

(第2版)

热处理工艺方法

300种

雷廷权 傅家骥 编

机械工业出版社

热处理工艺方法300种

(第 2 版)

雷廷权 傅家骥 编



机械工业出版社

(京)新登字054号

V.2 . . . 2
本书第1版自1982年出版以来,深受广大读者的欢迎,曾经多次重印,并于1987年获第2届全国优秀图书奖。

10余年来,随着科学技术的不断发展,对零件性能要求不断提高,出现了许多新的热处理工艺方法。为适应科学技术发展的需要,对原书进行了修改与补充。虽然新版本仍用《热处理工艺方法300种》原书名,但工艺方法实际上已增至454种。在内容上,除对原有退火与正火、淬火、回火与时效、表面淬火、化学热处理、形变热处理等六章进行补充修改外,还新添一章表面涂覆。书中既保留了原书应用的成熟工艺方法,又介绍了国内外正在应用或尚在研究而确有实用价值和发展前途的新工艺方法。本书的这些工艺方法,实用,可靠,对改进热处理工艺,降低生产成本等均有较大的参考价值。可供热处理工艺方面的科研人员、工程技术人员、操作工人及大专院校师生参考。

热处理工艺方法300种

(第2版)

雷廷权 傅家骥 编

*

责任编辑:劳瑞芬 版式设计:王颖

封面设计:方芬 责任校对:肖新民

责任印制:王国光

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₃₂·印张17¹/₂·字数376千字

1982年9月北京第1版

1993年9月北京第2版·1993年9月北京第7次印刷

印数67 211—75 260·定价:14.50元

*

ISBN 7-111-03611-5/TG·789

第 2 版 序 言

本书第 1 版自 1982 年问世以来, 得到广大读者的厚爱。截止到 1989 年, 经多次印刷总数达 6 万余册, 并于 1987 年获第二届全国优秀科普作品奖。

10 多年来, 随着新材料的开发, 新能源新设备在热处理方面的扩大应用, 人们对材料组织变化规律与组织性能关系的认识日益加深, 以及对零件性能要求的不断提高, 出现了许多新的热处理工艺方法, 深感有必要向广大读者介绍。另一方面, 新的技术标准和新的计量单位的使用, 也迫使作者对原书做相应的修改。基于以上两个原因, 对第 1 版作了修订。

为不使广大读者对新版本感到生疏, 第 2 版仍采用原有《热处理工艺方法 300 种》的书名, 实际上书中包含的工艺方法共 454 种, 其中新增添的有 100 余种。在原有退火与正火、淬火、回火与时效、表面淬火、化学热处理、形变热处理等六章的基础上, 新添了一章表面涂覆。本书经上述修改后, 篇幅扩大了近 50%, 内容更加丰富。新版本除保留了原书除应用成熟的工艺方法外, 还介绍国内外正在试用或尚在研究的新工艺方法的特点, 以使读者能够得到更多的信息与启迪。

编 者

前 言

热处理工艺在机械零件制造中占有十分重要的地位。随着机械工业生产过程的现代化和质量管理现代化的发展，热处理工艺的重要性必将与日俱增。当前，热处理工艺方法名目繁多，种类庞杂，尚缺乏系统的整理与科学的归纳。比如同一钢种、同一零件的同一性能要求，因生产批量、使用能源或组织管理的不同，可能采用截然不同的热处理工艺。另一方面，对材料组织变化规律认识的日益加深，对零件使用性能要求的不断提高，也都激励着原有热处理工艺的改进，促进了新热处理方法的出现。

本书的目的在于为从事热处理工作的科技人员和工人提供一个对热处理工艺比较完整的了解，同时指出一些对改进热处理工艺的可能的途径。为了达到上述目的，书中除了包括现有较为成熟的各种经典工艺外，还搜集了相当一部分近年来国内外正在试用或尚在研究的新工艺。按照热处理工艺分类的原则，全书分退火与正火、淬火、回火与时效、表面淬火、化学热处理及形变热处理等六章，共列出各种工艺方法300种。由于编者水平的限制及资料的不全，书中难免有不妥或错误之处，敬希广大读者指正。

编 者

目 录

第一章 退火与正火	1
1. 完全退火	2
1.1 亚共析钢钢锭的完全退火	3
1.2 亚共析钢锻轧钢材的完全退火	4
1.3 冷拉钢材料坯的完全退火 (坯火)	5
2. 不完全退火	5
2.1 过共析钢 (及莱氏体钢) 钢锭的不完全退火	6
2.2 过共析钢锻轧钢材的不完全退火	7
2.3 亚共析钢冷拉料坯的不完全退火	7
3. 扩散退火 (均匀化退火)	7
4. 低温退火	9
4.1 钢锭的低温退火	9
4.2 热锻轧钢材的低温退火	10
5. 等温退火	11
6. 中间退火 (软化退火)	12
6.1 冷变形加工时的中间退火	12
6.2 热锻轧钢材的中间退火	13
7. 再结晶退火	13
7.1 低碳钢的再结晶退火	14
7.2 不锈钢的再结晶退火	15
7.3 非铁金属的再结晶退火	16
8. 去应力退火	16
8.1 热锻轧材及工件的去应力退火	17
8.2 冷形变钢材的去应力退火	17

8.3	铸铁的去应力退火	17
8.4	软磁材料的去应力退火	18
8.5	奥氏体不锈钢的去应力退火	19
8.6	非铁金属及耐热合金的去应力退火	20
9.	去氢退火 (消除白点退火)	20
9.1	碳钢及低合金钢去氢退火	21
9.2	中合金钢去氢退火	21
9.3	高合金钢去氢退火	22
10.	晶粒粗化退火	22
11.	球化退火	24
11.1	低温球化退火	25
11.2	一次球化退火	25
11.3	等温球化退火	26
11.4	往复球化退火	31
11.5	正火球化退火	32
11.6	超声球化退火	32
11.7	高速钢快速球化退火	33
12.	光亮退火	35
12.1	钠燃烧无氧化退火	35
12.2	快速连续光亮退火 (CRCP)	36
13.	盐浴退火	36
14.	装箱退火	37
15.	真空退火	38
15.1	一般真空退火	38
15.2	真空-保护气体退火	39
16.	局部退火	40
17.	快速退火	40
17.1	两次处理快速退火	40
17.2	高速钢的循环退火	42
17.3	高速钢的短时退火	47

18. 石墨钢的石墨化退火	48
19. 可锻化退火	49
19.1 脱碳退火	49
19.2 可锻化退火	50
19.3 快速可锻化退火	52
20. 铸铁的石墨化退火	53
20.1 球墨铸铁的石墨化退火	53
20.2 球状石墨化退火	55
20.3 低温石墨化退火	56
21. 余热退火	57
22. 普通正火	58
23. 特种正火	59
23.1 亚温正火	59
23.2 等温正火	60
24. 快冷正火	60
24.1 水冷正火	60
24.2 风冷正火	61
24.3 喷雾正火	61
25. 多次正火	61
26. 球墨铸铁的正火	61
第二章 淬火	64
27. 完全淬火	65
28. 不完全淬火	68
29. 亚共析钢的临界(亚温)区淬火	71
29.1 中碳钢的临界区淬火	71
29.2 低碳钢双相区淬火	74
29.3 低碳钢双相区二次淬火	75
30. 低于临界温度的(低温)淬火	76
31. 高速钢低温淬火	76
31.1 高速钢部分淬火	76

31.2 高速钢低温淬火	77
32. 余热淬火(直接淬火)	78
33. 二次(重新)加热淬火	79
34. 两次淬火	80
35. 预热淬火(阶梯式加热淬火)	81
36. 预冷淬火(降温淬火、延迟淬火)	83
37. 局部淬火	83
38. 短时加热淬火	84
38.1 短时加热淬火	84
38.2 “零”保温淬火	86
38.3 快速加热淬火	88
39. 光亮淬火	90
39.1 氨基气氛光洁淬火	90
39.2 自制保护气氛光亮淬火	91
39.3 涂层淬火	92
39.4 包装淬火	94
39.5 硼酸防护光亮淬火	94
40. 真空淬火	95
40.1 真空淬火	95
40.2 真空高压气体淬火	98
41. 循环加热淬火	100
42. 淬火-抛光-淬火(Q-P-Q)处理	101
43. 浮动粒子炉淬火	102
43.1 浮动粒子炉加热淬火	102
43.2 浮动粒子炉淬火冷却	105
44. 脉冲加热淬火	105
45. 远红外加热处理	106
46. 感应穿透加热淬火	106
47. 通电加热淬火	107
48. 盐浴加热淬火	108

48.1 盐浴加热淬火	108
48.2 盐浴静止加热淬火	110
49. 单介质淬火	110
49.1 单液淬火	110
49.2 压缩空气淬火 (空淬及风淬)	115
49.3 动液淬火	117
49.4 喷液淬火	119
50. 多介质淬火	119
50.1 双液淬火 (双介质淬火)	119
50.2 大锻件水-气混合物淬火	120
50.3 大型锻模水-气混合物淬火	122
50.4 单槽双液淬火	123
50.5 三液淬火	123
50.6 悬浮液淬火	124
51. 间断淬火	125
52. 磁场冷却淬火	125
53. 浅冷淬火	126
54. 超低温淬火 (液氮淬火)	128
55. 冷处理	128
55.1 冰冷处理	129
55.2 液氮气体深冷处理	130
55.3 模具钢的深冷处理	131
55.4 高速钢刀具深冷处理	132
56. 分级淬火	134
56.1 马氏体分级淬火	134
56.2 马氏体等温淬火	138
56.3 等温分级淬火	139
57. 等温淬火	140
57.1 贝氏体等温淬火	140
57.2 分级等温淬火	143

57.3	二次贝氏体等温淬火	145
57.4	珠光体等温淬火	146
57.5	预冷等温淬火	147
57.6	预淬等温淬火	148
58.	微小变形淬火	150
58.1	微变形淬火	150
58.2	无变形淬火	152
59.	碳化物微细化处理	153
59.1	碳化物微细化淬火	153
59.2	碳化物微细化四步处理	156
60.	晶粒超细化淬火	156
60.1	循环晶粒超细化淬火	157
60.2	形变热处理晶粒超细化淬火	159
60.3	GCr15钢双细化淬火	160
61.	低碳钢强烈淬火	162
62.	中碳钢高温淬火	163
62.1	中碳钢高温淬火	163
62.2	中碳钢过热淬火	165
63.	过共析钢高温淬火	166
64.	渗碳件四步处理法	168
65.	渗碳冷处理	169
66.	自回火淬火	170
67.	淬火过程的回火处理	171
68.	反淬火	174
69.	预应力淬火	174
70.	修复淬火	176
71.	碎裂化淬火	176
72.	固溶化淬火(固溶处理)	176
73.	水韧处理	177
74.	铸造余热水韧处理	178

75. 提高高锰钢初始硬度的工艺方法	179
76. 高锰钢的水韧-时效处理	180
77. 细化晶粒水韧及时效处理方法	181
第三章 回火与时效	183
78. 低温回火	184
79. 中温回火	185
80. 高温回火	186
81. 调质处理	187
81.1 调质	187
81.2 盘条调质技术	190
81.3 调质球化	191
82. 高速钢的低高温回火	191
83. 带温回火	192
84. 振动回火	193
85. 通电加热回火	195
86. 快速回火	198
87. 渗碳二次硬化处理	199
88. 多次回火	201
89. 自行回火	202
89.1 淬回火	202
89.2 自回火	203
90. 感应回火	204
91. 去氢回火	205
92. 去应力回火	205
93. 压力回火	206
94. 局部回火	207
95. 自然时效	207
96. 回归处理	208
97. 人工时效	209
98. 分级时效	210



99. 分区时效	211
100. 两次时效	212
101. 振动时效	213
101.1 振动时效	213
101.2 磁致伸缩消除刀具残余应力	213
102. 尺寸稳定化处理	214
102.1 铸铁稳定化处理	214
102.2 合金钢稳定化时效(残余奥氏体稳定化处理)	215
103. 奥氏体稳定化处理	215
104. 奥氏体调节处理	216
第四章 表面淬火	217
105. 感应加热表面淬火	217
106. 高频表面淬火	220
106.1 高频加热表面淬火	220
106.2 高频预正火淬火	222
106.3 高频无氧化淬火	223
107. 高频加热表面淬火复合处理	223
107.1 渗碳感应表面淬火	223
107.2 渗氮感应表面淬火	224
107.3 高频加热浴炉处理	225
108. 中频表面淬火	225
109. 工频表面淬火	226
110. 感应表面淬火时的加热方法	226
111. 感应加热表面淬火时的冷却方法	227
111.1 喷液及浸液表面淬火	227
111.2 埋油表面淬火	230
112. 大功率脉冲感应淬火	230
113. 超音频感应加热淬火	231
114. 双频感应淬火	233
115. 多频感应加热淬火	233

116. 混合加热表面淬火	235
117. 火焰表面淬火	235
118. 电接触加热表面淬火	236
119. 电解液加热表面淬火	237
120. 盐浴加热表面淬火	239
121. 工具钢的激光表面淬火	240
122. 结构钢的激光表面淬火	241
123. 铸铁的激光表面淬火	242
124. 有色金属的激光表面淬火	242
125. 激光表面淬火代替局部渗碳	243
126. 激光非晶化	244
127. 电子束表面淬火	244
128. 空气电子束重熔淬火	246
129. 电火花表面强化	247
130. 冲击压缩等离子强化	248
131. 强白光源表面淬火	248
第五章 化学热处理	249
132. 渗碳	249
133. 固体渗碳	250
133.1 装箱固体渗碳	250
133.2 分段固体渗碳	251
133.3 无箱固体渗碳	252
134. 固体气体渗碳	252
135. 放电渗碳	253
135.1 粉末放电渗碳	253
135.2 液体放电渗碳	254
136. 膏剂渗碳	254
136.1 普通膏剂渗碳	254
136.2 高频加热膏剂渗碳	254
137. 液体渗碳	255

137.1 普通(含氰)盐浴渗碳	253
137.2 低氰盐浴渗碳	256
137.3 原料无氰盐浴渗碳	256
137.4 无毒盐浴渗碳	257
138. 快速液体渗碳	259
138.1 通气盐浴渗碳	259
138.2 超声波盐浴渗碳	259
138.3 高温盐浴渗碳	260
138.4 盐浴电解渗碳	260
138.5 高频加热液体渗碳	261
138.6 液体放电渗碳	262
138.7 铸铁浴渗碳	262
138.8 直接通电液体渗碳	262
139. 气体渗碳	263
139.1 滴注式气体渗碳	264
139.2 通气式气体渗碳	265
139.3 分段气体渗碳	265
139.4 高压气体渗碳	267
139.5 感应加热气体渗碳	267
139.6 火焰渗碳	268
139.7 局部渗碳	269
140. 不均匀奥氏体渗碳	270
141. 弥散碳化物渗碳	272
142. 二重渗碳	272
143. 真空渗碳	273
144. 真空离子渗碳	274
145. 浮动粒子炉渗碳	275
145.1 浮动粒子炉渗碳	275
145.2 浮动粒子炉高温渗碳	276
146. 稀土催化渗碳	276

147. 高浓度渗碳	277
147.1 高浓度渗碳	277
147.2 离子轰击过饱和渗碳	278
147.3 过度渗碳	279
148. 等离子渗碳	281
149. 修复渗碳	282
150. 深层渗碳	283
151. 穿透渗碳	286
152. 相变超塑性渗碳	286
153. 中碳及高碳钢的渗碳	289
154. 高速钢的低温渗碳	289
155. 渗氮	292
156. 气体渗氮	292
156.1 等温渗氮	293
156.2 二段渗氮	293
156.3 三段渗氮	294
156.4 短时渗氮	296
156.5 不锈钢渗氮	297
156.6 局部渗氮	298
156.7 退氮处理	298
157. 抗蚀渗氮	299
158. 其它介质渗氮	299
158.1 纯氮渗氮	299
158.2 氮氮混合气体渗氮	299
158.3 液氮滴注渗氮	300
158.4 浮动粒子炉渗氮	300
158.5 压力渗氮	300
159. 包装渗氮	301
160. 盐浴渗氮	301
160.1 盐浴渗氮	301

160.2	无毒盐浴渗氮	302
160.3	压力盐浴渗氮	302
161.	铝合金熔融渗氮	303
162.	离子渗氮	304
162.1	低温离子渗氮	304
162.2	氨气预处理离子渗氮	306
162.3	离子渗氮	307
162.4	离子束渗氮	307
163.	离子渗氮及淬火双重处理	308
164.	催化渗氮	311
164.1	化学催化渗氮	311
164.2	稀土催化渗氮	312
164.3	钛催化渗氮	313
164.4	电解气相催化渗氮	314
164.5	高频加热气体渗氮	316
165.	磁场中渗氮	316
166.	激光渗氮	317
166.1	激光渗氮	318
166.2	激光预处理及渗氮	318
167.	碳氮共渗	319
168.	高温气体碳氮共渗	320
168.1	分段气体碳氮共渗	320
168.2	厚层气体碳氮共渗	320
168.3	高频加热气体碳氮共渗	321
169.	高频加热膏剂碳氮共渗	321
170.	石墨浮动粒子炉高温碳氮共渗	322
171.	中温碳氮共渗	323
172.	中温气体碳氮共渗	325
172.1	通气式气体碳氮共渗	325
172.2	滴注通气式气体碳氮共渗	326