

模具制造技术

~~001434~~



003389

北京模具技术协会

模具制造技术

(日) 高木六弥

001435

内 容 简 介

全书共分十二章。第一章：绪论，主要阐述模具工业的现状和塑料加工的特点；第二章：模具制造方法概述，介绍模具的分类、各种模具制造方法、精度和发展趋势；第三章：模具材料，介绍工具钢类模具材料，特殊模具材料以及模具表面处理；第四章：模具制造及其设备，介绍模具的一般加工，如外形加工及其设备，型面加工及其设备、精加工和组装以及模具的检验等；第五章：模型的制造，主要介绍各类模型、如平面模型、立体模型、靠模模型、石膏模型的特点和加工；第六章至第十章：分别为专用机床制造模具、数控机床制造模具、特种加工法制造模具、化学加工法制造模具、铸造模具。介绍了采用仿形加工、雕刻机加工、带锯机加工、座标磨床加工、数控铣床加工、电火花加工、超声波加工、冷挤压加工、电铸法加工电解加工以及用锌合金、陶瓷、合金树脂铸造成型制作模具的方法、特点；第十一章：简易模具，重点介绍简易冲裁模和简易成形模；第十二章：各类模具的加工特点和应用，分别综述了冲裁模、硬质合金模、锻模、粉末冶金模、窑业用模、压铸模、塑料模、铸模、玻璃模橡胶模和皮革模的加工特点和应用。

本书着重模具制造技术基础知识的介绍涉及的面较广。在用文字叙述的同时配以大量图表，并用加工实例进行论述，书图文并茂，内容较为丰富。

本书可供从事模具工作的设计、工艺、研究人员和工人阅读，也供有关大专院校的师生参考。

前 言

为了提高我国模具制造技术水平，促进模具生产的发展，帮助从事模具工作的广大工程技术人员、科研人员、教学人员学习国外近代模具加工技术，更新知识、提高业务水平，更好地为我国的四化建设服务，我们在搜集国外技术资料的基础上，选择并译编了《模具制造技术》一书。供广大读者参考。

本书作者高木六弥，从事模具技术工作多年，是日本模具行业的知名人士。著书早于1962年就在日本出版，重版印刷达18次之多。近年来在内容上进行多次修改补充，增添了近代模具制造新技术内容，于1982年再版。

本书概括了日本近代模具加工新技术和日本模具工业的现状，使读者能了解日本近年来的模具制造工艺水平及发展趋势。本书以大量的内容详细介绍了模具的分类、结构设计、材料选用和各种加工工艺，用了很多篇幅介绍模具一般加工，还详细介绍了模具的仿形加工，精密坐标加工，数控加工，电火花加工，化学加工，超声波加工等特种加工工艺及其加工设备。此外，还专门介绍了各类简易模具结构和用途及其加工方法。对于模具的装配，检测技术和管理方法也作了必要论述。

本书在译编过程中，曾得到了北京模具技术协会所属会员单位、一轻、二轻、机械、电子仪表工业局、技术交流站等单位的大力支持，特别是北京农业机械化学院、国营北京774厂、125厂、211厂、北京模具厂、北京机床电器厂、北京无线电元件五厂、北京钢厂等单位派出人员，直接参加了本书的译编和审校工作，在此，谨对上述单位表示感谢。

本书承蒙安舍、尹长贵、卓昌明、陈炎嗣、杨卓生、沈宝文、里佐梁、陈升威、郭景仪、唐廷甫等同志译编、刘际民同志审核，特此表示感谢。

为了使读者易懂，本书在编写过程中，结合我国情况，作了部分改编。由于时间仓促，加上我们水平有限，经验不足，书中可能有不少缺点和错误，希望广大读者批评与指正。

北京模具技术协会《书刊编辑委员会》

一九八四年五月

新版序言

促成今日日本经济的高速发展与成长，是依赖于所有制造业在产品质量，性能和生产率方面所取得的迅速发展。而这些发展所取得的原因是依赖于塑性加工技术与方法的进步和发展。

模具是塑性加工中不可缺少的工具。作为工业产品的大批量生产的基本技术手段来说，模具是决定产品质量好坏和生产成本高低最重要的因素。

利用模具生产出来的产品品种繁多。除了日常生活中的手工业品以外，从日用轻工业杂品到电机，照相机、汽车、家用电器到医用手术器械、人造脏器无一不是模具加工的产品。因此，凡是使用模具的工厂都有一个需要解决模具制造的问题，企业的兴旺与发达无不受模具的经济性和性能的影响。

但是，在模具技术的性质上与其说是学术研究、不如说是一种专门的综合性技术，而且是有一定的诀窍。其实质是依赖于操作者的技艺熟练程度。这种技术的积累并非一朝一夕所能奏效的。

近年来，模具除用于冲压、锻造、塑料成型等多种用途外，在制造技术方面还需要引进高精度、实现省力化的自动化数控机床和微处理机等方面的新技术。模具的绘图、设计、制造、使用操作以及计算机软件等的应用都是综合性的技术，模具的制造技术水平要求越来越高，为此，必须要系统地、熟练地、综合掌握和运用机械技术有关知识的精华。

综上所述，模具有许多要研究的课题。为了今后发展模具技术，则必须对模具进行全面研究。设研究模具、培养人材和进行技术指导的专门机构，更多地出版参考书。

本书是作者在多年来从事模具制造技术的基础上，结合塑性加工有关技术的研究成果，从塑性加工的发展在于模具技术这一信念出发，并遵照日刊工业新闻社的建议，结合生产、实验和研究中所取得模具制造技术经验编写而成的。

本书于1962年出版以来，深受模具工作者的欢迎，先后相继再版达十八次，它为日本工业的发展起了一定的作用。

近年来，科学技术的进步和工业的发展非常快。随着科学技术的发展，模具技术方面也研究开发了许多新技术。为适应科学技术的新发展和模具工作者的要求，作者对本书又作了新的修改，增加了新的模具加工技术，以新内容再版。

本书内容包括了模具制造方面的必不可少的项目，但在有限的篇幅里，对各种各样的模具都进行论述毕竟有困难，为了使初学者和工厂从事生产的技术人员也能易懂，特以模具制造法为重点，配以大量的图表和图片，结合加工实例加以阐述。

本书共分十二章。第一章：绪论，主要谈模具工业的现状和发展趋势；第二章：模具制造法概述；第三章：模具材料；第四章：模具制造及其设备；第五章：模型的制造；第六章：专用机床制造模具；第七章：数控机床制造模具；第八章：特种加工法制造模具；第九章：化学加工法制造模具；第十章：铸造模具；第十一章：简易模具；第十二章：各类模具的加工特点和应用。由于各类模具的特点、性能和用途不同，所以本书各章节自成独立体系。为确保全书的系统性，作者在每章节中添了必要的注解，以保持相互联系。

今后，随着有关工业的发展，模具的需要量越来越多，质量要求越来越高，其加工技术所承担的责任和任务也越来越大。本书可供模具技术人员，研究人员和有关人员参考。最后向协助实验研究的有关人员，提供文件资料的单位和个人致以深厚谢意。

作者

目 录

第一章 绪论

- 第一节 模具工业现状1
- 一、模具与有关工业1
- 二、模具工业的现状1
- 第二节 塑性加工和模具4
- 一、变形加工和模具特点4
- 二、变形加工新技术5

第二章 模具制造方法概述

- 第一节 模具的分类7
- 第二节 各种模具的制造的方法10
- 第三节 模具的精度和经济性10
- 第四节 模具的动态和发展趋势12
- 一、模具当前的动态12
- 二、模具的发展趋势13
- 三、模具技术存在的问题13

第三章 模具材料

- 第一节 金属模具材料14
- 第二节 工具钢类模具材料15
- 一、模具材料的质量15
- 二、冷作模具用钢16
- 三、热作模具用钢17
- 第三节 特殊模具材料27
- 一、铸造(铁、钢)模材料27
- 二、有色金属模材料27
- 三、硬质合金28
- 四、钢结合金28
- 五、锌合金30
- 六、易熔合金31
- 七、铍铜合金31
- 八、钴铬钨硬质合金31
- 九、非金属模具材料32
- 第四节 模具表面处理33
- 一、表面处理法33
- 二、氮化法35
- 三、碳化物复层法35
- 四、气相沉淀法36

五、电镀法.....	36
第四章 模具制造及其设备	
第一节 概述.....	42
第二节 外形加工及其设备.....	42
一、毛坯加工.....	42
二、外形加工用设备.....	42
三、分型面加工.....	45
四、基面和辅助面加工.....	45
第三节 型面加工及其设备.....	46
一、型面加工.....	46
二、型面加工用的一般设备.....	50
第四节 精加工和组装.....	51
一、划线.....	51
二、钳工加工.....	54
三、模具的抛光.....	56
四、模具的组装.....	58
第五节 模具的检验与管理.....	59
一、冲模的检验.....	59
二、检验仪器.....	61
三、模具的管理.....	62
第五章 模型的制造	
第一节 概述.....	63
一、模型材料.....	63
二、模型分类.....	63
第二节 平面模型.....	64
一、标准图.....	64
二、样板.....	64
第三节 立体模型.....	65
一、主模型种类.....	65
二、模型的加工.....	67
第四节 靠模模型.....	69
一、非金属靠模模型.....	70
二、金属靠模模型.....	70
第五节 石膏模的制造方法.....	71
一、概述.....	71
二、石膏的种类.....	71
三、模型的处理方法.....	74
四、各种石膏模型的制作实例.....	76
第六章 专用机床制造模具	

第一节 模具仿形加工	78
一、概述	78
二、仿形加工工艺	83
三、型面加工	91
四、仿形加工实例	93
第二节 雕刻机制作模具	94
一、概述	94
二、雕刻机构	95
三、关于靠模,刻刀和仿形触头的要求	96
四、机床调整	97
五、加工实例	98
第三节 带锯机床制造模具	101
一、概述	101
二、锯切加工的基本要求	102
三、冲模制作	103
四、自动带锯机床	106
五、加工实例	107
第四节 精密机床制造模具	108
一、坐标镗床加工模具	108
二、坐标磨床加工模具	113
三、成形磨削加工模具	118
第七章 数控机床制造模具	
第一节 数控加工的现状	128
第二节 模具的自动设计与自动化加工	130
第三节 数控铣床制造模具	131
一、数控铣床	131
二、数控加工条件	133
三、加工顺序	141
第四节 加工实例	141
一、适于二维形状的加工	141
二、简易立体形状的加工	147
三、积层法制作模型	147
四、三维加工	149
第八章 特种加工法制造模具	
第一节 电火花加工	158
一、电火花加工的现状	158
二、电火花加工的原理	158
三、电火花加工的特点	158
四、电火花加工机床的构造	161

五、电火花加工的基础	163
六、冲模的加工	168
七、型腔模的加工	171
八、电极的制作方法	173
九、型腔制作的顺序	173
十、特殊电火花加工设备及其装置	180
第二节 电火花线切割加工模具	183
一、概述	183
二、加工基础	184
三、加工顺序	191
四、加工实例	193
第三节 超声波加工模具	194
一、加工原理	194
二、超声波加工特点	195
第四节 冷挤压制模法	197
一、概述	197
二、冷挤压用压力机	198
三、冷挤压的基本要求	198
四、冷挤凸模材料	199
五、被挤压凹模材料	199
六、冷挤用夹具	201
七、润滑	202
八、挤压力	202
九、热挤压	203
十、加工实例	203
第九章 化法加工学制造模具	
第一节 电铸法制造模具	206
一、电铸工序	209
二、电火花加工用的电铸电极	210
第二节 腐蚀法制造模具	211
一、概述	211
二、腐蚀加工工序	211
第三节 电解加工法制造模具	213
一、加工原理和特点	213
二、加工实例	217
三、电解磨削	219
第十章 铸造模具	
第一节 锌合金模具	221
一、概述	221

二、模具用锌合金的一般性质	222
三、模具制造设备	224
四、模具铸造工艺	224
第二节 陶瓷型铸造模具	232
一、概述	232
二、特点	233
三、陶瓷型铸造法的应用	234
第三节 铍铜合金模具	234
第四节 合成树脂模具	236
一、概述	236
二、制造模具用的树脂	236
三、制作树脂模具的基本要求	238
四、树脂模的制作	240
第十一章 简易模具	
第一节 简易冲裁模	246
一、普通钢板模	246
二、量具钢板模	246
三、钢皮冲模	248
第二节 简易成形模	253
一、锌合金模具	253
二、低熔点合金模具	253
三、金属喷镀模具	256
四、超塑性材料模具	256
五、塑料模具	257
六、橡胶模具	260
七、聚氨脂橡胶模具	260
八、特种模具及其他	262
第十二章 各类模具的加工特点和应用	
第一节 冲模	263
一、冲压加工的种类	263
二、冲裁模	264
三、冲裁模设计	268
四、冲裁模的种类和构造	268
五、导柱模具	269
六、弯曲模	270
七、成形模	272
八、拉深模	272
九、压缩成形模	275
第二节 硬质合金模	278

一、概述	278
二、硬质合金模具设计	278
三、硬质合金模具的加工	281
四、加工实例	282
第三节 冷锻模	284
一、冷锻加工简介	284
二、冷锻加工工艺	286
三、加工方法与设计基础	290
四、冷锻模具设计与制造	297
第四节 锻模	316
一、锻造	316
二、锻模	316
三、模具制造	318
四、压力机锻造用模具	324
五、辊锻机用模具	325
六、墩锻机用模具	326
第五节 粉末冶金成形模	326
一、概述	326
二、粉末冶金成形模具设计	328
三、模具的工作机构	330
四、粉末冶金成形模具的加工	331
第六节 窑业用成形模具	332
一、陶瓷品成形模具	332
二、陶瓷器用模具	332
第七节 压铸模	333
一、概述	333
二、压铸模	334
第八节 塑料成形模	339
一、概述	339
二、立体状成形用模具的种类	341
三、压缩成形法	341
四、挤塑成形法	342
五、注射成形法	344
六、挤出成形法	346
七、特殊成形法	346
第九节 铸模	347
一、砂形铸模	348
二、壳形铸模	348
三、失腊铸造用模	348

四、重力铸造用铸模	348
第十节 玻璃成形模	348
一、压模	348
二、吹模	349
第十一节 橡胶成形模	350
第十二节 皮革模	350

第一章 绪论

第一节 模具工业现状

一、模具与有关工业

随着与模具有关工业的迅速发展，模具需要量正在日益增长和发展。需要模具的工业有：

1. 冲压工业

冲压工业中所使用的模具有冲裁模、拉深模、弯曲模、成形模等。按应用广泛程度计算，冲压模约占模具总量的50%。

2. 塑料工业

正像人们所说，现在是塑料时代。随着合成树脂的研制，塑料工业正在迅速的发展。从日用制品、办公器具、电器用品、车辆零件、医用器械以及人造脏器无不使用塑料制作。因此，塑料制品件、今后也将会迅速增加。而成型塑料制品零件的模具也将随之迅速增加而发展。

3. 锻压工业

随着汽车、机器制造工业的发展，锻压工业也将相应地发展，零件的模锻将得到广泛应用，小型零件冷状态下的塑性加工也日趋发展。

4. 压铸工业

压铸工业使用的原材料多为铝、锌和铜等，其中锌和铝的用量较多。在车辆制造方面压铸使用最多。

5. 铸造工业

目前铸造工业向自动化方向发展，力求节省工时和更加合理化，故需大量使用模具。

6. 橡胶工业

橡胶制品件多用于车辆上，特别是用来制造轮胎，模具更是不可缺少的工具装备。

7. 玻璃工业

玻璃制品工业中，模具大多用于制瓶、餐具，电器制品器皿等。

8. 粉末冶金工业

目前粉末冶金制品的生产数量不多，但今后随着高精度机械零件用量不断增加，粉末冶金工业也将日益发展。

9. 陶瓷工业

陶瓷工业过去以制砖生产为主，近年来随着电子工业的发展，高质量陶瓷制品的需要量相应增多。

二、模具工业的现状

1. 模具的分类

模具使用范围非常广泛，作为大批量生产零件的基本生产手段来说，在各种行业中起着极大的作用。模具已在运输机械、机器制造，电气机械、家用机械，办公机械、光学机械，玻璃器皿，建筑材料，儿童玩具，日常用品等生产领域中得到广泛应用。按模具的不

同用途可分为：

- | | |
|---------|------------|
| 1) 冲裁模 | 2) 弯曲模 |
| 3) 拉深模 | 4) 粉末冶金成形模 |
| 5) 锻模 | 6) 压铸模 |
| 7) 精铸模 | 8) 塑料模 |
| 9) 橡胶模 | 10) 玻璃模 |
| 11) 陶瓷模 | 12) 其它模具 |

2. 模具生产的动向

1) 模具生产量的变化

模具是产品零件大批量生产的重要工艺装置。随着有关工业的发展，各种模具的生产量随之日益增加。

从日本模具工业会的调查资料来看，1957年的模具生产产值为106亿日元（合人民币869.2万元）（据日本工业统计，1967年模具的生产产值为662亿日元（合人民币5428.4万元），1976年达3267亿日元（合人民币26789.4万元），而1977年竟达4064亿日元（合人民币3.332亿元）。也就是说，自1967年至1977年这十年间模具的产值增长了六倍，自1957年至1977年，这二十年间模具的生产产值增长了三十八倍。

2) 生产状况

模具的生产状况非常复杂，据1976年的工业统计，从事模具制造业的企业有7409个单位，其中6946个单位的职工人数不足20人，从比例来看，职工人数不足20人的企业，占总企业数的93.7%，而职工人数超过100人的企业单位仅占总企业数0.4%，见表1-1。

表1-1 模具制造企业规模

规模（人数）	企业单位	比例（%）	备注
<9	6221	83.9	
10—19	725	9.8	
20—29	223	3.0	
30—49	125	1.7	
50—99	36	1.2	
100—199	22	0.3	
200—299	5	0.1	
300—499	1	0.0	
500—999	1	0.0	
总计	7359	100.0	

注：此表系1976年统计数字。

模具的生产规模均为小厂，不仅日本如此，欧美各个国家的模具生产企业也是如此。可以说，这是由于模具本身的生产特点所决定。

模具是大批量生产产品零件中，一种不可缺少的工具，一套模具可以生产数以万计的产品零件，对于模具专业厂来说，模具完全是单件生产，而且是按接受订货产品来进行生产。同时提供若干套相同的模具进行制造，这是非常少有的事。这就是模具制造厂要维持小规模的主要原因。

此外，若从模具制造单位分，可分为产品制造厂模具车间即自己制造本厂自行使用和模具专业厂制造二种类型。根据 1977 年统计，产品厂模具车间制造的模具占总模具量的 29%，如这些模具中，按种类统计，每种模具按 100% 计算，锻模为最多占 68%，其次是冲压模占 40%，压铸模占 27%，粉末冶金模占 22%，精铸模占 20%（见表 1-2）。产品制造厂自己使用的模具种类中冲模占 39%，塑料模占 10%，橡胶模占 5%，玻璃模具占 4%，非金属材料成型模具占 8%。

3) 模具种类分布比例

模具种类及分布所占比例如表 1-3。从表上可以看出，冲压模和塑料模的生产总和占总数的 70% 以上，近十年来冲压模在模具生产总产额中所占的比例有所减少，而塑料模具有增无减。锻模，压铸模，玻璃模，橡胶模和粉末冶金模的生产额为模具总生产量的 30%。

表 1-2 1977 年模具生产额中生产厂自用率

模具种类	自用率 %	备 注
锻 模	68.8	
冲 压 模	40.2	
压 铸 模	27.8	
粉末冶金模	22.7	
铸 压 模	20	
塑 料 模	10.3	
橡 胶 模	5.2	
玻 璃 模	4.0	
平 均	29.0	

表 1-3 模具生产种类、数量 %

年度	冲模	锻模	精铸模	压铸模	塑料模	玻璃模	橡胶模	粉末冶金模	合计
1965	54.5	6	4.3	5.7	17.9	5.7	4.4	1.5	100
1975	43.1	6.3	4.9	6.6	27.7	5.2	4.3	1.8	100

第二节 塑性加工模具

近年来模具制造业的发展趋势是以降低成本为中心，减少工序，用少切削，无切削材料来进行成形加工，大力采用把模具材料和加工费用控制到最小限度的塑性加工方法取代以往的切削加工方法。

塑性加工是一种利用材料的塑性改变坯料尺寸、形状或性质的加工方法。广义来说，这种方法就是把原材料熔化后注入模具内，使之成形，或把粉末压制成形，这种方法也可称为变形加工或无切削加工。它是工业上进行成批或大批生产的主要技术手段。

一、变形加工和模具特点

如图1-1所示，变形加工的方法大致分为：金属板料冲压是利用凸、凹模和压力机的压力，使板材分离或成形；塑料注射成形；压铸成型，它像铸造那样，把流动状态的材料压入或注入到一对封闭的模具内使之成形；锻造，使之材料像玻璃那样，用一对模具使软化了材料变形；粉末冶金成形，像陶瓷件那样，在模具内把粉末材料加工成形等。

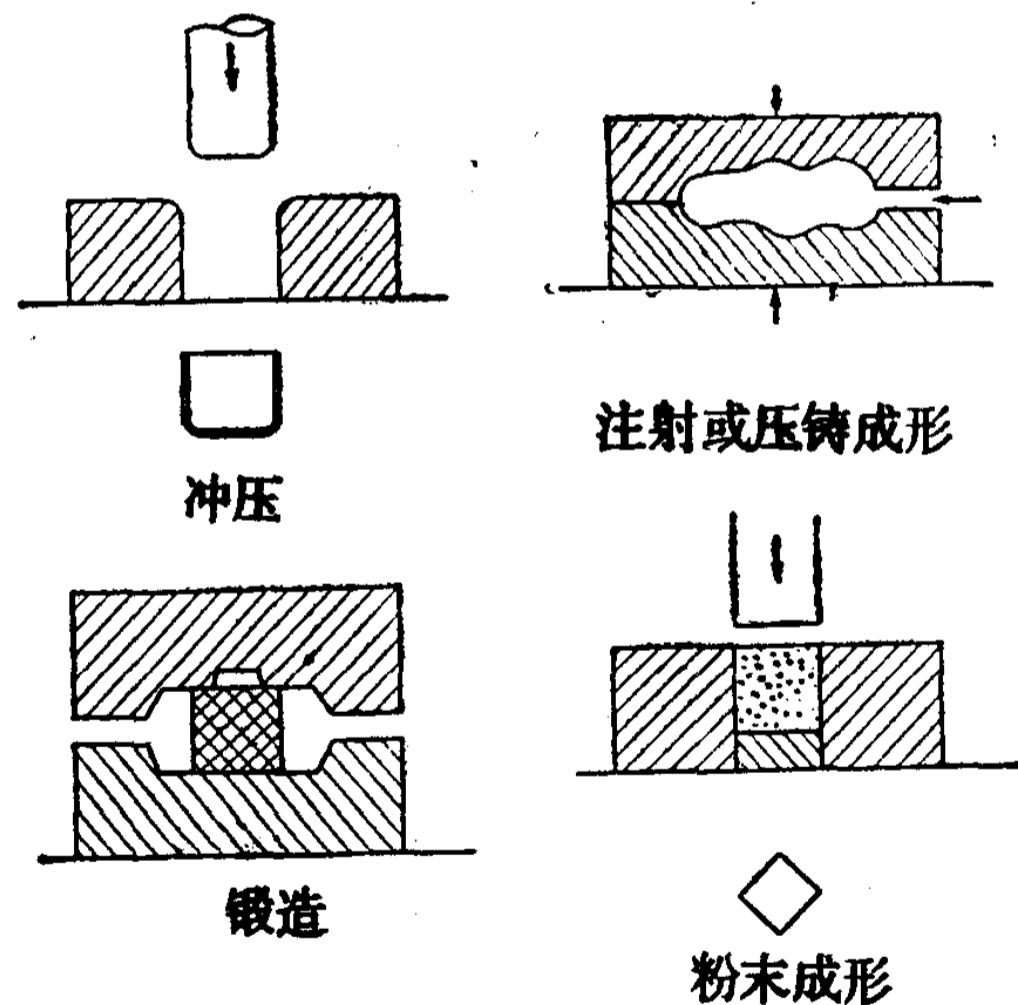


图1-1 变形加工形态

各种加工的特点：生产一种产品零件时，应按其使用目的的不同，产品零件应具备的条件是：形状、强度、精度以及成本等。拟订并生产计划时，要充分考虑到加工方法经济，易被人们所利用，选用模具材料时，要注意能否满足技术要求。有关产品零件的机械性能及其变形加工特点见表1-4。