

# T/EJCCCSE

团 体 标 准

T/EJCCCSE XXXX—XXXX

## 汽车焊接技术规程

Automotive Welding Technical Specifications

（征求意见稿）

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

中国商业股份制企业经济联合会 发 布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 基本要求 ..... 1

5 焊接过程控制 ..... 2

6 焊接参数及焊接质量控制 ..... 8

7 焊接强度检测 ..... 12

## 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。

本文件由常州市瑞悦车业有限公司提出。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会归口。

本文件起草单位：常州市瑞悦车业有限公司、江苏瑞金装备科技有限公司、江苏瑞斯盈科技有限公司、常州瑞丰车业有限公司、瑞悦汽车工业（重庆）有限公司、常州市贝盈盈包装有限公司、江苏宏微科技股份有限公司、常州市武滚轴承有限公司。

本文件主要起草人：孟旭、经磊、刘伟、殷杰、蒋阳、贾世琦、丁玉兰、钟俊锋。

# 汽车焊接技术规程

## 1 范围

本文件规定了汽车焊接技术规程的基本要求、焊接过程控制、焊接参数及焊接质量控制、焊接强度检测。

本文件适用于汽车焊接技术规程。

## 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 324 焊缝符号表示法

GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口

GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口

GB 2651 金属材料焊缝破坏性试验 横向拉伸试验

GB 5185 焊接及相关工艺方法代号

GB/T 8110 熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝

GB 8118 电弧焊机通用技术条件

GB 9448 焊接与切割安全

GB/T 12212 技术制图 焊缝符号的尺寸、比例及简化表示法

GB/T 12467（所有部分）金属材料熔焊质量要求

GB/T 13164 埋弧焊机

TB/T 2446 机车车辆耐候钢焊接技术条件

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 点焊

利用电极在工件表面通过电流产生的电阻热，使工件局部熔化，形成焊点的焊接方法。

### 3.2

#### 凸焊

将工件压紧在通电的凸模与凹模之间，施以压力，利用电流通过凸模与工件之间的电阻热，使工件接触部位熔化，从而实现焊接的方法。

## 4 基本要求

4.1 金属焊接方法在图样上的表示代号应符合 GB 5185 的规定。

4.2 产品图样的焊缝符号应符合 GB 324 及 GB/T 12212 的规定。

4.3 手弧焊及埋弧焊焊缝坡口的基本形式与尺寸应分别符合 GB/T 985.1 及 GB/T 985.2 的规定。

4.4 焊工应经有关焊接理论的学习和实际操作培训，并按有关规定经考试合格后，方可上岗操作。

4.5 焊接设备及辅助器具，应按维护保养负责制，经常保持其良好状态，以保证使用安全可靠。

4.6 电弧焊机的技术要求应符合 GB 8118 的规定。

4.7 埋弧焊机的技术要求应符合 GB/T 13164 的规定。

4.8 焊接质量保证的一般要求应符合 GB/T 12467（所有部分）的规定。

4.9 耐候钢焊接应符合 TB/T 2446 机车车辆耐候钢焊接技术条件的规定。

4.10 焊接与切割的操作安全应符合 GB 9448 的规定。

5 焊接过程控制

5.1 点焊和凸焊

5.1.1 表面清理

对零部件焊接部位去油、去污、去尘、除锈等处理。

5.1.2 焊接设备操作

焊接生产前，首先打开冷却水路，再打开焊机电源开关进行预热，然后检查水、电、气等是否正常。焊接生产完毕后，应及时关闭焊机的电源，然后再关冷却水，保持工作现场清洁整齐。

5.1.3 焊接参数选择

对于点焊作业，根据焊件厚度、材料和工艺要求，选择合适的电极直径：当焊件厚度  $\delta \leq 2\text{ mm}$ ，平面电极工作表面直径  $d = 2\delta + 3$ ；当焊件厚度  $\delta > 2\text{ mm}$  时，平面电极工作表面直径  $d = 1.5\delta + 5$ ；球面电极时，球面工作表面直径为  $4.0 \sim 10.0\text{ mm}$ 。焊接参数选择见表 1。

表1 低碳钢板点焊工艺参数表

| 板厚<br>(mm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 电极工作<br>表面直径<br>(mm) | 最佳规范         |              |              | 中等规范         |              |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                      | 焊接时间<br>(CY) | 电极压力<br>(kN) | 焊接电流<br>(kA) | 焊接时间<br>(CY) | 电极压力<br>(kN) | 焊接电流<br>(kA) |
| 0.6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4.3~5.3              | 7            | 1.6          | 7.5          | 11           | 1.00         | 6.3          |
| 0.8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4.5~5.5              | 8            | 1.9          | 7.8          | 15           | 1.25         | 6.5          |
| 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5.5~6.0              | 10           | 2.25         | 8.5          | 20           | 1.50         | 7.2          |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5.8~6.2              | 12           | 2.7          | 9.8          | 23           | 1.75         | 7.7          |
| 1.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6.0~7.0              | 13           | 3.6          | 10           | 25           | 2.40         | 9.1          |
| 2.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7.0~8.0              | 20           | 4.7          | 11           | 3660         | 3.0          | 10.3         |
| 3.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 8.0~10.0             | 32           | 8.2          | 12.4         |              | 5.0          | 11.9         |
| <p>注1：本表中的板厚指：</p> <p>a) 不等厚的两层板焊接时较薄焊件的厚度；</p> <p>b) 多层板焊接时焊件总厚度的二分之一。</p> <p>注2：焊接参数选取：首先选用最佳规范，如最佳规范不能满足焊接强度要求时，可以选用中等规范；在生产中，需根据实际情况，对焊接规范进行调整，其参数以焊接设备输出为准，通过试焊选取合适的工艺参数；焊接电流的公差控制在<math>\pm 5\%</math>。</p> <p>注3：对于不同厚度的板件点焊时，焊接参数可先按薄件选取，再按总厚度的二分之一通过试片试焊修正。通常选用硬规范，即大电流，短通电时间，来改善熔核的偏移，或者使用不同直径的电极帽来改善熔核的偏移。</p> <p>注4：多层板焊接，按外层较薄零件厚度选取焊接参数，再按总厚度的二分之一通过试片进行修正。当一台焊机即焊双层板又焊多层板时，首先按双层板确定规范参数，然后通过试样修正参数，达到既满足双层板焊接又满足多层板焊接。当一台焊接设备同时焊接不同板厚、材质且差异较大时，需设定两组或两组以上焊接参数，生产时进行切换。</p> <p>注5：镀锌板焊接电流应增大<math>10\% \sim 30\%</math>，焊接时间延长<math>2\text{CY} \sim 4\text{CY}</math>；高强度板焊接电流增加<math>5\%</math>左右，电极压力增大<math>10\% \sim 30\%</math>，焊接时间延长<math>2\text{CY}</math>。</p> <p>注6：凸焊螺母（螺栓）的焊接，焊接工艺参数应在其相应板厚的规范下，焊接时间缩短<math>10\% \sim 50\%</math>，焊接电流增大<math>5\% \sim 20\%</math>，同时结合螺母、螺栓规格，通过试焊选取合适的工艺参数。</p> <p>注7：对加装铜电极的焊接，焊接电流应增大<math>5\% \sim 10\%</math>。</p> |                      |              |              |              |              |              |              |

5.1.4 对于新购置的焊机、停用 3 个月以上的焊机、故障排除后的焊机以及出现焊接质量问题时，由设备使用部门组织进行撕拉试片验证，合格后，方可进行工件的焊接。

5.1.5 按工艺卡要求装夹工件，对于刚性较大的工件，焊接处贴合间隙不超过  $0.5\text{ mm}$ ，对于刚性较小的工件，焊接处在焊钳压力的作用下贴合良好；焊接时保持工件平稳，与定位销配合良好

5.1.6 定位点焊

- 5.1.6.1 对定位曲率有变化的焊件焊接时，首先对曲率最大（半径最小）部分进行定位点焊。
- 5.1.6.2 对于较大尺寸平面结构或特殊弯曲结构的定位点焊，应由中心向两侧边缘分散焊接（如：顶盖前沿部位点焊）。
- 5.1.7 焊接设备及工装夹具
- 5.1.7.1 确保无痕点焊用铜板在工装夹具上为绝缘固定。
- 5.1.7.2 确保所有工装夹具、焊接零部件的非焊接区不能与电极、焊臂及点焊机本体接触，所有接触部位应增加绝缘防护，在每班生产前由操作者点检确认，要求绝缘防护无破损、缺失。
- 5.1.7.3 确保镀锌板焊接工位点焊机循环水采用四进四出循环方式。如因焊臂结构原因，造成电极无法正常冷却的，可采用外部水冷措施。
- 5.1.7.4 生产过程中，焊钳冷却水温度要求： $0\text{ }^{\circ}\text{C}<\text{入口温度}<30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 5.1.7.5 涉及镀锌板焊接的焊钳分两个档位：一档，设定为焊接普通低碳钢板焊接参数；二档，设定为焊接镀锌钢板焊接参数；同时在焊钳操作手柄部位对档位进行标记区分。
- 5.1.7.6 普通低碳钢板采用单脉冲焊接方式设定焊接参数；镀锌钢板采用多脉冲焊接方式设定焊接参数，同时，增加焊接维持时间或休止时间（设定范围：15CY~30CY）。
- 5.1.7.7 工艺文件内设定的焊接参数，为焊接时设备输出值。
- 5.1.7.8 焊接设备使用部门负责依据《设备负荷明细表》内工艺标准对焊接设备参数进行设置与校准。焊接电流设置要求：设置在工艺标准基准值 $\pm 200\text{ A}$  范围内，不允许设置为焊接参数的上下限值。

5.1.8 镀锌板零部件表面质量

生产用镀锌板零部件表面存在磕碰、划伤、裂纹、缓坑、凸点等问题，返修后经品质检查科现场判定后序无需刮涂的可过渡使用。

5.1.9 电极或电极帽

5.1.9.1 电极或电极帽材质

电极或电极帽材质见表 2。

表2 电极及电极帽材质分类表

| 序号 | 材质               |
|----|------------------|
| 1  | 铬锆铜              |
| 2  | 纳米氧化铝弥散强化铜（氧化铝铜） |

5.1.9.2 电极或电极帽材质选取

镀锌状态零部件焊接，应选用材质为纳米氧化铝弥散强化铜（氧化铝铜）的电极或电极帽；低碳钢板状态零部件焊接，两种材质的电极或电极帽均可选用，但从经济角度来说一般选用铬锆铜的电极或电极帽。

5.1.9.3 电极或电极帽的分类

5.1.9.3.1 电极或电极帽按端面形状分为锥形电极和球形电极，具体形状见图 1，焊接电流对应的电极或电极帽端面直径尺寸见表 3。



图1 锥形电极与球形电极工作端面

表3 焊接电流对应的电极或电极帽端面直径尺寸

| 焊接电流范围 (kA) | ≤8.0    | 8~9.5 | 9.5~12  | >12.0 |
|-------------|---------|-------|---------|-------|
| 最小端面直径 (mm) | 5.0~5.5 |       | 6.0~6.5 |       |
| 最大端面直径 (mm) | 8.5~9.0 |       | 9.0~9.5 |       |

5.1.9.3.2 镀锌钢板焊接，上、下电极或电极帽工作端面选用球形电极工作端面，低碳钢板焊接，上、下电极或电极帽工作端面选用图 1 内任意一种均可。

5.1.9.4 电极或电极帽修磨频次

电极或电极帽修磨频次见表 4。

表4 电极或电极帽修磨频次

| 焊接电流范围I (kA)                                         | I≤8.0 | 8.0<I≤9.0 | 9.0<I≤10.0 | 10.0<I≤11.0 | 11.0<I≤12.0 |
|------------------------------------------------------|-------|-----------|------------|-------------|-------------|
| 最多焊点数 (个)                                            | 2 100 | 1 600     | 800        | 400         | 250         |
| 注：镀锌板零部件焊接过程中，确保电极或电极帽修磨频次：≥1次/100点或1次/3件，修磨频次以先到为准。 |       |           |            |             |             |

5.1.10 电极或电极帽修磨方法

5.1.10.1 由焊接操作人员使用 12＂中粗锉刀，并与电极或电极帽工作端面 成约 45° 夹角，对电极或电极帽工作端面进行修磨，修磨后工作端面直径符合表 3 内电极或电极帽最小端面直径要求（除异型电极帽外），锉刀修磨法如图 2 所示。

5.1.10.2 生产车间可以安排专人集中收取更换后的电极帽，采用修磨机对电极帽集中修磨。

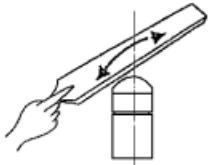


图2 锉刀修磨法

5.1.11 电极或电极帽最大端面直径尺寸

5.1.11.1 当电极或电极帽端面为圆形或近似圆形时，测量其工作端面直径，即为最大端面直径。

5.1.11.2 当电极或电极帽端面为椭圆形或非圆形（不规则形状）时，测量其形状的最大端面尺寸，作为电极或电极帽最大端面直径。

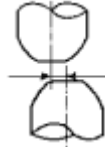
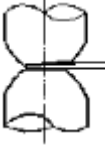
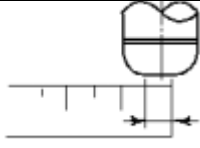
5.1.12 电极或电极帽修磨后的确认

5.1.12.1 每次电极或电极帽修磨后都要进行确认，确认项目如表 5。

5.1.12.2 确认焊点是否为圆形或椭圆形，焊点压痕深度是否均匀。

5.1.12.3 确保焊接过程中上下电极与工件垂直，上下电极臂运行平稳，无旷动。

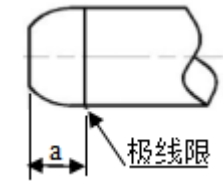
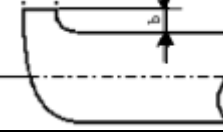
表5 修磨后电极或电极帽确认项目

| 序号 | 确认项目          | 确认标准                                           | 确认方法    | 示意图                                                                                 |
|----|---------------|------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 电极或电极帽工作端面    | 无凹坑、无裂纹、无气孔、无变形、脏污等                            | 目视      |                                                                                     |
| 2  | 电极或电极帽工作端面的偏心 | 焊钳上、下电极闭合时，上、下电极中心线偏心在 1 mm 以下（尽量保证上下电极同心）     | 闭合焊钳，目视 |  |
| 3  | 电极或电极帽工作端面的贴合 | 焊钳上、下电极闭合时，上、下电极或电极帽工作端面为平面接触，不能有倾斜或点接触，接触面无间隙 | 闭合焊钳，目视 |  |
| 4  | 电极或电极帽工作端面直径  | 电极或电极帽工作端面直径按表（5）中最小端面直径确认                     | 直尺或游标卡尺 |  |

5.1.13 电极或电极帽使用限度设定

电极或电极帽使用限度设定见表 6。

表6 电极或电极帽使用限度设定

| 序号 | 电极形状 | 使用限度                                 | 示意图                                                                                  | 理由                               |
|----|------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1  | 直电极帽 | 电极帽工作端面顶端与极限线距离 $a \geq 3\text{mm}$  |  | 不能满足电极压力，电极帽工作端面易产生凹陷、裂纹等，造成焊接不良 |
| 2  | 斜电极帽 | 电极帽工作端面最低点与极限线距离 $a \geq 3\text{mm}$ |  | 不能满足电极压力，电极帽工作端面易产生凹陷、裂纹等，造成焊接不良 |
| 3  | 弯电极帽 | 电极工作端面与电极本体表面的距离 $b \geq 2\text{mm}$ |  | 不能满足电极压力，电极帽工作端面易产生凹陷、裂纹等，造成焊接不良 |

5.1.14 电极或电极帽的更换

- 5.1.14.1 在电极或电极帽的修磨达到极限线位置或使用限度时，应对电极或电极帽进行更换。
- 5.1.14.2 应使用专用工具对电极或电极帽进行拆卸，禁止使用钣金锤或其它工具对电极帽或电极杆进行敲击拆卸。
- 5.1.14.3 新电极或电极帽更换后，需按表 3 内要求对其工作端面修磨合格后，才可进行焊接，避免更换后直接使用。

5.1.15 焊接过程保证

- 5.1.15.1 焊接时确保电极与工件垂直，以保持焊点质量。



- 5.1.15.2 确保不同规格的凸焊螺母、螺栓在焊接时，按螺母、螺栓规格选择相应规格的上、下电极和磁销，不同规格禁止混用。
- 5.1.15.3 确保凸焊螺栓下电极绝缘套完好，以保证凸焊螺栓螺纹无损伤。
- 5.1.15.4 发现电极漏水时应及时修复。

5.2 CO<sub>2</sub>气体保护焊

- 5.2.1 清理工作表面，尤其焊缝周围 20~30mm（包括除油、去污、去尘）。
- 5.2.2 焊丝应符合 GB/T 8110 的相关规定，有合格证书。ELV 车型使用满足 ELV 要求的专用焊丝。
- 5.2.3 根据工件的厚度和焊丝的直径选择焊接规范；对于不同厚度的零件焊接时，规范参数可先按薄片选取，再按总厚度的算术平均厚度通过试片试焊修正，参考值见表 7。
- 5.2.4 确定焊丝伸出导电咀长度 L【L=（10~12）×φ】，φ 为焊丝直径。
- 5.2.5 气体流量的选择：焊丝直径≤1.0mm 时，气体流量应为 6~15 L/min；焊丝直径>1.0 时，气体流量一般为 15~25 L/min。如果在有风环境下作业，如夏天吹风扇时，气体流量应适当加大，加大幅度为 30%~40%，以保证气流有足够强度，加强保护效果。当风速超过 1.5 m/s 时，应停止焊接，或采取防风措施。
- 5.2.6 选择适当的导电咀，一般导电咀的孔径不大于焊丝直径 0.1mm。
- 5.2.7 对于新购置的焊机、停用 3 个月以上的焊机和故障排除后的焊机、焊接材料的材质发生变化及出现焊接质量时，须重新确定焊接参数，并进行试焊。试片焊接合格后，方可以进行工件的焊接。
- 5.2.8 作业区的相对湿度应小于 90%，雨、雪天气禁止露天焊接。
- 5.2.9 按工艺要求装夹工件，保证贴合间隙不超过 1.5 mm。
- 5.2.10 对于瓶装普通 CO<sub>2</sub> 气体，焊前需首先放气 2~3 s。（方法：接通主机和送丝机后，打开气瓶气阀，然后打开焊机通气按钮放气 2~3 s 后，再接通焊接电源。）
- 5.2.11 起弧应在距焊缝端 2~5 mm 处，严禁在工件或夹具的工作面上打弧。对于焊缝较长或圆形工件焊接，为保证焊接的质量，要求首先进行定位焊，同时采用对称焊接以防焊接变形。
- 5.2.12 焊丝应洁净，若焊接时焊丝被污，应及时停止焊接，进行清理或调换焊丝。
- 5.2.13 为避免和消除弧坑、气孔和裂纹缺陷的产生，收弧时应填满弧坑。
- 5.2.14 确保良好气体流通效果，及时清除在导电咀和喷嘴上的飞溅物，严重时可使用防堵剂预防飞溅。
- 5.2.15 半自动焊时，焊接速度一般不超过 30 m/h；自动焊时，焊接速度不超过 90 m/h。
- 5.2.16 CO<sub>2</sub>气体保护焊段长度公差： $\begin{matrix} +5 \\ 0 \end{matrix}$  mm。
- 5.2.17 焊接完毕，及时关闭焊机和送气机构，焊枪与工作台分离，置于安全处，保持焊接现场干净整洁。CO<sub>2</sub> 气体保护焊焊接规范见表 7。

表7 CO<sub>2</sub> 气体保护焊焊接规范表

| 母材厚度 δ（mm） | 焊丝直径（mm） | 焊接电流（A） | 电弧电压（V） |
|------------|----------|---------|---------|
| δ ≤3.0     | 0.8      | 80~120  | 18~21   |
|            | 1.0      | 100~130 | 19~23   |
| δ >3.0     | 1.2      | 140~160 | 21~24   |

5.2.18 CO<sub>2</sub> 气体保护焊操作要领

CO<sub>2</sub>气体保护焊时，焊枪与工件间距离、焊枪角度、指向位置以及操作姿态都会影响到焊接质量，具体要求如下：

- a) 喷嘴高度（如图 3 所示）与焊接电流、气体流量的关系、表 8 所示。

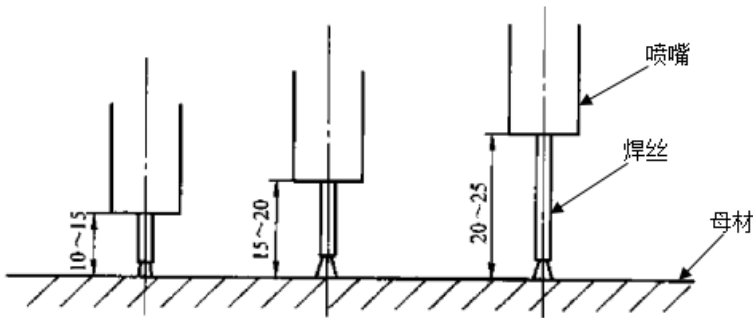


图3 喷嘴高度示意图

表8 喷嘴高度与焊接电流、气体流量的关系

| 喷嘴高度 (mm) | 焊接电流 (A) | 气体流量 (L/min) |
|-----------|----------|--------------|
| 10~15     | ≤200     | 6~15         |
| 15~20     | 200~350  | 15~20        |
| 20~25     | 350~500  | 20~25        |

- b) 焊接方法对焊缝成形影响较大，如表 9 所示。当采用左焊法时，熔池在电弧力的作用下，熔化金属被吹向前方，使电弧不能直接作用到母材上，所以熔深较浅，焊道平坦且变宽，虽然飞溅较大，但焊缝成形效果好。当采用右焊法时，熔池被电弧力吹向后方，因此电弧能直接作用到母材上，熔深较大，焊道变得窄而高，飞溅略小。车身焊接时，建议采用右焊法，以获取较大的熔池深度，焊接方法与焊缝成形的关系见表 9。

表9 焊接方法与焊缝成形的关系

|        | 左焊法 | 右焊法 |
|--------|-----|-----|
| 焊枪角度   |     |     |
| 焊道断面形状 |     |     |

- c) 焊接水平角焊缝时，焊枪指向位置要求：用 250A 以下的小电流焊接时，焊脚约为 5mm 以下，可按图 4a) 所示，焊枪与垂直板夹角  $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，并指向尖角处。当焊接电流大于 250A 时，焊脚尺寸约为 5 mm 以上，可按图 4b) 所示，这时焊枪与垂直板夹角为  $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，指向位置在水平板上距尖角 1~2mm 为宜。

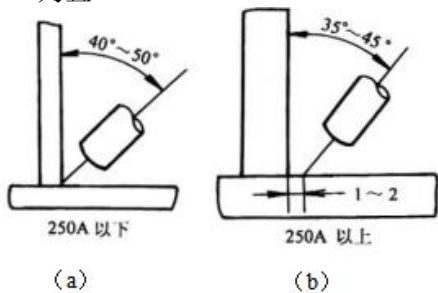


图4 焊枪指向位置要求

注：虽然焊丝伸出长度不可能在焊接之前精确确定，但是，可以在焊接过程中，通过改变喷嘴到母材间的距离来调

整焊丝伸出长度。

5.2.19 螺柱焊

- 5.2.19.1 焊件表面清理：螺柱焊接端面和母材表面应保持清洁，无漆层、锈迹、轧鳞和油水污垢等。
- 5.2.19.2 定位：根据螺柱预定用途和要求确定定位方法：
- a) 在工件上画线和打中心孔定位；
  - b) 制作定位胎具。
- 5.2.19.3 操作：焊接时，保持焊枪与工件表面垂直，施焊过程中不能移动或摇晃焊枪，焊后不能立即提起焊枪（约停顿 1~2 秒），以防拔起螺柱（脱焊）；螺柱伸出长度一般保持在 1.0 mm~1.5 mm 范围内。
- 5.2.19.4 防护：确保焊接定位用树脂绝缘导套完好，无损坏、磨损、丢失；树脂绝缘导套与枪嘴间隙要求<1 mm。

6 焊接参数及焊接质量控制

6.1 焊接参数检测

- 6.1.1 焊接设备使用部门设定专人负责对接焊接参数进行周期性检测，避免焊接设备在空点状态下检测焊接电流，避免在上、下电极通电状态下检测电极压力，检测焊接电流时，感应线圈应靠近电极杆部位。
- 注：点焊机上下电极焊接闭合通电，但电极之间无工件的状态为空点。
- 6.1.2 检测周期见表 10。

表10 焊接参数检测周期

| 焊接参数                             | 检测周期                 |                        |
|----------------------------------|----------------------|------------------------|
|                                  | 低碳钢板                 | 镀锌钢板                   |
| 焊接电流                             | ≥1 次/周或 1 次/2 800 台  | ≥1 次/2 个工作日或 1 次/800 台 |
| 焊接时间                             | ≥1 次/周或 1 次/2 800 台  | ≥1 次/2 个工作日或 1 次/800 台 |
| 电极压力                             | ≥1 次/月或 1 次/11 200 台 | ≥1 次/周或 1 次/2 800 台    |
| 注1：每周为6个工作日；每个检测周期覆盖生产车间所有在用点焊机。 |                      |                        |
| 注2：每项检测周期，要求以先到为准进行循环检测。         |                      |                        |

- 6.1.3 检测设备为电极压力测试仪、组焊参数测试仪。各使用车间应有备用的焊接参数检测设备，以确保焊接参数在检测周期内检测。
- 6.1.4 焊接参数检测人员依据《焊接工艺卡》内焊接参数标准值判定检测结果是否合格，并填写《点焊焊接参数检测记录表》。
- 6.1.5 要求焊接参数检测人员针对本次测量的焊接电流与上一次测量的焊接电流之差≥700A 的焊接设备，进行原因分析并采取纠正措施，保留相应记录。
- 6.1.6 如焊接参数检测结果不合格，需制作焊点强度撕拉试片进行试验。
- 6.1.7 如试片检测结果合格，只需对焊接参数进行校准。
- 6.1.8 如试片检验结果不合格，需在生产线体内对不合格焊钳所焊部位焊点进行追溯，采用凿检方式直至连续 5 台合格为止。

6.2 焊接质量控制

6.2.1 焊接缺陷分类

6.2.1.1 点焊焊接缺陷

- 6.2.1.1.1 影响焊点合格性的焊接缺陷分类见表 11。

表11 焊接缺陷分类

| 序号 | 焊接缺陷分类   | 焊接缺陷说明及判定标准                                                                                                                     | 产生的可能原因         | 改进措施   |
|----|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------|
| 1  | 裂纹       | a、不借助放大镜就可见到表面裂纹的焊点；<br>b、焊点周边及压痕区域内有裂纹的焊点是不合格的焊点。                                                                              | 电极压力不足          | 调整焊接参数 |
|    |          |                                                                                                                                 | 电极冷却效果差         | 加强冷却   |
|    |          |                                                                                                                                 | 焊接时间过长          | 调整焊接参数 |
| 2  | 焊穿       | a、光能从焊点的一个表面穿透过另一表面的穿孔；<br>b、出现贯穿孔的焊点为不合格焊点。                                                                                    | 电极压力不足或电极与焊件虚接触 | 提高电极压力 |
| 3  | 半点（边缘焊点） | a、电极产生的焊点痕迹不能被焊接件边缘完全包容的状态；<br>b、半点为不合格焊点。                                                                                      | 焊点位置点偏          | 重新补焊   |
| 4  | 漏焊       | a、实际焊点数量少于焊接工艺文件内规定的焊点数量；<br>b、漏焊的焊点视为不合格焊点。                                                                                    | 焊点间距过大          | 补焊     |
| 5  | 未熔核（虚焊）  | a、通过镊子、探测或破坏试验，在焊接区未形成焊接扣或焊接区截面未形成熔核的状态称为虚焊；<br>b、虚焊为不合格焊点。                                                                     | 电极压力不足          | 调整焊接参数 |
|    |          |                                                                                                                                 | 焊接时间短           |        |
|    |          |                                                                                                                                 | 焊接电流过小          |        |
| 6  | 焊点位置     | a、对有明显产品特征供目视参考的单排焊点样式，端部焊点位于设计位置10mm半径范围外为不合格焊点（明显的产品特征应是可见的切边或其它可辨认的压痕）；<br>b、端部起始焊点应保证在距零部件端部边沿30mm以内；<br>c、焊点偏移出设计位置为不合格焊点。 | 焊点位置点偏          | 补焊     |

6.2.1.1.2 不影响焊点合格性的焊接缺陷见表 12。

表12 焊接缺陷分类

| 序号 | 焊接缺陷分类     | 焊接缺陷说明                                            | 产生的可能原因               | 改进措施         |
|----|------------|---------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| 1  | 多余焊点       | a、实际焊点数超过焊接文件中规定的数量；<br>b、应避免多余焊点。                | 焊点间距过小                | 按工艺标准执行      |
| 2  | 毛刺         | a、粘留在电极压痕附近的零件表面上的锐利的焊接飞溅金属；<br>b、焊接完成后，需清除焊接毛刺。  | 电极工作端面过小              | 修整电极         |
|    |            |                                                   | 电极压力不足                | 调整焊接参数       |
|    |            |                                                   | 焊件表面有异物               | 清理焊件表面       |
|    |            |                                                   | 焊点边距过小                | 按工艺标准执行      |
| 3  | 飞溅         | a、粘留在焊点附近零件表面的焊接飞溅金属；<br>b、焊接完成后，需清除焊接飞溅。         | 电极工作端面过小              | 修整电极         |
|    |            |                                                   | 电极压力不足                | 调整焊接参数       |
|    |            |                                                   | 焊件表面有异物               | 清理焊件表面       |
|    |            |                                                   | 焊点边距过小                | 按工艺标准执行      |
| 4  | 剪切边变形      | a、因电极引起焊接翻边的边缘变形，但焊点痕迹仍被焊接件边缘包容的状况；<br>b、应避免焊接变形。 | 焊点位置点偏                | 按工艺标准执行      |
| 5  | 凹痕         | a、焊点表面由电极引起的压痕；<br>b、压痕深度应控制在板厚的30%以内。            | 电极工作端面过小              | 修整电极         |
|    |            |                                                   | 电流过大                  | 调整焊接参数       |
|    |            |                                                   | 通电时间过长                |              |
|    |            |                                                   | 电极压力不足                |              |
| 6  | 锯齿状压痕（马蹄点） | a、焊后电极压痕边缘相邻表面急剧的凸起；<br>b、凸起高度应控制在板厚的30%以内。       | 操作点焊机角度偏差，电极与零部件表面不垂直 | 保证电极与零部件表面垂直 |
| 7  | 扭曲变形       | a、零件表面扭曲偏离正常平面的角变形；<br>b、需把扭曲角度控制在25°以下。          | 点焊机焊臂晃动、未紧固到位         | 紧固焊臂         |
|    |            |                                                   | 上下电极不同心               | 按标准调整上下电极同心度 |
| 8  | 粘铜         | a、焊点表面存在电极的残留物。<br>b、要求无严重粘铜现象。                   | 电极端面不平                | 修整电极         |
|    |            |                                                   | 电极材料使用不当              | 更换电极         |
|    |            |                                                   | 焊接参数不合理               | 调整焊接参数       |

### 6.2.1.2 凸焊焊接外观缺陷

焊接飞溅（毛刺）、裂纹、焊穿、螺栓与制件焊接部位表面不垂直、螺纹变形。

### 6.2.1.3 CO<sub>2</sub>气体保护焊焊接缺陷

裂纹、夹渣、气孔、咬边、未熔核、飞溅、未焊透、焊穿、焊瘤及焊缝长度不足等焊接缺陷。

### 6.2.1.4 螺柱焊焊接缺陷

虚焊、螺柱未插入熔池而悬空、焊穿（焊件背面穿孔）、螺纹损坏、磁偏吹、倾斜（螺柱不垂直工件）、焊接母材变形。

## 6.2.2 焊接特性和等级划分

### 6.2.2.1 点焊焊点特性划分

6.2.2.1.1 安全特性焊点：因焊点失效，将导致此部位焊接强度降低，从而产生人身事故隐患或造成人身安全事故的焊点为安全特性焊点。

6.2.2.1.2 一般特性焊点：无特殊要求的焊点。

6.2.2.2 点焊焊点外观质量划分

对存在外观质量要求的焊点部位，应对焊点外观质量要求进行明确。如焊点在焊接文件中无特殊外观质量说明或标识，则焊点外观质量要求被默认为Ⅲ级：

- a) Ⅰ级焊点：涉及安全特性的焊点及无痕点焊焊点；
- b) Ⅱ级焊点：当钣金表面出现焊接缺陷时，会直接引起相邻区域的外观质量或影响下序零部件正常装配的焊点；
- c) Ⅲ级焊点：除Ⅰ级焊点和Ⅱ级焊点外所有点焊部位焊点。
- d) 各级焊点对焊点表面的附加要求如表 13 所示。

表13 各级焊点对焊点表面的附加要求

| 序号                              | 焊接缺陷       | 焊点外观质量要求  |              |        |
|---------------------------------|------------|-----------|--------------|--------|
|                                 |            | Ⅰ级        | Ⅱ级           | Ⅲ级     |
| 1                               | 边缘焊点       | 不允许       | 不允许          | 不允许    |
| 2                               | 剪切边变形      | 不允许       | 不允许          | 无特殊要求  |
| 3                               | 焊点形状       | 圆形或椭圆形    | 圆形或椭圆形       | 圆形或椭圆形 |
| 4                               | 扭曲变形       | 可见，手触不明显  | 轻微（可见，手触略明显） | 无特殊要求  |
| 5                               | 凹痕         | 轻微（手触不明显） | 最大0.2mm      | 无特殊要求  |
| 6                               | 锯齿状压痕（马蹄点） | 轻微（手触不明显） | 最大0.15mm     | 无特殊要求  |
| 7                               | 飞溅         | 不允许       | 不允许          | 不允许    |
| 8                               | 毛刺         | 不允许       | 不允许          | 不允许    |
| 9                               | 粘铜         | 不允许       | 不允许          | 无特殊要求  |
| 注：对不符合焊接外观标准要求的焊点，可进行打磨或其它校正处理。 |            |           |              |        |

6.2.3 CO<sub>2</sub> 气体保护焊特性划分

- 6.2.3.1 安全特性焊段：可能影响产品安全特性的焊段，如果焊段失效，会导致此部位焊接强度降低，可能产生人身事故隐患或造成人身安全事故。
- 6.2.3.2 重要特性焊段：可能影响产品重要质量特性的焊段，如果焊段失效，会导致此部位焊接强度降低，影响产品使用性能和寿命，使用者可能对产品提出申诉。
- 6.2.3.3 一般特性焊段：除安全特性焊段和重要特性焊段外所有 CO<sub>2</sub> 气体保护焊段。

6.3 有效焊点数量

- 6.3.1 艺文件中规定的某个焊接边的焊点数≤5 个时，不允许出现有缺陷焊点；工艺文件中规定的某个焊接边的焊点数≥6 个时，允许出现焊接缺陷的焊点数量见表 14。
- 6.3.2 工艺文件中规定的某个焊接边的焊点数≤5 个时，不允许出现缺少或多余焊点；工艺文件中规定的某个焊接边的焊点数≥6 个时，允许的多余的焊点数量见表 14，绝不能缺少焊点。

表14 有效焊点的最小数量

| 同一焊接边内的焊点数量                | 无缺陷焊点数量最小值 | 焊接焊点数量最大值 |
|----------------------------|------------|-----------|
| 1~5                        | n          | n         |
| 6~10                       | n-1        | n+1       |
| 11~20                      | n-2        | n+2       |
| 21~30                      | n-3        | n+3       |
| 31~40                      | n-4        | n+4       |
| >41                        | n (1-12%)  | n (1+12%) |
| 注1：n=焊接工艺卡内规定的焊点数量。        |            |           |
| 注2：对于影响焊点合格性的缺陷焊点，应进行补焊处理。 |            |           |

6.4 焊接外观质量检测

6.4.1.1 点焊焊点外观质量检测

- 6.4.1.2 生产过程中，由生产操作人员负责对本工位点焊焊点外观、焊点数量、焊点排布状态进行 100% 目测检验。
- 6.4.1.3 任何出现表 11 内所表述的焊接缺陷的焊点均为不合格焊点，应进行补焊处理。
- 6.4.1.4 任何出现表 12 内所表述的焊接缺陷的焊点，应根据焊点外观质量等级判定是否合格。需对不合格焊点进行打磨或其它工艺处理。
- 6.4.1.5 如发现焊点的外观（包括形状、色差）发生连续变化，应立即反馈班组长及品质组，对其焊点强度及焊接参数进行确认，以保证产品焊接质量。
- 注：色差是指在点焊过程中，点焊焊点的颜色突然变浅或变深）。
- 6.4.1.6 镀锌板零部件焊接，焊点表面及热影响区有变色(发黑)、轻微粘铜现象为正常现象；焊点表面颜色相对镀锌板表面颜色无较大变化（发白），可判定为焊点存在开焊隐患。
- 6.4.1.7 不允许有连续两个焊点的非圆滑过渡（压坑深度大于焊件厚度的 30%），存在缺陷焊点数量不得超过全部焊点数量的 12%；焊点间距尺寸公差为：±5 mm，当实际焊点间距偏差大于标准间距 50% 时，须进行补焊处理；
- 6.4.1.8 焊点中心距零部件边缘最小距离见表 15。

表15 焊点中心距零部件边缘最小距离

| 最薄焊件厚度（mm）      | 0.7/0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 |
|-----------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 焊点中心距边缘最小距离（mm） | 4.5     | 5   | 5.5 | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  |
| 焊点中心距折边最小距离（mm） | 6       | 7   | 9   | 10  | 12  | 15  | 18  | 20  | 22  |

6.5 凸焊螺母、螺栓外观质量检测

- 6.5.1 由生产操作人员对凸焊螺母、螺栓的焊接状态进行 100% 目视检测，要求焊接部位无飞溅，焊接点部位无裂纹、焊穿，螺栓与制件焊接部位表面垂直。
- 6.5.2 由生产操作人员使用相同规格的螺母或螺栓检测凸焊后的螺母、螺栓的螺纹是否变形以及螺母的通过性，要求螺纹无变形、螺母无错位挡孔，检测频次：每班开始生产后，每种零部件的前 2 件、末 2 件，生产过程中每 100 件抽检 1 件（按批次抽检，当生产批次不足 100 件时，生产过程中可不进行抽检）。
- 6.5.3 不合格处置：如出现不合格，需通知车间品质组分析原因并采取有效措施，并保留相关记录。

6.6 CO<sub>2</sub> 气体保护焊焊缝外观质量检测

- 6.6.1 由操作人员对焊缝外观质量进行 100%目视检测，不允许有夹渣、气孔、咬边、焊瘤、飞溅、焊穿及焊缝长度不足等焊接缺陷。
- 6.6.2 不合格处置：须去除飞溅、打磨焊瘤，对其余焊接缺陷进行补焊。

6.7 螺柱焊外观质量检测

- 6.7.1 要求螺柱焊接完毕后，由操作人员进行 100%目视检测：无螺柱未插入熔池而悬空、焊穿（焊件背面穿孔）、螺纹损坏、磁偏吹、倾斜（螺柱不垂直工件）、焊接母材变形等焊接缺陷。
- 6.7.2 不合格处置：对不合格状态进行调整或补焊处理。

7 焊接强度检测

7.1 点焊

7.1.1 点焊焊点熔核尺寸检测

- 7.1.1.1 生产车间安排专人负责对焊点熔核直径进行周期检测，并保留检测记录。
- 7.1.1.2 检测人员通过使用游标卡尺，测量撕裂板材后的焊点熔核直径，并依据表 16 内焊点熔核直径判定是否合格。

7.1.1.3 双层板焊接按照薄板确定焊点最小熔核尺寸；三层或三层以上板料焊接按次薄板确定最小熔核尺寸。

7.1.1.4 一般特性焊点其熔核最小尺寸计算公式为  $d=4\sqrt{\delta}$ ，安全(关键)特性焊点熔核直径  $\geq 5\sqrt{\delta}$ 。一般特性焊点熔核最小尺寸见表 16。

表16 一般特性焊点熔核最小尺寸

| 板厚 $\delta$ (mm) | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 6.1 | 3.0 |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 熔核直径d (mm)       | 3.1 | 3.3 | 3.6 | 4.0 | 4.4 | 4.7 | 5.1 | 5.4 | 5.7 | 2.3 | 6.9 |

焊点熔核尺寸通过测量焊点熔核凸台的长轴尺寸与长轴垂直轴的尺寸之和除以2计算得到：焊点熔核

7.1.1.5 直径= $(D+d)/2$ mm，如图 5。

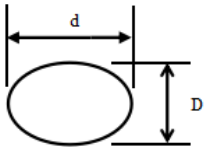


图5 焊点熔核尺寸测量

7.1.1.6 焊点熔核检测周期：安全特性焊点检测周期  $\geq 1$  次/1 个工作日或 1 次/400 台，非安全特性焊点检测周期  $\geq 1$  次/周或 1 次/2 800 台（检测周期以先到为准）。

7.1.1.7 不合格处置：如焊点熔核尺寸不合格，检测人员应立即反馈班组长及品质组，对其焊点强度及焊接参数进行检测、校准及确认。

7.1.2 单点破坏手动扭转试验(撕拉试验)

7.1.2.1 撕拉试片制作：由本工位设备使用人员，按工艺文件内要求的撕拉试片的规格、数量，选取试片，并按其搭接顺序搭接后点焊 1 点，如图 6。

7.1.2.2 、检测方法判定标准：试片制作人员用试片旋转辅助工具将焊接后试片连续旋转扭绞直至焊点部位母材破裂如图 7，试片任意一方出现孔，且孔径达到规定焊点直径的 2/3 以上，即可判定撕拉试片为合格，否则为不合格。

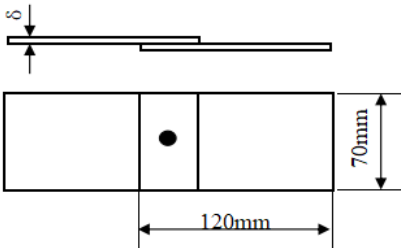


图6 撕拉试片规格尺寸

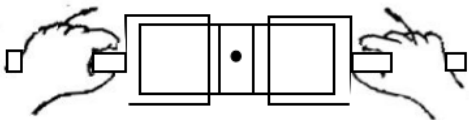


图7 手动扭转操作方法

7.1.3 在出现以下情况时，应制作撕拉试片进行试验：

- a) 每班生产前；
- b) 技术参数调整规范后；
- c) 故障排除后（包括：更换点焊机、焊臂、相关配件）；



d) 工作长时间中断后。

7.1.4 撕拉试验合格后方可进行正式生产，并由试片试验人员填写《撕拉试验检查表》。

7.1.5 不合格处置：如撕拉试片验证不合格，需查找原因并采取措施，重新制作撕拉试验，直至合格。

## 7.2 焊点凿裂检验

7.2.1 设备使用部门安排专人负责点焊焊点强度在线检测（迪尔车型除外），并保留检测记录。

7.2.2 检验方法及判定标准：通过用钣金锤将镊子如图 8 所示，沿焊点边缘凿入两板材之间，焊点无开焊或裂纹，则判定为检测的焊点强度合格，否则为不合格。

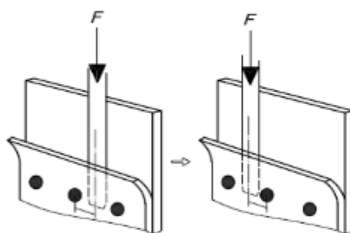


图8 凿裂试验方法

7.2.3 凿入深度及规范：以镊子头部距离焊点 10~15 mm，凿入至焊点焊接末端为准，如图 9 所示。

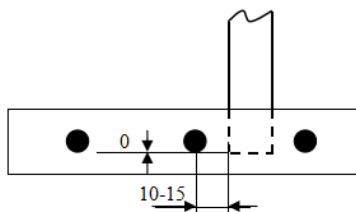


图9 凿入深度尺寸

7.2.4 镊子尺寸的标准：依据实际使用要求，选取相应镊子尺寸、形状，并按其制作，如图 10 所示。

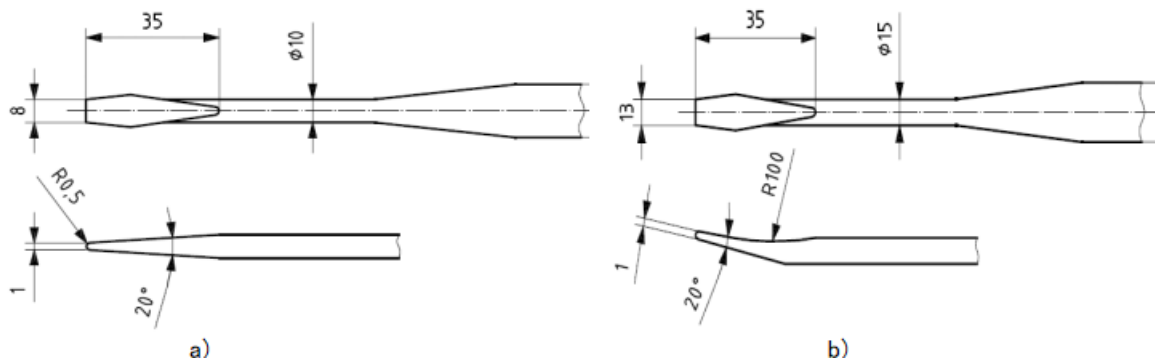


图10 镊子式样

## 7.2.5 低碳钢板焊点强度检测频次

7.2.5.1 安全特性焊点检测频次： $\geq 1$  次/h 或 1 次/23 台（检测频次以先到为准），检测每台点焊机焊点数量 $\geq 3$  点/次。

7.2.5.2 非安全特性焊点检测频次：对固定部位零部件焊接总成，检测频次：1 次/2 h；除固定部位零部件焊接总成，每两个工作日最少覆盖凿检一次；每台点焊机检测焊点数量 $\geq 3$  点/次（点焊机点焊如不足 3 点，应全部抽检）。

注：固定零部件焊接总成包括：前地板总成、下前围板总成、后地板后加强梁总成、左/右中立柱加强板总成、左/右前立柱下加强板总成、左/右后立柱内板总成、后围板总成、左/右边梁边板总成、前围上部总成、车身总成中柱焊点、左/右前侧面车门总成、左/右后侧面车门总成、货厢前板总成、货厢底板总成、货厢左/右边板内板总成，共22个工位。

7.2.6 镀锌钢板焊点强度检测频次：每批次首 1 件及末 1 件必检，并按每批次生产总数量的 30% 进

- 行抽检。
- 7.2.7 车间品质组负责对焊点合格率进行每周汇总，分析不合格的具体原因并采取有效措施，于每周以电子版形式将上周汇总内容及分析结果反馈工艺技术科。
- 7.2.8 检测零部件：由检测人员选取最近焊接完序的零部件总成进行检测。
- 7.2.9 检测后处理
- 7.2.9.1 如凿检部位焊点合格，只需将检测部位零部件表面调整平顺，检测零部件无需补焊直接使用。
- 7.2.9.2 如不合格且焊点判定为操作原因造成时，除对不合格焊点部位进行补焊处理外，在生产线体内只对发生问题的相同部位进行追溯，并保留相关记录。
- 7.2.9.3 如不合格焊点判定为焊接参数或其它原因造成时，除对不合格焊点部位进行补焊外，需对本批次出现不合格焊点的点焊机所焊接零部件在生产线体内进行 100%检测、追溯，并保留相关记录。
- 注：补焊首选采用点焊，其次为CO2气体保护焊。

7.3 点焊焊点拉剪强度检测

7.3.1 焊接设备使用部门

- 7.3.1.1 安排专人负责对本部门内所有在用点焊机，制作点焊焊点拉剪强度检测试片，并记录试片信息，填写《点焊焊接强度检测记录表》。
- 7.3.1.2 要求按“焊点检测周期”汇总当月焊点拉剪强度合格率，于次月第一周以电子版形式反馈工艺技术科。

7.3.2 品质检查科负责

- 7.3.2.1 到生产车间领取焊点拉剪强度检测试片，通过专用拉伸设备（万能试验机）进行焊点拉剪强度检测，同时判定检测结果是否合格，填写《点焊焊接强度检测记录表》并于当日返回送检车间。
- 7.3.2.2 如检测过程中试片结果出现不合格，应第一时间通知试片送检部门的品质负责人和工艺技术科工艺员，以便对焊点强度检测异常情况进行分析，并制定改进对策。
- 7.3.2.3 拉剪后试片直接做报废处理。

7.3.3 试片选取原则

由试片制作人员按工艺文件内要求的撕拉试片的规格、数量，选取试片，并按其搭接顺序搭接后点焊。

7.3.4 试片规格尺寸

见表 17。

表17 焊点拉剪强度检测试片规格尺寸

| 试片材质 | 试片板厚（δ） | 试片板宽（B） | 试片长度（L） | 试片点焊部位的搭接尺寸（t） |
|------|---------|---------|---------|----------------|
| DC01 | ≤3.2    | 40±2    | 140±2   | 40±2           |

7.3.5 试片点焊要求

- 7.3.5.1 试片搭接状态与工艺文件内要求的撕拉试片规格顺序一致，以试片中心线对齐，焊点在搭接部位中心偏差≤10 mm 范围内，具体状态如图 11、图 12。

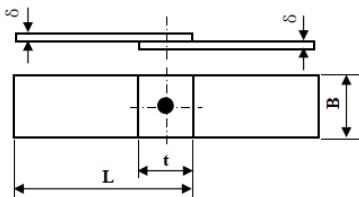


图11 两层板料搭接状态

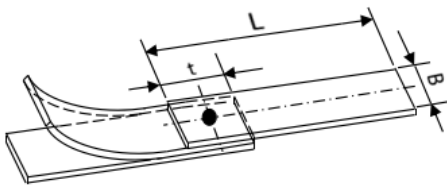


图12 多层板料搭接状态

- 7.3.5.2 如试片规格、排列顺序与工艺文件内要求不一致，则试片不合格；
- 7.3.5.3 如点焊焊点相对搭接部位中心偏差>10 mm，则试片不合格；
- 7.3.5.4 如试片搭接部位尺寸不满足 t，则试片不合格。

7.3.6 试片拉伸速度

10 mm/min。

7.3.7 试片数量

每台点焊机每次检测最少点焊 3 组试片。

7.3.8 检测周期

见表 18。

表18 点焊焊点拉剪强度检测周期

| 安全（关键）特性焊点                                                         | 非安全（关键）特性焊点           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1 次/月或 1 次/10 000 台                                                | 1 次/2 月或 1 次/20 000 台 |
| 注1：每月为 25~26 个工作日；每个检测周期覆盖生产车间所有在用点焊机；<br>注2：每项检测周期，要求以先到为准进行循环检测。 |                       |

7.3.9 焊点最小拉剪强度检测标准

见表 19。

表19 点焊焊点最小拉剪强度

| 试片板厚（mm）   | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.2  | 1.4  | 1.5  |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 最小拉剪强度（kN） | 3.0  | 3.7  | 4.4  | 5.2  | 6.1  | 7.8  | 9.2  | 10.0 |
| 试片板厚（mm）   | 1.6  | 1.8  | 2.0  | 2.3  | 2.6  | 2.8  | 3.2  |      |
| 最小拉剪强度（kN） | 10.6 | 13.0 | 14.5 | 18.5 | 21.7 | 24.8 | 31.0 |      |

7.3.10 判断方法及依据

拉剪时以先拉损板料（板料厚度）所对应的规定强度数值为判定标准，即大于等于规定的最小拉剪强度值为合格。

7.4 凸焊

7.4.1 凸焊螺母、螺栓焊接强度检测方式

- 7.4.1.1 试片检测：选取与焊接零部件相同规格的板料、螺母或螺栓，按实际焊接状态制作试片进行检测。
- 7.4.1.2 工件检测：选取焊接相应规格螺母或螺栓的焊合状态零部件，直接检测相应螺母或螺栓的焊接强度。

7.4.2 检测方法

7.4.2.1 最小剥离扭矩检测：由生产车间扭矩检测人员负责按图 13、图 14 所示，通过表盘式扭力扳手（或预置式扭力扳手、数显式扭力扳手）对凸焊螺母、螺栓进行剥离扭矩检测，达到表 20 中的最小剥离扭矩时，凸焊螺母、螺栓未脱离母材为合格，否则为不合格。

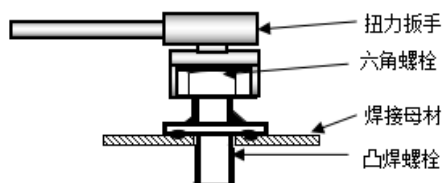


图13 凸焊螺栓剥离扭矩检测方法

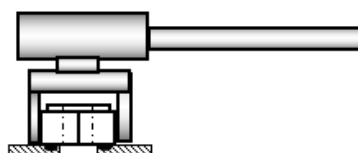


图14 凸焊螺母剥离扭矩检测方法

表20 凸焊螺母、螺栓最小剥离扭矩值对照表

| 螺纹规格        | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | 7/16" | M12 |
|-------------|----|----|----|----|-----|-------|-----|
| 最小剥离扭矩(N·m) | 25 | 26 | 35 | 45 | 59  | 79    | 110 |

7.4.2.2 凸焊螺母、螺栓锤击检测：用 1 磅的锤子对螺母或螺栓进行敲击，在焊接部位母材出现变形时，螺母、螺栓不脱落为合格，或螺母、螺栓最少有一个以上的焊接触点将焊接母材撕裂，则可判定为合格，否则为不合格，具体如图 15、图 16 所示。

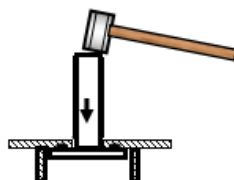


图15 凸焊螺栓剥离检测方法

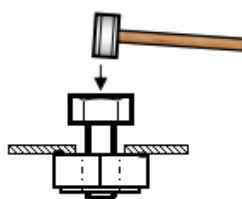


图16 凸焊螺母剥离检测方法

#### 7.4.3 检测频次

每班开始生产后，每种零部件的前2件、末2件，对凸焊螺母、螺栓分别进行剥离或扭矩检测。

#### 7.4.4 检验后处理

7.4.4.1 工件检测：凸焊螺母、螺栓最小剥离扭矩检测后未脱落，且焊接触点无开裂，只需对变形部位调整复原后可直接使用；如焊接触点出现开裂或凸焊螺母及螺栓脱落，应补焊处理后才可转下序使用。

7.4.4.2 试片检测后直接做报废处理。

7.4.4.3 如出现不合格，需分析并采取改进措施，并追溯至前一次检测合格内所有产品。

7.4.4.4 保留检测及追溯记录。

7.4.4.5 日常检测时，一般选取工件检测方式，同时螺母选取剥离扭矩检测方法，螺栓选取锤击检测方法。

7.4.4.6 剥离扭矩检测时，应用力缓慢、均匀，避免快速、冲击检测，一般要求扭矩检测值超出标准值在  $0\sim 5\text{ N}\cdot\text{m}$  以内即可。

## 7.5 $\text{CO}_2$ 气体保护焊焊接强度检测

### 7.5.1 试片拉伸试验检测

#### 7.5.1.1 检测范围

工艺文件内连续焊缝所涉及到的焊接母材均需要拉伸试验的验证。

#### 7.5.1.2 检测频次

7.5.1.2.1 一般特性焊缝抽样试验频率为每季度一次。如果连续两个季度人员、设备等因素均无变化，并且拉伸试验的结果均合格，可将此试验的频次调整为每半年一次。

7.5.1.2.2 重要特性及安全特性焊缝强度抽样试验频次 $\geq 1$ 次/2周或1次/5600台（检测频次以先到为准）。

7.5.1.2.3 如出现人员或设备变化，需在一个工作日内重新进行拉伸试验。

#### 7.5.1.3 试片规格选取及板材搭接

7.5.1.3.1  $0.8+0.8\text{ mm}$  或  $1.2+1.2\text{ mm}$  两种板材搭接方式。

7.5.1.3.2 试片选取材质为 DC03 板材进行试验。

7.5.1.3.3 对试片所用的尺寸为  $130\text{ mm}\times 160\text{ mm}$ （宽 $\times$ 长）的矩形试板两个，（当厚度 $\leq 2\text{ mm}$ 时，选取  $130\text{ mm}\times 140\text{ mm}$  的板材）对接进行焊接（放同一水平面上，不应叠加码放，薄板可在焊缝下部增加垫板），如图 17 所示：（尺寸公差： $\pm 0.3\text{ mm}$ ）。

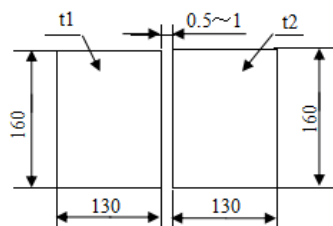


图17 拉伸试板

7.5.1.3.4 焊接接头拉伸试验的试片尺寸、形式及试验方法符合 GB 2651 的要求，拉伸试片采用机械加工方式获取，如图 18 所示。

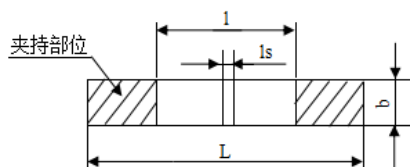


图18 拉伸试件尺寸

7.5.1.3.5 其中  $L$  为加工后试件的最大宽度  $200\text{ mm}$ ， $l_s$  为焊缝宽度， $l$  为拉伸部分长度  $l_s+60\text{ mm}$ ， $b$  为试件宽度  $12\text{ mm}$ 。

7.5.1.3.6 阴影部位为拉伸试验设备夹持部分。

7.5.1.3.7 试片需在生产线体内进行焊接，采用本工位人员、设备，焊接参数满足工艺要求。

#### 7.5.1.4 焊缝检测

试验之前的试片焊缝高度应满足工艺文件中的要求，焊缝应光滑、平整，不允许有裂纹、咬边、烧穿、焊瘤、未焊透等焊接缺陷。

7.5.1.5 判定标准

根据试验要求，试验结果可测定抗拉强度（受力面积以薄板为准），不得低于母材的最低定值，或焊缝金属强度的设计定值（如表 21）。如果断裂位置为焊缝及热影响区则为不合格，断裂位置在母材上则为合格。

表21 凸焊螺母、螺栓最小剥离扭矩值对照表

| 板厚（mm） | 材质   | 最小抗拉强度kN |
|--------|------|----------|
| 0.8    | DC03 | 2.592    |
| 1.2    | DC03 | 3.888    |

7.5.1.6 不合格处置

7.5.1.6.1 需立即将不合格的试片在制作时的状态进行 2 倍复制，重新试验，对试验结果进行确认。

7.5.1.6.2 如果出现不合格，查找原因，进行追溯和评审，采取纠正措施。

7.5.1.7 记录

试验报告应记录以下内容：试片所能承受的最大载荷力；试片的断裂位置；保留试片照片；焊接设备及参数；试片制作人员及时间。

7.5.2 零部件拉伸试验检测

7.5.2.1 检测零部件：发动机罩锁扣加强板总成及发动机罩锁扣座总成。

7.5.2.2 检测频次：≥1 次/2 周或 1 次/5 600 台（检测频次以先到为准）。

7.5.2.3 由生产车间指定专人送检。

7.5.3 CO<sub>2</sub> 气体保护焊焊接强度凿裂检验

7.5.3.1 检验方式

生产车间采用凿裂检验方式，对安全特性和重要特性焊缝进行检验，主要用于检验焊缝是否存在未焊透（假焊）问题。

7.5.3.2 检验方法及判定标准

将錾子顶端与制件根部贴实使用钣金锤通过侧敲錾子的方式验证焊缝与制件是否脱离，在制件无损伤的情况下焊缝与制件脱离视为不合格，反之为合格。

7.5.3.3 检测范围

7.5.3.3.1 安全特性焊接零部件：线卡子支撑板总成、发动机罩锁扣钩、后排中间安全带支架总成。

7.5.3.3.2 重要特性焊接零部件：后座椅锁扣挂钩。

7.5.3.4 检验频次

每班开始生产时检验1次，生产过程中每50件检验1次。

7.5.3.5 检验数量

3 件/次。

7.5.3.6 安全特性及重要特性焊段凿裂检验部位及方向如图 19、图 20、图 21、图 22。

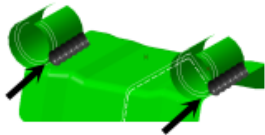


图19 线卡子支撑板总成

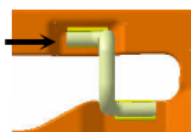


图20 发动机罩锁扣钩



图21 后排中间安全带支架总成

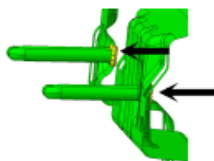


图22 后座椅锁扣挂钩

#### 7.5.3.7 一般特性强度检测

内容参照“三 CO<sub>2</sub>气体保护焊焊接强度检测‘1试片拉伸试验检测’条款”执行。

#### 7.5.3.8 不合格处置

检测过程中如出现不合格，需追溯至前一次抽检合格内所有产品。如不合格需对本批次所焊零部件进行 100% 全检。

### 7.6 螺柱焊焊接强度检测

#### 7.6.1 检测方式

包括锤击检测、弯曲检测、扭矩检测三种检测方式，日常检测一般选取“弯扭检测”。

#### 7.6.2 检测频次

首件、末件必检，生产过程中 $\geq 1$ 次/46件或 $\geq 1$ 次/2h（检测频次以先到为准）。

#### 7.6.3 锤击检测

应在焊接试片冷却后进行，用橡皮锤从螺柱侧面敲击螺柱顶端（如图 23），使螺柱倾斜角度大于 30°，螺柱无脱落，并且螺柱与母材焊接部位无开裂，为合格。

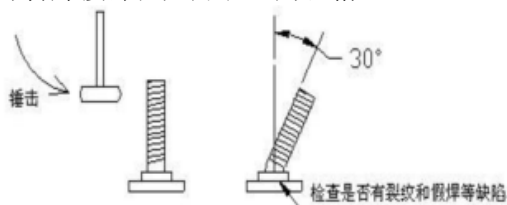


图23 锤击检测

#### 7.6.4 弯扭检测

在焊接试片冷却后进行，用套管或其他专用工具将螺柱扳弯（如图 24），使螺柱倾斜角度大于 30°，螺柱无脱落，并且螺柱与母材焊接部位无开裂，为合格。

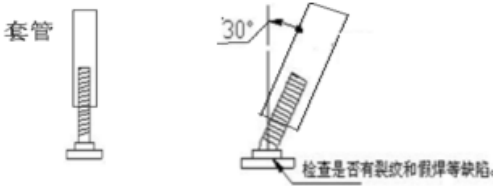


图24 弯扭检测

7.6.5 扭矩检测

7.6.5.1 试片制作：选择与所焊零部件相同规格的板材焊接试片，并将适当规格的螺母，如附图所示焊接到螺柱上。

7.6.5.2 由生产车间扭矩检测人员负责按图 25 所示，通过表盘式扭力扳手（或预置式扭力扳手、数显式扭力扳手）对螺柱进行扭矩检测，直至螺母或螺柱焊接处开裂；如所测数据大于表 22 中的最小扭矩时，则判定为合格，否则为不合格。如螺母处开裂，并且扭矩检测不合格，需重新制作试片检测。

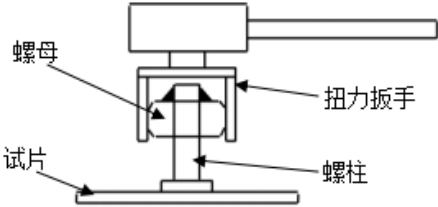


图25 螺柱扭矩检测

表22 不同类型和不同直径的螺柱焊扭矩

| 序号                                                        | 扭矩                          | M3   | M4   | M5    | M6    | M8    |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| 1                                                         | 铝合金（A199.6）断裂时最小扭矩/N·m      | 0.19 | 0.98 | 1.66  | 2.04  | 7.84  |
|                                                           | 容许最大启动扭矩/N·m                | 0.11 | 0.68 | 0.98  | 1.76  | 4.70  |
| 2                                                         | 铝镁合金（A1Mg3）断裂时最小扭矩/N·m      | 0.49 | 1.37 | 2.94  | 4.90  | 13.72 |
|                                                           | 容许最大启动扭矩/N·m                | 0.26 | 0.76 | 1.67  | 2.94  | 8.24  |
| 3                                                         | 普通低碳钢板（S235）断裂时最小扭矩/N·m     | 1.44 | 3.62 | 7.84  | 12.76 | 24.93 |
|                                                           | 容许最大启动扭矩/N·m                | 0.68 | 2.26 | 4.70  | 7.66  | 17.66 |
| 4                                                         | 铝合金（X5CrNi18-10）断裂时最小扭矩/N·m | 2.94 | 6.37 | 14.71 | 20.60 | 49.06 |
|                                                           | 容许最大启动扭矩/N·m                | 1.76 | 4.02 | 7.86  | 12.76 | 29.43 |
| 注：相同类型、相同直径的螺柱，在高强板和镀锌板焊接时，最小扭矩与容许最大启动扭矩按照上表中普通低碳钢板的扭矩执行。 |                             |      |      |       |       |       |

7.6.6 不合格处置

7.6.6.1 如果出现不合格，需反馈班组长及车间品质人员分析原因，采取纠正措施，并对其焊接部位在线体内进行追溯，直至连续 5 台合格为止。

7.6.6.2 检测后须将螺柱调整到与工件垂直状态。

7.7 破坏性焊接强度检测

7.7.1 破坏性检测：是将零部件总成或车身总成所有焊点全部撕开，检查所有焊点熔核是否合格的一种检测方法。

7.7.2 因破坏性检测成本较高，同时不具有实时性，所以破坏性检测只作为一种反映焊接质量控制水平的评估手段，不作为实际监督焊点质量的有效手段，此种检查方式将统一安排，不作为日常检查要求。

7.8 批量生产阶段，零部件及白车身总成焊点合格率

7.8.1 安全特性部位焊点合格率为 100%；普通板材焊点综合合格率不小于 99.5%；镀锌板焊点综合合格率不小于 99 %；计算公式：焊点合格率=合格焊点数/检测焊点总数×100%。



- 7.8.2 同一焊点式样内两个不合格焊点间至少间隔 3 个合格焊点。
  - 7.8.3 零部件端焊点应为合格焊点。
-