



本文主要介绍了为提高焊接质量，保证焊点强度前期工艺所做的保证措施、焊点全破坏所使用的装备、全破坏过程、检验结果及整改措施等。

焊点全破坏在解放商用车的首次应用

□ 一汽解放汽车有限公司/崔士龙

解放商用车白车身最主要的工艺连接形式为电阻点焊，焊点强度主要受焊接参数及零件间搭接间隙的影响，如电极压力、电流参数、通电时间等。在实际生产中一般无法做到时时对焊接参数进行监控或者对所有焊点强度进行检验，多采用抽样方法通过取样焊点强度来监控焊接参数，进而检验整车焊点强度。在现有J6白车身实际生产中主要采用试片法、工位凿检、集中凿

检和超声波检测，而完全反映焊点强度好坏标准的全破坏检验一直未得到应用，因此在T099项目中对白车身焊点应用了全破坏检验。即依据白车身焊接工艺要求，利用特定工具对焊点实施强制剥离检验。

白车身焊点强度保证方案

T099项目白车身焊装共69台焊接机器人，为提高焊接质量均采用

中频一体化焊钳，人工焊钳93把，其中60把为中频一体化焊钳，33把为工频焊钳。车身共3 822个焊点，为保证点焊焊接质量，针对电阻点焊制定了合理的焊接参数，因此对车身不同材料及料厚组合进行了试片试验（见表1），以测量焊核直径满足产品要求并飞溅最小为原则，采取焊点剥离试验的方法确认焊点焊接强度。

表1 T099项目白车身焊接参数试片试验

工艺编号	工艺名称	工位	板料组合	焊钳型号	焊接规范	焊接参数								焊核直径/mm
						焊接电流1/kA	焊接时间1/ms	电极压力/MPa	预压时间/ms	保持时间/ms	冷却时间/ms	焊接电流2/kA	焊接时间2/ms	
HZ-5101410-B90	地板前横梁外板总成	FLS001	St13/1.2+St14/1.5	UCH-C4799	1	10	200	0.5	0	200	0	0	0	4.7
			St13/1.2+St14/1.5	PTC-C1907	2	10	200	0.5	0	200	0	0	0	4.8
			St14/1.5+St340/2.0	PTC-C1907	2	10	200	0.5	0	200	0	0	0	5.2
			St14/1.5+St340/2.0+St340/1.5	PTC-C1907	1	8	100	0.5	0	200	40	10	200	5.1
			St14/1.5+GQ350/420/2.5	PTC-C1907	1	8	100	0.5	0	200	40	10	200	4.9
HZ-5101410-B90	地板前横梁外板总成	FLS002	St13/1.2+St14/1.5	UX-C8284	1	9	200	0.5	0	200	0	0	0	4.9
			St13/1.2+St14/1.5	PTC-C1906	2	10	200	0.5	0	200	0	0	0	5.1
			St14/1.5+St340/2.0	PTC-C1906	2	10	200	0.5	0	200	0	0	0	5.2
			St14/1.5+St340/2.0+St340/1.5	PTC-C1906	1	8	100	0.5	0	200	40	12	240	4.9
			St14/1.5+GQ350/420/2.5	PTC-C1906	1	8	100	0.5	0	200	40	12	240	5.1

焊点全破坏检验方案

1. 标准的制定

在T099项目白车身强度检验项目实施之前，笔者针对轿车白车身焊点全破坏进行了调研，通过在一汽-大众、一汽丰越公司学习，了解到焊点全破坏所使用的工具及工装、焊点是否合格评定规范、剖检频次及剖检人员等，根据调研结果并结合商用车白车身特点，制定了

适用于解放事业本部商用车白车身焊点全破坏的流程及标准。

首先制定了《白车身焊点全破坏检验及评定规范》，对剖检做了详细的要求，其中规定了A类和AR类焊点。A类焊点为在整车上影响“直接或间接对人身造成损伤或冲击、火灾”项发生的直接焊点，AR类为在整车上影响“安全和公害等法规”项发生的直接焊点。熔核直径为垂直于焊点中心横截面上

熔核的宽度，如图1所示。

熔深为垂直于焊点中心横截面

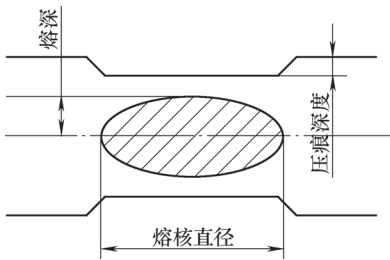


图1 熔核直径

上熔核在单侧板上最大熔透深度。压痕深度为焊件表面至压痕底部的距离。焊偏为焊件实际位置偏离图纸规定的焊点位置，且偏移量超出规定。

2. 装备的准备

为保证T099项目白车身焊点全破坏项目的顺利进行，建立了剖检阵地，剖检阵地采用水泥地面，并用12m×6m围栏防护，配备照明系统及风扇系统，同时增加了焊点全破坏所使用的工具，以气动扁铲为主（见图2）。方法为用气动扁铲在焊点旁边的板材缝隙中插入，使板材在焊点处分离。



图2 气动扁铲

辅助以台虎钳、撬棍、手锤等其他全破坏工具，如图3所示，在全破坏过程中要保护焊核完整。

测量工具采用游标卡尺，为了保证操作者安全配备了专业防护面罩、耳塞、防护眼镜等。

白车身剖检时放在新制的工装夹具上（见图4）。白车身高度约为2.5m，工装夹具高度约为1.0m，整体高度达3.6m，在顶盖拆卸后由人工运至地面会存在危险，所以增加了悬臂吊，并采用了英格索兰气动葫芦（见图5），并针对顶盖及侧后围总成制作了不同的吊具结构，以实现在剖检后都能用气动葫芦将各总成安全运至地面，避免造

成人身伤害。

在剖检顶盖与侧后围焊点时，因高度较高，增加了人工踏台，为了保证人员安全，踏台安装了围栏，并在踏台底部安装脚轮，以方便移动，如图6所示。

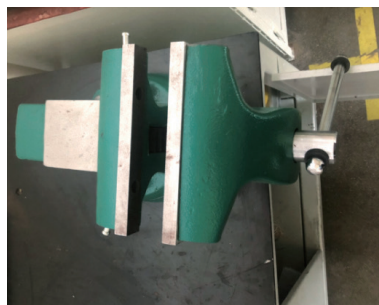


图3 台虎钳 大力钳等

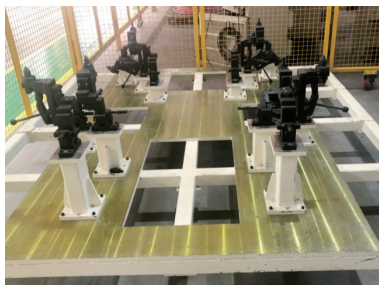


图4 悬臂吊

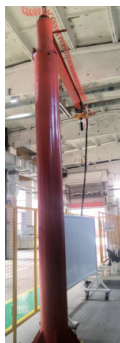


图5 悬臂吊



图6 人工踏台

3. 白车身焊点评定规范

白车身焊点全破坏评定方法主要有外观评定、焊点数量、焊点位置、压痕深度、焊点形状、单个焊点尺寸判定整车判定。

(1) 外观评定规定如下：

- 1) 被焊零件不允许有油污，锈蚀及其他影响导电的涂层。
- 2) 两被焊零件的搭接尺寸应满足图样要求。
- 3) 焊点外观应光亮平整，无粘铜现象。
- 4) 焊点及其影响区不允许有裂纹及烧穿存在。

(2) 焊点数量规定如下：

- 1) 当焊点数量小于或等于10点时，焊点数量应与图样规定完全相同。
- 2) 当焊点数量为11~20点时，焊点数量允许少焊1点。
- 3) 当焊点数量大于20点时，焊点数量不得少于图样规定数量的95%。不得多于图样规定的10%。

(3) 焊点位置规定如下：

- 1) 点距误差：相邻两焊点之间允许的点距误差为±20%。
- 2) 位置误差：焊点的实际位

置不得偏离图样规定位置10mm以上，且焊点边缘距母材边缘的距离不得小于1.0mm。

压痕深度规定如下：对影响产品外观质量的表面焊点不允许有肉眼可见的明显压痕；不严重影响产品外观质量的表面焊点及重要的承载焊点的压痕深度应小于母材板厚的10%；其余焊点的压痕深度应小于母材板厚的25%。

(4) 焊点形状规定如下：一般情况下焊点形状为圆形，同一焊点的最小直径与最大直径之比值不得小于0.8mm。

在检测方面首先采用目测方式检验焊点数、焊点位置，再通过焊点全破坏的方式检验熔核直径。针对焊核的测量技术做了以下要求：

- 12) 保留熔核完整性。
- 2) 熔核测定：游标卡尺分别测定A和B，A和B方向相互垂直，将(A+B)/2作为熔核直径，如图7所示。

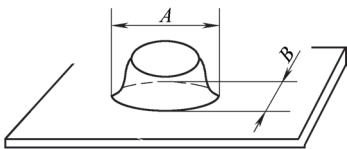


图7 焊核测定

(5) 单个焊点尺寸判定规定如下：依据熔核测定方法计算的熔核直径与标准直径进行比较，如熔核直径大于标准直径则合格，反之则不合格。参考标准见表2中所示。

注：两层钢板点焊时，如果较薄钢板厚度在表1中所示两个相邻厚度之间，最小熔核直径应该采用表1中与该钢板相邻的较厚钢板的熔核直径。例如板厚为1.9mm时，应采用2.0mm的板厚的熔核直径。

表2 单个焊点尺寸判定标准

板厚/mm	最小熔合直径/mm	最小剪切力/N
0.5	2.9	1 200
0.6	3.1	1 500
0.7	3.3	1 900
0.8	3.6	2 300
1.0	4.0	3 200
1.2	4.5	4 200
1.5	4.9	5 100
1.8	5.3	6 100
2.0	5.7	7 200
2.5	6.4	10 600
2.8	6.7	11 500
3.0	7.0	12 400
3.5	7.5	15 000
4.0	8.0	18 500

三层板测量两个焊核，焊核直径以最薄板为准。

(6) 整车判定标准规定如下：

- 1) 漏焊按焊核直径为0处理。
- 2) 车身所有A及AR类焊点必须全部合格。
- 3) 车身全部焊点合格与预定目标值相比较。

合格率公式：

全部焊点合格率= Σ 测量合格点数/ Σ 测量总点数 $\times$ 100%

4.不合格点的处置

(1) 批量生产前产品不合格处置要求 对不合格点进行汇总、统计分析，分析出主要不合格点发生的部位。针对主要不合格部位及不合格点进行具体原因查找和分析，制定有效措施，并进行验证，直到A/AR类焊点全部合格，车身焊点合格率达到目标值。

(2) 批量生产产品的不合格处置要求 针对不合格产品或可疑产品，进行质量风险分析，并做下一步的处理，采取以下一种或几种措施：

- 1) 对有A/AR类焊点问题的可疑产品进行全部确认，并对有问题的产品进行隔离返修。同时制定改进措施和计划，实施和验证。
- 2) 当A/AR类焊点全部合格，车身焊点合格率小于目标值时，对可疑产品进行全部确认，并对有问题的产品进行隔离返修。同时制定改进措施和计划，实施和验证。

3) 当 A/AR 类焊点全部合格, 车身焊点合格率大于等于目标值时, 对可疑产品进行记录。

焊点全破坏的实施结果及改善

针对以上剖检要求, 制作了白车身总成所有焊点的全破坏检查表, 包含焊点编号、基准值、测量值、焊点重要度分类等(表略去)。

针对以上对剖检的要求, 在 T099 项目小批量生产中, 对 1 台白车身进行了焊点全破坏。

白车身剖检的顺序采用焊接的逆向方式进行, 具体顺序为先剖检左右车门总成、顶盖总成、风窗外板总成、后围总成、左右侧围总成、地板与前围总成, 并对焊点进行了全破坏记录。整个剖检过程用时为 20 个工作日, 经剖检后测

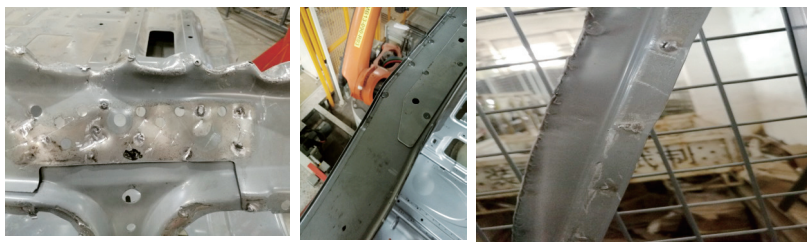


图8 焊点质量缺陷

量焊核直径, 白车身共 3 822 个焊点中有 89 个点不合格, 焊点整体合格率为 97.77%。产品缺陷主要包含后顶盖和右侧顶盖部位焊点咬边, 左车门玻璃导轨与车门内板焊点焊核小, 地板前横梁与内加强板焊点开焊、焊核小, 地板中部加强板与其内置螺母板焊核小(见图8)。

通过对参数进行优化, 对冲压件及夹具进行检测、匹配工装进行匹配调整零贴合后, 对不合格位置重新进行了验证, 并对 4C-6C 样件进行了产品验证, 所有焊点全部达到产品技术要求, 焊点整体合格率达到 100%。

结语

通过对 T099 项目白车身剖检, 让我们更加重视焊点全破坏检验在质量控制过程的重要性, 因此在工艺文件中规定了每年进行 1 台 T099 项目白车身的全破坏工作, 以发现焊接缺陷并整改, 保证白车身焊接质量。AUTO1950

(上接第 38 页)

中的飞溅和烟尘, 改善工作环境。

5. 机械连接

拉铆螺母解决了金属薄板、薄管焊接螺母易焊穿、螺纹易滑牙等问题, 实现了薄板与其他部件的螺纹联接, 紧固效率高且使用成本低。在电池箱体的生产过程中拉铆螺母主要安装于箱体边框密封面以实现箱体与上盖的机械连接, 安装于箱体内腔底板上以实现模组或其他部件与箱体的连接。

钢丝螺套用来加强铝或其他低强度机体的螺孔或修复损坏的螺孔, 可加强低强度材料机体螺孔强度, 改善螺纹沿旋和长度方向的受力分布和提高螺钉的承载能力。在

电池包箱体中, 钢丝螺套可用于电池模组安装孔和密封面安装孔。相对于拉铆螺母, 钢丝螺套强度较高且易于修复, 但一般安装于厚壁处, 不适用于薄壁安装。

结语

(1) 轻量化是汽车发展的重要方向, 采用轻量化材料和轻量化结构设计为实现电池包箱体的轻量化的主要途径。

(2) 连接技术是电池箱制造过程中的主要工艺过程, 异种材料连接技术是将来实现多材料轻量化箱体设计开发的关键。

(3) 新型连接工艺的开发和应用为电池箱轻量化材料和结构的

应用提供了技术支撑, 满足轻量化条件下实现材料连接, 并为新能源汽车安全提供保障。AUTO1950



司福建 (1985-), 工艺工程师, 河南商丘人, 硕士, 研究方向: 材料连接工艺开发及应用