热处理工艺及设备计算

热处理工艺及设备计算

莫之民　韩睿师　编

TG156
S06

上海交通大学出版社

TG116
M92

383724

高等学校教学参考用书

热处理工艺及设备计算

莫之民　　韩睿师

中文藏书

上海交通大学出版社

(沪)新登字 205 号

内 容 提 要

本书较全面地列出了有关热处理工艺和设备的实验式、计算式及各种计算图表和实例。

本书共分十五章，较全面地概括了热处理工艺及设备计算，包括相变点、热处理主要工艺参数、质量效应、淬透性、端淬曲线、淬硬深度、回火硬度、淬火变形、热处理总效能、电阻炉、盐浴炉、淬火槽等计算及机械性能指标推算和换算。可供从事机械工程的教师、设计人员、工艺人员及大中专学校热处理专业学生参考。

TN40/11

热处理工艺及设备计算

出版：上海交通大学出版社
（上海市华山路 1954 号　邮政编码：200030）
发行：新华书店上海发行所　　印刷：上海海峰印刷厂
开本：787×1092(毫米)1/16　　印张：7.5　字数：185,000
版次：1995 年 4 月第 1 版　　印次：1995 年 4 月第 1 次
印数：1—3000　　科目：337—283

ISBN7－313・00990－9/TG・30　　定价：9.00 元

前　言

运用热处理计算与图表资料，对设计、生产与现场操作有较大实用意义。这些计算式是人类长期从事生产实践和科学研究积累、总结，并根据假设和模拟真实条件进行数学推导而得到。

为了适应生产发展的需要，编者根据60年代以来，在“金属学”、“金属材料”、“热处理”等期刊、杂志和有关书籍中所提供的计算式、经验式、实验式、实验曲线、图表、计算方法，收集后编写成此书，供读者参考。在内容上着重实际生产中的热处理工艺和设备计算问题，预期这些计算式、曲线、图表等对教学、设计、制造与现场操作有一定的参考价值。

本书可供大中专学校热处理专业教师、学生作为参考书，可供设计人员、技术人员、工艺人员使用，也可供有一定热处理基础的工人参阅。

本书引用了一些工厂、科研单位、学校的资料、数据、图表，在此谨向有关作者、编者、译者表示深切的谢意。

本书由山东工业大学彭其凤教授审定。

由于编者学识粗浅，加上编写时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，希望广大读者批评指正。

编　者

1994.5

目 录

第一章　相变点计算 …… 1
第二章　热处理主要工艺参数计算 …… 6
第一节　温度 …… 6
第二节　速度 …… 9
第三节　时间 …… 12
第四节　形状换算(等效直径计算) …… 14
第五节　急冷度 …… 20
第三章　质量效应计算 …… 22
第四章　淬透性计算 …… 25
第一节　根据化学成分计算淬透性 …… 25
第二节　根据淬透性曲线计算淬透性 …… 31
第三节　根据淬火特性曲线计算淬透性 …… 33
第四节　根据临界直径与急冷度计算淬透性 …… 33
第五节　根据马氏体量计算淬透性 …… 34
第六节　珠光体和贝氏体淬透性计算 …… 35
第五章　端淬曲线计算 …… 38
第一节　根据理想临界直径计算端淬曲线(淬透性曲线) …… 38
第二节　根据加算法计算端淬曲线 …… 39
第三节　已知碳含量和理想临界直径计算端淬曲线 …… 42
第四节　用实验式计算端淬曲线 …… 46
第六章　淬硬深度计算 …… 48
第一节　计算临界直径 …… 48
第二节　计算理想临界直径 …… 48
第三节　根据化学成分计算淬硬深度 …… 48
第四节　淬火介质变更时计算淬硬深度 …… 52
第五节　计算圆钢的硬度分布 …… 53
第六节　根据圆钢推测板的淬硬深度 …… 54
第七节　计算与板相等的淬硬直径 …… 55
第七章　表面热处理淬硬深度计算 …… 58
第八章　回火硬度计算 …… 61
第一节　回火参数曲线(回火母线) …… 64
第二节　根据理想临界直径推算回火硬度 …… 66
第九章　淬火变形计算 …… 68
第一节　组织与比容 …… 68
第二节　组织转变引起的体积变化 …… 68

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

第三节　高碳合金工具钢中的未溶碳化物和尺寸变化 …… 70
第四节　材料方向性对尺寸变化影响 …… 72
第五节　回火引起尺寸变化 …… 73
第十章　钢的热处理总效能计算 …… 75
第一节　化学成分选择 …… 75
第二节　热处理工艺选择 …… 75
第三节　成分与工艺检验 …… 76
第四节　计算举例 …… 76
第十一章　机械性能计算 …… 84
第一节　根据金相组织测算机械性能 …… 84
第二节　根据化学成分计算机械性能 …… 85
第十二章　机械性能指标推算与换算 …… 88
第十三章　电阻炉计算 …… 91
第一节　热量消耗计算 …… 91
第二节　电热体计算 …… 92
第十四章　盐浴炉计算 …… 97
第一节　坩埚尺寸 …… 97
第二节　盐浴炉功率 …… 97
第三节　电极尺寸 …… 100
第四节　起动电阻 …… 101
第十五章　淬火槽计算 …… 105
第一节　周期作业淬火槽计算 …… 105
第二节　连续作业淬火槽计算 …… 108
第三节　带有蛇形管的淬火槽计算 …… 109
参考文献 …… 114

第一章　相变点计算

一、A_{c_1}

$$A_{c_1}(℃)=1333-25Mn+40Si-26Ni+42Cr \tag{1-1}$$

$$A_{c_1}(℃)=723-14Mn+22Si-14.4Ni+23.3Cr \tag{1-2}$$

$$A_{c_1}(℃)=732-10.7Mn+29.1Si-16.9Ni+16.9Cr+6.38W+290As \tag{1-3}$$

$$A_{c_1}(℃)=754.88-82.25C-17.76Mn+23.32Si+17.18Cr+4.51Mo+15.62V \tag{1-4}$$

$$A_{c_1}(℃)=723-12Mn+26Si-18Ni+20Cr+8W+16Mo+55V-14Cu \tag{1-5}$$

$$A_{c_1}(℃)=750.8-26.6C-11.6Mn+17.6Si-23Ni+24.1Cr+22.5Mo-39.7V$$
$$+5.7Ti+31.9Zr+232.6Nb-169.4Al-891.7B-22.9Cu \tag{1-6}$$

注：上述各式中元素均以重量百分含量表示之。

式(1-5)中合金元素对 A_1 点影响见图 1-1；其余各式适用于一定化学成分的钢，见表 1-1。

表 1-1　不同 A_{c_1} 计算式所适用的钢

计算式	化学成分(%)							
	C	Mn	Si	Ni	Cr	W	Mo	V
1-1,1-2	0.3～0.6	<2	<1	<3.5	<1.5		<0.5	
1-3	0.08～1.43	<1.98	<1.78	<5	<4.48	<4.1	<2.61	<2.51
1-4	0.25～0.45	0.7～1.2	0.6～3.1		0.8～2.9		0.2～0.9	<0.4
1-6	0.07～0.22	0.35～1.72	<1.28	<3.18	<1.64		<0.61	<0.35

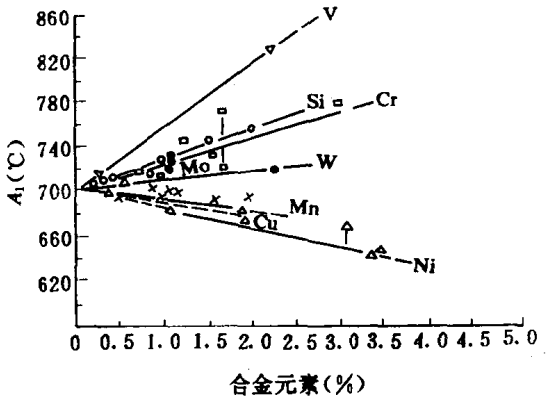

图 1-1　钢化学成分对 A_1 点影响

二、A_{c_3}

$$A_{c_3}(℉)=1570-323C-25Mn+80Si-32Ni-3Cr \tag{1-7}$$

$$A_{c_3}(℃)=845-180C-14Mn+44Si-17.8Ni-1.7Cr \tag{1-8}$$

$$A_{c_3}(℃)=910-203\sqrt{C}-30Mn+44.7Si-15.2Ni-11Cr+13W+31.5Mo+104V+400Ti+400Al+700P+120As-20Cu \tag{1-9}$$

$$A_{c_3}(℃)=937.2-476.5C-19.7Mn+56Si-26.6Ni-4.9Cr+38.1Mo+142.8V+136.3Ti+198.4Al-19.1Nb+35Zr+3315B-16.3Cu \tag{1-10}$$

$$A_{c_3}(℃)=930.21-394.75C-14.4Mn+54.99Si+5.77Cr+24.49Mo+83.37V \tag{1-11}$$

$$A_{c_3}(℃)=908-223.7C-34.43Mn+30.49Si-23Ni+2(100C-54+6Ni)+438.5P \tag{1-12}$$

若括号内计算为负值，则该项省略。

$$A_{c_3}(℃)=\left.\begin{matrix}910-320X\\782-150(Y-0.4)\end{matrix}\right\}-10Mn+18Si-14Ni+5Cr+7W+14Mo+5V-12Cu \tag{1-13}$$

式中：X——钢中碳含量≤0.4；

Y——钢中碳含量>0.4。

式(1-7)～式(1-11)适用于一定化学成分的钢，如表 1-2 所示；式(1-13)中碳与合金元素对 A_3 点影响见图 1-2。

表 1-2　不同 A_{c_3} 计算式适用的钢

计算式	化学成分(%)							
	C	Mn	Si	Ni	Cr	W	Mo	V
1-7,1-8	0.3～0.6	<2	<1	<3.5	<1.5		<0.5	
1-9	0.08～0.59	<1.98	<1.78	<5	<5	<4.1	<1.05	<0.71
1-10	0.07～0.22	<1.72	<1.28	<3.18	<1.64		<0.61	<0.35
1-11	0.25～0.45	0.7～1.2	0.6～3.1		0.8～2.9		0.2～0.9	<0.4

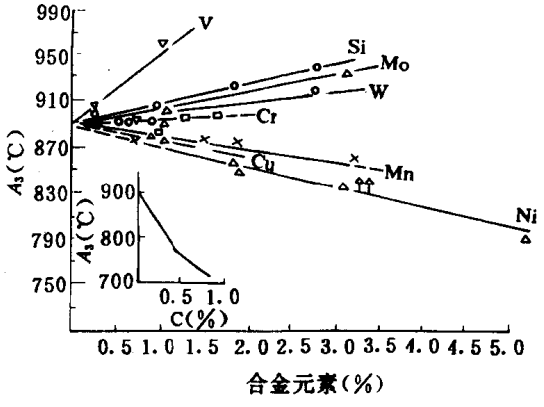

图 1-2　钢中碳与合金元素对 A_3 点影响

实例 1　化学成分 C=0.40%，Mn=0.74%，Si=0.20%，Ni=3.03%，Cr=0.37%，P=0.017%，S=0.023%的钢，计算其 A_{c_3}（℃）点。

解：用式(1-12)进行计算，即：

$$A_{c_3}(℃)=908-223.7\times0.4-34.43\times0.74+30.49\times0.2-23\times3.03$$
$$+2(100\times0.4-54+6\times3.03)+438.5\times0.017=745$$

该钢的实测值为 748℃，而计算值为 745℃，仅差 3℃，故此计算式与实际测定基本符合。

三、A_{c_m}

$$A_{c_m}(℃)=732+340(C-0.8)-15Mn+30Si-30Ni+60Cr+11W+22Mo+80V-18Cu \quad (1\text{-}14)$$

四、M_s

$$M_s(℉)=1042-853C-60Mn-30Ni-30Cr-38Mo \quad (1\text{-}15)$$

$$M_s(℉)=1010-630C-72Mn-31Ni-36Cr-9W-18Mo-63V-54Al-27Co-18Cu \quad (1\text{-}16)$$

$$M_s(℉)=1000-650C-70Mn-35Ni-70Cr-50Mo \quad (1\text{-}17)$$

$$M_s(℉)=930-540C-60Mn-20Si-30Ni-20Mo \quad (1\text{-}18)$$

$$M_s(℉)=930-570C-60Mn-20Si-30Ni-50Cr-20W-20Mo \quad (1\text{-}19)$$

$$M_s(℉)=930-540C-60Mn-20Si-30Ni-40Cr-20Mo \quad (1\text{-}20)$$

$$M_s(℉)=925(1-0.62C)(1-0.092Mn)(1-0.033Si)(1-0.045Ni)(1-0.07Cr)$$
$$(1+0.018W)(1-0.029Mo)(1+0.12Co) \quad (1\text{-}21)$$

$$M_s(℃)=561-474C-33Mn-17Ni-17Cr-21Mo \quad (1\text{-}22)$$

$$M_s(℃)=550-350C-40Mn-17Ni-20Cr-5W-10Mo-35V+30Al+15Co-10Cu \quad (1\text{-}23)$$

$$M_s(℃)=538-317C-33Mn-11Si-17Ni-28Cr-11W-11Mo \quad (1\text{-}24)$$

$$M_s(℃)=520-320C-50Mn-30Cr-20(Ni+Mo)-5(Cu+Si) \quad (1\text{-}25)$$

$$M_s(℃)=517-317C-33Mn-10Si-16Ni-26Cr-10W-10Mo \quad (1\text{-}26)$$

$$M_s(℃)=517-300C-33Mn-10Si-16Ni-26Cr-10Mo \quad (1\text{-}27)$$

$$M_s(℃)=514(1-0.62C)(1-0.092Mn)(1-0.033Si)(1-0.045Ni)(1-0.07Cr)$$
$$(1-0.018W)(1-0.029Mo)(1+0.12Co) \quad (1\text{-}28)$$

$$M_s(℃)=512-453C-16.9Ni+15Cr-9.5Mo+217(C)^2-715(C)(Mn)$$
$$-67.6(C)(Cr) \quad (1\text{-}29)$$

$$M_s(℃)=499-300C-33Mn-11Si-17Ni-22Cr-11Mo \quad (1\text{-}30)$$

$$M_s(℃)=496(1-0.62C)(1-0.092Mn)(1-0.033Si)(1-0.045Ni)$$
$$(1-0.018W)(1-0.029Mo)(1+0.12Co) \quad (1\text{-}31)$$

$$M_s(℃)=\left.\begin{matrix}795-5500X\\525-350(Y-0.05)\end{matrix}\right\}-45Mn-5Si-20Ni-8W-16Mo+15Al+6Co \quad (1\text{-}32)$$

式中：X——钢中碳含量≤0.05；

Y——钢中碳含量>0.05。

$$M_s(℃)=K-47C-33Mn-17(Ni+Cr)-21Mo \tag{1-33}$$

式中：K——系数，其值选取可根据转变程度，见表 1-3。

表 1-3　转变程度与 K 值关系

转变程度	K 值
$M_{0.1\%}$(即 M_s)	561
$M_{10\%}$	551±3
$M_{50\%}$	514±9
$M_{90\%}$	458±12
$M_{100\%}$(即 M_f)	346±15

实例 2　化学成分 C=0.40%，Mn=0.65%，Si=0.20%，Ni=1.05%，Cr=0.6%，Mo=0.3%，V=0.2%，Cu=0.25%的钢，计算其 M_s 点。

解：用式(1-23)计算，即

$$M_s(℃)=550-350\times0.4-40\times0.65-17\times1.05-20\times0.6-10\times0.3-35\times0.2-10\times0.25=341$$

由式(1-23)计算钢的 M_s 点列于表 1-4 中。

表 1-4　SAE 钢的 M_s 点(计算值)

钢号	M_s(℃)	钢号	M_s(℃)	钢号	M_s(℃)
1010	500	1340	340	4130	405
1015	480	2330	355	4140	355
1020	465	2340	320	4145	335
1025	445	2345	300	4145	325
1030	410	2515	390	4320	415
1035	395	3115	445	4340	330
1040	380	3120	420	4615	440
1050	340	3130	385	4620	425
1055	325	3135	365	4640	350
1060	310	3140	345	4815	415
1115	465	3145	325	4820	305
1145	360	3150	305	5120	435
1320	410	3240	340	5140	360
1330	375	3310	405	5150	325
1335	355	4125	415	9840	362

五、M_f

$$M_f(℉)=930-600C-60Mn-20Si-30Ni-50Cr-20W-20Mo \tag{1-34}$$

$$M_f(℉)=930-540C-60Mn-20Si-35Ni-40Cr-20Mo \tag{1-35}$$

$$M_f(℉)=900-650C-70Mn-35Ni-70Cr-50Mo \tag{1-36}$$

$$M_f(℉)=Ms-385 \tag{1-37}$$

马氏体量(%M)与 M_f 点(℃)之间有下列关系式：

$$M_f(100\%M)=M_s-(215\pm5) \tag{1-38}$$

$$M_f(90\%M)=M_s-(103\pm12) \tag{1-39}$$

$$M_f(50\%M)=M_s-(47\pm9) \tag{1-40}$$

$$M_f(10\%M)=M_s-(10\pm3) \tag{1-41}$$

表 1-5 列出了每加入 1%合金元素时，M_s 点和残余奥氏体量变化情况(负号表示降低或减少，正号表示升高或增加)。

表 1-5 合金元素对 M_s 点和残余奥氏体影响

每加 1%的元素	M_s 点(℃)	残余奥氏体(%)变化
C	−300	+50
Mn	−33	+20
Cr	−22	+11
Ni	−17	+10
Mo	−11	+9
W	−11	+8
Si	−11	+6
Co	+55	−3
Al	+17	−4

六、B_s

$$B_s(℃)=830-270C-90Mn-37Ni-70Cr-83Mo \tag{1-42}$$

$$B_s(℃)=630-45Mn-35Ni-20Ni-30Cr-12W-24Mo-40V \tag{1-43}$$

式(1-42)适用于化学成分为 0.1%～0.55%C，0.2%～1.7%Mn，0.1%～5.0%Ni，0.1%～3.5%Cr，0.1%～1.0%Mo 的钢。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第二章　热处理主要工艺参数计算

第一节　温度

一、奥氏体化温度

$$T_A = 920 - 150C - 20Ni + 20Cr + 30Mo + 10W + 200V \qquad (2\text{-}1)$$

式中：T_A——奥氏体化温度，℃。

实例 1　已知热锻模具钢的化学成分 C＝0.55%，Mn＝0.65%，Ni＝1.6%，Cr＝0.65%，Mo＝0.25%，试计算 T_A。

解：根据式(2-1)，则

T_A(℃)＝920－150×0.55－20×1.6＋20×0.65＋30×0.25＝826

由于 T_A＝826℃，故这类热锻模具钢常用淬火温度为 830～860℃。

式(2-1)适用于 C＜0.9%。Si＜1.8%，Mn＜1.1%，Ni＜5%，Cr＜1.8%，Mo＜0.5%，W＜2%，V＜0.25%的钢。

二、再结晶温度

$$T_R = 0.4 \sim 0.45\, T_M \qquad (2\text{-}2)$$

式中：T_R——再结晶温度，K；

T_M——金属熔点，K。

系数对纯金属取 0.4，对加少量碳的低碳钢取 0.45。

实例 2　已知 10 钢的熔点 1520℃，计算其再结晶温度。

解：T_R＝0.45×(1520＋273)＝807(K)

即 10 钢的再结晶温度＝807－273＝534(℃)。

三、钢件心部温度

1. 实心圆棒

(1) 油冷时

$$T = -760\log\tau - 475 + 1520\log R \qquad (2\text{-}3)$$

(2) 水冷时

$$T = -900\log\tau - 870 + 1800\log R \qquad (2\text{-}4)$$

式中：T——钢件心部温度，℃；

τ——钢件冷却时间，s；

R——钢件半径，mm。

2. 板材

(1) 油冷时

$$T = -760\log\tau - 247 + 1520\log\frac{S}{2} \tag{2-5}$$

(2) 水冷时

$$T = -900\log\tau - 600 + 1800\log\frac{S}{2} \tag{2-6}$$

式中：S——板材厚度，mm。

四、回火温度

1. 根据化学成分进行计算

如果已知钢的化学成分，并对钢进行完全淬火后回火，此回火温度可以计算。计算方法如下：

(1) 已知钢的碳含量，其基本回火硬度可查图 2-1。

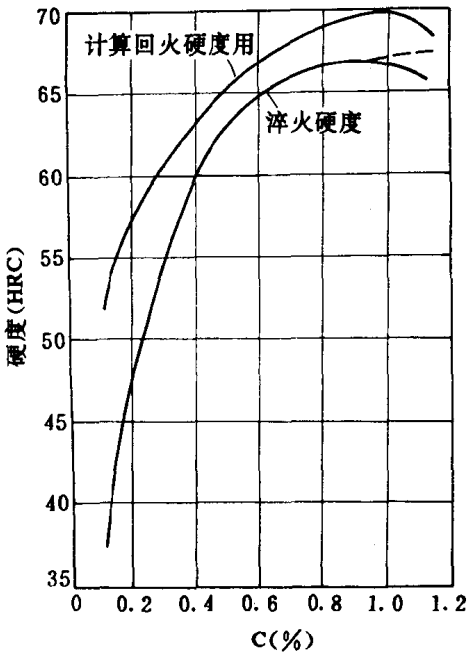

图 2-1 C%与成分硬度关系

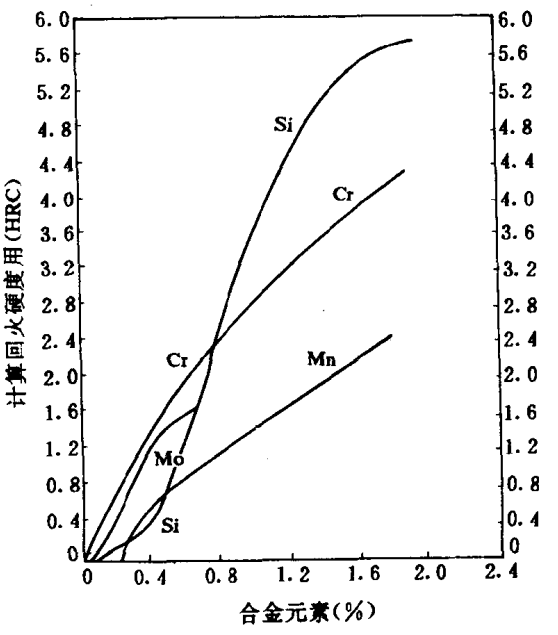

图 2-2 合金元素与成分硬度关系

(2)已知钢中合金元素与晶粒度，其基本回火硬度可查图 2-2 和图 2-3。

(3)成分硬度(即碳含量、合金元素含量与晶粒度的基本回火硬度总和)、回火硬度与回火温度之间有一定关系。

$$T = 30 \times (H_c - H_a) \tag{2-7}$$

式中：T——回火温度，F；

H_c——成分硬度，HRC

H_a——回火硬度，HRC。

(4)由于所求回火温度是以回火时间为 4 小时作基准，如果回火时间不同，则需要进行适当修正(见图 2-4)，尤其对 C%与 Mo%的修正(见图 2-5 和图 2-6)。

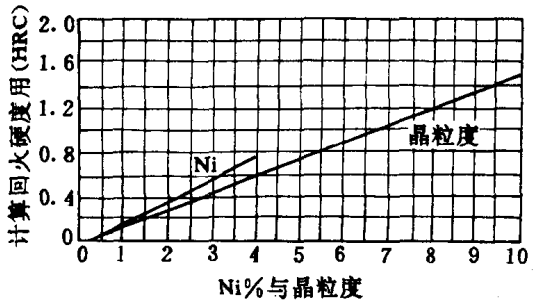

图 2-3　Ni%、晶粒度与成分硬度关系

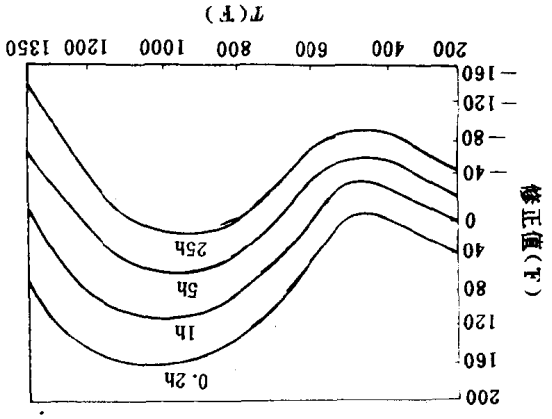

图 2-4　根据回火时间对回火温度修正

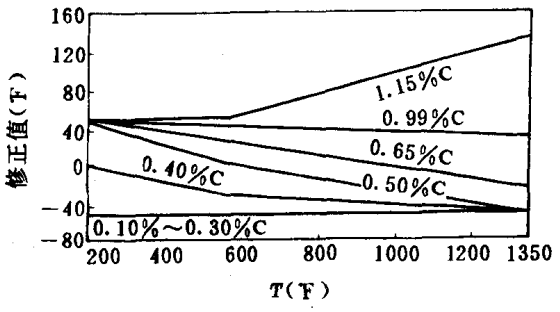

图 2-5　根据 C%对回火温度修正

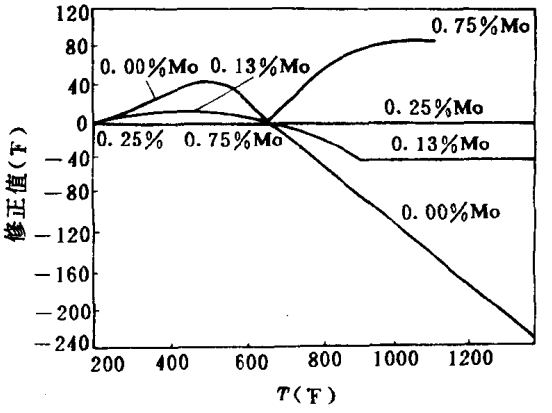

图 2-6　根据 Mo%对回火温度修正

注：所示回火温度必需低于相变温度 A_1。

实例 3　已知 C＝0.32%，Mn＝0.84%，Si＝0.99%，Ni＝1.52%，Cr＝0.74%，Mo＝0.29%，晶粒度 No.6 的钢，回火后得到硬度 HRC37.5，求回火温度(回火时间定为 3.6h)。

解：

成分(%)与晶粒度	基本回火硬度(HRC)	来自曲线图
C(0.32)	61.6	2-1
Mn(0.84)	1.3	2-2
Si(0.99)	3.5	2-2
Ni(1.52)	0.3	2-3
Cr(0.74)	2.3	2-2
Mo(0.29)	0.8	2-2
No.6	0.9	2-3

总和 70.7＝H_c(成分硬度)

故 $T=30\times(70.7-37.5)=996$(F)

再进一步修正

T	996	
回火 3.6h 的修正	+75	(图 2-4)
0.32%C 的修正	+13	(图 2-5)
0.25%Mo 的修正	−49	(图 2-6)
总和	1035(℉)	

即要求回火温度为 1035℉(556℃)。

2. 根据端淬曲线进行计算

实例 4　将直径 60mm 的试样(化学成分见表 2-1)进行水淬或油淬后,为获得回火后 σ_b = 900MPa,利用端淬曲线求满足上述强度所需要的回火温度。

表 2-1　试样用钢的化学成分(%)

钢 种	C	Si	Mn	Cr	S	P
Ⅰ	0.69	0.35	0.62	0.35	0.028	0.026
Ⅱ	0.69	0.39	0.54	0.41	0.025	0.020
Ⅲ	0.64	0.36	0.64	0.09	0.022	0.022

解:图 2-7 的右上方框内,通过纵坐标直径为 60mm 的一点引一水平线与 $H=2$(水淬)及 $H=0.4$(油淬)两条曲线相交,由此交点分别引垂线与端淬曲线相交;再从后者的交点引水平线与 $\sigma_b=900$MPa 的曲线相交,最后由这些交点作垂线与横坐标相交,即求得回火温度,见表 2-2。

表 2-2　不同钢水淬与油淬所需的回火温度

钢　种	回　火　温　度(℃)	
	油淬	水淬
Ⅰ	690	650
Ⅱ	660	630
Ⅲ	630	620

第二节　速度

一、临界冷却速度

$$\log v = K - (A \cdot C\% + B \cdot Mn\% + C \cdot Ni\% + D \cdot Cr\% + E \cdot Mo\% + RT_A) \quad (2\text{-}8)$$

式中:v——保证获得一定组织(马氏体、贝氏体、珠光体、铁素体)的临界冷却速度,℃/h;

A、B、C、D、E——合金元素系数;

K——常数;

R——奥氏体化参数;

T_A——奥氏体化温度,℃(一般取 850℃)。

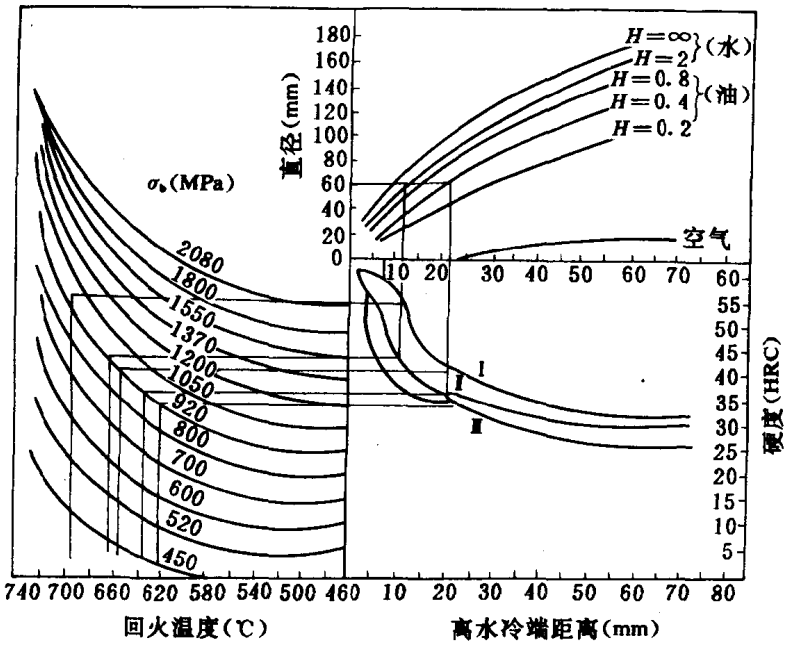

图 2-7　端淬曲线—淬火介质—回火性能关系

将各参数和常数列于表 2-3 中。

表 2-3　临界冷却速度与成分系数及常数的关系

不同组织的临界冷却速度	常数与成分系数						
	K	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*R*
v_M	9.81	4.82	1.10	0.54	0.50	0.60	0.0018
v_B	10.17	3.80	1.07	0.70	0.57	1.58	0.0032
v_{50B-M}	8.50	4.13	0.86	0.57	0.41	0.94	0.0012
$v_{50B-P-F}$	8.74	2.23	0.86	0.56	0.59	1.60	0.0032
v_{P-F}	6.36	0.43	0.49	0.78	0.26	0.38	0.0019

表中的 v_M、v_B、v_{50B-M}、$v_{50B-P-F}$、v_{P-F}分别表示中心区获得马氏体、贝氏体、50%贝氏体－50%马氏体、50%贝氏体－珠光体－铁素体、珠光体－铁素体的临界冷却速度。

实例 5　已知 C＝0.35%，Mn＝0.65%，Ni＝1.5%，Cr＝1.5%，Mo＝0.25%的 34CrNiMo 钢，计算淬火时中心区获得贝氏体的临界冷却速度。

解：由 34CrNiMo 钢的化学成分及表 2-3 可知

$$\log v_B = 10.17 - (0.35\times 3.8 + 0.65\times 1.07 + 1.5\times 0.7 + 1.5\times 0.57 + 0.25\times 1.58 + 0.0032\times 850) = 3.12$$

则 v_B＝1320℃/h。

由图 2-8 可知，该钢在油中淬火(v_B＝1320℃/h)后的心部组织为贝氏体时，其钢棒直径可达 320mm。

由表 2-3 及式(2-8)计算部分结构钢的临界冷却速度与临界直径列于表 2-4 中。

表 2-4　结构钢的临界冷却速度与临界直径

钢　种	马氏体		50%马氏体－50%贝氏体		贝氏体		贝氏体－珠光体－铁素体		珠光体－铁素体	
	v_c (℃/s)	D_c (mm)	v_c (℃/s)	D_c (mm)	v_c (℃/s)	D_c (mm)	v_c (℃/s)	D_c (mm)	v_c (℃/s)	D_c (mm)
40	124	15							4.9	60
40Cr	49.4	17	25.9	20	13.6	50	2.9	80	2.8	80
40CrMnNi	12.4	45	5.5	60	2.8	80	0.9	160	0.5	195
40Cr2Mo	45.1	17	13.9	32	2.8	80	0.3	320	0.1	650
34CrNiMo	4.7	60	1.7	120	0.4	320	0.1	600	0.02	1000
34CrNi3Mo	1.3	140	0.3	325	0.05	1000	0.03	1000		
35CrNiMo2V	3.1	40	1.0	160	0.2	500	0.05	1000		
38Cr2Ni3Mo	0.5	230	0.2	500	0.02	1000				

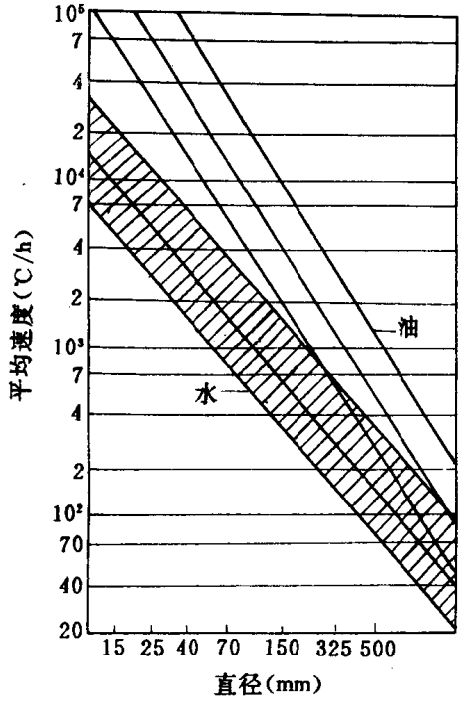

图 2-8　钢件冷却速度与临界直径关系

二、球铁盐浴中的冷却速度

$$\log v = 9.41 - 15.6\log D - 2.54T \tag{2-9}$$

式中：v——600～500℃之冷却速度，℃/s；

D——工件直径，mm(一般为 5～40mm)；

T——盐浴温度，℃(一般为 290～410℃)。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com