

塑料应用指南

钱高龙 倪德良 编



轻工业出版社

塑料应用指南

钱高龙 编
倪德良

轻工业出版社

内 容 提 要

本书是一本塑料应用的普及书。它从介绍塑料的基本概念开始,分别叙述日用塑料在日用品中和工程塑料在耐腐蚀、抗磨减阻、电绝缘、透明、隔热保温和阻尼等工程应用领域的选用问题。为了合理而有效地利用塑料,还介绍了塑料的破坏及其防止、鉴别、回收利用和维修等问题。本书可供对塑料应用感兴趣的同志,特别是非塑料专业的同志应用塑料时参考。此外对广大的乡镇和街道塑料厂开发塑料新产品和对塑料用户选准用好塑料有所裨益。

塑料应用指南

钱高龙 倪德良 编

轻工业出版社出版
(北京广安门南滨河路25号)
轻工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

787×1092毫米1/32印张, 52⁰/₃₂字数, 120千字

1987年9月 第一版第一次印刷

印数, 1—12,000定价, 1.20元

统一书号, 15042·2187

ISBN7-5019-0162-7/TS·0104

前 言

塑料是大家很熟悉的材料，谁都可以轻而易举地说出几件用塑料做的用具来。然而，由于塑料种类繁多，性能又各不相同，因此要完整地讲清其性能用途及如何选择使用，确实是件困难的事。就某一实际使用要求来说，首先遇到的是选用塑料还是其它传统材料，如果准备采用塑料，往往会有几类塑料可供选用，那么怎样选定其中的一类呢？每一类塑料中，又有不少品种规格，它们不是配方的组成不一，就是制造方法有异，或者形态花色不同等等，此时又该如何选取合适的品种规格呢？即使选中了某一品种，则在许多相同制品中哪一个质量好些呢？怎样使用才不易损坏？如果损坏了还能不能修补和回收利用呢？一系列的选择和使用方面的问题恐怕是塑料应用者，尤其是那些原来不熟悉塑料的应用者感兴趣的问题。由此看来，选准用好塑料确是一门学问。

不过，塑料毕竟是新兴材料，至今在材料选择、产品设计和实际使用方面都缺乏完整的理论、方法和数据资料，主要靠人们在长期应用塑料中不断积累起来的塑料行为知识和应用经验。目前，在塑料部件设计上，往往套用金属零部件的设计方法，对于那些重要的应用场合，则需要经过多次模拟试验和较长时间的试用考验后才能作出选材和设计方法的结论。

为了让广大塑料应用者对塑料及其选用问题有个初步的认识，我们收集了有关塑料在日用领域和工程领域的选用资

料，并结合自己的工作体会编写了这本小册子。由于我们水平有限，实践经验又较少，因此谬误之处一定甚多，望读者批评指正。最后，对为本书所引用的资料的作者表示感谢。

作者

1986.2 上海

目 录

第一章 塑料的基本概念..... (1)

第一节 塑料的含义、分类、特性、用途和 发展..... (1)

一、塑料的含义和分类..... (1)

二、塑料的特性..... (4)

三、塑料的用途..... (7)

四、塑料的发展..... (10)

第二节 塑料的物化基础..... (12)

一、大分子的形成..... (12)

二、大分子的链状结构和特性..... (14)

三、大分子聚集与聚集态..... (17)

四、聚合物的热-力学行为..... (19)

五、塑料的构成与添加剂..... (20)

第三节 塑料成型的基础..... (23)

一、压制成型..... (24)

二、浇铸成型..... (24)

三、接触成型..... (25)

四、挤出成型..... (26)

五、注射成型..... (26)

六、吹塑成型..... (28)

七、压延成型..... (29)

八、发泡成型..... (29)

九、其它成型及二次加工·····	(30)
第四节 常用塑料简介·····	(32)
一、聚氯乙烯·····	(32)
二、聚乙烯·····	(33)
三、聚丙烯·····	(35)
四、聚苯乙烯·····	(36)
五、酚醛塑料·····	(37)
六、氨基塑料·····	(38)
七、聚酰胺·····	(39)
八、有机玻璃·····	(39)
九、ABS塑料·····	(40)
十、环氧树脂·····	(41)
十一、聚四氟乙烯·····	(42)
十二、聚氨酯·····	(43)
十三、聚碳酸酯·····	(44)
十四、聚甲醛·····	(45)
十五、聚砒·····	(45)
第二章 日用塑料的选择使用·····	(47)
第一节 日用塑料的概念·····	(47)
第二节 模塑制品的选用·····	(50)
一、塑料提桶、瓶子等容器·····	(51)
二、塑料鞋·····	(53)
三、塑料食具茶具·····	(55)
四、塑料梳、刷、皂盒等盥洗用品·····	(56)
五、塑料钮扣·····	(57)
第三节 薄膜及人造革的选用·····	(58)
一、塑料薄膜·····	(59)

二、人造革·····	(66)
三、塑料墙纸与地面·····	(68)
第四节 塑料丝、带及泡沫制品的选用·····	(71)
一、塑料丝·····	(71)
二、塑料带·····	(73)
三、泡沫塑料制品·····	(73)
第三章 工程用塑料的选择使用 ·····	(77)
第一节 防腐塑料的选用·····	(77)
一、塑料的耐蚀特性·····	(79)
二、防腐塑料的选用·····	(83)
第二节 抗摩塑料的选用·····	(88)
一、塑料的摩擦、磨损和润滑特性·····	(90)
二、抗摩塑料的选用·····	(92)
第三节 电气塑料的选用·····	(99)
一、塑料的电气绝缘性能·····	(100)
二、电气塑料的选用·····	(106)
第四节 光学塑料、保温塑料和阻尼塑料 的选用·····	(114)
一、光学塑料的选用·····	(114)
二、绝热保温塑料的选用·····	(124)
三、阻尼塑料的选用·····	(127)
第四章 塑料的破坏及其防止 ·····	(130)
第一节 塑料制件的力学破坏及其防止·····	(131)
一、塑料的基本力学性能·····	(132)
二、塑料的力学破坏与防止·····	(134)
第二节 塑料的环境老化及其防止·····	(139)
一、热老化及其防止·····	(141)

二、塑料的大气老化·····	(143)
三、塑料的电晕老化·····	(147)
四、常用塑料的光热老化特性及稳定化·····	(148)
第五章 塑料的鉴别、回收利用及修补·····	(151)
第一节 常用塑料的鉴别·····	(151)
一、燃烧鉴别法·····	(152)
二、相对密度鉴别法·····	(154)
三、溶剂法·····	(154)
四、简易鉴别法·····	(154)
五、综合法·····	(155)
六、薄膜的简易鉴别法·····	(157)
第二节 废旧塑料的回收利用·····	(157)
一、废旧塑料的来源·····	(158)
二、废旧塑料的再生法·····	(159)
第三节 塑料的修补·····	(163)
一、热固性塑料的修补·····	(164)
二、热塑性塑料的修补·····	(165)

第一章 塑料的基本概念

塑料对所有人来说，已经不是陌生的东西了。大家朝周围观察一下，便会发现塑料制品到处都有。在家庭里，可以看到许多日常生活用品是用塑料做的；在工厂农村中，能看到塑料制的零件在机器上起着作用；就是在上天入地下海洋的尖端装置里也能发现不少塑料制件……那么，塑料究竟是什么物质，它们是用什么原料制成的，常用的有哪些品种，具有哪些特性，是如何制造出来的等等基本知识，对于一个塑料的使用者来说是感兴趣的，也是有必要认识和了解的。

第一节 塑料的含义、分类、

特性、用途和发展

一、塑料的含义和分类

塑料和木材、钢铁一样，是一种有用的材料。可是木材和铁都是天然物质，而塑料中除少数品种是由天然材料加工而来的外，大部分品种是化学合成的。所以我们说塑料是合成材料。人们通常从煤、石油、天然气、电石、食盐及农副产品中提炼或制取各种基本原料，如乙炔、乙烯、丙烯、氯乙烯、丁二烯、苯、苯乙烯、邻苯二甲酸、乙二醇、双酚A、四氟乙烯、苯酚、甲醛、尿素、三聚氰胺等，在高分子（或聚合物）化学中它们被称为单体。单体通过特殊的聚合

反应就能得到高分子量的聚合物或分子量不很大的预聚物，习惯上统称这些物质为“合成树脂”。我们在合成树脂中加入添加剂（或称为助剂，有些品种可不加），混合后再以一定的工艺条件并在专用设备中成型，就得到在室温下有一定形状的塑料制品。这里，可举做窗帘的聚氯乙烯薄膜为例来说明。我们常用乙炔及氯气为原料，制氯乙烯。氯乙烯就是单体，分子式为 $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ 。它在通常情况下是气态，当然做不了窗帘。如果把单体在特殊的反应釜里进行聚合反应，一个个氯乙烯单体分子相互连起来，形成很长的一串，就成了大分子（高分子），这就是聚氯乙烯。化学式为

$$\left[\underset{\text{Cl}}{\text{CH}_2}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$$

其中 $\left[\underset{\text{Cl}}{\text{CH}_2}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]$ 叫做化学重复单元，

n 为组成聚合物的重复单元数目，也叫聚合度。这种合成树脂还不能称为塑料，因为它们只是粉状或粒状的物质，只有当它们加入了添加剂，如增塑剂、稳定剂、着色剂等，经过混合、密炼、造粒等工艺过程，就成为可以进一步去做成制品的塑料了。聚氯乙烯薄膜就是用压延或吹塑成型的方法制造出来的塑料制品。

高分子化合物与水、硫酸、甲烷、氯乙烯等低分子物有很大的不同。低分子物质分子都有确切的分子量。按其分子式就可算出其分子量，水的化学式为 H_2O ，分子量为18；硫酸的化学式是 H_2SO_4 ，分子量为98，而且同种物质分子的分子量是恒定的。但是，高分子化合物则不是如此。例如，聚氯乙烯树脂含有许许多多多个聚氯乙烯大分子，每个大分子由成千上万个氯乙烯单体连接起来组成。可是各个大分子中包含重复单元的数目是不同的，多的分子量就高些，少的分

子量就低些。所以聚合物中，各个大分子的分子量各不相同，这种现象通常称为聚合物分子量的多分散性。然而在测定其分子量时只能测得聚合物的平均分子量，并且测定方法不同，所得的平均分子量的大小也不一样。

聚合物分子量的多分散性可用分子量分布曲线来描述，如图1-1所示。根据曲线可以看出，聚合物在较宽的分子量范围内各种分子量的分子都有。其中曲线A表示了大部分分子的分子量集中在较窄的区间内，我们说该聚合物的分子量

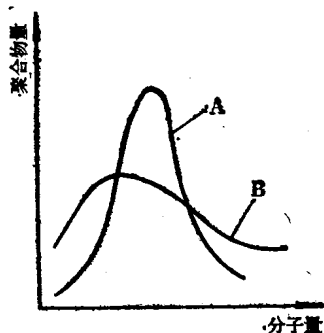


图1-1 分子量分布曲线

分布较窄。曲线B表示了大部分分子的分子量分散在较宽的区间里，则该聚合物分子量分布较宽。分子量分布的宽与窄对聚合物的性能和成型加工有很大的影响。

由于用来合成聚合物的单体越来越多，新的合成方法不断涌现，所以塑料的品种极多。若加上共混、填充、增强等改性方法，塑料的品种就更多了。对数目庞大的塑料品种如何分类，目前一般采用如下几种：

(1) 从制品形态来看，可分为薄膜、模塑品、泡沫体、层压板等等。

(2) 根据成型方法，可分为注塑制品、挤塑制品、压制制品、吹塑制品、热成型制品、压延制品、发泡塑料、玻璃纤维增强塑料等。

(3) 按照应用范围，可分为：

① 通用塑料——一般价格便宜、成型性好、应用广

泛，如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、酚醛塑料等：

② 工程塑料——具有相当的强度、刚性，可作工程结构材料、机械部件及有一定强度的绝缘材料，如聚酰胺、聚碳酸酯、ABS、聚苯醚、玻璃纤维增强塑料等；

③ 特种塑料——一般价格贵，能耐高温及具有其它特殊的性能，如耐辐照塑料、超导电塑料、医用塑料、导磁塑料及感光性塑料等。这类塑料有氟塑料、有机硅塑料、聚酰亚胺等等。

(4) 按聚合物的受热行为来区分，可把塑料分为两大类：

① 热塑性塑料——这类塑料在高于某一温度时，会发生流动；温度降下来，会凝结成固体，并且，这种熔融和固化的过程反复进行。聚乙烯、聚氯乙烯、尼龙、聚甲醛等都是热塑性塑料。

② 热固性塑料——通过化学方法先制成分子量较低的预聚体，然后在热或固化剂的作用下，通过压制成型为既不能熔化，也不能被溶剂溶解的大分子固体，这就是热固性塑料。它再次受热不会软化，只会高温下碳化。酚醛塑料、氨基塑料、聚二苯醚塑料等都属这一类。

二、塑料的特性

塑料工业经过一个多世纪的发展，现在已有三百多个品种投入了工业化生产，其中主要的也有几十种。由于品种不同，其性能也不同，有的是以高强度著称，有的是以耐腐蚀领先，有的则侧重于电气绝缘。各品种之间也可通过共混、共聚等办法来制取更多的不同性能的塑料来。然而，尽管品种多，性能差别大，塑料与其它材料相比，还有其共同的特

性，主要表现为如下几点。

(1) 美观轻巧 塑料制品的美观轻巧是使用者共同的感受。塑料制品中，有的象晶莹透明的水晶；有的宛如翡翠玛瑙；塑料做成的花束与天然花卉难于分辨；也可做成象木材、大理石、搪瓷一般的花纹；塑料制品易于着色，制成的制品，特别是日用制品，有丰富的色彩，使人感到美观舒适。塑料一般都比较轻，其相对密度在0.9至2.3之间。其中聚乙烯、聚丙烯的相对密度低于水，聚酯玻璃布层压品的相对密度也不足2，就是相对密度较大的聚四氟乙烯也不超过2.2，如果是多孔的泡沫塑料则就更轻了。塑料的重量只有同体积铝的二分之一，钢的五分之一。塑料质轻这一特性，在应用方面显得十分重要，不但让人们便于携带，而且也为解决交通运输、飞机、火箭、卫星等的有关技术问题作出了贡献。

(2) 耐化学腐蚀 化学品对材料的腐蚀是工业部门，特别是化工、冶金等部门感到麻烦的事情。化学腐蚀不仅夺去了大量的金属材料，而且造成了环境污染和耗损了大量的能量。塑料具有优良的耐化学腐蚀性能，其绝大多数与普通的非氧化性酸、碱、盐、溶剂、油脂、蒸汽等不起化学反应，因此在化学品包装和工厂的设备、管道、密封件等方面大量使用塑料。特别是聚四氟乙烯，在耐化学腐蚀方面有“塑料王”之称，现代的企业中用它来制造接触腐蚀介质的管道、密封件、换热器等。

(3) 优异的绝缘性能 几乎所有塑料都是电的绝缘体，是电气和电子工业不可缺少的材料。聚四氟乙烯塑料，其介质损耗低，在很宽的波长范围内介电性能稳定，因此在无线电通讯、雷达等设备上都要用它。在日常生活中，常见

的电器插头、开关、手柄等大多是用电木或电玉塑料制成的。

塑料还是声和热的绝缘材料，在现代建筑物中，用泡沫塑料来达到隔音、保温的目的。

(4) 成型性好 塑料制品成型较为方便，生产一双塑料凉鞋从投料到成型脱模，一般只用几十秒钟时间。脱模后略加修饰即可。而制作一双皮革凉鞋，却要经过许多道工序，化费较多的工时才能制成。在不少情况下，用塑料做机械零件，可以不须经过铸造、车、铣、刨等工序了，只要一次注射成型就行。不同的制品形式可以采用不同的加工方法，以得到人们满意的产品。

(5) 良好的防护性能 塑料的耐化学腐蚀和对电、声、热的绝缘都是它有防护特性的证明。反应釜用塑料作内衬，金属避免了腐蚀；蒸汽管外面用泡沫塑料包裹起来，防止热量损失。人们在日常生活中用塑料来包装物品，这就是因为它们有一定的强度，包装在里面的物品不会损坏，而且汽、水、气要从塑料中透过去是很困难的，这样包装的物品就不易生锈、发霉、变质。

塑料除了具有上述的特性外，也有美中不足的地方。首先表现为耐热程度差，日用塑料都只能在 100°C 以下使用。例如聚氯乙烯长期使用温度最高为 60°C ；一般工程塑料也在 $100^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 之间，即使称为耐高温的塑料，如聚酰亚胺、聚四氟乙烯等塑料，连续使用的最高温度也不超过 250°C ，这与钢材相比就低得多了，然而塑料的耐瞬时烧蚀性很好，有些品种能承受数千度高温高速气流的冲刷，因此常常被用来制作火箭发动机的喷嘴。

其次是刚性差，容易变形。这由于塑料的弹性模量只有

金属的百分之几，所以在工程实际应用中，除了玻璃钢外，塑料用来作受力构件是较少的。

还有，塑料的线膨胀系数大，制品尺寸稳定性差，这样不仅给制造精密的制件带来了困难，而且由于我国幅员辽阔，气候变化大，南方生产的合格零件，如密封圈，在北方使用时，往往会超出公差，难以装配或安装后密封效果不理想。

此外，塑料的老化是引人注意的问题。它们在光、热、氧等因素的作用下，会出现颜色变深，质地发脆，表面起裂纹等现象，这些就是塑料的老化现象，它影响着塑料的使用和寿命。

然而，塑料的这些不足之处将随着聚合物科学技术和塑料成型技术的发展得到改善和消除。

三、塑料的用途

塑料，在国民经济各部门中，应用越来越广，使用的数量与日俱增。这固然与塑料有各种优异的特性有关，而且不少场合用了它还可节约能源。制造同种形体的制品，用塑料来制造的能量消耗要比其它传统材料，如钢铁、铝、铜、玻璃等要低，而且在许多机器或设备上使用了塑料又能降低能耗，例如汽车使用了塑料件，使汽车的重量大大减轻，从而使油耗降下来。尤其现在感到能源紧张的时候，大家都不约而同地把选材的目光投向塑料。

在介绍塑料应用之前，先向读者介绍一下目前塑料的主要品种。我们基本上按塑料进入市场的先后列于表1-1。

有这么多的塑料品种，它们确实充满了我们活动的各个领域，请看：在人们生活的日用方面，塑料应用得极为广泛。在吃、穿、用、住、行等各方面都可以看到塑料在为你

服务。走近百货商店的塑料橱窗，会感到琳琅满目，美不胜收，宛如进入了一个塑料世界。

表 1-1 塑料的主要品种及用途举例

塑料主要品种	缩写符号	用 途 举 例
硝酸纤维素	CN	眼镜架、乒乓球、涂料
酚醛树脂	PF	电绝缘器件、涂料
聚氯乙烯	PVC	薄膜、人造革、鞋、电线绝缘
脲甲醛树脂	UF	电气零件、泡沫塑料
聚甲基丙烯酸甲酯	PMMA	透明窗、模型、广告铭牌、文具
聚苯乙烯	PS	仪表外壳、玩具、果盘
聚酰胺	PA	轴承、齿轮、风扇叶片、耐油管
三聚氰胺-甲醛树脂	MF	餐具、装饰板、涂料
聚偏二氯乙烯	PVDC	包装薄膜、压电材料
不饱和聚酯树脂	UP	凉水塔、汽车外壳、涂料
聚对苯二甲酸乙二醇酯	PETP	电气绝缘、纤维、涂料
低密度聚乙烯	LDPE	瓶子、薄膜
聚四氟乙烯	PTFE	耐腐蚀管道、隔膜、密封圈、印刷线路板、高频电缆绝缘
聚氨酯	PUR	泡沫座垫、过滤和保温材料、涂料
环氧树脂	EP	环氧玻璃钢、粘合剂、涂料
ABS	ABS	家用电器及仪表壳、文具
高密度聚乙烯	HDPE	容器、管道、微薄膜
聚丙烯	PP	医疗器械、包装薄膜、管道
聚碳酸酯	PC	齿轮、食品盘子