

焊剂在ZA合金TIG焊接过程中作用机理初探

陈立博, 刘秀忠

(山东大学 材料科学与工程学院, 山东 济南250061)

摘要: 因锌合金不易焊接, 采用加入焊剂的方法对新型模用锌基合金(ZA合金)进行了TIG焊接。通过金相显微镜、X射线衍射等分析方法对焊接接头组织及焊后残渣采样进行分析, 并对焊剂的作用机理进行了初步研究。结果表明: 焊接过程中, 焊缝表面形成大量氧化物; 加入焊剂的主要作用是通过冶金反应清除焊接材料表面的氧化膜, 同时向焊缝中过渡Zn。

关键词: ZA合金; TIG焊接; 焊剂; 作用机理

中图分类号: TG457.19 文献标识码: A 文章编号: 1004-4620(2006)01-0051-02

Preparatory Discuss about the Action Mechanism of fluxes in TIG Welding for ZA Alloy

CHEN Li-bo, LIU Xiu-zhong

(School of Material Science and Engineering, Shandong University, Jinan 250061, China)

Abstract: Because of zinc alloy not being welded easily, the new mold zinc based alloy(ZA alloy) is weld by adding flux. In order to discuss the action mechanism of the fluxes, the microstructure of the joint and residue after welding are analyzed with metallographic microscope and XRD. The results show that large amount of oxide in the surface of the weld is generated in welding process, main action of the flux is removing the oxide film in the surface of the welding material by metallurgical action, and at the same time, of $ZnCl_2$ can transit Zn into welding seam.

Key words: ZA alloy; TIG welding; flux; action mechanism

1 前言

ZA合金属于不易焊接类金属^[1], 其主要成分为锌和铝。铝、锌和其他合金元素易形成表面氧化膜, 且多具有难熔性质。锌的沸点较低, 焊接时, 很容易产生锌的蒸发和氧化烧损。为了减少和防止这些问题发生, 可以采取添加焊剂的焊接方法, 通过冶金反应去除表面氧化膜, 并向焊缝中过渡合金元素以补充由于蒸发和氧化造成的合金元素的损失, 保证焊缝成型良好, 满足使用性能要求。因此, 本研究对焊剂的作用机理进行了初步探讨。

2 试验部分

2.1 试验材料及设备

试验材料为ZA合金, 用金属型铸造法加工成尺寸为200mm×140mm×20mm的试板。填充材料为与母材同质的ZA合金经过金属型铸造制成的焊棒。通过对铝及其合金焊剂成分作用的分析, 结合ZA合金自身的特点, 选择氟化物及氯化物作为焊剂^[2]。本研究选用的焊剂为KCl、KF、LiCl、 $ZnCl_2$ 的混合物。其中KF有溶解金属氧化物的特性, 作为助焊剂加入。试验前, 将焊剂配制成水溶液, 然后用刷子均匀涂敷在焊棒表面及待焊试板表面。试验设备为NSA—200交流钨极氩弧焊机。

2.2 试验方法

试焊前, 对试板取样, 利用X射线衍射仪进行测定, 以确定其表面氧化膜组成。首先, 不加焊剂表面堆

焊，然后添加焊剂对试板进行堆焊。在焊接过程中观察电弧的稳定性及熔池，初步判断焊剂对焊接工艺性的影响。截取焊缝试样，并磨制金相试样，在金相显微镜下观察母材、焊缝及熔合区的组织。

3 试验结果及讨论

母材表面X射线衍射曲线见图1。

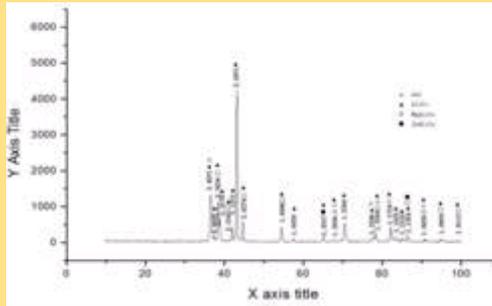


图 1 母材表面X射线

从图1中可以看出，母材表面氧化膜的主要成分为ZnO、Al₂O₃、MgAl₂O₄、ZnAl₂O₄。这些氧化膜的熔点都比较高，如ZnO1905℃，Al₂O₃2050℃，MgAl₂O₄2130℃，且高温下不易分解。试验过程中的宏观观察发现，加入焊剂时飞溅少，焊接过程稳定。可以解释为加入的焊剂有去除氧化膜、保证电弧稳定燃烧的作用。焊后采集焊缝表面的残渣，进行X射线衍射分析，发现表面残渣的相组成主要是大量的氧化物。这表明焊接过程中存在严重的氧化现象。

ZA合金母材的金相组织见图2（a）、（b）。图2（c）为不加焊剂时焊缝的组织。图2（d）为添加混合焊剂时焊缝的组织。

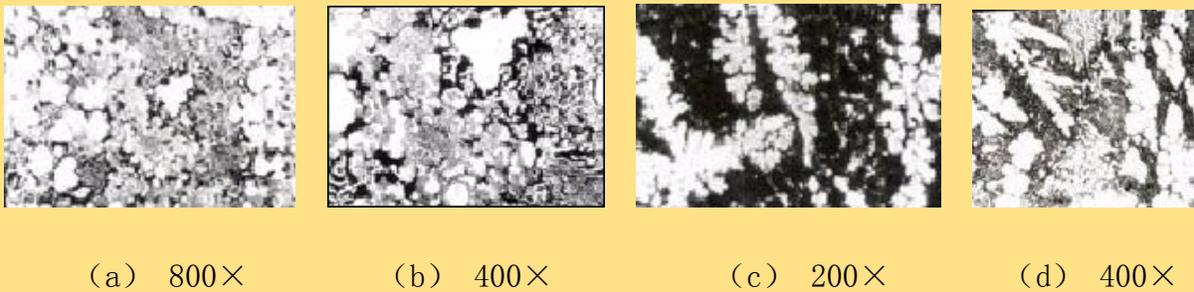
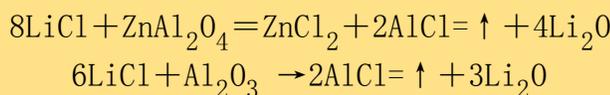


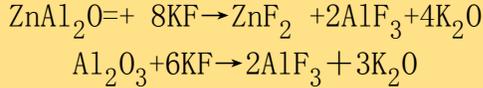
图 2 ZA合金母材和焊缝的金相组织

图2（a）、（b）中白色条块状区域为初晶的 α' 相，菊花状区域为 $\alpha' + \beta$ 的二元共晶组织，黑色区域为 $\alpha' + \beta + \epsilon$ 三元共晶组织。

通过对比可以看出，焊缝中存在大量比母材组织更为细小的 α' 树枝状晶。这是因为钨极氩弧焊焊接时，冷却速度大于母材铸态冷却速度，焊缝结晶速度较快。焊接过程中存在Zn元素的蒸发和氧化，使得焊缝中Zn含量少于母材，从而使焊缝中的 α' 树枝状晶相对数量多于母材， $\alpha' + \beta$ 二元共晶组织相对数量减少。而加入焊剂时，焊缝中的菊花状组织要比不加焊剂时多，表明添加焊剂后，焊缝含锌量比不加焊剂时多，进而说明了通过焊接冶金反应可以向焊缝中过渡合金元素Zn。

对加入混合焊剂的焊后残渣采样进行X射线衍射分析，衍射曲线见图3。发现ZnCl₂、Li₂O和Li₂O₂，同时还有ZnF₂、AlF₃。焊接过程中发生如下冶金反应：





可见LiCl有一定的去除氧化膜的作用。

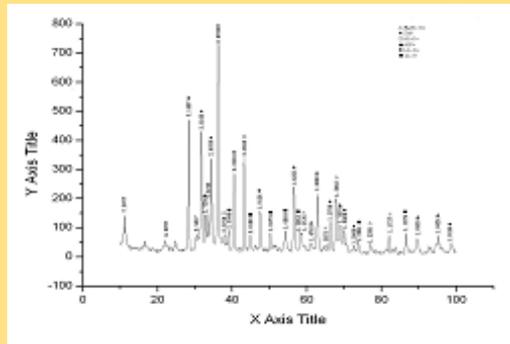


图 3 混合焊剂的焊后残渣采样X射线衍射曲线

为了研究其去膜机理，单独用LiCl作为焊剂进行焊接。焊后残渣采样X射线衍射曲线见图4。

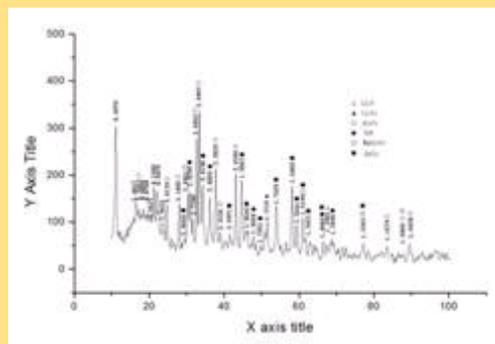
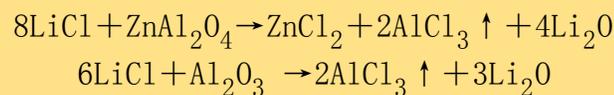
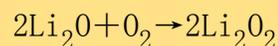


图 4 LiCl焊剂焊后残渣采样X射线衍射曲线

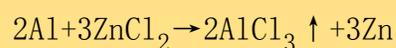
在使用LiCl焊剂的焊后残渣采样中发现了Li₂O、Li₂O₂和ZnCl₂，同时通过观察发现LiCl有一定的去除氧化膜的作用。这是因为LiCl在焊接条件下发生如下冶金反应：



生成的AlCl₃气体从氧化膜下外逸，破碎氧化膜，并形成白色焊接烟雾，而Li₂O则呈熔渣状漂浮在焊接熔池表面，又可能继续被氧化，发生如下反应：



不论使用焊剂还是不使用焊剂，焊缝表面都有大量的氧化膜存在。加入焊剂的主要作用是在焊接过程中破碎熔池表面的氧化膜，保证电弧稳定燃烧。在加入的焊剂中只有ZnCl₂可以通过冶金反应向焊缝中过渡合金元素，以补充焊接过程中蒸发和氧化的Zn。其作用机理为：



其中ZnCl₂除了来源于焊剂，还可以来源于冶金过程中生成的ZnCl₂。

4 结 论

4.1 母材表面形成的氧化膜的主要成分为 ZnO 、 Al_2O_3 、 $MgAl_2O_4$ 、 $ZnAl_2O_4$ 。这些氧化物的熔点都比较高，高温下不易分解。

4.2 由于焊缝的冷却速度较快，其片层状的共晶组织比母材细小。焊缝中的 α' 树枝状晶数量多于母材， $\alpha' + \beta$ 二元共晶组织相对数量减少。而加入焊剂时焊缝中的菊花状组织要比不加焊剂时多，说明焊剂有向焊缝中过渡合金元素Zn的作用。

4.3 加入焊剂的主要作用是破碎焊接过程中的难熔氧化膜，保证熔池液体金属和母材更好地接触熔合；焊剂可以通过冶金反应向焊缝过渡Zn，以补偿焊接过程中Zn的蒸发和氧化烧损。

参考文献：

- [1] 王维国. 新型模用锌基合金焊接技术研究[D]. 济南：山东大学材料科学与工程学院，2000.
- [2] 张文钺. 焊接冶金学（基本原理）[M]. 北京：机械工业出版社，1996.

[返回上页](#)