

稀土 La、Ce 对 8030 铝合金组织和性能的影响

刘智成¹ 刘昕峰² 张保存¹ 苗雨梁¹ 石永杰¹ 葛富彪²

(1. 包头铝业有限公司, 包头 014060; 2. 中国矿业大学材料与物理学院, 徐州 221116)

摘要 为探究 8030 铝合金用作钢芯铝绞线时“高强度与高导电率难以兼顾”的核心矛盾, 系统探究了稀土 La、Ce 对 8030 铝合金显微组织、抗拉强度及电导率的影响, 并揭示其微观作用机制。设计 4 组不同 La、Ce 配比的合金试样以及热处理工艺, 结合扫描电镜 (SEM)、能谱仪 (EDS) 分析、电导率测试及拉伸试验对合金的组织与性能进行表征。结果表明, 稀土 La、Ce 促进了析出相形核及其细化分布, 可与 Fe、Cu 结合形成 Al-Fe-Cu-La-Ce 复合二次相, 并优化晶界结构。随稀土添加量增加, 合金的抗拉强度、伸长率与电导率均呈现“先升后降”的变化趋势。其中, La 和 Ce 含量 (质量分数, 下同) 均为 0.05% 时为最优配比, 经热处理后合金显微组织最均匀, 复合二次相弥散分布且无聚集, 晶界清晰无脆化, 抗拉强度为 100.24 MPa、电导率为 34.90 MS/m、伸长率为 16.08%, 较无稀土试样分别提升了 60.6%、3.13%、175.34%。结果表明, 适量添加 La、Ce 通过“析出强化+晶界强化+导电优化”的协同作用, 实现了合金性能平衡。

关键词 稀土 La、Ce; 8030 铝合金; 电导率; 抗拉强度; 微观组织

中图分类号 TG146.21; TG113.25

文献标志码 A

DOI: 10.15980/j.tzzz.T20250442

Effects of Rare Earth La and Ce on Microstructure and Properties of 8030 Aluminum Alloys

LIU Zhicheng¹, LIU Xinfeng², ZHANG Baochun¹, MIAO Yuliang¹, SHI Yongjie¹, GE Fubiao²

(1. Baotou Aluminum Co., Ltd., Baotou 014060; 2. School of Materials and Physics, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116)

Abstract: To address the core contradiction of difficulty in simultaneously achieving high strength and high electrical conductivity of 8030 aluminum alloy for steel-cored aluminum strands, the influence of rare earth La and Ce on microstructure, tensile strength, and electrical conductivity of 8030 aluminum alloy was systematically investigated, and the micro-mechanisms were revealed. Specimens with different mass ratios of La to Ce and corresponding heat treatment processes were designed, and the microstructure and properties of alloys were characterized by scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive spectroscopy (EDS) analysis, electrical conductivity tests, and tensile experiments. The results indicate that rare earth La and Ce promote the nucleation and refined distribution of precipitated phases, which can combine with Fe and Cu to form Al-Fe-Cu-La-Ce composite secondary phases and optimize the grain boundary. With the increase of rare earth addition, the tensile strength, elongation, and electrical conductivity of the alloy exhibit a “first increase and then decrease” trend, where uniform microstructure is achieved after heat treatment, composite secondary phases are dispersively distributed without aggregation, and clear grain boundaries are observed without embrittlement under optimal ratio. The tensile strength, electrical conductivity and elongation reach 100.24 MPa, 34.90 MS/m, and 16.08%, which are increased by 60.6%, 3.2%, and 175.34%, respectively, compared with those of ones without RE. Appropriate addition of La and Ce can realize the performance balance through synergy of “precipitation strengthening+grain boundary strengthening+conductivity optimization”.

Key Words: Rare Earth La and Ce, 8030 Aluminum Alloy, Electrical Conductivity, Tensile Strength, Microstructure

铝合金导线具有优异的导电性能、力学性能和耐腐蚀性, 其应用范围能够从传统架空输电线路扩展至

特定环境的复杂场景。钢芯铝绞线内部是钢芯, 外层由铝绞线组成^[1-2], 其中钢芯能够提高抗拉强度, 外层的

收稿日期: 2025-12-01; 修订日期: 2026-01-23

基金项目: 内蒙古自治区科技计划资助项目 (2024YFKL0014)

第一作者: 刘智成, 男, 1981 年出生, 工程师, E-mail: 547747513@qq.com

引用格式: 刘智成, 刘昕峰, 张保存, 等. 稀土 La、Ce 对 8030 铝合金组织和性能的影响[J]. 特种铸造及有色合金, 2026, 46(7): 1 051-1 056.

LIU Z C, LIU X F, ZHANG B C, et al. Effects of rare earth La and Ce on microstructure and properties of 8030 aluminum alloys[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2026, 46(7): 1 051-1 056.

铝材能够导电,实现电力传输的功能。这种铝合金导线很好地结合了铝的耐腐蚀性与钢的强度,显著提升了导线在恶劣环境中的使用寿命,被广泛应用于各类架空输电线路^[3-4]。由于铝合金导线抗拉强度显著优于普通铝绞线,能够适用于长距离输电和复杂地形区域,降低了架设与维护难度^[5-7],其表面氧化层可抵御大气腐蚀,且因材料同质性避免了电化学腐蚀风险。与钢芯铝绞线相比,全铝合金绞线可减少横截面积,降低投资成本,同时简化施工流程。

但是铝合金电导率和抗拉强度之间存在矛盾,往往强度越高电导率越低,作为架空输电导线,希望在拥有高导电性的同时兼具较高的抗拉强度^[8-10]。目前研究者对8030铝合金有着深入研究,CHEN P等^[11]通过对8030铝合金进行中温(200~250℃)压缩处理发现,该合金具有良好的中温蠕变抗性与微观结构演变,是由中温压缩诱导的晶格自扩散控制位错粘性滑移、亚晶轮廓模糊及长弯曲位错均匀分布造成的。GUO Y M等^[12]通过对8030铝合金添加石墨烯纳米片(GNPs)发现,该合金的强度显著提升,同时导电性保持稳定,是由GNPs定向分布诱导的位错运动阻碍、裂纹偏转及界面扩散结合造成的。稀土作为一种微量元素,微量添加会提升铝合金的综合性能^[13-16]。在导电性方面,稀土与Fe、Si等杂质发生反应,去除沉淀物、净化基体、减少电子散射,提高电导率^[17]。GUO J L等^[18]通过对纯铝添加稀土元素Ce、Y发现,该合金的强度与导电性协同提升与微观结构优化,是由Ce、Y诱导的 α -Al晶粒细化,Fe、Si杂质净化及 $Al_{11}Ce_3$ 、 Al_3Y 第二相形成造成的。KANG F W等^[19]通过对8030铝合金添加Er并进行350℃×2 h退火处理,发现该合金的强度、塑性与导电性平衡提升与微观结构优化,是由Er、退火诱导的 Al_3Fe 相球化、 Al_3Er 相(L12结构)析出及完全再结晶形成细等轴晶粒造成的。TANG Q H等^[20]通过对铸态8030铝合金添加稀土元素Er,发现该合金的力学性能提升与微观结构优化是由Er诱导的 α -Al晶粒细化、Al- Al_6Fe 共晶形态转变及 Al_6Fe 相细化造成的。关于La、Ce复合添加对8030铝合金导电性能和力学性能影响的报道较少。本研究在铝合金中添加稀土La、Ce元素,系统探究La、Ce对8030铝合金导电性和力学性能的影响,并进一步分析其中的微观作用机制,旨在为开发高性能的铝合金材料提供参考。

1 试验材料与方法

试验选用功率为3 kW的SJ-3-12型井式电阻炉,用石墨坩埚熔炼所需要的8030铝合金,其化学成分

(质量分数,下同)为:0.45%的Fe,0.225%的Cu,余量为铝(99.7%)。按照所设计的成分进行配料,配料计算过程中要考虑不同合金元素的烧损率。用电子天平称取铝锭放入预热好的高纯石墨坩埚中熔化,温度设定为780℃。待铝锭完全熔化后保温20 min,随后按成分称取铁剂(含铁75%)和Al-50Cu中间合金,保温至完全熔化后搅拌均匀。熔体降温至760℃,加入Al-10La、Al-10Ce中间合金,保温30~45 min,同时搅拌均匀。将 C_2Cl_6 精炼剂压入熔体中,并缓慢搅拌均匀随后扒渣,熔体静置10~15 min。待熔体降温至730℃,缓慢将合金熔液浇注至预热的金属型中,尺寸为15 mm×150 mm×20 mm。

本试验设计4组不同La、Ce配比的合金试样,其化学成分见表1。将试样放入马弗炉中,升温到(540±3)℃,保温30 min。出炉后水淬,冷速≥20℃/s,确保形成过饱和固溶体。将烘箱升温到(220±3)℃,烘箱的升温速率为5℃/min,保温时长为60 min,待温度降低到(170±5)℃保温120 min,随后炉冷至室温。

表1 不同La、Ce含量下8030铝合金的化学成分

Tab.1 Chemical composition of RE 8030 aluminum alloy with varied La、Ce content %

合金编号	w_B				
	Fe	Cu	La	Ce	Al
1	0.45	0.225	0	0	余量
2	0.45	0.225	0.05	0	余量
3	0.45	0.225	0.05	0.05	余量
4	0.45	0.225	0.05	0.1	余量

电导率测试试样表面依次用400、1 000、1 500和2 000目的细砂纸打磨光滑,并用酒精进行清洗,采用SigmascopeSMP350电导率仪进行测量,在测试表面均匀选取6个点,并取平均值。金相试样经400、1 000、1 500和2 000目砂纸打磨,随后采用1 μ m的抛光膏进行抛光,并用Keller试剂(95 mL的蒸馏水,2.5 mL的 HNO_3 ,1.5 mL的HCl和1.0 mL的HF)腐蚀10~20 s。用SU3500扫描电镜及其配备的能谱仪(EDS)观察析出相形貌以及相的组成。拉伸设备采用HS-3001D-S万用试验机。拉伸试样加工标准参考GB/T 16865-2023,见图1,拉伸试样为片状,厚度为2 mm,拉伸速率为1 mm/min,每组试样测3个并取平均值。

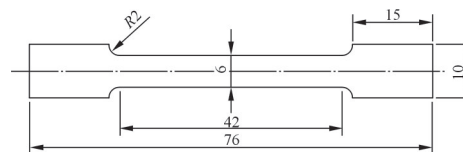


图1 GB/T 16865-2023拉伸试样尺寸示意图

Fig.1 Dimensions of tensile specimens according to GB/T 16865-2023

2 试验结果与讨论

2.1 添加 La、Ce 铸态合金的组织 and 性能

图 2 为不同合金试样的铸态金相组织。可以发现, 随稀土元素的添加及含量变化, 合金中析出相的数量、形态与分布均发生明显变化。试样 1 中析出相数量稀少, 主要以细小点状或短杆状形态稀疏分布于基体。添加 0.05% 的 La 后, 析出相数量增加, 短杆状相比比例上

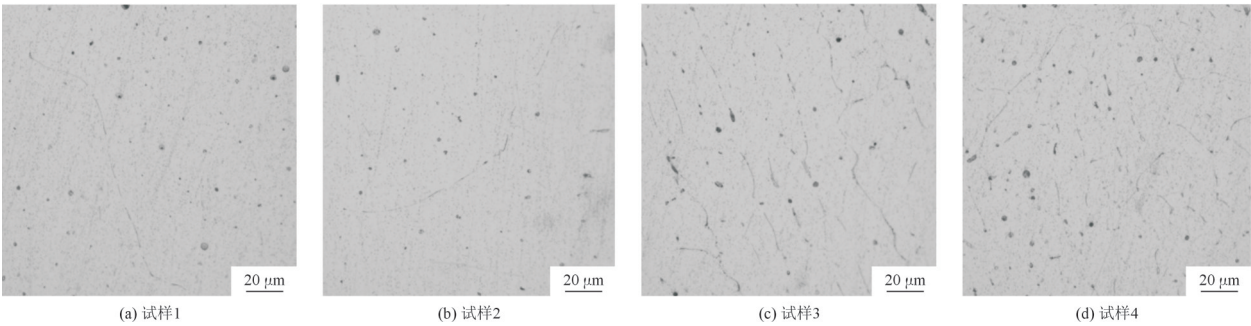


图 2 不同铸态合金的金相组织
Fig.2 Metallographic structure of as-cast alloys

图 3 为添加不同稀土元素铸态铝合金的工程应力-应变曲线。可以发现, 其抗拉强度随稀土元素含量的增加呈现持续上升的趋势。试样 1 析出相数量稀少、分布稀疏, 且晶界不明显, 晶界强化作用微弱, 抗拉强度仅为 52.9 MPa。当添加 0.05% 的 La 后, 析出相数量有所增加, 析出强化效应初步显现, 同时晶界逐渐清晰, 共同促使强度小幅提升至 54.0 MPa。当 La 与 Ce 复合添加时, 稀土元素促进析出相形核及细化, 显著增加了析出相的数量与分布密度, 提升了析出强化效果。同时清晰的晶界结构进一步辅助阻碍位错运动, 形成析出强化与晶界强化的有效协同, 使强度提高至 59.3 MPa。当 Ce 含量增至 0.1% 后, 析出相数量进一步增加, 虽局部出现聚集倾向, 但未形成明显缺陷, 析出强化贡献仍为主导, 晶界状态保持均匀稳定, 辅助强化作用, 使抗拉强度达到峰值 72.7 MPa。

铸态铝合金的电导率见表 2。可以发现, 合金的电导率随稀土元素含量的增加呈现下降的趋势。试样 1 表现出最高的电导率(31.97 MS/m), 这与其组织中析出相数量稀少、分布稀疏的特征相符, 此时基体中固溶的溶质原子较少, 对自由电子的散射作用最弱。添加 0.05% 的 La 后, 析出相数量略有增加, 增强了电子散射, 导致电导率小幅下降至 31.70 MS/m。当 La 与 Ce 复合添加时, 稀土的协同效应促使析出相数量显著增多、分布更密集, 形成了更多电子散射源, 使电导率进一步降低至 31.45 MS/m。当 Ce 含量增至 0.1% 时, 析出相数量达到最多且出现局部聚集,

但仍保持相对分散状态。当复合添加 0.05% 的 La 与 0.05% 的 Ce 后, 析出相数量进一步增多, 短杆状相分布更为密集、均匀。Ce 含量增至 0.1% 时, 析出相数量显著上升, 短杆状相局部聚集程度略有增加, 但未形成明显的链状或网状连续分布。这一系列变化主要源于稀土元素 La 与 Ce 在铝合金中作为有效形核剂, 促进了 Fe、Cu 相关析出相的形核, 其中, La 与 Ce 的复合添加表现出优于单一 La 的促进析出相形核及其细化作用, 使析出相数量随稀土总量增加持续上升。

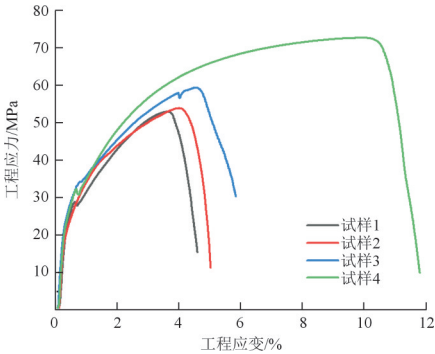


图 3 添加不同稀土元素铸态铝合金的工程应力-应变曲线
Fig.3 Engineering stress-strain curves of as-cast aluminum alloys with different RE contents

表 2 铸态铝合金的电导率

Tab.2 Electrical conductivity of as-cast aluminum alloys		
MS·m ⁻¹		
合金编号	电导率	均值
1	32.18、32.05、31.96、31.87、31.80	31.97
2	31.96、31.81、31.67、31.58、31.47	31.70
3	31.73、31.58、31.44、31.32、31.18	31.45
4	31.32、31.20、31.09、30.97、30.74	31.06

形成了最为强烈的电子散射环境, 导致电导率降至最低(31.06 MS/m)。

2.2 热处理对组织和性能的影响

图 4 为热处理后铝合金的金相组织。可以清晰地观察到热处理工艺与稀土元素对显微结构的协同调控作用。热处理(固溶+时效)促使过饱和固溶体中的溶质原子(Fe、Cu 等)充分析出, 导致各试样中析出相数

量相较于铸态均显著增加,分布亦更为密集。在此基础上,稀土元素 La 与 Ce 的添加进一步差异化地影响了组织形态,试样 1 经热处理后析出相数量有限;试样 2 中,La 作为形核剂促进了析出相的形核,使析出相数量

明显多于试样 1;试样 3 中,二者促进析出相形核及其细化,析出相数量进一步增多且分布均匀;而当 Ce 含量增至 0.1%(试样 4)时,析出相数量达到最多,仅局部呈现轻微聚集,未形成连续缺陷。

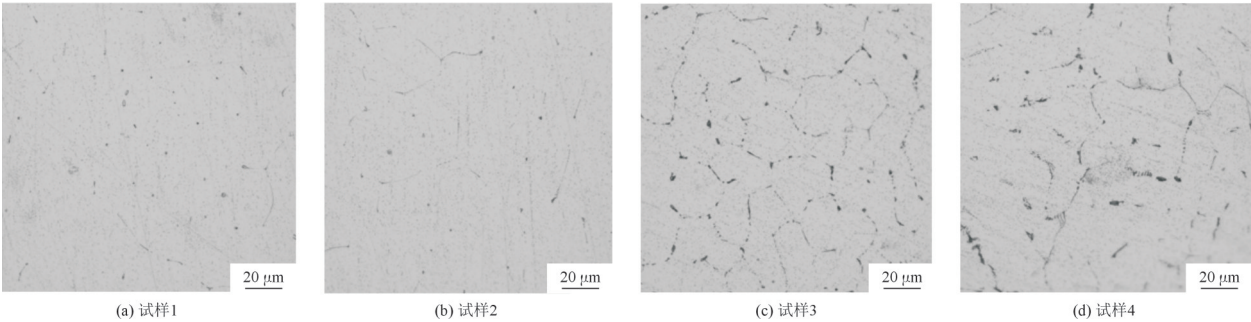


图 4 热处理后铝合金的金相组织

Fig.4 Metallographic structure of heat-treated aluminum alloys

图 5 为添加不同稀土元素铝合金热处理后的工程应力-应变曲线。可以发现,合金试样的抗拉强度随稀土元素含量的增加呈现先升高后降低的变化。试样 1 由于析出相数量稀少、分布稀疏,析出强化效应较弱,晶界强化作用不明显,因此抗拉强度为 62.53 MPa。添加 0.05% 的 La 后,稀土元素的形核促进作用使析出相数量增加,析出强化效果增强,强度提升至 71.62 MPa。La 与 Ce 复合添加的试样 3 中,稀土促进析出相形核及其细化,析出相数量显著增多且分布更为均匀,同时晶界结构有效阻碍位错运动,形成析出强化与晶界强化的良好协同,抗拉强度达到 100.24 MPa。当 Ce 含量进一步增加至 0.1% 时,过量的稀土元素导致析出相局部聚集形成簇状分布,这些聚集相成为微裂纹的形核源,削弱了析出强化效果。同时晶界处稀土偏聚程度的增加也降低了晶界强化贡献,共同导致强度下降至 96.54 MPa。

添加不同稀土元素铝合金热处理后的电导率见表 3。可以发现,电导率随稀土元素含量的变化呈现先升高

后降低的变化。试样 1 电导率为 33.84 MS/m,其组织中析出相数量有限,基体中仍固溶有较多溶质原子,对自由电子产生较强的散射作用。添加 0.05% 的 La 后,La 促进了部分溶质原子的析出,降低了基体中的固溶度,使电子散射减弱,电导率提升至 34.02 MS/m。当 La 与 Ce 复合添加时,稀土元素间的协同效应促使溶质原子充分析出,形成弥散分布的析出相,基体纯净度显著提高,电子散射大幅减弱,电导率达到 34.90 MS/m。然而,当 Ce 含量增至 0.1% 时,过量的稀土导致析出相局部聚集,这些粗化的析出相及其界面成为新的强电子散射源,同时晶界处稀土偏聚加剧,共同导致电子散射程度回升,电导率降至 34.44 MS/m。

表 3 热处理后含 La、Ce 8030 铝合金电导率

合金编号	Ce after heat treatment	
	电导率	MS·m ⁻¹
1	33.71, 33.79, 33.84, 33.91, 33.95	33.84
2	33.86, 33.93, 34.02, 34.12, 34.16	34.02
3	34.71, 34.81, 34.90, 34.99, 35.10	34.90
4	34.25, 34.38, 34.48, 34.51, 34.59	34.44

图 6 和图 7 分别为热处理后试样 3 的 SEM 组织及 EDS 能谱图。可以看出,试样 3(0.05% 的 La+0.05% 的 Ce)热处理后形成的均匀弥散二次相(点 A 为 Al-Fe-Cu-La-Ce 复合相)以及其晶界结构(点 B)共同形成微观体系:细小的二次相通过阻碍位错运动实现析出强化,同时经过热处理后的溶质原子固定于相中,显著降低基体中的电子散射;晶界结构通过阻碍位错滑移提供额外的晶界强化,避免了裂纹萌生,展现出优异的综合性能。可以发现,复合稀土的添加避免了单一稀土的形核不足或偏聚缺陷,又通过稀土原子的协同吸附作用,为 Fe、Cu 溶质原子的析出提供了充足的形核核心。

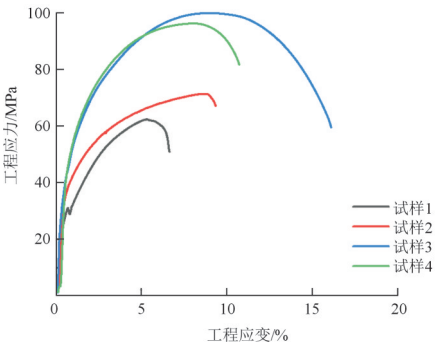


图 5 添加不同稀土元素后铝合金热处理后的工程应力-应变曲线

Fig.5 Engineering stress-strain curves of heat-treated aluminum alloys with different RE contents

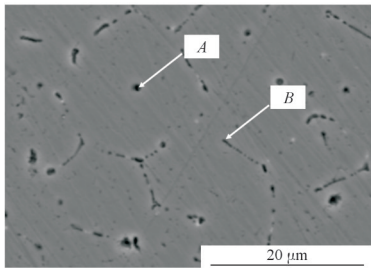


图 6 热处理后试样 3 的 SEM 组织

Fig.6 SEM microstructure of specimen 3 after heat treatment

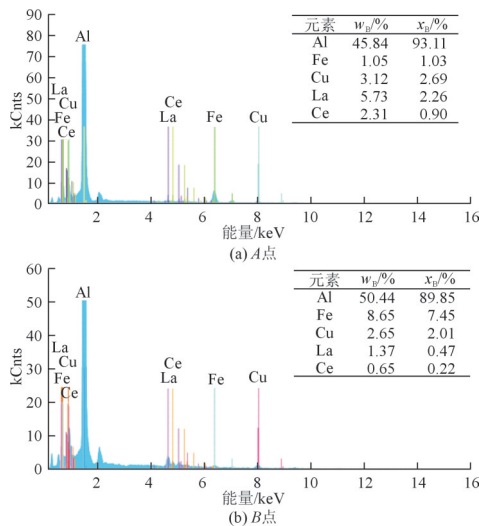


图 7 图 6 中 A、B 两点的 EDS 能谱图

Fig.7 EDS results of points A and B in Fig.6

La、Ce 属于表面活性元素,在铝基体中的固溶度极低,易在晶界、相界等界面处发生偏聚。图 7 中晶界处(点 B)的成分特征显示,这种偏聚行为能有效吸附 Fe、

Cu 等溶质原子,降低其在铝基体中的固溶度,并通过形成稳定的 Al-Fe-Cu-La-Ce 复合相(点 A)将杂质“固定”于析出相中,从而净化铝基体^[21]。基体纯净度的提高直接减少了自由电子的散射,这是热处理后试样 3 电导率显著提升的主要原因。同时,稀土在晶界的偏聚还能细化晶界结构,阻碍位错运动,提供额外的晶界强化贡献,这与强度、塑性的提升密切相关。La、Ce 的原子半径较大,在合金熔体及固态相变过程中,易形成富稀土微区,为 Fe、Cu 等元素的析出提供非均匀形核核心。在凝固(铸态组织)及后续热处理(时效析出)过程中,稀土元素有效降低了析出相的形核势垒,促进了细小、弥散二次相的形成^[22]。

图 8 为热处理后 8030 铝合金断口形貌图。结合图 5 可以发现,未添加稀土的试样 1 伸长率最低(6.65%),其金相组织显示析出相稀少且分布稀疏,对应断口呈现韧窝数量少、尺寸不均的特征,并伴有局部脆性解理面,表现为脆性-韧性混合断裂模式。添加 0.05% 的 La 的试样 2 中,析出相数量增加且分布更加均匀,断口形貌显示出更多、更规整的韧窝,伸长率提高至 9.31%。当 La 与 Ce 复合添加时,稀土元素的协同效应使析出相呈现均匀弥散分布,断口表现出丰富且尺寸均匀的深韧窝,完全呈现韧性断裂特征,伸长率达到峰值 16.17%。然而,当 Ce 含量增至 0.1% 时,过量的稀土导致析出相局部聚集,破坏组织均匀性,断口中韧窝数量减少并再现脆性特征,伸长率下降至 10.27%。

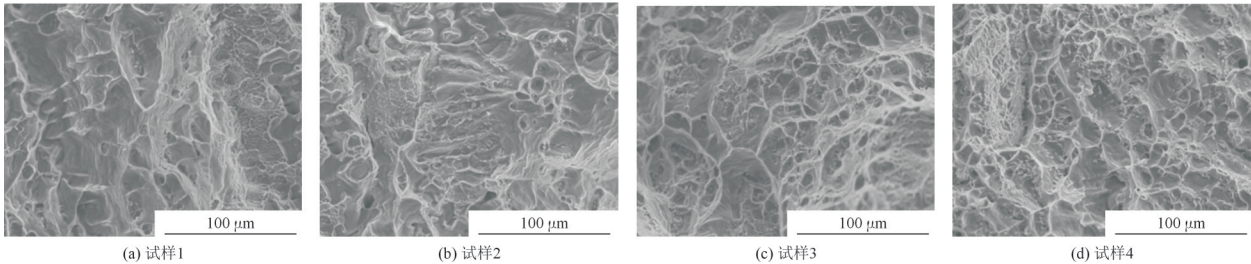


图 8 热处理后 8030 铝合金的断口形貌

Fig.8 Fracture morphologies of heat-treated 8030 aluminum alloys with different RE content

3 结 论

- (1) La、Ce 在 8030 铝合金中主要发挥促进析出相形核及细化的作用。适量稀土(0.05% 的 La+0.05% 的 Ce)可与 Fe、Cu 等元素形成 Al-Fe-Cu-La-Ce 复合相,优化晶界结构,使析出相均匀弥散分布。过量的 Ce 则会导致析出相簇集,破坏组织连续性。
- (2) 合金力学性能随稀土添加呈“先升后降”趋势,热处理后无稀土时抗拉强度为 62.53 MPa、伸长率为

- 6.65%。La、Ce 复合添加(0.1% 总量)时性能最优,抗拉强度达 100.24 MPa、伸长率为 16.08%,继续增加 Ce 则性能下降。适量稀土通过析出强化与晶界强化协同提升性能,过量则因析出相聚集形成应力集中源。
- (3) 合金电导率同样呈现“先升后降”特征,无稀土为 33.84 MS/m,La、Ce 复合添加时达峰值 34.90 MS/m,过量 Ce 则降至 34.44 MS/m。适量稀土促进溶质原子析出,减少电子散射,过量则因析出相聚集和晶界偏聚增加电子阻力。

参 考 文 献

- [1] 叶芳,陈韶瑜,白静,等.基于钢芯铝绞线的铝合金芯铝绞线载流量简化计算法[J].华北电力技术,2016(1):30-34.
- [2] 王守礼,余德.铝包钢绞线在高海拔多冰雪地区输电线路上的应用[J].电线电缆,1994(Z1):52-58.
- [3] 杨恩娜,吴细毛,李春和,等.架空导线用铝合金的机电性能及现状与发展[J].材料导报,2014,28(17):111-116.
- [4] 蔡西川,党朋,曾伟.架空输电导线增容技术现状及发展趋势[J].电线电缆,2023(5):1-6.
- [5] 黄应敏,邹科敏,许翠珊,等.不同元素含量对高导电铝合金性能的影响研究[J].粘接,2021,47(8):62-66.
- [6] 张强,许超,李海龙,等.耐热铝合金导体材料的研究进展[J].热加工工艺,2020,49(19):7-10.
- [7] 孙德勤,潘琰峰,高健,等.高强度耐热全铝合金导线的研究与开发[J].轻合金加工技术,2006,34(8):5-8.
- [8] 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(4):13-18.
- [9] 武宇波,章剑.B元素对8030铝合金组织性能的影响[J].有色金属材料与工程,2022,43(4):15-20.
- [10] 曾鹏,张迅,曾华荣,等.稀土对8030铝合金组织和性能的影响[J].轻金属,2017(2):47-50.
- [11] CHEN P, FAN X Z, YANG Q B, et al. Creep behavior and microstructural evolution of 8030 aluminum alloys compressed at intermediate temperature [J]. Journal of Materials Research and Technology, 2021, 12: 1755-1761.
- [12] GUO Y M, YI D Q, LIU H Q, et al. Mechanical properties and conductivity of graphene/Al-8030 composites with directional distribution of graphene [J]. Journal of Materials Science, 2019, 55(8): 3314-3328.
- [13] CHAO R Z, GUAN X H, GUAN R G, et al. Effect of Zr and Sc on mechanical properties and electrical conductivities of Al wires[J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2014, 24(10): 3164-3169.
- [14] 张文静,任伟才,邓桢桢,等.Zr元素对超高强铝合金微观组织及力学性能的影响[J].有色金属加工,2013,42(4):8-11,14.
- [15] 林海波,黄宏军,袁晓光.含铁铝合金线缆的发展现状[C]//2014中国铸造活动周论文集,沈阳,2014.
- [16] 孙玥,田伟,胡梦楠.稀土对铝合金力学性能影响的研究进展[J].有色金属材料与工程.2019,40(3):55-60.
- [17] WANG F, XIONG B Q, ZHANG Y G, et al. Microstructural characterization of an Al-Cu-Mg alloy containing Fe and Ni[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2009, 487(1-2): 445-449.
- [18] GUO J L, LU L, ZHENG W G, et al. Influence of cerium and yttrium addition on strength and electrical conductivity of pure aluminum alloys[J]. Journal of Rare Earths, 2024, 42(3): 600-611.
- [19] KANG F W, ZHANG B P, WANG E H, et al. Effects of Er and annealing treatment on microstructure and properties of 8030 aluminum alloy [J]. Journal of Materials Engineering and Performance, 2025, 35(10): 1-13.
- [20] TANG Q H, LI Y H, JIN D, et al. Influence of rare earth element erbium on microstructures and properties of as-cast 8030 aluminum alloy[J]. Journal of Central South University, 2024, 31(11): 1-12.
- [21] XU Z Y, LIU G Q, XU K D. Alloy Phase Diagram [M]. Beijing: The ECPH Encyclopedia of Mining and Metallurgy, 2023.
- [22] DONG Q P, ZHANG Y, WANG J H, et al. Enhanced strength-conductivity trade-off in Al-Mg-Si alloys with optimized Mg/Si ratio [J]. Journal of Alloys and Compounds, 2024, 970, 172682.

(编辑:陈志辉)

《特种铸造及有色合金》征订启事

《特种铸造及有色合金》杂志是中国科学技术协会主管、中国机械工程学会铸造分会和武汉机械工艺研究所共同主办的全国性科技期刊,是对国内外公开发行的中文核心期刊,中国科技论文统计与分析用刊,INSPEC、CA、MA、AJ、JST、Scopus等国内外权威数据库及检索系统收录期刊,并获得全国优秀科技期刊一等奖、国家期刊奖、新中国60年有影响力的期刊、湖北省十大有影响力的自然学术期刊等。

本刊主要报道各种(黑色和有色合金)特种铸造方法、各种有色合金及复合材料成形的理论、工艺、设备、材料、测试与控制、计算机应用等方面的科技成果、生产技术和现场经验,并报道各相关学科和交叉学科,如挤压铸造(液态模锻)、半固态加工、电子封装、高熵合金、非晶合金(金属玻璃)、焊接、粉末冶金、合金化、热处理、表面处理等方面的学术研究和最新技术信息以及上述内容的国内外发展动向、行业活动、学术会议、消息动态等。

本刊诚征国内外广告,业务范围:铸造及有色合金材料、辅助材料、铸造及相关设备、铸造生产线、测控与控制设备、仪器仪表、计算机应用软件、铸造展会等。

本刊为月刊,标准(大)16开,邮发代号38-109。邮发订价每期20元,全年240元。全国各地邮局均可订阅,也可直接向本刊编辑部邮购,本刊还提供过刊、压铸宝典和年会专刊邮购服务。

特种铸造及有色合金杂志社(武汉)有限公司

地址:武汉市江岸区建设大道融玺1001大厦11楼

邮编:430019

电话:027-85358206,85486024,85358127

投稿网址:www.special-cast.com

邮箱:tzzz@special-cast.com

