

Al、Cu 含量对 Zn-Al-Cu-Mg 合金性能的影响

刘洪军, 李亚敏, 郝 远

(兰州理工大学有色金属合金教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730050)

摘要:如何使铝铜含量良好匹配, 是开发新型高性能 Zn-Al-Cu-Mg 模具合金的关键。研究了 Al、Cu 含量对 Zn-Al-Cu-Mg 模具合金力学性能和铸造流动性的影响。结果表明, 铝含量从 3% 增加到 14%, 铜含量从 3% 增加到 9%, 合金力学性能明显增加, 但铸造流动性下降。综合考虑各种因素, 得出新型模具锌合金的建议成分 w 为: 9%~11%Al, 7%~9%Cu, 0.04%~0.05%Mg。

关键词: 锌基模具合金; Al 含量; Cu 含量; 性能

中图分类号: TG291 文献标识码: A 文章编号: 1000-8365(2007)06-0823-04

Effect of Al and Cu Content on Properties of Zn-Al-Cu-Mg Alloy

LIU Hong-jun, LI Ya-min, HAO Yuan

(Key Laboratory of Non-ferrous Metal Alloys, The Ministry of Education, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract: How to determine a reasonable ingredient of Al and Cu is a key to develop a new Zn-Al-Cu-Mg mould alloy with high performance. The effect of Al and Cu content on mechanical properties and fluidity of Zn-Al-Cu-Mg mould alloy is studied. The experimental results show that the mechanical properties of the alloy increases significantly with increasing the contents of Al and Cu from 3% to 14% and 3% to 9% respectively. but the fluidity of the alloy decreases. It is suggested that the reasonable composition is 9~11wt%Al, 7~9wt%Cu and 0.04~0.05wt%Mg.

Key words: Zinc based alloy for mould; Al content; Cu content; Properties

锌基合金综合性能优良, 作为模具材料, 其快速经济的制模特点, 正适合于市场对多品种、小批量、价格低、生产周期短的塑料件的需求。在实际应用中也取得了良好的社会效益与经济效益。但是这种模具材料仍然存在力学性能较低、使用寿命较短等局限性, 限制了它的推广应用, 有待于进一步的改进和解决^[1]。

传统的锌基模具合金一般成分为 4%Al、3%Cu, 从相图可知, 这种合金为亚共晶组织, 由富锌 η 相、二元和三元共晶组成。 η 相溶铝量小, 固溶强化效果差, 在这个成分范围内, 难以获得高的力学性能。要改善锌基合金的力学性能, 首先要从成分上进行调整。

Zn-Al-Cu-Mg 系合金是迄今为止锌基合金中性能最好和实际使用最多且最重要的一组合金, 其中 Al 和 Cu 两种元素对锌基合金的性能影响最显著。从相图可知, 在铝含量大于 5% 时, 锌铝合金的组织由富铝 α 相和共晶组织组成, α 相溶铝量高, 固溶强化效果好, 含铝量越高, 合金的力学性能越好。由于 α 相的耐热

性要优于 η 相, 所以锌合金的耐热性也随着铝含量的增加而提高。铜也是一种重要的合金元素, 它的加入可以提高锌基模具合金的力学强度和耐热耐磨性。通过调整铝和铜含量的配比, 再加入微量元素, 可以改善锌基合金的性能, 获得高性能的模具材料。

铝和铜在锌基合金中的含量也不是越高越好, 例如含铝量大于 10% 时, 铸件很容易产生收缩类缺陷。因此如何使铝铜含量配合以获得综合性能优良的模具锌基合金, 是开发新型高性能模具锌基合金的关键。本文首先确定了铝铜元素在模具锌基合金中的试验成分范围, 然后在该成分范围内对铝和铜含量对性能的影响作了分析, 并且得出了新型模具锌基合金基本成分的建议优化配比。

1 Al、Cu 元素成分范围设计和试验方法

由于镁在锌基合金中的含量很少, 而且对力学性能的影响相对不是很显著, 镁在合金中主要起细化晶粒和防止晶间腐蚀的作用, 因此可以根据资料数据和实际经验确定, 取镁含量为 0.04%~0.05%。

锌铝铜三元合金的共晶点是: 6.95% Al, 3.71% Cu, 余为 Zn。共晶成分的合金在固定温度下凝固。当成分偏离共晶点, 合金就在一定的凝固温度范围内结

收稿日期: 2007-03-08; 修订日期: 2007-04-24

基金项目: 兰州市科技计划项目(05-1-13)

作者简介: 刘洪军(1974-), 河北景县人, 博士, 副教授, 研究方向: 快速制造和有色金属。

晶。随着 Al 和 Cu 含量的提高,凝固温度范围逐渐变大,例如 11wt%Al、2wt%Cu 合金的凝固温度范围约为 55℃,23%Al、5%Cu 合金的凝固温度范围约为 95℃。高的凝固温度范围为锌基合金铸件的性能和铸造工艺带来不利的影响。首先,凝固范围宽的合金以糊状形式凝固,初生枝晶间的剩余液体凝固时难以得到补缩,在铸件中造成缩孔和缩松缺陷的几率大大增加;其次,凝固温度区间太大,合金的枝晶组织形成的显微偏析严重;第三,凝固区间大的合金流动性和充型性能大大降低,对模具的精细部分的成形造成困难;而且,高的凝固温度范围也会大大增加锌基合金的特殊铸造缺陷——底缩出现的可能性。综合考虑各因素,合金的凝固温度范围最好不大于 60℃,因此根据相图确定锌基合金中铝铜的基本含量:4%~15%Al,3%~10%Cu。在此范围内试验铝铜对合金性能的影响。试验中考察的性能指标为:抗拉强度、硬度、伸长率和合金的流动性。

锌基合金的强度以金属型浇注的 $\phi 16$ mm 试样加工成标准 $\phi 10$ mm 抗拉试样测定,抗拉强度试验仪器:WDW-100E 电子万能试验机。硬度测试采用 $\phi 16$ mm 试样两端磨平并经初步抛光测定,硬度测试仪器:HB300A 布氏硬度测试仪。

液态合金的流动性是合金的重要铸造性能。采用的试样是铸造螺旋形试样,水玻璃砂造型,浇注条件为合金液相线温度以上 50~80℃。流动性的好坏按充填型腔的长度进行测定。

2 铝铜含量对 Zn-Al-Cu-Mg 合金性能的影响

(1) 铝含量对合金性能的影响

图 1~图 3 分别是不同铜含量时铝含量对 Zn-Al-Cu-Mg 合金力学性能的影响。

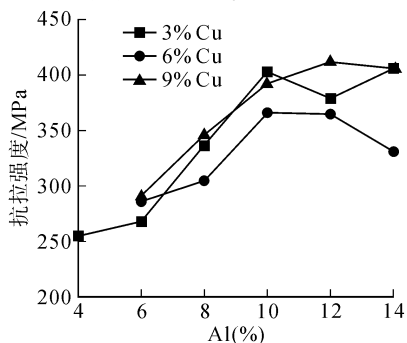


图 1 铝含量对抗拉强度的影响

Fig. 1 Effect of Al content on the tensile strength

从图 1~图 3 中可以看出,铝是决定 Zn-Al-Cu-Mg 合金性能的重要合金元素,对性能影响很大。总体看来,铝含量从 6% 增加到 10%,强度、硬度和伸长率都迅速提高,铝含量超过 10%,对合金力学性能的影响不再明显,性能的变化比较平稳,甚至在达到

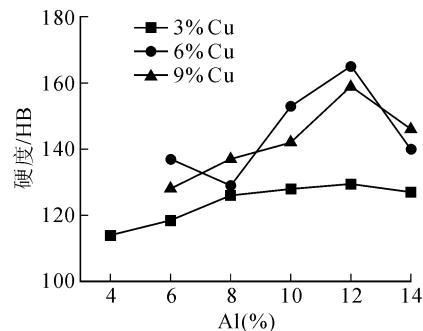


图 2 铝含量对硬度的影响

Fig. 2 Effect of Al content on the hardness

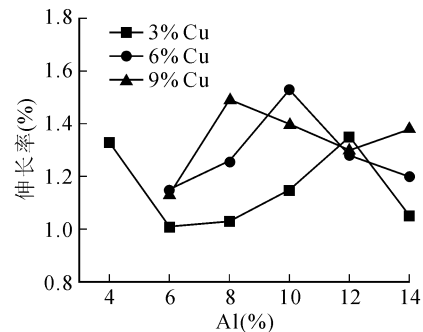


图 3 铝含量对伸长率的影响

Fig. 3 Effect of Al content on the elongation

14% 的时候还有性能下降的情况。在不同的铜含量情况下,铝的作用效果有所不同,铜含量在 9% 时,铝含量对合金的抗拉强度和硬度的影响比较有规律,而且合金的性能相对来说也是最好的。铜含量在 6% 时,铝含量对硬度的作用最显著,合金的伸长率也最好,但是强度稍差。铜含量在 3% 时,铝含量增加使强度增加最显著,但合金的硬度比较低,而且伸长率的波动很大。

根据资料介绍^[4,5],直到铝含量达到 25%,锌铝二元合金的力学性能都随着铝含量的增加而不断提高。但是在试验中,合金在铝含量超过 12% 就开始下降,究其原因,一个是富铜 ϵ 相对合金凝固组织产生影响,另一个主要原因就是凝固范围的增加。因为铝含量的增加,大大加宽了合金的结晶温度区间,使合金的凝固方式发生变化,由接近层状凝固逐渐过渡到糊状凝固为主,导致枝晶内部不致密,显微偏析加重,因而力学性能下降。

图 4 为含铜量为 9% 时锌基合金流动性随铝含量的变化规律。随着铝含量的增加,合金流动性大大降低,充型能力下降。因为合金的凝固温度范围变宽,凝固时初生相大量析出,阻碍了合金的流动和充型。

由于铝含量的增加导致的凝固温度范围增加,既使锌基合金力学性能下降,又降低合金的铸造性能,因此锌基合金的铝含量不能太高,最好不大于 12%。

(2) 铜含量对合金性能的影响

铜是锌基合金中另一个重要的合金元素,和铝配

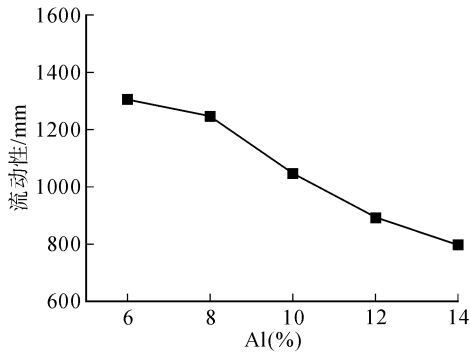


图4 含铜量为9%时铸造流动性随铝含量的变化规律

Fig. 4 Variation of fluidity with Al content when Cu content is 9wt%

合对合金性能起着重要作用。铜对合金力学性能的影响通过图1~图3已经基本表现出来,在这里只取12%铝含量时铜含量对合金性能的影响进一步说明铜的作用。

图5~图8是铝含量在12%时铜含量对锌基合金力学性能和流动性的影响。从图中可以看出,当铜在合金中含量大于4.5%时,锌基合金的强度随着铜含量的增加而大大提高。合金的硬度随铜含量的增加也呈增加的趋势,但是增加的幅度不是很大,当铜含量为6%时,合金的硬度最高。锌基合金的伸长率随铜

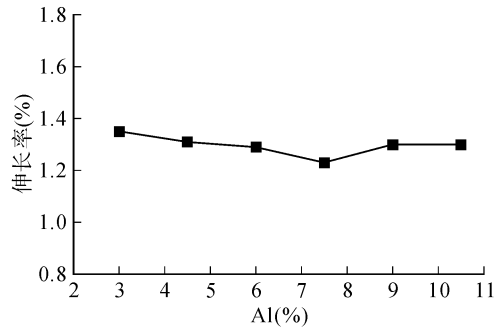


图7 铝含量为12%时铜含量对合金伸长率的影响

Fig. 7 Effect of Cu content on the elongation when Al content is 12wt%

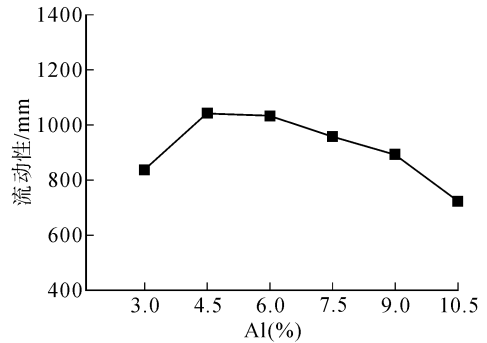


图8 铝含量为12%时铜含量对合金流动性的影响

Fig. 8 Effect of Cu content on fluidity when Al content is 12wt%

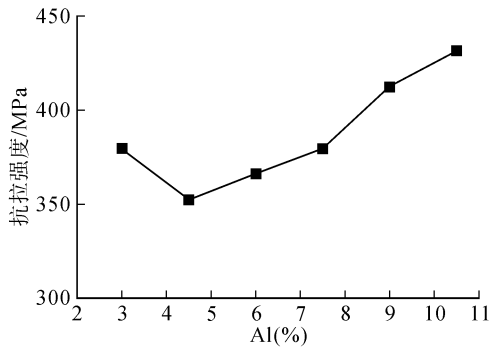


图5 铝含量为12%时铜含量对合金抗拉强度的影响

Fig. 5 Effect of Cu content on the tensile strength when Al content is 12wt%

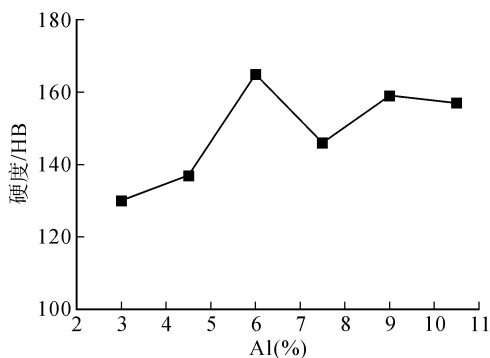


图6 铝含量为12%时铜含量对合金硬度的影响

Fig. 6 Effect of Cu content on the hardness when Al content is 12wt%

含量的提高呈略微下降的趋势。铜含量的提高降低合金的流动性。虽然铜含量的增加提高合金的强度,当铜含量大于9%时,合金的硬度和伸长率不再改善,而且过多的铜含量使合金凝固温度区间变宽,初生相增加,液态合金的流动性变差,造成铸造性能变差,影响铸件的充型,收缩缺陷也更加明显。因此,合理的铜含量为7%~9%。

3 结论

(1) Al、Cu 元素含量对 Zn-Al-Cu-Mg 合金性能影响显著。随着 Al 含量从6%增加到10%,合金的强度、硬度和伸长率都迅速提高,铸造流动性逐渐降低,铝含量超过10%,对合金力学性能的影响不再明显;Cu 在合金中含量大于4.5%时,锌基合金的强度和硬度随着铜含量的增加而提高,伸长率略微下降,流动性降低。

(2) 综合各种因素,得出新型 Zn-Al-Cu-Mg 模具合金的建议成分为:9%~11% Al, 7%~9% Cu, 0.04%~0.05% Mg。

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] 中国机械工程学会铸造专业学会编. 铸造手册-铸造非铁合金[M]. 北京: 机械工业出版社, 1994.

[3] 高升吉, 沈保罗, 杨刚, 等. Zn-25%Al-X%Cu 合金的力学性能和耐磨性研究[J]. 特种铸造及有色合金. 1998, (3): 16-18.

[4] Savas M A, Alcintas S. The microstructural control of

cast and mechanical properties of Zinc-Aluminum alloys [J]. Material Science, 1993, (28): 1775-1780.

[5] R Lyon. The properties and applications of ZA alloys [J]. The British Foundryman, 1986, 8(9): 344-349.

宜兴市东山新型材料有限公司 铸造材料部

一、造型材料

1. 砂: 石英砂、钙砂、匣钵砂、莫来石砂、刚玉砂、锆英砂、棕刚玉砂、橄榄石砂、陶砂、铝矾土、白云石、电熔石英、石膏、铬铁矿、叶蜡石

2. 粘结剂: 硬脂酸、合脂、石蜡、硅溶胶、黄糊精、CHC、硅酸乙脂、沥青、耐火泥、氯化镁、硼酸、乌洛托品、氧化铝、修补胶、合箱粘结剂、泥芯膏、脱模剂

可供其它各类造型材料几十种

二、铸造涂料用材料

石墨、钛白粉、膨润土、锆砂、刚玉、莫来石、矾土、铬矿、粘土、亚硫酸纸浆、糊精、聚乙稀醇、PVB、JFC、OP-10、氧化铁、白泥、滑石、碳化硼、碳化硅、氧化铝、白乳胶、硅澡土、硅线石、红柱石、兰晶石、叶蜡石、桃胶、凡士林、胶体石墨、松香。

供成品各类醇基涂料、水基涂料

三、耐火材料

高铝砖、刚玉制品、莫来石制品、镁砖、铝镁制品、耐火水泥、硅酸铝保湿材料、珍珠岩、蛙石、微孔硅酸钙、电熔镁砂、石棉布、矾土骨料、石墨、耐热钢纤维、浇注料、捣打料、可塑料。

承接整体施工。

四、熔剂

萤石、冰晶石、氟硅酸钠、电炉渣、长石、膨润土、玻璃粉、集渣剂、覆盖剂。

五、孕育剂、球化剂

硅铁、稀土硅铁、硅钙、钼铁

六、其它材料

过滤网、泡沫过滤器、方孔过滤器、脱硫剂、脱磷剂、增碳剂、保温冒口、乙二醇、石英玻璃、钢丸、陶丸、玻璃丸、不锈钢丸、喷砂嘴、陶瓷芯棒、PE 有机脂。

七、低压铸造用材料

转子、升液管、测温套管。

八、陶瓷气管、铸造用引气剂: 使铸件表面光洁, 减少浇注死角, 提高透气性。

九、铸造厂用系列干粉涂料: 加水成水基涂料, 加酒精成醇基涂料, 成本低, 使用方便, 保存期长, 品种多, 透气性强。

十、中频感应炉用衬里材料: 替代进口, 长寿命, 耐高温、耐侵蚀。

十一、狭缝式透气塞, 广泛用于脱硫、脱磷。

十二、玻璃铸造或有色铸造用可加工陶瓷模材料。

十三、陶瓷轻质整体浇口杯, 结晶器等。

十四、精密铸造用包埋料。

地址: 江苏省宜兴市大浦工业区

邮编: 214226

电话: 0510-87457988、87457669

传真: 87457988

开户: 工行东山办

帐号: 1103028909000039117

联系人: 尤志伟

税号: 320282733758652

Email: web@.188x.com

Http://www.188X.com