



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21世纪高等职业教育机电类规划教材

21 Shiji Gaodeng Zhiye Jiaoyu Jidianlei Guihua Jiaocai

模具设计 与制造

(第2版)

李奇 朱江峰 主编 谢晖 副主编 张歧生 主审

- 突出实践教学环节
- 引入现场模具知识
- 配套教学辅助资料



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



精品系列

模具设计 与制造 (第2版)

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书主要遵循“以就业为导向，工学结合”的原则，突出技能实操训练，重点讲述模具现场实用知识。通过本书的学习，学生可以掌握扎实的模具技术基础知识，得到将来从事实践工作所需的职业技能的初步训练。

本书共分3篇，第1篇重点介绍冲压工艺与冲压设备、冷冲压工艺与冲模设计、弯曲工艺与模具构造、拉深工艺与模具构造等；第2篇主要介绍塑压知识与塑压设备、注射成形工艺与模具构造、压缩压注工艺与模具构造等；第3篇介绍模具制造基本知识、模具常规制造方法、模具电加工制造方法、模具装配工艺方法等。

本书适用于高职高专、技师学院及职业大学的模具制造、机械制造、机电一体化、数控技术等专业教学使用，也可供有关工程技术人员参考使用。

本教材的结构框图



免费提供

PPT等教学相关资料

本教材配有电子教案

人民邮电出版社教学服务与资源网：www.ptpedu.com.cn



ISBN 978-7-115-18570-9



9 787115 185709 >

ISBN 978-7-115-18570-9/TN

定价：36.00 元

封面设计：董志桢

人民邮电出版社网址：www.ptpress.com.cn



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21世纪高等职业教育机电类规划教材

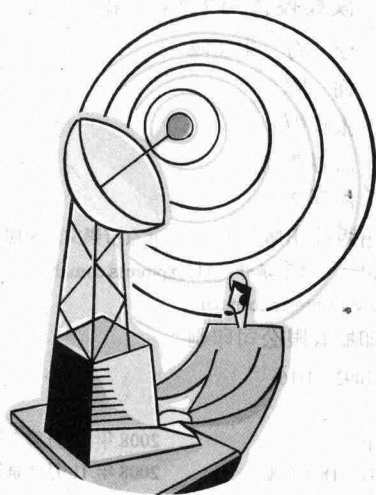
21 Shiji Gaodeng Zhiye Jiaoyu Jidianlei Guihua Jiaocai

目录 (CONTENTS) 目次

模具设计 与制造

(第2版)

李奇 朱江峰 主编 谢晖 副主编 张歧生 主审



人民邮电出版社

北京



精品系列

图书在版编目 (CIP) 数据

模具设计与制造 / 李奇, 朱江峰主编. —2 版. —北京: 人民邮电出版社, 2008.11

21 世纪高等职业教育机电类规划教材

ISBN 978-7-115-18570-9

I. 模… II. ①李…②朱… III. ①模具—设计—高等学校: 技术学校—教材②模具—制造—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 113853 号

内 容 提 要

本书为教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是为适应高职高专院校机械、数控、机电等非模具专业学生的学习需要而编写的。全书综合了《冲压塑压设备》、《冷冲压工艺与模具设计》、《塑料成形工艺及塑料模具设计》、《模具制造工艺学》等主要课程内容。

本书分 3 篇,共 13 章,其中第 1 篇共 5 章,讲述了冲压工艺与冲模设计、弯曲工艺与模具构造、拉深工艺与模具构造等内容;第 2 篇共 4 章,讲述了塑压知识与塑压设备、注射成形工艺与模具设计、压缩压注工艺与模具构造等内容;第 3 篇共 4 章,讲述了模具制造基本知识、模具常规制造方法、模具电加工制造方法、模具装配工艺方法等内容。

本书各章前均有要点、难点提示,各章后均有思考题,便于学生更好地掌握所学内容。

本书可作为高职高专、技师学院机械、数控、机电类专业教材,也可作为成人教育和职工培训教材。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21 世纪高等职业教育机电类规划教材

模具设计与制造 (第 2 版)

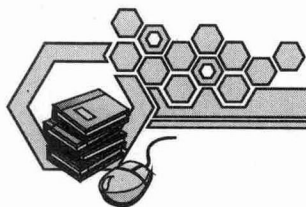
- ◆ 主 编 李 奇 朱江峰
- 副 主 编 谢 晖
- 主 审 张歧生
- 责任编辑 潘春燕
- 执行编辑 潘新文
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京楠萍印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 23.5
字数: 600 千字 2008 年 11 月第 2 版
印数: 15 001 - 18 000 册 2008 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18570-9/TN

定价: 36.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



丛书前言

目前, 高职高专教育已经成为我国普通高等教育的重要组成部分。在高职高专教育如火如荼的发展形势下, 高职高专教材也百花齐放。根据教育部发布的《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(简称 16 号文) 的文件精神, 本着为进一步提高高等教育的教学质量服务的根本原则, 同时针对高职高专院校机电一体化、数控、模具类专业教学思路和方法的不断改革和创新, 人民邮电出版社精心策划了这套高质量、实用型的教材——“21 世纪高等职业教育机电类规划教材”。

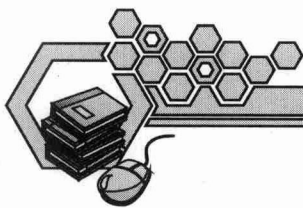
本套教材主要遵循“以就业为导向, 工学结合”的原则, 以实用为基础, 根据企业的实际需求进行课程体系设置和相应教材内容的选取, 注重提高案例教学的比重, 突出培养机械类应用型人才解决实际问题的能力, 满足高等职业教育“社会评估”的教学特征。本套教材中的每一部作品都特色鲜明, 集高质量与实用性于一体。

本套教材中绝大多数品种是我社多年来高职高专机电类精品教材的积淀, 经过了广泛的市场检验, 赢得了广大师生的认可。为了适应新的教学要求, 紧跟新的技术发展, 我社再一次组织了广泛深入的调研, 组织了上百名教师、专家对原有教材做认真的分析和研讨, 在此基础上重新修订出版。本套教材中还有一部分品种是首次出版, 其原稿也在教学过程中多次使用, 是教师们多年来教学经验的总结, 集中反映了高等职业教育近几年来教学改革成果。

本套教材的作者都具有丰富的教学经验和写作经验, 思路清晰, 文笔流畅。教材充分体现了高职高专教学的特点, 深入浅出, 言简意赅。理论知识以“够用”为度, 突出工作过程导向, 突出实际技能的培养。

本套教材配套的教学辅助包充分利用现代技术手段, 提供丰富的教学辅助资料, 其中包括由电子教案、实例素材、习题库及答案、试卷及答案等组成的一般教辅资料, 部分教材还配有由图片、动画或视频等组成的电子课件。

我们期望, 本系列教材的编写和推广应用, 能够进一步推动我国机电类职业教育的教学模式、课程体系和教学方法的改革, 使我国机电类职业教育日臻成熟和完善。欢迎更多的老师参与到本系列教材的建设中来。对本系列教材有任何的意见和建议, 或有意向参与本系列教材后续的编审工作, 请与人民邮电出版社教材图书出版分社联系, 联系方式: 010-67170985, maxiaoxia@ptpress.com.cn。



第2版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书根据全国高职高专机械类非模具专业（机械制造及自动化、机电一体化技术、数控技术等专业）“模具设计与制造”课程改革的基本要求，按照高职高专教育的培养目标，结合作者长期的教学实践经验编写而成。在编写过程中，充分考虑了高职高专非模具专业学生学习本课程的基本特点，使学生对模具设计与制造的基本知识获得全面的认识。

本书第1版自出版以来，得到了广大读者的一致认可。为了进一步提高教材质量，使原教材的结构和内容更加合理，我们根据任课教师的反馈意见与模具技术发展现状，对本书第1版的内容进行了修订，降低了基本理论的深度，增加了一些具有实践操作性的实例，使内容更加精简实用，突出实用性和典型性。其中冷冲模部分更换了部分典型模具图例，并增加了模具设计实例；弯曲模部分增加了弯曲工艺知识，并更换了部分典型模具图例；塑料注射模和压缩压注模部分增加了塑料模具设计知识并更换了部分典型模具图例。

本书参考学时为60~80学时，各院校可根据本校实际情况作适当增减。书中带*号的内容为选学部分，各院校可根据专业和学时数自主安排。实验项目可根据实际条件选择安排。

本教材可作为中、高等职业技术学院、高等专科学校机械类非模具专业的教材及专业培训班的教学用书，也可供从事冲模、塑料模设计与制造的工程技术人员参考。

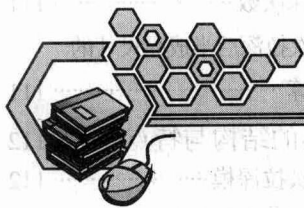
本教材由江西工业工程职业技术学院李奇、朱江峰担任主编，谢晖担任副主编，江西蓝天学院张歧生教授任主审。其中第1、5章由张万宾编写；第2章由朱江峰编写；第3、4章由宋藜编写；第6章由王小娇编写；第7、8章由杨丽丽编写；第9章由胡江编写；第10、11、14章由滕爱萍编写；第12章由李奇编写；第13章由刘鸣编写。全书由李奇负责统稿工作。

本教材在编写过程中，得到了有关院校的大力支持与帮助，在此一并致谢！

由于编者水平有限，经验不足，编写时间仓促，书中错误和不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2008年6月



目 录

第 1 篇 冲压工艺及冲压模具

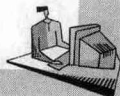
第 1 章 冲压加工与压力机	2	2.2.3 级进模	51
1.1 冲压加工	2	2.2.4 复合模	54
1.1.1 冲压加工的特点	2	2.3 冲裁模主要零部件的 结构分析与标准的选用	57
1.1.2 冲压加工的发展动向	3	2.3.1 工作零件	57
1.1.3 冲压基本工序的分类	4	2.3.2 定位零件	61
1.1.4 冲模分类	6	2.3.3 卸料与推件零件	66
1.1.5 常用冲压材料	7	2.3.4 模架	69
1.2 压力机	9	2.4 冲裁模设计要点与设计实例	72
1.2.1 曲柄压力机	9	2.4.1 冲裁模设计的一般步骤	72
1.2.2 液压机	15	2.4.2 冲裁件的工艺性分析	72
1.2.3 压力机的选用	21	2.4.3 冲裁工艺方案的确定	73
1.2.4 压力机上模具的安装	23	2.4.4 冲裁压力中心的计算	73
思考题	23	2.4.5 冲裁模设计实例	74
第 2 章 冲裁工艺与冲裁模	24	思考题	81
2.1 冲裁工艺	24	第 3 章 弯曲工艺与弯曲模	82
2.1.1 冲裁的基本知识	24	3.1 弯曲变形过程分析	83
2.1.2 冲裁过程分析	25	3.1.1 弯曲变形过程	83
2.1.3 冲裁件的质量分析	26	3.1.2 弯曲变形的特点	83
2.1.4 冲裁间隙	28	3.2 弯曲件的质量分析	85
2.1.5 凸模和凹模工作部分 尺寸的计算	31	3.2.1 最小弯曲半径	85
2.1.6 冲裁力	35	3.2.2 弯曲时的回弹	85
2.1.7 冲裁工件的排样	38	3.2.3 弯曲时的偏移	89
2.2 冲裁模结构	45	3.3 弯曲件坯料尺寸计算	90
2.2.1 冲裁模的组成	45	3.3.1 弯曲中性层位置的确定	90
2.2.2 单工序冲裁模(简单 冲裁模)	46	3.3.2 弯曲件坯料尺寸的计算	91
		3.4 典型弯曲模结构	91
		3.4.1 单工序弯曲模	91



3.4.2 级进弯曲模.....96	4.4.3 拉深次数..... 111
3.4.3 复合弯曲模.....97	4.4.4 各次拉深后半成品尺寸的 计算..... 111
3.4.4 通用弯曲模.....97	
思考题..... 98	4.5 拉深模具的结构与特点..... 112
第4章 拉深工艺与拉深模具..... 99	4.5.1 首次拉深模..... 112
4.1 拉深变形分析..... 100	4.5.2 以后各次拉深模..... 113
4.1.1 拉深过程分析.....100	4.5.3 落料拉深复合模..... 114
4.1.2 拉深件与拉深模的分类.....102	思考题..... 116
4.2 拉深件的主要质量问题及 控制..... 104	第5章 其他冲压成形工艺与模具.....117
4.2.1 起皱.....104	5.1 胀形成形工艺和模具..... 118
4.2.2 拉裂.....105	5.1.1 胀形的变形特点..... 118
4.2.3 影响拉深件质量的 主要因素.....105	5.1.2 平板胀形..... 118
4.3 拉深系数..... 106	5.1.3 平板坯料的起伏成形..... 120
4.3.1 拉深系数的概念和意义.....106	5.1.4 空心毛坯的胀形..... 121
4.3.2 影响拉深系数的因素.....107	5.2 翻边成形工艺和模具..... 124
4.3.3 极限拉深系数的确定.....108	5.2.1 翻孔..... 124
4.4 旋转体拉深件毛坯尺寸计算... 109	5.2.2 翻边..... 127
4.4.1 确定毛坯尺寸的原则.....109	5.2.3 翻孔、翻边模的结构..... 128
4.4.2 旋转体拉深件毛坯尺寸确 定的方法.....109	5.3 缩口成形工艺和模具..... 129
	思考题..... 132

第2篇 塑料成形工艺与塑料模具

第6章 塑料的组成与工艺特性..... 134	7.1.2 注射成形的工艺过程..... 159
6.1 塑料的组成与成形工艺特性... 134	7.1.3 注射成形的工艺参数..... 160
6.1.1 塑料的组成与分类.....134	7.2 注射模的组成结构与分类..... 163
6.1.2 塑料的成形工艺特性.....137	7.3 典型注射模具结构..... 168
6.2 塑料制件的结构工艺性..... 142	7.4 注射模的设计..... 172
6.3 塑料成形设备简介..... 150	7.4.1 注射模的型腔结构与 分型面设计..... 172
思考题..... 156	7.4.2 注射模浇注系统设计..... 174
第7章 塑料注射模具的 结构与设计..... 157	7.4.3 注射模成形零件的设计..... 180
7.1 注射成形原理及工艺特性..... 157	7.4.4 注射模推出机构的设计..... 181
7.1.1 注射成形原理.....157	7.4.5 注射模侧向抽芯机构设计... 184
	7.4.6 塑料模设计实例..... 189



思考题	195	思考题	215
第 8 章 压缩、压注模具的 结构及特点	197	第 9 章 其他塑料成形工艺与模具	216
8.1 压缩、压注成形原理及 工艺特性	197	9.1 挤出成形工艺与挤出模具	216
8.1.1 压缩、压注成形原理	197	9.1.1 挤出成形原理及工艺特性	216
8.1.2 常用热固性塑料特性	199	9.1.2 塑料挤出机	219
8.1.3 压缩、压注成形工艺	201	9.1.3 挤出成形模具(机头)	220
8.2 压缩、压注模结构的 组成及分类	204	9.1.4 挤出机头的典型结构	222
8.2.1 压缩、压注模的结构	204	9.2 气动成形工艺与模具	227
8.2.2 压缩、压注模具的分类	205	9.2.1 气动成形原理及工艺特性	227
8.2.3 压缩、压注模的结构组成	210	9.2.2 中空吹塑模的结构特点	231
8.2.4 压缩、压注模的典型结构	212	9.2.3 真空吸塑模的结构特点	232
		思考题	233
第 3 篇 模具制造技术			
第 10 章 模具制造技术综述	236	11.3.2 插削加工	254
10.1 模具的生产过程和特点	236	11.3.3 刨削加工实例	255
10.1.1 模具的生产过程	237	11.4 磨削加工	255
10.1.2 模具的生产和工艺特点	239	11.4.1 平面磨削	255
10.2 模具零件毛坯的选择	240	11.4.2 内圆磨削	257
10.3 模具的主要加工方法	242	11.4.3 外圆磨削	258
思考题	243	11.4.4 磨削加工实例	258
第 11 章 模具零件的常规 机械加工方法	244	11.5 模具制造的工艺路线	259
11.1 车削加工	245	11.5.1 表面加工方法的选择	260
11.1.1 凸模车加工	245	11.5.2 工艺阶段的划分	261
11.1.2 型腔车加工	247	11.5.3 工序的划分	263
11.2 铣削加工	250	11.5.4 加工顺序的安排	263
11.2.1 平面或斜面的加工	250	11.6 模具零件工艺规程的制定	264
11.2.2 圆弧面的加工	251	11.6.1 模具零件工艺规程的 基本要求	264
11.2.3 复杂型腔或型面的加工	251	11.6.2 制定模具工艺规程的 步骤	265
11.2.4 铣削加工实例	251	11.6.3 工艺文件的常用格式	265
11.3 刨削加工	253	11.7 模具零件加工实例	266
11.3.1 平面和斜面的刨削加工	253	思考题	270

第12章 模具零件的特种

加工方法..... 271

12.1 电火花成形加工..... 272

12.1.1 电火花成形加工的基本原理.....272

12.1.2 电火花成形加工的基本条件.....273

12.1.3 极性效应.....274

12.1.4 电火花加工的特点.....275

12.1.5 影响电火花加工质量的主要工艺因素.....275

12.1.6 电火花加工.....278

12.1.7 电极制造.....285

12.1.8 电火花加工工艺.....287

12.1.9 电火花加工实例.....289

12.2 电火花线切割加工..... 292

12.2.1 概述.....293

12.2.2 3B 格式程序的编制.....295

12.2.3 4B 格式程序的编制.....300

12.2.4 ISO 代码数控程序的编制.....301

12.2.5 电火花线切割加工工艺.....313

12.2.6 电火花线切割加工实例.....319

思考题..... 322

第13章 模具装配工艺..... 324

13.1 模具装配概述..... 324

13.1.1 装配的目的和内容.....324

13.1.2 装配的精度要求.....325

13.2 模具装配尺寸链和装配工艺方法..... 326

13.2.1 装配尺寸链.....326

13.2.2 模具装配方法..... 327

13.3 模具工作零件的固定方法... 329

13.3.1 紧固件法..... 330

13.3.2 压入法..... 331

13.3.3 铆接法..... 331

13.3.4 热套法..... 332

13.3.5 焊接法..... 332

13.3.6 低熔点合金法..... 332

13.3.7 粘接法..... 334

13.4 模具装配间隙(壁厚)的控制方法..... 334

13.5 冲压模架的装配..... 336

13.5.1 模架技术条件..... 336

13.5.2 模架的装配方法..... 337

13.6 冲裁模的装配..... 340

13.6.1 组件装配..... 340

13.6.2 单工序冲裁模装配..... 342

13.6.3 冲裁模的试模..... 344

13.6.4 冲模的安装..... 345

13.7 塑料注射模的装配..... 347

13.7.1 浇口套的装配..... 347

13.7.2 成形零件的装配..... 348

13.7.3 脱模机构的装配..... 350

13.7.4 滑块抽芯机构的装配..... 355

13.7.5 总装..... 358

13.7.6 试模..... 362

思考题..... 364

参考文献..... 365

第1篇

冲压工艺及冲压模具

本书主要介绍冲压工艺及模具设计的基本知识、基本理论和基本方法。全书共分10章。第1章介绍冲压概论；第2章介绍冲压工艺规程的编制；第3章介绍冲模设计；第4章介绍冲模零件的加工；第5章介绍冲模的装配与调试；第6章介绍冲模的维护与修理；第7章介绍冲模的故障排除；第8章介绍冲模的标准化；第9章介绍冲模的CAD；第10章介绍冲模的CAM。

主要章本

- 类代值工本基型冲
- 类代第冲
- 类代本第型冲
- 类代本第型冲

主要章本

- 类代本第型冲

本书可作为高等院校机械类、材料类、能源动力类等专业的教材，也可供从事冲压工艺及模具设计工作的工程技术人员参考。

主要章本

本书可作为高等院校机械类、材料类、能源动力类等专业的教材，也可供从事冲压工艺及模具设计工作的工程技术人员参考。

第1章

冲压加工与压力机

冲压是在常温下利用冲模在压力机上对材料施加压力，使其产生分离或变形，从而获得一定形状、尺寸和性能的零件的加工方法。

冲压加工要具备三要素，即压力机、冲模和原材料。其中压力机供给变形所需的力，冲模对板料塑性变形加以约束，使板料变成所需的形状。

本章主要讲述冲压加工的基本工序、冲模的分类、各种压力机的工作原理和主要技术参数。

本章要点

- 冲压基本工序的分类
- 冲模分类
- 曲柄压力机的工作原理与主要技术参数
- 液压机的工作原理与主要技术参数

本章难点

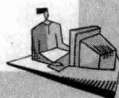
- 曲柄压力机的工作原理与主要技术参数

1.1 冲压加工

冲压是机械制造中的加工方法之一，因为它通常是在室温下进行加工的，所以可称为冷冲压。又因为它主要是用板料加工成零件的，所以又可称为板料冲压。冲压不但可以加工金属材料，而且还可以加工非金属材料。

1.1.1 冲压加工的特点

(1) 用冲压加工方法可以得到形状复杂，用其他加工方法难以加工的工件，如薄壳



零件等。冲压件的尺寸精度是由模具保证的，因此，用冲压加工方法得到的工件尺寸稳定、互换性好。

(2) 材料利用率高、工件重量轻、刚性好、强度高、冲压过程耗能少，因此，工件的成本较低。

(3) 操作简单、劳动强度低、易于实现机械化和自动化，生产率高。

(4) 冲压加工中所用的模具结构一般比较复杂，生产周期较长，成本较高。因此，在单件、小批量生产中采用冲压工艺受到一定的限制，冲压工艺多用于成批、大量生产。近年来发展的简易冲模、组合冲模、锌基合金冲模等为单件、小批量生产采用冲压工艺创造了条件。

综上所述，冲压加工与其他加工方法相比，具有其独到的特点，所以在工业生产中，尤其在大批量生产中应用得十分广泛。相当多的工业部门都越来越多地采用冲压加工产品零部件，如汽车、拖拉机、电器、仪表、电子、国防以及日用品等行业。在这些工业部门中，冲压件所占的比重都相当大，不少过去用铸造、锻造、切削加工方法制造的零件，现在已被质量轻、刚度好的冲压件所代替。据粗略统计，在汽车制造业中有 60%~70% 的零件是采用冲压工艺制成的，冲压生产所占的劳动量为整个汽车工业劳动量的 25%~30%。在机电及仪器、仪表生产中有 60%~70% 的零件是采用冲压工艺来完成的。在电子产品中，冲压件的数量占零件总数的 85% 以上。通过冲压加工制造方法，大大提高了生产率，降低了成本。

1.1.2 冲压加工的发展动向

1. 冲压工艺方面

提高劳动生产率及产品质量，降低成本和扩大冲压工艺应用范围的各种冲压新工艺，是研究和推广的大方向。

(1) 冷挤压是一种生产率高、产品质量好的先进加工工艺。用冷挤压的方法生产的零件一般不需要或只需要进行少量切削加工。目前，冷挤压不但用于生产有色金属零件，而且还用于生产黑色金属零件。随着模具设计与制造技术及模具材料的发展，冷挤压的应用范围将越来越广泛。

(2) 精密冲裁是提高冲裁零件质量的有效方法，它可以扩大冲压加工范围。目前，精密冲裁技术已用于大型、厚、硬材料的加工，精密冲裁加工零件的厚度已达 25mm。一部分过去用切削加工方法生产的零件现在已改为用精密冲裁方法制造。不仅如此，三维精冲件已经在生产中开发和应用。

(3) 超塑性成形方法具有突出的特点，即能在很低的变形抗力下得到非常大的变形，这对于制造形状复杂和大型板料零件具有突出的优越性，可以用一次成形代替多道普通的冲压成形工序。目前，这种新工艺虽然还处于开发和推广的应用阶段，但在实际生产中已显示出其优越性，可用超塑性加工的金属材料的品种也正在不断增加。

2. 冲模方面

冲模是实现冲压生产的基本条件。在冲模的设计和制造上，目前正朝着以下两方面发展。一方面，为了适应高速、自动、精密、安全等大批量现代化生产的需要，冲模正向高效率、高精度、高寿命、自动化的方向发展。在我国，工位数达 37 位甚至更多的级进模、寿命达千万次以上甚至亿

次的硬质合金模、精度和自动化程度相当高的冲模都已经应用在生产中。同时,由于这样的冲模对加工、装配、调整、维修的要求很高,因此各种高效、精密、数控、自动化的模具加工机床和检测设备也正在迅速发展,如我国的数控铣床、数控加工中心和坐标磨床等先进模具加工设备已达到一定的水平。另一方面,为了产品的更新换代和试制或小批量生产的需要,锌基合金模、聚氨酯橡胶模、薄板冲模、钢带冲模、组合冲模等各种简易冲模及其制造工艺也得到了迅速发展。为了适应汽车工业的发展,大型覆盖件冲模设计与制造水平也有了很大的提高,已能生产成套轿车覆盖件模具。

在模具材料及热处理、模具表面处理等方面,国内外都进行了不少研制工作,并取得了很好的实际效果,如65Nb、LDI、012Al、CG2等就是我国研制的性能优良的冲模材料。

模具的标准化和专业化生产,已得到模具行业的广泛重视,这是由于模具标准化是组织模具专业化生产的前提,而模具的专业化生产是提高模具质量、缩短模具制造周期、降低成本的关键。我国已经颁布了冷冲压术语、冷冲模零部件的国家标准。冲模的专业化生产正处于积极组织和实施之中,但总的来说,我国冲模的标准化和专业化水平还是比较低的。

模具的计算机辅助设计(CAD)与计算机辅助制造(CAM)也已引起国内外模具行业的极大重视。可以说,计算机辅助设计与制造是冲压工艺编制及冲模设计与制造走向全盘自动化的重大措施。由于采用了CAD/CAM技术,不仅使冲模设计和制造周期大为缩短,而且提高了模具的质量。因而它的开发和应用已成为当前冲模乃至其他模具技术发展中引人注目的课题。

3. 冲压设备和冲压生产自动化方面

性能良好的冲压设备是提高冲压生产技术水平的条件。高精度、高寿命、高效率的冲模需要高精度、高自动化的压力机与之相匹配。目前主要是从两个方面予以研究和发展:一是对目前我国大量使用的普通冲压设备加以改进,即在普通压力机的基础上加上送料装置和检测装置,以实现半自动化或全自动化生产,改进冲压设备结构,保证必要的刚度和精度,提高其工艺性能,以提高冲压件精度,延长冲模的使用寿命;二是积极发展高速压力机和多工位自动压力机,开发数控压力机、冲压柔性制造系统(FMS)及各种专用压力机,以满足大批量生产的需要。

4. 冲压基本原理的研究

冲压工艺及冲模设计与制造方面的发展,均与冲压变形基本原理的研究取得的进展是分不开的。如板料冲压工艺性能的研究,冲压成形过程应力应变分析和计算机模拟,板料变形规律的研究,从坯料变形规律出发进行坯料与冲模之间相互作用的研究,在冲压变形条件下的摩擦、润滑机理方面的研究等,为逐步建立起紧密结合生产实际的先进的冲压工艺及冲模设计方法打下了基础。因此,可以说冲压成形基本理论的研究是提高冲压技术的基础。

1.1.3 冲压基本工序的分类

冲压加工的零件由于其形状、尺寸、精度要求、生产批量、原材料性能等各不相同,因此生产中所采用的冲压工艺方法也是多种多样的,但概括起来可分为分离工序和成形工序两大类。分离工序是指使板料按一定的轮廓线分离而获得一定形状、尺寸和切断面质量的冲压件(俗称冲裁件)的工序;成形工序是指坯料在不破裂的条件下产生塑性变形而获得一定形状和尺寸的冲压件的工序。

上述两大类工序,按冲压方式不同又可分为很多基本工序,分别见表1-1和表1-2。

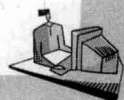




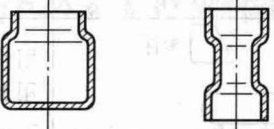
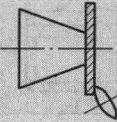
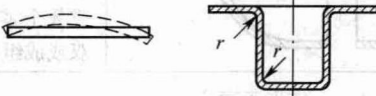
表 1-1 分离工序

工序名称	简图	特点及应用范围
落料		用冲模沿封闭轮廓曲线冲切, 冲下部分是零件, 用于制造各种形状的平板零件
冲孔		用冲模沿封闭轮廓曲线冲切, 冲下部分是废料
切断		用剪刀或冲模沿不封闭曲线切断, 多用于加工形状简单的平板零件
切边		将成形零件的边缘修切整齐或切成一定的形状
剖切		把冲压加工成的本成品切开成为两个或数个零件, 多用于不对称零件的成双或成组冲压成形之后

表 1-2 成形工序

工序名称	简图	特点及应用范围
弯曲		把板料沿直线弯成各种形状, 可以加工形状极为复杂的零件
卷圆		把板料端部卷成接近封闭的圆头, 用以加工类似铰链的零件
扭曲		把冲裁后的半成品扭转成一定的角度
拉深		把板料毛坯成形制成各种空心的零件
变薄拉深		把拉深加工后的空心半成品进一步加工成为底部厚度大于侧壁厚度的零件
翻孔		在预先冲孔的板料半成品上或未经冲孔的板料上冲制成竖立的边缘
翻边		把板料半成品的边缘按曲线或圆弧形成竖立的边缘
拉弯		在拉力与弯矩的共同作用下实现弯曲变形, 可得精度较好的零件
胀形		在双向拉应力作用下实现的变形, 可以成形各种空间曲面形状的零件

续表

工序名称	简图	特点及应用范围
起伏		在板料毛坯或零件的表面上用局部成形的的方法制成各种形状的凸起与凹陷
扩口		在空心毛坯或管状毛坯的某个部位上使其径向尺寸扩大的变形方法
缩口		在空心毛坯或管状毛坯的某个部位上使其径向尺寸减小的变形方法
旋压		在旋转状态下用辊轮使毛坯逐步成形的的方法
校形		为了提高已成形零件的尺寸精度或获得小的圆角半径而采用的成形方法

冲压生产的自动化是提高劳动生产率和改善劳动条件的有效措施。由于冲压操作简单，坯料和工序形状比较规则。一致性好，所以容易实现生产的自动化。冲压生产的自动化包括原材料的输送、冲压工艺过程及检测、冲模的更换与安装、废料处理等各个环节，但最基本的是压力机自动化和冲模自动化。

在实际生产中，当生产批量大时，如果仅以表中所列的基本工序组成冲压工艺过程，则生产率可能很低，不能满足生产需要。因此，一般采用组合工序，即把两个以上的单独工序组合成一道工序，构成所谓复合、级进、复合—级进的组合工序。

上述冲压成形的分类方法比较直观，真实地反映出了各类零件的实际成形过程和工艺特点，便于制定各类零件的冲压工艺并进行冲模设计，因此在实际生产中得到广泛的应用。如果把各种成形按其成形时变形区的应力和应变特点加以归类，这就是另一种冲压成形的分类方法，按此分类法，可把冲压成形方法分为伸长类变形和压缩类变形，它能充分反映出各类成形变形区的受力与变形特点，反映出同类成形的共同规律，对解决问题具有很大的实际意义。

1.1.4 冲模分类

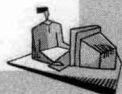
1. 按工序性质分类，可分为落料模、冲孔模、切断模、切边模、切舌模、剖切模、整修模、精冲模等。

2. 按工序组合程度分类，可分为以下3种。

(1) 单工序模（俗称简单模），即在一副模具中只完成一种工序，如落料、冲孔、切边等。

(2) 级进模（俗称连续模），即在压力机一次行程中，在模具的不同位置上同时完成数道冲压工序。级进模所完成的同一零件的不同冲压工序是按一定顺序、相隔一定步距排列在模具的送料方向上的，压力机的一次行程可以得到一个或数个冲压件。

(3) 复合模，即在压力机的一次行程中，在一副模具的同一位置上完成数道冲压工序。压力机的一次行程一般只得到一个冲压件。



3. 按冲模有无导向装置和导向方法分类

可分为无导向的开式模和有导向的导板模、导柱模。

4. 按送料、出件及排除废料的自动化程度分类, 可分为手动模、半自动模和自动模。

另外, 按送料步距定位方法不同可分为挡料销式、导正销式、侧刃式等模具; 按卸料方法不同可分为刚性卸料式和弹性卸料式等模具; 按凸、凹模材料不同可分为钢模、硬质合金模、钢带冲模、锌基合金模、橡胶冲模等。

对于一副冲模可能兼有上述几种特征, 如导柱、导套导向, 固定卸料, 侧刃定距的冲孔落料级进模等。

1.1.5 常用冲压材料

1. 冲压常用材料的基本要求

(1) 冲压件的功能要求。冲压件必须具有一定的强度、刚度、冲击韧度等力学性能要求。此外, 有的冲压件还有些特殊的要求, 例如电磁性、防腐性、传热性和耐热性等。

(2) 冲压工艺的要求。冲压材料必须具有良好的冲压工艺性能要求。一般来说, 伸长率大、屈服比小、弹性模量大、硬化指数高和厚向异性系数大有利于各种冲压成形工序, 其次材料的化学成分对冲压工艺性能的影响也很大。如果钢中的碳、硅、锰、磷、硫等元素的含量增加, 就会使材料的塑性降低、脆性增加, 导致材料冲压工艺性能变差。此外良好的表面质量、均匀的金相组织和较小的材料厚度公差对冲压成形都有好处。

2. 冲压常用材料及其力学性能

冲压用材料大部分是各种规格的板料、带料和块料。板料的尺寸较大, 常见规格如 710mm × 1420mm、1000mm × 2000mm 等, 它们一般用于大型零件的冲压, 对于中小型零件, 多数是将板料剪裁成条料后使用。带料(又称卷料)有各种规格的宽度, 展开长度可达几十米, 适用于大批量生产的自动送料。块料只用于少数钢号和价钱昂贵的有色金属的冲压。

3. 冲压常用材料有以下3种。

(1) 黑色金属。黑色金属主要有普通碳素结构钢、优质碳素结构钢、合金结构钢、碳素工具钢、不锈钢、电工硅钢等, 如 Q195、Q235、08、08F、10、20、16Mn、DT1、DT2、1Cr18Ni9Ti、1Cr13 等。板料供应时有冷轧和热轧两种轧制状态。

对冷轧钢板, 根据 GB/T708—1988 规定, 按轧制精度(钢板厚度精度)可分为 A、B 级:

A —— 较高精度;

B —— 普通精度。

对厚度 4mm 以下的优质碳素结构钢冷轧薄钢板, 根据 GB/T 13237—1991 规定, 按钢板表面质量可分为 I、II、III 共 3 组:

I —— 高级的精整表面;

II —— 较高级的精整表面;

III —— 普通的精整表面。

按拉深级别又分为 ZS、S、P 三级:

ZS —— 最深拉深级;

S —— 深拉深级;

P —— 普通拉深级。