

6082铝合金脉冲MIG焊 电流参数对接头性能的影响

欧开宇¹, 李盛良²

1. 安徽理工大学机械工程学院, 安徽淮南 232001

2. 奇瑞新能源汽车股份有限公司, 安徽芜湖 241009

摘要: 采用不同电流强度MIG焊对6082铝合金焊接接头的影响, 为实际生产中进一步优化铝合金车体生产工艺、提高铝合金车体焊接质量提供基础数据。

关键词: 脉冲MIG焊; 6082-T6铝合金; 接头性能

铝合金具有良好的物理和化学性能, 其质量轻、耐蚀性好、比强度高及热稳定性好等优点, 广泛应用于汽车制造、航空航天、轨道交通及电子等行业^[1-3]。MIG焊包括连续电流焊接和脉冲电流焊接。在铝合金MIG焊时, 一般采用脉冲电流焊接, 因为铝合金材料热敏感性大, 对母材输入的热量有一定限制, 脉冲MIG焊能够减少热输入。有研究结果显示, 脉冲电流在铝合金MIG焊时, 比连续电流MIG焊接提高了焊接接头的强度、塑性以及疲劳寿命。目前, 国内外针对铝合金脉冲MIG焊的各种研究, 主要包括焊接组织性能、电弧特性、焊接过程控制以及熔滴过渡等方面^[4-7]。本文拟采用不同电流强度MIG焊对6082铝合金焊接接头的影响, 为实际生产中进一步优化铝合金车体生产工艺, 提高铝合金车体焊接质量提供基础数据。

试验方法及过程

试验采用基体材料为Al-Mg-Si系的6082铝合金, 板厚3mm。其力学性能为: 抗拉强度 $R_m=310\text{MPa}$, 伸长率 $A=20.8\%$; 焊接填充材料为5356铝合金焊丝, 直径1.2mm, 保护气体为纯度99.99%的氩气。6082铝合金和5356焊丝的化学成分见表1。

表1 6082铝合金母材和5356焊丝化学成分
(质量分数: %)

合金	Si	Mn	Mg	Cu	Zn	Ti	Fe	Al
6082	0.97	0.67	1.02	0.07	0.06	0.01	0.37	余量
5356	0.05	0.82	4.87	0.01	0.01	0.08	0.21	余量

试验采用松下公司的工业机器人焊机, 焊接过程采用平焊的焊接姿势, 接头形式为对接且背面无衬

资助项目: 面向轻量化全铝框架高精度车身智能制造的低热高可靠性焊接关键技术 (2019b05050006)

安徽理工大学环境友好材料与职业健康研究院研发专项基金资助项目 (ALW2021YF06)

板，焊接前先用不锈钢丝球清除坡口氧化膜。焊接工艺参数见表2。

表2 6082（3mm）MIG焊焊接工艺规范

试验编号	焊接电流I/A	焊接速度 V _I /cm·min ⁻¹	氩气流量L/min
1	170	60	22
2	180	60	22
3	190	60	22

焊后分别用X-Ray检测仪、金相显微镜、万能试验机进行检测，在进行拉伸测试前，对板材进行切割。为了避免试件的尺寸和形状对试验结果的影响，使各种材料机械性质的数值能互相比对，对试件的尺寸形状作了统一规定，如图1所示。再从剩余试板上截取30mm×20mm×3mm小块用于金相观察，如图2所示。

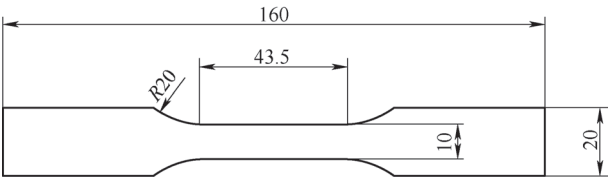


图1 试件尺寸

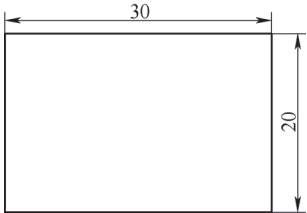


图2 金相观察试件尺寸

实验结果及分析

1.焊缝宏观形貌观察

按照不同强度的电流对6082铝合金进行焊接，采用机械手自动化焊接，得到了相应的焊缝，焊接形貌见表3，试样表面均无夹渣、未熔合、未焊透等缺陷，鱼鳞纹规则，焊缝美观。

2.焊缝与接头检测分析

对成形焊缝进行X射线无损探伤检测，检测结果见表4。观察焊缝中气孔生成情况，并测量气孔直径。三组试验中可见焊缝内无密集气孔且气孔个数明显低于20个；试验1的气孔最大，最大气孔直径为1.855mm，

表3 几种焊接正面形貌

试验编号	焊接正面形貌
1	
2	
3	

表4 X射线成像图

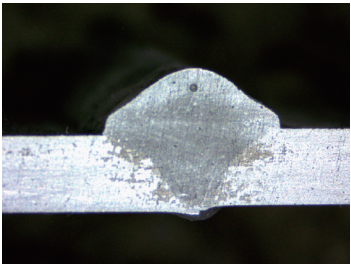
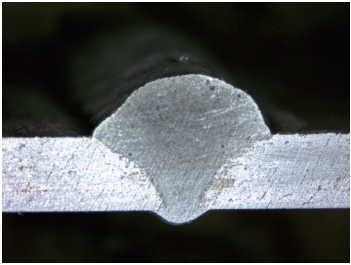
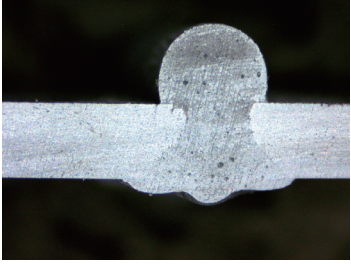
试验编号	气孔检测形貌
1	
2	
3	

试验2的气孔最小。

X射线无损探伤检测完成后，取焊缝中心接头处用金相切割机切下30mm×20mm×3mm小块，放在金相

研磨机上打磨抛光，用10%的氢氧化钠溶液腐蚀打磨抛光后的表面50s，用酒精清洗腐蚀后的表面并吹干，用宏观显微镜观察接头形貌，观察结果见表5，可见接头全熔透，焊缝及焊缝附近区域无热裂纹。采用试验1参数焊接时，焊缝正面余高过高，背面成形不连续；采用试验2参数焊接时，焊缝正面熔宽、余高合理，鱼鳞纹整齐美观，背面焊缝连续且适当；采用试验3参数焊接时，焊缝正面余高较低，背透较多。

表5 试样接头区形貌

试验编号	接头区形貌
1	
2	
3	

3.拉伸试验结果及分析

6082铝合金焊接接头拉伸试验见表6。可见焊态下板厚为3mm的6082铝合金焊接接头强度约为母材的67%，伸长率约为板材的53%。依据ISO 15614-2-2005标准，处于焊接后状态的焊接试样的抗拉强度：

$$R_m(w) = R_m(pm) \cdot T \tag{1}$$

其中， $R_m(w)$ 为处于焊接后状态的焊接试样的抗

拉强度； $R_m(pm)$ 为有关标准中所要求的母体材料抗拉强度的最低规定值； T 为接头效率系数。对于6082-T6材料， $T=0.6$ 。依据焊接手册可知：

$$R_m(pm) = 300MPa$$

代入式（1），则 $R_m(w) = 180MPa$ 。由表6知最小抗拉强度为 $202MPa > 180MPa$ ，均满足试验标准的要求。三组试验断裂位置位于热影响区。

表6 焊接接头拉伸试验结果

试验编号	抗拉强度 R_m/MPa	断后伸长率 (%)	断裂位置
1	202	11	HAZ
2	209	11.5	HAZ
3	211	10.5	HAZ

4.硬度测试结果及分析

6082铝合金的硬度测试结果如图3所示，焊接头不同位置硬度数值有变化，热影响区硬度最低。6082为可热处理强化铝合金，热影响区存在软化区，图3中出现了明显的软化区，而且拉伸试验中断裂部位都是在热影响区，说明对于6082铝合金，软化区是焊接接头最薄弱的部位。

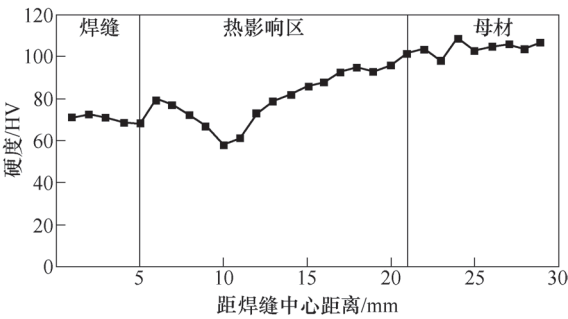


图3 6082焊接接头硬度分布曲线

结语

从三组试样焊接后的图片可以发现，采用试验1参数焊接时，焊缝正面余高过高，背面成形不连续；采用试验2参数焊接时，焊缝正面熔宽、余高合理，鱼鳞纹整齐美观，背面焊缝连续且适当；采用试验3参数焊接时，焊缝正面余高较低，背面焊缝溢出较多。

经X-Ray检测和光学显微镜检测, 6082-T6铝合金焊缝无未熔合和裂缝缺陷, 三组试验中可见焊缝内无密集气泡且气孔个数明显低于20个; 试验1气孔最大, 最大气孔直径为1.855mm, 试验2气孔最小0.957mm。

经万能试验机拉伸测验得三组6082-T6铝合金试样焊接接头力学性能较好, 抗拉强度均满足试样要求。

经硬度仪数据显示热影响区硬度最低, 且三组试样断裂部位均在热影响区, 说明软化区是焊接接头最薄弱部位。

参考文献:

[1] 邓望红, 陈顺, 廖宁宁, 等. 6082-T6铝合金中厚板MIG焊与激光-MIG复合焊工艺和数值模拟对比研究[J]. 金属加工 (热加工), 2021 (6) : 51-56.

[2] 曲凌云, 吴振华, 刘娟娟. 不同MIG焊方法对6082铝合金焊接接头力学性能的影响[J]. 焊接技术, 2018, 47 (3) : 28-30, 5.

[3] 王鑫, 刘春鹏, 李廷取, 等. 6082铝合金MIG焊焊接接头组织及腐蚀性能研究[J]. 热加工工艺, 2016, 45 (21) : 236-238.

[4] 桂兵, 张栋梁. 中厚板2024铝合金MIG焊工艺研究[J]. 焊接技术, 2018, 47 (8) : 40-42.

[5] 孔华, 戴丽芳, 张春晓. 轨道车辆铝合金MIG焊接接头应力及变形研究[J]. 内燃机与配件, 2020 (21) : 91-92.

[6] 任晓光. 6082铝合金MIG焊接工艺研究[J]. 山东工业技术, 2016 (12) : 49.

[7] 王家恒, 李丽, 赵维. 时效处理对6082铝合金MIG焊接接头组织和性能的影响[J]. 金属加工 (冷加工), 2016 (S1) : 733-735. **AUTO1950**



汽车工艺师 2022年 第5期 广告目录

单位名称	查询编号	位置
汽车工艺师		封面
肯纳亚洲 (中国) 企业管理有限公司	1040	封二
北京绅名科技有限公司	7001	封三
瓦尔特 (无锡) 有限公司	1064	封底
埃马克 (中国) 机械有限公司	5088	1
最美劳动者	0001	2
金粉商城	8000	3
《汽车工艺师》杂志订阅	0001	4