(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111822672 B
(45)授权公告日 2024.12.31

(21)申请号 202010576428.6
(22)申请日 2020.06.22
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111822672 A
(43)申请公布日 2020.10.27
(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 张虎 张花蕊
(74)专利代理机构 北京航智知识产权代理事务所(普通合伙) 11668
专利代理师 黄川 史继颖
(51)Int.Cl.
B22D 18/04(2006.01)
B22D 27/11(2006.01)
B22D 27/08(2006.01)
C22C 21/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 101927329 A,2010.12.29
CN 105710350 A,2016.06.29
CN 212792950 U,2021.03.26
CN 106144947 A,2016.11.23

审查员 杨文昭

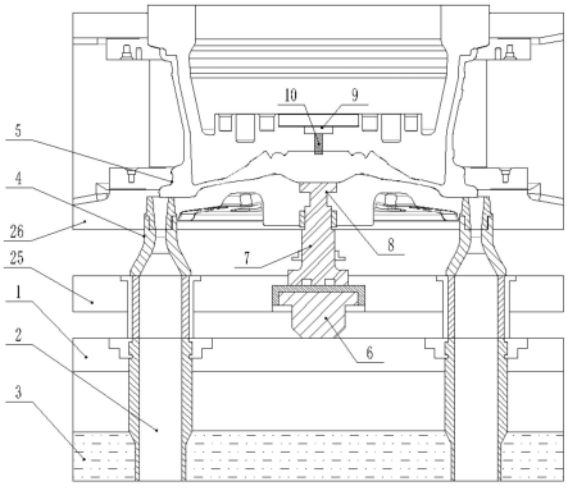
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种局部高增压和细化装置及采用该装置的反重力铸造设备

(57)摘要

本发明公开了一种车轮反重力铸造用局部高增压和细化装置,所述局部高增压和细化装置包括局部加压机构和细化机构;所述局部加压机构设置于:反重力铸造车轮模具上对应车轮轮心的位置下方,包括压力驱动单元、压力传递单元和压力施加单元,压力施加机构与金属熔体接触,并在充型结束后对金属熔体施加压力;所述细化机构设于反重力铸造车轮模具上,对应车轮轮心的位置上方,并在金属熔体凝固过程中对其进行细化。本发明可应用于多升液管充型的铝合金铸件反重力铸造成型装置,并对铸件中心位置处的金属熔体进行局部增压,消除了缩孔缩松,并实现了对晶粒的细化,显著提高了铸件的机械性能。



CN 111822672 B

1.一种带有车轮反重力铸造用局部高增压和细化装置的反重力铸造设备,其特征在于,所述局部高增压和细化装置包括局部增压机构和细化机构;

所述局部增压机构设置于:反重力铸造车轮模具上对应车轮轮心的位置下方,所述局部增压机构与金属熔体接触,并在充型结束后对金属熔体施加压力;

所述局部增压机构包括主框架,两侧设有液压缸,所述液压缸的活塞杆连接推力接头,所述推力接头可在导轨上滑动,推力接头与连杆连接,所述连杆上设有两个中心孔,所述中心孔内设有滑动轴;所述连杆与顶杆连接,顶杆顶部连接有压头,压头对准车轮轮心位置处;进行局部增压时,两侧液压缸活塞杆推动推力接头在导轨上滑动,并推动连杆下方中心孔内的滑动轴进行滑动,连杆上方中心孔内的滑动轴同时进行滑动,带动连杆在槽内进行滑动,并推动顶杆向上运动,带动压头对车轮轮心位置处的熔体进行局部增压;

所述压头在金属熔体中进行挤压,设计传递0~120Mpa的压强,

所述细化机构设于反重力铸造车轮模具上,对应车轮轮心的位置上方,并在金属熔体凝固过程中对其进行细化;

所述反重力铸造设备的工艺为:

(1)升液:通过高压气源对保温炉内的铝液进行加压,使铝液在压力下沿着升液管上升到浇口位置,该阶段升压速度为2.8~4.0kPa/s,将压力增加到20kPa;

(2)充型:继续升压,使铝液通过浇口进入型腔,该充型阶段为两段式加压,第一阶段升压速度为0.1~0.2kPa/s,时间为2~4s,随后进入第二阶段快速升压,直至将型腔充满,此时压力达到35kPa;

该第二阶段的升压速度P 由如下方式确定:

$$P' = \frac{H\rho}{102 \times Kt} N^{x}$$

式中:P'为升压速度,单位为kPa/s;H为型腔总高度,单位为mm;ρ为金属熔体密度,单位为g/cm^3;K为阻力系数,其取值范围为1~1.5;t为预设充型时间,单位为s;102为单位换算系数;N为升液管数量,其取值范围为2~6;x为其升液指数,取值范围为0.2~0.8;

(3)结晶增压保压:充型结束后,以8~10 KPa/的升压速度将压力快速增加到150 Kpa并保压,同时局部增加机构对轮心位置处的金属熔体施加1~120MPa的压力,直到车轮凝固完成;

(4)卸压放气:铝合金车轮凝固完毕,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。

2.根据权利要求1所述的反重力铸造设备,其特征在于,所述局部增压机构包括压力驱动单元、压力传递单元和压力施加单元,所述压力驱动单元提供局部增压所需的压力,所述压力传递单元将该压力传递到压力施压单元,所述压力施加单元与金属熔体接触,并在充型结束后对金属熔体施加压力。

3.根据权利要求1所述的反重力铸造设备,其特征在于,所述细化机构为超声细化机构或振动细化机构。

4.如权利要求3所述的一种反重力铸造设备,其特征在于,所述反重力铸造设备包括模具,所述模具上的浇口,开设在车轮轮辋正下方的圆环面上。

5.如权利要求4所述的一种反重力铸造设备,其特征在于,所述反重力铸造设备为低压铸造设备、调压铸造设备或差压铸造设备中的一种。

一种局部高增压和细化装置及采用该装置的反重力铸造设备

技术领域

[0001] 本发明涉及铸造技术领域,尤其是涉及一种车轮反重力铸造用局部增压和细化装置,及采用该装置的反重力铸造设备。

背景技术

[0002] 轻量化是燃油汽车节能减排、新能源汽车降耗增程的最重要途径之一,以铝合金等轻量化材料代替传统的钢铁材料,已成为汽车设计更新换代的必然选择。用于汽车上的铝合金可分为铸造铝合金和变形铝合金,铸造铝合金占据主导,主要用于制造发动机、离合器壳体、车轮、底盘件等零部件。随着对车轮质量提升的需求和铸造技术的发展,更多的零部件采用低压铸造、差压铸造及调压铸造的方式来生产,均属于反重力铸造方法。该种铸造基本原理是用低压气体驱动坩埚或保温炉内的金属熔体,使其通过升液管上升并进入模具型腔,充型结束后铸型内金属熔体完成在压力作用下的凝固和补缩。

[0003] 传统的铝合金低压、差压及调压车轮铸造技术通常采用单浇口的单升液管充型技术。以铝合金车轮为例,在车轮的中央位置即车轮的轮心位置设置升液管,使金属熔体进入型腔并完成充型与凝固,该方法设计简单,易于实现,但缺点在于充型距离长,成型困难,为避免产生冷隔,车轮金属型模具温度一般高达400℃以上,导致车轮冷却速度低,组织粗大,并容易在热节部位形成缩孔缩松等铸造缺陷。为了细化组织、消除缩孔缩松等铸造缺陷,现有技术中一般采用水冷、水雾冷等方式加强车轮模具的冷却,然而,加强冷却使车轮凝固时间大为缩短的同时,如加强冷却后的大尺寸车轮的凝固时间可以缩短到100s以内,又引起生产过程中对车轮冷却和凝固过程的温度场难以控制的问题,导致难以实现顺序凝固,产品性能不稳定,合格率低。

[0004] 车轮现有技术中已有其它充型方式的尝试。专利CN201010107026.8公开了一种铝合金车轮低压铸造双边浇工艺及装置,在车轮两侧设置浇口,使铝液从轮辋处进入,通过对冷却控制使铝液在急冷的模具温度下由轮心向轮辋进行结晶,缩短了铝液流动的距离,配合冷却,减少了R角或轮辋部位的缩松缺陷。专利CN201310557627.2、CN201410825962.0等文献公开了采用中心浇口和两侧浇口结合的方式,以期望能减轻轮毂的重量,提高机械强度。CN201610390494.8采用一机双模轮毂模具,浇口同样设置在轮辋位置上,实现一次浇注两个轮毂。

[0005] 但上述装置和方法同样存在明显的缺陷,对于铝液仅从轮辋处进入的方式,入口设在轮辋中部,进入后会导致分流,即同时向轮心处和轮缘处充型,造成各处的充型时间不可控,进而造成凝固顺序不可控,容易形成缩孔缩松缺陷。而对于采用中心浇口和两侧浇口结合的方式,由于铝液从两个入口进入,在中间位置会形成汇流,容易因气体排出不顺等原因造成断点。

[0006] 本申请人设计了一种基于多升液管的快速顺序凝固车轮成型装置与方法,模具的浇口设置在车轮的轮辋正下方。通过在多个升液管升液充型,可以显著降低充型距离并解决了大尺寸车轮长距离补缩的问题,但由于浇口设置在车轮的轮辋正下方,导致轮心位置

处的充型和凝固时间较晚,有可能在此处产生缩孔缩松问题。

发明内容

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种车轮反重力铸造用局部高增压和细化装置,及采用该装置的反重力铸造设备。

[0008] 本发明完整的技术方案包括:

[0009] 一种车轮反重力铸造用局部高增压和细化装置,其特征在于,所述局部高增压和细化装置包括局部增压机构和细化机构;

[0010] 所述局部增压机构设置于:反重力铸造车轮模具上对应车轮轮心的位置下方,所述局部增压机构与金属熔体接触,并在充型结束后对金属熔体施加压力;

[0011] 所述细化机构设于反重力铸造车轮模具上,对应车轮轮心的位置上方,并在金属熔体凝固过程中对其进行细化。

[0012] 所述局部增压机构包括压力驱动单元、压力传递单元和压力施加单元,所述压力驱动单元提供局部增压所需的压力,所述压力传递单元将该压力传递到压力施压单元,所述压力施加单元与金属熔体接触,并在充型结束后对金属熔体施加压力。

[0013] 所述局部增压机构包括主框架,两侧设有液压缸,所述液压缸的活塞杆连接推力接头,所述推力接头可在导轨上滑动,推力接头与连杆连接,所述连杆上设有两个中心孔,所述中心孔内设有滑动轴;所述连杆与顶杆连接,顶杆顶部连接有压头,压头对准车轮轮心位置处;进行局部增压时,两侧液压缸活塞杆推动推力接头在导轨上滑动,并推动连杆下方中心孔内的滑动轴进行滑动,连杆上方中心孔内的滑动轴同时进行滑动,带动连杆在槽内进行滑动,并推动顶杆向上运动,带动压头对车轮轮心位置处的熔体进行局部增压。

[0014] 所述细化机构为超声细化机构或振动细化机构。

[0015] 带有所述装置的反重力铸造设备。

[0016] 所述反重力铸造设备包括模具,所述模具上的浇口,开设在车轮轮辋正下方的圆环面上。

[0017] 所述反重力铸造设备为低压铸造设备、调压铸造设备或差压铸造设备中的一种。

[0018] 本发明相对于现有技术的优点在于:

[0019] 本申请人提出的基于多升液管的快速顺序凝固车轮成型装置与方法,模具的浇口设置在车轮的轮辋正下方。通过在多个升液管升液充型,可以显著降低充型距离并解决了大尺寸车轮长距离补缩的问题,但由于浇口设置在车轮的轮辋正下方,导致轮心位置处的充型和凝固时间较晚,有可能在此处产生缩孔缩松问题。针对该问题,本发明在车轮的中心位置增加局部增压装置,压力施加机构与金属熔体接触,并在充型结束后对金属熔体施加压力。使此处的铝液在极高压下进行凝固,消除了形成缩孔缩松缺陷的可能性。同时设置一个细化装置,在凝固过程中对铝液进行振动,使铝液结晶形成的枝晶被打破,增强形核,以细化晶粒,提高车轮的机械性能。

附图说明

[0020] 图1为带有本发明局部增压和细化装置的车轮反重力铸造结构示意图。

[0021] 图2a为局部增压机构的结构图。

[0022] 图2b为图2a的俯视图。

[0023] 图3为现有技术中的车轮结构示意图。

[0024] 图4a为图1设备进行充型时的易发生卷气部位。

[0025] 图4b为图4a的局部放大图。

[0026] 图4c为图4a处在慢速充型时的充型顺序示意图。

[0027] 图中:1-保温炉,2-升液管,3-铝液,4-异形浇口组件,5-型腔,6-压力驱动单元,7-压力传递单元,8-压力施加单元,9-振动发生器,10-振动杆,11-导轨安装座,12-导轨,13-液压缸,14-液压缸安装座,15-连接板,16-导向套,17-推力连接头,18-第一滑动轴,19-滑动衬套,20-隔垫,21-连杆,22-顶杆,23-挡圈,24-第二滑动轴,25-安装台板,26-下模。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明。

[0029] 如图1所示,一种车轮反重力铸造用局部高增压和细化装置,所述局部高增压和细化装置包括局部增压机构和细化机构;所述局部增压机构设置于模具下方,在模具上对应于车轮轮心位置处下方,包括压力驱动单元6、压力传递单元7和压力施加单元8,压力施加单元8与金属熔体接触,并在充型结束后对金属熔体施加压力;细化机构设于车轮模具上方,对应车轮轮心的位置上方,并在金属熔体凝固过程中对其进行细化。所述细化机构为超声细化机构或振动细化机构。在本具体实施方式中包括振动发生器9和振动杆10,振动杆10探入铝液中,在凝固过程中对铝液进行振动,使铝液结晶形成的枝晶被打破,增强形核,以细化晶粒,提高车轮的机械性能。为更清楚地标明该装置结构,图中还示出了所配套的安装台板25和下模26。

[0030] 局部增压机构设置于模具下方,在模具上对应于车轮轮心位置处下方,其中一种具体实施的详细结构如图2所示,包括主框架,左右两侧设有液压缸13,液压缸安装于液压缸安装座14上。液压缸前方的主框架上设有连接板15,连接板上设有导向套16,用以对活塞杆的运动进行导向。液压缸活塞杆连接推力接头17,导轨12安装于导轨安装座11上,推力接头可在导轨12上滑动。推力接头通过第一滑动轴18与连杆21连接,第一滑动轴外套有滑动衬套19和隔垫20,连杆21上连接顶杆22,通过位于连杆下中心孔内的第一滑动轴18和连杆上中心孔内的第二滑动轴24的作用,将推力接头传递的推力传递给顶杆22,形成向上的压力。顶杆顶部连接有压头,压头对准车轮轮心位置处。顶杆上设有挡圈23。

[0031] 进行局部增压时,两侧液压缸活塞杆推动推力接头,在导轨上滑动,并推动连杆下方中心孔内的第一滑动轴进行滑动,连杆上方中心孔内的第二滑动轴同时进行滑动,带动连杆在槽内进行滑动,并推动顶杆向上运动,带动压头对熔体进行挤压。

[0032] 下面对本发明局部增加机构的一种设计思路进行说明:

[0033] 本发明局部增加机构的压头在金属熔体中进行挤压,设计可传递0～120MPa的压强。下面以常用20MPa压强为例,对设计思路进行说明,其他压强的压头设计方法与之类似。

[0034] 1.参数计算

[0035] (1)压力计算:

[0036] 按照熔体中传递20MPa的压力,挤压杆直径60mm进行计算,得到:

[0037] $F=3.14*0.06*0.06*0.25*20*10^6$

[0038] 计算F＝5.7吨。

[0039] (2)位移计算:

[0040] 连杆两中心孔距尺寸150mm,则有:

[0041] tan 3°＝0.052,单侧放大19.2倍,10/19*2＝0.263吨(单侧推力),考虑到其他阻力和长期疲劳冲击,将安全系数设定为2.5,则推力考虑为0.68吨。

[0042] 150*cos 10°＝149.79;

[0043] 150*cos 3°＝147.72;

[0044] 差值2毫米,油缸单侧横向推力行程为19毫米。

[0045] 考虑到推杆稳定性要求,取缸径50,活塞杆直径28,工作压力1Mpa的液压缸。

[0046] 考虑到载荷减小和空间紧凑,连杆设计为左右对阵的2个。

[0047] 经过校核计算,强度和刚度校核满足要求。

[0048] 下面对与本发明相配套使用的车轮成型装置,以及配套工艺进行说明。

[0049] 图3为一个典型的车轮构造图,其中在现有技术中,通常将车轮的中央位置称为轮心,在车轮外侧,与轮胎装配配合,支撑轮胎的部分称为轮辋,与车轴轮心实施安装连接,并支撑轮辋的车轮部分称为轮辐,多个轮辐中间留有窗口。保持并支撑轮胎方向的轮辋部分称为轮缘。

[0050] 现有的低压或差压铸造铝合金车轮生产中,几乎全部采用在在车轮的中央轮心位置设置升液管,并使熔体通过连接在升液管上的保温杯和浇口套,由轮心处的浇口进入型腔,在分流锥的作用下进行分流,并沿着轮心-轮辐-轮辋-轮缘的顺序依次充型,充满型腔后实现凝固,这是由于在实际生产中,在此处设置浇口和升液管最为容易实现,且浇口的截面形状为规则的圆形,加工简单。同时浇口的面积大,可以使充型速度快。但是上述浇注充型方式带来的一些问题始终无法很好解决,如浇口距离远,充型距离过长,在轮辋与轮辐连接等热节部位非常难以补缩,容易形成缩孔缩松,成为困扰车轮行业生产的一大难题。虽然采用对该处采用水冷、水雾冷等方式加强冷却,以期望实现顺序凝固,但是由于车轮充型和凝固时间短,难以对温度场进行精确控制,仍然不可避免的会产生相当比例的废品。

[0051] 而现有技术中采用在轮辋侧面中部位置进行双边浇注的方式,同样由于充型分流导致的充型和凝固顺序不可控也非常容易形成缩孔缩松缺陷。目前车轮行业并非广泛采用上述双边浇注。仍是以中心浇注为主,也说明了该方式在工业上应用的价值不大。

[0052] 基于此问题,本发明提出了一种与前本发明配套所适用的,基于多升液通道的车轮成型装置,如图1所示,包括盛有铝液的保温炉1、保温炉内连接有高压气源,保温炉内设有多个升液管2,该多个升液管的下部浸入铝液3中。在采用高压气源对炉内的铝液进行加压时,铝液可以沿着多个升液管上升。升液管上方通过保温杯和本发明公开的异形浇口组件4与模具的浇口连接,并进入模具的型腔5,浇口组件包括浇口杯和其上方的异性浇口套,浇口套与浇口连接。

[0053] 模具的浇口,设置在车轮的轮辋正下方的圆环面上,特别说明的,本发明中所述“轮辋正下方的圆环面”是指轮辋上与轮缘相对的一侧,环绕车轮中心轴线所形成的圆环面。构成该圆环的外圆是该面上车轮最外圈轮廓线所构成的圆,内圆是车轮的窗口区外侧轮廓线围绕车轮中心轴线所构成的圆,如图3所示。对应的,浇口组件与模具相连通的位置同样设置在该处。

[0054] 尤其优选的是,该浇口和浇口组件可以设置在该圆环面上对应窗口区外侧的位置,也可以设置于该圆环面上对应轮辋与轮辐连接的位置。

[0055] 在一种优选的实施方式中,该浇口可以设置为两个,可在车轮两侧对称设置,也可以为环绕车轮轴线设置多个浇口。与该浇口相对应的,升液管可以设置为两个,可在车轮两侧对称设置,也可以为环绕车轮轴线设置多个升液管。

[0056] 本发明同时公开了一种适应于该充型方式下的低压/差压铸造工艺,由于本发明的浇注充型方式相对于现有技术做了巨大的变化,原有的充型方式和凝固工艺无法适用于本发明,基于此,本发明同时设计了一种适合该充型位置的工艺。

[0057] 具体包括如下步骤:

[0058] (1)升液:通过高压气源对保温炉内的铝液进行加压,使铝液在压力下沿着升液管上升到浇口位置,该阶段升压速度为2.8~4.0kPa/s,将压力增加到20kPa;

[0059] (2)充型:继续升压,使铝液通过浇口进入型腔,该充型阶段为两段式加压,第一阶段升压速度为0.1~0.2kPa/s,时间为2~4s,随后进入第二阶段快速升压,直至将型腔充满,此时压力达到35kPa;

[0060] 该第二阶段的升压速度P′由如下方式确定:

[0061] $$P' = \frac{H\rho}{102 \times Kt} N^{x} \quad (1)$$

[0062] 式中:

[0063] P′为升压速度,单位为kPa/s;H为型腔总高度,单位为mm;ρ为金属熔体密度,单位为g/cm^3;K为阻力系数,其取值范围为1~1.5;t为预设充型时间,单位为s,优选取10s;102为单位换算系数;N为升液管数量,其取值范围为2~6,可根据不同型号车轮的窗口数量进行选择,优选取2~4;x为其升液指数,取值范围为0.2~0.8,在本实施方式所采用轮型的方案中,取值选0.5。

[0064] (3)结晶增压保压:充型结束后,以8~10KPa/的升压速度将压力快速增加到150Kpa并保压,同时局部增加机构对轮心位置处的金属熔体施加1~120MPa的压力,直到车轮凝固完成。

[0065] (4)卸压放气:铝合金车轮凝固完毕,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。

[0066] 对于升液阶段和充型阶段的升压速度选择,由于在升液时,升液管的内径固定,基本不会产生紊流,所以采用快速的升压速度,使金属熔体能快速升液达到浇口位置,缩短升液时间。而在充型阶段,则要考虑到型腔和浇口的复杂形状,在传统的充型方式中,由于采用从轮心位置进行浇注的方式,升液管和浇口的截面积相差不大,且轮心处的型腔截面积大,不易产生紊流,因此可以采用经验或者试验得到充型升压速度。而对于本发明的充型方式,采用在轮辋圆环面上进行充型,为不规则随形浇口,升液管和浇口的形状面积差距很大,同时轮辋处的空间较小,如充型压力不合理极易产生紊流卷气,造成气孔缺陷。而现有技术中的充型压力设计均采用理想状态下的计算方式,结合阻力系数等进行修正。没有考虑到升液管和浇口的截面积变化造成的流动状态变化。因此无法采用现有技术中的经验式得到理想的充型升压速度。

[0067] 因此,本发明对上述问题进行了研究,结合升液管、浇口、浇口上方型腔形状与截

面积,以及金属熔体的流动特性。发现对于车轮轮辋位置,如图4a中箭头所示的圆框处,在充型的最初阶段存在两个面积发生明显变化的部位,如图4b中箭头所示的圆框处,如果产生紊流,该位置处极易形成卷气,经过设计和计算,本发明采用两段式加压,第一阶段明显地降低升压速度,使金属熔体在充型最初阶段实现平稳流动,充满上述区域以避免卷气,如图4c所示(此处箭头为熔体充型方向),随后进入第二阶段快速升压以缩短充型时间。在本发明第二阶段的充型过程中,研究发现充型稳定性与升液管数量与明显关系,因为传统的从轮心位置进行浇注的方式仅有一个升液管和浇口,因此通过试验即可得到规律并做定量处理。而本发明的充型方式,升液管和浇口数量可以为2个或更多。同样升压条件下,在浇口处流速、在浇口上方型腔内的流速均会发生明显变化,从而导致充型流动方式不可控。因此本发明通过研究,得到第二阶段的升压方式,从公式(1)中可以看出,在相同的预设充型时间内,随着升液管数量增加,其可采用的升压速度可以逐步增大,并且不会造成紊流卷气等问题。阻力系数取值与金属液粘度、铸型型腔复杂度等有关,阻力小时取下限,阻力大时取上限。

[0068] 实施例1:

[0069] 采用2个升液管和浇口,所用金属熔体质量百分比组成如下:Si:5~9%,Mg:0.3~0.5%,Zr:0.01~0.02%,B:0.005~0.007%,Re:0.002~0.005%,Nd:0.002~0.005%,Fe:0.05~0.15%,Mn:0.05~0.1%,Ti:0.08~0.14%,其余为Al和不可避免的杂质。

[0070] (1)升液:通过高压气源对保温炉内的铝液进行加压,使铝液在压力下沿着升液管上升到浇口位置,该阶段升压速度为3.5kPa/s,将压力增加到20kPa;

[0071] (2)充型:继续升压,使铝液通过浇口进入型腔,第一阶段升压速度为0.2kPa/s,时间为1.8s,使金属熔体平稳充满图4b箭头所示区域,随后进入第二阶段随后以0.66kPa/s的升压速度快速充型,直至将型腔充满。

[0072] (3)结晶增压保压:充型结束后,以8KPa/s的升压速度将压力快速增加到150kPa,并保压,液压油缸带动液压杆驱动压头对轮心位置处施加2000kPa的机械压力,振动发生器带动振动杆对铝液进行振动细化,直到车轮凝固完成。在保压过程中,在浇口处对一直保持轮辋热节的高压力补缩,在高压铝液的补缩下,完全消除了该处的缩孔缩松产生的可能性。同时压头对轮心处金属液进行20MPa的局部增压,消除了该处产生缩孔缩松的可能性。

[0073] (4)卸压放气:铝合金车轮凝固完毕,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。

[0074] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明作任何限制,凡是根据本发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效结构变化,均仍属于本发明技术方案的保护范围内。

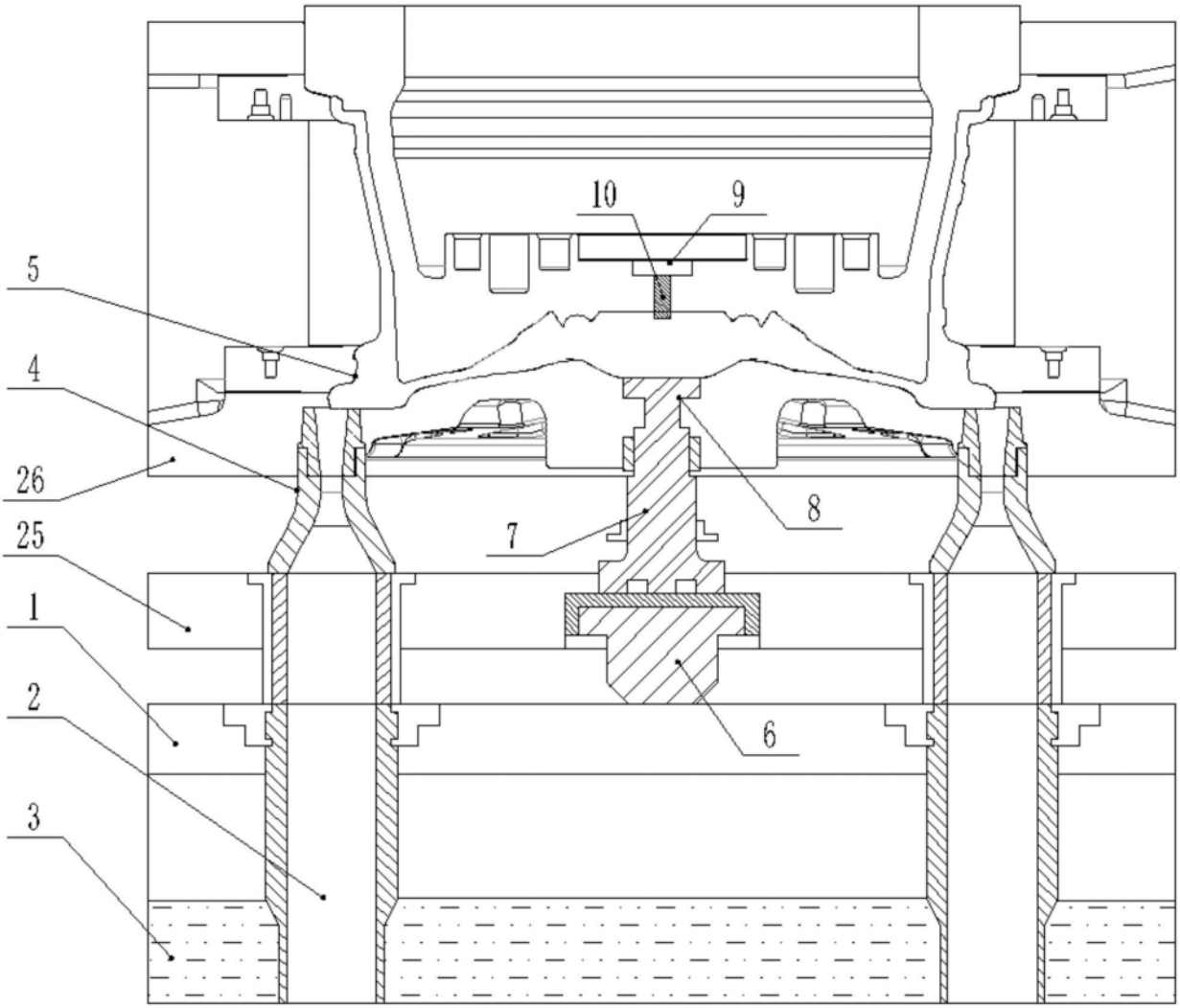
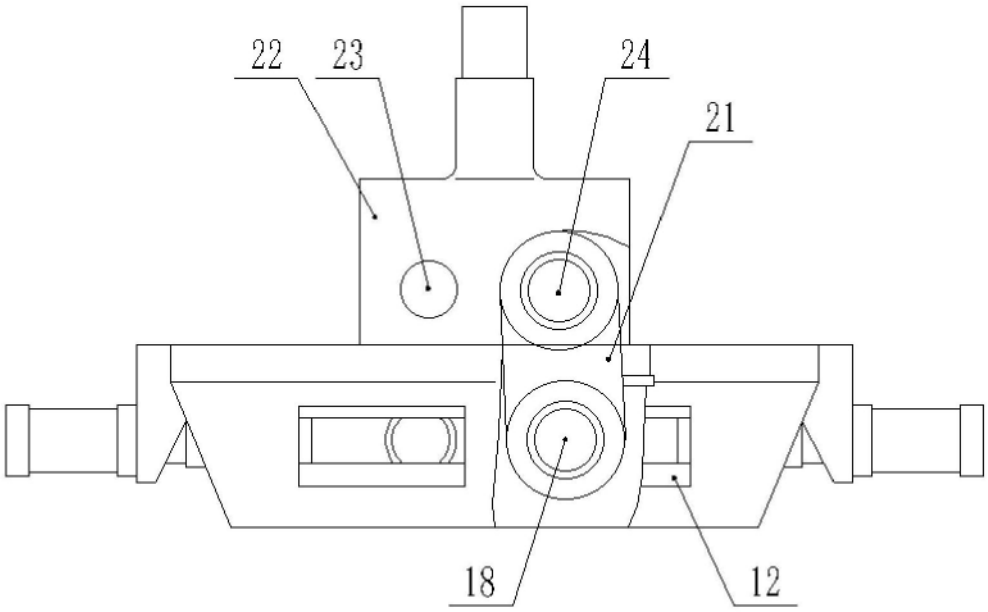
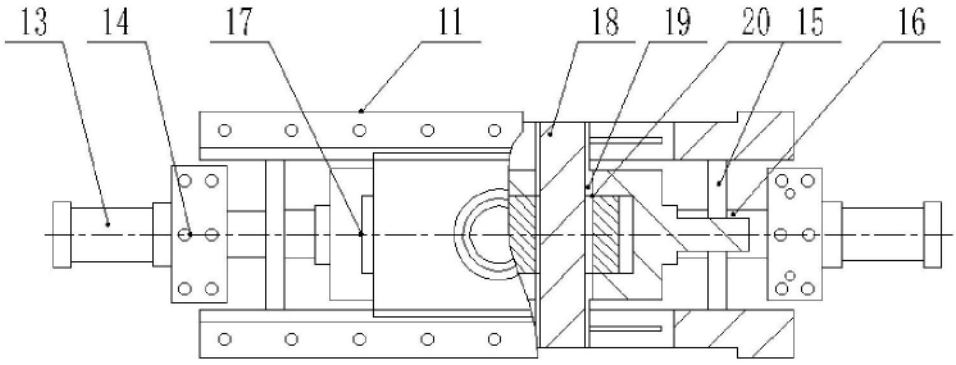


图1



(a)



(b)

图2

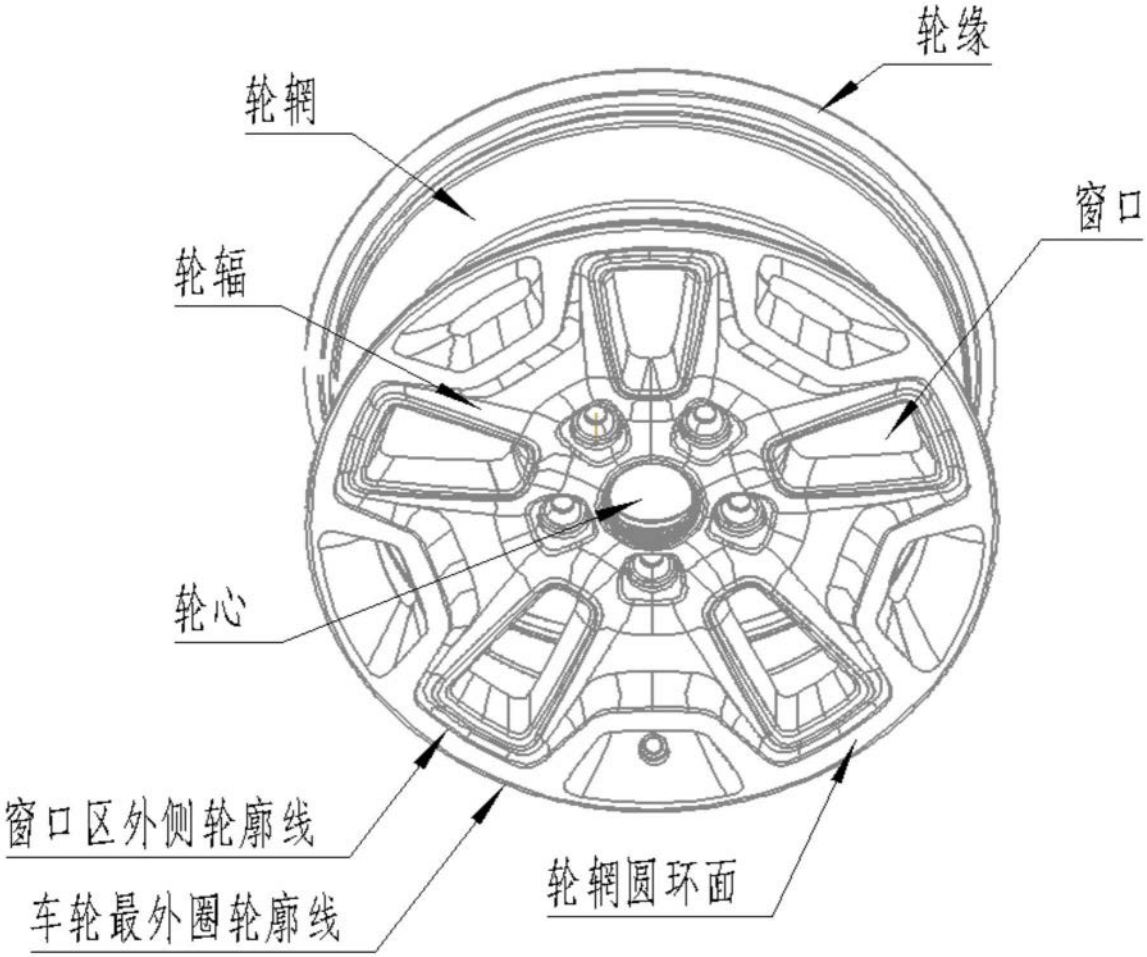


图3

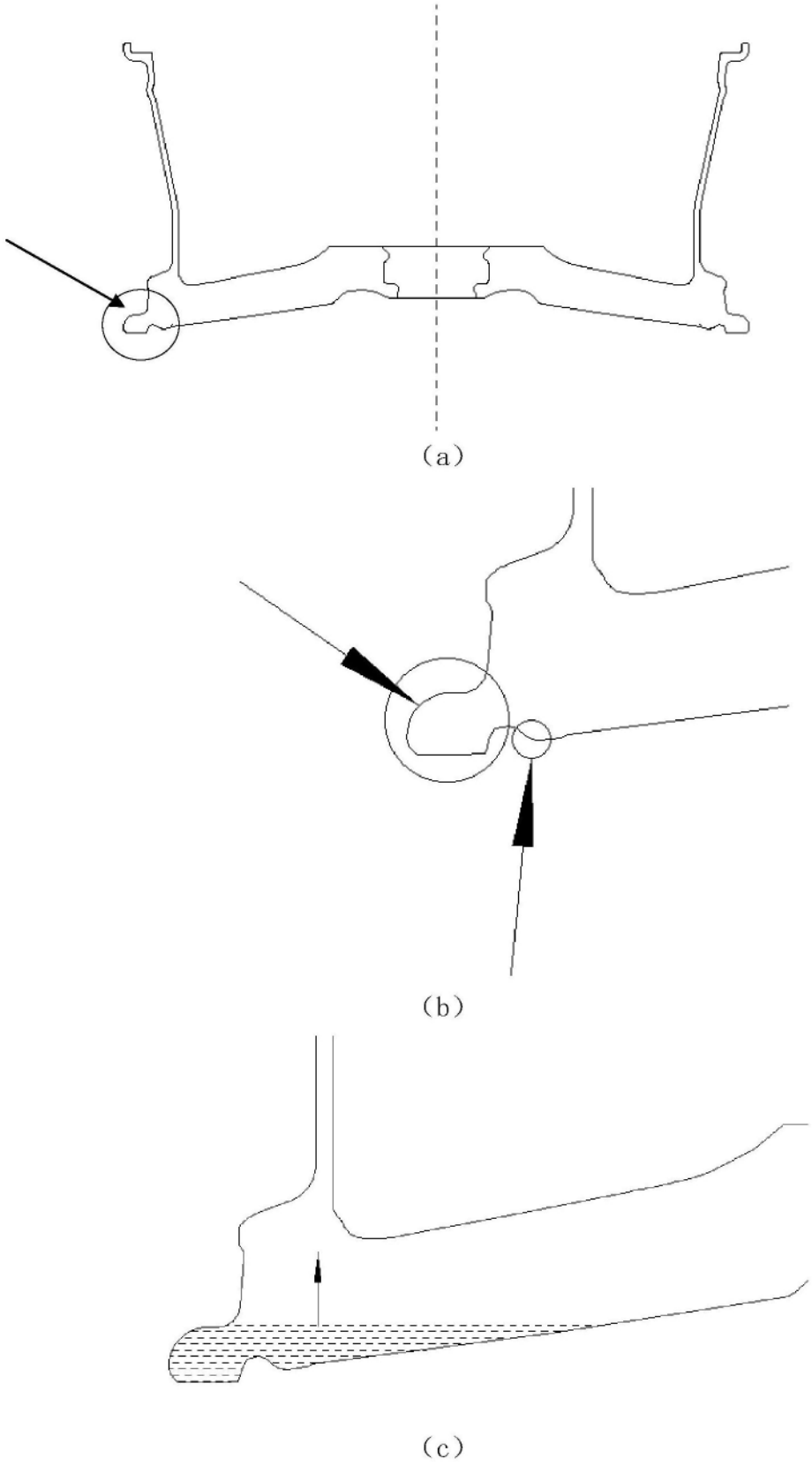


图4