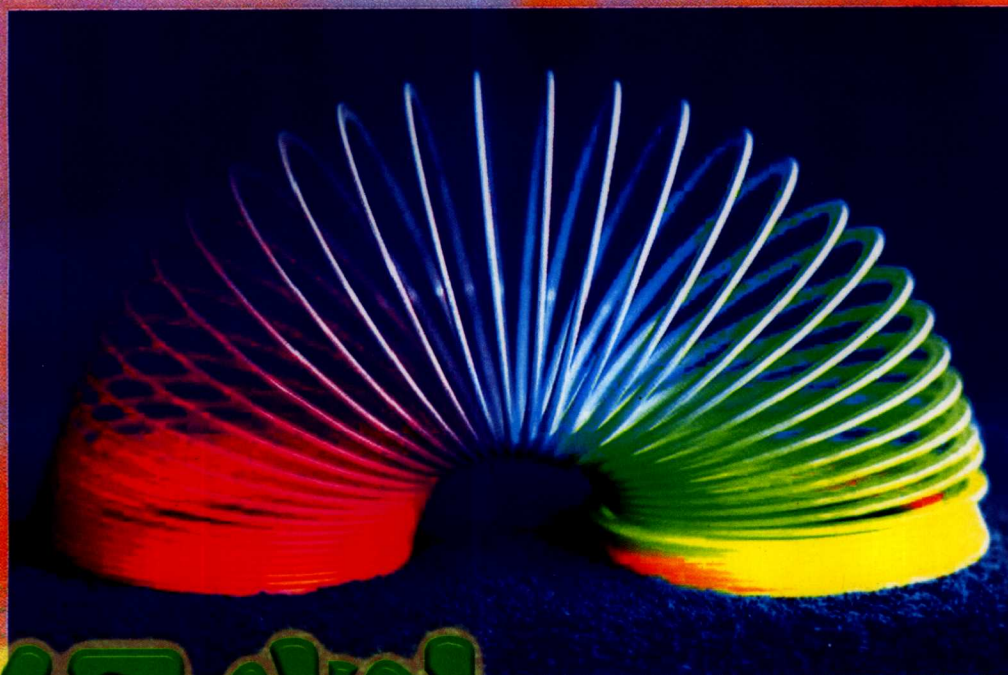




高等学校教材
Textbook for Higher Education



塑料材料学

张克惠 主编

西北工业大学出版社

高等学校教材

塑料材料学

主编 张克惠

编者 张克惠 张广成 焦 剑

西北工业大学出版社

2000年5月 西安

(陕) 新登字 009 号

【内容简介】 本书共 18 章,系统地介绍了现有塑料材料各主要品种的制备方法、结构与性能,对有关塑料品种的独特性能、优良品性及存在的缺点进行了概括介绍,并力求从分子链结构上给予解释。各章也以适当的篇幅介绍了料品种的工艺特性与加工方法以及改性与发展。每章后均列有适当的思考题,供学生复习并加深对各章基本内容的思考理解。本书的“塑料选材及配方设计”、“塑料性能表征及测试”两章,是专门为进行塑料新材料的开发、研究工作的设计,介绍的必备知识。

本书是为高等工科院校高分子材料专业编写的专业课教材,也可供从事高分子材料加工与应用的科研工作者和工程,术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料材料学/张克惠主编. —西安:西北工业大学出版社, 2000. 5
ISBN 7-5612-1237-2

I. 塑... II. 张... III. 塑料-有机材料-高等学校-教材 IV. TB322

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 18689 号

*

© 2000 西北工业大学出版社出版发行
(邮编: 710072 西安市友谊西路 127 号 电话: 8491147)
全国各地新华书店经销
陕西省富平印刷有限责任公司印装

*

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 18.75 字数: 445 千字
2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月第 1 次印刷
印数: 1—2 000 册 定价: 20.00 元

购买本社出版的图书, 如有缺页、错页的, 本社发行部负责调换。

目 录



第一章 绪论	1
§ 1.1 塑料发展简史	1
§ 1.2 塑料分类	2
思考题	4
第二章 塑料材料的组成及配制	5
§ 2.1 塑料材料的组成	5
§ 2.1.1 填料、增强剂	5
§ 2.1.2 增塑剂	6
§ 2.1.3 热稳定剂	6
§ 2.1.4 光稳定剂	8
§ 2.1.5 抗氧化剂	10
§ 2.1.6 抗静电剂	11
§ 2.1.7 阻燃剂	12
§ 2.1.8 润滑剂	13
§ 2.1.9 着色剂	14
§ 2.1.10 发泡剂	16
§ 2.1.11 固化剂	16
§ 2.2 塑料的配制	16
§ 2.2.1 热塑性塑料的配制	16
§ 2.2.2 热固性塑料的配制	17
思考题	17
第三章 聚烯烃类塑料	18
§ 3.1 聚乙烯	18
§ 3.1.1 制备方法	18
§ 3.1.2 结构与性能	20
§ 3.1.3 聚乙烯的加工	23
§ 3.1.4 聚乙烯的应用	25
§ 3.1.5 超高分子量和低分子量聚乙烯	26
§ 3.1.6 聚乙烯的改性	26
§ 3.2 聚丙烯	29

§ 3.2.1	制备方法	29
§ 3.2.2	结构与性能	30
§ 3.2.3	聚丙烯的加工	34
§ 3.2.4	聚丙烯的应用	35
§ 3.2.5	聚丙烯的改性	36
§ 3.3	聚 1-丁烯	36
§ 3.3.1	制备方法	37
§ 3.3.2	结构与性能	37
§ 3.3.3	加工与应用	38
§ 3.4	聚 4-甲基-1-戊烯	38
§ 3.4.1	制备方法	38
§ 3.4.2	结构与性能	39
§ 3.4.3	加工与应用	40
§ 3.5	其它聚烯烃	41
§ 3.5.1	乙烯-丙烯共聚物	41
§ 3.5.2	离子聚合物	42
§ 3.5.3	乙烯-乙酸乙烯共聚物	44
§ 3.5.4	乙烯-丙烯酸乙酯共聚物	45
思考题		46

第四章 聚乙烯基塑料 48

§ 4.1	聚氯乙烯	48
§ 4.1.1	制备方法	48
§ 4.1.2	结构与性能	49
§ 4.1.3	聚氯乙烯的加工	51
§ 4.1.4	聚氯乙烯的应用	52
§ 4.1.5	聚氯乙烯的改性	52
§ 4.2	聚乙酸乙烯	54
§ 4.2.1	制备方法	54
§ 4.2.2	结构与性能	54
§ 4.2.3	应用	55
§ 4.3	聚乙烯醇	55
§ 4.3.1	制备方法	55
§ 4.3.2	结构与性能	56
§ 4.3.3	加工与应用	56
§ 4.4	聚乙烯醇缩醛	57
§ 4.4.1	制备方法	57
§ 4.4.2	结构与性能	57
§ 4.4.3	加工与应用	59

思考题	59
第五章 聚苯乙烯类塑料	60
§ 5.1 聚苯乙烯	60
§ 5.1.1 制备方法	60
§ 5.1.2 结构与性能	61
§ 5.1.3 聚苯乙烯的加工	64
§ 5.1.4 聚苯乙烯的应用	66
§ 5.2 改性聚苯乙烯	66
§ 5.2.1 抗冲击性聚苯乙烯	66
§ 5.2.2 苯乙烯-丙烯腈共聚物	68
§ 5.2.3 苯乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物	69
§ 5.3 ABS 塑料	70
§ 5.3.1 制备方法	70
§ 5.3.2 结构与性能	70
§ 5.3.3 ABS 塑料的品级	73
§ 5.3.4 ABS 塑料的加工	74
§ 5.3.5 ABS 塑料的应用	76
思考题	77
第六章 丙烯酸类塑料	78
§ 6.1 聚甲基丙烯酸甲酯	78
§ 6.1.1 制备方法	78
§ 6.1.2 结构与性能	80
§ 6.1.3 聚甲基丙烯酸甲酯的加工	82
§ 6.1.4 聚甲基丙烯酸甲酯的应用	84
§ 6.1.5 定向有机玻璃	84
§ 6.2 甲基丙烯酸甲酯共聚物	85
§ 6.2.1 甲基丙烯酸甲酯与苯乙烯共聚物	85
§ 6.2.2 甲基丙烯酸甲酯与丙烯酸酯共聚物	86
§ 6.3 其它丙烯酸类聚合物	86
§ 6.3.1 聚 α -氯代丙烯酸甲酯	86
§ 6.3.2 聚 α -氰基丙烯酸甲酯	87
思考题	87
第七章 氟塑料	89
§ 7.1 聚四氟乙烯	89
§ 7.1.1 制备方法	89
§ 7.1.2 结构与性能	90

§ 7.1.3 聚四氟乙烯的加工	92
§ 7.1.4 聚四氟乙烯的应用	92
§ 7.2 聚三氟氯乙烯	93
§ 7.2.1 制备方法	93
§ 7.2.2 结构与性能	93
§ 7.2.3 加工与应用	94
§ 7.3 聚全氟化乙丙烯	95
§ 7.3.1 制备方法	95
§ 7.3.2 结构与性能	96
§ 7.3.3 加工与应用	97
§ 7.4 可熔性聚四氟乙烯	97
§ 7.4.1 制备方法	98
§ 7.4.2 结构与性能	98
§ 7.4.3 加工与应用	99
思考题	99

第八章 聚酰胺类塑料

§ 8.1 脂肪族聚酰胺	100
§ 8.1.1 p 型聚酰胺和 mp 型聚酰胺	100
§ 8.1.2 脂肪族聚酰胺的结构与性能	101
§ 8.1.3 增强聚酰胺与单体浇铸聚酰胺	104
§ 8.1.4 脂肪族聚酰胺的加工与应用	106
§ 8.2 芳香族聚酰胺	107
§ 8.2.1 聚间苯二甲酰间苯二胺 (Nomex)	107
§ 8.2.2 全对位聚芳酰胺	109
§ 8.3 透明聚酰胺	110
§ 8.3.1 聚对苯二甲酰三甲基己二胺 (Trogamid-T)	110
§ 8.3.2 PACP-9/6 (商品名)	111
思考题	112

第九章 聚碳酸酯

§ 9.1 双酚 A 型聚碳酸酯	113
§ 9.1.1 制备方法	113
§ 9.1.2 结构与性能	115
§ 9.1.3 加工与应用	117
§ 9.1.4 双酚 A 型聚碳酸酯的改性	118
§ 9.2 其它聚碳酸酯	120
§ 9.2.1 卤代双酚 A 型聚碳酸酯	120
§ 9.2.2 聚酯聚碳酸酯	120

§ 9.2.3 烯丙基二甘醇碳酸酯	121
思考题	121
第十章 热塑性聚酯	122
§ 10.1 聚对苯二甲酸乙二醇酯	122
§ 10.1.1 制备方法	122
§ 10.1.2 结构与性能	123
§ 10.2 聚对苯二甲酸丁二醇酯	125
§ 10.2.1 制备方法	125
§ 10.2.2 结构与性能	126
§ 10.3 热塑性聚酯的加工与应用	127
§ 10.3.1 加工	127
§ 10.3.2 应用	128
思考题	128
第十一章 聚醚类塑料	130
§ 11.1 聚甲醛	130
§ 11.1.1 聚甲醛的制备	130
§ 11.1.2 聚甲醛的结构与性能	131
§ 11.1.3 聚甲醛的改性	135
§ 11.1.4 聚甲醛的加工	137
§ 11.1.5 聚甲醛的应用	139
§ 11.2 聚苯醚	139
§ 11.2.1 聚苯醚的制备	139
§ 11.2.2 聚苯醚的结构与性能	140
§ 11.2.3 聚苯醚的性能	141
§ 11.2.4 聚苯醚的改性	143
§ 11.2.5 聚苯醚的成型加工及应用	144
§ 11.3 氯化聚醚	145
§ 11.3.1 氯化聚醚的制备	145
§ 11.3.2 氯化聚醚的结构与性能	146
§ 11.3.3 氯化聚醚的性能	147
§ 11.3.4 氯化聚醚的成型加工	149
§ 11.3.5 氯化聚醚的应用	150
§ 11.4 聚苯硫醚	150
§ 11.4.1 聚苯硫醚的制备	150
§ 11.4.2 聚苯硫醚的结构与性能	151
§ 11.4.3 聚苯硫醚的性能	152
§ 11.4.4 聚苯硫醚的成型加工	154

§ 11.4.5 聚苯硫醚的应用	155
§ 11.5 聚醚醚酮	155
§ 11.5.1 聚醚醚酮的制备	157
§ 11.5.2 聚醚醚酮的结构与性能	157
§ 11.5.3 聚醚醚酮的性能	157
§ 11.5.4 聚醚醚酮的成型加工	160
§ 11.5.5 聚醚醚酮的应用	161
思考题	162
第十二章 聚砜类塑料	163
§ 12.1 聚砜塑料的制备	164
§ 12.2 聚砜塑料的结构与性能	166
§ 12.3 聚砜塑料的性能	167
§ 12.4 聚砜塑料的成型加工	178
§ 12.5 聚砜塑料的应用	180
思考题	181
第十三章 聚酰亚胺类树脂及塑料	182
§ 13.1 聚酰亚胺的制备	183
§ 13.2 聚酰亚胺的结构与性能	185
§ 13.3 聚酰亚胺的性能	186
§ 13.4 聚酰亚胺的主要品种	190
思考题	208
第十四章 酚醛树脂及塑料	209
§ 14.1 酚醛树脂的制备	209
§ 14.2 酚醛树脂的固化	212
§ 14.3 酚醛树脂的性能及应用	213
§ 14.4 酚醛树脂模塑料及酚醛树脂 SMC	215
§ 14.4.1 酚醛树脂模塑料	215
§ 14.4.2 酚醛树脂 SMC 的生产和应用	219
§ 14.5 酚醛树脂的改性	220
思考题	220
第十五章 氨基树脂及塑料	221
§ 15.1 脲醛树脂及塑料	221
§ 15.1.1 脲醛树脂的合成及固化	221
§ 15.1.2 脲醛树脂的性能及应用	222
§ 15.2 三聚氰胺甲醛树脂及塑料	225

思考题	227
第十六章 不饱和聚酯树脂及塑料	228
§ 16.1 不饱和聚酯树脂的制备	228
§ 16.1.1 原材料	228
§ 16.1.2 不饱和聚酯的制备	230
§ 16.2 不饱和聚酯的固化	231
§ 16.2.1 引发剂	231
§ 16.2.2 促进剂	232
§ 16.2.3 树脂的固化	232
§ 16.2.4 不饱和聚酯的结构特点	232
§ 16.3 不饱和聚酯的片状模塑料和团状模塑料	233
§ 16.3.1 不饱和聚酯模塑料的组分	234
§ 16.3.2 不饱和聚酯模塑料的制造工艺	235
§ 16.3.3 不饱和聚酯模塑料的性能	236
思考题	237
第十七章 塑料的选材及配方设计	238
§ 17.1 塑料配方设计中的选材	238
§ 17.2 配方设计的原则	239
§ 17.3 配方设计的实例	239
§ 17.4 塑料配方的试验设计	242
§ 17.4.1 正交试验设计	242
§ 17.4.2 正交回归设计	245
思考题	248
第十八章 塑料性能表征与测试	250
§ 18.1 概述	250
§ 18.1.1 塑料的性能特点	250
§ 18.1.2 塑料的组成与结构特点	250
§ 18.1.3 塑料的性能测试特点	252
§ 18.2 力学性能	254
§ 18.2.1 强度与刚度	254
§ 18.2.2 硬度	255
§ 18.2.3 韧性	257
§ 18.2.4 蠕变和应力松弛	258
§ 18.2.5 耐疲劳性	258
§ 18.2.6 摩擦和磨损性能	259
§ 18.3 热学性能	260

§ 18.3.1	热导率	260
§ 18.3.2	线胀系数	260
§ 18.3.3	比热容	260
§ 18.4	耐热性及耐寒性	261
§ 18.4.1	几个特征性温度	261
§ 18.4.2	短时耐热性	262
§ 18.4.3	最高连续使用温度	262
§ 18.4.4	脆化温度	264
§ 18.5	电性能	264
§ 18.5.1	介电常数	264
§ 18.5.2	介质损耗因数	264
§ 18.5.3	电阻率	265
§ 18.5.4	介电强度	266
§ 18.5.5	耐电弧性	266
§ 18.5.6	耐电弧径迹性	266
§ 18.5.7	湿度、温度、电场频率对电性能的影响	266
§ 18.6	光学性能	267
§ 18.6.1	透光率	267
§ 18.6.2	雾度	267
§ 18.7	化学性能	268
§ 18.7.1	耐化学药品性	268
§ 18.7.2	耐溶剂应力开裂性	269
§ 18.7.3	耐环境应力开裂性	269
§ 18.8	自然老化性能	269
§ 18.8.1	概述	269
§ 18.8.2	大气自然老化试验	270
§ 18.8.3	加速老化试验	271
§ 18.8.4	热空气老化试验	272
§ 18.8.5	湿热老化试验	273
§ 18.8.6	耐菌试验	273
§ 18.9	燃烧与阻燃性能	274
§ 18.9.1	概述	274
§ 18.9.2	燃着性试验	276
§ 18.9.3	垂直燃烧试验	276
§ 18.9.4	水平燃烧试验	277
§ 18.9.5	耐炽热性试验	277
§ 18.9.6	有限氧指数试验	277
§ 18.9.7	释烟密度和烟尘特性试验	278
§ 18.10	扩散与渗透性能	279

§ 18.10.1 概述	279
§ 18.10.2 透气性试验	280
§ 18.10.3 透湿性试验	281
§ 18.11 其它性能	281
§ 18.11.1 吸水性	281
§ 18.11.2 收缩性	282
§ 18.11.3 密度	282
§ 18.12 塑料供料表征	283
§ 18.12.1 熔融指数	283
§ 18.12.2 拉西格流动性	283
§ 18.12.3 体积系数	283
思考题	283
参考文献	285

第一章 绪 论

材料是人类社会赖以存在和发展的基本条件之一,是发展科学技术的物质基础。材料科学是现代科学技术发展的三大支柱之一。

人类社会发 展曾 经历过 主要以 使用 某种 单一 材料 为标志 的时 代,例如 石器 时代、青 铜器 时代、铁 器时 代等。随 着生 产力 和社 会文 明的 发 展,人 类使 用的 材料 类型 日益 增 多。截 至 19 世 纪 中 叶,人 类使 用的 材料 已包 括多 种金 属、玻 璃、陶 瓷、木 材、皮 革、天 然纤 维、动 物角 质材 料和 石 料等。19 世 纪中 叶以 后,人 类开 始使 用合 成的 有机 高分 子材 料,揭 开了 材料 科学 的 新纪 元。有 机高 分子 材料 的应 用大 大丰 富了 人们 的生 活,并 对科 学技 术的 发 展以 巨 大的 推 动。在 现 代材 料科 学领 域中,有 机高 分子 材料 是一 个重 要方 面,而 塑料 材料 又是 有机 高分 子材 料中 最重 要的 分 枝。现 今塑 料材 料的 应用 已遍 及国 民经 济各 个部 门和 人们 生活 的各 个领 域,从 工业、农 业、交 通运 输到 国防 建设。如 在机 械制 造、仪 器仪 表、电 子电 器、邮 电通 讯、汽 车制 造、军 工技 术、医 疗卫 生、轻 纺、食 品、家 电制 造、日 用百 货、文 化娱 乐等 方面 的应 用日 益普 及。在 航空 航天 工程 中,塑 料材 料也 日益 重要,以 热固 性树 脂为 基体 的复 合材 料已 有数 十年 的应 用历 史,高 性能 的热 塑性 树脂 基复 合材 料又 异军 突起,后 来居 上。树 脂基 复合 材料 以其 质轻,比 强度、比 刚度 高及 其它 一些 独特 性能,在 减轻 飞行 器质 量,增 大有 效载 荷,改 善飞 行性 能和 某些 特殊 功能 方面,起 着其 它任 何材 料不 可替 代的 作用。另 一方 面,许 多优 异的 工程 塑料,在 航空 航天 用仪 表、电 子设 备、电 机电 器、机 械附 件、机 内装 饰等 方面 的应 用也 愈来 愈多,愈 来 愈重 要。

§ 1.1 塑料发展简史

人类用合成方法生产的第一种塑料是硝化纤维。硝化纤维作为塑料使用的第一个专利产品出现于 1856 年,而实现工业化生产是 1872 年,这就是用樟脑增塑的硝化纤维——赛璐珞的生产。随后,在 1897 年出现了酪素塑料(酪素是干酪、豆类中含有的蛋白质)。进入 20 世纪,塑料新品种相继出现,1907 年出现了酚醛塑料,1918 年出现了脲醛塑料。1930 年,第一家生产聚苯乙烯的工厂投产,紧接着在 1931 年聚氯乙烯和聚甲基丙烯酸甲酯也实现了工业化生产。尼龙 66 的第一个专利产生于 1937 年,次年建成实验厂,1939 年实现了工业化生产,产品的最初形式是纤维,在第二次世界大战中才开发出了塑料薄膜和模塑制品。1939 年,高压法生产的聚乙烯问世。20 世纪 40 年代和 50 年代,塑料工业有了更快的发展,出现了更多的新品种。聚四氟乙烯、聚三氟氯乙烯、抗冲击性聚苯乙烯、ABS、尼龙 6、尼龙 610 都是出现在 40 年代的主要品种。50 年代投产的塑料主要新品种有尼龙 11、三聚氰胺甲醛塑料,用齐格勒法和菲利浦法生产的高、中密度聚乙烯(分别在 1955 年和 1957 年投产)、聚甲醛、聚碳酸酯和氯化聚醚。我国于 1958 年成功地研究制出尼龙 1010。20 世纪 60 年代,相继实现了许多性能优异的工程塑料的工业化生产,其主要品种有聚苯硫醚(1963 年)、聚苯醚(1964 年)、聚砜、聚对苯二甲酸乙二醇酯即 PET(1965 年)、聚酰亚胺(1965—1967 年)、聚对苯二甲酸丁二醇酯(1967—1970 年)。聚

醚醚酮、聚芳酯、聚苯酯则是 20 世纪 70 年代投入市场的工程塑料新品种的代表。后来还出现了某些塑料新品种,但塑料材料的发展更多的是用各种改性方法改进已有塑料材料的性能,增加已有各大品种的品级、规格,以满足日益拓宽的应用要求。可以预料,塑料材料的未来发展,仍将是新品种不断开发和已有品种的性能改进。

解放后,我国塑料工业几乎是从无到有并不断取得迅速发展。目前我国已基本可生产现有的所有塑料品种,塑料产量也跃入大国行列,并仍在迅速发展之中。

在所有高分子材料中,塑料的应用最广,品种最多,生产量最大,与人们生活和技术发展关系最密切,发展潜力极大。从事高分子材料科学与工程,特别是从事塑料材料研究、开发与应用的科技人员,应深入了解塑料材料的制备方法、组成、结构与性能及其加工方法,最有效地利用已有塑料材料,为社会创造出各种优质塑料制品,并不断研究开发出性能更优异的塑料新品种,满足人们生活和科学技术发展的需要。

§ 1.2 塑 料 分 类

塑料是一种高分子材料。概括而言,塑料的基本成分是树脂,树脂是由低分子单体化合物通过共价键结合起来的一种高分子化合物(又称高聚物),可以天然生成,也可以人工合成。现今用于制备塑料的树脂,几乎都是由人工合成的。以树脂为基材,按需要加入适当助剂,组成配料,借助成型工具,可以在一定温度和压力下塑制成一定形状和尺寸,经冷却变硬或在成型的温度下交联固化变硬,成为能保持这种形状和尺寸的制品,这样的材料称为塑料。

塑料品种甚多,性能亦各有差别,为便于区分和合理应用不同塑料,人们按不同方法对塑料进行分类。其中最重要的有以下几种分类方法。

1. 按受热时的行为分类

塑料按受热时的行为可分为热塑性塑料和热固性塑料两大类。

(1) 热塑性塑料 热塑性塑料加热时变软以至熔融流动,冷却时凝固变硬,这种过程是可逆的,可以反复进行

硬 $\xrightleftharpoons[\text{冷却}]{\text{加热}}$ 软化以至熔融流动

这是由于热塑性塑料配料中,树脂的分子链是线型或仅带有支链,不含有可以产生链间化学反应的基团,在加热过程中不会产生交联反应形成链间化学键。因此,在加热变软乃至流动和冷却变硬的过程中,发生了物理变化。正是利用这种特性,对热塑性塑料进行成型加工。聚烯烃类、聚乙烯基类、聚苯乙烯类、聚酰胺类、聚丙烯酸酯类、聚甲醛、聚碳酸酯、聚砜、聚苯醚等,都属于热塑性塑料。

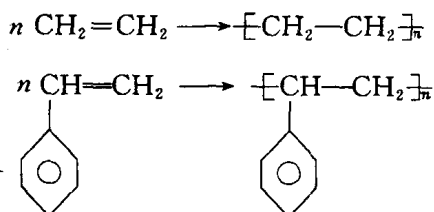
(2) 热固性塑料 热固性塑料配料在第一次加热时可以软化流动,加热到一定温度时产生分子链间化学反应,形成化学键,使不同分子链之间交联,成为网状或三维体型结构,从而也变硬,这一过程称为固化。固化过程是不可逆的化学变化,在以后再加热时,由于分子链间交联的化学键的束缚,原有的单个分子链间不能再互相滑移,宏观上就使材料不能再软化流动了。利用热固性塑料配料的第一次加热时的软化流动,使其充满模腔并加压,固化后形成要求形状和尺寸的制品。热固性塑料配料中树脂的分子链上在固化前都含有某种具有反应的基团,首次加热时,不同分子链间的基团彼此反应形成化学键,使分子链间发生交联反应。酚醛塑料、氨基

塑料、环氧塑料、不饱和聚酯、有机硅、烯丙基酯、呋喃塑料等都属于热固性塑料。

2. 按塑料中树脂合成的反应类型分类

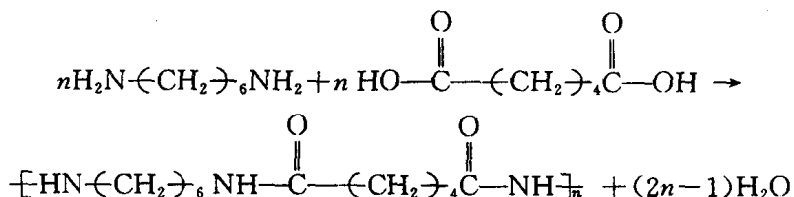
塑料中树脂是由单体通过共价键结合而形成,而共价键的形成可以通过单体间的不同类型反应达到。

(1) 聚合类塑料 塑料中树脂是由含有不饱和键的单体在引发剂(或催化剂)存在下按自由基、离子型等机理进行聚合反应所形成。例如聚乙烯和聚苯乙烯,都是由聚合反应生成的。



在聚合反应中,无低分子副产物放出。聚烯烃、聚乙烯基类、聚苯乙烯类等都是典型的聚合型塑料。氟塑料、聚甲醛、氯化聚酯、丙烯酸酯类,也是聚合型塑料。聚合型塑料绝大多数都是热塑性塑料。

(2) 缩聚类塑料 塑料中树脂是由含有官能基的单体通过缩聚反应所形成。在生成树脂的缩聚反应中有低分子副产物生成。例如聚酰胺 66 就是由缩聚反应生成的。



在这一生成聚酰胺 66 的反应中,也产生了低分子副产物——水。聚酰胺类、聚碳酸酯、聚砜类、聚苯醚、聚苯硫醚、聚酰亚胺类等热塑性塑料和所有的热固性塑料,如酚醛、氨基、环氧、不饱和聚酯、有机硅、呋喃等塑料都是缩聚型塑料。

3. 按塑料中树脂大分子的有序状态分类

按树脂大分子的有序状态,可将塑料分为无定形塑料和结晶型塑料。

(1) 无定形塑料 塑料中树脂大分子的分子链的排列是无序的,不仅各个分子链之间排列无序,同一分子链也像长线团那样无序地混乱堆砌。无定形塑料无明显熔点,其软化以至熔融流动的温度范围很宽。聚苯乙烯类、聚砜类、丙烯酸酯类、聚苯醚等都是典型的无定形塑料。

(2) 结晶型塑料 塑料中树脂大分子链的排列是远程有序的,分子链相互有规律地折叠,整齐地紧密堆砌。结晶型塑料有比较明确的熔点,或具有温度范围较窄的熔程。同一种塑料如果处于结晶态,其密度总是大于处于无定形态时的密度。

结晶型塑料与低分子晶体不同,很少有完善的百分之百的结晶状态,一般总是结晶相与无定形相共存。因此,通常所谓的结晶型塑料,实际上都是半结晶型塑料。结晶型塑料的结晶度与结晶条件有关,可以在较大范围内变化。只有热塑性塑料才能有结晶状态,所有的热固性塑料,由于树脂分子链间相互交联,各分子链间不可能互相折叠、整齐紧密地堆砌成很有序的状态,因此不可能处于结晶状态。聚乙烯、聚丙烯、聚甲醛、聚四氟乙烯等都是典型的结晶型塑料。

4. 按性能特点和应用范围分类

按性能特点和应用范围,可大致将现有塑料分为通用塑料和工程塑料两大类。

(1) 通用塑料 凡生产批量大、应用范围广、加工性能良好、价格又相对低廉的塑料可称为通用塑料。通用塑料容易采用多种工艺方法成型加工为多种类型和用途的制品,例如可用注塑、挤出、吹塑、压延等成型工艺或采用压制、传递模塑工艺(后两种工艺用于热固性塑料)。但通用塑料一般而言,某些重要的工程性能,特别是力学性能、耐热性能较低,不适宜用于制备作为承受较大载荷的塑料结构件和在较高温度下工作的工程用制品。聚烯烃类、聚乙烯基类、聚苯乙烯类(ABS除外)、丙烯酸酯类、氨基、酚醛等塑料,都属于通用塑料范畴。聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料是当今应用范围最广、产量最大的通用塑料品种,合称五大通用塑料。

(2) 工程塑料 工程塑料除具有通用塑料所具有的一般性能外,还具有某种或某些特殊性能,特别是具有优异的力学性能或优异的耐热性,或者具有优异的耐化学性能,在苛刻的化学环境中可以长时间工作,并保持固有的优异性能。优异的力学性能可以是抗拉伸、抗压缩、抗弯曲,抗冲击,抗摩擦磨损、抗疲劳、抗蠕变等。某些工程塑料兼有多种优异性能。

工程塑料生产批量较小,供货较紧缺,或制备时的原材料较昂贵、工艺过程较复杂,因而造价较昂贵,用途范围就受到限制。某些工程塑料成型工艺性能不如通用塑料,也是限制其应用范围较小的原因之一。现今,较常应用的工程塑料大品种有聚胺类塑料,聚碳酸酯、聚甲醛、热塑性聚酯、聚苯醚、聚砜、聚酰亚胺、聚苯硫醚、氟塑料等。ABS是应用量最大的工程塑料。

应该指出,以上对通用塑料和工程塑料的分类并不是绝对的。上述所列举的某些通用塑料品种,经过增强或改性,许多性能可以提高,亦可当作工程塑料应用。例如玻纤增强聚丙烯、含玻纤的酚醛塑料等。ABS也属于通用塑料聚苯乙烯的改性产品,由于综合力学性能优异,被列为工程塑料。制备ABS塑料的原材料价廉易得,制备工艺过程也较简单方便,生产批量大,因而价格比其它工程塑料便宜,用途甚广,用量甚大,在此种意义上,又可以把它视为通用塑料。聚乙烯是典型的通用塑料,但超高分子量聚乙烯又因具有优异的耐磨性被视为工程塑料。可以预言,随着塑料工业的发展,合成技术的进步,塑料材料应用领域的拓宽,产量的增大,价格的降低以及塑料成型加工技术的进步,将来还会有某些工程塑料当作通用塑料应用,而某些通用塑料由于改性使性能改善,亦可作为工程塑料应用。

思 考 题

1. 了解到塑料发展简史后,你受到什么启迪?
2. 试用简明的语言,对“塑料”下一个定义。
3. 热塑性塑料与热固性塑料的区别是什么?这种区别的本质原因何在?
4. 聚合类塑料与缩聚类塑料有何区别?
5. 何谓通用塑料,何谓工程塑料?你对二者的区分有怎样的理解?

第二章 塑料材料的组成及配制

§ 2.1 塑料材料的组成

组成塑料的最基本成分是树脂,称为基质材料。按实际需要,塑料材料中一般还含有许多其它成分,称为助剂,这些助剂用以改善材料的使用性能或工艺性能。热塑性塑料有时也以纯树脂形式使用,热固性塑料则完全以加有助剂的形式使用。

塑料材料用助剂的品种很多,包括填料、增强剂、增塑剂、润滑剂、抗氧剂、热稳定剂、光稳定剂、阻燃剂、着色剂、抗静电剂、固化剂、发泡剂和其它某些助剂。

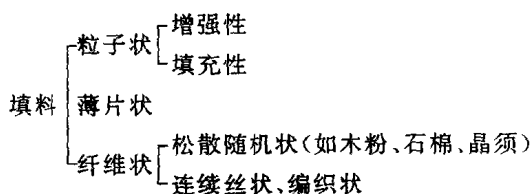
对助剂的基本要求是功能上有效,在塑料加工使用条件下稳定,与树脂结合稳固,不渗析和喷霜,无毒无味,价格适宜。渗析是指塑料中某助剂向相接触的其它材料中迁移的现象。渗析的发生是由于该助剂在基质材料树脂中有一定溶解度,也可在所接触的材料中有一定的溶解度。喷霜是指塑料中某助剂向制品表面迁移的现象,一般主要是指增塑剂和润滑剂。当该助剂在加工温度下在树脂中完全溶解,但在室温下仅部分溶解时,所成型的制品在室温下存放或使用时就会发生喷霜现象。对于助剂的选择必须慎重考虑到上述情况,防止渗析和喷霜现象发生。

树脂是塑料的主要成分,是本书以后各章中介绍的主要内容,本章仅简要介绍塑料材料中使用的各种重要助剂。

§ 2.1.1 填料、增强剂

填料是用以改善塑料某些物理性能,例如导热性、膨胀性、耐热性、硬度、收缩性、尺寸稳定性等,有时也是为了改善或会伴随着改善材料的某些力学性能,有时,填料的使用主要是为了降低材料造价。

增强剂用以提高塑料的力学性能,即提高材料强度和刚度、硬度等的助剂,以增大材料的承载能力,也往往伴随着改善材料的其它物理性能,如提高耐热性,减小收缩,改善尺寸稳定性,改变导热性和热膨胀性等。人们往往将这两种含义有所区别的助剂视为同一。实际上,填料的含义较广,增强剂的含义较窄,可将增强剂包括在填料内,视为专用于改善材料力学性能的填料。可用下述简单的图解关系说明填料范畴及其与增强剂的关系。



将增强剂,或广而言之将填料加入材料后,对材料的增强效果或对其它性能的改善效果主