

# 鍛工手冊

机械工业出版社

# 锻 工 手 册

## 上 册

锻 工 手 册 编 写 组 编



机 械 工 业 出 版 社

# 锻 工 手 册

## 下 册

锻 工 手 册 编 写 组 编



机 械 工 业 出 版 社

锻工手册共分十篇，第一篇，铸造用原材料及其准备；第二篇，金属加热及其设备；第三篇，锻压设备；第四篇，自由锻造；第五篇，胎模锻、锤上模锻和高速锤上模锻；第六篇，各种压力机上模锻；第七篇，辊轧与旋转锻造；第八篇，锻件修整和热处理；第九篇，锻模的使用与制造要求；第十篇，锻工车间机械化管理与锻工安全技术。全书分上、下册出版，同时按需出分册。本书是上册，内容包括前五篇及附录，附录中列有各种计量单位换算表。

本书可供从事锻压生产方面的工人及技术人员使用，也可供锻压专业的教学及科研人员参考。

## 锻 工 手 册

上 册

锻工手册编写组编

\*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

北京四二二五厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本 850×1168  $1/32$  ·印张 37  $1/16$  插页 2 ·字数 952 千字

1976年12月北京第一版·1976年12月北京第一次印刷

印数 00,001—30,000 ·定价 3.40 元

\*

统一书号：15033·4291

锻工手册共分十篇：第一篇，锻造用原材料及其准备；第二篇，金属加热及其设备；第三篇，锻压设备；第四篇，自由锻造；第五篇，胎模锻、锤上模锻和高速锤上模锻；第六篇，各种压力机上模锻；第七篇，辊轧与旋转锻造；第八篇，锻件修整和热处理；第九篇，锻模的使用与制造要求；第十篇，锻工车间机械化装置与锻工安全技术。全书分上、下册出版，同时按篇出分册。本书是下册，内容包括后五篇。

本书可供从事锻压生产方面的工人及技术人员使用，也可供锻压专业的教学及科研人员参考。

## 锻 工 手 册

### 下 册

锻工手册编写组 编

机械工业出版社出版 (北京阜成门内大街25号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第117号

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 · 新华书店经售

开本 850×1168 $\frac{1}{32}$  · 印张 25 $\frac{1}{8}$  · 插页 4 · 字数 662 千字

1978年11月北京第一版 · 1978年11月北京第一次印刷

印数 00,001—59,000 · 定价 2.70 元

\*

统一书号：15033·4543

# 前 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国锻造行业的广大工人、科技人员和干部，坚决贯彻执行党的“**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**”总路线，开展了轰轰烈烈的技术革新、技术革命的群众运动，促进了锻造生产技术的迅速发展。

为了总结交流经验，普及和提高锻造技术，我们根据锻造行业同志们的要求，组织编写了这本手册。

在手册中着重反映了我国锻造生产方面的经验，同时根据“**洋为中用**”的精神，也参考和吸收了部分国外资料。

本手册的读者对象，主要是锻造行业的生产工人和技术人员，也可供教学及科研人员参考。为了方便读者，既出分册又出合订本。

本手册由哈尔滨市科技局领导下的锻压技术交流三结合小组和哈尔滨工业大学锻压教研室主编。参加编写工作的单位主要有：洛阳东方红拖拉机制造厂、第一汽车制造厂、哈尔滨第一机器制造厂、哈尔滨林业机械厂、第一重型机器造造厂、齐齐哈尔钢厂、哈尔滨船舶修造厂、松江拖拉机厂、第二汽车制造厂、东安机械厂、伟建机器制造厂、哈尔滨铝加工厂、哈尔滨量具刀具厂、哈尔滨第一工具厂、上海工具厂、哈尔滨电表仪器厂、北京锅炉厂、哈尔滨汽轮机厂、哈尔滨锅炉厂、哈尔滨机车车辆厂、北京第一机床厂、一机部洛阳设计院、一机部天津设计院、济南铸锻机械研究所、东北重型机械学院、山东工学院、广东工学院、西北工业大学、上海交通大学、西安交通大学、北京工业大学、北京工业学院、天津大学、吉林工业大学和重庆大学等。

参加手册审查的单位，除上述编写单位外，还有一机部机械研究院、一机部第一设计院、一机部机电研究所、上海市机电设

计院、上海机械制造工艺研究所、常州锻造厂、北京锻件一厂、哈尔滨汽车齿轮厂、哈尔滨重型机器制造厂、哈尔滨第一电炉厂、松江电机厂、第二重型机器制造厂、太原重型机器制造厂、沈阳重型机器制造厂、呼和浩特汽车制造厂、哈尔滨拖拉机配件厂、冶金部钢铁研究院、冶金部情报研究所、清华大学和太原工学院等。

在编写过程中，锻压机械编辑部、云南重型机器制造厂、太原矿山机械厂、洛阳轴承厂、哈尔滨轴承厂、营口锻压机床厂、辽阳锻压机床厂、兰州石油化工厂、北京内燃机总厂、上海彭浦机器厂、沪东造船厂、江南造船厂、南京汽车厂等全国各地一百多个单位积极热情地为我们提供了技术资料。但限于编者的水平，书中难免有缺点和错误之处，恳切希望读者提出批评和修改意见，使它不断地得到充实和提高。

在本手册的编写过程中，哈尔滨市科技交流馆作了很多组织工作。上海市机电一局锻造行业组及上海市科技交流站协助组织了第六至第十篇的审查。哈尔滨重型机器制造厂、哈尔滨第二工具厂、哈尔滨汽轮机厂、哈尔滨锅炉厂和哈尔滨第一机器制造厂的同志为手册描图付出了辛勤劳动，在此一并表示感谢！

**锻工手册编写组**

# 目 次

## 第一篇 锻造用原材料及其准备

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 第一章 锻造用金属材料的基本知识及常用数据 .....      | 1-1   |
| 1 钢和有色金属的分类及牌号表示方法 .....         | 1-1   |
| 一、钢的分类 .....                     | 1-1   |
| 二、钢的牌号表示方法 .....                 | 1-4   |
| 三、有色金属的分类和牌号表示方法 .....           | 1-8   |
| 四、金属材料的涂色标记 .....                | 1-11  |
| 2 金属机械性能的基本知识 .....              | 1-13  |
| 一、金属机械性能名词解释和表示符号 .....          | 1-13  |
| 二、硬度的换算和对照 .....                 | 1-16  |
| 三、纯金属的机械性能 .....                 | 1-27  |
| 3 锻造常用材料的成分、机械性能、用途和中外牌号对照 ..... | 1-28  |
| 一、钢材 .....                       | 1-28  |
| 二、锻造常用有色金属 .....                 | 1-86  |
| 4 钢材和钢锭的规格 .....                 | 1-106 |
| 一、钢材规格 .....                     | 1-106 |
| 二、钢锭规格 .....                     | 1-117 |
| 第二章 算料 .....                     | 1-123 |
| 1 算料的基本公式 .....                  | 1-123 |
| 2 用计算尺算料的两种快速计算方法 .....          | 1-130 |
| 一、系数法 .....                      | 1-130 |
| 二、滑标划线法 .....                    | 1-134 |
| 3 用算料盘算料的方法 .....                | 1-136 |
| 一、圆、方钢重量计算 .....                 | 1-137 |
| 二、扁钢重量计算 .....                   | 1-138 |
| 三、改锻计算 .....                     | 1-138 |
| 四、钢球重量的计算 .....                  | 1-140 |
| 五、六角钢重量的计算 .....                 | 1-141 |
| 六、八角钢重量的计算 .....                 | 1-143 |
| 4 用算料图计算钢料重量 .....               | 1-143 |
| 5 圆钢的经验算料法 .....                 | 1-143 |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 一、估算法 .....            | 1-143 |
| 二、简便计算法 .....          | 1-148 |
| 第三章 下料 .....           | 1-150 |
| 1 下料方法及其应用范围 .....     | 1-150 |
| 2 剪床下料 .....           | 1-152 |
| 一、剪切力 .....            | 1-152 |
| 二、刀片的类型 .....          | 1-155 |
| 三、刀片设计 .....           | 1-157 |
| 四、刀片材料 .....           | 1-164 |
| 五、剪刀紧固件 .....          | 1-164 |
| 六、剪床下料精度——毛坯长度公差 ..... | 1-166 |
| 七、毛坯剪切质量要求 .....       | 1-166 |
| 八、剪切温度及间隙的选择 .....     | 1-169 |
| 3 冲床下料 .....           | 1-173 |
| 一、冲床下料特点 .....         | 1-173 |
| 二、剪切模具结构及主要零件设计 .....  | 1-174 |
| 三、冲床下料精度 .....         | 1-186 |
| 4 锤上下料 .....           | 1-187 |
| 一、啃刀 .....             | 1-187 |
| 二、锤用下料模 .....          | 1-190 |
| 5 冷折下料 .....           | 1-194 |
| 6 热剥 .....             | 1-196 |

## 第二篇 金属加热及其设备

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第一章 金属加热 .....          | 2-1 |
| 1 金属加热的目的及加热方法 .....    | 2-1 |
| 一、加热目的 .....            | 2-1 |
| 二、加热方法 .....            | 2-1 |
| 2 金属加热时产生的缺陷及防止方法 ..... | 2-3 |
| 一、氧化 .....              | 2-3 |
| 二、脱碳 .....              | 2-4 |
| 三、过烧 .....              | 2-5 |
| 四、过热 .....              | 2-5 |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 五、内部裂纹 .....              | 2-6   |
| 3 金属锻造温度范围的确定 .....       | 2-6   |
| 4 金属加热规范 .....            | 2-12  |
| 第二章 火焰加热炉 .....           | 2-16  |
| 1 燃料及其燃烧装置 .....          | 2-16  |
| 一、加热炉常用燃料特性及燃烧计算 .....    | 2-16  |
| 二、燃料燃烧装置 .....            | 2-30  |
| 2 炉膛基本尺寸的确定及经验数据 .....    | 2-60  |
| 一、经验指标法 .....             | 2-60  |
| 二、经验比较法 .....             | 2-62  |
| 三、火焰加热炉炉膛和燃烧室尺寸计算举例 ..... | 2-63  |
| 3 管道及送风装置 .....           | 2-64  |
| 一、炉前煤气管道 .....            | 2-65  |
| 二、炉前重油管道 .....            | 2-65  |
| 三、炉前空气管道 .....            | 2-67  |
| 四、风机选择 .....              | 2-68  |
| 4 排烟装置及余热利用 .....         | 2-72  |
| 一、烟道 .....                | 2-73  |
| 二、烟囱 .....                | 2-74  |
| 三、余热利用 .....              | 2-79  |
| 5 加热炉的砌筑 .....            | 2-86  |
| 一、筑炉材料 .....              | 2-86  |
| 二、砌体设计 .....              | 2-88  |
| 三、加热炉常用砖的形状和尺寸 .....      | 2-97  |
| 四、耐火混凝土介绍 .....           | 2-97  |
| 6 炉型选择和结构介绍 .....         | 2-99  |
| 一、对锻造加热炉的基本要求 .....       | 2-99  |
| 二、炉型选择一般原则 .....          | 2-99  |
| 三、现有加热炉的改进方法 .....        | 2-101 |
| 四、中小型工厂常见锻造加热炉介绍 .....    | 2-101 |
| 五、其他加热炉举例 .....           | 2-114 |
| 7 锻造加热炉使用和维护 .....        | 2-119 |
| 一、烘炉 .....                | 2-119 |
| 二、开炉与停炉 .....             | 2-119 |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 三、加热炉维护 .....             | 2-122 |
| 四、常见故障分析 .....            | 2-123 |
| 第三章 电加热 .....             | 2-132 |
| 1 电阻炉 .....               | 2-132 |
| 一、锻工车间常用电阻炉型号及选用 .....    | 2-132 |
| 二、电热体 .....               | 2-132 |
| 三、电阻炉的维护和使用 .....         | 2-136 |
| 2 盐浴炉 .....               | 2-138 |
| 3 接触电加热 .....             | 2-142 |
| 一、接触电加热的基本原理及应用 .....     | 2-142 |
| 二、触头材料、结构和夹紧压力 .....      | 2-146 |
| 三、接触电加热计算 .....           | 2-148 |
| 4 感应加热 .....              | 2-154 |
| 一、感应加热的基本原理和应用 .....      | 2-154 |
| 二、感应加热时电流频率和加热时间的确定 ..... | 2-158 |
| 三、中频感应加热装置 .....          | 2-163 |
| 四、感应加热装置计算要点 .....        | 2-175 |
| 五、工频感应加热 .....            | 2-175 |
| 第四章 金属加热温度测量的基本方法 .....   | 2-180 |
| 1 目测金属加热温度 .....          | 2-181 |
| 2 用热电高温计测量金属加热温度 .....    | 2-182 |
| 一、热电偶 .....               | 2-182 |
| 二、显示仪表 .....              | 2-183 |
| 三、补偿导线 .....              | 2-192 |
| 四、热电高温计测温时误差修正 .....      | 2-192 |
| 3 用光学高温计测量金属加热温度 .....    | 2-195 |
| 一、光学高温计测温原理和结构 .....      | 2-196 |
| 二、光学高温计技术特性 .....         | 2-196 |
| 三、光学高温计使用方法和维护 .....      | 2-197 |
| 4 关于采用新温标的几点说明 .....      | 2-202 |

## 第三篇 锻压设备

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 第一章 锻锤                | 3-1  |
| 1 空气锤                 | 3-1  |
| 2 蒸汽-空气自由锻锤           | 3-2  |
| 3 双盘式摩擦压力机            | 3-7  |
| 4 蒸汽-空气模锻锤            | 3-10 |
| 5 无砧座模锻锤              | 3-13 |
| 6 简易锻锤                | 3-15 |
| 一、弹簧锤                 | 3-16 |
| 二、夹杆锤                 | 3-16 |
| 三、钢丝锤                 | 3-19 |
| 7 锻锤类设备的常见故障及其排除措施    | 3-20 |
| 一、空气锤的常见故障及排除措施       | 3-20 |
| 二、蒸汽-空气自由锻锤的常见故障及排除措施 | 3-23 |
| 三、摩擦压力机的常见故障及排除措施     | 3-26 |
| 四、蒸汽-空气模锻锤的常见故障及排除措施  | 3-27 |
| 第二章 液压机               | 3-33 |
| 1 锻造水压机               | 3-33 |
| 2 热切边油压机              | 3-36 |
| 3 锻造水压机的常见故障及排除措施     | 3-39 |
| 第三章 机械压力机             | 3-41 |
| 1 热模锻压力机              | 3-41 |
| 2 平锻机                 | 3-46 |
| 一、垂直分模平锻机             | 3-47 |
| 二、水平分模平锻机             | 3-49 |
| 3 切边压力机               | 3-53 |
| 4 精压机                 | 3-56 |
| 5 通用压力机               | 3-60 |
| 6 剪床                  | 3-63 |
| 一、棒料剪床                | 3-63 |
| 二、联合剪床                | 3-67 |
| 7 机械压力机类设备的常见故障及其排除措施 | 3-69 |

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| 一、热模锻压机的常见故障及排除措施 .....                     | 3-69 |
| 二、平锻机常见故障及排除措施 .....                        | 3-72 |
| 三、通用压力机(单柱、转键式离合器、固定工作台)常见故障及<br>排除措施 ..... | 3-73 |
| 四、剪床常见故障及排除措施 .....                         | 3-75 |

## 第四篇 自由锻造

|                            |      |
|----------------------------|------|
| 第一章 金属锻造成形的基本知识 .....      | 4-1  |
| 1 锻造的目的、成形特点和作用 .....      | 4-1  |
| 一、热锻 .....                 | 4-1  |
| 二、冷锻 .....                 | 4-6  |
| 三、温锻 .....                 | 4-6  |
| 2 影响金属塑性的因素和提高塑性的措施 .....  | 4-7  |
| 一、金属组织及化学成分对塑性的影响 .....    | 4-8  |
| 二、温度和变形速度对塑性的影响 .....      | 4-8  |
| 三、应力状态对塑性的影响 .....         | 4-9  |
| 四、提高塑性的工艺措施 .....          | 4-10 |
| 3 各种因素对金属塑性变形抗力的影响 .....   | 4-12 |
| 一、变形力、平均单位压力与真实应力 .....    | 4-12 |
| 二、各因素对材料的真实应力的影响 .....     | 4-13 |
| 三、受力方式、应力状态和塑性条件 .....     | 4-19 |
| 四、锻粗时变形力的计算 .....          | 4-21 |
| 五、降低变形力的途径 .....           | 4-23 |
| 4 各种因素对锻造时金属变形的影响 .....    | 4-24 |
| 一、工具与金属接触面上的摩擦对变形的影响 ..... | 4-24 |
| 二、工具形状对变形的影响 .....         | 4-26 |
| 三、金属各部分之间内力对变形的影响 .....    | 4-27 |
| 四、设备吨位对变形的影响 .....         | 4-28 |
| 五、坯料本身性质不均匀对变形的影响 .....    | 4-28 |
| 第二章 锤上自由锻及手工锻 .....        | 4-29 |
| 1 手工锻和锤上自由锻用的工具 .....      | 4-29 |
| 一、手锻工具 .....               | 4-29 |
| 二、锤上自由锻造用的工具 .....         | 4-34 |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 2 自由锻造的基本工序 .....       | 4-37  |
| 一、镦粗 .....              | 4-37  |
| 二、拔长 .....              | 4-41  |
| 三、芯轴拔长 .....            | 4-47  |
| 四、错移 .....              | 4-48  |
| 五、冲孔 .....              | 4-50  |
| 六、扩孔 .....              | 4-52  |
| 七、弯曲 .....              | 4-55  |
| 八、扭转 .....              | 4-56  |
| 九、切割 .....              | 4-57  |
| 十、锻焊 .....              | 4-58  |
| 3 工艺过程的制订 .....         | 4-60  |
| 一、锻件图的绘制及余量与公差的标准 ..... | 4-61  |
| 二、确定毛坯的重量和尺寸 .....      | 4-91  |
| 三、决定变形工艺和工具 .....       | 4-95  |
| 四、工时定额的编制和锻件的分类 .....   | 4-99  |
| 4 锤上自由锻件通用技术条件 .....    | 4-106 |
| 一、锻件试验分级 .....          | 4-107 |
| 二、技术要求 .....            | 4-108 |
| 三、试验方法与验收规则 .....       | 4-110 |
| 5 锤上自由锻工艺举例 .....       | 4-111 |
| 一、连杆的锻造 .....           | 4-111 |
| 二、“反巴掌”的锻造 .....        | 4-112 |
| 三、制动拉条的锻造 .....         | 4-113 |
| 四、卡瓦的锻造 .....           | 4-115 |
| 五、195型单拐曲轴的锻造 .....     | 4-116 |
| 六、C-45曲轴的锻造 .....       | 4-117 |
| 七、20吨吊钩的锻造 .....        | 4-118 |
| 八、SH100吨吊钩的锻造 .....     | 4-121 |
| 九、30吨吊钩的锻造 .....        | 4-123 |
| 十、连杆的锻造 .....           | 4-124 |
| 十一、方头螺钉的锻造 .....        | 4-125 |
| 十二、十字杆头的锻造 .....        | 4-126 |
| 十三、洗口栓座的锻造 .....        | 4-127 |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 十四、齿轮的锻造 .....         | 4-128 |
| 第三章 水压机上自由锻 .....      | 4-130 |
| 1 钢锭及钢坯的加热 .....       | 4-130 |
| 一、钢锭及钢坯的加热规范 .....     | 4-130 |
| 二、钢锭及钢坯加热操作说明 .....    | 4-141 |
| 2 水压机车间设备性能及工具 .....   | 4-143 |
| 一、水压机锻造能力及有关工艺尺寸 ..... | 4-143 |
| 二、水压机车间设备 .....        | 4-143 |
| 三、锻造用工具 .....          | 4-145 |
| 3 水压机锻造的基本工序 .....     | 4-182 |
| 一、墩粗 .....             | 4-182 |
| 二、拔长 .....             | 4-187 |
| 三、芯轴拔长 .....           | 4-193 |
| 四、错移 .....             | 4-195 |
| 五、冲孔 .....             | 4-196 |
| 六、马杠扩孔 .....           | 4-198 |
| 七、弯曲 .....             | 4-201 |
| 八、扭转 .....             | 4-201 |
| 九、切割 .....             | 4-201 |
| 4 锻件的锻后冷却和热处理 .....    | 4-203 |
| 一、锻后冷却和热处理的目的 .....    | 4-203 |
| 二、锻后坑冷、热处理类型及规范 .....  | 4-203 |
| 5 水压机自由锻工艺过程制订 .....   | 4-216 |
| 一、编制工艺过程的步骤和内容 .....   | 4-216 |
| 二、锻件图的绘制及有关标准 .....    | 4-216 |
| 三、确定钢锭重量 .....         | 4-241 |
| 四、锻造比的选择和工艺方案制订 .....  | 4-247 |
| 五、工时定额的编制和锻件的分类 .....  | 4-253 |
| 6 水压机自由锻典型工艺 .....     | 4-264 |
| 一、转子的锻造 .....          | 4-264 |
| 二、汽轮机叶轮的锻造 .....       | 4-268 |
| 三、护环的锻造 .....          | 4-272 |
| 四、冷轧辊的锻造 .....         | 4-275 |
| 五、热锻模块的锻造 .....        | 4-277 |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 六、宽板的锻造 .....              | 4-279 |
| 七、厚壁封头的锻造 .....            | 4-283 |
| 八、齿轮胎模锻造 .....             | 4-286 |
| 九、起重吊钩锻造 .....             | 4-290 |
| 十、大型整锻曲轴 .....             | 4-298 |
| 十一、全纤维曲轴锻造 .....           | 4-310 |
| 十二、筒体锻造 .....              | 4-315 |
| 7 锻件的质量检查和缺陷分析 .....       | 4-316 |
| 一、锻件的质量检查 .....            | 4-316 |
| 二、锻件质量检查的取样 .....          | 4-320 |
| 三、锻件的主要缺陷分析 .....          | 4-325 |
| 第四章 合金钢锻造及有色金属锻造特点 .....   | 4-331 |
| 1 合金钢的分类及各种元素对钢性能的影响 ..... | 4-331 |
| 2 高合金钢锻造的特点和常见的问题 .....    | 4-335 |
| 一、高合金钢的相的组成和再结晶特点 .....    | 4-335 |
| 二、高合金钢的加热特点和锻造温度范围 .....   | 4-335 |
| 三、高合金钢的锻造性能 .....          | 4-337 |
| 四、高合金钢钢锭锻造的特点 .....        | 4-337 |
| 五、高合金钢锻造中几个常见的问题 .....     | 4-338 |
| 3 高速钢锻造 .....              | 4-338 |
| 一、高速钢的组织对性能的影响 .....       | 4-338 |
| 二、高速钢原材料供货技术条件 .....       | 4-341 |
| 三、高速钢钢坯的加热 .....           | 4-341 |
| 四、锻造 .....                 | 4-343 |
| 五、锻件的冷却和退火 .....           | 4-350 |
| 六、锻锤吨位的选择 .....            | 4-351 |
| 七、典型缺陷分析和防止措施 .....        | 4-351 |
| 八、典型工艺举例 .....             | 4-356 |
| 九、高速钢锻件碳化物不均匀度的检验方法 .....  | 4-360 |
| 4 铬12型工具钢的锻造 .....         | 4-370 |
| 一、锻造温度范围 .....             | 4-370 |
| 二、纤维方向的选择 .....            | 4-371 |
| 三、锻造方法 .....               | 4-372 |
| 四、锻造操作中应注意事项 .....         | 4-373 |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 五、铬12型工具钢原材料技术条件 .....        | 4-374 |
| 六、铬12型工具钢锻件技术条件 .....         | 4-375 |
| 七、典型工艺举例 .....                | 4-376 |
| 5 高锰钢汽轮发电机护环的锻造 .....         | 4-382 |
| 一、高锰奥氏体钢的成分特点及其对锻造工艺的影响 ..... | 4-383 |
| 二、高锰钢护环的热锻要点及主要工艺参数 .....     | 4-386 |
| 三、高锰钢护环的半热锻要点 .....           | 4-387 |
| 四、高锰钢护环的冷变形强化的几种方法和要点 .....   | 4-389 |
| 6 不锈钢锻造 .....                 | 4-390 |
| 一、不锈钢的主要类别 .....              | 4-390 |
| 二、奥氏体不锈钢的锻造 .....             | 4-391 |
| 三、马氏体类不锈钢的锻造工艺特点 .....        | 4-394 |
| 四、铁素体不锈钢的锻造特点 .....           | 4-394 |
| 五、工艺举例 .....                  | 4-396 |
| 7 高温合金的锻造 .....               | 4-398 |
| 一、下料 .....                    | 4-398 |
| 二、加热 .....                    | 4-398 |
| 三、自由锻 .....                   | 4-399 |
| 四、模锻 .....                    | 4-400 |
| 8 铝合金锻造 .....                 | 4-401 |
| 一、坯料准备 .....                  | 4-402 |
| 二、加热 .....                    | 4-403 |
| 三、变形速度和变形程度 .....             | 4-403 |
| 四、锻件设计及工艺操作特点 .....           | 4-404 |
| 五、润滑 .....                    | 4-405 |
| 六、清理及修伤 .....                 | 4-406 |
| 9 镁合金锻造 .....                 | 4-407 |
| 一、坯料准备 .....                  | 4-407 |
| 二、加热 .....                    | 4-408 |
| 三、锻造 .....                    | 4-409 |
| 四、切边和精压 .....                 | 4-411 |
| 五、清理和热处理 .....                | 4-411 |
| 10 铜合金锻造 .....                | 4-412 |
| 一、铜合金的加热 .....                | 4-413 |