



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

高端锻压制造装备 及其智能化

赵升吨 等著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

高端锻压制造装备 及其智能化

赵升吨 等著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书以近 20 年来我国高端锻压制造装备新研究成果为主线,介绍了 20 多种大型、应用新传动原理、满足新材料与新工艺的智能化锻压制造装备及生产线。全书共分 24 章,在概述了高端智能化锻压制造装备工作原理、特点及应用领域的同时,详细阐述了相关装备的主要结构、主要研究与开发的内容,指出其发展趋势,并对智能制造重点发展的五大领域、智能制造的十项关键技术、智能工厂的三个维度、智能机器的三个基本要素以及智能机器实施的三个途径进行了简单介绍,最后通过举例对几种典型智能机器的基本原理与特点进行了剖析。

本书可作为锻压装备研发、生产及应用的企业、研究所的工程技术人员以及高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

高端锻压制造装备及其智能化/赵升吨等著. —北京:机械工业出版社, 2019. 3

ISBN 978-7-111-62142-3

I. ①高… II. ①赵… III. ①锻压设备-机械制造-工艺装备
IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 037388 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:孔 劲 责任编辑:孔 劲 王彦青 李含杨

责任校对:肖 琳 封面设计:鞠 杨

责任印制:李 昂

北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷

2019 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·27 印张·2 插页·666 千字

0001—1500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-62142-3

定价: 198.00 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

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

高端锻压制造装备及其智能化

- 第1章 绪论 西安交通大学 赵升吨
- 第2章 智能机器及其实施途径 西安交通大学 赵升吨 张鹏
- 第3章 伺服压力机 西安交通大学 赵升吨 陈超 张大伟
- 第4章 多连杆压力机 扬州精善达伺服成形装备有限公司 张新国
- 第5章 轻量化多层板连接冲铆设备 西安交通大学 范淑琴 赵升吨 陈超
- 第6章 伺服液压机 西安交通大学 赵升吨 陈超 范淑琴
- 第7章 大中型快锻液压机 太原重工股份有限公司 张亦工 赵国栋
- 第8章 重型自由锻液压机 中国重型机械研究院股份公司 成先飏
- 第9章 重型模锻及多向模锻设备 清华大学 林峰
- 第10章 重型高性能挤压机 中国重型机械研究院股份公司 权晓惠
- 第11章 内高压成形设备 哈尔滨工业大学 刘钢
- 第12章 数控全液压模锻锤 安阳锻压机械工业有限公司 王卫东
- 第13章 高端螺旋压力机 青岛青锻锻压机械有限公司 朱元胜
- 第14章 径向锻机 西安交通大学 赵升吨 李靖祥 张超
- 第15章 旋锻设备 西安交通大学 张琦 张大伟
- 第16章 径-轴向辗环机 济南铸造锻压机械研究所有限公司 单宝德
- 第17章 大中型高性能旋压装备 西安航天动力机械厂 韩冬 杨延涛
- 第18章 大中型卷板机 首钢长钢锻压机械制造有限公司 邢伟荣 原加强 赵晓卫
- 第19章 复杂型面轴类件滚轧成形工艺及设备 西安交通大学 张大伟 赵升吨
- 第20章 汽车纵梁数控成套生产线技术 济南铸造锻压机械研究所有限公司 赵加蓉
- 第21章 多点成形设备及其成形工艺 吉林大学 付文智
- 第22章 精密下料技术与装备 西安交通大学 赵升吨 范淑琴 任芋见 董渊哲
- 第23章 开卷线的现状与发展 济南铸造锻压机械研究所有限公司 徐济声 张波
- 第24章 锻造操作机 中国重型机械研究院股份公司 张营杰

前言

PREFACE

IV

世界工业化经历了蒸汽一代的工业 1.0、电气一代的工业 2.0、数控一代的工业 3.0，正朝着智能一代的工业 4.0 发展。制造业也已从以工厂化、规模化、自动化为特征的工业制造文化，转向了多样化、个性化、定制式、更加注重用户体验的协同创新、全球网络智能制造服务。制造业作为我国实体经济的主体、国民经济的支柱，是我们的立国之本、兴国之器、强国之基。我国改革开放 40 年来所取得的辉煌成绩，充分体现了装备制造业对我国的国民经济、社会进步、人民富裕，以及国家安全起到的至关重要的作用。当前，中国制造业面临前所未有的挑战；高端制造业向发达国家回流；低端制造业向低成本国家转移；新科技革命与产业变革给中国带来新的挑战和机遇。新一轮科技革命和产业变革正在孕育兴起，一方面将重塑全球经济结构和竞争格局，另一方面与我国加快建设制造强国形成历史性交汇，为我们实施创新驱动发展战略提供了难得的重大机遇。

先进而智能的高端装备，是先进制造技术、信息技术和智能技术的集成和融合，通常是具有感知、分析、推理、决策和控制功能的装备的统称，体现了制造业的智能化、数字化和网络化的发展要求。机械制造装备主要分为切削加工装备与成形装备两大类。锻压工艺用来改变材料的形状、尺寸和性能，兼备成形与成性两个方面，是材料加工首选的工艺方法，而锻压装备则是主要的成形装备。随着新材料产业、高端制造业、新能源产业、交通、电力、电器工业，以及先进锻压工艺的迅猛发展，对锻压装备提出了越来越高的要求。特别是从“高档数控机床专项”实施以来，我国在先进锻压装备领域取得了长足进步。

而目前国内关于锻压装备的教材、手册及专著多是基于传统的锻压装备，亟需更先进的锻压装备知识，并研发、推广和应用新技术。针对这一情况，本书以“哪家单位在哪类锻压装备的研发、生产、制造方面为国内最好，就请该单位的相关人员撰写”为原则，例如中国重型机械研究院在万吨级卧式挤压机方面曾获得“国家科学技术进步奖”一等奖，其研制出的世界最大的 3000kN/7500kN·m 超大型锻造操作机曾获得“中国机械工业集团公司”特等奖，那么就请中国重型机械研究院撰写本书中“挤压机”与“锻造操作机”的相关内容；清华大学研制出了世界最大吨位的钢丝缠绕 400MN 模锻液压机，就请清华大学撰写“重型模锻及多向模锻设备”的内容；吉林大学在多点模成形工艺及装备方面的研究成果国内外知名，就请吉林大学撰写“多点成形设备”的内容；西安交通大学在锻压装备的智能化、典型高端锻压装备与精密下料等方面具备坚实的基础和较高的理论水平，就请西安交通大学撰写了相关内容。荟萃了我国不同类型锻压装备研究水平名列前茅的高校、研究所、企业一线的顶级专家、学者，结合各单位最新且重大的研究成果著作而成，体现了 20 多年来大型、应用新的传动原理、满足新材料与

新工艺的高端锻压装备及其智能化。

本书首先介绍了锻压装备概述、智能化及其实施途径（第1、2章），然后分别阐述了机械压力机（第3~5章）、液压机（第6~11章）、能量锻造装备（第12、13章）等具有行程限定、压力限定、能量限定这三类特征的锻压装备，又对回转成形设备（第14~19章）、柔性成形设备或生产线（第20、21章）等特殊类型装备进行了论述，最后介绍了备料辅助装备（第22~24章）。

本书由西安交通大学赵升吨统稿。全书共分24章，第1章由西安交通大学赵升吨执笔；第2章由西安交通大学赵升吨、张鹏执笔；第3章由西安交通大学赵升吨、陈超、张大伟执笔；第4章由扬州精善达伺服成形装备有限公司张新国执笔；第5章由西安交通大学范淑琴、赵升吨、陈超执笔；第6章由西安交通大学赵升吨、陈超、范淑琴执笔；第7章由太原重工股份有限公司张亦工、赵国栋执笔；第8章由中国重型机械研究院股份公司成先飏执笔；第9章由清华大学林峰执笔；第10章由中国重型机械研究院股份公司权晓惠执笔；第11章由哈尔滨工业大学刘钢执笔；第12章由安阳锻压机械工业有限公司王卫东执笔；第13章由青岛青锻锻压机械有限公司朱元胜执笔；第14章由西安交通大学赵升吨、李靖祥、张超执笔；第15章由西安交通大学张琦、张大伟执笔；第16章由济南铸造锻压机械研究所有限公司单宝德执笔；第17章由西安航天动力机械厂韩冬、杨延涛执笔；第18章由首钢长钢锻压机械制造有限公司邢伟荣、原加强、赵晓卫执笔；第19章由西安交通大学张大伟、赵升吨执笔；第20章由济南铸造锻压机械研究所有限公司赵加蓉执笔；第21章由吉林大学付文智执笔；第22章由西安交通大学赵升吨、范淑琴、任芋见、董渊哲执笔；第23章由济南铸造锻压机械研究所有限公司徐济声、张波执笔；第24章由中国重型机械研究院股份公司张营杰执笔。

赵升吨

目录

CONTENTS

前 言

| | |
|--|----|
| 第 1 章 绪论 / 西安交通大学 赵升吨 | 1 |
| 1.1 概述 | 2 |
| 1.2 锻压装备在国民经济、社会发展和科学发展中所起的作用 | 3 |
| 1.2.1 新材料产业发展的需要 | 3 |
| 1.2.2 高端制造业的要求 | 4 |
| 1.2.3 新能源产业要求 | 5 |
| 1.2.4 汽车、铁路及船舶工业 | 5 |
| 1.2.5 电器与家电工业 | 6 |
| 1.2.6 电力工业 | 6 |
| 1.3 锻压装备技术的发展目标 | 7 |
| 1.3.1 重型锻压装备的自动控制与工艺、模具一体化的数据库 | 7 |
| 1.3.2 大中型伺服压力机及其控制系统 | 8 |
| 1.3.3 高效、高性能精确成形数控压力机 | 8 |
| 1.3.4 适用于新材料、新工艺的特种压力机 | 8 |
| 1.3.5 行业与国家重大需求的核心关键塑性加工装备 | 8 |
| 1.4 锻压装备未来的发展趋势 | 9 |
| 1.4.1 伺服数字化与智能化 | 9 |
| 1.4.2 定制式与个性化 | 9 |
| 1.4.3 高性能与精密化 | 9 |
| 1.4.4 网络化 | 9 |
| 1.4.5 高速化 | 10 |
| 第 2 章 智能机器及其实施途径 / 西安交通大学 赵升吨 张鹏 | 11 |
| 2.1 智能制造及关键技术 | 12 |
| 2.1.1 智能制造体系 | 12 |
| 2.1.2 智能制造的内涵 | 12 |
| 2.1.3 智能制造重点发展的五大领域 | 14 |
| 2.1.4 智能制造的十项关键技术 | 15 |
| 2.2 智能工厂及智能机器 | 15 |
| 2.2.1 智能工厂及其三个维度 | 15 |
| 2.2.2 智能机器的三个基本要素 | 17 |
| 2.3 智能机器的实施途径 | 18 |
| 2.3.1 分散多动力 | 18 |
| 2.3.2 伺服电直驱 | 22 |
| 2.3.3 集成一体化 | 27 |
| 第 3 章 伺服压力机 / 西安交通大学 赵升吨 陈 超 张大伟 | 31 |
| 3.1 伺服压力机的工作原理、特点及应用领域 | 32 |
| 3.1.1 伺服压力机的发展简介 | 32 |
| 3.1.2 伺服压力机的工作原理 | 33 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1.3 伺服压力机的特点 | 33 |
| 3.1.4 伺服压力机的应用领域 | 34 |
| 3.2 交流伺服压力机的研究现状 | 36 |
| 3.2.1 交流伺服压力机的国外研究现状 | 36 |
| 3.2.2 交流伺服压力机的国内研究现状 | 38 |
| 3.2.3 伺服压力机典型产品的技术参数 | 39 |
| 3.3 伺服压力机的主要结构和伺服控制技术 | 46 |
| 3.3.1 伺服压力机的结构简介 | 46 |
| 3.3.2 伺服压力机的典型产品结构 | 47 |
| 3.3.3 伺服控制技术 | 48 |
| 3.4 今后主要研究与开发的内容 | 50 |
| 3.5 伺服压力机的发展趋势 | 51 |
| 第4章 多连杆压力机 / 扬州精善达伺服成形装备有限公司 张新国 | 53 |
| 4.1 多连杆压力机的工作原理、特点及主要应用领域 | 54 |
| 4.1.1 多连杆压力机的工作原理 | 54 |
| 4.1.2 多连杆压力机的特点 | 54 |
| 4.1.3 多连杆压力机的主要应用领域 | 55 |
| 4.2 多连杆压力机的主要结构 | 56 |
| 4.2.1 六杆机构多连杆压力机 | 56 |
| 4.2.2 八杆机构多连杆压力机 | 56 |
| 4.2.3 十杆机构多连杆压力机 | 58 |
| 4.2.4 其他结构多连杆压力机 | 58 |
| 4.3 今后主要研究与开发的内容 | 60 |
| 4.3.1 多连杆杆系的优化 | 60 |
| 4.3.2 中大型多连杆杆系的润滑优化 | 61 |
| 4.3.3 中大型多连杆杆系的制造保障与精度保障 | 61 |
| 4.3.4 大中型多连杆压力机高效节能的传动方式 | 62 |
| 4.4 多连杆压力机的发展趋势 | 63 |
| 4.4.1 多连杆式多工位压力机 | 63 |
| 4.4.2 数字伺服化 | 63 |
| 第5章 轻量化多层板连接冲铆设备 / 西安交通大学 范淑琴 赵升吨 陈超 | 65 |
| 5.1 工作原理、特点及主要应用领域 | 66 |
| 5.1.1 锁铆连接的工作原理、特点及主要应用领域 | 66 |
| 5.1.2 无铆连接的工作原理、特点及主要应用领域 | 67 |
| 5.2 设备的主要结构 | 70 |
| 5.2.1 锁铆连接设备的主要结构 | 70 |
| 5.2.2 无铆连接设备的主要结构 | 73 |
| 5.3 今后主要研究与开发的内容 | 78 |
| 5.3.1 铝合金在汽车中的应用 | 78 |
| 5.3.2 国内冲铆技术与发达国家的差距 | 80 |
| 5.4 发展趋势 | 81 |

| | |
|---|-----|
| 第6章 伺服液压机 / 西安交通大学 赵升吨 陈超 范淑琴 | 82 |
| 6.1 伺服液压机简介 | 83 |
| 6.2 伺服液压机的国内外研究现状 | 84 |
| 6.3 泵控电液伺服系统的研究 | 88 |
| 6.3.1 电液伺服系统分类 | 88 |
| 6.3.2 泵控式液压伺服系统的研究 | 89 |
| 6.4 伺服液压机的典型产品样本 | 94 |
| 6.5 伺服液压机的发展趋势 | 98 |
| 第7章 大中型快锻液压机 / 太原重工股份有限公司 张亦工 赵国栋 | 99 |
| 7.1 快锻液压机的工作原理、特点及主要应用领域 | 100 |
| 7.1.1 快锻液压机的工作原理 | 100 |
| 7.1.2 快锻液压机的特点 | 101 |
| 7.1.3 快锻液压机的主要应用领域 | 102 |
| 7.2 快锻液压机的主要结构 | 103 |
| 7.2.1 预应力组合受力机架 | 104 |
| 7.2.2 主工作缸 | 105 |
| 7.2.3 活动横梁 | 105 |
| 7.2.4 高精度导向装置 | 105 |
| 7.2.5 回程缸 | 106 |
| 7.2.6 机械化系统 | 106 |
| 7.2.7 液压控制系统 | 107 |
| 7.2.8 液压系统快速锻造仿真计算 | 109 |
| 7.2.9 电气控制系统 | 110 |
| 7.3 快锻液压机领域今后重点研发的内容 | 112 |
| 7.3.1 开展数字化样机关键技术的研究与应用 | 112 |
| 7.3.2 液压系统仿真 | 112 |
| 7.3.3 产品安全节能监测技术研究 | 112 |
| 7.3.4 液压机和操作机的联动 | 113 |
| 7.4 快锻液压机的发展趋势 | 113 |
| 第8章 重型自由锻液压机 / 中国重型机械研究院股份公司 成先飏 | 115 |
| 8.1 重型自由锻液压机的工作原理、特点及主要应用领域 | 116 |
| 8.1.1 重型自由锻液压机的工作原理 | 116 |
| 8.1.2 重型自由锻液压机的特点 | 117 |
| 8.1.3 重型自由锻液压机的主要应用领域 | 120 |
| 8.2 重型自由锻液压机的主要结构 | 120 |
| 8.3 今后主要研究与开发的内容 | 125 |
| 第9章 重型模锻及多向模锻设备 / 清华大学 林峰 | 127 |
| 9.1 模锻液压机 | 128 |

| | |
|--|------------|
| 9.1.1 重型模锻液压机 | 128 |
| 9.1.2 重型多向模锻液压机 | 131 |
| 9.2 液压机的主要结构 | 132 |
| 9.2.1 重型模锻液压机的主要结构 | 132 |
| 9.2.2 重型多向模锻液压机的主要结构 | 136 |
| 9.3 今后主要研究与开发的内容 | 144 |
| 9.4 发展趋势 | 145 |
| 第 10 章 重型高性能挤压机 / 中国重型机械研究院股份公司 权晓惠 | 147 |
| 10.1 挤压机的工作原理、特点及主要应用领域 | 148 |
| 10.1.1 挤压机的工作原理 | 148 |
| 10.1.2 挤压技术的特点 | 148 |
| 10.1.3 挤压机的主要应用领域 | 148 |
| 10.1.4 挤压机对科学发展的作用 | 149 |
| 10.1.5 挤压机对社会发展的作用 | 151 |
| 10.2 挤压机的主要结构 | 151 |
| 10.2.1 挤压机主机 | 152 |
| 10.2.2 液压传动和控制系统 | 156 |
| 10.2.3 电气控制系统 | 158 |
| 10.2.4 其他通用挤压机 | 159 |
| 10.3 挤压机领域今后主要研究与开发的内容及发展趋势 | 161 |
| 10.3.1 挤压机发展的现状和存在的问题 | 161 |
| 10.3.2 挤压机领域今后重点研究与开发的内容及发展趋势 | 166 |
| 第 11 章 内高压成形设备 / 哈尔滨工业大学 刘钢 | 168 |
| 11.1 内高压成形机的工作原理、特点与主要应用领域 | 169 |
| 11.1.1 内高压成形机的工作原理 | 169 |
| 11.1.2 内高压成形机的特点 | 171 |
| 11.1.3 内高压成形机的主要应用领域 | 171 |
| 11.2 内高压成形机的主要结构 | 172 |
| 11.2.1 长行程内高压成形机 | 172 |
| 11.2.2 短行程内高压成形机 | 173 |
| 11.3 内高压成形机的发展趋势 | 174 |
| 11.4 内高压成形机的主要参数 | 175 |
| 11.4.1 主要参数的定义 | 175 |
| 11.4.2 主要参数的选用原则 | 177 |
| 11.4.3 内高压成形生产线的构成与布置 | 178 |
| 第 12 章 数控全液压模锻锤 / 安阳锻压机械工业有限公司 王卫东 | 180 |
| 12.1 数控全液压模锻锤的工作原理、特点及主要应用领域 | 181 |

目录

CONTENTS

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| 12.1.1 | 数控全液压模锻锤的工作原理 | 181 |
| 12.1.2 | 数控全液压模锻的特点 | 181 |
| 12.1.3 | 数控全液压模锻锤的主要应用领域 | 184 |
| 12.2 | 数控全液压模锻锤的主要结构 | 184 |
| 12.2.1 | 产品总体设计思路 | 184 |
| 12.2.2 | 机身 | 184 |
| 12.2.3 | 导轨 | 185 |
| 12.2.4 | 锤杆 | 185 |
| 12.2.5 | 下模 | 185 |
| 12.2.6 | 模座 | 185 |
| 12.2.7 | 顶料器 | 185 |
| 12.2.8 | 液压系统 | 186 |
| 12.2.9 | 电器系统 | 186 |
| 12.2.10 | 基础部分 | 187 |
| 12.3 | 数控全液压模锻锤关键技术 | 188 |
| 12.3.1 | 高压大流量伺服直驱式新型打击阀 | 188 |
| 12.3.2 | 数控全液压模锻锤的闭环控制 | 188 |
| 12.4 | 数控全液压模锻锤的发展趋势 | 189 |
| 12.4.1 | 重型化 | 189 |
| 12.4.2 | 生产线自动化与智能化 | 189 |
| 第 13 章 高端螺旋压力机 / 青岛青锻锻压机械有限公司 朱元胜 | | 192 |
| 13.1 | 螺旋压力机的工作原理、特点及主要应用领域 | 193 |
| 13.1.1 | 螺旋压力机的工作原理 | 193 |
| 13.1.2 | 螺旋压力机的特点 | 195 |
| 13.1.3 | 螺旋压力机的主要应用领域 | 196 |
| 13.2 | 螺旋压力机的主要结构 | 196 |
| 13.2.1 | 摩擦压力机 | 196 |
| 13.2.2 | 离合器式螺旋压力机 | 198 |
| 13.2.3 | 电动螺旋压力机 | 201 |
| 13.3 | 今后主要研究与开发的内容 | 204 |
| 13.3.1 | 中大型螺杆的制造与润滑 | 204 |
| 13.3.2 | 适用于大中型电动螺旋压力机的电动机及其控制 | 204 |
| 13.3.3 | 大中型螺旋压力机高效节能的传动方式 | 205 |
| 13.4 | 螺旋压力机的发展趋势 | 206 |
| 13.4.1 | 重型化 | 207 |
| 13.4.2 | 智能化 | 208 |
| 13.4.3 | 数字伺服化 | 208 |
| 第 14 章 径向锻机 / 西安交通大学 赵升吨 李靖祥 张超 | | 209 |
| 14.1 | 径向锻机的工作原理、特点及主要应用领域 | 210 |
| 14.1.1 | 径向锻机的工作原理 | 210 |
| 14.1.2 | 径向锻造的特点 | 211 |

| | |
|---|------------|
| 14.1.3 径向锻机的主要应用领域 | 212 |
| 14.2 径向锻机的主要结构 | 213 |
| 14.2.1 液压驱动式径向锻机 | 214 |
| 14.2.2 机械驱动式径向锻机 | 216 |
| 14.2.3 液力混合驱动式径向锻机 | 219 |
| 14.2.4 普通压力机改造的径向锻机 | 220 |
| 14.3 今后主要研究与开发的内容 | 220 |
| 14.3.1 新型传动方式的研究 | 221 |
| 14.3.2 高速液压技术与径向锻机的结合 | 223 |
| 14.3.3 伺服直驱技术在径向锻机中的应用 | 223 |
| 14.3.4 新型传动零件的应用 | 225 |
| 14.3.5 径向锻造新工艺 | 225 |
| 14.4 本章小结 | 226 |
| 第15章 旋锻设备 / 西安交通大学 张琦 张大伟 | 227 |
| 15.1 旋锻设备的工作原理、特点及主要应用领域 | 228 |
| 15.1.1 旋锻设备的工作原理 | 228 |
| 15.1.2 旋锻工艺的特点 | 228 |
| 15.1.3 旋锻机的主要应用领域 | 228 |
| 15.2 旋锻设备的主要结构 | 229 |
| 15.2.1 旋锻机的组成 | 229 |
| 15.2.2 旋锻机机头的基本结构形式 | 229 |
| 15.2.3 典型旋锻机 | 231 |
| 15.3 旋锻成形的关键技术及其应用 | 233 |
| 15.3.1 塑性变形连接及管件的塑性变形连接 | 233 |
| 15.3.2 管坯内表面成形技术 | 236 |
| 15.3.3 基于能量控制的管件旋转锻造 | 239 |
| 15.4 旋锻设备的发展趋势与先进旋锻设备 | 244 |
| 15.4.1 旋锻设备的发展趋势 | 244 |
| 15.4.2 先进旋锻设备 | 244 |
| 第16章 径-轴向辗环机 / 济南铸造锻压机械研究所有限公司 单宝德 | 247 |
| 16.1 径-轴向辗环机的工作原理、特点及主要应用领域 | 248 |
| 16.1.1 径-轴向辗环机的工作原理 | 248 |
| 16.1.2 径-轴向辗环机的特点 | 248 |
| 16.1.3 径-轴向辗环机的主要应用领域 | 249 |
| 16.2 径-轴向辗环机的主要结构 | 249 |
| 16.2.1 主辊及驱动装置 | 249 |
| 16.2.2 主滑块装置 | 249 |
| 16.2.3 轴向轧制装置 | 251 |
| 16.2.4 测量装置 | 252 |
| 16.2.5 定心装置 | 252 |
| 16.3 今后主要研究与开发的内容 | 254 |

| | | |
|---|------------------------------|------------|
| 16.3.1 | 开发小规格径-轴向辗环机及自动上下料设备 | 254 |
| 16.3.2 | 研究辗环机的润滑和密封技术 | 254 |
| 16.3.3 | 深入进行辗环工艺理论研究 | 254 |
| 16.3.4 | 环件轧制自动化控制技术研究 | 255 |
| 16.3.5 | 研究异型截面环件的轧制技术 | 255 |
| 16.4 | 径-轴向辗环机的发展趋势 | 255 |
| 16.4.1 | 提高轴向轧制部分的能力 | 255 |
| 16.4.2 | 辗环车间的自动化 | 255 |
| 16.4.3 | 定心系统采用非刚性同步定心技术 | 255 |
| 第 17 章 大中型高性能旋压装备 / 西安航天动力机械厂 韩冬 杨延涛 | | 256 |
| 17.1 | 旋压技术简介 | 257 |
| 17.2 | 旋压技术发展现状及国内外差距分析 | 257 |
| 17.2.1 | 旋压技术发展现状 | 257 |
| 17.2.2 | 国内外旋压技术发展差距 | 258 |
| 17.3 | 旋压设备的分类及特点 | 259 |
| 17.3.1 | 旋压设备的一般特点 | 262 |
| 17.3.2 | 旋压机的结构 | 265 |
| 17.3.3 | 典型旋压机的结构介绍 | 266 |
| 17.4 | 旋压设备的发展趋势 | 277 |
| 17.4.1 | 自动化 | 277 |
| 17.4.2 | 智能化 | 277 |
| 17.4.3 | 专业化 | 278 |
| 17.4.4 | 大型化 | 278 |
| 17.5 | 本章小结 | 278 |
| 第 18 章 大中型卷板机 / | | |
| 首钢长钢锻压机械制造有限公司 邢伟荣 原加强 赵晓卫 | | 279 |
| 18.1 | 卷板机的工作原理、特点及主要应用领域 | 280 |
| 18.1.1 | 卷板机的工作原理 | 280 |
| 18.1.2 | 卷板机的主要特点 | 280 |
| 18.1.3 | 卷板机的主要应用领域 | 281 |
| 18.1.4 | 卷板机在国民经济、社会发展和科学发展中的作用 | 285 |
| 18.2 | 卷板机的主要结构 | 286 |
| 18.2.1 | 卷板机的分类 | 286 |
| 18.2.2 | 卷板机的结构形式 | 286 |
| 18.3 | 今后主要研究与开发的内容 | 293 |
| 18.4 | 发展中存在的问题及发展趋势 | 296 |
| 第 19 章 复杂型面轴类件滚轧成形工艺及设备 / | | |
| 西安交通大学 张大伟 赵升吨 | | 299 |
| 19.1 | 复杂型面轴类件滚轧成形工艺概述 | 300 |

| | | |
|---|----------------------------------|------------|
| 19.1.1 | 滚轧成形原理 | 300 |
| 19.1.2 | 工作特点 | 301 |
| 19.2 | 典型滚轧成形工艺及设备特点 | 301 |
| 19.2.1 | 平板模具滚轧成形 | 301 |
| 19.2.2 | 径向进给式滚轧成形 | 302 |
| 19.2.3 | 径向同步式滚轧成形 | 308 |
| 19.2.4 | 轴向进给式滚轧成形 | 311 |
| 19.2.5 | 滚打成形 | 314 |
| 19.3 | 本章小结 | 316 |
| | | |
| 第20章 汽车纵梁数控成套生产线技术 / | | |
| 济南铸造锻压机械研究所有限公司 赵加蓉 | | 317 |
| 20.1 | 汽车纵梁数控成套生产线的工作原理、特点及主要应用领域 | 318 |
| 20.1.1 | 工作原理 | 318 |
| 20.1.2 | 特点 | 318 |
| 20.1.3 | 主要应用领域 | 318 |
| 20.2 | 汽车纵梁数控成套生产线的主要结构 | 319 |
| 20.2.1 | 汽车纵梁数控辊弯成形生产线 | 319 |
| 20.2.2 | 汽车纵梁数控三面冲孔生产线 | 323 |
| 20.2.3 | 数控机器人等离子切割生产线 | 327 |
| 20.2.4 | 汽车纵梁数控折弯生产线 | 329 |
| 20.3 | 今后主要研究与开发的内容 | 331 |
| 20.3.1 | 对高强度钢、超高强度钢材料冲孔、折弯及成形的研究 | 331 |
| 20.3.2 | 变截面柔性辊弯成形技术的研究 | 331 |
| 20.4 | 汽车纵梁数控成套生产线的发展趋势 | 331 |
| | | |
| 第21章 多点成形设备及其成形工艺 / 吉林大学 付文智 | | 333 |
| 21.1 | 多点成形的工作原理、特点及主要应用领域 | 334 |
| 21.1.1 | 多点成形的概念 | 334 |
| 21.1.2 | 工作原理 | 335 |
| 21.1.3 | 多点成形的特点 | 337 |
| 21.1.4 | 多点成形机的规格 | 337 |
| 21.1.5 | 主要应用领域 | 337 |
| 21.1.6 | 国内外发展状况 | 340 |
| 21.2 | 多点成形设备的主要结构 | 341 |
| 21.2.1 | 设备的构成及分类 | 341 |
| 21.2.2 | 单柱式结构 | 342 |
| 21.2.3 | 三梁四柱式结构 | 343 |
| 21.2.4 | 整体框架式结构 | 344 |
| 21.2.5 | 四种典型多点成形压力机 | 344 |
| 21.3 | 今后主要研究与开发的内容 | 347 |
| 21.3.1 | 多点成形应用过程 | 347 |
| 21.3.2 | 多点成形缺陷分析 | 348 |

| | |
|---|------------|
| 21.3.3 多点成形实用技术 | 350 |
| 21.4 多点成形技术的发展趋势 | 354 |
| 第22章 精密下料技术与装备 / | |
| 西安交通大学 赵升吨 范淑琴 任芋见 董渊哲 | 356 |
| 22.1 传统下料的工艺及下料技术的国内外研究现状 | 357 |
| 22.1.1 传统下料的工艺特点及不足 | 357 |
| 22.1.2 棒管料下料技术的研究现状 | 357 |
| 22.2 低应力变频振动精密下料 | 364 |
| 22.2.1 低应力变频振动精密下料系统的工作原理 | 364 |
| 22.2.2 新型低应力变频振动精密下料系统的结构设计 | 366 |
| 22.3 管料偏心旋转加载低周疲劳精密下料 | 368 |
| 22.3.1 偏心旋转加载低周疲劳精密下料的工作原理 | 368 |
| 22.3.2 管料偏心旋转加载低周疲劳精密下料机 | 369 |
| 22.4 气动式弯曲疲劳下料工艺及设备 | 370 |
| 22.4.1 气动式弯曲疲劳下料装置的工作原理 | 370 |
| 22.4.2 气动式弯曲疲劳下料装置的组成 | 372 |
| 22.4.3 气动式弯曲疲劳下料装置的气动系统 | 372 |
| 22.5 径向锻冲疲劳下料工艺及设备 | 374 |
| 22.5.1 径向锻冲疲劳下料的工作原理 | 374 |
| 22.5.2 径向锻冲疲劳下料系统的设计开发 | 376 |
| 第23章 开卷线的现状与发展 / | |
| 济南铸造锻压机械研究所有限公司 徐济声 张波 | 378 |
| 23.1 开卷线的工作原理、特点及主要应用领域 | 379 |
| 23.1.1 开卷线的工作原理及特点 | 379 |
| 23.1.2 开卷线的主要应用领域 | 379 |
| 23.2 开卷线的种类 | 380 |
| 23.3 开卷线的现状 | 382 |
| 23.3.1 市场发展状况 | 382 |
| 23.3.2 开卷线企业当前存在的问题 | 382 |
| 23.4 开卷线的发展趋势与研发重点 | 383 |
| 23.4.1 剪板机 | 383 |
| 23.4.2 飞剪机 | 384 |
| 23.4.3 移动剪 | 385 |
| 23.4.4 矫平机 | 386 |
| 23.4.5 切边机 | 387 |
| 23.4.6 定尺送进装置 | 387 |
| 23.5 展望 | 388 |
| 第24章 锻造操作机 / 中国重型机械研究院股份公司 张营杰 | 389 |
| 24.1 概述 | 390 |

| | |
|----------------------|-----|
| 24.1.1 锻造操作机的基本动作及功能 | 390 |
| 24.1.2 锻造操作机的基本技术参数 | 391 |
| 24.1.3 锻造操作机的结构形式及规格 | 391 |
| 24.2 锻造操作机的结构与控制 | 395 |
| 24.2.1 锻造操作机的机械结构 | 395 |
| 24.2.2 锻造操作机的液压控制系统 | 398 |
| 24.2.3 锻造操作机的电气控制系统 | 401 |
| 24.2.4 锻造操作机的选用 | 402 |
| 24.2.5 先进的大型锻造操作机 | 403 |
| 24.3 全液压锻造操作机发展展望 | 405 |
| 参考文献 | 407 |

第1章 CHAPTER 1 绪论

西安交通大学 赵升吨