

镁合金汽车转向柱支架的压铸模拟仿真

刘正 贾莹莹 毛萍莉 李扬 王峰 王宏 周乐

(沈阳工业大学材料科学与工程学院)

摘要 为了观察在不同压射速度下金属液在充型过程中的流动情况,分析缺陷分布与位置,从而确定最佳浇注方案,利用模拟仿真软件 FLOW-3D,保持模具温度和浇注温度不变,分别采用压射速度为 4.3、6.0、7.8 m/s,对镁合金转向器支架进行模拟仿真,观察气孔、缩孔等缺陷的分布。结果发现,在模具初始温度为 220℃,浇注温度为 700℃ 的条件下,最优的压射速度应为 6.0 m/s,此时能达到最佳充型效果。

关键词 镁合金压铸;数值模拟;充型凝固过程模拟;工艺优化;压铸件;温度场

中图分类号 TG146.2⁺2;O242

文献标志码 A **文章编号** 1001-2249(2010)04-0321-03

DOI:10.3870/tzzz.2010.04.009

镁及镁合金具有密度小,比强度、比刚度高,阻尼性、减震性优良及切削加工性、导热性好,电磁屏蔽能力强,易于回收等一系列优点,受到人们的极大关注,被誉为 21 世纪的“绿色金属工程材料”^[1],这使得镁合金在汽车、航空、3C 工业中具有巨大的应用潜力^[2~4]。在镁合金压铸生产中,如果浇注系统、排气系统及压铸时的模具设计存在问题,充型凝固过程就会产生许多缺陷。采用数值模拟技术,对压铸充型、凝固过程中的温度场进行模拟,可以有效提高铸件质量和生产效率^[5~7]。

在充型过程中,选择适当的压射速度才能得到较好的效果。本课题在保持模具温度和浇注温度不变的条件下,改变压射速度来观察金属液在充型过程中的流动情况,从而为压铸镁合金汽车转向柱支架的实际生产提供优化方案。该转向柱支架的平均壁厚为 5 mm,最大壁厚为 7 mm,最小壁厚为 2 mm,质量为 2 kg。

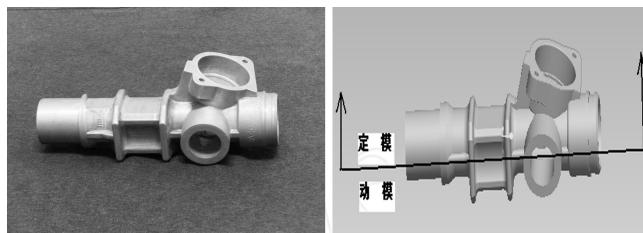
1 模拟前的处理

1.1 分型面的确定

根据转向器的自身特点,选择直线型分型面。其优点是:有利于脱模,开模后零件大部分留在动模中;型腔深度减小;模具结构简单,易于加工。汽车转向柱支架的实物及实体造型见图 1。

1.2 浇注系统的设计

合理的浇注系统可以有效地保障铸件质量,提高生产效率,降低铸件成本。若直接采用扇形浇注系统,因初始填充速度过快,会有金属液飞溅而造成对型壁的损伤;又由于镁合金在型腔中凝固很快,而扇形的两侧落后于中间部位进行填充,这样就容易造成气孔、冷隔等缺陷。综合考虑,决定采用 T 形浇注系统。

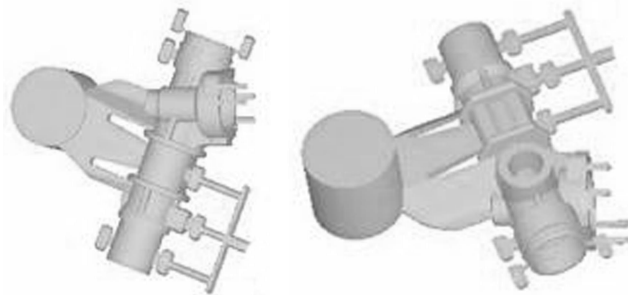


(a) 实物图

(b) 实体造型图

图 1 转向器支架实物图与实体造型图

使用 T 形浇注系统进行浇注,金属液流动平稳有序,易于实现顺序凝固,能最大限度地减少气孔等缺陷。溢流槽设计及 T 形浇注系统设计见图 2。



(a) 溢流槽设计

(b) T 形浇注系统

图 2 溢流槽设计图及 T 形浇注系统

2 转向器支架压铸过程的模拟仿真

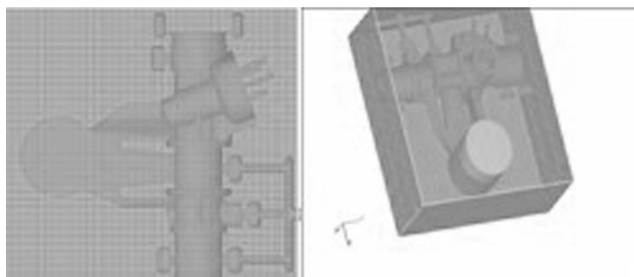
2.1 凝固过程模拟仿真

用三维建模软件 Pro/E 将设计好的几何模型转换成模拟软件 Flow-3D 能够识别的文件格式 STL。图 3 是转向器支架及浇注系统的网格剖分图,铸件的浇注系统部分设置网格数是 390 778,支架铸件本身采用密网格进行剖分,网格数为 766 029,最大的网格宽度为 0.21 mm,最小的网格宽度为 0.12 mm。

收稿日期:2009-09-25;修改稿收到日期:2009-11-25

基金项目:辽宁省科技厅资助项目(2008221005);辽宁省教育厅创新团队项目(2009T073)

第一作者简介:刘正,男,1957 年出生,教授,沈阳工业大学材料科学与工程学院,沈阳(110178),电话:024-25496166, E-mail:wsjywsjy@163.com



(a) 浇注系统 (b) 支架铸件

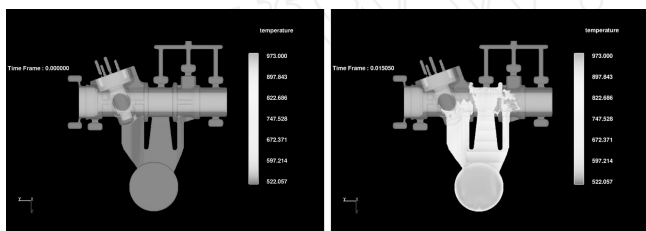
图3 浇注系统及支架铸件网格剖分结果

2.2 参数选择和条件设定

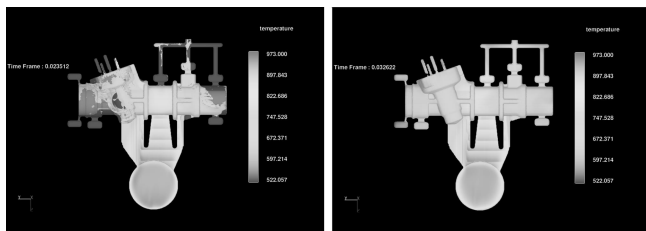
采用的合金为AZ91D,是直接调用Flow-3D模拟软件自带的材料库。AZ91D合金液相线温度为595,固相线温度为470,潜热为373 kJ/kg,650的密度约为1740 kg/m³,比热容约为1.3 kJ/(kg·K);模具材料是H13钢。

2.3 不同压射速度的转向器支架充型过程模拟与分析

为研究充型速度对充型过程中各参数的影响,保持模具温度为220和浇注温度为700不变,改变压射速度来观察金属液的充型过程。图4~图6为压射速度为4.3、6.0、7.8 m/s时温度场模拟结果。



(a) 充型时间为0 s (b) 充型时间为0.015 050 s

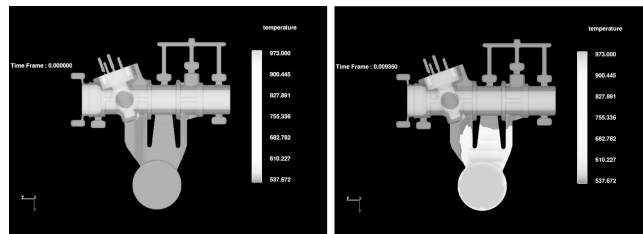


(c) 充型时间为0.023 512 s (d) 充型时间为0.032 622 s

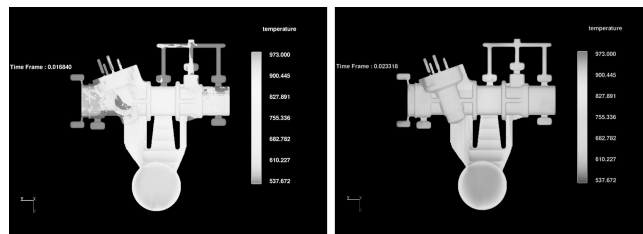
图4 压射速度为4.3 m/s时温度场模拟结果

从图4可以看出,金属液是在中间部位先进入型腔两侧后进入型腔,这样就容易形成缺陷,在充型过程中,因为充型速度较慢,金属液温度降低,不能进行良好的热传导,由于存在温度差,如果凝固时补缩不好,很容易产生缩孔等缺陷,但是因为速度低,流动相对平稳,没有出现喷溅。

从图5可以看出,金属液没有出现明显的喷溅现象,金属液热量散失不是很大,金属液进入型腔后基本保持连续,温度区域分布比较平衡,流动相对平稳。因此保证了在凝固过程中有足够的合金液进行补缩,在压铸件上没有大的空洞出现,因此在此压射速度下得到的

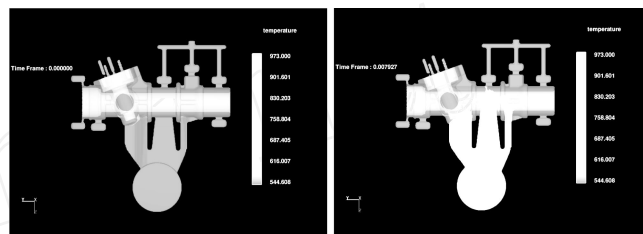


(a) 充型时间为0 s (b) 充型时间为0.009 360 s

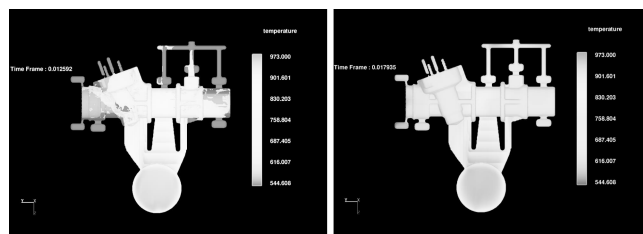


(c) 充型时间为0.016 840 s (d) 充型时间为0.023 318 s

图5 压射速度为6 m/s时温度场模拟结果



(a) 充型时间为0 s (b) 充型时间为0.007 927 s



(c) 充型时间为0.012 592 s (d) 充型时间为0.017 935 s

图6 压射速度为7.8 m/s时温度场模拟结果

充型结果比较理想。

从图6可以看出,在此条件下,金属液的热量散失较少,能进行良好的热传导,但金属液出现喷溅的现象,容易产生卷气。另外,个别溢流槽提前充满,压铸件在凝固时产生局部应力集中的现象,在冷却时有发生开裂的可能。加强筋在凝固时对平面处进行补缩,在加强筋相交的地方有缩孔、缩松出现。

在这3种压射速度下,压铸时的充填顺序相近,金属液首先平稳填充浇口,通过浇口,平稳进入型腔,接着金属液沿着铸件按顺序散开,待铸件充满后开始填充溢流槽,溢流槽是最后填充的部位。

3 结论

(1) 利用模拟软件Flow-3D对转向器支架在不同充型速度下进行了数值模拟分析。模拟结果表明,合理的充型速度是获得高质量镁合金转向器支架铸件的重

超声波作用下半固态 A356 合金的制备与理论研究

王家宣 姜丽红 方敏 熊洪森 罗贻正
(南昌航空大学航空制造工程学院)

摘要 采用自制的一套超声处理装置,研究了在此装置下施加超声振动对 A356 合金熔体组织的细化作用。结果表明,在此装置下加载超声功率,对 A356 合金的组织有细化作用,而且超声功率越大,组织细化效果越明显,另外,施振温度不同,效果也不一样,在选取施振温度分别为 640、620、600 时,施振温度为 640 时,效果最好。

关键词 A356;功率超声;半固态;初生相

中图分类号 TG249.9;TG146.2⁺1

文献标志码 A **文章编号** 1001-2249(2010)04-0323-03

DOI:10.3870/tzzz.2010.04.010

半固态加工技术的基础和关键就是制备良好的半固态浆料,为此人们提出了多种半固态制备的方法^[1]:机械搅拌法、电磁搅拌法、变形诱发激活法、电磁机械复合搅拌法、剪切低温浇注法、超声振动法等。

超声振动法可以促进晶粒的形成,细化晶粒,并能在短时间内制备出合格的半固态浆料。本课题利用自制的超声处理装置,通过超声波振动制备了 A356 铝合金浆料,探讨了在此装置下超声振动参数对 A356 铝合金浆料组织的影响。

1 试验方法

1.1 试验材料与装置

试验材料采用 A356 合金,实际化学成分见表 1。其理论液相线温度为 615,共晶温度为 577^[2]。

表 1 试验中 A356 材料的化学成分 %

WB							
Si	Mg	Fe	Ti	Sr	其他元素(Cr,Cu,Mn,Ni,Sn,Zn)	Al	
6.8	0.40	0.20	0.19	<0.03	<0.01	余量	

收稿日期:2009-09-08;修改稿收到日期:2010-01-07

基金项目:中航一集团“材料热加工技术”航空科技重点实验室开放基金资助项目(ZK200801003)

第一作者简介:王家宣,男,1956 年出生,教授,南昌航空大学航空制造工程学院,南昌(330063),电话:0791-8221208,13970051528,E-mail:wjxnaiat@126.com

要保证。

(2) 由 3 种浇注系统方案的模拟结果可知,充型速度为 6 m/s 时是比较理想的。类似转向器支架的铸件在此速度下进行充型,可减少缩孔缩松等缺陷。

(3) 通过分析温度场的分布获得了最优的工艺参数:模具温度 220,浇注温度 700,充型速度 6 m/s。

参 考 文 献

- [1] 曾小勤,王渠东,吕宜振,等. 镁合金应用新进展[J]. 铸造,1998(11):39-43.
- [2] 张代东,原洪加,陈小毅. 发展中的镁合金压铸工业[J]. 科技情报开发与经济,2004,14(9):223-224,228.

超声处理采用顶部导入法,试验装置见图 1。

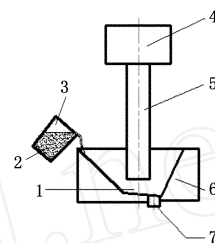


图 1 超声处理方法示意图

1. 热电偶
2. 合金熔体
3. 热电偶
4. 超声发生器
5. 变幅杆
6. 处理装置
7. 超声振动后浆料出口

1.2 试验目的与方法

很多研究者都做过超声振动制备半固态浆料的试验研究,但都是局限于振动头作用于封闭的容器内处理浆料,这样在量上有很大的限制,此次试验探讨在非封闭处理方式下,是否也有细化晶粒的效果,并找出影响规律。

利用图 1 所示试验装置处理 A356 合金熔体,熔体从处理器的一端浇入,用热电偶测量熔体的浇注温度和

- [3] 陈力禾,刘正,林立. 镁——汽车工业通向新世纪的轻量化之路[J]. 铸造,2004,53(1):5-11.
- [4] CHOI J C, KWON H, PARK J H, et al. A study on development of a die design system for die casting[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2002, 20:1-8.
- [5] 高志强,邱伟,张卫善,等. 铸造充型过程初始温度场的数值模拟及实验研究[J]. 清华大学学报,1996,36(8):50-55.
- [6] 邱伟,高志强,柳百成. 用改进的 SOLA-VOF 法模拟铸造充型过程[J]. 清华大学学报,1997,37(11):42-55.
- [7] 熊守美,柳百成,许庆彦,等. 铸件充型凝固过程数值模拟研究[J]. 现代铸铁,2002(1):16-20.

(编辑:张正贺)

pers of the mould to observe the stress distribution in the slabs. The results reveal that with increasing in drawing velocities, thermal stress in the billet shell is decreased. However, excessive high drawing velocity can lead to thin the thickness of the shell, easily resulting in the leakage of liquid steel, even more the occurrence of reunion, so the surface crack would occur in the slabs during rolling process. With increasing in drawing velocities, leakage of liquid steel and reunion should be controlled as possible. With increasing in over-heating degree, thermal stress in the shell is increased, so during production, over-heating degree should be decreased as possible to decrease thermal stress. Meanwhile, with increasing in taper of mould, thermal stress in the shell is increased, so during production, proper taper of mould should be considered to decrease the thermal stress. At the same conditions, the thermal stress in the corner of the shell is evidently higher than that in the other positions. Camber angle can be adopted in design of the mould to effectively decline the thermal stress in the shell. In addition, effects of drawing velocity on thermal stress are higher than over-heating degree.

Key Words: ZF Steel, Continuous Casting, Numerical Simulation, Thermal Stress, Crack

Visualization of Die Casting Magnesium Alloy Steering Bracket Liu Zheng, Jia Yingying, Mao Pingli, Li Yang, Wang Feng, Wang Hong, Zhou Le (School of Materials Science and Engineering, Shenyang University of Technology, Shenyang, China) 2010, 30(4) 321 ~ 323

Abstract With a given die temperature and pouring temperature, the Flow-3D software was employed to simulate filling and solidification of liquid magnesium alloy to observe the distribution and potential position of defects including gas hole and shrinkage porosity in the magnesium alloy steering bracket in condition of injection velocities of 4.3, 6.0 and 7.8m/s to determine the optimized pouring parameters. The results reveal that in conditions of the mould initial temperature of 220 and pouring temperature of 700, the desirable filling effects can be observed with injecting at 6.0 m/s, and qualified steering bracket without gas hole and shrinkage porosity is produced successfully.

Key Words: Die Casting Magnesium Alloy, Numerical Simulation, Filling and Solidification, Processing Opti-

mization, Die Castings, Temperature Field

Preparation and Theoretical Analysis of Semi-solid A356 Aluminum Alloy by Ultrasonic Stirring Wang Jiaxuan, Jiang Lihong, Fang Min, Xiong Hongmiao, Luo Yizheng (Aviation Manufacturing Engineering College, Nanchang Hangkong University, Nanchang, China) 2010, 30(4) 323 ~ 325

Abstract We have developed an ultrasonic treatment apparatus to investigate effects of ultrasonic vibration on refinement of grain size in A356 alloy melt. The results reveal that grain size in A356 alloy is obviously refined with applying ultrasonic treatment. With increasing in ultrasonic power, grain becomes finer and finer in the structure of A356 alloy. In addition, ultrasonic temperature has some effects on refinement of grain size. Grain size change was observed with exerting ultrasonic vibration on the A356 alloy melt at 640, 620 and 600. It is found that desirable grain refinement can be obtained at 640.

Key Words: A356 Alloy, Ultrasonic Power, Semi-solid, Primary Phase

Preparation of 5052 Aluminum Alloy Semi-solid Slurry by Ultrasonic Vibration Li Shulin, Wu Shusen, Dai Wei, Zhu Zeming, Mao Youwu, Wan Li (State Key Laboratory for Material Forming & Mould Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, China) 2010, 30(4) 326 ~ 329

Abstract Effects of processing parameters on 5052 semi-solid slurry prepared by ultrasonic vibration at 665 were researched. The results reveal that non-dendrite semi-solid slurry with grain size of approximately 110 μ m can be prepared by imposing ultrasonic for about 90 s on the alloy melt. With extending in ultrasonic time, grain shape becomes more and more round, however, roundness change can be neglected with holding more than 90 s. Starting-vibration temperature greatly affects the structure of the slurry. The 5052 aluminum semi-solid slurry with approximately 95 μ m in average grain size and spheroidized structure can be observed with introducing ultrasonic vibration at 675 for 90 s. Grain size is grown slowly in the slurry with holding within 2 min, however, grain begins to merge with holding for 4 min.

Key Words: Ultrasonic Vibration, 5052 Aluminum Alloy, Semi-solid Slurry