



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111070724 B

(45) 授权公告日 2021.08.17

(21) 申请号 201911141599.X

(22) 申请日 2019.11.20

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111070724 A

(43) 申请公布日 2020.04.28

(73) 专利权人 中国商用飞机有限责任公司北京  
民用飞机技术研究中心

地址 102211 北京市昌平区昌平镇超前路9  
号301室

专利权人 中国商用飞机有限责任公司

(72) 发明人 丛晶洁 李梦琳 刘磊 温顺达  
李星 杨智勇

(74) 专利代理机构 北京金智普华知识产权代理  
有限公司 11401

代理人 皋吉甫

(51) Int.Cl.

B29C 70/34 (2006.01)

B29L 31/30 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 211441240 U, 2020.09.08

CN 110450937 A, 2019.11.15

CN 208497728 U, 2019.02.15

CN 107825727 A, 2018.03.23

CN 108688194 A, 2018.10.23

CN 106003480 A, 2016.10.12

CN 107791537 A, 2018.03.13

CN 101588902 A, 2009.11.25

JP 2004216805 A, 2004.08.05

审查员 王芳

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

复合材料“U”型长桁壁板整体成型方法及其  
工装

(57) 摘要

本发明公开了一种复合材料“U”型长桁壁板  
整体成型方法及其工装,属于航空制造技术领  
域。该方法采用分步骤整体组装后再固化,具  
体包括:通过中间预制体成型工装成型中间预  
制体;通过长桁成型工装结合蒙皮成型工装完  
成长桁壁板整体成型。本发明的技术方案在保  
证长桁中间插层及捻子条填充区域成型质量  
有效控制的同时;简化了长桁腹板装配定位  
过程,并保证了中间预制体与蒙皮相对位置  
的精准控制,从而确保了长桁腹板的定位准  
确及尺寸精度控制,所提出的成型工艺方法  
及其工装可以适用于多种复合材料加筋壁板  
结构,提高了复合材料制件结构成型质量。

通过中间预制体成型工装成型中间预制  
体

通过长桁成型工装结合蒙皮成型工装成  
型壁板结构

1. 一种“U”型长桁壁板整体成型方法,其特征在于,所述方法采用分步骤整体组装后再固化,具体包括:

步骤1:通过中间预制体成型工装成型中间预制体,所述中间预制体成型工装包括两个“L形”侧板和成型底板,所述“L”形侧板包括竖直面和水平面,截面为“L”形且存在一定倒角;

步骤2:通过长桁成型工装结合蒙皮成型工装成型壁板结构,

其中,所述步骤1具体包括:

步骤11:在预制体成型底板上反向放置两个“L形”侧板,使得在两个“L形”侧板的竖直面之间形成中间预制体的插入空间;

步骤12:将中间插层及捻子条根据需要进行组合,放入所述插入空间后,整体组合封装;

步骤13:利用真空辅助材料真空封装步骤12整体组合封装后的铺层组合;

步骤14:将真空封装后的铺层组合在给定温度压力下完成固化成型,去除中间预制体成型工装进行脱模,形成中间预制体,

其中,所述步骤2具体包括:

步骤21:在蒙皮成型工装上铺叠蒙皮铺层;

步骤22:利用长桁成型工装分别完成所有长桁铺层;

步骤23:将已完成的长桁铺层与中间预制体组合后整体放置于蒙皮铺层上形成壁板铺层结构,其中中间预制体通过定位部件与蒙皮成型工装间进行定位;

步骤24:利用真空辅助材料完成上述壁板铺层结构真空封装;

步骤25:将上述壁板铺层结构在给定温度压力下完成共固化成型,去除长桁成型工装和蒙皮成型工装进行脱模。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述倒角取值为3mm-5mm;所述预制体成型底板为矩形平直板。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述真空辅助材料包括但不限于隔离膜、透气毡、真空袋。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述长桁成型工装包括“L”型及“U”型结构。

5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述蒙皮成型工装为矩形平直板,所述蒙皮成型工装上长桁腹板所在两个边侧对称设置有多个定位部件,用于对中间预制体进行定位。

6. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述定位部件为夹持单元或定位槽。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,当所述定位部件为定位槽时,分别在所述蒙皮成型工装净尺寸线之外,长桁占位线两侧设置长方形及三角形的凸起块,中间预制体相应位置为对应形状的凹陷区。

8. 一种“U”型长桁壁板整体成型工装,其特征在于,所述“U”型长桁壁板整体成型工装用于根据权利要求1至7中任一项所述的方法,包括:

中间预制体成型工装,所述中间预制体成型工装用于预先形成中间预制体,包括两个“L形”侧板和成型底板;

长桁成型工装,所述长桁成型工装用于形成长桁,且包括“L”型及“U”型结构;  
蒙皮成型工装,所述蒙皮成型工装用于对覆盖其上的蒙皮铺层进行成型处理,且为矩形平直板,  
其中,所述蒙皮成型工装设置有多组对称设置的中间预制体定位部件。

## 复合材料“U”型长桁壁板整体成型方法及其工装

### 技术领域

[0001] 本发明属于航空制造技术领域,具体涉及一种复合材料“U”型长桁壁板整体成型方法及其工装。

### 背景技术

[0002] 飞机复合材料“U”型长桁壁板结构作为一种新型的加筋壁板构型,其长桁底部铺层与蒙皮完全贴合,获得远远大于“T”型长桁加筋壁板的胶接面积,有效地避免了由于长桁脱胶而影响到整个壁板结构的问题,且可采用共固化或共胶接的工艺完成壁板结构的整体固化成型。

[0003] 在“U”型长桁壁板结构成型过程中,成型工装对于有效传递外加压力、控制分层及孔隙缺陷、保证长桁定位准确及尺寸精度至关重要,尤其是长桁结构预成型及固化工装。

[0004] 根据专利数据库检索的结果来看,复合材料“U”型长桁壁板成型涉及专利较多,其中包括空客公司相关的大量同族专利。

[0005] CN201610210307.3公开了“一种无芯模的U形单元加筋壁板热压罐整体成型方法”,主要涉及一种无芯模的U型单元加筋壁板热压罐整体成型方法,适用于无芯模无中间插层及捻子条的特定壁板组成结构,对于成型工装没有涉及。发明名称为“Process of manufacturing composite panels with U-shaped stiffening members”的专利US 11/364,494,发明名称为“Self-stiffened panels of preimpregnated composite and manufacturing process for components of such panels”的专利US 10/992,221,以及发明名称为“Method for producing panels of composite materials with U-shaped stiffening elements”的专利EP1972427B1同属于空客公司申请同族专利,涉及U型长桁加筋壁板构型共固化整体成型方法,包括含中间插层两种结构,没有涉及长桁与蒙皮间定位装置。CN103950209A公开的“U”型复合材料长桁毛坯预成型装置及方法”主要涉及铺层预压成型过程,没有提及加筋壁板整体固化的内容。

### 发明内容

[0006] 为了解决以上问题,本专利涉及一种飞机复合材料“U”型长桁壁板整体成型工艺方法及其成型工装,在保证长桁中间插层及捻子条填充区域成型质量有效控制的同时;简化了长桁腹板装配定位过程,并保证了中间预制体与蒙皮相对位置的精准控制,从而确保了长桁腹板的定位准确及尺寸精度控制,所提出的成型工艺方法及其工装可以适用于多种复合材料加筋壁板结构,提高了复合材料制件结构成型质量。

[0007] 根据本发明的第一方面,提供一种“U”型长桁壁板整体成型方法,所述方法采用分步骤整体组装后再固化,具体包括:

[0008] 步骤1:通过中间预制体成型工装成型中间预制体;

[0009] 步骤2:通过长桁成型工装结合蒙皮成型工装成型壁板结构。

[0010] 进一步的,所述中间预制体成型工装包括两个“L”形侧板和成型底板,所述“L”形

侧板包括竖直面和水平面,截面为“L”形且存在一定倒角;所述预制体成型底板为矩形平直板,所述倒角取值为3mm-5mm。

[0011] 进一步的,所述步骤1具体包括:

[0012] 步骤11:在预制体成型底板上反向放置两个“L”形侧板,使得在两个“L”形侧板的竖直面之间形成中间预制体的插入空间;

[0013] 步骤12:将中间插层及捻子条根据需要进行组合,放入所述插入空间后,整体组合封装;

[0014] 步骤13:利用真空辅助材料完成上述铺层组合真空封装;

[0015] 步骤14:将上述铺层组合真空封装后在给定温度压力下完成固化成型,去除中间预制体成型工装进行脱模,形成中间预制体。

[0016] 进一步的,所述真空辅助材料包括但不限于隔离膜、透气毡、真空袋。

[0017] 进一步的,所述给定温度压力为120℃-180℃,0.5MPa-0.8MPa。

[0018] 进一步的,所述中间预制体为I型中间预制体,包括一组沿长桁腹板插层及两组小三角捻子条填充。

[0019] 进一步的,所述中间预制体为II型中间预制体,包括两组沿长桁腹板插层及一组大三角捻子条填充。

[0020] 进一步的,所述中间预制体为III型中间预制体,包括两组沿长桁腹板插层及一组梯形捻子条填充。

[0021] 进一步的,所述中间预制体为IV型中间预制体,包括一组大三角捻子条填充。

[0022] 进一步的,所述中间预制体为V型中间预制体,包括一组沿长桁腹板插层及一组梯形捻子条填充。

[0023] 进一步的,所述长桁成型工装包括“L”型及“U”型结构。

[0024] 进一步的,所述蒙皮成型工装为矩形平直板,所述蒙皮成型工装上长桁腹板所在两个边侧对称设置多个定位部件,用于对中间预制体进行定位。

[0025] 进一步的,所述定位部件为夹持单元或定位槽。

[0026] 进一步的,当所述定位部件为定位槽时,当所述定位部件为定位槽时,分别在所述蒙皮成型工装净尺寸线之外,长桁占位线两侧设置长方形及三角形的凸起块,中间预制体相应位置为对应形状的凹陷区。

[0027] 进一步的,所述步骤2具体包括:

[0028] 步骤21:在蒙皮成型工装上铺叠蒙皮铺层;

[0029] 步骤22:利用长桁成型工装分别完成所有长桁铺层;

[0030] 步骤23:将已完成的长桁铺层与中间预制体组合后整体放置于蒙皮铺层上形成壁板铺层结构,其中中间预制体通过定位部件与蒙皮成型工装间进行定位;

[0031] 步骤24:利用真空辅助材料完成上述壁板铺层结构真空封装;

[0032] 步骤25:将上述壁板铺层结构在给定温度压力下完成共固化成型,去除长桁成型工装和蒙皮成型工装进行脱模。

[0033] 进一步的,所述真空辅助材料包括但不限于隔离膜、透气毡、真空袋。

[0034] 根据本发明的第二方面,提供一种“U”型长桁壁板整体成型工装,包括:

[0035] 中间预制体成型工装,所述中间预制体成型工装用于预先形成中间预制体,包括

两个“L形”侧板和成型底板；

[0036] 长桁成型工装,所述长桁成型工装用于形成长桁,且包括“L”型及“U”型结构;

[0037] 蒙皮成型工装,所述蒙皮成型工装用于对覆盖其上的蒙皮铺层进行成型处理,且为矩形平直板,

[0038] 其中,所述蒙皮成型工装设置有多组对称设置的中间预制体定位部件。

[0039] 本发明的有益效果:

[0040] 1) “U”型长桁壁板整体结构采用分步骤整体固化过程,其中长桁中间插层及捻子条填充区域整体组合预先固化成型为中间预制体,而后与长桁铺层及蒙皮铺层整体组合后整体胶接共固化成型,有效确保了“U”型长桁拐角区域成型质量,防止出现分层、褶皱、夹杂及孔隙缺陷问题;

[0041] 2) “U”型长桁壁板结构成型工装上预留的预制体定位部件,利用该结构简化了长桁腹板装配定位过程,保证了中间预制体与蒙皮相对位置的精准控制,从而确保了长桁腹板的定位准确及尺寸精度控制,避免了传统方法中两侧单元铺层由铺叠模取下后需要重新定位与组合,精度不易保证,工序长且繁琐的问题。

## 附图说明

[0042] 图1示出根据本发明技术方案的“U”型长桁壁板整体成型方法流程图;

[0043] 图2示出I型中间预制体及成型工装示意图;

[0044] 图3示出II型中间预制体及成型工装示意图;

[0045] 图4示出III型中间预制体及成型工装示意图;

[0046] 图5示出IV型中间预制体及成型工装示意图;

[0047] 图6示出V型中间预制体及成型工装示意图;

[0048] 图7示出“U”型长桁壁板整体组装及成型工装示意图;

[0049] 图8示出长桁铺层定位示意图。

## 具体实施方式

[0050] 为了使本发明的目的,技术方案及优点更加清楚明白,一下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细描述。应当理解,此处描述的具体实施例仅仅用于本发明,并不限定本发明。

[0051] 相反,本发明涵盖任何由权利要求定义的本发明的精髓和范围上做的代替、修改、等效方法以及方案。进一步,为了使公众对本发明还有更好的了解,在下文对本发明的细节描述中,详尽描述了一些特定结构的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完成理解本发明。

[0052] 本发明涉及一种飞机复合材料“U”型长桁壁板整体成型工艺方案及其成型工装,在保证“U”型长桁定位准确的同时,确保了长桁中间插层及R角区域铺层质量有效控制,可以用于“U”型长桁加筋壁板共胶接整体成型,有效简化工艺控制流程,所提出的成型工装可以适用于多种“U”型长桁结构组合,提高了复合材料制件结构成型质量。

[0053] 如图1所示,根据本发明的“U”型长桁壁板整体成型方法采用分步骤整体组装后再固化,具体包括:

- [0054] 步骤(a):通过中间预制体成型工装成型中间预制体;
- [0055] 步骤(b):通过长桁成型工装结合蒙皮成型工装成型壁板结构。
- [0056] 如图2至图6所示,中间预制体成型工装6包括两个“L形”侧板和成型底板,所述“L”形侧板包括竖直面和水平面,截面为“L”形且存在一定倒角;所述预制体成型底板为矩形平直板,所述倒角取值为3mm-5mm。
- [0057] 以上步骤(a)具体包括:
- [0058] 在预制体成型底板上反向放置两个“L形”侧板,使得在两个“L形”侧板的竖直面之间形成中间预制体1的插入空间;
- [0059] 将中间插层及捻子条根据需要进行组合,放入所述插入空间后,整体组合封装;
- [0060] 利用真空辅助材料完成上述铺层组合真空封装;
- [0061] 将上述铺层组合封装在120℃-180℃,0.5MPa-0.8MPa的给定温度压力下完成固化成型过程,去除中间预制体成型工装进行脱模,形成中间预制体1。
- [0062] 如图7所示,长桁成型工装3包括“L”型及“U”型结构。蒙皮成型工装5为矩形平直板,蒙皮成型工装5上长桁腹板定位所在两个边侧对称设置有多个定位部件用于对中间预制体的位置,用于对中间预制体进行定位。该定位部件为夹持单元或定位槽。图7示出了采用定位槽的实施例,当所述定位部件为预制体定位槽7时,分别在所述蒙皮成型工装净尺寸线之外,长桁占位线两侧设置长方形及三角形的凸起块,中间预制体相应位置为对应形状的凹陷区。
- [0063] 利用该结构简化了长桁腹板装配定位过程,保证了中间预制体与蒙皮相对位置的精准控制,从而确保了长桁腹板的定位准确及尺寸精度控制,避免了传统方法中两侧单元铺层由铺叠模取下后需要重新定位与组合,精度不易保证,工序长且繁琐的问题。
- [0064] 以上步骤(b)具体包括:
- [0065] 在蒙皮成型工装5上铺叠蒙皮铺层4;
- [0066] 利用长桁成型工装3分别完成所有长桁铺层2;
- [0067] 将已完成的长桁铺层2与中间预制体1组合后整体放置于蒙皮铺层4上形成壁板结构,其中中间预制体1通过定位部件与蒙皮成型工装5间进行定位;
- [0068] 利用真空辅助材料完成上述壁板铺层结构真空封装;
- [0069] 将上述壁板铺层结构在给定温度压力下完成共固化成型,去除长桁成型工装3和蒙皮成型工装5进行脱模。
- [0070] 根据本发明的“U”型长桁壁板整体成型工装,包括:
- [0071] 中间预制体成型工装6,用于预先成型中间预制体;
- [0072] 长桁成型工装3,用于成型长桁;
- [0073] 蒙皮成型工装5,用于对覆盖其上的蒙皮铺层进行成型处理,
- [0074] 其中,蒙皮成型工装5设置有多个定位部件,用于对中间预制体的位置进行定位。
- [0075] 实施例
- [0076] 本发明共涉及5种中间预制体结构,不同构型中间预制体及成型工装如图2~图6所示。预制体成型过程将预成型的中间插层及捻子条根据需要进行组合,而后利用给定成型工装整体组合封装后,在给定温度压力下完成固化成型过程。
- [0077] 如图2所示,I型中间预制体,包括一组沿长桁腹板插层及两组小三角捻子条填充。

[0078] 如图3所示,II型中间预制体,包括两组沿长桁腹板插层及一组大三角捻子条填充。

[0079] 如图4所示,III型中间预制体,包括两组沿长桁腹板插层及一组梯形捻子条填充。

[0080] 如图5所示,IV型中间预制体,包括一组大三角捻子条填充。

[0081] 如图6所示,V型中间预制体,包括一组沿长桁腹板插层及一组梯形捻子条填充。

[0082] 利用图7所示壁板成型工装完成“U”型长桁铺叠成型及单元组合后,根据设计需要放入已固化的中间预制体,完成壁板结构整体组装成型。

[0083] 图8示出了长桁铺层定位示意图。如图8所示,“U”型长桁组装过程中,在已完成铺叠的蒙皮铺层上面放置已固化中间预制体及长桁铺层,同时利用图7所示蒙皮成型工装预先设置的预制体定位槽7完成所需长桁预制体与蒙皮铺层件相对位置的精准控制,从而确保了长桁腹板的定位准确及尺寸精度控制。

[0084] 相对于现有技术,本发明主要技术优点分析如下:

[0085] 1. 现有技术方案多为整体共固化成型,湿态预浸料铺叠过程中难以保证长桁腹板三角区域铺层与模具面的充分贴合和压实,以及长桁腹板三角区域捻子条填充区域纤维充分压实及均匀分布,最终容易出现壁板长桁分层及孔隙缺陷,影响产品质量。本申请技术方案采用长桁中间预制体预先固化成型,而后整体胶接成型的工艺方案,有效确保了“U”型长桁拐角区域成型质量,防止出现分层、褶皱、夹杂及孔隙缺陷问题。

[0086] 2. 现有技术方案中复合材料加筋壁板固化过程中,两侧长桁单元铺层由铺叠工装模取下转移到固化工装后需要重新定位与组合,精度不易保证,工序繁琐且影响长桁轴线定位精准度,容易出现长桁轴线度及直线度不满足要求的情况。本申请技术方案通过成型工装上定位部件的设置保证了中间预制体与蒙皮相对位置的精准控制,从而确保了长桁腹板的定位准确及壁板结构整体尺寸精度控制。

[0087] 本文虽然已经给出了本发明的实施例,但是本领域的技术人员应当理解,在不脱离本发明精神的情况下,可以对本文的实施例进行改变。上述实施例只是示例性的,不应以本文的实施例作为本发明权利范围的限定。

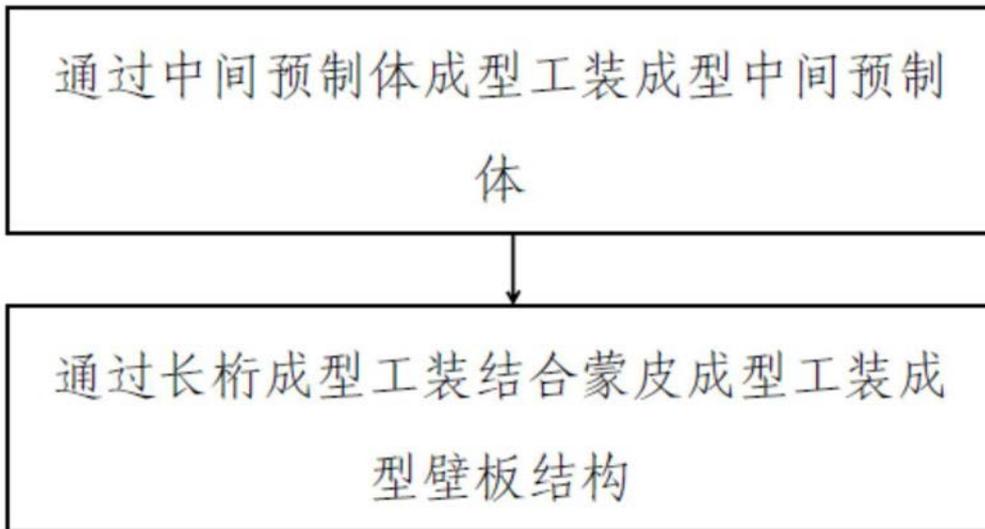


图1

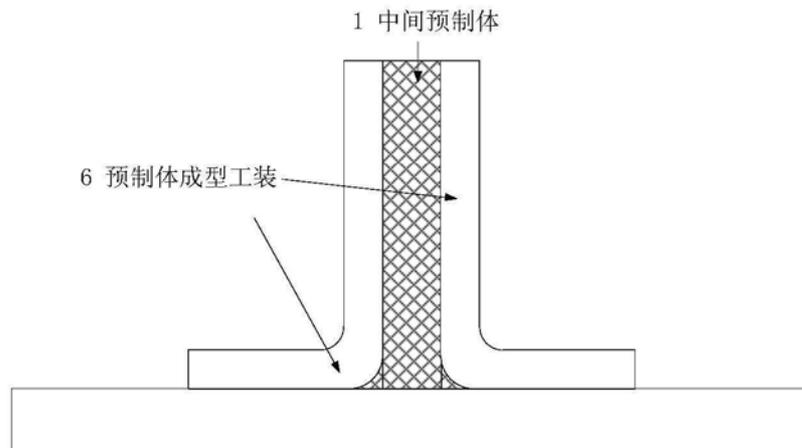


图2

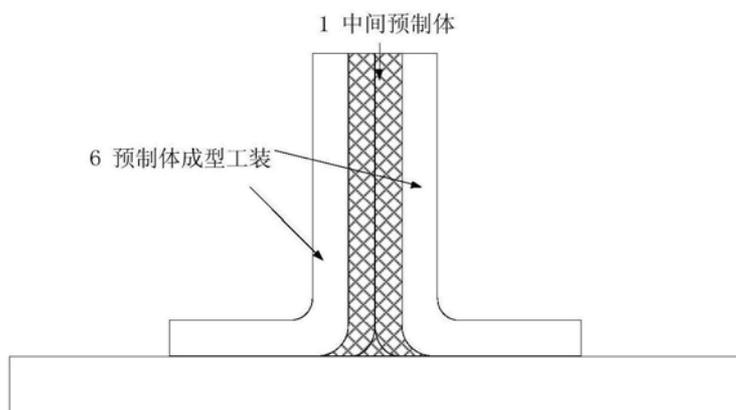


图3

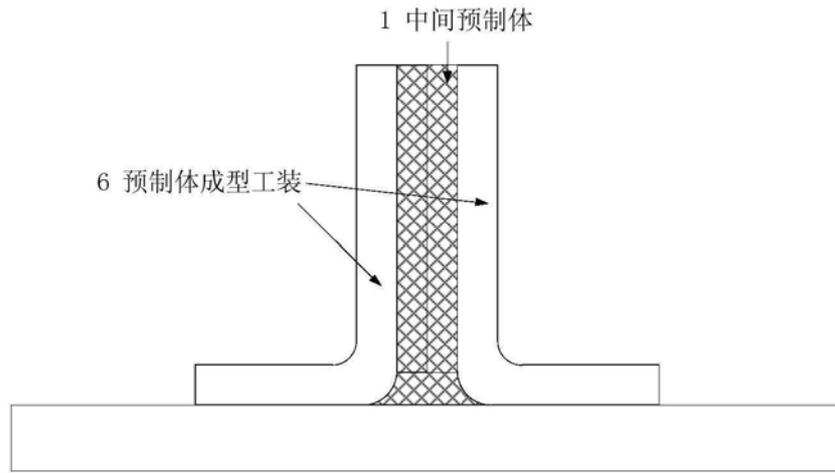


图4

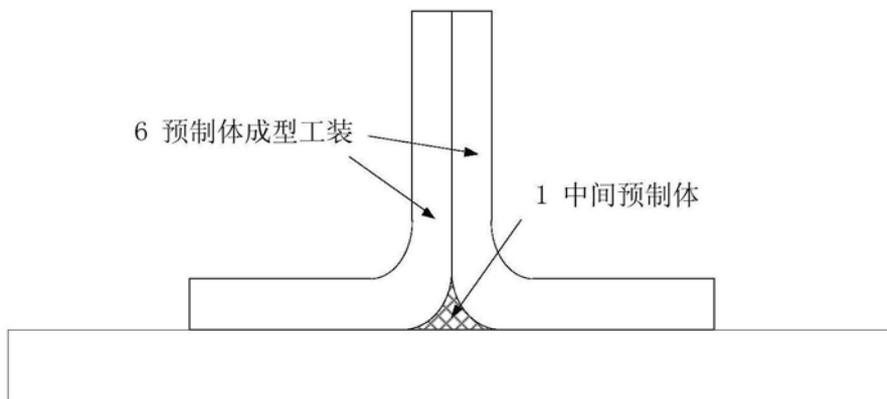


图5

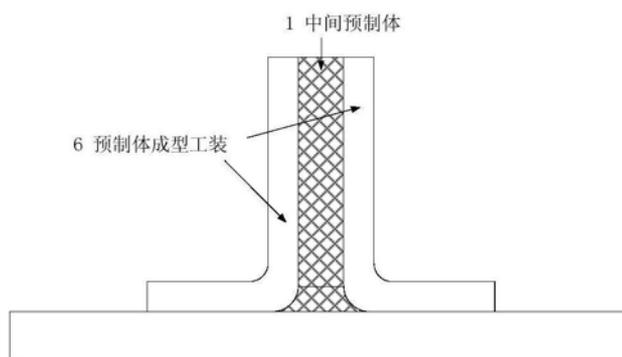


图6

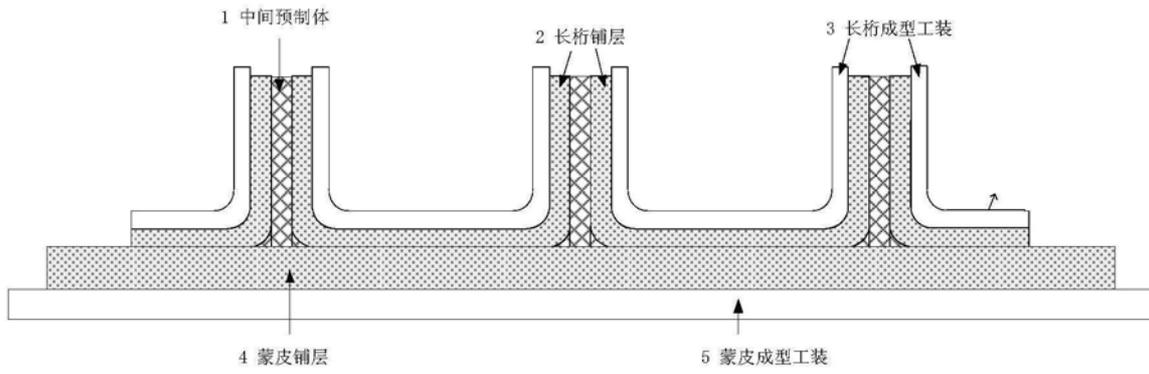


图7

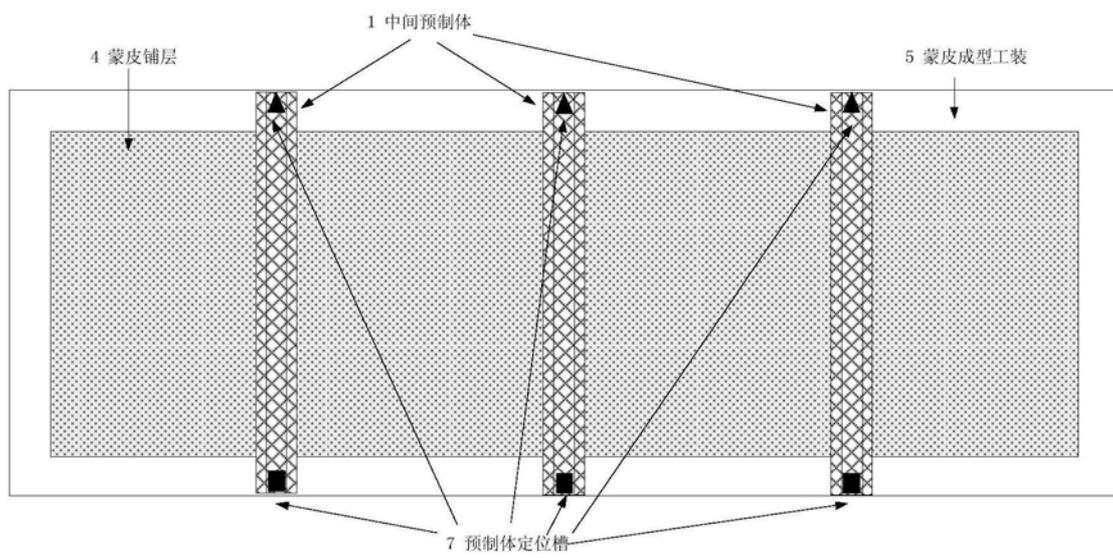


图8