



机械工程  
手册



# 机械工程手册

## 第7卷 机械制造工艺(一)

机械工程手册  
电机工程手册 编辑委员会

SK01/07



机械工业出版社

本卷包括铸造、锻压、板料冲压、金属制作、焊接、切割与胶接、热处理及材料保护等七篇。扼要地阐述了热加工的工艺原理、工艺方法、主要的工艺装备及设备,着重介绍了保证质量和提高质量方面的技术资料 and 工艺参数。同时对一些新技术也作了一定的介绍。

## 机械工程师手册

### 第7卷 机械制造工艺(一)

机械工程手册  
电机工程手册  
编辑委员会 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许可证出字第117号)

国防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 787×1092 1/16·印张 65<sup>1</sup>/<sub>2</sub>·插页 2·字数 1990千字

1982年3月北京第一版·1982年3月北京第一次印刷

印数 00,001—24,000·定价 7.85元

\*  
统一书号: 15033·4678

封面设计 王 伦

## 编辑委员会

主任委员：沈 鸿

副主任委员：周建南 汪道涵 张 维 史洪志

委员(按姓氏笔划为序)：叶 铮 孙 琪 许力以 张 影

张大奇 陈文全 陈元直 寿尔康 金实莲 施泽均 俞宗瑞

陶亨咸 翁迪民 章洪深 曹维廉 程 光

### 《机械工程手册》特约编辑

(按姓氏笔划为序)

丁 淳 马恒昌 万定国 王万钧 王补宣 支少炎 史绍熙 匡 襄

朱广颐 朱景梓 刘庆和 刘晋春 孙珍宝 余 俊 李 策 李 嶽

李兴贵 李庆春 李华敏 陈力展 陈士梁 杜庆华 张作梅 张明之

张国良 张德庆 张鼎丞 杨绍侃 闵学熊 邱宣怀 吴敬业 沈增祚

孟少农 孟宪源 郑林庆 林宗棠 范景春 金福长 祝大年 胡茂弘

陶 炜 陶正耀 陶鼎文 徐 灏 高文彬 郭可谦 郭芷荣 凌业勤

袁裕生 曹 泛 黄明慎 程干亨 舒光冀 蔡习传 薛景瑄

### 《机械工程手册》编辑及编辑组负责人

(按姓氏笔划为序)

王力中 王光大 王兴垣 王自新 王树勋 王崇云 王德维 冯子珮

叶克明 刘 镇 刘向亭 朱亚冠 许绍高 曲彩云 任赞黄 陈 湖

陈文全 陈元直 陈庚文 陈国威 张 端 张大奇 张劲华 张继铤

张斌如 陆元章 杨谷芬 余果慈 李荫成 李增佐 吴恕三 吴曾评

郑秉衡 施泽均 姚洪朴 钱寿福 徐佳瑞 黄克孚 崔克明 康振章

曹敬曾 谢 健 栗 滋 韩云岑 韩丙告 韩宗贵 蒋聚培 蔡德洪

## 序

期望已久的《机械工程手册》和《电机工程手册》终于分卷合订成册，正式出版了。这是对我国机电工程科学技术领域的一个贡献。两部手册的编写队伍，由国内有专长、有经验的学者、专家所组成。这两部手册扼要地总结了我国机电工程各主要方面的科学技术成就，同时也吸收了一些国外的成熟经验。聚沙成塔，集腋成裘。名为手册，实则巨著。

读书不易，写书颇难，写工具书更难，写综合性工具书可谓难中之难。为了编好两部“立足全局，勾划概貌，反映共性，突出重点”，而又全面的、完整的、彼此协调的手册，同志们做了很大努力，从无到有，诸事草创，困难重重，艰辛备尝。恰似唐朝韩愈所说的：“贪多务得，细大不捐。焚膏油以继晷，恒兀兀以穷年。”值此合订本出版之际，我谨向各主编单位、各编写单位和印刷出版单位，向数以千计的全体编审同志，向遍及全国的为两部手册提供资料和其他方便条件的单位和同志们，表示衷心的感谢。

两部手册的第一版，现在完成了。对编写者来说，已经有了成果。而对阅读手册的工厂、学校、院所、机关同志们来说，还只是两朵鲜花。在成千上万人的应用中使鲜花结成果实——发展机电工程科学技术事业，为现代化建设服务——才是更丰硕的成果。这才是我们的目的。

一般说来，工具书分两种类型：一种是综合性的，一种是专业性的。综合性的工具书从广度来说是较为全面的，从深度来说是不足的；而专业性的工具书则反之。二者各有所长，相辅相成。我们这两部手

册是综合性的工具书，主要供从事技术工作的各类人员查阅使用。对于搞专业性技术工作的人员来说，还可从中猎取相邻专业和其他有关专业的知识，帮助他们从专业分工的局限性中开拓思路，从科学技术各个环节的相互联系上，综合地、全面地研究和解决技术问题。也唯有以渊博的科学技术知识作为基础，才能不断创新。在编写这两部手册时，考虑到专业手册还比较少，而且一时又出不了那么多，因此在内容的深度上也予以顾及，以适当满足专业工作的需要。所以，它的篇幅已经超过一般常见的综合性手册了。实践是检验真理的唯一标准。我们将严肃认真地听取广大读者的反映和意见，作为评价和改进两部手册的主要依据。国外这类工具书已经有了几十年、甚至百余年的历史，而我们则刚刚开始。现在是从无到有，将来是精益求精。让我们在新的长征途中，戮力同心，再接再厉，去完成时代赋予我们的光荣使命。

机械工程手册  
电机工程手册

编辑委员会主任委员

沈 鸿

一九八二年 北京

## 编辑说明

一、《机械工程手册》、《电机工程手册》的分卷合订工作是在试用本的基础上进行的。试用本的编写工作始于一九七三年，一九七七年以后陆续出版发行，一九八一年出齐。这次分卷合订主要做了三方面工作：一是在技术内容上做了订正；二是尽可能用已颁布的新标准取代老标准；三是按卷编制了索引。

二、《机械工程手册》包括基础理论、机械工程材料、机械设计、机械制造工艺、机械制造过程的机械化与自动化、机械产品等六个部分，共七十九篇，二千余万字，分为十四卷。《电机工程手册》包括基础理论、电工材料、电力系统与电源、电机、输变电设备、工业电气设备、仪器仪表与自动化等七个部分，共五十篇，一千余万字，分为九卷。

三、参加这两部手册编写工作的，有全国许多地区和部门的工厂、科研设计院所、高等院校，近五百个单位，作者两千余人。提供资料和参加审定稿件的单位和人员，更为广泛。各篇在编写、协调、审查、定稿等环节中，既注意发挥学者、专家的骨干作用，又注意集中群众的智慧和力量。

四、这两部手册因系初版，囿于条件，所采用的名词、术语、符号、代号以及单位制，尚有不尽统一之处。此外，内容上也有重复、遗漏、甚至错误的地方；在设计、印刷、装帧等方面也还存在一些问题。我们将通过手册的不断修订再版，逐步改进。

五、手册合订本的署名，采用单位和个人相结合的方式。各篇的主编单位、编写单位和主编、编写人均按篇署名，置于相应篇的前面。编写人的署名以其编写的章号为序。特约编辑以姓氏笔划为序，集中署于卷首。编辑（包括总编辑、副总编辑）及编辑组负责人亦按姓氏笔划为序，署于卷首。

另外，参加两部手册编写、审查、组织、协调的单位和同志还很多，恕不一一署名。

机械工程手册  
电机工程手册 编辑委员会编辑组

# 目 录

序  
编辑说明

## 第 39 篇 铸 造

常用符号

### 第 1 章 概 述

#### 第 2 章 铸件成型过程的工艺基础

- 1 铸型的充填 ..... 39-4
  - 1.1 影响液态金属充型能力的因素 ..... 39-4
  - 1.2 提高充型能力的措施 ..... 39-6
- 2 铸造合金中的气体 ..... 39-6
  - 2.1 气体的来源及对铸件质量的影响 ..... 39-6
  - 2.2 气体在铸造合金中的溶解规律 ..... 39-7
  - 2.3 去气方法和工艺措施 ..... 39-9
- 3 液态金属与铸型的相互作用 ..... 39-10
  - 3.1 热作用 ..... 39-10
  - 3.2 物理化学作用 ..... 39-10
  - 3.3 机械作用 ..... 39-11
- 4 铸件一次结晶的控制 ..... 39-11
  - 4.1 固溶体型合金的结晶控制 ..... 39-11
  - 4.2 共晶型合金的结晶控制 ..... 39-14
- 5 铸件的凝固 ..... 39-16
  - 5.1 铸件的凝固方式及补缩特性 ..... 39-16
  - 5.2 铸铁的凝固 ..... 39-16
  - 5.3 铸件凝固的控制 ..... 39-17
  - 5.4 铸件的凝固时间和凝固速度 ..... 39-18
- 6 铸件的收缩 ..... 39-19
  - 6.1 铸钢的收缩 ..... 39-19
  - 6.2 铸铁的收缩 ..... 39-20
  - 6.3 缩孔容积 ..... 39-21
  - 6.4 热裂 ..... 39-22
  - 6.5 应力、变形和冷裂 ..... 39-23

### 第 3 章 铸造工艺设计

- 1 铸件的工艺分析 ..... 39-24
  - 1.1 浇注位置和分型面的选定 ..... 39-24

- 1.2 型芯设计原则 ..... 39-26
- 2 主要工艺参数 ..... 39-27
  - 2.1 铸件尺寸精度 ..... 39-27
  - 2.2 铸件加工余量 ..... 39-28
  - 2.3 铸造收缩率 ..... 39-32
  - 2.4 模样的拔模斜度 ..... 39-33
- 3 浇注系统设计 ..... 39-33
  - 3.1 浇注系统的类型及其选用 ..... 39-33
  - 3.2 金属引入位置 ..... 39-37
  - 3.3 浇注系统各部分尺寸的确定 ..... 39-37
- 4 冒口、冷铁、铸筋 ..... 39-41
  - 4.1 冒口 ..... 39-41
  - 4.2 冷铁 ..... 39-52
  - 4.3 铸筋 ..... 39-55

### 第 4 章 铸造工艺装备

- 1 模样 ..... 39-56
  - 1.1 木模 ..... 39-57
  - 1.2 菱苦土模 ..... 39-64
  - 1.3 环氧塑料模 ..... 39-64
  - 1.4 泡沫塑料模 ..... 39-66
  - 1.5 金属模 ..... 39-69
- 2 模底板及模板框 ..... 39-70
  - 2.1 模底板基本结构 ..... 39-70
  - 2.2 模板框基本结构 ..... 39-71
- 3 砂箱 ..... 39-72
  - 3.1 砂箱结构设计 ..... 39-72
  - 3.2 砂箱尺寸系列 ..... 39-73
- 4 金属芯盒 ..... 39-75
  - 4.1 金属芯盒结构型式 ..... 39-75
  - 4.2 金属芯盒设计 ..... 39-76
- 5 热芯盒及壳芯盒 ..... 39-76
  - 5.1 热芯盒材料 ..... 39-77
  - 5.2 热芯盒结构设计 ..... 39-78



## 第5章 造型制芯材料与工艺

1 造型用砂分类	39-80
1.1 石英系砂	39-80
1.2 非石英系砂	39-81
2 造型用粘结剂	39-82
2.1 粘土	39-82
2.2 水玻璃	39-83
2.3 双快水泥	39-84
2.4 油类	39-84
2.5 水溶性有机粘结剂	39-85
2.6 合成树脂	39-85
3 造型与制芯工艺	39-86
3.1 粘土砂	39-86
3.2 手工造型	39-89
3.3 抛砂机造型	39-91
3.4 高压造型	39-93
3.5 水玻璃砂造型	39-97
3.6 自硬砂造型	39-99
3.7 石灰石砂造型	39-103
3.8 油砂芯与制芯工艺	39-104
3.9 热芯盒制芯	39-106
3.10 薄壳制芯	39-110
3.11 冷芯盒制芯	39-113

## 第6章 特种铸造

1 压力铸造	39-115
1.1 压铸机	39-115
1.2 压铸型设计	39-118
1.3 压铸工艺	39-122
1.4 提高压铸件质量的措施	39-124
1.5 钢铁压铸	39-124
2 熔模铸造	39-125
2.1 压型	39-125
2.2 熔模制造	39-126
2.3 制壳材料	39-128
2.4 制壳工艺	39-130
2.5 制壳机械	39-133
2.6 脱蜡(脱模)及旧蜡回收	39-134
2.7 型壳焙烧	39-134
3 金属型铸造	39-134

3.1 金属型设计	39-134
3.2 金属型铸造工艺要点	39-136
4 低压铸造	39-137
4.1 低压铸造铸型工艺设计	39-138
4.2 低压铸造工艺	39-139
4.3 低压铸造设备	39-140
4.4 提高低压铸件质量的措施	39-141
5 陶瓷型铸造	39-142
5.1 模样光洁度及精度	39-142
5.2 分型面与基准面的确定	39-142
5.3 陶瓷型铸造工艺	39-142
5.4 聚氯化铝陶瓷型	39-143
6 离心铸造	39-144
6.1 离心力及转速计算	39-144
6.2 离心铸造机	39-144
6.3 离心铸造工艺	39-145
7 实型铸造	39-146
7.1 泡沫聚苯乙烯的热破坏	39-146
7.2 金属液与模样的相互作用	39-146
7.3 聚苯乙烯分解产物对铸件表面质量的影响	39-147
7.4 实型铸造工艺	39-147
8 磁型铸造	39-148
8.1 铸造工艺	39-148
8.2 磁型机	39-149
9 连续铸造	39-149
10 真空吸铸	39-149
11 液态金属挤压铸造	39-150

## 第7章 铸钢熔炼

1 炼钢过程	39-151
1.1 有关物理化学概念	39-151
1.2 炉渣	39-153
1.3 脱磷	39-154
1.4 脱硫	39-155
1.5 钢中的氢和氮	39-156
1.6 脱氧	39-156
2 铸钢熔炼设备	39-157
3 电弧炉炼钢	39-158
3.1 电弧炉炉衬	39-158
3.2 电弧炉的合理用电规范	39-159

3.3 碱性电弧炉炼钢 .....	39-160
3.4 酸性电弧炉炼钢 .....	39-162
4 碱性平炉炼钢 .....	39-162
4.1 碱性平炉结构 .....	39-162
4.2 碱性平炉熔炼要点 .....	39-164

## 第8章 铸铁熔炼

1 冲天炉 .....	39-166
1.1 冲天炉结构 .....	39-166
1.2 主要工艺参数 .....	39-167
1.3 燃烧反应与热交换 .....	39-168
1.4 冶金反应 .....	39-168
1.5 热平衡与热效率 .....	39-170
1.6 焦炭 .....	39-171
1.7 风机 .....	39-172
1.8 冲天炉系列 .....	39-173
1.9 强化冲天炉熔炼措施 .....	39-174
2 煤粉、重油、天然气化铁炉 .....	39-177
2.1 熔炼特点 .....	39-177
2.2 燃料与喷燃装置 .....	39-178
2.3 燃料发热值与炉型参数 .....	39-181
3 感应炉 .....	39-181
3.1 基本原理 .....	39-181
3.2 熔炼特点 .....	39-181
3.3 无芯工频感应电炉 .....	39-182
3.4 有芯感应电炉 .....	39-183
4 球墨铸铁 .....	39-183
4.1 化学成分的选择 .....	39-183
4.2 熔炼特点 .....	39-184
4.3 球化剂和球化处理工艺 .....	39-184
4.4 孕育处理 .....	39-185
5 可锻铸铁 .....	39-186
5.1 化学成分的选择 .....	39-186
5.2 熔炼特点 .....	39-187
5.3 孕育处理 .....	39-187

## 第9章 非铁铸造合金的熔炼

1 熔炼设备 .....	39-188
1.1 坩埚炉 .....	39-188
1.2 反射炉 .....	39-189
1.3 单相电阻炉 .....	39-190

1.4 感应炉 .....	39-191
2 炉料 .....	39-191
2.1 原金属料 .....	39-191
2.2 回炉料 .....	39-191
2.3 中间合金 .....	39-192
3 铸造铜合金的熔炼 .....	39-192
3.1 铜合金液中氢的去除法 .....	39-192
3.2 铜液脱氧 .....	39-193
3.3 铜合金的熔剂 .....	39-193
3.4 铜合金熔炼要点 .....	39-194
4 铸造铝合金的熔炼 .....	39-195
4.1 铝合金的精炼 .....	39-195
4.2 铝合金的变质处理 .....	39-196
4.3 炉前检查 .....	39-196
4.4 铝合金的熔炼工艺要点 .....	39-197
5 铸造镁合金的熔炼 .....	39-197
6 铸造锌合金的熔炼 .....	39-198

## 第10章 铸件清理

1 机械落砂除芯 .....	39-199
2 水爆清砂 .....	39-201
2.1 机理 .....	39-201
2.2 铸件对水爆的适应性 .....	39-201
2.3 工艺要点 .....	39-202
2.4 设备 .....	39-203
3 水力清砂 .....	39-203
4 喷丸、抛丸清理 .....	39-203
4.1 喷丸清理 .....	39-204
4.2 抛丸清理 .....	39-205
4.3 喷抛联合落砂清理 .....	39-207
4.4 弹丸 .....	39-207
5 化学清理 .....	39-208
6 电弧气刨 .....	39-208

## 第11章 铸造生产安全技术

1 辅助工作安全技术 .....	39-209
1.1 起重运输 .....	39-209
1.2 材料堆放 .....	39-209
1.3 炉料破碎 .....	39-209
2 砂处理 .....	39-209

## X 目 录

3 造型制芯 .....	39-209
3.1 手工造型 .....	39-209
3.2 机器造型 .....	39-209
3.3 制芯 .....	39-210
4 合金熔炼 .....	39-210
4.1 冲天炉 .....	39-210
4.2 电弧炉 .....	39-210

4.3 工频感应炉 .....	39-210
4.4 坩埚炉 .....	39-210
5 合金的浇注 .....	39-211
5.1 浇注前的准备 .....	39-211
5.2 浇注 .....	39-211
6 落砂清理 .....	39-211
参考文献 .....	39-212

## 第40篇 锻 压

### 常用符号

### 第1章 概 述

### 第2章 锻压原理

1 金属的塑性和流动 .....	40-3
1.1 影响金属塑性的因素和提高金属塑性的要点 .....	40-3
1.2 摩擦对金属流动的影响和塑性变形的不均匀性 .....	40-4
1.3 控制金属流动要点 .....	40-5
2 塑性变形对金属组织与性能的影响 .....	40-5
2.1 冷变形对金属组织与性能的影响 .....	40-5
2.2 热变形对金属组织与性能的影响 .....	40-6
2.3 温变形对金属组织与性能的影响 .....	40-6
2.4 控制锻件组织与性能要点 .....	40-7
3 变形力的确定 .....	40-7
3.1 确定变形力的方法 .....	40-7
3.2 变形抗力 .....	40-8
3.3 摩擦系数 .....	40-8
3.4 降低变形力的途径 .....	40-8

### 第3章 锻压加热及其设备

1 加热工艺基础 .....	40-10
1.1 锻压温度范围 .....	40-10
1.2 加热速度和加热制度 .....	40-10
1.3 锻件冷却 .....	40-10
1.4 金属加热缺陷及防止方法 .....	40-11
2 火焰加热炉 .....	40-11
2.1 炉型选择 .....	40-11
2.2 主要技术经济指标 .....	40-11

2.3 煤炉、油炉和煤气炉 .....	40-13
2.4 锻压车间常用加热炉 .....	40-16
2.5 快速加热 .....	40-19
3 电加热 .....	40-19
3.1 感应加热 .....	40-19
3.2 接触加热 .....	40-20
3.3 电阻炉加热和盐浴加热 .....	40-21
4 无氧化加热 .....	40-22
4.1 涂保护性覆盖层 .....	40-22
4.2 玻璃浴中加热 .....	40-22
4.3 在马弗炉中使用保护气氛加热 .....	40-22
4.4 敞焰无氧化加热 .....	40-22

### 第4章 自由锻

1 基本工序和锻比 .....	40-25
1.1 基本工序 .....	40-25
1.2 锻比 .....	40-27
2 变形工艺的确定 .....	40-28
3 大型锻件锻造 .....	40-33
3.1 加热 .....	40-33
3.2 锻造 .....	40-34
3.3 大型锻件缺陷分析 .....	40-39
4 高合金钢锻造 .....	40-41
4.1 基本特点 .....	40-41
4.2 不同基体组织钢种锻造的特殊要求 .....	40-42
5 耐热合金锻造 .....	40-44
5.1 坯料准备 .....	40-44
5.2 加热 .....	40-44
5.3 自由锻 .....	40-44
5.4 模锻 .....	40-45

6 胎模锻	40-45
6.1 特点及应用	40-45
6.2 胎模分类及应用	40-48
6.3 各类锻件常用胎模锻变形工艺	40-50
6.4 胎模锻所需设备能力	40-53

## 第5章 模 锻

1 锤上模锻	40-55
1.1 锻件图制定	40-56
1.2 模锻锤吨位确定	40-59
1.3 模膛选择和坯料尺寸的确定	40-59
1.4 模膛设计	40-65
1.5 锻模结构	40-71
2 热模锻压力机上模锻	40-76
2.1 工艺特点	40-76
2.2 模具结构	40-78
2.3 压力机吨位确定	40-80
3 平锻机上模锻	40-81
3.1 锻件分类	40-81
3.2 锻件图制定	40-81
3.3 坯料尺寸的确定	40-82
3.4 局部锻粗规则和积聚工步计算	40-83
3.5 冲孔工步及预成形尺寸	40-83
3.6 平锻模结构	40-84
3.7 平锻机吨位确定	40-86
4 螺旋压力机上模锻	40-86
4.1 工艺特点	40-86
4.2 模具结构	40-86
4.3 压力机吨位确定	40-87
5 切边与冲孔	40-87
5.1 切边模设计	40-88
5.2 冲孔模设计特点	40-89
5.3 复合模设计	40-89
5.4 压力机吨位确定	40-90
6 锻件清理、校正和精压	40-90
6.1 锻件清理	40-90
6.2 锻件校正	40-91
6.3 锻件精压	40-91
7 模锻用原材料及备料	40-92
7.1 模锻用原材料分类和用途	40-92
7.2 剪切下料	40-92

## 第6章 精密锻压

1 精密模锻	40-94
1.1 齿轮的精密模锻	40-94
1.2 扭曲叶片的精密模锻	40-95
2 高速锤上锻造	40-96
2.1 高速锤工作原理	40-96
2.2 高速锤用锻模	40-97
2.3 工艺特点	40-98
3 多向模锻	40-99
3.1 阀体类锻件多向模锻	40-99
3.2 曲轴类锻件多向模锻	40-99
4 精密锻轴机和轮转锻机上锻造	40-100
4.1 工艺特点	40-100
4.2 锻机	40-101
4.3 锻造范围	40-102
4.4 工具设计	40-103
5 粉末锻造	40-103
5.1 工艺流程	40-103
5.2 原料粉末	40-104
5.3 预制坯设计要点	40-104
5.4 粉锻设备	40-104
5.5 差速器行星齿轮实例	40-105

## 第7章 冷 挤 压

1 冷挤压用材料及坯料准备	40-106
1.1 冷挤压材料及软化处理	40-106
1.2 下料	40-108
1.3 润滑	40-108
2 冷挤压的变形程度和挤压力计算	40-109
2.1 变形程度	40-109
2.2 挤压力	40-110
3 挤压件的工艺设计和经济精度	40-113
3.1 挤压件的工艺设计	40-113
3.2 挤压件的经济精度	40-115
4 冷挤压模具设计	40-117
4.1 冷挤压模具结构	40-117
4.2 冷挤压模工作部分设计	40-118
4.3 组合凹模的应用和计算	40-120
5 冷挤压设备	40-121

## XII 目 录

6 温挤 .....	40-121
6.1 挤压温度及挤压力 .....	40-121
6.2 模具设计 .....	40-122
6.3 润滑剂 .....	40-122

### 第8章 锻 锤

1 多工位冷锻 .....	40-122
1.1 冷锻用材料准备 .....	40-122
1.2 多工位冷锻工艺 .....	40-123
1.3 螺帽冷锻工艺设计——Z 41 系列多工 位冷锻机 .....	40-123
1.4 凹穴螺栓(钉)冷锻工艺设计——Z 47 系列多工位冷锻机 .....	40-124
2 多工位热锻 .....	40-126
3 电热锻 .....	40-126
3.1 电热锻基本原理 .....	40-126
3.2 电热锻的主要工艺参数 .....	40-126

### 第9章 轧 辊

1 纵轧-辊锻 .....	40-129
1.1 纵轧咬入条件、变形区和前后滑 .....	40-129
1.2 纵轧——镰刀用复合钢板的 轧制 .....	40-130
1.3 辊锻 .....	40-130
2 楔形模横轧 .....	40-134
2.1 原理及应用范围 .....	40-134
2.2 楔形模具设计原则 .....	40-135
2.3 设备参数 .....	40-135
3 螺旋孔型斜轧 .....	40-135
3.1 工艺特点 .....	40-135
3.2 钢球轧制 .....	40-136
3.3 实心 and 空心周期断面零件轧制 .....	40-136
3.4 设备参数 .....	40-136
3.5 冷轧丝杆 .....	40-136
3.6 麻花钻头斜轧 .....	40-137
4 仿形斜轧 .....	40-137
4.1 工艺特点 .....	40-137
4.2 轧辊设计要点 .....	40-137
4.3 基本工艺参数的选择 .....	40-138
4.4 设备参数 .....	40-138

5 辗扩 .....	40-138
5.1 扩孔机 .....	40-138
5.2 辗扩工具设计要点 .....	40-139
5.3 坯料 .....	40-139
5.4 后续工序 .....	40-139
5.5 实例 .....	40-140
6 齿轮轧制 .....	40-140
6.1 热轧圆柱齿轮 .....	40-140
6.2 冷精轧圆柱齿轮 .....	40-141
7 摆动辗压 .....	40-142
7.1 摆动辗压的应用范围与特点 .....	40-142
7.2 工艺原理 .....	40-142
7.3 摆头结构 .....	40-143
7.4 实例 .....	40-143

### 第10章 非铁合金锻压

1 铝合金锻压 .....	40-144
1.1 铝合金的可锻性 .....	40-144
1.2 坯料准备 .....	40-144
1.3 加热与锻造温度范围 .....	40-144
1.4 锻件设计和锻模设计 .....	40-145
1.5 模具预热和润滑 .....	40-145
1.6 切边与清理 .....	40-145
1.7 精压 .....	40-145
1.8 设备选择与操作 .....	40-146
1.9 铝合金锻件的缺陷及消除方法 .....	40-146
2 镁合金锻压 .....	40-146
3 钛合金锻压 .....	40-147
3.1 钛合金的可锻性 .....	40-147
3.2 原材料准备 .....	40-148
3.3 加热 .....	40-148
3.4 锻压温度范围与显微组织 .....	40-148
3.5 模具设计与润滑 .....	40-148
3.6 切边、冷却与清理 .....	40-149
3.7 钛合金的 $\beta$ 锻压法 .....	40-149
4 铜合金锻压 .....	40-149
5 锍合金锻压 .....	40-150
5.1 锍毛坯的锻压 .....	40-150
5.2 锍粉末锻压 .....	40-150
5.3 锍铝合金的锻压 .....	40-151



## 第11章 锻压设备

1 液压机	40-151
1.1 液压机传动	40-151
1.2 锻造液压机	40-152
1.3 快速锻造液压机	40-156
1.4 模锻液压机	40-156
2 锻锤	40-158
2.1 蒸汽-空气自由锻锤	40-158
2.2 蒸汽-空气模锻锤	40-159
2.3 无砧座模锻锤	40-160
2.4 空气自由锻锤	40-161
2.5 空气模锻锤	40-161
2.6 液压锤	40-162
3 螺旋压力机	40-162
3.1 摩擦压力机	40-162

3.2 液压螺旋压力机	40-162
4 机械压力机	40-164
4.1 热模锻压力机	40-164
4.2 精压机	40-165
4.3 切边压力机	40-167
4.4 平锻机	40-168
5 机械传动式棒料剪切机	40-169

## 第12章 锻压安全技术

1 设备使用和维修方面的安全技术	40-171
2 工艺装备及工具方面的安全技术	40-171
3 安全操作要求	40-171
4 锻造加热炉的安全操作	40-172
参考文献	40-172

## 第41篇 板料冲压

常用符号

### 第1章 概 述

### 第2章 冲压变形基础

1 冲压塑性变形	41-3
1.1 塑性变形	41-3
1.2 加工硬化	41-3
1.3 塑性条件	41-3
2 冲压成形工艺的力学特点与分类	41-3
3 冲压成形中的变形趋向性及其控制	41-6
4 金属的流动及其控制	41-8
4.1 判断金属的流动	41-8
4.2 影响金属流动的因素	41-9
4.3 控制金属的流动	41-9
5 板材的冲压性能与试验方法	41-11

### 第3章 冲 裁

1 冲裁间隙	41-13
1.1 间隙的确定	41-13

1.2 间隙的影响	41-13
1.3 合理间隙的选择	41-15
2 冲裁力	41-16
2.1 冲裁力计算	41-16
2.2 减力的方法及其计算	41-16
2.3 提高冲裁质量的几种冲压工艺	41-18

### 第4章 精密冲裁

1 精冲的材料	41-20
2 精冲件的工艺性	41-20
3 力的计算	41-22
4 精冲模具	41-22
4.1 排样	41-23
4.2 V形环尺寸	41-23
4.3 间隙	41-23
4.4 凸模和凹模尺寸	41-24
4.5 其他结构要点	41-24
5 在普通压力机上精冲	41-24

### 第5章 弯 曲

1 压弯	41-26
1.1 弯曲系数	41-46

## XIV 目 录

- 1.2 弯曲坯料展开尺寸计算.....41-27
- 1.3 压弯力计算.....41-27
- 1.4 提高弯曲件尺寸精度的方法.....41-28
- 2 滚弯.....41-31
  - 2.1 工艺特点.....41-31
  - 2.2 工艺设计要点.....41-32

### 第6章 拉 延

- 1 旋转体制件拉延.....41-34
  - 1.1 坯料尺寸计算.....41-34
  - 1.2 拉延次数和拉延顺序的确定.....41-36
- 2 方形和矩形制件的拉延.....41-39
  - 2.1 坯料形状与尺寸的确定.....41-39
  - 2.2 拉延系数和拉延次数的确定.....41-40
- 3 连续拉延.....41-40
  - 3.1 分类及应用范围.....41-40
  - 3.2 料宽和进距的计算.....41-41
  - 3.3 拉延系数和拉延相对高度.....41-42
- 4 拉延力计算.....41-42
- 5 变薄拉延.....41-43
  - 5.1 特点.....41-43
  - 5.2 工艺参数确定.....41-43
- 6 拉延时的润滑.....41-43

### 第7章 复杂曲面零件拉延

- 1 特点.....41-44
- 2 复杂曲面零件拉延中的几个问题.....41-44
  - 2.1 拉延方向.....41-44
  - 2.2 压边面(压料面).....41-45
  - 2.3 变形阻力.....41-45
  - 2.4 拉延筋.....41-46
  - 2.5 工艺切口与工艺孔.....41-48
  - 2.6 后续工序的要求.....41-48
- 3 确定拉延件形状.....41-49

### 第8章 成 形

- 1 缩口及外凸曲线翻边.....41-50
  - 1.1 缩口.....41-50
  - 1.2 外凸曲线翻边.....41-51

- 2 翻孔.....41-51
  - 2.1 变形程度.....41-51
  - 2.2 坯料预留孔径的计算.....41-51
  - 2.3 翻孔力.....41-51
- 3 起伏.....41-52
  - 3.1 主要工艺参数  $h$ 、 $R$ 、 $r$  的确定.....41-52
  - 3.2 起伏力.....41-52
- 4 胀形.....41-52
  - 4.1 胀形方法.....41-53
  - 4.2 变形程度.....41-53
  - 4.3 胀形力.....41-53
- 5 液压、橡皮及软模成形.....41-53
- 6 旋压.....41-55
  - 6.1 不变薄旋压.....41-56
  - 6.2 变薄旋压.....41-56
- 7 校平.....41-56
- 8 压印.....41-57
- 9 高速成形.....41-57
  - 9.1 爆炸成形.....41-58
  - 9.2 电水成形和电爆成形.....41-58
  - 9.3 电磁成形.....41-59

### 第9章 冲压工艺过程设计

- 1 冲压件工艺性.....41-60
  - 1.1 冲裁件结构工艺性.....41-60
  - 1.2 弯曲件结构工艺性.....41-60
  - 1.3 各种空心零件结构工艺性.....41-60
- 2 冲压工艺过程设计应考虑的问题.....41-61
  - 2.1 弱区条件.....41-61
  - 2.2 精度要求.....41-63
  - 2.3 操作要求.....41-63
  - 2.4 工艺稳定性.....41-63
  - 2.5 模具结构.....41-64
- 3 排样.....41-64
  - 3.1 条料上的排样.....41-64
  - 3.2 板料上的排样.....41-65

### 第10章 冲模设计

- 1 冲模结构.....41-66

1.1 冲模分类.....41-66

1.2 冲模基本结构的组成.....41-66

1.3 冲模结构的比较及选择.....41-68

1.4 冲模结构与压力机的关系.....41-69

2 冲模工作零件的设计.....41-69

2.1 凸模与凹模的基本结构型式.....41-69

2.2 组合式和镶块式凸、凹模分块原则.....41-70

2.3 冲裁凸模与凹模尺寸.....41-70

2.4 压弯凸模与凹模尺寸.....41-71

2.5 拉延凸模与凹模尺寸.....41-71

3 冲模定位部分的设计.....41-72

3.1 设计原则.....41-72

3.2 定位的基本型式.....41-72

4 冲模零件的材料及热处理.....41-73

5 冲模零件的配合和精度.....41-73

5.1 配合.....41-73

5.2 精度.....41-74

**第11章 冲压设备**

1 剪板机.....41-74

2 剪切冲型机.....41-76

3 开式压力机.....41-76

4 闭式压力机.....41-78

5 闭式拉延压力机.....41-80

6 多工位自动压力机.....41-81

7 冲模回转头压力机.....41-83

8 高速压力机.....41-83

9 精密冲裁压力机.....41-84

10 冲压液压机.....41-85

10.1 C型单臂式液压机.....41-85

10.2 单动冲压液压机.....41-87

10.3 双动冲压液压机.....41-88

**第12章 冲压安全技术**

1 安全区操作的措施.....41-90

1.1 设置模具防护罩.....41-90

1.2 扩大模具的安全操作空间.....41-91

1.3 用进、退料机构代替手工操作.....41-91

1.4 使用手工具.....41-93

2 压力机的安全起动装置.....41-93

2.1 门栅-杠杆安全起动装置.....41-93

2.2 防打连车装置.....41-93

2.3 光电安全装置.....41-93

2.4 手推式安全装置.....41-93

2.5 电容式保护装置.....41-94

2.6 气幕保护装置.....41-94

2.7 双手及多手起动装置.....41-94

3 排除危险装置.....41-94

3.1 摆杆护手装置.....41-94

3.2 转板护手装置.....41-95

**第42篇 金属制作**

常用符号

**第1章 概 述**

**第2章 矫 正**

1 矫正方法.....42-6

2 板材矫平——辊矫.....42-7

2.1 辊矫原理.....42-7

2.2 矫正条件.....42-7

2.3 特殊情况的矫平.....42-8

2.4 矫板机.....42-9

3 管材及型材矫正.....42-11

4 矫正力.....42-13

**第3章 划线和下料**

1 划线.....42-15

1.1 划线方法.....42-15

1.2 大圆弧线.....42-15

1.3 筒体基准线.....42-15

1.4 切割间隙和划线公差.....42-17

2 坯料尺寸的确定.....42-18

2.1 接管.....42-18

2.2 筒节.....42-18

2.3 90°压制弯头.....42-19

## XVI 目 录

2.4 过渡锥体	42-19
2.5 整体封头	42-19
2.6 分瓣压制椭圆形封头	42-20
2.7 球瓣	42-20
2.8 分瓣压制球形封头	42-21
3 下料和边缘加工	42-21

### 第4章 压 制

1 整体封头压制	42-23
1.1 变形状况	42-23
1.2 压边界限及拉延次数的确定	42-23
1.3 压制工艺	42-24
1.4 拉延力和压边力的计算	42-26
2 瓦片压制	42-27
3 其它工件的压制	42-27
4 模具	42-28
4.1 工件的热压收缩与冷压回弹	42-28
4.2 封头压模	42-29
4.3 瓦片压模	42-31
4.4 瓜瓣压模	42-31
5 润滑	42-32
6 缺陷的产生及其防止	42-32
6.1 封头	42-32
6.2 瓦片	42-33
6.3 瓜瓣	42-33
6.4 翻孔件	42-33
7 其它压制技术	42-34
7.1 封头旋压	42-34
7.2 锥体旋压翻边	42-34
7.3 多头压制法	42-34

### 第5章 卷 板

1 卷板工艺	42-35
1.1 分类	42-35
1.2 卷板过程	42-36
1.3 锥体卷制	42-37
2 卷板质量	42-40
2.1 外形缺陷	42-40
2.2 表面压伤	42-40
2.3 卷裂	42-41
3 工艺参数计算	42-41

3.1 卷板力	42-41
3.2 回弹	42-46
3.3 进给次数	42-46
3.4 反压力	42-46
3.5 设备能力	42-46
4 卷板设备	42-48
4.1 型式与特点	42-48
4.2 典型结构	42-50
4.3 扩大卷板机使用范围的途径	42-52

### 第6章 管子与型材的弯曲

1 管子弯曲时的变形和常用弯管方法	42-53
2 管子冷弯(回弯)	42-55
2.1 有芯冷弯	42-55
2.2 无芯冷弯	42-56
2.3 工艺参数的计算	42-57
3 管子热弯	42-58
3.1 选择热弯的原则	42-58
3.2 热弯旋转力矩 $M_T$	42-58
3.3 中频弯管和火焰弯管	42-59
4 急弯头 ( $R_x < 1.5$ ) 制造	42-60
4.1 型模压制法	42-60
4.2 型模挤弯法	42-61
4.3 芯棒挤弯法	42-62
5 特种管件弯制举例	42-63
5.1 圆形螺管弯卷	42-63
5.2 腰圆盘管弯制	42-64
5.3 排管弯制	42-64
6 弯管机	42-65
6.1 分类	42-65
6.2 几种弯管机简介	42-65
7 型材弯曲	42-68
7.1 轧制型材弯曲时的变形及最小弯曲半径	42-68
7.2 型材弯曲方法	42-70

### 第7章 装 配

1 工艺要点	42-71
1.1 金属制作中装配工作的特点	42-71
1.2 定位基准与找正	42-71