DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.02.015

ZL205A 铝合金铸造工艺研究

王　荣,李建彬,高映民
(陕西宏远航空锻造有限责任公司,陕西 三原 713801)

摘　要:通过调整熔炼过程和热处理工艺参数,研究了 ZL205A 铸造铝合金力学性能的变化。结果表明,铁含量对伸长率有较大影响,应控制铁含量在 0.08%以下,加入 1%左右晶粒细化剂能改善伸长率。固溶温度选择 535~540 ℃,保温时间为 14 h,时效温度选择 152 ℃,保温时间为 8 h 较为适宜。

关键词:ZL205A 铝合金;工艺参数;力学性能
中图分类号: TG292　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2019)02-0193-02

Research on Casting Process of ZL205A Alloy

WANG Rong, LI Jianbin, GAO Yingmin
(Shaanxi Hongyuan Aviation Forging Co., Ltd., Sanyuan 713801, China)

Abstract: The mechanical properties of ZL205A alloy were investigated by adjusting smelting and heat treatment processing parameters. The results show that Fe contents influence the fracture elongation significantly and should be controlled below 0.08%. Addition of 1% grain refiner to the alloy can increase the fracture elongation. Solution treatment for 14 h at 535~540 ℃ and aging treatment for 8 h at 152 ℃ are suitable comparatively.

Key words: ZL205A Alloy; processing parameter; mechanical properties

ZL205A 合金铸件在航空工业领域具有广泛的应用[1],本公司也承接部分该合金铸件生产任务,但客户验收标准对其力学性能,尤其是伸长率指标要求较高,高性能指标已成为本公司成功生产、交付铸件的技术难题。为了解决这个问题,公司组织人员进行了相关试验,在基于 T5 热处理状态下,从铸件成分、熔炼温度、铸件晶粒度、热处理工艺参数等几个方面进行了研究,并根据实验结果取得相对完整的工艺过程参数,解决了此瓶颈问题。

1　实验方案与工艺

采用树脂砂造型,反重力低压铸造方法成形。根据合金熔化温度范围,过热 80~150 ℃,选择合金浇注温度 730~740 ℃。ZL205 铝合金线收缩 1.3%,根据工艺过程选择铸造综合收缩率为 1%。所有工具及坩埚必须刷涂料后 350 ℃左右烘干;铝合金原材料采用预先配制好的 ZL205A 锭,吹砂干净至表面无污物,350 ℃左右烘烤后使用。

在 150 kg 电阻炉内熔炼。合金全部熔化后测温,在 730~740 ℃加入 1%的 Al-Ti-B,搅拌 15 min 以上。用除气机进行除气、精炼 15 min。除渣、静置 20 min。测温 730~740 ℃浇注。实验试样与其代表铸件同熔炼炉浇注。2 h 以后方可打箱。

一组试样浇注时不添加 Al-Ti-B 晶粒细化剂,试样编号为 1#、2#、5#、6#、8#。另一组试样浇注时添加 Al-Ti-B 晶粒细化剂,试样编号为 3#、4#、7#、9#。将上述 9 根编号试棒采用不同的热处理工艺参数进行优化工艺筛选。每根试样均检测化学成分,探索合金中铁含量对性能的影响。力学测试方法及验收标准均按照 HB962-2001 要求执行,采用直径为 10 mm 的试样,试样标距与直径比为 5。

2　不同条件下铸件热处理后试验结果

所有热处理基于 T5 状态下进行参数调整。试样的固溶时效热处理在空气循环炉中进行,炉温波动控制在±3 ℃,转移时间 20 s 以内,固溶冷却水温为 40 ℃。

2.1　含铁量对性能的影响

表 1 为不同铁含量试样力学性能检测结果,1#到 4# 试样热处理状态为:固溶处理,(535±3) ℃,保温 14 h,水冷;时效处理,(152±3) ℃,保温 8 h,空冷。

众所周知,铁含量对铝合金铸件的力学性能尤其是伸长率有较大影响[2]。随着合金熔炼次数的增加,合金铁含量逐渐增加,每增加一次熔炼过程,铁含量增加约 0.03%。随着铁含量增加铸件性能明显

收稿日期:2018-09-26
作者简介:王　荣(1973-),陕西阎良人,高级工程师.主要从事锻铸件产品质量控制工作.电话:18329728931,E-mail:micalwang@163.com

表 1 不同含铁量试样力学性能测试结果
Tab.1 Mechanical properties of specimens with different Fe contents

试样编号	铁含量 w(%)	σ_b/MPa	δ_5(%)	晶粒是否细化
1#	0.14	462/ 416	5.9/ 4.0	否
2#	0.11	424/428	4.5/4.5	否
3#	0.05	449/446	10.0/8.0	是
4#	0.04	452/463	12.0/12.2	是

下降[3]所以铸造过程必须控制合金铁含量,标准要求铁含量小于 0.15%，实际生产中最好控制在 0.08%以下。

2.2 固溶温度对拉伸性能的影响

表 2 为相同铁含量但固溶温度不同的试样力学性能检测结果,4# 到 7# 试样含铁量均为 0.04%,固溶保温时间为 14 h,水冷;时效处理温度为(152±3) ℃,保温时间为 8 h,冷却方式为空冷。

表2 不同固溶温度下试样力学性能测试结果
Tab.2 Mechanical properties of specimens under different solution temperatures

试样编号	固溶温度 /℃	σ_b/MPa	δ_5(%)	晶粒是否细化
5#	535	451/ 453	4.8/ 5.2	否
6#	540	460/ 458	6.5/ 6.2	否
4#	535	458/ 454	11.4/ 11.6	是
7#	540	450/ 463	11.2/ 12	是

由以下数据可以看到，晶粒细化对伸长率影响较大[4]。强度影响不大。固溶温度在 535 ℃到 540 ℃皆可。选用(535±3) ℃作为固溶温度较为适宜。下一步是研究时效温度对试样力学性能的影响。

2.3 时效温度对拉伸性能的影响

表 3 为相同铁含量,相同固溶温度,但时效温度不同的试样力学性能检测结果,4# 到 9# 试样含铁量均为 0.04%，热处理制度为：固溶处理温度为(535±3) ℃,保温时间为 14 h,水冷;时效保温时间 8 h,冷却方式为空冷。

表3 不同时效温度下试样力学性能测试结果
Tab.3 Mechanical properties of specimens under different aging temperatures

试样编号	时效保温温度 /℃	σ_b/MPa	δ_5(%)	晶粒是否细化
5#	152	451/453	4.8/5.2	否
8#	155	465/463	6.8/6.4	否
4#	152	458/454	11.4/11.6	是
9#	155	452/448	9.3/8.6	是

由以上数据可以看出，加入晶粒细化剂对伸长率影响较大，对抗拉强度影响不大。时效温度(152±3) ℃效果最好。选用(152±3) ℃作为时效温度较为适宜。

3 结论

由以上试验结果可以看出，铁含量越高合金伸长率降低。进行了晶粒细化的试样力学性能合格,铸件进行晶粒细化处理有利于力学性能提高。为能够生产出合格的产品,铸件力学性能满足要求,在工艺编制过程中应优先选择以下参数：①铁含量对力学性能中伸长率有较大影响，控制铁含量在 0.08%以下;②固溶温度选择 535~540 ℃,时间 14 h 较为适宜。试样直径越小时间可以适当减少;③时效温度选择 152 ℃,时间 8 h 较为合适;④必须加入 1%左右晶粒细化剂。晶粒粗大不利于性能。

参考文献：

[1] 贾泮江,陈邦峰. ZL205A 高强铸造铝合金的性能及应用[J]. 轻合金加工技术,2009,37(11):10-12.

[2] Daniel H, Alan W P. Structure and Properties of Engineering Materials[M]. 北京:清华大学出版社,2008.

[3] 黄伯云,李成功,石力开,等. 中国材料工程大典[M]. 北京:化学工业出版社,2006.

[4] 冯鹏发,唐靖林,李双寿,等. 铝晶粒细化机制的研究进展[J]. 铸造技术,2005,26(3):220-223.

技术资料邮购

《铸造抗磨产品实用生产技术集》

《铸造抗磨产品实用生产技术集》本书由李德臣教授级高工编著。 共8章： 1、关于锰钢生产技术；2、球墨铸铁与蠕墨铸铁生产技术；3、抗磨产品生产技术；4、锤头生产技术；5、消失模、V法生产技术；6、典型铸件的生产技术；7、还原罐生产技术；8、关于企业管理。全书22万字。特快专递邮购价：98元。

邮购咨询：李巧凤　　电话/传真：029-83222071