



新世纪高职高专实用规划教材

机电系列

模具构造 与制造

(第2版)

李 奇 朱江峰 张国文 主 编
宋 黎 张万宾 副主编

赠送
电子课件

清华大学出版社

新世纪高职高专实用规划教材 机电系列

模具构造与制造

(第2版)

李 奇 朱江峰 张国文 主 编

宋 藜 张万宾 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为适应高职高专院校机械、数控、机电类专业学生学习模具知识的教学需要而编写。本书综合了模具专业“冲塑设备”、“冷冲压工艺与模具设计”、“塑料成型工艺及塑料模具设计”、“模具制造工艺学”等主要课程内容。授课学时为 80 学时。

全书共分三篇 11 章。第一篇为第 1~4 章,主要讲述冲压加工基础与冲压设备、冲裁工艺与冲裁模设计、弯曲工艺与模具结构、拉深工艺与拉深模具等内容;第二篇为第 5~7 章,主要讲述塑料的组成与工艺特性,塑料注射模具的结构与设计,压缩、压注模具的结构及特点(包括注射模、压缩模、压注模内容等);第三篇为第 8~11 章,主要讲述模具制造技术综述、模具零件的加工工艺、模具零件的特种加工、模具装配工艺等内容。

本书各章前均列出了本章要点、难点,各章后均有思考题与习题,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的教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

模具构造与制造/李奇,朱江峰,张国文主编;宋藜,张万宾副主编. --2 版. --北京:清华大学出版社,2011.7
(新世纪高职高专实用规划教材 机电系列)

ISBN 978-7-302-26011-0

I. ①模… II. ①李… ②朱… ③张… ④宋… ⑤张… III. ①模具—结构设计—高等职业教育—教材
②模具—制造—高等职业教育—教材 IV. ①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 124001 号

责任编辑:刘天飞 郑期彤

封面设计:山鹰工作室

版式设计:杨玉兰

责任校对:周剑云

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市漂源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:24 字 数:573 千字

版 次:2011 年 7 月第 2 版 印 次:2011 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:39.00 元

产品编号:040567-01

前 言

本书是清华大学出版社新世纪高职高专实用规划教材。本书根据高等职业技术学院“模具”教材的要求编写,是高等职业技术学院机械制造、机电、数控专业的学生学习模具知识的教学用书,也可供高等职业技术学院模具专业“工学结合”的教改课程使用。

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,突出了实用性和典范性。其中冷冲模部分更换了部分模具图例,并增加了冷冲模具设计实例;塑料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;模具制造部分增加了冷冲模和塑料模主要零件的制造工艺知识,并增加了现场典型模具零件制造实例。

本书根据高等职业技术学院的特点,较详细地介绍了常用冲压模具的结构与设计、常用塑料模具的结构与设计、模具制造基础知识、模具主要零件的加工工艺、模具零件的特种加工方法、模具装配工艺等知识。全书共分三篇11章。第一篇为第1~4章,主要讲述冲压基础知识、冲裁工艺与冲裁模设计、弯曲工艺与模具结构、拉深工艺与拉深模具等内容;第二篇为第5~7章,主要讲述塑料的组成与工艺特性,塑料注射模具的结构与设计,压缩、压注模具的结构及特点(包括注射模、压缩模、压注模)等内容;第三篇为第8~11章,主要讲述模具制造技术综述、模具零件的加工工艺、模具零件的特种加工、模具装配工艺等内容。

本书还可作为大、中专机械类非锻压、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。

本书由江西工业工程职业技术学院李奇、朱江峰、张国文担任主编,江西工业工程职业技术学院宋藜、张万宾担任副主编。本书各章编写情况为:第1、3、4章由宋藜编写,第2章由朱江峰编写,第5、6、7章由张万宾编写,第8、9章由江西工业工程职业技术学院李春玲编写,第10、11章由张国文编写。

本书由江西工业工程职业技术学院腾爱萍担任主审,全书由李奇负责统稿工作。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏、错误之处,恳请广大专家、读者批评指正。

编 者

目 录

绪论.....	1	2.5.3 卸料力、推件力和顶件力.....	42
第1章 冲压加工基础与冲压设备.....	3	2.5.4 压力机所需总冲压力的计算... ..	44
1.1 冲压加工基础.....	3	2.5.5 冲裁压力中心的计算.....	44
1.1.1 冲压加工的基本概念.....	3	2.6 冲裁模间隙.....	45
1.1.2 冲压加工的基本工序.....	3	2.6.1 冲裁模间隙对冲裁件质量的 影响.....	45
1.1.3 冲压工艺的特点及应用.....	6	2.6.2 凸、凹模间合理间隙值的 确定.....	46
1.1.4 冲裁模分类.....	7	2.7 凸模与凹模刃口尺寸的计算.....	49
1.1.5 常用冲压材料.....	7	2.7.1 凸模与凹模刃口尺寸的 计算原则.....	49
1.2 冲压设备.....	10	2.7.2 凸模与凹模刃口尺寸的 计算方法.....	49
1.2.1 冲压设备的分类.....	10	2.8 冲裁模的典型结构.....	54
1.2.2 曲柄压力机.....	10	2.8.1 冲裁模的结构组成.....	54
1.2.3 压力机的选用与安装.....	19	2.8.2 单工序冲裁模的典型结构.....	55
思考题.....	22	2.8.3 级进冲裁模的典型结构.....	59
第2章 冲裁工艺与冲裁模设计.....	23	2.8.4 复合冲裁模的典型结构.....	64
2.1 冲裁模具设计步骤.....	23	2.9 冲裁模主要零部件设计.....	66
2.2 冲裁工艺分析.....	24	2.9.1 模具的标准化.....	66
2.2.1 冲裁的基本知识.....	24	2.9.2 工作零件.....	67
2.2.2 冲裁过程分析.....	24	2.9.3 定位零件.....	72
2.2.3 冲裁断面分析.....	25	2.9.4 卸料与推件零件.....	78
2.2.4 冲裁件的质量分析.....	27	2.9.5 模架.....	83
2.3 冲裁件的工艺设计.....	29	2.10 冲裁模设计实例.....	86
2.3.1 冲裁件的工艺分析.....	29	2.10.1 冲压件工艺性分析.....	87
2.3.2 冲裁工艺方案的确定.....	30	2.10.2 冲压工艺方案的确定.....	87
2.4 排样设计.....	31	2.10.3 主要设计计算.....	87
2.4.1 冲裁排样.....	31	2.10.4 模具总体设计.....	90
2.4.2 排样方法.....	32	2.10.5 主要零部件设计.....	91
2.4.3 搭边.....	34	2.10.6 模具总装图.....	94
2.4.4 送料步距与条料宽度的计算... ..	36	2.10.7 冲压设备的选定.....	95
2.4.5 排样图.....	39	2.10.8 模具零件加工工艺.....	95
2.5 冲裁力和压力中心的确定.....	40		
2.5.1 冲裁力的计算.....	40		
2.5.2 降低冲裁力的措施.....	41		



2.10.9 模具的装配.....	95
思考题	95
第3章 弯曲工艺与模具结构	98
3.1 弯曲变形过程分析.....	98
3.1.1 弯曲变形过程.....	98
3.1.2 弯曲变形的特点.....	99
3.2 弯曲件的质量分析.....	101
3.2.1 最小弯曲半径.....	101
3.2.2 弯曲时的回弹.....	101
3.2.3 弯曲时的偏移.....	107
3.3 弯曲件坯料尺寸计算.....	108
3.3.1 弯曲中性层位置的确定.....	108
3.3.2 弯曲件坯料尺寸的计算.....	108
3.4 典型弯曲模结构.....	109
3.4.1 单工序弯曲模.....	109
3.4.2 级进弯曲模	115
3.4.3 复合弯曲模	115
3.4.4 通用弯曲模	116
思考题	117
第4章 拉深工艺与拉深模具	118
4.1 拉深变形分析	119
4.1.1 拉深过程分析.....	119
4.1.2 拉深件与拉深模的分类.....	121
4.2 拉深件的主要质量问题及控制.....	123
4.2.1 起皱	123
4.2.2 拉裂	124
4.2.3 影响拉深件质量的主要因素	124
4.3 拉深系数	125
4.3.1 拉深系数的概念和意义.....	125
4.3.2 影响拉深系数的因素.....	126
4.3.3 极限拉深系数的确定.....	127
4.4 旋转体拉深件毛坯尺寸计算.....	128
4.4.1 确定毛坯尺寸的原则.....	128
4.4.2 旋转体拉深件毛坯尺寸确定的方法	129
4.4.3 拉深次数	131
4.4.4 各次拉深后半成品尺寸的计算.....	132
4.5 拉深模具的结构与特点	132
4.5.1 首次拉深模.....	132
4.5.2 以后各次拉深模.....	134
4.5.3 落料拉深复合模.....	135
思考题	138
第5章 塑料的组成与工艺特性	139
5.1 塑料的组成与成型工艺特性	139
5.1.1 塑料的组成与分类.....	139
5.1.2 塑料的成型工艺特性.....	142
5.2 塑料制件的结构工艺性.....	147
5.3 塑料成型设备简介	157
思考题	164
第6章 塑料注射模具的结构与设计	165
6.1 注射成型原理及工艺特性	165
6.1.1 注射成型原理.....	165
6.1.2 注射成型的工艺过程.....	167
6.1.3 注射成型的工艺参数.....	169
6.2 注射模的组成结构与分类.....	172
6.3 典型注射模具结构.....	177
6.4 注射模的设计.....	182
6.4.1 注射模型腔结构与分型面设计.....	182
6.4.2 注射模浇注系统设计.....	185
6.4.3 注射模成型零件设计.....	191
6.4.4 注射模推出机构设计.....	193
6.4.5 注射模侧向抽芯机构设计	197
6.4.6 塑料模设计实例.....	203
思考题	209
第7章 压缩、压注模具的结构及特点	212
7.1 压缩、压注成型原理及工艺特性	212
7.1.1 压缩、压注成型原理.....	212
7.1.2 常用热固性塑料特性.....	215
7.1.3 压缩、压注成型工艺.....	217
7.2 压缩、压注模结构的组成及分类	220

7.2.1 压缩、压注模的结构.....	220	10.2.1 电火花线切割加工原理、 特点及应用范围.....	294
7.2.2 压缩、压注模的分类.....	222	10.2.2 电火花线切割加工设备.....	295
7.2.3 压缩、压注模的结构组成.....	228	10.2.3 电火花线切割加工的 工艺基础.....	301
7.2.4 压缩、压注模的典型结构.....	231	10.2.4 电火花线切割编程.....	309
思考题.....	233	思考题.....	324
第 8 章 模具制造技术综述.....	234	第 11 章 模具装配工艺.....	325
8.1 模具的生产过程和特点.....	234	11.1 模具装配概述.....	325
8.1.1 模具的生产过程.....	234	11.1.1 装配的目的和内容.....	325
8.1.2 模具的生产和工艺特点.....	237	11.1.2 装配的精度要求.....	326
8.2 模具零件毛坯的选择.....	239	11.2 模具装配尺寸链和装配工艺方法.....	327
8.3 模具的主要加工方法.....	240	11.2.1 装配尺寸链.....	327
思考题.....	242	11.2.2 模具装配方法.....	329
第 9 章 模具零件的加工工艺.....	243	11.3 模具工作零件的固定方法.....	332
9.1 冲裁模零件的加工工艺.....	243	11.4 模具装配间隙(壁厚)的控制方法.....	337
9.1.1 模具零件的加工工艺.....	244	11.5 冲压模架的装配.....	339
9.1.2 冷冲裁模典型工作零件的 加工工艺.....	256	11.5.1 模架技术条件.....	339
9.2 塑料模零件的加工工艺.....	264	11.5.2 压入式模架的装配方法.....	340
9.2.1 塑料模加工规范.....	265	11.6 冲裁模的装配.....	342
9.2.2 塑料模工作零件的 加工工艺.....	266	11.6.1 组件装配.....	342
9.2.3 注射模结构零件的 加工工艺.....	273	11.6.2 单工序冲裁模装配.....	344
思考题.....	278	11.6.3 冲裁模的试模.....	346
第 10 章 模具零件的特种加工.....	279	11.6.4 冲裁模的安装.....	347
10.1 电火花成型加工技术.....	279	11.7 塑料注射模的装配.....	350
10.1.1 电火花成型加工的基本 原理、特点.....	280	11.7.1 浇口套的装配.....	350
10.1.2 电火花成型加工的 基本规律.....	284	11.7.2 成型零件的装配.....	351
10.1.3 电火花成型加工设备.....	289	11.7.3 脱模机构的装配.....	354
10.2 电火花线切割加工技术.....	294	11.7.4 滑块抽芯机构的装配.....	359
		11.7.5 总装.....	363
		11.7.6 试模.....	367
		思考题.....	370
		参考文献.....	371

绪 论

1. 模具工业在国民经济中的地位

模具工业是“百业之母”，是工业产品的“效益放大器”。各国对模具的美誉很多，美国工业界认为：“模具工业是美国工业的基石”；日本模具协会认为：“模具是促进社会繁荣富裕的动力”；国际模具协会认为：“模具是金属加工业的帝王”。

模具在现代生产中，是生产各种工业产品的重要工艺装备，它以其特定的形状通过一定的方式使原材料成型。例如，冲压件和锻件是通过冲压或锻造方式使金属材料在模具内发生塑性变形而获得的，金属压铸件、粉末冶金零件以及塑料、陶瓷、橡胶、玻璃等非金属制品，绝大多数也是用模具成型的。由于模具成型具有优质、高产、省料和低成本等特点，现已在国民经济各个部门，特别是汽车、拖拉机、航空航天、仪器仪表、机械制造、家用电器、石油化工、轻工日用品等工业部门得到极其广泛的应用。据统计，利用模具制造的零件，在飞机、汽车、拖拉机、电机电器、仪器仪表等机电产品中占 60%~70%；在电视机、录音机、计算机等电子产品中占 80%以上；在自行车、手表、洗衣机、电冰箱、电风扇等轻工产品中占 85%以上。据国际生产技术协会统计，到 2006 年，机械零件粗加工的 75%和精加工的 50%都由模具成型来完成。

在世界上一些工业发达国家中，模具工业的发展是很迅速的。据有关资料介绍，某些国家的模具总产值已超过了机床工业的总产值，其发展速度超过了机床、汽车、电子等工业。模具工业在这些国家已摆脱了从属地位而发展成为独立的行业，是国民经济的基础工业之一。模具技术，特别是制造精密、复杂、大型、长寿命模具的技术，已成为衡量一个国家机械制造水平的重要标志之一。为了适应工业生产对模具的需求，在模具生产中采用了许多新工艺和先进加工设备，不仅改善了模具的加工质量，也提高了模具制造的机械化、自动化程度。电子计算机的应用给模具设计和制造开辟了新的前景。预计工业发达国家的模具工业还将有新的發展。

2. 我国模具技术的现状与发展

近年来，我国的模具工业也有较大发展，全国已有模具生产厂数千个，拥有职工数十万人，每年能生产上百万套模具。多工位级进模具和长寿命硬质合金模具的生产及应用有了进一步扩大。为满足新产品试制和小批量生产的需要，我国模具行业制造了多种结构简单、生产周期短、成本低的简易冲裁模，如钢皮冲裁模、聚氨酯橡胶模、低熔点合金模具、锌合金模具、组合冲裁模、通用可调冲孔模等。数控铣床、数控电火花加工机床、加工中心等加工设备已在模具生产中被采用。电火花和线切割加工已成为冷冲裁模制造的主要手段。为了对硬质合金模具进行精密成型磨削，我国已研制成功了单层电镀金刚石成形磨轮

和电火花成型磨削专用机床,使用效果良好,对型腔的加工正在根据模具的不同类型采用电火花加工、电解加工、电铸加工、陶瓷型精密铸造、冷挤压、超塑成型,以及利用照相腐蚀技术加工型腔皮革纹表面等多种工艺。模具的计算机辅助设计和制造(CAD/CAM)也已进行开发和应用。

尽管我国的模具工业这些年来发展较快,模具制造的水平也在逐步提高,但和工业发达国家相比,仍存在较大差距,主要表现在模具品种少、精度差、寿命短、生产周期长等方面。

3. 本课程的适应性

近几年,随着模具工业的迅速发展,模具高技术人才紧缺,年薪30万也招不到高级模具技工曾轰动一时,能设计模具、操作数控与电加工设备的人才非常紧俏。为了适应我国国民经济发展的需要,发展我国的模具工业,近几年来,我国绝大多数工科类型的高等职业技术学院都开设了模具专业,招生与就业情况也都比较理想。

在学科门类中,模具专业与机电专业、数控专业、机制专业同为机械大类的若干个分支之一,在专业基础、专业课程、专业实习等教学过程中有许多相同与相近之处。模具专业中的许多知识与技能是机电专业、数控专业、机制专业学生深化本专业知识的理想选择。如机电专业学生可深化学习模具的电加工技术与技能;数控专业的学生可深化模具的数控加工与CAM软件的应用;机制专业的学生可深化复杂模具的加工技能;并且都可以学习模具的设计与结构知识。

4. 本课程的性质、任务和要求

《模具构造与制造》是为机械类非模具专业学生选学模具课程而设置的专业课程。通过本课程教学,并配合其他教学环节,可使学生初步掌握模具设计、模具构造的知识,掌握模具制造工艺规程的制定,掌握模具零件常规与特种加工知识和操作技能,为毕业后从事与模具相关的工作打下必要的基础。

《模具构造与制造》涉及的知识面广,是一门综合性较强的课程。它综合了《冲塑设备》、《冲压模具设计》、《塑料成型工艺及塑料模具设计》、《模具制造工艺学》等模具专业课程知识,并且,与《金属材料及热处理》、《数控技术》、《机械制造工艺及设备》等课程有关的内容都将在《模具构造与制造》课程中得到综合应用。因此,在学习中善于综合应用相关课程的知识,对于学好《模具构造与制造》是十分重要的。

《模具构造与制造》是一门实践性较强的课程。因此,学生在学习本课程时,除了要重视其中必要的基础知识、工艺方法等理论学习外,还应特别注意实践环节,要通过参观冲压厂、塑料厂、模具厂等生产现场教学和安排模具拆装、特种加工等实训环节,增加感性认识,掌握实际操作技能。

第 1 章 冲压加工基础与冲压设备

冲压是在常温下利用冲裁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、尺寸和性能的零件加工方法。

冲压加工要具备三要素，即压力机、冲裁模和原材料。其中压力机供给变形所需的力，冲裁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、冲裁模的分类、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。
- 冲裁模分类。
- 曲柄压力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 冲压加工基础

1.1.1 冲压加工的基本概念

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。

1.1.2 冲压加工的基本工序

由于冲压加工的零件的形状、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，分别如表 1-1 和表 1-2 所示。



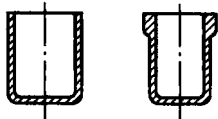
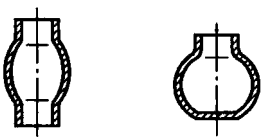
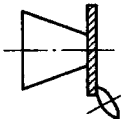
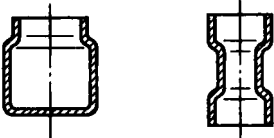
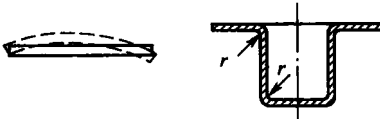
表 1-1 分离工序

工序名称	简 图	特点及应用范围
落料		用冲裁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		用冲裁模沿封闭轮廓曲线冲切，冲下部分是废料
切断		用剪刀或冲裁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		把冲压加工成的半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

续表

工序名称	简 图	特点及应用范围
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
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
起伏		在板料毛坯或零件的表面上用局部成型的方法制成各种形状的凸起与凹陷
旋压		在旋转状态下用辊轮使毛坯逐步成型的方法
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
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型方法



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,坯料和工序件形状比较规则,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、冲裁模的更换与安装、废料处理等各个环节,但最基本的是压力机自动化和冲裁模自动化。

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、复合一级进的组合工序。

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裁模设计,因此在实际生产中得到了广泛的应用。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。

1.1.3 冲压工艺的特点及应用

(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会受到一定的限制,冲压工艺多用于成批、大量生产。近年来发展的简易冲裁模、组合冲裁模、锌基合金冲裁模等为单件、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。冲压加工制造方法能够大大提高生产率,降低成本。

1.1.4 冲裁模分类

1. 按工序性质分类

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

2. 按工序组合程度分类

按工序组合程度分类,冲裁模可分为单工序模、级进模、复合模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. 按冲裁模有无导向装置和导向方法分类

按有无导向装置和导向方法分类,冲裁模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

按送料、出件及排除废料的自动化程度分类,冲裁模可分为手动模、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、钢带冲裁模、锌基合金模、橡胶冲裁模等。

一副冲裁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。首先,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、屈强比小、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。

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/T 708—1988 规定,按轧制精度(钢板厚度精度)可分为 A(较高精度)、B(普通精度)两级。

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 高级的精整表面、II 较高级的精整表面、III 普通的精整表面 3 组,按拉深级别又分为 ZS(最深拉深级)、S(深拉深级)、P(普通拉深级)三级。

用于拉深复杂零件的铝镇静钢板,其拉深性能可分为 ZF(最复杂)、HF(很复杂)、F(复杂)3 种。

板料供应状态可分为 M(退火状态)、C(淬火状态)、Y(硬态)、Y2(半硬、1/2 硬)4 种。

2) 有色金属

有色金属主要有纯铜及铜合金,牌号有 T1、T2、H62、H68 等,其塑性、导电性与导热性均很好。此外还有铝及铝合金,常用的牌号有 1060、1050A、3A21、2A12 等,其具有较好的塑性,变形抗力小且轻。

3) 非金属材料

非金属材料主要有纸板、胶木板、橡胶板、塑料板、纤维板和云母等。

在冲压工艺资料和图样上,对材料的表示方法有特殊的规定。现以优质碳素结构钢冷轧薄钢板标记为例进行说明。

08 钢,尺寸 1.0mm × 1000mm × 1500mm,普通精度,较高级的精整表面,则深拉深级的冷轧钢板表示为

$$\text{I 钢板} \frac{\text{B}-1.0 \times 1000 \times 1500 - \text{GB}7.8 - 1988}{08 - \text{II} - \text{S} - \text{GB}13237 - 1991}$$

关于材料的牌号、规格和性能,可查阅有关设计资料 and 标准。

常用金属板料的力学性能如表 1-3 所示。

表 1-3 冲压常用金属材料的力学性能

材料名称	牌 号	材料状态及代号	力学性能			
			抗剪强度 τ /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服点 σ_s /MPa	伸长率 δ /%
普通碳素钢	Q195	未经退火	255~314	315~390	195	28~33
	Q235		303~372	375~460	235	26~31
	Q275		392~490	490~610	275	15~20
碳素结构钢	08F	已退火	230~310	275~380	180	27~30
	08		260~360	215~410	200	27
	10F		220~340	275~410	190	27
	10		260~340	295~430	210	26
	15		270~380	335~470	230	25
	20		280~400	355~500	250	24
	35		400~520	490~635	320	19
	45		440~560	530~685	360	15
	50		440~580	540~715	380	13
不锈钢	1Cr13	已退火	320~380	440~470	120	20
	1Cr18Ni9Ti	经热处理	460~520	560~640	200	40
铝	1060、1050A、	已退火	80	70~100	50~80	20~28
	1200	冷作硬化	100	130~140	—	3~4
硬铝	2A12	已退火	105~125	150~220	—	12~14
		淬硬并 自然时效	280~310	400~435	368	10~13
		淬硬后冷 作硬化	280~320	400~465	340	8~10
纯铜	T1、T2、T3	软	160	210	70	29~48
		硬	240	300	—	25~40
黄铜	H62	软	260	294~300	—	3
		半硬	300	343~460	200	20
		硬	420	≥ 12	—	10
	H68	软	240	294~300	100	40
		半硬	280	340~441	—	25
		硬	400	392~400	250	13



1.2 冲压设备

1.2.1 冲压设备的分类

常用的冲压设备有机械压力机(J)、液压机(Y)、剪切机(Q)、弯曲校正机(W)等,它们都属于锻压机械。按机械行业标准的规定,锻压机械的分类如表 1-4 所示。

表 1-4 锻压机械分类及字母代号

类别	机械压力机	液压机	自动锻压机	锤	锻机	剪切机	弯曲校正机	其他
字母代号	J	Y	Z	C	D	Q	W	T

本节主要介绍曲柄压力机(习惯上称为冲床)。

1.2.2 曲柄压力机

1. 曲柄压力机的用途和分类

在生产中,为了适应不同的工艺要求,须采用各种不同类型的曲柄压力机,这些压力机都具有自己的独特结构形式及作用特点。通常可根据曲柄压力机的工艺用途及结构特点进行分类。

(1) 按工艺用途不同,曲柄压力机可分为通用压力机和专用压力机两大类。通用压力机适用于多种工艺用途,如冲裁、弯曲、成形、浅拉深等。而专用压力机用途较单一,如拉深压力机、板料折弯机、剪切机、挤压机、冷镦自动机、高速压力机、板冲多工位自动机、精压机、热模锻压力机等都属于专用压力机。

(2) 按机身的结构形式不同,曲柄压力机可分为开式压力机和闭式压力机。

开式压力机的机身形状类似英文字母 C,如图 1-1 所示,其机身的前面及左、右均敞开,操作空间大,但机身刚度差,压力机在工作负荷的作用下会产生角变形,影响精度。所以,这类压力机的吨位都比较小,一般在 2000kN 以下。开式压力机又可分为单柱压力机和双柱压力机两种。图 1-1 所示为双柱压力机,因其机身后背有开口,形成两个立柱,故称双柱压力机,双柱压力机便于向后方排料。图 1-2 所示为单柱压力机,其机身的前面及左、右三向敞开,但后背无开口。

此外,开式压力机按照工作台的结构特点又可分为可倾台式压力机(见图 1-1)、固定台式压力机(见图 1-2)和升降台式压力机(见图 1-3)。