



国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校模具设计与制造专业

冷冲压工艺与模具设计

GH

Muju Sheji Yu Zhizao Zhuanye

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

Gaodengzhiye Jishuyuanxiao



中国劳动社会保障出版社

国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐
高等职业技术学院模具设计与制造专业

冷冲压工艺与模具设计

主 编 汤习成
副主编 唐监怀 傅玲梅

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

冷冲压工艺与模具设计/汤习成主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2006

高等职业技术学院模具设计与制造专业

ISBN 7-5045-5729-3

I. 冷… II. 汤… III. ①冷冲压-工艺-高等学校:技术学校-教材 ②冷冲模-设计-高等学校:技术学校-教材 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第067472 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出版人: 张梦欣

*

世界知识印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.25 印张 331 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

定价: 22.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前 言

为了贯彻落实全国职业教育工作会议精神，切实解决目前机械设计制造类专业（包括数控技术、模具设计与制造）教材不能满足高等职业技术学院教学改革和培养高等技术应用型人才需要的问题，劳动和社会保障部教材办公室组织一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业一线专家，在充分调研的基础上，共同研究、制订机械设计制造类专业培养计划和教学大纲，并编写了相关课程的教材，共有 40 余种。

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

一是充分汲取高等职业技术学院在探索培养高等技术应用型人才方面取得的成功经验和教学成果，从职业（岗位）分析入手，构建培养计划，确定相关课程的教学目标；二是以国家职业标准为依据，使内容分别涵盖数控车工、数控铣工、加工中心操作工、车工、工具钳工、制图员等国家职业标准的相关要求；三是贯彻先进的教学理念，以技能训练为主线、相关知识为支撑，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想；四是突出教材的先进性，较多地编入新技术、新设备、新材料、新工艺的内容，以期缩短学校教育与企业需要的距离，更好地满足企业用人的需要；五是以实际案例为切入点，并尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，提高学生的学习兴趣。

在上述教材的编写过程中，得到有关省市教育部门、劳动和社会保障部门以及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2005 年 6 月

内 容 简 介

本书为国家级职业教育规划教材。

本书根据高等职业技术学院教学计划和教学大纲，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。主要包括：冷冲压工艺与模具概述、冲裁工艺与冲裁模、弯曲工艺与弯曲模、拉深工艺与拉深模、其他成形工艺与模具等。

本书为高等职业技术学院模具设计与制造专业教材，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的模具设计与制造专业教材，或作为自学用书。

本书由汤习成主编，唐监怀、傅玲梅任副主编，张建国、管林东、陈长浩、王文景、汪新涛参加编写；吴末宁主审。

目 录

《国家级职业教育规划教材》

CONTENTS

模块一 冷冲压工艺与模具概述	1
任务一 冷冲压加工基本知识	1
任务二 冷冲压模具设计概述	17
综合练习	32
模块二 冲裁工艺与冲裁模	33
任务一 冲裁工艺设计	33
任务二 冲裁模设计	49
综合练习	81
模块三 弯曲工艺与弯曲模	83
任务一 弯曲工艺设计	83
任务二 弯曲模设计	103
综合练习	119
模块四 拉深工艺与拉深模	120
任务一 拉深工艺设计	120
任务二 拉深模设计	136
综合练习	146

模块五 其他成形工艺与模具	147
任务一 胀形工艺与模具	147
任务二 冷挤压工艺与模具	156
任务三 翻边工艺与模具	177
综合练习	187
附录一 冲模术语	189
附录二 冲压件尺寸公差	193
附录三 冲压件角度公差	197
附录四 冲压件未注公差尺寸极限偏差	199
附录五 冲模技术条件	203
附录六 冲裁间隙	205
附录七 开式压力机基本参数	206

模块一

冷冲压工艺与模具概述

任务一 冷冲压加工基本知识

知识点

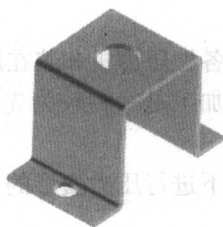
- ◎冷冲压加工的基本原理。
- ◎冷冲压加工的特点及应用。
- ◎冷冲压加工的分类。
- ◎冷冲压加工的常用材料。
- ◎冷冲压设备的种类与型号。
- ◎冷冲压设备的参数与选用。
- ◎冷冲压工艺设计的一般方法。

能力点

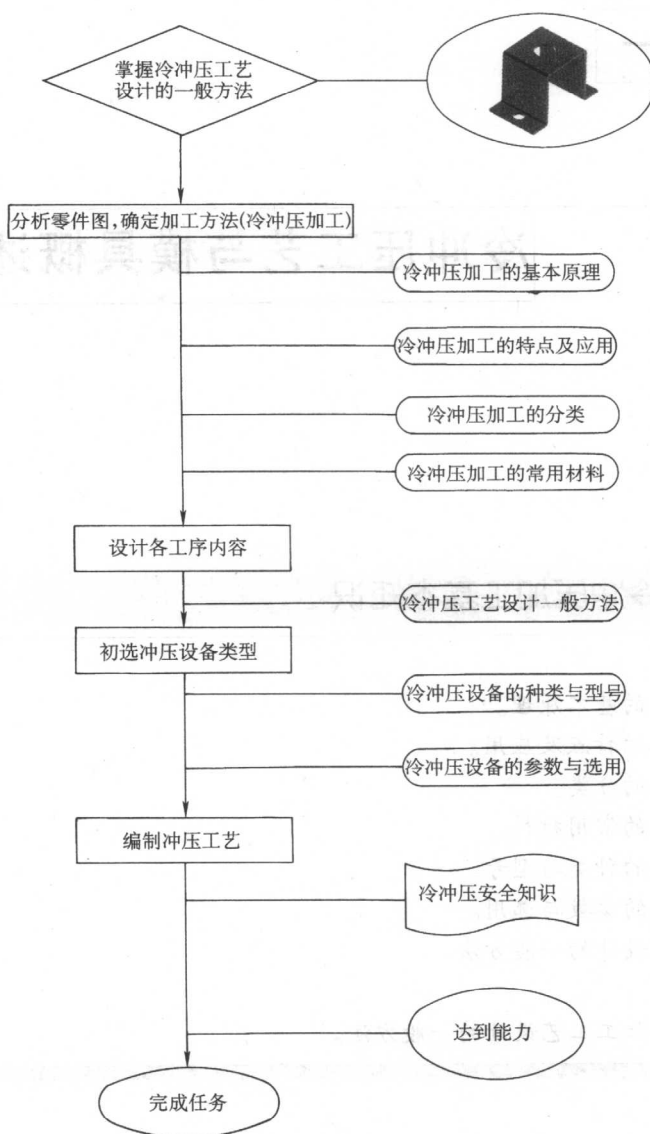
- ◎掌握冷冲压加工工艺设计的一般方法。

一、任务说明

通过典型零件的冷冲压工艺分析,掌握冷冲压工艺设计的一般方法(零件形状如下图所示)。



二、任务分解



三、专业知识

1. 冷冲压加工的基本原理

(1) 压力加工 压力加工是利用各种压力机和装在压力机上的模具,使材料在常温或高温状态下达到符合要求的变形。压力加工是一种较为先进的加工方法。压力加工种类很多,按加工性质不同,可分为两大类:

①冷压力加工 材料在常温状态下进行压力变形的加工方法。

②热压力加工 材料经加热后,在高温状态下进行压力变形的加工方法。

(2)冷冲压加工 冷冲压加工是指在常温状态下,在压力机上通过模具对板料金属(或非金属)加压,使其产生分离或塑性变形,从而得到具有一定形状、尺寸和性能要求的零件的加工方法,如图 1—1 所示。这种加工方法又称为冲压或板料冲压,所使用的成形工具称为冷冲压模具,简称冲模。

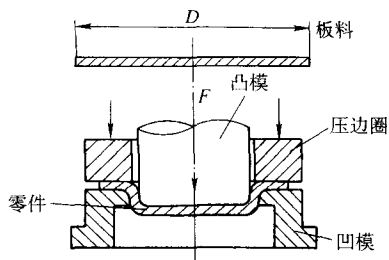


图 1—1 冲压过程简图

2. 冷冲压加工的特点及应用

(1)冷冲压加工的特点 冷冲压作为一种先进的加工方法,与其他的加工方法(如机械加工)相比具有以下一些优点:

①冷冲压加工生产效率极高,没有其他任何一种机械加工方法能与之相比,如级进模冲压速度可高达 800 次/min,操作简便,易于实现自动化。

②材料利用率高,冲压能耗小,属于无切屑加工,经济性好。

③冷冲压工件的尺寸精度与模具的精度相关,尺寸比较稳定,互换性好。

④可以利用金属材料的塑性变形适当提高工件的强度、刚度等力学性能指标。

⑤可获得其他加工方法难以加工或不能加工的形状复杂的零件,如薄壳零件、大型覆盖件(汽车覆盖件、车门)等。

⑥模具使用寿命长,降低了产品的生产成本。

冷冲压的主要缺点有:复杂产品模具的制造成本较高,生产周期较长;冲压生产过程中噪声大等。

(2)冷冲压加工的应用 冷冲压加工应用范围十分广泛,在国民经济中处于很重要的地位。全世界的钢材中,有 60%~70%是板材,其中大部分经过冷冲压加工制成产品。汽车的车身、底盘、油箱、散热器片,锅炉的汽包,容器的壳体,电机、电器的铁心硅钢片等都是冷冲压加工而成的。在仪器仪表、家用电器、自行车、办公机械、生活器皿等产品中,也有大量冲压件。

3. 冷冲压加工的分类

(1)冷冲压工序按变形性质不同可分为分离工序、成形工序及复合工序。

①分离工序 被加工材料在外力作用下因剪切而发生分离,从而形成具有一定形状和尺寸的零件,如剪裁、冲孔、落料、切边等。

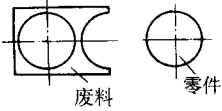
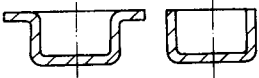
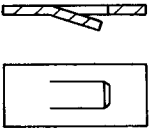
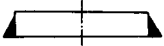
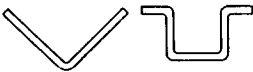
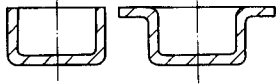
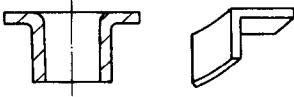
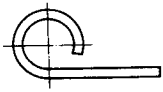
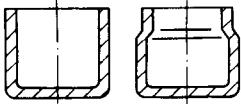
②成形工序 被加工材料在外力作用下,发生塑性变形,从而得到具有一定形状和尺寸的零件,如弯曲、拉深、翻边等。

③复合工序 为了进一步提高冷冲压生产效率,常常把两个以上的基本工序合并成一个工序,称为复合工序。

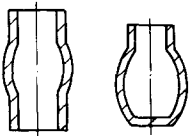
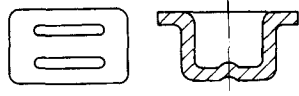
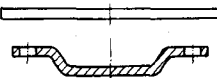
(2)常用的冲压工序见表 1—1。

表 1-1

常用的冲压工序

工序名称		简 图	特点及应用范围
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		沿封闭轮廓线冲切，冲下部分为零件或其他工序需要的毛坯
	冲孔		沿封闭轮廓线冲切，冲下部分为废料
	切边		将成形零件的边缘修切整齐或切成一定形状
	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		将冲裁成的零件的断面修整垂直和光洁
成形 工序	弯曲		将板料沿直线弯成各种形状，可以加工形状复杂的零件
	拉深		将板料毛坯拉成各种空心零件，还可以加工汽车覆盖件
	翻边		将零件的孔边缘翻出竖立成一定角度的直边
	卷圆		将板料端部卷成接近封闭的圆头，用于加工类似铰链的零件
	缩口		使空心件或管状毛坯的端头直径缩小

续表

工序名称		简 图	特点及应用范围
成形 工序	胀形		使空心件或管状毛坯向外扩张，胀出所需的凸起曲面
	起伏		在板料毛坯或零件的表面上用局部成形的方法制成各种形状的凸起或凹陷
	复合工序		压力机冲压一次可完成两道或多道不同工序的冲压方法

4. 冷冲压加工常用材料

(1) 冷冲压加工常用材料的基本要求

①冷冲压材料的性能要求 冷冲压材料一般应具有一定的强度、刚度、冲击韧度等力学性能要求。此外，有的冷冲压材料还有一些特殊的要求，如传热性、耐热性。

②冷冲压工艺要求 冷冲压用材料通常具有良好的冲压工艺性能要求。一般伸长率大、屈服比小、弹性模量大、硬化指数高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、硫等元素的含量过高，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对冲压成形都有好处。

(2) 冷冲压常用的材料 冷冲压常用的材料包括金属材料和非金属材料，金属材料又分为黑色金属和有色金属两类。

常用的黑色金属材料有：

- ①普通碳素结构钢 如 Q195，Q235 等。
- ②优质碳素结构钢 如 08，08F，10，20 等。
- ③低合金高强度结构钢 如 Q345 (16Mn)，Q295 (09Mn2) 等。
- ④电工硅钢 如 DT1，DT2 等。
- ⑤不锈钢 如 1Cr18Ni9Ti，1Cr13 等。

常用的有色金属有：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；铝及铝合金，常用牌号有 1060，1050A，3A21，2A12 等，有较好的塑性，变形抗力小且密度低。

非金属材料主要有胶木板、橡胶、塑料板等。

(3) 冷冲压材料的应用形式 冷冲压材料最常用的是板料，规格如 710 mm × 1 420 mm 和 1 000 mm × 2 000 mm，大量生产可采用带料（卷板）。

板料按表面质量可分为Ⅰ（高质量表面）、Ⅱ（较高质量表面）、Ⅲ（一般质量表面）三种。

板料供应状态可分为 M (退火状态)、C (淬火状态)、Y (硬态)、Y2 (半硬态) 等。

板料有冷轧和热轧两种轧制状态。

(4) 常用金属板料的力学性能见表 1—2。

表 1—2 常用金属板料的力学性能

材料名称	牌号	材料状态	抗剪强度 τ (MPa)	抗拉强度 σ_b (MPa)	伸长率 A (%)	屈服强度 σ_s (MPa)
电工用纯铁 $C < 0.025$	DT1, DT2, DT3	已退火	180	230	26	—
普通碳素钢	Q195	未退火	260 ~ 320	320 ~ 400	28 ~ 33	200
	Q235		310 ~ 380	380 ~ 470	21 ~ 25	240
	Q275		400 ~ 500	500 ~ 620	15 ~ 19	280
优质碳素 结构钢	08F	已退火	220 ~ 310	280 ~ 390	32	180
	08		260 ~ 360	330 ~ 450	32	200
	10		260 ~ 340	300 ~ 440	29	210
	20		280 ~ 400	360 ~ 510	25	250
	45		440 ~ 560	550 ~ 700	16	360
	65Mn	已退火	600	750	12	400
不锈钢	1Cr13	已退火	320 ~ 380	400 ~ 470	21	—
	1Cr18Ni9Ti	热处理退火	430 ~ 550	540 ~ 700	40	200
纯铝	1060, 1050A	已退火	80	75 ~ 110	25	50 ~ 80
	1200	冷作硬化	100	120 ~ 150	4	—
铝锰合金	3A21	已退火	70 ~ 110	110 ~ 145	19	50
硬铝合金	2A12	已退火	105 ~ 150	150 ~ 215	12	—
		淬硬后 冷作硬化	280 ~ 320	400 ~ 600	10	340
纯铜	T1, T2, T3	软态	160	200	30	7
		硬态	240	300	3	—
黄铜	H62	软态	260	300	35	—
		半硬态	300	380	20	200
	H68	软态	240	300	40	100
		半硬态	280	350	25	—

5. 冷冲压设备的种类与型号

冲压设备的种类很多, 其分类的方法也很多。如按驱动滑块力的种类可分为机械式、液压式、气动式等; 按滑块个数可分为单动、双动、三动等; 按驱动滑块机构的种类又可分为曲柄式、肘杆式、摩擦式等。冲压生产中常按驱动滑块力的种类把压力机分为机械压力机、液压压力机。

(1) 机械压力机 (曲柄压力机)

①曲柄压力机的结构及工作原理 曲柄压力机是冲压生产中应用最广泛的一种机械压力机,如图 1—2 所示为 JB23—63 型曲柄压力机的外形,如图 1—3 所示为其工作原理图。电动机 1 通过带、齿轮带动曲轴 7 旋转,曲轴通过连杆带动滑块 10 沿导轨作上下往复运动,带动模具实施冲压,模具安装在滑块和工作台之间。

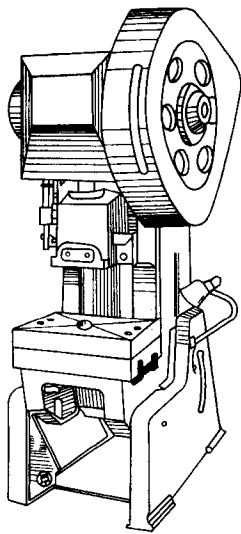


图 1—2 JB23—63 型曲柄压力机外形

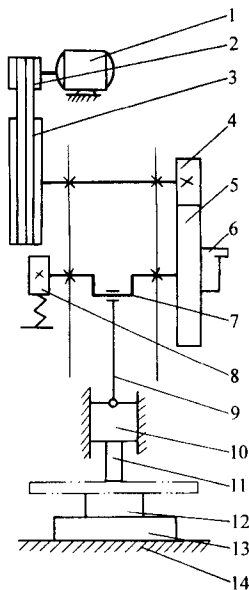


图 1—3 曲柄压力机工作原理

- 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

曲柄压力机结构的组成包括:工作机构、传动机构、操作机构、支承机构和辅助机构等。

◆ 工作机构 工作机构主要由曲轴 7、连杆 9 和滑块 10 组成。其作用是将电动机主轴的旋转运动变为滑块的往复直线运动。滑块底平面中心设有模具安装孔,大型压力机滑块底面还设有 T 形槽,用来安装和压紧模具。滑块还设有退料(或退件)装置,用以在滑块回程时将工件或废料从模具上退下。

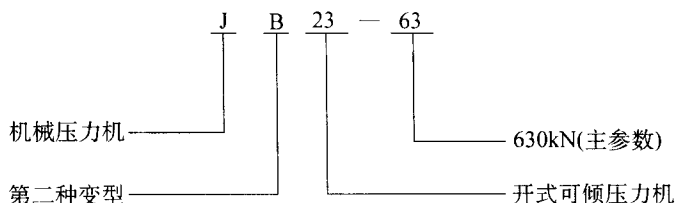
◆ 传动系统 传动系统由电动机、带、飞轮、齿轮等组成。其作用是将电动机的运动和能量按照一定要求传给曲柄滑块机构。

◆ 操作系统 操作系统包括空气分配系统、离合器、制动器、电气控制箱等。

◆ 支承部件 支承部件包括机身、工作台、拉紧螺栓等。

此外,压力机还包括气路和润滑等辅助系统,以及安全保护、气垫、顶料等附属装置。

②曲柄压力机的型号 曲柄压力机的型号用汉语拼音字母、英文字母和数字表示。例如 JB23—63 型号的意义为:



型号的表示意义如下：

第一个字母为类的代号，“J”表示机械压力机。

第二个字母表示同一型号的变型顺序号，凡主参数与基本型号相同，但其他某些次要参数与基本型号不同的称为变型，“B”表示第二种变型产品。

横线前面的数字为列、组代号，“2”表示开式双动压力机，“3”表示可倾机身。

横线后面的数字表示主参数，一般用压力机公称压力的 1/10 作为主参数，代号中的公称压力用工程单位 kN（千牛）表示。如图 1—2 所示压力机，其型号中“63”表示公称压力为 630 kN。

(2) 液压压力机（简称液压机） 液压机工作平稳，压力大，操作空间大，设备结构简单。在冲压生产过程中广泛应用于拉深、成形等工艺过程，也可应用于塑料制品的加工过程。

① 液压机的结构及工作过程 液压机是根据帕斯卡原理制成的，它利用液体压力来传递能量，液压机的结构如图 1—4 所示。

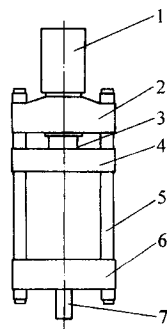
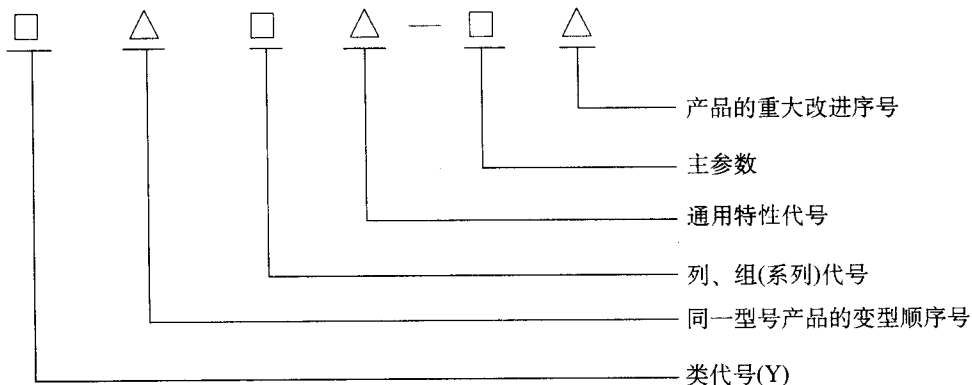


图 1—4 液压机结构

1—充液罐 2—上梁 3—主缸
4—活动横梁 5—立柱 6—下梁 7—顶出缸

工作时，模具安装于活动横梁 4 和下梁 6 之间，主缸 3 带动活动横梁 4 对模具施压；工作结束后，主缸 3 回复，打开模具，需要时，顶出缸 7 可将工件顶出。

② 液压机型号的表示方法 液压机的型号表示方法与曲柄压力机的型号表示方法相类似，其具体表示方法如下：



其中通用特性代号为：

通用特性	自动	半自动	数控	液压	缠绕结构	高度	精密	长行程或长杆	冷挤压	温热挤压
字母代号	Z	B	K	Y	R	G	M	C	L	W

例如 YA32—315 型号的意义是：

第一个字母为类的代号，“Y”表示液压机。

第二个字母表示同一型号产品的变型顺序号。

横线前面的数字为列、组代号，“32”表示四柱压力机。

横线后的数字表示主参数，“315”表示公称压力为 3 150 kN。

6. 冷冲压设备的参数与选用

(1) 冲压设备的主要技术参数 下面以在生产应用中最为广泛的曲柄压力机为例来介绍压力机的主要技术参数。

①公称压力 曲柄压力机滑块的压力在全行程中不是一个固定值，而是随曲柄转角的变化而不断变化的，如图 1—5 所示。公称压力是指压力机在下死点前某一位置（曲柄离下死点约 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 处）时滑块的压力。

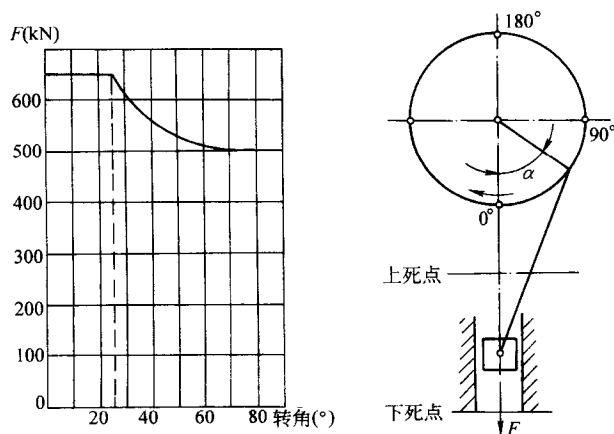


图 1—5 630 kN 曲柄压力机滑块许用负荷与曲柄转角关系的曲线

②滑块每分钟行程次数 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。滑块空载时，每分钟的行程次数就称为滑块每分钟行程次数。对自动送料的冲床，滑块每分钟行程次数代表冲床的生产率。在行程一定时，滑块的每分钟行程次数决定了滑块的运动速度。滑块的运动速度是选择冲床的主要参数。

③滑块行程 指滑块从上死点到下死点所经过的距离。其数值一般是曲柄半径的两倍。

④压力机闭合高度 是指滑块在下死点时，滑块底面到压力机工作台上表面的距离，也称为冲床封闭高度。当连杆调至最短时的闭合高度，称为压力机最大闭合高度；反之，当连杆调至最长时的闭合高度，称为压力机最小闭合高度。

⑤压力机装模高度 是指滑块在下死点时, 滑块底面距离垫板上表面的高度。当压力机闭合高度调整装置把滑块调至最上位置, 且滑块位于下死点时, 滑块底面距工作台平面的高度称为最大装模高度 ($H_{\max}$); 反之, 把滑块调至最下位置, 且滑块位于下死点时, 滑块底面距工作台平面的高度称最小装模高度 ($H_{\min}$)。

⑥工作台面尺寸和滑块底面尺寸 这些尺寸与模具外形尺寸及模具安装方法有关。

⑦模柄孔尺寸 当模具需要用模柄与滑块相连时, 模具的模柄尺寸应与滑块内模柄孔的尺寸相协调。

(2) 开式压力机基本参数 (GB/T 14347—1993) 可参看附录七。

(3) 参数选择注意事项

①压力机公称压力须大于冲压力。进行弯曲或拉深时, 许用负荷曲线在曲柄全部转角内高于冲压变形力曲线。

②模具闭合高度应在压力机最大和最小闭合高度之间。多副模具安装在同一台压力机上, 应有同一闭合高度。

③压力机滑块行程须满足制件成形要求。拉伸时为了便于放料和取料, 其行程须大于拉伸高度的 2~2.5 倍。

④压力机工作台面尺寸应大于模具下模座尺寸, 一般每边大 50~70 mm。台面上的孔应能保证制件或废料的漏卸。

⑤一般情况下, 可不必改变功率, 即在保证冲压力的情况下, 功率是足够的。但在有些情况下 (如斜刃冲裁), 将会发生压力足够而功率超载的现象, 这时必须使电动机的功率大于冲压时所需的功率。

(4) 冲压设备的选用 要根据所要完成冲压的工序性质、生产批量的大小、冲压件的几何尺寸和精度要求等来选择冲压设备的类型。

①对于中小型冲裁件、弯曲件和浅拉深件的冲压, 常采用开式曲柄压力机。虽然 C 形床身的开式压力机刚度不够好, 冲压力过大会引起床身变形导致冲模间隙分布不均, 但是它具有三面敞开的空间, 操作方便并且容易安装机械化的附属装置, 而且成本低廉。目前仍然是中小型冲压件生产的主要设备。

②对于大中型和精度要求高的冲压件, 多采用闭式曲柄压力机。这类压力机两侧封闭, 刚度好、精度较高, 但是操作不如开式压力机方便。

③对于大型或较复杂的拉深件, 常采用上传动的闭式双动拉深压力机。对于中小型的拉深件 (尤其是搪瓷制品、铝制品的拉深件), 常采用底传动式的双动拉深压力机。闭式双动拉深压力机有两个滑块, 即压边用的外滑块和拉深用的内滑块。压边力可靠、易调, 模具结构简单, 适合于大批量的生产。

④对于大批量生产的或形状复杂、批量很大的中小型冲压件, 应优先选用自动高速压力机或者多工位自动压力机。

⑤对于批量小、材料厚的冲压件, 常采用液压机。液压机的合模行程可调, 尤其是施力行程较大的冲压加工, 与机械压力机相比具有明显的优点, 而且不会因为板料厚度超差而超载, 但其生产速度慢, 效率较低。液压机可以用于弯曲、拉深、成形、校平等工序。

⑥对于精冲零件, 最好选择专用的精冲压力机。否则要利用精度和刚度较高的普通曲柄