

塑料材料

〔英〕 J.A.布赖德森 著

化学工业出版社

塑 料 材 料

〔英〕 J. A. 布赖德森 著

张玉崑 肖振华 苗润生 等译
叶树滋 校

化 学 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书译自英国J. A. 布赖德森著《塑料材料》第四版, 是这方面的一本较好的参考书, 概念清楚, 取材新颖, 系统全面, 内容丰富。除介绍聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯和聚氯乙烯4种大吨位产量的通用塑料外, 还论述聚酰胺、聚甲醛、环氧树脂、聚碳酸酯和聚砒等100种以上的新材料。

全书共30章, 前5章对塑料材料的一般制法、化学结构与性能的关系都作了简要阐述; 以后各章则分别介绍各类塑料的制备方法, 结构和性能; 并探讨了它们在实际应用中的优缺点, 便于读者横向分析和对比。

可供大专院校高分子、塑料等专业师生与研究生参考, 也可供从事材料生产和应用的科技人员阅读。

J. A. Brydson
Plastics Materials
Fourth Edition
Butterworth Scientific
London 1982

塑 料 材 料

张玉崑 肖振华 苗润生 等译
叶树滋 校

责任编辑: 刘衍余
封面设计: 郑小红

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

汤庄装订厂装订

新华书店北京发行所经销

开本 $850 \times 1168^{1/2}$ 印张 $31^{1/2}$ 字数891千字
1990年7月第1版 1990年7月北京第1次印刷
印数 1—3,000
ISBN 7-5025-0507-5/TQ·313
定 价21.90元

出版者的话

J. A. 布赖德森著《塑料材料》第四版 (J. A. Brydson: "Plastics Materials", 4th Ed.) 内容丰富, 叙述系统完整, 自1966年问世以来, 现已出版第四版, 颇有参考价值。为此, 我们组织有关同志进行翻译, 并请叶树滋教授级高级工程师对全稿进行校核, 对保证图书质量做了大量工作, 特此致谢。

有关同志翻译分工如下(以章次为序): 张玉崑同志译序言、第一章至第四章; 侯鑫荣同志译第五、六章和第九章; 杨立新同志译第七章; 张绍祖同志译第八章; 何曙霓同志译第十章和第二十三章; 张智德同志译第十一章和第二十一章; 刘敦贵同志译第十二、十三和十四章; 苗润生同志译第十五、十六、十七章和第二十二章; 肖振华同志译十八、十九、二十章和第二十四章; 何乃斌同志译第二十五、二十六章和第二十八章; 欧阳光同志译第二十七章和第二十九、三十章。译稿最后经张玉崑、肖振华和苗润生同志修改和整理。另外, 全书索引由张玉崑、欧阳光、侯鑫荣、何曙霓、杨立新、肖振华等同志负责编制。

译 者 的 话

随着科学技术的进步,人类与材料的关系正在发生根本性的转变,由材料固有特性来制约应用,转变到先有性能需要再去研制满足这种需要的材料。把这一想法应用到聚合物领域,这就是高分子设计。某些具有崭新特性的聚合物,就是根据对聚合物结构和性能之间关系的不断深入研究,通过先进的合成和加工方法得到的。

J. A. 布赖德森先生撰写的《塑料材料》这本书自 1966 年问世以来至今又出了修订第四版,全书叙述系统全面,内容丰富,除阐述了占世界塑料产量 80% 的聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯和聚氯乙烯这些大吨位通用树脂之外,还介绍了 100 种以上的新型聚合物材料。鉴于聚合物应用领域的互相渗透和彼此间界限的日益模糊,除塑料外,本书还以一定篇幅涉足了橡胶、纤维、涂料和粘合剂等领域。对某些新型材料独具的性能,如压电效应、热电效应、光导性等,亦有一定介绍。对改进材料的新加工技术,如共混、复合、添加剂技术等,亦予述及。

在全书布局安排上,前 5 章叙述了高分子材料的科学基础,其后按各类塑料分章讨论,分别介绍了它们的制备方法、结构和性能的关系、基本加工特性、应用领域等,尤具特色的是对它们在实际应用中的优缺点进行了对比,对高分子材料的改性、加工的全面认识和评价以及正确地选用塑料材料颇有参考价值。所以,本书无论从材料科学着眼,还是从直观的塑料材料着眼,都不失作为素材和有启迪意义的参考书。我们翻译此书的目的即在对有关读者能有所裨益。

该书译稿承蒙叶树滋教授级高级工程师惠予审校,并蒙本书责任编辑刘衍余教授级高级工程师鼎力相助,为确保译文质量做了诸多有益工作,谨致谢忱。

41701

第四版序言

70年代塑料材料的发展表明了两个日渐明显的趋势。其一是四种聚合物（聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯和聚氯乙烯）的吨位产量形成了举足轻重的统治地位，目前约占据了世界塑料市场的80%；其二是在新型特种材料开发方面的重要增长，这些新型特种材料大多是以新销售的均聚物和共聚物为基体的。此外，在聚合物共混物的开发以及用作诸如玻璃纤维、阻燃剂的添加剂方面，都有重大进展。在业已确立的胶粘剂、纤维、塑料、橡胶和涂料这些领域之外，聚合物还得到了异乎寻常的应用，如利用它们的压电效应、热电效应和光导性等独特性能。橡胶和塑料间的界限也变得益发模糊了。

在修订本版时考虑了上述的发展趋向。困难的是难以解释清楚究竟什么才能称作新型材料？不过，不管采用什么方法，本版中所叙述的新型材料都在100种以上。鉴于塑料和橡胶在越来越多的应用中可相互替换，我在本版中增加了橡胶类材料的篇幅，还力图概括所有被用作胶粘剂、纤维和涂料的主要聚合物。

就本书目前涉及的如此众多的材料来说，我觉得若不告诉读者这些材料在工业上的重要性，势必贻误读者。所以，对所有的重要聚合物，我都考虑了近年来有代表性的生产或消耗的统计资料，并期望这些统计资料将使更多的工业材料纳入到未来的远景中。

J. A. 布赖德森

第一版序言

目前，在全世界销售的塑料材料有成千上万种商品牌号，但其中很少有两种牌号的性质完全相同，这是因为化学性质截然不同的塑料品种（如聚乙烯、聚苯乙烯）虽然数量有限，但每一种塑料却有许多变种。这些变种的出现是由于分子结构的不同、物理状态的差异、所存在的杂质以及加入到母体聚合物中之添加剂的性质和数量的不同。本书的目的之一是阐明这许多不同牌号的材料是如何产生的？讨论它们的性能，以及通过研究塑料材料的组成——特别是所用之母体聚合物的分子结构——最大程度地来解释这些性能。

书中第一章简单回顾了塑料材料的发展史，随后的5章对塑料材料的一般制法作了简要的概述，阐述了化学结构与其性能的关系。这几章基本上是对事实作大量定性说明，但其对象不是物理化学家，而是针对在聚合物和配方实践中需要这些知识的聚合物工艺技术人员和有机化学家。

后面的各章分别论述了各类塑料，对每一类都述评了其制备方法、结构和性能。为了使本书篇幅不致太大，我删除了有关加工技术的详细讨论，但对每一类重要材料的基本加工特性都作了说明，对各种材料的应用则按它们的优缺点进行了探讨。

从书名来看，需要对塑料材料下一个定义，但这是很困难的。根据本书的目的，我最终采用了“塑料就是通常认为是塑性材料的那些材料”作为实用的定义。这不是一个十分确切的定义，但是它可能比我所见过的任何其它定义来会少受些非议。可能有一个用得更多、但却需要予以解释的定义是，“塑料材料是以高分子化合物为基础的可加工的混合物”。在大多数情况下（当然包括所有的合成材料），高分子就是由许多小分子连接在一起而构成的。但是这样一个定义就把橡胶、涂料、纤维和玻璃增强塑料也包括在内了，而基于历史的原因，

这些材料一般不被看作是塑料。即使我们可以任意地把上述四种材料排除在塑料之外，塑料的界限仍然不明确。比如，对柔性的聚氨酯泡沫材料如何分类？是看作橡胶还是看作塑料？网球拍上的尼龙细线或聚乙烯的浸渍涂层又该如何看待呢？为方便起见，我在本书中没有受定义的约束，还是包括进去了这些材料，但也只不过是対涂料、纤维和有机玻璃作了一般性的简要叙述。至于橡胶，我把它作为一个比较特殊的情况来考虑，即把它看作具有可复原的高弹性塑料材料。为此，我对市场销售的弹性材料作了简要的评述。

我希望本书对下列技术人员能有所裨益：即从事开发和使用塑料材料的人员，以及那些希望获得比通过日常工作能对塑料产品概况有较广博知识的技术人员。技术工作中遇到的问题可分为三类：别处已经解决了的问题；可利用其它领域解决相似问题所用方法的知识之启发来解决的问题；以及道地的新问题。实际上，工业上遇到的问题大多属于前两类。因而，对本专业有扎实的基础知识，并且知道到哪里去寻找原著细节的技术人员对工业生产有突出的重要性。我希望本书的内容多少能向读者提供某些所需要的基础知识，列在每章后面的参考文献，特别是那些更详细的专著，在通向浩瀚的技术书林之路上，能起到路标的作用。

J. A. 布赖德森 1965.

目 录

第四版序言

第一版序言

第一章 塑料材料发展史	1
1.1 天然塑料	1
1.2 硝化纤维素和赛璐珞	4
1.3 1900—1930年	5
1.4 乙烯类塑料的演变	7
1.5 1939年以来的发展	8
1.6 塑料的原料	11
1.7 塑料市场	13
1.8 塑料的前景	17
第二章 塑料的化学性质	22
2.1 引言	22
2.2 热塑性行为和热固性行为	26
2.3 加成聚合的进一步研究	28
2.3.1 自由基加成聚合的基本动力学	33
2.3.2 离子聚合	38
2.4 缩合聚合	42
第三章 聚合物的聚集态	45
3.1 引言	45
3.2 线型无定形聚合物	45
3.2.1 线型无定形聚合物的取向	50
3.3 结晶聚合物	52
3.3.1 取向与结晶	55
3.4 交联结构	56
3.5 共混物	58
3.6 小结	60
第四章 结构与热性能及力学性能的关系	62

4.1 引言	62
4.2 影响玻璃化温度的因素	63
4.3 影响结晶性的因素	71
4.4 影响结晶熔点的因素	75
4.5 某些特殊性能	77
4.5.1 熔体粘度	77
4.5.2 屈服强度与模量	78
4.5.3 比重	78
4.5.4 冲击强度	79
第五章 结构与化学性质的关系	80
5.1 引言	80
5.2 化学键	80
5.3 聚合物的溶解性	84
5.3.1 增塑剂	92
5.3.2 增容剂	95
5.3.3 溶解度参数的测定	95
5.3.4 热力学和溶解性	99
5.4 化学反应性	101
5.5 热、光化学和高能辐射的影响	102
5.6 老化和天候老化	106
5.7 扩散和渗透	107
5.8 毒性	111
5.9 燃烧与塑料	112
第六章 分子结构对电性能和光学性能的影响	117
6.1 引言	117
6.2 介电常数、功率因数和结构的关系	118
6.3 电介质的定量关系	125
6.4 光学性能	128
第七章 塑料添加剂	130
7.1 引言	130
7.2 填充剂	132
7.2.1 偶联剂	135
7.3 增塑剂与软化剂	138

7.4	润滑剂和流动促进剂	140
7.5	防老剂	142
7.5.1	抗氧剂	142
7.5.2	抗臭氧剂	151
7.5.3	抗脱氯化氢的稳定剂	152
7.5.4	紫外光吸收剂及其有关物质	152
7.6	阻燃剂	156
7.7	着色剂	158
7.8	发泡剂	159
7.9	交联剂	162
7.10	光降解剂	163
第八章	塑料加工原理	165
8.1	引言	165
8.2	热塑性塑料熔融加工	166
8.2.1	吸湿性	166
8.2.2	粒料性能	168
8.2.3	热性能对聚合物熔融的影响	168
8.2.4	热稳定性	169
8.2.5	流动性	170
8.2.5.1	术语	170
8.2.5.2	周围介质和分子因素对粘性流动性的影响	173
8.2.5.3	聚合物熔体的弹性效应	176
8.2.6	冷却对热性能的影响	179
8.2.7	结晶	180
8.2.8	取向和收缩	180
8.3	热固性塑料的熔体加工	182
8.4	高弹态聚合物的加工	185
8.5	溶解作用、悬浮作用和浇铸工艺	187
8.6	小结	188
第九章	制品设计原理	190
9.1	引言	190
9.2	塑料材料的硬度	190
9.2.1	最高使用温度的估算	192

9.3 韧性	193
9.3.1 冲击强度的估算	196
9.4 应力-应变-时间的关系	199
9.4.1 WLF方程	201
9.4.2 蠕变曲线	204
9.4.3 长期使用性能的实际估算	206
9.5 形变的恢复	207
9.6 挠曲、孔隙和凝结应力	207
9.7 结论	209
第十章 聚乙烯	210
10.1 引言	210
10.2 单体的制备	212
10.3 聚合	213
10.3.1 高压聚合	213
10.3.2 齐格勒法	215
10.3.3 菲利浦法	215
10.3.4 印第安纳州美孚石油公司法	216
10.3.5 线型低密度聚乙烯的生产方法	217
10.4 聚乙烯的结构和性质	217
10.5 聚乙烯的性能	223
10.5.1 力学性能	223
10.5.2 热性能	228
10.5.3 化学性质	230
10.5.4 电性能	234
10.6 添加剂	234
10.7 加工	239
10.8 低分子量和高分子量聚乙烯	246
10.9 交联聚乙烯	247
10.10 氯化聚乙烯	249
10.11 应用	249
第十一章 脂肪族聚烯烃 (不含聚乙烯) 和二烯类橡胶	255
11.1 聚丙烯	255
11.1.1 聚丙烯的制备	256

11.1.2	聚丙烯的结构与性能	258
11.1.3	等规聚丙烯的性能	261
11.1.4	等规聚丙烯的添加剂	266
11.1.5	加工特性	268
11.1.6	应用	272
11.1.7	无规聚丙烯	275
11.1.8	氯化聚丙烯	276
11.2	聚1-丁烯	276
11.2.1	无规聚1-丁烯	277
11.3	聚异丁烯	277
11.4	聚(4-甲基-1-戊烯)	278
11.4.1	结构和性能	279
11.4.2	一般性能	281
11.4.3	加工	281
11.4.4	应用	282
11.5	其它脂肪族烯烃均聚物	282
11.6	含乙烯的共聚物	284
11.7	二烯类橡胶	288
11.7.1	天然橡胶	294
11.7.2	合成异戊橡胶 (IR)	299
11.7.3	聚丁二烯	330
11.7.4	丁苯橡胶 (SBR)	331
11.7.4.1	高苯乙烯树脂	304
11.7.5	丁腈橡胶 (NBR)	304
11.7.6	氯丁橡胶 (CR)	305
11.7.7	丁二烯-戊二烯橡胶	307
11.8	热塑性二烯类橡胶	307
11.9	脂肪族聚烯烃橡胶	311
11.9.1	热塑性聚烯烃橡胶	314
11.10	橡胶状环烯烃(环烯烃)聚合物	315
11.10.1	链烯烃聚合物	316
11.10.2	聚降冰片烯	317
11.10.3	含氯共聚物	319

11.11 聚1,2-丁二烯	319
第十二章 聚氯乙烯	321
12.1 引言	321
12.2 氯乙烯的制备	323
12.3 聚合	325
12.4 聚氯乙烯的结构	329
12.4.1 商品聚合物的特性	332
12.5 配料组分	338
12.5.1 稳定剂	338
12.5.2 增塑剂	344
12.5.3 增量剂	347
12.5.4 润滑剂	351
12.5.5 填料	352
12.5.6 着色剂	354
12.5.7 聚合物冲击性改进剂和加工助剂	354
12.5.8 各种添加剂	356
12.5.9 配方	357
12.6 PVC混合料的性能	359
12.7 加工	361
12.7.1 增塑PVC	361
12.7.2 未增塑PVC	364
12.7.3 糊料	366
12.7.4 共聚物	371
12.7.5 胶乳	371
12.8 应用	372
12.9 各种产品	375
12.9.1 结晶型PVC	376
12.9.2 氯化PVC	376
12.9.3 以PVC为基础的接枝聚合物	377
12.9.4 氯乙烯-丙烯共聚物	377
12.9.5 氯乙烯-N-环己基马来酰亚胺共聚物	378
第十三章 含氟聚合物	380
13.1 引言	380

13.2 聚四氟乙烯	381
13.2.1 单体的制备	381
13.2.2 聚合	381
13.2.3 结构与性能	382
13.2.4 一般性能	385
13.2.5 加工	387
13.2.6 添加剂	390
13.2.7 应用	390
13.3 四氟乙烯-六氟丙烯共聚物	391
13.4 四氟乙烯-乙烯共聚物 (ETFE)	392
13.5 三氟氯乙烯聚合物 (PCTFE) 和它与乙烯的共聚物 (ECTFE) ...	392
13.6 聚氧乙烯 (PVF)	394
13.7 聚偏氟乙烯	395
13.8 全氟烷氧基聚合物	396
13.9 六氟异丁烯-偏氟乙烷共聚物	397
13.10 含氟橡胶	397
13.11 其它氟聚合物	402
第十四章 聚醋酸乙烯及其衍生物	404
14.1 引言	404
14.2 聚醋酸乙烯	404
14.2.1 单体的制备	404
14.2.2 聚合	406
14.2.3 性能和用途	407
14.3 聚乙烯醇	407
14.3.1 结构和性能	408
14.3.2 应用	409
14.4 聚乙烯醇缩醛	410
14.4.1 聚乙烯醇缩甲醛	411
14.4.2 聚乙烯醇缩醛	412
14.4.3 聚乙烯醇缩丁醛	412
14.5 聚肉桂酸乙烯酯	413
14.6 其它有机乙烯酯聚合物	415
第十五章 丙烯酸类塑料	417

15.1	引言	417
15.2	聚甲基丙烯酸甲酯	419
15.2.1	单体制备	419
15.2.2	聚合	420
15.2.3	结构和性能	425
15.2.4	一般性能	426
15.2.5	添加剂	429
15.2.6	加工	429
15.2.7	应用	432
15.3	耐冲击的甲基丙烯酸甲酯聚合物	434
15.4	丙烯酸酯共聚树脂	436
15.5	丙烯酸酯橡胶	437
15.6	热固性丙烯酸类聚合物	439
15.7	丙烯酸类粘合剂	440
15.8	聚甲基丙烯酸酞胺	441
15.9	其它甲基丙烯酸酯以及氯代丙烯酸酯的聚合物和共聚物	441
15.10	其它丙烯酸类聚合物	444
第十六章	苯乙烯系塑料	446
16.1	引言	446
16.2	单体的制备	447
16.2.1	实验室制备	448
16.2.2	工业制备	448
16.3	聚合	451
16.3.1	本体聚合	451
16.3.2	溶液聚合	452
16.3.3	悬浮聚合	453
16.3.4	乳液聚合	454
16.3.5	表征及常规控制	454
16.3.6	可供货的品级	455
16.4	聚苯乙烯的性能和结构	456
16.5	一般性能	456
16.6	高抗冲聚苯乙烯 (HIPS)	461
16.7	苯乙烯-丙烯腈共聚物	465

16.8	ABS塑料	466
16.9	各种橡胶改性的苯乙烯-丙烯腈和有关的共聚物	472
16.10	丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物	474
16.11	其它各种聚合物和共聚物	475
16.12	有规立构聚苯乙烯	477
16.13	聚苯乙烯加工	478
16.14	发泡聚苯乙烯	479
16.14.1	结构泡沫塑料	483
16.15	定向聚苯乙烯	485
16.16	应用	486
第十七章	其它各种乙烯基热塑性塑料	491
17.1	引言	491
17.2	偏氯乙烯聚合物和共聚物	491
17.2.1	偏氯乙烯-氯乙烯共聚物的性质和应用	493
17.2.2	偏氯乙烯-丙烯腈共聚物	496
17.3	香豆酮-茚树脂	496
17.4	聚乙烯吡唑	498
17.5	聚乙烯吡咯烷酮	501
17.6	聚乙烯醚	502
17.7	其它乙烯基聚合物	504
第十八章	聚酰胺和聚酰亚胺	506
18.1	聚酰胺: 引言	506
18.2	脂肪族聚酰胺的中间体	507
18.2.1	己二酸	507
18.2.2	己二胺	508
18.2.3	癸二酸和壬二酸	509
18.2.4	己内酰胺	510
18.2.5	ω -氨基十一酸	511
18.2.6	ω -氨基庚酸	512
18.2.7	十二内酰胺	514
18.3	脂肪族聚酰胺的聚合	514
18.3.1	尼龙66、69、610和612	514
18.3.2	尼龙6	515