

# 铝合金轮毂低压铸造工艺途径探讨

申兵芹

(中信戴卡股份有限公司, 河北 秦皇岛 066000)

**摘要** 通过低压铸造工艺生产的铝合金轮毂不仅质量轻便, 而且应用范围广泛, 尽管如此, 低压铸造技术依然存在一些问题, 如铸件质量比较低, 轮毂质量不符合相应标准。为了改变现状, 就要对低压铸造工艺进行优化, 不断完善铝合金轮毂的性能。基于此, 文章以低压铸造工艺为研究对象, 在分析其铸造原理、流程与特点后, 提出影响低压铸造铸件质量的原因, 然后提出相应的改进对策, 旨在对更好地发挥该技术的优势有所裨益, 使铝合金轮毂质量符合标准。

**关键词** 铝合金轮毂; 低压铸造工艺; 轻量化

**中图分类号**: TF1

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)05-0031-03

随着汽车保有量不断提升, 汽车轮毂的重要性日益凸显, 轮毂质量不仅关系到汽车行驶的安全性与可靠性, 更关系到油耗量。为保证轮毂质量得到提升, 可采用低压铸造工艺, 使铝合金轮毂质量更加轻便, 使其质量符合标准。同时, 车轮散热性能是否完善与轮毂密切相关, 在生产期间, 既要保证轮毂质量过关, 又要延长轮毂的使用寿命, 提高汽车安全系数。然而, 在实际应用的过程中, 低压铸造工艺还存在一些问题, 需采取有效的措施加以改进, 确保轮毂质量达标。

## 1 铝合金轮毂概述

生产铝合金轮毂时, 需严格保证其质量最终达标。对轮毂造型进行设计时, 主要采用三维造型软件。铝合金轮毂的节油性能非常突出, 可有效延长发动机的寿命, 具有良好的散热性能, 坚固、稳定、耐用性强, 美观大方, 因此, 铝合金轮毂正逐渐替代钢制轮毂。目前, 生产铝合金轮毂的方法比较多, 如低压铸造、重力铸造、常规锻造等, 其中, 低压铸造工艺日益成熟, 在铝合金轮毂制造中占据重要地位。大多数工厂生产铝合金轮毂时, 会采用低压铸造工艺, 有效降低设备成本, 提高生产效率。

造型方面, 汽车铸造铝合金轮毂的差异性较大, 而且设计理念存在一定的区别, 这也导致轮毂生产质量各有不同。采用低压铸造技术时, 首先从轮芯入手, 浇筑金属铝液, 从浇筑口进入模具之中, 使金属液体逐一填充到轮辐、外轮缘、轮辋、内轮缘等部位。在这一过程中, 要考虑到金属铝液填充的厚度与距离的差异性, 保证其成型后的铸件质量不存在缺陷, 提高轮毂性能与质量。基于此, 在正式进行低压铸造之前,

需明确生产制造方案, 对各种质量缺陷进行有效的预防和控制, 才能确保轮毂质量达标<sup>[1]</sup>。

## 2 低压铸造原理与工艺流程

### 2.1 低压铸造原理

首先, 将金属铝液装入保温炉之中, 采用压缩空气对其进行加压处理, 使其在低压的条件下顺利流入模具之中, 填充整个型腔。其次, 当金属铝液完全填充整个型腔时, 就要进行保压处理, 对型腔状态进行有效维持, 此时, 金属液会在通风和通水的条件下逐渐冷却, 形成相应的铸件, 确定其完全成型后, 将压力解除, 就可完成铸造。

### 2.2 低压铸造工艺流程

制造铝合金轮毂时, 为了更好地发挥低压铸造工艺的作用, 就要明确工艺流程。一是升液阶段。在这一阶段, 要合理施加相应的压力, 使金属液体能够顺利进入浇筑口之中, 并严格控制液体的上升速度, 保证液体得到平稳的过渡, 同时还要将升液管中的气体顺利排出。二是充型阶段。在这一阶段, 需保证金属液体得到顺利填充。当液体顺利通过浇筑口进入模具之中时, 为了保证其达到理想的填充效果, 使其顺利成型, 需对压力进行合理的控制。同时, 要明确轮毂的制造要求, 科学设定金属液体的提升速度, 这样才能更好地控制填充与成型速度, 有效提高铸件的质量。这一阶段的工作顺利完成以后, 需及时调整压力, 避免压力过大, 确保浇筑充分, 避免轮毂结构出现变形。三是增压压力。使用低压铸造工艺生产铝合金轮毂时, 通常生产出的轮缘厚度比较小, 需提前对轮毂下方的轮缘结构进行浇筑, 当金属铝液顺利凝固后, 就要

对充型时间进行有效的控制,若操作超过一分钟就可能会出现结晶,导致铸件出现气孔等质量缺陷。四是保压时间。为保证保压时间得到有效的控制,要仔细分析铸件结构是否稳定,确定铸型条件是否成熟。加强对温度的控制,确保金属铝液的温度与铸件温度相符。在凝固成型方面,首先要合理控制热节的凝固时间,确保浇口率先凝固,避免热节有缩松问题。若保压时间过长,很容易导致浇口位置发生损伤。五是卸压。确定铸件顺利凝固,需间隔一段时间再卸压,将时间控制在1分钟以内,避免铸件出现质量缺陷<sup>[2]</sup>。

### 2.3 低压铸造特点

低压铸造有其自身的特点。一是在充型阶段,可随时调节,确保金属液顺利进入型腔之中,实现顺利充型,避免液体四处飞溅,避免产生冲击,减少出现氧化的概率,提高铸件的质量,减少出现质量缺陷的情况。二是使用的铸型不同,合金不同,最终的铸件也会有不同的形状和结构。三是受到压力的影响,金属液体可顺利凝固,具有很高的致密性,精度高,且表面具有良好的光洁度,铸件机械强度更高,且安全性和可靠性有所提升。四是减少不必要的资源消耗,产出率高。五是操作比较方便,不复杂,可采用自动化控制技术,无需人工介入,或者只需少数人参与其中。

除此之外,低压铸造工艺也有一定的缺陷。比如,充型时间比较长,结晶耗费时间长,产品生产周期比较长,生产效率有待提升;密封系统的密实程度有待提升,加压精度有所下降;升液管很容易面临损坏,金属液体容易遭到污染,升液管容易受到外界因素的影响而逐渐遭到腐蚀。

## 3 低压铸造铸件质量影响因素

### 3.1 压铸工艺参数

为了更好地发挥低压铸造工艺的作用,生产铝合金轮毂时,需对其各种工艺参数进行有效的控制。低压铸造涉及几个流程,在充型阶段,施加的压力与速度均会对铸件质量造成影响,同时结晶受到的压力、保压时间、模具温度等相关技术参数影响,同样会影响铸造效果。为了减少质量缺陷,要及时对浇筑工艺参数进行改进,避免参数设置不当,否则就会对铸件质量产生很大的影响。

### 3.2 压铸件结构

金属液体在凝固的过程中会受到多种因素的影响,从而导致铸件质量面临较多缺陷。在轮毂结构中,轮辋和轮辐的连接位置与中心圆盘的厚度较大,这些因素会影响金属液体的凝固效果,从而产生缩孔等质量

问题。为了避免出现质量问题,确保较厚的位置的凝固速度加快,可将冷却管道设置在较厚的位置,使这一部位的温度尽快降低。此外,要适当改进较厚的位置,也可减少出现质量缺陷的概率。

### 3.3 合金液化学成分

轮毂的力学性能会受到合金元素含量的影响,继而整个轮毂的性能也会面临影响。在A356合金中,Si、Mg、Mn等元素含量的高低会直接影响其力学性能,因此,需对这些元素进行合理配比,可有效保证金属液体的质量与铸件质量<sup>[3]</sup>。

## 4 铝合金轮毂低压铸造工艺应用要点

### 4.1 气孔缺陷预防

生产铝合金轮毂时,虽然低压铸造工艺不可或缺,但在生产过程中铸件却容易产生质量缺陷,如气孔问题,若对这一问题不重视,就会影响轮毂的质量。与其他浇铸技术相比,低压铸造中的铸型排气情况并不良好,这是因为在生产的过程中,铸型的密封程度较高,在这一环境下,虽然金属液体的充型速度加快,但却很难在较短的时间顺利排气。为了实现顺利排气,可利用明冒口。在低压铸造的过程中,要在两个位置进行排气:分型面位置和排气口位置。需考虑到密封环境对压力所带来的影响,在压力逐渐增加的情况下,铸件质量会面临不良影响。在密封环境下,由于无法顺利排气,铸件质量无法达标,对金属液体进行浇筑时,甚至还会产生与充型压力截然相反的压力,导致金属液体产生明显波动,导致铸件质量产生缺陷。此外,在温度保持一定的情况下,将金属液体顺利灌入型腔,型腔内部的气体会因温度的改变而逐渐膨胀,因此,在生产期间,要找到气体产生的源头<sup>[4]</sup>。

通常,在排气装置中包含以下几点。一是排气线。这部分位于几个部位,如边缘轮辋、底模A面,在上模斜坡位置也有排气线,其宽度和深度通常较为固定。二是排气塞。采用低压铸造技术进行铸件生产时,要根据铸件的结构,将排气塞设置在其局部死角位置,对排气塞进行合理处置,保持其有一定缝隙,这样就能将气体顺利排出。要结合具体的生产要求,选择合适的排气塞,可达到理想的排气效果。

### 4.2 缩松缺陷预防

为了严格保证铝合金轮毂表面的质量,需考虑到其常见的质量缺陷,如缩松问题,并对这一问题进行有效预防。轮毂表面之所以会出现收缩,与涂层厚度、浇筑温度、逐渐温度等元素有关。若轮芯温度不合理,过于极端,均会导致铸件表面出现缩松问题,继而表

面会有凸凹不平的现象。在轮辋中,缓冲腔的间隔有限,但轮辋周边的壁厚却比较大,当金属液体处于凝固阶段时,轮缘在补缩中起到重要的作用,轮辋和一部分辐条均会得到相应的补缩。若铸件的温度比较低,轮辋的凝固速度加快,补缩面临终止,轮缘的补缩能力下降,轮辋与轮辐之间的接头位置的收缩概率增加。若轮芯温度比较高,位于轮辋和轮辐之间的热节不容易凝固,若其凝固时间过长,就可能会因此而无法补缩,导致轮辋表面出现收缩现象。在实际操作中,需对轮毂模具的温度进行有效的控制,避免其温度低于 450 摄氏度,尽量将其保持在 480 摄氏度左右,不要超过这一数值,这样就能确保轮芯冒口的补缩作用得到有效发挥。在实际生产中,若不能对涂层厚度与金属液体温度进行有效的控制,那么在型芯温度过高的情况下,一旦温度超出 480 摄氏度,就可能会出现缩松问题。为了减少这一质量问题的出现,需提高凝固速度,比如,对轮辋周边的凝固时间进行控制,避免其凝固时间过长。

#### 4.3 表面粗糙缺陷预防

在低压铸造的过程中,若不能对铸件表面质量进行有效控制,会导致其表面出现粗糙的现象,继而影响轮毂质量。为了有效预防这类问题,需对低压铸造过程进行有效的控制。(1)进行低压铸造时,需对铸型温度进行有效的控制,在确定金属液体完全充型后,观察结壳状态,确保其顺利结壳,且硬度符合要求,就能减少铸件表面粗糙的程度。(2)在铸造期间,需合理控制型壁和金属液体之间的关系,产生气膜,以此降低表面的粗糙程度。(3)科学使用涂料,也可有效改善铸件表面的粗糙问题,对型壁表面的透气问题进行有效控制,更容易产生气膜,延长气膜的存在时间,减少粗糙质量缺陷。(4)在生产过程中,要避免对补缩功能造成影响,合理控制充型的压力,同时,还要及时对气膜所面临的压力进行降低。(5)生产轮毂铸件时,可合理降低压力,保证金属液体与型壁之间的润湿度提升,继而就能降低逐渐表面的粗糙程度,有效提高轮毂质量<sup>[5-6]</sup>。

#### 4.4 其他缺陷预防控制

采用低压铸造工艺时,铸件还会产生其他质量问题,如夹渣、冷隔,为了避免出现质量缺陷,就要对其进行有效的预防和控制。(1)氧化夹渣。引起氧化夹渣的原因比较多。一是对铸件进行连续生产时,操作人员对金属液体进行补充后,部分氧化夹渣也会窜入浇筑管道之中,在浇筑的过程中,这些氧化夹渣会随之混入铸型结构之中,导致铸件出现氧化夹渣。二是当浇筑管道的液面反复上升和下降时,也会导致表

面出现氧化皮。三是若在浇筑期间不能对加压速度进行有效的控制,就会导致液体四处飞溅,导致表面出现氧化皮。四是涂料无法固定,面临脱落,也会导致铸件出现氧化皮问题。为了解决这一类问题,可将过滤网用于浇口位置,这样就能大大降低氧化夹渣混入铸件的概率,同时还可保证充型平稳,避免液体飞溅。

(2)冷隔。当金属液体经过轮辐,汇合于外轮缘位置时,需对金属液体的融合度进行有效的控制,避免铸型或金属液体温度下降速度过快,导致压力发生变化,继而产生冷隔等质量问题。液体在充型期间,会受到多种因素的影响,若保温炉内部的压力增大,金属液体的上升速度过快,型腔内的气体的压力与正常型腔压力相反,就会导致金属液体的压力受到影响,降低液体上升速度。一旦铸型各部位的排气不够均衡,金属液进入型腔后,其压力会下降,液体自动进入压力较低的区域,金属液体表面不再平稳。在低压区域,金属液体若不能顺利通过,就会对排气造成阻碍,产生气隔现象。为了改变现状,就要对这一类问题进行合理控制<sup>[7-8]</sup>。

## 5 结束语

生产铝合金轮毂时,需严格把控低压铸造工艺的原理与流程,明确操作要点,熟练、规范操作,减少轮毂出现质量缺陷的可能性。操作人员要掌握常见的轮毂铸造缺陷,采取有效的预防和控制对策,才能更好地发挥低压铸造工艺的作用,不仅可以降低质量出现问题的概率,还能保证轮毂质量达标。

## 参考文献:

- [1] 王果,黄嘉敏,陈振明,等.低压铸造铝合金轮毂模具热变形的数值模拟[J].精密成形工程,2023,15(10):95-103.
- [2] 张旭东,赵富博,尹学康,等.铝合金轮毂低压铸造工艺研究[J].中国金属通报,2023(06):71-73.
- [3] 熊国源.轻量化铸造铝合金轮毂生产线的升级改造[J].金属加工(热加工),2021(08):96-100.
- [4] 曾献,李发华,黄达鹏.新型铝合金轮毂低压铸造模具设计与工艺[J].汽车测试报告,2023(02):90-92.
- [5] 张世琪,吴国瑞,黄金,等.浅析汽车轻量化铝合金轮毂的生产工艺[J].内燃机与配件,2022(24):76-78.
- [6] 王长军,曾凡伟.汽车铝合金轮毂铸造技术之研究[J].内燃机与配件,2022(19):63-65.
- [7] 徐永进.基于PLC技术的铝合金轮毂低压铸造智能控制分析[J].现代制造技术与装备,2022,58(08):153-156.
- [8] 周振,卢德宏,李贞明,等.低压铸造铝合金轮毂的研究现状[J].中国铸造装备与技术,2022,57(02):58-64.