



扫一扫  
查看电子课件和拓展材料

# 化学与生活

张 伟 邹丽娟◎主编

HUAXUE YU  
SHENGHUO



北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

# 化学与生活

张 伟 邹丽娟◎主编

HUAXUE YU

SHIYONG



北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

---

图书在版编目(CIP)数据

化学与生活/张伟, 邹丽娟主编. —北京: 北京师范大学出版社, 2018. 8

ISBN 978-7-303-23762-3

I. ①化… II. ①张…②邹… III. ①化学—普及读物  
IV. ①O6-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 105301 号

---

营销中心电话 010-62978190 62979006  
北师出版社科技与经管分社 www.jswsbook.com  
电子信箱 jswsbook@163.com

---

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com  
北京市海淀区新街口外大街 19 号  
邮政编码: 100875

印刷: 北京京师印务有限公司

经销: 全国新华书店

开本: 787 mm×1092 mm 1/16

印张: 8.75

字数: 182 千字

版次: 2018 年 9 月第 1 版

印次: 2018 年 9 月第 1 次印刷

定价: 28.00 元



---

策划编辑: 刘风娟

美术编辑: 刘超

责任校对: 赵非非 黄华

责任编辑: 刘风娟

装帧设计: 刘超

责任印制: 赵非非

**版权所有 侵权必究**

反盗版、侵权举报电话: 010-62978190

北京读者服务部电话: 010-62979006-8021

外埠邮购电话: 010-62978190

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-62979006-8006

# 前 言

化学作为一门研究物质及其变化的学科，属于 21 世纪的中心学科之一。日常中的吃、穿、住、用与化学知识直接相关，没有化学就没有生命，更谈不上人类的生存发展。化学将成为使人类继续生存的关键科学，因为它对人类的供水、食物、能源、环境及健康问题至关重要。

在高校开设化学类的通识教育选修课，可以适应现代化学教育和社会生活相结合的趋势，让读者拥有更健康的生活方式。本书作者在高校讲授多年的化学类通识教育选修课，了解学生对此类课程化学知识的需求。本书大多是和生活息息相关的化学知识，通过对本书的学习，学生可以获得很多生活方面的知识，远离不健康的生活方式。本书旨在通过对现代人生活中化学知识的系统介绍与讨论，使读者达到加深学科理解、拓宽知识领域，提高生活质量的目的。全书分为 12 章，讲述我们身边的化学知识，具体包括塑料、电磁辐射、化妆品、饮用水、洗涤用品、食品添加剂、消毒剂、环境污染与化学、农药与健康、服饰与健康、饮食与化学等章节。本书还增加了免费数字资源，包括“知识链接”“拓展知识”“历史故事”“科学实验”“生活小常识”“电子课件”“拓展视频”等内容，这些都是相关内容的延伸、应用和插曲，是为了激发读者的兴趣和求知欲望，扫描封面的二维码查看。

本书可作为大中专院校通识教育选修课和其他专业公共选修课教材，也可供广大中学师生和科普爱好者阅读。

限于编者水平有限，书中难免有不妥和疏漏之处，恳请同行专家、广大读者批评指正，以期本书再版时进行修正。值此书出版之际，特向书末参考文献的作者和其他给予帮助的朋友表示衷心的感谢！

编者

2018.8

## 目 录

**第 1 章 塑料 /1**

1.1 什么是塑料	1
1.2 塑料成分简介	2
1.3 塑料分类	3
1.4 塑料的性质	6
1.5 塑料的演变	11
1.6 生活中的塑料	12
1.7 塑料的鉴别	14

**第 2 章 电磁辐射 /16**

2.1 电磁辐射概念	16
2.2 电磁辐射的危害	16
2.3 高压线影响	19
2.4 电磁辐射的预防	20

**第 3 章 化妆品 /24**

3.1 概念	24
3.2 化妆品的成分	25
3.3 化妆品中有害物质	27
3.4 香水	28
3.5 牙膏	30

**第 4 章 饮用水 /35**

4.1 饮用水分类	35
4.2 饮用水标准	37

**第5章 洗涤用品 /39**

5.1 洗涤用品的定义及分类 .....	39
5.2 肥皂 .....	39
5.3 洗衣粉 .....	40
5.4 干洗剂 .....	41
5.5 洗衣液 .....	43

**第6章 食品添加剂 /45**

6.1 食品添加剂的概念 .....	45
6.2 葡萄酒中的添加剂 .....	49

**第7章 消毒剂 /52**

7.1 消毒剂的定义和分类 .....	52
7.2 生活中的消毒剂 .....	53
7.3 化学消毒剂的使用 .....	57

**第8章 环境污染 /59**

8.1 水污染 .....	59
8.2 空气污染 .....	64
8.3 土壤污染 .....	65
8.4 重金属污染 .....	67

**第9章 居室环境污染 /71**

9.1 居室环境污染 .....	71
9.2 居室绿化与健康 .....	77
9.3 室内装饰污染 .....	81

**第10章 农药 /87**

10.1 农药的定义和分类 .....	87
10.2 农药的危害及处理 .....	90

**第 11 章 服饰 /93**

11.1	服装材料 .....	93
11.2	纺织品的服用功能 .....	100
11.3	服装材料的鉴别 .....	100
11.4	皮革及塑料制品 .....	102
11.5	颜色 .....	104
11.6	服装与饰品 .....	107

**第 12 章 饮食 /111**

12.1	食物的营养分类 .....	111
12.2	蛋白质——生命的基础 .....	111
12.3	糖类——人体的主要能源 .....	114
12.4	脂肪——人体的燃料 .....	117
12.5	维生素——人体新陈代谢的催化剂 .....	119
12.6	无机盐——人体中不可缺少的物质 .....	121
12.7	水——生命的源泉 .....	123
12.8	烹饪 .....	124
12.9	食品化学污染 .....	125
12.10	饮茶与健康 .....	126
12.11	健康食品 .....	128

# 第1章 塑料

很多年以后，当考古学家挖掘我们这个时代的残留物时，塑料制品可能是他们最大的“收获”。2017年中国科学家首次在南极发现塑料微粒的存在。在科学界，塑料微粒被称为“海洋PM2.5”。自从塑料被发明以来，它已经钻进我们生活的每一个角落。塑料难以降解，塑料袋的分解时间可能超过1000年。它们会在漫长的一生里不断分解，变成越来越小的颗粒，钻进土壤的缝隙和地下水，在自然界中循环。自20世纪50年代以来，人类已经生产了83亿吨塑料制品，约63亿吨成为塑料垃圾，其中只有9%被回收利用，近80%都进入垃圾填埋场或自然环境中。各国科学家曾在蜂蜜、啤酒、食盐里发现含量不低的塑料微粒。美国明尼苏达大学公共健康学院的报告显示，欧洲国家72%的自来水管中有塑料微粒。从2008年6月1日起，中国禁止生产、销售和使用厚度小于0.025 mm的塑料袋。超市、商场、农贸市场只提供有偿塑料购物袋。“限塑令”执行10年来，塑料污染也因社会的飞速变化有了新的形式。不管在家里，还是在学校、工作单位，垃圾桶总是很快被快递和外卖盒占满。一则近期的权威报道显示，2017年中国仅快递业塑料袋使用量高达147亿个。下面我们来介绍一下塑料(图1-1)。

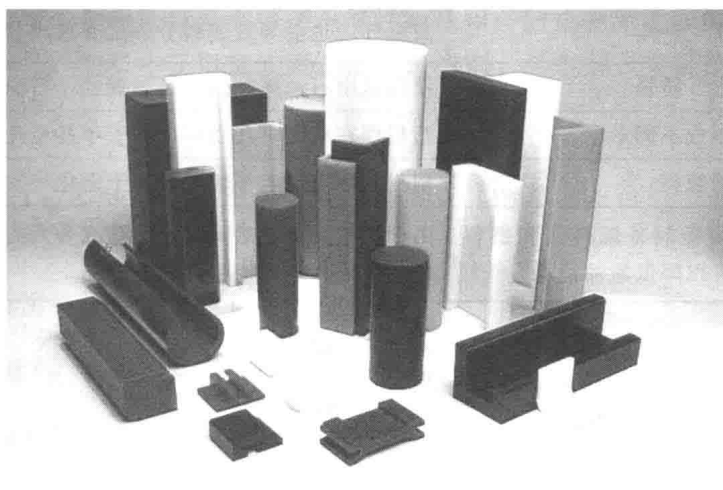


图 1-1 各式各样的塑料材料

## 1.1 什么是塑料

塑料是以单体为原料，通过加聚或缩聚反应聚合而成的高分子化合物(macromolecules)，俗称塑料(plastics)或树脂(resin)，可以自由改变成分及形体样式，由合成树脂及填料、增塑剂、稳定剂、润滑剂、色料等添加剂组成。

塑料的主要成分是树脂。树脂这一名词最初是由动植物分泌出的脂质而得名，如松香、虫胶等，树脂是指尚未和各种添加剂混合的高分子化合物。树脂占塑料总重量的40%~100%。塑料的基本性能主要取决于树脂的本性，但添加剂也起着重要作用。有些塑料基本上是由合成树脂组成，不含或含少量添加剂，如有机玻璃、聚苯乙烯等。

塑料工业属于高分子工业，是石化工业的一环，具有高度关联性，是多层次加工特性之产业。塑料是以石油或天然气为原料，经提炼、裂解成各种石化基本原料(单体)后，再经聚合反应(加成聚合或缩合聚合)而得的高分子树脂。各类塑料经过逐步加工衍生出各种下游制品，包括橡胶、涂料、接着剂、人造纤维、合成树脂等。塑料是重要的有机合成高分子材料，应用非常广泛，但是废弃塑料带来的“白色污染”也越来越严重。详细地了解塑料的组成及分类，不仅能帮助我们科学地使用塑料制品，也有利于分类回收塑料，并有效地控制和减少“白色污染”。表 1-1 为塑料的优缺点比较。

表 1-1 塑料的优缺点比较

序号	优点	缺点
1	大部分塑料的抗腐蚀能力强，不与酸、碱反应	回收利用废弃塑料时，分类十分困难，而且经济上不合算
2	塑料制造成本低	塑料容易燃烧，燃烧时产生有毒气体。例如聚苯乙烯燃烧时产生甲苯，少量的这种物质会导致失明，吸入后有呕吐等症状；PVC 燃烧也会产生氯化氢有毒气体。除了燃烧，高温环境也会导致塑料分解出有毒成分，如苯等
3	耐用、防水、质轻	塑料是由石油炼制的产品制成的，石油资源是有限的
4	容易被塑制成不同形状	塑料埋在地底下几百年、几千年甚至几万年也不会腐烂
5	是良好的绝缘体	塑料的耐热性能等较差，易于老化
6	塑料可以用于制备燃料油和燃料气，这样可以降低原油消耗	由于塑料无法自然降解，它已成为人类的第一号敌人，也已经导致许多动物死亡的悲剧

## 1.2 塑料成分简介

我们通常所用的塑料并不是一种纯物质，它是由许多材料配制而成的。其中高分子聚合物(或称合成树脂)是塑料的主要成分，此外，为了改进塑料的性能，还要在聚合物中添加各种辅助材料，如填料、增塑剂、润滑剂、稳定剂、着色剂、抗静电剂等，才能成为性能良好的塑料。塑料助剂又叫塑料添加剂，是聚合物(合成树脂)在成型加工时为改善其加工性能或改善树脂本身性能不足而必须添加的一些化合物。例如，为了降低聚氯乙烯树脂的成型温度，使制品柔软而添加的增塑剂；为了制备质量轻、抗振、隔热、隔音的泡沫塑料而要添加的发泡剂；有些塑料的热分解温度与成型加工温度非常接近，不加入热稳定剂就无法成型。因而，塑料助剂在塑料成型加工中占有特别重要的地位。

填料又叫填充剂，它可以提高塑料的强度和耐热性能，并降低成本。例如酚醛树脂中

加入木粉后可大大降低成本,使酚醛塑料成为最廉价的塑料之一,同时还能显著提高机械强度。填料可分为有机填料和无机填料两类,前者如木粉、碎布、纸张和各种织物纤维等,后者如玻璃纤维、硅藻土、石棉、炭黑等。填充剂在塑料中的含量一般控制在40%以下。

增塑剂或称塑化剂,可增加塑料的可塑性和柔软性,降低脆性,使塑料易于加工成型。增塑剂(塑化剂)一般是能与树脂混溶,无毒、无臭,对光、热稳定的高沸点有机化合物,最常用的是邻苯二甲酸酯类。例如生产聚氯乙烯塑料时,若加入较多的增塑剂便可得到软质聚氯乙烯塑料,若不加或少加增塑剂(用量 $<10\%$ ),则得到硬质聚氯乙烯塑料。

稳定剂主要是指保持高聚物塑料、橡胶、合成纤维等稳定,防止其分解、老化的试剂。为了防止合成树脂在加工和使用过程中受光和热的作用分解和破坏,延长使用寿命,要在塑料中加入稳定剂。常用的有硬脂酸盐、环氧树脂等。稳定剂的用量一般为塑料的 $0.3\% \sim 0.5\%$ 。

着色剂可使塑料具有各种鲜艳、美观的颜色。常用有机染料和无机颜料作为着色剂。合成树脂的本色大都是白色半透明或无色透明的。在工业生产中常利用着色剂来增加塑料制品的色彩。

润滑剂的作用是防止塑料在成型时黏在金属模具上,同时可使塑料的表面光滑美观。常用的润滑剂有硬脂酸及其钙镁盐等。

抗氧化剂可以防止塑料在加热成型或在高温使用过程中受热氧化,而使塑料变黄,发裂等。

抗静电剂可以赋予塑料轻度至中等的电导性,从而可防止制品上静电荷的积聚。

除了上述助剂外,塑料中还可加入阻燃剂、发泡剂、导电剂、导磁剂、相溶剂等,以满足不同的使用要求。

## 1.3 塑料分类

塑料可按照使用特性和理化特性进行分类。

### 1.3.1 使用特性

根据各种塑料不同的使用特性,通常将塑料分为通用塑料、工程塑料和特种塑料3种类型。

#### 1. 通用塑料

一般是指产量大、用途广、成型性好、价格便宜的塑料。通用塑料颗粒料有5大品种,即聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚氯乙烯(PVC)、聚苯乙烯(PS)及丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)。这5大类塑料占据了塑料原料使用的绝大多数,其余的基本可以归入特殊塑料品种,如聚苯硫醚(PPS)、聚苯醚(PPO)、聚酰胺(PA)、聚碳酸树酯(PC)、聚甲醛树酯(POM)等,它们在日常生活产品中的用量很少,主要应用在工程产业、国防科技等高端的领域,如汽车、航天、建筑、通信等领域。根据其可塑性进行分类,可分为热塑性塑料和热固性塑料。通常情况下,热塑性塑料的产品可再回收利用,而热固性塑料

则不能；根据塑料的光学性能来分，可分为透明、半透明及不透明原料，如聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸酯(PMMA)、苯乙烯-丙烯腈共聚物(AS)、聚碳酸酯等属于透明塑料，而其他大多数塑料都为不透明塑料。

## 2. 工程塑料

一般指能承受一定外力作用，具有良好的机械性能和耐高、低温性能，尺寸稳定性较好，可以用作工程结构的塑料，如聚酰胺、聚砜(PSF)等。在工程塑料中又将其分为通用工程塑料和特种工程塑料两大类。工程塑料在机械性能、耐久性、耐腐蚀性、耐热性等方面能达到更高的要求，而且加工更方便并可替代金属材料。工程塑料被广泛应用于电子电气、汽车、建筑、办公设备、机械、航空航天等行业，以塑代钢、以塑代木已成为国际流行趋势。其性能包括：

(1)热性质：玻璃转移温度( $T_g$ )及熔点( $T_m$ )高、热变形温度(HDT)高、长期使用温度高(UL-746B)、使用温度范围大、热膨胀系数小。

(2)机械性质：高强度、高机械模数、低潜变性、强耐磨损及耐疲劳性。

(3)其他：耐化学药品性、抗电性、耐燃性、耐候性、尺寸安定性佳。

各工程塑料的化学构造不同，所以它们的耐药品性、摩擦特性、电机特性等有所差异。由于各工程塑料的成型性不同，因此有的适用于任何成型方式，有的只能以某种成型方式进行加工，这样就造成了应用上的局限。热硬化型工程塑料的耐冲击性较差，因此大多添加玻璃纤维。工程塑料除了聚碳酸酯等耐冲击性大外，通常具有硬、脆、延伸率小的性质，但如果添加20%~30%的玻璃纤维，则它的耐冲击性将有所改善。

通用工程塑料包括：聚酰胺、聚甲醛、聚碳酸酯、改性聚苯醚、热塑性聚酯、超高分子量聚乙烯、甲基戊烯聚合物、乙烯醇共聚物等。

特种工程塑料又有交联型和非交联型之分。交联型的有：聚氨基双马来酰胺、聚三嗪、交联聚酰亚胺、耐热环氧树脂等。非交联型的有：聚砜、聚醚砜(PES)、聚苯硫醚、聚酰亚胺、聚醚醚酮(PEEK)等。

## 3. 特种塑料

一般是指具有特种功能，可用于航空、航天等特殊应用领域的塑料。如氟塑料和有机硅具有突出的耐高温、自润滑等特殊功能，增强塑料和泡沫塑料具有高强度、高缓冲性等特殊性能，这些塑料都属于特种塑料的范畴。

(1)增强塑料：增强塑料原料在外形上可分为粒状(如钙塑增强塑料)、纤维状(如玻璃纤维或玻璃布增强塑料)、片状(如云母增强塑料)3种。按材质可分为布基增强塑料(如碎布增强或石棉增强塑料)、无机矿物填充塑料(如石英或云母填充塑料)、纤维增强塑料(如碳纤维增强塑料)3种。

(2)泡沫塑料：泡沫塑料可以分为硬质、半硬质和软质泡沫塑料3种。硬质泡沫塑料没有柔韧性，压缩硬度很大，只有达到一定应力值才产生变形，应力解除后不能恢复原状；软质泡沫塑料富有柔韧性，压缩硬度很小，很容易变形，应力解除后能恢复原状，残余变形较小；半硬质泡沫塑料的柔韧性和其他性能介于硬质与软质泡沫塑料之间。

## 1.3.2 理化特性

根据各种塑料不同的理化特性，可以把塑料分为热固性塑料和热塑性塑料两种类型。

### 1. 热塑性塑料

热塑性塑料(Thermo plastics)指加热后会熔化，可流动至模具冷却后成型，再加热后又会熔化的塑料，即可运用加热及冷却，使其产生可逆变化(液态 $\leftrightarrow$ 固态)。通用的热塑性塑料其连续的使用温度在100℃以下，聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯并称为4大通用塑料。热塑性塑料又分烃类、含极性基因的乙烯基类、工程类、纤维素类等多种类型。受热时变软，冷却时变硬，能反复软化和硬化并保持一定的形状。可溶于一定的溶剂，具有可溶(熔)的性质。热塑性塑料具有优良的电绝缘性，特别是聚四氟乙烯(PTFE)、聚苯乙烯、聚乙烯、聚丙烯都具有极低的介电常数和介质损耗，宜于作高频和高电压绝缘材料。热塑性塑料易于加工成型，但耐热性较低，易于蠕变，其蠕变程度随承受负荷、环境温度、溶剂、湿度而变化。为了克服热塑性塑料的这些弱点，满足在空间技术、新能源开发等领域应用的需要，各国都在开发可熔融成型的耐热性树脂，如聚醚醚酮(PEEK)、聚醚砜、聚芳砜(PASU)、聚苯硫醚等。以它们作为基体树脂的复合材料具有较高的力学性能和耐化学腐蚀性，能热成型和焊接，层间剪切强度比环氧树脂好。如用聚醚醚酮作为基体树脂与碳纤维制成复合材料，耐疲劳性超过环氧/碳纤维。它的耐冲击性好，在室温下具有良好的耐蠕变性，加工性好，可在240~270℃连续使用，是一种非常理想的耐高温绝缘材料。用聚醚砜作为基体树脂与碳纤维制成的复合材料在200℃具有较高的强度和硬度，在-100℃尚能保持良好的耐冲击性；无毒，不燃，发烟最少，耐辐射性好，预期可用它作航天飞船的关键部件，还可模塑加工成雷达天线罩等。

### 2. 热固性塑料

热固性塑料是指在受热或其他条件下能固化或具有不溶(熔)特性的塑料，如酚醛塑料、环氧塑料等。热固性塑料又分甲醛交联型和其他交联型两种类型。热加工成型后形成具有不溶(熔)的固化物，其树脂分子由线型结构交联成网状结构。再加强热则会分解破坏。典型的热固性塑料有酚醛、环氧、氨基、不饱和聚酯、呋喃、聚硅醚等材料，还有较新的聚苯二甲酸二丙烯酸酯塑料等。它们具有耐热性高、受热不易变形等优点。缺点是机械强度一般不高，但可以通过添加填料，制成层压材料或模压材料来提高其机械强度。

以酚醛树脂为主要原料制成的热固性塑料，如酚醛模压塑料(俗称电木)，具有坚固耐用、尺寸稳定、耐除强碱外的其他化学物质的作用等特点。可根据不同用途和要求，加入各种填料和添加剂。如要求高绝缘性能的品种，可采用云母或玻璃纤维为填料；如要耐热的品种，可采用石棉或其他耐热填料；如要求抗震的品种，可采用适当的纤维或橡胶为填料及一些增韧剂以制成高韧性材料。此外还可以采用苯胺、环氧、聚氯乙烯、聚酰胺、聚乙烯醇缩醛等改性的酚醛树脂以满足不同用途的要求。用酚醛树脂还可以制成酚醛层压板，其特点是机械强度高，电性能良好，耐腐蚀，易于加工，广泛应用于低压电工设备。

氨基塑料有脲甲醛、三聚氰胺甲醛、尿素三聚氰胺甲醛等。它们具有质地坚硬、耐刮痕、无色、半透明等优点，加入色料可制成彩色鲜艳的制品，俗称电玉。由于它耐油，不

受弱碱和有机溶剂的影响(但不耐酸),可在 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下长期使用,短期可耐 $110\sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,可用于电工制品。三聚氰胺甲醛塑料比脲甲醛塑料硬度高,有更好的耐水、耐热、耐电弧性,可作耐电弧绝缘材料。

以环氧树脂为主要原料制成的热固性塑料品种很多,其中以双酚 A 型环氧树脂为基材的约占 $90\%$ 。它具有优良的黏接性、电绝缘性、耐热性和化学稳定性,收缩率和吸水率小,机械强度高等特点。

不饱和聚酯和环氧树脂都可以制成玻璃钢,具有优异的机械强度。如不饱和聚酯的玻璃钢,其机械性能良好,密度小(只有钢的 $1/5\sim 1/4$ ,铝的 $1/2$ ),易于加工成各种电器零件。以苯二甲酸二丙烯酯树脂制成的塑料的电性能和机械性能均优于酚醛和氨基热固性塑料。它吸湿性小,制品尺寸稳定,成型性能好,耐酸碱及沸水和一些有机溶剂。模塑料适于制造结构复杂的、既耐温又有高绝缘性的零件。一般可在 $-60\sim 180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围长期使用,耐热等级可达 F 级到 H 级,比酚醛和氨基塑料的耐热性都高。

聚硅醚结构形式的有机硅塑料在电子、电工技术中的应用较多。有机硅层压塑料多以玻璃布为补强材料;有机硅模压塑料多以玻璃纤维和石棉为填料,用以制造耐高温、高频或潜水电机、电器、电子设备的零部件等。这类材料有突出的耐热性,可以在 $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 连续使用。聚硅醚的主要缺点是机械强度低,胶黏性小,耐油性差。已开发出许多改性有机硅聚合物,例如聚酯改性有机硅塑料等在电工技术上得到应用。有的塑料既是热塑性又是热固性的塑料。例如聚氯乙烯,一般为热塑性塑料,日本已研制出一种新型液态聚氯乙烯是热固性的,模塑温度为 $60\sim 140\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;美国一种叫伦德克斯的塑料,既有热塑性加工的特征,又有热固性塑料的物理性能。

## 1.4 塑料的性质

塑料虽有许多优良性质,但并非每一种塑料均能具备所有的优良性质。材料工程师与工业设计家都必须深入了解各类塑料的性质,才能设计出完美的塑胶制品。塑料的性质,大体可分为基本物性、机械性质、热性质、化学性质、光学性质及电气性质 6 类,现简要介绍塑料的基本物性、机械性质和热性质。

### 1.4.1 基本物性

基本物性是指塑胶原料的基本物理性质,常见的有比重、分子量、黏度、假比重及粒径分布、游离单体含量、吸水率、透气率、熔融指数。

#### 1. 比重

比重是指物质密度与水密度的比值(水密度为 1),所谓密度是指单位体积的重量。目前所知塑料中比重较轻的为聚甲基戊烯(0.83),较重的为铁氟龙(2.3),其他的多在 1 左右。比重可用来估算制品所需原料的重量,如要减轻塑料的用量或重量可采用发泡的方式解决。比重的测定可依 ASTM D792 水中置换法测得。

#### 2. 分子量

一般化合物的分子量是不变的,而聚合体的分子量大小不均,所以必须采用平均值及

分布度表示。常用的分子量表示法为重量平均分子量 MW 及数目平均分子量 MN，其比值 MW/MN 称为分子量分布。这些的测定可依 ASTM D3598 的胶粒穿透色层分析法得到。

### 3. 黏度

黏度常用来显示胶塑体 (Plastisol) 及胶溶体 (Organosol) 的特性，一般可依 ASTM D1823 及 ASTM D1824 的方法测得。

### 4. 假比重及粒径分布

这两项常用来显示塑料原料的颗粒大小及堵塞紧密状况。粒径分布可依 ASTM D1921 的筛分法测得，假比重可依 ASTM D1895 的方法测得。

### 5. 游离单体含量

游离单体含量可表示树脂聚合的程度，一般以 ppm 表示。用作食品容器的塑料或单体具有毒性的塑料对游离单体含量控制较严。

### 6. 吸水率

吸水率表示塑料吸收水分的程度。其测量方法是将样品烘干后称重，再浸入水中 24 h 或 48 h，然后取出来再称重，计算重量增加的百分比，即为吸水率。酚醛树脂、尿醛树脂、尼龙、纤维素树脂等吸水率较高，PE、PP 等吸水率较低。一般吸水率大者，其机械强度与尺寸稳定性易受影响。

### 7. 透气率

透气率表示塑料膜或塑料板气体穿透难易的程度，可依 ASTM D1434 的方法测得。

### 8. 熔融指数

熔融指数，全称熔液流动指数，是一种表示塑胶材料加工时的流动性的数值。它是美国量测标准协会 (ASTM) 根据美国杜邦公司 (Du Pont) 惯用的鉴定塑料特性的方法制订而成，其测试方法是先让塑料粒在一定时间 (10 min) 内、一定温度及压力 (各种材料标准不同) 下，融化成塑料流体，然后通过一直径为 2.1 mm 圆管所流出的克 (g) 数。其值越大，表示该塑胶材料的加工流动性越佳，反之越差。最常使用的测试标准是 ASTM D 1238，该测试标准的量测仪器是熔液指数计 (Melt Indexer)。测试的具体操作过程是：将待测高分子 (塑料) 原料置入小槽中，槽末接有细管，细管直径为 2.095 mm，管长为 8 mm。加热至某温度后，原料上端借由活塞施加一定重量向下压挤，量测该原料在 10 min 内被挤出的重量，即为该塑料的流动指数。例如这样的表示法：MI 25g/10 min，它表示在 10 min 内该塑料被挤出 25 g。一般常用塑料的 MI 值介于 1~25。MI 越大，代表该塑料原料黏度越小及分子重量越小，反之则代表该塑料黏度越大及分子重量越大。

## 1.4.2 机械性质

机械性质是指塑料的各种机械性能强度，主要可分以下几项。

### 1. 抗张强度 (Tensile strength) 及伸长率 (Elongation)

抗张强度又称抗拉强度，是指将塑胶材料拉伸到某一程度，所需力量的大小，通常以每单位面积多少力来表示，而其所拉伸长度的百分比即为伸长率。拉伸强度试片其拉伸的

速度通常为 5.0~6.5 mm/min。详细测试方法依 ASTM D638。

## 2. 弯曲强度(Flexural strength 或 Bending strength)

弯曲强度又称折曲强度，主要用来测定塑料耐折的能力，可依照 ASTM D790 的方法测试，常以每单位面积多少力来表示。一般塑料以 PVC、美腊明树脂、环氧树脂及聚酯类弯曲强度为佳。玻璃纤维也常用来提升塑料的耐折性。

弯曲弹性率是指将试片弯曲时(测试方法如弯曲强度)，在弹性范围内，单位变形量所产生的弯曲应力。一般弯曲弹性率越大，则表示该塑胶材料的刚性越好。

## 3. 压缩强度(Compressive strength)

压缩强度是指塑料承受外来压缩力的能力，其测试值可依照 ASTM D695 方法测定。聚缩醛、聚酯、压克力、脲醛树脂和美腊明树脂在这方面性能较突出。

## 4. 冲击强度(Impact strength)

冲击强度是指塑料受外力打击所能承受的强度，其测试值可依照 ASTM D256 测试，其中有夏比法(Charpy)及艾氏法(Izod)两种。计算方法是將破坏试片所需的能量值除以试片的宽度。一般塑料以 PVC、PE、PP、ABS 等冲击强度较高。

## 5. 硬度(Hardness)

一般塑料的硬度常采用洛氏硬度法(Rock Well Durometer)及肖氏硬度法(Shore Durometer)来测试。其中 Shore A 常用来测定较软的塑料，如 TPE 等弹性体或橡胶；Shore D 则用来测定较硬的塑料；而 Rock Well 几乎都是测定较硬的工程塑料或高性能的工程塑料。它们的公式换算为  $\text{Shore D} + 50 = \text{Shore A}$ 。氨基塑料(MF)、脲甲醛树脂(UF)、纤维增强塑料(FRP)等塑料较硬，聚乙烯(PE)类较软。

## 6. 弹性系数(Modulus)

弹性系数是指塑料受外力作用变形后恢复原来形状的能力，一般以应力与应变的比值表示。弹性值越大表示塑料材料的刚性(Rigidity)越好。

### 1.4.3 热性质

热性质是指塑料在温度变化的影响下，各种形性改变的程度。通常热性质与塑料加工的关系最为密切。现将重要的项目分述如下。

#### 1. 玻璃转移点(Glass Transition Point, T<sub>g</sub>)

当塑料的温度达到玻璃转移点时，其分子键的分枝开始局部脉动，塑料便由玻璃状变成橡胶状。也就是说，当聚合物的温度在 T<sub>g</sub> 时，会由较高温下呈现的橡胶态，转至低温下所呈现的具坚硬易脆性质的玻璃状。结晶性塑料有明显的 T<sub>g</sub> 及潜热值，聚合物是呈现橡胶状还是玻璃状因 T<sub>g</sub> 与当时使用时的温度而定，故 T<sub>g</sub> 为聚合物在使用上的重要指针。以下列举数种塑料的 T<sub>g</sub> 值。表 1-2 为常见塑料的玻璃转移点。

表 1-2 常见塑料的玻璃转移点

塑料名称	T <sub>g</sub> (°C)	塑料名称	T <sub>g</sub> (°C)
PVC(rigid)	80~212	PC	39~150
HDPE	-120	PET	79
LDPE	-120	PBT	20
PP	-10~-18	PI	410
PS	63~112	PPS	85
PMMA	100~120	PSF	190
ABS	88~105	PESF	230
PA	57	PEEK	143
POM	-50~-85	U Polymer	190
PEI	217~220	PAI	280
Nylon 6	50~59	Nylon 6, 6	49~261
Nylon 46	78	PE	-120~-125
Polyvinyl chloride	60~76	Polysulfone	146~273
PP	-10~-18	ASA	104
HIPS	100	PES	230
SAN	100	PU	120

## 2. 塑料的熔点 (Melting Point, T<sub>m</sub>)

塑料的熔点是指塑料由固体状态变成熔融状态时的温度，此时结晶性塑料的比容显著增加，此温度又称可加工温度。表 1-3 为一些塑料的 T<sub>m</sub> 值。

表 1-3 常见塑料的熔点

塑料名称	T <sub>m</sub> (°C)	塑料名称	T <sub>m</sub> (°C)
HDPE	130~135	PET	250~265
LDPE	107~120	PBT	225~230
PP	165~176	POB	450
PA	220	PEEK	334
POM	175~181	PPS	285~290
PTFE	327	Nylon 6	215~225
Nylon 46	295	Nylon 11	184~187
PC	220	Nylon 12	177~178
PMMA	160	Nylon 6, 6	225~265
PVC(rigid)	212	Nylon 6, 10	213
ACETAL	160	PE	115~176
Nylon 6, 12	210~220	PP	176

### 3. 热变形温度(Heat distortion temperature, HDT)

热变形温度显示塑胶材料在高温受压下能否保持不变的外形,一般用来表示塑料的短期耐热性。若考虑安全系数,短期使用的最高温度应低于热变形温度 $10^{\circ}\text{C}$ 左右,以确保不致于因高温而使材料变形。最常用的热变形测定方法为 ASTM D648 试验法,即将试片在一定压力及一定加温速度下,弯曲到一定程度时的温度。例如,在一标准试片( $127\text{ mm}\times 13\text{ mm}\times 3\text{ mm}$ )的中心,置放在 $455\text{ kPa}$ 或 $1\ 820\text{ kPa}$ 负载下,并以 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 条件升温直到变形量为 $0.25\text{ mm}$ 时的温度。对非结晶塑料,HDT比 $T_g$ 小 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ ;对结晶塑料,HDT则接近于 $T_m$ 。通常加入纤维补强后,塑料的HDT会上升,因为纤维补强可以大幅提升塑料的机械强度,以致在升温的耐挠曲测试时,会呈现HDT急剧升高的现象。表1-4列举几项常用塑料的热变形温度。

表 1-4 常见塑料的热变形温度

塑料名称	HDT1820kPa( $^{\circ}\text{C}$ )	塑料名称	HDT1820kPa( $^{\circ}\text{C}$ )
结晶性		非结晶性	
PE	29~126	硬质 PVC	54~79
PP	40~152	PS	63~112
PBT	60~65	ABS	66~107
PET	80~100	压克力 PMMA	68~99
Nylon6PA-6	63~80	PPO	100~128
Homopolymer POM	125~136	PC	39~148
Copolymer POM	110	H-PVC	54~74
PI	315~360	PSF	175
HDPE	43~49	PAR	175
MDPE	32~41	PES	205
Nylon6, 6PA-6, 6	62~261	GPPS	96
HDPE	43	HIPS	96
LDPE	32	PS+20%~30%GF	103
Nylon6-10PA-6-10	57	AS	88~104
Nylon6-12PA-6-12	60	Poly	60~76
Nylon11PA-11	55	Polysulfone	146~273

### 4. 热膨胀系数(Heat Expansion coefficient)

热膨胀系数是指塑料加热时尺寸膨胀的比率,可依 ASTM D696 的试验法测定。由于一般塑料的热膨胀系数比金属大 $2\sim 10$ 倍,因此在设计模具、塑料与金属并用的器具、塑料的钳核物时,必须详加考虑,以防止因内部应力造成产品的龟裂变形。