

## 15×4mm 铜铝复合排往复折弯及渗透分析

**编制日期：2016.02.24**

**编    制：严操**

**审    核：兰占军**

**批    准：董晓文**

## 15×4mm 铜铝复合排往复折弯及渗透分析

### 1、实验目的

检测 15×4mm 铜铝复合排往复折弯后，纵切断面铜铝复合层的结合稳定性。

### 2、实验条件

本公司现有折弯设备及折弯模具、渗透分析液、金相显微镜。

### 3、实验样件及测试方法

实验样件：25mm 长 15×4mm 退火态铜铝复合排两根。

测试方法：往复折弯 90°拍照，直至断裂，经线切割后渗透实验观察是否分层，金相观察结合层与渗透实验结果对照。

### 4、实验结果

#### 4.1 往复 90°折弯

折弯过程按照图 1 所示方法，每折弯一次拍照取证。由于没有 R2.5mm 折弯模具，本实验分 R2mm 和 R3mm 两组折弯模具对比实验。

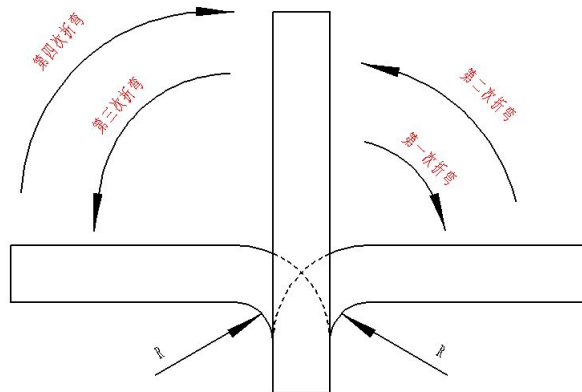


图 1 往复折弯示例

## 4.2 折弯取证

按照图 1 所示方案折弯，两种折弯模具的每一折弯过程如图 2 所示：

注：R2：表示折弯模具半径为 2mm；

90：表示折弯角度为 90°；

1 内：表示第一次折弯内表面；

以下意思类同。





图 2 R2 和 R3 两种模具折弯取证

从图 2 中每一过程的折弯取证可知, 本公司生产的  $15 \times 4\text{mm}$  类型铜铝复合排的界面结合性能是非常稳固的。因为按照机械加工的基本原则, 折弯内弧至少等于加工排的厚度, 而本次实验实际的折弯内弧只为  $R2\text{mm}$  和  $R3\text{mm}$ , 都小于排厚  $t=4\text{mm}$ ; 并且在第一次  $90^\circ$  折弯的过程中。铜铝复合排的内、外表面都没有出现任何的裂纹或橘皮现象。其次, 随着折弯半径的增大, 出现裂纹的折弯次数越靠后, 尽管在第 4 次折弯后铜铝复合排都出现了断裂现象, 但从材料的属性上讲, 这种苛刻的加工行为已经超出了材料本身的塑性特性, 不能说明材料本身的结合不稳固。

### 4.3 渗透分析

按照上述方法往复折弯直至断裂，纵向线切割 15×4mm 铜铝复合排，对断裂左右各 5cm 长度范围内进行渗透实验，检测往复折弯对左右铜铝结合层的影响，是否出现分层的现象。渗透时间约为 10~15min，实验结果表明，除了断裂处有渗漏现象外，经 R2mm 和 R3mm 两组模具折弯后的 15×4mm 铜铝复合排断裂处左右两侧没有出现任何的渗漏现象，由此判断往复折弯对铜铝结合层没有任何影响，也从侧面印证了本公司生产铜铝复合排界面结合的稳定性。断裂处的渗漏主要是因为铜、铝两种材料的塑性性能不一致，在往复折弯的过程中断裂不同时，铜层先出现裂口断裂，而铝芯由于塑性较好后断裂，在外力的作用下铝芯被拉伸出现颈缩导致端口铜铝分层，属于正常的实验现象。实验结果如图 3 所示：

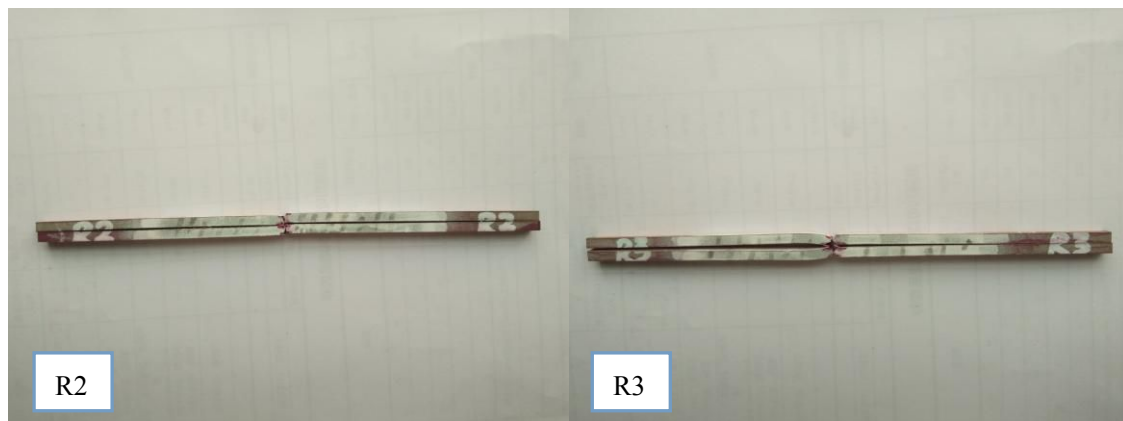


图 3 渗透分析

## 5、结论

综合上述分析结果可知：

- 1、尽管往复折弯超过了材料本身的塑性特性，但是对材料铜铝结合层没有太大影响；
- 2、本公司生产的 15×4mm 铜铝复合排的铜铝结合层稳定性是相当可靠的；
- 3、在合适的机械加工条件下，本公司生产的 15×4mm 铜铝复合排出现裂纹或橘皮等失效现象的往复次数应该大于 2 次；
- 4、本次实验的 15×4mm 铜铝复合排考虑到客户的实际应用条件，在满足折弯塑性的条件下，也保证了一定的硬度，属于 H26 或 H28 状态，非 O 态；在 O 态条件下，往复折弯次数应该更多。（O 态属于完全退火态）