



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107160713 A

(43)申请公布日 2017.09.15

(21)申请号 201710498312.3

(22)申请日 2017.06.27

(71)申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

(72)发明人 安鲁陵 赵一鸣 韩宁 宋波
鲍益东

(74)专利代理机构 南京同泽专利事务所(特殊
普通合伙) 32245

代理人 赵洪玉 闫彪

(51)Int.Cl.

B29C 70/44(2006.01)

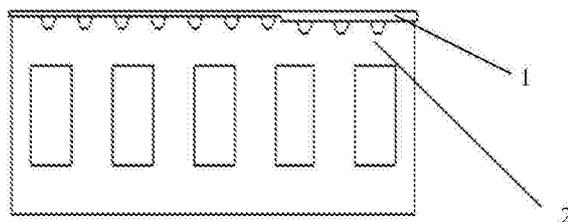
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种热压罐用框架式复合材料成型模具

(57)摘要

本发明涉及一种热热压罐用框架式复合材料成型模具,包括框架式底座及固定在底座上的成型板;所述成型板离热压罐的进风口远处的厚度小于或等于离热压罐的进风口近处的厚度,且所述成型板离热压罐的进风口最近处的厚度大于热压罐的进风口最远处的厚度。该模具可保证复合材料构件成型时固化度基本一致且结构变形小。



1. 一种热压罐用框架式复合材料成型模具,包括框架式底座及固定在底座上的成型板;其特征在于:所述成型板离热压罐的进风口远处的厚度小于或等于离热压罐的进风口近处的厚度,且所述成型板离热压罐的进风口最近处的厚度大于热压罐的进风口最远处的厚度。

2. 根据权利要求1所述的热压罐用框架式复合材料成型模具,其特征在于:所述成型板呈两阶梯状,其中成型板较厚部分的长度是成型板总长度的25%~50%。

3. 根据权利要求2所述的热压罐用框架式复合材料成型模具,其特征在于:所述成型板较厚部分的厚度是成型板较薄部分的厚度的1.5~3倍。

4. 根据权利要求1所述的热压罐用框架式复合材料成型模具,其特征在于:所述成型板靠近热压罐的进风口处的一段呈梯形,所述成型板靠近热压罐的出风口处的一段厚度一致。

5. 根据权利要求4所述的热压罐用框架式复合材料成型模具,其特征在于:所述成型板呈梯形部分的长度是成型板总长度的50%~70%。

一种热压罐用框架式复合材料成型模具

技术领域

[0001] 本发明涉及一种热压罐用框架式复合材料成型模具,属于模具成型技术领域。

背景技术

[0002] 先进的复合材料,由于具有比强度比模量高、可设计性强、抗疲劳性能好等显著优点,广泛的应用于航空领域。热压罐成型工艺是复合材料制件成型方法主要方法之一,热压罐成型工艺是将预浸料按照材料的铺层设计方式铺放到工装型面上,然后依次铺上吸胶层、透气毡等材料,装入真空袋抽真空,最后按照材料的固化工艺曲线历经升温、加压,最后降温、降压等阶段,使预浸料坯件固化成型为满足设计要求的复合材料零件。该方法可以作为航空航天领域大型复杂曲面的主承力件、次承力件的成型方法。

[0003] 通常来说,通过热压罐固化复合材料是一个经历升温、保温、降温并伴随加压、降压的过程,在升温阶段,电阻丝持续对空气进行加热,以风机为动力,以空气为传热介质,持续对模具和构件进行加热,保证构件温度不断升高,完成固化成型。降温时,关闭加热装置,同时使用水冷,持续对罐内空气进行降温,风机则使空气的循环流动,保证罐内各处温度的降低。

[0004] 在热压罐固化工艺过程中,模具成型板表面的温度变化取决于模具型面与流体的外掠平板对流换热以及框架式底座与模具成型板的热传导,当流体外掠过成型板时,成型板与流体接触面会产生边界层,由于流体的粘性作用损耗了动能,使得边界层里的速度沿流动方向减小,结果边界层的厚度沿流动方向不断增加。根据对流换热理论,边界层越厚,导热的热阻也就越大,传热效率也就越低,使得背风端出现低温。另一个导致背风端低温的原因是,由于迎风面框架式底座对背风面框架式底座的阻碍作用,射流冲击换热的强度随着流向而降低,使得背风端格框温度较低,相对于迎风端,对成型板传递的热量较少。

[0005] 对某一实际成型板进行实验时,测得在升温阶段结束时该成型板表面的温度分布如图1所示,成型面的最大温差达到50.1度,迎风面到背风面温差逐步增大,在距离迎风端约80%的地方出现温度最低的区域,低温区域占模具平面面积约25%,因此,模具的型面的温度分布相当不均匀。温度场不均匀在很大程度上会影响复合材料制件的成型质量,导致复合材料构件受热不均匀,固化度不一致,引起结构变形。因此如何减小复合材料构件在流向上的温度梯度成为亟待解决的问题。

[0006] 为了提高制件温度场均匀性,在现有技术中主要集中在以下两个方面:一是改进现有的固化工艺;二是提出新工艺、新方法成型复合材料制件。以上改进往往涉及到设备的改进,比较复杂,且在实际生产中都存在一定的困难。

发明内容

[0007] 本发明要解决技术问题是:克服上述技术的缺点,提供一种可保证复合材料构件成型时固化度基本一致且结构变形小的框架式成型模具。

[0008] 为了解决上述技术问题,本发明提出的技术方案是:一种热压罐用框架式复合材

料成型模具,包括框架式底座及固定在底座上的成型板;所述成型板离热压罐的进风口远处的厚度小于或等于离热压罐的进风口近处的厚度,且所述成型板离热压罐的进风口最近处的厚度大于热压罐的进风口最远处的厚度。

[0009] 申请人经过长期的研究发现,在固化时复合材料构件的温度场随着加热方向呈现梯度变化的现象中,复合材料构件的外部温度场的影响起到了主导作用。因此,本发明对较常使用的复合材料框架式模具进行改进,将与复合材料接触型板进行变厚度处理,而根据热阻理论,热阻与传导路径长度成正比,即成型板厚度越厚该区域的热阻也就越高,升温也就越加困难。因此,根据这一性质,本发明增加高温区域的成型板厚度,同时降低低温区域的成型板厚度,使得高温区域的热阻变大而低温区域的热阻变小,从而使模具型板表面的温度分布更加均匀。

[0010] 基于以上理论,最优的技术手段应该是成型板的厚度沿着加热方向线性递减,即成型板整体为梯形,但在实际成型的试验过程中,虽然整体为梯形的成型板对于提高制件温度场均匀性有一些效果,但申请人发现提高均匀性的效果并不太好,尤其是远离热压罐的进风口处的制件温度均匀性很差。究其原因,申请人认为:成型板表面的温度变化取决于其型面与流体的外掠平板对流换热和底部框格与模具成型板的热传导,当流体外掠过成型板时,成型板与流体接触面会产生边界层,可参考《流体力学基础(第3版)》(作者:王惠民,清华大学出版社,2013年)。这样,由于流体的粘性作用损耗了动能,使得边界层里的速度沿流动方向减小,结果边界层的厚度沿流动方向不断增加。这样,当成型板整体为梯形时,边界层在靠近迎风端(靠近热压罐的进风口处)厚度变化比较剧烈,边界层充分发展后厚度变化较小,从而导致远离热压罐进风口处的制件温度均匀性很差。

[0011] 正是因为边界层在远离热压罐进风口处的厚度变化较小,本发明为了进一步提高制件的温度均匀性,保持成型板厚度在远离热压罐进风口处一段距离处不变化,具体有以下两种方式:

[0012] 1)所述成型板呈两阶阶梯状,其中成型板较厚部分的长度是成型板总长度的25%~50%。优选的,所述成型板较厚部分(靠近热压罐的进风口处的一段)的厚度是成型板较薄部分的厚度的1.5~3倍。

[0013] 2)所述成型板靠近热压罐的进风口处的一段呈梯形(即成型板靠近热压罐进风口部分为梯形),所述成型板靠近热压罐的出风口处的一段厚度一致。优选的,所述成型板呈梯形部分的长度占成型板总长度的50%~70%。

附图说明

[0014] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0015] 图1是一个现有成型板在升温阶段结束时的温度分布云图。

[0016] 图2是本发明实施例的结构示意图。

[0017] 图3是本发明实施例一的截面示意图。

[0018] 图4是本发明实施例二的截面示意图。

[0019] 图5是本发明实施例一中对比实验时的温度分布云图。

[0020] 图6是本发明实施例二中对比实验时的温度分布云图。

具体实施方式

[0021] 实施例一

[0022] 本实施例的热压罐用框架式复合材料成型模具,如图2所示,包括框架式底座2及固定在底座2上的成型板1;所述成型板1离热压罐的进风口远处的厚度小于或等于离热压罐的进风口近处的厚度,且所述成型板1离热压罐的进风口最近处的厚度大于离热压罐的进风口最远处的厚度,即成型板1从其迎风端(靠近热压罐的进风口处)到背风端(靠近热压罐的出风口处)壁厚从厚变薄。

[0023] 本实施例中框架式底座2为“鸡蛋箱”形状,当然也可以采用其他框架式结构,只要能够方便通风并满足支撑成型板的强度要求,均可应用到本例中。

[0024] 如图3所示,本实施例中成型板1呈两阶梯状,并分别试验了四组阶梯型非等厚型板,距离迎风端的距离分别为400mm、450mm、500mm和600mm,该区域的成型板1较厚部分的厚度为20mm,其余位置的厚度减小为10mm。

[0025] 本实施例中模具尺寸为1500*1500*400mm,材料为Q235碳素结构钢,热压罐内流动气体为空气,模具和空气的热性能如表1所示。热压罐的直径为2500mm,长度为7000mm。

[0026] 表1材料的热性能参数

	材料	$\rho/\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$c_p/\text{J}\cdot(\text{kg}\cdot\text{K})^{-1}$	$k/\text{W}\cdot(\text{m}\cdot\text{K})^{-1}$
[0027]	Q235 碳素结构钢	7850	502	10
	空气	1.225	1006.43	0.0242

[0028] 四组阶梯型非等厚成型板的型面温度云图如图5所示,400mm和600mm两组在厚度过渡区域出现了较大的温度起伏,而450mm和500mm这两组的过度区域的起伏较小,其原因可能与边界层厚度的变化有关。申请人在进行了多次实验后,确定成型板较厚部分的长度占成型板总长度的30%~35%时效果最好。

[0029] 另外,通过实验表明,成型板1较厚部分的厚度是成型板1较薄部分的厚度的1.5~3倍时,过渡区域温度起伏也较小。

[0030] 实施例二

[0031] 本实施中模具、热压罐的参数均与实施例一中相同,本实施例与实施例一的不同之处在于:如图4所示,为了减小阶梯型成型板1厚度的突然变化对过渡区域温度的影响而采用了梯形非等厚型板,即本实施例中成型板1靠近热压罐的进风口处的一段呈梯形(即部分为梯形),所述成型板1靠近热压罐的出风口处的一段厚度一致,均与梯形板最薄处的厚度相同。

[0032] 本实施例中在梯形非等厚成型板低温区域的厚度改为10mm,高温区域厚度从20mm沿直线递减(线性递减)到10mm。本实施例对六组梯形非等厚型板,距离迎风端的距离分别为600mm、700mm、800mm、900mm、1000mm和1100mm。六组梯形非等厚成型板升温阶段结束时,成型板表面温度分布如图6所示。从图6可以看出,相比于阶梯型成型板,梯形成型板高温区域的厚度更小,对导热阻碍能力变小,使温度不易均匀,因此增大梯形段的长度使得高温区域厚度接近迎风端厚度,但是如果距离过大,会导致低温区域的厚度增大,会导致低温区域温度更低。

[0033] 优选的,所述成型板呈梯形部分的长度占成型板总长度的50%~70%,这样既可

保证高温区域的热阻不会因为梯形厚度的原因变小,也可以保证低温区域不会因为梯形厚度的原因变大,很好的权衡了两边的厚度分布。

[0034] 本发明不局限于上述实施例所述的具体技术方案,除上述实施例外,本发明还可以有其他实施方式。凡采用等同替换形成的技术方案,均为本发明要求的保护范围。

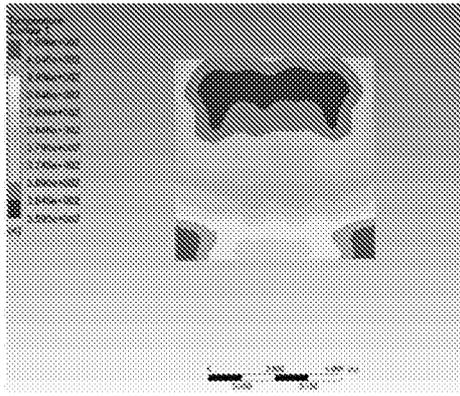


图1

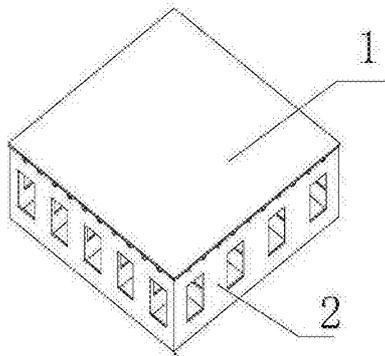


图2

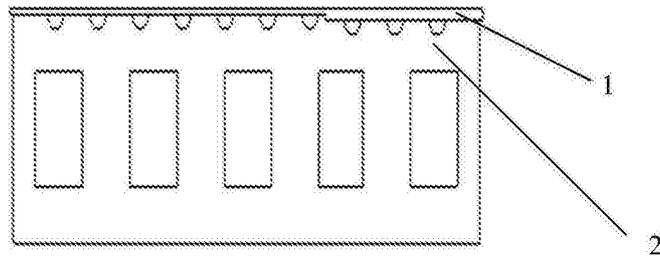


图3

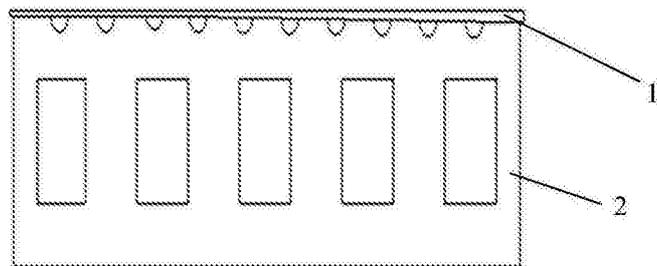


图4

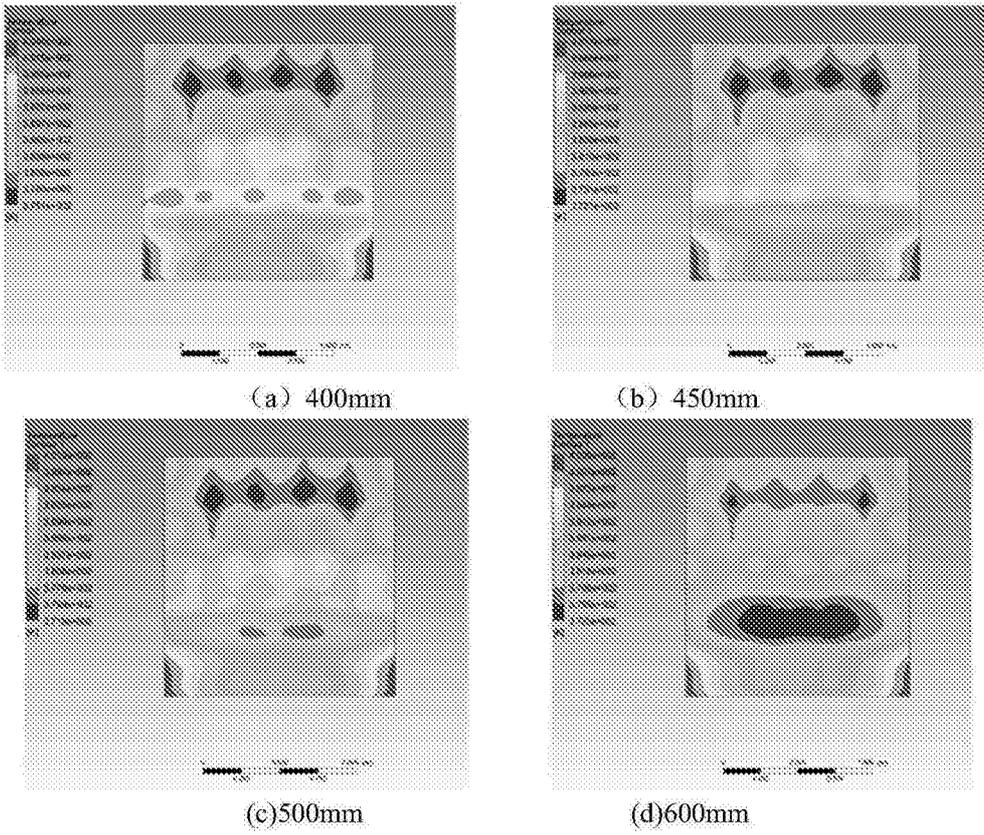
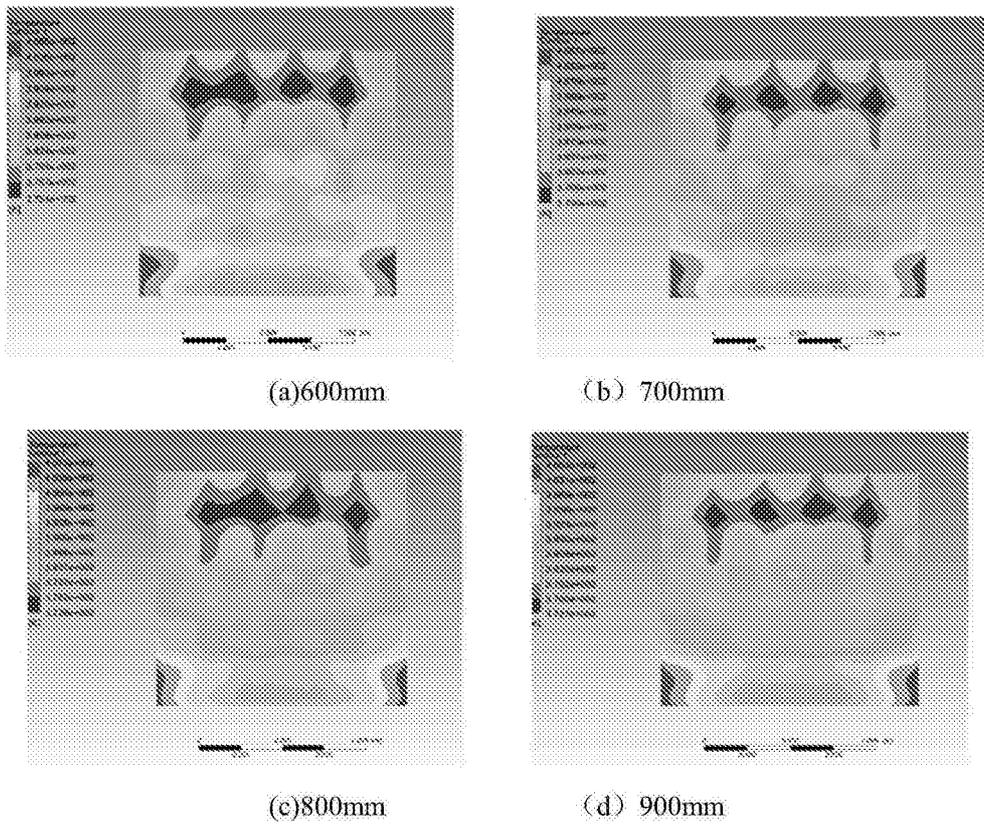
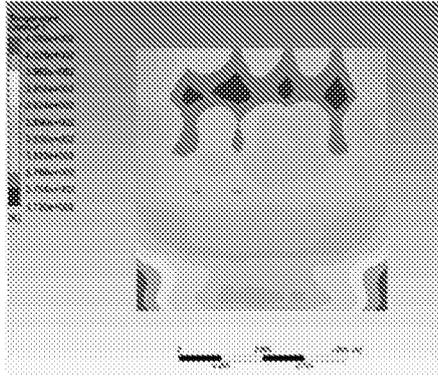
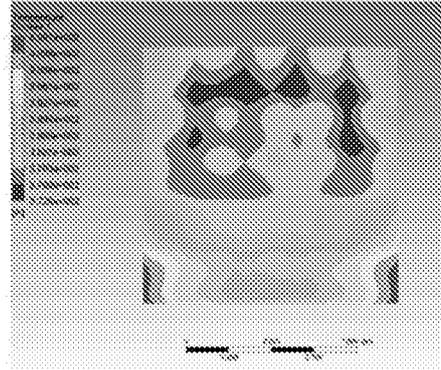


图5





(e)1000mm



(f) 1100mm

图6