

大学英语四级考试 成绩报告单



姓 名: 夏灿

学 校: 云南农业大学

院 (系): 工程技术学院

准考证号: 530030102110119

身份证号: 530621198812170011

考试时间: 2010 年 12 月



总分: 444

听 力 (35%)	阅 读 (35%)	综 合 (10%)	写作和翻译 (20%)
151	151	51	91

成绩单编号: 102153003000310

教育部高等教育司

委托发布单位: 全国大学英语四、六级考试委员会

考委会网址: www.cet.edu.cn

昆明理工大学研究生成绩登记表

学号:	20212345007	姓名:	夏灿	性别:	男		
培养类别:	非全日制专业硕士		学院:	民航与航空学院			
学科专业:	交通运输		指导教师:	李再久			
身份证号:	520621198802110000						
课程类别	课程名称	学分	学时	开课学期	考核成绩	任课教师	备注
公共课	自然辩证法概论	1	18	2021-2022学年第二学期	93	张业康	公共课8学分
公共课	英语视听说	1	24	2021-2022学年第二学期	88	杨燕	
公共课	英语拓展	1	24	2021-2022学年第二学期	90	黄娟	
公共课	新时代中国特色社会主义思想理论与实践	2	36	2021-2022学年第一学期	80	苗艳丽	
公共课	英语读写译	2	48	2021-2022学年第一学期	82	任朝迎	
公共课	工程伦理	1	18	2021-2022学年第二学期	87	欧阳聪权	
学科基础课	交通运输工程导论	2	36	2021-2022学年第一学期	87	钱俊兵	学科基础课10学分
学科基础课	学科前沿及研究方法课	1	18	2021-2022学年第一学期	77	谢涛,夏海廷,黄国勇,杨晶晶,潘楠,杨剑挺	
学科基础课	空中交通流量管理	2	36	2021-2022学年第二学期	93	肖衡,黄国勇,邓为权	
学科基础课	数值分析	3	54	2021-2022学年第一学期	83	李文杰	
学科基础课	航空器可靠性工程	2	36	2021-2022学年第二学期	93	王洪亮	
学科专业课	空中交通安全管理	2	36	2021-2022学年第一学期	91	肖衡,包俊	学科专业课10学分
学科专业课	民用飞机维修性工程	2	36	2021-2022学年第二学期	79	李再久	
学科专业课	论文写作指导课	1	18	2021-2022学年第二学期	86	潘楠	
学科专业课	飞行仿真技术	2	36	2021-2022学年第二学期	67	殷实,夏丰领	
学科专业课	航空公司运营规划与管理	2	36	2021-2022学年第一学期	88	张惠民	
学科专业课	专业外语	1	24	2021-2022学年第二学期	91	王登霞	
必修环节	学术活动	1	18	2021-2022学年第一学期	合格		
必修环节	专业实践(含创新创业教育)	5	90	2021-2022学年第一学期	合格		
课程总学分	34	课程总平均分	85.04	平均学分绩点			

成绩登记人(签章): 邓桂芳

成绩主管部门(盖章): 昆明理工大学研究生部

2024-04-10

(45)

成绩专用章

〇〇〇〇

MEIZU 17 Pro 5G

改善Al-Zn-Mg-Cu合金流动性的数值模拟及实验验证

袁灿 袁臣平 许世春 孙彦凯 李再久

昆明理工大学民航与航空学院 云南机电职业技术学院交通工程学院 昆明理工大学材料科学与工程学院

导出/参考文献 分享 打印

摘 要: 通过调控Al-Zn-Mg-Cu合金元素的含量来改善Al-Zn-Mg-Cu合金的流动性,并在此基础上添加Ni、Mn、Ti、Zr微合金元素进一步提高Al-Zn-Mg-Cu合金的流动性.通过ProCAST软件进行数值模拟分析和实验验证,研究发现主合金元素含量的变化及微合金元素的添加对合金的流动性具有显著影响,并且可以根据需要进行调整.结果表明,当主合金含量为Al-5.6Zn-2.5Mg-1.6Cu(质量百分数)时,能够改善合金的流动性,而单独添加0.5%Ni、0.1%Mn、0.1%Ti、0.1%Zr微合金元素均可以进一步提高Al-5.6Zn-2.5Mg-1.6Cu合金的流动性,4种元素0.5%Ni、0.1%Mn、0.1%Ti、0.1%Zr组合添加则能明显提高合金的流动性.从而为合金元素及含量的设计提供思路,为生产实践提供理论指导和参考.

关键词: Al-Zn-Mg-Cu合金; 流动性; ProCAST; 合金元素; 微合金化.

作者简介: 袁灿(1989-),男,硕士,讲师.主要研究方向:数值模拟及新材料制备、交通工程材料与安全. E-mail:745046506@qq.com;李再久(1984-),男,博士,副教授.主要研究方向:定向凝固规则多孔材料及其应用. E-mail:llzaiju@126.com;

收稿日期: 2023-08-02

基金: 国家自然科学基金项目(51864026);云南省重大专项计划项目(202202AG050011);

Numerical Simulation and Experimental Verification of Improving the Fluidity of Al-Zn-Mg-Cu Alloy

XIA Can XIA Chenping XU Shichun SUN Yikai LI Zaijiu

Faculty of Civil Aviation and Aeronautics,Kunming University of Science and Technology Faculty of Transportation engineering,Yunnan Vocational College of Mechanical and Electrical Technology Faculty of Materials Science and Engineering,Kunming University of Science and Technology

Abstract: This experiment improves the fluidity of Al-Zn-Mg-Cu alloy by regulating the content of alloying elements, and further enhance its fluidity by introducing trace alloying elements Ni, Mn, Ti, and Zr. Numerical simulations and experimental verifications were conducted using ProCAST software. It was found that variations in the content of primary alloying elements and the addition of

trace alloying elements significantly affect the fluidity of the alloy, which can be adjusted according to specific requirements. Results indicate that when the primary alloy content is Al-5.6Zn-2.5Mg-1.6Cu(mass percentage),it can effectively improve the fluidity of the alloy. Moreover, the individual addition of 0.5% Ni, 0.1% Mn, 0.1% Ti, and 0.1% Zr trace alloying elements can further enhance the fluidity of the Al-5.6Zn-2.5Mg-1.6Cu alloy. Notably, a combination of these four elements at the aforementioned percentages significantly improves the fluidity of the alloy. This study provides insights for the design of alloying elements and their content, offering theoretical guidance and reference for practical production.

Keyword: Al-Zn-Mg-Cu alloy; fluidity; ProCAST; alloy elements; micro alloying;

Received : 2023-08-02

0 引言

Al-Zn-Mg-Cu合金由于其优异的强度、耐腐蚀性及良好的机械加工性能,例如良好的抗压强度、疲劳性能、和断裂韧性等^[1].在航空航天、汽车工业、轨道交通、工程机械、电子设备和建筑工程等领域得到了广泛应用^[2].目前,高强度铝合金在制造民用和军用飞机主要结构件的材料中所占比例逐渐增加,Al-Zn-Mg-Cu系列高强度铝合金材料被广泛应用于飞机机身框架、机身蒙皮、机翼、翼梁、隔框、起落架支撑等件等结构件的制造^[3,4].飞机的服役环境十分恶劣,起降受力不均衡,并且长期在万米高空飞行,对航空铝零部件的要求十分苛刻.

合金流动性是指在一定温度范围内,合金微粒在液态时像水流般流动的能力.然而,Al-Zn-Mg-Cu系合金铸造性能差,流动性不足,既不利于制造结构复杂的制品以及薄壁零件,又使材料的组织性能受到影响.在相同条件下,合金良好的流动性有助于填充铸型得到尺寸准确、轮廓尺寸精度高的铸件,提高成品率.田帅等^[5]通过熔体调控改善了Al-Mg合金的流动性.合金元素的含量和种类决定了合金的组织 and 性能,调控Al、Zn、Mg和Cu等元素的含量,开发具有高强度、高韧性和抗应力腐蚀等性能的合金为当前的研究热点^[6].微合金元素的添加有利于提高合金流动性.Sc和Zr已被公认为飞机结构铝材料中有效的微合金元素^[7].通常Al-Zn-Mg-Cu系合金由于流动性差只能采用锻造等塑性成形工艺制备,生产成本低,生产周期长,同时难以制造结构复杂的零部件,极大地限制了其作为结构材料的应用范围.因此,改善Al-Zn-Mg-Cu合金的流动性是一个重要的研究方向.通过文献查阅发现,Al-Zn-Mg-Cu合金一般采用锻造和挤压铸造成型,对其流动性的研究基本未见报道.本文旨在探索通过改变熔体来调控合金流动性的方法,从根本上提高合金流动性,为合金元素及含量的设计提供思路,为生产实践提供理论指导和参考.

1 Al-Zn-Mg-Cu合金流动性数值模拟及实验过程

4 结 论

- 1)利用ProCAST进行粘度计算分析及数值模拟,合金成分在一定元素含量范围内,确定了主合金含量为Al-5.6Zn-2.5Mg-1.6Cu时,固相线附近粘度最小,合金流动性好.
- 2)在主合金元素确定的基础上,利用ProCAST进一步进行模拟优化,确定了微合金化的元素为Ni、Mn、Ti、Zr.并优化了单独添加微量元素时元素含量的质量分数分别为0.5%Ni、0.1%Mn、0.1%Ti、0.1%Zr时,合金的流动性最好,还确定了Ni、Mn、Ti、Zr组合添加的含量.
- 3)通过流动性实验验证了模拟结果的可靠性.实验和模拟结果都证明,微合金元素的组合添加可以很明显地改善合金的流动性.
- 4)利用JMatPro软件对6种合金进行相分数计算并结合模拟分析,发现合金元素和析出相会影响合金的凝固区间和晶粒尺寸,从而对合金流动性产生影响.

参考文献

- [1] 郭悦. Al-Zn-Mg-Cu合金塑性流变行为与微观变形机制研究[D]. 长春: 吉林大学, 2021. GUO Y. Research of plastic flow behavior and microstructure mechanism of an Al-Zn-Mg-Cu Alloy[D]. Changchun:Jilin University,2021.
- [2] CHEN H S,WANG W X,LI Y L,et al. The design,microstructure and mechanical properties of B4C/6061Al neutron absorber composites fabricated by SPS[J].Materials & Design,2016,94:360-367.
- [3] 赵志清, 崔建忠, 左玉波, 等. 低频电磁场对水平半连续铸造7075铝合金的影响[J]. 东北大学学报(自然科学版),2005,26(1):255-258. ZHAO Z H,CUI J Z,ZUO Y B,et al. Effect of low frequency electromagnetic field on the horizontal direct chill casting 7075 aluminum alloy[J]. Journal of Northeastern University(Natural Science),2005,26(1):255-258.
- [4] 刘收东. 低温对航空铝合金疲劳与裂纹扩展行为的影响[J]. 航空材料学报, 2021,41(1):91-100. LIU M D. Effect of low temperature on fatigue and crack propagation behavior of aeronautical aluminium alloy[J]. Journal of Aeronautical Materials,2021, 41(1):91-100.
- [5] 田帅, 刘桂亮, 韩梦瑶, 等. 改善Al-Mg合金流动性及力学性能的新方法[J]. 精密成形工程, 2019,11(1):41-46. TIAN S,LIU G L,HAN M X,et al. A novel method for improving the fluidity and mechanical properties of Al-Mg alloy[J]. Journal of Netshape Forming Engineering,2019,11(1):41-46.
- [6] 傅凯琳. 电脉冲及旋转磁场处理对Al-Zn-Mg-Cu合金组织和性能的影响及作用机理[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2021. KANG K J. Effect of electric pulse and rotating magnetic field treatment on microstructure and properties of Al-Zn-Mg-Cu alloy and its mechanism[D]. Harbin:Harbin Institute of Technology,2021.
- [7] VLACH M,KODOTOVA V,CIZEK J,et al. Role of small addition of Sc and Zr in clustering and precipitation phenomena induced in AA7075[J]. Metals,2020,11(1):8.
- [8] 李含章, 崔建忠. Al-Zn-Mg-Cu系合金组织对性能的影响[J]. 轻合金加工技术, 2008,36(1):5-10. LI N K,CUI J Z. Effect of Al-Zn-Mg-Cu series alloy structures on the properties[J]. Light Alloy Fabrication Technology,2008,36(1):5-10.54.
- [9] SUN Y G,SU Y N,DU Z M,et al. Fabrication and properties of Al-Cu-Mg-Zn series alloys with low hot cracking tendency for liquid forging[J]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,2017,230:012036.
- [10] 刘状, 陈克雄, 董均, 等. Al-Cu合金高温热变形组织分析[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版),2019,44(1):24-30. LIU Z,CHEN L W,HUI J,et al. An analysis of high-temperature thermal deformation of Al-Cu alloy[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology (Natural Science),2019,44(1):24-30.

一种高流动性、低铸造缺陷及高强韧Al-Zn系合金及其制备方法

专利类型：发明专利

申请(专利)号：CN202311081380.1

申请日：2023-08-25

申请公布号：CN117144210A

申请公布日：2023-12-01

申请人：昆明理工大学

地址：650093 云南省昆明市五华区学府路253号

发明人：李再久;夏灿;严荣;夏臣平;孙大亮;孙睿凯;陈虹宇;叶雨桐;何锦伟;周奇奇;王玉博

专辑：工程技术 I 辑

专题：金属学及金属工艺

主分类号：C22C21/10

分类号：C22C21/10;C22C1/03;C22F1/053

国省代码：53

页数：15

代理机构：昆明合盛知识产权代理事务所(普通合伙)

代理人：曹卫良

主权项：

1.一种高流动性、低铸造缺陷及高强韧Al-Zn系合金,其特征在于:按质量百分比,由以下成分:Zn:5.3-7.3%、Mg:2.4-3.3%、Cu:1.4-2.0%、Ni:0.3-1.3%、Ti:0.05-0.5%、Zr:0.03-0.3%、Mn:0.01-0.2%、Si≤0.07%,Ti与Zr按质量比1-1.5:1添加,单个杂质含量≤0.03%,合计杂质含量≤0.1%,余量为铝及不可除杂质。

摘要：

本发明公开一种高流动性、低铸造缺陷及高强韧Al-Zn系合金及其制备方法,涉及航空航天、交通运输领域对高性能铝合金材料技术领域。所述高流动性、低铸造缺陷及高强韧Al-Zn系合金,按质量百分比,由以下成分:Zn:5.3-7.3%、Mg:2.4-3.3%、Cu:1.4-2.0%、Ni:0.3-1.3%、Ti:0.05-0.5%、Zr:0.03-0.3%、Mn:0.01-0.2%、Si≤0.07%,Ti与Zr按质量比1-1.5:1添加,单个杂质含量≤0.03%,合计杂质含量≤0.1%,余量为铝及不可除杂质。通过调控主合金元素含量和微合金化,便可提高合金的流动性,降低铸造缺陷,通过热处理,可得到高强韧合金。所发明合金流动性螺旋流道平均长度≥700mm,抗拉强度≥710MPa,屈服强度≥630MPa,伸长率≥8%。