



普通高等教育规划教材

材料成形设备

王卫卫 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育规划教材

材料成形设备

主 编 王卫卫

副主编 朱传祥 彭庚新

参 编 刘淑梅 陈 璞 范有发

文全兴 查光成

主 审 孙友松



机械工业出版社

全书共分七章,着重讲述成形生产中常用的设备如曲柄压力机、液压机、塑料挤出机、塑料注射成型机和压铸机的工作原理、典型结构、控制系统、性能特点、主要技术参数与适用工艺及其使用要求,并对螺旋压力机、锻锤、剪板机、板料折弯机、高速压力机及冲模回转头压力机进行了介绍。

本书可作为高等工科院校材料成形及控制工程专业的教材,也可作为高职高专相关专业教材,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

材料成形设备/王卫卫主编.—北京:机械工业出版社,2004.8
普通高等教育规划教材
ISBN 7-111-15062-7

I. 材… II. 王… III. 工程材料—成型—设备—高等学校—教材 IV. TB3

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第081296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:张祖凤 版式设计:冉晓华 责任校对:樊钟英
封面设计:陈沛 责任印制:李妍
北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行
2004年10月第1版·第1次印刷
1000mm×1400mm B5·10.625印张·413千字
定价:26.00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)68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

**普通高等教育应用型人才培养规划教材
编审委员会名单**

主 任：刘国荣 湖南工程学院
副主任：左健民 南京工程学院
陈力华 上海工程技术大学
鲍 泓 北京联合大学
王文斌 机械工业出版社

委 员：(按姓氏笔画排序)

刘向东 华北航天工业学院
任淑淳 上海应用技术学院
何一鸣 常州工学院
陈文哲 福建工程学院
陈 峻 扬州大学
苏 群 黑龙江工程学院
娄炳林 湖南工程学院
梁景凯 哈尔滨工业大学(威海)
童幸生 江汉大学

材料成形及控制工程专业教材编委会

主 任：计伟志 上海工程技术大学

副主任：李 尧 江汉大学

王卫卫 哈尔滨工业大学（威海）

委 员：（按姓氏笔画排序）

王高潮 南昌航空学院

邓 明 重庆工学院

齐晓杰 黑龙江工程学院

肖小亭 广东工业大学

李慕勤 佳木斯大学

张 旭 湖南工程学院

周述积 湖北汽车工业学院

侯英玮 大连铁道学院

胡礼木 陕西理工学院

胡成武 株洲工学院

施于庆 浙江科技学院

贾俐俐 南京工程学院

翁其金 福建工程学院

傅建军 华北航天工业学院

序

工程科学技术在推动人类文明的进步中一直起着发动机的作用。随着知识经济时代的到来,科学技术突飞猛进,国际竞争日趋激烈。特别是随着经济全球化和我国加入WTO,世界制造业将逐步向我国转移。有人认为,我国将成为世界的“制造中心”。有鉴于此,工程教育的发展也因此面临着新的机遇和挑战。

迄今为止,我国高等工程教育已为经济战线培养了数百万专门人才,为经济的发展作出了巨大的贡献。但据IMD1998年的调查,我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标排名世界第36位,与我国科技人员总数排名世界第一形成很大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员,特别是工程应用型技术人才市场供给不足。在此形势下,国家教育部近年来批准组建了一批以培养工程应用型本科人才为主的高等院校,并于2001年、2002年两次举办了“应用型本科人才培养模式研讨会”,对工程应用型本科教育的办学思想和发展定位作了初步探讨。本系列教材就是在这种形势下组织编写的,以适应经济、社会发展对工程教育的新要求,满足高素质、强能力的工程应用型本科人才培养的需要。

航天工程的先驱、美国加州理工学院的冯·卡门教授有句名言:“科学家研究已有的世界,工程师创造未来的世界。”科学在于探索客观世界中存在的客观规律,所以科学强调分析,强调结论的惟一性。工程是人们综合应用科学(包括自然科学、技术科学和社会科学)理论和技术手段去改造客观世界的实践活动,所以它强调综合,强调方案优缺点的比较并做出论证和判断。这就是科学与工程的主要不同之处。这也就要求我们对工程应用型人才的培养和对科学研究型人才的培养应实施不同的培养方案,采用不同的培养模式,采用具有不同特点的教材。然而,我国目前的工程教育没有注意到这一点,而是:①过分侧重工程科学(分析)方面,轻视了工程实际训练方面,重理论,轻实践,没有足够的工程实践训练,工程教育的“学术化”倾向造成了“课题训练”的偏软现象,导致学生动手能力差。②人才培养模式、规格比较单一,课程结构不合理,知识面过窄,导致知识结构单一,所学知识中有一些内容已陈旧,交叉学科、信息学科的内容知之甚少,人文社会科学知识薄弱,学生创新能力不强。③教材单一,注重工程的科学分析,轻视工程实践能力的培养;注重理论知识的传授,轻视学生个性特别是创新精神的培养;注重教材的系统性和完整性,造成课程方面的相互重复、脱节等现象;缺乏工程应用背景,存在内容陈旧的现象。④老师缺乏工程实践经验,自身缺乏“工程训练”。



⑤工程教育在实践中与经济、产业的联系不密切。要使我国工程教育适应经济、社会的发展,培养更多优秀的工程技术人员,我们必须努力改革。

组织编写本套系列教材,目的在于改革传统的高等工程教育教材,建设一套富有特色、有利于应用型人才培养的本科教材,满足工程应用型人才的要求。

本套系列教材的建设原则是:

1. 保证基础,确保后劲

科技的发展,要求工程技术人员必须具备终生学习的能力。为此,从内容安排上,保证学生有较厚实的基础,满足本科教学的基本要求,使学生日后具有较强的发展后劲。

2. 突出特色,强化应用

围绕培养目标,以工程应用为背景,通过理论与工程实际相结合,构建工程应用型本科教育系列教材特色。本套系列教材的内容、结构遵循如下9字方针:知识新、结构新、重应用。教材内容的要求概括为:“精”、“新”、“广”、“用”。“精”指在融会贯通教学内容的基础上,挑选出最基本的内容、方法及典型应用;“新”指在将本学科前沿的新进展和有关的技术进步新成果、新应用等纳入教学内容,以适应科学技术发展的需要,妥善处理好传统内容的继承与现代内容的引进,用现代的思想、观点和方法重新认识基础内容和引入现代科技的新内容,并将这些按新的教学系统重新组织;“广”指在保持本学科基本体系下,处理好与其相邻以及交叉学科的关系;“用”指注重理论与实际融会贯通,特别是注入工程意识,包括经济、质量、环境等诸多因素对工程的影响。

3. 抓住重点、合理配套

工程应用型本科教育系列教材的重点是专业课(专业基础课、专业课)教材的建设,并做好与理论课教材建设同步的实践教材的建设,并力争做好与之配套的电子教材的建设。

4. 精选编者,确保质量

遴选一批既具有丰富的工程实践经验,又具有丰富的教学实践经验的教师担任编写任务,以确保教材质量。

我们相信,本套系列教材的出版,对我国工程应用型人才质量的提高必将产生积极作用,会为我国经济建设和社会发展作出一定的贡献。

机械工业出版社颇具魄力和眼光,高瞻远瞩,及时提出并组织编写这套系列教材,他们为编好这套系列教材做了认真细致的工作,并为该套系列教材的出版提供了许多有利的条件,在此深表衷心感谢!

编委会主任 刘国荣教授
湖南工程学院院长

前 言

本书是根据由机械工业出版社在上海组织召开的普通高等教育应用型本科材料成形及控制工程专业规划教材建设会议的决定和会议所制订的教材编写大纲编写的。

本书可作为高等工科院校材料成形及控制工程专业的“材料成形设备”课程教材,也可作为高职高专相关专业教材,还可供与本专业有关的生产和技术人员参考。

由于全国各兄弟院校的专业方向、教学计划和教学重点等不尽相同,对“材料成形设备”课程的内容、重点、学时数等方面的要求也有较大的差别,所以本书编写时只能根据一般的要求,对“材料成形设备”课程的内容作了必要的保证,各兄弟院校在使用过程中完全可以根据本校教学上的要求,在内容上作必要的取舍与补充,讲授顺序也可作适当的调整,书中带“*”的内容供选学。鉴于多数院校的学生在学习本课程之前已学习了液压传动课程,故在本书中对液压传动的基本内容不再重复。

全书共分七章,介绍了曲柄压力机、液压机、塑料挤出机、塑料注射成型机、压铸机、螺旋压力机、锻锤、剪板机、板料折弯机、高速压力机及冲模回转头压力机等设备的工作原理、典型结构、控制系统、性能特点、主要技术参数与使用等。

本书由哈尔滨工业大学(威海)王卫卫任主编,南京工程学院朱传祥、湖南工程学院彭庚新任副主编,广东工业大学孙友松主审。全书编写分工如下:前言、第一章、第三章第三节四、第七章第一节三由王卫卫编写,第二章由朱传祥编写,第三章由刘淑梅编写,第四章由陈璞编写,第五章由彭庚新编写,第六章由范有发编写,第七章第一、二、三节由文全兴编写,第七章第四、五、六节由查光成编写。

本书在编写过程中得到了有关工厂、学校和科研单位的大力协助及有关人员的大力支持,主审孙友松对书稿进行了全面、认真的审查,并提出了许多宝贵的意见,在此一并表示衷心感谢。

由于时间仓促,水平有限,对书中存在的错误和欠妥之处,恳请读者批评指正。

编 者
2004 年 4 月

目 录

序 前言

第一章 绪论	1
一、成形加工在现代工业生产中的地位和作用	1
二、成形设备与成形工艺的关系	2
三、我国成形设备的发展概况和现状	3
四、成形设备的发展趋势概述	6
五、学习本课程的目的与要求	8
第二章 曲柄压力机	10
第一节 曲柄压力机的工作原理与型号分类	10
一、曲柄压力机的工作原理	10
二、曲柄压力机的组成	11
三、曲柄压力机的分类	11
四、曲柄压力机型号表示	12
第二节 曲柄滑块机构的运动与受力特点	14
一、曲柄滑块机构的运动分析	14
二、曲柄滑块机构受力分析	15
第三节 通用曲柄压力机主要零部件结构	19
一、曲柄滑块机构	19
二、机身	26
三、离合器与制动器	28
四、动力与传动系统	35
五、辅助装置	39
第四节 曲柄压力机主要技术参数与选用	47
一、主要技术参数	47
二、曲柄压力机的选择	50
第五节 专用曲柄压力机	52



一、拉深压力机	52
二、冷挤压机	58
三、热模锻压力机	64
第六节 冲压生产附属设备	70
一、自动送料装置	71
二、冲压机械手	76
三、开卷校平机设备	79
四、冲压生产线	79
思考题	85
第三章 液压机	86
第一节 液压机的工作原理、特点及分类	86
一、液压机的工作原理	86
二、液压机的特点及分类	90
第二节 液压机的本体结构	91
一、典型结构形式概述	92
二、机架部件	94
三、液压缸部件	99
四、附属装置	103
第三节 液压系统	106
一、液压系统概述	106
二、液压元件简介	107
三、典型液压机 Y32—315 液压系统分析	108
四、HD—026 双动拉深液压机液压系统分析	111
第四节 液压机的主要技术参数及其选用	114
一、主要技术参数	114
二、液压机的选用	116
思考题	116
第四章 塑料挤出机	117
第一节 挤出生产原理及挤出机组组成	117
一、挤出生产过程与挤出机组组成	117
二、挤出机的分类与型号表示	119
第二节 挤出理论简介	120
一、固体输送理论	121
二、熔融理论	122
三、熔体输送理论	125



四、挤出机综合工作点	127
第三节 挤出机结构与参数选用	129
一、挤压系统	129
二、传动系统	140
三、加热冷却系统	143
第四节 挤出机辅机	146
一、概述	146
二、挤管辅机	147
三、吹塑成型辅机	153
第五节 其他类型挤出机*	155
一、排气式挤出机	155
二、双螺杆挤出机	157
三、两级式挤出机	157
四、行星齿轮式挤出机	159
五、挤出机的发展概况	159
思考题	161
第五章 塑料注射成型机	163
第一节 塑料注射成型过程	163
一、注射机的组成	163
二、注射机生产工作过程	164
三、注射机的分类	166
四、注射机的型号规格	167
第二节 注射装置	170
一、常用注射装置	170
二、注射装置的主要零部件	174
第三节 合模装置	181
一、常见的合模装置	182
二、调模装置	190
三、顶出装置	191
第四节 注射机的控制系统	191
一、普通继电器控制注射机的液压系统	192
二、普通继电器控制注射机的电气系统	196
三、PLC 控制注射机的液压系统	201
四、PLC 控制的注射机电气控制系统	204
五、微机控制注射机的液压系统	209



六、微机控制注射机的控制系统	209
第五节 注射机的技术参数与使用维护	210
一、注射机主要技术参数	210
二、注射机的使用	214
三、注射机的维护	218
第六节 新型专用注射机	218
一、多模注射成型机	218
二、多色注射机	219
三、热固性塑料注射机	220
四、排气式注射机	221
五、发泡注射机	222
六、精密塑料注射机	223
思考题	224
第六章 压铸机	225
第一节 压铸机的工作原理与分类	225
一、压铸成形特点	225
二、压铸机的分类、型号	225
三、压铸机的工作原理	226
第二节 压铸机的本体结构	232
一、压铸机的结构形式及特点	232
二、压铸机的主要机构示例	235
第三节 压铸机主要技术参数与选用	255
一、压铸机主要技术参数	255
二、压铸机的选用	256
第四节 新型压铸工艺装备简介	261
一、半固态压铸成形	261
二、真空压铸成形	262
三、充氧压铸	266
四、精速密压铸	266
思考题	268
第七章 其他成形设备	269
第一节 螺旋压力机	269
一、螺旋压力机的原理、特性、分类和参数 表示	269
二、螺旋压力机的典型结构	270



三、螺旋压力机的力能关系	275
四、螺旋压力机的技术参数及使用	277
第二节 锻锤	278
一、锻锤的工作原理、分类和参数表示	278
二、锻锤的典型结构	280
三、锻锤的主要技术参数和使用	285
第三节 剪板机	286
一、剪板机的原理、分类和参数表示	286
二、剪板机的结构	287
三、剪板机的技术参数和使用	291
第四节 板料折弯机	294
一、板料折弯机的类型及特点	294
二、提高折弯机折弯精度的措施	298
三、板料折弯机附属机构	301
四、折弯机的发展趋势	303
第五节 高速压力机	304
一、高速压力机的发展概况	304
二、高速压力机的结构组成	305
第六节 数控冲模回转头压力机	312
一、概述	312
二、工作原理	313
三、主要结构	313
思考题	325
参考文献	326

第一章 绪 论

一、成形加工在现代工业生产中的地位和作用

在工业生产中，成形生产——以模具为基本工具使制件获得所需的尺寸和形状——已成为工业生产的重要基础和关键环节，在电子、汽车、电机、电器、仪器、仪表、家电和通信产品中，有 60%~70% 的零部件都要依靠模具成形。这是因为，用模具生产的各种制件具有很多独特的优点：塑性成形时，移动材料单位体积的速度比切削加工快，生产效率高，而且可大量节约原材料；塑性成形不仅能改善材料内部的结构和缺陷，还能充分利用成形过程中形成的纤维组织的方向性，从而大大提高制件的力学性能；一般的冲压件、塑料件或压铸件一经成形即为成品，无需再进行切削加工或只需很少量的切削加工，因此制件重量轻、材料利用率高；一个设计好的塑料件，往往可以代替数个传统的结构件，并可利用其弹性和韧性设计为卡装结构，使产品装配所需的各种紧固件成倍减少，大大降低了金属的消耗量和加工、装配工时；成形生产制件精度稳定，特别适合于大批量生产，用模具生产的最终产品的价值，往往是模具自身价值的几十倍、上百倍。用模具生产的制件所表现出来的高精度、高复杂程度、高一致性、高生产率和低消耗，是其他加工制造方法所无法比拟的。成形生产在国民经济中占有重要的地位：一方面，在国民经济的五大支柱产业——机械、电子、汽车、石化、建筑中，有相当比例的产品要依靠成形生产来进行制造，都要求成形生产的发展与之对应；另一方面，在高新技术产业中，成形生产既是高新技术产业的一个组成部分，又是高新技术产业化的一个重要领域。同时，成形生产两大主体——模具工业和成形设备工业也是装备工业的一个重要组成部分。因此，成形生产技术水平的高低已成为衡量一个国家产品制造水平的重要标志，直接影响着产品生产的质量、效益和新产品的开发能力，在很大程度上决定了一个企业在市场竞争中的反应速度和能力。

所谓成形，实际上有两种含义：一是成形 (Forming)，即毛坯（一般指固态金属或非金属）在外界压力的作用下，借助于模具通过材料的塑性变形来获得模具所给予的形状、尺寸和性能的制品；二是成型 (Moulding)，它是指液态或半固态的原材料（金属或非金属）在外界压力（或自身重力）作用下，通过流动填充模型（或模具）的型腔来获得与型腔的形状和尺寸相一致的制品。由于二者都是借助于外界的压力作用通过模具来实现生产的，故在本书的一般性叙述中对



二者未加严格的区分，而统一使用成形。

由于成形生产所具有的独特优点，使得成形技术在生产中的应用范围在逐步扩大，成形技术的发展也愈来愈引起世界各国的重视。目前，精密成形技术（Net Shape Forming）和准精密成形技术（Near Net Shape Forming）是成形技术领域研究的重点。包括我国在内的很多国家都投入了大量的人力和物力进行研究，其研究范围和深度正在不断扩大和深入。20 世纪 70 年代提出的自由成形（Free Form Fabrication）的概念，改变了传统的先在型腔内成形毛坯，再经机械加工获得零件的传统工艺路线，而是通过激光束等高能束逐点扫描产生材料堆积或固化而获得所需要的零件。由于该方法能直接利用 CAD 系统所产生的数据模型快速成形所需的零件，尤其适用于形状复杂、批量不大、交货时间短的产品生产或成形样件的制造，因此，该技术一经问世便取得了飞速的发展。目前，基于自由成形原理的多种技术和方法已进入了实用阶段，如激光液相烧结技术（Stereolithography）、激光粉末冶金技术（Selective Laser Sintering）、层压制模技术（Laminated Object Modeling）、熔化沉积制模技术（Fused Deposition Modeling）、三维印刷制模技术（3-D Plotting and Printing Processes）等。这些技术的发展和应用已引起成形技术的一场变革，并正在改变着传统的机械制造业。

二、成形设备与成形工艺的关系

作为成形生产的两大主体之一，成形设备是为各类成形工艺服务的，通过它为模具和被加工材料提供运动、能量、外力、控制等来完成成形生产。随着成形生产和成形技术的发展，各类成形设备也得以取得相应的发展。同时，成形设备的发展又为成形生产的发展和进步提供了有力的支持和保障。在各种成形生产中，成形设备都是保证生产正常进行和技术不断进步的重要手段和主要组成部分，更是工业和国民经济发展所必需的装备基础之一。成形设备的装备水平、工作能力、完善程度及其使用潜力的发挥对于提高产品质量、降低生产成本、改善劳动条件、实现新工艺等都具有重要的作用。随着生产的发展和各种新材料的不断涌现，新的成形工艺和成形技术也层出不穷，这就对成形设备提出了更高的要求，促使成形设备不断发展和完善，各种新型成形设备也不断出现，以更好地满足生产和工艺的要求。如在化工、石油、造船、机械等行业中需求量很大的无缝三通、四通管接头，过去一直采用模锻后机加工内孔的工艺进行生产，材料利用率低、工时消耗大、产品成本居高不下，自从液压胀形工艺开发成功以后，很快出现了专用的液压胀形压力机和胀形自动生产线，不仅使材料利用率、生产效率和制件的质量有了大幅度的提高，还使其生产成本大幅度降低，为上述产品在生产中的广泛应用奠定了技术基础。另一方面，一种新设备的出现，往往会带来一



系列的工艺变革,甚至产生一种全新的工艺。例如从 20 世纪 50 年代以来,随着高速锤的诞生和发展,在原来锻造工艺的基础上又产生了一种全新的工艺——高速成形。由于高速锤的打击速度快(可达 $12\sim 30\text{m/s}$),金属在模腔中的流动速度很快,大大提高了材料填充性能,对形状复杂、薄壁、高肋的零件和许多高熔点、难变形的金属都能锻造,且锻件精度高(可达 0.02mm)、表面粗糙度值低($R_a 12.5\mu\text{m}$ 以下),同时提高了锻件的力学性能和使用性能,这就使许多过去不能或难于进行锻造的零件(如蜗轮、壳体、叶片等)或材料(如高强度钢、耐热钢、钛合金、高温合金以及钼、钨、钽、锆等)均可进行锻造,大大促进了生产的进步和发展,至今仍是航空工业中的重要生产手段之一。因此,成形设备的发展水平、拥有量及构成比例不仅对成形生产起着关键的作用,在一定程度上还标志着—个国家的工业基础和技术水平。

从系统工程的角度来看,任何一种成形生产都可以看作是一个集成系统,系统内包括被加工原材料、生产模具、所使用的设备、工艺技术条件、车间操作环境等,在此系统中,材料、模具、工艺、设备等因素相互作用、相互影响,最终完成成形过程。具体来说,任何一种成形工艺,都至少需要一种成形设备与之对应,在成形过程中,被加工材料必须具备所要求的加工性能或条件(如粘流性或塑性),模具提供成形零件应有的形状和尺寸,而设备则必须为模具提供安装和操作空间,保证模具运动的精度,提供成形所需的力与能量,成形过程中的工艺参数也主要由设备来提供和保证。因此,成形设备在很大程度上直接影响着甚至决定了成形生产的规模和效率、成形工艺的稳定性、成形件的质量和经济性等。作为一名从事成形生产的技术或管理人员,必须对成形设备有足够的了解和掌握,才能在生产中正确、合理、有效地选购、使用成形设备,精确掌握设备的生产能力,充分发挥设备的运行潜力,保证成形生产能够经济、合理地进行。

由于成形生产所涉及的领域很宽,成形设备的种类也名目繁多,但归纳起来,主要有金属成形设备和非金属成形设备两大类。在金属成形设备中主要有锻压设备(共 8 大类)、铸造设备(共 10 大类)等;在非金属成形设备中主要是塑料成型设备(共 10 大类)、橡胶成形设备(共 10 大类)、陶瓷成形设备、玻璃成形设备等。受篇幅所限,在本书中仅就成形生产中最常见到的部分设备,如金属成形设备、塑料成型设备等进行介绍,详细的分类情况请参阅有关国家标准。

三、我国成形设备的发展概况和现状

成形设备作为生产成形制件的传统装备,从其问世到现在已有了 100 多年的历程,业已形成类别齐全、结构完整的技术装备体系。相比而言,金属成形设备的问世要早于非金属成形设备,到目前已发展得较为成熟,而非金属成形设备目



前仍处于高速发展时期。

在我国,由于历史的原因,与其他工业相类似,成形设备的发展是在新中国成立以后才开始的。1949年以前,我国没有自己独立的工业体系,也根本没有成形设备制造业,甚至连很多门类的成形生产工业都没有,只能进行一些进口小型设备的修配工作,到解放时也只有上海、沈阳等地的几家铁工厂能生产少量的开式压力机和剪板机等小型简易锻压机械产品,其他类成形设备则根本不能生产。1949年以后,我国迅速建立了较为完整的工业体系,经过半个多世纪的发展和努力,我国的成形设备行业从无到有,从小到大,逐步发展成为国民经济建设的重要装备来源。概括地说,我国成形设备工业的发展大体可以分为如下几个阶段:

(1) 从解放初期到20世纪60年代末 由测绘仿制逐步过渡到自行设计制造。首先从测绘和引进技术入手,仿制国外三四十年代的成形设备,如蒸汽—空气自由锻锤和模锻锤、小型摩擦压力机和曲柄压力机、小型四柱式液压机、塑料制品液压机等,到1957~1962年间,我国已开始自行设计和制造各种成形设备,成形设备产品已逐步由测绘仿制发展到改进设计阶段,产品的产量和品种都有了很大的增长,同时也初步建立起了一支从事成形设备设计和制造的技术队伍。从20世纪60年代起,我国就开始对成形设备的一些关键零部件及所用材料进行研究,为20世纪60年代后期成形设备的迅速发展奠定了基础。20世纪60年代末期,我国开始大力发展成形设备的新品种,到20世纪70年代末,我国成形设备产品在数量、品种、质量和技术水平等方面都有了长足的发展,这主要表现在以下几个方面:成形设备的拥有量迅速增长,占到全国机床总量的20%以上,产量达到了1949年的150多倍;我国能够自行设计和制造的品种大幅度增加,其中不少填补了我国的空白,部分产品开始向国外出口,如60000kN锻造液压机、8000kN闭式双点压力机、数控冲模回转头压力机、塑料挤出成型机等;制定了各类设备的系列参数标准和重要产品的技术条件与精度标准,使成形设备的设计和制造工作初步走上了规范化、专业化的道路;对有关的基础理论、设计方法开始进行较为深入、系统的研究,各种新技术开始在生产和制造中获得应用,并取得了一定的成就。

(2) 20世纪70年代末到20世纪90年代初 改革开放使我国由过去的闭关锁国逐步到打开国门面向世界,在这一期间,由于广泛引进和吸收国外先进技术和新技术新成果的不断出现与应用,使我国成形设备的发展速度大大加快。主要表现为:

1) 广泛引进消化吸收国外的先进技术,并将其移植推广到原有产品的设计和制造中去,促进了产品的更新换代,提高了产品的技术水平,并发展了一批高性能、高水平的产品,加快了产品结构调整的步伐。如塑料注射成型机,通过引