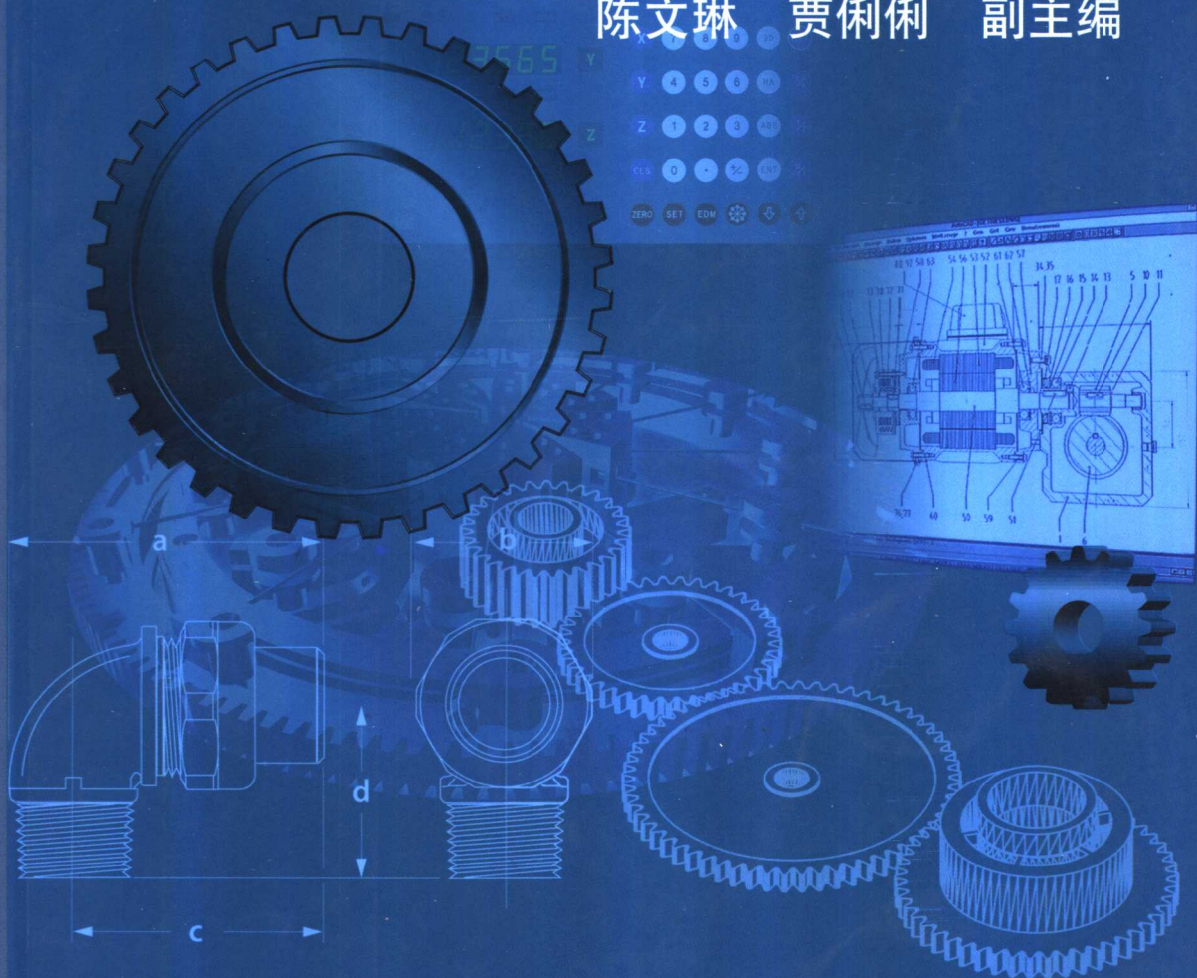


普通高等教育机电类规划教材

塑性成形工艺 与模具设计

高锦张 主 编
陈文琳 贾俐俐 副主编



机械工业出版社
China Machine Press

普通高等教育机电类规划教材

塑性成形工艺与模具设计

主 编 高锦张
副主编 陈文琳 贾俐俐
参 编 袁国定 柯旭贵
主 审 吴公明



机械工业出版社

本书系统地介绍金属塑性成形中的冲压工艺、热锻工艺和冷锻工艺的成形方法及模具设计,分别叙述各类塑性成形工艺的特点、工序分类、工艺方案的制订、工艺力的计算、模具设计及设备的选用。并介绍了氮气弹簧技术在冲压工艺与模具设计中的应用。

本书可作为高等学校机械类、材料工程类专业本科及专科教材,也可供从事金属塑性成形生产和科研工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

塑性成形工艺与模具设计/高锦张主编 —北京:机械工业出版社,2001.8
普通高等教育机电类规划教材
ISBN 7-111 02706-X

I. 塑… II. 高… III. ①塑料成型工艺 高等学校教材
②塑料模具-设计-高等学校教材, N TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第045300号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:王霄飞 版式设计:霍永明 责任校对:吴美英
张绪江

封面设计:姚毅 责任印制:郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001年8月第1版·第1次印刷

1000mm×1400mmB5·14 25印张·556千字

0 001—5 000册

定价 29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677 2527

前 言

本教材为普通高等教育机电类规划教材,是根据1998年国家教育部颁布的本科专业目录和高等教育教学改革及教材建设的需要,为适应材料成形与控制工程专业和引导性机械工程及自动化专业、材料科学与工程专业对金属塑性加工课程的教学要求而编写的。

《塑性成形工艺与模具设计》教材将金属塑性成形的各类工艺包括冲压工艺与模具设计、热锻工艺与模具设计、冷锻工艺与模具设计及塑性成形设备等多门塑性成形工程方面的专业课程,整合成一门金属塑性加工的综合工艺课程,便于在新专业目录的培养计划中,有系统、有重点地介绍金属塑性成形的各类工艺及模具设计的基本知识。在编写过程中,注重概念、突出工艺分类、强调模具结构。内容处理注意宽、精、新的结合,注重工艺理论与模具设计的紧密联系。

本书按照金属塑性成形的二次塑性加工分类法,按板料成形、热体积成形、冷体积成形将内容分为三篇。第一篇介绍板料成形即冲压工艺与模具设计,全篇内容分为八章。第一章介绍冲压工艺的特点、分类、发展方向、冲压用材料及设备;第二、三、四章分别重点介绍冲裁、弯曲、拉深的工艺设计与模具设计;第五章到第七章介绍其它板料成形工艺与模具设计、多工位级进模设计及简易冲模设计;第八章着重介绍新兴的氮气弹簧技术在冲压工艺与模具设计中的应用。第二篇分六章介绍热体积成形即热锻工艺与模具设计,第九章介绍热锻工艺的特点、坯料的准备、加热规范与方法、热锻的温度范围及常见缺陷;第十、十一章重点介绍自由锻造工艺和锤上模锻工艺及模具设计;第十二、十三章介绍其它压力机模锻工艺及模具设计以及模锻件的后续处理工序;第十四章简要介绍各类特种模锻工艺。第三篇分六章介绍冷体积成形即冷锻工艺与模具设计,第十五章介绍冷锻的概念、特点及发展方向,第十六章介绍冷锻工艺的基本工序,第十七到第二十章分别介绍冷锻用原材料与制坯、冷锻力与压力机的选用、冷锻工艺过程设计、冷锻模具的结构设计,其中重点讲述冷挤压的工艺制订与模具设计。

绪论、第一章、第二章中的第一至八节、第八、十五、十六、十七、十八章由东南大学高锦张编写。第九、十、十一、十二、十三、十四章由合肥工业大学陈文琳编写;第二章的第九、十、十一节、第三、四、二十章由南京工程学院贾俐俐编写;第五章由江苏理工大学的袁国定编写;第六、七、十九章由安徽机电学院柯旭贵编写。本教材由高锦张主编,陈文琳、贾俐俐任副主编,上海交通大学吴公明教授主审。

本书在编写过程中，得到了上海交通大学吴公明教授、合肥工业大学洪深泽教授、北京农业大学郑智受教授的悉心指导和帮助，在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限，不当之处敬请读者提出宝贵意见。

编者

2001 年 8 月

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第一篇 冲压工艺与模具设计	7
---------------------	---

第一章 冲压工艺概述	7
------------------	---

第一节 冲压工艺特点	7
------------------	---

第二节 冲压工艺分类	8
------------------	---

第三节 冲压技术的发展	11
-------------------	----

第四节 冲压工艺用材料	13
-------------------	----

第五节 冲压设备	18
----------------	----

第二章 冲裁工艺与模具设计	24
---------------------	----

第一节 冲裁工艺分析	24
------------------	----

第二节 冲裁件质量及影响因素	26
----------------------	----

第三节 冲裁模间隙	30
-----------------	----

第四节 凸、凹模刃口尺寸的计算	34
-----------------------	----

第五节 排样	39
--------------	----

第六节 冲裁工艺力的确定	45
--------------------	----

第七节 冲裁工艺设计	48
------------------	----

第八节 冲裁模的基本类型与构造	53
-----------------------	----

第九节 冲模主要零件的设计及标准的选用	59
---------------------------	----

第十节 冲裁模结构设计	76
-------------------	----

第十一节 精密冲裁工艺与模具设计	78
------------------------	----

第三章 弯曲工艺与模具设计	85
---------------------	----

第一节 弯曲变形分析	85
------------------	----

第二节 宽板弯曲时的主应力值和应力中性层的位置	90
-------------------------------	----

第三节 弯曲件应变中性层的位置及弯曲毛坯长度的计算	93
---------------------------------	----

第四节 最小相对弯曲半径	95
--------------------	----

第五节 弯曲力与力矩的计算	98
---------------------	----

第六节 弯曲回弹	100
----------------	-----

第七节 弯曲件的工艺性	105
-------------------	-----

第八节 弯曲件的工序安排及模具设计	107
-------------------------	-----

第九节 弯曲模工作部分尺寸的确定	113
------------------------	-----

第四章 拉深工艺与模具设计	116
第一节 拉深变形过程分析	116
第二节 直壁旋转体零件拉深工艺设计	126
第三节 非直壁旋转体零件拉深成形特点	142
第四节 盒形件的拉深	146
第五节 拉深工艺设计	152
第六节 拉深模具设计	160
第七节 其它拉深方法	168
第五章 其它成形工艺与模具设计	173
第一节 翻边	173
第二节 缩口	182
第三节 旋压	184
第四节 胀形	187
第五节 大型覆盖件的成形	194
第六章 多工位级进模设计	200
第一节 概述	200
第二节 多工位级进模结构	200
第三节 多工位级进模的总体设计要点	209
第七章 简易冲模设计	216
第一节 聚氨酯橡胶模	216
第二节 铋-锡低熔点合金模	220
第三节 锌基合金模	222
第四节 通用冲模与组合冲模	224
第五节 钢带冲模	226
第八章 氮气弹簧在冲压模具中的应用	229
第一节 氮气弹簧的作用与发展概况	229
第二节 氮气弹簧的设计原理与特性	231
第三节 氮气弹簧的结构与分析	235
第四节 氮气弹簧在冲压工艺和模具中的应用	241
第二篇 热锻工艺与模锻设计	247
第九章 热锻工艺概述	247
第一节 热锻工艺特点	247
第二节 热锻原材料及下料方法	250
第三节 锻前加热的目的及方法	251
第四节 热锻温度范围的确定	253
第五节 钢在加热中的常见缺陷与加热规范的制订	254
第六节 少无氧化加热	259

第七节 热锻设备	261
第十章 自由锻造工艺	263
第一节 自由锻工序分类	263
第二节 自由锻基本工序分析	264
第三节 自由锻工艺规程制订	276
第四节 胎模锻造简介	284
第十一章 锤上模锻工艺及模具设计	287
第一节 模锻件的分类	287
第二节 模锻件图的制订	288
第三节 终锻型腔的设计	291
第四节 预锻型腔的设计	295
第五节 其它型腔设计	303
第六节 毛坯体积计算与尺寸确定	309
第七节 锻锤吨位的确定	310
第八节 锻模的结构设计与锻模材料	310
第十二章 其它压力机模锻	317
第一节 热模锻压力机模锻工艺及模具设计	317
第二节 摩擦压力机模锻工艺及模具设计	325
第三节 平锻机上模锻工艺及模具设计	327
第十三章 模锻件的后续工序	330
第一节 锻件的切边和冲孔	330
第二节 锻件的校正	334
第三节 锻件的冷却与热处理	334
第四节 锻件的清理与检验	336
第五节 模具的检验、维修与使用寿命	337
第六节 模锻件缺陷及修正方法	338
第七节 模锻工艺规程的编制	340
第十四章 特种模锻	342
第一节 精密模锻	342
第二节 辗锻	345
第三节 环形件辗压	348
第四节 斜轧和横轧	350
第五节 径向锻造	351
第六节 多向模锻	352
第七节 粉末锻造	354
第八节 电热锻	356
第九节 摆动辗压	357
第十节 液态模锻	358

第三篇 冷锻工艺与模具设计	359
第十五章 冷锻工艺概述	359
第一节 冷锻的定义	359
第二节 冷锻的特点	360
第三节 冷锻的发展	361
第十六章 冷锻工艺的基本工序	363
第一节 墩锻	363
第二节 型锻与压印	366
第三节 挤压	368
第四节 模锻	376
第十七章 冷锻用原材料与制坯	379
第一节 冷锻件用原材料	379
第二节 冷锻坯料的制备	382
第三节 冷锻毛坯的软化和表面处理与润滑	383
第十八章 冷锻力的计算与压力机的选择	387
第一节 冷锻力的影响因素	387
第二节 冷锻力的计算	390
第三节 冷锻设备的选择	403
第十九章 冷锻工艺过程的设计	406
第一节 适合于冷锻成形的零件	406
第二节 冷锻工艺方案的制订	409
第三节 不同冷锻工序的一次成形范围	410
第四节 中间工序设计要点	415
第五节 冷锻工序设计举例	418
第二十章 冷锻模具设计	421
第一节 冷锻模的一般结构及特点	421
第二节 典型冷锻模介绍	423
第三节 模具工作零件的设计	429
第四节 预应力组合凹模的设计	435
第五节 卸件与顶出装置	438
第六节 导向装置	441
第七节 凸、凹模的紧固方法	443
第八节 压力垫板的设计	444
第九节 冷锻用模具材料及选用	445
参考文献	447

绪 论

塑性成形是金属加工的方法之一。它是指金属材料在一定的外力作用下，利用金属的塑性而使其成形为具有一定的形状及一定的力学性能的加工方法，也称塑性加工或压力加工。

一、塑性成形工艺的特点及应用

塑性成形工艺与金属切削加工、铸造、焊接等加工工艺相比，具有以下几个方面的特点：

1. 材料利用率高 金属塑性成形主要是依靠金属在塑性状态下的形状变化和体积转移来实现的，不产生切屑，材料利用率高，可以节约大量的金属材料。

2. 力学性能好 金属塑性成形过程中，金属的内部组织得到改善，制件性能好。

3. 尺寸精度高 金属塑性成形的很多工艺方法已经达到少、无切削加工的要求，如齿轮精锻、冷挤压花键工艺，其齿形精度高，可直接使用；精锻叶片的复杂曲面可达到只需磨削的程度。

4. 生产效率高 金属塑性成形工艺适合于大批量生产，随着塑性成形工、模具改进及设备机械化、自动化程度的提高，生产效率得到大幅度提高。如高速冲床的行程次数已经达到 1500~1800 次/min；在热模锻压力机上锻造一根汽车发动机用的六拐曲轴只需 40s；在双动拉深压力机上成形一个汽车覆盖件仅需几秒钟。

由于金属塑性成形工艺所具有的这些特点，使之在冶金、机械、航空、航天、船舶、军工、仪器、仪表、电器和日用五金等工业领域得到广泛应用，在国民经济中占有十分重要的地位。

二、塑性成形工艺的分类

金属塑性成形的种类很多，分类方法也很多。这里介绍按被加工对象性质进行的分类方法。

根据加工对象的属性可将塑性成形分成两大类：一是生产原材料为主的加工，称为一次塑性加工；二是生产零件及其毛坯的加工称为二次塑性加工。

按照塑性成形毛坯的特点，通常又将塑性成形分为体积成形（块料成形）和板料成形两大类，每类又包括多种加工方法，形成各自的工艺领域。

（一）一次塑性加工

一次塑性加工可以分为轧制、挤压、拉拔等工艺，是冶金工业中生产型材、板

材、线材、管材等的加工方法。在成形过程中，变形区的形状不随变形的进行而变化，属于稳定变形过程，适合于连续大批量的生产。

1. 轧制 轧制是使金属坯料在两个旋转轧辊间的特定空间内产生塑性变形，以获得一定截面形状材料的塑性成形方法。这是由大截面坯料变为小截面材料常用的加工方法。轧制可分纵轧（图 0-1a）、横轧和斜轧。利用轧制方法可生产出型材、板材和管材。

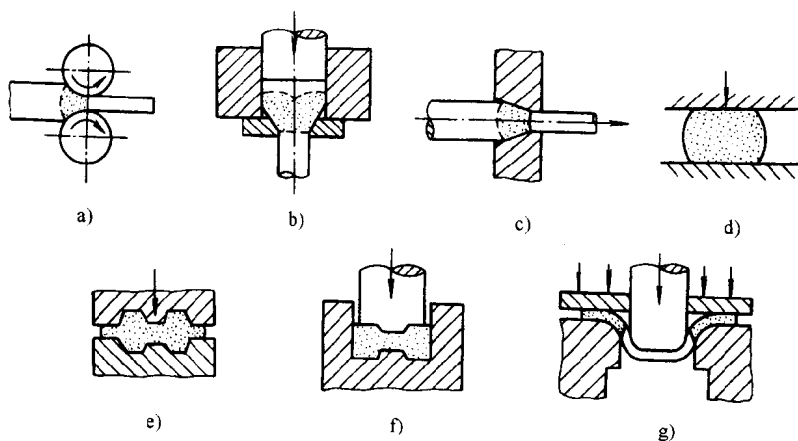


图 0-1 金属塑性成形方法的种类

a) 轧制（纵轧） b) 挤压（正挤压） c) 拉拔 d) 自由锻（锻粗）
e) 开式模锻 f) 闭式模锻 g) 冲压（拉深）

2. 挤压 挤压是在大截面坯料的后端施加一定的压力，使金属坯料通过一定形状和尺寸的模孔使其产生塑性变形，以获得符合模孔截面形状的小截面坯料或零件的塑性成形方法。挤压又分正挤压（图 0-1b）、反挤压和复合挤压等。一次塑性加工的挤压主要用来生产型材、管材等，其中铝型材的挤压近一、二十年以来得到迅速发展。

3. 拉拔 拉拔是在金属坯料的前端施加一定的拉力，将金属坯料通过一定形状、尺寸的模孔使其产生塑性变形，以获得与模孔形状、尺寸相同的小截面材料的塑性成形方法（图 0-1c）。用拉拔方法可以获得各种截面的棒材、管材和线材。

（二）二次塑性加工

塑性成形的二次塑性加工是机械制造工业领域内生产零件或坯料的加工方法。二次塑性加工时，除大型锻件采用铸锭为原材料直接锻打成锻件外，一般都是以一次塑性加工获得的线、棒、管、板、型材为原材料进行再次塑性成形。它包括板料成形和体积成形两个部分。

1. 板料成形 板料成形又称为冲压,这种成形方法多在常温下进行,所以又叫冷冲压或板料冲压。按其变形性质又可以进一步分为分离工序和成形工序。

分离工序是利用冲模在压力机外力的作用下,使板料分离出一定的形状和尺寸的工件的冲压工序。它包括落料、冲孔、切断、切边、剖切等工序;

成形工序是利用冲模在压机外力的作用下,使板料产生塑性变形而得到要求的形状和尺寸的工件的冲压工序。包括弯曲、拉深(图 0-1g)、翻边、胀形、扩口、缩口、旋压等工序。

2. 体积成形 二次塑性加工的体积成形是利用锻压设备及工、模具,对金属坯料(块料)进行体积重新分配的塑性变形,得到所需形状、尺寸及性能的制件。它主要包括锻造、挤压两大类。前者在成形过程中,变形区的形状随变形的进行而发生改变,属于非稳定塑性变形;后者在变形的大部分阶段变形区的形状不随变形的进行而改变,属于稳定塑性变形。

锻造 锻造通常分为自由锻造和模锻。自由锻(图 0-1d)一般是在锻锤或水压机上,利用简单的工具将金属锭或块料锻成所需形状和尺寸的加工方法。自由锻时不使用专用模具,因而锻件的尺寸精度低,生产率也不高,主要用于单件、小批量生产、大锻件生产或冶金厂的开坯。模锻是在模锻锤或热模锻压力机上利用模具来成形,又可以细分为开式模锻(图 0-1e)和闭式模锻(图 0-1f)。由于金属的成形受模具控制,因此模锻件有相当精确的外形和尺寸,生产率也较高,适合于大批量生产。

挤压 二次塑性加工的挤压主要用于挤压件的生产。因为挤压是在很强的三向压应力状态下的成形过程,因而允许采用很大的变形量,更适于低塑性材料成形。常温下的挤压叫冷挤压,冷挤压工艺具有优质(精度高、强度高)、高效、节材的优点,中、小型零件的冷挤压加工应用越来越广泛。

随着生产技术的发展,上述基本加工变形方式互相渗透,而产生新的组合加工变形方式。如锻造和纵轧组合的辊锻工艺,可生产各种变断面零件(如连杆等);锻造和横轧组合的楔横轧工艺,可生产各种阶梯轴和锥形轴;锻造扩孔和横轧组合的辗环工艺,可生产各种环形件(如轴承环、火车轮箍、齿轮环等);冲压和轧制组合的旋压工艺,可生产各种薄壁空心回转体零件;弯曲和轧制组合的辊弯工艺,可生产各种断面的冷弯型材及焊管等。

以上说明,各种加工变形方式的互相渗透和适当组合,可开发出高效率的、新的塑性成形工艺方法。此外,随着技术的发展,也不断形成新的塑性加工方法,例如连铸连轧、液态模锻、等温锻造和超塑性成形等。所有这些都进一步扩大了塑性成形的应用范围。

塑性加工中的体积成形按成形时工件的温度还可以分为热锻、冷锻和温锻三类;见表 0-1 体积成形按温度分类。

表 0-1 体积成形按温度分类

名 称	特 点	举 例
热 锻	终锻温度高于再结晶温度的成形	自由锻、模锻、热挤压
冷 锻	一般指在室温下的成形	冷挤压、冷镦锻
温 锻	一般指在室温以上再结晶温度以下的成形	温挤压、温镦锻

三、塑性成形工艺的发展趋势

塑性成形工艺沿着制件优质化、柔性化、工艺省力化，并不断改善劳动环境及广泛应用计算机等方面发展。

(一) 制件优质化

它体现在两个方面，一是毛坯的尺寸精化，二是生产高性能材料的制件。为了实现锻件精化，需相应地发展精密剪切、精密制坯、少无氧化加热等技术，并提高压力机的刚度及改善模具的结构等。也可以采用温锻成形，然后在工件尺寸精度要求高的部位采用冷整形工艺的有效措施。与此同时，为了提高锻件的性能和满足特殊要求，对一些新材料，特别是塑性差的特种材料的锻造是今后研究的方向之一。

(二) 生产柔性化

其目的是适应品种多变的需要。这就要求换样时间短，设备能做尽可能多的运动方式(多滑块多向滑动)；操作系统尽可能采用CNC及PNC(示教再现式)控制。与此同时，应尽量采用“柔性”高的生产工艺，尽量采用少模、小模、无模成形工艺，像带自动换工具系统的自动自由锻造机，多向锻造机，环形件辗压工艺等都是些重要的发展方向。

(三) 工艺省力化

变形力大是体积成形的一大缺点，这不仅相应地增加设备重量，也增大了初投资。近年来，回转成形工艺(辊锻、摆辗、楔横轧、径向锻造等等)得到了很大发展，这是由于回转成形是以连续局部成形代替整体同时成形，因而变形力大幅度下降。

(四) 改善劳动环境

锻造噪声大、震动大已成为公害，如何减震降噪已成为日益突出的问题。与此同时，为了减轻劳动强度，应逐步实现机械化，并尽量减少烟尘。

(五) 设计技术的发展及计算机技术的应用

计算机不仅已用于设备的控制和成形过程的仿真，CAD/CAM/CAE已经在逐步实施，专家系统也在完善，计算机的应用必将日益广泛。

在现代工业生产中，由于产品的更新换代日趋频繁，已朝着复杂化、多样化、高性能、高质量方向发展，因此各工业部门对生产技术的发展也提出了愈来愈高的要求。塑性成形工艺设计作为生产前的技术准备，其设计方法和手段也在不断

地更新和发展。尤其是近些年来计算机在设计领域内有了较广泛的应用,已涉及到工艺设计,也涉及到模具设计与制造,因此可以预言,它在不久的将来会取得较为迅速的进展。总之,塑性成形设计技术的发展,可概括为以下几个方面。

1. 工艺设计技术的现代化 传统的工艺设计方法主要是依靠设计人员的经验、技能和可供查阅的现有设计资料,针对具体的零件,从工艺分析、计算入手,到分析、比较和确定工艺方案及有关工艺参数,表现为人工的大量复杂而重复性的劳动过程,使设计周期延长,难以满足产品快速更新换代的要求。随着计算机技术的飞跃发展和塑性成形理论的进一步完善,近年来国内外已开始研究塑性成形过程的计算机模拟技术,即利用有限元等理论分析方法模拟金属的成形过程,以预测某一工艺方案对零件成形的可能性和将会产生的问题,其结果既可在计算机屏幕上显示,也可将全部数据打印出来,以供设计人员进行修改和选择。若设计者对某一工艺方案尚不满意,便可修改工艺方案和相应的工艺参数,重新进行分析计算,直到满意为止。这样,不仅大大缩短了工艺设计周期,而且可以逐步建立一套能紧密结合生产实际的先进设计方法,既促进了工艺的发展,也使塑性成形理论对生产实际起到更大的指导作用。

2. 模具设计与制造技术的现代化 模具是实现塑性成形工艺要求的主要工艺装备。按照传统的手工设计与绘图方法,往往要进行大量的重复性劳动,不仅延长了模具设计周期,而且也严重影响了产品更新换代。因此,许多工业发达国家先后进行了模具计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)的研究与开发,使得这一新技术在近年来取得了重大进展,并已在生产中应用。模具CAD产生用于制造模具的图样、数据与工艺文件,通过CAM生成模具型面数控加工指令,传递到数控机床对型面进行加工,这个过程就是CAD和CAM的集成。模具CAD提供的数据,不仅用于模具型面的加工,而且还用于型面的检测。采用CAD/CAM技术后,可大大提高模具设计制造效率,使模具生产周期大大缩短。

3. 计算机专家系统的开发与应用 由于计算机技术的应用范围日趋扩大,在塑性成形工艺和模具设计制造方面,国内外正在开展人工智能的研究。而计算机专家系统则是人工智能的一个分支,主要用于模拟人的智能活动,达到分析解决问题的目的。在塑性成形工艺设计中,无论是目前还是未来相当长的时间内,不可否认经验仍将在设计中起着极其重要的作用。因此,将众多专家的经验知识汇集起来,构成所谓的计算机专家系统,模仿专家的经验、知识来分析和处理问题,其实用价值是不言而喻的,它将是设计工作在手段和方法上的一个重大突破。计算机专家系统的研制与开发,将对塑性成形设计技术的进步产生重大影响。

四、本课程的任务

金属塑性成形的工艺方法多种多样,并具有各自的特点,但这些塑性成形工艺与模具之间有着内在的联系和共同的规律。塑性成形工艺与模具设计课程着重

讲述冲压工艺、热锻工艺和冷锻工艺中的基本成形方法及其模具设计技术。

本课程的主要任务是：

(1) 掌握冲压工艺的基本类型及其特点，对冲裁、弯曲、拉深等主要工艺能熟练地进行工艺方案的制定、工艺分析计算及模具设计。了解其它板料成形工艺的基本设计要求及模具结构。

(2) 掌握热锻工艺的基本类型及工艺规程、模锻工艺的制定及锻模的设计。熟悉各类模锻设备上模锻的工艺特点及模具结构，了解特种模锻成形工艺方法。

(3) 掌握冷锻工艺的基本工序类型及变形机理，熟练掌握冷挤压工艺方案的制定、工艺计算及模具设计。

(4) 掌握塑性成形工艺对设备的基本要求，能够合理地选择塑性成形设备。

塑性成形工艺与模具设计课程是一门理论性与实践性都很强的课程，在学习过程中既要准确建立塑性成形工艺的基本概念，掌握塑性成形的各类工艺变形规律，又要注重实践环节，做到理论与实践相结合，逐步积累分析和解决实际问题的能力。

第一篇 冲压工艺与模具设计

第一章 冲压工艺概述

第一节 冲压工艺特点

冲压是金属塑性成型的基本方法之一，它是利用冲模在压床上对金属（或非金属）板料施加压力使其分离或变形，从而得到一定形状，并且满足一定使用要求零件的加工方法。由于通常是在常温（冷态）下进行的，所以又称为冷冲压。又由于它主要用于加工板料零件，所以有时也叫板料冲压。

日常生活中人们使用的很多用具是用冲压方法制造的，比如搪瓷面盆，它是用一块圆形金属板料，在压力机上利用模具对板料施加压力而拉深出来的，如图 1-1 所示。

冲压加工的三要素：

1. 冲床 冲床供给变形所需的力。
2. 模具 冲压所用的工具是各种形式的冲模，冲模对板料塑性变形加以约束，并直接使板料变成所需的零件。
3. 原材料 所用的原材料多为金属和非金属的板料。

冲压是一种先进的金属加工方法，与其它加工方法（比如切削）比较，在技术上、经济上有许多优点：

（1）它是无屑加工，材料利用率高，一般为 70%~85%。

（2）在压力机简单冲压下，能得到形状复杂的零件，而这些零件用其它的方法是可能或者很难得到的，如薄壳件。

（3）制得的零件一般不进一步加工，可直接用来装配，并具有一定精度和互

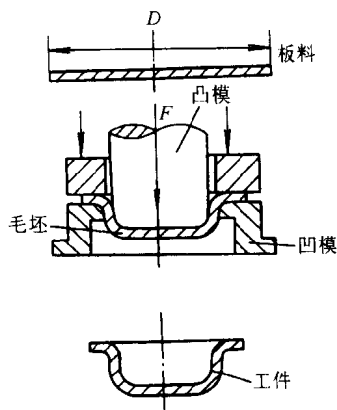


图 1-1 冲压过程简图

换性。

(4) 被加工的金属在再结晶温度以下产生塑性变形，不产生切屑，变形中金属产生加工硬化。在耗料不大的情况下，能得到强度高、足够刚性而重量轻的零件，由于加工过程中不损坏原材料的表面质量，制得的零件外表光滑美观。

(5) 生产率高，冲床冲一次一般可得一个零件，而冲床一分钟的行程少则几次，多则几百次、上千次。同时，毛坯和零件形状规则，便于实现机械化和自动化。

(6) 冲压零件的质量主要靠冲模保证，所以操作简单，要求的工人技术等级不高，便于组织生产。

(7) 在大量生产的条件下，产品的成本低。

冲压的缺点是模具要求高、制造复杂、周期长、制造费用高，因而在小批量生产中受到限制。为了解决这方面的问题，正在努力发展某些简易冲模，如聚氨酯橡胶冲模、低熔点合金冲模以及采用通用组合冲模、钢皮模等，同时也在进行冲压加工中心等新型设备与工艺的研究。近年来随着快速原型制造、反求工程、并行工程等技术的发展，以及它们在模具设计与制造中的应用，这种限制也逐渐得到了改观。另外，冲压件的精度决定于模具精度，如零件的精度要求过高，用冷冲压生产就难以达到。

由此可见，冲压制得的零件具有表面质量好、重量轻、成本低的优点，它是一种经济的加工方法。冲压工艺在制造业中得到了广泛的运用，在现代汽车、拖拉机、电机、电器、仪器、仪表以及飞机、导弹、枪弹、炮弹和各种民用轻工等行业中已成为主要的生产工艺之一。有些机器设备往往以冲压件占的比例多少作为评价结构是否先进的指标之一。

工业发达国家对冷冲压生产工艺的发展是很重视的，不少国家（美国、日本等）模具工业的产值已超过机床工业。从这些国家钢材品种的构成可以看出冷冲压的发展趋势，如表 1-1 所示。钢带和钢板占全部品种的 67%，充分说明冷冲压这种加工方法已成为现代工业生产的重要手段和发展方向。

表 1-1 工业发达国家钢材品种构成

钢带	钢板	棒材	型材	线材	管材	其它
50%	17%	13%	9%	7%	2%	2%

第二节 冲压工艺分类

由于各种冲压零件的形状、尺寸、公差要求和批量等的不同，所以生产中所采用的冲压工序种类繁多。通常可按下述方法分类。