

SAE-USCAR-38 REVISION 1

颁布日期: 2009-12 修订日期: 2015-11-17

超声波焊接标准

目录

1.	应用范围	4
1.1	超声波焊接特性	4
2.	参考资料	5
2.1	参考标准(要求进行测试)	5
2.2	参考标准(非强制性)	5
2.3	测试要求文件	5
3.	基本要求	5
3.1	记录保存	5
3.2	样品文件	θ
3.3	样品数量	θ
3.4	默认测试公差	6
3.5	默认测试条件	6
3.6	设备	6
3.7	术语和缩写	7
3.8	测量精度	7
3.9	测试可重复性和校准	7
3.10	0 符合性确认	7
4.	测试方法和验收标准	7
4.1	基本测试要求	7
4.2	外观检查	8
4.3	焊接剖面分析	12
4.4	拉力和剥离力测试	14
	加速环境暴露(热冲击)条件处理	
4.6	取消振动测试	17
4.7	电阻测量(干电路和电压降)	18
4.8	加速环境测试顺序	20
4.9	短样连接破坏性测试	21
5.	超声波焊接验证要求	22
5.1	验证测试要求	22
5.2	特殊应用	23
5.3	参考验证	23
附表	录 A—术语	24
	录 B—缩写	
附表	录 C一超声波焊接开发和尺寸信息	27
附表	录 D—建议质量控制方法	28
附表	录 E—变更履历	30

1. 应用范围

本标准定义了导线到端子的超声波焊接测试方法和验收标准。本标准适用于图 1 所示结构。所测零部件需暴露于环境中以模拟道路车辆的野外试验的生命周期。环境暴露包括热冲击和温湿度循环。本标准目的在于评估导线和端子接口间的性能和强度。端子性能验证需另外完成,可以采用零部件验证测试标准 SAE/USCAR-2,这份标准可以评估整个连接系统是否符合要求。

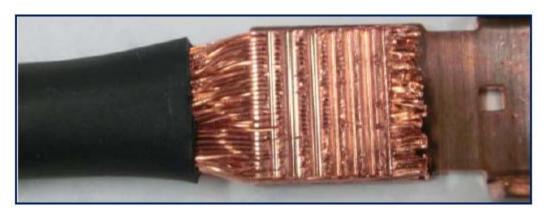


图 1一超声波焊接结构

若超声波焊接结构与描述的不一致(或与图 1 不一致),或者所处的环境超出了汽车应用范围,则本标准不适用。在应用前,这些零部件必须通过相应实际环境的测试。

适用于本标准的汽车和产品条件要求:

- 1)适用范围:导线和端子属于道路车辆温度范围在-40℃到+150℃之间的电气连接系统的一部分。适用电压可以低于(0-60VDC),也可以高达 600V. USCAR-38 适用于所有导线长度,它包含一项特殊测试:导线在 500mm 以下,其他端子和导线连接后进行焊接(选取测试样品对端子和导线潜在过程损坏风险进行评估。线束制造商负责按照工程内容跟踪短导线应用。短导线验证只适用于特定的相关过程。)
- 2) 适用设计:测试方法适用于含单线/多线压接的联排端子、常规端子或器件连接,包括孔式端子、电瓶端子连接,开放式压接和封闭压接都适用。
- 3) 适用导线:干净、内绞合且不镀层的汽车导线,镀锡导线、润滑油以及脏污会影响超声波焊接端子的机械和电气性能,因此这些不适用于本标准。
- 4) 适用导线规格: ISO 6722-1 标准规定的铜导线,线径在 0.22mm² 到 85mm² 之间,ISO 6722-2 标准中规定的铝导线,线径在 0.5mm² 到 120mm² 之间,其他规格也可以根据 本标准进行测试,但不能确定符合本标准要求。其他导线规格举例:压缩和紧凑导线,除铜/铜合金/铝/铝合金以外其他材料的导线,如包铜钢丝线。

1.1 超声波焊接特性

- 1.1.1 线到端子超声波焊接性能特性如下:
 - 1. 拉力和剥离力衡量机械性能
 - 2. 导线到端子的电阻或电压降衡量电性能
 - 3. 外观通过以下内容判定:

A 焊接高度(WBH)

J剥头

B 焊接宽度(WBW)

K 焊接位置

C 焊接长度(WBL)

L端子位置和方向

D 绝缘压接高度(ICH)

M 模具轮廓或零件号

E 绝缘压接宽度(ICW)

N 导线规格(线径)

F 导体末端

N 可线燃借(线任)

G 绝缘末端

O 导线结构(束线状/绳状/绞合) P 焊接导线根数

H 导线准备(剥头长度和校准) Q 端子材料和镀层

R 芯线镀层

符合性

为检查超声波焊接是否符合本标准要求,导线到端子的超声波焊接必须可追溯, 并生成 SAE/USCAR-38 测试报告,表 5.1 中的所有测试必须满足标准要求。特殊 导线端子结构(包括芯丝/实际线径/端子基材和厚度以及模具)必须详细注明 在报告内。

1.1.2 设备能力

验证过程仅适用于直线超声波焊接设备,该设备可以根据反馈对压力/能量/振幅设置和输入/焊接时间进行控制,以确保能量恒定。若使用的设备和标准规定的不一样,则本标准可能不适用。这种情况下供应商需联系客户咨询如何对焊接进行验证。

2. 参考资料

2.1 参考标准 (要求进行测试)

- SAE/USCAR-21 端子压接性能(仅针对导线防水件)
- SAE/USCAR-2:汽车电气连接系统性能规范(仅用于首样认可)

2.2 参考标准(非强制性)

- SAE J1128: 低压导线
- SAE J1127: 低压电瓶线
- ISO/DIN 6722 低压导线(铜导线见 Part1,铝导线见 Part 2)
- AIAG: 测量系统分析参考手册—基本要求

2.3 测试要求文件

实验室试验申请/订单需提供样品产地和文件资料,识别出试验类型,任何不属于本标准的试验都需注明,如有偏差和变更,则需详细记录偏差和每次更改内容。

基本要求同 USCAR-21,可能需要增加焊接尺寸组别进行测试以确定所允许的工艺窗口。 文件中的最佳过程参数不受控,但所有参数必须采用该验证方法进行评估。所有测试组 别必须通过测试。

3. 基本要求

3.1 记录保存

供应商需维护试验报告和校准记录,建立中心文档。这些记录保存必须满足 ISO 和 AIAG 要求。

3.2 样品文件

所有测试样品必须按照 ISO 或 AIAG 要求进行存档识别。

3.3 样品数量

本标准中的每项测试都规定了样品数量要求,只有要求的最低数量样品进行了测试且所有组别样品都满足验收标准要求,才能表示该零部件或器件满足要求。绝不允许用选取数量大的组别代替最低数量样品进行测试。

3.4 默认测试公差

如无其他规定,测试公差如下:

A 温度 ±3℃

B 电压 ±5%

C 电流 ±5%

D 电阻 ±5%

E 长度 ±5%

F 时间 ±5%

G 力 ±5%

H 相对湿度 ±5%

3.5 默认测试条件

若产品设计任务书/试验大纲或本标准中的其他地方未规定特殊测试条件,则采用以下条件:

A 室温 23±5℃

B 相对湿度 环境湿度

C 电压 (DC) 14.0±0.1V

3.6 设备

本标准用到的设备名称及精度要求见表 3.6,但表 3.6 和测试章节中列出的清单并不包含全部设备;常用的实验室设备和电源也是需要的。只要范围满足要求,特殊测试可以采用较小范围内的设备。表中定义的设备并不排除较大范围的设备,但精度必须满足公差要求。

表 3.6 一设备清单

设备名	要求
直流电源(稳压)	0-20V,电流按照要求
微欧姆计	● 开路电压≪20mV
	● 测试电流≤100mA
	● 精度 0.01m Ω
数字万用表	测量范围 0.001-50V DC,精度 0.5%
毫伏计	测量范围 0-100mV DC,精度 0.5mV

热电偶	按照要求选择"J"或"T"类型(≤0.08mm)
拉力测试仪	精度: 1%
热冲击试验箱	-40 到+150℃±3(≤5 分钟)
烘箱 (替代热冲击试验箱)	+150°C ±3
温度试验箱(替代热冲击试验箱)	-40°C ±3
视频设备	要求拍照清晰,含剖面分析

3.7 术语和缩写

定义或术语中定义的术语都是大写(如室温、稳态等)。术语清单见附录 A,缩写见附录 B.

3.8 测量精度

如无其他规定,测量仪器精度需比规定的值多保留一位小数。例如,规定的导线直径为 0.1mm,虽然这和 0.10mm 的导线直径一样,可以用精度为 0.01mm 的卡尺测量第一根 线,但要用精度为 0.001mm 的千分尺测量第二根线。

3.9 测试可重复性和校准

所有测试仪器必须校准,且按照试验设备认证要求和适用标准通过 R&R's 定期进行维护。 也可以采用 AIAG 出版的《测量系统分析参考手册》,每份测试报告中需注明仪器和设备 清单、最后一次校准日期、下一次校准日期。

3.10 符合性确认

要求见表 5.1,通过验收标准判断测试符合性。任何与测试标准不一致的地方都视为不符合,但可以由 OEM 判定是否接受。

4. 测试方法和验收标准

4.1 基本测试要求

本章中的所有测试步骤都为独立测试。这些测试通常为顺序测试。测试组别要求能克服样品准备或方法出现的任何冗余。例如:顺序测试中,若之前的测试已准备好样品,则下一测试中的样品准备步骤就可以省略。

基本测试要求如下:

- 1. 测试样品需满足图纸尺寸要求。
- 2. 如果涉及到设计,测试中可能需要提交开发件、原型样件或生产件。

- 3. 测试样品需注明零件描述、零件号以及版本号。
- 4. 样品必须能体现生产过程,例如:端子表面可能会留有模具润滑剂。所有样品条件必须一致。(其他举例:若样品有镀层或包衣,则不允许去除镀层或包衣,焊接前不允许清洗样品,除非这些额外步骤属于批量步骤的一部分。另外导线不允许弄干净。)设备和模具必须为批量生产条件下的设备和模具。这一点非常关键,因为超声波焊接的过程和材料是敏感性的。
- 5. 本标准建议样品准备参照附录 C.

4.2 外观检查

4.2.1 目的

该项测试目的是记录样品的物理外观,通过描述、照片和/或视频辅助评估环境处理对样品的影响。大多数情况下可以通过实验室的照明设备(冷白荧光灯)完成外观检查。

4.2.2 样品数量

每个焊接组选取 100 个样品进行测试。测试前根据工程判断和经验确认焊接设置参数。(注意:如果是多线压接,同一结构的焊点 2 种规格导线都需按照 4.4.4 章第 6 步进行测试,则样品数量加倍)。这些额外的样品在该步骤中制作完成。

该项测试的样品必须是新制的,这些样品用来进行 4.4.4 章中的拉力测试。

- 1. 记录焊接最终高度
- 2. 记录焊接时间
- 3. 计算和记录 4.4 章用到的焊接时间平均值和标准偏差。

4.2.3 设备

1. 视频/摄像设备,用来拍摄焊接剖面

4.2.4 步骤

- 1. 测试前对每个样品上的焊接区域进行外观检查,记录下出现的任何一处制造或 材料缺陷例如过渡区域缺陷、芯丝松动、断芯丝、芯丝过长影响端子功能。将 其中一个样品进行拍照或视频作为参照样品,待测样品只需拍一张照片,即使 在不同的测试路径上,也无需重复拍摄。
- 2. 测试和/或条件处理后,重新检查每个测试样品,详细记录下任何可观察到的变化,诸如物理变形、裂纹等。将测试样品和/或条件处理过的样品和参照样品/视频/照片进行对比,在测试报告中记录下差异。
- 3. 若零部件供应商的外观要求比标准中规定的更严格,以零部件供应商的要求为准。

4.2.5 验收标准

所有提交的样品必须满足下面标准要求/表 4.2.5 和图 4.2.5 中的要求。

1. 基本外观和功能

焊接工序不允许影响端子或插件功能(焊接不允许造成导线和护盖、孔式端子或下道工序附件的干涉)。

2. 导线末端

- a. 导线芯丝不能和与之连接的零部件、器件或端子发生干涉。如果有防水要求, 防水件决不能受到芯丝损坏(可以要求对剥头长度进行控制以防止防水件损 坏)。芯丝翘起不能影响或刺穿保护套管。
- b. 导线芯丝不允许与之焊接的部件发生干涉,也不允许焊接区域和绝缘末端之间的裸线发生短路。
- c. 剥头长度需合理,焊接区域不允许出现绝缘皮,必须确保所有芯丝末端穿过焊接区域。

3. 绝缘压接

绝缘压接(如果有的话)必须满足 SAE/USCAR-21 4.2.5#8 中的基本外观要求以及 4.3.5#3 中的剖面要求。(绝缘压接可以给焊接提供应力消除,线径≤6mm²的端子制造商提供的端子需要有绝缘压接翼。绝缘压接翼可以将焊接和未焊接芯丝之间的最高应力点移出焊接区域。)

4. 焊接前的导体外观

测试用的芯丝必须能反映生产中的最坏条件(也就是测试最坏情况)。允许漏芯丝的情况必须清晰注明在报告中。一般而言,只要客户许可,大线径上可以允许漏芯丝。

5. 防水栓和防水塞

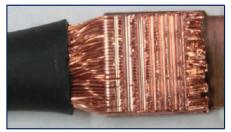
外观检查见标准 USCAR-21 (如适用),防水栓见 4.2.5 章#10 和 4.3.5 章#4,防水 塞见 4.3.5 章#5.

6. 周边区域损坏

焊接端子以及周边零部件(500mm 以内)不允许受到损坏。检查需包括材料是否有裂纹、端子间隙是否变大、点焊裂纹、端子折弯角度变化。图 4.2.5-8 为示例:常见缺陷一点焊出现裂纹。



图 4.2.5-8一示例: 端子受到焊接能量影响出现裂纹, 不可接受



超声波焊接要求:

- 所有芯丝必须焊接到
- 导线/端子焊点部分必须完全重合
- 导线芯丝需超出焊点,但不能与周边区域发生干涉(端子/热缩管等)
- 无烧焦、无异物和脏污

图 4.2.5一符合要求的焊接外观 表 4.2.5一焊接外观验收标准

不符合要求	接外观验収标准 PV 验证(100pcs)要求	客户接收到的产品要
小小日安水	FV 孤血(100pcs) 安 水	求
A)焊点末端未露芯丝	导线末端必须超过焊点,且不用放大镜就能看见(芯丝长度不要求一样长)。	同 PV 验证,注意: 芯 丝出头长度根据应用 范围而定,本标准不 作规定。
With the transfer of the trans		
	导线/端子焊接轴向必 须完全对齐 (图中所示重叠区域 不充分)	同 PV 验证
B)导线/端子未对齐到焊接区域		
C)侧隙太大	焊接区域必须向两侧 各延伸至少 1/2mm	同 PV 验证
D)芯丝末端脱落,但焊接区域仍接触	芯丝末端不允许脱落	同 PV 验证, 如客户同意, 允许手工切线整理芯丝
D)心经不驯加格, 巨杆 安区 域 / 万安版		
E)断芯丝,但芯丝焊接区域仍接触未断	不允许断芯丝	求,则允许断芯丝; 若客户同意,可以修 饰芯丝。
	不允许漏芯丝	如果满足表 4.2.5A 要 求,则允许漏芯丝
F)焊接区域漏芯丝		

G)芯丝鼓起	不允许芯丝鼓起	若客户同意,可以将 鼓起的芯丝回压至芯 丝束内
700亿数处		
H)绝缘皮焊到焊接区域	焊接区域不允许见到 绝缘皮(绝缘皮不能碰 到焊头),焊头不允许 有切线	焊接区域不允许见到 绝缘皮
1)焊接区域有绝缘残留物	肉眼看不到的绝缘残 留物留在焊接区是允 许的	同 PV 验证(导线绝缘如果是压力挤压型是很常见的)
CANAL DE VETER DO TOTAL DE		
J)焊接区域芯丝烧焦	不允许烧焦或过度焊接(外观检查是否变 色)	烧焦可以接受,如果 发现此现象,过程控 制计划必须检查和修 改
THE WOLLDWIN		
K)芯丝脏污	芯丝不允许有脏污,芯 丝必须干净,无润滑剂 和变色现象	同 PV 验证
,		
L)未焊接到指定区域(黄色标识)	区域(若有的话)。图中展示了最小和最大范围,导线不能影响功能	同 PV 验证
	焊接区域不可见到绝	
	缘皮,若待测样品有绝 缘压接翼,则焊接区域 和绝缘压接翼之间必	同 PV 验证
M)绝缘皮伸到焊接区域	须看到绝缘末端	
M)绝缘皮伸到焊接区域	须看到绝缘末端	

	导线不允许回折	同 PV 验证
N)导线回折		
0)导线氧化(铝导线)	铝导线不允许氧化	同 PV 验证
O) U AFUE (EU A)		
	焊接不允许裂开或分 离(这一般发生在铝导 线上)	同 PV 验证
P)焊接破裂		

表 4.2.5A 断丝/漏丝最大允许值

导线芯丝数	要求
€7	0
≤19	1
≤37	2
≥38	5%

4.3 超声波焊接剖面分析

4.3.1 目的

剖面分析可以提供直接证据证明超声波焊接是否统一和牢固,以保证连接功能,将 剖面分析和现有好的剖面进行对比评估。它也可以作为辅助诊断工具来判定焊接为 什么没有通过该测试。若焊接不充分或焊接过度,都可能导致达不到本标准中的电 气和机械要求,这些可以通过 10X 及以上放大镜观察识别出来。

4.3.2 样品数量

每个焊接组选一个样品进行测试。若有绝缘压接翼,则另外准备一个样品按照标准 USCAR-21 第 4.3 章进行测试。

4.3.3 设备

剖面分析仪,若供应商选择的仪器能够将端子/导线受损风险降到最低,则仪器选型由供应商决定。

4.3.4 步骤

- 1. 对每个焊接进行剖面和拍照(若有绝缘压接翼,见标准 USCAR-21)
- 2. 尽量靠近焊接中心点区域选择最低点进行切片,见图 4.3.4

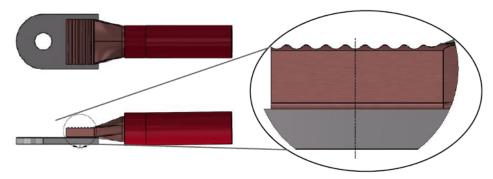


图 4.3.4: 超声波焊接剖面切片位置(焊接中心点最低点)

4.3.5 验收标准

1. 需剖面的焊点所有芯丝必须和端子接触,符合要求的焊接图片见图 4.3.5 (芯丝稍微压缩,所有芯丝都和表面接触。)

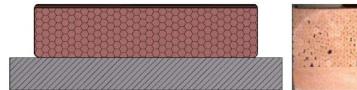




图 4.3.5: 符合要求的剖面图和照片

2. 焊接前后的导线截面积应按照图 4.3.5C 进行测量和生成报告。按照公式 4.3.5 计算最终焊接状态和焊接前初始状态的百分比并生成报告。最终焊接状态和焊机前初始状态的比率(压缩比)必须满足表 4.3.5 中的要求。

公式 4.3.5: 超声波焊接压缩比

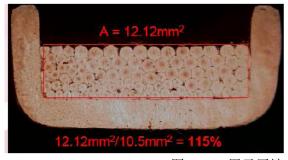
$$C (in \%) = \frac{F}{A} * 100$$

其中

C=压缩比(%)

F=最终焊接状态截面积

A=焊接前初始状态截面积(将单丝截面积相加计算得出或按照 ISO6722 密度法计算得出)



举例:焊接后的截面积为 12.12mm²

焊接前的截面积为 10.5mm²,按照公式 4.3.5 压缩比为 115%

图 4.3.5C:用于压缩分析的剖面分析图示

表 4.3.5: 压缩比要求

导线类型	额定压缩比	最低压缩比	最高压缩比
铜导线	107%	95%	120%
铝导线	88%	60%	116%

表 4.3.5 注意事项:

1) 并不是所有的剖面都是矩形,需使用合理的测量方法

- 2) 焊接前导线截面积计算有 2 中方法: 一是将所有单丝截面积进行累加,二是按照 ISO6722 或 ISO6722-2 中的重量法计算。含气量间隙是允许的,完全被导线包围的间隙属于最终截面积的一部分。
- 3) 若有绝缘压接翼,则需另外进行剖面分析,且必须满足 SAE/USCAR-21 第 4.3.5 章#3 中的要求。
- 4) 若有防水栓,需另外准备样品进行防水栓保持力测试,且必须满足 SAE/USCAR-21 第 4.6 章中的要求。

4.4 超声波焊接拉力和剥离力测试

4.4.1 目的

本章详细规定了超声波焊接保持力的测试方法。

若超声波焊点强于被测零部件,后续需分析端子的不足之处。端子不能按照本标准 的拉力测试进行验证,除非客户同意。

4.4.2 设备

- 1. 能够测量焊接尺寸的设备(卡尺等)
- 2. 压接拆卸工具,或其他合适的方法可以拆开绝缘压接翼,而不损坏焊点(注意:制作的样品可以不带绝缘压接翼,以避免此步骤。)
- 3. 拉力测试仪
- 4. 固定装置,设计和装置按照零部件和焊接结构而定

4.4.3 样品

4.4.3.1 剥离力测试样品

每个焊接组选取 2 个样品进行测试。只有焊接线径<6mm²的导线上的端子才需测试;6mm²及以上的导线焊接评估方法:测量最小焊接宽度。(多线焊接的,样品数量需翻倍。)

4.4.3.2 拉力测试样品

从 4.2 章中的无破坏性外观检查的样品中选 100 个样品

4.4.4 剥离力测试步骤

- 1. 若测试样品含有绝缘压接翼(建议选取焊接线径≤6mm²), 拉力测试样品含绝缘压接翼的,可以先不用绝缘压接。
- 2. 剥离力测试需在拉紧的导线上进行(也就是剥离力测试前需取消导线上的松弛, 以避免由于"振动"导致的测试结果不准确)。
- 3. 测量和记录下焊接高度/宽度/长度。测量和记录下所有过程参数和机器反馈(时间、能量)(参考附录 C)。供应商获取、记录下尺寸参数并生成报告。测量每个样品组中样品的焊接高度/宽度和长度。
- 4. 若绝缘压接翼未打开,用拆解压接的工具打开或其他合适的工具打开,这样剥离力测试只会反映焊接导体连接情况。
- 5. 外观检查拆开后的压接区域,确保无芯丝损坏。若芯丝受损,该样品不能测试。
- 6. 样品中的所有导线必须绑在一起拉。
- 7. 以 50-250mm/min(建议为 100mm/min)的速度横向 180° 施加力,测量和记录使 焊点分离所需的剥离力。

4.4.5 拉力测试步骤

- 1. 按照需求打开绝缘压接翼,若测试样品含有绝缘压接翼,则需在绝缘压接翼打 开的情况下(绝缘压接不用压)进行拉力测试。
- 2. 将测试样品放在测试装置上使之固定,拉力测试需在拉紧的导线上进行(也就是拉力测试前需取消导线上的松弛,以避免由于"振动"导致的测试结果不准确)。
- 3. 测量和记录下焊接高度/宽度/长度。测量和记录下所有过程参数和机器反馈(时间、能量)(参考附录 C)。
- 4. 若绝缘压接翼未打开,用拆解压接的工具打开或其他合适的工具打开,这样拉 力测试只会反映焊接导体连接情况。
- 5. 外观检查拆开后的压接区域,确保无芯丝损坏。若芯丝受损,该样品不能测试。
- 6. 以 50-250mm/min(建议为 100mm/min)的速度轴向施加力直至失效,记录每个样品的峰值。计算和记录每组的平均和标准偏差。
 - a) 若是一步到位的双线/三线或多线焊接,则拉动最小线径的导线【例如 0.35/0.50 的双线焊接,只需拉动 0.35mm² 的导线】。
 - b) 若是非一步到位的多线焊接,需拉动一根最小线径和一根最大线径的导线 【例如 0.5mm²/1.0mm² 的双线焊接,两根导线都需拉动】
 - a. 0.5mm²/1.0mm²/2.0mm²的三线焊接,需拉动 0.5mm²和 2.0mm²的导线
 - b. 0.5mm²/0.5/2.0 的三线焊接,需拉动其中一根 0.5mm² 的导线和 2.0mm² 的导线
 - c. 每根需拉力测试的导线需使用新的样品,参照图 4.4.5 设置。

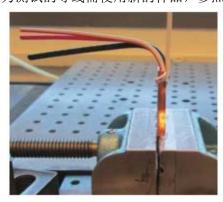


图 4.4.5: 多线焊接拉力测试装置

7. 使用步骤 6 搜集到的数据和表 4.4.6 中的拉力值(注意:铜导线和铝导线的拉力值不一样)计算选取的 100 个焊接样品的过程能力 Cpk,公式如下:

Cpk=(样品平均值-表 4.4.6 中的拉力值)/样品标准偏差。记录 Cpk 值。

4.4.6 验收标准

- 1. 4.4.5 章中计算的 Cpk 值必须超过 1.67.
- 2. 线径<6mm²的焊接样品必须满足表 4.4.6 中的剥离力值。
- 3. 线径≥6mm²的焊接样品,焊接宽度必须≥表 4.4.6 中的值。不满足焊接宽度要求(无其他缺陷)不作为拒收标准,但若不满足表 4.4.6 中剥离力值的任何样品设计必须评审如何达到规定的机械拉力值。若测试样品是因为端子原因无法满足表 4.4.6 中的拉力值要求,则可以判定端子与导线不匹配。

表 4.4.6: 超声波焊接拉力/剥离力和焊接宽度要求

线径 ²		铜导线 ³	(尸)女业刀/利卤刀	177145050000	铝导线 ³	
mm ²	拉力 ⁶ N	最小剥离力 ⁴ N	焊接宽度 ⁵ mm	拉力 ⁶ N	最小剥离力 ⁴ N	焊接宽度 5 mm
0.22	50	10	-	Y^1	-	-
0.35	55	11	-	Y ¹	-	-
0.50	85	17	-	50	10	-
0.75	120	24	-	85	17	-
1.0	170	34	-	120	24	-
1.5	225	45	-	150	30	-
2.0	250	50	-	180	36	-
2.5	275	55	-	200	40	-
3.0	350	70	-	240	48	-
4.0	375	75	-	260	52	-
5.0	400	80	-	280	56	-
6.0	435	-	4.0	300	-	4.0
8.0	500	-	4.0	350	-	5.5
10	800	-	4.0	400	-	7.0
12	1000	-	7.0	450	1	8.0
14	1025	-	7.0	500	-	9.0
16	1050	-	8.0	550	-	9.6
18	1100	-	8.0	600	-	10.0
20	1200	-	9.0	650	-	10.5
25	1350	-	9.0	850	-	11.6
30	1500	-	10.0	1000	-	11.6
35	1700	-	11.0	1200	-	13.0
40	1850	-	13.0	1400	-	14.0
50	2200	-	15.0	1650	-	16.0
60	2200	-	18.0	1800	-	18.0
70	2400	-	20.0	1880	-	21.0
85	X ¹	-	-	2000	-	24.0
95	χ^1	-	-	2050	-	25.0
110	X ¹	-	-	2150	-	26.0
120	X ¹	-	-	2200	-	26.0

注意事项:

¹ 拉力值中打 X 的表示目前暂无此线径的超声波焊接经验,故无法规定拉力值。打 Y 的表示目前暂无此线径的超声波焊接经验,且 ISO 6722-2 标准中无此线径标准。

² 中间值的导线需选择大一规格的导线的拉力/剥离力/焊接宽度。

³ 按照导线类型选择"铜"或"铝"一列,不含端子材料。

⁴ 线径<6mm²的导线焊接必须满足剥离力要求。

⁵ 焊接宽度适用于线径≥6mm² 的导线焊接,若不满足焊接宽度要求必须记录下来,但不作为缺陷品。

⁶ 使用表中的值来计算 4.4.6 章#1 (步骤 7) 中的 Cpk 值, Cpk 必须大于 1.67.

4.5 加速环境暴露(热冲击)条件处理

4.5.1 目的

本章详细规定了高低温环境测试时的电气和电子部件的性能要求。两种环境之间的快速转移可以衡量零件承受温度剧烈变化的能力。

4.5.2 样品

每组至少选取 10 个样品进行测试。

4.5.3 设备

热冲击箱

4.5.4 步骤

- 1. 按照图 4.5.4 设置温度箱的温度和停留时间,循环次数设置为 72.
- 2. 允许温度箱有充分的时间达到预设温度。
- 3. 将样品置于转移篮内。
- 4. 开始测试

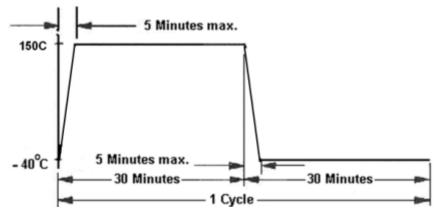


图 4.5.4 热冲击箱的设置参数

- 5. 72 次循环结束后, 关掉热冲击箱, 取出样品。
- 6. 在报告中记录实际操作温度和停留时间以及任何异常现象。

4.5.5 验收标准

这仅是条件处理步骤,验收标准见4.7章中的电阻要求。

4.6 取消(之前是振动测试)

经过验证,振动不会造成焊接端子失效,故取消振动和机械冲击章节。4.9 章中增加检查项,检查周围焊接非直接的能量是否会造成焊接受损,将这视为4.6 章的替换。

4.7 电阻测量(干电路和电压降)

4.7.1 目的

本章规定了超声波焊接的电阻测量方法,有两种测量方法:总线径≤6mm²的,使用 干电路测量法;总线径>6mm²的,使用电压降测量法。

4.7.2 样品

- 1. 每个焊接至少选取 10 个样品进行测试。
- 2. 至少再额外准备 3 个带焊锡的样品以计算 4.7.4 步骤 4-6 "减去"的值。建议样品长度为 150mm,只要加工和搬运过程中不影响样品焊接区域,且导线大于100mm 都是可以接受的。所有样品长度需一样长。
- 3. 距离端子焊接尾部至少 100±3mm 处选取电阻测量点,只要测量长度一致测量点>100mm 都是可以接受的。
- 4. 将焊锡放在测量点 C 上 (导线剥头尾部),见图 4.7.4A 中的干电路测量法,该方 法要求读数稳定。

4.7.3 设备

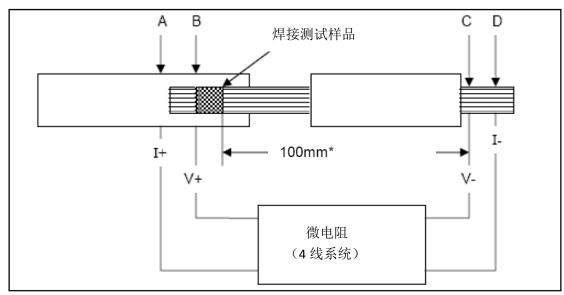
以下设备并不是都用到,根据测量方法选择相应的设备。

- 1. 微电阻(仅用于干电路测量法)
- 2. 直流电源(0-20V,100A或按照要求)(仅用于电压降测量法)
- 3. 电压计(仅用于电压降测量法)
- 4. 热电偶(仅用于电压降测量法),注意:不建议使用无触点热电偶,若必须使用 该热电偶,精度要求必须得到验证。

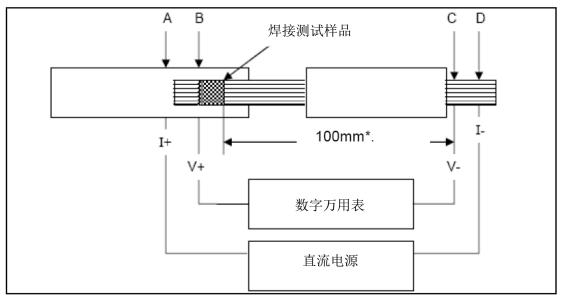
4.7.4 步骤

- 1. 按照 4.2 章进行外观检查
- 2. 确保样品干燥且不受影响,不允许对样品进行清洗,因为焊接容易腐蚀。
- 3. 将干电路测量用的样品分别放在测量表面上,确保将样品的相对运动降到最低。 安排好要进行电压降测量的样品,串联成一个电路,确保所有样品(尾部带开 口螺栓、压孔式端子的样品或焊接样品等)上的 B 和 C 点可接触到。
- 4. 距离端子尾部至少 100±3mm 处测量和记录带锡焊点样品的电阻,若采用电压 降测量法,按照如下公式计算电阻: $1mV/A=1m\Omega$ 。
- 5. 测量和记录焊接区域前的点 C 和点 B 之间电阻(干电路电阻测量法见图 4.7.4A, 电压降测量法见图 4.7.4B)。若采用电压降测量法,按照如下公式计算电阻: $1mV/A=1m\,\Omega$ 。

6. 焊接电阻=步骤 5 中测得的总电阻一步骤 4 中锡焊样品测得的电阻。确保"减去"的步骤 4 中的样品长度(公差在±3mm)和材料与步骤 5 中用的样品一致。唯一的差异在于焊接区域有没有锡焊。



*只要"减去"的样品长度与测试样品一样(±3mm),测量点>100mm 是可行的。 图 4.7.4A:总线径≤6mm²的干电路测量法



*只要"减去"的样品长度与测试样品一样(±3mm),测量点>100mm 是可行的。 图 4.7.4B:总线径>6mm²的电压降测量法

4.7.5 验收标准

加速老化测试结束后的样品电阻 $(mV/A \to m\Omega)$ 不允许超过表 4.7.5 中规定的要求。

表 4.7.5: 允许的最大电压降或电阻要求

线径	线径 测试电压		最大电压降或电阻	电压降或电阻最大变化量
(mm²) ⁺	(V)	(A)	mV/A(m Ω)*	mV/A(m Ω)*
≪6	<20mV (干电路)	<0.1A	0.55	0.33
6 <csa<12< td=""><td>符合要求的电压</td><td>50A</td><td>0.15</td><td>0.09</td></csa<12<>	符合要求的电压	50A	0.15	0.09
12≤CSA<20	符合要求的电压	75A	0.11	0.07
20≤CSA<30	符合要求的电压	100A	0.08	0.05
30≤CSA<40	符合要求的电压	100A	0.06	0.04
40≤CSA<50	符合要求的电压	100A	0.05	0.03
50≤CSA<60	符合要求的电压	100A	0.04	0.02
60≤CSA≤120	符合要求的电压	100A	0.03	0.02

^{*}m Ω : 大多数干电路测量仪可以直接显示读取; 也可以采用公式 1mV/A=1m Ω 进行计算(线径>6mm²)

4.8 加速环境测试顺序

4.8.1 目的

本章规定了验证测试顺序,由多个试验步骤组成。

4.8.2 样品

样品数量见各项试验步骤, 4.7.1 或 4.7.2 测试章节中的样品在其测试结束后,可以借此判定是否可以用于机械测试。

4.8.3 设备

设备见各自试验章节。

4.8.4 测试步骤

按照表 5.1 中测试路径 D 的步骤进行测试,为了方便阅读本章稍作描述:

- 1. 章节 4.2 外观检查
- 2. 章节 4.7 电阻测量
- 3. 章节 4.5 热冲击
- 4. 章节 4.7 电阻测量
- 5. 章节 4.2 外观检查

^{*}中间值的导线需满足大一规格的导线的电压降或电阻要求。

4.8.5 验收标准 见各测试章节要求。

4.9 短样连接破坏性测试

4.9.1 目的

该项测试目的在于评估测试样品是否将多余的超声波焊接能量传递给端子其他部位上或通过导线传递到其他零部件上。这是一项检查问题的筛选测试(可以检测到300mm及以内长度的导线上的焊接端子和另一端的零部件缺陷。该测试可以评估距离焊点 200mm 处焊接端子的牢固性,当距离测试样品500mm及以内出现超声波焊接,建议采用该项测试(超出500mm的长度不适用该项测试,这是因为超出500mm的间接能量尚未观测到。)这仅是定属测试或筛选测试。这不能代替其他外观检查和拉力测试等。



图 4.9: 短样样品

4.9.2 样品: 50 个样品,导线长 200mm,两端进行超声波焊接,将每根线上的首先焊接的端子做标识。

4.9.3 测试步骤

- 1. 按照 4.9.2 章在导线两端焊接端子(每根样线两个超声波焊接端子)
- 2. 按照 4.2 章进行外观检查
- 3. 按照 4.4.5 章进行拉力测试,两边同时抓紧测试装置,一直拉到失效为止。
- 4. 记录失效时达到的力值,哪边失效(第1个焊接还是第2个焊接),第1个焊接 失效次数,第1个焊接(首先焊接)端子断裂的百分比。

4.9.4 验收标准

该项测试可以评估焊接样品受周围焊接能量破坏的敏感度,并不直接作为缺陷标准。含短线的特殊设计必须按照 4.9.3 进行完整的验证。尽管它不能替代所要求进行的测试,当客户要求通过专项测试而不用其他附加测试时,也是可以采用该项测试结果的(证明无敏感性)。

- 1. 采用 4.9.3 章步骤 4 中的值(每端失效百分比),确定同一端(首先焊接端或第二个焊接端)失效率是否达到 70%及以上,若达到 70%及以上,就表示 300mm 以下的焊接样品为"过程敏感性",视为测试不通过。
- 2. 4.9.3 章#4 中记录的平均失效拉力值必须≥4.4.5 章#6 中记录的平均拉力值*80% (单边超声波焊接抗拉强度)。若低于 80%, 300mm 以下的导线上的第 2 个焊接

会损坏第1个焊接,视为测试不通过。

注意: 300mm 以下的短样若测试结果判定为"过程敏感性",该测试结果也可以适用于 300mm 以上的样线。300mm 以下的短样,建议更改工艺方法,有多种方法可以减少来自第 1 个焊接中的间接能量的影响。

5. 超声波焊接验证要求

5.1 验证测试要求

- 1. 必须通过表 5.1 中测试顺序 A/B/C/D,这样才能证明特定的过程输入参数满足 USCAR-38 中的要求;满足要求只能证明个别过程参数通过,若采用 其他过程参数,还必须进行完整的验证测试。可以允许只验证一个过程设置,但一般而言,至少需提供两种过程设置给设备,这样设备可以有选择以优化焊接过程。
- 2. 如何审批一系列的输入参数设置而不是单个输入参数设置方法见附录 D.大多数应用都可以采用附录 D中的方法来验证系类输入参数设置。注意:用于验证的样品总数量会增加很多。若单项验证需要 X 个样品,一系列的验证则需要 2X+30 个样品。

表 5.1: 验证测试要求

	测试内容	4.3 剖面	4.4.4 剥离力	4.4.5 拉力	4.8 加速环境测试顺序	4.9 短样连接破坏测试	(USCAR-38 验收标准章节)
	测试顺序 ID(测试路径)	Α	В	С	D	E	
	每组最低样品数量	2 ⁽¹⁾	5 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾	10	50 ⁽⁴⁾	
	4.1 章中的设备与工装						1.1.3
4.1	基本要求	1	1	1	1	1	4.1
4.2	外观检查	2	2	2	2,6	2,4	4.2.4
4.3	焊接剖面分析	3					4.3.5
4.4.4	剥离力测试		3				4.6
4.4.5	拉力测试			3			4.6
4.5	加速环境暴露测试				4		N/A
4.5	热冲击条件处理				4		N/A
4.7	电阻测量				3,5		4.7.5
4.9	短样破坏性测试					3	4.9.5

注意事项:

- (1) 准备两个样品,一个用于剖面分析,另一个不进行剖面分析,作为对照样品使用。
- (2) 4.4.4 章中剥离力测试不适用于 6mm² 及以上的导线。若导线≥6mm², 这 5个样品不必准备。
- (3) 若多线焊接且导线规格不同,样品数量需翻倍。
- (4) 短样破坏性测试是选择性的筛选测试,用于预评估 300mm 及以下特殊设计的焊接拉力失效应用,若该项测试不做,则这 50 个样品不必准备。

5.2 特殊应用

- 5.2.1 不允许有测试偏差,若所有的要求都无法满足,测试报告中必须注明样品无法满足 USACR-38 标准要求。若客户同意采用不完全符合的零件,则无需更改 USCAR-38 状态.
- 5.2.2 短线应用(300mm以内)必须进行验证,以证明整个生产过程是可行的(包括验证 远离焊接端的另一端压接)。测试 E 属于筛选测试,以找出短线风险点。

5.3 参考验证

5.3.1 目的

若下面列出的条件都能满足,可以采用通过 USCAR-38 的类似结构进行参考验证。

- 1. 参考件证明满足 USCAR-38 标准要求。
- 2. 已经验证过的参考件和被验证的样件采用相同的焊接端子/导线/工装模具以及工艺方法。
- 3. 检验标准是最新版的 USCAR-38
- 5.3.2 同一验证 "Same as"

若参考验证是基于其他经 USCAR-38 验证过的应用 "same as",则需满足下面的设计属性要求:

- 设备型号
- 工装设计
- 端子结构或材料厚度
- 材料(合金和回火)
- 端子镀层
- 端子导体压接翼尺寸
- 导线:外径,芯丝,压缩和线径 特殊情况:导线芯丝超过 80 根的,差异在±3%之内的可以视作同一导线。 注意: "Same as":指定规格的 7 根和 19 根芯丝结构不能看作同一导线,它们 属于不同的导线,测试结果会不同。相同规格的 SAE/ISO/JIS 导线芯丝截面积不 同,因此必须作为不同的导线进行验证。

5.3.3 芯丝类似但绝缘皮不同的参考验证

导线芯丝结构一样,绝缘皮不一样,可以视作同一焊接验证。但绝缘压接必须满足 USCAR-21 中 4.3.5-3 中的要求,防水栓保持力必须满足 USCAR-21 中 4.6 中的要求。

导线:

由多根芯丝(导体)和绝缘皮组成的特定结构

导体:

导线的一部分, 可以承载电流

线径:

计算方法: 芯丝数*单丝截面积

C_{pk}

衡量过程能力,判断过程是否可行。 C_{pk} 可以保证过程受控,1.67的 C_{pk} 值可以预测 99.9999%的制程良率。 C_{pk} 值计算公式:

C_{pk}= (样品平均值-表 4.4.6 中的拉力值)/样品标准偏差

压接:

使用压接模具使绝缘压接翼弯曲, 给焊点提供应力消除。

设计验证 (DV):

验证是否满足设计目的,生产必须清楚和维护焊接设计参数。

压接翼:

绕在导线绝缘皮上的端子或零部件部分,可以提供良好的机械连接。

绝缘皮:

导线上将导体和外部环境分开的部分

低能量:

开路电压≤5V的应用,根据这个术语易于选择测试类型。

低阻抗:

含敏感电阻电路的应用

剖面:

高精度的显微照片,可以清晰看到剖面中的芯丝状况

电源:

开路电压>5V 的应用,这些一般是照明、电阻、电机或继电器电路。电流范围在毫安到导线额定电流之间。

过程验证:

批量件的过程测试,以验证过程能力和是否满足标准要求。

特殊应用:

非本标准范围内的应用必须在其他标准中详细规定要求。

样品组:

由多个样品成立的一个组别

样品:

样品组中的一个部件

芯丝:

单线中导体上的一根丝

USCAR,LLC

由福特、通用和菲亚特克莱斯勒组成的美国汽车研究会(www.uscar.org)

附录 B-缩写

AIAG 美国汽车工业行动集团(地址: Box 77000,Detroit, Michigan 48277-0839. 电话:(248)358-3570)

DMM 数字万用表

DV 设计验证

DVP&R 设计验证试验大纲和报告

EWCAP USCAR 的特别小组-电线束零部件应用

ENV 加速环境暴露

FMEA 失效模式和后果分析

IACS 国际退火铜标准

ICH 绝缘压接高度

ICW 绝缘压接宽度

mVD 毫伏电压降

MVSS 机动车辆安全标准

PV 过程验证

PEV 前期电气验证

PPAP 产品和过程认可

Rc 电阻变化

RH 相对湿度

T/S 热冲击

WBH 焊接高度

WBL 焊接长度

WBW 焊接宽度

WUT 焊接测试样品

附录 C一焊接开发和尺寸信息

利用良好的工程实践经验(例如相似件履历、设备供应商推荐以及样件分析结果)开发模具和制定焊接规划(能量/振幅/压力)。一旦制定了焊接规划,则需记录整个应用描述(端子零件号/导线供应商和规格/线径/芯丝结构/焊接模具/工装(含阻尼机制)。利用下列信息辅助评估焊接设计。

- 1. 焊接开发过程中的关键部件和可变量,收集特殊零部件、导线和工模具信息,包含但不限于:
 - 导线结构(芯丝根数,芯丝直径,绝缘厚度等)
 - 零部件材料厚度和结构如"U型"或壁厚
 - 零部件基材合金和回火
 - 零部件绝缘压接翼长度
 - 镀层类型(导线或零部件)(镀镍/银等)
 - 焊接尺寸(焊接宽度要求见表 4.4.6)
 - 焊接参数(能量/压力/振幅)
 - 特殊超声波焊接模具信息(模具标识) 超声波焊接基于导线/端子材料开发,材料必须干净,无油脂、脏污、化学品和腐蚀。焊接导线/端子不允许镀锡。
- 2. 以上参数必须通过特定测试组识别号进行受控。该信息需注明在测试报告中。
- 3. 需测量焊接截面积,焊接尺寸可以通过压缩分析判定。
- 4. 焊接质量受模具设计、模具条件、材料、振幅、焊接力和总焊接能量的影响。因此必须 确保生产用的导线端子截面积和样品准备的导线端子截面积一致。
- 5. 绝缘压接高度和宽度: (ICH/ICW) 绝缘压接高度和宽度基于导线规格、端子或零部件设计而定。绝缘压接尺寸可以作为参考尺寸, 当绝缘压接翼影响安装或功能时则除外。
- 6. 剥头长度:

绝缘剥头长度必须足够,以保证焊接区域只有金属与金属接触,且绝缘压接翼长度需足够。

若应用无绝缘压接翼,则剥头处的焊点需满足抗拉强度要求,能承载额定电流,不允许导线干涉其他属性。剥头避免过长以防止与导体产生不必要的接触。

注意:为确保焊点中的所有导线距离装置或零部件(如孔式端子的安装孔)一样长,同一焊接处需采用不同的绝缘剥头长度。多线焊接时导线的剥头长度是可以不同的。

附录 D一质量控制要求

USCAR 标准不提供质量控制方法;它们提供测试方法和验收标准来验证零件是否符合要求。供应商和客户之间分享制定过程控制的任务。表 D-1 列出了多种可适用的焊接过程控制方法,这些可以作为制定控制计划时的辅助讨论工具。表 D-1 只列出了焊接用的常见的质量控制方法,并不是完整性的。

USCAR 标准规定了哪些过程参数设置满足标准要求,是经过验证有效的,而表 D-2 规定了确定焊接参数合理输入范围的流程。若流程允许超出表 D-2 范围的焊接,则该流程是不满足USCAR-38 标准要求的。

#	方法	描述
1	焊接时间	焊接时间可以反映获得所需能量作出的反应。焊接时间需稳定,焊
		接时间的异常变化表示过程发生了改变。当焊接时间偏离公差范围
		内的平均值需制定过程控制来阻止继续生产。
2	初始/最终高度	通过焊接设备里的传感器来测量初始和最终焊接高度,焊接高度需
		保持相对恒定。若不恒定则表示过程发生了变更。应针对初始和/或
		最终高度制定过程控制,以证明来料和焊接过程未发生改变。
3	外观	任何焊接变化如变色表示过程发生了改变。按照规定进行外观检查
		可以作为有效的过程控制手段。
4	模具磨损	模具异常磨损表示过程或焊接材料发生了变化。
5	拉力	拉力是最能体现相关性能的,测量断裂所需拉力可以作为有效的过
		程控制手段。因为是破坏性测试,实际上很难进行控制。

表 D-1:焊接质量控制要求

验证焊接范围设置的方法是制作 3 组样品,分别代表低值,中间值和高值。图 D-1 展示的是焊接轮廓:输入设置越高,可见芯丝越少,热量越多(可以从变色的导线看出)。

低 中间 高

图 D-1:焊接设置举例

表 D-2 列出了 3 项测试, 含 2 个完整的验证和 1 个抗拉测试。

表 D-2:确定合适过程输入的流程

#	测试	描述和验收标准
1	当输入设置为"高"时,	1)测试样品必须满足表 5.1 中的所有验证要求。
	按照表 5.1 进行完整的验	
	证(最高设置是指振幅/能	
	量/压力为最大值。一般而	
	言,最高为目标值:拉力	
	C _{pk} 值能达到最大,外观仍	
	能满足 4.2.5 章中的要求	
2	当输入设置为"低"时,	1) 测试样品必须满足表 5.1 中的所有验证要求。
	按照表 5.1 进行完整的验	2) 拉力值与最高参数设置相比,变化至少5%(4.4.5章)
	证(注意:输入的设置参	
	数至少达到最高设置参数	
	的 50%)	
3	参数设置为最高和最低之	1) 30 个样品的 C _{pk} 值≥1.67
	间的平均值,按照 4.4.5 章	2) 所有样品必须满足 4.2.5 章中的外观要求。
	进行拉力测试,样品数量:	
	30 个	

附录 E-变更履历

日期	章节	变更描述	注释