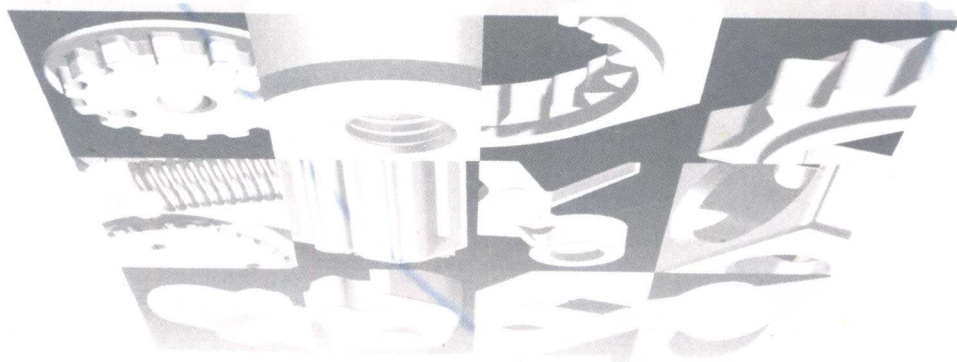


许发棣 主编

实用 模具设计与制造 手册

第2版



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

实用模具设计与制造手册

第 2 版

许发铤 主编



机械工业出版社

本书分为模具设计和模具制造工艺两部分内容。模具设计部分的内容包括：各种类型的冲模（含快换冲模、组合冲模、级进冲模等），各种类型的塑料成型模具、压力铸造成型模具、锻造成型模具和不同类型的橡胶模等模具的设计依据、设计方法与计算、设计程序与设计实例，以及相应的设计资料。模具制造部分的内容包括：模具零件加工与装配精度和质量，模具制造工艺与工装（如夹具），凸模与凹模成形加工工艺技术，模具成型零件（如型芯、型腔）表面的精饰加工和表面强化工艺技术，模具材料及热处理工艺，以及模具装配、试模、保养与维修等工艺技术。以上内容，均按照模具制造工艺过程、实用专业工艺（含现代模具制造工艺技术）的套路编写成书。

图书在版编目（CIP）数据

实用模具设计与制造手册/许发樾主编. —2版. —北京：机械工业出版社，2005.9

ISBN 7-111-01974-1

I. 实... II. 许... III. ①模具—设计—技术手册②模具—制造—技术手册 IV. TG76-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 102141 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：曲彩云 版式设计：张世琴 责任校对：李秋荣 张 媛

封面设计：姚 毅 责任印制：杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2005 年 10 月第 2 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·56.75 印张·3 插页·3428 千字

0 001—5 000 册

定价：138.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68326294

封面无防伪标均为盗版

编委会名单

主 编：许发樾

副主编：李崇豪 杨守益 袁国定

编 委：袁国定 骆志高 吴生绪 魏 民 李亚兰
武 榕 陈炎嗣

●模具设计篇编写人员：

许发樾 李崇豪 袁国定 骆志高 魏 民 陈嘉真
吴生绪 武 榕 韩向东 李学军 朱金山 刘忠德
汪建敏 肖振详

●模具制造工艺篇编写人员：

许发樾 杨守益 陈炎嗣 李亚兰

第1版前言

机械工业出版社委托编写一部模具设计与制造手册。要求技术资料(图、表、实例等)能新一些,丰富一些,并且实用;内容力求简明、易学。“手册”的主要使用对象为:从事模具设计与制造的工程技术人员;从事模具CAD/CAM软件设计人员;并可供大专院校模具专业进行应用教学参考。

手册分为模具设计和模具制造工艺两部分内容。模具设计部分的内容包括:各种类型的冲模(含快换冲模、组合冲模、级进冲模等),各种类型的塑料成型模具、压力铸造成型模具、锻造成型模具和不同类型的橡胶模等模具的设计依据、设计方法与计算、设计程序与设计实例,以及相应的设计资料。模具制造部分的内容包括:模具零件加工与装配精度和质量,模具制造工艺与工装(如夹具),凸模与凹模成形加工工艺技术,模具成型零件(如型芯、型腔)表面的精饰加工和表面强化工艺技术,模具材料及热处理工艺,以及模具装配、试模、保养与维修等工艺技术。以上内容,均按照模具制造工艺流程、实用专业工艺(含现代模具制造工艺技术)的套路编写成书。

为此,本手册聘请了从事模具教学、模具设计与制造,具有多年丰富的实际经验,理论上颇有造诣的江苏理工大学的有关教授、学者,以及四川、北京、陕西有关研究所和工厂的高级工程技术人员参与编写。

主编

2001年1月

第2版前言

模具是金属与非金属零件成形加工专用成型工具；是制造业产品生产用核心技术装备；是提高制造业技术水平、推动制造业技术进步的核心工艺技术。

因此，每副模具均需根据产品零件的形状、尺寸与尺寸精度等结构要素进行设计与制造。为适应制造业发展，各类模具的年需求量达150万副以上。

显然，模具具有应用广泛、年需求量大、专用性强；结构复杂、种类多、尺寸规格范围宽，大到2000mm×3000mm，小到60mm×60mm。其型件需进行三维造型设计与进行二维、三维精密成形加工等一系列特点，故本手册要求具有以下5方面内容。

1. 进行各类模具设计的成形工艺技术基础，设计方法及相应设计资料。
2. 通用与简易模具及其应用与经济性。
3. 模具制造工艺的技术基础，制造工艺过程与工艺规范，型件的二维、三维成形加工，热处理与精饰加工等专业工艺及与之相关的工艺装备。
4. 模具装配工艺的技术基础、方法与相关规范、标准、资料等。
5. 模具标准化，包括：模具分类学，零、部件产品标准，制造工艺质量标量，专用模具定型与专业化生产。

本手册出版以来，印数已达万册，受到业内同志广泛关注，特致以衷心感谢。为使本手册内容更加充实、实用，具有现代模具设计与制造信息，提供的规范、标准等资料准确，于再版时主要作如下修订与补充。

1. 对手册中不准确的用词造句、标点符号进行了修正，并调整了手册中的部分章、节顺序和图、表号。
2. 对手册中所列模具材料牌号、引用技术标准的标准号，以及不准确的数值进行了修正。
3. 对冲模，塑料模成形工艺等模具设计技术基础和模具制造工艺的技术基础等进行了补充与修订。

主编：许发樾

2005年8月

目 录

第2版前言

第1版前言

第一章 概 论

第一节 模具及其功能与作用	1
一、模具	1
二、模具的功能和作用	1
第二节 模具分类及用途	1
一、模具分类	1
二、模具的应用	3
第三节 模具的构造与组成	4
一、模具设计的基本条件	4
二、模具的驱动、驱动压力和运动	7
三、模具型面构造和设计	9
四、模具整体构造及设计	11
第四节 模具标准化及标准件	12
一、模具标准化	12
二、模具标准件	13
第五节 模具制造与生产现代化	13
一、模具工业体系的产业基础	13
二、模具标准化为现代模具生产的技 术基础	13
三、模具工作零件型面的高效、高精 成形加工技术及其互换性	14
四、高硬材料高效、高精加工	14
五、模具 CAD/CAE/CAM、FMS 技 术	14

第二章 冲模设计 (一)

第一节 冲模分类与构造	15
一、冲模种类及用途	15
二、冲模构造及技术要求	15
第二节 冲模设计的技术基础	18
一、冲件的工艺性	18
二、冲裁工艺及工艺参数的分析与确 定	26
三、弯曲工艺与模具设计要素	44

四、拉深工艺与拉深模设计要素	57
五、成形工艺与模具设计要素	111
第三节 冲模设计要点及零件设 计	121
一、冲模结构类型和选择	121
二、凸、凹模设计方法	122
三、卸料及压料零件设计与标准	133
四、导向副设计与标准	137
五、定位零件设计与标准	138
六、支承件、模架设计与标准	143

第三章 冲模设计 (二)

第一节 冲模设计程序与步骤概 述	166
一、冲件工艺分析	166
二、确定合理的冲压工艺方案	166
三、进行工艺计算	166
四、模具总体设计	166
五、选择冲压设备	166
六、模具图样设计	167
第二节 冲裁模设计	167
一、落料模设计	167
二、冲孔模设计	168
三、切边模设计	170
四、切断模与剖切模	173
第三节 弯曲模设计	174
一、设计要点	174
二、典型范例	175
第四节 拉深模设计	178
一、设计要点	178
二、典型范例	179
第五节 成形模设计	181
一、设计要点	181
二、典型范例	181
第六节 多工序集合冲模设计	183

一、复合冲模设计	183	五、齿轮模数	272
二、多工位级进冲模设计	190	六、半冲孔相对深度	272
第七节 硬质合金冲模设计	203	第三节 精冲工艺参数	273
一、设计要点	203	一、精冲工艺的力能参数	273
二、模具材料	204	二、排样与搭边	274
三、对制作和排样的要求	204	三、V形环尺寸	274
四、典型范例	204	四、间隙和凸、凹模尺寸	275
第八节 汽车覆盖件拉深模设计	206	第四节 精冲模结构	276
一、设计要点	206	一、结构特点与分类	276
二、覆盖件拉深工艺设计原则	207	二、凹模	278
三、大型覆盖件拉深工序的工艺要素	207	三、V形环压边圈	279
四、大型覆盖件拉深模典型范例	213	四、凸模	280
五、凸模、凹模、压料圈和导向装置的结构与设计	214	五、凸模座及桥板	281
第四章 组合冲模、快换冲模设计与应用		六、冲孔凸模	281
第一节 组合冲模的设计与应用	220	七、反压板	282
一、组合冲模的类型、工作原理及功能	220	八、顶杆	282
二、组合冲模结构设计	223	九、传力杆	282
三、12mm 槽系组合冲模	227	十、排气、冷却、润滑结构	283
第二节 快换冲模设计与应用	252	十一、零件间配合和尺寸要求	284
一、快换冲模的工作原理	252	十二、零件常用材料及硬度要求	285
二、快换冲模的种类、应用及应用范围	252	十三、模架标准	285
三、QDC 模架	256	第五节 典型结构	295
四、快换冲模应用实例	257	一、活动凸模式模具典型结构	295
第五章 精冲模设计		二、固定凸模式模具典型结构	296
第一节 精冲工艺	260	三、连续模典型结构	297
一、精冲工艺过程及特征	260	第六章 塑料模设计 (一)	
二、精冲复合工艺	261	第一节 塑料模分类及构造	298
三、精冲件质量	266	一、塑料模分类及用途	298
四、精冲材料	268	二、塑料模的基本结构	299
五、精冲工艺润滑	269	三、塑料模综合性能要求	302
第二节 精冲件结构工艺性	271	四、塑料模失效及常见缺陷	304
一、圆角半径	271	第二节 塑料模具设计的技术基础	307
二、槽宽和悬臂	272	一、塑件材料的成型工艺参数及成型条件	307
三、环宽	272	二、塑件设计的工艺性要求	318
四、孔径和孔边距	272	三、成型零部件工作尺寸计算	339
		四、塑料模零件强度计算及校核	346
		五、塑料成型设备主要技术参数	350
		六、塑料模设计采用的标准	366
		第三节 塑料模构件设计及标准	391

一、塑料模构件设计与标准	391	二、塑料成形工艺	562
二、塑料模机构设计与标准	404	三、塑件的工艺性	563
三、加热与冷却系统的设计	436	四、发泡塑料成型模具分类	564
第七章 塑料模设计 (二)		五、模具结构特征及设计要点	564
第一节 塑料模设计程序与步骤		六、典型实例	569
概述	442	第八章 压铸模设计 (一)	
一、分析塑件工艺性和工艺条件	442	第一节 压铸模设计的相关技术基	
二、确定塑件成形工艺和设备	442	础	571
三、模具结构方案初步设计	442	一、压铸及其特点简介	571
四、模具工作图设计	442	二、压铸件材料及性能	574
第二节 注射模设计	443	三、压铸件的设计	577
一、注射模分类	443	四、压铸机	591
二、注射机选择	444	五、有关压铸工艺参数简介	604
三、成型零部件设计	447	第二节 压铸模的基本构造与总体	
四、浇注系统设计	457	要求概述	605
五、热塑性注射模设计	472	一、压铸模的基本构造	605
六、热固性塑料注射模设计	481	二、压铸模的总体要求概述	606
七、高速、自动成型模具设计	483	三、压铸模热疲劳失效和提高模具寿	
第三节 压缩模设计	487	命的措施	607
一、压缩模分类	487	第三节 压铸模设计中的理论分析	
二、压缩模与压力机	489	计算	611
三、压缩模成型零、部件设计	491	一、压铸件的脱模力和脱模阻力	611
四、压缩模脱模机构	501	二、压铸机有关参数的核定	611
五、压缩模设计程序与模具实例	502	三、浇注系统分析计算	615
第四节 压注成型模具	506	四、溢流、排气系统的分析计算	621
一、压注模的分类与结构特征	506	五、压铸模模体受力零件尺寸的	
二、压注模压机的选择	506	计算	623
三、压注模设计要点	507	六、常用抽芯机构的原理与计算	625
四、普通液压机用模具实例	512	七、常用推件机构的原理与有关	
五、专用液压机用模具实例	513	计算	639
第五节 挤出成型模设计	514	八、成形零件尺寸计算	644
一、挤出机头特征及设计原则	514	九、加热和冷却的分析计算	647
二、挤出机头结构及设计要点	515	第九章 压铸模设计 (二)	
三、挤出机头实例	548	第一节 压铸模设计的实践基础	650
第六节 吹塑成型模具设计	550	一、分型面与型腔布局	650
一、结构特征及功能	550	二、浇注系统的设计	650
二、模具结构设计要点	551	三、溢流、排气系统的设计	665
三、吹塑成型模具实例	559	四、压铸模主体结构的设计	667
四、吹塑制件质量分析	559	五、压铸模模座的设计	680
第七节 发泡塑料成型模具	561	六、压铸模抽芯机构的设计	681
一、塑件材料及性能	561		

七、压铸模推件机构的设计	704	二、模锻工步的选择	876
八、铸件嵌件在模具中的安装定位	730	三、模锻方法的选择	885
九、压铸模顺序分型机构的设计	734	四、坯料尺寸的确定	886
十、压铸模的加热和冷却系统设计	736	五、锻锤吨位的确定	887
十一、压铸模的标准化、通用化	738	六、模锻模膛设计	888
十二、压铸模的技术要求	752	七、制坯模膛设计	893
第二节 压铸新工艺及其模具简介	762	八、锤锻模结构设计	902
一、真空压铸	762	九、锤上模锻实例	916
二、充氧压铸	763	第二节 锤用胎模设计	926
三、定向抽气充氧压铸	765	一、摔模	926
四、气流负压压铸	766	二、扣模	928
五、双压射冲头压铸	766	三、垫模	930
六、黑色金属压铸	767	四、套模	931
七、半固态金属压铸	769	五、合模	933
第三节 压铸模设计程序	771	六、漏模	937
一、设计程序	771	七、胎模锻附件	939
二、设计程序举例	773	八、自由锻锤用固定模设计	942
第四节 压铸模结构图例	782	九、胎模锻设备吨位的确定	944
一、一般模具结构	782	十、胎模锻实例	944
二、斜拉杆、弯拉杆抽芯模具结构	789	第三节 螺旋压力机用锻模设计	948
三、斜滑块抽芯的模具结构	795	一、锻件图的制定	949
四、其它方式抽芯、推件的模具结构	801	二、模锻工步的选择	949
五、二次以上分型的模具结构	812	三、模膛设计	950
六、联合抽芯的模具结构	823	四、模具的结构设计	952
第十章 锻模设计 (一)		五、设备吨位的确定	974
第一节 概述	830	六、螺旋压力机上模锻实例	975
一、锻模的分类	830	第四节 热模锻压力机用锻模设计	978
二、锻模设计的原则与程序	830	一、锻模设计的特点	978
三、常用金属的锻造温度范围	830	二、模锻工步选择	978
四、常用金属的变形抗力	830	三、坯料尺寸的确定	978
五、锻模材料	836	四、模膛设计	979
六、常用锻造设备	839	五、锻模结构设计	981
第二节 模锻件的结构工艺性	851	六、设备吨位的确定	994
一、模锻件的分类	851	七、热模锻压力机上模锻实例	994
二、模锻件的结构设计要点	854	第五节 平锻机用锻模设计	1001
三、模锻件的结构要素	860	一、工艺分析	1001
第十一章 锻模设计 (二)		二、垂直分模平锻机模具设计	1039
第一节 锤锻模设计	876	三、水平分模平锻机模具设计	1064
一、概述	876	四、平锻模常用材料及热处理硬度	1072
		五、模具主要尺寸公差和表面粗糙度	1073
		第六节 辊锻机用锻模设计	1079

一、概述	1079	四、挤压模具实例	1214
二、辊锻变形的参数	1085	第十三章 橡胶模设计	
三、制坯辊锻工艺及模具设计	1103	第一节 橡胶及橡胶模制品	1223
四、成形辊锻工艺及模具设计	1123	一、橡胶知识简介	1223
第七节 切边模与冲孔模设计	1155	二、常用橡胶	1226
一、概述	1155	三、橡胶制品和橡胶模制品	1231
二、切边模设计	1156	四、橡胶模制品的设计工艺性	1232
三、冲孔模的设计	1162	五、橡胶模制品生产的工艺流程	1236
四、切边冲孔力的计算与压力中心的 确定	1166	六、橡胶实心模压制品和压出制品的 尺寸公差	1242
五、切边冲孔连续模与复合模	1166	第二节 橡胶模具设计	1245
第十二章 挤压模设计		一、橡胶模具	1245
第一节 挤压工艺分类	1168	二、橡胶模制品零件对橡胶模具设计 的工艺性要求	1250
一、按挤压时金属流动方向与凸模运 动方向的关系分类	1168	三、橡胶模具的常用机构与设计	1251
二、按金属加热温度分类	1169	四、橡胶模具设计常用技术参数	1262
第二节 挤压件尺寸设计与挤压工 序拟定原则	1170	五、浇注系统的设计	1271
一、挤压件尺寸设计原则	1170	六、橡胶的硫化收缩率与模具型腔的 设计	1274
二、挤压工序的拟定原则	1170	七、分型面与模具设计	1279
第三节 挤压件的精度和表面粗糙 度	1170	八、橡胶模具的公差配合与精度 要求	1282
一、热挤压件的精度和表面粗糙度	1170	九、橡胶模具的材料与热处理	1286
二、冷挤压件的精度和表面粗糙度	1171	第三节 典型橡胶模具设计实例	1287
三、温热挤压件的精度和表面粗糙 度	1173	一、O形橡胶密封圈模具	1287
第四节 变形程度的计算	1174	二、矩形、角形橡胶制品模具	1299
一、变形程度的计算方法	1174	三、Y、U、V、L形橡胶密封圈 模具	1300
二、确定挤压件变形程度时应考虑 的问题	1175	四、J形橡胶密封圈及油封模具	1302
第五节 挤压力的计算与挤压设备 选择	1176	五、囊套类及轴类制品模具	1304
一、热挤压力的计算	1176	六、波纹管类制品模具	1307
二、温热挤压力的计算	1176	七、含有嵌件的制品模具	1308
三、冷挤压力的计算	1180	八、薄膜类制品模具	1310
四、冷锻变形力的计算	1191	九、其它类型制品模具	1311
五、挤压设备的选择	1191	第四节 橡胶模具的辅助工装	1313
第六节 挤压模具设计	1193	一、卸模器	1313
一、冷挤压模设计	1193	二、压注器	1314
二、热挤压模设计	1207	三、成型挤出器	1314
三、温热挤压模设计	1211	四、气动下料装置	1315
		五、机械手	1315
		第五节 模具的使用和保管	1316
		一、模具的使用	1316

二、模具的清洗	1316
三、模具的保管	1317
四、可剥性塑料	1317

第十四章 模具材料及 热处理

第一节 模具的综合性能要求	1319
一、冷作模具材料应具有的性能	1319
二、热作模具材料应具有的性能	1319
三、塑料模具材料应具有的性能	1319
四、模具选材原则	1320
第二节 冷作模具钢及其热处理	1323
一、冷作模具钢及其分类与特性	1323
二、冷作模具钢的热处理	1329
三、冷作模具钢的性能	1340
第三节 热作模具钢及其热处理	1356
一、热作模具钢的分类与特性	1356
二、热作模具钢的选用原则	1361
三、热作模具钢的热处理	1368
四、热作模具钢的基本性能	1379
第四节 塑料模具用钢及其热处理	1392
一、塑料模具钢的种类与用途	1392
二、塑料模具钢的选用原则	1396
三、塑料模具钢的热处理	1396
四、塑料模具钢的性能	1404
第五节 模具钢的表面强化处理	1412
一、模具钢的渗氮和氮碳共渗	1414
二、模具钢的渗碳和碳氮共渗	1414
三、模具钢的渗硼	1426
四、模具钢的渗硫及硫氮、硫碳氮共渗	1430
五、模具钢的盐浴渗金属	1432
附录 A 我国工模具钢与国外钢号对照表	1435
附录 B 模具材料及热处理常用的标准	1437
附录 C 模具材料及热处理常用的检验标准	1439
附录 D 常用符号名称对照表	1441

第十五章 模具制造与制造工艺

第一节 模具制造及其基本要求	1443
一、模具制造发展简史	1443
二、模具制造工艺特征与精度概念	1443
第二节 模具制造精度和表面粗糙度	1446
一、模具成型件尺寸精度	1446
二、冲模制造精度	1446
三、塑料注射模制造精度	1448
四、压铸模制造精度	1450
五、其它类模具制造精度	1451
六、模具成型件加工表面质量	1451
第三节 模具制造周期与成本控制	1453
一、模具制造周期控制	1453
二、模具生产成本的控制	1453
第四节 模具的制造工艺过程	1454
一、模具生产过程与工艺过程	1454
二、模具零件加工工艺过程	1455
三、模具制造工艺过程组成及其要素	1455
四、模具成型件制造工艺与加工工序	1458
五、模具制造工艺与生产装备配置	1459
第五节 现代模具生产方式与合理化生产	1460
一、现代化模具生产方式	1460
二、模具合理化生产	1460

第十六章 模具制造工 艺与工艺规程

第一节 模具制造工艺规程	1462
一、工艺规程的定义、内容与特点	1462
二、工艺规程的文件形式	1463
第二节 模具制造工艺规程的技术基础	1467
一、模具成型件的结构工艺及其要素	1467
二、工艺基准的确定	1469
三、模具成型件的加工方法与制造精度	1470

四、加工方法与表面粗糙度	1474	三、玻璃球喷射法精研	1537
第三节 模具零件制造工艺规程的		四、超声研磨技术	1537
基本内容	1475	第三节 成型件型面的精细加工工	
一、模具零件毛坯和加工余量	1475	艺	1538
二、模具零件制造工序、工序尺寸与		一、成型件型面成形加工与表面粗	
公差	1478	糙度	1538
第四节 模具制造工艺规程的执行与		二、精细加工工艺与工艺组合	1539
模具验收	1484		
一、工艺规程的执行	1484	第十九章 凸、凹模成形	
二、模具验收及其技术条件	1486	 铣削加工与机床	
第十七章 工件的定位、		第一节 成形铣削工艺	1541
 基准与夹紧		一、立铣加工工艺	1541
第一节 工件的定位与定位基准	1489	二、仿形铣加工工艺	1542
一、工件的定位原理	1489	三、刀具	1546
二、工件定位基准	1492	四、数控铣削加工	1548
第二节 工件定位方式和定位元		第二节 机床及其性能	1557
件	1494	一、仿形铣床	1557
一、校正、确定安装于机床上的工件		二、数控铣床	1557
定位基准	1494	三、加工中心	1557
二、工件安装于夹具中的定位方式与		四、数控立式铣镗床	1557
元件	1498	第三节 典型加工实例	1561
第三节 工件定位误差分析与计		一、微型计算机箱盖注射模型腔	1561
算	1505	二、锻模型腔	1561
一、定位误差分析	1505		
二、定位误差计算	1507	第二十章 凸、凹模型面成形	
第四节 工件的夹紧	1511	 磨削与机床	
一、夹紧工件的基本要求	1511	第一节 成形磨削工艺	1556
二、夹紧力的确定与分析	1512	一、展成法成形磨削	1556
三、夹紧误差分析	1518	二、仿型法成形磨削	1576
四、夹紧元件与夹紧机构	1519	三、成形砂轮修整方法和修整夹具	1578
第十八章 模具凸、凹模型面强		第二节 机床	1587
 化及研抛技术		一、平面磨床与缩放尺砂轮修整夹	
第一节 凸、凹模型面的强化技		具	1587
术	1527	二、曲线磨床	1587
一、模具表面沉积法	1527	三、坐标磨床	1587
二、电火花强化技术	1530	第三节 坐标磨床磨削及其应用	1589
三、渗氮处理	1531	一、基本磨削方法	1589
第二节 研磨与抛光技术	1531	二、坐标磨削型孔	1593
一、工具研磨与抛光技术	1531	三、连续轨迹成形磨削	1593
二、挤压珩磨加工	1535	第二十一章 高硬材料的成形	
		 加工与机床	
		第一节 模具凸、凹模用高硬材	

料	1601
一、硬质合金的种类与特性	1601
二、钢结硬质合金的种类与特性	1601
三、硬质合金与钢结硬质合金的加工 工艺	1602
第二节 金刚石砂轮成形磨削	1604
一、金刚石砂轮	1604
二、磨削工艺	1607
第三节 电火花成形加工及机床	1608
一、工艺基础及应用	1608
二、机床及其性能	1616
第四节 电火花线切割加工	1623
一、工艺基础及应用	1623
二、切割斜度和三维曲面	1626
三、程序编制与 CNC 原理	1629
四、电火花线切割机床与性能	1636

第二十二章 模具装配工艺

第一节 模具装配与装配方法	1645
一、模具装配及其技术要求	1645
二、模具装配方法	1646
第二节 模具装配件定位、联接与 固定	1648
一、装配件间的定位	1648
二、装配件间的联接与固定	1651
第三节 模具装配与模具标准件	1659
一、模具标准化	1659
二、模具技术标准	1659
三、模具装配与标准件应用	1661
第四节 模具总装与调试	1662
一、冲模总装与调试	1663
二、塑料注射模总装与调试	1665

第二十三章 模具的安装与调试

第一节 冲模的安装与调试	1668
一、冲模上、下模的安装	1668
二、调整与试模	1669
三、压力机上安装模具部位的结构与尺寸	

范围	1680
第二节 塑料注射模的安装与调 试	1683
一、定、动模的安装	1683
二、调整与试模	1683
三、注射机	1691
第三节 塑压模和塑封模的安装与 调试	1734
一、塑压模的安装与调试	1734
二、塑封模的安装与调试	1737
第四节 压铸模安装与调试	1742
一、压铸模的安装	1742
二、压铸机	1745
三、压铸模的使用与调整	1750
第五节 锻模的安装与调试	1755
一、锻模用设备种类与特性	1755
二、锻模的安装与紧固	1757
三、锻模的使用	1758

第二十四章 模具的使用、 维护和修理

第一节 模具的使用	1762
一、模具检测	1762
二、模具使用安全	1762
三、模具使用的要求	1785
第二节 模具的保管与维护	1787
一、模具保管	1787
二、模具使用现场要求	1788
三、模具的编号	1788
四、模具的标记	1789
五、模具的维护与运输	1789
第三节 模具使用期内的保养和修 理	1790
一、模具的检修	1790
二、冲模凸、凹模的修理	1791
三、注射模的保养和修理	1796
四、压铸模的保养和修理	1797
五、模具其它方面的修理	1799
主要参考文献	1800

第一章 概 论

第一节 模具及其功能与作用

一、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,同时与塑料、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,因为它主要由机械零件和机构组成,包括成形工作零件(凸模、凹模),导向零件(导柱、导套等),支承零件(模架等),定位零件等;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,缩短制造周期,模具多采用标准零、部件。所以,模具应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,其构成的标准零、部件可达90%,其工时节约率可达25%~45%。

二、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,所以得到很广泛的应用。

现代工业产品的零件,广泛采用冲压、成形锻造、压铸成形、挤压成形、塑料注射或其它成形加工方法,和成型模具相配套,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的;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的。

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,称这类模具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型模具等,在现代加工业中,具有重要的经济价值,称这类模具为通用、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0.3mm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10mm,却需冲孔、冲槽、弯曲、三层叠压等工序,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10t以上的已很常见,有些模具重量已达30t。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10t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。已成为工业国家制造工艺水平的标志。

另外,采用模具进行成形加工,是少、无切屑的主要工装,在大批、大量加工中,可使材料利用率达90%或以上。

第二节 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;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。

一、模具分类

总体上说模具可分为三大类:金属板材成型模具,如冲模等;金属体积成型模具,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 1-1。

表 1-1 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	模具类别	模具小类和品种	使用对象和成形工艺性质
金属板材成型模具	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、复合模或级进模等相应的工艺方法,成形加工为合格的冲件	非金属材料制品成型模具	玻璃制品成型模具 吹一吹法成型瓶罐模 压一吹法成型瓶罐模 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
非金属材料制品成型模具	塑料成型模具	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的塑件也具有板材和体积成形两种成形工艺	压铸模	热室压铸机用压铸模 冷室压铸机用压铸模 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
			锻造成型模具	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,闭塞锻模等 冷锻模 挤压模 拉丝模等	采用有色、黑色金属的坯料或棒材、丝材,经锻、锻、挤、拉等工艺成形加工成合格零件、毛坯和丝材

(续)

模具类别		模具小类和品种	使用对象和成形工艺性质	模具类别		模具小类和品种	使用对象和成形工艺性质
金属体积成型模具	粉末冶金成型模具	成型压模：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：分手动和机动模，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	金属体积成型模具	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

二、模具的应用

由表 1-1 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，都需进行创造性设计，造成模具结构形式多变，从而产生了模具类别和品种繁多，并具有单件生产的特征。

尽管如此，由于模具生产技术的现代化，在现代工业生产中，模具已广泛用于电动机与电器产品，电子与计算机产品，仪表、家用电器产品与办公设备，汽车，军械，通用机械等产品的生产中。其主要原因是由于模具有一系列特点：

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、高精度和高寿命的、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型模具，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 1-2。

表 1-2 常用模具寿命

模具种类和名称		模具参考寿命/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	