

# RESINS & ADDITIVES FOR PLASTICS

resins & additives for plastics

# 塑料用树脂与助剂

杨中文 编著

# RESINS & ADDITIVES FOR PLASTICS

resins & additives for plastics

## 塑料用树脂与助剂

杨中文 编著



## 内容提要

本书内容分为三篇共十三章：第一篇介绍塑料常用树脂；第二篇介绍塑料常用助剂；第三篇介绍树脂与助剂的配合，即塑料的配方。本书的编写突出应用能力和综合技能的培养，同时兼顾知识的系统性、逻辑性和实用性。内容通俗易懂，切合生产实用。希望读者通过本书的学习掌握常用树脂的特征、性能及选用；掌握常用助剂的特性、作用基本原理与使用及塑料配方的基本知识与技能。

本书可作为中职、高职高专塑料成型专业和塑料加工企业人员培训等专业教学参考书，也可作为塑料加工从业人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

塑料用树脂与助剂 / 杨中文编著. —北京: 印刷工业出版社, 2009. 12

ISBN 978-7-80000-891-7

I. 塑… II. 杨… III. ①合成树脂②塑料助剂 IV. TQ32

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第212819号

## 塑料用树脂与助剂

编 著: 杨中文

责任编辑: 张宇华

责任校对: 郭 平

责任印制: 张利君

责任设计: 张 羽

出版发行: 印刷工业出版社(北京市翠微路2号 邮编: 100036)

网 址: [www.keyin.cn](http://www.keyin.cn) [www.pprint.cn](http://www.pprint.cn)

网 店: [//shop36885379.taobao.com](http://shop36885379.taobao.com)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 河北省高碑店市鑫宏源印刷包装有限公司

开 本: 880mm×1230mm 1/32

字 数: 292千字

印 张: 10.875

印 数: 1~3000

印 次: 2009年12月第1版 2009年12月第1次印刷

定 价: 29.00元

I S B N : 978-7-80000-891-7

如发现印装质量问题请与我社发行部联系 发行部电话: 010-88275707 010-88275602

# 前 言

进入 21 世纪以来，塑料工业继续高速发展，我国塑料工业总产值居轻工行业第 3 位，出口居第 5 位，已经成为我国国民经济持续繁荣的重要支柱产业之一。塑料用树脂生产居世界第二位，已是名副其实的塑料工业大国。塑料工业所用原料为树脂与助剂，塑料行业的从业人员掌握塑料用树脂助剂及配方知识是必不可少的。《塑料用树脂与助剂》也是中、高职塑料加工专业的主干专业课之一，为满足中、高职塑料专业学生及初入塑料行业的从业人员学习树脂、助剂及塑料配方基本知识的需要，特编写《塑料用树脂与助剂》。

本书内容分为三篇共十三章：第一篇介绍塑料用树脂；第二篇介绍塑料用助剂；第三篇介绍树脂与助剂的配合，即塑料配方。三篇相对独立但又相互联系，前两篇是第三篇的基础，编写中尽量体现塑料工业用树脂、助剂的新发展及新标准。

本书的编写主要是针对本行业的广大初学者和中、高职学生。在内容安排上，力求理论知识以必须、够用为度，力求避免复杂分子结构式及化学反应式，突出应用能力和综合技能的培养，同时兼顾知识的系统性、逻辑性和实用性。内容的表述上，尽量做到通俗易懂，语言简练，切合生产实用；图文并茂，以便于中、高职学生及其他初学者的理解与掌握。希望读者通过本书的学习掌握常用树脂的特征、性能及选用，掌握常用助剂的特性、作用、基本原理与使用及塑料配方的基本知识与技能。

本书可作为中职、高职高专塑料成型专业和塑料加工企业人员培训等专业教学参考书，也可作为塑料加工从业人员的自学用书。

本书由湖南科技职业学院杨中文编著，广州轻工职业技术学院李建钢、湖南省塑料研究所彭立群提供了部分图片，安徽职业技术学院桑永、长江大学高职部田英和湖南科技职业学院李跃文、罗承友、朱卫华提供了部分资料。在本书的编写过程中，曾得到相关企业、院校及许多专家、同人的大力支持和帮助，在此谨向他们表示衷心的感谢！由于塑料用树脂与助剂品种繁多，发展迅速，知识面宽而杂，加上编者水平有限，书中难免有不妥甚至错误之处，恳请同行专家及广大读者批评指正。

杨中文 于湖南长沙  
2009年8月

# 目 录

## Contents

### 第一篇 塑料用树脂

● 第一章 绪论 .....	3
一、树脂的基本概念 .....	3
二、树脂合成工业发展概况 .....	3
三、树脂与塑料的关系及分类 .....	4
● 第二章 聚氯乙烯 .....	7
第一节 聚氯乙烯塑料制品及鉴别 .....	8
一、常见聚氯乙烯制品 .....	8
二、聚氯乙烯塑料的鉴别 .....	9
第二节 聚氯乙烯的型号与选用 .....	11
一、聚氯乙烯的型号 .....	11
二、聚氯乙烯的选用 .....	14
第三节 聚氯乙烯的结构与性能 .....	16
一、聚氯乙烯的结构 .....	16
二、聚氯乙烯的性能 .....	18
第四节 聚氯乙烯的成型加工特性 .....	20
第五节 聚氯乙烯的改性及应用 .....	22
● 第三章 聚烯烃类树脂 .....	24
第一节 聚乙烯 .....	24
一、聚乙烯塑料制品及鉴别 .....	24

二、聚乙烯的牌号	26
三、聚乙烯的结构与主要性能	31
四、聚乙烯的成型加工特性	36
五、聚乙烯的改性与主要用途	36
第二节 聚丙烯	37
一、聚丙烯塑料制品及鉴别	37
二、聚丙烯的牌号	39
三、聚丙烯的结构与主要性能	41
四、聚丙烯的成型加工特性	44
五、聚丙烯的改性与主要用途	45
● 第四章 苯乙烯类树脂	46
第一节 聚苯乙烯	46
一、聚苯乙烯塑料制品及鉴别	46
二、聚苯乙烯的牌号	48
三、聚苯乙烯的结构与主要性能	49
四、聚苯乙烯的成型加工特性	51
五、聚苯乙烯的改性与主要用途	52
第二节 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	53
一、ABS 塑料制品及鉴别	53
二、ABS 的型号	54
三、ABS 的结构与主要性能	55
四、ABS 的成型加工特性	57
五、ABS 的改性及主要用途	58
● 第五章 塑料用酯类树脂	59
第一节 聚甲基丙烯酸甲酯	59
一、PMMA 制品及鉴别	59
二、PMMA 的型号	60
三、PMMA 的结构与性能	62

四、PMMA 的成型加工特性	64
五、PMMA 的改性及主要用途	65
第二节 聚对苯二甲酸乙二醇酯	65
一、PET 塑料制品及鉴别	65
二、PET 的型号	67
三、PET 的结构与性能	67
四、PET 的成型加工特性	70
五、PET 的改性及主要用途	71
第三节 聚氨酯	72
一、聚氨酯塑料制品及鉴别	72
二、聚氨酯的结构与性能	73
三、聚氨酯泡沫塑料	75
四、聚氨酯的应用	79
第四节 聚碳酸酯	79
一、聚碳酸酯制品及鉴别	80
二、聚碳酸酯的型号	81
三、聚碳酸酯的结构与性能	84
四、聚碳酸酯的成型加工特性	87
五、聚碳酸酯的改性及主要用途	88
● 第六章 常用工程塑料用树脂	90
第一节 聚酰胺	90
一、尼龙制品及鉴别	91
二、尼龙的型号	92
三、尼龙的结构与性能	96
四、尼龙的成型加工特性	99
五、尼龙的改性及主要用途	100
第二节 聚甲醛	101
一、聚甲醛塑料制品及鉴别	101
二、聚甲醛的型号	102



三、聚甲醛的结构与性能 .....	105
四、聚甲醛的成型加工特性 .....	108
五、聚甲醛的改性及主要用途 .....	109
第三节 氟塑料 .....	109
一、聚四氟乙烯塑料制品及鉴别 .....	109
二、聚四氟乙烯的型号 .....	111
三、聚四氟乙烯的结构与性能 .....	112
四、聚四氟乙烯的成型加工特性 .....	114
五、聚四氟乙烯的改性及主要用途 .....	115
六、其他氟塑料简介 .....	116
第四节 聚砒 .....	117
一、聚砒塑料制品及鉴别 .....	117
二、聚砒的型号 .....	118
三、聚砒的结构与性能 .....	119
四、聚砒的成型加工特性 .....	122
五、聚砒的改性及主要用途 .....	122
● 第七章 常用热固性塑料用树脂 .....	124
第一节 酚醛树脂 .....	124
一、酚醛塑料制品及鉴别 .....	124
二、酚醛树脂的型号 .....	125
三、酚醛树脂的结构与性能 .....	127
四、酚醛树脂压缩粉与层压塑料 .....	128
五、酚醛塑料的用途 .....	132
第二节 环氧树脂 .....	132
一、环氧树脂型号、塑料制品及鉴别 .....	132
二、环氧塑料的组成及性能 .....	135
三、环氧塑料的成型与应用 .....	138

## 第二篇 塑料用助剂

● 第八章 增塑剂与稳定剂 .....	143
第一节 塑料助剂概述 .....	143
一、塑料助剂对塑料工业的重要性 .....	143
二、塑料助剂的分类 .....	144
三、塑料助剂的选用原则 .....	144
第二节 增塑剂 .....	146
一、增塑剂的概念 .....	146
二、增塑剂的作用及作用原理 .....	148
三、增塑剂的分类 .....	150
四、增塑剂的结构对性能的影响 .....	158
五、增塑剂的选用 .....	161
第三节 稳定剂 .....	164
一、塑料老化的机理 .....	165
二、稳定剂的分类 .....	168
三、热稳定剂 .....	169
四、光稳定剂 .....	179
五、抗氧剂 .....	191
● 第九章 填料与偶联剂 .....	199
第一节 填料 .....	199
一、普通塑料填料 .....	199
二、纳米填料 .....	210
第二节 偶联剂 .....	212
一、偶联剂的类型 .....	212
二、偶联剂的使用 .....	217
三、偶联剂的应用范围 .....	219

● 第十章 润滑剂与着色剂 .....	223
第一节 润滑剂 .....	223
一、润滑剂的分类 .....	224
二、润滑顺序及润滑剂使用效果 .....	230
三、润滑剂的使用 .....	230
第二节 着色剂 .....	232
一、颜色与可见光的关系 .....	232
二、对着色剂的要求 .....	233
三、着色剂的分类 .....	234
四、常见着色剂 .....	236
五、塑料着色方法 .....	243
● 第十一章 阻燃剂 .....	247
第一节 塑料的燃烧 .....	248
第二节 阻燃剂的分类与阻燃机理 .....	250
第三节 常用阻燃剂 .....	254
第四节 阻燃剂的应用 .....	257
● 第十二章 其他助剂 .....	259
第一节 抗静电剂 .....	259
第二节 发泡剂 .....	265
第三节 驱避剂与防霉剂 .....	271
第四节 抗菌剂 .....	272

### 第三篇 塑料配方

● 第十三章 塑料配方设计及常用塑料配方体系 .....	281
第一节 塑料配方设计 .....	281
一、配方设计的意义 .....	281
二、配方设计的原则 .....	283

三、配方的表示方法 .....	285
第二节 塑料配方的依据 .....	286
一、制品的使用性能要求 .....	286
二、成型条件的要求 .....	287
三、经济性要求 .....	289
第三节 聚氯乙烯塑料配方 .....	289
一、软质聚氯乙烯塑料配方 .....	289
二、硬质聚氯乙烯塑料配方 .....	292
第四节 其他塑料配方 .....	296
一、塑料耐候性配方 .....	296
二、阻燃塑料配方 .....	301
三、抗静电塑料配方 .....	304
四、填充、增强塑料配方 .....	306
● 附录一 常用塑料性能参数表 .....	311
● 附录二 常用增塑剂的名称、特性与用途 .....	317
● 附录三 常用稳定剂的名称、特性与用途 .....	321
● 附录四 塑料及树脂缩写代号 .....	329
● 参考文献 .....	334

# 第一篇 塑料用树脂

DIYIPIAN SULIAO YONG SHUZH

# 第一章 绪 论

塑料由树脂与各种助剂组成，树脂是塑料的主要成分，有时也称树脂为塑料的基质材料。虽然影响塑料性能的因素相当复杂，但塑料用树脂的性能决定了塑料的基本性能。所以了解树脂的性能等方面的知识是进行塑料材料选用、配方设计及成型加工的基础。

## 一、树脂的基本概念

树脂从其来源不同，可分为两大类，即合成树脂与天然树脂。合成树脂是指人工合成的高分子化合物或其分子量较低的预聚体，它们一般以煤、天然气、石油、农副产品等为原料，进行一系列的化学、物理过程，最后得到合成树脂，如聚氯乙烯、聚乙烯、聚酰胺等属合成树脂。天然树脂是来源于自然界动、植物所产生的一种高分子化合物，如虫胶、明胶等。塑料用树脂一般均为合成树脂，其品种繁多，目前已见报道的树脂品种已接近上万种，获得应用的树脂品种已近百种，但获得广泛应用的树脂品种也就几十种，本篇介绍的是应用最普遍的塑料用树脂。

## 二、树脂合成工业发展概况

树脂合成工业的发展，起源于天然高聚物的化学加工工业，虽然人们很早就利用天然高分子，但直到 19 世纪后期才开始对其进行改性，1870 年，半合成材料赛璐珞出现，这是第一个通过化学改性得到的塑料，即用樟脑增塑硝化纤维素，这种塑料至今仍在使用。全合成的树脂在 1908 年制得，即酚醛树脂，它在当时就已成为一种重要的材料，但由于当时化学上对合成树脂还没有很好地认

识，限制了它的发展速度。

随着合成树脂工业的发展，1925年至1935年间逐渐明确了高分子概念，并发现了缩聚反应和加聚反应的基本原理，在此基础上诞生了“高分子化学”这一新兴学科，反过来，这一学科又有力地促进了树脂合成工业的发展。所以20世纪30年代后，合成树脂工业发展极为迅速，重要成就有用缩聚合成尼龙（1938），用加聚合成聚氯乙烯，用高压法合成聚乙烯（1942），但当时主要是以煤或农副产品为原料，故其成本较高，产品及产量受到限制。20世纪40年代后，树脂合成工业转向以石油为原料，降低了合成树脂的成本，同时也奠定了现代石油化学工业的基础。20世纪50年代后，由于发现了由有机金属化合物和过渡金属化合物组成的催化体系（齐格勒-纳塔催化剂），人们能够合成有立构规整性的聚合物，这又进一步促进了树脂合成工业的发展。如1957年合成了立构规整的聚丙烯。还由于对塑料耐热性、高强度的要求，工程塑料不断出现，如1959年合成了聚碳酸酯，1964年合成了聚酰亚胺、聚砜等。

我国的树脂合成工业早已自成体系，国外有的树脂品种我们现在基本都有生产，生产能力也在不断扩大，特别是聚乙烯，近年来生产能力与产量均增长较快，我国聚乙烯合成工业发展到了相当大的规模，中国石化工业协会的报告显示，2006年全国合成树脂产量为2594万吨，2007年全国合成树脂产量达3037万吨，其中聚氯乙烯972万吨，聚丙烯713万吨，聚乙烯692万吨，聚苯乙烯、ABS等696万吨。从统计数据可以看出我国产量最大树脂前三位分别是聚氯乙烯、聚丙烯与聚乙烯。从世界范围内统计聚乙烯产量最大，其次是聚氯乙烯，聚丙烯排第三位。国内聚氯乙烯合成规模早就较大，但生产路线较落后，现仍有大量以电石乙炔为原料的生产装置在运行，其生产能力约占总产能的86%，今后的发展方面是逐渐转向以石油为原料的乙烯法工艺进行聚氯乙烯的合成。

### 三、树脂与塑料的关系及分类

树脂中加入或不加入填料、增塑剂及其他助剂，经加工而形成

塑料，塑料可以是塑性材料或经固化交联形成刚性材料。从上述说明可以看出，树脂是塑料最基本的组分。

塑料与树脂的分类方法较多，常见的分类方法是根据其使用情况和其受热行为来进行分类。

按使用情况来分，可分为通用塑料与工程塑料，按对热的反应来分，可分为热塑性塑料与热固性塑料。

通用塑料指的是产量大、用途广、易加工、价格低的一类塑料。主要品种有：聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯（有机玻璃）、酚醛树脂、环氧树脂、氨基塑料等。

工程塑料一般指可作为结构材料，使用温度范围较宽，强度高的一类塑料。典型品种有：尼龙类塑料、聚碳酸酯、聚甲醛、聚砜、聚苯醚、氟塑料、ABS等。

需要指出的是这样分类并不是绝对的，如ABS现使用越来越广泛，也可将其视为通用塑料，而玻璃纤维增强聚丙烯，其性能与工程塑料相差无几，能作为工程塑料使用。

热塑性塑料指的是受热时软化或熔化，冷却后变硬，这一过程可反复多次，树脂的化学结构在此过程中通常不发生变化的塑料，常见的有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、尼龙类塑料、聚甲醛、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二酯等。

热固性塑料是指成型加工过程中发生交联反应，硬化后再次受热不再软化，强热也只能使之分解的一类塑料。典型品种有：酚醛塑料、环氧树脂、氨基塑料、不饱和聚酯等。

还可按树脂的结构进行分类。该分类方法是按树脂大分子链上官能团特性进行分类，一般可分为如下几类：聚烯烃类、乙烯基类、聚酰胺类、聚酯类与其他类。

聚烯烃类指大分子主、侧链上都为烃类结构的一类树脂及其共聚物，包括聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、苯乙烯-丁二烯-丙烯腈共聚物等。

乙烯基类指大分子主链为烃类结构、而侧链为非烷烃取代基的



一类树脂及其共聚物，包括聚氯乙烯、聚四氟乙烯、聚三氟乙烯及聚全氟乙烯等。

聚酰胺类指大分子链中含有酰胺基团的一类树脂，包括 PA6、PA66、PA610、PA46、PA1010、PA11、PA12 及 PI 等。

聚酯类指大分子链中含有酯基结构的一类树脂，包括的品种较多，具体有 PET、PBT、UP、PMMA、PC 等。

其他种类还有纤维素类、酚醛类、氨基树脂类及环氧树脂类等。

这些分类方法都在某种程度上反映了树脂的特性，但也存在某些不足，实际使用时也有将几种方法结合起来使用的。