● 生产技术 Production Technology ●
DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.02.011

铝合金副车架前铸铝支座铸造工艺研究

李明杰,邓梅梅,邓宏强,李忠齐,杨小林
(中铁高铁电气装备股份有限公司,陕西 宝鸡 721000)

摘　要:铝合金副车架前铸铝支座属于薄壁类铸件,为了更好地保证产品质量,确保铸件外观、性能均符合技术要求,本文从铸件结构特性、铸造热节、浇注方案、工艺参数等方面进行工艺研究分析。实践结果表明,通过对前铸铝支座的结构特性分析,利用砂芯成型铸件局部内凹结构,增设网格改善铝液充型能力、增强产品热节部位补缩效果,增加风冷进行局部冷却、优化浇注系统、优化顶杆排布等方法可以很好地提高铝液充型能力、改善铸件局部过热、实现顺序凝固、避免打料变形等问题,极大程度地解决了前铸铝支座铸造缺陷,提高了铸件成品率。

关键词:薄壁类铸件;热节;网格;浇注系统

中图分类号:TG249　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)02-0140-03

Study on the Casting Technology of the Front Cast Aluminum Support of the Aluminum Alloy Subframe

LI Mingjie, DENG Meimei, DENG Hongqiang, LI Zhongqi, YANG Xiaolin
(China Railway High-speed Railway Electrical Equipment Co., Ltd., Baoji 721000, China)

Abstract: Cast aluminum bearing in front of aluminum alloy subframe belongs to thin-wall castings. In order to better guarantee the product quality and ensure that the appearance and performance of the casting were in line with the technical requirements, the process analysis was carried out from the aspects of casting structure characteristics, casting hot section, casting scheme and process parameters. The results show that by analyzing the structural characteristics of the pre-cast aluminum support, the sand core is used to form the local concave structure of the casting. Grid is added to improve the filling capacity of liquid aluminum and enhance the effect of hot spot retracement. Methods such as increasing air cooling for local cooling, optimizing casting system, optimizing ejector arrangement, etc., it can improve the filling capacity of liquid aluminum, improve the local overheating of castings, realize sequential solidification, and avoid the deformation of castings, which can greatly solve the casting defects of pre-cast aluminum supports and improve the casting yield.

Key words: thin wall casting; hot spot; grid; pouring system

近年来,能源和环境问题已成为全社会关注的焦点,通过降低车重来达到节能减排已成为汽车生产企业的重要工作。应用铝合金零部件成为实现汽车轻量化的重要途径[1],前铸铝支座作为前副车架的主要零部件,不仅结构复杂,而且力学性能要求高。本文介绍了前铸铝支座的工艺试制过程,旨在为后续产品的升级开发和类似产品的连续生产提供参考。

1　产品技术要求

铸件材质为 AlSi7Mg0.3 铝合金,T6 热处理,本体取样力学性能要求抗拉强度≥260 MPa,屈服强度≥210 MPa,伸长率≥5%,硬度≥90 HB。铸件需进行 100%X 射线检测,检测标准 ASTM E 155,关键区域符合 1 级标准,非关键区域符合 2 级标准。且铸件内部不允许存在气孔、裂纹、缩松、夹杂物等缺陷,针孔度按 JB/T 7946.3 Ⅰ级检测。铸件加工基准位置各方向变形量≤0.5 mm,机加位置各方向变形量≤1 mm,其余位置各方向变形量≤2 mm,铸件壁厚公差±0.5 mm,其余铸件尺寸公差按照 GB/T 6414-CT7 级执行。

2　铸件结构分析

如图 1,为某新能源汽车副车架的前铸铝支座三维模型。该产品外形尺寸 408 mm×283 mm×220 mm,最小壁厚为 4 mm,最大壁厚为 110 mm,整体为不规则结构,产品背面无规则布有多条立筋,筋板厚度为 6 mm,筋板高度最小 10 mm,最大 72 mm,

收稿日期:2019-11-15
作者简介:李明杰(1989-),陕西韩城人,工程师.主要从事铝合金铸造产品开发及工艺制定工作.
电话:18292756458,E-mail:359616496@qq.com

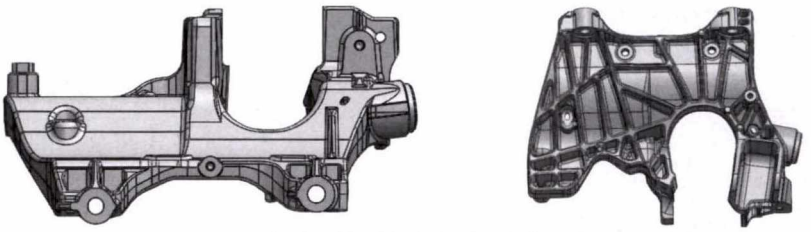

图 1 前铸铝支座三维模型
Fig.1 Three-dimensional model of front cast aluminum bearing

高度差异较大，且铸件为中间薄，两端厚大，尤其下方为厚大部位，属于热节位置。

3 铸件浇注系统方案确定

前铸铝支座前后两端高度差 120 mm，铸件整体结构是前高后低阶梯状，且中间部分壁厚较薄，在浇铸过程中极大程度影响了铝液的充型，为更好的提高铝液的充型能力，避免出现浇不足，冷隔等缺陷，通过增设表面网格，来破坏金属液的表面张力，从而提高铝液流动性。同时因铸件厚大部位主要集中在铸件前、后两端，且后端存在内凹结构需砂芯成型，易造成局部过热，故采用双浇口的低压浇注系统，两浇口对称分布于铸件前后两端，通过设置合理的工艺参数，确保了铝液顺利、平稳充型。在铸件凝固过程中横浇道起到对铸件两端厚大部位的补缩作用，充分保证了铸件关键区域的内部组织质量，避免了因补缩不足而引起的铸件缩松、缩孔等缺陷。浇注方案如图 2。

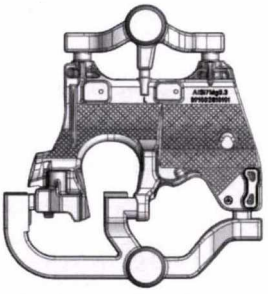

图 2 浇注系统结构
Fig.2 Pouring system structure

4 顶料结构布局

由于铸件整体结构为中间薄，两端厚，为保证铸件脱模时受力均匀，平稳脱模，除设置合理的起模斜度外，合理布置顶料杆的位置以及选择适当大小的顶料杆也极为重要。该铸件在曲面设有多条立筋，使得铸件在一定程度上增大了脱模的包紧力。加之一些较小且深的型腔更是增加了铸件脱模的难度。基于此合理设置顶料杆的布局和大小是铸件顺利脱模的关键。该方案为方便后期加工处理，设计将多数顶料杆布置在立筋交汇处。同时在型腔较浅处设置 ϕ6 mm 的顶料杆，型腔较深处布置 ϕ8 mm 的顶料杆。并保证顶料杆的长度与曲面高度的基点一致。从而避免铸件在脱模时发生顶料倾斜、脱模变形以及顶料开裂等问题。顶料杆分布如图 3。

图 3 打料杆布局
Fig.3 Layout of driving rod

5 工艺参数设定

合理的浇注工艺参数可以确保铝液在充型阶段的平稳性，防止铝液在充型过程中紊流，避免铝液形成氧化夹渣，同时合理的保压时间可以确保浇注系统能给予铸件充分的补缩，保证铸件无缩松、缩孔缺陷。前铸铝支座低压浇注工艺参数如表 1。

表 1 前铸铝支座低压浇注工艺参数
Tab.1 Low pressure pouring process parameters of front cast aluminum bearing

工艺参数	生产过程各阶段					
	升液	充型	增压	保压	冷却	出型及下一阶段
压力 /×10²Pa	200	350	600	600	-	-
增压速度 /×10²Pa·s	20	10	50	-	-	-
时间 /s	10	15	5	220	150	120
铝液温度 /℃	710~730			-		-

6 铸造过程存在的缺陷及解决措施

6.1 生产过程存在的缺陷

(1)铸件局部缩松　对前铸铝支座毛坯进行 100%X 射线探伤，检测结果表明：铸件在图 4 所示部位有肉眼可见的缩孔，经分析可知该处为铸件厚大部位，属铸件热节所在位置。同时该处左右两侧结

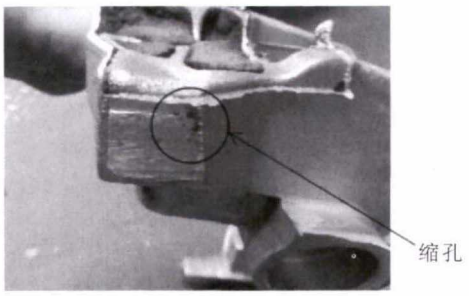

图 4 铸件缩孔
Fig.4 Casting shrinkage

构均为砂芯成型，由于砂芯散热慢，因而造成局部过热影响了铸件的顺序凝固，且横浇道未能及时给予补缩，从而导致该处出现缩松[2,3]。

(2)铸件砂芯成型部位圆角处出现憋气　对铸件进行检验发现，该铸件砂芯成型部位出现明显憋气[4]，呈现出浇不足状态。主要集中在铸件内凹部位，缺陷成集中蜂窝状分布，表面光滑，且出现位置固定，如图 5。

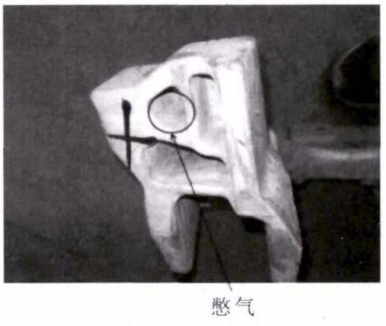

图 5 铸件憋气
Fig.5 Air holding of casting

6.2 解决措施

针对铸件存在的问题和缺陷，经分析得出以下解决措施。

解决措施 1：对于图 4 所示缩孔，由于此处为内浇道位置，距离横浇道较近，可通过增加此处横浇道的截面积来保证铝液的充分补缩。增加横浇道的截面积可以增加该位置的铝液蓄热，使铸件达到顺序凝固。同时在模具的对应部位增加风冷，加速铸件厚大部位的冷却，避免横浇道先于铸件凝固，失去补缩意义。

解决措施 2：对于铸件在砂芯成型部位出现憋气，主要是由于砂芯本身含气量较大，浇注过程中易产生气体，且不能及时排出型腔，对金属液充型造成阻力。针对此问题，首先将砂芯的整体沾涂，改为局部沾涂，即只在成型铸件的砂芯表面上沾涂有涂料，芯头留白，增加砂芯自身的排气性；同时在此处上模增加排气塞，增强模具排气性。

实际生产验证表明：更改后的工艺方案有效改善了铸造过程中的温度场，保证了铸件厚大热节部位先于横浇道凝固，实现了铸件的顺序凝固。同时，经对砂芯沾涂方式和范围的控制，并在模具上增设排气塞，改善模具的排气效果，有效减少了铸件憋气的产生，更好地保证了铸件成型。验证结果如图 6，图 7。

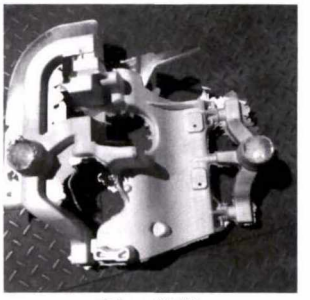

图 6 铸件
Fig.6 Casting blank

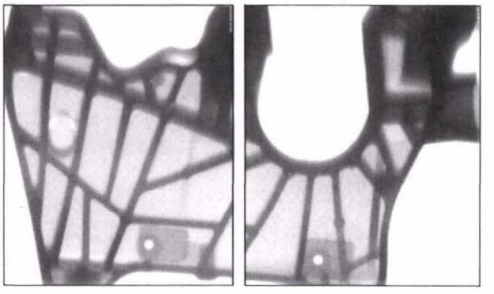

图 7 铸件 X 射线探伤
Fig.7 X-ray inspection for castings

7 结论

对于薄壁类铸件，为更好的保证铸件成型，确保铸件内部质量符合技术要求，在设计之初，要尽可能的考虑到铸件的可铸造性。同时铸造工艺方案设计时要充分考虑铸件结构、浇注系统的布局、铸件成型方法、顶料结构布局、铝液流动性，砂芯发气量以及模具排气能力等问题。通过不断优化铸件浇注系统和工艺参数，改进模具结构，逐步消除铸件试制过程中出现的问题，从而实现产品的稳定生产。

参考文献：

[1] 黄美莲，罗柏奎，陈木荣，等. 基于数值模拟的发动机前盖压铸模开发[J]. 特种铸造及有色合金，2018，38(11):68-71.

[2] 张书泉，张友兴，魏莉. 铸铝进气管缺陷分析及工艺改进[J]. 铸造技术，2015，36(12):3020-3022.

[3] 朱德珑，罗四维，杜华，等. 重力铸造铝合金副车架的数值模拟和试验验证[J]. 上海金属，2018，40(3).

[4] 李有佳. 铝合金铸造工艺及缺陷研究[D]. 武汉：华中科技大学，2009.