

镁合金点焊工艺及焊缝组织分析

范伟光, 马天凤, 程艳艳

(长春工业大学 材料科学与工程学院, 吉林 长春 130012)

摘要: 针对 2 mm 厚镁合金 AZ31B, 在工频 DN-100 型单相交流电阻点焊机进行了系列点焊实验。通过选择焊接电流、电极压力和焊接时间, 确定了合理的工艺参数; 经力学性能试验和接头组织分析表明, 在电极压力 1 280 N, 焊接时间 52 周波, 预压时间 20 周波的实验条件下, 可以获得性能良好的镁合金 AZ31B 焊接接头。

关键词: 镁合金; 点焊; 工艺参数; 接头组织

中图分类号: TG457.14

文献标识码: B

文章编号: 1001-2303(2007)07-0031-03

Analysis on the spot welding parameter and welding structure of magnesium alloy

FAN Wei-guang, MA Tian-feng, CHENG Yan-yan

(Material Science and Engineering College, Changchun University of Technology, Changchun 130012, China)

Abstract: In allusion to Magnesium alloy AZ31B of 2 mm thick, spot welding experiment was carried at AC single-phase resistance spot welding machine DN-100 type, and confirmed reasonable technical parameter by selecting welding current, pole pressure and welding time. The mechanical property experiment and the analyzing of joint structure indicated that the best property of alloy Magnesium AZ31B's jointing can be obtained under the condition of this experiment.

Key words: magnesium alloy; spot welding; technical parameter; structure of joint

0 前言

镁合金被誉为目前最理想最轻的金属类结构材料, 因而成为汽车减轻自重, 提高节能性和环保性的首选材料。此外, 镁合金还具有比强度和比刚度高、导热导电性能好、阻尼减震性和电磁屏蔽性强、易于加工成型、废料易回收等特点。而其连接问题则是镁基材料应用的关键技术之一, 点焊是汽车工

业中应用最广的一种焊接方法, 在此, 研究镁合金交流电阻点焊工艺对焊缝组织及接头性能的影响, 为该材料应用于生产实际奠定基础。

1 试验材料及方法

选用厚度为 2 mm 的镁合金 AZ31B 为实验材料, 其化学成分及主要力学性能指标见表 1。

表 1 AZ31B 的化学成分和力学性能

化学成分				力学性能		
$\omega(\text{Al})/\%$	$\omega(\text{Zn})/\%$	$\omega(\text{Mn})/\%$	$\omega(\text{Mg})/\%$	抗拉强度 R_m/MPa	屈服强度 $R_{0.2}/\text{MPa}$	延伸率 $\delta/\%$
2.5~3.5	0.7~1.3	>0.2	余量	225	151.6	21

根据拉剪试验对镁板的尺寸要求, 设计接头形式如图 1 所示。

图 1a 的接头用于工艺参数的确定以及撕裂试验, 图 1b 则是根据拉剪试验对镁板的尺寸要求设计的。其中宽度 $B=20\text{ mm}$, 试板长度 $L=50\text{ mm}$, 搭接

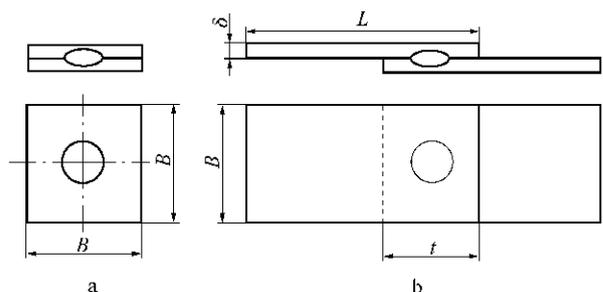


图 1 镁合金点焊接头形式

收稿日期: 2006-07-05

作者简介: 范伟光(1963—), 男, 四川成都人, 副教授, 博士, 主要从事有色金属的焊接研究工作。

长度 $t=B$ 。

为了得到高质量的焊点,避免在焊接过程中产生各种缺陷,在焊前用钢丝刷和风钻对镁合金薄板表面进行了焊前清理。选用上电极直径 7 mm,下电极直径为 11 mm 的锥形平电极。由于镁合金电阻率低、导热系数较大,金属需在非常短的时间内形成接头,所以宜采用低电压、大电流的硬规范焊接。

2 实验结果与分析

试验在 DN-100 型工频单相交流点焊机上进行,焊后对试件进行拉剪试验和撕裂试验,通过光学显微镜对点焊接头的显微组织进行分析。

2.1 工艺参数对接头性能的影响

2.1.1 焊接电流

在电极压力 1 280 N,焊接时间为 50 周波,预压时间为 20 周波的焊接条件下,焊接电流对接头力学性能的影响如图 2 所示。由图 2 可见,随着焊接电流的增加,接头剪切力先是由小增大,达到最高点后又逐渐减小。这是因为在焊接电流较小时,由于热量不足,焊点金属未能达到完全熔融,在两个试件间形成的熔核尺寸过小,因此得到的接头拉剪强度低。随着焊接电流的增加,熔核尺寸随着内部热源发热量的增加而稳定增大,焊点剪切力不断提高。达到最高点后,由于试件两板间的翘离和焊接飞溅的增大,限制了熔核的进一步长大,从而影响了熔核的质量,所以继续增大电流,导致接头强度降低。试验中焊接电流为 19 kA 时剪切力最高,达到 6.59 kN。

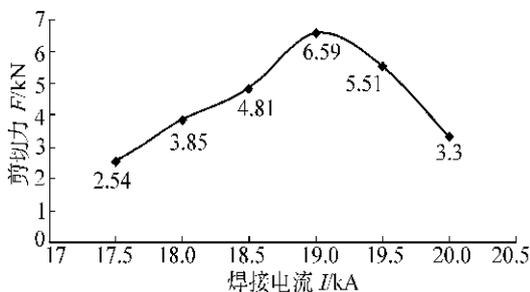


图 2 焊接电流对接头力学性能的影响

2.1.2 焊接压力

焊接电流为 19 kA,焊接时间为 50 周波,预压时间为 20 周波时,电极压力对接头力学性能的影响如图 3 所示。

由图 3 可知,在开始阶段,接头拉剪力随着电极压力的增大而逐渐增大,这是由于随着电极压力的增大,上下两板的焊接区金属在电极压力的作用下可以充分接触,使得接头熔核尺寸增大,接头强度

提高。当电极压力过大时,会因镁板强度较低而使变形程度增大,导致焊点周围的强度过低,影响了整个接头的强度。结果表明,电极压力为 4 019 N 时,接头的剪切力最高,达 6.59 kN,熔核直径 5.6 mm。

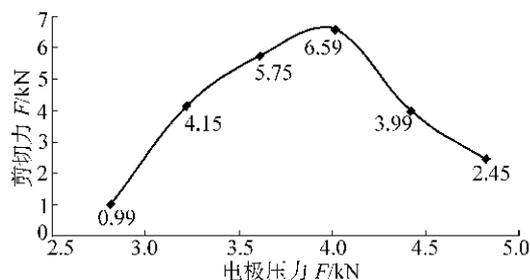


图 3 电极压力对接头力学性能的影响

2.1.3 焊接时间

焊接时间对接头力学性能的影响如图 4 所示。

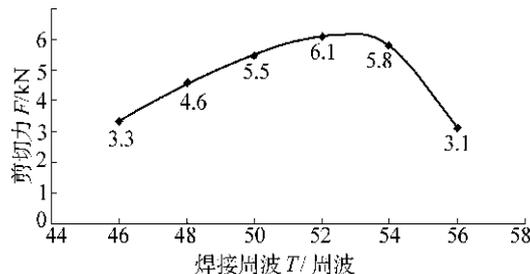


图 4 焊接周波对接头力学性能的影响

焊接时间对接头性能的影响类似于焊接电流。时间太短,输入热量太小,焊点区熔融状态差,无法形成足够大的熔核,接头强度很低。当焊接电流达到可以形成一定熔核尺寸以后,时间若在小范围内变动,接头剪切力变化不大,较为稳定。焊接时间过长,会引起表面过热、压痕过深等缺陷,降低表面质量的同时也影响接头性能。试验中焊接时间为 52 周波时,接头强度最高。

2.2 撕裂实验

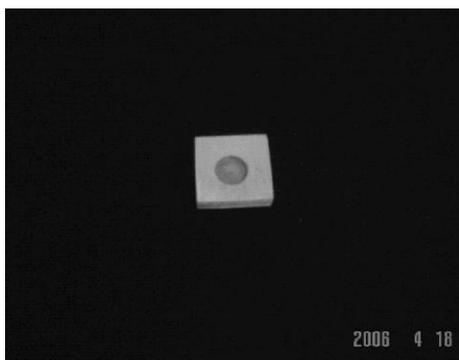
为检验焊点强度是否满足要求,对焊接电流 19 kA,电极压力 1 280 N,焊接时间 52 周波时得到的焊点进行了撕裂试验。撕裂试验是一种判定焊接接头质量的现场工艺检验方法。图 5a 为撕裂前的焊件,图 5b 为对试样进行撕裂形成的“钮扣”。“钮扣”状撕裂比率为 95% 以上,可知在这种工艺下得到的镁合金焊点满足要求。

2.3 焊缝组织分析

在焊接电流为 19 kA,电极压力 1 280 N,焊接时间为 52 周波参数条件下,所得到的焊点组织照片如图 6~图 8 所示。

由组织观察结果可以看出,镁合金点焊得到的





a 撕裂前的焊件



b 撕裂形成的“钮扣”

图5 撕裂实验示意图

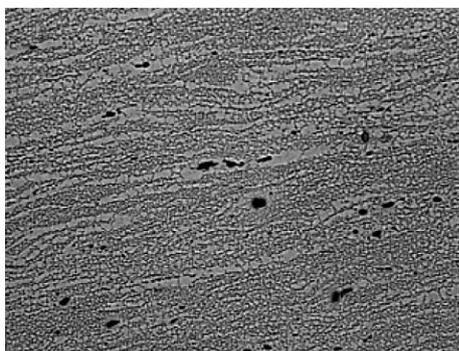


图6 原始母材组织(500x)



图7 熔合区组织(100x)

熔核组织完全为等轴晶,而且大小均匀,分布均匀。这是由于镁合金点焊时,内部液态金属的体积热容

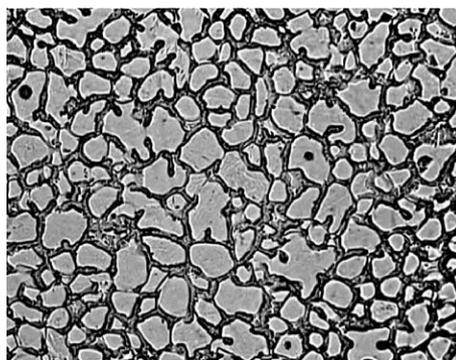


图8 焊缝组织(500x)

小,在吸收相等热量的情况下,温升快,液体过热度大,在冷却凝固时速度很大,而温度梯度相对较小,使得凝固参数值较小,从而形成细小均匀的等轴晶。对焊缝区域的组织分析表明,采用能量集中的焊接参数,控制焊接过程中的热输入,将有利于改善焊缝内部的组织结构,抑制柱状晶的形成,提高接头强度。由图7可见,在热影响区与焊缝间的过渡区没有柱状晶组织存在,整个焊缝区都由细小的等轴晶组成,焊缝性能极其优良。

3 结论

(1)通过对 2 mm+2 mm 厚 AZ31B 镁合金的点焊试验,确定了交流点焊镁合金最佳工艺参数为:焊接电流 19 kA,电极压力 1 280 N,焊接时间 52 周波,预压时间 20 周波。

(2)在本试验条件下,AZ31B 点焊接头的最大拉剪力达到 6.59 kN。

参考文献:

- [1] Ussbaum A I N.52nd annual IMA world magnesium conference. Light Metal Age, 1995, 53(7-8):58-63.
- [2] Mordike B L, Ebert T. Magnesium properties-applications-potential[J]. Material Science and Engineering, A302, 2001: 37-45.
- [3] 刘正, 张奎, 曾小勤. 镁基轻质合金理论基础及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002: 4-5.
- [4] 廉金瑞, 程方杰, 单平, 等. 铝合金直流点焊焊接参数对焊点性能的影响[J]. 汽车技术, 2001(2): 25-27.
- [5] 顾曾迪. 有色金属焊接[M]. 北京: 机械工业出版社, 1987.
- [6] 美国焊接学会. 焊接手册(第4卷). 金属及其焊接性[M]. 北京: 机械工业出版社, 1991: 523-562.
- [7] 朱正行, 严向明, 王敏. 电阻焊技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [8] 中国机械工程学会. 电阻焊(III)专业委员会. 电阻焊理论与实践[M]. 北京: 机械工业出版社, 1994.


 专题讨论——有色金属焊接工艺及设备