



全国高职高专教育“十一五”规划教材

模具设计与制造系列

模具导论

杨占尧 主编
刘建超 审阅

刘旭华 白 柳 副主编



 高等教育出版社

全国高职高专教育“十一五”规划教材

模具设计与制造系列

模 具 导 论

Muju Daolun

	杨占尧	主 编
刘旭华	白 柳	副主编
	刘建超	审 阅



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

模具是什么、有什么用途,模具是如何起源和发展的,模具有哪些种类,它是如何工作的,学了模具有什么用等是每一个接触模具的人(模具专业的新生、机械类专业的学生、技术工人等)都想要知道的问题,本书就是为了回答这些问题而撰写的。全书共分为八章,包括模具及其发展历史、模具的应用与发展趋势、冲压成形工艺与模具结构、塑料成形工艺与模具结构、冲压与塑压成形设备、模具制造技术、模具的标准化和模具专业介绍等。通过本书可以使读者对模具有一个全面的了解。

本书内容通俗实用、紧扣生产实际,与应用型人才培养目标相吻合,可以满足不同层次的读者需求,如对模具结构的讲解,就采用了模具三维实体图样与照片、模具爆炸图、二维平面图、二维动画、三维动画等多种方法,同时配有教学光盘,便于读者对模具结构进行全面的學習、理解和掌握。

本书可作为应用性、技能型机械类各专业模具课程教学和模具技术培训教学用书,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具导论/杨占尧主编. —北京:高等教育出版社,
2010.4

ISBN 978-7-04-028505-5

I. ①模… II. ①杨… III. ①模具-研究 IV.

①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 028121 号

策划编辑	罗德春	责任编辑	李京平	封面设计	于涛	责任绘图	尹莉
版式设计	范晓红	责任校对	杨雪莲	责任印制	尤静		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京凌奇印刷有限责任公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 12.75
字 数 310 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010 年 4 月第 1 版
印 次 2010 年 4 月第 1 次印刷
定 价 39.30 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 28505-00

前言

模具作为重要的生产装备和工艺发展方向,在现代工业的规模生产中日益发挥着重大作用,被誉为“金钥匙”、“制造业之母”,模具生产技术水平的高低,已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志,同时决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。近年来,随着模具工业的飞速发展,模具技术人才培养的要求和速度也在大幅度地提高,各级各类学校、专业培训机构都在进行模具人才的教育和培训,立志从事模具工作,或者具有一定机械基础想要从事模具工作的人,急切想知道模具是什么、有什么用途,模具是如何起源和发展的,模具有哪些种类,它是如何工作的,学习模具有什么用等问题,本书就是为了回答这些问题而撰写的。

作为模具的入门教材,本书通俗易懂、简洁实用,既考虑内容的广度,又特别注重内容的通俗性和实用性。本书所讲内容即为目前各个高校模具专业所要求必须掌握的核心内容,同时也是生产实际中应用最普遍的内容。全书共分为八章,包括模具及其发展历史、模具的应用与发展趋势、冲压成形工艺与模具结构、塑料成形工艺与模具结构、冲压与塑压成形设备、模具制造技术、模具的标准化和模具专业介绍等,通过本书可以使读者实现快速入门的目的,能够全面了解模具技术中的基础知识和常见的模具结构及其生产,对模具有一个全面的了解。

本书注重满足不同层次读者的需求,力争使各个层次的读者均能达到学习的目的,如对模具结构的讲解,就采用了模具三维实体图样与照片、模具爆炸图、二维平面图、二维动画、三维动画等多种方法,同时配有教学光盘,便于读者学习、理解和掌握。

本书可作为应用性、技能型机械类各专业模具课程教学和模具技术培训教学用书,也可供有关的工程技术人员参考。

本书由第五届国家级教学名师、河南机电高等专科学校杨占尧教授担任主编,武汉职业技术学院刘旭华、成都农业科技职业学院白柳担任副主编,参加编写的还有河南工业大学王高平、河南职业技术学院李晓东、河南大学冯明、广州铁路职业技术学院李兆飞、湖南铁道职业技术学院段继承、广东省轻工职业技术学院蔡菊、新乡市锅炉质量检验研究所赵玉记等。

第四届国家级教学名师、成都航空职业技术学院刘建超教授审阅了本书,在此表示感谢!

由于编者水平有限,技术资料收集有一定困难,书中不当之处在所难免恳切希望同行们不吝赐教,提出改进意见。我们的联系方式是 E-mail:yangzhanyaoyzy@126.com。

编者

2010年1月

目 录

第一章 模具及其发展历史	1	2.2.5 其他高技术含量的模具	23
1.1 模具的含义	1	2.3 我国模具工业的发展趋势	23
1.1.1 模具的概念	1	第三章 冲压成形工艺与模具结构	25
1.1.2 模具的特点	2	3.1 概述	25
1.1.3 模具的分类	3	3.1.1 冲压加工与冲压模具的概念	25
1.1.4 模具的产业特征	4	3.1.2 冲压加工的特点	27
1.1.5 模具工业的地位与作用	5	3.2 冲压加工工序与冲模的分类	27
1.2 模具的发展历史	6	3.2.1 分离工序	28
1.2.1 模具的起源	6	3.2.2 成形工序	30
1.2.2 我国模具工业的发展历史	9	3.2.3 冲模的分类	32
1.2.3 我国模具工业的现状	10	3.3 冲裁工艺与模具结构	33
1.2.4 中国模具对世界模具的影响	12	3.3.1 冲裁变形过程	34
1.2.5 中国模具存在的问题和主要 差距	13	3.3.2 冲裁件的断面特征	35
1.3 世界模具工业的发展历史	14	3.3.3 冲裁模具的典型结构	36
第二章 模具的应用与发展趋势	16	3.3.4 冲裁排样设计	43
2.1 模具的应用	16	3.4 弯曲成形工艺及模具结构	44
2.1.1 模具技术在汽车、摩托车行业中 的应用	16	3.4.1 弯曲变形过程	45
2.1.2 模具技术在家用电器产品中 的应用	18	3.4.2 弯曲质量问题分析	45
2.1.3 模具技术在电子及通信产品中 的应用	19	3.4.3 弯曲模的典型结构	48
2.1.4 模具技术在建筑行业中的 应用	20	3.5 拉深成形工艺及模具设计	51
2.1.5 模具技术在军事工业中的 应用	20	3.5.1 拉深变形过程	52
2.2 我国模具产品的发展重点	21	3.5.2 拉深成形的质量问题分析	53
2.2.1 汽车覆盖件模具	21	3.5.3 拉深模的典型结构	55
2.2.2 精密冲压模具	21	3.6 其他冲压工艺及模具结构	59
2.2.3 大型精密塑料模具	22	3.6.1 校形	59
2.2.4 主要模具标准件	23	3.6.2 翻边	61
		3.6.3 胀形	62
		3.6.4 缩口	65
		3.7 冲压模具的组成零件	66
		3.8 冲压常用材料	67
		3.8.1 冲压加工对材料的要求	67
		3.8.2 冲压加工常用材料及其力学	

II 目录

性能	68	4.9.3 挤出模的分类	133
3.9 冲压模具常用材料	70	4.10 中空吹塑成形与模具结构	134
3.9.1 冲模材料的选用原则	71	4.11 塑料模具材料及其选用	136
3.9.2 冲模常用材料及热处理要求	71	4.11.1 塑料模成形零件材料要求	136
第四章 塑料成形工艺与模具结构	75	4.11.2 塑料模零件材料的选用	136
4.1 塑料及其特点	75	第五章 冲压与塑压成形设备	139
4.1.1 塑料的含义	75	5.1 通用压力机	140
4.1.2 塑料的特点	77	5.1.1 通用压力机的工作原理和构成	140
4.2 世界塑料工业的发展历史	79	5.1.2 通用压力机的分类和表示方法	142
4.2.1 塑料时代的开始	80	5.1.3 通用压力机的技术参数	144
4.2.2 尼龙丝袜浪潮	81	5.2 液压机	146
4.2.3 塑料文化	83	5.2.1 液压机的用途和分类	146
4.2.4 塑料的褒与贬	84	5.2.2 液压机的特点	146
4.2.5 塑料与环保	85	5.2.3 通用液压机的用途和技术参数	148
4.3 中国塑料工业的发展历史	86	5.2.4 冲压液压机	149
4.4 塑料的组成与分类	88	5.2.5 双动拉深液压机	150
4.4.1 塑料的组成	88	5.3 塑料注射机	152
4.4.2 塑料的分类	89	5.3.1 注塑机的基本组成及工作过程	152
4.5 塑料制品的生产	90	5.3.2 注塑机的分类	155
4.6 塑料注射成形与模具结构	94	5.3.3 注射机的技术参数	158
4.6.1 注射成形原理及过程	94	5.3.4 注塑机的型号规格表示法	159
4.6.2 生产前的准备	96	5.4 塑料挤出机	160
4.6.3 注射成形过程	97	5.4.1 挤出机组及挤出过程	160
4.6.4 注射模的工作原理	97	5.4.2 挤出机的分类及技术参数	161
4.6.5 注射模的结构组成	99	5.4.3 挤出机的型号规格表示法	161
4.6.6 注射模的典型结构	112	第六章 模具制造技术	163
4.6.7 注射模的安装	119	6.1 模具制造技术的发展	163
4.7 压缩成形工艺与模具结构	120	6.1.1 模具制造技术的发展历史	163
4.7.1 压缩成形原理	120	6.1.2 模具制造技术的发展趋势	165
4.7.2 压缩模的典型结构及组成	121	6.2 模具制造的基本要求	166
4.7.3 压缩模的分类	123	6.3 模具零件的常用加工方法	167
4.8 压注成形工艺与模具结构	124	6.3.1 模具零件的机械加工	167
4.8.1 压注成形原理	124	6.3.2 模具零件的特种加工	172
4.8.2 压注模的典型结构与组成	125	6.4 模具快速制造技术	174
4.8.3 压注模的分类	127	6.4.1 传统与快速制模技术的特点 对比分析	174
4.9 挤出成形工艺与模具结构	129	6.4.2 快速成形技术	176
4.9.1 挤出成形原理及过程	129	6.4.3 模具快速制造技术	178
4.9.2 挤出成形的模具结构	131		

第七章 模具的标准化	179	8.1 培养目标与规格要求	191
7.1 模具生产的标准化	179	8.1.1 培养目标	191
7.1.1 模具标准化制造的由来	179	8.1.2 知识、能力、技能、素质结构	192
7.1.2 模具标准化的意义和作用	181	8.2 招生与就业	192
7.1.3 我国模具标准化工作的现状	182	8.2.1 招生对象与学制	192
7.1.4 发展模具标准件需要解决的 问题	182	8.2.2 相关证书要求	193
7.2 冲压模具的标准化	183	8.2.3 服务面向	193
7.3 塑料模具的标准化	187	8.2.4 就业岗位(群)	194
第八章 模具专业介绍	191	参考文献	195

第一章

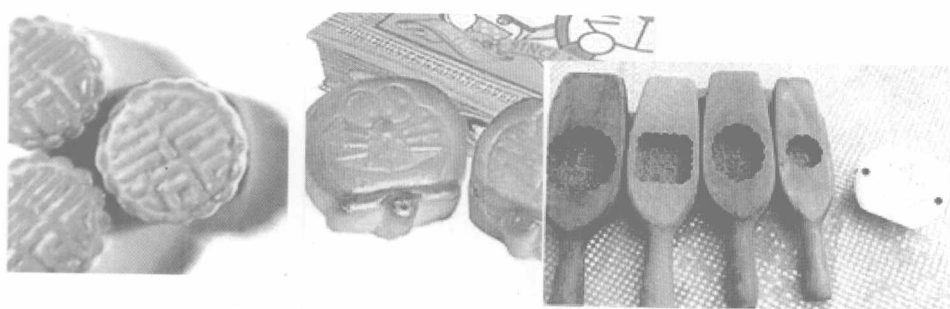
模具及其发展历史

1.1 模具的含义

1.1.1 模具的概念

通俗地讲,模具就是作为模型的工具,是指利用其本身特定形状成形具有一定形状和尺寸的制品的工具。严格地讲,模具是工业产品生产用的工艺装备,主要应用于制造业和加工业。它是与冲压、锻造、铸造成形机械,同时和塑料、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。

使用模具生产的产品在人们的日常生活中随处可见,月饼就是由最简单的模具成形的,如图 1-1 所示;图 1-2 所示的蜂窝煤是由蜂窝煤机(图 1-3)中的模具成形的。



(a) 各种各样的月饼

(b) 月饼模具

图 1-1 月饼及其生产用的模具

当然,以上都是非常简单的模具,下面介绍的是各种复杂的成形金属材料和非金属材料模具的设计与制造。图 1-4 所示的是生产塑料壳体的热塑性塑料成形模具。

模具属于精密机械产品,它主要由机械零件和机构组成,如成形工作零件(凸模、凹模)、导向零件(导柱、导套等)、支承零件(模座等)、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,其零部件(又称模具组合)多由标准零部件组成。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,其构成的标准零部件可达 90%,工时节约率可达 25%~45%。

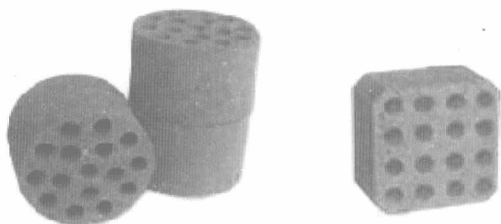


图 1-2 蜂窝煤

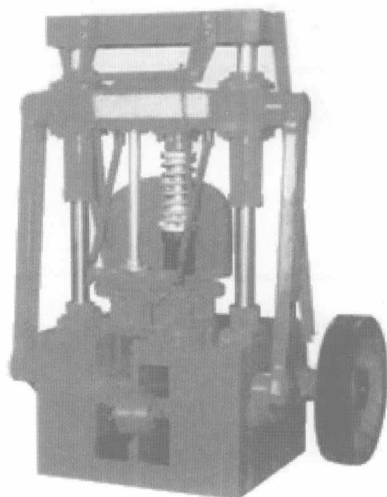
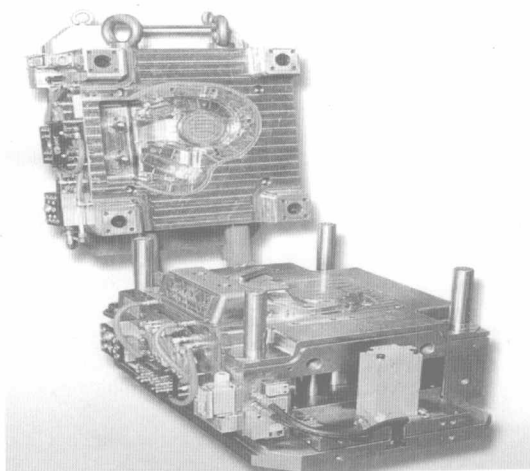
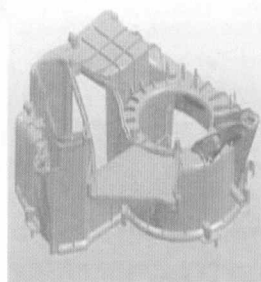


图 1-3 蜂窝煤机



(a) 塑料模具



(b) 产品

图 1-4 塑料壳体生产用的模具

1.1.2 模具的特点

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气产品,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。模具具有以下特点:

1. 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。如锻件需采用锻模、冲件需采用冲模、塑件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

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。

3. 生产效率高、消耗低

采用模具成形加工,产品零件的生产效率高。高速冲压可达 1 800 次/min,尽管受模具寿命和产品产量等因素的限制,常用冲模也在 200 ~ 600 次/min 范围内。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,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社会产品,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 1/3 000 ~ 1/5 000,尽管模具的一次性投资较大,但在大批量生产的每台电视机的成本中仅占极小一部分,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。

模具成形加工是现代工业生产中广泛应用的优质、高效、低耗、适应性很强的生产技术,模具或称成形工具、成形工装产品,是技术含量高、附加值高、使用广泛的新技术产品,是价值很高的社会财富。

1.1.3 模具的分类

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(镦、挤压)模、压铸模等;非金属材料制品用成形模具,如塑料注射模和压缩模,橡胶制品、玻璃制品、陶瓷制品用成形模具等。

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,塑料成形模具中的压缩模、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,塑料成形模具中的吸塑模、吹塑模等。这些分类方法具有直观、方便等优点,

4 第一章 模具及其发展历史

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,常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,详见表 1-1。

表 1-1 模具的分类

冲压模	锻造模	拉丝模
普通冲裁模	热锻模	热拉丝模
级进模	冷锻模	冷拉丝模
复合模	金属挤压模	无机材料成型模
精冲模	切边模	玻璃成形模
拉深模	其他锻造模	陶瓷成形模
弯曲模	铸造模	水泥成形模
成形模	压力铸造模	其他无机材料成形模
切断模	低压铸造模	模具标准件
其他冲压模	失蜡铸造模	冷冲模架
塑料模	翻砂金属模	塑料模架
热塑性塑料注射模	粉末冶金模	顶杆
热固性塑料注射模	金属粉末冶金模	其他模具
热固性塑料压塑模	非金属粉末冶金模	食品成形模具
挤塑模	橡胶模	包装材料模具
吹塑模	橡胶注射成形模	复合材料模具
真空吸塑模	橡胶压胶成形模	合成纤维模具
其他塑料模	橡胶挤胶成形模	其他类未包括的模具
	橡胶浇注成形模	
	橡胶封装成形模	
	其他橡胶模	

1.1.4 模具的产业特征

模具的产业特征主要有以下三个方面:

1. 技术含量高

模具产业的技术含量较高。一是对从业人员的素质和实践经验要求较高;二是模具本身的制作精度高,通常模具的精度要求高出其工业产品精度一个级别,不仅要求有精密的机械加工设备,而且还要求有高素质的设备操作人员和模具装配人员;三是模具的工艺流程较工业产品复杂

得多,它不仅需要与先进制造技术相结合,还要与先进的工艺技术相结合(热处理、表面硬化、表面涂覆等),因此模具对技术要求较高。

2. 订单式生产

模具产业投资较大,有订单没批量。因模具不是批量生产的产品,具有单件生产和对特定用户的依赖特性,是配合批量工业产品而开发设计的,属于订单式生产,所用设备一般为精密型设备,价格昂贵,且加工的产品不是批量生产,故设备的利用率通常较低,这是模具产业的一大特征。

3. 生产周期要求短

模具的设计制造周期要求比较短。因模具是随着工业产品的批量订单而开发的,为保证产品按期交货,模具的设计制造周期一般都比较短。

1.1.5 模具工业的地位与作用

模具是制造业的重要基础工艺装备。用模具生产制件所达到的高精度、高复杂程度、高一致性、高生产率和低耗能、低耗材,使模具工业在制造业中的地位越来越重要。模具权威人士认为“模具是印钞机”,将模具工业称为“永不衰亡的工业”、“无与伦比的效益放大器”。模具生产技术水平的高低,已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志,因为模具在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。没有高水平的模具就没有高水平的产品已成为共识。

1. 模具工业是高新技术产业的一个组成部分

例如,属于高新技术领域的集成电路的设计与制造,不能没有做引线框架的精密级进冲模和精密的集成电路塑封模;计算机的机壳、接插件和许多元器件的制造,也必须有精密塑料模具和精密冲压模具;数字化电子产品(包括通信产品)的发展,没有精密模具也不行。不仅电子产品如此,航空航天领域也离不开精密模具。例如,形状误差小于 $0.1 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 的空空导弹红外线接收器的非球面反射镜就必须用高精度的塑料模具成形。因此可以说,许多高精度模具本身就是高新技术产业的一部分。有些生产高精度模具的企业,已经被命名为“高新技术企业”。

2. 模具工业是高新技术产业化重要领域

模具制造技术水平的提高,模具工业的技术升级,离不开同高新技术的嫁接。CAD/CAE/CAM技术和快速原型制造技术在模具工业中的应用,使模具的设计和制造技术发生了重大变革,就是一个最好的例证。模具的开发和制造水平的提高,有赖于采用数控精密高效加工设备;逆向工程、并行工程、敏捷制造、虚拟技术等先进制造技术在模具工业中的应用,也要与电子信息等高新技术嫁接,实现高新技术产业化。

3. 模具工业是装备工业的一个组成部分

在1998年以前,许多人把机械工业当做一般的加工工业。在1998年11月召开的中央经济工作会议上,首次明确提出了加大装备工业的开发力度,推进关键设备的国产化。将机械工业作为装备工业,同一般的加工工业区别开来,是对机械工业在国民经济中的地位与作用的重新定位。模具作为基础工艺装备,在装备工业中自然应有其重要地位,因为国民经济各产业部门需要的装备,其零部件有很大一部分是用模具做出来的。各产业部门需要的装备有许多是电子信息技术的载体,好像一个人,不仅要有聪明的脑袋和灵敏的神经系统,还要有强壮的躯干和灵巧的手脚。机械工业制造的装备一旦与电子信息技术嫁接,就如虎添翼,使脑袋更聪明,神经更灵敏,

手脚更灵巧了。

4. 国民经济的五大支柱产业都需要发展模具工业

模具工业地位之重要,还在于国民经济的五大支柱产业——机械、电子、汽车、石化、建筑都要求模具工业与之相适应地发展。机械、电子、汽车工业需要大量的模具,特别是轿车大型覆盖件模具、电子产品的精密塑料模具和冲压模具,目前在质与量上都还不能满足这些支柱产业发展的需要,近几年我国每年需要进口 7 亿美元左右的模具。我国石化工业一年生产 500 多万吨聚乙烯、聚丙烯和其他种类的合成树脂,很大一部分需要塑料模具成形,1997 年我国生产的塑料制品达 700 多万吨,2005 年突破了 2 000 万吨。建筑业过去与模具工业的关系不大,现在情况不同了,地板砖和卫生洁具需要大量的陶瓷模具,塑料管件和塑钢门窗也需要大量的塑料模具。从五大支柱产业对模具的需求可以明显地看出模具工业地位之重要。

1.2 模具的发展历史

1.2.1 模具的起源

模具起源于何时,现已无从考证。

在距今二百多万年前的石器时代,人类还不知道制造和使用模具。因为那时的人类主要以生存为主,没时间和精力去思考生存以外的事情。石器时代是一个以石制器械为主的时代,当然人们也使用木、竹、骨制作器件从事生产活动。

早期的石器制作主要以打制为主。石器时代晚期,人们又增加了研磨工序。这是一个巨大飞跃,它使打制的石器更尖锐、锋利,并具有一定的美感。考古发现,当时人类所使用的较简单的石制工具有砍砸器、刮削器、尖状器、球状器和镏形器等;复杂的有石斧、石刀、石矛、石铲、石铤、石凿、石镰和石磨等,如图 1-5 所示。进一步的挖掘表明,当时的人类已开始使用了一定数量的石质装饰品。

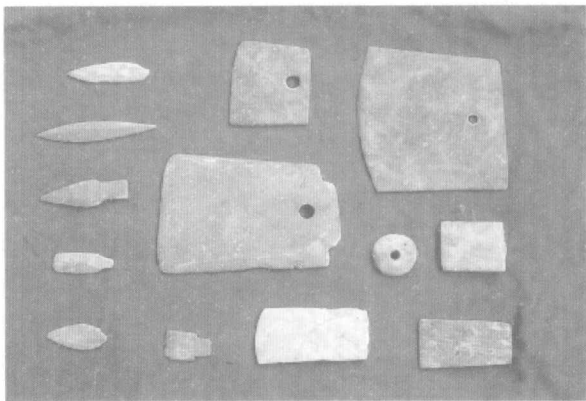


图 1-5 石斧、石刀、石矛、石铲、石铤等照片

在石器时代,最富创意的发明应该是弓箭。不过这些与我们所说的模具没有直接的关系。这里提到它,主要是想指出早期的人类不具备一定的制造能力,要追溯模具的远古起源就没有意义。

石器时代没有出现真正意义上的模具、一种制造意义上的模具,究其原因,有些人认为主要是由于生产力低下的缘故。这种解释有点模糊和笼统。根本的原因应该是那时的人们根本还没有意识到有必要制造或使用模具,在人们的意识中还没有模具的概念。

模具真正的起源应该是在铜器时代。铜器时代距今 5 000—7 000 年,是一个主要以铜为生产原料和制作工具原料的社会发展期。考古发现,(距今 5 000—6 000 年以前)在中国以西北地区为主的北方地区出现了一些以铜为原料的小型合金制品。

中国青铜文明的鼎盛期出现在商代至春秋战国时期。1986 年,四川广汉三星堆发掘出的两个商代祭祀坑出土了近千件精美绝伦的珍贵文物,其中有大小不同的青铜人头像、神秘怪诞的青铜面具等,如图 1-6 所示。这些事实表明,早在 5 000—7 000 年前,人类就开始使用模具,因为不使用模具,要制造像青铜大立人这样的大型青铜作品是无法想象的。

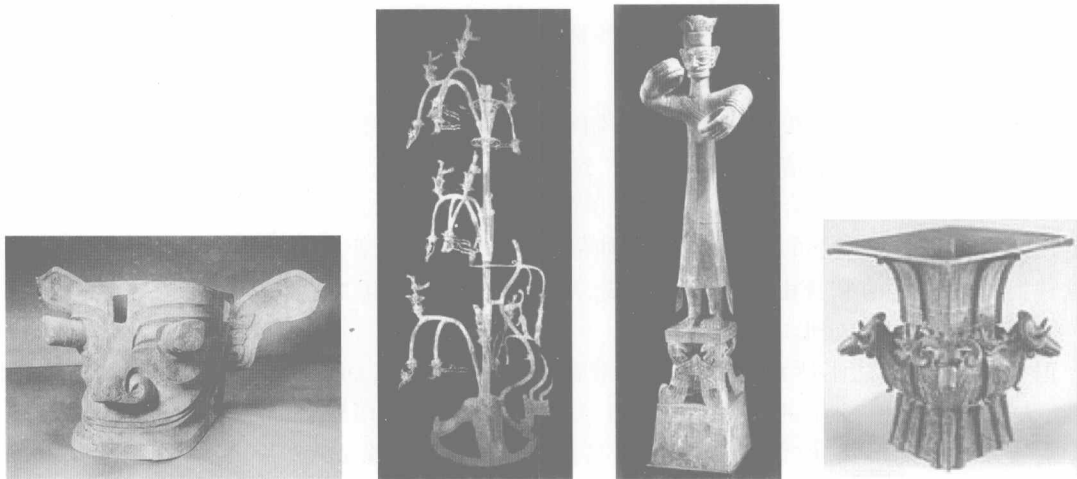


图 1-6 三星堆出土的青铜器

1998 年底,从秦陵地下宫城军备库陪葬坑中出土的秦剑、铍、矛、戟、车马器构件、铍、箭头及其他军用装备证明,到了秦朝时期,青铜兵器的铸造技术、规模及铸后的加工技术已经达到了较为先进的水平,如图 1-7 所示。应该说,铸模技术的运用对成就秦始皇的统一大业功不可没。

青铜主要是铜、锡的合金,其间也含有少量的铅、锌等。一件铜器的制作,需要经过采矿、冶炼、合金配制、制范、浇注与后期处理等程序。其中的制范其实就是模具制作。曾先后出现了泥范、石范、陶范、铜范以及铁范、熔模等模具制作方式。在我国泥范、铁范、熔模被称为先秦“三绝”。

泥范因为易损坏,古代外国使用较少,但在我国却大量使用,是先秦时期铜器铸造的基本范型,并一直沿用到近代的砂型之前。

铁范出现较晚,但因其质地坚硬、不易损坏而成为大量重复铸造的首选范型。

熔模铸造是一项更为先进的铸造技术。具体用做模具的材料较多,古代中国最先创造的是用蜡制成的模具,称为“失蜡法”铸造。

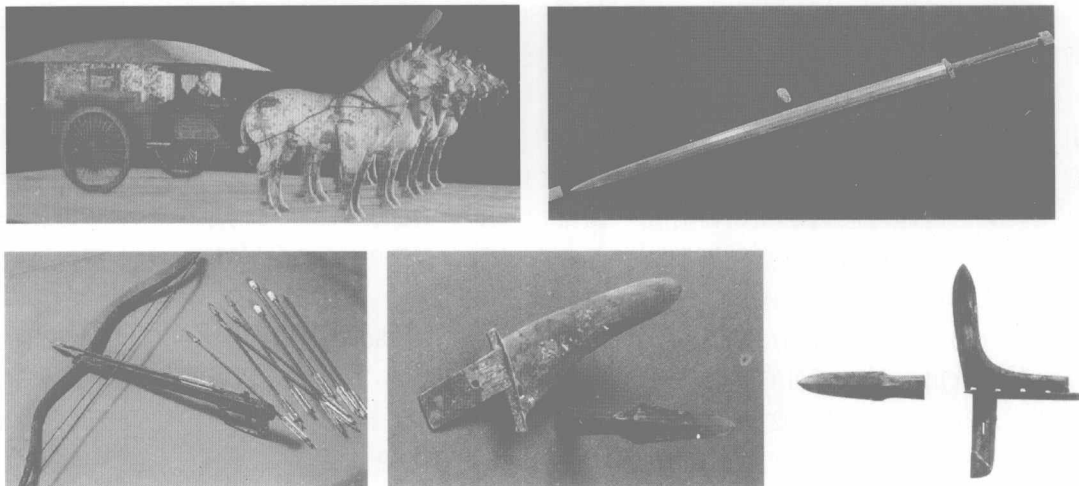


图 1-7 秦陵地下宫出土的兵器

泥范铸造法要经过制模、塑出花纹、翻制泥范、高温焙烧、浇注金属液体以及加工修整等工艺过程。泥范需要有很高的清晰度和准确度,这样制作出来的成品才美观漂亮、线条错落有致。泥范又分单合范、双合范、三合范等。造型简单的就用单合范或双合范制作,如刀、戈等器件;复杂的就用三合范或三块以上的多合范制成,如鼎、壶等日用品。著名的司母戊大方鼎(图 1-8)就是这样制成的。它的鼎身由 8 块外范构成,鼎底由 3 块外范组成,鼎耳、鼎足中空,鼎耳事先铸好,然后再铸在鼎身上面形成。

但是,泥范铸造法不适宜铸造器形和雕镂复杂的器物,进而人们又发明了“失蜡法”,又称“熔模法”。这是冶铸史上的一项重大发明。其具体工艺是先用蜡、松香、油脂等配制成蜡料,后根据需要制成不同形状、纹饰的蜡模,再以马粪泥或低浆泥挂涂成形,阴干后加热把蜡化去,形成铸形空腔,再浇注成器。这种方法可用整模,无需分块,铸出的成品可达很高的精度。用失蜡法铸造青铜器,从出土的实物看,可追溯至战国早期。湖北随州曾侯乙墓出土的尊和尊盘就是用失蜡法铸造的,如图 1-9 所示。这套青铜器由尊和尊盘组成,尊置于尊盘中,也可以分开。尊盘的口沿附加精细、繁缛的透空附饰。尊盘铸有变形龙纹和龙形附饰,显得十分华丽精美。尊和尊盘均铸有“曾侯乙作持用终”铭文。

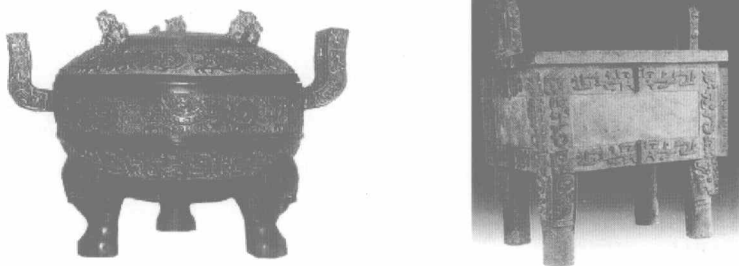


图 1-8 司母戊大方鼎

泥范铸造法和失蜡铸造技术是古代世界先进的模具制造技术,但是真正的模具起源仍然被湮没在历史的长河中,人们没有办法知道真正的模具造型到底起源于何时。因为一个简单的造型、一片小小的树叶都有可能成为模具的最初起源。远古时代的人们所使用的任何一件粗陋简单的器件都有可能成为一件模具。使用模具真正的意义就在于复制同一形状的物体,而这也是人们没有办法知道它的真正起源的原因之一。

目前,人类所知道的模具历史大都是一些已经成熟的模具技术或工艺,而与它的起源相差太远。想象一下,远古时代的一个小孩,如果他生长在大海边,就有可能使用贝壳来生成他想要的具有同一形状的东西,这样,你就会知道模具的形成是多么容易和简单!

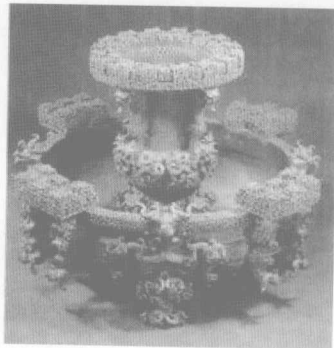


图 1-9 曾侯乙墓出土的尊和尊盘

这是一件非常有讽刺意味的事——人们在使用模具,但是没有意识到自己在使用模具。当然这与制造意义上的模具相差十万八千里。这里所说的模具起源不仅是指它的制造,而且也指它的使用。也就是说,在制造和使用上,对于模具的起源人们知之甚少。

不知其起源并不影响人们很好地使用模具。而正是有了模具,有了为了一定目的而制作出来模具,人类的生活生产方式才显得丰富多彩、富有趣味。石器易得,却不易制成精良工具;青铜器精良,却需要高超技艺。一切都需要创造性的参与才成为可能。小小的石斧、石刀看起来不起眼,可没有想象力或创造力的参与,这些都是不可能的。

模具的概念来源于一种对复制品的意识,它需要一种意识的参与,除此之外,它也需要一种行为作为基底。现代模具工业的发展就是建立在这样一个双重的基础之上。现代模具制造业高度发达,但是不应忘了远古时代的那个可能的原始起源,那个小孩使用小小的贝壳就可以复制他想要的形状,如果他觉得这样有意思的话。

1.2.2 我国模具工业的发展历史

20 世纪上半叶,我国工业基础薄弱,模具用得很少。抗战时期,大都是私人开办的模具作坊在加工、制作一些简易模具,模具技术也一般是以有经验的钳工师傅手把手带徒弟的方法进行传承。抗日战争胜利后,经济萧条,工业水平低下,汽车工业仅做一些维修工作,轻工、五金行业多是私营的手工小生产作坊,电机工业也濒于停产状态,对模具的需求量都很小。与世界工业发达国家的模具业相比,中国模具的发展起步要晚几十年,乃至上百年,这可从中国模具业主要事件的发生年代中得到体现,如表 1-2 所示。

表 1-2 中国模具业主要事件年表

年 份	事 件
1946	我国首派四人前往美国学习冷冲模、塑料模和夹具的设计与制造,同时向美国订购了一批模具加工的关键设备,并购买了大批电机、电器、仪表生产用的模具图样和有关资料。但因当时的特殊历史条件,这些设备、资料未得到很好的应用

续表

年 份	事 件
1949—1952	上海、天津等工业城市的机电工业基本恢复正常生产,制造了一些简单的冲压模具和塑料模具。苏联、德国的模具书籍开始相继进入我国
1953	长春第一汽车厂建立中国首个冲模车间。随着 156 项重点工程开工,中国陆续派人赴苏联、德国、捷克等地学习模具设计和制造技术
1955	开始翻译出版相关书籍和图册。 原一机部在哈尔滨电机厂开办了第一期工模具设计短训班,课程有冷冲模设计、塑料模设计、压铸模设计和夹具设计,学员有 30 多人
1962	成立了我国的第一家专业模具生产厂——天津电讯模具厂。 为了适应模具生产发展的需要,颁布了我国第一个模具标准:冷冲模零件标准与典型结构的标准
1963	中国第一个模具研究室诞生
1983	成立全国模具标准化技术委员会
1984	中国模具工业协会成立,并应邀派两名代表赴瑞士首次出席与模具有关的国际会议
1987	模具首次被列入机电产品目录,当时全国共有生产模具的厂点约 6 000 家,总产值约 30 亿元
1989	国家在华中理工大学成立了“塑性成形模拟及模具技术国家重点实验室”,其主要研究方向为模具 CAD/CAE/CAM 和新型模具材料
1992	亚洲模具协会理事会(FADMA)成立,中国是该组织的发起成员之一,出任两名理事
2002	中国成为国际模具工业及专用工具协会(ISTMA)成员。 被称为“中国模具第一股”的模具企业股票上市

1.2.3 我国模具工业的现状

20 多年前,我国模具行业在世界上还默默无闻,经过近 30 年的努力发展,现在的中国模具已举世瞩目,模具工业产值仅次于日本和美国,排在世界前三位。中国经济的高速发展对模具行业提出了越来越高的要求,也为其发展提供了巨大的动力。近几年,我国模具发展驶入了快车道,正以每年 15% 左右的增长速度稳步发展。国内模具在数量、质量、技术等方面有了很大的跨越,特别是中低档模具在国际市场上有着较大的价格优势,部分模具价格只是国际市场价格的几分之一,再加之我国低廉的优质劳动力资源、较好的技术基础和基础配套设施,到中国来采购模具的跨国公司越来越多。

但是,随着模具行业竞争越来越激烈,我国一般技术水平的模具消费已经相对饱和,对于技术含量较高的模具产品的需求仍然存在较大的市场空间,这决定了我国模具行业在进口替代方面大有可为。经过十多年艰苦努力,我国已从昔日模具进口大国逐渐向模具出口国转变。随着