

不同熔炼方法对 Mg-Nd-Zn-Zr 熔体品质影响

黄彦彦¹ 周 琴¹ 龙思远² 曹韩学²

(1.成都大学机械工程学院; 2.重庆大学材料科学与工程学院)

摘 要 采用熔剂法(熔剂保护和熔剂精炼)和气体法(气体保护和气体精炼)两种熔炼方法制备 Mg-Nd-Zn-Zr 合金熔体,对 Zr 合金化阶段及最终熔炼效果进行对比研究。结果表明,熔剂法和气体法均能得到成分合格的镁熔体。两种方法都可以实现良好的晶粒细化效果,但气体法制备的镁熔体试样的晶粒比熔剂法更为细小。气体法与熔剂法均能有效保护熔体及降低镁熔体中夹杂,但与气体法相比,熔剂法对夹杂的控制效果更好。

关键词 镁熔体;熔剂法;气体法;锆合金化;精炼

中图分类号 TG146.22 **文献标志码** A

DOI:10.15980/j.tzzz.2021.01.020 **开放科学(资源服务)标识码(OSID):** 

A Comparative Analysis on the Refining Quality of Mg-Nd-Zn-Zr Melt with Flux and Gas Purification Process

Huang Yanyan¹, Zhou Qin¹, Long Siyuan², Cao Hanxue²

(1.School of Mechanical Engineering, Chengdu University;
2.College of Material Science and Engineering, Chongqing University)

Abstract: Flux purification method (flux protection and flux refining) and gas purification method (protective atmospheres and inert gas bubbling) were employed to prepare Mg-Nd-Zn-Zr melt, and the zirconium alloying phase and the final refining effects were analyzed comparatively. The experimental results demonstrate that both purification methods lead to a qualified chemical composition. Though a satisfactory grain refinement effect can be obtained by both methods, the gas method exhibits the smaller grain. Both methods can effectively protect Mg melt and separate inclusions from the melt, however the flux method is more effective in the control of inclusions.

Key Words: Magnesium Melt, Flux Purification Method, Gas Purification Method, Zirconium Alloying, Refining

收稿日期:2020-08-15;**修改稿收到日期:**2020-09-28
基金项目:成都大学人才工程科研启动项目(2081920045)
第一作者简介:黄彦彦,女,1987 年出生,副研究员,成都(610106),E-mail: 269188303@qq.com
通信作者:曹韩学,男,1977 年出生,副教授,重庆(400045),E-mail: hanxue_cao@cqu.edu.cn
引用格式:黄彦彦,周琴,龙思远,等. 不同熔炼方法对 Mg-Nd-Zn-Zr 熔体品质影响[J]. 特种铸造及有色合金,2021,41(1):98-102.
HUANG YA Y, ZHOU Q, LONG S Y, et al. A comparative analysis on the refining quality of Mg-Nd-Zn-Zr melt with flux and gas purification approach[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2021, 41(1):98-102.

[6] SANDEEP N, ANIMASAUN I L. Heat transfer in wall jet flow of magnetic-nanofluids with variable magnetic field[J]. Alexandria Engineering Journal, 2016,56(2): 263-269.

[7] 潘复生,张丁非. 铝合金及应用[M]. 北京:化学工业出版社,2006.

[8] ZHOU B, LU S, XU K, et al. Hot cracking tendency test and simulation of 7075 semi-solid aluminium alloy[J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2020, 30(2): 318-332.

[9] 张兴孟,毛卫民,朱文志. Zn、Mg、Cu 对 7075 铝合金热裂性能和组织的影响[J]. 特种铸造及有色合金, 2014, 34(12): 1 336-1 339.

[10] 王志刚,徐骏,李豹,等. 7075 铝合金流变挤压铸造研究[J]. 特种铸造及有色合金,2014, 34(1): 54-57.

[11] 李俊文,赵海东,吴朝忠,等. 铝合金挤压铸造过程界面的传热行为[J]. 中国有色金属学报, 2014, 24(11): 2 727-2 734.

[12] 李元东,刘兴海,张心龙,等. 变形铝合金半固态近净成形研究进展[J].特种铸造及有色合金, 2014, 34(5): 471-479.

[13] FAN X G, JIANG D M, MENG Q C, et al. Characterization of precipitation microstructure and properties of 7150 aluminium alloy[J]. Materials Science & Engineering,2006,A427(1):130-135.

[14] 姜常鸣. 铸件的凝固方式与质量的关系[J]. 铸造技术, 1985(4): 58-60.

[15] 齐还襄. 挤压铸造[M]. 北京:国防工业出版社, 1984.

[16] 程书建. 半固态 ZL101 铝合金制备及挤压铸造工艺研究[D]. 太原:中北大学,2016.

[17] 王慧,罗晓梅,李元东,等.固溶温度对铸造 Al-Si 合金热导率及力学性能的影响[J].特种铸造及有色合金,2019,39(9):1 016-1 020.

[18] 吴孟武,华林,周建新,等. 导热铝合金及铝基复合材料的研究进展[J]. 材料导报, 2018, 32(9): 1 486-1 495.

[19] 范新会,李建国,傅恒志. 单晶连铸铝线材的导电性能[J]. 中国有色金属学报, 1999, 9(1): 3-5.

[20] YING T, ZHENG M Y, LI Z T, et al. Thermal conductivity of as-cast and as-extruded binary Mg-Al alloys[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2014, 608: 19-24.

[21] 阎守胜.固体物理基础(第二版)[M].北京:北京大学出版社,2003.

[22] 廖结莹. 快速凝固 7075 铝合金挤压材的微观组织与力学性能及耐腐蚀性能研究[D].广州:华南理工大学, 2019.

[23] 王华,岳学庆,李韦璇.挤压铸造压力对 Mg-Al-Ca 镁合金组织及力学性能的影响[J].金属热处理, 2015, 40(4): 102-104.

(编辑:栗万仲)

镁合金得益于其较高的比强度和比刚度、良好的减振性、热导性和可切削加工性等特点,在电子、汽车和航空航天等领域的应用日益增多。其中,Mg-Nd-Zn-Zr 合金表现出良好的力学性能和高抗腐蚀性能,除了传统的汽车和航空航天领域外^[1~4],还可作为骨修复材料应用于医学领域^[5,6]。20 世纪 80 年代后期,我国开发了 ZM6(Mg-Nd-Zn-Zr)合金,并于 90 年代初开始应用于生产。众所周知,由于镁合金化学性质活泼,在原镁生产过程中以及合金熔炼、金属传输及铸造等过程中极易与环境中的 N₂、H₂O、O₂等发生反应,引入夹杂物。随着应用领域的扩展、对产品性能的更高追求以及环境保护的需求,对 ZM6 熔体品质(纯净度)及环境友好性等方面提出了更高的要求。

镁及镁合金的纯度是指合金含杂质元素的程度,而净度是指合金中非金属杂质(包括气体)的含量高低。熔剂沉降法是镁合金熔体精炼净化最传统的方法,具有价格低廉、除杂效果好等特点,也是我国目前镁工业生产中普遍采用的精炼与净化方法。为避免熔剂法腐蚀设备厂房及污染环境,气体浮游法(气体法)等无熔剂精炼技术吸引越来越多的关注。针对气体浮游法能否获得质量合格的 ZM6 熔体,CAO H X 等^[7]采用熔剂法和气体法分别对 ZM6 熔体制备的精炼过程夹杂演化进行了研究。本课题将从成分、微观组织(晶粒度等)和夹杂等方面,针对 Zr 合金化过程以及熔炼结束后最终熔体状态,分析熔剂法和气体法对 ZM6 熔体品质的影响,旨在为其应用提供参考。

1 试验方法

采用高 1 m、内径为 0.5 m 的低碳钢坩埚进行熔炼。ZM6 镁合金的化学成分(质量分数,下同)(GB1177-91)为:0.2%~0.7%的 Zn、2.0%~2.8%的 Nd、0.4%~1.0%的 Zr、0.01%的 Ni、0.10%的 Cu、0.30%的杂质,余量为 Mg,合金名义成分为 Mg-2.5Nd-0.6Zn-1.5Zr。熔炼原材料包括:纯镁锭(>99.80%)、纯锌锭(>99.95%)、Mg-30Nd 和 Mg-25Zr 中间合金。纯镁锭加入至已预热坩埚内,待镁锭熔化后,加入纯 Zn 和 Mg-30Nd 中间合金,搅拌 2~3 min 取样。Zr 合金化过程是分 3 次加入 Mg-25Zr 中间合金(Zr 标称含量分别为 0.25%、0.75%和 1.5%),每次添加后搅拌 10 min、静置 5 min 取样。合金化完成后,镁熔体精炼 15 min,静置 10 min 取样。用取样勺从熔体表面以下约 0.2 m 处舀取熔体,浇入金属型(型腔尺寸为 ϕ 0.04 m/0.05 m $\times$ 0.05 m,外型尺寸为 ϕ 0.09 m $\times$ 0.07 m)后空冷。取样编号和说明见表 1。在圆锥铸锭距底部 10 mm 处进行线切割,对截面中心区域采用奥林巴斯

GX41 光学显微镜、日立 TM4000plus II 扫描电镜及宝菱 HXD-1000TMCRLCD 维氏硬度计进行观测。微观组织试样采用体积分数为 4%的硝酸酒精腐蚀,观察夹杂试样只抛光不腐蚀。采用 Thermo ScientificTM iCAPTMPRO ICP-OES 电感耦合等离子体发射光谱对试样的化学成分进行检测。在光学显微镜下观察试样的金相组织,每个试样选取至少 36 个视场,对夹杂的面积分数、平均直径、最大直径、最小直径和数量密度进行统计分析。采用 Image Pro Plus 软件计算单个夹杂物面积,夹杂的面积分数是所有夹杂物面积之和与总面积的比值。把夹杂物均近似为圆形,通过面积计算出单个夹杂的近似圆直径;近似圆直径最大值为夹杂的最大直径,最小值为夹杂的最小直径,所有夹杂近似圆直径的平均值即为夹杂的平均直径。夹杂的数量密度为夹杂的个数除以总面积。

表 1 取样编号和说明
Tab.1 Sample number and description

序号		取样说明
熔剂法	气体法	
F-1	G-1	Nd、Zn 合金化完成,Zr 合金化未开始
F-2	G-2	
F-3	G-3	Zr 加入量为 0.25%
F-4	G-4	Zr 加入量为 0.75%
F-5	G-5	Zr 加入量为 1.5%
F-5:熔剂法精炼完成;G-5:气体法精炼完成		

分别采用熔剂法和气体法对镁合金进行熔炼。熔剂法采用熔剂覆盖剂,其化学成分见表 2。气体法熔炼采用 CO₂+0.18%的 SF₆作为保护气体,在熔体表面形成 MgO 和 MgF₂保护薄膜,阻止 Mg 进一步氧化和蒸发^[8~11]。往熔体中通入氩气,形成分散小气泡上浮,利用气泡对夹杂的吸附作用进行精炼^[12~14]。SF₆、CO₂和 Ar 流量分别是 0.054、30 和 5 L/min。气体法中采用硫磺作为局部灭火剂。

表 2 覆盖剂和精炼剂成分配比
Tab.2 Chemical composition of the coverage agent and refiner

	wB						
	MgCl ₂	KCl	BaCl ₂	CaCl ₂ +NaCl	CaF ₂	MgO	H ₂ O
覆盖剂	38~46	32~40	5~8	8	3~5	<1.5	<3
精炼剂	24~30	20~26	20~31	8	13~15	<1.5	<2

2 试验结果与分析

2.1 成分演化

和 Nd、Zn 相比,Zr 存在收得率低的问题。为弥补 Zr 在熔炼过程中的损耗,生产中一般加入 3 倍左右标称 Zr 量。表 3 为在熔炼过程中的 ICP 检测得到的 Zr 含量变化。可以看出,Zr 合金化过程中熔剂法镁熔体

Zr 含量依次是 0.09%、0.36% 和 0.52%，气体法 Zr 含量依次是 0.07%、0.36% 和 0.52%。因此，两种熔炼方法在合金化过程及熔炼完成后的 Zr 收得率相近。与 Mg 相比，Zr 熔点高密度大，很难完全熔入镁熔体中，在镁熔体中有溶解态和未溶解态两种形式。研究表明，未溶解 Zr 颗粒密度大，在较短静置时间内，快速沉降至坩埚底部，这样会降低 Zr 的收得率^[14,15]。经精炼静置后，熔剂法和气体法所获镁熔体成分分别是 Mg-2.50Nd-

0.50Zn-0.54Zr 和 Mg-2.40Nd-0.52Zn-0.55 Zr，均满足 GB1177-91 要求。

2.2 Zr 合金化过程中组织演化

图 1 和图 2 分别是不同 Zr 含量下两种熔炼方法得到的合金的显微组织。可以发现，两种方法熔炼的镁熔体具有基本相同的组织演化进程，Zr 含量越高晶粒细化效果越明显。未添加 Zr 时，试样中心区域晶粒粗大，形状不规则。Mg 基体相尺寸较大，呈大板块状或柱状，部分区域存在向等轴晶转变的趋势，但晶粒尺寸并不一致。随着 Zr 含量增加，柱状晶逐渐消失，晶粒细化。当 Zr 含量为 1.5% 时，铸锭中心区域截面上均匀分布有多个细小的等轴晶；采用直线截点法(GB/T 6394-2002)测量此时试样的平均晶粒尺寸，气体法和熔剂法均约为 20 μm。

根据 SEM 和 EDS 检测结果(见图 3，试样编号 F-

表 3 镁熔体中 Zr 含量变化

Tab.3 Evolution of Zr content in magnesium melt with different treatment methods

熔剂法	w(Zr)/%	气体法	w(Zr)/%
F-1	0	G-1	0
F-2	0.09	G-2	0.07
F-3	0.36	G-3	0.36
F-4	0.52	G-4	0.52
F-5	0.54	G-5	0.55

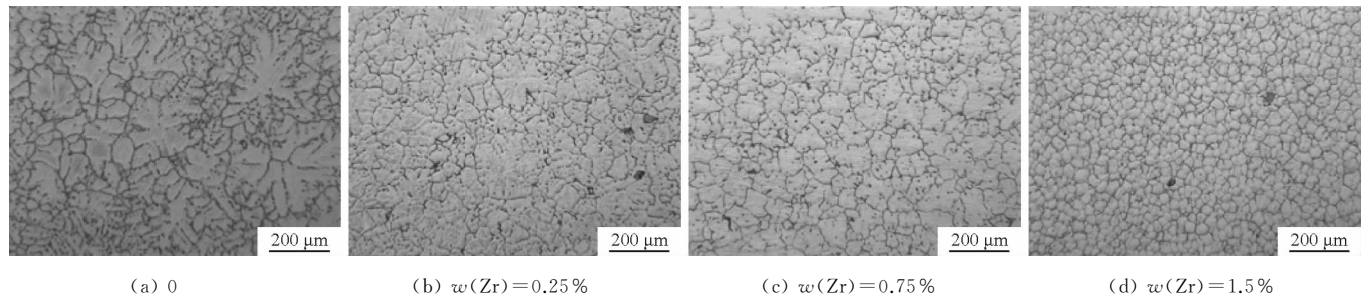


图 1 不同 Zr 含量下熔剂法镁熔体试样的显微组织

Fig.1 Microstructure of magnesium melt samples prepared by flux method with different Zr contents

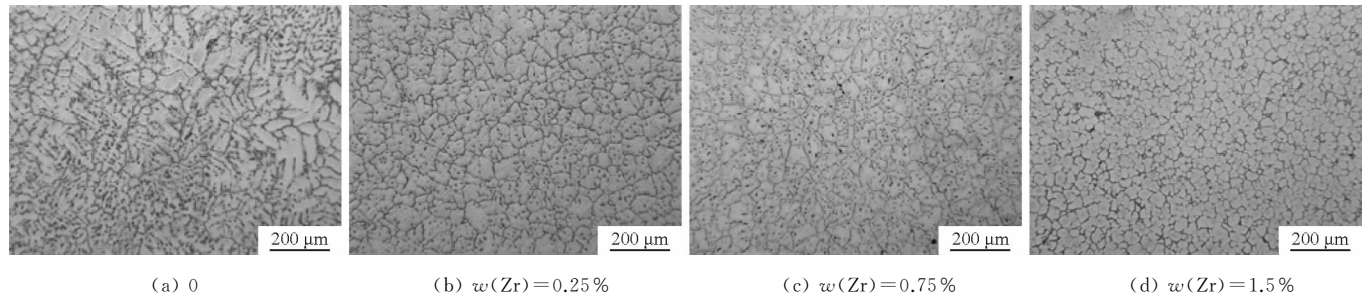


图 2 不同 Zr 含量下气体法镁熔体试样的显微组织

Fig.2 Microstructure of magnesium melt samples prepared by gas method with different Zr contents

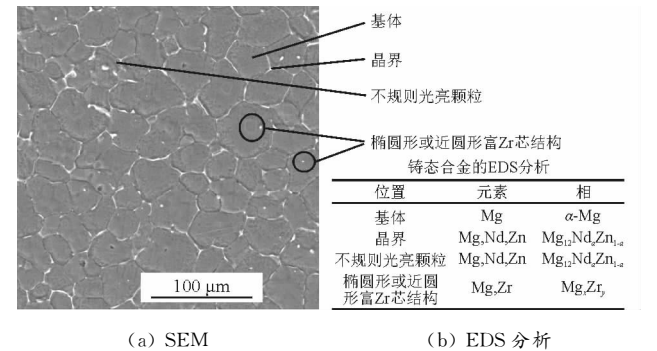


图 3 F-4 试样 SEM 和 EDS 分析结果

4)，晶粒内主要相是 α-Mg 基体相，晶界及晶粒内部不规则短杆状或颗粒状相的主要元素是 Mg、Nd 和 Zn，为 Mg₁₂Nd_αZn_{1-a}。上述检测结果与有关研究结果一致^[3]。当 Zr 含量为 1.5%，晶粒内部可以观察到明显的富 Zr 核，该区域主要元素是 Mg 和 Zr，形成 Mg_xZr_y 相。为了获得良好的晶粒细化效果，镁熔体中需要足够多尺寸合适的 Zr 粒子^[15~17]。

此外，从图 1 和图 2 可以看出，在两种熔炼方法的整个 Zr 合金化过程中，所有试样中都可以观察到夹杂。事实上，镁熔体中夹杂主要是非金属夹杂和金属间化合物夹杂，非金属夹杂主要是氧化物夹杂^[18]。考虑到还

没有进行精炼,Zr 合金化阶段对夹杂进行检测分析意义不大。

2.3 精炼效果对比

图 4 是精炼静置后熔剂法(F-5)和气体法(G-5)镁熔体铸锭的金相组织。可以看出,气体法熔炼镁熔体铸锭晶粒更细小。平均晶粒尺寸测量结果显示,两种方法制备的试样晶粒尺寸均比完全合金化后试样(F-4 和 G-4,约 20 μm)有所增长,熔剂法精炼静置后试样平均晶粒尺寸为 30 μm ,气体法为 23 μm 。气体法的平均晶粒尺寸比熔剂法更细小,说明气体法的晶粒细化效果比熔

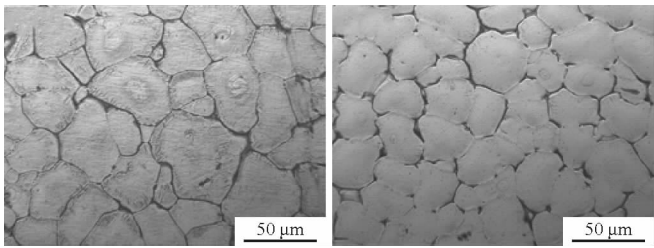


图 4 熔炼结束后两种熔炼方法的试样的微观组织
Fig.4 The microstructure of the samples obtained by two melting methods

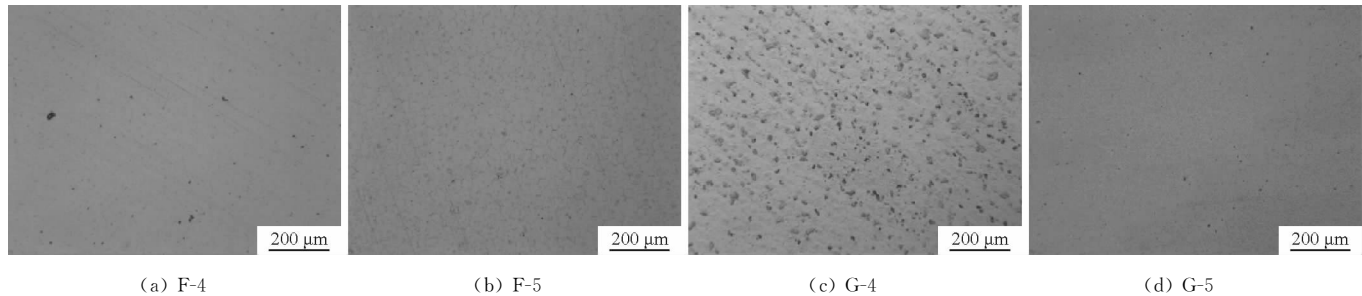


图 5 熔炼结束后两种方法熔炼的熔体中夹杂分布
Fig.5 The distribution of inclusions in the melt obtained by two melting methods

对熔体夹杂的统计结果表明,熔剂法精炼前夹杂的面积分数、平均直径、最大直径、最小直径和数量密度分别为 0.18%、5.94 μm 、23 μm 、2 μm 和 $6.5\times 10^7\text{ m}^{-2}$,精炼静置后分别为 0.09%、4.71 μm 、8.8 μm 、1.5 μm 和 $5.2\times 10^7\text{ m}^{-2}$ 。气体法精炼前后的面积分数为 0.41% 和 0.20%、平均直径为 6.86 和 4.84 μm 、最大直径为 14.3 和 8.3 μm 、最小直径均为 1.8 μm 、数量密度为 11.1×10^7 和 $10.9\times 10^7\text{ m}^{-2}$ 。可见气体法和熔剂法精炼后夹杂面积分数、平均直径和最大直径均有所减小,说明在对熔体保护及精炼两方面,两种熔炼方法均有效果。此外,经过精炼静置沉降后,与溶剂法相比,气体法镁熔体中夹杂的面积分数和数量密度的数值更大,说明在夹杂控制方面,熔剂法比气体法更有效,例如,熔炼前气体法的镁熔体中夹杂面积分数是熔剂法的 2.28 倍,熔炼后是 2.22 倍。

剂法更好。
图 5 为熔剂法和气体法熔炼前后镁熔体中夹杂分布图。从图 5a 可以看出,基体中分布有大量的球块状夹杂,尺寸大小不一。EDS 检测发现了较高含量的 O、C 元素夹杂物,说明原材料中含有或合金化过程中形成了氧化物和碳化物。此外,有些夹杂中 Zr 含量很高,表明这些夹杂是未溶解 Zr 颗粒^[16]。经熔剂捕获和静置沉降后,镁合金熔体中夹杂含量已大幅降低,仅观察到少数小颗粒夹杂,见图 5b。这些小夹杂的 EDS 结果表明,Zr 颗粒及氧化镁等密度大的夹杂已被去除,夹杂以轻质氧化物、碳化物夹杂为主,在某些小夹杂中发现 Cl,说明是熔剂带来了氯化物。从图 5c 可以看出,夹杂物分布均匀,夹杂物多为中等尺寸夹杂,形貌主要是球状,是 ZM6 中典型缩松氧化物夹杂。气体精炼完成静置 10 min 后(见图 5d),夹杂数量大幅减少,表明气体法精炼具有一定的精炼效果。EDS 检测结果表明,气体法和熔剂法镁熔体中夹杂均含有氧化物、碳化物及未溶解 Zr 颗粒。与熔剂法不同的是,气体法熔体中没有 Cl,而 S 是由于硫磺的使用,导镁熔体中存在 MgS 和 MgSO_4 。

3 结 论

(1)合金化过程及精炼后的 Mg-Nd-Zn-Zr 镁熔体成分检测结果表明,熔剂法和气体法熔炼在整个熔炼过程中 Zr 收得率几乎一致,均能获得成分合格的镁熔体。熔剂法镁熔体 3 次 Zr 合金化后 Zr 含量依次是 0.09%、0.36% 和 0.52%,气体法依次是 0.07%、0.36% 和 0.52%。经精炼静置后,熔剂法制备镁熔体中 Zr 含量为 0.54%,气体法为 0.55%。
(2)Mg-Nd-Zn-Zr 镁合金经熔剂法和气体法熔炼均不影响 Zr 的晶粒细化作用;当 Zr 含量为 1.5%,两种方法制备试样的微观组织无明显差别,平均尺寸均约为 20 μm 。精炼静置后,两种熔炼方法的试样晶粒都有不同程度长大,气体法更为细小,其平均晶粒尺寸为 23 μm ,熔剂法的晶粒尺寸为 30 μm 。

(3) Mg-Nd-Zn-Zr 合金经气体法、熔剂法精炼后夹杂面积分数、尺寸和数量密度明显降低,两种方法均能有效保护熔体、降低镁熔体中的夹杂。精炼完成后,熔剂法镁熔体中夹杂的面积分数和数量密度分别为 0.09% 和 $5.2 \times 10^7 \text{ m}^{-2}$, 气体法分别为 0.20% 和 $10.9 \times 10^7 \text{ m}^{-2}$, 意味着熔剂法比气体法对夹杂的控制效果更好。

参 考 文 献

- [1] LIANG M J, LIAO H H, DING W J, et al. Microstructure characterization on Mg-2Nd-4Zn-1Zr alloy during heat treatment[J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2012, 22(10): 2 327-2 333.
- [2] FU P H, PENG L M, JIANG H Y, et al. Effects of heat treatments on the microstructures and mechanical properties of Mg-3Nd-0.2Zn-0.4Zr (%) alloy[J]. Materials Science & Engineering, 2008, A486(1-2): 183-192.
- [3] FU P H, PENG L M, JIANG H Y, et al. Chemical composition optimization of gravity cast Mg-yNd-xZn-Zr alloy[J]. Materials Science & Engineering, 2008, A496(1): 177-188.
- [4] ZHENG X, DONG J, XIANG Y, et al. Formability, mechanical and corrosive properties of Mg-Nd-Zn-Zr magnesium alloy seamless tubes[J]. Materials & Design, 2010, 31(3): 1 417-1 422.
- [5] ZHANG X, YUAN G, MAO L, et al. Biocorrosion properties of as-extruded Mg-Nd-Zn-Zr alloy compared with commercial AZ31 and WE43 alloys[J]. Materials Letters, 2012, 66(1): 209-211.
- [6] ZHANG X, YUAN G, WANG Z. Mechanical properties and biocorrosion resistance of Mg-Nd-Zn-Zr alloy improved by cyclic extrusion and compression[J]. Materials Letters, 2012, 74: 128-131.
- [7] CAO H X, JIANG H, HUANG Y Y, et al. A comparative study on inclusions in Mg-Nd-Zn-Zr melt employing flux and fluxless purification approach[J]. International Journal of Precision Engineering & Manufacturing, 2017, 18(11): 1 591-1 598.
- [8] CASHION S P, RICKETTS N J, HAYES P C. Characterisation of

protective surface films formed on molten magnesium protected by air/SF₆ atmospheres[J]. Journal of Light Metals, 2002, 2(1): 37-42.

- [9] EMAMI S, SOHN H Y, KIM H G. Formation and evaluation of protective layer over magnesium melt under CO₂/air mixtures[J]. Metallurgical & Materials Transactions, 2014, B45(4): 1 370-1 379.
- [10] CASHION S P, RICKETTS N J, HAYES P C. The mechanism of protection of molten magnesium by cover gas mixtures containing sulphur hexafluoride[J]. Journal of Light Metals, 2002, 2(1): 1-47.
- [11] WALZAK M J, DAVIDSON R D, MCINTYRE N S, et al. Interfacial Reactions between SF₆ and Molten Magnesium[A]. Magnesium Technology 2001[C]. British: John Wiley & Sons, Inc., 2013.
- [12] ZHANG L, AOKI J, THOMAS B G. Inclusion removal by bubble flotation in a continuous casting mold[J]. Metallurgical & Materials Transactions, 2006, B37(3): 361-379.
- [13] YIM C D, WU G, YOU B S, et al. Effect of gas bubbling on tensile elongation of gravity mold castings of magnesium alloy[J]. Materials Transactions, 2007, 48(10): 2 778-2 781.
- [14] FRIEDRICH H E, MORDIKE B L. Magnesium Technology-Metallurgy, Design Data, Application[M]. 2005.
- [15] MA Q, STJOHN D H, FROST M T, et al. Zirconium alloying and grain refinement of magnesium alloys[J]. Magnesium Technology, 2003: 209-214.
- [16] MA Q, ZHENG L, GRAHAM D, et al. Settling of undissolved zirconium particles in pure magnesium melts[J]. Journal of Light Metals, 2001, 1(3): 157-165.
- [17] MA Q, STJOHN D H, FROST M T, et al. Characteristic zirconium-rich coring structures in Mg-Zr alloys[J]. Scripta Materialia, 2002, 46(9): 649-654.
- [18] HU H, LUO A A. Inclusions in molten magnesium and potential assessment techniques[J]. JOM, 1996, 48(10): 47-51.

(编辑:张正贺)

中国铝进口量创年度纪录高位,刷新 2009 年创下的高点

海关总署最近的数据显示,截至 2020 年 11 月,中国铝进口量已经创下年度纪录高位,超过了 2009 年的前记录。

海关总署表示,中国 2020 年 11 月进口了 188 973 t 未锻造的铝和铝制品。

根据计算,11 月进口量较 10 月份下降了 26.4%,但较去年同期增长 158.6%。1~11 月进口量为 244 万 t,比去年同期增长了 4 倍,超过了 2009 年全年的 232 万 t 进口量。

中国很少大量进口铝,但其从新冠疫情危机中快速复苏推动今年上海铝价远高于伦敦价格,从而为廉价的海外金属打开了所谓的套利窗口。

上海和伦敦之间的铝价差在 7 月达到峰值,当时中国 10 多年来首次成为净进口国,之后套利窗口关闭,但金属继续流入。

尽管总体进口量高于 2009 年,当时也出现了类似的价差,因中国需求从全球金融危机中恢复过来,但 2020 年的原铝流入量(1 月至 10 月约 877 500 t)仍远低于 2009 年 150 万 t 的进口量。

这是因为 2020 年铝进口量大增一直是受未锻造铝以及合金铝流入量增加推动,在 1 月至 10 月期间流入量高于 100 万 t。

ING 的高级商品策略师表示,这一类别包含大量铝合金 ADC12,随着中国收紧对废铝进口的限制,制造商越来越多地使用它们。

这位策略师表示,无法进入中国的不合格废料首先需要在其他地方进行处理。“一种方式是进入中国之前成为二级锭”。

(摘自文华财经)