



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110449542 A

(43)申请公布日 2019.11.15

(21)申请号 201910864760.X

(22)申请日 2019.09.12

(71)申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

(72)发明人 徐福昌 袁林 魏庆贺 徐彦锋

(74)专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事
务所 23109

代理人 牟永林

(51)Int.Cl.

B21J 5/00(2006.01)

B21J 5/08(2006.01)

B21J 5/10(2006.01)

B21J 5/02(2006.01)

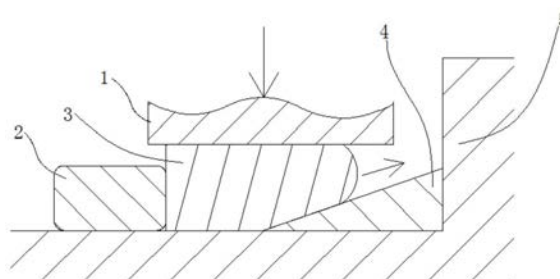
权利要求书1页 说明书4页 附图8页

(54)发明名称

一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法

(57)摘要

一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,它涉及一种锻件成形方法,它包括:一、准备原始坯料:初步检查原始的挤压棒材,初步加工得到一定长度和直径的棒料;二、镦粗制坯:制得饼坯;三、冲孔:使用冲头对镦粗后的饼坯进行冲孔;四、扩孔:将得到的饼坯进行逐次扩孔,使用多道次芯模扩孔后得到坯料,连皮加工掉得到原始环形锻坯;五、制坯:制坯时使用与环形带长凸耳模锻件相配合的制坯模具、以及与制坯模具相配合的内垫块和斜垫块,得到带有凸耳的坯料;六、模锻:得到最终环形锻件。本发明通过在制坯模具内设置内垫块和斜垫块在制坯过程中能精确控制金属径向流动的成形。



1. 一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,其特征在于:它包括:
 - 一、准备原始坯料:初步检查原始的挤压棒材,初步加工得到一定长度和直径的棒料;
 - 二、镦粗制坯:将得到的棒料加热后在平砧上进行镦粗,镦粗至一定高度,制得饼坯;
 - 三、冲孔:使用冲头对镦粗后的饼坯进行冲孔;
 - 四、扩孔:将得到的饼坯进行逐次扩孔,使用多道次芯模扩孔后得到坯料,连皮加工掉得到原始环形锻坯;
 - 五、制坯:制坯时使用与环形外缘带长凸耳模锻件相配合的制坯模具、以及与制坯模具相配合的内垫块和斜垫块,使金属在轴向加压切向由宽变窄约束下形成两向压应力状态,两向压应力下只能沿圆环形外径方向产生伸长流动,得到带有凸耳的坯料;
 - 六、模锻:使用终锻模具对得到的带有凸耳的坯料进行预锻和终锻,得到最终环形锻件。
2. 根据权利要求1所述一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,其特征在于:扩孔道次为5-6次。
3. 根据权利要求2所述一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,其特征在于:扩孔芯模形状为锥形。
4. 根据权利要求1、2或3所述一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,其特征在于:所述预锻包括第一次预锻,使用终锻模具对得到的带有凸耳的坯料下压,下压到距模具闭合剩余一定高度时,得到第一次预锻件。
5. 根据权利要求4所述一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,其特征在于:所述预锻还包括第二次预锻,对第一次预锻得到的锻件进行修伤,之后,进行第二次预锻,使用终锻模具对修伤后的锻件下压,再下压到距模具闭合剩余一定高度时,得到第二次预锻件;使用终锻模具对第二次预锻件进行最终成形,得到最终环形锻件。
6. 根据权利要求5所述一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,其特征在于:第一次预锻,下压到距模具闭合剩余8-15mm。
7. 根据权利要求5或6所述一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,其特征在于:第二次预锻,下压到距模具闭合剩余2-5mm。
8. 根据权利要求7所述一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,其特征在于:对合格的挤压棒材用锯床下料,在棒材有晶环时,车掉外皮粗晶环。
9. 根据权利要求8所述一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,其特征在于:冲孔冲至连皮厚度8mm-10mm。
10. 根据权利要求9所述一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,其特征在于:扩孔后连皮厚度为1mm-2mm。

一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种锻件成形方法,具体涉及一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,具体涉及一种通过圆棒料镦粗成形环形外缘带有长凸耳模锻件成形方法,具体工序通过镦粗-冲孔-扩孔-长凸耳分料-预锻-终锻成形,并通过精准分流技术控制金属流动,特别针对难以成形的长凸耳部位,通过在长凸耳部位制坯模具内设置内垫块和斜垫块由轴向加载径向定向流动,使坯料在两向压应力下变形,使该部位金属发生长程径向流动充满型腔,从而成功制备大型环形带长凸耳模锻件的成形方法。

背景技术

[0002] 在航空航天领域,典型大型环形外缘带长凸耳模锻件如图1所示,该锻件主体环尺寸较大,环内有薄腹板及台阶形凸起,环外均匀分布有五个端部分叉的长凸耳,凸耳上有轴向凹坑。该类锻件广泛应用于关键承载类构件,该类构件作为关键构件经常用在航空工业的直升机升力系统中,对于构件的承载性能和疲劳性能要求高,而锻件流线对疲劳性能影响非常大,该类锻件流线要求非常高,要求成形后的模锻件流线严格按外形分布。

[0003] 采用厚板为坯料经模锻成形得到大型环形外缘带长凸耳构件,但以厚板为坯料成形的锻件一般均存在流线露头,无法得到流线严格按外形分布的构件,因此,只能采用棒料一步一步成形。由于主体环的尺寸较大,直径为583mm且环上分布有长度为70mm的凸耳,在成形过程中即使成功制备出环的形状,在后续模锻过程中,金属产生不可控径向流动易破坏已成功制备的主体环形状,金属从环坯处往凸耳处流动由于摩擦,流动困难,很难发生如此大程度的变形,导致凸耳处极难充满,如图3所示。

发明内容

[0004] 本发明提供一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,以解决大型环形外缘带长凸耳模锻件制坯过程中金属易从主体环部分向内流动,而不易向外径向流动造成无法精确分料的问题以及后续模锻过程中由于凸耳上轴向凹坑造成金属难向外流动充不满型腔,无法得到合格锻件的问题。

[0005] 本发明的技术方案是:

[0006] 一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,它包括:

[0007] 一、准备原始坯料:初步检查原始的挤压棒材,初步加工得到一定长度和直径的棒料;

[0008] 二、镦粗制坯:将得到的棒料加热后在平砧上进行镦粗,镦粗至一定高度,制得饼坯;

[0009] 三、冲孔:使用冲头对镦粗后的饼坯进行冲孔;

[0010] 四、扩孔:将得到的饼坯进行逐次扩孔,使用多道次芯模扩孔后得到坯料,连皮加工掉得到原始环形毛坯;

[0011] 五、制坯:制坯时使用与环形带长凸耳模锻件相配合的制坯模具、以及与制坯模具

相配合的内垫块和斜垫块,使金属在轴向加压切向由宽变窄约束下形成两向压应力状态,两向压应力下只能沿圆环形外径方向产生伸长流动;

[0012] 六、模锻:使用终锻模具对得到的带有凸耳的坯料进行预锻和终锻,得到最终环形锻件。

[0013] 本发明相比现有技术的有益效果是:本发明提出的一种通过棒材经镦粗、多道次芯模扩孔以及长凸耳位置精确分料获得合适的环形锻坯的制坯方法。通过在制坯模具内设置内垫块和斜垫块达到使用前一步获得的环形坯料进一步制坯过程中能精确控制金属径向流动目的的成形。通过在制坯模具内设置内垫块阻止金属从环体径向内流,同时利用斜垫块和模具的上模对环体部分金属轴向加载切向有宽变窄约束,形成双向压应力状态,促使金属沿长凸耳方向发生径向流动,为长凸耳的成形预先堆积足够的金属来避免模锻时金属的长程流动造成的充不满、流线紊乱及折叠等模锻缺陷。

[0014] 下面结合附图并通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案

附图说明

[0015] 图1为一种大型环形带长凸耳模锻件示意图;

[0016] 图2为现有长凸耳充不满数值模拟结果图;

[0017] 图3为现有长凸耳充不满缺陷图;

[0018] 图4为棒料流线示意图;

[0019] 图5为饼坯流线示意图;

[0020] 图6为冲孔示意图;

[0021] 图7为多道次芯模扩孔示意图;

[0022] 图8为多道次芯模扩孔后凸耳预分料示意图;

[0023] 图9为扩孔后环形锻坯图;

[0024] 图10为内垫块示意图;

[0025] 图11为斜垫块示意图;

[0026] 图12为利用制坯模具成形凸耳坯料时的双向压应力示意图;

[0027] 图13为得到的近似五角星的凸耳坯料;

[0028] 图14为终锻模具;

[0029] 图15是沿图14的C-C线的剖视图;

[0030] 图16为图14的F1向视图;

[0031] 图17为图14的F2向视图;

[0032] 图18为制得的终锻件。

具体实施方式

[0033] 参图4-图18所示,本实施方式的一种环形外缘带长凸耳模锻件成形方法,它包括:

[0034] 一、准备原始坯料:初步检查原始的挤压棒材,初步加工得到一定长度和直径的棒料;对合格的挤压棒材用锯床下料,如棒材有晶环时,车掉外皮粗晶环。

[0035] 二、镦粗制坯:将得到的棒料加热后在环坯凹模内进行镦粗,镦粗至一定高度,制得饼坯;

[0036] 三、冲孔：使用冲头对镦粗后的饼坯进行冲孔；

[0037] 四、扩孔：将得到的饼坯进行逐次扩孔，使用多道次芯模扩孔后得到坯料，连皮加工掉得到原始环形锻坯；

[0038] 五、制坯：制坯时使用与环形带长凸耳模锻件相配合的制坯模具、以及与制坯模具相配合的内垫块和斜垫块，使金属在轴向加压切向由宽变窄约束下形成两向压应力状态，两向压应力下只能沿圆环形外径方向产生伸长流动，得到带有凸耳的坯料；得到均分五个外凸耳的坯料；制坯难点在于即使成功制备出环的形状，但是在模锻时，环体金属会向内沿径向流动同时向外沿径向流动，且金属径向外流会受到强烈摩擦阻力而无法长程流动，导致长凸耳部分坯料达不到理想尺寸，同时由于长凸耳部分有轴向凹坑，若经过合理预制坯在长凸耳处预分料，模具的轴向凸起必会阻碍金属径向流动导致图2和图3所示充不满缺陷。所以制坯3时使用制坯模具5和图10所示内垫块2以及图11所示斜垫块4，让金属在两向压应力（利用斜垫块4和模具的上模1对环体部分金属施加轴向压应力）切向由宽变窄约束下只能沿径向产生伸长流动如图12所示，得到图13所示五角形坯料。所使用的制坯模具与环形带长凸耳模锻件相匹配是指制坯模具上设置有容纳金属流动的耳槽。图10中的内垫块2为截顶倒锥形体，制坯时，图10中的内垫块2的小截面朝下插在扩孔后的环形锻坯的孔内并安装在制坯模具5上，扩孔后的环形锻坯环向外凸的五个外凸部与制坯模具5之间布置图11的斜垫块4，其中斜垫块4的小弧形面4-1顶靠制坯模具的下模5内壁，斜垫块4的大弧形面4-2顶靠在环形锻坯的外凸部弧形面上。

[0039] 六、模锻：使用终锻模具对得到的带有凸耳的坯料进行预锻和终锻，得到最终环形锻件。模锻采用等温模锻。

[0040] 较佳地，为了获得满足设计要求的环形锻件的中心通孔，在扩孔步骤中，通常，如图7所示的多道次扩孔，扩孔道次为3-5次，扩孔芯模形状为锥形。

[0041] 在模锻中，某些金属材料成形时，金属很容易发生折叠，不能一次直接闭模，需要进行多次成形。例如，铝合金复杂锻件，采用两次预锻，包括第一次预锻，使用如图14的终锻模具对得到的带有凸耳的坯料下压，下压到距模具闭合剩余一定高度时，得到第一次预锻件。通常，第一次预锻，下压到距模具闭合剩余8-15mm。第一次预锻的工艺条件为：上模1和下模5的温度区间为400℃-450℃，坯料温度为420℃-440℃，上模压力为2000-4000吨。

[0042] 还包括第二次预锻，对第一次预锻得到的锻件进行修伤，之后，进行第二次预锻，使用如图14的终锻模具对修伤后的锻件下压，再下压到距模具闭合剩余一定高度时，得到第二次预锻件；使用终锻模具对第二次预锻件进行最终成形，得到最终环形锻件。第二次预锻，下压到距模具闭合剩余2-5mm。第二次预锻的工艺条件为：上模1和下模5的温度区间为400℃-450℃，坯料温度为420℃-440℃，上模压力为2000-4000吨。终锻的工艺条件为：上模1和下模5的温度区间为400℃-450℃，坯料温度为420℃-440℃，上模压力为2000-4000吨。

[0043] 以铝合金复杂锻件为例，扩孔前的冲孔，冲孔冲至连皮厚度4mm-6mm。扩孔后连皮厚度为2mm-5mm。

[0044] 最终成形的锻件，如图18所示，充填良好，流线严格按外形分布，无折叠的环形锻件。

[0045] 以7A09铝合金复杂锻件为例：

[0046] 一、准备原始坯料：初步检查原始的挤压棒材，用锯床进行下料，车掉外皮粗晶环，

φ 220×330mm棒料单面车去2mm后为φ 216×330mm;棒料流线如图4所示;

[0047] 二、镦粗制坯:将得到的棒料加热后在平砧上进行镦粗,镦粗至100mm高的饼坯;镦粗后饼坯的流线如图5所示;

[0048] 三、冲孔:使用冲头对镦粗后的饼坯进行冲孔;冲至连皮厚度5mm;如图6所示。

[0049] 四、扩孔:将得到的饼坯进行逐次扩孔,使用多道次芯模扩孔后得到坯料,连皮加工掉得到原始环形锻坯;使用图7所示多道次芯模扩孔后所得坯料连皮厚度为2~5mm,经图8的凸耳预分料后,连皮加工后得到图9所示扩孔后环形锻坯;

[0050] 五、制坯:制坯时使用与环形带长凸耳模锻件相配合的制坯模具、以及与制坯模具相配合的内垫块和斜垫块,使金属在轴向加压切向由宽变窄约束下形成两向压应力状态,两向压应力下只能沿圆环形外径方向产生伸长流动,得到带有凸耳的坯料;使用制坯模具和图10所示内垫块2以及图11所示斜垫块4,让金属在两向压应力(如图12所示,利用斜垫块4和模具的上模1对环体部分金属轴向加压切向约束,形成双向压应力状态)下只能沿径向产生伸长流动如图12所示,得到图13所示五角形坯料;

[0051] 六、模锻:使用终锻模具对得到的带有凸耳的坯料进行预锻和终锻,得到最终环形锻件。

[0052] 第一次预锻的工艺条件为:上模1和下模5的温度区间为430℃,坯料温度为420℃,合模压力为3000吨。因铝合金复杂锻件成形时金属很容易发生折叠,不能一次直接闭模,需要进行多次成形。使用图14所示终锻模具对五角形坯料压下,压下到距模具闭合高度还剩8mm,得到第一次预锻件;

[0053] 第二次预锻:对第一次预锻得到的锻件进行修伤后进行第二次预锻,使用图14所示终锻模具压下,压下到距模具闭合高度还剩3mm得到第二次预锻件;

[0054] 第二次预锻的工艺条件为:上模1和下模5的温度区间为400℃-450℃,坯料温度为430℃,合模压力为2200吨。

[0055] 使用图14-图17所示终锻模具对第二次预锻件进行最终成形,得到充填良好,流线严格按外形分布,无折叠的图18所示环形锻件。

[0056] 终锻的工艺条件为:上模1和下模5的温度区间为400℃-450℃,坯料温度为420℃,合模压力为2000吨。

[0057] 对得到的7A09铝合金锻件热处理后,得到无过热、过烧,低倍检查无缺陷,流线良好的锻件。锻件纵向屈服强度为444MPa(要求≥385MPa),抗拉强度为512MPa(要求≥455MPa),延伸率13.5%(要求≥7%);横向屈服强度为433MPa(要求≥370MPa),抗拉强度为504MPa(要求≥440MPa),延伸率10.5%(要求≥4%)。说明采用此发明方法成形大型环形带长凸耳模锻件是可行的,可以有效改善成形缺陷,得到符合要求的锻件,流线符合要求,疲劳性能达2400小时,锻件性能全面达到使用要求,目前已在某型号直升机上大规模广泛批产应用。

[0058] 本发明已以较佳实施案例揭示如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可以利用上述揭示的结构及技术内容做出些许的更动或修饰为等同变化的等效实施案例,但是凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施案例所做的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属本发明技术方案范围。



图1

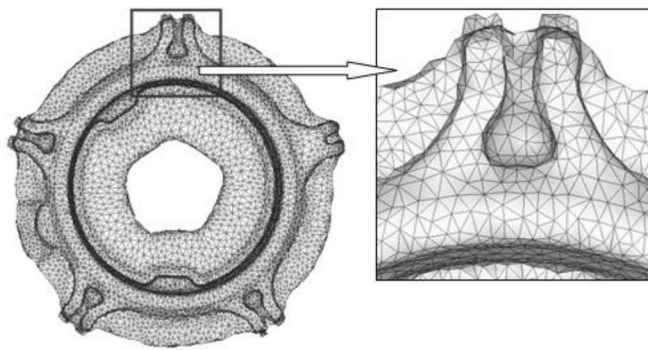


图2

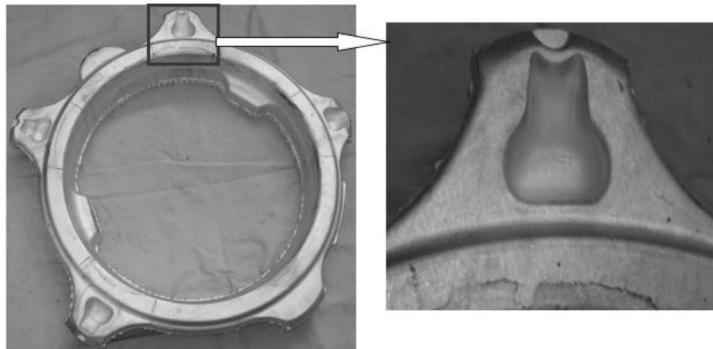


图3

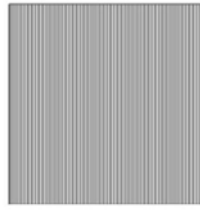


图4

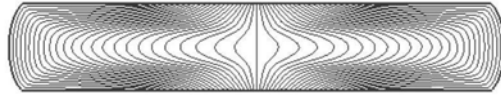


图5

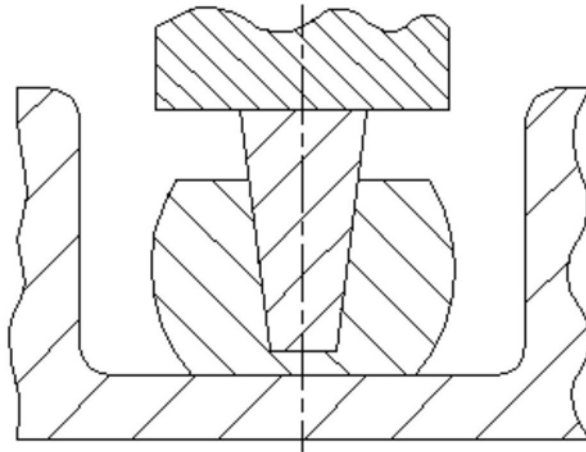


图6

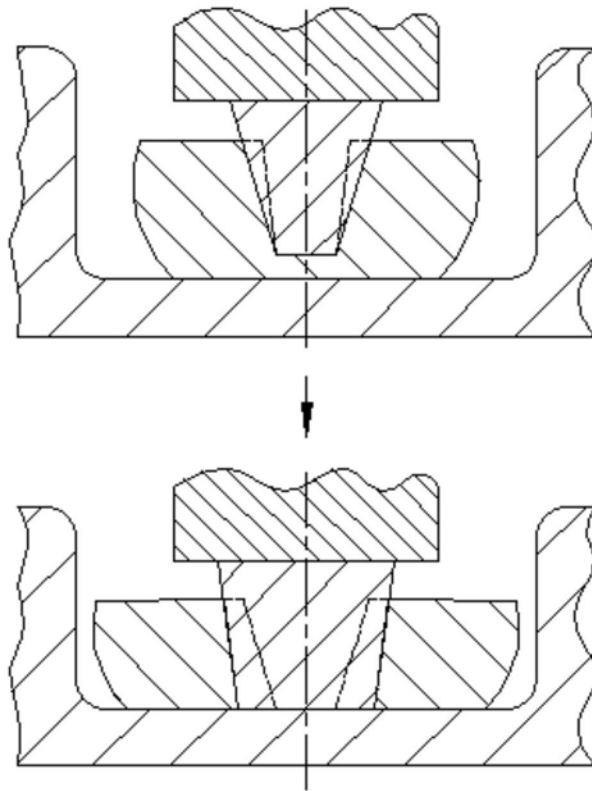


图7

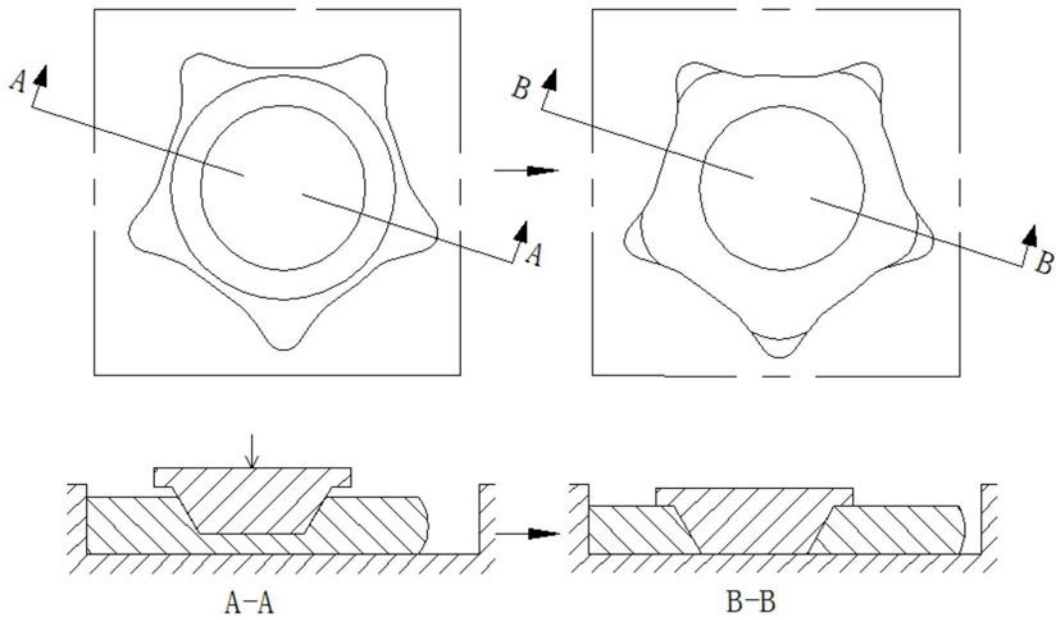


图8



图9

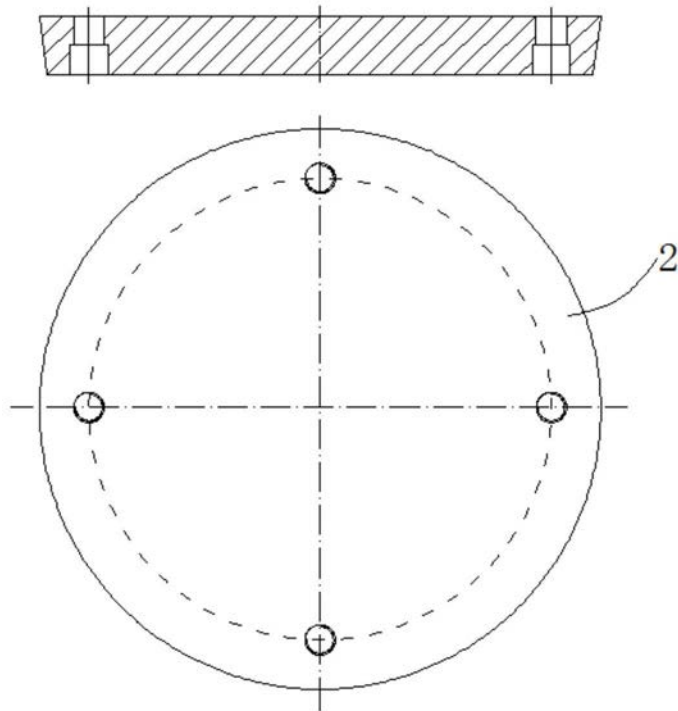


图10

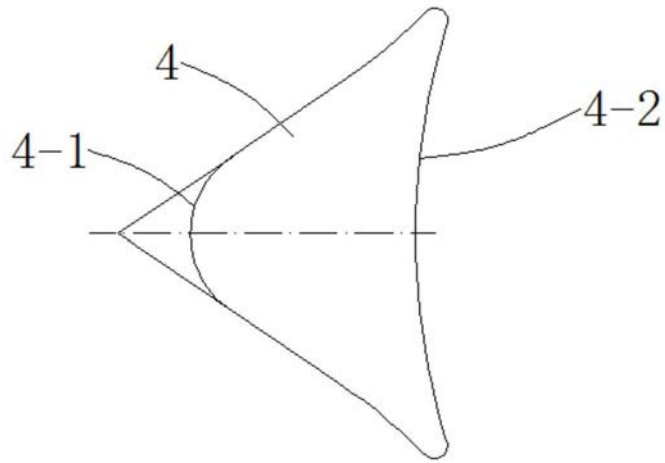


图11

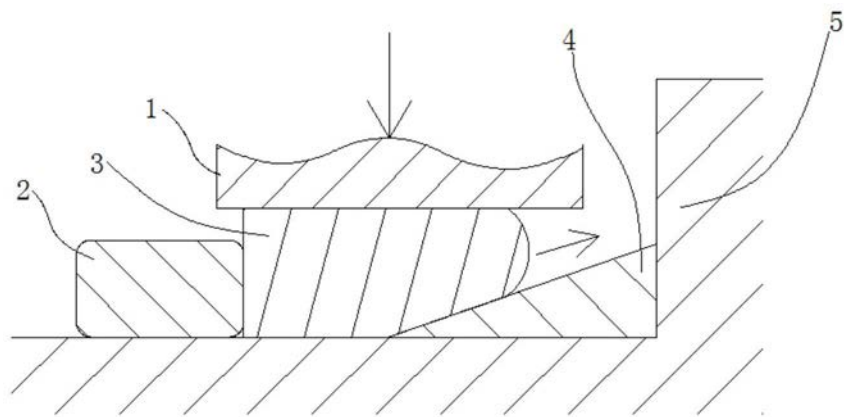


图12

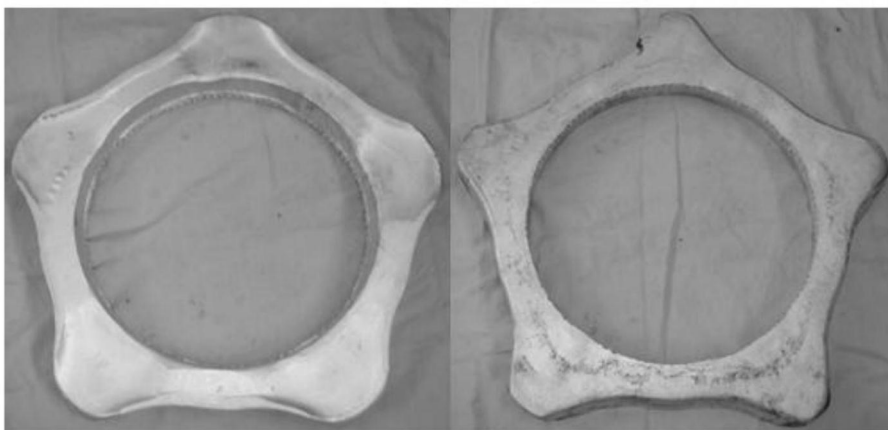


图13

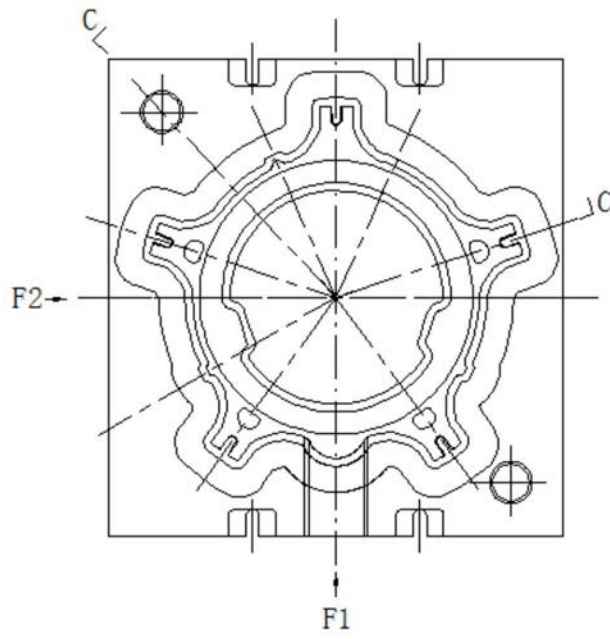


图14

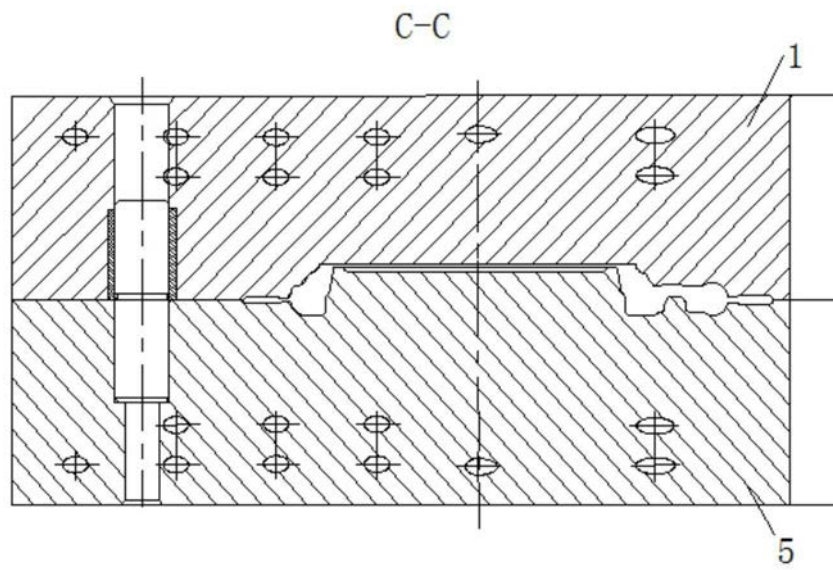


图15

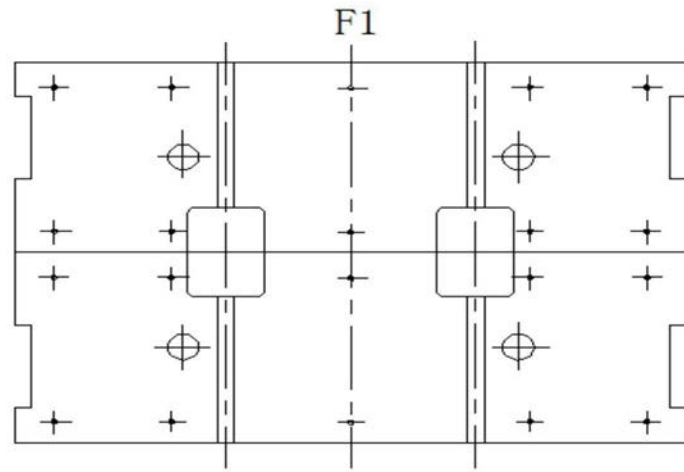


图16

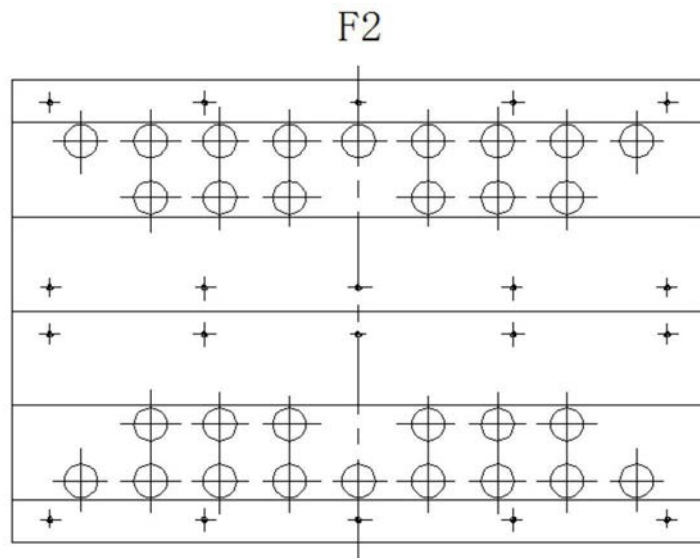


图17

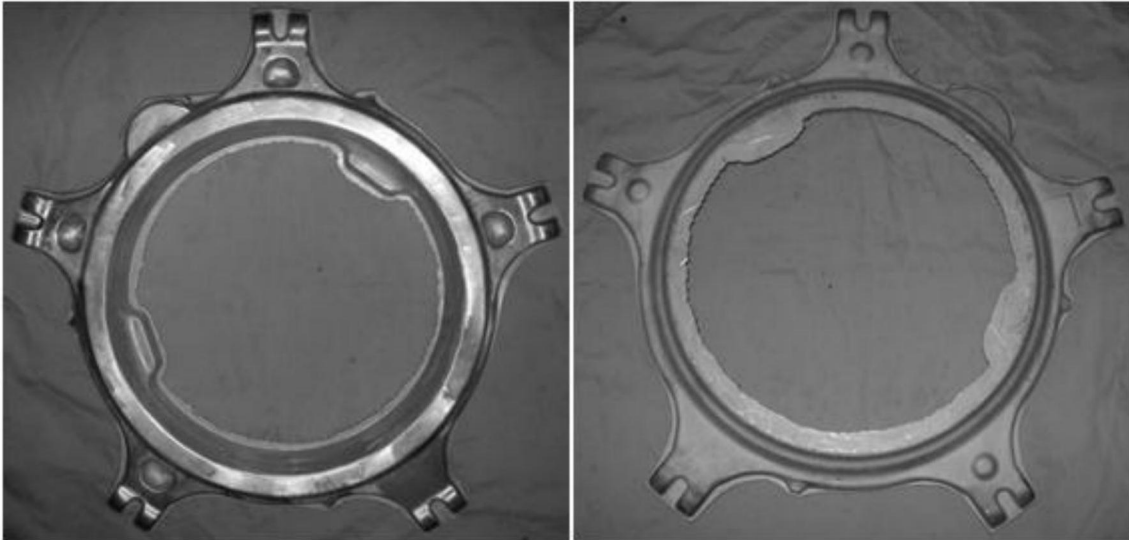


图18