

高等学校教材

冲压工艺与模具设计

马朝兴 主编



化学工业出版社

·北京·

全书共分十章。主要包括：冲压加工预备知识，冲压变形理论基础，冲裁工艺，冲裁模的结构与工作零件设计，弯曲工艺与模具设计，拉深工艺与模具设计，冷挤压工艺与模具设计，其他冲压工艺简介，冲压模具常用材料，冲压工艺规程的制定。书末附有部分常见模架的国家标准。

该教材有较强的针对性，注重了实践性和实用性，教材介绍了整个本科层次应力求掌握的基本理论、设计要领、工艺问题及其解决途径，尤其在扩大知识面上列举了大量的各类典型模具结构与用途，每章安排有习题，在内容编排上，从基本知识，设计理论与查阅图表，围绕教材的重点专门配套例题。不但从浅显的理论上加以阐述，还从设计与构思上进行举证，是本书最大的特点。

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压工艺与模具设计/马朝兴主编. —北京：化学工业出版社，2007.9

高等学校教材

ISBN 978-7-122-01009-4

I. 冲… II. 马… III. ①冲压-工艺-高等学校：技术学院-教材②冲模-设计-高等学校：技术学院-教材 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 134075 号

责任编辑：程树珍 陈 丽

文字编辑：陶艳玲

责任校对：陈 静

装帧设计：韩 飞

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：三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 415 千字 2007 年 9 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：29.00 元

版权所有 违者必究

前 言

模具是机械、电子、轻工、国防等行业生产的重要工艺装备。随着现代工业技术的迅速发展，对模具的使用寿命、尺寸精度和表面质量等不断提出新的更高的要求。由于采用模具进行生产能提高生产效率，节约原材料，降低生产成本，在一定的尺寸精度范围内能够保证产品零件的互换性，因此在我国各行各业得到广泛的应用。例如，冲压加工在汽车、农业机械、电机、仪器仪表、玩具制造等机械和民用产品的生产方面，冲压件的比例占零件总数 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、电冰箱等日用家电行业已占 85%以上。另一方面，在国防工业中冲压加工也是一种重要的加工方法，如在飞机、导弹、各种枪弹与炮弹的生产中冷冲压比例也相当大。随着科学技术的不断发展，工业产品层出不穷，对产品的更新换代和外观质量要求越来越高，随之而来对模具设计和模具制造的质量要求越来越高，由此可见模具设计与制造技术在国民经济中的地位十分重要。

近年来，随着我国经济的腾飞和产品制造业的蓬勃发展，模具制造业也相应进入了高速发展的时期。据中国模具工业协会统计，1995 年我国模具工业总产值约为 145 亿元，而 2006 年已近 500 亿元左右，增长迅速。另据统计，我国大陆地区现有模具生产厂点已超过 20000 家，从业人员有 60 多万人，模具年产值在 1 亿元以上的企业已达十多家。可以预见，我国经济的高速发展将对模具提出更为大量、更为迫切的需求，特别需要发展大型、精密、复杂、长寿命的模具。同时要求模具设计、制造和生产周期达到全新的水平。我国模具制造业面临着发展机遇，无疑也面临着更大的挑战。

为此，要振兴我国模具工业的根本任务之一就是要加强人才的培养，大力提高模具工业的人才素质，尤其是高层次人才。而近几年有许多学校实行了大类招生、大类培养的培养模式，不再单独设置模具专业，而是在机械制造及其自动化专业中设立了模具方向，淡化了模具设计与制造方面专门人才的培养。而如今飞速发展的电子、轻工、汽车等行业对模具设计与制造的专门人才需求缺口较大，尤其是对模具高级设计开发人才需求越来越大，我们为了适应这一发展要求，组织编写了《冲压工艺与模具设计》一书。

该教材有较强的针对性，注重实践性和实用性。教材介绍了整个本科层次应力求掌握的基本理论，设计要领，尤其在扩大知识面上列举了大量的各类模具典型结构与用途，每章附有习题。在内容的编排上不但从理论上加以阐述，还从设计与构思上进行举证，是本书最大的特点。

本书内容精练，除作为高等学校教材外，还可作为高职、高专及企业设计人员的参考书。本书共分十章，主要包括：冲压加工预备知识，冲压变形理论基础，冲裁工艺，冲裁模的结构与工作零件设计，弯曲工艺与模具设计，拉深工艺与模具设计，冷挤压工艺与模具设计，其他冲压工艺简介，冲压模具常用材料，冲压工艺规程的制定。

本书由江苏大学马朝兴、徐立章、王匀组织编写，江苏大学姜银方教授担任主审。本书第一章、第三章、第六章、第七章由马朝兴、徐立章编写；第二章、第五章由王匀、居蕴萍编写；第四章由徐立章、朱琼编写；第八章由沈志刚、居蕴萍编写；第九章由王华编写；第十章由朱琼、周剑飞编写。全书由马朝兴统稿，在编写过程中得到了江苏大学机械学院的大力支持，在此对支持本书编写工作的同志致以诚挚的感谢。由于编者水平有限，书中难免存在一些不足和错误，恳切希望广大读者批评指正，并希望通过教学实践后逐版修订，使之日臻完善。

编 者

2007年9月

目 录

第一章 冲压加工预备知识.....	1
第一节 概述	1
一、冲压加工的特点	1
二、冲压加工在现代制造业中的应用	1
三、冲压新技术的发展	1
四、冲压加工的基本工序	2
第二节 冲压常用材料	4
一、冲压工艺对材料的要求	4
二、常用金属材料的力学性能	7
三、常用非金属材料的力学性能	7
第三节 冲压设备	7
一、冲压设备的种类	7
二、常用的冲压设备	7
三、冲压设备的选用原则	15
四、板材加工的其他设备简介	16
习题	19
第二章 冲压变形理论基础	20
第一节 金属塑性变形的基本概念	20
一、塑性及塑性变形的概念	20
二、塑性变形的基本形式	20
三、金属塑性变形对组织的影响	25
四、影响金属塑性变形的因素	26
五、超塑性	27
第二节 塑性变形的力学基础	30
一、一点的应力状态	30
二、屈服准则	32
三、应力与应变的关系	34
第三节 金属塑性变形的基本规律	36
一、最小阻力定律	36
二、体积不变定理	37
三、卸载弹性恢复规律和反向加载软化现象	38
第四节 冲压成形的变形趋向与质量控制	38
一、冲压成形中的变形趋向性	39
二、控制变形趋向性及其措施	41
第五节 板料成形性能与试验	42
一、板料成形性能分类	42
二、板料的拉伸试验	44
三、冲压成形性能的工艺试验	46
习题	48
第三章 冲裁	49
第一节 冲裁的基本原理	49
一、冲裁的概念	49
二、冲裁的变形过程	49
三、冲裁件的质量	49
第二节 冲裁间隙	51
一、冲裁模间隙	51
二、冲裁模间隙的选择原则	53
第三节 凸、凹模刃口尺寸及公差	54
一、冲裁模凸、凹模刃口尺寸计算的原则	54
二、冲裁模凸模、凹模刃口尺寸计算	54
第四节 冲裁力的计算	58
一、冲裁力的计算公式	59
二、降低冲裁力的措施	59
三、卸料力、推件力和顶件力	60
四、压力机吨位的选取	61
五、压力中心的确定	61
第五节 工件的排样与搭边	63
一、排样	63
二、搭边	64
三、条料的宽度和导尺间距离的计算	65
四、冲裁排样实例	66
第六节 冲裁件的工艺性	69
一、冲裁件的形状和尺寸要求	69
二、冲裁件的精度与断面粗糙度	70
第七节 精密冲裁	72
一、精密冲裁的特点	72
二、几种精密冲裁的方法	74
三、精密冲裁的材料	75

四、精冲零件的结构工艺性	75	第八节 整修	82
五、精冲模的设计	77	一、外缘整修	82
六、精冲模的结构要求	81	二、内孔整修	83
七、精冲设备	82	习题	84
第四章 冲裁模的结构与工作零件设计	85	四、镶块的紧固方法	99
第一节 冲裁模的结构	85	五、定位零件	99
一、冲压模具分类	85	六、卸料装置	102
二、冲裁模的基本构造	85	七、导向装置	105
三、冲裁模的结构	86	八、连接零件	107
第二节 冲裁模工作零件设计	91	第三节 冲模设计中应注意的安全问题	108
一、凸模设计	91	习题	109
二、凹模设计	96		
三、凸、凹模镶块结构设计	97		
第五章 弯曲工艺与模具设计	110	第四节 弯曲模的设计	122
第一节 弯曲的变形过程	110	一、弯曲件的结构工艺性	122
一、金属板料的弯曲过程	110	二、弯曲模结构设计	123
二、弯曲变形特点	110	三、弯曲模工作部分设计	125
三、弯曲变形区应力、应变分析	111	第五节 弯曲模的典型结构	128
第二节 弯曲件回弹与减少回弹的措施	112	一、V形件弯曲模	128
一、弯曲件的回弹	112	二、U形件弯曲模	128
二、减少回弹的措施	114	三、Z形件弯曲模	130
三、弯曲裂纹	116	四、圆筒形件弯曲模	131
四、偏移	116	五、铰链件弯曲模	131
第三节 弯曲件的工艺计算	117	六、连续弯曲模	132
一、最小弯曲半径	117	习题	132
二、弯曲件展开长度的确定	118		
三、弯曲力的计算	121		
第六章 拉深工艺与模具设计	133	三、盒形件的变形程度与拉深系数	163
第一节 拉深变形过程的分析	133	四、盒形件多次拉深的工序尺寸计算	164
一、拉深变形过程	133	第六节 拉深力和压边力的计算	167
二、拉深过程中的应力与应变状态	134	一、拉深力的计算	167
三、拉深时的起皱、厚度变化及硬化	137	二、压边力的计算	168
四、拉深件的工艺性	139	三、压力机的选择	168
第二节 圆筒形零件拉深的工艺计算	139	第七节 拉深模工作部分设计	169
一、毛坯尺寸的计算	139	一、凸、凹模结构设计	169
二、拉深系数和拉深次数	143	二、拉深模的间隙	171
第三节 有凸缘圆筒形件的拉深	148	三、凹模、凸模的尺寸及公差	172
第四节 其他形状零件的拉深	153	四、拉深件的起皱及防止措施	173
一、阶梯形零件的拉深	153	第八节 拉深模的典型结构	178
二、球形件的拉深	153	一、首次拉深模	178
三、锥形件的拉深	155	二、多次拉深模	179
四、抛物面形零件的拉深	157	三、其他结构的拉深模	179
第五节 盒形件的拉深	158	第九节 拉深中的辅助工序	180
一、盒形件的拉深特点	158	一、润滑	180
二、盒形件毛坯尺寸的确定	159		

二、退火	181	习题	183
三、酸洗	182		
第七章 冷挤压工艺与模具设计	184		
第一节 冷挤压工艺	184	一、冷挤压模具的特点	194
一、冷挤压的概念	184	二、冷挤压模具的设计要求	194
二、冷挤压的特点	184	三、冷挤模凸、凹模工作部分设计	194
三、冷挤压的主要技术问题	185	四、冷挤压模具的破坏形式及防止措施	200
四、冷挤压常用材料	185	第四节 冷挤压模的典型结构	200
五、冷挤压毛坯的制备与处理	185	一、正挤压模	200
第二节 冷挤压变形程度	189	二、反挤压模	201
一、变形程度的表示方法	189	三、复合挤压模	201
二、许用变形程度	190	第五节 冷挤压压力机的选择	202
三、冷挤压变形力的计算	191	习题	203
第三节 冷挤压模具设计	194		
第八章 其他冲压工艺	204		
第一节 局部成形与翻边工艺	204	第三节 胀形工艺	215
一、局部成形	204	第四节 校平和整形	217
二、翻边	206	一、校平	217
三、常见翻边模结构	209	二、整形	218
第二节 缩口工艺与模具设计	211	第五节 旋压	219
一、缩口工艺的特点及变形程度	211	一、不变薄旋压	219
二、缩口工艺计算	212	二、强力旋压	220
三、缩口模的常见结构形式	213	习题	222
第九章 冲压模具常用材料	223		
一、模具材料在模具工业中的地位	223	四、模具寿命	223
二、冲模材料的选用原则	223	习题	227
三、冲压模具常用材料及热处理要求	223		
第十章 冲压工艺规程的制定	228		
第一节 冲压工艺的设计	228	四、冲压设备的选用	232
一、冲压工艺设计在冲压加工中的作用	228	五、编写冲压工艺过程卡(工艺卡)	232
二、冲压工艺设计的基本内容	228	第三节 工艺规程编制实例	232
三、冲压工艺设计与模具设计的基本要求	228	一、零件图工艺分析	232
第二节 编制冲压工艺规程的内容与步骤	229	二、工艺方案的确定	233
一、分析产品零件图的冲压工艺性	229	三、冲压工艺计算	234
二、确定冲压工艺方案	230	四、编制工艺卡片	235
三、选择模具类型	231	习题	236
附录 冲压模模架	237		
参考文献	247		

第一章 冲压加工预备知识

第一节 概 述

一、冲压加工的特点

冲压加工是现代机械制造业中先进高效的加工方法之一，它是利用安装在压力机上的模具，在常温（或加热）条件下对板料施加压力使其变形和分离，从而获得一定形状、尺寸零件的加工方法。因为它主要用于加工板料零件，所以又称板料冲压。

冲压加工的特点如下。

- i. 借助压力机的压力利用模具能获得壁薄、重量轻、刚性好、形状复杂的零件，这些零件用其他的加工方法难以加工甚至无法加工；
- ii. 冲压加工的零件精度高，尺寸稳定，具有良好的互换性；
- iii. 冲压加工是少、无切削加工的一种，部分零件冲压直接成形，大部分无需任何再加工，材料利用率高，达85%以上；
- iv. 生产效率高，生产过程易实现机械化和自动化，适合于大批大量生产；
- v. 操作简单，便于组织生产和管理。

冲压加工的缺点是模具制造周期长，制造成本高，不适于单件小批量生产；其次，冲压加工多采用机械压力机，由于滑块往复运动快，大量手工操作，劳动强度较大，易发生事故，安全生产与管理要求高，须采用必要的安全技术措施来保证。

二、冲压加工在现代制造业中的应用

冲压加工的应用范围十分广泛。不仅可以加工金属材料，而且也可以加工非金属材料，在现代制造业如汽车、拖拉机、农业机械、电机、电器、仪表、化工容器、玩具以及日常生活用品的生产方面，都占有十分重要的地位。

另外，在现代国防工业生产中，如飞机、导弹、各种枪弹与炮弹的生产，冲压加工也占有很大比例。

据近年来的统计表明，美国、日本等国的模具工业年产值已经超过机床工业年产值的10%左右。冲压模具历史悠久，用途广，技术成熟，在各种模具中所占比例最大。汽车、摩托车、家电、日用品行业是模具最大的市场，占整个模具市场的60%以上。有文献统计，在汽车、农业机械、电机、仪器仪表、玩具制造等机械和民用产品的生产方面，冲压件的比例占零件总数60%~70%；在电视机、计算机等电子产品中占80%以上；在自行车、手表、洗衣机、电冰箱等日用家电行业占85%以上。随着科学技术的不断发展，工业产品层出不穷，对产品的更新换代和外观质量要求越来越高，随之而来对模具设计和模具制造的质量要求越来越高，由此可见模具设计与制造技术在国民经济中的地位十分重要。

三、冲压新技术的发展

随着现代科学技术的不断进步和工业生产的迅猛发展，冲压技术及模具技术不断发展，主要表现在以下几个方面。

① 工艺分析计算方法的现代化 例如,生产汽车覆盖件的冲压工艺,传统方法系根据已有的设计资料和设计者的经验,进行对比分析,确定工艺方案和有关参数,然后设计模具,进行试冲,经过反复试验和修模,直至冲出合格的零件,才能交付生产。近几年来,国外已经开始采用有限变形的弹塑性的有限元法,对覆盖件成形过程进行应力应变分析和计算模拟,以预测某一工艺方案对零件成形的可能性和将会发生的问题,将结果显示在图形终端上,供设计人员进行修改和选择。这样,不仅可以节省昂贵的模具试验费用,缩短新产品的试制周期,而且可以逐步建立一套能紧密结合生产实际的先进设计方法,促进了冲压工艺的发展,使塑性成形理论对生产起到了实际的指导作用。

② 模具设计制造技术现代化 为了加快机电产品的更新换代,缩短工艺装备设计、制造周期,许多先进国家大力发展计算机辅助设计和制造(CAD/CAM)的研究,并在生产中广泛应用。模具CAD/CAM技术应用得较早的领域就是冲模的设计与制造。根据国外的经验,采用这一技术,一般可以提高模具设计制造效率2~3倍,使模具制造周期缩短1/2~2/3,发展这一技术的最终目的,要达到模具CAD/CAM一体化,而模具图纸只是作为检验模具使用。采用模具CAD/CAM后,还可提高模具质量,大大减少设计和制造人员的重复劳动,使设计者尽可能把精力放在创新开发上。

③ 冲压生产的机械化和自动化 为了满足大批大量生产的需要,冲压设备已由单工位低速压力机发展到多工位高速压力机。一般中小型冲压件,既可在多工位压力机上生产,也可以在高速压力机上采用多工位级进模加工,使冲压生产达到高度自动化。大型冲压件(如汽车覆盖件)可在多工位压力机上利用自动送料、配备机械手,进行机械化流水线生产,从而减轻劳动强度和提高劳动生产率。

④ 为了满足产品更新换代快和生产批量少的发展趋势 发展了一些新的成形工艺(如高能成形和旋压等)、简易模具(如软模和低熔点合金模等)、通用组合模具、数控冲压设备和冲压柔性制造系统(FMS)等。这样,就使冲压生产既适合大量生产,也同样可以适用于小批量生产。

⑤ 不断改进板料性能,以提高其成形能力和使用效果 例如,研制高强度钢板,用来生产汽车覆盖件,以减轻零件重量和提高结构强度。

四、冲压加工的基本工序

生产中为满足冲压零件形状、尺寸、精度、批量大小、原材料性能的要求,冲压加工的方法是多种多样的。但是,概括起来可以分为两大类。

① 分离工序 主要包括落料、冲孔、切断、修边等。其特点是板料所受外力超过抗剪强度,使其一部分与另一部分相互分离,这种工序称为分离工序。

② 成形工序 主要包括弯曲、拉深、翻孔、翻边、胀形、缩口等。其特点是板料受力超过屈服极限,小于强度极限,使其产生塑性变形得到一定形状和尺寸工件,这种工序称为成形工序。

此外,为了提高劳动生产率,常将两个以上的基本工序合并成一个工序,如落料拉延、切断弯曲、冲孔翻边等,称为复合工序。在实际生产中,对于批量生产的零件绝大部分是采用复合工序。

1. 分离工序

分离工序主要为剪切或冲裁。常见分离工序见表1-1。

2. 成形工序

成形工序主要为弯曲、拉深、成形等工序。常见成形工序见表1-2。

表 1-1 分离工序

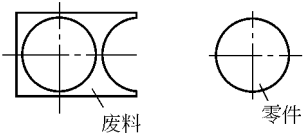
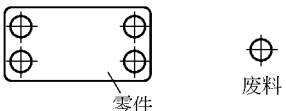
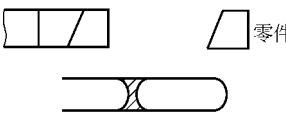

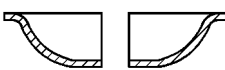
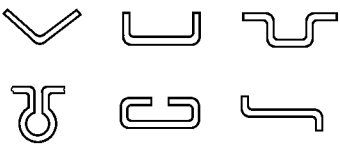
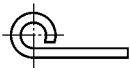

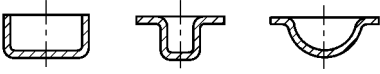




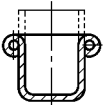
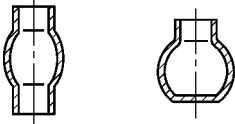



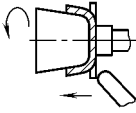

工序名称	工序简图	工序特点与应用范围
落料		利用模具沿工件封闭轮廓曲线实施冲切,把工件从板料上分离下来,冲裁下来的部分是各种形状的平板零件,或用作拉延件的毛坯
冲孔		利用模具按封闭轮廓曲线冲裁,冲下的部分为废料
切断		利用剪切模或冲裁模沿不封闭曲线切断,常用于加工形状较为简单的平板零件
修边		将成形零件的边缘修切整齐或修切成其他形状
剖切		将冲压加工成的半成品零件剖切成两个或两个以上的零件,这种方法常用于对称零件或成组冲压的零件

表 1-2 成形工序

工序名称	工序简图	工序特点与应用范围
弯曲		把板料按要求弯成各种形状,利用该工艺可以弯曲成形状复杂的零件
卷圆		把板料端部卷成接近封闭的半圆头,常用于加工类似铰链的零件及日用品部分零件
扭曲		使平板的一部分相对于另一部分产生扭转而形成空间曲面的形状
拉深		把平板料变成各种空心零件或将空心零件变成更深的空心零件
变薄拉深		把拉深加工后的空心件半成品用减小直径与壁厚的方式来改变空心零件的尺寸
翻孔		在预先冲孔的板料半成品上或未冲孔的板料上冲制成竖立的边缘

续表

工序名称	工序简图	工序特点与应用范围
翻边		把半成品零件的外缘或内孔冲制成竖立的边缘
拉弯		在拉力与弯矩的共同作用下实现弯曲变形,可以制成精度较高的零件
卷边		将空心件的口部卷成圆边
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
局部成形		在板料毛坯或零件的表面上局部地方压制出各种突起或凹陷的形状
扩口		在空心毛坯或管状毛坯的某个部位使其径向尺寸扩大的变形方法
缩口		在空心零件或管状零件的某位置使其尺寸减小的变形方法
旋压		在旋转状态下利用辊轮使毛坯逐步成形的方法
整形		为了提高已成形零件的尺寸精度或获得较小的圆角半径而采用的成形方法

第二节 冲压常用材料

一、冲压工艺对材料的要求

冲压常用材料主要是金属材料,分黑色金属和有色金属两类,有时也用非金属材料。

选择冲压用材料时,首先应满足冲压件的使用要求。一般来说,对于机器上的主要冲压件,要求材料具有较高的强度和刚度;电机电器上的某些冲压件,要求有较好的导电性和导磁性;汽车、飞机上的冲压件,要求有足够的强度,并尽可能减轻重量;化工容器使用的材料要求耐腐蚀等。所以不同的使用要求就决定了应选用不同的材料。但从冲压工艺考虑,材料还应满足冲压工艺要求,以保证冲压过程顺利完成。冲压所用材料的一般要求如下。

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

表 1-3 冲压常用黑色金属材料的力学性能

材料名称	牌 号	供货状态	力 学 性 能				
			抗剪强度 τ_0/MPa	抗拉强度 σ_b/MPa	屈服强度 σ_s/MPa	延伸率 $\delta_{10}/\%$	弹性模量 $E/10^3\text{MPa}$
电工用工业纯铁 (C)<0.025	DT1 DT2 DT3	已退火	180	230		26	
电工硅钢	D11, D12, D21, D31, D32, D370 D310~340, D41~48	已退火	190	230		26	
普通碳素钢	Q195	未经退火	255~314	314~392	195	28~33	
	Q215		265~333	333~412	216	26~31	
	Q235		304~373	432~461	235	21~25	
	Q255		333~412	461~511	255	19~23	
	Q275		392~490	569~608	275	15~19	
碳素结构钢	05	已退火	196	225		28	
	05F		206~294	255~273		32	
	08F		216~304	275~383	177	32	
	08		255~353	324~441	196	32	186
	10F		216~333	275~412	188	30	
	10		255~333	294~432	206	28	194
	15F		245~363	314~451		28	
	15		265~373	333~471	225	26	198
	20F		275~383	333~471	225	26	196
	20		275~392	353~500	245	25	206
	25		314~432	392~539	275	24	198
	30		353~471	441~588	294	22	197
	35	392~511	490~637	314	20	197	
	40	412~530	511~657	333	18	209	
	45	432~549	539~686	353	16	200	
	50	432~569	539~716	373	14	216	
	55	539	≥ 657	383	14		
	60	639	≥ 686	402	13	204	
65	588	≥ 716	412	12			
70	588	≥ 745	422	11	206		
碳素工具钢	T7~T12 T7A~T12A	已退火	588	736			
	T13, T13A		706	883			
	T8A, T9A	冷作硬化	588~932	736~1177			
优质碳素钢	10Mn2	已退火	314~451	392~569	225	22	207
	65Mn		588	736	392	12	207
合金结构钢	25CrMnSiA	已低温退火	392~549	490~686		18	
	25CrMnSi						
	30CrMnSiA		432~588	539~736			
	30CrMnSi						
优质弹簧钢	60Si2Mn	已低温退火	706	883		10	196
	60Si2MnA	冷作硬化	628~941	785~1177		10	
	60Si2WA						
1Cr13	已退火	314~373					
2Cr13		314~392	392~490	441	20	206	
3Cr13		392~471	490~588	471	18	206	
4Cr13		392~471	490~588	490	15	206	
1Cr18Ni9Ti		经过热处理	451~511	569~628	196	35	196

表 1-4 常用有色金属材料的力学性能

材料名称	牌 号	材料的状态	材料的力学性能指标			
			抗剪强度 τ_0 /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服强度 σ_s /MPa	延伸率 $\delta_{10}/\%$
铝	1070A(L1)、 1060(L2)、 1200(L5)	已退火	80	75~110	50~80	25
		冷作硬化	100	120~150		4
铝锰合金	3A21 (LF21)	已退火	70~100	110~145	50	19
		半冷作硬化	100~140	155~200	130	13
铝镁合金铝铜 镁合金	5A02 (LF2)	已退火	130~160	180~230	100	
		半冷作硬化	160~200	230~280	210	
高强度铝 镁铜合金	7A04 (LC4)	已退火	170	250		
		淬硬并经 人工失效	350	500	460	
镁锰合金	MB1	已退火	120~240	170~190	98	3~5
	MB8	已退火	170~190	220~230	140	12~14
		半冷作硬化	190~200	240~250	160	8~10
硬铝(杜拉铝)	2A12 (LY12)	已退火	105~150	150~215		12
		淬硬并经 自然失效	280~310	400~440	368	15
		淬硬后 冷作硬化	280~320	400~460	340	10
紫铜	T1、T2、T3	软的	160	200	70	30
		硬的	240	300		3
黄铜	H62	软的	260	300		35
		半硬的	300	380	200	20
		硬的	420	420		10
	H68	软的	240	300	100	40
		半硬的	280	350		25
		硬的	400	400	250	15

表 1-5 非金属材料的力学性能

材料名称	抗剪强度 τ_0 /MPa		材料名称	抗剪强度 τ_0 /MPa	
	用管状凸模冲裁	用普通凸模冲裁		用管状凸模冲裁	用普通凸模冲裁
纸胶板	98~127	137~196	未硝过的皮革	—	78~98
布胶板	88~98	118~177	云母(厚 0.5mm)	78	59~98
玻璃布胶板	118~137	157~181	云母(厚 0.2mm)	19	59~98
金属箔布胶板	127~147	157~216	人造云母	118~147	137~177
金属箔纸胶板	108~127	137~196	桦木胶合板	20	—
玻璃纤维丝胶板	98~108	137~157	松木胶合板	10	—
石棉纤维塑料	78~88	118~177	其他木版的胶合板	16~20	—
有机玻璃	69~78	88~98	马粪纸	20~31	29~59
聚氯乙烯塑料	59~78	98~127	硬马粪纸	69	59~98
赛璐珞	39~59	78~98	厚纸板	29~39	39~78
氯乙烯	29~39	49	绝缘纸板	39~69	59~98
石棉橡胶	39	—	红纸板	—	137~196
石棉板	39~49	—	纸(普通)	20~39	20~29
橡皮	1~6	20~78	纸(硬质)	29~49	25~39
人造橡胶、硬橡胶	39~69	—	漆布、绝缘漆布	29~59	—
柔软皮革	6~8	29~49	绝缘板	147~157	177~235
硝过的及铬化的皮革	—	44~54			

1. 良好的冲压性能

冲压性能是指板料对各种冲压加工方法的适应能力。冲压加工方法是以金属板材为对象的加工方法,因此,要求材料具有良好的塑性。

对变形工序,要求材料塑性好,允许的变形程度大,则可以减少冲压工序数量及中间退火次数。对于分离工序,也要求一定的塑性,同时要求材料的屈服极限稍高一些,以利于冲裁后获得较高的断面质量。

金属材料的性能常用力学指标包括:延伸率(δ)、屈服强度(σ_s),抗拉强度(σ_b),剪切强度(τ_0)来表示。

2. 良好的表面质量

表面质量好的材料,冲压时工件不易破裂,废品少,模具不易擦伤,寿命长,而且制件的表面质量好。所以一般要求冲压材料表面光洁、平整,无氧化皮、裂纹、锈斑、划痕等缺陷。

3. 符合国家标准规定的厚度公差

模具间隙是按材料厚度来确定的,所以材料厚度公差应符合国家规定的标准。否则厚度公差太大,将影响工件质量,并可能导致模具损坏和设备事故。

二、常用金属材料的力学性能

见表 1-3、表 1-4。

三、常用非金属材料的力学性能

见表 1-5。

第三节 冲压设备

一、冲压设备的种类

生产实际中用来完成冲压件的不同冲压工序的机床通称为冲压设备或压床,冲压设备结构简单,制造容易,操作方便,通用性强;其次冲压设备工作部分有良好的导向,故所冲制的零件精度高,互换性较好;再者,冲压设备的传动系统灵敏可靠,具有规律的往复运动,因而生产易于实现机械化和自动化。

冲压设备种类很多,主要有以下几种。

① 机械压力机类 包括曲柄压力机、拉深压力机、摩擦压力机、模锻精压机、挤压用压力机和专用压力机等;

② 液压机类 有普通液压机、专用液压机;

③ 自动锻压机 如板料自动压力机。

二、常用的冲压设备

(一) 曲柄压力机

1. 曲柄压力机的组成

曲柄压力机是主要的冲压设备。它能进行冲裁、弯曲、拉深和挤压等冲压工艺。曲柄压力机又分曲轴压力机和偏心压力机两种。曲柄压力机根据结构不同又分为开式压力机和闭式压力机,但是它们的基本结构都由以下三个部分组成(见图 1-1)。

① 传动系统 由带轮、V带、齿轮及传动轴组成。它的作用是将电动机的能量和运动传递给工作机构。

② 工作机构 主要由曲轴、连杆和滑块组成。它的作用是将曲轴的旋转运动变为滑块的往复直线运动,从而带动上模完成冲压工作。

③ 床身 是机床传动系统、工作机构等部件安装的基体。床身把压力机所有部分连接成一个整体。

此外，传动系统中还装有离合器和制动器。为了保护人身和机器的安全，压力机还设有人身安全装置和过载保护装置。

2. 压力机的主要部件及作用

以开式压力机为主介绍其主要部件及其作用，在学习过程中可参阅其他资料获得闭式压力机有关结构及组成。在此不一一叙述。

图 1-1 所示为 JB 23—63 压力机的总体结构图，其公称压力为 630kN，属开式可倾式压力机，主要部件及作用如下。

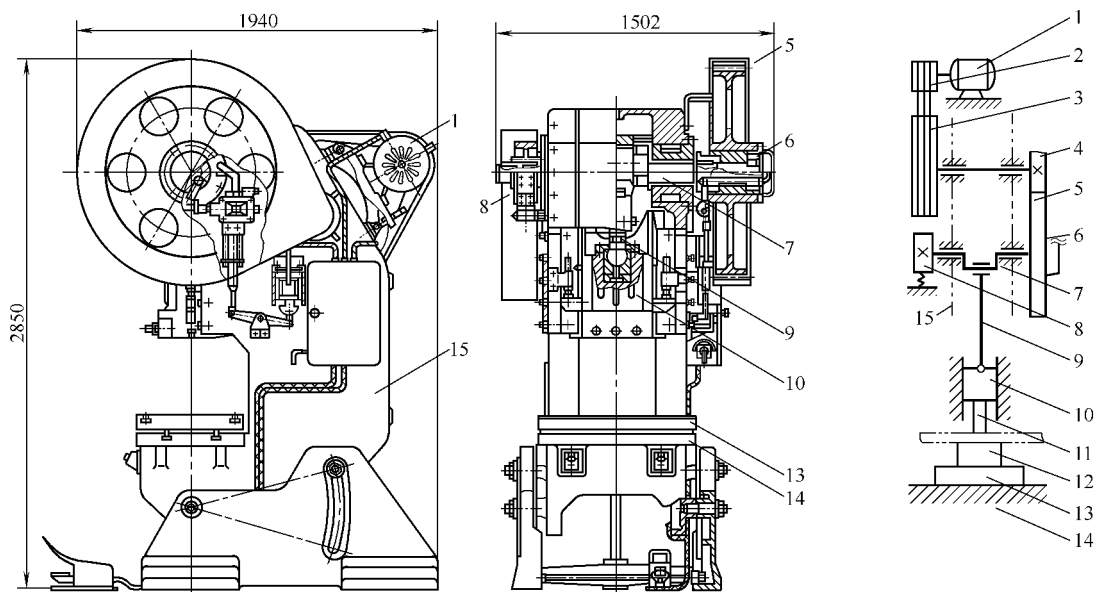


图 1-1 JB 23—63 压力机结构与运行原理

1—电动机；2—小带轮；3—大带轮；4—小齿轮；5—大齿轮；6—离合器；7—曲轴；8—制动器；9—连杆；
10—滑块；11—上模；12—下模；13—垫板；14—工作台；15—机身

(1) 大带轮

如图 1-1 中的序号 3，它是通过带轮将电动机的动力传递给传动轴，从电动机过来的转速在该处获得了较大的减速。

(2) 传动轴

如图 1-1 中连接大带轮 3 与小齿轮 4 的轴叫传动轴，它一端装有小齿轮 4 与曲轴一端的大齿轮啮合，起着传递动力的作用。

(3) 曲轴

如图 1-1 中的序号 7，它主要是将旋转运动变为滑块的往复直线运动。

(4) 离合器

如图 1-1 中的序号 6，它的主要作用是将旋转着的大齿轮与曲轴接合或脱开，这样来控制压力机工作部件的运动和停止。离合器又分刚性离合器和摩擦离合器，而本书将着重介绍刚性离合器中的转键离合器。

① 转键离合器的结构 转键离合器按转键的数目可分为单转键式和双转键式。转键中部的形状有半圆形或矩形，因此这种离合器又叫做半圆形转键离合器或矩形转键离合器，后

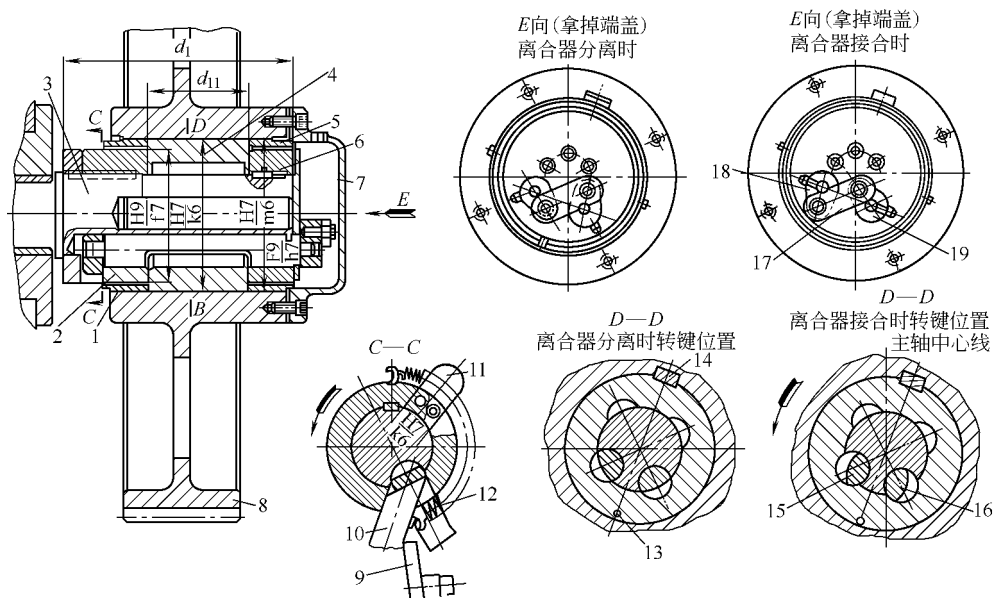


图 1-2 双转键离合器

- 1,5—滑动轴承；2—内套；3—曲轴（右端）；4—中间套；6—外套；7—端盖；8—大齿轮；9—关闭器；
10—尾板；11—凸块；12—弹簧；13—润滑模芯；14—平键；15—副键；
16—工作键；17—拉板；18—副键柄；19—工作键柄

者又称为切向转键离合器。图 1-2 为双转键离合器，它主要包括大齿轮 8、中间套 4 和两只滑动轴承 1、5 等；从动部分包括曲轴 3、内套 2 和外套 6 等；接合键是工作键 16 和副键 15；操纵机构由关闭器 9 等组成（如 C—C 剖视）。中间套用平键 14 与大齿轮连接，内缘有四个半圆形槽。曲轴的右端以及内、外套的内缘上也各有两个半圆形槽，他们的直径与中间套上的半圆形槽直径相同。转键的两端为圆柱形轴颈，支撑在由曲轴和内、外套上的半圆形槽组成的孔中；转键中部的内缘与曲轴上的半圆形槽配合，外缘与曲轴的外表面构成一个整圆。因此，当中间套上的半圆槽与曲轴上的半圆形槽恰好对正并形成整圆时，在操纵机构的控制下，转键便绕自己的轴线转动。

双转键离合器有工作键（又称主键）和副键。由于这两个键的右端都装有键柄，两键柄又用拉板 17 相连（见 E 向视图），因此副键总是跟着主键转动，但两者转向相反。装设副键之后，在滑块下行程时，可以防止因曲柄滑块机构的自重作用而造成曲轴的转动超前与大齿轮的转动，而这种“超前”现象会造成工作键与中间套的撞击。当压力机用拉深气垫或采用弹性压边圈进行作业时，副键可以防止滑块回程时，由于拉深气垫或弹性压边圈的回弹力而引起“超前”现象。其次，设置副键后，在调整模具时能够使曲柄反转。

当需要离合器接合时，使关闭器转动，避开尾板 10（如 C—C 剖视），尾板连同工作键在弹簧 12 的作用下，有向反时针方向旋转的趋势。所以，只要中间套上的半圆形槽与曲轴上的半圆形槽对正，工作键便立即向反时针方向转过一个角度（如 D—D 剖视右图），大齿轮则经过中套和工作键的中部带动曲轴向反时针方向旋转。

当需要离合器脱开时，操纵机构的复位弹簧使关闭器返回原位，强迫尾板连同工作键向顺时针方向转到原位（见 D—D 剖视左图），工作键中部的内缘又与曲轴的外表面构成一个整圆，于是曲轴与中间套脱开，大齿轮空转，曲轴在制动器作用下停止转动。

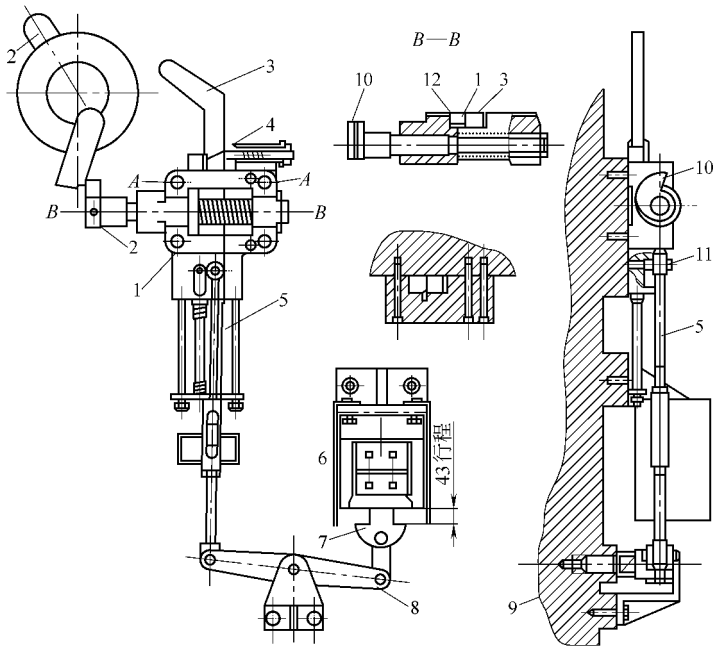


图 1-3 电磁铁控制的操纵机构

1—齿轮；2—凸块；3—打棒；4—台阶面；5—拉杆；6—电磁铁；7—衔铁；
8—摆杆；9—机身；10—关闭器；11—销子；12—齿条

② 转键离合器的操纵机构 图 1-3 为一种常用电磁控制的操纵机构，可以使压力机获得单次或连续行程。

a. 单次行程 预先用销子 11 将拉杆与右边的打棒 3 连接起来，然后踩下踏板，使电磁铁 6 通电，衔铁上吸，拉杆向下拉打棒，由于打棒的台阶面 4 压在齿条 12 上面，于是齿条也跟着向下。齿条带动齿轮 1 和关闭器 10 转过一定角度，尾板与转键便在拉簧（见图 1-2）作用下向反时针方向转动，离合器接合，曲柄旋转，滑块向下运动。在曲轴旋转一周之前，操作者即使没有松开操纵踏板，电磁铁仍然处于通电状态，但随曲轴一起旋转的凸块 2（见图 1-3 及图 1-2 中 C—C 剖视）将撞开打棒，齿条与打棒脱离，并在下端弹簧的作用下向上运动，经齿条带动关闭器回到原来的位置。曲柄继续转动，关闭器挡住尾板，迫使转键向顺时针方向转动，离合器脱开，曲轴在制动器作用下停止转动，滑块完成单次行程。若要再次进行单次行程，必须先使电磁铁断电，让打棒在它下面的弹簧作用下复位，并重新压住齿条，才能实现。故这种机构能够防止由于操作失误而产生连车现象。

b. 连续行程 先用销子将拉杆与右边的齿条连接起来，然后使电磁铁通电，衔铁上吸，拉杆向下拉齿条，于是经齿轮带动关闭器转过一定角度，离合器接合，曲轴旋转。此时凸块和打棒已不起作用，如不松开踏板使电磁铁断电，滑块便作连续行程。要使离合器脱开和曲轴停止转动，须松开踏板切断电磁铁电源，齿条才能在它下面弹簧作用下向上运动，经齿轮使关闭器复位并挡住尾板。

在目前压力机中离合器的种类较多，如滚柱离合器、摩擦离合器、切向转键离合器等，这里不一一详述。

(5) 保险器

保险器又称压踏块。保险器是冲床中的过载保护装置。冲床工作过程中如果冲裁力超过