



基于“校企合作”人才培养模式
模具设计与制造示范专业教改新教材

塑件成型方案 拟定与模具设计

SUJIAN CHENGXING FANGAN NIDING YU MUJU SHEJI

熊建武 张建卿 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

基于“校企合作”人才培养模式
模具设计与制造示范专业教改新教材

塑件成型方案拟定与模具设计

主 编	熊建武	张建卿	
副主编	简忠武	周 进	胡 蓉
参 编	谭海林	吴光辉	张志成
	赵 华	淮 妮	孟 克
	王 韧	杨昌远	颜志勇
	段继承	蔡志强	刘立薇
	陈昆明	戴石辉	张腾达
	王端阳	姚 锋	龚建军
	舒仲连	卢碧波	
主 审	尹韶辉		

机械工业出版社

本书系统地介绍了基于工作过程导向的塑件成型方案拟定与模具设计,内容包括塑料与塑料模具工业的发展现状、塑料的性能与生产过程、塑件结构工艺分析、塑件注射成型工艺参数和注射机的选用、塑件注射成型模具结构方案的拟定、注射模成型零件结构设计与尺寸计算、注射模导向方案与导向结构设计、注射模标准模架与标准零件的选用、注射模冷却与加热装置的设计与计算、注射机性能参数的校核、注射模装配图和零件图的绘制,以及热塑性塑料注射模具和热固性塑料注射模具设计实例。

本书可作为职业技术学院和成人教育院校模具设计与制造专业、机械设计与制造专业的教学用书,也可供机电一体化、数控技术应用等机械制造类相关专业选用,还可供从事模具设计与制造的工程技术人员、模具生产管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

塑件成型方案拟定与模具设计/熊建武,张建卿主编.

—北京:机械工业出版社,2014.5

基于“校企合作”人才培养模式模具设计与制造示范
专业教改新教材

ISBN 978-7-111-48534-6

I. ①塑… II. ①熊…②张… III. ①塑料成型-生产工艺-
高等职业教育-教材②塑料模具-设计-高等职业教育-教材
IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第265979号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:汪光灿 责任编辑:张云鹏

版式设计:霍永明 责任校对:陈立辉

封面设计:陈沛 责任印制:李洋

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2015年2月第1版 第1次印刷

184mm×260mm·21.75印张·1插页·505千字

0001-2000册

标准书号:ISBN 978-7-111-48534-6

定价:46.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

本书是根据教育部关于职业教育教学改革的意见、职业教育的特点和模具技术的发展,以及对职业院校学生的培养要求,在借鉴德国二元制教学模式,总结近几年各院校模具设计与制造专业教学改革经验的基础上编写的,是湖南工业职业技术学院、怀化职业技术学院、湖南科技职业学院、湖南化工职业技术学院、娄底职业技术学院、陕西航空职业技术学院、咸阳职业技术学院、包头铁道职业技术学院、湖南机电职业技术学院、湖南铁道职业技术学院、益阳职业技术学院和湖南理工职业技术学院等院校基于工作过程导向课程体系重构与教学模式改革、中国职业教育学会“高职院校模具设计与制造专业建设的研究与实践”和2013年湖南省职业院校教育教学改革研究项目“基于专业对口招生的中高职衔接人才培养模式改革与创新——以模具设计与制造专业为例”课题研究,是湖南工业职业技术学院模具设计与制造专业特色专业建设项目和湖南省职业教育“十二五”省级重点建设项目“模具设计与制造专业中高职衔接试点项目”的成果之一。

本书以培养学生从事模具设计与制造的基本技能为目标,按照基于工作过程导向的原则,在行业企业、同类院校进行调研的基础上,重构课程体系,拟定典型工作任务,重新制定课程标准,按照由简到难的顺序,以便学生一边学习专业知识,一边进行模具零件的工艺设计,以充分调动学生的学习积极性,使学生学有所成。

本书以通俗易懂的文字和丰富的图表,系统地介绍了塑料与塑料模具工业的发展现状、塑料的性能与生产过程、塑件结构工艺分析、塑件注射成型工艺参数和注射机的选用、塑件注射成型模具结构方案的拟定、注射模成型零件结构设计与尺寸计算、注射模导向方案与导向结构设计、注射模标准模架与标准零件的选用、注射模冷却与加热装置的设计与计算、注射机性能参数的校核、注射模装配图和零件图的绘制、热塑性塑料和热固性塑料注射模具设计实例等内容。

本书由湖南工业职业技术学院熊建武、怀化职业技术学院张建卿任主编,湖南工业职业技术学院简忠武、周进,湖南科技职业学院胡蓉任副主编。此外,参与编写的还有湖南化工职业技术学院谭海林,娄底职业技术学院吴光辉,厦门睿康科技有限公司张志成,陕西航空职业技术学院赵华,咸阳职业技术学院淮妮,包头铁道职业技术学院孟克,湖南工业职业技术学院王韧、杨昌远,湖南机电职业技术学院颜志勇,湖南铁道职业技术学院段继承,益阳职业技术学院蔡志强,湖南理工职业技术学院刘立薇,长沙市望城区职业中等专业学校陈昆明、戴石辉,株州职工大学张腾达,祁东县职业中等专业学校王端阳,湘阴县第一职业中等专业学校姚锋,祁阳县职业中等专业学校龚建军,中南工业学校舒仲连,宁乡职业中专学校卢碧波。全书由熊建武教授负责统稿,由尹韶辉(日本宇都宫大学博士、湖南大学教授、博士研究生导师、湖南大学国家高效磨削工程技术研究中心微纳制造研究所所长)任主审。

湖南省模具设计与制造学会荣誉理事长叶久新教授、湖南省模具设计与制造学会理事长

董建国教授、湖南省模具设计与制造学会副理事长贾庆雷高级工程师和孙孝文高级工程师对本书提出了许多宝贵意见和建议，湖南工业职业技术学院汽车工程学院各位领导为本书的编写给予了大力支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中错误和缺点在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

单元一 塑料与塑料模具工业的

发展现状 1

❧ 课题一 塑料工业的发展现状 1

❧ 课题二 塑料模具工业的发展现状 4

❧ 课题三 塑料成型模具的发展趋势 6

❧ 课题四 本课程的地位、目标和
学习方法 6

单元二 塑料的性能与生产过程 8

❧ 课题一 塑料的性能及其应用 8

❧ 课题二 常用塑料的性能与应用 28

❧ 课题三 塑件的生产过程 62

❧ 课题四 塑料的改性 64

单元三 塑件结构工艺分析 68

❧ 课题一 塑件的尺寸精度及结构
设计的原则与步骤 68

❧ 课题二 塑料制件的尺寸、精度和
表面质量 69

❧ 课题三 塑件的结构工艺分析 74

❧ 课题四 塑件尺寸精度与结构分析
实例 96

单元四 塑件注射成型工艺参数和

注射机的选用 99

❧ 课题一 塑件注射成型工艺参数的
选用 99

❧ 课题二 注射机的选用 117

单元五 塑件注射成型模具结构方案的

拟定 129

❧ 课题一 注射模的基本结构与分类 129

❧ 课题二 典型注射模的结构与工作
原理 130

❧ 课题三 塑件注射成型模具结构方案的
初步拟定 139

单元六 注射模成型零件结构设计与尺寸

计算 191

❧ 课题一 凹模的结构设计 191

❧ 课题二 型芯的结构设计 194

❧ 课题三 螺纹型芯和螺纹型环的结构
设计 198

❧ 课题四 齿轮型腔的结构设计 201

❧ 课题五 成型零件的工作尺寸计算 202

单元七 注射模导向方案与导向

机构设计 219

❧ 课题一 导向方案与合模导向机构 219

❧ 课题二 推出机构的导向机构设计 223

单元八 注射模标准模架与标准零件的

选用 226

❧ 课题一 注射模标准模架的组合形式与
技术条件 226

❧ 课题二 注射模标准模架的选用 231

❧ 课题三 其他标准模架简介 233

❧ 课题四 注射模标准零件的选用 235

单元九 注射模冷却与加热装置的设计与

计算 242

❧ 课题一 冷却系统的设计 242

❧ 课题二 加热装置的设计 251

单元十 注射机性能参数的校核 255

❧ 课题一 注射机类型和参数的校核 255

❧ 课题二 注射机安装模具尺寸的
校核 256

❧ 课题三 开模行程的校核 257

单元十一 注射模装配图和零件图的

绘制 260

❧ 课题一 绘制模具装配图 260

❧ 课题二 绘制模具零件图 269

单元十二 热塑性塑料注射模具设计

实例 287

 课题一 工艺分析 287 课题二 确定模具结构方案 290 课题三 绘制模具装配图、模具
零件图 299

单元十三 热固性塑料注射模具设计

实例 320

 课题一 工艺分析 320 课题二 确定模具结构方案 323 课题三 绘制模具装配图、模具
零件图 329

参考文献 341

单元一

塑料与塑料模具工业的发展现状

【学习目标】

1. 了解塑料工业的发展现状。
2. 了解塑料模具工业的发展现状。
3. 了解塑料成型模具的发展趋势。
4. 了解“塑件成型方案拟定与模具设计”的课程地位、学习目标和学习方法。

【主要知识点】

1. 世界塑料产量统计数据。
2. 我国塑料行业的发展状况和区域分布情况。
3. 我国塑料模具技术的发展方向。



课题一

塑料工业的发展现状

塑料工业是一个新兴的产业，其历史虽短但发展速度惊人。自从 1909 年酚醛塑料面世以来，塑料制件已深入到我们生活的每个领域。据统计，在全世界范围内，塑料用量近几十年几乎每 5 年翻一番，见表 1-1 和表 1-2。目前，塑料已与钢材、水泥、木材并驾齐驱，成为四大工业基础材料。

表 1-1 世界塑料产量递增情况

年份	1924	1930	1935	1939	1944	1950	1955	1960	1965
产量/万吨	5.9	8	16	34	60	162	320	750	1460
年份	1970	1975	1981	1990	1993	1994	1995	1996	1997
产量/万吨	3100	4114	6000	10000	10649.2	11562.8	12126.8	12940	13543.6

表 1-2 不同国家历年塑料产量统计 (1993 ~ 1997)

(摘自《中国化学工业年鉴 1999 ~ 2000》)

(单位: 万吨)

年份	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
世界总计	10649.2	11562.8	12126.8	12940.0	13543.6
1. 西欧小计	3226.5	3565.9	3669.9	3689.0	3756.8
英国	207.6	218.0	266.5	295.5	310.0
荷兰	390.0	400.0	410.0	420.0	400.0
比利时	335.5	390.0	410.0	430.0	364.0
西班牙	208.1	248.7	250.0	270.0	270.0
葡萄牙	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
法国	480.0	505.0	510.0	530.0	580.0
意大利	310.0	320.0	348.0	350.0	355.0
瑞士	13.2	13.5	14.0	14.0	15.0
希腊	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
德国	994.8	1113.0	1110.0	1087.0	1185.8
挪威	40.0	40.0	40.0	40.0	—
瑞典	60.0	60.0	60.0	54.6	60.0
芬兰	45.0	48.0	45.0	51.0	50.0
奥地利	95.3	100.0	110.0	115.0	120.0
2. 东欧小计	574.4	539.9	533.0	534.0	529.0
波兰	61.5	65.2	71.5	75.0	75.0
匈牙利	69.4	74.3	75.0	78.0	73.0
捷克	50.4	43.0	43.0	46.0	46.0
保加利亚	13.5	13.0	13.0	13.0	13.0
罗马尼亚	17.7	22.4	39.3	40.0	40.0
前南斯拉夫	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0
俄罗斯	290.0	280.0	250.0	240.0	240.0
3. 北美小计	3383.2	3689.2	3860.0	4335.9	4593.0
美国	3123.2	3414.2	3580.0	3995.1	4250.0
加拿大	260.0	293.8	317.7	340.8	343.0
4. 中南美小计	490.2	500.5	536.2	578.0	585.0
阿根廷	38.0	38.0	40.0	47.5	50.0
巴西	226.9	230.0	263.0	269.3	289.0
委内瑞拉	25.0	25.0	25.0	58.9	60.0
墨西哥	140.0	140.0	180.0	157.4	139.0
智利	4.5	4.5	5.0	11.4	12.0
哥伦比亚	35.8	36.0	36.0	32.2	35.0
5. 亚洲小计	2801.4	3005.3	3324.5	3681.2	3882.8

(续)

年份	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
日本	1224.8	1303.6	1402.7	1466.0	1520.9
韩国	577.7	630.0	680.0	726.0	817.3
印度	92.1	95.0	120.0	180.0	200.0
中国台湾	346.5	384.7	397.6	457.2	463.6
中国	297.0	320.0	350.0	360.0	380.0
菲律宾	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
以色列	27.0	37.9	41.1	43.0	38.0
沙特阿拉伯	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
6. 非洲					
南非	67.9	68.9	70.0	76.0	82.0
7. 大洋洲					
澳大利亚	91.5	107.8	110.0	110.0	115.0

伴随着塑料产量的飞速上升,塑料的品种也不断丰富。20 世纪 20 年代以前,主要是热固性塑料,这时主要是纯化学合成,产量不是很高。20 世纪 20 年代以后,热塑性塑料开始发展起来,随着石油、天然气的广泛利用,塑料的品种和产量开始飞速发展,聚乙烯、不饱和聚酯、环氧树脂、聚甲醛、聚碳酸酯等塑料相继问世。目前,已合成的高分子材料有上千种,有工业价值的有 100 多种,已工业化的塑料超过了 400 种,不同牌号和不同型号的则有几千种。随着塑料的进一步应用,其品种和类型也将不断地发展。

我国的塑料工业在新中国成立前基本是空白,只能生产酚醛塑料、氨基塑料等少数几个品种,而且其原料还要依靠进口。近几十年我国的塑料工业得到迅猛发展,尤其是改革开放以来,塑料工业(包括塑料合成剂及添加剂、塑料加工机械与模具、塑料加工与应用等三大方面)取得了举世瞩目的成就,其年平均增长速度高于国民经济总的增长速度,超过了 10%。2001 年,我国塑料制品的产量已达 2000 万吨,在世界各国排名居第二位。全国 6230 个企业的总加工能力已经远远超过 2000 万吨。出口在逐年增加,且出口远大于进口。据预测,到 2015 年,我国塑料原料树脂将有较快增长,将扩建几个世界级的大型乙烯工程项目,乙烯总量将达到 850 万吨左右,合成树脂将随之大幅度增加,为塑料制品工业发展提供了原料基础。

从合成树脂人均消费量看,我国人均消费量约 12kg,而发达国家是 30~100kg,世界平均消费量为 18kg,因此,我国塑料工业发展前景广阔。近年来,世界塑料制品的应用领域不断拓展。预计未来 10 年,世界塑料制品将以每年 3% 的速度发展。我国塑料工业的发展,将主要在农用塑料制品、农用塑料节水器材、包装塑料制品、建筑塑料制品、工业交通及工程塑料制品等方面。

中国塑料工业产量在近几年的年均增长率超过 10%。2004 年塑料制品业总产值 3800 亿元,较 2003 年增长 1/4,在轻工 19 个重点行业中名列第三位,仅次于农副产品加工业,以及电池、家用电力器具、照明器具制造业。统计显示,2004 年中国塑料制品规模以上企业产量接近 1850 万吨,而总加工能力超过 2000 万吨。中国轻工业信息中心统计,2004 年全

国塑料制件行业规模以上企业（全部国有和产品年销售收入 500 万元及以上非国有独立核算工业企业）共有 9473 家，同比增长 11%；工业总产值达 3803.15 亿元，同比增长 25%；塑料制件出口量达 1078.43 万吨，同比提升 22.77%。中国塑料制件行业规模以上企业近万家，有 24 家企业的年销售收入超过 10 亿元。从地区分布来看，广东、浙江、江苏 3 省占领了塑料制件产量的半壁江山。

深圳是全国塑料行业最发达的地区，2009 年深圳有塑料经营项目的企业 14200 家，占全国的 11%。深圳塑料行业规模以上企业完成工业产值 590 亿，占全国的 9.8%，塑料行业从业人员 50 万，占全国的 12%。预计未来 10 年，深圳塑料行业的工业产值将达到 1000 亿元的规模。但是深圳的塑料行业 95% 以上为中小企业，本身的创新和研发能力弱，塑料行业产品大多为模仿和代工，不具有市场持续竞争力，急需与大型塑料行业企业携手共同研发，实现产学研结合。

课题二

塑料模具工业的发展现状

模具被称为工业产品之母，所有工业产品都是依赖模具才得以规模生产、快速扩张，在欧美等发达国家被誉为“磁力工业”。现代模具工业有“不衰亡工业”之称，美国工业界认为“模具工业是工业的基石”，日本则认为“模具是人类进入富裕社会的原动力”，还有人认为模具是“效益放大器”。用模具生产出的产品价值，往往是模具价值的几十倍，甚至上千倍。由于模具对社会生产和国民经济的巨大推动作用和自身的高附加值，世界模具市场发展较快，当前全球模具工业的产值已经达到 600 亿 ~ 650 亿美元，是机床工业产值的两倍。模具技术已成为衡量一个国家制造业水平高低的重要标志，并在很大程度上决定着产品质量、效益和新产品的开发能力。

中国注射模具行业也在快速发展。中国模具产品产值已从 1993 年的 110 亿元增长到 1997 年的 200 亿元，并超过了机床产品的产值，到 2002 年增长到 360 亿元，1996 年 ~ 2002 年间的年均增长速度超过 14%，在某些行业年均增速更是高达 100%。2003 年，我国的模具产值已达 450 亿元，增长超过 25%，出口 3.368 亿美元。

目前，中国模具产品已经形成 10 大类 46 个小类，模具生产厂点两万多家，从业人员约 50 万人。在所有模具产品中，自产自用的比例占大部分。2003 年实现了商品化流通的模具约占 45%。在 10 大类模具产品中，塑料模具的比例在 2000 年模具总量中已达到 36%，2002 年则接近 40%，塑料模具在进出口中的比重更是高达 50% ~ 60%，并且随着中国机械、汽车、家电、电子信息和建筑建材等国民经济支柱产业的快速发展，这一比例还将持续提高。

我国塑料模具从起步到现在，水平有了较大提高。在大型模具方面，已能生产 48in 大屏幕彩色电视机塑壳注射模具、6.5kg 大容量洗衣机全套塑料模具及汽车保险杠和整体仪表板等塑料模具。在精密塑料模具方面，已能生产照相机塑料件模具、多型腔小模数齿轮模具及塑封模具。

成型工艺方面,多材料塑料成型模、高效多色注射模、镶件互换结构和抽芯脱模机构的创新方面也取得了较大的进展。气体辅助注射成型技术的使用更趋成熟。在制造技术方面,CAD/CAM/CAE技术的应用水平上了一个新台阶,以生产家用电器的企业为代表,陆续引进了相当数量的CAD/CAM系统,如美国EDS公司的UG II、美国CV公司的CADS5、英国Delta Cam公司的DOCT 5、日本HKS公司的CRUDE、以色列公司的Cimatron、美国Parametric Technology公司的Pro/Engineer、美国AC-Tech公司的C-Mold及澳大利亚Moldflow公司的MPA塑模分析软件等。这些系统和软件的引进,虽花费了大量资金,但在我国模具行业中,实现了CAD/CAM的集成,并能支持CAE技术对成型过程,如充型和冷却等进行计算机模拟,取得了一定的技术经济效益,促进和推动了我国模具CAD/CAM技术的发展。

据预测,模具市场的总体趋势是平稳向上的,在未来的模具市场中,塑料模具发展速度将高于其他模具,在模具行业中的比例将逐步提高。随着塑料工业的不断发展,对塑料模具提出越来越高的要求是正常的,因此,精密、大型、复杂和长寿命塑料模具的发展将高于总量发展速度。同时,由于近年来进口模具中,精密、大型、复杂和长寿命模具占多数,所以,从减少进口、提高国产化率的角度出发,这类高档模具在市场上的份额也将逐步增大。建筑业的快速发展,使各种异型材挤出模具、PVC塑料管材接头模具成为模具市场新的经济增长点,高速公路的迅速发展,对汽车轮胎也提出了更高要求,因此子午线橡胶轮胎模具,特别是活络模的发展也将高于总平均水平;以塑料代木,以塑料代替金属,使塑料模具在汽车、摩托车工业中的需求量巨大;家用电器行业将有较大发展,特别是电冰箱、空调器和微波炉等的零配件的塑料模需求很大;而电子及通信产品方面,除了彩色电视机及音像产品外,笔记本电脑和网机顶盒将有较大发展,这些都是塑料模具市场的增长点。

中国塑料模具行业和国外先进水平相比,主要存在以下问题。

1) 发展不平衡,产品总体水平较低。虽然个别企业的产品已达到或接近国际先进水平,但总体来看,模具的精度、型腔表面的表面粗糙度、生产周期及使用寿命等指标与国外先进水平相比尚有较大差距。包括生产方式和企业管理在内的总体水平与国外工业发达国家相比尚有10年以上的差距。

2) 工艺装备落后,组织协调能力差。虽然部分企业经过近几年的技术改造,工艺装备水平已经比较先进,有些三资企业的装备水平也并不落后于国外,但大部分企业的工艺装备仍比较落后。更主要的是,企业组织协调能力差,难以整合或调动社会资源为我所用,从而就难以承接大型或重要项目。

3) 大多数企业开发能力弱,创新能力明显不足。一方面是技术人员比例低、水平不够高,另一方面是科研开发投入少。更重要的是观念落后,对创新和开发不够重视。模具企业不但要重视模具的开发,同时也要重视产品的创新。

4) 供需矛盾短期难以缓解。近几年,国产塑料模具国内市场满足率不到74%,其中大型、精密、长寿命模具满足率更低,估计不足60%。同时,工业发达国家的模具正在加速向中国转移,国际采购越来越多,国际市场前景看好。市场需求旺盛,生产发展一时还难以跟上,供不应求的局面还将持续一段时间。

5) 体制和人才问题的解决尚需时日。在社会主义市场经济中,竞争性行业,特别是像模具这样依赖于特殊用户、需单件生产的行业,国有和集体所有制原来的体制和经营机制已显得越来越不适应。人才的数量和素质也跟不上行业的快速发展。

课题三

塑料成型模具的发展趋势

现代模具技术的发展,在很大程度上依赖于模具标准化,对优质模具材料的研究,以及先进的设计与制造技术和专用的机床设备,更重要的是生产技术的管理。模具行业的基本特征是高度集成化、智能化、柔性化和网络化,追求的目标是提高产品的质量及生产效率,缩短设计及制造周期,降低生产成本,最大限度地提高模具行业的应变能力,满足用户需要。可见,未来我国塑料模具技术的主要将向以下方向发展。

1) 在塑料模具设计制造中大力普及、广泛应用 CAD/CAM/CAE 技术,逐步走向集成化。现代模具设计制造不仅应强调信息的集成,更应该强调技术、人员和管理的集成。

2) 提高大型、精密、复杂和长寿命模具的设计与制造技术,逐步减少模具的进口量,增加模具的出口量。

3) 在塑料注射成型模具中,积极应用热流道技术,推广气辅或水辅注射成型及高压注射成型技术,以满足产品的成型需要。

4) 提高模具标准化水平和模具标准件的使用率。模具标准件是模具的基础,其大量应用可缩短模具设计制造周期,同时也显著提高模具的制造精度和使用性能,大大提高模具质量。目前,我国模具的商品化率、标准化率均低于 30%,而先进国家均高于 70%。每年我们要从国外进口相当数量的模具标准件,其费用占年模具进口额的 3%~8%。

5) 发展快速制造成型和快速制造模具技术,即快速成型制造技术,迅速制造出产品的原型与模具,降低推向市场的成本。

6) 积极研究与开发模具的抛光技术、生产设备与材料,满足特殊产品的需要。

7) 推广应用高速铣削、超精密加工和复杂加工技术与工艺,满足模具制造的需要。

8) 开发优质模具材料和先进的表面处理技术,提高模具的可靠性。

9) 研究和应用模具的高速测量技术、逆向工程与并行工程,最大限度地提高模具的开发效率与成功率。

10) 开发新的成型工艺与模具,以满足未来多学科、多功能综合产品开发设计技术的要求。

课题四

本课程的地位、目标和学习方法

在高等职业教育模具设计与制造专业课程体系中,“塑件成型方案拟定与模具设计”课

程属于专业主干课程或专业核心课程，也是一门理论与实践一体化课程。

通过本课程的学习，使学生具备从事塑料成型模具设计的基本知识，具备简单塑料成型模具的设计能力，具体内容如下。

- 1) 系统了解塑料及塑料成型的基本理论，能够正确分析成型工艺对模具的要求。
- 2) 了解塑件注射、压缩、压注、挤出和吹塑成型的工艺方法，能根据塑件的使用和工艺要求进行一般的塑料产品结构工艺性分析及其改进设计。
- 3) 能进行单分型面、双分型面、侧向分型与抽芯、两瓣组合分型等常见塑料注射成型模具的方案设计、结构分析、零部件设计与计算，并能够独立设计中等复杂塑件注射成型模具。
- 4) 能进行简单压缩、压注和挤出成型模具的方案设计、结构分析、零部件设计与计算。
- 5) 了解塑料模具材料的选用和新技术发展等其他知识。
- 6) 了解新型塑料成型工艺及其模具。
- 7) 通过理论与实践一体化教学，使学生初步具备分析问题和运用所学知识解决实际工程问题的综合能力。

本课程与“模具工程制图”、“模具零件公差配合的选用”、“模具零件材料与热处理的选择”、“冲压与塑料成型设备的选择”、“模具零件的工艺设计与实施”、“模具零件的常规加工”、“模具零件的现代加工”等课程的相关知识、操作技能联系紧密。学习时，在理解基本概念和基本理论等知识基础上，还要综合应用相关课程的相关知识；密切联系生产现场实际，充分利用模具陈列室、模具拆装实训、模具多媒体动画，了解实际的模具结构及工作过程，培养空间想象能力；充分利用网上精品课程、模具设计与制造企业和塑料制件生产企业网站，拓展专业视野，强化对模具结构的认识，了解模具设计与制造企业和塑料制件生产企业生产现场实际情况；阅读图书馆中各种模具实例图册与其他资料，并利用业余时间自己仿照进行模具设计，提高自学能力和模具设计能力，积累实际经验。通过上述多方面的学习，才能成为一个合格塑料模具设计人员。

复习与思考题

1. 通过在互联网、图书馆查阅资料，撰写一篇关于我国模具工业发展现状与趋势的调研报告（2500 ~ 3500 字）。
2. 通过在互联网、图书馆查阅资料，撰写一篇关于我国塑料模具行业发展现状与趋势的调研报告（3000 ~ 3500 字）。
3. 通过登录塑料成型工艺与模具设计精品课程建设、塑料模具设计与制造等网站，在初步了解其他院校塑料成型模具设计课程的学习目标和学习方法，了解塑料模具设计与制造行业企业对专业技术人员的知识 and 技能需求的前提下，自行拟定学习本课程的学习目标、学习方法和具体学习计划。

单元二

塑料的性能与生产过程

【学习目标】

1. 了解常用塑料的性能及其应用。
2. 了解常用塑料的生产过程。
3. 了解常用塑料的改性。

【主要知识点】

1. 常用塑料的性能。
2. 常用塑料的生产过程。
3. 常用塑料的改性。



课题一

塑料的性能及其应用

一、塑料的概念及组成

塑料是以树脂为主要成分，其他材料为辅助成分所组成的高分子聚合物，在加热、加压等条件下具有可塑性，在常温下为柔韧的固体。

树脂是塑料的主要成分，有天然树脂和合成树脂之分。天然树脂是自然界中存在的来自植物或动物分泌的有机物，如松香、虫胶和琥珀等。它们在受热后无明显的熔点，能够逐渐变软，并具有可塑性。这些高分子有机物质产量低、性能也不理想。为了寻找天然树脂的代用品，人们仿照它们的成分，用化学方法人工制取各种树脂。这种以人工方法制取的树脂称为合成树脂。目前构成塑料的树脂主要指合成树脂。

在合成树脂中加入某些添加剂，如填充剂、增塑剂和着色剂等，可以得到各种性能的塑料品种。由于添加剂所占的比例较小且是塑料的辅助成分，因而塑料的性能主要取决于合成树脂的性能。

高分子聚合物是指由许许多多结构相同的普通分子组成的大分子物质。一般的低分子物质的相对分子质量仅为几十至几百，例如，一个水分子仅含一个氧原子和两个氢原子，水的

相对分子质量为18, 而一个高分子聚合物的分子含有成千上万个原子, 相对分子质量可达到数万乃至几百万、几千万。原子之间具有很大的作用力, 分子之间的长链会蜷曲缠绕。这些缠绕在一起的分子既可互相吸引又可互相排斥, 使塑料产生了弹性。高分子聚合物在受热时不像一般低分子物质那样有明显的熔点, 从长链的一端加热到另一端需要时间, 即需要经历一段软化的过程, 因此塑料便具有可塑性。高分子聚合物与低分子物质的重要区别还在于高分子聚合物没有精确、固定的相对分子质量。同一种高分子聚合物所含相对分子质量的大小并不一样, 因此只能采用平均相对分子质量来描述。例如, 低密度聚乙烯的平均相对分子质量为15000~35000, 高密度聚乙烯的平均相对分子质量为80000~140000。

高分子聚合物常用来制造合成树脂、合成橡胶和合成纤维。这三大合成材料成为目前材料工业的重要支柱。其中, 合成树脂的产量最大, 应用也最广。

二、塑料的命名及分类

1. 塑料的命名

1) 对于由单体组成的高分子聚合物, 在其单体的名字前加上一个“聚”字。例如, 单体乙烯、丙烯、氯乙烯和苯乙烯等, 其聚合物称为聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯和聚苯乙烯等。

2) 由两种单体缩聚而得的聚合物, 取其单体简称, 后加“树脂”。例如, 单体苯酚和甲醛的聚合物称为酚醛树脂, 单体尿素和甲醛的聚合物称为脲醛树脂等。

3) 以聚合物的结构特征来命名。例如, 大分子内含特征基团酰胺基、酯基或氨基酯基的, 其聚合物名称为聚酰胺、聚酯、聚氨酯等。

4) 塑料除了以学名来表示外, 还常用英文名称的缩写代号来表示。例如, 聚酰胺的英文名 polyamide, 其代号是 PA; 聚乙烯 (polyethylene) 的代号是 PE, 等等。也有用俗称表示的, 例如, 聚酰胺 (PA) 俗称尼龙, 聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 俗称有机玻璃, 酚醛树脂 (PF) 俗称电木等。

不同的厂家 (公司) 的树脂牌号也不同, 同一种名称的树脂可以有許多牌号 (树脂产品型号)。

2. 塑料的分类

(1) 按合成树脂的分子结构及其特性分类 按合成树脂的分子结构及其特性, 塑料分为热塑性塑料和热固性塑料。

1) 热塑性塑料。热塑性塑料的合成树脂都是线形或带有支链形结构的聚合物, 如图 2-1a、b 所示。其特点是受热变软或熔化, 成为可流动的穩定黏稠液体, 在此状态具有可塑性, 可制成一定形状的塑件; 冷却后保持既得的形状; 再加热, 又可变软并可制成另一形状。在该过程中一般只有物理变化, 其变化过程可逆。

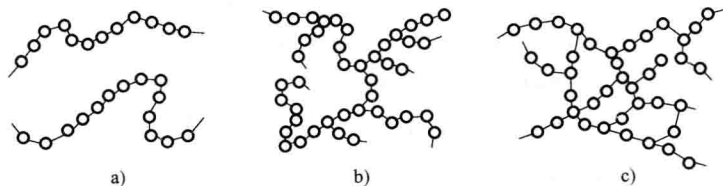


图 2-1 聚合物分子链结构示意图

a) 线形 b) 支链形 c) 网状

简而言之, 热塑性塑料是由可以多次反复加热而仍具有可塑性的合成树脂制得的塑料。

常见的热塑性塑料有非结晶型塑料（如聚氯乙烯（PVC）、聚苯乙烯（PS）、聚碳酸酯（PC）、聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物（ABS）和聚砜（PSU）等）和结晶型塑料（如聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚甲醛（POM）、聚酰胺（PA）、饱和聚酯（SP）和聚四氟乙烯（PTFE））。

2) 热固性塑料。热固性塑料的合成树脂是带有体形网状结构的聚合物，如图 2-1c 所示。

热固性塑料是由加热硬化的合成树脂制得的塑料。在加热之初，分子呈线形结构，具有可溶性和可塑性，可成型成一定形状的塑件。继续加热时，温度达到一定程度后，分子呈现网状结构，树脂变成不溶或不熔的体形结构，使形状固定下来不再变化。再加热时，也不再软化，不再具有可塑性。其在加热变化过程中既有物理变化，又有化学变化，因而这一变化过程是不可逆的。简而言之，热固性塑料是经加热硬化而得到塑料制品的合成树脂制得的塑料。

常见的热固性塑料有酚醛塑料（PF）、环氧塑料（EP）、不饱和聚酯（UP）、氨基塑料、有机硅塑料和脲醛塑料等。

(2) 按塑料的应用范围分类 按塑料的应用范围，塑料可分为通用塑料、工程塑料和特殊塑料。

1) 通用塑料。通用塑料是指产量最大、用途最广、价格最低廉的一类塑料。

目前，公认的通用塑料为聚乙烯（PE）、聚氯乙烯（PVC）、聚苯乙烯（PS）、聚丙烯（PP）、酚醛塑料（PF）和氨基塑料六大类。其产量占塑料总产量的 80% 以上，构成了塑料工业的主体。

2) 工程塑料。工程塑料是指用于工程技术中的结构材料的塑料。它具有较好的综合力学性能、良好的耐磨性、耐腐蚀性、自润滑性及尺寸稳定性等，即具有某些金属性能，因而可以代替金属作某些机械构件。

常用的工程塑料主要有聚酰胺（PA）、聚甲醛（POM）、聚碳酸酯（PC）、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯（ABS）、聚砜（PSU）、聚苯醚（PPO）、聚四氟乙烯（PTFE）及各种增强塑料。

3) 特殊塑料。特殊塑料是指具有某些特殊性能的塑料。这些特殊性能包括高的耐热性、高的电绝缘性和高的耐腐蚀性等。

常见特殊塑料包括氟塑料、聚酰亚胺塑料、有机硅树脂、环氧树脂及为某些专门用途而改性制得的塑料如导磁塑料和导热塑料等。另外还有用于特殊场合的医用塑料、光敏塑料、珠光塑料、导磁塑料和等离子塑料等。

(3) 按树脂的制造方法分类 按树脂的制造方法，塑料分为加聚塑料和缩聚型塑料。

1) 加聚型塑料。加聚型塑料是指由通过加聚反应制得的树脂组成的塑料。所谓加聚反应是指在一定条件下，单体分子的活性链发生相互作用，加聚成一条大分子链的过程。

2) 缩聚型塑料。缩聚型塑料是指由通过缩聚反应制得的树脂组成的塑料。所谓缩聚反应是靠单体中的可反应基团等来反应的，反应过程是逐步缩合的，并伴随某种小分子物质（氯化氢、氨、水和甲醇等）析出。

(4) 按成型方法分类 根据不同的成型方法，塑料可以分为模压塑料、层压塑料、注射塑料、挤出塑料、吹塑塑料、浇注塑料和反应注射塑料等多种类型。