



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

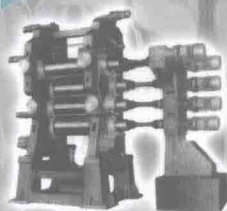
塑料成型工艺与设备

新世纪高职高专教材编审委员会 组编

总主编 戴裕崴

主 编 熊建武 李玉庆

主 审 尹韶辉 冷真龙



大连理工大学出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

塑料成型工艺与设备

新世纪高职高专教材编审委员会 组编

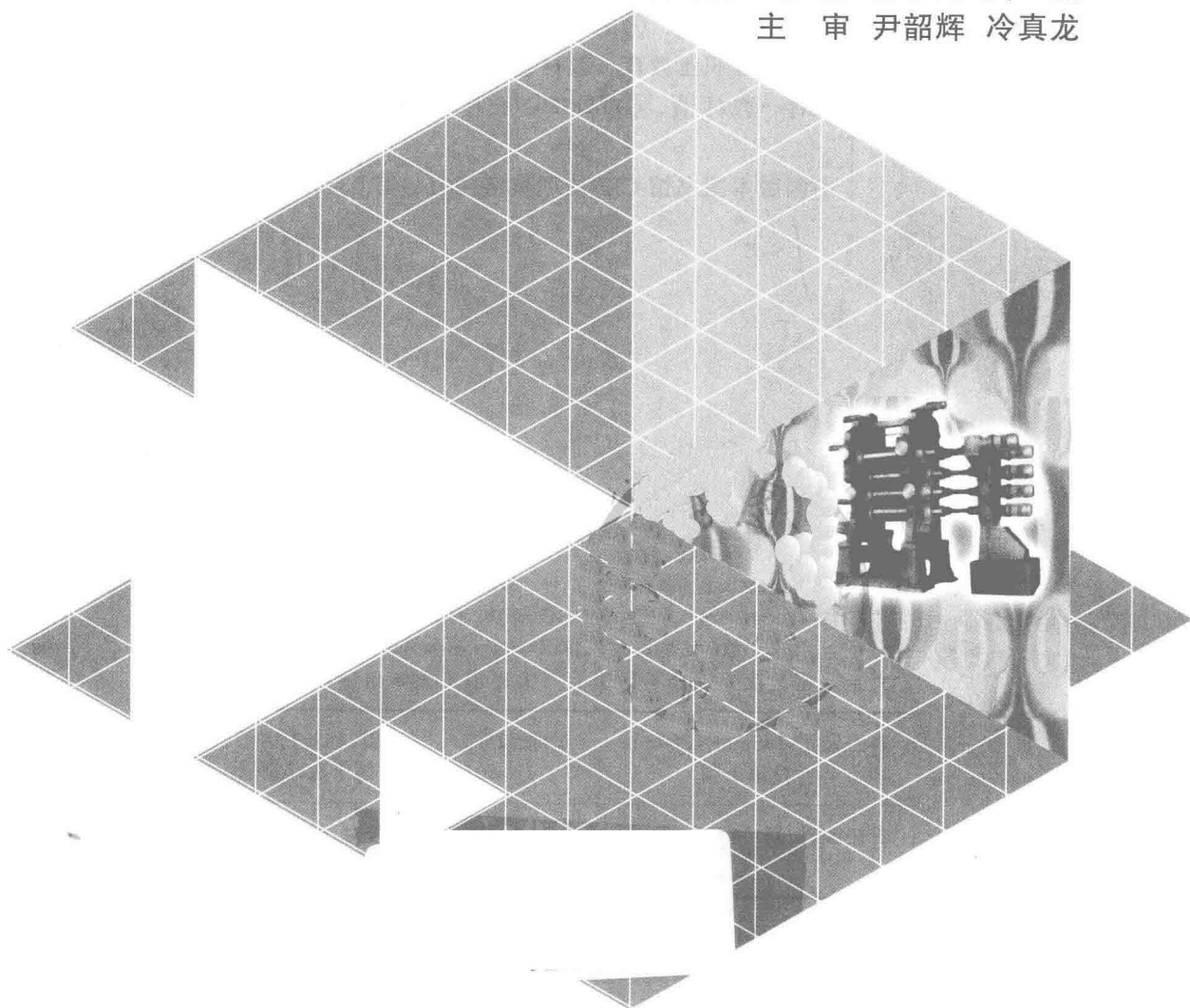
总主编 戴裕威

主 编 熊建武 李玉庆

副主编 张建卿 陈振环 杨觉荣 刘立薇

胡智清 刘红燕 孙忠刚 周 进

主 审 尹韶辉 冷真龙



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型工艺与设备 / 熊建武, 李玉庆主编. — 大连 : 大连理工大学出版社, 2015. 9
新世纪高职高专模具设计与制造类课程规划教材
ISBN 978-7-5611-8919-1

I. ①塑… II. ①熊… ②李… III. ①塑料成型—生产工艺—高等教育—教材②塑料成型加工设备—高等教育—教材 IV. ①TQ320.66②TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 034089 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84708943 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL: <http://www.dutp.cn>

大连永盛印业有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm	印张:19.5	字数:468 千字
2015 年 9 月第 1 版	2015 年 9 月第 1 次印刷	

责任编辑:刘 芸

责任校对:郭纯方

封面设计:张 莹

ISBN 978-7-5611-8919-1

定 价:42.00 元

新世纪高职高专模具设计与制造类课程规划教材编审委员会

主任委员：

戴裕崴 天津轻工职业技术学院

副主任委员：

张颖熙 中国模具工业协会全国职业院校模具专业联席会议
(原全国职业院校模具教学研究会)

任建伟 江苏信息职业技术学院

张 华 福建信息职业技术学院

罗晓晔 杭州科技职业技术学院

委员：

周树银 天津轻工职业技术学院

邹吉权 天津职业大学

陈志刚 天津电子信息职业技术学院

熊建武 湖南工业职业技术学院

王正才 宁波职业技术学院

罗广思 常州轻工职业技术学院

宋丽华 广东轻工职业技术学院

甘 辉 江苏信息职业技术学院

徐善状 淮安信息职业技术学院

李玉庆 天津轻工职业技术学院

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了 21 世纪的门槛。

20 世纪与 21 世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20 世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,发人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高职教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且唯一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

众所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。



随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论,但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需要假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国100余所高职高专院校和出版单位组成的、旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意,也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001年8月18日

前 言

《塑料成型工艺与设备》是“十二五”职业教育国家规划教材,也是新世纪高职高专教材编审委员会组编的模具设计与制造类课程规划教材之一。

本教材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,在借鉴德国双元制教学模式、总结近几年各院校模具设计与制造专业教学改革经验的工作过程系统化理论的指导下,中国模具工业协会全国职业院校模具专业联席会议(原全国职业院校模具教学研究会)组织部分国家示范性高职院校、国家骨干高职院校和省骨干高职院校的专业带头人、骨干教师对国内外的一些先进模具企业进行了调研,通过与企业专家进行座谈与交流,在对高职模具专业学生的就业行业、就业岗位及工作任务进行调查,深入了解行业企业对毕业生的评价以及对学校人才培养方案和课程建设的具体建议与措施的基础上,倾力打造的一套将企业典型产品的模具设计与制造任务贯穿于专业核心课程始终的系列教材之一,同时也是中国职教学会《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》课题研究的成果,还是湖南工业职业技术学院、湖南财经工业职业技术学院湖南省职业教育“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》的建设成果以及湖南工业职业技术学院模具制造技术专业中职青年教师、高职骨干教师国家培训项目的建设成果。

本教材以通俗易懂的文字和丰富的图表,首先系统地介绍了我国塑料工业的发展现状,塑料成型设备在塑料制品生产过程中的作用,我国塑料成型设备的现状及发展趋势,常用塑料及其成型工艺特性,然后分别以企业典型的塑料挤出成型产品、注射成型产品、压缩成型产品、压注成型产品为例,详细介绍了塑料挤出成型工艺参数及挤出机的选用,塑料注射成型工艺参数及注射机的选用,塑料压缩成型工艺参数及液压机的选用,塑料压注成型工艺参数及液压机的选用,此外,



还介绍了塑料压延成型机及其辅助设备。同时,将完成企业典型产品任务的实例与学生完成课堂训练题有机结合,在“做中学,学中做”的过程中将二者高度融合。

本教材由湖南工业职业技术学院熊建武、天津轻工职业技术学院李玉庆任主编;怀化职业技术学院张建卿、长沙南方职业学院陈振环、湖南省工业技师学院杨觉荣、湖南理工职业技术学院刘立薇、湖南财经工业职业技术学院胡智清及刘红燕、湖南工业职业技术学院孙忠刚及周进任副主编;北京电子科技职业技术学院张景黎,安徽电子信息职业技术学院金敦水,温州职业技术学院赵战锋,盐城工业职业技术学院李明亮,天津市轻模工贸有限公司王春伶,湖南财经工业职业技术学院汪哲能,长沙航空职业技术学院林章辉,岳阳职业技术学院葛立、徐石交以及湖南工业职业技术学院杨军、王韧、简忠武参与了部分内容的编写。全书由熊建武负责统稿并定稿。湖南大学教授、博士研究生导师、国家高效磨削工程技术研究中心副主任尹韶辉以及四川工程职业技术学院教授冷真龙审阅了全书并提出了许多宝贵的意见和建议,在此深表感谢!

在编写本教材的过程中,我们还得到了天津市中环高科技有限公司高级工程师李颀,天津轻工职业技术学院院长戴裕崴,湖南大学教授、湖南省模具设计与制造学会荣誉理事长叶久新,湖南师范大学教授、高级工程师及湖南省模具设计与制造学会副理事长汤酃则,湘潭电机力源模具有限公司高级工程师、湖南省模具设计与制造学会副理事长孙孝文,湖南维德科技发展有限公司总经理陈国平、株洲时代集团时代电气有限公司高级工程师贾庆雷、益阳广益科技发展有限公司副总经理张立安以及湖南工业职业技术学院汽车工程学院各位领导的大力支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢!

尽管我们在专业教学改革以及教材建设方面付出了很多努力,但由于时间仓促,教材中仍可能存在一些疏漏和不妥之处,恳请各教学单位和读者在使用本教材时多提宝贵意见,以便下次修订时改进。

编 者

2015年8月

所有意见和建议请发往:dutpgz@163.com

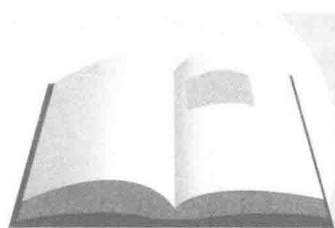
欢迎访问教材服务网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84707424 84706676



模块一 塑料成型工艺、设备以及本课程基本要求的了解	1
课题一 塑料材料及其应用	1
课题二 塑料成型设备在塑料制品生产过程中的作用	15
课题三 我国塑料成型设备的类型与发展趋势	17
课题四 塑料成型工艺与设备课程的学习目的、内容及要求	21
复习与思考题	22
模块二 塑料的工艺特性及常用塑料的认知	23
课题一 塑料的工艺特性	23
课题二 常用热塑性塑料的认知	47
课题三 常用热固性塑料的认知	56
复习与思考题	59
模块三 塑料挤出成型工艺与设备的选用	61
课题一 塑料挤出成型过程与挤出成型设备的认知	61
课题二 挤出机的主要零部件	72
课题三 挤出成型的辅助设备	92
课题四 挤出机的安装与调试、操作与维护	107
课题五 硬 PVC 管材挤出成型工艺参数及挤出机的选用	112
课堂训练	115
复习与思考题	116
模块四 塑料注射成型工艺与设备的选用	119
课题一 塑料注射成型过程与注射成型机的认知	119
课题二 注射成型机的注射装置	130
课题三 注射成型机的合模装置	142
课题四 注射成型机的电气控制系统	151
课题五 注射成型机的安全保护与监测系统	159
课题六 注射成型机的安装、调试与操作	162
课题七 其他塑料注射成型工艺与设备	165

课题八 塑料盖注射成型工艺参数与注射成型机的选用·····	179
课堂训练·····	183
复习与思考题·····	184
模块五 塑料压缩成型工艺与设备的选用·····	186
课题一 塑料压缩成型及其工艺过程的认识·····	186
课题二 液压机的类型及技术参数·····	201
课题三 通用液压机的本体结构·····	205
课题四 通用液压机的液压系统·····	211
课题五 塑料制品液压机·····	215
课题六 酚醛塑料端盖压缩成型工艺参数与设备的选用·····	220
课堂训练·····	231
复习与思考题·····	232
模块六 塑料压注成型工艺与设备的选用·····	233
课题一 塑料压注成型及其工艺过程的认识·····	233
课题二 酚醛塑料电器插座盖板压注成型工艺参数与设备的选用·····	239
课堂训练·····	249
复习与思考题·····	250
模块七 塑料压延成型工艺与设备的选用·····	251
课题一 塑料压延成型工艺过程与设备的认识·····	251
课题二 塑料压延机·····	256
课题三 压延辅机·····	269
课题四 压延成型设备的安装与调试、操作与维护·····	275
复习与思考题·····	281
附 录·····	283
参考文献·····	299



模块一

塑料成型工艺、设备以及本课程基本要求的了解

课题一 塑料材料及其应用

一、我国塑料工业的发展现状

自酚醛塑料 1909 年面世以来,经历了一百多年的时间,塑料制品已融入人们生活的每一个领域。塑料行业是新兴的产业之一,历史虽短但发展速度惊人,近几年是中国乃至全世界轻工业中发展较快的行业之一。随着世界经济平稳、持续、健康地发展,人们对塑料材料的需求以及对塑料加工技术水平要求越来越高,世界塑料工业实现了跨越式的发展,塑料制品行业取得了令世人瞩目的成就,已成为许多国家国民经济发展中的支柱产业。

从 2000 年到 2011 年的 12 年间,除因 2008 年的金融危机导致 2008 年、2009 年世界塑料材料的增长率有所下滑外,其余年份塑料材料的增长率都呈现平稳增长态势,2011 年达历史新高,生产总量约为 2.7 亿吨。

从世界塑料材料和世界 GDP 的增长率变动(图 1-1)可以看出,塑料加工行业是朝阳行业。从世界塑料材料和世界 GDP 的增长率比较可以看出,塑料材料的增长率比每个国家的 GDP 增长率高 2%~3%。2008 年金融危机期间,塑料材料增长率下降的幅度比世界 GDP 增长率下降的幅度大得多,塑料材料是诸多行业的支柱产业。

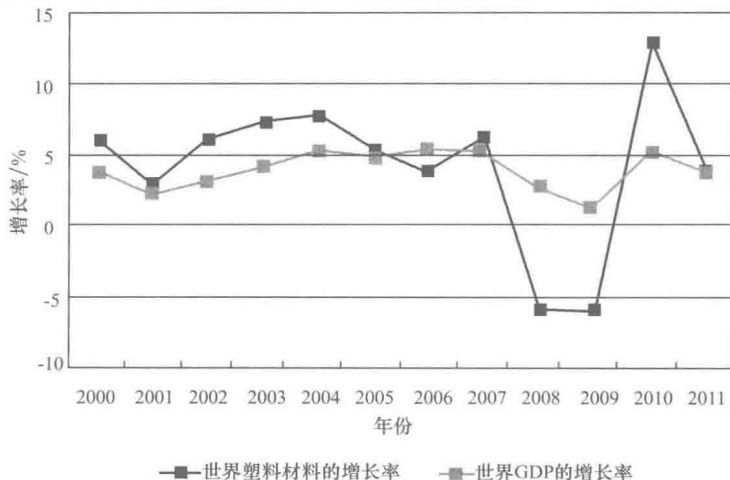


图 1-1 世界塑料材料和世界 GDP 的增长率变动

在 2008 年金融危机前,日本塑料材料的生产、消费及进出口情况相对平稳。2008 年金融危机期间,日本塑料材料的产量、消费量及进出口量有较大下降,2010 年有所恢复,之后一直处于缓慢下降趋势,如图 1-2 所示。

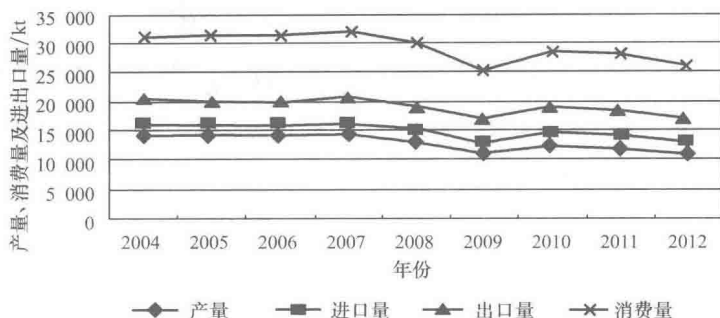


图 1-2 近几年日本塑料材料的生产、消费及进出口情况

伴随着塑料产量的飞速发展,塑料的品种也不断丰富。20 世纪 20 年代以前,主要发展的是热固性塑料,这时主要是纯化学合成,产量不高。此后,热塑性塑料开始发展起来,随着石油、天然气的广泛应用,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。目前已合成上千种高分子材料,有工业价值的 100 多种,已工业化的 400 多种,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。

新中国成立前,我国的塑料工业基本是空白,只能生产酚醛塑料、氨基塑料等少数几个品种的塑料,而且原料还要依靠进口。改革开放以来,我国塑料工业得到了迅猛发展,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,达到 10% 以上,已经成为世界主要塑料生产国。

2002 年我国塑料产量进入世界前三名之列,2004 年仅次于美国。目前,我国塑料产量已远超美国。1995 年~1997 年期间,我国塑料材料的消费量从世界第三上升至世界第一。我国塑料产量年年上升,金融危机的影响并不明显,进口量在 2004 年前处于上升趋势,之后趋于稳定,如图 1-3 所示。

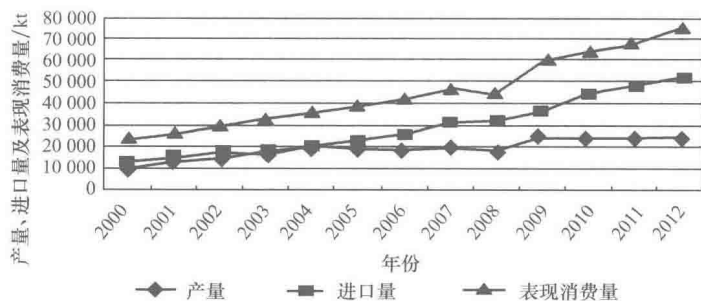


图 1-3 中国塑料材料的生产、进口及消费情况

从我国的地区分布来看,2012 年塑料产量排名前十位的是江苏、广东、浙江、山东、新疆、天津、上海、内蒙古、福建和辽宁,见表 1-1。从发展来看,西部的新疆、黄渤海的天津发展都比较迅速,不难看出近年来我国关于西部大开发、环渤海湾发展战略、中部崛起等政策的成果,但振兴东北发展的力度还有待提高。目前,中国塑料市场的发展战略分布已不再集中于东南沿海,布局更加平衡。

表 1-1 近 5 年我国各地区塑料材料的产量排位

地区	2008 年		2009 年		2010 年		2011 年		2012 年	
	产量/kt	位次	产量/kt	位次	产量/kt	位次	产量/kt	位次	产量/kt	位次
江苏	4 404	1	5 332	1	5 532	1	5 986	1	7 592	1
广东	3 509	2	4 193	2	4 586	2	5 130	2	5 361	2
浙江	2 794	4	3 839	3	4 537	3	4 926	3	5 013	3
山东	2 741	5	2 795	5	3 682	4	3 758	4	4 279	4
新疆	1 281	7	1 851	7	2 957	6	3 349	5	3 833	5
天津	1 623	6	1 872	6	2 747	7	3 319	6	3 229	6
上海	2 833	3	3 048	4	3 612	5	3 246	7	3 152	7
内蒙古	441	19	658	16	1 374	11	2 020	8	2 806	8
福建	304	22	598	18	1 525	8	1 588	11	1 764	9
辽宁	1 173	10	1 062	12	1 501	9	1 753	9	1 727	10
河南	1 082	12	1 226	10	1 480	10	1 652	10	1 626	11
黑龙江	1 267	8	1 253	8	1 094	14	1 258	13	1 184	12
甘肃	1 171	11	1 154	11	1 125	13	1 288	12	1 167	13
北京	1 235	9	1 208	9	1 282	12	1 131	14	1 087	14
四川	819	14	970	14	1 044	15	1 053	15	1 079	15
宁夏	451	18	444	20	478	21	482	21	945	16
陕西	339	21	340	22	408	22	685	19	884	17
湖北	504	16	641	17	762	17	785	18	836	18
河北	638	15	683	15	723	18	827	17	793	19
吉林	862	13	1 018	13	1 018	16	981	16	782	20

近年世界各地区 PVC 消费量变动如图 1-4 所示,日本、中国台湾地区、韩国和印度的 PVC 消费量相近,其中日本呈下降趋势,韩国和中国台湾地区基本持平,而印度尽管 PVC 消费量排在其他各国和各地区之后,但仍呈现平稳增长态势。世界塑料材料的消费量虽受金融危机影响,但恢复较快。

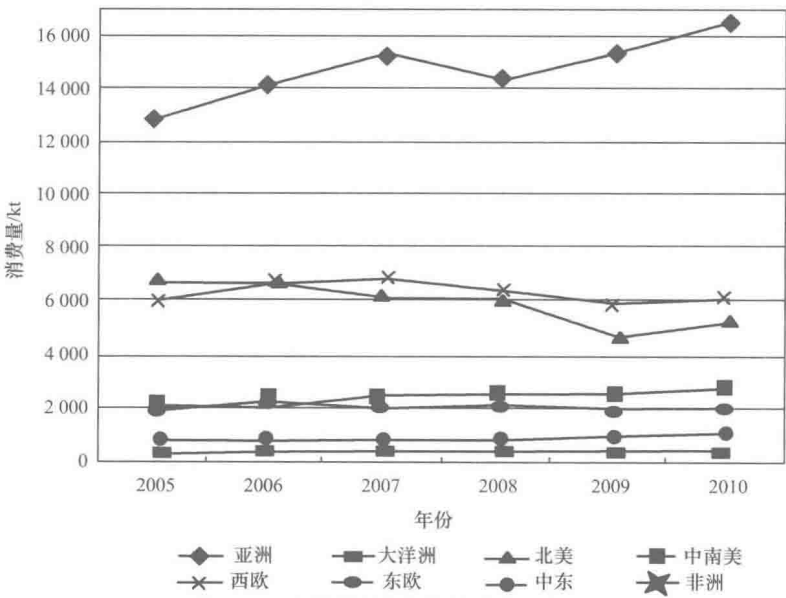


图 1-4 近年世界各地区 PVC 消费量变动

2012年,我国PVC产量超过1 000万吨的5个地区为内蒙古、新疆、天津、河南、山东,见表1-2。我国塑料材料产量中,西部地区的发展使整个地区趋于平衡。其中PVC比重增加,贡献较大。

表 1-2 我国各地区的 PVC 产量 万吨

地区	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
内蒙古	81	114	187	274	442	427	619	1 250	1 407	1 956
新疆	56	179	330	528	616	403	452	1 231	1 835	1 941
天津	698	815	882	1 096	1 259	1 387	1 454	1 414	1 492	1 427
河南	157	219	304	415	694	720	759	984	1 243	1 054
山东	433	452	916	1 073	1 365	1 305	608	965	997	1 036
四川	312	414	608	742	803	796	946	1 027	966	939
河北	391	375	411	413	429	349	439	504	516	665
陕西	36	44	47	164	247	231	207	198	477	527
宁夏	78	29	179	282	160	227	421	453	473	456
山西	34	158	260	308	551	446	151	185	446	417
湖北	42	92	171	201	205	164	324	418	423	413
浙江	119	128	135	525	612	549	578	565	437	363
湖南	63	80	109	122	182	141	168	234	219	255
云南	—	27	31	63	106	—	214	177	201	247
青海	—	10	9	11	10	6	6	12	164	244
上海	338	379	326	327	321	374	397	363	318	228

二、塑料的组成

塑料是以树脂为主要成分,以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。天然树脂是指自然界中存在的由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的量小,性能也不理想。为了寻找天然树脂的代用品,人们模仿它们的成分,用化学方法人工制取了各种树脂,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并且是塑料的辅助成分,故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,有时也简称为高聚物。一般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一定的时间,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,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 1.5~3.5 万,高密度聚乙烯的平均相对分子质量为 8~14 万。

高分子聚合物常用来制造合成树脂、合成橡胶和合成纤维等三大合成材料,其中合成树脂的产量最大,应用也最广。

三、塑料的命名与分类

1. 塑料的命名

单体的名字前加上一个“聚”字,例如乙烯、丙烯、氯乙烯、苯乙烯等,其聚合物称为聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯等。

由两种单体缩聚而成的聚合物,取其单体简称,后加“树脂”二字。例如单体苯酚和甲醛,其聚合物称为酚醛树脂;单体尿素和甲醛,其聚合物称为脲醛树脂等。

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、氨基酯基,其聚合物称为聚酰胺、聚酯、聚氨酯等。

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(polyamide)的代号是 PA,聚乙烯(polyethylene)的代号是 PE 等。也可用俗称来表示,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),这里就不介绍了。

2. 塑料的分类

(1) 按合成树脂的分子结构及特性分类

① 热塑性塑料

热塑性塑料的合成树脂都是线形或支链形结构,如图 1-5(a)、图 1-5(b)所示。其特点是受热变软或熔化,成为可流动的黏稠液体,在此状态下具有可塑性,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。

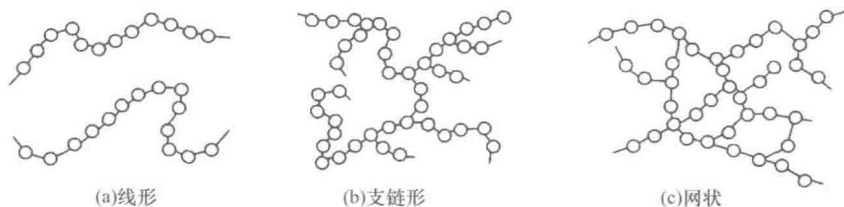


图 1-5 聚合物分子链结构示意图

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;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)等。

②热固性塑料

热固性塑料的合成树脂是具有体形网状结构的聚合物,如图 1-5(c)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,可制成一定形状的塑件;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,也不再软化且不再具有可塑性。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。

热固性塑料是由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、脲醛塑料和层压塑料等。

(2)按塑料的应用范围分类

①通用塑料

通用塑料是产量最大、用途最广、价格最低廉的一类塑料。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)和氨基塑料等六大类,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,具有较高的机械强度及良好的耐磨性、耐腐蚀性、自润滑性和尺寸稳定性等,即具有某些机械性能,因而可以代替金属做某些机械构件。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)以及各种增强塑料。

③特殊塑料

特殊塑料是指具有某些特殊性能的塑料。这些特殊性能包括良好的耐热性、电绝缘性和耐腐蚀性等。常见特殊塑料包括氟塑料、聚酰亚胺塑料、有机硅树脂、环氧树脂以及为某些专门用途而改性制得的塑料,如导磁塑料、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)按塑料的树脂制造方法分类

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。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。

四、塑料的性能与用途

塑料的性能主要从三个方面来考虑,即塑料的材料性能(内在性能,包括高聚物本身和添加剂带来的影响)、加工性能和产品性能,三者之间联系紧密,不可分割。材料性能是材料的属性,取决于材料的化学和物理结构;产品性能是物体的属性,依赖于物体的形状;加工性能处于中间地位,它决定材料被加工的可能性并决定经某种加工后产品所具有的性能。显然,一切产品的性能都取决于材料的选择、加工及应用三个环节,任何一个环节出现失误,都

不可能得到理想的产品。可以说,没有不好的材料,只有不好的产品。产品不好的原因可能是选错材料、加工不善、应用不当或设计低劣等。例如,在塑料材料的发展过程中,塑料的偶然误用曾为工业带来损失,致使其多年名声不振。但人们很快就认识到,责怪塑料本身是不公平的,在某些场合应用塑料或许不合适,但在另一些场合塑料却是无与伦比的。同时人们认识到,每种塑料都有特定的优点和局限性。由此可见,在了解了塑料材料的性能之后,更有助于我们根据产品的需要及加工要求正确选择材料、成型工艺与设备以及进行模具设计。

一般来说,塑料的密度均比金属低,即使经过填充或增强,密度增加也是有限的。从材料的使用角度来说,许多场合是以体积计,因而塑料常常比金属具有更高的性价比。塑料的成型加工性能也比金属好很多,成型过程的能量消耗远比金属低。通常认为塑料的力学性能远比金属差,但许多场合下塑料的比强度是很高的。从另一角度来看,许多塑料的理论强度是很高的,甚至比金属更高(见表 1-3),但由于目前成型加工方法等的限制,使得常规材料的实际强度远低于其理论值。由此可知,对塑料成型加工新方法的开发以生产力学性能大幅度提高的制品,其潜力和前景都是十分巨大和可观的。

表 1-3 某些塑料与金属的力学性能对比 GPa

材料类别	弹性模量			拉伸强度		
	理论值	实际值		理论值	实际值	
		纤维	常规材料		纤维	常规材料
聚乙烯	300	200(66%)	1(0.33%)	27 000	5 000(18%)	30(0.1%)
聚丙烯	50	20(40%)	1.6(3.2%)	16 000	13 000(81%)	38(0.24%)
尼龙 66	160	5(3%)	2(1.3%)	27 000	17 000(63%)	50(0.18%)
玻璃	80	80(100%)	70(87.5%)	1 000	4 000(36%)	55(0.5%)
钢	210	210(100%)	210(100%)	21 000	4 000(19%)	1 400(6.7%)
铝	76	76(100%)	76(100%)	7 600	800(1.1%)	600(7.9%)

注:括号中的百分数是断裂伸长率。

大多数塑料都是电的绝缘体,在介电材料中得到了广泛应用。但是近年来也逐步开发了一些本身有一定导电能力的结构型高分子导电材料,同时用复合(添加)方法制得了一大类抗静电、半导及导电塑料。

塑料的热变形及长期使用温度通常较低(通用热塑性塑料长期使用温度为 50~90℃,工程塑料和热固性塑料可在 100℃以上长期使用,少数可达 200℃),多种耐高温及纤维增强的耐热或烧蚀材料在军事、航天、高科技领域得到了广泛应用。塑料的导热率远比金属低,是良好的隔热、保温材料,经过发泡的塑料这种性能更为突出。在塑料中添加导热性填料(如石墨)也可用于生产耐腐蚀的换热器等。塑料的耐腐蚀性优良,在防腐行业有很广的应用。

许多品种的塑料都是透明或半透明的,作为玻璃、农用地膜、包装材料等的应用量很大。塑料经过改性、复合后,作为磁性塑料、电磁波屏蔽、隐身材料(雷达波、红外波吸收)及阻燃抑燃材料等应用也很广。塑料的耐环境性、耐老化性在通过大分子结构改进及加入有效助剂后也得到了很大的改善。

塑料的密度小,对于要求减轻自重的机械及装备具有特别重大的意义,尤其是汽车、飞机、船舶、建筑、宇宙航行器等。

如图 1-6 所示,塑料的比强度(即强度与密度之比 σ_b/ρ)和比刚度(又称比弹性模量,即弹性模量与密度之比 E/ρ)高,对某些场合(如空间技术领域)具有重要意义。例如,由碳纤维和