

汪庆华 李书常 等编著

热处理工艺

RECHUANGONGYI WENDA

问答



化学工业出版社

汪庆华 李书常 等编著

热处理工艺

RECHULI GONGYI WENDA

问答



化学工业出版社

· 北京 ·

热处理工艺是使金属材料获得优良性能的重要手段之一,是机械制造业中的关键工序。本书以问答的形式,讲述一些典型热处理工艺的操作要点与细节。全书共分为12部分,分别是:热处理基础知识、热处理工艺与技能知识、热处理质量检测、热处理工艺编制、热处理和相关加工工艺的关系、结构钢热处理、工模具钢热处理、特殊钢热处理、铸件热处理、锻件热处理、有色金属热处理、火花鉴别。

本书适合刚刚从事热处理工作的工艺人员、热处理工人使用,也可作为大中专院校相关专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

热处理工艺问答/汪庆华,李书常等编著. —北京:
化学工业出版社, 2010.10
ISBN 978-7-122-09398-1

I. 热… II. ①汪…②李… III. 热处理-工艺学-问答
IV. TG156—44

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第168489号

责任编辑:段志兵

文字编辑:李 玥

责任校对:陶燕华

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:化学工业出版社印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张10 字数267千字

2011年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

· 定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究



前言

热处理工艺使得材料获得优良性能，是机械制造工业中的关键工序。从事热处理生产的新员工由于缺乏实用和具体知识，对热处理工作感到无从下手，遇到实际问题感觉不着边际，热处理企业中的一些人员有时候又把热处理工艺中技术诀窍当作秘诀不愿意传授给他人。这就需要一本适合自学的工艺理论和操作技巧的图书，帮助新员工快速了解和掌握生产现场需要的实用的知识。本书以问答的形式讲述一些典型热处理工艺的操作要点与细节，力求为初学者提供学习捷径。

在本书中，热处理的工艺知识没有初级、高级之分，用到的知识内容就要搞清楚、掌握。热处理的从业人员只有形成既有较好的理论知识、又能完成实践操作的知识结构，才能生产出优良的热处理产品，对热处理行业产生兴趣，同时这样的能力才能符合当今社会对人才的需求标准。书中有一些方法不一定最好，但是，实践证明这些方法能很好地解决生产中的实际问题。

本书以问答的方式阐述了各种热处理具体钢种工艺技能知识，包括热处理基础知识、热处理工艺与技能知识、热处理质量检测、热处理工艺编制、热处理和相关加工工艺的关系、结构钢热处理、工模具钢热处理、特殊钢热处理、铸件热处理、锻件热处理、有色金属热处理、火花鉴别。全书内容简明扼要，重点突出，目的是让读者减少学习时间，提高学习效率。

本书由汪庆华、李书常等编著，蒋兴、徐二红、陆从兴和方恺萍参加了编写。本书在编写过程中，得到许多专家和同仁的支持，在此表示感谢。

书中内容涉及面较宽，因个人水平有限，书中不足之处，恳请读者批评指正。

编者

2010年10月

■ 第1章 热处理基础知识

1

1. 什么是热处理? 热处理工艺中的三要素是什么?	1
2. 工件三要素是什么?	2
3. 热处理工艺必备的核心知识有哪些?	2
4. 热处理工艺人员和操作人员必备的基础知识有哪些?	3
5. 什么是铁碳 ($\text{Fe-Fe}_3\text{C}$) 相图?	4
6. 相图的杠杆定律是什么? 如何利用?	5
7. 什么是钢的临界转变温度和临界点? 有什么意义?	7
8. 铁碳相图中基本组织的力学性能是什么?	7
9. 碳在铁碳合金中的存在形式如何?	7
10. 碳在铁碳合金中的作用是什么?	8
11. 什么是铁素体? 其性能有哪些? 如何鉴别?	9
12. 什么是奥氏体? 其性能有哪些? 如何鉴别?	10
13. 什么是渗碳体? 什么是一次渗碳体、二次渗碳体、三次渗碳体? 如何鉴别?	11
14. 什么是珠光体?	12
15. 何谓回火索氏体? 组织形态如何?	13
16. 何谓回火屈氏体? 组织形态如何?	14
17. 什么是莱氏体? 什么是低温莱氏体? 它们的性能有何特点?	14
18. 马氏体组织形态如何?	15
19. 什么是贝氏体? 钢中常见的贝氏体有几种? 各有何特点?	16
20. $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ 相图和 CCT 连续冷却曲线和 TTT 等温冷却曲线的应用范围 是否一致?	17

■ 第2章 热处理工艺与技能知识

19

2.1 退火、正火热处理	19
21. 钢的退火工艺都有哪些种类?	19
22. 钢的完全退火工艺如何操作?	20
23. 钢的不完全退火工艺如何操作?	21

24. 钢的球化退火工艺如何操作?	21
25. 钢的等温退火工艺如何操作?	23
26. 退火冷却时的出炉温度如何确定?	23
27. 装箱退火应该注意什么? 如何使加热的工件表面不附着保护 铁屑?	23
28. 正火工艺操作注意事项有哪些?	24
2.2 普通淬火、冷处理和回火	25
29. 淬火工艺类型有哪些?	25
30. 整体淬火加热温度、保温时间如何确定?	27
31. 对于非圆柱形工件如何确定其有效尺寸?	29
32. 如何根据工件的硬度要求, 用淬透性曲线协助选择材料?	30
33. 如何根据淬透性曲线选择热处理淬火介质?	31
34. 淬透性、淬硬性的概念是什么?	33
35. 双液淬火时, 水或盐水中的冷却时间如何确定? 油中的冷却时间 如何确定?	34
36. 什么是分级淬火? 如何操作? 如何确定淬火分级的时间?	35
37. 什么是等温淬火? 如何操作? 如何确定等温淬火的时间?	35
38. 理想的淬火介质的淬火冷却速度是什么?	36
39. 什么是临界淬火直径? 在生产中的实际意义是什么?	37
40. 预冷时间如何确定? 碳钢和模具钢的预冷时间是否一致?	37
41. 快速加热(盐浴炉)淬火工艺规范是什么?	38
42. 如何理解零保温的加热规范? 如何使用零保温工艺?	39
43. 局部加热淬火的加热系数如何选择?	40
44. 快速加热(盐浴炉)时, 为什么淬火之后的抗回火性差?	41
45. 快速回火是否会产生裂纹?	41
46. 长杆件垂直淬火时, 如何确定浸入液体介质的时间?	43
47. 淬火液体介质在工件淬火过程中, 液体各处温度是否相同或一致? ..	43
48. 特小件加热淬火的保温时间如何确定?	43
49. 薄壁管件如何考虑加热的保温时间?	44
50. 如何从记录上的温度时间曲线初步判定透热时间?	44
51. 井式渗碳炉用来加热淬火工艺时, 如何考虑加热的透热时间?	45
52. 工件硬度大于 50HRC 时, 是否可以切削加工?	45
53. 如何确定硝盐浴炉的含水量?	45
54. 如何确定单件热处理工件淬火冷却时的时间?	45
55. 非淬透性尺寸的工件能否在热处理之后的中、高硬度范围内进行线 切割加工? 在什么硬度情况下可以采用线切割?	48
56. 工件在热处理之后, 产生磨削裂纹的组织变化有哪些?	48
57. 如何确定低温淬火的保温时间? 其等效公式是什么?	48
58. 在 M_s 点以上的过冷奥氏体是否和淬火之后的马氏体的硬度一致?	49
59. 在 M_s 点以上的过冷奥氏体中, 固溶含碳量是否和淬火之后的 马氏体的固溶含碳量相等?	50
60. 如何判定硝盐淬火的工件提出硝盐浴之后的冷却温度状态?	50

61. 在硝酸盐中淬火的工件表面的真实颜色是什么?	50
62. 如何去除硝酸盐中的水分?	50
63. 硝酸盐为何要经常捞渣?	51
64. 一个 $\phi 200\text{mm} \times 1000\text{mm}$ 的工件, 在盐水中垂直淬入后, 最终分布在工件两端的硬度是否一致? 哪端硬度偏高? 为什么?	51
65. 如何根据渗碳、碳氮共渗层的合金成分确定回火温度?	52
66. 工件高硬度技术条件时, 硬度相差 1~2HRC 时是否说明有回火不充分的可能性?	52
67. 如何利用手册中回火曲线确定回火温度?	52
68. 淬火油中混入水如何处理?	53
69. 大件的二次回火脆性如何预防?	53
70. 如何提高硝酸盐浴的淬火冷却能力?	55
71. 如何计算硝酸盐浴淬火时的温度升高?	58
72. 加热不足的工件淬火时是否会开裂?	59
73. 球铁淬火之前的组织是什么组织形态时是正确的? 如果不正确, 热处理工艺应如何解决?	60
74. 工件在热处理之后为什么会产生磨削裂纹?	61
75. M_s 点在室温之上或在室温之下的工件热处理过程应该注意哪些事项?	62
76. 深冷处理的工艺如何编制?	62
77. 如何确定淬透层深度?	64
78. 搅拌加速淬火介质的冷却能力, 会减少开裂倾向吗?	66
79. 为什么在盐水介质中淬火会听到金属的“爆裂”声?	67
80. 贝氏体淬火能防止一类回火脆性, 为什么?	67
81. 能否利用加热时工件的自重来校直?	68
2.3 真空热处理	69
82. 真空热处理变形小吗? 为什么?	69
83. 高压气淬的工件变形一定小吗? 为什么?	69
84. 预抽真空回火炉的换气次数如何计算?	70
85. 真空炉床上为什么要采用 Al_2O_3 搁条?	71
86. 真空油加热炉淬火增碳的原因是什么?	71
87. 真空度和碳势有怎样的对应关系?	71
88. 如何诊断真空炉的泄漏点?	72
89. 真空炉中热电偶磁管为什么会导电? 怎么办?	74
90. 1Cr13、2Cr13、3Cr13 工件在真空热处理炉中加热淬火后发现表面抗蚀性能显著下降, 有哪些可能的原因?	74
91. 真空泄漏放电会引起故障吗?	74
92. 真空淬火油池的油是怎么流动的?	74
93. 如何保证真空热处理工件出炉时的颜色?	75
94. 气淬的气体压力如何确定? 怎么维持?	75
95. 电极引出处沉积残油的坏处是什么?	76
2.4 表面感应热处理	76

96. 感应设备安装注意事项有哪些?	76
97. 感应设备的冷却水、淬火介质管道安装注意什么?	77
98. 如何选择淬火液的水泵规格?	77
99. 感应加热的优点是什么?	77
100. 感应加热的原理是什么?	79
101. 原始组织对相变加热的影响因素有哪些?	81
102. 感应加热淬火的温度如何确定?	82
103. 淬火硬度层深度如何确定?	83
104. 如何确定感应加热的硬度值?	83
105. 如何确定感应加热的电参数?	84
106. 什么叫工件的比功率?	86
107. 淬火感应器中导磁体的用途是什么?	87
108. 淬火介质应如何选用?	88
109. 如何确定回火温度?	89
110. 感应器的结构与设计是怎样的?	90
2.5 控制气氛热处理	92
111. 热处理常用气氛类型有哪些? 应用范围是什么?	92
112. 常用渗碳温度为什么选择 930℃ 左右?	94
113. 如何确定渗碳、碳氮共渗热处理工艺过程中的排气时间?	95
114. 如何计算保护气氛的换气量?	95
115. 氧探头如何使用?	97
116. 炉内气氛的碳势是什么含义? 如何控制碳势?	98
117. 500℃ 预氧化处理的目的是什么?	100
118. 如何对炉子进行预渗处理?	100
119. 渗碳的目的是什么?	101
120. 渗碳工艺的种类有多少?	101
121. 固体渗碳如何进行?	102
122. 气体渗碳工艺如何进行?	104
123. 影响渗碳的工艺参数有哪些?	107
124. 气体渗碳炉渗碳不均匀性的原因有哪些?	107
125. 渗碳的性能要求有哪些?	107
126. 如何检测炉前试样?	108
127. 如何做好渗碳质量检测?	108
128. 渗碳件的淬火回火方法是什么? 如何进行?	109
129. 渗碳件的缺陷有哪些? 如何防止渗碳缺陷?	111
130. 渗碳炉风扇轴为什么会弯曲?	114
131. 渗碳无马弗炉如何进行预渗? 如何通过观察判断预渗的结果? ..	114
132. 不锈钢如何渗碳?	115
133. 气体碳氮共渗工艺有哪些?	116
134. 如何编制气体碳氮共渗工艺?	117
135. 气体碳氮共渗工艺缺陷有哪些? 如何防止缺陷?	121
136. 气体碳氮共渗的工件性能是什么?	121

137. 气体浅层碳氮共渗工艺有什么特点?	122
138. 气体浅层碳氮共渗工艺适用哪些产品? 采用什么类型设备处理 合理?	122
139. 如何制定氮化工艺?	123
140. 氮化件需要局部防护时如何处理?	127
141. 氮化层的组织、性能是什么?	128
142. 氮化的缺陷有哪些? 如何预防这些缺陷?	129
143. 如何进行退氮处理?	131
144. 软氮化工艺有哪些?	131
145. 如何制定软氮化工艺?	132
146. 高碳高合金钢 QPQ 表面处理时应注意的要点是什么?	133

■ 第3章 热处理质量检测

134

147. 测量金属硬度可以使用哪些试验方法? 怎样选择合适的硬度 试验?	134
148. 维氏硬度试验时应注意哪些问题?	135
149. 洛氏硬度计的使用范围是多少? 试验时应注意哪些问题?	135
150. 布氏硬度检测适用范围和使用方法是什么?	137
151. 布氏硬度试验时应注意哪些问题?	138
152. 如何确定 HLD 里氏硬度计的使用范围? 如何进行误差分析?	138
153. 检测硬度的工件表面要注意哪些事项?	139
154. 现场金相的好处有哪些?	140
155. 热处理零件有哪些检验方法?	140
156. 怎样制取金相显微试样?	141

■ 第4章 热处理工艺编制

144

157. 热处理工艺术语有哪些?	144
158. 如何在图纸上标注热处理的技术条件?	144
159. 热处理工艺的编制原则是什么?	146
160. 热处理工艺编制的依据是什么?	147
161. 工艺编制的步骤是什么?	148
162. 通用热处理技术要求有哪些?	152
163. 选择材料时, 能否直接使用手册中的钢材热处理的性能、硬度 数据?	153
164. 代用材料应注意哪些方面的问题?	154

■ 第5章 热处理和相关加工工艺的关系

156

165. 热处理在加工路线中如何安排? 在确定加工路线时要考虑什么 问题?	156
--	-----

166. 预先热处理组织对切削性影响如何?	157
167. 冷加工尖角对热处理的影响是什么?	159
168. 铸造产品的热处理有哪些?	159
169. 锻造产品热处理的影响因素有哪些?	160
170. 切削加工对热处理工件的质量影响有哪些?	162
171. 热处理工艺对发黑质量的影响有哪些?	163
172. 焊接之后为什么要热处理?	164
173. 常用钢材焊后热处理工艺规范是什么?	165
174. 磷化之后的工件可以焊接吗?	167
175. 什么是喷砂、抛丸? 对热处理质量有什么好处?	167
176. 不锈钢如何钝化处理?	167
177. 如何对热处理工件做防锈处理?	168
178. 发黑工艺是什么? 如何操作?	169
179. 渗碳、碳氮共渗的工件如何发黑处理?	171
180. 工件整体淬火之后硬度在 60HRC 左右是否可以钻削?	172
181. 氮化层可以焊接吗?	172
182. 如何防止在淬火之后线切割层的开裂?	172
183. 加工余量的确定原则是什么?	174

■ 第 6 章 结构钢热处理

175

184. 什么是调质钢? 调质钢种类有几种?	175
185. 保证淬透性钢有哪些?	176
186. 调质钢预备热处理是什么工艺?	177
187. 调质钢最终热处理工艺如何制定?	177
188. 大件调质钢热处理注意事项有哪些?	178
189. 调质钢的带状组织是什么? 如何消除这类带状组织?	184
190. 调质钢为什么要做端淬试验?	184
191. 大件调质时的缺陷有哪些? 如何预防?	184
192. 45 钢 840℃ 时加热淬火容易开裂的原因是什么?	185
193. 什么是低碳马氏体钢? 其热处理工艺及操作特点是什么?	186
194. 对渗碳钢有什么性能要求? 渗碳钢有哪些?	188
195. 渗碳钢热处理工艺应注意哪些事项?	189
196. 常用弹簧钢有哪些?	191
197. 60Si2Mn 钢热处理特点是什么?	191
198. 弹簧钢热处理工艺方法有哪些?	194
199. 弹簧钢的淬透性尺寸是多少?	197
200. 40CrNiMoVA 扭杆弹簧热处理工艺是什么?	197
201. 如何提高弹簧钢使用寿命?	198
202. 轴承钢的基本性能和化学成分是怎样的?	199
203. 轴承钢热处理工艺如何制定?	200
204. Cr2 和 GCr15 之间的关系是什么?	202

205. 紧固件线材热处理工艺是什么?	202
206. 紧固件热处理工艺是什么? 如何预防热处理缺陷?	203
207. 高压锅炉用无缝钢管热处理工艺方法有哪些?	204
208. 3Cr16 及 7Cr17 马氏体钢的化学成分和热处理工艺规范是什么?	205
209. 五金工具怎样进行热处理?	205
210. 硅钢片怎样进行热处理?	207
211. 硼钢为什么不能退火处理?	209
212. 为什么合金结构钢的加热系数比碳素结构钢的大?	209
213. 不同炉型的加热方式有什么特点?	209
214. 如何确定 GCr15 钢的淬火组织是否过热? GCr15 热处理淬火组织 达到 3 级是否一定判定为过热组织?	210
215. 如何理解 45 钢含碳量上限与 50 钢含碳量下限交叉?	211
216. 热处理件重新淬火次数最多可以几次?	211

■ 第 7 章 工模具钢热处理

213

217. 为什么 T10 钢应用最为普遍?	213
218. SKD11、SLD-8 等模具钢如何进行稳定化处理?	213
219. 热作模具钢淬火中贝氏体组织是否有害?	214
220. 高速钢用做模具时的热处理奥氏体化加热的温度是多少?	214
221. H13 钢带温回火的缺陷是什么? 如何预防?	216
222. Cr12 型钢的级差 4~5 级时淬火或磨削时均容易出现开裂, 为什么?	217
223. Cr12MoV 钢热处理工艺有几种?	217
224. 5CrMnMo 和 5CrNiMo 淬火后获得马氏体层有多少?	219
225. LD 钢热处理工艺规范及注意要点是什么?	221
226. 热锻模淬火油冷计算公式的使用前提是什么?	222
227. 模具钢中反常组织是什么原因引起的?	223
228. 模具钢能否使用保护气氛加热进行热处理?	223
229. 高合金模具钢在淬火工序之后为什么不能立即清洗?	224
230. 模具钢尺寸在 $\geq 200\text{mm}$ 时, 如何确定其回火时间?	225
231. 高合金模具钢在返修工艺中应注意什么?	225
232. 模具钢采用调质预处理的主要作用是什么?	226
233. 常用模具钢调质预处理工艺规范是什么?	227
234. 热模具服役期间要做哪些热处理?	228
235. 热作模具钢不耐用的原因有哪些?	228
236. 合金模具钢加热速度需要控制吗?	229
237. H13 和 45 在淬火之后都采用 560°C 回火处理有什么区别?	229
238. 根据碳和合金元素含量划分, 3Cr2W8V 属于什么钢? 3Cr2W8V 热处理淬火加热脱碳, 能否补碳之后再重新淬火处理?	230
239. H13 锻后空冷获得的组织是什么?	230
240. 如何确定模具钢等温分级时的热处理参数?	231
241. CrWMn 钢热加工时容易出现何种缺陷组织?	233
242. 高速钢热处理工艺参数如何制定?	234

■ 第8章 特殊钢热处理

238

- 243. 马氏体不锈钢热处理特点是什么? 238
- 244. 常用马氏体钢的热处理工艺是什么? 240
- 245. 奥氏体不锈钢热处理工艺方法是什么? 242
- 246. 铁素体-奥氏体不锈钢热处理工艺是什么? 243
- 247. 18-8型奥氏体不锈钢产品容易腐蚀的原因是什么? 防止腐蚀的办法是什么? 244
- 248. 怎样消除 18-8 型奥氏体不锈钢的 σ 相? 244
- 249. 耐热钢的分类是什么? 245
- 250. 珠光体型的耐热钢的热处理工艺是什么? 245
- 251. 马氏体型的耐热钢的热处理工艺是什么? 246
- 252. 常用沉淀硬化钢有几种? 如何热处理? 246

■ 第9章 铸件热处理

248

- 253. 铸件热处理特点是什么? 248
- 254. 铸钢件热处理方法有哪些? 248
- 255. 铸钢件热处理时注意事项有哪些? 如何防止缺陷产生? 253
- 256. 铸件淬火时应注意什么? 255
- 257. 精密铸钢件检测 HRC 硬度时注意什么? 255
- 258. 铸铁的分类有几种? 255
- 259. 铸铁加热转变特点是什么? 256
- 260. 灰口铸铁热处理工艺是什么? 257
- 261. 灰铸铁表面淬火时要注意什么? 258
- 262. 球墨铸铁常用的热处理方法有几种? 259
- 263. 球铁退火热处理工艺是什么? 260
- 264. 球铁正火热处理工艺是什么? 261
- 265. 球铁淬火、回火热处理工艺是什么? 262
- 266. 球铁热处理时石墨形态会改变吗? 264
- 267. 蠕墨铸铁热处理工艺是什么? 264
- 268. 可锻铸铁种类有几种? 266
- 269. 可锻热处理工艺是什么? 266
- 270. 石墨化现象在哪些钢种中出现? 269
- 271. 高铬铸铁热处理工艺是什么? 269

■ 第10章 锻件热处理

271

- 272. 锻件热处理的目的是什么? 271
- 273. 锻件常用的热处理方法有哪些? 272
- 274. 低碳钢锻件淬火工艺规范是什么? 272
- 275. 大型锻件热处理特点是什么? 272
- 276. 如何防止大锻件的白点? 274

277. T91 锻件热处理工艺是什么?	275
278. 45、40Cr 锻造余热热处理工艺注意什么?	277
279. 结构钢锻件的缺陷组织有哪些? 如何防止?	278
280. 模具钢锻件的缺陷组织有哪些? 如何防止?	280

■ 第 11 章 有色金属热处理

281

281. 铸造工艺如何对铝合金组织和性能产生影响?	281
282. 为什么金属型铸造的铝合金比砂型铸造的铝合金的固溶 温度低?	281
283. 常用铸造铝合金的热处理工艺是什么?	281
284. 固溶和时效工艺的注意事项是什么?	282
285. 铝合金加热炉的选择以及操作要点是什么?	284
286. 铝合金热处理后呈黑色表面的原因是什么?	286
287. 铝合金的热处理状态标记是什么?	286
288. 变质处理的作用是什么?	287
289. 对 Al-Mg 合金选择加热炉型时应注意什么?	288
290. 铸造铝合金固溶温度选择方法是什么?	288
291. 铸造铝合金固溶保温时间的确定原则是什么?	289
292. 固溶冷却速度如何确定?	289
293. Al-Si 二元铸造合金为什么不能强化处理?	289
294. 过时效是什么?	290
295. 固溶之后变形的校直允许时间是多少?	290
296. 热处理不合格的铝合金件的返修如何处理?	290
297. 变形铝合金的退火工艺有几种?	291
298. 变形铝合金淬火、时效工艺参数及注意要点是什么?	292

■ 第 12 章 火花鉴别

296

299. 火花鉴别的意义有哪些?	296
300. 为什么钢的火花鉴别会有火花出现?	297
301. 火花各个部分的名称是什么?	297
302. 火花鉴别的使用设备和操作是什么?	299
303. 合金元素对火花的变化影响有哪些?	300
304. 常用钢材火花形态是什么?	302
305. 火花鉴别的注意事项是什么?	305

■ 参考文献

307

第 1 章 热处理基础知识

1 什么是热处理？热处理工艺中的三要素是什么？

答：热处理是钢在固态下加热到预定的温度，保持一定的时间，然后以某种冷却方式冷却下来的一种加工工艺。其工艺过程是：加热→保温→冷却。

金属热处理的目的就是使金属材料、制品的局部或整体的性能得到改善；热处理工艺方法，就是将金属加热到预定温度保温一定时间然后进行冷却的过程。

对于钢铁的加热来说，“温度”是第一重要的，也是最为敏感的，温度的准确确定是热处理的第一步。“加热时间”的长短与不同的钢种、炉型、装炉等有关。有些人对此不是十分重视，往往仅从硬度上衡量，但是其他力学性能上往往存在潜在的不合格因素，只有使用了以后才能知道热处理质量的好坏。“速度”在热处理工艺过程中是最难掌握且十分重要的一个环节，这个技能的掌握需要较长时间的实际训练和摸索，而且需要较好的理论基础作为支持，才能得到提高。

热处理工艺过程的组织转变规律包括：钢件的加热转变，理论依据是铁碳相图；钢的冷却转变，包括珠光体转变、马氏体转变、贝氏体转变、回火转变，理论依据是 CCT、TTT 以及淬透性曲线等。

根据钢的组织转变规律制订的具体热处理加热温度、保温时间、冷却方式等参数，就是热处理工艺参数。

热处理工艺中的三要素是温度、时间、（加热和冷却）速度。这三个要素贯穿于热处理技术工人或技术人员的操作技能训练的整

个过程，是热处理工艺人员成才的关键。

2 工件三要素是什么？

答：相同材料的零件，因其大小、形状不同，热处理的效果就不同。

① 尺寸效应：钢材的力学性能随其形状、尺寸的改变而变动。通常是尺寸愈大，在相同的冷却介质中热处理的淬透深度变浅，力学性能愈低。

② 质量效应：指零件的质量（重量）不同，热处理的最终结果不同，尤其在淬火工艺中表现最明显。通常工件直径越粗，越难以淬透。工件越大，淬火越难。质量不同造成的热处理结果差别就大。

质量效应是从工件大小的角度分析淬火效果。淬透性是从钢材的材料角度分析淬火效果。淬透性好的工件的质量效应就小，也就是说，淬透性能改善质量效应。

③ 形状效应：指淬火效果受零件形状的影响，棒、板、球的形状不同，它们的淬火效果不同，此外，相同零件上的不同淬火部位的冷却方式有差异，淬火效果也不同。

工件的“尺寸、质量、形状”就是工件的三要素。

在编制热处理工艺规范时，热处理工艺三要素必须和热处理工件三要素结合起来，不能分割，参阅各种手册中热处理 CCT、TTT 等曲线时更不能忽略热处理工件的三要素，以及工件的表面和工件心部的加热、冷却中的温度差异。

3 热处理工艺必备的核心知识有哪些？

答：① 铁碳相图中的基本组织状态、铁碳合金的平衡转变过程、铁碳相图的应用范围；

② 连续加热时的组织转变；

③ 奥氏体冷却时的组织转变以及各种组织的获得方法；

- ④ 冷却转变曲线及其应用；
- ⑤ 淬透性曲线及其应用；
- ⑥ 合金元素对加热转变和冷却转变的影响；
- ⑦ 各种冷却介质的特性及其应用。

4 热处理工艺人员和操作人员必备的基础知识有哪些？

答：热处理操作人员，包括热处理工艺人员应该掌握的基础知识如下。

① 金属学中的基础知识：晶体结构初步知识、结晶和同素异构初步知识、相图和杠杆定律、固体金属扩散的初步知识。比较重要的知识是铁碳（Fe-Fe₃C）相图知识。

② 金属热处理原理知识：热处理金相组织的种类有珠光体、奥氏体、索氏体、屈氏体、托氏体、贝氏体、马氏体、魏氏体。各种热处理金相组织的性能、组织形态、组织和工艺的关系。各种热处理转变曲线的读图和使用方法，尤其是冷却转变曲线 CCT 图。

③ 化学热处理的基本知识：化学热处理过程中的化学反应、工艺参数对产品质量的影响、常用气氛的组成。

④ 合金结构钢、工具模具钢、轴承钢、不锈钢、铸铁、有色金属等各类钢种的基本知识；热处理缺陷的产生原因和预防方法。对现场的整个工艺过程中产品质量的因素能做出事前判断。返修品的处理措施。

⑤ 常用辅助材料的基本知识：各类盐、淬火油、防氧化脱碳涂料、石棉等工艺材料知识的掌握。

⑥ 热处理常用设备：加热设备、冷却设备、附属设备（校直、喷砂、冷处理、液氮、制氮机）、真空泵、热工仪表、检测硬度计等的使用、性能、安全规程，耐火材料知识，筑炉知识。

- ⑦ 火花鉴别知识。
- ⑧ 电工学的基本知识。
- ⑨ 机械识图的知识。
- ⑩ 热处理质量管理体系知识。

⑪ 安全文明生产知识。

5 什么是铁碳 (Fe-Fe₃C) 相图?

答：铁碳合金相图是描述在极其缓慢加热或极其缓慢冷却的条件下铁碳合金的不同成分、温度、组织之间的关系图，它的前提是：①铁与碳的成分组成；②是在极其缓慢的转变过程组织形成过程；③Fe₃C实际是亚稳相，在一定条件下可以分解为铁固溶体和石墨，所以铁碳相图实际上是含有铁-石墨相图的双重相图；④大于6.69%的铁碳合金由于脆性极大，没有使用价值，没有列入研究范围。

铁碳相图如图 1-1 所示。

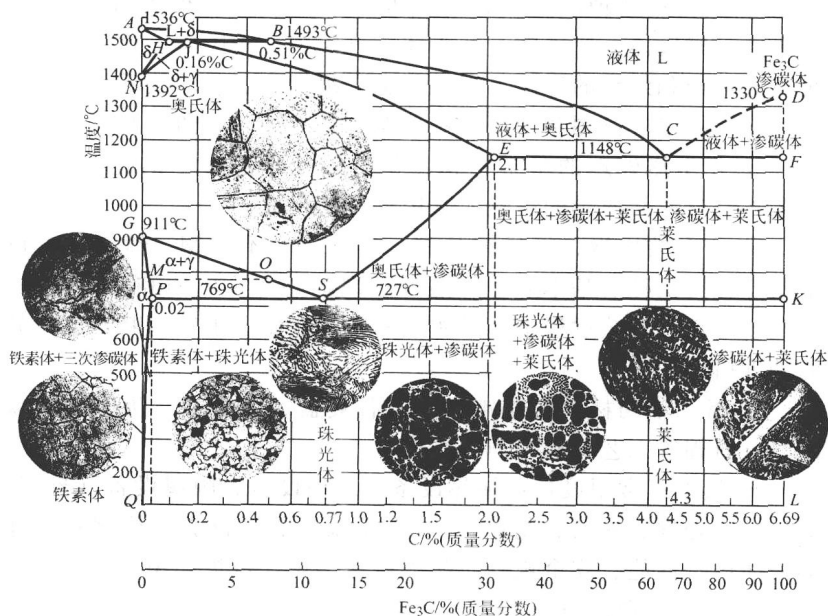


图 1-1 Fe-Fe₃C 相图

在热处理过程中，相图中的左上角的 ABN 的实际运用意义不大，可以不考虑组织。但是 GPQ 相区有实际意义，不要忽略。