

工程材料科学与设计

The Science and Design of
Engineering Materials

(原书第2版)



(美) 詹姆斯·谢弗 (James P. Schaffer) 等著

余永宁 强文江 等译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



时代教育·国外高校优秀教材精选

工程材料科学与设计

(原书第2版)

(美) 詹姆斯·谢弗 (James P. Schaffer) 等著

余永宁 强文江 贾成厂 译
李长荣 陈景榕 谈嘉桢



机械工业出版社

James P. Schaffer, Ashok Saxena, Stephen D. Antolovich, Thomas H. Sanders, Jr, Steven B. Warner

The Science and Design of Engineering Materials, Second Edition

ISBN: 0-256-24766-8

Copyright © 1999 by the McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and China Machine Press.

本书中文简体字翻译版由机械工业出版社和美国麦格劳-希尔教育(亚洲)出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号:图字:01-2002-2175

图书在版编目(CIP)数据

工程材料科学与设计:原书第2版/(美)谢弗(Schaffer, J. P.)等著;
余永宁等译. —北京:机械工业出版社, 2003. 1
(时代教育·国外高校优秀教材精选)
ISBN 7-111-11394-2

I. 工... II. ①谢...②余... III. 工程材料—高等学校—教材 IV. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 103128 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:刘小慧 李永联 常燕宾 版式设计:冉晓华

责任校对:张 媛 封面设计:鞠 杨 责任印制:路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm × 1092mm $\frac{1}{16}$ · 43.5 印张·4 插页·1081 千字

定价:66.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

本书所展现的基本主题是显微组织与性能之间的关系。为了能够优化材料的性能，材料专家必须懂得材料加工过程中显微组织结构的形成过程。因而，材料工程师关注材料的加工、显微组织与性能之间的内部联系。

有各种各样的工具能使研究者检验显微组织，放大倍数从1X一直到1 000 000X。然而，根据需要解决的具体问题，必须适当地选取检验时的放大倍数，以便确定控制加工过程的显微组织特征。在下面插图所包含的特征，展示了已经应用于显示特定显微组织特征的各种技术。这些显微组织图片的特殊之处在于：利用不同的颜色来突出显微组织特征。在给出的一些例子中，图片是使用日光显微镜拍摄的，它装备了特殊的镜头来将日光分解成基色光线。根据所关心的特征的长度，选取大约100倍的放大率已经足够。在其他的图片中，形成的是数字化图像。其中，将颜色与强度联系起来，从而突出显微组织的多变性。

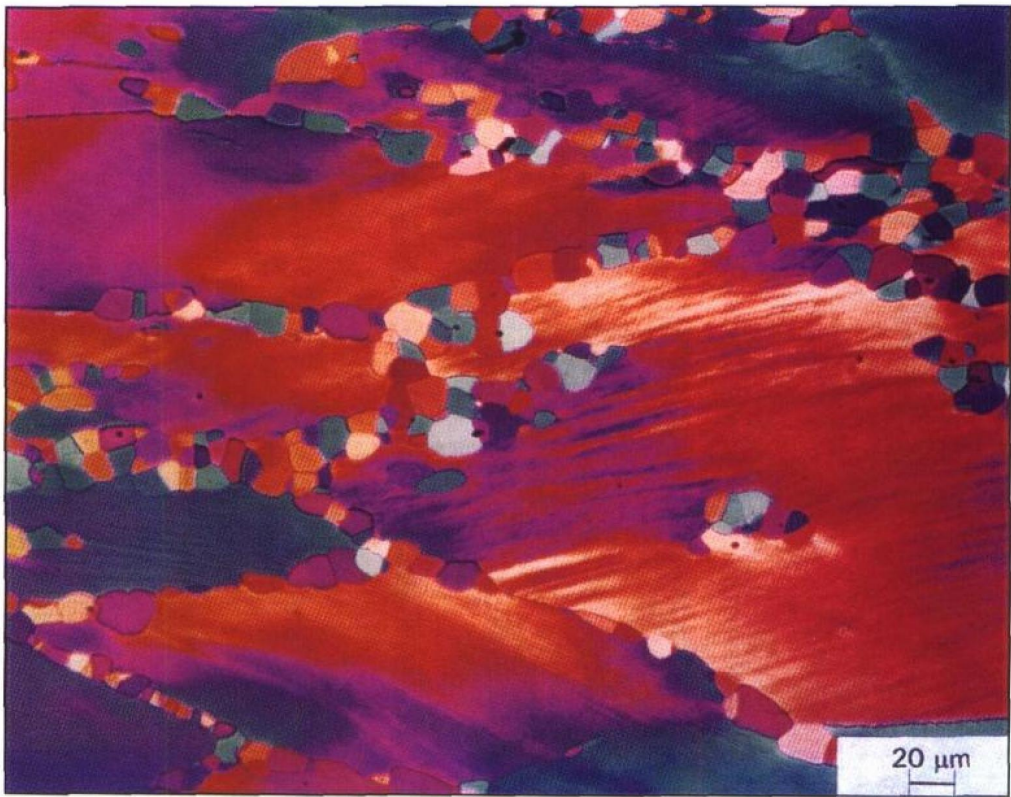


图1 含有 w_{Mg} 为1%的铝合金经过热轧后的显微组织图像。该合金经不完全退火处理，产生的显微组织为形成于原始晶粒界面处的细小、等轴再结晶晶粒的混合组织。

轧制是最常用的金属加工方法。为了进行轧制，初始的铸锭要经过热轧，因为使铸锭塑性变形所需要的力随着温度的升高而降低（16.4.1 金属成形）。根据轧制温度和轧制产品变形量的情况，再结晶（即含有高密度的位错的晶粒被新形成的无应变晶粒所取代的过程）能够发生于产品的轧后热处理过程中，如退火处理过程。晶粒组织能够影响热处理过程中显微组织的变化并进而影响材料的性能。

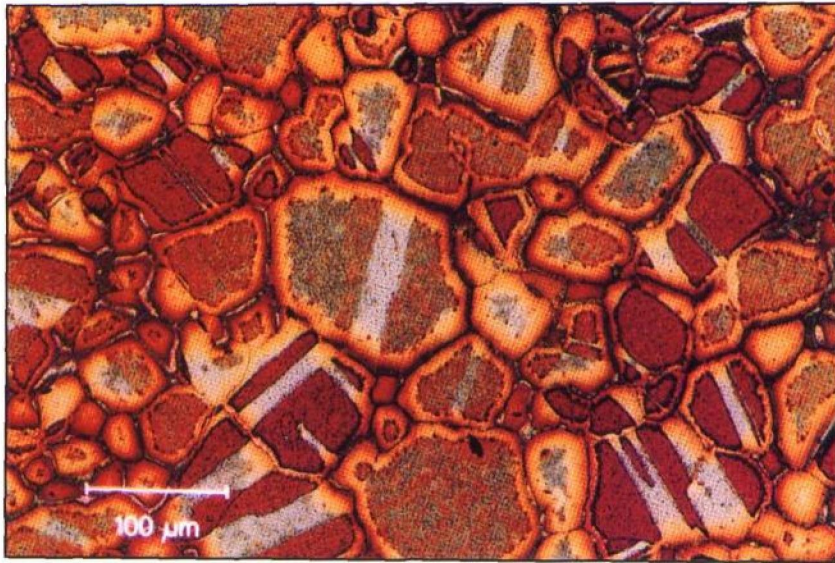


图2 一种 Ni-20Cr 合金，它经历了短时间的氧化处理。Ni 是一种高温下使用的优异结构材料。为了改进其抗高温氧化性，向镍合金中加入铬（见 15.3.6 改进耐气体侵蚀性的方法）。不同的颜色是因为所生成的氧化物的厚度不同而形成的，并由此表明了各晶粒之间因晶体学取向的差别而使得发生氧化的速度不同。显而易见的是晶粒内部的孪晶区域。铬在晶界上发生偏聚，使得在晶界区域更易于形成 Cr_2O_3 ，它比 NiO 具有更强的防护作用。（来源：图片摄影 J. M. Hampikian, School of Materials Science and Engineering, Georgia Institute of Technology, 1993）

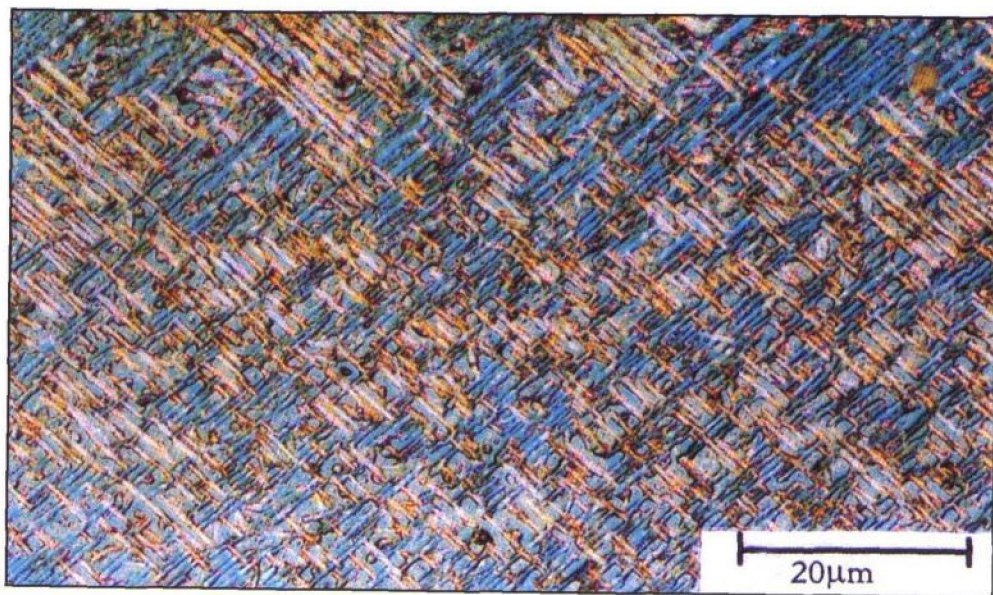


图3 单晶氧化镁(100)面基底上的 Y_2BaCuO_5 涂层的诺马斯基 (Nomarski) 干涉条纹显微照片。材料工程师经常对材料的表面进行涂层处理，来改善其与表面相关的性质。如果晶体薄膜沉积于晶体基底上，在薄膜的晶粒与这部分表面之间经常存在着特殊的取向关系，这种现象称作外延生长。这里，长条状 Y_2BaCuO_5 晶粒主要沿着两个相互垂直的方向进行取向排列，或者说它们呈外延生长相关性。Nomarski 技术使用两束互相垂直极化的光线来使样品上具有不同取向的区域产生衬度反差。（来源：A. T. Hunt 和 W. B. Carter 和 Georgia Institute of Technology.）

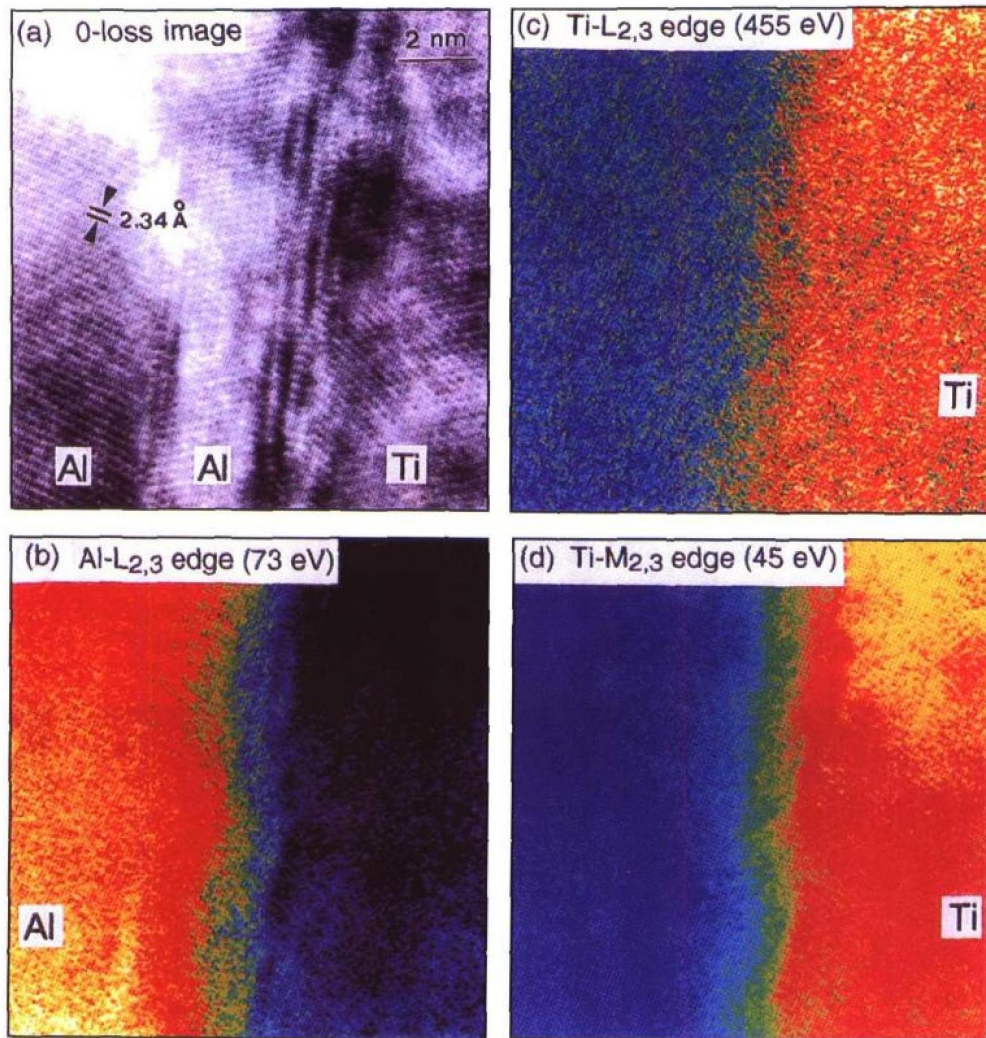


图4 如果表面上进行了涂层处理,我们感兴趣的不仅是基底和涂层之间的晶体学位向关系,而且还有界面附近区域中化学成分的变化情况。图中所示为通过溅射沉积过程获得的一个Al-Ti界面上的透射电子显微图像。图像是由选定的有特殊能量损失的电子形成的,它们带有我们所关心的元素的特征。(a)由没有能量损失的电子(零损失电子)透射形成的图像,显示了界面附近区域的晶格状况。(b)、(c)和(d)分别是由激发了Al和Ti的2p内层电子及Ti的3d内层电子的透射电子形成的图像。颜色标尺用来表示浓度。黄色和红色代表最高浓度,而暗色和蓝色代表最低浓度。Al与Ti薄层之间化学成分的陡变区宽度大约为1nm。(来源:Z. L. Wang, Georgia Institute of Technology.)

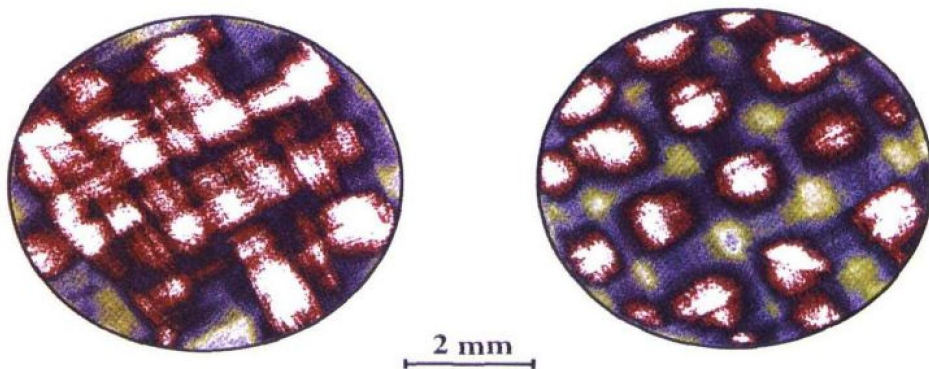


图5 陶瓷基复合材料 (CMC) 的性质很大程度上取决于其制造过程。高分辨率 X 射线断层摄影技术 (类似于医学上的 CAT 扫描技术) 能够用来研究化学气相渗透 (CVI) 过程 (16.11.3 CMC)。这种方法被用来制造层状碳化硅编织布强化的碳化硅复合材料。这些图像显示了这种复合材料在制造的中间过程中的孔隙结构。红色和黑色表示复合材料的致密区域。白色和蓝色表示敞开的孔隙。取向不佳 (左) 和取向良好 (右) 的相邻层之间的孔隙呈现不同的几何形状。良好取向层制造的敞开而又互相连通的孔隙结构, 使得最终制得的复合材料具有较高的致密度和较少的残留孔隙。(来源: 经 S. R. Stock, S.-B. Lee 和 T. L. Starr 授权翻印。)

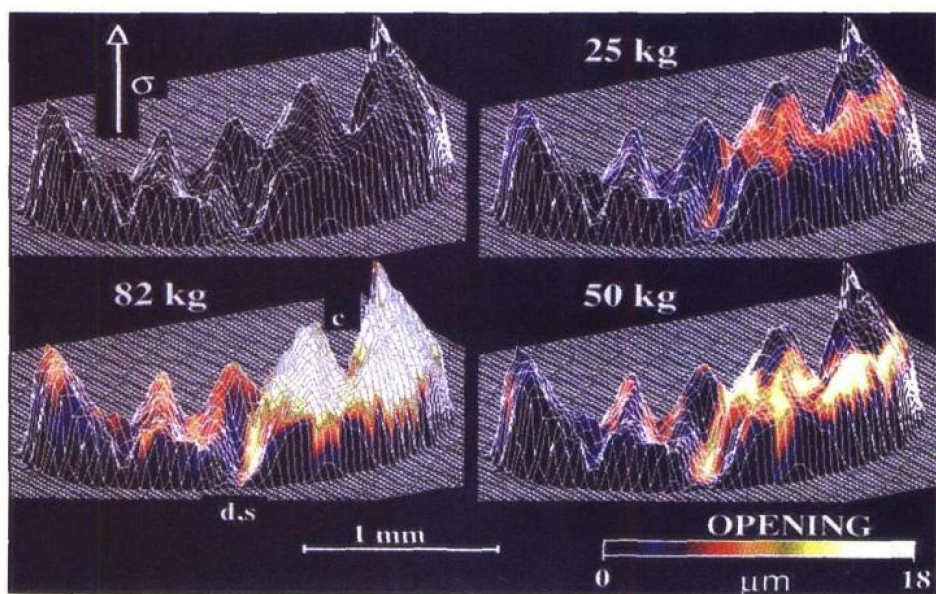


图6 计算机辅助 X 射线断层图像分析是一项使材料工程师和科学家能够利用来获得某个构件的内部图像的技术。当材料中存在裂纹之类的缺陷时, 该技术特别有用。预测裂纹的生长行为, 对于飞机的结构安全性来说非常重要。如图所示, Al-Ti 合金 2090 的一个圆柱形试样中的疲劳裂纹的两个相对表面, 随着所受应力 σ 的变化而张开、闭合。相对表面之间的分开距离, 或者说裂纹张开距离, 在一个疲劳循环中随着应力值的变化, 以及随着裂纹表面的位置不同, 能够具有相当大的差别。对于研究人员来说, 能够确定处于各种应力数值下、位于试样内部的裂纹中两个相对的裂纹表面在各部位上的张开情况是非常有意义的。从左上方开始、沿着顺时针方向的照片依次为: (1) 在无载荷条件下的基本裂纹表面形貌, 两个裂纹表面几乎完全闭合在一起, 在 (2)、(3) 和 (4) 中, 随着载荷增加, 两个表面部分地相对张开, 张开距离逐渐增加。利用位于图中下方的颜色标尺能够确定不同地点处准确的裂纹张开距离。(来源: 经 A. Guvenilir, T. M. Breunig, J. H. Kinney 和 S. R. Stock 授权翻印。)

元素的物理数据

元素	符号	原子序数	原子质量 /u ^①	熔点 /°C	20°C 时的固态密度 / (g/cm ³) ^②	20°C 时的 晶体结构
铝	Al	13	26.98	660.452	2.7	FCC
锑	Sb	51	121.75	630.755	6.69	菱方
氩	Ar	18	39.95	- 189.352	—	—
砷	As	33	74.92	603	5.78	菱方
钡	Ba	56	137.33	729	3.59	BCC
铍	Be	4	9.012	1289	1.85	HCP
硼	B	5	10.81	2092	2.47	—
溴	Br	35	79.9	- 7.25	—	—
镉	Cd	48	112.4	321.108	8.65	HCP
钙	Ca	20	40.08	842	1.53	FCC
碳	C	6	12.01	3826	2.27	六方
铯	Cs	55	132.91	28.39	1.91	BCC
氯	Cl	17	35.45	- 100.97	—	—
铬	Cr	24	52	1863	7.19	BCC
钴	Co	27	58.93	1495	8.8	HCP
铜	Cu	29	63.55	1084.87	8.93	FCC
氟	F	9	19	- 219.67	—	—
镓	Ga	31	69.72	29.7741	5.91	正交
锗	Ge	32	72.59	938.3	5.32	金刚石立方
金	Au	79	196.97	1064.43	19.28	FCC
氦	He	2	4.003	- 271.69	—	—
氢	H	1	1.008	- 259.34	—	—
碘	I	53	126.9	113.6	4.95	正交
铱	Ir	77	192.22	2447	22.55	FCC
铁	Fe	26	55.85	1538	7.87	BCC
镧	La	57	138.91	918	6.17	六方
铅	Pb	82	207.2	327.502	11.34	FCC
锂	Li	3	6.941	180.6	0.533	BCC
镁	Mg	12	24.31	650	1.74	HCP
锰	Mn	25	54.94	1246	7.47	立方
汞	Hg	80	200.59	- 38.836	—	—
钼	Mo	42	95.94	26.23	10.22	BCC
氖	Ne	10	20.18	- 248.587	—	—
镍	Ni	28	58.71	1455	8.91	FCC
铌	Nb	41	92.91	2469	8.58	BCC
氮	N	7	14.01	- 210.0042	—	—
氧	O	8	16	- 218.789	—	—
磷	P	15	30.97	44.14	1.82	正交

IV 元素的物理数据

(续)

元素	符号	原子序数	原子质量 /u ^①	熔点 /°C	20°C 时的固态密度 / (g/cm ³) ^②	20°C 时的 晶体结构
铂	Pt	78	195.09	1769	21.44	FCC
钾	K	19	39.1	63.71	0.862	BCC
硅	Si	14	28.09	1414	2.33	金刚石立方
银	Ag	47	107.87	961.93	10.5	FCC
钠	Na	11	22.99	97.8	0.966	BCC
硫	S	16	32.06	115.22	2.09	正交
锡	Sn	50	118.69	231.9681	7.29	BCT
钛	Ti	22	47.9	1670	4.51	HCP
钨	W	74	183.85	3422	19.25	BCC
铀	U	92	238.03	1135	19.05	正交
氙	Xe	54	131.3	-111.7582	—	—
锌	Zn	30	65.38	419.58	7.13	HCP

① 本书原子质量单位用 amu，而按国标 GB3100—1993，我们改为 u。——编辑注

② 原书质量的单位克用 gm，而按 GB3102.3—1993，我们改为 g。——编辑注

译者序

1998年,教育部对我国高校本科专业设置进行了大幅度的调整,旨在改变以前专业划分过细、学生知识面过窄的格局。此次专业调整中,材料领域的一级学科是材料科学与工程,许多高等学校按照该一级学科设立了相应的本科专业。这样的专业设置,要求培养的学生要面向各类材料、具有材料科学与材料加工方面比较全面的综合知识。面对这样的专业设置和教学要求,我们原有的教材的适用性受到很大限制,原因是它们几乎都是针对着某一类材料的各个方面编写的,而能够跨越这种材料类别划定的界限、全面反映各类材料知识的高质量专业教材还较少。

本书可以比较好地满足材料科学与工程专业的学生对教材的需求。它的内容涉及材料科学与工程的宽广领域,论及各种类型材料,包括金属、半导体、陶瓷、聚合物以及由这些材料构成的复合材料。尤其是将各类材料有机地融合在一起,全面、系统地论述了材料的结构、力学性能、物理性能(包括磁性、电性、光学和热学方面的性能)及化学性能。本书还讨论了材料的加工与合成,材料工程的经济、环保、再生等问题。除了内容所包含的专业知识面宽泛、全面这个突出特点之外,本书还提供了大量的例题、案例分析、习题等,使读者能够通过一些比较具体的问题来学习、了解材料领域的知识。书中有大量的图表、显微组织照片以及曲线,丰富了书的内容。通过一些有“惟一正确答案”类型的问题,可以帮助理解或强化书中的基本内容;通过一些没有所谓的“惟一正确答案”的开放的设计型问题,使读者更贴近现实情况。这样的综合有益于培养学生的创造性思维能力。对于材料科学与工程专业的本科生来说,这是一本比较理想的基础性专业课程教材,也适合于相近专业的研究生阅读、了解材料科学与工程的基础知识。对于现在正从事材料科学与工程的工程技术人员,也是一本很好的参考读物。

就本书的具体内容而言,可能涵盖国内一些学校设置的以下课程内容:“材料科学与工程基础”、“材料的性能”、“材料学”。本书适合作为以上课程的基本教材和参考读物。

值得提出的是,本书的作者队伍非常强大。5位作者来自4所不同的大学,他们的学习经历、从事过的以及正在进行的研究工作领域涉及冶金、金属材料、陶瓷材料、聚合物材料以及复合材料,他们在学术界都享有比较高的声誉。正是这样强大的作者队伍,使得本书得以充分展示材料科学与工程的全貌,同时又具有良好的系统性。

本书的翻译工作分别由北京科技大学的余永宁(前言、第1、3、4、5、6、7章)、强文江(第10、11、12、13章)、李长荣(第2、15章)、贾成厂(第14、16、17章)、谈嘉祯(第9章)和陈景榕(第8章)承担,并主要由余永宁、强文江、李长荣对翻译稿进行了校核,全书最后由余永宁统稿完成。由于译者水平和时间的限制,译文中错误之处在所难免,衷心欢迎读者批评指正。

译者

2002年4月于北京

作者介绍

詹姆斯·谢弗 (James P. Schaffer)

詹姆斯 P. 谢弗是宾夕法尼亚州伊斯顿拉斐特学院化学工程副教授。在杜克大学获得机械工程学士学位 (1981 年) 和材料科学与工程硕士学位 (1982 年) 及博士学位 (1985 年), 之后, 到佐治亚理工大学任教 5 年, 1990 年进入拉斐特学院。他采用本书的综合方法为超过 1200 名大学生开设材料工程导论课程。

谢弗博士的研究领域是用正电子湮灭光谱学及相关技术表征材料中原子尺度的缺陷。谢弗教授拥有两项专利, 发表了 30 多篇论文。他获得了许多教学奖, 包括拉尔夫 R. 蒂特教育奖 (SAE, 1989)、琼斯教学奖 (拉斐特学院 1994)、杰出教学奖 (ASEE 大西洋中区 1996)、高级教学奖 (拉斐特学生机构 1996)、马奎斯杰出教学奖 (拉斐特学院 1996) 和乔治西屋奖 (ASEE, 1998)。他是 ASEE、国际 ASM、TMS、Tau Beta Pi 和 Sigma Xi 会员。

阿肖克·撒克希纳

阿肖克·撒克希纳是佐治亚理工大学材料科学与工程学院院长, 教授。撒克希纳教授在辛辛那提大学于 1972 年和 1974 年分别获得材料科学硕士学位、冶金工程博士学位。在工业研究实验室工作 11 年后, 1985 年任佐治亚理工大学材料工程教授, 1993 年任学院院长。1991 至 1994 年任 Campus-Wide 复合材料教育和研究中心主任。

撒克希纳博士的主要研究领域是材料的力学行为, 发表过 125 篇研究论文, 编辑几本书。他在蠕变和蠕变-疲劳裂纹生长领域的研究为他赢得了世界性的声誉。1992 年他被 ASTM 授予乔治·欧文奖章, 1994 年获得 ASTM 功勋奖。撒克希纳教授是 ASTM 会员, ASM 国际会员和 ASEE、TMS、Sigma Xi 和 Alpha Sigma Mu 会员。

斯蒂芬 D. 安东洛维奇 (Stephen D. Antolovich)

斯蒂芬 D. 安东洛维奇是华盛顿州立大学机械和材料工程学院院长, 机械和材料工程教授。分别在 1962 和 1963 年获得威斯康星大学冶金工程学士和硕士学位, 1966 年获得伯克利加州大学材料科学博士学位。1983 年到佐治亚理工大学, 任材料工程教授、力学性能实验室 (MPRL) 主任和材料科学与工程学院院长。

1988 年安东洛维奇博士获得法国冶金学会 Reaumur 奖章。1989 年被巴黎 CNAM 大学任命为特邀教授。1990 年获得 ASTM Nadai 奖。安东洛维奇博士定期地在美国、欧洲、加拿大和韩国各学会作学术报告, 并主持多个政府机构的研究/咨询项目。安东洛维奇博士在一流专业期刊发表了 100 多篇文章。他的主要研究领域是形变、疲劳和断裂, 特别是在高温情况下

的形变、疲劳和断裂。他是 ASME、ASTM 和 AIME 会员，ASM 国际会员。

小托马斯·桑德斯 (Thomas H. Sanders, Jr.)

小托马斯·桑德斯是佐治亚理工大学材料科学与工程学院荣誉教授。桑德斯教授分别在 1966 和 1969 年在佐治亚理工大学获得陶瓷工程学士和硕士学位。1974 年在佐治亚理工大学获得冶金工程博士学位，然后进入宾夕法尼亚美国铝公司 (Alcoa) 技术中心物理冶金部，主要研究工作是建立和完善航空航天用高强度铝合金显微组织-性能关系。1980 至 1986 年他在普度材料科学与工程大学任教，1987 年进入佐治亚理工大学任教。1994 年他获得 W. Roane Beard 杰出教师奖。

桑德斯博士的主要研究领域是材料的物理冶金，重点是铝合金的物理冶金，他发表了大约 100 篇研究论文，编辑了几本书。1992 年他在法国 Châtillon 的 ONERA 进行研究工作时获得 Fulbright 资助。桑德斯教授是 TMS 会员，ASM 荣誉会员。

史蒂文 B. 沃纳 (Steven B. Warner)

史蒂文 B. 沃纳是麻萨诸塞大学纺织科学系主任，教授。沃纳博士 1973 年获得麻省理工学院冶金和陶瓷学士和硕士学位，1976 年获得麻省理工学院材料科学与工程系博士学位。1976 至 1982 年在 Celanese 研究公司、1982 至 1988 年在 Kimberly-Clark 公司从事研究。1987 年进入佐治亚理工学院为化学工程助教，1988 年任材料工程副教授，1990 ~ 1994 年是纺织和纤维工程教学人员。

沃纳博士的主要研究领域是材料结构-性能关系，特别是聚合物。他发表了 30 多篇研究论文，拥有 6 项美国专利。他是《纤维科学》一书的作者。此外，他还是一些专利项目的技术专家。

序 言

如果一个科技图书馆只准备收藏一本有关材料方面的书籍，这本书就是最好的选择。作者们已成功地涵盖材料科学与工程宽广领域。他们掌握该学科方面的科学与工程以及材料设计。本书论及各种材料类型，包括金属、半导体、陶瓷、聚合物以及由这些材料构成的复合物。正如国家研究委员会关于材料科学与工程的最新研究所提倡的那样，本书也包括了材料的加工与合成，如机械加工性能和接合方面等（无论材料性能如何优越，如果不能生产、成形或与其他部件连接，那也不能是很有用的）。

《工程材料科学与设计》广度地反映出了作者多方面的专业知识，使该教材成为各工程专业概述课程的理想教材。由于所论及专题的深度与广度，这本教材对于材料科学与工程专业的导论课程也是很好的选择。学习这些导论课程和概述课程的研究生们将把《工程材料科学与设计》作为今后的参考书。清晰的讲解和大量的实例使得应用工程师自己就能够熟悉材料领域或更新他/她的认识。本书图表的选择体现了作者的细心和技巧。大量的图表曲线有助于课文的讲解，清晰再现的显微照片为描述的现象提供了现实生活事例。教材中的例题和问题是特别值得注意的，其中一部分问题是“惟一正确答案”型的，用以强化和弄清课本中的内容；其他的都是开放的、设计型的，它们更加贴近现实情形，需要创造性的思维。这些问题可以成为有用的、引导课堂讨论的基础。

新版的《工程材料科学与设计》是对材料领域文献著作的有益补充，将对今后工程师和科学家的材料教育作出贡献。

朱莉娅 魏特曼 (Julia Weertman)

沃尔特 P. 墨菲 (Walter P. Murphy) 西北大学材料科学与工程教授

前 言

开发和使用材料的能力是衡量社会技术水平和未来技术发展的尺度。本书致力于帮助所有的工程师更好地理解和使用材料，以保证未来技术的发展。

适用范围

本书适用于所有工科专业的大学生，要求读者至少具有大学一年级水平的微积分学、化学和物理学基础。本课程已经成功用于下列各种情况，包括：

- 传统 40 ~ 42 课时的一学期/半学期课程
- 连续的一学年课程
- 材料工程专业基础课程
- 综合工科专业的学生公共课程
- 机械和电气工程师的培训课程
- 大学一年级和二年级学生的部分课程
- 拥有其他工科专业学士学位的材料工程专业研究生的进修课程

虽然作为一学期或半学期的课程只能用部分章节，但是经验表明学生通篇阅读本书是有益的。作者有意没有标出要选择的部分或章节，因为选择主题受许多因素影响，包括教师的偏爱、学生的背景与需要以及具体单位的课程安排。

作者团队

材料工程领域非常广阔，以至于没有一个人能掌握全部内容。因此，本书组成了具有陶瓷、复合材料、金属、聚合物和半导体专业知识的作者团队。作者团队依靠集体所掌握的专业知识能够有机整体地对领域中所有重要的方面给予清楚的解释。作者们现在或曾经在化学、材料、机械和纺织工程系授课，如规模较小的学院（这些学院的工程教学计划是为文科设置的）和主要的技术类大学。就像复合材料综合了其各组分材料的最佳特征一样，本书综合了所有作者的各方面力量。

综合方法

本书分为四篇。第 1 篇为基本原理，内容有 5 章，集中介绍工程材料的结构。重要的论题包括原子结合键、热力学和动力学、晶态和无定形结构、晶体中的缺陷和晶体的强度。这 5 章中阐述的概念为本课程其余部分提供基础。第 2 篇涉及微观结构的演化，介绍了温度、成分和时间等重要工艺变量，以及控制材料显微层次结构的方法。第 3 篇着重介绍各类材料的工程性能。它建立于对第 1 篇阐述的结构的理解和在第 2 篇中提出的控制结构的方法基础之上。本教材关于性质章节中使用的方法——称之为综合方法——与多数同类教材的不同。

传统上，先讨论一种类型材料的（通常是金属）所有宏观性能，然后再介绍第二类材料性能。这个过程依次在陶瓷、聚合物、复合材料和半导体进行重复。这种传统的程序有几个

优点,包括能够强调每类材料的独特优势和弱点。

作为作者,我们认为大多数工程师在寻找既满足特定性能又符合经济、加工和环境要求的材料,并且要考虑所有类型的材料。即大多数工程师更倾向以性能分类而不是以材料分类来进行“思考”。这样,我们介绍所有材料的力学性能,然后,再介绍所有材料的电学性能,等等。我们之所以把这种方法称为综合方法是因为它首先强调了适用于所有材料的基本概念,然后再指出每一类材料独特的性质。在本书编写过程中,作者发现有时如果“强制综合”会降低表述质量。因而,有一些章节便暂时没有采用综合方式,以此来换取表述的清晰性,并且强调具体材料的独有特征。

本书的第4篇和最后部分涉及加工合成方法、总体材料设计和选择过程。这两章将本书的前三篇中的所有论题联系起来,目的是使学生理解选择适当材料的方法和满足一套严格设计规范所需要的加工合成方法。

设计和应用的重点

如果学生们能通过他们个人经历的应用和例子来不断地充实、强化自己,他们就能更好地理解材料科学和工程的理论。因而,就教材中引入的每一个概念,我们尽力介绍为大家熟知的技术方面的重要应用。在多数情况下,我们通过描述一个熟悉的事件开始讨论主题,然后就为什么会发生确定的结果提出问题。这种方法启发学生学习定量模型的细节,使得他们能够解决问题或理解现象,在这个过程中使他们产生了兴趣。

作者相信,大多数工程问题都有多个正确的解决方案,并且必须包含环境、伦理和经济方面的考虑。因此,我们布置的家庭作业题中,既有正确答案单一的数值问题,也有具有多个有效解决方案和“正确”答案的设计问题。课本中的例题分为两类。一类例题是教材中的概念和公式的直接应用,一般说来只有一个正确数值解。相比之下,另一类设计例题则是无限制的,常常表现为特殊应用的材料选择。

我们用案例研究——便携式摄像机的设计——作为一条主线贯穿整个教材。教材的4篇(基本原理、微观结构演化、性能和设计)中,每一篇都以识别与便携式摄像机有关的几个材料问题开始,这些问题只能用该部分中阐述的概念来理解。这种技巧使学生能够做到先见森林后见具体的树木。所讨论的案例也使我们能够将大多数学生已经熟悉的课程内容中的各个重要方面联系起来。

作者在书末用一整章来强调材料设计和选择的重要性。即使教学计划不允许在课堂上讲授这一章,我们也强烈建议教师让学生阅读。我们发现,对于多数学生而言,帮助他们理解教材内不同主题之间的关系,能使他们把全部内容“贯穿成一体”。在设计这一章中包含了10个案例,强调了诸如终身成本分析、材料和加工选择、核废料处置、检测标准、失效分析、风险评估和产品可靠性等各项。

第二版的改动

本书第2版增加了五个新特点:

1. 每一章的开始都有目的地插入叫做活跃的材料部分。这个特点是希望通过现实世界中有趣的情景为读者介绍本章中的重要思想。例子中包括描述在铁中加入0.4%的碳如何就可以使材料的强度增加两个数量级;讨论为什么在某些航空应用中定向凝固镍基涡轮机叶片价值增倍以至于可与黄金相提并论;通过图示说明了如果某些廉价机械加工方法对产生疲劳裂纹有负面影响,则从经济上看,使用它们是错误的。这个新特点又使我们对设计和应用所

给予的重视——第1版中最受欢迎的内容之一——得到新的拓展。

2. 我们制作了一个称作“材料焦点”的新的光盘,以加强课本的表现力。在光盘中包括相图工具和超过30个动画来帮助读者理解书中某些视觉概念。例子中包括单胞和聚合物分子的“三维”视图,晶体中位错的运动,在半导体中电子能级上的电子数目随温度的变化,极化机制的图示,加工合成操作的例子等。此外,光盘还包含书中所有显微组织的照片和一系列互动例题。例如,第7章关于相图的部分,学生可以在相图上选择状态点,让软件帮助他们确定相、相成分和相对量。光盘中每幅图示都直接联系着书中的图示、概念或问题。

3. 全书加入了225个以上的习题,大部分章节都包含几个设计问题,即有多个正确解的问题。

4. 在靠近书的中部加入了6幅全彩色插图。这使我们能用图给出材料科学与工程中的几个重要应用,而这些是用文字或黑白插图很难描述的。

我们已经作出了一定的努力来改进第1版显微组织照片的质量并改正了错误。我们真诚感谢那些发现问题并向我们指出的读者。本书会由于您的努力而更好,我们非常高兴能够听到如何改进本书的其他建议。

5. 本书的网站:<http://www.mhhe.com>,它提供有关本书和附录、网站链接和教授策略的信息。

致谢

在杰出的同事审稿组的指导下,本书进行了大量的修改。通过这一过程,本书的质量大大提高。为此,我们对所有的审稿人深表谢意。第1版的审稿人有:

约翰 R. 安布罗斯(John R. Ambrose),	佛罗里达大学(University of Florida)
罗伯特 巴伦(Robert Baron),	坦普大学(Temple University)
罗纳德 R. 比尔德曼(Ronald R. Bierderman)	Worcester Polytechnic Institute
塞缪尔 A. 布拉德福德(Samuel A. Bradford)	University of Alberta
小乔治 L. 卡恩(George L. Cahen, Jr.)	弗吉尼亚大学(University of Virginia)
斯蒂芬 J. 克拉森(Stephen J. Clarson)	辛辛那提大学(University of Cincinnati)
黛安娜 法卡斯(Diana Farkas)	弗吉尼亚工业学院(Virginia Polytechnic Institute)
戴维 R. 加斯科尔(David R. Gaskell)	普度大学(purdue University)
AA. 杰弗里 贾科敏.(Jeffrey Giacomini)	德州 A&M 大学(Texas A&M University)
查尔斯 M. 吉尔摩(Charles M. Gilmore)	乔治华盛顿大学(The George Washington University)
戴维 S. 格拉曼(David S. Grummon)	密歇根州立大学(Michigan State University)
伊恩 W. 霍尔(Ian W. Hall)	特拉华州立大学(University of Delaware)
克雷格 S. 哈特利(Craig S. Hartley)	阿拉巴马州伯明翰大学(University of Alabama at Birmingham)
菲利普 L. 琼斯(Phillip L. Jones)	杜克大学(Duke University)
戴金(Dae Kim)	俄亥俄州立大学(The Ohio State University)
戴维 B. 诺尔(David B. Knorr)	伦塞勒工业学院(Rensselaer Polytechnic Institute)
D. 布鲁斯 马森(D. Bruce Masson)	华盛顿州立大学(Washington State University)
约翰 C. 马修斯(John C. Matthews)	堪萨斯州立大学(Kansas State University)
马萨海罗 梅沙依(Masahiro Meshii)	西北大学(Northwestern University)

小罗伯特 W. 梅斯勒 (Robert W. Messler Jr.)
 德里克 O. 诺思伍德 (Derek O. Northwood)
 马克 R. 普利钦塔 (Mark R. Plichta)
 理查德 L. 里特 (Richard L. Ritter)
 约翰 E. 里特 (John E. Ritter)
 戴维 A. 托马斯 (David A. Thomas)
 彼德 L. 思罗尔 (Peter L. Thrower)
 杰克 L. 汤姆林森 (Jack L. Tomlinson)

艾伦 沃克芬登 (Alan Wolfenden)
 厄尔斯 G. 沃尔夫 (Ernes G. Wolff.)

第 2 版的审稿人有:

巴扎德 巴瓦瑞恩 (Bazad Bavarian)
 戴维 卡希尔 (David Cahill)
 斯蒂芬 克劳斯 (Stephen Krause)
 希拉里 拉克瑞茨 (Hillary Lackritz)
 托马斯 J. 麦金 (Thomas J. Mackin)
 阿马格姆 曼奇瑞姆 (Arumugam Manthiram)
 沃尔特 W. 米利根 (Walter W. Milligan)
 蒙特 J. 普尔 (Monte J. Pool)
 苏珊娜 罗德 (Suzzne Rohde)
 杰伊 塞谬尔 (Jay Samuel)
 尚姆 N. 辛哈 (Shome N. Sinha)

伦塞勒工业学院 (Rensselaer Polytechnic Institute)
 温莎大学 (University of Windsor)
 密歇根理工大学 (Michigan Technological University)
 马萨诸塞大学 (University of Massachusetts)
 北卡罗莱纳州立大学 (North Carolina State University)
 里海大学 (Lehigh University)
 宾夕法尼亚州立大学 (Pennsylvania State University)
 加利福尼亚州立工业大学 (California State Polytechnic University)
 德州 A&M 大学 (Texas A&M University)
 俄勒冈州立大学 (Oregon State University)

California State University-Northridge
 伊利诺斯大学 (University of Illionois)
 亚利桑那州立大学 (Arizona State University)
 普度大学 (Purdue University)
 伊利诺斯-厄巴纳大学 (University of Illinois-Urbana)
 德州澳斯汀大学 (The University of Texas at Austin)
 密歇根理工大学 (Michigan Technological University)
 辛辛那提大学 (University of Cincinnati)
 内布拉斯加-林肯大学 (University of Nebraska-Lincoln)
 威斯康星-麦迪逊大学 (University of Wisconsin-Madison)
 伊利诺斯-芝加哥大学 (University of Illinois-Chicago)

作者还感谢编辑组成员: 出版者 汤姆 卡森 (Tom Casson); 斯科特 伊森伯格 (Scott Isenberg); 开发编辑: 凯利 布彻 (Kelley Butcher); 以及项目经理 格莱兹 特鲁 (Glads True)。我们同时也感谢“焦点材料”光盘开发者, 普度大学科技图片室的詹姆斯 莫勒 (James Mohler)。

补充

我们在准备题解手册上花了相当大的功夫, 以求高质量。我们的方法是对每一个习题采用一套通用的解题模式。它包括如下程序:

1. 寻找: 你想找寻什么?
2. 给出: 在问题陈述中提供什么信息?
3. 资料: 从课本中的表格、图或是公式以及为解答该问题还需要哪些附加的资料?
4. 假设: 在分析中受到的限制是什么?
5. 略图: 需要什么几何信息?
6. 解答: 详细的逐步运算的步骤。
7. 评论: 这一解答如何能应用到其他类似的情况上, 还可能有哪些适当的解答技巧?

拥有本书可以得到解答手册。此外, 作者在课堂教学使用“综合”方法方面已获得了相当的经验, 我们也准备好与其他学校中感兴趣的同僚讨论完善策略。

詹姆斯 谢弗 (James P. Schafer) 小托马斯 桑德斯 (Thomas H. Sanders, Jr.)