



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109013926 B

(45)授权公告日 2019.11.15

(21)申请号 201810678181.1

审查员 于娟

(22)申请日 2018.06.27

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109013926 A

(43)申请公布日 2018.12.18

(73)专利权人 西安飞机工业(集团)有限责任公司

地址 710089 陕西省西安市西飞大道一号

(72)发明人 白颖 李小曼 乔锋敏 黄润卓

(74)专利代理机构 中国航空专利中心 11008

代理人 杜永保

(51)Int.Cl.

B21D 37/20(2006.01)

B21D 22/22(2006.01)

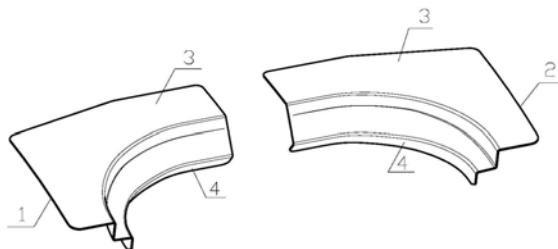
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种飞机门区阶梯形包角零件拉深成形方法

(57)摘要

本发明提供了一种飞机门区阶梯形包角零件拉深成形方法,该方法针对阶梯形门包角的特殊对称结构构造了一个底部设孔的工序件,在防皱展开毛坯内部设有大孔,理论展开毛坯运用通用仿真软件计算,利用成形模具完成工件成形。该方法防皱余量取制方法简单,较好的保证零件成形后的材料厚度在公差允许的范围之内。解决了盆形复杂件拉深成形中危险断面易裂缺陷,提高了零件拉深极限。该方法通用性强,可借鉴飞机不同门包角结构件的成形,产品质量稳定、对操作者技术水平依赖低。



1. 一种飞机门区阶梯形包角零件拉深成形方法,其特征在于包括如下步骤:

步骤1:以机身每个门框左、右包角件为基体,构造盆形的工序件;

步骤1-1:将一组左、右包角件对合成一个半环状桶体,左、右包角件之间光滑过渡,半环状桶体及其对称件再次组合成一个封闭阶梯形环状体,半环状桶体及其对称件之间光滑过渡;

步骤1-2:沿阶梯形环状体旋转轴方向增大最下部侧壁高度,以侧壁最低点向下增大2-3mm建立与旋转轴垂直的法向平面,切割经加长的阶梯形环状体,得到底部平齐的修正环状体;

步骤1-3:提取修正环状体底部轮廓线,沿与旋转轴垂直的法平面方向封闭修正环状体底部,并增加底部圆角过渡,得到一个盆形件,底部圆角半径R的大小取决于包角零件材料牌号和材料厚度 δ ,成形钢制材料底部圆角半径 $R \geq 5 * \delta$,成形铝合金材料底部圆角半径 $R \geq 8 * \delta$;

步骤1-4:在盆形件底部开孔,孔边缘形状与盆形件底部轮廓线相似,孔边缘到盆形件底部轮廓距离 $d = R + (3 \sim 5) \text{mm}$,d的大小主要由底部圆角半径R来决定;

步骤2:确定防皱展开毛坯尺寸和防皱工序件结构

步骤2-1:将构造好的工序件三维模型导入钣金冲压成形有限元数值模拟环境,利用坯料反算功能计算变曲率,得到工序件的理论展开毛坯形状,为一个内部设有开孔的平面结构;

步骤2-2:在理论展开毛坯外侧增加防皱余量L, $L = 20 \sim 25 \text{mm}$,形成工序件的防皱展开毛坯,由防皱展开毛坯形成的工序件为防皱工序件;

步骤3:加工成形模具

成形模具含有凸模、凹模及压边圈,压边圈上设有与左、右包角件检验型胎销钉孔位置相协调的定位孔,且压边圈上还设有用于防皱展开毛坯定位成形的坯料外缘线,凹模和压边圈外轮廓尺寸一致,外轮廓尺寸与防皱展开毛坯外廓尺寸距离25mm-35mm,根据防皱工序件外形设计的凹模结构在钣金冲压成形有限元回弹补偿数值模拟环境下计算出凹模回弹补偿模面,输出可以识别的三维模型,作为凹模最终模型,同时根据凹模确定相应的凸模和压边圈结构,并加工出成形模具;

步骤4:拉深成形前,将内部设有大孔的防皱展开毛坯双面贴敷塑料薄膜,将防皱展开毛坯依据压边圈的坯料外缘线放置到压边圈的上表面,毛坯内孔分别对正凸、凹模的中部空间;

步骤5:启动拉深成形设备,凹模逐渐将防皱展开毛坯压实至压边圈,凹模和压边圈夹持着具有一定曲率的防皱展开毛坯法兰区域材料一起向下行进,当防皱展开毛坯大孔周围区域触及凸模上平面时,在凹模径向拉应力和压边圈切向拉应力下,毛坯中部开孔轮廓被迫增大,孔周围材料迅速向毛坯外缘流动,并逐渐包裹凸模,形成盆型底部和部分侧壁,成形完成;

步骤6:成形结束后,防皱工序件贴合于凸、凹模型面,防皱工序件上印有压边圈上定位孔形状,按照左、右包角件检验型胎完成后续校形和切割工序,得到两组成形极限合格的左、右包角产品。

一种飞机门区阶梯形包角零件拉深成形方法

技术领域

[0001] 本发明涉及飞机制造领域的一种钣金零件成形技术,具体是一种用于变曲率、阶梯状门区外露包角零件的成形方法及成形模具,尤其适用于材料薄、不锈钢板制零件的拉深成形。

背景技术

[0002] 包角钣金件广泛分布于飞机货舱门、登机门、服务门等门框拐角区域,外缘大法兰贴合与机身蒙皮,零件通过两次连续弯折包裹住机加门体相应门拐角。为保证与门体配合紧密,台阶式的折弯半径较小(通常为R1.5mm—R2.5mm),下部大放边曲率变化较急,沿机身航向,包角零件整体曲率逐渐变大,更增添了零件成形难度。该类零件为了实现轻量级高强度耐磨功能,多采用较薄不锈钢板材。不锈钢成形结束回弹大,而外露包角表面质量要求较高,与机加门体及蒙皮的夹层贴合精度要求高,特殊的外形结构限制了包角零件的成形方法。

[0003] 目前加工方式有两种。一种是落压成形。落压成形工艺是一种半机械化、半手工、渐次成形复杂立体钣金零件的传统方法,成形过程中需要适当地加垫层板以控制落锤锤头的行程和压边力,经过落锤多次锤击,穿插大量辅助加工,才能使零件逐渐成形。变薄、裂纹以及皱纹叠死是包角零件落压成形的常见缺陷。由于落压工艺在成形过程中噪声污染大,工作环境恶劣,制作模具的主要重金属材料对人体危害极大,成形质量不易控制,成形零件表面和内部损伤严重,且手工修整工作量大,对毛料浪费量大,该工艺逐渐在被淘汰。其二为分段手工成形,就是在产品设计允许的前提下,将包角零件分为两或三段,降低零件成形难度,最终通过焊接或搭接实现整体零件使用功能。该加工方法的弊端增大了多个变曲率零件的装配修配量,增大了制造工装和修配工装的成本,降低了外露包角装饰性的使用功能。

发明内容

[0004] 为了降低工人手工成形量,提高包角零件成形极限,解决具有变曲率、大法兰、多转折、小半径、高放边等多个外形特征的包角零件在成形过程中法兰外缘起皱、放边变薄破裂等缺陷,本发明的目的在于提供一种飞机门区阶梯形包角零件整体拉深成形方法,提高零件的机械化加工能力。

[0005] 一种飞机门区阶梯形包角零件拉深成形方法,包括如下步骤:

[0006] 1:以机身每个门框左、右包角件为基体,构造盆形的工序件

[0007] 1-1:将一组左、右包角件对合成一个半环状桶体,左、右包角件之间光滑过渡,半环状桶体及其对称件再次组合成一个封闭阶梯形环状体,半环状桶体及其对称件之间光滑过渡;

[0008] 1-2:沿阶梯形环状体旋转轴方向增大最下部侧壁高度,以侧壁最低点向下增大2—3mm建立与旋转轴垂直的法向平面,切割经加长的阶梯形环状体,得到底部平齐的修正

环状体；

[0009] 1-3:提取修正环状体底部轮廓线,沿与旋转轴垂直的法平面方向封闭修正环状体底部,并增加底部圆角过渡,得到一个盆形件,底部圆角半径R的大小取决于包角零件材料牌号和材料厚度 δ ,成形钢制材料底部圆角半径 $R \geq 5 * \delta$,成形铝合金材料底部圆角半径 $R \geq 8 * \delta$;

[0010] 1-4:在盆形件底部开孔,孔边缘形状与盆形件底部轮廓线相似,孔边缘到盆形件底部轮廓距离 $d = R + (3 \sim 5) \text{ mm}$,d的大小主要由底部圆角半径R来决定;

[0011] 2:确定防皱展开毛坯尺寸和防皱工序件结构

[0012] 2-1:将构造好的工序件三维模型导入钣金冲压成形有限元数值模拟环境,利用坯料反算功能计算变曲率,得到工序件的理论展开毛坯形状,为一个内部设有开孔的平面结构;

[0013] 2-2:在理论展开毛坯外侧增加防皱余量L, $L = 20 \sim 25 \text{ mm}$,形成工序件的防皱展开毛坯,由防皱展开毛坯形成的工序件为防皱工序件;

[0014] 3:加工成形模具

[0015] 成形模具含有凸模、凹模及压边圈,压边圈上设有与左、右包角件检验型胎销钉孔位置相协调的定位孔,且压边圈上还设有用于防皱展开毛坯定位成形的坯料外缘线,凹模和压边圈外轮廓尺寸一致,外轮廓尺寸与防皱展开毛坯外廓尺寸距离 $25 \text{ mm} - 35 \text{ mm}$,根据防皱工序件外形设计的凹模结构在钣金冲压成形有限元回弹补偿数值模拟环境下计算出凹模回弹补偿模面,输出可以识别的三维模型,作为凹模最终模型,同时根据凹模确定相应的凸模和压边圈结构,并加工出成形模具;

[0016] 4:拉深成形前,将内部设有大孔的防皱展开毛坯双面贴敷塑料薄膜,将防皱展开毛坯依据压边圈的坯料外缘线放置到压边圈的上表面,毛坯内孔分别对正凸、凹模的中部空间;

[0017] 5:启动拉深成形设备,凹模逐渐将防皱展开毛坯压实至压边圈,凹模和压边圈夹持着具有一定曲率的防皱展开毛坯法兰区域材料一起向下行进,当防皱展开毛坯大孔周围区域触及凸模上平面时,在凹模径向拉应力和压边圈切向拉应力下,毛坯中部开孔轮廓被迫增大,孔周围材料迅速向毛坯外缘流动,并逐渐包裹凸模,形成盆型底部和部分侧壁,成形完成;

[0018] 6:成形结束后,防皱工序件贴合与凸、凹模型面,防皱工序件上印有压边圈上定位孔形状,按照左、右包角件检验型胎完成后续校形和切割工序,得到两组成形极限合格的左、右包角产品。

[0019] 本发明的有益效果在于:1)该新型方法针对阶梯形门包角的特殊对称结构构造了一个底部设孔的工序件,解决了盆形复杂件拉深成形中危险断面易裂缺陷,提高了零件拉深极限。2)该新型模具实现了一次高效成形出四项零件,减缓了独立零件成形中材料流动不均而产生的起皱和破裂问题,且安装与操作方法与传统模具相同,具有较高的实用价值。3)该防皱展开毛坯内部设有大孔,理论展开毛坯可运用通用仿真软件计算,防皱余量取制方法通俗易懂,两者有益结合较好的保证零件成形后的材料厚度在公差允许的范围之内。4)该新型模具结构通用性强,可借鉴飞机不同门包角结构件的成形,产品质量稳定、对操作者技术水平依赖低。

[0020] 以下结合实施例附图对本申请作进一步详细描述。

附图说明

[0021] 图1左、右门包角零件整体结构及组成部分示意

[0022] 图2半环状桶体结构示意

[0023] 图3环状体结构及侧壁最低点示意

[0024] 图4工序件结构示意

[0025] 图5防皱展开毛坯及理论展开毛坯结构示意

[0026] 图6防皱工序件结构示意

[0027] 图7拉深模结构示意

[0028] 图8防皱工序件拉深成形结果示意

[0029] 图中编号说明:1左包角件、2右包角件、3外缘法兰、4侧壁、5半环状桶体、6环状体、7底部轮廓线、8底部圆角区、9大孔外缘线、10工序件、11理论展开毛坯、12防皱余量、13防皱展开毛坯、14凸模、15凹模、16压边圈、17定位孔、18、坯料外缘线、19防皱工序件

具体实施方式

[0030] 参见附图,实施例提供的飞机包角零件如图1所示,该类零件是一种大法兰、阶梯形、变曲率复杂门体左包角件1、右包角件2,零件按外形特征简单的分为外缘法兰3和多折弯侧壁4。利用现有技术成形整体零件,最大的问题是外缘法兰3起皱严重且侧壁4下部变薄开裂,无法满足零件使用要求。

[0031] 如图2—8所示,一种新型飞机门区阶梯形包角零件拉深成形方法,包括以下步骤:

[0032] 步骤1:构造一个工序件

[0033] 本申请构造了一个工序件10如图2—4所示。以一组左包角件1、右包角件2为基体,经光滑过渡对合成一个半环状桶体5,再次对称得到一个封闭阶梯形环状体6。P点是侧壁4的最低点,以环状体6侧壁4沿其旋转轴方向向下延伸,以P点向下增大2—3mm建立与旋转轴垂直的法向平面,切割经加长的阶梯形环状体6,得到底部平齐的修正环状体。提取修正环状体底部轮廓线7向内增加盆型底部圆角8过渡,并封闭盆型底平面。底部圆角半径R的大小取决于包角零件材料牌号和材料厚度 δ ,成形钢制材料底部圆角半径 $R \geq 5 * \delta$,成形铝合金材料底部圆角半径 $R \geq 8 * \delta$ 。在盆形件底部设有大孔,大孔外缘线9到盆形底部轮廓距离 $d = R + (3 \sim 5) \text{ mm}$ 。

[0034] 步骤2:确定防皱展开毛坯尺寸和防皱工序件结构

[0035] 本申请确定了防皱展开毛坯13的计算方法和防皱工序件19结构如图5—6所示。将构造好的工序件10三维模型导入钣金冲压成形有限元数值模拟环境,利用坯料反算功能计算工序件10理论展开毛坯11尺寸,得到一个内部设有大孔的平面结构。在理论展开毛坯11外侧等距增加防皱余量12,防皱余量的取值为20mm—25mm,得到工序件10的防皱展开毛坯13。由防皱展开毛坯13形成的工序件为防皱工序件19。

[0036] 步骤3:加工成形模具

[0037] 本申请提出的拉深模具如图7所示,模具含有凸模14、凹模15及压边圈16。压边圈16上设有与左包角件1、右包角件2检验型胎销钉孔位置相协调的定位孔17,且压边圈16上

还设有用于防皱展开毛坯13定位成形的坯料外缘线18,凹模15和压边圈16外轮廓尺寸一致,外轮廓尺寸与防皱展开毛坯13外廓尺寸距离25mm—35mm,根据防皱工序件19外形设计的凹模15结构在钣金冲压成形有限元回弹补偿数值模拟环境下计算出凹模15回弹补偿模面,输出可以识别的三维模型,作为凹模15最终模型,同时根据凹模15确定相应的凸14模和压边圈16结构,并加工出成形模具;

[0038] 步骤4:拉深成形前,将内部设有大孔的防皱展开毛坯13双面贴敷塑料薄膜,依据压边圈16的坯料外缘线18将其放置到位。

[0039] 步骤5:利用拉深成形设备使凹模15下行,凹模15逐渐将防皱展开毛坯13压实至压边圈16,当防皱展开毛坯13大孔周围区域触及凸模14上平面时,防皱展开毛坯13在凹模15径向拉应力和压边圈16切向拉应力下,中部开孔轮廓被迫增大,孔周围材料迅速向毛坯外缘流动,逐渐包裹凸模14,形成盆型底部和部分侧壁4。

[0040] 步骤6:成形结束如图8所示,防皱工序件19完全贴合与凹模15型面,防皱工序件19上印有压边圈16上定位孔17形状,按照左包角件1和右包角件2的检验型胎完成后续校形和切割工序,得到两组成形极限合格的左、右包角产品。

[0041] 需要说明的三点:本申请所适用的产品对象必须满足两个条件,条件1,产品法兰宽度与侧壁高度之比 $\geq 2:1$,通常门包角件侧壁高度为65mm—75mm,也就是说法兰宽度不得低于130mm,否则无法控制毛坯成形材料流向;条件2,产品侧壁最下部放边高度 ≤ 30 mm,否则需要增加过渡模具减缓一次拉深材料变形量。

[0042] 在构造成形工序件时,可视该件拉深极限情况调节光滑过渡区长度,合理的增大过渡区长度,可以缓和门包角的复杂结构,减少材料变薄拉伸量。

[0043] 复杂件的拉深成形时,给坯料双面贴敷塑料薄膜保护,可间接提高材料塑性,增大材料流动性,降低成形阻力,效果远远超出机油的润滑,同时也有效的保护了产品表面质量。

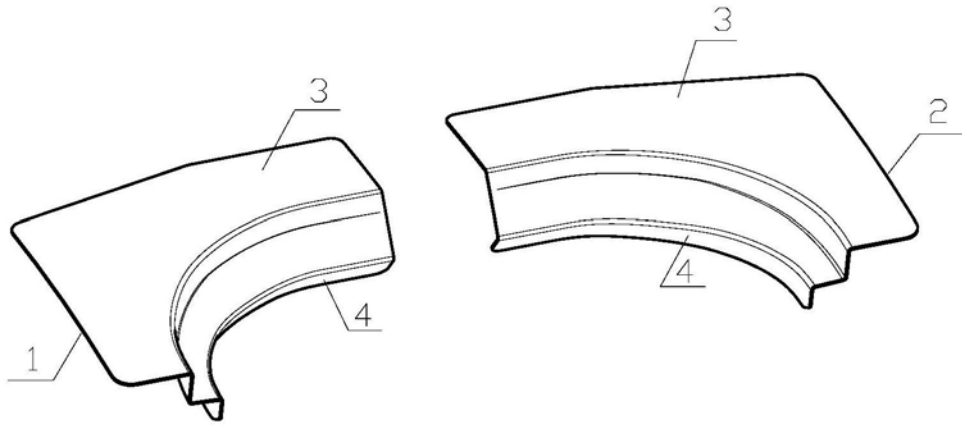


图1

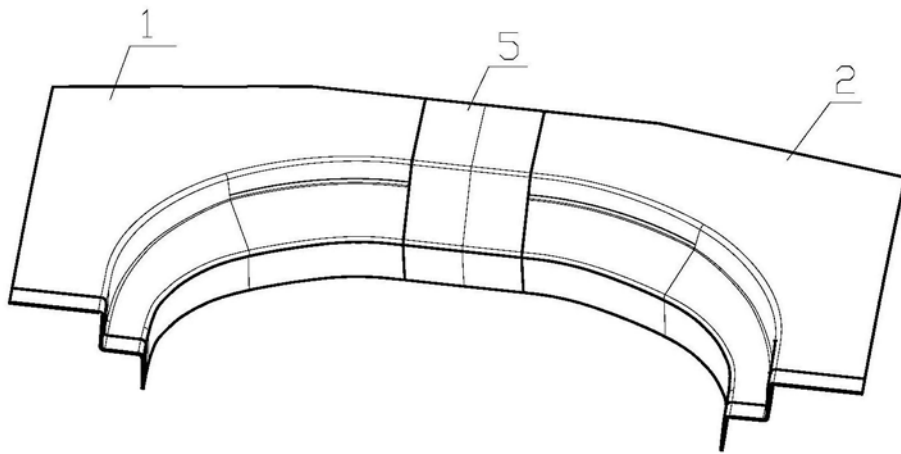


图2

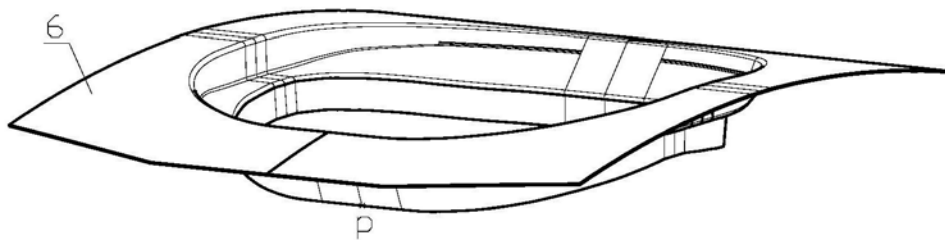


图3

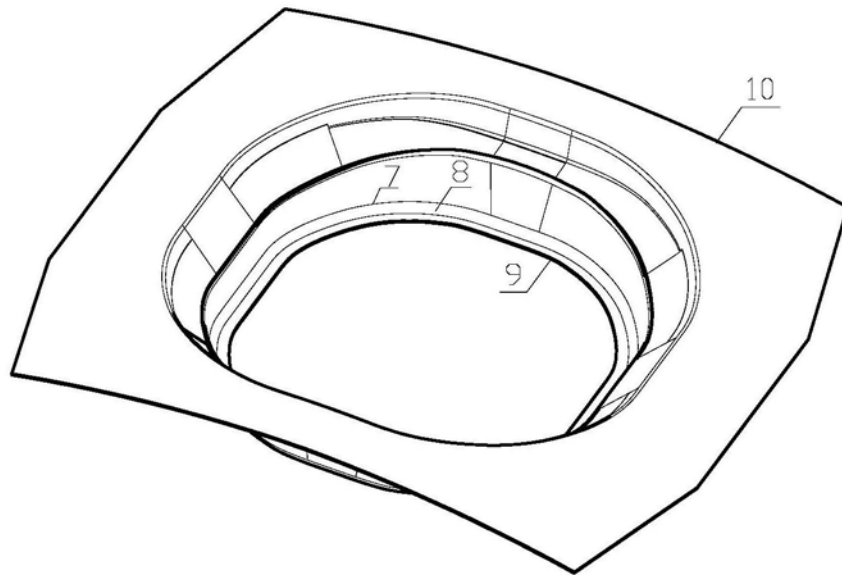


图4

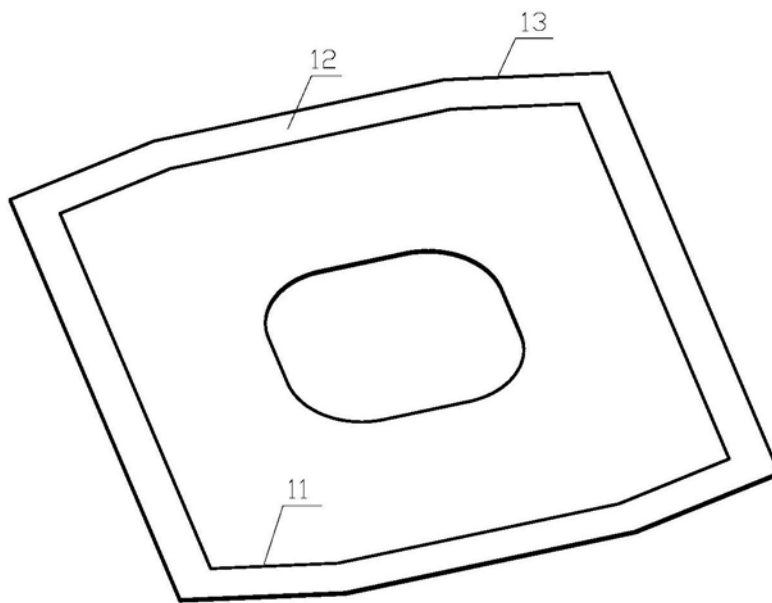


图5

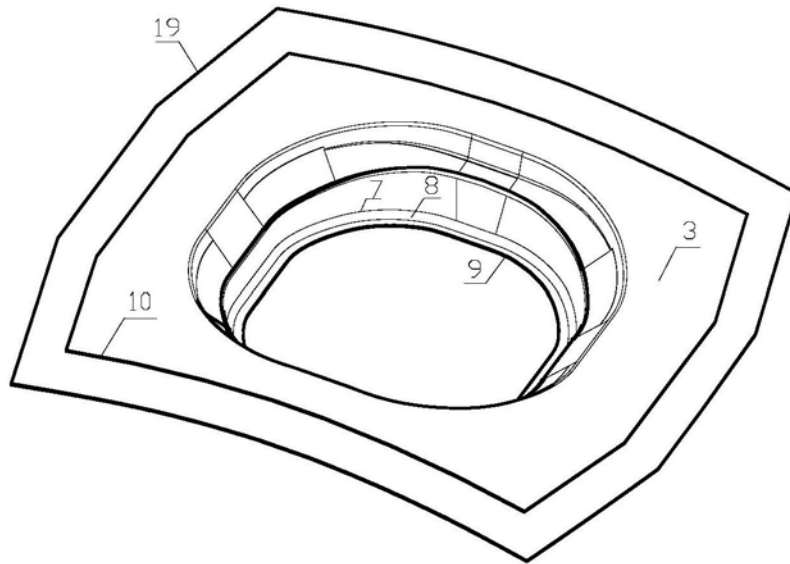


图6

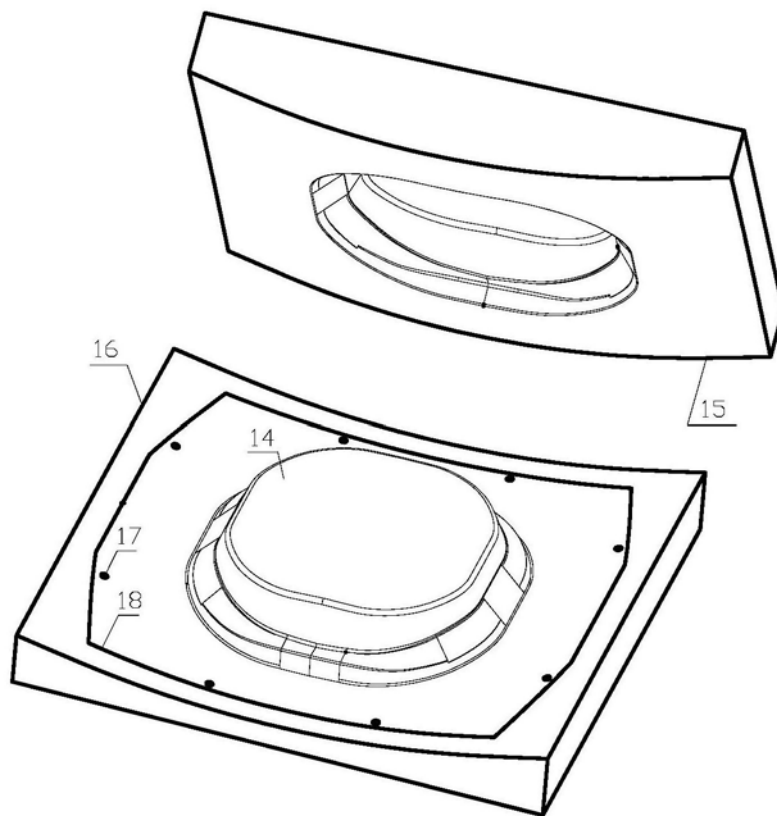


图7

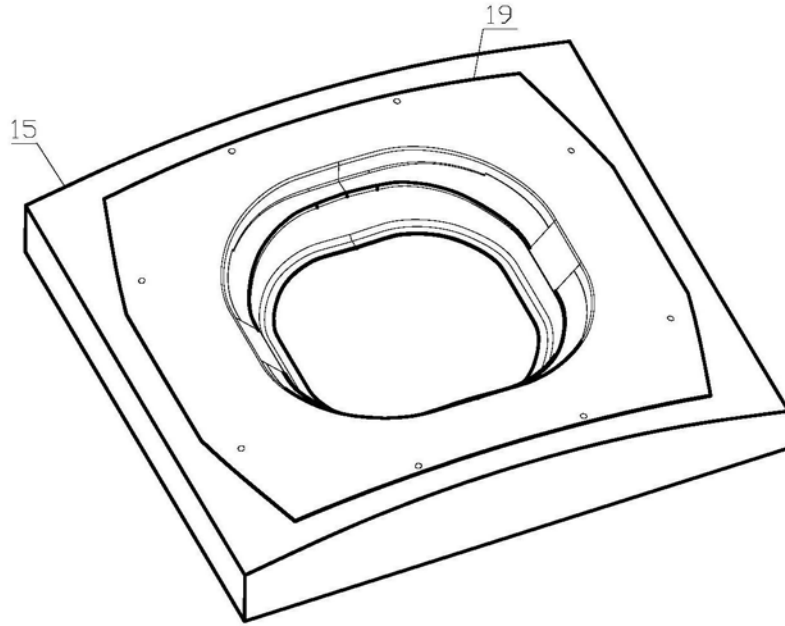


图8