

程能林

陈先如

刘序育 编

非金属材料手册

非金属材料手册

程能林 陈先知 刘芹青编

湖南科学技术出版社

非金属材料手册

程能林 陈先知 刘芹青 编

责任编辑: 贾平静
罗盛祖

*
湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路3号)

湖南省新华书店经销 益阳湘中印刷厂印刷

*
1989年6月第1版第1次印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 23 插页: 1 字数: 529000

印数: 1—6200

ISBN7—5357—0472—7

TQ·4 定价: 8.55元

地科89—25

前 言

材料品种繁多，按照材料的性质和用途分类，基本上可分为金属材料（黑色及有色金属）和非金属材料两大类。非金属材料可分为有机材料和无机材料两类，它包括石料、土、水泥、骨材、耐火材料、陶瓷、搪瓷及粘土制品、玻璃、珐琅、无机及有机纤维、研磨材料、碳素材料、木材、竹藤、塑料、橡胶、皮革、胶粘剂、涂料、印刷油墨、颜料、染料、吸附材料、电器材料、保温和隔热材料、音响材料以及石油制品、油脂加工品、原子能工业材料、工业用水等。限于篇幅，本书选择其中一些有机非金属材料进行介绍。

我们从满足社会实际需要出发，将各种非金属材料的制造方法、性质、用途、使用条件及理化数据等基本内容整理汇编成了本书。大部分材料还附有国内外生产厂家及商标的介绍，以便读者在实际工作中能够对各种非金属材料加以认识、选择。

本书可作工具书供物资部门、厂矿企业、科研设计单位使用，也可供物资学校师生和物资部门职工培训参考，还可作为选购非金属材料和使用已有非金属材料的指南。

全书由程能林、陈先知、刘芹青分章编写，程能林主编。在编写过程中，温宗珍、何荣乐同志参加了部分工作，特此表示谢意。由于水平有限，书中难免存在缺点和不妥之处，衷心期待读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 塑料

一、概述.....	1
(一) 塑料与合成树脂.....	1
(二) 塑料的一般特性.....	3
(三) 塑料的分类.....	6
(四) 塑料成型加工.....	7
(五) 塑料的应用.....	9
(六) 塑料简易鉴别法.....	9
(七) 塑料及树脂缩写代号(表1—7).....	14
二、聚乙烯(Polyethylene, PE).....	20
(一) 概述.....	20
(二) 制备.....	21
(三) 性能.....	21
(四) 聚乙烯树脂分类及型号和命名.....	24
(五) 应用.....	26
三、聚丙烯(Polypropylene, PP).....	27
(一) 概述.....	27
(二) 制备.....	28
(三) 性能.....	29
(四) 聚丙烯及丙烯共聚物材料的命名.....	33
(五) 应用.....	34
四、聚苯乙烯(Polystyrene, PS).....	35
(一) 概述.....	35
(二) 制备.....	36
(三) 性能.....	37
(四) 应用.....	39

五、改性聚苯乙烯	39
(一) ABS (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene)	39
(二) AAS (ASA) (Acrylate-Acrylonitrile-Styrene)	44
(三) ACS (Acrylonitrile-Chlorinated Polyethylene-Styrene)	47
(四) AS (SAN) (Acrylonitrile-Styrene)	49
六、聚氯乙烯 (Polyvinylchloride, PVC)	50
(一) 概述	50
(二) 制备	51
(三) 性能	55
(四) 应用	57
七、聚醋酸乙烯酯 (Polyvinyl Acetate, PVAc)	58
(一) 概述	58
(二) 制备	59
(三) 性能	60
(四) 应用	60
八、聚乙烯醇 (Polyvinyl Alcohol, PVA)	61
(一) 概述	61
(二) 制备	62
(三) 性能	62
(四) 应用	62
九、聚乙烯醇缩醛	63
(一) 概述	63
(二) 性能	64
(三) 应用	65
十、聚甲基丙烯酸甲酯 (Polymethyl Methacrylate, PMMA)	65
(一) 概述	65
(二) 制备	66
(三) 性能	67
(四) 应用	69
十一、酚醛树脂 (Phenol-Formaldehyde, PF)	69
(一) 概述	69

(二) 制备	70
(三) 性能	72
(四) 应用	76
十二、氨基塑料 (Urea-Formaldehyde, UF)	
(Melamine-Formaldehyde, MF)	78
(一) 概述	78
(二) 制备	79
(三) 性能	81
(四) 应用	81
十三、聚酯树脂 (Polyester Resins)	83
(一) 概述	83
(二) 不饱和聚酯树脂 (Unsaturated Polyester)	84
(三) 烯丙基树脂 (Allyl)	92
(四) 线型聚酯	93
十四、聚氨酯 (Polyurethane, PU)	98
(一) 概述	98
(二) 制备	98
(三) 性能	102
(四) 应用	103
十五、环氧树脂 (Epoxy Resins)	105
(一) 概述	105
(二) 制备	111
(三) 性能	116
(四) 应用	119
十六、聚酰胺树脂 (Polyamide, PA)	120
(一) 概述	120
(二) 制备	121
(三) 性能	124
(四) 应用	127
十七、聚苯醚 (Polyphenylene Oxide, PPO)	130
(一) 概述	130
(二) 制备	131
(三) 性能	131

(四)应用	134
十八、聚酚氧 (Phenoxy)	135
十九、聚芳炔	136
(一)聚苯撑 (Polyphenylene)	136
(二)聚对二甲苯 (Parylene)	137
二十、聚碳酸酯 (Polycarbonate, PC)	140
(一)概述	140
(二)制备	141
(三)性能	143
(四)应用	144
二十一、聚甲醛 (Acetal Polyoxymethylene, POM)	146
(一)概述	146
(二)制备	147
(三)性能	147
(四)应用	150
二十二、氯化聚醚 (Penton)	150
二十三、聚砜 (Polysulfone, PSF)	152
二十四、氟塑料	155
(一)概述	155
(二)制备	156
(三)性能	158
(四)应用	164
二十五、有机硅 (Silicone)	164
(一)概述	164
(二)制备	165
(三)性能与应用	168

第二章 橡胶

一、概述	179
(一)橡胶简史	179
(二)橡胶配合剂	180

(三) 橡胶制品的生产工艺	187
(四) 橡胶分类	188
二、天然橡胶	191
(一) 天然橡胶的来源与加工	191
(二) 天然橡胶的性质	193
(三) 天然橡胶制品的性质	194
三、合成橡胶	198
(一) 合成橡胶的发展史	198
(二) 合成橡胶的聚合方法与化学结构	198
(三) 合成橡胶的国内命名方法 (HG ₄ -1056-77)	206
(四) 合成橡胶各论	211

第三章 纤维

一、概述	259
(一) 什么是纤维	259
(二) 纤维的分类	262
(三) 纤维的物理机械性质表示法	264
(四) 纤维的鉴别	271
二、天然纤维	271
(一) 天然纤维的分类	272
(二) 天然纤维的性质	274
三、再生纤维和半合成纤维	279
(一) 粘胶纤维	279
(二) 铜氨纤维	281
(三) 醋酸纤维	283
四、合成纤维	289
(一) 聚酰胺纤维	289
(二) 聚酯纤维	290
(三) 聚丙烯腈纤维	297
(四) 聚乙烯醇纤维	299
(五) 聚氯乙烯类合成纤维	302

(六) 聚烯烃纤维	303
(七) 聚氨酯弹性纤维	305
(八) 其他合成纤维	306
(九) 合成纤维的性能表 (表3-19)	310

第四章 涂料

一、概述	332
(一) 涂料的作用	332
(二) 涂料的组成	333
(三) 涂料产品分类、命名和型号	337
(四) 涂料施工	345
(五) 涂料与涂装工业的发展趋势	355
二、涂料分类	357
(一) 油脂漆类	357
(二) 天然树脂漆类	361
(三) 酚醛树脂漆类	367
(四) 沥青漆类	378
(五) 醇酸树脂漆类	384
(六) 氨基树脂漆类	396
(七) 硝基漆类	402
(八) 纤维素漆类	409
(九) 过氯乙烯漆类	411
(十) 烯树脂漆类	417
(十一) 丙烯酸漆类	421
(十二) 聚酯漆类	426
(十三) 环氧树脂漆类	428
(十四) 聚氨酯漆类	441
(十五) 元素有机漆类	448
(十六) 橡胶漆类	452
(十七) 其他漆类	455
(十八) 辅助材料	456

第五章 染料与颜料

一、概述	463
二、染料	487
(一) 染料的分类	487
(二) 染料的牢度	490
三、染料品种	493
(一) 还原染料	493
(二) 分散染料	506
(三) 酸性染料和中性染料	507
(四) 直接染料	538
(五) 硫化染料	548
(六) 阳离子染料和碱性染料	556
(七) 活性染料	564
(八) 冰染染料	578
(九) 有机颜料	588
四、无机颜料	
(一) 白色颜料	603
(二) 彩色颜料	606
(三) 黑色颜料	613

第六章 胶粘剂

一、概述	615
(一) 胶粘剂的发展简介	615
(二) 胶粘剂的特点及胶接理论	620
(三) 胶粘剂的组份	622
(四) 胶粘剂的分类	633
(五) 被胶接材料的表面处理及胶接方法	636
二、胶粘剂品种	683
(一) 天然胶粘剂	683
(二) 合成树脂胶粘剂	697
后 记	726

第一章 塑 料

一、概 述

(一) 塑料与合成树脂

塑料是指具有可塑性 (Plasticity) 的高分子材料。可塑性意指在加热、加压下具有流动性, 可以塑制成一定形状, 当外力取消或冷却时变成固体, 并保持其形状不变的特性。虽然有机纤维素、橡胶等与塑料一样, 都是高分子材料, 然而, 大部分塑料是属于合成高分子, 仅一部分是由纤维、酪朊等衍生的半合成高分子制品。

在美国, 塑料不仅是指合成树脂, 还曾包括合成纤维和合成橡胶, 含义很广泛。在欧洲和日本, 塑料与合成树脂使用含义相同。因为初期问世的合成高分子的外观与天然树脂极其相似, 而且用途主要也是面向塑料, 因此, 产生了合成树脂 (Synthetic Resin) 这一名词。

严格地说, 塑料与合成树脂是两个不同的概念。合成树脂是指人工合成的高分子化合物, 塑料通常是指由合成树脂加入填料、增塑剂、稳定剂、润滑剂、色料等添加剂, 经过加工形成的塑性材料或固化交联形成的刚性材料。由此可见, 合成树脂是塑料的基本原料。

塑料工业可分为材料制造与成形加工两部分。表 1—1 为主要塑料品种工业化生产年份与发现年份。

表 1 — 1

主要塑料品种的工业化年份

品 种	工业化 年 份	发现 年份	品 种	工业化 年 份	发现 年份
硝酸纤维素	1868	1833	环氧树脂	1947	1934
酚醛树脂	1909	1872	聚丙烯腈	1948	1893
脲素树脂	1919	1897	ABS 树脂	1948	
苯胺甲酯树脂	1926	1892	聚三氟氯乙烯	1948	1934
醋酸纤维	1927	1865	聚对苯二甲酸乙二醇酯	1953	1941
聚醋酸乙烯	1929	1912	低压聚乙烯	1954	1952
脲醛树脂	1929	1918	聚丙烯	1957	1954
聚丙烯酸甲酯	1931	1880	聚丙烯酰胺	1958	
乙基纤维素	1935	1913	聚环氧乙烷	1958	1859
聚氯乙烯	1936	1872	聚碳酸酯	1958	1956
聚甲基丙烯酸甲酯	1936	1932	氯化聚醚	1958	1950
聚乙烯醇缩醛	1936	1928	聚 甲 醛	1959	1926
聚苯乙烯	1936	1869	聚邻苯二甲酸二丙烯酯	1960	1946
聚酰胺66	1938	1935	酯		
高压聚乙烯	1939	1933	酚氧树脂	1962	
聚偏氯乙烯	1939	1933	乙丙塑料	1962	
三聚氰胺树脂	1939	1935	聚酰亚胺	1963	1959
不饱和聚酯树脂	1941	1937	聚苯并咪唑	1965	1959
聚四氟乙烯	1943	1938	聚 苯 醚	1965	1964
聚硅醚树脂	1943	1931	聚 砜	1965	

(二) 塑料的一般特性

1. 能着鲜艳色彩

塑料几乎都可以任意着色, 这是与金属和木制品不同之处。着色坚牢, 不易变色。而且塑料容易制成像玻璃一样的透明制品。

2. 质轻, 不易损坏, 比强度高 (比强度是材料强度和密度的比值)。

塑料的密度比金属的密度小。一般塑料的密度在 $0.9 \sim 2.3 \times 10^3$ 千克/米³ 之间 (各种泡沫塑料的密度在 $0.01 \sim 0.5 \times 10^3$ 千克/米³ 之间)。

塑料的比强度比金属高, 不像陶瓷、玻璃制品那样容易损坏。表 1—2 为几种金属和塑料的比强度。

表 1—2 几种金属和塑料的比强度

材 料 名 称	比抗张强度 (抗张强度/密度)	材 料 名 称	比抗张强度 (抗张强度/密度)
钛	2095	玻璃纤维增强环氧树脂	4672
高级合金钢	2018	石棉酚醛塑料	2032
高级铝合金	1581	尼龙66	640
低碳钢	527	增强尼龙	1340
铜	502	有机玻璃	415
铝	232	聚苯乙烯	394
铸铁	134	低密度聚乙烯	155

3. 电绝缘性、热物理性能好

大多数塑料在低频低压下具有良好的电绝缘性能, 有些塑料即使在高压高频条件下, 也可用作电器绝缘和电容器介质材料。由于塑料的导热率极小, 只有金属的 $1/200 \sim 1/600$, 泡沫塑料的导热率与静止空气相当。因此塑料被广泛用作绝热保温材料, 建筑隔热、节能、冷藏等绝热装置材料。

4. 耐化学药品性好

多数塑料对一般浓度、温度下的酸、碱、盐等化学药品均具有良好的耐腐蚀性能，特别适用于化工设备。塑料不像金属那样发生锈蚀，而且也不易受日光风雨的侵蚀，是一种优良的防腐蚀材料。

5. 成型加工方便，能大批量生产。

用塑料制品代替金属制品，可以节约大量金属。表1—3为每千克塑料代替金属的效果（千克）。

表1—3 每千克塑料代替金属的效果(千克)

塑 料 \ 金 属	铝	铜	生 铁	青 铜	黄 铜	不 锈 钢
玻 璃 钢	2.5	6.2	5.5	5.8	5.0	4.4
尼 龙 6	3.6	10.2	9.8	12.2	7.5	7.8
酚醛胶木粉	4.1	9.5	8.9	8.3	—	—
硬聚氯乙烯	2.4	6.4	—	7.5	6.5	7.6

塑料与金属材料及其他工业材料相比有如下缺点：

1. 塑料的耐寒性虽好，但不耐高温。多数塑料虽不易燃烧，但由于塑料是高分子有机物，在300℃以上发生变形，且容易分解。与其他材

料（图1—1）相比，

塑料耐热性较差，故使用有所限制。表1—4为不同塑料制品连续耐热温度和热变形温度。

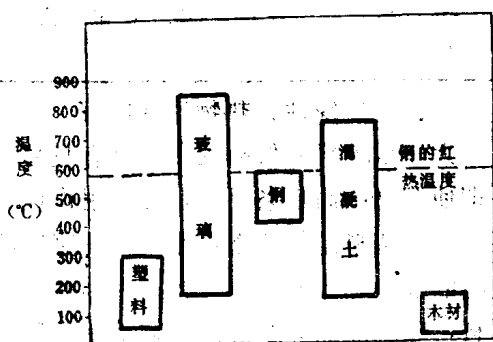


图1—1 各种材料的耐热性

表 1—4

不同塑料品种连续耐热温度与热变形温度

品 种	连续耐热 °C	热变形温度, °C $182.5 \times 10^4 P$	品 种	连续耐热 °C	热变形温度, °C $182.5 \times 10^4 P$
酚醛石棉塑料	179~280	150~205	*聚乙烯(低密度)	85~105 ($T_m 109 \sim 116$)	40~50
酚醛玻纤塑料	179~284	140~315	*聚乙烯(中密度)	110~130($T_m 125$)	50~52
酚醛α纤维素塑料	78	125~140	*聚乙烯(高密度)	130($T_m 140$)	45~60
三聚氰胺α纤维素塑料	100	175~180	*聚丙烯	127~165($T_m 164$)	65~75
三聚氰胺玻纤塑料	150~205	205	*聚丙烯玻纤塑料	155~165	115~155
聚酯玻纤塑料	150~180	—	尼龙66, 尼龙6	80~125	110(66), 80(6)
聚邻苯二甲酸烯丙酯 玻纤塑料(矿粉)	180~234	160~285	尼龙66, 尼龙6玻纤塑料	85~150	240(66), 215(6)
呋喃石棉塑料	130~168	—	聚甲醛	88	125
有机硅玻纤塑料	318	475	聚甲基硅玻纤塑料	80~100	150~175
环氧树脂玻纤塑料(矿粉)	150~260	125~270	聚碳酸酯	115	175~180
聚氯乙稀(硬质)	50~85	75~87	聚碳酸酯脂玻纤塑料	130	190~195
聚氯乙稀(软质)	50~85	—	酚氧树脂	73	75~80
ABS玻纤塑料	95~115	90~120	乙基纤维素	60~105	40~90
聚苯乙烯玻纤塑料	90~100	90~120	聚氨酯(软)	80	75(玻纤增强)
有机玻璃	65~90	75~110	聚 枫	145~174	175
			均苯聚酰胺	260	395
			*氯化聚酯	140($T_m 170$)	120

注: *是指高弹态与结晶态的高聚物, 能在 T_m 以下温度使用。

2. 温度变化时尺寸稳定性较差，成型收缩率较大，容易变形。图1—2为热塑性塑料与其他材料热膨胀率的比较。

3. 塑料老化。塑料在长时间使用或贮藏过程中，质量会逐渐下降。由于受周围环境如氧气、光、热、辐射、湿气、雨雪、工业腐蚀气体和微生物的作用，色泽改变，化学结构受到破坏，机械性能下降，变得硬脆或软粘而无法再使用，称之为塑料的老化。这是塑料制品性能中的一个严重缺陷。

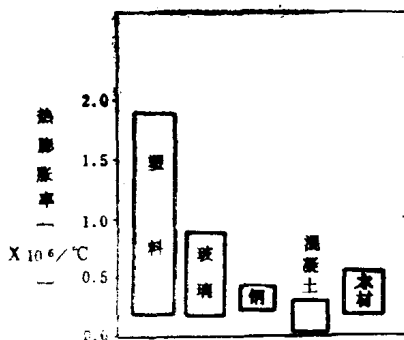


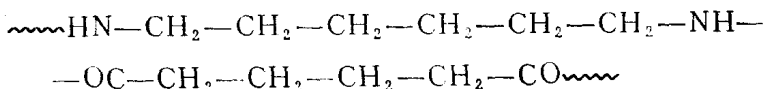
图1—2 热膨胀的比较

(三) 塑料的分类

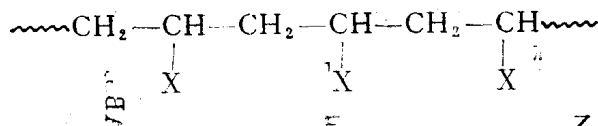
种类繁多的塑料，按其受热后表现出的特性可以分为热塑性塑料与热固性塑料。

1. 热塑性塑料

这类塑料受热时软化，可以加工成一定形状，并能多次重复加热塑制的高分子材料。热塑性塑料的化学构造为链状线型分子，例如乙烯类高分子、聚酰胺类高分子等。



聚酰胺66



乙烯类高分子