

金属材料及热处理 习题集与实验指导书

上海工业大学 史美堂 等
太原重型机械学院 柏 斯 森 编

1

上海科学技术出版社

金属材料及热处理 习题集与实验指导书

上海工业大学 史美堂 等
太原重型机械学院 柏斯森 编

上海科学技术出版社

金属材料及热处理
习题集与实验指导书

上海工业大学 史美堂 等 编
太原重型机械学院 柏斯森

上海科学技术出版社出版
(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 4.5 字数 97,000
1983年4月第1版 1983年4月第1次印刷
印数: 1-45,000

书号: 15119·2271 定价: (科四)0.48 元

前 言

本书是根据 1980 年召开的“一机部部属院校《金属材料及热处理》课程第一次协作会议”的决定,为适应高等学校机械制造冷加工各专业加强该课程的习题和实验教学环节的需要而组织编写的,可作为该课程的辅助教材,与目前试用的《金属材料及热处理》基本教材配套使用。

本书分为“习题集”与“实验指导书”两部分,在内容深广度上基本符合教学大纲的要求。习题集的题目,力求重点突出,联系生产实际,立足于培养学生分析问题和解决问题的能力。实验指导书除介绍金相显微分析基础知识外,包括六个实验,每个实验均按二学时安排,实验内容侧重于金相显微组织的观察和检测设备(金相显微镜、硬度机)的使用,使学生在金相实验基本技能方面得到初步训练,并有利于巩固和深化课堂上学到的知识。本书习题和实验都不必全做,各专业可根据不同需要自行选择。

本书习题集部分由上海工业大学史美堂主编并编写第六、七、八、九章,王定宇编写绪论及第一、二、三、四章,徐肖云编写第五章,由哈尔滨工业大学杨金凤和陕西机械学院孙广锡、黄漱梅主审;实验指导书部分由太原重型机械学院柏斯森编写(蔡琼尔、李永善、巫秀兰协助摄制了部分金相照片),由天津大学杨世俊和陕西机械学院陈兰芬、吴冠美主审。

本书在编写过程中得到了机械工业部教育局和教材编辑室的热情支持,陕西机械学院、天津大学、哈尔滨工业大学、湖南大学、合肥工业大学、上海机械学院、沈阳机电学院、华南工学院、东北重型机械学院、上海铁道学院、哈尔滨电工学院、华东纺织工学院、南京航空学院、浙江化工学院、天津轻工业学院、太原重型机械学院、上海工业大学等院校向编者提供了本校的同类资料以资参考,天津大学金相实验室还为实验指导书提供了部分金相照片,在第二次课程协作会议上各院校代表对本书初稿提出了宝贵的意见,谨表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在不少缺点和错误,恳切希望同行和读者批评指正。

编者 1982 年 5 月

目 录

习题集	1
绪论	2
第一章 金属的结构与结晶	2
第二章 金属的塑性变形与再结晶	3
第三章 合金的结构与结晶	4
第四章 铁碳合金	7
第五章 钢的热处理	8
第六章 合金钢	12
第七章 铸铁	14
第八章 有色金属及其合金	15
第九章 机械零件选材及其工艺路线分析	15
实验指导书	18
金相显微分析基础知识	19
实验一 金属材料的硬度实验	27
实验二 铁碳合金平衡组织观察	34
实验三 碳钢的热处理	41
实验四 碳钢热处理后的显微组织观察	46
实验五 结构钢的淬透性测定	51
实验六 合金钢、铸铁、有色金属的显微组织观察	56
附表 I 金属材料常用的浸蚀剂	63
附表 II 压痕直径与布氏硬度对照表	64
附表 III 各种硬度(布氏、洛氏、维氏)换算表	65

习 题 集

绪 论

1. 学习本课程的主要目的是什么?为什么金属材料及热处理知识对于机械制造工作者是必须具备的?
2. 金属材料的性能包括哪几方面?
3. 解释下列常用机械性能指标:
(1) σ_b ; (2) σ_s ; (3) σ_{-1} ; (4) $\delta\%$; (5) $\psi\%$; (6) a_k 和 A_k ; (7) HB, HRC, HV。
4. 举例说明在日常生活用品中,哪些是用钢铁制造的?哪些是用有色金属及合金制造的?
5. 钢铁和有色金属及合金的性能,可通过什么途径加以改变?其微观组织和结构常用什么方法加以研究?
6. 本课程主要包括哪几方面内容?其基本要求是什么?

第一章 金属的结构与结晶

1. 解释下列名词:

晶体, 非晶体, 金属键;

晶格, 晶胞, 晶格常数, 致密度, 配位数;

晶面指数, 晶向指数;

晶体的各向异性, 同素异构(晶)转变;

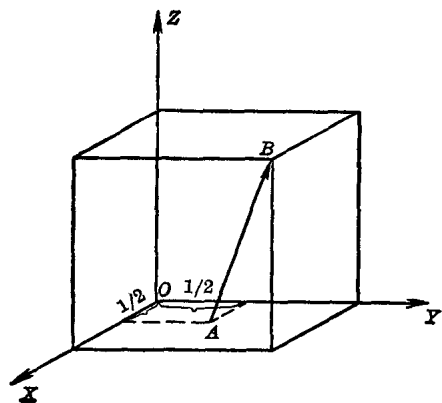
点缺陷, 线缺陷, 面缺陷, 亚晶粒, 亚晶界, 位错;

单晶体, 多晶体;

过冷度, 形核率(N), 成长率(G), 自由能差(ΔF);

变质处理, 变质剂。

2. 常见的金属晶体结构有哪几种? 它们的原子排列和晶格常数有什么特点? α -Fe、 γ -Fe、Al、Cu、Ni、Pb、Cr、V、Mg、Zn 各属何种晶体结构?



(第一章题 5 图)

3. 已知 Cu 的原子直径为 $2.56 \text{ \AA}$, 求 Cu 的晶格常数, 并计算 1 mm^3 Cu 中的原子数。

4. 在立方晶体结构中, 一平面通过 $y = \frac{1}{2}$, $z = 3$ 并平行于 X 轴, 它的晶面指数是多少? 试绘图表示。

5. 在立方晶体结构中, AB 晶向如图所示, 求 AB 的晶向指数。

6. 体心立方晶格中的 $\{110\}$ 晶面, 包括几个原子排列相同而空间位向不同的晶面? 试绘图表示。

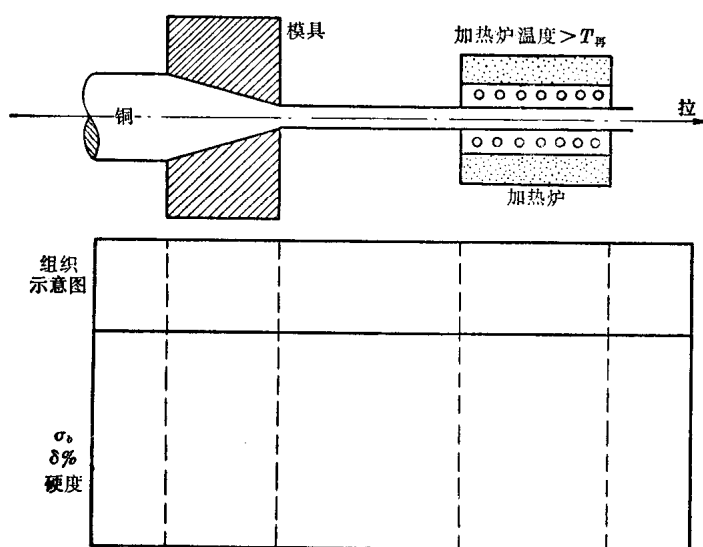
7. 在面心立方晶格中, 哪个晶面和晶向的原子密度最大?

8. 为何单晶体具有各向异性, 而多晶体在一般情况下不显示出各向异性?
9. 过冷度与冷却速度有何关系? 它对金属结晶过程有何影响? 对铸件晶粒大小有何影响?
10. 金属结晶的基本规律是什么? 晶核的形成率和成长率受到哪些因素的影响?
11. 在铸造生产中, 采用哪些措施控制晶粒大小? 在生产中如何应用变质处理? 举例说明。
12. 简述铸钢锭的组织与缺陷。
13. 如果其它条件相同, 试比较在下列铸造条件下, 铸件晶粒的大小:
 - (1) 金属模浇注与砂模浇注;
 - (2) 高温浇注与低温浇注;
 - (3) 铸成薄件与铸成厚件;
 - (4) 浇注时采用震动与不采用震动。
14. 为什么钢锭希望尽量减少柱状晶区? 而铜锭、铝锭往往希望扩大柱状晶区?

第二章 金属的塑性变形与再结晶

1. 解释下列名词:
 滑移, 滑移系, 滑移线, 滑移带, 孪生;
 软位向, 硬位向;
 加工硬化, 回复, 再结晶;
 织构, 临界变形度。
2. 指出下列名词的主要区别:
 - (1) 弹性变形与塑性变形;
 - (2) 韧性断裂与脆性断裂;
 - (3) 再结晶与二次再结晶;
 - (4) 热加工与冷加工;
 - (5) 丝织构与板织构。
3. 金属的塑性变形有哪几种方式? 在什么条件下会发生滑移变形? 说明滑移的机理, 它与孪生有何区别?
4. 说明下列现象产生的原因:
 - (1) 滑移面是原子密度最大的晶面, 滑移方向是原子密度最大的方向;
 - (2) 晶界处滑移的阻力最大;
 - (3) 实际测得的晶体滑移所需的临界切应力比理论计算的数值小;
 - (4) Zn 、 $\alpha-Fe$ 、 Cu 的塑性不同。
5. 画图说明体心立方、面心立方和密排六方等三种常见晶体结构的滑移面、滑移方向及滑移系。
6. 为什么细晶粒钢强度高, 塑性、韧性也好?
7. 多晶体塑性变形有何特点? 在多晶体中, 哪些晶粒最先滑移?
8. 金属经冷塑性变形后, 组织和性能发生什么变化?

9. 分析加工硬化对金属材料的强化作用?
10. 金属塑性变形造成哪几种残余应力? 残余应力对机械零件可能产生哪些利弊?
11. 说明回复在工业上的应用。
12. 金属的再结晶温度受到哪些因素的影响? 再结晶退火前后组织和性能有何变化?
13. 金属铸件能否通过再结晶退火来细化晶粒, 为什么?
14. 已知金属 W、Fe、Cu 的熔点分别为 3380°C 、 1534°C 、 1083°C , 试估算这些金属的最低再结晶温度范围。
15. 为什么生产中一般应尽量避免在临界变形度这一范围内加工变形?
16. 用冷拔紫铜管通过冷弯的方法制造机器上的输油管, 为了避免开裂, 弯前应进行什么热处理?
17. 拉制半成品铜丝的过程如图所示。试绘出不同阶段的组织与性能变化示意图, 并加以解释。



(第二章题 17 图)

加工(如锻造)时, 为什么不出现在硬化现象?

加以解释。

18. 在室温下对铅板进行弯折, 愈弯愈硬, 而稍隔一段时间再行弯折, 铅板又象最初一样柔软, 这是什么原因?

19. 用冷拔钢丝缠绕的螺旋弹簧, 经低温回火后, 其弹力要比未经回火的好, 这是为什么?

20. 在冷拔钢丝时, 如果总变形量很大, 则中间需穿插几次退火工序, 这是为什么? 中间退火温度选多高合适?

21. 热加工对金属组织和性能有何影响? 钢材在热变形

第三章 合金的结构与结晶

1. 解释下列名词:

合金, 组元, 相, 相图;

固溶体, 金属间化合物, 机械混合物;

晶内偏析, 比重偏析。

2. 指出下列名词的主要区别:

(1) 置换固溶体与间隙固溶体;

(2) 无序固溶体与有序固溶体;

(3) 无限固溶体与有限固溶体;

- (4) 电子化合物与间隙化合物;
- (5) 间隙相与间隙固溶体;
- (6) 稳定化合物与不稳定化合物;
- (7) 相组成物与组织组成物。

3. 下列元素在 α -Fe 中形成哪几种固溶体?

Si, C, N, Cr, Mn, B。

4. 影响固溶体的结构形式和溶解度的因素有哪些?

5. 置换原子与间隙原子的固溶强化效果哪个大些? 为什么?

6. 金属间化合物在结构和性能方面与固溶体有何不同? 常见的金属间化合物有几种类型? 它们对合金的性能有何影响?

7. 试述固溶强化、加工硬化和弥散强化的强化原理, 并说明三者的区别。

8. 何谓共晶反应、包晶反应和共析反应? 试比较这三种反应的异同点。

9. Pb-Sn 相图如图所示。

(1) 试标注尚未标出的相区的组织;

(2) 指出组织中含 β_{II} 最多和最少的成分;

(3) 指出组织中共晶体最多和最少的成分;

(4) 指出最容易和最不容易产生枝晶偏析的成分;

(5) 初生相 α 及 β , 共晶体 $\alpha+\beta$, 二次相 α_{II} 及 β_{II} , 它们在组织形态上有何区别? 画出它们的组织示意图。

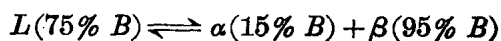
10. 根据上题图, 说明含 28% Sn 的 Pb-Sn 合金在下列各温度时组织中有哪些相, 并求出相的相对量。

- (1) 高于 300°C;
- (2) 刚冷到 183°C, 共晶转变尚未开始;
- (3) 在 183°C, 共晶转变完毕;
- (4) 冷至室温。

11. 已知 A(熔点 600°C) 与 B(熔点 500°C) 在液态无限互溶; 在固态 300°C 时 A 溶于 B 的最大溶解度为 30%, 室温时为 10%, 但 B 不溶于 A; 在 300°C 时, 含 40% B 的液态合金发生共晶反应。现要求:

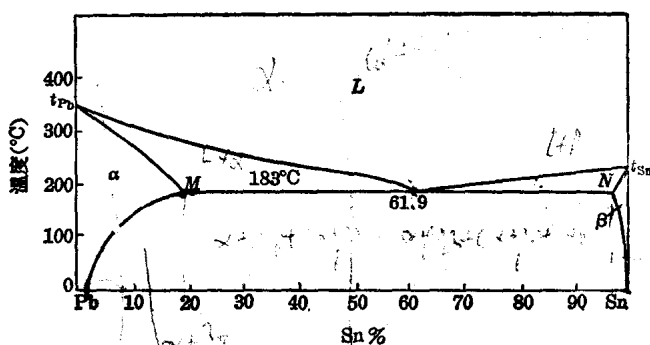
- (1) 作出 A-B 合金相图;
- (2) 分析 20% A、45% A、80% A 等合金的结晶过程, 并确定室温下的组织组成物和相组成物的相对量。

12. 一个二元共晶反应如下:



(1) 求含 50% B 的合金完全凝固时

a. 初晶 α 与共晶 ($\alpha+\beta$) 的重量百分数;



(第三章题 9 图)

- b. α 相及 β 相的重量百分数;
c. 共晶体中 α 相与 β 相的重量百分数。

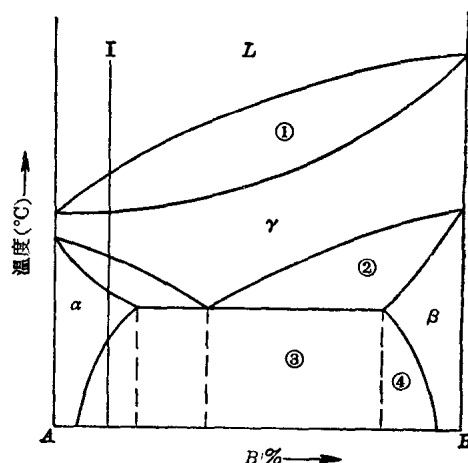
(2) 若显微组织中测出 β 初晶与 $(\alpha + \beta)$ 共晶各占一半, 求该合金成分。

13. 某合金相图如图所示。

(1) 试标注 ①~④ 空白区域中存在相的名称;

(2) 指出此相图包括哪几种转变类型;

(3) 说明合金 I 的平衡结晶过程及室温下的显微组织。



(第三章题 13 图)

14. Cu-Zn 合金相图如图所示。

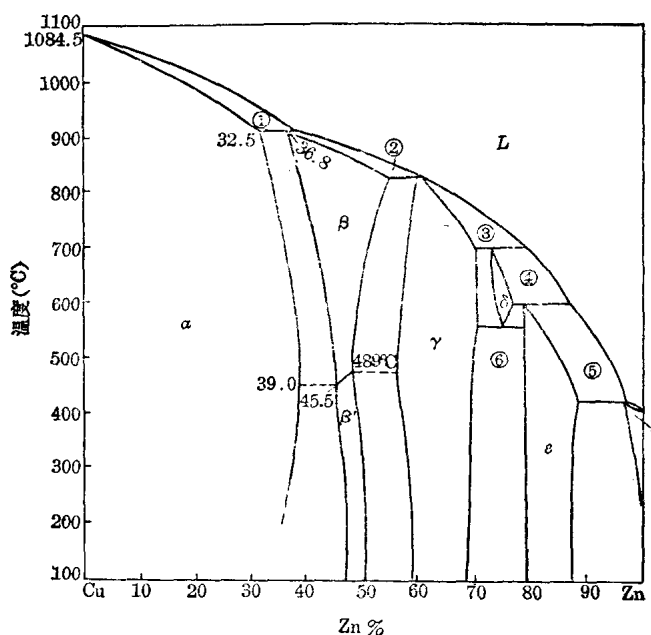
(1) 试标注各空白区域中存在相的名称;

(2) 分别说明 ①、②、③、④、⑤、⑥ 各水平线上进行的反应;

(3) 分析下列合金平衡结晶过程, 并画出组织转变示意图。

a. 含 20% Zn 的合金;

b. 含 35% Zn 的合金。



(第三章题 14 图)

15. 有形状、尺寸相同的两个 Cu-Ni 合金铸件, 一个含 90% Ni, 另一个含 50% Ni, 铸后自然冷却, 问哪个铸件的偏析较严重?

16. 二元匀晶相图、共晶相图与合金的机械性能、物理性能和工艺性能存在什么关系?

17. 为什么铸造合金常选用接近共晶成分的合金? 为什么要进行压力加工的合金常选用单相固溶体成分的合金?

第四章 铁 碳 合 金

1. 何谓金属的同素异构转变?试画出纯铁的结晶冷却曲线和晶体结构变化图。
2. 简述纯铁的性能和用途。
3. 为什么 γ -Fe 和 α -Fe 的比容不同?一块质量一定的铁发生 γ -Fe $\xrightarrow{910^{\circ}\text{C}}$ α -Fe 转变时,其体积如何变化?
4. 何谓铁素体(F)、奥氏体(A)、渗碳体(C)、珠光体(P)、莱氏体(Ld)? 它们的结构、组织形态、性能等各有何特点?
5. 画出 Fe-Fe₃C 相图,指出图中 S 、 C 、 J 、 H 、 E 、 P 、 N 、 G 及 GS 、 SE 、 PQ 、 PSK 各点、线的意义,并标出各相区的相组成物和组织组成物。
6. 简述 Fe-Fe₃C 相图中三个基本反应:包晶反应、共晶反应及共析反应,写出反应式,注出含碳量及温度。
7. 何谓碳素钢?何谓白口铁?两者的成分、组织和性能有何差别?
8. 分析含碳量分别为 0.20%、0.60%、0.80%、1.0% 的铁碳合金从液态缓冷至室温时的结晶过程和室温组织。
9. 说明含碳量分别为 3.2%、4.3% 和 4.7% 的铁碳合金的结晶过程和室温组织。
10. 指出下列名词的主要区别:
 - (1) 莱氏体与变态莱氏体;
 - (2) 一次渗碳体、二次渗碳体、三次渗碳体、共晶渗碳体与共析渗碳体;
 - (3) 热脆与冷脆。
11. 根据 Fe-Fe₃C 相图,计算:
 - (1) 室温下,含碳 0.6% 的钢中珠光体和铁素体各占多少;
 - (2) 室温下,含碳 1.2% 的钢中珠光体和二次渗碳体各占多少;
 - (3) 铁碳合金中,二次渗碳体和三次渗碳体的最大百分含量。
12. 某工厂仓库积压了许多碳钢(退火状态),由于钢材混杂,不知道钢的化学成分,现找出其中一根,经金相分析后,发现其组织为珠光体+铁素体,其中铁素体占 80%,问此钢材的含碳量大约是多少?
13. 对某退火碳素钢进行金相分析,其组织的相组成物为铁素体+渗碳体(粒状),其中渗碳体占 18%,问此碳钢的含碳量大约是多少?
14. 对某退火碳素钢进行金相分析,其组织为珠光体+渗碳体(网状),其中珠光体占 93%,问此碳钢的含碳量大约是多少?
15. 根据 Fe-Fe₃C 相图,说明产生下列现象的原因:
 - (1) 含碳量为 1.0% 的钢比含碳量为 0.5% 的钢硬度高;
 - (2) 在室温下,含碳 0.8% 的钢其强度比含碳 1.2% 的钢高;
 - (3) 变态莱氏体的塑性比珠光体的塑性差;
 - (4) 在 1100°C,含碳 0.4% 的钢能进行锻造,含碳 4.0% 的生铁不能锻造;
 - (5) 钢锭在 950~1100°C 正常温度下轧制,有时会造成锭坯开裂;

- (6) 一般要把钢材加热到高温(约 $1000\sim 1250^{\circ}\text{C}$)下进行热轧或锻造;
- (7) 钢铆钉一般用低碳钢制成;
- (8) 绑扎物件一般用铁丝(镀锌低碳钢丝), 而起重机吊重物却用钢丝绳(用 60、65、70、75 等钢制成);
- (9) 钳工锯 T8、T10、T12 等钢料时比锯 10、20 钢费力, 锯条容易磨钝;
- (10) 钢适宜于通过压力加工成形, 而铸铁适宜于通过铸造成形。
- 16. Fe-Fe₃C 相图在生产实践中有何指导意义? 有何局限性?
- 17. 钢中常存杂质有哪些? 对钢的性能有何影响?
- 18. 试述碳钢的分类及牌号的表示方法。
- 19. 低碳钢、中碳钢及高碳钢是如何根据含碳量划分的? 分别举例说明它们的用途。
- 20. 指出下列各种钢的类别、主要特点及用途:
 - (1) A3; (2) B2F; (3) 45; (4) T12A。

第五章 钢的热处理

1. 何谓钢的热处理? 钢的热处理操作有哪些基本类型? 试说明热处理同其它工艺过程的关系及其在机械制造中的地位 and 作用。

2. 解释下列名词:

- (1) 奥氏体的起始晶粒度、实际晶粒度、本质晶粒度;
- (2) 珠光体, 索氏体, 屈氏体, 贝氏体, 马氏体;
- (3) 奥氏体, 过冷奥氏体, 残余奥氏体;
- (4) 退火, 正火, 淬火, 回火, 冷处理, 时效处理(尺寸稳定处理);
- (5) 淬火临界冷却速度(V_k), 淬透性, 淬硬性;
- (6) 再结晶, 重结晶;
- (7) 调质处理, 变质处理。

3. 指出共析碳钢加热时奥氏体形成的几个阶段, 并说明亚共析碳钢及过共析碳钢奥氏体形成的主要特点。

4. 指出影响奥氏体形成速度和奥氏体实际晶粒度的因素。

5. 指出 A_1 、 A_3 、 A_{cm} ; A_{c1} 、 A_{c3} 、 A_{cm} ; A_{r1} 、 A_{r3} 、 A_{rcm} 各临界点的意义。

6. 何谓本质细晶粒钢? 本质细晶粒钢的奥氏体晶粒是否一定比本质粗晶粒钢的细?

7. 有甲、乙两种钢, 同时加热至 1150°C , 保温两小时, 经金相显微组织检查, 甲钢奥氏体晶粒度为 3 级, 乙钢为 6 级。由此能否得出结论: 甲钢是本质粗晶粒钢, 而乙钢是本质细晶粒钢?

8. 为什么用铝脱氧的钢及加入少量 Ti、Zr、V、Nb、W 等合金元素的钢都是本质细晶粒钢? 奥氏体晶粒大小对转变产物的机械性能有何影响?

9. 将 20 钢及 60 钢同时加热至 860°C , 并保温相同时间, 问哪种钢奥氏体晶粒粗大些?

10. 珠光体类型组织有哪几种? 它们在形成条件、组织形态和性能方面有何特点?

11. 贝氏体类型组织有哪几种? 它们在形成条件、组织形态和性能方面有何特点?

12. 马氏体组织有哪几种基本类型? 它们的形成条件、晶体结构、组织形态、性能有何特

点?马氏体的硬度与含碳量关系如何?

13. 何谓连续冷却及等温冷却?试绘出奥氏体这两种冷却方式的示意图。

14. 说明共析碳钢 C 曲线各个区、各条线的物理意义,并指出影响 C 曲线形状和位置的主要因素。

15. 试比较共析碳钢过冷奥氏体等温转变曲线与连续转变曲线的异同点。

16. 淬火临界冷却速度 V_k 的大小受哪些因素影响?它与钢的淬透性有何关系?

17. 钢获得马氏体组织的条件是什么?与钢的珠光体相变及贝氏体相变比较,马氏体相变有何特点?

18. 将 $\phi 5\text{mm}$ 的 T8 钢加热至 760°C 并保温足够时间,问采用什么样的冷却工艺可得到如下组织:

珠光体,索氏体,屈氏体,上贝氏体,下贝氏体,屈氏体+马氏体,马氏体+少量残余奥氏体;

在 C 曲线上描出工艺曲线示意图。

19. 退火的主要目的是什么?生产上常用的退火操作有哪几种?指出退火操作的应用范围。

20. 何谓球化退火?为什么过共析钢必须采用球化退火而不采用完全退火?

21. 确定下列钢件的退火方法,并指出退火目的及退火后的组织:

(1) 经冷轧后的 15 钢板,要求降低硬度;

(2) ZG35 的铸造齿轮;

(3) 锻造过热的 60 钢锻坯;

(4) 具有片状渗碳体的 T12 钢坯;

22. 正火与退火的主要区别是什么?生产中应如何选择正火及退火?

23. 指出下列零件的锻造毛坯进行正火的主要目的及正火后的显微组织:

(1) 20 钢齿轮; (2) 45 钢小轴; (3) T12 钢锉刀。

24. 一批 45 钢试样(尺寸 $\phi 15 \times 10\text{mm}$),因其组织、晶粒大小不均匀,需采用退火处理。拟采用以下几种退火工艺:

(1) 缓慢加热至 700°C ,保温足够时间,随炉冷却至室温;

(2) 缓慢加热至 840°C ,保温足够时间,随炉冷却至室温;

(3) 缓慢加热至 1100°C ,保温足够时间,随炉冷却至室温;

问上述三种工艺各得到何种组织?若要得到大小均匀的细小晶粒,选何种工艺最合适?

25. 在生产中常用增加钢中珠光体数量的方法来提高亚共析钢的强度,为此应采用何种热处理工艺?为什么?

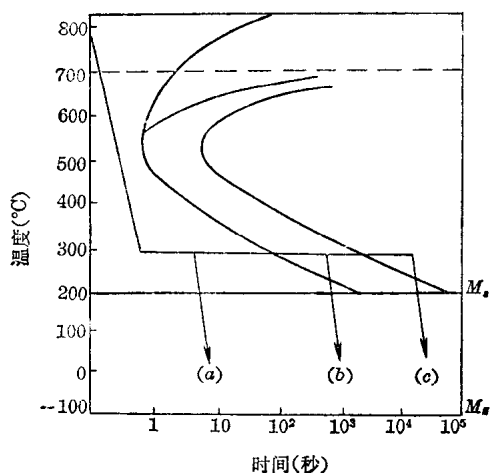
26. 淬火的目的是什么?亚共析碳钢及过共析碳钢淬火加热温度应如何选择?试从获得的组织及性能等方面加以说明。

27. 常用的淬火方法有哪几种?说明它们的主要特点及其应用范围。

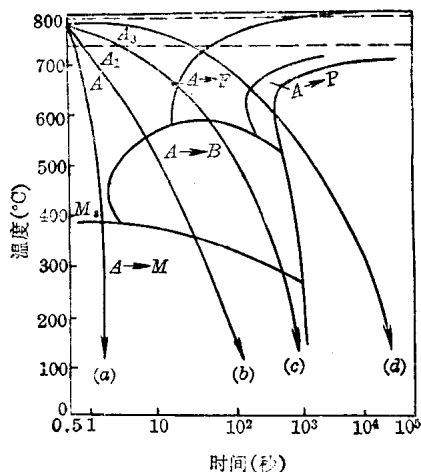
28. 常用的淬火冷却介质有哪些?说明其冷却特性、优缺点及应用范围。

29. 某钢的等温转变曲线如图所示,试说明该钢在 300°C 经不同时间等温后,按(a)、(b)、(c)线冷却后得到的组织。

30. 某钢的连续冷却转变曲线如图所示,试指出该钢按图中(a)、(b)、(c)、(d)速度冷却



(第五章题 29 图)



(第五章题 30 图)

后得到的室温组织。

31. 说明 45 钢试样($\phi 10 \text{ mm}$)经下列温度加热、保温并在水中冷却得到的室温组织: 700°C , 760°C , 840°C , 1100°C 。

32. 有两个含碳量为 1.2% 的碳钢薄试样, 分别加热到 780°C 和 860°C 并保温相同时间, 使之达到平衡状态, 然后以大于 V_k 的冷却速度冷至室温。试问:

- (1) 哪个温度加热淬火后马氏体晶粒较粗大?
- (2) 哪个温度加热淬火后马氏体含碳量较多?
- (3) 哪个温度加热淬火后残余奥氏体较多?
- (4) 哪个温度加热淬火后未溶碳化物较少?
- (5) 你认为哪个温度淬火合适? 为什么?

33. 指出下列工件的淬火及回火温度, 并说明其回火后获得的组织和大致硬度:

- (1) 45 钢小轴(要求综合机械性能);
- (2) 60 钢弹簧;
- (3) T12 钢锉刀。

34. 为什么工件经淬火后往往会产生变形, 有的甚至开裂? 减小变形及防止开裂有哪些途径?

35. 简述常见淬火缺陷及其产生原因。

36. 淬透性与淬硬层深度两者有何联系和区别? 影响钢淬透性的因素有哪些? 影响钢制零件淬硬层深度的因素有哪些?

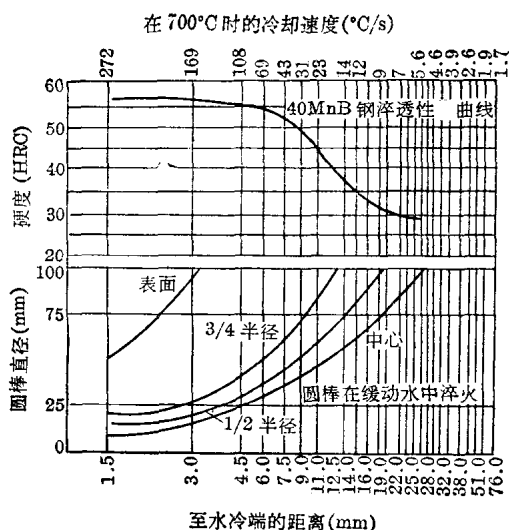
37. 钢的淬硬层深度通常是怎样规定的? 用什么方法测定结构钢的淬透性? 怎样表示钢的淬透性值?

38. 指出下列符号的意义:

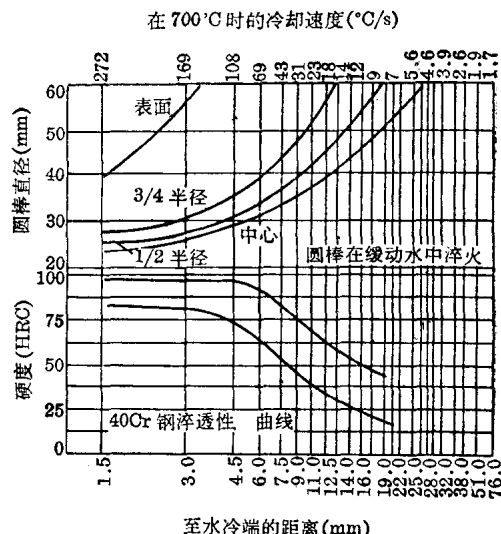
- (1) $J \frac{42}{6}$; (2) $J \frac{36}{10-15}$; (3) $J \frac{30-35}{10}$ 。

39. 机械设计中应如何考虑钢的淬透性?

40. 欲选用 40MnB 制造圆柱形工件, 在水中淬火后要求距中心 $3/4$ 半径处的硬度不



(第五章题 40 图)



(第五章题 41 图)

低于 HRC 45, 试问工件截面的最大半径可以是多大? (40MnB 钢淬透性曲线如图所示)

41. 选用 40Cr 钢制造一根 $\phi 55$ mm 的轴。试画出经水中淬火后沿截面的硬度分布图。(40Cr 钢淬透性曲线如图所示)

42. 回火的目的是什么? 常用的回火操作有哪几种? 指出各种回火操作得到的组织、性能及其应用范围。

43. 指出下列组织的主要区别:

- (1) 索氏体与回火索氏体;
- (2) 屈氏体与回火屈氏体;
- (3) 马氏体与回火马氏体。

44. 甲、乙两厂生产同一批零件, 材料均选用 45 钢, 硬度要求 HB 220~250。甲厂采用正火, 乙厂采用调质, 都达到硬度要求。试分析甲、乙两厂产品的组织和性能的差别。

45. 表面淬火的目的是什么? 常用的表面淬火方法有哪几种? 比较它们的优缺点及应用范围。并说明表面淬火前应采用何种预先热处理。

46. 为了合理分布淬硬区及防止变形开裂, 轴类和齿轮类零件感应加热时应注意哪些问题?

47. 化学热处理包括哪几个基本过程? 常用的化学热处理方法有哪几种?

48. 渗碳的主要目的是什么? 渗碳层深度一般是怎样规定的? 试以汽车、拖拉机齿轮为例说明怎样选择渗碳层深度。

49. 试述一般渗碳件的工艺路线, 并说明其技术条件的标注方法。

50. 氮化的主要目的是什么? 说明氮化的主要特点及应用范围。

51. 碳氮共渗的主要目的是什么? 中温气体碳氮共渗与气体渗碳相比有何优缺点?

52. 试说明表面淬火、渗碳、氮化热处理工艺在用钢、性能、应用范围等方面的差别。

53. 拟用 T10 制造形状简单的车刀, 工艺路线为:

锻造——热处理——机加工——热处理——磨加工

(1) 试写出各热处理工序的名称并指出各热处理工序的作用;

(2) 制订最终热处理工艺规范(温度、冷却介质);

(3) 指出最终热处理后的显微组织及大致硬度。

54. 选择下列零件的热处理方法,并编写简明的工艺路线(各零件均选用锻造毛坯,且钢材具有足够的淬透性):

(1) 某机床变速箱齿轮(模数 $m=4$),要求齿面耐磨,心部强度和韧性要求不高,材料选用 45 钢;

(2) 某机床主轴,要求有良好的综合机械性能,轴颈部分要求耐磨(HRC 50~55),材料选用 45 钢;

(3) 镗床镗杆,在重载荷下工作,精度要求极高,并在滑动轴承中运转,要求镗杆表面有极高的硬度,心部有较高的综合机械性能,材料选用 38CrMoAlA。

55. 某型号柴油机的凸轮轴,要求凸轮表面有高的硬度(HRC>50),而心部具有良好的韧性($A_k>40J$),原采用 45 钢调质处理再在凸轮表面进行高频淬火,最后低温回火,现因工厂库存的 45 钢已用完,只剩 15 钢,拟用 15 钢代替。试说明:

(1) 原 45 钢各热处理工序的作用;

(2) 改用 15 钢后,仍按原热处理工序进行能否满足性能要求?为什么?

(3) 改用 15 钢后,为达到所要求的性能,在心部强度足够的前提下应采用何种热处理工艺?

第六章 合 金 钢

1. 为什么比较重要的大截面的结构零件如重型运输机械和矿山机器的轴类,大型发电机转子等都必需用合金钢制造?与碳钢比较,合金钢有何优缺点?

2. 合金钢中经常加入的合金元素有哪些?怎样分类?

3. 合金元素 Mn、Cr、W、Mo、V、Nb、Ni、Si、Al、Co 在室温的退火钢中如何分布?它们对钢中基本相有何影响?

4. 合金元素 Mn、Cr、W、Mo、V、Ti、Zr、Ni 对钢的 C 曲线和 M_s 点有何影响?将引起钢在热处理、组织和性能方面的什么变化?

5. 合金元素对回火转变有何影响?

6. 解释下列现象:

(1) 在相同含碳量情况下,除了含 Ni 和 Mn 的合金钢外,大多数合金钢的热处理加热温度都比碳钢高;

(2) 在相同含碳量情况下,含碳化物形成元素的合金钢比碳钢具有较高的回火稳定性;

(3) 含碳量 $\geq 0.40\%$ 、含铬 12% 的铬钢属于过共析钢,而含碳 1.5%、含铬 12% 的钢属于莱氏体钢;

(4) 高速钢在热锻或热轧后,经空冷获得马氏体组织。

7. 何谓渗碳钢?为什么渗碳钢的含碳量均为低碳?合金渗碳钢中常含哪些合金元素?它们对渗碳钢的热处理、组织和性能有何影响?为什么合金元素含量被限制在一定范围之内?为什么常用渗碳钢在渗碳淬火之后都要进行低温回火?

8. 试以 15Cr、20Cr、20CrMnTi、18Cr2Ni4W 四种钢为例,说明低淬透性、中淬透性、