

CHONGYA MUJU SHEJI  
SHIYONG SHOUCHE

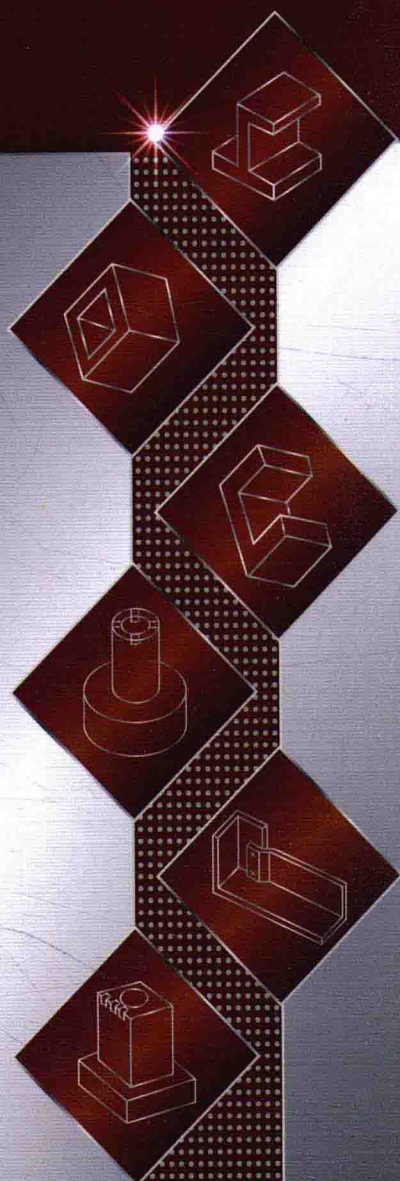
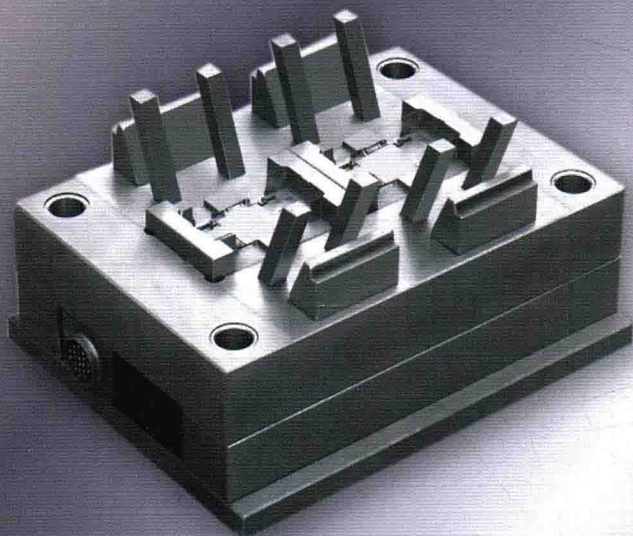
陈炎嗣 主编

# 冲压模具设计 实用手册

核心模具卷

冲裁模 · 弯曲模

拉深模 · 成形模



化学工业出版社

# 冲压模具设计 实用手册

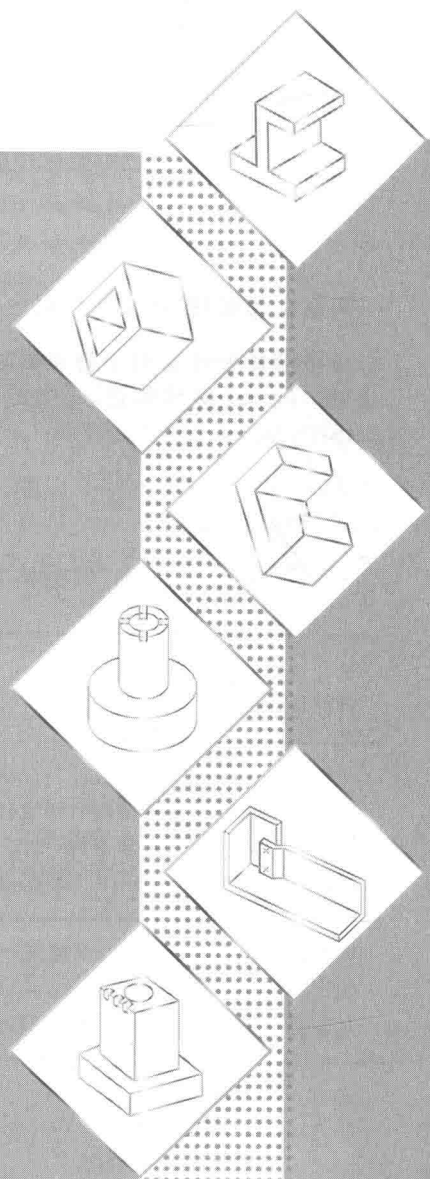
核心模具卷

陈炎嗣 主编



化学工业出版社

· 北京 ·



本手册基于科学性、先进性和实用性特点, 兼顾理论基础和设计实践两个方面, 根据设计人员在冲压模具设计过程中的需要, 系统地介绍了冲压模具中核心模具的设计标准、原则、步骤与方法, 并列举了大量先进实用、全面可靠的结构范例。

主要内容包括冲模设计基础与设计步骤, 冲压模具用材料, 冲压件设计与冲压工艺性; 冲压模具结构中应用量大面广的冲裁模、弯曲模、拉深模、成形模的设计原理、方法和要点等。对于不同类型的冲模, 每章均介绍了新颖的典型结构, 有些图例为首次发表。

本手册可为从事冲压模具设计的工程技术人员提供帮助, 也可供高校相关专业的师生查阅参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

冲压模具设计实用手册 (核心模具卷)/陈炎嗣主编.

北京: 化学工业出版社, 2015. 11

ISBN 978-7-122-25161-9

I. ①冲… II. ①陈… III. ①冲模-设计-手册  
IV. ①TG385. 2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 218078 号

---

责任编辑: 贾 娜

文字编辑: 谢蓉蓉

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 刘丽华

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 39 $\frac{1}{2}$  字数 950 千字 2016 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 158.00 元

版权所有 违者必究

模具是现代制造业中重要的工艺装备。各个行业直接或间接地与模具有关。模具的主要功能是直接生产出形状复杂、具有一定功能的制品或制件。模具的应用非常广泛,在汽车、电子、通信、仪器仪表、航空航天、交通运输、五金建材、医疗器械、军工、日用品、玩具、新能源、节能减排等行业产品中,60%~80%的零部件都依靠模具直接成形,不需再加工。用模具生产制件所达到的四高两低的特点,即高一致性、高精度、高复杂程度、高生产效率和低成本、低能耗是其他工艺装备难以胜任的。模具可用来支撑产品的开发和结构的调整,并促进产业的发展 and 升级。因此,模具在制造业中的地位越来越重要。

模具技术水平的高低,已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志,模具在很大程度上决定了产品的质量、生产效益和新产品开发能力。而模具的质量和水平是靠模具的合理设计和先进的加工技术制造出来的,但首先决定于模具结构设计的好坏,决定于模具设计者的设计水平。

冲压模具的设计是一项非常细致艰辛而又极富创造性的技术工作,要求设计者具有丰富的专业理论知识并要经过长时间工作的磨练及实践经验的积累。设计师要善于在工作中学习,把理论和实践很好地结合,并灵活应用实践中吸取到的许多好经验,做到参考而有创新、习旧而不照搬,坚持以实际需要为原则,开拓创造,才能设计出结构先进合理、使用维修方便、造价低、耐用并符合要求的各种模具。因此,设计出经济、实用、安全、可靠的模具结构是每一位模具设计师的职业追求和崇高目标。

冲压模具是模具中应用最为广泛的模具之一。怎样设计冲模?有什么指导性的资料?如何应用这些资料设计好冲模?《冲压模具设计实用手册》帮助冲模设计者回答了这三个问题。

《冲压模具设计实用手册》是冲模设计者日常工作必备实用的工具用书,手册内容注重体现实用、简明、精练、全面、先进的特点,没有深奥的理论和复杂的计算公式,层次清楚,陈述清晰,图文并茂,突出图表及典型图例,数据可靠,便于查阅应用。

为适应读者的不同需要,将本手册分成两卷出版。核心模具卷主要内容包括冲模设计基础、冲压工艺性、冲裁模、弯曲模、拉深模、成形模的设计和典型结构剖析;高效模具卷主要内容包括复合模、聚氨酯橡胶模、多工位级进模、冲压用材料。

附录中收集了一些冲模设计时常用的必备资料。

相信本手册的出版和应用将为提高我国模具人才的技术水平发挥作用。

上海交通大学塑性成形技术与装备研究院  
洪慎章



# 前言

## FOREWORD

冲压模具是各类模具中应用最广的一种模具。冲裁模、弯曲模、拉深模和成形模为冲压模具中的主导模具，使用面广、量大、占比例最高，这四种模具约占冲压模具的80%以上，被称作冲压模具中的核心模具。

怎样设计这些模具？有什么指导性资料？如何应用这些资料设计好冲模？这是本手册要帮助冲模设计者回答并实践的三个问题，也是编写本手册的宗旨。

本手册为《冲压模具设计实用手册》核心模具卷，主要介绍了冲裁模、弯曲模、拉深模、成形模的设计方法、设计技巧和结构选型等内容。全书共设7章。第1章冲模设计基础与设计步骤，为冲模设计的共性部分，这是每位模具设计人员必须了解和掌握（即应知应会）的基础知识、基本功，对于模具设计人员，要求知道并善于在冲模设计过程中把握和运用这些基础知识。第2章冲压模具用材料，主要从优化选用模具材料出发，讲解了冲模结构中，特别是工作零件材料的选用，重点介绍了超硬和高强度材料的应用，如硬质合金、钢结硬质合金、粉末高速钢等，对于如何从选材方面提高模具寿命，给出了建议和推荐选材方案。第3章冲压件设计与冲压工艺性，本章图表较多，内容非常重要，不仅为从事冲压件设计者提供直接帮助和指导，而且也是模具设计者分析冲件工艺性的有效理论依据，对于模具经营管理者 and 模具技术谈判者，本章内容也十分有用。第4章冲裁模，是本书的重点之一，全面介绍材料的冲压分离变形过程所用的各种模具结构设计，其中共性部分冲裁间隙及间隙的优化选用、冲模工作零件凸模和凹模的设计是本章的重点，介绍了不同冲裁情况下工作零件的设计难点、要点和解决方案，这些从工作实践中总结出来的经验，将带给读者有益启示。第5~7章，介绍了材料的冲压塑性变形过程所用的弯曲模、拉深模和成形模的冲压工艺与冲模结构设计。怎样判断冲件能否一次加工成功，弯曲件和拉深件的展开计算，弯曲、拉深工艺计算，弯曲件的回弹，拉深件的拉深系数（拉深变形程度）确定，是这类模具设计的关键，也是一项不可回避的繁琐工作，手册中都有详细介绍，读者看了能学会如何设计模具。

上述各章均有一定量的模具典型结构介绍，读者可以从这些典型图例中学到模具总体设计知识。

冲模设计者在经验不多的情况下，可以照搬书上的内容先用起来，待工作时间长了，有了一定经验，应善于不断总结，不断创新，这样设计的模具就会做到理论更加接近实际，使模具设计达到最优化效果。

本手册由陈炎嗣主编并负责全书的统稿工作。沈永娣、陈鹤皋、董华宁、陈炎裔、汪义尧、卓昌明、里佐梁、王德华、朱汝道、陈贯一、袁人瑞、邵今亮、申敏、周安、孙敬、陈天恩、葛明辉、姜沁、吴宝泽、吴梅芬、金龙建、聂兰启、张雪松、赵仲春、乔晓建、吴幼一、唐激扬、苑春龙、刘晓燕、温和荣、周杰、俞爱娣、周雪娟、陈利一、崔熙珉、张明华、寇承香、藏学君、袁咪咪、乔春英参加了资料的提供、整理和部分编写工作。手册编写过程中，得到了有关专家的帮助和支持，在此表示衷心感谢！

本书涉及较多的专业知识，由于笔者水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

陈炎嗣



# 目录

## CONTENTS

### 第1章 冲模设计基础与设计步骤

1.1 冲压生产与冲模 .....	1	1.4.7 各种不同类型冲模选用比较 .....	20
1.1.1 冲压加工的基本原理与冲模 .....	1	1.5 压力中心的确定 .....	23
1.1.2 冲压加工在工业生产中的地位 .....	1	1.5.1 确定压力中心的目的 .....	23
1.1.3 冲压加工的特点 .....	3	1.5.2 确定压力中心的方法 .....	24
1.1.4 冲模的分类 .....	3	1.6 冲压设备的选用 .....	25
1.1.5 冲压加工工序的分类、特征及 模具 .....	3	1.6.1 压力机的分类与型号表示方法 .....	25
1.2 冲模术语 .....	9	1.6.2 各类冲压设备的用途 .....	27
1.3 冲模设计步骤 .....	15	1.6.3 常用压力机的主要技术参数含义与 要求 .....	28
1.3.1 冲模设计应具备的资料 .....	15	1.6.4 冲压设备的选用 .....	30
1.3.2 冲模设计的基本要求 .....	15	1.7 冲模图的设计 .....	34
1.3.3 冲模设计的一般步骤 .....	15	1.7.1 模具图的作用和重要性 .....	34
1.4 冲模结构形式的选用 .....	17	1.7.2 冲模图样的绘制要求与标准 .....	34
1.4.1 根据制件的生产批量选用 .....	17	1.7.3 冲模装配图的绘制与要求 .....	41
1.4.2 根据制件的精度要求选用 .....	18	1.7.4 冲模零件图的绘制与要求 .....	49
1.4.3 根据制件的形状大小和复杂程度 选用 .....	19	1.7.5 冲模图的校核 .....	66
1.4.4 根据生产部门的现有设备情况 选用 .....	19	1.8 冲模设计的几种实用方法与冲压模具 的总体尺寸 .....	68
1.4.5 根据冲模能达到的使用寿命选用 ..	19	1.8.1 冲模设计实用方法 .....	68
1.4.6 根据模具制造能力选用 .....	20	1.8.2 冲压模具的总体尺寸 .....	70

### 第2章 冲压模具用材料

2.1 冲压模具材料的基本要求与选用 原则 .....	71	2.3.1 常用的模具钢化学成分及主要 用途 .....	84
2.1.1 冲压模具材料的基本要求 .....	71	2.3.2 模具常用钢结硬质合金和硬质合金 化学成分 .....	86
2.1.2 冲压模具材料的选用原则 .....	73	2.4 硬质合金 .....	86
2.2 冲压模具钢的分类、常用钢材牌号 及应用特点 .....	74	2.4.1 硬质合金的分类 .....	86
2.2.1 冷作模具钢的分类 .....	74	2.4.2 模具常用硬质合金性能与用途 .....	87
2.2.2 常用冷作模具钢和硬质合金 .....	75	2.4.3 硬质合金的应用与钢模具的比较 ..	87
2.2.3 常见的非国标牌号（国产和进口） 冷作模具钢 .....	82	2.5 钢结硬质合金 .....	88
2.3 常用模具钢化学成分及主要用途 .....	84	2.5.1 钢结硬质合金的基本类型与性能 ..	88
		2.5.2 钢结硬质合金的热加工与热处理 ..	89
		2.5.3 冷作模具常用钢结硬质合金的使用	

性能与用途 .....	90	2.8.2 判断模具寿命的依据 .....	100
2.6 粉末冶金高速钢和高合金钢 .....	91	2.8.3 影响模具刃口磨损的因素 .....	101
2.7 冲模零件材料的选用与硬度要求 .....	92	2.8.4 模具零件常用热处理工序的目的与 适用范围 .....	102
2.7.1 冲模工作零件材料选用的依据 .....	92	2.8.5 提高模具使用寿命的措施 .....	103
2.7.2 冲模工作零件常用材料及硬度的 指导性选用 .....	94	2.8.6 模具常用机加工方法与所能达到的 加工精度和表面粗糙度 .....	104
2.7.3 冲模结构零件材料及硬度选用 .....	98	2.9 常用钢材国内外牌号对照表 .....	106
2.8 模具材料与使用寿命 .....	99		
2.8.1 模具的使用寿命 .....	99		

## 第3章 冲压件设计与冲压工艺性

3.1 冲压件的工艺性与冲压件设计 原则 .....	109	3.5.1 拉深件的精度 .....	129
3.1.1 冲压件的工艺性 .....	109	3.5.2 拉深件一次拉深成形条件 .....	130
3.1.2 冲压件设计原则 .....	109	3.5.3 拉深件的工艺性与拉深件的结构 要点 .....	132
3.2 冲裁件精度、表面粗糙度和毛刺 .....	110	3.5.4 小型件带料连续拉深工艺条件 .....	136
3.2.1 冲裁件的精度 .....	110	3.6 翻边工艺性 .....	138
3.2.2 冲裁件的尺寸公差 .....	111	3.6.1 翻边工艺的分类和应用 .....	138
3.2.3 冲裁件切断面质量 .....	115	3.6.2 圆孔翻边的工艺性 .....	141
3.2.4 冲裁件的切断面表面粗糙度 .....	116	3.6.3 非圆孔翻边与工艺性 .....	143
3.2.5 精密冲裁件的尺寸精度 .....	116	3.6.4 变薄翻边 .....	144
3.2.6 金属冲裁件允许的毛刺高度 .....	117	3.7 压筋、压包的工艺性 .....	145
3.3 冲裁件的工艺性 .....	117	3.7.1 压筋的工艺性 .....	145
3.3.1 对冲裁件(落料件和冲孔件)的 形状要求 .....	117	3.7.2 压凸包的工艺性 .....	147
3.3.2 对冲孔件的尺寸要求 .....	119	3.8 冷挤压件精度与工艺性 .....	148
3.4 弯曲件的精度与工艺性 .....	120	3.8.1 冷挤压件的尺寸精度 .....	148
3.4.1 弯曲件的精度 .....	120	3.8.2 冷挤压件合理的形状与尺寸 .....	151
3.4.2 弯曲圆角半径与最小弯曲 半径 $R_{\min}$ .....	123	3.9 冲压件公差标注方法规范化建议 .....	152
3.4.3 弯曲件的工艺性与弯曲件的 结构要点 .....	123	3.10 冲压件的尺寸、角度公差、形状和 位置未注公差(GB/T 13914、 13915、13916—2002)、未注公差 尺寸的极限偏差(GB/T 15055— 1994)等 .....	154
3.5 拉深件精度与工艺性 .....	129		

## 第4章 冲裁模

4.1 冲裁与冲裁过程分析 .....	161	4.2.4 确定合理冲裁间隙的方法 .....	170
4.1.1 冲裁与冲裁模 .....	161	4.2.5 冲裁间隙的分类 .....	172
4.1.2 冲裁变形过程分析 .....	161	4.2.6 常用的几种冲裁间隙值 .....	174
4.1.3 冲裁断面特征 .....	162	4.2.7 选用冲裁间隙的依据和原则 .....	178
4.1.4 冲裁件的质量分析 .....	163	4.3 冲裁凸模、凹模刃口尺寸及制造 公差的确定 .....	179
4.2 冲裁间隙与选用 .....	165	4.3.1 冲裁凸模、凹模刃口尺寸确定 原则 .....	179
4.2.1 冲裁间隙的含义 .....	165	4.3.2 冲裁凸、凹模分开加工时刃口	
4.2.2 间隙大小对冲裁的影响 .....	166		
4.2.3 冲裁间隙方向的确定原则 .....	170		

尺寸计算 .....	180	4.7.2 常见的凸模形式与固定方法 .....	219
4.3.3 冲裁凸、凹模配合加工时刃口		4.7.3 凸模的防转 .....	245
尺寸计算 .....	181	4.7.4 级进模的凸模固定示例 .....	245
4.3.4 冲裁模凸、凹模刃口尺寸计算		4.7.5 凸模长度的确定(包括多工位	
示例 .....	183	级进模的多凸模长度) .....	247
4.3.5 凸、凹模分开加工法与配合加工法		4.7.6 凸模的强度验算 .....	249
的特点和应用比较 .....	184	<b>4.8 凹模结构设计</b> .....	251
<b>4.4 冲裁力、卸料力、推件力、</b>		4.8.1 凹模的基本类型与应用 .....	251
<b>顶出力</b> .....	185	4.8.2 凹模的常用结构 .....	252
4.4.1 冲裁力计算 .....	185	4.8.3 凹模刃口形式 .....	275
4.4.2 减小冲裁力的方法 .....	187	4.8.4 凹模外形尺寸的确定 .....	277
4.4.3 卸料力、推件力和顶出力的		4.8.5 凹模强度计算 .....	279
计算 .....	189	4.8.6 凹模的固定螺孔和定位销孔大小	
4.4.4 选用压力机时总压力计算方法 .....	189	及间距 .....	280
4.4.5 计算冲裁功的意义和冲裁功的		4.8.7 螺钉拧入深度和圆柱销配合	
验算 .....	190	长度 .....	281
<b>4.5 排样、搭边、料宽及材料利用率</b> .....	191	4.8.8 凸模和凹模的加工精度与	
4.5.1 排样 .....	191	互换性 .....	281
4.5.2 材料的消耗与材料利用率 .....	195	<b>4.9 冲裁模典型结构</b> .....	283
4.5.3 搭边与搭边值的确定 .....	199	4.9.1 冲裁模的分类 .....	283
4.5.4 条(带)料宽度的确定 .....	201	4.9.2 落料模 .....	283
4.5.5 冲裁排样实例分析与材料利用率		4.9.3 冲孔模 .....	288
计算 .....	203	4.9.4 切角模 .....	308
4.5.6 排样图的画法与图例 .....	205	4.9.5 切口模 .....	309
<b>4.6 冲模零件的分类、功能及使用</b>		4.9.6 冲槽模 .....	314
<b>范例</b> .....	211	4.9.7 切舌模 .....	316
4.6.1 冲模零件的分类与功能 .....	211	4.9.8 剖切模 .....	317
4.6.2 各种冲模零件的使用范例 .....	212	4.9.9 切边模 .....	318
<b>4.7 凸模设计结构</b> .....	219	4.9.10 切断模 .....	332
4.7.1 凸模的种类和标准结构 .....	219		

## 第5章 弯曲模

<b>5.1 板料的弯曲变形</b> .....	342	5.4.1 弯曲件中性层位置的确定 .....	357
5.1.1 弯曲方法 .....	342	5.4.2 弯曲件展开长度计算 .....	358
5.1.2 弯曲变形过程与特点 .....	343	<b>5.5 弯曲力、顶件力及压料力</b> .....	362
<b>5.2 最小弯曲半径 (<math>r_{\min}</math>)</b> .....	344	5.5.1 弯曲力的计算 .....	362
5.2.1 弯裂与最小弯曲半径 ( $r_{\min}$ ) .....	344	5.5.2 顶件力和压料力的计算 .....	362
5.2.2 影响最小弯曲半径的因素 .....	344	5.5.3 弯曲设备标称压力的选择 .....	363
5.2.3 最小弯曲半径的确定 .....	345	<b>5.6 弯曲模工作部分尺寸设计</b> .....	364
<b>5.3 回弹及防止</b> .....	346	5.6.1 凸、凹模圆角半径 .....	364
5.3.1 弯曲件的回弹及回弹表现形式 .....	346	5.6.2 凹模的工作深度 .....	364
5.3.2 影响回弹的因素 .....	347	5.6.3 U形弯曲件凹模的长度和宽度	
5.3.3 回弹值的确定 .....	347	尺寸确定 .....	365
5.3.4 减小回弹的措施 .....	354	5.6.4 弯曲凸模与凹模之间的间隙 .....	365
<b>5.4 弯曲件展开尺寸的计算</b> .....	357	5.6.5 弯曲凸、凹模工作部分尺寸与	



制造公差确定 .....	367	5.8.3 U形件弯曲模 .....	377
5.6.6 弯曲或成形凸模和凹模的 尺寸差 .....	367	5.8.4 $\Gamma$ 形件弯曲模 .....	378
5.7 弯曲模的结构设计 .....	368	5.8.5 Z形件弯曲模 .....	380
5.7.1 弯曲模结构设计要点 .....	368	5.8.6 圆形和卡环类件弯曲模 .....	383
5.7.2 弯曲件的工序安排 .....	369	5.8.7 铰链卷边模 .....	387
5.8 弯曲模典型结构 .....	372	5.8.8 其他弯曲模 .....	391
5.8.1 V形件弯曲模 .....	372	5.9 弯曲件产生缺陷或废品原因及 消除方法 .....	407
5.8.2 L形件弯曲模 .....	376		

## 第6章 拉深模

6.1 拉深件分类及板料的拉深变形 分析 .....	409	6.5 反向拉深 .....	478
6.1.1 拉深方法与拉深件分类 .....	409	6.5.1 反向拉深方法与应用 .....	478
6.1.2 圆筒形件拉深变形过程特性 .....	410	6.5.2 反向拉深特点 .....	478
6.1.3 圆筒形件拉深过程中毛坯的应力 应变状态 .....	411	6.6 阶梯形、锥形、球形、抛物体形件的 拉深 .....	480
6.1.4 拉深时的起皱、厚度变化和硬化 现象 .....	412	6.6.1 阶梯形件的拉深 .....	480
6.1.5 盒形件拉深变形特点 .....	415	6.6.2 锥形件的拉深 .....	481
6.2 拉深件毛坯形状的确定与毛坯尺寸 的计算 .....	417	6.6.3 半球形件的拉深 .....	488
6.2.1 确定拉深件毛坯形状的原则与 方法 .....	417	6.6.4 抛物线形件的拉深 .....	494
6.2.2 拉深件切边余量 .....	417	6.7 拉深力和压边力的计算 .....	495
6.2.3 拉深件毛坯尺寸的基本计算 方法 .....	417	6.7.1 拉深力 .....	495
6.2.4 旋转体拉深件毛坯尺寸的计算 方法 .....	419	6.7.2 压边力 .....	497
6.2.5 矩形盒形件毛坯尺寸的计算 方法 .....	432	6.7.3 压力机公称压力的确定 .....	502
6.3 拉深工艺计算 .....	438	6.7.4 拉深功的计算 .....	503
6.3.1 拉深系数与合理选用 .....	438	6.7.5 拉深速度 .....	503
6.3.2 无凸缘圆筒形件拉深次数 .....	443	6.8 拉深凸模和凹模工作部分设计 .....	504
6.3.3 无凸缘圆筒形件工序尺寸的 计算 .....	443	6.8.1 拉深凸、凹模结构形式与凸模的 通气孔 .....	504
6.3.4 有凸缘圆筒形件工序尺寸的 计算 .....	445	6.8.2 拉深凸、凹模圆角半径 .....	506
6.3.5 矩形件工序的计算 .....	453	6.8.3 拉深凸、凹模之间的间隙 .....	507
6.4 变薄拉深 .....	472	6.8.4 拉深凸、凹模工作部分尺寸的 计算 .....	509
6.4.1 变薄拉深应用、方法与特点 .....	472	6.9 拉深的润滑、退火和酸洗 .....	510
6.4.2 变薄拉深的工艺计算 .....	472	6.9.1 润滑 .....	510
6.4.3 变薄拉深的模具设计 .....	474	6.9.2 退火 .....	512
6.4.4 举例介绍变薄拉深工艺计算 .....	476	6.9.3 酸洗 .....	514
6.4.5 变薄拉深产生废品原因 .....	477	6.9.4 拉深工艺中相关工序的应用 .....	514
		6.10 拉深模结构 .....	514
		6.10.1 拉深模的种类 .....	514
		6.10.2 拉深模的设计要点 .....	515
		6.10.3 拉深模典型结构 .....	518
		6.11 拉深件的质量分析 .....	537
		6.11.1 拉深件常见缺陷或废品形式、 原因分析和解决措施 .....	537

## 第7章 成形模

7.1 起伏成形 .....	540	7.3.5 胀形模结构 .....	571
7.1.1 起伏成形基本原理、特点、应用和 变形极限 .....	540	7.4 缩口 .....	584
7.1.2 压加强筋 .....	541	7.4.1 缩口变形特点与变形程度 .....	584
7.1.3 压凸包(压包、压凸、压窝) .....	541	7.4.2 缩口工艺计算 .....	585
7.1.4 压筋、压包、百叶窗成形模结构 .....	542	7.4.3 缩口的方法 .....	586
7.2 翻边与翻孔 .....	550	7.4.4 缩口模具结构 .....	588
7.2.1 圆孔翻边(翻孔) .....	550	7.5 扩口 .....	591
7.2.2 小螺纹底孔的变薄翻边 .....	555	7.5.1 扩口的变形特点与变形程度 .....	591
7.2.3 外缘翻边 .....	559	7.5.2 扩口成形计算 .....	592
7.3 胀形 .....	563	7.5.3 扩口模结构 .....	593
7.3.1 胀形的种类与特点 .....	563	7.6 校平与整形 .....	597
7.3.2 翻边模结构 .....	564	7.6.1 校平与整形的作用与特点 .....	597
7.3.3 圆柱形空心毛坯胀形方法与 特点 .....	567	7.6.2 校平、校平模分类与应用 .....	597
7.3.4 空心毛坯胀形工艺计算 .....	567	7.6.3 整形特点与应用 .....	599
		7.6.4 校平、整形力的计算 .....	601
		7.6.5 整形、校平模结构 .....	601

## 附录

附录 A 标准公差数值与基孔制、基轴 制优先、常用配合 .....	606	附录 C 模内攻牙(螺纹)机型号、规格 与挤压螺纹底孔尺寸 .....	616
附录 B 冲压常用材料的性能 .....	612	附录 D 金属材料力学性能符号对照表 .....	619

## 参考文献

# 冲模设计基础与设计步骤

## 1.1 冲压生产与冲模

### 1.1.1 冲压加工的基本原理与冲模

冲压加工是利用安装在压力机上的冲模，对放在模具里的材料，主要是板料施加压力，使材料在模具里产生分离或塑性变形，从而获得所需尺寸及形状的零件。因此，实现冲压加工，必须具有冲压材料、冲压设备（压力机）和冲压模具。三者相互联系，缺一不可，被称为构成冲压生产三要素。冲压三要素对冲压质量、精度和生产效率起到关键作用。

冲压加工大多数材料是在常温冷态下进行的，故称为冷冲压。冷冲压用模具简称冲压模具或冲模。冲模在冲压生产中是应用最多的一种模具。

冲模是冲压生产中的特殊工艺装备，属于技术密集型高新技术产品。我国已经把模具列为先进制造技术的第一位。

### 1.1.2 冲压加工在工业生产中的地位

#### (1) 应用

用模具生产制件所具有的高精度、高一致性、高生产率是任何其他加工方法所不能比拟的。例如一辆新型汽车的投产，需要配备 2000 多副模具，一台电冰箱的投产，需要配备 300 副以上模具；一台洗衣机的投产，需配备 200 副模具；一部手机的 70 多个零件，需要各种模具加工成形等。冲压加工已被广泛应用在各个领域。据有关调查统计，在汽车、摩托车、农机产品中，冲压件约占 75%~80%；自行车、缝纫机、手表产品中，冲压件约占 80%；电视机、收录机、摄像机产品中，冲压件占 90%；在航天、航空、轨道交通等工业中，冲压件都占有很大比例，人们的衣食住行直接或间接地都有冲压加工产品来满足需要。总之，当前在机械、电子、轻工、国防等诸多工业部门的产品零件中，其成形方式已越来越广泛地转向优先采用先进的冲压加工工艺。

#### (2) 加工范围

可加工各种类型的冲压件，能完成冲裁、弯曲、拉深、成形、挤压等冲压工序，尺寸小到钟表秒针、微电子器件零件、连接器等，大到汽车的纵梁、覆盖件等。冲切的厚度已达 20mm 以上，薄到 0.02mm。因此，冲压加工的尺寸幅度大，适应性强。

冲压材料可使用黑色金属、有色金属及某些非金属材料。

#### (3) 精度

冲压加工能达到的尺寸精度，对于一般冲裁件可达 IT10~IT12 级，精冲件可达 IT6~IT9

级,一般弯曲、拉深件可达 IT11~IT13 级。

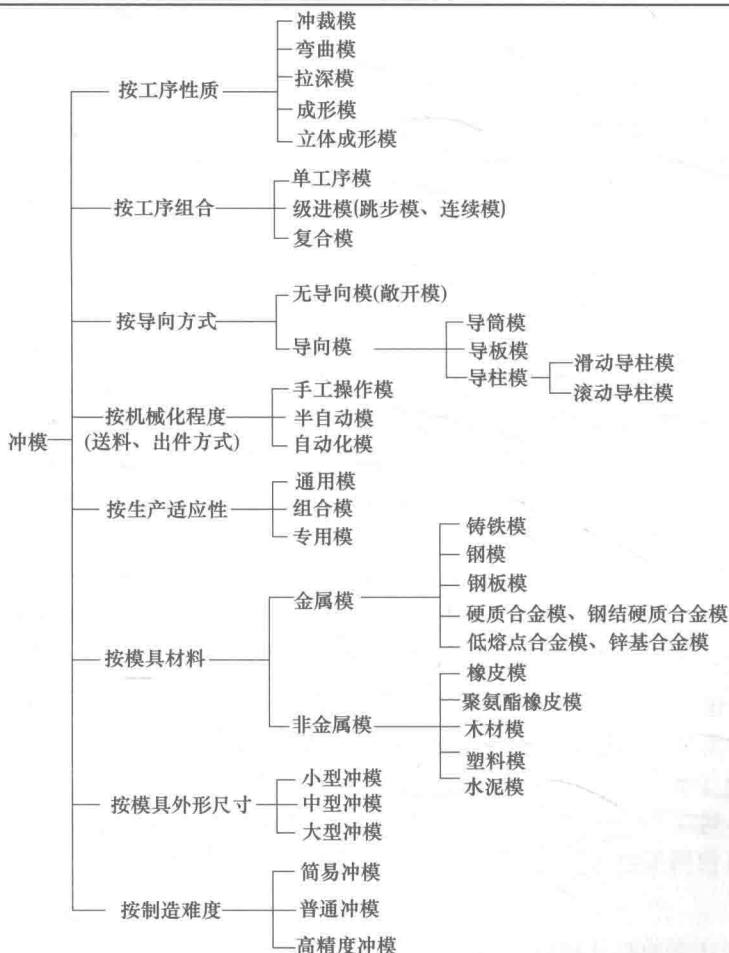
#### (4) 粗糙度

普通冲裁切断面粗糙度  $Ra$  可达  $12.5\sim 3.2\mu\text{m}$ 。精冲  $Ra$  可达  $2.5\sim 0.3\mu\text{m}$ 。

表 1-1 冲压加工的特点

项目	特点	说明
技术方面	(1)可制成形状复杂的各种零件	使用冲模主要是板料、带料,可以大批量制造其他加工方法所不能或难以制造的壁薄、重量轻、刚性好、表面质量高、形状复杂的各种零件
	(2)制成的零件尺寸一致性好、互换性强	冲压件的尺寸精度由模具来保证,所以质量稳定,互换性好,一般不需再加工
	(3)便于实现机械化、自动化连续作业生产线	由于所用的冲压材料大多是长而比较薄的卷料(条料、带料),非常适合机械化、自动化冲压生产
	(4)在一副模具上可完成多种冲压工序,进行高速安全生产	可对各种复杂形状大批量生产的小零件,设计用一副多工位级进模在精密高速(目前可达 $\leq 2500$ 次/min)压力机上进行冲裁、弯曲、成形、叠铆、攻螺纹和连续拉深等多工序冲压加工,模具中设有安全保护装置和自动送料装置,实现安全、优质、高产和低消耗生产
经济方面	(1)材料利用率高	冲压加工属于少无切屑加工,材料利用率较高,一般可达70%以上,高的达95%~100%
	(2)生产效率高	用普通压力机每分钟生产几十件,对于高速压力机每分钟可生产几百件甚至上千件。若采用压力机滑块每分钟冲次为200~600次/min,则一模一件,一次行程按一件计,每班产量可达2.8万~9万件;当压力机滑块冲次为800~2000次/min高速时,每班产量可达38万~96万件。当一模多件时,生产效率更高。所以,冲压加工是一种高效率的加工方法
	(3)操作简便	比较而言,对操作人员要求不是太高,便于培训操作人员,便于组织生产
	(4)冲压件成本低	排样合理,生产量越大,冲压件成本越低
适应性	适用于制件大批量生产	由于冲模制造是“单件”多品种生产,精度高,是技术密集型产品,制造成本高、周期长,因此,只适用于制件的大批量生产

表 1-2 冲模按不同特征的分类



冲压件的质量、生产效率以及生产成本等，与模具的设计和制造有直接关系。模具发展的关键是模具技术的进步，模具技术又涉及多学科的交叉。模具作为一种高附加值产品和技术密集型产品，模具设计与制造技术水平的高低，已成为衡量一个国家制造业水平高低的重要标志之一。模具在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品开发的能力。

### 1.1.3 冲压加工的特点

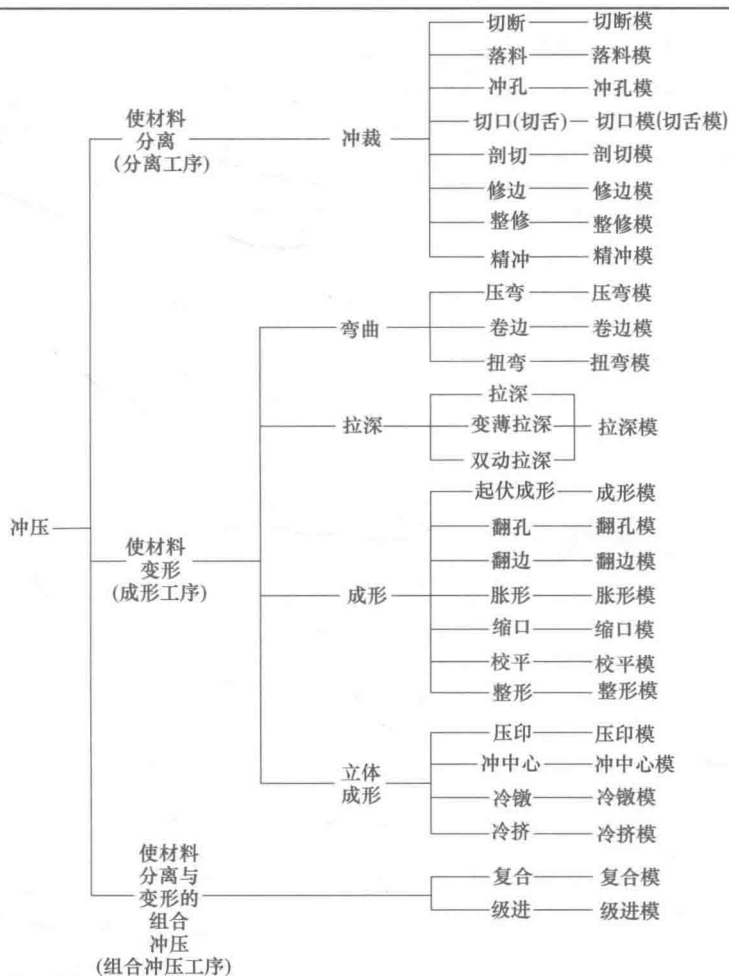
冲压加工是一种先进的加工工艺。

冲压加工是靠模具和压力机来完成加工过程的，与其他加工方法相比，在技术、经济和适应性方面有如下特点，见表 1-1。

### 1.1.4 冲模的分类

冲模是冲压模具的统称，具体到一副模具，往往有很多称呼。冲模按不同特征所作的分类见表 1-2。表 1-3 为冲模按冲压工艺性质分类。

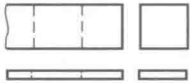
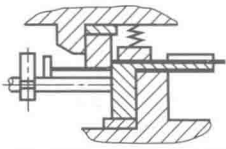
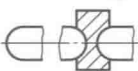
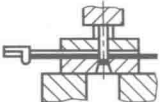
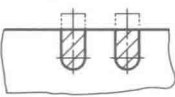
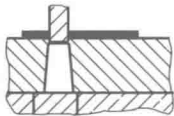
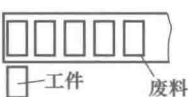
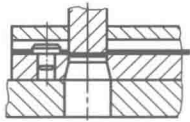
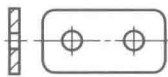
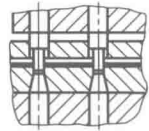
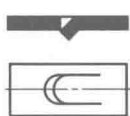
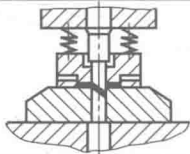
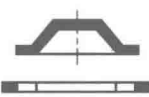
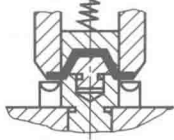
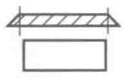

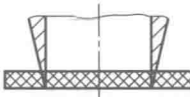
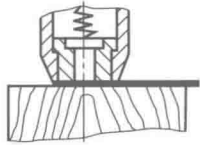

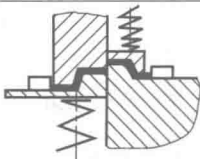
表 1-3 冲模按冲压工艺性质分类




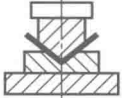
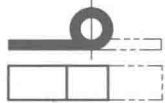

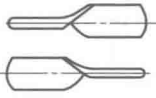
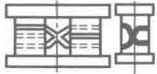


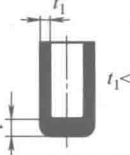
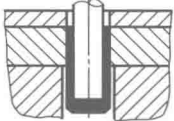
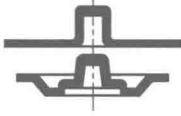
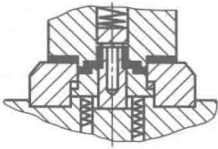

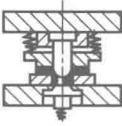
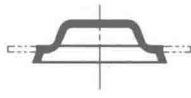
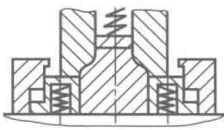
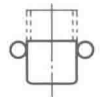
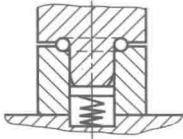
### 1.1.5 冲压加工工序的分类、特征及模具

表 1-4 所示为冷冲压基本工序的分类、特征及所用的模具。


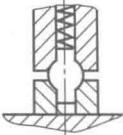

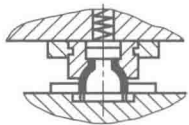

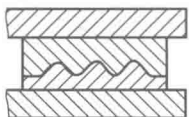
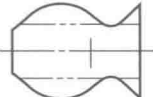
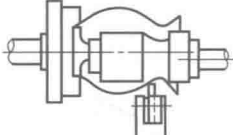

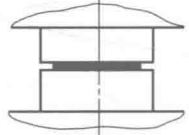
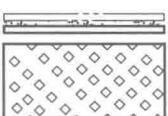
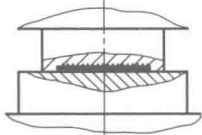
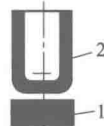
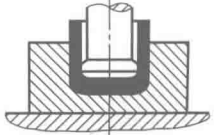
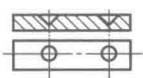

表 1-4 冷冲压基本工序的分类、特征及所用的模具

工序	序号	组别	变形方式	变形过程简图	工作性质与特征	所用模具名称	模具结构简图
I 分离 工序	1	剪切	剪切		用剪刀或模具,切断条料或板料,使其沿不封闭周边分离	剪刀切断模、剪切模	
	2	冲裁	剪裁		冲掉局部条料使其沿不封闭周边分离,冲掉部分为废料	剪裁模	
	3		冲槽 (冲口)		在毛坯或半成品的周边上冲口,冲去的部分为废料	冲口模(冲槽模)	
	4		落料		使材料或毛坯沿封闭周边分离,冲下部分是工件	落料模	
	5		冲孔		在毛坯或半成品内部冲孔,冲下部分是废料	冲孔模	
	6		切口 (切舌)		将工件或毛坯内部某一部分材料切开,但不完全分离	切口(舌)模	
	7		切边		将拉深件或成形件的凸缘或毛边多余料切掉	切边模	
	8		整修		把冲压零件平整部分的内外缘做小的切削或刮削,以得到光滑的表面和高的精度	整修模(修边模)	
	9		裁切		冲裁非金属材料	裁切模	
	10		剖切		将弯曲或拉深后的半成品切成两个以上的工件	剖切模	

续表



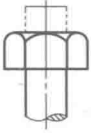
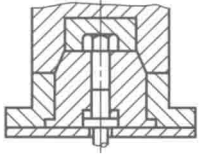

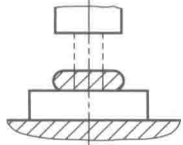
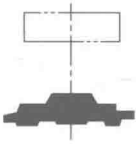
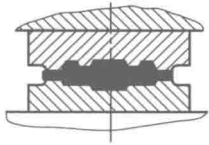
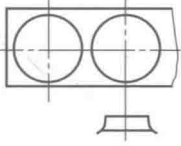
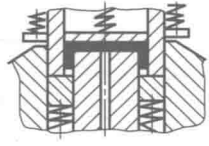
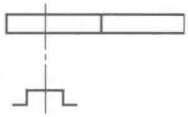
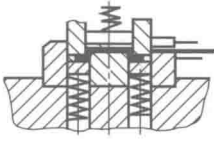
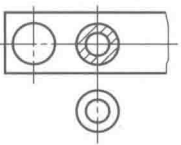
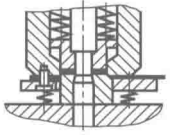
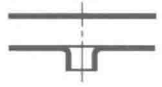
工序	序号	组别	变形方式	变形过程简图	工作性质与特征	所用模具名称	模具结构简图
II 成形 工序	11	弯曲	弯曲		将平板毛坯或棒料、线料、管材等弯曲成立体形状	弯曲模	
	12		卷边		将冲压零件边缘作圆弧形弯曲	卷边模	
	13		扭转		使平板毛坯的一部分对另一部分作扭转成形	扭转模	
	14	拉深	不变薄拉深		将平板毛坯拉深成空心件,或将浅空心件进一步拉深,其料厚基本不变	不变薄拉深模,通称拉深模	
	15		变薄拉深		用减小直径和壁厚的方法改变空心半成品尺寸	变薄拉深模	
	16	成形	整形		使半成品进一步变形,得到准确的形状和尺寸	整形模	
	17		翻边		在冲孔的平板毛坯上或空心半成品上冲出竖立边缘	内缘翻边模	
	18		外缘翻边		使半成品的外部周边弯曲成深度不大的曲边或凸缘	外缘翻边模	
	19	滚边		使空心件半成品边缘向外弯曲成圆弧形	滚边模		

续表

工序	序号	组别	变形方式	变形过程简图	工作性质与特征	所用模具名称	模具结构简图
II 成形 工序	20	成形	胀形 (凸肚)		使空心件受径向压力局部胀大	胀形模	
	21		缩口、扩口		使空心件口部直径缩小或扩大	缩口模、扩口模	
	22		起伏 (压波)		将平的板料压出波纹凸肋	起伏模(压波模)	
	23		赶形		通过旋转加压使毛坯成形	赶形模(胎)	
	24	立体成形	校平		将板材和半成品局部压平	校平模	
	25		压花 (压印)		将平板压出凸凹不平的浮雕、花纹	压印模	
	26		冷挤		将平板实心毛坯1或半成品冷挤成空心件2	冷挤模	
27	立体成形	冲眼		在平板毛坯或半成品表面冲出定中心用的不通孔	冲眼模		



续表

工序	序号	组别	变形方式	变形过程简图	工作性质与特征	所用模具名称	模具结构简图
II 成形 工序	28	立体 成形	压字 (刻印)		在工件表面压出标记只在制件厚度的一个平面上有变形	刻印模	
	29		顶墩		使棒料端部墩成形	顶墩模	
	30		墩粗		减小毛坯高度,增大断面	墩粗模	
	31		冷模锻 (精压)		在常温下利用冲击压力,将模膛中金属体积重新分配而获得所需形状	冷锻模(精压模)	
III 组合 冲压 工序	32	复合 冲压	冲裁兼 拉深		在一次行程中,将毛料冲下来并拉深成空心件	落料拉深复合模	
	33		剪切兼 弯曲		在一次行程中,从条料中冲出毛坯并弯曲成形	剪切弯曲复合模	
	34		冲孔兼 落料		冲孔与落料两个工序在一次行程中完成	冲孔落料复合模 (复合冲裁模)	
	35		冲孔兼 翻边		冲孔后翻边在一次行程中完成	冲孔翻边复合模	