

21 世纪技工技能入门丛书

锻工技能 快速入门

ZISHIJIJIGONGJINEN CUMENCONGSHU



21 世纪技工技能入门丛书

锻工技能快速入门

编著 上海市职业指导培训中心

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

锻工技能快速入门/上海市职业指导培训中心编写.
—南京:江苏科学技术出版社,2010.6
(21世纪技工技能入门丛书)
ISBN 978-7-5345-7398-9

I. ①锻… II. ①上… III. ①锻工—基本知识 IV.
①TG31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 110799 号

锻工技能快速入门

编 著 上海市职业指导培训中心

责任编辑 孙广能

编辑助理 冯 青

责任校对 冯 青

责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路1号A楼,邮编:210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市湖南路1号A楼,邮编:210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京展望文化发展有限公司

印 刷 南通印刷总厂有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/32

印 张 8.125

字 数 220 000

版 次 2010年6月第1版

印 次 2010年6月第1次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-7398-9

定 价 18.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

前 言

进入 21 世纪后,随着新一轮经济增长周期的到来,经济发展将跨上一个新的平台。其中,以先进制造业为主的第二产业对我国国民经济的飞速发展起到非常重要的作用;制造业的迅速发展,为国民经济和社会发展作出了重要的贡献,成为我国经济腾飞的强劲引擎。根据联合国工业发展组织公布的《工业发展报告 2002/2003》,我国制造业增加值占世界制造业的 6.3%,位居美国、日本和德国之后,排名世界第 4 位。

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,经济发展对高质量技能型人才的需求不断扩大。然而,技能型人才短缺已是不争的事实,并日益严重,这已引起中央领导和社会各界广泛关注。

面对技能型人才短缺现象,政府及各职能部门快速作出反应,采取措施加大培养力度,鼓励各种社会力量倾力投入技能型人才培养领域。同时,社会上掀起尊重技能型人才的热潮,营造出一个有利于技能型人才培养与成长的轻松、和谐的社会环境。

为认真贯彻党的十六届五中全会精神和《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,江苏科学技术出版社特邀上海市职业指导培训中心的有关专家组织编写了“21 世纪技工技能入门”系列丛书。

本套丛书的编写以企业对人才需求为导向,以岗位职业技能要求为标准,以与企业无缝接轨为原则,以企业技术发展方向为依据,以知识单元体系为模块,结合职业教育和技能培训实际

情况,注重学员职业能力的培养,体现内容的科学性和前瞻性。

《锻工技能快速入门》一书是根据《锻工国家职业标准》的初、中级技术工人等级标准及职业技能鉴定规范编写的。本书系统地介绍了锻造基础知识、坯料的加热处理、自由锻、模锻、冷锻等内容,并通过实例提供详细的锻工工艺和加工方法,以加深理解,达到事半功倍的效果。

本书可作为高职、高专、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院实训教材,也可作为从事锻造加工的技术人员和操作人员的培训教材,还可以供其他有关技术人员参考。

因编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

丛书委员会
2010年5月

目 录

第一单元 锻造基础知识	1
课题一 锻造概述	1
课题二 金属塑性变形	11
课题三 黑色金属	15
课题四 有色金属	38
第二单元 坯料的加热处理	55
课题一 锻件常用热处理工艺	55
课题二 金属锻造温度的确定	66
课题三 金属的加热规范	71
课题四 金属的少氧化及无氧化加热	84
第三单元 自由锻	90
课题一 概述	90
课题二 自由锻工序	93
课题三 自由锻工艺过程	111
课题四 自由锻件结构设计	123
第四单元 模锻	127
课题一 概述	127
课题二 锻件图设计	131
课题三 锤用模锻	160
课题四 其他模锻	189
第五单元 模锻的后续工序	193
课题一 切边与冲孔	193



课题二	校正和精压	202
课题三	表面清理	208
课题四	锻件品质检验	212
第六单元	冷锻	219
课题一	概述	219
课题二	冷锻用原材料与制坯	222
课题三	毛坯的表面处理及润滑	228
课题四	冷锻工艺	236
课题五	温挤压技术	251
参考文献		254

第一单元 锻造基础知识

课题一 锻 造 概 述

一、锻造加工的应用

通常生产机械零件毛坯的方法有三种：用铸造方法生产；直接用一定规格的轧制（挤压）棒材或型材；用锻造方法生产。

锻造（亦称锻压）是机械领域内生产零件或坯料的金属压力成形方法。锻造是用锻锤或压力机在热态或冷态下对金属锻打或加压使金属发生塑性变形，从而获得所需毛坯形状的过程。锻造不仅可以得到一定形状和尺寸的锻件，同时可以提高金属的内在性能。经过塑性变形制成的车轴、车轮和曲轴等锻件，内部变得密实、均匀，不仅强度高，而且有韧性，不易断裂。

二、锻造加工的特点

1. 零件的高质量

金属在塑性成形过程中，其内部组织得到改善，金属连续性好，具有优良的力学性能，这是其他加工方法难以实现的。

2. 较高的生产率

生产效率高，适用于大量生产。例如，在双动拉深压力机上，成形一个汽车覆盖件仅需几秒钟；在 $12\,000 \times 10\text{ kN}$ 热模锻压力机上锻造一根汽车发动机的六拐曲轴仅需 40 s；在弧形板行星搓螺纹机上加工 M5 螺钉，生产率高达 12 000 件/min，可相当于 18 台自动车床的总生产率。

3. 减少金属材料的加工损耗

锻造加工的塑性成形是通过材料的形状改变和体积转移来实现



的。使用精密锻造压力加工,可使锻压件的尺寸精度和光洁程度接近成品,可以不产生切屑,材料利用率高,节约大量的金属材料。例如,精密模锻的伞齿轮,其齿形部分可不经切削加工而直接使用;精锻叶片的复杂曲面可达到只需磨削的精度。

4. 适用范围广

能加工各种形状及大小的零件。从形状简单的螺钉到形状复杂的曲轴,从质量不到 1 g 的表针到重达数百吨的大轴都可锻造。

由于锻造加工具有上述特点,因此在冶金、有色金属加工、汽车、拖拉机、宇航、船舶、军工、仪器仪表、电器和日用五金等工业部门中得到了越来越广泛的应用。例如,发电设备中主轴、转子、叶轮、护环等重要零件均是由锻件制成的。飞机上锻件的质量占 85%,坦克上锻件的质量占 70%,汽车上锻件的质量占 80%,机车上锻件的质量占 60%,兵器上大部分零件都是经锻造制成的。

三、锻压设备

锻压设备分类方法很多,这里按一般手册和机械产品目录列出的顺序摘录如下,供读者查阅参考。

锻压设备分类见表 1-1。

锻压机械分类见表 1-2。

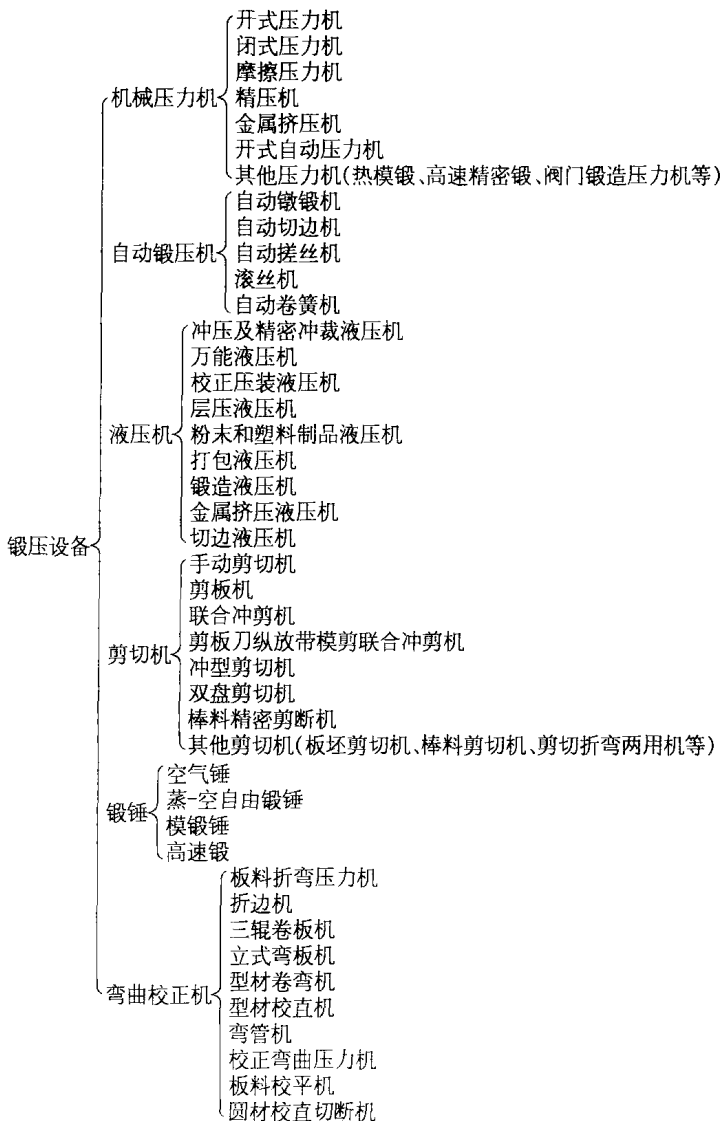
重型锻压设备分类见表 1-3。

四、锻造的方法及其适用范围

锻造是利用金属的塑性变形,使坯料在工具的冲击力或静压力作用下成为具有一定形状和尺寸的工件(锻件),同时使其性能和组织符合一定技术要求的一种压力加工方法。按成形方法不同,分为手工锻造、自由锻造、胎模锻造、模型锻造和特种锻造。按锻造温度不同,又有热锻、温锻和冷锻之分。

锻压的方法及其适用范围见表 1-4。

表 1-1 锻压设备分类



注：本表参考《锻压设备选用手册》(机械工业出版社,1991)。

表 1-2 锻压机械分类

锻压机械	机械压力机	手动及台式压力机(104 系列台式压力机)
		单柱压力机(开式单柱固定台压力机)
		开式压力机(开式双柱可倾压力机、开式双柱固定台压力机)
		闭式压力机(闭式单点、闭式双点、四点单动压力机;闭式单点、闭式双点、四点双动压力机;闭式切边压力机等)
		拉深压力机
	液压机	螺旋压力机
		压制压力机
		板料自动压力机
		精压挤压压力机
		其他压力机(自动切边机、四点单动多连杆压力机、数控步进冲压机等)
	自动锻压机	手动液压机
		冲压拉深液压机
		一般用途液压机
		校正压装液压机
		层压液压机
锻机	锻锤	挤压液压机
		压制液压机
		打包压块液压机
		其他液压机(8 MN 快速锻造液压机、8.9 MN 快锻液压机组、弯头挤压液压机等)
		自动锻压机
	其他锻机	自动搓丝机
		多工位自动锻压机
		自动制弹簧机
		其他自动机(多工位螺栓联合机等)
		辊锻、横轧机
剪切机	锻锤	碾环机
		径向锻机
		其他锻机(液压力头)
		电液自由锻锤
		空气锤
	其他锻机	液压、电液模锻锤
		板料直线剪切机
		板料曲线剪切机
		联合冲剪机
		型材、棒料剪断机
弯曲校正机	其他锻机	其他剪切机(数控火焰切割机、精细等离子切割机、板条切割机等)
		板料弯曲机
		型材弯曲机
		板料校平机
		板料折压机
	其他锻机	旋压机

表 1-3 重型锻压设备分类

重型锻压设备	机械压力机	板料冲压压力机
		模锻压力机
		平锻机
		切边压力机
		棒料剪切机
		精压压力机
	液压机	螺旋压力机
		自由锻造液压机
		曲轴成形液压机
		多工位锻造液压机
		模锻液压机
		预锻整形液压机
		金属挤压液压机
		冲孔拔伸液压机
		穿孔液压机
		厚板冲压液压机
		薄板冲压液压机
		精密冲裁液压机
		校正液压机
		剪切液压机
		其他拉伸液压机
		粉末冶金液压机
		非金属制品液压机
		打包液压机
		压装研配液压机
		通用液压机
	其他液压机(10 MN 液压压筋机、1 600 kN 液压缩口机等)	
	锻锤	自由锻锤
		模锻锤
高速锤		
旋转成形机	辊锻机	
	碾扩机	
	楔横轧机(加工各种台阶轴类和带旋转表面的工件,如汽车、拖拉机、摩托车的各种台阶轴、球头销、精锻件制坯等)	
	旋压机	
	轴式卷板机	
	锯式板材矫正机	

(续表)

重型 锻压 设备	特殊成形机	冷等静压成形机 静液压胀形机
	辅机	锻造操作机 锻造机械手
	成套自动化 生产线	体积成形成套自动化生产线(KP12500 模锻压力机曲轴前梁锻造自动线, 20 万只/a 气瓶冲拔生产线)
		板料成形成套自动化生产线(开卷、落料、堆垛自动线)
		铝型材挤压机成套生产线(5.5 MN、8 MN、16 MN、20 MN 铝型材挤压机生产线)
	铜材水封挤压机成套生产线(5 MN、8 MN、12.5 MN、16 MN、20 MN、25 MN、30 MN 铜材水封挤压机生产线)	
	液压机用液压件	高水基液泵、油泵 高水基液阀

表 1-4 锻压的方法及其适用范围

加工方法	使用设备	特点及适用范围	生产率	设备费用	锻件精度及表面粗糙度	模具质量要求	模具寿命	机械化及自动化	劳动条件	对环境的影响
自由锻	手工锻	单件、小批		很低					差	
	3 t 以下自由锻锤	单件、小批, 小型锻件	中	低	低			较难	差	振动噪声
	3 t 以上自由锻锤	单件、小批, 中型锻件	中	中	低			较难	差	振动噪声
	1250 t 以下自由锻水压机	单件、小批, 中型锻件	中	高	低			较易	较好	
	1250~12000 t 自由锻水压机	单件、小批, 大型锻件		很高	低			较易	较好	

(续表)

加工方法	使用设备	特点及适用范围	生产率	设备费用	锻件精度及表面粗糙度	模具质量要求	模具寿命	机械化及自动化	劳动条件	对环境的影响
胎模锻	利用自由锻锤及水压机	中小批, 中小型锻件。用胎模成形, 提高锻件质量和设备的生产效率	较高	低、中	中	低	低	较难	差	
模锻	有砧座模锻锤	大批量, 中小型模锻件。可在一台设备上拔长、聚料、预锻、终锻	高	中	中	高	中	较难	差	振动噪声
	无砧座模锻锤	大、中批, 中小型模锻件。单模膛模锻	高	较低	中	高	中	较难	较差	噪声
	热模锻压力机	大、中批, 中小型模锻件。大批量时需配备制坯设备; 亦可用于精密模锻	很高	高	较高	较高	较高	易	好	
	平锻机	大批大量, 适用于法兰轴、带孔模锻件。多模膛模锻	高	高	较高	高	较高	易(水平分模)	较好	

(续表)

加工方法	使用设备	特点及适用范围	生产率	设备费用	锻件精度及表面粗糙度	模具质量要求	模具寿命	机械化及自动化	劳动条件	对环境的影响
模 锻	螺旋压力机	大、中批, 中小型模锻件。一般是单模膛模锻; 可进行精密模锻; 大型精密模锻件用液压螺旋压力机	较高	较高	高	高	中	较易	好	
	高速锤	中、小批, 变形速率高; 单模膛模锻; 用于锻制低塑性合金锻件和薄壁高筋复杂模锻件	中	中	高	高	较低	较难		噪声
	多向模锻水压机	大批。可锻制不同方向具有多孔腔的复杂模锻件	中	高	高	高	高	易		
	模锻水压机	小批。锻制大型非铁合金模锻件	中	很高	高	高	高			
精锻轴	精密锻轴机	大批。锻制空心 and 实心阶梯轴	中	高	高	高	中	较易		

(续表)

加工方法	使用设备	特点及适用范围	生产率	设备费用	锻件精度及表面粗糙度	模具质量要求	模具寿命	机械化及自动化	劳动条件	对环境的影响
挤	冷挤压力机	大批大量。钢及非铁合金小型零件	高	高	高	高		较易	好	
	机械压力机 螺旋压力机 液压机	大批大量。挤压不锈钢、轴承钢零件以及非铁合金的坯料	高	高	较高	高		较易	好	
锻	多工位冷锻机	大批大量。生产标准件	很高	高	高	高		易	好	
	多工位热锻机	大批大量。生产轴承环、齿轮等	很高	高	较高	高		易	好	
	电热锻机	大批大量。生产大头细杆锻件	很高	中	中	中		易	好	
轧	纵二辊或三辊轧机	成批大量。可改制坯料,轧等截面或周期截面坯料。冷轧或热轧	高		中			易		
锻	辊锻机	大批大量。辊锻连杆、扳手、叶片等。亦可用于模锻前制坯	高	中	中	高	高	易	好	



(续表)

加工方法	使用设备	特点及适用范围	生产率	设备费用	锻件精度及表面粗糙度	模具质量要求	模具寿命	机械化及自动化	劳动条件	对环境的影响
轧 锻 锻	平 板 式、 辊 式、行星 式 楔 形 横 轧 机	大批大量。 可轧锻圆形 变截面零件， 如带台阶、锥 面或球面的 轴类件以及 双 联 齿 轮 坯等	高	高	高	高	高	易	好	
	二 辊 或 三 辊 斜 轧 机	大批大量。 生产钢球、丝 杠等	高	高	高	高	高	易	好	
	三 辊 仿 形 斜 轧 机	大批大量。 生产实心或 空心台阶轴、 纺锭杆等	高	高	高	中	高	易	好	
	扩孔机	大批大量。 生产大、小环 形锻件	高	高	高	中	高	易	好	
	齿 轮 轧 机	大批大量。 热轧后冷轧， 可大大提高 精度	高	高		高		易	好	
	摆 动 碾 压 机	中、小批生 产盘类、轴对 称类锻件。 要求配备制 坯设备。可 热碾、温碾和 冷碾	中	高	高	高	中	较易	好	