



全国高等职业教育规划教材

# 模具设计 基础

第2版

陈剑鹤 吴云飞 主编  
任建伟 主审

- ◎ 精品教材全新改版，汇集更新的模具设计知识
- ◎ 以典型实例为驱动，系统介绍冷冲压模具和塑料模具的基础知识、成形工艺、设计方法和成形设备的选用等内容



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



免费下载电子课件  
<http://www.cmpedu.com>

全国高等职业教育规划教材

# 模具设计基础

第2版

陈剑鹤 吴云飞 主编  
任建伟 主审



机械工业出版社

本书系统介绍了冷冲压模具和塑料模具的工艺与设计。内容包括冲裁、弯曲、拉深等冷冲压成形工艺与模具设计,多工位级进模设计,塑料成型工艺与注射模等塑料成型模具设计。

本书可作为高职高专院校和中职技工学校机械类专业的教材,也可作为制造业从业人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

模具设计基础/陈剑鹤,吴云飞主编. —2版. —北京:机械工业出版社,2009.3(2015.1重印)  
(全国高等职业教育规划教材)  
ISBN 978-7-111-11507-6

I. 模… II. ①陈…②吴… III. ①塑料模具-设计-高等学校:技术学校-教材②冲模-设计-高等学校:技术学校-教材 IV. TQ320.5  
TG385.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第210998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:曹帅鹏 责任校对:李秋荣 责任印制:乔宇  
北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)  
2015年1月第2版第11次印刷  
184mm×260mm·17.25印张·421千字  
51 001—57 000册  
标准书号:ISBN 978-7-111-11507-6  
定价:32.00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

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面防伪标均为盗版

## 出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多个品种被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

(1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。

(2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。

(3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。

(4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。

(5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

## 前 言

本书的第1版是根据全国高等职业教育教材编委会2001年年会审定的机电类专业“模具设计基础”课程教学大纲组织编写的。该书出版以来,得到了众多高职院校教师的认可。应广大读者的要求,我们于2008年完成了本书的修订工作,更新了部分内容,订正了上一版中的谬误之处,以更好地满足教学需求。

根据高职教育的特点与基本要求,本书把模具成形中主要的成形方式分成冷冲模具和型腔模具两部分。为了使模具设计内容完整而统一,本书在介绍模具设计时,以生产实践中常用的材料和成形手段作为主线展开,用生产中典型的实例,详尽地叙述了常用模具的典型知识、设计方法及成形设备的选用。在编写中,力求做到理论联系实际,并能反映典型模具的设计知识。

全书分为9章。第1章介绍冷冲压成形工艺、材料及成形设备;第2章介绍冲裁工艺与模具设计;第3章介绍弯曲工艺与模具设计;第4章介绍拉深工艺与模具设计;第5章介绍成形工艺与模具设计和冷挤压;第6章介绍多工位级进模设计;第7章介绍塑料成型工艺的基本方法、高分子材料及成型设备;第8章介绍塑料注射成型工艺与模具设计;第9章介绍压缩、压注、挤塑等塑料成型工艺与模具设计。

本书由陈剑鹤、吴云飞主编。参加本书编写的老师还有王南根、刘洪全和裴兆迎。在本书的编写过程中,得到了有关工厂、科研院所和兄弟学校的大力支持和帮助,编者在此一并表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,书中仍难免有错误和欠妥之处,恳请读者批评指正。

编者

# 目 录

出版说明	
前言	
绪论	1
第1章 冷冲压成形工艺概论	4
1.1 冷冲压工艺概述	4
1.1.1 冷冲压工艺基本概念	4
1.1.2 冲压工序分类	4
1.2 模具分类及结构	7
1.2.1 模具分类	7
1.2.2 模具结构	7
1.3 工艺中常用材料	10
1.3.1 冲压常用材料	10
1.3.2 常用金属冲压材料的规格	10
1.3.3 新型冲压材料简介	11
1.3.4 模具常用材料	12
1.4 冲压设备	14
1.4.1 压力机的分类和型号	14
1.4.2 常用压力机的类型结构	15
1.4.3 冲压设备的选择	22
思考与练习	23
第2章 冲裁工艺与冲裁模具设计	24
2.1 冲裁基本概念	24
2.1.1 冲裁变形过程	24
2.1.2 冲裁断面特征	25
2.1.3 冲裁间隙与冲裁断面质量的关系	25
2.1.4 合理间隙值的确定	26
2.2 冲裁模设计与有关工艺计算	28
2.2.1 冲裁件的工艺分析	28
2.2.2 凸、凹模刃口尺寸计算	29
2.2.3 冲裁排样与定位元件	31
2.2.4 冲压力	36
2.2.5 模具压力中心的计算	37
2.3 模具主要零部件的结构设计	38
2.3.1 凸模的结构设计与标准化	38
2.3.2 凹模的结构设计与标准化	40
2.3.3 凸凹模的最小壁厚	42
2.4 模具结构设计	42
2.4.1 工艺方案的确定	42
2.4.2 模具类型的确定	42
2.4.3 模具结构及主要部件设计	43
2.5 冲模的设计步骤及实例	52
2.5.1 冲模的设计步骤	52
2.5.2 冲裁模设计实例	53
思考与练习	58
第3章 弯曲工艺与弯曲模具设计	60
3.1 弯曲模基础	60
3.1.1 弯曲的类型	60
3.1.2 弯曲变形过程分析	61
3.1.3 弯曲件回弹	62
3.1.4 弯曲件的工艺性	66
3.1.5 提高弯曲件质量的措施	70
3.1.6 保证弯曲件质量的基本原则	72
3.2 弯曲模实例分析——多部位弯曲模	72
3.2.1 弯曲零件工艺性分析	72
3.2.2 回弹量的计算	72
3.2.3 展开长度的确定	73
3.2.4 弯曲力的计算	75
3.2.5 弯曲模工作部分尺寸确定	77
3.2.6 模具结构	80
思考与练习	83
第4章 拉深工艺与拉深模具设计	84
4.1 拉深工艺概述	84
4.1.1 拉深的概念及分类	84
4.1.2 拉深变形过程分析	84
4.1.3 拉深工序的主要工艺问题	86
4.2 圆筒形拉深件拉深工艺	87

4.2.1 拉深件工艺性 .....	87	因素 .....	140
4.2.2 圆筒形拉深件毛坯尺寸的计算 .....	88	6.2.2 载体和搭口的选择 .....	140
4.2.3 圆筒形拉深件的拉深系数和拉深工序尺寸计算 .....	91	6.2.3 排样图中各工位的设计要点 .....	143
4.2.4 拉深力计算 .....	100	6.2.4 多工位级进模的步距精度与条料的定位误差 .....	145
4.2.5 带料级进拉深 .....	101	6.3 多工位级进模总体结构设计 .....	146
4.3 拉深模典型结构 .....	102	6.3.1 级进模结构设计的基本要求 .....	146
4.3.1 首次拉深模 .....	102	6.3.2 级进模设计方法 .....	146
4.3.2 以后各次拉深模 .....	103	6.4 多工位级进模典型结构 .....	148
4.3.3 落料拉深复合模 .....	103	思考与练习 .....	152
4.4 压边装置 .....	104	<b>第7章 塑料与塑料成型工艺</b> .....	153
4.4.1 压边装置的类型 .....	104	7.1 塑料及塑料制品 .....	153
4.4.2 压边圈的类型 .....	104	7.2 塑料的成型工艺性能 .....	154
4.5 拉深模工作部分设计 .....	105	7.3 塑件的工艺性 .....	156
4.5.1 拉深模凸、凹模圆角半径 .....	105	7.4 塑料注射成型工艺与设备 .....	157
4.5.2 拉深模间隙 .....	106	7.4.1 普通注射成型工艺 .....	157
4.5.3 拉深凸、凹模工作部分尺寸 .....	106	7.4.2 特种注射成型工艺 .....	158
思考与练习 .....	107	7.4.3 塑料注射机的类型和结构 .....	159
<b>第5章 其他冷冲压成形工艺与模具设计</b> .....	109	7.4.4 塑料注射机的规格及其与模具的关系 .....	160
5.1 成形工艺与模具设计 .....	109	7.4.5 注射成型工艺条件 .....	162
5.1.1 起伏成形工艺与模具设计 .....	109	7.5 塑料挤出成型 .....	164
5.1.2 圆柱形空心毛坯的胀形 .....	112	7.5.1 挤出方法和原理 .....	164
5.1.3 翻孔和翻边 .....	115	7.5.2 挤出成型设备 .....	164
5.1.4 缩口 .....	120	7.5.3 管材挤出成型工艺条件 .....	165
5.1.5 校平与整形 .....	124	7.6 压缩成型和压注成型 .....	165
5.1.6 压印 .....	125	7.6.1 压缩成型原理和过程 .....	165
5.2 冷挤压 .....	126	7.6.2 压注成型原理和过程 .....	166
5.2.1 冷挤压方法 .....	126	7.6.3 成型工艺条件 .....	166
5.2.2 采用冷挤压必须解决的主要问题 .....	128	7.6.4 塑料液压机及其选用 .....	167
5.2.3 冷挤压设计实例 .....	128	思考与练习 .....	167
思考与练习 .....	137	<b>第8章 塑料注射模设计</b> .....	168
<b>第6章 多工位级进模设计</b> .....	138	8.1 塑件的工艺性 .....	168
6.1 多工位级进模的特点与分类 .....	138	8.1.1 塑件的尺寸、公差和表面质量 .....	168
6.1.1 多工位级进模的特点 .....	138	8.1.2 塑件的几何形状 .....	170
6.1.2 多工位级进模的分类 .....	138	8.1.3 带嵌件的塑件设计 .....	173
6.2 多工位级进模的排样设计 .....	139	8.2 塑料注射模具的分类和典型结构 .....	174
6.2.1 排样设计的原则及考虑的			

8.2.1	概述 .....	174	9.1	压缩成型模具 .....	221
8.2.2	注射模的结构组成 .....	174	9.1.1	压缩模结构及分类 .....	221
8.2.3	注射模的分类及典型结构 .....	175	9.1.2	压力机有关参数的校核及压缩模与压力机的关系 .....	223
8.3	塑料制件在模具中的成型位置 .....	177	9.1.3	压缩模的设计 .....	225
8.3.1	型腔数量和排列方式 .....	177	9.2	压注模设计 .....	229
8.3.2	分型面的选择 .....	178	9.2.1	压注模类型与结构 .....	229
8.4	成型零件的设计 .....	180	9.2.2	压注模结构设计 .....	232
8.4.1	成型零件的结构设计 .....	180	9.2.3	排气槽设计 .....	234
8.4.2	成型零件工作尺寸的计算 .....	184	9.3	挤塑模设计 .....	234
8.4.3	模具型腔侧壁和底板厚度的设计 .....	188	9.3.1	挤塑成型模具典型结构分析 .....	234
8.5	浇注系统的设计 .....	189	9.3.2	挤出成型机头分类和设计原则 .....	235
8.5.1	浇注系统的组成与设计原则 .....	189	9.3.3	管材挤出成型机头 .....	236
8.5.2	普通浇注系统设计 .....	190	9.3.4	异型材挤出成型机头 .....	238
8.5.3	热流道浇注系统的设计 .....	199	9.4	精密注射成型模具 .....	239
8.5.4	排气系统的设计 .....	200	9.4.1	精密注射成型对塑料原料的要求 .....	239
8.6	结构零件的设计 .....	201	9.4.2	精密注射成型工艺特点 .....	240
8.6.1	合模导向装置的设计 .....	201	9.4.3	精密注射成型对注射机的要求 .....	240
8.6.2	支承零件的设计 .....	204	9.4.4	精密注射模具结构设计要点 .....	240
8.7	推出机构的设计 .....	205	9.5	共注射成型与模具 .....	242
8.7.1	推出机构的结构组成及各部分的作用 .....	206	9.5.1	双清色注射成型 .....	242
8.7.2	简单推出机构 .....	206	9.5.2	混色注射成型 .....	242
8.7.3	推出机构的导向与复位 .....	208	9.5.3	双层注射成型 .....	243
8.8	侧向分型与抽芯机构的设计 .....	209	9.6	气体辅助注射成型与模具 .....	244
8.8.1	概述 .....	209	9.6.1	气体辅助设计成型原理 .....	244
8.8.2	斜导柱分型与抽芯机构 .....	210	9.6.2	气体辅助成型工艺过程 .....	244
8.8.3	斜滑块分型与抽芯机构 .....	214	9.6.3	气体辅助注射成型设备 .....	245
8.9	模具加热与冷却系统的设计 .....	215	9.6.4	气体辅助注射模具设计与制造要点 .....	246
8.9.1	概述 .....	215	9.7	中空吹塑成型与模具 .....	246
8.9.2	冷却系统的设计 .....	215	9.7.1	中空吹塑成型模具的分类、特点及成型工艺 .....	246
8.9.3	加热装置的设计 .....	216	9.7.2	中空吹塑模具的基本结构和设计要点 .....	248
8.10	塑料模的设计程序 .....	217		思考与练习 .....	251
	思考与练习 .....	220	附录	附录 .....	252
第9章	其他塑料成型模具设计 .....	221	附录A	常用金属冲压材料的力学性能 .....	252



附录 B	常用冲压材料 .....	255	牌号对照表 .....	259	
附录 C	钢板厚度公差 .....	255	附录 H	常用的塑料收缩率 及缩写代号 .....	261
附录 D	普通碳素钢冷轧带钢 分类 .....	256	附录 I	常用的热塑性塑料注 射成型的工艺参数 .....	262
附录 E	普通碳素冷轧钢带尺寸 .....	257	参考文献 .....	263	
附录 F	轧制薄钢板的尺寸 .....	257			
附录 G	中外常用金属材料				

# 绪 论

模具是工业生产的重要基础装备，它以其自身的特殊形状通过一定的方式使原材料成形。由于用模具生产的制品所表现出来的高效率、低消耗、高一致性、高精度和高复杂程度，是其他任何加工制造方法所不及的，因此模具得到了非常广泛的应用。

模具按成形对象和方式大致可以分为三类：①金属板料成形模具，如冷冲压模具；②金属体积成形模具，如锻造模、粉末冶金模、压铸模等；③非金属材料成形模具，如塑料模、玻璃模、陶瓷模等。其中使用量最大的是冷冲压模和塑料模，约占模具总量的 80% 左右。

模具工业技术水平的高低已成为衡量国家制造业水平的重要指标之一。模具技术能促进工业产品的发展和质量的提高，并能获得极大的经济效益。模具是“效益放大器”，用模具生产的产品的价值往往是模具价值的几十倍、上百倍。美国工业界认为“模具工业是美国工业的基石”，日本把模具誉为“进入富裕社会的原动力”。

模具工业在我国已经成为国民经济发展的一个重要基础工业之一。国民经济的支柱产业如机械、电子、汽车、石油化工和建筑业等都要求模具工业的发展与之相适应。特别是汽车、电机、电器、家电和通信等产品中，60% ~ 80% 的零部件都要依靠模具成形。我国石化工业一年生产 2000 多万吨聚乙烯、聚丙烯和其他合成树脂，很大一部分需要塑料模具成形，做成制品，用于生产和生活的消费。生产建筑业用的地砖、墙砖和卫生洁具需要大量的陶瓷模具，生产塑料管件和塑钢门窗也需要大量的塑料模具成形。

因此，我国非常重视模具工业的发展，重视模具技术的提高。自 1997 年以来，我国相继把模具及其加工技术和设备列入了《当前国家重点鼓励发展的产业、产品和技术目录》和《鼓励外商投资产业目录》；1999 年，国家又把有关模具技术和产品列入国家计委和科学技术部发布的《当前国家优先发展的高新技术产业化重点领域指南（目录）》。以上措施均有力地推动了我国模具产业的飞速发展，充分发挥了模具工业在整个国家工业发展中的“效益放大器”作用。2005 年我国模具工业总产值已跃居世界第三位，达到 610 亿元（其中，广东约 185 亿元，浙江 100 亿元，江苏 60 亿元，上海 40 亿元）。

近年来，我国模具行业结构调整取得了较大成绩，无论是企业组织结构、产品结构、技术结构和进出口结构，都在向着合理化的方向发展。到目前为止，我国已制定了模具技术国家标准 50 多项、近 300 多个标准号。许多研究机构和大专院校都已经开始进行模具技术的研究和开发，为我国的经济建设输送了大批人才，并同时取得了一大批科研成果。其中获得国家重点资助建设的有华中科技大学模具技术国家重点实验室、上海交通大学模具 CAD 国家工程研究中心、北京机电研究所精冲技术国家工程研究中心等，在模具 CAD/CAE/CAM 技术、模具的电加工和数控加工技术、快速成形与快速制模技术、新型模具材料等方面取得了显著进步；在提高模具质量和缩短模具设计制造周期等方面做出了贡献。

目前全世界模具总产值约为 680 亿美元，中国只占 8% 左右，自 2002 年以来，贸易逆差均在 10 亿美元以上，致使我国仍为世界上模具进口量较大的国家。我国目前的模具产业结构还需要进一步调整，增长方式也需要进一步转变。

随着国际交往的日益增多和外资在中国模具行业的投入日渐增加，中国模具产业已经与世界模具产业密不可分，中国模具在世界模具中的地位和影响越来越重要。我国模具工业和技术的主要发展方向将主要集中在以下几个方面：

#### (1) 模具结构日趋大型、精密、复杂，模具寿命日益提高

一方面由于成型（形）零件日趋大型化以及高效率生产所要求的一模多腔（如塑封模已达到一模几百腔），使模具日趋大型化。另一方面，随着零件微型化和模具结构发展的要求（如多工位级进模工位数的增加，其步距精度的提高），模具精度已由原来的 $5\mu\text{m}$ 提高到 $2\sim 3\mu\text{m}$ ，今后有些模具加工精度公差更是要求在 $1\mu\text{m}$ 以下，这必将促进超精密加工的发展。

#### (2) CAD/CAE/CAM 技术在模具设计制造中的广泛应用

模具制造是设计的延续，推行模具设计与制造一体化可达到优化设计的要求。实践证明，模具 CAD/CAM/CAE 技术是当今最合理的模具生产方式，既可用于建模、为数控加工提供 NC 程序，也可针对不同的模具类型，以相应的基础理论，通过数值模拟方法达到预测产品成型（形）过程的目的，改善模具结构。从 CAD/CAE/CAM 一体化的角度分析，其发展趋势是集成化、三维化、智能化和网络化，其核心理念是让用户在统一的环境中实现 CAD/CAE/CAM 协同作业，以便充分发挥各单元的优势和功效。

#### (3) 快速经济制模技术的推广应用

快速模具制造及快速成型技术（RP）是在近两年内迅速发展起来的，并向着高精度、更快捷的方向发展。与传统的模具技术相比，该技术具有制模周期短、成本低的特点，是综合经济效益较显著的模具制造技术。近年来快速模具制造嫁接了先进的 RP 及 NC 技术，有效满足了一些高精度、高寿命模具的生产需求。具体新技术包括快速原型制造技术（RPM）、表面现象成形技术、浇铸成形制模技术、冷挤压及超塑成形制模技术等。

#### (4) 新技术在塑料模具中的推广应用

采用新型热流道技术是塑料模设计制造中的一大变革，可显著提高模具制造的生产效率和质量，并能大幅度节省制件的原材料和节约能源，国外模具企业已有一半用上了该项技术，有的企业甚至已达 80% 以上；气体辅助注射成型也是塑料成型的一种新工艺，它具有注射压力低、制品翘曲变形少、表面好、易于成型、壁厚差异可以较大等优点，可在保证产品质量的前提下，大幅度降低成本。

#### (5) 提高模具标准化水平和模具标准件的使用率

模具标准化及模具标准件的应用将极大地影响模具制造周期，还能提高模具的质量和降低模具制造成本。模具标准件应进一步增加规格、品种，发展和完善销售网络，保证供货速度，为客户提供交货期短、精度高、生产工艺性好、使用寿命长、价格低的优质模具标准件。

#### (6) 开发优质模具材料和先进的表面处理技术

模具材料是模具工业的基础。当前，国外模具材料系列日趋完善与细化，系列化程度已越来越高。中国是世界第一产钢大国，国内开发的高级优质模具钢品种虽然不少，但推广应用不足，每年所需约 70 万吨模具钢，有相当一部分需要进口。为了扭转这种局面，应根据模具对使用性能的新要求，通过调整材料成分，或借助先进的工艺方法和工艺手段，不断开发具有特殊使用性能的新型模具材料。

### (7) 高速铣削在模具加工中的推广应用

高速铣削具有工件温升高、切削力小、加工平稳、加工质量好、加工效率高（为普通铣削加工的 5~10 倍）及可加工硬材料（60HRC）等诸多优点，是高精度型腔模具的重要加工手段。国外近年来发展的高速铣削加工，主轴转速可达到 40000~100000r/min，快速进给速度达到 30~40m/min，换刀时间可提高到 1~3s，大幅度提高了加工效率，并可获得  $Ra \leq 10\mu\text{m}$  的加工表面粗糙度，形状精度可达  $10\mu\text{m}$ 。高速铣削加工技术的发展，促进了模具加工的发展，特别是给汽车、家电行业中大型腔模具制造方面注入了新的活力。

### (8) 研究和应用模具的高速测量技术与逆向工程

随着三坐标测量机、扫描仪等先进测量仪器的应用，现代检测技术正向高速度、高精度、高适应性、数字化、自动化方向发展。

逆向工程（RE）又称反向工程或反求工程，通过对实物或零件进行扫描测量以及各种先进的数据处理手段获得产品的几何信息，然后充分利用 CAD/CAM 技术快速、准确地建立产品的数学几何模型，进行数据重构设计，最后经过适当的工程分析、结构设计和 CAM 编程，就可以加工出产品模具。

### (9) 开发成形新工艺和模具，培养新理念和新模式

在成形工艺方面，主要有冲压模具功能复合化、超塑性成形、塑性精密成形技术、塑料模气体辅助注射技术及热流道技术、高压注射成形技术等。另外，随着先进制造技术的不断发展和模具行业整体水平的提高，在模具行业出现了一些新的设计、生产、管理理念与模式，主要有：适应模具单件生产特点的柔性制造技术；创造最佳管理和效益的团队精神，精益生产；提高快速应变能力的并行工程、虚拟制造及全球敏捷制造、网络制造等新的生产哲理；广泛采用标准件的分工协作生产模式；适应可持续发展和环保要求的绿色设计与制造等。此外，大力研发模具的抛光技术和模具制造设备，可进一步改善成型产品的表面质量。

# 第1章 冷冲压成形工艺概论

## 1.1 冷冲压工艺概述

冷冲压是金属压力加工方法之一，它是建立在金属塑性变形的基础上，在常温下利用冲模和冲压设备对材料施加压力，使其产生塑性变形或分离，从而获得一定形状、尺寸和性能的工件。冷冲模是冲压加工中将材料（金属或非金属）加工成工件或半成品的一种工艺装备。

### 1.1.1 冷冲压工艺基本概念

冷冲压工艺是利用模具与冲压设备完成加工的过程。一般的冲压加工，一台冲压设备每分钟可生产零件的数目是几件到几十件；有时甚至可达每分钟数百件或千件以上。所以它的生产率非常高，且操作简便，便于实现机械化与自动化。冲压产品的尺寸精度是由模具保证的，质量稳定，一般不需再经机械加工即可使用。

冷冲压加工不需要加热，也不像切削加工那样在切除金属余量时要消耗大量的能量，所以它是一种节能的加工方法。而且，在冲压过程中材料表面不受破坏。冷冲压加工是集表面质量好、重量轻、成本低等优点于一身的加工方法，在现代工业生产中得到广泛应用。

### 1.1.2 冲压工序分类

一个冲压件往往需要经过多道冲压工序才能完成。由于冲压件的形状、尺寸精度、生产批量、原材料等的不同，其冲压工序也是多样的，但大致可分为分离工序和塑性成形工序两大类。

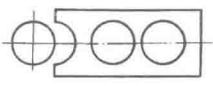
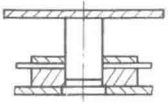
分离工序是使冲压件与板料沿一定的轮廓线相互分离的工序。例如切断、落料、冲孔等。

塑性成形工序是指材料在不破裂的条件下产生塑性变形的工序，从而获得一定形状、尺寸和精度要求的零件。例如弯曲、拉深、成形、冷挤压等。


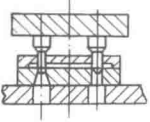
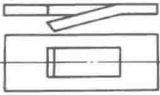
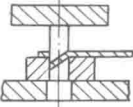
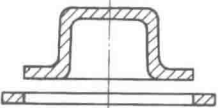
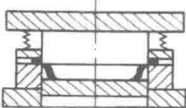
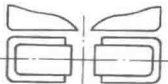
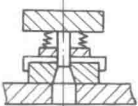
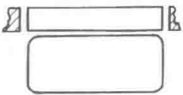
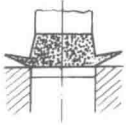
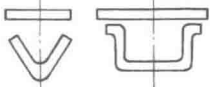

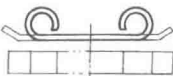
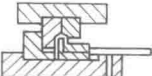
在冲压的一次行程过程中，只能完成一个冲压工序的模具，称为单工序模。在冲压的一次行程过程中，在不同的工位上同时完成两道或两道以上冲压工序的模具，称为级进模（连续模）。在冲压的一次行程过程中，在同一工位上完成两道或两道以上冲压工序的模具，称为复合模。

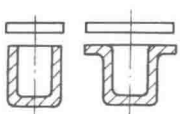
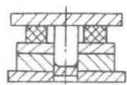
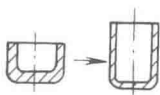
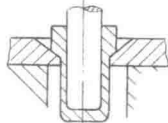
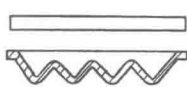
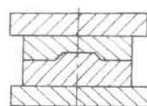


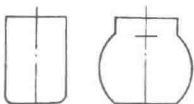
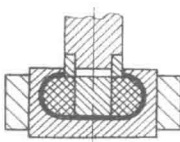
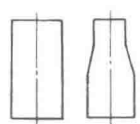

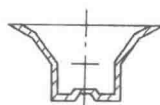
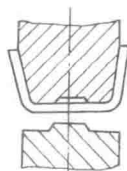
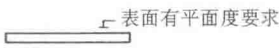
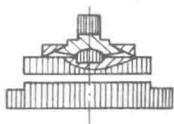
表 1-1 为常用冲压工序分类及所用模具。

表 1-1 常用冲压工序分类及所用模具

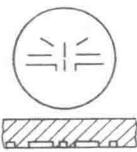
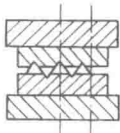
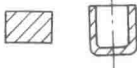

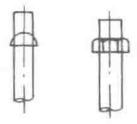
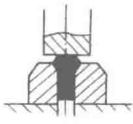
类别	工序名称	工序简图	工序特征	模具简图
材料的分离工序	落料		用落料模沿封闭轮廓冲裁板料或条料，冲掉部分是制件	

(续)

类别	工序名称	工序简图	工序特征	模具简图
材料的分离工序	冲孔		用冲孔模沿封闭轮廓冲裁工件或毛坯, 冲掉部分是废料	
	切口		用切口模将部分材料切开, 但并不使它完全分离, 切开部分材料发生弯曲	
	切边		用切边模将坯件边缘的多余材料冲切下来	
	剖切		用剖切模将坯件、弯曲件或拉深件剖成两部分或几部分	
	整修		用整修模去掉坯件外缘或内孔的余量, 以得到光滑的断面和精确的尺寸	
材料的塑性变形工序	弯曲		用弯曲模将平板毛坯(或丝料、杆件毛坯)压弯成一定尺寸和角度, 或将已弯件作进一步弯曲	
	卷边		用卷边模将条料端部按一定半径卷成圆形	

类别	工序名称	工序简图	工序特征	模具简图
材料的塑性变形工序	拉深		用拉深模将平板毛坯拉深成空心件, 或使空心毛坯作进一步变形	
	变薄拉深		用变薄拉深模减小空心毛坯的直径与壁厚, 以得到底厚大于壁厚的空心制件	
	起伏成形		用成形模使平板毛坯或制件产生局部拉深变形, 以得到起伏不平的制件	
	翻边		用翻边模在有孔或无孔的板件或空心件上翻出直径更大且成一定角度的直壁	
	胀形		从空心件内部施加径向压力使局部直径胀大	
	缩口		在空心件外部施加压力, 使局部直径缩小	
	整形 (立体)		用整形模将弯件或拉深件不准确的地方压成准确形状	
	整形 (校平)		将零件不平的表面压平	

(续)

类别	工序名称	工序简图	工序特征	模具简图
立体成形工序	压印		用压印模使材料局部转移, 以得到凸凹不平的浮雕花纹或标记	
	冷挤压		用冷挤压模使金属沿凸、凹模间隙流动, 从而使厚毛坯转变为薄壁空心件或横截面小的制品	
	顶镦		用顶镦模使金属体积重新分布及转移, 以得到头部比(坯件)杆部粗大的制品	

## 1.2 模具分类及结构

### 1.2.1 模具分类

根据模具完成的冲压工序内容不同, 结构和类型不同, 模具的分类方法亦不同。

- ① 按完成工序特征分类, 可分为冲裁模、弯曲模、拉深模、成形模等。
- ② 按模具的导向形式分类, 可分为无导向模具和导向模具。其中, 导向模具又包括导板、导柱、导套导向模具。
- ③ 按模具完成的冲压工序内容分类, 可分为单工序模具、组合工序模具。其中, 组合工序模具又可分为复合模和级进模。

### 1.2.2 模具结构

#### 1. 冲裁模

##### (1) 模具结构介绍

不同的冲压零件、不同的冲压工序所使用的模具也不一样, 但模具的基本结构组成, 按其功能用途大致包括六部分。以典型的导柱导套冲裁模为例, 其基本结构如图 1-1 所示。

图 1-1 是导柱导套式冲裁模。该模具利用导柱 4 和导套 3 实现上、下模精确导向定位。凸、凹模在进行冲裁之前, 导柱已经进入导套, 从而保证在冲裁过程中凸模和凹模之间的间隙均匀一致。上、下模座和导柱、导套装配组成的部件称为模架。

这种模具的结构特点是: 导柱与模座孔为 H7/r6 (或 R7/h6) 的过盈配合; 导套与上模



