



2019

宝钢先进高强度钢 数据手册

**DATA
BOOK OF**
BAOSTEEL ADVANCED
HIGH STRENGTH STEEL



创享改变生活
CREATION BEYOND VISION

宝钢汽车板
Baosteel Automotive Sheet

目录 CONTENTS

01 宝钢先进高强钢家族

- 01 1.1 概述
- 01 1.2 产品种类
- 02 1.3 高强钢应用性能及试验方法
 - 1.3.1 力学性能与硬化曲线
 - 1.3.2 成形极限
 - 1.3.3 扩孔率
 - 1.3.4 动态力学性能
 - 1.3.5 疲劳性能
 - 1.3.6 延迟开裂性能
- 07 1.4 宝钢汽车板材料数据服务

02 双相钢

- 09 2.1 概述
- 09 2.2 常用牌号和命名规则
- 10 2.3 牌号对照
- 11 2.4 微观组织
- 13 2.5 力学性能
- 15 2.6 成形性能
 - 2.6.1 成形极限
 - 2.6.2 扩孔率
- 16 2.7 点焊性能
- 23 2.8 服役性能
 - 2.8.1 动态力学性能
 - 2.8.2 疲劳特性
 - 2.8.3 延迟开裂特性
- 25 2.9 应用案例
- 26 2.10 可供规格

03 淬火延性钢

- 28 3.1 概述
- 28 3.2 常用牌号和命名规则
- 28 3.3 微观组织
- 29 3.4 力学性能
- 30 3.5 成形性能
 - 3.5.1 成形极限
 - 3.5.2 扩孔率
- 31 3.6 点焊性能
- 35 3.7 服役性能
 - 3.7.1 动态力学性能
 - 3.7.2 疲劳特性
 - 3.7.3 延迟开裂特性
- 37 3.8 应用案例
- 37 3.9 可供规格

04 马氏体钢

- 38 4.1 概述
- 38 4.2 常用牌号和命名规则
- 39 4.3 牌号对照
- 39 4.4 微观组织
- 40 4.5 力学性能
- 41 4.6 成形性能
 - 4.6.1 成形极限
 - 4.6.2 扩孔率
- 41 4.7 点焊性能
- 44 4.8 服役性能
 - 4.8.1 动态力学性能
 - 4.8.2 疲劳特性
 - 4.8.3 延迟开裂特性
- 45 4.9 应用案例
- 45 4.10 可供规格

本手册参考宝山钢铁股份有限公司企业标准，数据仅供用户选材和仿真应用参考使用，不作为实际供货的验收依据，请以双方约定的供货标准或供货协议为准，更多信息请与宝钢股份营销中心联系。

本手册的版权属于宝山钢铁股份有限公司所有，手册的修改权、更新权及最终解释权均属宝山钢铁股份有限公司所有。未经本公司书面的同意，不可将数据的任何部分以各种形式修改、复制、传送及分发作商业或公共用途。

05 复相钢

- 46 5.1 概述
- 46 5.2 常用牌号和命名规则
- 46 5.3 牌号对照
- 47 5.4 微观组织
- 48 5.5 力学性能
- 49 5.6 成形性能
 - 5.6.1 成形极限
 - 5.6.2 扩孔率
- 49 5.7 点焊性能
- 52 5.8 应用案例
- 52 5.9 可供规格

06 相变诱导塑性钢

- 53 6.1 概述
- 53 6.2 常用牌号和命名规则
- 53 6.3 牌号对照
- 54 6.4 微观组织
- 54 6.5 力学性能
- 55 6.6 成形性能
 - 6.6.1 成形极限
 - 6.6.2 扩孔率
- 56 6.7 点焊性能
- 58 6.8 服役性能
 - 6.8.1 动态力学性能
 - 6.8.2 疲劳特性
 - 6.8.3 延迟开裂特性
- 59 6.9 应用案例
- 60 6.10 可供规格

07 孪晶诱发塑性钢

- 61 7.1 概述
- 61 7.2 常用牌号和命名规则
- 61 7.3 微观组织
- 62 7.4 力学性能
- 62 7.5 成形性能
 - 7.5.1 成形极限
 - 7.5.2 扩孔率
- 63 7.6 点焊性能
- 64 7.7 服役性能
 - 7.7.1 动态力学性能
 - 7.7.2 延迟开裂特性
- 64 7.8 应用案例
- 64 7.9 可供规格

08 热冲压成形钢

- 65 8.1 概述
- 65 8.2 常用牌号和命名规则
- 65 8.3 牌号对照
- 66 8.4 微观组织
- 66 8.5 连续冷却转变 (CCT) 曲线
- 67 8.6 力学性能
- 67 8.7 点焊性能
- 69 8.8 服役性能
 - 8.8.1 动态力学性能
- 70 8.9 应用案例
- 70 8.10 可供规格

09 高强钢零件产品与工艺设计建议

- 71 9.1 产品形状的设计
- 72 9.2 冲压工艺设计
- 73 9.3 冲压模具设计
- 74 9.4 模具加工、调试和验收

10 宝钢试验设备

75

宝钢先进高强钢家族 >>

1.1 概述

宝钢一直致力于高端汽车板的研发和生产，近年结合车身轻量化和绿色环保的要求，大力发展各类高强度汽车钢板，特别是先进高强度钢板。先进高强钢的强度和塑性配合优于普通高强钢，兼具高强度和较好的成形性，特别是加工硬化指数高，有利于提高碰撞过程中的能量吸收，这在减重的同时对保证安全性十分有利。

先进高强度钢主要应用于汽车白车身的结构件、安全件。优化采用先进高强度钢，可以减轻车身重量、提高车身被动安全性和提高车型性价比。先进高强度钢板代表了未来汽车用钢板的发展趋势。



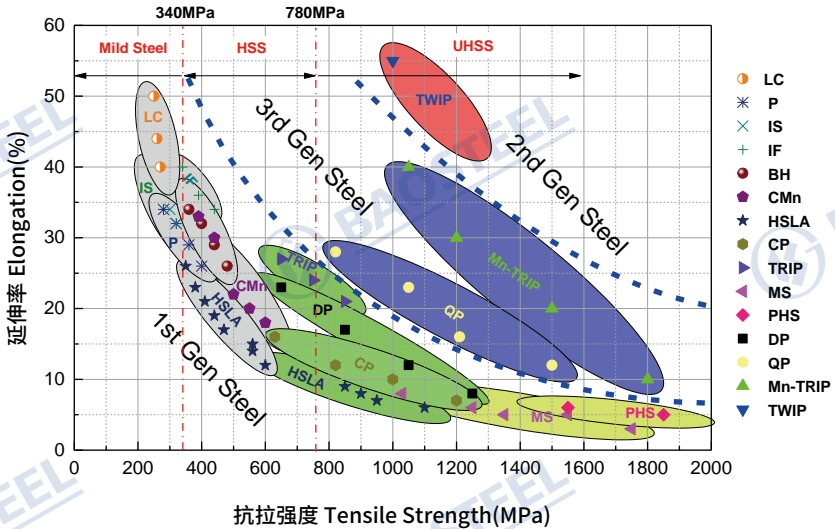
- 软钢 Mild Steel
- 高强度钢 High Strength Steel (HSIF, BH, HSLA)
- 先进高强度钢 Advanced High Strength Steel (DP, TRIP, QP)
- 超高强度钢 Ultra High Strength Steel (CP, MS, TWIP)
- 热冲压用钢 Press Hardened Steel

宝钢超轻型白车身(BCB)的高强钢应用

1.2 产品种类

先进高强度钢板主要指以相变强化为主要强化方式的一类钢板，包括双相钢 (Dual Phase Steel, DP)、相变诱发塑性钢 (Transformation Induced Plasticity Steel, TRIP)、孪晶诱发塑性钢 (Twinning Induced Plasticity Steel, TWIP)、复相钢 (Complex Phase Steel, CP) 和马氏体钢 (Martensitic Steel, MS) 等，如下图所示。此外，还有热冲压用钢 (Press Hardened Steel)、低

密度高强钢 (High Specific Strength Steel) 等。汽车用先进高强钢分为冷轧、热镀锌和电镀锌产品。宝钢目前可量产第一代、第二代和第三代高强度钢产品, 冷轧最高强度达1700MPa, 热镀锌最高强度可达1180MPa, 电镀锌最高强度可达780MPa。



1.3 高强钢应用性能及试验方法

1.3.1 力学性能与硬化曲线

金属准静态拉伸试验是力学性能测试中最重要的方法之一, 可以测定材料的强度和塑性参数, 为材料评价和选材提供依据。采用材料电子万能试验机对宝钢生产的各钢种进行准静态拉伸试验, 2%应变内试验速度为3mm/min, 之后的拉伸试验速度为30mm/min, 得到力学性能指标 (屈服强度、抗拉强度、延伸率、n值、r值) 和工程应力应变曲线。通过对工程应力应变曲线进行处理, 得到材料的硬化曲线。

试验标准

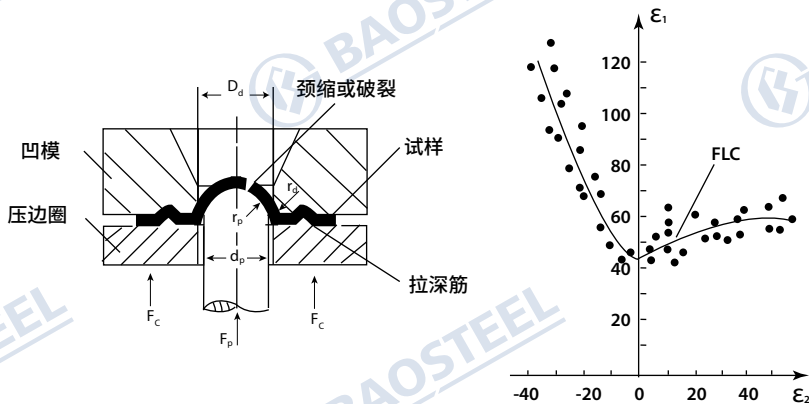
- GB/T 228.1—2010 金属材料 拉伸试验 第1部分: 室温试验方法
- GB/T 5027—2016 金属材料 薄板和薄带 塑性应变比 (r 值) 的测定
- GB/T 5028—2008 金属材料 薄板和薄带 拉伸应变硬化指数 (n 值) 的测定
- GB/T 24174—2009 钢 烘烤硬化值 (BH2) 的测定方法
- JIS Z 2241:2011 Metallic materials--Tensile testing--Method of test at room temperature

1.3.2 成形极限

成形极限 (FLD) 是判断和评定钢板成形性的最为简便和直观的判断方法, 其准确度直接影响零件安全裕度的评判结果。对于软钢和传统高强钢而言, FLD 的研究已相当成熟, 目前通过大量的试验建立了经验公式, 根据材料的 n 值和厚度 t , 即可计算得到 FLC 曲线。而对于新开发的超高强钢板, 需要通过试验的方法来确定其成形极限。采用半球形胀形模具, 通过改变试样宽度获得不同应变状态下的极限应变。

试验标准

- GB/T 15825.8—2008 金属薄板成形性能与试验方法 第8部分: 成形极限图 (FLD) 测定指南



成形极限试验示意图及成形极限曲线

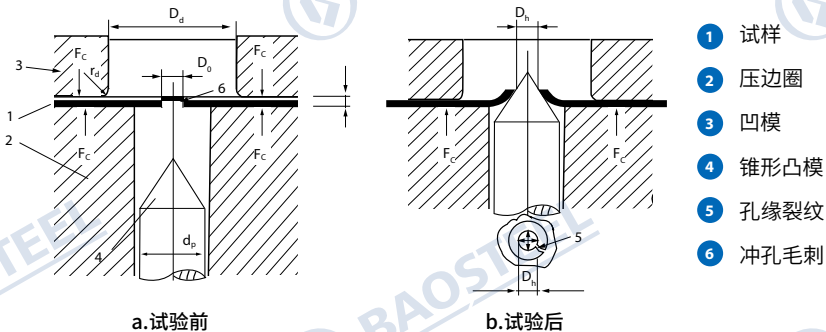
1.3.3 扩孔率

扩孔率是评价高强钢材料翻边成形特性的有效方法，尤其是先进高强钢。以宝钢量产的钢板为研究对象，进行高强钢和超高强钢的扩孔试验，以获得各钢种的扩孔率数据，用于预测评价边部开裂趋势。

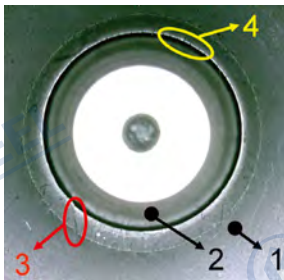
扩孔试验在成形试验机上进行，采用模具冲孔的方式进行预制圆孔，圆孔直径为10mm。采用锥形凸模进行扩孔试验。凸模的头部锥度为60°，凸模的圆柱外径为50mm，凹模的内径为50mm。试验时，冲孔形成的毛刺朝向为背离凸模的一侧。试验速度为0.3mm/s。在光学仪器下监控试样的孔缘，当出现贯穿试样厚度截面的裂纹时，停止试验。

试验标准

- GB/T 15825.4—2008 金属薄板成形性能与试验方法 第4部分: 扩孔试验



扩孔试验原理示意图



- ① 试样
- ② 凸模
- ③ 贯穿试样厚度截面的裂纹
- ④ 未贯穿的裂纹

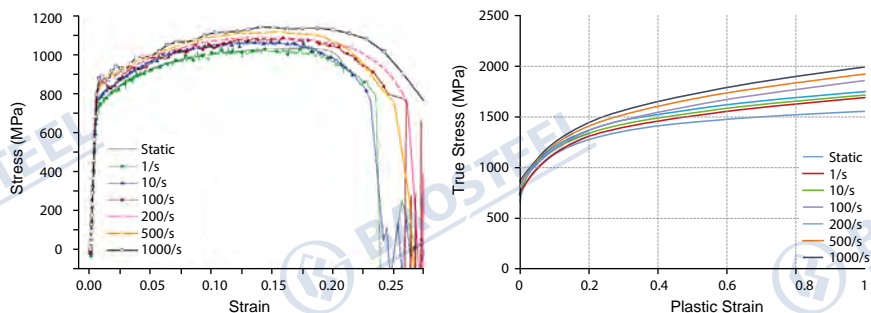
在光学仪器监控下的扩孔试验示意图

1.3.4 动力学性能

将高强钢材料应用到车身设计上，综合考虑安全性能，要求设计阶段能够准确地掌握材料在高应变速率下的力学性能响应特性及在高速变形时吸收的能量大小。高速拉伸力学性能测试是准确获取材料在高应变速率下力学行为特征的最直接有效手段。根据高速拉伸不同速度下的试验数据拟合的动态应力应变曲线可用于车身开发阶段的仿真，评估高强钢零件、总成及整车的碰撞性能。

试验标准

- GB/T 30069.2—2016 金属材料 高应变速率拉伸试验 第2部分：液压伺服型与其他类型试验系统
- ISO 26203-2-2011 Metallic materials - Tensile testing at high strain rates - Part 2: Servo-hydraulic and other test systems



不同速度的拉伸曲线及拟合处理后的动态应力应变曲线

1.3.5 疲劳性能

车身常用零件很多是在交变应力作用下工作的，疲劳破坏是其主要的失效形式之一，其特点是工作应力值较低。需要在设计阶段考虑材料的疲劳性能。目前评定金属材料疲劳性能的基本方法是通过试验测定其S-N曲线(疲劳曲线)，即建立最大应力或应力振幅与其相应的断裂循环周次之间的关系曲线。疲劳曲线是用一批标准试件进行疲劳试验并用统计处理的方法得到的。

试验标准

- GB/T 3075—2008 金属轴向疲劳试验方法

1.3.6 延迟开裂性能

延迟开裂是金属材料或构件在氢和应力共同作用一段时间后而突然发生的开裂现象。这种开裂一般没有先兆，而且可以在远低于屈服强度的应力下发生。汽车用超高强钢多用于汽车的结构件或安全件，为最大程度降低延迟开裂风险，提高汽车及乘员安全性，对抗拉强度大于980MPa的超高强汽车用钢或零件需进行延迟开裂性能评价。

影响延迟开裂的主要因素有环境、应力、材料组织成分等。实际应用中的预防措施主要包括：

- 防止对零部件进行酸洗，或在酸洗后进行除氢处理；
- 优化零件形状与结构设计，避免局部应力集中；
- 采用有效防腐措施，防止因腐蚀吸氢导致开裂。

延迟开裂性能评价可分为材料延迟开裂性能评价和零件延迟开裂性能评价，目前尚没有统一的评价方法和标准。对超高强汽车钢板，可以采用U型弯曲试样或恒应力试样在特定环境介质中放置一定时间后观察是否发生开裂进行评价。对超高强钢汽车零件的评价，可将成形后的零件放在特定腐蚀环境中一定时间后观察是否产生裂纹。



U型弯曲试样延迟开裂性能试验
(0.1mol/L HCl溶液, 300h)



恒应力延迟开裂性能试验
(0.1mol/L HCl溶液, 300h)



零件延迟开裂性能试验
(0.1mol/L HCl溶液, 1000h)

1.4 宝钢汽车板材料数据服务

经过多年积累, 宝钢汽车板已建立了比较完备的汽车板性能数据库, 并通过持续试验和方法研究, 不断更新和完善数据库。宝钢汽车板可为用户提供从基础性能、使用性能到服役性能等一系列全套的数据支持。

根据用户的多样化需求, 宝钢可提供性能指标与原始曲线数据、材料数据包和仿真用材料卡等各种形式数据及技术解决方案。

2017年, 宝钢与全球汽车行业使用最广泛的零件冲压工艺仿真软件 AutoForm 合作, 将集成了宝

钢最新研究成果并准确体现宝钢产品性能的冲压仿真用材料库嵌入到 AutoForm 软件中。宝钢材料库随 AutoForm 新版本同步发行, 为行业提供统一有效的标准材料库, 协助汽车主机、零部件和模具制造商等用户进行零件和模具开发。

宝钢材料库在 AutoForm 全球网站和宝钢慧创平台同步共享并定期更新, 更多信息请访问 AutoForm 网站和宝钢慧创平台。

<https://www.autoform.com/en/services/material-updates/baosteel/>

<http://www.ibaosteel.com>

The screenshot shows the AutoForm website interface. At the top, there is a navigation bar with 'Home', 'Products', 'Services', 'Hot Topics', 'News & Events', and 'Company'. The 'Services' menu is expanded, showing 'Material Updates' as the active item. On the left sidebar, 'Material Updates' is also highlighted. The main content area is titled 'AutoForm Material Updates: Baosteel' and contains the following information:

Home • Services • Material Updates • Baosteel

AutoForm Material Updates: Baosteel

Baosteel material data base contains:

- > [Steels_for_Cold_Forming](#)
- > [Steels_Conventional_HSS](#)
- > [Steels_Advanced_HSS](#)

The material files are stored in the ready to run binary mjb-format. Please download the zipped Baosteel file and import the complete directory "Baosteel" into the directory "BrandName_MDB" that should be placed in same level as "Europe", "Japan" or "USA".

- > **Baosteel**
Update April 2016

Steels_for_Cold_Forming

- > [Steels_for_Cold_Forming: BLC_0.5-1.0](#)
- > [Steels_for_Cold_Forming: BLC_1.0-1.5](#)
- > [Steels_for_Cold_Forming: BLC_1.5-2.0](#)
- > [Steels_for_Cold_Forming: BLD_0.5-1.0](#)
- > [Steels_for_Cold_Forming: BLD_1.0-1.5](#)
- > [Steels_for_Cold_Forming: BLD_1.5-2.0](#)
- > [Steels_for_Cold_Forming: BSUFD_0.5-1.0](#)
- > [Steels_for_Cold_Forming: BSUFD_1.0-1.5](#)
- > [Steels_for_Cold_Forming: BUFD_0.5-1.0](#)

双相钢 >>

2.1 概述

双相钢具有低的屈强比和较高的加工硬化性能，在同等屈服强度水平下，较高强度低合金钢 (High Strength Low Alloy Steel) 具有更高的强度，是结构类零件首选材料之一。广泛应用于如 A 柱、B 柱、门槛加强板、车门防撞杆等车身安全件、结构件，也可推广应用到外板件零件。

主要特点如下

- 连续屈服，应力-应变曲线呈光滑的拱形，无屈服点延伸。这就避免成形零件表面出现拉伸应变痕，从而不需要附加的精整工序；
- 高的加工硬化速率，尤其是初始的加工硬化速率，只需5%以下的应变，就可使双相钢的流变应力达到500~550MPa；
- 无室温时效；
- 具有烘烤硬化值35~80MPa；
- 屈强比较低 (0.5~0.65)；
- 点焊与激光焊接性能良好。易通过简单的焊接工艺调整实现良好的焊接，焊点塑性好，采用普通焊接规范即可获得性能优良的点焊接头。

2.2 常用牌号和命名规则

双相钢常用牌号为HC340/590DP、HC420/780DP、HC500/780DP，以HC340/590DPD+Z为例说明牌号命名规则，H代表高强钢，C代表冷轧基板，340代表规定的最小的屈服强度 ($R_{p0.2}$ 或 R_{eL})，590代表规定的最小的抗拉强度 (R_m)，DP代表双相钢，D代表热镀，后面为镀层代号，+Z代表纯锌镀层。

2.3 牌号对照

宝钢冷轧牌号与国内外技术规范牌号的近似对照表

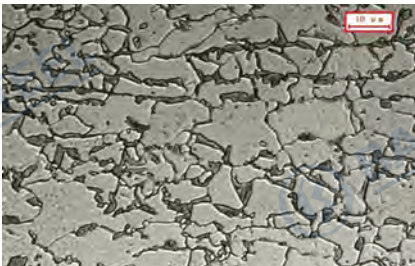
Q/BQB 418-2018	EN 10338:2015	SAE J2745-2007	VDA 239-100:2016	JIS G3135-2006
HC250/450DP	HCT450X	DP 440T/250Y	-	-
HC290/490DP	HCT490X	DP 490T/290Y	CR290Y490T-DP	-
HC340/590DP	HCT590X	DP 590T/340Y	CR330Y590T-DP	SPFC590Y
HC420/780DP	HCT780X	DP 780T/420Y	CR440Y780T-DP	SPFC780Y
HC500/780DP	-	-	-	-
HC550/980DP	HCT980X	DP 980T/550Y	CR590Y980T-DP	SPFC980Y
HC650/980DP	-	-	-	-
HC700/980DP	HCT980XG	-	CR700Y980T-DP	-
HC820/1180DP	HCT1180X	-	-	-

宝钢热镀锌牌号与国内外技术规范牌号的近似对照表

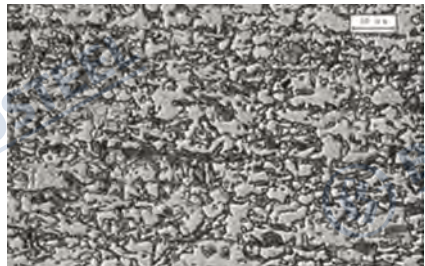
Q/BQB 420-2018	EN 10346:2015	VDA 239-100:2016	SAE J2745-2007
HC250/450DPD+Z HC250/450DPD+ZF	HCT450X	-	DP 440T/250Y
HC300/500DPD+Z HC300/500DPD+ZF	HCT500X	CR290Y490T-DP	DP 490T/290Y
HC340/590DPD+Z HC340/590DPD+ZF	HCT600X	CR330Y590T-DP	DP 590T/340Y
HC420/780DPD+Z HC420/780DPD+ZF	HCT780X	CR440Y780T-DP	DP 780T/420Y
HC500/780DPD+Z HC500/780DPD+ZF	-	-	-
HC550/980DPD+Z HC550/980DPD+ZF	HCT980X	CR590Y980T-DP	DP 980T/550Y
HC650/980DPD+Z HC650/980DPD+ZF	-	-	-
HC820/1180DPD+Z HC820/1180DPD+ZF	-	-	-

2.4 微观组织

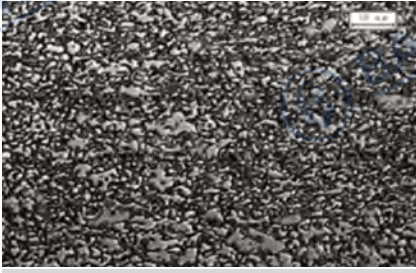
双相钢微观组织主要由马氏体和铁素体组成，马氏体组织以岛状弥散分布在铁素体基体上，马氏体是硬质强化相，铁素体是软相，双相钢的强度随着马氏体含量的提高而增加。



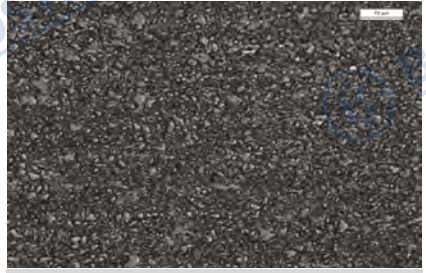
HC340/590DP



HC420/780DP



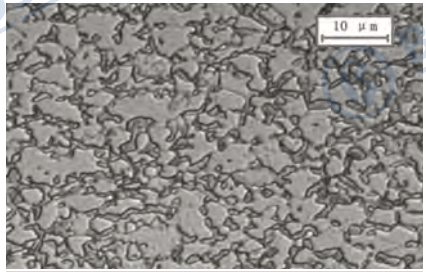
HC550/980DP



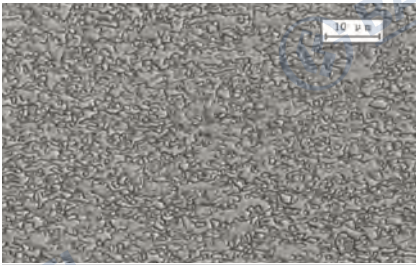
HC700/980DP



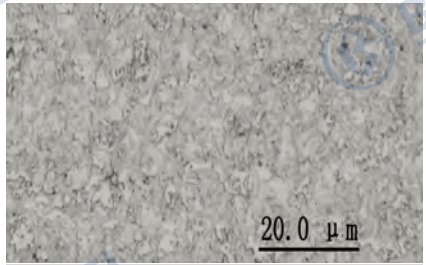
HC820/1180DP



HC420/780DPD+Z



HC650/980DPD+Z



HC820/1180DPD+Z

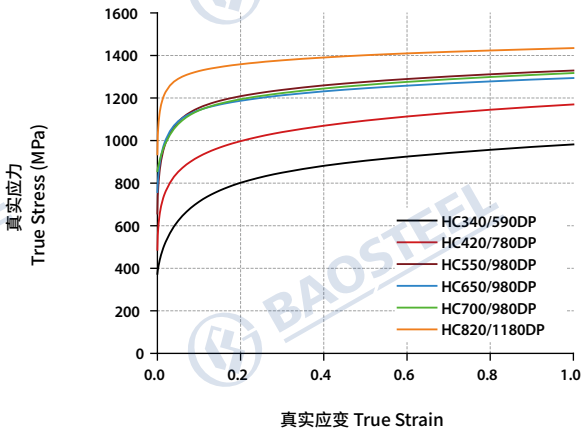
2.5 力学性能

■ 冷轧DP钢力学性能

牌号	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	断后延伸率 (%)	n	r ₀	r ₄₅	r ₉₀
HC340/590DP	365	641	26	0.17	0.93	0.89	0.99
HC420/780DP	494	849	17	0.13	0.71	0.93	0.79
HC550/980DP	740	1051	12	0.09	0.71	0.91	0.8
HC700/980DP	758	1042	11	0.08	0.64	1.05	0.7
HC820/1180DP	866	1192	8	-	-	-	-

注: 性能数值为参考值, 不作为供货依据。

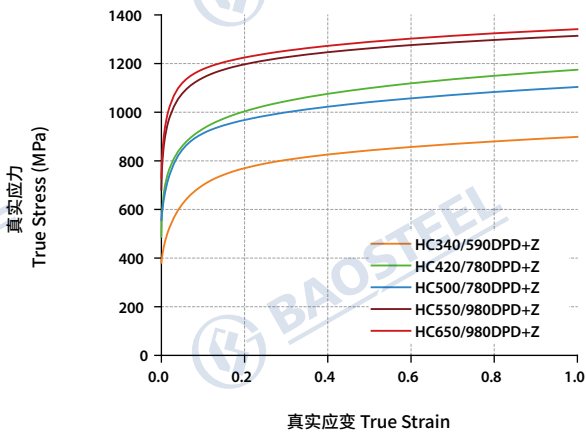
■ 冷轧DP钢硬化曲线



■ 热镀锌DP钢力学性能

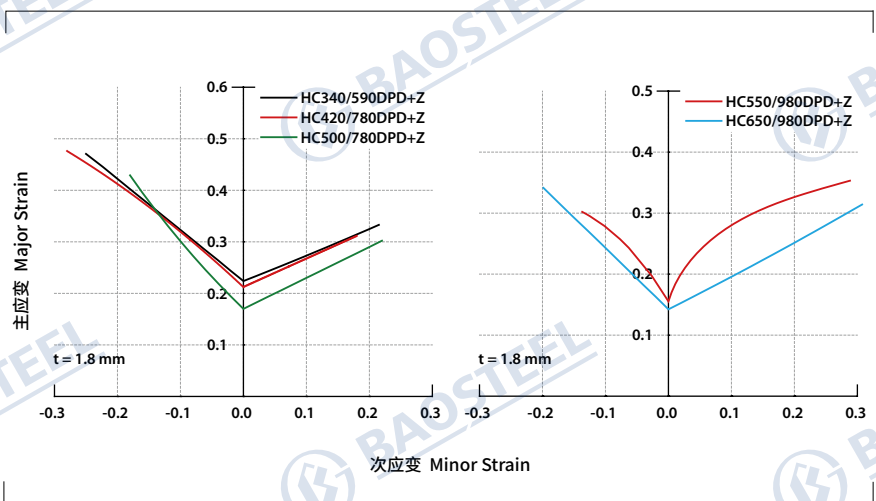
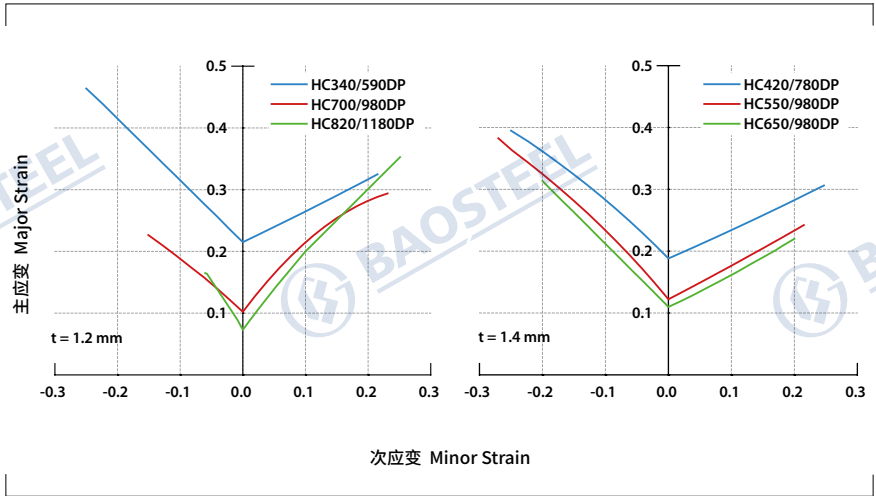
牌号	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	断后延伸率 (%)	n	r ₀	r ₄₅	r ₉₀
HC340/590DPD+Z	380	640	23	0.174	0.93	0.89	0.99
HC420/780DPD+Z	487	843	15	0.14	0.7	0.9	0.78
HC500/780DPD+Z	563	826	15	0.143	0.6	1.1	0.85
HC550/980DPD+Z	682	1036	12	0.13	0.68	0.88	0.84
HC650/980DPD+Z	731	1071	11	0.129	0.72	0.9	0.82
HC820/1180DPD+Z	929	1211	6	0.09	0.75	0.85	0.85

■ 热镀锌DP钢硬化曲线



2.6 成形性能

2.6.1 成形极限



2.6 扩孔率

牌号	厚度 (mm)	扩孔率 (%)
HC340/590DP	1.2	47
HC500/780DP	1.4	33
HC550/980DP	1.4	34

注: 性能数值为参考值

2.7 点焊性能

钢种	板厚 (mm)	电极 直径 (mm)	焊接 压力 (kN)	焊接 时间 (cyc)	可焊电流区间(kA)			TSS		CTS	
					Min.	Max.	宽度	焊点 强度 (kN)	熔核 直径 (mm)	焊点 强度 (kN)	熔核 直径 (mm)
HC340/590DP	1.4	6	4.3	14	7.3	10.6	3.3	17.4	7.0	12.1	6.7
HC420/780DP	1.0	6	2.6	8	5.8	8.1	2.3	10.5	4.0	6.5	4.0
HC550/980DP	1.0	6	2.6	8	5.7	8.3	2.6	11.2	4.0	5.6	4.0
HC820/1180DP	1.2	6	2.6	9	5.2	7.9	2.7	11.6	4.0	4.1	4.0
HC340/590DPD+Z	1.2	6	2.6	14	7.4	9.9	2.5	9.6	4.0	6.2	4.0
HC420/780DPD+Z	1.25	6	2.6	14	6.1	9.3	3.2	11.8	4.0	7.6	4.0
HC550/980DPD+Z	1.0	6	2.6	12	6.5	9.4	2.9	10.4	4.0	4.8	4.0
HC820/1180DPD+Z	1.2	6	2.6	14	5.7	9.1	3.4	10.9	4.0	3.7	4.0

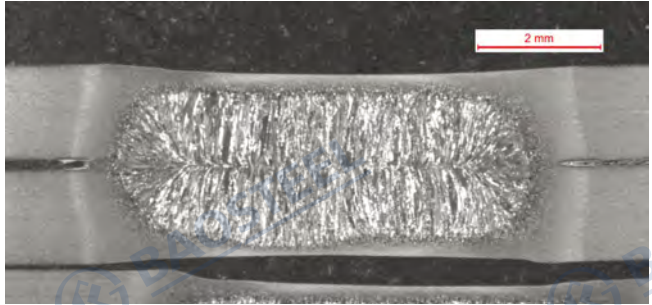
注: 性能数值为参考值

■ 焊点金相

钢种

焊点金相图

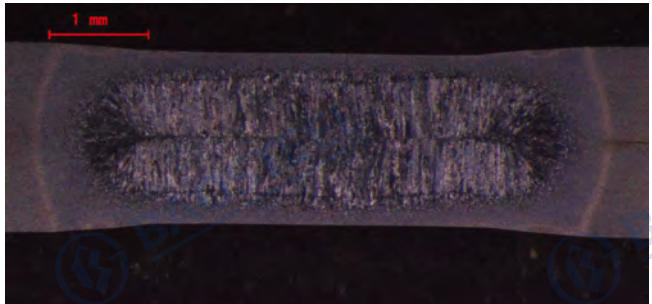
HC340/590DP



HC420/780DP



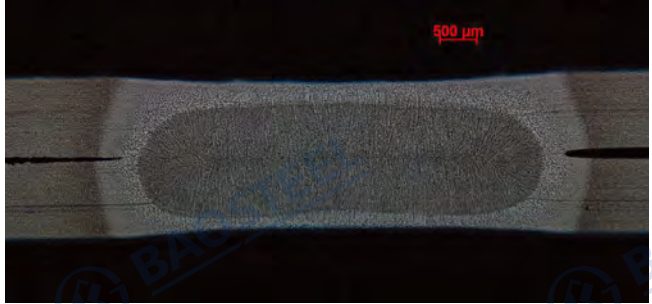
HC550/980DP



钢种

焊点金相图

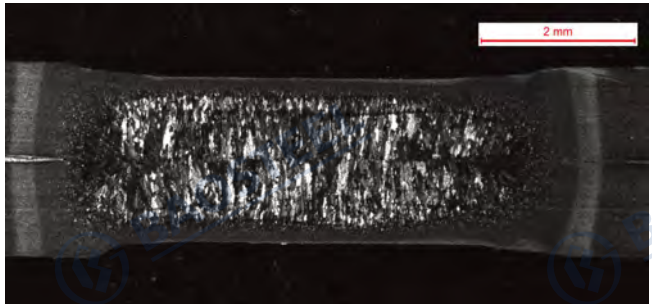
HC820/1180DP



HC340/590DPD+Z



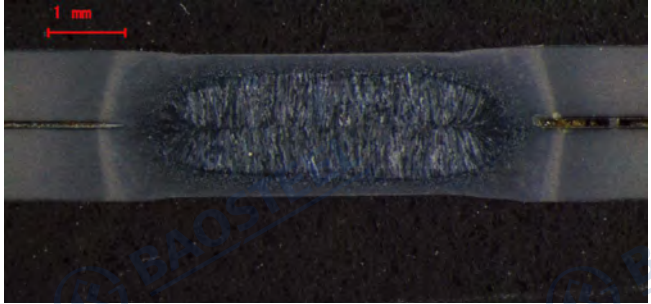
HC420/780DPD+Z



钢种

焊点金相图

HC550/980DPD+Z



HC820/1180DPD+Z

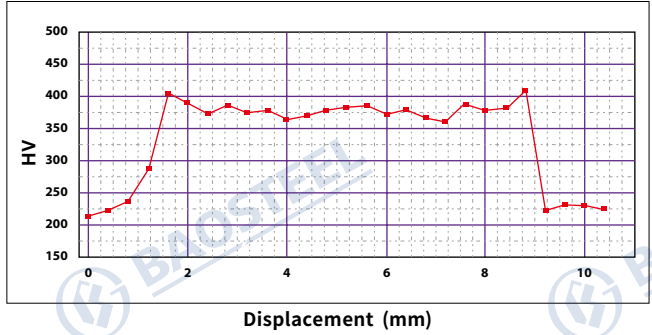


■ 焊点显微硬度分布

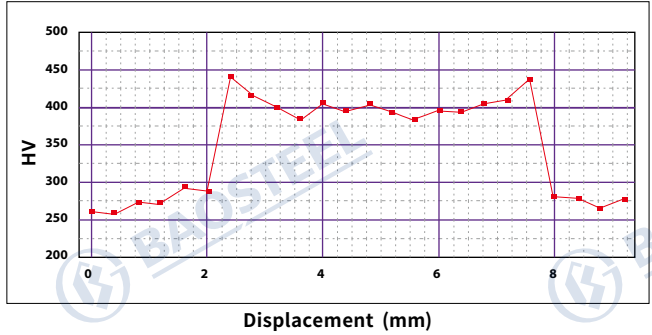
钢种

焊点显微硬度分布图

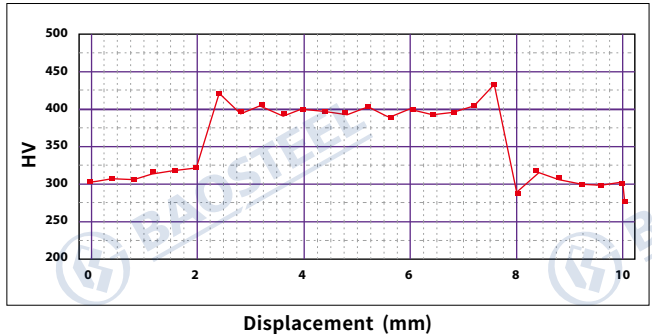
HC340/590DP



HC420/780DP



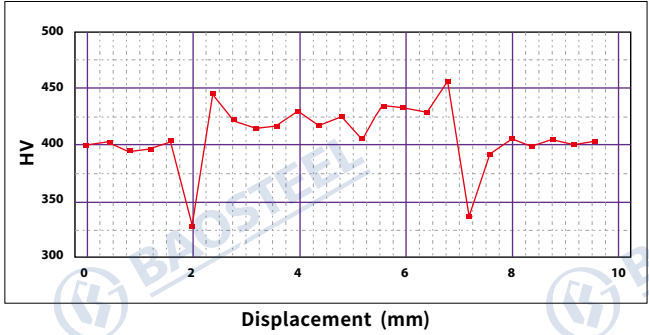
HC550/980DP



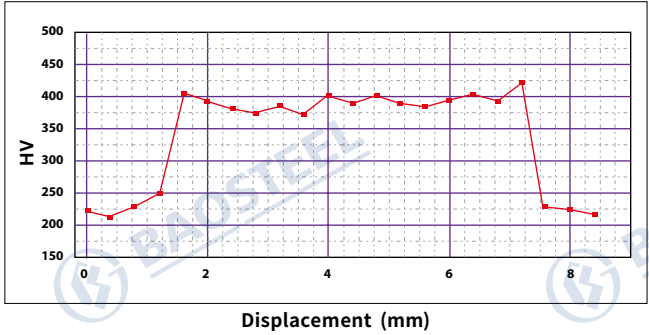
钢种

焊点显微硬度分布图

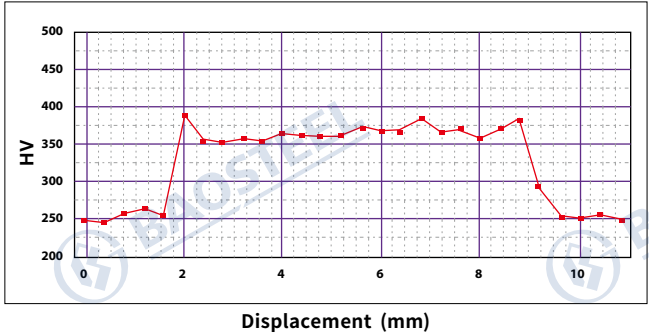
HC820/1180DP



HC340/590DPD+Z



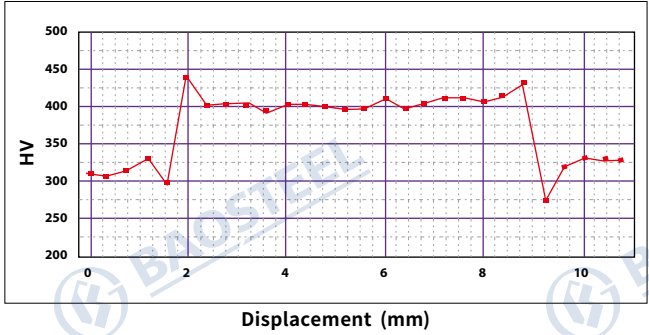
HC420/780DPD+Z



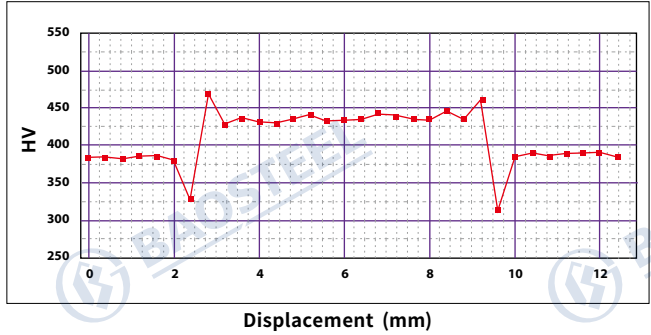
钢种

焊点显微硬度分布图

HC550/980DPD+Z

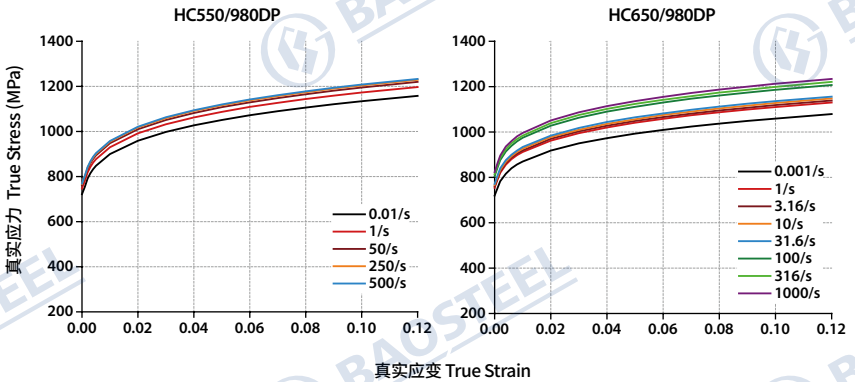
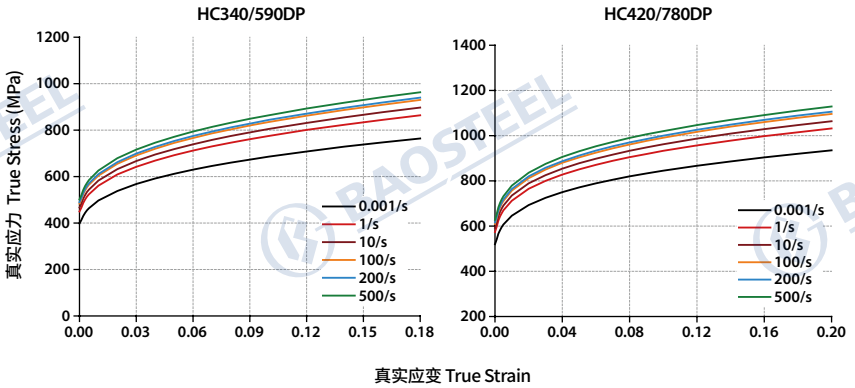


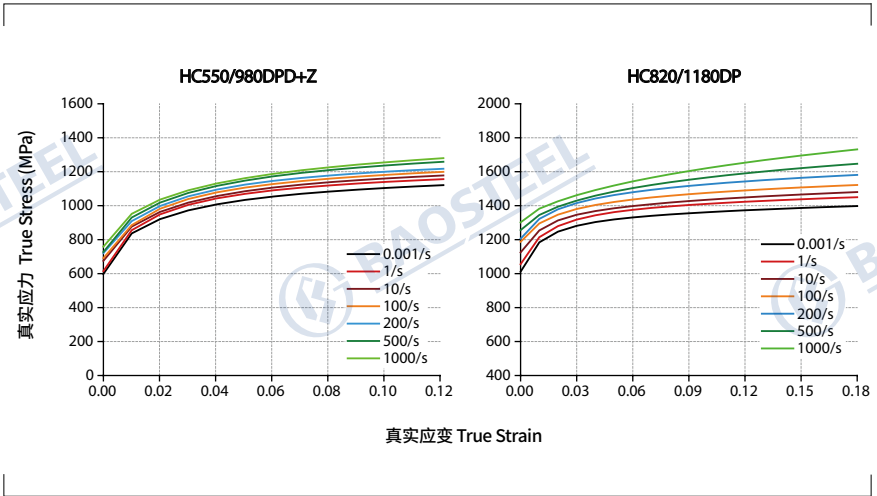
HC820/1180DPD+Z



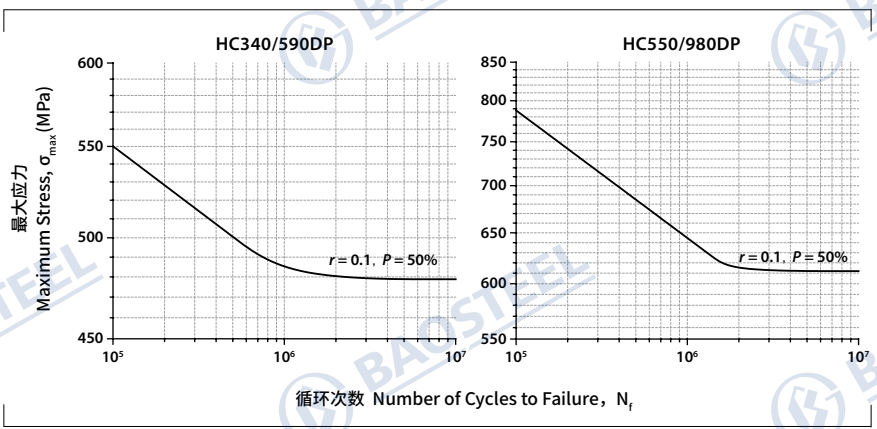
2.8 服役性能

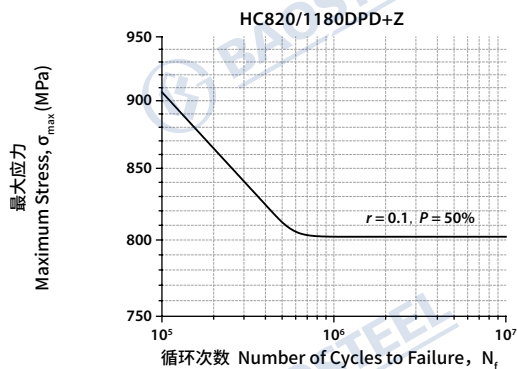
2.8.1 动力学性能





2.8.2 疲劳特性





2.8.3 延迟开裂特性

牌号	试样类型	试验介质	试验时间/h	是否开裂
HC550/980DP	U弯	0.1mol/L HCl	300	否
HC700/980DP	U弯	0.1mol/L HCl	300	否
HC820/1180DP	U弯	0.1mol/L HCl	300	否
HC550/980DPD+Z	U弯	空气	720	否
HC650/980DPD+Z	U弯	空气	720	否

2.9 应用案例



门槛加强板
(HC550/980DPD+Z, 厚度1.4mm)



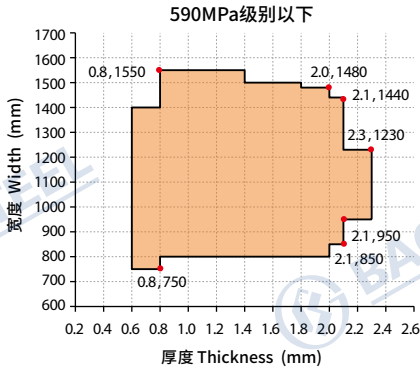
车门防撞梁
(HC550/980DPD+Z, 厚度1.2mm)



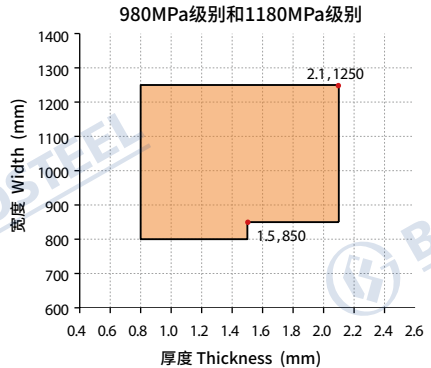
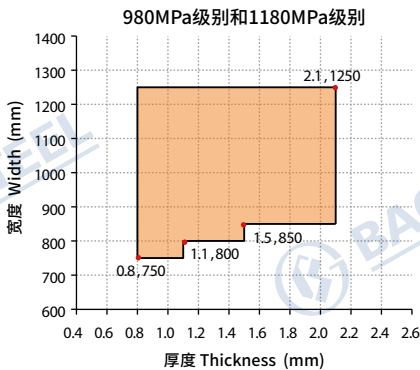
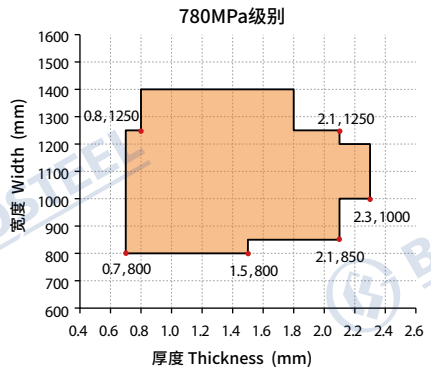
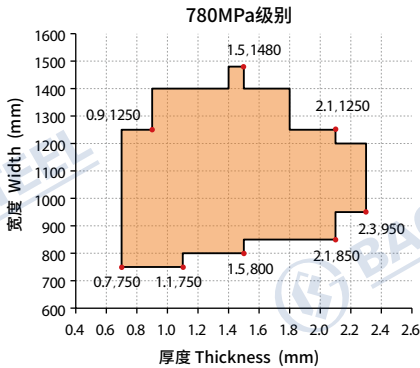
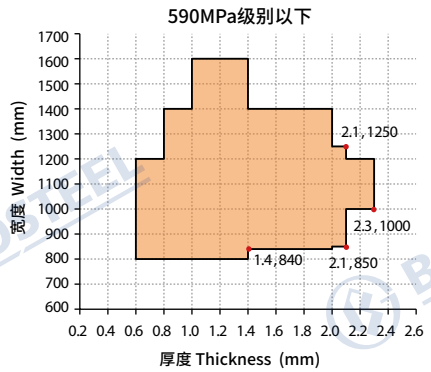
上边梁加强板
(HC550/980DPD+Z, 厚度1.5mm)

2.10 可供规格

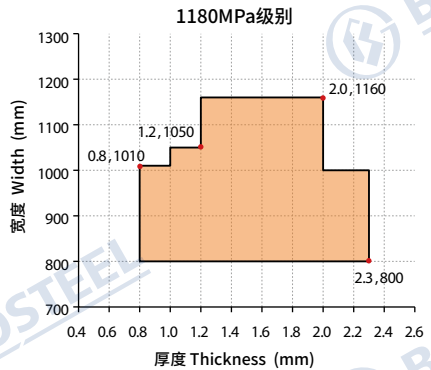
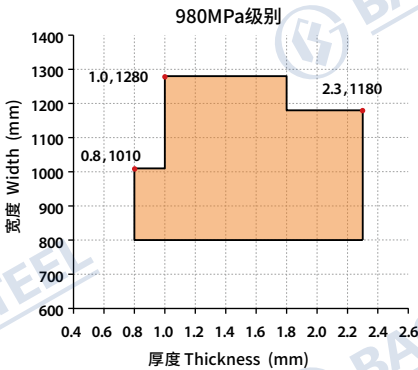
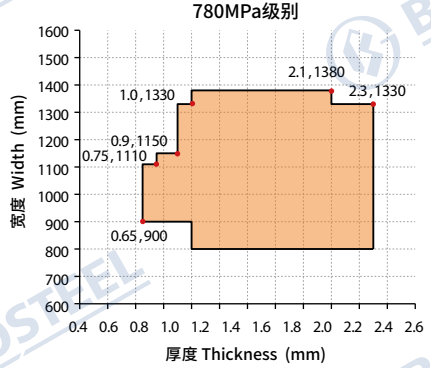
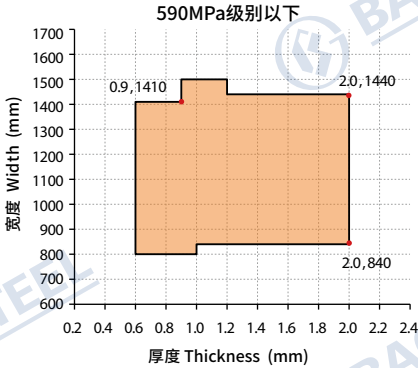
■ 普冷DP钢可供规格范围



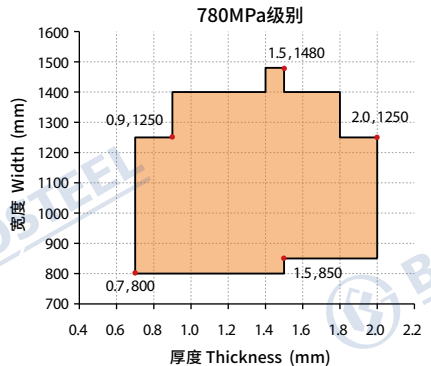
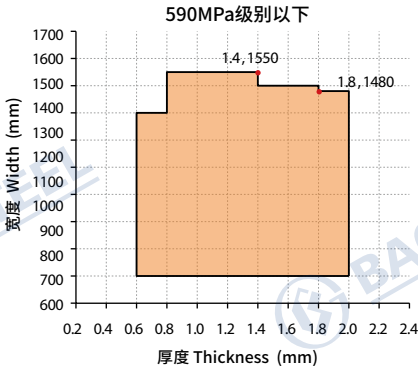
■ 热镀锌纯锌DP钢可供规格范围



■ 热镀锌铁合金DP钢可供规格范围



■ 电镀锌DP钢可供规格范围



注: 所需材料规格如有超出范围, 可具体协商

淬火延性钢 >>

3.1 概述

淬火延性钢是在宝钢超高强钢专用机组生产。冷轧后在连退线上加热奥氏体化的材料，淬火到 M_s 和 M_f 之间，获得马氏体 + 奥氏体混合组织，随后加热至配分温度进行 C 的配分。配分处理后，C 由马氏体扩散至未转变奥氏体，使奥氏体富碳并稳定化。稳定化的奥氏体在随后的冷却过程中可保留下来，最终形成马氏体 + 残余奥氏体组织或铁素体 + 马氏体 + 残余奥氏体组织。

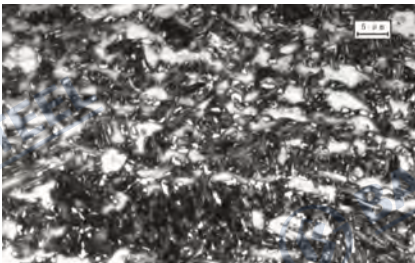
淬火延性钢在高强度的同时，具有更高的 n 值和延伸率，具备更好的成形性能；点焊性能良好，易通过简单的焊接工艺调整实现良好的焊接。

3.2 常用牌号和命名规则

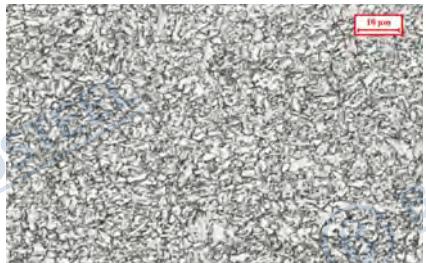
淬火延性钢常用牌号为 HC600/980QP、HC600/980QP-EL、HC820/1180QP、HC820/1180QP-EL，以 HC600/980QP-ELD+Z 为例说明牌号命名规则，H 代表高强钢 (High Strength Steel)，C 代表冷轧基板 (Cold-rolling)，600 代表规定的最小的屈服强度 ($R_{p0.2}$ 或 R_{eL})，980 代表规定的最小的抗拉强度 (R_m)，QP 代表淬火延性钢，EL 代表高延伸率，D 代表热镀，后面为镀层代号，+Z 代表纯锌镀层。

3.3 微观组织

淬火延性钢以马氏体为基体相，组织为铁素体 + 马氏体 + 残余奥氏体。



HC600/980QP



HC820/1180QP

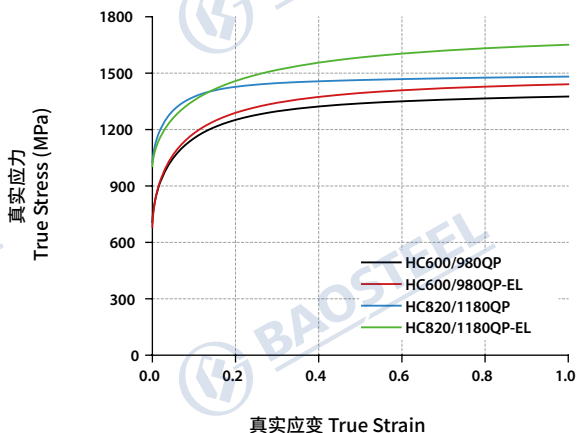
3.4 力学性能

■ 力学性能

牌号	厚度 (mm)	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	断后延伸率 (%)	n	r ₀	r ₄₅	r ₉₀
HC600/980QP	1.2	708	1047	18	0.145	0.78	0.9	0.95
HC600/980QP-EL	1.4	682	1074	21	0.156	0.85	0.91	1.03
HC820/1180QP	1.4	1027	1248	15	0.096	0.7	0.8	0.9
HC820/1180QP-EL	1.2	1005	1226	16	0.098	0.8	0.8	0.9

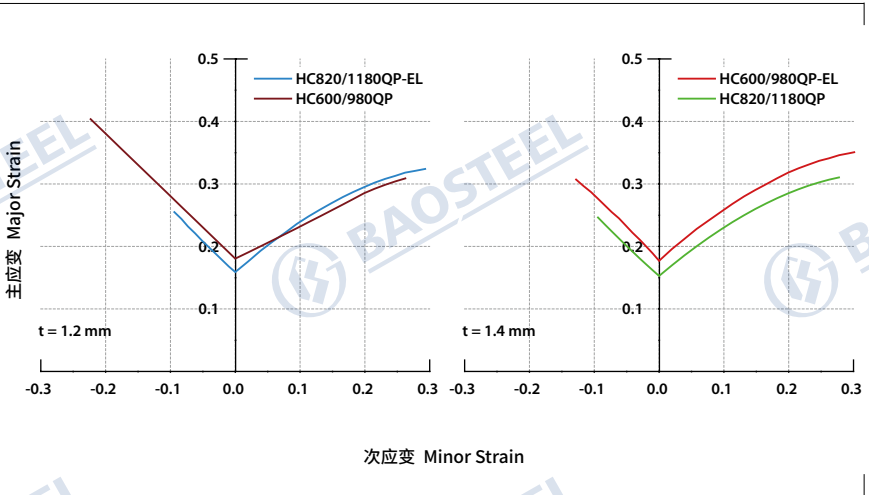
注：性能数值为参考值，不作为供货依据。

■ 硬化曲线

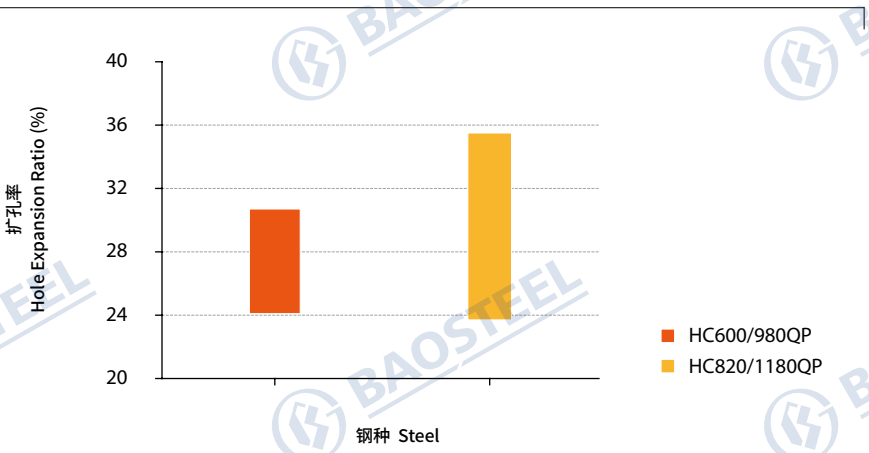


3.5 成形性能

3.5.1 成形极限



3.5.2 扩孔率



注：性能数值为参考值

3.6 点焊性能

钢种	板厚 (mm)	电极 直径 (mm)	焊接 压力 (kN)	焊接 时间 (cyc)	可焊电流区间 (kA)			TSS		CTS	
					Min.	Max.	宽度	焊点 强度 (kN)	熔核 直径 (mm)	焊点 强度 (kN)	熔核 直径 (mm)
HC600/980QP	1.6	6	3.6	12	5.8	7.9	2.1	19.5	5.0	5.9	5.0
HC600/980QP-EL	1.6	6	3.6	12	5.9	8.6	2.7	17.4	5.0	5.5	5.0
HC820/1180QP	1.2	6	2.6	9	4.4	7.0	2.6	11.8	4.3	2.9	4.3
HC820/1180QP-EL	1.6	6	3.6	12	5.7	8.6	2.9	17.8	5.0	4.9	5.0
HC600/980QPD+Z	1.0	6	2.6	13	6.4	8.4	2.0	11.9	4.0	3.5	4.0
HC600/980QP-ELD+Z	1.2	6	2.6	14	5.6	8.0	2.4	18.8	6.0	6.2	6.0
HC820/1180QP-ELD+Z	1.2	6	2.6	14	5.5	8.2	2.7	20.4	6.0	5.3	6.0

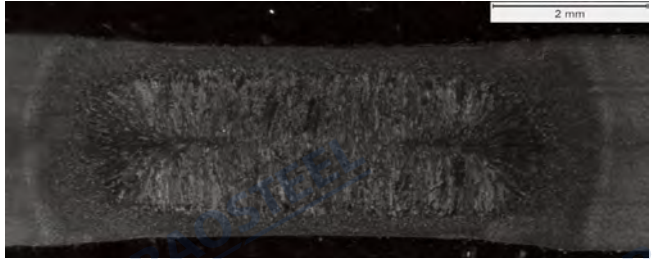
注: 性能数值为参考值

■ 焊点金相

钢种

焊点金相图

HC600/980QP



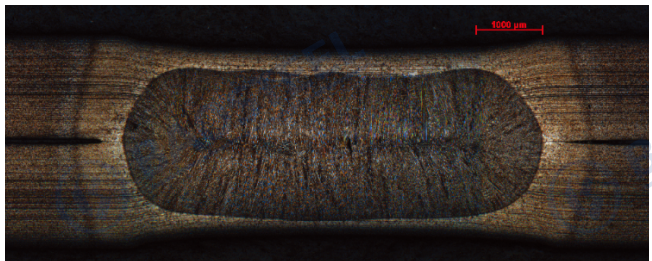
HC600/980QP-EL



HC820/1180QP



HC820/1180QP-EL

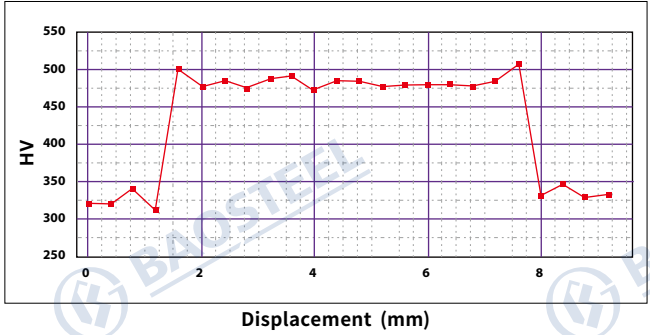


■ 焊点显微硬度分布

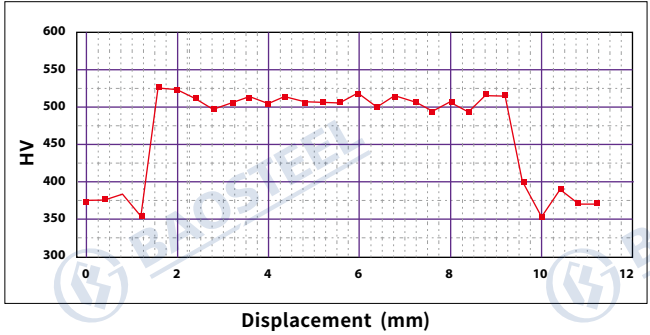
钢种

焊点显微硬度分布图

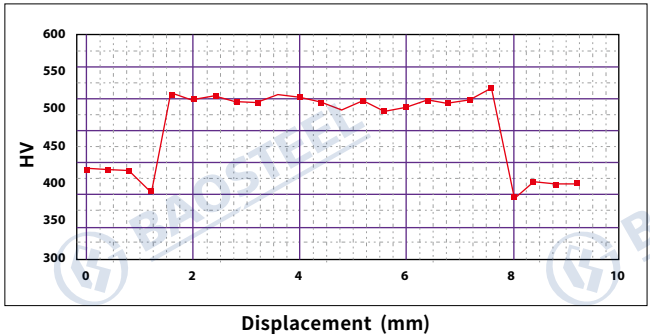
HC600/980QP



HC600/980QP-EL



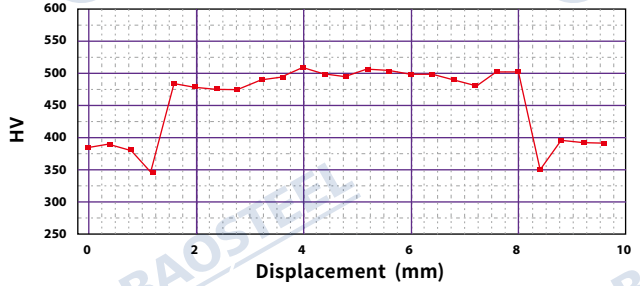
HC820/1180QP



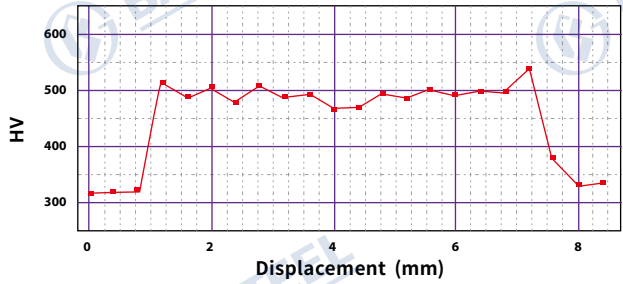
钢种

焊点显微硬度分布图

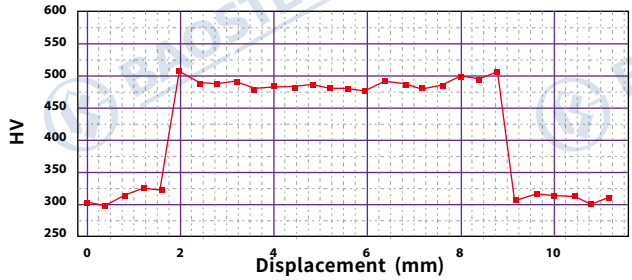
HC820/1180QP-EL



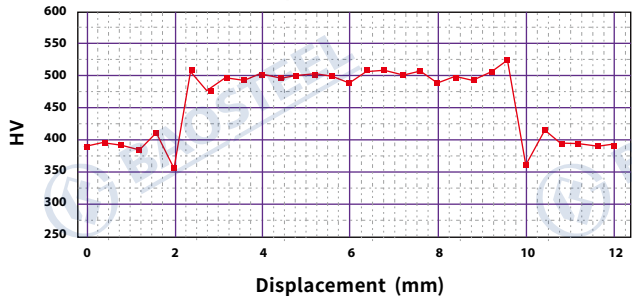
HC600/980QPD+Z



HC600/980QP-ELD+Z

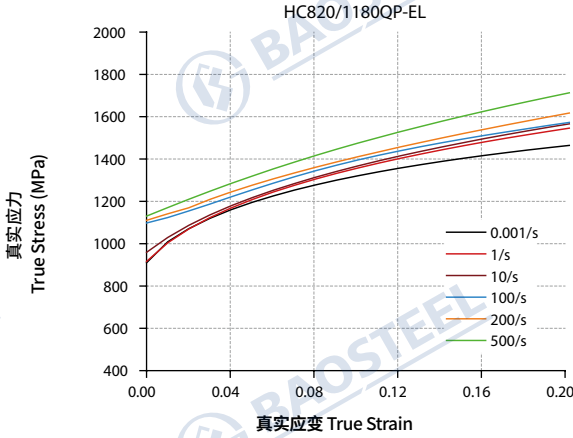
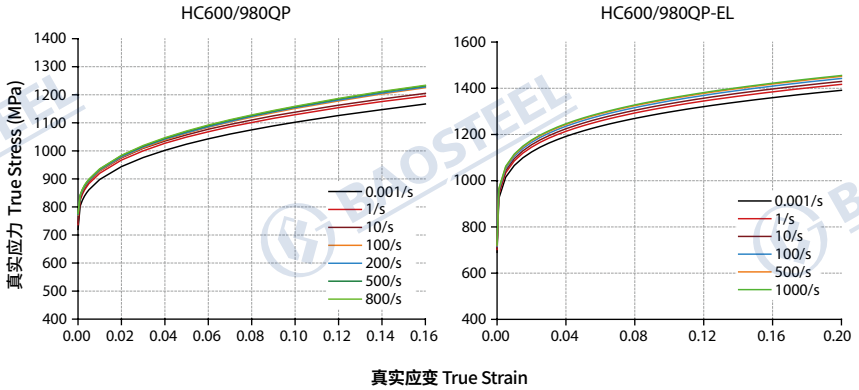


HC820/1180QP-ELD+Z



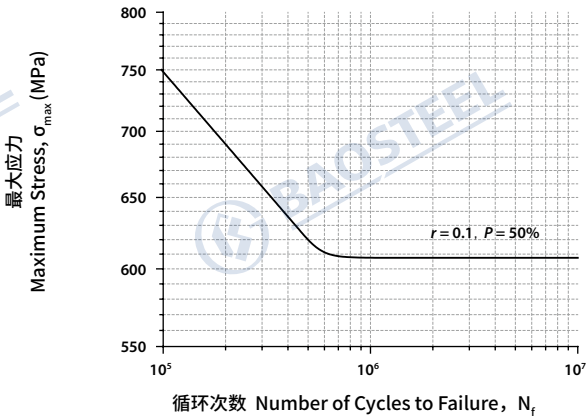
3.7 服役性能

3.7.1 动态力学性能

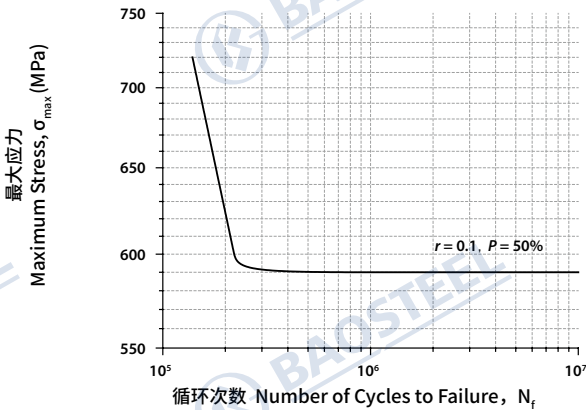


3.7.2 疲劳特性

HC600/980QP



HC600/980QP-ELD+Z



3.7.3 延迟开裂特性

牌号	试样类型	试验介质	试验时间/h	是否开裂
HC600/980QP	U弯	0.1mol/L HCl	300	否

3.8 应用案例



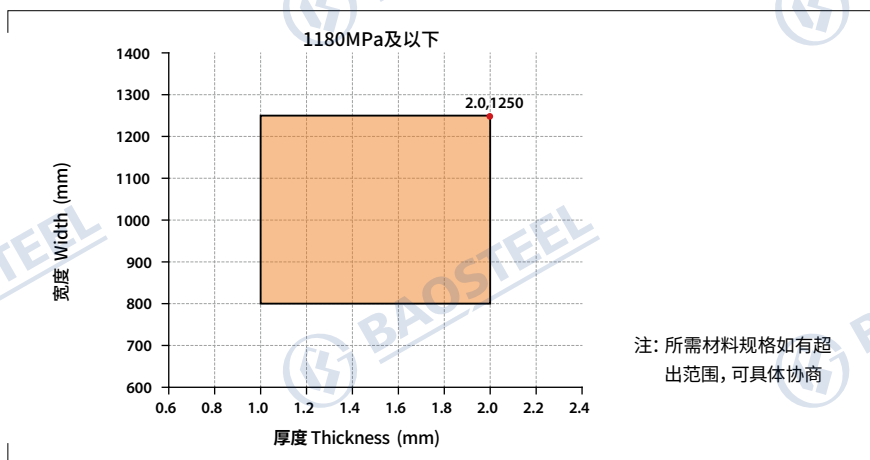
发动机舱右纵梁后段
(HC600/980QPD+Z, 厚度1.8mm)



前排座椅骨架坐盆边板
(HC820/1180QP, 厚度1.2mm)

3.9 可供规格

- 普冷及热镀锌QP钢可供规格范围



马氏体钢 >>

4.1 概述

马氏体钢是在宝钢超高强钢专用机组生产。冷轧连续退火后淬火成马氏体组织，具有非常高的强度。

马氏体钢因为具有较高的抗拉强度和屈强比以及一定的成形性能而广泛应用于制造刚度要求比较高的汽车零部件，包括防撞件、加强件以及结构件等安全零件。

马氏体钢强度高，延伸率低，不适合进行拉伸成形，仅可以进行弯曲成形，适合的加工方式为辊压成形。对于HC700/980MS、HC950/1180MS、HC1030/1300MS、HC1150/1400MS 和 HC1200/1500MS，弯曲成形的角度建议不超过90度，建议的内弯角半径 $r \geq 4t$ (t =板厚， $4t$ 即4倍板厚)。马氏体钢在成形过程中回弹较大，要注意在模具设计和使用过程中充分考虑对回弹的控制和补偿。

马氏体钢碳当量低，点焊性能优异，易通过简单的焊接工艺调整实现良好的焊接，采用普通焊接规范即可获得性能优良的点焊接头。该钢种焊点无明显热影响区软化现象。

4.2 常用牌号和命名规则

马氏体钢常用牌号为HC700/980MS、HC950/1180MS、HC1030/1300MS，以HC950/1180MS为例说明牌号命名规则，H代表高强度钢，C代表冷轧基板，950代表规定的最小的屈服强度($R_{p0.2}$ 或 R_{eL})，/为分隔符，1180代表规定的最小的抗拉强度(R_m)，MS代表马氏体钢。

4.3 牌号对照

宝钢冷轧牌号与国内外技术规范牌号的近似对照表

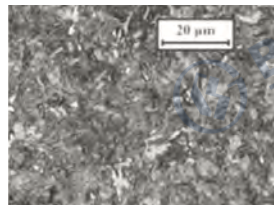
Q/BQB 418-2018	SAE J2340-1999	SAE J2745-2007	VDA 239-100:2016
HC700/980MS	1000 M	-	-
HC950/1180MS	1200 M	-	-
HC1030/1300MS	1300 M	MS 1300T/1030Y	CR1030Y1300T-MS
HC1150/1400MS	1400 M	-	-
HC1200/1500MS	1500 M	MS 1500T/1200Y	CR1220Y1500T-MS
HC1350/1700MS	-	-	CR1350Y1700T-MS

4.4 微观组织

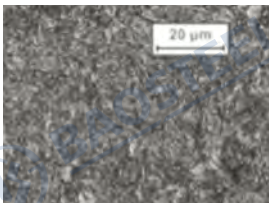
马氏体钢的主要组织为板条马氏体。



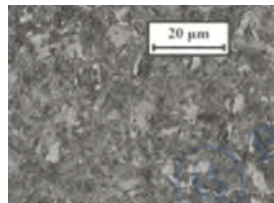
HC950/1180MS



HC1030/1300MS



HC1150/1400MS



HC1200/1500MS

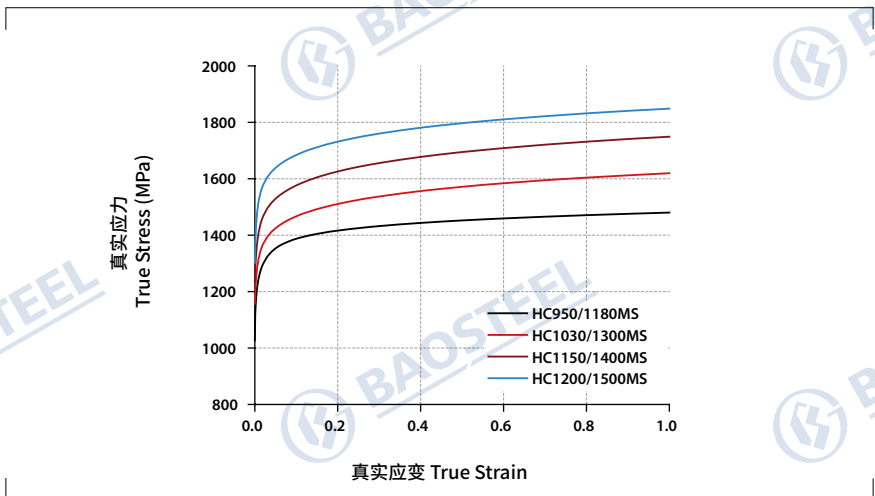
4.5 力学性能

■ 力学性能

牌号	厚度 (mm)	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	断后延伸率 (%)
HC700/980MS	2	859	1085	7.2
HC950/1180MS	1.6	1029	1289	6.6
HC1030/1300MS	1.2	1158	1326	6.2
HC1150/1400MS	1	1237	1432	5.8
HC1200/1500MS	1.2	1264	1532	5.2

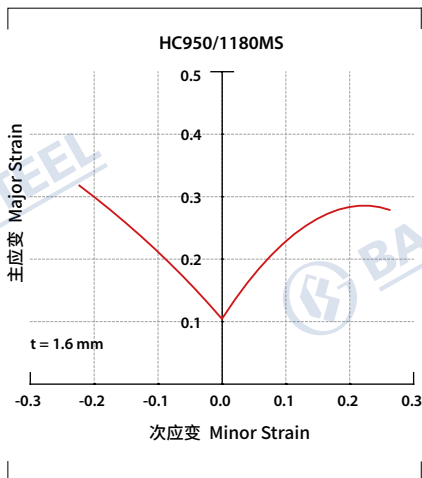
注：性能数值为参考值，不作为供货依据。

■ 硬化曲线



4.6 成形性能

4.6.1 成形极限



4.6.2 扩孔率

牌号	厚度 (mm)	扩孔率 (%)
HC700/980MS	1.6	20
HC950/1180MS	1.4	30
HC1030/1300MS	1.4	35

注: 性能数值为参考值

4.7 点焊性能

钢种	板厚 (mm)	电极直径 (mm)	焊接压力 (kN)	焊接时间 (cyc)	可焊电流区间 (kA)			TSS		CTS	
					Min.	Max.	宽度	焊点强度 (kN)	熔核直径 (mm)	焊点强度 (kN)	熔核直径 (mm)
HC700/980MS	1.0	6	2.6	8	5.4	8.0	2.6	10.1	4.0	4.2	4.0
HC950/1180MS	1.4	6	4.3	11	6.0	9.5	3.5	18.2	5.0	6.9	5.0
HC1030/1300MS	1.45	8	8.9	21	7.2	11.4	4.2	34.4	8.5	12.5	8.5

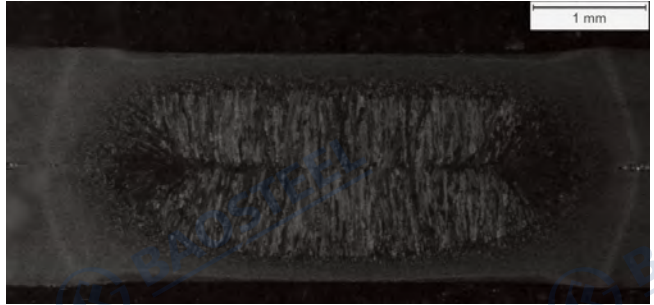
注: 性能数值为参考值

■ 焊点金相

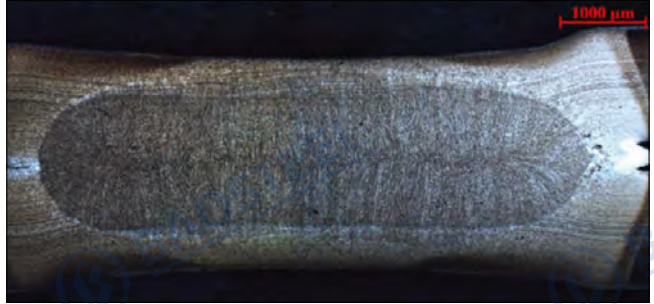
钢种

焊点金相图

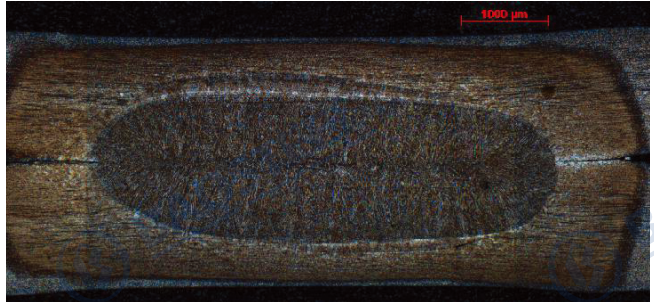
HC700/980MS



HC950/1180MS



HC1030/1300MS

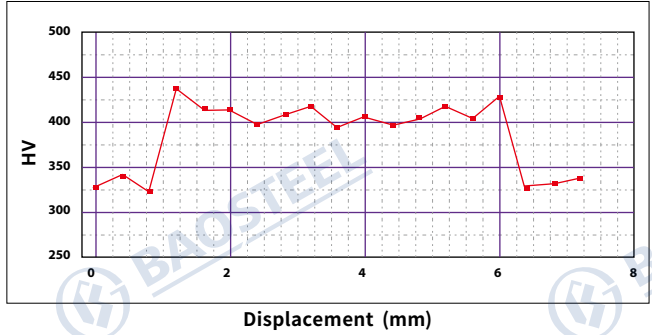


■ 焊点显微硬度分布

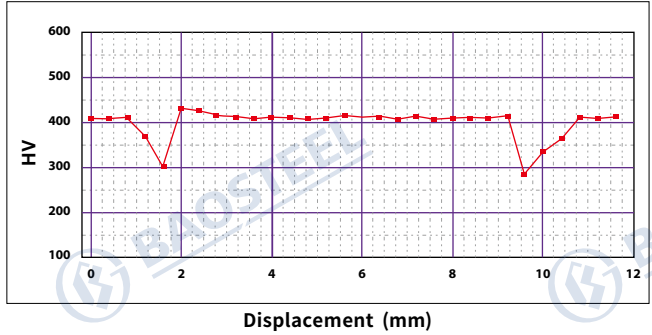
钢种

焊点显微硬度分布图

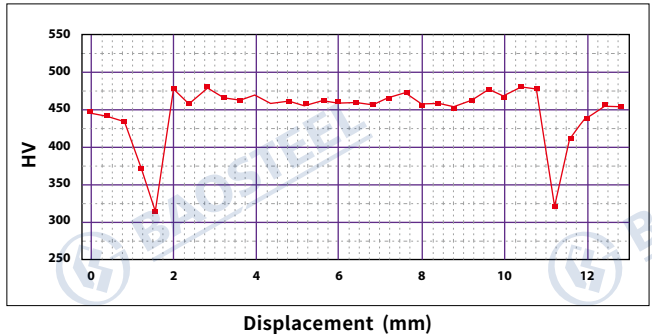
HC700/980MS



HC950/1180MS

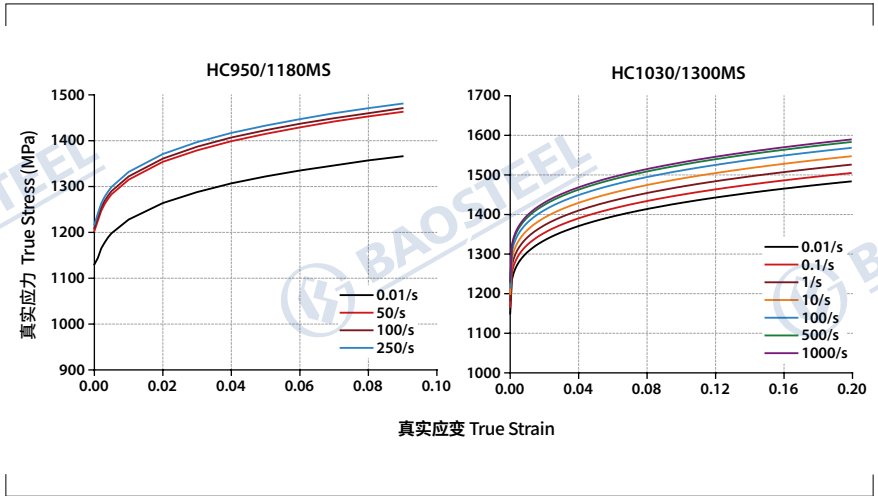


HC1030/1300MS

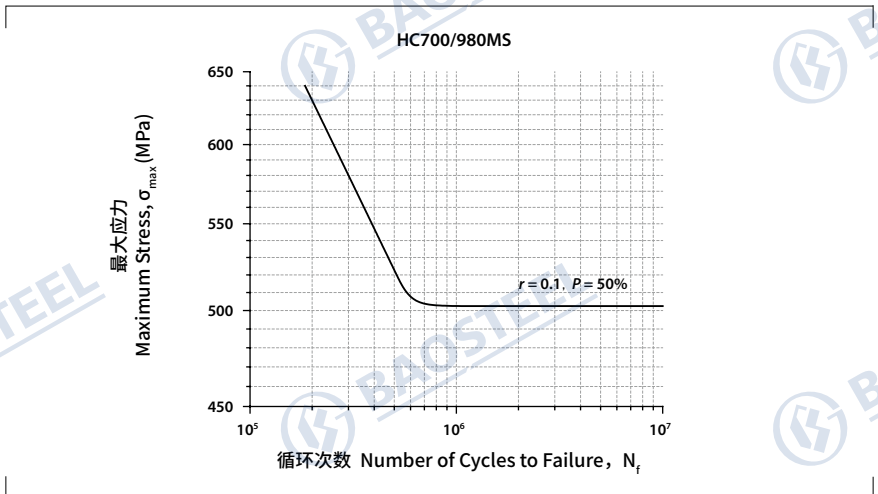


4.8 服役性能

4.8.1 动态力学性能



4.8.2 疲劳特性



4.8.3 延迟开裂特性

牌号	试样类型	试验介质	加载应力	试验时间/h	是否开裂
HC700/980MS					
HC950/1180MS	恒应力试样	0.1mol/L HCl	100% YS	300	否
HC1030/1300MS					

4.9 应用案例



后防撞梁
(HC1030/1300MS, 厚度1.6mm)



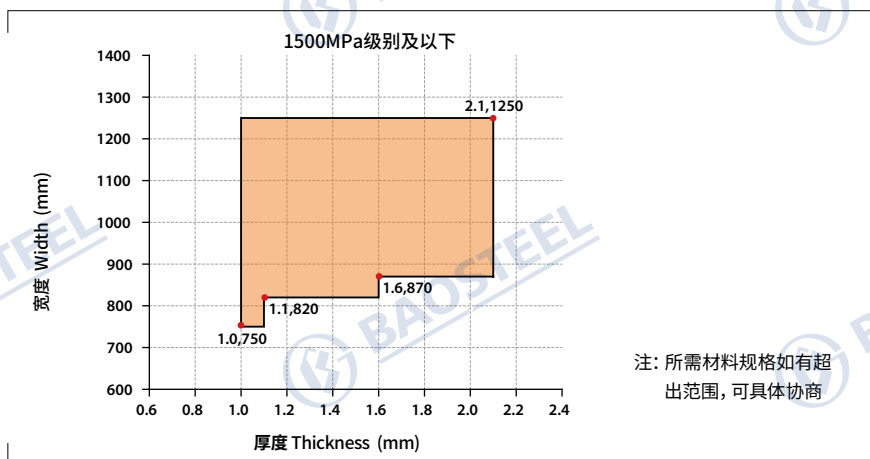
后保险杠
(HC1200/1500MS, 厚度1.2mm)



车门防撞梁
(HC1030/1300MS, 厚度1.6mm)

4.10 可供规格

■ 普冷MS钢可供规格范围



复相钢 >>

5.1 概述

复相钢 (CP: Complex Phase Steel) 屈服比较高, 抗拉强度通常在600MPa 以上, 与同等抗拉强度的双相钢 (DP) 相比, 其屈服强度明显要高很多, 均匀延伸率略低于同等抗拉强度水平的双相钢(DP)和相变诱导塑性钢(TRIP), 同时具有弯曲性能和扩孔性能高等特点, 具有较高的能量吸收能力和较高的残余应变能力。主要用于底盘悬挂件、B柱、保险杠、座椅滑轨等。

5.2 常用牌号和命名规则

复相钢常用牌号为HC570/780CP、HC780/980CP、HC900/1180CP、HD680/780CP, 以HC570/780CPD+Z为例说明牌号命名规则, H代表高强钢, C代表冷轧基板, 570代表规定的最小的屈服强度 ($R_{p0.2}$ 或 R_{eL}), 780代表规定的最小的抗拉强度 (R_m), CP代表复相钢, D代表热镀, 后面为镀层代号, +Z代表纯锌镀层, 牌号HD680/780CP中, D代表热轧基板。

5.3 牌号对照

宝钢冷轧牌号与国内外技术规范牌号的近似对照表

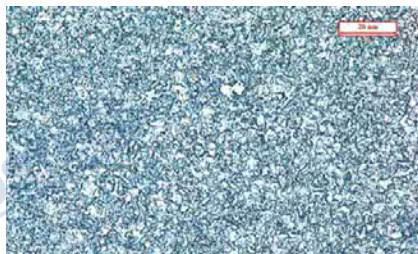
Q/BQB 418-2018	EN 10338:2016	VDA 239-100:2016
HC570/780CP	HCT780C	CR570Y780T-CP
HC780/980CP	HCT980C	CR780Y980T-CP
HC900/1180CP	-	CR900Y1180T-CP

宝钢热镀锌牌号与国内外技术规范牌号的近似对照表

Q/BQB 420-2018	EN 10346:2015	VDA 239-100:2016
HC570/780CPD+Z HC570/780CPD+ZF	HCT780C	CR570Y780T-CP
HC780/980CPD+Z HC780/980CPD+ZF	HCT980C	CR780Y980T-CP
HC780/980CPD+Z	-	-
HD680/760CPD+Z	HDT780C	-
HD680/780CPD+ZF		
HD720/950CPD+Z	HDT950C	-
HD720/950CPD+ZF		

5.4 微观组织

复相钢的显微组织为马氏体、贝氏体、铁素体和少量残余奥氏体。其基体组织主要为硬质相马氏体和贝氏体，晶粒细小，冷轧复相钢微观金相组织如图。



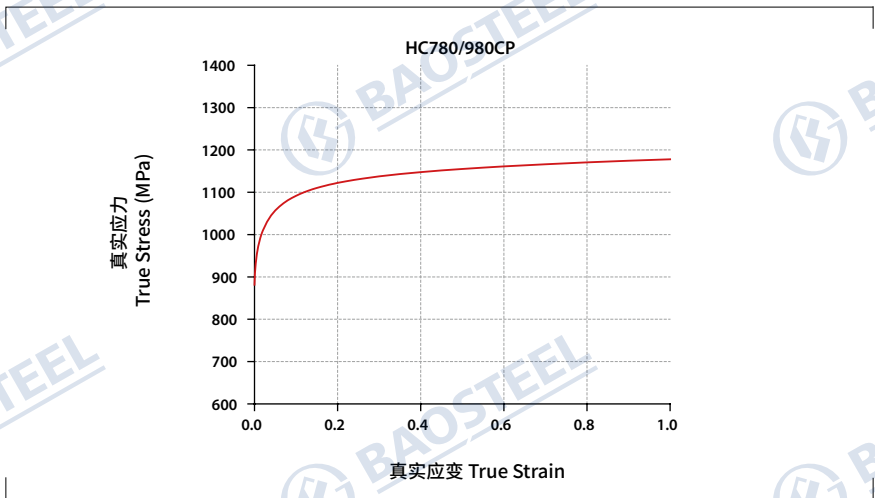
5.5 力学性能

■ 力学性能

牌号	厚度 (mm)	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	断后延伸率 (%)	n	r ₀	r ₄₅	r ₉₀
HC780/980CP	1.2	881	1005	10.7	0.06	0.49	0.9	0.65
HC570/780CPD+Z	1.5	647	801	15.1	0.075	0.8	0.82	1.0

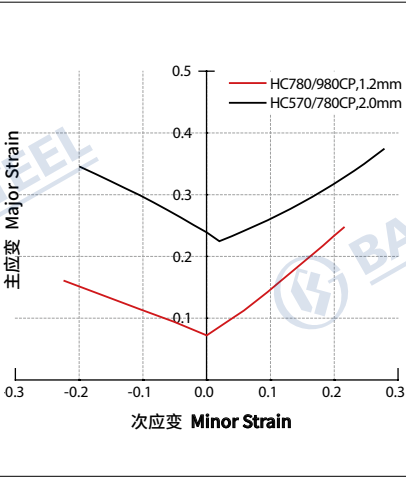
注：性能数值为参考值，不作为供货依据。

■ 硬化曲线



5.6 成形性能

5.6.1 成形极限



5.6.2 扩孔率

牌号	厚度 (mm)	扩孔率 (%)
HC570/780CP	2.0	62
HC570/780CPD+Z	1.5	53
HC780/980CP	1.6	55

注: 性能数值为参考值

5.7 点焊性能

钢种	板厚 (mm)	电极直径 (mm)	焊接压力 (kN)	焊接时间 (cyc)	可焊电流区间 (kA)			TSS		CTS	
					Min.	Max.	宽度	焊点强度 (kN)	熔核直径 (mm)	焊点强度 (kN)	熔核直径 (mm)
HC570/780CP	2.0	8	7.2	32	7.6	12.5	4.9	35.2	8.4	21.2	8.4
HC780/980CP	1.5	8	4.6	11	6.2	8.2	2.0	22.9	6.0	10.6	6.0
HC570/780CPD+Z	1.2	5.5	4.0	16	6.6	8.4	1.8	12.1	4.4	5.8	4.4
HC780/980CPD+Z	1.2	6	4.0	18	6.2	8.6	2.4	19.7	7.0	8.5	7.0

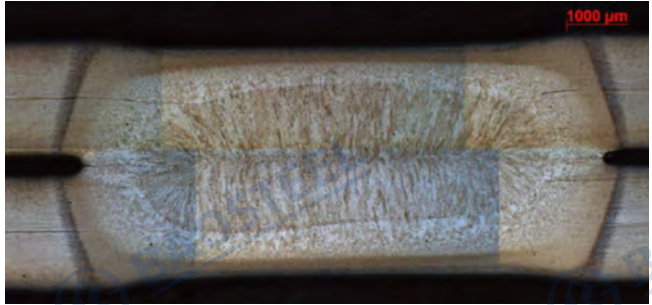
注: 性能数值为参考值

■ 焊点金相

钢种

焊点金相图

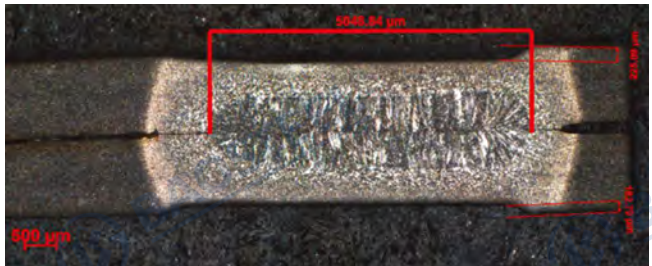
HC570/780CP



HC780/980CP



HC570/780CPD+Z

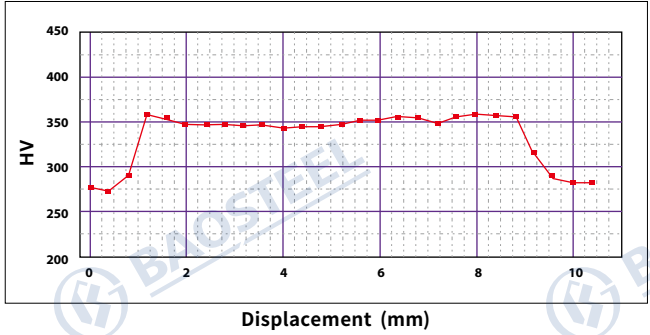


■ 焊点显微硬度分布

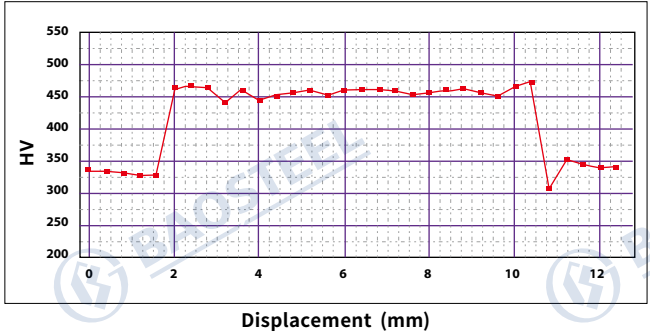
钢种

焊点显微硬度分布图

HC570/780CP



HC780/980CP



HC570/780CPD+Z



5.8 应用案例



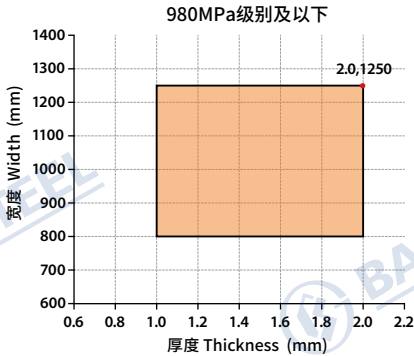
控制臂
(HD680/780CP, 厚度3.2 mm)



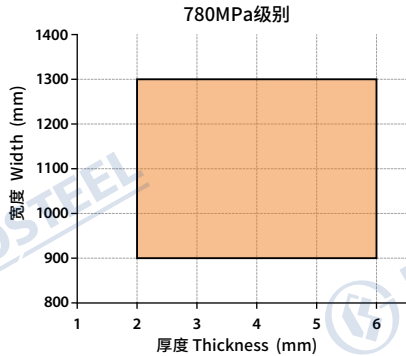
座椅滑轨
(HC780/980CP, 厚度1.4 mm)

5.9 可供规格

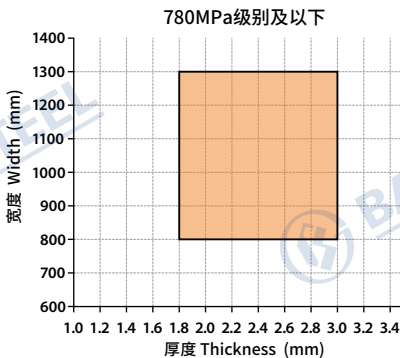
■ 普冷和热镀锌纯锌CP钢可供规格范围



■ 热轧及热轧酸洗CP钢可供规格范围



■ 热轧基板热镀锌纯锌CP钢可供规格范围



注：所需材料规格如有超出范围，可具体协商

相变诱导塑性钢 >>

6.1 概述

相变诱导塑性钢 (TRIP: Transformation Induced Plasticity), 即在成形过程中残余的奥氏体会逐渐转变为硬的马氏体, 有利于均匀变形, 实现了强度和塑性较好的统一, 较好地解决了强度和塑性矛盾。与传统高强钢相比, TRIP 钢具有高的加工硬化率, 高的抗拉强度, 低的屈强比, 更高的延伸率、烘烤硬化性, 同时含有较高的合金元素。

TRIP 钢具有高碰撞吸收能、高强度塑性积、高 n 值、成形性好的特点, 可应用于结构件、安全件等零件。

点焊性能较好, 易通过简单的焊接工艺调整实现良好的焊接。

6.2 常用牌号和命名规则

相变诱导塑性钢常用牌号为 HC380/590TR、HC400/690TR、HC420/780TR, 以 HC420/780TRD+Z 为例说明牌号命名规则, H 代表高强钢, C 代表冷轧基板, 420 代表规定的最小的屈服强度 ($R_{p0.2}$ 或 R_{eL}), 780 代表规定的最小的抗拉强度 (R_m), TR 代表相变诱导塑性钢, D 代表热镀, 后面为镀层代号, +Z 代表纯锌镀层。

6.3 牌号对照

宝钢冷轧牌号与国内外技术规范牌号的近似对照表

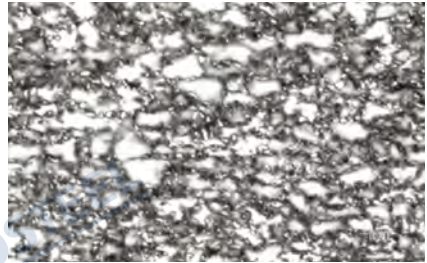
Q/BQB 418-2018	EN 10338:2015	VDA 239-100:2016	SAE J2745-2007
HC380/590TR	-	-	TRIP590T/380Y
HC400/690TR	HCT690T	CR400Y690T-TR	TRIP690T/400Y
HC420/780TR	HCT780T	CR450Y780T-TR	TRIP780T/420Y

宝钢热镀锌牌号与国内外技术规范牌号的近似对照表

Q/BQB 420-2018	EN 10346:2015	VDA 239-100:2016	SAE J2745-2007
HC380/590TRD+Z HC380/590TRD+ZF	-	-	TRIP590T/380Y
HC400/690TRD+Z HC400/690TRD+ZF	HCT690T	CR400Y690T-TR	TRIP690T/400Y
HC420/780TRD+Z HC420/780TRD+ZF	HCT780T	CR450Y780T-TR	TRIP780T/420Y

6.4 微观组织

TRIP 钢的组织为铁素体+贝氏体+残余奥氏体。



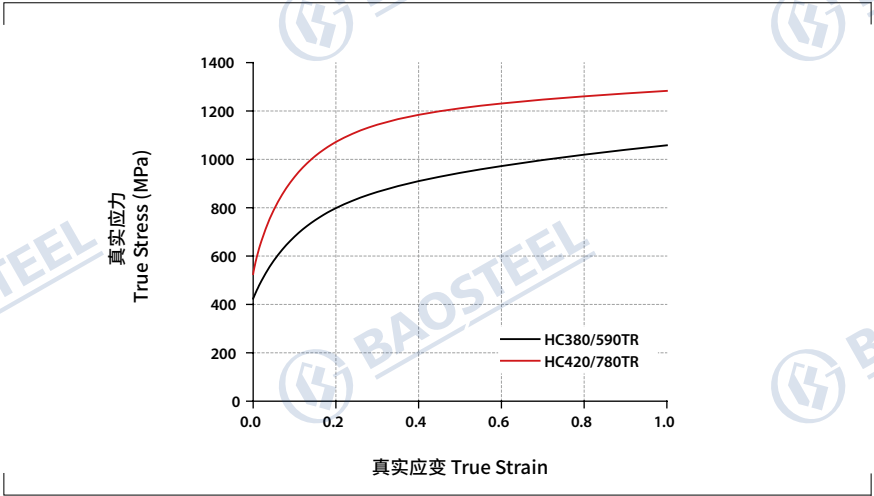
6.5 力学性能

■ 力学性能

牌号	厚度 (mm)	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	断后延伸率 (%)	n	r ₀	r ₄₅	r ₉₀
HC380/590TR	0.8	424	654	29.0	0.189	0.90	0.90	1.10
HC420/780TR	1.2	526	878	27.0	0.202	0.80	0.78	1.00

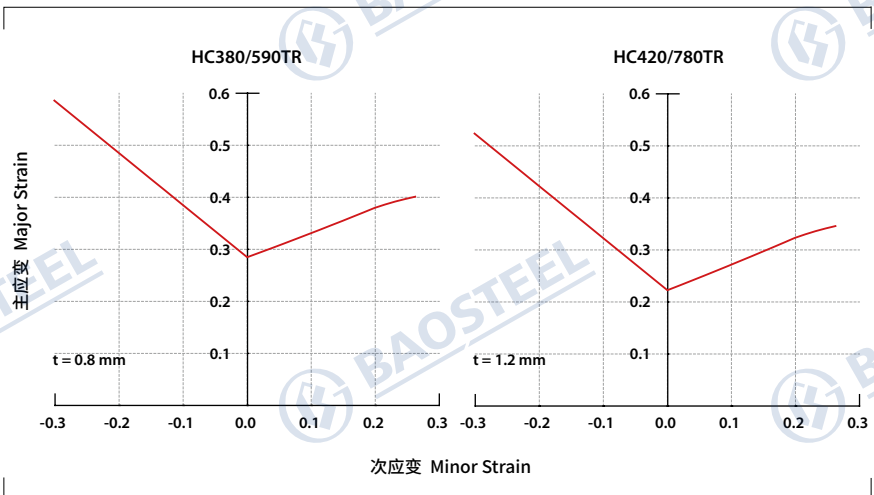
注：性能数值为参考值，不作为供货依据。

■ 硬化曲线



6.6 成形性能

6.6.1 成形极限



6.6 扩孔率

牌号	厚度 (mm)	扩孔率 (%)
HC420/780TR	1.75	19
HC400/690TRD+Z	1.75	24

注：性能数值为参考值

6.7 点焊性能

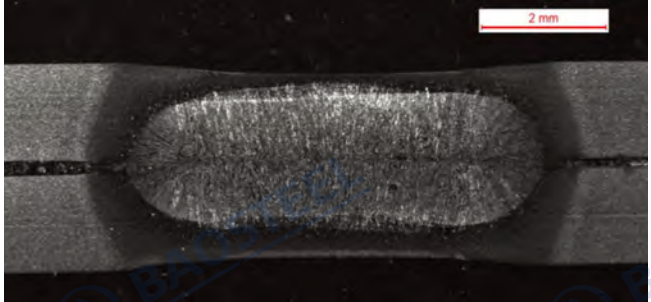
钢种	板厚 (mm)	电极 直径 (mm)	焊接 压力 (kN)	焊接 时间 (cyc)	可焊电流区间 (kA)			TSS		CTS	
					Min.	Max.	宽度	焊点 强度 (kN)	熔核 直径 (mm)	焊点 强度 (kN)	熔核 直径 (mm)
HC380/590TR	1.4	6	4.0	15	6.6	8.4	1.8	20.8	6.5	12.0	6.5
HC420/780TR	1.6	7	4.0	15	5.8	8.2	2.4	27.4	6.5	11.4	6.5
HC400/690TRD+Z	1.2	5.5	4.0	16	6.5	8.1	1.6	12.6	5.0	5.8	5.0

■ 焊点金相

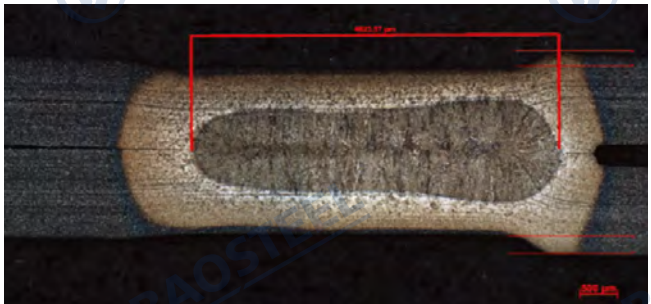
钢种

焊点金相图

HC420/780TR



HC400/690TRD+Z

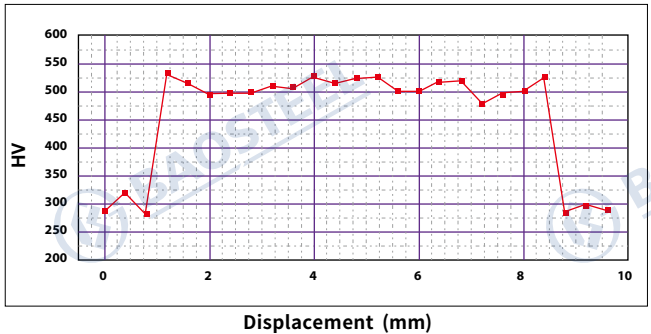


■ 焊点显微硬度分布

钢种

焊点显微硬度分布图

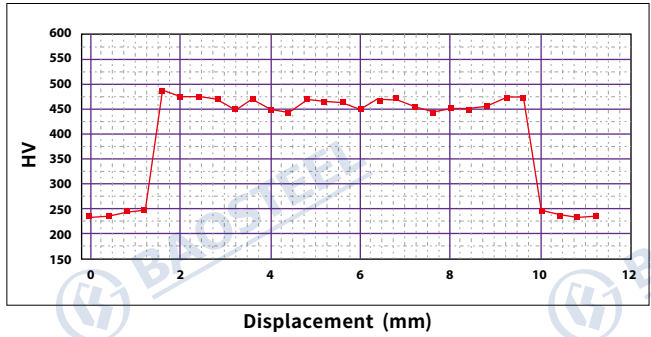
HC420/780TR



钢种

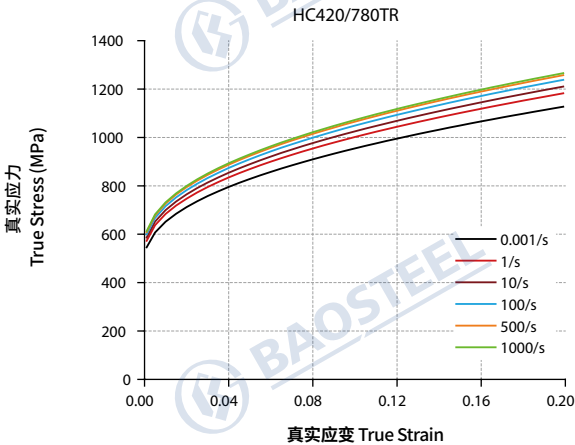
焊点显微硬度分布图

HC400/690TRD+Z

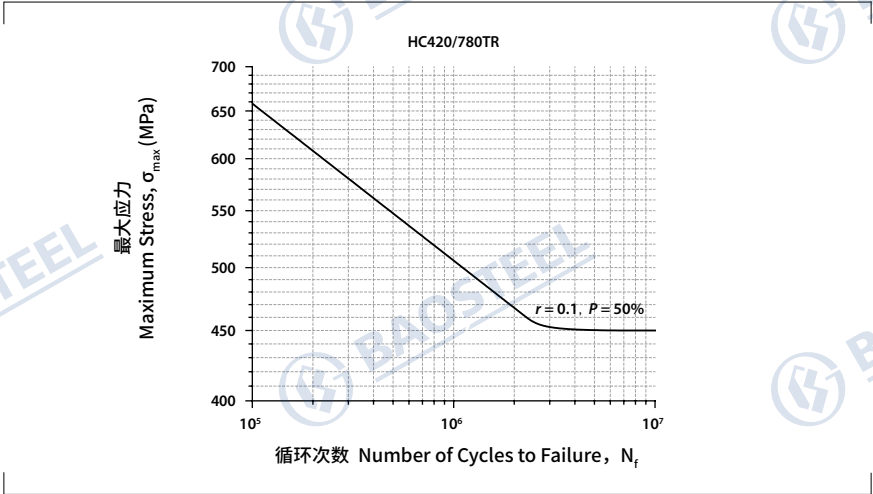


6.8 服役性能

6.8.1 动态力学性能



6.8.2 疲劳特性



6.8.3 延迟开裂特性

牌号	试样类型	试验介质	试验时间/h	是否开裂
HC420/780TR	U弯试样	0.1mol/L HCl	300	否

6.9 应用案例

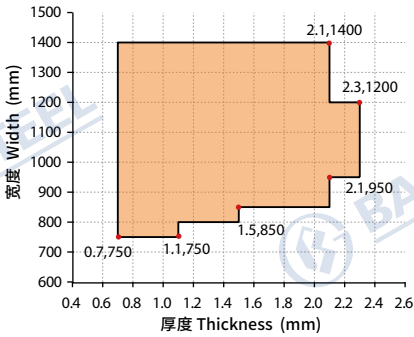


整体门环
(HC420/780TR,
厚度1.6 mm)

6.10 可供规格

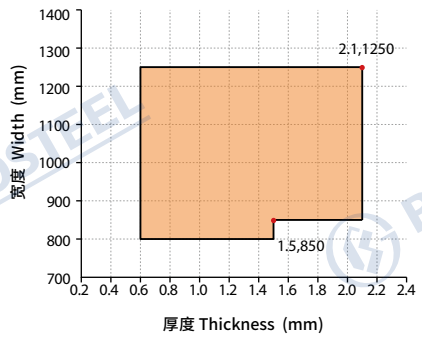
■ 普冷TRIP钢可供规格范围

780MPa级别及以下



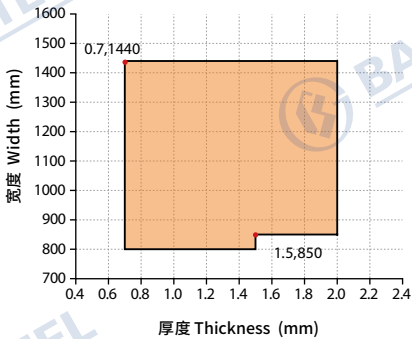
■ 热镀锌纯锌TRIP钢可供规格范围

780MPa级别及以下



■ 电镀锌TRIP钢可供规格范围

780MPa级别及以下



注：所需材料规格如有超出范围，可具体协商

孪晶诱发塑性钢 >>

7.1 概述

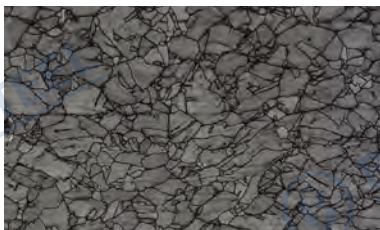
孪晶诱发塑性 (TWIP, Twinning-Induced Plasticity Steel) 钢为含有高C、高Mn、高Al成分的新型超高强度汽车用钢。TWIP钢利用高合金成分实现稳定的全奥氏体组织, 利用孪晶诱发塑性机制达到强化目的, 能在1000MPa的强度级别上实现50%以上的超高延伸率。TWIP钢性能优越, 成分简单, 不需添加昂贵的合金元素, 是一种极具潜力的汽车用超高强钢。

7.2 常用牌号和命名规则

孪晶诱发塑性钢常用牌号 HC450/950TW、HC450/950TWD+Z, H 代表高强钢, C 代表冷轧基板, 450 代表规定的最小的屈服强度 ($R_{p0.2}$ 或 R_{eL}), 950 代表规定的最小的抗拉强度 (R_m), TW 代表孪晶诱发塑性钢, D 代表热镀, 后面为镀层代号, +Z 代表纯锌镀层。

7.3 微观组织

TWIP 钢为全奥氏体组织。



HC450/950TW

7.4 力学性能

力学性能

牌号 HC450/950TW

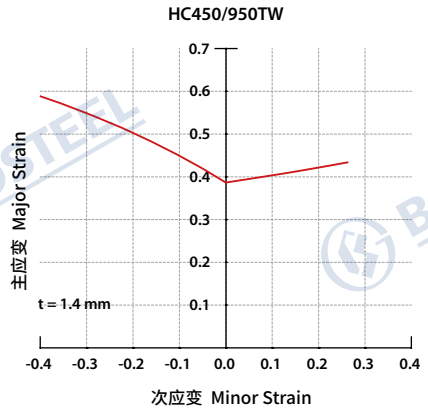
厚度 (mm)	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	延伸率 (%)
2	511	982	59.6

n	r ₀	r ₄₅	r ₉₀
0.35	0.81	1.12	1.22

注:性能数值为参考值,不作为供货依据。

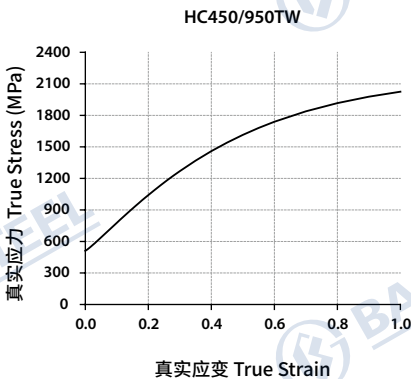
7.5 成形性能

7.5.1 成形极限



硬化曲线

7.5.2 扩孔率



牌号 HC450/950TW

厚度 (mm)	扩孔率 (%)
1.2	40

注:性能数值为参考值

7.6 点焊性能

钢种	板厚 (mm)	电极 直径 (mm)	焊接 压力 (kN)	焊接 时间 (cyc)	可焊电流区间 (kA)			TSS		CTS	
					Min.	Max.	宽度	焊点 强度 (kN)	熔核 直径 (mm)	焊点 强度 (kN)	熔核 直径 (mm)
HC450/950TW	1.0	6	2.6	8	4.6	6.4	1.8	11.6	6.0	7.7	6.0

注：性能数值为参考值

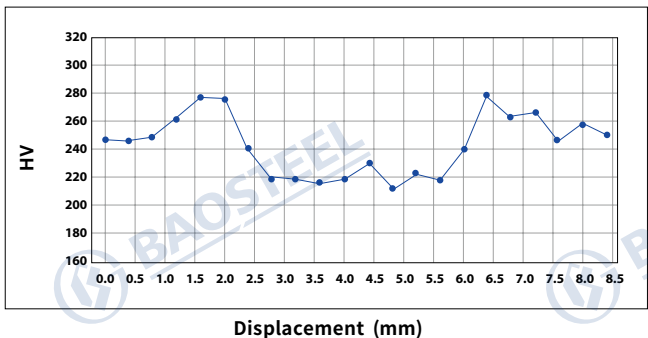
■ 焊点金相

HC450/950TW



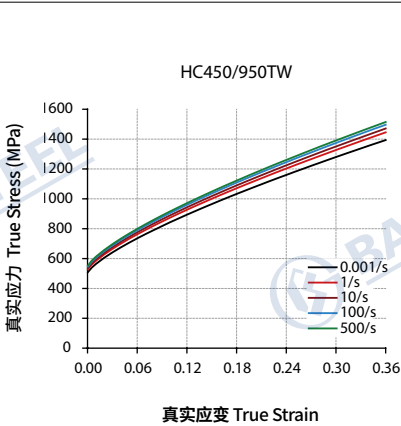
■ 焊点显微硬度分布

HC450/950TW



7.7 服役性能

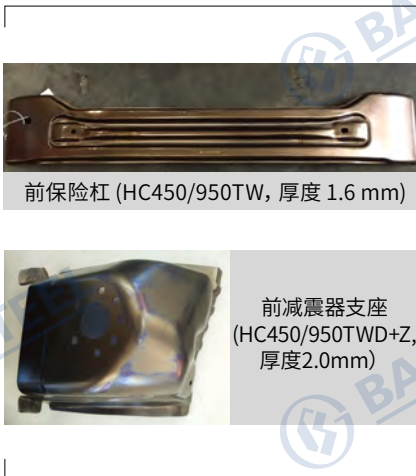
7.7.1 动态力学性能



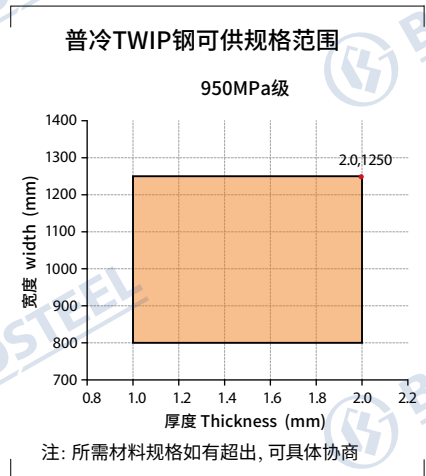
7.7.2 延迟开裂特性

牌号	HC450/950TW
试样类型	试验介质
U弯	0.1mol/L HCl
试验时间/h	是否开裂
300	否

7.8 应用案例



7.9 可供规格



热冲压成形钢 >>

8.1 概述

热冲压用钢是适用于热冲压成形用途的钢。热冲压成形是将钢加热到奥氏体化温度以上，快速移动到模具上，高温坯料在模具内被冲压成形的同时完成成形和淬火的一种工艺。与冷冲压相比，热冲压可以得到超高强度的车身零件。热冲压成形性相对较好，易于控制成形过程中的回弹，冲压所需的设备吨位较小。热冲压零件尺寸精度高，具有较好的表面硬度、抗凹性和刚度。

8.2 常用牌号和命名规则

热冲压成形钢常用牌号为HC950/1300HS(B1500HS)，B1800HS，HD950/1300HS(BR1500HS)，以HC950/1300HS+AS为例说明牌号命名规则，H代表高强度，C代表冷轧基板(D代表热轧基板)，950代表规定的最小的屈服强度($R_{p0.2}$ 或 R_{eL})，1300代表规定的最小的抗拉强度(R_m)，HS代表热冲压用钢，+AS代表铝硅镀层。

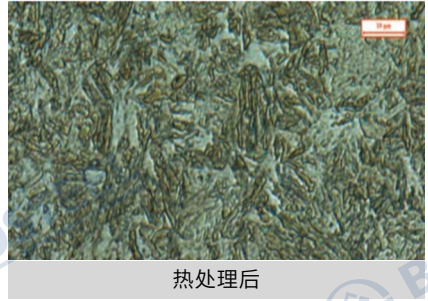
8.3 牌号对照

宝钢冷轧牌号与国内外技术规范牌号的近似对照表

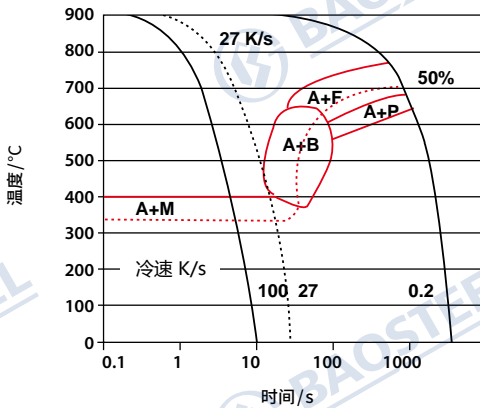
Q/BQB 409-2018	EN 10083-3:2006
HC950/1300HS (B1500HS)	20MnB5
B1800HS	-
HC950/1300HS+AS	-

8.4 微观组织

热冲压用钢热处理前的组织为铁素体+珠光体，热处理后的组织为马氏体。



8.5 连续冷却转变 (CCT) 曲线



A: 奥氏体
B: 贝氏体
F: 铁素体
P: 珠光体
M: 马氏体

8.6 力学性能

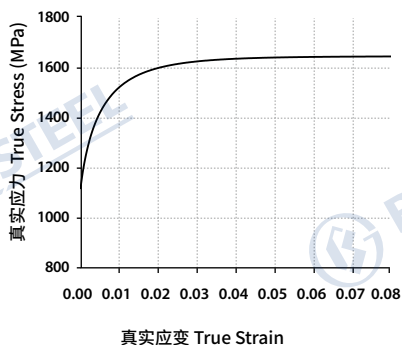
热冲压钢B1500HS热成形前的
力学性能

牌号 B1500HS
(HC950/1300HS)

厚度 (mm)	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	延伸率 (%)
1.8	324	506	30.1

注:性能数值为参考值

热冲压钢B1500HS热成形后的
硬化曲线



真实应变 True Strain

8.7 点焊性能

钢种	板厚 (mm)	电极 直径 (mm)	焊接 压力 (kN)	焊接 时间 (cyc)	可焊电流区间 (kA)			TSS		CTS	
					Min.	Max.	宽度	焊点 强度 (kN)	熔核 直径 (mm)	焊点 强度 (kN)	熔核 直径 (mm)
B1500HS	1.3	6	4.0	15	5.9	7.7	1.8	17.8	5.0	4.3	5.0
B1800HS	1.4	6	4.3	12	5.4	8.6	3.2	22.9	6.2	4.2	6.2

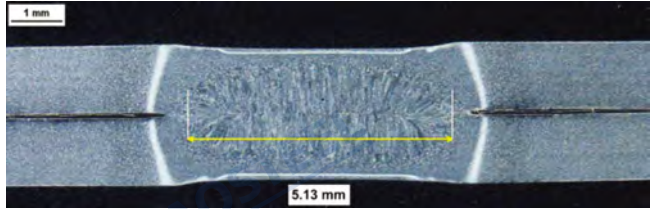
注:性能数值为参考值

■ 焊点金相

钢种

焊点金相图

B1500HS



B1800HS

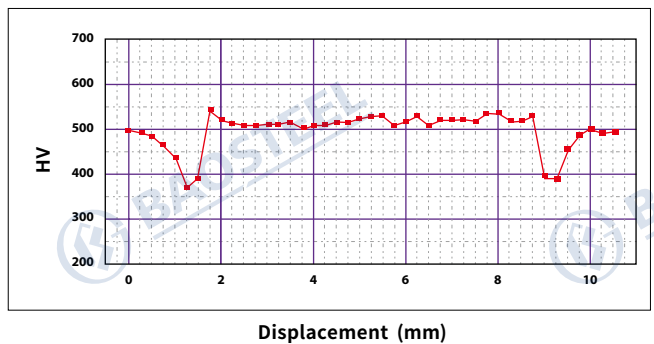


■ 焊点显微硬度分布

钢种

焊点显微硬度分布图

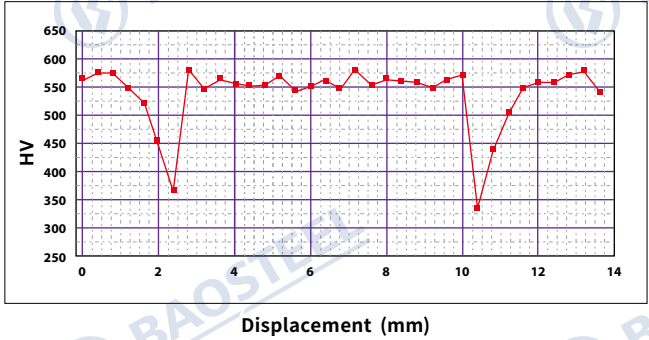
B1500HS



钢种

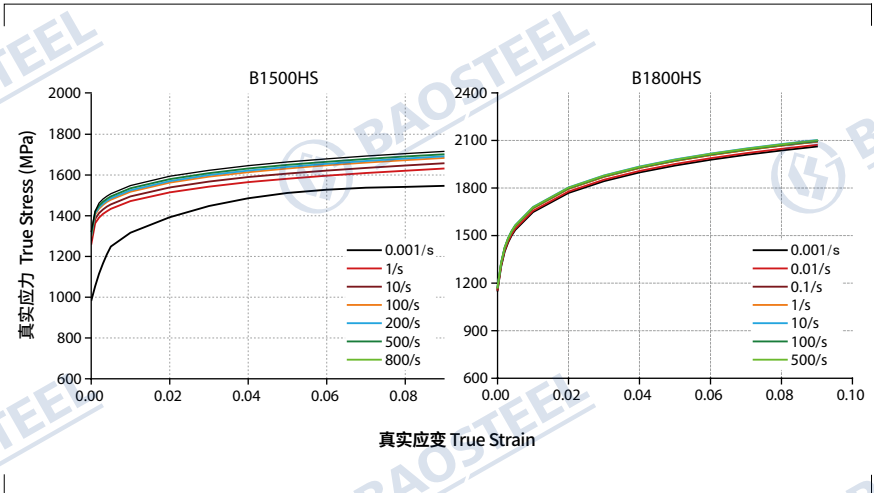
焊点显微硬度分布图

B1800HS



8.8 服役性能

8.8.1 动态力学性能



8.9 应用案例



热冲压前保险杠
(B1800HS, 厚度 1.2mm)

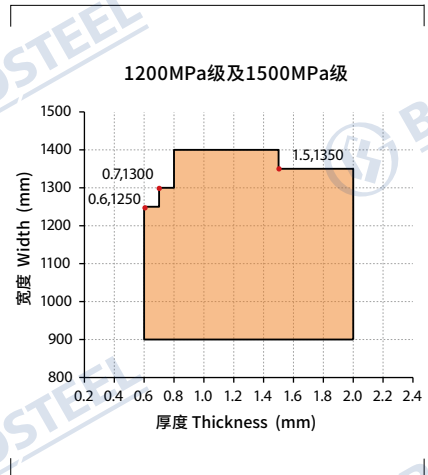
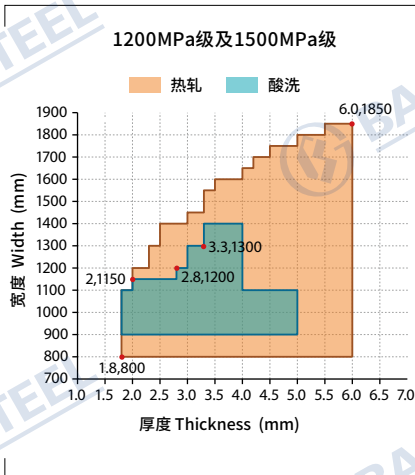


变强度热冲压 B 柱
(B1500HS, 厚度 1.2 mm)

8.10 可供规格

■ 热轧及酸洗热冲压钢可供规格范围

■ 冷轧热冲压钢可供规格范围



注: 所需材料规格如有超出, 可具体协商

高强钢零件产品与工艺 设计建议

9.1 产品形状的设计

高强钢具有抗拉、屈服强度高，延伸率、n 值、r 值低的特点，在成形上表现为回弹大、易开裂、易起皱等缺陷。产品设计要注意高强钢的特点，在设计理念及产品特征处理上应与软钢区分，以满足产品的可制造性和可调试性。

产品设计应重点
考虑满足以下几
方面要求：

- 1) 考虑成形方向，保证侧壁及特征的拉伸角度在拉伸方向上 6° 以上，使产品有足够的回弹处理角度；
- 2) 产品尽量设计成开口、形状简单的样式，考虑加工采用折弯或是压形的方式。缺陷少，且能简化后期的回弹处理；
- 3) 零件设计尽量避免剧烈的过渡或连接，过于剧烈的形状变化会引起起皱或开裂等缺陷，并且使回弹情况复杂化；
- 4) 对于拼焊或是变料厚板的零件设计，拼焊线或料厚过渡区放置在形状简单、无形状过渡或是形状过渡平缓的区域；
- 5) 与普通软钢的设计一样，高强钢也要注意产品边界的优化，保证修边状态和整个工艺方案的优化；
- 6) 产品圆角越大，成形结果越好，越容易避免起皱和开裂。但是零件圆角越大，回弹角度越大，尤其是“几”字形零件的上圆角和法兰处的圆角。在满足成形要求的前提下，圆角尽量做小，一般要求3倍厚度圆角；
- 7) 在产品合适的位置和区域增加加强筋，以减小或消除局部回弹；
- 8) 对高强钢板而言，过多的产品形状，尤其是很小的特征会极大增加成形力，增加模具的受力和生产的制造成本。合理的产品设计要尽量避免过多的形状和小特征。

9.2 冲压工艺设计

相对于普通软钢的成形工艺，高强钢的成形方案不仅要考虑成形过程可控，成形后零件无开裂、起皱等缺陷，而且还需要重点关注采用合理的方案减小其回弹，并且考虑后期调试时回弹可调、可控。

高强钢的工艺设计应重点关注以下几点：

- 1) 高强钢的拉延筋系数不易设置的过大，最好选用拉延槛的形式。由于高强钢抗拉、屈服强度高，拉延筋系数设置的太大，会导致成形拉延筋所需的压边力较大，从而导致拉延筋无法成形，压料面上的料压不住，造成起皱、堆料的状态。板料超过1.8mm时，一般不设置拉延筋；
- 2) 压料面设置要尽量保证拉延过程与凸模同时触料，凸模触料不均匀易导致制件扭曲；
- 3) 尽可能优化板料形状，压边圈上板料较多，会导致板料内应力大，造成制件扭曲等不规则回弹；
- 4) 对于带法兰、拉延深度较大的制件，法兰面放在凸模上比放在压边圈上侧壁的扭曲回弹小，但会降低材料利用率。对于此类零件，工艺上优先考虑将产品法兰做在凸模上，以减小侧壁的回弹；
- 5) 对于侧壁角度较小的零件，为了使后期调试有足够的回弹处理量，需要增加侧整形工艺；
- 6) 由于高强钢材料延伸率低，对于形状简单的制件，可优先考虑压形、折弯的工艺。这能减小回弹，并且使后期回弹容易处理。但同时需注意对于空间上有曲率且尺寸要求高的零件，要慎用此方法；
- 7) 高强钢零件应尽量一次成形。因为成形后零件会发生加工硬化，二次成形使得零件容易开裂、起皱。此外，高强钢成形力大，二次成形也容易造成制件应力重新分布，产生回弹；

8) 为控制回弹,可设计“stake bead”使在成形到底前对材料进行后拉伸,产生约2%的变形量,改变沿厚度方向的应力分布,对角度和卷曲回弹效果明显;

9) 对于制件重要的部位,例如焊接法兰区域,要尽量安排整形工序。在对零件表面进行校平的同时,也便于后期回弹处理的整改;

10) 为减少后期的回弹调试量,在设计阶段会结合经验和CAE的分析进行回弹处理。此时,回弹处理一定要基于工艺方案无成形缺陷、回弹趋势和数值稳定的前提进行。

9.3 冲压模具设计

对于高强板零件的模具设计,不仅要满足传统模具的要求,例如强度、刚度、可铸造、可加工制造性,同时还要充分考虑后期的回弹控制,采用合理的模具结构,使后期的回弹可实现更改容易、更改量小。

具体可从以下几方面注意:

1) 高强钢板成形力较大,对于模具结构中防侧向力的结构和挡墙需要考虑增加强度,避免因模具局部变形引起的模具间隙不稳定;

2) 高强钢板成形时,对于模具材料要求较高。一般所有的主机厂都会根据板件的材质和料厚对模具工作区域的材质做要求。材料流动较大的工作区域需要采用强度高、更耐磨的材料如SKD11等,及涂层如TD、复合PVD等;

3) 模具结构要充分考虑后期制件回弹处理的方案,对工作部分采用合理的安装、紧固方式,避免后期模具过大的补焊量;

4) 对于后序翻边、整形模具,要加大模具的压料力。避免由于压不紧料、板料流动引起的制件扭曲、回弹;

5) 高强钢对于修边冲孔模具有更高的要求:修边角度比普通钢板严格约 10° ;修边采取先后刃入的形式,以减小修冲力和现场噪声。

9.4 模具加工、调试和验收

高强钢板不仅对于模具材质有更高要求，而且对于镶块的热处理也提出更高的要求，镶块需要整体处理。要尽可能积累经验，控制热处理镶块变形量，尽可能减少火后加工量，甚至取消火后加工。

制定合理的模具加工顺序。对于高强钢板零件模具，在模具制造、加工周期允许的条件下，建议先把成形序的模具按顺序加工、调试。加工拉延模具——调试拉延模具——出件、激光切割制件——检测——加工成形模具（可根据制件检测结果做回弹补偿），待拉延、成形模具调试完毕后再扫描制件，做出制件修边冲孔模具数型。这样可以保证制件与模具的付型，同时减少一轮成形模具的调整量，节约加工、调试成本。

在模具调试阶段，对于高强钢板零件来说，最主要的工作是回弹的处理。

对于高强板的回弹处理及后期的模具验收可重点关注以下几方面：

- 1) 对于高强钢板零件的调试，由于材料屈服、抗拉强度波动较大，使用下限或上限性能的材料可能会使其回弹状态差别很大，应该尽可能使用典型值性能材料；
- 2) 对于回弹的处理一定是建立在模具和制件成形状态稳定的基础上。模具状态稳定主要体现在模具导向及着色状态合理、满足要求。制件成形状态稳定主要是指零件没有起皱、开裂等缺陷，板料大小、位置确定，材料流入量稳定，这些是做回弹处理的前提；
- 3) 对于绝大多数零件的同一个制件，其不同状态下的检测结果也会有较大差别。做回弹处理时，要花时间研究制件不同定位状态下的回弹结果，找到最理想的状态，再以此状态进行回弹处理。切勿为赶时间，盲目的用不合理的结果进行回弹处理；
- 4) 制件回弹状态确定后，要研究全工序的工艺、模具方案，找到最适合做回弹的模具工序，这样往往能以较小的改动量达到事半功倍的效果；
- 5) 对于高强板模具的验收，要重点关注零件和总成的焊接状态，摒弃关注单个零件合格率的观念。这样更有利于得到更好的制件和总成品质。必要时，可以通过放大不合理的公差要求或是更改与高强板配合的零件来达到优化车身连接的目的。

目前由于回弹计算的不准确性，无法从设计上避免后期的模具再加工，但是通过合理的零件优化，工艺优化，模具结构优化以及规范的加工、调试流程和规范，可以大大缩小高强钢回弹处理的更改量和周期，节约模具开发成本。未来，随着材料本构方程的研究及优化、CAE仿真精度的提高、加工调试手段及规范的发展，CAE软件能很准确的对回弹进行预测和补偿，在设计时对回弹进行处理、补偿，并且通过合理的加工、调试过程，使得到的零件尺寸精度满足设计需求。

宝钢试验设备



● 电子万能材料试验机

最大拉力200kN，配有非接触光学全场应变测量系统，可进行力学性能测定，获得工程应力应变曲线、n值、r值等数据。



● 成形试验机

最大成形力600kN，配有非接触光学全场应变测量系统，可完成成形极限、扩孔和杯突等试验。



● 高速拉伸试验机

最大载荷100kN，拉伸速度0.1m/s~20m/s，评估材料在不同应变速率下的力学性能。



● 高频疲劳试验机

最大静态载荷150kN，交变载荷75kN，共振疲劳0-300Hz，用于材料疲劳极限、S/N曲线等评测。



● 连接技术试验装备

包括激光拼焊试验机、点焊试验机、弧焊试验机、自穿铆接试验机、胶焊试验机、剪板机、冲孔机、凸焊机、缝焊机、对焊机等。



● 高强钢成形压机

可提供最大600t成形力和250t压边力。



● 零部件碰撞试验系统

最大速度64公里/小时，碰撞小车重量500公斤—900公斤。评估不同材料或不同工艺制成的零部件或模拟件的碰撞性能。



● 光学测量技术

含光学网格应变测量分析系统、光学三维全场应变测量系统、光学三维全场扫描系统、板材成形极限（FLC）测量分析系统。



● 仿真技术

成形与回弹分析：AutoForm、PAM-Stamp
 CAD造型设计：UG NX、CATIA
 CAE建模、网格划分、碰撞、回弹等分析：
 HyperWorks, LS-Dyna, ABAQUS, MSC/Marc等
 辊压工艺设计和有限元分析：COPRA RF/FEA
 焊接工艺设计和有限元分析：SORPAS
 产品工艺模拟：JMatPro

宝山钢铁股份有限公司中央研究院 汽车用钢开发与应用技术国家重点实验室

Research Institute (R&D Center) of Baoshan Iron & Steel Co., Ltd.
State Key Laboratory of Development and Application Technology of Automotive Steel

Copyright © 1985-2019 © BAOSTEEL. All rights reserved.
2019.01 印刷于中国上海/Printed in Shanghai China



慧创APP 宝钢慧选材
扫码了解更多