

铝合金消失模铸造三单元浇注系统的试验研究

吕晓光¹, 冯小明², 郭从盛², 徐峰²

(1. 陕西理工学院实习工厂, 陕西 汉中 723003; 2. 陕西理工学院材料科学与工程学院, 陕西 汉中 723003)

摘要: 试验研究了消失模铸造中浇注系统截面比对铝合金铸件质量的影响, 确定了适宜的浇注系统截面比。试验结果表明, 消失模铸造铝合金铸件宜采用开放式浇注系统, 对三单元浇注系统, 合适的截面比是: $\sum F_{\downarrow} : \sum F_{\text{横}} : \sum F_{\text{内}} = 1.00 : (1.10 \sim 1.20) : (1.30 \sim 1.50)$

关键词: 消失模铸造; 铝合金; 浇注系统; 铸件

中图分类号: TG249.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8365(2007)07-0955-03

Three Unites Gating System of Aluminum Alloy Casting in Lost Foam Casting

LV Xiao-guang¹, FENG Xiao-ming², GUO Cong-sheng², XU Feng²

(1. Factory Attached to a School, Shaanxi Institute of Science and Technolog, Hanzhong 723003, China; 2. School of Material Science and Engineering, Shaanxi Institute of Science and Technolog, Hanzhong 723003, China)

Abstract: Effects of section-ratio of the three gating system on the quality of aluminum alloy casting in lost foam casting were investigated. The proper section-ratio of the three gating system can be determined. The experimental results show that the aluminum alloy casting in lost foam casting should adopt open-gating system. For gating system with three unites, its section-ratio is summation $F_{\text{downgate}} : \text{summation } F_{\text{acrossgate}} : \text{summation } F_{\text{ingate}} = 1.00 : (1.10 \sim 1.20) : (1.20 \sim 1.50)$.

Key words: Lost foam casting; Aluminum alloy; Gating system; Casting

消失模铸造技术是将负压技术与实型铸造相结合的一种新的铸造技术, 被誉为 21 世纪的铸造技术^[1]。然而, 由于其成形理论不同于传统的砂型铸造, 且对其浇注系统的设计缺乏系统的研究和报道, 在实际生产中也无可借鉴的设计依据。因此, 为了系统研究消失模铸造浇注系统设计的方法, 为实际生产提供可借鉴的设计依据, 本文在前期实验研究的基础上^[2], 以板类铝合金铸件为对象, 试验研究了三单元浇注系统截面比对铝合金铸件质量的影响, 进而确立了适宜的浇注系统截面比。

1 试验方案

消失模铸造按内浇道在模样上的位置, 可分为底注式, 顶注式和侧注式浇注系统。底注式浇注系统内浇道设在模样的底部, 特点是浇注平稳, 有利于排渣、排气, 但不利于铸件顺序凝固和补缩, 同时对铝液温度要求较高, 涂层的高温透气性要好。顶注式浇注系统内浇道设在模样的上部, 有利于铸件的顺序凝固和补缩, 但浇注不平稳, 采用顶注式浇注系统时, 通常将冒口设在内浇道附近或将内浇道直接引入冒口。侧注式浇注系统内浇道设在模样的侧面, 兼有底注式和顶注

式的部分特点, 浇注时比顶注式平稳并易排渣, 金属热损失少, 顺序凝固和补缩条件比底注式好, 充型性也较好。消失模铸造内浇道开设的位置取决于铸件的大小、结构特点和合金种类。所以, 本文只考察三单元浇注系统截面比的变化对铝合金铸件质量的影响。铸件选择板类铸件, 其尺寸是: 25 mm × 150 mm × 300 mm。

2 试验过程

2.1 浇注系统的设计

计算该浇注系统时, 首先借鉴砂型铸造的计算方法, 采用水力学计算公式:

$$\sum F_{\text{内}} = \frac{G}{\mu \cdot t \cdot 0.31 \sqrt{H_P}} \quad (\text{cm}^2) \quad (1)$$

式中 $\sum F_{\text{内}}$ ——内浇道截面积总和;

G ——流经内浇道的液体合金重量(铸件+浇注系统), kg;

μ ——流量系数, 计算时取 0.35;

H_P ——压头高度, mm;

t ——浇注时间, s。

浇注时间的选择对于内浇道的计算是关键, 快速浇注是消失模铸造工艺的最大特点。按下式计算浇注时间^[3]:

$$t = Kt(\sqrt[3]{G} + \sqrt{G})$$

收稿日期: 2007-06-05; 修订日期: 2007-06-06

作者简介: 吕晓光(1950-), 陕西汉中市人, 高级工程师。研究方向: 材料加工工艺与质量控制。

式中 K_t ——修正系数,计算时取 0.85。

内浇道确定后,根据设计的浇注系统截面比,计算出直浇道、内浇道的截面积。

冒口设计按模数计算,根据模数按文献[4]提供的计算公式计算和安排布置冒口的位置和大小。具体工艺方案如图 1 所示。

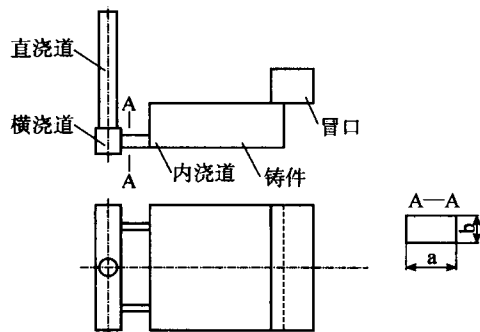


图 1 试样浇注系统示意图

Fig. 1 Casting of gating system

2.2 泡沫塑料模样的制作

试验用聚苯乙烯泡沫塑料板材作模样,模样采用电热丝切割,手工打磨的方法制作,模样密度为 0.018 g/cm^3 。

2.3 涂料及涂敷工艺

在消失模铸造中,泡沫塑料模样和浇注系统的外表面须涂挂涂料,本试验选用水基棕刚玉涂料,基本组

成为耐火料(棕刚玉 40%+高铝矾土 48%+膨润土 2%);硅溶胶:CMC(40%水溶液)=60:30:10,另加适量的活性剂和消泡剂。涂料采用浸涂的方法,涂料厚度控制在 $0.5 \sim 1.0 \text{ mm}$ 。涂料涂好后在 $40 \sim 50 \text{ }^\circ\text{C}$ 烘干。

2.3 熔炼及负压浇注

试验材料为 ZL102 合金,在电阻坩埚炉中熔化, $690 \text{ }^\circ\text{C}$ 时采用六氯乙烷进行精炼处理,用钠盐进行变质处理,浇注温度为 $700 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

消失模铸造在浇注和冷却期间,铸型必须保持一定的负压。试验时,砂箱负压控制在 0.04 MPa 。在砂箱内保压冷却时间为 8 min 。

3 试验结果及分析

3.1 铸件浇注系统截面比对铸件质量的影响

在保证浇注时间、压头、涂料厚度、真空度和浇注温度一定的条件下,将浇注成形的铸件去除掉浇注系统和表面清理后,在机床上进行逐层解剖观察,分析铸件出现缺陷的类型、分布特点。部分实验结果如表 1 所示。可以看出,消失模铸造铝合金铸件时,浇注系统截面比对铸件质量有一定影响。对于三单元浇注系统,宜采用开放式浇注系统,其适宜的浇注系统截面比是: $\sum F_{直} : \sum F_{横} : \sum F_{内} = 1.00 : (1.10 \sim 1.20) : (1.20 \sim 1.50)$ 。

表 1 实验结果

Tab. 1 Results of testing

序号	$F_{直}/F_{横}/F_{内}$	$F_{直}/\text{mm}^2$	$F_{横}/\text{mm}^2$	$F_{内}/\text{mm}^2$	解剖后质量	备注
01	1.4 : 1.2 : 1.0	218	187	156	有大量气渣孔、夹渣	
02	1.3 : 1.2 : 1.0	202	187	156	有少量气渣孔、夹渣	
03	1.3 : 1.1 : 1.0	202	172	156	有少量针孔、夹渣	
04	1.2 : 1.1 : 1.0	187	172	156	有少量针孔、夹渣	
05	1.0 : 1.1 : 1.2	130	143	156	无气孔渣孔、针孔	质量好
06	1.0 : 1.1 : 1.3	120	132	156	无气渣孔、针孔	质量好
07	1.0 : 1.1 : 1.4	112	123	156	无气渣孔、针孔	质量好
08	1.0 : 1.1 : 1.5	104	114	156	无气渣孔、针孔	质量好
09	1.0 : 1.1 : 1.6	98	107	156	有少量气渣孔、夹渣	
10	1.0 : 1.2 : 1.3	120	144	156	无气渣孔、针孔	质量好
11	1.0 : 1.2 : 1.4	112	133	156	无气渣孔、针孔	质量好
12	1.0 : 1.2 : 1.5	104	125	156	无气渣孔、针孔	质量好
13	1.0 : 1.2 : 1.6	98	117	156	有少量气渣孔、夹渣	
14	1.0 : 1.2 : 1.7	92	110	156	有少量气渣孔、夹渣	
15	1.0 : 1.3 : 1.4	112	145	156	有少量气渣孔、夹渣	
16	1.0 : 1.3 : 1.5	104	135	156	有大量气渣孔、夹渣	
17	1.0 : 1.3 : 1.6	98	127	156	有大量气渣孔、夹渣	

消失模铸造铝合金铸件产生的主要缺陷是气孔和夹渣,如图 2 所示。产生上述缺陷的主要原因是^[3]:浇注系统或内浇道结构不合理时,容易使气体和残渣裹

挟在铝液中,而形成气孔和夹渣;浇注温度太低,不能使气体和残渣充分排除,上浮在铸件表面,也容易形成气孔和夹渣。

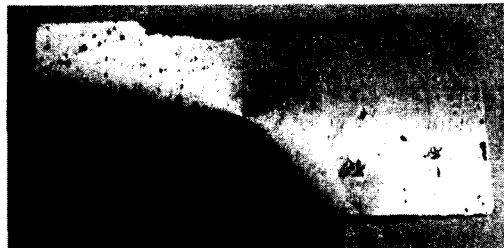


图2 铝合金铸件缺陷

Fig. 2 Defect of aluminum alloy casting

为了防止铝合金铸造产生缺陷,铝合金在铸造过程中应保证铝液充型平稳,一般是在浇注系统设计时通过控制浇注系统各单元的截面比来实现。因为,在其它工艺条件相同时,浇注系统截面比实际上决定着铝液的充型速度,而充型速度和铸件缺陷之间存在着密切的关系。对于任何给定的铸件都存在着一一定的临界充型速度区间^[4]。当充型速度低于临界充型速度的下限时,铸件易产生塌砂、浇不足。当充型速度高于临界充型速度的上限时,不仅模样的热分解产物没有足够的时间从铝液-模样-涂料界面排除,而且液态金属前沿的流动也不平稳,这时,铸件易产生气孔缺陷。因此,当采用封闭式浇注系统,特别是封闭比比较大时,易导致铝液充型速度超过临界充型速度的上限,铝液充型时容易产生紊流;当浇注系统截面开放比太大时,易导致铝液充型速度低于临界充型速度的下限。这些都容易产生铸造缺陷,所以,浇注系统截面比应在一定范围内,可保证充型速度能使铝液在铸型内的上升速度等于或接近泡沫塑料模样的汽化速度。

3.2 验证性实验结果

根据上述实验结果,在实验室进行了生产验证。

铸件的材料为 ZL102 合金,采用三单元浇注系统,其截面比是: $\Sigma F_{直} : \Sigma F_{横} : \Sigma F_{内} = 1.00 : 1.20 : 1.40$ 。浇注的铸件如图 3 所示。经机械加工检验,铸件无针孔夹渣等缺陷,组织致密。



(a) 圆盘铸件

(b) 型板铸件

图3 实际浇注铸件图

Fig. 3 Casting of testing

4 结论

消失模铸造铝合金铸件宜采用开放式浇注系统,对三单元浇注系统,其截面比是: $\Sigma F_{直} : \Sigma F_{横} : \Sigma F_{内} = 1.00 : (1.10 \sim 1.20) : (1.20 \sim 1.50)$ 。

参考文献

- [1] 吴国华,罗吉荣.消失模铸造铝液充型速度研究[J].特种铸造及有色合金,2000,(1):26.
- [2] 冯小明,王绪然,郭从盛,等.消失模铸造铝合金浇注系统的实验研究[J].特种铸造及有色合金,2005,(12):751.
- [3] 黄天佑,黄乃瑜,吕志刚,等.消失模铸造技术[M],北京:机械工业出版社,2005.
- [4] 魏兵,袁森,张卫华,等.铸件均衡凝固技术及其应用[M],北京:机械工业出版社,1998.
- [5] 刘子利.消失模铸造充型过程的研究进展及展望[J].铸造.2000,49(4):215.

铸造技术杂志社招聘铸造专业编辑启事

铸造技术杂志社因业务发展需要,招聘铸造业编辑 1 人。

主要工作职责:负责编辑,组织压铸方面的文稿,广告和技术服务。

要求:铸造或材料成形与控制专业本科以上学历,在压铸行业从事生产科研工作,中级以上职称,年龄、地域不限,精力充沛,身体健康,乐观豁达,开拓进取。

联系地址:710048 西安市金花南路 5 号 西安理工大学 608#

联系电话/传真:029-82312421 83222071 82312421 82312143

联系人:刘先生

Email:XiakaiXin2000@yahoo.com.cn