



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材



冲压成形工艺与模具设计 (第二版)

主编 李奇涵
主审 李明哲



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材

冲压成形工艺与模具设计

(第二版)

主编 李奇涵
参编 李广明 韦丽君
王洪芬 曹延欣
王东明 陈永久
主审 李明哲

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书在介绍冲压成形基本理论的基础上,重点介绍了冲裁、弯曲、拉深及成形等基本冲压工艺和模具设计方法,并对应用日益广泛的级进模具设计和汽车覆盖件模具设计进行了专门介绍,还对冲压加工领域研究的热点和新成果、新工艺作了简要阐述。

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,也可供从事金属板料塑性成形生产的工程技术人员和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

冲压成形工艺与模具设计/李奇涵主编.—2版.—北京:科学出版社,2012

普通高等教育“十一五”国家级规划教材·普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材

ISBN 978-7-03-034445-8

I. ①冲… II. ①李… III. ①冲压-工艺学-高等学校-教材②冲模-设计-高等学校-教材 IV. ①TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 105881 号

责任编辑:朱晓颖 / 责任校对:刘小梅
责任印制:闫磊 / 封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铁成印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年8月第一版 开本:787×1092 1/16

2012年6月第二版 印张:18 1/2

2012年6月第七次印刷 字数:459 000

定价:37.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

本书作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是根据教育部颁布的本科专业目录和高等教育教学改革与教材建设的需要,为适应近年来冲压加工技术日益广泛应用的形势,培养急需的应用型人才,引导相关专业课程建设而编写的。

《冲压成形工艺与模具设计》自2007年出版发行以来,经过众多院校的教学实践检验,效果显著,相关专家和使用者优先认为该书理论严谨、内容丰富、重点突出、特色鲜明,并在2011年被评为吉林省高等学校优秀教材一等奖。

本书在第一版基础上,根据经济社会发展、学科专业建设和教育教学改革需要,对内容进行了必要的增删完善,增加了实物图片并改进了部分插图,补充更新了附录中常用冲压术语,从而更契合日益变化的工程应用和各类高等学校多样化人才培养的需要。

“冲压成形工艺与模具设计”是相关专业培养计划中重要的必修专业课程,因此在本书编写过程中,突出了以下特点:由浅入深,配备教学课件,有利于教学开展;理论和生产实践相联系,强调应用能力的培养;内容丰富,文字简明通顺,插图清晰生动;吸收学科的新理论、新技术、新工艺;难度适中,以讲清概念、原理,够用为度;系统性、实践性、先进性突出,易教易学,适用面宽。

全书共10章,首先由浅入深地介绍冲压成形基本知识,包括对冲压加工和冲压模具的基本认识及冲压变形基本理论的阐述;之后重点介绍基本冲压工艺和相应的模具设计知识,包括冲裁、弯曲、拉深、局部成形等;在此基础上,介绍了复杂冲压工艺与模具设计方法,包括多工位级进模具和汽车覆盖件模具的相关内容;最后对多点成形等冲压新技术、新工艺进行了简要介绍,旨在拓展学生视野。附录中专门列举了常用专业术语的英汉对照,有利于提高学生在工程应用中的外语阅读能力。

每章主要内容按照成形工艺原理、工艺计算、模具设计、讨论与思考的顺序编排,条理清晰。

本书的编写分工如下:第1~5章、第7章由长春工业大学李奇涵编写,第6章由吉林工程技术师范学院王洪芬编写,第8章由长春工业大学韦丽君、吉林工程技术师范学院王东明编写,第9章由长春工程学院曹延欣编写,第10章由吉林大学陈永久编写;长春工业大学李广明绘制了书中部分插图。李奇涵负责全书统稿;吉林大学李明哲教授对全书进行了详细审阅,在此衷心地表示感谢。在本书编写过程中还得到了兄弟院校领导和专家的悉心指导,课题组研究生毛茂、王娟、张庆芳、张亮、苍鹏等给予大力协助,在此一并表示感谢。

限于编者水平,书中不足之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见,以便今后改正。

李奇涵

2012年4月于长春

第一版前言

本书作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是根据教育部颁布的本科专业目录和高等教育教学改革与教材建设的需要,为适应近年来冲压加工技术日益广泛应用的形势,培养急需的应用型人才,引导相关专业课程建设而编写的。

“冲压成形工艺与模具设计”是相关专业培养计划中重要的必修专业课程,因此本书在编写过程中,突出了以下一些特点:由浅入深,有利于教学开展;理论和生产实践相联系,强调应用能力的培养;内容丰富,文字简明通顺,插图清晰生动;吸收学科的新理论、新技术、新工艺;难度适中,以讲清概念、原理,够用为度;力争使之成为一本系统性、实践性、先进性突出,易教易学,适用面宽的教材。

全书共 10 章,首先由浅入深地介绍冲压成形基本知识,包括对冲压加工和冲压模具的基本认识以及对冲压变形基本理论阐述;之后重点介绍基本冲压工艺和相应的模具设计知识,包括冲裁、弯曲、拉深、局部成形等部分;在此基础上,介绍了复杂冲压工艺与模具设计方法,包括多工位级进模具和汽车覆盖件模具的相关内容;最后对多点成形等冲压新技术、新工艺进行了简明介绍,旨在拓展学生视野。附录中专门列举了常用专业词汇的英汉对照,有利于提高学生在工程应用中的外语阅读能力。

每章主要内容按照成形工艺原理、工艺计算、模具设计、讨论与思考的顺序编排,条理清晰。

本书第 1~3 章、第 5 章由长春工业大学李奇涵编写,第 4 章由长春工业大学李广明编写,第 6 章由吉林工程技术师范学院王洪芬和长春工业大学李广明编写,第 7 章由李奇涵和李广明编写,第 8 章由长春工业大学韦丽君编写,第 9 章由长春工程学院曹延欣编写,第 10 章由吉林大学陈永久编写。全书由李奇涵统稿,吉林大学李明哲教授对全书进行了详细审阅,在此衷心地表示谢意。编写过程中还得到了长春工业大学机电工程学院领导和专家的悉心指导和课题组研究生毛茂、王娟、张庆芳、田新莉、李春梅、孙莹的大力协助,在此一并表示感谢。

限于编者水平有限,不足之处在所难免,诚请读者提出宝贵意见,以便及时改正。

李奇涵

2007 年 3 月于长春

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 冲压成形与模具技术概述	1
1.1 冲压成形在工业生产中的地位	1
1.2 冲压成形基本问题	2
1.2.1 冲压与冷冲模的概念	2
1.2.2 冲压工序的分类	3
1.2.3 冲模的分类	3
1.3 冲压设备	4
1.3.1 常用冲压设备的分类	4
1.3.2 冲压设备的选用	7
1.4 冲压行业现状与发展方向	10
1.4.1 冲压行业现状	10
1.4.2 冲压行业发展趋势	12
讨论与思考	15
第 2 章 冲压变形理论基础	16
2.1 塑性变形的基本概念	16
2.1.1 塑性变形的物理概念	16
2.1.2 塑性及塑性指标	16
2.2 塑性力学基础	17
2.2.1 点的应力和应变状态	18
2.2.2 屈服条件	18
2.2.3 金属塑性变形时的应力应变关系	19
2.3 金属塑性变形的基本特点	19
2.3.1 硬化规律	19
2.3.2 卸载弹性恢复和反载软化现象	21
2.3.3 冲压成形的力学特点与分类	22
2.3.4 冲压变形趋向性及其控制	24
2.4 冲压成形性能与冲压材料	26
2.4.1 材料的冲压成形性能	26
2.4.2 板材冲压成形性能的试验方法	27
2.4.3 冲压材料	29
讨论与思考	30

第 3 章 冲裁工艺与冲裁模设计	31
3.1 概述	31
3.2 冲裁变形过程分析	32
3.2.1 冲裁变形时板料变形区受力情况分析	32
3.2.2 冲裁变形过程	33
3.2.3 冲裁件质量及其影响因素	34
3.3 冲裁模间隙	37
3.3.1 冲裁模间隙的重要性	38
3.3.2 冲裁模间隙值的确定	38
3.4 凸模与凹模刃口尺寸的计算	41
3.4.1 凸模和凹模刃口尺寸的计算原则	41
3.4.2 凸、凹模刃口尺寸的计算方法	42
3.5 冲裁排样与搭边设计	46
3.5.1 材料的经济利用	46
3.5.2 排样方法	47
3.5.3 搭边	49
3.5.4 条料的宽度和导料板间距离的计算	50
3.5.5 排样图	51
3.6 冲裁工艺力和压力中心的计算	52
3.6.1 冲裁力的计算	52
3.6.2 卸料力、推件力和顶件力的计算	52
3.6.3 压力机公称压力的确定	53
3.6.4 降低冲裁力的方法	53
3.6.5 模具压力中心的确定	54
3.7 冲裁工艺设计	55
3.7.1 冲裁件的工艺性分析	56
3.7.2 冲裁工艺方案的确定	59
3.8 冲裁模的结构设计	61
3.8.1 单工序冲裁模	61
3.8.2 复合冲裁模	66
3.8.3 级进冲裁模	68
3.9 冲裁模主要零部件设计	68
3.9.1 工作零件	68
3.9.2 定位零件	75
3.9.3 卸料装置与推件(顶件)装置	81
3.9.4 模架的选用	85
3.9.5 连接与固定零件	89
讨论与思考	92

第 4 章 弯曲工艺与弯曲模设计	93
4.1 弯曲变形过程分析	93
4.1.1 弯曲变形过程	93
4.1.2 弯曲变形特点	94
4.1.3 弯曲时变形区的应力和应变状态	96
4.2 弯曲变形工艺计算	97
4.2.1 卸载后弯曲件的回弹	97
4.2.2 最小相对弯曲半径	102
4.2.3 弯曲件坯料展开尺寸的计算	106
4.2.4 弯曲力的计算与压力机的选用	110
4.3 弯曲成形工艺设计	112
4.3.1 弯曲件的结构工艺性	112
4.3.2 弯曲件的尺寸精度	115
4.3.3 弯曲件的工序安排	116
4.4 弯曲模具设计	117
4.4.1 弯曲模结构设计要点	117
4.4.2 典型弯曲模结构	117
4.4.3 弯曲模工作部分尺寸设计	126
讨论与思考	128
第 5 章 拉深工艺与拉深模设计	129
5.1 圆筒形零件拉深	130
5.1.1 无凸缘圆筒形零件拉深	130
5.1.2 有凸缘圆筒形件的拉深	146
5.1.3 阶梯形圆筒零件的拉深	150
5.2 曲面形状零件的拉深	151
5.2.1 曲面形状零件的拉深特点	152
5.2.2 球面零件的拉深方法	153
5.2.3 抛物面零件的拉深方法	153
5.2.4 锥面零件的拉深方法	154
5.3 盒形件的拉深	154
5.4 拉深件的工艺性	158
5.4.1 拉深件的结构工艺性	158
5.4.2 拉深件的公差	159
5.4.3 拉深件的材料	159
5.4.4 拉深工艺的辅助工序	159
5.5 拉深模的典型结构	160
5.5.1 首次拉深模	160
5.5.2 以后各次拉深模	161

5.6	拉深模工作零件的设计	163
5.6.1	凹模圆角半径	164
5.6.2	凸模圆角半径	164
5.6.3	凸模和凹模的间隙	165
5.6.4	凸模、凹模的尺寸及公差	166
5.6.5	凸、凹模的结构形式	167
	讨论与思考	169
第6章	局部成形工艺与模具设计	170
6.1	概述	170
6.2	胀形	170
6.2.1	胀形成形特点	170
6.2.2	胀形的种类	171
6.3	翻边	175
6.3.1	圆孔翻边	175
6.3.2	非圆孔翻边	180
6.3.3	外缘翻边	180
6.3.4	变薄翻边	182
6.3.5	翻边模结构	183
6.4	缩口	184
6.4.1	变形特点	184
6.4.2	变形程度	184
6.4.3	缩口工艺计算	185
6.5	旋压	186
6.6	校形	187
6.6.1	校形的特点及应用	187
6.6.2	校平	188
6.6.3	整形	189
	讨论与思考	190
第7章	冲压技术工艺文件	191
7.1	冲压工艺规程编制的主要内容和步骤	191
7.1.1	制定冲压工艺过程的原始资料	191
7.1.2	冲压工件工艺性的分析	192
7.1.3	冲压工艺方案的制订	192
7.1.4	有关工艺计算	196
7.1.5	模具的设计计算	198
7.1.6	冲压设备的选择	199
7.1.7	冲压工艺文件的编写	199
7.2	冲压过程设计实例	200

7.2.1	零件及其冲压工艺性分析	200
7.2.2	冲压工艺方案的确定	200
7.2.3	主要工艺参数计算	202
7.2.4	计算各工序冲压力和选择冲压设备	203
7.2.5	模具结构形式的确定	205
7.2.6	编写冲压过程工艺卡片	205
第8章	多工位级进冲压工艺与模具设计	207
8.1	概述	207
8.2	多工位级进模的排样设计	207
8.2.1	多工位级进模排样设计的原则	207
8.2.2	多工位级进模排样设计的内容	208
8.2.3	多工位级进模的工位设计	208
8.2.4	载体设计	210
8.2.5	条料定位精度的确定	212
8.3	多工位级进模的典型结构	213
8.3.1	剪开拉深式级进模	213
8.3.2	剪断压回式级进模	215
8.4	多工位级进模主要零部件设计	217
8.4.1	凸模	217
8.4.2	凹模	219
8.4.3	定位装置	220
8.4.4	托料装置	222
8.4.5	卸料装置	222
8.4.6	限位装置	224
8.4.7	模架	225
8.4.8	自动检测和保护装置	225
	讨论与思考	227
第9章	汽车覆盖件冲压工艺与模具设计	229
9.1	概述	229
9.1.1	覆盖件的特点与分类	229
9.1.2	对覆盖件的要求	230
9.1.3	覆盖件模具种类	231
9.2	覆盖件冲压工艺设计	232
9.2.1	覆盖件冲压工艺设计的内容	232
9.2.2	成形的可行性分析	232
9.2.3	覆盖件冲压工艺方案的制订	233
9.3	覆盖件拉深工艺与拉深模的设计	234
9.3.1	覆盖件拉深工艺的设计	234

9.3.2	覆盖件拉深模的设计	237
9.4	覆盖件修边工艺与修边模的设计	243
9.4.1	覆盖件修边工艺的设计	243
9.4.2	覆盖件修边模的设计	245
9.5	覆盖件翻边工艺与翻边模的设计	250
9.5.1	覆盖件翻边工艺的设计	250
9.5.2	覆盖件翻边模的典型结构	252
	讨论与思考	254
第 10 章	冲压新技术新工艺	256
10.1	概述	256
10.2	几种典型的冲压新技术	256
10.2.1	变压边力技术	256
10.2.2	成对液压成形技术	258
10.2.3	黏介质成形技术	260
10.2.4	无模分层成形技术	261
10.2.5	多点成形技术	262
10.2.6	冲压智能化技术	265
10.2.7	成形过程的计算机仿真技术	267
	参考文献	270
附录 1	冲压常用术语英汉对照	271
附录 2	黑色金属的力学性能	278
附录 3	几种压力机的主要技术参数	279
附录 4	冲压模具主要工作零件常用材料及热处理要求	280
附录 5	冲压模具辅助零件常用材料及热处理要求	281
附录 6	冲模零件表面粗糙度	282
附录 7	深拉深冷轧薄钢板的力学性能	283
附录 8	部分常用金属板料的力学性能	284

第 1 章 冲压成形与模具技术概述

1.1 冲压成形在工业生产中的地位

冲压成形是一个涉及领域极其广泛的行业,深入到制造业的方方面面,在国外冲压被称为板料成形。冲压成形加工是通过冲压模具来实现的。冲压模具是大批量生产同形产品的工具,是冲压成形的主要工艺装备。

采用冲压模具生产零部件,具有生产效率高、质量好、成本低、节约能源和原材料等一系列优点,其生产的制件所具备的高精度、高复杂程度、高一致性、高生产率和低消耗,是其他加工制造方法所不能比拟的,它已成为当代工业生产的重要手段和工艺发展方向,其产业带动比例高达 1 : 100,被誉为“富裕社会原动力”,已成为衡量一个国家工业化水平和创新能力的重要标志。而整个模具工业,已经很大程度上决定着现代工业品的发展和技术水平的提高,因此模具工业对国民经济和社会发展起着举足轻重的作用。

鉴于模具工业的特点和重要性,政府对模具产业的发展极为重视,并采取了多种措施给予大力扶持。早在 1989 年 3 月国务院颁布的《关于当前产业政策要点的决定》中,就把模具列为机械工业技术改造序列的第一位、生产和基本建设序列的第二位(仅次于大型发电设备及相应的输变电设备),确立模具工业在国民经济中的重要地位。1997 年以来,又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》。经国务院批准,从 1997~2000 年,对 80 多家国有专业模具厂实行增值税返还 70% 的优惠政策,以扶植模具工业的发展。1999 年又将有关模具技术和产品列入原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)》。所有这些都充分体现了国家对发展模具工业的重视和支持。

中国的模具潜在市场很大,决定了中国必然将发展成为模具制造大国,20 世纪 90 年代起,中国的模具工业步入了高速发展时期,产业结构渐趋合理,技术水平不断提高,投资环境越来越好,模具行业在“十二五”期间将迎来再次腾飞的契机;近 10 几年来,模具工业一直以每年 15%~20% 的增长速度快速发展。2010 年中国模具工业总产值已达 1120 亿元,2011 年中国大陆模具产值已超过日本、美国等工业发达国家,跃居世界第一。

据统计,在家电、玩具等轻工行业,近 90% 的零件是模具生产的;在飞机、汽车、农机和无线电行业,这个比例也超过 60%。从产值看,20 世纪 80 年代以来,美、日等工业发达国家模具行业的产值已超过机床行业,并又有继续增长的趋势。据国际生产技术协会预测,21 世纪机械制造工业中,产品零件粗加工的 75%、精加工的 55% 将由模具完成,65% 以上的金属板材都将通过模具转化成产品,其中汽车、装备制造、电器、通信、石化和建筑等行业最为突出。图 1-1 所示为常见冲压模具生产的产品。

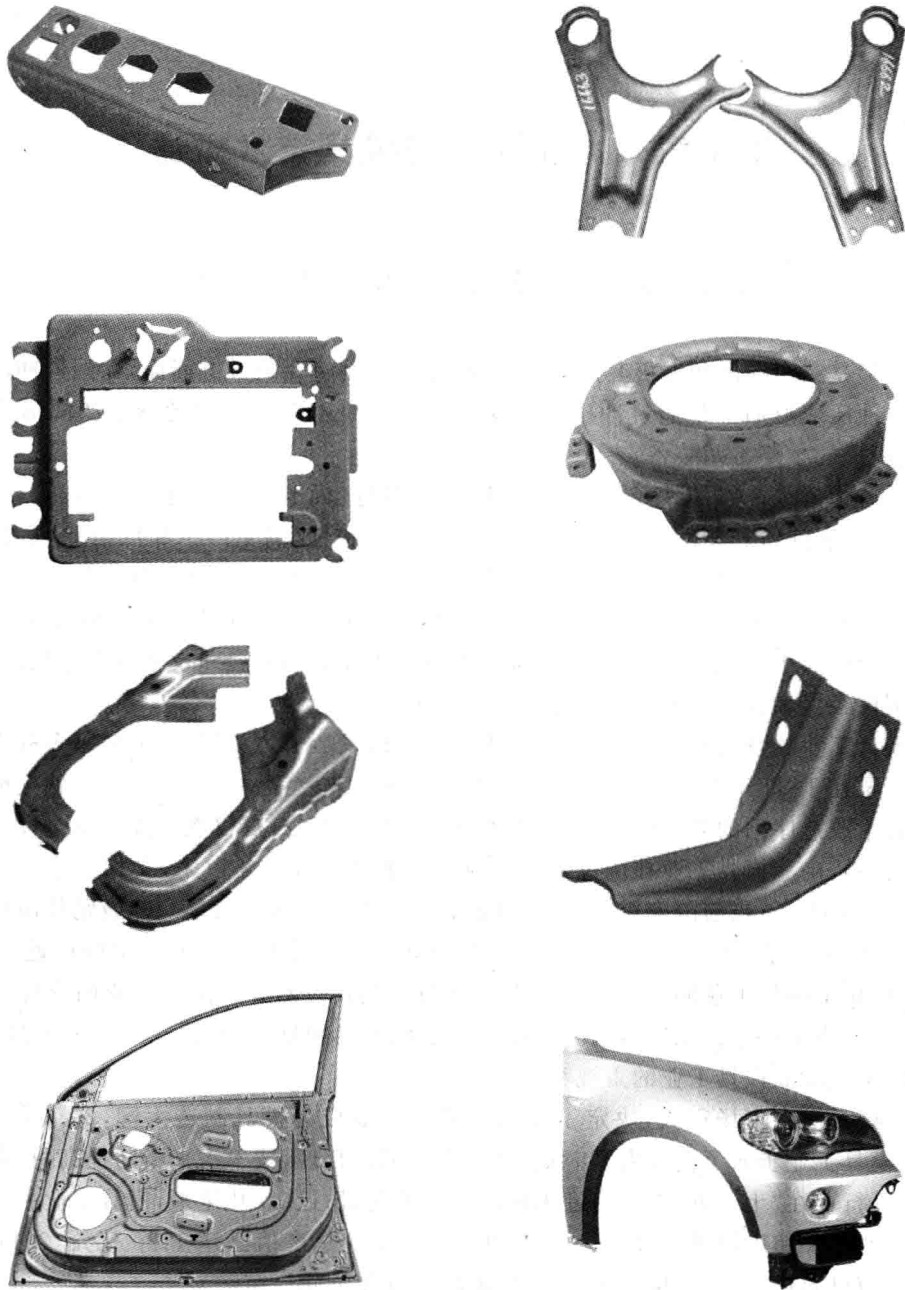


图 1-1 常见冲压模具生产的产品

1.2 冲压成形基本问题

1.2.1 冲压与冷冲模的概念

冲压是一种先进的材料(金属或非金属)加工方法,它是建立在材料塑性变形基础上,利用模具和冲压设备对板料进行加工,以获得要求的零件形状、尺寸及精度。

冲压模具是指在冲压加工中,将材料(金属或非金属)加工成零件(或半成品)的一种特殊工艺装备,称为冲压模具,由于冲压加工一般是在常温下进行的,所以冲压模具俗称冷冲模。

冲压加工在批量生产中得到了广泛的应用,在现代工业生产中占有十分重要的地位,具有一般机械加工不具备的优点:

- (1) 在冲压加工中,废料比其他加工少,且废料可制成其他小零件,材料利用率高。
- (2) 在生产中,可应用自动化的机械设备及多工位自动化送料装置,生产效率高。
- (3) 同一模具制造出来的产品,具有相同的尺寸与形状,有良好的互换性。
- (4) 可加工形状复杂或其他加工方法难以加工的精度高、强度高的零件。
- (5) 节省劳力,操作简单,批量越大,产品成本越低。

同时,冲压加工也存在一些缺点:

- (1) 冲压加工所使用的模具是技术密集型产品,精度高、成本高(约占产品成本的 10%~30%)、模具制造周期长,所以只有生产批量大时,冲压加工的优点才能充分体现。
- (2) 工作危险性与伤害率比一般机械加工高。

1.2.2 冲压工序的分类

冲压加工因制件的形状、尺寸和精度的不同,所采用的工序也不同。根据材料的变形特点可将冷冲压工序分为分离工序(二维冲压工序)和成形工序(三维冲压工序)两类。

(1) 分离工序是指板料在冲压力作用下,变形部分的应力达到强度极限 σ_b 以后,使坯料发生断裂而产生分离。分离工序包括落料、冲孔、剪切、切断、切槽、切口和切边等几大类,这是以被加工材料的形态及受力状态为划分依据的。分离工序所加工的板料可以是平面的也可以是立体的,当然也可以加工型材、棒材、管材等。其所用的冲模可通称为冲裁模,其中有代表性的为落料模、冲孔模、切边模以及包含多道工序的复合模和连续模。

落料模通常用来在平板上封闭冲裁出所需零件。

冲孔模通常用来在零件上封闭冲除多余的材料,得到所需要的孔。

切边模通常用来在毛坯或零件上冲去多余的边料。

其余分离工序各包括有不同个数的冲截面,均不封闭。

(2) 成形工序是指坯料在冲压力作用下,变形部分的应力达到屈服极限 σ_s ,但未超出抗拉强度极限 σ_b ,使板料产生塑性变形,成为具有一定形状、尺寸与精度制件的加工工序。

广义成形工序指利用金属板料的永久变形制成所需形状和尺寸的制件加工。

广义成形除包括狭义成形所含的内容以外还包括其他压力加工工序,如锻造、轧制、锻压、挤压等。

狭义成形是指保持作为毛坯的板料状态而改变其外观的加工。狭义成形通常包括拉深、胀形、翻边、扩口、缩口等工序,弯曲也可以划为成形的一种。

1.2.3 冲模的分类

冲压模具是冲压生产必不可少的工艺装备,是技术密集型产品。冲压件的质量、生产效率以及生产成本等,与模具设计和制造有直接关系。模具设计与制造技术水平的高低,是衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志之一,在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。

冲压模具的形式很多,一般可按以下几个主要特征分类。

1. 根据工艺性质分类

(1) 冲裁模。沿封闭或敞开的轮廓线使材料产生分离的模具。如落料模、冲孔模、切断模、切口模、切边模、剖切模等。

(2) 弯曲模。使板料毛坯或其他坯料沿着直线(弯曲线)产生弯曲变形,从而获得一定角度和形状的工件的模具。

(3) 拉深模。是把板坯制成开口空心件,或使空心件进一步改变形状和尺寸的模具。

(4) 成形模。是将毛坯或半成品工件按照凸、凹模的形状直接复制成形,而材料本身仅产生局部塑性变形的模具。如胀形模、缩口模、扩口模、起伏成形模、翻边模、整形模等。

2. 根据工序组合程度分类

(1) 单工序模。在压力机的一次行程中,只完成一道冲压工序的模具。

(2) 复合模。只有一个工位,在压力机的一次行程中,在同一工位上同时完成两道或两道以上冲压工序的模具。

(3) 级进模(也称连续模)。在毛坯的送进方向上,具有两个或更多的工位,在压力机的一次行程中,在不同的工位上逐次完成两道或两道以上冲压工序的模具。

1.3 冲压设备

冲压设备的选用对冲压质量、效率及成本,模具寿命,冲压生产的组织与管理等都有重要影响,熟悉冲压设备典型结构、工作过程、技术参数、选用原则及安全操作规程是冲压加工的重要工作之一。本节介绍如何结合现有冲压设备等具体生产条件,合理制定产品的冲压工艺方案、选择冲床、确定模具的相关结构及尺寸。

1.3.1 常用冲压设备的分类

冲压车间的设备以压力机为主,压力机种类较多,常用的分类方法如下。

(1) 按照驱动方式的不同,可分为机械压力机、液压压力机、气动压力机等。其中机械压力机又可分为曲柄压力机(图 1-2)、偏心压力机、摩擦压力机等,液压机又可分为油压机(图 1-3)和水压机。

(2) 按照滑块数量不同,压力机可分为三种:单动压力机、双动压力机、三动压力机。其中,单动压力机应用最广,双动压力机、三动压力机主要用于拉深成形。如图 1-4 所示。

(3) 按照连杆数量不同,压力机分为三种:单点压力机、双点压力机、多点压力机。连杆的数量主要取决于压力机的吨位和滑块的面积,大吨位要求连杆数量多,滑块承受偏心载荷的能力强。如图 1-5 所示。

(4) 按照床身结构的不同,压力机分为两种:开式压力机(C形床身结构),如图 1-6 所示;闭式压力机(II形床身结构),如图 1-7 所示。其中,开式压力机机身前侧及左右两侧敞开,操作空间大,但因机身呈 C 形,刚度较差,冲压精度较低。闭式压力机的左右两侧封闭,操作空间较小,但刚度较好,冲压精度较高。

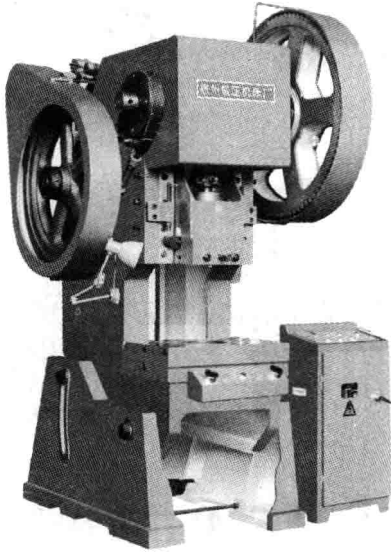


图 1-2 曲柄压力机

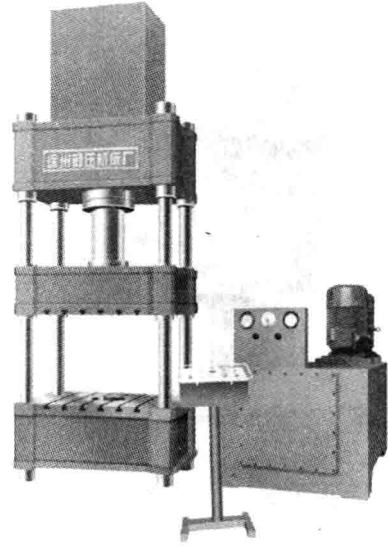


图 1-3 油压机

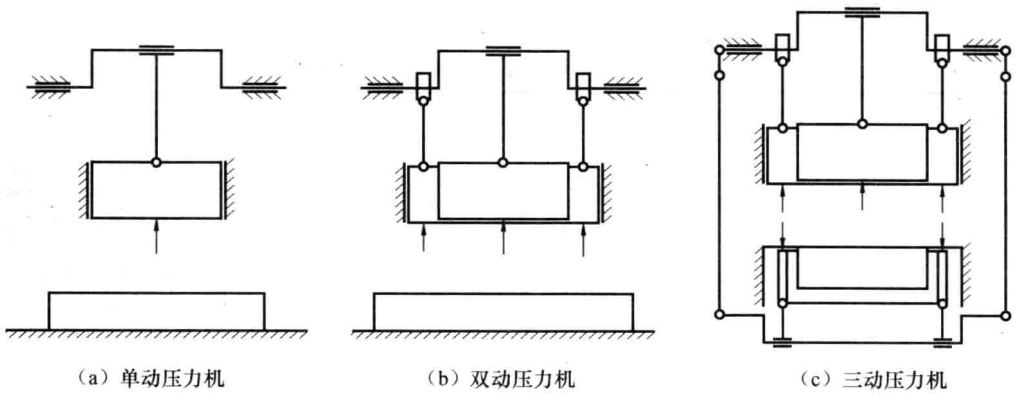


图 1-4 按照滑块数量分类

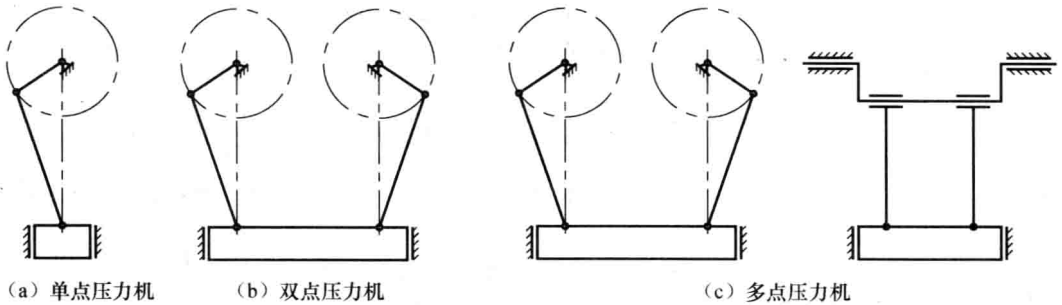


图 1-5 按照连杆数量分类

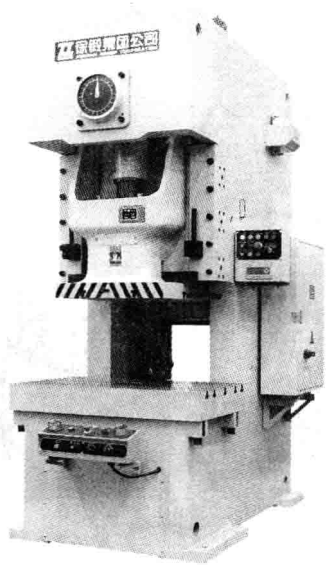


图 1-6 开式压力机(C形床身结构)

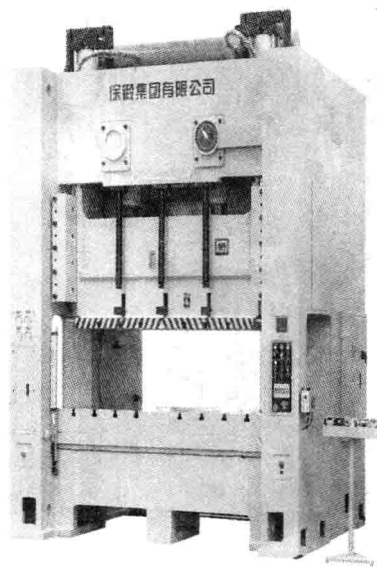


图 1-7 闭式压力机(II形床身结构)

常用冷冲压设备的工作原理和特点如表 1-1 所示。

表 1-1 常用冷冲压设备的工作原理和特点

类型	设备名称	工作原理	特点
机械压力机	摩擦压力机	利用摩擦盘与飞轮之间相互接触并传递动力,借助螺杆与螺母相对运动的原理而工作,其传动系统如图 1-8 所示	结构简单。超负载时只会引起飞轮与摩擦轮之间的滑动,而不致损坏机床。 但飞轮轮缘磨损大,生产效率低。适于中小型冲件的校形、压印和成形工序
	曲柄压力机	利用曲柄连杆机构进行工作,电动机通过皮带轮和齿轮带动曲轴传动,经连杆使滑块做直线往复运动。曲柄压力机分为偏心压力机和曲轴压力机,前者主轴是偏心轴,后者主轴是曲轴。偏心压力机一般是开式结构,而曲轴压力机又可分为开式和闭式两种结构,曲轴压力机的传动系统如图 1-9 所示	生产效率高,适用性广
	高速冲床	工作原理与曲柄压力机相同,但其刚度、精度和行程次数都高于曲柄压力机,一般都配有自动送料和安全检测装置	生产效率高,适合于大批大量生产,模具一般采用多工位级进模
液压机	油压机 水压机	利用帕斯卡原理,以水或者油作为工作介质,通过静压力传递动力进行工作,使滑块上下往复运动	静压力大,动作平稳可靠,但生产效率较低,适合于拉深、挤压等工序