

热加工技术丛书

郭殿俭 陈维民 编

锻造基础

黑龙江科学技术出版社



封面设计: 李广溪

热加工技术丛书

锻造基础

郭殿俭 陈维民 编

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区建设街 35 号)

齐齐哈尔第一印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

787×1092 毫米 32 开本 17.125 印张 344 千字

1986 年 8 月第 1 版·1986 年 8 月第 1 次印刷

印数, 1—2500 册

书号, 15217·205

定价, 2.75 元

内 容 提 要

本书系统地介绍了锻压基础理论知识和各种锻压加工方法。同时还介绍了国内外某些锻压新技术、新工艺。全书共分十三章。第一章至第五章介绍金属塑性变形的基本理论；第六章介绍锻压用的金属材料及其准备；第七、八章分别介绍金属加热的基本知识、加热设备及锻压加工所用设备；第九、十章分别介绍拟订自由锻及模锻工艺方案，制订工艺规程的原则和步骤；第十一章介绍锻件的热处理；第十二、十三章分别介绍有色金属、合金钢的锻压工艺及锻压新工艺、新技术；第十四章介绍锻压安全规程及文明生产。

本书可供从事锻压生产的初、中级工人学习使用，也可作为从事锻压工作的工程技术人员及大学、中专锻压专业的师生参考。

前 言

锻压生产是机器制造工业的一个重要部门，也是现代工业生产技术的支柱。根据现代技术水平，几乎所有的金属材料均可用锻压方法制成锻件或零件。金属材料在锻压设备的压力作用下，经过塑性变形制成各种锻压件。用这种方法制得的制件，其内部组织和机械性能好，生产率及材料利用率高，在大批大量生产时成本低，因此很多机器上的关键受力零件均采用锻压加工来制造。

本书以锻压加工中的金属塑性变形的理论为依据，系统地叙述了制订合理工艺规程的原理及步骤，同时，还总结了锻压领域中的新成果。因此，本书有助于提高锻压工人和锻压工程技术人员理论分析能力和解决实际工程技术问题的能力。

本书第一章至第五章、第十一章至第十三章，由哈尔滨工业大学郭殿俭编写，第六章至第十章及第十四章由哈尔滨工业大学陈维民编写。

全书由哈尔滨工业大学高乃光副教授审阅。在编写本书过程中，曾得到哈尔滨工业大学王仲仁副教授的支持，在此致以衷心的感谢。

由于我们水平所限，书中难免有错误和欠妥之处，恳请读者批评指正。

出版说明

随着科学技术的不断发展，广大工人学科学、用科学的积极性空前高涨，各种学习班、短训班、培训班犹如雨后春笋般地在全国各地兴办起来。过去那种仅以问答形式出版的读物，已不能满足他们的需要。他们纷纷来信要求出版一些系统的、理论性较强的、具有八十年代水平的中级工人技术读物。为此，我们组织一些具有一定理论水平又有一定实际经验的同志编写了这套《热加工技术丛书》。

这套丛书的特点是系统性强，理论联系实际。书中采用了法定计量单位，同时还介绍了近年来国内外推广应用的新工艺。

这套丛书是热加工工人从初级向中级迈进的最好读物。这套丛书的出版，但愿能满足他们的学习需要，受到他们的欢迎。

目 录

第一章 金属的塑性变形	1
第一节 金属塑性变形的概念.....	1
第二节 金属的构造.....	2
一、金属的晶体结构.....	2
二、面心立方点阵.....	3
三、体心立方点阵.....	3
四、密排六方点阵.....	3
第三节 实际多晶体金属的晶体结构.....	5
一、点缺陷.....	6
二、线缺陷.....	7
三、面缺陷.....	8
第四节 单晶体塑性变形的机构.....	11
一、滑移变形.....	12
二、孪生（孪晶或双晶）变形.....	19
第五节 多晶体的塑性变形.....	20
一、多晶体的塑性变形特点.....	21
二、多晶体的塑性变形机构.....	24
第六节 金属在塑性变形中的硬化.....	25
一、关于加工硬化.....	25
二、加工硬化曲线.....	25
第二章 金属在塑性变形中组织及性能的变化	27
第一节 一般概念.....	27

第二节 在冷加工塑性变形中组织及性能的变化	28
一、金属或合金组织的变化	28
二、金属与合金性能的变化	30
第二节 回复和再结晶	32
一、回复	32
二、再结晶	34
三、晶粒长大	37
四、二次再结晶	38
五、再结晶立体图	39
第三节 在热加工塑性变形中组织和性能的变化	41
一、热加工塑性变形的特点	42
二、热加工塑性变形时组织与性能的变化	43
第四节 在温热加工塑性变形中组织性能的变化	46
第三章 金属在塑性变形中的力学和热力学条件	48
第一节 锻件在锻造中所受的外力、内力和应力	48
一、外力	48
二、内力和应力	48
第二节 应力状态和主应力图示	50
一、应力状态	50
二、主应力图示	50
三、塑性加工中主要工序变形 区主应力图示分析	51
第三节 变形程度和主应变图示	51
一、变形程度的表示方法	54
二、主应变图示	55

第四节	金属塑性变形时的屈服准则	57
一、	屈雷斯加屈服准则 (最大切应力不变条件)	58
二、	密塞斯屈服准则 (弹性变形能不变条件)	58
第五节	变形速度	60
第六节	金属在塑性加工过程中的热力学条件	61
第四章	金属的塑性	66
第一节	金属塑性的基本概念	66
第二节	金属塑性指标的确定和塑性图	68
一、	金属塑性指标的测定	69
二、	塑性图	73
第三节	影响塑性的主要因素和提高塑性的途径	74
一、	金属自然性质对塑性的影响	74
二、	变形温度、速度的影响	83
三、	变形力学条件对金属塑性的影响	86
四、	提高金属塑性的途径	91
第五章	金属塑性变形的不均匀分布	93
第一节	一般概念	93
一、	关于均匀变形与不均匀变形	93
二、	研究变形分布的方法	94
第二节	摩擦及其对金属塑性变形的影响	97
一、	摩擦机理	98
二、	影响摩擦系数的主要因素	100
三、	塑性成形时常用的润滑剂	103
四、	摩擦对金属塑性变形的影响	105
第三节	工具形状对金属变形的影响	107

第四节 其他因素对金属塑性变形的影响	109
一、工具和变形体的轮廓形状的影响	109
二、变形刚度对变形的影响	111
三、变形区几何因素对变形的影响	111
第五节 变形及应力不均匀所引起的后果	113
一、变形及应力不均匀分布的后果	113
二、减轻变形及应力不均匀分布的措施	113
第六章 锻造用的金属材料及其准备	115
第一节 钢铁材料的基本知识	115
一、钢的分类	115
二、常用锻造用钢的种类	117
三、常用钢材的牌号及其表示方法	117
四、各种合金元素对钢的性能和可锻性的影响	120
第二节 锻造生产用的钢铁原材料	125
一、冶炼	125
二、铸锭	126
三、大型钢锭的内部缺陷	127
四、锻造用钢材	131
第三节 锻造用有色金属及其合金	132
一、铝及铝合金	132
二、镁合金	135
三、铜及铜合金	137
四、钛及钛合金	139
第四节 算料与下料	141
一、简单锻件算料方法	142

二、下料	151
第七章 金属加热的基本知识及加热设备简介	160
第一节 锻前金属加热的基本方法	160
一、火焰加热	160
二、电加热	160
第二节 金属加热中产生的缺陷及其防止方法	164
一、氧化	164
二、脱碳	165
三、过热	167
四、过烧	168
五、内部裂纹	169
第三节 金属锻造温度范围的确定	169
一、始锻温度	170
二、终锻温度	171
第四节 钢料的加热规范	172
一、装料炉温	172
二、加热速度	173
三、加热时间	174
四、钢锭和钢坯的加热规范	177
第五节 少无氧化加热	181
一、快速加热	181
二、介质保护加热	182
三、少无氧化火焰加热	184
第六节 加热温度的测量方法	185
一、目视测温法	185

二、热电偶（热电高温计）测温法	185
三、光学高温计测温法	187
第七节 锻造加热炉简介	188
一、锻造加热炉的分类	188
二、几种常见火焰加热炉简介	188
第八章 锻压设备	197
第一节 锻压设备的分类及其应用	197
一、锻锤	197
二、机械压力机	198
三、液压机	198
四、旋转锻机	199
第二节 空气锤	199
一、空气锤的结构及其工作原理	199
二、空气分配阀的结构及空气锤的配气过程	201
三、空气锤常见故障及排除措施	210
第三节 蒸汽——空气锤	217
一、蒸汽——空气自由锻锤	217
二、蒸汽——空气模锻锤	230
三、锻锤的隔振方法	235
第四节 对击式模锻锤	238
一、无砧座模锻锤	238
二、液气锤	241
第五节 螺旋压力机	244
一、螺旋压力机的结构型式	245
二、双盘摩擦压力机	246

第六节 机械压力机	252
一、热模锻压力机	252
二、平锻机	254
第七节 锻造液压机	258
一、液压机的工作原理	259
二、锻造液压机的本体结构	260
三、锻造液压机的动作原理及工作循环	262
第九章 自由锻造工艺	264
第一节 自由锻造的基本工序	264
一、锻粗	265
二、拔长	269
三、冲孔	274
四、扩孔	277
五、芯轴拔长	280
六、弯曲	282
七、错移	284
八、扭转	285
第二节 自由锻工艺规程的制订	288
一、锻件图的制订	288
二、确定坯料重量和尺寸	291
三、制订变形工艺及锻造比	296
四、选定锻造设备的吨位	317
五、齿轮零件自由锻造工艺过程示例	323
第三节 大型自由锻件的锻造工艺	327
一、大型锻件锻造工艺的特点	327

二、提高大型锻件质量的工艺措施	328
三、大型锻件——发电机护环的锻造工艺示例	333
第四节 自由锻件质量检查和缺陷分析	342
一、锻件的外观质量检查	342
二、机械性能试验	342
三、内部质量检查	342
四、锻件的主要缺陷	347
第十章 模锻工艺	350
第一节 模锻工艺的特点及其工艺过程	350
一、模锻工艺的特点	350
二、模锻的工艺过程	351
第二节 锤上模锻	351
一、锤上模锻的工艺特点	351
二、锤上模锻件的分类	352
三、锻件图的制订	355
四、锤锻模各种模膛的作用和结构	368
五、坯料尺寸的确定	378
六、蒸汽——空气模锻锤吨位的选定	380
七、锤锻模的安装、调整与使用	382
第三节 摩擦压力机上模锻	389
一、摩擦压力机上模锻的工艺特点	389
二、模锻件的分类及其设计特点	390
三、摩擦压力机所用锻模的设计特点	392
四、摩擦压力机锻造能力的选择	394
第四节 热模锻压力机上模锻	395

一、热模锻压力机上模锻的工艺特点	395
二、热模锻压力机锻压能力的选择	396
三、锻模结构及其安装与调整	397
第五节 平锻机上模锻	402
一、平锻机上模锻的工艺特点	402
二、平锻件分类	402
三、平锻锻粗规则	404
四、平锻件的成形方法	407
五、平锻工艺方案的选择	409
六、平锻机锻压能力的选择	410
第六节 切边与冲孔	411
一、切边和冲孔的方式及模具类型	411
二、简单切边——冲孔模的结构	413
三、切边和冲孔力的计算	422
第七节 模锻件的缺陷及锻件的质量检查	427
一、模锻时常见缺陷	427
二、模锻件的质量检验	429
第十一章 锻件的热处理	431
第一节 钢的热处理基本知识	431
一、铁碳平衡图	431
二、钢的等温转变图 (C 曲线)	433
第二节 钢的退火与正火	434
一、退火和正火的目的	434
二、退火的种类及其应用	434
三、正火的应用	438

第三节 锻件的调质处理	440
一、套筒锻件的调质处理	440
二、拨叉滑块锻件的调质处理	441
第四节 锻件的余热热处理	442
第十二章 有色金属及合金钢的锻造	446
第一节 铝合金锻造	446
一、用于锻造的铝合金原坯料	446
二、铝合金的可锻性	448
三、铝合金的锻造温度范围	449
四、关于模具设计	451
五、工艺过程中的几个问题	452
第二节 铜合金锻造	454
一、铜合金的可锻性	454
二、铜合金的锻造温度范围	455
三、工艺过程中应注意的问题	456
第三节 钛合金锻造	459
一、钛合金的可锻性	460
二、钛合金的锻造温度范围	462
三、工艺过程中的几个问题	464
第四节 合金钢的锻造	467
一、合金钢的锻造特点	468
二、合金钢锻造注意的一些问题	470
三、合金钢锻造举例	472
第十三章 锻造新工艺	479
第一节 辊锻工艺	479

一、辊锻变形的基本原理	479
二、辊锻工艺过程形成的条件	479
三、咬入后维持辊锻过程继续进行的条件	482
四、制坯辊锻	483
五、成形辊锻	485
六、冷辊锻	485
第二节 金属等温变形工艺	486
一、常规热变形的不足	486
二、等温变形的可能性及其优越性	487
三、等温变形的加热装置	491
四、用于等温锻造的模具	492
第三节 金属的超塑变形工艺	494
一、概述	494
二、金属超塑性变形的分类	497
三、金属超塑性的特征	497
四、金属超塑性成形工艺	501
第四节 金属粉末的冶金与锻造	514
一、金属粉末的制备	515
二、金属粉末冶金材料的变形过程	516
第十四章 锻压安全规程及文明生产	521
一、锻压车间一般安全规则	521
二、锻工安全操作规程	523
三、搞好锻压车间的文明生产	527
参考文献	528

第一章 金属的塑性变形

第一节 金属塑性变形的概念

对一金属施加外力，将引起金属形状和尺寸的变化，即产生了变形。当外力去掉后，如果金属能完全恢复原来的形状和尺寸，这种变形叫弹性变形；否则，这种变形叫塑性变形（残余变形）。下面我们用拉伸一金属试棒的试验来进一步阐明这一概念。

这样的试验可在材力拉伸实验机上进行。预先按一定的比例尺寸车削好金属试样（图 1—1），然后，放在拉伸机上加载实验，可获得该种材料的拉力与伸长的关系曲线（图 1—2）。

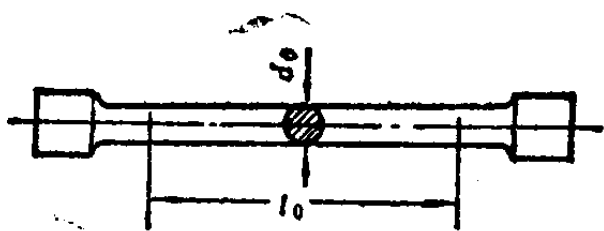


图 1—1 拉伸试件图

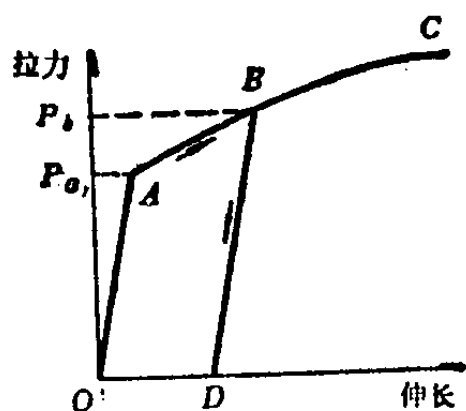


图 1—2 塑性材料的拉力与伸长关系曲线