



机电类**新技师**培养规划教材

模具设计

MUJU SHEJI

中国机械工业教育协会

全国职业培训教学工作指导委员会
机电专业委员会

组编

王 巍 周耀红 主编

赠送电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



机电类新技师培养规划教材

模具设计

中国机械工业教育协会

全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会 组编

王 巍 周耀红 主编



机械工业出版社

本套教材是根据中国机械工业教育协会、全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织制定的技师教学计划和教学大纲编写的。本教材的主要内容包括：冲压工艺与冲压设备、冲压成形的基本原理与常用冲压材料、冲裁工艺及冲裁模具、弯曲工艺及弯曲模、拉深工艺及拉深模、其他成形工艺和成形模、多工位连续模的设计与制造、冲压工艺设计、塑料成型工艺基础、注射成型工艺及设备、注射模的设计、塑料模的制造、塑料模设计、冷冲模与塑料模设计实例。

本套教材的教学计划和大纲是依据《国家职业标准》中对技师的要求制定的，内容立足岗位，以必需、够用为度，符合职业教育的特点和规律。本教材配有教学计划和大纲、电子教案，部分教材还有多媒体课件和习题及其解答，可供高级技校、技师学院、高等职业院校等教育培训机构使用。

图书在版编目（CIP）数据

模具设计/王巍·周耀红主编；中国机械工业教育协会，全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组编. —北京：机械工业出版社，2009. 4

机电类新技师培养规划教材

ISBN 978 - 7 - 111 - 26627 - 3

I. 模… II. ①王…②中…③全 III. 模具 - 设计 - 技术培训 - 教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 042126 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：王英杰 邓振飞 责任编辑：赵磊磊

版式设计：张世琴 责任校对：姚培新

封面设计：王伟光 责任印制：乔宇

北京京丰印刷厂印刷

2009 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 15 印张 · 368 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 26627 - 3

定价：26.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：（010）68326294

购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：（010）88379083

封面无防伪标均为盗版

机电类新技师培养规划教材 编审委员会

主 任 郝广发 季连海

副 主 任 刘亚琴 徐 彤 周学奎 何阳春 林爱平 李长江 付志达
李晓庆 王 军 赵杰士 李 涛 刘大力 张跃英 董桂桥

委 员 于正明 王 德 王兆山 王英杰 冯小平 李全利 许炳鑫
张正明 杨君伟 何月秋 何秉戌 周冠生 孟广斌 郝晶卉
贾恒旦 徐卫东 凌爱林 奚 蒙 章振周 梁文侠 喻勋良
曾燕燕

策 划 组 王英杰 徐 彤 何月秋 荆宏智

本书主编 王 巍 周耀红

本书参编 刘 虎

前 言

随着全球知识经济的快速发展,我国工业化建设也呈现迅猛发展之势,因而技术工人十分缺乏。为了顺应形势的发展要求,我国出台了一系列大力发展职业教育的政策:劳动和社会保障部颁布了最新《国家职业标准》,继续实行职业准入制度,并将国家职业资格由三级(初、中、高)改为五级(初、中、高、技师、高级技师),对技术工人的工作内容、技能要求和相关知识进行了重新界定。教育部根据国务院“大力开展职业教育”的精神进行了职业教育的改革,高职院校、中职学校相应地改制、扩招,以培养更多的技术工人。

经过几年的努力,技术工人在数量上的矛盾在一定程度上得到缓解,但在结构比例上的矛盾突显出来。高级工、技师、高级技师等高技能人才在技术工人中的比重远远低于发达国家,而且他们年龄普遍偏大,文化程度偏低,学习高新技术比较困难。为打破这一局面,加快数量充足、结构合理、素质优良的技术技能型、复合技能型和知识技能型高技能人才的培养,劳动和社会保障部提出的“新技师培养带动计划”,即在完成“3年50万”新技师培养计划的基础上,力争“十一五”期间在全国培养技师和高级技师190万名,培养高级技工700万名,使我国从“世界制造业大国”逐步转变为“世界制造业强国”。为此,劳动和社会保障部决定:除在企业中培养和评聘技师外,要探索出一条在技师学院中培养技师的道路来。中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会经研究决定,制定机电行业的技师培养方案。

在上述原则的指导下,中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织30多所高级技校、技师学院和企业培训中心等单位,经过广泛的调研论证,决定首批选定五个工种(职业)——模具工、机修钳工、电气维修工、焊工、数控机床操作工作为在技师学院培养技师的试点。对学制、培养目标、教学原则、专业设置、教学计划、教学大纲、课程设置、学时安排、教材定位、编写方式等,参照《国家职业标准》中相关工种对技师和高级技师的要求,结合各校、各地区企业的实际,经过历时三年的充分论证,完成了教学计划和教学大纲的制定和审定工作,并明确了教材编写的思想。

使用本套“机电类新技师培养规划教材”在技师学院培养技师,招收的学员必须符合的条件是:已取得高级职业资格(国家职业资格三级)的高级技校的毕业生,或具有高级职业资格证书的本职业或相近职业的人员。本套教材的编写充分体现“教、学、做”合一的职教办学原则,其特点如下:

(1) 教材内容新,贴合岗位实际,满足职业鉴定要求。当今国际经济大格局的进程加快了各类型企业的先进加工技术、先进设备和新材料的使用,作为技师必须适应这种要求,教材中也相应增加了新知识、新技术、新工艺、新设备等方面的内容。另外,教材的内容以《国家职业标准》中对技师和高级技师的知识技能要求为基础,设置的实训项目或实例从岗

位的实际需要出发,是生产实践中的综合性、典型性的技术问题,既最大限度地体现学以致用的目的,又满足学生毕业考工取得职业资格证书的需要。

(2) 针对每个工种(职业),均编写一本《相关工种技能训练》。随着全球化进程的加快,我国的生产力发展水平和职业资格体系应与国际相适应,因此,技师应该是具有高超操作技能的复合型人才。例如,模具工技师不应仅是模具工方面的行家里手,还应懂得车、铣、数控、磨、刨、镗和线切割、电火花等加工,以适应现代制造业的发展趋势,故此《相关工种技能训练(模具工)》中,就包含上述内容。其他工种与此类似。

(3) 理论和技能有机结合。劳动和社会保障部颁布的“新技师培养带动计划”中明确指出“建立校企合作培养高技能人才”的制度,现在许多技师学院从企业中聘请具有丰富实践经验的工程技术人员作为技能课教师,各专题理论与实践融合在一起的编写方式,更适于这种教学制度。

(4) 单独编写了两本公共课教材——《实用数学》和《应用文写作》。新时代对技师的要求不仅是技术技能型人才,还应是知识技能型甚至是复合技能型的高技能人才,有一定的数学理论基础和写作能力是新技师必备的素质。《实用数学》运用微积分知识分析解决生产中的实际问题,少推理,重应用;《应用文写作》除介绍普通事务文书、经济文书、法律文书、日常事务文书的写法外,还教授科技文书的写法,其中科技论文的写法对于技师论文的写作会有很大裨益。

(5) 本套教材配有电子教案。电子教案包括教学计划、教学大纲、每章的培训目标、内容简介、重点难点,教师上课的板书,本章小结、配套习题及答案等。

(6) 练习题是国家题库及各地鉴定考题的综合归纳和提升。

本套教材的编写得到了各技师学院、高级技工学校领导的高度重视和大力支持,编写人员都是职业教育教学一线的优秀教师,保障了这套教材的质量。在此,对为这套教材出版给予帮助和支持的所有学校、领导、老师表示衷心的感谢!

本书由王巍、周耀红统稿并任主编,刘虎参加编写。

由于编写时间和编者水平所限,书中难免存在不足或错误,敬请广大读者不吝赐教!

**中国机械工业教育协会
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会**

目 录

前言

第一章 冲压工艺与冲压设备 1

第一节 冲压工艺 1

一、冷冲压和冲压模具的概念 1

二、冲压工艺的特点及应用 1

三、冲压工序的分类及特点 2

四、冲模的分类 4

五、冷冲模的制造特点 5

第二节 冲压设备的选用 6

一、冲压设备类型的选择 6

二、曲柄压力机的基本结构 6

三、曲柄压力机规格的选择 7

复习思考题 8

第二章 冲压成形的基本原理与常用冲压材料 9

第一节 冲压成形的基本原理 9

一、金属塑性变形的原理及影响因素 9

二、塑性变形时的应力应变状态 11

三、金属塑性变形的基本规律 13

第二节 冷冲压材料 16

一、对冲压材料的基本要求 17

二、常用冲压材料的种类 18

复习思考题 18

第三章 冲裁工艺及冲裁模具 19

第一节 冲裁过程和冲裁间隙 19

一、冲裁变形过程 19

二、冲裁间隙 20

第二节 凸模与凹模刃口尺寸的确定 22

一、凸、凹模刃口尺寸的计算原则 23

二、凸、凹模刃口尺寸的计算方法 23

第三节 冲裁件的排样 28

一、排样的方法 29

二、搭边 30

三、送料步距和条料宽度 30

四、材料利用率 30

五、排样图 31

第四节 冲压力和压力中心 31

一、冲压力 31

二、压力中心 34

第五节 冲裁模的设计和制造 34

一、冲裁模的分类 34

二、冲裁模的典型结构 34

三、冲裁模主要零件的设计及制造 42

四、冲裁模的装配及调试 58

五、冲裁模设计要点 65

复习思考题 66

第四章 弯曲工艺及弯曲模 68

一、弯曲弯形过程及特点 68

二、弯曲件的质量分析 69

三、弯曲件展开尺寸的计算 73

四、弯曲力的计算 73

五、弯曲件的工序安排 74

六、弯曲模的基本结构 75

七、弯曲模工作零件的设计及制造 75

八、弯曲模的制造与装配 77

复习思考题 78

第五章 拉深工艺及拉深模 79

一、拉深变形分析 80

二、拉深件的主要质量问题 80

三、圆筒形件的拉深 82

四、拉深模的典型结构 85

五、拉深模工作部分设计要点 86

六、拉深模常用材料及热处理要求 89

七、拉深模制造特点 89

复习思考题 91

第六章 其他成形工艺及成形模 92

第一节 胀形模 92

一、胀形的变形特点 92

二、起伏成形 92

三、空心坯料的胀形 93

四、胀形力 94

五、胀形模的结构 94

第二节 翻边模 95

一、翻边 95

二、翻边模	98	第十章 注射成型工艺及设备	149
三、校平与整形	98	第一节 注射成型工艺	149
四、成形模的制造特点	100	一、注射成型原理	149
复习思考题	101	二、注射成型的工艺特点	149
第七章 多工位连续模的设计		三、注射成型工艺条件	150
及制造	102	第二节 注射模的典型结构	152
第一节 多工位连续模的特点与分类	102	第三节 注射模塑设备	155
一、多工位连续模的特点	102	一、注射机的组成	155
二、多工位连续模的分类	103	二、注射机有关参数的校核	156
第二节 多工位连续模条料排样	104	第四节 无流道凝料注射模	159
一、冲切刃口设计	104	一、无流道凝料注射模的特点	159
二、工序排样	105	二、无流道凝料注射模的类型	159
第三节 定距与导正孔设计	107	第五节 气体辅助注射成型与模具	163
一、步距与步距精度	107	一、气辅成型技术工艺过程	164
二、工序件的定位方式	108	二、气辅成型工艺的特点	166
三、导正	109	复习思考题	166
第四节 多工位连续模结构设计	112	第十一章 注射模的设计	167
一、连续模总体设计	112	第一节 注射模分型面的选择	167
二、连续模凹模设计	114	一、分型面的结构形式	167
三、连续模上模设计	116	二、选择分型面的主要原则	167
四、连续模卸料机构设计	119	第二节 注射模的浇注系统	169
五、导料与定距机构设计	120	一、主流道	169
第五节 多工位连续模的自动送料及安全		二、分流道	170
检测装置简介	124	三、浇口	171
第六节 多工位连续模的制造	126	四、拉料杆及冷料穴	173
一、多工位连续模的制造特点	126	第三节 注射模的成型零件	175
二、连续模装配	128	一、成型零件的结构	175
复习思考题	129	二、成型零件工作部分的尺寸计算	178
第八章 冲压工艺设计	130	三、成型零件刚度、强度的校核	179
一、冲压工艺设计的原始资料	130	第四节 注射模侧向分型抽芯机构的	
二、冲压工艺设计的基本内容与步骤	130	设计	179
三、冲压工艺设计实例	131	一、侧向分型抽芯机构的分类	179
复习思考题	133	二、侧向分型抽芯机构的设计	180
第九章 塑料成型工艺基础	134	第五节 注射模的脱模机构	183
第一节 塑料的分类与特点	134	一、脱模机构的结构	184
一、塑料的成分	134	二、推出零件的结构	184
二、塑料的分类	134	第六节 注射模其他零部件的	
三、塑料的特点	135	选用	185
第二节 塑料成型工艺及模具	140	一、注射模的合模导向机构	185
一、塑料成型工艺及模具概述	140	二、注射模的支承固定零件	186
二、塑件的结构工艺性	144	三、注射模模架的选用	186
复习思考题	148	四、模具的加热与冷却	187
		第七节 模具材料的选用与热处理	188

一、模具选材的一般原则	188	复习思考题	208
二、模具材料及选用	188	第十四章 冷冲模与塑料模设计	
三、模具表面强化处理与强韧化工艺	190	实例	209
复习思考题	190	第一节 冷冲模与塑料模设计的教学	
第十二章 塑料模的制造	192	目的	209
第一节 塑料模成型零件的制造	192	一、模具设计的内容	209
一、成型零件的加工方法	192	二、模具设计的要求	210
二、塑料模具零件的制造过程	194	三、模具设计的步骤与方法	212
三、成型零件的加工顺序及热处理		四、时间安排	214
顺序	194	第二节 冷冲模设计实例	214
四、成型零件的常用工序	194	一、工艺性分析	215
第二节 成型零件加工制造实例	195	二、工艺方案的分析和确定	215
一、型芯的加工	195	三、填写冲压工序卡	217
二、型腔的加工	196	四、模具结构设计	217
第三节 塑料模的装配	197	五、校核压力机安装尺寸	218
一、塑料模装配技术要求	197	六、画装配图和零件图	218
二、注射模装配实例	197	第三节 塑料模设计实例	221
第四节 注射模的安装与调试	199	一、工艺性分析	221
一、注射模的安装	199	二、核定型腔数目	221
二、注射模的调试	199	三、型腔、型芯工作部分尺寸的	
复习思考题	201	确定	222
第十三章 塑料模设计	202	四、浇注系统的设计	222
第一节 塑料模设计步骤	202	五、侧向抽芯机构的设计	223
一、原始资料的分析	202	六、选用模架	224
二、确定模具的结构方案	204	七、校核注射机	225
三、模具设计的有关计算	205	八、推出结构的设计	226
四、绘制模具总装图和非标准零件工		九、冷却系统的设计	226
作图	205	十、排气系统的设计	227
第二节 塑料模设计过程	206	十一、绘制装配图	227
一、分析塑件图	206	十二、编写技术文件	227
二、确定模具的结构方案	206	参考文献	230
三、全面审核模具结构	208		

第一章 冲压工艺与冲压设备

本章应知

1. 了解冲压工艺的概念、特点及应用。
2. 了解冲压工序及冲模的分类。
3. 了解冲模与压力机的关系。

本章应会

1. 掌握冲压设备的选用原则。

第一节 冲压工艺

冲压工艺是一种高效率的金属成形工艺，广泛用于金属产品制造业。

一、冷冲压和冲压模具的概念

冲压是利用安装在压力机上的模具对材料施加压力，使其产生分离或塑性变形，从而获得所需冲压件（简称冲件）的一种压力加工方法。冲压通常在金属的相变温度以下进行，故亦称冷冲压。

在冲压加工中，将材料（金属或非金属）加工成冲件（或零件）的一种特殊工艺装备，称为冲压模具，简称冲模。冲模是实现冲压加工必不可少的工艺装备，没有符合要求的冲模，冲压加工就无法进行；没有先进的冲模，先进的冲压工艺就无法实现。在冲压件的生产中，合理的冲压成形工艺、冲压模具、冲压设备是必不可少的三要素，如图 1-1 所示。

二、冲压工艺的特点及应用

冷冲压加工与其他加工方法相比，无论在技术方面，还是在经济方面，都具有许多独特的优点。主要有：

- 1) 冷冲压是少、无切屑加工方法之一，是一种省能、低耗、高效的加工方法，因而大批量冲件的整体成本较低。
- 2) 冷冲压件的尺寸公差由模具保证，具有“一模一样”的特征，所以产品质量稳定。
- 3) 冷冲压可以加工壁薄、重量轻、形状复杂、表面质量好、刚性好的零件。
- 4) 冷冲压生产靠压力机和模具完成加工过程，其生产率高、操作简便，易于实现机械化与自动化。用普通压力机进行冲压加工，每分钟可达几十件；用高速压力机生产，每分钟可达数百件或千件以上。

由于进行冲压成形加工必须具备相应的模具，而模具是技术密集型产品，其制造属于多品种、小批量生产，具有难加工、精度高、技术要求高的特点，生产成本低。所以，只有在冲压零件生产批量大的情况下，冲压成形加工的优点才能充分体现，从而获得好的经济效益

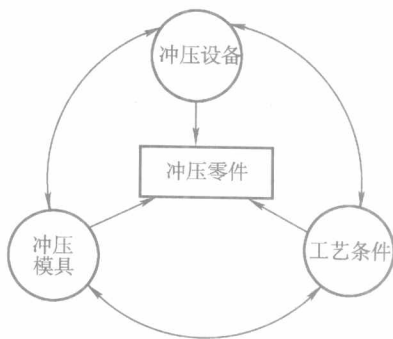


图 1-1 冲压件的影响因素

及加工效率。

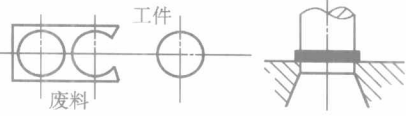

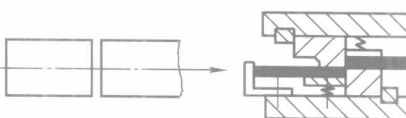



由于冷冲压加工具有上述突出的优点,因此在批量生产中得到了广泛的应用,在现代工业生产中占有十分重要的地位,是国防工业及民用工业生产中必不可少的加工方法。在电子产品中,冲压件约占80%~85%;在汽车、农业机械产品中,冲压件约占75%~80%;在轻工产品中,冲压件约占90%以上。此外,在高科技及航空航天工业生产中,冲压件也占有很大的比例。

三、冲压工序的分类及特点

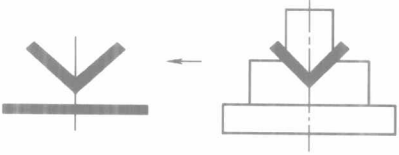

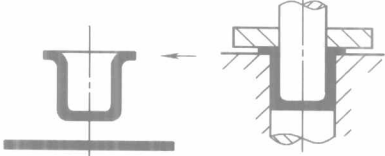
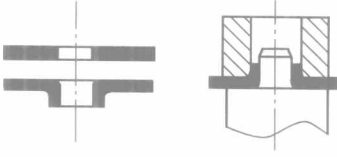



冲压加工因冲件的形状、尺寸和精度的不同,所采用的工序也不同。概括起来可分为分离工序和成形工序两类。分离工序是指坯料在模具工作刃口作用下,沿一定的轮廓线分离而获得冲件的加工方法。分离工序主要有冲孔、落料、切断等。成形工序是指坯料在模具压力作用下,使坯料产生塑性变形,但不产生分离,从而获得具有一定形状和尺寸的冲件的加工方法。成形工序主要有弯曲、拉深、翻边、胀形等。

部分常用冲压工序的分类及特征见表1-1。

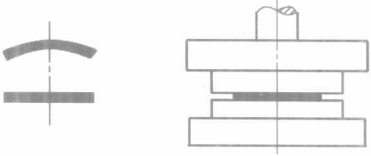
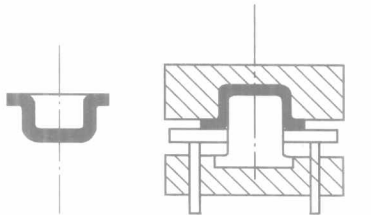
表1-1 部分常用冲压工序的分类及特征

类型	组别	工序名称	工序简图	工作特征
分离工序	冲裁	落料		用落料模沿封闭的轮廓将冲件与板料分离,冲下部分为工件
		冲孔		用冲孔模沿封闭的轮廓将板料与废品分离,冲下部分为废料
		切断		用剪刀或切断模沿敞开轮廓将材料分离,被分离的部分可形成工件
		切舌		用切舌模将部分材料切开,但并不使它完全分离。切开部分的材料发生弯曲
		切边		用切边模将冲件多余的边缘切掉
		剖切		用剖切模将冲压成形的半成品(如弯曲件或拉深件)剖切成两部分或几部分

(续)

类型	组别	工序名称	工序简图	工作特征
成形工序	弯曲	压弯		用弯曲模将平板坯料压弯成一定角度, 或使已弯曲件进一步弯曲
		卷边		用卷边模将坯料端部卷成圆形, 如合页
		拉深		用拉深模将平板坯料冲制成空心件, 或将空心坯料作进一步变形
	翻边	内孔翻边		用翻边模将工件的孔边缘或工件的外缘沿曲线翻成竖立的边
		外缘翻边		
		胀形		用胀形模将空心件或管状毛坯沿径向扩张, 胀出所需的凸起曲面
起伏成形			用起伏成形模在平板坯料或工件的表面上压出各种形状的凸起或凹陷	

(续)

类型	组别	工序名称	工序简图	工作特征
成形工序		校平		用校平模将平板坯料或工件的不平面压平
		整形		用整形模将工件压成准确的形状

四、冲模的分类

冲压模具是冲压生产的主要工艺装备。冲压件的冲压质量、生产效率以及生产成本等都与模具类型及其结构设计有直接关系。冲压生产对模具结构的基本要求是：在保证冲出合格制件的前提下，模具结构不仅应与生产批量相适应，而且还具有结构简单，操作方便、安全，使用寿命长，易于制造、维修，生产成本低等特点。

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 使平板坯料沿着直线或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 是把平板坯料制成开口空心件，或使空心件进一步改变形状和尺寸的模具。

(4) 其他成形模 是将坯料或工序件依照凸、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、翻边模、整形模等。

2. 根据工序组合程度分类

(1) 单工序模 一般只有一对凸、凹模，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，在同一工位上完成两道或两道以上冲压工序的模具。

(3) 连续模 在条料的送进方向上，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，连续模也称级进模。

图 1-2 所示是一副单工序冲裁模。一般冲压模具都由上、下模两部分组成。上模被紧固

在压力机滑块上，随滑块作上下往复运动，因此称为活动部分。下模被固定在压力机工作台上，所以又称为固定部分。

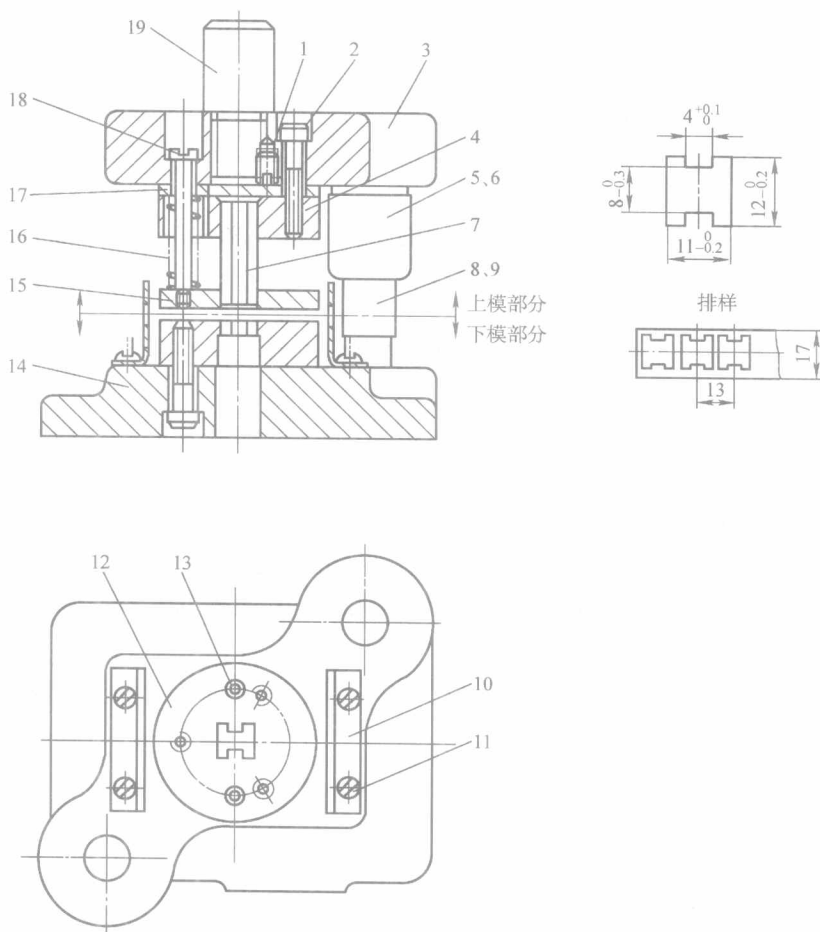


图 1-2 冲裁模

- 1—紧定螺钉 2、11、18—螺钉 3—上模座 4—凸模固定板 5、6—导套
7—凸模 8、9—导柱 10—安全板（兼导料板）12—凹模 13—圆柱销
14—下模座 15—卸料板 16—弹簧 17—垫板 19—模柄

五、冷冲模的制造特点

随着工业产品整体水平的不断提高，越来越多的传统加工手段制造的零件被冲压零件代替，冲压零件日益趋向复杂化、大型化，冲压模具也向高效、高精度、长寿命、大型化方向发展，冲模制造难度日益增大。模具制造业正由过去的劳动密集、依靠工人的手工技巧及采用传统机械加工设备的行业转变为更多地依靠高效、高精度的数控机床、电加工机床及其他特种加工设备的技术密集型行业，加工手段也从过去单一的机械加工转变为机械加工、电加工以及其他特种加工相结合的现代化手段。模具制造技术，已经发展成为技术密集型的综合加工技术。

模具是现代工业生产中“小批量、多品种”的典范和极至。很少有其他种类的工业产

品的批量比模具更少，也很少有其他的工业产品的品种比模具更多。冲模是专用的工艺装备，冲模制造属于单件生产。虽然现代工业要求生产的集约化及标准化，但对整个模具制造过程而言，特别是工作零件的制造仍然难以避免地属于单件生产。其制造工艺具有以下特点：

- 1) 形状复杂、加工精度高，因此需应用各种先进的加工方法才能保证加工质量。
- 2) 模具材料性能优异、硬度高、加工难度大，需要先进的加工设备并合理安排加工工艺。
- 3) 模具生产批量小，大多具有单件生产的特点。应多采用少工序、多工步的加工方案，即工序集中的方案，不用或少用专用设备加工。

第二节 冲压设备的选用

在冲压生产中，压力机应根据冲压工序的性质、生产批量的大小、模具的外形尺寸以及现有设备条件等情况进行选择。压力机的选用包括选择压力机类型和压力机规格两项内容。

一、冲压设备类型的选择

压力机的类型很多，按传动方式的不同，主要可分为机械压力机和液压压力机两大类。其中机械压力机在冲压生产中应用最为广泛。随着现代冲压技术的发展，高速压力机、数控冲模回转头压力机等也日益得到广泛的应用。

一般冲压车间常用的机械压力机有曲柄压力机与摩擦压力机等，又以曲柄压力机最为常用。

- 1) 中、小型冲压件选用开式机械压力机。
- 2) 大、中型冲压件选用双柱闭式机械压力机。
- 3) 导板模或要求导套不离开导柱的模具选用偏心压力机。
- 4) 大量生产的冲压件选用高速压力机或多工位自动压力机。
- 5) 校直、整形和温热挤压工序选用摩擦压力机。
- 6) 薄板冲裁、精密冲裁选用刚度高的精密压力机。
- 7) 大型、形状复杂的拉深件选用双动或三动压力机。
- 8) 小批量生产中的大型厚板件的成形工序多采用液压压力机。

二、曲柄压力机的基本结构

小型曲柄压力机如图 1-3 所示，床身 2 是压力机的骨架，承受全部冲击力，并将压力机所有的零部件连接起来，保证全机的精度、强度和刚度。床身上固定有工作台 1，工作台上一般固定有垫板，用于安装冲模的下模部分，也起保护工作台的作用。

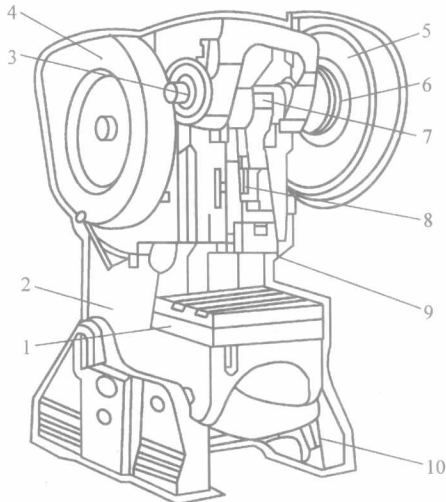


图 1-3 曲柄压力机

- 1—工作台 2—床身 3—制动器 4—安全罩
5—齿轮 6—离合器 7—曲轴 8—连杆
9—滑块 10—脚踏操纵器

压力机的工作机构为曲柄连杆机构,由曲轴7、连杆8和滑块9组成,在滑块上可固定冲模的上模部分。装在床身上的电动机可通过传动机构使曲柄连杆机构工作,让滑块上下运动,从而带动上模完成冲压工作。

三、曲柄压力机规格的选择

(1) 标称压力 压力机滑块下压时的冲击力就是压力机的压力。由曲柄连杆机构的工作原理可知,压力机滑块的压力在整个行程中不是一个常数,而是随曲轴转角的变化而不断变化的。标称压力是指压力机曲柄旋转到下极点前某一特定角度时滑块允许的最大工作压力,如图1-4所示 α 角称为标称压力角,约为 $20^\circ \sim 30^\circ$ 。标称压力也叫公称压力,是表示压力机规格的主要参数,它需大于冲压工艺所需的冲击力。我国的压力机公称压力已经系列化了,例如63kN、100kN、160kN、250kN、400kN、630kN、800kN、1000kN、1250kN、1600kN等。对于曲柄压力机而言,其许用压力曲线应完全包络冲压工艺力变化曲线。

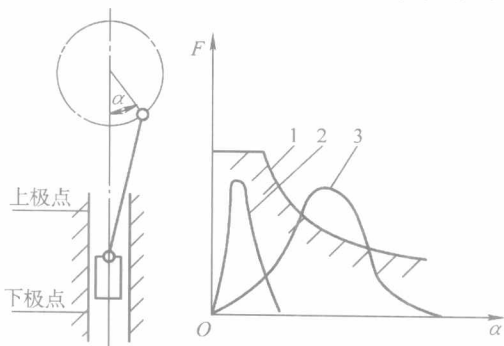


图1-4 曲柄压力机的许用压力曲线

1—压力机许用压力曲线 2—冲裁工艺冲裁力实际变化曲线 3—拉深工艺拉深力实际变化曲线

(2) 滑块行程长度 滑块行程长度是指曲柄旋转一周滑块所移动的距离,其值为曲柄半径的两倍。选择压力机时,滑块行程长度应保证坯料能顺利地放入模具和冲压件能顺利地取出。从经验上看,特别是拉深件和弯曲件应使滑块行程长度大于工件高度的2.5~3.0倍。

(3) 行程次数 行程次数即滑块每分钟冲击次数。应根据材料的变形要求和生产率来考虑。

(4) 工作台面尺寸(或垫板平面尺寸) 工作台面长、宽尺寸应大于模具下模座尺寸,并每边留出60~100mm,以便于安装固定模具用的螺栓、垫铁和压板。当工件或废料需下落时,工作台面尺寸必须大于下落件的尺寸。对有弹顶装置的模具,工作台面尺寸还应大于下弹顶装置的外形尺寸。

(5) 滑块模柄孔尺寸 模柄直径要与模柄孔直径相符,模柄的长度不应大于模柄孔的深度。

(6) 闭合高度 压力机的装模高度是指滑块在下极点时滑块底面到工作台上垫板上平面之间的距离。因为压力机上的连杆长度可以调节,所以压力机的装模高度在一定范围内也可以调节。当连杆调至最短时为压力机的最大装模高度 H_{\max} ;当连杆调至最长时为压力机的最小装模高度 H_{\min} (图1-5)。

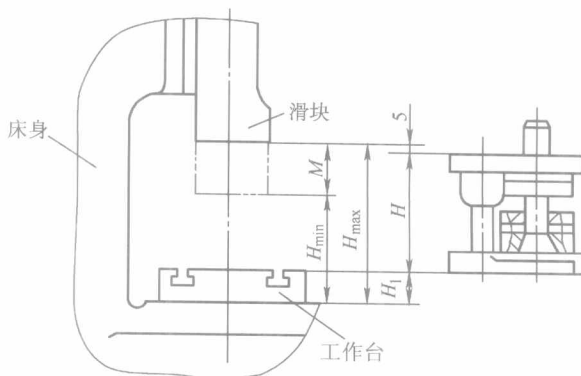


图1-5 模具的闭合高度与压力机的装模高度

模具的闭合高度 H 是指冲模在最低

工作位置时，上模座上平面至下模座下平面之间的距离（图 1-5）。显然，模具的闭合高度 H 应介于最大装模高度和最小装模高度之间，否则就不能进行正常的安装与工作。考虑到缩短连杆对其刚度有利，且在修模后模具的闭合高度会减小，因此一般模具的闭合高度接近于压力机的最大装模高度。所以模具闭合高度与压力机装模高度的经验关系为

$$H_{\min} + 10\text{mm} \leq H \leq H_{\max} - 5\text{mm}$$

式中 H_{\min} ——压力机的最小装模高度（mm）；

H ——模具的闭合高度（mm）；

H_{\max} ——压力机的最大装模高度（mm）。

通常模具是装在工作台的垫板上。因此，当使用垫板时，压力机的装模高度是指压力机的闭合高度与垫板厚度的差值；没有使用垫板时，其装模高度等于压力机的闭合高度。

复习思考题

1. 什么是冲压加工？
2. 冲压加工有何特点？
3. 冲压工序分哪两类？各有哪些基本工序？
4. 什么是模具闭合高度？如何确定？
5. 如何选择曲柄压力机？