

T/CNIA

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

汽车用铝合金板、带材焊接适用性测试方法

Test method for weldability of aluminum alloy sheets and strips for automotive applications

送审稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国有色金属工业协会
中国有色金属工业学会

发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）提出并归口。

本文件起草单位：XXX、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

汽车用铝合金板、带材焊接适用性测试方法

1 范围

本文件描述了测试汽车用铝合金板、带材（以下简称“板、带材”）焊接适用性的方法。本文件适用于汽车车身内、外板用铝合金板带、材焊接适用性的测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 8005.1 铝及铝合金术语 第1部分：产品及加工处理工艺

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

3 术语和定义

GB/T 8005.1界定的术语和定义适用于本文件。

4 方法概述

采用不同的电流将产品样坯进行电阻点焊,观察焊点外观形貌、剖面低倍组织,进行焊接强度测试,以评价电阻点焊焊点合格性及连接质量,从而评定汽车用铝合金板、带材的焊接适用性。

5 仪器与设备

5.1 电阻点焊机,中频直流固定式电阻点焊机,采用液压气缸或伺服电机等动力装置驱动电极帽夹持板材,焊机峰值电极压力不低于 5kN,焊机峰值焊接电流不低于 50kA。电极帽材质宜为氧化铝弥散铜,电极帽直径宜为 16mm,电极帽端面的球面半径宜为 20mm。

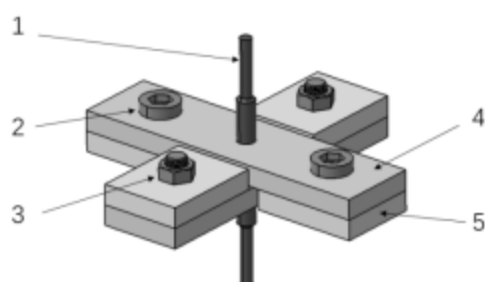
5.2 力学性能试验机,应符合 GB/T 16865 的规定,最大载荷不小于 10KN。

5.3 体视显微镜,放大倍数 5 倍。

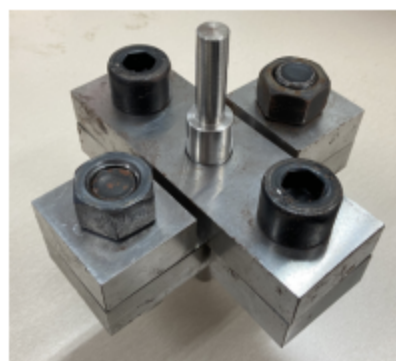
5.4 切割机。

5.5 游标卡尺,精度为 0.02mm。

5.6 十字拉伸夹具,可夹持十字拉伸试样的四个端头,见图 1。



a) 示意图



b) 实物示例

标引序号说明:

1—夹持杆;

2—螺栓;

- 3—螺母；
4—大夹持块；
5—小夹持块。

图 1 十字拉伸模具图示

6 样坯

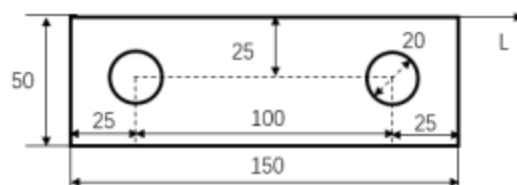
采用切割机从板材上切取宜符合表1要求的样坯，样坯表面应洁净，无油污和杂质。

表 1 样坯要求

检验项目	样坯尺寸 mm	样坯方向
外观形貌检查	$50 \times 50 \cdot t^a$	—
焊接电流确定试验、抗剪拉伸试验、十字拉伸试验 ^b	$150 \times 50 \cdot t^a$	长度方向与轧向平行

^a t 为产品厚度。
^b 十字拉伸试验样坯应在长度两端头分别冲制直径为 $20\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 的圆孔，圆心距长边和短边的距离均为 $25\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，如图 2 所示。

单位为毫米



标引序号说明：
L—产品纵向。

图 2 十字拉伸试验样坯图示

7 试验步骤

7.1 焊接电流确定试验

7.1.1 将 2 个焊接电流确定试验样坯宽度方向对齐、长度方向错开 $10.0\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 后叠在一起，在上样坯标记两个焊点位置(如图 3 所示)。

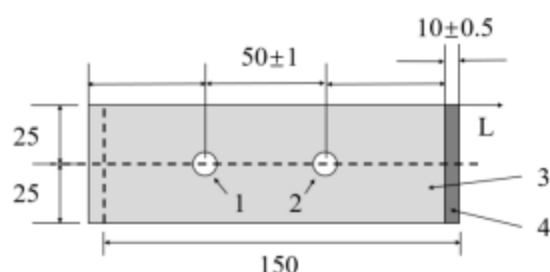
7.1.2 将样坯放入电阻点焊机，上、下电极帽接触同一个焊点位置，按供需双方商定的焊接参数(需方未指定参数时，宜按表 2 推荐的焊接参数)，以初始电流(宜为 20.00 kA)对焊点 2 进行电阻点焊(电阻点焊过程如图 4 所示)。

7.1.3 移动样坯，按 7.1.2 对焊点 1 进行电阻点焊。

表 2 电阻点焊工艺参数推荐表

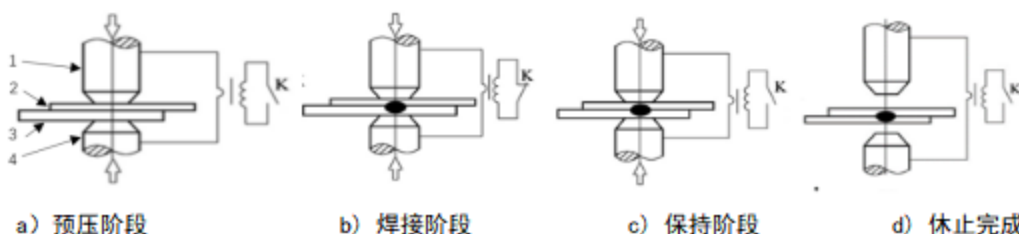
牌号	板厚 mm	铜电极规格	电极压力 KN	焊接时间 s	保持时间 s
5XXX、6XXX	0.9~1.5	$\phi 20\text{R}100$	2.7~3.5	0.15	0.15

单位为毫米



标引序号说明：
1—焊点 2；
2—焊点 1；
3—上样坯；
4—下样坯；
L—产品纵向。

图 3 焊接电流试样图示



标引序号说明：
1—上电极帽；
2—上样坯；
3—下样坯；
4—下电极帽。

图 4 电阻点焊过程示意图

7.1.4 固定住下样坯，用夹具夹住上样坯端部反方向卷曲以剥离焊点 2，剥离过程如图 5 所示。观察焊点形状。

7.1.5 如果剥离后凸出部分外形非圆形或椭圆形，说明初始电流不够大，增加初始电流，每次电流的增加量为 0.50kA ~ 1.00kA，并重复 7.1.1~7.1.4，直至剥离后焊点 2 凸出部分呈圆形或椭圆。



标引序号说明：
1—焊点 2；
2—焊点 1。

图 5 焊点剥离示意图

7.1.6 用游标卡尺测量剥离后下样坯焊点 2 凸出部分的直径（如凸出部分呈椭圆形，则测量椭圆长轴与短轴，计算其平均值）。

7.1.7 更换样坯继续增加电流，重复 7.1.1~7.1.6，每次电流的增加量为 0.50kA ~ 1.00kA。当焊点 2 凸出部分的尺寸大于等于 $4\sqrt{t}$ (t 为样坯厚度) 时，记录该电流 A_1 。

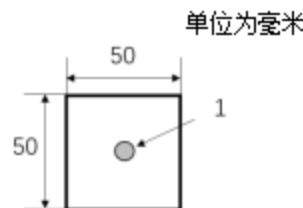
7.1.8 更换样坯继续增加电流，重复 7.1.1~7.1.2，直至焊接时焊点 2 出现飞溅。每次电流的增加量

为 0.50kA~1.00kA。

7.1.9 记录飞溅前一次焊接的电流 A_2 。

7.2 外观形貌检查

7.2.1 将 2 个外观形貌检查样坯完全叠在一起，按供需双方商定的焊接参数（需方未指定参数时，宜按表 2 推荐的焊接参数）、以平均电流 $A[(A_1+A_2)/2]$ ，计算结果表示至小数点后两位]进行电阻点焊得到外观形貌检查试样，焊点位于样坯几何中心，如图 6 所示。



标引序号说明：

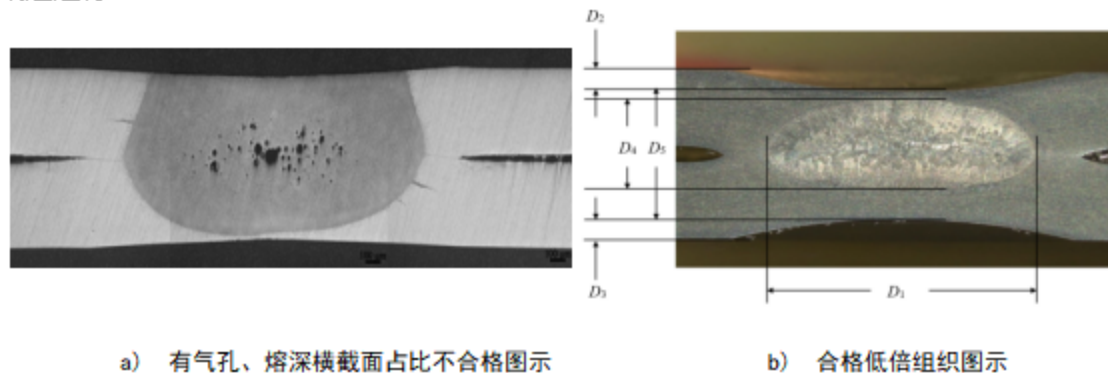
1—焊点。

图 6 外观形貌试样图示

7.2.2 观察外观形貌检查试样焊点表面，焊点表面及焊点周边母材不应存在肉眼可见裂纹，否则应由供需双方重新商定焊接参数进行试验。

7.3 焊点剖面低倍组织检测

7.3.1 将外观形貌检查合格试样过焊点中心纵向剖开，得到焊点剖面试样，如图 7 所示。采用体视显微镜观察试样低倍组织，如存在气孔或裂纹，可由供需双方重新商定焊接工艺进行试验。如无气孔或裂纹，测量低倍组织熔核尺寸 D_1 、上样坯压痕深度 D_2 、下样坯压痕深度 D_3 、熔核熔透深度 D_4 、电极压痕区最小厚度 D_5 。计算熔深横截面占比 D_4/D_5 （计算结果保留至小数点后一位，数值修约按 GB/T 8170 的规定进行）。



标引序号说明：

- D_1 —熔核尺寸，电阻点焊完成后，焊点中心位置重新熔化凝固区域的最大水平距离；
- D_2 —上样坯压痕深度，电极引起的上样坯压痕最大深度；
- D_3 —下样坯压痕深度，电极引起的下样坯压痕最大深度；
- D_4 —熔核熔透深度，下样坯表面变形最大位置与原位置的轴向距离；
- D_5 —电极压痕区残留样坯的最小厚度。

图 7 焊点剖面低倍组织图示

7.3.2 焊点剖面试样低倍组织的任一检验项目应符合表 3 的规定，否则应由供需双方重新商定焊接参数进行试验。

表 3 焊点剖面低倍组织检测结果判定

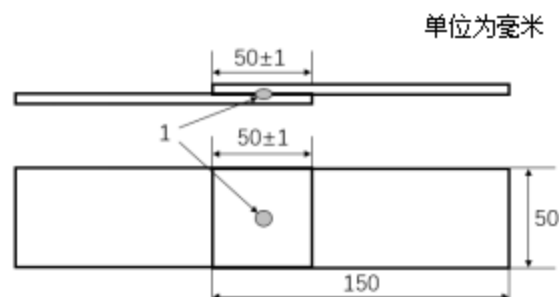
检验项目	焊点剖面低倍组织检测结果	
	mm	
D_1	$\geq 4vt^2$	
D_2 、 D_3	$\leq 0.3t^2$	
D_4/D_5	0.2~0.9	
* t 为产品厚度。		

7.4 焊接强度试验

7.4.1 抗剪拉伸试验

7.4.1.1 将2个抗剪拉伸样坯宽度方向对齐、长度方向重合 $50\text{mm} \pm 1.0\text{mm}$ 后叠在一起，在上样坯标记焊点位置（焊点位于重合部位的几何中心，如图8所示），按供需双方商定的焊接参数（需方未指定参数时，宜按表2推荐的焊接参数）、以电流 A_1 焊接制备抗剪拉伸试样A，共制备5个。

7.4.1.2 另取2个抗剪拉伸样坯，以电流 A_2 、按7.4.1.1焊接制备抗剪拉伸试样B，共制备5个。



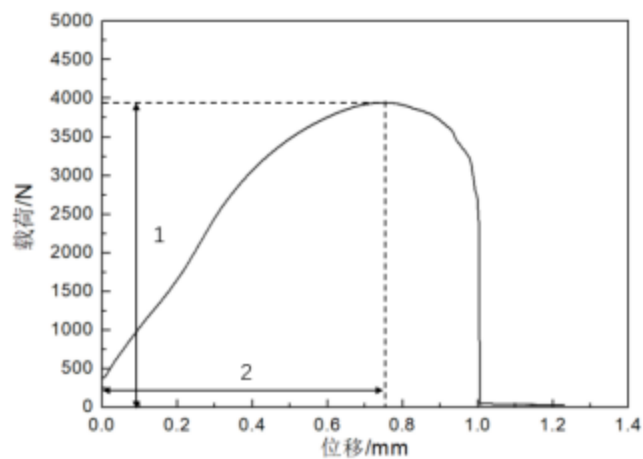
标引序号说明：
1—焊点。

图8 抗剪拉伸试样图示

7.4.1.3 将抗剪拉伸试样夹持到力学性能试验机上，夹持长度不小于 30mm ，以不超过 $20\text{mm}/\text{min}$ 的拉伸速率进行拉伸，如图9所示。记录载荷-位移曲线，并记录最大失效载荷和最大失效位移，如图10所示。



图9 抗剪拉伸试验示意图



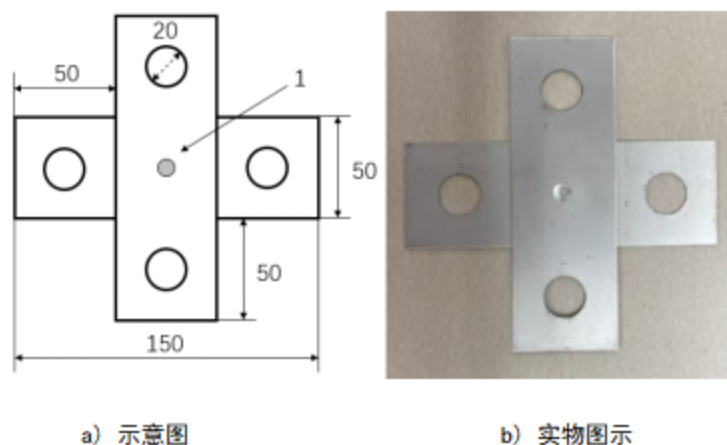
标引序号说明：
1—最大失效载荷；
2—最大失效位移。

图10 最大失效载荷和位移图示

7.4.2 十字拉伸试验

7.4.2.1 将2个十字拉伸试验样坯相互垂直放置搭接在一起，使其几何中心重合，并作为焊点进行标记，按供需双方商定的焊接参数（需方未指定参数时，宜按表2推荐的焊接参数）、以电流 A_1 焊接制备十字拉伸试样A（如图11所示），共制备5个。

7.4.2.2 另取2个抗剪拉伸样坯以电流 A_1 、按7.4.2.1焊接制备十字拉伸试样B，共制备5个。
单位为毫米



标引序号说明：
1—焊点。

图 11 十字拉伸试样图示

7.4.2.3 用十字拉伸模具螺栓穿过试样圆孔并拧紧螺母固定试样，将模具装到力学性能试验机上，试验机夹住夹持杆，如图 12 所示，以不超过 20mm/min 的拉伸速率进行拉伸。记录载荷-位移曲线，并记录最大载荷和最大失效位移。

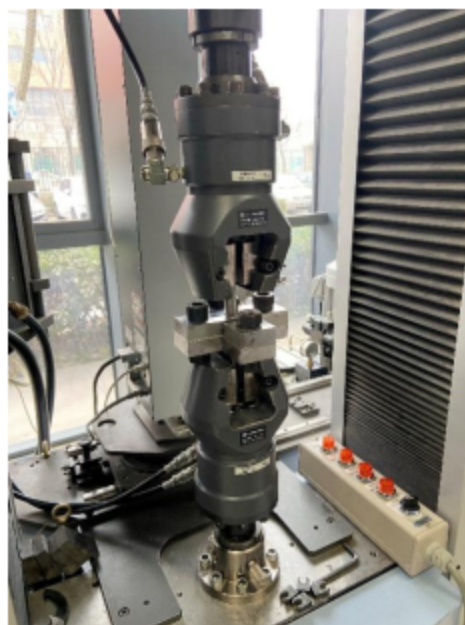


图 12 十字拉伸试验示意图

7.4.3 试验有效性判定

计算 5 个试样最大载荷、最大失效位移以及最小载荷、最小失效位移，当最大值与最小值差异大于 20%，或出现以下情况时，判试验无效，补充试样进行试验，直至得到 5 个有效数据。

- 拉伸力发生偏斜。
- 板材非连接点处发生撕裂。
- 板材与夹具打滑。

8 结果判定

- 8.1 外观形貌和焊点剖面低倍组织形貌合格时，判定焊接参数适用。
- 8.2 焊接强度测试数据一致性越好，焊接参数适用性越强。

9 试验报告

试验报告的内容应至少包括下列信息：

- a) 牌号；
 - b) 状态；
 - c) 批号；
 - d) 本文件编号；
 - e) 电阻点焊设备型号、电极帽材质及形状；
 - f) 电阻点焊电流（电流 A_1 和电流 A_2 ）；
 - g) 试验结果（外观形貌和焊点剖面低倍组织形貌检测结果、抗剪拉伸试验结果和十字拉伸试验结果）；
 - h) 可能影响试验结果的其他因素；
 - i) 试验人员；
 - j) 试验日期。
-