



21st CENTURY

十一五规划

21世纪全国应用型本科

大机械系列 实用规划教材



冲压工艺与模具设计

主 编	牟 林	胡建华
副主编	袁国定	王丽娟
主 审	王华昌	

中国林业出版社
China Forestry Publishing House



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材

冲压工艺与模具设计

主 编	牟 林	胡建华	
副主编	袁国定	王丽娟	
参 编	杜继涛	王长春	孟正华
	刘胜国	赵 辉	
主 审	王华昌		

中国林业出版社
China Forestry Publishing House



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书第一个特点是比较详细地介绍了板料冷冲压模具的基本设计过程,包括冲裁模、弯曲模、无凸缘制件拉伸模、有凸缘制件拉伸模、落料拉伸复合模、复杂级进模以及复杂曲面制件冲压模,同时也较为详细地介绍了各种典型模具的结构。

本书第二个特点是在利用传统设计模具的同时,采用了 CAD/CAE 方法设计弯曲模、拉伸模及复杂曲面冲压模,并且将其分析结果与常规方法加以对照。

本书第三个特点是较多地利用三维技术表达模具及其冲压设备的实体结构和线框结构,包括零件图、装配图和爆炸图。

本书还介绍了模具工作零件的特种加工方法。各主要章节后边附有较多思考题和设计题。

本书适用于高校机械类各相关专业教材,也可供相关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺与模具设计/牟林,胡建华主编.—北京:中国林业出版社;北京大学出版社,2006.8

(21世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材)

ISBN 7-5038-4449-3

I. 冲… II. ①牟… ②胡… III. ①冲压—工艺—高等学校—教材 ②冲模—设计—高等学校—教材

IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 076949 号

书 名: 冲压工艺与模具设计

著作责任者: 牟 林 胡建华 主编

策 划 编 辑: 李昱涛

责 任 编 辑: 郭穗娟 郑铁志

标 准 书 号: ISBN 7-5038-4449-3

出 版 者: 中国林业出版社(地址:北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号 邮编:100009)

<http://www.cfph.com.cn> E-mail: cfphz@public.bta.net.cn

电话:编辑部 66170109 营销中心 66187711

北京大学出版社(地址:北京市海淀区成府路 205 号 邮编:100871)

<http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com> E-mail: pup_6@163.com

电话:邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京汇林印务有限公司

发 行 者: 北京大学出版社 中国林业出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 21 印张 479 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

《21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材》

专家编审委员会

名 誉 主 任 胡正寰*

主 任 委 员 殷国富

副主任委员 (按拼音排序)

戴冠军 江征风 李郝林 梅 宁 任乃飞

王述洋 杨化仁 张成忠 张新义

顾 问 (按拼音排序)

傅水根 姜继海 孔祥东 陆国栋

陆启建 孙建东 张 金 赵松年

委 员 (按拼音排序)

方 新 郭秀云 韩健海 洪 波

侯书林 胡如风 胡亚民 胡志勇

华 林 姜军生 李自光 刘仲国

柳舟通 毛 磊 孟宪颐 任建平

陶健民 田 勇 王亮申 王守城

魏 建 魏修亭 杨振中 袁根福

曾 忠 张伟强 郑竹林 周晓福

*胡正寰: 北京科技大学教授, 中国工程院机械与运载工程学部院士

丛书总序

殷国富*

机械是人类生产和生活的基本工具要素之一，是人类物质文明最重要的一个组成部分。机械工业担负着向国民经济各部门，包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、使用安全可靠的技术装备的任务，在国家现代化建设中占有举足轻重的地位。20 世纪 80 年代以来，以微电子、信息、新材料、系统科学等为代表的新一代科学技术的发展及其在机械工程领域中的广泛渗透、应用和衍生，极大地拓展了机械产品设计制造活动的深度和广度，改变了现代制造业的产品设计方法、产品结构、生产方式、生产工艺和设备以及生产组织模式，产生了一大批新的机械产品设计制造方法和制造系统。这些机械方面的新方法和系统的主要技术特征表现在以下几个方面：

(1) 信息技术在机械行业的广泛渗透和应用，使得现代机电产品已不再是单纯的机械构件，而是由机械、电子、信息、计算机与自动控制等集成的机电一体化产品，其功能不仅限于加强、延伸或取代人的体力劳动，而且扩大到加强、延伸或取代人的某些感官功能与大脑功能。

(2) 随着设计手段的计算机化和数字化，CAD/CAM/CAE/PDM 集成技术和软件系统得到广泛使用，促进了产品创新设计、并行设计、快速设计、虚拟设计、智能设计、反求设计、广义优化设计、绿色产品设计、面向全寿命周期设计等现代设计理论和技术方法的不断发展。机械产品的设计不只是单纯追求某项性能指标的先进和高低，而是注重综合考虑质量、市场、价格、安全、美学、资源、环境等方面的影响。

(3) 传统机械制造技术在不断吸收电子、信息、材料、能源和现代管理等方面成果的基础上形成了先进制造技术，并将其综合应用于机械产品设计、制造、检测、管理、销售、使用、服务的机械产品制造全过程，以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产，提高对动态多变的市场的适应能力和竞争能力。

(4) 机械产品加工制造的精密化、快速化，制造过程的网络化、全球化得到很大的发展，涌现出 CIMS、并行工程、敏捷制造、绿色制造、网络制造、虚拟制造、智能制造、大规模定制等先进生产模式，制造装备和制造系统的柔性与可重组已成为 21 世纪制造技术的显著特征。

(5) 机械工程的理论基础不再局限于力学，制造过程的基础也不只是设计与制造经验及技艺的总结。今天的机械工程学科比以往任何时候都更紧密地依赖诸如现代数学、材料科学、微电子技术、计算机信息科学、生命科学、系统论与控制论等多门学科及其最新成就。

上述机械科学与工程特征和发展趋势表明，现代机械工程学科越来越多地体现着知识经济的特征。因此，加快培养适应我国国民经济建设所需要的高综合素质的机械工程学科人才的意义十分重大、任务十分繁重。我们必须通过各种层次和形式的教育，培养出适应世界机械工业发展潮流与我国机械制造业实际需要的技术人才与管理人才，不断推动我国机械科学与工程技术的进步。

为使机械工程学科毕业生的知识结构由较专、较深、适应性差向较通用、较广泛、适

*殷国富教授：现为教育部机械学科教学指导委员会委员，现任四川大学制造科学与工程学院院长

应性强方向转化,在教育部的领导与组织下,1998 年对本科专业目录进行了第 3 次大的修订。调整后的机械类专业变成 4 类 8 个专业,它们是:机械类 4 个专业(机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、过程装备与控制、工业设计);仪器仪表类 1 个专业(测控技术与仪器);能源动力类 2 个专业(热能与动力工程、核工程与核技术);工程力学类 1 个专业(工程力学)。此外还提出了面向更宽的引导性专业,即机械工程及自动化。因此,建立现代“大机械、全过程、多学科”的观点,探讨机械科学与工程学科专业创新人才的培养模式,是高校从事制造学科教学的教育工作者的责任;建立培养富有创新能力人才的教学体系和教材资源环境,是我们努力的目标。

要达到这一目标,进行适应现代机械学科发展要求的教材建设是十分重要的基础工作之一。因此,组织编写出版面向大机械学科的一系列教材就显得很有意义和十分必要。北京大学出版社和中国林业出版社的领导和编辑们通过对国内大学机械工程学科教材实际情况的调研,在与众多专家学者讨论的基础上,决定面向机械工程学科类专业的学生出版一套系列教材,这是促进高校教学改革发展的重大决策。按照教材编审委员会的规划,本系列教材将逐步出版。

本系列教材是按照高等学校机械学科本科专业规范、培养方案和课程教学大纲的要求,合理定位,由长期在教学第一线从事教学工作的教师立足于 21 世纪机械工程学科发展的需要,以科学性、先进性、系统性和实用性为目标进行编写,以适应不同类型、不同层次和学校结合学校实际情况的需要。本系列教材编写的特色体现在以下几个方面:

(1) 关注全球机械科学与工程学科发展的大背景,建立现代大机械工程学科的新理念,拓宽理论基础和专业基础知识,特别是突出创造能力和创新意识。

(2) 重视强基础与宽专业知识面的要求。在保持较宽学科专业知识的前提下,在强化产品设计、制造、管理、市场、环境等基础理论方面,突出重点,进一步密切学科内各专业知识面之间的综合内在联系,尽快建立起系统性的知识体系结构。

(3) 学科交叉与综合的观念。现代力学、信息科学、生命科学、材料科学、系统科学等新兴学科与机械学科结合的内容在系列教材编写中得到一定的体现。

(4) 注重能力的培养,力求做到不断强化自我的自学能力、思维能力、创造性地解决问题的能力以及不断自我更新知识的能力,促进学生向着富有鲜明个性的方向发展。

总之,本系列教材注意了调整课程结构,加强学科基础,反映系列教材各门课程之间的联系和衔接,内容合理分配,既相互联系又避免不必要的重复,努力拓宽知识面,在培养学生的创新能力方面进行了初步的探索。当然,本系列教材还需要在内容的精选、音像电子课件、网络多媒体教学等方面进一步加强,使之能满足普通高等院校本科教学的需要,在众多的机械类教材中形成自己的特色。

最后,我要感谢参加本系列教材编著和审稿的各位老师所付出的大量卓有成效的辛勤劳动,也要感谢北京大学出版社和中国林业出版社的领导和编辑们对本系列教材的支持和编审工作。由于编写的时间紧、相互协调难度大等原因,本系列教材还存在一些不足和错漏。我相信,在使用本系列教材的教师和学生的关心和帮助下,不断改进和完善这套教材,使之在我国机械工程类学科专业的教学改革和课程体系建设中起到应有的促进作用。

前 言

当前,人们对冷冲压技术的重视程度越来越高。生产效率高、产品一致性好、应用范围广等特点得到社会各界越来越多的业内人士的认同,模具制造已经迅速发展成为一个新兴的热门行业,在整个模具制造中冷冲压模具占到模具总量的 50%以上。与其他设计、制造方法相比,冷冲压工艺和冷冲模设计制造具有显著的特殊性。对于初学者来说,拥有一本得心应手的教材就显得十分迫切。为了尽快满足冷冲模设计人员的需求,根据多年来的教学和实践经验我们编写了本书。

本书的主要特点是:

- (1) 内容丰富、取材广泛。
- (2) 冲裁、弯曲、拉伸、成形等模具具有多种典型模具结构,包括精密冲裁,并有包括级进模在内的设计案例,设计过程完整、详细。
- (3) 介绍了利用 CAD/CAE 技术对模具进行设计、分析的方法及案例,并对用 CAD/CAE 技术设计结果和常规计算结果进行了对比。
- (4) 较多地采用三维方式表达冲压设备及模具结构,包括轴测图装配、爆炸图、模具工作过程图,全方位表达模具工作情况。
- (5) 附有习题,包括问答题和设计实训题。

本书大约需要 32~40 学时的授课时间。

本书第 1、10、12 章由牟林(山东理工大学)编写;第 2、8 章由胡建华(武汉理工大学)编写;第 3 章由袁国定(江苏大学)编写;第 5、6 章由王丽娟(河北科技大学)编写;第 4 章由孟正华(武汉理工大学)编写;第 7 章的第 1~5 节由杜继涛(上海理工大学)编写;第 7 章的第 6~9 节由王长春(潍坊学院)编写;第 9 章由刘胜国(黄石理工学院)编写;第 11 章由赵辉(东北林业大学)编写。全书由武汉理工大学王华昌主审。

限于水平和经验,错误及不当之处在所难免,敬请各位读者不吝赐教。

编 者
2006 年 4 月

目 录

第1章 概述	1	第3章 冲裁工艺设计	36
1.1 冷冲压加工概述	1	3.1 冲裁工艺设计基础	37
1.1.1 冷冲压加工工序的分类	1	3.1.1 冲裁变形原理	37
1.1.2 冷冲压加工的工艺特点	3	3.1.2 冲裁间隙	38
1.2 冲压加工设备	6	3.1.3 冲裁件的质量分析	43
1.2.1 曲柄压力机的组成及应用	6	3.2 冲裁工艺设计	44
1.2.2 曲柄压力机的主要技术参数	9	3.2.1 冲裁工艺分析	44
1.2.3 其他常用压力机简介	11	3.2.2 冲裁制件排样	47
习题	17	3.2.3 冲裁力计算	49
第2章 冲压成形的特点与基本规律	19	3.2.4 模具压力中心的确定	51
2.1 冲压成形的特点	19	3.2.5 冲裁模刃口尺寸计算	53
2.2 冲压成形中毛坯的分析	20	3.3 冲裁模具设计和设备选择	57
2.3 冲压变形的分类	21	3.3.1 冲裁模的分类	57
2.3.1 两向拉应力	22	3.3.2 凸模、凹模的结构设计	58
2.3.2 两向压应力	23	3.3.3 定位零件	64
2.3.3 两向异号应力	24	3.3.4 导向零件	69
2.4 冲压变形趋向性及其控制	26	3.3.5 卸料与推(顶)件装置	71
2.4.1 冲压变形趋向性	26	3.3.6 连接与固定零件	75
2.4.2 变形趋向性的控制	28	3.3.7 模具零件材料和制件材料及性能	79
2.5 冲压变形中的应力	29	3.3.8 冲裁设备选择	81
2.5.1 加载应力	29	习题	83
2.5.2 诱发应力	30	第4章 冲裁模具设计	85
2.5.3 残余应力	31	4.1 普通冲裁模设计应用	85
2.6 冲压成形中的破坏	31	4.1.1 无导向开式简单冲裁模	86
2.6.1 变形区破坏	31	4.1.2 导板导向式落料冲裁模	87
2.6.2 传力区破坏	32	4.1.3 导柱导套式落料冲裁模及设计实例	87
2.6.3 局部破坏	32	4.1.4 连续模	93
2.6.4 残余应力破坏	32	4.1.5 正装式复合模	94
2.7 冲压成形中的起皱	33	4.1.6 倒装式复合模	95
2.7.1 压应力下起皱	33	4.2 特殊冲裁模设计应用	96
2.7.2 不均匀拉力下起皱	34	4.2.1 拼块式冲裁模	96
2.7.3 剪力下起皱	34		
习题	35		

4.2.2 厚料冲孔模.....	99	7.3 回转体拉伸件毛坯尺寸的确定	156
4.2.3 小孔冲裁模.....	99	7.3.1 计算方法	156
4.2.4 悬臂式冲孔模.....	101	7.3.2 简单回转体拉伸件的板料 尺寸计算	157
4.2.5 两同心件落料模.....	101	7.3.3 复杂形状回转体拉伸件 毛坯直径的计算	159
4.2.6 硬质合金冲裁模.....	102	7.4 圆筒形件的拉伸	160
4.2.7 棒料切断模.....	105	7.4.1 拉伸系数	160
4.2.8 非金属冲裁模.....	106	7.4.2 拉伸次数的确定	164
4.2.9 精密冲裁模.....	107	7.4.3 拉伸件工序尺寸的计算	165
习题	111	7.5 带凸缘圆筒形件的拉伸	169
第 5 章 弯曲工艺设计	113	7.5.1 窄凸缘圆筒形件的拉伸	169
5.1 弯曲工艺设计基础	113	7.5.2 宽凸缘圆筒形件的拉伸	169
5.1.1 弯曲变形分析.....	114	7.6 特殊形状的制件拉伸	177
5.1.2 弯曲质量分析.....	116	7.6.1 阶梯形件的拉伸	177
5.2 弯曲工艺计算	125	7.6.2 球形制件的拉伸	179
5.2.1 弯曲件展开长度的确定.....	125	7.6.3 锥形件的拉伸	180
5.2.2 弯曲力计算.....	127	7.7 变薄拉伸	182
5.2.3 弯曲模工作部分尺寸计算.....	129	7.7.1 变薄拉伸的特点	182
5.2.4 弯曲件的工序安排实例.....	132	7.7.2 变薄系数	183
习题	133	7.7.3 变薄拉伸工序计算	184
第 6 章 弯曲模具设计	134	7.8 压边力和拉伸力的确定	187
6.1 简单弯曲模	134	7.8.1 压边装置与压边力的确定	187
6.1.1 V 形件弯曲模.....	134	7.8.2 拉伸力的确定	190
6.1.2 U 形件弯曲模.....	137	7.8.3 压力机的选取	191
6.1.3 通用弯曲模.....	138	7.9 凸、凹模工作部分的设计	192
6.2 复杂弯曲模	139	7.9.1 凸、凹模工作部分的结构 形式	192
6.2.1 C 形弯曲模.....	139	7.9.2 凸、凹模间隙	195
6.2.2 O 形件滑板式一次弯曲模.....	140	7.9.3 凸、凹模工作部分的尺寸与 公差	196
6.2.3 O 形件自动卸料弯曲模.....	142	7.9.4 凸、凹模圆角半径	198
6.3 U 形弯曲件冲压实例.....	143	习题	199
习题	146	第 8 章 拉伸模具设计	202
第 7 章 拉伸工艺设计	147	8.1 单动压力机首次拉伸模	202
7.1 拉伸变形过程的分析	147	8.1.1 无压边圈的拉伸模	202
7.1.1 拉伸的变形过程.....	148	8.1.2 带压边圈的拉伸模	203
7.1.2 拉伸过程中板料的应力 应变状态.....	149	8.2 单动压力机后次拉伸模	206
7.2 拉伸件的质量分析	151	8.3 单动压力机落料拉伸模	209
7.2.1 起皱.....	152		
7.2.2 拉裂.....	153		

8.3.1 凸缘制件的落料拉伸模.....	209	第 10 章 带料连续拉伸模设计.....	258
8.3.2 球形制件落料拉伸模.....	210	10.1 带料连续拉伸设计方法.....	258
8.3.3 矩形制件落料拉伸模.....	211	10.1.1 整体带料连续拉伸.....	258
8.3.4 落料拉伸压形模.....	212	10.1.2 带料切口连续拉伸.....	258
8.3.5 落料拉伸冲孔模.....	212	10.2 带料连续拉伸的计算.....	259
8.4 单动压力机落料、正反拉伸、冲孔 和翻边复合模.....	213	10.2.1 带料连续拉伸的工艺计算... ..	259
8.5 双动压力机拉伸模.....	214	10.2.2 带料连续拉伸的工序计算... ..	262
8.6 拉伸模设计实例.....	215	10.3 带料连续拉伸模设计注意事项及 设计实例.....	263
8.6.1 零件的工艺性分析.....	215	10.3.1 带料连续拉伸模设计 注意事项.....	263
8.6.2 工艺方案确定.....	216	10.3.2 设计实例.....	263
8.6.3 落料与首次拉伸复合工序力 的计算.....	218	第 11 章 冷冲模工作零件的 加工方法.....	273
8.6.4 模具工作部分尺寸的计算.....	219	11.1 去除法.....	273
8.6.5 模具的总体设计.....	220	11.1.1 机械加工.....	273
8.6.6 压力机选择.....	220	11.1.2 电加工.....	278
8.6.7 模具零件设计.....	221	11.2 其他加工方法.....	284
习题.....	221	11.2.1 铸造.....	284
第 9 章 成形工艺.....	222	11.2.2 挤压.....	287
9.1 翻边.....	223	11.2.3 金属喷涂.....	289
9.1.1 内孔翻边.....	223	11.2.4 电镀.....	289
9.1.2 外缘翻边.....	231	11.2.5 电铸.....	290
9.2 胀形.....	234	11.2.6 快速原型.....	291
9.2.1 胀形的变形特点及成形 极限.....	235	11.2.7 化学腐蚀加工.....	292
9.2.2 起伏.....	235	习题.....	292
9.2.3 空心板料毛坯的胀形.....	237	第 12 章 利用 FASTFORM 进行数值 分析应用实例.....	295
9.3 缩口.....	241	12.1 冲压成形分析软件 FASTFORM 功能简介.....	296
9.4 校形.....	245	12.1.1 菜单栏.....	296
9.4.1 校平.....	246	12.1.2 图标栏.....	296
9.4.2 整形.....	248	12.1.3 显示窗口.....	298
9.5 旋压.....	250	12.2 分析实例.....	299
9.5.1 不变薄旋压.....	250	参考文献.....	319
9.5.2 变薄旋压.....	252		
习题.....	256		

第1章 概 述

教学提示：冷冲压通常指的是在室温下，利用冲压模具在压力机作用下对材料施加压力，使其产生分离或变形，从而得到所需要的特定制件的加工方法。冲压涉及冲压工序、冲压模具分类、冲压设备、常用冲压制件材料和常用模具材料。

教学要求：要求学生掌握冲裁、弯曲、拉伸和成形的概念，掌握曲柄压力机的工作原理、使用方法、技术性能和工作参数的选用，了解其他冲压设备的工作原理、常用模具材料及制件材料的选用。其中曲柄压力机的工作原理、使用方法是难点。

1.1 冷冲压加工概述

冷冲压是金属塑性成型的基本方法之一，由于它主要用于加工板料零件，所以也叫板料冲压。冷冲压工艺广泛应用于汽车、电器、仪器仪表、航空、航天以及各种民用轻工等行业，是现代工业生产的重要手段和发展方向。

1.1.1 冷冲压加工工序的分类

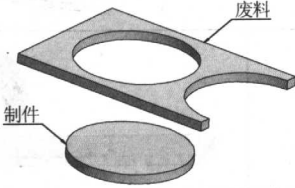
由于冷冲压加工制件的形状、尺寸、精度、批量、原材料等各不相同，冲压方法也就多种多样。但总起来说，可分为分离工序和变形工序两大类。分离工序是将本来为一体的材料相互分开；而变形工序则使材料产生形状和尺寸的变化，成为所需要的制件。

冷冲压可以分成四个基本工序。

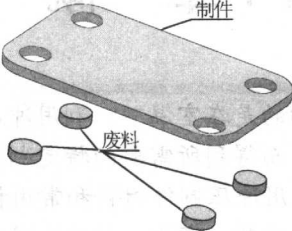
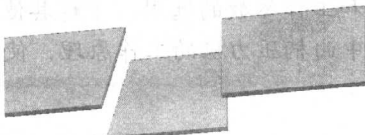
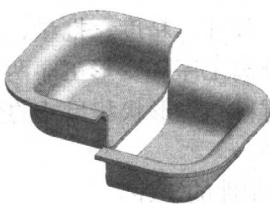
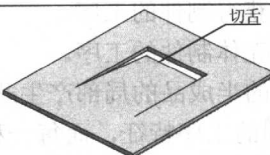
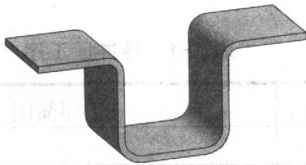
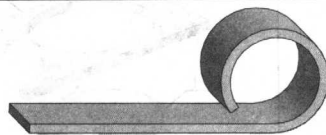
- (1) 冲裁：使板料分离来获得制件的工序。
- (2) 弯曲：使板料由平变弯来获得制件的工序。
- (3) 拉伸：使平板料变成开口壳体制件的工序。
- (4) 成形：使板料或其他形状的半成品的局部产生凸凹变形的工序。

每一种工序分类具有几种不同的工序特征，而每一种工序特征包括几种工序名称，见表1-1。

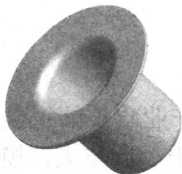
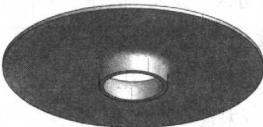
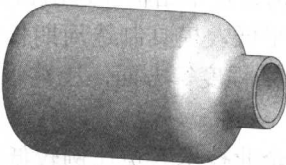
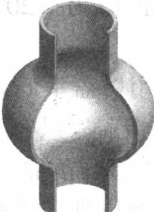
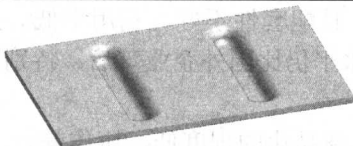
表 1-1 冷冲压工序

工序分类	工序特征	工序名称	工序简图	形成特点
分离工序	冲裁	落料		冲裁后，落下的部分是制件，剩余的部分是废料

(续)

工序分类	工序特征	工序名称	工序简图	形成特点
分离工序	冲裁	冲孔		冲裁后，落下的部分是废料，剩余的部分是制件
		切断		将板料相互分离产生制件
		切边		将制件边缘处形状不规整的部分冲裁下来
		剖切		将对称形状的半成品沿着对称面切开，成为制件
		切舌		切口不封闭，并使切口内板料沿着未切部分弯曲
变形工序	弯曲	压弯		将平板冲压成弯曲形状的制作件
		卷边		将板料一端弯曲成接近圆筒形状

(续)

工序分类	工序特征	工序名称	工序简图	形成特点
变 形 工 序	拉伸	拉伸		将板料冲压成开口空心形状的制作
	成形	翻边		将孔附近的材料变形成为有限高度的筒形
		缩口		使管子形状的端部直径缩小
		胀形		使空心件中间部位的形状胀大
		起伏		使板料局部凹陷或凸起

1.1.2 冷冲压加工的工艺特点

- (1) 冷冲压加工可以获得极高的生产效率。
- (2) 用冷冲压加工方法可以得到形状比较复杂和用其他加工方法不太容易加工的制件，如薄壳制件等。
- (3) 冷冲压制件的尺寸精度与模具的尺寸精度相关。因此，制件尺寸比较稳定、互换性较好。
- (4) 冷冲压制件的材料利用率较高，制件质量轻，刚度/质量比和强度/质量比高，冲压耗能少。因此，制件的成本可以相对较低。
- (5) 冷冲压生产的操作简单，易于实现机械化和自动化。
- (6) 冷冲压加工中所用的模具一般比较复杂、生产周期较长、成本较高。
- (7) 冷冲压工艺最适合于批量较大的生产。近年来发展的简易冲压模具、组合冲压模具、锌基合金冲压模具以及数控冲压技术等为单件、小批量生产采用冲压工艺创造了条件。

(8) 冷冲压模具设计尤其是对于复杂的冷冲压模具来说, 需要很强的想象力和创造力。无论是在理论方面、经验方面还是在创造力方面, 对于模具的设计者和制造者都有很高的要求。

1. 行业现状

在国民经济快速发展的拉动和国家产业政策的正确引导下, 我国模具行业发展很快, 2003 年全国模具总产值已达 450 亿元以上。近年来, 模具行业结构调整和体制改革步伐加快, 主要表现为: 大型、精密、复杂、长寿命等中高档模具及模具标准件发展速度快于一般模具产品; 我国模具年生产总量虽然已位居世界第三位, 但设计制造水平在总体上要比工业发达国家落后, 其差距主要表现在以下几方面。

(1) 模具自配率较低, 其中中低档模具供过于求, 中高档模具自配率不足 60%。

(2) 企业组织结构、产品结构、技术结构和进出口结构都不够合理。

(3) 模具产品和生产工艺水平低, 模具制造周期长。产品水平低主要表现在精度、型腔表面粗糙度、寿命及模具的复杂程度等方面, 工艺水平低主要表现在设计、加工、工艺装备等方面。

(4) 开发能力弱。我国模具企业技术人员比例较低, 每个职工平均每年创造模具产值 1 万美元左右, 而模具工业发达国家大多是 15 万~20 万美元, 有的甚至达到 25 万~30 万美元。

(5) 模具标准化水平和模具标准件使用覆盖率低。国外技术先进国家模具标准件使用覆盖率达 70% 以上, 国内模具标准件使用覆盖率只有 45% 左右。

(6) 与国际先进水平相比, 模具企业的管理落后。

除了上述体制、基础和人才方面的问题以外, 还有以下方面的差距。

(1) 工艺装备水平低, 且配套性不好, 利用率低。虽然国内许多企业采用了先进的加工设备, 但总的来看装备水平仍比国外企业落后, 特别是设备数控化率和 CAD/CAM 应用覆盖率要比国外企业低。

(2) 专业化、标准化、商品化的程度低, 协作差。

(3) 模具材料及模具相关技术落后。模具材料性能、质量和品种往往会影响模具质量、寿命及成本, 国产模具钢与国外进口模具钢相比仍有较大差距。

2. 发展环境分析和需求预测

我国国民经济长期持续高速发展, 机械行业在信息社会和经济全球化进程中也在不断发展, 模具行业发展趋势是模具产品向着更大型、更精密、更复杂及更经济快速方向发展; 向着信息化、数字化、无图化、精细化、自动化方向发展; 向着技术集成化、设备精良化、产品品牌化、管理信息化、经营国际化方向发展。模具技术的发展趋势主要是:

(1) CAD/CAM/CAE 的广泛应用及其软件的不断改进, CAD/CAM/CAE 技术的进一步集成化、一体化、智能化。

(2) PDM(产品数据管理)、CAPP(计算机辅助工艺设计管理)、KBE(基于知识工程)、ERP(企业资源管理)、MIS(模具制造管理信息系统)及 Internet 平台等信息网络技术的不断发展和应用。

(3) 高速、高精加工技术的发展与应用。

- (4) 超精加工、复合加工、先进表面加工和处理技术的发展与应用。
- (5) 快速成形与快速制模(RP/RT)技术的发展与应用。
- (6) 热流道技术、精密测量及高速扫描技术、逆向工程及并行工程的发展与应用。
- (7) 模具标准化及模具标准件的发展及进一步推广应用。
- (8) 优质模具材料的研制及正确选用。
- (9) 模具自动加工系统的研制与应用。
- (10) 虚拟技术和纳米技术等逐步应用。

3. 目标

经过“十一五”规划的努力,到2010年使我国模具水平进入亚洲先进水平的行列,再经过10年的努力,到2020年时基本达到国际水平,我国不但成为模具生产大国,而且进入世界模具生产制造强国之列。2010年时的几项具体目标为

- (1) 模具精度达到0.001mm。
- (2) 模具生产周期比现在缩短30%左右。
- (3) 机床数控化率和CAD/CAM技术应用率比现在提高1倍。
- (4) 骨干企业基本实现信息化管理,通过ISO 9000等质量管理体系认证。
- (5) 高水平模具比例有较大提高,大型、精密、复杂等技术含量高的中高档模具的比例从目前的30%提高到2010年的40%和2020年的50%以上。
- (6) 国产模具国内市场占有率从目前不足80%,2010年要达到85%以上,2020年要达到90%以上。
- (7) 2010年模具出口实现10亿美元,2020年模具出口实现25亿~30亿美元。
- (8) 要扩大模具标准件的品种,提高其精度,提高生产集中度,实现大规模生产。模具标准件使用覆盖率从目前的45%提高到2010年的60%,2020年达到70%以上。
- (9) 模具商品化程度从目前的45%左右达到2010年的55%和2020年时65%左右。

4. 产品开发重点

(1) 汽车覆盖件模(冲压模占模具总量的40%以上)。汽车覆盖件模主要为汽车配套,也包括为农用车、工程机械和农机配套,它的冲压模具有很大的代表性,模具大都是大中型,结构复杂,技术要求高。尤其是为轿车配套的覆盖件模,要求更高,它可以代表冲压模的水平。

(2) 精密冲压模具。多工位级进模和精冲压模具代表了冲压模具的发展方向,精度要求和寿命要求极高,主要为电子信息产业、汽车、仪器仪表、电机电器等配套。

(3) 主要模具标准件。目前国内已有较大产量的模具标准件主要是模架、导向件、支柱推管、弹性元件等,但质量较差,品种规模较少。

5. 技术发展重点

(1) 开发拥有自主知识产权、适合于我国国情,具有较高水平的模具设计、加工及模具企业管理的软件,不断提高软件的智能化、集成化程度,并推广应用。

(2) 推广应用高速、高精加工技术并研制相应设备,高速高精加工包括高速高精切削加工和高速高精电加工及复合加工等。

(3) 快速原型和快速经济型模具制造新技术的进一步开发、提高和应用。

(4) 大力发展和推广信息化、数字化技术,例如逆向工程、并行工程、敏捷制造技术的研发及推广应用。包括大型级进模及高精度和高复杂性的高技术含量的先进模具三维设计和制造技术的研发;冲压工艺设计系统、模具型面设计系统、成形分析系统、模具结构设计系统、模具 CAM 系统和冲压专家咨询系统的车身模具数字化设计制造系统的研发;模具的集成、柔性及自动加工技术和网络虚拟技术等。

(5) 模具制造新工艺、新技术。模具制造的节能、节材技术,模具热处理、表面光整加工和表面处理新技术等。

(6) 高性能模具材料的研制、系列化及其正确选用。

模具是制造业的重要基础装备,它是“无以伦比的效益放大器”。没有高水平的模具,也就没有高水平的工业产品,因此模具技术也成为衡量一个国家产品制造水平的重要标志之一。

1.2 冲压加工设备

在冷冲压生产中,对于不同的冲压工艺,应采用相应的冲压设备,也叫做压力机。压力机的种类很多,按传动方式分类,主要有机械压力机和液压压力机。机械压力机在冷冲压生产中广泛应用。

机械压力机又可分为曲柄压力机和摩擦压力机。而曲柄压力机应用较广。

1.2.1 曲柄压力机的组成及应用

图 1.1 所示为一种曲柄压力机照片,图 1.2 所示为此种曲柄压力机结构简图。

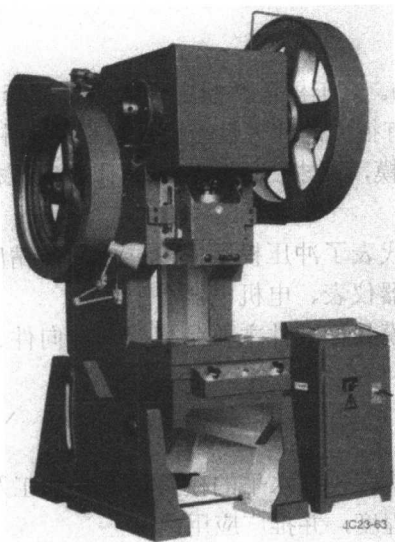


图 1.1 曲柄压力机照片

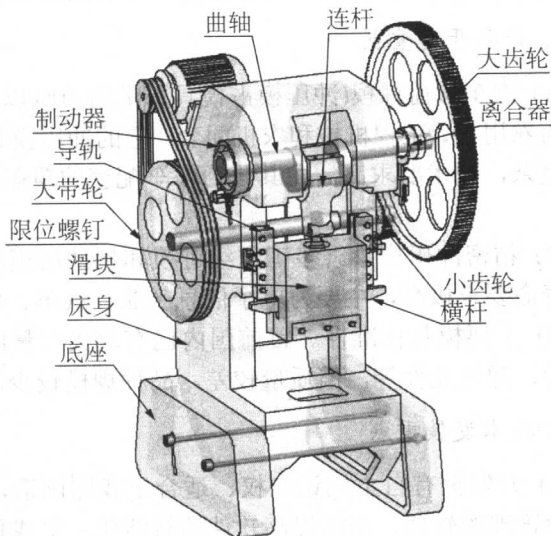


图 1.2 曲柄压力机结构简图

曲柄压力机由下列几部分组成。

(1) 床身 床身是压力机的机架。在床身上直接或间接地安装着压力机上的所有其他零部件,它是这些零部件的安装基础。在工作中,床身承受冲压载荷,并提供和保持所有零部件的相对位置精度。因此,除了应有足够精度外,床身还应有足够的强度和刚度。如图 1.2 所示。

(2) 运动系统 运动系统的作用是将电动机的转动变成滑块连接的模具的往复冲压运动。运动的传递路线为电动机→小带轮→传动带→大带轮→传动轴→小齿轮→大齿轮→离合器→曲轴→连杆→滑块。大齿轮转动惯量较大,滑块惯性也较大,在运动中具有储存和释放能量、并且使压力机工作平稳的作用,如图 1.3 所示。

(3) 离合器 离合器是用来接通或断开大齿轮→曲轴的运动传递的机构,即控制滑块是否产生冲压动作,由操作者操纵,如图 1.4 所示。

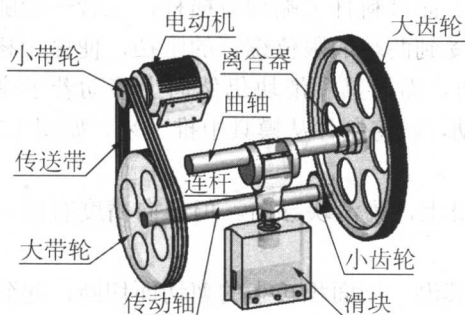


图 1.3 运动系统

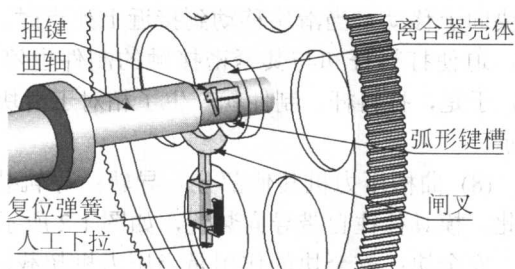


图 1.4 离合器

离合器的工作原理是,大齿轮空套在曲轴上,可以自由转动。离合器壳体和曲轴通过抽键刚性连接。在离合器壳体中,抽键随着离合器壳体同步转动。通过抽键插入到大齿轮中的弧形键槽或从键槽中抽出来,实现传动接通或断开。由操作者将闸叉下拉使抽键在弹簧(图中未示出)作用下插入大齿轮中的弧形键槽,从而接通传动。当操作者松开时,复位弹簧将闸叉送回原位,闸叉的楔形和抽键的楔形相互作用,使抽键从弧形键槽中抽出,从而断开传动。

(4) 制动器 制动器是确保离合器脱开时,滑块比较准确地停止在曲轴转动的上死点位置。

制动器的工作原理是,利用制动轮对旋转中心的偏心,使制动带对制动轮的摩擦力随转动而变化来实现制动。当曲轴转到上死点时,制动轮中心和固定销中心之间的中心距达到最大。此时,制动带的张紧力就最大,从而在此处产生制动作用。转过此位置后,制动带放松,制动器则不制动。制动力的大小可通过调节拉紧弹簧来实现,如图 1.5 所示。

(5) 上模紧固装置 模具的上模部分固定在滑块上,由压块、紧固螺钉压住模柄来进行固定,如图 1.6 所示。

(6) 滑块位置调节装置 为适应不同的模具高度,滑块底面相对于工作台面的距离必须能够调整。由于连杆的一端与曲轴连接,另一端与滑块连接,所以拧动调节螺杆,就相当于改变连杆的长度,即可调整滑块行程下死点到工作台面的距离。