



现代材料科学 与工程辞典

XIANDAICAILIAOKEXUEYUGONGCHENGCIDIAN

主 编 李恒德

副主编 刘伯操 韩雅芳

周瑞发 王祖法



山东科学技术出版社 www.lkj.com.cn



现代材料科学 与工程辞典

XIANDAICAILIAOKEXUEYUGONGCHENGCI DIAN

主 编 李恒德

副主编 刘伯操 韩雅芳

主 审 周瑞发 王祖法



山东科学技术出版社

现代材料科学与工程辞典

主 编 李恒德

副主编 刘伯操 韩雅芳

周瑞发 王祖法

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)2065109

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@jn-public.sd.cninfo.net

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)2020432

印刷者:山东新华印刷厂德州厂

地址:德州市新华路 155 号

邮编:253006 电话:(0534)2671209

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:28.25

字数:980 千

版次:2001 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1-5000

ISBN 7—5331—2741—2

TB·25

定价:58.00 元

主 编 李恒德
副主编 刘伯操 韩雅芳 周瑞发 王祖法
编 委 (按姓氏笔画为序)
王祖法 王荣明 刘伯操
李恒德 李建保 周瑞发
崔福斋 韩雅芳 潘金生

撰稿人：(按姓氏笔画排序)

卜景龙	马济民	毛传斌	王山根
王仁智	王祖法	王荣明	冯庆玲
冯慎田	田民波	白新德	刘佑厚
刘效方	刘继富	吕孟凯	汝继刚
张凤翻	张国焕	张绍维	张洪雁
张喜源	李兴无	李孙华	李园春
李建保	李郁忠	李家伟	李 莉
杨万宏	汪雨生	沈 超	邱学良
陈大明	陈荣章	周瑞发	林德宽
郑运荣	郑瑞琪	姚 燕	娄葵阳
赵广文	赵先国	赵家培	桂满昌
袁正华	陶正炎	陶春虎	崔 岩
崔福斋	曹春晓	曹 诩	谢永琴
谢济洲	韩 杰	韩雅芳	潘金生

前 言

《现代材料科学与工程辞典》是一本中等规模的工具书，从启动至出版，历时三年。

“材料”范围极广，是一个庞大系统。从远古至今，材料一直在推动人类文明、历史的进步中起着非常重要的基础作用。特别是 20 世纪后半叶，材料发生了爆炸式的革命，品种激增，日新月异。尽管介绍材料知识的辞书不断问世，但总跟不上材料自身发展的步伐，需要有反映新成就的辞书来补充和更新。

不管什么人，天天都要接触到材料。材料可以说是和人们关系最密切、接触最广泛的基本物质。在我们日益现代化和知识化的社会中，有大量非材料专业的人们需要了解有关材料的知识，也需要有一本比较简明的辞典，可以从中了解和学习到他们希望获得的有关材料的基本知识。我们希冀本辞典能为此作出一点贡献。对专业人士来讲，也会有一些备查的用处。

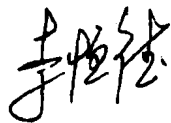
之所以称作现代材料科学与工程辞典而不直接称材料辞典，是因为材料太多太杂，不可胜收。这本辞典把重点放在材料科学及工程基础上，而不是放在大量的材料品种上。冠之以“现代”二字，只是一种相对的概念，体现了编写这本辞典时的指导思想和努力方向，力求把与高新技术相关的材料选进来和尽可能参阅最新出版物的资信。事实上有些非常新、非常高技术的材料这本辞典里还未来得及写进去，只有靠不断修订来弥补。

在 1993~1995 年期间，国内已经出版了几本有关材料的大型工具书，如《高技术新材料要览》、《材料科学技术百科全

书》和《材料大辞典》等。前二者是百科性质，对知识的系统性和完整性要求比较高，后一种词目庞大（8000条），门类比较齐全。目前的这本《现代材料科学与工程辞典》和《材料大辞典》相比，总词目只是大辞典的三分之一，但在基础部分和新型工程材料上则比大辞典有较多充实，而具体材料的条目数则比大辞典大大减少。所以，这本书比较侧重于基础一些、精简一些、突出工程应用一些，所以写作时参照的资料也新了几年。当然，写作人各有风格，各有自己的描述方式，因而也各有特色。书多一些应当是好事，读者也可以各取所好。

此书撰写与审定历时两年多，大家是挤出业余时间来完成这一任务的。主要主持撰写的人有清华大学的潘金生、崔福斋、李健保等教授，航空材料研究院的韩雅芳、周瑞发、王祖法研究员、王荣明博士等，还聘请了许多其他院校的专家学者参加撰稿，曹春晓院士也亲自写了一部分。他们都是在各自领域中学有专长、富有成就的专家。参加撰写的人员总计80余人，其中清华大学的刘继富博士写过不少词条。最后由王祖法、周瑞发两位花了很大力气统稿而成。大家终于庆幸能在21世纪开始之际共同合作完成了这一任务，希望这本辞典能对广大读者有一定参考价值和帮助，作为编撰人员献给社会的一份薄礼。

本书撰写历时虽然不短，但反复推敲仍有仓促和不足之处，漏误难免，敬请读者指正。



李恒德：清华大学教授，中国工程院院士，中国材料研究学会理事长，国际材料联合会主席。

使用说明

本辞典包括材料科学与工程基础、金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料、工程材料五大部分，共有词条约 2500 条。在辞典前部列有总目录和词条目录，每类材料的词条目录均按汉语拼音字母顺序排列。查找词条时，先查总目录，由总目录查得词条的分类，然后到该类材料的词条目录中按汉语拼音顺序查找词条和页码。

辞典后部附有英文索引和汉语拼音索引，希腊文和化学符号开头的词条排在索引的最前面。供读者方便使用。

编者

总 目 录

I. 材料科学与工程基础	1
1. 综述	1
2. 材料物理与化学基础	13
3. 材料结构基础	30
4. 材料制备与加工	172
5. 材料性能、测试与使用行为	247
II. 金属材料	315
1. 新型功能材料	315
2. 先进结构材料	348
3. 金属基复合材料	379
4. 金属间化合物	393
III. 无机非金属材料	401
1. 陶瓷及陶瓷基复合材料	401
2. 功能陶瓷	434
3. 人工晶体材料	448
4. 半导体材料	467
5. 水泥与混凝土	486
6. 玻璃与搪瓷	498
7. 耐火材料	521
IV. 有机高分子材料	533
1. 高分子基础	533
2. 高分子结构材料	553
3. 高分子功能材料	581
4. 高分子复合材料 (聚合物基复合材料)	612
V. 工程材料	645
1. 信息工程材料	645
2. 能源工程材料	661
3. 生物及仿生材料	680
4. 航空航天材料	700
5. 核材料	728

英文索引.....	741
汉语拼音索引.....	818

词 条 目 录

I. 材料科学与工程基础

1. 综 述

半导体材料.....	1	金属.....	7
材料.....	1	金属材料.....	8
材料科学与工程.....	1	金属间化合物.....	8
材料循环.....	2	金属物理学.....	9
磁性材料.....	2	金属学.....	9
复合材料.....	3	晶体 X 射线学	9
高分子材料.....	4	离子束冶金学.....	9
高分子化学.....	4	力学冶金	10
高分子物理.....	4	量子力学	10
功能材料.....	4	普通冶金	11
固体的化学性质.....	5	生物材料	11
固体的力学性能.....	5	生物医用材料	12
固体的物理性质.....	5	湿法冶金	12
固体化学.....	5	陶瓷材料	12
固体力学.....	5	梯度功能材料	12
固体物理.....	5	无机非金属材料	12
过程冶金.....	6	物理冶金	12
航空航天材料.....	6	信息材料	12
核材料.....	6	冶金	13
环境材料.....	6	有机高分子材料	13
火法冶金.....	6	正电子湮没	13
计算材料科学.....	6	智能材料	13
计算金属学.....	7		
建筑材料.....	7		
结构材料.....	7		

2. 材料物理与化学基础

BCS 理论	13
Drude 自由电子理论	14
K 空间	14

n 型半导体	14	金属键	24
p-n 结	15	绝缘体	24
p 型半导体	15	康普顿散射	24
半导体	16	离子键	24
本构关系 (本构方程)	16	临界磁场	24
本征半导体	16	临界电流密度	24
标准状态	16	弥散强化	24
波动方程	17	内耗	25
波动力学	17	内能	26
磁滞回线	17	能带	26
弹性散射	17	能级	26
电化学势	17	能隙	27
电离	17	平均自由程	27
二级相变	17	氢键	27
范德瓦斯力	18	缺陷半导体	27
非弹性散射	18	热力学	27
分子键	18	热力学定律	28
分子晶体	18	热膨胀系数	29
功函数	18	声子	29
共价键	18	施主和施主能级	29
固体比热的爱因斯坦模型	19	受主和受主能级	29
固体比热的德拜模型	19	统计物理	30
固体比热的经典理论	19	薛定谔方程	30
固体比热的量子理论	20		
固体电介质	20		
固体键合理论	20		
光电子发射	21		
熔	21		
赫尔姆霍兹自由能	21		
化学键	22		
化学平衡	22		
化学势	23		
活度	23		
激活	23		
激活能	23		
吉布斯自由能	23		
		3. 材料结构基础	
		σ 相	30
		8-N 规则	30
		G-P 区	31
		Griffith 断裂理论	32
		Hall-Petch 公式	32
		Matano 方法	32
		Ms、Mf 和 Md 温度	33
		TTT 图 (等温转变图)	33
		爱瓦德图解	34
		奥罗万过程	35
		八面体间隙	35

柏氏迴路	36	层错	48
柏氏矢量	37	层错能	48
柏氏矢量守恒定律	37	长程有序	49
板条马氏体	37	超点阵	49
板织构	37	超结构	49
半共格界面	38	沉淀	49
包晶	38	沉淀强化	50
包晶反应(包晶转变)	38	成分过冷	51
包晶温度	39	成核	51
包析	39	尺寸化合物	51
包析反应	39	初级固溶体	52
包析温度	40	穿晶断裂	52
包兴格效应	40	次点阵	52
胞状结构	40	达肯公式	52
贝氏体	40	大角度晶界	53
贝氏体转变	41	单滑移	53
贝茵变形	41	单晶	53
贝茵机制	42	单斜晶系	54
比强度	42	单元系	54
变温相变	42	倒易点阵	54
变形组织	42	倒易面	54
表面浮凸	42	倒易矢	54
表面扩散	43	等强温度	55
表面能	43	等温相变	55
表面偏析	43	等温相变图	55
表面强化	44	等轴晶	55
表面张力	44	低温脆性	55
薄膜	44	点缺陷	55
不变点阵变形	45	点缺陷平衡浓度	56
不动位错	45	点缺陷退火	56
不连续脱溶	45	点缺陷源	56
不全位错	46	点群	56
布喇菲点阵	46	点阵	57
材料表面	47	点阵常数	57
残余奥氏体	47	点阵间隙	58
残余变形	48	电子化合物	58

电子浓度	58	弗仑克尔缺陷	71
电子相	59	负离子配位多面体	72
调幅分解	59	刚度	72
动态回复	60	刚性滑移模型	72
端际固溶体	60	刚玉结构	73
短程有序	60	杠杆定律	73
短路扩散	61	割阶	74
堆垛层错	61	公切线原理	74
堆垛次序	61	共格沉淀	74
对称	61	共格界面	74
多边化	62	共格强化	75
多滑移	62	共价半径	75
多晶体	63	共价化合物	75
多相扩散	63	共晶	75
多型性转变	63	共晶反应	76
多元合金	63	共晶转变	77
二元合金	64	共析	77
二元相图	64	共析反应	77
反相畴	65	共析转变	77
反相畴(边)界	65	固溶	77
反应扩散	66	固溶度	77
反萤石结构	66	固溶强化	78
范性	67	固溶体	78
范性形变	67	固相线	78
非共格界面	67	惯析及惯析面	78
非晶态材料	68	硅酸盐	79
非均匀成核	68	硅酸盐结构	80
非扩散相变(无扩散相变)	68	硅氧四面体	80
非稳态扩散	68	过饱和点缺陷	80
菲克定律	69	过渡相	81
分点阵	69	过渡元素	81
分扩散系数	69	过共晶	81
分位错	70	过共析	81
分形	70	过冷度	82
弗兰克不全位错	70	过热度	82
弗兰克-瑞德源	71	过烧	82

过时效	83	间隙式扩散	93
合成	83	间隙相	93
合金	83	间隙原子	94
合金化	83	减速蠕变	94
合金理论	83	交滑移	94
合金相	84	解理	95
合金元素	84	解理面	95
恒速蠕变	84	界面	96
宏观内应力	84	界面能	97
宏观组织	85	界面迁移率	97
互扩散	85	金刚石结构	98
滑移	85	金红石结构	99
滑移方向	86	紧密系数	99
滑移面	86	近平衡态相变	100
滑移系	86	晶胞	100
滑移线	87	晶带	102
化合价	87	晶带定律	102
化学扩散	87	晶格	102
环形(扩散)机制	87	晶格常数	102
回复	88	晶核	102
回火马氏体	89	晶核长大	103
混合熵	89	晶间腐蚀	104
混合位错	89	晶界	104
混合相区	89	晶界脆性	105
机械孪晶	89	晶界滑动	105
基矢	89	晶界扩散	105
基体	90	晶界能	105
基元	90	晶界偏析	106
极射(赤面)投影	90	晶界迁移	106
几何软化	90	晶界强化	106
加工织构	91	晶界自由能	107
加速蠕变	91	晶粒	107
价键化合物	91	晶粒度	107
尖晶石结构	92	晶面	108
间隙固溶体	92	晶面交角守恒定律	108
间隙化合物	93	晶面晶棱定律	109

晶面指数·····	109	离子晶体结构的泡林规则·····	122
晶面族·····	109	理想固溶体·····	123
晶内偏析·····	109	连续冷却相变·····	123
晶体·····	109	连续冷却相变图·····	123
晶体各向异性·····	110	菱方晶系·····	123
晶体结构·····	110	六方晶系·····	123
晶体理论强度·····	111	氯化钠结构·····	123
晶体实际强度·····	112	李晶·····	123
晶体学·····	112	李晶马氏体·····	124
晶系·····	112	李生·····	124
晶向·····	113	李生系统·····	124
晶向指数·····	113	螺型位错·····	125
晶须·····	114	马氏体·····	125
均匀成核·····	114	马氏体相变·····	125
颗粒粗化·····	114	密勒指数·····	126
柯垂尔气团·····	115	密排六方结构·····	127
可滑位错·····	115	面心立方结构·····	127
克肯达尔效应·····	115	明显屈服·····	127
空间点阵·····	115	内应力·····	128
扩散·····	115	难熔金属·····	128
扩散方程·····	116	凝固理论·····	129
扩散机制·····	116	派尔斯—纳巴罗力·····	129
扩散激活能·····	117	配位多面体·····	129
扩散热力学·····	118	配位数·····	130
扩散势垒·····	118	偏晶反应·····	130
扩散系数·····	118	偏扩散系数·····	131
扩散型相变·····	118	偏位错·····	131
扩展位错·····	119	偏析·····	132
拉弗斯相·····	119	平衡图·····	132
莱氏体·····	119	平面应变断裂韧性·····	132
蓝脆·····	119	气相沉积·····	132
冷脆·····	119	迁移率·····	132
劳厄法和劳厄斑·····	119	嵌镶块结构·····	132
离子化合物·····	120	强化·····	133
离子晶体·····	120	区域熔化·····	133
离子晶体结构·····	120	全位错·····	134

缺位固溶体·····	134	同素异构·····	143
热(平衡)缺陷·····	134	透镜状马氏体·····	143
热脆·····	134	退火孪晶·····	143
热弹性马氏体·····	134	退火织构·····	143
刃型位错·····	134	脱溶·····	143
韧性·····	134	微观内应力·····	143
韧性—脆性转变温度·····	134	微量元素·····	143
溶化潜热·····	135	微裂纹·····	144
溶化熵·····	135	韦加德定律·····	144
蠕变·····	135	唯象理论·····	144
蠕变持久极限·····	136	伪各向同性·····	144
蠕变极限·····	136	位错·····	145
蠕变强度·····	136	位错弹性能·····	145
蠕变外推·····	136	位错钉扎·····	146
软钢·····	137	位错反应·····	146
三斜晶系·····	137	位错割阶·····	146
三元合金·····	137	位错滑移·····	146
闪锌矿·····	137	位错环·····	146
上坡扩散·····	137	位错交割·····	147
施密特定律·····	137	位错交互作用·····	148
石墨·····	138	位错马氏体·····	148
树枝晶·····	138	位错密度·····	148
双滑移·····	140	位错能·····	149
双交滑移·····	140	位错攀移·····	149
双空位·····	140	位错塞积·····	149
双织构·····	140	位错脱钉·····	150
丝织构·····	141	位错弯折·····	150
四面体间隙·····	141	位错线张力·····	150
塑—脆转变温度·····	142	位错芯·····	150
塑性·····	142	位错应力场·····	150
塑性变形·····	142	位错源·····	151
塑性断裂·····	142	位错增殖·····	153
体扩散·····	142	位向关系·····	153
体心立方结构·····	142	位形畸·····	153
条件屈服极限·····	143	位移型相变·····	153
铁素体·····	143	魏氏体·····	153