

# 汽车用高强钢板 BH340 与普通冷轧钢板 St13 点焊性能对比分析

于 燕<sup>1,2</sup>, 孙艳坤<sup>2</sup>, 刘相华<sup>1</sup>, 陈福霞<sup>3</sup>, 刘家斌<sup>2</sup>, 刘 辉<sup>3</sup>

(1.东北大学 轧制技术及连轧自动化国家重点实验室, 辽宁 沈阳 110004; 2.长春工业大学 材料科学与工程学院, 吉林 长春 130012; 3.长春工程学院, 吉林 长春 130010)

**摘要:**采用不同的点焊工艺参数对 BH340 钢板和 St13 钢板进行了点焊工艺实验,并对不同工艺条件下的 2 种钢板的焊接接头进行了组织、性能对比分析。结果表明:在试验范围内,焊接电流为 4kA,焊接时间为 10 周波时,BH340 钢板点焊性能较好;在相同的焊接工艺参数下,BH340 钢板焊接接头的显微组织比 St13 细小且均匀,焊接接头的拉剪载荷明显高于 St13;点焊后 St13 钢板和 BIF340 钢板疲劳特性差异不大。

**关键词:**高强度钢板;BH340;St13;点焊

**中图分类号:**TG406 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-2303(2006)08-0060-03

## Feature comparison for spot welding high strength steel BH340 and normal steel rolling St13

YU Yan<sup>1,2</sup>, SUN Yan-kun<sup>2</sup>, LIU Xiang-hua<sup>1</sup>, CHEN Fu-xia<sup>3</sup>, LIU Jia-bin<sup>2</sup>, LIU Hui<sup>3</sup>

(1.Northeastern university, rolled technology and successive rolled automation country important laboratory, Shenyang 110004, China; 2.College of Materials Science and Engineering, Changchun University of Technology, Changchun 130012, Chian; 3.Chanchun College of Engineering, Changchun 130010, China)

**Abstract:** Welding on BH340 and St13 in different spot welding processes are researched and investigated, which comparison for the structure and property are analyzed. The results show that the welding feature on BH340 is better when welding electric current is 4KA and welding time is 10 cycle; In the same welding process parameter, the microstructure of seam is smaller and more even than that of St13; the differences of the fatigue properties on BH340 and St13 after spot-welding is not apparent.

**Key words:** high strength steel; BH340; St13; spot welding

## 0 前言

近年来,由于汽车工业朝着减重、节能的方向发展,高强度钢板在汽车上的应用越来越广泛,不但可以节约钢材,还可降低汽车油耗。高强度钢板是车身轻量化的重要材料<sup>[1]</sup>,但随着钢板强度的增高、合金化的改变,其焊接性能也随之发生变化。而电阻点焊是汽车工业中最主要的焊接方法,其生产效率高、易于实现自动化,因此在汽车工业中应用广泛,据统计,在每辆轿车生产中大约需要 3 000 多个焊点<sup>[2]</sup>。因此,汽车点焊结构设计的好坏对汽车的整体强度至关重要,研究高强度钢板的点焊焊接性

能成为当前的一个重要课题。

本研究以汽车用高强度钢板 BH340、普通冷轧钢板 St13 为研究对象,探讨了在不同点焊工艺参数下的两种钢板焊接性能差异,取得了较为满意的结果。

## 1 试验材料和方法

试验材料为高强钢板 BH340(厚度为 0.9 mm)、普通冷轧钢板 St13(厚度 1.0 mm),其化学成分见表 1。

表 1 钢板化学成分组成

钢号	$\omega$ (C)	$\omega$ (Si)	$\omega$ (Mn)	$\omega$ (P)	$\omega$ (S)	$\omega$ (Al)
BH340	$\leq 0.02$	$\leq 0.10$	$\leq 0.40$	$\leq 0.12$	$\leq 0.030$	0.02
St13	$\leq 0.08$	—	$\leq 0.45$	$\leq 0.03$	$\leq 0.015$	$\geq 0.035$

试样为 80 mm×20 mm 试片,沿长度方向搭接(搭接长度 20 mm),在 SO432NT-5A 型脚踏开关气动

收稿日期:2005-10-25;修回日期:2006-05-12

作者简介:于 燕(1962—),女,吉林长春人,教授,在读博士,主要从事汽车材料的成形及强化工作。

加压式焊机上调节焊接电流分别为 3 kA, 4 kA, 5 kA, 6 kA, 焊接时间为 10 周波, 对 BH340 和 St13 两种钢板在不同焊接电流条件下进行点焊试验, 预压时间、加压时间、休息时间分别为 4 周波、5 周波、9 周波, 电极压力为 2.8 kN。并对两种钢板的点焊接头进行金相显微组织分析、显微硬度测试、拉伸试验、扫

描断口分析和疲劳性能分析。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 点焊接头金相显微组织对比分析

图 1、图 2 为焊接时间 10 周波, 焊接电流分别为 3 kA, 4 kA, 5 kA 时 BH340 和 St13 点焊熔核中心金相照片。

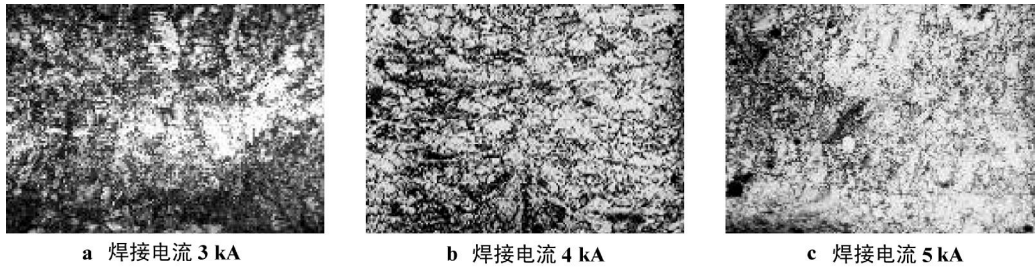


图 1 不同焊接电流下 BH340 熔核中心金相照片(10 周波)(100×)

Fig.1 Metallographs of BH340 fusion center in different welding electric current(10 cycles)(100×)

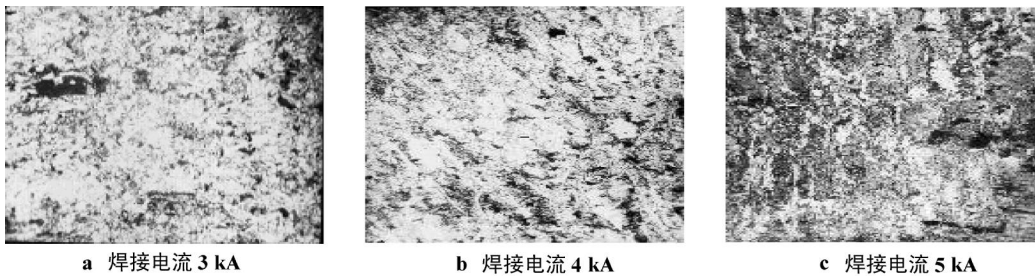


图 2 不同焊接电流下 St13 熔核中心金相照片(10 周波)(100×)

Fig.2 Metallographs of St13 fusion center in different welding electric current(10 cycles)(100×)

如图 1 所示, BH340 点焊熔核中心可以看到明显的柱状晶, 随着电流由 3 kA 增加到 4 kA, 熔核区得到胞状树枝晶, 这是因为电流增加, 输入热量增加, 母材过热程度增大, 温度梯度减小; 当电流为 5 kA 时, 得到的柱状晶更粗大, 主要是因为热影响区过热程度更大, 过热区晶粒粗化, 使焊缝的树枝晶也粗大; 当电流为 4 kA 时, 柱状晶细小且均匀。

如图 2 所示, 随着焊接电流的增加, 焊接接头的显微组织变得均匀, 且晶粒细化。当点焊电流为 5 kA 时, 如图 2c 所示, St13 的熔核中心产生了局部熔化现象。这是因为随着焊接电流的增加, 输入热量增加, 母材过热程度增大, 温度梯度减小。

比较图 1、图 2 可知, 在相同点焊工艺条件下, BH340 钢板熔核中心组织比 St13 熔核中心组织细小且均匀。

### 2.2 焊接接头力学性能对比

对不同点焊工艺条件下点焊后钢板进行拉伸试验, 测量其拉剪载荷, 结果如图 3 所示。

由图 3 可以看出, 焊接电流分别为 3 kA, 4 kA, 5 kA,

6 kA 时, BH340 焊件均有较大的拉剪载荷。而 St13 焊件的拉剪载荷随焊接电流大小的变化有较大波动, 其中在焊接电流为 4 kA 时, 焊件有较高的拉剪载荷, 而焊接电流为 3 kA 和 5 kA 时, 拉剪载荷较小, 焊点强度无法保证。这说明 St13 钢板的焊接性对焊接电流较为敏感, 焊接范围较小。可见, 在本试验焊接规范内, 与 St13 钢板相比, BH340 钢板在其他焊接参数一定、焊接时间为 10 周波时, 其焊接电流的选择范围较大。

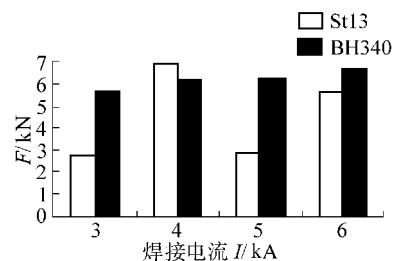


图 3 不同焊接电流下 St13 和 BH340 点焊钢板的拉剪载荷(焊接时间 10 周波)

Fig.3 Tension-shear loading of St13 and HB340 spot welding steel plates in different welding electric current

### 2.3 焊接接头显微硬度对比分析

在焊接电流为 4 kA,焊接时间为 10 周波时,对两种钢板进行显微硬度测试,结果如图 4 所示。

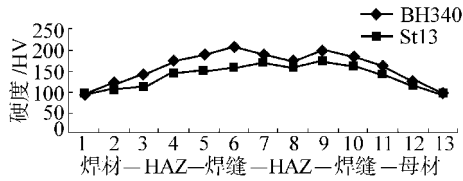


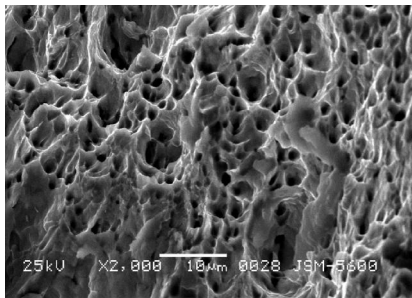
图 4 不同钢板的显微硬度对比

Fig.4 Microstructure hardness of defferent steel plates(4 kA 10 cycles)

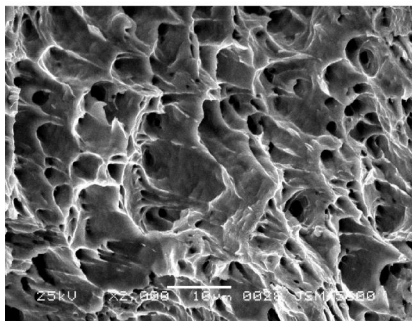
由图 3 与图 4 中可以看出,相同的焊接参数下, BH340 钢板焊接接头的拉剪载荷和显微硬度明显高于 St13,因此 BH340 钢板焊接接头力学性能优于 St13。

### 2.4 断口形貌对比分析

对点焊后钢板进行扫描断口分析如图 5 所示,断口上分布着各种不同形状、大小和深浅的韧窝。从断口的微观形貌上可以判断出,其断裂类型为微孔集聚型韧性断裂,两种钢板均具有良好的塑性。



a BH340



b St13

图 5 BH340 和 St13 点焊钢板拉伸断口形貌(10 周波,3 kA)(2 000×)

Fig.5 Tension fracture of BH340 and St13 spot welding steel plates(10cycles,3 kA)(2 000×)

### 2.5 点焊疲劳特性分析

在相同点焊工艺条件(点焊电流 4 kA,点焊时间 10 周波),BH340 和 St13 两种钢板的拉伸疲劳特

性和平面弯曲疲劳特性进行测试并绘制 S-N 曲线,如图 6 所示。BH340 和 St13 钢板的强化机制、强度水平等有所不同,但它们的拉伸疲劳强度、平面弯曲疲劳强度几乎都相同,没有发现提高强度使点焊材疲劳特性发生太大改变。

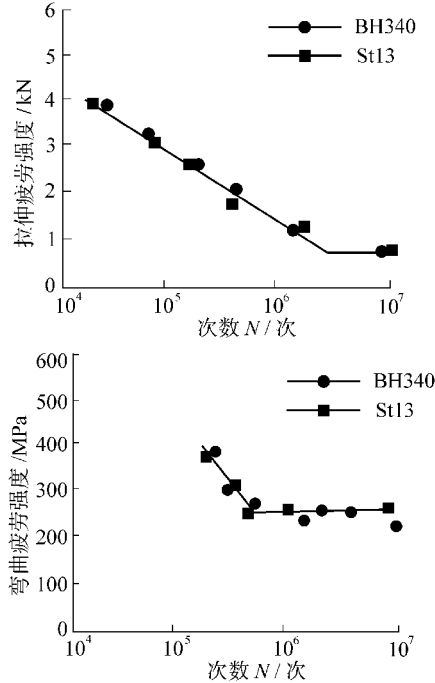


图 6 点焊高强度钢板的拉伸疲劳强度和弯曲疲劳强度 Fig.6 Tension and bending fatigue strength of spot welding high strength steel plates

## 3 结论

(1)在试验范围内,当焊接电流为 4 kA,焊接时间为 10 周波时,BH340 钢板点焊性能较好。

(2)两种钢板的焊接接头均具有良好的塑性。在相同的焊接工艺参数下,BH340 钢板焊接接头的显微组织比 St13 细小且均匀,焊接接头的力学性能明显优于 St13。

(3)在其他焊接参数一定,与 St13 钢板相比, BH340 钢板在焊接时间为 10 周波时,其焊接电流的选择范围较大。

(4)点焊后 St13 钢板和 BH340 钢板疲劳特性不存在太大差异。

### 参考文献:

[1] 朱士凤,宋起峰.CA1092 车身轻量化的研究[J].汽车工艺与材料,2002(8/9):58-62.

[2] 王 敏.镀锌钢板点焊工艺研究[J].汽车工艺与材料,2000(5):4-7.