

轻工业技工学校统编试用教材

# 塑料成型工艺

北京市塑料工业公司 编

中国轻工业出版社

轻工业技工学校统编试用教材

# 塑料成型工艺

北京市塑料工业公司 编

中国轻工业出版社

**(京) 新登字034号**

**内 容 简 介**

本书是轻工业塑料工艺专业技工学校和在职工人技术培训试用教材。主要介绍塑料成型基础知识、主要成型工艺及塑料原料和制品的性能测试。全书共分十三章，内容包括塑料基本概念，合成树脂及助剂，塑料成型基础理论及成型物料的配制；挤出、注射、压延、压制、吹塑、发泡等主要成型工艺以及二次加工的原理、操作和典型产品的生产；塑料原料及制品性能测试方面的基本知识。

本书可供技工学校塑料工艺专业教学和培训在职中级技术人员使用，也可供从事塑料工业生产的工人、管理和技术干部以及塑料专业中等专业学校师生阅读参考。

轻工业技工学校统编试用教材

**塑料成型工艺**

北京市塑料工业公司 编

中国轻工业出版社出版发行

(北京东长安街6号)

京安印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米 1/32 印张：24 16/32 字数：610千字

1987年11月 第1版第1次印刷

1993年5月 第1版第8次印刷

印数：27001—32000 定价：18.50元

ISBN 7-5019-0044-2 / TS·0028

## 前 言

为加速培养轻工业后备技术工人，建设一支以在职中级技术工人为主体的，技术结构比较合理，具有较高政治、文化、技术素质的工人队伍，以适应轻工业生产建设发展的需要，我们根据轻工业部颁发的有关行业《工人技术等级标准》中级工人应知应会要求，组织编写了轻工业技工学校专业教材。

《塑料成型工艺》专业教材由我部委托北京市第二轻工业总公司牵头组织，北京市塑料工业公司为主编单位，书稿经塑料行业技工教材审稿会审议。编写组同志根据审稿会议意见，对原稿内容作了增删。

本书由杨春柏主编，程世峨主审。第一、二、三、四、十、十一章由杨春柏编写，第五、六章由王善勤编写，第七、八章由陆照福编写，第九、十三章由谢荣铮编写，第十二章由孙大康编写。

本书适用于技工学校塑料工艺专业教学和在职工人中级技术培训使用，也可作为具有初中毕业文化程度和初级技术水平的工人自学的教材。

本教材编审过程中得到了轻工业部教育司、塑料局、轻工业出版社，北京市二轻总公司和北京、上海、天津、昆明、广州、哈尔滨、武汉、西安、成都、长沙、杭州、常州、大连等省市的塑料工业公司、技工学校和轻工业学校等单位的大力协助，并提供了宝贵的资料。派出了富有实践经验的教师、工程技术人员参加了审稿工作，谨在此表示感谢。

本教材在编审过程中还得到了轻工业部塑料局陈文瑛高级工程师的具体指导，定稿前北京市塑料研究所胥成基对全书进行了系统的审阅，谭英瑞、许建南同志参加了审定工作，谨此一并致谢。

由于我们组织编审工作缺乏经验，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正，以便今后修订。

**轻工业部技工教材编审小组**

**一九八六年七月一日**

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	( 1 )
<b>一、塑料的基本概念</b> .....	( 1 )
(一) 塑料的定义、组成及其分类 .....	( 1 )
(二) 塑料的基本性能 .....	( 2 )
(三) 塑料的制造 .....	( 3 )
(四) 塑料的用途 .....	( 4 )
<b>二、塑料工业的发展历史及现状</b> .....	( 5 )
<b>三、本课程的主要内容及要求</b> .....	( 8 )
<b>思考题</b> .....	( 9 )
<b>参考资料</b> .....	( 9 )
<b>第二章 合成树脂及助剂</b> .....	( 11 )
<b>第一节 合成树脂</b> .....	( 11 )
<b>一、聚氯乙烯</b> .....	( 11 )
(一) 聚氯乙烯的合成及规格 .....	( 11 )
(二) 聚氯乙烯的结构、性能及用途 .....	( 14 )
(三) 聚氯乙烯的成型性能 .....	( 16 )
(四) 聚氯乙烯的改性 .....	( 16 )
<b>二、聚乙烯</b> .....	( 17 )
(一) 聚乙烯的合成及规格 .....	( 17 )
(二) 聚乙烯的结构、性能及用途 .....	( 20 )
(三) 聚乙烯的成型性能 .....	( 23 )
(四) 聚乙烯的改性 .....	( 23 )
<b>三、聚丙烯</b> .....	( 24 )
(一) 聚丙烯的合成 .....	( 24 )
(二) 聚丙烯的结构及性能 .....	( 24 )
(三) 聚丙烯的成型性能 .....	( 26 )
(四) 聚丙烯的改性 .....	( 26 )
<b>四、苯乙烯系树脂</b> .....	( 28 )
(一) 聚苯乙烯的合成 .....	( 28 )

(二) 聚苯乙烯的性能及用途 .....	( 29 )
(三) 聚苯乙烯的成型性能 .....	( 30 )
(四) 聚苯乙烯的改性 .....	( 31 )
<b>五、ABS .....</b>	<b>( 32 )</b>
(一) ABS的组成及制造 .....	( 32 )
(二) ABS的结构、性能及用途 .....	( 33 )
(三) ABS的成型性能 .....	( 34 )
(四) ABS的改性 .....	( 34 )
<b>六、聚酰胺 .....</b>	<b>( 35 )</b>
(一) 聚酰胺的合成、分类及结构 .....	( 35 )
(二) 聚酰胺的性能及用途 .....	( 36 )
(三) 聚酰胺的成型性能 .....	( 38 )
<b>七、聚甲醛 .....</b>	<b>( 38 )</b>
(一) 聚甲醛的制造 .....	( 38 )
(二) 聚甲醛的性能及用途 .....	( 39 )
(三) 聚甲醛的成型性能 .....	( 40 )
(四) 聚甲醛的增强改性 .....	( 41 )
<b>八、聚碳酸酯 .....</b>	<b>( 41 )</b>
(一) 聚碳酸酯的制造 .....	( 42 )
(二) 聚碳酸酯的性能及用途 .....	( 43 )
(三) 聚碳酸酯的成型性能 .....	( 45 )
<b>九、酚醛树脂 .....</b>	<b>( 45 )</b>
(一) 酚醛树脂的合成 .....	( 45 )
(二) 酚醛塑料的制造、性能及用途 .....	( 48 )
<b>十、氨基塑料 .....</b>	<b>( 50 )</b>
(一) 氨基树脂的合成 .....	( 51 )
(二) 氨基塑料的性能及用途 .....	( 51 )
<b>十一、环氧树脂 .....</b>	<b>( 52 )</b>
(一) 环氧树脂的分类及合成方法 .....	( 52 )
(二) 环氧树脂的性能及用途 .....	( 53 )
(三) 环氧树脂的成型性能 .....	( 54 )
<b>十二、氟塑料 .....</b>	<b>( 55 )</b>
(一) 氟塑料的分类、结构及性能 .....	( 55 )
(二) 氟塑料的成型性能 .....	( 56 )

(三) 氟塑料的用途 .....	( 57 )
十三、聚氨酯 .....	( 57 )
(一) 聚氨酯的合成及分类 .....	( 57 )
(二) 聚氨酯的性能及应用 .....	( 58 )
十四、聚酯树脂 .....	( 59 )
(一) 不饱和聚酯树脂 .....	( 59 )
(二) 聚对苯二甲酸乙二醇酯 .....	( 60 )
(三) 聚对苯二甲酸丁二醇酯 .....	( 62 )
第二节 助剂 .....	( 63 )
一、增塑剂 .....	( 64 )
(一) 增塑剂的分类 .....	( 64 )
(二) 增塑机理 .....	( 65 )
(三) 增塑剂的性质 .....	( 66 )
(四) 聚氯乙烯常用增塑剂 .....	( 67 )
二、稳定剂 .....	( 69 )
(一) 热稳定剂 .....	( 70 )
(二) 光稳定剂 .....	( 71 )
(三) 抗氧剂 .....	( 75 )
三、润滑剂 .....	( 76 )
四、填充剂 .....	( 78 )
五、增强剂 .....	( 81 )
六、发泡剂 .....	( 81 )
七、阻燃剂 .....	( 83 )
八、着色剂 .....	( 85 )
九、抗静电剂 .....	( 88 )
十、其它助剂 .....	( 90 )
(一) 驱避剂 .....	( 91 )
(二) 防霉剂 .....	( 91 )
(三) 偶联剂 .....	( 91 )
(四) 开口剂 .....	( 92 )
思考题 .....	( 92 )
参考资料 .....	( 93 )
第三章 塑料成型基础理论 .....	( 95 )



第一节 概述 .....	( 95 )
第二节 塑料的成型性能 .....	( 96 )
一、塑料的可挤压性 .....	( 98 )
二、塑料的可模塑性 .....	( 99 )
三、塑料的可延展性 .....	( 101 )
四、塑料在成型过程中的粘弹行为 .....	( 102 )
(一) 塑料的粘弹性变形与成型条件的关系 .....	( 103 )
(二) 粘弹性变形的滞后效应 .....	( 105 )
第三节 聚合物熔体的流变性质 .....	( 106 )
一、聚合物熔体的流变行为 .....	( 107 )
(一) 牛顿流体及其流变行为 .....	( 108 )
(二) 非牛顿流体及其流变行为 .....	( 109 )
二、影响聚合物熔体流变行为的主要因素 .....	( 112 )
(一) 聚合物结构因素和其它组分对粘度的影响 .....	( 112 )
(二) 温度对粘度的影响 .....	( 114 )
(三) 压力对粘度的影响 .....	( 115 )
(四) 剪切速率对粘度的影响 .....	( 116 )
三、聚合物熔体在流动过程中的弹性行为 .....	( 118 )
(一) 端末效应 .....	( 118 )
(二) 不稳定流动和熔体破裂现象 .....	( 120 )
第四节 塑料在成型过程中的物理和化学变化 .....	( 124 )
一、成型过程中聚合物的结晶 .....	( 125 )
(一) 聚合物球晶的形成、生长和结晶速度 .....	( 125 )
(二) 成型过程中影响结晶的因素 .....	( 127 )
(三) 聚合物结晶对制品性能的影响 .....	( 130 )
二、成型过程中聚合物的取向 .....	( 131 )
(一) 聚合物及其固体添加剂的流动取向 .....	( 131 )
(二) 聚合物的拉伸取向 .....	( 133 )
(三) 影响聚合物取向的因素 .....	( 135 )
(四) 取向对聚合物性能的影响 .....	( 138 )
三、成型过程中聚合物的降解 .....	( 139 )
(一) 成型过程中聚合物降解的机理 .....	( 140 )
(二) 影响降解的因素 .....	( 140 )

(三) 成型过程中对降解作用的利用和避免 .....	(143)
四、成型过程中聚合物的交联 .....	(145)
(一) 聚合物交联反应机理 .....	(145)
(二) 影响聚合物大分子交联的因素 .....	(146)
思考题 .....	(147)
习题 .....	(147)
参考资料 .....	(148)
<b>第四章 塑料成型物料的配制</b> .....	<b>(149)</b>
<b>第一节 概述</b> .....	<b>(149)</b>
<b>第二节 塑料的配方</b> .....	<b>(149)</b>
一、塑料配方的依据 .....	(149)
(一) 配方设计前的准备 .....	(149)
(二) 配方设计的步骤及方法 .....	(150)
(三) 聚氯乙烯塑料的配方设计要求 .....	(151)
二、聚氯乙烯塑料制品的分类 .....	(152)
(一) 硬质制品 .....	(152)
(二) 软质制品 .....	(152)
三、硬质聚氯乙烯塑料的配方设计 .....	(153)
(一) 聚氯乙烯树脂的选择 .....	(153)
(二) 增塑剂的种类及用量选择 .....	(153)
(三) 稳定剂的选择 .....	(154)
(四) 润滑剂的选择 .....	(154)
(五) 填充剂的选择 .....	(155)
四、提高硬质聚氯乙烯塑料性能的途径 .....	(155)
(一) 提高冲击性能的途径 .....	(155)
(二) 提高耐热性的途径 .....	(157)
(三) 提高刚性的途径 .....	(157)
五、软质聚氯乙烯塑料的配方设计 .....	(158)
六、塑料配方的表示方法及实例 .....	(159)
(一) 塑料配方的表示方法 .....	(159)
(二) 配方实例 .....	(160)
<b>第三节 物料的混合及分配原理</b> .....	<b>(166)</b>

一、混合的基本原理	(167)
二、混合效果的评定	(169)
三、主要的混合设备	(171)
<b>第四节 粉料和粒料的配制</b>	<b>(173)</b>
一、原料的准备	(174)
二、物料的初混合	(175)
三、初混物的塑炼	(175)
四、塑炼物的粉碎和切粒	(176)
<b>第五节 塑料糊及塑料溶液的配制</b>	<b>(176)</b>
一、成型用的塑料糊及其分类	(176)
(一) 塑料糊	(176)
(二) 塑料糊的分类	(177)
二、塑料糊的组成及其配制	(178)
(一) 树脂	(178)
(二) 分散剂	(179)
(三) 稀释剂	(179)
(四) 胶凝剂	(179)
(五) 填充剂	(180)
(六) 表面活性剂	(180)
(七) 其它助剂	(180)
三、塑料糊的用途	(181)
四、塑料溶液的配制	(181)
<b>第六节 废旧塑料的回收工艺</b>	<b>(182)</b>
一、废旧塑料的选择及洗涤	(183)
(一) 外观鉴别	(183)
(二) 简易燃烧鉴别法	(184)
(三) 相对密度分选法	(184)
(四) 洗涤	(184)
二、配方选择和造粒	(187)
(一) 配方选择	(187)
(二) 造粒	(187)
三、成型工艺	(188)

四、泡沫塑料的回收利用 .....	(188)
(一) 边角料回收造粒 .....	(189)
(二) 聚乙烯泡沫钙塑板生产工艺 .....	(189)
习题 .....	(189)
参考资料 .....	(190)
<b>第五章 挤出成型工艺</b> .....	(191)
<b>第一节 概述</b> .....	(191)
<b>第二节 挤出机</b> .....	(192)
一、单螺杆挤出机 .....	(192)
(一) 传动装置 .....	(192)
(二) 加料装置 .....	(193)
(三) 机筒 .....	(193)
(四) 螺杆 .....	(195)
(五) 机头和口模 .....	(199)
二、双螺杆挤出机 .....	(200)
(一) 双螺杆挤出机的特点 .....	(201)
(二) 双螺杆挤出机的主要参数 .....	(201)
三、挤出机的辅助设备 .....	(202)
<b>第三节 挤出成型原理</b> .....	(202)
一、固体输送 .....	(203)
二、熔化(相迁移)过程 .....	(206)
三、熔体输送 .....	(209)
(一) 熔体流动的形式 .....	(209)
(二) 挤出机生产能力的计算 .....	(211)
(三) 影响挤出机生产率因素的讨论 .....	(212)
<b>第四节 挤出机的操作方法</b> .....	(216)
一、开车前的准备工作 .....	(216)
二、开车 .....	(216)
三、停车 .....	(217)
<b>第五节 吹塑薄膜成型工艺</b> .....	(217)
一、吹塑薄膜工艺流程 .....	(218)
(一) 平挤上吹法 .....	(218)

(二) 平挤下吹法 .....	(219)
(三) 平挤平吹法 .....	(219)
二、吹塑薄膜成型设备及装置 .....	(220)
(一) 挤出机 .....	(220)
(二) 机头和口模 .....	(221)
(三) 冷却装置 .....	(223)
(四) 人字板 .....	(229)
(五) 牵引装置 .....	(229)
(六) 卷取装置 .....	(230)
三、工艺控制要点 .....	(231)
(一) 流变性能 .....	(231)
(二) 温度的控制 .....	(232)
(三) 薄膜厚度的调节 .....	(233)
(四) 薄膜的牵伸倍数 .....	(234)
四、不正常现象、产生原因及解决办法 .....	(234)
五、双向拉伸薄膜 .....	(236)
(一) 平膜 .....	(237)
(二) 管膜 .....	(238)
六、共挤出薄膜 .....	(239)
第六节 管材成型工艺 .....	(239)
一、管材成型设备及装置 .....	(241)
(一) 挤出机 .....	(241)
(二) 机头 .....	(241)
(三) 冷却定型装置 .....	(244)
(四) 冷却装置 .....	(247)
(五) 牵引装置 .....	(247)
(六) 切割装置 .....	(248)
二、管材成型工艺要点 .....	(249)
三、不正常现象、产生原因及解决办法 .....	(250)
第七节 板材及片材成型工艺 .....	(252)
一、板(片)材成型设备及装置 .....	(253)
(一) 挤出机 .....	(253)
(二) 机头 .....	(254)

(三) 三辊压光机 .....	(257)
(四) 牵引装置 .....	(259)
(五) 切割与卷取装置 .....	(259)
二、板材成型工艺要点 .....	(260)
(一) 主机和机头温度 .....	(260)
(二) 三辊压光机温度 .....	(260)
(三) 板材厚度与模唇开度、流道长度及三辊间距的关系 .....	(260)
三、不正常现象、产生原因及解决办法 .....	(262)
四、波纹板的成型工艺 .....	(263)
第八节 单丝、撕裂膜、打包带的成型工艺 .....	(264)
一、单丝成型工艺 .....	(265)
(一) 单丝成型设备及装置 .....	(265)
(二) 单丝的成型工艺条件 .....	(268)
(三) 不正常现象、产生原因及解决办法 .....	(271)
二、撕裂膜的成型工艺 .....	(273)
(一) 生产设备 .....	(274)
(二) 成型工艺条件 .....	(275)
三、打包带的成型工艺 .....	(275)
(一) 生产设备 .....	(276)
(二) 成型工艺条件 .....	(276)
第九节 其它挤出制品的成型工艺 .....	(277)
一、棒材 .....	(277)
二、异型材 .....	(279)
(一) 配方设计 .....	(280)
(二) 关于断面的设计 .....	(280)
(三) 异型材的冷却定型及牵引 .....	(282)
(四) 异型材成型工艺 .....	(283)
三、低发泡制品(板材或型材) .....	(284)
四、挤出网 .....	(285)
(一) 工艺流程 .....	(285)
(二) 典型工艺设备流程 .....	(286)
(三) 成型工艺 .....	(286)
习题 .....	(287)

参考资料 .....	( 287 )
<b>第六章 注射成型工艺</b> .....	<b>( 289 )</b>
<b>第一节 概述</b> .....	<b>( 289 )</b>
<b>第二节 注射成型机及模具</b> .....	<b>( 289 )</b>
<b>一、注射系统</b> .....	<b>( 291 )</b>
(一) 注射系统的作用 .....	( 291 )
(二) 注射系统的主要组成 .....	( 291 )
<b>二、合模系统</b> .....	<b>( 297 )</b>
(一) 合模系统的作用 .....	( 297 )
(二) 合模系统的组成 .....	( 297 )
(三) 合模系统的基本要求 .....	( 298 )
<b>三、液压传动及电器控制系统</b> .....	<b>( 298 )</b>
<b>四、塑料模具</b> .....	<b>( 299 )</b>
(一) 塑料模具的主要组成 .....	( 299 )
(二) 注射模具的浇注系统和型腔 .....	( 299 )
<b>第三节 注射机的操作</b> .....	<b>( 301 )</b>
<b>一、注射机开车前的准备工作</b> .....	<b>( 301 )</b>
<b>二、注射机开车</b> .....	<b>( 301 )</b>
<b>三、注射机的操作</b> .....	<b>( 302 )</b>
<b>第四节 注射成型工艺过程</b> .....	<b>( 304 )</b>
<b>一、成型前的准备</b> .....	<b>( 304 )</b>
(一) 原材料的预处理 .....	( 304 )
(二) 嵌件的预热 .....	( 304 )
(三) 脱模剂的选择 .....	( 305 )
(四) 机筒的清洗 .....	( 306 )
<b>二、注射成型过程</b> .....	<b>( 307 )</b>
(一) 塑化 .....	( 307 )
(二) 注射 .....	( 309 )
(三) 模塑 .....	( 310 )
<b>三、制件的后处理</b> .....	<b>( 313 )</b>
(一) 热处理 (退火) .....	( 313 )
(二) 调湿处理 .....	( 314 )

<b>第五节 注射成型工艺条件</b> .....	( 315 )
<b>一、温度</b> .....	( 315 )
(一) 机筒温度 .....	( 315 )
(二) 喷嘴温度 .....	( 316 )
(三) 模具温度 .....	( 317 )
<b>二、压力</b> .....	( 319 )
(一) 塑化压力 (背压) .....	( 319 )
(二) 注射压力 .....	( 321 )
<b>三、时间 (成型周期)</b> .....	( 324 )
<b>第六节 典型塑料品种的注射成型</b> .....	( 326 )
<b>一、聚乙烯的注射成型</b> .....	( 326 )
<b>二、聚丙烯的注射成型</b> .....	( 327 )
<b>三、聚苯乙烯及ABS的注射成型</b> .....	( 329 )
<b>四、聚酰胺的注射成型</b> .....	( 330 )
<b>五、聚碳酸酯的注射成型</b> .....	( 333 )
(一) 聚碳酸酯的工艺性 .....	( 333 )
(二) 注射成型工艺 .....	( 334 )
<b>六、其它热塑性塑料的注射成型</b> .....	( 339 )
<b>七、共注射成型工艺</b> .....	( 339 )
(一) 双色 (或多色) 注射 .....	( 339 )
(二) 双层 (或多层) 注射 .....	( 342 )
<b>八、旋转注射成型</b> .....	( 343 )
<b>九、流动注射成型</b> .....	( 344 )
<b>第七节 注射制品质量分析</b> .....	( 346 )
<b>一、注射制品的内应力</b> .....	( 346 )
(一) 内应力 .....	( 347 )
(二) 内应力的消除与分散 .....	( 349 )
<b>二、注射制品的收缩</b> .....	( 351 )
(一) 制品收缩的主要原因 .....	( 353 )
(二) 影响收缩的一些因素 .....	( 353 )
<b>三、注射制品的熔接痕</b> .....	( 358 )
<b>四、注射制品易出现的不正常现象、产生原因及解决办法</b> .....	( 363 )



习题 .....	( 367 )
参考资料 .....	( 368 )
<b>第七章 压延成型工艺</b>	
<b>第一节 概述</b> .....	( 369 )
<b>第二节 压延设备</b> .....	( 370 )
一、压延机的分类 .....	( 371 )
二、压延机的构造 .....	( 374 )
(一) 机座 .....	( 374 )
(二) 机架 .....	( 374 )
(三) 主轴承 .....	( 374 )
(四) 辊筒 .....	( 374 )
(五) 辊筒的调节装置 .....	( 376 )
(六) 轴交叉和预应力装置 .....	( 376 )
(七) 卷取装置 .....	( 376 )
(八) 金属检测装置 .....	( 376 )
(九) 测厚装置 .....	( 377 )
(十) 传动系统 .....	( 378 )
(十一) 润滑系统 .....	( 379 )
(十二) 加热和冷却系统 .....	( 380 )
三、压延用其它设备 (供料系统) .....	( 384 )
<b>第三节 压延原理</b> .....	( 385 )
<b>第四节 压延工艺过程</b> .....	( 389 )
一、压延工艺流程 .....	( 389 )
(一) 软聚氯乙烯压延薄膜生产工艺流程 .....	( 389 )
(二) 硬聚氯乙烯压延片材生产工艺流程 .....	( 391 )
二、软聚氯乙烯压延薄膜生产工艺 .....	( 392 )
(一) 配料及混合 .....	( 392 )
(二) 塑化挤出喂料 .....	( 393 )
(三) 压延成型 .....	( 393 )
(四) 软聚氯乙烯压延薄膜生产工艺条件 .....	( 393 )
三、硬聚氯乙烯压延片材生产工艺 .....	( 395 )
(一) 配料及混合 .....	( 395 )