



GH

高等学校工科电子类教材



模具设计与制造

(第二版)

李集仁 翟建军 编著



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校工科电子类教材

模具设计与制造

Mould & Die Design and Manufacturing

(第二版)

李集仁 翟建军 编

西安电子科技大学出版社

2010

内 容 简 介

本书共分三篇：第一篇为冲压模具设计篇，包括冲压模具设计基础、冲裁工艺及冲裁模设计、弯曲工艺及弯曲模设计、拉深工艺及拉深模设计、其它冲压成形工艺及模具设计、冲压工艺规程的编制；第二篇为塑料模具设计篇，包括塑料模具设计基础、热塑性塑料注射成型工艺及模具设计、热固性塑料成型工艺及模具设计、其它塑料成型工艺及模具设计简介；第三篇为模具制造篇，主要介绍了模具特种加工及模具装配调试的有关知识，包括模具的电火花加工和线切割加工、模具的高速切削加工、模具主要零件的加工工艺过程、模具的装配与调试，还简要介绍了模具 CAD/CAM，概略介绍了模具的制造工艺过程、模具现代化生产方式与合理化生产。

本书可满足高等院校工科电子类专业相关课程的教学需要，也可作为高等院校机械类各专业“模具设计与制造”课程教学用书，还可作为高职高专院校模具设计与制造专业的教材，亦可供从事模具设计、制造和使用的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具设计与制造/李集仁，翟建军编著. —2版.

—西安：西安电子科技大学出版社，2010.2

高等学校工科电子类教材

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2382 - 5

I. 模… II. ①李… ②翟… III. ①模具—设计—高等学校—教材
②模具—制造—高等学校—教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 007822 号

责任编辑 马武装

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2010年2月第2版 2010年2月第10次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 25.875

字 数 614千字

印 数 33 001~37 000册

定 价 37.00元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2382 - 5/TG · 0026

XDUP 2674002—10

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜，谨防盗版。

第二版前言

《模具设计与制造》(第1版)是按原机械电子工业部的工科电子类专业教材1991~1995年编写出版规划,由电子机械教材编审委员会无线电专用机械设备编审小组征稿并推荐出版的,从出版至今已十多年,期间多次印刷,被全国几十所高等院校作为工科电子类各专业的专业课教材。

十多年来,一方面随着我国工业的迅猛发展,对模具的要求越来越迫切,精度要求越来越高,结构也越来越复杂,对模具人才的要求也越来越高。另一方面,我国模具工业作为一个独立的、新型的工业,也正处于飞速发展阶段,涌现出许多模具设计与制造的新方法、新技术。这些都促使模具设计与制造课程和所使用的教材必须作相应的调整。

本书是面向21世纪高等学校工科电子类规划教材之一,由东南大学和南京航空航天大学联合编写。在此次修编时,除保留原教材特色之外,根据现代模具生产技术和生产方式对模具人才的要求,结合编者多年的教学经验和科研实践,在原教材基础上,删除了一些过时的内容,充实了有关现代模具设计与制造先进技术的内容。在编写过程中,力求体现“基、准、实、新”的编写思想:“基”是要讲清模具设计与制造的基本原理和基本方法;“准”是所介绍的概念、设计数据等都力求准确;“实”是要实用,强调理论与实际应用紧密结合;“新”是要能反映现代模具技术的内容和特点。

本课程的参考学时数为80学时。全书共分三篇:第一篇为冲压模具设计篇,包括冲压模具设计基础、冲裁工艺及冲裁模设计、弯曲工艺及弯曲模设计、拉深工艺及拉深模设计、其它冲压成形工艺及模具设计、冲压工艺规程的编制;第二篇为塑料模具设计篇,包括塑料模具设计基础、热塑性塑料注射成型工艺及模具设计、热固性塑料成型工艺及模具设计、其它塑料成型工艺及模具设计简介;第三篇为模具制造篇,主要介绍了模具特种加工及模具装配调试的有关知识,包括模具的电火花加工和线切割加工、模具的高速切削加工、模具主要零件的加工工艺过程、模具的装配与调试,还简要介绍了模具CAD/CAM,概略介绍了模具的制造工艺过程、模具现代化生产方式与合理化生产。每章之后有复习思考题。为了便于读者了解国外模具设计与制造的发展动态和参与国际交流,特在附录加入部分主要的汉英专业词汇。

本教材概论和第一篇由南京航空航天大学翟建军编写,第二篇由东南大学李集仁编写,第三篇主要由李集仁编写,其中第16章由翟建军编写。全书由李集仁统编,由东南大学党根茂教授和南京航空航天大学博士生导师陈毓勋教授共同担任主审。

本教材可满足高等院校工科电子类各专业相关课程的教学需要,也可作为高等院校机械类各专业“模具设计与制造”课程教学用书,还可作为高职高专院校模具设计与制造专业的教材,亦可供从事模具设计、制造和使用的工程技术人员参考。

由于编者水平有限,书中难免存在不当和错误之处,殷切期望广大读者批评指正。

编 者

2009年10月

第一版前言

本教材系按机械电子工业部的工科电子类专业教材 1991~1995 年编写出版规划,由电子机械教材编审委员会无线电专用机械设备编审小组征稿并推荐出版。责任编委为周千恂。

本教材主要由东南大学党根茂、骆志斌、李集仁编写,南京航空航天大学教授、博士生导师陈毓勋担任主审。

本课程的参考学时数为 80 学时,其主要内容包括:冲压模具设计基础,冲裁及冲裁模设计,弯曲工艺及弯曲模,拉深工艺及拉深模,硬质合金模,多工位级进模,冲压工艺规程的编制;塑料模具设计基础,热塑性塑料注射模的设计,压塑模、压铸模、集成电路塑封模、热固性塑料注射模设计,气压成型模的设计;模具零件的成形铣削、成形磨削、电加工,模具零件的计算机辅助设计及辅助制造(CAD/CAM),模具主要零件的加工工艺过程和模具的装配与调试等。

本书力求将模具设计与制造的有关基本原理、基本知识与实际应用紧密结合,尽可能列举生产实例加以说明。教学过程中应创造条件让学生接触实际,以达到可教性与可读性均好的最佳效果。每章之后有复习思考题,便于读者自学。三篇学时分配分别为 32、32、16。

本教材第一篇主要由李集仁编写,其中 5-5 节由电子部 702 厂高大樟、杨良文编写;第二篇主要由党根茂编写,其中 9-2 节二由电子部 4524 厂黄明玖、邱荣才编写;第三篇主要由骆志斌编写,其中第十四章由李集仁编写。全书由党根茂统编。参加审阅的还有韩克筠、栾新华、王尔健、杨步铎同志,他们对本书提出许多宝贵意见,特致诚挚的感谢。由于编者水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编 者
1994.12

目 录

概论	1	3 模具标准化及标准件	5
1 模具及其功能与作用	1	4 模具制造与生产现代化	7
2 模具分类及用途	2		

第一篇 冲压模具设计

第 1 章 冲压模具设计基础	9	2.4.1 冲裁力的计算	30
1.1 冲压加工特点及基本工序	9	2.4.2 卸料力、推件力和顶件力的 计算	31
1.1.1 冲压加工的特点	9	2.4.3 降低冲裁力的方法	32
1.1.2 冲压加工基本工序	9	2.5 排样与搭边	32
1.2 板料塑性变形及其基本规律	12	2.5.1 排样	32
1.2.1 应力—应变曲线	13	2.5.2 搭边	34
1.2.2 塑性变形体积不变定律	13	2.5.3 条料宽度的确定	35
1.2.3 塑性变形最小阻力定律	14	2.6 冲裁件的工艺性	35
1.2.4 应力状态对金属塑性的影响	14	2.6.1 冲裁件的精度等级	35
1.2.5 屈服条件	14	2.6.2 冲裁件的结构工艺性	35
1.3 冲压所用材料	14	2.7 整修和精密冲裁	36
1.3.1 对冲压所用材料的要求	14	2.7.1 整修	36
1.3.2 材料的种类和规格	15	2.7.2 精密冲裁	37
1.4 冲压常用设备	15	2.8 冲裁模基本类型及典型结构	40
1.4.1 偏心冲床	16	2.8.1 冲裁模的分类	40
1.4.2 曲轴冲床	17	2.8.2 典型冲裁模结构	41
1.4.3 曲柄压力机的主要技术参数	18	2.9 冲模的部件及零件	46
1.4.4 曲柄压力机的选用原则	19	2.9.1 工作零件	47
复习思考题	19	2.9.2 定位零件	51
第 2 章 冲裁工艺及冲裁模设计	20	2.9.3 卸料装置与出件装置	54
2.1 冲裁变形机理	20	2.9.4 模架	57
2.1.1 冲裁变形过程	20	2.9.5 联接与固定零件	58
2.1.2 冲裁件的断面特征	21	2.10 冲裁模设计要点	59
2.2 冲裁间隙	22	2.10.1 模具总体结构型式的确定	59
2.2.1 间隙对冲裁件质量的影响	22	2.10.2 冲模的压力中心	60
2.2.2 间隙对冲裁力的影响	22	2.10.3 模具闭合高度	62
2.2.3 间隙对模具寿命的影响	23	复习思考题	63
2.2.4 间隙值的确定	23	第 3 章 弯曲工艺及弯曲模设计	64
2.3 凹、凸模刃口尺寸的计算	26	3.1 弯曲基本原理	64
2.3.1 尺寸计算原则	26	3.1.1 板料的弯曲过程	64
2.3.2 尺寸计算方法	27	3.1.2 弯曲变形特点	64
2.4 冲裁力	30		

3.1.3 变形区的应力应变状态	65	4.3.3 拉深模的间隙	96
3.2 最小弯曲半径	66	4.3.4 凹模和凸模的尺寸及其公差	97
3.2.1 影响最小弯曲半径的因素	66	4.4 拉深件的起皱及其防止措施	98
3.2.2 最小弯曲半径值	67	4.4.1 压边装置的形式	98
3.3 弯曲件的回弹	67	4.4.2 压边力和拉深力	99
3.3.1 影响回弹的因素	68	4.5 拉深模典型结构	100
3.3.2 回弹值的确定	69	4.5.1 首次拉深模	100
3.3.3 减小回弹的措施	69	4.5.2 以后各次拉深模	102
3.4 弯曲件展开长度的确定	71	4.5.3 落料—拉深模	102
3.5 弯曲力的计算	72	4.6 带凸缘圆筒形件的拉深	103
3.5.1 自由弯曲力	72	4.6.1 小凸缘件的拉深	103
3.5.2 校正弯曲力	72	4.6.2 宽凸缘件的拉深	103
3.5.3 顶件力或压料力	73	4.7 盒形件的拉深	107
3.5.4 弯曲时压力机压力的确定	73	4.7.1 盒形件拉深的变形特点	107
3.6 弯曲件的结构工艺性	73	4.7.2 毛料尺寸的确定	107
3.7 弯曲模工作部分设计	75	4.7.3 盒形件初次拉深的极限变形 程度	109
3.7.1 凸、凹模的圆角半径及凹模 的深度	75	4.7.4 盒形件的多次拉深	109
3.7.2 凸、凹模间隙	76	4.7.5 凸、凹模尺寸设计	110
3.7.3 凸、凹模工作部分的尺寸 与公差	77	4.8 其它拉深方法	111
3.8 弯曲模典型结构	78	4.8.1 软模成形	111
3.8.1 V形件弯曲模	78	4.8.2 差温拉深	114
3.8.2 U形件弯曲模	79	4.8.3 施加径向压力的拉深	114
3.8.3 帽罩形件弯曲模	80	4.8.4 爆炸成形	115
3.8.4 Z形件弯曲模	81	4.8.5 水电成形	116
3.8.5 冲孔、落料和弯曲的二工位级 进模	81	4.8.6 电磁成形	116
复习思考题	82	4.8.7 带料连续拉深	117
第4章 拉深工艺及拉深模设计	83	4.8.8 变薄拉深	118
4.1 拉深的基本原理	83	复习思考题	121
4.1.1 首次拉深变形	83	第5章 其它冲压工艺及模具设计	123
4.1.2 拉深过程中的应力与应变	84	5.1 缩口与胀形	123
4.1.3 拉深时的起皱、厚度变化及 硬化	85	5.1.1 缩口	123
4.1.4 以后各次拉深	86	5.1.2 胀形	125
4.1.5 拉深件的工艺性	87	5.2 翻边与局部成形	127
4.2 圆筒形零件拉深的工艺计算	88	5.2.1 翻边	127
4.2.1 毛料尺寸的计算	88	5.2.2 局部成形	131
4.2.2 拉深系数和拉深次数	89	5.3 校平与整形	132
4.3 拉深模工作部分设计	93	5.4 旋压与强力旋压	134
4.3.1 凹模和凸模的圆角半径	93	5.4.1 旋压	134
4.3.2 凸、凹模结构	95	5.4.2 强力旋压	135
		5.5 冷挤压	136
		5.5.1 冷挤压类型	136
		5.5.2 冷挤压的优越性	137

5.5.3 冷挤压的变形程度	138	6.1.1 分析零件图	158
5.5.4 冷挤压的主要技术问题	139	6.1.2 拟订冲压件的总体工艺过程	159
5.5.5 温热挤压	139	6.1.3 确定毛料形状、尺寸和下料 方式	159
5.6 硬质合金冲模	142	6.1.4 拟订冲压工艺方案	159
5.7 多工位级进模	144	6.1.5 确定模具类型与结构型式	160
5.7.1 概述	144	6.1.6 选择冲压设备	160
5.7.2 多工位级进模的设计要点	144	6.2 制订冲压工艺方案实例	161
5.7.3 多工位级进模设计实例	146	6.2.1 工艺分析	161
5.8 特种冲压模具的特点与使用范围	153	6.2.2 工艺计算	161
复习思考题	157	6.2.3 工艺方案	162
第6章 冲压工艺规程的编制	158	复习思考题	164
6.1 编制冲压工艺规程的内容和步骤	158		

第二篇 塑料模具设计

第7章 塑料模具设计基础	165	8.3.1 最大注射量	200
7.1 塑料概述	165	8.3.2 锁模力	201
7.1.1 塑料的组成和特性	165	8.3.3 注射压力	202
7.1.2 塑料的分类与应用	169	8.3.4 注射速率	202
7.2 塑料成型的工艺性能	169	8.3.5 模具在注射机上的安装尺寸	202
7.2.1 聚合物的热力学性能与加工 工艺	169	8.3.6 开模行程和顶出机构	202
7.2.2 塑料成型工艺性	171	8.4 塑件在模具中的位置	205
7.3 塑件设计	175	8.4.1 分型面设计	205
7.3.1 塑件的选材	175	8.4.2 型腔布置	207
7.3.2 塑件结构设计	176	8.5 成型零部件设计	209
7.3.3 螺纹与齿轮的设计	182	8.5.1 成型零件的结构设计	209
7.3.4 金属嵌件、饰纹、文字、符号 及标记的设计	185	8.5.2 成型零件工作尺寸的计算	213
7.3.5 塑件的尺寸精度和表面粗糙度	186	8.5.3 型腔壁厚的计算	218
7.4 塑料成型方法及塑料模的种类	189	8.6 浇注系统设计	222
复习思考题	190	8.6.1 概述	222
第8章 热塑性塑料注射成型工艺及 模具设计	191	8.6.2 普通浇注系统设计	223
8.1 注射成型原理及工艺	191	8.6.3 排溢系统设计	234
8.1.1 注射成型原理及分类	191	8.6.4 无流道凝料浇注系统的设计	237
8.1.2 注射机	192	8.7 脱模机构设计	241
8.1.3 热塑性塑料注射成型工艺	193	8.7.1 脱模机构的分类和设计原则	241
8.2 注射模分类及典型结构	196	8.7.2 脱模力计算	241
8.2.1 注射模的结构组成	196	8.7.3 简单脱模机构	242
8.2.2 注射模的分类	197	8.7.4 二次脱模机构	247
8.3 注射机基本参数与注射模的关系	200	8.7.5 带螺纹塑件脱模机构	249
		8.7.6 点浇口浇注系统凝料的自动 脱落机构	250
		8.8 合模导向机构设计	252
		8.8.1 合模导向机构的作用	252

8.8.2 导向机构的设计	252	9.2 压铸模与集成电路塑封模设计	296
8.9 侧向分型与抽芯机构设计	253	9.2.1 压铸成型原理及工艺	296
8.9.1 侧向分型与抽芯机构的分类	253	9.2.2 压铸模设计	298
8.9.2 机动侧向分型与抽芯机构的 设计	255	9.2.3 集成电路塑料封装模设计	303
8.10 模具温度调节系统设计	265	9.3 热固性塑料注射模设计	309
8.10.1 概述	265	9.3.1 概述	309
8.10.2 冷却装置的设计要点	266	9.3.2 热固性塑料注射模简介	311
8.10.3 冷却装置的典型结构	266	复习思考题	312
8.10.4 冷却计算	268	第10章 其它塑料成型工艺及模具 设计简介	315
8.10.5 塑料模具的加热	271	10.1 挤出成型工艺及模具设计	315
8.11 注射模的标准化	274	10.1.1 挤出成型原理及工艺	315
8.12 注射模设计程序	276	10.1.2 挤出成型模具设计	318
复习思考题	277	10.2 中空吹塑成型工艺及模具设计	331
第9章 热固性塑料成型工艺及模具 设计	278	10.2.1 中空吹塑成型原理及工艺	331
9.1 压塑模设计	278	10.2.2 中空吹塑成型模具设计要点	334
9.1.1 压塑成型原理及工艺	278	10.3 热成型工艺及模具设计	336
9.1.2 压塑模的结构与压塑模分类	283	10.3.1 热成型原理及工艺	336
9.1.3 压塑模的结构设计	290	10.3.2 热成型模具设计要点	338
		复习思考题	340

第三篇 模具制造

第11章 概述	341	12.1.4 电火花加工工艺	350
11.1 模具加工方法类型	341	12.1.5 电极	353
11.2 模具制造技术要求	341	12.2 电火花线切割加工	357
11.2.1 模具的精度、质量与性能	342	12.2.1 电火花线切割加工的原理、 特点及应用	357
11.2.2 模具制造周期和成本控制	344	12.2.2 电火花线切割机床	358
11.3 模具的制造工艺过程	344	12.2.3 电火花线切割加工工艺规律	359
11.3.1 模具的生产过程	344	12.2.4 数控电火花线切割编程	360
11.3.2 模具制造工艺过程	346	12.2.5 慢走丝线切割在模具制造中的 应用	364
11.4 模具现代化生产方式与合理化 生产	346	复习思考题	365
11.4.1 模具现代化生产方式	346	第13章 模具的高速切削加工	366
11.4.2 模具合理化生产	346	13.1 高速切削加工的特点	366
复习思考题	347	13.2 高速加工机床	367
第12章 模具的电火花加工和线 切割加工	348	13.2.1 高速加工中心	367
12.1 电火花加工	348	13.2.2 其它高速加工机床	368
12.1.1 电火花加工原理、特点及应用	348	13.3 高速切削加工技术在模具制造中的 应用	369
12.1.2 电火花加工机床	349	13.3.1 高速切削加工模具的特点	369
12.1.3 电火花加工的工艺因素	350		

13.3.2 高速切削加工模具实例	370	15.2.2 塑料模的装配顺序	383
复习思考题	372	15.2.3 主要零件的组装工艺	383
第 14 章 模具主要零件的加工工艺		15.2.4 模具总装中的配修	385
过程	373	15.2.5 试模与调整	385
14.1 冲裁模凸模、凹模的加工	373	复习思考题	387
14.1.1 凹模的制造工艺过程	373	第 16 章 模具 CAD/CAM 简介	388
14.1.2 凸模的加工工艺过程	374	16.1 概述	388
14.2 模架的加工	375	16.2 模具 CAD/CAM 实施条件	389
14.2.1 模座的加工	375	16.3 实施模具 CAD/CAM 后的技术	
14.2.2 导柱、导套的加工	375	经济效益	390
14.3 注射模成形零件的加工	376	16.4 开发冲压模具 CAD/CAM 系统的	
复习思考题	377	基本步骤	391
第 15 章 模具的装配与调试	378	复习思考题	392
15.1 冷冲模的装配与调试	378	附录	393
15.1.1 冷冲模装配的主要技术要求	378	附录 1 冷冲模零件常用材料及热处理	393
15.1.2 冷冲模装配顺序	378	附录 2 塑料模零件常用材料及热处理	394
15.1.3 冲模试冲的缺陷和调整	381	附录 3 部分主要专业术语汉英词汇	395
15.2 塑料模的装配与调试	382	主要参考文献	404
15.2.1 装配基准的确定	382		

概 论

1 模具及其功能与作用

1.1 模具

模具是工业产品生产用的工艺装备,主要应用于制造业。它是和冲压、锻造、铸造成形机械,以及塑料、橡胶、陶瓷等非金属材料制品成形加工用的成形机械相配套,作为成形工具来使用的。

模具属于精密机械产品,主要由机械零件和机构组成,包括成形工作零件(凸模与凹模)、导向零件(导柱与导套)、支承零件(模架)及定位零件等,以及送料机构、抽芯机构、推(顶)料(件)机构、检测与安全机构等。

为提高模具的质量、性能、精度和生产效率,缩短模具制造周期,模具多采用标准零、部件,所以模具属于标准化程度较高的产品。一副中小型冲模或塑料注射模中,其标准零、部件可达 90%,其工时节约率可达 25%~45%。

1.2 模具的功能和作用

现代产品生产中,由于模具的加工效率高,互换性好,节约原材料,所以得到了很广泛的应用。

现代工业产品的零件,广泛采用冲压、锻造成形、压铸成形、挤压成形、塑料注射或其它成形加工方法,和成形模具相配套,经单工序或多道成形工序,使材料或坯料成形加工成符合产品要求的零件,或成为精加工前的半成品件。如汽车覆盖件,须采用多副模具,进行冲孔、拉深、翻边、弯曲、切边、修边、整形等多道工序,成形加工为合格零件;电视机外壳、洗衣机内桶是采用塑料注射模,经一次注射成型为合格零件;发动机的曲轴,连杆是采用锻造成形模具,经滚锻和模锻成形加工为精密机械加工前的半成品坯件。

高精度、高效率、长寿命的冲模,塑料注射成型模具,可成形加工几十万件,甚至几千万件产品零件,如一副硬质合金模具,可冲压硅钢片零件(E型片、电机定转子片)上亿件,这类模具称为大批量生产用模具。

适用于多品种、少批量,或产品试制的模具有组合冲模、快换冲模、叠层冲模或低熔点合金成形模具等。在现代加工业中,具有重要的经济价值,这类模具称为通用、经济模具。

电子计算机、现代通信器材与设备、电器、仪器与仪表等工业产品的元器件或零、部件越来越趋于微型化、精密化,其零件结构设计中的槽、缝、孔尺寸要求在 0.3 mm 以下,所以批量生产用模具要求很高。如高压开关中的多触点零件,宽度仅为 10 mm,却需冲孔,

冲槽、弯曲、三层叠压等多个工序,模具需设计为70工位的精密级进冲模。又如手机中零件尺寸极其微小,对模具的要求更高。这类微型冲件和塑件用的模具,已成为高技术模具或专利型模具。

大型模具,重量在10吨以上的已很常见,有些模具重量达到30吨。如大型汽车覆盖件冲模、大型曲轴锻模、大尺寸电视机外壳用塑料注射模等重量都在10吨以上。

随着现代化工业和科学技术的发展,模具的应用越来越广泛,其适应性也越来越强。模具的制造水平已成为工业国家制造工艺水平的标志。

另外,模具是进行成形加工及少、无切屑加工的主要工装,在大批、大量加工中,可使材料利用率达90%或以上。

2 模具分类及用途

模具的用途广泛,种类繁多,科学地进行模具分类,对有计划地发展模具工业,系统地研究、开发模具生产技术,促进模具设计、制造技术的现代化,以及对研究、制订模具技术标准,提高模具标准化水平和专业化协作生产水平,都具有十分重要的意义。

2.1 模具分类

总体上说,模具可分为三大类:

- 金属板材成形模具,如冲模等;
- 金属体积成形模具,如锻(锻、挤压)模,压铸模等;
- 非金属材料制品用成型模具,如塑料注射模和压缩模,橡胶制品、玻璃制品、陶瓷制品用成型模具等。

模具的具体分类方法很多,常用的有:按模具结构形式可分为冲模中的单工序模、复合模、级进模等,塑料成型模具中的压缩模、注射模、挤出模等;按模具使用对象可分为电工模具,汽车模具,电视机模具等;按模具材料可分为硬质合金模具和钢模等;按加工工艺性质可分为冲孔模,落料模,拉深模,弯曲模,塑料成型模具中的吸塑模、吹塑模等。这些分类方法具有直观、方便等优点,但不尽合理,易将模具类别与品种混用,使种类繁多无序。因此,采用综合归纳法,将模具分为十大类,各大类模具又可根据其使用对象、材料、功能和模具制造方法,以及工艺性质等,再分成若干小类和品种较为合理,详见表1。

2.2 模具的应用

由表1可见,每一类、每一种模具都有其特定的用途和使用方法及与其相配套的成形加工机床和设备。

模具的功能和应用与模具类别、品种有着密切的关系。因为模具和产品零件的形状、尺寸大小、精度、材料、材料形式、表面状态、质量和生产批量等,都需相符合,要满足零件要求的技术条件,即每一个产品零件相对应的生产用模具,只能是一副或一套特定的模具。

为适应模具不同的功能和用途,需要进行创造性设计,造成模具结构形式多变,从而产生了不同的模具类别和繁多的品种,并具有单件生产的特征。

表 1 模具种类和用途

模具类别		模具小类和品种	使用对象和成形工艺性质
金属板材成形模具	冲模	冲裁模(少、无废料冲模, 整修模, 光洁冲模, 深孔冲模, 精冲模等); 单工序模(冲孔模, 落料模, 弯曲模, 拉深模, 成形模等); 复合冲模; 级进冲模(含传递模); 汽车覆盖件冲模; 硅钢片冲模; 硬质合金冲模; 微型冲件精密冲模	使用金属(黑色和有色金属)板材, 通过冲裁模和精冲模, 或根据零件不同的生产批量、冲件精度, 采用单工序模、复合冲模或级进模等相应的工艺方法, 成形加工为合格的冲件
	塑料成型模具	塑料注射模(立式、卧式、角式注射机用模具, 无浇道模具, 电视机壳、录音机壳、洗衣机桶、汽车保险杠、录像(音)机盒注射模等); 压缩模(含压胶模); 挤塑模(含传递模); 挤出模(异型材、管件、薄膜挤出模); 发泡模(含低发泡模); 吹(吸)塑模具; 塑封模; 滚塑模等	使用热固性和热塑性的塑料, 通过注射、压缩、挤塑、挤出、发泡、吹塑和吸塑等成形加工为合格塑件 塑件也具有板材和体积成形两种成形工艺
非金属材料制品成型模具	玻璃制品成型模具	注压成形模; 吹-吹法成形瓶罐; 压-吹法成形瓶罐; 玻璃器皿模具等	用于玻璃瓶、罐、盒、桶, 以及工业产品零件的成形加工
	橡胶制品成型模具	压胶模; 挤胶模; 注射模; 橡胶轮胎模(整体和活络模); “O”形密封圈橡胶模等	汽车轮胎、“O”形密封圈及其它杂件, 与硫化机配套, 成形加工为合格的橡胶零件
	陶瓷模具	压缩模; 注射模等	建筑用的陶瓷构件、陶瓷器皿及工业生产用陶瓷零件的成形加工
	压铸模	热压室压铸机用压铸模; 冷压室压铸机用压铸模; 铝合金压铸模; 铜合金压铸模; 锌合金压铸模; 黑色金属压铸模等	金属零件产品如汽车、汽油机缸体, 变速箱体等有色金属零件(锌、铝、铜), 通过注入模具型腔的液态金属, 加压成形
金属体积成型模具	锻造成型模	压力机用锻模; 摩擦压力机用锻模; 平锻机用锻模; 辊锻机用锻模; 高速锤机用锻模; 开(闭)式锻模 校正模; 压印模; 切边模; 冲孔模; 精锻模; 多向锻模; 胎模; 闭塞锻模 冷锻模; 挤压模; 拉丝模等	采用有色、黑色金属的块料或棒材、丝材, 经锻、镦、挤、拉等工艺成形加工成合格零件、毛坯和丝材
	粉末冶金成型模具	成形压模: 实体单向、双向手动压模, 手动实体浮动压模; 机动大截面实体浮动压模, 机动极掌单向压模, 套类单向、双向、浮动压模 整形模: 手动和机动模, 径向模, 带外台阶套类全整形模, 带球面件模 无台阶实体件自动整形模, 轴套拉杆式半自动整形模, 轴套通过式自动整形模, 轴套全整形自动模, 带外台阶与外球面轴套自动全整形模等	主要用于铜基、铁基粉末制品的压制成形。包括机械零件, 电器元件(如触头等), 磁性零件, 工具材料, 易热零件, 核燃料制件的粉末压制成形
	铸造金属型模	易熔型芯用金属型模; 低压铸造用金属型模; 金属浇注用金属型模等	液态金属或石蜡等易熔材料, 经注入模具型腔成形为金属零件毛坯、铸造用型芯、工艺品等
	通用模具与经济模具	组合冲模; 薄板冲模; 叠层模具; 快换冲模; 环氧树脂模; 低熔点合金模等	适用于产品试制, 多品种、少批量生产

模具具有以下特点：

(1) 模具的适应性强。针对产品零件的生产规模和生产形式，可采用不同结构和档次的模具与之相适应。如为适应产品零件的大批量生产，可采用高效率、高精度和高寿命、自动化程度高的模具；为适应产品试制或多品种、小批量的产品零件生产，可采用通用模具，如组合冲模、快换模具(可用于柔性生产线)，以及各种经济模具。

根据不同产品零件的结构、性质、精度和批量，以及零件材料和材料性质、供货形式，可采用不同类别和种类的模具与之相适应。如锻件则需采用锻模，冲件则需采用冲模，塑件则需采用塑料成形模具，薄壳塑件则需采用吸塑或吹塑模具等。

(2) 制件的互换性好。即在模具一定使用寿命范围内，合格制件(冲件、塑件、锻件等)的相似性好，可完全互换。

常用模具寿命参见表 2。

表 2 常用模具寿命

模具种类和名称		模具寿命(万件)	说 明
冲 模	一般钢冲模	100 ~ 300	平均寿命
	电机定转子硬质合金冲模	4000 ~ 8000	
	E 形片硬质合金冲模	6000 ~ 10000	
塑料注射模	钢塑料注射模	40 ~ 60	中碳钢制 模具采用优质模具钢
	合金钢塑料注射模	100 以上	
压铸模	中小型铝合金件用压铸模	10 ~ 20	
	中大型铝合金件用压铸模	5 ~ 7	
锻 模	齿轮精锻模	1 ~ 1.5	
	一般锤锻模	1 ~ 2	

(3) 生产效率高、低耗。采用模具成形加工，产品零件的生产效率高。高速冲压可达 1800 次/min，由于模具寿命和产品产量等因素限制，常用冲模也可达 200 ~ 600 次/min。塑件注射循环时间可缩短在 1 ~ 2 min 内成形，若采用热流道模具，进行连续注射成形，生产效率则更高，可满足塑件大批量生产的要求。采用高效滚锻工艺和滚锻模，可进行连杆锻件连续滚锻成形。采用塑料异型材挤出模，可进行建筑用门窗异型材挤出成形，其挤出成形速度可达 4 m/min。可见，采用模具进行成形加工与机械加工相比，不仅生产效率高，而且生产消耗低，可大幅度节约原材料和人力资源，是进行产品生产的一种优质、高效、低耗的生产技术。

(4) 社会效益高。模具是高技术含量的产品，其价值和价格主要取决于模具材料、加工、外购件的劳动与消耗三项直接发生的费用和模具设计与试模(验)等技术费用。后者是模具价值和市场价格的主要组成部分，其中一部分技术价值计入了市场价格，而更大一部分价值则是模具用户和产品用户受惠变为社会效益。如电视机用模具，其模具费用仅为电视机产品价格的 1/3000 ~ 1/5000。尽管模具的一次投资较大，但在大批量生产的每台电视机的成本中仅占极小部分，甚至可以忽略不计，而实际上，很高的模具价值为社会所拥有，变成了社会财富。

模具是现代工业生产中广泛应用的优质、高效、低耗、适应性很强的专用成形工具、专用成形工具产品。模具是技术含量高、使用广泛的新技术产品,是价值很高的社会财富。

3 模具标准化及标准件

3.1 模具标准化

模具标准化是模具工业建设的基础,也是现代模具生产技术的基础。

1. 标准化在模具工业建设中的意义

(1) 提高模具使用性能和质量。实现模具零、部件标准化,可使 90% 左右的模具零、部件实现大规模、高水平、高质量的生产。这为提高模具质量和使用性能及其可靠性提供了保证。

(2) 大幅度节约工时和原材料,缩短生产周期。实现模具零、部件标准化后,塑料注射模的生产工时可节约 25% ~ 45%,即相对单件生产来讲,可缩短 $2/5 \sim 1/3$ 的生产周期。

目前,在工业先进国家,中小型冲模、塑料注射模、压铸模等模具标准件使用覆盖率已达 80% ~ 90%,大型模具配件标准化程度也很高。除特殊模具外,其零、部件基本上都实现了准标准化。

由于模具标准件需求量大,故实现模具零、部件的标准化、规模化、专业化生产,可大量节约原材料,大幅度提高原材料的利用率,使原材料利用率达到 85% ~ 95%。

(3) 它是采用现代化生产技术的基础。实行模具 CAD/CAM,可实现无图生产、计算机管理和控制,是进行模具优化设计和制造的技术基础。

(4) 可有效地降低模具生产成本,简化生产管理和减少企业库存,是提高企业经济、技术效益的有力措施和保证。

2. 模具标准化工作制度及标准制(修)订的依据

标准是一种社会规范。因此,模具技术标准是模具企业都须遵守的行业或专业规范,也是社会规范的一种。

模具技术标准根据有关法令规定,具有法令性,企业和行业都应当执行。但模具技术标准多为推荐性标准,为非强制执行的行业规范,即企业可参照执行,参照执行的方法为以国家发布的标准为基础来制订企业标准,而企业标准的质量指标须高于或等于国标,其产品结构须比国标规定的结构优越、先进,以体现企业的创造性。

模具技术标准既规定有技术规范内容,又含有人在生产过程中的行为规范。这是保证产品质量和数量的关键内容。

模具技术标准具有强烈的商业性质,即具有在同行业中优胜劣汰的商业竞争性质。

为此,国家标准和行业标准必须具有科学性、先进性和实践性。即其参数、指标、结构必须科学、合理、准确,同时,对生产实践和市场需求应是完全相适应的。

(1) 模具技术标准制(修)订的依据。

① 执行国家基础标准及与模具相关的标准。包括制图标准,形状与位置公差及配合标准,标准尺寸,材料标准,制件(冲件、塑件等)产品标准等。

② 等同或等效、参照采纳国际标准。全国模具标准化技术委员会与国际标准化组织对

口的组织为 ISO TC29/SC8, 即 ISO 的第 29 技术委员会(小工具技术委员会)的第 8 分委员会, 并是 TC29 委员会的‘P’成员国。

为与国际贸易接轨, 引进国外先进产品和工艺技术, 国家质检局标准化司规定, 等同或等效、参照采纳国际标准和先进企业标准, 为制(修)订我国技术标准的一项重要的政策。模具标准的制(修)订, 则主要采纳 ISO TC29/SC8 已制订的模具标准。如我国的塑料注射模和冲模标准则采纳了 ISO TC29/SC8 制订的零件标准。

③ 科学实验和实用的科技成果。

④ 生产实践与企业标准。

(2) 模具技术标准分类及标准体系表。

① 模具技术标准分类。模具技术标准共分四类: 模具产品标准(含标准零、部件标准等); 模具工艺质量标准(含技术条件标准等); 模具基础标准(含名词术语标准等); 相关标准。

② 标准体系表。模具标准项目体系表是计划与规划性的文件。它是由全国模具标准化技术委员会制订、审查, 由标准化管理部门审查批准, 并编入国家标准体系表, 作为其一部分, 是它的一个支体系。

模具体系表的主要内容是计划或规划制订的标准项目及项目系列, 它是制订模具标准项目年度计划的依据。未列入标准体系表的项目, 除经特殊批准外, 一般不能列入年度计划。因此, 模具标准体系表也须具有科学性、实践性和严格的计划性。

模具体系表分四层: 第一层: 模具; 第二层: 模具类别(十大类)和模具名称; 第三层: 每类模具须制订的标准类别, 包括基础标准、产品标准、工艺与质量标准、相关标准共四类标准的名称; 第四层: 在每类模具及其标准类别下, 列出具体须制订的模具标准项目系列及其名称。

(3) 模具标准的制(修)订程序。根据模具标准体系表, 在“全国模具标准化技术委员会”(下简称标委会)年会上, 提出下一年度的制(修)订标准项目的年度计划。并由标委会秘书处, 会同标准年度项目负责单位提出“计划任务书”, 报标准主管部门审批, 并下达制(修)订标准项目的执行计划。其后的程序为:

① 建立标准项目制(修)订工作组。经调查研究、试验, 提出完整的标准草案——称“征求意见稿”。再根据企业、学者与专家意见, 经修改形成“报审稿”, 附标准意见处理表, 及其编制说明书等文件, 报标准委员会进行审查。

② 标委会审查通过后, 经进一步修改, 则形成“报批稿”。报国家标准主管部门批准、发布。

标委会是在部和国家技术监督局直接领导下的专家组织, 设有秘书处, 处理日常工作。其任务为制订模具标准体系表, 提出项目年度计划, 组织标准项目的制(修)订工作, 组织年会审查模具标准“报审稿”等。

3. 模具技术标准

自 1983 年 9 月全国模具标准化技术委员会成立以来, 其组织制订的国家标准和行业标准有 94 项, 300 余标准号。一些使用量大、面广的模具基本上都制订了标准。包括:

(1) 模具基础标准。包括冲模、塑料注射模、压铸模、锻模等模具的名词术语; 模具尺寸系列; 模具体系表等。

(2) 模具产品标准。包括冲模、塑料注射模以及锻模、挤压模的零件标准；模架标准和结构标准；锻模模块结构标准等。

(3) 工艺与质量标准。包括冲模、塑料注射模、拉丝模、橡胶模、玻璃模、锻模、挤压模等模具的技术要求标准；模具材料热处理工艺标准；模具表面粗糙度等级标准；冲模、塑料注射模零件和模架技术条件、产品精度检查和质量等级标准等。

(4) 相关标准。模具用材料标准，包括塑料模具用钢、冷作模具钢、热作模具钢等标准。

模具标准化工作是一个通过科学实验与实践，设计与计算，综合与归纳等形式与方法，制(修)订模具技术标准的复杂劳动过程，是一项具有重大社会经济、技术意义的工作。同时，也是执行《质量管理和保证》(GB/T 9000)系列标准的基础。

3.2 模具标准件

在标准化的基础上，按标准文件中规定的模具零、部件标准组织生产的产品为模具标准件(简称标准件)，以供模具企业选购使用。所以，模具标准化工作是直接创造财富、提高社会生产力的工作。

在美国市场上可以选购到 150 多种模具标准零、部件，简化了模具生产过程，缩短了模具生产周期。一副高精度、复杂的电机定、转子片级进冲模，只需 2.5 个月就可交货。

标准件的生产须具备以下条件：

(1) 要有一定规模，能产生规模效益，如冲模模架的产量，须在保证精度、质量条件下，达到经济产量，方能产生规模效益。

(2) 须保证标准件的互换性和可靠性，因此，标准件生产工艺管理须规范，须采用保证高精、高效的生产装备。

(3) 销售服务须完善，使用户实现无库存管理，保证用户定量、定期获得供应。

4 模具制造与生产现代化

现代化模具生产的科学基础与特点，具体表现在以下几个方面。

1. 模具工业体系的产业基础

国外工业先进国都拥有上万个模具企业与支持模具企业或为模具企业提供生产装备的企业组成的强大的产业基础。

这是适应社会产品工业化规模生产的重要条件和特点。如汽车的工业化规模生产，则需要一大批专业模具企业为其提供模具。

2. 模具标准化是现代模具生产的技术基础

为适应各类、各种模具的现代化生产，必须进行模具的标准化工作，即将模具中通用的零、部件设计成通用的标准，组织规模生产，以提高模具设计和制造的效率，缩短模具生产周期，提高模具性能水平。这是现代模具生产的必备条件。

由于现代化模具生产采用了先进的制造和设计技术，如采用 CAD/CAM/CAE、FMS 技术，则必须有标准化的支持，因此，模具标准化是现代模具生产的技术基础和必备条件。