

扁锭熔铸及均匀化工艺对电池用铝塑膜箔铸坯组织结构的影

付世强¹, 张江², 廖斌³, 蒋桂²

(1. 重庆城市科技学院, 重庆 402167; 2. 招商局新材料科技(重庆)有限公司, 重庆 402181;

3. 南南铝业股份有限公司, 广西南宁 530200)

摘要: 新能源汽车用铝塑膜对箔材的针孔、孔洞和深冲成形性能及表面质量要求苛刻。本试验材料采用半连续铸造方式生产, 从熔铸成分设计开始, 对熔炼和铸造工艺各个环节严控铸坯的冶金质量, 避免夹渣和气孔以及微观的组织结构缺陷影响产品使用性能, 重点测试了不同的铸造冷却水压力对组织结构的影响。结果表明: 铸造冷却强度提高明显减小了晶粒尺寸, 提高了内外晶粒组织的均匀性, 改善了Al-Fe金属化合物的形貌和尺寸。同时, 测试了不同的均匀化工艺对铸造微观组织结构的改善效果, 确定了最优的均匀化热处理工艺为610 °C × 10 h。

关键词: 新能源汽车; 铝塑膜; 铝箔; AA8021; 微观组织

作者简介:

付世强(1979-), 男, 副教授, 高级工程师, 主要从事材料及成形加工方面教学和铝板带箔技术质量等方面研究工作。电话: 18680829830, E-mail: 29470725@qq.com

通信作者:

张江, 男, 工程师, 本科, E-mail: 19252808@qq.com

中图分类号: TG146.21;

TG113.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2025)

05-0666-08

基金项目:

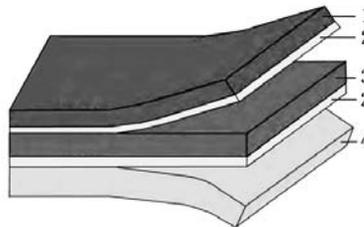
南宁市科学研究与技术开发计划(20241024); 重庆城市科技学院2022年度校级科研项目(CKKY2022008)。

收稿日期:

2024-08-26 收到初稿,

2024-09-23 收到修订稿。

2023年我国新能源汽车产销量约950万辆, 同比增长35%以上, 占全球比重超过60%, 连续9年位居世界第一。新能源汽车出口120.3万辆, 同比增长77.2%, 新能源汽车销量占全部汽车销售量比重达31.6%。截至2023年底, 我国新能源汽车保有量为2 041万辆, 占比为6.1%, 较2022年底提升2%^[1]。新能源动力电池行业飞速发展, 作为动力电池三大包装方式之一软封装比钢壳和铝壳有更好的电池能量密度(高5%~15%)和安全性。铝塑膜作为软封装动力电池关键材料之一, 其成本约占软包动力电池成本的18%, 仅次于正极材料与隔膜, 铝塑膜结构如图1所示^[2]。



1. 尼龙 2. 粘结剂 3. 铝箔 4. 聚丙烯

图1 铝塑膜结构

Fig. 1 Structural diagram of aluminum-plastic film

从铝塑膜结构可以看出, 主要为尼龙、铝箔和聚丙烯三种材料, 其中尼龙主要起机械保护作用, 防止内层铝箔被划伤或碰伤而造成物理伤害。铝箔作为唯一的金属材料, 由于金属的分子间距非常小, 远比尼龙、聚丙烯和粘结剂等高分子材料有更好的隔绝空气和水的阻隔效果, 防止电解液成分与水 and 空气中的氧发生化学反应, 提高电池的使用寿命和安全保障; 同时防止电解液从内部渗出。因此铝箔的针孔和孔洞缺陷是影响铝箔阻隔效果最主要因素, 有针孔和孔洞的部位均需通过表面自动检测设备确定位置后切除而不能投入使用, 针孔和孔洞要求成为铝塑膜产品对

铝箔的关键核心技术要求。

铝塑膜作为软包装电池的外包装材料，为了尽可能提高电解液的容量，后续需要进行拉伸成形，其成形效果跟冲压模具设计和冲压工艺选择（如压边力、润滑条件和冲压速度等）有关，同时跟材料的成形性能也密切相关^[2]。尼龙和聚丙烯的伸长率达到60%以上，而铝箔的伸长率约为其三分之一，是铝塑膜延展性的短板^[2]，故铝箔性能直接决定了铝塑膜的最终成形性能。与此同时，铝塑膜各层之间如果复合不良导致分层失效，将降低铝塑膜的成形性能。故铝箔的冲压成形性能和表面粘结性能也是铝塑膜产品对铝箔的重要技术要求。

新能源电池外包装用铝塑膜材料对其铝箔上述质量要求极为苛刻，前几年基本全部从日韩进口，近年尽管有相当多的国产替代，但高端用途还仍需进口。影响铝箔生产的针孔和孔洞控制有很多因素，主要分

为内部冶金质量和微观组织控制以及外在异物划伤和压入这两个大的方面。外在异物划伤压入通过严格生产过程控制和管理能最大限度减少其存在概率。因此本文结合合金特性，重点探讨熔铸冶金质量控制和均匀化热处理工艺对铸锭微观组织性能的改善，提升和保障铝箔防护层的阻隔效果和深冲成形性能。

1 试验材料

试验合金选用目前需求量最大的AA8021，原材料采用含铝量为99.70%以上原铝锭，搭配Fe、Si、Cu等中间合金进行重熔试制，其中对需求量比较大的Fe元素添加选用杂质含量较少的Al-80Fe添加剂，不用其他固体废料，以确保原材料的纯净度，采用半连续铸造生产。材料的成分设计见表1。

表1 试验材料的化学成分
Tab. 1 Chemical composition of research materials

项目	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ti	其他	
							单个	合计
GB/T 3190—2020	≤0.02	1.2~1.7	≤0.05	-	-	-	≤0.05	
试验材料	0.035~0.07	1.38~1.52	0.012~0.028	≤0.02	≤0.01	0.020~0.035	≤0.02	

2 试验方法

熔铸投料生产前先对熔炼炉和保温炉进行热清炉，并对除气箱、过滤箱、流槽和现场环境进行彻底清理。然后采用含铝量为99.70%以上原铝锭洗炉生产2~3个炉次的1060或1070纯铝料，确保炉内和流道无其他高合金物料和夹渣物存在，以保证试验材料的纯净度。

为防止高温AlN夹渣物的产生，选用氩气进行炉内喷粉精炼和在线除气精炼，精炼不少于2次，每次不少于30 min，浇注流槽氢含量不得高于0.12 mL/100 g Al。为了提高晶粒细化效果，保温炉精炼结束后加入A级AlTi1B丝材，保炉内钛增量到约0.01%；除气箱入口添加A级AlTi1B丝材，流道的钛增量到0.015%~0.02%。为了确保熔体的在线过滤效果，采用了40 ppi+60 ppi的双级陶瓷过滤板，同时在流槽和浇道口放置了玻璃丝网，避免意外的大颗粒异物掉入。

熔炼炉熔体温度不超过750℃，保温炉熔体温度不超过735℃，铸造流盘熔体温度695~705℃，铸造速度50 mm/min，冷却进水温度小于30℃，水压分别设置为0.05~0.06 MPa和0.10~0.11 MPa两组，测试不同冷却条件下铸锭微观组织的差异。

扁锭铸造规格为：340 mm(厚度)×1 140 mm(宽

度)×9 000 mm(长度)，一次铸造3块扁锭，铸锭头中尾在铸造流盘取样检测化学成分，铸造完毕之后冷却到常温，然后选择其中一块去掉尾部350 mm长度后在断口切片取样，取样示意图见图2。通过样品检测铸锭的微观组织结构。

铸锭不同位置切片样品先经过200#、400#、1 000#砂纸粗磨和2 000#、3 000#、5 000#砂纸精磨后，再经过10%高氯酸酒精溶液电解抛光后置于Carl Zeiss Axio Vert. Al金相显微镜上观察铸锭微观组织结构；采用5%的氟硼酸水溶液进行覆膜，然后在Carl Zeiss Axio Vert. Al金相显微镜下观察铸锭彩色晶粒结构。

选取冷却水压为0.05~0.06 MPa条件下的③部位样品进行均匀化热处理实验。先选择3个样品，每个样品都从室温放入试验炉中，随炉一起升温，分别升温到580℃、600℃和620℃，升温时间均为2 h。然后分别保温10 h后从炉中取出水淬。选择2个样品分别测试615℃×10 h单级均匀化和580℃×5 h+0.5 h×600℃×4 h+0.5 h×615℃×3 h多级均匀化（0.5 h分别指从580℃升温到600℃和从600℃升温到615℃用时均为0.5 h，从室温升温到580℃跟单级均匀化一样均为2 h）的对比效果，测试分析寻求最佳的均匀化热处理工艺制度。

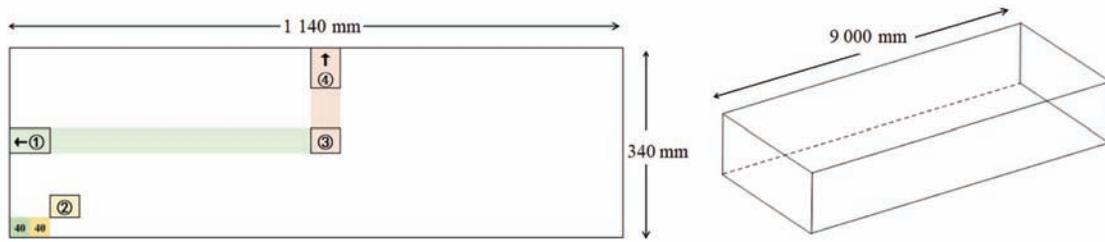


图2 扁锭取样示意图

Fig. 2 Flat ingot sampling schematic

3 试验结果及分析

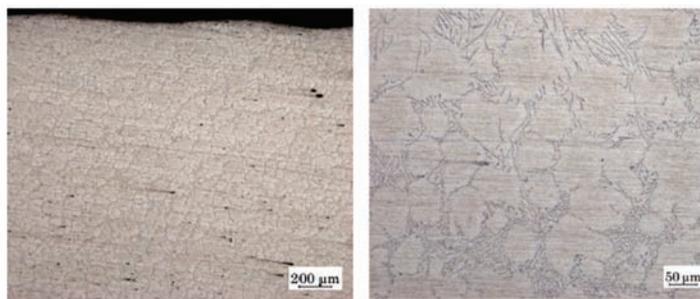
3.1 合金成分设计与分析

在铸造头部、中部和尾部的流槽取样检测实际化学成分, 结果见表2。

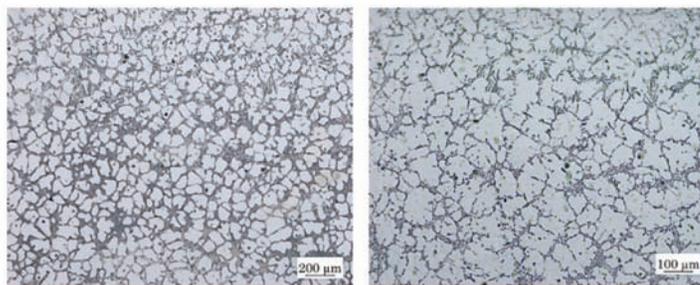
从表2检测结果看, Fe含量有逐渐下降趋势, 而Ti含量逐渐递增, 其他元素含量变化不大。该合金Fe总

表2 铸锭实际化学成分
Tab. 2 Actual chemical composition of ingots $w_B/\%$

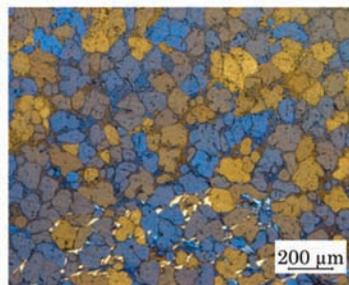
项目	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
头部 (1 m)	0.055	1.49	0.02	0.004	0.001	0.004	0.019
中部	0.055	1.48	0.02	0.004	0.001	0.004	0.023
尾部 (1 m)	0.053	1.46	0.02	0.004	0.001	0.004	0.027



(a) 机械抛光



(b) 电解抛光



(c) 覆膜

图3 扁锭小面中间边部组织结构

Fig. 3 Microstructure of the middle edge of the small side of the ingot

含量比较高, 由于铸造速度比较慢, 铸造时间比较长(约2.5 h), 存在一定的炉内沉积问题。

Ti含量逐渐增加是由于头部Ti含量偏低, 后逐渐提高钛丝送入速度所致。因此如果铸造过程因故暂停, 导致铸造时间可能更长, 要考虑Fe沉淀问题。

3.2 扁锭边部组织结构与分析

铸造冷却水压为0.05~0.06 MPa时的扁锭小面中间边部(图2的①部位)组织结构见图3。

从图3可以看出, 该合金对冷却条件比较敏感, 铸锭小面边部表层约3.5 mm范围内晶界上第二相尺寸非常短小(小于10 μm), 近似等轴状; 而内部第二相针状尺寸迅速长大(最长接近100 μm), 表层和内层第

二相形貌和尺寸有比较明显的分界线。从彩色覆膜组织看, 内层晶界有非常明显的白色块状金属化合物, 而表层冷却速度快则没有这个现象, 表层和内层也有比较明显的分界线; 但表层和内层晶粒形貌和尺寸(100~150 μm)没有明显差异。铸锭大面边部表层如图2中的④部位约5 mm, 也呈现上述的同样特征。

3.3 扁锭中部组织结构对比分析

铸锭中部如图2中的②和③部位, 是正常铣面和切边之后成品卷材的实际外层和中心层, 分别对铸造冷却水压为0.05~0.06 MPa(冷却条件1)和0.10~0.11 MPa(冷却条件2)时的③部位晶粒结构(图4)和第二相结构(图5)。

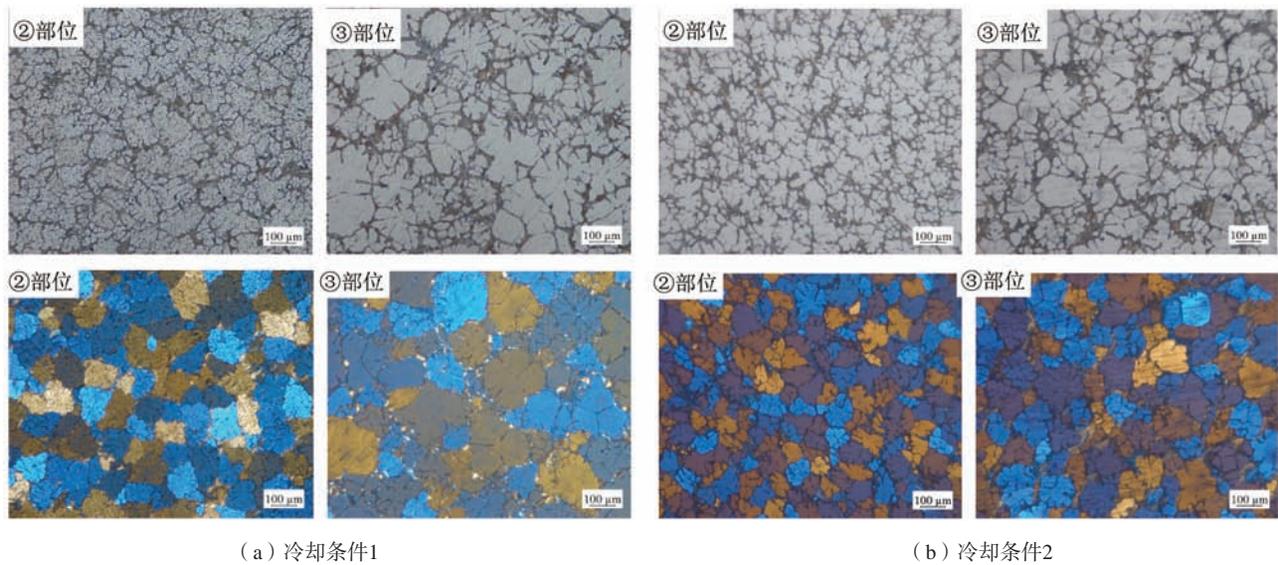


图4 铸锭中部晶粒结构对比

Fig. 4 Comparison of grain structure in the middle of the ingot

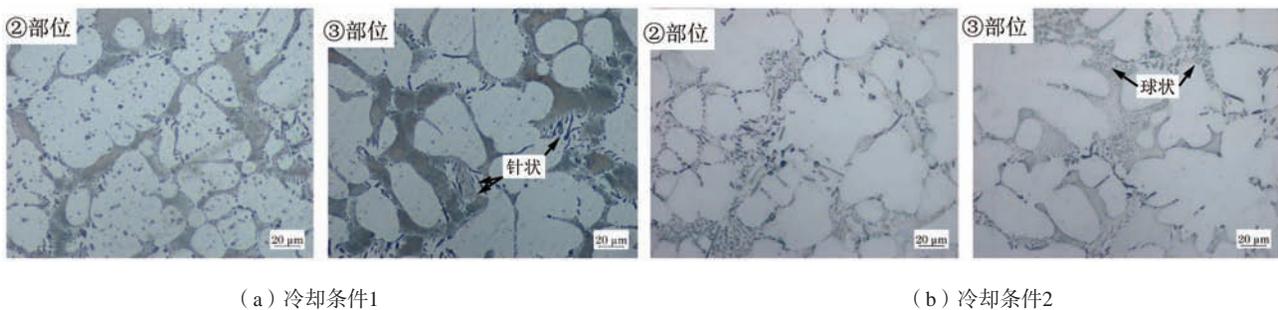


图5 铸锭中部第二相结构对比

Fig. 5 Comparison of the structure of the second phase in the middle of the ingot

从图4可以看出, 铸锭中心③部位都比铸锭②部位的晶粒尺寸要大, 其中冷却条件1的③部位平均晶粒尺寸在150~200 μm, ②部位平均晶粒尺寸在100~120 μm。冷却条件2的③部位平均晶粒尺寸在120~150 μm, ②部

位平均晶粒尺寸在80~110 μm。同时③部位存在晶粒尺寸不均匀的问题, 冷却条件1的不均匀程度比冷却条件2的更加明显和严重。从彩色覆膜组织看, 冷却条件1除了表层3~5 mm外, 铸锭内部彩色覆膜晶界都有非常

明显的白色块状金属化合物；而冷却条件2则没有这个现象。

从图5可以看出，铸锭中心③部位都比铸锭②部位的晶界要宽，同时针状的第二相更多、更长。冷却条件2的③部位针状第二相相对于冷却条件1的③部位更少、更短。

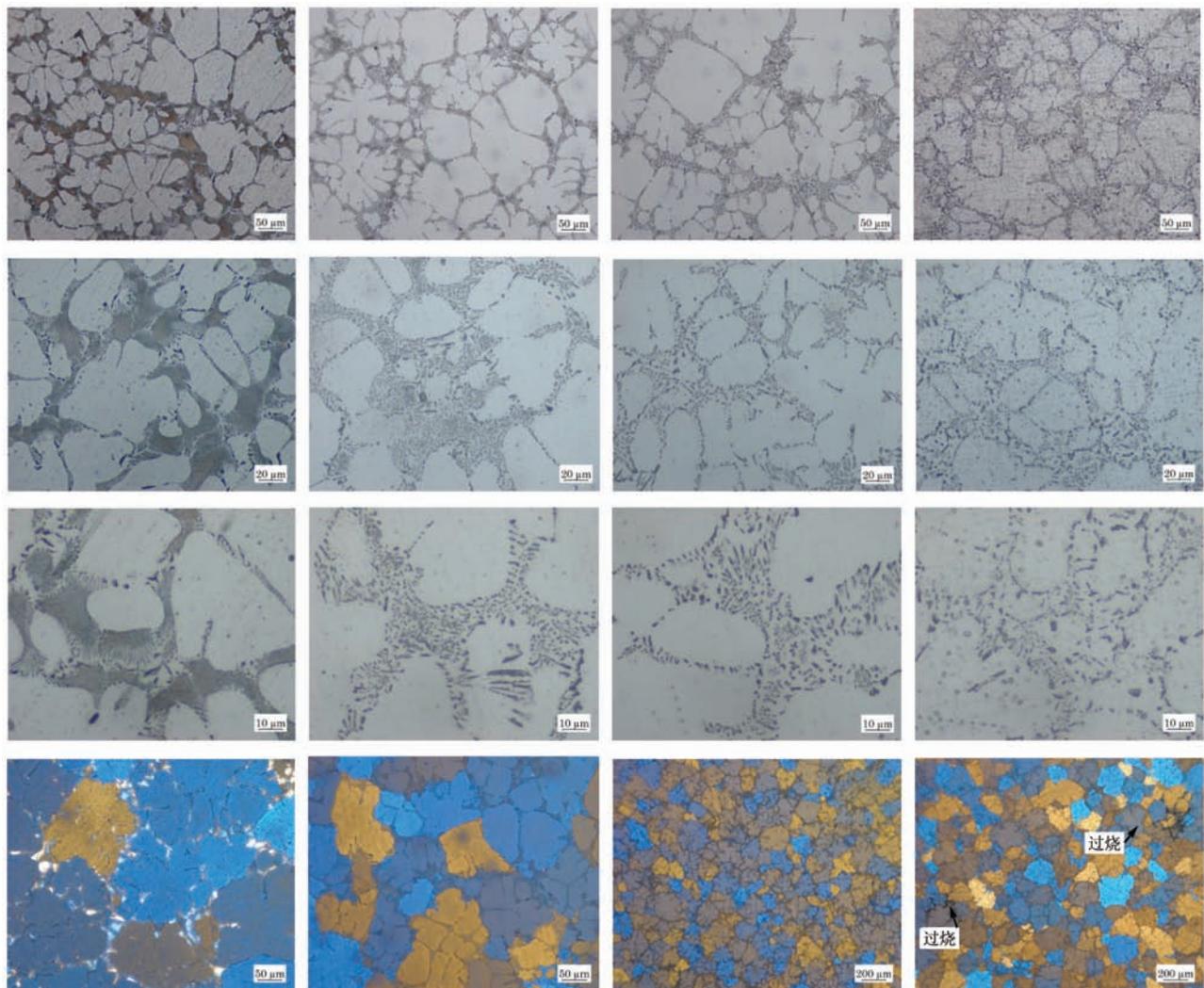
3.4 扁锭均匀化处理组织结构分析

先选取第二相尺寸更大的冷却条件1的③部位样品进行单级均匀化退火工艺试验，然后进行微观组织结构检测，结果见图6。

从图6可以看出，覆膜彩色晶界上白色块状金属化合物经均匀化处理后都消失了。580 °C × 10 h对铸态的第二相有非常明显的球化作用，但仍还残留有少量

长条的针状第二相。600 °C × 10 h基本没有长条的针状第二相存在，偶有短条的针状第二相。620 °C × 10 h出现了晶界模糊，大量晶界上第二相重熔进入了晶粒内部，同时晶粒尺寸也变大，局部区域还出现过烧的痕迹（图6黑色晶界部分）。为了进一步减少针状第二相可能对针孔产生的概率和对深冲成形性能的破坏，试验了单级615 °C × 10 h均匀化工艺和多级580 °C × 5 h + 600 °C × 4 h + 615 °C × 3 h均匀化工艺，试验结果见图7。

从图7可以看出，单级615 °C × 10 h均匀化工艺和多级580 °C × 5 h + 600 °C × 4 h + 615 °C × 3 h均匀化工艺对铸锭组织的改善效果没有明显差异，同时考虑企业现场操作的方便性和热处理炉温度均匀性偏差的安全性，建议均匀化工艺确定为610 °C × 10 h。



(a) 铸态

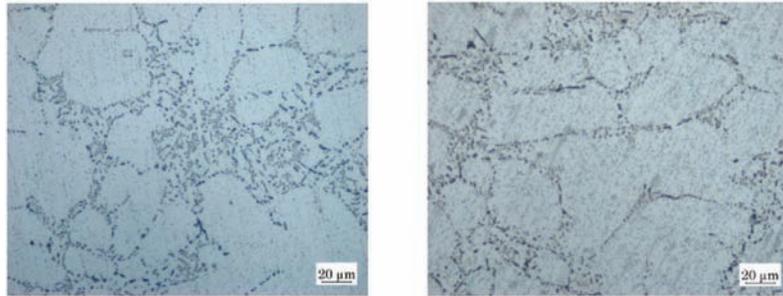
(b) 580 °C × 10 h

(c) 600 °C × 10 h

(d) 620 °C × 10 h

图6 单级均匀化后的组织结构

Fig. 6 Microstructure after single-stage homogenisation



(a) 单级615 °C

(b) 多级615 °C

图7 单级和多级均匀化退火的效果对比

Fig. 7 Comparison of the effects of single-stage and multi-stage homogenising annealing

4 讨论

4.1 材料成分对合金性能的影响

电池用铝塑膜箔选用比较纯的Al-Fe变形铝合金，并且是目前已知商用较高Fe含量的AA8021合金，主要有以下几个方面的考虑。

(1) Fe元素具有很好的晶粒细化效果，含量越多细化效果越明显，从前面铸锭晶粒尺寸可以看出，晶粒尺寸控制在200 μm以内，细化效果非常显著，最终成品箔材晶粒尺寸可以达到20 μm左右，从而实现成品铝箔的高伸长率。但有专利^[3]介绍，建议Fe含量最好不要超过1.6%（国标上限是1.7%），一是晶粒细化效果达到饱和状态，甚至开始降低；二是Al-Fe化合物尺寸变得非常大，导致成品箔的伸长率和成形能力反而降低。

(2) 室温下，Fe在铝中的固溶量仅为0.003%，最终都以Al-Fe金属化合物的形式存在，Fe含量越高，厚度方向的大角晶界越多，晶界的间隔越紧密，越窄，第二相粒子分布密度越高^[4]，第二相强化效果也越明显，合金全软状态（电池用铝塑膜为O态供货）的抗拉强度越高。金属化合物周围聚集更多的等轴晶粒，均匀伸长率和局部伸长率都随着Fe含量的增加而增加^[4]。这也是目前电池用铝塑膜箔选择AA8021合金比AA8079更多的原因。

(3) 纯净度好的高Fe铝合金除了有加工硬化，还有加工软化的现象。发生加工软化后，合金中的位错密度显著降低，亚晶粒结构多边形化并最终转化为等轴亚晶粒^[5]，这使得材料的成形能力大幅提高。Fe含量越高，产生加工软化的冷变形量越小；同时固溶Fe原子越少，越容易发生加工软化^[6]。这都促使在进行成分设计时要尽量提高Fe含量，同时要均匀化和中间退火的热处理原因之一。

Si是原铝锭里的常见元素，能在一定程度上提高合金的铸造性能，并使铸态结构更加均匀^[2]。室温下Si在铝中的溶解度仅为0.05%左右，当高于0.05%时，析

出的Si与Fe形成的化合物尺寸会粗化，并使金属化合物分布密度降低（聚集），粗结晶产物导致成形能力和伸长率降低，最终退火后再结晶晶粒尺寸分布均匀性也降低^[3]。因此实际材料成分尽可能控制在0.05%左右，太低原铝锭采购成本将大幅攀升。

Cu在铝合金中强化作用显著，比镁的强化效果大1.5~2.0倍，在室温下的固溶量为0.20%。但在Al-Fe合金中具有抑制加工软化的效果，同时降低铝箔伸长率，当Cu小于0.005%时抑制加工软化效果较弱，当Cu大于0.05%时伸长率会明显降低^[3]。因此为了提高合金的强度，可以适度添加少量的Cu，但要注意控制总量尽量不要超过0.03%。

Mn在室温下的溶解度为0.30%左右，加入铝合金中仍然主要是起强化作用。少量加入固溶铝基体，也类似于Cu会抑制Al-Fe合金加工软化问题。与此同时，Mn含量偏大时会使得中间退火和最终退火中的再结晶过程延迟，难以获得均匀的细晶粒^[3]。因此应尽量控制其含量。

4.2 铸造组织结构及改善分析

综上所述，在AA8021合金中主要是Fe与Al形成原子比不同的各类Al-Fe金属化合物，包括Al₃Fe、Al₃Fe、AlFe、Al₆Fe、Al₅Fe、Al₉Fe、Al_mFe（ $m=4.0\sim 4.4$ ）等，其中Al₃Fe是Al-Fe合金中唯一的平衡相，其余为非平衡相，其微观形貌为：片状、针状或棒状^[2]。由于铸造冷却速度比较快，形成了大量这些非平衡相都需要在后续均匀化热处理过程中碎断、球化和溶解。在铸造过程中形成的初晶Al₃Fe呈针状或细条状，其显微硬度高达HV960，在后续冷热变形过程中不容易破碎，因此也需要在铸造过程中进行变质处理，否则难以在后续均匀化过程中得到彻底的碎断、球化和溶解。

为了消除Fe相的有害影响，有如下4种方式改善Al-Fe金属化合物的微观形貌：（1）在熔体中加入变质

剂。Al-Fe-Si合金中加入Mn元素,形成复杂AlFeSiMn化合物,可以改变Fe相的形态^[7-10],但不能完全抑制针状铁相的出现^[9]。加入Ni也能起到类似作用和效果^[10]。近年也有大量报道添加稀土元素细化变质的报道^[12-15],其中铈Ce变质效果整体较好,当Ce为0.2%时变质效果最优^[12]。Sc和Zr对铝铁合金也有较好的变质效果^[16]。对于AA8021这类亚共晶铝铁合金,Al-Ti-B和Ce均可显著细化粗大的含铁初生相,消除枝晶组织,但Al-Ti-B对 α -Al相晶粒细化效果不明显,而Ce能显著细化 α -Al相与共晶组织^[17]。杨光等人总结了传统变质剂的问题,包括氯化盐杂质影响纯度,细化效果极限在120 μm 左右、TiB₂粒子尺寸粗大且易团聚导致会发生沉降和细化衰退,部分合金元素发生细化中毒等,提出利用稀土元素的变质和净化作用,改善Al-Ti-B合金初生相组织形态,提高细化效率和细化抗衰退性^[18]。(2)将熔体温度加热到过热状态(比如从700 $^{\circ}\text{C}$ 提高900 $^{\circ}\text{C}$),初生铁相形态便由粗大针片状转变为细小短片状和颗粒状^[7-8]。(3)提高冷却速度,可以缩短Al-Fe金属化合物的形成尺寸,同时还可以促进其均匀分布^[8]。提高冷却速度降低了铝硅铸造合金的初生硅相尺寸和枝晶臂间距^[19-20],形貌由长条状向多角状或碎块状转变^[19];对于纯铝和7075变形铝合金,提高冷却速度同样具有较好的细化晶粒组织和改善第二相形貌特征的作用^[21-22]。(4)均匀化热处理,促使Al-Fe金属化合物的碎断、球化和溶解。

从以上分析来看,对于AA8021合金铸造微观组织

改善比较切实可行的措施主要集中在变质剂的选用和提高冷却强度和最佳均匀化热处理工艺三个方面,变质剂已经有大量的试验和报道,本文主要针对后两者进行试验和分析。

5 结论

(1) AA8021高纯铝铁合金铸坯第二相主要是原子比不同的各类Al-Fe化合物。含Fe量越高,其第二相微观形貌呈现针片状或棒状的尺寸越大,对成品箔材的针孔和成形性能破坏越大。

(2) 铸造过程中,在其他铸造条件不变的情况下,冷却水压从0.05~0.06 MPa提高到0.10~0.11 MPa,冷却强度提高,晶粒组织更加细小和均匀,尤其是铸锭中心和边部组织差异度明显减小,铸锭中心晶粒组织的不均性大幅得到改善。晶界明显的白色块状金属化合物也消失,同时针状的Al-Fe金属化合物更少和更短。

(3) 对铸锭进行均匀化试验,不同的均匀化工艺处理后白色块状金属化合物都消失了。580 $^{\circ}\text{C} \times 10$ h后还残留有少量长条的针状第二相。600 $^{\circ}\text{C} \times 10$ h后偶有短条的针状第二相。620 $^{\circ}\text{C} \times 10$ h出现大量第二相重熔进入晶粒内部,晶粒尺寸变大,局部区域还出现过烧的痕迹。615 $^{\circ}\text{C} \times 10\sim 12$ h单级和多级均匀化都能到达较好的均质效果,为了操作方便和材料安全,建议确定均质工艺为:610 $^{\circ}\text{C} \times 10$ h。

参考文献:

- [1] 叶倩. “新三样”出口保持快速增长 [N]. 中国有色金属报, 2024-01-24 (5).
- [2] 陈伟, 雷中伟, 冯绍辉, 等. 软封装锂电池铝塑膜成形性能研究进展 [J]. 包装工程, 2022 (9): 22-30.
- [3] TAKASHI SUZUKI, SUSONO-SHI. Aluminum alloy foil, and method for producing aluminum alloy foil: US 20200123639A1 [P]. 2020-04-23.
- [4] 鈴木貴史, 倉本繁, 伊藤吾朗, 等. 冷間圧延したAl-Fe-Si合金箔の機械的性質に及ぼすFe量の影響 [J]. 軽金属, 2019, 69 (10): 493-499.
- [5] YANFENG PAN, YIFU SHEN, PIZHI ZHAO. The microstructure and deformation behavior of Al-Fe-Mn alloys with different Fe contents during cold Rolling [J]. Metals, 2018, 753 (8): 1-9.
- [6] 吉田英雄. Al-Fe系合金と工業用純アルミニウムの回復・再結晶に及ぼす固溶したFe, Si原子の役割 [J]. 軽金属, 2019, 69 (10): 500-511.
- [7] 潘冶, 孙国雄. 铝合金中铁相形态控制及对性能的影响 [J]. 特种铸造及有色合金, 1993 (5): 1-11.
- [8] 王远, 张若凡. 浅议铁元素对铝合金的影响 [J]. 中国高新技术企业, 2015 (5): 73-74.
- [9] 范晓明, 刘建方, 文红艳. Mn对高铁铝硅合金中铁相形态和力学性能的影响 [J]. 特种铸造及有色合金, 2008, 28 (8): 594-596.
- [10] 张维维. Al-Si-Fe合金第二相形态控制技术研究 [D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2003.
- [11] 杨江波, 印飞. 改善铝硅合金中铁相形态的措施 [J]. 铸造, 2000, 49 (8): 454-458.
- [12] 穆星伟, 杜恺, 吕成, 等. Ce含量对8021铝合金凝固组织的影响 [J]. 轻合金加工技术, 2022, 50 (2): 20-23.
- [13] 张磊, 鲁曼曼, 李成栋. 稀土镧对AA8079铝合金组织与性能的影响 [J]. 青岛科技大学(自然科学版), 2017, 38 (8): 135-138.
- [14] 孙常明. 利用稀土改善富铁铝合金组织和性能的研究 [D]. 内蒙古: 内蒙古工业大学, 2007.

- [15] 方东. Ce、RE对高铁铝硅合金组织和性能的影响 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2011.
- [16] 丁杰, 孙兆鑫, 潘海成. 变质剂对铝铁合金组织和性能的影响 [J]. 科技视界, 2019 (4): 110-111.
- [17] 杨伟刚, 王快社, 周龙海, 等. Ni元素和变质剂对亚共晶铝铁合金组织的影响 [J]. 热加工工艺, 2013 (4): 4-7.
- [18] 杨光, 文胜平, 雷志国, 等. 铝合金细化剂细化行为研究现状与展望 [J]. 铸造, 2024, 73 (4): 445-452.
- [19] 赵爱民, 毛卫民, 甄子胜, 等. 冷却速度对过共晶铝硅合金凝固组织和耐磨性能的影响 [J]. 中国有色金属学报, 2001, 11 (5): 827-833.
- [20] 蒲博闻, 王根全, 周海涛, 等. 凝固速率对铸造铝硅合金组织及力学性能的影响规律 [J]. 铸造, 2024, 73 (1): 76-80.
- [21] 李安庆, 张立华, 蒋日鹏, 等. 冷却速度及超声振动协同作用对7085铝合金凝固组织及力学性能的影响 [J]. 材料工程, 2021, 49 (8): 63-71.
- [22] 赵薪, 丁万武, 朱福良, 等. 冷却速度和浇注温度对Al-5Ti-C细化纯铝凝固组织的影响 [J]. 有色金属工程, 2014, 4 (1): 63-71.

Effect of Flat Ingot Melting and Casting and Homogenisation Processes on the Microstructure of Aluminium-Plastic Film Foil Blanks for Batteries

FU Shi-qiang¹, ZHANG Jiang², LIAO Bin³, JIANG Gui²

(1. Chongqing Metropolitan College Of Science and Technology, Chongqing 402167, China; 2. China Merchants New Material Technology(ChongQing)Co., Ltd., Chongqing 402181, China; 3. Alnan Aluminium Co., Ltd., Nanning 530200, Guangxi, China)

Abstract:

Aluminium-plastic film for new energy batteries on the foil pinholes, holes, deep-drawn molding performance and surface quality requirements of the harsh, this test material was produced using semi-continuous casting, from the beginning of the casting of the composition design, the melting and casting process to strictly control the metallurgical quality of the billet, to avoid the inclusion of slag, pores, and microscopic structural defects affecting the performance of the product, the focus of the test of the casting of the cooling water pressure of the different microstructure structure. Focusing on testing the effect of different casting cooling water pressure on the microstructure and structure, the results showed that casting cooling strength significantly reduced the grain size, improved the uniformity of internal and external grain microstructure, and improved the morphology and size of Al-Fe metal compounds. At the same time, the effect of different homogenisation processes on the improvement of casting microstructure was tested, and the best and quality-safe homogenisation heat treatment process was determined as: 610 °C × 10 h.

Key words:

new energy batteries; aluminum plastic film; aluminum foil; AA8021; microstructure