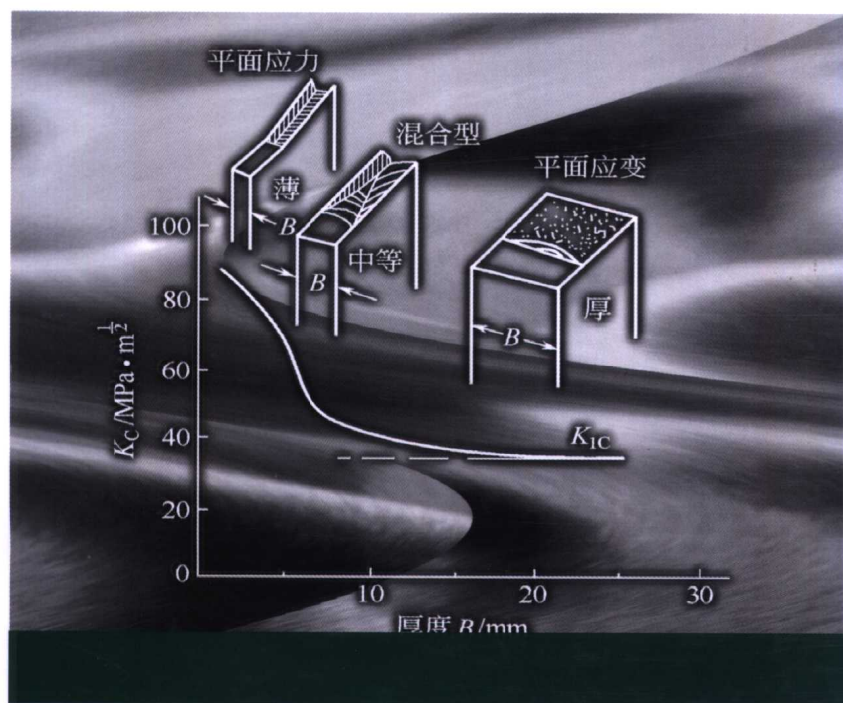


杨瑞成 邓文怀 冯辉霞 编著

工程设计中的 材料选择与应用



Chemical Industry Press



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

工程设计中的材料选择与应用

杨瑞成 邓文怀 冯辉霞 编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

工程设计中的材料选择与应用/杨瑞成, 邓文怀, 冯
辉霞编著. —北京: 化学工业出版社, 2004. 3

ISBN 7-5025-5348-7

I. 工… II. ①杨…②邓…③冯… III. 工程材料-
选择 IV. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 024855 号

工程设计中的材料选择与应用

杨瑞成 邓文怀 冯辉霞 编著

责任编辑: 任文斗

文字编辑: 王清颢

责任校对: 凌亚男

封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 22¼ 字数 546 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5348-7/TB·27

定 价: 46.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

掌握各种工程材料的特性，正确地选择和使用材料是对从事工程设计和制造的工程技术人员的基本要求，因为工程构件或机器零件的设计不只是结构设计，还应该包括材料的选用与材料加工工艺的制定。因此，材料选择是工程设计必不可少的重要环节，甚至是首要的一步，并且贯穿于整个产品的零构件制造过程之中。

在新产品开发与设计、老产品更新，或为降低产品成本改变零件所用材料，或因原材料缺乏需要更换材料时，都要考虑选材问题。然而，如此普遍而重要的选材问题，却并没有被放在合适的地位上。因此，在工程构件、机械产品设计和制造中，往往由于材料选择和材料加工工艺不当，造成机械零件在使用中发生早期失效，甚至造成设备事故和人身伤亡。许多事例表明，选材错误是要付出很大代价的。

选材工作影响整个设计过程。但是就目前国内的情况而言，不少设计人员有一种倾向，只重视产品结构与计算，而把选材看成是一种简单而不太重要的任务，认为只要参考同类零件或类似零件选用类似材料，或者翻翻手头材料手册或机械设计手册，找出一种通用材料，便可万无一失。实际上许多机器的重大质量事故都源于材料问题。材料选择与应用直接关系到产品的实现、产品的质量与寿命，关系到产品的成本、可靠性与市场竞争力。市场竞争实质上就是产品综合质量的竞争，产品质量的好坏，首先要看选用的材料是否适合该产品的使用要求。随着经济全球化和产品加入国际市场的竞争，作为工程设计过程重要组成部分的材料选择工作，越来越显得重要。

所谓选材，就是在众多材料中，寻找既能满足工程上的要求，又能降低产品总成本获得最大经济利益，同时还能符合使用环境条件和环保与资源供应情况的材料。选材不是一件容易的事情，困难之一是如何正确地选用材料，使其既满足产品的设计功能（如强度和耐久性要求），又符合技术、经济和美观的要求，以达到产品结构耐久与价廉物美的完美统一；困难之二是材料的类型和品种繁多（光金属材料就有几十万种），如何去确定可供选择的范围以及最终选定某一种最佳或最合适的材料；困难之三是材料选择与科学研究不同，科学研究对于所有的问题一般都具有惟一正确的答案，而材料选择则要求考虑候选材料各自的优点和缺点，再做必要的折衷和判断，因此，材料选择可能有不同的解决办法；最后，材料选择按什么程序实施，选材的标准又是什么，如何才能做到正确、科学而又快捷地进行选材呢。

目前国内工程设计制造中的选材用材水平较低，部分企业和人员对于选材具有很大的盲目性和随意性。我们认为要做好选材工作，工程设计制造人员必须具备以下三方面知识。首先应该了解材料各种性能和工程设计的关系，如一个高强度螺栓、一个汽车换挡齿轮，或一个低温压力容器筒体，它们需要材料的哪些性能；也应该懂得在设计中当改变结构、工艺以及其他外在因素（如温度、环境介质）对材料性能的影响。其次应该了解各种材料的基本特性和应用范围。第三，还要掌握科学的选材方法和程序。

为此,本书分为4篇共13章,在介绍必备的工程材料性能特征和加工特征的基础上(第1篇第1~3章),具体分析工程设计制造中材料选择的主要因素,并论述了各大类工程材料(金属、陶瓷和高分子材料)对于工程设计制造的适应性(第2篇第4~6章),然后归纳、提出了工程设计制造中常用的选材方法(经验选材、半经验选材和现代选材等),并具体介绍按力学性能选材、价值工程和目标函数选材及应用、材料数据库在选材中的应用等,强调了选材的经济成本分析(第3篇第7~10章)。最后介绍几种特殊工况(摩擦磨损、腐蚀、高低温)下的材料选择与应用(第4篇第11~13章)。

有关选材的同类型著作,国内甚缺。本书基于工程实际的需求,结合著者们多年来对工程设计与材料关系的理解以及材料工程应用知识的积累(主要编著者均有多年工厂工作的经历和经验),在此方面作了大量尝试。本书将工程设计制造与材料选择紧密结合,融选材于设计制造之中,强调工程设计制造与选材的相互作用,比较系统地论述了工程设计制造中的材料选择问题。书中一方面体现了选材的较新观念和知识,另一方面着力体现工程性,采用实例分析,并力图根据具体情况推荐可供选择的系列材料。并且,融入作者们多年来的成果、心得与见解。应该指出,由于功能材料的专门和特殊,本书主要针对量大面广的结构材料。而且,鉴于面向工程应用的目的,本书涉及的是比较成熟的材料,因为在产业化工艺技术不够成熟和完善的情况下,应避免盲目使用性能尚未稳定的新材料。

本书各章的编著人员如下。杨瑞成(第1章、第2章、第6章、第7章、第9章及第13章),邓文怀(第3章、第5章、第8章),冯辉霞(第12章),袁晓波(第11章),羊海棠(第10章)和陈奎(第4章)。参与编写及相关工作的还有聂富荣、彭采宇、傅公维、王毅、王凯旋、吕学飞、杨海歌、杨钊、袁大伟、李永清、魏波银、刘树旺、陈其锋、马小龙、刘贤斌、王爱娟、马玉兰等。全书的编著工作由杨瑞成、邓文怀和冯辉霞策划并主持,最后由杨瑞成统稿。在撰写过程中,作者曾参阅了国内外出版的有关著作和资料,在此一并致谢。

由于水平有限和该选题的性质,书中错误和不足之处难免,恳请读者指正。

杨瑞成

2004年1月

内 容 提 要

本书在介绍必备的工程材料性能特征和加工特征的基础上,具体分析工程设计制造中材料选择的主要因素,论述各大类工程材料(金属、陶瓷和高分子材料)对于工程设计制造的适应性,归纳和提出工程设计制造中常用的选材方法(经验选材、半经验选材和现代选材等),并具体介绍按力学性能选材、价值工程和目标函数选材、材料数据库在选材中的应用,以及几种特殊工况下的选材及应用,并强调了选材的经济成本分析。

本书是著者们多年从事材料工程应用技术的经验总结,理论分析与工程实践紧密结合,实例丰富、图文并茂、内容丰富、涵盖面广,具有很强的可读性与实用性。

本书既可以作为各工程领域技术人员和管理人员指导选材、用材工作的专门书籍,也可作为相关科技人员提供重要参考,以及作为大专院校本科、研究生的教学用书。

目 录

第 1 篇 工程材料与加工概述

第 1 章 工程材料特征	1
1.1 材料科学和工程材料	1
1.1.1 材料科学、材料工程与工程材料	1
1.1.2 工程材料的分类	2
1.1.3 结构材料和功能材料	2
1.1.4 传统材料和新型材料	4
1.2 工程材料的内部构成与集合状态特征	5
1.2.1 构成工程材料的结构层次	5
1.2.2 工程材料的键合特征	6
1.2.3 工程材料的集合状态	7
1.2.4 相图、相变和动力学曲线	11
1.2.5 单相与多相组织形貌及对材料性能的影响	17
1.3 工程材料的性能特征	19
1.3.1 金属材料的特征	19
1.3.2 陶瓷材料的特性	20
1.3.3 高分子材料的特性	21
1.4 工程材料主要性能的比较	22
第 2 章 常用工程材料品种与应用	24
2.1 常用钢铁材料	24
2.1.1 碳钢	24
2.1.2 合金钢	25
2.1.3 铸铁	30
2.2 常用有色金属材料	32
2.2.1 铝及铝合金	32
2.2.2 铜及铜合金	32
2.3 常用陶瓷材料	33
2.3.1 普通陶瓷	33
2.3.2 氧化物陶瓷	34
2.3.3 非氧化物陶瓷	34
2.3.4 金属陶瓷	34

2.4 常用高分子材料	35
2.4.1 塑料	36
2.4.2 其他常用高分子材料	41
第3章 工程材料制备与零件加工成形	42
3.1 工程材料制备方法	42
3.1.1 金属材料制备	42
3.1.2 非金属材料制备	48
3.2 零件(制品)的成形	49
3.2.1 金属零件铸造、压力加工、焊接成形和粉末冶金成形	49
3.2.2 非金属材料零件(制品)成形	56
3.2.3 切削加工和特种加工成形	61
3.3 零件(制品)的热处理和表面处理	61
3.3.1 金属材料零件热处理	61
3.3.2 非金属材料零件(制品)的热处理	63
3.3.3 零件的表面处理	64
3.4 现代材料制备工艺与技术	66
3.4.1 纳米材料的制备	66
3.4.2 自蔓延合成技术	66
3.4.3 物理气相沉积	67
3.4.4 金属雾化喷射沉积	67
3.4.5 金属半固态加工制备	67
3.4.6 氧化物弥散强化与机械合金化	67
3.5 零件(制品)的加工工艺性	68
3.5.1 金属零件的加工工艺性	68
3.5.2 塑料制品成形工艺性	70
3.5.3 陶瓷零件的工艺性	71

第2篇 设计制造与选材因素

第4章 工程构件工作负荷特点	72
4.1 力学负荷	72
4.1.1 简单负荷与复合负荷	73
4.1.2 静负荷与动负荷	74
4.1.3 应力集中与复杂应力状态	76
4.1.4 非均匀负荷	80
4.2 热负荷	80
4.2.1 高温和低温的影响	80
4.2.2 热应力和热疲劳	81
4.2.3 热冲击	82
4.3 环境介质及其他表面作用	83
4.3.1 环境介质作用	83

4.3.2 表面摩擦作用和其他表面作用	84
第5章 工程设计与制造的选材基础	86
5.1 选材背景、原则和选材的一般过程	86
5.1.1 新产品开发	86
5.1.2 选材原则与制约因素	90
5.1.3 选材的一般过程	93
5.2 材料性能与设计指标	96
5.2.1 工程设计与材料设计	96
5.2.2 材料性能、零件使用性能与机器设计特征	97
5.2.3 设计性指标与安全性指标	98
5.2.4 结构零件硬度指标及适用性	102
5.3 材料和零件性能的影响因素	105
5.3.1 冶金因素	105
5.3.2 组织状态	107
5.3.3 尺寸等因素	107
5.3.4 残余应力	108
5.3.5 材料的环境劣化	109
5.4 材料选择的经济性考虑	110
5.4.1 材料成本的追求	110
5.4.2 材料成本的影响因素	111
5.5 零件制造工艺与设计选材	112
5.5.1 零件制造工艺的目标	112
5.5.2 设计、选材和制造的工艺背景	112
5.5.3 各种工艺过程的工艺特性和局限性	114
5.5.4 工艺方案实例	116
5.5.5 制造工艺的成本	117
5.6 材料资源、能源与环保	119
5.6.1 资源、能源与环保	119
5.6.2 机械工程材料节材、节能途径	121
第6章 工程材料在设计选用中的基本适应性	123
6.1 工程材料的使用概况	123
6.2 金属材料选用的适应性	124
6.2.1 选择金属材料的一般原则和考虑	125
6.2.2 选用金属材料的限制	126
6.3 高分子材料选用的适应性	127
6.3.1 高分子材料工程应用的基本要求	127
6.3.2 塑料材料的选用原则	127
6.3.3 不宜选用塑料的场合	129
6.3.4 选用塑料的适宜条件	130
6.3.5 塑料材料的应用情况和选材	131

6.3.6 塑料代用其他工程材料	133
6.4 陶瓷材料选用的适应性	135
6.4.1 陶瓷材料应用的工程特征	135
6.4.2 陶瓷材料工程应用的限制和应注意的问题	136
6.4.3 陶瓷产品的结构和强度设计	138
6.4.4 陶瓷材料应用情况和选材	139

第3篇 材料选择方法与应用

第7章 工程设计中常用选材方法	143
7.1 经验和传统选材	143
7.1.1 经验选材	143
7.1.2 行业传统选材	144
7.1.3 试行-错误法选材	145
7.2 半经验选材	147
7.2.1 类比法选材	148
7.2.2 筛选法选材	148
7.2.3 按使用性能的设计选材	150
7.3 产品与制造信息反馈选材	157
7.3.1 原材料与制造信息	158
7.3.2 使用和失效情况反馈	158
7.3.3 市场信息与备件消耗	159
7.4 现代选材方法介绍	160
7.4.1 选材的成本效益因素	161
7.4.2 价值分析法	168
7.4.3 目标函数法及其他方法	169
7.4.4 计算机辅助选材	170
第8章 根据力学性能选材	172
8.1 按刚度选材	172
8.1.1 零件的刚度因素	172
8.1.2 刚度选材实例	175
8.2 按强度选材	177
8.2.1 零件强度的因素	177
8.2.2 提高材料强度的工程途径	178
8.2.3 强度选材的其他考虑	179
8.2.4 按强度选材实例	180
8.3 按韧性选材	181
8.3.1 零件韧性的因素	182
8.3.2 提高材料韧性的工程途径	183
8.3.3 韧性选材的考虑	184
8.3.4 韧性选材实例	187

8.4 按疲劳强度选材	189
8.4.1 零件疲劳寿命的因素	189
8.4.2 提高材料疲劳抗力的工程途径	191
8.4.3 疲劳强度选材的考虑	193
8.4.4 实例: 铁素体-珠光体冷轧板材的剩余疲劳寿命	194
8.5 按综合力学性能选材	195
8.5.1 综合力学性能选材的考虑	195
8.5.2 轴类零件综合力学性能选材实例	197
第9章 现代定量选材与应用	201
9.1 星形轮廓模型法和统计数量化综合法选材	201
9.1.1 星形轮廓模型法	201
9.1.2 统计数量化综合法	203
9.2 选材的成本分析	204
9.2.1 单位成本分析	204
9.2.2 材料的理论价值评价法	205
9.2.3 最低成本分析法	205
9.2.4 应用	207
9.3 按价值工程法选材	208
9.3.1 价值工程的产生和发展	208
9.3.2 价值工程的基本原理	209
9.3.3 单一零件的价值工程分析方法与应用	212
9.3.4 产品或部件的综合分析法	217
9.3.5 全过程(总价值)评定	220
9.3.6 应用价值工程选定材料的工艺方案	221
9.4 选材的综合技术经济评价	224
9.4.1 选材的综合技术经济评价的方法	224
9.4.2 示例	224
9.5 按目标函数法选材	225
9.5.1 基本概念及原理	225
9.5.2 目标函数的基本分析方法	226
9.5.3 实例分析	227
9.6 可靠性方法在材料和工艺选择中的应用	231
9.6.1 产品的可靠性	231
9.6.2 可靠性分析的原理和方法	231
9.6.3 可靠性在材料选择中的应用	232
第10章 材料数据库在选材中的应用	234
10.1 材料数据库	234
10.1.1 材料数据库的特点	234
10.1.2 材料数据库的兴起与发展	235
10.1.3 材料数据库的结构与内容	237

10.1.4 材料数据库在选材中的应用	239
10.2 耐磨料磨损材料数据库介绍	240
10.2.1 现状与需求	240
10.2.2 数据库系统预定功能及数据分析	240
10.2.3 建立耐磨料磨损工作系统	242
10.2.4 耐磨料磨损材料数据库的特点	242
10.2.5 耐磨料磨损材料数据库的框架与内容	242
10.2.6 耐磨料磨损材料数据库的选材功能简介	249

第4篇 几种特殊环境工况的选材及应用

第11章 摩擦磨损条件下工作零件的选材	254
11.1 摩擦、磨损、润滑与磨损类型	254
11.1.1 固体材料间的摩擦、磨损与润滑	254
11.1.2 常见磨损类型	256
11.2 摩擦磨损条件下的选材对策	257
11.2.1 对耐磨材料的一般要求	257
11.2.2 磨料磨损、黏着磨损和疲劳磨损的选材考虑	258
11.2.3 几种典型磨损工况下的推荐用材	259
11.3 减摩材料与轴承合金的选择与应用	261
11.3.1 减摩材料的性能及使用要求	261
11.3.2 减摩材料与减摩表面处理	262
11.3.3 滑动轴承合金	263
11.3.4 减摩材料的选择因素	263
11.4 摩阻材料的选择与应用	265
11.4.1 摩阻材料的性能要求	265
11.4.2 常见摩阻材料	265
11.4.3 摩阻材料的选择与应用	266
11.5 耐磨材料及应用	267
11.5.1 常用金属耐磨材料	267
11.5.2 非金属耐磨材料及应用	270
11.5.3 提高材料耐磨性的表面处理技术	272
11.5.4 典型耐磨件选材及实例	275
第12章 腐蚀环境下工作零件的选材	279
12.1 化学腐蚀和电化学腐蚀	279
12.1.1 化学腐蚀和电化学腐蚀的差异	279
12.1.2 常见的腐蚀介质环境特点	281
12.1.3 介质与应力联合作用下的零件失效	283
12.2 常见耐蚀材料与应用	285
12.2.1 工程材料的耐蚀性	285
12.2.2 不锈钢与耐蚀合金	287

12.2.3 其他耐蚀工程材料·····	292
12.2.4 合理选择耐蚀材料·····	295
12.2.5 几个实例·····	295
12.3 改善金属材料抗蚀能力的工程防护措施·····	297
12.3.1 改善介质的腐蚀条件·····	297
12.3.2 电化学保护·····	300
12.3.3 表面防护涂层·····	302
12.4 在结构设计中防止腐蚀的考虑·····	304
12.4.1 一般原则·····	304
12.4.2 若干具体办法·····	305
第13章 高低温下工作零件的用材选材 ·····	309
13.1 材料在高温下的力学行为·····	309
13.1.1 高温下材料性能的下降和蠕变行为·····	309
13.1.2 工程合金高温长时运行过程中的退化·····	311
13.2 根据耐热性和蠕变性能选材·····	314
13.2.1 工程材料的耐热性·····	314
13.2.2 根据蠕变性能选择金属和陶瓷材料·····	315
13.2.3 耐热塑料的选用·····	316
13.3 高温氧化及抗氧化材料·····	319
13.3.1 材料的氧化特征·····	319
13.3.2 抗氧化金属材料·····	320
13.3.3 零件表面抗氧化涂层·····	320
13.4 材料在低温下的行为·····	321
13.4.1 材料低温下的力学行为·····	321
13.4.2 防止材料低温脆断的工程措施·····	324
13.5 低温用材及选择·····	325
13.5.1 低温材料的选用分析与定量化比较·····	325
13.5.2 低温合金及选用·····	329
13.5.3 低温塑料的选用·····	331
附录 ·····	333
附录1 常用塑料、复合材料编写代号·····	333
附录2 部分国家常用钢材牌号对照·····	334
附录3 洛氏硬度 HRC、HRA、HRB 与其他硬度、强度换算关系·····	336
附录4 洛氏硬度 HRB、HRA 与其他硬度、强度换算关系·····	336
附录5 常用钢材在水、油中的临界淬透直径·····	337
附录6 常用热处理方法的相对加工费用·····	337
附录7 常用金属材料的相对价格·····	337
附录8 常用工程塑料的相对价格·····	338
参考文献 ·····	339

第 1 篇 工程材料与加工概述

第 1 章 工程材料特征

1.1 材料科学和工程材料

1.1.1 材料科学、材料工程与工程材料

材料是人类用于制造物品、器件、构件或其他产品的物质，是人类赖以生存和发展的物质基础。材料既是人类文明的里程碑，又是社会现代化的先导。

材料是早已存在的名词，但把材料作为材料科学提出是在 20 世纪 60 年代初及之后的事。事实上材料科学的形成是科学技术发展的结果，包括相关基础学科（固体物理、无机化学、有机化学、物理学等）对物质结构和物性的研究促进了对材料本质的了解以及相关应用学科（冶金学、金属学、陶瓷学、高分子科学等）对材料本身的研究和历史发展，尤其通过对材料制备、结构与性能以及它们之间相互关系的研究；为材料科学的形成打下了共同的、比较坚实的基础。

材料科学的核心内容之一是研究材料的组织、结构与性质之间的关系。另一方面，材料又是为经济建设和工程实际服务的，是一门应用科学，研究与发展材料的目的在于应用，而人类又必须通过合理的工艺流程才能制备出具有实用价值的材料来，通过批量生产才能成为工程材料。所以，在“材料科学”这个名词出现后不久，就提出了材料工程与材料科学与工程。材料工程是指研究材料在制备、处理加工过程中的工艺和各种工程问题。美国《材料科学与工程百科全书》对材料科学与工程的定义为：材料科学与工程（MSE）就是研究有关材料组织、结构、制备工艺流程与材料性能和用途关系的知识和产生及其应用，即材料科学与工程是研究材料组成、结构、生产过程、材料性能与使用性能以及它们之间的关系。所以近年来国内外材料界都把材料的组成与结构（composition-structure）、合成与生产过程（synthesis-processing）、性质（properties）及使用效能（performance）称为材料科学与工程四个基本要素，将它们连接在一起，便形成一个四面体[见图 1-1(a)]。后来我国材料科学工作者考虑到四要素中的组成和结构的区别，将它们分开，师昌绪等提出了五个基本要素的六面体模型[见图 1-1(b)]。

MSE 的材料科学部分主要研究材料的结构与性能之间所存在的关系，即集中了解材料的本质，提出有关的理论和描述，说明材料结构是如何与其成分、性能以及行为相联系的。

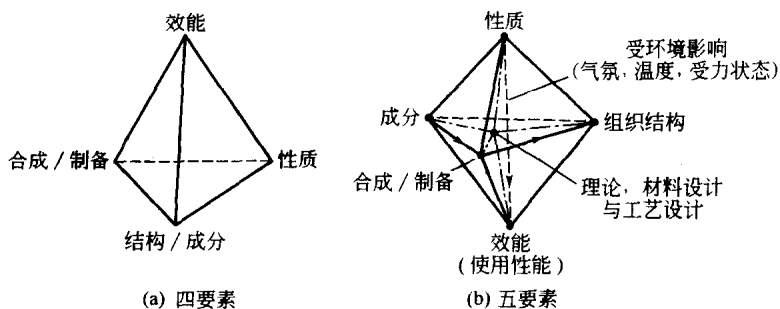


图 1-1 材料科学与工程要素

而另一方面，与此相对应，材料工程部分是在上述结构-性能关系的基础上，设计材料的组织结构并在工程上得以实施与保证，产生预定的种种性能。

解决不同工程用途所需要的材料称为工程材料，从某种意义上，也可以认为工程材料是材料科学的应用部分，主要讨论材料的力学性能和其他相关性能，阐述结构材料的组织，成分和性能的相互影响规律，解答工程应用问题。从事工程设计与制造人员，在进行产品设计选材及必不可少地考虑后续加工时，面临着许多种可能的选择，事实上一个好的材料的选择，应是设计-材料-工艺-用户（效果）最佳组合的结果。为此，工程设计制造人员必须对各类工程材料的分类、特征（性能特征、加工特征和其他特征）以及选材因素、选材原则、选材方法有所了解，有所掌握。

1.1.2 工程材料的分类

工程上使用的材料种类繁多，数量巨大，有许多不同的分类方法。若按用途可分为建筑工程材料、机械工程材料、航天航空材料、核材料、信息材料、电子材料、能源材料、生物材料、包装材料、电工电器材料等；按材料的状态可分为单晶体材料、多晶体材料和非晶体材料；按材料的物理和化学性质，又可分为耐磨材料、耐蚀材料、半导体材料等。

从科学意义和实用意义上综合考虑，最常用最有价值的是按工程材料的化学组成、结合键的特点，分为金属材料、非金属材料（包括无机非金属材料 and 有机非金属材料即高分子材料）和复合材料三大类（或四大类）；按主要使用功能分为结构材料 and 功能材料；以及按开发、使用的时间长短及先进性等，分为传统材料 and 新型材料（往往也称为先进材料）。

按化学成分组成的材料分类如图 1-2 所示，每一类又可分为若干大类。金属材料、无机非金属材料、高分子材料及其复合材料构成了工程材料的四大支柱，这四大类材料的应用范围已遍及国民经济的各个领域。后续各节将进一步介绍它们的主要特征和相关性质。

1.1.3 结构材料 and 功能材料

按材料的使用性能（用途）划分成结构材料 and 功能材料也是非常常见的分类方法，这样，材料的功能明确、界限清楚。

结构材料是以材料的力学性能为基础，用以制造以受力为主的构件。当然，结构材料对理化性能有时也有一定要求（但那是第二位的），如光泽、热导率、抗辐射、抗腐蚀、抗氧

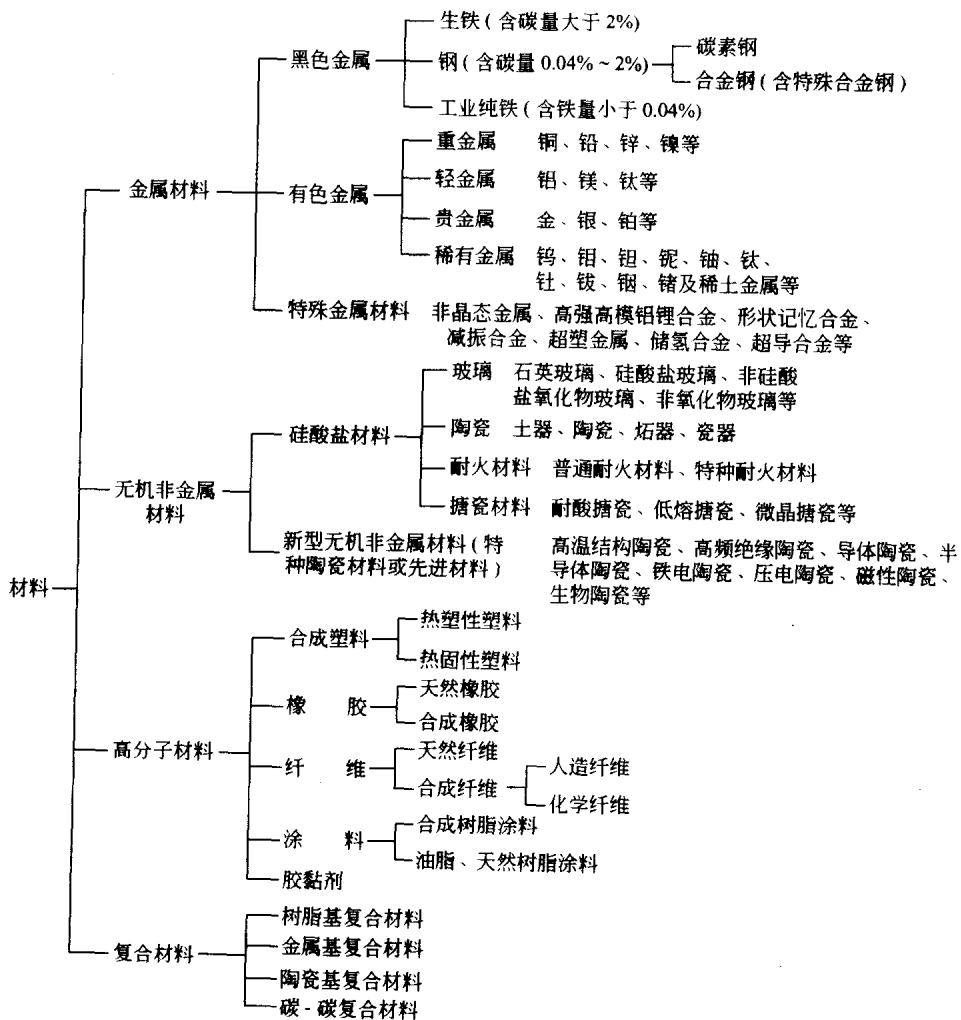


图 1-2 材料的分类

化能力等，对这些性能的要求因材料用途而异。结构材料是机械制造、工程建设、交通运输、能源利用等方面的物质基础。大部分结构材料属于传统材料。从现有结构材料的数量、品种和影响来看，如何科学而合理地使用它们，如何提高这些材料的质量和增加品种，降低成本和损耗，仍然是当今材料科学与工程和其他工程领域的重要任务。与此同时，开发新型的结构材料，以满足高强度、高韧性、耐高温、耐磨损、耐辐射等性能要求，也是亟待解决的问题。目前，新型陶瓷结构材料、复合材料以及高分子结构材料的开发工作，受到人们的高度重视。

功能材料主要是利用物质独特的物理（热学、光学、电学、声学、磁学等）性质、化学（溶蚀性、耐腐蚀性、抗渗入性、抗氧化性等）性质和生物功能等而形成的一类材料，它们在电子、红外、激光、能源、通讯等许多新技术的发展中起着十分重要的作用。可以说，没有许多功能材料的研制成功，就不会有今日科学技术的发展。各种新型的功能材料正待进一步发展，具有广阔的前景。

应该指出：结构材料和功能材料的划分是相对的，一种材料往往既是结构材料又是功能材料，如铁、铜、铝等。众所周知，铝及铝合金既是建筑上广泛使用的轻质结构材料（如

门、窗)和机械上的泵体、壳体材料,又已大量用做导线和普通大气环境中的防锈材料。

1.1.4 传统材料和新型材料

传统材料是指那些已经成熟且在工业中已批量生产并大量应用的材料,如钢铁、水泥、塑料等。这类材料由于用量大、产值高、涉及面广,又是很多支柱产业如建筑业、汽车业的基础,所以又称为基础材料。新型材料(先进材料)是指那些正在发展,且具有优异性能和应用前景的材料。先进材料包括新型高性能金属材料、特种陶瓷、陶瓷基和金属基复合材料、金属间化合物与轻合金、先进塑料、表面改性材料、金刚石薄膜及生物材料等。

传统材料的特征为:需求量大、生产规模大,但环境污染严重;而新型材料是建立在新思路、新概念、新工艺、新检测技术的基础上,以材料的优异性能、高品质、高稳定性参与竞争,属高科技的一部分。新型材料的特征是:投资强度较高、更新换代快、风险性大、知识和技术密集程度高,一旦成功,回报率也较高,且不以规模取胜。但是,新型材料与传统材料之间并无严格区别,这两类材料之间并不存在明显的界限。传统材料通过采用新技术,提高技术含量,提高性能,大幅度增加附加值而成为新型材料;新材料在经过长期生产与应用之后也就成为传统材料。它们是互相依存、互相促进、互相转化、互相替代的关系。传统材料是发展新材料和新技术的基础,而新型材料往往又能推动传统材料的进一步发展。

在新世纪,新材料有如下发展趋势:继续重视对新型金属材料的研究开发,开发非晶合金材料;发展在分子水平设计高分子材料的技术;继续挖掘复合材料和半导体硅材料的潜在价值;大力发展纳米材料、信息材料、智能材料、生物材料和高性能陶瓷材料。

近年,随着高技术领域的需求和新型材料的兴起、发展,从舆论上存在不同程度地轻视、忽视传统材料的倾向,似乎传统材料不久会被完全取代掉,退出材料应用的历史舞台。事实上,传统材料对所有国家都很重要,特别是对发展中国家来说,往往较新材料更为重要。第一,传统材料是国民经济的基础,与人民基本生活的关系最为密切。钢铁曾经是衡量一个国家实力的重要标志,今天在一些工业发达国家也仍把钢铁视为支柱产业,因为钢有不可替代的优良性能,且其价格十分低廉。建筑材料是建筑行业的重要组成部分,大量使用的水泥、玻璃、木材以及砖、瓦、石料都属于传统产业。汽车工业也是很多国家的支柱产业,但是所用的钢、铁、铝、塑料及玻璃等材料占了汽车用结构材料的90%~95%。机械制造、造船、机车等莫不是以钢铁及其他传统材料为基础的。第二,传统材料量大面广,即使有一点改进或使用更为科学合理,其收益也很可观。据估计,美国道路与桥梁的使用寿命增加1%,其收益可达300亿美元。第三,传统材料(水泥、木材和钢铁等)具有十分明显的性能价格比(如价格/比强度)的竞争优势,难以为其他材料所替代。当然,应该看到,传统材料是矿产资源消耗大户,在制备过程中污染严重。因此,要重视节约资源和能源、开发低污染的生产流程,发展环境友好材料,开发高性能、长寿命材料,使传统材料升级换代,扩大材料的用途,以增加市场竞争能力。

综上所述,从实用角度,相对于新型材料,传统材料更为重要。尤其是民用工程,包括机械工程等领域,基本仍然使用传统材料,不光过去和现在是如此,即便将来也是如此,只是在少数特殊场合,才用到新型材料、先进材料,如某些传感器、控制器件,磁流电机和陶瓷发动机等。本书主要面向工程设计、制造及管理人员,面向民用工程领域比较成熟的材料的选用,尤其关注结构材料的特征、选择与应用。与此同时,在相关部分,也适当介绍先进