

材料学的方法论



冶金工业出版社

肖纪美 著

**Methodology
of Materialogy**

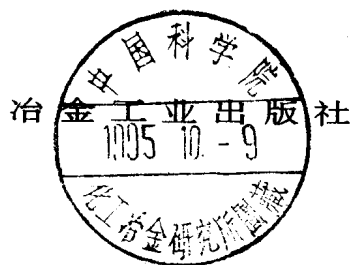
71.22
290

材料学的方法论

Methodology of Materialogy

肖纪美 著

2K567/18



(京)新登字 036 号

图书在版编目 (CIP) 数据

材料学的方法论=METHODODOLOGY OF MATERIALOLOGY/

肖纪美著。—北京：冶金工业出版社，1994

ISBN 7-5024-1512-2

I. 材… II. 肖… III. 材料科学-研究方法 IV. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 02475 号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

北京外文印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

1994 年 12 月第 1 版, 1994 年 12 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 12.75 印张; 321 千字; 382 页; 1—2000 册

平: 15.60 元

精: 19.30 元

内 容 提 要

本书从方法论角度,总结著者五十多年来在材料领域从事教学、科研、生产、咨询、规划制定、评审等工作的经验。

全书分为十章:在引言及结论之间安排了一个总论—材料论;两个分析—逻辑和系统;四个分论—性能、结构、过程、能量;一个综论—失效分析。

第一章“引言”,陈述了本书的目的和提出材料学方法论体系。第二章“材料论”,总论了材料的七个共性问题:概念—定义和划分,判据,材料学科,科技问题,工作人员,工作,工业标准。第三章“逻辑分析”,主要以材料为例,从形式逻辑和辩证逻辑的角度,扼要地讨论概念、判断和推理三种基本思维形式,协助材料工作者在思维活动中能争取做到概念明确、判断恰当、推理正确、结果有用。第四章“系统分析”,也主要以材料为例,在概论系统的概念之后,讨论模型化、最优化、决策评价三大类技术。

第五章“性能论”,运用逻辑分析,用定义和划分,分别明确性能的内涵和外延;用辩证逻辑,论述了性能五个共性问题。运用系统分析,提出四种性能分析方法——黑箱、相关、过程、环境法,并以韧性和韧化为例,阐明这些方法的应用。第六章“结构论”,首先,讨论结构定义的各个方面和结构的四个共性问题;其次,讨论了结构的测定、控制和稳定性;最后,用实例阐明两类结构设计问题。第七章“过程论”,首先,论证了自然过程三原理——方向、途径、结果;其次,论述了过程的划分,重点地讨论了热激活过程;第三,以材料的氢致开裂为例,阐明过程机理的确定;最后,扼要地论述性能过程及人、财、物的管理过程。第八章“能量论”,示例地阐明所提出的七类能量分析方法——平衡

结构，失稳条件，过程进度、速度、类型、选择，性能的能量参量，并介绍“合金能量学”体系。

第九章“失效分析”，扼要论述概念、作用与技术。第十章“结论”，回顾本书内容；提出十点体会。

本书读者对象是从事材料教学、科研、生产、管理等专业人员及大专院校相关专业师生。

前 言

1943年,著者从唐山交通大学毕业以后,先在国内工作四年,后在美国学习和工作十年;1957年归国,在北京钢铁学院(1988年改名为北京科技大学)任金属物理教授至今。这半个世纪,著者有幸在材料学的教学、科研、生产、咨询、规划、评审等工作的第一线学习和工作,并参加中国金属学会、中国腐蚀与防护学会、中国稀土学会等八个学会的学术活动,目睹材料学科的分、合、分的学术大势。1983年著者通过整理以往学习、思考、提问的心得,形成本书的体系。近十多年来,著者应邀在国内22个省市讲授本书——“材料学的方法论”(Methodology of Materialogy)——的内容,并在美国、日本、加拿大、法国、原西德、澳大利亚、巴西等国交流了本书的观点,十一年来几经修改而成本书。

图表有助于表述概念、判断和推理,并且有许多意义是“意在不言”中;公式(Formula)可定量地表示概念之间关系;引语(Citation)可溯源,并发人深思;思索(Thinking)可以启发思路;定义(Definition)可明确概念;这六者,分别冠以图、表、F、C、T、D,并分章编号,如图1-1为第1章第1图;表2-2为第2章第2表;F4.1, C7.1, T5.1, D3.1类推。

为了便于查阅,本书提供了详细目录(包括图表目录),外国人名汉译表,以及定义、引语、思索等的索引。

感谢五十年来师友们的指点和帮助;敬请读者和专家们批评指正。

北京科技大学

肖纪美

1993年12月

目 录

前 言

图目录

表目录

第一章 引 言	1
§ 1 目 的	1
§ 2 体 系	2
参考文献	4
第二章 材料论	5
§ 1 概 念	5
§ 1.1 定 义	5
§ 1.2 划 分	6
§ 2 判 据	11
§ 2.1 资源判据	12
§ 2.2 能源判据	15
§ 2.3 环保判据	18
§ 2.4 质量判据	19
§ 2.5 经济判据	20
§ 3 材料学科	21
§ 3.1 溯源——历史分析	22
§ 3.1.1 学 科	22
§ 3.1.2 学 会	24
§ 3.1.3 学术书刊	24
§ 3.2 概念——逻辑分析	25
§ 3.2.1 定 义	25
§ 3.2.2 划 分	28

§ 3.3 环境与结构—系统分析	28
§ 3.3.1 环境	28
§ 3.3.2 结构	29
§ 4 科技问题	34
§ 5 工作人员	36
§ 6 工 作	38
§ 6.1 生 产	38
§ 6.1.1 经济体制	38
§ 6.1.2 质量控制	40
§ 6.2 科 研	41
§ 6.2.1 类 型	42
§ 6.2.2 选 题	44
§ 6.2.3 战略决策	44
§ 6.3 教 育	46
§ 7 工业标准	48
§ 8 结 语	49
参考文献	50
第三章 逻辑分析	52
§ 1 引 论	52
§ 1.1 逻辑的定义	52
§ 1.2 思维形式	53
§ 1.3 逻辑的分类	54
§ 1.4 基本规律	57
§ 1.4.1 形式逻辑	57
§ 1.4.2 辩证逻辑	60
§ 1.5 逻辑的作用	62
§ 2 概 念	65
§ 2.1 概 述	65

§ 2.1.1 概念的形成和特征	65
§ 2.1.2 概念的内涵和外延	67
§ 2.1.3 概念之间的关系	67
§ 2.2 定 义	70
§ 2.2.1 什么是定义	70
§ 2.2.2 定义的方法	71
§ 2.2.3 定义的规则	73
§ 2.3 划 分	74
§ 2.3.1 什么是划分	74
§ 2.3.2 划分的规则	74
§ 2.4 辩证逻辑中的概念	76
§ 3 判 断	81
§ 3.1 概 述	81
§ 3.2 判断的种类	82
§ 3.3 辩证逻辑中的判断	83
§ 4 推 理	85
§ 4.1 概 述	85
§ 4.2 演绎推理	86
§ 4.3 归纳推理	91
§ 4.3.1 资料的获得——观察与实验	91
§ 4.3.2 资料的整理	95
(一)比较和分类	95
(二)分析与综合	96
(三)事实与解释	96
§ 4.3.3 简单枚举法与完全归纳法	97
(一)简单枚举法	97
(二)完全归纳法	98
§ 4.3.4 类比法	99

§ 4.3.5 统计法	101
(一)数据处理	101
(二)统计力学	103
§ 4.3.6 假说法	104
§ 4.3.7 因果联系法	104
§ 4.4 论证、反驳与发现	107
§ 4.4.1 论 证	107
§ 4.4.2 反 驳	108
§ 4.4.3 发 现	109
§ 5 综 论	111
§ 5.1 总 结	111
§ 5.2 演绎和归纳	112
§ 5.3 分析和综合	114
§ 5.4 相关和过程	116
§ 5.5 定义的稳定和变化	118
参考文献	119
第四章 系统分析	121
§ 1 概 论	121
§ 1.1 系 统	121
§ 1.1.1 定 义	121
§ 1.1.2 划分与分解	123
§ 1.1.3 举 例	124
§ 1.2 系统工程	127
§ 1.3 系统分析	128
§ 1.4 技 术	132
§ 2 模型化技术	133
§ 2.1 定义和分类	133
§ 2.2 举 例	136

§ 2.2.1 方块图	136
§ 2.2.2 过程模型	136
§ 2.2.3 时间模型	138
§ 2.2.4 结构模型解析法	139
§ 2.2.5 组元三角形法	140
§ 2.3 模 拟	144
§ 3 最优化技术	145
§ 3.1 线性规划	148
§ 3.2 其它最优化技术	150
§ 3.2.1 动态规划	150
§ 3.2.2 网络法	151
§ 3.2.3 排队论	151
§ 3.2.4 非线性规划	152
§ 3.2.5 大系统最优化	152
§ 3.2.6 最陡梯度法	153
§ 3.2.7 博弈论	153
§ 4 决策评价技术	154
§ 4.1 决策论	154
§ 4.1.1 基本概念	154
§ 4.1.2 技 术	155
(一)评分优化法	156
(二)比较矩阵法	156
(三)相关树法	158
(四)决策树法	160
§ 4.2 可靠度	162
§ 4.2.1 引 言	162
§ 4.2.2 可靠性的特征量	165
§ 4.2.3 可靠度的计算	169
§ 4.2.4 可靠度的分配	170

§ 4.3 预测法	172
§ 4.3.1 外推法	172
§ 4.3.2 预言法	175
§ 4.4 控制和反馈	177
§ 4.4.1 黑箱法	178
§ 4.4.2 反馈法	180
参考文献	183
第五章 性能论	184
§ 1 引 言	184
§ 2 逻辑分析	185
§ 2.1 定 义	185
§ 2.1.1 行 为	185
§ 2.1.2 外界条件	190
§ 2.1.3 参量及其他	191
§ 2.2 划 分	192
§ 2.3 共性问题	196
§ 2.3.1 现象与本质	197
§ 2.3.2 区分与联系	197
§ 2.3.3 复合与转换	198
§ 2.3.4 主要与次要	199
§ 2.3.5 发展与改造	199
§ 3 系统分析	200
§ 3.1 黑箱法	201
§ 3.2 相关法	202
§ 3.3 过程法	203
§ 3.4 环境法	204
§ 4 韧性与韧化	206
§ 4.1 逻辑分析	206

§ 4.1.1 定 义	207
§ 4.1.2 划 分	208
§ 4.2 系统分析	210
§ 4.2.1 应力、应变和应变能	210
§ 4.2.2 内因和外因	211
§ 4.2.3 能量和过程	214
§ 4.2.4 韧性和脆性	219
§ 5 结 语	220
参考文献	222
第六章 结构论	223
§ 1 引 言	223
§ 2 概 念	224
§ 2.1 定 义	224
§ 2.1.1 组 元	226
§ 2.1.2 排列方式	228
§ 2.1.3 运动方式	229
(一)原子(或分子)运动	229
(二)电子运动	232
§ 2.1.4 相	237
(一)广义的相	237
(二)相与组元	240
§ 2.2 共性问题	242
§ 2.2.1 可分与穷尽	243
§ 2.2.2 转变与守恒	245
§ 2.2.3 树木与森林	248
§ 2.2.4 表象与真情	251
§ 3 结构的测定和控制	254
§ 3.1 结构的测定	254

§ 3.1.1 组 元	255
§ 3.1.2 排列方式	256
§ 3.1.3 运动方式	259
§ 3.2 结构的控制	260
§ 4 稳定性	262
§ 4.1 亚稳相	262
§ 4.2 亚稳相的溶解度定律	264
§ 4.2.1 证 明	264
§ 4.2.2 应 用	268
§ 5 结构设计	271
§ 5.1 概 念	271
§ 5.2 方 法	272
§ 5.2.1 选择和改进	272
§ 5.2.2 研究和创新	275
(一)归纳与演绎	276
(二)性能与结构	278
(三)工艺与环境	281
(四)交叉与类比	281
§ 6 结 语	283
参考文献	285
第七章 过程论	287
§ 1 引 言	287
§ 2 过程的原理	288
§ 2.1 方 向	288
§ 2.2 途 径	292
§ 2.3 结 果	296
§ 3 过程的划分	298
§ 3.1 激活能	301

§ 3.2 温度-时间复合参量	302
§ 4 过程的组合	304
§ 4.1 分 类	304
§ 4.2 复 合	306
§ 4.3 微 区	306
§ 5 过程的分析	309
§ 5.1 现象的机理	309
§ 5.1.1 分解过程	310
§ 5.1.2 定性机理	311
§ 5.1.3 定量机理	314
§ 5.2 性能的过程	316
§ 5.3 管理的过程	320
§ 5.3.1 成本分析	320
§ 5.3.2 人员使用	321
§ 5.3.3 事物管理	322
§ 6 结 语	322
参考文献	323
第八章 能量论	324
§ 1 引 言	324
§ 2 能量分析方法	326
§ 2.1 平衡结构	326
§ 2.2 失稳条件	328
§ 2.3 过程进度	331
§ 2.4 过程速度	336
§ 2.5 过程类型	339
§ 2.6 过程选择	341
§ 2.6.1 位错反应及上坡扩散	341
§ 2.6.2 竞存的亚稳相	343

(一)亚稳相的类型	344
(二)亚稳相的成分	344
(三)亚稳相的形状和取向	347
(四)亚稳相的结构	348
(五)亚稳相的尺寸	348
§ 2.7 性能的能量参量	350
§ 2.7.1 能量参量	350
§ 2.7.2 过程能量	352
§ 3 合金能量学	354
§ 4 结 语	358
参考文献	359
第九章 失效分析	360
§ 1 概 念	360
§ 1.1 定 义	361
§ 1.2 划 分	362
§ 2 作 用	363
§ 3 技 术	366
第十章 结 论	369
§ 1 回 顾	369
§ 2 体 会	371
参考文献	377
附 录	378
外国人名汉译表	378
定义索引($Dx \cdot x$)	379
引语索引($Cx \cdot x$)	381
思索索引($Tx \cdot x$)	382

图 目 录

图序	图 题	页码
1-1	“材料学的方法论”体系	3
2-1	对象与科学	6
2-2	材料的划分	7
2-3	金属结构材料的分类	9
2-4	材料的现代判据	12
2-5	材料大循环	12
2-6	材料学科的分合图	24
2-7	材料和材料学	29
2-8	宏观材料学系统图	30
2-9	微观材料学的四面体结构(a)及退化的四面体结构(b)	32
2-10	微观材料学的扩展的线型结构	33
2-11	微观材料学的六面体结构	33
2-12	材料的性能、结构、过程、能量之间关系	35
2-13	材料工业的信息流动	40
2-14	三种类型科研与知识、产业之间的关系	43
2-15	科研经费的分配	45
3-1	铁的比容随温度的变化	61
3-2	原子间作用能与原子间距	62
3-3	概念之间的关系	68
3-4	全同关系	69
3-5	从属关系	69