



孟买地铁焊工培训角接头手法解析

张洪逵 郭安庆 徐书劼 关景全 高干 渐春光

1. 概述

孟买不锈钢车体制造过程中，角接是最常见的一种焊接接头形式。对角接手法的掌握，也是焊工必需掌握的基本技能。基于此，本文分别对2mm不锈钢板材角接平焊进行试验研究，对不同的焊接手法加以解析，进而提出获取高质量焊接接头的工艺。

2. 车体不锈钢材料性能

孟买线车体制造所用不锈钢材质主要为SUS301L，其化学成分和力学性能如表1、表2所示。

(1) 试验材料及设备 试验用材为301L奥氏体不锈钢，规格为300mm×150mm×2mm。采用德国EWM焊机（见图1），标准MAG脉冲焊接电源、MAG焊枪、填充焊丝、保护气体和必要的附件，φ0.8mm的ER308LSi填充焊丝、丙酮溶液。



图1 EWM焊机

表1 SUS301L不锈钢化学成分（质量分数）（%）

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
<0.030	<1.0	<2.0	<0.045	<0.030	6.00~8.00	16.00~18.00

表2 SUS301L不锈钢的各种力学性能

SUS301L 调质记号	JISG4305 调质记号	屈服 强度 /MPa	抗拉 强度 /MPa	伸长率 （%）	性能
-LT	—	—	>550	>45	与SUS304力学性能大致相同，平面度优良，伸长率大，可以作为强度要求不高的构件、要求柔性的构件及深冲压加工构件使用
-DLT	1/4H	>345	>690	>40	冷轧率低，残留应力少，平面度良好。因此，可作为拉伸成形和深冲压加工构件，或者作为罩板使用，进行各种表面精加工
-ST	1/2H	>410	>760	>35	作为强度构件，要求有较高的强度。可利用良好的伸长率，作为骨架和梁材进行拉伸、弯曲和深冲压等成形加工。还可以作为高强度的罩板使用
-MT	3/4H	>480	>820	>25	属强度构件，作为要求高强度的构件和辊轧成形材料使用
-HT	H	>685	>930	>20	屈服强度和拉伸强度均为最大，主要作为基本的高强度构件使用于柱、梁材，或者作为进行切削和孔穴加工等特别需要较高强度的构件而使用

(2) 焊前准备 用抛光机对焊件进行打磨，并对焊件表面的铁锈、油污以及氧化膜进行清理；将板材按角接头形式进行点焊，较薄底板点焊时可适当弯曲，减少由约束应力所导致的板材间隙；调节气体流量至12~15L/min，选择65~80A的焊接电流，将焊接板材定位焊，保证组对间隙。分别采用适当的焊接参数对角接头进行焊接；对所获搭接接头进行表面宏观分析及剖面

分析；探讨焊接过程中所遇到的问题和相应的解决措施。焊件接头如图2所示。

焊前应确保焊件良好的组对，良好的接头组对使焊接更容易，不但节约了填充金属和气体，而且有助于获得高质量的焊缝。如果没有使用夹具把工件固定在正确位置，有必要进行定位焊接。定位焊接应当小而整齐，位置正确，段焊长度、数量主要由被焊构件的厚度、接头类型和

设计来决定，一般会选择在中间和两侧一段距离各定位点焊。

立向上焊接时应注意适当加快焊接速度，降低热输入，以防止焊接熔池过大，重力作用使其难以控制，导致焊缝表面凸起（见图3）。推荐使用轻微的焊枪横摆，对立向上角焊表面成形会有一定改善，如图4所示。

3. 常见手法讨论

(1) Z形小摆幅法 因不锈钢焊接时宜采用小热输入，故焊枪摆动幅度不宜过大。过大易导致焊缝过宽，影响接头性能。

(2) 狗刨法 推荐采用狗刨法，该焊接方法所获焊缝成形美观（表面凸起较小），焊脚不容易过大，熔深也较容易达到要求。施焊者一定要保证焊枪角度

正确，干伸长度可适当调长。

注意事项：注意焊工如何手持焊枪焊出良好的焊缝并防止焊偏，焊偏主要是电弧方向不正确造成构件一侧因受热过多熔化而根部未熔、焊偏（见图5）。

图6给出了单道角焊缝宏观断口截面，根部熔深不足，缺陷可能是由电弧方向不正确或者焊接电流太低引起。良好的单道角焊缝横截面如图7所示。

受培训人员在达到满意的焊接结果前应反复练习，焊件要符合焊缝外观质量要求，然后检测根部熔深、气孔和夹杂，焊缝横截面在根部必须显示良好的熔合。角接焊缝焊脚必须显示与母材的熔合，焊脚大小至少等于板厚。对于不同板厚中的角焊缝，

焊脚尺寸至少等于薄板厚度，焊缝凹陷或凸出不得超过1.0mm。

角接焊缝进行自由背弯试验，稳定地增加弯曲负荷，直至试样断裂或弯成平角。如果试样没有断裂，可认为受培训人员合格，如果试样断裂，但是在焊道和焊缝根部显示完全的熔合，夹杂物和气孔长度未超过3.0mm，受培训人员也是合格的。

4. 焊接操作技能要点

培训阶段，焊接操作可以采用直推和横摆焊接操作，直推焊接适合任何位置和场合，但操作难度要大于摆动焊接。摆动焊接应严格限制焊接纹路的致密度，过大的纹路，焊接缺陷的概率非常大。焊接角度、清洁度、焊接参数、接头间隙、焊接材料质量是操作者能够焊接合格接头的必要条件。当出现缺陷时，首先要排除外部影响焊接质量的因素，才能继续训练，操作者在操作过程中要有辨别各种缺陷的能力。

作为一位合格的不锈钢焊接操作者，在实际生产中，可能会遇到各种焊接条件，因此在焊接培训中，基本技能都应练习。但焊工考试可以根据不同的客户要求，自行制定考试和训练内容。

5. 结语

焊工手法熟练并采用适当的焊接工艺才可获得优异的焊接接头。因此，焊工必须通过适当培训，技能达到一定的要求；另外在焊接生产过程中要严格执行焊接参数及操作流程，才能满足生产需求。

作者简介：张洪远等，南车南京浦镇车辆有限公司工程师。

MW 20140606

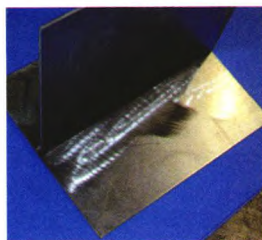


图2 PF位置的单道角焊缝接头

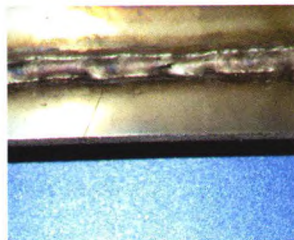


图3 不良焊缝表面形貌



图4 合格焊缝表面形貌

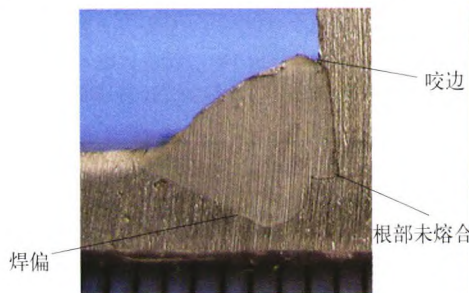


图5 焊偏

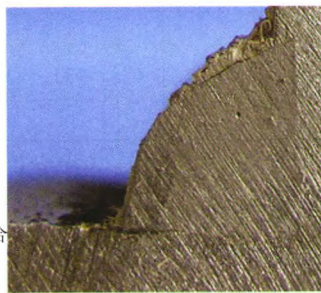
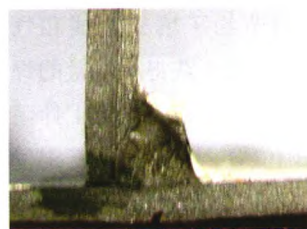
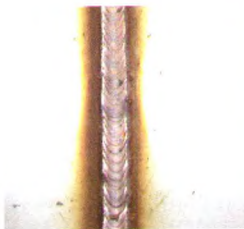


图6 根部熔合较差的单道角焊缝宏观断口



(a) 根部熔合良好的宏观端口



(b) 合格焊缝外观



(c) 剖开试验结果

图7 合格单道角焊缝