

## 第十九章 铝及铝合金焊接工作试件的制定原则

### 第一节 工作试件的制作目的

工作试件，顾名思义就是产品工件的实物模拟，它具有实物工件的形状特征、位置特征、焊缝特征、导热特征、材料特征。工作试件的成功焊接，在某种意义上代表了能成功焊接工件，因此，工作试件在保证焊接质量上具有非常重要的意义。

工作试件一般分为自动焊工作试件、手工工作试件，手工工作试件又分为能力测试工作试件、实物模拟工作试件，手工工作试件根据质量要求和各个企业管理的不同，能力测试工作试件、实物模拟工作试件可以单独测试，也可以组合测试。能力测试工作试件一般不作为体系环节中的必备环节，在企业焊工经验丰富的前提下，一般只做实物模拟工件，对质量要求不是很高的产品，也可做能力测试工作试件代替模拟工作试件，能力测试工作试件成本要比实物模拟工作试件低很多。

### 第二节 工作试件的应用对象和方法

#### 一、自动焊工作试件

由于自动焊的质量控制并不比手工焊简单，焊接参数、位置、环境等某个条件不好可能导致整条自动焊缝失效，因此，自动焊原则上要求每条焊缝均要做工作试件。

自动焊的工作试件要具有与实物相同的夹具特征、材料导热特征、工艺特征、焊接顺序特征等，因此，自动焊工作试件的长度一般不低于 2 米。

过短的试件，导热特征、夹具特征、焊缝间隙特征等很难满足，因此，自动焊试件的制作需要考虑夹具的应用性、工艺特征的相同性、工艺顺序的相似性，自动焊试件制作完成后，要经过表面检测和在规定位置取样做宏观断口检测。图 19-1 是自动焊工作试件的制造示意。

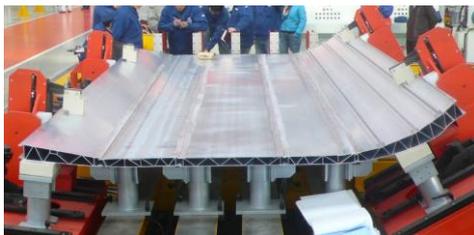


图 19-1 自动焊工作试件的制做示意

## 二、手工焊工作试件

### 1. 技能测试工作试件

#### (1) 技能测试工作试件的定义

对于经过焊接培训学校的培训并取得资质的焊工，虽然具备了一定的能力，但离上岗操作还有一定差距，需要根据产品性质，进行岗前培训和能力测试，培训内容以焊接学校没有培训过的内容为主，培训后要经过技能工作试件测试。技能工作试件主要为板材试件，图 19-2 是技能测试工作试件的形式示意，尺寸 500\*150mm，过小的尺寸，对于焊接训练是不利的，材料导热状态发生了很大变化。

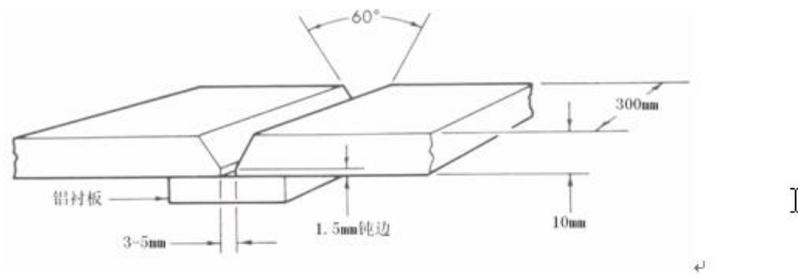


图 19-2 技能测试工作试件的形式示意

#### (2) 技能测试工作试件要实现的目标

##### ——表面目标

试件完成后，要经过 VT 测试，VT 主要检测焊缝尺寸，如焊缝高度最大不能超过 1.5mm，宽度最大不能超过名义尺寸 2mm，表面成型细腻、光滑、无起楞、咬边，成型均匀，没有通过表面能力测试的焊工没有意义进入内部测试，图 19-3 是焊缝成型的典型例子。

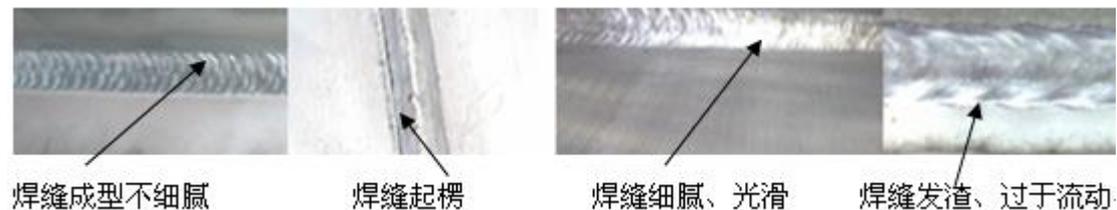


图 19-3 焊缝成型示意

##### ——内部目标

在表面检测通过的情况下，检测宏观端口的熔深、气孔、根部裂纹以及成型是否理想。

过大的背部熔化金属堆积，或将母材金属切断都是不理想的，理想的背透是在保证熔深的前提下，尽可能小，图 19-4 是背透合格和不合格的示意。图 19-5 是熔深合格和不理想的示意



图 19-4 背透合格和不合格示意

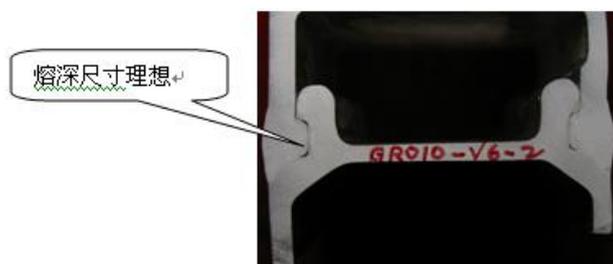


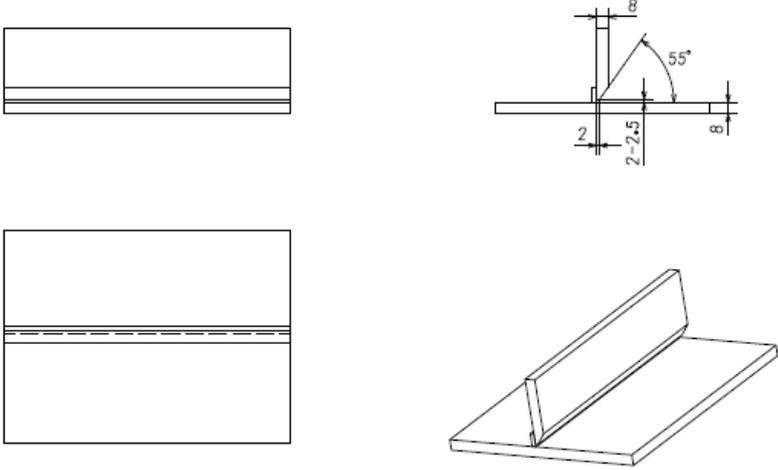
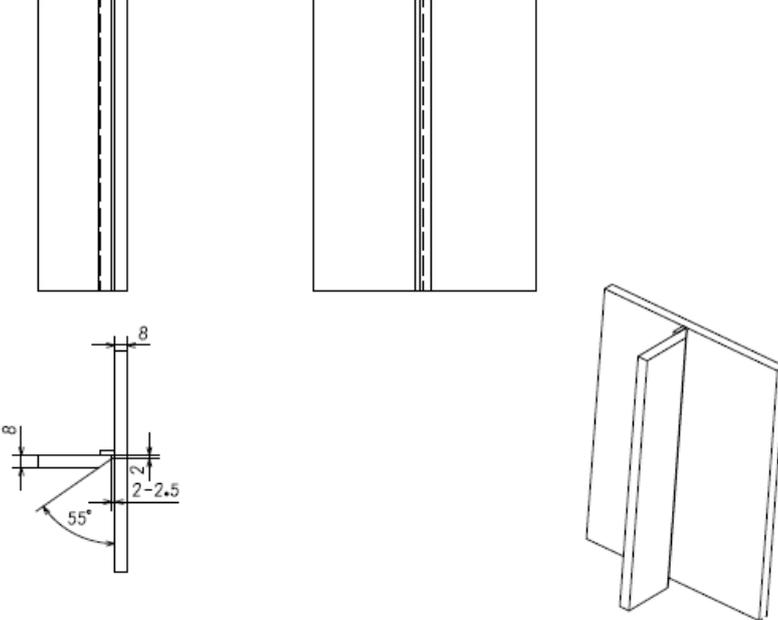
图 19-5 熔深合格和不理想示意

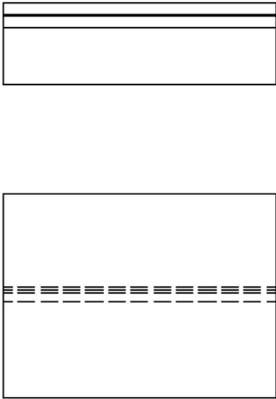
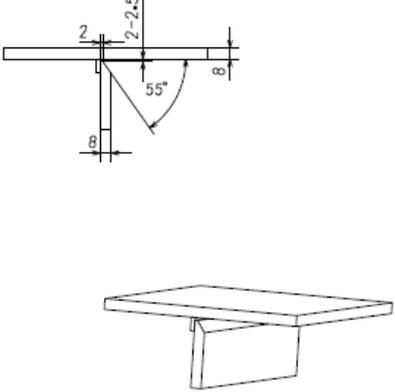
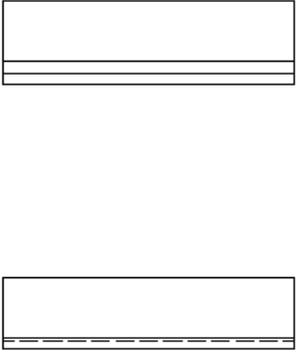
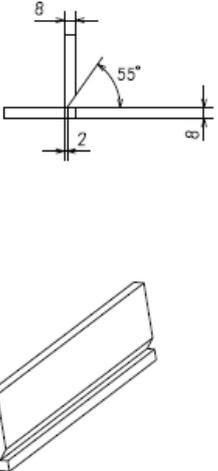
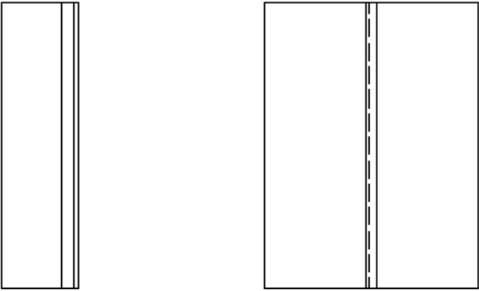
### (3) 技能工作试件的选择

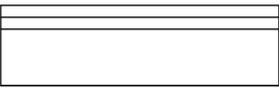
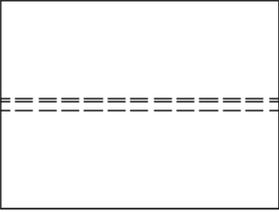
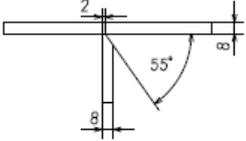
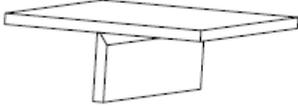
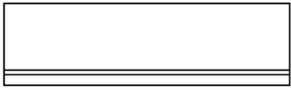
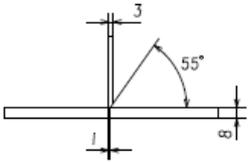
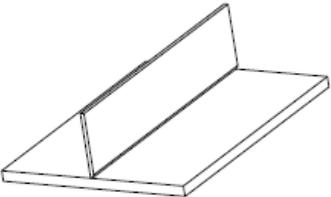
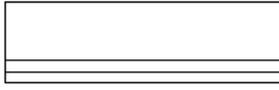
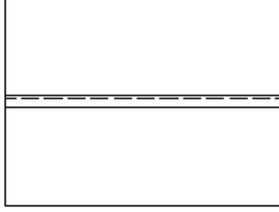
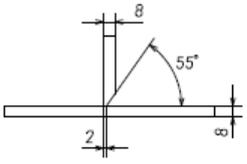
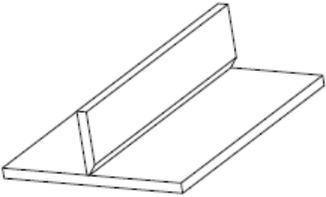
技能测试工作试件主要以产品的接头类型为主要选择依据，试件形式尽量靠近产品的位置状态、接头状态和结构状态，试件选择要数量多，范围广，如产品以 HV 为主，就要选择以 HV 为针对对象的岗前训练，如产品以薄板搭接为主，就要选择以薄板搭接为对象的训练为主，或以几种接头为训练对象，焊工如果不经过这一环节，在操作技能上是不可靠的，经过技能工作试件测试后，焊工技能的全面性应该没有任何问题，剩下的只是具体工件和测试工件的位置、导热性等差异了，通过测试的焊工，再做模拟工作试件就很容易了。

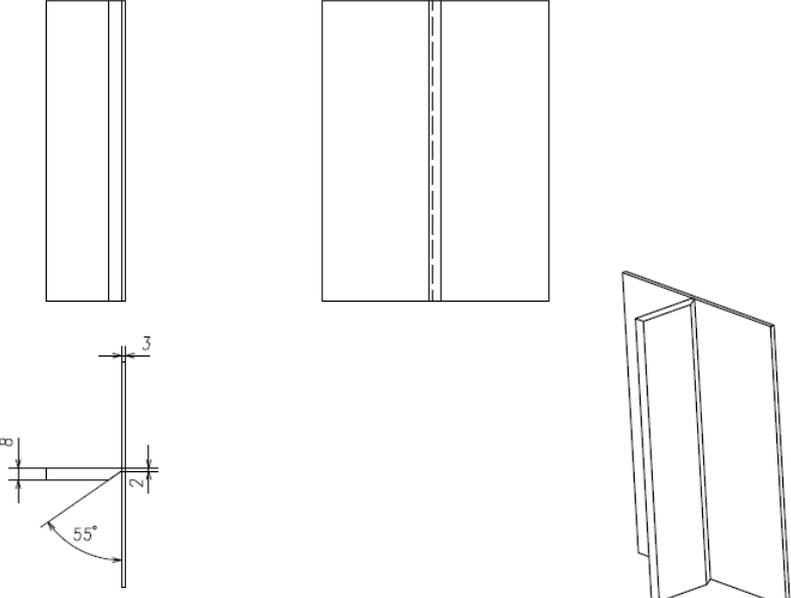
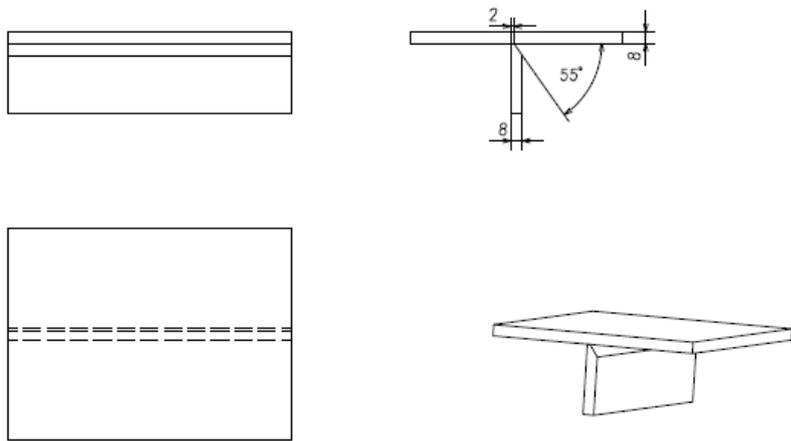
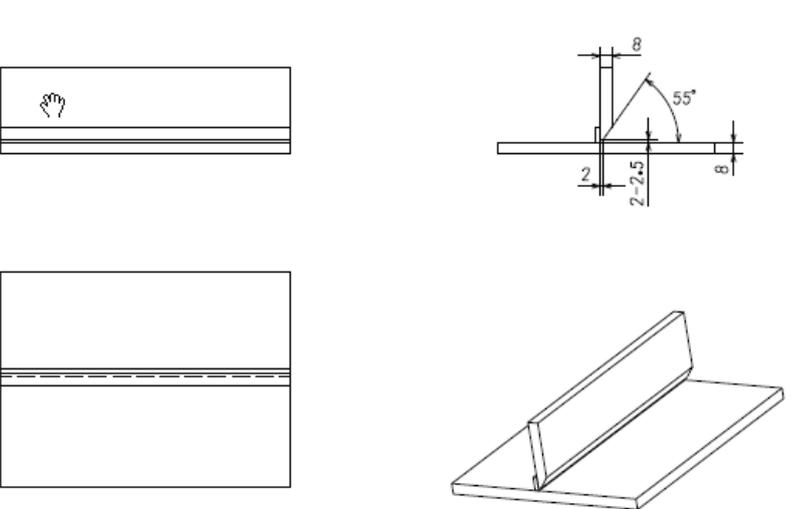
焊接铝合金车辆底架牵枕缓部分，大部分以 HV 和 HY 为主，因此，焊工岗前要进行表 19-1 的训练和技能测试，不同的产品，焊接工程师要针对产品的性质，制定类似的训练表来进行岗前训练。

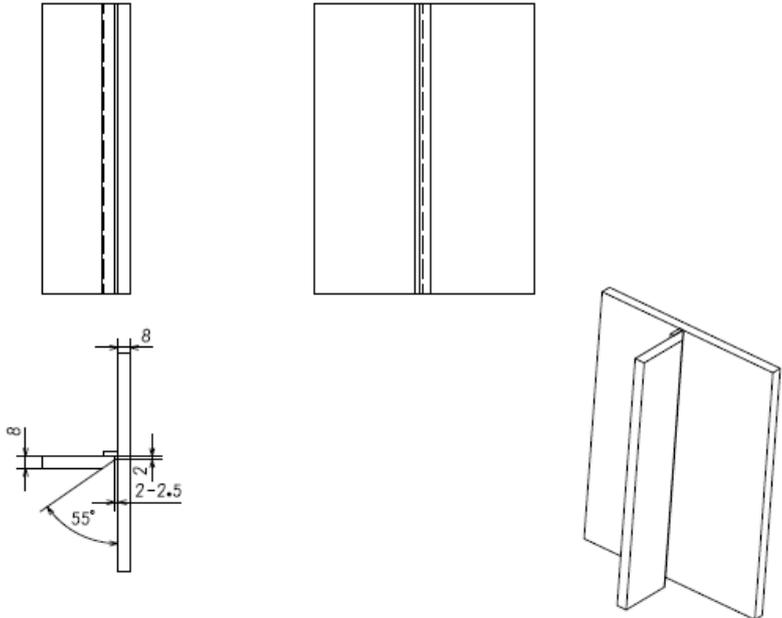
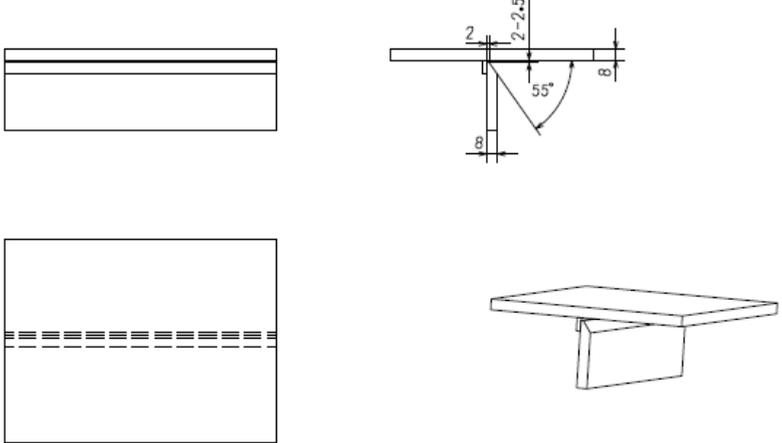
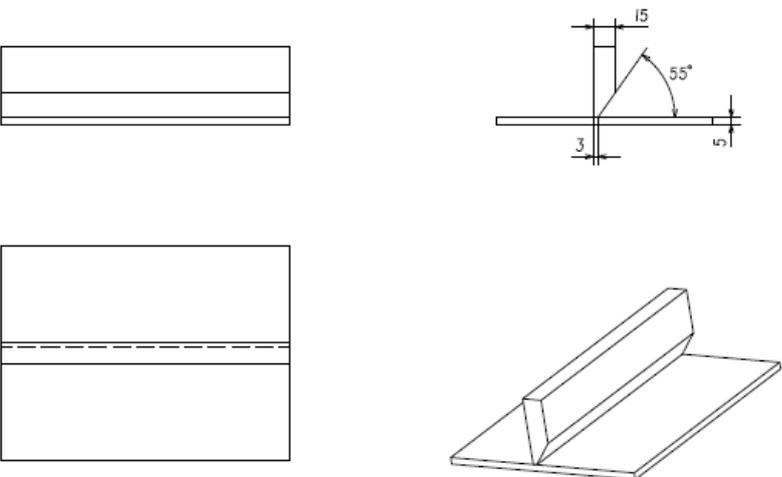
表 19-1 技能测试岗前训练表

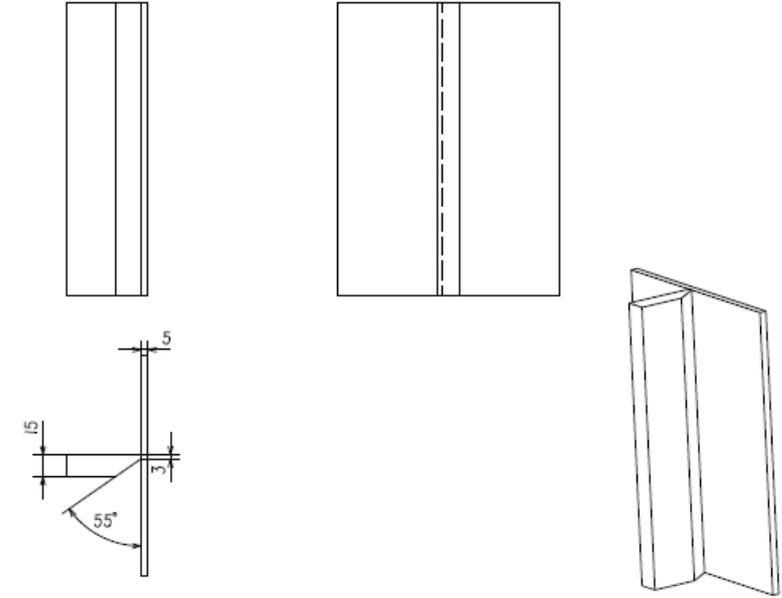
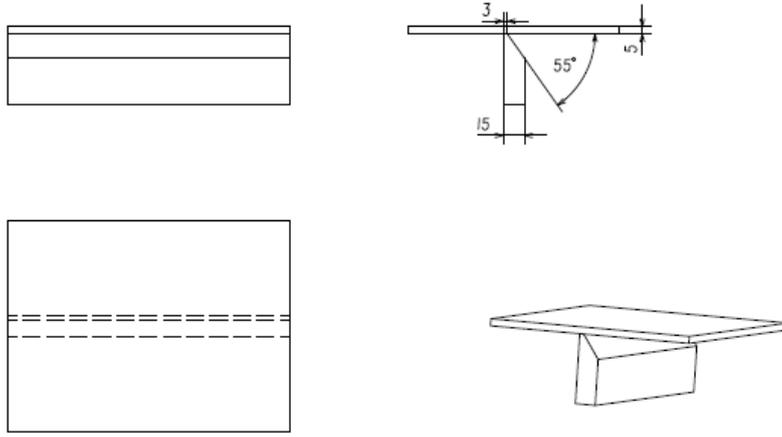
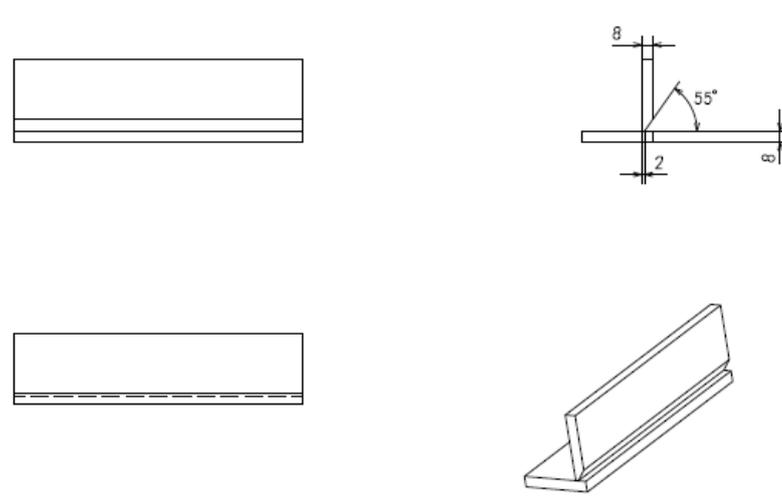
|   | 接头类型 | 接头形式 | 焊接位置 | 简图  |
|---|------|------|------|---|
| 1 | BW   | 8HV  | PC   |   |
| 2 | BW   | 8HV  | PF   |  |

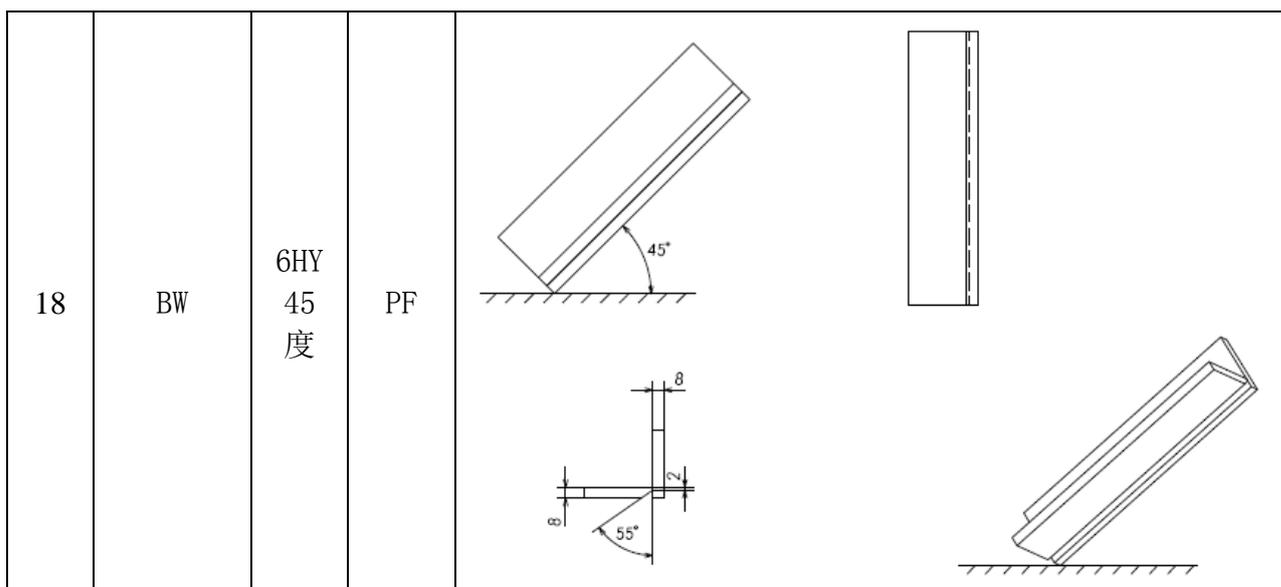
|   |    |     |    |  |  |
|---|----|-----|----|--|--|
| 3 | BW | 8HV | PD |     |   |
| 4 | BW | 6HY | PC |    |  |
| 5 | BW | 6HY | PF |  |  |

|   |    |     |    |  |  |
|---|----|-----|----|--|--|
| 6 | BW | 6HY | PD | <br>     | <br>     |
| 7 | BW | 2HY | PC | <br>    | <br>   |
| 8 | FW | 6HY | PC | <br> | <br> |

|    |    |     |    |  |
|----|----|-----|----|--|
| 9  | FW | 6HY | PF |    |
| 10 | FW | 6HY | PD |   |
| 11 | FW | 8HV | PC |  |

|    |    |              |    |  |
|----|----|--------------|----|--|
| 12 | FW | 8HV          | PF |    |
| 13 | FW | 8HV          | PD |   |
| 14 | FW | 15+5<br>12HY | PC |  |

|    |    |              |    |  |
|----|----|--------------|----|--|
| 15 | FW | 15+5<br>12HY | PF |    |
| 16 | FW | 15+5<br>12HY | PD |   |
| 17 | BW | 6HY          | PC |  |



## 2. 实物模拟工作试件

通过实物模拟工件，可以准确地确定焊接工艺和规范，同时锻炼焊工初期在不熟悉产品的情况下，获得很好的焊接质量，避免初期在产品上练习技能造成产品质量问题，以下情况，需要做实物模拟工作试件：

(1) 对于操作困难，质量保证不确定的情况下需要做工作试件。

—T型接头的 HV 或 HY 焊缝需要模拟工作试件的测试。

—对于焊缝可达性非常差的位置，需要做工作试件。

—薄板 ( $t \leq 3\text{mm}$ ) 搭接接头及角接焊缝需要做工作试件。

(2) 操作虽然简单但有 X 射线、超声波探伤要求的，需做工作试件。

(3) 对于可焊性非常差的材料，例如铸铝焊接接头，需要做工作试件。

(4) 对于大的焊接修理，例如改变图纸结构的修理，或对母材的修理，需要做工作试件。

以下是一些典型工作试件的应用举例，图 19-6 是三块板组合后的 PF、PA 位置焊接工作试件。图 19-7 是三块板组合合成 90 度角的 HY 坡口 PA、PF 的工作试件。图 19-8 是型材与板材对接后的 PA、PF、PB 组合工作试件，模拟了车辆的前端连接结构。图 19-9 是型材和板材对接后形成的环形接口模拟工作试件，工作试件要保证环形接口拐点位置质量。图 19-10 是两个型材对接、背部加垫板的工作试件示意，工作试件完全模拟了在生产过程中，两个型材对接的连接状态，工作试件要保证型材接口在各个位置的焊接质量。图 19-11 示意了两种型材对接的模拟工作试件，是结构的一个缩影，检测取样位置和产品结构相对应。

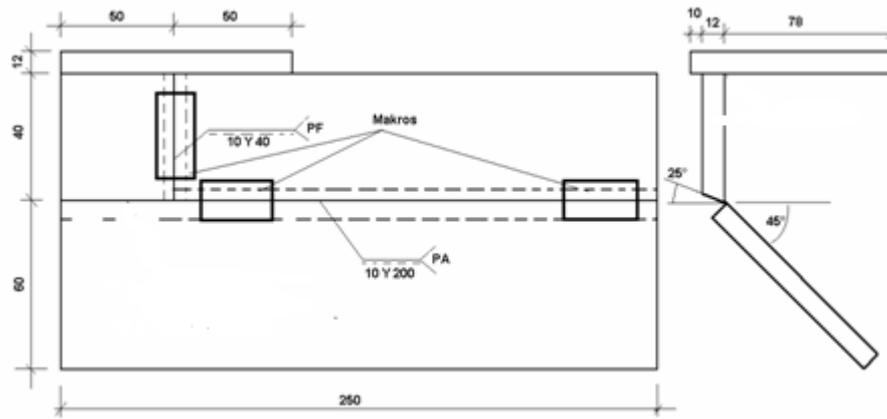


图 19-6 三块板组合 PA、PF 训练

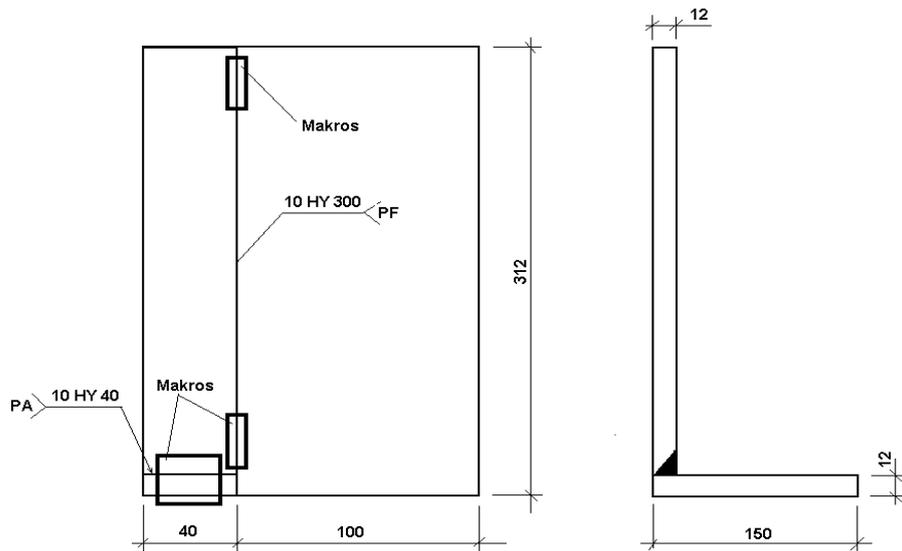


图 19-7 HY 的 PA、PF 组合工作试件

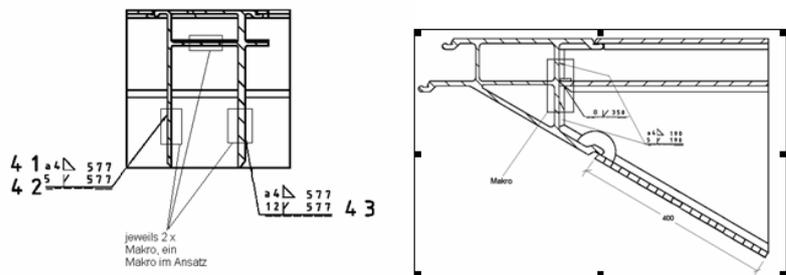


图 19-8 车辆前端型材与板材对接示意

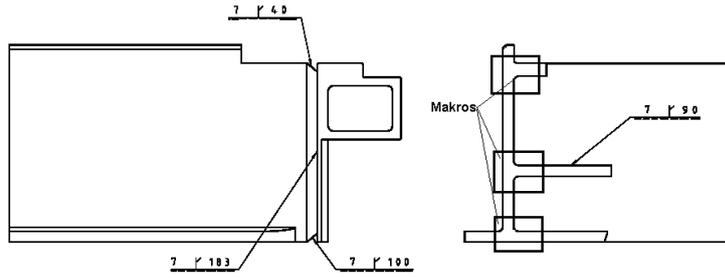


图 19-9 型材与母材环形接口示意

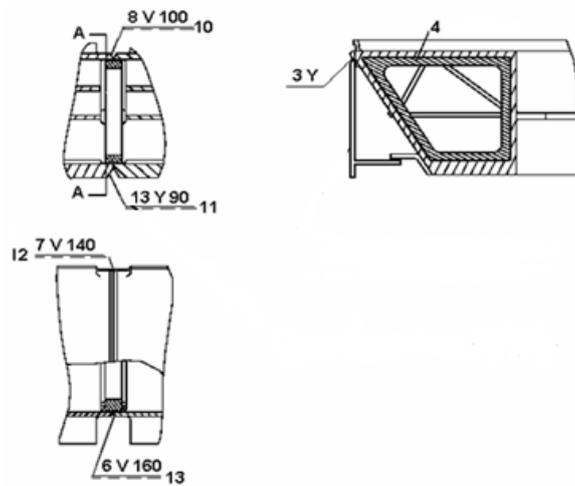


图 19-10 型材对接工作试件示意

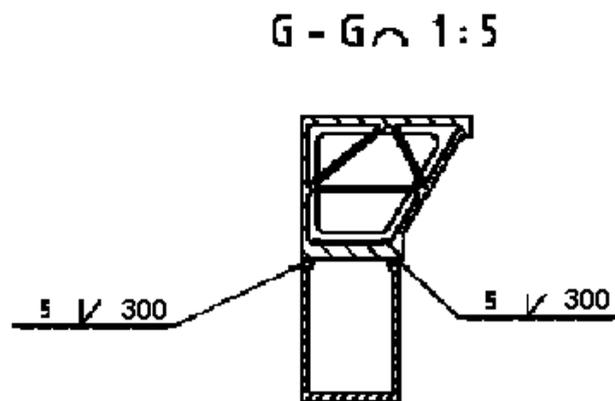


图 19-11 不同型材断面对接示意

从以上示意图可以看出，模拟工作试件不是简单的用铝板组对后进行焊接接头模拟，而

是真实结构的模拟，是结构的局部缩影。模拟工作试件在保证产品质量上，起到至关重要的作用，在重要产品结构上，一般要采用模拟工作试件的训练后才能干正式产品，模拟工作试件成本很高，对于一般焊接要求的铝合金结构，可以用技能测试工作试件代替模拟工作试件进行技能训练，节约模拟工作试件的相对庞大成本。