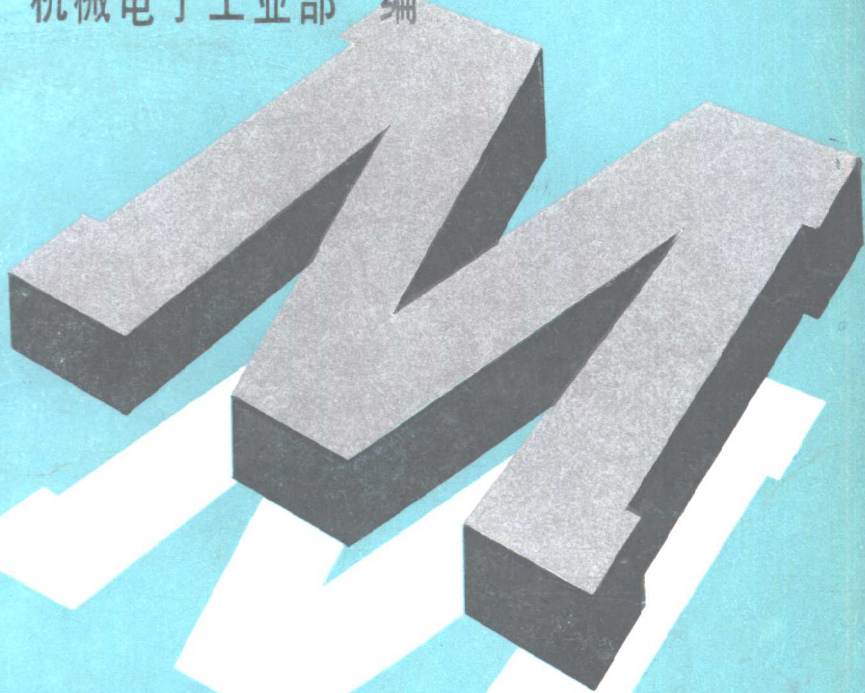


模具制造工人技术培训教材

模具结构与设计基础

机械电子工业部 编



机械工业出版社

模具制造工人技术培训教材

模具结构与设计基础

机械电子工业部 编



机械工业出版社

(京)新登字054号

本书是由机械电子工业部组织编写的模具工人技术培训教材,全套共7册。本书共分十章,内容主要包括冲压工艺基础、冲压模具主要零部件结构与设计、冲模的结构设计、塑料注射模、塑料压模、压铸模结构与基础、粉末冶金模具、锻模、橡胶成型模和模具标准化等。本书技术内容较先进,并适当地引用了一些国外先进技术资料,理论结合实际,对解决现场技术问题有实用价值。

本书为中、高级模具工人培训教材,也可作为有关技术人员和管理人员学习参考书。

本书由王济成、邱永成、袁广祥、李永信编写,由张荫郎审稿。

模具结构与设计基础

机械电子工业部 编

*

责任编辑:李铭杰 责任校对:韩 晶

封面设计:肖 晴 版式设计:胡金瑛

责任印制:王国光

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $13^{1/2}$ · 字数 296 千字

1993年11月北京第1版·1993年11月北京第1次印刷

印数 00 001—10 000 · 定价:10.60元

*

ISBN 7-111-03656-5/TG·802

模具制造工人培训教材

编委会名单

主任：许发樾

副主任：张晓林

顾问：张荫朗

委员：（按姓氏笔画排列）王济成 方康华 邓石城
杨晓毅 杨溥泉 陈蕴博 周平之 钟秉毓
储家佑

前 言

（代 序）

模具是工业生产中使用极为广泛的主要工艺装备。采用模具生产零部件，具有高效、节材、成本低、保证质量等一系列优点，是当代工业生产的重要手段和工艺发展方向。许多现代工业的发展和技术水平的提高，在很大程度上取决于模具工业的发展水平。因此，模具工业已成为国民经济的基础工业之一。

目前，我国模具工业比较落后，与国民经济发展不相适应。为此，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，把支持发展模具工业摆到了发展国民经济的重要战略地位。

振兴我国模具工业的根本任务之一是加强人才培养，大力提高模具工业职工队伍的素质。对此，除社会各类大、中专学校相关专业积极培养更多的适应模具工业发展的毕业生外，大力发展模具职业技术教育，逐步建立全国性的和以工业城市为中心的初、中、高三级模具制造工人教育培训网，形成模具制造工人的培训与教育体系，从而不断地提高模具制造工人队伍的素质，已是今后工作的重要一环。当前，尤为迫切的是抓好模具设计、数控机床编程及操作人员和高级模具制造工人的培训。培训一定要注重实效和规范化，这就需要有一套好的培训计划、大纲和实用的培训教材。

中国模具工业协会教育培训咨询委员会受机械电子工业部教育司的委托，并在其指导下，参考国际模协和德、美、日本等国的模具工人培训计划、大纲，编制了符合我国国情

的《模具工人培训计划、培训大纲》，并成立了模具制造工人培训教材编委会，根据大纲，组织有关院校和企业富有实践经验的专家，编写了《模具钳工工艺学》、《模具制造工艺和装备》、《模具公差与检测》、《模具材料与热处理》、《模具结构与设计基础》、《模具常用机构与机械基础》、《模具制造电气基础》等七种配套的中、高级模具制造工人培训教材。考虑到机电部统编的机械工人技术理论培训教材中已有较好的工具钳工培训教材，其初级部分完全适用于培训初级模具制造工人，各培训教育部门可选择使用，故未编写初级模具制造工人培训教材。

这套教材具有较强的针对性，注重了实践性和实用性，内容包括了我国模具企业在生产中采用的先进、典型结构、参数和图表，以及生产装备和工艺技术；同时注意了基础知识的系统性和广泛性，紧密结合模具生产技术，介绍了机械、电工、电子及计算机应用、压力加工、机床与工具、数学、制图等方面的基础知识，以适应现代模具生产采用高、新技术装备快，模具制造工人学习掌握高超操作技艺的需要。

这套教材也可以作为中专和技校相应专业的教材和模具工程技术人员的参考用书。

这套教材的问世，是我国模具行业的一件大事，为此，谨向为这套教材的编、审和出版付出辛勤劳动的同志们表示衷心的感谢。希望使用这套教材的单位和同志们多提宝贵意见，以便不断修订完善。

中国模具工业协会 理事长

梁 望

1992年10月1日

目 录

前言

第一章 冲压工艺基础	1
第一节 概述	1
第二节 冲裁	12
第三节 弯曲	28
第四节 拉深	43
第五节 其它冲压工艺简介	63
复习题	77
第二章 冲压模具主要零部件结构与设计	79
第一节 凸、凹模结构设计	81
第二节 定位机构	107
第三节 卸料装置	117
第四节 冲模导向、安装及有关零部件	126
复习题	133
第三章 冲模的结构设计	134
第一节 模具结构设计概述	134
第二节 冲裁模结构设计	146
第三节 弯曲模结构设计	150
第四节 拉深模结构设计	156
第五节 复合模结构设计	163
第六节 级进模结构设计	168
复习题	177
第四章 塑料注射模	178
第一节 设计基础	178

第二节	注射模基本结构	185
第三节	注射工艺参数的计算	190
第四节	零部件设计	192
第五节	热固性塑料注射模	239
第六节	塑件成形不良的原因	240
复习题		243
第五章	塑料压模	245
第一节	压缩模	245
第二节	压注模	251
复习题		259
第六章	压铸模结构与设计基础	261
第一节	概述	261
第二节	压铸模基本结构与设计要点	269
第三节	分型面与浇注、排溢系统	277
第四节	成型零件与模板	305
第五节	压铸机的选用	328
第六节	压铸模的技术要求	331
复习题		334
第七章	粉末冶金模具	335
第一节	概述	335
第二节	成型模结构设计	338
第三节	粉末冶金模典型结构	344
复习题		351
第八章	锻模	352
第一节	概述	352
第二节	锻模设计要点	355
复习题		376
第九章	橡胶成型模具	377
第一节	概述	377

第二节	橡胶压缩模的设计原则与要点	378
第三节	橡胶压缩模典型结构实例	384
复习题		389
第十章	模具标准化	390
第一节	概述	390
第二节	模具标准的制定与实施	405
第三节	我国模具标准	412
第四节	模具标准件生产与商品化	419
复习题		422

第一章 冲压工艺基础

第一节 概 述

一、冷冲压概述

冷冲压是指在常温下利用冲模在压力机的作用下，将材料分离或变形，使其达到一定形状、尺寸与精度的加工方法，简称为冲压。

冲压工艺的应用范围很大，它可以冲制铁合金及非铁合金材料，也可以冲制非金属材料（如纸板、皮革、橡胶与塑料等）。目前在汽车、电机、电器、仪器、仪表、轻工与国防等行业中应用广泛，是现代工业生产中一种十分重要的加工工艺方法。

冲压与其它加工工艺相比较，具有以下特点：

- 1) 生产效率高，最适合批量生产及大批量生产。
- 2) 加工成本低。
- 3) 材料消耗少。
- 4) 冲件表面质量好，尺寸精度较高、互换性好。
- 5) 能加工一些特殊零件。如薄壁空心件采用拉伸即可加工，这样的零件是无法切削加工的。
- 6) 最容易实现自动化、高速化作业。

冲压加工的优点很多，但也应当看到，每个冲压零件都至少要用一套或若干套冷冲模，经过一道道工序冲制而成，因此，各类冲模的制造工作是冲压加工的关键环节。

根据冲压加工中材料变形的基本方式不同, 其各类变形的模具种类繁多, 如有各式各样的冲裁模、弯曲模、拉伸模、成型模等等。为了更好地保证冲压件的质量, 追求更高的生产效率与经济效益, 冷冲模结构多种多样, 分析和认识各种冲压工序, 完成相应冲压模具的设计是本教材的基本任务。

冷冲压加工的基本工序可分为两大类:

1 分离工序 作用在坯料上的冲压力超过了材料的强度极限, 使材料发生剪裂或局部剪裂而分离。

分离工序又分为剪裁工序和冲裁工序等。

2 变形工序 变形工序是坯料在冲压力作用下, 应力超过坯料的屈服点, 坯料产生塑性变形而成为一定形状的加工工序。

变形工序包括弯曲、拉伸、成形等工序。

为了进一步提高冲压加工效率和提高冲压件的精度, 往往将两个以上的基本工序合并成一个工序, 称为复合工序。

各主要冲压工序的分类与特征如表1-1所示。

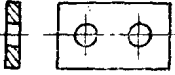
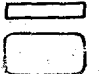
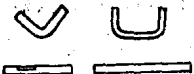
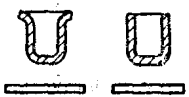
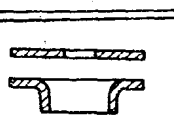
二、冲压工件用料

冲压用的原材料绝大多数是板料、卷料、块料、也有时可对某些型材进行冲压加工。材料的冲压性能是指它们对各种冲压加工的适应能力, 包括有: 便于加工, 容易得到高质量和高精度的冲压件、生产效率高(一次冲压工序的极限变形程度和总的极限变形程度大), 模具损耗低、不易出废品等。

金属材料的冲压性能一般是通过比较判断进行分析的, 其力学性能的主要指数可以分为两大类:

第一类指数为强度指数: σ_s 、 σ_b 、 σ_s/σ_b 、 E/σ_s 。

表 1-1 主要冲压工序的分类与特征

工序性质	工序名称	工 序 简 图	工 序 定 义
分离工序	剪 裁		将板料的一部分与另一部分沿敞开轮廓分离
	落料		将板料沿一定封闭曲线分离, 封闭曲线以内部分为制件
	冲孔		将板料沿一定封闭曲线分离, 封闭曲线以外部分为制件
	切 口		将板料沿不封闭曲线冲出缺口, 缺口部分发生弯曲
	修 整		将件外缘预留的加工余量去掉, 求得准确的尺寸和光滑垂直的剪裂面
变形工序	弯 曲		将板料弯成一定角度或一定形状
	拉 伸		将平板料变成任意形状的空心件
	起伏		将板料局部拉伸形成凸起和凹进部分
	翻边		将板料上的孔或外缘翻成一定角度的直壁, 或将空心件翻成凸缘
复 合 工 序			把几道不同的工序合为一道, 在一个模具上完成

当 σ_s (屈服点)、 σ_b (抗拉强度) 的值愈大、材料的变形抗力愈大； σ_s/σ_b (屈强比) 的值愈小，则表示材料许可加工 (材料从开始屈服起，直到被破坏止) 的区间愈大。成形过程中断裂的危险愈小，因此具有较好的冲压性能； E/σ_s 的值愈大，亦即 E (弹性模量) 值愈大， σ_s 值愈小，材料成形过程中弹性恢复性 (又称回弹) 愈小。则抗压失稳的能力愈强。

第二类指数为塑性指数： δ 、 δ_w 、 ψ 、 ψ_w 、 δ_w/δ 、 ψ_w/ψ 。

其中：

δ ——单向拉伸试验时，试件总的伸长率；

δ_w ——细颈出现以前，试件均匀变形的伸长率；

ψ ——试件总的断面收缩率；

ψ_w ——均匀变形时的断面收缩率。

一般地说，材料的 δ 与 ψ 数值愈大，则材料在破坏前的可塑性愈大。 δ_w 、 ψ_w 、 δ_w/δ 、 ψ_w/ψ 的值愈大，则表示材料稳定变形的性能愈好，因而其冲压性能也愈好。

对于冲压加工的工件所用的材料，不仅要能满足设计的技术要求，还应满足冲压工艺要求，其冲压的工艺要求是：

(1) 要有较高的伸长率和断面收缩率，较低的屈服点和较高的抗拉强度，这样，在变形工序中允许的变形程度大，在进行冲压加工中所需用变形力小。有利于冲压工艺的稳定性和变形的均匀性，也提高了工件的成形尺寸精度，并可提高模具的寿命。

(2) 要有光洁平整无缺陷损伤的表面状态。金属材料表面有缺陷损伤，冲压加工时除了能改材料变形过程的应力状态，使塑性破坏，还会产生应力集中现象，使冲压过程中

材料过早破坏,同时也容易擦伤模具。

(3) 材料公差应符合国家标准,因为模具间隙是固定的,适用于一定厚度的材料,材料厚度公差太大,不仅影响工件质量,还可导致废品。

三、冲压设备

冲压所用的设备主要是机械压力机,俗称冲床。目前工厂中应用较多的冲压设备有曲柄压力机,摩擦压力机和冲压液压机。本书主要介绍曲柄压力机

1. 曲柄压力机的工作原理 曲柄压力机是冷冲压加工中应用最广泛的冲压设备,其传动系统为曲柄连杆机构,图1-1为曲柄压力机的传动示意图。

电动机通过皮带带动大带轮(即飞轮)不停地旋转,飞轮通过离合器驱动曲轴旋转,曲轴通过连杆带动滑块作上下往复直线运动。图1-2是曲柄连杆的工作原理图。

曲柄连杆机构不只是将旋转运动变成直线往复运动,还能起力的放大作用,即增力作用,使滑块最下位

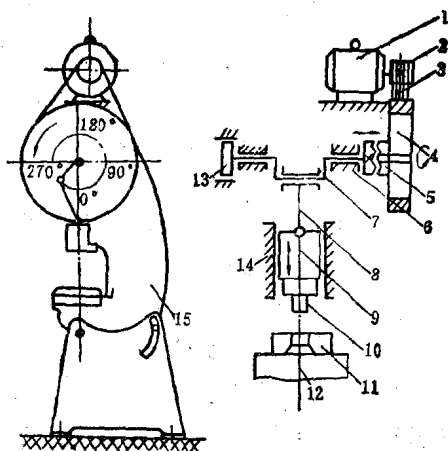


图1-1 曲柄压力机传动示意图

- 1—电动机 2—小带轮 3—皮带 4—大带轮
5—离合器 6—轴承 7—曲轴 8—连杆
9—滑块 10—上模 11—下模 12—工作台
13—制动器 14—导轨 15—床身

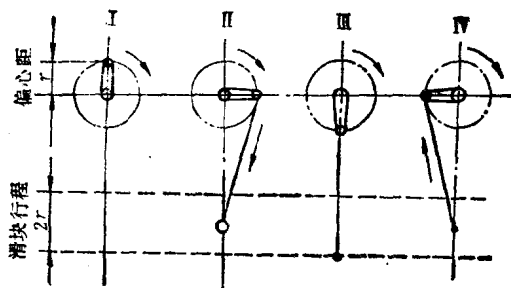


图1-2 曲柄连杆工作原理图

置产生最大的冲压力。压力机标牌上标明的公称压力，就是增力后的最大压力。大多数的曲柄压力机利用飞轮来储存和释放能量，克服曲柄连杆机构的死点和保持曲柄压力机工作稳定，而且产生较大的工作压力，来完成冲压工作。

2. 曲柄压力机的种类 曲柄压力机的种类较多，一般可以从以下四方面进行分类。

(1) 按压机公称压力区分

小型曲柄压力机 公称压力小于1MN；

中型曲柄压力机 公称压力为1~3MN；

大型曲柄压力机 公称压力大于3MN。

(2) 按曲柄形式区分

1) 偏心压力机。偏心压力机的主轴是偏心轴。偏心压力机在一般企业生产中是最通用的设备之一。偏心压力机的主轴与连杆的连接在其两者之间增加有偏心套，偏心主轴的一端有一个连体的偏心小轴，偏心小轴中心与主轴体的中心距为一定值，当主轴体转动时，偏心小轴以主轴中心为圆心，以定值的偏心距为半径作圆周运动，在偏心小轴上套上的偏心套、连杆是套在偏心套上，两者之间是以花键的形式连接，

当改变偏心套与连杆的花键连接方向、即改变两者的相对角度位置，也就改变了偏心压力机经组合后的偏心量，从而可以改变其滑块行程。对于一些冲压行程较小，在冲压过程中导柱、导套不宜脱开的精密冲模、导板模等，选用偏心压力机最为适合。

2) 曲轴压力机。曲轴压力机的主轴是曲轴，其行程是固定不变的，曲轴压力机也是冲压生产中使用最广泛的冲压设备之一，目前我国一般工厂中使用最多。

曲轴压力机的曲轴其偏心距是定值，连杆直接套在曲轴上运动，所以行程是不能调整的。但是曲轴在床身由两个轴承对称地支持着，所以机床受力负荷较为均匀，能制成大行程、大吨位的重型压力机床。

(3) 按床身结构区分

1) 开式压力机。开式压力机又称C形或弓形压力机，其工作台面前方及两侧三面敞开，便于安装模具及操作。缺点是在受力时床身有微小的变形，影响冲压精度及模具寿命。

开式压力机的工作台又分为固定式、可倾式、升降台三种。

2) 闭式压力机。闭式压力机床身由横梁、左右立柱、底座组成，由螺栓拉紧。压力机刚性好、受力均匀，大中型压力机采用较多。床身两侧为封闭状态，只有前后两面敞开。

(4) 按连杆数目区分

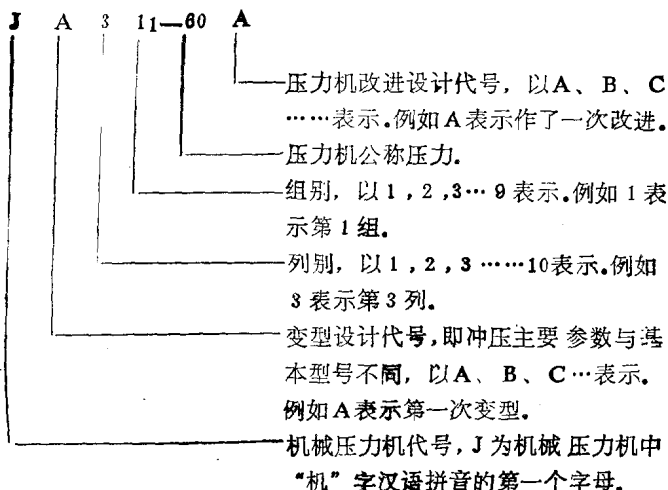
1) 单连杆压力机。即单点式压力机。

2) 双连杆压力机。即双点式压力机。

3. 压力机型号规格及选用

(1) 压力机型号 压力机型号分为十列九组，见表1-2。

压力机型号编排举例说明如下：



(2) 冲压设备规格参数

1) 公称压力 P_N (N)：指冲床滑块离下死点某一特定距离（即：公称压力行程，我国冲床一般为 10mm 左右）时，滑块上所允许的最大工作压力。它是冲床规格的主要参数。

2) 滑块每分钟冲压次数 n ：滑块由上死点经下死点又回到上死点，往复一次称一个行程数，即一次冲压。滑块空载时每分钟冲压的次数为滑块每分钟冲压次数。

3) 滑块行程 S ：滑块由上死点到下止点运动的距离。

4) 闭合高度 H ：滑块处于下死点位置时，其底面到工作台上平面的距离，称为冲床的闭合高度。

压力机处于闭合状态，将连杆调节到最短时，这时的闭合高度与最大闭合高度，即 H_{max} 。反之将连杆调节到允许的最长工作状态，这时的闭合高度为最小闭合高度，即 H_{min} 。