

国外名校名著

WILEY

材料科学与工程基础

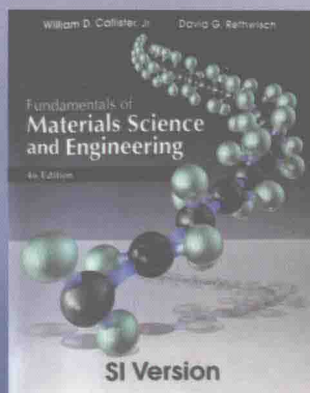
Fundamentals of Materials Science and Engineering

(原著第四版)

4th Edition

中译本

[美] 小威廉·卡丽斯特 (William D. Callister, Jr.) 著
大卫·来斯威什 (David G. Rethwisch)
郭 福 马立民 等译



化学工业出版社

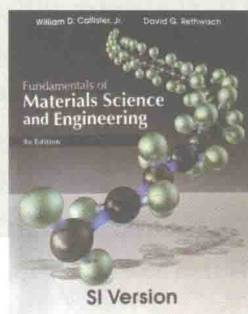
国外名校名著

材料科学与工程基础

Fundamentals of
Materials Science and Engineering

(原著第四版)
4th Edition

[美] 小威廉·卡丽斯特 (William D. Callister, Jr.) 著
大卫·来斯威什 (David G. Rethwisch)
郭福 马立民 等译



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是《材料科学与工程基础》的第四版，相比前三版，本版补充修改了若干新的章节，并对其他章节进行了修改和扩展。全书分为20章，分别介绍了导言；原子结构与原子键；金属和陶瓷的结构；高分子结构；固体缺陷；扩散；力学性能；变形和强化机制；失效；相图；相变；电学性能；材料类型及其应用；材料的合成、制备和加工；复合材料；材料腐蚀和降解；热学性能；磁学性能；光学性能；材料科学与工程学科中涉及的经济、环境及社会问题。附录部分给出了相关性能参数。

本书可供材料科学与工程专业师生参考，也可供相关行业从业人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

材料科学与工程基础/[美]卡丽斯特(Callister,W.D.), 来斯威什(Rethwisch,D.G.)著;郭福,马立民等译. —北京:化学工业出版社,2015.2
书名原文:Fundamentals of Materials Science and Engineering
ISBN 978-7-122-22495-8

I. ①材… II. ①卡…②来…③郭…④马… III. ①材料科学-高等学校-教材 IV. ①TB3

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第287582号

Fundamentals of Materials Science and Engineering, 4th edition/by William D. Callister, Jr. & David G. Rethwisch

ISBN 978-1-118-32269-7

Copyright © 2013 by John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

AUTHORIZED TRANSLATION OF THE EDITION PUBLISHED BY JOHN WILEY & SONS, New York, Chichester, Brisbane, Singapore AND Toronto. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of John Wiley & Sons Inc.

本书中文简体字版由 John Wiley & Sons, Inc. 授权化学工业出版社独家出版发行。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分,违者必究。

北京市版权局著作权合同登记号:01-2014-1369

责任编辑:王 婧 杨 菁
责任校对:边 涛

文字编辑:颜克俭
装帧设计:韩 飞

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:北京缤索印刷有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张52 字数1356千字 2016年8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。

无论是从古至今的人类文明兴衰，还是过去两个多世纪以来的全球经济发展，抑或是农业及工业机械自动化的进步、能源产出与消耗的急速增长，以及日新月异的信息交流网络在我们日常生活中的渗透，均离不开人类对材料本质的认知及对材料日趋精密与复杂的应用。如今，材料与能源、信息共同构成了支撑人类现代社会及经济发展的三大支柱。

然而，“材料科学与工程（MSE）”这一学科概念却是在20世纪60年代才被独立提出的。在此之前，材料相关的科学技术研究以及人才培养被细分为冶金、机械、金属、陶瓷、电子、高分子以及化工等多个专业领域，直到20世纪80年代中后期，欧美各国的高校才开始逐渐出现完整的材料科学与工程这一独立学科与专业。我国更是在20世纪末期才将材料科学相关的人才培养从细分模式转变成综合培养模式，这一改变使得该学科人才能够更好地适应当今前沿科技的发展，而不是局限于某个细分的领域，并且能够根据个人的爱好及社会经济发展对材料应用的需求灵活变化。“材料科学与工程基础”作为现今高等教育材料专业学生的专业基础必修课，通过对“材料科学”，亦即“为什么”，以及“材料工程”，亦即“怎样做”的学习，为学生建立起材料物质结构、性质、加工及使用性能间的相互联系并由此形成扎实的材料科学与工程知识体系，为学生们进一步深入研究探索材料科学或更有效地在实际工业生产中应用材料提供基础。

随着《国家中长期教育改革与发展规划纲要（2010—2020年）》对应用型、复合型和国际化人才培养提出的更高要求，在材料科学与工程专业培养与国际接轨的高素质人才势在必行。由美国犹他大学的Dr. William D. Callister所著的*Materials Science and Engineering: An Introduction*及*Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Integrated Approach*这套教材在美国几乎被全部高校的材料类专业选用作为本科生教材，在新加坡、韩国、日本等国家和我国台湾、香港地区的材料学科基础教育中也得到了广泛应用。Dr. Callister曾于2006年访问了北京工业大学，并与“材料科学基础”本科课程教学团队深入探讨了课程设置、学生学习指导以及习题选用等方面的问题。本课程教学团队也在近十年的本科“材料科学基础”课程的双语教学工作中尝试选用了Dr. Callister所著的这本教材，并得到了同学们的广泛好评。经过多年的建设，目前北京工业大学“材料科学基础”课程已经被评为国家级双语教学示范课以及北京市精品课程。

此次化学工业出版社征得了著者的同意，我们组织团队翻译了2013年新出版的*Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Integrated Approach, 4th ed.*一书。该版改变了原有的传统编写方式，采用“集成”的方式，即在展

开某种特定的结构/性质/使用性能的讨论之前，先全面介绍三大类材料的某一特定的结构、性质及使用性能。这种新的编写方式有利于让学生们逐渐认识并欣赏不同材料之间结构与性质的区别，并且在考察材料性质与加工工艺时的关系时能够全面地考虑到所有的材料类型。

该版教材的语言简洁易懂，条理清晰，特别适于具有基本高等数学、物理以及化学基础知识的大学生阅读与学习，同时也可作为材料科学爱好者的自学辅导用书，而且各个章节循序渐进的展开方式也值得从事材料科学教学工作的教师们借鉴。特别是，教材中各章节有明确的教学目标以及教学内容对学生在材料科学与工程专业毕业要求达成方面的支撑指标点，符合美国工程技术认证委员会（ABET）对专业认证的要求。教材共分为20个章节，内容设计上由易到难，前12个章节侧重于介绍材料科学相关基础理论，建议同学们依序阅读，而后8个章节则侧重于材料工程应用方面的问题，可以根据自己的需要有选择性地学习。在大多数章节后，该版教材新增了一系列的工程应用问题，要求学生根据所学知识用Excel等工具解决实际工程问题。此外，在WileyPLUS中添加了数学技巧复习，进而帮助同学们更好地理解材料科学问题，并运用数学工具解决材料科学与工程问题。

本译著旨在帮助同学们跨越英文原版教材在阅读过程中可能遇到的语言障碍，帮助同学们更好地理解材料科学与工程基础知识，同时获得材料科学与工程专业国际实质等效的教育。但尽管如此，我们仍建议同学们对本译著的阅读还应以英文原著为依托，以便于同学们在研读过程中能够不断积累起中英文专业词汇与概念，为日后进行更深更广的阅读以及国际化研究奠定基础。

北京工业大学材料学院的郭福、马立民、崔丽、杨晓军、舒雨田、汉晶以及刘思涵、王雁、赵雪薇、赵然等研究生参与了本书的翻译、整理等工作。“材料科学基础”课程教学团队的马捷、宋晓艳、王为、严建华、邹玉林教授以及美国密歇根州立大学化工与材料科学系的Andre Lee教授也在本书翻译过程中提出了宝贵的建议和意见。译者团队还特别感谢北京工业大学材料学院、学校教务处以及化学工业出版社对本教材翻译出版的大力支持。由于我们水平有限，不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

译 者

2014年12月于北京工业大学

在材料科学与工程第四版书中保留了之前版本的目标与方法。

第一个，而且最主要的目标是以适当的水平给刚学完微积分、化学和物理课程的大学/学院学生介绍基本原理。为了实现这个目标，对于第一次接触材料科学与工程课程的学生，我们尽量使用学生们熟悉的术语，当然也要定义并解释他们所不熟悉的术语。

第二个目标是以从简单到复杂的逻辑顺序介绍学科问题。每个章节都是以其前一章为基础展开的。

第三个目标，或者说我们努力保持贯穿全文的理念是如果有主题或概念值得深入探讨，那么我们会充分详细地探讨，使得学生有机会充分了解它，而不必参考其他资料；另外，在大多数情况下，我们会提供一些实用的相关资料。讨论的目的是对问题更清楚明了，并且开始在适当水平上了解。

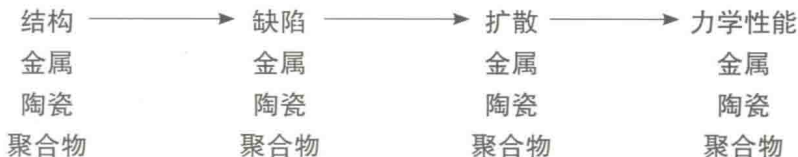
第四个目标是书中包含的特色会促进学习的过程。以下是一些学习辅助。

- 大量插图和照片，提供可视化参考；
- 每章设有学习目标，将学生的注意力集中在应该学到的知识；
- “为什么学习……”和“重要材料”，提供相关主题讨论；
- “概念检查”是检测学生们是否在概念水平上理解了学科问题；
- 关键术语和描述性关键公式在页面边缘标出，可以快速参阅；
- 每章最后的课后练习题是为了进一步提高学生对概念的理解及加强对能力和技巧的培养；
- 部分练习题的答案可以让学生们自我检查；
- 词汇表、符号表和参考书帮助对学科问题进行理解。

第五个目标是通过使用适用于多数工程专业教师和学生的崭新技术提高教学和学习过程。

文章结构

材料科学与工程有两个常用的方法——一个是我们称为“传统”的方法，另一个是多数所指的“集成”方法。集成方法是指在展开某一种材料结构、特征、性质讨论之前，先介绍所有三大类材料的特定结构、特征或性质，这就是本书陈述的顺序，可用下面的示意图表示。



一些教师会选择这种方法有以下原因：① 学生会注意并了解不同材料类型的特征与性能的差异；② 在考虑性能和工艺时，应该包含所有的材料类型。

传统方法是先介绍金属的结构、特征、性能，再类比讨论陶瓷材料和聚合物材料的特征和性能。Dr. William D. Callister出版的 *Materials Science and Engineering: An Introduction, Eighth Edition* 一书中是按照这种方法介绍的。

此版本新内容

新的、修正的内容

本书第四版做了若干重要的变化。一个最明显的变化是补充修改了若干新的章节，以及修改、扩展了其他章节。新的章节、讨论如下。

- 半导体材料中的扩散（6.6节）。
- 快闪存储器或闪存（12.15节）。
- 第20章中重要材料部分的“生物可降解和生物可再生高分子/塑胶材料”。
- 工程原理大多数章节的课后练习题出现在最后的课后练习题部分，并且给学生机会练习解答与工程原理考试内容相近的练习题。
- WileyPLUS中的数学技巧复习。教师们向我们反映说大多数情况下学生们并不会在理解材料科学概念的过程中遇到困难，而是在解决材料科学问题中记忆和使用他们已学的数学技巧时有一定障碍。回顾WileyPLUS中数学技巧的内容包括：
 - ◆ 阅读内容；
 - ◆ 办公时间视频——与数学相关的关键概念和题目的讨论视频；
 - ◆ 实践互动；
 - ◆ 问题分配。

修改、扩展的章节包括如下内容。

- 进一步讨论了纳米材料（1.5节）。
- 更全面地讲解了六方晶胞晶向和三轴晶系向四轴晶系转换（3.13节）内容。
- 修改了韧性（7.6节）和断裂韧性测试（9.8节）的内容。
- 修改并扩展了陶瓷硬度和硬度测试（7.17节）的内容。
- 扩展了钛合金（13.3节）的内容。
- 将第15章“网球中的纳米复合材料”的重要材料部分更新，变为“纳米复合材料阻隔涂层”。
- 更新了磁存储器（硬盘设备和磁带，18.11节）内容。
- 更新及修改了第20章（材料科学与工程的经济、环境和社会问题），特别是回收再利用部分。
- 修改了章节最后总结，作为学习指导更好地为学生服务。
- 每章最后有一个重要公式汇总表。
- 每章最后有一个符号汇总表。
- 增加了新的开章照片和布局，着眼于材料科学应用，来吸引学生，并激励他们渴望更多地了解材料科学。
- 实际上所有需要进行计算的作业题都是新的。

工艺、结构、性能、应用的相互关系

本版书有一个贯穿始终的新特点，就是四种不同材料：钢铁合金、玻璃-陶瓷、聚合物纤维和硅半导体的工艺、结构、性能和应用之间相互关系。这个概念的要点在第1章（1.7节），包括“项目时间表”的介绍。时间表记录位置（按章）的讲述涉及了四种材料类型中某一种的工艺、结构、性能和应用。

这些章节的最后也包含了概念图的总结，概念图涉及至少一种类型材料的工艺、结构、性能和/或工艺方面的讨论。

重要材料

重要材料部分我们讨论了相似有趣的材料及其应用。这些部分增加了一些相关的专题报道，并且在本书大多数章节中都有。包括如下内容。

- 碳酸饮料容器（第1章）；
- 水（结冰后体积膨胀）（第2章）；
- 碳纳米管（第3章）；
- 锡（及其同素异形转变）（第3章）
- 催化剂（表面缺陷）（第5章）；
- 集成电路互连铝线（第6章）；
- 收缩包装聚合物薄膜（第8章）；
- 无铅钎料（第10章）；
- 形状记忆合金（第11章）；
- 导电铝线（第12章）；
- 欧元硬币所用金属合金（第13章）；
- 压电陶瓷（第13章）；
- 酚醛台球（第13章）；
- 纳米复合材料阻隔涂层（第15章）；
- 殷钢及其他低膨胀系数合金（第17章）；
- 用于变压器铁芯的铁-硅合金（第18章）；
- 发光二极管（第19章）；
- 生物可降解和生物可再生高分子/塑胶材料（第20章）。

机械工程学科特殊模块

学科特殊模块为标注在书上的网址（学生之友网址：www.wiley.com/college/callister）。这个模块讨论了没有印在书中的与机械工程相关的材料科学或工程。

书中印出了所有作业练习题

先前版本中，每章最后大约有一半的作业练习题只以电子形式出现（即只在书上网址出现）。此版书将所有的作业练习题都印在了书中。

案例分析

此版本收集了先前版本出现的案例分析，而现在发布在书库的书上网址（学生之友网址）。书库中案例如下。

- 扭转应力下圆轴的材料选择；
- 汽车气门弹簧；
- 汽车后桥的失效；
- 人工全髋关节置换术；
- 防化服。

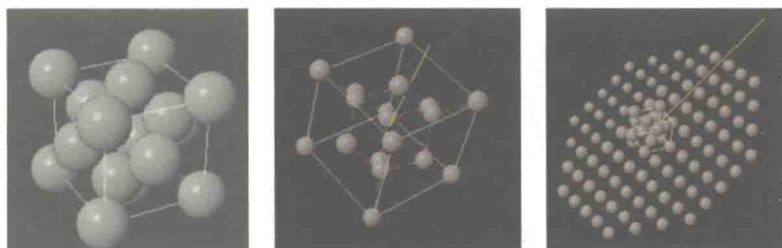
学生学习资源（www.wiley.com/college/callister）

书上网站（在学生之友网址下面）也有一些补充的重要教学要素，包括如下内容。

1.VMSE：虚拟材料科学与工程。这是一个辅助先前版本软件程序的扩展版。有以下组成部分。

互动式模拟和动画：增强材料科学与工程中关键概念的了解。例如，学生可以在一个类似三维环境下看到并调整分子，以更好地设想并理解分子结构。以下截图（与先前页面出现的图相似）就是读者在 VMSE 中能够看到并调整的效果。

VMSE截图显示了三种不同的棱形立方晶体结构晶胞的视图。每个视图都可以拖拽旋转，从而更好理解这个晶体结构



材料性能、成本数据库：这个数据库是在材料性能和成本的基础上帮助对材料进行选择。数据库包含的数据为电子数据表形式，有177种不同的材料，事实上，同组材料在本书附录B和附录C也有。

无论是文章中还是练习题中，VMSE的补充贯穿始终，书的边缘（有些边缘会以VMSE截图形式补充）的小图标表示包含相关的模块。这些模块及其相应图标如下所示。

金属晶体结构和晶体学



相图



陶瓷晶体结构



扩散



重复单元和聚合物结构



拉伸试验



位错



固溶强化



学生们可以通过书上网址：www.wiley.com/college/callister进入VMSE。

2.概念检查题的答案。学生们可以进入网站来获得概念检查问题的标准答案。

3.扩展学习目标。有一个比每章开端列出的更广泛的学习目标。这些学习目标引导学生更深入地学习材料学科。

4.直接访问在线自我评估测试。这是一个基于网站的评估程序，其练习题与书中

的相似，是按照课本的章节有条理、有代表性出的。当用户完成答案后，程序会立刻评分，并给错误的题点评。学生们可以利用这个电子资源复习课程材料，评估他或她对书中内容的掌握和理解情况。

5. **学习方式索引。**当应答44题的调查问卷后，能够评估用户学习方式偏好。

6. **学生讲课幻灯片。**PowerPoint®幻灯片实际上与老师讲课的幻灯片相同。学生组可以在幻灯片上做笔记并且打印出来。

7. **机械工程学科特殊模块。**如上文所述。

教师资源

使用本书的教师可以使用教师之友网址 (<http://www.wiley.com/college/callister>)。进入网站并注册后方可使用。网上包含以下资源。

1. **教师答案手册。**教师答案手册上有每章最后的所有练习题详解 (Word®格式和Adobe Acrobat®PDF格式)。

2. **书中的照片、插图和表格 (即图库和设计好的PowerPoint幻灯片)。**这些图表均为PPT格式或JPEG格式，方便老师打印讲义或准备幻灯片或转换为他或她所需的其他格式。

3. **一组PowerPoint讲课幻灯片。**这些幻灯片由Peter M.Anderson (俄亥俄州州立大学)制作，并由作者调试，与本书课题顺序一致，其中的资料来自于本书和其他资源。教师们可以直接用这个幻灯片讲课，或者根据教学需求编辑调试后使用。

4. **一份课堂演示和实验室试验清单。**书中哪些是要描述的现象和/或要讲解的原理；并提供了一些能够进一步详细解释的参考文献。

5. **问题转换指导。**这些指导笔记用于每个作业练习题 (按顺序)，可能先前的版本有，也可能先前的版本没有，如果有，其顺序与指导笔记一致。大多数练习题已经改变 (即习题题目中所给的参数值变了)，更新的习题也在指导笔记中。

6. **建议了各种工程学科的课程大纲。**为了使课程有逻辑、有计划，教师们可以参阅教学大纲指南。

7. **学生学习辅助资料。**另外，先前列举的所有学生学习辅助资料在教师之友网站上有。

WileyPLUS

WileyPLUS是一个具有创新性、基于研究的有效教学与学习的在线平台。

学生可以从WileyPLUS获得什么？

一个以研究为基础的计划。WileyPLUS提供了一个在线学习的平台，这个平台以容易接受的框架整合了相关的资源，包括整个数字课本，可以帮助学生更有效地学习。

- WileyPLUS通过将教材内容整合有序，使添加章节内容更加易于管理。
- 通过建立媒体、实例和样品实践项目的联系，强化学习目标。
- 创新特色如日程表、试听进度跟踪和自我评估工具加强了时间的管理并强化了弱项。

一对一参与。材料科学与工程基本原理的第四版中，有了WileyPLUS，学生可以获得24/7可用资源，从而促进积极的学习成果。学生参与的相关实例（各种媒体中的）和样品实践项目包含：

- VMSE动画和模拟（互动）；
- 指导在线（GO）教程问题；
- 概念检查题；
- 数学技巧回顾。

预见性结果。每学习一段时间，学生们能评估自己的学习效果，并且获得快速的回馈。WileyPLUS提供一份包含优势和弱势的详细报告和特别的小测试，可以让学生更加相信他们把时间用在了对的地方。有了WileyPLUS，学生们可以实时准确地了解他们付出努力的结果。

教师可以从WileyPLUS获得什么呢？

WileyPLUS为老师们提供了可靠的、定制的资源，加强课堂上和课堂下的课程目标，了解每个学生的进步。预先准备的材料和活动帮助老师优化他们的时间。

定制课程计划。WileyPLUS提供了独特的学科问题专家所设计的预先准备好的课程计划。简单的拖拉工具就可以轻而易举地分配课程计划或者修改下来照应你的课程教学大纲。

预先准备的活动包括：

- 提问；
- 读物和资源；
- 报告；
- 已印好的测验。

课程资料和评估内容：

- PowerPoint讲课幻灯片；
- 图库和设计好的PowerPoint幻灯片；
- 教师答案手册；
- 数学技巧回顾；
- 阅读内容；
- 办公时间视频——关键数学概念和题目讨论视频；
- 实践互动；
- 问题分配——每章最后习题编号选择提示、与原文的联系、一个白色书写板/显示解题特点和教师限制解决问题的帮助。

成绩册。WileyPLUS随时提供班级表现趋势报告，学生使用的课程材料和距学习目标的进度，帮助通知决定和促使课堂讨论。

从WileyPLUS可以获知更多。<http://www.wileyplus.com>

本站有成熟的技术，并建立在认知基础上，WileyPLUS丰富了来自于不止20个国家的数以万计学生的教育。

反馈

我们真诚希望可以满足材料科学与工程领域的教师和学生需求，因此我们恳求可以得到对此版本的反馈。意见、建议和批评都可以通过邮箱提交给我们，邮箱：billcallister@comcast.net。

感谢

由于我们承担了此版本和先前版本的编写任务，对于完成此教学与学习的工具，教师和学生，数不胜数的人分享了如何更有效地投入和贡献。对于那些帮助过我们的人，我们由衷表示感谢。

我们感谢那些曾经对此书做过贡献的人们。特别感谢肯特州立大学的 Michael Sal-kind，他帮助我们更新并浓缩若干章节的重要材料。另外，我们感谢 Grant E.Head 的专家编程能力，帮助我们编辑了虚拟材料科学与工程软件。除此之外，我们感谢那些帮我们检查原稿，并复查和撰写 WileyPLUS 内容的人们。我们感谢这些做出宝贵贡献的人：

Arvind Agarwal, Florida International University

Sayavur I.Bakhtiyarov, New Mexico Institute of Mining and Technology

Prabhakar Bandaru, University of California-San Diego

Valery Bliznyuk, Western Michigan University

Suzette R.Burckhard, South Dakota State University

Stephen J.Burns, University of Rochester

Audrey Butler, University of Iowa

Matthew Cavalli, University of North Dakota

Alexis G.Clare, Alfred University

Stacy Gleixner, San José State University

Ginette Guinois, Dubois Agrinovation

Richard A.Jensen, Hofstra University

Bob Jones, University of Texas, Pan American

Molly Kennedy, Clemson University

Kathleen Kitto, Western Washington University

Chuck Kozlowski, University of Iowa

Masoud Naghedolfeizi, Fort Valley State University

Todd Palmer, Penn State University

Oscar J.Parales-Perez, University of Puerto Rico at Mayaguez

Bob Philipps, Fujifilm USA

Don Rasmussen, Clarkson University

Sandie Rawnsley, Murdoch University

Wynn A.Ray, San José State University

Hans J.Richter, Seagate Recording Media

Joe Smith, Black Diamond Equipment

Jeffrey J.Swab, U.S.Military Academy

Cindy Waters, North Carolina Agricultural and Technical State University

Yaroslava G.Yingling, North Carolina State University

我们也感激赞助编辑 Jennifer Welter 在修订方面的帮助和指导。

最后，我们深深地、真诚地感谢鼓励和支持我们的家人和朋友。

WILLIAM D.CALLISTER, JR.

DAVID G.RETHWISCH

符号列表

括号中的数字表示符号被提到或讲解所在章节。

A =面积	E =能量 (2.5)
$\text{\AA}$ =埃单位	E =弹性模量或杨氏模量 (7.3)
A_i =元素 i 的原子量 (2.2)	$\mathcal{E}$ =电场强度 (12.3)
APF=原子致密度 (3.4)	E_f =费米能级 (12.5)
a =点阵参数：晶胞 x -轴长 (3.4)	E_g =带隙能量 (12.6)
a =表面裂纹裂缝长度 (9.5)	$E_r(t)$ =松弛模量 (7.15)
at%=原子百分比 (5.6)	%EL=塑性，以伸长百分比表示 (7.6)
B =磁通量密度 (磁感应强度) (18.2)	e =每个电子的电荷 (12.7)
B_r =剩磁 (18.7)	e^- =电子 (16.2)
BCC=体心立方晶体结构 (3.4)	erf=高斯误差函数 (6.4)
b =点阵参数：晶胞 y 轴长度 (3.11)	$\exp=e$ ，自然对数的底
$\mathbf{b}$ =柏氏矢量 (5.7)	F =原子间力或机械力 (2.5, 7.2)
C =电容 (12.18)	$\mathcal{F}_e$ =法拉第常数 (16.2)
C_i =组成物 i 的质量百分比 (组分) (5.6)	FCC=面心立方晶体结构 (3.4)
C_i' =组成物 i 的原子百分比 (组分) (5.6)	G =剪切模量 (7.3)
C_v, C_p =恒温恒压热容 (17.2)	H =磁场强度 (18.2)
CPR=腐蚀渗透速率 (16.3)	H_c =磁矫顽力 (18.7)
CVN=夏氏V型缺口 (9.8)	HB=布氏硬度 (7.16)
%CW=冷加工的百分数 (8.11)	HCP=密排六方晶体结构 (3.4)
c =点阵参数：晶胞 z 轴长 (3.11)	HK=努氏硬度 (7.16)
c_v, c_p =恒温恒压定容比热 (17.2)	HRB, HRF=洛氏硬度：B和F尺度 (7.16)
D =扩散系数 (6.3)	HR15N, HR45W=表面洛氏硬度：15N和45W尺度 (7.16)
D =电位移 (12.19)	HV=维氏硬度 (7.16)
DP=聚合度 (4.5)	h =普朗克常量 (19.2)
d =直径	(hkl) =一个晶面的米勒指数 (3.14)
d =平均粒径 (8.9)	I =电流 (12.2)
d_{hkl} =米勒指数 h, k, l 晶面的平面间距 (3.20)	I =电磁辐射强度 (19.3)

- i =电流密度 (16.3)
 i_c =腐蚀电流密度 (16.4)
 J =扩散通量 (6.3)
 J =电流密度 (12.3)
 K_c =断裂韧性 (9.5)
 K_{Ic} =模式I裂纹表面位移的平面应变断裂韧性 (9.5)
 k =玻尔兹曼常数 (5.2)
 k =热传导率 (17.4)
 l =长度
 l_c =临界纤维长度 (15.4)
 $\ln$ =自然对数
 $\lg$ =底为10的对数
 M =磁化强度 (18.2)
 $\overline{M}_n$ =聚合物数均分子量 (4.5)
 $\overline{M}_w$ =聚合物重均分子量 (4.5)
 $\text{mol}\%$ =摩尔百分比
 N =疲劳循环次数 (9.10)
 N_A =阿伏伽德罗常数 (3.5)
 N_f =疲劳寿命 (9.10)
 n =主量子数 (2.3)
 n =单位晶胞原子数 (3.5)
 n =应变硬化指数 (7.7)
 n =电化学反应中的电子数 (16.2)
 n =每立方米导电的电子数 (12.7)
 n =折射率 (19.5)
 n' =每个陶瓷晶胞中单位化学式的数目 (3.7)
 n_i =本征载流子 (电子和空穴) 浓度 (12.10)
 P =电介质极化 (12.19)
 P-B ratio =Pilling-Bedworth 比 (16.10)
 p =每立方米空穴数目 (12.10)
 Q =激活能
 Q =电荷存储量 (12.18)
 R =原子半径 (3.4)
 R =气体常数
 $\%RA$ =塑性, 以缩短百分比表示 (7.6)
 r =原子间距离 (2.5)
 r =反应率 (16.3)
 r_A, r_C =阴离子和阳离子的离子半径 (3.6)
 S =疲劳应力幅 (9.10)
 SEM =扫描电子显微镜
 T =温度
 T_c =居里温度 (18.6)
 T_C =超导临界温度 (18.12)
 T_g =玻璃态转变温度 (11.15)
 T_m =熔化温度
 TEM =透射电子显微镜
 TS =抗拉强度 (7.6)
 t =时间
 t_f =断裂寿命 (9.15)
 U_f =回弹模量 (7.6)
 $[uvw]$ =晶向指数 (3.13)
 V =电势差 (伏特) (12.2)
 V_C =晶胞体积 (3.4)
 V_C =腐蚀电位 (16.4)
 V_H =霍耳电压 (12.14)
 V_i =相 i 的体积分数 (10.8)
 v =速度
 $\text{vol}\%$ =体积百分比
 W_i =相 i 的质量分数 (10.8)
 $\text{wt}\%$ =质量百分比 (5.6)
 x =长度
 x =空间坐标
 Y =断裂韧性表示中的无量纲参数或函数 (9.5)
 y =空间坐标
 z =空间坐标
 α =点阵参数: 晶胞 y - z 轴间夹角 (3.11)
 α, β, γ =相的名称
 α_f =线性热膨胀系数 (17.3)

β =点阵参数：晶胞 x - z 轴间夹角 (3.11)

γ =点阵参数：晶胞 x - y 轴间夹角 (3.11)

γ =剪切应变 (7.2)

Δ =在参数符号之前表示有限改变

ϵ =工程应变 (7.2)

ϵ =介电常数 (12.18)

ϵ_r =相对介电常数 (12.18)

$\dot{\epsilon}_s$ =稳态蠕变速率 (9.16)

ϵ_1 =真应变 (7.7)

η =黏度 (8.16)

η =过电压 (16.4)

θ =布 θ 拉格衍射角 (3.20)

θ_D =迪拜温度 (17.2)

λ =电磁辐射波长 (3.20)

μ =磁导率 (18.2)

μ_B =玻尔磁子 (18.2)

μ_r =相对磁导率 (18.2)

μ_e =电子迁移率 (12.7)

μ_h =空穴迁移率 (12.10)

ν =泊松比 (7.5)

ν =电磁辐射频率 (19.2)

ρ =密度 (3.5)

ρ =电阻率 (12.2)

ρ_t =裂缝尖端曲率半径 (9.5)

σ =工程应力、拉力或压缩 (7.2)

σ =电导率 (12.3)

σ^* =纵向强度 (复合材料) (15.5)

σ_c =裂纹扩展临界应力 (9.5)

σ_{fs} =弯曲强度 (7.10)

σ_m =最大应力 (9.5)

σ_m =平均应力 (9.9)

σ'_m =复合材料失效时基体应力 (15.5)

σ_T =真应力 (7.7)

σ_w =安全应力或工作应力 (7.20)

σ_y =屈服强度 (7.6)

τ =剪切应力 (7.2)

τ_c =纤维基体黏结强度/基体剪切屈服强度
(15.4)

τ_{crss} =临界分解切应力 (8.6)

χ_m =磁化系数 (18.2)

下标

c =复合材料

cd =不连续纤维复合材料

cl =纵向 (纤维复合材料)

ct =横向 (纤维复合材料)

f =最后的

f =断裂时

f =纤维

i =瞬间的

m =基体

$m, \max$ =最大值

$\min$ =最小值

0 =原始的

0 =平衡时

0 =在真空中

第1章 导言 /001

- 学习目标 /002
- 1.1 历史展望 /002
- 1.2 材料科学与工程 /002
- 1.3 为什么学习材料科学与工程? /004
- 1.4 材料的分类 /004
- 重要材料——碳酸饮料容器 /008
- 1.5 先进材料 /009
- 1.6 现代材料需求 /010
- 1.7 工艺/结构/性能/应用间的相互关系 /011
- 总结 /013
- 参考文献 /014
- 习题 /014

第2章 原子结构与原子键 /015

- 学习目标 /016
- 2.1 概述 /016
- 原子结构 /016
- 2.2 基本概念 /016
- 2.3 原子中的电子 /017
- 2.4 元素周期表 /022
- 固体中的原子键 /023
- 2.5 键合力与键能 /023
- 2.6 原子间主价键 /025
- 2.7 次价键或范德华键 /028
- 重要材料——水（结冰后体积膨胀） /030

- 2.8 分子 /031
- 总结 /031
- 参考文献 /033
- 习题 /033
- 工程基础问题 /035

第3章 金属和陶瓷的结构 /036

- 学习目标 /037
- 3.1 概述 /037
- 晶体结构 /037
- 3.2 基本概念 /037
- 3.3 晶胞 /038
- 3.4 金属晶体结构 /038
- 3.5 密度计算——金属 /043
- 3.6 陶瓷晶体结构 /043
- 3.7 密度计算——陶瓷 /048
- 3.8 硅酸盐陶瓷 /049
- 3.9 碳 /052
- 3.10 多晶型和同素异形体 /053
- 3.11 晶系 /053
- 重要材料——碳纳米管 /054
- 晶体点阵、晶向、晶面 /056
- 重要材料——锡（同素异形体转变） /056
- 3.12 点坐标 /057
- 3.13 晶向 /058
- 3.14 晶面 /063
- 3.15 线密度和面密度 /067
- 3.16 密排晶体结构 /068