

材料简明手册

陈荣谦 编

电子工业出版社

材料简明手册

陈荣谦 编

电子工业出版社

内 容 提 要

本手册的主要内容包括：常用材料（主要是常用黑色和有色金属材料及部分非金属材料）的分类、牌号、主要化学成分、性能、一般用途、品种规格、标注方法和热处理工艺参数以及选材原则、步骤和选材参考资料。全书共分三章。

本手册主要供机械类专业学生使用，也可供相同专业的大专院校学生和工程技术人员参考。

材料简明手册

陈荣谦 编

责任编辑：詹善琼

*

电子工业出版社出版（北京海淀区万寿路）

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：7 字数：185千字

1989年8月第一版 1989年8月第一次印刷

印数：1—6,500册 定价：2.40元

ISBN 7-5053-0582-4/TH·5

前 言

本手册按电子工业部的工科电子类专业教材1986~1990年编审出版规划,由中专电子机械类专业教材编审委员会专业基础课编审小组征稿、推荐出版,责任编委姜明德。

本手册由成都无线电机械学校陈荣谦担任主编,辽宁电子工业学校韩耀祥担任主审。

本手册系为机制类(机械制造、工模具设计与制造专业)中专学生编写,内容包括常用材料(主要是常用黑色和有色金属材料及部分非金属材料)的分类、牌号、主要化学成分、特性、机械性能、一般用途、品种规格、标注方法和热处理工艺参数以及选材原则、步骤和选材参考资料等,可作为学习“金属工艺学”或“金属材料与热处理”的辅助教材。编写时,注意与上述课程内容相配合、衔接和拾遗补缺,目的是:

1. 适当拓宽和加深学生在材料方面(特别是在材料规格品种方面)的知识,以适应今后工作的需要;

2. 培养和训练学生查阅手册和选择材料的能力;

3. 为课程设计和毕业设计提供部分常用材料的有关数据及参考资料。

本手册也可供相同专业的大专院校学生和工程技术人员参考。

本手册由陈荣谦编写,参加审阅工作的有华璧、苏家麟、曹德普和全源生,还有苟文熙、成虹,他们为本书提出许多宝贵意见,在此表示诚挚的感谢,由于编者水平有限,不足和错误之处难免,恳请各位读者批评指正。

— 编 者 —

目 录

第一章 金属材料	1
一、 金属材料基础知识及热处理工艺参数	1
(一) 金属材料的含义与分类	1
(二) 金属材料牌号表示法	2
(三) 金属材料热处理工艺参数	8
(四) 常用有色金属材料热处理简介	13
(五) 常用铝、铜及合金的热处理工艺参数	14
二、 常用金属材料的主要成分、性能和用途	16
(一) 结构钢	16
(二) 工具钢和硬质合金	25
(三) 不锈钢	27
(四) 铸 铁	36
(五) 铜及其合金	37
(六) 铝及其合金	47
三、 常用金属材料的品种规格	54
(一) 型钢	54
(二) 钢板	56
(三) 钢带	61
(四) 钢丝	66
(五) 铜材	68
(六) 铝材	76
第二章 非金属材料	78
一、 塑 料	78
(一) 塑料的特性及应用	78
(二) 塑料的选用及注意之点	78
(三) 常用塑料制品的品种及规格	81
二、 橡 胶	85
(一) 橡胶简介	85
(二) 橡胶制品的规格	86
三、 工业用毛毡	87
第三章 金属材料的选用及参考资料	88
一、 金属材料的选用	88
(一) 选用金属材料遵循的一般原则	88
(二) 选用金属材料的具体步骤	89
二、 选用金属材料的参考资料	89

第一章 金属材料

一、金属材料基础知识及热处理工艺参数

(一) 金属材料的含义与分类

金属——自然界中，凡具有导电、导热、光泽和正的电阻温度系数的物质称为金属，如：铁、铝、铜……等。

非金属——不具备金属特性的物质统称为非金属，如：玻璃、橡胶……等。

纯金属——由一种金属组成的物质。纯是相对的。生产中，常根据用途不同而使用不同纯度的“纯”金属。例如：工业纯铁是含碳量小于0.04%和含0.01%杂质的铁碳合金。

合金——由两种或两种以上的金属（或金属与非金属）熔合而成并具有金属特性的物质，如：钢和生铁是铁碳的合金；黄铜是铜锌的合金；硬铝是铝、铜、镁、锰的合金。

金属材料——经冶炼或压力加工（包括轧制、挤压和拉拔）制成的具有不同（断面）形状和尺寸的纯金属或合金的统称。按形状不同，金属材料可分为板（带）、管、线（丝）、型、锭五大类；按加工程度不同，它又可分为冶炼产品和压力加工产品。冶炼产品通常以锭的形式供应，用于配制合金或重熔后浇注铸件；压力加工产品指板（带）材、管材、型材、丝材和箔材等，供用户直接使用。通过锻压方法生产的材料称锻材。金属材料常又简称为金属。

黑色金属材料——常指铁、铬、锰及以铁为基的合金，包括工业纯铁、钢（铸钢）、生铁（铸铁）和铁合金等。

工业纯铁：含碳量小于或等于0.04%的铁碳合金；

钢：含碳量为0.04%~2.06%的铁碳合金。钢的分类方法见表1-1-1；

铸钢：采用浇注方法获得的具有与钢相同化学成分的铁碳合金，常称为铸钢件；

生铁：含碳量大于2.06%的铁碳合金。按用途常分为炼钢生铁（白口生铁）和铸造生铁（翻砂生铁）两种；

铁合金：是一种含有其他金属（如硅、锰、铬……等）或非金属（如硼）的特种生铁。常见的有硅铁、锰铁、铬铁和硅锰铁等。它是一种半成品，为炼钢的原料之一，用作脱氧剂和合金剂；

铸铁：也是一种含碳量大于2.06%（常在2.5~3.5%之间）的铁碳合金。它是以铸造生铁为主要原料，经冲天炉（或工频炉等）重新熔炼成具有一定化学成分的液体，再浇注成机器零件的铁碳合金，也可称为铸铁件。铸铁按成分、组织和性能不同，常分为灰铸铁、孕育铸铁（高强度灰铸铁）、球墨铸铁、可锻铸铁、蠕墨铸铁和特种铸铁（如耐热、耐蚀、耐磨铸铁等）。

有色金属材料——除黑色金属材料以外的其他金属材料统称为有色金属材料，其种类名称、分类方法见表1-1-4。

(二) 金属材料牌号表示法

金属材料的成分、性能各不相同，品种规格极多，前述的分类方法不能将成千上万种金属材料的特征表达出来，为便于生产、物资和使用部门的冶炼、销售、管理及人们的认识、应用、记忆，故制定出区别每一种金属材料的一系列特殊符号——牌号。

我国钢铁产品的名称、用途、特性、工艺命名符号和钢铁产品牌号表示方法及举例分别见表1-1-2和表1-1-3。

我国有色金属和合金名称及其汉语拼音字母代号、有色合金产品状态名称、产品特性及其汉语拼音字母代号、有色金属及合金产品牌号表示方法及举例分别见表1-1-5、表1-1-6和表1-1-7。

表 1-1-1 钢 的 分 类

按化学成分分	碳素钢	低碳钢 (含碳量 $\leq 0.25\%$)			
		中碳钢 (含碳量 $> 0.25 \sim 0.60\%$)			
		高碳钢 (含碳量 $> 0.60\%$)			
合金钢	低合金钢 (合金元素总含量 $\leq 5\%$)	中合金钢 (合金元素总含量 $> 5 \sim 10\%$)	高合金钢 (合金元素总含量 $> 10\%$)	或	三元合金钢, 如锰钢、铬钢等
					四元合金钢, 如硅锰钢、铬镍钢等
					多元合金钢, 如铬镍钼钢、铬锰钨钼钢等
按品质分	普通钢 (磷含量 $\leq 0.045\%$ 、硫含量 $\leq 0.055\%$ 或磷、硫含量均 $\leq 0.050\%$)				
	优质钢 (磷、硫含量均 $\leq 0.040\%$)				
	高级优质钢 (磷含量 $\leq 0.035\%$ 、硫含量 $\leq 0.03\%$)				
按用途分	结构钢	建筑工程用钢	普通碳素钢 (甲类、乙类、特类钢)		
			低合金高强度钢 (包括部分低合金钢)		
		机械制造用钢	钢筋钢		
			调质结构钢		
			表面硬化钢 (包括渗碳钢、氮化钢、感应加热表面淬火用钢)		
	弹簧钢	轴承钢	易切削钢		
			冷塑成型用钢 (包括冷冲压用钢、冷镦用钢、冷挤压用钢)		
			保证淬透性钢		
	工具钢	碳素工具钢			
		合金工具钢: 刃具、量具用钢、耐冲击工具用钢、冷作模具用钢、热作模具用钢、无磁模具钢、塑料模具钢			
		高速工具钢			
特殊性能钢	不锈钢耐酸钢、耐热钢 (包括抗氧化钢和热强钢)				
	电热合金、耐磨钢、低温用钢、电工用钢				
按冶炼方法分	按炉子种类	平炉钢	酸性平炉钢		
			碱性平炉钢		
	转炉钢	氧气转炉钢			
		碱性空气转炉钢			
	电炉钢	电弧炉钢、电渣炉钢、感应电炉钢及真空感应炉钢			
		真空自耗炉钢、电子束炉钢			
按脱氧程度和浇注制度分 (沸腾钢、镇静钢、半镇静钢)					

续上表

按金相组织分	退火状态的	亚共析钢（铁素体 + 珠光体组织）	
		共析钢（珠光体组织）	
		过共析钢（碳化物 + 珠光体组织）、莱氏体钢（铸态组织为碳化物 + 奥氏体共晶体）	
	正火状态的	{ 珠光体钢、贝氏体钢 } 正火空冷的冷却速度随钢件尺寸大小不同，	
		{ 马氏体钢、奥氏体钢 } 以致同一种钢所得到的金相组织也不同。	
无相变或发生部分相变的 { 铁素体钢、奥氏体钢、复相钢，如半铁素体或半奥氏体钢 }			

表 1-1-2 产品名称、用途、特性和工艺方法命名符号(GB221-79)(摘录)

名 称	采 用 的			位 置
	汉 字	汉语拼音	符 号	
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（同上）	氧	YANG	Y	牌号头
碱性空气转炉（同上）	碱	JIAN	J	牌号头
易切削钢	易	YI	Y	牌号头
沸腾钢	沸	FEI	F	牌号尾
半镇静钢	半	BAN	b	牌号尾
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
滚动轴承钢	滚	GUN	G	牌号头
焊接用钢	焊	HAN	H	牌号头
铆螺钢	铆螺	MAO LUO	ML	牌号头
压力容器钢	容	RONG	R	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	牌号头
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
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
高级	高	GAO	A	牌号尾
特级	特	TE	E	牌号尾
超级	超	CHAO	C	牌号尾
低淬透性钢	低	Di	d	牌号头

表 1-1-3 常用钢铁产品牌号表示方法及举例(GB221-79)(摘编)

产品名称	牌号举例	牌 号 表 示 方 法 说 明
普通碳素钢 甲类钢 乙类钢 特类钢 铆螺钢	A3、AY4F B2F、BJ4F C4、CY4F ML2、ML3	B — 分类号 { A—甲类钢, B—乙类钢, C—特类钢 } J — 冶炼方法 { J—碱性转炉钢, Y—氧气转炉钢 } 4 — 顺序号 { 1、2、3...7 } F — 脱氧方法 { 镇静钢无此项符号, 沸腾钢标“沸”或“F”, 半镇静钢标“半”或“b” }
优质碳素结构钢 普通含锰量 较高含锰量	08、08F 20、45 40Mn、65Mn	表示平均含碳量的万分之几 表示脱氧方法或化学元素符号 08 F — 表示平均含碳量为0.08%的沸腾钢 45 — 表示平均含碳量为0.45%的镇静钢 65 Mn — 表示平均含碳量为0.65%、含锰量较高(0.70~1.00%)的镇静钢
碳素工具钢 普通含锰量 较高含锰量	T7、T12A T8Mn	表示“碳素工具钢” 表示平均含碳量的千分之几 T 7 — 表示平均含碳量为0.7%的碳素工具钢 T 8 Mn — 表示平均含碳量为0.8%、含锰量较高(0.35~0.60%)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 表示含锰量为普通或较高和质量类别
易切削钢 普通含锰量 较高含锰量	Y12 Y40Mn	表示“易切削钢” 表示平均含碳量的万分之几 表示含锰量较高(1.20~1.55%) Y 40 Mn — 表示平均含碳量为0.40%、含锰量较高的易切削钢
电工用硅钢* 电工用热轧硅钢(板) 电工用冷轧无取向硅钢 电工用冷轧取向硅钢	DR530 DR1250 DW DQ	表示“电工用热轧硅钢” 表示铁损值的100倍 表示频率为400Hz(无G时为50Hz)时在强磁场下检验的钢板 DR 1250 G — 表示频率为400Hz时在强磁场下检验、铁损值为1.25的热轧硅钢(板) “DW”、“DQ”分别表示“电无”、“电取”的汉语拼音字首
电工用纯铁	DT3 DT8	表示“电工用纯铁” 表示不同牌号的顺序号 DT 8 A — 表示电磁性能为高级的电工纯铁 表示电磁性能为高级、特级、超级, 分别用“A”、“E”和“C”表示

续表 1-1-3

产品名称	牌号举例	牌 号 表 示 方 法 说 明
合金结构钢		表示平均含碳量的万分之几 表示合金元素及合金元素平均含量。当平均含量$<1.5\%$，只标元素符号，一般不标出含量；当平均含量$\geq 1.5\%$$<2.5\%$以2标出；当平均含量$\geq 2.50\%$$<3.50\%$以3标出…余类推
普通低合金结构钢		15 Mn V —— 表示平均含碳量为0.15%、平均含锰、钒量均 $<1.5\%$ 的普通低合金结构钢
合金结构钢		30Cr MnSi —— 表示平均含碳量为0.30%、平均含铬、锰、硅量均 $<1.5\%$ 的合金结构钢
合金弹簧钢		55Si2Mn —— 表示平均含碳量为0.55%、平均含硅量2.00%、平均含锰量 $<1.50\%$ 的合金弹簧钢
滚动轴承钢	GCr6 GCr15SiMn	表示“滚动轴承钢”，含碳量不标出 GCr15SiMn —— 表示平均含铬量为15%，平均含硅、锰量均$<1.5\%$的滚动轴承钢 表示合金元素及合金元素平均含量，但铬含量以千分之几表示
合金工具钢	4CrW2Si CrWMn Cr12MoV	表示平均含碳量的千分之几，当含碳量$\geq 1.00\%$时不标出 表示合金元素及合金元素含量，表示方法同合金结构钢 4 CrW2Si —— 表示平均含碳量为0.40%，平均含钨量为2.0%，平均含铬、硅量均$<1.50\%$的低合金工具钢 CrWMn —— 表示平均含碳量$\geq 1.00\%$，平均含铬、钨、锰均$<1.50\%$的低合金工具钢 Cr12 —— 表示平均含碳量$\geq 1\%$，平均含铬量为12.0%的高合金工具钢
高速工具钢	W18Cr4V W6Mo5Cr4V2	含碳量不标出，特殊情况以平均含量的千分之几标出 W18Cr4V 9W18Cr4V 合金元素及合金元素平均含量表示方法同合金工具钢
特殊钢		
不锈钢	2Cr13	表示平均含碳量的千分之几（一个“0”表示含碳量 $\leq 0.09\%$ ，两个“0” $\leq 0.03\%$ ）
耐热钢	00Cr18Ni10	合金元素及合金元素平均含量表示法同合金工具钢
特殊性能合金		
高温合金*	GH1015 GH2130 GH3030 GH4169	“GH”表示高温合金，后接四位数字，第一位数字表示分类号： 1—固溶强化型铁基合金； 4—时效硬化型镍基合金 2—时效硬化型铁基合金； 5—（暂缺） 3—固溶强化型镍基合金； 6—钴基合金 第二、三、四位数字表示合金的编号
耐蚀合金	NS11、NS32	“NS”表示“耐蚀合金”，数字表示顺序号
精密合金	1J79、4J36	“J”表示“精密合金”、“J”前、后数字均表示分类号
高电阻电热合金	0Cr25A15 Cr15Ni	平均含碳量表示方法同不锈钢 合金元素及含量表示方法亦同不锈钢 0 Cr25A15 Cr15 Ni60 —— 铬镍合金含碳量不标出

续表 1-1-3

产品名称	牌号举例	牌 号 表 示 方 法 说 明
铸铁*	HT100	“HT”、“KTH”、“KTB”、“KTZ”分别表示“灰铸铁”、“球墨铸铁”、“黑心可锻铸铁”、“白心可锻铸铁”、“珠光体可锻铸铁”，其后第一组数字表示抗拉强度（MPa），第二组数字表示延伸率（%），灰铸铁无第二组数字
灰铸铁	KTH300-06	
球墨铸铁	KTB350-04	
可锻铸铁	KTZ450-06	
铸钢		“ZG”表示铸钢，其后数字表示平均含碳量的万分之几，合金元素及含量的表示方法与同类合金结构钢相同
碳素铸钢	ZG15	
合金铸钢	ZG35SiMn	

注：电工用硅钢、高温合金、铸铁牌号表示方法分别按GB5212-85、GBn175-82和GB5612-85中的规定。

表 1-1-4 有色金属及其合金的分类

按产品状态分	冶炼产品（纯有色金属冶炼产品分为工业纯度和高纯度）
	加工产品（见本表）
	铸造产品（铸锭、铸件）
	金属粉末产品
加工产品 按合金系统分	铜及铜合金（纯铜、黄铜、青铜、白铜）
	铝及铝合金（纯铝、铸铝、形变铝合金）
	钛及钛合金
	镁及镁合金
	镍及镍合金
	其他合金
按用途分	铸造合金（铸造铝合金、铸造黄铜、铸造青铜……等）
	形变合金
	硬质合金
	焊料合金（铜锡焊料、锡铅焊料、锡锌焊料、银焊料……等）
	轴承合金（锡基轴承合金、铅基轴承合金……等）
	印刷合金
	中间合金
	其他合金

表 1-1-5 常用、专用有色金属和合金的名称及其汉语拼音字母代号

名 称	黄 铜	青 铜	白 铜	铜	铝	镁	镍	钛合金	防锈铝
代 号	H	Q	B	T	L	M	N	TA	LF
名 称	锻 铝	硬 铝	超硬铝	无氧铜	稀土	金属粉末	轴承合金	铸造合金	
代 号	LD	LY	LC	TU	Xt	F	Ch	Z	
名 称	硬 质 合 金					铸造	碳化钛-(铁)	焊料合金	
	钨 钴	钨钛钴	钢 结	多用途 (万能)	碳化钨	镍钼硬质合金			
代 号	YG	YT	YE	YW	ZY	YN	HI		

表 1-1-6 有色金属及合金产品状态名称、产品特性及其汉语拼音字母的代号

产品状态代号		产品特性代号		产品状态、特性代号组合举例	
名 称	采用代号	名 称	采用代号	名 称	采用代号
热轧、热挤	R	优质表面	O	不包铝(热轧)	BR
退 火	M	加厚包铝	J	不包铝(退火)	BM
淬 火	C	不包铝	B	不包铝(淬火、冷作硬化)	BCY
淬火后冷轧(冷作硬化)	CY	涂漆蒙皮表面	Q	不包铝(淬火、优质表面)	BCO
淬火(自然时效)	CZ	硬 质 合 金	U	不包铝(淬火、冷作硬 化优质表面)	ECYO
淬火(人工时效)	CS		A	优质表面(退火)	MO
硬	Y		N	优质表面淬火、自然时效	CZO
3/4硬 1/2硬	Y1 Y2		X	优质表面淬火、人工时效	CSO
1/3硬 1/4硬	Y3 Y4		C	淬火后冷轧、人工时效	CYS
特硬	T		H	热加工、人工时效	RS

表 1-1-7 有色金属和合金产品牌号表示方法及举例

有色金属及其 合金名称		牌 号 举 例		牌号表示方法说明
		代 号	牌 号	
纯金属冶 炼产品	铜	Cu-1	一 号 铜	纯金属冶炼产品，均用化学元素符号加顺序号或表示成分的数字表示，元素符号和顺序号（或数字）中间划一横线。工业纯度金属纯度随顺序号增加而降低，海绵状金属在元素符号前冠以“H”。
	铝	Al99.5		
	钛	HTi-1	一号海绵钛	
纯金属加 工产品	铜	T1, T2	一号铜、二号铜	铜、镍、铝的纯金属加工产品分别用“T”、“N”和“L”加顺序号表示，其余纯金属加工产品均用化学元素符号加顺序号表示，如锌(Zn)、铅（Pb） 钛用“T”加表示金属组织类型的字母(A、B、C)及顺序号表示。A、B、C分别代表 α 、 β 和 $(\alpha + \beta)$ 三种组织状态
	铝	L1, L2	一号工业纯铝、二号工业纯铝	
	钛	TA1	一号 α 型钛	
	锌	Zn1、Zn2	一号锌、二号锌	
合金加工 产品	黄 铜	H62、H68	62黄铜、68黄铜	黄铜用“H”加基元素铜的百分含量表示，锌不表示出，三元以上黄铜再加第二个主添加元素符号及其百分含量表示，中间用横线隔开。
		HPb59-1	59-1铅黄铜	
		HSn62-1	62-1锡黄铜	
	青 铜	QSn4-3	4-3锡青铜	青铜用“Q”加第一个主添加元素符号及除基元素铜外的成分数字组表示（百分数）
QA19-4		9-4铝青铜		
		QBe2	2-铍青铜	
	铝合金	LF1、LY2	一号防锈铝、二号硬铝	“LF”、“LY”分别表示“铝防”、“铝硬”加顺序号表示
	钛合金	TA5 TC4	五号 α 型钛合金 四号 $\alpha + \beta$ 型钛合金	钛合金用“T”加表示组织类型的字母及顺序号表示
专用合金	轴承合金	ChSnSb11-6	11-6锡铋轴承合金	带汉语字母的专用合金、其表示方法是汉语拼音字母加二个基元素符号及除第一个基元素外的成分数字组，但硬质合金例外，系采用汉语拼音字母加一决定合金特性的主元素（或化合物）成分数字（或顺序号）表示
	焊料合金	HCuZn64	64铜锌焊料	
	硬质合金	YG5	钨钴5硬质合金	
	铸造合金	ZHPb59-1	59-1铸铅黄铜	铸造合金（铝除外）的表示方法除按上述相应合金的规定表示外，并在代号前冠以“Z”字，铸铝合金用“ZL”表示，后面三位数中第一位数字表示类别，第二、三位数字为顺序号
		ZQAl6-6-3	6-6-3铸铝青铜	
ZL101、		101铸铝		
ZL102		102铸铝		
有色金属及合金产 品状态代号表示方法		LF1-M QBe2-Y	一号防锈铝-退火 2 铍青铜-硬状态	将表1-1-6中规定的产品状态代号加于产品代号之后，中间用横线隔开

(三) 金属材料热处理工艺参数

1. 钢的退火、正火、淬火和回火保温时间的计算

保温时间是指钢件表、里都达到加热温度后继续保持该温度的时间。实际生产中,常以装炉后炉温升到加热温度,工件的颜色与炉膛颜色一致时开始计算。保温时间与钢的化学成分、工件形状、尺寸、炉子类型、装炉量、钢件放置方式和加热温度、加热介质等有关。目前,多按经验公式计算确定。

(1) 退火、正火保温时间计算公式

$$t = a \times H$$

式中, t ——保温时间 (分)

a ——保温时间系数 (分/毫米)

(碳素钢: 1.0~1.5; 合金钢: 1.5~2.0; 高合金钢: 2.0~2.5)

H ——有效厚度或直径 (毫米) (有效厚度算法见图1-1-1)

(2) 淬火保温时间计算公式

$$t = a \times K \times H$$

式中, t ——保温时间 (分)

a ——保温时间系数 (分/毫米) (见表1-1-9)

K ——装炉系数 (见表1-1-8)

H ——直径或有效厚度 (毫米) (有效厚度算法见图1-1-1)

(3) 回火保温时间 (见表1-1-10)

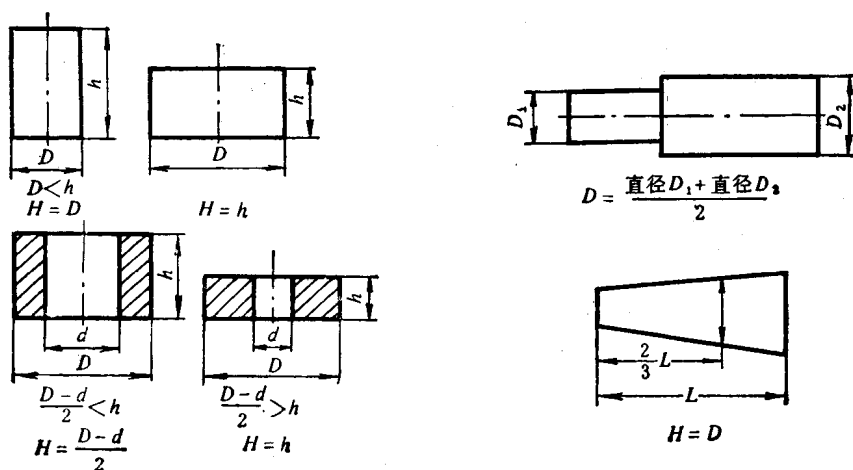


图 1-1-1 不同形状工件有效厚度算法

表 1-1-8 装炉系数(K)

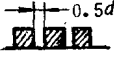
工件装炉情况	修正系数	工件装炉情况	修正系数
	1		1
	1.4		1
	4		2
	2.2		1.4
	2		1.3
	1.8		

表 1-1-9 常用钢在不同介质中淬火加热保温时间系数(a)

材 料		<600℃	750~850℃	800~900℃	1100~1300℃
		箱式炉预热	盐浴炉加热或预热	箱式炉或井式炉加热	盐浴炉加热
碳 钢	直径<50mm	—	0.30~0.40	1.0~1.2	—
	直径≥50mm	—	0.40~0.45	1.2~1.5	—
合金钢	直径<50mm	—	0.45~0.50	1.2~1.5	—
	直径≥50mm	—	0.50~0.55	1.5~1.8	—
高 合 金 钢		0.35~0.40	0.30~0.35	—	0.17~0.20
高 速 钢		2~2.5	0.40~0.5	—	0.14~0.25

表 1-1-10 钢材保温时间

中 高 温 回 火 (250~650℃)							
有效厚度 (毫米)		<25	26~50	51~75	76~100	101~125	126~150
保温时间 (分)	盐 浴 炉	20~30	30~45	45~60	75~90	90~120	120~150
	空 气 炉	40~60	70~90	100~120	150~180	180~210	210~240
低 温 回 火 (150~250℃)							
有效厚度 (毫米)		<50	51~75	76~100	101~125	126~150	
保温时间 (分)		60~120	120~180	180~240	240~270	270~300	

2. 常用钢退火、正火、淬火、回火、渗碳、调质处理的加热温度及处理后的硬度

常用渗碳钢热处理工艺参数 (见表1-1-11)。

常用调质钢热处理工艺参数 (见表1-1-12)。

常用工具钢球化退火工艺规范 (见表1-1-13)。

常用工具钢淬火加热温度及淬火后硬度 (见表1-1-14)。

表 1-1-11 常用渗碳钢热处理工艺参数

钢 号	临界温度 (°C)		预 备 热 处 理			渗 碳 (°C)	最 终 热 处 理			硬 度 (HRC)	
	Ac3 Ac1	Ar3 Ar1	退火 (°C)	正火 (°C)	高温回火 (°C)		一次淬火 (°C)	二次淬火 (°C)	回 火 (°C)	表 面	心 部
08、08F	$\frac{874}{732}$	$\frac{854}{880}$	$\frac{900 \sim 930}{HB \leq 131 \text{ 轧}}$	$\frac{900 \sim 930}{HB \leq 131}$	$\frac{680 \sim 720}{HB \leq 131}$	900~920 空 冷		$\frac{780 \sim 800}{水 淬}$	150~180	56~62	20
10	$\frac{876}{724}$	$\frac{850}{682}$	$\frac{900 \sim 930}{HB \leq 137 \text{ 轧}}$	$\frac{900 \sim 930}{HB \leq 137}$	$\frac{680 \sim 720}{HB \leq 137}$	900~920 空 冷		$\frac{780 \sim 800}{水 淬}$	150~180	56~62	20
12CrNi3	$\frac{830}{715}$	$\frac{670}{670}$	$\frac{870 \sim 900}{HB \leq 217}$	$\frac{890 \sim 920}{890 \sim 920}$	$\frac{650 \sim 680}{HB \leq 217}$	900~920 空 冷	860 油 淬	$\frac{780 \sim 810}{油、水均可}$	180~200	56~62	30
12Cr2Ni4	$\frac{780}{720}$	$\frac{660}{575}$	$\frac{880 \sim 900}{880 \sim 900}$	$\frac{880 \sim 940}{HB \leq 225}$	$\frac{640 \sim 660}{HB \leq 268}$	900~920 空 冷		$\frac{780 \sim 790}{油 淬}$	150~180	56~62	45
15	$\frac{863}{735}$	$\frac{840}{685}$	$\frac{880 \sim 900}{HB \leq 143}$	$\frac{890 \sim 920}{HB \leq 143}$	$\frac{680 \sim 720}{HB \leq 143}$	900~920 空 冷		$\frac{780 \sim 800}{水 淬}$	150~180	56~62	25
15Cr	$\frac{870}{735}$	$\frac{720}{720}$	$\frac{860 \sim 890}{HB \leq 175}$	$\frac{870 \sim 900}{HB \leq 270}$	$\frac{700 \sim 720}{HB \leq 175}$	900~920 空 冷	860~890 油 淬	$\frac{780 \sim 800}{油 淬}$	170~190	56~62	30
20	$\frac{855}{735}$	$\frac{835}{680}$	$\frac{880 \sim 900}{HB \leq 156}$	$\frac{890 \sim 910}{HB \leq 156}$	$\frac{680 \sim 720}{HB \leq 156}$	900~920 空 冷		$\frac{780 \sim 800}{水 淬}$	150~180	56~62	25
20Mn2	$\frac{840}{725}$	$\frac{740}{610}$	$\frac{HB \leq 187}{710 \sim 720}$	$\frac{870 \sim 900}{880 \sim 900}$	$\frac{670 \sim 700}{HB \leq 187}$	910~920 空 冷	850~870 水 淬	$\frac{770 \sim 800}{水 淬}$	150~180	56~62	30
20Mn2B	$\frac{853}{730}$	$\frac{736}{613}$	$\frac{HB \leq 187}{HB \leq 187}$	$\frac{880 \sim 900}{880 \sim 900}$	$\frac{680 \sim 700}{HB \leq 187}$	900~930 空 冷	860~880 油 淬	$\frac{780 \sim 800}{油 淬}$	200	56~62	30
20MnVB	$\frac{840}{720}$	$\frac{770}{635}$	$\frac{HB \leq 207}{HB \leq 207}$	$\frac{880 \sim 900}{880 \sim 900}$	$\frac{HB \leq 207}{700 \sim 720}$	900~920 空 冷	860~880 油 淬	—	180~200	56~62	40
20Cr	$\frac{848}{766}$	$\frac{799}{702}$	$\frac{860 \sim 890}{HB \leq 179}$	$\frac{870 \sim 900}{HB \leq 215}$	$\frac{700 \sim 720}{HB \leq 179}$	900~920 空 冷	860~890 油、水均可	$\frac{780 \sim 800}{油 淬}$	200	56~62	30
20CrMnMo	$\frac{830}{710}$	$\frac{740}{620}$	$\frac{850 \sim 879}{HB \leq 217}$	$\frac{870 \sim 900}{870 \sim 900}$	$\frac{HB \leq 179}{650 \sim 700}$	880~900 空 冷	830~850 油 淬	$\frac{780 \sim 800}{油 淬}$	180~200 空 冷	>58	40
20CrMnTi	$\frac{825}{740}$	$\frac{730}{650}$	$\frac{950 \sim 970}{HB \leq 217}$	$\frac{950 \sim 970}{HB \leq 210}$		900~920 空 冷	870~890 油 淬	$\frac{860 \sim 800}{油 淬}$	180~200 油 冷	58~62	40

表 1-1-12 常用调质钢热处理工艺参数

钢 号	临界温度 (°C)			预 备 热 处 理			最终热处理		硬 度 (HRC)
	$\frac{Ac3}{Ac1}$	$\frac{Ar3}{Ar1}$	Ms	退火 (°C)	正火 (°C)	高温回火 (°C)	淬火 (°C)	回火 (°C)	
30	$\frac{813}{732}$	$\frac{796}{677}$	380	850~900 HB≤179	860~900 HB≤179	680~720 HB≤179	850~890 水淬 HRC≈45	270 400 450	40 30 25
35SiMn	$\frac{830}{750}$	$\frac{—}{645}$	—	850~870 HB≤229	880~920	680~720 HB≤229	880~900 油、水均可 HRC≈55	200 360 400 450 500 550	50 45~50 40~45 35~40 30~35 25~30
35CrMo	$\frac{800}{755}$	$\frac{750}{695}$	271	820~840 HB≤241	830~860 HB≤400	860~720 HB≤250	820~850 油、水均可 HRC≈52	200 320 380 460 500 600	50 45 40 35 30 25
38CrMoAl	$\frac{940}{800}$	$\frac{—}{730}$	—	840~870 HB≤229	930~970	700~720 HB≤229	900~930 油、水均可 HRC≈55	250 410 500 550 620 660	50~55 45~50 40~45 35~40 30~35 25~30
40CrMnMo	$\frac{780}{735}$	$\frac{—}{680}$	—	HB≤241	850~880 HB≤320	660~680 HB≤241	840~860 油 淬 HRC≈57	250 400 450 500 550 650	50~55 45~50 40~45 35~40 30~35 25~30
40MnB	$\frac{780}{730}$	$\frac{700}{650}$	295	827~860 HB≤207	850~900 HB≤207	680~720 HB≤207	820~860 水、油均可 HRC≈55	530 620	30 25
40Cr	$\frac{782}{743}$	$\frac{730}{693}$	(355)	825~845 HB≤207	850~870 HB≤250	680~700 HB≤207	830~860 油 淬 HRC≈55	200 340 420 480 510 590	50~55 45~50 40~45 35~40 30~35 25~30
40MnVB	$\frac{774}{730}$	$\frac{681}{639}$	—	850~880 HB≤207	860~900	680~720 HB≤207	830~870 HRC≈56	500 620	30 25
42SiMn	$\frac{820}{765}$	$\frac{—}{645}$	—	850~870 HB≤229	860~890 HB≤244	680~720 HB≤229	830~860 水、油均可 HRC≈56	200 450 550 620	50 40 30 25

续表 1-1-12

钢 号	临界温度 (°C)			预 备 热 处 理			最终热处理		硬 度 (HRC)
	$\frac{Ac3}{Ac1}$	$\frac{Ar3}{Ar1}$	Ms	退火 (°C)	正火 (°C)	高温回火 (°C)	淬火 (°C)	回火 (°C)	
45	$\frac{780}{724}$	$\frac{751}{628}$	350	820~840 HB≤197	830~880 HB≤241	680~720 HB≤197	830~860 水、油均可 HRC=57	200	50~55
								320	45~50
								360	40~45
								420	35~40
								480	30~35
50CrVA	$\frac{788}{752}$	$\frac{746}{688}$	270	810~870 HB≤255	850~880 HB≤288	640~680 HB≤255	840~860 油 淬 HRC=58~60	200	50~55
								380	45~50
								450	40~45
								500	35~40
								560	30~35
55Si2Mn	$\frac{840}{775}$	—	280	750 HB≤222	850~880 HB≤244	640~680 HB≤222	850~880 水、油均可 HRC=58~60	200	55
								280	50
								470	40
								560	30
60Si2Mn	$\frac{810}{755}$	$\frac{770}{700}$	305	750 HB≤222	830~860 HB≤254	640~680 HB≤222	850~870 水、油均可 HRC=61~63	200	55
								280	50
								470	40
								560	30
65Mn	$\frac{765}{726}$	$\frac{741}{689}$	270	780~840 HB≤229	820~860 HB≤269	680~720 HB≤229	800~830 油、水均可 HRC=62~64	260	55
								350	50
								420	45
								480	40
								540	35
								580	30

表 1-1-13 常用工具钢球化退火工艺规范

钢 号	Ac1 (°C)	Ac3或Acm(°C)	加热温度 (°C)	等温温度 (°C)	保温时间 (小时)	退火后硬度(HB)
T8 (A)	730	—	750~770	660~680	3~4	≤187
T10 (A)	730	800	750~770	660~680	3~4	≤197
T12 (A)	730	820	750~770	660~680	3~4	≤207
GCr15	745	900	790~810	700~720	4~6	207~229
9SiCr	770	870	790~810	700~720	3~4	197~241
CrWMn	750	940	770~790	680~700	3~4	207~255
9Mn2V	720~736	765	760~780	680~700	4~5	≤229
Cr6WV	815	—	830~850	680~700	6~8	≤229
Cr12	810	—	850~870	730~750	6~8	207~255
Cr12MoV	810	—	850~870	720~740	6~8	207~255
W18Cr4V	820	1330	830~850	730~750	2~6	207~255
3Cr2W8V	815	1100	830~850	710~740	3~4	207~255
5CrMnMo	710	760	850~870	670~690	4~6	197~241
5CrNiMo	710	770	850~870	670~690	4~6	197~241