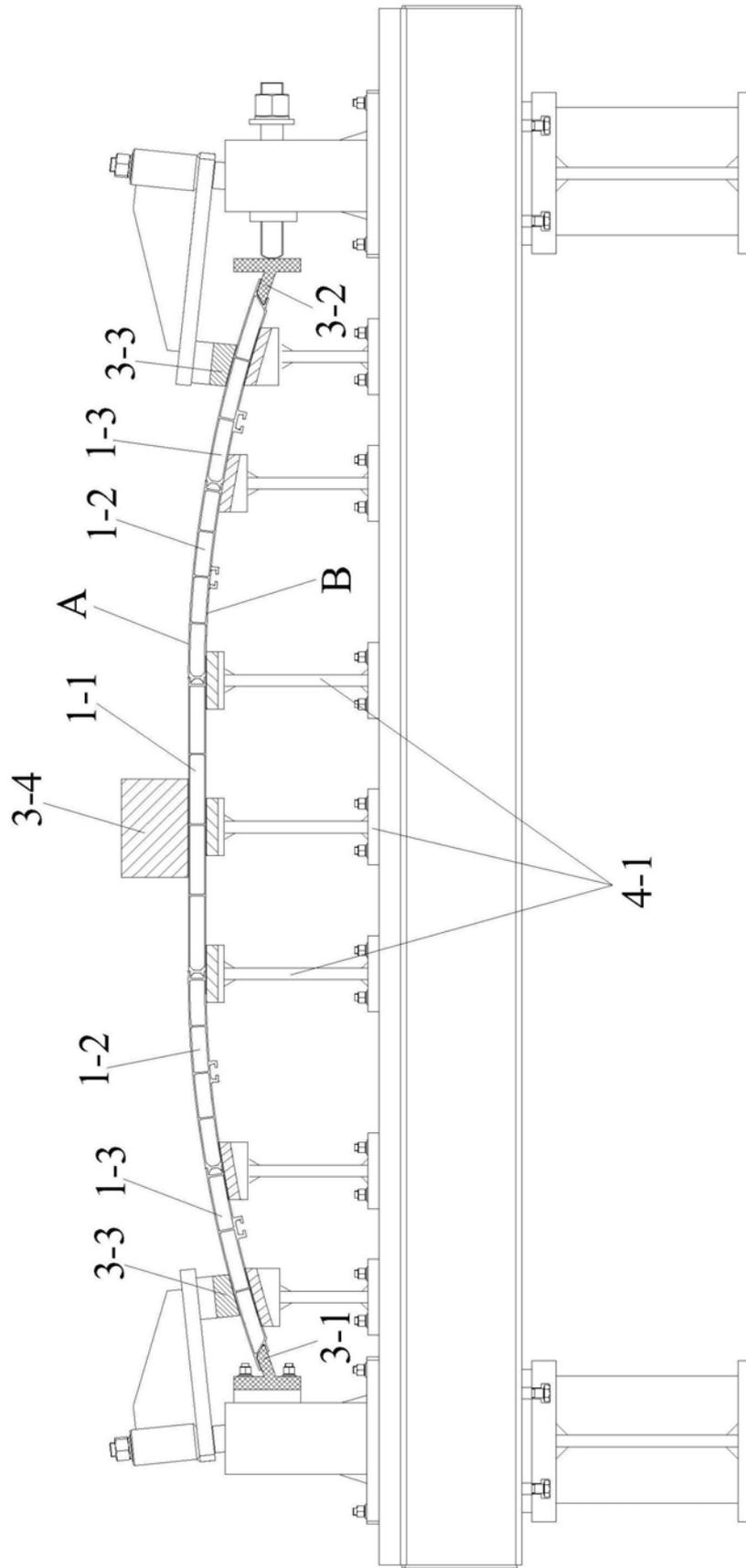


图17