

轿车铝轮毂铸造生产工艺及车间设计

范宏训, 饶群章

(湖北汽车工业学院 材料工程系, 湖北 十堰 442002)

摘要: 介绍了铝轮毂铸造生产工艺及铸造车间改进设计。新方案明显改善生产条件, 提高了生产率。

关键词: 铝轮毂; 铸造工艺; 车间设计

中图分类号: U463.343; TG292 文献标识码: A 文章编号: 1004-6178(2003)01-0032-03

The Cast Technology and the Design of Workshop for Aluminum Wheel

FAN Hong-xun, RAO Qun-zhang

(Dept. of Material Engineering, Hubei Automotive Industries Institute, Shiyan 442002, China)

Abstract: The cast technology and the improvement design of workshop for aluminum wheel were introduced in this article. The new design can produce castings more effectively and improve the product condition.

Key words: aluminum wheel; cast technology; design of workshop

中国经济的持续发展和人民生活水平的提高, 促进了汽车工业的迅速发展, 尤其以轿车的增长率最快。轿车轮毂是汽车重要的保安性零件, 有较高强度和韧性要求。早期国产轿车采用钢质轮毂, 由冲压、焊接而成, 近几年来对汽车轻量化及美观要求在提高, 铝轮毂的应用逐渐增加, 另外, 铝轮毂的导热性比钢质的要好, 可降低轮胎使用过程中的温度、提高其寿命。目前国内中、高档轿车及部分微型车采用铝轮毂。在汽车工业发达的国家, 铝轮毂的应用有较长的历史, 制造技术很成熟。我国从九十年代初期引进该项技术, 现有五家较大规模的汽车铝轮毂厂, 以外资、合资为主, 除供应国内市场, 部分产品返销国外。国内轿车产量的增加及国产化的需要, 铝轮毂的需求量也会大增, 基于实践经验, 以年产15万辆轿车配套项目, 即75万件铝轮毂铸件为对象, 对原铝轮毂铸件基地进行改建。

1 铝轮毂的生产流程

铝轮毂生产的主要工序包括: 铸造、热处理、机加工及检验涂装。物流过程为: 铸造→固溶时效处理→非加工表面清理→机加工→检验→清洗和涂

装。铝轮毂铸件可采用重力铸造或低压铸造成型工艺, 与之相对应的铸造机械、模具结构及车间布置也有所不同, 以下介绍重力铸造生产工艺及铸造车间改进设计相关问题。

2 铝轮毂铸造工艺分析

2.1 铝轮毂材料及性能特点

铝轮毂材质一般选用 A356, 相当于国内牌号 ZL101A, 其中镁量取上限, 含铁量要求: $u(\text{Fe}) \leq 0.2\%$ 。该合金凝固温度范围: $615^\circ\text{C} \sim 550^\circ\text{C}$, 体收缩率约 6.0%, 由于合金凝固温度范围较宽, 体收缩值较大, 铸造时需采用冒口补缩, 铸件生产主要缺陷是因缩松而引起漏气。

铸件在加工前需进行热处理, 采用 T6 处理工艺, 即固溶、完全人工时效。铸件起模后即可直接入热处理炉内, 节省时间和能量。为获得分布理想的 Mg_2Si 相组织, 需严格控制固溶及时效处理温度和时间, 工艺参数选择: $530^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}(2.5\text{h}) + 180^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}(1.5\text{h})$ 。产品机械性能要求: $\sigma_b \geq 220\text{MPa}$, $\delta \geq 5\%$, HB 60 ~ HB 100, 不允许漏气, 产品进行冲击、疲劳试验抽样检查, 需符合性能要求。

2.2 铝合金的熔化处理工艺

铝合金熔化设备可选用感应电炉或燃气炉。铝轮毂铸件较大,每型金属用量(铸件、浇冒口)大约12 kg~16 kg,周期4 min/件~5 min/件。生产中多采用燃气炉熔化(500 kg/h或1000 kg/h)。一台燃气炉可供应四台铸造机。相比较而言,燃气炉具有高效、节能、成本低的优势,同时铝液的氧化少,减少后续处理的时间和材料消耗。

为简化熔炼操作过程、保证合金成分的准确性,原材料采用成分合格的铝合金锭,废品及浇冒口可直接回用,但切屑不可回炉。在使用燃气熔化炉时,采用盐类除渣剂每班两次除渣。熔化炉的前端设置有两个串通的小熔池,第一个池内设有旋转精炼除气装置,连续地将氩气吹入铝液中进行脱气处理,并加入Al-Sr中间合金变质处理。通氩气处理精炼工艺简便、可靠,铝液质量好,氩气价廉,但处理后铝液质量较氩气的差,氯氮混合气体因为有毒和腐蚀性,国内很少用。每班检查两次铝液成分,每两小时检查铝液中气体含量。处理后的铝液流到另一个熔池内,供浇铸用,熔池温度即铝液出炉温度,控制在 $730^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 范围内。

2.3 铸造工艺设计

2.3.1 浇注位置的确定

铝轮毂的浇注位置有两种可选方案,其一,轮幅位于顶部,轮缘置于侧面,这种布置方案利于建立由下而上顺序凝固温度场,可有效防止轮缘部位的疏松缺陷,同时可减小轮缘部位的设计壁厚、冒口的体积;其二,轮幅位于下部,其利弊与方案一相反。铝轮毂的轮幅是主要承受力区域,属重要部位,浇注时应放在下面,重力铸造生产中采用第二方案,如图1所示。

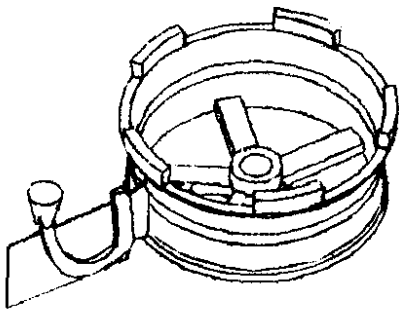


图1 铝轮毂铸造工艺

2.3.2 浇注系统的设计

内浇口的设计有两种可选方式。其一为顶注式,铝液由直浇道→环形横浇道→冒口→型腔,铝液

从型腔的上部流入,类似雨淋式浇口。这种方式可减小铝轮铸件的设计壁厚,同时符合顺序凝固设计原则,提高冒口补缩效率,有利于提高铸造工艺出品率。但这种浇注方式易于引起氧化夹杂,不适用于轿车铝轮铸造。汽车铝轮的质量要求严格,同时汽车铝轮的轮缘较高,不宜采用顶注式,而应选择阶梯式或缝隙式内浇口。内浇口设计在两轮辐之间,铝液对称性地流向浇口对侧。内浇口处因金属液热作用时间长,模型在此部位的温度较高,增大该处的接触热节,生产中内浇口附近容易出现疏松缺陷,可采用阶梯式缝隙内浇口设计,避免与铸件下部厚壁处的接触,也可采取局部强冷措施来消除其影响。

在采用图1位置浇注时,铝轮毂铸件铸造热节分离,轮幅、轮毂中心设置一圆柱形中间冒口,补缩轮毂中心部位,冒口体位于型芯内,轮缘上部均匀设置几个椭圆形扁冒口,补缩轮幅、轮缘收缩,冷却水管布置在铸型底部,浇铸后通水冷却。通过控制模具预热温度、通水冷却时间可以有效调整铸件冷却凝固时的温度场,使铸件由下向上顺序凝固,防止出现疏松。

采用封闭开放式浇注系统,可减小充型速度、防止铝液飞溅、减轻铝液的氧化。过滤网放在浇口杯内,可减缓流速,也可阻止氧化膜进入型腔。阻流面设在直浇道,为方便模型加工,直浇道设计为梯形截面,布置在侧模型一边。直浇道前端应留有延长段,并开设排气槽,以利于排气和储存前期含气、渣的低温铝液。

为减少铝液流经直浇道时的热损失,在直浇道处铸型接合面上可留2 mm~3 mm的间隙,浇注时,铝液首先填满间隙,使直浇道周围铸模升温,这样可保证铝液充型温度符合要求。根据生产经验,模具的预热温度、浇注时间对铸件质量的影响大,应严格控制。

依据生产经验,选定的工艺参数为:侧模上部温度高于 500°C ,底部型温度尽可能维持低些,但不能出现冷隔,一般控制在 $280^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$; $F_{内} = 410 \text{ mm}^2$, $F_{直} = 375 \text{ mm}^2 [(30 + 20) / 2 \times 15 \text{ mm}^2]$,浇口杯直径110 mm,浇注时间 $\tau = 13 \text{ s} \sim 15 \text{ s}$ 。浇注系统的设计影响充型方式及铸件凝固时的温度场,合理的设计对防止铸造缺陷(氧化、夹渣)有利,应在实践中不断改进、完善。

2.4 铝轮毂模具结构

在采用图1所示的铸造工艺时,其模具结构如图2所示。模具分四部分,开模时左右侧模分开,铝轮毂铸件随上型芯一起向上运动到一定高度时暂停,截断浇注系统后,继续上行,由顶杆将铸件顶出。

(下转第37页)

53-55.

[5] 吕宜振. 镁合金铸造成型技术的发展[J]. 铸造, 2000, 7: 383-388.
 [6] 翟春泉. 镁合金的开发与应用[J]. 机械工程材料, 2001 (1): 6-10.
 [7] 杨彬. 镁合金研究及制备发展概况[J]. 铸造设备研究, 2001 (1): 36-39.
 [8] 许小忠. 镁合金在工业及国防中的应用[J]. 华北工学院学报, 2002, 23(3).

[9] 尹守义. 国外镁合金的新发展[J]. 世界有色金属, 1994, 7: 9-13.
 [10] 燕战秋. 镁合金在汽车中的应用[J]. 汽车工艺与材料, 1994, 8: 26-29.
 [11] 康殿春. 谈铸造镁合金的研制[J]. 有色矿冶, 1995, 3: 25-28.
 [12] 汪小平等. 镁合金压铸件生产关键技术[J]. 轻合金加工技术, 1995, 23(2): 11-13.

(上接第 33 页)

重力铸造机结构较简单,左右油缸带动侧模开合运动,顶部油缸抽芯及顶出铸件。铸造机尺寸:3 800 mm×800 mm,固定于转台上。

3 铝轮毂铸造车间改进设计

3.1 原车间布局中的问题

铸件生产以手工操作进行,一人操作一台铸造机,车间布置如图

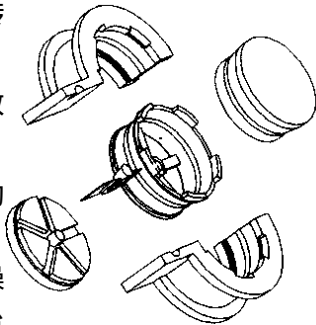


图 2 模具结构示意图

3. 铸造机距离熔化炉约 4.5 m,以四台铸造机围绕熔化炉呈扇形排列,用手工端包浇注,每型金属液重约 12 kg ~ 16 kg,工人劳动强度大,效率低,车间占地面积大,物流程序不符合工序流程。原铸件生产过程为:铸造→铸件水冷

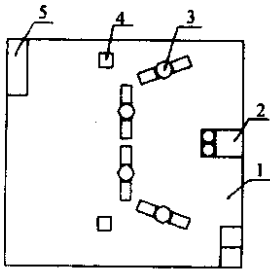


图 3 原铸造车间平面图

→切割冒口→热处理。为改善生产状况,增加产量,需要采用先进设备、技术,并调整铸件生产布局及工序。

3.2 铸造车间改进设计

3.2.1 铸件基地新布局

为改善工作环境、提高生产效率、改进物流过程,使铸造和热处理能衔接起来,在新方案中将铸造机布置在旋转台上,如图 4,当铸造机转到熔化炉附近位置时进行浇注,并在此处设有辅助浇铸装置,减轻了劳动强度。开模后,截断浇注系统,取下铸件,由机械手送入热处理炉内,充分利用铸件的余热,达到节能、省时效果,减少铸件占用空间。

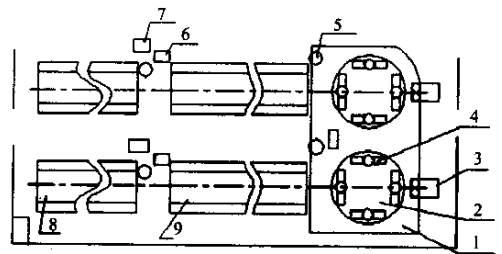


图 4 改造后铸件生产车间平面图

3.2.2 铸件生产能力

铝轮毂铸件的凝固冷却时间一般为 3.30 min/件 ~ 4 min/件,单机手工操作生产周期约 5 min/件 ~ 6 min/件。正常生产过程中,转台周期约 5 min/周 ~ 7 min/周,即平均每 6 h 生产四个铸件。以每班有效工作 6 h 计算,则每条线铸件日产量 = 6 × 40 × 3 = 720 件/d (实际生产 750 ~ 780 件/d),以连续方式生产,年工作日取 300 d,每条生产线年产量为 300 × 720 = 216 000 件。取铸件及机加工综合废品率 12%,则每条生产线能保证年产 19 万件合格铝轮毂,四条相同的生产线即可满足 75 万件定额要求。

3.2.3 熔化能力核算

以每小时生产铸件 40 件,每件铝液用量 16 kg ~ 18 kg,每小时铝液用量 640 kg ~ 720 kg,使用熔化炉(1 t/h)能满足生产要求。

4 结束语

改进后的车间布局改善了生产环境,能更好地保证铸件质量。实现了铸造、热处理过程的衔接,有利于节省时间、能源;实际使用证明设计符合要求,生产率高。