

合金钢钢种手册

第一册

合金结构钢



HEJINGANG GANGZHONG SHOUC

冶金工业出版社

合金钢钢种手册

第一册 合金结构钢

冶金工业部《合金钢钢种手册》编写组 编

冶金工业出版社

内 容 提 要

本手册为反映我国自己的合金钢体系的工具书。全书共分五册：
第一册合金结构钢；第二册弹簧钢、易切削钢、滚动轴承钢；第三册
合金工具钢、高速工具钢；第四册耐热钢；第五册不锈钢耐酸钢。

本书是第一册，共收入87个合金结构钢钢号，给出了这些钢号的
化学成分、物理常数、机械性能、工艺性能、交货状态、生产品种规
格及主要生产单位等资料，可供用户根据设计要求、制造条件，经
济、合理地选用钢材时参考。

24 3/2

合金钢钢种手册

第一册 合金结构钢

冶金工业部《合金钢钢种手册》编写组 编

*

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787 × 1092 1/16 印张 23 3/4 字数 564 千字

1983年8月第一版 1983年8月第一次印刷

印数00,001~20,000册

统一书号：15062·3958 定价2.45元

前 言

合金钢是含有一定数量合金元素的钢，是最重要的金属材料之一。这类材料钢号繁多、规格复杂，为工农业、国防工业和科学技术部门广泛采用。出版本手册的目的就是为用户服务，使他们能够在众多的合金钢材料中根据具体使用条件经济、合理地选择所需要的钢种和工艺。

本手册的内容包括我国合金钢体系的八个钢类，其中合金结构钢87个钢号；弹簧钢10个钢号；易切削钢11个钢号；滚动轴承钢15个钢号；合金工具钢45个钢号；高速工具钢20个钢号；耐热钢67个钢号；不锈钢48个钢号。八个钢类共收入303个钢号，其中标准钢号210个，占上述八个钢类应有标准钢号245个的86%，这是由于合金结构钢、弹簧钢、易切削钢标准中有少数钢号因故未被收入本手册。手册中收入非标准钢号93个，这些钢号都是经过了一定数量生产和使用考验，积累了一定量的数据，可以向使用单位推荐的钢号。

本手册收入的钢号，基本上反映了建国以来我国有关的科研和生产单位根据国民经济发展的需要，有计划地引用国外钢号和结合我国资源特点研制新钢号的重大成果。基本上能满足我国各行业目前对合金钢品种的需求，并且形成了我国自己的合金钢体系。

本手册的编辑、出版是结合钢种整顿工作进行的。在冶金部有关部门组织下，由冶金工业部钢铁研究总院和有关钢厂组成编写小组，进行调查研究，收集试验和生产检验数据及生产工艺、使用效果等方面的资料，并对汇集的大量数据进行了审查、整理和选取。本手册的出版就是进行上述大量工作的成果。

本手册包括八个部分，分五册出版。

第一册 一、合金结构钢

第二册 二、弹簧钢

三、易切削钢

四、滚动轴承钢

第三册 五、合金工具钢

六、高速工具钢

第四册 七、耐热钢

第五册 八、不锈钢耐酸钢

由于基础工作不够，手册中一部分钢号性能数据还不很完善，因而引用了一定数量的国外数据。另外，对现有钢号的整顿工作，因时间关系也还进行得不够。这些都有待于今后进一步加以完善。

符号名称

A_K	冲击功, $\text{kG}\cdot\text{m}$ 或 $\text{kG}\cdot\text{cm}$
a_K	冲击值或冲击韧性, $\text{kG}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$
da/dN	裂纹扩展速率, $\text{mm}/\text{循环周次}$
K_f	疲劳缺口应力集中系数 (或称有效应力集中系数), $K_f = \sigma_{-1}/\sigma_{-1K}$
K_I	应力场强度因子, $\text{kG}/\text{mm}^{3/2}$
K_{IC}	平面应变断裂韧性, $\text{kG}/\text{mm}^{3/2}$
K_{ISCC}	应力腐蚀开裂极限强度因子, $\text{kG}/\text{mm}^{3/2}$
K_O	条件断裂韧性, $\text{kG}/\text{mm}^{3/2}$
K_t	理论应力集中系数 (由缺口形状和试样尺寸决定的系数)
m	塑性变形初期形变强化指数
N	疲劳寿命或疲劳破断周次
P_{max}	最大载荷 (或负荷), kG
P_S	弯曲时的屈服载荷, kG
$P_{0.03}$	弯曲挠度 0.03mm 时的载荷, kG
q	疲劳缺口敏感度, $q = K_f - 1/K_t - 1$
S_K	真实断裂强度, kG/mm^2
S_{KK}	缺口试样真实断裂强度, kG/mm^2
δ_5, δ_{10}	标距为5倍和10倍直径时试样的延伸率, %
σ_b	光滑试样的抗拉强度, kG/mm^2
σ_{bb}	无缺口试样抗弯强度, kG/mm^2
σ_{bbK}	缺口试样抗弯强度, kG/mm^2
σ_{bc}	抗压强度, kG/mm^2
σ_{bK}	缺口试样抗拉强度, kG/mm^2
σ_e	弹性极限, kG/mm^2
σ_{max}	最大应力, kG/mm^2
σ_{min}	最小应力, kG/mm^2
σ_p	比例极限, kG/mm^2
σ_s	屈服点 (物理屈服强度), kG/mm^2
σ_{sc}	应力腐蚀开裂临界应力, kG/mm^2
$\sigma_{0.01}, \sigma_{0.05}, \sigma_{0.2}$	静拉伸试验永久变形量为 $0.01, 0.05, 0.2\%$ 时应力 (屈服强度), kG/mm^2
σ_{-1}	光滑试样对称弯曲疲劳极限, kG/mm^2
σ_{-1K}	缺口试样对称弯曲疲劳极限, kG/mm^2
τ	切应力, kG/mm^2
τ_{-1}, τ_{-1K}	光滑试样和缺口试样扭转应力时的疲劳极限, kG/mm^2
ψ	断面收缩率, %
ψ_B	最大均匀变形时的断面收缩率 (形变强化容量指标), %
ψ_K	缺口试样断面收缩率, %

目 录

前 言

符号名称..... I

一、合金结构钢

合金结构钢钢类说明	3
1—1 20Mn2	5
1—2 30Mn2	8
1—3 35Mn2	11
1—4 40Mn2	16
1—5 45Mn2	19
1—6 50Mn2	24
1—7 15MnV	27
1—8 20MnV	29
1—9 25Mn2V	32
1—10 42Mn2V(45Mn2V)	35
1—11 35SiMn	39
1—12 42SiMn	44
1—13 40B	46
1—14 45B	49
1—15 50BA	52
1—16 40MnB	56
1—17 45MnB	62
1—18 20Mn2B	65
1—19 45Mn2B	69
1—20 25MnTiB	72
1—21 20Mn2TiB	75
1—22 15MnVB	78
1—23 20MnVB	82
1—24 40MnVB	86
1—25 40MnWB	90
1—26 20MnMoB	93
1—27 20SiMnVB	98
1—28 20SiMn2MoVA	102
1—29 25SiMn2MoVA	108
1—30 30SiMn2MoVA	111
1—31 35SiMn2MoVA	117
1—32 12SiMn2WVA	121
1—33 15SiMn3MoA	125
1—34 37SiMn2MoWVA	133
1—35 15SiMn3MoWVA	138
1—36 15Cr	144
1—37 20Cr	148
1—38 40Cr	155
1—39 45Cr	162
1—40 38CrSi	166
1—41 30CrMoA	170
1—42 42CrMo	175
1—43 15CrMnMo	179
1—44 20CrMnMo	182
1—45 40CrMnMo	185
1—46 20CrMnTi	189
1—47 30CrMnTi	194
1—48 30Mn2MoWA	198
1—49 20CrMnSiA	202
1—50 25CrMnSiA	205
1—51 30CrMnSiA	208
1—52 35CrMnSiA	215
1—53 30CrMnSiNi2A	217
1—54 15CrMn2SiMoA	227
1—55 40CrNi	231
1—56 45CrNi	236
1—57 12CrNi2A	237
1—58 12CrNi3A	240
1—59 20CrNi3A	245
1—60 30CrNi3A	249
1—61 12Cr2Ni4A	253
1—62 20Cr2Ni4A	259

1-63	18Cr2Ni4WA	264	1-76	30Mn2MoTiBA	324
1-64	40CrNiMoA	270	1-77	30CrMnMoTiA	327
1-65	45CrNiMoVA	277	1-78	24MnMoVA	331
1-66	30CrNi2MoVA	281	1-79	23SiMn2Mo	333
1-67	38CrMoAlA	288	1-80	24SiMnMoVA	336
1-68	42SiMn(低Si)	294	1-81	25SiMnMoVA	340
1-69	35B	297	1-82	27SiMn2MoVA	344
1-70	30Mn2B	298	1-83	42Si2MnMoVA	347
1-71	35Mn2B	300	1-84	30CrMnSiNi2MoA	350
1-72	25MnTiBRE	303	1-85	12Cr2Mn2SiMoVA	353
1-73	25CrMnMoTiBA	312	1-86	20CrNiMo	360
1-74	40MnMoB	314	1-87	20Ni4Mo	363
1-75	40Mn2MoB	318			
附录	合金结构钢钢类与国外钢号对照表	366			

一、合金结构钢

合金结构钢钢类说明

合金结构钢简称合结钢，是广泛用于制造汽车、拖拉机、起重机、机床、矿山机械及其他各种机器的轴、齿轮、连接件、结构件的合金钢。合结钢是合金钢中用途广、产量多、钢号多的一个钢类。其产量约占全国钢产量的2.5~3.0%，约占合金钢产量的三分之一，其中大量使用的27个钢号的产量约占合结钢产量的70%。

本钢类共收入87个钢号，其中有标准钢号67个，按化学元素组成成分成23组；非标准钢号20个，分成9组。按热处理方法可划分为表面硬化钢41个，调质钢46个。按强度水平可划分为一般强度钢($\sigma_b 54 \sim < 100 \text{ kg/mm}^2$) 46个；高强度钢($\sigma_b 100 \sim \leq 140 \text{ kg/mm}^2$) 33个；超高强度钢($\sigma_b > 140$, $\sigma_s \geq 120 \text{ kg/mm}^2$) 8个。在87个钢号中有49个钢号是引用国外的，其余都是我国研制的钢号。YB6—71中共有103个钢号，其中10Mn2、15Mn2、18Cr3MoWV、20Cr3MoWV现已很少使用；其中16Mo、12CrMo、15CrMo、12CrMoV、25CrMoV、25Cr2Mo1V按用途收入第四册耐热钢，50CrVA按用途收入第二册弹簧钢部分。有一部分标准钢号由于数据少未收入本手册中。快速氮化钢、低淬透性钢因数据不多或因质量不稳定未收入本手册。

本钢类的特点是：（1）不含铬、镍的钢号多(35个)，约占40%，这是我国多年重视节约铬、镍资源的重要成果。工业发达的国家在节约铬、镍、钼等元素方面也做了很多有效的工作。如美国大约从1962年起研制了一系列的以EX命名的代用钢，到70年代初已公布了54个钢号，其中EX1、EX2、EX3已经列入SAE标准中。（2）含硼钢号多(23个)，约占24.5%，其产量约占合结钢总产量的10%。许多国家仍然在使用和努力研究含硼钢，如美国现行标准中有6~9个含硼结构钢。1970~1976年间，美国年产含硼碳钢约2.5~7.6万吨；1968年日本汽车制造业使用碳硼钢和含硼合金钢约2万5千吨。苏联ГОСТ4543—71中仍然保留有7个含硼钢。（3）本钢类基本上汇总了我国有关科研单位、学校、工厂20多年来的试验数据；也引用了部分国外数据。这些数据中除包含常规机械性能外，还尽量收入了疲劳、多次冲击、倾斜拉伸、抗弯强度、平面应变断裂韧性、疲劳裂纹扩展速率及应力腐蚀性能等方面的数据，也有渗碳、渗氮、碳氮共渗等热处理工艺性能。

应当指出：（1）有一部分标准钢号和非标准钢号因含钼、钨量较多，有的因切削性能较差，未能得到广泛使用，应当加以改进。（2）随着自动化流水线的不断增多和对各种机件尺寸精度要求的提高，对钢的淬透性提出了严格要求，因此，应当尽快地制定出按淬透性带供应钢材的新标准。（3）为进一步提高冶金质量，应当广泛采用经济而又有效的炉外精炼装置。（4）为充分发挥金属材料的性能和提高零件寿命，应当合理地选用钢号并采用最合理的热处理工艺。

1—1 20Mn2

较小截面的20Mn2钢与20Cr钢性能相似,它的低温冲击韧性和焊接性能较20Cr钢好。冷变形时塑性高。切削性能良好,冷拔状态下,当硬度为HB170~220,切削加工性约为20钢的50%;在热轧状态下,相对切削加工性约为55%。此钢可用于制造截面小于50毫米的零件,如渗碳的小齿轮、小轴、要求不太高的活塞销、十字头销、柴油机套筒、气门顶杆等。

1. 化学成分, %

C	Si	Mn	P	S
0.17~0.24	0.20~0.40	1.40~1.80	≤0.040	≤0.040

注 摘自 YB 6—71。

2. 物理常数

临界点 (近似值), °C

A _{c1}	A _{c3}	A _{r3}	A _{r1}	M _s
720	840	740	610	400

比重 7.85

比热

温 度, °C	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300
C, cal/g·°C	0.140	0.142	0.144	0.146	0.148	0.150	0.151	0.153	0.155

注 1. 用钢成分, %: C0.23, Si0.12, Mn1.53, P0.019, S0.010;

2. 原始状态: 退火。

导热系数

温 度, °C	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
λ, cal/cm·s·°C	0.110	0.110	0.107	0.101	0.095	0.089	0.082	0.074	0.063	0.064	0.065	0.068	0.071

注 1. 用钢成分, %: C0.23, Si0.12, Mn1.53, P0.019, S0.010;

2. 原始状态: 退火。

3. 机械性能

室温机械性能

热 处 理 毛坯直径 mm	热 处 理 制 度	σ_b	σ_s	δ_s	ψ	a_K	备 注
		kG/mm ²		%		kG·m/cm ²	
15	I. 850℃水或油淬, 200℃水或空冷 II. 880℃水淬, 440℃水冷	≥80	≥60	≥10	≥40	≥6	①
	860℃油淬, 200℃180分空冷	$\frac{82\sim144}{104}$	$\frac{60\sim127}{79.5}$	$\frac{10\sim22}{15.5}$	$\frac{40\sim68}{52}$	$\frac{6\sim16}{10.9}$	48炉平炉钢
	860℃油淬, 200℃水冷	$\frac{84\sim134}{102.3}$	$\frac{60\sim88}{73.6}$	$\frac{10\sim21}{14.3}$	$\frac{40\sim57}{47.1}$	$\frac{6\sim16.5}{10.2}$	14炉钢
	880℃水淬, 440~470℃水冷	$\frac{103\sim111}{107.5}$	$\frac{93\sim104.5}{98.5}$	$\frac{16\sim16.4}{16.2}$	$\frac{61\sim64.5}{63}$	$\frac{14.1\sim14.9}{14.5}$	2炉钢
	850℃空淬	67	53	27.5	72.5	28.6	②

注 分子为数据范围, 分母为平均值。

① 摘自 YB 6—71;

② 用钢成分, %: C 0.23, Si 0.25, Mn 1.72, Cr 0.03, Ni 0.02, P 0.024, S 0.007; 冲击试样经 850℃水淬, 600℃回火水冷。

低温冲击韧性

热 处 理 制 度	下列温度 (℃) 时的 a_K , kG·m/cm ²		
	0	-20	-40
在连续式炉中伪渗碳, I区860℃、II区960℃、III区910℃, 共8小时, 预冷到830℃, 10分, 直接油淬; 重新加热840℃油淬, 200℃回火90分空冷		5.7	5.1

注 用钢成分, %: C 0.17, Si 0.23, Mn 1.54, P 0.015, S 0.038。

高温机械性能

温 度, ℃	20	300	350	400	450	475	500	525
σ_s (最低值), kG/mm ²	30~45	24~34	22~30	20~26				
DYM蠕变强度 (最低值), kG/mm ²			20~26	14~18	8~10	6~7	4~5	2

注 1. 为西德 20 Mn 5 钢的数据;

2. 用钢成分, %: C 0.17~0.23, Si 0.45~0.65, Mn 1.0~1.3。

伪渗碳后不同温度淬火的机械性能

热 处 理 毛坯尺寸 mm	热 处 理 制 度	σ_b	$\sigma_{0.2}$	δ_5	ψ	艾氏冲击功	HB
		kG/mm ²		%		ft-lbs	
25	970℃伪渗碳8小时, 直接油淬, 150℃回火	89.0	70.3	20	50.5	50	321
25	同上, 重新加到下列温度:						
	774℃油淬, 150℃回火	82.0	60.0	26	47.0	30	229
	800℃油淬, 150℃回火	70.5	51.5	28	65.0	80	217
	830℃油淬, 150℃回火	68.5	49.5	31	68.0	79	229
50	927℃伪渗碳8小时, 直接油淬, 150℃回火	73.5	50.0	27	63.5	55	255
50	同上, 重新加热到下列温度:						
	774℃油淬, 150℃回火	72.0	44.5	29	55.0	26	207
	800℃油淬, 150℃回火	68.0	44.5	31.5	66.0	80	187
	830℃油淬, 150℃回火	69.0	44.0	31.5	60.0	80	187

渗碳后的机械性能

试样尺寸 mm	渗碳层深度 mm	硬 度		弯 断 载 荷, kG			挠 度 f mm	a _K kG·m/cm ²
		表面HRC	心部HB	光滑试样	缺口试样	缺口/光滑		
15×15×100; 缺口试样:缺口深6.3, 60°, r 0.15, 支点间 距80	0.8	54	388	5793			0.92	
	0.9	54	321		4907	0.86		
	0.8	55	342					5.1 (无缺口)

注 1. 用钢成分, %: C 0.17, Si 0.23, Mn 1.54, P 0.015, S 0.038;
2. 热处理: 在连续式气体渗碳炉中渗碳, I区860℃、II区960℃、III区910℃, 共8小时, 降温到830℃, 10分, 油淬, 重新加热到840℃, 30分, 油淬, 200℃, 90分空冷。

4. 工艺性能

热加工

加 热 温 度, ℃	开 始 温 度, ℃	终 止 温 度, ℃	冷 却
1200~1240	1180~1200	≥850	堆冷

热处理

项 目	正 火	高温回火	淬 火	回 火	渗 碳	淬 火	回 火
温度, ℃	870~900	670~700	850~910	200, 400~600	910~930	810~890	150~180
冷却	空气	空气	油或水	水或空气		油	空气
硬度, HB		≤187					表面 HRC≥55

注 此钢有过热敏感性和回火脆性倾向。

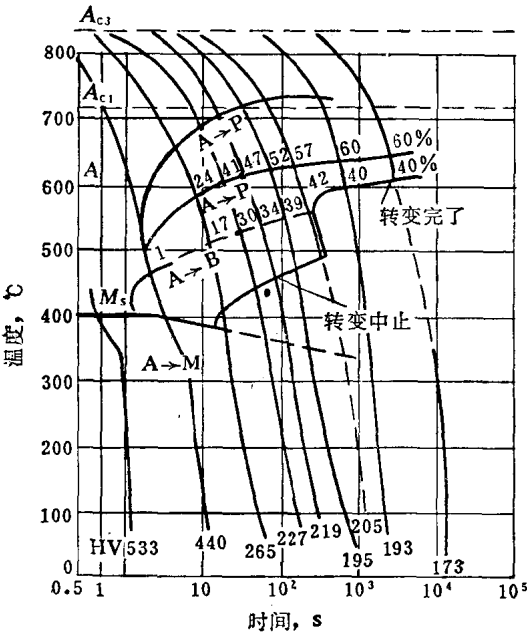


图 1-1-1 连续冷却转变曲线
(用钢成分, %: C 0.23, Si 0.40, Mn 1.53, Cr 0.03; 奥氏体化温度 900℃)

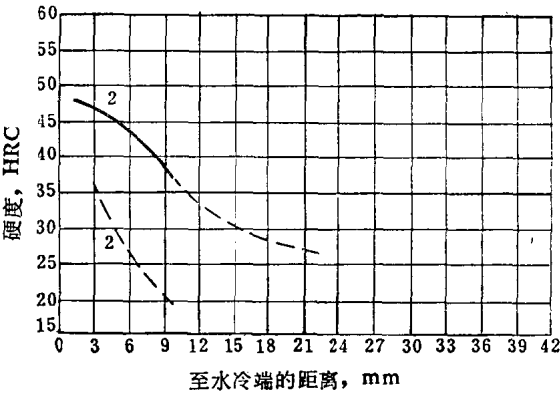


图 1-1-2 淬透性带
(此图为SAE1320H钢的数据; 880℃加热端淬)

5. 交货状态

高温回火后 $HB \leq 187$ 或 $d_{HB} \geq 4.4 \text{ mm}$

6. 生产品种规格

热轧材 $\phi 9 \sim 70 \text{ mm}$, $\phi 75 \sim 130 \text{ mm}$

锻 材 $\phi 60 \sim 160 \text{ mm}$

热轧钢板 4.5~7.8mm厚 (大连钢厂、重庆钢铁公司)

1.0~4.0mm厚 (大连钢厂、重庆钢铁公司)

7. 主要生产单位

各特殊钢厂

1—2 30Mn2

30Mn2钢经调质处理后有较30钢高的强度和韧性及耐磨性。用30Mn2钢制造小截面零件时,其调质后的静强度和疲劳强度良好,拉丝、冷墩、热处理工艺性能也良好。这种钢的切削加工性尚可,当HB179~235时,相对切削性约为50%;焊接性尚可,但通常不作焊接件用。若需焊接时,应预热到200°C以上。30Mn2钢通常可用于制造汽车、拖拉机中的车架纵梁,变速箱齿轮、轴,冷墩螺栓及较大截面的调质件;也可制造要求心部强度较高的渗碳件,如起重机的后车轴等。此钢有白点敏感性和过热敏感性 及 回火脆性 (500~550°C)。

1. 化学成分, %

C	Si	Mn	Cr、Ni	P	S
0.27~0.34	0.20~0.40	1.40~1.80	≤ 0.30	≤ 0.040	≤ 0.040

注 摘自 YB 6—71。

2. 物理常数

临界点 (近似值), °C

A_{c1}	A_{c3}	A_{r3}	A_{r1}
718	804	727	627

注 用钢成分, %: C 0.31, Si 0.17, Mn 1.37; 850°C正火。

比重 7.80

弹性模量, kG/mm^2 21100

导热系数

温 度, °C	100	200	300
$\lambda, \text{cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$	0.095	0.090	0.086

3.机械性能
室温机械性能

热处理毛坯 直径, mm	热 处 理 制 度	σ_b	σ_s	δ_5	ψ	a_K	备 注
		kG/mm ²		%		kG·m/cm ²	
25 钢板	840℃水淬, 500℃回火水冷	≥80	≥65	≥12	≥45	≥8	① 50炉钢
	870℃正火	≥60	≥35	≥15	≥45		
	840℃40分水淬, 520~550℃回火60分水冷	80~114 97	67~107 87	13~22 18	50~69 59	8~18 13.7	
	热轧状态	60~75	~40	~16			

注 分子为数据范围, 分母为平均值。

① 摘自 YB 6—71。

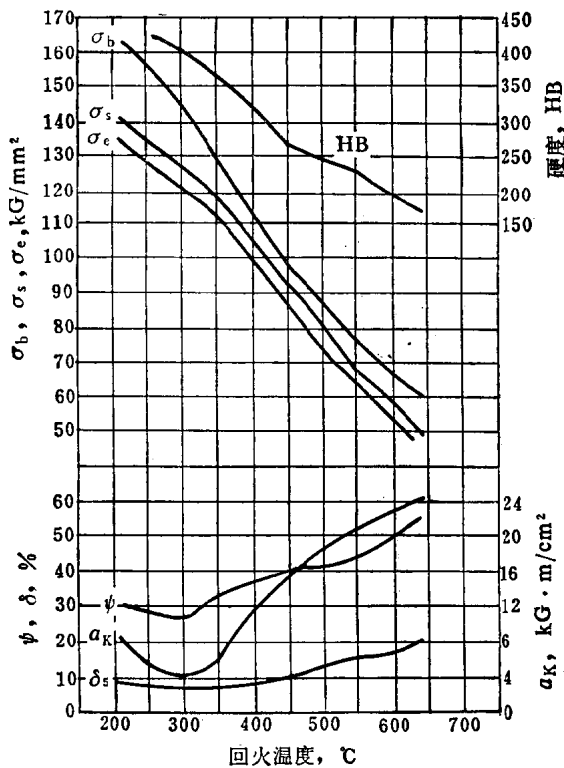


图 1-2-1 不同温度回火后的机械性能（用钢成分，%：C 0.32, Si 0.23, Mn 1.44；热处理：850℃油淬；试样尺寸φ10mm）

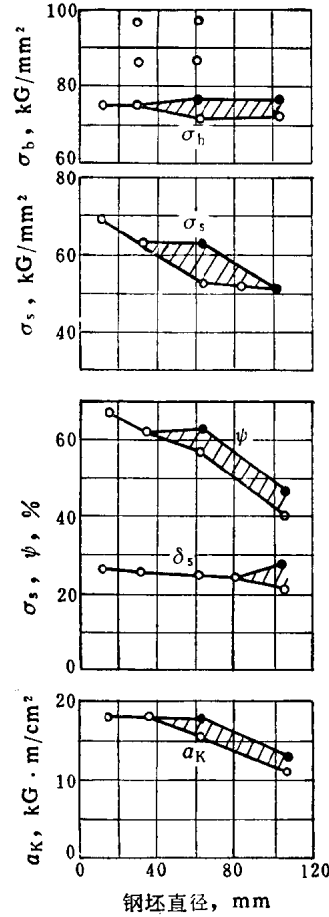


图 1-2-2 钢坯尺寸对机械性能的影响（用钢成分，%：C 0.28, Si 0.26, Mn 1.43；热处理：850℃水淬，回火到相同的硬度）

疲劳极限

用 钢 成 分, %			机 械 性 能			循环次数	σ_{-1}	σ_{-1K}
C	Si	Mn	σ_b kG/mm ²	δ_5 , %	a_K kG·m/cm ²		kG/mm ²	
0.32	0.27	1.20	66.7	24.0	8.5	5×10 ⁶	27	
0.30		1.27	59.9		10.2	5×10 ⁶		18.6

注 试样φ10×90mm，缺口深2mm，张角60°。

低温冲击韧性

热 处 理 制 度	下 列 温 度 (℃) 时 的 a_K , $\text{kG}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$					
	20	0	-20	-30	-40	-50
840℃退火2.5小时, 冷速3℃/分	3.6~4.0	3.3	2.6~2.7	2.6	2.6~2.9	2.4~2.5
890℃正火1.5小时, 冷速39℃/分	6.2~6.3	5.7~5.9	4.7~4.8	4.8	4.6~5.1	3.6~4.4

注 用钢成分, %: C 0.26, Si 0.44, Mn 1.32, P 0.011, S 0.022.

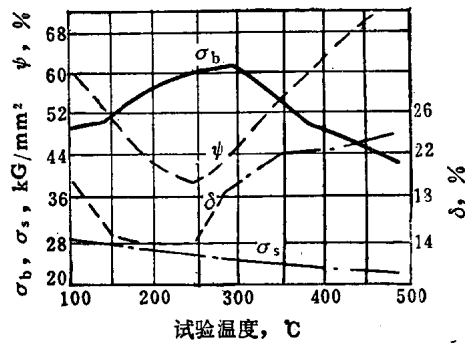


图 1-2-3 高温拉伸性能 (用钢成分, %: C 0.23~0.35, Si 0.17~0.35, Mn 1.2~1.5; 正火; 扁平试样)

蠕变强度

试 验 温 度, ℃		400	450	500	550	备 注
$\sigma_{1/10000}$	kG/mm^2	16	10	6	2.7	30钢的数值
$\sigma_{1/100000}$		11	6.5	3.5	1.6	

4. 工艺性能

热加工

加 热 温 度, ℃	开 始 温 度, ℃	终 止 温 度, ℃	冷 却
1200~1220	1160~1200	>800	>φ60mm缓冷

热处理

项 目	退 火	正 火	高温回火	淬 火		回 火
温度, ℃	830~860	840~880	680~720	820~840	840~880	400~600
冷却	炉内	空气	空气	水 ^①	油	油或水
硬度, HB	≤207		≤207			按需要

① 只有形状简单的零件方可水淬, 否则有产生裂纹的危险。