

消失模铸造在阳极爪架铸钢件生产中的应用*

韩豫刚¹, 张方²

(1. 中国铝业贵州分公司 机械厂, 贵州 贵阳 550014; 2. 昆明理工大学 机电学院, 云南 昆明 650093)

摘要: 采用统计分析的方法确定了铸钢件的实际收缩率. 对比了几种消失模铸造工艺方案. 在确定的方案条件下, 进行了大量实验, 优化了相关参数. 实验结果表明: 可以用消失模铸造代替湿砂型铸造生产阳极爪架铸钢件; 并具有较大优越性.

关键词: 统计分析; 消失模铸造; 铸钢件

中图分类号: TG249.6. TG244 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2002)04-046-04

0 引言

阳极爪架是铝电解工业大宗易耗件, 外型尺寸为1 100 mm × 160 mm × 450 mm, 质量为 230 kg. 其特殊要求其一是几个主要尺寸(如图 1 中 b, d, e 所示, 其中 $a = b = 960, d = \varphi 140, e = 320$) 精度要求高. 尤其尺寸 b , 当 Δb 超过一定数值就影响爪架的正常使用. 其二是为保证爪柱与爪架闪光对焊的工艺要求, 爪架的两侧及底面应保证一定平整度和光洁度. 其三是爪头部位表面无凹凸、披缝、飞边、气孔、砂眼等铸造缺陷; 以利残极从磷铁环中取出. 为满足上述要求采用湿砂型铸造工艺如图 2 所示. 但存在以下几个问题: ①砂芯和冷圈间的披缝较大. ②圆柱面经常有冷隔或鱼尾状流痕. ③爪架的两侧面和底面加工余量较大. ④主要尺寸精度很难达到图纸要求.

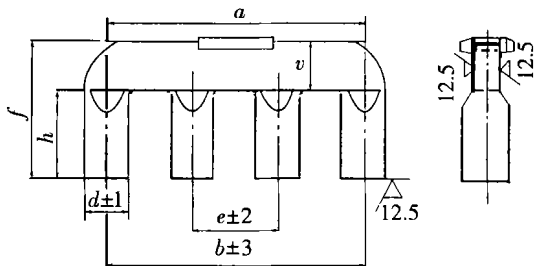


图 1 阳极爪架示意图

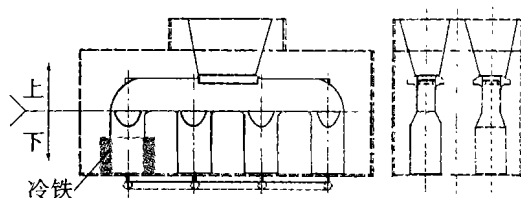


图 2 湿砂型铸造工艺

为解决以上问题, 进行了消失模铸造工艺研究, 经试生产验证取得了满意的结果.

1 实验条件

爪架模样及浇注系统均采用聚苯乙烯泡沫塑料板材人工切割、粘结制作. 其密度为 0.015~0.025 g/cm³. 选用自制水基涂料. 涂层厚度控制在 1~2 mm, 在 40~60 °C 烘干 4~8 h. 造型干砂选用 100/150 目或 40/70 目石英砂. 采用 3 t 电弧炉熔炼, 钢水牌号为 ZG230-450. 漏包浇注, 真空负压控制在 0.025~0.045 MPa.

2 试验方案及结果

2.1 铸造工艺方案选择与确定

经过对爪架铸件工艺分析选择如图 3、图 4 和图 5 三种工艺方案试铸. 其结果是: 方案二, 浇口在横梁处进水, 虽然减少了对型腔的冲刷, 但由于浇口处于爪架单

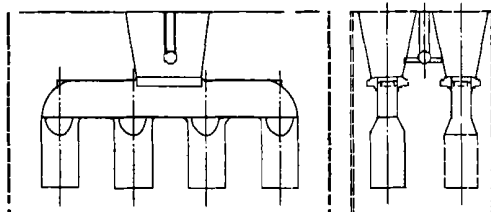


图 3 方案一

* 收稿日期: 2002-04-27.

第一作者简介: 韩豫刚(1969.4~), 男; 主要研究方向: 铸造工艺及设备.

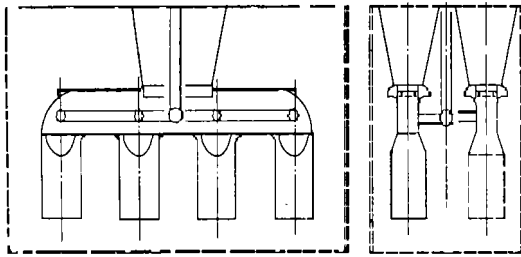


图 4 方案二

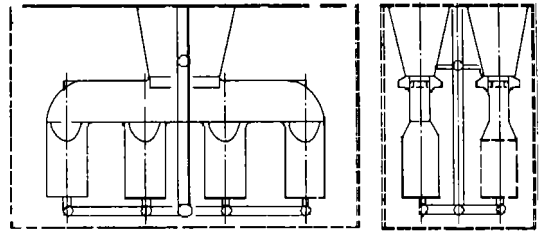


图 5 方案三

侧加工面上, 增大气割及机械加工余量并造成整个爪架收缩变形, 严重影响了平直度. 方案三, 冒口及底面阶梯设置, 能获得较满意的铸件质量, 但爪头底表面仍需机械加工. 方案一, 解决了上述方案中的问题, 但在两外侧爪头中有缩孔. 且由于爪头间处于自由状态, 爪头间距尺寸控制较难. 经过对比分析决定选择铸造方案一. 通过调整冒口尺寸、浇注温度及浇注速度等参数, 逐渐摸索出适宜的参数搭配, 解决了缩孔问题, 浇出了合格铸件. 爪头间距尺寸及其它主要尺寸的精度采用统计分析的方法求出实际铸件收缩率进行控制.

2.2 用统计分析方法求出主要尺寸的铸件实际收缩率以控制爪架的尺寸精度

以 $d \pm 1$ 尺寸为例说明计算方法和结果. ——对应地测量模样和铸件尺寸并计算该铸件尺寸的平均收缩率.

测得 $\Phi 140$ 尺寸铸件收缩率 ($k\%$) 列举结果如下并画直方图(见图 6)

1.64 0.70 1.27 1.41 1.78 1.34 1.00 1.35 0.98 1.25 0.88 1.33 0.85 1.72
 0.88 2.05 1.24 0.77 1.31 1.75 1.43 1.02 1.44 0.76 1.41 1.46 0.73 0.88
 1.73 0.89 1.16 1.90 1.34 1.21 0.90 0.99 1.20 1.76 1.53 1.45 1.26 1.57
 0.91 1.07 1.89 0.73 2.01 1.33 1.00 1.90 1.96 1.44 1.20 0.96 1.32 1.57
 1.67 1.06 1.76 1.48 1.62 0.98 1.76 1.43 1.60 1.34 1.18 1.42 1.28 1.23
 1.08 1.20 1.52 1.19 1.15 1.19 1.48 1.52 1.36 1.14 1.29 0.96 1.21 1.18
 1.54 1.56 1.57 1.98 1.55 1.28

其中: 最小值为 $K_{\min} = 0.70$ 最大值 $K_{\max} = 2.0$ $K_{\max} - K_{\min} = 1.35$

将全部数据分为 10 个组, 组距 $h = (K_{\max} - K_{\min}) / 10 = 0.135$ 得各组组界、中心值、频数列于表 1, 画直方图于图 6. 从图中可知, 数据呈正态分布.

表 1 数据分组及计算

组号	组界	中心值	频数/ f_i	u_i	$f_i u_i$	$f_i u_i^2$
1	0.70~ 0.835	0.7675	5	- 4	- 20	80
2	0.835~ 0.970	0.9025	9	- 3	- 27	81
3	0.970~ 1.105	1.0375	9	- 2	- 18	36
4	1.105~ 1.240	1.1725	13	- 1	- 13	13
5	1.240~ 1.375	1.3075	16	0	0	0
6	1.375~ 1.510	1.4425	11	1	11	11
7	1.510~ 1.645	1.5775	12	2	24	48
8	1.645~ 1.780	1.7125	7	3	21	63
9	1.780~ 1.915	1.8475	4	4	16	64
10	1.915~ 2.05	1.9825	4	5	20	100
			$\Sigma f_i = 90$		$\Sigma f_i u_i = 14$	$\Sigma f_i u_i^2 = 496$

求平均值 K 平均值: $K_{\text{平均值}} = a + h \times \sum f_i u_i / \sum f_i$

式中 a 为 $f_i = 0$ 那一组的中心距, 即 $a = 1.3075$

故 $K_{\text{平均值}} = 1.3075 + 0.135 \times 14/90 \approx 1.33$

求标准偏差 S : $S = h \times [\sum f_i u_i^2 / \sum f_i - (\sum f_i u_i / \sum f_i)^2]^{1/2} = 0.135 \times [496/90 - (14/90)^2]^{1/2} \approx 0.316$

故 $6S = 1.896(\%)$ 标准为 140 ± 1 可写为 $140 \pm 0.714\%$

故 $C_p = 1.43/1.896 \approx 0.75$ 即 d 尺寸平均收缩率为 1.33% , C_p 值为 0.75

按同样的方法分别得出 $b = 960 \pm 3$, $e = 320 \pm 2$ 和 $a = 960$ 尺寸的平均收缩率为 1.22% , 1.10% 和 2.10% ; 他们的 C_p 值分别为 0.72 , 0.93 , 0.72 . 以计算出的各尺寸的平均收缩率作为相应尺寸的实际收缩率制造泡沫塑料模具.

造成 C_p 值偏低的原因估计主要是泡塑模型尺寸不易测量准确, 误差较大. 即使如此, 铸件尺寸超过标准范围的也只有 3% 左右. 这也是砂型铸造无法比拟的. 值得指出的是, 铸件各方向的尺寸的实际收缩率差异很大. 如尺寸 a , 其实际收缩率为 2.1% 与尺寸 b 相差 0.88% . 原因就是尺寸 a 为自由收缩, 而 b 为受阻收缩. 如果凭经验或资料将各尺寸收缩率均确定为 2% , 则尺寸 b 将少收缩 0.78% , 即少收缩 7.5 mm . 这一系统的误差就已经超过该尺寸的偏差范围.

2.3 优化后的实验结果

1) 采用消失模工艺生产的阳极爪架, 外观质量较高, 无夹砂、披缝等缺陷, 在爪头圆柱面要求较高处, 无砂型铸造的冷圈与砂芯的分界面及鱼尾状流痕. 可大大提高残极脱环率.

2) 按统计分析获得的铸件实际收缩率制造了塑料金属模具. 经生产验证, 铸件尺寸精度完全达到了图纸的要求

3) 原来要求加工的爪架横梁两侧面和底面均可不进行加工, 缩短了生产周期并节约了机加工费用, 得到使用单位的认可.

4) 消失模铸造的爪架附铸的试棒测试结果如表 2 所示, 达到了 GB11352-89 的要求. 并且比原湿砂型铸件铸造有了较大提高.

表 2 爪架附铸试棒测试结果

序号	试验号	材 质	屈服点	抗张力	延伸率	收缩率	备 注
			$/ \text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$	$/ \text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$	$/ \%$	$/ \%$	
			230	450	22	32	GB11352-89
1	01483	ZG230-450		506.5	19.0	36.0	
2	01483	ZG230-450		510.5	24.0	36.0	
3	01483	ZG230-450	255	510.0	23.0	37.0	

5) 采用了消失模铸造工艺后, 由于辅助材料(如冷圈、耐火砖等)的消耗降低, 每吨成本减少 225 元. 机加工费用减少约 400 元.

3 结论

- 1) 采用统计分析方法求出的铸件实际收缩率可以使消失模铸造铸钢件的尺寸精度达到 CT8~10.
- 2) 消失模铸造生产的阳极爪架的表面质量和内在质量比原湿砂型铸件有了明显的提高.
- 3) 消失模铸造生产的阳极爪架铸件比原湿砂型其制造成本有明显降低.
- 4) 消失模铸造生产比原湿砂型铸造; 劳动强度有明显减轻、劳动环境有明显改善.
- 5) 消失模铸造完全可以代替原湿砂型铸造生产阳极爪架.

(下转第 52 页)

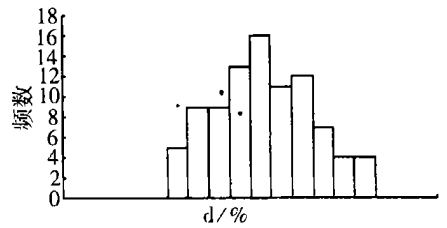


图 6 d 尺寸收缩率直方图

参考文献:

- [1] 陈万林, 等. 实用塑料注射模设计与制造[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000. 103~ 106.
- [2] 王孝培. 塑料成型工艺及模具简明手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000. 54~ 59.
- [3] 董斌斌, 等. CAE 技术在注射模浇注系统设计中的应用[J]. 模具工业, 2000, (8): 3~ 6.
- [4] 冯慧华, 等. 空气净化器壳体注塑模的 CAD, CAE[J]. 计算机辅助设计与制造, 2000, (6): 68~ 70.
- [5] 黄业青, 等. IC 卡注射模充填型腔流动模拟[J]. 模具工业, 1997, (7): 9~ 10.
- [6] 项辉宇, 等. 计算机辅助塑料模具设计和工艺改进[J]. 模具工业, 2000, (1): 73~ 78.

Application of the Flowing Simulation Technology in Injection Molding Design

WANG Jia-hui¹, LIU Jian-xiong¹, CUI Tong-pan²

(1. Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Kunming University of Science and Technology,
Kunming 650093, China; 2. Yunnan Wireless Factory, Kunming 650093, China)

Abstract: Based on computer aided simulation software MPI (Moldflow Plastics Insight), The process of the melted plastic flowing into the cavity with different placement of the gate is analyzed, and the results are compared. After completing all of these, the optimal placement of the gate was decided from the results, which was verified in the production. The aim is to show the advantages of the CAE technology for the plastic injection molding.

Key words: MPI; plastic moulding; simulation analysis; mould CAD/ CAE

(上接第 48 页)

参考文献:

- [1] 胡忠弼. 铸造生产质量控制[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1987. 12. 84~ 126.
- [2] 张方, 胡忠弼. 消失模铸造铸件收缩率模拟实验研究[C]. 消失模铸造技术国际会议论文集. 北京: 清华大学出版社, 1998. 10. 149~ 155.
- [3] 姜希尚. 铸造手册(第 5 卷). 铸造工艺[M]. 北京: 机械工业出版社, 1994. 92~ 94.

The Application of EPC in Steel Casting Production for the Positive Electrode Frame with Feet

HAN Yu-gang, ZHANG Fang

(1. Aluminum Corporation of China Limited, Guizhou Branch, Machinery Factory, Guiyang 550015, China;
2. Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: The linear shrinkage coefficients of the steel casting are determined through the method of statistical analysis in the paper. After comparing different casting process designs of EPC, the better design is adopted to make many experiments. At last the optimization of parameters is determined. The experiments result shows that EPC can replace the green sand casting to produce the steel casting and it has more advantages.

Key words: statistical analysis; EPC; steel casting