

金属切削手册

第二版

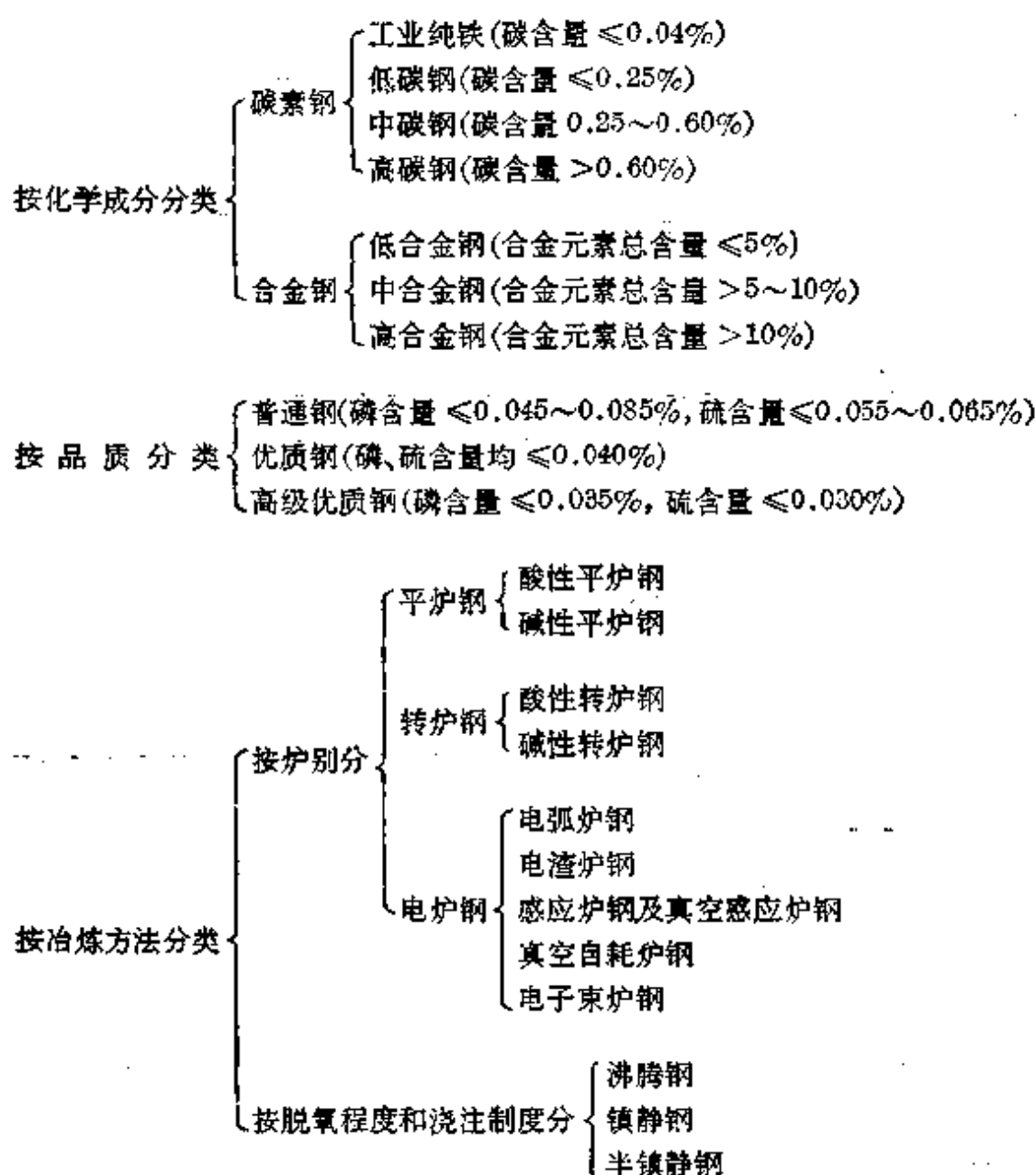
上海市金属切削技术协会编

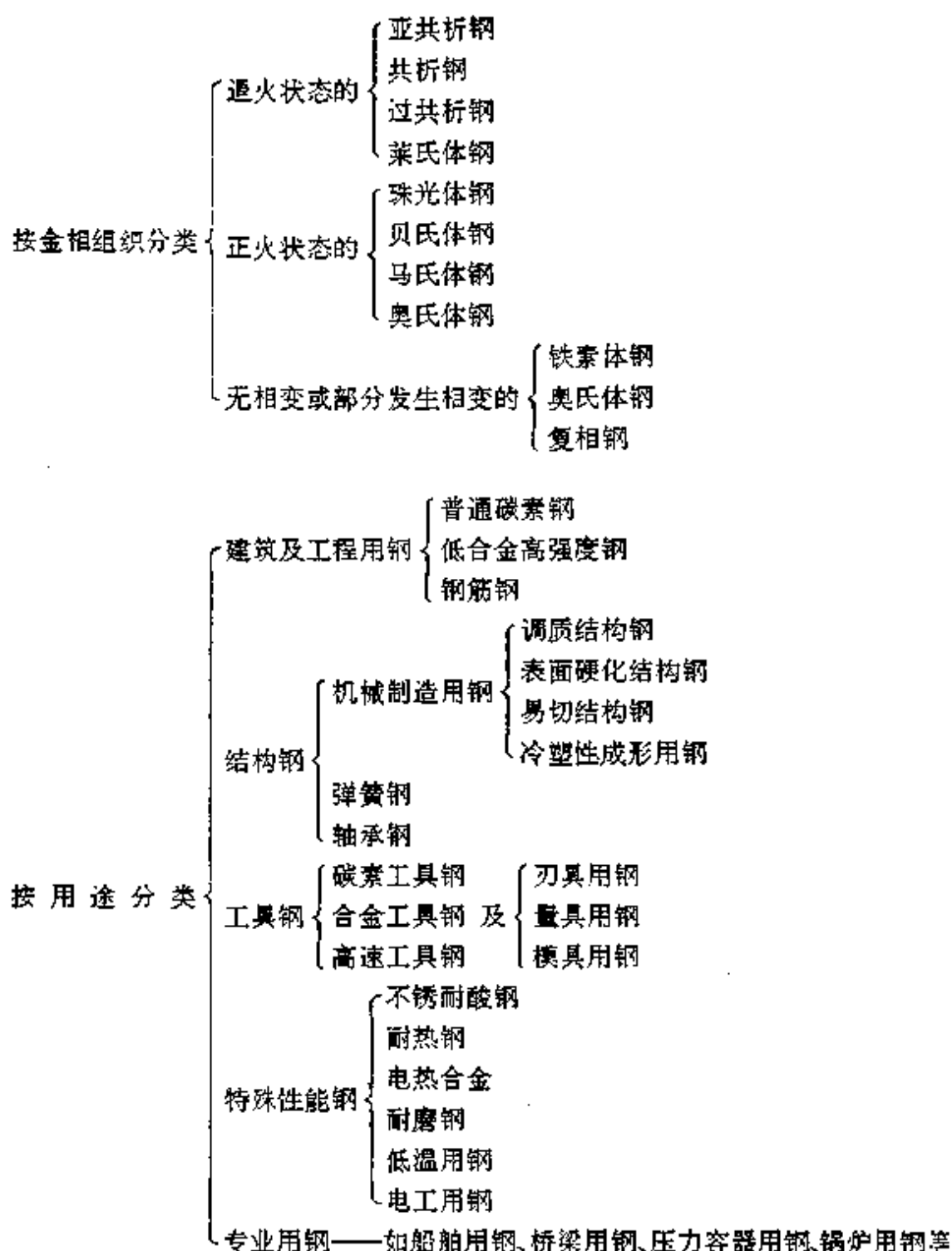
上海科学技术出版社

常用金属材料及热处理

一、常用钢材

1. 钢的分类





2. 钢号的表示方法

钢铁产品的牌号,按国标规定,采用汉字或汉语拼音字母表示,两者并用。前者由名称的汉字缩写和阿拉伯数字组成;后者由名称等的汉语拼音的一个(通常不超过二个)字母和阿拉伯数字或拼音字母、化学元素符号和数字组成。

钢号中的汉字或汉语拼音字母用来表示产品名称、用途、冶炼方法和浇注方法,化学元素的汉字或化学元素符号表示产品中的主要成分(表 3-1),阿拉伯数字表示产品的顺序或主要成分的元素含量。

表 3-1 钢号的表示符号

项 目 名 称	钢号的表示符号		项 目 名 称	钢号的表示符号	
	汉 字	代 号		汉 字	代 号
平 炉 钢	平	P	高级优质钢	高	A
酸性侧吹转炉钢	酸	S	碳 素 铸 钢		ZG
碱性侧吹转炉钢	碱	J	船 用 钢	船	C
顶 吹 转 炉 钢	顶	D	桥 梁 钢	桥	q
沸 腾 钢	沸	F	锅 炉 钢	锅	g
半 镇 静 钢	半	b	电 器 硅 钢	电	D
易 切 削 钢	易	Y	特 级	特	E
磁 钢	磁	C	甲 类 钢	甲	A
碳 素 工 具 钢	碳	T	乙 类 钢	乙	B
滚 珠 轴 承 钢	滚	G	特 类 钢	特	C

表 3-2 钢号表示方法示例

材料名称	牌 号 示 例		说 明
	汉 字 表 示	汉语拼音字母表示	
普通碳素钢: 甲类钢	甲 3, 甲碱 3, 甲 3 沸, 甲顶 3	A3, AJ3, A3F, AD3	由钢类、炉种、序号、浇注方法等代号组合表。 甲类钢按机械性能、乙类钢按化学成分、特类钢按机械性能和化学成分。0~7 序号表示钢的不同性能和成分。酸、碱代表酸性或碱性转炉炼成的, 平炉钢则不附标志。沸腾钢和半镇静钢在钢号末尾注以“沸”或“F”、“半”或“b”, 镇静钢则不加字尾注
乙类钢	乙 1, 乙酸 3 沸, 乙碱 3 沸, 乙顶 3, 乙酸 3 半, 乙碱 3 半	B1, BS3F, BJ3F, BD3, BS3b, BJ3b	
特类钢	特 3, 特碱 3	C3, CJ3	
优质碳素钢	05 沸, 08 沸, 50 锰, 20 半	05F, 08F, 50Mn, 20b	1. 以平均含碳量的万分之几表示。沸腾钢和半镇静钢应特别标明 2. 含锰量较高的优质碳素钢, 应将锰元素标出
碳素工具钢	碳 7, 碳 8, 碳 10 锰, 碳 10 高	T7, T8, T10Mn, T10A	表示方法和优质碳素钢基本相同, 但在字首用“碳”或“T”加标, 同时含碳量以千分之几表示。字尾“高”或“A”意为高级碳素工具钢
易切削钢	易 12, 易 30, 易 40 锰	Y12, Y30, Y40Mn	平均含碳量以万分之几表示, 并加“易”或“Y”, 以区别于优质碳素钢。字尾有“锰”或“Mn”者, 表示含锰量较高

(续)

材料名称	牌 号 示 例		说 明
	汉 字 表 示	汉语拼音字母表示	
合金钢:			1. 合金钢牌号中各种化学元素采用规定的符号 2. 化学成分中的含碳量一律用平均含碳量的万分之几表示, 并写在牌号的前面。不锈钢、耐热钢、高电阻合金、高速钢、磁钢等高合金钢, 含碳量不予标出, 如有重复, 含碳量用千分之几表示。合金工具钢平均含碳量 $\geq 1\%$ 时, 含碳量不予标出; $< 1\%$ 时, 以千分之几表示 3. 合金元素含量: 除铬滚珠钢和低铬合金工具钢外, 合金元素的平均含量一律按以下原则表示: (1) 含量 $< 1.5\%$ 时, 钢号中仅标明元素, 一般不标明含量 (2) 含量 $\geq 1.50\%$ 时, 对小数点后数值, 凡小于 0.5 者舍去不计, 如 2.5%、3.5%, 标量相应写成 3、4 (3) 为了避免铬滚珠钢与其它合金钢钢号重复, 滚珠钢中的含碳量不予标出, 铬含量用千分之几表示, 并冠以用途名称。低铬合金工具钢的含铬量亦用千分之几表示, 但在含量之前加一个 0 字
低合金高强度钢	16 锰钢	16MnCu	
	25 锰硅	25MnSi	
合金结构钢	20 铬	20Cr	
	40 铬	40Cr	
	30 铬锰硅	30CrMnSi	
	38 铬铝铝高	38CrMoAlA	
合金工具钢	5 铬镍钼	5CrNiMo	
	铬 12	Cr12	
	铬 05	Cr05	
	3 铬 2 钨 3 钒	3Cr2W8V	
弹簧钢	65 锰	65Mn	
	60 硅 2 锰	60Si2Mn	
不锈钢	1 铬 13	1Cr13	
酸钢	2 铬 13	2Cr13	
	1 铬 18 镍 9 钛	1Cr18Ni9Ti	
耐热钢	0 铬 17 铝 5	0Cr17Al5	
及高电阻合金	4 铬 14 镍	4Cr14Ni	
	14 钨 2 钼	14W2Mo	
高速工具钢	4 铬 9 硅 2	4Cr9Si2	
	钨 18 铬 4 钒	W18Cr4V	
	钨 9 铬 4 钒 2	W9Cr4V2	
滚珠轴承钢	滚铬 6	GCr6	
	滚铬 9	GCr9	
	滚铬 15 硅 锰	GCr15SiMn	
专门用途钢:			专门用途的碳素钢基本上采用碳素钢的表示方法, 但在钢号末尾附加用途字母
造船用钢	甲 3 船	A3C	
锅炉用钢	甲 3 锅	A3g	
	20 锅	20g	
桥梁用钢	16 桥	16q	

3. 钢材的涂色标记

各种钢材涂以不同的颜色标记,可为分类存放、管理和使用等各个环节带来很大方便。但是,涂色标须按统一规定,如果各行其是,势必造成识别困难。将“GB”和“YB”标准规定的涂色标记汇集如表 3-3。

表 3-3 钢材的涂色标记

材 料 名 称	牌 号 或 组 别	标 记 颜 色
普通碳素钢	1 钢 2 钢 3 钢 4 钢 5 钢 6 钢 7 钢 特类钢	白色+黑色 黄色 红色 黑色 绿色 蓝色 红色+棕色 除上述标记外,另加涂铝白色一条
优质碳素结构钢	05~15 20~25 30~40 45~85 15Mn~40Mn 45Mn~70Mn	白色 棕色+绿色 白色+蓝色 白色+棕色 白色二条 绿色三条
合金结构钢	Mn SiMn MnV Cr CrSi CrMn CrMnSi CrV CrMnTi CrWV Mo CrMo CrMnMo CrMoV, CrSiMoV CrAl CrMoAl CrWVAl B(包括各种含硼的钢) CrMoWV	黄色+蓝色 红色+黑色 蓝色+绿色 绿色+黄色 蓝色+红色 蓝色+黑色 红色+紫色 绿色+黑色 黄色+黑色 棕色+黑色 紫色 绿色+紫色 紫色+白色 紫色+棕色 铝白色 黄色+紫色 黄色+红色 紫色+蓝色 紫色+黑色

(续)

材 料 名 称	牌 号 或 组 别	标 记 颜 色
铬滚珠轴承钢	GCr6 GCr9 GCr9SiMn GCr15 GCr15SiMn	绿色一条+白色一条 白色一条+黄色一条 绿色二条 蓝色一条 绿色一条+蓝色一条
不锈、耐酸钢	Cr CrTi CrMn CrMo CrNi CrMnNi CrNiTi, CrNiNb CrMoTi CrMoV CrNiMoTi, CrMoVCo CrNiCuTi CrNiMoCuTi, CrNiMoCuNb	铝宽色条+窄色条 铝色+黑色 铝色+黄色 铝色+绿色 铝色+白色 铝色+红色 铝色+棕色 铝色+蓝色 铝色+白色+黄色 铝色+红色+黄色 铝色+紫色 铝色+蓝色+白色 铝色+黄色+绿色
耐热钢	CrSi CrMo CrSiMo Cr CrMoV CrNiTi CrAlSi CrSiTi CrSiMoTi, CrSiMoV CrAl CrNiWMoTi, CrNiWMO CrNiWTi	宽色条+窄色条 红色+白色 红色+绿色 红色+蓝色 铝色+黑色 铝色+紫色 铝色+蓝色 红色+黑色 红色+黄色 红色+紫色 红色+铝色 红色+棕色 铝色+白色+红色
高速工具钢	W12Cr4V4Mo W18Cr4V W9Cr4V2 W9Cr4V	棕色一条+黄色一条 棕色一条+蓝色一条 棕色二条 棕色一条

注: 碳素工具钢的涂色标记由双方协议规定。合金工具钢及弹簧钢不采用涂色标记方法, 而是凡 $\phi \geq 30$ 毫米的, 则在钢材末端打以钢印标志; $\phi < 30$ 毫米的, 则在每捆包装上悬挂标牌。

8. 结构钢性能及用途

(1) 普通碳素结构钢的性能及用途

表 8-4

钢 号		机 械 性 能				应 用 举 例			
碱性平炉钢	侧 吹 碱 性 平 炉 钢	屈 服 点 σ_s (公斤力/毫米 ²)		抗拉强 度 σ_b (公斤力/ 毫米 ²)	延 伸 (%)				
		按 尺 寸 分 组							
		甲类钢	特类钢	1	2		3	δ_s	δ
A1 A1F		甲类钢				3	33	28	金属结构中载荷小的零件: 垫圈、拉 杆
A2 A2F	C2 C2F	AJ2 AJ2F	CJ2 CJ2F	22	20	19	31	26	金属结构件: 拉杆、螺栓、短轴、心 轴、载荷凸轮、垫圈、渗碳零件
A3	C3	AJ3	CJ3	24	23	22	27	23	金属结构件, 心部强度要求不高或 氧化的零件: 拉杆、气缸、齿轮、螺栓、 螺母、连杆、轮轴
A3F	C3F	AJ3F	CJ3F	24	22	21	26	22	
							25	21	
A4 A4F	C4 C4F	AJ4 AJ4F	CJ4 CJ4F	26	25	24	25	21	金属结构件: 转轴、心轴、拉杆、摇 杆、螺栓、键及其它强度要求一般的零 件
A5	C5	AJ5	CJ5	28	27	26	21	17	转轴、心轴、销轴、链轮、刹车杆、螺 栓、螺母、垫圈、连杆、齿轮、键及其它 强度要求较高的零件
A6		AJ6		31	30	30	16	13	转轴、心轴、主轴、啮合或摩擦离合 器、链环片、键及强度要求较高的零 件
A7		AJ7					15	12	转轴、心轴、主轴、啮合或摩擦离合 器、链环片、键及受强烈摩擦的零件
							14	11	
							10	9	
							≥ 75	8	

注: 半镇静钢的机械性能按相应钢号的镇静钢机械性能评定。

(2) 优质碳素结构钢性能及用途

表 3-5

钢号	机械性能				应 用 举 例
	抗拉强度	屈服极限	延伸率	收缩率	
	σ_b (公斤力/毫米 ²)	σ_s (公斤力/毫米 ²)	δ_5 (%)	ψ (%)	
	不	小	于		不大于
普通 含 锰 钢					
08F	30	18	35	60	131
10	34	21	31	55	137
15	38	23	27	55	143
20	42	25	25	55	156
25	46	28	23	50	170
30	50	30	21	50	179
35	54	32	20	45	187
40	58	34	19	45	217
45	61	36	16	40	241

轧制 4 毫米以下的薄板、调整垫片
同上, 还可用以制造管子、汽车车身零件、需要渗碳的零件
制造一般强度要求不高的零件, 负荷不大而要求耐磨的渗碳或氰化的零件
无缝钢管、各种管类零件、要求塑性好的零件或作渗碳氰化的零件
轴、联轴器、螺钉、螺栓、螺母或渗碳、氰化的零件等
制造需韧性较高的锻件、轴、飞轮
主轴、拉杆、压力机缸体、转子、紧固件、飞轮等
调质的零件(如曲轴、齿轮、连杆、活塞杆), 正火的零件
应力较大和要求韧性中等的零件, 如轧钢机齿轮、传动轴、轧辊及主轴、联轴器

(续)

钢 号	机 械 性 能				应 用 举 例
	抗拉强度 σ_b (公斤力/毫米 ²)	屈服极限 σ_s (公斤力/毫米 ²)	延伸率 δ_5 (%)	收缩率 ψ (%)	
	不	小	于	不	
50	64	38	14	40	241
55	66	39	13	35	255
60	69	41	12	35	255
钢					
较 高 含 锰					
15Mn	42	25	26	55	163
20Mn	46	28	24	50	197
25Mn	50	30	22	50	207
30Mn	55	32	20	45	217
35Mn	57	34	18	45	229
40Mn	60	36	17	45	229
45Mn	63	38	15	40	241
50Mn	66	40	13	40	255
60Mn	71	42	11	35	269
钢					
活 塞 销、凸 轮、轴、转 向 驾 驶 装 置 拉 杆 或 渗 碳、 氰 化 的 零 件 等					
同 上					
中 型 机 器 中 的 螺 栓、螺 母、传 动 杠 杆、连 接 杠 杆、拨 叉、操 纵 机 构、拉 杆					
轴、万 向 联 接 轴、曲 轴、连 杆、制 动 杠 杆、双 头 螺 柱、高 强 度 螺 母					
承 受 摩 擦 的 零 件 (如 摩 擦 固 盘、齿 轮 轴、齿 轮 等)					
制 动 盘、摩 擦 盘					

注：表中为各钢号截面尺寸为 25 毫米时的机械性能，其 HB 为热轧钢的硬度。

(3) 普通低合金结构钢性能及用途

表 3-6

钢 号	厚度或直径 规 格 (毫 米)	机 械 性 能				应 用 举 例
		屈 服 极 限 σ_s (公斤力/毫米 ²)	抗 拉 强 度 σ_b (公斤力/毫米 ²)	延 伸 率 δ_5 (%)	冷 弯 (180°)	
09MnV	≤16	30	44	22	$d=2a$	拖拉机轮圈建筑结 构等
	17~25	28		22	$d=3a$	
12MnV	≤16	35	50	21	$d=2a$	造船、桥梁
	17~25	34		19	$d=3a$	
16Mn	≤16	35	52	31	$d=2a$	造船、桥梁、汽车、 高压容器
	17~25	33	50	19	$d=3a$	
	26~36	31	48			
	38~50	29	48			
	55~100 方圓鋼	28	48			
15MnV	<5	42	56	19	$d=2a$	高，中压容器、桥 梁、车辆
	5~16	40	54	18	$d=3a$	
	17~25	38	52			
	26~36	36	50	17		
	38~50	34				

注: 机械性能冷弯栏中: d —弯心直径; a —试样厚度。

(4) 合金结构钢性能及用途

表 3-7

钢 号	试样 尺寸 (毫米)	热 处 理		机 械 性 能						应 用 举 例	
		淬 火	回 火	抗拉 强度 σ_b	屈服 极限 σ_s	延 伸		收 缩	冲击韧性 α_k (公斤力· 米/厘米 ²)		硬 度 HB $\leq$
						率 δ_5	率 ψ				
		温 度 冷却剂	温 度 冷却剂	(公斤力/ 毫米 ²)		(%)					
20Mn2	15	850°C 水, 油	200°C 水, 空	80	60	10	40	6	187	相当于 20Cr, 可用来制造渗碳小齿轮、小轴、活塞销、气门推杆、钢套等	
40Mn2	25	840°C 水	520°C 水	100	80	10	45	6	217	可代替 40Cr 制作直径在 50 毫米以下的 重要螺栓及零件	
50Mn2	25	820°C 油	550°C 水, 油	95	80	9	40	5	229	用作在高应力承受强烈磨损条件下工作 的大型零件, 如万向接头轴、齿轮、曲轴、连 杆、各类小轴等	
35SiMn	25	900°C 水	590°C 水, 油	90	75	15	45	6	229	用作中速、中负荷或高负荷而冲击不大 的零件, 如传动齿轮、心轴、连杆、蜗杆、电 车轴、发动机轴、飞轮等, 在一定条件下, 可 替代 40Cr 作调质钢, 或部分替代 40CrNi 钢	
42SiMn	25	880°C 水	590°C 水	90	75	15	40	6	229	可代 40Cr、40CrNi 钢作轴类零件, 也可 用来制造截面较大及需火焰表面淬火或高 频淬火的零件	
20MnV	15	880°C 水, 油	200°C 水, 空	80	60	10	40	7	187	相当于 20CrNi 钢, 可用以制造锅炉、高 压容器等	

(续)

钢 号	试样 尺寸 (毫米)	热 处 理		机 械 性 能					应 用 举 例	
				淬 火	回 火	抗拉 强度 σ_b	屈服 极限 σ_s	延伸 率 δ_5		收缩 率 ψ
		(公斤力/ 毫米 ²)								
25Mn2V	25	900°C 水, 油	650°C 水	75	60	15	50	10	217	用作中温、中压汽轮机动叶片及隔板
42Mn2V	25	860°C 油	600°C 水	100	85	11	45	6	217	用作截面 <60 毫米、高负荷的重要调质 零件,性能与 40CrNi 钢相似
20Mn2B	15	880°C 油	200°C 水, 空	100	80	10	45	7	187	用作心部强度要求较高和表面承受磨 损、尺寸较大的、或形状较复杂而负荷不大 的渗碳零件,如齿轮、齿轮轴、凸轮、活塞 销、蜗杆、顶杆等
20MnVB	15	860°C 油	200°C 水, 空	110	90	10	45	7	207	用于制造模数大、负荷较重的中小渗碳 件,可替代 20CrMnTi,性能与 20CrNi 相 似
20SiMnVB	15	900°C 油	200°C 水, 空	120	100	10	45	7	207	用作拖拉机的滑动齿轮、齿圈、齿轮轴 等,可替代 20CrMnTi
45MnB	25	840°C 油	500°C 水, 油	105	85	9	40	5	217	用来替代 40Cr、45Cr 制造较耐磨的中、 小截面调质零件,如齿轮、主轴、拐轴等
40MnVB	25	850°C 油	500°C 水, 油	100	80	10	45	6	207	用来代 40Cr 或部分地代 42CrMo、 40CrNi 制造重要调质零件

(续)

钢 号	试样 尺寸 (毫米)	热 处 理		机 械 性 能					应 用 举 例
		淬 火 温 度 冷 却 剂	回 火 温 度 冷 却 剂	抗拉 强度 σ_b	屈服 极限 σ_s	延伸 率 δ_5	收缩 率 ψ	冲击韧性 α_k (公斤力· 米/厘米 ²)	
				(公斤力/ 毫米 ²)	(%)	(%)	(%)	硬 度 HB	
30CrMnSi		880°C 油	230°C 水, 空	165		9	40	5	高强度钢, 可用以制作高压鼓风机、压缩机叶片和高速度负荷的砂轮轴等
50CrVA	25	860°C 油	500°C 水, 油	130	115	10	40		用作 <400°C、负荷大的重要零件
20CrMnTi	15	880°C 再 870°C 油	200°C 水, 空	110	85	10	45	7	重要齿轮材料, 有良好的工艺性能, 用于汽车拖拉机等重要齿轮, 要求强度、韧性均高的减速机油轮
20CrMo	15	880°C 水, 油	500°C 水, 油	90	70	12	50	10	用于制造在非腐蚀介质中的、<250°C的、含有氮氢混合物的介质中工作的高压管
35CrMo	25	850°C 油	550°C 水, 油	100	85	12	45	8	用作在高负荷下工作的重要结构件, 如车辆和发动机的传动件, 汽轮发电机的转子、主轴, 重载的传动轴等, 可替代38CrMnNi 和 40CrNi 作大截面零件
20CrMnMo	15	850°C 油	200°C 水, 空	120	90	10	45	7	高级渗碳钢, 用作要求高表面硬度与耐磨的重要渗碳零件, 如曲柄、曲轴、齿轮、连杆、石油钻机的轮和钻头

(续)

钢 号	试样 尺寸 (毫米)	热 处 理		机 械 性 能					应 用 举 例	
		淬 火	回 火	抗拉 强度 σ_b	屈服 极限 σ_s	延 伸 率 δ_5	收 缩 率 ψ	冲击韧性 α_k (公斤力· 米/厘米 ²)		硬 度 HB
12CrMoV	30	970°C 空	750°C 空	45	23	22	50	10	156	用作蒸汽参数达 540°C 的主导管、转向 导叶环、汽轮机隔板和外环、过热器管等， 抗氧化性与热强性比 12CrMoV 好
38CrMoAl	30	940°C 水，油	640°C 水，油	100	85	14	50	9	229	高级氮化钢，用于制造高耐磨性、高疲劳 强度和相当大的强度、处理后尺寸精度高 的氮化零件，如齿轮、量规、样板、高压阀 门、阀杆等
20Cr	15	880°C 再 800°C 水，油	200°C 水，空	85	55	10	40	6	179	用作柴油机活塞销、凸轮、轴、小拖拉机 传动齿轮及较重要的渗碳件。20MnVB、 20Mn2B 可替代它
40Cr	25	850°C 油	500°C 水，油	100	80	9	45	6	207	用于较重要的调质零件，如在交变负荷 下工作的零件，中速和中负荷的零件，表面 淬火后可用作负荷及耐磨性较高的、而无 很大冲击的零件
12CrNi3	15	860°C 再 780°C 水，油	200°C 水，空	95	70	11	50	9	217	用于制造高负荷的渗碳齿轮、小轴及销 等
40CrNiMo	25	850°C 油	600°C 水，油	100	85	12	55	10	278	承受冲击负荷下高强度零件，如卧式锻 造机的传动偏心轴、锻床机中的曲轴等

(5) 弹簧钢性能及用途

表 3-8

钢 号	热 处 理		机 械 性 能				应 用 举 例	
	淬 火	回 火	抗拉强度 σ_b	屈服极限 σ_s	延伸率 δ	收缩率 ψ		
								硬 度 HB
温度冷却剂	温 度	(公斤力/毫米 ²)	(%)	(%)				
65	840°C 油	500°C	100	80	9	35	用作火车车厢的螺旋弹簧, 一般机器上的圆、方螺旋弹簧或拉成钢丝作小型机械的弹簧	
65Mn	830°C 油	540°C	100	80	8	30	用作较大尺寸的各种扁、圆弹簧, 如座垫板簧、弹簧发条、弹簧环、气门簧等	
60Si2Mn	870°C 油	480°C	130	120	5	25	用作汽车、拖拉机、铁道车辆上的板簧、螺旋弹簧, 汽缸安全阀及止回阀簧及承受交变负荷及在高应力的大型卷弹簧等	
60Si2CrVA	850°C 油	410°C	190	170	6	20	由于加入了铬或钒, 机械性能较好, 主要用于受高应力的弹簧	
50CrVA	见 前 表 3-7 所 列						用作特别重要的承受大应力的各种尺寸的螺旋弹簧	
20W4Cr2VA	1050~1100°C 油	600°C	150	135	7	40	用作高温 (500°C 以下) 条件使用的弹簧	

注: 硬度指交货硬度。

(6) 轴承钢性能及用途

表 3-9

钢 号	机 械 性 能 (退 火 状 态)					应 用 举 例		
	抗拉强度 σ_b	屈服极限 σ_s	延 伸 率 δ	收 缩 率 ψ	冲 击 韧 性 α_k (公斤力·米/厘米 ²)			
							硬 度	
							HB	
GCr9						用来制造 H 级至 C 级 一定直径的钢球、圆锥滚 子、圆柱滚子、球面滚子及 滚针等滚动体		
GCr15	60~69	36~39	40~59	20~27		用来制造高速、高负荷 机械上的滚动体及轴承套 等		
GSiMnV	73.5	45	25.5	50.4	7.4	217	用来制造一般工作条件 下的轴承套和滚动体，与 含铬轴承比，防锈性能稍 差	
GMnMoV	73.5	43.5	21	44.3	8.3	203		