



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103950211 B

(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201410086758.1

(22)申请日 2014.03.11

(73)专利权人 中航复合材料有限责任公司

地址 101300 北京市顺义区双河大街66号  
中航国际工贸园507

(72)发明人 田宏伟 薛向晨 梁宪珠 谢富原

(74)专利代理机构 中国航空专利中心 11008

代理人 梁瑞林

(51)Int.Cl.

B29C 70/54(2006.01)

B29C 70/34(2006.01)

审查员 王芳

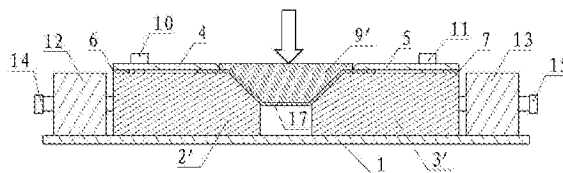
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

## (54)发明名称

一种帽形复合材料长桁毛坯的成型工装及成型方法

## (57)摘要

本发明属于复合材料成型技术,涉及对帽形复合材料长桁毛坯成型装置及成型方法的改进。本发明的成型装置由下模和上模[9]组成;下模由平台[1]、左侧下模[2]、右侧下模[3]、左压块[4]、右压块[5]、左垫块[6]、右垫块[7]、左螺栓[10]、右螺栓[11]、左挡块[12]、右挡块[13]、左定位螺栓[14]和右定位螺栓[15]组成。本发明的成型步骤是:铺叠预浸料平面毛坯[8];确定左侧下模[2]和右侧下模[3]之间的间距W1;组装;加载。本发明提高了铺叠效率,保证了产品的质量和精度。



1. 一种帽形复合材料长桁毛坯的成型工装,所成型的帽形复合材料长桁毛坯[17]的结构是:它的截面形状为帽形,该帽形复合材料长桁毛坯[17]由帽顶[17a]和帽腰[17b]以及两侧的帽缘[17c]组成,厚度为 $\delta$ ,长度为 $s$ ,帽顶[17a]的宽度为 $L1$ ,帽腰[17b]的宽度为 $L2$ ,帽缘[17c]的宽度为 $L3$ ;帽腰[17b]的内侧面与帽顶[17a]的内侧面连接处的过渡圆弧半径为 $r$ ;帽腰[17b]的外侧面与帽缘[17c]的外侧面连接处的过渡圆弧半径为 $r$ ,帽腰[17b]和帽缘[17c]的夹角以及帽腰[17b]和帽顶[17a]的夹角均为 $\alpha$ ;该帽形复合材料长桁毛坯的成型工装由下模和上模[9]组成;下模由平台[1]、左侧下模[2]、右侧下模[3]、左压块[4]、右压块[5]、左垫块[6]、右垫块[7]、左螺栓[10]、右螺栓[11]、左挡块[12]、右挡块[13]、左定位螺栓[14]和右定位螺栓[15]组成;左侧下模[2]和右侧下模[3]的横截面为尺寸相同的梯形,左侧下模[2]的右侧斜面和右侧下模[3]的左侧斜面是帽腰[17b]的成型面,左侧下模[2]和右侧下模[3]的上表面是帽缘[17c]下表面的成型面,左侧下模[2]的右侧斜面与上表面之间的过渡圆弧半径为 $r$ ,右侧下模[3]的左侧斜面与上表面之间的过渡圆弧半径为 $r$ ;左侧下模[2]的右侧斜面与上表面之间的夹角为 $\alpha$ ,右侧下模[3]的左侧斜面与上表面之间的夹角为 $\alpha$ ;左侧下模[2]和右侧下模[3]的高度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯[17]的高度,左侧下模[2]和右侧下模[3]的宽度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯[17]的帽缘[17c]的宽度,左侧下模[2]和右侧下模[3]的长度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯[17]的长度;左垫块[6]是与左侧下模[2]长度相等的矩形板,右垫块[7]是与右侧下模[3]的长度相等的矩形板,左垫块[6]和右垫块[7]的厚度为 $\delta$ ,左垫块[6]位于左侧下模[2]上表面的左端,右垫块[7]位于右侧下模[3]上表面的右端;左压块[4]是与左侧下模[2]长度相等的矩形板,左压块[4]压在左垫块[6]和预浸料平面毛坯[8]的上表面上,通过左螺栓[10]将左压块[4]压紧;右压块[5]是与右侧下模[3]长度相等的矩形板,右压块[5]压在右垫块[7]和预浸料平面毛坯[8]的上表面上,通过右螺栓[11]将右压块[5]压紧;上模[9]的长度等于左侧下模[2]的长度,上模[9]的截面为帽形,上模[9]的下表面为帽顶[17a]上表面的成型面,上模[9]的左侧斜面为帽腰[17b]左侧的成型面,上模[9]的右侧斜面为帽腰[17b]右侧的成型面,上模[9]的上部下表面为帽缘[17c]的成型面,上模[9]的右侧面为右侧立板[16b]左侧面的成型面;上模[9]左侧面和下表面之间以及右侧面和下表面之间的圆弧半径为 $r$ ;上模[9]的左侧斜面与下表面和上表面之间的夹角均为 $\alpha$ ;上模[9]的左侧斜面和右侧斜面与下表面的过渡圆弧半径为 $r$ ,上模[9]的左侧斜面和右侧斜面与上表面的过渡圆弧半径为 $r+\delta$ ,单位均为mm。

2. 一种帽形复合材料长桁毛坯的成型方法,其特征在于:使用如权利要求1所述的成型工装进行成型,成型的步骤是:

2.1、铺叠预浸料平面毛坯[8]:根据帽形复合材料长桁毛坯[17]的尺寸,计算预浸料平面毛坯[8]的尺寸,计算方法是:预浸料平面毛坯[8]的长度 $a$ 等于帽形复合材料长桁毛坯[17]的长度 $s$ ,预浸料平面毛坯[8]的宽度 $b=L1+2L2+2L3+2\alpha r+\alpha\delta$ ,然后在平面上铺叠矩形预浸料平面毛坯[8];

2.2、确定左侧下模[2]和右侧下模[3]之间的间距 $W1$ :

$$W1=L1+(r+\delta)\times\text{ctg}\alpha/2\times(1+\sin\alpha);$$

2.3、组装:将平台[1]固定在下工作台上,将左侧下模[2]、右侧下模[3]放置在左挡块[12]、右挡块[13]之间,旋转左挡块[12]、右挡块[13]上的左定位螺栓[14]和右定位螺栓

[15],使得左侧下模[2]和右侧下模[3]之间的间距为 $W_1$ ,将预浸料平面毛坯[8]放于左侧下模[2]和右侧下模[3]之上;放置左垫块[6]、右垫块[7]于左侧下模[2]、右侧下模[3]上表面外侧;安装左压块[4]、右压块[5]于预浸料平面毛坯[8]与左垫块[6]、右垫块[7]上;利用左螺栓[10]、右螺栓[11]将左压块[4]、右压块[5]固定;将上模[9]安装在上工作台的压力机上,并将上模[9]和下模对正;

2.4、加载:操纵压力机的上工作台竖直向下运动,运动速率为 $0.1\text{mm/秒}\sim 0.5\text{mm/秒}$ ,使上模[9]逐渐进入左侧下模[2]和右侧下模[3]之间的空腔内,直至上模[9]完全与预浸料毛坯贴合为止,使预浸料平面毛坯[8]成型为帽形复合材料长桁毛坯[17]。

## 一种帽形复合材料长桁毛坯的成型工装及成型方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于复合材料成型技术,涉及对帽形复合材料长桁毛坯成型装置及成型方法的改进。

### 背景技术

[0002] 目前大部分帽形复合材料长桁毛坯的成型方法是采用手工方法在模具上一层一层铺叠。具体方法是先准备好铺叠模然后将单层的预浸料铺在模具上。铺叠中铺层遇到拐角时需要用熨斗或其他加热的手段将层与层贴实,铺层间容易裹入气泡。另外,对于每一个折角处,都是单独铺叠,铺叠的质量无法保证一致。所以,为了克服铺叠过程中出现的褶皱或者铺层之间不贴和的情况,需要耗费大量的时间,造成了效率低同时铺叠质量还不容易保证。手工铺叠的方式对于尺寸较短的长桁,有质量一致性较差,铺叠所消耗时间较长等缺点,对于长度较长,由于铺叠角度等难以控制,且需要大量人力资源,手工铺叠的方式很难完成。这就需要一种在质量一致性和效率上以及铺叠难度等方面都强于手工铺叠的成形方式。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是:提出一种改进的帽形复合材料长桁毛坯成型装置及成型方法,以便提高铺叠效率,保证产品的质量和精度。

[0004] 本发明的技术方案是:一种帽形复合材料长桁毛坯的成型工装,所成型的帽形复合材料长桁毛坯17的结构是:它的截面形状为帽形,该帽形复合材料长桁毛坯17由帽顶17a和帽腰17b以及两侧的帽缘17c组成,厚度为 $\delta$ ,长度为 $s$ ,帽顶17a的宽度为 $L_1$ ,帽腰17b的宽度为 $L_2$ ,帽缘17c的宽度为 $L_3$ ;帽腰17b的内侧面与帽顶17a的内侧面连接处的过渡圆弧半径为 $r$ ;帽腰17b的外侧面与帽缘17c的外侧面连接处的过渡圆弧半径为 $r$ ,帽腰17b和帽缘17c的夹角以及帽腰17b和帽顶17a的夹角均为 $\alpha$ ;该帽形复合材料长桁毛坯的成型工装由下模和上模9组成;下模由平台1、左侧下模2、右侧下模3、左压块4、右压块5、左垫块6、右垫块7、左螺栓10、右螺栓11、左挡块12、右挡块13、左定位螺栓14和右定位螺栓15组成;左侧下模2和右侧下模3的横截面为尺寸相同的梯形,左侧下模2的右侧斜面和右侧下模3的左侧斜面是帽腰17b的成型面,左侧下模2和右侧下模3的上表面是帽缘17c下表面的成型面,左侧下模2的右侧斜面与上表面之间的过渡圆弧半径为 $r$ ,右侧下模3的左侧斜面与上表面之间的过渡圆弧半径为 $r$ ;左侧下模2的右侧斜面与上表面之间的夹角为 $\alpha$ ,右侧下模3的左侧斜面与上表面之间的夹角为 $\alpha$ ;左侧下模2和右侧下模3的高度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的高度,左侧下模2和右侧下模3的宽度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的帽缘17c的宽度,左侧下模2和右侧下模3的长度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的长度;左垫块6是与左侧下模2长度相等的矩形板,右垫块7是与右侧下模3的长度相等的矩形板,左垫块6和右垫块7的厚度为 $\delta$ ,左垫块6位于左侧下模2上表面的左端,右垫块7位于右侧下模3上表面的右端;左压块4是与左侧下模2长度相等的矩形板,左压块4压在左垫块6和预

浸料平面毛坯8的上表面上,通过左螺栓10将左压块4压紧;右压块5是与右侧下模3长度相等的矩形板,右压块5压在右垫块7和预浸料平面毛坯8的上表面上,通过右螺栓11将右压块5压紧;上模9的长度等于左侧下模2的长度,上模9的截面为帽形,上模9的下表面为帽底17a上表面的成型面,上模9的左侧斜面为左侧帽腰17b的成型面,上模9的右侧斜面为右侧帽腰17b的成型面,上模9的上部下表面为帽缘17c的成型面,上模9的右侧面为右侧立板16b左侧面的成型面;上模9左侧面和下表面之间以及右侧面和下表面之间的圆弧半径为 $r$ ;上模9的左侧斜面与下表面和上表面之间的夹角均为 $\alpha$ ;上模9的左侧斜面和右侧斜面与下表面的过渡圆弧半径为 $r$ ,上模9的左侧斜面和右侧斜面与上表面的过渡圆弧半径为 $r+\delta$ ,单位均为mm。

[0005] 一种帽形复合材料长桁毛坯的成型方法,其特征在于:使用如上面所述的成型工装进行成型,成型的步骤是:

[0006] 1、铺叠预浸料平面毛坯8:根据帽形复合材料长桁毛坯17的尺寸,计算预浸料平面毛坯8的尺寸,计算方法是:平面毛坯8的长度 $a$ 等于长桁毛坯17的长度 $s$ ,平面毛坯8的宽度 $b=L_1+2L_2+2L_3+2ar+\alpha\delta$ ,然后在平面上铺叠矩形预浸料平面毛坯8;

[0007] 2、确定左侧下模2和右侧下模3之间的间距 $W_1$ :

[0008]  $W_1=L_1+(r+\delta)\times\text{ctg}\alpha/2\times(1+\sin\alpha)$ ;

[0009] 3、组装:将平台1固定在下工作台上,将左侧下模2、右侧下模3放置在左挡块12、右挡块13之间,旋转左挡块12、右挡块13上的左定位螺栓14和右定位螺栓15,使得左侧下模2和右侧下模3之间的间距为 $W_1$ ,将平面预浸料毛坯8放于左侧下模2和右侧下模3之上;放置左垫块6、右垫块7于左侧下模2、右侧下模3上表面外侧;安装左压块4、右压块5于平面预浸料毛坯8与左垫块6、右垫块7上;利用左螺栓10、右螺栓11将左压块4、右压块5固定;将上模9安装在上工作台的压力机上,并将上模9和下模对正;

[0010] 4、加载:操纵压力机的上工作台竖直向下运动,运动速率为 $0.1\text{mm}/\text{秒}\sim 0.5\text{mm}/\text{秒}$ ,使上模9逐渐进入左侧下模2和右侧下模3之间的空腔内,直至上模9完全与预浸料毛坯贴合为止,使平面毛坯8成型为帽形毛坯17。

[0011] 本发明的优点是:提出了一种改进的帽形复合材料长桁毛坯成型装置及成型方法,提高了铺叠效率,保证了产品的质量和精度。

## 附图说明

[0012] 图1是帽形复合材料长桁毛坯的结构示意图。

[0013] 图2是帽形复合材料长桁毛坯成型工装的结构示意图,图中的状态是加载前的状态。

[0014] 图3是帽形复合材料长桁毛坯的成型过程的示意图,图中的状态是加载完毕的状态。

## 具体实施方式

[0015] 下面对本发明做进一步详细说明。参见图1至图3,一种帽形复合材料长桁毛坯的成型工装,所成型的帽形复合材料长桁毛坯17的结构是:它的截面形状为帽形,该帽形复合材料长桁毛坯17由帽顶17a和帽腰17b以及两侧的帽缘17c组成,厚度为 $\delta$ ,长度为 $s$ ,帽顶17a

的宽度为L1,帽腰17b的宽度为L2,帽缘17c的宽度为L3;帽腰17b的内侧面与帽顶17a的内侧面连接处的过渡圆弧半径为r;帽腰17b的外侧面与帽缘17c的外侧面连接处的过渡圆弧半径为r,帽腰17b和帽缘17c的夹角以及帽腰17b和帽顶17a的夹角均为 $\alpha$ ;该帽形复合材料长桁毛坯的成型工装由下模和上模9组成;下模由平台1、左侧下模2、右侧下模3、左压块4、右压块5、左垫块6、右垫块7、左螺栓10、右螺栓11、左挡块12、右挡块13、左定位螺栓14和右定位螺栓15组成;左侧下模2和右侧下模3的横截面为尺寸相同的梯形,左侧下模2的右侧斜面和右侧下模3的左侧斜面是帽腰17b的成型面,左侧下模2和右侧下模3的上表面是帽缘17c下表面的成型面,左侧下模2的右侧斜面与上表面之间的过渡圆弧半径为r,右侧下模3的左侧斜面与上表面之间的过渡圆弧半径为r;左侧下模2的右侧斜面与上表面之间的夹角为 $\alpha$ ,右侧下模3的左侧斜面与上表面之间的夹角为 $\alpha$ ;左侧下模2和右侧下模3的高度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的高度,左侧下模2和右侧下模3的宽度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的帽缘17c的宽度,左侧下模2和右侧下模3的长度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的长度;左垫块6是与左侧下模2长度相等的矩形板,右垫块7是与右侧下模3的长度相等的矩形板,左垫块6和右垫块7的厚度为 $\delta$ ,左垫块6位于左侧下模2上表面的左端,右垫块7位于右侧下模3上表面的右端;左压块4是与左侧下模2长度相等的矩形板,左压块4压在左垫块6和预浸料平面毛坯8的上表面上,通过左螺栓10将左压块4压紧;右压块5是与右侧下模3长度相等的矩形板,右压块5压在右垫块7和预浸料平面毛坯8的上表面上,通过右螺栓11将右压块5压紧;上模9的长度等于左侧下模2的长度,上模9的截面为帽形,上模9的下表面为帽底17a上表面的成型面,上模9的左侧斜面为左侧帽腰17b的成型面,上模9的右侧斜面为右侧帽腰17b的成型面,上模9的上部下表面为帽缘17c的成型面,上模9的右侧面为右侧立板16b左侧面的成型面;上模9左侧面和下表面之间以及右侧面和下表面之间的圆弧半径为r;上模9的左侧斜面与下表面和上表面之间的夹角均为 $\alpha$ ;上模9的左侧斜面和右侧斜面与下表面的过渡圆弧半径为r,上模9的左侧斜面和右侧斜面与上表面的过渡圆弧半径为 $r+\delta$ ,单位均为mm。

[0016] 一种帽形复合材料长桁毛坯的成型方法,其特征在于:使用如上面所述的成型工装进行成型,成型的步骤是:

[0017] 1、铺叠预浸料平面毛坯8:根据帽形复合材料长桁毛坯17的尺寸,计算预浸料平面毛坯8的尺寸,计算方法是:平面毛坯8的长度a等于长桁毛坯17的长度s,平面毛坯8的宽度 $b=L1+2L2+2L3+2ar+a\delta$ ,然后在平面上铺叠矩形预浸料平面毛坯8;

[0018] 2、确定左侧下模2和右侧下模3之间的间距W1:

[0019]  $W1=L1+(r+\delta)\times ctg\alpha/2\times(1+\sin\alpha)$ ;

[0020] 3、组装:将平台1固定在下工作台上,将左侧下模2、右侧下模3放置在左挡块12、右挡块13之间,旋转左挡块12、右挡块13上的左定位螺栓14和右定位螺栓15,使得左侧下模2和右侧下模3之间的间距为W1,将平面预浸料毛坯8放于左侧下模2和右侧下模3之上;放置左垫块6、右垫块7于左侧下模2、右侧下模3上表面外侧;安装左压块4、右压块5于平面预浸料毛坯8与左垫块6、右垫块7上;利用左螺栓10、右螺栓11将左压块4、右压块5固定;将上模9安装在上工作台的压力机上,并将上模9和下模对正;

[0021] 4、加载:操纵压力机的上工作台竖直向下运动,运动速率为0.1mm/秒~0.5mm/秒,使上模9逐渐进入左侧下模2和右侧下模3之间的空腔内,直至上模9完全与预浸料毛坯贴合

为止,使平面毛坯8成型为帽形毛坯17。

[0022] 实施例1

[0023] 一种帽形复合材料长桁毛坯的成型工装,所成型的帽形复合材料长桁毛坯17的结构是:它的截面形状为帽形,该帽形复合材料长桁毛坯17由帽顶17a和帽腰17b以及两侧的帽缘17c组成,厚度为3mm,长度为1000mm,帽顶17a的宽度为40mm,帽腰17b的宽度为40mm,帽缘17c的宽度为40mm;帽腰17b的内侧面与帽顶17a的内侧面连接处的过渡圆弧半径为3mm;帽腰17b的外侧面与帽缘17c的外侧面连接处的过渡圆弧半径为3mm,帽腰17b和帽缘17c的夹角以及帽腰17b和帽顶17a的夹角均为 $120^{\circ}$ ;该帽形复合材料长桁毛坯的成型工装由下模和上模9组成;下模由平台1、左侧下模2、右侧下模3、左压块4、右压块5、左垫块6、右垫块7、左螺栓10、右螺栓11、左挡块12、右挡块13、左定位螺栓14和右定位螺栓15组成;左侧下模2和右侧下模3的横截面为为尺寸相同的梯形,左侧下模2的右侧斜面和右侧下模3的左侧斜面是帽腰17b的成型面,左侧下模2和右侧下模3的上表面是帽缘17c下表面的成型面,左侧下模2的右侧斜面与上表面之间的过渡圆弧半径为3mm,右侧下模3的左侧斜面与上表面之间的过渡圆弧半径为3mm;左侧下模2的右侧斜面与上表面之间的夹角为 $120^{\circ}$ ,右侧下模3的左侧斜面与上表面之间的夹角为 $120^{\circ}$ ;左侧下模2和右侧下模3的高度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的高度,左侧下模2和右侧下模3的宽度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的帽缘17c的宽度,左侧下模2和右侧下模3的长度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的长度;左垫块6是与左侧下模2长度相等的矩形板,右垫块7是与右侧下模3的长度相等的矩形板,左垫块6和右垫块7的厚度为3mm,左垫块6位于左侧下模2上表面的左端,右垫块7位于右侧下模3上表面的右端;左压块4是与左侧下模2长度相等的矩形板,左压块4压在左垫块6和预浸料平面毛坯8的上表面上,通过左螺栓10将左压块4压紧;右压块5是与右侧下模3长度相等的矩形板,右压块5压在右垫块7和预浸料平面毛坯8的上表面上,通过右螺栓11将右压块5压紧;上模9的长度等于左侧下模2的长度,上模9的截面为帽形,上模9的下表面为帽底17a上表面的成型面,上模9的左侧斜面为左侧帽腰17b的成型面,上模9的右侧斜面为右侧帽腰17b的成型面,上模9的上部下表面为帽缘17c的成型面,上模9的右侧面为右侧立板16b左侧面的成型面;上模9左侧面和下表面之间以及右侧面和下表面之间的圆弧半径为3mm;上模9的左侧斜面与下表面和上表面之间的夹角均为 $120^{\circ}$ ;上模9的左侧斜面和右侧斜面与下表面的过渡圆弧半径为3mm,上模9的左侧斜面和右侧斜面与上表面的过渡圆弧半径为6mm。

[0024] 一种帽形复合材料长桁毛坯的成型方法,其特征在于:使用如上面所述的成型工装进行成型,成型的步骤是:

[0025] 1、铺叠预浸料平面毛坯8:根据帽形复合材料长桁毛坯17的尺寸,计算预浸料平面毛坯8的尺寸,计算方法是:平面毛坯8的长度 $a=1000\text{mm}$ ,平面毛坯8的宽度 $b=209.42\text{mm}$ ,然后在平面上铺叠矩形预浸料平面毛坯8;

[0026] 2、确定左侧下模2和右侧下模3之间的间距 $W_1$ :

[0027]  $W_1=46.5\text{mm}$ ;

[0028] 3、组装:将平台1固定在下工作台上,将左侧下模2、右侧下模3放置在左挡块12、右挡块13之间,旋转左挡块12、右挡块13上的左定位螺栓14和右定位螺栓15,使得左侧下模2和右侧下模3之间的间距为46.5mm,将平面预浸料毛坯8放于左侧下模2和右侧下模3之上;

放置左垫块6、右垫块7于左侧下模2、右侧下模3上表面外侧；安装左压块4、右压块5于平面预浸料毛坯8与左垫块6、右垫块7上；利用左螺栓10、右螺栓11将左压块4、右压块5固定；将上模9安装在上工作台的压力机上，并将上模9和下模对正；

[0029] 4、加载：操纵压力机的上工作台竖直向下运动，运动速率为0.1mm/秒，使上模9逐渐进入左侧下模2和右侧下模3之间的空腔内，直至上模9完全与预浸料毛坯贴合为止，使平面毛坯8成型为帽形毛坯17。

#### [0030] 实施例2

[0031] 一种帽形复合材料长桁毛坯的成型工装，所成型的帽形复合材料长桁毛坯17的结构是：它的截面形状为帽形，该帽形复合材料长桁毛坯17由帽顶17a和帽腰17b以及两侧的帽缘17c组成，厚度为4mm，长度为1500mm，帽顶17a的宽度为45mm，帽腰17b的宽度为45mm，帽缘17c的宽度为45mm；帽腰17b的内侧面与帽顶17a的内侧面连接处的过渡圆弧半径为4mm；帽腰17b的外侧面与帽缘17c的外侧面连接处的过渡圆弧半径为4mm，帽腰17b和帽缘17c的夹角以及帽腰17b和帽顶17a的夹角均为 $150^{\circ}$ ；该帽形复合材料长桁毛坯的成型工装由下模和上模9组成；下模由平台1、左侧下模2、右侧下模3、左压块4、右压块5、左垫块6、右垫块7、左螺栓10、右螺栓11、左挡块12、右挡块13、左定位螺栓14和右定位螺栓15组成；左侧下模2和右侧下模3的横截面为为尺寸相同的梯形，左侧下模2的右侧斜面和右侧下模3的左侧斜面是帽腰17b的成型面，左侧下模2和右侧下模3的上表面是帽缘17c下表面的成型面，左侧下模2的右侧斜面与上表面之间的过渡圆弧半径为4mm，右侧下模3的左侧斜面与上表面之间的过渡圆弧半径为4mm；左侧下模2的右侧斜面与上表面之间的夹角为 $150^{\circ}$ ，右侧下模3的左侧斜面与上表面之间的夹角为 $150^{\circ}$ ；左侧下模2和右侧下模3的高度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的高度，左侧下模2和右侧下模3的宽度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的帽缘17c的宽度，左侧下模2和右侧下模3的长度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的长度；左垫块6是与左侧下模2长度相等的矩形板，右垫块7是与右侧下模3的长度相等的矩形板，左垫块6和右垫块7的厚度为4mm，左垫块6位于左侧下模2上表面的左端，右垫块7位于右侧下模3上表面的右端；左压块4是与左侧下模2长度相等的矩形板，左压块4压在左垫块6和预浸料平面毛坯8的上表面上，通过左螺栓10将左压块4压紧；右压块5是与右侧下模3长度相等的矩形板，右压块5压在右垫块7和预浸料平面毛坯8的上表面上，通过右螺栓11将右压块5压紧；上模9的长度等于左侧下模2的长度，上模9的截面为帽形，上模9的下表面为帽底17a上表面的成型面，上模9的左侧斜面为左侧帽腰17b的成型面，上模9的右侧斜面为右侧帽腰17b的成型面，上模9的上部下表面为帽缘17c的成型面，上模9的右侧面为右侧立板16b左侧面的成型面；上模9左侧面和下表面之间以及右侧面和下表面之间的圆弧半径为4mm；上模9的左侧斜面与下表面和上表面之间的夹角均为 $150^{\circ}$ ；上模9的左侧斜面和右侧斜面与下表面的过渡圆弧半径为4mm，上模9的左侧斜面和右侧斜面与上表面的过渡圆弧半径为8mm。

[0032] 一种帽形复合材料长桁毛坯的成型方法，其特征在于：使用如上面所述的成型工装进行成型，成型的步骤是：

[0033] 1、铺叠预浸料平面毛坯8：根据帽形复合材料长桁毛坯17的尺寸，计算预浸料平面毛坯8的尺寸，计算方法是：平面毛坯8的长度 $a=1500\text{mm}$ ，平面毛坯8的宽度 $b=256.4\text{mm}$ ，然后在平面上铺叠矩形预浸料平面毛坯8；



[0034] 2、确定左侧下模2和右侧下模3之间的间距W1：

[0035] W1=48.2mm；

[0036] 3、组装：将平台1固定在下工作台上，将左侧下模2、右侧下模3放置在左挡块12、右挡块13之间，旋转左挡块12、右挡块13上的左定位螺栓14和右定位螺栓15，使得左侧下模2和右侧下模3之间的间距为W1，将平面预浸料毛坯8放于左侧下模2和右侧下模3之上；放置左垫块6、右垫块7于左侧下模2、右侧下模3上表面外侧；安装左压块4、右压块5于平面预浸料毛坯8与左垫块6、右垫块7上；利用左螺栓10、右螺栓11将左压块4、右压块5固定；将上模9安装在上工作台的压力机上，并将上模9和下模对正；

[0037] 4、加载：操纵压力机的上工作台竖直向下运动，运动速率为0.2mm/秒，使上模9逐渐进入左侧下模2和右侧下模3之间的空腔内，直至上模9完全与预浸料毛坯贴合为止，使平面毛坯8成型为帽形毛坯17。

[0038] 实施例3

[0039] 一种帽形复合材料长桁毛坯的成型工装，所成型的帽形复合材料长桁毛坯17的结构是：它的截面形状为帽形，该帽形复合材料长桁毛坯17由帽顶17a和帽腰17b以及两侧的帽缘17c组成，厚度为5mm，长度为2000mm，帽顶17a的宽度为50mm，帽腰17b的宽度为50mm，帽缘17c的宽度为50mm；帽腰17b的内侧面与帽顶17a的内侧面连接处的过渡圆弧半径为5mm；帽腰17b的外侧面与帽缘17c的外侧面连接处的过渡圆弧半径为5mm，帽腰17b和帽缘17c的夹角以及帽腰17b和帽顶17a的夹角均为135°；该帽形复合材料长桁毛坯的成型工装由下模和上模9组成；下模由平台1、左侧下模2、右侧下模3、左压块4、右压块5、左垫块6、右垫块7、左螺栓10、右螺栓11、左挡块12、右挡块13、左定位螺栓14和右定位螺栓15组成；左侧下模2和右侧下模3的横截面为尺寸相同的梯形，左侧下模2的右侧斜面和右侧下模3的左侧斜面是帽腰17b的成型面，左侧下模2和右侧下模3的上表面是帽缘17c下表面的成型面，左侧下模2的右侧斜面与上表面之间的过渡圆弧半径为5mm，右侧下模3的左侧斜面与上表面之间的过渡圆弧半径为5mm；左侧下模2的右侧斜面与上表面之间的夹角为135°，右侧下模3的左侧斜面与上表面之间的夹角为135°；左侧下模2和右侧下模3的高度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的高度，左侧下模2和右侧下模3的宽度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的帽缘17c的宽度，左侧下模2和右侧下模3的长度相同并且大于帽形复合材料长桁毛坯17的长度；左垫块6是与左侧下模2长度相等的矩形板，右垫块7是与右侧下模3的长度相等的矩形板，左垫块6和右垫块7的厚度为5mm，左垫块6位于左侧下模2上表面的左端，右垫块7位于右侧下模3上表面的右端；左压块4是与左侧下模2长度相等的矩形板，左压块4压在左垫块6和预浸料平面毛坯8的上表面上，通过左螺栓10将左压块4压紧；右压块5是与右侧下模3长度相等的矩形板，右压块5压在右垫块7和预浸料平面毛坯8的上表面上，通过右螺栓11将右压块5压紧；上模9的长度等于左侧下模2的长度，上模9的截面为帽形，上模9的下表面为帽底17a上表面的成型面，上模9的左侧斜面为左侧帽腰17b的成型面，上模9的右侧斜面为右侧帽腰17b的成型面，上模9的上部下表面为帽缘17c的成型面，上模9的右侧面为右侧立板16b左侧面的成型面；上模9左侧面和下表面之间以及右侧面和下表面之间的圆弧半径为5mm；上模9的左侧斜面与下表面和上表面之间的夹角均为135°；上模9的左侧斜面和右侧斜面与下表面的过渡圆弧半径为5mm，上模9的左侧斜面和右侧斜面与上表面的过渡圆弧半径为10mm。

[0040] 一种帽形复合材料长桁毛坯的成型方法,其特征在于:使用如上面所述的成型工装进行成型,成型的步骤是:

[0041] 1、铺叠预浸料平面毛坯8:根据帽形复合材料长桁毛坯17的尺寸,计算预浸料平面毛坯8的尺寸,计算方法是:平面毛坯8的长度 $a=2000$ ,平面毛坯8的宽度 $b=285.34\text{mm}$ ,然后在平面上铺叠矩形预浸料平面毛坯8;

[0042] 2、确定左侧下模2和右侧下模3之间的间距 $W1$ :

[0043]  $W1=57\text{mm}$ ;

[0044] 3、组装:将平台1固定在下工作台上,将左侧下模2、右侧下模3放置在左挡块12、右挡块13之间,旋转左挡块12、右挡块13上的左定位螺栓14和右定位螺栓15,使得左侧下模2和右侧下模3之间的间距为 $57\text{mm}$ ,将平面预浸料毛坯8放于左侧下模2和右侧下模3之上;放置左垫块6、右垫块7于左侧下模2、右侧下模3上表面外侧;安装左压块4、右压块5于平面预浸料毛坯8与左垫块6、右垫块7上;利用左螺栓10、右螺栓11将左压块4、右压块5固定;将上模9安装在上工作台的压力机上,并将上模9和下模对正;

[0045] 4、加载:操纵压力机的上工作台竖直向下运动,运动速率为 $0.3\text{mm/秒}$ ,使上模9逐渐进入左侧下模2和右侧下模3之间的空腔内,直至上模9完全与预浸料毛坯贴合为止,使平面毛坯8成型为帽形毛坯17。

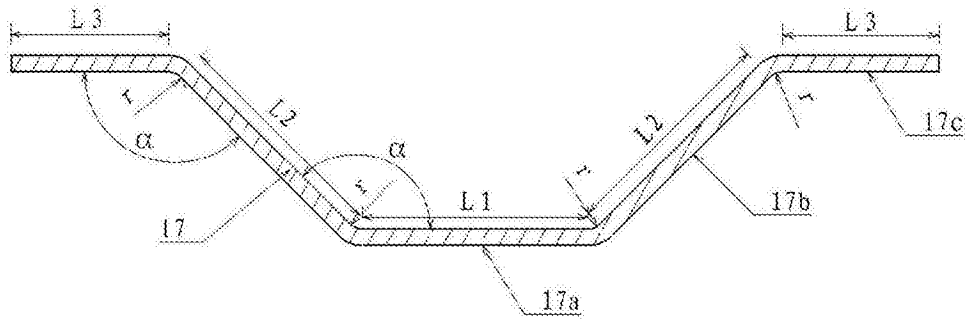


图1

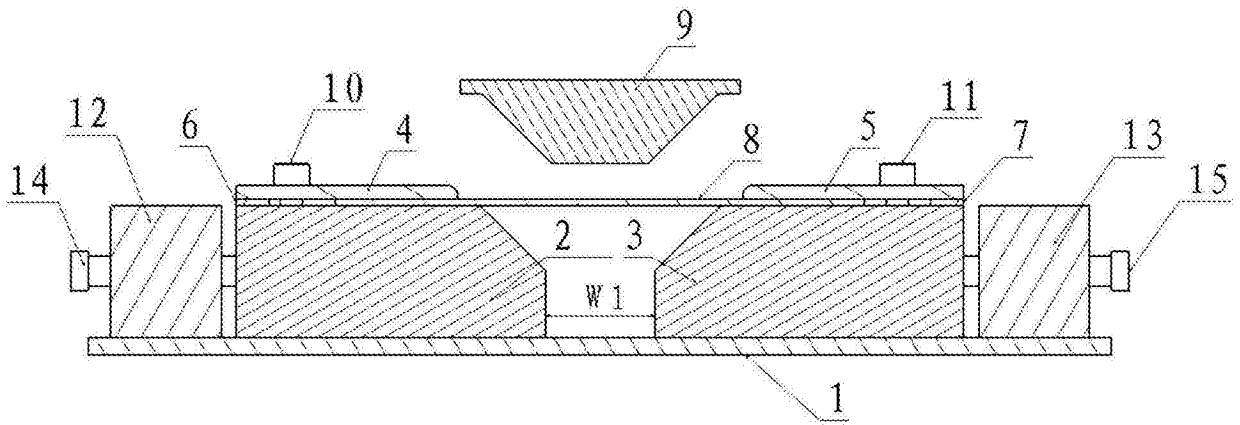


图2

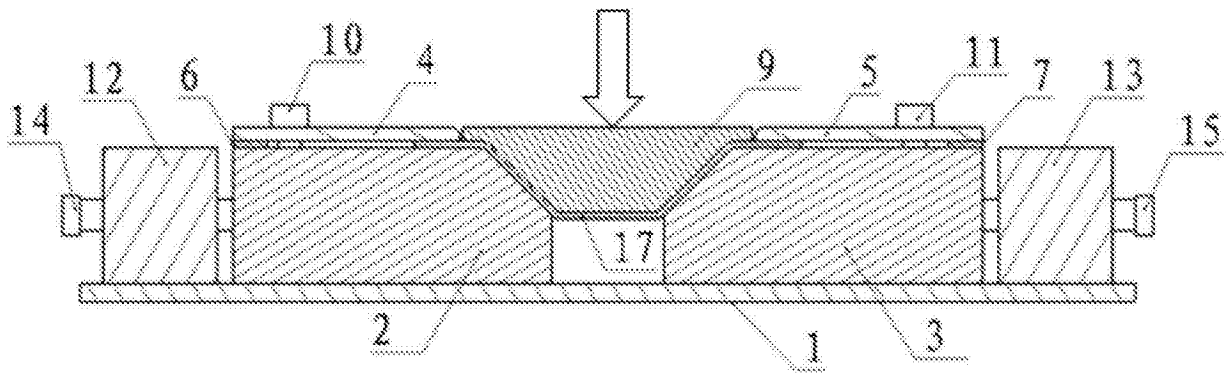


图3