DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.08.013

客车变速器壳体消失模铝合金铸造工艺研究

刘高峰,张维江,杨　波
(陕西法士特汽车传动工程研究院,陕西 宝鸡 722409)

摘　要:通过对消失模铝合金铸造中影响充型导致质量不稳定的各因素进行分析,采用 CAE 过程模拟与实际试制相结合的方法,找出了提高 6DS 变速器壳体铝合金消失模铸件前端面质量的最佳方案。

关键词:消失模铝合金铸造;充型;过程模拟

中图分类号:TG292　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)08-0761-03

Study on Lost Foam Technology of Aluminium Alloy Transmission Housing for Passenger Car

LIU Gaofeng, ZHANG Weijiang, YANG Bo
(Shaanxi Fast automobile transmission group co., Ltd., Baoji 722409, China)

Abstract: In this paper, through the analysis of the factors that affect the mold filling in the lost foam aluminum alloy casting, the best scheme to improve the quality of the front end face of the 6DS transmission shell is found by combining the CAE process simulation with the actual trial production.

Key words: the lost foam aluminum alloy casting; filling; process simulation

6DS 变速器是我公司为适应客车市场自主开发设计的一款新型变速器。由于整个箱体全部采用铝合金制造,在同类产品中重量轻,结构简单,便于维修,性价比高,深受广大用户的好评。然我公司在装配时经常发生壳体前端面螺纹捋扣现象,经研究分析确认为壳体前端面质量不稳定为主要原因,本文通过对消失模铝合金铸造中影响充型导致质量不稳定的各因素进行分析,采用 CAE 过程模拟与实际试制相结合的方法,找出了提高 6DS 变速器壳体铝合金消失模铸件前端面质量的最佳方案。

1　工艺设计

6DS 铸件如图 1 所示为单箱结构,外形尺寸 464 mm×362 mm×580 mm,重量约 31 kg,材质为 ZL101A。铸件基本壁厚为 7 mm,前端面(图 2)厚度为 22 mm,其三孔圆对铝液流向影响较大。

6DS 变速器壳体铸件结构和双中间轴壳体铸件类似,产品批量较大,结构简单,铸件无冒口出品率高,所以确定采用消失模铝合金铸造工艺铸造变速器壳体铸件。

对铸件侧壁进行剖切及射线检测,其内部质量良好,组织致密,无任何缩孔缩松类缺陷,说明图 3 浇注系统设计合理,铸件的凝固顺序符合工艺要求,浇道补缩能力可以保证铸件质量要求。

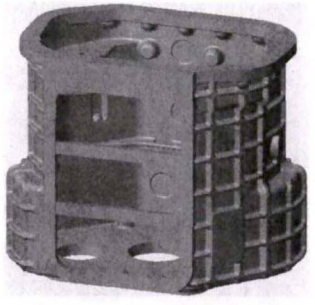

图 1 6DS 变速器铸件结构
Fig.1 6DS transmission casting structure

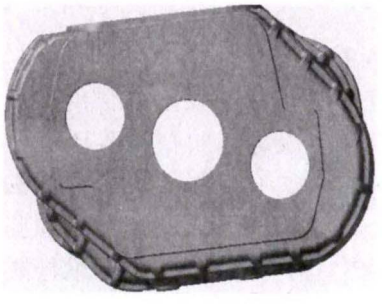

图 2 铸件前端面区域
Fig.2 Front face area of casting

根据机加工现场反映,个别壳体前端面出现螺纹捋扣现象,对部分壳体抽查前端面进行射线检测和电镜扫描,个别铸件内部质量存在问题,如图 4 和图 5。

收稿日期:2020-05-06

作者简介:刘高峰(1981-),陕西渭南人,本科,工程师.主要从事消失模铸造工艺研究及 3D 打印工艺研究方面的工作.电话:09178567160,E-mail:165566192@qq.com

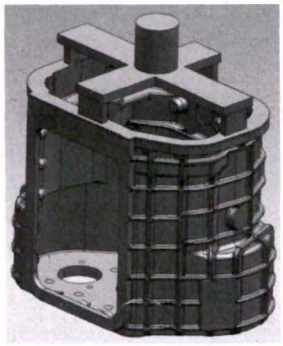

图 3 6DS 变速器铸件现有浇注系统
Fig.3 The existing pouring system of 6ds transmission casting

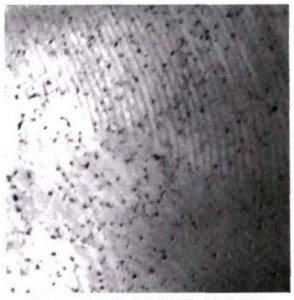

图 4 变速器壳前端剖视
Fig.4 Vertical section of transmission housing front end

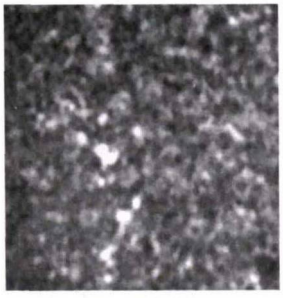

图 5 X 光探伤缺陷
Fig.5 X-ray flaw detection

2 缺陷分析

2.1 缺陷判断

观察壳体前端面的缺陷部位剖切面图 4 和 X 光缺陷照片图 5 及电镜扫扫描图片图 6 和图 7，发现前端面内部组织不致密，铸件内部比较密集的小孔洞，可见到枝晶末梢，严重影响抗拉强度和伸长率，依据文献[3]相关内容判断应为缩松缺陷。

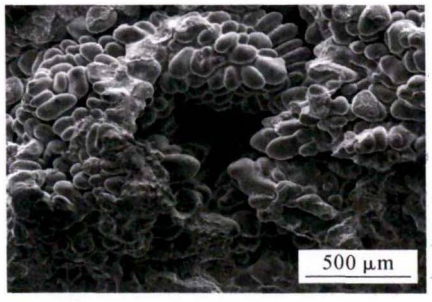

图 6 前端面电镜扫扫描图片
Fig.6 Scanning picture of front end

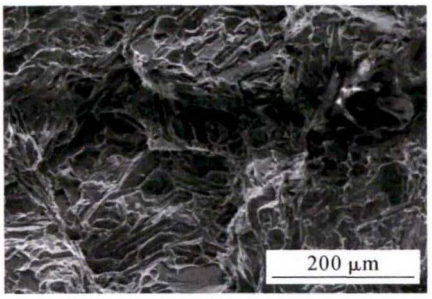

图 7 侧壁电镜扫扫描图片
Fig.7 Scanning image of side wall of transmission housing

2.2 原因分析

结合文献[2]相关理论认为：铸件前端面远离浇道，又没有冒口进行补缩，凝固区域较宽，倾向于糊状凝固方式时，固液态收缩和凝固收缩到形成的细小孔洞分散且得不到外部金属液的补充而造成的（枝晶分隔后的溶池）。

空洞缺陷一般分布在铸件冒口下面、浇口根部，厚大热节中心、铸件轴线处。经统计，缺陷产生的部位全部为前端面三孔圆之间，而且越靠近三孔圆的部位缺陷越严重。后经过调整浇注温度，前端面缺陷有所改善但不能完全消除，所以必须对浇注系统进行改进才能满足使用要求。

3 改进方案

3.1 调整浇注系统，降低浇注温度

第 1 种改进方案，将浇注系统设置在上盖端面，用缝隙式浇注系统，并将浇注温度降低到 750 ℃。

图 8 的流向结果显示，铝液从浇道进入型腔后全部经过前端面及三孔圆位置，导致经过三孔圆时流量压力急剧增大，经过三孔圆后流量面积的突然增大，铝液呈分散状直流侧壁，最后导致前端面处缩松缺陷略有改善，不能彻底消除，方案失败。

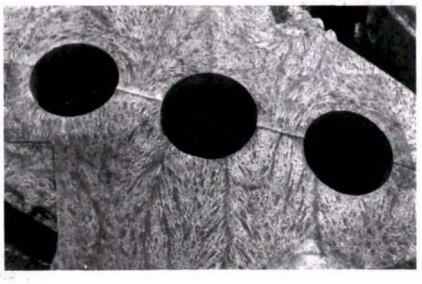

图 8 改进方案 1 充型阶段流向分布
Fig.8 Flow direction distribution in filling stage of improvement scheme 1

3.2 改变流向和浇注形式

依据文献[1]相关理论设计了第 2 种改进方案，从图 9 浇道截面和图 10 模拟结果来看，铝液从底部沿三孔圆向外发散，整个充型过程平稳，无缩松风险点。

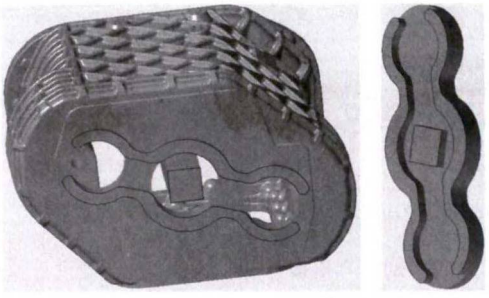

图 9 改进方案 2- 底注浇注系统
Fig.9 Improvement scheme 2-bottom pouring system

图 10 充型模拟结果
Fig.10 Filling simulation results

图 11 改进后 X 光探伤
Fig.11 Improved X-ray inspection

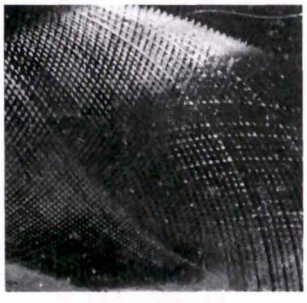

图 12 剖切面
Fig.12 Section

4 验证结果

参照过程模拟分析的结果，采用改进方案 2 进行试制。实际浇注时，浇注温度设置为 750 ℃，其余工艺参数均按方案 2，试制出的壳体经过 X 过探伤（图 11）和剖切（图 12），前端面缺陷消除，截至目前，用方案 2 生产出来的铸件在装配现场再未发生过螺纹捋扣现象。

5 结语

以上改进过程表明，充型位置、方式及浇注温度是提高消失模铝合金铸造变速器壳体类铸件的关键因素，对于局部壁厚大于 20 mm 的变速器壳体类铸件，必须采用底注式浇注系统，以减少局部充型压力不平稳的现象，此外合理的浇注温度也至关重要。

参考文献：

[1] 王君卿，铸造手册 5：铸造工艺 [M]. 北京：机械工业出版社，2003.
[2] 赵健康. 铸造合金及其熔炼[M]. 北京：机械工业出版社，1988.
[3] 龚磊清，金长庚，刘发信，等. 铸造铝合金金相图普[M]. 北京：中南工业大学出版社，1987.

新书邮购

《消失模铸造工艺学》

《消失模铸造工艺学》由化学工业出版社2019年5月20日出版发行。（书号：ISBN978-7-122-34175-4）

《消失模铸造工艺学》作者刘立中，历经三十多年现场实践经验的总结和理论的升华。全书总结136个案例，选用1718帧彩色照片，撰写583千字创造性的提出了消失模铸造“三场理论”，详细解读在“流场、热场、负压场”理论指导下的“消失模铸造浇注系统设计原则”，提出了“借用型腔做浇道，极致简化浇注系统”新的理念，在国内外均属首创。奠定了消失模铸造的理论基础，提出了消失模铸造研究与发展的方向。

定价：498元

邮购咨询：李巧凤　　电话/传真：029-83222071　　微信：13991824906