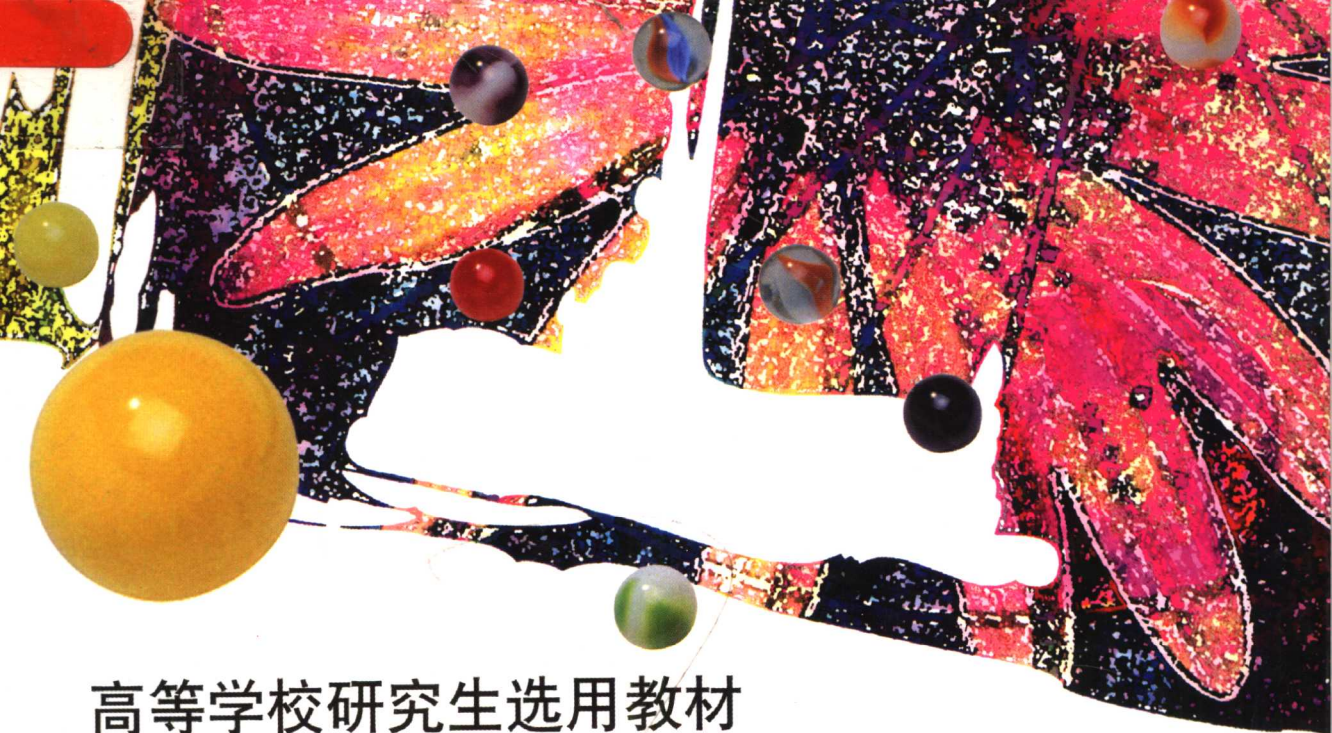




高等学校研究生选用教材

材料创造 发明学

涂铭旌 ©编著

Theory & Method
of Creating and Inventing on Material



四川大学出版社

TB3

108

2007

高等学校研究生选用教材

材料创造 发明学

涂铭旌 ©编著

Theory & Method
of Creating and Inventing on Material



四川大学出版社

责任编辑:马 娜 韩 果

责任校对:罗 杨

封面设计:米茄设计工作室

责任印制:杨丽贤

图书在版编目(CIP)数据

材料创造发明学 / 涂铭旌编著. —成都: 四川大学出版社, 2007.1

ISBN 978-7-5614-3605-9

I. 材... II. 涂... III. 材料科学 IV. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 000237 号

书名 材料创造发明学

编 著 涂铭旌
出 版 四川大学出版社
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行 四川大学出版社
印 刷 郫县犀浦印刷厂
成品尺寸 185 mm×260 mm
印 张 17
字 数 384 千字
版 次 2007 年 1 月第 1 版
印 次 2007 年 1 月第 1 次印刷
印 数 0 001~3 000 册
定 价 28.00 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科
联系。电 话:85408408/85401670/
85408023 邮政编码:610065

◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。

◆网址: www.scupress.com.cn

版权所有◆侵权必究
此书无本社防伪标识一律不准销售

前 言

在农业经济时代，人们梦想占有土地；在工业经济时代，人们希望拥有资本；在知识经济时代，创造新知识、创造知识新的应用模式将成为人们的新追求。创造知识和应用知识的能力与效率将成为影响一个国家综合国力和国际竞争能力的决定性因素。一个没有创新能力的民族难以屹立于世界先进民族之林。创新是一个民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力。

科技创新是推动科学技术进步的原动力，创造发明则是知识的源泉。没有科技创新就没有科技的发展、进步，科技创新又离不开一定的方式方法。创造方法对科学技术创新有着重要作用。法国著名生理学家贝尔纳说得好：“良好的方法能使我们更好地发挥运用天赋的才能，而拙劣的方法则可能阻碍才能的发挥。”因此，在科学研究与发展中，人们难能可贵的创造性才华可能会由于方法拙劣被削弱，甚至被扼杀；而良好的方法则会增加、促进这种才华。

科技工作者的创造性研究方法要靠自己在实践中去探索，同时也要学习前人之有效并带有普遍意义的创造发明的思维方法，这对于中青年科技工作者尤为重要。有鉴于此，作者将在科研实践中领悟和积累的一些创造发明原理、方法及应用实例，于上世纪 80 年代中后期编写成《材料创造发明学》讲义，并作为原成都科技大学和四川大学研究生教材。2000 年化学工业出版社将该讲义出版，得到了有关高校和科技界同行的关注，鼓励我将本书补充、修改后作为研究生教材出版，以便让更多的读者受益。

修改后本书的特点是结合材料科学与工程的实际，介绍各种创造发明的原理、方法及其应用举例。在第一章中介绍创造发明过程与思路，在第二章中增加介绍了材料发明发展史，在第三章中运用逻辑方法分析材料由细分化走向综合、三大材料的共性与个性，在第四章中增加介绍了创造思维。前面四章作为材料创造发明的基础知识。第五章介绍科技

术创新的方法及实例，第六章着重介绍工程技术创造发明方法及实例。书后附录多种材料及科技发明、发现年表，供读者查阅。

与本书第一版相比，各个章节内容和应用实例都作了较多的增补，每一章的结尾还增列了思考题，其目的是便于读者对创造发明方法的研究、思考及应用。

希望本书对青年学生和中青年科技工作者能给予方法论的指导，使读者了解创造发明的基本原理和方法，启发创造发明思维，开拓材料科学发展的视野，并初步掌握创造发明的方法。

希望本书能助奋斗在科技战线上的广大中青年科技工作者以一臂之力。

本书在编写过程中参考了许多文献资料，主要文献列于书后，在此谨向所有在参考文献中涉及的作者致以诚挚谢意。本书稿曾请四川大学陈家钊教授核阅，他提出了不少宝贵的修改意见，在书稿的编辑出版过程中我的博士研究生刘彩兵也付出了很多辛劳，在此表示衷心的感谢。

限于作者水平，书中难免有谬误，恳请同行和读者批评指正，以利于今后重印时修改和完善。

涂铭旌

2006 年 8 月于四川大学



作者简介

涂铭旌，男，1928年生，四川人。1951年毕业于同济大学机械系，1955年北京钢铁学院金属材料系研究生毕业。曾任教于同济大学、上海交通大学、西安交通大学及成都科技大学。现任四川大学教授、博士生导师。1984年获国家有突出贡献中青年专家称号，1995年被增选为中国工程院院士。

自1988年以来主要从事稀土、钒、钛功能材料及纳米材料的研究与应用，先后获国家及部、省级奖14项，发明专利30余项，发表论文300余篇，专著4部；已培养研究生90余名，其中博士生35名。博士后8名。

内容简介

本书是作者根据几十年从事材料科学与工程科研及教学实践，领悟和积累的一些材料创造发明原理、方法及应用实例，涵盖创造发明过程及思路，金属、无机非金属、高分子三大材料的共性和个性、创造思维、科技创新方法及工程技术创新方法。作者着意启发读者的创造发明思维，开拓对材料科学发展的视野，并初步掌握材料创造发明方法。

本书可作为研究生教学用书，也可以供从事材料科学与工程工作的有关人员作参考。

目 录

第一章 创造发明过程与思路

1.1 创造发明的概念	(3)
1.1.1 创造性的含义	(3)
1.1.2 发现与发明	(3)
1.1.3 创新的含义、类型与范畴	(4)
1.1.4 技术发明	(5)
1.2 创造发明的规律	(8)
1.2.1 创造发明的发展规律	(8)
1.2.2 创造发明类型转化规律	(9)
1.2.3 创造发明人文规律	(10)
1.3 当前技术创新的特点	(11)
1.3.1 增强自主创新能力是我国的重大战略决策	(11)
1.3.2 新科学的发明和发现推动突破创新	(12)
1.3.3 科技成果的转化周期快速缩短	(12)
1.3.4 各学科相互渗透、交叉与综合, 推动集成创新的发展	(13)
1.3.5 国际技术转移的速度加快, 规模越来越大	(14)
1.3.6 技术发明的主体逐步转移	(14)
1.4 创造发明的过程与思路	(14)
1.4.1 创造发明程序及思路	(15)
1.4.2 技术开发程序与思路	(15)
1.4.3 理论研究思维	(16)
1.4.4 材料形变断裂研究思路	(16)
1.4.5 材料改进及新材料研究思维	(17)
1.4.6 失效分析与创新思维	(18)
思考题	(18)

第二章 材料发明发展史

2.1	材料与人类社会	(21)
2.2	材料是人类文明的基石	(22)
2.3	金属材料发展史略	(23)
2.3.1	世界有色金属冶炼发展史略	(23)
2.3.2	青铜时代	(23)
2.3.3	铁器时代有色金属的发展	(24)
2.3.4	钢铁材料的发展史略	(25)
2.3.5	近代钢铁材料的发展	(25)
2.3.6	合金钢的发展史	(26)
2.3.7	有色金属及稀有金属元素的发现史略	(26)
2.3.8	古代中国冶金对世界冶金的贡献	(27)
2.4	无机非金属材料发展简史	(28)
2.4.1	水泥发展简史	(28)
2.4.2	陶瓷发展简史	(30)
2.4.3	玻璃发展简史	(30)
2.5	高分子材料及高分子材料科学发展简史	(31)
2.5.1	创立高分子学说和形成高分子化学的奠基阶段	(32)
2.5.2	高分子化学和其他学科相互渗透, 发展为完整的高分子科学体系	(33)
2.5.3	高分子科学的各个分科再次结合成为高分子材料科学	(34)
	思考题	(34)

第三章 三大材料的共性与个性 ——逻辑方法分析

3.1	材料科学的目的、意义	(37)
3.2	从细分化走向综合——材料科学形成	(37)
3.2.1	细分化到综合	(37)
3.2.2	从交叉、渗透到材料科学	(38)
3.2.3	从材料学、材料工程到材料科学与工程	(41)
3.3	三大材料的共性规律与个性	(42)
3.3.1	晶体学结构规律	(42)
3.3.2	晶体缺陷与材料的断裂强度	(43)

3.3.3	相图及相变原理	(46)
3.3.4	形变规律	(47)
3.3.5	三大材料力学性能的异同	(49)
3.3.6	强韧化原理	(51)
3.4	三大材料的共同效应	(53)
3.4.1	复合材料的复合效应	(53)
3.4.2	复合材料的界面效应	(54)
3.4.3	表面效应	(54)
3.4.4	超导电性效应	(55)
3.4.5	超塑性效应	(55)
3.4.6	形状记忆效应	(55)
3.4.7	滞后效应	(56)
3.4.8	动态效应	(56)
3.4.9	材料的纳米效应	(57)
	思考题	(59)

第四章 创造思维

4.1	求异思维	(63)
4.2	同中求异与异中求同思维	(63)
4.2.1	同中求异	(63)
4.2.2	异中求同	(64)
4.2.3	求同思维和求异思维相结合	(64)
4.3	质疑思维	(65)
4.4	逆向思维	(66)
4.4.1	逆向思维的类型和举例	(66)
4.4.2	正向思维与逆向思维相结合	(67)
4.5	发散思维	(67)
4.6	收敛思维	(68)
4.7	形象思维	(70)
4.8	直觉思维	(70)
4.9	灵感思维	(72)
4.10	想象思维	(73)
4.11	超前思维	(74)
4.11.1	独具慧眼,敢为人先超前	(75)
4.11.2	寻找空白点超前	(75)

4.11.3	高瞻远瞩, 着眼未来超前	(75)
4.11.4	前瞻性预断超前	(75)
4.12	挑战思维	(76)
4.13	混沌与非线性思维	(77)
4.14	综合思维	(77)
	思考题	(79)

第五章 科学技术创新方法

5.1	继承与创新	(83)
5.1.1	原理与方法	(83)
5.1.2	应用举例	(83)
5.2	叛逆与创新	(86)
5.2.1	原理	(86)
5.2.2	方法及举例	(87)
5.3	移植与创新	(90)
5.3.1	原理	(90)
5.3.2	方法及举例	(91)
5.4	交叉突破与创新	(92)
5.4.1	原理	(92)
5.4.2	交叉突破的方法及举例	(93)
5.5	复合创新法	(95)
5.5.1	原理	(95)
5.5.2	复合原则及复合效应	(96)
5.5.3	复合方法	(96)
5.6	科学领域中的“少人区”与“无人区”创新方法	(100)
5.6.1	原理	(100)
5.6.2	条件与效应	(100)
5.6.3	方法	(101)
5.6.4	科技领域无人区的新发现	(101)
5.6.5	科技领域少人区的创新	(102)
5.7	“对立概念”创新法之一——“矛”与“盾”的创新方法	(102)
5.7.1	原理	(102)
5.7.2	应用举例	(103)
5.8	“对立概念”创新法之二——“有序与无序”, 晶态与非晶态	(105)
5.8.1	原理	(105)

5.8.2	突破传统概念,产生非晶态材料学	(106)
5.8.3	运用有序与无序概念揭示新的材料功能机理	(106)
5.8.4	发明一系列新型非晶态材料	(107)
5.8.5	应用——发展和发掘非晶材料新的特殊功能	(108)
5.9	“对立概念”创新法之三——线性与非线性	(108)
5.9.1	原理	(108)
5.9.2	非线性创新思维	(109)
5.9.3	非线性科学引发一系列新的学科分支	(109)
5.9.4	用非线性概念对线性理论进行修正	(109)
5.9.5	发现和发明非线性光学材料	(110)
5.9.6	非线性功能陶瓷材料的发现和发明	(110)
5.10	挑战极限创新	(111)
5.10.1	原理	(111)
5.10.2	挑战物理极限	(111)
5.10.3	挑战极端环境	(112)
5.10.4	太空实验,开创新篇章	(113)
5.10.5	极限材料创新	(113)
5.10.6	挑战极端创造	(115)
5.11	科技前沿创新	(115)
5.11.1	原理	(115)
5.11.2	方法及举例	(116)
5.12	逻辑分析创新方法	(118)
5.12.1	原理	(118)
5.12.2	用类比、联想、类推法研究新材料	(119)
5.12.3	用归纳—演绎法推测新材料研究领域的可行性	(120)
5.12.4	用类比、演绎法推测新兴材料研究领域	(121)
5.13	先进分析、测试仪器与创新	(121)
5.13.1	原理	(121)
5.13.2	分光镜、光谱分析,引发了一系列元素的问世	(122)
5.13.3	望远镜的革新,使人类不断揭示出宇宙的奥秘	(122)
5.13.4	金相显微镜分析为金相学、金属学奠定了基础	(122)
5.13.5	X射线衍射技术产生了X射线金相学	(122)
5.13.6	电子显微镜使材料科学取得几次突破性进展	(123)
5.13.7	纳米材料的发展与扫描隧道显微镜(STM)的问世息息相关	(123)
5.14	机遇与创新	(123)
5.14.1	原理	(123)

5.14.2	机遇在自然科学技术发展中的作用及实例	(124)
5.14.3	机遇的好发领域	(128)
5.14.4	如何对待机遇	(128)
思考题		(129)

第六章 工程技术创造发明方法

6.1	原型启发与仿生法	(133)
6.1.1	原型启发法	(133)
6.1.2	仿生材料	(133)
6.2	微生物技术法	(135)
6.2.1	微生物技术与材料工程创新	(135)
6.2.2	微生物冶金	(136)
6.2.3	微生物冶金的深度开发与演绎	(136)
6.2.4	微生物环境治理	(137)
6.3	联想法	(138)
6.3.1	原理	(138)
6.3.2	应用实例	(139)
6.4	组合法	(140)
6.4.1	原理	(140)
6.4.2	方法及举例	(140)
6.5	伞形辐射法	(141)
6.5.1	原理	(141)
6.5.2	方法	(142)
6.5.3	举例	(142)
6.6	逆向发明法(含缺点逆用法)	(145)
6.6.1	原理与方法	(145)
6.6.2	“逆向发明法”典型事例	(145)
6.6.3	“缺点逆用法”举例	(146)
6.7	回采创造发明法	(147)
6.7.1	原理	(147)
6.7.2	回采创造发明法之一的应用实例	(148)
6.7.3	回采创造发明法之二的的应用实例	(149)
6.7.4	回采创造发明法之三的应用实例	(150)
6.8	反求工程法——技术引进与创新	(150)
6.8.1	原理与方法	(150)

6.8.2 应用举例	(150)
6.9 列举法	(151)
6.9.1 特性列举法	(151)
6.9.2 缺点列举法	(152)
6.9.3 希望点列举法	(152)
6.10 检核表法 (校核目录法)	(153)
6.10.1 原理	(153)
6.10.2 应用举例	(154)
6.11 局部改变法	(154)
6.11.1 原理	(154)
6.11.2 应用举例	(155)
6.12 材料取代法	(156)
6.12.1 原理	(156)
6.12.2 应用举例	(157)
6.13 资源合理利用法	(159)
6.13.1 原理	(159)
6.13.2 举例	(159)
6.14 变废为宝法	(161)
6.14.1 “变废为宝”原理	(162)
6.14.2 应用举例	(162)
6.15 环境保护发明法	(163)
6.15.1 原理	(163)
6.15.2 无公害材料、产品的开发	(164)
6.15.3 有害气体的净化技术开发	(166)
6.15.4 污水治理新材料	(166)
6.15.5 噪音控制与发明	(167)
6.15.6 电磁波屏蔽材料的开发	(167)
6.15.7 一项发明有无公害,要经历史的考验	(167)
思考题	(168)

附录 世界材料及科技发明、发现年表

1. 中国古代的冶金技术发明	(169)
2. 金属的发现、研制及研究史	(170)
3. 元素的发现年表	(174)
4. 20 世纪稀土科技发展年表	

5. 磁性及磁性材料研究开发的进程	(180)
6. 超微粒子研究的历史发展概况	(184)
7. 高分子材料的发明、研制和研究年表	(186)
8. 近代陶瓷发展年表	(188)
9. 世界科技发现、发明年表	(208)
10. 诺贝尔物理学、化学、生理学和医学奖获得者 (1901—2004)	(222)
主要参考文献	(257)

第一章

创造发明过程与思路

只有创新，才能生存。

——葛鲁夫

创造——这是人类精神的最高表现，是欢乐和幸福的珍贵源泉。

——恩格尔哈特

孕育了发明创造能力的小学毕业生远比丧失了发明创造能力的哈佛大学毕业生的成功机会更多。

——道格拉斯

