

中国机械工程学会热处理专业学会 主编

# 金属热处理 问答



机械工业出版社

# 金属热处理问答

中国机械工程学会热处理专业学会 主编

朱沅浦 侯增寿 编著



机械工业出版社

(京) 新登字(88)第111号

## 金属热处理问答

中国机械工程学会热处理专业学会 主编

朱沅浦 侯增寿 编著

\*

责任编辑: 丁文华 韩会民 版式设计: 霍永明

封面设计: 方 芬 责任校对: 李秋荣

责任印制: 路 琳

\*

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  $787 \times 1092^{1/32}$  · 印张  $17^{1/2}$  · 字数 379 千字

1993 年 11 月北京第 1 版 · 1993 年 11 月北京第 1 次印刷

印数 0 001—4 300 · 定价: 14.80 元

\*

ISBN 7-111-03686-7 / TG · 809

## 内 容 简 介

本书针对热处理生产实践中常会遇到的问题，以问答形式、简明扼要、重点突出地进行了讲解。讲解中特别注重实际应用，每个问题都有独立的内容，便于读者根据目录查索。

全书共分 18 章。前 8 章讲述有关金属组织和性能的基本知识、钢铁和一些非铁金属及合金的热处理原理、退火、正火、整体淬火、表面淬火、固溶热处理及时效处理、化学热处理等各种工艺方法。后 10 章介绍齿轮、滚动轴承、弹簧、紧固件等基础件以及汽车、拖拉机、机床、滚压元件、农机具、轻纺机械、石油化工机械、飞机等的典型零件和工、模具的选材与热处理技术。本书中所介绍的热处理工艺规范，都是结合现场生产（工艺中），通过与国内外先进工艺规范进行比较、分析而优选出来的，具有实用性和先进性，可以在生产中直接应用和参考。

本书可供热处理技术工人和工程技术人员使用，也可供技校、中专、大专院校有关专业师生参考。

## 前 言

热处理行业的同志们不断反映，他们在工作中经常遇到各种各样需要能及时解决的问题。这些问题，有的是属于基础理论和基本知识方面的，有的是属于实际应用方面的。想去向专家、学者求教，一时身边缺乏这样的良师，远水不解近渴；如去查找教材、专著，不但费时费力，而且常常不得要领。这些同志很希望手头有一本部头不大，简明扼要、重点突出地以问答形式阐述经常遇到的实际问题的参考书。他们认为，这样的参考书查索方便、读起来省力，又能有针对性地解决问题。为了满足上述要求，我们编写了《金属热处理问答》一书。

书中所列问题，都是热处理生产实际中常会遇到的问题。对问题的讲解特别注重实际应用。在选择问题时，我们还尽力设法使它们的答案都有独立的内容，使读者能够很方便地根据目录查出需要解决的问题。在内容方面，不但讲述了热处理基本原理和各种热处理方法，而且结合各种典型零件热处理介绍了可在生产中直接参考应用的工艺规范。这些工艺规范都是通过对国内外先进工艺的对比分析优选出来的，而且都已经过实际生产的考验，不但实用性强，而且比较先进。目的是使本书明显地具有工具书的功能。

本书可供从事金属热处理生产的工程技术人员及技术工人使用，也可作为技校、中专、大专院校热处理专业师生的教学参考书。

由于我们缺乏编写这类读物的经验，再加上水平所限，书中缺点和错误在所难免，殷切希望得到广大读者和专家的指教。

编 者  
一九九二、九

# 目 录

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| <b>第一章 金属材料基础知识</b> .....                                       | 1  |
| [1] 工程上常用的金属材料有哪几种? .....                                       | 1  |
| [2] 与纯金属相比较, 合金有哪些优点? 原因何在? .....                               | 2  |
| [3] 金属组织的含义是什么? 怎样显示和观察金属的组织? .....                             | 3  |
| [4] 何谓结构? 怎样对结构进行分析? 典型金属具有何种晶体结构? .....                        | 6  |
| [5] 固溶体的晶体结构有哪些特点? 化合物的晶体结构有哪些特点? .....                         | 7  |
| [6] 何谓位错? 它与金属强度有什么联系? .....                                    | 9  |
| [7] 金属热处理是什么样的工艺? 怎样认识它的重要意义? .....                             | 12 |
| [8] 热处理怎样分类? 各种热处理方法的统一代号是什么? .....                             | 13 |
| [9] 怎样评价热处理质量? .....                                            | 15 |
| [10] 测量金属硬度可使用哪些试验方法? 怎样选择适用的硬度试验? .....                        | 17 |
| [11] 测量布氏硬度使用什么样的压头? 布氏硬度值根据哪种原理测定? 进行布氏硬度试验时应注意哪些问题? .....     | 19 |
| [12] 测量维氏硬度、显微硬度、努氏硬度使用什么样的压头? 这些硬度值根据哪种原理测定? 试验时应注意哪些问题? ..... | 20 |

|            |                                                                                |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| [13]       | 测量洛氏硬度使用什么样的压头? 洛氏硬度值<br>根据哪种原理测定? 试验时应注意哪些问题? .....                           | 21 |
| [14]       | 热处理车间安装洛氏硬度计时应注意哪些事项?<br>怎样做好硬度计的维护保养工作? .....                                 | 23 |
| [15]       | 金相显微镜与生物显微镜有哪些不同之处?<br>它的光学系统由哪几部分组成? 车间现场使用<br>金相显微镜时应注意哪些问题? .....           | 24 |
| [16]       | 怎样用金相显微镜对热处理工件进行检验? .....                                                      | 26 |
| <b>第二章</b> | <b>钢制品的整体热处理</b> .....                                                         | 28 |
| <b>第一节</b> | <b>钢的平衡组织与铁碳合金状态图</b> .....                                                    | 28 |
| [17]       | 怎样对钢分类? 我国是怎样编制钢的牌号的? .....                                                    | 28 |
| [18]       | 碳以什么样的形式存在于铁碳合金中? .....                                                        | 29 |
| [19]       | 碳在铁碳合金中会产生哪些影响? .....                                                          | 1  |
| [20]       | 铁-碳化铁合金状态图是什么样的图? .....                                                        | 32 |
| [21]       | 铁-碳化铁合金状态图有哪些用处? 怎样使用? .....                                                   | 35 |
| [22]       | 怎样分析和认识碳素钢的平衡组织? .....                                                         | 37 |
| [23]       | 合金钢中的合金元素以何种形式存在? 它们对<br>钢的室温平衡组织和钢的平衡相变过程有哪些影响? ...                           | 41 |
| <b>第二节</b> | <b>钢的不平衡相变及过冷奥氏体转变曲线</b> .....                                                 | 43 |
| [24]       | 钢在热处理加热时怎样发生相变? .....                                                          | 43 |
| [25]       | 珠光体发生转变形成的奥氏体晶粒是否很细小? 为什<br>么实际看到的奥氏体晶粒并不很细, 有时甚至十分粗<br>大? 奥氏体晶粒大小应如何评定? ..... | 45 |
| [26]       | 何谓过冷奥氏体? 过冷奥氏体会转变为哪些<br>不平衡组织? .....                                           | 46 |
| [27]       | 怎样具体测定过冷奥氏体的转变温度? 有没有能够<br>提供这些数据的 (有关) 资料? .....                              | 51 |

|                       |                                                                         |    |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| [28]                  | 怎样认识和使用连续冷却转变 (CCT) 图?<br>为什么连续冷却转变图有许多类型? .....                        | 52 |
| [29]                  | 等温转变 (TTT) 图是什么样的图? 这种图<br>是怎样测定的? 它与连续冷却转变 (CCT) 图有没有<br>联系? .....     | 55 |
| 第三节 钢制品的退火与正火 .....   |                                                                         | 59 |
| [30]                  | 退火工艺怎样分类? .....                                                         | 59 |
| [31]                  | 何谓完全退火? 完全退火的目的是什么? 不完全退火<br>与完全退火有哪些差别? 完全退火与不完全退火的<br>工艺规范怎样制订? ..... | 60 |
| [32]                  | 何谓等温退火? 怎样制订等温退火工艺规范? 何谓去<br>应力退火? 去应力退火在工艺上有哪些特点? .....                | 61 |
| [33]                  | 何谓球化退火? 怎样进行球化退火? .....                                                 | 63 |
| [34]                  | 何谓预防白点退火? 何谓均匀化退火? .....                                                | 66 |
| [35]                  | 再结晶的含义是什么? 再结晶退火的工艺<br>特点和 (工艺) 目的是什么? 怎样制订再结晶<br>退火工艺规范? .....         | 68 |
| [36]                  | 正火的工艺特点是什么? 钢制品正火的目的<br>是什么? 怎样制订正火的工艺规范? .....                         | 70 |
| [37]                  | 钢制工件退火和正火时可能出现哪些缺陷? .....                                               | 71 |
| 第四节 钢制品的整体淬火与回火 ..... |                                                                         | 73 |
| [38]                  | 钢制品淬火及回火工艺有哪些特点? 淬火及<br>回火的目的是什么? 淬火工艺怎样分类? .....                       | 73 |
| [39]                  | 淬透性的含义是什么? 影响钢的淬透性的<br>因素是什么? .....                                     | 74 |
| [40]                  | 怎样测定钢的淬透性? .....                                                        | 77 |
| [41]                  | 钢制品整体淬火后为什么发生畸变? .....                                                  | 78 |

|            |                                                     |            |
|------------|-----------------------------------------------------|------------|
| [42]       | 淬火工件冷至室温后残余应力是否能全部消失?<br>残余应力怎样分布? .....            | 82         |
| [43]       | 钢制工件淬火冷却开裂的原因是什么? 常见淬火<br>冷却裂纹有哪几种? .....           | 84         |
| [44]       | 怎样选定钢制品整体淬火的加热参数? .....                             | 86         |
| [45]       | 钢制品整体淬火有哪些可采用的冷却方法? .....                           | 88         |
| [46]       | 怎样解决淬火工件的开裂和形状畸变问题? .....                           | 90         |
| [47]       | 钢制品整体淬火可能出现哪些问题? .....                              | 92         |
| [48]       | 淬火后的钢件回火时, 它的组织和结构会发生<br>哪些变化? .....                | 94         |
| [49]       | 淬火钢回火时力学性能怎样变化? 何谓回火脆性? .....                       | 96         |
| [50]       | 回火工艺怎样分类? 淬火钢回火的目的是什么?<br>回火保温时间怎样选定? .....         | 98         |
| [51]       | 深冷处理的含义是什么? 怎样对钢制工件进行<br>深冷处理? .....                | 100        |
| [52]       | 有哪些淬火回火新工艺可供选择? 它们有哪些优点<br>和缺点? .....               | 102        |
| <b>第三章</b> | <b>钢制品热处理加热介质及淬火冷却介质.....</b>                       | <b>105</b> |
| [53]       | 钢制品热处理加热介质有哪几类? .....                               | 105        |
| [54]       | 钢制品在气体介质中加热时是怎样发生氧化的? .....                         | 106        |
| [55]       | 脱碳是怎样发生的? 怎样鉴定脱碳层? 采用<br>哪些措施可防止或减少钢制品加热时的脱碳? ..... | 107        |
| [56]       | 碳势的含义是什么? 怎样测量气氛的碳势? .....                          | 109        |
| [57]       | 何谓可控气氛? 可控气氛怎样分类? .....                             | 110        |
| [58]       | 钢制品在真空加热炉和流态床中加热各有<br>哪些特点? .....                   | 113        |
| [59]       | 盐浴炉使用什么样的盐? 工件在盐浴中加热                                |            |

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| 能不能保证无氧化脱碳? .....                               | 114 |
| [60] 淬火介质怎样分类? 怎样测定淬火介质的冷却特性? .....             | 116 |
| [61] 水的冷却特性如何? 有哪些无机物水溶液淬火介质? 它们的冷却特性又如何? ..... | 118 |
| [62] 有机物水溶液冷却特性如何? .....                        | 119 |
| [63] 淬火油冷却特性如何? .....                           | 121 |
| [64] 碱浴、盐浴及流态床等淬火介质有哪些特点? .....                 | 122 |
| <b>第四章 钢制品的表面淬火</b> .....                       | 124 |
| [65] 哪些工件适于表面淬火、目的何在? 怎样进行表面淬火? .....           | 124 |
| [66] 感应加热时工件中的涡流怎样分布? 怎样选择感应加热设备? .....         | 126 |
| [67] 表面淬火加热的感应器怎样设计? .....                      | 128 |
| [68] 感应加热表面淬火怎样加热和冷却? 淬火后怎样回火? .....            | 131 |
| [69] 感应加热表面淬火可能产生哪些缺陷? 怎样防止出现这些缺陷? .....        | 132 |
| [70] 何谓高频脉冲表面淬火? 它有哪些特点? .....                  | 134 |
| [71] 火焰加热表面淬火怎样加热和冷却? 这种淬火方法有哪些优点和缺点? .....     | 135 |
| [72] 进行火焰加热表面淬火时应注意哪些问题? .....                  | 137 |
| [73] 怎样进行电接触加热表面淬火和电解液加热表面淬火? 它们有哪些特点? .....    | 138 |
| [74] 怎样进行激光和电子束加热表面硬化? 它们有哪些特点? .....           | 139 |
| <b>第五章 钢制品的化学热处理</b> .....                      | 142 |

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| 第一节 基础知识 .....                                          | 142 |
| [75] 何谓化学热处理? 有哪些化学热处理方法用于<br>钢制品生产? 钢的化学热处理怎样分类? ..... | 142 |
| [76] 化学热处理是由哪几个基本过程组成的? 渗入<br>元素在渗层中怎样分布? .....         | 143 |
| [77] 影响化学热处理渗层深度及工件表面渗入元素<br>浓度(或含量)的主要因素是什么? .....     | 145 |
| 第二节 铁素体状态的化学热处理 .....                                   | 148 |
| [78] 钢制品渗氮使用什么样的介质和设备? .....                            | 148 |
| [79] 渗氮层的组织和性能有哪些特点? .....                              | 149 |
| [80] 怎样进行渗氮? 影响渗氮工件质量的主要工艺<br>因素是什么? .....              | 151 |
| [81] 何谓控制渗氮? .....                                      | 154 |
| [82] 怎样对渗氮质量进行检验? 工件渗氮可能产生<br>哪些缺陷? .....               | 155 |
| [83] 氮碳共渗有哪些特点? .....                                   | 157 |
| [84] 怎样进行气体氮碳共渗和熔融盐浴氮碳共渗? .....                         | 159 |
| [85] 怎样进行渗硫? 渗硫有哪些特点? .....                             | 161 |
| [86] 怎样进行硫氮共渗和硫氮碳共渗? .....                              | 162 |
| [87] 怎样渗锌? .....                                        | 163 |
| 第三节 奥氏体状态的化学热处理 .....                                   | 165 |
| [88] 钢制品渗碳有哪些特点? .....                                  | 165 |
| [89] 怎样进行固体渗碳和液体渗碳? 它们分别有<br>哪些优点和缺点? .....             | 166 |
| [90] 气体渗碳使用的渗剂怎样分类? .....                               | 168 |
| [91] 怎样进行气体渗碳? .....                                    | 170 |
| [92] 钢制品渗碳后怎样进行淬火? .....                                | 172 |

|            |                                                    |            |
|------------|----------------------------------------------------|------------|
| [93]       | 怎样对渗碳工件进行检验? .....                                 | 174        |
| [94]       | 何谓过饱和渗碳? 何谓真空渗碳? 这两种渗碳方法<br>有哪些特点? .....           | 177        |
| [95]       | 碳氮共渗有哪些特点? 怎样进行碳氮共渗? .....                         | 178        |
| [96]       | 渗碳及碳氮共渗工件可能出现哪些缺陷? 怎样<br>预防和补救? .....              | 180        |
| [97]       | 何谓奥氏体状态的氮碳共渗? 它有哪些特点? .....                        | 182        |
| [98]       | 怎样进行渗硼? .....                                      | 183        |
| [99]       | 怎样进行渗金属? .....                                     | 185        |
| 第四节        | 离子轰击化学热处理及气相沉积技术 .....                             | 187        |
| [100]      | 离子轰击化学热处理有哪些特点? .....                              | 187        |
| [101]      | 怎样进行离子渗氮? 它有哪些特点? .....                            | 189        |
| [102]      | 怎样进行其他离子轰击化学热处理? .....                             | 191        |
| [103]      | 气相沉积是一种什么样的技术? 有什么用途? .....                        | 192        |
| <b>第六章</b> | <b>铸铁件的热处理</b> .....                               | <b>195</b> |
| [104]      | 铸铁怎样分类? 各类铸铁在组织和性能方面有<br>哪些特点? .....               | 195        |
| [105]      | 白口铸铁件进行哪些热处理? .....                                | 199        |
| [106]      | 怎样进行使白口铸铁件转变为可锻铸铁件的石墨<br>化退火? .....                | 200        |
| [107]      | 在生产过程中怎样对黑心可锻铸铁件的质量进行<br>控制? 怎样缩短石墨化退火的生产周期? ..... | 202        |
| [108]      | 灰铸铁及球墨铸铁等非白口铸铁固态相变过程有<br>哪些特点? .....               | 203        |
| [109]      | 哪些退火方法用于非白口铸铁? 它们的工艺要点是<br>什么? .....               | 207        |
| [110]      | 灰铸铁及球墨铸铁工件怎样进行正火? .....                            | 208        |

|            |                                                                 |            |
|------------|-----------------------------------------------------------------|------------|
| [111]      | 灰铸铁件及球墨铸铁件怎样进行整体淬火和回火? .....                                    | 210        |
| [112]      | 灰铸铁件及球墨铸铁件怎样进行表面淬火和化学热处理? .....                                 | 212        |
| <b>第七章</b> | <b>非铁金属制品的热处理</b> .....                                         | <b>214</b> |
| [113]      | 哪些非铁金属应用较广? 它们的特点是什么? 怎样识别非铁金属的牌号? .....                        | 214        |
| [114]      | 何谓固溶热处理? 何谓时效处理? .....                                          | 216        |
| [115]      | 怎样进行变形铝合金的热处理? .....                                            | 219        |
| [116]      | 怎样进行铸造铝合金工件的热处理? .....                                          | 221        |
| [117]      | 纯铜及铜合金工件进行哪些热处理? .....                                          | 224        |
| [118]      | 铜合金热处理加热时应注意哪些问题? 黄铜、锡青铜和白铜冷变形制品的再结晶加热温度怎样选择? .....             | 226        |
| [119]      | 铍青铜制品怎样进行固溶热处理及时效处理? .....                                      | 227        |
| [120]      | 镁合金工件怎样进行热处理? 热处理操作中有<br>哪些需要特别注意的问题? .....                     | 229        |
| [121]      | 怎样进行钛合金工件的热处理? .....                                            | 231        |
| <b>第八章</b> | <b>铁基粉末冶金件的热处理</b> .....                                        | <b>234</b> |
| [122]      | 机械制造业常用的软质铁基粉末冶金零件有<br>哪些特点? 进行铁基粉末冶金零件的热处理时应该<br>注意哪些问题? ..... | 234        |
| [123]      | 怎样进行软质铁基粉末冶金零件的热处理? .....                                       | 235        |
| [124]      | 钢结硬质合金有哪些特点? .....                                              | 237        |
| [125]      | 怎样进行钢结硬质合金工件的热处理? .....                                         | 237        |
| <b>第九章</b> | <b>基础件的热处理</b> .....                                            | <b>241</b> |
| [126]      | 汽车、拖拉机齿轮的服役条件如何? 对性能有<br>哪些要求? 使用哪些材料制造? .....                  | 241        |

- [127] 汽车、拖拉机齿轮所用的热处理工艺有哪些?  
技术要求是什么? ..... 243
- [128] 齿轮渗碳及碳氮共渗的热处理畸变形式有哪些?  
影响畸变的因素有哪些? ..... 246
- [129] 机床齿轮的服役条件如何? 对材料有哪些性能  
要求? 使用哪些材料? ..... 248
- [130] 机床齿轮采用哪些热处理工艺? 有哪些技术  
要求? ..... 248
- [131] 哪些非铁金属可制做齿轮? 性能怎样? ..... 253
- [132] 哪些齿轮采用软齿面? 软齿面齿轮怎样进行  
热处理? ..... 253
- [133] 液压元件齿轮泵齿轮的性能要求、用材和热  
处理工艺是什么? ..... 258
- [134] 石油钻机齿轮的服役条件如何? 使用性能有  
哪些要求? 怎样选材及进行热处理? ..... 260
- [135] 为什么要用低淬透性钢制造感应加热淬火的  
齿轮? 低淬透性钢齿轮是怎样进行热处理的? ..... 261
- [136] 渗碳(或碳氮共渗)齿轮为什么要进行喷丸  
处理? 它对力学性能有什么影响? ..... 262
- [137] 滚动轴承的服役条件如何? 有哪些性能要求?  
使用哪些材料? ..... 262
- [138] 铬钢滚动轴承零件要进行哪些预备热处理? ..... 266
- [139] 铬钢滚动轴承套圈如何进行最终热处理和有哪些  
技术要求? ..... 268
- [140] 各种轴承零件的允许畸变量是多少? ..... 272
- [141] 铬钢滚动轴承零件淬火时会产生哪些缺陷?  
怎样防止? ..... 276

|            |                                                             |            |
|------------|-------------------------------------------------------------|------------|
| [142]      | 微型轴承零件的热处理有哪些方法? .....                                      | 276        |
| [143]      | 铁路轴承零件是怎样热处理的? .....                                        | 279        |
| [144]      | 特殊滚动轴承零件采用哪些材料制造? 进行<br>哪些热处理? .....                        | 281        |
| [145]      | 弹簧用材有哪些? 怎样进行热处理? .....                                     | 290        |
| [146]      | 弹簧的常见畸变有哪些? 如何防止和消除? .....                                  | 293        |
| [147]      | 弹簧喷丸处理的作用是什么? 如何进行喷丸<br>处理? .....                           | 295        |
| [148]      | 什么叫弹簧的应力松弛? 怎样用强压处理的<br>办法来提高抗松弛性能? .....                   | 295        |
| [149]      | 紧固件有哪些类? 使用哪些材料? .....                                      | 296        |
| [150]      | 各类螺栓、螺母的热处理工艺规范如何确定? .....                                  | 301        |
| <b>第十章</b> | <b>汽车、拖拉机零件的热处理</b> .....                                   | <b>310</b> |
| [151]      | 发动机活塞环是用哪些材料制造的? 它的<br>技术要求是什么? 要进行哪些热处理? .....             | 310        |
| [152]      | 发动机活塞销的服役条件如何? 用什么材料<br>制造? 怎样进行热处理? .....                  | 313        |
| [153]      | 活塞销为什么要双面渗碳? .....                                          | 314        |
| [154]      | 发动机活塞连杆的服役条件如何? 怎样选材?<br>如何热处理? .....                       | 316        |
| [155]      | 如何进行连杆的质量检验? 可能出现哪些缺陷?<br>如何防止或补救? .....                    | 319        |
| [156]      | 汽车、拖拉机发动机曲轴的服役条件<br>如何? 对材料有哪些性能要求? 选用哪些材料和<br>热处理方法? ..... | 320        |
| [157]      | 汽车、拖拉机发动机曲轴怎样进行热处理? .....                                   | 322        |
| [158]      | 凸轮轴的服役条件如何? 要求哪些性能? 选用                                      |            |

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 哪些材料? 如何进行热处理? .....                                | 326 |
| [159] 气门挺杆的服役条件如何? 要求哪些性能? 使用<br>哪些材料制造比较合适? .....  | 330 |
| [160] 气门挺杆是怎样热处理的? 技术要求是什么? .....                   | 330 |
| [161] 排气阀的服役条件如何? 要求哪些使用性能?<br>选用哪些材料? .....        | 332 |
| [162] 排气阀的热处理工艺有哪些? 有哪些热处理<br>缺陷? 如何补救? .....       | 334 |
| [163] 汽车半轴的使用性能要求怎样? 如何选用材料? .....                  | 337 |
| [164] 怎样进行汽车半轴的热处理和质量检验? .....                      | 338 |
| [165] 柴油机油泵柱塞副和喷油嘴偶件对材料<br>有哪些性能要求? 用什么材料制造? .....  | 342 |
| [166] 油泵柱塞副及喷油嘴偶件要进行哪些热处理? .....                    | 344 |
| <b>第十一章 金属切削机床零件热处理</b> .....                       | 350 |
| [167] 机床滑动导轨的服役条件如何? 使用性能要求如何?<br>怎样选材和进行热处理? ..... | 350 |
| [168] 为什么采用镶钢导轨? 怎样选材和进行热处理? .....                  | 353 |
| [169] 机床床身为什么要进行稳定化处理? 有<br>哪些稳定化处理方法? .....        | 356 |
| [170] 振动稳定化处理怎样进行? .....                            | 357 |
| [171] 机床主轴的服役条件及使用性能如何? 如何选材及热<br>处理? .....         | 358 |
| [172] 机床主轴制造的工艺流程是怎样安排的? 如何<br>进行热处理? .....         | 358 |
| [173] 普通机床丝杠的服役条件如何? 怎样选用材料?<br>怎样进行热处理? .....      | 369 |
| [174] 机床精密丝杠怎样选材与热处理? .....                         | 371 |