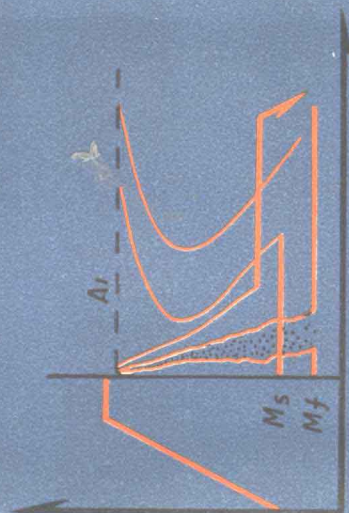


常用金属热处理参数

CHANG YONG JIN SHU

RE CHU LI CAN SHU



安徽科学技术出版社

常用金属热处理参数

石 振 实 编

安徽科学技术出版社

常用金属热处理参数

石福占 编

安徽科学技术出版社

(合肥市跃进路1号)

安徽省新华书店发行 安徽新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 6.875 字数 151,000

1980年11月第1版 1980年11月第1次印刷

印数 1—8,350

统一书号: 15200·7 定价: 0.56元

前言

在机械制造业中，除了合理选用金属材料之外，科学地进行热处理，对充分发挥金属材料的潜力，提高产品质量、降低成本有着极重要的作用。因此，提高热处理工艺水平，一直是机械行业的努力方向。

我所石福占同志曾于一九七四年编写了《常用钢材淬火、回火参数表》，受到了广泛地欢迎和鼓励。北京、天津、山东等省市的有关单位还先后进行了翻印，并给编者提过很多宝贵意见。这次石福占同志在原稿基础上，汇集各方面的建议和自己的一些实践经验，又增补了化学热处理、冷却介质、抗氧化涂层和硬度强度对照表等有关资料。同时，考虑到进口钢材热处理的需要，适当增附了美、日、西德、英国的工模具钢、耐热钢和不锈钢的热处理规范，使内容更加充实，书名改为《常用金属热处理参数》。本书的特点是，简明通俗，实用性很强，提供了大量的参数表格，查阅简便，可供广大金属热处理现场工人和技术人员使用，也可供有关科研人员和院校师生参考。

本书在修改过程中，得到“一九七九年华东机械工业热处理学术讨论会”部分代表、安徽工学院金相热处理教研室主任束德林和郭新城、江沛霖、徐肖云三位讲师的具体帮助，他们为本书提出了许多宝贵意见，在此特予说明并致谢意！

安徽省机械科学研究所

1979年8月

目 录

第一编 钢的热处理	1
一、钢的淬火	1
表 1—1 常用钢淬火参数	4
表 1—2 钢的退火工艺	19
表 1—3 中碳中合金钢锻件退火时间	24
表 1—4 常见组织和硬度的关系	25
表 1—5 几种防氧化涂料配制和用法	26
表 1—6 常用局部防渗碳、氮涂料的配制与用法	28
表 1—7 玻璃粉涂料成分百分比	30
表 1—8 玻璃粉成分百分比与制备	31
表 1—9 工件在不同介质中的加热时间	32
表 1—10 不同钢种不同炉型的加热时间	33
表 1—11 高速钢拉刀淬火系数	35

表 1—12	碳结构钢不同断面件淬火升温和保温时间	36
表 1—13	盐浴中的加热时间	36
表 1—14	热处理用盐(金属)	37
表 1—15	热处理常用盐类冷却介质	44
表 1—16	热处理常用油类冷却介质	46
表 1—17	钢材加热火色与温度的关系	48
表 1—18	脱氧剂及其使用性能	49
二、钢的回火50		
表 1—19	碳钢回火色与温度的关系	54
表 1—20	回火温度与硬度的关系	55
表 1—21	硬度和强度对照	68
表 1—22	工模具钢的回火时间	76
表 1—23	大零件在硝盐中加热时间	77
表 1—24	碳结构钢回火加热时间与断面积的关系	77
第二编 铸铁热处理78		
一、铸铁分类及其成分78		
二、铸铁热处理参数79		

表 2—1 铸铁热处理参数	83
表 2—2 几种成分铸铁的临界点	85
第三编 有色金属热处理	86
一、有色金属热处理的特点	86
二、有色金属热处理及其参数	87
表 3—1 有色金属热处理(空气炉)参数	89
第四编 化学热处理	103
一、气体渗碳	103
表 4—1 渗碳层深度与处理温度、时间的关系	106
表 4—2 渗碳层深度和时间的关系	106
二、软氮化	109
表 4—3 液体软氮化成分	110
表 4—4 软氮化工艺参数	114
表 4—5 碳和氮在 α 相中的扩散系数 D	118
表 4—6 温度对软氮化性能的影响	121
表 4—7 氨气混合率对性能的影响	121

表 4—8	不同钢号、时间对渗层的影响	122
表 4—9	不同钢号相同软氮化条件的渗层	123
表 4—10	不同材料、负荷的表层硬度	126
三、碳氮共渗		
表 4—11	固体碳氮共渗的渗剂与用法	129
表 4—12	高温液体碳氮共渗的渗剂成分	130
表 4—13	液体共渗的温度、时间和渗层深度	131
表 4—14	“603” 渗剂的渗透	132
表 4—15	中温液体碳氮共渗的渗剂成分	133
表 4—16	液体碳氮共渗的温度、时间和渗层深度的关系	134
表 4—17	碳氮共渗工艺参数	138
表 4—18	几种钢的碳氮共渗层深与温度、时间的关系	140
四、碳氮硼三元共渗		
表 4—19	45号钢的三元渗层深与共渗时间的关系	142
表 4—20	气体碳氮硼共渗的渗剂成分	143
五、渗硼		
表 4—21	固体渗硼成分	145
表 4—22	液体渗硼的渗剂成分与用法	147

六、渗钒.....	149
表 4—23 渗钒盐浴成分及其用法	150
表 4—24 渗钒速度与性能的关系	151
七、渗铝.....	152
表 4—25 固体渗铝的渗剂成分	152
八、渗铬.....	154
表 4—26 固体渗铬的渗剂成分	155
表 4—27 渗铬层的硬度与基体金属含碳量的关系	157
表 4—28 渗铬及淬火加低温回火的硬度变化	157
表 4—29 液体渗铬的渗剂成分	158
九、渗锌.....	159
表 4—30 固体渗锌的渗剂成分	159
表 4—31 常见化合物的硬度	161

附 录

附表 1 日本工模具钢有关参数	164
附表 2 美国工模具钢有关参数	171

附表 3	西德工模钢有关参数	181
附表 4	英国工模钢有关参数	196
附表 5	美国耐热钢、不锈钢有关参数	200
附表 6	美国沉淀硬化不锈钢有关参数	203
附表 7	美国ACI标准不锈钢、耐热铸钢有关参数	206

第一编 钢的热处理

一、钢的淬火

热处理在机械制造过程中占有重要地位，而淬火又是热处理中的主要工艺，因此对淬火必须高度重视。

我国早在吴越春秋时代，就能制造削铁如泥的宝剑。汉书中说：“巧冶铸干将之朴，清水淬其锋。”明朝宋应星著《天工开物》第十卷载：“凡熟铁钢铁，已经炉锤，水火未济，其质未坚，乘其出火之时，入清水淬之，名曰健钢……。”这都说明我们祖先早就对淬火工艺颇有研究了。

淬火不仅为钢件所用，铸铁件、有色金属件及化学热处理后的零件，均要应用。

1. 淬火前后的工艺联系

在生产中正确运用淬火工艺，还要掌握淬火前后的工艺联系，才能保证零件变形小，和

免于开裂。

淬火质量，不能仅靠淬火工艺，还需要将锻造、预先热处理及机械加工联系起来考虑才能保证。例如高速钢类、铬12钢类零件，原始碳化物(莱氏体)严重偏析，或严重带状组织，热处理是不能消除的，只有通过合理的锻造，才能消除一次碳化物的有害影响。这两类钢材是属莱氏体组织，合金碳化物多，很“硬”，难以锻造，要用适当的锻造比(毛坯高与成品零件高之比)才能达到目的。通常锻造比为 $4 \sim 12$ ，性能有明显的提高。

对于高合金钢(高速钢、铬12类钢、3Cr2W8等钢种)、轴承钢零件，淬火前必须有细小的团状或球状碳化物分布，只有用球化退火才能得到，其他结构钢可用正火或调质的方法获得细小的碳化物，保证淬火时少变形和获得良好的组织。工模具钢、合金钢件的退火工艺(代号为Tb)及时间参数列表1—2、1—3。

对于精密度要求高的零件，机械加工时有相当大的应力，可在粗加后用中、高温回火来消除机械加工的应力，然后再精加工，最后淬火。加热速度不宜过快，否则会有大的附加热应力而使淬火后的变形量增加。

2. 加热温度与时间

钢件加热温度及有关参数可见表1—1，此为一般情况。对于回火脆性大的钢和低温用钢，可以用特殊的加热方法，如30CrMnSi、35CrMnSi、35CrMn、40CrNi和低温钢10MnNi9、10MnNi6等钢材，先在 A_{C_3} 以上正常加热淬火，再在 A_{C_3} 以下 $5 \sim 30^\circ\text{C}$ 加热[45, 40Cr, 60Si2

为 AC_3 以下 $5\sim 15^\circ\text{C}$ ， 35CrMnSi 用 AC_3 以下 $20\sim 30^\circ\text{C}$ ， 25CrNiMV 用 AC_3 以下不超过 55°C ）淬火。这样处理有少量铁素体成细针状存在于晶粒边界，使晶界面积增加 $10\sim 50$ 倍，使之有可逆回火脆性的某些杂质和元素存在于铁素体中，从而避免可逆回火脆性的发生；由于细化了晶粒，使强度韧性得到提高；杂质存在于第二相（铁素体相）内，使低温脆化转变温度大大降低。

铬不锈钢的加热温度范围较宽，为 $980\sim 1100^\circ\text{C}$ ，在 $980\sim 1000^\circ\text{C}$ 范围内加热淬火后，硬度仅为 $H_{RC}37\sim 42$ ，在 1020°C 以上加热淬火最高硬度达 $H_{RC}46\sim 50$ ，冷却后会有较多残留奥氏体存在。

加热时间在表1—9~1—12的各表中介绍了一般数据，其中大零件加热时间，应考虑到其表面积与体积之比的这一因素。在实际生产中，用盐炉处理中碳钢件常以 $1\text{分}/3\text{毫米}$ 、中碳合金钢 $25\sim 30\text{秒}/1\text{毫米}$ 计算较为简便。对于轴承钢必须用 $1.5\sim 2.5\text{分}/1\text{毫米}$ 计算（有效厚度在 20毫米 以上用中下限），才能使碳化物充分溶解，淬火及回火后的组织才能均匀一致，耐磨性良好。空气中加热温度与工件颜色的关系见表1—17，可与仪表温度参照。

结构钢和模具钢加热淬火后，其组织为马氏体，或下贝氏体和少量残留奥氏体。常见组织与硬度的关系，如表1—4所示。

表1-1 常用钢淬火 ● 敏

序 号	钢 号	加热温度℃	冷却介质	淬火后 硬度HRC	临 界 点				备 注
					A _{c1}	A _{c3} 或 A _{cm}	M _s	M ₉₀	
1	30	870±10	水	≥45	732	813	380		水指含5~10% NaCl,下同
2	35(甲)	860±10	水	≥45	730	802	355	180	
3	40(甲)	850±10	水-油,三硝	≥50	726	790	350		
4	45(甲)	840±10	水-油,三硝	≥50	724	780	340	60	
5	50(甲)	830±10	水-油,三硝	≥50	725	760	340	190	
6	60	820±10	水-油,三硝	≥55	727	766		180	
7	30Mn	870±10	水-油	≥40	734	812	340		直径φ30毫米 以下油冷
8	40Mn	840±10	水-油	≥50	726	790	330		直径φ35毫米 以下油冷
9	50Mn	810±10	水-油	≥50	720	760	320		直径φ40毫米 以下油冷
10	30Mn2*	840±10	水-油,热碱	≥45	718	804	340	270	直径φ45毫米 以下油冷
11	40Mn2*	830±10	水-油,热碱	≥50	713	766	340	Mf40	直径φ50毫米 以下油冷

12	50Mn ₂ *	820 ± 10	油	>50	710	760	330		
13	35SiMn*	880 ± 10	水—油	>50	750	830	330		直径φ45毫米 以下油冷
14	42Mn ₂ V	850 ± 10	油	>50	725	770	310		
15	30Cr	850 ± 10	水—油	>40	740	815	350	260	直径φ30毫米 以下油冷
16	40Cr	840 ± 10	油, 热碱, 三硝	>50	743	782	335	Mf 230	
17	45Cr	830 ± 10	油, 热碱, 三硝	>50	721	771	310	270	
18	50Cr	820 ± 10	油, 热碱, 三硝	>50	721	771	250		
19	40CrSi*	900 ± 10	油	>50	755	850	325		
20	35CrMn ₂ *	850 ± 10	油	>45	735	780	293		
21	40CrMn*	830 ± 10	油	>50	730	780	350	Mf 170	
22	30CrMnSi	890 ± 10	油	>45	760	830	355		
23	35CrMnSiA	860 ± 10	油	>50	750	830			
24	40CrV	860 ± 10	油	>50	755	790	218		
24a	45CrV	860 ± 10	油	>50				280	AC ₁ 、AC ₃ 与 40CrV参照

附表 1-1

序 号	钢 号	加热温度℃	冷却介质	淬火后 硬度HRC	临 界 点				备 注
					A _{c1}	A _{c3} 或 A _{cm}	M _s	M ₉₀	
25	50CrV(A)	860 ± 10	油, 160℃ 硝盐	>50	752	788	300	200	可作耐热弹簧
26	30CrMo	860 ± 10	水-油	>45	757	807	345	240	直径φ40毫米 以下油冷
27	35CrMo	860 ± 10	水-油	>50	755	800	370	270	直径φ45毫米 以下油冷
28	42CrMo	840 ± 10	油	>50	730	780	360	240	
29	40CrMnMo	850 ± 10	油	>50	735	780	340	250	
30	40CrNi*	850 ± 10	油, 热碱	>50	725	780	243		
31	37CrNi ₃ A*	840 ± 10	油	>50	710	770	310		
32	40CrNiMoA	860 ± 10	油	>50	732	774	230		即PCrNiMoA
33	35CrNiMoA	870 ± 10	油	>55	730	810	340	280	M90为0.30c, (Ni0.54)余同
34	35CrNi ₃ MoA	860 ± 10	油	>50	720	790	290	210	M90为0.30c, 余同
35	30Cr ₂ MoV	860 ± 10	油	>45	781	833			

36	35CrMoV	900 ± 10	油	>45	755	835	340	
37	38CrSi*	900 ± 10	油	>50	763	810	330	
38	40Cr ₂ MoV	860 ± 10	油	>45				
39	38CrMoAlA	940 ± 10	油	>50	800	940	360	
40	40B	840 ± 10	油或热水	>45	730	790		
41	45B	820 ± 10	油或热水	>45	725	770		
42	50B	840 ± 10	油	>45	740	790	280	可作弹簧用
43	40MnB*	840 ± 10	水 - 油	>45	730	780	320	直径φ50以下油冷
44	40MnVB	840 ± 10	油	>45	730	774	320	MS为40MnV值
45	40CrB	850 ± 10	油	>45	741	777		
46	40CrMn— MoVBA	860 ± 10	油	>45	734	792		
47	45CrNi*	830 ± 10	油	>50	715	760	300	
48	50CrNi*	820 ± 10	油	>50	735	750	300	
49	65	840 ± 10	水或油	>60	727	752	280	以下为弹簧钢。直径φ15以下油冷