

全国就业训练机械类统编教材

塑料成型工艺



中国劳动出版社

全国就业训练机械类统编教材

塑料成型工艺

劳动部教材办公室组织编写

中国劳动出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料成型工艺/聂宇红, 施明珠主编; 劳动部教材办公室组织编写. —北京: 中国劳动出版社, 1997

全国就业训练机械类统编教材

ISBN 7-5045-1949-9

I. 塑… II. ①聂…②施…③劳… III. 塑料成型—工艺—技术培训—教材 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 05425 号

中国劳动出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

责任编辑 任 萍

*

新华书店经销

北京地质印刷厂印刷 北京京顺印刷有限公司装订
787 毫米×1092 毫米 32 开本 8.875 印张 197 千字
1997 年 5 月北京第 1 版 2006 年 1 月北京第 4 次印刷

印数: 2000 册

定价: 14.80 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

说 明

本书是由劳动部教材办公室组织编写，供就业（转岗）训练塑料成型工专业使用的统编教材。

本书主要介绍了塑料成型基础知识，塑料原料，主要成型工艺及相关的塑料成型设备、塑料成型模具、操作和典型产品生产方面的基本知识。

本书也可供职业学校、在职培训及自学使用。

本书由聂宇红、施明珠主编；钱煜华、顾大扬审稿。

前 言

大力发展职业培训事业，是改革开放、促进经济发展、适应社会主义市场经济的需要，是实现社会主义现代化的一项战略任务。就业训练是职业培训不可缺少的组成部分。《劳动法》规定：“从事技术工种的劳动者，上岗前必须经过培训。”因此，就业训练工作不仅是对待业求职人员进行基本的职业技能训练，创造就业条件，使他们成为具有良好的职业道德、有一定专业知识和生产技能的劳动者，而且对提高职工队伍的素质起着重要作用。

要做好就业训练工作，搞好教材建设是关键的一环。教材建设是职业培训和职业考核鉴定的一项基础性工作。有了好的教材，才能建立起规范的职业培训制度和实施职业技能考核鉴定。

为了加强教材建设，解决就业训练及初级职业技能培训所需要的教材，使就业训练工作逐步走向规范化，自1986年7月以来，中国劳动出版社会同劳动部有关司局委托部分省、市劳动人事部门（劳动服务公司），多次组织编写了适合初中毕业以上文化程度的青年使用的就业训练教材。共有烹饪、食品糕点、宾馆服务、商业经营、美容美发、公交客运、土木建筑、服装、钟表眼镜修理、无线电修理、家用电器修理、机械、纺织、丝织、针织、幼儿保教、会计统计、造纸、玻璃制造、汽车修理、化纤、广告装潢、胶鞋制造、轧钢、电工、化工、陶瓷、制冷技术、印刷、林业、粮食、塑料加工、物

资仓库保管、酿造、制糖、锅炉、办公自动化、茶叶加工、煤矿、公共关系、机电维修等 40 余个专业及《职业道德》、《就业指导》、《法律常识》三门公用教材，共计 200 余种。

这些教材也适合职业学校、转岗培训及社会团体办学使用。

为了加强学员的动手能力和处理实际问题的能力，专业课教材突出了操作技能的传授，力求把经过培训的人员培养成为有良好职业道德、遵纪守法、有一定专业知识和生产技能的劳动者。

编写教材既是一件艰苦的事，也是一件光荣的事，谨有为编写教材付出辛勤劳动的有关同志表示衷心的感谢！

百年大计，质量第一。但由于编写时间仓促和缺乏经验，这套教材尚有许多不足之处，恳请各位专家及读者指正，以便再版时补充、修订，使其日趋完善。

劳动部教材办公室

目 录

第一章 塑料概论	(1)
§ 1-1 化学知识简介	(1)
§ 1-2 塑料的定义	(5)
§ 1-3 塑料的组成	(6)
§ 1-4 塑料的主要性能	(7)
§ 1-5 塑料的用途	(9)
习 题	(10)
第二章 合成树脂	(11)
§ 2-1 聚氯乙烯	(11)
§ 2-2 聚乙烯	(14)
§ 2-3 聚丙烯	(16)
§ 2-4 聚苯乙烯	(17)
§ 2-5 聚酰胺	(19)
§ 2-6 聚甲醛	(20)
§ 2-7 聚碳酸酯	(20)
§ 2-8 酚醛树脂	(21)
§ 2-9 氨基树脂	(22)
§ 2-10 不饱和聚酯树脂	(22)
习 题	(23)
第三章 塑料助剂	(24)
§ 3-1 概述	(24)
§ 3-2 增塑剂	(25)

§ 3-3	稳定剂	(28)
§ 3-4	润滑剂	(34)
§ 3-5	阻燃剂	(36)
§ 3-6	抗静电剂	(38)
§ 3-7	填充剂	(40)
§ 3-8	发泡剂	(43)
§ 3-9	着色剂	(46)
	习 题	(49)
第四章 塑料加工理论知识		(50)
§ 4-1	概述	(50)
§ 4-2	聚合物的加热和冷却	(50)
§ 4-3	非结晶高聚物的三种物理状态	(51)
§ 4-4	结晶高聚物的物理状态	(53)
§ 4-5	高聚物的成型加工特点	(54)
§ 4-6	塑料的拉伸取向	(58)
§ 4-7	塑料的降解	(59)
	习 题	(62)
第五章 塑料成型物料的配制		(63)
§ 5-1	配方	(63)
§ 5-2	原料的准备	(69)
§ 5-3	物料的混和及塑炼设备	(71)
§ 5-4	粉料和粒料的制备	(75)
§ 5-5	废旧塑料的回收工艺	(77)
	习 题	(83)
第六章 挤出成型及设备		(84)
§ 6-1	挤出机组	(84)
§ 6-2	塑料在挤出过程中的流动情况	(96)

§ 6-3	挤出机的操作方法	(99)
§ 6-4	管材挤出成型	(100)
§ 6-5	吹塑薄膜的成型	(121)
§ 6-6	板及片的成型	(135)
§ 6-7	中空制品的挤出吹塑成型	(145)
§ 6-8	单丝、扁丝、打包带的成型	(163)
	习 题	(174)
第七章 注射成型及设备		(175)
§ 7-1	注射机	(175)
§ 7-2	注射机的调整与操作	(193)
§ 7-3	塑料注射模具	(198)
§ 7-4	注射成型工艺过程	(204)
§ 7-5	注射成型工艺控制	(208)
§ 7-6	常用塑料注射成型工艺及制品 缺陷的分析	(212)
	习 题	(232)
第八章 压延成型及设备		(233)
§ 8-1	压延成型设备	(234)
§ 8-2	聚氯乙烯薄膜及片材生产工艺	(248)
§ 8-3	压延人造革生产工艺	(258)
§ 8-4	影响压延工艺的操作因素	(268)
§ 8-5	维护与操作	(270)
	习 题	(272)

第一章 塑料概论

§ 1-1 化学知识简介

自然界是由物质组成的。化学上研究的物质都是由元素组成的，反映各种元素基本性质的是原子，原子组成分子，分子是反映物质化学特性的基本微粒。而我们所要学的塑料，正是由各种分子组成的。在此我们对它的组成、特性等方面的有关化学知识作一简单介绍。

一、有机化合物

有机化合物简称有机物，是指碳氢化合物及其衍生物。组成有机物的元素除主要的碳外，通常还有氢、氧、氮等。但是，像一氧化碳、二氧化碳、碳酸、碳酸盐、金属碳化物等少数物质，虽然有碳元素应除外，而称它们为无机物。

1. 特点 一般来说有机物具有以下主要特点：

(1) 大多数有机物难溶于水，易溶于汽油、酒精、苯、酮类等有机溶剂。

(2) 绝大多数有机物可以燃烧，燃烧时容易发生分解。

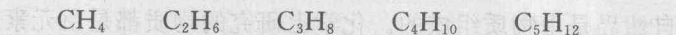
(3) 绝大多数有机物热稳定性差，熔点低。

(4) 绝大多数有机物是非电解质，不易导电。

(5) 有机物所起的化学反应比较复杂，一般比较缓慢，并且常常有副反应发生，为促进反应的顺利进行，常需要加热和加入催化剂。

有机物的种类繁多，但是它们绝大部分由烷烃、烯烃、芳香烃、炔烃来制造的。下面将它们的情况简单介绍一下。

2. 烷烃 在有机物中，有一类仅由碳和氢两种元素组成的化合物叫做碳氢化合物，简称烃。烃又分为饱和烃和不饱和烃两大类，其中的饱和烃称为烷烃。烷烃的分子中只有单键(C—C)，最简单的烷烃是甲烷，它含有一个碳原子和四个氢原子。其它还有乙烷、丙烷、丁烷……，下面是几个简单烷烃的分子式：



甲烷 乙烷 丙烷 丁烷 戊烷

从上面可以看出，在任何一个烷烃分子中，碳原子数和氢原子数在数量上有着一定的关系。假定碳原子数目为 n ，则氢原子数目则为 $2n+2$ ，所以常用一个式子： $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 来表示烷烃的组成，这个式子称为烷烃的通式。

3. 烯烃 具有一个双键(C=C)的不饱和链烃叫做烯烃。最简单的烯烃是乙烯，还有丙烯、丁烯等，其分子式如下：



乙烯 丙烯 丁烯

烯烃的通式是： C_nH_{2n}

在烯烃中乙烯和丙烯是合成高聚物聚乙烯和聚丙烯的重要原料。

具有两个双键的不饱和链烃叫做二烯烃。如：1,3-丁二烯($\text{CH}_2=\text{CH}=\text{CH}=\text{CH}_2$)，它是合成塑料和橡胶的重要原料。

4. 炔烃 链烃分子里含有碳碳三键(C≡C)的不饱和烃叫做炔烃。

炔烃的通式是： $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

最简单的炔烃是乙炔，其它还有丙炔、丁炔等。



乙炔

丙炔

丁炔—〔1〕

乙炔与氯化氢进行反应，生成氯乙烯，氯乙烯是制备聚氯乙烯的重要化工原料。

5. 芳香烃 芳香烃是指分子中含有苯环基本结构的碳氢化合物，又称为芳烃。如：苯、甲苯、乙苯、联苯、萘、三苯甲烷、蒽等。

二、高聚物的合成

从化学组成来看，高聚物是由成千上万个原子以共价键相互联系起来的分子所组成的物质。组成高聚物的相对分子质量很大，但是大分子的基本组成一般比较简单，它是由一种或几种简单化合物（称为单体）聚合而成的。组成高分子的单体结构单元称为链节。一个高分子中的链节数称为聚合度。例如：



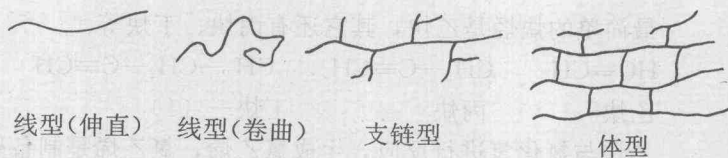
从上式可以看出： n 个乙烯单体聚合而成聚乙烯。 n 即为聚合度。

在聚合反应过程中，由于各种因素的影响，同一种高聚物的分子所含链的聚合度并不相同，因此实际上高聚物是相对分子质量大小不同的混合物，所以它的相对分子质量只是平均相对分子质量。

三、有机高聚物的结构

高聚物分子结构的形状一般分为线型和体型两种。

1. 线型结构 线型结构的高分子化合物，链的结构总是由一种特定的结构单元多次重复所组成。如聚乙烯，它是由特定结构单元“ $\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}$ ”重复许多次而组成的线型高



分子化合物。

线型结构的高分子链，有的是带支链的，有的没有支链，实质上它们都是较柔软、卷曲程度大小不同的长链。

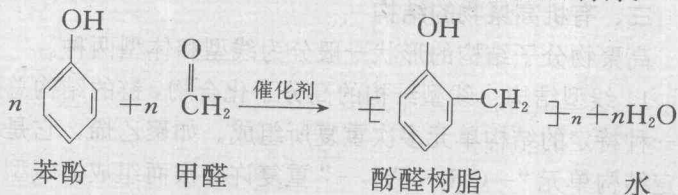
2. 体型结构 体型结构是高聚物的主链中有交联连结，形成网状结构，并且是立体网状。它不能被溶剂分子所分散，加高温也不能流动，所以它不溶也不熔。受热不再软化，强热会分解破坏，不可以反复塑制。例如，酚醛树脂和氨基树脂等。

四、高聚物的合成

由低分子物质(单体)合成高聚物的基本方法有两种：缩聚反应和聚合反应。

1. 缩聚反应 缩聚反应是由许多相同或不同的低分子物质化合成为高聚物，同时析出水、氨、醇等物质的反应。

通过缩聚反应可以制备很多高聚物，例如：聚酰胺(尼龙)、酚醛、脲醛等等。下面介绍一下合成酚醛树脂的缩聚反应。酚醛树脂通常是由苯酚和甲醛起缩聚反应而制得。



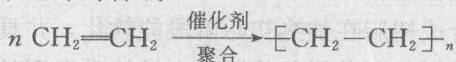
从上面的反应里可以看到，反应产物中除生成高聚物（酚醛树脂）外，同时还生成了低分子物水。

2. 聚合反应 聚合反应是将许多相同或不同的不饱和单体化合生成高聚物的过程。在反应过程中没有低分子物析出，聚合物和原料低分子具有相同的化学组成。

用聚合反应制备的高聚物很多，如：聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等。

下面介绍两个用不饱和烃单体，通过聚合反应而成高聚物的例子：

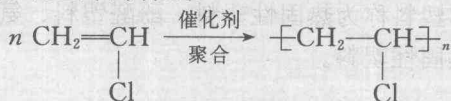
聚乙烯的合成：



乙烯

聚乙烯

聚氯乙烯的合成：



氯乙烯

聚氯乙烯

从以上两个反应中可知：由不饱和单体聚合成为的高聚物中，高聚物与单体具有相同的组份，并且反应中没有其它副产物生成。

§ 1—2 塑料的定义

所谓塑料，它是可塑性材料的简称。而可塑性材料不一定是塑料，如陶土、石膏、水泥、玻璃、甚至金属等，它们在广义上均具有可塑性，但不能称它们为塑料。通常来说，塑料是由天然的或人工合成的高分子化合物为基础，包括单

一的、两种或两种以上材料配合所组成的具有可塑性质的材料，它在一定温度和压力下具有可塑性和流动性，通过模具能制成一定的产品形状，在常温常压的条件下，仍能保持加工成型时所成的形状。

塑料的品种有几十种，乃至上百种，按树脂的性能可分为热塑性塑料和热固性塑料两大类。合成树脂加热变软，并随温度升高可成为粘性流体，具有可塑性，制成一定形状的制品，冷却后能保持其原状，如再加热又可变软改变其原形，塑制成其它形状，该过程可反复多次进行，具有以上这一特性的塑料称为热塑性塑料。聚氯乙烯、聚乙烯、聚苯乙烯等为热塑性塑料。合成树脂在加热初始阶段能软化，并具有可塑性，可制成所需要的各种形状的制品，继续升温则随化学变化的产生而变硬，变硬后就不再软化，也不具有可塑性，具有以上这一特性的塑料称为热固性塑料。酚醛塑料、氨基塑料、玻璃钢等为热固性塑料。

§ 1—3 塑料的组成

在塑料中其主要组份为合成树脂，而制造合成树脂的最基本原料是单体。单体可由动物、植物、煤、石油和天然气中提取。在一个世纪以前，人们就从牛奶中提取了酪朊，并制造出酪朊塑料；从粮食，如玉米、红薯可制得乙烯单体，经过聚合而得到聚乙烯树脂；许多芳香烃，如苯、甲苯、二甲苯、萘等都可以从煤中提取，它们是塑料的主要成分树脂的重要单体，也是制取塑料助剂必不可少的原材料；随着石油化学工业的不断发展，近来把石油和天然气加工成有机化工原料，使之成为合成树脂及助剂的主要原料来源。上述的四

种方法，在国内还都应用，而其中以石油化工为主。

在塑料的组成中，可分为单一成分的塑料及两种或两种以上组份的塑料。后者是除主要组份合成树脂以外，在加工过程中需添加各种起不同作用的辅助材料，用来改善生产工艺和满足制品的技术要求。通常把它们称为添加剂或助剂，它们的类别和品种比聚合物多得多，通过多种助剂的合理匹配，可以使聚合物具有多种性能。其中最常用的助剂有增塑剂、稳定剂、抗氧剂、润滑剂、填充剂、阻燃剂、抗静电剂、发泡剂和着色剂等。

§ 1—4 塑料的主要性能

塑料通常具有质轻、透明、耐磨、绝缘、耐腐蚀，并有较高的比强度等优异性能，它已是当今重要的新型材料，并且已逐渐在替代金属和非金属材料，即塑料已作为一种材料使用。为了不断提高塑料的质量和正确、科学地使用塑料，扩大应用范围，应对塑料的基本性能有所了解。现将塑料的基本性能介绍如下：

一、物理性能

1. 相对密度 塑料的相对密度一般在 0.9~2.2 之间。相对密度的大小取决于树脂种类、填料和配比等。相对密度 <1 的树脂有聚乙烯、聚丙烯等；相对密度 >1 的有聚氯乙烯、聚酰胺等；而泡沫塑料因含有微孔，其相对密度则很小，一般为 0.01~0.5 左右，随微孔大小和多少而异。

2. 吸水性 塑料是有机高分子材料，其吸水性较玻璃、陶瓷大，而比木材小，一般为 0.01%~1.5%。塑料中尼龙的吸水率较大，其中尼龙 6 为 1.3%~1.9%，有机玻璃、聚碳

酸酯等为 0.1%~0.3%，而三氟氯乙烯则不吸水。

3. 透明性 常见的有机玻璃、聚苯乙烯、聚碳酸酯等都可制成透明的制品。有机玻璃是一种优良的航空玻璃材料，如美国某公司制造出可拉伸的有机玻璃，其透明度极高，并且耐冲击性为普通玻璃的 50 倍。但也有像尼龙等不透明材料，又可根据需要制成半透明状制品。

4. 摩擦性能 塑料与其它材料相比，它的摩擦系数小，可用于作自润滑制件，特别是聚四氟乙烯树脂、尼龙和聚缩醛等可制成齿轮等传动件，而且不用加油。

5. 颜色 塑料原色基本上为无色或白色，通过添加着色剂或带色的填充剂就可得到各种不同的颜色。

二、比强度高

强度与质量之比称为比强度。有些塑料的比强度可超过铸铁，如尼龙、聚甲醛、聚碳酸酯、环氧、酚醛等用玻璃纤维增强后，它们的比拉伸强度可达铸铁的 5 倍，甚至超过合金钢，所以常用来作承重和受力较大的结构材料，同时又具有质量轻的特点。

三、耐化学腐蚀性

通常塑料对酸、碱、盐等化学物质均有耐腐蚀能力。最常用的耐腐蚀材料，如硬质聚氯乙烯，可加工成管子、容器或化工设备来输送或贮存浓硫酸、盐酸和液碱等。聚四氟乙烯（有塑料王之称）是化学稳定性能最佳的塑料，它能耐氢氟酸，甚至在王水中加热也毫无损伤，是一种耐强酸强碱和其它强腐蚀剂材料，因此，应用塑料防腐在化学工业设备上已日益广泛。

四、绝缘性

塑料对电、热、声都有良好的绝缘性能，被广泛的用来