

SHIYONG JIXIE  
GONGCHENG  
CAILIAO SHOUCHE



# 实用机械 工程材料手册



辽宁科学技术出版社  
LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

# 实用机械工程材料手册

陆明炯 主编

辽宁科学技术出版社

·沈阳·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

实用机械工程材料手册/陆明炯主编. - 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2004.1

ISBN 7-5381-3608-8

I. 实… II. 陆… III. 机械制造材料-技术手册  
IV. TH14-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 26575 号

---

出版者: 辽宁科学技术出版社  
(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)  
印刷者: 沈阳新华印刷厂  
发行者: 各地新华书店  
开本: 787mm×1092mm 1/16  
字数: 1520 千字  
印张: 71.25  
插页: 4  
印数: 1~4000  
出版时间: 2004 年 1 月第 1 版  
印刷时间: 2004 年 1 月第 1 次印刷  
责任编辑: 宋纯智 袁跃东  
封面设计: 庄庆芳  
插图: 尚岩  
版式设计: 于浪  
责任校对: 慈立岩 史丽华 东戈

---

定 价: 120.00 元

联系电话: 024-23284374

邮购咨询电话: 024-23284502

E-mail: lkzsb@mail.lnpgc.com.cn

http: //www.lnkj.com.cn

# 实用机械工程材料手册

## 编辑委员会名单

**主 编** 陆明炯

**副主编** 章文纶 凌树森 瞿家骅

**编 委** (按姓氏笔画为序)

王文忠 朱祖昌 李永先 陆明炯 吴菊清

张嘉立 陈世朴 陈晓宏 严阿龙 沈勇将

杨 武 凌树森 章文纶 堵鹤来 瞿家骅

## 内 容 简 介

本手册介绍了工业中用量较大、覆盖面较广的各类工程材料（包括钢铁材料、有色金属材料、粉末冶金材料、工程塑料、高分子复合材料以及无机非金属材料等）和性能数据（包括材料的化学组成、常规力学性能、物理性能以及疲劳、断裂、高温、耐蚀、耐磨等使用性能），并提供了大量选材和用材的指导性意见，这些基础性能数据既来源于大量现行标准，也取材于近年的实测数据，具有较强的实用性和先进性。并对材料主要性能测试方法作了简要说明。

本手册文字简明，通俗易懂，可供机械、冶金、交通、动力、矿山、石化等行业从事产品设计和从事选材用材的工程技术管理人员使用，也可供大专院校有关专业师生参考。

## 前 言

工程材料是机械工业的重要物质基础。据对机械工业材料消耗的总量分析,其中60%左右是冶金部门提供的钢材,另有5%左右是由原材料部门提供的有色金属材料和高分子原材料等,其他还有35%左右属于机械工业专用材料。包括大型铸锻件、铸钢件、铸铁件、电工材料、仪表材料、粉末冶金、工程塑料、复合材料、胶接密封材料、绝缘材料、润滑油品、包装材料和磨料等。如此众多的材料通过各类加工,将转化为数以万计的机械产品,这就必须根据零部件不同的服役条件,合理选用材料,进行加工、改性、处理、性能评定、质量监控,从而构成了成套的材料应用技术,它是机械工业中重要的共性基础技术之一。

目前,原材料费用平均占机械产品总成本的60%左右,因此原材料的质量控制以及合理选用材料、发挥材料潜力已成为企业提高经济效益的关键因素之一,同时优化选材也是发展重大技术装备和实现机械产品升级换代的重要前提。

面对浩瀚的材料世界,如何正确选用和合理使用材料,是一个涉及众多因素的复杂问题。在实际工程应用中,常根据零部件的设计要求、运转的服役条件以及零部件可能产生的失效原因等因素,找出零部件对材料的主要性能要求。在此基础上还需考虑下列原则,选择出合适的工程结构材料。

首先,根据力学性能选材。对于大多数结构件,材料将承受服役条件各种载荷的考验,在整个服役周期内,保证材料性能的稳定可靠,并设法提高结构效率。由于相当部分机械零件在使用过程中因材料表面状态遭破坏而失效,此时除了维持构件足够的承载能力外,将主要根据表面耐用性进行选材,即设法提高材料的耐腐蚀和耐摩擦、磨损的能力。

其次,根据工艺性能适用原则来选择材料。通常包括:铸造性、压力加工性、可焊接性、可切削加工性、热处理工艺性以及不同材料之间的相容性等。材料工艺性能的优劣,在单件和小批量生产时并不十分突出,而在大批量生产条件下,必须满足经济规模要求,也往往成为选材中起决定性作用的因素之一。

还有,选择材料时必须考虑经济性适用原则和可达性原则,使选材经济合理,降低成本。为此进行材料的成本效益分析或材料的价值分析是十分必要的。

此外,选择材料的无公害原则和便于回收利用等也是必须考虑的因素之一。

本书编写之目的在于为机械零部件合理选材提供必要的基础和实用的性能数据,同时为用好材料提供某些指导性意见,以使广大使用材料部门有所裨益。

本书由50余名长期活跃在科研、教育第一线的专家和部分中青年科技骨干分头执笔编写。论述工程材料的各章,原则上由三部分组成,一是概述(包括材料的基本要求、原理、分类、相关材料等);二是常用材料介绍,除提供材料常规性能外,还补充了材料标准以外的使用性能和工艺性能;三是材料的实用性介绍和若干选用经验,供读

者选用材料时参考。鉴于功能材料在机械工程中的应用日益扩大，增加了有关的内容，但受篇幅所限，本书对各类型材及若干专用材料如绝缘材料、仪表材料、传感器材料等的叙述比较简略，可另参阅已出版的有关专业手册。

本书对机械工业中的各类常用材料的性能数据收集整理比较完整，并给出了主要的参考资料目录。在材料性能测试方法各章中，仅简要地论及了常用共性的方法和使用经验，而一些特殊试验方法的要点，可在本书有关各章中找到。

本书中“机械工程用钢”和“粉末冶金材料”部分由上海材料研究所组织编写；“机械工程用铸铁材料”部分由上海工程技术大学组织编写；“有色金属材料”部分由上海有色金属学会组织编写；“工程塑料和复合材料”部分由五三研究所组织编写；“材料性能测试”部分由上海交通大学和上海材料研究所组织编写。每章的作者在相应章末标明。

由于水平有限，难免有不妥和错误之处，敬请读者指正。

**《实用机械工程材料手册》编辑委员会**

**2003.7**

# 目 录

## 第一篇 机械工程用钢

<b>第 1 章 碳素结构钢</b>	3 易切钢的选用 .....	51
1 概述 .....	<b>第 5 章 表面硬化钢</b>	
2 常用碳素结构钢 .....	1 概述 .....	53
2.1 普通碳素结构钢 .....	2 常用表面硬化钢 .....	53
2.2 优质碳素结构钢 .....	2.1 渗碳钢 .....	53
附录 国内外碳素结构钢钢号对照 .....	2.2 渗氮钢 .....	59
20	2.3 表面淬火钢 .....	68
<b>第 2 章 普通合金结构钢</b>	<b>第 6 章 调质钢、非调质钢和     低碳马氏体钢</b>	
1 概述 .....	1 概述 .....	71
2 常用普通合金结构钢 .....	2 常用调质钢 .....	72
2.1 普通合金结构钢钢号及 化学成分 .....	2.1 调质用碳素钢 .....	72
22	2.2 调质用合金钢 .....	77
2.2 普通合金结构钢力学性 能指标 .....	3 常用非调质钢 .....	81
23	4 常用低碳马氏体钢 .....	85
3 普通合金结构钢的选用 .....	5 钢种选用 .....	86
3.1 普通合金结构钢的用途 .....	5.1 调质钢的选用 .....	86
25	5.2 非调质钢的选用 .....	87
3.2 专业用普通合金结构钢 .....	5.3 低碳马氏体钢的选用 .....	87
27	<b>第 7 章 耐蚀钢</b>	
<b>第 3 章 冷变形用钢</b>	1 概述 .....	90
1 概述 .....	2 常用耐蚀钢 .....	94
34	2.1 不锈钢 .....	94
2 常用轴承钢 .....	2.2 耐蚀低合金钢 .....	112
36	3 耐蚀钢的选用 .....	123
2.1 一般冲压用钢板 .....	3.1 选用耐蚀钢时应考虑的 主要问题 .....	123
36	3.2 常见腐蚀介质环境中耐蚀 钢的选用 .....	126
2.2 深冲压用钢板 .....	<b>第 8 章 耐热钢和高温合金</b>	
39	1 概述 .....	135
2.3 汽车大梁用钢板 .....	1.1 耐热钢和高温合金的分类 .....	135
40		
2.4 冷锻用钢 .....		
43		
3 冷变形用钢的选用 .....		
46		
3.1 冷冲钢的选用 .....		
46		
3.2 冷锻钢的选用 .....		
46		
<b>第 4 章 易切钢</b>		
1 概述 .....		
49		
2 常用易切钢 .....		
49		
2.1 易切钢的化学成分、性能 .....		
49		
2.2 易切钢常用钢号的特点 和用途 .....		
49		

1.2 我国耐热钢和高温合金标准情况 ..... 136

2 常用耐热钢和高温合金 ..... 136

2.1 锅炉用耐热钢 ..... 136

2.2 汽轮机用耐热钢 ..... 136

2.3 燃气轮机用钢和高温合金 ..... 150

2.4 内燃机用耐热钢和高温合金 ..... 166

2.5 石油化工高温炉管材料 ..... 174

2.6 炉用耐热钢 ..... 177

3 耐热钢和高温合金的选用原则 ..... 185

3.1 抗高温氧化和环境腐蚀性能 ..... 185

3.2 高温蠕变和持久强度性能 ..... 186

3.3 高温长期使用条件下组织和性能稳定性 ..... 187

附录 耐热钢和高温合金常用国标 ..... 187

**第 9 章 耐磨钢**

1 概述 ..... 189

2 常用耐磨钢 ..... 190

2.1 高锰钢 ..... 190

2.2 碳钢、低合金耐磨钢 ..... 197

2.3 石墨钢 ..... 200

3 耐磨钢的选用 ..... 203

3.1 耐磨钢的选用原则及方法 ..... 203

3.2 典型耐磨件的选材 ..... 205

附录 几个国家高锰钢及石墨钢的对照 ..... 211

**第 10 章 超高强度钢**

1 概述 ..... 213

2 常用超高强度钢 ..... 214

2.1 超高强度钢的化学成分和基本性能 ..... 214

2.2 低合金超高强度钢 ..... 216

2.3 中合金超高强度钢 ..... 221

2.4 高合金超高强度钢 ..... 223

3 超高强度钢的选用原则 ..... 225

**第 11 章 工具钢**

1 概述 ..... 226

2 常用工具钢 ..... 227

2.1 非合金工具钢 ..... 227

2.2 合金工具钢 ..... 230

2.3 高速工具钢 ..... 243

3 工具钢的选用 ..... 250

3.1 刃具用钢 ..... 250

3.2 量具用钢 ..... 254

3.3 模具用钢 ..... 255

附录 国内外碳素工具钢、合金工具钢、高速钢钢号对照 ..... 263

**第 12 章 轴承钢**

1 概述 ..... 268

2 常用轴承钢 ..... 269

2.1 铬轴承钢 ..... 269

2.2 渗碳轴承钢 ..... 277

2.3 不锈轴承钢 ..... 282

2.4 高温轴承钢 ..... 282

2.5 中碳表面淬火轴承钢 ..... 284

3 轴承钢的选用 ..... 286

附录 我国常用轴承钢与国外主要工业国家钢号对照 ..... 289

**第 13 章 弹簧钢**

1 概述 ..... 290

2 常用弹簧钢 ..... 291

2.1 弹簧钢 ..... 291

2.2 弹簧钢型材 ..... 297

2.3 常用弹簧钢热处理工艺及用途 ..... 300

3 弹簧钢的选用 ..... 304

附录 我国常用弹簧钢与国外各主要工业国家钢号对照 ..... 305

**第 14 章 大型锻件用钢**

1 概述 ..... 306

1.1 冶炼和铸锭 ..... 306

1.2 锻造 ..... 306

1.3 热处理工艺 ..... 307

2 常用大型锻件用钢 ..... 308

2.1 大锻件结构钢 ..... 308

2.2 电站锻件用钢 ..... 319

2.3 压力容器锻件用钢.....	328	3 大型锻件用钢的选材.....	331
2.4 轧辊用钢 .....	329		

## 第二篇 机械工程用铸铁材料

### 第 15 章 灰铸铁

1 概述.....	334
1.1 铸铁分类及牌号表示方法 .....	334
1.2 铁碳相图和铁碳硅相图 .....	335
1.3 铸铁中合金元素 .....	336
1.4 铸铁的组织 .....	336
1.5 灰铸铁牌号 .....	338
1.6 灰铸铁的显微组织和金相 检验.....	339
2 常用灰铸铁 .....	341
2.1 化学成分 .....	341
2.2 灰铸铁的力学性能.....	342
2.3 灰铸铁的物理性能.....	348
2.4 灰铸铁的工艺性能.....	350
2.5 灰铸铁的热处理 .....	351
3 灰铸铁的选用 .....	355
3.1 通用机械上的应用.....	355
3.2 各类机床上的应用.....	356
3.3 轻工业和纺织机械上的 应用.....	356
3.4 重型机械上的应用.....	356
3.5 电力机械上的应用.....	356
3.6 石油化工机械上的应用 .....	357
3.7 汽车、拖拉机上的应用 .....	357
3.8 铁路机车和船舶机械上的 应用.....	357
3.9 其他方面应用 .....	358
附录 1 相关曲线计算公式 .....	358
附录 2 铸铁的结构图 .....	359

### 第 16 章 蠕墨铸铁

1 概述.....	360
1.1 蠕墨铸铁牌号 .....	360
1.2 蠕墨铸铁的显微组织和 金相检验 .....	360

2 常用蠕墨铸铁 .....	361
2.1 化学成分 .....	361
2.2 蠕墨铸铁的力学性能 .....	362
2.3 蠕墨铸铁的物理性能 .....	366
2.4 蠕墨铸铁的工艺性能 .....	367
2.5 蠕墨铸铁的其他性能 .....	367
2.6 蠕墨铸铁的热处理.....	367
3 蠕墨铸铁的应用 .....	369

### 第 17 章 球墨铸铁

1 概述.....	370
1.1 球墨铸铁的牌号 .....	370
1.2 蠕墨铸铁的显微组织和 金相检验 .....	370
2 常用球墨铸铁 .....	371
2.1 化学成分 .....	371
2.2 球墨铸铁的力学性能 .....	374
2.3 球墨铸铁的物理性能 .....	378
2.4 球墨铸铁的工艺性能 .....	380
2.5 球墨铸铁的热处理.....	380
3 球墨铸铁的选用 .....	383
3.1 QT400—18 应用实例 .....	384
3.2 QT400—15 应用实例 .....	385
3.3 QT450—10 应用实例 .....	385
3.4 QT500—7 应用实例 .....	385
3.5 QT600—3 应用实例 .....	385
3.6 QT700—2, QT800—2 和 QT900—2 应用实例 .....	386

### 第 18 章 可锻铸铁

1 概述.....	388
1.1 可锻铸铁牌号 .....	388
1.2 可锻铸铁显微组织和金相 检验.....	389
2 常用可锻铸铁 .....	391
2.1 化学成分 .....	391

2.2 可锻铸铁的力学性能 .....	391	2.2 硅系耐热铸铁 .....	415
2.3 可锻铸铁的物理性能 .....	396	2.3 铝系耐热铸铁 .....	415
2.4 可锻铸铁的工艺性能 .....	396	3 耐蚀铸铁 .....	415
2.5 可锻铸铁的热处理 .....	397	3.1 高硅耐蚀铸铁 .....	415
3 可锻铸铁的选用 .....	398	3.2 镍合金铸铁 .....	417
<b>第 19 章 特殊性能铸铁</b>			
1 减摩和抗磨铸铁 .....	399	4 奥氏体铸铁 .....	417
1.1 减摩(耐磨)铸铁及其应用 .....	399	4.1 化学成分 .....	419
1.2 冷硬铸铁及其应用 .....	405	4.2 奥氏体铸铁的力学性能 .....	419
1.3 抗磨白口铸铁及其应用 .....	408	4.3 奥氏体铸铁的物理性能 .....	419
1.4 中锰抗磨球墨铸铁 .....	412	4.4 奥氏体铸铁的特点和典型用途 .....	421
2 耐热铸铁 .....	412	5 特殊性能铸铁应用实例 .....	423
2.1 铬系耐热铸铁 .....	413		

### 第三篇 机械工程用有色金属材料

<b>第 20 章 有色金属概论</b>			
1 有色金属的分类 .....	425	合金 .....	457
1.1 轻金属 .....	425	3 铝合金的主要特征和选用 .....	458
1.2 重金属 .....	425	附录 1 铝合金产品的有关国家标准 .....	461
1.3 贵金属 .....	425	附录 2 变形铝合金新旧牌号对照 .....	462
1.4 半金属 .....	425	附录 3 变形铝合金新旧状态对照 .....	463
1.5 稀有金属 .....	425	<b>第 22 章 铜及其合金</b>	
2 有色金属及其合金产品的牌号和代号的表示方法 .....	425	1 概述 .....	463
3 常用有色金属的特性 .....	429	2 铜及其常用合金 .....	463
3.1 物理性能 .....	429	2.1 变形铜及其合金 .....	463
3.2 力学性能 .....	430	2.2 铸造铜合金 .....	472
3.3 耐腐蚀性能 .....	430	2.3 铜及其合金的加工与连接 .....	476
3.4 可切削性能 .....	432	2.4 铜及其合金的腐蚀与保护 .....	479
<b>第 21 章 铝合金</b>		3 铜及其合金的选用 .....	481
1 概述 .....	433	<b>第 23 章 镁合金</b>	
1.1 铝合金的分类 .....	433	1 概述 .....	490
1.2 铝合金的标记 .....	434	1.1 变形镁合金 .....	490
2 常用铝合金 .....	434	1.2 铸造镁合金 .....	490
2.1 铝合金的化学成分 .....	434	2 常用镁合金 .....	490
2.2 铝合金的相组成 .....	434	2.1 镁合金的化学成分 .....	490
2.3 铝合金的基金性能 .....	445	2.2 镁合金的相组成 .....	491
2.4 压铸铝合金和铝基轴承 .....		2.3 镁合金的基本性能 .....	492
		3 镁合金的基本特征和选用 .....	492
		附录 1 压铸镁合金的化学成分和力学性能 .....	496

附录 2 铸造镁合金的室温保证力学性能 .....	496	1 概述 .....	561
附录 3 镁合金的部分国家标准 .....	496	1.1 物理化学性能 .....	561
第 24 章 钛及钛合金		1.2 力学性能 .....	569
1 概述 .....	497	2 常用钨、钼、钽、铌材料 .....	572
1.1 材料分类 .....	497	2.1 材料牌号和化学成分 .....	572
1.2 钛材制造方法 .....	499	2.2 材料的物理性能和力学性能 .....	578
1.3 技术标准和产品规格 .....	499	3 材料的生产 .....	586
2 常用钛及其合金 .....	500	3.1 坯料的生产 .....	586
2.1 列入国标的钛材牌号及化学成分 .....	500	3.2 冷、热压力加工 .....	586
2.2 发展中的钛材 .....	500	3.3 热处理特点 .....	586
2.3 钛材性能 .....	503	3.4 机械加工与焊接 .....	587
3 钛及其合金的选用 .....	517	4 钨、钼、钽、铌材料的应用 .....	587
第 25 章 镍、钴基精密合金及高、低温合金		第 28 章 贵金属及其合金	
1 概述 .....	518	1 概述 .....	588
2 常用镍、钴基合金 .....	519	1.1 物理性能 .....	588
2.1 精密合金 .....	519	1.2 超导性能 .....	589
2.2 镍、钴基高、低温合金 .....	536	1.3 光学性能 .....	589
2.3 加工工艺与保护 .....	539	1.4 力学性能 .....	589
第 26 章 锌、锡、铅及其合金		1.5 贵金属与气体的作用 .....	589
1 概述 .....	542	1.6 贵金属的腐蚀 .....	590
1.1 锌的基本特性 .....	542	1.7 催化性能 .....	590
1.2 锡的基本性能 .....	542	2 贵金属及其合金材料 .....	590
1.3 铅的基本特性 .....	543	2.1 接触材料 .....	590
2 常用锌、锡、铅合金 .....	544	2.2 电阻材料 .....	594
2.1 锌合金 .....	544	2.3 测温材料 .....	596
2.2 锡合金 .....	548	2.4 钎焊材料 .....	598
2.3 铅合金 .....	556	2.5 氢气净化材料 .....	602
3 锌、锡、铅合金材料的选用 .....	559	2.6 贵金属粉末 .....	602
3.1 锡基轴承合金代号、特点及用途 .....	599	2.7 厚膜浆料 .....	603
3.2 铅基轴承合金代号、特点及用途 .....	560	2.8 贵金属复合材料 .....	604
3.3 锡铅焊料的用途 .....	560	2.9 贵金属磁性和弹性材料 .....	605
第 27 章 钨、钼、钽、铌及其合金		3 贵金属的加工 .....	606
		3.1 贵金属及合金熔铸 .....	606
		3.2 贵金属及合金的压力加工 .....	607
		3.3 贵金属及合金的切削加工 .....	607
		3.4 贵金属的焊接 .....	607

## 第四篇 机械工程用高分子材料及复合材料

### 第 29 章 工程塑料

1 概述 .....	609
1.1 基本概念 .....	609
1.2 工程塑料分类 .....	609
2 常用工程塑料 .....	610
2.1 聚酰胺(尼龙)(PA) .....	610
2.2 聚甲醛(POM) .....	621
2.3 聚碳酸酯(PC) .....	625
2.4 改性聚苯醚(MPPO) .....	629
2.5 聚对苯二甲酸丁二酯(PBT) .....	632
2.6 氟塑料 .....	634
2.7 聚砜(PSF) .....	637
2.8 聚醚砜(PES) .....	638
2.9 聚苯硫醚(PPS) .....	638
2.10 聚芳酯(PAR) .....	638
2.11 聚醚醚酮(PEEK) .....	639
2.12 聚酰亚胺(PI) .....	640

### 第 30 章 橡胶材料

1 概述 .....	641
2 常用胶种 .....	641
2.1 天然橡胶 .....	641
2.2 合成橡胶 .....	642
3 胶种的选用 .....	647
3.1 选用原则 .....	647
3.2 硫化胶性能 .....	647

### 第 31 章 功能高分子材料

1 概述 .....	655
1.1 功能高分子材料的分类 .....	655
1.2 功能高分子材料的特点 及作用 .....	655
1.3 功能高分子材料的发展 .....	656
2 常用功能高分子材料 .....	656
2.1 电功能高分子材料 .....	656
2.2 光功能高分子材料 .....	661
2.3 形状记忆高分子材料 .....	663

### 第 32 章 胶粘剂

1 概述 .....	665
2 常用胶粘剂 .....	666
2.1 酚醛树脂胶粘剂 .....	666
2.2 环氧树脂胶粘剂 .....	668
2.3 聚氨酯胶粘剂 .....	671
2.4 丙烯酸脂胶粘剂 .....	672
2.5 橡胶型胶粘剂 .....	673
2.6 脲醛树脂胶粘剂 .....	676
2.7 不饱和聚酯胶粘剂 .....	676
2.8 溶液胶粘剂 .....	677
2.9 无机胶粘剂 .....	679
2.10 特种胶粘剂 .....	679
2.11 热熔胶粘剂 .....	682
2.12 压敏胶粘剂 .....	682
2.13 天然胶粘剂 .....	683
3 胶粘剂的选用 .....	683

### 第 33 章 有机纤维

1 概述 .....	684
1.1 按组成分类 .....	684
1.2 按原料分类 .....	684
1.3 按纤维制造方法(纺丝 方法)分类 .....	684
2 通用型有机合成纤维及特种 合成纤维 .....	684
2.1 通用型合成纤维 .....	685
2.2 特种合成纤维 .....	687
3 有机纤维的选用 .....	690
3.1 用于运输带、传动带等 领域 .....	690
3.2 用于轮胎子午线、车用地毯、 等布等领域 .....	690
3.3 工业滤材 .....	690
3.4 土工布及建材增强 .....	691
3.5 其他 .....	691

### 第 34 章 玻璃纤维增强树脂基复合 材料

1 概述.....	692	1 概述.....	740
2 常用玻璃纤维增强塑料 .....	692	2 常用芳纶纤维增强树脂基复合 材料.....	741
2.1 玻璃纤维增强酚醛树脂 基复合材料 .....	692	2.1 Kevlar 49 纤维增强复合材料 ...	741
2.2 玻璃纤维增强环氧树脂 复合材料 .....	704	2.2 Kevlar 49 增强环氧树脂基 复合材料 .....	743
2.3 玻璃纤维增强不饱和聚酯 树脂.....	713	2.3 Kevlar 纤维增强不饱和 聚酯复合材料 .....	745
<b>第 35 章 碳纤维增强树脂基   复合材料</b>		2.4 Kevlar 纤维增强其他树脂 复合材料 .....	746
1 概述.....	733	<b>第 37 章 超高分子量聚乙烯纤维   增强树脂基复合材料</b>	
2 树脂基复合材料用碳纤维 .....	733	1 概述.....	748
2.1 国产碳纤维 .....	733	2 超高分子量聚乙烯纤维增强 树脂基复合材料 .....	748
2.2 国外碳纤维 .....	734	2.1 增强织物的制备 .....	748
2.3 碳纤维增强酚醛树脂基 复合材料 .....	735	2.2 复合材料的制备 .....	748
2.4 碳纤维增强环氧树脂复合 材料.....	735	2.3 性能.....	748
2.5 碳纤维增强尼龙 66 复合 材料.....	737	2.4 用途.....	749
2.6 碳纤维增强聚酰亚胺复合 材料.....	737	<b>第 38 章 热塑性树脂基复合材料</b>	
2.7 碳纤维增强聚苯硫醚复合 材料.....	738	1 概述.....	749
2.8 碳纤维增强聚砒复合材料 .....	739	2 常用热塑性树脂基复合材料 .....	750
2.9 碳纤维增强聚醚醚酮复合 材料.....	740	2.1 玻璃纤维增强尼龙复合 材料.....	750
<b>第 36 章 芳纶纤维增强树脂基   复合材料</b>		2.2 玻璃纤维增强聚苯硫醚 (PPS) .....	751
		2.3 纤维增强聚芳醚酮复合 材料.....	752

## 第五篇 机械工程用粉末冶金材料

<b>第 39 章 粉末冶金技术概论</b>		5 粉末冶金材料 .....	765
1 概述.....	754	<b>第 40 章 金属粉末</b>	
2 金属粉末生产方法.....	754	1 粉末性能和用途 .....	767
3 金属粉末的固结方法.....	759	1.1 铁粉.....	767
3.1 金属粉末的成形 .....	759	1.2 低合金钢粉、不锈钢粉 和高速钢粉 .....	768
3.2 烧结.....	762	1.3 其他合金钢粉 .....	771
4 制品的后处理方法.....	763		

1.4 铜粉.....	772	3 镶嵌固体润滑剂轴承.....	809
1.5 铝和铝合金粉 .....	772	3.1 镶嵌固体润滑剂轴承的制	
1.6 镍和镍合金粉 .....	773	造工艺和特点 .....	809
1.7 其他低熔点金属粉末 .....	776	3.2 镶嵌固体润滑剂轴承的材	
1.8 难熔金属粉末 .....	776	料和性能 .....	809
1.9 难熔金属化合物粉.....	778	3.3 镶嵌固体润滑剂轴承的	
1.10 稀土金属及其合金和		应用.....	810
化合物粉末.....	779	4 粉末冶金塑料轴承.....	811
1.11 贵金属及其合金和化合物		4.1 粉末冶金塑料轴承的制造	
粉末 .....	779	工艺和性能 .....	811
1.12 快速凝固粉末 .....	779	4.2 粉末冶金塑料轴承的应用 .....	812
1.13 硬面材料粉末 .....	782	5 粉末冶金双金属轴承材料 .....	814
1.14 金属陶瓷粉末 .....	782	附录 粉末冶金轴承极限 pv 值的	
1.15 粉末冶金用的碳黑和石		测定方法 .....	816
墨粉 .....	787	<b>第 43 章 粉末冶金多孔材料</b>	
2 粉末性能测试 .....	787	1 概述.....	817
2.1 化学成分测定 .....	787	2 粉末冶金多孔材料.....	817
2.2 金属粉末物理性能.....	788	2.1 金属粉末多孔材料的制造	
2.3 金属粉末工艺性能.....	791	和特点 .....	817
<b>第 41 章 粉末冶金铁基结构材料</b>		2.2 金属纤维多孔材料的制造 .....	817
1 概述.....	792	2.3 多孔材料的机械加工 .....	817
2 常用粉末冶金铁基结构材料 .....	792	2.4 粉末冶金多孔材料的性能	
2.1 粉末冶金铁基结构材料的		和测试 .....	818
成分和典型性能 .....	792	3 粉末冶金多孔材料的应用 .....	822
2.2 材料成分、加工工艺与性		3.1 粉末冶金过滤材料.....	822
能的关系 .....	792	3.2 粉末冶金多孔功能材料 .....	825
3 粉末冶金铁基结构零件的设计 .....	799	<b>第 44 章 粉末冶金摩擦材料</b>	
3.1 材料选择 .....	799	1 概述.....	826
3.2 零件形状和尺寸 .....	800	2 粉末冶金摩擦材料.....	827
3.3 零件的精度及粗糙度 .....	800	2.1 粉末冶金摩擦材料的组成 .....	827
<b>第 42 章 粉末冶金轴承材料</b>		2.2 粉末冶金摩擦材料制备	
1 概述.....	801	工艺.....	827
2 含油轴承 .....	801	2.3 粉末冶金摩擦材料的物理	
2.1 含油轴承的制造工艺和		力学性能 .....	828
特点.....	801	2.4 粉末冶金摩擦材料摩擦磨损	
2.2 含油轴承的化学成分和		性能.....	828
性能.....	801	2.5 国产粉末冶金摩擦材料性能	
2.3 含油轴承的设计和选用 .....	804	及应用 .....	828
2.4 含油轴承的应用 .....	807	2.6 改善摩擦磨损性能的途径 .....	829

3 粉末冶金摩擦材料性能测试 .....	832	1 概述 .....	856
3.1 测试项目及测试方法 .....	832	2 常用钢结硬质合金 .....	856
3.2 摩擦—磨损试验方法 .....	833	2.1 国内外钢结硬质合金的成分、 性能和应用 .....	856
4 粉末冶金摩擦材料的典型应用 .....	834	2.2 钢结硬质合金的常规加工 工艺 .....	856
4.1 摩擦片的设计 .....	834	3 钢结硬质合金的选用 .....	859
4.2 刹车制动片 .....	834	<b>第 49 章 硬质合金</b>	
4.3 离合器片 .....	834	1 概述 .....	861
5 粉末冶金摩擦材料的发展 .....	835	2 硬质合金的成分、性能和应用 .....	861
<b>第 45 章 粉末烧结磁性材料</b>		2.1 刀具用硬质合金 .....	861
1 概述 .....	835	2.2 模具用硬质合金 .....	866
1.1 粉末磁性材料 .....	835	2.3 矿用和机械零件用硬质 合金 .....	869
1.2 粉末磁性材料的基本原理 .....	835	3 硬质合金的热处理 .....	870
1.3 粉末磁性材料的特征 .....	836	<b>第 50 章 金属陶瓷</b>	
1.4 粉末磁性材料的分类 .....	836	1 概述 .....	871
1.5 常用粉末磁性材料的有关 标准 .....	837	2 制造工艺 .....	872
2 常用粉末磁性材料 .....	837	3 材料成分、组织、性能和应用 .....	873
2.1 粉末软磁材料 .....	837	3.1 氧化物金属陶瓷 .....	873
2.2 粉末永磁合金 .....	838	3.2 碳化物和碳氮化物金属 陶瓷 .....	875
3 粉末磁性材料的应用 .....	839	3.3 硼化物金属陶瓷 .....	877
3.1 软磁粉末应用 .....	839	3.4 其他难熔金属陶瓷 .....	878
3.2 粉末永磁的应用 .....	839	<b>第 51 章 陶瓷材料</b>	
<b>第 46 章 粉末冶金电工材料</b>		1 概述 .....	879
1 概述 .....	846	2 工程陶瓷材料基本性能 .....	880
2 粉末冶金电触头材料的成分、 生产工艺和电性能 .....	846	2.1 氧化物陶瓷 .....	882
2.1 银镍 (AgNi) .....	846	2.2 非氧化物陶瓷 .....	888
2.2 银石墨 (AgC) .....	848	3 工程陶瓷材料的选用 .....	895
2.3 银氧化镉 (AgCdO) .....	849	3.1 陶瓷刀具 .....	897
2.4 银铁 (AgFe) .....	849	3.2 陶瓷机械密封 .....	901
2.5 银氧化锡 (AgSnO <sub>2</sub> ) .....	849	3.3 陶瓷轴承 .....	903
2.6 银钨 (AgW) .....	849	3.4 陶瓷发动机部件 .....	906
2.7 铜钨 (CuW) .....	850	<b>第 52 章 粉末的直接应用</b>	
3 电触头材料的应用 .....	850	1 无损探伤用粉末 .....	906
<b>第 47 章 粉末冶金高速钢</b>		2 复印机用粉末 .....	907
1 概述 .....	851	3 涂料或颜料用粉末 .....	908
2 粉末高速钢的成分和性能 .....	851	4 燃料推进剂、烟火及炸药用	
3 粉末高速钢的应用 .....	854		
<b>第 48 章 钢结硬质合金</b>			

粉末 .....	909
5 表面硬化用粉末 .....	911
6 其他应用的金属粉末 .....	911

### 第 53 章 无机纤维材料

1 概述 .....	917
2 纤维的性能 .....	918

3 无机纤维的用途 .....	918
3.1 无机纤维增强金属 .....	920
3.2 无机纤维增强陶瓷 .....	925
3.3 无机纤维增强涂料 .....	925
3.4 无机纤维在塑料方面的 应用 .....	926

## 第六篇 材料力学性能和物理性能测试

### 第 54 章 静强度

1 金属材料在静载荷下的强度和 变形 .....	927
1.1 静载荷作用下变形的三个 基本阶段 .....	927
1.2 静拉伸试验的主要指标及 影响因素 .....	927
1.3 材料的真实应力-应变曲线 .....	928
1.4 材料静强度的统计概念 .....	928
2 金属材料的硬度 .....	933
2.1 硬度的定义和分类 .....	933
2.2 布氏硬度的定义和测试 .....	933
2.3 维氏硬度的定义和测试 .....	934
2.4 洛氏硬度的定义和测试 .....	934
2.5 其他的硬度试验方法 .....	935
3 金属的弯曲和扭转性能 .....	935
3.1 金属在静弯曲下的力学 性能 .....	935
3.2 扭转强度指标及其测定 .....	936

### 第 55 章 金属的断裂韧性

1 断裂力学和材料的断裂韧性 .....	937
1.1 断裂力学概述 .....	937
1.2 材料的断裂韧性 .....	938
2 平面应变断裂韧性 $K_{IC}$ 及其影 响因素 .....	939
2.1 断裂韧性和材料内部组织的 关系 .....	939
2.2 外在条件对断裂韧性的 影响 .....	941
3 疲劳裂纹的萌生与扩展 .....	942

3.1 疲劳裂纹的萌生 .....	942
3.2 疲劳裂纹的扩展 .....	942
3.3 影响疲劳裂纹扩展速率 $\frac{da}{dN}$ 的因素 .....	943

### 第 56 章 冲击强度

1 金属在冲击载荷下的性能 .....	944
1.1 加载速率和变形速率 .....	944
1.2 冲击载荷下金属变形和断裂 的特点 .....	944
1.3 材料的冲击韧性 .....	944
2 金属的冲击韧性试验及其应用 .....	945
2.1 冲击试验的分类 .....	945
2.2 夏比冲击试验原理 .....	945
2.3 夏比冲击试验方法 .....	945
2.4 转变温度 FATT 的测定方法 .....	946
2.5 冲击试验的应用 .....	947
3 多次冲击试验 .....	947
3.1 多次冲击的概念及试验 方法 .....	947
3.2 材料多次冲击抗力的变化 规律 .....	948
3.3 多次冲击抗力规律的应用 .....	949

### 第 57 章 疲劳强度

1 疲劳的定义和分类 .....	950
2 疲劳的符号和术语 .....	950
2.1 疲劳试验术语 .....	950
2.2 疲劳数据统计分析术语 .....	951
3 高周疲劳试验方法 .....	952
3.1 单点试验法 .....	953