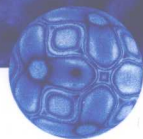




国外优秀科技著作出版专项基金资助

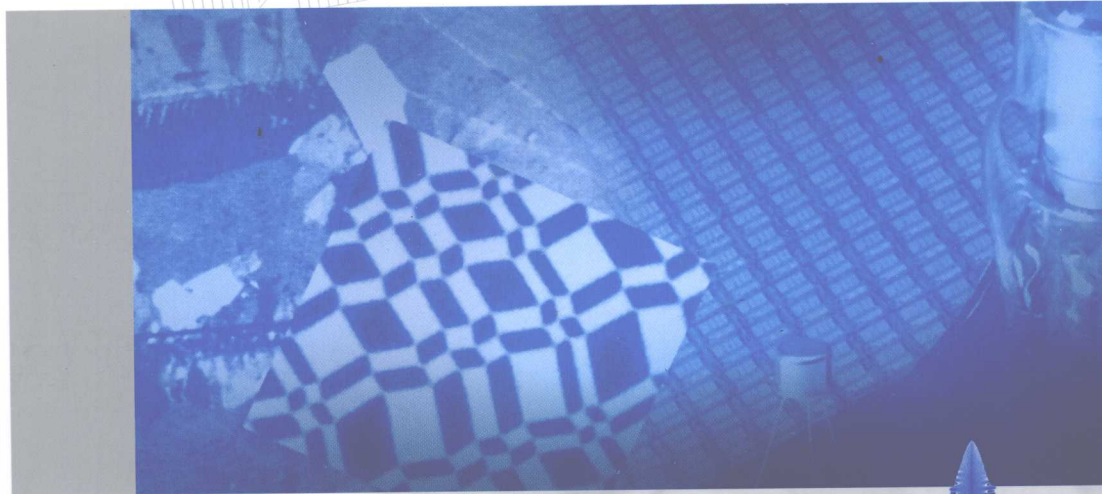


# 走进材料科学

## THE COMING OF MATERIALS SCIENCE

[英] 罗伯特 W. 康 (Robert W. Cahn) 著

杨柯 等译

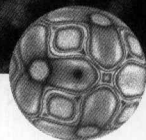


化学工业出版社





国外优秀科技著作出版专项基金资助

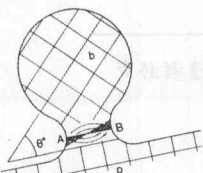
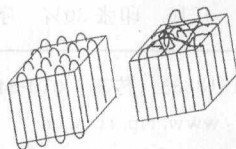
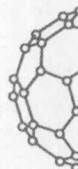
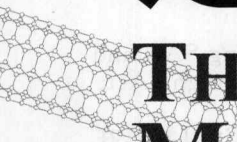


# 走进材料科学

## THE COMING OF MATERIALS SCIENCE



[英] 罗伯特 W. 康 (Robert W. Cahn) 著  
杨柯 等译



化学工业出版社

· 北京 ·



## 图书在版编目 (CIP) 数据

走进材料科学/[英] 康 (Cahn, R. W.) 著; 杨柯等译.  
北京: 化学工业出版社, 2008. 1

书名原文: The Coming of Materials Science  
ISBN 978-7-122-01521-1

I. 走… II. ①康…②杨… III. 材料科学 IV. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 177925 号

The Coming of Materials Science 0-08-042679-4/by Robert W. Cahn  
Authorized simplified Chinese translation edition of English edition jointly published by Chemical Industry Press and Elsevier (Singapore) Pte Ltd., 3 Killiney Road, #08-01 Winsland House I, Singapore 239519.

ISBN 978-0080426792

Copyright© 2001 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd.

Copyright© 2008 by Chemical Industry Press

All rights reserved.

This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体字翻译版由化学工业出版社与 Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 在中国大陆境内合作出版。本书仅限在中国境内 (不包括香港特别行政区及台湾地区) 出版及标价销售。未经许可之出口, 视为违反著作权法, 将受法律制裁。

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: 01-2006-6463

---

责任编辑: 窦 臻 陈志良

文字编辑: 王 琪

责任校对: 吴 静

装帧设计: 关 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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张 30 $\frac{1}{4}$  字数 574 千字 2008 年 3 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。

---

定 价: 59.00 元

版权所有 违者必究

# 国外优秀科技著作出版专项基金

FUND FOR FOREIGN BOOKS OF  
EXCELLENCE ON SCIENCE AND TECHNOLOGY  
(FFBEST)

## 管理委员会名单

名誉主任：成思危 全国人大常委会副委员长  
主任委员：谭竹洲 中国石油和化学工业协会名誉会长  
副主任委员：李学勇 王心芳 阎三忠 曹湘洪  
潘德润 朱静华 王印海 龚七一  
俸培宗 魏 然

## 委 员 (按姓氏笔画顺序排列)：

王子镐	王心芳	王印海	王光建	王行愚
申长雨	冯 霄	冯孝庭	朱家骅	朱静华
刘振武	杨晋庆	李 彬	李伯耿	李学勇
李静海	吴剑华	辛华基	汪世宏	欧阳平凯
赵学明	洪定一	俸培宗	徐 宇	徐静安
黄少烈	曹 光	曹湘洪	龚七一	盛连喜
阎三忠	葛 雄	焦 奎	曾宝强	谭竹洲
潘德润	戴猷元	魏 然		

秘 书 长：魏 然

副 秘 书 长：徐 宇

## 以书评代序

---

被誉为旷世杰作的《The Coming of Materials Science》在中国翻译出版了。本书作者 Robert W. Cahn 是中国科学院外籍院士，英国皇家学会会员（FRS）、剑桥大学教授，曾多次来我国讲学，是中国材料科学界的友人。这本书出版以后，我们几位曾与本书作者有过密切交往的学者为本书编写了书评，发表于《金属学报》（39 卷 12 期）（2003 年 12 月）。书评首先阐明了我们几个人和本书作者的关系，而后对本书各章进行了简要评述，最后对我国材料科学的发展与现状作了不算全面的简述。

《走进材料科学》这本书以科学事件翔实地评述了材料科学的起源与发展；用中文出版后可以广泛地介绍给国内有关人员，从而了解材料科学的过去与现状，有助于我国材料科学的健康发展。

Robert W. Cahn 教授不幸于 2007 年 4 月谢世，特将此书译为中文作为纪念。

中国科学院  
中国工程院

院士

师昌绪

2007 年 10 月

## 书 评

---

“绝对令人不忍释读……一本旷世杰作。”（英国皇家学会会员 Alan Cottrell 爵士评语）

没有任何语言比同一领域杰出的科学家对一本著作的评价更为中肯。材料的制造与改性已有上万年的历史。在这漫长历程的最近一个世纪的下半叶，涌现了几位对理解材料本质、奠定材料科学基础并推动其发展做出杰出贡献的巨匠，曾任英国女王科学顾问、先后任剑桥大学材料科学及冶金系主任、副校长、耶稣学院院长的 Cottrell 爵士便是举世公认的一位。我们很幸运、也很荣幸地收到这本书最早的几个赠本——或于访英期间（柯），或当该书作者以中国科学院外籍院士身份访华与我们面晤时。作者将该书献给他的岳父、曾任伯明翰大学材料系主任、理学院院长、著名冶金学家 Daniel Hanson 教授，这一页格外醒目，开卷便映入眼帘。此时柯完全被带回到在伯明翰度过的青年时代，那时正值其祖国天翻地覆，曙光将现：他作为 Hanson 教授指导的最后一名研究生，多年来对恩师的教诲和支持心存难于言表的感激之情。无独有偶，因师保送，杨又成为 Cahn 教授的关门弟子，在剑桥大学度过难忘的时光。翻阅此书，师与陈不禁忆起在大西洋对岸美国分别与 Morris Cohen 和 Robert Maddin 合作共事的岁月；李作为他几十年来的好友忘不掉十二年来 Cahn 曾不顾年事已高三次应允来我国作大会报告所表达的对中国的深情厚谊。当年他们曾为催生这一新兴学科而坚强地战斗过；今天，作为推进中国先进材料研究的老战士，则为我国材料科学的繁荣局面而深感欣慰。

该书作者，英国皇家学会会员、中国科学院外籍院士 Robert W. Cahn 教授为我国材料研究团体和大学教育工作者所熟知，并与我们保持了紧密联系。他撰写或编纂的权威著作或教科书在我国引起极好的反响：他的《物理金属学》的早期版本对我国一代以上的冶金与材料工作者产生了深刻影响，其第一版便已成为我国大学的标准参考书。而他晚年发起并主编的 19 卷 23 分册《材料科学与技术丛书》，经德国 VCH 出版社授权，则于 20 世纪 90 年代逐本由北京的科学出版社出版。参与这套丛书翻译的有我国数百位材料科学家，也是我国材料科学出版史上最大的一次联合行动。Cahn 教授是材料科学领域的前驱，与国际材料科学家有广泛的接触和深厚的友谊；他又是包括《材料科学杂志（Journal of Materials Science）》在内的数种国际学术期刊的发起主编。他也很关心《金属学报》，亲自担任国际顾问组组长。他是继李约瑟之后第二位当选为中国科学院外籍院士的英国学者（巧合的是两人都出自剑桥大学，又都为国际上尊崇的科学史学者）。材料科学演化繁复，领域广阔，欲求描绘这一学科历史的画师，既要洞彻过程，又能洞察是非，Cahn 教授无疑最为合适。

Cahn 教授在该书前言里给自己设定了双重目标：一是从渐变演化的视角界定

材料科学的学科内涵；二是对这一学科主题的现状作概括性评述。这两个目标都近乎完美地实现了。该书范围涉及所有主要材料类别和几代材料科学家所关注的主要问题，论述全面、系统。作者成功地避开了这类书通常难免的最大缺点：叙述的重心无可奈何地偏倾于作者最熟悉的主题。这得益于 Cahn 教授百科全书般的广博知识和他的公平态度：不折不扣地给予与各种主题材料地位相称的篇幅。

从各章节的组织上可以看出作者精心策划的功夫，这对该书的成功起到了至关重要的作用。我们不妨将该书的章节结构比作一次学术会议，譬如 Cahn 教授一贯热心支持与鼓励的国际材料研究学会联合会 (IUMRS) 会议 (见该书 511 页)：前 6 章相当于大会，其中每章便是一个主题报告；第 7~11 章类似于平行分会；第 8 章，关于材料的计算机模拟这一相对年轻的主题，与每个分会主题均有关联，则恰如通常的展板张贴分会；第 13 和 14 章述及材料科学数据管理、材料研究机构与学术期刊、有关地域的有影响的材料科学家，简直就像学术大会上所见的设备展览、就业咨询和颁奖仪式了。我们认为把“材料表征”位于第 6 章并归为“大会报告”性质是非常恰当的，它起着承上启下的作用：它们既是第 5 章材料定量理论的框架，又是以后五章各种材料研究的手段和依据，因为所述方法是各类材料所共通的。作为“平行分会”的各章 (第 7~11 章) 可以互相独立地阅读而不影响理解，但最好是在读完“大会报告”的各章之后，以便将各个材料主题的演变发展置于恰当的历史框架中。

Cahn 教授的写作风格简洁明快，清新活泼，令很多人倾慕 (对此与他多年共事相知极深的 Cottrell 爵士曾有“最优雅、最提神”的评语)。这种迷人的写作风格对提高该书的可读性起到很大作用，使该书不仅适合于材料科学工作者，也使其他读者产生阅读兴趣，这对材料科学和材料研究的进一步突破、创新与发展，乃至人才的培养极为重要。英国有句谚语：“世上其实并无历史，仅有传记。”作者正是在材料科学学科演化的宏大构架上天衣无缝地编织了很多杰出材料科学家的史传及贡献，才使得本书内容充实生动，我们在阅读过程中不仅获得知识，同时享受极大的乐趣，并得到启迪。这种极有效的表述方式或许源于司马迁 (公元前 145~公元前 92 年) 和他的西方同行、更早的古希腊学者 Thucydides (公元前 471~公元前 400 年)。两人在接近的时代、不同的文化背景下都为历史留下了公正、简明、科学的记录，并以此成为古代东西方最伟大的历史学家。司马迁在遭到冤狱、受到宫刑后，还依据终生集辑的资料，写成不朽的“太史公书”《史记》，用高度浓缩、扼要简明的 130 章 (共 526500 字) 回溯记录了我国汉代以前 3000 年的历史。显然，没有持之以恒、耐心艰苦的研究积累，这是无法做到的。Cahn 教授的书同样证明了这一点：这本涵盖极广的材料科学史征引了发表于 200 多年间的 700 多篇重要科学文献。其难度在于，前 100 年因时代限制文献珍贵难觅；后 100 年知识爆炸繁衍，文献浩瀚，过滤精选尤为棘手。这项工作单是想象便会令人却步，却被作者完成，且是出自耄耋之年个人之手。

这本书应该成为材料科学工作者的必读物，也值得甚至应该被关心和欲掌握人

类知识增长的人研读；不仅因为它涉及宽广的领域，而且因为它以史为据，洞见材料科学发展的规律，无论新老材料研究者均能从阅读中获益，从而得到急需的启发和创新的能力。我们会从书中知道，交叉学科的知识背景即便在材料科学萌芽时代已成为孕育思想创新的最肥沃的土壤：J. W. Gibbs 起先是一个机械工程师，在 32 岁时，虽没有发表过热力学文章（当然那时 SCI 还没有出现），却被与哈佛大学齐名的耶鲁大学聘为数学（理论）物理教授（不过没有薪酬），后来才成为物理化学家，他发展的热力学成为材料科学重要的理论基础；著名晶体学家 E. Mitscherlich 则本来是东方语言学家，后来转向药理、化学，最后才成为研究同素异构转变的专家。一些偶然事件导致学科或材料的名称尽管不合理但流传至今，我们习以为常，如应用物理（applied physics）理应为 applicable physics，铁电材料称 ferroelectric material 也出于偶然。我们还在书中看到一些著名科学家具有反进化的信念：其中一些歪打正着地激发了更深入的研究；另一些则阻碍了科学的发展。作者还请我们仔细分析一些相关术语如 modelling 和 simulation 的微妙差别。特别值得提出的是，Cahn 教授用了一整章的篇幅专门论述“亚学科”研究，他为此还创造了一个术语——parepistememes。我们可以将这些“亚学科”研究比作中餐宴会中的小吃，因为它们的功能相像：既可以单独品尝，也可以当成为主菜开道的“前驱”。在特殊情况下小吃极受欢迎并进而演变成大菜。那些科学家兴趣所及或抓住了关键所及的基本性研究在“小菜”阶段却不一定引起有钱人或管钱人的兴趣或重视，作者在这一章就这些不能为眼前利益服务的纯理论和科学发展、不切实际（在股票业内财务制度不健全的公司股票）的 blue-sky 研究与有潜在前景的应用研究以及与有效科研资助三者之间的关系表明了非常有见地的观点，而如何处理这三者的关系是世界各国均感兴趣的共同话题。一个令人饶有兴趣的例子是近年来轰动世界、连领带商都积极投入的纳米材料。早在 1959 年写了三卷版经典物理教材的诺贝尔奖获得者、美国的 Richard Feynman 教授就指出过，如果能把物质搞得极细，一定会有大的发展。在此前几年，前苏联著名物理学家 E. M. Lifshitz 已预言过量子阱的出现。但是真正纳米技术和纳米材料出现的研究却渊源于德法边境，一个人口不过 20 万的小城 Saarsbrücken 大学物理系教授 H. Gleiter 关于纳米晶粒的铜合金晶界与性能的研究。他 1981 年在丹麦所作的一个报告（1984 年他应南京大学冯端教授的邀请来我国讲学，介绍过他们的工作），引起了世界的重视，“小菜”终于成了“大餐”，造就了“名厨”。

当然，在书里 Cahn 还给出了鲜为人知但却发人深省的往事，或一些被人遗忘的本来不切实际，或一些科学研究还没有明显利益的课题。前面已提到纳米尺寸的颗粒，Cahn 接着回顾了一个细微孔洞筛子的往事。美国通用电器公司（GE）研究所在 1961 年偶然观察到铀的分裂产物可以对云母片造成损伤，经过腐蚀得到均匀的微孔筛子，先是用于地质样品研究，后来发展成为在血液中分离癌细胞的有效工具，为 GE 的研究室增加每年 1000 万美元的收入。17 年后，专利过期，各公司竞相发展，成为年产 5000 万美元的产业。事实上，早在 20 世纪 50 年代，英国 Har-



well 国家核技术研究院已经观察到这个现象，但却没有跟踪发展。两个国家、两个民族、两个不同的研究体制，一个“小菜”成了“大餐”，另一个却扼杀了一个新生事物。

我们，中国的科学工作者和科学技术管理者、资助者，代表着与他们不同的利益，应如何对待这样一个话题，最终为我们的人民和全世界在贫困线上挣扎着的弟兄造福？历史是最好的教师。在市场经济的条件下、科学技术不断赶超的游戏里，只有具备慧眼预见课题的可能前途（自然也会有风险）的资助者，才能创造出超越的条件。否则，“老抄者”必然是“老赶”。

因此，我国材料研究群体同样需要处理好这三者之间的关系。因为它不仅关系到材料科学是如何兴起的，更关系到材料科学的未来走向，乃至科学技术的创新与发展，国家的发展和民族的兴亡。在这本书里，Cahn 教授在多处暗示了这个敏感问题（如美国大学材料科学与工程学科学学生人数随年份的变化），但最终对前景表示乐观，这是自然的，也是必然的，因为人类文明的发展离不开材料的发展。在我国，材料科学的萌芽是在 20 世纪 50 年代中期。北京大学在物理学家叶企孙、黄昆的倡导下在物理系建立了磁学与金属物理室；中国科学院金属研究所在李薰所长的支持下建立起以葛庭燧、郭可信为首的金属物理和材料结构研究室；中国科学院先后在物理、半导体、陶瓷、化学、冶金、力学等研究所建立了以材料发展为中心的研究室。1956 年北京科技大学（时称北京钢铁学院）建立了金属（材料）物理专业和金属（材料）物理化学（后改为冶金物理化学）专业。20 世纪，我国大学已有 36 个材料科学（理论）和 330 个材料科学与工程（工科）专业。曾经有过的金属腐蚀与防护专业并入了材料工学（工程）或材料学专业。材料科学与工学目前有四个二级学科：材料物理（或/与）化学，材料学，材料加工。20 年前由中国科学院金属研究所和长春应用化学研究所相关研究室组建成立的中国科学院金属腐蚀与防护研究所，在“知识创新工程”强强联合新的条件下与中国科学院金属研究所合并，或许可以说，这类似于从 *parepisteme* 向主学科的逆转变。我们有充分的理由相信，这些学科整合在总体上有利于学科交叉，有利于材料科学与工程的健康发展。Cahn 教授的这本书中不乏学科发展、创新及研究机构分化、统合的演变实例。显然，这是一本不仅材料科学和材料工学的从业人员和领导应读、也是自然科学、工程技术及其管理者和领导值得参考深思的佳作。研读这些史实案例、深思总结将有助于我们充满信心地迎接 21 世纪的挑战，因为我们无疑信奉“以古为镜，可以兴替，以人为镜，可以明得失”（唐太宗）的古训。

师昌绪（国家自然科学基金委员会）

柯俊（北京科技大学）

陈能宽（中国工程物理研究院）

李恒德（清华大学）

杨锐（中国科学院金属研究所）

## 译者序

---

一年多以前，经我国著名材料学家、两院院士师昌绪先生建议，中国科学院金属研究所的部分研究人员，开始将英国皇家学会会员、中国科学院外籍院士、剑桥大学 Robert W. Cahn 教授撰写的《The Coming of Materials Science》翻译为中文，以将这部全面介绍材料科学兴起与发展过程的鸿篇巨著介绍给更多的中国读者。

在对全书的翻译过程中，译者们深深感受到该书不仅在学术上博大精深，而且在英文表述上的深邃、考究与精练也非同寻常。显然，完美地完成这项翻译工作，对译者们来说是一项挑战。正值该书的翻译工作进行之时，译者们惊悉，Robert W. Cahn 教授于 2007 年 4 月 9 日辞世。剑桥大学 A. L. Greer 教授在 *Nature Materials* 撰文回顾了他对材料科学领域的巨大贡献（见 A. L. Greer, *Nature Mater.* vol. 6, 2007, p. 477）。这使译者们备感翻译此书的深远意义和重大责任，同时也为有机会参与此项工作而感到十分荣幸。借此机会，谨向材料科学界的泰斗与巨匠 Robert W. Cahn 教授表示崇高的敬意和深深的怀念。限于译者们的学识，译文中难免有不妥之处，敬请读者海涵。

参加翻译的人员有：杨柯（序、致谢、第 1、14、15 章）、徐坚（第 2 章）、冼爱平（第 3 章）、张二林（第 4、5 章）、马秀良（第 6 章）、朱银莲（第 6 章）、曲文生（第 7 章）、李来风（第 7 章）、隋国新（第 8 章）、张健（第 9 章）、吕曼祺（第 10 章）、陈德敏（第 11 章）、李殿中（第 12、13 章）、徐东升（第 12 章）。全书译稿的整理工作由杨柯博士和张健博士完成。

谨将此译著奉献给我国材料科学与工程领域的工作者和青年学子们，衷心希望阅后有所受益。

全体译者

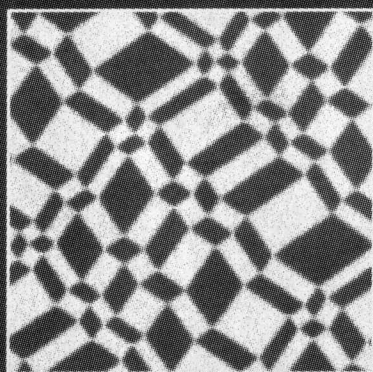
2007 年 10 月于沈阳

PERGAMON MATERIALS SERIES

SERIES EDITOR: R.W. CAHN

# THE COMING OF MATERIALS SCIENCE

R.W. CAHN



Pergamon

## 谨以此书纪念

伯明翰大学的 Daniel Hanson 教授 (1892~1953)

他在推动冶金学教学的现代化中起到了重要作用

因而为材料科学的诞生奠定了基础



## 序

---

我花费了许多年的时间作准备来写这本书，目的有两层意思。在我的职业生涯中，“材料科学与工程”学科从最初的诞生，我就与它的发展休戚相关。因此，我想要记录下来它的发展历史阶段，以及一些很久以前就预料发生的事情。我的第二个目的与第一个目的密不可分，就是为初步接触本学科的读者以及那些长期从事材料研究的人们勾画出相关研究的现状。我的主题是科学，而不是已在很多书中详细描述的那些出现在科学之前的技艺。这本书主要写给正在从事相关研究的科学工作者和工程师，还有那些有兴趣进入这一领域的学生们。如果还有专业从事科学史研究的学者们对本书感兴趣，我将会由衷地感到高兴。

本书的第1章从学术和产业的角度叙述了材料科学概念的形成。第2章和第3章回顾了材料科学出现之前的历史，包括原子、晶体和热力学这些概念的出现和应用，以及许多相关学科的演化过程，从而看到相互之间的影响和帮助。因此，我从不同方面和不同深度上作了努力。本书绝对不是一本材料科学的教科书，而是从一段距离上来透视材料科学。一个具体学科的发展历程长短并不能作为本书说明其重要性的依据，对于某一主题的冗长叙述也不代表判断其价值所在。我只是想在有限的篇幅内平衡好各个主题，并从那些一起构建材料科学与工程的众多人物中选择一些进行重点介绍。

本书涉及的大量文献可清晰地分为两类，许多是最早期的重点文章和书籍；而另外一些主要是书籍，其描绘了某一主题的目的状况。在本书的前面部分，多数文献都来自于过去的特定时期。而在后面，由于涉及的是更为现代的部分，所以更偏于选择近期的文献。

至于谁来领衔去写这样的历史，在专业的科学史学家中确实存在一些争论。那些训练有素的史学家们肯定会对从事实际工作的科学家们所给出的描述感到不愉快，这无异于从他们嘴里争食。而我们这些“老朽”的科学家们，被有些史学家们贬称为“民权主义者”，只是一些与世无争、终生追求认识和改变自然的圣人（A. R. Hall 则称民权主义者把历史写成一个登向光彩而圣洁顶峰的传奇故事）。在这一评论中还讲了一些公道话，虽然没有前者那样多。另一场争论，也就是最近爆发的所谓“科学战争”，是发生在外表主义者和那些像我本人一样主要注重内在本质的人之间；外表主义者认为科学主要依赖于社会压力而形成（不被科学实践者自身所认可），而注重本质的人则将科学研究视为来自于那些直接从发展知识及技术迫切性而产生的问题。外表现象论与内在本质论之间的争论绝对不会最终得到解决，但读者应至少知道它的存在。无论怎样，我已尽力去了解我自身从事学科的历史，并从我所发现的材料科学的演变中给出科学实践方面的一般性结论。

贯穿整本书中的另一个主题是：什么是一门学科？学科的产生及其之间的差

异？一门学科能否成为交叉学科？材料科学是一门真正的学科吗？这些问题不是好像词典编辑中的一份习题，回过头来看，正是这些问题最终给了我写这本书的动力。

书中展现了大量的题材，如有不妥之处，由我负责。任何读者如果发现错误之处，并能通过电子邮件（[rwcl2@cam.ac.cn](mailto:rwcl2@cam.ac.cn)）告知我，将对我是一次帮助。然后，如有再版机会，我会加以纠正。

本书第一次印刷后，正在准备进行重印。借此机会我改正了许多在第一次印刷漏掉的打印错误及其它小错误。此外，有少数重大事件，如对某些发现的不正确说明等，均已作了改正。

非常感谢发现本书中打印错误、遗漏之处以及重要勘误的那些读者，使我能在本次印刷中得以纠正。特别要感谢日本的 Masahiro Koiwa、法国的 Jean-Paul Poirier 和 Jean Philiber 以及美国的 Jack Westbrook 和 Arne Hessenbruch。

Robert W. Cahn  
剑桥，2002年10月

## 致 谢

---

我首先要感谢冶金学家、爵士 Alan Cottrell 教授，他是我长达半个多世纪的朋友和恩师。几乎从我刚刚步入科学研究时起，他就细心地指导我。他还阅读了本书的初稿，并给出了他的评价，使我获益匪浅。

其次我要感谢冶金学家和史学家 Cyril Stanley Smith 教授，他教授了我如何对一个技术学科历史进行恰当描述，并送给我多本他所著的重要书籍，在本书中我曾多次引用。

爵士 Brian Pippard 教授在 1993 年给了我一次机会，在一部材料物理发展史的书中撰写一个章节。该书名为《二十世纪物理学 (Twentieth Century Physics)》，由他主编并于 1995 年出版。那一个章节可以说是本书的一个有价值的开端。我也看到了他自身的贡献对于那部书来说是多么重要。

1992 年由 Lillian Hoddeson 等人编辑出版的《晶体困惑之外 (Out of the Crystal Maze)》，也是为材料物理提供有价值信息的一部书籍，对材料科学亦有影响。

资深的固体物理学家 Frederick Seitz 博士为我提供了很多有价值的信息，特别是关于半导体材料的发展历史。他与 Alan Cottrell 爵士一样，是一个不可多得的典范，即退休后的科学家还可以做很多事情。

开放大学 (Open University) 的科学史学家、名誉教授 Colin Russel 在化学史方面给我提供了有价值的建议，并让我看到如何以哲学的态度对待现实的科学家与科学史学家之间的争鸣。我十分感激他。

剑桥大学科学期刊图书馆是一个不可多得的新旧信息库，它的藏书和其工作人员，以及 Whipple 历史和科学哲学图书馆、材料科学与冶金系的图书馆的收藏，都给本书提供了无可比拟的信息来源。

剑桥大学我所在系的 Derek Hull 教授、Colin Humphreys 教授和 Alan Windle 教授一直提供理想的条件，使我能够全身心地投入本书的写作。我感谢他们。

还有许多提供过帮助的朋友与同仁，在这里难以一一列举，他们通常是自愿地为我提供了打印件和影印件。下列这些人曾为我提供了专门的信息、评论或说明，或面谈：Kelly Anderson、V. S. Arunachalam、贝尔实验室的档案室、Yann le Bouar [提供了本书封面用的图 12.3 (f)]、Stephen Braun、Paul D. Bristowe、Joseph E. Burke、Hendrik B. G. Casimir (已故)、Leo Clarebrough、Clive Cohen、Peter Day、Anne Smith Denman、Cyril Domb、Peter Duncumb、Peter Edwards、Morris Fine、Joan Fitch、Jacques Friedel、Robert L. Fullman、Stefano Gialanella、Jon Gjønnnes、Herbert Gleiter、Gerhard Goldbeck-Wood、Charles D. Graham、Martin L. Green、A. Lindsay Greer、Karl A. Gschneidner Jr、Peter Haasen (已

故)、Richard H. J. Hannink、Jack Harris、David Harrison 爵士、Peter W. Hawkes、Mats Hillert、Peter Hirsch 爵士、Michael Hoare、Gerald Holton、John P. Howe (已故)、Archibald Howie、Paley Johnson、Stephen Keith、Andrew Keller (已故)、Peter Keller、David Kingery (已故)、Reiner Kirchheim、Ernest Kirkendall、Ole Kleppa、Masahiro Koiwa、Gero Kostorz、Eduard V. Kozlov、Edward Kramer、Kehsin Kuo (郭可信)、Vladislav G. Kurdyumov、Elisabeth Leedham-Green、Lionel M. Levinson、Eric Lifshin、James Livingston、John W. Martin、Thaddeus Massalski、David Melford、Harry Melville 爵士 (已故)、Peter Morris、Jennifer Moss、William W. Mullins、John Mundy、Frank Naborro、Hideo Nakajima、Louis Neel (已故)、Arthur S. Nowick、Kazuhiro Otsuka、Ronald Ottewill、David Pettifor、Jean-Paul Poirier、G. D. Price、Eugen Rabkin、Srinivasa Ranganathan、C. N. R. Rao、Percy Reboul、M. Wyn Roberts、John H. Rodgers、Rustum Roy、Derek W. Saunders、Peter Paul Schepp、Hermann Schmalzried、Changxu Shi (师昌绪)、K. Shimizu、Frans Spaepen、Hein Stuwe、Robb Thomson、Victor Trefilov、C. Tuijn、David Turnbull、Ruslan Valiev、Ajit Ram Verma、Jeffrey Wadsworth、Frederick (Ned) Warner 爵士、James A. Warren、Robert C. Weast、Jack H. Westbrook、Guy White、Robert J. Young、Xiaodong Xiang。如有任何无意的疏忽，在此表示歉意。

Elsevier 出版公司的 Erik Oosterwijk 和 Lorna Canderton 一直关注着本书的印刷出版，在此我对其所做的一切表示感谢。

我的儿子 Andrew 一直鼓励我去写这本书，我感谢他对我始终支持。我亲爱的夫人 Pat 对很多引文进行了评论。此外，是她使得全书的完成成为可能，不仅通过她对其偏执丈夫不懈追求的信赖，而且总是营造一个温馨的家庭环境。我对她感激不尽。

Robert W. Cahn



# 目 录

第 1 章 引言 .....	1
1.1 基本概念 .....	1
1.1.1 大学中的材料科学与工程 .....	1
1.1.2 产业中的材料科学与工程 .....	5
1.1.3 材料研究实验室 .....	7
1.1.4 起源、定义和术语 .....	9
参考文献 .....	11
第 2 章 学科的出现 .....	13
2.1 类比 .....	13
2.1.1 物理化学的出现 .....	15
2.1.2 化学工程的起源 .....	23
2.1.3 高分子科学 .....	25
2.1.4 胶体科学 .....	31
2.1.5 固体物理与化学 .....	34
2.1.6 固体连续介质力学与原子力学 .....	35
2.2 学科的自然历史 .....	38
参考文献 .....	39
第 3 章 材料科学诞生的基础 .....	42
3.1 三脚凳的三条腿 .....	42
3.1.1 原子和晶体 .....	42
3.1.1.1 X 射线衍射 .....	50
3.1.2 相平衡与亚稳态 .....	55
3.1.2.1 亚稳态 .....	64
3.1.2.2 非化学计量比 .....	65
3.1.3 显微组织 .....	65
3.1.3.1 眼见为实 .....	72
3.2 一些其它的基础 .....	74
3.2.1 旧式冶金学与物理冶金学 .....	74
3.2.2 同素异构现象与相变 .....	79
3.2.2.1 形核与调幅分解 .....	83
3.2.3 晶体缺陷 .....	84
3.2.3.1 点缺陷 .....	84
3.2.3.2 线缺陷：位错 .....	88