



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119609338 A

(43) 申请公布日 2025. 03. 14

(21) 申请号 202510090774.6

(22) 申请日 2025.01.21

(71) 申请人 洛阳船舶材料研究所(中国船舶集团有限公司第七二五研究所)

地址 471027 河南省洛阳市洛龙区滨河南路169号

(72) 发明人 晏阳阳 高福洋 孙建刚 廖志谦
郭宇凡 崔永杰 吕逸帆

(74) 专利代理机构 北京市中联创和知识产权代理有限公司 11364

专利代理师 张利杰 夏宇和

(51) Int. Cl.

B23K 20/26 (2006.01)

B23K 20/12 (2006.01)

B23K 103/14 (2006.01)

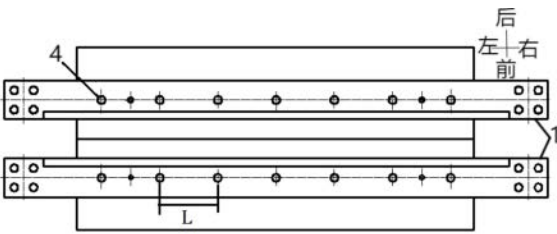
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装及方法,所述工装包括压板、立柱、固定螺栓和压紧螺栓,压板通过固定螺栓与待焊接板材连接,压板两端分别通过压紧螺栓与立柱顶端连接,立柱底端通过固定螺栓与焊接平台连接;压板设置 n 个,立柱设置 $2n$ 个, n 为正整数,且 $n \geq 2$;通过本发明所述的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装及方法,能够制备出适用于不同厚度工件的T型角焊缝搅拌摩擦柔性焊接的柔性工装,且在简化工装的结构,提高工装的通用性,降低工装的成本,提高产品的焊接质量和合格率。



1. 一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装,其特征在于,包括压板(1)、立柱(2)、固定螺栓(3)和压紧螺栓(4),压板(1)通过固定螺栓(3)与待焊接板材连接,压板(1)两端分别通过压紧螺栓(4)与立柱(2)顶端连接,立柱(2)底端通过固定螺栓(3)与焊接平台连接;压板(1)设置 n 个,立柱(2)设置 $2n$ 个, n 为正整数,且 $n \geq 2$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装,其特征在于,所述压板(1)包括左端部(11)、中间段(12)和右端部(13),左端部(11)通过中间段(12)与右端部(13)连接,左端部(11)、右端部(13)均通过压紧螺栓(4)分别与对应位置的立柱(2)顶端连接,中间段(12)通过压紧螺栓(4)与待焊接板材连接。

3. 根据权利要求2所述的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装,其特征在于,所述左端部(11)、右端部(13)上均设置端部螺纹孔(14),端部螺纹孔(14)贯穿左端部(11)、右端部(13)设置。

4. 根据权利要求2所述的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装,其特征在于,所述中间段(12)上设置板体螺纹孔(15),板体螺纹孔(15)贯穿设置在中间段(12)上。

5. 根据权利要求4所述的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装,其特征在于,所述板体螺纹孔(15)设置 m 个, m 为正整数。

6. 根据权利要求5所述的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装,其特征在于,所述 m 个板体螺纹孔(15)以线性排列的方式均匀设置在中间段(12)上,相邻两个板体螺纹孔(15)之间的间隔为 L , L 为正数。

7. 根据权利要求2所述的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装,其特征在于,所述左端部(11)、右端部(13)底部均设置沉头槽,沉头槽分别设置在左端部(11)、右端部(13)与立柱(2)相对应连接的位置。

8. 根据权利要求1所述的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装,其特征在于,所述立柱(2)包括沉头螺栓孔(21)和柱体螺纹孔(22);沉头螺栓孔(21)和柱体螺纹孔(22)均设置在立柱(2)上。

9. 根据权利要求1所述的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装,其特征在于,所述 $n=2$,压板(1)设置2个,立柱(2)设置4个;两个压板(1)的两端分别与对应的立柱(2)连接,两个压板(1)相对的一侧均进行削斜处理,斜度为 α 度, α 为正数。

10. 一种大型钛合金T型筋板结构搅拌摩擦焊接方法,其特征在于,所述方法应用于权利要求1-9中任一项所述的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装,所述方法包括以下步骤:

步骤一、固定待焊接板材:将待焊接板材即T型筋板结构的腹板和面板按照先后次序放置在工装内并固定;

步骤二、热源辅助搅拌摩擦焊接处理:在搅拌头前方设置辅助热源,在辅助热源的作用下对搅拌头进行预热处理后,在惰性气体的保护下,将搅拌头压入腹板和面板的连接处,进行搅拌摩擦焊接处理;

步骤三、焊接完成,得到所需T型筋板结构,将T型筋板结构从工装内取出,选择下一待焊接板材,返回步骤一。

一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及金属材料焊接技术领域,具体而言,涉及一种大型钛合金T型筋板结构的搅拌摩擦焊接工装及方法。

背景技术

[0002] 钛合金以其密度小、比强度高、耐腐蚀性好以及良好的韧性等优点,成为追求结构轻质、服役条件恶劣的航空航天关键件、重要件的首选取材料。T型接头是一种常用的焊接接头,根据其结构形式及特点,在航空航天、石油化工、车辆和农业设备、港口起重机械、船舶、桥梁、压力容器和管道的支撑结构等中应用广泛。在航空航天及国防工业结构件中,为了满足轻质高强的要求,大量采用轻量化结构,特别是由薄壁件加强筋结构和骨架蒙皮结构代替全实体结构,大大降低了部件重量。这类工业结构件中越来越多地需要应用到T型接头,且对T型接头的焊接工艺提出了较高的要求。

[0003] 目前钛及钛合金的焊接方法主要有非熔化极钨极氩弧焊(TIG)、熔化极气体保护焊(MIG)、等离子弧焊接以及激光焊接等。

[0004] 钨极氩弧焊(TIG)是在氩气保护下采用钨棒作为电极的焊接方法。焊接时为了防止空气对钨极、熔池以及邻近热影响区产生有害影响,利用从焊枪的喷嘴中连续喷出的氩气,在电弧周围形成气体保护层以隔绝空气,从而获得优良的焊缝。焊接过程根据工艺的具体要求可以选择性的添加或者不添加填充焊丝。喷嘴的结构和尺寸会对焊接质量产生很大的影响,由于钛及其合金的导热性差,散热慢,高温停留时间长,加之钛的活性很强,所以喷嘴的直径要大些,一般取16-18mm。喷嘴到工件的距离应小些。为提高保护效果、保证可见性和焊炬可达性,也可采用双层气流保护的焊炬。对于厚度大于1.0mm的钛合金焊件来说,喷嘴已不足以保护焊缝和近缝区的高温金属,一般需附加拖罩,拖罩的宽度一般为25-60mm,手工焊的拖罩长度一般为40-100mm,为便于操作,喷嘴和拖罩可作成一体,自动焊的拖罩长度一般为60-200mm,视焊件厚度而定,薄的焊件拖罩一般短些,厚的焊件拖罩则要长些。焊接直缝用平的拖罩,环缝则用弧形拖罩。为减少钛合金焊接接头过热产生粗晶,提高接头的塑性,减少焊接变形和降低装配精度要求,可采用脉冲焊接。脉冲频率一般为2-5Hz。用此工艺,当板厚为0.5mm时,变形量可减少30%,2.0mm时亦可减少15%左右。因此不难看出,采用氩弧焊焊接时,对于不同厚度的T型接头,所需要更换不同的拖罩,易使得焊接效率降低,焊接结构较为复杂的问题出现。

[0005] 而熔化极气体保护电弧焊(MIG)是采用连续等速送进可熔化的焊丝与被焊工件之间的电弧作为热原来熔化焊丝和母材金属,形成熔池和焊缝的焊接方法。为了得到良好的焊缝应利用外加气体作为电弧介质并保护熔滴、熔池金属及焊接区高温金属免受周围空气的有害作用。钛合金的MIG焊是用钛裸电极丝代替钨棒电极连续地从焊炬供给,电弧在丝端与母材之间,其热能使丝和母材熔化,从而进行焊接。此种方法与钨极氩弧焊相比有较大的热功率,用于中厚度产品的焊接,可以减少焊接层数、提高焊接速度和生产效率、降低成本。此种方法的主要缺点是飞溅问题,飞溅会影响焊缝成形和焊接保护。另外还容易产生气

孔,所以焊接速度不能太快。MIG焊接的关键在于焊丝、焊接速度、焊接电流、焊道次数、焊接顺序及保护气体流量等。短路过渡适用于较薄件的焊接,喷射过渡则适于较厚件的焊接。由于熔化极焊接时填丝较多,一般焊接坡口角度较大,厚度为15-25ram的板材一般选用90。单面V形坡口或不开坡口,留1-2mm的间隙两面各焊一道。钨极氩弧焊的拖罩也可用于熔化极焊接,但由于焊速较高、高温区较长,故拖罩应适当加大,并用流水冷却。

[0006] 此外,激光焊接过程属热传导型,也就是说激光辐射到工件表面,热量再通过热传导向其内部扩散,金属融化后冷却形成焊接。激光焊接时,不需要特别高的能量密度气化工件材料,只是进行烧熔后黏合。双激光束双侧同步焊接技术可以有效弥补上述缺陷,实现T型结构的轻质、高效、低成本制造。焊接过程中不均匀的温度场会导致残余应力的产生,严重影响焊接接头的性能,甚至造成应力腐蚀开裂和断裂,很大程度上降低了焊件的服役寿命。

[0007] 而搅拌摩擦焊作为固相焊接技术非常适用于钛合金焊接,组织致密,焊接变形小,尺寸精度高。由于搅拌摩擦焊接过程中,工件需要坚实的背部支撑,现有专利中用于角焊缝熔化焊接的工装并不适用搅拌摩擦焊。而针对角焊缝的搅拌摩擦焊接,现有技术大多通过增加工艺垫块,转化为类似平面对接焊接的措施来实现。但是,这种工装极易导致焊缝区域出现未焊透、弱连接等缺陷,且工艺垫块的利用率低,内侧和外侧角焊缝的焊接通常需要两套工装分别实现,成本较高。目前尚未出现角焊缝搅拌摩擦焊接专用工装的相关专利。因此,研究如何制备适用于不同厚度工件的T型角焊缝搅拌摩擦焊接的柔性工装,并简化工装的结构,提高工装的通用性,降低工装的成本,提高产品的焊接质量和合格率,具有重要意义。

[0008] 在专利公开号为CN106475677A中,提出一种带开槽的异种合金T型搅拌摩擦焊接装置及焊接方法,专用于装夹固定搅拌摩擦焊接的筋板,主要包括支承夹具、筋板及搅拌头,所述筋板由薄板和筋条焊接制成,筋条接合面设有一开口槽,开口槽用于粉末的填充,其原理是利用原位混合反应法,通过对已填入粉末的开口槽机械搅拌和摩擦生热,促使粉末弥散分布于焊核区,从而获得较好的焊接接头组织及力学性能。但是由于该装置的结构较为复杂,需要多种组件配合设置,容易造成成本较高的问题。

发明内容

[0009] 有鉴于此,本发明旨在提出一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装及方法,以解决现有技术中存在的工装无法实现适用于不同厚度工件的T型角焊缝搅拌摩擦柔性焊接,且工装结构复杂、成本较高、通用性较低的问题;以此达到能够制备出适用于不同厚度工件的T型角焊缝搅拌摩擦柔性焊接的柔性工装,且在简化工装的结构,提高工装的通用性,降低工装的成本,提高产品的焊接质量和合格率。

[0010] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0011] 本发明涉及的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装及方法,所述一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装包括压板、立柱、固定螺栓和压紧螺栓,压板通过固定螺栓与待焊接板材连接,压板两端分别通过压紧螺栓与立柱顶端连接,立柱底端通过固定螺栓与焊接平台连接;压板设置 n 个,立柱设置 $2n$ 个, n 为正整数,且 $n \geq 2$ 。

[0012] 进一步,压板包括左端部、中间段和右端部,左端部通过中间段与右端部连接,左

端部、右端部均通过压紧螺栓分别与对应位置的立柱顶端连接,中间段通过压紧螺栓与待焊接板材连接。

[0013] 进一步,左端部、右端部上均设置端部螺纹孔,端部螺纹孔贯穿左端部、右端部设置。

[0014] 进一步,中间段上设置板体螺纹孔,板体螺纹孔贯穿设置在中间段上。

[0015] 进一步,板体螺纹孔设置 m 个, m 为正整数。

[0016] 进一步, m 个板体螺纹孔以线性排列的方式均匀设置在中间段上,相邻两个板体螺纹孔之间的间隔为 L , L 为正数。

[0017] 进一步,左端部、右端部底部均设置沉头槽,沉头槽分别设置在左端部、右端部与立柱相对应连接的位置。

[0018] 进一步,立柱包括沉头螺栓孔和柱体螺纹孔;沉头螺栓孔和柱体螺纹孔均设置在立柱上。

[0019] 进一步, $n=2$,压板设置2个,立柱设置4个;两个压板的两端分别与对应的立柱连接,两个压板相对的一侧均进行削斜处理,斜度为 α 度, α 为正数。

[0020] 一种大型钛合金T型筋板结构搅拌摩擦焊接方法,所述方法应用于所述的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装,所述方法包括以下步骤:

[0021] 步骤一、固定待焊接板材:将待焊接板材即T型筋板结构的腹板和面板按照先后次序放置在工装内并固定;

[0022] 步骤二、热源辅助搅拌摩擦焊接处理:在搅拌头前方设置辅助热源,在辅助热源的作用下对搅拌头进行预热处理后,在惰性气体的保护下,将搅拌头压入腹板和面板的连接处,进行搅拌摩擦焊接处理;

[0023] 步骤三、焊接完成,得到所需T型筋板结构,将T型筋板结构从工装内取出,选择下一待焊接板材,返回步骤一。

[0024] 相对于现有技术,本发明所述的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装及方法,具有以下有益效果:

[0025] 通过所述的工装的设置,能够实现所需适用于不同厚度工件的T型角焊缝搅拌摩擦柔性焊接的柔性工装的制备需求,还能够简化工装的结构,提高工装的通用性,降低工装的成本,提高产品的焊接质量和合格率。通过所述方法的设置,能够增强焊接工艺的稳定性,提升焊接质量的可靠性。

附图说明

[0026] 构成本发明的一部分附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0027] 图1为焊接工装的俯视图(自上至下方向)示意图;

[0028] 图2为焊接工装的主视图(自前至后方向)示意图;

[0029] 图3为连接立柱的俯视图示意图;

[0030] 图4为焊接过程中,T型筋板角焊缝与焊接工装之间的位置关系示意图;

[0031] 图5为压板削斜后第一视角示意图;

[0032] 图6为压板削斜后第二视角示意图;

[0033] 图7为立柱整体结构示意图。

[0034] 附图标记说明:1、压板;11、左端部;12、中间段;13、右端部;14、端部螺纹孔;15、板体螺纹孔;2、立柱;21、沉头螺栓孔;22、柱体螺纹孔;3、固定螺栓;4、压紧螺栓。

具体实施方式

[0035] 下文将使用本领域技术人员向本领域的其它技术人员传达他们工作的实质所通常使用的术语来描述本公开的发明概念。然而,这些发明概念可体现为许多不同的形式,因而不应视为限于本文中所述的实施例。

[0036] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0037] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0038] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0039] 为了解决现有技术中存在的工装无法适用于不同厚度工件的T型角焊缝搅拌摩擦焊接,且工装结构复杂、成本较高、通用性较低的问题;本实施例提出一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装及方法,所述一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装包括压板1、立柱2、固定螺栓3和压紧螺栓4,压板1通过固定螺栓3与待焊接板材连接,压板1两端分别通过压紧螺栓4与立柱2顶端连接,立柱2底端通过固定螺栓3与焊接平台连接。压板1设置n个,立柱2设置2n个,n为正整数,且 $n \geq 2$ 。其中,待焊接板材为T型筋板结构,T型筋板结构包括腹板和面板,腹板与面板拼接形成T型筋板结构。

[0040] 通过所述的工装的设置,能够实现所需适用于不同厚度工件的T型角焊缝搅拌摩擦柔性焊接的柔性工装的制备需求,还能够简化工装的结构,提高工装的通用性,降低工装的成本,提高产品的焊接质量和合格率。

[0041] 压板1包括左端部11、中间段12和右端部13,左端部11、中间段12和右端部13一体成型设置。具体的,左端部11通过中间段12与右端部13连接,左端部11、右端部13均通过压紧螺栓4分别与对应位置的立柱2顶端连接,中间段12通过压紧螺栓4与待焊接板材连接。

[0042] 其中,左端部11、右端部13上均设置端部螺纹孔14,端部螺纹孔14贯穿左端部11、右端部13设置。端部螺纹孔14的设置,有利于实现压板1与立柱2的之间的可靠连接,还有利于确保工装整体的牢固性。中间段12上设置板体螺纹孔15,板体螺纹孔15贯穿设置在中间段12上,板体螺纹孔15设置m个,m为正整数。m个板体螺纹孔15以线性排列的方式均匀设置在中间段12上,相邻两个板体螺纹孔15之间的间隔为L,L为正数。优选的,L取值为100mm。板体螺纹孔15的设置用于在焊接时,能够方便后续对待焊接板材进行紧固,提高焊接过程中,工装与待焊接板材之间的紧固度。

[0043] 此外,左端部11、右端部13底部均设置沉头槽,沉头槽分别设置在左端部11、右端部13与立柱2相对应连接的位置。沉头槽的尺寸为 $a1 \times b1$,立柱2顶部的尺寸为 $a2 \times b2$ 。 $a1$ 、 $a2$ 均为长度, $b1$ 、 $b2$ 均为宽度, $a1$ 、 $a2$ 、 $b1$ 、 $b2$ 均为正数,其中, $a1 = a2 + c$, $b1 = b2 + c$,c为尺寸差值,在本实施例中,c取值为 $1 \pm dmm$,d为正数,d为尺寸偏差值。

[0044] 通过沉头槽的设置,一方面能够大幅提升工装安装效率,另一方面,压板沉头设置不仅能够提升压板1和立柱2的连接整体性,还能够有效的增加整体工装的刚性和稳定性。

[0045] 立柱2包括沉头螺栓孔21和柱体螺纹孔22。沉头螺栓孔21和柱体螺纹孔22均设置在立柱2上。沉头螺栓孔21设置在立柱2的横截面的中心位置。固定螺栓3的螺母嵌设在沉头螺栓孔21远离焊接平台的一端内,固定螺栓3的螺杆以能够转动的方式通过沉头螺栓孔21与焊接平台连接或分离。柱体螺纹孔22以沉头螺栓孔21为圆心沿圆周均匀分布设置在立柱2顶端。压紧螺栓4的螺杆远离螺母的一端以能够转动的方式分别通过压板1两端的端部螺纹孔14与立柱2的柱体螺纹孔22内侧贴合或分离。在本实施例中,中心位置指的是立柱2的柱体轴线所在位置。

[0046] 通过沉头螺栓孔21和柱体螺纹孔22的配合设置,有利于实现立柱2与焊接平台之间的有效连接,且沉头连接方式能够确保固定螺栓3整体在立柱2上表面以下,避免影响立柱2与压板1之间的连接和安装。

[0047] 优选的, $n=2$,压板1设置2个,立柱2设置4个。两个压板1的两端分别与对应的立柱2连接,四个立柱2通过固定螺栓3与焊接平台连接,四个立柱2的顶部形成安装平台,用于便于压板1进行安装。两个压板1之间具有一定间隙。两个压板1相对的一侧均进行削斜处理,斜度为 α 度, α 为正数, α 的具体数值根据所需设置。

[0048] 通过两个压板1的相互配合设置,能够方便搅拌摩擦焊接过程进行观测,通过削斜处理的设置,有利于提高焊接过程中,对焊接程度观测的便捷度。

[0049] 此外,焊接T型角焊缝时,通过所述角焊缝专用的工装,在靠近焊缝的位置设置电阻加热棒,有效提升待焊接板材角焊缝位置的加热温度,增大焊接时的塑性变形能力;工装通过固定螺栓3和焊接平台进行固定,确保焊接位置为平整平面。

[0050] 焊接T型角焊缝时,将待焊接板材的腹板放置在角焊缝专用工装中,腹板上表面高出角焊缝专用工装平面 $0.5\text{mm}-1\text{mm}$,之后放置待焊接板材的面板,通过压板1上的压紧螺栓4对待焊接板材进行压紧,之后进行焊接,焊接完成后,将焊接T型结构从角焊缝专用工装中取出,移动到下一个焊接位置,角焊缝专用工装中放入新的待焊接板材的腹板开始新一个T型角焊缝的焊接,重复压紧、焊接过程。

[0051] 一种大型钛合金T型筋板结构搅拌摩擦焊接的方法,所述方法应用于所述的一种大型钛合金T型筋板结构的焊接工装,所述方法包括以下步骤:

[0052] 步骤一、固定待焊接板材:将待焊接板材即T型筋板结构的腹板和面板按照先后次序放置在工装内并固定;

[0053] 步骤二、热源辅助搅拌摩擦焊接处理:在搅拌头前方设置辅助热源,在辅助热源的作用下对搅拌头进行预热处理后,在惰性气体的保护下,将搅拌头压入腹板和面板的连接处,进行搅拌摩擦焊接处理;

[0054] 步骤三、焊接完成,得到所需T型筋板结构,将T型筋板结构从工装内取出,选择下一待焊接板材,返回步骤一。

[0055] 其中,步骤二中的辅助热源包括电弧热源或激光热源中的任意一种。

[0056] 通过工装与方法的配合设置,能够解决大型钛合金T型筋板结构无法实现搅拌摩擦焊的难题,同时通过工装设置能够实现大型钛合金结构的快速高效焊接,有效的降低了装夹难度,通过辅助热源和搅拌摩擦焊接的有效结合,能够实现大厚度钛合金的固相焊接,

大幅提升了焊接效率,实现了焊接工装能够对不同厚度的待焊接板材进行焊接处理;延长了焊接时搅拌头的使用寿命,避免了焊接过程中搅拌头磨损产生的焊接缺陷,提高了焊接质量;还能够增强焊接工艺的稳定性,提升焊接质量的可靠性。

[0057] 此外,步骤一包括:

[0058] 步骤S11:先将待焊接板材即T型筋板结构的腹板放入工装内并固定;

[0059] 步骤S12:再将待焊接板材的面板放置在工装内,并通过压紧螺栓4固定在压板1与焊接平台之间。

[0060] 通过工装的设置,有利于增加待焊接板材放置在工装内的稳定性和可靠性,提高焊接过程的安全性,提升焊接的效率。

[0061] 步骤二包括:

[0062] 步骤S21:根据待焊接板材的厚度对辅助热源和搅拌针之间的设置位置进行调整;

[0063] 步骤S22:根据预设焊接功率的大小,对辅助热源与搅拌针之间的距离进行调整;

[0064] 步骤S23:进行焊接前,先通过辅助热源对搅拌针进行预热处理后,在惰性气体的保护下,将搅拌针压入腹板和面板的连接处,进行搅拌摩擦焊接。

[0065] 通过热源辅助搅拌摩擦焊的设置,能够在焊接过程中,提供钛合金的流动塑性,此外,在搅拌头焊接前方设置电弧或者激光作为辅助热源进行预热,之后进行搅拌摩擦焊接,能够大幅降低搭接焊接过程中的焊接困难,同时保证待焊接板材的腹板和面板之间的搭接界面实现良好的冶金结合,有效避免焊接缺陷的产生。

[0066] 其中,步骤S23中,焊接时,预热温度达到400℃以上后进行搅拌摩擦焊接处理。惰性气体的保护气流量取值范围为10L/min-30L/min,惰性气体的纯度为99.999%。优选的,惰性气体为氩气。搅拌针压入腹板的深度取值范围为2mm-3mm。

[0067] 通过惰性气体对焊接全过程的有效保护,能够提高焊接的可靠性和安全性。通过搅拌针压入腹板的深度的设置,能够在保证面板和腹板完全焊透的同时,可以实现良好的界面冶金结合,避免未熔合等焊接缺陷的产生。通过辅助热源电弧和搅拌摩擦焊的有效耦合,能够实现钛合金的高效高质量搅拌摩擦焊接。

[0068] 步骤S21包括:

[0069] 步骤S211:判断待焊接板材的厚度是否在6mm以下,是,执行步骤S212;否,执行步骤S213;

[0070] 步骤S212:将辅助热源和搅拌针设置在同一焊接轴线上,执行步骤S22;

[0071] 步骤S213:判断待焊接板材的厚度是否在6mm-8mm之间,是,执行步骤S214;否,执行步骤S215;

[0072] 步骤S214:将辅助热源和搅拌针设置在不同的平行焊接轴线上,两条焊接轴线之间距离在1mm以内;

[0073] 步骤S215:将辅助热源和搅拌针设置在不同的平行焊接轴线上,两条焊接轴线之间距离在1mm-bmm之间,b为正数。在本实施例中,b的具体数值根据所需设置。

[0074] 步骤S22包括:

[0075] 步骤S221:判断待焊接板材的厚度是否在6mm以下,是,执行步骤S222,否,执行步骤S223;

[0076] 步骤S222:判断预设焊接预热功率是否大于1000瓦,是,将辅助热源与搅拌针之间

的距离设置为大于8mm;否,将辅助热源与搅拌针之间的距离设置为小于8mm;

[0077] 步骤S223:判断待焊接板材的厚度是否在6mm-8mm之间,是,执行步骤S224;否,执行步骤S225;

[0078] 步骤S224:判断预设焊接预热功率是否大于1200瓦,是,将辅助热源与搅拌针之间的距离设置为大于8mm;否,将辅助热源与搅拌针之间的距离设置为小于8mm;

[0079] 步骤S225:判断预设焊接预热功率是否大于W瓦,是,将辅助热源与搅拌针之间的距离设置为大于8mm;否,将辅助热源与搅拌针之间的距离设置为小于8mm。W为正数,W的具体数值根据所需设置。

[0080] 通过对待焊接板材厚度和预设预热功率的判断,进而调整辅助热源与搅拌针之间的位置,能够提高不同厚度待焊接板材焊接时,辅助热源预热的效率,缩短焊接所需的周期,降低焊接的成本,保障焊接的质量。

实施例1

[0081] 针对厚度6mm,长度为1000mm,宽度为1200mm的大型TC4钛合金T型筋板结构,其中,焊接工装内,两个压板1相对的一侧均进行削斜处理, $\alpha=60^\circ$ 。沉头槽的尺寸与立柱2顶部尺寸之间的尺寸差值 $c=1\text{mm}$ 。加热槽距离工装边沿10mm。待焊接板材的腹板上表面高出角焊缝专用工装安装平面0.5mm。

[0082] 具体焊接方法如下:

[0083] 焊接时,根据焊接板材的厚度对辅助热源电弧和搅拌针之间的位置进行调整,对于6mm的待焊接板材,辅助热源电弧和搅拌针之间处于同一焊接轴线上,焊接预热功率为1000瓦,两者之间的距离为8mm。焊接时,辅助热源电弧先进行预热,达到 450°C 后开始搅拌摩擦焊焊接。焊接全过程采用惰性气体进行保护,保护气流量为20L/min,保护气体为纯度为99.999%的氩气。搅拌头顶部压入腹板深度为2mm,在保证面板和腹板完全焊透的同时,能够实现良好的界面冶金结合,避免未熔合等焊接缺陷的产生。通过辅助热源电弧和搅拌摩擦焊的有效耦合,实现钛合金的高效高质量搅拌摩擦焊接。焊接速度可以达到30mm/min以上,不产生焊接缺陷,同时保证接头拉伸和冲击韧性满足使用要求。

[0084] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

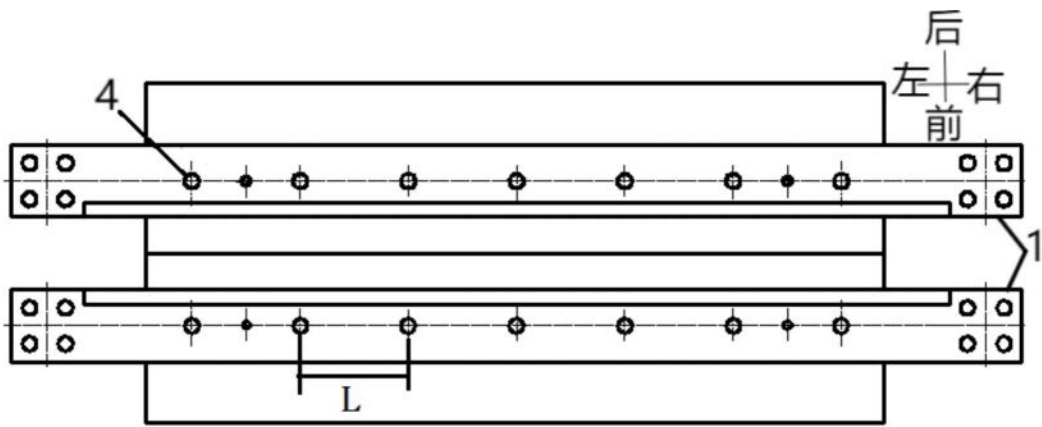


图1

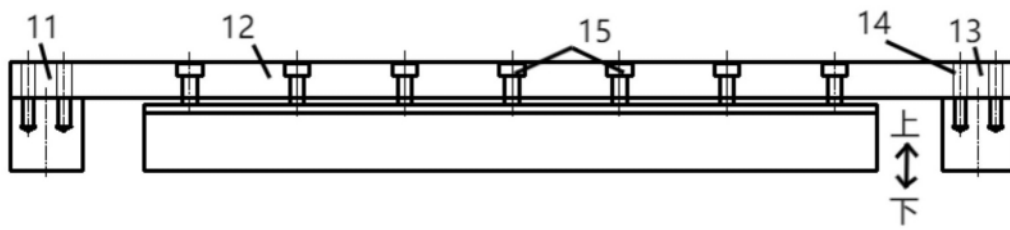


图2

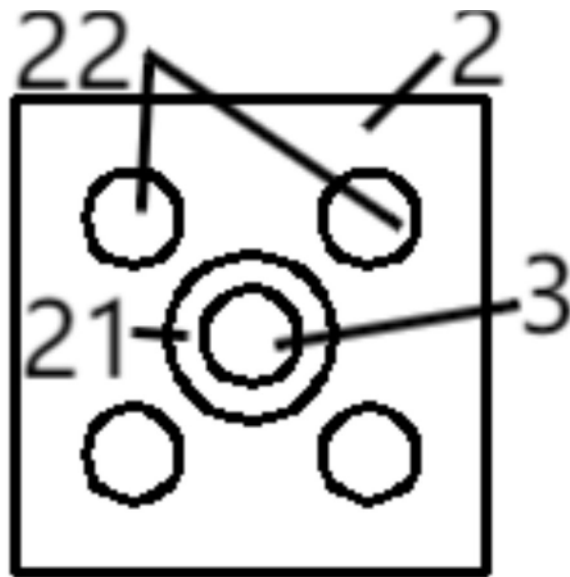


图3

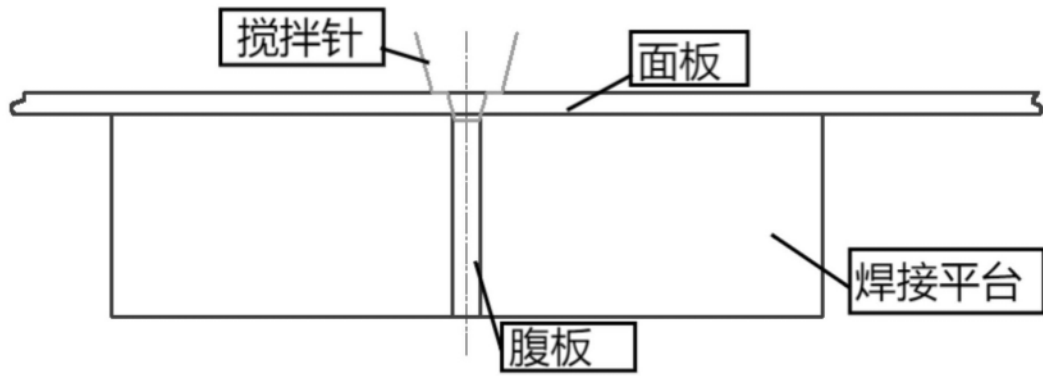


图4

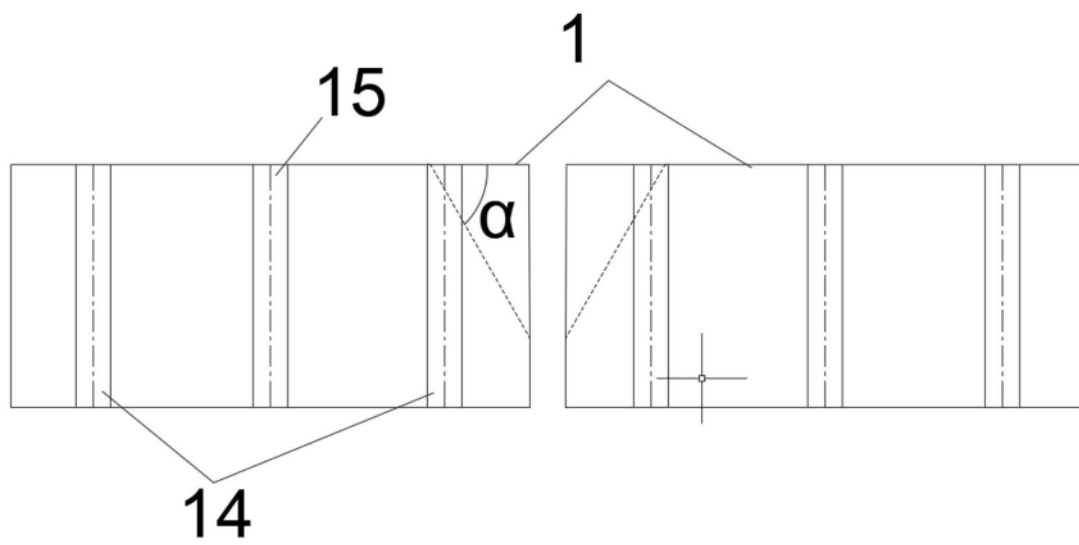


图5

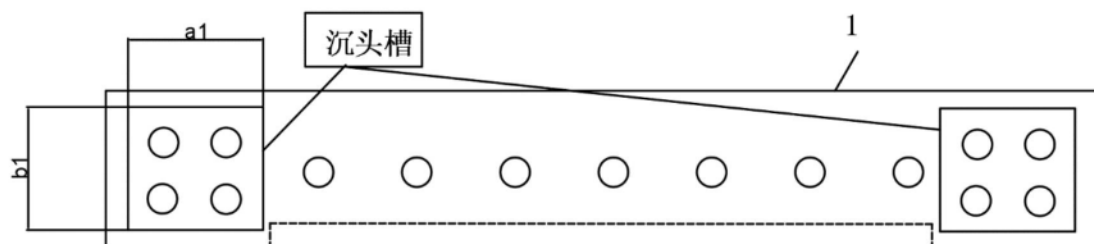


图6

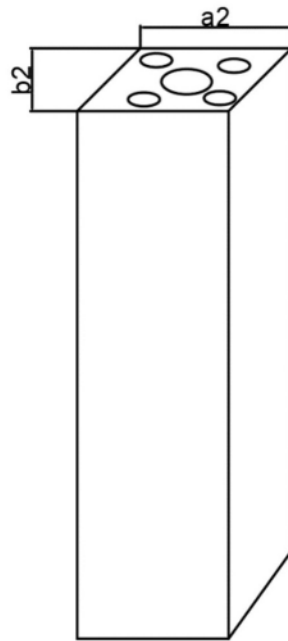


图7