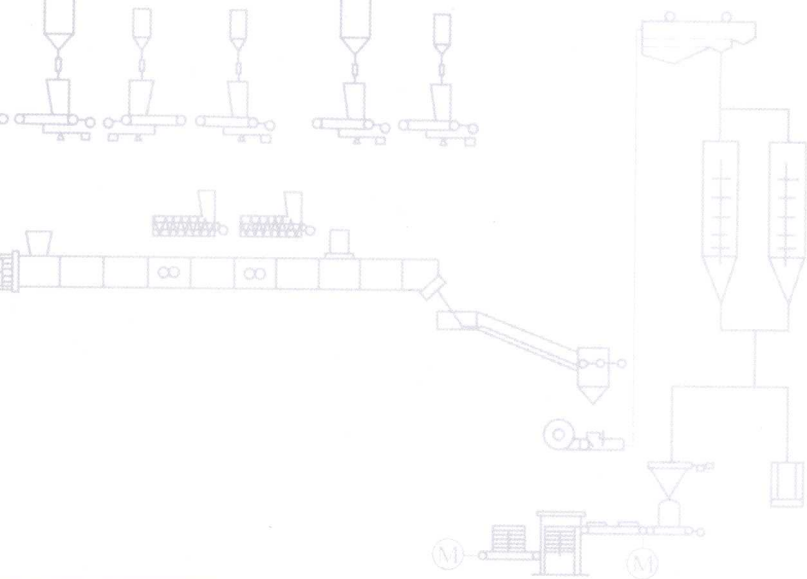


职业技术教育教材

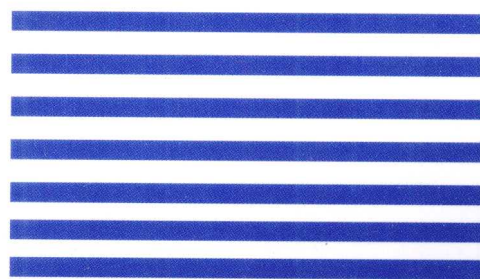
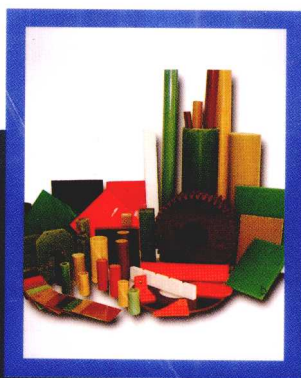


塑料成型工艺

Plastics

Molding Technology

张京珍 主编




职业技术教育教材

塑料成型工艺

张京珍 主编

李泽青 于丽霞 刘瑞霞 张增红 编
熊小平 田 英 张京珍 李振平

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料成型工艺/张京珍主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2010. 1

职业技术教育教材

ISBN 978-7-5019-7106-0

I. 塑… II. 张… III. 塑料成型-工艺-职业教育-教材 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 145173 号

责任编辑: 赵红玉 郭雪娇

策划编辑: 赵红玉 责任终审: 滕炎福 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王超男 责任校对: 杨琳 责任监印: 张可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 三河市世纪兴源印刷有限公司

经销: 各地新华书店

版次: 2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 19.25

字数: 468 千字

书号: ISBN 978-7-5019-7106-0 定价: 42.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

80538J3X101ZBW

前 言

我国职业教育教学改革不断深化,坚持以服务为宗旨、以就业为导向、以提高质量为目标,为面向市场、面向社会办学,增强职业教育服务社会的能力,深化人才培养模式改革,更新内容,改进教学方法,突出职业道德教育和职业技能培养。工学结合、校企合作、顶岗实习,是具有中国特色的职业教育人才培养模式。努力推动职业学校从学科本位向能力本位转换,以培养学生的职业能力为导向,调整课程结构,促进课程内容综合化、模块化,使职业教育很好地适应经济社会发展对高素质劳动者和技能型人才培养的要求。

随着塑料制品应用在各个领域的快速发展,对塑料成型专业人才的培养需求日益扩大,要求人才的适应性和实用性不断增强。本书中阐述塑料成型的理论知识、讨论塑料常见的成型加工方法、说明典型塑料制品的生产工艺过程,各种成型方法的新技术、新工艺,生产中常见故障分析与排除办法。在本书编写过程中按照当前职业教育对人才的要求,强化了知识与能力的联系,突出实际生产中问题的分析与解决方法,在每章前都编写了应知要点、应会要点和课前认知实习,对实习目的、内容和步骤都提出了具体的要求和做法,具有很强的可操作性。

本教材由北京市自动化工程学校张京珍主编和统稿,第1章和第2章由北京市自动化工程学校李泽青编写,第3章和第7章由北京市自动化工程学校于丽霞编写,第4章由北京市自动化工程学校刘瑞霞编写,第5章由山西轻工职业技术学院张增红和北京市自动化工程学校熊小平编写,第6章由湖北长江大学高职部田英编写,第8章和第9章由北京市自动化工程学校张京珍、郑州轻工职业技术学院李振平编写。全书由王善勤老师主审。

本书适用于职业学校塑料成型专业、模具设计与制造专业及相关专业,也可为职业培训和技术人员自学使用。诚恳欢迎读者提出宝贵意见。

编 者
2009.6

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 塑料的基本知识	2
1.1.1 塑料的定义、组成及其分类	2
1.1.2 塑料的基本性能	2
1.1.3 塑料的主要应用	3
1.2 塑料的主要成型方法简介	4
1.3 塑料工业的发展现状	5
第 2 章 塑料成型基础理论	7
2.1 塑料材料的加工性能	8
2.1.1 塑料的可挤压性	9
2.1.2 塑料的可模塑性	10
2.1.3 塑料的可延展性	11
2.2 聚合物熔体的流动特性	12
2.2.1 聚合物熔体流动的描述	12
2.2.2 聚合物熔体流动的特点	15
2.2.3 影响聚合物熔体流动的因素	16
2.2.4 聚合物熔体流动中的弹性行为	19
2.3 聚合物的结晶与取向	23
2.3.1 成型过程中的结晶	23
2.3.2 成型过程中的取向	26
2.4 聚合物的降解与交联	31
2.4.1 聚合物的降解	31
2.4.2 聚合物的交联	34
2.5 聚合物的一些工艺特性	36
2.5.1 吸湿性	36
2.5.2 相容性	36
2.5.3 收缩性	37
第 3 章 塑料成型物料的配料	39
3.1 概述	40
3.1.1 配料的种类	40
3.1.2 混合物质量的评价	40
3.2 塑料的配方	41
3.2.1 塑料配方设计的依据	41
3.2.2 配方设计的步骤及方法	41

3.2.3	配方中各组分的用量表示方法	42
3.2.4	典型制品的配方设计	42
3.3	简单配料	45
3.3.1	工艺过程	46
3.3.2	混合设备	46
3.4	粉料的配制	47
3.4.1	粉料的配制过程	47
3.4.2	混合设备	49
3.5	粒料的配制	49
3.5.1	粒料的配制过程	50
3.5.2	粒料配制设备	52
3.5.3	粒料生产中的异常现象、产生原因及解决办法	56
3.6	溶液的配制	57
3.6.1	聚合物的溶解	57
3.6.2	液态原料的配制	58
3.7	塑料糊的配制	59
3.7.1	塑料糊的分类	59
3.7.2	塑料糊的组成	59
3.7.3	塑料糊的配制	60
3.8	塑料母料制造工艺	60
3.8.1	使用母料的优点	61
3.8.2	色母料的组成	61
3.8.3	色母料制造过程	61
3.8.4	色母料生产用挤出机	62
3.9	纤维增强塑料粒料的制备	62
3.9.1	增强材料的表面处理	63
3.9.2	纤维增强热塑性塑料的挤出造粒工艺	63
第4章	挤出成型	65
4.1	概述	65
4.1.1	挤出成型	66
4.1.2	适用的树脂材料	66
4.1.3	主要产品	66
4.1.4	挤出成型的特点	66
4.2	挤出机	66
4.2.1	单螺杆挤出机	67
4.2.2	双螺杆挤出机	72
4.3	挤出机的操作与维护	76
4.3.1	挤出机操作步骤	76
4.3.2	挤出机维护	76

4.4	管材成型工艺	77
4.4.1	概述	77
4.4.2	管材成型设备及装置	77
4.4.3	挤出管材成型工艺	83
4.4.4	挤出管材常出现的异常现象、产生原因及解决办法	84
4.5	异型材成型工艺	85
4.5.1	概述	85
4.5.2	异型材成型设备及装置	85
4.5.3	异型材生产工艺控制	88
4.5.4	挤出异型材常出现的异常现象、产生原因及解决办法	89
4.6	挤出吹塑薄膜	90
4.6.1	概述	90
4.6.2	挤出吹塑薄膜工艺流程	91
4.6.3	吹塑薄膜生产设备及装置	92
4.6.4	挤出吹塑薄膜成型工艺	97
4.6.5	挤出吹塑薄膜常出现的异常现象、产生原因及解决办法	99
4.7	板材与片材成型工艺	101
4.7.1	概述	101
4.7.2	板、片材成型设备及装置	101
4.7.3	挤出板(片)成型工艺	105
4.7.4	挤出板(片)材常出现的异常现象、产生原因及解决办法	106
4.8	挤出拉伸制品	107
4.8.1	塑料丝	108
4.8.2	塑料绳、带	110
4.8.3	塑料网	113
4.9	挤出电线电缆	117
4.9.1	原材料的选择	117
4.9.2	电缆料及电线电缆生产工艺流程	119
4.9.3	电缆料及电线电缆生产工艺参数	120
4.9.4	电线电缆生产中出现的异常现象、产生原因及解决办法	120
第5章	注射成型	123
5.1	概述	124
5.2	注射机及模具	124
5.2.1	注射机的基本结构及作用	124
5.2.2	注射成型模具结构及作用	126
5.3	注射机维护与操作	128
5.3.1	注射机的维护	128
5.3.2	注射机的操作	131
5.3.3	注射机操作注意事项	135

5.4	注射成型过程	136
5.4.1	成型前的准备工作	136
5.4.2	注射成型	139
5.4.3	制件的后处理	139
5.5	注射成型工艺控制	141
5.5.1	温度	141
5.5.2	压力	147
5.5.3	成型周期	152
5.6	典型塑料制品注射成型	153
5.6.1	聚丙烯注射成型	153
5.6.2	聚苯乙烯注射成型	155
5.6.3	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物注射成型	156
5.6.4	聚酰胺注射成型	159
5.6.5	聚碳酸酯注射成型	163
5.7	影响注射制品质量的因素	166
5.7.1	注射制品的内应力	166
5.7.2	注射制品的熔接痕	168
5.7.3	注射制品的收缩性	169
5.7.4	注射制品生产中出现的异常现象、产生原因及解决办法	171
5.8	注射成型技术的发展	181
5.8.1	注射成型模具	181
5.8.2	注射成型技术	182
第6章	压延成型工艺	186
6.1	概述	186
6.2	压延工艺流程	187
6.3	压延成型设备	188
6.3.1	压延机的类型	188
6.3.2	压延机的构造	189
6.3.3	压延辊筒	192
6.3.4	压延辅机	195
6.4	压延机维护与操作	197
6.4.1	压延机维护	197
6.4.2	压延机操作	198
6.4.3	压延机操作注意事项	199
6.5	压延成型工艺控制	199
6.5.1	软质聚氯乙烯压延制品生产工艺及配方	199
6.5.2	硬聚氯乙烯压延制品生产工艺及配方	201
6.5.3	压延人造革生产工艺	203
6.6	影响压延制品质量的因素	206

6.6.1	原材料因素	207
6.6.2	工艺控制因素	207
6.6.3	设备因素	209
6.6.4	其他因素	210
6.6.5	压延生产中出现的异常现象、产生原因及解决办法	210
6.7	压延成型技术的发展	215
第7章	中空吹塑成型	218
7.1	概述	218
7.2	挤出吹塑成型	219
7.2.1	挤出吹塑成型工艺流程	219
7.2.2	挤出吹塑成型设备及模具	219
7.2.3	挤出吹塑工艺控制	221
7.2.4	挤出吹塑生产中出现的异常现象、产生原因及解决办法	225
7.3	注射吹塑成型工艺	228
7.3.1	注射吹塑成型的工艺过程	228
7.3.2	注射吹塑成型设备及模具	228
7.3.3	注射吹塑成型工艺	229
7.3.4	注射吹塑成型中出现的异常现象、产生原因及解决办法	231
7.4	拉伸吹塑成型	234
7.4.1	拉伸吹塑工艺过程	235
7.4.2	拉伸吹塑模具	237
7.4.3	拉伸吹塑工艺	237
7.4.4	拉伸吹塑制品的异常现象、产生原因及解决办法	239
7.5	典型中空吹塑成型制品生产工艺	240
7.5.1	聚乙烯普通药瓶注射吹塑成型	240
7.5.2	聚碳酸酯奶瓶注-拉-吹成型工艺	240
7.6	中空吹塑成型技术的发展	242
7.6.1	中空吹塑制品的应用及发展	242
7.6.2	中空材料的应用及发展	242
7.6.3	中空吹塑设备的发展	243
7.6.4	吹塑工艺的发展	243
第8章	泡沫塑料成型	245
8.1	概述	246
8.1.1	泡沫塑料定义	246
8.1.2	泡沫塑料分类	246
8.1.3	泡沫塑料特性	247
8.1.4	泡沫塑料应用	247
8.2	泡沫塑料发泡方法及成型原理	248
8.2.1	泡沫塑料发泡方法	248

8.2.2	泡沫塑料成型原理	250
8.3	聚苯乙烯泡沫塑料	250
8.3.1	聚苯乙烯泡沫塑料发泡方法	250
8.3.2	可发性珠粒法模压成型	251
8.3.3	聚苯乙烯泡沫塑料挤出成型	254
8.3.4	聚苯乙烯泡沫塑料典型制品	256
8.4	聚氨酯泡沫塑料	257
8.4.1	聚氨酯泡沫塑料的主要原料	258
8.4.2	聚氨酯泡沫塑料发泡过程主要化学反应	259
8.4.3	聚氨酯泡沫塑料发泡成型方法	260
8.4.4	软质聚氨酯泡沫塑料成型方法	263
8.4.5	硬质聚氨酯泡沫塑料成型方法	265
8.4.6	聚氨酯泡沫塑料典型制品	268
8.5	聚乙烯泡沫塑料	270
8.5.1	聚乙烯加工过程特点	270
8.5.2	聚乙烯交联发泡方法	270
8.5.3	聚乙烯泡沫塑料成型方法	271
8.5.4	聚乙烯典型泡沫制品	273
8.6	聚氯乙烯泡沫塑料	274
8.6.1	软质聚氯乙烯泡沫塑料	274
8.6.2	硬质聚氯乙烯泡沫塑料	275
8.6.3	聚氯乙烯泡沫塑料典型制品	277
第9章	其他成型方法	280
9.1	模压成型	281
9.1.1	模压成型原理	281
9.1.2	模压成型过程	281
9.1.3	模压成型工艺	282
9.1.4	模压成型设备	283
9.2	层压成型	285
9.2.1	原材料准备	285
9.2.2	浸渍	285
9.2.3	层压制品成型	286
9.3	旋转成型	288
9.3.1	旋转成型过程及特点	288
9.3.2	旋转成型用原料	289
9.3.3	旋转成型设备及模具	289
9.3.4	旋转成型工艺过程	291
参考文献		293

第1章 绪 论

应知要点

1. 塑料制品的主要应用
2. 塑料的主要成型方法
3. 塑料工业的发展现状

应会要点

1. 塑料的定义、组成和分类
2. 塑料的基本性能

课前认知实习

1. 实习形式

参观相关塑料企业，并注意观察日常生活中常见的塑料制品。

2. 实习内容

观察塑料制品的生产过程。

3. 实习目的

- (1) 对塑料制品的生产和使用有总体的印象；
- (2) 了解塑料成型的主要工艺流程；
- (3) 总结常见塑料材料的使用性能和制品的应用范围。

4. 演示设备

- (1) 设备：塑料企业中，应具有挤出成型、注射成型等主要成型设备；
- (2) 材料：常用的热塑性塑料。

5. 演示步骤

- (1) 按塑料成型的工艺流程进行参观学习；
- (2) 在上述参观过程中，由教师讲解塑料材料性能以及塑料成型过程。

6. 问题讨论

- (1) 常见的塑料制品及其主要性能有哪些？
- (2) 塑料的用途和发展前景如何？

塑料材料是继木材、玻璃、金属、纸等材料之后的一支后起之秀。在人们的日常生活中，随处可见琳琅满目、各式各样的塑料制品。在工、农业生产以及医药卫生、交通运输、建筑、包装、装饰等各个领域，塑料制品所发挥的作用更是有目共睹。塑料制品具有优良的加工性能和使用性能，其应用范围如此广泛，发展的速度也令其他材料望尘莫及。

塑料的成型加工是一门工程技术专业的总称。所涉及的内容是将塑料材料通过挤出、注射、压延、二次加工等成型方法，经过一系列的物理变化、化学变化等转变为塑料制品

的过程。下面就塑料的基本性能做一简要介绍。

1.1 塑料的基本知识

1.1.1 塑料的定义、组成及其分类

1.1.1.1 塑料的定义和组成

塑料是以树脂为主要成分，在一定的温度和压力下，可塑制成一定的形状，并在常温下能保持既定形状的材料。

树脂是塑料最基本的，也是最重要的成分。树脂有天然树脂和合成树脂之分，天然树脂如松香、虫胶；合成树脂如聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚氯乙烯（PVC）、聚苯乙烯（PS）、聚酰胺（PA）、聚碳酸酯（PC）、酚醛树脂（PF）、环氧树脂（EP）等。大部分塑料中还需加入各种助剂（也称添加剂），用以改进塑料的加工性能和使用性能。助剂有增塑剂、稳定剂、润滑剂、填充剂、阻燃剂、发泡剂、着色剂等。助剂在一定程度上对塑料的力学性能、物理性能起着重要的作用。有些塑料也可不添加任何助剂，如聚四氟乙烯塑料，这样的塑料称为单组分塑料，否则即为多组分塑料。

1.1.1.2 塑料的分类

塑料的种类很多，约有 300 余种，而常用塑料约有几十种。塑料分类的方法也有很多，常用的有两种。一是按受热后性能的变化，分为热塑性塑料和热固性塑料两大类；另一种是按用途不同，分为通用塑料、工程塑料和特种塑料。

热塑性塑料是在受热条件下，软化熔融，冷却后定型。这一过程可反复多次，而材料始终具有可塑性。这种材料的优点是较好的物理力学性能，成型工艺简单，在品种和产量上发展迅速。缺点是除少数品种外，一般耐热性和刚性都较差。属于这种类型的塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚酰胺等。

热固性塑料是指在成型前可溶可熔，在受热条件下，先行软化，然后内部发生化学变化，而成成型固化后，再次受热不再熔融，也不溶于有机溶剂，只能在高温下炭化。因此，热固性塑料只能一次成型，并且成型复杂。这类塑料的优点是耐热性高、尺寸稳定性好、价格低廉，但本身的力学性能较差，需要进行增强。如用玻璃纤维增强后制成的增强塑料，俗称“玻璃钢”，其强度可与金属媲美。属于这种类型的塑料有酚醛树脂、环氧树脂、氨基树脂等。

通用塑料是指常用塑料，其产量大、用途广、价格低廉。例如，聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料等。

工程塑料一般指力学性能高，可以代替金属用作工程材料的一类塑料。例如，聚酰胺、聚甲醛、聚碳酸酯等。

特种塑料指具有某一方面特殊性能的塑料。这类塑料有较高的耐热性、耐腐蚀性或其他特殊性能，也称功能塑料。例如，氟塑料、有机硅塑料等。

1.1.2 塑料的基本性能

与其他类型材料相比，塑料的主要特性如下：

①质量轻、比强度高 塑料质轻，一般只有钢铁的 1/8 ~ 1/4，铝的 1/2 左右。按单

位质量计算的强度称为比强度，有些增强塑料的比强度接近甚至超过钢材。

②介电性能优越 几乎所有的塑料都具有优异的电绝缘性能，可与陶瓷相媲美。

③化学稳定性能优良 一般塑料对酸碱等化学药品均有良好的耐腐蚀能力。

④具有良好的减震、隔音性能 某些塑料柔韧而富有弹性，当它受到外界频繁的机械冲击和震动时，内部产生黏性内耗，将机械能变成热能。因此，工程上常用作减震消音材料。

⑤减摩、耐磨性能好 大多数塑料具有优良的减摩、耐磨和自润滑性。利用这一特性，许多工程塑料可以制成耐磨性零件。

⑥透光及防护性能好 多数塑料都可以做成透明或半透明制品，其中聚苯乙烯和丙烯酸酯类塑料像玻璃一样透明。有机玻璃其化学名称为聚甲基丙烯酸甲酯，可用作航空玻璃材料。聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯等塑料薄膜具有良好的透光和保暖性能，大量用作农用薄膜。塑料具有多种防护性能，常用作防护包装用品，如塑料薄膜、箱、桶、瓶等。

上述优良性能，使塑料在工农业生产和人们的日常生活中具有广泛用途，它已从过去作为金属、玻璃、陶瓷、木材和纤维等材料的替代品，而一跃成为现代生活和尖端工业不可缺少的材料。

然而，塑料也有不足之处。例如，耐热性比金属等材料差，一般塑料仅能在 100℃ 以下温度使用，少数可在 200℃ 左右使用；塑料的热膨胀系数要比金属大 3 ~ 10 倍，容易受温度变化而影响尺寸的稳定性；在载荷作用下，塑料会缓慢地产生黏性流动或变形，即蠕变现象；此外，塑料在大气、阳光、长期的压力或某些介质作用下会发生老化，使性能变坏等。塑料的这些缺点或多或少地影响或限制了它的应用。但是，随着塑料工业的发展和塑料材料研究工作的深入，这些缺点正被逐渐克服，性能优异的新颖塑料和各种塑料复合材料正不断涌现。

1.1.3 塑料的主要应用

塑料已被广泛用于农业、工业、建筑、包装、国防尖端工业，以及人们日常生活等各个领域。

农业方面，大量塑料用于制造地膜、育秧薄膜、大棚膜和排灌管道、渔网、养殖浮漂等。

工业方面，电气和电子工业广泛使用塑料制作绝缘材料和封装材料；在机械工业中塑料代替金属制品制成传动齿轮、轴承、轴瓦及许多零部件；在化学工业中用作管道、各种容器及其他防腐材料；在建筑工业中用于壁纸、落水管件、管材、装饰板和卫生洁具等。

在国防工业和尖端技术中，无论是常规武器、飞机、舰艇，还是火箭、导弹、人造卫星、宇宙飞船和原子能工业等，塑料都是不可缺少的材料。

在人们的日常生活中，塑料的应用更广泛，如市场上销售的塑料凉鞋、拖鞋、雨衣、手提包、儿童玩具、牙刷、肥皂盒、热水瓶壳等。目前在各种家用电器，如电视机、收录机、电风扇、洗衣机、电冰箱等方面也广泛地应用。

塑料作为一种新型包装材料，在包装领域中已获得广泛应用。例如，各种中空容器、注塑容器（周转箱、集装箱、桶等）、包装薄膜、编织袋、瓦楞箱、泡沫塑料、捆扎绳、打包带、酸奶杯、果冻杯等。

1.2 塑料的主要成型方法简介

随着塑料应用的日益广泛，产量的逐年增加，促进了塑料加工工业的发展，对塑料制品的规格和性能的要求也越来越高。各种规格的板、片、膜、管、棒、丝、网、容器、制件以及导热、导磁、感光、透光、高强度、耐高温、耐低温等性能都与选材及成型方法有关。为了获得不同要求的塑料制品，就需要采用不同的成型方法。常用的塑料成型方法有挤出、注射、压延、模压、中空、热成型等。

挤出成型又称挤压成型或挤出模塑。它是通过塑料原料在挤出机中加热、加压呈流动状态，连续通过口模成型的方法。挤出成型在塑料的加工工业中占有相当重要的地位，是最早的成型方法之一，其制品约占塑料总产量的三分之一以上。大多数热塑性塑料和少数热固性塑料可用挤出成型加工成薄膜、板（片）材、管、棒、丝、网、电线电缆被覆以及异型材等制品。配以其他设备，亦可生产中空容器、复合材料等。它的主要特点是连续化生产，生产效率高，产品的质量均匀，操作简单，工艺控制容易，可一机多用。

注射成型又称注射模塑。它是将粒状或粉状的塑料原料从注射机的料斗送进加热的料筒，经加热熔化呈流动状态后，由柱塞或螺杆的推动而通过料筒端部的喷嘴并注入温度较低的闭合模具内。充满模具的熔料在受压的情况下，经冷却、固化后即可保持模具型腔所赋予的形状，从而得到制品。注射成型是目前塑料加工中最普遍采用的方法之一，适用于热塑性塑料和部分热固性塑料，其制品约占塑料制品总量的 20% ~ 30%，已从民用扩大到国民经济各个领域中的应用，并将逐步代替传统的金属和非金属材料的制品，制成各种工业配件、仪器仪表的零件和壳体等。注射成型的主要特点是生产周期短，生产效率高。成型制品的形状由简到繁，尺寸由小到大，尺寸精确；可以实现生产自动化、高速化，具有极高的经济效益。

压延成型是热塑性塑料主要成型方法之一，与挤出成型、注射成型一起，合称为热塑性塑料的三大成型方法。压延成型是将熔融塑化的热塑性塑料置于相向旋转的加热辊筒间挤压、剪切，延展成一定厚度、一定宽度和光洁度的膜状或片状物料，经冷却即可成膜状、片状制品。亦可附以一定的基材，制得人造革、塑料壁纸等产品。适用于压延成型的热塑性塑料有聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯共聚物（ABS）、聚乙烯醇（PVA）等，目前使用最多的是聚氯乙烯。压延成型具有加工能力大，生产速度快，产品质量好，连续化生产，自动化程度高的特点。但其设备庞大，生产流程长，一次投资高，维修复杂，制品宽度受辊筒长度限制。因此，在连续板（片）材的生产方面不如挤出法发展的速度快。

模压成型又称压制成型，包括压缩模塑和层压（即层合）两种，是一种较古老的成型方法。压缩模塑是将粉状、粒状或纤维状物料放入成型温度下的模具型腔中，然后闭模加压，而使其成型并固化的方法。可用于热固性塑料和热塑性塑料，但主要用于热固性塑料。层压成型主要用于生产板材，可用于热固性塑料（一般加入纤维状材料），也可用于热塑性塑料。模压成型的设备和模具结构简单、制造费用低、精度要求低；层压机占地面积小，可马上投产，且收益显著；成型压力低、原料损耗小；纤维状填料的定向性小，受塑料种类和填料种类影响少，是制备高强度制件的有效方法。但该法生产效率低，制品精

度低,劳动强度大,手工操作多等。故模压成型随着其他成型方法的发展和普及而逐步减少,但就其优缺点的综合分析来看,模压成型仍属一种不可缺少的成型方法。

中空吹塑是将挤出或注射成型所得的半熔融态管坯(型坯)置于各种形状的模具中,在管坯中通入压缩空气将其吹胀,使之紧贴于模腔壁上,再经冷却脱模得到中空制品。这种成型方法可以生产口径不同、容量不同的瓶、壶、桶等各种包装容器、日常用品和儿童玩具等。用于中空吹塑的塑料树脂有聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、线形聚酯(PET)、聚碳酸酯等。

热成型是利用热塑性塑料板、片材作为原料来制造塑料制品的一种方法。成型时,先将板(片)材固定于夹框上,并将其加热到一定温度,然后凭借施加的压力使其贴近模具型面,因而取得与型面相仿的形状。成型后的板(片)材冷却后,即可从模具上取下,经适当修整即得制品。适用于热成型的塑料品种很多,如聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯、聚乙烯、聚碳酸酯、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物等。制品的应用范围越来越广,已广泛用于工业、农业、食品、医药、电子等各个领域,尤其在包装行业得到更为迅速的发展。热成型工艺简单、设备投资少,模具制造方便。但制品结构不宜太复杂,且壁厚均匀度较差,边角废料多等。虽然如此,热成型仍属很有经济价值和实用价值的成型方法,其产品花色品种变化之快,没有哪种方法可与之匹敌。

1.3 塑料工业的发展现状

早在19世纪以前,人们就已经利用沥青、松香、琥珀、虫胶等天然树脂。1868年将天然纤维素硝化,用樟脑做增塑剂制成了世界上第一个塑料品种,称为赛璐珞。从此人类开始使用塑料。1909年出现了第一个用人工合成的塑料——酚醛塑料。1920年又一个人工合成塑料——氨基塑料(苯胺甲醛塑料)诞生了。这两种塑料当时为推动电气工业和仪器制造工业的发展起了积极作用。

到20世纪二三十年代,相继出现了醇酸树脂、聚氯乙烯、丙烯酸酯类、聚苯乙烯和聚酰胺等塑料。从40年代至今,随着科学技术和工业的发展、石油资源的广泛开发利用,塑料工业获得迅速发展。品种上又出现了聚乙烯、聚丙烯、不饱和聚酯、氟塑料、环氧树脂、聚甲醛、聚碳酸酯、聚酰亚胺等。

解放前我国的塑料工业几乎是个空白,只有赛璐珞和酚醛塑料制品两个品种,其主要原料也依靠进口,年产量只有几百吨。解放后我国塑料工业发展迅速,尤其是20世纪80年代以来,伴随着中国经济的发展,中国塑料工业得以快速发展。

①我国合成树脂产量增长迅速,2000年产量超过1000万t。2000~2005年我国合成树脂年均增长11.8%,约为世界年平均增长率的3倍;同时塑料助剂产量保持快速增长,年均增长率将预计保持在10%左右,远高于世界塑料助剂产量4%的年均增长率。目前我国塑料助剂年生产能力约为120万t,年消费量为72万t。

②塑料制品业发展迅速,整体水平与发达国家的差距正在缩小,塑料制品产量已由改革开放初期的104万t,发展到目前的3600万t,其中通用塑料3400万t,工程塑料120万t,聚酯80万t。2005年用于包装的塑料制品约800万t,农用薄膜130万t。2005年中国出口塑料制品约1200万t,实际的合成树脂消费量约为2400万t,可回收

的塑料约为 800 万 t。

③我国已建立起自己的塑料机械制造工业，生产塑料挤出成型机、注射成型机、压延机、真空成型机、密炼机、高速混合机、层压机、切料机、印刷机等塑料成型设备以及各种塑料模具。其中 2006 年我国注塑机的年生产总量位居世界第一，总产值位居世界第三，已成为我国塑料机械出口的第一品牌。此外，我国塑料模具工业从起步到现在，历经半个多世纪，有了很大发展，模具水平有了较大提高，近年来我国的模具工业一直以每年 13% 左右的增长速度快速发展。

总之，我国的塑料加工技术与装备，塑料产品的种类及应用领域都已步入世界先进行列。

习题

1. 什么是塑料？塑料由哪些成分组成？
2. 塑料有哪几种分类方法？各如何分类？
3. 塑料的性能和特点有哪些？
4. 塑料的成型加工方法主要有哪几种？
5. 塑料有哪些用途？

第2章 塑料成型基础理论

应知要点

1. 聚合物的流动特性
2. 聚合物的弹性行为
3. 聚合物的结晶与取向以及降解与交联

应会要点

1. 塑料材料的加工性质
2. 聚合物的工艺特性
3. 影响聚合物流动的因素
4. 成型过程中聚合物的结晶与取向以及降解与交联的影响因素

课前认知实习

1. 实习形式

观看有关塑料成型理论的录像片。

2. 实习内容

观察并思考高聚物在成型过程中的物态变化以及影响因素。

3. 实习目的

- (1) 对塑料成型理论有概括性的了解；
- (2) 对高聚物在成型过程中的物态变化有感性的认识。

4. 演示设备

(1) 设备：在录像片中，应具有挤出机或注射机，并能演示高聚物经螺杆塑化熔融以及成型的主要过程。

(2) 材料：常用的热塑性塑料，以及该材料在成型过程中的物态变化。

5. 演示步骤

- (1) 塑料成型基本理论的演示和讲解；
- (2) 在上述观看过程结束后，由教师总结归纳塑料材料的工艺特性以及塑料成型有关的基本理论。

6. 问题讨论

- (1) 塑料有哪些加工性质？
- (2) 聚合物在加工过程中发生了哪些变化？

塑料成型是将塑料材料转变为塑料制品的各种工艺和工程。要实现这种转变，就要研究在转变过程中塑料的各种性质和行为与各种因素之间的关系，从而采用合理的工艺和工程以制得质量良好的塑料制品，这是塑料成型技术的基本任务。在绪论中已经介绍过，塑料的主要成分各种树脂，因此，塑料在成型过程中所表现出来的许多性质和行为，是由