

10
11101
10011101
1101001101
1101101010010
1011011101101001
101011001011010110
101101011101010110110
11010110101101010110110
1010110101101010110110100
01011011010110110110001011010
101010101101010110110110101010
0110110101101101100010110110010010
101010101101011011011011010101001010
00101101010110101011011010101001010
1101101110110101001010010110101101101010
010101101101010010001011110010110001011010
01101010111011100100101101101100010110110010010
1010010101101100101011010010101101101100010110100
0110110010010011011001001101101101100010110110010010
1101101100010110110010010110111001001011011010110010010
011001001011011100100101101101011001001011010110010010110

压铸模具设计 及CAD

于彦东 主编 石连升 副主编 贾宗福 主审



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等学校材料成型及控制工程专业教材

压铸模具设计及 CAD

于彦东 主 编

石连升 副主编

贾宗福 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统地介绍了压铸模具设计基础,围绕着提高模具设计水平和缩短设计周期这一主题,重点介绍了压铸模具 CAD 系统设计的方法。全书共分 5 章,主要内容包括现代模具技术概论,压铸模设计基础,模具 CAD 系统,模具 CAD 常用的软件系统(AutoCAD, Pro/Engineer, Unigraphics 和 I-DEAS),压铸模具 CAD 系统设计,并通过实例分析使读者加深对压铸模具 CAD 设计方法的认识和熟练掌握。

本书可作为材料加工工程、机械工程及相关专业的本科生或研究生教材,也可作为从事模具 CAD 设计的工程技术人员参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

压铸模具设计及 CAD/于彦东编著. —北京:电子工业出版社,2002.9

高等学校材料成型及控制工程专业教材

ISBN 7-5053-8012-5

I. 压 … II. 于 … III. 铸造—模具—计算机辅助设计—高等学校—教材 IV. TG241-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 070891 号

责任编辑:朱怀永 特约编辑:朱 宇

印 刷:北京天宇星印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:12.25 字数:308.8 千字 插页:1

版 次:2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:18.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077

前 言

随着工业技术的发展,模具产品对模具的要求越来越高。传统的模具设计与制造技术不能适应产品的及时更新换代和提高质量的要求。因此,国外先进工业国家对模具 CAD 技术的发展非常重视。早在 20 世纪 60 年代初期,国外一些飞机、汽车制造公司就开始了 CAD/CAM 的研究工作,并投入了大量的人力和物力。各大公司先后都研制出了自己的 CAD/CAM 系统,并将其应用于模具的设计与制造中。我国的模具 CAD 开发始于 20 世纪 70 年代末,发展非常迅速,迄今为止,先后通过国家有关部门鉴定的有精冲模、普通冲裁模、辊锻模和注塑模等 CAD/CAM 系统。

为满足生产和科研单位对模具 CAD 应用与开发人才的迫切需要,各院校的材料加工工程、机械工程等专业相继开设了模具 CAD 课程。目的在于培养和提高学生的计算机操作能力,使学生具有计算机辅助设计的基本知识,在一定程度上了解和掌握模具 CAD 技术的理论及方法。培养具有比较宽厚的基础、掌握本专业的最新科学技术知识、具有较强的实际问题能力和工作适应能力,具有良好的创新开拓能力,特别是跨学科开拓能力,培养既熟悉自己的专业领域,又能把计算机技术同本专业领域需要紧密结合起来的复合型人才。

本书系统地讲述了现代模具技术概论,较详细地介绍了压铸模具设计技术,阐述了 CAD 技术的理论和方法,模具 CAD 系统的组成及作用、应用和发展状况。还介绍了模具 CAD 常用的软件系统,如:AutoCAD、Pro/Engineer、Unigraphics 和 I-DEAS。重点论述了压铸模具 CAD 系统的设计方法,并通过实例分析使读者加深对模具 CAD 设计方法的认识和熟练掌握。

为了便于理解和掌握有关内容,书中给出了一些基本的压铸模具 CAD 系统流程和设计界面。由于模具 CAD 系统一般都比较复杂,运行程序相当庞大,书中难以一一介绍,为此作者编制了一套配合本书使用的教学软件。

本书由哈尔滨理工大学于彦东老师担任主编、石连升老师担任副主编,吴士平老师和满志强老师为部分章节绘制了图形。哈尔滨学院贾宗福老师担任本书主审。全书共分 5 章,第 1, 2, 3, 5 章由于彦东编写,第 4 章由石连升编写,编写过程中,得到作者单位领导的大力支持与帮助,在此表示衷心感谢。本书配有教学光盘,如果需要,请与哈尔滨理工大学机械动力工程学院材料成型与控制专业联系,邮政编码 150080,电子信箱: yandongyu@yahoo.com.cn。

模具 CAD 技术的发展十分迅速,但国内外可供参考的成熟经验不多,加之作者的水平 and 经验有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请批评指正。

作 者

2002 年 4 月

目 录

第 1 章 现代模具技术概论	(1)
1.1 现代模具发展概况	(1)
1.1.1 中国模具发展概况	(1)
1.1.2 国内外模具发展概况	(5)
1.1.3 现代模具的主要发展趋势	(8)
1.1.4 现代模具的中心特征	(9)
1.2 现代模具市场分析	(10)
思考题	(15)
第 2 章 压铸模设计基础	(16)
2.1 压铸模设计概述	(16)
2.1.1 压铸模设计原则	(16)
2.1.2 压铸模的结构组成	(17)
2.1.3 分型面设计	(18)
2.1.4 压铸机的选用	(21)
2.2 压铸模结构设计	(26)
2.2.1 成型零件设计	(26)
2.2.2 模架结构设计	(33)
2.2.3 推出机构设计	(41)
2.2.4 浇注系统和排溢系统设计	(51)
2.2.5 抽芯机构设计	(61)
2.2.6 加热和冷却系统设计	(68)
2.3 压铸模技术要求	(69)
2.3.1 压铸模结构零件的公差与配合	(69)
2.3.2 压铸模结构零件的形位公差和表面粗糙度	(71)
2.3.3 压铸模总装的技术要求	(72)
2.3.4 压铸模常用材料的选择和热处理要求	(72)
思考题	(73)
第 3 章 模具 CAD 系统	(75)
3.1 CAD 技术及其发展	(75)
3.2 模具 CAD 系统的构成	(81)
3.2.1 硬件条件	(81)
3.2.2 软件条件	(84)
3.3 模具 CAD 技术的应用	(86)
思考题	(88)
第 4 章 模具 CAD 的常用软件系统	(89)

4.1	AutoCAD 软件系统介绍	(89)
4.1.1	基础知识	(89)
4.1.2	基本绘图	(93)
4.1.3	环境设置	(126)
4.1.4	打印	(127)
4.2	Pro/Engineer 2000i 软件系统简介	(130)
4.2.1	操作环境	(130)
4.2.2	功能	(133)
4.3	Unigraphics 软件系统简介	(137)
4.3.1	Unigraphics V16.0 操作环境	(137)
4.3.2	Unigraphics 模块	(141)
4.4	I-DEAS 软件系统简介	(145)
4.4.1	软件	(145)
4.4.2	模块	(146)
	思考题	(152)
第 5 章	压铸模 CAD 系统设计	(153)
5.1	压铸模 CAD 系统设计思想	(153)
5.1.1	概述	(153)
5.1.2	压铸模 CAD 系统的特点	(153)
5.1.3	压铸模 CAD 系统的工作流程	(154)
5.2	压铸模 CAD 系统构成	(156)
5.2.1	运行环境	(156)
5.2.2	主要内容和功能	(156)
5.2.3	数据库的建立	(158)
5.2.4	参数化设计	(160)
5.2.5	实体造型功能	(161)
5.3	实例分析压铸模 CAD 系统	(162)
	思考题	(186)
	参考文献	(187)

第 1 章 现代模具技术概论

计算机辅助模具设计, 简称模具 CAD(Computer Aided Design of Model)。综观国内外模具工业的发展, 可以认为模具 CAD 技术是现代模具技术中最主要的组成部分, 是模具生产的重大技术革命。本章重点介绍现代模具技术的概念和现代模具市场分析。

1.1 现代模具发展概况

在现代机械制造业中, 模具工业已成为国民经济中一个非常重要的行业。许多新产品的开发和生产在很大程度上依赖于模具的设计和制造技术, 特别是在汽车、轻工、电子和航天等领域中尤为重要。模具制造能力的强弱和水平的高低, 已经成为衡量一个国家机械制造水平的重要标志之一。它关系着产品质量和经济效益的提高, 直接影响了国民经济中许多行业的发展。

1.1.1 中国模具发展概况

1. 中国模具工业的发展现状

20 世纪 80 年代以来, 中国的模具工业发展十分迅速, 一直以每年约 15% 的增长速度发展。目前, 中国约有 17 000 多个模具生产厂点, 从业人数约 50 多万。1999 年中国的模具工业总产值已达 245 亿元人民币, 具体情况见表 1-1。

表 1-1 中国模具工业及进出口情况

年 份	生 产 厂 家	产 值 (亿元)	进 口 模 具 (万美元)	出 口 模 具 (万美元)
1984	6 000	15	2 429	130
1994	10 000	130	76 500	3 890
1999	17 000	245	88 274	13 285

在模具工业的总产值中, 冲压模具约占 50%, 塑料模具约占 33%, 压铸模具约占 6%, 其他模具约占 11%。模具的生产状况如下。

1) 冲模

冲模标志着冲模技术先进水平的多工位级进模和多功能模具, 是我国自 80 年代以来重点发展的精密模具。其国产化程度有了很大的提高, 制造技术日趋成熟, 具有一定难度的复杂的精密级进模已经能够自行设计和制造。

南京长江机器制造厂的电机铁心自动叠铆硬质合金的工位级进模, 具有自动冲切、叠压、铆合、计数、分组、转子铁心扭斜和安全保护等功能, 凹模采用拼块式, 备件可互换。常州宝马集团公司的步进电机定转子带双回轮叠片硬质合金级进模, 具有转子冲片落料, 旋转 72° 再叠片, 定子冲片落料, 回转 90° 再叠片 (以消除料厚误差) 等功能, 为国内首创。

这两项模具,精度可达 $2\text{ }\mu\text{m}$,步距精度达 $2\sim 3\text{ }\mu\text{m}$,双回转精度为 $1'$,寿命均可达 1 亿次以上,工位数最多已达 160 个,制造周期 $5\sim 6$ 个月。我国自行设计制造的精密多工位级进模和多功能模具,从模具结构、制造精度、制造周期、使用寿命等指标来衡量,与国外同类模具相比,水平相当或接近,完全可以替代进口模具,而价格仅为进口模具的 $1/2\sim 1/4$,具有很强的市场竞争力。其他多工位级进模,如用于集成电路引线框架的 $20\sim 30$ 工位的级进模,用于电子栓零件的硬质合金级进模和空调器散热片的级进模,也已达到较高的水平。

2) 汽车大型覆盖件模具

以汽车覆盖件模具为代表的大型冲压模具的制造技术已取得了很大进步,主要表现在以下几个方面:

(1) 生产成套轿车覆盖件模具。在大型覆盖件模具中,轿车覆盖件模具具有设计和制造难度大、质量和精度要求高的特点。近年来,我国的轿车模具取得了较大的发展,主要模具厂家都已具备生产轿车模具的能力,并已生产部分覆盖件成套模具。例如,东风汽车公司冲模厂承担的富康轿车内覆盖件模具的设计与制造。在设计制造方法和手段方面已基本达到了国际水平,模具结构和功能方面也接近国际水平,但在制造质量、精度、制造周期和成本方面与国外相比还存在一定的差距。

(2) 普遍应用 CAD/CAM 技术。大型覆盖件模具生产厂家都已采用 CAD/CAM 技术,从冲压产品设计到模具制造实现了一体化。产品造型、工艺补充等工作均可在计算机上完成,从数控编程到数控加工实现了 DNC 加工,在计算机硬件和软件配备上也接近国际水平。例如在 CAD 方面,一汽模具制造有限公司等已可以进行 3DLD 图的设计。UG, Pro/Engineer, I-DEAS, Euclid-IS 等著名软件在国内的模具工业应用中已相当广泛。

(3) 现代模具制造技术得到推广应用。新技术、新工艺、新设备、新材料在模具制造中得到广泛推广及应用。目前,数控加工技术、实型铸造技术、刃口堆焊技术日趋成熟。实型铸造技术是提高模具尺寸精度、减少模具加工余量、缩短模具制造周期的有效途径。近几年,该项技术在大型覆盖件模具中得到了广泛应用,获得了显著的效益。在大型覆盖件冲裁类模具中,堆焊刃口技术应用日益扩大。模具堆焊刃口技术是一项省时、省料、可缩短模具制造周期的新技术,而熔化极氩弧焊技术的应用,则可以提高堆焊刃口的质量,大大提高了刃口堆焊的速度,具有较高的推广应用价值。

(4) 新型空冷钢得到推广。空冷钢 7CrSiMnMoV 是国内研制的冷作模具钢,在覆盖件模具中应用逐步扩大,铸造镶块刃口质量逐步提高,热处理工艺也日益完善。这对提高冲裁模的质量,减少机加工工作起到了积极的作用。

(5) 检测技术和逆向工程技术的新发展。大型汽车覆盖件模具的检测技术正向着高精度、多功能和大型化发展。多数厂家均拥有大型的高精度三坐标测量机,并具有数字化扫描功能。如天津汽车模具有限公司拥有意大利产的 $3\,000\text{ mm}\times 2\,700\text{ mm}$ 高速数字化扫描机;一汽模具制造有限公司拥有意大利产的 $6\,000\text{ mm}\times 2\,500\text{ mm}\times 2\,300\text{ mm}$ 三坐标测量机,并备有激光扫描软件和逆向工程软件。高速扫描和逆向工程技术的应用,大大缩短了模具的研制周期,促进了模具制造水平的发展。

(6) 树脂模具成功地得到应用。树脂型面模具是一种快速经济模具,具有制模工艺简单、生产周期短、成本低的特点,适用于新产品的试制和冲压工艺实验。这项技术在国内大型覆盖件模具中已成功地得到了应用,对缩短新车型的开发周期,具有十分积极的作用。

(7) 标准件的生产应用有较大发展。大型覆盖件模具中, 标准件的专业化生产与应用, 对提高模具质量、缩短模具制造周期、降低模具成本具有重要的意义。滚珠式导柱、衬套、自润导板、快速凸模、斜楔机构零部件等, 都能够批量生产, 质量也在不断提高, 逐步替代进口件。

3) 塑料模

近年来, 塑料模具技术发展很快, 在国内模具工业产值中所占比例不断扩大。电视机、空调、洗衣机等家用电器所需的塑料模具基本上可立足于国内生产。重量达 10~20 吨的汽车保险杠、整体仪表板等塑料模具和多达 600 腔的塑封模具已可自行生产。在精度方面, 塑件的精度尺寸可达 IT 6~7 级, 型面的粗糙度可达 R_a 0.05 μm ~0.025 μm , 塑料模使用寿命达 100 万次以上。

我国塑料模有长足进步, 特别体现在高新技术应用的深度和广度上, 有下列几个方面:

(1) 广泛应用 CAD/CAM 技术。大多数的模具厂家都采用了 CAD/CAM 技术, 产品零件造型、模具主要结构及零件的设计、数控机床加工的编程等已成为精密、大型塑料模具生产的主要手段。天津通信广播公司模具厂等企业还实现了无图化加工。

(2) 热流道技术的应用更加广泛。热流道技术发展迅速, 在设计理论方面出现了热流道系统热平衡研究及理论公式的推导。一般内热式、外热式元件以及分流板多点热喷嘴的结构应用已比较普遍, 具有先进水平的针阀式喷嘴和通断控制式喷嘴国内也已能自行设计制造。

(3) 气体辅助注射成型技术的使用更趋成熟。青岛海信模具有限公司、天津通信广播公司模具厂等厂家成功地在 29~34 英寸电视机外壳以及一些厚壁零件的模具上运用气辅技术; 熊猫公司在开发气辅模具时, 采用了 C-MOLD 气辅分析软件, 使模具顺利研制成功。

(4) 更加重视提高注射成型的生产效率和适应快速成型的需要。在自动脱模(脱流道)方面精心设计, 同时更加重视冷却系统的设计, 一些看来结构一般的模具, 由于采用了高效率的冷却系统, 注塑模生产效率平均提高了一倍。

(5) 精密、复杂及大型模具的制造水平有了很大提高。如天津津荣天和机电有限公司和烟台北极星 I·K 模具有限公司制造的多腔 VCD 和 DVD 齿轮模具, 其尺寸精度、同轴度、跳动等要求都达到了同类产品的水平, 而且还采用最新的齿轮设计软件, 纠正了由于成型收缩造成的齿形误差, 达到了标准渐开线齿形要求。

4) 压铸模

近年来, 由于汽车和摩托车工业的发展较快, 推动了压铸件生产的发展。在模具结构的复杂程度、制造工艺、产品的外观质量和尺寸精度等方面, 压铸模均有明显提高, 已经基本上能够满足汽车、家电、轻工等行业对压铸模零件的要求。汽车、摩托车上配套的铝合金压铸件大部分实现了国产化。有些厂家已把 CAD/CAM 技术应用于压铸模型腔设计、型面造型与加工编程系统。广泛地采用了电火花和数控铣加工技术, 保证了型腔尺寸的精度。在模具钢的选用方面, 3Cr2W8V 已较少应用, 而普遍采用 H13 和 ASSAB8407 等材料, 并经热处理和表面氮化处理, 大幅度提高了模具寿命。在模具设计时, 注重解决热平衡问题, 合理地确定浇注系统和冷却系统, 并根据制作要求, 采用了液压抽芯和二次增压等结构, 压铸模的总体水平有了较大的提高。国内在 10 000 kN 以上大型压铸机的应用方面也有所发展, 已开始采用了真空高压铸造技术及液态模锻技术。

我国的压铸模与国外相比仍有较大差距, 反映在三个方面:

(1) 使用寿命。大中型铝合金压铸模的寿命,国外为 10 万~15 万次,国内一般在 3 万~8 万次,有时甚至不到 3 万次。

(2) 表面质量。国内的压铸件往往线条不清晰,水流纹不理想,表面光洁度也较差。与进口压铸件对比,差距明显。

(3) 使用可靠性。国产模具的使用可靠性不稳定,运转中故障较多,返修量大,单产量不如进口模具高。另外,大型汽车零件压铸模,国内基本上还不能自行制造,主要依赖于进口。铜合金和镁合金压铸模亦是薄弱环节。

5) 模具标准件

模具标准件在行业中得到广泛应用,特别是在缩短模具制造周期、提高质量和降低成本等方面作用显著。国内已有相当数量的模具标准件生产厂家。

近年来,模具标准件生产有较大的发展,除了反映在标准件生产厂家有较多增加外,标准件品种也有所扩展。以往模具标准件主要是两大类:冷冲模架和注射模架,还有一些导向件(导柱、导套)、顶杆、顶管和模具弹簧类等,品种比较单一。现在的品种则不断增加,如冷冲模架,原来一般均为铸铁模架,江苏镇江船山模架厂现已成批生产钢板模架,并开发了精冲三板模架以替代进口。

但是,我国模具标准件的总体情况还满足不了模具工业发展的要求,主要问题如下:

(1) 模具标准件厂家除少数骨干企业外,大多数是低水平、小规模企业,未能形成规模生产,不利于降低成本和提高质量,自身效益也较差。

(2) 生产标准不统一。冷冲模架、注射模架以及一些模具零部件,都已制定了国家标准,但严格按照国家标准生产的厂家不多,一些工厂仍旧按照原机械工业部、原电子工业部部标生产。

(3) 国外标准件品种齐全、规格多、供货迅速,能满足用户多方面的需求,并有利于标准件的推广应用。我国与之相比,差距很大。

(4) 标准件质量还存在较多问题,有待进一步提高。

2. 中国模具技术的发展方向

在过去的 10 余年间,我国的模具工业和模具技术得到了快速发展。但与国外工业发达国家相比仍存在较大差距,还不能完全满足国民经济高速发展的需要。未来的十年,中国模具工业和模具技术的主要发展方向将包括:

- (1) 提高大型、精密、复杂、长寿命模具的设计制造水平。
- (2) 在模具设计制造中广泛应用 CAD/CAE/CAM 技术。
- (3) 大力发展快速制造原型和快速制造模具技术。
- (4) 在塑料模具中推广应用热流道技术、气辅注射成型技术和高压注射成型技术。
- (5) 提高模具标准化水平和模具标准件的使用率。
- (6) 发展优质模具材料和先进的表面处理技术。
- (7) 逐步推广高速铣削在模具加工的应用。
- (8) 进一步研究和开发模具的抛光技术和设备。
- (9) 研究和应用模具的高速测量技术与逆向工程。
- (10) 开发新的成型工艺和模具。

3. 与国外模具行业的差距

我国的模具行业与国外的差距见表 1-2。

表 1-2 我国的模具行业与国外模具行业的差距

		国 际	国 内
生 产 加 工	型腔加工	基本上采用数控加工，高速铣削应用也较普遍	通用机床为主，少量数控，高速铣削刚开始应用
	CAD/CAE/CAM 技术	已基本普及	应用面较小
	三坐标测量	已普及应用	较少应用
制 造 精 度 (μm)	塑料模	0.005~0.01	0.02~0.04
	压铸模	0.01~0.03	0.02~0.05
	冷冲模	0.002~0.005	0.005~0.02
生 产 周 期	汽车覆盖件模具	半年左右	一年左右
	大型塑料模具	3~4 个月	8~10 个月
	高精度多工位级进模	2~4 个月	4~6 个月
模具寿命		同类同档次模具，国内约为国外的 1/2~1/4	
标准化程度		70% 以上，标准件品种规格多、质量高、交货快	30% 以下，标准件品种少、质量低、交货期长
专业化水平		专业厂生产的商品模具占行业总产值的 70% 以上	专业厂生产的商业模具占行业总产值的 30%
经济效益		工业先进国家 10 万~20 万美元/年·人	3 万~5 万元人民币/年·人

1.1.2 国内外模具发展概况

根据国际专用工具协会和亚洲模具协会联盟的综合估计，全球的主要模具生产国家和地区如下：

1) 日、美、德、法等工业发达国家

它们发展速度快，市场规模大，内需充足，可吸纳本国生产的各类模具。其技术档次较高，具备开发各种模具的能力。

2) 发展中国家/地区

包括韩国、新加坡、马来西亚、葡萄牙等国家和中国台湾、香港地区。属出口导向型，发展模式大致为由传统劳动密集产业开始从事工业化生产，渐渐步入技术密集和资本密集产

业的出口，模具工业已由初期的低精密度向较高精密度发展。

3) 经济发展迅速的大国

如中国大陆、印度等。其人口众多，长期重视基础工业发展，模具工业技术主要集中在少数大型国有企业。我国自实行改革开放以来，经济发展迅速，带动模具工业迅速发展。

下面分别介绍一些国家和地区模具的发展情况。

1. 日本

根据日本金型工业协会估计，1995 年日本的模具产值约为 15 866 亿日元，较上一年增长了 13.9%。与其他产业相似，其模具行业在 1991 年发展到高峰后开始跌落，一直到 1995 年才有所回升，主要原因是 1995 年日本各大汽车厂将各类型旧车逐渐淘汰，由此对模具需求迫切。

日本为全球第一大模具出口国，1991 年起其模具出口额超过 20 亿美元，1995 年为 2586.87 亿日元（约合 28 亿美元），约占产值的 16.3%。1995 年进口约占产值的 1.2%。出口规模较大的原因在于：

- (1) 模具技术较高，质量良好，精密度符合各类客户需求。
- (2) 企业的海外投资很多，各海外工厂习惯于使用日本制造的模具，以确保生产顺畅。
- (3) 按时交货且交货期短是日本模具的一大特色。

2. 澳大利亚

澳大利亚的模具生产能力较强，达到了国际一流水平，它将高新技术应用于模具设计和制造中。

1) CAD/CAM/CAE 一体化技术被广泛应用

它显示了用信息技术带动模具工业发展的优越性。澳大利亚塑料模具设计制造已普遍应用了 CAD/CAM/CAE 一体化技术。在 CAD 应用方面，已经甩掉了图板，二维 CAD 被广泛应用，三维 CAD 的使用目前已达到了 60%，PRO/E, UG, Solid, Edge, Mechanical Desktop 等设计软件应用得很普遍，而且采用 DNC 网络联系到高精度和高效率加工中心。应用这些软件不仅可完成二维设计，同时可获得三维模型，为 NC 编程和 CAD/CAM 的集成提供了保证。应用三维设计，还可以在设计时进行装配干涉检查，保证设计和工艺的合理性。

2) 企业规模

澳大利亚汽车模具企业规模不大，职工多在 40~50 人，最大的只有 450 人（制作模具的人数为 68 人，其他人员做产品零件）。多机床管理和一专多能、一人多职普遍被模具厂采用，其车间机床很多但工人不多，多台数控机床在工作，但只有一个工人管理。

3) 实行 JIT 管理模式

澳大利亚的模具企业都是根据市场需要发展起来的，都有一套适应市场需要的科学的、严格的管理方法，从生产计划、工艺制定到作业流程控制、库存、统计等方面普遍使用了计算机化管理。在生产现场数据采集和统计都使用了条码技术，有些公司还应用了集成化管理，在公司内部，设计、工艺、生产部门通过计算机网络 DNC 共享信息。在生产车间，制品、外购件和生产作业地干净整洁有条不紊，生产基本实现了零库存，做到了准时生产（JIT）。

4) 专业化生产和社会协作

为了在市场竞争中生存发展，每个模具企业都有自己的特色产品，都有自己的技术优

势，必须采用专业化生产方式，不能什么模具都制造。

Electeolux 公司是一个较大的模具制造公司，主要做一些大型模具，拥有日本产 OKUMA 数控铣床 3 台，大型电加工 EDM 设备。生产重点放在模具开发和 CAD 及装配调试工作上，做许多机械零件加工外协。

5) 模具标准化程度较高

澳大利亚汽车模具厂的标准化程度较高，一般都有 70%~80%，模具的许多结构件都是标准的，模具厂主要加工型腔、型心等模具零件，并进行装配调试。模具标准件可以在市场上采购，许多模具企业进行模具零件的粗加工，半精加工也由相对固定的协作厂家完成，模具铸件由固定铸造厂粗加工后再送往协作厂进行半精加工。塑料模具用的钢材在钢厂进行粗加工作为标准模块运到模具厂，模具厂的热流道、定位、导向、斜楔、退料、气动等都是标准件，由专业厂供给，这样大大地缩短了模具产品的制造周期。

3. 葡萄牙

模具工业是葡萄牙颇具国际竞争力的重要出口产业，生产规模在 1995 年已达 3.2 亿美元，制造厂家约 250 家，从业人员约 7 500 人。但大部分为中小企业，每个工厂平均员工为 30 人。

由于地理因素及文化背景优势，葡萄牙的模具在美洲市场上广为各大公司认同，近年来葡萄牙人又加强了对欧盟市场的拓展，使其逐渐成为世界模具市场上一个强有力竞争者。

目前，葡萄牙的模具生产重心为塑料模具，占其国内模具总产值的 80% 以上。模具行业已普遍使用 CAD/CAM 技术，并采用 CNC 等精密加工机械，全行业用于研究开发及新设备的费用占全年产值的 10%，超过大部分主要竞争对手。葡萄牙的模具外销比例高达 85%，1995 年的出口增长为 22.5%，接近 2 亿美元，进口额为 3 431 万美元，增长 46%。美、加曾为其最大出口市场。1986 年葡萄牙加入欧盟后，市场重心转移到欧洲，美国和加拿大所占市场份额从 1985 年的 65% 降低到目前的 30%。

4. 中国台湾

中国台湾的模具工业具有相当的规模和水平，1998 年模具产值曾达到 19.5 亿美元。近几年因中国台湾经济衰退，中国台湾的模具产值连续下降，1999 年降低到 17.2 亿美元，2000 年又降到 15.5 亿美元，两年共下降了 20.5%。中国台湾模具出口占模具总产值的 30% 左右，中国大陆是中国台湾模具销售的主要市场之一。

各类模具在中国台湾模具产值中所占的比例为：塑料模具占 45%，冲压模具占 36%，压铸模具占 8%，锻造模具占 3%，其他模具占 8%。在中国台湾模具产值中，为计算机、通信和其他电子等 3C (Computer, Communication, Consumer electronics products) 产品提供的模具约占 50%，为汽车、摩托车提供的模具约占 26%，为其他家电产品提供的模具已降至 10% 以下。中国台湾模具企业有以下特点：

- (1) 模具生产效率高、工期短、人均产值高。
- (2) 专业分工细，技术精益求精，客户相对稳定。
- (3) 模具企业带件生产比较普遍，有利于企业的发展。
- (4) 紧跟主产品需求开发模具，重视开拓海外市场。
- (5) CAD/CAE/CAM 和高速切削加工技术应用广泛。

5. 印度

印度的模具工业起步较晚，但发展势头很好。表 1-3 可以大致说明印度塑料模具的发展速度。

表 1-3 印度全国塑料用量

年 份	1987	1997	2000
塑料用量 (万吨)	100	250	400

如果按塑料模具的发展速度与上表中塑料用量发展的速度相适应来计算的话，则近 10 年来，印度塑料模具每年递增约 10%。1998 年~2000 年，三年的发展速度为每年递增约 17%。印度塑料模具的质量也已达到相当高的水平。例如，汽车、家用电器、工业制品中的塑料件，其塑料模具国内可基本自给。1997 年印度全国模具总产值约为 5 亿美元，其中约 80% 自产自用，约 20% 为商品。另外，约有 1.5 亿美元的模具从国外进口，但其出口量不大。

印度的模具 CAD/CAE/CAM 技术应用较为普遍，其中，CAD/CAM 技术普及率已达 25%。塑料模具的寿命，一般（用预硬钢）为 50 万次，好的（用淬火钢）达 100 万次以上。印度的压铸模也已达到相当高的水平，汽车、摩托车上用的压铸件，所需压铸模国内可基本自给，平均寿命达 10 万次左右。中型以上的模具企业，使用 CAD/CAM 等先进技术，管理也比较现代化。

印度的模具行业中的技术人员和技术工人主要由自己培养，特别是技术工人，多数由工厂自己培养。目前，丹麦援建的模具技术培训中心已正常运行。该中心在印度有 6 个分布在全国的培训点，这些培训点同时也是 6 个模具厂，由丹麦和印度双方政府各投资 50% 建成，它设备先进，向社会开放。

1.1.3 现代模具的主要发展趋势

当前整个工业发展的特点是产品品种多、更新快和市场竞争激烈。为了适应用户对模具制造的短交货期、高精度、低成本的迫切要求，模具必然会有以下发展趋势。

1. 模具日趋大型化

一方面是由于用模具成型的零件日渐大型化，另一方面是由于高生产率要求发展一模多腔。

2. 模具的精度越来越高

10 年前，精密模具的精度一般为 $5\mu\text{m}$ ，现在已达 $2\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ ，很快 $1\mu\text{m}$ 精度的模具也将上市。随着零件的微型化及精度要求的提高，有些模具的加工精度公差要求在 $1\mu\text{m}$ 以下，这就要求发展超精加工。

3. 多功能复合模具将进一步发展

一套多功能模具，除冲压成型外，还可以进行叠压、攻螺纹、铆接、锁紧等组装任务，可以直接生产组合件。这种模具大大缩短了产品的生产、装配周期。

4. 热流道模具的比重逐步提高

热流道技术生产的模具可以提高制作的效率和质量,并且大幅度节约制作的原材料。因此,热流道技术的应用在国外发展得很快,许多塑料模具厂所生产的塑料模具已有一半以上用了此技术,有的厂甚至达到 80%以上,效果十分明显。国内也已开始使用该技术,个别企业所生产的塑料模具中使用该技术的已占 30%左右。

5. 气辅模具及适应高压注射成型模具不断发展

塑料件的尺寸精度、几何精度及外观精度需要由注射成型模具来保证。而气体辅助注射成型技术已比较成熟,能改善注塑件的内在和外观质量,具有气射压力低、制品成型小、易于成型壁厚差异较大的制品等优点。与之相适应,气辅模具在我国也已出现,并取得良好效果。

6. 模具标准件的应用将日渐广泛

应用模具标准件不但能缩短模具的制造周期,而且能提高模具质量和降低模具制造成本,因此,模具标准件的应用必将日渐广泛。

7. 快速经济模具的前景广阔

现在是多品种少批量生产的时代。下一世纪,这种生产方式占工业生产的比例将达到 75%以上。一方面是制品使用周期短,另一方面实际使用中要求制品式样不断变化,这样模具的生产周期越短越好。中低熔点合金模具、喷涂成型模具、电铸模、精铸模、层叠模、陶瓷吸塑模、环氧树脂模及光造型等快速经济模具将进一步发展。另外,采用计算机控制和机械手操作的快速换模装置、快速试模装置技术也会得到发展和提高。

8. 塑料模和压铸模的比例将不断提高

在未来 10 年左右的时间里,塑料模和压铸模的总量分别占到 40%~50%是可能的。高技术含量的和中高档模具将不断增大比例。

1.1.4 现代模具的中心特征

现代模具工业由现代化的模具企业组成,现代化的模具厂人们常称之为模具中心,是一个具有相当投资规模、设备先进、技术精良,能生产多种高品质模具的企业。这种企业把设备、人力和技术用一个科学而严谨的管理系统糅合起来,使之达到最佳效益。一个现代化的模具中心,其主要特征有以下几个方面:

1. 以计算机为中心

现代模具中心的首要特征就是以计算机为中心,计算机是全厂最活跃、最核心、必须投资且更新最快的部分。以计算机为中心建立起来的 CAD/CAM/CAE 是全中心的生产主线。

2. 加工设备先进,机床品种和规格配套

现代模具的加工更多地依靠各种高精度、高效率的机床。从模具粗加工、热处理、表

面处理到各种精加工、光加工、质量控制与检测，手段齐全且配套合适。

数控及电子计算机控制的加工设备，所占的比重较大，以适应单件或小批量复杂形状的模具零件的生产。机电结合的电火花加工、数控线切割加工及各类特种加工，已成为现代模具加工中的基本手段。

现代模具中心的检测设备与手段齐全，一般均配备不同尺寸和精度的数控三坐标测量机。

3. 模具设计水平高，独具特色

现代模具中心广泛采用计算机辅助模具设计与制造技术，设计过程程序化、自动化，使用优化程序，模拟成型过程采用交互式设计方法，发挥人和计算机的各自特长。

数据库和计算机网络技术使设计员拥有大量的资料和信息，设计与制造之间数据的直接传输使设计中的反复修改变得简单。现代模具加工精细，产品属精密范畴。模具标准化、通用化、典型化程度高，分工细，各模具企业特长日趋明显。

4. 供货期短

供货期短是当前市场竞争激烈情况下，模具生产的一个重要指标。现代模具对缩短交货期的要求日益迫切，一般的交货期限从几个月缩短到十几天，甚至要求几天交货。传统的设计制造方法是不可能达到这样的速度。

模具设计从人工经验型设计方式转化为依靠计算机和成组技术的设计方式。广泛采用模具 CAD/CAM 新技术，大大缩短了模具生产周期。此外，计算机模拟成型过程，各种分析软件，模具的标准化、专业化生产，这些都为缩短模具生产周期起了很大作用。

5. 重视人才的培养和凝聚

一个现代化的模具中心，最重要的是掌握先进技术与设备的人。所以，要求从业人员有较高素质。缺乏经验的模具工人和高素质、高技艺的模具人才，已成为全球模具企业发展所面临的紧迫问题。加强这方面人才的培养和再教育，并将这些人才成功地凝聚在一起，已成为现代化模具中心的重要任务和重要特征。

总之，一个现代化模具企业，应该由现代化的模具生产技术、高度专业化的生产、高素质的人才、良好的服务和科学灵活的经营管理等几个方面的条件所构成。

1.2 现代模具市场分析

我国的工业经济，已经到了大批量规模经济和小批量多品种经济同时发展的时期。大批量生产和小批量多品种生产对模具的要求虽然有所不同，但就其对模具的依赖性来说，则是大同小异。经济发展较快的时期，产品畅销，自然要求模具的发展能跟上，而经济发展滞缓时期，产品不畅销，企业必然想方设法开发新产品，这同样会给模具带来强劲的需求。因此，模具市场的发展趋势，就总体而言，应该是平稳向上的。鉴于此，国内外行家都称“现代模具工业是不衰亡工业”。

我国的模具市场销售逐年稳步发展。从 1988 年模具的产值约 30 亿元发展到 1993 年的约 110 亿元，再发展到 1997 年的 200 亿元左右，基本上是以每年 10%~20% 的速度递增，没有大起大落。在这个总量中，自产自销一直占多数。但随着模具专业化生产的发展和市场

经济的不断开拓，进入社会作为商品流通的模具比例逐年提高，使市场销售结构也发生了相应变化。

1. 产品进出口贸易情况

我国模具进出口贸易情况如图 1.1 和图 1.2 所示。

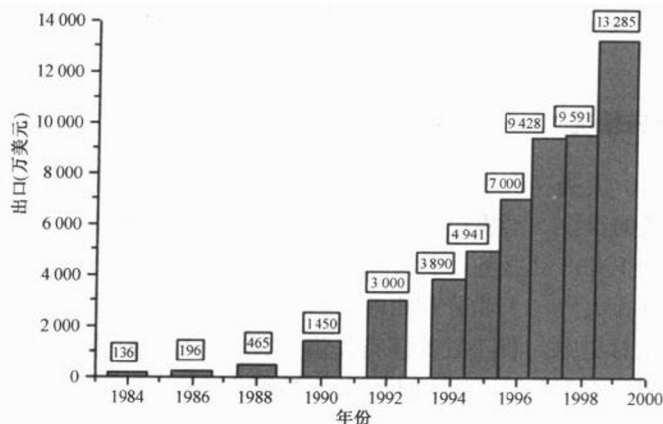


图 1.1 我国模具进口额贸易情况

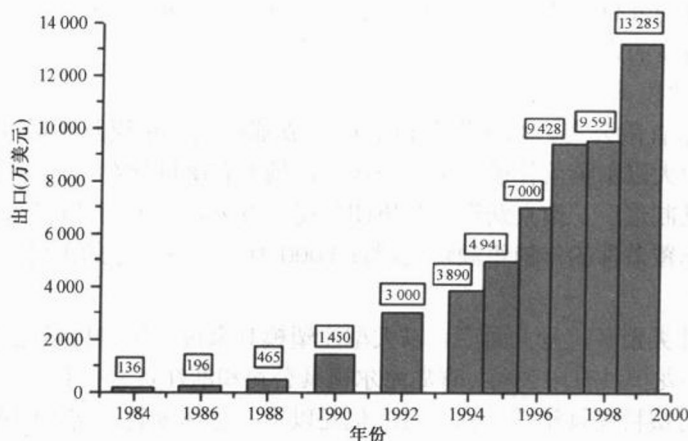


图 1.2 我国模具出口额贸易情况

从图中可见，我国模具产品出口额每年稳步增加，出口前景看好。同时，我国模具进口额除个别年份外，基本上是每年大幅度地增加。例如，从 1999 年我国模具进口情况，据海关估计，1999 年我国共进口模具 88 274 万美元，比 1998 年增长 33.14%。其中，冲压模具为 44 437 万美元，占模具进口额的 50.34%，塑料橡胶模具为 39 947 万美元，占总进口额的 45.25%。1999 年我国共出口模具 13 285 万美元，比 1998 年增长 38.39%。其中，塑料橡胶模具为 7 187.8 万美元，占总出口额的 54.1%，冲压模具为 4 632.2 万美元，占总出口额的 34.8%。1999 年模具进出口之比为 6.6:1，比 1998 年的 6.9:1 稍有改善。根据近几年情况看，进出口相抵后的净进口额，我国是全世界最大的。这种不合理的进出口贸易结构，预计要很长时间才能有较大的改变。