

# x-射线面分布分析铜—铁钎焊 焊缝的组织特点\*

张卫红 韩上海 邵国胜

(郑州工学院材料研究中心)

**摘 要:** 本文介绍了 x-射线面分布在焊缝研究中的具体应用, 它将有助于分析焊缝相组织与元素扩散, 并对焊接接头机械性能给予较合理的初步解释。

**关键词:** x-射线面分布, 焊缝组织

焊缝的相组织和分布与其焊接接头机械性能有密切的联系。通常采用金相法观察相组织的形貌与分布, 若要进一步鉴定物相, 则需用透射电镜。由于扫描电镜分辨率与放大倍数优于金相显微镜, 可用以观察焊缝的细微组织; 另一方面, 透射电镜试样制备困难, 尤其是异种金属钎焊试样, 并且透射电镜鉴定相组织的工作量较大。利用扫描电镜, 结合 x-射线面分布分析, 并依据有关参考资料, 可以大致确定焊缝组成相。本文用此方法对 Cu—Fe 异种金属钎焊的焊缝组织进行分析, 研究方法比较简便易行, 适用于一般的焊接研究。

## 1 实验过程

钎焊试样: 紫铜—A<sub>3</sub> 钢 (Cu—Fe)

钎焊料: 激冷 Cu—Ni—Sn—P 条带

为了改善焊料对 Fe 的浸润性<sup>[2]</sup>, 在 Fe 上预镀 Cu ( $\sim 15\mu\text{m}$ ), 再与紫铜钎焊, 接头剪切强度提高<sup>[3]</sup>。试样选择  $\text{FeCl}_3 + \text{HCl}$  浸蚀液深腐蚀后, 在 JEM2000—FX 电镜扫描附件下观察, 同时用该电镜上配置的 AN10000x-射线能谱仪进行 x-射线面分布分析。

## 2 结果与讨论

扫描电镜观察发现 (图 1), Cu—Fe 焊缝组织是由黑灰色组织, 零散的枝状组织和白亮带组成。其中的黑灰色组织和枝状组织同 Cu—Cu 钎焊焊缝很相似, 只是 Cu—Cu 钎焊焊缝在 Cu 界面处无白亮层, 而 Cu—Fe 钎焊焊缝 Fe 界面处有白亮层存在, 且白亮层连续

\* 收稿日期: 1990.04

分布。x-射线面分布分析发现(图2),白亮层中有Ni、P、Fe, Fe是连续的, Ni、P分布不连续,这就排除了白亮层是连续Fe-P相的可能。另外,白亮层显微硬度很高( $H_v=720$ ),但不脆,压痕边缘清晰,无崩裂,这进一步证实白亮层不是连续磷化铁脆性相。要准确鉴定白亮层的物相,需用透射电镜电子衍射分析确定。但依据所做工作,可以证实白亮层是由Ni、Fe的磷化物相和Fe组成,而不是连续磷化铁脆性相。



图1 Cu-Fe焊缝靠Fe侧SEM照片( $\times 1200$ )

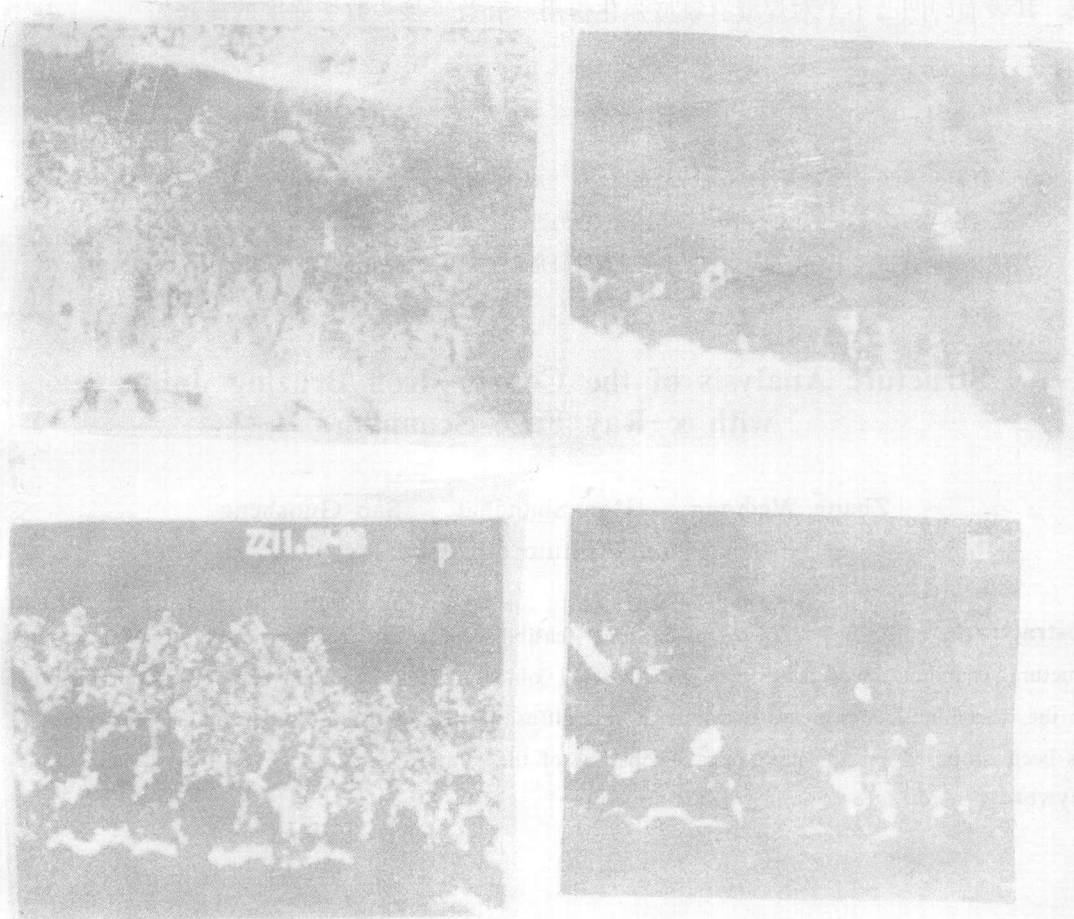


图2 Cu-Fe焊缝SEM( $\times 500$ )和对应的x-射线面分布照片

同时,x-射线面分布分析也发现,Sn富集于黑灰色组织中,Ni、P主要富集于焊缝中间的白亮枝状组织中,可以得出结论,黑灰色组织是Cu-Sn固溶体相,枝状组织为Ni-P相。另外,还有少量的Cu-P相,还可能有少量的Cu-P-Sn固溶体相。这与

Cu-Cu 焊缝的有关文献<sup>〔1〕〔2〕</sup>结果相符。但与 Cu-Cu 焊缝不同的还有一点, 靠近 Fe 的焊缝区域有少量分散的 Fe-Ni-P 相。

进一步放大白亮层, 白亮层表面凹凸不平, 尤其是靠 Fe 侧, 这样白亮层对焊缝与 Fe 基体有良好的嵌镶作用, 有益于提高 Cu-Fe 钎焊的剪切强度。

### 3 结 论

3.1 Cu-Fe 焊缝中至少存在 Cu-Sn 固溶体相、Ni-P 相、Fe-Ni-P 相和 Fe、Ni 的磷化物相及 Fe。

3.2 焊缝中的白亮层不是连续的 Fe-P 脆性相, 而是由 Fe、Ni 的磷化物相和 Fe 组成, 其表面的凹凸不平对焊缝有镶嵌强化作用, 有益于接头剪切强度的提高。

### 参 考 文 献

〔1〕 R.D.Mottram, A.S.Wronski and A.C.Chilton. Welding Journal. No.4(1986), P43

〔2〕 周文彬. 急冷Cu-Ni-Sn-P钎料及其钎焊过程的研究. 北京科技大学材料系86级硕士论文

〔3〕 韩上海等. 铜磷基钎料用于铜与低碳钢钎焊的研究. (郑州工学院学报本期), 郑州工学院材料中心

## Structure Analysis of the Copper-Iron Brazing Joints with x-Ray Face Scanning

Zhang Weihong Han Shanghai Sao Guosheng  
(ZhengZhou Institute of Technology)

**Abstract:** The current paper discussed the feasibility of x-ray face scanning analysis on the structural examination of the copper-iron brazing joints. It proves that the method is very helpful for the determination of phase distribution and diffusion characteristics. A reasonable mechanism has been proposed for the mechanical properties of the joints.

**Keywords:** x-ray face scanning, joints structure