

RE 对 Zn-Al-Cu-Mg 合金组织和力学性能的影响

钱旺盛 刘洪军 曹 驰

(兰州理工大学有色金属合金及加工教育部重点实验室)

摘 要 研究了不同 RE 含量 (0.04%、0.05%、0.06%) 对锌合金显微组织、力学性能及耐蚀性的影响。在 Zn-Al-Cu-Mg 合金中加入适量的 RE 能阻止树枝晶长大, 细化晶粒, 并能改善合金的力学性能。当 RE 的加入量为 0.05% 时, 合金的抗拉强度提高了 11.8%, 伸长率提高了 1.75 倍, 硬度提高了 5.6%。加入适量的 RE 后合金的耐蚀性能也有所提高。

关键词 Zn-Al-Cu-Mg 合金; RE 含量; 力学性能; 耐蚀性

中图分类号 TG146.1+3

文献标志码 A 文章编号 1001-2249(2009)02-0190-03

DOI: 10.3870/tzzz.2009.02.033

锌基合金作为一种模具材料, 其经济、快速的制模特点适合市场对多品种、小批量、低价格、短生产周期的零件的需求, 在实际应用中具有良好的经济效益和社会效益。但目前国内使用的锌基模具合金材料仍存在综合力学性能不高、模具寿命不长、凝固收缩率高、模具精度难以保证、软化温度低、尺寸不稳定等问题^[1, 2]。而稀土对金属具有净化、除气、变质和合金化作用, 研究发现, 添加适量的 RE 能提高锌基合金的力学性能、耐腐蚀性能及耐摩擦磨损性能^[3, 4]。本课题在试验的基础上研究了不同 RE 含量对一种 Zn-Al-Cu-Mg 合金组织、力学性能及耐 NaCl 溶液腐蚀性的影响, 旨在探索提高锌基模具合金综合性能的途径。

1 试验条件及方法

1.1 合金熔炼

采用纯 Zn、纯 Al、纯 Mg 来熔炼锌基合金, 其中 Cu 是以 Al-50Cu 中间合金形式加入, RE 是以 Zn-5RE (RE 主要成分为 Ce 元素) 中间合金加入, 合金试样的主要成分见表 1。

表 1 Zn-Al-Cu-Mg 合金试样的主要成分 %

	w _B				
	Al	Cu	Mg	RE	Zn
1	11	8	0.05	0.0	余量
2	11	8	0.05	0.04	余量
3	11	8	0.05	0.05	余量
4	11	8	0.05	0.06	余量

把石墨坩埚放入电阻炉中, 加热, 待炉温升至 500℃时, 向石墨坩埚中放入 Zn 块, 电阻炉继续加热升温, 当 Zn 全部熔化后, 加入 Al-50Cu 中间合金、Al 块及 Zn-5RE 中间合金, 待全部熔化后, 用钟罩压入 Mg, 直

到 Mg 充分熔化后, 再用 ZnCl₂ 精炼剂精炼, 然后将合金液从电阻炉中取出, 扒渣, 搅拌, 在空气中冷却, 当合金液降温至 470~480℃时, 浇入金属型。

1.2 组织观察与力学性能测试

截取试样后, 磨平、抛光, 然后用体积分数为 4% 的 HCl 溶液腐蚀, 然后用酒精擦洗, 吹干后, 在 JSM-5600LV 型扫描电镜上观察其组织。

将铸件在车床上加工成拉伸试棒, 在 WD-100D 型微机控制电子式万能试验机上进行拉伸试验; 在已拉断的试棒夹头端部取下一截, 把两端磨成平行, 在 HBRV-187.5 型布洛维光学硬度计上测试试样的布氏硬度。

1.3 NaCl 溶液腐蚀性能测试

试样用丙酮和酒精分别清洗, 吹干后用电子天平 (0.1 mg) 称量, 再放入质量分数为 5% 的 NaCl 溶液浸泡腐蚀 120 h, 腐蚀后, 冲洗、吹干、称量, 计算腐蚀质量损失, 确定腐蚀速度, 再用光学显微镜观看试样腐蚀后的形貌。

腐蚀速度 (V) 计算式:

$$V = \frac{W_1 - W_2}{S \cdot t}$$

式中, W_1 和 W_2 分别为腐蚀前后试样质量, g; S 为试样的表面积, m²; t 为试样腐蚀时间, h。

2 试验结果及讨论

2.1 RE 对 Zn-Al-Cu-Mg 合金组织的影响

图 1 是不同 RE 含量的 Zn-Al-Cu-Mg 合金微观组织 SEM 图像。组织主要由枝晶和共晶组成, 黑色枝晶为初生枝晶 α 相 (富铝), 树枝晶间的白色组织为 ϵ 相 (富铜), 暗灰色组织主要是由共晶反应及共析产生的 (α

收稿日期: 2008-05-15; 修改稿收到日期: 2008-10-05

基金项目: 甘肃省科技支撑项目 (0708GKC A057); 兰州理工大学博士基金项目 (SB01200414)

第一作者简介: 钱旺盛, 男, 1979 年出生, 硕士研究生, 兰州理工大学有色金属合金及加工教育部重点实验室, 兰州 (730050), 电话: 0931-2976572, E-mail: qianws2003@yeah.net

通讯作者: 刘洪军, 男, 1974 年出生, 副教授, 兰州理工大学有色金属合金及加工教育部重点实验室, 兰州 (730050), 电话: 0931-2976572, E-mail: liuhongjun@163.com

+ η)相^[5]。从图1中可以看出,未加RE的合金组织树枝晶发达且粗大,轮廓分明,初生枝晶偏析严重;添加质量分数为0.04%的RE的合金组织树枝晶较少,树枝晶被打断,基本都是柱状晶,且晶粒变小,不过初生枝晶仍然偏析;添加0.05%的RE的合金组织初生枝晶明显变多,分布均匀且枝晶大多数被打断变成柱状晶或等轴晶,共晶分布也比较均匀,晶粒变小;添加0.06%的RE的合金组织初生枝晶明显偏大,轮廓变的尖锐分明,存在偏析。在Zn-Al-Cu-Mg合金中添加RE为0.04%~0.05%时,枝晶减少,分布均匀,晶粒变小,主要原因就是合金在凝固时,RE分布在初生枝晶周围,阻止固溶体二次枝晶长大,增加了初生相的晶核数目,使其分布

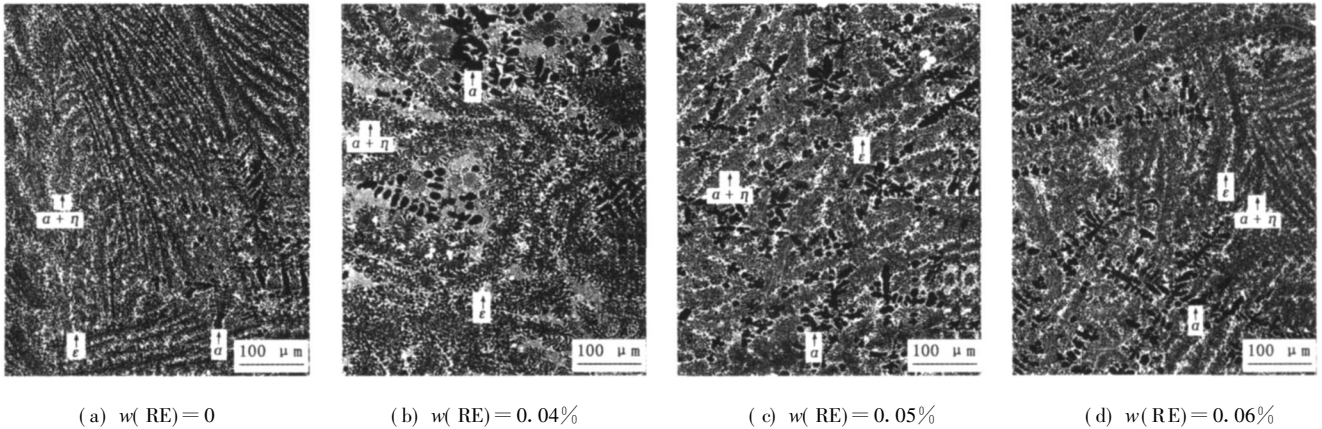


图1 不同RE加入量的Zn-Al-Cu-Mg合金显微组织SEM像

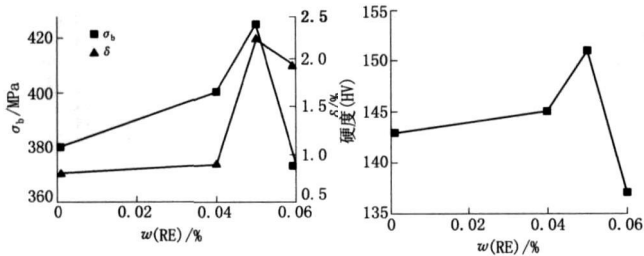


图2 RE含量对Zn-Al-Cu-Mg合金抗拉强度及伸长率的影响

图3 RE含量对Zn-Al-Cu-Mg合金硬度的影响

RE含量为0.05%时,达到最高值,抗拉强度和布氏硬度分别提高了11.8%和5.6%,伸长率由0.8%提高到2.2%提高了1.75倍;当RE含量为0.06%时,抗拉强度和布氏硬度急剧降低,伸长率也有所下降。

适量RE元素的加入能够使Zn-Al-Cu-Mg合金常温力学性能得到提高,这是由于RE能够细化晶粒,阻止初生相长大,从而增加了初生相的晶核数目,使硬质相增加,固溶强化效果明显增强;同时减少或消除了枝晶偏析,使合金软硬相分布均匀,优化了组织结构,提高了塑性。因此在拉伸时,不容易产生应力集中,使抗拉强度增加和合金硬度提高;当RE含量增加到0.06%时,容易形成块状或团状,使合金组织不均匀,容易产生应力集中,使合金强度急剧降低,塑性下降。

均匀,细化了初生相的晶粒尺寸^[6];当合金中添加0.06%的RE时,熔体中固溶的RE量也在不断增加,这会大大有利于 $REAl_4$ 的生长,同时Zn、Cu等也不断向 $REAl_4$ 扩散,加快了 $REAl_4$ 相的长大,从而使RE的孕育作用不断减弱,以致失去作用^[7]。

2.2 RE对Zn-Al-Cu-Mg合金常温力学性能的影响

图2与图3分别为RE含量对Zn-Al-Cu-Mg合金抗拉强度及伸长率和硬度的影响。从图2与图3可以看出,在锌合金中添加适量RE后,合金的常温力学性能明显得到改善,当RE含量为0.04%~0.05%时,抗拉强度和布氏硬度提高,伸长率也得到一定改善,且

2.3 RE对Zn-Al-Cu-Mg合金耐NaCl溶液腐蚀性能的影响

图4为RE含量对Zn-Al-Cu-Mg合金在5%的NaCl溶液中腐蚀速度影响的曲线图,图5是Zn-Al-Cu-Mg合金在5%的NaCl溶液中腐蚀后的表面形貌。从图4可以看出,随着RE含量的增加,Zn-Al-Cu-Mg合金在5%的NaCl溶液中腐蚀速度越来越低,耐蚀性能明显提高,尤其是RE加入量为0.06%时,腐蚀速度大幅度降低。从图5也可以看出,随着RE元素含量的增加,合金腐蚀的痕迹越来越少。

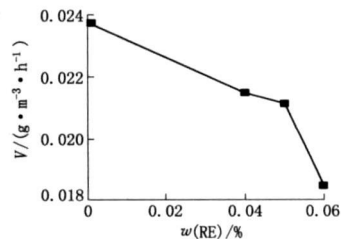


图4 RE含量对Zn-Al-Cu-Mg合金腐蚀速度的影响

Zn-Al-Cu-Mg合金的耐蚀性能主要就是抗晶间腐蚀性能,RE能够细化晶粒,缩小二次枝晶臂间距,使稀土化合物析出在晶界上,改变相间电极电位,使晶间腐蚀难以进行,因此提高了Zn-Al-Cu-Mg合金的耐蚀性能^[8]。

低熔点合金饰品离心铸造中硅橡胶型的制作工艺

袁军平¹ 王 昶¹ 申柯娅¹ 李 佳² 陈艳红²

(1. 番禺职业技术学院珠宝学院; 2. 广州皇庭珠宝(国际)有限公司)

摘 要 低熔点合金饰品主要采用耐热硅橡胶型离心铸造工艺生产, 该工艺是采用耐热硅橡胶作为铸型材料, 液态金属浇入旋转的铸型里, 在离心力作用下充型并凝固成铸件的过程, 其中, 硅橡胶型的制作工艺对饰品铸件的质量起重要的作用。介绍了低熔点合金饰品离心铸造中硅橡胶型的基本制作过程, 对硅橡胶材料、原版及浇注系统的布置、橡胶型的割模工艺等进行了分析探讨, 并提出了一些原则和要求。

关键词 低熔点合金; 饰品; 离心铸造; 硅橡胶型

中图分类号 TG249.4 文献标志码 A 文章编号 1001-2249(2009)02-0192-03

DOI: 10.3870/tzzz.2009.02.034

低熔点合金又称易熔合金, 是由铅、锡、铋、镉等金属元素组成的二元、三元、四元合金, 其特点是色泽呈青灰、银白等冷色调, 熔点低, 熔炼铸造简便, 合金质软, 易

雕刻, 被广泛用于制作纹饰精致的工艺饰品^[1~4]。

低熔点合金饰品绝大部分采用硅橡胶模离心铸造工艺制作, 其基本原理是采用耐热硅橡胶作为铸型材

收稿日期: 2008-08-13; 修改稿收到日期: 2008-10-11

基金项目: 广州市番禺区科技局计划资助项目(2007-Z-21-1)

第一作者简介: 袁军平, 男, 1969年出生, 高级工程师, 番禺职业技术学院珠宝学院, 广州(511483), 020-84739844, E-mail: pypuyan@yahoo.com.cn

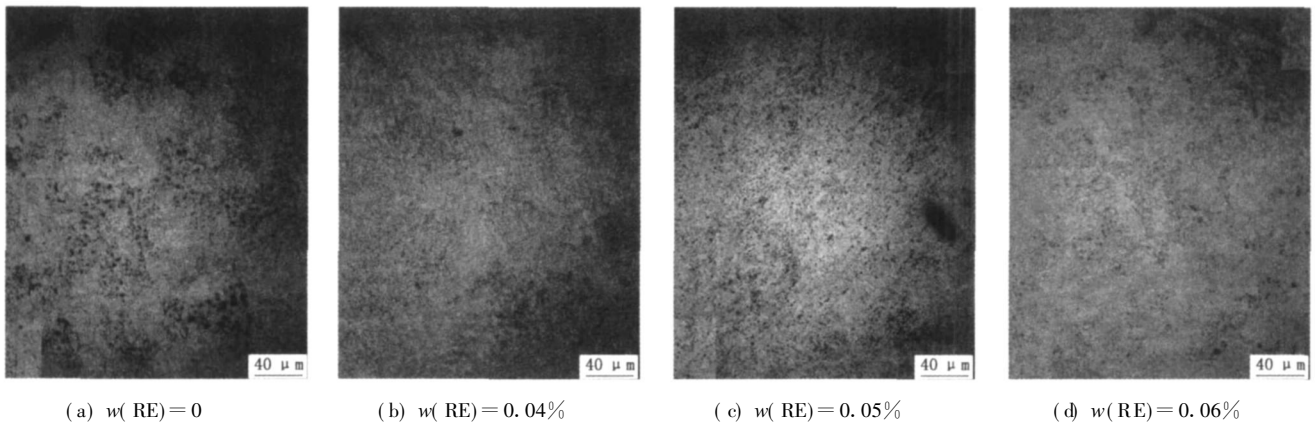


图5 Zn-Al-Cu-Mg合金腐蚀后的形貌

3 结论

(1) 加入适量的 RE 能够阻止 Zn-Al-Cu-Mg 合金枝晶长大, 使得合金组织均匀细化; 但过量 RE 会使初生枝晶变大, 初生相分布不均匀, 不利于组织结构的优化。

(2) 在 Zn-Al-Cu-Mg 合金中加入适量 RE 能使合金的力学性能提高, 当 RE 含量为 0.05% 时, 合金常温力学性能最好, 其抗拉强度和布氏硬度分别提高了 11.8% 和 5.6%, 伸长率提高了 1.75 倍。但 RE 含量为 0.06% 时, 合金抗拉强度和硬度迅速降低, 伸长率也有所下降。

(3) 随着 RE 含量的增加, Zn-Al-Cu-Mg 合金耐腐蚀性能越来越好。

参 考 文 献

- [1] 刘洪军, 樊自田, 黄乃瑜. 塑料模用锌基合金的特点与展望[J]. 特种铸造及有色合金, 2001(1): 38-40.
- [2] 刘洪军, 李亚敏, 郝远. Al、Cu 含量对 Zn-Al-Cu-Mg 合金性能的影响[J]. 铸造技术, 2007, 28(6): 823-826.
- [3] 韩树楷, 刘彧, 施忠良. 稀土对高强锌合金耐磨性和耐蚀性的影响[J]. 中国稀土学报, 1996, 14(1): 47-51.
- [4] 刘政, 朱应禄, 陈慈诰. 稀土锌合金凝固组织与力学性能的研究[J]. 南方冶金学院学报, 2002, 23(1): 23-27.
- [5] 陈体军, 郝远, 孙军, 等. ZA27 合金的微观组织[J]. 中国有色金属学报, 2002, 12(2): 294-299.
- [6] 李祥, 薛涛, 刘荣佩, 等. RE 对 ZA43 合金组织、力学性能及抗磨性的影响[J]. 特种铸造及有色合金, 2007, 27(5): 402-403.
- [7] 张东风, 韩万有, 赵新. 稀土、稀土-硼对 ZA27 铸造锌铝合金显微组织及性能的影响[J]. 鞍钢技术, 1996(11): 36-41.
- [8] 侯平均, 李会强, 倪锋. 改善高铝锌合金性能的研究进展[J]. 材料开发与应用, 2001, 16(2): 30-34.

(编辑: 刘卫)

tion contraction of Al-Si alloy. It is adopted to successfully produce Al-Si alloy high voltage switch by keeping the raw material properly to make a good preparation before melting and rapidly melting to decrease pouring temperature and time and raising cooling velocity and exhaust degree in cavity, fully refining as well as adopting tilting pouring.

Key Words: Al-Si Alloy, Vacuum Sealed Molding Casting, Casting, Problems

Horizontal Continuous Casting BFe10-1-1 Alloy Billets

Yan Zhiming^{1,2}, Li Xintao^{1,3}, Luo Dawei¹, Liu Jidong¹, Zhang Hongliang¹, Cao Zhiqiang^{1,2}, Li Tingju^{1,2} (1. School of Materials Science and Engineering, Dalian University of Technology, Dalian, China; 2. State Key Laboratory for Materials Modification by Laser, Ion and Electron Beams, Dalian University of Technology, Dalian, China; 3. Gaoxin Zhangtong Co., Ltd, Zhangjiagang, China) 2009, 29(2) 0187 ~ 0189

Abstract: BFe10-1-1 alloy billets with 83 mm in diameters were prepared by horizontal continuous casting. Surface quality, microstructure and solute distribution of the BFe10-1-1 billets were described. The results indicate that the prepared billets exhibit smooth surface quality without oscillation marks. Macro-structure of prepared billets is composed of fine columnar grain in the edge and uniformly fine equiaxed grain in internal area, while microstructure exhibits the evolution characteristics of dense dendrite with orientation into equiaxed grain from edge to internal area. In addition, there exists solute element segregation to some certain in radial distribution of the prepared billets, and related countermeasures were put forward.

Key Words: Horizontal Continuous Casting, BFe10-1-1 Billets, Solidification Structure, Element Distribution

Effects of RE on the Microstructure, Mechanical Properties and Corrosion Resistance of Zn-Al-Cu-Mg Alloy Qian Wangsheng, Liu Hongjun, Cao Chi (Key Laboratory of Non-ferrous Metal Alloys and Process-

ing, Ministry of Education, Lanzhou University of Technology, Lanzhou, China) 2009, 29(2) 0190 ~ 0192

Abstract: Effects of different RE additions including 0, 0.04%, 0.05% and 0.06% on the microstructure, mechanical properties and corrosion resistance of the Zn-Al-Cu-Mg alloy were investigated. The results reveal that tensile strength and hardness of the Zn-Al-Cu-Mg alloy are increased by 11.8% and 5.6%, respectively, with appropriate RE addition as a result of refining grain size by restraining growth of dendrite. Meanwhile, corrosion resistance of the alloy can be slightly improved also.

Key Words: Zn-Al-Cu-Mg Alloy, RE Addition, Mechanical Properties, Corrosion Resistance

Approach to Manufacturing Technology for Silicone Rubber Moulds for Low Melting Point Alloy Jewelry

Yuan Junping¹, Wang Chang¹, Shen Keya¹, Li Jia², Chen Yanhong² (1. Jewelry Institute of Panyu Polytechnic, Panyu, China; 2. Guangzhou Huangting Jewelry (International) Co., Ltd, Guangzhou, China) 2009, 29(2) 0192 ~ 0194

Abstract: Low-melting point alloy jewelries were mainly manufactured with heat resistant silicone rubber mould by centrifugal process. Molten metal was poured into the rotating mould to solidify under the centrifugal forces, in which the manufacturing process of silicone rubber mould plays a key role in the quality of jewelry castings. The mainly manufacturing procedure of silicone rubber mould for low melting point alloy jewelry in centrifugal casting was described, and the key factors influencing the quality of rubber moulds were analyzed, such as silicone rubber materials, layout style of pattern and pouring system, and cutting process of the rubber mould, meanwhile, some principles and requests of the silicone rubber mould were put forward.

Key Words: Low Melting Point Alloy, Jewelry, Centrifugal Casting, Silicone Rubber Mould

Sponsors: Foundry Institution of Chinese Mechanical Engineering Society

Editor in Chief: Yuan Zhenguo

Publisher: Journal Agency of Special Casting & Nonferrous Alloys

Address: Unite 2-401, Block 1, Qianxiyuan, Wansongyuan Road, Hankou, Wuhan, Hubei Province of P. R. C

Tel: 0086-27-85358206 85486024

Fax: 0086-27-85358127

E-mail: tzzz@public.wh.hb.cn

http://www.special-cast.com

http://www.periodicals.net.cn

http://www.chinajournal.net.cn

Overseas Distributor: China International Book Trading Corporation (P. O. Box 399, Beijing China)

Code No: BM6644 (ISSN 1001-2249/CODEN: TZJHEE)

Start Publication: 1980