

[补充信息]

## 不同腐蚀环境下铝合金自冲铆接头静力学性能研究

靳文豪, 邢保英✉, 何晓聪, 曾 凯, 余 康

昆明理工大学机电工程学院, 昆明 650500

[Supplementary Information]

## Study on Static Properties of Self-piercing Riveted Joints in Aluminum Alloy Under Different Corrosive Environments

JIN Wenhao, XING Baoying✉, HE Xiaocong, ZENG Kai, YU Kang

Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500

### 试验材料与仪器

本试验所用到的化学试剂: 氯化钠、亚硫酸氢钠、无水乙醇、丙酮均在昆明市呈贡区大学城化学品商店购买, 试验使用的蒸馏水在昆明理工大学化学工程学院取得, 试验所用铆钉为德国 Bollhoff 公司产的长度为 6 mm 的镀锌钢铆钉, 试验所用 5052 铝合金在杭州君友金属制品有限公司购买。

自冲铆试件的制备在 Bollhoff 公司生产的 RIVSET VARIO-FC (MTF)型自冲铆连接设备上进行; 试件的腐蚀试验在干湿周浸腐蚀箱中进行, 腐蚀标准按照 GB/T19746-2005《金属和合金的腐蚀—盐溶液周浸实验》进行; 试件静力学试验在 MTS Landmark 100 型电液伺服材料试验机上进行; 试件能谱 (EDX) 分析通过 TESCAN VEGA3 SBH 型扫描电子显微镜附带 Thermal 能谱仪获得。

### 自冲铆接试件制备方法

自冲铆接本质为机械冷成型技术, 可以实现两层或多层板材的有效连接。连接原理为通过冲头下行压迫铆钉刺入板材, 铆钉在刺入板材的过程中向四周张开形成铆扣, 在基板中形成一个永久性的内锁结构。试件铆接分为四个阶段: 夹紧、刺穿、扩张和释放。连接质量评价指标有: 钉头高度  $H$ 、残余底厚  $T$  和钉脚张开度  $L$ 。在铆接前对板材进行划线处理, 方便铆接时定位, 试验所用铆钉为德国 Bollhoff 公司产的长度为 6 mm 的镀锌钢铆钉, 试件在该公司生产的 RIVSET VARIO-FC (MTF)型自冲铆连接设备上进行铆接。多次预实验并获得接头子午面以检验自冲铆接头成形质量, 确定最优铆接参数为: 预压紧力 5 MPa、刺穿力 20 MPa、整形力 11 MPa 和行程 130.9 mm。试件铆接完成后对试件进行丙酮除油脂、蒸馏水擦洗和酒精脱水处理后, 放置在 25 °C 的恒温箱中 24 h。

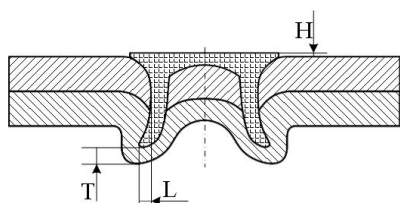


图 S1 自冲铆接头评价指标

Fig.S1 Evaluation indexes of self-piercing riveted joint

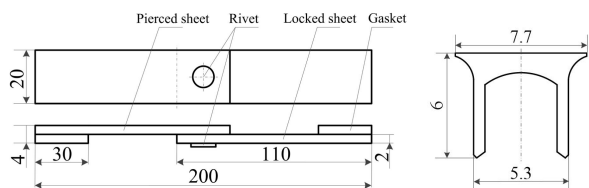


图 S2 试件和铆钉几何尺寸 (mm)

Fig.S2 Geometries of specimen and rivet (mm)

### 干湿周浸腐蚀试验方法

试件进行干湿周浸腐蚀试验的两种溶液分别为 0.6 mol/L 的 NaCl 溶液和 0.02 mol/L 的 NaHSO<sub>3</sub> 溶液，试验按照 GB/T19746-2005 《金属和合金的腐蚀—盐溶液周浸实验》的标准在腐蚀箱中进行，腐蚀箱中温度用恒温计保持在 (25±2) °C，腐蚀箱使用气泵进行空气流动。干湿周浸周期为 60 min，其中浸没在腐蚀溶液中 10 min，在空气中静置 50 min，溶液体积与试件在腐蚀箱中的总体表面积的比值为 11.06 mL/cm<sup>2</sup>，试验总时长均为 1080 h，取件时间均为 360 h、720 h、1080 h。腐蚀后试件进行丙酮除油脂、蒸馏水擦洗和酒精脱水处理后，并放入 25 °C 的恒温箱中 24 h。

### 静力学测试方法

在 MTS Landmark 100 型电液伺服材料试验机上对试件进行静力学试验，试件拉伸速度为 5 mm/min，为避免试件产生扭矩而影响实验结果，试件两端固定垫片。

### 试件能谱 (EDX)

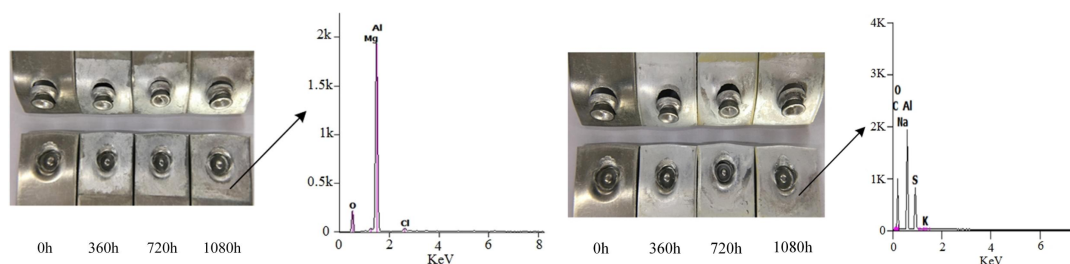


图 S3 试件能谱图: (a) 盐溶液中试件能谱图，元素主要有 Al、O、Mg 和 Cl; (b) 酸溶液中试件能谱图，元素主要有 C、Al、O、Na、S 和 K

Fig.S3 Energy dispersive X-ray (EDX) of specimens: (a) EDX of specimen in the salt solution, the elements are mainly Al, O, Mg and Cl; (b) EDX of specimen in the acid solution, the elements are mainly C, Al, O, Na, S and K