



21世纪高等学校机械科学系列教材
21st Century Mechanical Science Textbook Series for Higher Education

工程材料与机械制造基础习题集

杨方 王玉 主编



西北工业大学出版社
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY PRESS

Workbook For Engineering Material and Manufacturing Technology Fundamentals

□策划编辑/雷 鹏 □责任编辑/雷 鹏 □封面设计/小 果



ISBN 7-5612-1431-6



9 787561 214312 >

ISBN 7-5612-1431-6/TB · 20

定价: 6.00元

工程材料与机械制造基础习题集

主 编 杨方 王玉

班 级 _____

学 号 _____

姓 名 _____

【内容简介】 本习题集是依据最新出版的国家工科机械基础教学基地系列教材《工程材料及成形工艺基础》(齐乐华主编)、《机械加工工艺基础》(杨方主编)的教学内容而编写的配套教材,是在总结近年来的探索、改革和实践经验的基础上编写而成的。

本习题集分为两大部分:第1部分工程材料及成形工艺基础,共6章内容,第2部分机械加工工艺基础,共5章内容。

本习题集可供高等工科院校机械类及机电类专业本、专科生使用。

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路127号 邮编:710072

电 话:(029) 8493844

网 址:<http://www.nwpup.com>

印 刷 者:西北工业大学出版社印刷厂

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:4.5

字 数:100千字

版 次:2002年8月第1版 2002年8月第1次印刷

书 号:ISBN 7-5612-1431-6/TB·20

印 数:1~5 000册

定 价:6.00元



21 世纪高等学校
机械科学系列教材

国家工科机械基础
教学基地系列教材

陕西省机械基础
系列课程教改教材

前 言

本习题集是依据最新出版的国家工科机械基础教学基地系列教材《工程材料及成形工艺基础》(齐乐华主编)、《机械加工工艺基础》(杨方主编)的教学内容而编写的配套教材,是为适应 21 世纪人才培养要求及遵循机械基础课程体系改革精神,在总结近年来的探索、改革和实践经验的基础上编写而成的。

本习题集分为两大部分。第 1 部分为工程材料及成形工艺基础,共 6 章,内容为:工程材料及热处理、铸造、压力加工、焊接、非金属材料及复合材料成型方法简介、毛坯成形方法选择及结构设计。第 2 部分为机械加工工艺基础,共 5 章,内容为:金属切削加工的基础知识、金属切削机床的基础知识、零件表面的加工方法、零件的结构工艺性、机械加工过程的基本知识。

本习题集每章包括“本章重点”及“习题”两部分内容。本章重点为提示要点,便于学生复习和掌握课程基本要求。习题中包括作业题与思考题,有判断、填空、选择和简答等多种形式。所选题目反映了课程基本要求并尽量与生产实际相结合,以便于培养学生分析、解决实际问题的能力。每题中均留有空白,便于学生直接在习题集上做练习,也便于教师审阅批改。

本习题集可供高等工科院校机械类及机电类专业本、专科生使用。

本习题集由西北工业大学杨方、王玉任主编;编写分工是:王玉编写第 1 部分第 1 章及第 4~6 章,赵志龙编写第 1 部分第 2 章,齐乐华编写第 1 部分第 3 章,杨方编写绪论及第 2 部分第 1~3 章,任海果编写第 2 部分第 4 章和第 5 章。

本习题集中的部分题目选自其他兄弟院校的教材,谨向各题目设计者表示谢意。由于编者水平有限,难免出现不妥之处,敬请读者指正。

编 者

2002 年 6 月

目 录

第 1 部分 工程材料及成形工艺基础

第 1 章	工程材料及热处理	1
第 2 章	铸造	10
第 3 章	压力加工	19
第 4 章	焊接	27
第 5 章	非金属材料及复合材料成型方法简介	35
第 6 章	毛坯成形方法选择及结构设计	36

第 2 部分 机械加工工艺基础

第 1 章	金属切削加工的基础知识	39
第 2 章	金属切削机床的基础知识	44
第 3 章	零件表面的加工方法	47
第 4 章	机械零件的结构工艺性	56
第 5 章	机械加工工艺过程的基础知识	59
参考文献		64

第 1 部分 工程材料及成形工艺基础

第 1 章 工程材料及热处理

本章重点

本章重点是材料的力学性能;金属及合金的晶体结构与结晶;铁碳合金的组织与性能;钢的热处理及材料改性;工程材料的种类、性能及应用;机械零件的失效分析与选材。

一、工程材料的类型和力学性能

工程材料一般可分为金属材料、高分子材料、陶瓷材料和复合材料等几大类。其中,在工程中应用最广泛的是金属材料,它包括黑色金属(钢铁等)和有色金属(如铝、铜、镁、钛及其合金、轴承合金等)两类。

力学性能是金属材料重要的使用性能。常用的力学性能指标有:屈服强度($\sigma_s, \sigma_{0.2}$)、抗拉强度(σ_b)、延伸率(δ)、断面收缩率(φ)、冲击韧性(α_k)、硬度(HBS, HRC)和疲劳强度(σ_{-1})。

二、合金的晶体结构与结晶

不同的金属具有不同的力学性能,即使是同一种金属,在不同的状态下其性能也不同,其根本原因在于金属的晶体结构和组织。常见的金属晶格类型有体心立方、面心立方和密排六方晶格。实际金属一般情况下都是多晶体结构,且或多或少地存在着晶体缺陷,晶体缺陷有点缺陷、线缺陷和面缺陷三种类型。晶体缺陷的存在将引起金属性能的变化,并会强烈影响金属的变形与断裂、金属的扩散、金属的结晶、固态相变等过程。金属由液态转变为固态的过程称为结晶。结晶条件不同,晶粒大小有很大差别,晶粒越细小,金属的强度、塑性和韧性越好。这种强化方式称为细晶强化,是金属强化的基本方式之一。因此,在生产中常采用增大过冷度、变质处理和振动等方法来细化晶粒,以改善金属材料的力学性能。

三、铁碳合金的组织与性能

工程上应用的金属材料主要是合金,由于构成合金各组元之间的相互作用不同,合金有固溶体、金属化合物和机械混合物三种组织。合金的成分、温度和组织之间的关系可以用相图来表示。工业中广泛应用的钢铁材料是由铁和碳组成的二元合金,其基本组织有铁素体、奥氏体、渗碳体、珠光体和莱氏体。随着钢中含碳量的增加,合金的硬度增加,而塑性、韧性不断降低;含

碳量低于 0.9% 时,钢的强度随着含碳量的增加而增加,当含碳量达到 0.9% 后,由于沿晶界形成连续的网状二次渗碳体,钢的强度开始迅速下降。

四、钢的热处理及材料改性

热处理是通过控制加热、保温和冷却过程来改变金属材料的组织,以改善金属材料的工艺性能和使用性能的重要方法,其核心问题是钢在加热和冷却过程中组织与性能的变化规律。热处理的一个最重要的特点是在处理前后基本上不改变工件的形状和尺寸。可进行热处理的先决条件是材料在加热和冷却过程中具有同素异构转变或在固态下有溶解度的变化。

常用热处理工艺包括退火、正火、淬火、回火及表面热处理和表面化学热处理。要求熟悉常用热处理工艺方法的特点及应用。

五、常用工程材料

金属材料是工程应用中的支柱材料。其中,钢是制造各种机器零件和结构的主要材料,钢的种类很多,可按化学成分、质量和用途对钢分类。按其用途不同,钢可分为结构钢、工具钢、特殊性能钢。铸铁是含碳量大于 2.11% 的铁碳合金,具有良好的减振、减摩性、切削加工性和铸造性能。影响铸铁组织和性能的关键是碳的存在形态、大小及分布。

高分子材料、陶瓷材料和复合材料是工业中使用的三大类非金属材料。要求了解各类材料的分类、性能特点及应用。

六、机械零件的失效分析与选材

产品失效是指产品在使用过程中失去原设计功能。要获得可靠的产品,须从结构设计、合理选材、毛坯制造、机械加工和安装使用等方面综合考虑。要求了解零件失效的原因、主要形式及机械零件选材的一般原则。

习 题

一、填空题

1. 工程材料的使用性能包括_____、_____和_____。
2. 金属材料常用的力学性能指标有:_____表示抗拉强度;_____表示屈服强度;_____表示硬度;_____和_____表示塑性;_____表示冲击韧性。
3. 典型的金属晶体结构有_____、_____和_____三种。
4. 纯铁具有同素异构性,当加热到 912℃ 时,将由_____晶格的_____铁转变为_____晶格的_____铁,加热到 1 394℃ 时,又由_____晶格的_____铁转变为_____晶格的_____铁。
5. 金属的结晶过程是由_____与_____组成,而且这两个过程是_____。

6. 液态金属冷却到_____以下才开始结晶的现象称为_____现象。
7. 金属的_____之差,称为_____,用_____表示。
8. 实际金属结晶时,其形核方式有_____和_____两种,其中,_____又称为变质处理。
9. 金属结晶后的晶粒越细小,_____和_____越高,而且_____和_____也越好。细化晶粒可以采用_____、_____和_____等方法。
10. 合金是由_____组成的具有_____特性的物质;组成合金的基本物质称为_____。
11. 金属或合金中,具有_____、_____的均匀组成部分称为相,相与相之间有明显的_____。
12. 由于构成合金各组元之间的相互作用不同,合金的结构有_____,_____和_____三种。
13. 合金结晶形成固溶体时,会引起晶格畸变,使得合金的_____和_____提高,而_____下降的现象称为固溶强化。
14. 铁碳合金是由_____和_____组成的二元合金,其基本组织有_____,_____,_____和_____五种。
15. 固溶强化的实质是由于_____与_____的弹性交互作用,阻碍了_____的运动。
16. 通常情况下,多晶体不具有方向性,但当金属的塑性变形量很大时,金属的性能会表现出明显的_____,_____的强度和塑性远大于_____。
17. 珠光体是通过_____反应得到的由_____和_____组成的片层状组织,片间距越小,其力学性能_____。
18. 请说明铁碳相图中下述特征线的含义:
- (1) ECF 线是_____线;
- (2) PSK 线是_____线;
- (3) GS 线是_____线;
- (4) ES 线是_____线。
19. 钢的热处理是通过_____,_____和_____,以改变钢的内部_____,从而改善钢的_____。
20. 共析钢过冷奥氏体在 $550 \sim 700^{\circ}\text{C}$ 温度范围转变所得到的组织为_____类型组织,转变温度越低,_____。
21. 马氏体是_____固溶体,其转变温度范围为_____。

_____,其性能特点是_____。

22. 退火的冷却方式是_____,常用的退火方法有_____,
_____,_____及_____等。退火的主要目的是_____。

23. 淬火的冷却特点是_____,所得到的组织是_____。

24. 钢件淬火后应进行_____火,以消除_____,防止工件_____和_____。

25. 钢的淬硬性是指钢在_____;淬硬性主要取决与_____。

26. 调质处理是指_____加_____的热处理工艺,钢件经调质处理后,可以获得良好的_____性能。

27. 形变热处理是一种将_____和_____相结合的工艺,形变热处理后可以提高钢的_____。

28. 碳钢的分类方法有多种:

(1) 按钢中含碳量不同分为_____,_____和_____,其含碳量分别为_____,_____和_____。

(2) 按钢的用途不同分为_____,_____和_____。

29. 合金钢按用途可分为_____,_____和_____三类。

30. 根据碳在铸铁中的存在形式不同,铸铁分为_____,
_____和_____。

31. 球墨铸铁是经过_____和_____处理后获得的具有球状石墨的铸铁,它的_____性能与碳钢相近,并具有良好的切削加工性能和_____工艺性能。

32. 常用的工程材料除金属材料外,还有_____,
_____和_____等。

33. 按基体材料不同,复合材料可分为_____复合材料和_____复合材料。

34. 零件使用过程中,由于某种原因_____的现象称为失效。

二、判断题(在正确的题后打“√”,在错误的题后打“×”)

1. 金属材料的屈服强度都是用 $\sigma_{0.2}$ 来表示的。 ()
2. 材料的弹性越好,其塑性也越好。 ()
3. 金属结晶时,冷却速度越快,过冷度越大,则结晶后晶粒越细小。 ()
4. 金属结晶后的晶粒越小,晶界数量越多,则性能越差。 ()
5. 金属的热变形可以细化晶粒。 ()

6. 碳钢冷变形后因产生加工硬化而强度提高,但在热变形时因不产生加工硬化,故性能得不到改善。 ()
7. 钢中含碳量的增加,其硬度提高,强度也提高。 ()
8. 溶质原子与基体金属的原子尺寸相差越大,强度也越大。 ()
9. 钢热处理后的组织及性能,不仅取决于冷却速度,也受加热温度的影响。 ()
10. 单晶体金属具有各向异性,而多晶体金属一般不显示各向异性。 ()
11. 金属再结晶后晶粒的大小,只与加热温度和保温时间有关,而与金属的塑性变形程度无关。 ()
12. 不同晶格类型,原子排列的密度不同,因此,金属进行同素异构转变时,将引起金属体积的变化。 ()
13. 渗碳体在钢中是强化相,所以,组织中渗碳体量越多,强度越高。 ()
14. T13 钢的硬度很高,故在切削加工前应进行完全退火,以降低硬度。 ()
15. 回火后钢的机械性能主要决定于回火温度而不是冷却速度。 ()
16. T12 是含碳量较高的碳素工具钢,不仅可以制作锉刀,也可用来制作钻头。 ()
17. 所有金属材料都可以通过热处理来改变组织,从而改善其性能。 ()
18. 热处理是强化金属材料的惟一途径。 ()
19. 表面热处理是一种以改变工件表层组织和性能为目的的工艺。 ()
20. 热处理只改变工件的组织与性能,而化学热处理不仅可以改变工件表层的组织与性能,还可以改变工件表层的化学成分。 ()
21. 目前在机械工程中所使用的材料都是金属材料。 ()
22. 渗碳钢多用来制造硬度高,耐磨性好的零件,因此常用渗碳钢的含碳量都很高。 ()
23. 与灰口铸铁相比,可锻铸铁具有较高的强度和韧性,故可以用来生产锻件。 ()
24. 钛是一种具有同素异构性的有色金属,可以通过热处理进行强化。 ()
25. 不但金属材料具有同素异构现象,一些无机非金属晶体材料,也存在同素异构转变。 ()
26. 复合材料具有许多优良的性能,比强度、比模量、抗疲劳强度及高温性能均高于金属材料,已完全可以取代金属材料。 ()
27. 造成零件失效的原因主要是零件设计、选材、加工、装配与使用不当等方面的原因。 ()

三、选择题

1. 珠光体是下述()反应的产物。
A. 共晶反应 B. 匀晶反应 C. 共析反应 D. 次生相析出反应
2. 过共析钢在冷却过程中遇到 ES 线时,将发生的反应是()。
A. 共析反应 B. 匀晶反应 C. 次生相析出反应 D. 共晶反应
3. Fe-Fe₃C 相图中的 GS 线是()。
A. 冷却时从 A 析出 F 的开始线 B. 冷却时从 A 析出 Fe₃C 的开始线
C. 加热时从 A 析出 F 的开始线 D. 加热时 A 溶入 F 的开始线
4. 下述钢中强度最高的是()。

A. T8 钢 B. 45 钢 C. 65 钢 D. T13 钢

5. 下述金属中硬度最高的是()。

A. 40 钢 B. 30CrMnSi C. T8 钢 D. 铸铁

6. Q235A 属于()。

A. 合金钢 B. 普通碳素结构钢 C. 优质碳素结构钢 D. 工具钢

7. T12A 属于()。

A. 合金钢 B. 工具钢
C. 优质碳素结构钢 D. 高级优质碳素工具钢

8. 40CrNiMo 是一种合金结构钢,元素符号前面的数字 40 表示的是()。

A. 钢中含碳量的千分数 B. 钢中含碳量的万分数
C. 钢中含碳量的百分数 D. 钢中合金元素的总含量

9. 9Mn2V 是一种合金工具钢,元素符号前面的数字 9 表示的是()。

A. 钢中含碳量的百分数 B. 钢中含碳量的千分数
C. 钢中含碳量的万分数 D. 钢中合金元素的总含量

10. 机床主轴要求具有良好的综合力学性能,制造时,应选用的材料及热处理工艺是()。

A. 20 钢,淬火+高温回火 B. 45 钢,淬火+高温回火
C. T8 钢,淬火+低温回火 D. 45 钢,正火

11. 制造锉刀、模具时,应选用的材料及热处理工艺是()。

A. 45 钢,淬火+高温回火 B. T12 钢,淬火+低温回火
C. T8 钢,淬火+高温回火 D. T12 钢,正火

12. 弹簧及一些要求具有较高屈服极限的热作模具等,常采用的热处理工艺是()。

A. 淬火+低温回火 B. 淬火+中温回火
C. 表面淬火 D. 退火

13. 15 钢零件在切削加工前,进行正火处理的目的是()。

A. 消除应力,防止工件加工后变形 B. 降低硬度以便于切削加工
C. 适当提高硬度以便于切削加工 D. 消除网状二次渗碳体

14. T12 钢棒在球化退火前,进行正火处理的目的是()。

A. 消除应力 B. 适当提高硬度以便于切削加工
C. 消除网状二次渗碳体 D. 降低硬度以便于切削加工

15. 将白口铸铁通过高温石墨化退火或氧化脱碳处理,改变其金相组织而获得的具有较高韧性的铸铁,称为()。

A. 可锻铸铁 B. 灰口铸铁 C. 球墨铸铁 D. 蠕墨铸铁

16. 由两层或两层以上不同材料结合而成的层状复合材料,如双金属材料等,称为()。

A. 纤维增强复合材料 B. 颗粒增强复合材料
C. 层合复合材料 D. 骨架复合材料

四、简答题

1. 在金属结晶过程中,细化晶粒的方法有哪些? 为什么?

2. 合金中的固溶体与金属化合物在晶体结构和机械性能上有何区别?

3. 在图 1-1 上用曲线表示:在固态下纯铁棒的长度(l) L/mm 随着温度升高的变化规律,并说明其原因。

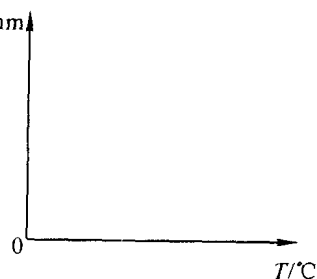


图 1-1

4. 碳量分别为 0.20%, 0.45%, 0.80%, 1.3% 的碳钢,自液态缓冷至室温后,所得组织有何区别? 并定性地比较这四种钢的 σ_b 和 HRC。

含碳量	0.20%	0.45%	0.80%	1.3%
室温组织				
σ_b				
HRC				

5. 三块形状和颜色完全相同的铁碳合金,分别是 15 钢、60 钢和白口铸铁,用什么简便方法可迅速区分它们?

6. 说明下列零件毛坯进行正火的主要目的及正火后的组织:

(1) 20 钢锻造的齿轮毛坯:_____

(2) 45 钢锻造的机床主轴毛坯:_____

(3) T12 轧制而成的锉刀毛坯(组织为网状 Fe_3C_{II} 和片状珠光体):_____

7. 用中碳钢板弯制成图 1-2 所示的 U 形试样, 在未弯至预定的形状前, 已在钢板的外沿出现裂纹。试问这是由于材料的哪种机械性能不足造成的? 为避免钢板外沿开裂, 应改用低碳钢还是高碳钢? 为什么?

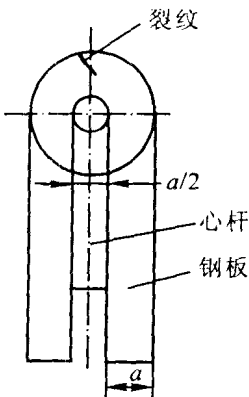


图 1-2

8. 淬火后, 为什么一般都要及时进行回火? 回火后钢的力学性能为什么主要是决定于回火温度而不是冷却速度?

9. 两根 $\Phi 18 \times 200$ 的轴, 一根用 20 钢经 920°C 渗碳后直接淬火及 180°C 回火, 硬度为 $58 \sim 62 \text{ HRC}$, 另一根用 20CrMnTi 钢亦经 920°C 渗碳后直接淬火, 并经 -80°C 冰冷处理后再进行 180°C 回火, 硬度为 $60 \sim 64 \text{ HRC}$ 。试分析这两根轴的表层和心部的组织及其性能有何区别。

10. 一直径为 $\Phi 15$ 的退火态 45 钢圆棒 AB, 一端加热至 1000°C , 经保温后, 在不同距离处测得温度如图 1-3 所示。然后将圆棒放入冷水中快速冷至室温, 请写出各测温点的组织。

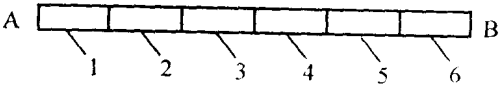


图 1-3

测温点序号	1	2	3	4	5	6
加热时达到的温度/ $^{\circ}\text{C}$	20	400	680	740	830	1 000
室温组织						

11. 45 钢轴的生产工艺过程如下,试说明其中各热处理工序的目的。

锻造→正火→粗加工→调质→精加工→局部表面淬火+低温回火→磨削。

五、思考题

1. 机床摩擦片用于传动或主轴刹车,要求耐磨性好。选用 15 钢渗碳淬火,要求渗碳层 0.4~0.5 mm,淬火回火后硬度 40~45 HRC。加工摩擦片的工艺路线如下,试说明其中各热处理工序的目的。

下料→机加工→渗碳淬火及回火→机加工→回火

2. 高速钢为什么要经三次 560℃ 的回火? 能否改用一次较长时间的回火? 高速钢在 560℃ 回火是否为调质处理? 为什么?

3. 在生产上,铝硅合金常采用变质材料,为什么?

4. 简要说明复合材料的性能特点?

5. 零件的失效形式主要有哪些? 分析零件失效的主要目的是什么?

6. 在机械零件设计中,选择零件材料的一般原则是什么? 其中首先应考虑的是什么?

第2章 铸 造

本章重点

本章重点为成形理论基础;砂型铸造方法及其工艺设计;常用合金铸件生产特点;各种特种铸造方法的特点及适用范围;铸件结构的合理设计。

一、铸造成形理论基础

合金铸造性能包括合金的充型能力、收缩、偏析、氧化和吸气等。流动性、收缩性对铸件质量影响很大,流动性差时铸件易出现浇不足、冷隔等缺陷。影响液态合金流动性的因素包括合金成分、合金物理性质、合金的温度等;靠近共晶成分的铸造合金流动性最好。影响液态合金流动和液态温度保持时间的因素都会影响到合金液的充型能力。铸造合金的液态收缩和凝固收缩如得不到液态金属的补充,将在铸件最后凝固的区域产生缩孔和缩松缺陷,工艺上一般采用顺序凝固的措施来防止;固态收缩如受到阻碍将在铸件中产生铸造应力,甚至造成铸件的变形或裂纹。

二、砂型铸造方法及其工艺设计

砂型铸造是应用最广泛的铸造方法,分为手工造型和机器造型。铸造工艺图是直接在零件图上用规定的符号和颜色表达出铸造工艺方案,铸造工艺图所包含的内容有:浇注位置、分型面、型芯、加工余量、拔模斜度、铸造圆角、铸造收缩率、浇口、冒口、冷铁、不铸的孔和槽等。

三、特种铸造方法

特种铸造是除砂型铸造以外的其他铸造方法。常用的铸造方法有:熔模铸造、金属型铸造、压力铸造、离心铸造、低压铸造、陶瓷型铸造等。其生产特点各异,适用范围也不同,可根据铸件材料、尺寸、形状和生产批量等条件选用合适的铸造方法。

四、铸件结构的设计

设计铸件结构时,不仅应使其结构能满足零件的使用要求,还应考虑铸件成形的可行性和经济性,使所设计的铸件结构能够简化和方便铸造生产。良好的铸件结构应与金属的铸造性能、铸件的铸造工艺相适应。