

DP800高强钢板的点焊工艺性能研究

对800 MPa级国产双相钢板 (DP800) 进行了电阻点焊工艺研究, 并对点焊部位进行金相分析、显微硬度分析、剪切试验及扫描断口分析。双相钢板点焊接头的断裂方式以韧性断裂为主; 最佳工艺参数为焊接电流11 000 A、焊接时间30 周波、焊接压力0.25 MPa。

■ 长春工业大学 陈 军 于 燕

■ 长春工程学院 贾坤宁

■ 中国第一汽车集团公司技术中心 宋起峰

当前, 在全球面临能源匮乏和环境污染的严重形势下, 汽车轻量化已成为汽车发展的主要方向; 而采用先进的高强度钢板是在保证汽车安全性前提下实现汽车轻量化的最有效途径。双相钢因具有强度高、加工性能好等优良的综合性能而得到世界各国的大力开发和研究, 成为车用钢板的热门材料; 而在汽车制造业中, 电阻点焊是主要的连接技术。由于电阻点焊具有生产效率高、易于实现自动化等优点, 已经在汽车工业中广泛采用, 并将继续成为汽车工业中高强度钢板的主要焊接方法

1 试验材料及方法

1.1 材料

试验材料采用宝钢生产的DP800双相钢钢板, 厚度为1.5 mm, 化学成分见表1, 力学性能见表2。

1.2 方法

电阻点焊试验设备采用固定式点凸焊机, 型号是YF0201-22, 电极直径为5 mm。试样制备见图1。点焊工艺见表3。采用25 mm × 100 mm的试片, 长度方向的搭接长度为25 mm。

点焊接头试样焊接成型后, 一部分取点焊接头

表1 DP800双相钢板的化学成分						%
C	Si	Mn	P	S	Al	
0.13	0.17	1.96	0.012	0.005	0.050	

表2 DP800双相钢板的力学性能指标		
$\sigma_b / N \cdot mm^{-2}$	$\sigma_{0.2} / N \cdot mm^{-2}$	$\delta / \%$
800	450	16.5

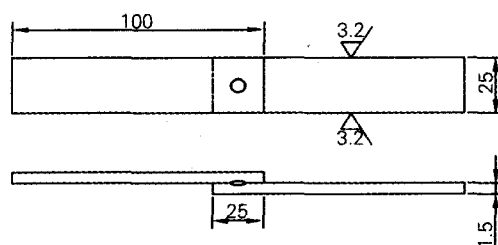


图1 点焊接头试样

焊点的最大横截面制备标准金相, 金相试样腐蚀试液为4%硝酸酒精溶液, 使用Nikon EPIPHOT300金相显微镜观察及照相设备采集显微组织相片, 以及使用FM-700型显微硬度计采集显微硬度数据。另一部分使用微机控制万能试验机 (型号CMT5205, 最大载荷100 kN) 做剪切试验; 取典型断裂断口制备扫描电镜标准试样, 使用JSM-5500LV扫描电镜采集扫描断口图片。

问题, 又导致出现另外一个问题。总之, 车身焊接夹具的调试与验证, 必须依据具体的产品结构特点、工艺特点、夹具结构特点、零件受力特点去寻求一

种综合的调试状态。 AT&M

表3 DP800焊接工艺参数

试样标号	焊接电流/ $\times 10^2$ A	焊接时间/周波	焊接压力/MPa	电极直径/mm	成形现象
1号	110	25	0.25	5	内部飞溅
2号	110	30	0.25	5	无飞溅
3号	120	25	0.25	5	内部飞溅
4号	120	30	0.25	5	内部飞溅
5号	100	25	0.25	5	内部飞溅
6号	100	30	0.25	5	内部飞溅
7号	100	20	0.25	5	无飞溅

2 试验结果分析

2.1 焊接金相组织分析

对试样2号、4号、6号点焊接头的焊缝金相图片的采集见图2, 腐蚀试剂采用4%硝酸酒精溶液, 腐蚀时间为5~6 s。



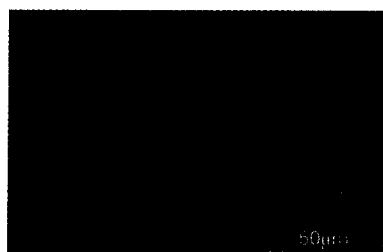
× 500

2号试样



× 500

4号试样



× 500

6号试样

图2 DP800点焊接头焊缝区的显微组织

在点焊试样熔核的升温过程中, 铁素体组织首先奥氏体化, 形成细小的奥氏体, 马氏体中的碳发生偏聚并且马氏体分解, 从过饱和的 α 固溶体中析出弥散的 ϵ -碳化物, 在降温形成熔核时, 由于快速过冷, 奥氏体转化成铁素体, 铁素体中的碳化物分解, 使得碳溶于铁素体晶格之间, 形成过饱和的 α -Fe, 即形成马氏体。如图2所示, 金相显微组织均为马氏体组织, 但是2号试样马氏体较为均匀, 力学性能较好; 4号试样中马氏体较为粗大且不均匀; 6号试样马氏体为针状, 性能不好。

2.2 剪切强度对比

图3为各种工艺参数条件下点焊接头的剪切力试验数据。试验数据显示, 4号试样点焊接头的剪切力最大, 7号试样剪切力最小, 由大到小的顺序依次为: 4号、2号、3号、6号、5号、1号、7号。剪切力大小的决定因素为点焊焊接熔核的直径大小, 当其他条件一定的情况下, 电流的大小直接影响熔核的大小, 电流增大, 焊接热输入量增大, 随着焊接电流的增加, 接头剪切力数值先是由小到大, 达到最高点后又逐渐减小。这是因为在焊接电流较小时, 由于热量不

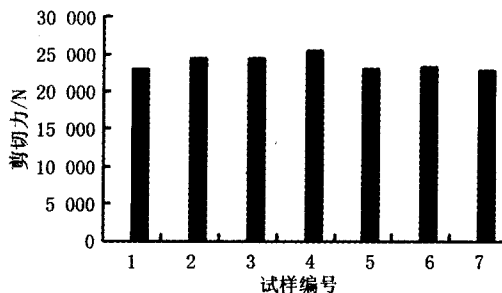


图3 DP800点焊接头剪切力对比

足,焊点金属未能达到完全熔融,在2个试件间形成的熔核尺寸过小,因此得到的接头剪切强度低。随着焊接电流的增加,熔核尺寸随着内部热源发热量的增加而稳定增大,焊点剪切力不断提高。达到最高点后,由于试件两板边缘的翘离和焊接飞溅的增大,限制了熔核的进一步长大,从而影响了熔核的质量,所以电流继续增大,将导致点焊接头强度降低。

2.3 显微硬度

选取金相试样采集显微硬度数据,数据采集从点焊接头熔核中心开始,依次为焊缝区、热影响区、母材区。双相钢点焊接头的显微硬度对比见图4。

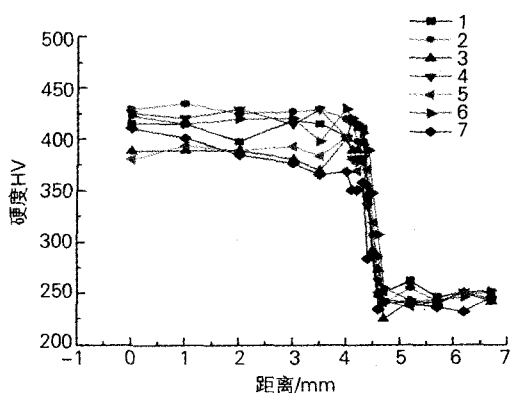


图4 DP800点焊接头的显微硬度对比

由图4可见,焊接热影响区处硬度最高,之后随着与焊缝中心的距离增加,硬度逐渐降低,各个试样的硬度曲线变化规律相同。因热影响区冷却速率快会产生一些淬硬组织(如马氏体),所以硬度值会小幅度增高。显微硬度主要取决于微观组织中马氏体的含量,马氏体含量增大,显微硬度值随之增加,焊接电流增加,热输入量增加,焊接时间增加,使得母材奥氏体化充分,冷却速度快,产生大量的马氏体组织,导致焊接熔核的显微硬度增加。图4中,2号试样的显微硬度明显高于其他试样,说明2号试样点焊工艺要优于其他试样工艺。

2.4 断口分析

点焊接头的宏观断裂部位均为热影响区断裂,说明点焊接头中的焊缝的热影响

区是接头的薄弱部位。选取2号和4号试样,利用扫描电镜对其热影响区宏观断口进行微观分析,见图5。

点焊接头宏观断裂位置是点焊熔核的热影响区。微观断口由SEM扫描图片可以看出,断口中韧窝的边缘似尖棱,故亮度较大,韧窝底部比较平坦,亮度较低。有些韧窝的中心部位有第二相颗粒,由于颗粒的尺寸很小,入射电子束能在其表面激发出较多的二次电子,所以这种颗粒往往是比较亮的。随着应力的加大、变形增大,韧窝逐渐撕开,韧窝周边形成塑性变形程度较大的突起撕裂棱。图5中的微孔主要是由与基体结合力低的夹杂物引起,这些夹杂物越小微孔就越小,如果没有夹杂物,就没有微孔,断口就变成锥尖。由图5清晰可见韧性撕裂纹路,由于母材使用冷轧钢板,可以看出明显的金属流线,属于典型的韧性断裂。

3 结论

通过对厚度为1.5 mm,宝钢生产的DP800双相钢板的试验分析得出如下结论。

(1) 双相钢点焊接头的断裂方式以韧性断裂为主。

(2) 点焊最佳工艺参数为焊接电流11 000 A,焊接时间30周波,焊接压力0.25 MPa。

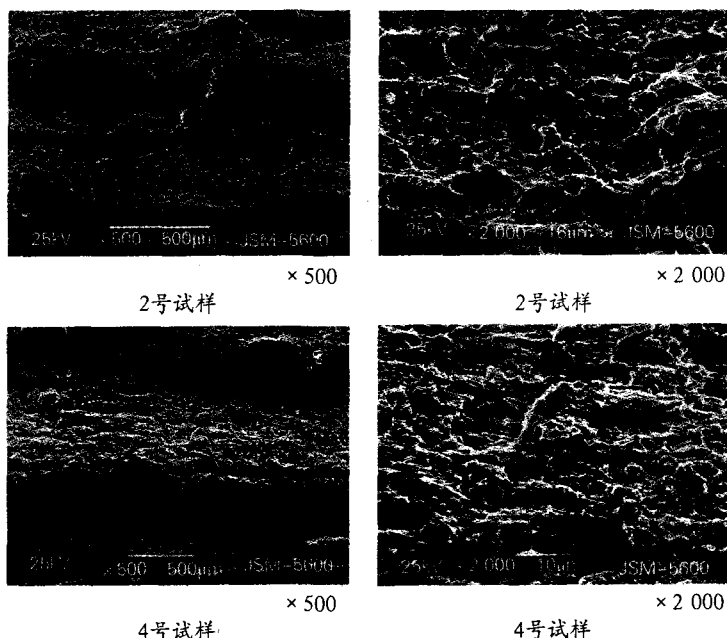


图5 DP800焊缝断口的SEM形貌