

退火工艺对铝合金板带材力学性能的影响

张飞飞

邹平宏发铝业科技有限公司, 山东 邹平 256200

[摘要] 建筑装饰带材需要经过铸造、轧制、退火、矫直、涂层等工序达到客户最终使用要求, 退火是保证力学性能最关键的一个环节。退火过程中又因退火工艺、装炉制度、加热速度、保温温度、保温时间以及不同炉子的不同都对最后性能产生差异。严格控制各过程偏差, 需要从工艺、操作和制度上执行到位, 才能保证产品性能的均一。根据文章生产实践和统计数据来分析不同影响因素在一定范围变化对产品性能的影响趋势, 希望对大家有一些参考价值。

[关键词] 退火; 装炉制度; 温度均匀性; 拉伸性能

DOI: 10.33142/aem.v1i5.1150

中图分类号: TG335.12

文献标识码: A

Effect of Annealing Process on Mechanical Properties of Aluminum Alloy Sheet and Strip

ZHANG Feifei

Zouping Hongfa Aluminum Technology Co., Ltd., Zouping, Shandong, 256200, China

Abstract: Building decoration strip needs to go through casting, rolling, annealing, straightening, coating and other processes to meet customer's final use requirements and annealing is the most critical link to ensure mechanical properties. In process of annealing, final performance is different because of annealing process, charging system, heating speed, holding temperature, holding time and different furnaces. Control deviation of each process strictly, and implement the process, operation and system in place to ensure uniformity of product performance. According to production practice and statistical data, this paper analyzes influence trend of different influencing factors on product performance in a certain range, which hoping to have some reference value for people.

Keywords: annealing; charging system; temperature uniformity; tensile property

铝板带力学性能除化学成分, 总加工率、卷取温度以外, 在退火过程实际操作过程中也有很多因素对成品性能有不同程度的影响。建筑装饰带材一般经过中间退火或成品退火来获得不同的状态, 以满足不同制品用途的性能要求。中间退火一般温度高、时间短、成品性能波动范围小, 但在后续生产过程中易产生退火油斑, 粘伤等缺陷; 成品退火控制精度要求高、节约、时间长、成品规格后可获得不同状态, 力学性能稳定。下表通过比较一下 3003 经中间完全退火后经 55%加工率达到的性能和成品退火达到 3/4 硬状态的力学性能:

表 1 3003 中间完全退火和成品退火达到 3/4 硬状态的力学性能比较

工艺	合金-状态	成品厚度/mm	抗拉强度 Rm/MPa	规定非比例延伸强度 R _{p0.2} /MPa	
				规定非比例延伸强度 R _{p0.2} /MPa	断后伸长率 ^a /%
中间退火	3003-H16	0.673	180	170	5
成品退火	3003-H26	0.673	176	171	6

通过表 1 比较可以看出成品退火屈服比中间退火大, 且断后伸长率一般比中间退火再轧制后要大, 并提高了材料使用安全性能。中间退火一般采用完全退火(完全再结晶)后再经过一定加工率来达到所需要状态, 对生产操作要求控制要求不太高, 下面主要通过成品退火过程对材料影响因素的进行分析, 从装炉制度、加热速度、保温温度、保温时间以及炉气均匀性几个方面浅析。

退火一般分三个过程: 升温、降温、保温、降温, 或者中间再加一降温、保温段, 通过控制炉气温度、风机转速、每段时间长短等不同组合获得不同性能(如图 2)。在实际生产中控制方式有常温料温和差温料温两种, 对于金属对温度敏感的采用差温料温方式退火。从图 2 中可以看出退火炉中分成三个区, 每个区都有热电偶且温度相差很小, 并采用差温料温退火, 高低温点分别表示靠近料卷料尾和料头的金属实际温度, 这样可以更近精确的控制炉气温度。

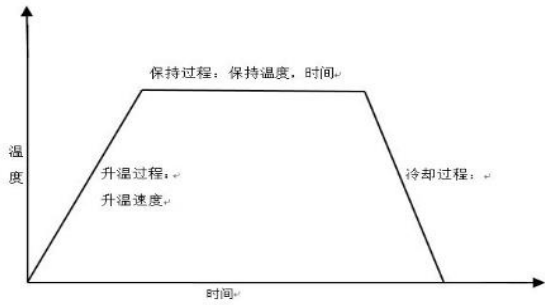


图 1 退火工艺过程图

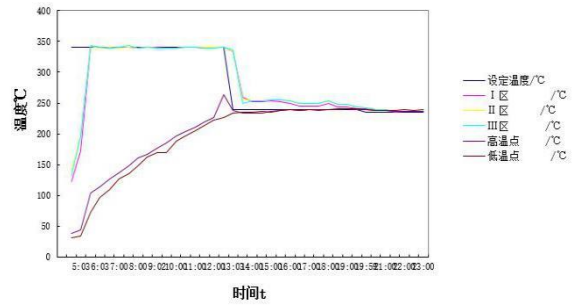


图 2 实际退火温度曲线图

1 装炉制度

- 1.1 同一炉料卷必须保证合金牌号、最终状态一致才能保证使用同一退火工艺退出料卷性能相差较小。
- 1.2 宽度和卷径相差较少，需要插热电偶的退火工艺将热电偶插到一炉中宽度和卷径中间的料卷上。打孔位置深度一样，并将热电偶插到位固定结实。

表 2 一炉中不同宽度退火后力学性能比较

合金	宽度	抗拉强度 R_m /MPa	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后伸长率 a /%
3105	1260	162	130	13
3105	1300	171	151	12

- 1.3 加工率相差不大的料卷放在一炉。
- 1.4 退火炉中所有卷位都放满，单个或两个退火性能差别较大。

表 3 不同装炉量退火后力学性能比较

合金	料卷数量	抗拉强度 R_m /MPa	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后伸长率 a /%
3105	1	139	83	21
3105	2	152	114	17
3105	3	167	144	13

2 退火工艺

2.1 炉气温度

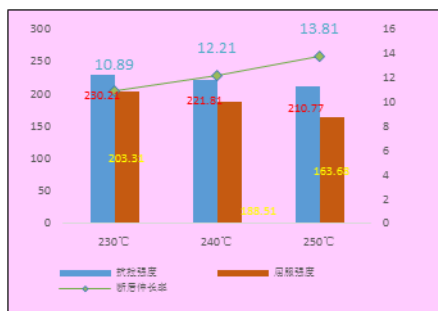


图 3 3004 合金 4h 在不同温度下的力学性能

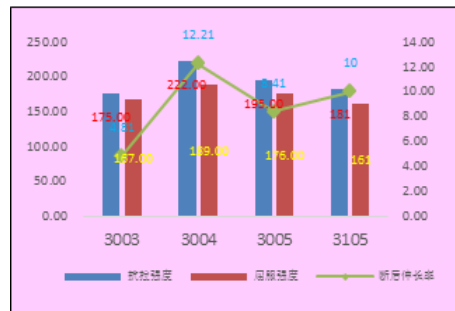


图 4 不同合金合金 240°C/4h 下的力学性能

升温段预设炉气温度的高低决定了加热速度，加热速度对表面除油、退火总时间以及材料性能都有影响。炉气温度的设定又跟合金、料卷规格（卷径、宽度）、3、5 系比 1、8 系对温度更敏感，薄料比厚料对温度更敏感。

2.2 循环风机和吹洗风机速度

循环风机和吹洗风机转速主要是使炉内温度均匀循环，保证各个位置的温度一致。在卷加热阶段，适当提高循环风机速度可以获得细小的晶粒和缩短加热时间，但因为不同操作手可能设置有一定的不同，造成材料受热均匀性不一

样。根据不同合金和规格调整循环风机和吹洗风机速度到合适的转速。

2.3 保温温度

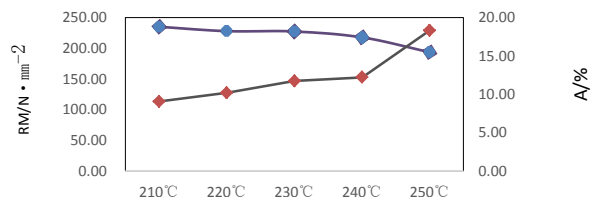


图 5 3004 经过 8h 在不同温度烘烤后的力学性能

保温温度涉及到改定温度和保温时间，特别是采用差温料温退火的工艺，当高温点达到保温温度开始将炉气温度改定到保温的温度，炉气温度随着料卷温度升高而降低，最终和保温温度一致。保温温度是金属应力释放到某种程度所需要的温度，是材料性能保证的最主要的因素，保温温度选择保证金属可以在一定范围内性能波动，并排除人员操作不同产生不合格品。

2.4 保温时间

当保温温度确定后，保温时间在一定范围内对性能影响较小，在达到自己所需要的性能可以缩短时间提高生产效率。保温时间根据料卷宽度、卷径而不同，同一炉中的宽度和卷径又要相差不大，否则，卷径较小较窄的可能偏软。

3 炉气均匀性

影响炉气均匀性影响因素很多，包括一炉装卷数量、料卷大小、加热器功率、装炉方式、风道、热电偶的准确性、循环风机，一些我们装炉可以注意，或者日常巡检可以读数的仪表等，但还有一些我们不易观察到的，就需要我们定期每半年或一年进行一次炉气均匀性的检测，由结果来反推问题出现的地方。通过图 6，在退火炉内不同水平和垂直位置设置热电偶，通过不同的温度及时间来测量各个位置。

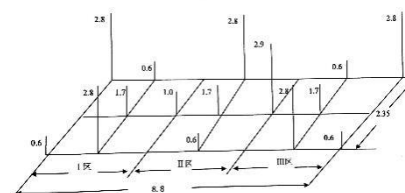


图 6 炉气均匀性温度测量点示意

4 结论

保证退火后材料性能的均一，单独排除一个因素很困难，但在一定范围内波动，最后的性能差别较小。退火前严格控制的化学成分、均热及终轧温度、总加工率之外，退火环节需要注意的几点：

- (1) 装炉料卷规格及卷径、卷重的差值很小。
- (2) 热电偶的准确性，及一炉中热电偶所插的位置、深度及固定。
- (3) 合适的退火工艺。
- (4) 循环风机、吹洗风机的设置。
- (5) 退火炉加热器以及其他固件的巡检及维护。
- (6) 定期对退火炉炉气均匀性的进行测定。
- (7) 加强人员操作水平和责任心。

[参考文献]

[1] 霍庆利,何树民等. 3003-0 深冲带材退火制度的研究[J]. 轻合金加工技术, 2007, 1(1): 22-23.
[2] 刘守法,蔡云,吴松林. 轧制总压缩率及退火工艺对 5083 铝合金低温超塑性的影响[J]. 金属热处理, 2014, 1(05): 82-84.
[3] 方坤礼,甘连香. 3104 铝合金 H2n 状态的工艺研究[J]. 热加工工艺, 2013, 1(6): 164-168.
[4] 徐海英. 3004 合金工程屋面板用铝带生产工艺研究[J]. 有色金属加工, 2014, 1(8): 4.
[5] 伊春芝,刘淑晶,徐奔,段立岩. 3004 铝合金 H32 状态带材工艺研究[J]. 轻合金加工技术, 2004, 1(1): 12.

作者简介: 张飞飞, 男, (1988-), 重庆科技学院, 材料工程技术, 邹平宏发铝业科技有限公司, 产品工程师, 助理工程师。