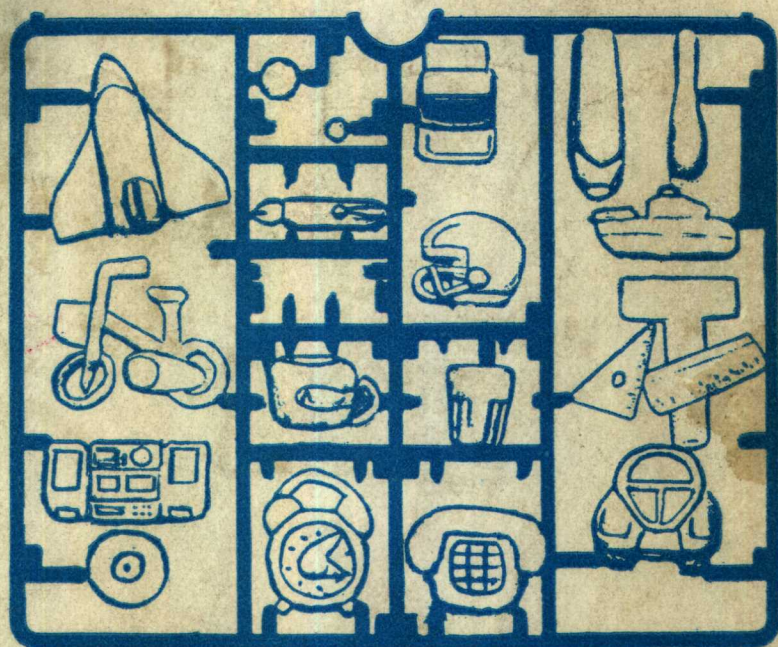


塑料材料

王玉琦 申从祥 编著



北京航空航天大学出版社

塑 料 材 料

王玉琦 申从祥 编著

北京航空航天大学出版社

(京)新登字 166 号

图书在版编目(CIP)数据

塑料材料/王玉琦,申从祥编著. —北京:北京航空航天大学出版社,1993

ISBN 7-81012-405-6/TB·054

I. 塑…

II. ①王… ②申…

III. ①工程材料-塑料 ②塑料-工程材料

IV. TB322

内 容 简 介

本书分四章介绍塑料材料的制造方法、结构与性能的关系、基本加工特性和应用领域。第一章以塑料材料的特性和添加剂的作用为重点;第二~四章则着重介绍各类塑料的主要品种、结构与性能的关系、加工及改性要点。在适当阐述塑料应用中的变形破坏行为及成型加工中的流变理论的基础上,力求明确塑料材料各项性能(物理、机械、热、电、化学及加工)指标的物理意义及其特点。

本书为北京航空航天大学教材编审室审定的高分子材料专业教材,也可供塑料成型加工及应用研究人员、大专院校相关专业的师生参考。

SULIAO CAILIAO

王玉琦 申从祥 编著
责任编辑 韦秋虎

北京航空航天大学出版社

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经销

通县兔子店印刷厂印装

787×1092 印张:14.125 字数:361千字

1993年8月第一版 1993年8月第一次印刷 印数:2000册

ISBN7-81012-405-6/TB·054 定价:3.60元

前 言

《塑料材料》是高分子材料、复合材料专业的必修课教材。

《塑料材料》课的教学目的是使学生掌握塑料材料的品种、特点、结构与性能的关系,加工与改性技术等。通过掌握材料知识做到在塑料制件设计中正确选材,在成型加工中学会改性研究的方法和加工工艺的优化。

本书由四章组成。第一章概述塑料材料各项性能的基本概念、评价性能的指标、塑料改性方法和添加剂的作用等。其后分章讨论各类塑料,重点是材料制造、基本特性、结构与性能的关系、加工方法及其特点、应用领域,还注重介绍应用中优缺点的对比以及改性研究的方向和进展等。每章都附有习题,以供读者复习巩固。

因编者水平所限,加之编写时间仓促,疏漏之处实属难免,如蒙指教,不胜感激。

编 者

1992年5月

目 录

绪 论

第一章 塑料的性质

第一节 物理机械性质	(7)
一、相对密度	(7)
二、光学特性	(7)
三、强度和模量	(9)
四、冲击强度	(10)
五、硬度	(11)
六、摩擦系数、磨损	(13)
七、蠕变	(14)
八、疲劳	(14)
第二节 热性能	(15)
一、耐热耐寒性	(15)
二、燃烧及阻燃	(20)
第三节 电性能	(22)
一、介电特性	(22)
二、绝缘性和耐电压性	(22)
三、带电和防静电	(23)
第四节 耐环境性	(24)
一、耐油和耐化学药品性	(24)
二、耐紫外光性	(26)
三、耐辐射性	(27)
第五节 加工性能	(28)
一、热物理性质	(28)
二、热稳定性	(31)
三、流变性	(32)
四、热固与热塑性塑料流变行为的比较	(36)
五、塑料的结晶、取向与收缩	(37)
第六节 塑料添加剂	(39)
一、概述	(39)
二、稳定化助剂	(40)

三、加工助剂.....	(44)
四、填料(增强、填充剂)	(47)
五、增塑剂.....	(50)
六、发泡剂.....	(52)
七、着色剂.....	(55)
八、阻燃剂.....	(57)
九、抗静电剂.....	(59)

习题

第二章 通用塑料

第一节 聚乙烯	(62)
一、概述.....	(62)
二、聚乙烯树脂合成.....	(62)
三、聚乙烯的结构.....	(63)
四、聚乙烯的性能.....	(65)
五、聚乙烯改性.....	(69)
第二节 聚丙烯	(70)
一、概述.....	(70)
二、聚丙烯塑料的制造.....	(70)
三、聚丙烯的结构与性能.....	(72)
四、聚丙烯的改性.....	(74)
五、聚丙烯的成型加工.....	(76)
第三节 聚苯乙烯	(78)
一、概述.....	(78)
二、苯乙烯系塑料的制造.....	(79)
三、苯乙烯系塑料的结构与性能.....	(81)
四、苯乙烯系塑料成型加工.....	(83)
第四节 聚氯乙烯	(86)
一、概述.....	(86)
二、聚氯乙烯树脂合成.....	(87)
三、聚氯乙烯结构与性能.....	(87)
四、聚氯乙烯的配合要点.....	(90)
五、聚氯乙烯成型加工.....	(94)
第五节 酚醛塑料	(96)
一、概述.....	(96)
二、酚醛塑料的制造.....	(97)
三、酚醛塑料结构	(100)
四、酚醛塑料的性能	(101)
第六节 氨基塑料.....	(106)

一、概述	(106)
二、氨基塑料的制造	(107)
三、氨基塑料的结构	(109)
四、氨基塑料一般性能	(110)
习题	(115)

第三章 工程塑料

第一节 聚酰胺	(116)
一、概述	(116)
二、聚酰胺塑料制造	(116)
三、聚酰胺结构	(118)
四、聚酰胺一般性能	(120)
第二节 聚甲醛	(126)
一、概述	(126)
二、聚甲醛塑料制造	(126)
三、聚甲醛的结构	(128)
四、聚甲醛的一般性能	(129)
第三节 聚碳酸酯	(133)
一、概述	(133)
二、聚碳酸酯塑料制造	(134)
三、聚碳酸酯的结构	(135)
四、聚碳酸酯的一般性能	(137)
第四节 聚苯醚	(142)
一、概述	(142)
二、聚苯醚塑料制造	(142)
三、聚苯醚的结构	(143)
四、聚苯醚塑料的一般性能	(144)
第五节 饱和聚酯	(148)
一、概述	(148)
二、饱和聚酯塑料的制造	(149)
三、饱和聚酯的结构	(150)
四、饱和聚酯的一般性能	(152)
第六节 丙烯酸类塑料	(156)
一、概述	(156)
二、丙烯酸酯塑料制造	(157)
三、丙烯酸类塑料结构	(158)
四、丙烯酸类塑料的性能	(160)
习题	(164)

皮革及无机材料的代用品,发展成关系到从国防建设到日常生活与国民经济发展密切相关的新领域。

塑料的发展可大致分成若干阶段。

1. 初创阶段:酚醛(PF)、脲醛(UF)、硝酸纤维素(CN)及醋酸纤维素(CA)的工业化生产,特点是间歇式小批量生产。

2. 发展阶段:30年代,低密度聚乙烯(LDPE)、聚苯乙烯(PS)、聚氯乙烯(PVC)和聚酰胺(PA)等热塑性塑料相继工业化生产,奠定了塑料工业的基础,也为进一步发展开辟了道路。

3. 飞跃阶段:50年代中至60年代末,石油化学工业的高速发展为塑料工业提供了丰富而廉价的原料。齐格勒-纳塔有机金属络合物定向催化体系聚合工艺创立,高分子科学进一步发展,使高密度聚乙烯(HDPE)和聚丙烯(PP)得以工业化,聚碳酸酯(PC)、聚甲醛(POM)、聚酰亚胺(PI)等相继出现并实现工业化生产,使塑料向耐高温领域有了突破。纤维增强塑料(FRP)和复合材料的出现,使塑料步入高强度、高模量、耐高温的高科技用先进材料科学领域,参见图2。这一阶段,塑料的产量和品种不断增加,成型技术也趋完善。

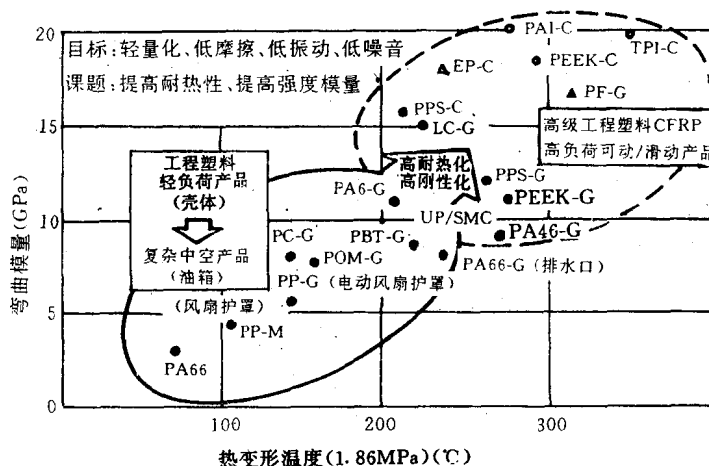


图2 各种FRP的耐热变形性和适用零件(发动机)

4. 稳定增长阶段:70年代以来,由于石油危机和资本主义的周期性经济危机影响,一段时间里,原料价格猛涨,塑料工业的增长速度显著下降。该阶段塑料工业的特点是,通过共聚、交联、共混、合金化、填充、增强、复合、发泡等多种方法,改进塑料的性能,提高产品的质量,扩大应用的领域。生产技术更趋合理,由于生产工艺的自动化、连续化,同时实现产品的系列化,也开拓了功能塑料的新领域。

我国的塑料工业起步较晚,40年代只有酚醛和硝酸纤维素两种塑料,年产仅200吨。50年代末万吨级聚氯乙烯装置的投产,70年代中期几套石油化工装置的引进和建成投产,塑料工业有两次跃进。与此同时,塑料成型工艺方法及机械设备也得到相应发展。

除基础树脂之外,稳定剂、增塑剂、润滑剂、增强剂、填充剂等塑料添加剂是塑料不可缺少的组成部分,在改善塑料的成型加工性能、提高制品的性能以及扩大塑料应用范围方面起重要作用。添加剂的开发和应用也是促进塑料工业发展的重要方面之一。

三、塑料的结构与性质

塑料材料的性质取决于单体的种类,由其构成的大分子链的一次结构和高次结构(凝聚态或聚集态)。高次结构强烈依赖于成型条件,结晶性塑料尤为显著。本书将要讨论的部分塑料基体树脂的分子结构列于表1。

表1 有代表性的工程塑料和通用塑料

缩写及名称	分子结构式	T_g (°C)	T_m (°C)	HDT ^① (°C)
PTFE 聚四氟乙烯	$[-CF_2-CF_2-]_n$	-120	327	50
PES 聚醚砜	$[-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_2-]_n$	225		210
PPS 聚苯硫醚	$[-\text{C}_6\text{H}_4-\text{S}-]_n$	90	285	(260)
PEEK 聚醚醚酮	$[-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-]_n$	143	334	(290)
PAI 聚酰胺-酰亚胺	$[-\text{NH}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-]_n$	300		274 (274)
LCP 液晶塑料	$[-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-]_n$		400	300
PA 聚酰胺 1) 尼龙6	$[-(\text{CH}_2)_5-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-]_n$	50	215	70~80 (210)
2) 尼龙66	$[-\text{C}(=\text{O})-(\text{CH}_2)_4-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-]_n$	50	265	100 (240)
POM 聚甲醛	$[-\text{CH}_2\text{O}-]_n$	-50 (-85)	181	110~120 (160)
PC 聚碳酸酯	$[-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-]_n$	150	220	135 (150)
PPO ^② 聚苯醚	$[-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_2-\text{O}-]_n$	220	-	128 (142)
PBT 聚对苯二甲酸丁二醇酯	$[-\text{O}-(\text{CH}_2)_4-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-]_n$	60	232	58 (210)
PET 聚对苯二甲酸乙二醇酯	$[-\text{O}-(\text{CH}_2)_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-]_n$	69	267	50~80 (200~215)
PE 聚乙烯	$[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$	-120	137	30~50
PP 聚丙烯	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-]_n$	-10 -18	176	50~60 (110~150)
PVC 聚氯乙烯	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{Cl})-]_n$	87	212	60~80
PS 聚苯乙烯	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-]_n$	100	-	80~90

注:① 括号内的值是玻璃纤维(20~40%)增强的 HDT。

② 用 PS 改质的 PPO 作为工程塑料使用。

由表可见,根据分子结构的基本单元(单体)选取之不同,可设计出各种组成和结构的高分子,这一特点是其他材料所不具备的。即便单体相同,也会因聚合方式和与别种单体组合的方式不同而构成各种分子结构形态的高分子,如图 3 所示。

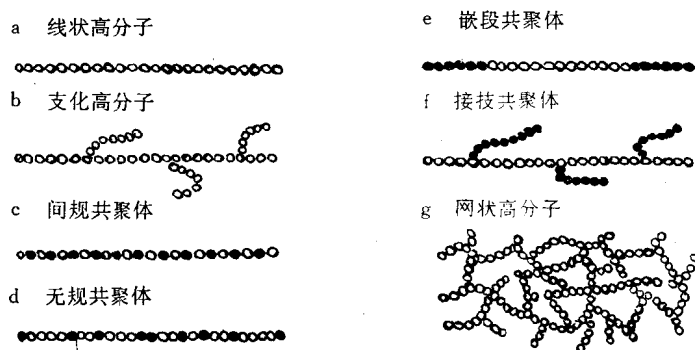


图 3 高分子的各种一次结构

塑料被加热到一定温度后,弹性模量会急剧下降,如图 4 曲线 A 所示。PS 在 100℃ 以下是硬而脆的玻璃体,受热至 100℃ 附近其弹性模量下降四个数量级,呈软而易伸长的橡胶(高弹)

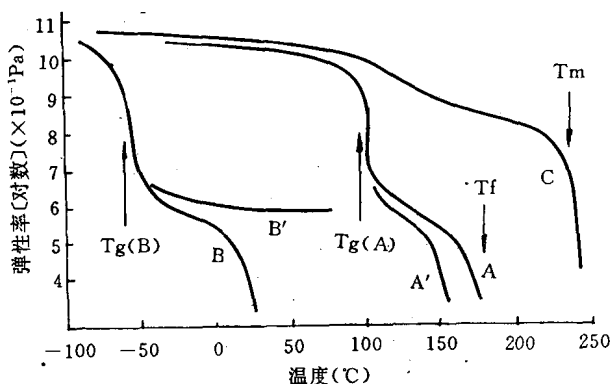


图 4 高弹性模量与温度的关系

A-玻璃态塑料(PS);B-橡胶;C-结晶性塑料($1\text{GN/m}^2 = 102\text{kgf/mm}^2 = 10^{10}\text{dyne/cm}^2$)

态。这个由玻璃态转变为高弹态的温度,就是众所周知的 T_g 。进一步加热至更高温度时,将进入低粘度的熔融状态,在压力下可以流动,该温度为 T_f 。在高于 T_f 的温度下使塑料熔融,随后迅速注入冷的模具中定形,最后脱模,这就是塑料的熔融流动成型。如降低聚合物的分子量,将呈现图 4 曲线 A' 的转变情况,高弹态(弹性模量约 10^5Pa)的温度范围变窄,与曲线 A 相比 T_f 降低,即 A' 能在比 A 低的温度下成型。通过无规共聚向 PS 中引入丙烯腈时,大分子间凝聚力提高, T_g 上升且对有机溶剂的抵抗能力也增强,这就是 AS 树脂。采用接枝共聚的方法进一步向 AS 树脂中导入聚丁二烯(如图 3, f),能造成数百至数千埃(10^{-1}nm)的次级微相分离,这种结构(图 5, g)的形成,使冲击性能得到改善,这就是 ABS 塑料。在熔融状态下,PS(或 AS, ABS)也象低分子那样分子之间没有长距离有序化现象,熔体冷却时,由于结构不规整,侧苯基

有空间位阻,到 T_g 以下分子将呈无序状态的结构而被固结,如图 5,a。表现此种行为的,称为无定形塑料。

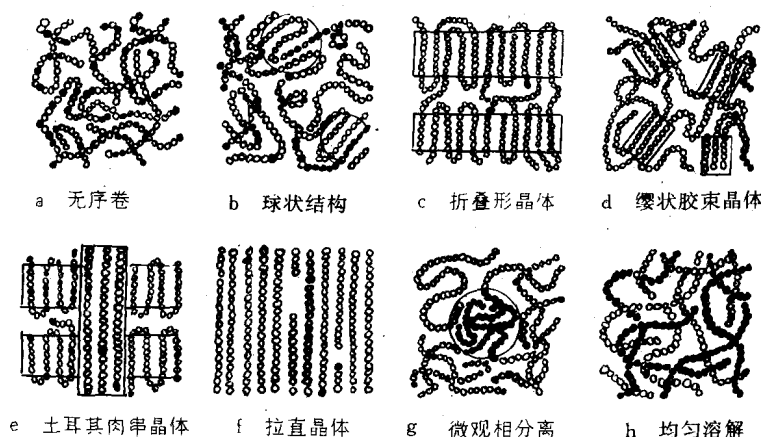


图 5 塑料中各种分子链的聚集状态(高次结构)

与无定形塑料相反,尼龙、聚甲醛一类塑料的分子链柔顺而又规整,由熔融态冷却时,分子有序地排列起来,形成晶体结构,称之为结晶性塑料。然而高分子一般不象金属那样百分之百地形成晶体,而呈晶体-非晶体复合结构,如图 5,c,d。结晶性塑料的性质一般如图 4 中曲线 c,在 T_g 温度以上弹性模量降低不严重,只有到晶体的熔融温度 T_m 时,弹性模量才急剧下降,此时加压可以流动。

图 4 曲线 B 是 T_g 温度远低于室温的大分子的变形情况,这种大分子在室温下受力即可能流动,如分子之间形成化学键(交联),则能阻止流动的发生,如图 4 曲线 B' 所示,橡胶即属于此类高分子。要使橡胶在室温下保持高弹性,交联不可太密,大约每一百个左右单体只应有一个交联点。欲使交联密度大大提高,采用能使 T_g 比室温高得多的聚合物,这就是热固性塑料,如酚醛及氨基塑料等,它们在加热成型时因形成网状结构(如图 3,g)而固化,变成不溶不熔的玻璃体。

高密度聚乙烯(HDPE)是分子间凝聚力较小的线性大分子,结构单纯而规整,结晶度达到 80% 以上,20% 左右的非晶部分基本上是橡胶态,这正是赋予其柔软性的原因。低密度聚乙烯(LDPE)大分子存在分支(如图 3,b),规整性下降,结晶度低(约 65%), T_m 下降,材质更柔软。PP 存在甲基,只有取特定的分子内转角其形态才稳定,所以高分子呈螺旋卷曲形状向晶体堆砌,密度更低。在 PP、PE 等结晶性高分子中,折叠形片状晶(如图 5,c)以晶核为中心呈放射状长大,形成更高次的球晶结构。球晶的大小和分布、其内部片状晶的厚度及分布,它们的择优取向、晶内缺陷及非晶部分的结构等,都与成型条件有关。

塑料材料的性质包括三方面:内在性质、加工性质、制品性质,三者紧密联系。

内在性质可包括热物理性质、力学性质、电学性质、光学性质以及流变学性质等,这些性质可以精确地测量。如已述及,实际塑料材料的性质取决于其化学结构和物理结构,而物理结构在加工过程中会有很大的变化,所以内在性质就与加工历史有关。要测定材料的内在性质,必须使试样制备和测定方法标准化,以尽量排除加工历史或测试条件不同而带来的干扰,充分反映塑料材料的内在性质。

加工性质是决定材料加工的可能性及该加工效果的某些内在性质的总合。塑料的成型加工大部分要经过熔融或浓溶液状态,主要加工技术有模压、传递模塑、注射、挤出、吹塑、浇铸、热成型等。每种加工技术均可包括三个阶段:成型前材料的预处理、成型、固定成型制品的形状。每一阶段材料都受到变化的温度、外力、内力及变化的停留时间的影响,这些因素将决定制品的最终结构。

制品性质可分为外观性质(如形状、尺寸)、使用性质(如强度、韧性等)和耐久性质(稳定性、耐老化性等)。其中大部分性质都比较客观,依赖于内在性质和在成型加工中得到的附加性质(形状、取向、结晶、交联…)

我们需要的是利用塑料的内在性质和加工参数去预言制品的使用性质。本书着重讨论各种塑料的内在性质,并与结构和改性相联系。

第一章 塑料的性质

塑料材料的概况已在绪论中介绍。在详细讨论各种塑料的来源、结构、性能及应用之前,先简要介绍塑料树脂基体(以下简称基体)所具有的主要性质(内在性质)。

第一节 物理机械性质

一、 相对密度

相对密度(即比重)是指在一定温度下试样的质量与同体积水的质量之比(测试标准按GB1033—86)。塑料基体的比重在0.83~2.2之间,比金属(铝2.7,铁7.8)、陶瓷(2.5~3.4)及玻璃(约2.5)都小。质轻是塑料的一大特点。

塑料基体中比重最小的是聚甲基戊烯(TPX,0.835),最大的是聚四氟乙烯(PTFE,2.2),见下页表1.1。若在塑料中充入气体,可得到比重为0.01~0.5的泡沫塑料,是很好的吸音隔热材料;填充氧化铁或铁砂等大比重材料,可得到重化的塑料,适合代替铅制作隔音板、砝码及显微镜座等。

二、 光学特性

塑料材料的折光指数(或折射率)在1.45至1.70之间。在没有光散射的情况下,光透射率(透光率)可达入射光的80~92%,一般无定形塑料基体有良好的光透射性,可以是透明的。结晶性塑料基体一般不透明,因为它们是折射指数不同的晶体和非晶体的复合物,容易在内部形成光雾。一种结晶性塑料的晶体与非晶体的化学组成相同,而造成折射指数差异的主要因素在于密度,光透射性主要随密度之不同而变化,见表1.2。此外,晶体表面发生的内部散射,对光透射性也有显著影响,如果使球晶尺寸减至小于光的波长,就可以促进光的透射。

表 1.2 光透射性随密度的变化

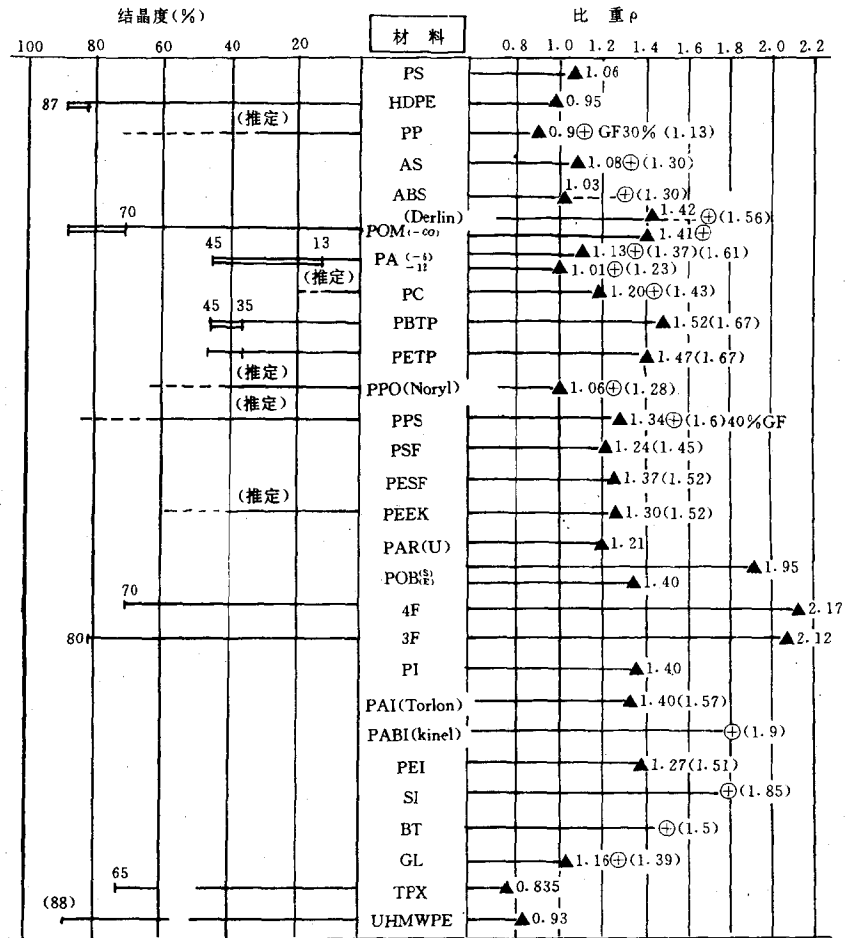
材 料	晶区密度	非晶区密度	透 光 性
聚乙烯	1.01	0.84	不透明/半透明
聚丙烯	0.94	0.836	半透明
聚 3 甲基-丁烯-1	0.90	0.836	半透明/透明
聚 4 甲基-戊烯-1	0.83	0.83	透明

塑料基体的本色可从PS、PMMA等无定形基体的“净水色”至HDPE、POM、PTFE等高结晶性基体的乳白色;酚醛、聚砜等以酚类化合物为基础的基体为黄琥珀色,因为在合成和加工中形成有醌型结构;黄色也可能起因于在加工和老化中产生的共轭双键及酮或羰基。

采取适当的措施,可以促使塑料材料改善对可见光的透射性,例如通过控制工艺条件以降低结晶度;通过加成核剂使球晶尺寸减小至低于可见光的波长;通过加光学增亮剂使之吸收可见光中黄~琥珀色范围的光(575~625毫微米)并在非可见光范围内放出。

塑料可通过加染料或颜料进行整体着色,也可通过涂饰或金属化进行表面着色。

表 1.1 各种材料的比重及结晶化度对比



三、强度和模量

塑料基体的强度(拉伸强度范围 $10\sim 100\text{MPa}$)和模量(杨氏模量范围 $1.5\sim 10\text{GPa}$)其绝对值低于金属材料(强度 $2\sim 9\times 10^3\text{MPa}$, 模量 $20\sim 30\text{GPa}$), 并对加载速率和环境温度有明显依赖关系。因而要讨论塑料材料的力学性能必须遵循粘弹性理论, 考虑其松弛特性。在使用条件下的力学性质应考虑大应力短时间和小应力长时间两种情况, 见表 1.3。

表 1.3 最终使用的力学性质

大应力短时间性质		小应力长时间性质	
刚性	应力应变特性 模量 屈服应力	蠕变	单轴、弯曲形变 蠕变性质
韧性	延性、脆性断裂 断裂应力和断裂伸长 冲击强度	耐久性	蠕变断裂 银纹和开裂 周期应力下的疲劳破坏
硬度	抗刮痕性 压陷硬度	摩擦和磨损	摩擦系数 抗磨耗性

固体材料的拉伸强度性质可以简单地用应力-应变图表示, 它描述横截面一致的均匀试样受单轴拉伸的行为。从图 1.1 给出的典型应力-应变曲线看, 塑料可粗略地分为软而低强度(如 PE)、硬而脆(如 PS)和坚韧而高强度的(如 PES)几类。

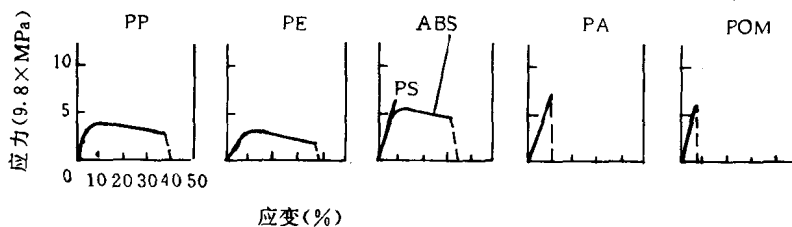


图 1.1 各种塑料的应力-应变曲线

PE、PP 的结晶度为 $35\sim 85\%$, 其玻璃化温度 T_g 低于拉伸试验的温度, 即在室温以下。在出现屈服后不久就发生塑性变形, 而后断裂。它们是软而低强度塑料的典型。POM 的结晶度为 50% 左右, 但 T_g 在室温以上, 试样刚刚屈服就断裂, 塑性变形很小, 强度和模量均比 PP、PE 高, 是强、刚但韧性不足的塑料。这种塑料在受拉而发生变形时, 球晶之间的非结晶部分首先变形, 球晶之间大分子的伸展滑移比晶片之间的展开滑移容易得多。

聚苯乙烯(PS)伸长率仅 2% 就断裂, 是硬而脆的塑料的典型。如前所述, 这种塑料主链的可弯性小, 在外应力下变形, 只能以其价键的弯曲与伸展以及分子间距离与原子价角的变化去适应。所以, PS 的模量虽然很高, 但分散在材料中的缺陷附近会有应力集中, 只要发生微小的变形, 裂纹就开始长大, 并在伸长率很小的情况下断裂。

近期研究工作已逐渐弄清,构成塑料的分子具有很长的链,但实际上并没有充分有效地用在改善强度和模量等性能方面,这是因为高分子有一种形成折叠结构的“恶习”。现已得知,如果按图 5f 所示把长链分子都拉直排齐,即使 PE 也能得到与钢相同的强度和模量,例如超高分子量 PE(超高强纤维)的拉伸强度达到 12.7GPa,模量达 250GPa。然而,要把分子链拉直排齐绝非易事,目前还只能采用所谓凝胶抽丝和超拉伸等方法,极其麻烦。为提高塑料的强度和模量,实际上还是依赖用纤维增强的办法。

表 1.4 列出各种塑料基体的极限力学性能,测试方法按 GB1040-79 或 ASTM D638。

表 1.4 原聚合物的极限力学性质

(模量用 GPa 表示,强度用 10MPa 表示)

	屈服拉 伸强度	屈服伸长 (%)	断裂拉 伸强度	断裂伸长 (%)	拉伸模量	抗弯强度	抗弯模量	压缩强度	泊松比 (静态值)	聚合物 编号
低密度聚乙烯	0.8	20	1.0	800	0.2				0.49	1
高密度聚乙烯	3.0	9	3.0	600	1	4.5	0.8	2	0.47	2
聚丙烯	3.2	12	3.3	400	1.4	4.9	1.5	4.5	0.43	3
聚丁烯-1			3.0	350	0.75				0.47	4
聚苯乙烯			5.0	2.5	3.4	8	3.3	9.5	0.38	5
聚氯乙烯	4.8	3	5.0	30	2.6	9	3.5	7	0.42	6
聚三氟氯乙烯	3.0	10	3.5	175	1.9	5.5	2	4	0.44	7
聚四氟乙烯	1.3	62.5	2.5	200	0.5		0.35	0.8	0.46	8
聚甲基丙烯酸甲酯			6.5	10	3.2	11	3	10.5	0.40	9
聚甲醛			6.5	40	2.7		2.5	12	0.44	10
聚苯醚			6.5	75	2.3				0.41	11
聚苯硫醚			6.5	3	3.4	11				12
聚对苯二甲酸乙二醇酯		6	5.4	275	3.0		2.9		0.43	13
聚对苯二甲酸丁二酯			5.0		2.5				0.44	14
尼龙 66	5.7	25	8.0	200	2.0		2.3		0.46	15
尼龙 6	5.0	30	7.5	300	1.9		2.0	9	0.44	16
聚碳酸双酚 A 酯	6.5	30	6.0	125	2.5	9	2.5	7	0.42	17
聚砒			6.5	75	2.5	10		8	0.42	18
聚酰亚胺			7.5	7	3.0	10			0.42	19
醋酸纤维素	4	6	3	30	2	5	1.25			20
酚醛树脂			5.5	1	3.4	9	4	13		21
不饱和聚酯树脂			6.0	3	5.0	9	5.0	15		22
环氧树脂			5.5	5	2.4	11	2.5	13		23

四、冲击强度

塑料材料应力-应变曲线下面的面积是材料韧性的一种粗略量度。塑料的结晶、取向及内应力存在的程度都会在冲击强度上反映出来,因而可以成为衡量工艺影响的一个重要指标。与材料的其它极限性能不同,冲击强度指某一标准试样断裂时在单位面积上所消耗的能量,而非通常所指的“断裂应力”,是材料在高速冲击状态下韧性或对断裂抵抗能力的量度。最常用的实验方法是 Izod(悬臂梁)法(试验标准按 GB1415-83 或 ASTM256)。表 1.5 给出各种塑料基体的冲击强度,可见各种塑料在室温下的冲击韧性差别很大,脆性塑料(如 PS、PF 等)的缺口冲击强度低于 1kJ/m^2 ,而高韧性塑料(如 PC、PE)的缺口冲击强度大于 10kJ/m^2 ,甚至不断。一般而言,缺口冲击强度大于 2kJ/m^2 的塑料(如 PE、PP、PTFE)在通常拉伸条件下会以韧性形式