

AZ31B 镁合金 TIG 焊裂纹形成机理及其预防措施

姚宗湘¹, 蒋德平¹, 杨再贵²

(1.重庆科技学院 材控教研室, 重庆 400042; 2.重庆大学 机械工程学院, 重庆 400044)

摘要:分析了 AZ31B 镁合金 TIG 焊接头裂纹形成机理, 并提出了相应的预防措施。试验表明, 焊接裂纹与填充材料的化学成分有一定关系。采用锌含量较低的 AZ40M 作为填充材料时, 焊缝没有出现裂纹; 采用 AZ31B 作为填充材料或直接对焊时, 焊缝均有裂纹。

关键词:焊接; 镁合金; 裂纹

中图分类号: TG457.19

文献标识码: B

文章编号: 1001-2303(2006)10-0054-03

Crack analysis and the prevention measure for TIG welding of magnesium alloys AZ31B

YAO Zong-xiang¹, JIANG De-ping¹, YANG Zai-gui²

(1.Chongqing University of Science and Technology, Chongqing 40004, Chian; 2.Chongqing University, Chongqing, 400044, China)

Abstract: The crack analysis and the prevention measure for TIG welding of AZ31B magnesium alloys were studied. The results indicate that the crack is related to the chemical composition of the filler metal. The AZ40M, which being with low content of Zn is used as the filler metal, no crack appears in the weld seam. While the AZ31B is used, or no filler metal is used, the crack appears in the weld seam.

Key words: welding; magnesium alloys; AZ31B; crack

0 前言

镁合金具有体积小、比刚度和比强度高、阻尼减震性好和易于机械加工等优点, 在航空航天、汽车、摩托车等领域具有广阔的应用前景。但镁合金熔点低、线膨胀系数及导热系数高, 导致镁合金在焊接过程中易出现氧化燃烧、裂纹、热影响区过宽等问题, 难以获得与母材性能相匹配的焊接接头^[1-3]。AZ31B 镁合金由于具有良好的耐蚀性、导热性和较高的强度, 在汽车领域的应用前景较好, 因此 AZ31B 镁合金的焊接性已引起国内外学者的极大关注。在此, 通过实验分析 AZ31B 镁合金 TIG 焊接头裂纹形成机理及其预防措施。

对接焊试验, 其化学成分见表 1。实验前采用机械清理方法, 清理坡口及两侧表面氧化物, 清理范围为焊接试件正反面距离坡口中心 25 mm 内, 使之露出金属光泽。由于镁合金的化学特性较为活泼, 清理后 3 h 内须完成焊接。采用单面焊双面成形工艺, 焊接过程用双重氩气保护。焊接工艺参数如表 2 所示^[4]。焊接接头的坡口如图 1 所示。本实验所用填充材料 AZ40M 的化学成分如表 3 所示。

表 1 AZ31B 镁合金的化学成分 %

ω (Al)	ω (Zn)	ω (Mn)	ω (Ca)	ω (Si)	ω (Cu)	ω (Ni)	ω (Mg)
2.500	0.500	0.200					
~	~	~	0.040	0.100	0.050	0.005	余量
3.500	1.500	0.500					

表 2 AZ31B 镁合金焊接工艺参数

试件组号	母材种类	填充材料	焊接电流 I/A	氩气流量 Q/L·min ⁻¹	钨极直径 d/mm
1	AZ31B	无	80	15	3
2	AZ31B	AZ31B	80	15	3
3	AZ31B	AZ40M	80	15	3

1 实验

试验用厚 3 mm 的 AZ31B 镁合金板进行 TIG

收稿日期: 2006-04-03

作者简介: 姚宗湘(1978), 女, 河南南阳人, 硕士, 讲师, 主要从事焊接工艺自动化方面的研究。

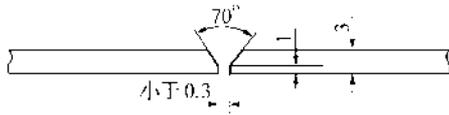


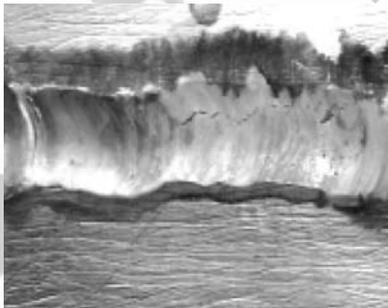
图 1 焊接接头形式与坡口尺寸

表 3 AZ40M 镁合金的化学成分

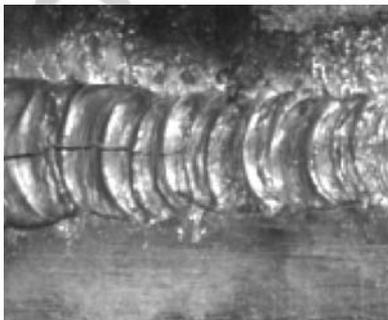
%						
ω (Al)	ω (Zn)	ω (Mn)	ω (Si)	ω (Cu)	ω (Ni)	ω (Mg)
3.000	0.200	0.150				
~	~	~	0.100	0.050	0.005	余量
4.000	0.800	0.500				

2 实验结果与分析

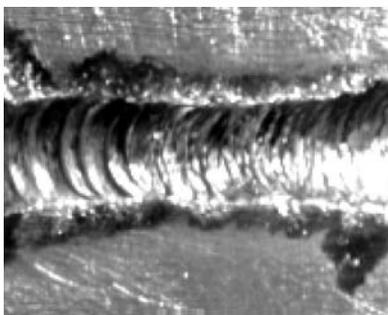
焊接试样的宏观图片如图 2 所示。



a 1 号试样宏观图片(2x)



b 2 号试样宏观图片(2x)



c 3 号试样宏观图片(2x)

图 2 焊缝的外观形貌

通过对焊接试样的宏观结果分析发现:1 号试样没有加填充材料直接对焊,在焊接试样还未冷却时有宏观裂纹产生,并大多在焊缝中心形成;2 号试

样以 AZ31B 作填充材料,在试样还未冷却时也有宏观裂纹产生,此时产生的宏观裂纹大多数是从焊缝表面一直延伸到焊缝根部,产生的位置主要集中在焊缝中心,但也有极少部分相对较小的宏观裂纹在熔合区附近产生;3 号试样以 AZ40M 作填充材料焊接时没有宏观裂纹产生。从表 1 和表 3 可以看出, AZ31B 与 AZ40M 相比,除了锌元素外,其他元素的含量基本相同。当用 AZ40M 作填充材料时,因 AZ40M 中锌的含量降低,致使产生裂纹的倾向减少。这说明镁合金焊接过程中锌含量不宜过高,否则容易引起焊接热裂纹,导致其焊接性、焊接质量变差。

从 3 个试样的焊缝显微组织(见图 3)也可以观察到,1 号试样和 2 号试样都有微观裂纹出现,而 3 号试样没有裂纹产生。3 个试样都有部分气孔出现。

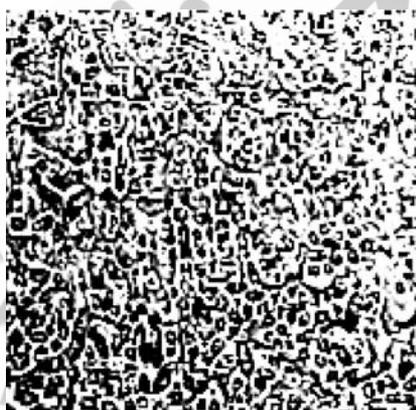
在实验过程中还发现,有弧坑裂纹、微观裂纹以及伴随杂质产生的微裂纹等裂纹存在。弧坑裂纹(见图 4a)是从焊接弧坑的上表面一直延伸到根部,肉眼可以观察到,焊接实验结果显示,大多数 AZ31B 均有弧坑裂纹产生;微观裂纹(见图 4b,沿垂直焊缝方向剖截)是在制取金相试样的过程中发现的,由于显微镜放大区域有限,不能完全反映这些微观裂纹的起止位置,在观察组织中发现,微观裂纹从焊缝上表面开裂,但是没有开裂到焊缝根部,而是延伸到焊缝的上表面;伴随杂质产生的微裂纹(见图 4c)是从杂质处开始,在焊缝中某一位置终止。在实验过程中发现,宏观裂纹和弧坑裂纹都是在处于高温阶段产生的,根据文献[3]报导,镁合金中镁很容易与一些合金元素(如 Cu, Al, Zn, Ni 等)形成低熔点共晶体,如 Mg-Al 共晶体的熔点是 430℃,Mg-Zn 共晶体的熔点是 348℃。由于纯镁和少数镁合金的屈服强度较低,为了提高其力学性能,通常在该合金中加入 Al 和 Zn 来提高强度。但是随着铝和锌的含量增加,结晶区显著增大,共晶体的量增多,但是过多的铝和锌的加入加大了镁合金焊接时的热裂倾向,因此焊接时出现了热裂纹。

3 焊接裂纹的防止措施

为防止镁合金焊接时裂纹的产生,可以从冶金因素和工艺因素两个方面入手。在冶金因素方面,主要是控制焊缝中的 Al 和 Zn 的含量,减小脆性温度区间。在试验中,采用含 Zn 较少的 AZ40M 作填充材料时,产生焊接裂纹的倾向大为降低。同时还可以通过



a 1号试样显微组织



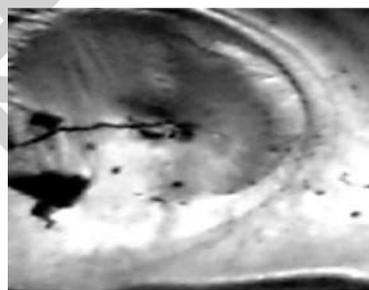
b 2号试样显微组织



c 3号试样显微组织

图 3 焊缝显微组织(100×)

加入其他稀有金属来增加镁合金在低温下的抗裂性。在工艺因素方面,主要考虑焊接规范、预热、接头形式和焊接顺序等方面的影响。这些方法都是从焊接应力上着手来解决焊接裂纹。通过预热,可以使得试件相对膨胀量减小,产生的焊接应力相应降低,在脆性温度区间的应力也相应减小,譬如弧坑裂纹,完全可以通过工艺因素来解决。但从实质上解决焊接热裂纹,必须从冶金因素着手,冶炼专用焊丝,从提高



a 弧坑裂纹(3×)



b 焊缝中裂纹(100×)



c 与杂质伴生的裂纹(100×)

图 4 焊缝中的裂纹

焊接接头的力学性能和降低焊接热裂纹的倾向等方面考虑。

4 结论

在 TIG 焊工艺条件下, AZ31B 有产生热裂纹的倾向,其主要原因是填充材料中的 Al、Zn 等合金元素与 Mg 形成低熔共晶。选用适当的填充材料,可以减少镁合金焊接过程中裂纹的产生,有效提高焊接质量。

参考文献:

- [1] 袁序弟. 镁合金在汽车工业的应用前景[J]. 汽车科技, 2002(3): 1-4.
- [2] 许小忠, 刘 强, 程 军. 镁合金在工业及国防中的应用[J]. 华北工学院学报, 2002, 23(3): 190-192.
- [3] 中国机械工程学会焊接学会. 焊接手册第二册——材料的焊接[M]. 北京: 机械工业出版社, 1992: 521-522.
- [4] 顾曾迪, 陈根宝. 有色金属焊接[M]. 机械工业出版社, 1995: 223-258.