

第3篇 材 料

主要撰稿 王德夫 贺荣贵 王春光

韩学铨 李秀清

审 稿 成大先 王德夫

第1章 黑色金属材料

1 黑色金属材料的表示方法

钢铁产品牌号中表示化学元素的符号(GB221—79)

表3-1-1

元素名称	铬	镍	硅	锰	铝	磷	钨	钼	钒	钛	铜	铁	硼	钴	氮	铌	钽	钙	碳	稀土
国际化学符号	Cr	Ni	Si	Mn	Al	P	W	Mo	V	Ti	Cu	Fe	B	Co	N	Nb	Ta	Ca	C	RE

钢铁产品牌号中表示名称、用途、特性和工艺方法的符号(GB221—79)

表3-1-2

名 称	采用的汉字及其汉语拼音		采 用 符 号	符号所处位置
	汉 字	汉 语 拼 音		
碱性平炉炼钢用生铁	平	PING	P	牌号头
顶吹氧气转炉炼钢用生铁	顶	DING	D	牌号头
碱性空气转炉炼钢用生铁	碱	JIAN	J	牌号头
铸造用生铁	铸	ZHU	Z	牌号头
冷铸车轮用生铁	冷	LENG	L	牌号头
球墨铸铁用生铁	球	QIU	Q	牌号头
金属锰、金属铬	金	JIN	J	牌号头
氧化钨块	氧	YANG	Y	牌号头
甲类钢(普通碳素钢用)			A	牌号头
乙类钢(普通碳素钢用)			B	牌号头
特类钢(普通碳素钢用)			C	牌号头
氧气转炉(普通碳素钢用)	氧	YANG	Y	牌号中
碱性空气转炉(普通碳素钢用)	碱	JIAN	J	牌号中
易切削钢	易	YI	Y	牌号头
电工用热轧硅钢	电热	DIAN RE	DR	牌号头
电工用冷轧无取向硅钢	电无	DIAN WU	DW	牌号头
电工用冷轧取向硅钢	电取	DIAN QU	DQ	牌号头
电工用纯铁	电铁	DIAN TIE	DT	牌号头
碳素工具钢	碳	TAN	T	牌号头
滚珠轴承钢	滚	GUN	G	牌号头
焊接用钢	焊	HAN	H	牌号头
钢轨钢	轨	GUI	U	牌号头
铆螺钢(冷镦钢)	铆螺	MAO LUO	ML	牌号头
锚链钢	锚	MAO	M	牌号头
地质钻探钢管用钢	地质	DI ZHI	DZ	牌号头

名 称	采用的汉字及其汉语拼音		采 用 符 号	符号所处位置
	汉 字	汉 语 拼 音		
船用钢	船	CHUAN	C	牌号尾
汽车大梁用钢	梁	LIANG	L	牌号尾
矿用钢	矿	KUANG	K	牌号尾
压力容器用钢	容	RONG	R	牌号尾
多层式压力容器用钢	高层	GAO CENG	gC	牌号尾
桥梁钢	桥	QIAO	q	牌号尾
锅炉钢	锅	GUO	g	牌号尾
耐蚀合金	耐蚀	NAI SHI	NS	牌号头
精密合金	精	JING	J	牌号中
变形高温合金	高合	GAO HE	GH	牌号头
铸造高温合金			K	牌号头
铸 钢	铸钢	ZHU GANG	ZG	牌号头
轧辊用铸钢	铸辊	ZHU GUN	ZU	牌号头
灰铸铁	灰铁	HUI TIE	HT	牌号头
球墨铸铁	球铁	QIU TIE	QT	牌号头
可锻铸铁	可铁	KE TIE	KT	牌号头
耐热铸铁	热铁	RE TIE	RT	牌号头
沸腾钢	沸	FEI	F	牌号尾
半镇静钢	半	BAN	b	牌号尾
高 级	高	GAO	A	牌号尾
特 级	特	TE	E	牌号尾
超 级	超	CHAO	C	牌号尾

注：普通碳素钢的符号，已在国标GB700—88中有新规定，表中还有部分符号在有关标准中也有变动。

钢铁产品牌号表示方法举例(GB221—79、GB700—88)

表3-1-3

产 品 名 称	牌 号 举 例	牌 号 表 示 方 法 说 明
碳素结构钢 (GB700—88)	Q195	Q 235 - A · F 脱氧方法 — 不标此符号表示镇静钢(Z)或特殊镇静钢(TZ) — 标注b表示半镇静钢 — 标注F表示沸腾钢 质量等级代号, 共分A、B、C、D四等, 其区别见表3-1-7中的化学成分和脱氧方法及表3-1-8中的冲击试验 屈服点数值 — 代表“屈服点”
	Q215-A	
	Q215-B	
	Q235-A	
	Q235-B	
	Q235-C	
	Q235-D	
	Q255-A	
	Q255-B	
	Q275	

产品名称		牌号举例	牌 号 表 示 方 法 说 明
优质碳素钢	普通含锰量优质碳素结构钢	08F 45 20A	——表示平均含碳量为万分之几 08 F ——表示脱氧方法或化学元素符号 45 ——表示平均含碳量为0.45%的镇静钢 20 A ——表示平均含碳量为0.2%的高级优质碳素结构钢 40 Mn ——表示平均含碳量为0.4%、含锰量较高(0.70~1.00%)的镇静钢
	较高含锰量优质碳素结构钢	40Mn 70Mn	
	锅炉用优质碳素结构钢	20g	
碳素工具钢	普通含锰量碳素工具钢	T8 T12A	——表示“碳素工具钢” T ——表示平均含碳量为千分之几 8 ——表示平均含碳量为0.8%的碳素工具钢 T 12A ——表示平均含碳量为1.2%的高级优质碳素工具钢 T 8Mn ——表示平均含碳量为0.8%、含锰量较高(0.40~0.60%)的碳素工具钢
	较高含锰量碳素工具钢	T8Mn	
合金钢	低合金钢	16Mn 15MnV	数字 元素 数字 ... A 或符号 代 号 数字表示平均含碳量为万分之几(如16Mn表示平均含碳量为0.16%) 数字表示平均含碳量为千分之几(一个“0”表示含碳量<0.1%,两个“0”表示≤0.03%) 数字不予标出,但有“0”的含义与上同 牌号前加“G”表示“滚珠”平均含碳量≥1.00%时,数字不予标出,若平均含碳量<1.00%时,数字为千分之几 在钢号前加“H”表示焊接 数字为平均含碳的万分之几 最后标有符号“A”的钢号,表示磷和硫含量较低的高级优质钢 1. 平均合金含量<1.5%的钢号仅标明元素,如10MnPNbRE 2. 平均合金含量≥1.5~2.49%、2.50~3.49%、...、22.50~23.49%、...时,相应地写成2、3、...、23、... 3. 个别低铬合金工具钢的铬含量用千分之几表示,但在含量前加一“0”如Cr06 4. 高碳铬轴承钢的铬含量用千分之几 表示平均合金含量 按表3-1-1规定符号
	合金结构钢	30CrMnSi 38CrMoAlA	
	合金弹簧钢	60Si2Mn 50CrVA	
	不锈钢,耐酸钢,耐热钢	2Cr13 00Cr18Ni10 4Cr10Si2Mo 1Cr23Ni18	
	高电阻合金	Cr20Ni80Ti 0Cr25Al5	
	高速工具钢	W18Cr4V	
	合金工具钢	Cr12 4CrW2Si	
	滚珠轴承钢	GCr9	
	焊接用钢	H30CrMnSiA	
专门用途钢	锅炉钢 桥梁用钢 冷镦钢	20g 16q ML30CrMo	专门用途的普通碳素钢(如锅炉钢、桥梁钢等)、低合金钢或合金结构钢,基本上采用上述普通碳素钢的表示方法,但在牌号头部或末尾加注用途符号。例如铆螺钢标以16q ML30CrMnSi,桥梁钢标以16q

注: GB221—79中碳素结构钢的表示方法仍然是GB700—79的表示方法。

金属材料力学性能代号及其含义

表3-1-4

代 号	名 称	单 位	含 义
σ_b σ_{bc} σ_{bb}	抗拉强度 抗压强度 抗弯强度	MPa或 N/mm ²	材料试样受拉力时,在拉断前所承受的最大应力 材料试样受压力时,在压坏前所承受的最大应力 材料试样受弯曲力时,在破坏前所承受的最大应力
τ τ_b	抗剪强度 抗扭强度		材料试样受剪力时,在剪断前所承受的最大剪应力 材料试样受扭转力时,在扭断前所承受的最大剪应力
σ_s $\sigma_{0.2}$	屈服点 屈服强度		材料试样在拉伸过程中,负荷不增加或开始有所降低而变形继续发生的现象称为屈服,屈服时的最小应力称为屈服点或屈服极限 对某些屈服现象不明显的金属材料,测定屈服点比较困难,为便于测量,通常按其产生永久变形量等于试样原长0.2%时的应力称为屈服强度或条件屈服强度
σ_e σ_p	弹性极限 比例极限		材料能保持弹性变形的最大应力。真实的弹性极限难以测定,实际规定按永久变形为原长的0.005%时的应力值表示 在弹性变形阶段,材料所承受的和应变能保持正比的最大应力,称比例极限, σ_p 与 σ_e 两数值很接近,一般常互相通用
E G	弹性模量 切变模量		在比例极限的范围内,应力与应变成正比时的比例常数,衡量材料刚度的指标。 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \varepsilon \text{——试样纵向线应变}$ $G = \frac{\tau}{\gamma} \quad \gamma \text{——试样切应变}$
μ	泊松比	—	在弹性范围内,试样横向线应变与纵向线应变的比值 $\mu = \left \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right , \quad \varepsilon' = -\mu \varepsilon$ ε' ——试样横向线应变
σ_{-1}	疲劳极限	MPa或 N/mm ²	材料试样在对称弯曲应力作用下,经受一定的应力循环数 N 而仍不发生断裂时所能承受的最大应力。对钢来说,如应力循环数 N 达 $10^6 \sim 10^7$ 次仍不发生疲劳断裂时,则可认为随循环次数的增加,将不再发生疲劳断裂。因此常采用 $N = (0.5 \sim 1) \times 10^7$ 为基数,确定钢的疲劳极限
$\sigma_{1/10^4}$ $\sigma_{1/10^5}$ $\sigma_{0.2/200}$	蠕变极限		在一定的温度(通常在高温下)和恒定载荷作用下,材料在规定的时间(使用期间)内的蠕变变形量或蠕变速度不超过某一规定值的最大应力。符号右下角的分数中,分子表示规定的变形量的百分数,分母表示产生该变形量所经历的时间(小时)。 $\sigma_{1/10^4}$ 表示在10000小时产生1%变形量的应力,有时在符号的右上角标明试验温度,如 $\sigma_{2/10^4}^{600}$ 表示在600℃时在10000小时内产生2%变形量的应力
DVM	蠕变极限		加载后观测25~35小时,可允许的伸长速度为 $10 \times 10^{-4}\%$ /小时的应力
$\sigma_{b/10^4}$ $\sigma_{b/10^5}$ $\sigma_{b/200}$	持久极限		在一定的温度(通常在高温下),材料在恒定载荷作用时,在一定时间(使用期间)内材料破坏时的应力 符号右下角的分数中分母表示时间(小时)。有时在符号的右上角标明试验温度, $\sigma_{b/100}^{700}$ 表示在试验温度为700℃时,持久时间为100小时的应力

续表

代 号	名 称	单 位	含 义
δ δ_5 δ_{10}	伸长率(延伸率)	%	材料试样被拉断后, 标距长度的增加量与原标距长度之百分比 试样的标距等于5倍直径时的伸长率 试样的标距等于10倍直径时的伸长率
ψ	断面收缩率		材料试样在拉断后, 其断裂处横截面积的缩减量与原横截面积的百分比。 收缩率和伸长率均用来表示材料塑性的指标
a_{kU} 或 a_{kV}	冲击韧性值	J/cm ²	金属材料对冲击负荷的抵抗能力称为韧性, 通常都是以大能量的一次冲击值(a_{kU} 或 a_{kV})作为标准的。它是采用一定尺寸和形状的标准试样, 在摆锤式一次冲击试验机上来进行试验, 试验结果, 以冲断试样上所消耗的功(A_{kU} 或 A_{kV})与断口处横截面积(F)之比值大小来衡量。冲击试样的基本类型有: 梅氏、夏氏、艾氏、DVM等数种, 我国目前一般多采用 GB229—84《夏比U形缺口冲击试样》为标准试样, 也有采用GB2106—80《夏比V形缺口试样》的, 其形状、尺寸和试验方法参见GB229—84及GB2106—80国家标准中的规定。由于 a_k 值的大小, 不仅取决于材料本身, 同时还随试样尺寸、形状的改变及试验温度的不同而变化, 因而 a_k 值只是一个相对指标。目前国际上许多国家直接采用冲击功 A_k 作为冲击韧性的指标, 我国将逐步用 A_k 代替 a_k 工程上很多承受冲击载荷的机件, 在使用中很少因受大能量一次冲击而破坏的, 大多数是经千百万次的小能量多次重复冲击, 最后导致破坏。因此, 用 a_k 值来衡量材料的冲击抗力, 不符合实际情况, 所以, 有人建议用“小能量多次重复冲击试验”来测定材料承受冲击抗力的能力, 目前在这方面的试验方法和指标表示方法尚未标准化
A_{kU} 或 A_{kV}	冲击功	J	
HB (HBS或 HBW)	布氏硬度	N/mm ² (一般不标注)	硬度就是指金属抵抗硬的物体压入其表面的能力 用淬硬小钢球或硬质合金球压入金属表面, 保持一定时间待变形稳定后卸载, 以其压痕面积除以加在钢球上的载荷, 所得之商, 即为金属的布氏硬度数值。使用钢球测定硬度小于等于450HBS, 使用硬质合金球测定硬度小于等于650HBW(见GB231—84) 当试验力单位为N时, 布氏硬度值为: $HB = 0.102 \times \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $F \text{——钢球上的载荷, N,}$ $D \text{——钢球直径, mm,}$ $d \text{——压痕直径, mm}$
HRC	洛氏硬度C级	—	用1471N载荷, 将顶角为120°的圆锥形金刚石的压头, 压入金属表面, 取其压痕的深度来计算硬度的大小, 即为金属的HRC硬度, HRC用来测量HB=230~700的金属材 料, 主要用于测定淬火钢、调质钢等较硬的金属材料(见GB230—83, 下同)
HRA	洛氏硬度A级		指用588.4N载荷和顶角为120°的圆锥形金刚石的压头所测定出来的硬度, 一般用来测定硬度很高或硬而薄的金属材料, 如碳化物、硬质合金或表面淬火层, HRA用来测量HB>700的金属材 $HR = K - \frac{\overline{bd}}{0.002}$ 式中 K ——常数, HRC及HRA的 K 值=100, HRB的 K 值=130 $\overline{bd}$ ——压痕深度, mm, 0.002——试验机刻度盘上每一小格所代表的压痕深度, mm, 每一小格即表示洛氏硬度一度

续表

代 号	名 称	单 位	含 义
HRB	洛氏硬度B级	—	指用 980.7N 载荷和直径为 1.59mm (即 1/16in) 的淬硬钢球所测得的硬度。主要用于测定 HB = 60~230 这一类较软的金属材料, 如软钢、退火钢、正火钢、铜、铝等有色金属
HRN HRT	表面洛氏硬度	—	试验原理同上面洛氏硬度, 不同的是试验载荷较轻, HRN 的压头是顶角为 120° 金刚石圆锥体, HRT 的压头是直径为 1.5875mm 的淬硬钢球。二者的载荷均为 15kgf、30kgf 和 45kgf。二者的标注分别为 HRN15、HRN30、HRN45 和 HRT15、HRT30、HRT45。表面洛氏硬度只适用于钢材表面渗碳、渗氮等处理的表面层硬度, 以及较薄、较小试件的硬度测定, 数值比较准确 (见 GB1818—79)
HV	维氏硬度	N/mm ²	用 49.03~980.7N 以内的载荷, 将顶角为 136° 的金刚石四方角锥体压头压入金属的表面, 以其压痕面积除载荷所得之商, 即为维氏硬度值。HV 只适用测定很薄 (0.3~0.5mm) 的金属材料、金属薄镀层或化学热处理后的表面层硬度 (如镀铬、渗碳、氮化、碳氮共渗层等) (见 GB4340—84)
HS	肖氏硬度		以一定重量的冲头, 从一定的高度落于被测试样的表面, 以其冲头的回跳高度表示硬度的度量。适用于测定表面光滑的一些精密量具或不易搬动的大型机件

$$\left. \begin{matrix} \text{HRN} \\ \text{HRT} \end{matrix} \right\} = 100 - 1000t$$

式中 t ——表示主载荷与初载荷两次加载的压痕深度的差值, mm

$$HV = \frac{2P}{d^2} \cdot \sin \frac{136}{2}$$

$$= 0.1891 \frac{P}{d^2}$$

式中 P ——压头上的负荷, N;
 d ——压痕对角线长度, mm

常用材料极限强度的近似关系

表3-1-5

材 料 名 称	对 称 应 力 疲 劳 极 限			脉 动 应 力 疲 劳 极 限		
	拉压疲劳极限 σ_{-1}	弯曲疲劳极限 σ_{-1}	扭转疲劳极限 τ_{-1}	拉压脉动疲劳极限 σ_{01}	弯曲脉动疲劳极限 σ_0	扭转脉动疲劳极限 τ_0
结构钢	$\approx 0.3\sigma_b$	$\approx 0.43\sigma_b$	$\approx 0.25\sigma_b$	$\approx 1.42\sigma_{-1}$	$\approx 1.33\sigma_{-1}$	$\approx 1.5\tau_{-1}$
铸 铁	$\approx 0.225\sigma_b$	$\approx 0.45\sigma_b$	$\approx 0.36\sigma_b$	$\approx 1.42\sigma_{-1}$	$\approx 1.35\sigma_{-1}$	$\approx 1.35\tau_{-1}$
铝合金	$\approx \frac{\sigma_b}{6}$ + 73.5MPa	$\approx \frac{\sigma_b}{6}$ + 73.5MPa	$\approx (0.55 \sim 0.58)\sigma_{-1}$	$\approx 1.5\sigma_{-1}$		

注: 本表数据仅供参考。

硬度与强度换算经验公式

表3-1-6

材料种类	经验公式	备注	材料种类	经验公式	备注
未淬硬钢	$\sigma_b = 0.362HB$ $\sigma_b = 0.345HB$ $\sigma_b = 2.64 \times 10^3 / 130 - HRB$ $\sigma_b = 2.51 \times 10^3 / 130 - HRB$	HB < 175 HB > 175 HB < 90 100 < HRB < 90	调质合金钢	$\sigma_b = 0.325HB$	
淬硬钢	$\sigma_b = \frac{1}{3}HB = 2.1HS$ $= 3.2HRC$ $\sigma_{bb} = \frac{1}{2}\sigma_b$		灰口铸铁	见GB9439—88	
碳钢	$\sigma_b = 0.36HB$ (低碳) $\sigma_b = 0.34HB$ (高碳)		正火球墨铸铁	$\sigma_b = 0.3HB$	
铸钢	$\sigma_b = (0.3 \sim 0.4)HB$ $\sigma_b = 8.61 \times 10^3 / 100 - HRC$ $\sigma_b = (0.354 - 0.79B)HV$	HRC > 40 $S = \frac{\sqrt{2}}{D}$ S——压痕边长 D——压痕对角线长	有色金属	$\sigma_b = C \times HB$ C的数据如下: 纯铝C = 0.27, 铝C = 0.29, 锡C = 0.29, 纯铜C = 0.55, 硬铝C = 0.36, 黄铜C = 0.35, 铸铝C = 0.362	未经热处理

注: 1. 本表数据仅供参考。
2. σ_b 的单位为kgf/mm²。

2 钢铁材料的分类及技术条件

2.1 一般用钢

碳素结构钢

表3-1-7 碳素结构钢的化学成分(GB700—88)

牌 号	等级	化 学 成 分, %				脱氧方法	与旧标准 GB700—79 牌号对照	用 途
		C	Mn	Si	S P			
Q195	—	0.06~0.12	0.25~0.50	0.30	0.050 0.045	F、b、Z	见注3	载荷小的零件、铁丝、垫铁、垫圈开口销、拉杆、冲压件及焊接件
Q215	A	0.09~0.15	0.25~0.55	0.30	0.050 0.045	F、b、Z	A2	拉杆、套圈、垫圈、渗碳零件及焊接件
	B				0.045		C2	
Q235	A	0.14~0.22	0.30~0.65*	0.30	0.050 0.045	F、b、Z	A3	金属结构件, 心部强度要求不高的渗碳或氮化零件, 拉杆、连杆、吊钩、车钩、螺栓、螺母、套筒、轴及焊接件, C、D级用于重要的焊接结构
	B	0.12~0.20	0.30~0.70*	0.30	0.045		C3	
	C	≤0.18	0.35~0.80		0.040 0.040	Z	—	
	D	≤0.17			0.035 0.035	TZ	—	
Q255	A	0.18~0.28	0.40~0.70	0.30	0.050 0.045	Z	A4	转轴、心轴、吊钩、拉杆、摇杆楔等强度要求不高的零件, 焊接性尚可。
	B				0.045		C4	
Q275	—	0.28~0.38	0.50~0.80	0.35	0.050 0.045	Z	C5	轴类、链轮、齿轮、吊钩等强度要求较高的零件

注: 1. 本标准适用于一般结构钢和工程用热轧钢板、钢带、型钢、棒钢。该产品可供焊接、铆接、栓接构件用, 一般在供应状态下使用。钢材一般以热轧状态交货, 根据需方要求, 也可正火处理交货(但A级钢材除外)。
2. *表示Q235A、B级沸腾钢锰含量上限为0.60%。
3. Q195不分等级, 化学成分和力学性能(σ_b 、 δ_5 、冷弯)均须保证, 但轧制薄板、盘条的力学性能, 在有关标准中另有规定。Q195的化学成分与旧标准的B1同, 力学性能与A1同。
4. 镇静钢脱氧完全, 性能较半镇静钢和沸腾钢优良。沸腾钢脱氧不完全, 化学成分不均匀, 内部杂质较多, 抗腐蚀性和机械强度较差, 冲击韧性较低, 冷脆倾向及时效敏感较大, 不适于高冲击负荷和低温下工作。但成材率高, 成本低, 没有集中缩孔, 表面质量及深冲性能好, 一般结构可大量采用。半镇静钢脱氧程度介于镇静钢与沸腾钢之间。

表3-1-8 碳素结构钢的力学性能 (GB700-88)

牌 号	等级	拉 伸				试 验				冲 击 试 验		冷 弯 试 验 $B=2a, 180^\circ$							
		$\sigma_s, N/mm^2$				$\sigma_b, N/mm^2$				$\delta_5, \%$		钢 材 厚 度 (直 径), mm		A _{KV} (纵向) J	试 样 方 向	钢 材 厚 度 (直 径), mm			
		钢 材 厚 度 (直 径), mm				钢 材 厚 度 (直 径), mm				钢 材 厚 度 (直 径), mm		弯 心 直 径 d							
		≤ 16	>16 40	>40 60	>60 100	≤ 16	>16 40	>40 60	>60 100	≤ 16	>16 40	>40 60	>60 100			60	$>60 \sim 100$	$>100 \sim 200$	
		不 小 于				不 小 于				不 小 于		不 小 于		不 小 于		不 小 于			
Q195	—	(195)	—	—	—	—	—	—	315~390	33	32	—	—	—	Q195	纵	0	—	
																横	0.5a	—	
Q215	A	215	205	195	185	175	165	335~410	31	30	29	28	27	26	Q215	纵	0.5a	1.5a	2a
	B															横	a	2a	2.5a
Q235	A															纵	a	2a	2.5a
	B																		
	C	235	225	215	205	195	185	375~460	26	25	24	23	22	21	Q235				
	D															横	1.5a	2.5a	3a
Q255	A	255	245	235	225	215	205	410~510	24	23	22	21	20	19	Q255		2a	3a	3.5a
	B																		
Q275	—	275	265	255	245	235	225	490~610	20	19	18	17	16	15	Q275		3a	4a	4.5a

优质碳素钢

表3-1-9 优质碳素结构钢的化学成分和力学性能(GB699—88、JB/ZQ4287—86)

钢组	钢号	化 学 成 分, %					标准号	热处 理	截面尺寸 mm	力 学 性 能					交货状态 HB		特 性 和 用 途			
		C	Si	Mn	P	S				Cr	Ni	σ_b N/mm ²	σ_s ($\sigma_{0.2}$)	δ_5	ψ	A _{KU}		J	未热 处理	退火钢
普 通 合 金 钢	08F	0.05~0.11	≤0.03	0.25~0.50	0.035	0.035	0.10	0.25	GB699—88	25 试样毛坯	295	175	35	60	—	131	这种钢强度不大,而塑性和韧性甚高,有良好的冲压、拉伸和弯曲性能,焊接性好。可作强度要求不高的渗碳件和氮化零件;套筒、短轴、离合盘			
	08	0.05~0.12	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.035	0.10	0.25			325	195	33	60	—	131				
	10F	0.07~0.14	≤0.07	0.25~0.50	0.035	0.035	0.15	0.25			315	185	33	55	—	137				
	10	0.07~0.14	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.035	0.15	0.25			335	205	31	55	—	137				
	15F	0.12~0.18	≤0.07	0.25~0.50	0.035	0.035	0.25	0.25			355	205	29	55	—	143				
量 产 钢	15	0.12~0.18	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.035	0.25	0.25	正火	375	225	27	55	—	143	作塑性好的零件;管子、垫片。心部强度要求不高的渗碳和氮化零件;套筒、短轴、靠模、离合器等。焊接性好。塑性、韧性和冷冲性能均较好,但强度较低。用于受力不大的韧性要求较高的零件、渗碳处理的紧固件、冲模钢件及不要热处理的法兰盘及化工容器、蒸汽锅炉、冷拉或正火状态的切削性能比退火状态好				
	20	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.035	0.25	0.25		410	245	25	55	—	156					
	S20	0.17~0.24	0.15~0.40	0.30~0.60	0.045	0.045	0.35	0.30		400~550(235)	27	—	—	43	软化退火 ≤156					
钢																	冷变形塑性高,一般供弯曲、压延用,为了获得好的深冲压延性能,板材应正火或高温回火。用于不经受很大应力而要求很大韧性的机械零件,如连杆、轴套、螺栓、起重钩等。还可用于表面硬度高而心部强度要求不高的渗碳与氮化零件,冷拉或正火状态的切削加工性能较退火状态好			

续表

钢 组	钢 号	化 学 成 分, %						热 处 理	截 面 尺 寸 mm	力 学 性 能				交货状态		特 性 和 用 途	
		C	Si	Mn	P	S	Cr			Ni	σ_b ($\sigma_{0.2}$) N/mm ²	δ_5 %	ψ %	A_kU J	未 热 处 理		退火钢 处理
普 通 含 锰 量 钢																	
25		0.22 ~0.30	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	0.035	0.035	0.25	0.25	GB699— 88	试样毛坯25	450	275	23	50	71	170	性能与20号钢相似, 钢的焊接性及冷应变更均高, 无回火脆性倾向, 用于制造焊接设备, 以及经锻造、热冲压和机械加工的承受高应力的零件如轴、轴套、轴套圈、螺栓、螺母
		0.22 ~0.30	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	0.035	0.035	0.35	0.30	JB/ZQ 4287—86	≤100 101~300 301~500	420 390 380	235 215 205	22 20 18	50 48 40	39 31 31	111~170	
		0.27 ~0.35	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	0.035	0.035	0.25	0.25	GB699— 88	试样毛坯 25	490 530	295 315	21 20	50 45	63 55	179 197	
30		0.32 ~0.40	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	0.035	0.035	0.25	0.25	GB699— 88	≤100 101~250 251~500 501~1000	480~670 (270) 460~650 (245) 460~610 (245) 480~610 (245)	19 (245) (245) (245)	17 — 17	— — 17	38 38 34 31	软化退火 ≤183	有较好的塑性和适当的强度, 多在正火和调质状态下使用。焊后回火处理, 一般不作焊接。用于制造曲轴、连杆、飞轮、机身、法兰、螺栓、螺母
		0.32 ~0.40	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	0.035	0.035	0.25	0.25	GB699— 88	10~40 40~100	600~750 (370) 550~700 (320)	19 (320) (320)	40 45	40 40	217 187		
		0.32 ~0.40	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	0.035	0.035	0.25	0.25	GB699— 88	调质	570	335	19	45	47	217 187	
S35		0.37 ~0.45	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	0.035	0.035	0.25	0.25	GB699— 88	试样毛坯 25	600	355	16	40	39	229	强度较高, 塑性和韧性尚好用于制力承受较大的小截面调质件和应强度要求不高的表面淬火件, 如曲轴、传动轴、齿轮、蜗杆、键、销等。水淬时有形成裂纹的倾向, 形状复杂的零件应在热水或油中淬火。焊接性差
		0.37 ~0.45	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	0.035	0.035	0.25	0.25	GB699— 88	≤100 101~250 251~500 501~1000	580~770 (305) 560~750 (275) 560~720 (275) 560~720 (275)	17 (275) (275) (275)	15 — 15	31 31 27 24	软化退火 ≤207	197	
		0.42 ~0.50	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	0.035	0.035	0.25	0.25	GB699— 88	16~40 40~100	650~800 (430) 630~780 (370)	16 (370) (370)	35 40	30 30	软化退火 ≤207 表淬HRC ≥55~61	197	
40		0.42 ~0.50	0.15 ~0.40	0.50 ~0.80	0.045	0.045	0.35	0.30	JB/ZQ 4287—86	调质	650~800 (430) 630~780 (370)	16 (370) (370)	35 40	30 30	软化退火 ≤207 表淬HRC ≥55~61	197	有较高的强度, 加工性良好, 冷变形时塑性中等, 焊接性差, 焊前须预热, 焊后应热处理。多在正火和调质状态下使用, 用于制造轴子、轴、曲柄销、活塞杆等
		0.42 ~0.50	0.15 ~0.40	0.50 ~0.80	0.045	0.045	0.35	0.30	JB/ZQ 4287—86	正火	570	335	19	45	47	217 187	
		0.42 ~0.50	0.15 ~0.40	0.50 ~0.80	0.045	0.045	0.35	0.30	JB/ZQ 4287—86	正火 + 回火	600	355	16	40	39	229 197	
S45		0.42 ~0.50	0.15 ~0.40	0.50 ~0.80	0.045	0.045	0.35	0.30	JB/ZQ 4287—86	调质	650~800 (430) 630~780 (370)	16 (370) (370)	35 40	30 30	软化退火 ≤207 表淬HRC ≥55~61	197	有较高的强度, 加工性良好, 冷变形时塑性中等, 焊接性差, 焊前须预热, 焊后应热处理。多在正火和调质状态下使用, 用于制造轴子、轴、曲柄销、活塞杆等
		0.42 ~0.50	0.15 ~0.40	0.50 ~0.80	0.045	0.045	0.35	0.30	JB/ZQ 4287—86	正火	570	335	19	45	47	217 187	
		0.42 ~0.50	0.15 ~0.40	0.50 ~0.80	0.045	0.045	0.35	0.30	JB/ZQ 4287—86	正火 + 回火	600	355	16	40	39	229 197	

续表

钢组	钢号	化 学 成 分, %						标准号	热 处 理	截面尺寸 mm	力 学 性 能					交货状态 HB		特 性 和 用 途																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		C			P						S	Cr	Ni	σ_b	σ_s ($\sigma_{0.2}$)	δ_5	ψ		A _{KU}	退火	热处理																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		Si	Mn		N/mm ²	%	J																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		≤											≤																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
普 通 合 锰 钢	50	0.47 ~0.55	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	0.035	0.035	0.035	0.25	0.25	0.25	GB699—88	正火	试样毛坯 25	630	375	14	40	31	241	207	强度高, 塑性、韧性较差、切削性中等, 焊接性差, 水淬有形成裂纹倾向。一般正火, 调质状态下使用, 动作要求较高强度、耐磨性或弹性, 如齿轮、轧辊、机床主轴、连杆、次要弹簧等																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	55	0.52 ~0.60	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	0.035	0.035	0.035	0.25	0.25	0.25	JB/ZQ 4287—86	正火 + 回火	≤100 101~300 301~500	645	380	13	35	—	255	217																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	60	0.57 ~0.65	0.17 ~0.37	0.50 ~0.80	0.035	0.035	0.035	0.25	0.25	0.25	GB699—88	正火	试样毛坯25	675	400	12	35	—	255	229																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	S60	0.57 ~0.65	0.15 ~0.40	0.60 ~0.90	0.045	0.045	0.045	0.35	0.30	0.30	JB/ZQ 4287—86	正火 + 回火	≤100 101~250 251~500 501~1000	650~920 630~880 630~830 630~830	(380) (375) (355) (345)	14	—	—	—	—		—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
												调质	16~40 40~100	750~900 1700 ~850	(500) (430)	14	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

强度较70号钢稍高, 而弹性略低, 其他性能相近, 淬透性仍较差。用作制造截面不大(一般≤20mm)承受强度不太高的板簧、螺旋弹簧以及要求耐磨的零件

续表

钢组	钢号	化 学 成 分, %						标准号	热 处 理	截面尺寸 mm	力 学 性 能					交货状态 HB		特 性 和 用 途	
		C	Si	Mn	P	S	Cr				Ni	σ_b N/mm ²	σ_s ($\sigma_{0.2}$)	δ_5	ψ	A_{KU}	退火		热处 理
≤																			
较 高	15Mn	0.12 ~0.19	0.17 ~0.37	0.70 ~1.00	0.035	0.035	0.25	0.25			410	245	23	55	—	133		是高锰低碳渗碳钢, 性能与15号钢相似, 但淬透性、强度和塑性比15号钢高。用以制造心部机械性能要求高的渗碳零件, 如凸轮轴、齿轮、联轴器等, 焊接性尚可	
	20Mn	0.17 ~0.24	0.17 ~0.37	0.70 ~1.00	0.035	0.035	0.25	0.25			450	275	24	50	—	107			
	25Mn	0.22 ~0.30	0.17 ~0.37	0.70 ~1.00	0.035	0.035	0.25	0.25			490	295	22	50	71	207			
	30Mn	0.27 ~0.35	0.17 ~0.37	0.70 ~1.00	0.035	0.035	0.25	0.25			540	315	20	45	63	217	187		
	35Mn	0.32 ~0.40	0.17 ~0.37	0.70 ~1.00	0.035	0.035	0.25	0.25			560	335	19	45	55	229	197		
合 锰 量	40Mn	0.37 ~0.45	0.17 ~0.37	0.70 ~1.00	0.035	0.035	0.25	0.25			590	355	17	45	47	229	207	可在正火状态下应用, 也可在淬火与回火状态下应用。切削加工性好。冷变形时的塑性中等。焊接性不良。用以制造承受疲劳负荷的零件, 如轴、螺钉及高应力下工作的螺栓、螺母等	
	45Mn	0.42 ~0.50	0.17 ~0.37	0.70 ~1.00	0.035	0.035	0.25	0.25	GB699—88	正火	620	375	15	40	39	241	217		
	50Mn	0.48 ~0.56	0.17 ~0.37	0.70 ~1.00	0.035	0.035	0.25	0.25			645	390	13	40	31	255	217		
	60Mn	0.57 ~0.65	0.17 ~0.37	0.70 ~1.00	0.035	0.035	0.25	0.25			695	410	11	35	—	269	229		
钢																		用作受磨损的零件, 转轴、心轴、齿轮、离合杆、螺栓、螺母、还可做离合器、花键轴、万向节、凸轴、曲轴、汽车后轴、地脚螺栓等。焊接性较差。	
																		弹性、强度、硬度均高, 多在淬火与回火后应用; 在某些情况下也可在正火后应用。焊接性差。用于制造耐磨性要求很高、在高负荷作用下的热处理零件, 如齿轮、凸轮轴、摩擦盘和截面在80mm以下的心轴等	
																		强度较高, 淬透性较碳钢高, 弹性好, 脱碳倾向小; 但有回火脆性。易于产生淬火裂纹, 并有回火脆性。用于制造螺旋弹簧、板簧, 各种扁、圆弹簧, 弹簧环、片, 以及冷拔钢丝 (≤7mm) 和发条	

续表

钢 组	钢 号	化 学 成 分, %						热 处 理	截面尺寸 mm	力 学 性 能				交货状态 HB		特 性 和 用 途		
		C	Si	Mn	P	S	Cr			Ni	σ_b	σ_s ($\sigma_{0.2}$)	δ_5	ψ	A_{KU}		未 退 火 处 理	退 火 处 理
		$\leq$							$\geq$				$\leq$					
较高含锰量钢	65Mn	0.62 ~0.70	0.17 ~0.37	0.80 ~1.20	0.035	0.035	0.25	0.25	735	430	9	30	—	285	220	强度高, 淬透性较大, 脱碳倾向小, 但有过热敏感性, 易生淬火裂纹, 并有回火脆性。适宜制较大尺寸的各种扁、圆弹簧, 发条, 以及其他经受摩擦的农机零件, 如犁、切刀等, 也可制作轻载汽车离合器弹簧		
	70Mn	0.67 ~0.75	0.17 ~0.37	0.90 ~1.20	0.035	0.035	0.25	0.25	785	450	8	30	—	285	220			

注: 1. GB699—88标准适用于直径或厚度 ≤ 250 mm的优质碳素结构钢热轧和锻制条钢(圆钢、方钢、扁钢、六角钢等), 其化学成分亦适用于锭、坯及其制品。

2. 表中所列GB699的力学性能仅适用于截面尺寸不大于80mm的钢材, 对于大于80mm的钢材, 允许其伸长率(δ_5)、断面收缩率(ψ)按表中规定分别降低2个单位及5个单位。用尺寸大于80~120mm的钢材改锻(轧)成70~80mm的试样取样检验时, 其试验结果应符合表中规定。

3. GB699规定的力学性能系用正火毛坯制成的试样测定的纵向力学性能(不包括冲击韧性), 25~50钢、25Mn~50Mn钢的冲击韧性, 系用热处理(淬火+回火)毛坯制成试样测定, 根据需方要求才测定。但氧气管炉钢其冲击韧性应符合表中规定。直径小于16mm的圆钢, 厚度小于、等于12mm的方、扁钢不作冲击韧性试验。

75、80及85钢的力学性能系用留有加工余量的试样进行热处理(淬火+回火)而得。

4. 重标JB/ZQ4287—86的数据, 系钢件热处理后取纵向试样而得的力学性能。重标钢号前面的“S”符号表示采用联邦德国西马克公司(SMS)的钢号。

5. 冲击功栏中DYM表示按西德标准DIN50115《金属材料试验缺口冲击韧性试验》的规定, 在DYM试样上测定的数据。

表3-1-10 优质碳素钢高温力学性能

钢 号	高 温 短 时 力 学 性 能						蠕 变 极 限					持 久 极 限					
	温度, °C	20	100	200	300	400	温度, °C	400	450	475	500	550	温度, °C	400	450	475	500
08	材料状态	含0.07%C, 0.1%Si, 0.27%Mn, 热轧状态					材料状态	含0.08%C, 正火状态, HB = 85~90									
	σ_b σ_s	310 180	300 200	395 205	380 105	275 90	$\sigma_{1/10^4}$ $\sigma_{1/10^5}$	110 75	70 50		40 25	25 15					
10	材料状态	含0.11%C, 0.24%Si, 0.55%Mn, 900~920°C正火					材料状态	同 左									
	σ_b $\sigma_{0.2}$	420 260	400 210	485 220	515 180	375 170	$\sigma_{1/10^4}$ $\sigma_{1/10^5}$	110 75~85	70 45~50	30	40 20~25	25 15					
15	材料状态	含0.18%C, 0.31%Si, 0.57%Mn, 900~920°C正火					材料状态	含0.15%C, 正火, HB = 100									
	σ_b $\sigma_{0.2}$	455 245		520 230	530 230	430 185	$\sigma_{1/10^4}$ $\sigma_{1/10^5}$	125 90	80 55		45 30	25 15					
20	材料状态	含0.19%C, 0.24%Si, 0.61%Mn, 880~900°C正火					材料状态	同 左					材料状态	同 左			
	σ_b $\sigma_{0.2}$	500 320	294	490 275	520 205	410 200	$\sigma_{1/10^5}$	100	50	35	25	15	$\sigma_b/10^4$ $\sigma_b/10^5$	120 75	85 60	60 40	
25	材料状态	含0.28%C, 0.25%Si, 0.64%Mn, 热轧状态					材料状态	同 左									
	σ_b $\sigma_{0.2}$	490 320	500 330	560 325	540 200	465 165	$\sigma_{1/10^4}$	135	80		45	(425°C) 100					
35	材料状态	含0.36%C, 0.19%Si, 0.53%Mn					材料状态	含0.33%C									
	σ_b $\sigma_{0.2}$	535 325	505 305	580 305	580 205	500 185	$\sigma_{1/10^4}$ $\sigma_{1/10^5}$	425°C 110 70	480°C 70 35	510°C 50 20	540°C 35 15	650°C 5					
45	材料状态	含0.47%C, 0.21%Si, 0.49%Mn, 920°C正火					材料状态	同 左					材料状态	同 左			
	σ_b $\sigma_{0.2}$	625 360	595 330	690 350	715 260	560 225	$\sigma_{1/10^4}$ $\sigma_{1/10^5}$	110 80	75 45		40 25	25 20	$\sigma_b/10^4$ $\sigma_b/10^5$	245 185	135 95	70 45	
40Mn	材料状态	含0.41%C, 0.21%Si, 0.92%Mn, 热轧状态					材料状态	同 左									
	σ_b σ_s	630 295				(450°C) 490	$\sigma_{1/10^4}$ $\sigma_{1/10^5}$		115 80								
50Mn	材料状态	含0.50%C, 0.17%Si, 1.04%Mn, 800°C退火					材料状态	同 左									
							$\sigma_{1/10^5}$		90		60	35					

注: 表中所列均为单个试样数据, 仅供参考。

表3-1-11

优质碳素结构钢低温力学性能^[1, 2]

钢 号	试 验 温 度 ℃	冲 击 功 A_k J	试 验 用 钢 成 分, %				
			C	Mn	Si	S	P
10	20	—	0.07	0.27	0.10	0.022	
	-20	31					
	-40	18					
	-80	4					
15	20	169	0.15	0.53	0.22	0.026	0.010
	0	155					
	-20	141					
	-40	98					
25	20	66	0.28	0.64	0.25		
	-10	71					
	-30	18					
	-50	9					
30	20	58	0.32	0.50			
	0	51					
	-40	36					
	-60	38					
40	20	94	0.44	0.64	0.30	0.034	0.034
	0	86					
	-20	78					
	-40	64					
45	20	37	0.47	0.49	0.21	0.026	0.022
	-10	31					
	-30	30					
	-50	10					
50	0	27	0.46	0.78	0.13	0.048	0.029
	-20	33					
	-20	18					
	-50	10					
55	0	15	0.56	0.77	0.05	0.035	0.029
	20	19					
	-20	11					
	-50	8					
20Mn	-20	111	0.19	0.71	0.24	0.035	0.032
	-40	90					
	-70	10					
30Mn	室温	116	0.31	1.01	0.17	0.042	0.033
	0	116					
	-20	109					
50Mn	室温	63					
	-20	50					
	-40	38					
	-50	31					
	-80	25					

注：1. 表中所列均为单个试样数据，仅供参考。

2. 下面钢号的力学性能，系经热处理而得：40钢经820℃水淬550℃回火；45钢经920℃正火；55钢经热轧；50Mn系用φ30毛坯经850℃正火，660℃回火、空冷，840℃水淬，560~580℃回火，水冷。