



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103935049 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 23

(21) 申请号 201410128254. 1

(22) 申请日 2014. 04. 01

(71) 申请人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区麓山南路
1 号

(72) 发明人 崔俊佳 孙光永 李光耀 单业奇

(74) 专利代理机构 北京律谱知识产权代理事务
所(普通合伙) 11457

代理人 王庆海

(51) Int. Cl.

B29C 70/44 (2006. 01)

B21D 26/00 (2006. 01)

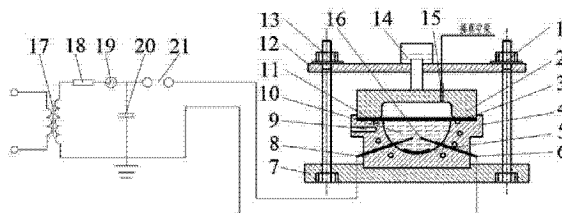
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于电液成形的层合板的成形装置和方法

(57) 摘要

本发提供了一种热塑性玻璃纤维增强铝合金层板电液成形装置,包括供电装置、模具、固定加热装置,其特征在于:模具为石墨凹模(2),石墨凹模(2)的底部要开有一个排气孔(15),以使用真空泵抽空石墨凹模(2)内的气体;成形时,石墨凹模(2)通过石墨底座(4)上的圆形凹槽进行定位,并通过液压缸(14)对石墨凹模(2)施加压力进行固定;本发明充分利用了电液成形的高速率成形特性,可以减小成形过程中层间的剪切力,从而减小层间的开裂并且能提高层合板的横向刚度。此外,本发明中,电液成形的高速率成形特性可以解决预热冲压时,回弹量大的问题并且比冲压成形有更高的形位精度。



1. 一种热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板电液成形装置,包括供电装置、模具、固定加热装置,其特征在于:

模具为石墨凹模(2),石墨凹模(2)的底部要开有一个排气孔(15),以使用真空泵抽空石墨凹模(2)内的气体;成形时,石墨凹模(2)通过石墨底座(4)上的圆形凹槽进行定位,并通过液压缸(14)对石墨凹模(2)施加压力进行固定;

固定加热装置,包括石墨底座(4),加热电阻丝(5),下压板(7),冷却水道(9),环形槽(11),上压板(12),固定螺栓(13),液压缸(14);石墨底座(4)定位于下压板(7)的圆形凹槽内,上下压板中各有四个螺栓孔,使用四个螺栓将其连接,其中上压板(12)的底部和螺栓(1、13)采用焊接的方式连接;液压缸(14)使用四个螺栓固定在上压板(12)上;

石墨底座(4)中开有螺旋形的冷却水道(9),在冷却时,使用水泵往冷却水道(9)内注入冷却水,并可以通过控制水的流量来控制冷却速率。

2. 根据权利要求1所述的热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板电液成形装置,其特征在于:供电装置包括由高压变压器(17),充电电阻(18)和高压整流管(19)组成的充电回路和由放电电极(6、8),主放电间隙(16),放电电容器组(20)和辅助放电间隙(21)组成的放电回路。

3. 根据权利要求2所述的热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板电液成形装置,其特征在于:放电时,利用高压变压器(17)将交流电压升压,高压整流管(19)将升高后的电压整流为直流电压,对放电电容器组(20)进行充电;放电时,放电电容器组通过主放电间隙(16)和辅助放电间隙(21)放电,使液体间隙被击穿并产生冲击压力。

4. 根据权利要求1所述的热塑性玻璃纤维增强铝合金层板电液成形装置,其特征在于:当对石墨凹模(2)施加压力时,所产生的向上的反作用力由连接上下压板的四个螺栓承受,在石墨底座(4)上还开有环形槽(11),要在环形槽(11)内装入O型橡胶密封圈,以保证装置的密封性能。

5. 根据权利要求1所述的热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板电液成形装置,其特征在于:石墨底座(4)里面的用于预热的液体使用的是甲基硅油(10)。

6. 根据权利要求1所述的热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板电液成形装置,其特征在于:该装置还包括由水泵、散热器、液温传感器、储液罐、温度控制器构成的冷却系统。

7. 一种利用权利要求1所述装置对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板(3)的成形方法,其特征在于:

步骤1、待加工的热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板(3)定位于石墨底座(4)的凹槽内,将石墨凹模(2)置于热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板(3)之上,并使用液压缸(14)对石墨凹模(2)施加适当的压力;

步骤2、透过排气孔(15),用真空泵抽空石墨凹模(2)内的气体;

步骤3、使用加热电阻丝(5)对石墨底座(4)里面的甲基硅油(10)进行加热,完成对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板(3)的预热;

步骤4、对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板(3)进行保温;

步骤5、对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板(3)进行放电成形;

步骤6、控制热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板的冷却速率,消除冷却过程中由于各层材料收缩率不同而产生的残余热应力;

步骤 7、在完成冷却后,要对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板(3)进行局部的热处理。

8. 根据权利要求 7 所述的成形方法,其特征在于,步骤 7 中,要对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板(3)的自由边处进行局部加热,将温度加热到 160℃,随后在 3MPa 压力下逐渐冷却,冷却时间控制在 5min。

9. 根据权利要求 7 所述的成形方法,其特征在于,所述的待加工的热塑性玻璃纤维增强铝合金的厚度为 0.5 ~ 4mm。

一种基于电液成形的层合板的成形装置和方法

技术领域

[0001] 本发明属于金属基复合材料加工成形领域,具体涉及一种基于电液成形的合成板的成形装置和方法。

背景技术

[0002] 纤维增强金属层合板(Fibre Reinforced Metal Laminates, FRML)是一种特殊的金属基复合材料,是由金属合金薄板与纤维/树脂铺层采用胶接技术交替层压而成。纤维增强金属层合板具有优异的综合性能,而玻璃纤维增强铝合金层合板是目前使用较多的一种。它既有金属材料较高的比强度、比刚度以及良好的塑性、抗冲击性能等优点,又保留了纤维增强材料良好的抗疲劳性能并且质量相对较轻,符合未来轻量化的发展方向。此外,纤维增强金属层合板还具有良好的隔音和吸收噪声的能力,用于汽车工业可以有效降低噪声,提高车辆的舒适性。玻璃纤维增强热塑性塑料(GMT)是以热塑性树脂为基体,以玻璃纤维毡为增强骨架的复合材料。一般可以生产出片材半成品,然后直接加工成所需要形状的产品。热塑性玻璃纤维塑料可以作为金属层合板的增强基,并且热塑性的纤维增强金属层合板(FML)较热固性的层合板(FML)有更好的耐冲击特性,并且生产周期更短。

[0003] 但是由于传统成形工艺如层压工艺,成形过程步骤较多,投资大,效率低,不适合批量生产。所以有学者将冲压技术引入复合材料层合板的成形,但是也存在一些问题。室温时,纤维增强层塑性大都比较差,使用冲压的方法对其成形时容易出现脆性破坏等失效,导致加工困难;提高温度冲压时,板件的回弹又会比较明显。因此性能优越的纤维增强金属层合板,只被应用于航空航天和军工等高技术领域。

[0004] 电液成形是利用液体中强电流脉冲放电所产生的机械效应,对金属进行加工的一种高能成形新工艺。因为电液成形技术的高能量密度特性,成形时会表现出爆炸成形的超塑性,可以显著提高金属的成形极限,而且成形部分金属受力均匀,不易发生破裂等缺陷。此外,高应变率特性还能使金属快速贴模,金属的回弹量一般都比较小甚至无回弹。所以使用电液成形技术并对热塑性的玻璃纤维增强金属层板进行成形并适当的预热,能够有效提高纤维增强金属层合板的成形性,解决现有成形技术中脆性破坏的问题,并且能够有效避免回弹,提高成形时板材的尺寸精度。相对于同是高速率成形的电磁成形,电液成形对加工材料的导电性没有要求,适用范围更广。所以,使用电液成形方法加工复合材料层合板,可以大大缩短成形周期,在预热成形时避免回弹,同时能够提高纤维增强金属层合板的成形性,从而获得形状更加复杂,质量更高的成形件,能够有效促进纤维增强金属层合板这种高性能材料的广泛应用。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种基于电液成形原理的热塑性玻璃纤维增强金属层合板的成形技术,以及一种基于电液成形原理的成形热塑性玻璃纤维增强金属层合板的装置,为热塑性玻璃纤维增强金属层合板成形装置的设计提供新的思路。可以使用电液成形使热

塑性玻璃纤维增强金属层合板按本发明所提供的成形模具进行迅速贴模,以达到对热塑性玻璃纤维增强金属层合板成形的目的。

[0006] 为了实现上述目的,本发明所采取的技术方案是提供了一种热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板电液成形装置,包括供电装置、模具、固定加热装置,其特征在于:

[0007] 模具为石墨凹模,石墨凹模的底部要开有一个排气孔,以使用真空泵抽空石墨凹模内的气体;成形时,石墨凹模通过石墨底座上的圆形凹槽进行定位,并通过液压缸对石墨凹模施加压力进行固定;

[0008] 固定加热装置,包括石墨底座,加热电阻丝,上压板,冷却水道,环形槽,下压板,固定螺栓,液压缸;石墨底座定位于下压板的圆形凹槽内,上下压板中各有四个螺栓孔,使用四个螺栓将其连接,其中上压板的底部和螺栓采用焊接的方式连接;液压缸使用四个螺栓固定在上压板上;

[0009] 石墨底座中开有螺旋形的冷却水道,在冷却时,使用水泵往冷却水道内注入冷却水,并可以通过控制水的流量来控制冷却速率。

[0010] 进一步地,供电装置包括由高压变压器,充电电阻和高压整流管组成的充电回路和由放电电极,主放电间隙,放电电容器组和辅助放电间隙组成的放电回路。

[0011] 进一步地,放电时,利用高压变压器将交流电压升压,高压整流管将升高后的交流电压整流为直流电压,对放电电容器组进行充电;放电时,放电电容器组通过主放电间隙和辅助放电间隙放电,使液体间隙被击穿并产生冲击压力。

[0012] 进一步地,当液压缸对石墨凹模施加压力时,所产生的向上的反作用力由连接上下压板的四个螺栓承受,在石墨底座上还开有环形槽,在环形槽内 O 型橡胶密封圈以保证装置的密封性能。

[0013] 进一步地,石墨底座里面的用于预热的液体使用的是甲基硅油。

[0014] 进一步地,该装置还包括由水泵、散热器、液温传感器、储液罐、温度控制器构成的冷却系统。

[0015] 本发明还提出了一种利用本发明所述装置对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板成形的成形方法,其特征在于:

[0016] 步骤 1、待加工的热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板定位于石墨底座的凹槽内,将石墨凹模置于热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板之上,并使用液压缸对石墨凹模施加适当的压力;

[0017] 步骤 2、透过排气孔,用真空泵抽空石墨凹模内的气体;

[0018] 步骤 3、使用加热电阻丝对石墨底座里面的甲基硅油进行加热,完成对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板的预热;

[0019] 步骤 4、对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板进行保温;

[0020] 步骤 5、对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板进行放电成形;

[0021] 步骤 6、控制热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板的冷却速率,消除冷却过程中由于各层材料收缩率不同而产生的残余热应力;

[0022] 步骤 7、在完成冷却后,要对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板进行局部的热处理。

[0023] 进一步地,对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板的自由边处进行局部加热,将温

度加热到 160℃,随后在 3MPa 压力下逐渐冷却,冷却时间控制在 5min。

[0024] 进一步地,所述的待加工的热塑性玻璃纤维增强铝合金的厚度为 0.5 ~ 4mm。

[0025] 本发明的所述技术方案与现有的热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板成形技术相比有以下优点:

[0026] 1. 电液成形的高速率成形特性,可以减小成形过程中层间的剪切力,从而减小层间的开裂并且能提高层合板的横向刚度。

[0027] 2. 电液成形的高速率成形特性可以解决预热冲压时,回弹量大的问题并且比冲压成形有更高的形位精度。

[0028] 3. 在成形的过程中要对层合板进行预热并且施加由电极尖端放电产生的液体冲击力,属于二次热压可以增强玻璃纤维塑料层玻璃纤维束的浸渍和层间的粘结,从而增强层合板的剪切性能,使层合板的机械性能得到提高。

[0029] 4. 电液成形过程不包括固化放热反应,可以大大缩短成形的周期,使生产效率大大提高,更加适合大批量生产。

[0030] 5. 水冷系统可以准确地控制预热液体的冷却速率,以充分释放由于层间的收缩率不同而产生的残余热应力,以防止层间的开裂。

[0031] 6. 电液成形可以有效的提高层合板的成形极限,可以成形出形状更加复杂、精度更高的板件,使层合板有更加广泛的适用范围。

附图说明:

[0032] 图 1 所示为热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板的主视图和俯视图;

[0033] 图 2 所示为电液成形装置的整体示意图;

[0034] 图 3 所示为上压板的主视图和俯视图;

[0035] 图 4 所示为下压板的主视图和俯视图;

[0036] 图 5 所示为石墨凹模的主视图和俯视图;

[0037] 图 6 所示为石墨底座的剖视图和俯视图;

[0038] 其中:

[0039] 1-- 固定螺栓;2-- 石墨凹模;3-- 热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板;

[0040] 4-- 石墨底座;5-- 加热电阻丝;6-- 放电电极;7-- 下压板;8-- 放电电极;

[0041] 9-- 冷却水道;10-- 甲基硅油;11-- 环形槽;12-- 上压板;13-- 固定螺栓;

[0042] 14-- 液压缸;15-- 排气孔;16-- 主放电间隙;17-- 高压变压器;18-- 充电电阻;

[0043] 19-- 高压整流管;20-- 放电电容器组;21-- 辅助放电间隙;

具体实施方式

[0044] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明的技术方案做进一步地说明和描述。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的前提下所获得的所有其他实施例,都属于该发明的保护范围。

[0045] 热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板在成形时,对成形工艺有特殊的要求。成形时的保温时间,保温温度,冷却速度,模具材料等,如果选择不恰当就会引起层合板的起皱、层

间的开裂和纤维弯曲等缺陷,极大的影响层合板的使用性能。所以,在模具材料的选择时要考虑很多影响因素。首先是模具的热膨胀系数,如果模具的热膨胀系数过大,就会在和层合板接触的面上产生较大的压缩应力,从而影响层合板厚度方向上的应力分布;其次是模具的热导率,如果热导率比较小,在加热和冷却时,会引起层合板厚度方向上的温度梯度差异较大,造成较大的残余热应力;最后,还要考虑模具材料的摩擦系数,如果模具材料的摩擦系数过大,层合板受热膨胀时受到的阻力过大就会被迫产生收缩,也会引起较大的残余热应力。所以综合以上因素,最终选择热膨胀系数较小,导热性能较好并且具有较好润滑性能的石墨模具。对于冷却速率也要进行准确地控制,如果冷却速率太快会引起层合板的厚度方向上的温度梯度过大,导致层间开裂和纤维变形等缺陷;冷却速率过小又会影响成形效率。此外,在加热时还要控制保温时间和保温温度。所以,为了能够满足不同加热工况的要求并且准确地控制冷却速率,本装置与传统装置相比,具有较好的温度控制性能。

[0046] 如图 1 所示,本发明实施例中基于电液成形的热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板的直径为 30cm,厚度为 2mm。其中的铝合金层板材料为 2024-T3,厚度约为 0.5mm;玻璃纤维增强塑料的基体为热塑性树脂聚丙烯,胶黏剂层和玻璃纤维增强塑料层的厚度约为 0.2mm。

[0047] 如图 2 所示,本发明所述的热塑性玻璃纤维增强铝合金层板电液成形装置包括供电装置、模具、固定加热装置和冷却系统。

[0048] 如图 2 的电路图部分所示,供电装置包括由高压变压器 17,充电电阻 18 和高压整流管 19 组成的充电回路和由放电电极 6、8,主放电间隙 15,放电电容器组 20 和辅助放电间隙 21 组成的放电回路。放电时,高压变压器 17 将 380V 的工业交流电压上升到 3KV,高压整流管 19 将升高后的交流电压整流为直流电压,对放电电容器组 20 进行充电,当放电电容器组 20 电压上升到阈值后,点燃辅助放电间隙 21,放电电容器组便通过主放电间隙 16 和辅助放电间隙 21 放电,使液体间隙被击穿,大电流在极短的时间内通过放电间隙。由于放电通道周围液体的惯性作用(液体几乎是不可压缩的),压力在极短的时间内上升到峰值而产生冲击波并在液体介质中迅速向四周扩散,冲击波作用到工件上,就会使热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 成形。

[0049] 特别的,该成形装置所使用的凹模材料是石墨,本实施例使用的石墨凹模 2 是帽形模具,并且由于真空性对电液成形的质量有很大的影响,所以在石墨凹模 2 的底部要开有一个排气孔 15,以使用真空泵抽空石墨凹模 2 内的气体。成形时,石墨凹模 2 通过石墨底座 4 上的圆形凹槽进行定位,并通过液压缸 14 对石墨凹模 2 施加压力进行固定。同时,石墨凹模 2 会对热塑性玻璃纤维层合板 3 产生适当的压边力,以保证成形过程的顺利进行。

[0050] 固定加热装置包括固定螺栓 1、13,石墨凹模 2,热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3,石墨底座 4,加热电阻丝 5,下压板 7,冷却水道 9,甲基硅油 10,环形槽 11,上压板 12,固定螺栓 13,液压缸 14 等组成。具体的,将石墨底座 4 定位于下压板 7 的圆形凹槽内,为保证连接强度可在凹槽内涂一层胶黏剂,也便于以后的拆装;在上下压板中各有四个螺栓孔,使用四个螺栓将其连接,其中上压板 12 的底部和螺栓 1、13 采用焊接的方式连接;液压缸 14 使用四个螺栓固定在上压板 12 上,上压板 12 的主视图和俯视图如图 3 所示,当对石墨凹模 2 施加压力时,所产生的向上的反作用力由连接上下压板的四个螺栓承受,由于上压板 12 所承受的向下的作用力很小,只有液压缸 14 和上板件 12 的自重,所以上压板 12 和螺栓 1、13 间采用焊接的方式连接足以保证连接强度。特别的,在石墨底座 4 上还开有环形

槽 11,要在环形槽 11 内装入 O 型橡胶密封圈,以保证整个装置的密封性能。此外,为了满足对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 的预热,石墨底座 4 里面的用于预热的液体使用的是甲基硅油 10,其热稳定性好,蒸发损失小(150℃,30 天,蒸发损失仅为 2%),所以加热时不会带来由于蒸汽而产生的压力,并且没有毒性,是预热热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 的理想液体。因为甲基硅油 10 在加热时具有一定的热膨胀性,所以在往石墨底座 4 中注入液体时,不要完全装满,要为甲基硅油 10 的膨胀预留有一定的空间。由于石墨具有导电性,所以为保证操作人员的安全,要在石墨凹模 2 和石墨底座 4 的外表面贴一层绝缘层。

[0051] 冷却系统包括水泵、散热器、液温传感器、储液罐、温度控制器等,但在电液成形装置的整体示意图中并没有表示出来。在上面提到的石墨底座 4 中开有螺旋形的冷却水道 9,如图 6 所示,在冷却时,使用水泵往冷却水道 9 内注入冷却水,并可以通过控制水的流量来控制冷却速率,从石墨底座 4 内流出的已升温的冷却水通过散热器降温,然后流回储液罐形成循环回路。特别的,由于本装置使用的石墨模具 2 具有很有的导热性,所以可以比较准确高效的控制石墨底座 4 内预热液体甲基硅油 10 的温度。

[0052] 使用该装置对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 进行成形时,其特征在于包以下步骤:

[0053] (1)对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 进行定位和固定。将待加工的热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 定位于石墨底座 4 的凹槽内,然后将石墨凹模 2 置于热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 的上面,并使用液压缸 14 对石墨凹模 2 施加适当的压力,以对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 产生 3MPa 压边力;

[0054] (2)用真空泵对石墨凹模 2 进行真空化。透过排气孔 15,用真空泵抽空石墨凹模 2 内的气体,以保证电液成形的成形质量。如果石墨凹模 2 内有空气不能及时排出,会阻碍热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 的成形,并很有可能在热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 的底部产生凹坑等缺陷。

[0055] (3)对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 进行预热。通电,加热电阻丝 5 会对石墨底座 4 里面的甲基硅油 10 进行加热,使液体温度稳定在 160℃,以完成对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 的预热。

[0056] (4)对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 进行保温。让热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 在加热到 160℃的甲基硅油 10 中保温 5min,以使层合板各部分都能够均匀预热。这样能够保证后续成形时的成形质量,防止层间开裂、内部脆性断裂等缺陷的产生。

[0057] (5)对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 进行放电成形。合上电源,通过高压变压器 17 将 380V 的交流电源的电压上升到 3KV,然后经过充电电阻 18 和高压整流管 19 整流后给放电电容器组 20 充电,这时,放电电容器组 20 开始储存电能,当放电电容器组 20 的电压上升到阈值后,会点燃辅助放电间隙 21,放电电容器组 20 便通过主放电间隙 16 和辅助放电间隙 21 放电,由于放电通道周围液体的惯性作用(液体几乎是不可压缩的),因而压力在极短的时间内上升到峰值而产生冲击波并在液体介质中迅速向四周扩散,冲击波作用到工件上,就促使热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 成形。

[0058] (6)冷却速率的控制。在对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 完成放电后,必须要控制热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板的冷却速率,以消除冷却过程中由于各层材料收缩率不同而产生的残余热应力,防止层间的开裂。具体方法是,使用液温传感器获取石墨底

座 4 内的甲基硅油 10 的温度信号,然后传输到温度控制器,温度控制器获取温度信号后会通过调节冷却水的流量来控制冷却速率。在本实施例中,要通过控制冷却水的流量,让甲基硅油 10 在 10min 内均匀的冷却到室温。

[0059] (7) 在完成冷却后,要对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 进行局部的热处理。因为在层合板的截开式侧面上存在自由边缘效应,所以为提高热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 的使用性能,要对其进行局部的热处理。具体方法是,对热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板 3 的自由边处进行局部加热,将温度加热到 160℃,随后在 3MPa 压力下逐渐冷却,冷却时间控制在 5min,以防止层间的开粘,提高使用性能。

[0060] 本实施例中所采用的放电电压为 3KV,最佳放电电压会随待加工的热塑性玻璃纤维增强层合板 3 的厚度的不同而发生变化,具体值需要通过试验而最终确定。

[0061] 本实施例中采用的石墨凹模 2 为帽形凹模,如果需要其他形状的成形件,只需采用相应形状的凹模,但需要注意的是在成形前需要使用真空泵把密封腔内的空气抽掉,以保证成形质量。

[0062] 本发明所提供的一种基于电液成形原理的热塑性玻璃纤维增强铝合金层合板的成形技术,是一种新的层合板成形方法。从实施例中可以看出,使用电液成形方法加工复合材料层合板,可以大大缩短成形周期;在预热提高成形性时能够有效避免回弹,同时又能够提高层合板的成形性,有助于获得形状更加复杂,质量更高的成形件。

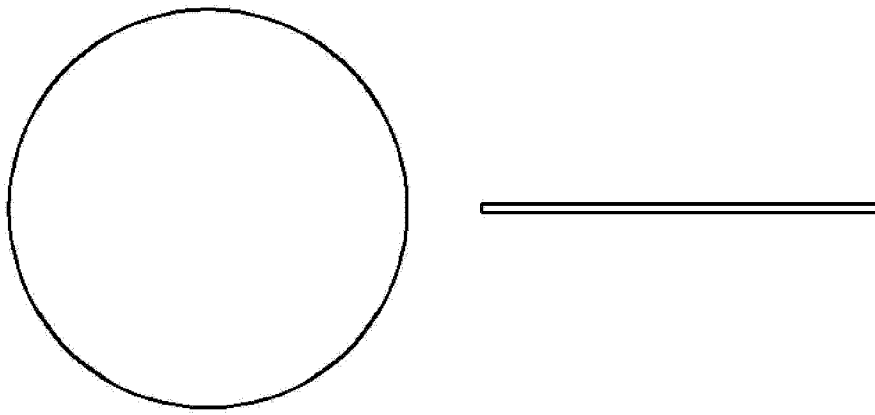


图 1

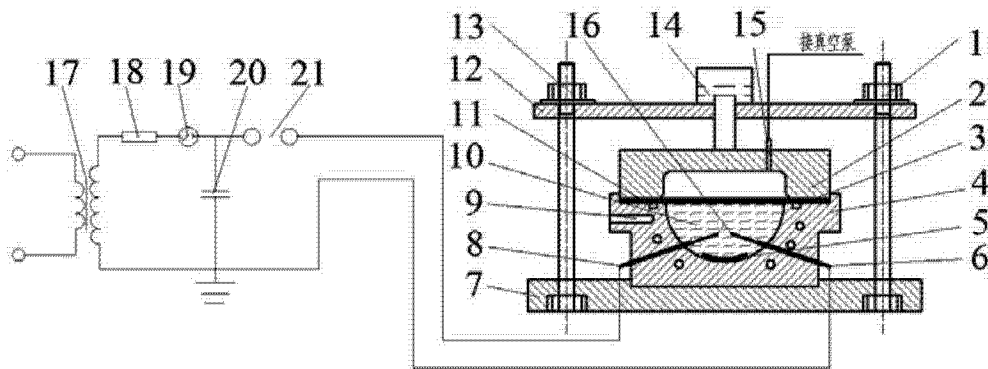


图 2

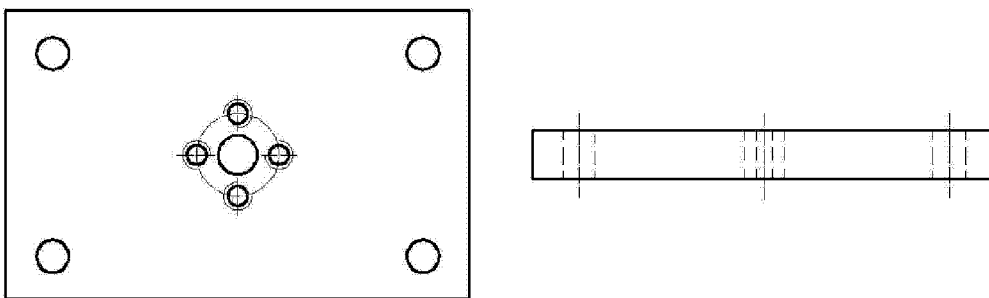


图 3

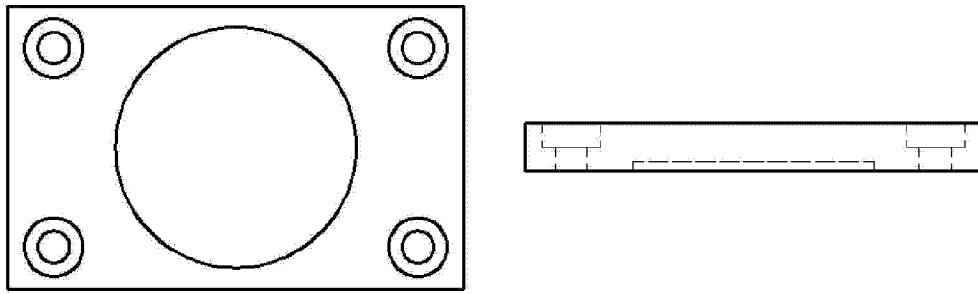


图 4

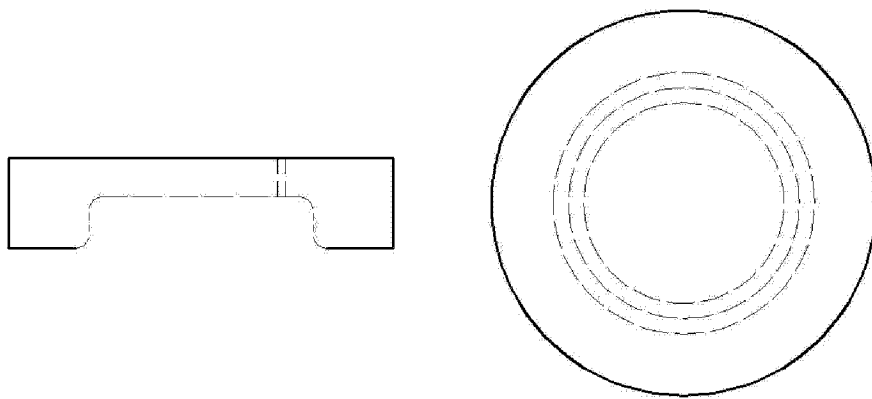


图 5

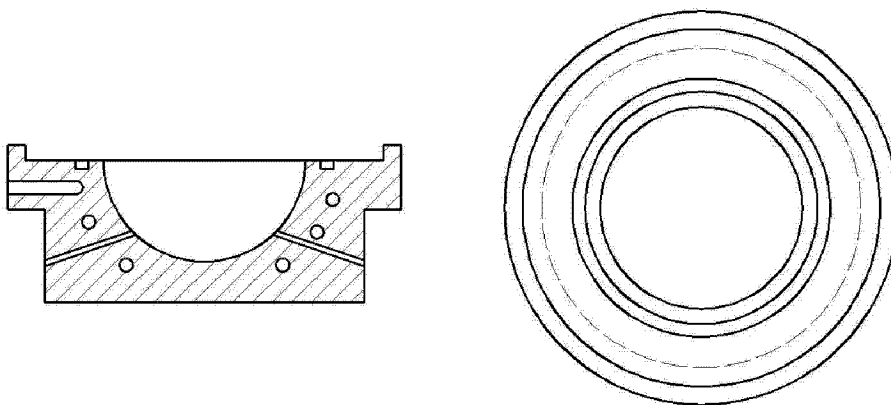


图 6