



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105598418 B

(45)授权公告日 2017.06.16

(21)申请号 201610131443.3

(22)申请日 2016.03.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105598418 A

(43)申请公布日 2016.05.25

(73)专利权人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72)发明人 张花蕊 张虎

(74)专利代理机构 北京永创新实专利事务所

11121

代理人 李有浩

(51)Int.Cl.

B22D 18/04(2006.01)

审查员 陈爻

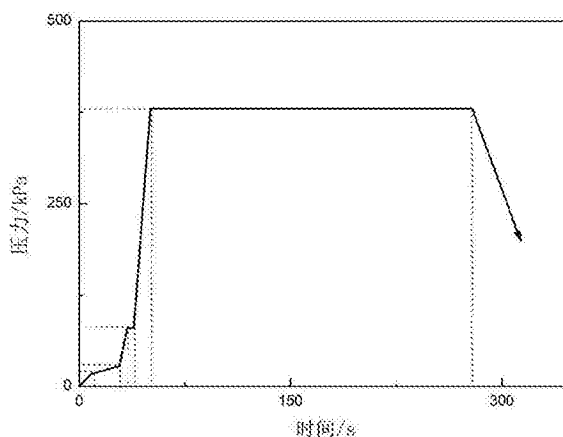
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

一种铝合金汽车底盘铸件金属型低压铸造成型用保压后快速增压方法

(57)摘要

本发明公开了一种铝合金汽车底盘铸件金属型低压铸造成型用保压后快速增压方法,该方法在升液、充型和结晶增压阶段,延续现有铝合金汽车底盘铸件低压铸造工艺,升液压力、充型压力和结晶增压压力控制在15~21kPa、25~35kPa和80~100kPa。在结晶保压阶段和卸压阶段之间,增加了保压后快速增压阶段。根据铸件结构特点和凝固顺序,设定多个特征部位。确定特征部位A开始凝固后,开始增大结晶保压压力到150~1000kPa,增压速度为10~40kPa/s;随后进入保压阶段,特征部位B、特征部位C及特征部位D顺序凝固,待特征部位D凝固结束后,继续保压10~60s。本发明方法使得凝固补缩效果和铸件力学性能显著提高,同时避免了铝液飞溅、铸件飞边毛刺等缺陷,显著减低了对模具结构和铸型合模力的要求。



1. 一种铝合金汽车底盘铸件金属型低压铸造成型用保压后快速增压方法,所述铝合金汽车底盘铸件金属型低压铸造至少包括有升液阶段、充型阶段、结晶增压阶段、结晶保压阶段和卸压阶段;其特征在于:

所述铝合金汽车底盘铸件是指转向节、控制臂、副车架或者轮毂支架;

在凝固过程中,远离浇口的较薄部位先凝固,然后逐渐向浇口部位顺序凝固;根据铸件结构特点和凝固顺序,设定多个特征部位,即选择距离浇口最远的端部薄壁处为特征部位A,选择距离浇口次远的壁厚突变处为特征部位B,选择距离浇口较近的壁厚突变处为特征部位C,选择浇口中心为特征部位D;

根据特征部位的凝固顺序在结晶保压阶段与卸压阶段之间增加了保压后快速增压阶段;

步骤一,升液阶段;

调节升液阶段的压力为15~21kPa,升液速度为1.8~2.0kPa/s;

步骤二,充型阶段;

调节充型阶段的充型压力为25~35kPa,充型速度为0.4~1.0kPa/s,使铝液从浇口进入型腔,直至将型腔全部充满;

步骤三,结晶增压阶段;

经步骤二后使铝液完全充满铸型后,在5~7s快速增加压力至80~100kPa;

步骤四,结晶保压阶段;

在增压压力达到80~100kPa后,进入结晶保压阶段;

步骤五,保压后快速增压阶段;

(A) 特征部位A开始凝固时,开始增大结晶保压压力到150~1000kPa,增压速度为10~40kPa/s;

(B) 特征部位B开始凝固;

(C) 特征部位C开始凝固;

(D) 特征部位D凝固结束后,继续保压10~60s;

步骤六,卸压放气阶段;

经步骤五后,待铝合金汽车底盘铸件凝固完毕,解除保温炉内的气体压力,使升液管和浇道口未凝固的铝液流回到保温炉中。

一种铝合金汽车底盘铸件金属型低压铸造成型用保压后快速增压方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种采用低压铸造工艺制作铝合金汽车底盘铸件的方法,更特别地说,是一种按照顺序凝固时间在进入结晶保压阶段后继续快速增压的、制备铝合金汽车底盘铸件的、金属型低压铸造成型用保压后快速增压方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着汽车轻量化要求的提高,铝合金结构件在汽车上的应用越来越广泛。以底盘悬架系统为例,铝合金前/后转向节应用比例已接近50%,摆臂、控制臂类零件的铝合金应用比例也达到30%左右。1995年,宝马5系车就采用了全铝悬架,使悬挂系统质量减轻了15%;前桥、后桥采用了铝合金,减重65kg。中高端车型更多的应用铝合金零件,而在低端车型上应用铝合金材料由于价格原因受到很大限制。降低成本成为汽车铝合金零件生产企业努力的方向。

[0003] 铸造成型铝合金汽车底盘构件的常用材料为A356和A380等,常用的铸造工艺有重力金属型铸造、低压铸造、高压铸造、差压铸造、高真空压铸和半固态铸造等。差压铸造工艺较多用于生产转向节、控制臂等外形复杂、截面变化大、不能产生缩孔缩松等铸造缺陷的高品质铸件。

[0004] 差压铸造和低压铸造的共同特点在于:(1)充型速度可控,金属液流动平稳、减少了二次夹杂;(2)铸件在压力下凝固,补缩效果好、组织致密,致密度和力学性能显著提高。其差别在于:差压铸造有上下两个压力罐,下压力罐为保温炉和铝液坩埚,上压力罐为铸型(砂型或金属型模具),而低压铸造仅有一个下压力罐,铸型直接暴露在大气中。与低压铸造相比,差压铸造铸件在较大的压力环境下结晶凝固,组织更加致密,但差压铸造的上下罐结构带来的操作不便,以及更复杂的结构和控制系统带来的设备价格增加,导致差压铸造的应用远不及低压铸造普及。

[0005] 低压铸造工艺过程可用作用在金属液表面的压力-时间曲线来反应。典型的压力(压差)-时间曲线包括升液阶段、充型阶段、结壳增压阶段、结壳保压阶段、结晶增压阶段、结晶保压阶段以及卸压阶段等七个不同工艺阶段。金属型低压铸造一般省去结壳阶段,因此,金属型低压铸造工艺过程为:升液、充型、结晶增压、结晶保压和卸压五个阶段。

[0006] 结晶增压压力直接影响了凝固补缩效果,结晶增压压力越高,凝固补缩效果越好,越有利于消除缩孔缩松等缺陷,提高组织致密度。低压铸造的结晶增压压力一般为50~80kPa,特殊条件下增大到80~150kPa。

[0007] 对于铝合金金属型低压铸造,实际生产中考虑到铸型合模力的限制以及模具间缝隙带来的铝液溢出飞溅、铸件飞边毛刺等问题,限制了通过提高结晶增压压力进一步提高铸件组织致密度和力学性能的可行性。

发明内容

[0008] 针对现有转向节、控制臂、副车架等复杂形状、变截面铝合金汽车底盘铸件金属型低压铸造成型难以实现高结晶增压压力的问题,结合该类铸件的结构特点和顺序凝固工艺要求,提出一种在结晶保压阶段根据凝固顺序结晶保压后快速增压的铝合金铸件金属型低压铸造成型用加压方法,以进一步减少缩孔缩松等铸造缺陷、提高铸件组织致密度和力学性能。

[0009] 本发明的一种金属型低压铸造成型用保压后快速增压方法,所述金属型低压铸造至少包括有升液阶段、充型阶段、结晶增压阶段、结晶保压阶段和卸压阶段;其特征在于:

[0010] 根据特征部位的凝固顺序在结晶保压阶段与卸压阶段之间增加了保压后快速增压阶段;

[0011] 根据铸件结构特点和凝固顺序,设定多个特征部位,所述特征可以是特征部位A、特征部位B、特征部位C、特征部位D;

[0012] 所述保压后快速增压阶段的步骤为:

[0013] (A) 特征部位A开始凝固后,开始增大结晶保压压力到150~1000kPa,增压速度为10~40kPa/s;

[0014] (B) 特征部位B开始凝固;

[0015] (C) 特征部位C开始凝固;

[0016] (D) 特征部位D凝固结束后,继续保压10~60s后卸压。

[0017] 一种金属型低压铸造成型用保压后快速增压方法制备铝合金汽车底盘铸件,其特征在于有下列步骤:

[0018] 步骤一,升液阶段;

[0019] 调节升液阶段的压力为15~21kPa,升液速度为1.8~2.0kPa/s;

[0020] 步骤二,充型阶段;

[0021] 调节充型阶段的充型压力为25~35kPa,充型速度为0.4~1.0kPa/s,使铝液从浇口进入型腔,直至将型腔全部充满;

[0022] 步骤三,结晶增压阶段;

[0023] 经步骤二后使铝液完全充满铸型后,在5~7s快速增加压力至80~100kPa;

[0024] 步骤四,结晶保压阶段;

[0025] 在增压压力达到80~100kPa后,进入结晶保压阶段;

[0026] 步骤五,保压后快速增压阶段;

[0027] (A) 特征部位A开始凝固时,开始增大结晶保压压力到150~1000kPa,增压速度为10~40kPa/s;

[0028] (B) 特征部位B开始凝固;

[0029] (C) 特征部位C开始凝固;

[0030] (D) 特征部位D凝固结束后,继续保压10~60s;

[0031] 步骤六,卸压放气阶段;

[0032] 经步骤五后,待铝合金汽车底盘铸件凝固完毕,解除保温炉内的气体压力,使升液管和浇道口未凝固的铝液流回到保温炉中。

[0033] 本发明的一种制备铝合金汽车底盘铸件的金属型低压铸造成型用保压后快速增压方法优点在于:

[0034] (1) 采用本发明方法制备A356铝合金汽车底盘铸件,凝固补缩效果显著提高。与现有低压铸造加压方法相比,在模具结构和合模力不变的情况下,可以提高抗拉强度10~50%,提高延伸率25~50%。显著减低了对模具结构和铸型合模力的要求,同时避免了铝液溢出飞溅、铸件飞边毛刺等缺陷。

[0035] (2) 采用本发明方法制备复杂形状、变壁厚的高品质铝合金铸件,可以实现差压铸造的致密度和力学性能指标,同时避免了差压铸造的上下罐结构带来的操作不便,以及更复杂的结构和控制系统带来的设备价格增加等问题,可以更好的适应汽车底盘构件等铝合金铸件低成本大批量生产要求。

附图说明

[0036] 图1A是汽车后转向节的结构特征示意图。

[0037] 图1B是实施例1的保压后快速增压方式的压力—时间曲线图。

[0038] 图2A是汽车用控制臂的结构特征示意图。

[0039] 图2B是实施例2的保压后快速增压方式的压力—时间曲线图。

[0040] 图3是实施例3的保压后快速增压方式的压力—时间曲线图。

具体实施方式

[0041] 下面将结合附图和实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0042] 针对转向节、控制臂、副车架等铝合金汽车底盘铸件外形复杂、截面变化大等特点,差压铸造或低压铸造时通常采用顺序凝固原则,既浇口(升液管)放在厚大部位处,充型过程中,高温铝液自浇口流出充满铸件,最后到达远离浇口的较薄部位;凝固过程中,远离浇口的较薄部位先凝固,然后逐渐向浇口部位顺序凝固,以实现良好的补缩效果。

[0043] 在本发明中,根据铸件结构特点和凝固顺序,设定多个特征部位,即选择距离浇口最远的端部薄壁处为特征部位A,选择距离浇口次远的壁厚突变处为特征部位B,选择距离浇口较近的壁厚突变处为特征部位C,选择浇口中心为特征部位D。

[0044] 本发明提出的是一种增加了保压后快速增压的金属型低压铸造方法来制备铝合金汽车底盘铸件(即一种铝合金汽车底盘铸件金属型低压铸造成型用保压后快速增压方法),本发明方法包括有:升液阶段、充型阶段、结晶增压阶段、结晶保压阶段、保压后快速增压阶段和卸压放气阶段。具体地说:

[0045] 步骤一,升液阶段;

[0046] 调节升液阶段的压力为15~21kPa,升液速度为1.8~2.0kPa/s;

[0047] 将15~21kPa的压缩空气通入密封的保温炉中,铝液在压力的作用下沿升液管平稳上升至铸型浇口处,并流入铸型中;

[0048] 步骤二,充型阶段;

[0049] 调节充型阶段的充型压力为25~35kPa,充型速度为0.4~1.0kPa/s,使铝液从浇口进入型腔,直至将型腔全部充满;

[0050] 步骤三,结晶增压阶段;

[0051] 经步骤二后使铝液完全充满铸型后,在5~7s快速增加压力至80~100kPa;

[0052] 步骤四,结晶保压阶段;

[0053] 在增压压力达到80~100kPa后,进入结晶保压阶段;

[0054] 步骤五,保压后快速增压阶段;

[0055] 在本发明中,保压后快速增压方法具体视铝合金汽车底盘铸件尺寸和结构、模具状态和冷却条件而有差异。

[0056] 所述的结晶保压后快速增压方法是指:

[0057] (A) 特征部位A开始凝固时,开始增大结晶保压压力到150~1000kPa,增压速度为10~40kPa/s;

[0058] (B) 特征部位B开始凝固;

[0059] (C) 特征部位C开始凝固;

[0060] (D) 特征部位D凝固结束后,继续保压10~60s。

[0061] 经步骤五后,依据结晶保压后快速增压方法继续增压凝固,以降低铝合金汽车底盘铸件的缩孔缩松等铸造缺陷、改善补缩效果,提高铝合金汽车底盘铸件的组织致密度和力学性能。

[0062] 步骤六,卸压放气阶段;

[0063] 经步骤五后,待铝合金汽车底盘铸件凝固完毕,解除保温炉内的气体压力,使升液管和浇道口未凝固的铝液流回到保温炉中。

[0064] 实施例1

[0065] 汽车后转向节,A356合金,重2.8kg。浇注温度为710℃,模具材质H13钢,模具初始温度为350℃,冷却方式为9路水冷与3路风冷组合。转向节构形及特征部位如图1A所示。图1A的结构参考现代制造工程2014年第4期《汽车后转向节轻量化设计与试验验证》,作者张琦等。

[0066] 参见图1B所示的保压后快速增压方式的压力—时间曲线图,采用金属型低压铸造成型用保压后快速增压方法制备铝合金汽车底盘铸件的步骤有:

[0067] 步骤一,升液阶段;

[0068] 在升液压力为17kPa、升液速度为2.0kPa/s的条件下,铝液沿升液管平稳上升至铸型浇口处,并流入铸型中;

[0069] 步骤二,充型阶段;

[0070] 在充型压力为28kPa、充型速度为0.55kPa/s的条件下,铝液从浇口充入型腔,直至型腔全部充满;

[0071] 步骤三,结晶增压阶段;

[0072] 铝液充满铸型后,快速增大结晶压力,在5.5s增压压力至80kPa;

[0073] 步骤四,结晶保压阶段;

[0074] 增压压力达到80kPa后,开始结晶保压;

[0075] 步骤五,保压后快速增压阶段;

[0076] 在本发明中,改进的保压后快速增压方式进行结晶保压处理,其压力—时间曲线如图1B所示。

[0077] (A) 特征部位A在充型10s后开始凝固,此时以25kPa/s的速度增大结晶保压压力到380kPa;

[0078] (B) 特征部位B充型13s后开始凝固;

[0079] (C) 特征部位C充型19s后开始凝固；

[0080] (D) 特征部位D在充型完成后190s凝固结束，继续保压60s；

[0081] 步骤六，卸压放气阶段；

[0082] 经步骤五后，解除保温炉内的气体压力，使升液管和浇道口未凝固的铝液流回到保温炉。

[0083] 对比实施例1

[0084] 采用与实施例1相同的步骤一至步骤三，不同之处在于省略了步骤五的保压后快速增压的处理。

[0085] 继步骤三后，在增压压力达到80kPa后，开始结晶保压250s，随后解除保温炉内的气体压力，使升液管和浇道口未凝固的铝液流回到保温炉。

[0086] 将实施例1和对比实施例1制得的A356合金转向节铸件，经T6热处理后，测试其抗拉强度、屈服强度和延伸率性能。

[0087] 采用Instron 8801型号拉伸试验机测量，对比实施例1制得的转向节的力学性能：抗拉强度、屈服强度和延伸率分别为246MPa、201MPa、8.0%。

[0088] 采用Instron 8801型号拉伸试验机测量，实施例1制得的转向节的力学性能：抗拉强度、屈服强度和延伸率分别达到333MPa、287MPa、11.9%。

[0089] 通过对比可知，经本发明方法所得转向节的抗拉强度、屈服强度和延伸率提高了35.3%、42.8%和48.8%，达到了差压铸造的力学性能指标。

[0090] 实施例2

[0091] 汽车下控制臂，A356合金，重2.4kg。浇注温度为720℃，模具材质H13钢，模具初始温度为250℃，冷却方式为6路水冷与3路风冷组合。控制臂构形及特征部位如图2A所示。图2A的结构参考《汽车控制臂挤压铸造数值模拟及工艺优化》，作者邢志威等。

[0092] 参见图2B所示的保压后快速增压方式的压力—时间曲线图，采用金属型低压铸造成型用保压后快速增压方法制备铝合金汽车底盘铸件的步骤有：

[0093] 步骤一，升液阶段；

[0094] 在升液压力为20kPa、升液速度为2.0kPa/s的条件下，铝液沿升液管平稳上升至铸型浇口处，并流入铸型中；

[0095] 步骤二，充型阶段；

[0096] 在充型压力为30kPa、充型速度为0.5kPa/s的条件下，铝液从浇口充入型腔，直至型腔全部充满；

[0097] 步骤三，结晶增压阶段；

[0098] 铝液充满铸型后，快速增大结晶压力，在6s增压压力至85kPa；

[0099] 步骤四，结晶保压阶段；

[0100] 增压压力达到85kPa后，开始结晶保压；

[0101] 步骤五，保压后快速增压阶段；

[0102] 在本发明中，改进的保压后快速增压方式进行结晶保压处理，其压力—时间曲线如图2B所示。

[0103] (A) 特征部位A在充型8s后开始凝固，此时开始以32kPa/s的速度增大结晶保压压力，直到结晶保压压力到950kPa；

- [0104] (B) 特征部位B充型12s后开始凝固；
- [0105] (C) 特征部位B充型17s后开始凝固；
- [0106] (D) 特征部位D在充型完成后130s凝固结束,继续保压30s；
- [0107] 步骤六,卸压放气阶段；
- [0108] 经步骤五后解除保温炉内的气体压力,使升液管和浇道口未凝固的铝液流回到保温炉。

[0109] 对比实施例2

[0110] 采用与实施例2相同的步骤一至步骤三,不同之处在于省略了步骤五的保压后快速增压的处理。

[0111] 继步骤三后,在增压压力达到85kPa后,开始结晶保压165s,随后解除保温炉内的气体压力,使升液管和浇道口未凝固的铝液流回到保温炉。

[0112] 将实施例2和对比实施例2制得的A356合金转向节铸件,经T6热处理后,测试其抗拉强度、屈服强度和延伸率性能。

[0113] 采用Instron 8801型号拉伸试验机测量,对比实施例2制得的控制臂的力学性能:其抗拉强度、屈服强度和延伸率分别达到256MPa、199MPa、8.2%。

[0114] 采用Instron 8801型号拉伸试验机测量,实施例2制得的控制臂的力学性能:抗拉强度、屈服强度和延伸率分别达到340MPa、289MPa、11.5%。

[0115] 经本发明方法处理后的控制臂的抗拉强度、屈服强度和延伸率提高了32.8%、45.2%和40.2%,达到了差压铸造的力学性能指标。

[0116] 实施例3

[0117] 汽车后转向节,A356合金,重2.8kg。浇注温度为720℃,模具材质H13钢,模具初始温度为350℃,冷却方式为9路水冷与3路风冷组合。转向节构形及特征部位如图1A所示。

[0118] 参见图3所示的保压后快速增压方式的压力-时间曲线图,采用金属型低压铸造成型用保压后快速增压方法制备铝合金汽车底盘铸件的步骤有:

[0119] 步骤一,升液阶段；

[0120] 在升液压力为18kPa、升液速度为2.0kPa/s的条件下,铝液沿升液管平稳上升至铸型浇口处,并流入铸型中；

[0121] 步骤二,充型阶段；

[0122] 在充型压力为26kPa、充型速度为0.98kPa/s的条件下,铝液从浇口充入型腔,直至型腔全部充满；

[0123] 步骤三,结晶增压阶段；

[0124] 铝液充满铸型后,快速增大结晶压力,在6s增压压力至90kPa；

[0125] 步骤四,结晶保压阶段；

[0126] 增压压力达到90kPa后,开始结晶保压；

[0127] 步骤五,保压后快速增压阶段；

[0128] 在本发明中,改进的保压后快速增压方式进行结晶保压处理,其压力-时间曲线如图3所示。

[0129] (A) 特征部位A在充型10s后开始凝固,此时开始以6.4kPa/s的速度增大结晶保压压力到164kPa；

[0130] (B) 特征部位B充型13s后开始凝固；

[0131] (C) 特征部位C充型19s后开始凝固；

[0132] (D) 特征部位D在充型完成后190s凝固结束，继续保压20s。

[0133] 步骤六，卸压放气阶段；

[0134] 经步骤五后解除保温炉内的气体压力，使升液管和浇道口未凝固的铝液流回到保温炉。

[0135] 将实施例3制得的A356合金转向节铸件，经T6热处理后，采用Instron 8801型号拉伸试验机测试其抗拉强度、屈服强度和延伸率性能：抗拉强度、屈服强度和延伸率分别达到328MPa、281MPa及12.5%，达到了差压铸造的力学性能指标。

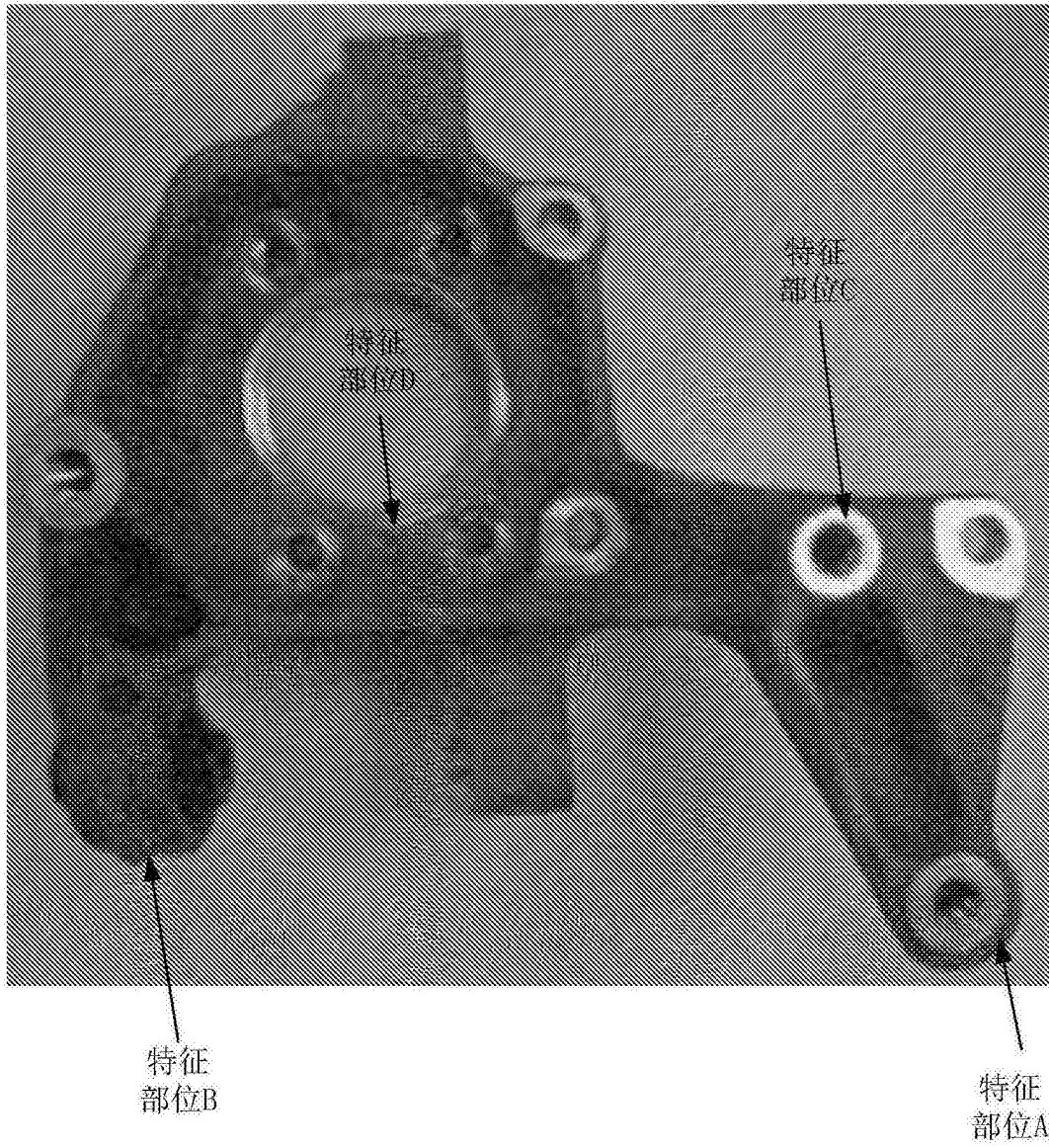


图1A

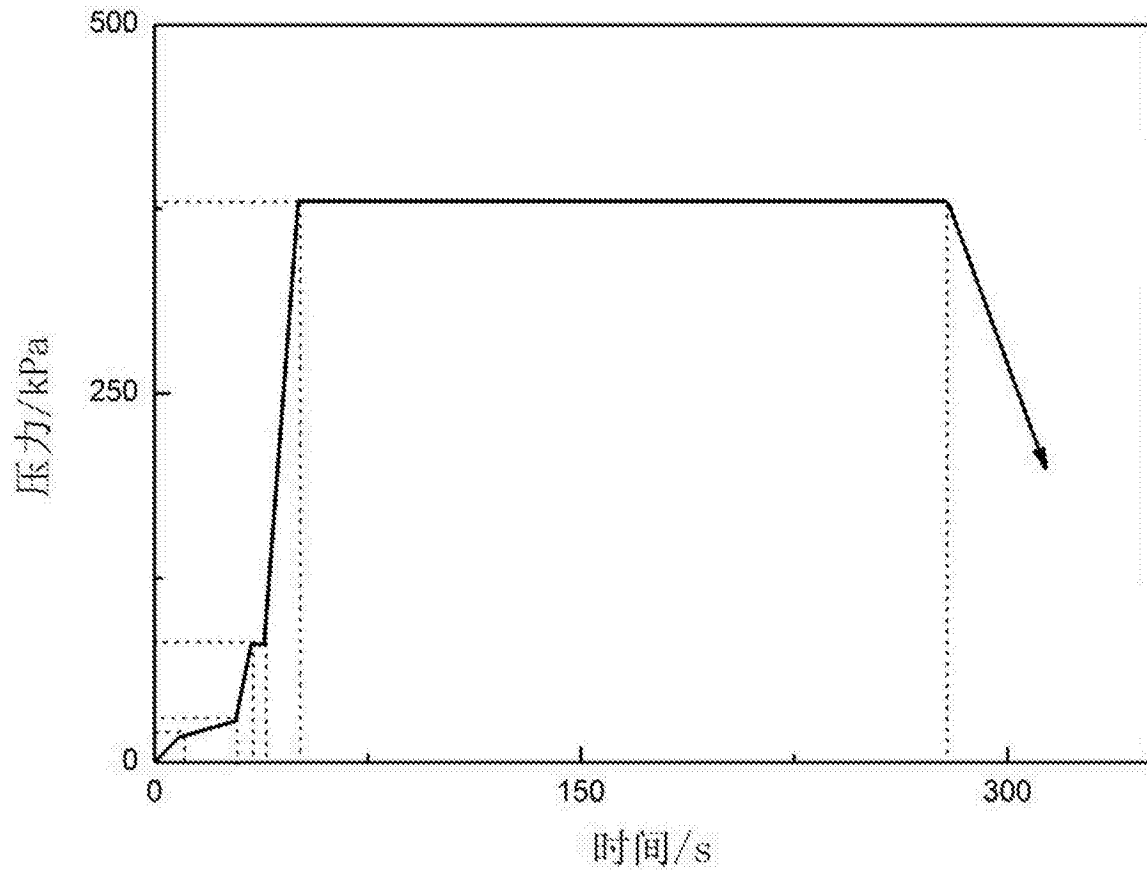


图1B

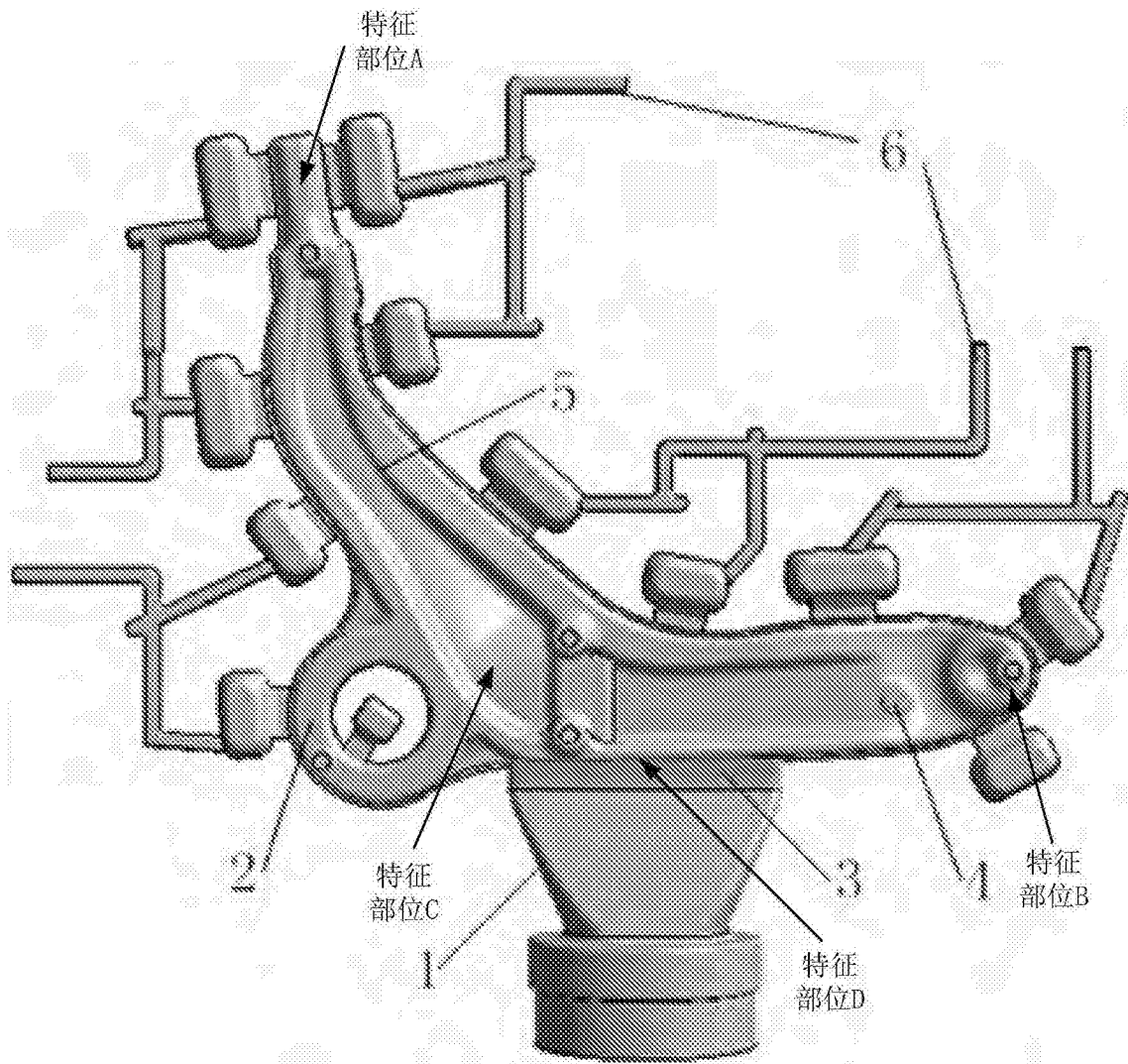


图2A

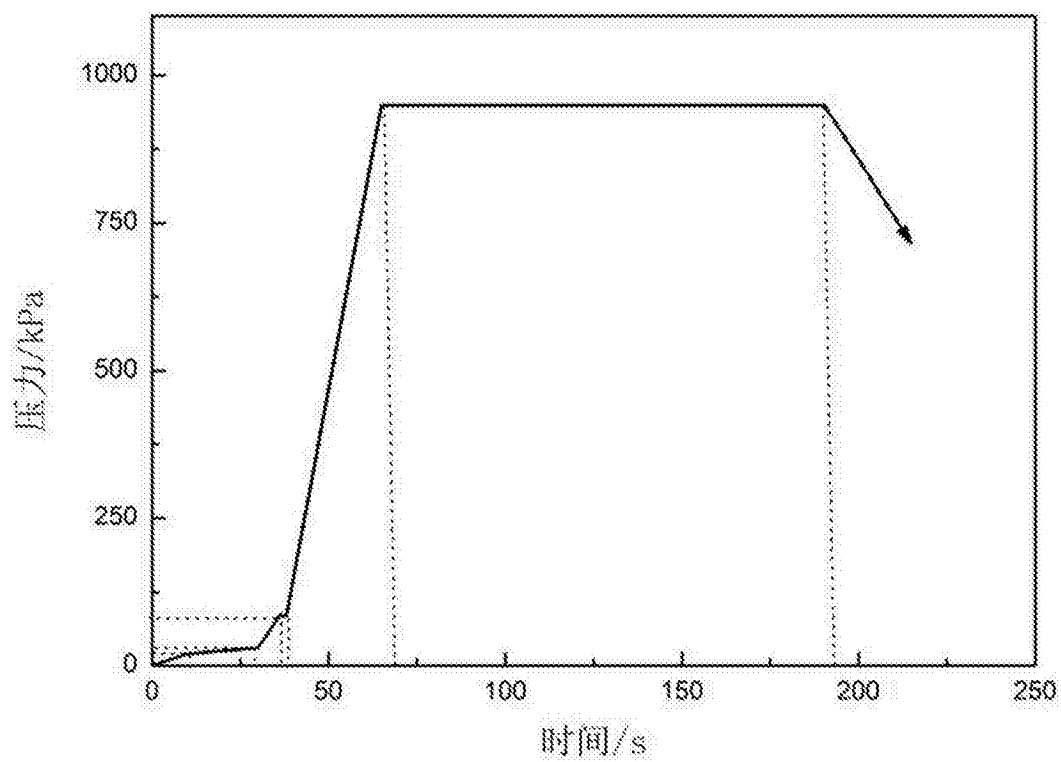


图2B

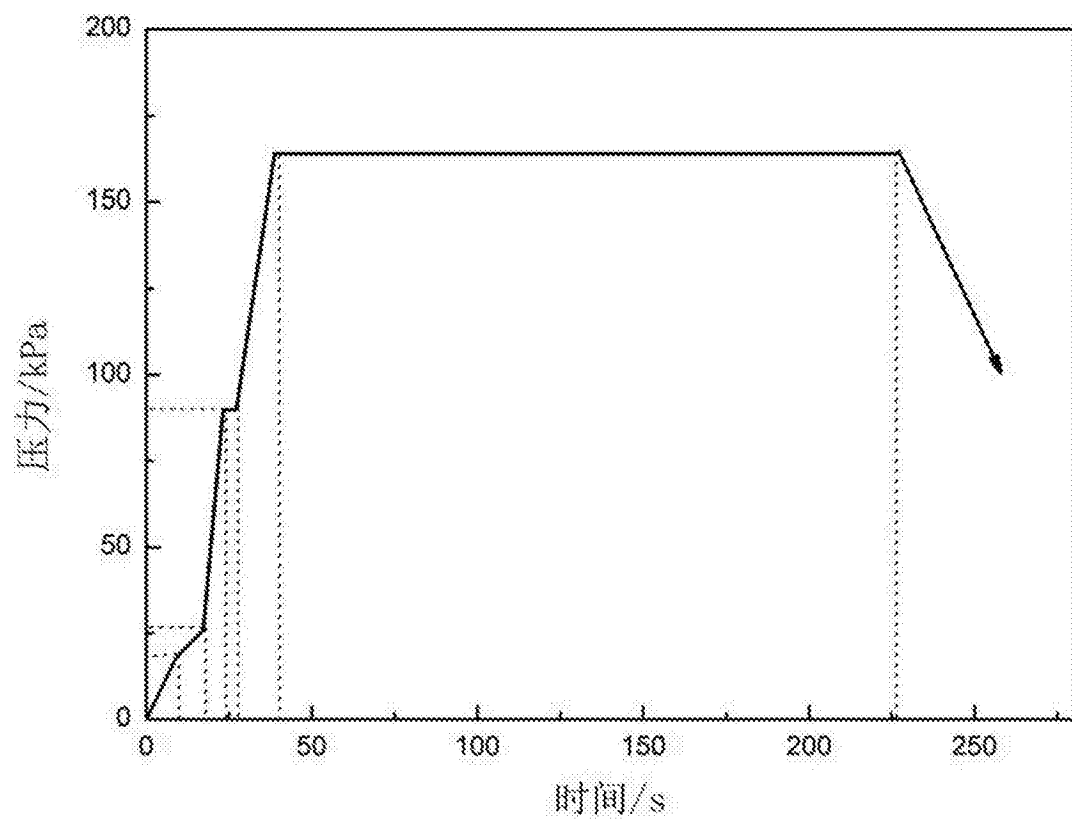


图3