

Chapter IV Alloy Steels

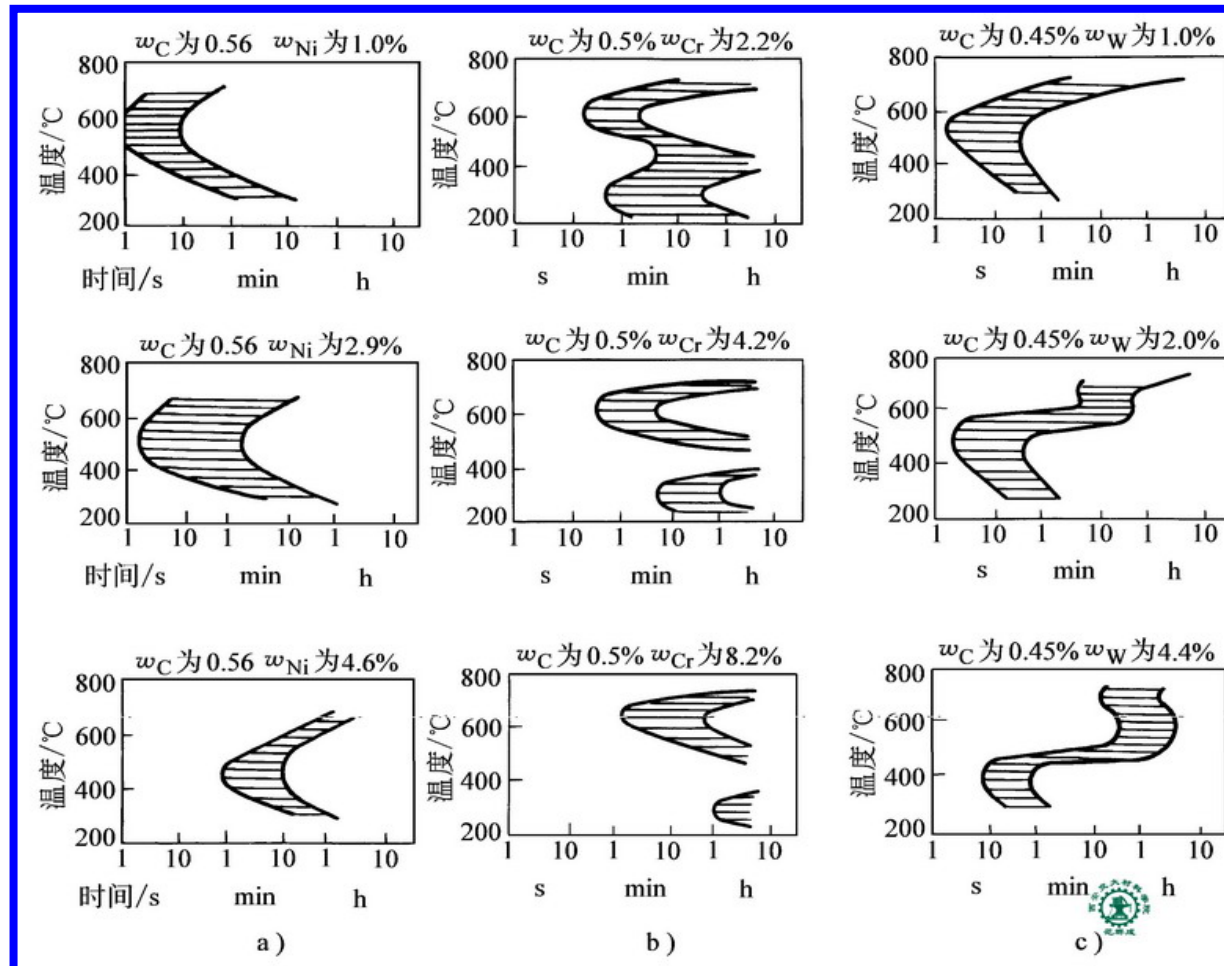
§ 4-1 Introduction

4.1.1 Action of alloy elements in steel

1. Improving the properties of heat treatment process
 - 1) Fining the grains of austenite

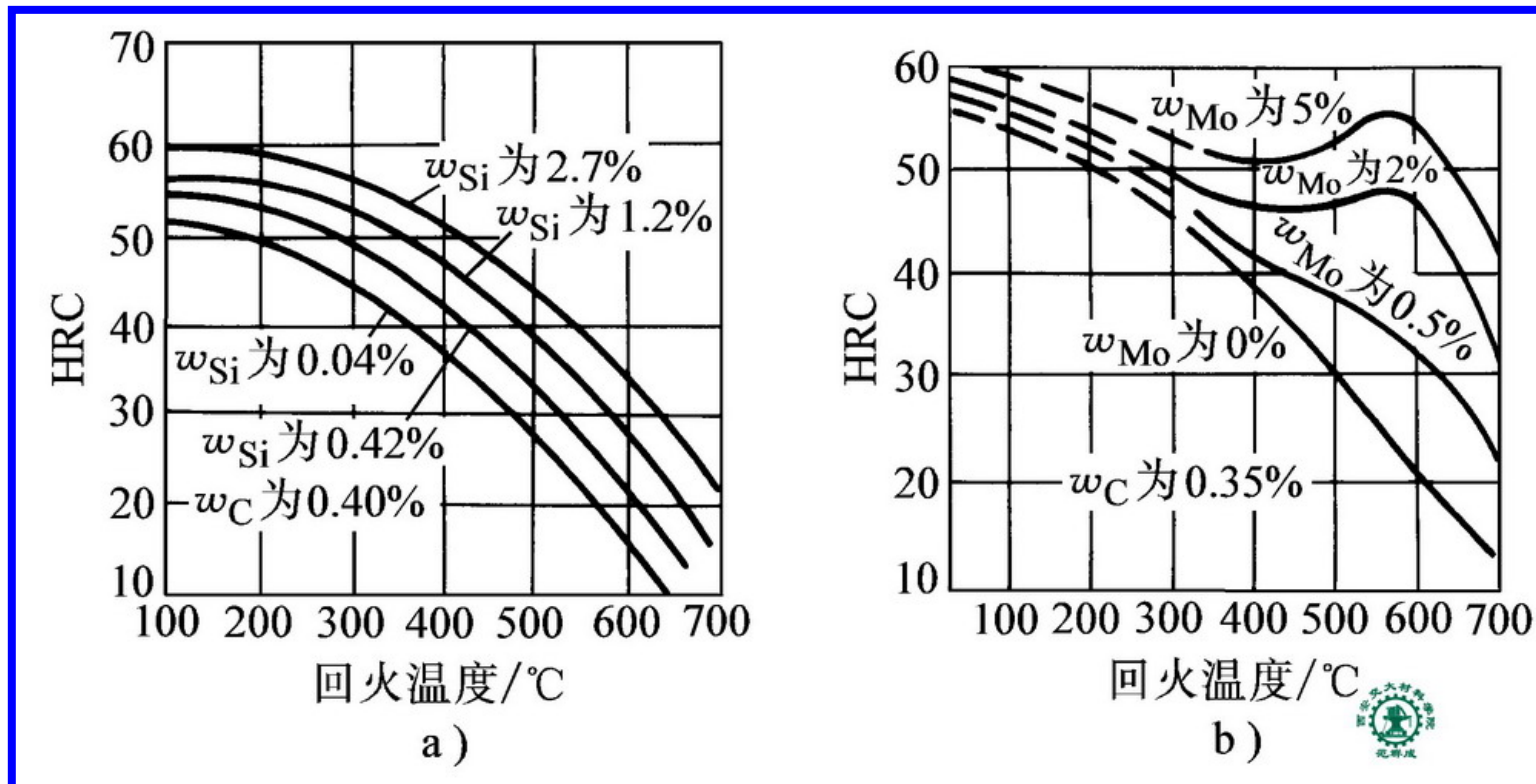
THE END

2) Raising the quenching degree



The effect of alloy elements on the isothermal transformation diagram of austenite. a) effect of Ni, b) effect of Cr, c) effect of W

3) Raising the resistance to the tempering



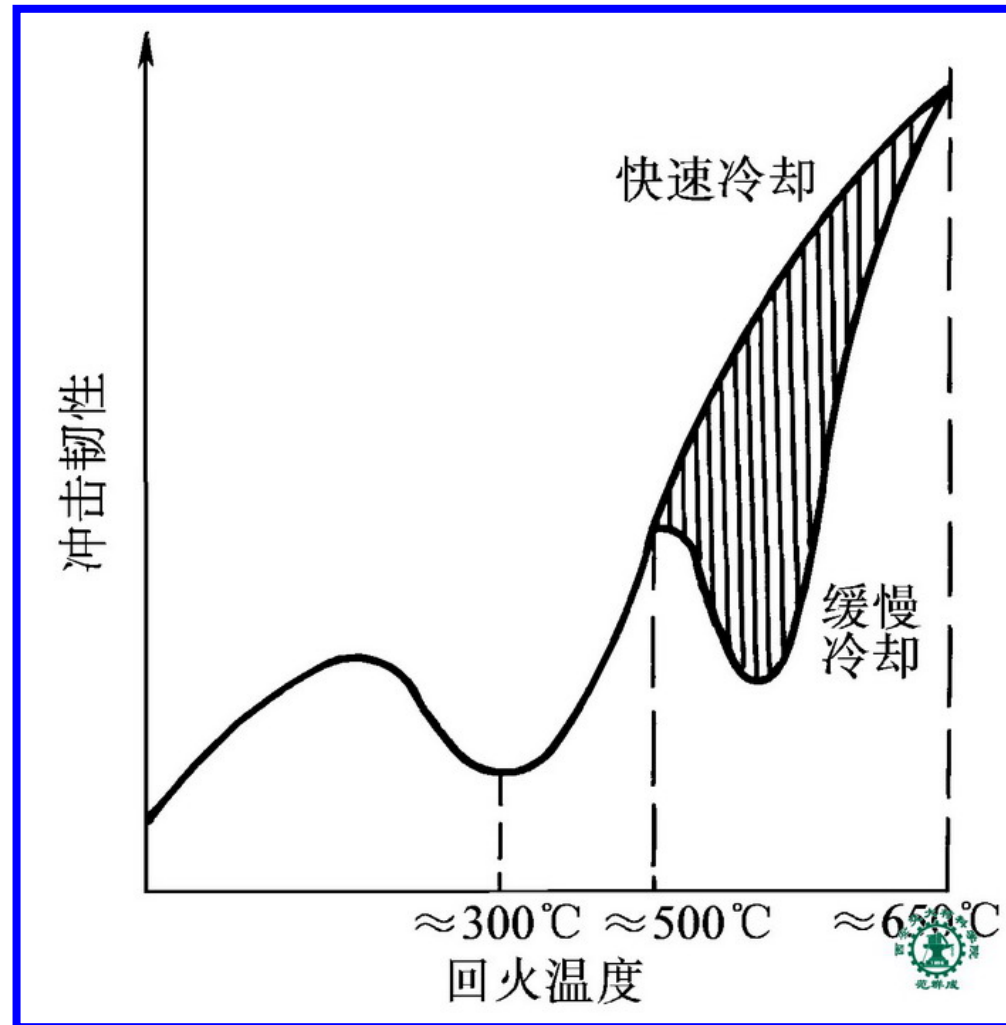
The effect of alloy elements on the tempering

a) effect of Si, b) effect of Mo

4) Making second hardening

THE END

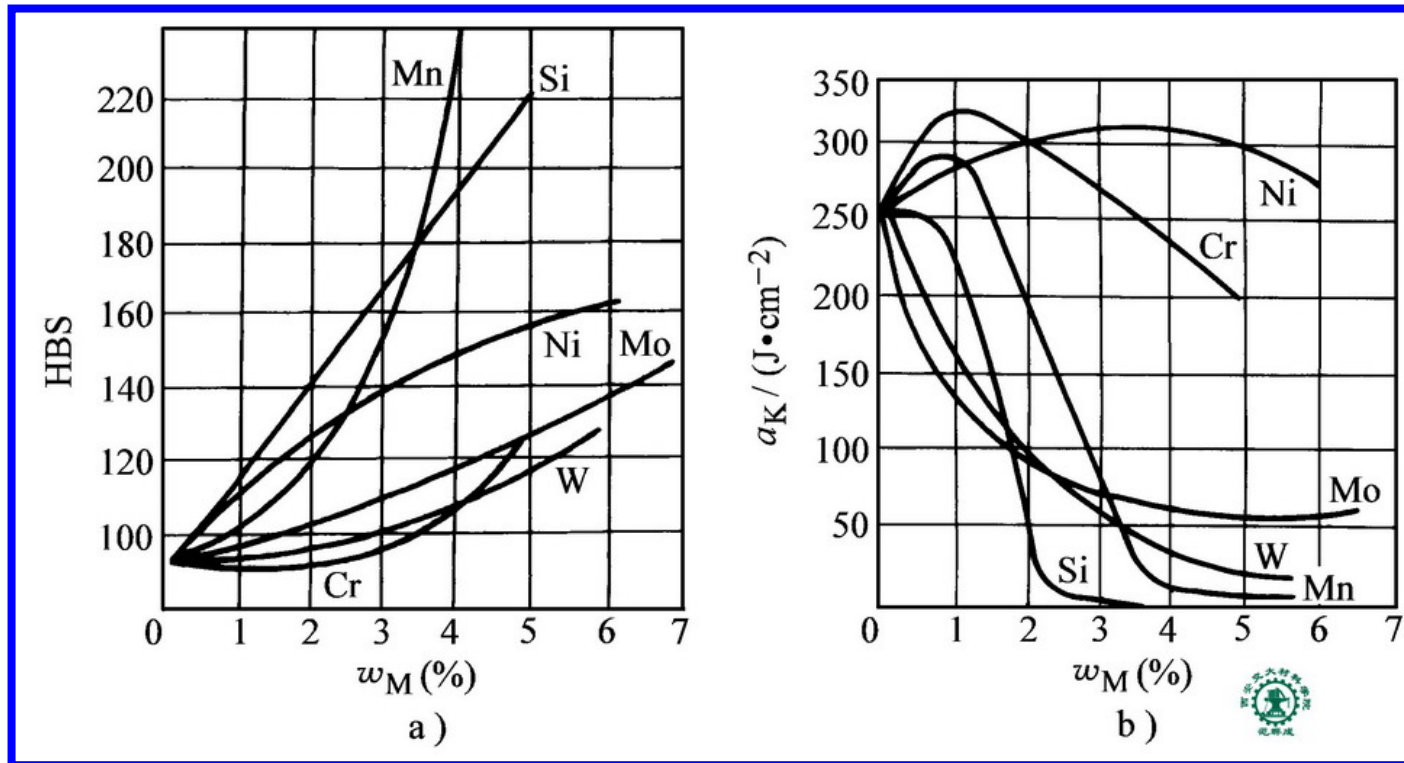
5) Preventing second kind of temper-brittleness



THE END

Schematic of temper-brittleness of steel

2. Raising the use properties of steels
 - 1) Making the steel strengthened
 - (1) Solid solution strengthening



The effects of alloy elements on the hardness (a) and impact toughness (b) of the ferrite

THE END

(2) Second phase strengthening

表 4-1 钢中常见碳化物的类型及基本性质

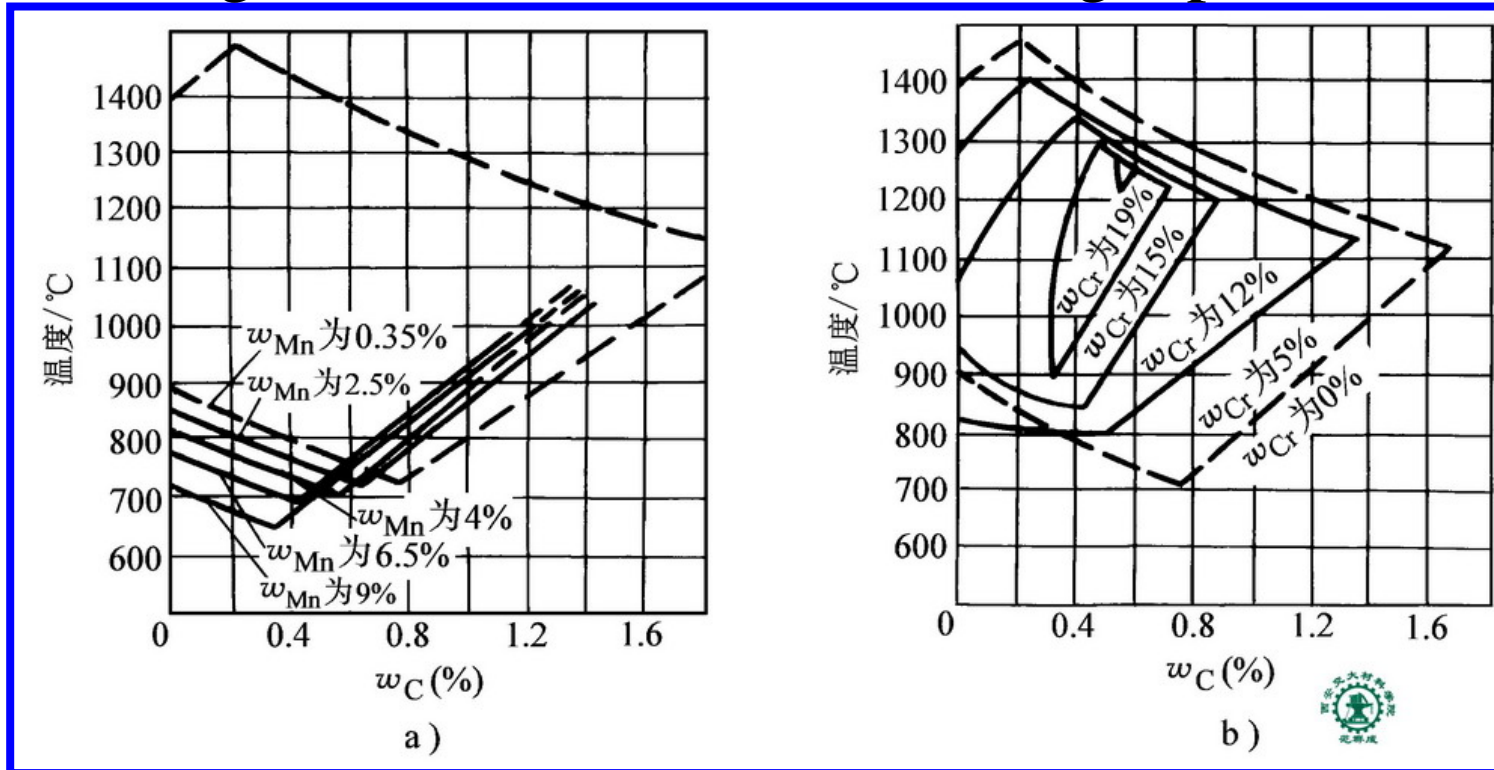
碳化物类型	M ₃ C		M ₂₃ C ₆	M ₇ C ₃	M ₂ C		M ₆ C		MC		
	Fe ₃ C	(Fe, Me) ₃ C ^①	Cr ₂₃ C ₆	Cr ₇ C ₃	W ₂ C	Mo ₂ C	Fe ₃ W ₃ C	Fe ₃ Mo ₃ C	VC	NbC	TiC
常见碳化物	Fe ₃ C	(Fe, Me) ₃ C ^①	Cr ₂₃ C ₆	Cr ₇ C ₃	W ₂ C	Mo ₂ C	Fe ₃ W ₃ C	Fe ₃ Mo ₃ C	VC	NbC	TiC
硬度 HV	900~1050	稍大于 (900~1050)	1000~1100	1600~1800	—	—	1200~1300		1800~2200		
熔点 / °C	~1600		1500	1670	2700	2750			2750	3500	3200
在钢中溶解的温度范围 / °C	A _{c1} 至 950~1000	A _{c1} 至 1050~1200	950~1100	大于 950 可直到熔点	回火时析出, 大于 650-700 °C 时转变为 M ₆ C		1150~1300		大于 1100~1150	几乎不溶解	
含有此类碳化物的钢种	碳钢	合金结构钢和低合金工具钢	高合金工具钢及不锈钢和耐热钢	少数高合金工具钢	高合金工具钢, 如高速钢, Cr12MoV, 3Cr2W8V 等		同左		ω _V > 0.3% 的所有含钒合金钢	几乎所有含铌, 钛的钢种	

① Me 可以是 Mn, Cr, W, Mo, V 等碳化物形成元素。

(3) Fine grain strengthening

THE END

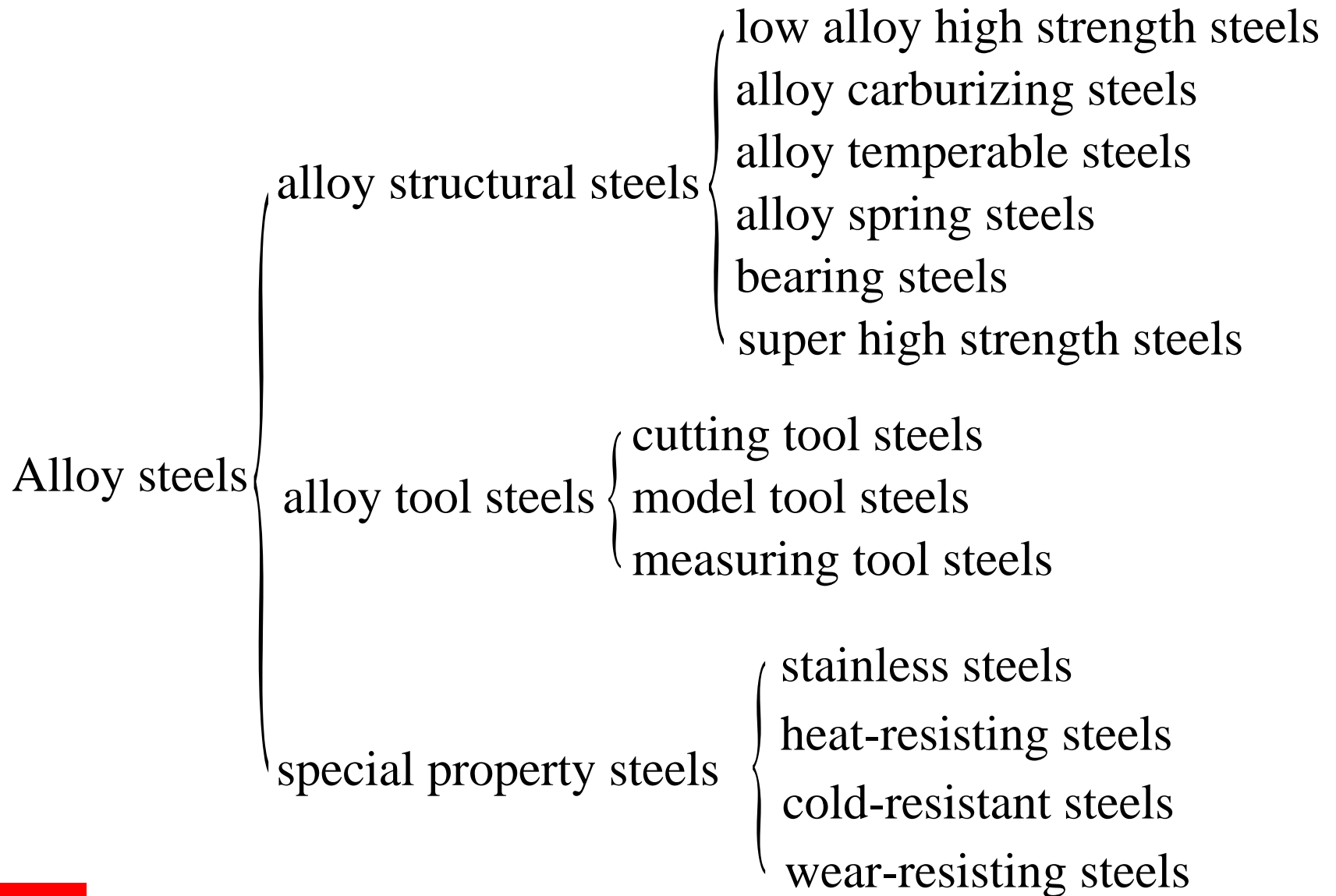
- 2) Making the steel to get special properties
 (1) Forming the stable structure of a single phase



The effect of alloy elements on the austenite (γ) field
 a) Mn extending the field b) Cr narrowing the field

- (2) Forming the close oxide film or intermetallic compounds

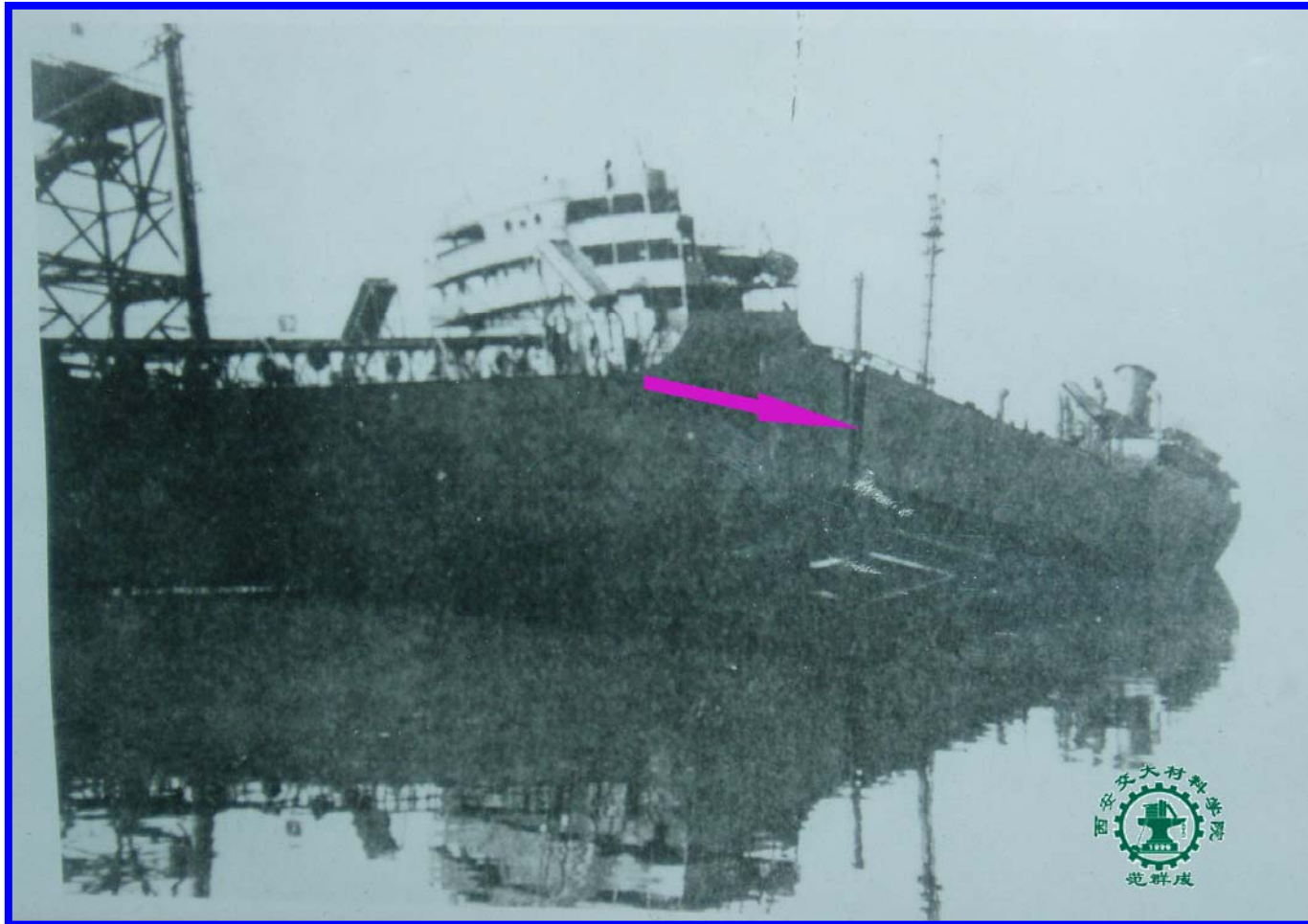
4.1.2 The classification and name of alloy steels



THE END

§ 4-2 Alloy structural steels

4.2.1 Low alloy high strength steels



THE END



THE END

表 4-2 低合金高强度结构钢的牌号、成分、力学性能与用途 (GB/T1591-1994)

牌号	质量等级	化学成分 ω (%)								力学性能				用途	
		C \leq	Mn	Si \leq	P \leq	S \leq	V	Nb	Ti	厚度或直径/mm	σ_s /MPa 不小于	σ_b /MPa	δ_5 (%)		A_{kv} (纵向, 20℃) /J
Q295	A	0.16	0.80	0.55	0.045	0.045	0.02	0.015	0.02	≤ 16	295	390~570	23	34	桥梁、车辆、容器、油罐
	B	0.16	~ 1.50	0.55	0.040	0.040	~ 0.15	~ 0.060	~ 0.20	>16 ~35	275	390~570	23	34	
Q345	A	0.20		0.55	0.045	0.045				≤ 16	345	470~630	21	34	桥梁、车辆、船舶、压力容器、建筑结构
	B	0.20	1.00	0.55	0.040	0.040	0.02	0.015	0.02	≤ 16					
	C	0.20	~	0.55	0.035	0.035	~	~	~	>16					
	D	0.20	1.60	0.55	0.030	0.030	0.15	0.060	0.20	~35					
	E	0.20		0.55	0.025	0.025				~35					
Q390	A	0.20		0.55	0.045	0.045				≤ 16	390	490~650	19	34	桥梁、船舶、起重设备、压力容器
	B	0.20	1.00	0.55	0.040	0.040	0.02	0.015	0.02	≤ 16					
	C	0.20	~	0.55	0.035	0.035	~	~	~	>16					
	D	0.20	1.60	0.55	0.030	0.030	0.20	0.060	0.20	~35					
	E	0.20		0.55	0.025	0.025				~35					
Q420	A	0.20		0.55	0.045	0.045				≤ 16	420	520~680	18	34	桥梁、高压容器、大型船舶、电站设备、管道
	B	0.20	1.00	0.55	0.040	0.040	0.02	0.015	0.02	≤ 16					
	C	0.20	~	0.55	0.035	0.035	~	~	~	>16					
	D	0.20	1.70	0.55	0.030	0.030	0.20	0.060	0.20	~35					
	E	0.20		0.55	0.025	0.025				~35					
Q460	C	0.20	1.00	0.55	0.035	0.035	0.02	0.015	0.02	≤ 16	460	550~720	17	34	中温高压容器 (<120℃) 锅炉、石油化工高压厚壁容器 (<100℃)
	D	0.20	~	0.55	0.030	0.030	~	~	~	>16					
	E	0.20	1.70	0.55	0.025	0.025	0.20	0.060	0.20	~35					

THE END



THE END



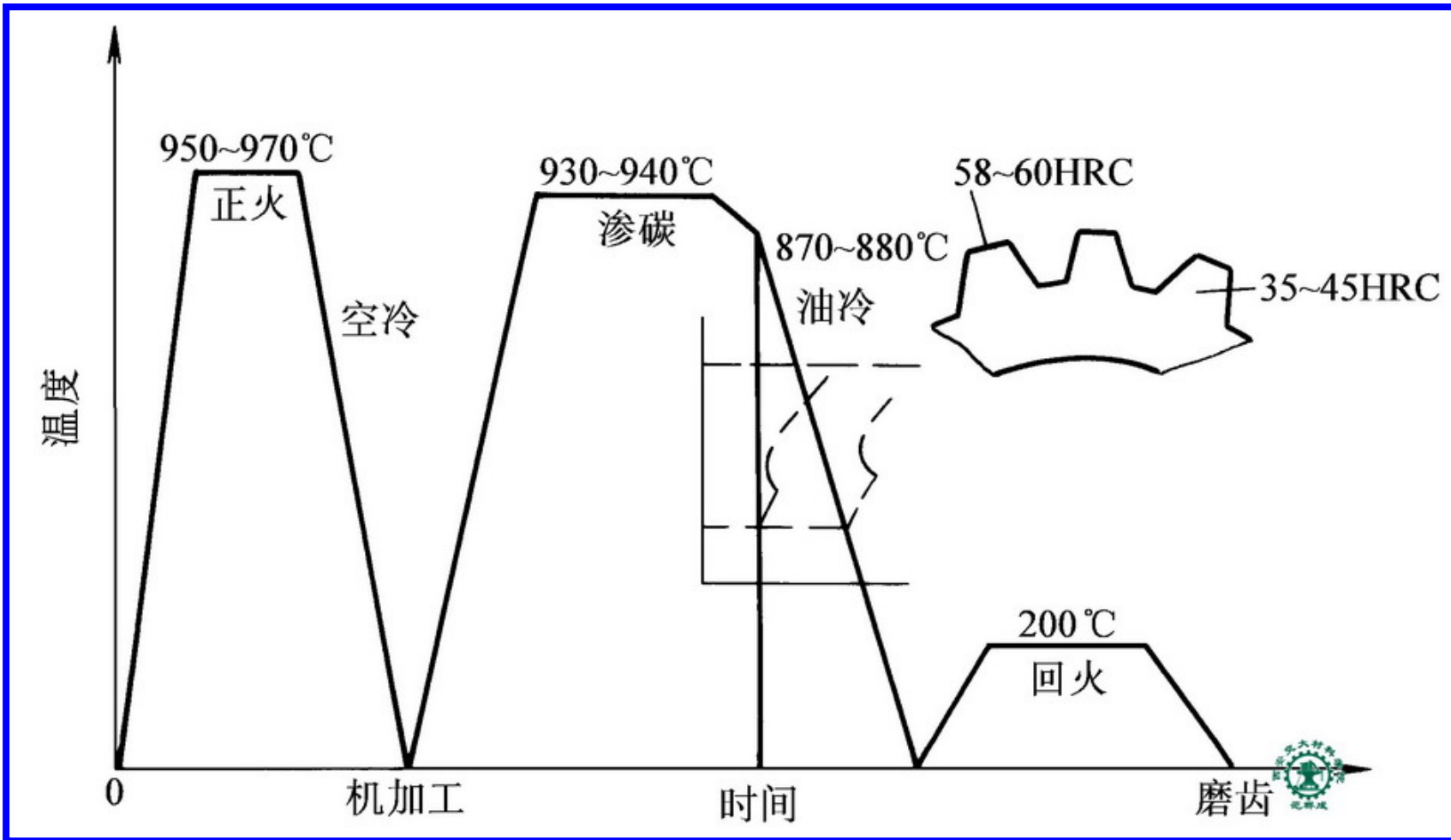
THE END

4.2.2 alloy carburizing steels

表 4-3 常用合金渗碳钢的成分、热处理、力学性能和用途 (GB/T3077-1999)

钢号	主要化学成分 ω(%)							热处理 /℃			力学性能					毛坯尺寸 /mm	用途
	C	Mn	Si	Cr	Ni	V	其他	第一次 淬火	第二次 淬火	回火	σ _s	σ _b	δ ₅	ψ	A _{kv2}		
											/MPa	/MPa	(%)	(%)	/J		
20Mn2	0.17~ 0.24	1.40~ 1.80	0.17~ 0.37					850 水、油		200 水、空	785	590	10	40	47	15	小齿轮、小轴 活塞销等
20Cr	0.18~ 0.24	0.50~ 0.80	0.17~ 0.37	0.70~ 1.00				880 水、油	780~820 水、油	200 水、空	835	540	10	40	47	15	齿轮、小轴、 活塞销等
20MnV	0.17~ 0.24	1.30~ 1.60	0.17~ 0.37			0.07~ 0.12		880 水、油		200 水、空	785	590	10	40	55	15	同上。也用作 锅炉、高压容器管 道等
20CrMn	0.17~ 0.23	0.90~ 1.20	0.17~ 0.37	0.90~ 1.20				850 油		200 水、空	930	735	10	45	47	15	齿轮、轴、蜗 杆、活塞销、摩擦 轮
20CrMnMo	0.17~ 0.23	0.90~ 1.20	0.17~ 0.37	1.10~ 1.40			Mn0.20~ 0.30	850 油		200 水、空	1180	885	10	45	55	15	汽车、拖拉机 上的后桥齿轮
20CrMnTi	0.17~ 0.23	0.80~ 1.10	0.17~ 0.37	1.00~ 1.30			Ti0.04~ 0.10	880 油	870 油	200 水、空	1080	850	10	45	55	15	汽车、拖拉机 上的变速箱齿轮
20MnTiB	0.17~ 0.24	1.30~ 1.60	0.17~ 0.37				Ti0.04~ 0.10 B0.0005 ~0.0035	860 油		200 水、空	1130	930	10	45	55	15	代 20CrMnTi
20Cr2Ni4	0.17~ 0.23	0.30~ 0.60	0.17~ 0.37	1.25~ 1.65	3.25~ 3.65			880 油	780 油	200 水、空	1180	1080	10	45	63	15	大型渗碳齿 轮和轴类
18Cr2Ni4WA	0.13~ 0.19	0.30~ 0.60	0.17~ 0.37	1.35~ 1.65	4.00~ 4.50		W0.80~ 1.20	950 空	850 空	200 水、空	1180	835	10	45	78	15	大型渗碳齿 轮和轴类

注：渗碳零件应先经渗碳处理后再进行热处理



Heat treatment process of the gear made from 20CrMnTi

THE END



THE END

4.2.3 alloy temperable steels

表4-4常用合金调质钢的成、热处理、力学性能和用途 (GB/T3077-1999)

钢号	主要化学成分 (%)								热处理		力学性能						退火或高温回火状态 HB _S 不大于	用途
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	其他	淬火 /°C	回火 /°C	毛坯尺寸 /mm							
45Mn2	0.42-0.49	1.40-1.80	0.17-0.37						840油	550水、油	25	885	735	10	45	47	217	代替直径小于50mm的40Cr作重要螺栓和轴类等
40MnB	0.37-0.44	1.10-1.40	0.17-0.37					B0.0005-0.0035	840油	550水、油	25	980	785	10	45	47	207	代替直径小于50mm的40Cr作重要螺栓和轴类等
40MnVB	0.37-0.44	1.10-1.40	0.17-0.37				0.05-0.10	B0.0005-0.0035	850油	550水、油	25	980	785	10	45	47	207	可代替40Cr及部分代替40CrNi作重要零件,也可代替38CrSi作重要销钉
35SiMn	0.32-0.40	1.10-1.40	1.10-1.40						900油	570水、油	25	885	735	15	45	47	229	除低温(<-20°C)韧性稍差外,可代替40Cr和部分代40CrNi
40Cr	0.37-0.44	0.50-0.80	0.17-0.37	0.80-1.10					850油	520水、油	25	980	785	9	45	47	217	作重要调质件,如轴、杆、螺栓和齿、轴、连杆、气阀和齿等

钢号	主要化学成分 (%)								热处理			力学性能					退火或高温回火状态 HB _S 不大于	用途
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	其他	淬火 /°C	回火 /°C	毛坯尺寸 /mm							
38CrSi	0.35-0.43	0.30-0.60	1.00-1.30	1.30-1.60					900 油	600 水、油	25	980	835	12	50	55	255	作承受重载及调质的重要零件
40CrMn	0.37-0.45	0.90-1.20	0.17-0.37						840 油	550 水、油	25	980	835	9	45	47	229	代40CrNi
30CrMnSi	0.27-0.34	0.80-1.10	0.90-1.20	0.80-1.10					880 油	520 水、油	25	1080	885	10	45	39	229	高强度作高速重载轴、轴衬、轴外片等
35CrMo	0.32-0.40	0.40-0.70	0.17-0.37	0.80-1.10		0.15-0.25			850 油	550 水、油	25	980	835	12	45	63	229	重要调质件，如曲轴、连杆及代40CrNi作大轴类零件
38CrMoAlA	0.35-0.42	0.30-0.60	0.20-0.45	1.35-1.65		0.15-0.25	A10.70-1.10		940 油	640 水、油	30	980	835	14	50	71	229	作氮渗零件，如精密机床轴、高压门套等
40CrNi	0.37-0.44	0.50-0.80	0.17-0.37	0.45-0.75	1.00-1.40				820 油	500 水、油	25	980	785	10	45	55	241	作较大和重要轴、连杆等

THE END



钢号	主要化学成分 (%)								热处理			力学性能					退火或高温回火状态 HB _S 不大于	用途
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	其他	淬火 /°C	回火 /°C	毛坯尺寸 /mm							
37CrNi3	0.34-0.41	0.30-0.60	0.17-0.37	1.20-1.60	3.00-3.50				820油	500水、油	25	1130	980	10	50	47	269	作大截面、高强度、高韧性的零件
37SiMn2MoV	0.33-0.39	1.60-1.90	0.60-0.90			0.40-0.50	0.05-0.12		870油	650水、油	25	980	835	12	50	63	269	作大截面、重载荷的轴、连杆、齿、齿轮等，代替40CrNiMo
40CrMnMo	0.37-0.45	0.90-1.20	0.17-0.37	0.90-1.20		0.20-0.30			850油	600水、油	25	980	735	10	45	63	217	相当于40CrNiMo的高级调质钢
25Cr2Ni4wA	0.21-0.28	0.30-0.60	0.17-0.37	1.35-1.65	1.00	4.50			850油	550水、油	25	1080	930	11	45	71	269	制造机械性能要求很高的断面零件
40CrNiMnA	0.37-0.44	0.55-0.80	0.17-0.37	0.60-0.90	1.25-1.65	0.15-0.25			850油	600水、油	25	980	835	12	55	78	269	作高强度零件，如航空发动机轴，在<500℃工作的燃气轮机承力零件
45CrNiMnVA	0.42-0.49	0.50-0.80	0.17-0.37	0.80-1.10 1.30-1.18	3.20-3.30	0.10-0.20			860油	460水、油	试样	1470	1330	7	35	31	269	作高强度、高韧性零件如车辆上扭力轴等

THE END



THE END



THE END

表 4-5 低碳马氏体 15MnVB 钢与调质 40Cr 钢性能对比

钢号	状态	HRC	$\sigma_{0.2}/\text{MPa}$	σ_b/MPa	$\delta_5(\%)$	$\phi(\%)$	$a_k/\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$	$a_k(-50^\circ\text{C时})$ $/\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$
15MnVB	低碳马氏体	43	1133	1353	12.6	51	95	70
40Cr	调质态	38	800	1000	9	45	60	≤ 40



THE END

4.2.4 alloy spring steels

表 4-6 合金弹簧钢的成分、热处理、力学性能和用途 (GB/T 1222-1984)

钢号	主要化学成分 ω (%)						热处理/°C		力学性能				(%)	用途
	C	Mn	Si	Cr	V	其他	淬火	回火	σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ (%)			
											δ_5	δ_{10}		
65	0.62-0.70	0.50-0.80	0.17-0.37	≤0.25			840 油	500	800	1000	不小于		35	截面<12mm 的小 弹簧
65Mn	0.62-0.70	0.90-1.20	0.17-0.37	≤0.25			830 油	540	800	1000			30	截面<25mm 的各 种螺旋弹簧, 板弹簧
60Si2Mn	0.56-0.64	0.60-0.90	1.50-2.00	≤0.25			870 油	480	1200	1300			25	截面<25mm 的各 种螺旋弹簧, 板弹簧
60Si2CrA	0.56-0.64	0.40-0.70	1.40-1.80	0.70-1.00			870 油	420	1600	1800	6		20	制造高温(≤350°C) 截面<50mm 的强度要 求较高的弹簧
50CrVA	0.46-0.54	0.50-0.80	0.17-0.37	0.80-1.10	0.10- 0.20		850 油	500	1150	1300	10		40	制造截面<30mm 重 载板簧和螺旋弹簧, 以及工 作温度<400°C的各种弹簧
55CrMnA	0.52-0.60	0.65-0.95	0.17-0.37	0.65-0.95			830- 860 油	460-510	1100 ()	1250	9		20	车辆、拖拉机上用直径 <50mm 的圆弹簧和板弹簧
60CrMnA	0.65-0.64	0.70-1.00	0.17-0.37	0.70-1.00			830- 860 油	460-520	1100 0	1250	9		20	同上
60CrMnBA	0.56—0.6 4	0.70-1.00	0.17-0.37	0.70-1.00		B0.0 005- 0.004	830- 860 油	460-520	1100 0	1250	9		20	同上
30WCr2VA	0.26-0.34	≤0.40	0.17-0.37	2.00-2.50	0.50- 0.80	W4.0 -4.5	1050 -1100 油	600	1350	1500	7		40	制造工作温度≤450°C 的圆弹簧和板弹簧



4.2.5 Bearing steels

表 4-7 高碳铬轴承钢的成分及轴承零件淬火、回火后的硬度
(GB/T 18254—2002 及 JB/T 1255—2001)

牌号	主要化学成分 w(%)					热处理		零件名称	成品尺寸 /mm	硬度 HRC					
	C	Si	Mn	Cr	Mo	淬火/ °C	常规回火/ °C			淬火后不小于	常规回火后	高温回火后			
												200°C	250°C	300°C	350°C 不小于
GCr4	0.95	0.15	0.15	0.35	≦	800	150~	≤12	63	60	59	57	55	52	
	~	~	~	~	0.08	~	~			85	64	62	59		
GCr15	0.95	0.15	0.25	1.40	≦	800	150~	套圈有效壁厚	12~30	58	57	56	54	52	
	~	~	~	~	0.1	~	~			64	62	60	58		
GCr15	0.95	0.15	0.25	1.40	≦	800	150~	套圈有效壁厚	>30	57	56	55	53	52	
	~	~	~	~	0.1	~	~			63	61	59	57		
GCr15SiMn	0.95	0.45	0.95	1.40	≦	820	170~	钢球直径	30~50	61	61	61	56	52	
	~	~	~	~	0.1	~	~			66	66	66	60		
GCr15SiMn	0.95	0.45	0.95	1.40	≦	820	170~	钢球直径	>50	59	59	57	55	52	
	~	~	~	~	0.1	~	~			64	64	61	59		
GCr15SiMo	0.95	0.65	0.20	1.40	0.30	820	170~	滚子有效直径	≤20	60	60	60	55	52	
	~	~	~	~	~	~	~			65	65	65	59		
GCr15SiMo	0.95	0.65	0.20	1.40	0.30	820	170~	滚子有效直径	20~40	58	58	57	54	52	
	~	~	~	~	~	~	~			64	64	61	58		
GCr18Mo	0.95	0.20	0.25	1.65	0.15	820	170~	滚子有效直径	>40	57	57	56	53	52	
	~	~	~	~	~	~	~			60	~	~	~		
GCr18Mo	0.95	0.20	0.25	1.65	0.15	820	170~	滚子有效直径	>40	63	63	59	57	52	
	~	~	~	~	~	~	~			63	63	59	57		

注：中、小尺寸轴承零件选用 GCr4、GCr15 钢，大尺寸轴承零件选用 GCr15SiMn、GCr15SiMo、GCr18Mo 钢制造。

THE END

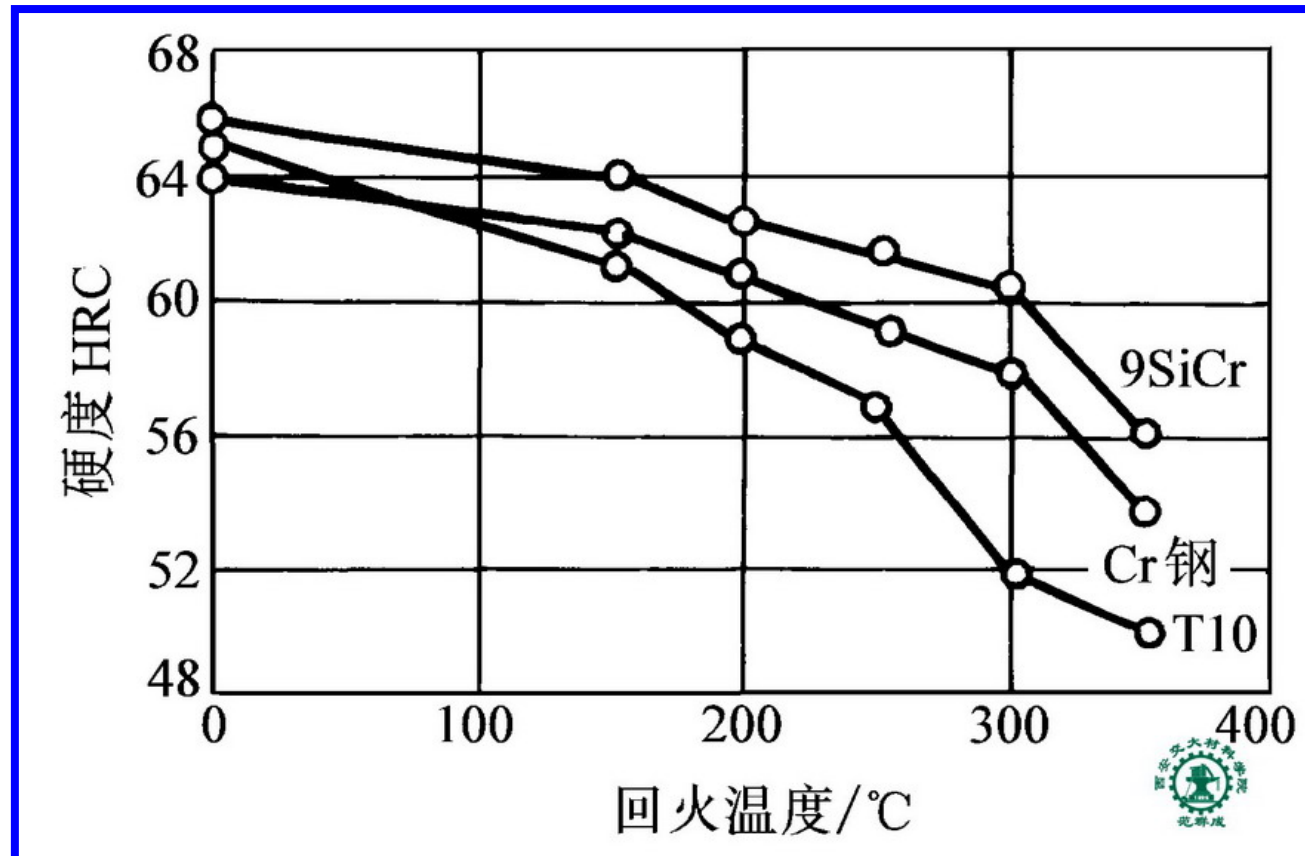
§ 4-3 Alloy tool steels

4.3.1 Cutting tool steels

1. The service condition of the cutting tools
2. Property requirement for cutting tool steels
3. Typical alloy cutting tool steels

THE END

1) High carbon low alloy steels



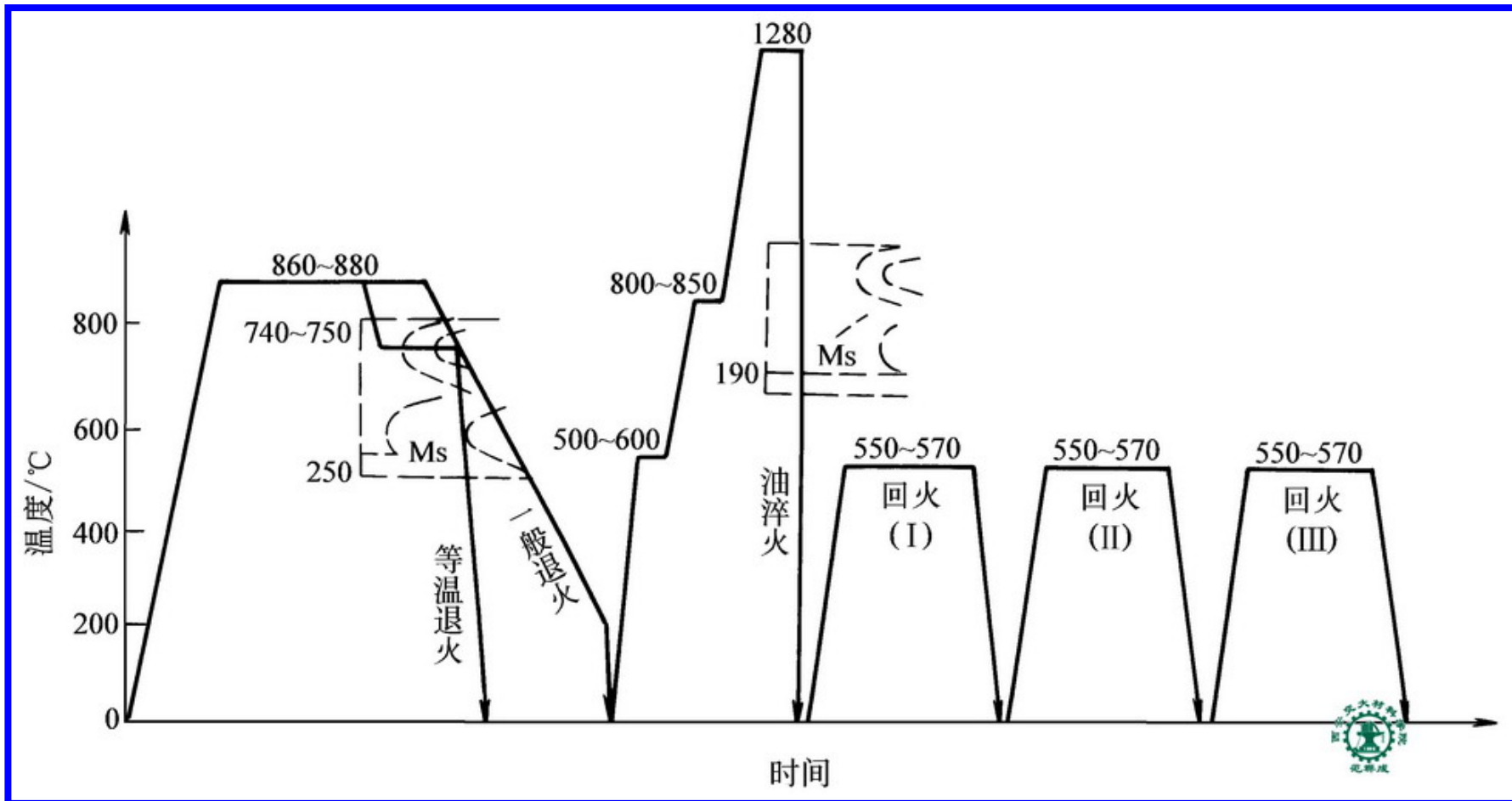
The relationship between the hardness of T10, Cr and 9SiCr steels and the tempering temperature

THE END

2) High speed steel

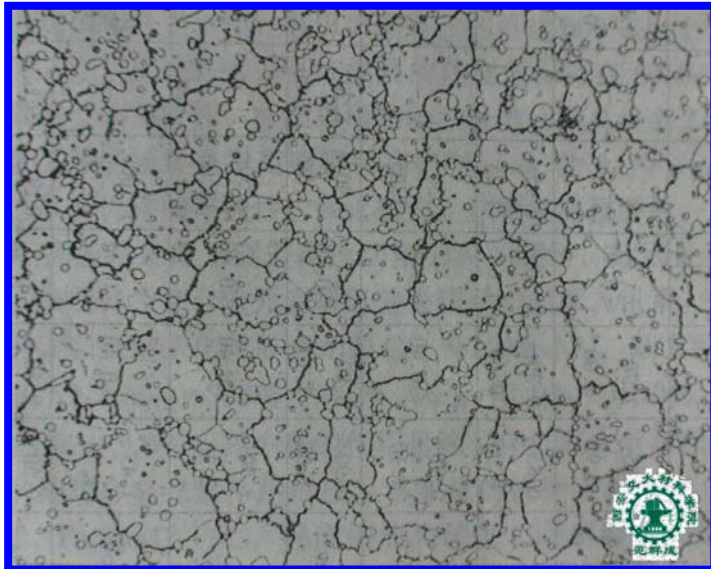
表 4-15 常用高速钢的化学成分、热处理、硬度及用途 (GB/T 9943—1988)

牌号	化学成分 ω (%)						交货退火硬度 HBS 不大于	热处理 /℃				回火后硬度 HRC 不小于	应用举例
	C	W	Mo	Cr	V	Al 或 Co		预热	淬火		回火		
									盐浴炉	箱式炉			
W18Cr4V	0.70 ~ 0.80	17.50 ~ 19.00	≦ 0.30	3.80 ~ 4.40	1.00 ~ 1.40		255	820~ 870	1270~ 1285 油	1270~ 1285 油	550~ 570	63	制造一般高速切削用车刀、刨刀、钻头、铣刀等
W18Cr4V2Co8	0.75 ~ 1.85	17.50 ~ 19.00	0.50 ~ 1.25	3.75 ~ 5.00	1.80 ~ 2.40	Co7.00 ~9.50	285	820~ 870	1270~ 1290 油	1280~ 1300 油	540~ 560	63	制造形状简单截面较粗的刀具, 用于加工难切削材料, 如高温合金、难熔金属、超高强度钢、钛合金以及奥氏体不锈钢等
W12Cr4V5Co5	1.50 ~ 1.60	11.75 ~ 13.00	≦ 1.00	3.75 ~ 5.00	4.50 ~ 5.25	Co4.50 ~5.25	277	277	820~ 870	1230~ 1250 油	530~ 550	65	
W6Mo5Cr4V3	0.80 ~ 0.90	5.50 ~ 6.75	4.50 ~ 5.50	3.80 ~ 4.40	1.75 ~ 2.20		255	730~ 840	1210~ 1230 油	1210~ 1230 油	540~ 560	63 (箱式炉) 64 (盐浴炉)	制造要求耐磨性和韧性很好配合的高速切削刀具, 如丝锥、钻头等
W6Mo5Cr4V3	1.00 ~ 1.10	5.00 ~ 6.75	4.75 ~ 6.50	3.75 ~ 4.50	2.25 ~ 2.75		255	730~ 840	1190~ 1210 油	1200~ 1220 油	540~ 560	64	制造要求耐磨性和热硬性较高、耐磨性和韧性较好配合、形状稍为复杂的刀具, 如拉刀、铣刀等
W6Mo5Cr4V2Co5	0.80 ~ 0.90	5.50 ~ 6.50	4.50 ~ 5.50	3.75 ~ 4.50	1.75 ~ 2.25	Co4.50 ~5.50	269	730~ 840	1190~ 1210 油	1200~ 1220 油	540~ 560	64	
W7Mo4Cr4V2Co5	1.05 ~ 1.15	6.25 ~ 7.00	3.25 ~ 4.25	3.75 ~ 4.50	1.75 ~ 2.25	Co4.75 ~5.75	269	730~ 840	1180~ 1200 油	1190~ 1210 油	530~ 550	66	制造形状简单截面较粗的刀具, 如直径在 15mm 以上的钻头及某些刀具, 用于加工难切削材料, 例如高温合金、难熔金属和合金, 超高强度钢、钛合金以及奥氏体不锈钢等, 也用于切削硬度 ≤300~350HBS 的合金调质钢
W2Mo9Cr4Vco8	1.05 ~ 1.15	1.15 ~ 1.85	9.00 ~ 10.00	3.50 ~ 4.25	0.95 ~ 1.35	Co7.75 ~8.75	269	730~ 840	1170~ 1190 油	1180~ 1200 油	530~ 550	66	
W6Mo5Cr4V2Al	1.05 ~ 1.20	5.50~ 6.75	4.50 ~ 5.50	3.80 ~ 4.40	1.75~ 2.20	Al 0.80~ 1.20	285	820~ 870	1230~ 1240 油	1230~ 1240 油	540~ 560	65	在加工一般材料时, 刀具使用寿命为 W18Cr4V 的 2 倍, 在切削难加工的超高强度钢和耐热钢时, 其使用寿命接近含钴高速钢

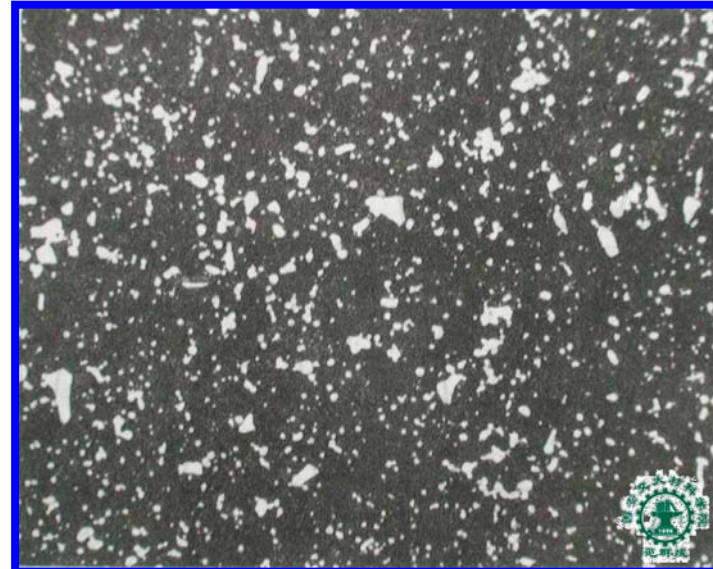


Heat treatment process of the W18Cr4V steel

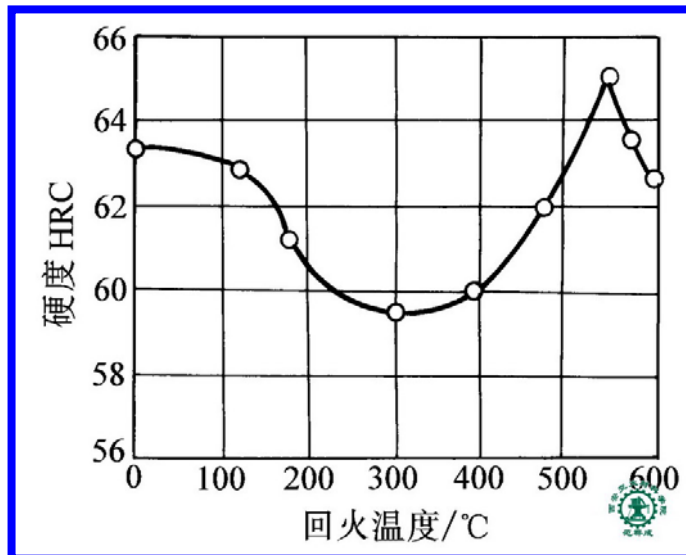
THE END



The structure of quenched W18Cr4V



The structure of tempered W18Cr4V



The relationship between the hardness of W18Cr4V steels and the tempering temperature

THE END

4.3.2 Model tool steels

1. The cold mold tool steels

- 1) Property requirement for the cold mold tool steels
- 2) Typical cold mold tool steels
- 3) Heat treatment process

2. The hot mold tool steels

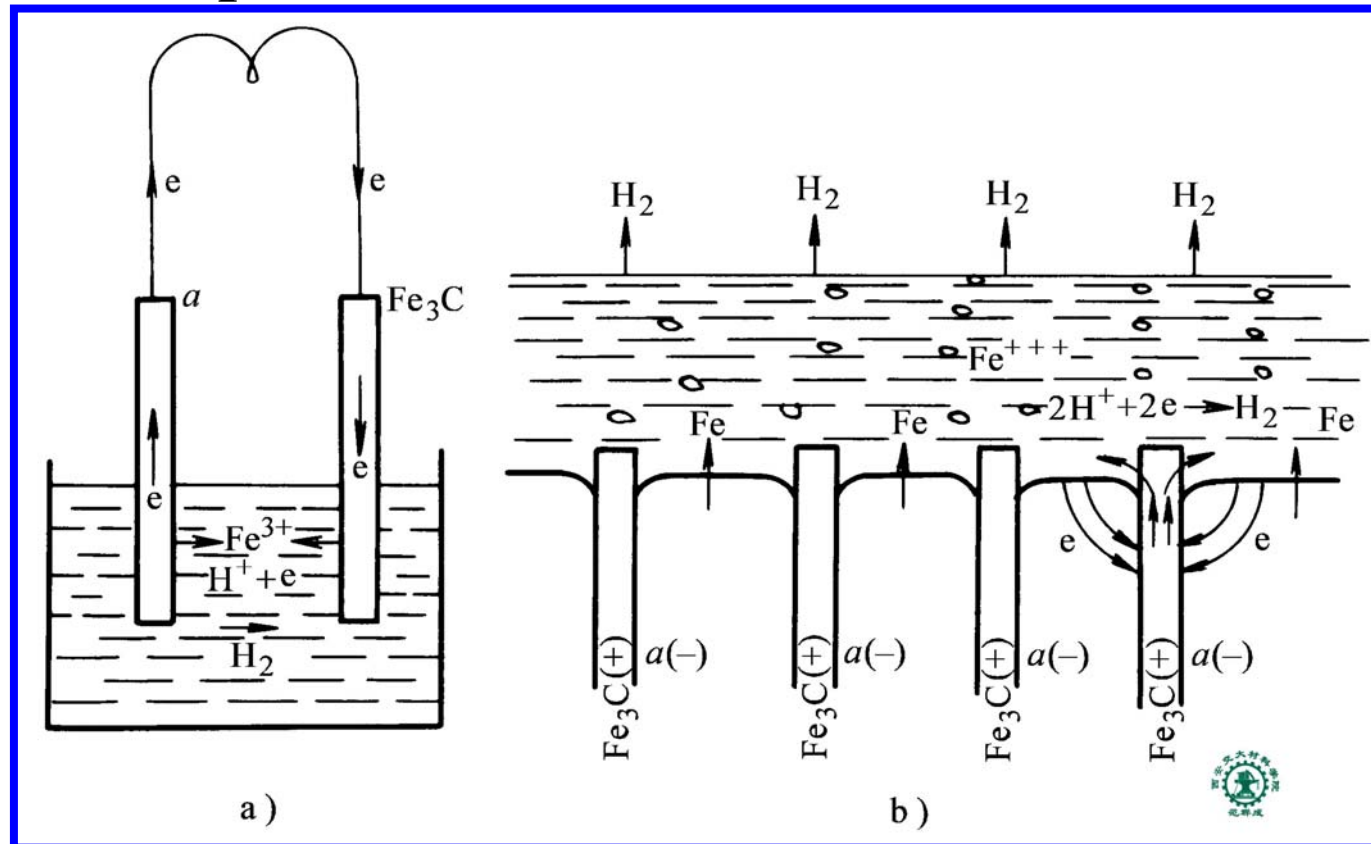
- 1) Property requirement for the hot mold tool steels
- 2) Typical hot mold tool steels
- 3) Heat treatment process

THE END

§ 4-4 Special property steels

4.4.1 Stainless steels

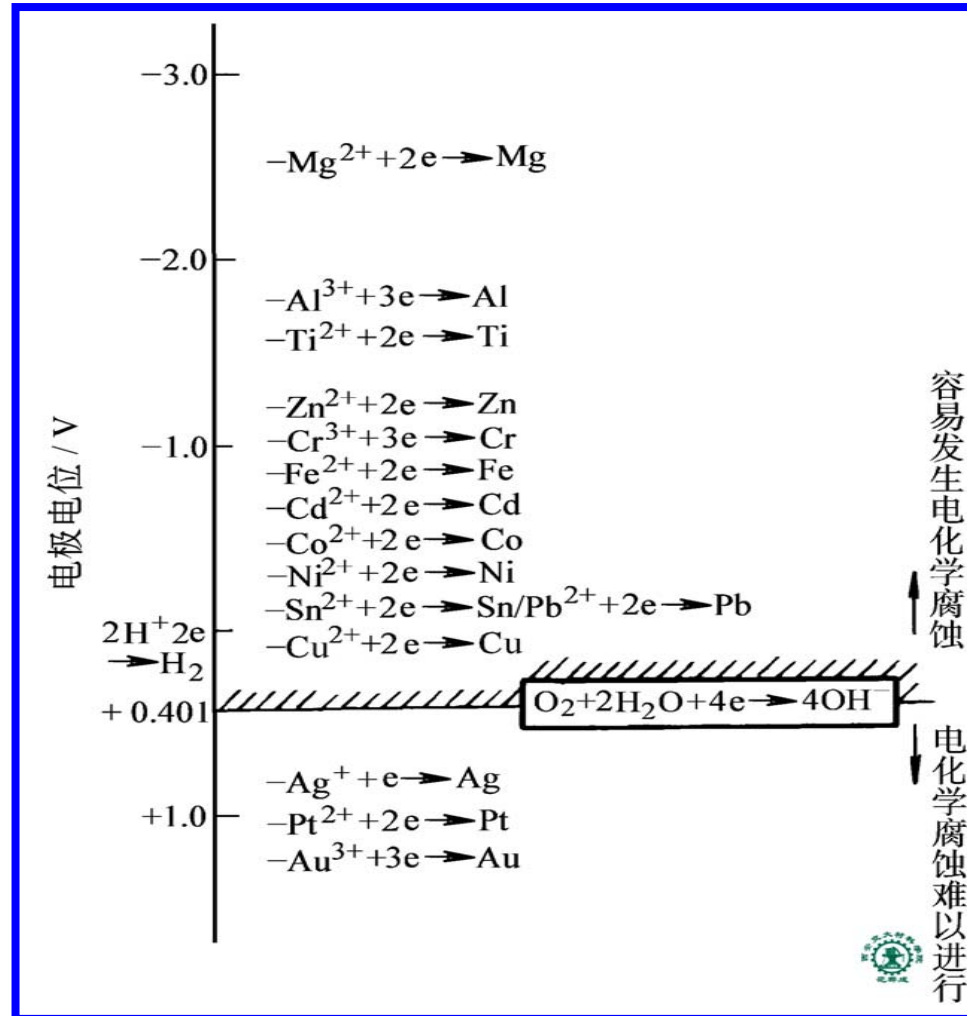
1. Principle of electrochemical corrosion



THE END

The electrochemical corrosion of the pearlite

2. The way to raising corrosion-resistant property of steel



THE END

Electrode voltage of different metals

3. The stainless steels most in use

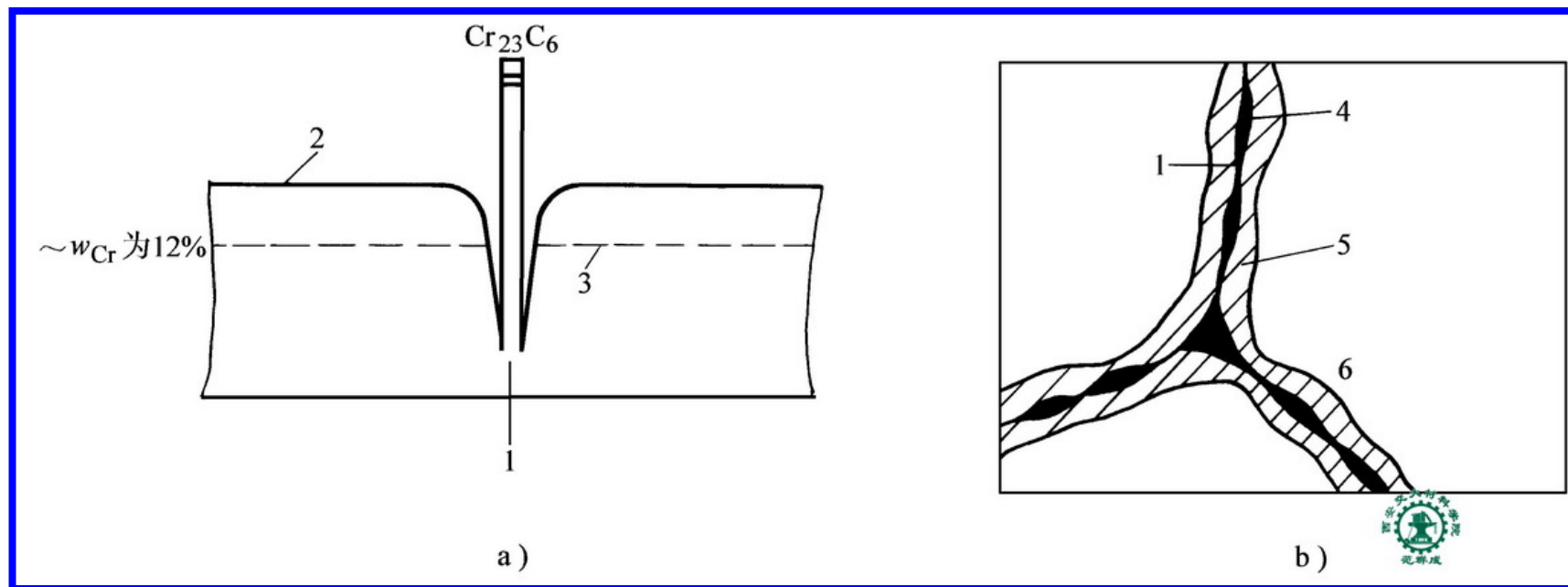
表4-18常用不锈钢的化学成分 (GB/T1220-1992)

类别	牌号	化学成分 ω (%)									
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Ti	其他
马氏体型	1Cr13	≤ 0.15	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	11.50-13.50	-	-	-	-
	2Cr13	0.16-0.25	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	12.00-14.00	-	-	-	-
	3Cr13	0.26-0.35	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	12.00-14.00	-	-	-	-
	4Cr13	0.36-0.45	≤ 0.60	≤ 0.60	≤ 0.035	≤ 0.030	12.00-14.00	-	-	-	-
	1Cr17Ni2	0.11-0.17	≤ 0.80	≤ 0.80	≤ 0.035	≤ 0.030	12.00-14.00	-	-	-	-
	1Cr17Ni2	0.90-1.00	≤ 0.80	≤ 0.80	≤ 0.035	≤ 0.030	16.00-18.00	1.50-2.50	-	-	-
	9Cr18	0.85-0.95	≤ 0.80	≤ 0.80	≤ 0.035	≤ 0.030	17.00-19.00	-	≤ 0.75	-	-
9Cr18MoV						17.00-19.00	-	1.00-1.50	-	0.07-0.12	
铁素体型	0Cr13Al	≤ 0.08	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	11.50-14.50	-	-	-	A10.10-0.30
	1Cr17	≤ 0.12	≤ 0.75	≤ 1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	1600-18.00	-	-	-	-
	1Cr17Mo	≤ 0.12	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	18.00-16.00	-	-	0.75-1.25	-
	00Cr12	≤ 0.03	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 0.35	≤ 0.030	11.00-13.00	-	1.50-2.50	-	-
	00Cr30Mo2	≤ 0.01	≤ 0.40	≤ 0.40	≤ 0.030	≤ 0.020	28.50-32.00	-	-	-	N ≤ 0.015
奥氏体型	00Cr19Ni10	< 0.030	≤ 1.00	≤ 2.00	≤ 0.035	≤ 0.030	18.00-20.00	8.00-12.00	-	-	-
	1Cr18Ni9	≤ 0.15	≤ 1.00	≤ 2.00	≤ 0.035	≤ 0.030	17.00-19.00	8.00-10.00	-	-	-
	1Cr18Ni9Ti	≤ 0.12	≤ 1.00	≤ 2.00	≤ 0.035	≤ 0.030	17.00-19.00	8.00-11.00	-	-	-
	1Cr18Ni9Ti	≤ 0.07	≤ 1.00	≤ 2.00	≤ 0.035	≤ 0.030	17.00-19.00	8.00-11.00	-	5?/FONT> (c%-0.2) 0.08	-
	0Cr18Ni9	≤ 0.08	≤ 1.00	≤ 2.00	≤ 0.035	≤ 0.030	16.00-18.50	10.00-14.00	2.00-3.00	-	-
	0Cr17Ni12Mo2	≤ 0.030	≤ 1.00	≤ 2.00	≤ 0.035	≤ 0.030	16.00-18.00	12.00-15.00	2.00-3.00	-	-
00Cr17Ni14Mo2											
奥氏体-铁素体型	00Cr18Ni5Mo3Si2	≤ 0.030	1.30-2.00	1.00-2.00	≤ 0.035	≤ 0.030	18.00-19.50	4.50-5.50	2.50-3.00	-	-
	0Cr26Ni5Mo2	≤ 0.08	≤ 1.00	≤ 1.50	≤ 0.035	≤ 0.030	23.00-28.00	3.00-6.00	1.00-3.00	-	RE0.12 N ≤ 0.26
	1Cr18Ni11Si4AlTi	0.10-0.18	3.40-4.00	≤ 0.80	≤ 0.035	≤ 0.030	17.50-19.50	10.00-12.00	-	0.40-0.70	A10.10-0.50
沉淀硬化型	0Cr17Ni4Cu4Nb	≤ 0.07	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	15.50-17.50	3.00-5.00	-	-	Cu3.00-5.00Nb0.15-0.45
	0Cr17Ni7Al	≤ 0.09	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	16.00-18.00	-	-	-	A10.75-1.50Cu ≤ 0.50
	0Cr15Ni7Mo2Al	≤ 0.09	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 0.035	≤ 0.030	14.00-16.00	6.50-7.50	2.00-3.00	-	A10.75-1.50
0Cr15Ni7Mo2Al							6.50-7.50	-	-		

表4-19 不锈钢的热处理规范、力学性能及用途举例 (GB/T1220-1992)

类别	牌号	热处理规范				力学性能 (不小于)						用途举例
		淬火温度/℃	冷却剂	回火温度/℃	冷却剂	σ_b /MPa	$\sigma_{0.2}$ /MPa	δ_5 (%)	ψ (%)	Alt /J	HRC	
马氏体 型	1Cr13	950~1000	油	700-750	油、水	540	345	25	55	78	159HBS	制造抗弱腐蚀性介质、受冲击负荷、要求较高韧性的零件，如汽轮机叶片、小压机阀、结构架、螺栓、螺母等 有较高硬度及耐磨性的热油泵轴、阀门、弹簧、手术刀片及医疗器械零件
	2Cr13	920~980	油	700-750	油、水	635	440	20	50	63	192HBS	
	3Cr13	920~980	油	200-300	-	-	-	-	-	-	40	
	4Cr13	1050~1100	油	200-300	-	-	-	-	-	-	50	
	1Cr17Ni2	950~1050	油	275-350	油、空	1080	-	10	-	39	-	
	9Cr18	1000~1050	油	200-300	空	-	-	-	-	-	55	
	9Cr18MoV	1050~1075	油	100-200	-	-	-	-	-	-	55	
铁素 体 型	0Cr13Al	780~830	空	-	-	410	177	20	60	78	183HBS	制造抗水蒸气、碳酸氢根母液、热含硫石油腐蚀的设备 硝酸工厂设备如吸收塔、硝酸热交换器、酸槽、输送管道等、食品厂设备 同上，比1Cr17抗盐溶液性强 制造汽车排气处理装置、锅炉燃烧室、喷嘴等 制造耐乙酸、乳酸等有机酸的设备、苛性碱设备
	1Cr17	780~850	空	-	-	450	205	22	50	-	183HBS	
	1Cr17Mo	780~850	空	-	-	450	205	22	60	-	183HBS	
	00Cr12	700~820	空	-	-	265	196	22	60	-	183HBS	
	00Cr30Mo2	900~1050	水	-	-	450	295	20	45	-	228HBS	
奥氏 体 型	00Cr19Ni10	1010~1150	水	-	-	480	177	40	60	-	<187HBS	具有良好的耐蚀及耐晶间腐蚀性性能，为化学工业用的良好耐蚀材料 制作耐硝酸、冷磷酸、有机酸及盐、碱溶液腐蚀的设备零件 <187HBS <187HBS <187HBS <187HBS <187HBS 用于制作抗磷酸、磷酸、蚁酸及醋酸等腐蚀性介质的设备，有良好的耐晶间腐蚀性 用于耐蚀性要求高的焊接构件，尤其是尿素、硫氨维尼龙等生产设备
	1Cr18Ni9	1010~1150	水	-	-	520	205	40	60	-	<187HBS	
	1Cr18Ni9Ti	920~1150	水	-	-	520	205	40	60	-	<187HBS	
	0Cr18Ni9	1010~1150	水	-	-	520	205	40	60	-	<187HBS	
	0Cr17Ni12Mo2	1010~1150	水	-	-	520	205	40	60	-	<187HBS	
	00Cr17Ni14Mo2	1010~1150	水	-	-	480	205	40	60	-	<187HBS	
	00Cr18Ni5Mo3Si2	920~1150	水	-	-	590	390	20	40	-	-	
奥氏体-铁素体 型	0Cr26Ni5Mo2	950~1100	水	-	-	590	390	18	40	-	<277HBS	在含氯离子的环境中耐应力腐蚀开裂性好、耐点蚀性好，用于制造炼油、化肥、造纸、石化等工业热交换器和冷凝器等 在海水中有良好的抗点蚀及抗应力腐蚀开裂的性能 抗高温浓硝酸腐蚀的设备零件
	1Cr18Ni11Si4AlTi	930~1050	水	-	-	730	450	25	40	63	-	
	0Cr17Ni4Cu4Nb	1020~1060℃ (水) 1020~1060℃ (水) +470~490℃回火4小时 (空) 1020~1060℃ (水) +540~560℃回火4小时 (空) 1020~1060℃ (水) +610~630℃回火4小时 (空)	-	-	-	-	-	-	-	-	<363 (HBS) 40 (375HBS) 35 (331HBS) 28 (277HBS)	
沉淀 硬化 型	0Cr17Ni7Al	1000~1100℃ (水) 1000~1190℃ (水) +760℃, 90分 (空) + 565℃回火90分 (空)	-	-	-	<1030	<380	20	-	-	<229HBS >363HBS	制作高强度、高硬度而又耐蚀的化工机械设备及零件，如轴、高速离心机转鼓、弹簧以及航天设备的零件和汽轮机部件等
	0Cr15Ni7Mo2Al	1000~1100℃ (水) +955℃, 10分 (空) + -73℃冷处理8小时+510℃回火60分 (空)	-	-	-	1230	1030	4	10	-	>388HBS	
		1000~1100℃ (水)	-	-	-	-	-	-	-	-	<269HBS	
		1000~1100℃ (水) +760℃, 90分 (空) + 565℃回火90分 (空)	-	-	-	1210	1100	7	25	-	>375HBS	
		1000~1100℃ (水) +955℃, 10分 (空) + -73℃冷处理8小时+510℃回火60分 (空)	-	-	-	1320	1210	5	20	-	>338HBS	

- 1) Martensite type stainless steels
- 2) Ferrite type stainless steels
- 3) Austenite type stainless steels



Schematic of Cr-poor at grain boundary and intercrystalline corrosion in stainless steel

THE END

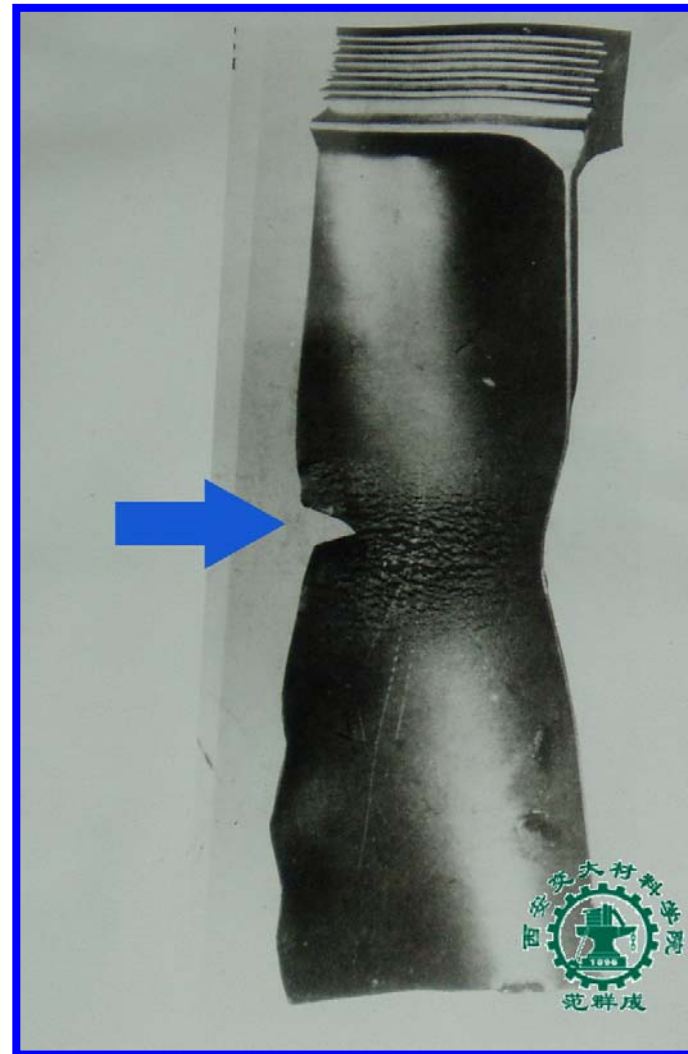
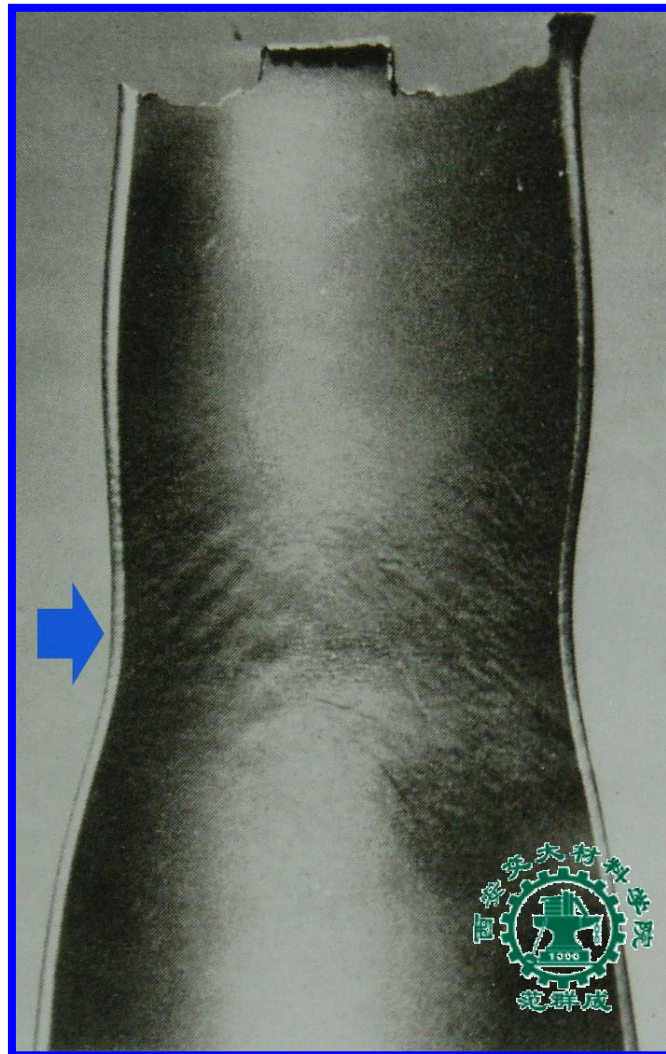
4.4.2 Heat-resisting steels

1. The failure of parts at high temperature and prevention
 - 1) Oxidization at high temperature



THE END

2) Creep and fracture at high temperature



THE END

2. The heat-resisting steels most in use

表4-21 常用耐热钢的化学成分处理、力学性能及用途举例 (GB/T 12211992)

类别	牌号	化学成分 ω (%)									
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V	Ti	其他
马氏体型	1Cr13	≤ 0.15	≤ 1.00	≤ 1.00	11.50~13.50						
	2Cr13	0.16~0.25	≤ 1.00	≤ 1.00	12.00~14.00						
	1Cr11MoV	0.11~0.18	≤ 0.50	≤ 0.60	10.00~11.50		0.50~0.70		0.25~0.40		
	1Cr12WMoV	0.12~0.18	≤ 0.50	0.50~0.90	11.00~13.00		0.50~0.70	0.70~1.10	0.18~0.30		
	4Cr9Si2	0.35~0.50	2.00~3.00		8.00~10.00	≤ 0.60					
	4Cr10Si2Mo	0.35~0.45	1.90~2.60	≤ 0.70	9.00~10.50	≤ 0.60	0.70~0.90				
铁素体型	0Cr13Al	≤ 0.08	≤ 1.00	≤ 1.00	11.50~14.50						Al 0.10~0.30
	1Cr17	≤ 0.12	≤ 0.75	≤ 1.00	16.00~18.00						
	2Cr25N	≤ 0.20	≤ 1.00	≤ 1.50	23.00~27.00						N ≤ 0.25
	00Cr12	≤ 0.03	≤ 1.00	≤ 1.00	11.00~13.00						
奥氏体型	1Cr18Ni9Ti	≤ 0.12	≤ 1.00	≤ 2.00	17.00~19.00	8.00~11.00				5%Ni-0.02~0.80	
	1Cr20Ni14Si2	≤ 0.20	1.50~2.50	≤ 1.50	19.00~22.00	12.00~15.00					
	3Cr18Mn12Si2N	0.22~0.30	1.40~2.20	10.50~12.50	17.00~19.00						N 0.22~0.33
	4Cr14Ni14W2Mo	0.40~0.50	≤ 0.80	≤ 0.70	13.00~15.00	13.00~15.00	0.25~0.40	2.00~2.75			
	0Cr15Ni25Ti2MoAlVB	≤ 0.08	≤ 1.00	≤ 2.00	13.50~16.00	24.00~27.00	1.00~1.50		0.10~0.50	1.90~2.35	Al ≤ 0.35 B 0.001~0.010
沉淀硬化型	0Cr17Ni4Cu4Nb	≤ 0.07	≤ 1.00	≤ 1.00	15.50~17.50	3.00~5.00					Cu 3.00~5.00 Nb 0.15~0.45
	0Cr17Ni7Al	≤ 0.09	≤ 1.00	≤ 1.00	16.00~18.00	6.50~7.75					Cu ≤ 0.50 Al 0.75~1.50

THE END



热处理规范				力学性能 (不小于)						用途举例
淬火温度 / °C	冷却剂	回火温度 / °C	冷却剂	$\sigma_{0.2}$ / MPa	σ_s / MPa	δ_5 (%)	ψ (%)	A_{KJ}	HBS	
950~1000	油	700~750	水	345	540	25	55	78	150	制造800℃以下抗氧部件及400~450℃工作的汽轮机叶片、阀、螺栓、导管等
920~980	油	600~750	水	440	635	20	50	63	192	
1050~1100	空	720~740	空	490	685	16	55	47		制造535~540℃工作的汽轮机叶片及透平叶片和导向叶片等
1000~1050	油	680~700	空	585	735	15	45	47		制造550~580℃工作的汽轮机叶片、紧固件及透平叶片、紧固件、转子和轮盘等
1020~1040	油	700~780	油	590	885	19	50			制造内燃机进气阀和工作温度<700℃的轻负荷发动机排气阀等
1010~1040	油	120~160	空	685	885	10	35			
780~830	空、炉			177	410	20	60		183	制造燃气透平压缩机叶片、退火箱、淬火台架等
780~850	空、炉			205	450	22	50		183	制造900℃以下抗氧化部件、散热器、炉用部件、油喷嘴等
780~880	水			275	510	20	40		≤201	制作工作温度<1080℃的抗氧化部件、燃烧室等
700~820	空、炉			196	365	22	60		183	制造汽车排气阀净化装置、锅炉燃烧室、喷嘴等
920~1150	水、油			205	520	40	50		≤187	制造加热炉管、燃烧室筒体、退火炉罩、及工作温度<700℃的内燃机排气阀等
1080~1130	水、油			295	590	35	50		≤187	制造管壁温度<800℃的加热炉管及承受应力的各种炉用构件
1100~1150	水、油			390	685	35	45		≤248	制造工作温度<900℃的加热炉构件如悬挂支架、渗碳炉构件、加热炉传送带、料盘、炉爪等
820~850	水、油			315	705	20	35		≤248	制造工作温度<800℃的内燃机重负荷排气阀等
965~995	水、油			590	900	15	18		248	制造耐700℃高温的汽轮机转子、叶片、螺栓、轴及<800℃的涡轮机、紧固件等
1020~1060℃(水) 1020~1060℃(水)+470~490℃回火 4h (空) 1020~1060℃(水)+540~560℃回火 4h (空) 1020~1060℃(水)+610~630℃回火 4h (空)				1180 1000 725	1310 1060 930	10 12 16	40 45 50		≤363 375 (40HRC) 331 (35HRC) 277 (28HRC)	制造燃气透平压缩机叶片、燃气透平发动机轴、汽轮机部件等
1000~1100℃(水) 1000~1100℃(水)+760℃, 90min (空) +565℃回火 90min (空) 1000~1100℃(水)+955℃, 10min (空) +(-73℃)冷处理8h+510℃回火 60min (空)				380 960 1030	1030 1140 1230	20 5 4	25 10		≤229 363 388	制造高温弹簧、膜片、固定器波纹管等

THE END

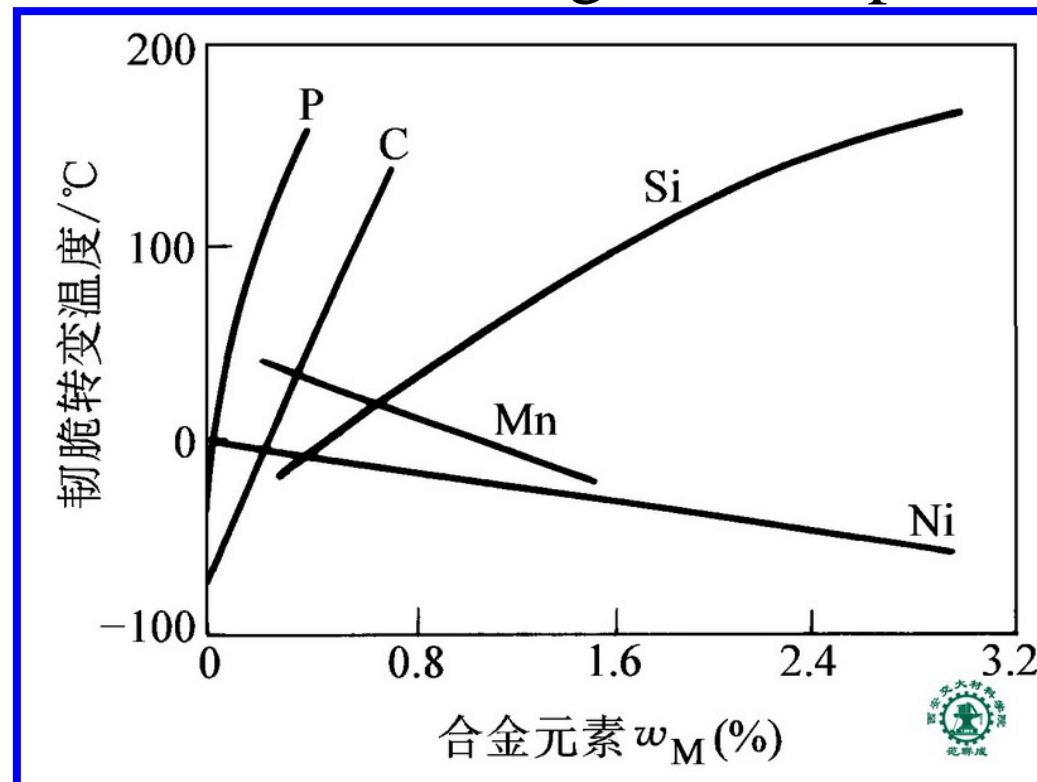


- 1) Martensite type heat-resisting steels
- 2) Ferrite type heat-resisting steels
- 3) Austenite type heat-resisting steels

THE END

4.4.3 Cold-resistant steels

1. Property requirement for the cold-resistant steels
2. The main factors affecting low temperature toughness



The effect of alloy elements on the ductile-brittle transition temperature

THE END

3. The cold-resistant steels most in use

表 4-23 低温压力容器用低合金钢板的成分、力学性能及低温冲击韧性 (GB 3531—1996)

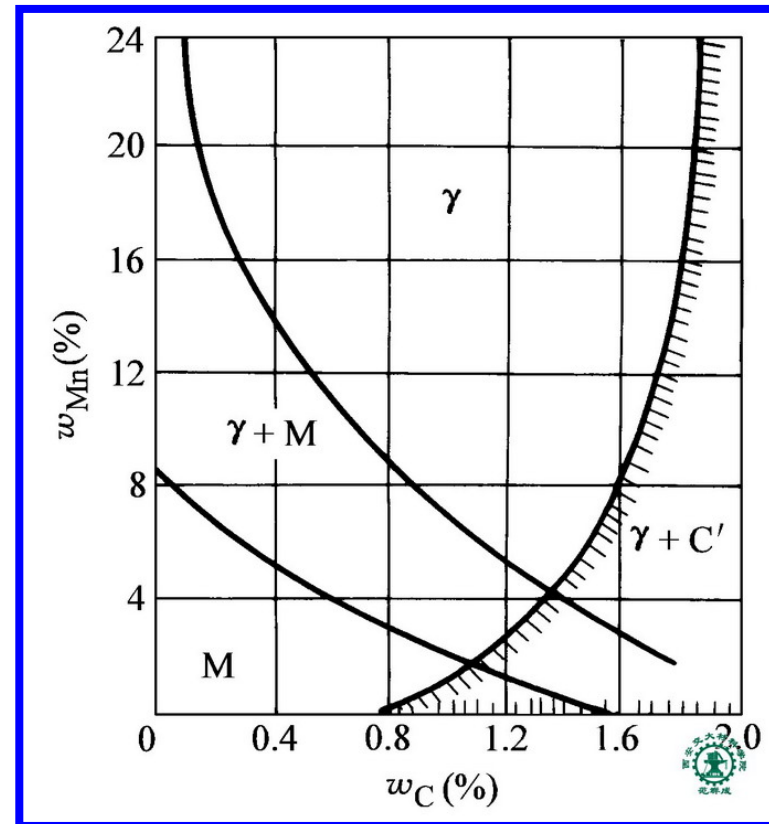
牌 号	化学成分 ω (%)							热 处 理	钢 板 厚 度 /mm	力 学 性 能			低 温 冲 击 韧 性		
	C	Si	Mn	Ni	Al	其他	P			S	σ_b /MPa	σ_s	δ_5	试 验 温 度 /℃	A _{KV} /J
							不大于			/MPa		(%)	不 小 于		
16MnDR	≤ 0.20	0.15 ~ 0.50	1.20 ~ 1.60		≥ 0.015		0.030	0.025	正火或 正火+回 火	6~16	490~620	315	21	-40	24
										>16~36	470~600	295			
										>36~60	450~580	275	-30		
										>60~100	450~580	255			
15MnNiDR	≤ 0.18	0.15 ~ 0.50	1.20 ~ 1.60	0.20 ~ 0.60	≥ 0.015	V ≤ 0.06	0.030	0.025	正火或 正火+回 火	6~16	490~630	325	20	-45	27
										>16~36	470~610	305			
										>36~60	460~600	290			
09Mn2VDR	≤ 0.12	0.15 ~ 0.50	1.40 ~ 1.80		≥ 0.015	V0.02 ~ 0.06	0.030	0.025	正火或 正火+回 火	6~16	440~570	290	22	-50	27
										>16~36	430~560	270			
09MnNiDR	≤ 0.12	0.15 ~ 0.50	1.20 ~ 1.60	0.30 ~ 0.80	≥ 0.015	Nb ≤ 0.04	0.025	0.020	正火或 正火+回 火	6~16	440~570	300	23	-70	27
										>16~36	430~560	280			
										>36~60	430~560	260			

注：DR 是指低温压力容器用钢，为“低容”汉语拼音字首。

4.4.4 Wear-resisting steels

1. Property requirement for the wear-resisting steels
2. The features in property and composition of ZGMn13
3. The heat treatment of ZGMn13

Schematic of structure of high manganese steel after being heated at 1000°C and quenched



THE END