



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

材料添加剂化学

第二版

辛 忠 编著

-43



化学工业出版社

TQ320.4-43
X522.02



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

材料添加剂化学

第二版

辛 忠 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

TQ320.4-43
X522.02

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书从材料的加工性能和应用功能出发,介绍适用其加工过程的各种添加剂的物理、化学性质及功能,阐述了添加剂的结构与材料性能及功能的作用关系和机理,以及已经工业化的品种。包括:高分子材料的添加剂、抗氧剂、稳定剂、促进剂、润滑剂、增塑剂、成核改性剂、抗冲改性剂、偶联剂、相容剂、发泡剂、着色剂、荧光增白剂、阻燃剂、抗静电剂、透明剂等。

本书可作为高等学校化学、应用化学、化工、轻化工等相关专业的本科生教材,也可供相关专业的科研等人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

材料添加剂化学/辛忠编著. —2版. —北京:
化学工业出版社, 2010.2

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-122-06986-3

I. 材… II. 辛… III. 合成材料-助剂-高等
学校-教材 IV. TQ320.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 197220 号

责任编辑: 何 丽
责任校对: 王素芹

装帧设计: 周 遥

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 19 字数 485 千字 2010 年 1 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

前 言

《合成材料添加剂化学》一书已经出版五年了，本次作为教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材再版修订。

随着科学技术的发展，添加剂行业也取得较大的进步，如助剂新结构开发，复合协同机理的研究以及在知识产权保护方面的工作。本次再版，对部分章节的内容进行了调整和修改，尤其是对第 14、15 章进行较大改动，对这两章的修改工作主要由孟鑫博士承担。

由于书中内容的变更和充实，一版书书名《合成材料添加剂化学》已不能全部涵盖所述的内容。因此，本次再版将书名更改为《材料添加剂化学》。

由于作者水平有限，书中不妥、疏漏之处仍会存在。恳请读者批评指正。

辛 忠

2009 年 7 月于华东理工大学

序

合成材料添加剂又称助剂或配合剂，是重要的精细化工产品，更是高分子材料成型加工过程中不可或缺的重要组分。没有添加剂的发明和应用，就没有今天兴旺发达的高分子加工业，也不可能有现代社会如此丰富多彩的橡塑产品。

伴随着石油化学工业的发展，材料添加剂行业也得到迅猛的发展。由于添加剂品种繁多，涉及的应用范围十分广泛，作用机理也相当复杂，到目前为止，国内尚缺乏系统介绍这方面知识的教材和著作。华东理工大学的辛忠教授根据自己的科研和教学工作实践，依据添加剂在材料加工过程和最终制品中所起的作用编著了本书，此书分为5篇，共18章，全面阐述了合成材料添加剂的种类、化学结构、作用原理及应用领域。内容丰富，资料翔实，涉及面广，不失为一本理论与实践相结合并具有实用价值的教材。

在本书出版之际，本人欣然作序，希望此书能对中国的添加剂行业和材料加工业的发展及科技进步，对轻化工、材料化工及相关专业高级人才的培养，起到有益的促进作用。

中国工程院院士、大连理工大学教授

杨锦姜

2005年3月于大连

第一版前言

高分子合成材料品种繁多，发展迅速，但从用量和用途来看，最有代表性的仍是塑料、合成纤维和橡胶这三大类材料。本书以三大合成材料为背景，重点介绍了在此领域中应用的添加剂的结构、性能和作用机理。

合成材料在加工和使用过程中，必须添加适当的添加剂，才能维持材料的功能及使用寿命。添加剂被誉为材料工业的“味精”，少量的添加剂，可以改变合成材料的命运。如天然橡胶在未使用促进剂之前，要在高温下进行长时间的硫化，其制品全部为黑色，效能低，物理性能差，使用促进剂后，可以大大缩短硫化时间，降低硫化温度，同时还能改善力学性能。再如聚氯乙烯（PVC），因其加工温度高于分解温度，以致在PVC开发出来后很长一段时间未能生产应用，直到发明了合适的加工稳定剂后，才有了PVC今天的广泛应用。可以毫不夸张地说，没有添加剂的运用，就不可能有现在合成材料的应用规模和范围。

伴随着合成材料工业的发展，添加剂行业也得到迅猛的发展。合成材料工业的进步带动了添加剂的发展，反过来，添加剂的创新又推动了材料工业的应用领域范围的扩大，二者相辅相成，共同发展。

材料的添加剂品种繁多，涉及的应用领域及作用机理也十分复杂，根据化学结构和应用情况的不同，有各种分类方法。本教材将依据合成材料的添加剂在材料加工过程和最终制品中所起的作用，划分为5篇，共18章。要了解添加剂首先必须要了解添加剂的应用对象合成材料，所以在第1篇绪论中介绍三大合成材料的特点与用途（第1章）及添加剂的特点与作用、产业特征（第2章）。根据添加剂在合成材料中的作用阶段不同，将加工过程中应用的添加剂统编在材料加工添加剂部分，即本教材的第2篇。当然，改善加工过程添加剂，有的也可用在制品物性改善上，其作用不仅仅是改善加工过程。也能提高制品的最终应用性能。根据添加剂与合成材料作用机理的不同，将其分为物理改性剂（第3篇）和化学改性剂（第4篇）。而使材料最终应用功能改变或赋予新的功能的添加剂，在功能性添加剂一篇（第5篇）中加以介绍。当然，对添加剂的分类也还有其它方法，以上是作者根据自己研究的经验加以分类编撰。

本书作为轻化工、材料化工和应用化学的专业课教材，致力于使学生能全面了解合成材料添加剂领域的全貌、作用原理及应用领域，认识添加剂对合成材料的加工及应用的重要性，为培养学生的专业知识奠定重要的基础。

本书是对迄今在添加剂领域所做工作的一个较全面综述，但由于添加剂涉及面太广，应用范围太大，还有许多疏漏之处。本书是在博士研究生的协助下完成的，具体参编编写人员有：辛忠（第1~9章、第12章、第13章、第17章），郑实（第14章、第15章），张跃飞（第18章），孟鑫（第10章、第11章），公维光（第16章部分内容）等，全书由辛忠统编定稿。

本书是在华东理工大学化工学院轻化工专业两年的使用过程中经多次修改编写而成，但限于作者的水平，错误或不妥之处难免，恳请读者批评指正。

辛 忠

2005年3月于华东理工大学

目 录

第1篇 绪 论

第1章 高分子合成材料	1
1.1 合成材料工业的发展	1
1.2 合成材料在国民经济中的作用	2
1.3 合成材料的种类	3
1.4 合成材料的微观结构和形态	5
1.5 合成材料的加工	7
参考文献	7
第2章 添加剂	8
2.1 添加剂在合成材料加工中的地位	8
2.2 添加剂的类别	9
2.2.1 稳定化的添加剂	9
2.2.2 物理改性添加剂	9
2.2.3 化学改性剂	10
2.2.4 功能性添加剂	11
2.3 添加剂发展概况	11
2.4 添加剂工业特点	13
2.5 添加剂工业的经济特点	14
2.6 添加剂工业的商业特点	14
参考文献	14

第2篇 材料加工添加剂

第3章 抗氧化剂	15
3.1 抗氧化剂的作用机理	16
3.1.1 聚合物的热氧降解机理	16
3.1.2 抗氧化剂的作用机理	17
3.2 抗氧化剂的结构与性能	21
3.2.1 胺类抗氧化剂	22
3.2.2 酚类抗氧化剂	27
3.2.3 辅助抗氧化剂	31
3.3 金属离子钝化剂	34
3.4 抗氧化剂的选用原则	36
3.5 抗氧化剂的研究进展	36
3.5.1 协同效应的研究	37

3.5.2 均协同作用	38
3.5.3 非均协同作用	39
3.5.4 分子内复合的自协同作用	42
3.5.5 新型抗氧剂的发展趋势	43
参考文献	45

第4章 稳定剂

4.1 热稳定剂	46
4.1.1 原理	46
4.1.2 热稳定剂的种类、结构与性能	48
4.1.3 典型应用实例及制备方法	51
4.1.4 热稳定剂的发展方向	54
4.2 光稳定剂	57
4.2.1 光稳定剂原理	58
4.2.2 常用光稳定剂的种类、性能及用途	62
4.2.3 典型应用实例及制备方法	73
4.2.4 光稳定剂的发展方向	78
参考文献	80

第5章 促进剂

5.1 橡胶的硫化	81
5.1.1 硫化中的特性变化和正硫化	81
5.1.2 硫化的过程	82
5.2 硫化促进剂	83
5.2.1 促进剂的分类	83
5.2.2 促进剂的作用机理	85
5.2.3 促进剂的功能和选择	85
5.2.4 工业上常用的硫化促进剂	86
5.2.5 促进剂的选择标准	91
5.2.6 促进剂的发展	91
5.3 促进剂的最新发展	92
5.3.1 催化氧化工艺	92
5.3.2 造粒	93
5.3.3 表面处理技术和微胶囊化技术	94
5.3.4 预分散体	94
5.3.5 对人类安全的促进剂	94
5.3.6 多功能促进剂	98
参考文献	98

第6章 润滑剂

6.1 高分子材料加工用润滑剂作用机理	100
---------------------------	-----

6.1.1	塑化机理	100
6.1.2	界面润滑机理	101
6.1.3	涂布隔离机理	101
6.2	材料加工用润滑剂	101
6.2.1	烃类润滑剂	101
6.2.2	脂肪酸酰胺类润滑剂	102
6.2.3	脂肪酸酯类润滑剂	102
6.2.4	脂肪酸及其金属皂	103
6.2.5	脂肪醇	103
6.2.6	有机硅氧烷	103
6.2.7	聚四氟乙烯	104
6.3	润滑剂发展趋势	104
	参考文献	105

第3篇 物理改性剂

第7章	增塑剂	106
7.1	增塑机理	106
7.1.1	增塑作用的表现理论	106
7.1.2	增塑作用的微观机理	107
7.1.3	反增塑	109
7.2	增塑剂的结构与增塑性能的关系	110
7.2.1	结构与相容性的关系	110
7.2.2	结构与增塑效率的关系	110
7.2.3	结构与耐寒性的关系	110
7.2.4	结构与耐老化性的关系	111
7.2.5	结构与耐久性的关系	111
7.2.6	结构与毒性的关系	112
7.3	增塑剂的种类、合成及性质	112
7.3.1	增塑剂的种类	112
7.3.2	有机酸酯类	113
7.3.3	磷酸酯	116
7.3.4	聚酯	117
7.3.5	环氧化物	117
7.3.6	其他类型的增塑剂	117
7.4	增塑剂的应用	118
7.4.1	增塑剂的性能要求及选用	118
7.4.2	PVC中增塑剂的选用	118
7.4.3	其他热塑性塑料中增塑剂的选用	119
7.5	增塑剂的发展趋势	120
	参考文献	121

第8章 成核改性剂	122
8.1 聚合物成核结晶机理	122
8.1.1 聚合物成核结晶机理	122
8.1.2 异相成核结晶动力学	123
8.2 聚丙烯用成核剂的种类及性能	124
8.2.1 α 晶型成核剂	125
8.2.2 α 晶型成核剂对聚丙烯宏观性能的影响	128
8.2.3 α 晶型成核剂对聚丙烯微观形态的影响	130
8.2.4 β 晶型成核剂	131
8.3 聚酯用成核剂	133
8.4 聚甲醛用成核剂	134
8.5 聚酰胺(尼龙)用成核剂	135
8.6 聚烯烃用成核剂发展方向	135
参考文献	136

第9章 抗冲改性剂	137
9.1 抗冲改性剂的抗冲机理	137
9.2 抗冲改性剂的类型与特征	139
9.3 影响抗冲改性剂增韧性能的因素	140
9.3.1 基体树脂特性的影响	140
9.3.2 橡胶相的影响	141
9.3.3 橡胶相与基体树脂之间黏合力的影响	142
9.4 抗冲改性剂实例	143
9.4.1 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	143
9.4.2 氯化聚乙烯	146
9.4.3 乙烯-乙酸乙烯共聚物	148
9.4.4 甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯共聚物	150
9.4.5 丙烯酸酯聚合物	152
9.4.6 其他抗冲改性剂	153
9.5 抗冲改性剂的应用	154
9.5.1 抗冲改性剂改性聚氯乙烯	154
9.5.2 抗冲改性剂改性聚丙烯	159
参考文献	160

第4篇 化学改性剂

第10章 交联剂	161
10.1 交联剂作用机理	162
10.1.1 有机交联剂的作用机理	162
10.1.2 无机交联剂的交联机理	164
10.1.3 光交联及辐射交联机理	165
10.2 交联剂的合成及特性	167

10.2.1	过氧化物交联剂	167
10.2.2	胺类交联剂	170
10.2.3	有机硫化物交联剂	175
10.2.4	树脂类交联剂	178
10.2.5	醌及对醌二肟类交联剂	181
	参考文献	182
第11章	偶联剂	183
11.1	偶联剂的作用机理及性能表征	183
11.1.1	硅烷偶联剂的作用机理	183
11.1.2	钛酸酯偶联剂的作用机理	184
11.1.3	偶联效果的表征	184
11.2	偶联剂主要品种及应用	185
11.2.1	硅烷偶联剂的主要品种及其具体应用	185
11.2.2	钛酸酯偶联剂的主要品种及其应用特点	189
11.2.3	其他偶联剂的应用	191
11.3	偶联剂的合成	192
11.3.1	硅烷偶联剂的合成	192
11.3.2	钛酸酯偶联剂的合成	195
11.4	偶联剂的开发现状及发展趋势	196
	参考文献	197
第12章	相容剂	198
12.1	相容作用机理	198
12.1.1	酸酐、羧基	200
12.1.2	环氧基	201
12.1.3	噁唑啉基	201
12.2	相容剂的分类	202
12.2.1	按结构分类	202
12.2.2	按反应性和非反应性分类	203
12.3	相容剂的合成	204
12.3.1	大分子单体法	204
12.3.2	过氧化物单体法	204
12.3.3	就地形成法	205
12.4	增容效果的表征	205
12.4.1	玻璃化温度 (T_g) 测定的方法	205
12.4.2	显微镜观察	205
12.5	工业上常用相容剂品种及性能	206
12.5.1	反应性相容剂	206
12.5.2	非反应性相容剂	209
12.6	相容剂的发展与展望	210

参考文献	211
第13章 发泡剂	212
13.1 发泡原理	212
13.2 发泡剂的结构及其特点	213
13.2.1 主要分类及其性能特点	213
13.2.2 发泡剂性能评价以及选用原则	214
13.3 常用化学发泡剂	215
13.3.1 无机化学发泡剂	215
13.3.2 有机化学发泡剂	217
13.3.3 发泡助剂	221
13.4 发泡剂的发展趋势	222
参考文献	222

第5篇 功能性添加剂

第14章 着色剂	223
14.1 着色剂作用机理	223
14.2 着色剂的分类及典型实例	224
14.2.1 无机颜料	224
14.2.2 有机颜料	228
14.2.3 染料	231
14.2.4 色母粒	231
14.3 着色剂的应用性能	232
14.4 着色剂的选择	233
14.5 材料着色方法	234
参考文献	235
第15章 荧光增白剂	236
15.1 荧光增白剂增白机理	236
15.2 荧光增白剂的分类及典型实例	237
15.2.1 二苯乙烯型荧光增白剂	237
15.2.2 香豆素型荧光增白剂	240
15.2.3 苯并噁唑型荧光增白剂	241
15.2.4 萘酰亚胺型荧光增白剂	241
15.2.5 吡唑啉类荧光增白剂	242
15.3 荧光增白剂在塑料中的应用	242
参考文献	243
第16章 阻燃剂	244
16.1 材料的燃烧和阻燃剂的作用机理	244
16.1.1 燃烧机理	244
16.1.2 合成材料燃烧性标准	245

16.1.3	阻燃机理	246
16.2	阻燃的种类及合成	249
16.2.1	阻燃剂的分类	249
16.2.2	添加型阻燃剂	249
16.2.3	反应型阻燃剂	255
16.3	阻燃剂的应用	257
16.3.1	阻燃剂的用量及使用要求	257
16.3.2	阻燃剂在塑料中的应用	258
16.3.3	阻燃剂在纤维中的应用	259
16.4	阻燃剂的发展趋势	260
16.4.1	无机阻燃剂的超细化	260
16.4.2	有机阻燃剂的高分子量化	260
16.4.3	阻燃剂的无卤化	260
16.4.4	新型复合增效体系	261
16.4.5	反应性	261
	参考文献	261

第17章 抗静电剂 262

17.1	抗静电作用机理	262
17.1.1	静电的产生与积累	262
17.1.2	静电的逸散	264
17.1.3	抗静电剂的作用原理	264
17.2	抗静电剂的类型与合成	265
17.2.1	阳离子型抗静电剂	266
17.2.2	阴离子型抗静电剂	269
17.2.3	非离子型抗静电剂	270
17.2.4	两性离子型抗静电剂	272
17.2.5	高分子型抗静电剂	274
17.3	抗静电剂在塑料及纤维中的应用	275
17.3.1	抗静电剂在塑料中的应用	275
17.3.2	抗静电剂在纤维中的应用	278
17.4	抗静电剂的发展趋势	280
17.4.1	含抗静电剂的浓缩母粒	280
17.4.2	开发抗静电剂新品种	280
17.4.3	复配型抗静电剂	281
17.4.4	永久性抗静电剂	281
	参考文献	282

第18章 透明剂 284

18.1	透明剂增透机理	284
18.2	透明剂的种类及代表性产品	285
18.2.1	二亚苄基山梨醇类透明剂	285

18.2.2	有机磷酸酯盐类透明剂	287
18.2.3	松香脂类透明剂	288
18.3	透明剂浓度对聚丙烯透明性能的影响	288
18.4	透明剂对聚丙烯其他性能的影响	288
	参考文献	289

第 1 篇 绪 论

第 1 章 高分子合成材料

1.1 合成材料工业的发展

起初,人类是利用天然材料,如麻、树木等天然纤维和天然树胶等高分子材料。但天然高分子材料的量有限,而且性能有局限,不能充分满足人类生产、生活的需要。随着 19 世纪后期工业的发展,人们开始合成新的高分子化合物。1870 年, Bayer 报道了苯酚和甲醛的缩合物,即酚醛树脂, Backeland 制得了酚醛塑料和线型酚醛清漆。美国通用酚醛公司于 1910 年正式工业化生产。1909 年 E. Hofmann 申请了异戊二烯聚合的专利。1910 年 C. H. Harries 等用钠催化聚合异戊二烯。1915 年 Ostromislensky 研究了用乙醇制备丁二烯的方法(两步法)。Lebedev 以一步法用乙醇制备丁二烯,聚合后制得丁钠橡胶。19 世纪末胶体化学起主导作用,当时胶体领域的权威 Ostwald、Freundlich 和 W. Pauli 等利用胶体化学解释高分子,影响了人们对自然界大分子的研究。尽管 19 世纪末到 20 世纪初有不少学者从事高分子合成的探索研究,而且合成了一些高聚物,但是高聚物的大分子长链的概念仍未建立,对合成大分子链的结构不清。1908 年, Leo Baekeland 博士研制成功了酚醛树脂,人们以此为原料制造出电话机壳、电绝缘零部件和烹饪用具手柄等,这是最早出现的全合成塑料制品。直到 1920 年前后,苏黎世联邦理工学院 H. Staudinger 教授决定从事大分子化合物的研究,他提出“高分子化合物”是由以共价键连接的长链分子所组成。此后,他的系统研究证明了聚合物不是缩合物,而是具有普通价键的长链分子组成的。1927 年,在市场上出现了醋酸纤维素的棒、管、片材等制品。1929 年,人们用醋酸纤维素的粒料,采用当时刚开发的注射成型法,制得了最初的注塑制品。1931 年 W. H. Carothers 提出高聚物溶解与合成的理论,特别是尼龙及氯丁二烯的聚合,为高聚物合成发展从理论上进一步证实了 H. Staudinger 的观点。随着高聚物的分析测试技术的发展,大分子长链的观点已为学术界认可。为此 H. Staudinger 获得了诺贝尔化学奖。

随着高分子链学说的建立,在 20 世纪 30 年代以后,从事加聚及缩聚反应研究及从事合成反应动力学、反应机理研究的科学家和学者越来越多,50 年代以后, Ziegler-Natta 配位离子定向聚合又进入新的高潮。高聚物的化学、物理学、物理化学研究内容十分广泛。现代分析方法的出现,对高分子科学走向成熟起了重要作用。

1929 年美国合成了聚硫橡胶,1935 年生产出了丁苯橡胶,丁腈橡胶正式生产。尼龙纤维的出现,为人类做出了巨大贡献。德国的 Otto Tohm 在 20 世纪 30 年代申请了合成有机玻璃丙烯酸酯的高聚物及聚乙酸乙烯酯的专利。1941 年 PVC 已问世。1943 年, Whinfield 在 Carothers 工作的基础上改善缩合条件制得了聚酯纤维,对缩合高聚物的系列产品生产打下了基础。高压聚乙烯在 1939 年试生产,美国 1943 年建厂投产。

20 世纪 60 年代初,定向聚合发明后,低压聚乙烯、聚丙烯、顺丁橡胶、异戊二烯橡胶

相继问世。Ziegler-Natta 催化剂出现后, 60 年代利用接枝嵌段共聚制得了不少新的材料, 如 MBS、ABS、SBS、SIS 等。在此期间, 氯醇橡胶、乙丙橡胶、溶液丁苯、液体丁腈等新材料大量生产, 含硅及含氟高聚物也大规模生产。聚苯乙烯研究得很早, 但直到 20 世纪 50 年代初才正式生产。60 年代至 70 年代不仅很多工程塑料、特种橡胶、合成纤维得到发展, 品种越来越多, 而且精细化工所需的高聚物如涂料、油漆、黏合剂、功能高分子材料得到飞速发展。医药卫生用的高分子材料, 以及航空、航天用的特种高分子如碳纤维和耐高温、耐烧蚀、高强度、耐寒的新型高分子材料, 以及液晶、生物高分子得到了高速发展。热塑性弹性体在 70 年代以后也有了新的发展。高分子材料工业的发展使人们知道高分子材料工业是当今世界最有生命力的工业, 石油化工中的高分子材料, 已是国民经济中重要的经济支柱。

从 20 世纪初到现在, 经过 100 多年的奋斗, 不少学者和科学家对高分子材料科学做出了贡献, H. Staudinger、Natta、Ziegler 和 Flory 等还荣获了诺贝尔奖。经过 20 世纪近 100 年的发展, 合成材料中的塑料、橡胶、纤维、油漆、涂料、黏合剂等总生产量已超过 1 亿吨, 按体积计算, 超过了生产金属的总体积, 橡胶产量达 1600 万吨, 塑料产量约为 1 亿吨, 主要的品种有数十种, 其他合成高聚物达百种之多。

中国的合成材料工业起步较晚, 到 1915 年上海才兴办了第一家橡胶加工厂, 至 1949 年, 中国的主要合成树脂产量约 200 多吨, 橡胶产量也只有 200 吨左右。20 世纪 50 年代, 注重培植天然橡胶, 合成了丁苯橡胶、聚氯乙烯、有机玻璃、尼龙-6 等产品, 进口了前苏联和东欧的合成橡胶和塑料生产技术。20 世纪 60 年代以后继续从国外引进塑料及合成纤维生产技术, 国内开发了高分子新材料, 如顺丁橡胶、乙丙橡胶、异戊二烯橡胶、含氟或含硅高分子材料、尼龙、聚甲醛、交联聚乙烯等。在分子化学、分子结构及性能、分子物化、物理研究的同时, 还进行了分子加工方面的系统研究。进入 20 世纪 70 年代以后, 中国已逐步形成了较完整的高分子材料科学体系, 具备了独立自主开发新材料的能力, 开发出了多功能、高性能的材料, 如离子交换树脂、工程塑料、聚酰胺、耐高温材料、碳纤维复合材料、耐烧蚀材料等。合成纤维、塑料、橡胶、油漆、涂料、黏合剂不少新品种的生产形成了一定规模。进入 20 世纪 80 年代研究或新品种开发、老品种改性、分子成型加工得到了较快发展, 缩小了与国外的差距, 从科研、生产、教学等方面在全国形成了完善的体系。

20 世纪 60 年代以后中国建立了大型的石油化工企业, 如兰州、北京、吉林、山东、上海、南京、广州、大庆、大连等省市都建有石油化工及高分子材料生产基地, 通用的高分子、特种高分子、工程塑料、特种橡胶、油漆、涂料、黏合剂等都具有配套产品。合成高聚物及高聚物加工、应用的工厂、公司遍及中国各省、市, 建成了原料生产、合成、加工及应用整个高分子工业体系。中国不仅有储量丰富的石油、天然气、煤及农副产品可作为高分子生产原料, 而且已培养出许多高分子工业方面科研、生产及教学的科学家及学者。所以随着中国建设的高速发展, 高分子材料与科学也将以最快的速度发展, 为中国及世界做出有益的贡献。

1.2 合成材料在国民经济中的作用

高分子合成材料从 20 世纪 30 年代正式生产以来飞速发展, 产量超亿吨, 大规模工业化的生产品种达数十种之多, 生产的制品上万种。它的应用已渗透到科研、生产及生活的所有领域, 而且是人类社会不可缺少的重要材料, 成为不少国家的重要经济支柱产业, 所以引起了各国的普遍重视。

高分子合成材料是石油化工的主导产品，是高技术、高性能、高效益、技术密集型的产业，是当今高新技术的集中体现。目前，生产合成高分子材料工厂的规模，小的厂年产数万吨，大的企业年产达数十万吨。聚乙烯从单体到合成高分子生产规模每年为30万~40万吨，小的企业每年为10多万吨，而且为多品种生产，一个大型企业可同时生产合成树脂、合成橡胶及合成纤维。这样的企业原料综合利用，能源消耗合理，设备利用率高，生产控制集中，大大节约了投资和劳动力，生产成本低，所以投资高分子合成材料有很高的经济效益。

利用合成树脂及合成橡胶加工成各种制品，不仅满足了社会不断增长的需要，而且创造的经济价值也十分惊人。合成树脂或合成橡胶加工成制品后，产值增大，特种橡胶、某些工程塑料及某些精细化工用高分子材料的产值更高。

从中国实际情况来看，发展高分子合成材料具有战略意义。中国人口占世界的22%，而可以耕种的土地只占世界的7%，是人口的超级大国。人多地少，解决吃穿用的问题是中国政府的重要任务，国民经济以农业为基础，保证粮、棉增加，核心问题是控制农业生产用地。发展合成高分子材料可以减少种植棉、麻和天然橡胶等用地。年产100万吨合成橡胶可节约1000万亩^①土地，节约种植劳动力500万人，而生产10万吨合成橡胶只需1500人。投资少，易回收，不受自然气候影响，而天然橡胶要种植6~7年才能割胶。世界合成纤维总量早已超过天然纤维。一个年产10万吨的合成纤维工厂相当于200多万亩棉田的年产量，相当于年产2000多万只绵羊的产毛量。中国如能年产100万吨合成纤维，可减少种棉农田2000多万亩，可养活3000万~4000万人。合成树脂加工成塑料代替钢材、木材及金属等，对发展农业起到巨大的作用，对促进工农业的现代科技发展将会发挥更大的作用。

高分子合成材料的发展带动了相关工业的发展，如化工机械、有机化工、助剂、加工、轻化工及日用化工、电子电气工业、交通运输、化工建材等工业的发展。

高分子材料工业是成熟的工业，也是很有前景的支柱产业，在国民经济中占有重要的地位，为国民经济做出宝贵贡献。电子电气工业、航空航天工业、信息产业、生物工程、近代医药、交通运输、生活日用品及农业的飞速发展，会促使高分子合成材料向纵深方向发展。

1.3 合成材料的种类

高分子合成材料之所以能如此迅速发展，能吸引人们的关注，不惜投入巨额资金组织科研和生产，主要是由于它具有一系列优异性能，不仅能代替金属、木材、陶瓷以及很多无机材料，代替天然高分子材料如毛、棉、麻、丝绸、木等，而且很多性能是金属和非金属所不及的。

合成材料根据应用性能，可分为塑料、合成纤维和合成橡胶三大类。

以合成树脂为主要原料加工的塑料，品种很多。一般说来，可以从以下两个方面分类。

(1) 按照塑料的实用特性可分为通用塑料、工程塑料和功能塑料

通用塑料一般只能作为非结构材料使用，产量大，价格低，但性能一般。目前，主要有聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料和氨基塑料等。

工程塑料一般是指可以作为结构材料，能在较宽的温度范围内承受机械应力和较为苛刻的化学物理环境中使用的材料，如聚酰胺（尼龙）、聚碳酸酯、聚甲醛、聚苯醚和聚酯等。它们与通用塑料相比，产量较小，价格较高。

工程塑料是电子信息、交通运输、航空航天、机械制造业的上游产业，在产业循环中占

① 1亩=666.67m²。