

石油机械用钢手册

(鋼材性能部分)

优质碳素结构钢

石油工业部器材供应制造局 編

中国工业出版社

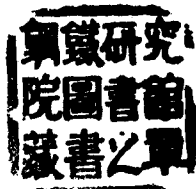
75-142.4-62
5 56

石油机械用钢手册

(钢材性能部分)

优质碳素结构钢

石油工业部器材供应制造局 編



中国工业出版社

200129

石油机械的设计、制造和修理部门，在选用钢材和制订热处理工艺规范时，很难找到比较完整的材料性能数据。为此，特汇集有关资料，编写成“石油机械用钢手册”。因资料来源不一，数据不尽一致，只能作为参考，不能作为标准使用。

本书是“石油机械用钢手册”的“优质碳素结构钢”单行本。主要介绍石油机械常用的14个优质碳素结构钢牌号，在各种热处理状态、各种截面、各种试验温度时的机械性能、物理性能、工艺性能，以及它们的使用范围。

本书适用于石油机械的设计、制造、研究、使用部门的工程技术人员，对于其它机械制造部门的工程技术人员也有参考价值。

石油机械用钢手册

(钢材性能部分)

优质碳素结构钢

石油工业部器材供应制造局 编

石油工业部石油科学技术情报研究所图书编辑室编辑 (北京北郊六铺炕)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路丙10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16·印张 6·字数 104,000

1965年5月北京第一版·1965年5月北京第一次印刷

印数0001—5,110·定价(科四) 0.65元

统一书号: 15165·3733 (石油-312)

本书采用的符号

一、以汉语拼音字母表示的

A	奥氏体
A _{c1}	加热下临界点
A _{c2}	亚共析钢加热上临界点
A _{cm}	过共析钢加热上临界点
A _K	冲击功
a _K	冲击值
A _{r1}	冷却下临界点
A _{r3}	冷却上临界点
B	①贝氏体；②磁感
B _r	剩余磁感
C	①碳化物；②比热
cal	卡
cm	厘米
cm ²	平方厘米
C _p	定压比热
D、d	直径
d _B	布氏硬度试验时的压痕直径
E	正弹性模数
F	铁素体
f	最大挠度
G	剪切模数
g	克
Gs	高斯
h	小时
H _B	布氏硬度
H _{KA}	洛氏硬度 A
H _{KB}	洛氏硬度 B
H _{KC}	洛氏硬度 C
H _V	维氏硬度
kG	公斤(力)
kg	公斤(质量)
M	马氏体
M _f	马氏体转变终止温度
M _s	马氏体转变起始温度
m	①米；②分钟
mm	毫米
Oe	奥斯特

P	①珠光体；②压力
R、r	半径
s	①秒钟；②走刀量
S _b	真实抗拉强度极限(静拉伸试验预缩开始而尚未开始时的真实应力)
S _K	真实断裂强度(静拉伸试验断裂时的真实应力)
t	①温度；②时间；③吨；④切削深度
V _c	蠕变速度

二、以希腊字母表示的

α	① α -相；②线膨胀系数
α_H	理论应力集中系数
β_H	疲劳缺口应力集中系数
γ	① γ -相；②比重
δ	δ -相
δ_5	伸长率(标距为5倍直径的试样)
δ_{10} (或 δ)	伸长率(标距为10倍直径的试样)
η_H	缺口敏感度系数
λ	导热率(或称导热系数)
μ	①导磁率；②微米
μ_m	最大导磁率
μ_0	起始导磁率
$\mu\Omega$	微欧姆
ρ	电阻系数(或称比电阻)
σ	① σ -相；②应力
σ_0	松弛试验的初应力
σ_{-1}	光滑试样, 对称弯曲应力时的疲劳极限
σ_{-1K}	缺口试样, 对称弯曲应力时的疲劳极限
σ_{-1P}	光滑试样, 对称拉、压应力时的疲劳极限
$\sigma_{1/10,000}^{500}$	蠕变极限(右上角的指数表示试验温度 $^{\circ}\text{C}$ ；下面分子上的指数表示规定的伸长率, %；分母上的指数表示规定的试验持续时间, 小时。例如, $\sigma_{0.2/100}^{700}$ 即在温度为 700°C 时, 经100小时后, 允许伸长率为0.2%的蠕变极限)
$\sigma_{1/10-4}^{600}$	蠕变极限(右上角的指数表示试验温度 $^{\circ}\text{C}$ ；下面的指数表示规定的蠕变速度, %/小时。例如, $\sigma_{1/10-5}^{600}$ 即在温度为 600°C

$\sigma_{b/1000}^{700}$	时, 蠕变速度为 $1 \cdot 10^{-5} \%$ / 小时的蠕变极限) 持久强度极限 (右上角的指数表示试验温度 ^① , °C; 下面分母上的指数表示持久时间, 小时。例如, $\sigma_{b/10,000}^{550}$ 即在温度为 550°C 时, 持久时间 10,000 小时的强度极限)
$\sigma_{0.2}^{②}$	永久变形量为 0.2% 时的屈服强度
σ_b	抗拉强度
σ_{bb}	抗弯强度
σ_{bc}	抗压强度
σ_e	弹性极限
σ_p	比例极限
$\sigma_s^{②}$	屈服点 (物理屈服强度)
τ_b	扭转强度
$\tau_{0.3}$	永久变形量为 0.3% 时的扭转屈服强度
τ_e	扭转弹性极限
τ_p	扭转比例极限
τ_s	扭转屈服点

τ_{-1}	光滑试样, 扭转应力时的疲劳极限
τ_{-1K}	缺口试样, 扭转应力时的疲劳极限
ϕ	直径
ψ (或 ψ_K)	断面收缩率
ψ_b	颈缩刚开始而尚未开始时 (即最大均匀变形时) 的断面收缩率
Ω	欧姆

三、其 他

°C	摄氏温度
°F	华氏温度
°K	绝对温度
II c	第二阶段转变 (由奥氏体向贝氏体的转变)
梅氏试样	 Mesnager
夏氏试样	 Charpy
艾氏试样	 Izod

注: 本书所列冲击值 (a_K), 未特别注明者, 均系由梅氏试样所得。

- ① 在本书的某些图表中, 若试验温度另有标志时, 则将蠕变极限及持久强度极限右上角的指数去掉, 仅保留下面的指数, 如 $\sigma_{0.2/1000}$, $\sigma_{1 \cdot 10^{-3}}$, $\sigma_{b/100,000}$, 等等。
- ② 在本书的某些图表中, 若 $\sigma_{0.2}$ 与 σ_s 同时出现, 则统以 σ_s 表示。

目 录

本书采用的符号

概述.....	IV-1
08 与 10	IV-5
15.....	IV-13
20.....	IV-22
25.....	IV-29
35.....	IV-36
40.....	IV-43
45.....	IV-51
50.....	IV-60
70.....	IV-66
20 锰.....	IV-69
30 锰.....	IV-73
40 锰.....	IV-78
50 锰.....	IV-83
主要参考文献.....	IV-89

概 述

按冶金工业部标准 YB 4—63 的规定，优质碳素结构钢共有 33 个基本钢号（见附表）。石油机械经常采用的为其中的 14 个钢号：08F、10、15、20、25、35、40、45、50、70、20Mn、30Mn、40Mn、50Mn。

优质碳素结构钢和普通碳素钢不同。优质碳素结构钢主要是在平炉或电炉内冶炼^①，所采用的工艺能相当充分地除去硫、磷及气体；各钢号的硫、磷含量都较普通碳素钢低。碳含量范围也较窄。优质碳素结构钢的所有钢号都同时具有保证的化学成分和机械性能。此外，还规定了热轧钢和退火钢的最大允许硬度。优质碳素结构钢的韧性、塑性和疲劳强度等，都较相应的普通碳素钢略高。由于含碳量范围窄、杂质少，优质碳素结构钢适于进行热处理。如果不经过热处理，优质碳素钢的静强度和相应的普通碳素钢很相近。

优质碳素结构钢的脱氧程度比普通碳素钢更加充分。除了几个低碳钢钢号有浇注成沸腾钢（05F、08F、10F、15F、20F）的外，其余钢号都是镇静钢。

优质碳素结构钢的热加工性良好。锻后，按钢号、制件尺寸及气候条件来决定冷却方式——空冷、堆冷或坑冷等。含碳量小于 0.30% 的各钢号，锻造后可以空冷。

由于有害杂质含量较少，优质碳素结构钢的焊接性较相应含碳量的普通碳素钢好些。

优质碳素结构钢没有回火脆性倾向。

按 YB 4—63 的规定，优质碳素结构钢分为两组：第 1 组是普通含锰量钢，第 2 组是较高含锰量钢。较高含锰量钢，在汉字钢号后面加一个“锰”字，或在代号钢号后面加符号“Mn”。

锰使临界点 A_1 、 A_3 下降，增加淬透性，降低淬火温度；淬火、高温回火后，可以使钢具有细小、弥散的索氏体及珠光体组织。锰能溶解到固溶体（铁素体）内，使固溶体强化。锰还能与碳和铁形成碳化物。因此，在同样热处理条件下，较高含锰量钢比普通含锰量钢的强度指标高，硬度和耐磨性也稍大一些，只是塑性和韧性略低。

较高含锰量钢稍有过热敏感性。含锰量达 1% 左右时，略有回火脆性倾向。锻造和热处理时应该注意一些。

优质碳素结构钢的主要特性决定于含碳量。其热处理情况及应用范围以含碳量为转移。

按照含碳量，可把优质碳素结构钢分为三类：含碳量小于 0.25% 的为低碳钢；含碳量为 0.3—0.5% 的为中碳钢；含碳量大于 0.55% 的为高碳钢。

低碳钢的强度低，塑性和韧性很大。其焊接性能和冷塑性变形能力极高；主要用冷加工或焊接方法来制造应力不大和塑性、韧性要求高的制件。低碳钢也用于制造要求表面耐磨、心部有足够韧性的小截面渗碳件。

^① 优质碳素结构钢也有在钢吹碱性转炉内冶炼的。用钢吹碱性转炉生产的钢于各汉字钢号前加“碱”字或在代号钢号前加字母“J”，例如碱 08 沸或 J08 F。

低碳鋼常采用冷變形強化（冷軋、冷拉、冷沖壓等等）提高機械性能。

低碳鋼不宜采用退火處理。退火時，滲碳體易于沿晶界析出，顯著降低韌性；並且，還影響切削加工性和切削加工後的表面光潔度。

中碳鋼的強度比低碳鋼高，韌性及塑性略低。這類鋼可采用淬火、回火處理，使之得到所需要的機械性能。淬火溫度決定于含碳量。回火溫度決定于要求的硬度和機械性能。要求強度高、塑性低的制件，采用較低的回火溫度；要求塑性高、強度低的制件，采用較高的回火溫度。

中碳鋼還常采用表面淬火處理。為了使表面淬火質量穩定，向鋼廠訂貨時，可以要求縮小含碳量範圍。例如，高頻表面淬火用 45 鋼，可以把含碳量縮小到 0.43—0.48% 的範圍。

含碳量 0.3—0.4% 時，鋼的焊接性尚好；含碳量 0.4—0.5% 時，焊接性中等或稍低。中碳鋼一般不用以制造焊接結構。

高碳鋼的強度指標高，塑性及韌性低。淬水的開裂傾向大。形狀複雜的零件常采用油淬或水淬油冷。高碳鋼主要用于制造彈簧及受磨件。

按照 YB 4—63 的規定，優質碳素結構鋼按鋼材的用途分為兩類：第 1 類是供熱壓力加工及冷拔用鋼（坯料）；第 2 類是供表面冷切削加工用鋼（車、鉋、銑等）。

供熱壓力加工或冷拔用棒鋼（第 1 類），表面上不得有裂縫、結疤、夾雜物、折迭和發紋。供表面冷切削加工（車、鉋、銑等）用棒鋼（第 2 類）的表面上，允許有局部缺陷存在，但其缺陷深度不得超過規定的尺寸（直徑 100 毫米及大于 100 毫米的鋼材，其缺陷深度不得大于該尺寸所允許的公差；尺寸小于 100 毫米者，不得超過該尺寸的負偏差）。

按 YB 4—63 的規定，根據需方要求，可以把鋼的含碳量範圍縮小；減少鋼中含硫量與含磷量；減少鎮靜鋼中含硅量；減少鋼中含鉻量和含鎳量；限制銅的含量；檢查晶粒度；檢查淬透性；檢查可焊性；檢查非金屬夾雜；等等。因此，在向鋼廠訂貨時，應該根據制件工藝上和使用上的特殊需要，提出補充的技術要求。

碳素鋼的熱穩定性低。石油煉廠機械和設備中，用于制造在非腐蝕性介質中、溫度不超過 400—450°C 的受力較小的機件。

在 300—350°C 以下工作的碳素鋼零件的計算，一般根據其屈服點；而在 350—420°C 的溫度時，則應根據其蠕變特性及持久強度特性。

碳素鋼在 480—600°C 時會產生石墨化趨勢。在這一溫度範圍內，大約經過 10,000 小時就會出現石墨化。石墨化程度決定于鋼的脫氧程度及脫氧方法。經過很好脫氧的鋼（鎮靜鋼）比不脫氧的鋼（沸騰鋼）具有更大的石墨化趨勢。

碳素鋼制造的管子，例如蒸汽過熱器的管道，經常由于熱疲勞結果而導致損壞。這種熱疲勞是由溫度波動引起的。

碳素鋼的主要缺點是：

（1）淬透性低，截面較大時，熱處理效力發揮不出。

（2）屈強比（ σ_s/σ_b ）小，只有 0.5 左右（甚至低于 0.5）；疲勞極限（ σ_{-1} ）不高，只有 σ_b 的 0.30—0.35；當強度極限 σ_b 一定時，塑性指標 δ 、 ψ 和沖擊值 α_K 比較低；在

低温时，冲击值下降快，冷脆转化温度高。

(3) 热稳定性和回火稳定性低。当加热温度超过 200—250°C 时，淬火后的高强度和高硬度就要下降。碳钢不适宜在高温下工作。

(4) 特殊物理、化学性能差。

碳钢的上述这些缺点，限制了它在石油矿场及炼厂机械设 备中的使用。

但，碳钢毕竟是一种廉价的材料，成本低、产量大；截面很小的零件，以及截面大、调质收益不显著、只要求正火状态使用的零件，特别是对机械性能要求不高的一般性机件，都应该尽量采用碳素结构钢。

附表 (按 YB 4—63 规定的优质碳素结构钢的 33 个钢号)

序 号	钢 号		元 素 含 量 (%)							σ_s	σ_b	δ	ψ	σ_K	H_B	
	牌号	代号	碳	硅	锰	磷	硫	铬	镍	$\frac{kG}{mm^2}$	%	$\frac{kG-m}{cm^2}$	热轧 钢	退火 钢		
						不 大 于							不 小 于			不大于
普 通 含 锰 量 钢																
1	05沸	05F	≤ 0.06	≤ 0.03	≤ 0.40	0.035	0.040	0.10	0.25	—	—	—	—	—	—	—
2*	08沸	08F	0.05—0.11	≤ 0.03	0.25—0.50	0.040	0.040	0.10	0.25	18	30	35	60	—	131	—
3	08	08	0.05—0.12	0.17—0.37	0.35—0.65	0.035	0.040	0.10	0.25	20	33	33	60	—	131	—
4	10沸	10F	0.07—0.14	≤ 0.07	0.25—0.50	0.040	0.040	0.15	0.25	19	32	33	55	—	137	—
5*	10	10	0.07—0.14	0.17—0.37	0.35—0.65	0.035	0.045	0.15	0.25	21	34	31	55	—	137	—
6	15沸	15F	0.12—0.19	≤ 0.07	0.25—0.50	0.040	0.045	0.25	0.25	21	36	29	55	—	143	—
7*	15	15	0.12—0.19	0.17—0.37	0.35—0.65	0.040	0.045	0.25	0.25	23	38	27	55	—	143	—
8	20沸	20F	0.17—0.24	≤ 0.07	0.25—0.50	0.040	0.045	0.25	0.25	23	39	27	55	—	156	—
9*	20	20	0.17—0.24	0.17—0.37	0.35—0.65	0.040	0.045	0.25	0.25	25	42	25	55	—	156	—
10*	25	25	0.22—0.30	0.17—0.37	0.50—0.80	0.040	0.045	0.25	0.25	28	46	23	50	9	170	—
11	30	30	0.27—0.35	0.17—0.37	0.50—0.80	0.040	0.045	0.25	0.25	30	50	21	50	8	179	—
12*	35	35	0.32—0.40	0.17—0.37	0.50—0.80	0.040	0.045	0.25	0.25	32	54	20	45	7	187	—
13*	40	40	0.37—0.45	0.17—0.37	0.50—0.80	0.040	0.045	0.25	0.25	34	58	19	45	6	217	187
14*	45	45	0.42—0.50	0.17—0.37	0.50—0.80	0.040	0.045	0.25	0.25	36	61	16	40	5	241	197
15*	50	50	0.47—0.55	0.17—0.37	0.50—0.80	0.040	0.045	0.25	0.25	38	64	14	40	4	241	207
16	55	55	0.52—0.60	0.17—0.37	0.50—0.80	0.040	0.045	0.25	0.25	39	66	13	35	—	255	217
17	60	60	0.57—0.65	0.17—0.37	0.50—0.80	0.040	0.045	0.25	0.25	41	69	12	35	—	255	229
18	65	65	0.62—0.70	0.17—0.37	0.50—0.80	0.040	0.045	0.25	0.25	42	71	10	30	—	255	229
19*	70	70	0.67—0.75	0.17—0.37	0.50—0.80	0.040	0.045	0.25	0.25	43	73	9	30	—	269	229
20	75	75	0.72—0.80	0.17—0.37	0.50—0.80	0.040	0.045	0.25	0.25	90	110	7	30	—	285	241
21	80	80	0.77—0.85	0.17—0.37	0.50—0.80	0.040	0.045	0.25	0.25	95	110	6	30	—	285	241
22	85	85	0.82—0.90	0.17—0.37	0.50—0.80	0.040	0.045	0.25	0.25	100	115	6	30	—	302	255
较 高 含 锰 量 钢																
23	15锰	15Mn	0.12—0.19	0.17—0.37	0.70—1.00	0.040	0.045	0.25	0.25	25	42	26	55	—	163	—
24*	20锰	20Mn	0.17—0.24	0.17—0.37	0.70—1.00	0.040	0.045	0.25	0.25	28	46	24	50	—	197	—
25	25锰	25Mn	0.22—0.30	0.17—0.37	0.70—1.00	0.040	0.045	0.25	0.25	30	50	22	50	9	207	—
26*	30锰	30Mn	0.27—0.35	0.17—0.37	0.70—1.00	0.040	0.045	0.25	0.25	32	55	20	45	8	217	187
27	35锰	35Mn	0.32—0.40	0.17—0.37	0.70—1.00	0.040	0.045	0.25	0.25	34	57	18	45	7	229	197
28*	40锰	40Mn	0.37—0.45	0.17—0.37	0.70—1.00	0.040	0.045	0.25	0.25	36	60	17	45	6	229	207
29	45锰	45Mn	0.42—0.50	0.17—0.37	0.70—1.00	0.040	0.045	0.25	0.25	38	63	15	40	5	241	217
30*	50锰	50Mn	0.48—0.56	0.17—0.37	0.70—1.00	0.040	0.045	0.25	0.25	40	66	13	40	4	255	217
31	60锰	60Mn	0.57—0.65	0.17—0.37	0.70—1.00	0.040	0.045	0.25	0.25	42	71	11	35	—	269	229
32	65锰	65Mn	0.62—0.70	0.17—0.37	0.90—1.20	0.040	0.045	0.25	0.25	44	75	9	30	—	285	229
33	70锰	70Mn	0.67—0.75	0.17—0.37	0.90—1.20	0.040	0.045	0.25	0.25	46	80	8	30	—	285	229

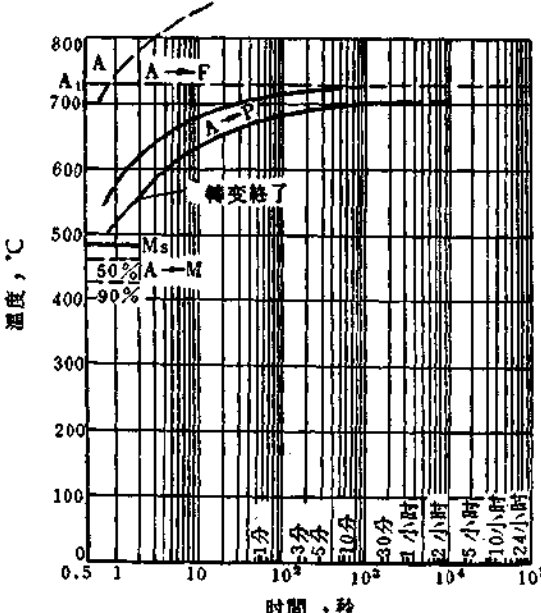
注：(1) 序号数字上加有星号 (*) 者为石油机械采用的牌号。

(2) 所列机械性能为钢厂保证的机械性能。其处理状态、截面尺寸见 YB 4—63。

代 号	相 近 于					熔 炼 方 法		
	旧 钢 号	苏 联 钢 号	美 国 钢 号	民主德国钢号	日 本 钢 号	平炉、电炉、侧吹碱性 转炉或混合炼钢		
08	08	08	SAE 1008	—	—			
10	10	10	SAE 1010	C10	S10C			

YB4-63 规定的化学 成分 (%)	钢 号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
	08	0.05—0.12	0.17—0.37	0.35—0.65	≤0.035	≤0.040	≤0.10	≤0.25
	10	0.07—0.14	0.17—0.37	0.35—0.65	≤0.035	≤0.045	≤0.15	≤0.25

YB4-63 保证的机 械 性 能	钢 号	热处理状态	截面尺寸 (mm)	σ_b (kg/mm ²)	σ_s (kg/mm ²)	δ_5 (%)	ψ (%)	α_K (kg-m/cm ²)
				不 小 于				
	08	正火	<80	33	20	33	60	—
	10	正火	<80	34	21	31	55	—

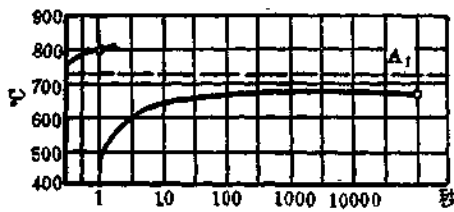


温度, °C

时间, 秒

过冷奥氏体等温转变曲线 (08钢) [5]

C	Si	Mn	P	S	加热温度
0.06	—	0.43	—	—	—



温度, °C

时间, 秒

过冷奥氏体等温转变曲线 (10钢) [1]

C	Si	Mn	Ni	Mo	加热温度
0.12	0.26	0.65	0.06	0.008	930°C

临 界 点 (°C) [6]	A_{c3}	A_{r3}	A_{c1}	A_{r1}	M_s
	874	854	732	680	

线膨胀系数 $\alpha \cdot 10^6$ [6]	20—100°C	20—200°C	20—300°C	20—600°C	比 热 C cal/g·°C [6]	0—100°C	0—200°C	0—400°C	0—600°C
	11.6	12.6	13.0	14.6		0.111	0.114	0.122	0.135

导 热 率 λ (cal/cm·s·°C, [6])	100°C	200°C	400°C	500°C	导 热 率 $a (= \frac{\lambda}{\rho \cdot c})$ (cm ² /s) [6]	100°C	200°C	400°C	500°C
	0.193	0.165	0.123	0.109		0.224	0.185	0.129	0.102

比 重 [6]	磁 性 [32]				抗大气腐 蚀 力				
	μ_{20}		H_c						
7.83	4500		0.5—1.0		耐腐蝕性等級7—8級				
正弹性模数 E (kG/mm ²) [6]	+15°C	-40°C	-80°C	-180°C	剪 切 模 数 G (kG/mm ²)				
	19800	21200	21000	21200					
注: 按 YB4—63 的规定, 08F 的化学成份是: 0.05—0.11%C, ≤0.03%Si, 0.25—0.50%Mn, ≤0.040%P, ≤0.040%S, ≤0.10%Cr, ≤0.25%Ni; 保证的机械性能是: $\sigma_b \geq 30 \text{ kG/mm}^2$, $\sigma_s \geq 18 \text{ kG/mm}^2$, $\delta_5 \geq 35$, $\psi \geq 60\%$ 。 10F 的化学成份是: 0.07—0.14%C, ≤0.07%Si, 0.25—0.50%Mn, ≤0.040%P, ≤0.040%S, ≤0.15%Cr, ≤0.25%Ni; 保证的机械性能是: $\sigma_b \geq 32 \text{ kG/mm}^2$, $\sigma_s \geq 19 \text{ kG/mm}^2$, $\delta_5 \geq 33\%$, $\psi \geq 55\%$ 。									
推 荐 的 热 处 理 工 艺 参 数									
操 作 工 序	加 热 温 度 (°C)		冷 却 剂	热 处 理 后 硬 度					
				心 部 (H_B)	表 面 (H_{RC})				
正 火	920—940		空 气	≤137		—			
淬 火	900—930		水	—		≤38			
渗 碳	920—940		—	—		—			
淬 火	780—800		水	—		—			
回 火	160—180		空 气	≤260		55—62			
氮 化	840—850		—	—		—			
淬 火①	840		水	≤260		≥54			
注: 根据文献 [1], 結合国内生产經驗, 在个别地方作了修正。 ① 氮化淬火后不必回火。									
常 温 时 的 机 械 性 能									
热 处 理 状 态	截 面 尺 寸 (mm)	取 样 部 位	σ_b (kG/mm ²)	σ_s (kG/mm ²)	δ (%)	ψ (%)	α_K (kG-m/cm ²)	H_B	資 料 来 源
退 火	—	—	≤45	≤25	≥30	≥60	—	110—131	[12]①
930°C 正 火	≤80	—	≥32	≥18	$\delta_5 \geq 30$	—	≥7	131—96	[18]
淬 火	≤15	—	50—70	≥30	≥16	≥50	—	140—195	[12]①
	15—40	—	42—52	≥25	≥19	≥50	—	115—145	
	40—100	—	35—50	≥23	≥22	≥55	—	97—140	
910°C 渗碳, 840°C 淬水, 180—200°C 回火	≤20	—	≥40②	≥25②	≥25②	≥55②	—	心部 ≤137 表面 56—62 H_{RC}	[18]
① 民主德国 C10 鋼的数据。 ② 心部机械性能。									
时 效 和 热 处 理 对 机 械 性 能 的 影 响 [1]									
試驗用鋼 的化学成 分①	时 效 前 的 热 处 理②			鋼 的 性 能③					
				H_B			σ_K (kG-m/cm ²)		
				冷 变 形 前	10% 冷 变 形 后 自然 时效	10% 冷 变 形 后 250°C 时 效 1 小 时	冷 变 形 前	10% 冷 变 形 后 自然 时效	10% 冷 变 形 后 250°C 时 效 1 小 时
1	由 930°C 以 150°C/h 的速度冷至 650°C, 然后空气冷 930°C 正火、650°C 回火 (在空气中冷却) 930°C 淬水、650°C 回火 (在空气中冷却)			108 112 128	142 136 140	148 146 144	27.8 28.3 31.1	20.7 27.0 29.0	20.0 25.7 30.0

(續表)

試驗用鋼 的化学成分①	时效前的热处理②	鋼 的 性 能③					
		H _B			σ_K (kG-m/cm ²)		
		冷变 形前	10%冷变形 后自然时效	10%冷变形 后 250°C 时 效 1 小时	冷变 形前	10%冷变形 后自然时效	10%冷变形 后 250°C 时 效 1 小时
2	950°C 正火、650°C 回火 (在空气中冷却)	86	137	141	24.5	1.2	0.85
	950°C 淬水、650°C 回火 (在空气中冷却)	107	136	145	28.6	1.2	0.87
	950°C 淬 10% NaCl 水溶液、650°C 回火 (在空气中冷却)	113	137	146	28.4	19.6	16.3
	950°C 淬 10% NaCl 水溶液、650°C 回火 (在水中冷却)	137	149	183	29.2	16.7	17.4
	950°C 淬 10% NaCl 水溶液、650°C 回火 (以 30°C/h 随炉冷)	101	116	170	30.6	18.2	18.2
	950°C 淬 10% NaCl 水溶液、不回火	179	187	212	22.7	15.0	19.7

① 試驗用鋼的化学成分: 1—0.10%C, 0.12%Si, 0.46%Mn, 0.014%P, 0.019%S, 0.06%Al (用硅铁和铝在包子里脱氧); 2—0.07%C, 0.33%Mn, 0.007%P, 0.024%S (08 鋼, 不用铝脱氧)。

② 热处理試样的尺寸为: 12×12×55mm。

③ 测定冲击值的試样沿纤维方向截取。

08 鋼自然时效时间对时效結果的影响 [1]

放置时间 (时效时间) (昼夜)	晶 粒 度	σ_b	σ_s	δ	ψ	維氏硬度	冲击韧性	备 注
		kG/mm ²		(%)		(HV)	(kG-m/cm ²)	
1/24 (1小时)	3	46	30	39	71	158	17.1	(1) 試驗用鋼的化学成分为 0.09%C, 0.35%Mn, 0.08%Si, 0.012%P, 0.022%S。 (2) 时效前, $\phi 15.8$ mm 的坯料于 920°C 正火, 650°C 回火 (浸入水中)。
	8	45	30	40	75	161	17.0	
1	3	46	30	38	71	164	16.7	
	8	44	30	39	74	165	17.2	
7	3	49	34	33	69	171	17.3	
	8	46	32	37	74	185	13.3	
14	3	53	38	30	66	185	13.3	
	8	51	36	34	72	186	17.5	
28	3	55	38	30	66	193	11.6	
	8	53	38	33	70	195	17.5	
70	3	55	39	29	64	193	8.5	
	8	54	39	31	69	190	16.7	

疲 勞 强 度

試驗用鋼的化学成分 (%)					热处理状态	σ_b	σ_s	δ	ψ	σ_{-1}	τ_{-1}	资 料 来 源
C	Si	Mn	S	P		(kG/mm ²)	(kG/mm ²)	(%)	(%)	(kG/mm ²)	(kG/mm ²)	
0.11	0.05	0.39	0.038	0.008	940°C 退火	32.5	—	47.5	72	17.5	—	[13]
0.12	0.185	0.61	—	—	900°C 正火	—	—	—	—	—	5.2	[13]
—	—	—	—	—	900—920°C 正火	43.0	26.5	31.5	69.0	16—20	—	[21]

注: 循环次数均为 1×10^7 。

08 鋼低温机械性能 [1]							
試 驗 溫 度 (°C)	σ_b (kG/mm ²)	σ_s (kG/mm ²)	δ (%)	ψ (%)			
+ 17	37	23	35	75			
- 196	73	72	4	4			
- 253	84	—	0	0			
注: 試驗用鋼的化学成分为0.06%C, 0.60%Mn, 0.14%Si, 0.031%P, 0.024%S; 890°C 退火。							
10 鋼低温机械性能 [6]							
机械性能指标	試 驗 溫 度 (°C)						备 注
	+15	-20	-40	-80	-180	-253	
σ_b (kG/mm ²)	37.8	—	40.5	45.0	82.2	99	-253°C 时的机械性能取自文献 [11]
σ_s (kG/mm ²)	28.1	—	29.4	36.9	77.9	72	
δ (%)	30.0	—	38.0	33.3	8	0	
ψ (%)	70.6	—	—	—	6	4	
α_K (kG-m/cm ²)	15	4.0	2.28	0.58	0.41	—	
08 鋼高温短时机械性能 [1]							
試驗溫度 (°C)	σ_b (kG/mm ²)	σ_s (kG/mm ²)	δ (%)	ψ (%)	σ_K (kG-m/cm ²)	E (kG/mm ²)	备 注
20	31.8	18.6	34.7	76.9	6.09	20700	試驗用鋼的化学成分: 0.07%C, 0.27%Mn, 0.10%Si, 0.022%S, 0.019%P。晶粒度 2 号。热轧状态。拉伸时的变形速度为 0.8 毫米/分
100	30.6	20.4	18.0	74.0	14.9	21000	
200	40.3	20.9	16.3	65.2	14.3	18600	
300	38.5	10.6	24.0	67.8	13.2	15600	
400	28.0	9.1	31.4	76.9	12.1	14400	
450	24.3	9.5	33.0	77.6	9.24	13600	
500	20.1	8.3	33.3	77.9	9.27	—	
650	14.6	6.1	41.3	85.2	8.26	—	
700	10.8	4.8	48.5	90.1	9.70	—	
10 鋼高温机械性能 [21]							
試驗溫度 (°C)	σ_b (kG/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (kG/mm ²)	δ (%)	ψ (%)	σ_K (kG-m/cm ²)	蠕 变 极 限 (kG/mm ²)	
						$\sigma_{1/10,000}$	$\sigma_{1/100,000}$
20	43.0	26.5	31.5	69.0	22.5	—	—
100	41.0	21.5	22.5	64.0	21.0	—	—
200	49.5	22.5	20.0	55.0	18.0	—	—
300	52.5	18.0	23.0	55.0	14.5	—	—
400	38.0	17.0	24.0	69.5	10.0	11.0	7.7—8.5
425	—	—	—	—	—	—	6.3
450	—	—	—	—	—	7.0	4.4—4.7
475	—	—	—	—	—	—	3.1
500	26.0	16.0	18.5	62.5	8.0	4.2	2.2—2.7
550	19.0	14.0	20.0	73.0	—	2.3	1.3
600	11.0	9.5	33.5	84.0	30.0	—	—
注: 热处理——900—920°C 正火。							

(续表)

制造蒸汽锅炉零件时的额定允许应力 [21]

计算壁温 (°C)	σ_b (kg/mm ²)	额定允许应力 (kg/mm ²)	计算壁温 (°C)	σ_b (kg/mm ²)	额定允许应力 (kg/mm ²)
20	34	—	420	—	6.3
20—260	—	9.1	430	—	5.9
280	—	8.8	440	—	5.2
300	—	8.5	450	—	4.6
320	—	8.1	460	—	4.1
340	—	7.8	470	—	3.6
360	—	7.4	480	—	3.2
380	—	7.1	490	—	2.8
400	—	6.7	500	—	2.5
410	—	6.5			

注: 根据苏联 1956 年蒸汽锅炉部件计算标准, 仅供参考。

物理性能补充资料

导热率 λ (cal/cm·s·°C)	钢的化学成分①	温 度 (°C)												
		0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
[1] [60]	1	0.156	0.144	0.131	0.121	0.108	0.098	0.087	0.078	0.068	0.065	0.066	0.068	0.071
	2	0.142	0.138	0.127②	0.181②	0.109	0.098	0.088	0.079	0.068	0.064	0.066	0.068	0.071

① 钢的化学成分: 1—0.06%C, 0.01%Si, 0.38%Mn, 0.035%S, 0.017%P; 比重7.871。2—0.08%C, 0.08%Si, 0.31%Mn, 0.050%S, 0.029%P; 比重7.856 (930°C退火)。

② 由实验得出的数据。其他数据是由电阻计算得出的。

比 热 C (cal/g·°C)	钢的化学成分①	温 度 (°C)									
		900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
[1]	1	0.157	0.159	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	—	—
	2	0.156	0.156	0.157	0.157	0.158	0.158	0.159	0.159	0.159	0.159

① 钢的化学成分同上表 (导热率 λ)。

线膨胀系数 $\alpha \cdot 10^6$	温度范围 (°C)	钢的化学成分①		温度范围 (°C)	钢的化学成分①		温度范围 (°C)	钢的化学成分①	
		1	2		1	2		1	2
		1	2		1	2		1	2
[1]	20—50	11.16	11.49	20—400	13.63	13.65	20—700	15.03	15.01
	20—100	11.58	11.66	20—450	13.93	13.98	20—750	14.93	14.84
	20—150	12.06	12.06	20—500	14.18	14.22	20—800	14.61	14.67
	20—200	12.61	12.32	20—550	14.38	14.38	20—900	12.34	13.14
	20—250	12.72	12.56	20—600	14.64	14.64	20—1000	13.32	13.35
	20—300	13.01	13.02	20—650	14.86	14.86	700—1000	9.42	9.50
	20—350	13.36	13.34						

① 钢的化学成分: 1—0.09%C, 0.08%Mn, 0.02%Si, 0.01%P, 0.01%S, 0.01%Cu; 2—0.05—0.06%C, 0.08%Mn, 0.02%Si, 0.01%P, 0.01%Cu。

(續表)

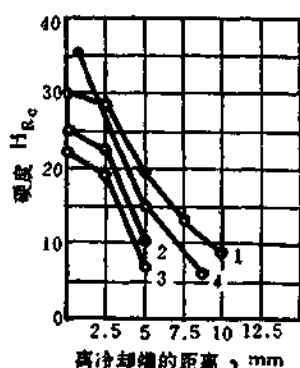
比 电 阻 ρ ($\mu\Omega\cdot\text{cm}$)① (1)	温 度		鋼的化学成分②		温 度		鋼的化学成分②		温 度		鋼的化学成分②	
	(°C)				(°C)				(°C)			
			1	2			1	2			1	2
	0		12.0	13.2	450		50.9	51.8	950		114.2	114.8
	20		13.0	14.2	500		57.5	58.4	1000		116.0	116.5
	50		14.7	15.9	550		64.8	65.7	1050		117.5	117.9
	100		17.8	19.0	600		72.5	73.4	1100		118.9	119.3
	150		21.3	22.4	650		80.7	81.6	1150		120.3	120.7
	200		25.2	26.3	700		89.8	90.5	1200		121.6	122.0
	250		29.5	30.5	750		100.3	101.1	1250		123.0	123.3
	300		34.1	35.2	800		107.3	108.1	1300		124.1	124.4
	350		39.3	40.2	850		110.4	111.1	1350		125.2	125.3
	400		44.8	45.8	900		112.4	113.0	20(重复試驗)		13.0	14.2
① 此为文献〔1〕原来的单位。比电阻(或称电阻系数)慣用的单位是 $\frac{\Omega\cdot\text{mm}^2}{\text{m}}$ 。 ② 試驗用鋼的化学成分同《导热率 λ 》一表。												

工 艺 特 性

鍛 造	始鍛溫度1200—1280°C, 終鍛溫度800—850°C。鍛造后正常冷却
焊 接	焊接性极高。可以用任何方法进行焊接。含硅較低、含錳較高时, 对于鍛焊是有利的。此外, 压焊和熔焊也毫无困难。焊前和焊后一般不必进行热处理
切 削	冷拉状态, 相对加工性为80%。正火状态, 相对加工性为50%
冷 变 形 性	极高。可在冷状态下拉絲、冲压和局部鍛粗
热 处 理	淬透性极低。一般只在正火状态使用。不感受回火脆性。渗碳前, 最好以930—970°C 高温正火为預先热处理

使 用 范 围

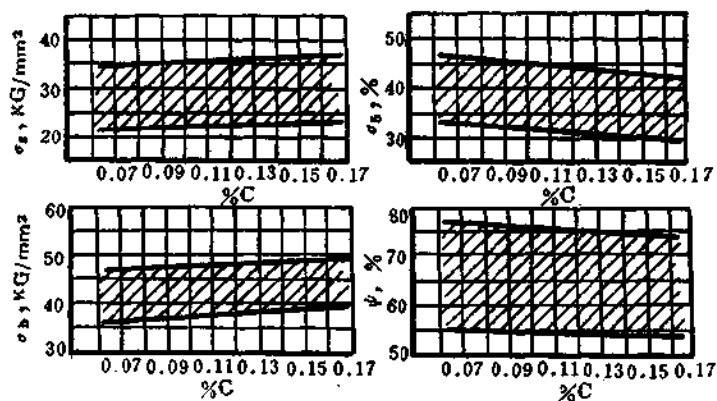
半 成 品 种 类	鍛件、棒料、鋼板、鋼帶、鋼絲、鋼管
加工成型方式	冷状态冲压(厚度小于4毫米的薄鋼板); 冷状态下拉絲和局部鍛粗; 焊接零件; 在金属切削机床上加工零件
主要使用状态	正火; 渗碳; 氮化
应 用 举 例	(1) 厚度小于4毫米的軋制薄鋼板可作調整垫和各种冷冲压件, 如罩子、端盖及各种外壳; (2) 含碳量为下限时, 可作軟性电磁鉄, 在电磁离合器上使用; (3) 自动电焊的焊絲 (1) 同08鋼的第一項用途; (2) 一般用途的垫圈、螺母、鉚釘、止退垫圈; (3) 軋制的无缝鋼管用作450°C 以下、非腐蝕性介质中工作的热油管线和一般管类零件



端淬曲线 [1]

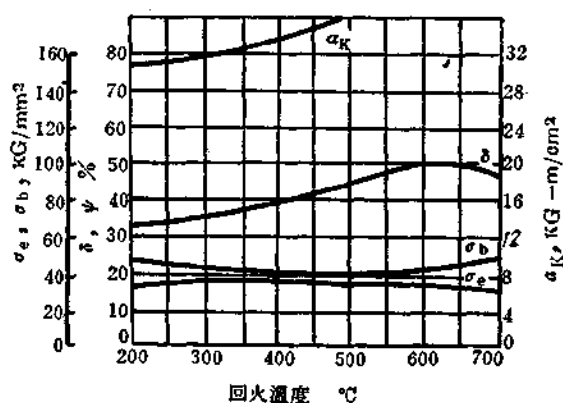
試驗用鋼的化学成分及热处理

編号	鋼 的 成 分 (%)							加 热 温 度	晶 粒 度
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni		
1	0.12	0.23	0.48	0.028	0.029	0.13	0.30	—	—
2	0.13	0.16	0.40	0.015	0.015	痕迹	0.25	—	—
3	0.15	0.24	0.52	0.022	0.022	痕迹	0.23	900°C	6
4	0.12	0.14	0.50	0.015	—	—	—	930°C	1—3



厚度 4 毫米以下的热轧钢板的机械性能与碳含量的关系 [1]

(晶粒度 6—8 号)



机械性能与回火温度的关系 [13]

(0.10%C, 0.30—0.60%Mn, 0.15—0.30%Si; 在水中淬火)