

T/CAAMTB

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

自卸汽车用热轧高强钢板或钢带应用技术 规范

Technical specification for application of hot-rolled high-strength steel plates or
strips for dump trucks

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发 布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	3
4 分类与分级.....	3
5 技术要求.....	5
6 高强钢应用推荐.....	7
7 试验方法.....	8
附录 A（规范性） 高强钢材料性能要求.....	11

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国汽车工业协会专用车分会提出。

本文件由中国汽车工业协会归口。

本文件起草单位：XXXX、XXXX、XXXX、XXXX

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX、XXX

自卸汽车用热轧高强钢板或钢带应用技术规范

1 范围

本文件规定了自卸汽车用热轧高强钢板或钢带应用规范，包括分类、技术要求、高强钢应用推荐和试验方法。

本文件适用于制造、设计采用定型二类底盘改装的自卸汽车上装，其他产品可以参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 222 钢的化学成分允许偏差
GB/T 228.1 金属材料拉伸试验第I部分：室温试验方法
GB/T 229 金属材料 夏比落锤冲击试验方法
GB/T 232 金属材料弯曲试验方法
GB/T 709 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 2975 钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备
GB/T 3273 汽车大梁用热轧钢板和钢带
GB/T 24186 工程机械用高强度耐磨钢板
GB/T 33963 载重汽车车厢厢体用钢板和钢带
GB 50017 钢结构设计标准
GB/T 50205 钢结构工程施工质量验收标准
GB 50661 钢结构焊接规范
JGJ/T 483 高强钢结构设计标准
QC/T 222 自卸汽车

3 术语和定义

QC/T 222界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

高强结构钢 High strength structural steel

抗拉强度 $\geq 500\text{MPa}$ 及以上的钢板或钢带。

3.2

高强耐磨钢 High strength wear-resistant steel

屈服强度 $\geq 1000\text{MPa}$ 、表面布氏硬度 $\text{HBW} \geq 300$ ，具有一定耐磨性的钢板。

3.3

胀厢 Bulging chamber

自卸汽车车厢侧板总成发生不可恢复的永久性变形的现象。

3.4

冲击凹陷量 Impact depression

自卸汽车在货物装载过程中，车厢底板总成在受到落石或外力冲击时所出现的不可恢复性的最大下陷尺寸。

4 分类与分级

4.1 车厢组成

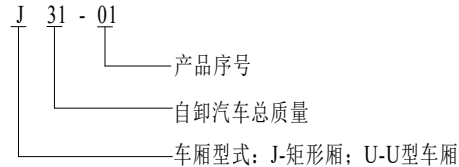
自卸车车厢结构包括前板总成、后板总成、侧板总成、底板总成和副车架总成等组件组成。

4.2 车厢命名与分类

4.2.1 命名规则

自卸汽车车厢按照车厢型式和总质量进行的区分。

示例：产品编号示例如下：



4.2.2 车厢分类

依据自卸汽车运输介质不同，自卸汽车车厢分类如表 1 所示。

表 1 自卸汽车车厢规格表

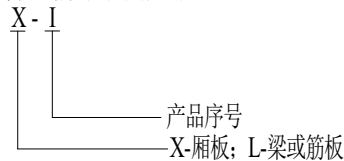
品名	型号	主要运输介质
矩型厢	J31-01	碎石、建筑垃圾
	J31-02	煤粉、砂石料
	J31-03	湿黏土
U型厢	U31-01	碎石、建筑垃圾
	U31-02	煤粉、砂石料
	U31-03	湿黏土

4.3 材料分级

4.3.1 分级规则

车厢结构各个总成结构由厢板、梁板和加强筋组成，根据材料应用部件的不同，以及加工工艺的区分，将自卸汽车用热轧高强度钢板或钢带分为厢体用板材（简称“厢板”）、梁或加强筋用板材（简称“梁或筋板”）。

示例：材料编号示例如下：



4.3.2 自卸汽车用高强度钢板或钢带等级划分见表 2。也可参照 GB/T 3273，GB/T 24186，GB/T 33963 标准。

表 2 高强度材料等级

类别	材料等级编号	标准牌号 ^b	弹性模量 ^a Mpa	屈服强度 Mpa	抗拉强度 Mpa	断后延伸率 %	表面布氏硬度HBW
厢板	X-I	550XT、 Q550D	205000	≥550	600~760	≥14	
	X-II	600XT	204790	≥600	650~820	≥13	
	X-III	700XT	210796	≥700	750~950	≥12	
	X-IV	850XT	210000	≥750	850~1000	≥10	
	X-V	NM400	204639	-	≥1200	≥10	370~430
	X-VI	NM450	207280	-	≥1250	≥7	420~480
	X-VII	NM500	209184	-	-	-	≥470
梁	J-I	510L	206000	≥355	510~650	≥24	
	J-II	600L	207000	≥500	600~760	≥18	

类别	材料等级编号	标准牌号 ^b	弹性模量 ^a Mpa	屈服强度 Mpa	抗拉强度 Mpa	断后延伸率 %	表面布氏硬度HBW
或 筋 板	J-III	700L	209343	≥600	700~880	≥14	
	J-IV	750L	210796	≥650	750~950	≥13	
	J-V	800L	207629	≥700	800~1000	≥12	
^a 弹性模量值仅供仿真设计时参考。 ^b 表中牌号为市场上常用的牌号，仅作为选材的参考。 注：车架纵横梁结构件用材不宜采用厢板用材取代。							

4.4 工况分级

4.4.1 本文件将自卸汽车使用工况分为城市道路（包括国道）、乡村道路及矿山土路三大类，各工况下安全系数宜满足表3给出的值。

表3 各工况的安全系数

工况	城市道路（包括国道）	乡村道路	矿山土路
安全系数	1.2~1.3	1.3~1.4	1.4~1.5

5 技术要求

5.1 材料要求

- 5.1.1 高强钢板或钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差满足 GB/T 709 的要求。
- 5.1.2 高强钢板或钢带化学成分的允许偏差应符合 GB/T 222 的要求。
- 5.1.3 高强钢板或钢带的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合附录 A 表 A.1 的要求。
- 5.1.4 高强钢板或钢带的力学性能和工艺要求应符合附录 A 表 A.2 的要求。
- 5.1.5 高强钢板或钢带的力学性能试验的取样和制备应符合 GB/T 2975 的要求。
- 5.1.6 高强钢板或钢带的性能检测应符合 GB/T228.1 要求。
- 5.1.7 高强钢板或钢带的冲击韧性检测应符合 GB/T 229 要求。
- 5.1.8 高强钢板或钢带的弯曲试验应符合 GB/T 232 的要求。

5.2 车厢性能要求

5.2.1 采用热轧高强钢板或钢带制作的自卸汽车车厢防胀厢性能应满足表4给出的值。

表4 胀厢要求尺寸

型号	使用时间 年	胀厢量 mm	参考使用工况
J31-01	≤2	≤15	城市道路（包括国道）
		≤16	乡村道路
		≤18	矿山土路
J31-02		≤10	城市道路（包括国道）
		≤12	乡村道路
		≤14	矿山土路
J31-03		≤10	城市道路（包括国道）
		≤10	乡村道路
		≤10	矿山土路
U31-01	≤15	城市道路（包括国道）	
	≤16	乡村道路	
	≤18	矿山土路	
U31-02	≤11	城市道路（包括国道）	
	≤11	乡村道路	
	≤12	矿山土路	

U31-03	≤ 10	城市道路（包括国道）
	≤ 10	乡村道路
	≤ 10	矿山土路

5.2.2 采用热轧高强钢制作的自卸汽车车厢底板抗砸性能应满足表 5 给出的值。

表 5 车厢凹陷量要求

型号	材料选用推荐				落石直径 mm	冲击凹陷量 mm
	底板选材推荐		副车架纵梁选材推荐			
	推荐材料等级	推荐材料厚度 mm	推荐材料等级	推荐材料厚度 mm		
J31-01	X-VI	7~8	J-IV	6	500	≤ 3
J31-02	X-VI	7~8	J-IV	6	300	
J31-03	X-VI、X-VII	6	J-III	5	100	
U31-01	X-V、X-VI	7~8	J-IV	6	500	
U31-02	X-VI	6	J-III	6	300	
U31-03	X-VI、X-VII	6	J-III	5	100	

5.3 车厢焊接要求

- 5.3.1 高强钢结构用焊接材料应符合 JGJ/T 483 的相关规定。
- 5.3.2 高强钢焊接时，焊缝的破口形式和焊缝连接的构造要求应符合 GB 50017 和 GB 50661 的相关规定。
- 5.3.3 焊接同类材料时，选用焊材与母材强度匹配应符合工艺和设计要求。遵循等强或低强匹配原则。
- 5.3.4 焊接过程中，气体流量控制在 15~25L/min。
- 5.3.5 同钢种进行焊接，所需预热和层间温度取决于最大厚度的钢板，不同钢种进行焊接，所需预热和层间温度由需要最高预热和层间温度的钢板决定。
- 5.3.6 高强钢焊接中，焊脚高度尺寸符合下列规定：
 ——若采用 50 公斤级焊材，焊脚高度宜采用 1.0~1.2 倍板厚且 $\geq 3\text{mm}$ ；
 ——若采用 70 公斤级焊材，焊脚高度宜采用 0.8~1.0 倍板厚且 $\geq 3\text{mm}$ 。
- 5.3.7 当环境温度低于 5℃、相对湿度大于 80%时，板厚小于 10mm 的高强钢在焊接时需预热 50~80℃；板厚大于 10mm，需预热到 100℃ 以下。
- 5.3.8 当环境温度低于 -20℃ 或湿度大于 95%时，高强钢不应进行焊接。
- 5.3.9 高强钢在焊接时，层间温度宜控制在 175℃ 以下。
- 5.3.10 板厚 10mm 以下的高强钢，焊接热输入范围宜为 0.8~1.5kJ/mm。
- 5.3.11 在车厢各总成结构焊接中，若存在 T 形焊缝，则需焊透。
- 5.3.12 屈服强度在 600MPa 及以上强度级别高强钢材料不应存在空间三轴交叉焊缝；焊接过程中不应过量焊接，尤其是屈服强度在 700MPa 以上钢材不应存在全框架拘束满焊。
- 5.3.13 屈服强度在 600MPa 及以上强度的高强钢材料不宜与 Q235 普材直接焊接。
- 5.3.14 焊接质量应符合 GB 50205 的要求。
- 5.3.15 自卸汽车车厢组件焊接应满足表 6 所给定的要求。

表 6 自卸汽车车厢组件焊接要求

类别	材料类别		焊接方式		焊材推荐	
			焊接方法	气体种类	承载位置	非承载位置
1	普材	高强钢	气保焊	纯CO2	500MPa级低合金高强钢焊丝	490-890MPa级低合金高强钢焊丝
2	高强结构钢	高强结构钢	气保焊或激光复合焊	富氩气	等强	
3	高强耐磨钢	高强结构钢			$\geq 620\text{MPa}$	
4	高强耐磨钢	高强耐磨钢			$\geq 700\text{MPa}$	

5.4 板材成形加工要求

- 5.4.1 高强钢宜采用冷加工的加工方式。
- 5.4.2 高强结构钢的冷加工后的变形量在矫直之后的变形量 $\leq 3\text{mm/m}$ ，高强耐磨钢的冷加工后的变形量在矫直之后的变形量 $\leq 5\text{mm/m}$ 。
- 5.4.3 高强钢在折弯时，需考虑回弹量及补偿值。
- 5.4.4 高强钢宜采用液压折弯机，不宜采用弯刀上模折弯高强耐磨钢。
- 5.4.5 高强耐磨钢若需要折弯，折弯外形角度应控制在 $100^\circ \sim 180^\circ$ 。
- 5.4.6 折弯高强耐磨钢时，宜选择单机或双机联动折弯机，折弯机的能力根据钢板长度和厚度而定，宜选择至少 ≥ 1000 吨及以上的折弯机能力。
- 5.4.7 在折弯过程中，宜采用板料无损伤的机床挡块定位方式进行折弯。
- 5.4.8 高强钢冷成形折弯角参考值应符合附录 A 表 A.2 给定的值。

5.5 等强替代要求

- 5.5.1 在采用高强钢替代普材过程中，应考虑各部件的加工工艺及成形特性。
- 5.5.2 在不考虑各总成结构刚强度的前提下，等强轻量化替代应符合公式（1）的计算。

$$\frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{ReL_1}{ReL_2}} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- t_1 ——轻量化前的板厚，单位为毫米（mm）；
- t_2 ——轻量化后的板厚，单位为毫米（mm）；
- ReL_1 ——轻量化前材料的屈服强度，单位为兆帕（MPa）；
- ReL_2 ——轻量化后材料的屈服强度，单位为兆帕（MPa）。

6 高强钢应用推荐

6.1 前板推荐规格

采用热轧高强钢的自卸汽车车厢前板板材推荐规格见表 7。

表 7 前板板材推荐规格

型号	前板选材推荐	
	推荐材料等级	推荐材料厚度 mm
J31-01	X-V	6
J31-02	X-VI	6
J31-03	X-VI	5
U31-01	X-VI	5
U31-02	X-VI	6
U31-03	X-VI	4

注：表格中各推荐值均为基础工况下，不同工况下可依据表3中安全系数进行核算。

6.2 后板推荐规格

采用热轧高强钢的自卸汽车车厢后板板材推荐规格见表 8。

表 8 后门板材推荐规格

型号	后门板选材推荐	
	推荐材料等级	推荐材料厚度 mm
J31-01	X-V	6
J31-02	X-VI	6
J31-03	X-VI	5

型号	后门板选材推荐	
	推荐材料等级	推荐材料厚度 mm
U31-01	X-VI	5
U31-02	X-VI	6
U31-03	X-VI	4

注：表格中各推荐值均为基础工况下，不同工况下可依据表3中安全系数进行核算。

6.3 侧板推荐规格

采用热轧高强钢的自卸汽车车厢侧板板材推荐规格，见表9。

表 9 侧板板材推荐规格

型号	侧板选材推荐	
	推荐材料等级	推荐材料厚度 mm
J31-01	X-V	6
J31-02	X-VI	6
J31-03	X-VI	5
U31-01	X-VI	5
U31-02	X-VI	6
U31-03	X-VI	4

注：表格中各推荐值均为基础工况下，不同工况下可依据表3中安全系数进行核算。

6.4 底板推荐规格

采用热轧高强钢的自卸汽车车厢底板板材推荐规格，见表10。

表 10 底板板材推荐规格

型号	底板选材推荐	
	推荐材料等级	推荐材料厚度 mm
J31-01	X-V	8
J31-02	X-VI	8
J31-03	X-VI	6
U31-01	X-VI	7
U31-02	X-VI	6
U31-03	X-VI	6

注：表格中各推荐值均为基础工况下，不同工况下可依据表3中安全系数进行核算。

6.5 副车架推荐规格

采用热轧高强钢的自卸汽车车厢副车架板材推荐规格，见表11。

表 11 副车架板材推荐规格

型号	副车架纵梁选材推荐		副车架横梁选材推荐	
	推荐材料等级	推荐材料厚度	推荐材料等级	推荐材料厚度
J31-01	J-IV	6	J-IV	6
J31-02	J-IV	6	J-IV	5
J31-03	J-IV	6	J-IV	4
U31-01	J-IV	6	J-IV	4
U31-02	J-III	6	J-III	3
U31-03	J-III	5	J-III	5

注：表格中各推荐值均为基础工况下，不同工况下可依据表3中安全系数进行核算。

7 试验方法

7.1 车厢胀厢量测量

7.1.1 试验载荷

车厢侧板总成上施加试验载荷应按公式(2)进行计算,每次测试时,试验载荷作用于试验部件上的时间不小于5 min。

$$F = \rho gh[\tan^2(45^\circ - 0.5\varphi)] + 0.1 \times \max\{\rho gh[\tan^2(45^\circ - 0.5\varphi)]\} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- F ——施加在侧板总成上的试验载荷,单位牛(N);
- ρ ——物料的密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);
- g ——重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s^2);
- h ——计算位置与侧板参考基准点的垂直距离,单位为米(m);
- φ ——物料与车厢间的摩擦角,单位为度($^\circ$)。

7.1.1.1 气袋应能承受试验要求的压力,膨胀后具有在加载方向上至少延伸500 mm的能力,并将试验载荷均匀的施加在试验部件要求的表面上。试验过程中,气袋支撑装置的面板不应出现塑性形变,且支撑装置的弹性形变不应影响试验的可行性。为减少试验误差,应先对试验部件施加50%的规定试验压力,随后将压力完全卸载,并将此时试验部件的实际位置作为测量形变的零点。

7.1.1.2 气袋支撑装置的面板距被测试部件的距离应不大于50 mm。

7.1.1.3 气袋试验压强计算按公式(3)进行。

$$P = \frac{F}{S} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- P ——气袋试验压强;
- F ——施加在侧板总成上的试验载荷;
- S ——试验载荷的加载面积。

7.1.2 气袋加载试验

将试验载荷通过气袋按图1所示均匀的施加在自卸车车厢侧板表面上,试验结束后,在侧板总成中间位置高度方向同一条垂线上分别选取上、中、下三个测量点,测量胀厢量最大值,测量三次,取算数平均值。

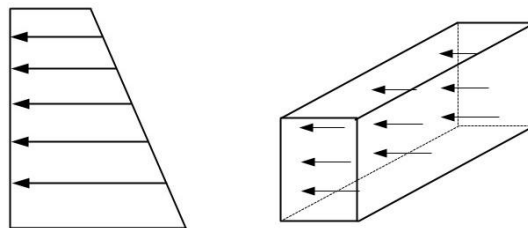


图1 车厢侧板加载示意图

7.2 车厢抗砸性测量

车厢抗砸性测量试验可采用下列任一方法进行:

- 1) 实车试验
- 2) 台架模拟试验

7.2.1 实车试验准备

试验地面为平坦的混凝土或沥青等地面,试验车辆处于驻车状态。

7.2.2 台架模拟试验准备

- a) 制作一块待测自卸汽车车厢底板总成试验样件。
- b) 以3.14:1的比例根据表5中落石直径制作实心钢球。

7.2.3 试验方法

7.2.3.1 实车试验方法

自卸汽车处于驻车状态停放在平整场地上，利用挖掘机将所选测试石块（石块直径按表6所示）举升置2 m高度自由落下，选取覆盖底板各区域的3个~5个点进行试验，测量试验样车底板上表面冲击位置凹陷量，取各个冲击点凹陷量的最大值。

7.2.3.2 台架模拟试验方法

将底板总成试验样件固定在刚性工装上，钢球从距样件表面2000 mm高度进行自由落体冲击，选取覆盖各区域的3个~5个点进行试验，测量试验样件上表面冲击位置凹陷量，取各个冲击点凹陷量的最大值。

附 录 A
(规范性)
高强钢材料性能要求

表 A.1 高强钢的牌号及化学成分 (熔炼分析)

牌 号	化 学 成 分 /%												
	C	Si	Mn	P	S	Als	Nb	Ti	V	Mo	B	Cr	Ni
Q550D	≤ 0.18	≤ 0.60	≤ 2.0	≤ 0.030	≤ 0.025	≥ 0.015	0.01- 0.11	0.006- 0.05	0.01- 0.12	≤ 0.30	≤ 0.004	≤ 0.80	≤ 0.80
510L	≤ 0.20	≤ 0.50	≤ 1.60	≤ 0.025	≤ 0.015	≥ 0.015	Nb+V+Ti≤0.22			≤ 0.50	--	≤ 0.30	≤ 0.30
600L	≤ 0.12	≤ 0.50	≤ 1.80	≤ 0.020	≤ 0.015	≥ 0.015	Nb+V+Ti≤0.22			≤ 0.50	--	≤ 0.30	≤ 0.30
700L	≤ 0.12	≤ 0.60	≤ 2.0	≤ 0.020	≤ 0.015	≥ 0.015	Nb+V+Ti≤0.22			≤ 0.50	--	≤ 0.30	≤ 0.30
750L	≤ 0.12	≤ 0.60	≤ 2.10	≤ 0.020	≤ 0.015	≥ 0.015	Nb+V+Ti≤0.22			≤ 0.50	--	≤ 0.30	≤ 0.30
800L	≤ 0.12	≤ 0.60	≤ 2.20	≤ 0.020	≤ 0.015	≥ 0.015	Nb+V+Ti≤0.22			≤ 0.50	--	≤ 0.30	≤ 0.30
550XT	≤ 0.12	≤ 0.50	≤ 1.80	≤ 0.020	≤ 0.025	≥ 0.015	≤ 0.09	≤ 0.15	≤ 0.20	--	≤0.005	≤ 0.30	≤ 0.30
600XT	≤ 0.12	≤ 0.60	≤ 1.90	≤ 0.020	≤ 0.025	≥ 0.015	≤ 0.09	≤ 0.15	≤ 0.20	≤ 0.50	≤0.005	≤ 0.30	≤ 0.30
700XT	≤ 0.12	≤ 0.60	≤ 2.0	≤ 0.020	≤ 0.025	≥ 0.015	≤ 0.09	≤ 0.15	≤ 0.20	≤ 0.50	≤0.005	≤ 0.30	≤ 0.30
850XT	≤ 0.12	≤ 0.60	≤ 2.1	≤ 0.020	≤ 0.025	≥ 0.015	≤ 0.09	≤ 0.22	≤ 0.20	≤ 0.50	≤0.005	≤ 0.30	≤ 0.30
NM400	≤ 0.30	≤ 0.70	≤ 1.60	≤ 0.025	≤ 0.010	≥ 0.010	--	≤ 0.05	--	≤ 0.50	0.0005~ 0.006	≤ 1.0	≤ 0.7
NM450	≤ 0.35	≤ 0.70	≤ 1.70	≤ 0.020	≤ 0.015	≥ 0.010	--	≤ 0.05	--	≤ 0.55	0.0005~ 0.006	≤ 1.0	≤ 0.8
NM500	≤ 0.38	≤ 0.50	≤ 1.70	≤ 0.020	≤ 0.015	≥ 0.010	--	≤0.05	--	≤ 0.65	0.0005~ 0.006	≤ 1.2	≤ 0.8

表 A.2 高强度力学性能和工艺性能

牌 号	拉伸试验 ^a			180° 弯曲 试验 ^c	夏比 V 型缺口冲击试验 ^d		布氏硬 度 HBW
	下屈服强 ^b ReL /MPa	抗拉强度 Rm /MPa	断后伸长率 A /% $L_0=5.65\sqrt{S_0}$	b≥35mm d—弯心直径 a—试样厚度	试验 温度/°C	冲击功 KV ₂ /J	
Q550D	≥550	670~830	≥16	d=2.0a	-20	≥47 (纵向) ≥27 (横向)	
510L	≥355 ^e	510~650	≥24	d=1.0a	-	-	
600L	≥500 ^e	600~760	≥18	d=1.5a	-	-	
700L	≥600 ^e	700~880	≥14	d=2.0a	-	-	
750L	≥650 ^e	750~950	≥13	d=2.0a	-	-	
800L	≥700 ^e	800~1000	≥12	d=2.0a	-	-	
550XT	≥550	600~760	≥14	d=1.5a	-20	≥27	
600XT	≥600	650~820	≥13	d=1.5a	-20	≥27	
700XT	≥700	750~950	≥12	d=2.0a	-20	≥27	
850XT	≥750	850~1000	≥10	d=2.0a	-20	≥27	
NM400	--	≥1200	≥10	d=8.0a	-20	≥24	370~430
NM450	--	≥1250	≥7	D=8.0a	-20	≥24	420~480
NM500	--	--	--	d=8.0a	--	--	≥470

^a 拉伸试验取横向试样。

^b 屈服现象不明显时, 采用 R_{p0.2}。

^c 弯曲试验取横向试样, 仲裁试验时试样宽度为 35mm。

^d 冲击试验取纵向试样, 公称厚度在 6mm 以下的钢板及钢带不进行冲击试验; 冲击试验仅当需方提出要求并在合同中注明时, 才进行冲击试验。

^e 当厚度大于 8.0mm 时, 屈服强度下限可降低 20MPa。