

文章编号:1001-5108(2020)04-0024-04

7075 航空铝合金 TIG 焊后热处理 对其接头力学性能的影响

陈今良

(攀枝花学院钒钛学院,四川 攀枝花 617000)

摘 要:以航空用 7075 铝合金为焊接母材,采用航空专用铝合金 ER5056 焊丝对其进行 TIG 焊接,将焊后接头进行固溶处理+时效处理,研究焊接电流为 130 A 条件下的接头在不同固溶温度与固溶时间、不同时效温度与时效时间下进行热处理,通过对接头的硬度、拉伸力学性能、断口形貌及能谱进行表征发现,当固溶温度与时间为 $470\text{ }^{\circ}\text{C}\times 2\text{ h}$ 、时效温度与时间为 $120\text{ }^{\circ}\text{C}\times 24\text{ h}$ 条件下得到的接头具有较好的综合力学性能。

关键词:7075 铝合金;固溶;时效;力学性能

中图分类号:TG136.3

文献标识码:B

Effect of post-weld heat treatment on mechanical properties of TIG joints of 7075 aviation aluminum alloy

CHEN Jinliang

(Vanadium and Titanium College ,Panzhihua University,Panzhihua 617000 ,Sichuan, China)

Abstract:In aviation in 7075 aluminum alloy for welding mother material, adopting special aluminum alloy ER5056 wire TIG welding, the welding joint after solid solution treatment and aging treatment, the research under the condition of the welding current is 130 a joint in different solid solution temperature and solution time, aging temperature and aging time under heat treatment, through the joint of the hardness, tensile mechanical properties, fracture morphology and characterizing the energy spectrum, and found that when the solid solution temperature and time for the $470\text{ }^{\circ}\text{C}\times 2\text{ h}$, aging temperature and time of $120\text{ }^{\circ}\text{C}\times 24\text{ h}$ got under the condition of joint has the comprehensive mechanical properties.

Key words:7075 aluminium alloy; solution treatment; aging treatment; mechanical property

7075 铝合金具有强度高、韧性好等特点,是应用前景较佳的轻质高强航空材料,其最常用的焊接方法为 TIG 焊接^[1-3](非熔化极惰性气体保护焊),尽管焊缝的力学性能较高,但依然存在气孔、组织粗化等问题而影响力学性能,针对此类问题,常用解决办法是对铝合金进行合适的固溶处理与时效处理相结合的方法^[4-6]。本研究是在前期实验中得到最佳焊接电流为 130 A 条件下,对焊接接头进行固溶与时效处理,通过对比不同的固溶温度、固溶时间、时效温度、时效时间而开展,最终得出最佳的热处理参

数,可为 7075 航空用铝合金 TIG 焊接后热处理提供理论指导。

1 实验材料及参数设置

本次实验采用的 7075 铝合金,尺寸为 $10.0\text{ cm}\times 4.0\text{ cm}\times 0.5\text{ cm}$ 、ER5056 直径为 2 mm 焊丝,均采购于四川攀枝花宏旺金属材料科技有限公司,二者的主要化学成分分别如表 1、表 2 所示。TIG 焊接电流为 130 A,焊接速度为 2 mm/s,采用氩气气体流量 7 L/min ^[7-8],将焊接好的试样分成九组,其

固溶与时效参数如表 3 所示。

表 1 7075 铝合金化学成分质量分数(%)

Si	Ti	Zn	Cr	Mg
0.4	0.2	5.1—6.1	0.18—0.28	2.1—2.9
Mn	Cu	Fe	其他	Al
0.3	1.2—2.0	0.5	0.15	87.17—89.87

表 2 ER5056 焊丝化学成分质量分数(%)

Si	Zn	Cr	Mg	Mn
0.3	0.1	0.05—0.20	4.5—5.6	0.05—0.2
Cu	Fe	其他	Al	
0.1	0.4	0.15	92.95—94.35	

表 3 实验固溶+时效参数设定

固溶温度(℃) /试样编号	固溶时间(h)	时效温度(℃)	时效时间(h)
460(1)	2	120	18
470(1)	2	120	18
480(1)	2	120	18
460(2)	2	120	24
470(2)	2	120	24
480(2)	2	120	24
460(3)	2	120	30
470(3)	2	120	30
480(3)	2	120	30

2 实验结果分析

2.1 硬度分析

采用 HVS-50 数字维氏硬度计对接头进行硬度测试,在所测硬度区域取五个点,算平均值,载荷为 98 N,保载时间为 15 s,测量区域为母材、热影响区和焊缝这三个区域。图 1、图 2、图 3 分别在时效温度均为 120℃时,固溶温度为 460℃、470℃、480℃条件下采用不同时效时间(18 h、24 h、30 h)处理得到的硬度分布,图 4 是不同固溶温度下不同的时效时间条件下的硬度分布。从图 1—图 3 中分别看出,未热处理试样的硬度均比热处理条件下的硬度低,且母材的硬度都为最大值,焊缝区居于中间,而热影响区的硬度最低;在 470℃的时候母材的硬度和焊缝硬度比较接近,且硬度都最大,随着时效保温时间(18 h、24 h、30 h)的增加,每个区域的硬度都呈现先增加后减少的趋势,当保温时间为 24 h 时硬度最大。从图 4 可以看出,针对不同的固溶温度与时效时间,可以发现,当固溶温度与时间为 470℃×2 h、时效温度与时间为 120℃×24 h 时,7075 铝合金的硬度值最佳。

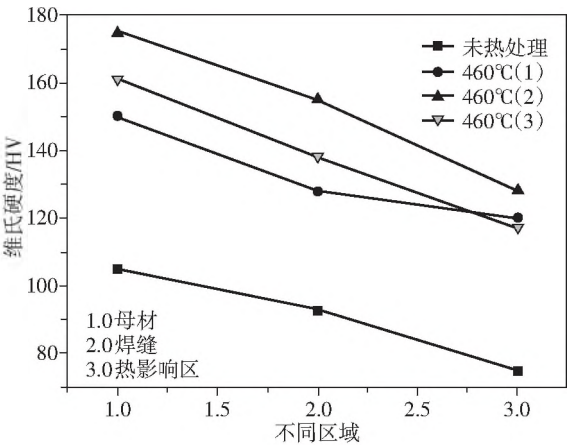


图 1 460℃/120℃下硬度分布

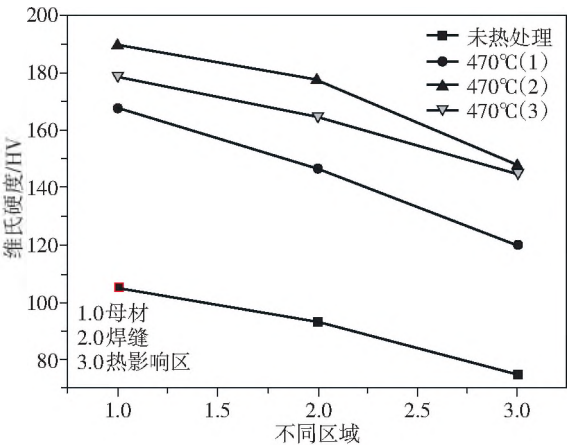


图 2 470℃/120℃下硬度分布

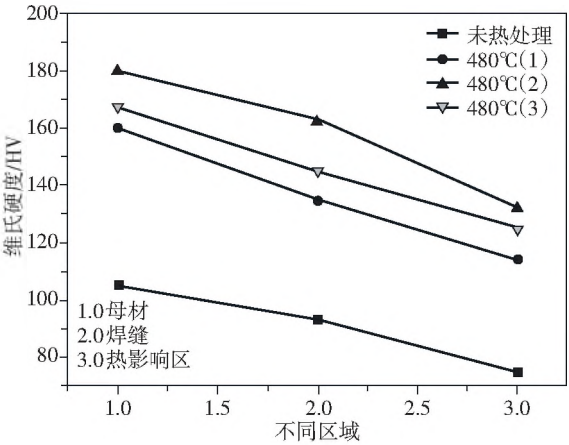


图 3 480℃/120℃下硬度分布

2.2 拉伸力学性能

采用 INSTRON5582 型万能材料试验机对接头进行拉伸试验,拉伸速率为 0.02 mm/s,得到拉伸试验结果如图 5、图 6、图 7 所示,所示图中 130 A 表示焊接后未作热处理试样。从图 5 中可以看出,试样

经过热处理后的抗拉强度明显大于未热处理的抗拉强度,未热处理的抗拉强度的最大值为 279.72 MPa;而经过 460 °C 固溶处理后最高抗拉强度达到 323.63 MPa,高出 43.91 MPa,但随着保温时间的延长,其抗拉强度呈现先增大后减小的趋势;因为从图 6 中看出 470 °C 的固溶处理后最高的抗拉应力为 361.39 MPa,从图 7 中可以看出,在 480 °C 时,其抗拉强度为 326.41 MPa。由三个图可以发现,当固溶温度不变时,时效保温时间从 18 h 到 30 h 时,其抗拉强度先增大后减小;当时效时间不变时,固溶温度从 460 °C 到 480 °C 时,其抗拉强度先增大后减小。所以得出,当固溶温度不变时,随着时效时间的增加,抗拉强度是先增大后减小,在保温 24 h 时取得最佳值;当时效保温时间不变时,可以得出 460 ~ 480 °C 逐渐增大时,抗拉强度先增大后减小,在 470 °C 时得到最佳值。综合发现,在固溶温度与时间为 470 °C × 2 h、时效温度与时间为 120 °C × 24 h 时得到的接头拉伸力学性能最佳,且固溶与时效明显可以提高 7075 铝合金的抗拉强度。

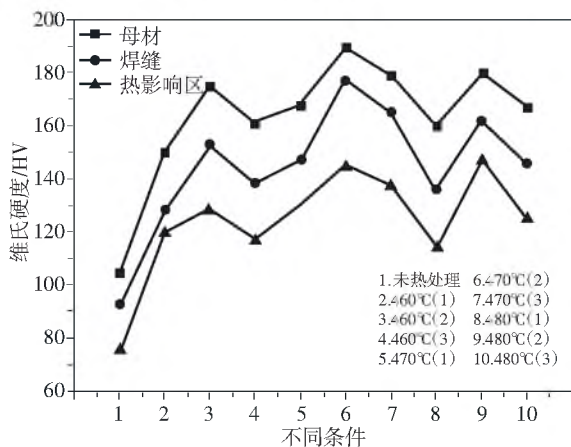


图 4 不同条件下硬度分布

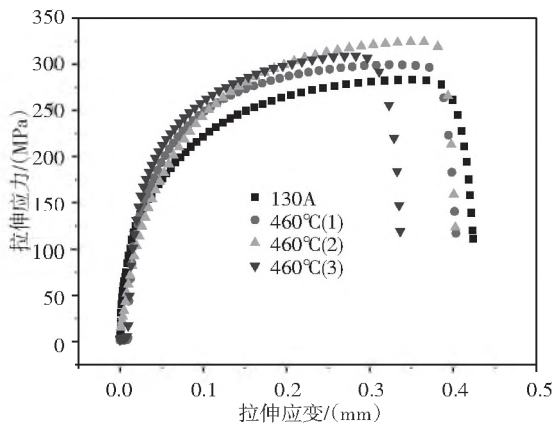


图 5 460°C/120°C下应力应变曲线

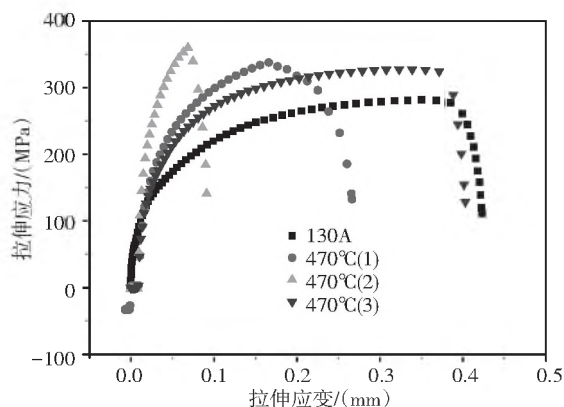


图 6 470°C/120°C下应力应变曲线

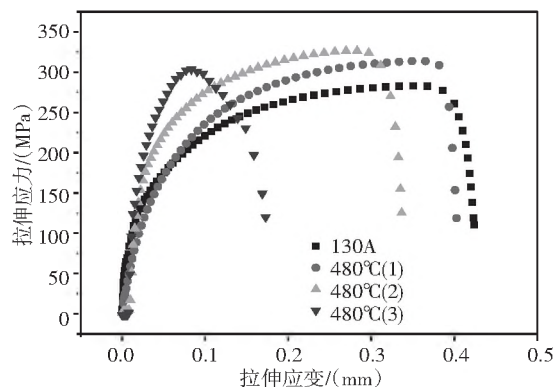


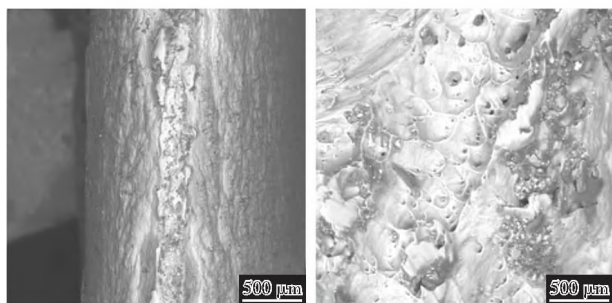
图 7 480°C/120°C下应力应变曲线

2.3 断口形貌分析

采用 INDUSTRIECHNIK 型扫描电镜 (SEM) 观察拉伸断口形貌,选取了 3 个试样断口形貌,在其参数条件下硬度和抗拉强度都是相对最佳。图 8、图 9、图 10 的断口形貌分别对应于未热处理的试样、470 °C × 2 h 固溶 + 120 °C × 24 h 时效、480 °C × 2 h 固溶 + 120 °C × 24 h 时效。

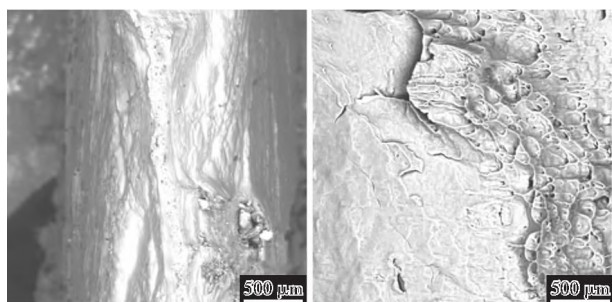
对比图 8—图 10 中的 a 图,可以清楚的看到断口有明显的被拉长现象,断口两侧出现了明显颈缩区,说明 7075 铝合金在拉伸过程中,在断口处发生了塑性变形。对比图 8—图 10 中的 b 图,可以看出,SEM 视野中均出现了不同大小和数量的韧窝,故断裂性质都是韧性断裂,还可以看出断口表面有纤维状组织,这是在抗拉伸形变的时候,材料中的裂纹不停地扩展和连接造成的。从上面的四个图中可以对比发现,未热处理的韧窝数量少且尺寸小,热处理过后韧窝数量多而且尺寸明显增大,且韧窝的深度增加。这表明接头经过固溶与时效处理之后塑性变好,而未经热处理的 7075 铝合金塑性较差,而对于

不同的固溶与时效参数条件下,参数为 $480\text{ }^{\circ}\text{C}\times 2\text{ h}+120\text{ }^{\circ}\text{C}\times 24\text{ h}$ 的条件下,断口韧窝尺寸大且深度深,反应了此条件下的热处理对 7075 铝合金塑形有明显的改善或提高。



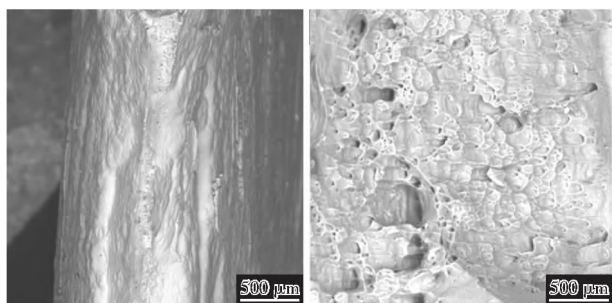
(a)断口 100× (b)断口 800×

图 8 未热处理试样 SEM 图



(a)断口 100× (b)断口 800×

图 9 $470\text{ }^{\circ}\text{C}\times 2\text{ h}+120\text{ }^{\circ}\text{C}\times 24\text{ h}$ 试样 SEM 图



(a)断口 100× (b)断口 800×

图 10 $480\text{ }^{\circ}\text{C}\times 2\text{ h}+120\text{ }^{\circ}\text{C}\times 24\text{ h}$ 试样 SEM 图

3 结论

1)对 7075 航空铝合金在 TIG 条件下焊接接头进行固溶与时效处理,当固溶温度与时间为 $470\text{ }^{\circ}\text{C}\times 2\text{ h}$ 、时效温度与时间为 $120\text{ }^{\circ}\text{C}\times 24\text{ h}$ 时,7075 铝合金的硬度值最佳,且此时的抗拉强度值也达到最佳。

2)焊接接头经过固溶与时效处理后,接头的塑性提高,当固溶温度为 $480\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时得到最佳值,与热处理前相比,断口韧窝数量增加且尺寸增大。

参考文献:

- [1] 陈芙蓉,李国伟. 7075 铝合金的研究现状[J]. 机械制造文摘(焊接版), 2019, 15(1): 1—7.
- [2] 王春华,张涛,尹红霞,等. 时效处理对 7075 铝合金组织与性能的影响[J]. 金属热处理, 2017, 42(9): 87—90.
- [3] 赵青. 热处理工艺对 7075 铝合金组织和力学性能的影响[D]. 郑州: 郑州大学, 2012.
- [4] Le P, Touzet M. Mechanical Behaviour of a Solid with Many Stress Corrosion Growing Cracks [J]. Journal of Materials Science, 2005, 40(7): 1731—1741.
- [5] Galih S, Cahya S, Ika K, et al. the Effect of Solution Treatment on Microstructure and Mechanical Properties of Ti-6Mo-6Nb-8Sn Alloy[J]. Materials Today: Proceedings, 2019, 13.
- [6] 杜碧华. 固溶处理温度对 7075 铝合金组织和性能的影响[J]. 热加工工艺, 2016, 45(16): 214—218.
- [7] 何春霞,秦国帅,吴素珍,等. 热处理工艺对 7075 铝合金性能的影响[J]. 热加工工艺, 2016, 45(12): 203—209.
- [8] 曾强,朱绍维,付正鸿. 焊后热处理对 7075 铝合金脉冲 MIG 补焊接头组织和力学性能的影响[J]. 金属热处理, 2018, 43(6): 126—131.

信息

河钢集团自主研发智能巡检机器人用于金属矿山领域填补国内空白

日前,河钢集团自主研发的智能巡检机器人完成 3 个月时间试运行,现场运转效果良好,完全替代人工完成了金属矿山领域特殊场所的巡检工作。此款机器人运用嵌入式系统结合云计算技术,替代了工控机模式,极大提高了机器人运行稳定性,填补了智能巡检系统在金属矿山领域应用的空白。

该机器人具备 5G 实时数据传输功能,可以在自主运行和手动运行两种运行模式间自由切换,还可以通过云端智能巡检管控平台和手机 APP 实现远程全自动巡检,并针对异常情况及时报警,有效减少巡检人员工作量,大大提高工作效率,降低危险因素,进一步提高企业运营效率,降低运营维护成本,可广泛应用于智能工厂产线、城市管廊等场合。

(来源:中国钢铁新闻网)