

## 再生 7050 铝合金热处理工艺研究

韦修勋 陈愿情 贾桂龙 何克准 郑 许 谭自盟

(广西西南铝加工有限公司, 广西铝合金材料与加工重点实验室)

**摘要** 利用光学显微镜、直读光谱仪、万能试验机等手段,研究了再生 7050 铝合金铸锭均匀化热处理、板材固溶及时效处理工艺。结果表明,再生 7050 铝合金中主元素 Cu、Mg、Zn 偏析率均保持在 8% 以下,低倍组织无裂纹、气孔等铸造缺陷;铸锭经 470 °C × 20 h 的均匀化热处理后,晶界处非平衡凝固条件下形成的共晶组织消失;板材经过 475 °C × 0.5 h 的固溶处理后,晶界处第二相回溶较彻底,伸长率达到 34%;再经过 120 °C × 24 h 的时效处理后,晶内弥散析出颗粒状析出相,板材的力学性能达到最高,其中抗拉强度为 608 MPa、屈服强度为 539 MPa,同时伸长率为 17.5%。

**关键词** 再生铝合金;7050 铝合金;热处理

**中图分类号** TG146.21;TG156

**文献标志码** A

**DOI**:10.15980/j.tzzz.2021.08.020

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Heat Treatment Process of Recycled 7050 Aluminum Alloy

Wei Xiuxun, Chen Yuanqing, Jia Guilong, He Kezhun, Zheng Xu, Tan Zimeng

(Guangxi Key Laboratory of Materials and Processes of Aluminum Alloys,

Guangxi Alnan Aluminium Fabrication Co., Ltd.)

**Abstract:** The homogenization heat treatment for ingots, solid solution and aging treatment for plate of recycled 7050 aluminum alloy were investigated by optical microscope, direct reading spectrometer, universal testing machine and other experimental methods. The results indicate that the segregation rates of the main elements Cu, Mg, and Zn in the recycled 7050 aluminum alloy remains below 8%, absence of casting defects including cracks and pores in the macrostructure. After homogenization heat treatment of the ingots at 470 °C for 20 h, eutectic structure generated under non-equilibrium solidification conditions at the grain boundary disappears. After solution treatment of the plate at 475 °C for 0.5 h, the second phases at grain boundary are completely dissolved, where the elongation reaches 34%. Then after aging treatment at 120 °C for 24 h, granular precipitates are precipitated dispersedly in the grains, and the mechanical properties of plate present satisfied effect, where the tensile strength, yield strength and elongation reach 608 MPa, 539 MPa and 17.5%, respectively.

**Key Words:** Recycled Aluminum Alloy, 7050 Aluminum Alloy, Heat Treatment

收稿日期:2021-01-25;修改稿收到日期:2021-03-02

基金项目:南宁市青年科技创新创业人才培育资助项目(RC20180101)

第一作者简介:韦修勋,男,1982 年出生,工程师,南宁(530031),E-mail:weixiuxun8@126.com

通信作者:陈愿情,女,1986 年出生,高级工程师,南宁(530031),E-mail:chenyuanqingyu@yeah.net

引用格式:韦修勋,陈愿情,贾桂龙,等.再生 7050 铝合金热处理工艺研究[J].特种铸造及有色合金,2021,41(8):1 023-1 027.

WEI X X, CHEN Y Q, JIA G L, et al. Heat treatment process of recycled 7050 aluminum alloy[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2021, 41(8):1 023-1 027.

温拉伸塑性、冲击韧度和高周疲劳性能越好;初生  $\alpha$  相的数量越少,则合金高温持久、蠕变和断裂韧性越好。当初生  $\alpha$  相数量过多、合金强度较低时,可通过增加一次高温预处理、提高退火温度或增加冷却速率等方式,有效减少合金显微组织中的初生  $\alpha$  相数量,实现提高合金的抗拉强度、高温持久强度、断裂韧性的调控目的;当初生  $\alpha$  相含量过低、合金塑性与冲击韧度较低时,可通过在两相区控制退火冷却速率来提高初生  $\alpha$  相含量,实现提高合金的拉伸塑性、冲击韧度的调控目的。

## 参 考 文 献

[1] 常辉,廖志谦,王向东.海洋工程钛金属材料[M].北京:化学工业

出版社,2017.

[2] 林翠,杜楠.钛合金选用与设计[M].北京:化学工业出版社,2014.

[3] 王向明,刘文珽.飞机钛合金结构设计与应用[M].北京:国防工业出版社,2010.

[4] 王金友,葛志明,周彦邦.航空用钛合金[M].上海:上海科学技术出版社,1985.

[5] 张宝昌.有色金属及其热处理[M].西安:西北工业大学出版社,1993.

[6] 《中国航空材料手册》编委会.中国航空材料手册[M].北京:中国标准出版社,2001.

[7] 瓦力金 N.莫依谢耶夫.钛合金在俄罗斯飞机及航空航天上的应用[M].董宝明,张胜,郭德伦,等译.北京:航空工业出版社,2008.

(编辑:刘晨辉)

7050 铝合金是典型的 7xxx 系可热处理强化超高强铝合金<sup>[1~3]</sup>。7050-T7451 态板材拥有高强、高韧、耐蚀等综合性能<sup>[4,5]</sup>,被广泛应用于航空航天领域,是飞机机身框架、尾翼、翼梁等重要结构件的关键材料。

目前,国内外针对 7050 铝合金板材的研究报道很多,主要集中在 7050 合金均匀化热处理<sup>[6]</sup>、热加工变形行为<sup>[7,8]</sup>、回归再时效处理<sup>[9,10]</sup>以及时效析出相演变规律<sup>[11~13]</sup>等方面,但针对其单级时效工艺的研究报道较少。随着轻量化的要求,工装及机加工用铝合金材料的需求量与日俱增,使用单级时效工艺生产的 7050-T6 态板材完全可以被推广使用,因此研究 7050 铝合金板材的 T6 态处理工艺十分必要。

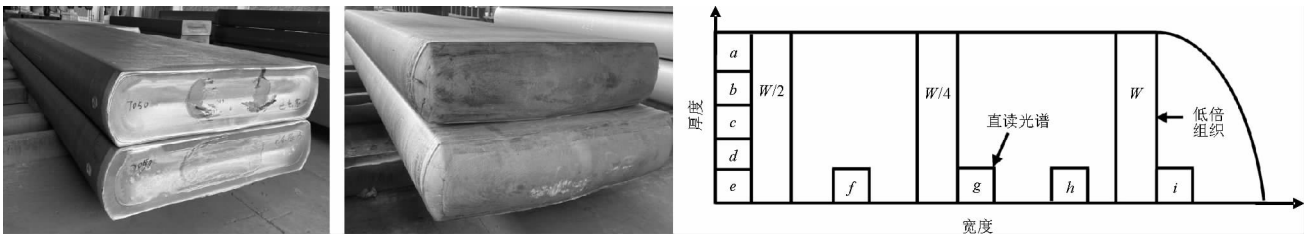
随着绿色环保理念的大力推广,在原材料循环利用、降低能耗的要求下,使用再生铝生产板材是未来发展方向之一<sup>[14~16]</sup>。再生 7050 铝合金可以压降在线金属,提高金属利用率,降低能耗,对降低生产成本具有现实的意义。但使用再生铝生产板材,带来的是熔体杂质含量高、铸锭组织杂质相多、板材组织均匀性难控制等

诸多问题<sup>[17]</sup>,如何控制熔体洁净度以及铸锭组织品质,是用再生铝生产板材亟待解决的问题。

本课题以再生 7050 铝合金铸锭、板材为研究对象,考察铸锭的均匀化热处理、板材的固溶及时效处理工艺,以期得到再生 7050 合金铸锭及板材的最优热处理制度,旨在为其应用提供参考。

## 1 试验材料与方法

试验用原材料为 7050、7150 等 7xxx 系铝合金废料,通过配料、熔炼、铸造等工序得到再生 7050 铝合金铸锭。铸锭经去应力后,切掉顶部 100 mm、底部 300 mm(顶部为铸锭与结晶器接触一端;底部为铸锭与引锭头接触一端),然后在顶、底各取 20 mm 厚 1/4 块截面试样,在该 1/4 块截面试样上沿铸锭厚度和宽度方向各平均截取 5 个试样,用来检测铸锭的成分偏析;在铸锭宽度方向的  $W/2$ 、 $W/4$ 、 $W$ ( $W$  为宽度)各取一块试样,用来检测铸锭的低倍组织,铸锭顶、底轮廓形貌及试样取样示意图见图 1。分别对再生 7050 合金铸锭试样



(a) 铸锭顶部

(b) 铸锭底部

(c) 铸锭顶、底 1/4 截面样品及取样示意图

(铸锭顶部表示为  $a_1 \sim i_1$ , 铸锭底部表示为  $a_2 \sim i_2$ )

图 1 铸锭形貌及取样示意图

Fig.1 Morphology of ingot and sampling diagram

进行均匀化热处理试验、对板材试样进行固溶及时效处理,板材的成品厚度为 12 mm。

再生 7050 铝合金热处理工艺的选择采取低温长时和高温短时的原则,具体工艺见表 1。按照 GB/T 3246.2 标准检测铸锭低倍组织,使用 Axio Vert. A1 型光学显微镜、JEM2100 型透射电镜观察合金的显微组织及析出相形貌,使用 ARL4460 型直读光谱仪检测铸锭成分偏析,按照 GB/T 228.1 标准加工拉伸试样,并在 CMT5305 型万能试验机上检测合金的力学性能。

表 1 再生 7050 铝合金的热处理工艺

状态	名称	工艺	升温速率/( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}^{-1}$ )	冷却方式
铸锭	均匀化	470 $^{\circ}\text{C} \times 20 \text{ h}$	30	空冷
	热处理	475 $^{\circ}\text{C} \times 12 \text{ h}$		
板材	固溶处理	470 $^{\circ}\text{C} \times 1 \text{ h}$	25	水冷
		475 $^{\circ}\text{C} \times 0.5 \text{ h}$		
	时效处理	120 $^{\circ}\text{C} \times 24 \text{ h}$	0	空冷
		130 $^{\circ}\text{C} \times 13 \text{ h}$		

## 2 试验结果与分析

### 2.1 再生 7050 铝合金铸锭

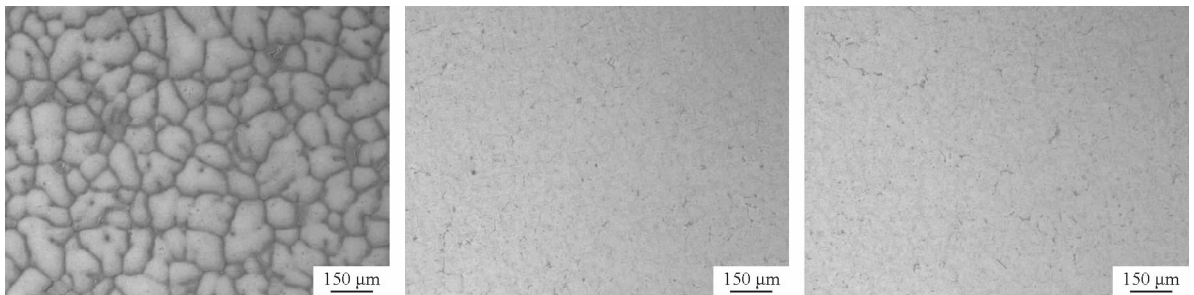
再生 7050 铝合金铸锭成分偏析检测结果见表 2。由表 2 计算得出,顶部主元素 Cu、Mg、Zn 沿铸锭厚度方向的偏析率分别为 6.2%、3.5%、3.2%,沿铸锭宽度方向的偏析率分别为 7.5%、3.9%、3.5%;底部主元素 Cu、Mg、Zn 沿铸锭厚度方向的偏析率分别为 7.5%、7.2%、4.3%,沿铸锭宽度方向的偏析率分别为 6.0%、5.4%、3.0%。从整体上看,铸锭顶、底部各位置化学元素含量均满足 7050 合金化学成分标准,主元素在底部的偏析率要略高于顶部。从局部看,主元素含量在铸锭芯部较低,而在铸锭  $W/4$  层含量较高。偏析率的计算结果显示,主元素在铸锭顶、底的偏析率均保持在 8% 以内,说明再生 7050 铝合金铸锭化学成分均匀性良好。

表 2 再生 7050 铝合金铸锭化学成分偏析

Tab.2 Composition segregation of recycled 7050 aluminum

取样位置	元素	alloy ingots									%
		w <sub>B</sub>									
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Zr	
标准值	≤ 0.12	≤ 0.15	2.0~2.6	≤ 0.10	1.9~2.6	≤ 0.04	5.7~6.7	≤ 0.06	0.08~0.15	余量	
铸锭顶部	a <sub>1</sub>	0.036	0.095	2.35	0.031	2.55	0.016	6.53	0.041	0.11	余量
	b <sub>1</sub>	0.037	0.10	2.37	0.031	2.54	0.015	6.59	0.038	0.11	余量
	c <sub>1</sub>	0.038	0.093	2.41	0.031	2.58	0.013	6.58	0.040	0.11	余量
	d <sub>1</sub>	0.037	0.10	2.33	0.031	2.54	0.012	6.48	0.043	0.11	余量
	e <sub>1</sub>	0.036	0.086	2.26	0.031	2.49	0.012	6.38	0.049	0.12	余量
	f <sub>1</sub>	0.037	0.099	2.31	0.032	2.52	0.012	6.46	0.041	0.11	余量
	g <sub>1</sub>	0.035	0.087	2.20	0.031	2.46	0.012	6.34	0.044	0.12	余量
	h <sub>1</sub>	0.035	0.093	2.27	0.031	2.50	0.012	6.43	0.042	0.11	余量
	i <sub>1</sub>	0.036	0.10	2.38	0.031	2.56	0.014	6.57	0.040	0.11	余量
	铸锭底部	a <sub>2</sub>	0.039	0.12	2.27	0.034	2.57	0.020	6.33	0.046	0.10
b <sub>2</sub>		0.038	0.10	2.38	0.036	2.59	0.020	6.47	0.046	0.11	余量
c <sub>2</sub>		0.039	0.11	2.39	0.034	2.62	0.019	6.50	0.045	0.11	余量
d <sub>2</sub>		0.037	0.095	2.33	0.034	2.55	0.019	6.52	0.046	0.11	余量
e <sub>2</sub>		0.036	0.090	2.21	0.033	2.43	0.020	6.24	0.049	0.12	余量
f <sub>2</sub>		0.035	0.090	2.19	0.033	2.44	0.020	6.26	0.050	0.12	余量
g <sub>2</sub>		0.035	0.088	2.20	0.033	2.45	0.020	6.31	0.049	0.11	余量
h <sub>2</sub>		0.035	0.089	2.18	0.033	2.41	0.020	6.26	0.058	0.12	余量
i <sub>2</sub>		0.039	0.10	2.32	0.036	2.55	0.020	6.43	0.046	0.11	余量

再生 7050 铝合金铸锭铸态的低倍组织见图 2。可以看出,铸锭无裂纹、气孔、夹渣、非金属夹杂、羽毛晶、



(a) 铸锭顶部 (b) 铸锭底部

图 2 再生 7050 铝合金铸锭的低倍组织

Fig.2 Macrostructure of recycled 7050 aluminum alloy ingots

再生 7050 铝合金铸锭的显微组织见图 3。由图 3a 可见,铸态显微组织由近似等轴晶的铝基体及非平衡凝固条件下形成的共晶组织组成,共晶组织主要呈成半连续网格状偏聚在合金晶界处,形成微观偏析。共晶组织大多为硬脆性相,会对基体形成强烈的割裂作用,对合金的热加工性能产生不利影响;由图 3b 和图 3c 可见,均匀化热处理能够消除微观偏析,改善合金的热加工性能,为后续热轧提供组织保障。

(a) 铸态 (b) 均匀化态(470 °C×20 h) (c) 均匀化态(475 °C×12 h)

图 3 不同状态再生 7050 铝合金铸锭的显微组织

Fig.3 Microstructure of recycled 7050 aluminum alloy ingots at different states

## 2.2 再生 7050 铝合金铸锭热处理工艺优化

从整体看,均匀化热处理后晶界处的共晶组织基本消失,仅存在少量的粗大第二相;晶内出现了众多颗粒状第二相,均匀化态的晶粒尺寸相比铸态明显长大<sup>[18]</sup>。从局部看,两种均匀化工艺下合金的晶粒尺寸无显著差别,采用 470 °C×20 h 均匀化工艺时晶界处第二相数量要略少于 475 °C×12 h 的,该工艺下第二相晶界偏聚现象相对后者有所改善,见图 3b 和图 3c。

再生 7050 铝合金铸锭不同状态下的力学性能见图 4。可以看出,合金铸态力学性能最低,伸长率仅为 2%。非平衡凝固形成的共晶组织在晶界处偏聚,共晶组织降低了合金的强度,当受到拉伸力作用时,裂纹很

快在晶界共晶组织处萌生并迅速扩展,引起合金断裂。均匀化热处理后,合金的强度有所提升,伸长率提高显

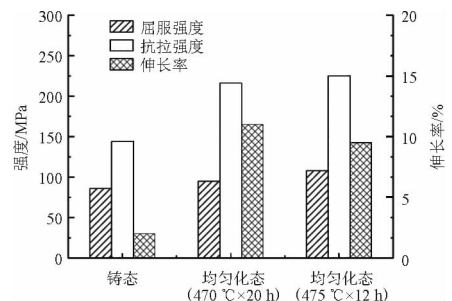


图 4 不同状态再生 7050 铝合金铸锭的力学性能

Fig.4 Mechanical properties of recycled 7050 aluminum alloy ingots in different states

著,两种均匀化工艺下的伸长率相比铸态分别提升了4.5倍和3.75倍。合金均匀化态力学性能的提升在于,均匀化后共晶组织的消失,消除了其对基体的割裂作用,使晶界强度进一步提升;化学元素通过扩散在晶内分布均匀,晶内存在许多颗粒状第二相,对基体产生了强化作用。

综合分析,470℃×20h均匀化处理后晶界第二相数量相对较少,力学性能相对较低,说明该工艺下共晶组织消失的程度最大,合金元素分布的均匀性更好,均

匀化效果最优,可见再生7050铝合金的最优均匀化热处理工艺为470℃×20h。

### 2.3 再生7050铝合金板材热处理工艺优化

图5为不同条件再生7050铝合金板材的显微组织。由图5a可知,铸锭经过热轧后,由于总的变形量很大,合金的显微组织由粗大的等轴晶组织充分转变为均匀细小的纤维状组织,晶粒沿板材横向被拉长,沿板材纵向被压缩。热轧态的显微组织中还存在少量的再结

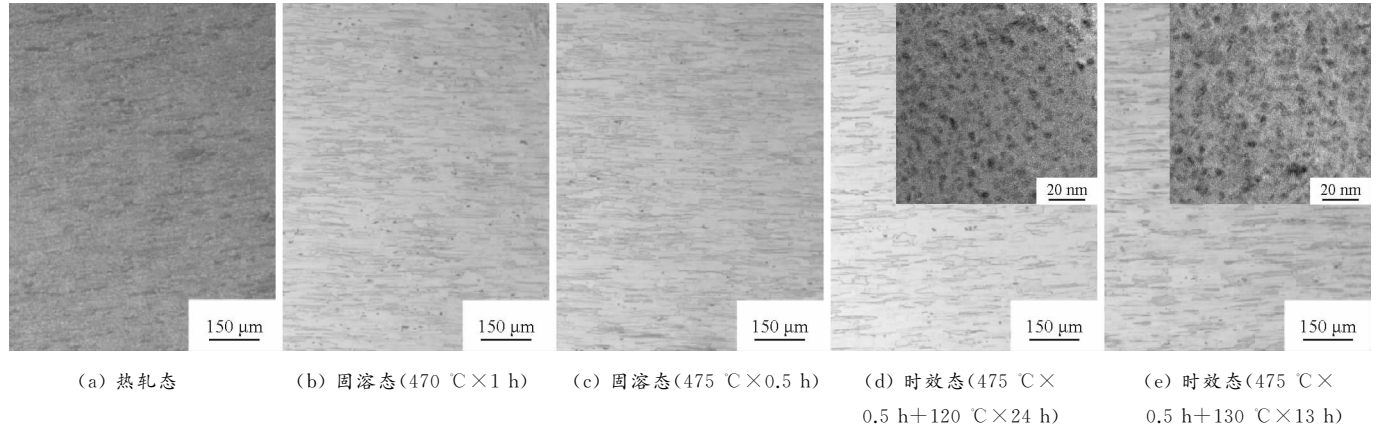


图5 不同状态再生7050铝合金板材的显微组织

Fig.5 Microstructure of recycled 7050 aluminum alloy plates in different states

晶晶粒,见深黑色区域。

再生7050铝合金板材不同固溶工艺下横截面显微组织见图5b和图5c。可以看到,固溶态合金的显微组织发生了明显的再结晶行为,晶粒显著长大,晶粒形貌沿板材横向被拉长、沿高向被压缩的特征没有发生改变<sup>[19]</sup>。两种固溶工艺下晶粒尺寸差别不大,晶界处第二相回溶程度都很高,但470℃×1h固溶下未溶第二相的含量明显略高于475℃×0.5h时的。

再生7050铝合金板材横向拉伸性能见图6。从图6a可以看出,热轧态板材的抗拉强度、屈服强度、伸长率分别为269 MPa、398 MPa、16.5%。热轧板变形充分,晶粒尺寸细小且分布相对均匀,导致热轧板力学性能较高,其强化机制为加工硬化和细晶强化。固溶处理后,板材的强度有所增加,伸长率提高约100%。固溶处理使晶界第二相充分回溶,合金元素分布更加均匀,固溶后产生了一定程度的自然时效,使板材的强度增加;固溶处理过程中发生的再结晶行为使合金的晶粒尺寸明显长大,细晶强化的作用被严重削弱,固溶态板材的强化机制为固溶强化和自然时效强化。对比发现,470℃×1h固溶工艺下板材的强度高于475℃×0.5h的,但是伸长率低于475℃×0.5h的,这是典型未溶第二相起到的强化作用,综合对比分析认为板材的最优固溶工艺为475℃×0.5h。

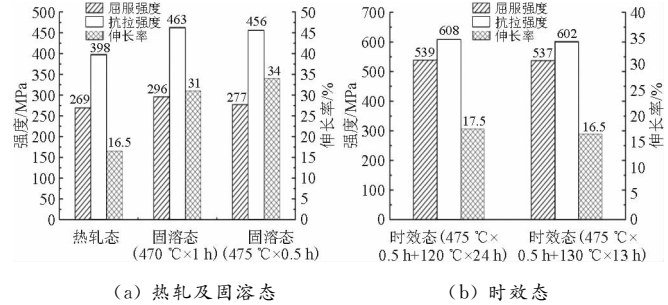


图6 不同状态再生7050合金板材的力学性能

Fig.6 Mechanical properties of recycled 7050 aluminum alloy plates at different states

再生7050铝合金板材经过475℃×0.5h固溶处理和时效处理后横截面显微组织见图5d和图5e。可以看出,时效态与固溶态的显微组织相近,均为再结晶组织,组织中存在未溶第二相。时效态合金中的析出相形貌主要为颗粒状,且呈现均匀弥散分布<sup>[20]</sup>;120℃×24h时效工艺下析出相的数量、密度略高于130℃×13h,均匀性更好。

再生7050铝合金板材经过475℃×0.5h固溶处理及时效处理后横向拉伸性能见图6b。可以看出,两种时效工艺下的力学性能相近,抗拉强度均大于600 MPa、屈服强度大于530 MPa、伸长率大于16%。120℃×24h时效工艺下的力学性能略高于130℃×13h,因此板材的最优时效工艺为120℃×24h。从工业化

角度出发,两种时效工艺均可以生产,企业可根据实际情况与其他 7xxx 系合金进行合炉。

### 3 结 论

(1)再生 7050 铝合金铸锭顶部、底部主元素 Cu、Mg、Zn 偏析率均在 8% 以下,铸锭成分均匀性控制良好;顶、底部均无裂纹、夹杂等铸造缺陷,且晶粒度为一级,铸锭组织均匀性控制良好。

(2)再生 7050 铝合金铸锭铸态显微组织由近似等轴晶的铝基体及晶界共晶组织组成,力学性能最低;均匀化热处理后,共晶组织消失,晶界仅残留少量未溶第二相,力学性能有所提高。铸锭的最优均匀化工艺为  $470\text{ }^{\circ}\text{C}\times 20\text{ h}$ 。

(3)再生 7050 铝合金板材热轧态显微组织呈显著的纤维状组织特征;固溶处理后,合金发生再结晶,晶粒明显长大,力学性能相比热轧态有所提高,特别是伸长率提高了 1 倍。板材的最优固溶工艺为  $475\text{ }^{\circ}\text{C}\times 0.5\text{ h}$ 。

(4)再生 7050 铝合金板材经  $470\text{ }^{\circ}\text{C}\times 0.5\text{ h}$  固溶 +  $120\text{ }^{\circ}\text{C}\times 24\text{ h}$  时效处理后,晶内弥散析出颗粒状析出相,板材的力学性能最优,抗拉强度达到 608 MPa、屈服强度达到 539 MPa,伸长率达到 17.5%。

#### 参 考 文 献

- [1] 邓运来,张新明. 铝及铝合金材料进展[J]. 中国有色金属学报, 2019, 29(9): 2 115-2 145.
- [2] 罗海云,肖翔,刘成,等. 双级固溶工艺对 7050-T7451 超厚板显微组织的影响[J]. 特种铸造及有色合金, 2019, 39(8): 832-835.
- [3] 祝贞凤,梁朋光,孙有政,等. 回归时间对 7150 铝合金力学和晶间腐蚀性能的影响[J]. 特种铸造及有色合金, 2020, 40(10): 1 143-1 146.
- [4] MA C Q, HOU L G, ZHANG J S, et al. Effect of deformation routes on the microstructures and mechanical properties of the asymmetrical rolled 7050 aluminum alloy plates[J]. Materials Science & Engineering, 2018, A733: 307-315.
- [5] 方洲,刘晓波,陈鹏. 7050 铝合金铸锭的热处理[J]. 特种铸造及有色合金, 2017, 37(2): 205-208.
- [6] WANG G S, CHEN Q Q, TAO K, et al. Effect of homogenizing treatment on microstructure and property of Al-Zn-Mg-Cu-Zr aluminum alloy[J]. Materials Science Forum, 2017, 440: 587-592.
- [7] 侯隄刚,刘明荔,王新东,等. 高强 7050 铝合金超低温大变形加工与组织、性能调控[J]. 金属学报, 2017, 53(9): 1 075-1 090.
- [8] 李江,李付国,袁战伟. 基于 Malas 准则的 7050 铝合金 3D 热加工图研究[J]. 热加工工艺, 2017, 46(23): 26-29.
- [9] 孙刚,梁春霞,崔建忠,等. 回归再时效处理对 7050 铝合金微观组织与性能的影响[J]. 特种铸造及有色合金, 2017, 37(9): 929-932.
- [10] 吴懿萍,何臻毅,周志纲,等. 非等温回归再时效对 7050 铝合金组织与力学性能的影响[J]. 材料导报, 2019, 33(S2): 394-397.
- [11] 康雷,赵刚,田妮. 7050 合金固溶后在  $180\sim 250\text{ }^{\circ}\text{C}$  等温淬火时的

- 析出行为[J]. 稀有金属材料与工程, 2019, 48(2): 482-490.
- [12] 邓运来,李春明,张劲,等. 时效工艺对 Al-Zn-Mg-Cu 合金组织和力学性能的影响[J]. 中国有色金属学报, 2018, 28(9): 1 711-1 719.
- [13] REN J P, SONG R G. Strengthening mechanism of two-stage double-peak aging in 7050 aluminum alloy[J]. Rare Metal Materials and Engineering, 2020, 49(4): 1 159-1 165.
- [14] SHEN H L, LIU B, EKBERQ C, et al. Harmless disposal and resource utilization for secondary aluminum dross: A review[J]. Science of the Total Environment, 2020, 760: 143 968.
- [15] ZHU X Y, JIN Q, YE Z. Life cycle environmental and economic assessment of alumina recovery from secondary aluminum dross in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 277: 123 291-123 300.
- [16] 陈立,陈胜迁,陈涛,等. Fe 含量对热挤压再生铝合金组织和性能的影响[J]. 特种铸造及有色合金, 2020, 40(3): 239-243.
- [17] VAHID A, RANA S, GUPTA S, et al. New bayesian-optimization-based design of high-strength 7xxx-series alloys from recycled aluminum[J]. JOM, 2018, 70(11): 2 704-2 709.
- [18] 祝贞凤,高千林,姬春林,等. Ce 和 Zr 对 7150 合金铸态及均匀化组织的影响[J]. 特种铸造及有色合金, 2018, 38(4): 449-453.
- [19] 李亚,邓运来,张劲,等. 7050 铝合金第二相溶解行为[J]. 材料工程, 2020, 48(4): 116-122.
- [20] 徐戊娇,唐农杰,江长友,等. 双级固溶双级时效处理对 7050 铝合金组织与性能的影响[J]. 热加工工艺, 2018, 47(8): 226-229.

(编辑:栗万仲)

### 杜卡迪推出可折叠镁框架电动自行车

城市旅游一直是一个热门的话题,可持续发展趋势也在不断扩大。为了努力满足新的市场需求,意大利杜卡迪公司与 M.T.Distribution 签订许可协议。此次合作将涉及研发、分销包括折叠电动自行车和电动踏板车在内的不同车型。

通过这次合作,杜卡迪推出了 MG-20 车型,它是一种带有镁框架的可折叠电动自行车,该车将由 M.T.Distribution 许可生产。

MG-20 是为城市而设计的,由于其框架、车叉和轮毂完全由镁制成,因此,它在道路上更加灵活轻便。轻质镁材料提供了最好的性能,还不影响抗冲击性。压铸技术的使用,确保了流体和空气动力学的线条与形状,凭借独特的设计,反映了杜卡迪产品的运动特性。

可折叠性是通过小型车轮(直径 20 英寸,宽 2 155 英寸)实现的,该车轮采用镁轮毂,同时,借助了电动自行车和踏板的易折叠结构。这意味着 MG-20 占据的空间最少,体现了高灵活性,可以让用户将公共和私人交通工具结合起来使用。

(摘自中国有色网)