

塑料选用基础

倪 德 良

上海科学技术出版社

塑料选用基础

倪 德 良

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书共分九章,除第一章绪论外,首先概要地描述了塑料及其复合材料的结构特点与性状,为塑料选用者提供必要的塑料材料基本概念和物理基础;然后分别从叙述塑料的机械力学、减摩耐磨、电气绝缘和耐蚀防腐等实用性能着手,详细讨论了结构塑料、耐磨塑料、电气塑料和防腐塑料的选择使用问题;最后还介绍了工程施工中常用塑料的简易成型加工方法和加工使用中普遍存在的塑料老化与防老化知识。

本书可供从事塑料应用的或需要了解塑料应用知识的技术工人、工程技术人员和大专院校师生参考。

塑料选用基础

倪 德 良

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海市印十二厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 9 字数 194,000

1982年5月第1版 1982年5月第1次印刷

印数 1-12,500

统一书号: 15119·2179 定价:(科四) 0.85 元

目 录

第一章 绪论	1
第一节 塑料及其形成的基本概念	2
一、塑料概念	2
二、塑料形成	3
第二节 塑料的实用性能及应用	12
一、美观轻巧	12
二、电气绝缘	14
三、热物理性能	14
四、机械力学性能	15
五、减震消音	16
六、耐磨性能	18
七、耐蚀防腐	18
八、透光性及其他防护性能	19
第三节 合理选择与使用塑料	21
一、选取塑料的一般方法与内容	23
二、正确使用塑料	26
第四节 塑料的历史发展及展望	27
一、历史发展	27
二、今后展望	30
第二章 高聚物的结构与状态	32
第一节 高聚物分子的类型及化学结构因素	33
一、高聚物分子的类型	33
二、高聚物的化学结构因素	34

第二节	高聚物的分子间力、形态和聚集态概念	40
一、	大分子间作用力	40
二、	大分子的形态	43
三、	大分子的聚集态	46
第三节	高聚物物理性质的基本特点——松弛	47
一、	松弛的概念	48
二、	高聚物松弛的特点及其产生原因	48
三、	实际的力学松弛现象	51
第四节	非晶高聚物的力学状态	53
一、	力学状态概念	53
二、	玻璃态和玻璃化转变	53
三、	高弹态	55
四、	粘流态与粘流温度	57
第五节	高聚物结晶态与取向态	58
一、	结晶	58
二、	取向	63
第三章	塑料的添加剂及复合材料	66
第一节	塑料中的主要添加剂及其作用	67
一、	塑料的增塑与增塑剂	67
二、	色料及其效应	70
三、	润滑剂	71
四、	化学发泡剂与泡沫塑料	71
五、	阻燃剂	72
六、	抗静电剂	73
第二节	塑料填充剂及复合材料	73
一、	填充剂的意义	73
二、	填充剂效应与复合材料特性	74
第三节	纤维增强塑料	78
一、	纤维增强材料的设计思想	78

二、玻璃钢的增强原理和特点	79
第四节 共混高聚物及其他复合材料	83
一、共混高聚物	83
二、复合材料的其他型式	85
第四章 塑料的机械力学性能与结构塑料的选用	88
第一节 塑料的基本力学性能与力学稳定性	89
一、塑料的应力-应变类型和特性	89
二、塑料的耐久强度与力学稳定性	93
第二节 塑料的机械力学性能	99
一、未增强塑料的机械力学性能	99
二、增强塑料的机械力学性能	107
第三节 结构塑料的选用	112
一、受力环境分析与初步选材	113
二、设计	116
三、许用应力的确定	119
四、受力塑料件的使用	123
第四节 常用塑料结构件	124
一、齿轮	124
二、容器和管子	127
第五章 塑料的摩擦特性和摩擦塑料的选用	130
第一节 塑料的摩擦磨损与润滑性能	132
一、摩擦磨损和润滑概念	132
二、塑料的摩擦学特性	132
三、不同塑料的摩擦学性能比较	138
第二节 摩擦塑料的选用	143
一、摩擦环境的分析与材料的选用	143
二、摩擦塑料件的磨损预计	147
第三节 常用塑料摩擦件	148
一、滑动轴承	149

二、活塞环	151
第六章 塑料的电性能与电气塑料的选用	154
第一节 塑料的电绝缘性能	155
一、导体与绝缘的本质	155
二、塑料的基本电性能	156
第二节 不同塑料的电性能比较	169
第三节 电气塑料的选用	176
一、电气环境分析与选材	177
二、电气绝缘塑料的使用	184
第七章 塑料的耐腐蚀性能和防腐蚀塑料的选用	187
第一节 塑料的耐腐蚀性能	188
一、塑料的耐腐蚀与破坏情况	188
二、不同塑料的耐腐蚀性能	191
第二节 防腐蚀塑料的选用	201
第三节 全塑结构、复合加强结构及其材料选用	203
一、全塑结构与加强结构	203
二、复合加强结构原理特点	204
三、材料选用	205
四、设计与使用	208
第四节 衬里结构、涂层结构及其材料选用	209
一、衬里结构原理	210
二、衬里的结构设计与材料选用	211
三、涂层	215
四、涂层结构与材料选用	216
第八章 工程施工中常用的塑料成型加工	219
第一节 浇铸与接触成型	220
一、浇铸	220
二、玻璃钢的接触成型	223

第二节 喷涂	225
一、流化床浸涂法	226
二、火焰喷涂法和热熔敷法	226
三、静电喷涂法	227
四、分散液喷涂法	228
第三节 塑料的二次加工和零件装配	229
一、焊接	230
二、粘接	231
三、切削加工与表面处理	233
四、简易热成型	235
五、热处理	236
六、塑料件的一般装配法	238
第九章 塑料在加工与使用过程中的老化及防止	240
第一节 热环境中的塑料老化	241
一、热裂解	242
二、热氧化	244
第二节 塑料的耐热性能	250
一、塑料的耐热性能	250
二、耐热塑料的结构特点	251
三、小结	256
第三节 塑料在光氧环境中的老化及防止	258
一、塑料光氧化的基本原理	258
二、防止塑料光老化的方法	262
第四节 塑料的其他老化形式与环境试验	265
一、塑料在臭氧环境下的老化	265
二、塑料在酸、碱、溶剂等化学品作用下的老化	265
三、塑料在生物作用下的老化	266
四、塑料的电晕老化	267
五、环境试验	267

第五节 常用塑料的光热老化特性及其稳定化	269
一、聚烯烃塑料	269
二、卤代烯烃塑料	270
三、ABS 塑料和丙烯酸酯类塑料	272
四、聚醚塑料	273
五、聚酰胺塑料	275
六、聚酯、聚砜塑料	276
七、热固性塑料	276

第一章

绪 论

塑料是大家比较熟悉的。它们以各自的特色吸引着人们：有的明亮如镜，有的鲜艳夺目，有的以美观大方取胜，有的凭价贱实用见长……。然而，市场上的塑料制品不过是塑料制品中的一部分，人们称它们为日用塑料制品。

除了用作日用品外，塑料还有多种用途。由于塑料具有许多独特的实用性能，如轻巧、耐腐蚀、耐磨、绝缘和良好的多种防护特性等，因而被广泛地应用于机电、化工、建筑、交通运输、能源利用、轻纺、农业、渔业等国民经济，国防和科研的各个部门。它不仅可以代替或节约贵重金属、木材、皮革、纤维等短线材料，提高产品质量，简化加工工序，降低生产成本和提高生产效率，而且可以解决工程上不少关键问题。用作建筑材料、包装材料和农业薄膜是塑料用量最大的几个方面。某些塑料具有耐高温、耐烧蚀和抗辐射的特性，可成功地应用于航天和原子能等尖端技术领域，曾是世界各国竞相研制的重要材料。

石油化工的蓬勃发展，开辟了塑料工业的极其广阔的原料途径，促进了塑料工业的迅速发展。塑料生产的大发展必将导致塑料应用的大发展。在祖国的“四化”建设中，塑料作为一种新兴的合成材料，必然会出现大发展的图景。

本章首先对塑料的基本概念、制造方法作一简述；然后从塑料的实用性能着手，介绍它的应用范围；重点提出了选用塑

料的一般原则;最后略述塑料的历史发展过程和展望。

第一节 塑料及其形成的基本概念

一、塑料概念

塑料是一种合成的有时是用天然材料改造而得的高分子化合物为基体的固体材料。它的组成除了称为树脂的高分子化合物基体外,还有某些具有特定用途的添加剂(在少数情况下,可以不加添加剂)。添加剂(或称助剂)可以根据需要与可能适当选用,主要有填料(包括增强材料)、增塑剂、色料、稳定剂等等。显然,树脂状的高分子物质是塑料的最基本最重要的组分,它决定着塑料的基本性质。这就是人们常用塑料中树脂组分来划分塑料和称呼塑料的依据。

塑料是一大类庞杂的合成材料。由于其制造工艺过程和需要的不同,塑料制件的形态是繁多的,主要有模压塑料制品和注射塑料制品,单丝、棒、管、薄膜和板片等挤出和压延型材,人造革、涂层、泡沫体、层压品和离子交换树脂颗粒等。然而,同一种塑料形态还可以由一种或多种方法加工制取。这些是塑料的品种规格特性多样化的原因之一。塑料除了从材料制件形态上进行分类外,还常从应用角度来区分,如分为日用塑料、工程塑料。其中工程塑料又有通用工程塑料和特种工程塑料之分。近年来,人们对用于特种环境的具有特种功能的塑料研究甚多,因而又出现了功能塑料或功能高分子的名称,以便与常用工程塑料和日用塑料相区分,其中又有医用塑料、光敏塑料等细目。还有按制造树脂的化学反应类型分为缩聚型塑料和加聚型塑料。总之,塑料的分类法很多,而且含义往往不尽确切,只能在某种程度上指明其含义,具有惯用或约定俗成的粗略性质。看来最科学的分类法是从化学

结构及其基本行为这个本质上进行。按塑料中大分子类型和特性,通常将塑料分成两大类,即所谓热固性塑料和热塑性塑料。前者在成型前是可溶可熔的,即是可塑的,而一经成型固化(或称变定),就变为不溶不熔的了;而后者是反复可溶可熔的,因而可以多次成型。然而,还有个别塑料,从分子类型看,不是热固性的,但看不到明显的熔化或者找不到合适的溶剂。这是因为它们各自具有大分子结构上的原因。

所谓大分子,就是由许多含有可反应功能团的一种或几种称为单体的小分子物质按照某种规律通过化学键连接起来的巨型分子。线型大分子有点象许多人手拉手连成一个长队的模样。这种连接过程叫做“聚合”。热塑性塑料中的树脂都是线型的(或稍有分支)长链大分子结构。它有较大的热运动自由度,故表现出可溶可熔等性质。而热固性塑料的大分子是网状的或体型的连接体,分子运动自由度受到了极大的限制,因而表现为不溶不熔的特性。

因为单体是决定大分子物质基本特性的最重要的化学结构因素,所以人们命名和区分塑料时,就在其单体名称前面加个“聚”字就变成了某种树脂或塑料的名称了,如聚乙烯、聚氯乙烯、聚甲醛等等。有时干脆连“聚”字都不加,而在单体的简称后面加“塑料”二字即可,如酚醛塑料、氯乙烯塑料、脲醛塑料、环氧塑料等。

热固性塑料和热塑性塑料中各有许多品种,每个品种又常有若干衍生物和改性物,可见名目之众多。现将某些典型的热固性和热塑性塑料列于表 1-1 中。

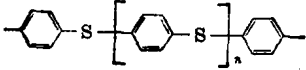
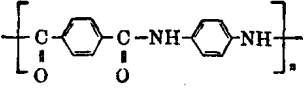
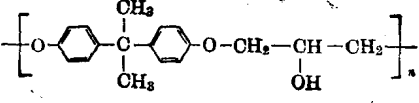
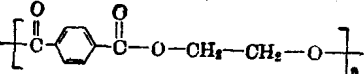
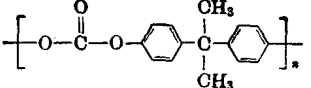
二、塑料形成

制造绝大多数塑料的首要一步就是制造树脂(高分子物质或其预聚体),然后根据需要,将树脂进一步加工成塑料及

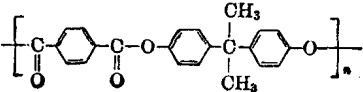
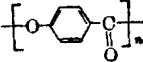
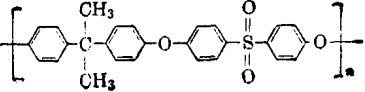
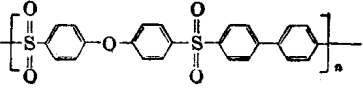
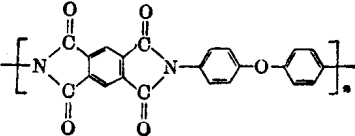
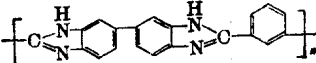
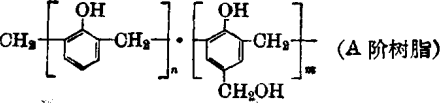
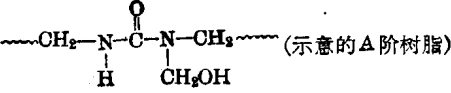
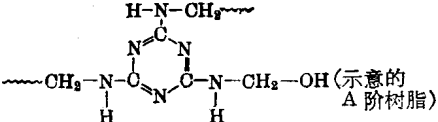
表 1-1 常用的热塑、热固性塑料

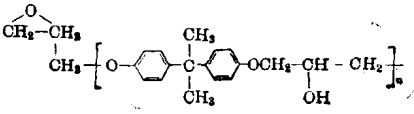
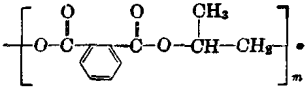
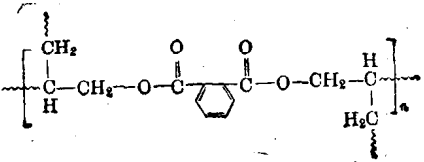
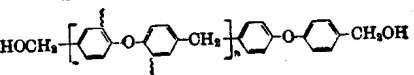
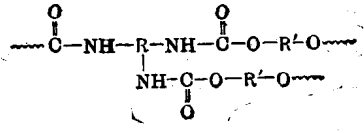
名称 (代称)	结 构
线型结构的热塑性塑料:	
聚 乙 烯 (PE)	$-\text{CH}_2-[\text{CH}_2-\text{CH}_2]_n-\text{CH}_2-$
聚 丙 烯 (PP)	$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-[\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}]_n-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$
聚 苯 乙 烯 (PS)	$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-[\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}]_n-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-$
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 共 聚 物 (ABS)	$\left[\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}_2-\text{CH}} \right]_2 \left[\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2 \right]_2 \left[\text{CH}_2-\underset{\text{CN}}{\text{CH}} \right]_2$
聚 氯 乙 烯 (PVC)	$-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-[\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}]_n-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-$
聚 偏 二 氯 乙 烯 (PDVC)	$-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\overset{\text{Cl}}{\text{C}}}-[\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\overset{\text{Cl}}{\text{C}}}]_n-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\overset{\text{Cl}}{\text{C}}}-$
聚 甲 醚 (POM)	$-\text{CH}_2-\text{O}-[\text{CH}_2-\text{O}]_n-\text{CH}_2-\text{O}-$
聚 氯 醚 (Peaton) (或 氯化 聚 醚)	$\left[\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2\text{Cl}}{\overset{\text{CH}_2\text{Cl}}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{O} \right]_n$
聚 苯 醚 (PPO)	$\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_2-\text{O}-\left[\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_2-\text{O} \right]_n-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_2-\text{O}-\text{CH}_3$
聚 酰 胺 6(或 尼 龙 6)	$\left[\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{NH} \right]_n$

(续表)

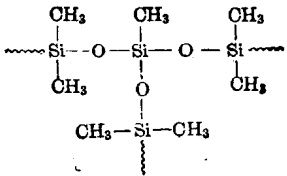
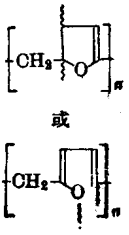
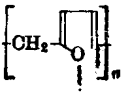
名称 (代称)	结 构
尼 龙 1010	$\left[\text{NH}-(\text{CH}_2)_{10}\text{NH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_6\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} \right]_n$
聚 甲 基 丙 烯 酸 甲 酯 (PMMA) (有 机 玻 璃)	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{O}=\text{C} \\ \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array} \right]_n$
聚 苯 硫 醚 (PPS)	
芳 香 聚 酰 胺 之 一	
聚 酚 氧	
聚 四 氟 乙 烯 (F ₄)	$-\text{CF}_2-\left[\text{CF}_2-\text{CF}_2 \right]_n-\text{CF}_2-$
聚 三 氟 氯 乙 烯 (F ₃)	$-\text{CF}_2-\overset{\text{Cl}}{\text{CF}}-\left[\text{CF}_2-\overset{\text{Cl}}{\text{CF}} \right]_n-\overset{\text{Cl}}{\text{CF}}-\text{CF}_2-$
聚 全 氟 乙、丙 烯 (F ₄₆)	$-\left(\text{CF}_2-\text{CF}_2 \right)_m-\left(\text{CF}_2-\overset{\text{CF}_3}{\text{CF}} \right)_n-$
聚 对 苯 二 甲 酸 乙 二 醇 酯 (PET)	
聚 碳 酸 酯 (PC)	

(续表)

名称 (代称)	结构
聚芳酯(双酚A型)	
聚对羟基苯甲酸	
聚 砜	
聚芳砜之一	
聚酰亚胺之一(PI)	
聚苯并咪唑(PBI)	
体型结构的热固塑料: 酚醛树脂 (PF)	 (A阶树脂)
脲醛树脂 (UF)	 (示意的A阶树脂)
三聚氰胺- 甲 醛 树 脂 (MF)	 (示意的A阶树脂)

名称 (代称)	结 构
环氧树脂 (EP)	 <p style="text-align: center;">(未变定)</p>
不饱和聚酯树脂之一(普通型) (UP)	 <p style="text-align: center;">(未变定)</p>
聚苯二甲酸二烯丙酯 (DAP)	 <p style="text-align: center;">(示意结构)</p>
聚二苯醚甲醛 (DPO)	 <p style="text-align: center;">(示意结构)</p>
聚氨基甲酸酯 (PU)	 <p style="text-align: center;">(示意结构)</p>

(续表)

名称 (代称)	结构
有机硅树脂之一 (SI)	 <p style="text-align: center;">(示意结构)</p>
呋喃树脂 (糠醇树脂 为例)	 <p style="text-align: center;">或</p>  <p style="text-align: center;">(示意结构)</p>

其制品。但单体浇铸尼龙(MC 尼龙)、聚氨酯等塑料,其树脂的合成和塑料的成型是同时进行的。

1. 树脂制造 天然树脂或天然高分子是在生物生长过程中逐步形成的,如纤维素和蛋白质。但人工制造的树脂主要利用高分子化学合成原理——通常用两类不同的化学过程——合成的,即加聚反应方法和缩聚反应方法。而加聚反应又有连锁型式的和逐步型式的两种,其中连锁型式又有游离基机理和离子机理之分。例如,高压聚乙烯聚合方法是游离基连锁加聚反应过程,低压聚乙烯却是离子型连锁加聚反应过程;而氯化聚醚、聚三氧陆环(聚甲醛)和碱催化的聚己内酰胺等是离子型机理的逐步开环加聚反应过程。

所谓加聚反应就是在一定的条件下,让单体分子的活性