

# 金属材料 力学性能手册

刘鸣放 刘胜新 主编

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 金属材料力学性能手册

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 主 编 | 刘鸣放 | 刘胜新 |     |     |     |
| 副主编 | 苗晋琦 | 邵 冰 |     |     |     |
| 参 编 | 陈 永 | 李 瑞 | 乔晓燕 | 赵 旭 | 李 莎 |
|     | 严咏志 | 李立凤 | 王铁骊 | 吴珊珊 | 张素红 |
|     | 李怀武 | 宋月鹏 | 高见峰 | 张金凤 | 高 玉 |
|     | 孟 迪 | 鞠文彬 | 蒋佳国 | 吴振远 | 夏 静 |
|     | 李 威 | 向 嵩 | 柳洪洁 | 金增亮 | 王志刚 |
|     | 陈慧敏 | 李立里 | 魏晓龙 | 李 浩 | 侯晓丽 |
|     | 陈 伟 | 李 静 | 靳先芳 | 徐丽娟 | 肖树龙 |
|     | 徐 锬 | 潘继民 | 翟 震 | 王金荣 | 毛 磊 |
| 主 审 | 孙玉福 |     |     |     |     |



机械工业出版社

本书全面系统地介绍了金属材料的各种力学性能测试方法,并归纳出了常用金属材料力学性能数据。其内容包括:金属材料力学性能相关知识,金属材料的拉伸性能、硬度、冲击性能、扭转性能、压缩性能、弯曲性能、剪切性能、断裂韧度、高温长时性能、疲劳性能的测试方法,以及铸铁和铸钢、工具钢、结构钢、不锈钢及耐热钢、高温合金和耐蚀合金、铝及铝合金、镁及镁合金、铜及铜合金、锌及其合金、钛及其合金、镍及其合金的常用力学性能数据。本书内容系统全面,叙述详尽清晰,数据齐全可靠,查阅方便快捷,具有实用性、综合性、先进性、可靠性。

本书可供从事工程设计、材料研究、质量检测、材料营销等工作的技术人员参考,也可作为高等院校及职业培训学校相关专业的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

金属材料力学性能手册/刘鸣放,刘胜新主编. —北京:机械工业出版社,2011.1(2012.1重印)  
ISBN 978-7-111-32306-8

I. ①金… II. ①刘… ②刘… III. ①金属材料-材料力学性质-技术手册 IV. ①TG14-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第205231号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:陈保华 责任编辑:陈保华

版式设计:霍永明 责任校对:程俊巧 姚培新

封面设计:姚毅 责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2012年1月第1版·第2次印刷

169mm×239mm·39.25印张·786千字

3 001—5 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-32306-8

定价:72.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑:(010) 88379734

社服务中心:(010) 88361066

网络服务

销售一部:(010) 68326294

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

金属材料广泛应用于工业生产各领域，是工业生产和生活中必不可少的物质基础，对现代科学技术发展和国民经济建设有重要作用。金属材料的力学性能是确保产品安全和使用寿命的最主要依据，在材料选择的合理性、材料应用的优化性等方面发挥着越来越大的作用。

金属材料力学性能的测试方法是工程技术人员必备的基础知识，常用金属材料的力学性能数据是工程技术人员经常查阅的技术数据。为了帮助读者掌握金属材料各种力学性能的测试方法，并能快速、准确地查阅常用金属材料的各种力学性能数据，从而为工程实践中的生产、设计、材料选用及选购提供科学依据，我们编写了这本工具书。

本书首先全面系统地介绍了金属材料各种力学性能的试验原理、试样的制备、试验仪器设备、试验步骤、操作技巧以及试验数据处理的方法，然后从各类标准中归纳出了常用金属材料的力学性能数据。全书内容包括金属材料力学性能相关知识、金属材料的拉伸性能、金属材料的硬度、金属材料的冲击性能、金属材料的扭转性能、金属材料的压缩性能、金属材料的弯曲性能、金属材料的剪切性能、金属材料的断裂韧性、金属材料的高温长时性能、金属材料的疲劳性能、铸铁和铸钢的力学性能、工具钢的力学性能、结构钢的力学性能、不锈钢及耐热钢的力学性能、高温合金和耐蚀合金的力学性能、铝及铝合金的力学性能、镁及镁合金的力学性能、铜及铜合金的力学性能，以及锌、钛、镍及其合金的力学性能，共 20 章。本书内容系统全面，叙述详尽清晰，数据齐全可靠，查阅方便快捷，具有实用性、综合性、先进性、可靠性。

本书可供从事工程设计、材料研究、质量检测、材料营销等工作的技术人员参考，也可作为高等院校及职业培训学校相关专业的参考书。

本书由刘鸣放、刘胜新任主编，苗晋琦、邵冰任副主编，参加编写的有陈永、李瑞、乔晓燕、赵旭、李莎、严咏志、李立凤、王铁骊、吴珊珊、张素红、李怀武、宋月鹏、高见峰、张金凤、高玉、孟迪、鞠文彬、蒋佳国、吴振远、夏静、李威、向嵩、柳洪洁、金增亮、王志刚、陈慧敏、李立里、魏晓龙、李浩、侯晓丽、陈伟、李静、靳先芳、徐丽娟、肖树龙、徐锬、潘继民、翟震、王金荣、毛磊。孙玉福教授对全书进行了详细审阅。

在本书编写过程中，参考了国内外同行的大量文献资料，谨向有关人员表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，错误和纰漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>第 1 章 金属材料力学性能相关知识</b>                                                    | 1  |
| 1.1 金属材料力学性能与工程应用                                                            | 1  |
| 1.2 力学性能试验的试样制备                                                              | 1  |
| 1.2.1 力学性能试验的试样相关术语                                                          | 1  |
| 1.2.2 试料的状态                                                                  | 2  |
| 1.2.3 试样类型                                                                   | 2  |
| 1.2.4 样坯切取的原则和规定                                                             | 3  |
| 1.2.5 取样方法                                                                   | 4  |
| 1.3 数值修约规则                                                                   | 19 |
| 1.3.1 术语和定义                                                                  | 19 |
| 1.3.2 数值修约规则                                                                 | 19 |
| 1.3.3 极限数值的表示和判定                                                             | 21 |
| 1.4 试验数据的处理和误差分析                                                             | 24 |
| 1.4.1 误差的定义和分类                                                               | 24 |
| 1.4.2 直接测定量的误差表示法                                                            | 26 |
| 1.4.3 力学性能试验数据处理举例                                                           | 27 |
| <b>第 2 章 金属材料的拉伸性能</b>                                                       | 31 |
| 2.1 拉伸性能相关知识                                                                 | 31 |
| 2.1.1 拉伸性能及拉伸试验的定义                                                           | 31 |
| 2.1.2 拉伸试验常用术语                                                               | 31 |
| 2.2 拉伸试样的制备                                                                  | 34 |
| 2.2.1 试样的一般要求                                                                | 34 |
| 2.2.2 厚度在 0.1 ~ <3mm 范围内的薄板和薄带使用的试样                                          | 35 |
| 2.2.3 厚度 $\geq 3\text{mm}$ 的板材和扁材及直径或厚度 $\geq 4\text{mm}$ 的线材、棒材和<br>型材使用的试样 | 36 |
| 2.2.4 直径或厚度 $< 4\text{mm}$ 的线材、棒材和型材使用的试样                                    | 38 |
| 2.2.5 管材使用的试样                                                                | 39 |
| 2.2.6 焊接接头使用的试样                                                              | 40 |
| 2.2.7 焊缝及熔敷金属使用的试样                                                           | 43 |
| 2.2.8 低温拉伸试样                                                                 | 44 |
| 2.3 拉伸试验机及引伸计                                                                | 46 |
| 2.3.1 电子万能试验机的结构原理                                                           | 46 |

|            |                      |           |
|------------|----------------------|-----------|
| 2.3.2      | 试验机的技术要求             | 48        |
| 2.3.3      | 引伸计的结构原理及选用          | 48        |
| 2.4        | 试验要求                 | 49        |
| 2.4.1      | 原始标距的标记              | 49        |
| 2.4.2      | 原始横截面积的测定            | 49        |
| 2.4.3      | 试验设备的准确度             | 50        |
| 2.4.4      | 试验速率                 | 50        |
| 2.4.5      | 高温拉伸时的加热             | 51        |
| 2.4.6      | 低温拉伸时的冷却             | 52        |
| 2.5        | 拉伸性能的测定              | 52        |
| 2.5.1      | 断后伸长率和断裂总伸长率的测定      | 52        |
| 2.5.2      | 最大力总伸长率和最大力非比例伸长率的测定 | 62        |
| 2.5.3      | 屈服点延伸率的测定            | 63        |
| 2.5.4      | 上屈服强度和下屈服强度的测定       | 64        |
| 2.5.5      | 规定非比例延伸强度的测定         | 64        |
| 2.5.6      | 规定总延伸强度的测定           | 66        |
| 2.5.7      | 抗拉强度的测定              | 66        |
| 2.5.8      | 断面收缩率的测定             | 66        |
| 2.5.9      | 拉伸杨氏模量的测定            | 67        |
| 2.5.10     | 弦线模量的测定              | 67        |
| 2.5.11     | 切线模量的测定              | 68        |
| 2.5.12     | 电阻应变计测定弹性模量          | 69        |
| 2.5.13     | 泊松比的测定               | 70        |
| 2.5.14     | 薄板和薄带拉伸应变硬化指数的测定     | 70        |
| 2.6        | 拉伸试样的宏观断口形态          | 73        |
| <b>第3章</b> | <b>金属材料的硬度</b>       | <b>75</b> |
| 3.1        | 硬度相关知识               | 75        |
| 3.1.1      | 硬度及硬度试验的定义           | 75        |
| 3.1.2      | 硬度试验常用术语             | 76        |
| 3.2        | 硬度试样的制备              | 76        |
| 3.2.1      | 试样的一般要求              | 76        |
| 3.2.2      | 洛氏硬度试样               | 76        |
| 3.2.3      | 布氏硬度试样               | 78        |
| 3.2.4      | 维氏硬度试样               | 79        |
| 3.2.5      | 努氏硬度试样               | 79        |
| 3.2.6      | 肖氏硬度试样               | 79        |
| 3.2.7      | 里氏硬度试样               | 79        |
| 3.3        | 硬度计                  | 81        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 3.3.1 洛氏硬度计 .....            | 81         |
| 3.3.2 布氏硬度计 .....            | 82         |
| 3.3.3 维氏硬度计和努氏硬度计 .....      | 82         |
| 3.3.4 肖氏硬度计 .....            | 83         |
| 3.3.5 里氏硬度计 .....            | 83         |
| 3.4 试验要求 .....               | 84         |
| 3.5 硬度的测定 .....              | 84         |
| 3.5.1 洛氏硬度的测定 .....          | 84         |
| 3.5.2 布氏硬度的测定 .....          | 89         |
| 3.5.3 维氏硬度的测定 .....          | 106        |
| 3.5.4 努氏硬度的测定 .....          | 114        |
| 3.5.5 肖氏硬度的测定 .....          | 147        |
| 3.5.6 里氏硬度的测定 .....          | 147        |
| 3.5.7 焊接接头硬度的测定 .....        | 149        |
| 3.5.8 钢铁热处理零件硬度测试通则 .....    | 155        |
| 3.6 各种硬度及强度之间的转换 .....       | 157        |
| 3.6.1 各种硬度间的换算关系 .....       | 157        |
| 3.6.2 钢铁材料硬度与强度的换算关系 .....   | 158        |
| 3.6.3 有色金属材料硬度与强度的换算关系 ..... | 162        |
| <b>第4章 金属材料的冲击性能 .....</b>   | <b>163</b> |
| 4.1 冲击性能相关知识 .....           | 163        |
| 4.1.1 冲击性能及冲击试验的定义 .....     | 163        |
| 4.1.2 冲击试验常用术语 .....         | 163        |
| 4.2 冲击试样的制备 .....            | 166        |
| 4.2.1 试样的一般要求 .....          | 166        |
| 4.2.2 夏比 V 形缺口试样 .....       | 166        |
| 4.2.3 夏比 U 形缺口试样 .....       | 167        |
| 4.2.4 非标准试样 .....            | 167        |
| 4.2.5 焊接接头冲击试验用试样 .....      | 168        |
| 4.3 冲击试验机 .....              | 170        |
| 4.3.1 摆锤冲击试验机 .....          | 170        |
| 4.3.2 低温冲击试验机 .....          | 170        |
| 4.3.3 高温冲击试验机 .....          | 172        |
| 4.4 试验要求 .....               | 172        |
| 4.4.1 一般要求 .....             | 172        |
| 4.4.2 试验温度 .....             | 172        |
| 4.4.3 试样的转移 .....            | 173        |
| 4.5 冲击性能的测定 .....            | 174        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 4.5.1 夏比摆锤冲击法 .....            | 174        |
| 4.5.2 夏比 V 形缺口摆锤冲击试验仪器化法 ..... | 174        |
| 4.6 冲击断口的测定 .....              | 177        |
| 4.6.1 纤维断面率的测定 .....           | 177        |
| 4.6.2 侧膨胀值的测定 .....            | 179        |
| <b>第 5 章 金属材料的扭转性能</b> .....   | <b>181</b> |
| 5.1 扭转性能相关知识 .....             | 181        |
| 5.1.1 扭转性能及扭转试验的定义 .....       | 181        |
| 5.1.2 扭转试验常用术语 .....           | 181        |
| 5.2 扭转试样的制备 .....              | 182        |
| 5.2.1 圆柱形试样 .....              | 182        |
| 5.2.2 管形试样 .....               | 182        |
| 5.2.3 小规格金属线材扭转试样 .....        | 182        |
| 5.2.4 大规格金属线材扭转试样 .....        | 183        |
| 5.2.5 试样尺寸的测量 .....            | 183        |
| 5.3 扭转试验机和扭转计 .....            | 184        |
| 5.3.1 扭转试验机 .....              | 184        |
| 5.3.2 扭转计 .....                | 185        |
| 5.4 试验要求 .....                 | 185        |
| 5.5 扭转性能的测定 .....              | 185        |
| 5.5.1 试验原理 .....               | 185        |
| 5.5.2 剪切模量的测定 .....            | 186        |
| 5.5.3 规定非比例扭转强度的测定 .....       | 187        |
| 5.5.4 上屈服强度和下屈服强度的测定 .....     | 190        |
| 5.5.5 抗扭强度的测定 .....            | 190        |
| 5.5.6 最大非比例切应变的测定 .....        | 191        |
| 5.5.7 金属线材扭转性能的测定 .....        | 191        |
| 5.5.8 测得性能数值的修约 .....          | 191        |
| 5.6 扭转试样的断口形貌及特征 .....         | 192        |
| <b>第 6 章 金属材料的压缩性能</b> .....   | <b>193</b> |
| 6.1 压缩性能相关知识 .....             | 193        |
| 6.1.1 压缩性能及压缩试验的定义 .....       | 193        |
| 6.1.2 压缩试验常用术语 .....           | 193        |
| 6.2 压缩试样的制备 .....              | 194        |
| 6.2.1 试样的一般要求 .....            | 194        |
| 6.2.2 侧向无约束试样 .....            | 195        |
| 6.2.3 板状试样 .....               | 196        |
| 6.2.4 试样尺寸测量 .....             | 197        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 6.3 压缩试验机及其附属装置 .....          | 197        |
| 6.3.1 压缩试验机 .....              | 197        |
| 6.3.2 附属装置 .....               | 197        |
| 6.4 试验要求 .....                 | 199        |
| 6.5 压缩性能的测定 .....              | 200        |
| 6.5.1 板状试样夹紧力的选择 .....         | 200        |
| 6.5.2 板状试样实际压缩力的测定 .....       | 200        |
| 6.5.3 规定非比例压缩强度的测定 .....       | 201        |
| 6.5.4 规定总压缩强度的测定 .....         | 201        |
| 6.5.5 上压缩屈服强度和下压缩屈服强度的测定 ..... | 202        |
| 6.5.6 抗压强度的测定 .....            | 204        |
| 6.5.7 压缩弹性模量的测定 .....          | 204        |
| 6.5.8 压缩性能测定结果数值的修约 .....      | 204        |
| 6.6 压缩试样的破坏形式 .....            | 205        |
| <b>第7章 金属材料的弯曲性能 .....</b>     | <b>206</b> |
| 7.1 弯曲性能相关知识 .....             | 206        |
| 7.1.1 弯曲性能和弯曲试验的定义 .....       | 206        |
| 7.1.2 弯曲试验常用术语 .....           | 206        |
| 7.2 弯曲试样的制备 .....              | 207        |
| 7.2.1 试样的一般要求 .....            | 207        |
| 7.2.2 圆形横截面和矩形横截面试样 .....      | 208        |
| 7.2.3 金属管试样 .....              | 209        |
| 7.2.4 焊接接头试样 .....             | 209        |
| 7.2.5 金属线材反复弯曲试样 .....         | 213        |
| 7.2.6 试样尺寸的测量 .....            | 213        |
| 7.3 弯曲试验设备 .....               | 214        |
| 7.3.1 试验机 .....                | 214        |
| 7.3.2 三点弯曲试验装置 .....           | 214        |
| 7.3.3 四点弯曲试验装置 .....           | 214        |
| 7.3.4 薄板试样用三点弯曲试验装置 .....      | 215        |
| 7.3.5 薄板试样用四点弯曲试验装置 .....      | 216        |
| 7.3.6 挠度计 .....                | 216        |
| 7.3.7 金属管弯曲试验设备 .....          | 217        |
| 7.3.8 V形模具式弯曲装置 .....          | 217        |
| 7.3.9 台虎钳式弯曲装置 .....           | 217        |
| 7.3.10 翻板式弯曲装置 .....           | 217        |
| 7.3.11 金属线材反复弯曲试验设备 .....      | 218        |
| 7.3.12 热双金属弯曲试验装置 .....        | 218        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 7.4 试验要求 .....               | 221        |
| 7.5 弯曲性能的测定 .....            | 222        |
| 7.5.1 弯曲弹性模量的测定 .....        | 222        |
| 7.5.2 规定非比例弯曲应力的测定 .....     | 223        |
| 7.5.3 规定残余弯曲应力的测定 .....      | 224        |
| 7.5.4 抗弯强度的测定 .....          | 225        |
| 7.5.5 断裂挠度的测定 .....          | 226        |
| 7.5.6 弯曲断裂能量的测定 .....        | 226        |
| 7.5.7 测试结果数值的修约 .....        | 226        |
| 7.5.8 金属管弯曲性能的测定 .....       | 227        |
| 7.5.9 金属线材反复弯曲性能测定 .....     | 227        |
| 7.5.10 焊接接头弯曲性能的测定 .....     | 228        |
| <b>第8章 金属材料的剪切性能 .....</b>   | <b>233</b> |
| 8.1 剪切性能相关知识 .....           | 233        |
| 8.1.1 剪切性能和剪切试验的定义 .....     | 233        |
| 8.1.2 剪切试验常用术语 .....         | 234        |
| 8.2 剪切试样的制备 .....            | 234        |
| 8.2.1 一般要求 .....             | 234        |
| 8.2.2 线材试样 .....             | 234        |
| 8.2.3 铆钉试样 .....             | 235        |
| 8.3 剪切试验设备 .....             | 235        |
| 8.3.1 线材和铆钉剪切试验设备 .....      | 235        |
| 8.3.2 销剪切试验设备 .....          | 239        |
| 8.4 试验要求 .....               | 239        |
| 8.4.1 线材及铆钉剪切试验要求 .....      | 239        |
| 8.4.2 销剪切试验要求 .....          | 239        |
| 8.5 剪切性能的测定 .....            | 240        |
| <b>第9章 金属材料的断裂韧度 .....</b>   | <b>241</b> |
| 9.1 断裂韧度相关知识 .....           | 241        |
| 9.1.1 断裂韧度及断裂韧度试验的定义 .....   | 241        |
| 9.1.2 断裂韧度试验常用术语 .....       | 241        |
| 9.2 断裂韧度试样的制备 .....          | 243        |
| 9.2.1 平面应变裂纹止裂断裂韧度试样 .....   | 243        |
| 9.2.2 平面应变断裂韧度试样 .....       | 244        |
| 9.2.3 表面裂纹拉伸断裂韧度试样 .....     | 247        |
| 9.3 断裂韧度试验设备 .....           | 248        |
| 9.3.1 平面应变裂纹止裂断裂韧度试验装置 ..... | 248        |
| 9.3.2 表面裂纹拉伸断裂韧度试验装置 .....   | 250        |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 9.3.3 其他断裂韧性试验装置 .....        | 251        |
| 9.4 试验要求 .....                | 253        |
| 9.5 断裂韧性的测定 .....             | 254        |
| 9.5.1 平面应变裂纹止裂断裂韧性的测定 .....   | 254        |
| 9.5.2 平面应变断裂韧性的测定 .....       | 259        |
| 9.5.3 表面裂纹拉伸断裂韧性的测定 .....     | 263        |
| <b>第10章 金属材料高温长时性能</b> .....  | <b>267</b> |
| 10.1 高温长时性能相关知识 .....         | 267        |
| 10.2 金属拉伸蠕变及持久试验 .....        | 268        |
| 10.2.1 拉伸蠕变及持久试验简介及相关术语 ..... | 268        |
| 10.2.2 拉伸蠕变及持久试样的制备 .....     | 270        |
| 10.2.3 拉伸蠕变及持久试验设备 .....      | 273        |
| 10.2.4 试验要求 .....             | 274        |
| 10.2.5 蠕变极限的测定 .....          | 275        |
| 10.2.6 持久强度极限的测定 .....        | 277        |
| 10.3 金属应力松弛试验 .....           | 278        |
| 10.3.1 应力松弛试验简介及相关术语 .....    | 278        |
| 10.3.2 应力松弛试样的制备 .....        | 280        |
| 10.3.3 应力松弛试验设备 .....         | 282        |
| 10.3.4 试验要求 .....             | 282        |
| 10.3.5 高温拉伸应力松弛的测定 .....      | 283        |
| 10.3.6 高温弯曲应力松弛的测定 .....      | 283        |
| 10.3.7 松弛曲线的建立与外推 .....       | 284        |
| <b>第11章 金属材料的疲劳性能</b> .....   | <b>285</b> |
| 11.1 疲劳性能相关知识 .....           | 285        |
| 11.2 扭应力疲劳试验 .....            | 285        |
| 11.2.1 试验原理 .....             | 285        |
| 11.2.2 试样 .....               | 286        |
| 11.2.3 试验设备及试验条件 .....        | 288        |
| 11.2.4 试验步骤 .....             | 288        |
| 11.2.5 扭转疲劳性能的测定 .....        | 288        |
| 11.2.6 试验结果的处理 .....          | 289        |
| 11.3 滚动接触疲劳试验 .....           | 290        |
| 11.3.1 试验术语 .....             | 290        |
| 11.3.2 试验原理 .....             | 290        |
| 11.3.3 试样和陪试件 .....           | 290        |
| 11.3.4 试验设备及试验条件 .....        | 294        |
| 11.3.5 试验步骤 .....             | 295        |

|        |                     |     |
|--------|---------------------|-----|
| 11.3.6 | $N$ 次循环的中值接触疲劳强度的测定 | 295 |
| 11.3.7 | 试验结果处理              | 296 |
| 11.4   | 旋转弯曲疲劳试验            | 300 |
| 11.4.1 | 试验术语                | 300 |
| 11.4.2 | 试验原理                | 300 |
| 11.4.3 | 试样                  | 300 |
| 11.4.4 | 试验设备及试验条件           | 306 |
| 11.4.5 | 试验步骤                | 307 |
| 11.4.6 | 试验结果的处理             | 308 |
| 11.5   | 疲劳裂纹扩展速率试验          | 309 |
| 11.5.1 | 试验术语                | 309 |
| 11.5.2 | 试样                  | 311 |
| 11.5.3 | 试验设备及试验条件           | 314 |
| 11.5.4 | 试验步骤                | 315 |
| 11.5.5 | 试验结果的处理             | 316 |
| 11.6   | 轴向等辐低循环疲劳试验         | 317 |
| 11.6.1 | 试验术语                | 317 |
| 11.6.2 | 试样                  | 320 |
| 11.6.3 | 试验设备及试验条件           | 321 |
| 11.6.4 | 试验步骤                | 323 |
| 11.6.5 | 试验结果的处理             | 324 |
| 11.7   | 腐蚀疲劳循环失效试验          | 325 |
| 11.7.1 | 试验术语                | 325 |
| 11.7.2 | 试验原理                | 325 |
| 11.7.3 | 试样                  | 326 |
| 11.7.4 | 试验装置及试验条件           | 327 |
| 11.7.5 | 试验步骤                | 327 |
| 第 12 章 | 铸铁和铸钢的力学性能          | 329 |
| 12.1   | 铸铁的力学性能             | 329 |
| 12.1.1 | 灰铸铁的力学性能            | 329 |
| 12.1.2 | 白口铸铁的力学性能           | 331 |
| 12.1.3 | 蠕墨铸铁的力学性能           | 331 |
| 12.1.4 | 球墨铸铁的力学性能           | 332 |
| 12.1.5 | 可锻铸铁的力学性能           | 336 |
| 12.1.6 | 耐热耐蚀铸铁的力学性能         | 337 |
| 12.1.7 | 耐磨铸铁的力学性能           | 338 |
| 12.2   | 铸钢的力学性能             | 340 |
| 12.3   | 不锈钢铸件的力学性能          | 344 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| <b>第 13 章 工具钢的力学性能</b> .....    | 346 |
| 13.1 碳素工具钢的力学性能 .....           | 346 |
| 13.1.1 普通碳素工具钢的硬度 .....         | 346 |
| 13.1.2 大型锻件用碳素工具钢的硬度 .....      | 346 |
| 13.1.3 手表用碳素工具钢冷轧钢带的力学性能 .....  | 347 |
| 13.2 合金工具钢的力学性能 .....           | 347 |
| 13.2.1 合金工具钢的力学性能 .....         | 347 |
| 13.2.2 高速工具钢的硬度 .....           | 350 |
| 13.2.3 塑料模具用钢的力学性能 .....        | 351 |
| 13.2.4 弹簧钢和工具钢冷轧钢带的力学性能 .....   | 352 |
| <b>第 14 章 结构钢的力学性能</b> .....    | 353 |
| 14.1 钢种的力学性能 .....              | 353 |
| 14.1.1 碳素结构钢的力学性能 .....         | 353 |
| 14.1.2 合金结构钢的力学性能 .....         | 354 |
| 14.1.3 易切削结构钢的力学性能 .....        | 361 |
| 14.2 专用结构钢的力学性能 .....           | 364 |
| 14.2.1 冷拉、冷镦和冷挤结构钢的力学性能 .....   | 364 |
| 14.2.2 汽轮机叶片用结构钢的力学性能 .....     | 367 |
| 14.2.3 矿用高强度圆环链用钢的力学性能 .....    | 369 |
| 14.2.4 重型机械用弹簧钢的力学性能 .....      | 370 |
| 14.2.5 桥梁及船体用结构钢的力学性能 .....     | 370 |
| 14.2.6 铁塔用热轧角钢的力学性能 .....       | 373 |
| 14.2.7 铁路车辆用结构钢的力学性能 .....      | 373 |
| 14.2.8 轴承钢的力学性能 .....           | 374 |
| 14.2.9 弹簧钢的力学性能 .....           | 375 |
| 14.3 钢板及钢带的力学性能 .....           | 376 |
| 14.3.1 石油天然气输送用钢板及钢带的力学性能 ..... | 376 |
| 14.3.2 碳素结构钢钢板及钢带的力学性能 .....    | 378 |
| 14.3.3 合金结构钢薄钢板的力学性能 .....      | 380 |
| 14.3.4 压力容器用钢板的力学性能 .....       | 381 |
| 14.3.5 冷轧钢板及钢带的力学性能 .....       | 382 |
| 14.3.6 汽车用钢板和钢带的力学性能 .....      | 385 |
| 14.3.7 连续热镀合金镀层钢板及钢带的力学性能 ..... | 386 |
| 14.3.8 特殊结构钢板及钢带的力学性能 .....     | 391 |
| 14.4 钢管的力学性能 .....              | 397 |
| 14.4.1 压力设备用钢管的力学性能 .....       | 391 |
| 14.4.2 焊接钢管的力学性能 .....          | 401 |
| 14.4.3 无缝钢管的力学性能 .....          | 402 |

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| 14.4.4 异型钢管的力学性能 .....               | 407        |
| 14.4.5 合金钢管的力学性能 .....               | 408        |
| 14.4.6 优质碳素结构钢、低合金高强度结构钢管的力学性能 ..... | 410        |
| 14.5 盘条和钢筋的力学性能 .....                | 412        |
| 14.5.1 盘条的力学性能 .....                 | 412        |
| 14.5.2 钢筋的力学性能 .....                 | 413        |
| 14.6 钢棒和钢丝的力学性能 .....                | 414        |
| 14.6.1 钢棒的力学性能 .....                 | 414        |
| 14.6.2 钢丝的力学性能 .....                 | 418        |
| <b>第15章 不锈钢及耐热钢的力学性能 .....</b>       | <b>422</b> |
| 15.1 不锈钢的力学性能 .....                  | 422        |
| 15.1.1 不锈钢板和钢带的力学性能 .....            | 422        |
| 15.1.2 不锈钢钢管的力学性能 .....              | 430        |
| 15.1.3 不锈钢钢丝的力学性能 .....              | 437        |
| 15.1.4 不锈钢钢棒的力学性能 .....              | 440        |
| 15.1.5 特种不锈钢的力学性能 .....              | 445        |
| 15.2 耐热钢的力学性能 .....                  | 447        |
| 15.2.1 耐热钢板和钢带的力学性能 .....            | 447        |
| 15.2.2 耐热钢棒的力学性能 .....               | 452        |
| <b>第16章 高温合金和耐蚀合金的力学性能 .....</b>     | <b>456</b> |
| 16.1 高温合金的力学性能 .....                 | 456        |
| 16.1.1 高温合金板材的力学性能 .....             | 456        |
| 16.1.2 高温合金管材的力学性能 .....             | 458        |
| 16.1.3 高温合金棒材和丝材的力学性能 .....          | 459        |
| 16.1.4 高温合金环件毛坯的力学性能 .....           | 461        |
| 16.1.5 高温合金锻制圆饼的力学性能 .....           | 463        |
| 16.1.6 铸造高温合金母合金的力学性能 .....          | 464        |
| 16.2 耐蚀合金的力学性能 .....                 | 467        |
| 16.2.1 耐蚀合金板带材的力学性能 .....            | 467        |
| 16.2.2 耐蚀合金棒材的力学性能 .....             | 468        |
| 16.2.3 耐蚀合金锻件的力学性能 .....             | 469        |
| <b>第17章 铝及铝合金的力学性能 .....</b>         | <b>470</b> |
| 17.1 铝及铝合金板带材的力学性能 .....             | 470        |
| 17.1.1 一般工业用铝及铝合金板带材的力学性能 .....      | 470        |
| 17.1.2 印刷版基用铝板带的力学性能 .....           | 498        |
| 17.1.3 百叶窗用铝合金带材的力学性能 .....          | 498        |
| 17.1.4 易拉罐罐体用铝合金带材的力学性能 .....        | 498        |
| 17.1.5 表盘及装饰用纯铝板的力学性能 .....          | 498        |

---

|         |                                   |     |
|---------|-----------------------------------|-----|
| 17.1.6  | 钎焊用铝合金复合板的力学性能 .....              | 502 |
| 17.1.7  | 瓶盖用铝合金板带材的力学性能 .....              | 503 |
| 17.1.8  | 铁道货车用铝合金板材的力学性能 .....             | 504 |
| 17.1.9  | 铝及铝合金花纹板的力学性能 .....               | 504 |
| 17.1.10 | 铝及铝合金彩色涂层板带材的力学性能 .....           | 505 |
| 17.1.11 | 铝及铝合金铸轧带材的力学性能 .....              | 512 |
| 17.1.12 | 铝幕墙板用板基的力学性能 .....                | 513 |
| 17.2    | 铝及铝合金箔材的力学性能 .....                | 514 |
| 17.2.1  | 半刚性容器用铝及铝合金箔的力学性能 .....           | 514 |
| 17.2.2  | 泡罩包装用铝及铝合金箔的力学性能 .....            | 515 |
| 17.2.3  | 空调器散热片用素铝箔的力学性能 .....             | 516 |
| 17.2.4  | 啤酒标用铝合金箔的力学性能 .....               | 517 |
| 17.2.5  | 铝及铝合金箔的力学性能 .....                 | 518 |
| 17.2.6  | 电缆用铝箔的力学性能 .....                  | 520 |
| 17.3    | 铝及铝合金管材的力学性能 .....                | 521 |
| 17.3.1  | SB211 壳体用 919 铝合金厚壁挤压管的力学性能 ..... | 521 |
| 17.3.2  | 铝及铝合金连续挤压管的力学性能 .....             | 521 |
| 17.3.3  | 铝及铝合金拉(轧)制无缝管材的力学性能 .....         | 521 |
| 17.3.4  | 铝及铝合金热挤压无缝圆管的力学性能 .....           | 524 |
| 17.3.5  | 铝及铝合金热挤压有缝管材的室温纵向力学性能 .....       | 525 |
| 17.3.6  | 凿岩机用铝合金管的力学性能 .....               | 527 |
| 17.4    | 铝及铝合金棒材的力学性能 .....                | 527 |
| 17.4.1  | 一般工业用铝及铝合金棒材的室温纵向力学性能 .....       | 527 |
| 17.4.2  | 铝及铝合金挤压扁棒的力学性能 .....              | 528 |
| 17.4.3  | 铝及铝合金挤压棒的力学性能 .....               | 530 |
| 17.4.4  | 高强度铝合金挤压棒的力学性能 .....              | 531 |
| 17.4.5  | 煤矿支柱用铝合金棒材的力学性能 .....             | 531 |
| 17.4.6  | 电工圆铝杆的力学性能 .....                  | 531 |
| 17.5    | 铝及铝合金线材和丝材的力学性能 .....             | 532 |
| 17.5.1  | 半导体器件键合用铝丝的力学性能 .....             | 532 |
| 17.5.2  | 电工用铝及铝合金扁线的力学性能 .....             | 532 |
| 17.5.3  | 电工圆铝线的力学性能 .....                  | 533 |
| 17.5.4  | 电缆屏蔽用铝镁合金线的力学性能 .....             | 533 |
| 17.5.5  | 铝及铝合金拉制圆线材的力学性能 .....             | 534 |
| 17.5.6  | 铝钛合金线的力学性能 .....                  | 535 |
| 17.6    | 铝及铝合金锻件的力学性能 .....                | 535 |
| 17.6.1  | SB211 壳体用 919 铝合金模锻件的力学性能 .....   | 535 |
| 17.6.2  | 一般工业用铝及铝合金模锻件的力学性能 .....          | 536 |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| 17.7 铝及铝合金铸件的力学性能 .....             | 538        |
| 17.7.1 冶金设备铝合金铸件的力学性能 .....         | 538        |
| 17.7.2 烟草机械用铝合金铸件的力学性能 .....        | 539        |
| 17.7.3 铸造铝合金的力学性能 .....             | 540        |
| 17.8 铝及铝合金导体的力学性能 .....             | 543        |
| <b>第18章 镁及镁合金的力学性能</b> .....        | <b>544</b> |
| 18.1 镁及镁合金板材的力学性能 .....             | 544        |
| 18.2 镁合金热挤压管材的力学性能 .....            | 545        |
| 18.3 镁合金棒材的力学性能 .....               | 545        |
| 18.3.1 镁合金挤压棒的力学性能 .....            | 545        |
| 18.3.2 镁合金热挤制矩形棒的力学性能 .....         | 546        |
| 18.4 镁合金热挤压型材的力学性能 .....            | 546        |
| 18.5 镁及镁合金铸件的力学性能 .....             | 547        |
| 18.5.1 镁合金铸件的力学性能 .....             | 547        |
| 18.5.2 便携式工具用镁合金压铸件的力学性能 .....      | 548        |
| <b>第19章 铜及铜合金的力学性能</b> .....        | <b>549</b> |
| 19.1 铜及铜合金板带材的力学性能 .....            | 549        |
| 19.1.1 无氧铜板带材的力学性能 .....            | 549        |
| 19.1.2 电子元器件用铍青铜板带材的力学性能 .....      | 549        |
| 19.1.3 电子元器件用铍青铜板带材时效处理后的力学性能 ..... | 549        |
| 19.1.4 电缆用铜带的力学性能 .....             | 550        |
| 19.1.5 导电用铜板和条的力学性能 .....           | 550        |
| 19.1.6 连铸结晶器用铜板的力学性能 .....          | 550        |
| 19.1.7 变压器用铜带的力学性能 .....            | 551        |
| 19.1.8 铍青铜板带材的力学性能 .....            | 551        |
| 19.1.9 铜及铜合金板材的力学性能 .....           | 552        |
| 19.1.10 铜及铜合金带材的力学性能 .....          | 554        |
| 19.1.11 散热器水室和主片用黄铜带材的力学性能 .....    | 558        |
| 19.2 铜及铜合金箔材的力学性能 .....             | 558        |
| 19.2.1 电解铜箔的力学性能 .....              | 558        |
| 19.2.2 铜及铜合金箔材的力学性能 .....           | 558        |
| 19.2.3 散热器散热片专用纯铜及黄铜带箔材的力学性能 .....  | 559        |
| 19.3 铜及铜合金管材的力学性能 .....             | 559        |
| 19.3.1 卫生洁具用黄铜管的力学性能 .....          | 559        |
| 19.3.2 电缆用无缝铜管的力学性能 .....           | 560        |
| 19.3.3 压力容器用镍铜合金无缝管的力学性能 .....      | 560        |
| 19.3.4 导电用无缝圆形铜管的力学性能 .....         | 560        |
| 19.3.5 连铸圆坯结晶器铜管的力学性能 .....         | 560        |