

成分优化及热处理对8030铝合金性能的改进研究

陈源煌 姚志铨 林荣英 黄 峥 梁健全

(百色学院 广西 百色 533000)

摘要 8030铝合金作为高性能铝导线用材之一,为适应不同领域的使用环境及满足国家对电工铝导体的高性能要求。该文从成分优化及热处理两方面对改善8030铝合金综合性能进行了阐述,为研发高性能铝合金导线做初步探索。

关键词 8030铝合金;成分优化;热处理

DOI 10.12252/j.issn.2096-6261.2020.06.1137

在纯铝的基础上加入配比为0.15%~0.3%铜、0.3%~0.8%铁和少量硅元素即可制成8030铝合金,该合金具有很高的安全性能、电气性能和机械性能等,能使电缆在长期过载和过热情况下保持连续的稳定性^[1]。8030铝合金的质量也仅为铜的45.6%,密度为铜的30.4%,利用率相对较高。目前,用8030铝合金制造的导电铝杆是铝合金绞线电缆的坯料。因为铝合金具有高比刚度、高比强度等优良性能,常被用作工业领域的重要结构材料。当在铝合金中加入微量的稀土元素进行工艺生产,可以除去合金中的气体和杂质,细化晶粒,提高铝合金及相关制品的强度,改善合金加工性能^[2]。20世纪80年代以后,国内工业技术进步显著,设备不断完善,铝合金导线质量有了很大提高。然而对8030铝合金综合力学性能及导电性能的影响因素很多,为扩大8030铝合金使用领域,适应各种工程环境,改善导电性能,提高能源使用率,本文从成分优化和热处理对8030铝合金性能的影响展开论述,为开发高性能铝合金导线材料提供基础支撑。

1 8030铝合金成分优化研究

相比于其他的纯铝导体材料,8030铝合金抗蠕变能力更强,且回弹量小,无记忆效应。8030铝合金与硬态的电工纯铝相比,不容易折断,使用性能更加安全可靠。与此同时,添加一定含量的稀土元素可在一定程度上改善了8030铝合金本身的耐腐蚀性能,尤其是其电化学腐蚀性^[3]。

8030铝合金与其他牌号的铝合金的不同之处在于,8030合金具有低含量的合金元素^[4]:Fe元素含量仅占0.3~0.8wt%,铜元素含量仅占0.15~0.3wt%,而其他总量仅占<0.1wt%,由含量占比可以看出Cu和Fe是8030铝合金成分组成中最主要的两种合金化元素。为了保证成分的最优化,可设计不同合金元素含量的合金试样,利用正交实验,获得最优合金元素配比。

Fe起到提高合金强度、抗蠕变性能,且对电阻影响相对较小,Fe在纯铝中是比较常见的杂质元素,对合金性能有明显的影响,当Si和Fe的比例不当时,会产生缺陷,以及合金性能会有所下降,Cu元素起到增加合金强度、固溶强化的作用,适当添加,合金强度有所提高,但合金的刚度会有所下降,Cu元素达到一定添加量时,能够改变铝合金的导电性。Mg等金属活性比铝强的金属元素,会先于铝发生氧化而“生锈”,产生的氧化层对内部铝起到隔绝空气、水等的作用,阻碍了内部铝等的氧化“生锈”。Zn元素和Mg元素的加入,会形成强化相MgZn₂,达到增加合金屈服强度和抗拉强度的目的^[5]。B元素能够降低合金电阻,提高合金纯度,填补合金表层缺陷,细化晶粒的作用。由于稀土和B的作用相同,且性价比高,因此国内常用稀土代替B对8030铝合金进行优化。

1.1 技术路线

如图1所示,8030铝合金性能优化测试图,整个流程包括制备材料的选取、合金冶炼、热处理实验、实验数据收集(荧光分析法、能谱以及红外光谱、扫描电子显微镜、导电性测试、抗拉强度、抗腐蚀性能测试、组织元素含量分析等)。

1.2 力学性能

元素的含量及种类直接影响铝合金的力学性能。相关研究表明:Fe与Cu元素固溶于Al₁₃Cu₄Fe₃相中,可以起到提高合金强度的作用,但对合金塑性会产生不利影响,因此,既要提高铝合金强度,又能够保证合金的塑性性能,合理优化Cu元素的摄入,以及防止Fe元素以杂质方式过多摄入,成为成分优化过程中的重点^[6,7]。

1.3 导电性能

先前实验研究发现,在8030铝合金中,加入适量的稀土能够细化合金的组织。随着混合稀土摄入量的提高,8030铝合金的电导率先上升后下降的趋势,抗拉强度则呈上升趋势^[8,9]。综合分析,有效提高电导率的关键,首先在于控制合金元素的合理摄入,并配以恰当的加工工艺。

2 8030铝合金热处理研究

2.1 等温退火对组织性能的影响

在退火过程中,高温环境的存在,原子活动能力增强,原子脱离原来所处的位置重新排列,晶格畸变的晶粒经过形核长大变成无畸变的等轴晶粒。经过冷加工变形后在金属内部会存在大量空位、位错等不可避免的晶格缺陷,储存了大量的畸变能,形成加工硬化。金属经过退火工艺,大量的畸变得以释放,极大程度地缓解或消除了加工硬化现象。退火后金属强度下降,而塑性提高,晶粒则呈规则的等轴

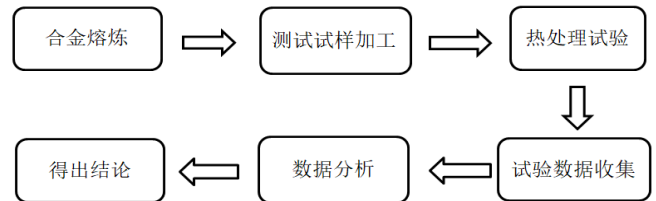


图1 8030铝合金性能优化测试图

晶粒,合金内部的位错、滑移、空位等缺陷数量减少,亚晶粒对导电性能的影响消失。

在相同温度条件下,等温时间越长,合金组织越趋于均匀化。在相同等温时间下,等温温度越高,合金组织趋于均匀化的时间越短。经过等温退火工艺处理后,铝合金导线的电导率均有所提高,经过等温退火工艺处理后铝合金导线的硬度及强度均有所降低,而塑性大幅度提高。由此可见:合理的退火工艺能有效改善铝合金的组织性能,从而提高其性能。

2.2 热处理工艺对8030铝合金组织性能的影响

相关研究发现,在经过适当的热处理之后,AlMg₂Zn相消失,Al₁₃Cu₄Fe₃相部分溶解;480℃保温6h,经空冷处理后,合金的最高电导率达到62.28%IACS,比未经过热处理的样品高2.81%,而经该热处理工艺后试样的拉伸强度降低,延伸率大幅度提高,480℃保温1h,再空冷,合金的伸长率达到39.097%,比未经热处理的试样高34%^[10]。

3 总结

在8030铝合金中,适量的Cu元素和Fe元素可使合金获得相对细小的铸态组织。随着Cu和Fe元素添加量的增加,第二相增多,合金强度提高,塑形下降。稀土变质处理能有效净化合金熔体,细化晶粒,提高合金综合性能。经连铸连轧后得到的8030铝合金棒材,经过适当的退火工艺后,合金棒的综合性能可得到提高。

本文分析了成分优化及热处理对8030铝合金性能的影响,对铝合金线材的制备与形成具有一定的借鉴意义,有利于促进我国铝导线材的可持续发展,降低铝合金生产成本,减少有限稀土材料的过度使用,加快铝合金线材行业的发展步伐。

参考文献

- [1]曾华荣,刘宇,张迅,曾鹏.铜含量对稀土铝合金组织和性能的影响[J].中国铸造装备与技术,2016(06):16-18.
- [2]万海云.微量元素对Al-Si-Cu合金组织及性能影响的研究[D].山东大学,2015.
- [3]陈庆强.8030铝合金导线的制备工艺研究[D].东北大学,2015.
- [4]吴振江.Fe和Cu元素对电气用8030铝合金性能的影响[J].有色金属材料与工程,2019,40(04):13-18.
- [5]韦鹤宇.Er、Zr微合金化对铸造Al-Si-Cu-Mg合金组织与性能的影响[D].广西大学,2015.
- [6]韩茜,李英,田明辉,李春,崔乐,王金力.退火工艺对8030铝合金导线组织和性能的影响[J/OL].热加工工艺,2020(18):124-127.
- [7]杨广林.高铁电缆支架用6082铝合金热处理制度优化研究[D].江苏大学,2019.
- [8]严明双,熊惟皓,范畴,胡耀波.Ti(C,N)基金属陶瓷添加成分的研究进展[J].硬质合金,2005(03):173-178.
- [9]张迅,曾华荣,刘宇,曾鹏.Cu对8030铝合金组织与性能的影响[J].铸造技术,2017,38(03):552-554.
- [10]李英,韩茜,雷兆隆,李春,崔乐,王金力.热处理工艺对AA8030铝合金导线组织性能的影响[J].轻合金加工技术,2018,46(05):37-41+61.

作者简介:

陈源煌(1998.10-),男,汉族,福建泉州,本科,材料成型及控制工程。

项目:2019年自治区级大学生创新创业训练计划立项项目(201910609011)