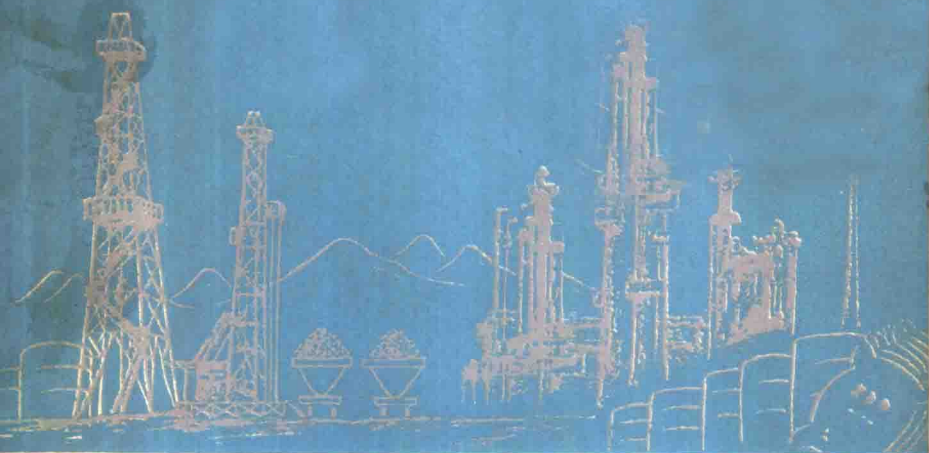
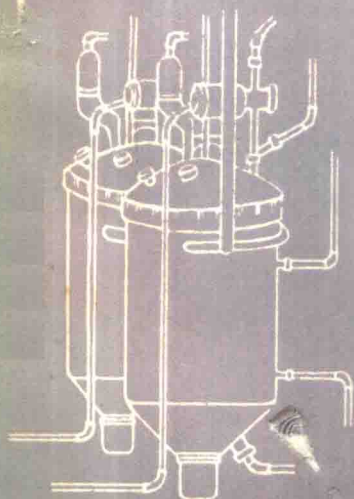




# 塑料工业知识



燃料化学工业出版社

# 塑料工业知识

晨光化工厂  
北京化工学院 编

燃料化学工业出版社

## 内 容 提 要

《塑料工业知识》系化学工业基础知识丛书之一。

此书共分五章；其内容着重介绍了塑料的基本知识；通用塑料、工程塑料以及耐高温塑料等二十几个品种的原料来源，聚合方法及工艺，性能，用途等；并简单地介绍了塑料的成型加工。

此书主要供化工生产部门的领导干部、管理人员、新工人学习，也可供知识青年阅读及有关学校师生参考。

## 塑 料 工 业 知 识

晨光化工厂 编  
北京化工学院

燃料化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

北 京 印 刷 八 厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

\* \* \*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$  印张  $4^{9/16}$

字数 93 千字 印数 1—74,000

1972年9月第1版 1972年9月第1次印刷

\* \* \*

书号15063·2003(化-86) 定价 0.29 元

## 毛主席語錄

我們能够学会我們原来不懂的东西。我們不但善于破坏一个旧世界，我們还将善于建設一个新世界。

自然科学是人們爭取自由的一种武装。人們为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会进行社会革命。人們为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

## 出版者的話

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国燃料化学工业战线广大革命职工，高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，深入开展了“工业学大庆”和技术革新的群众运动，掀起了“抓革命，促生产，促工作，促战备”的新的跃进高潮。石油化学工业、三大合成材料以及化肥、农药、酸、碱等工业得到了迅速的发展。为适应革命和生产战线上的大好形势，满足广大革命干部和新工人学习化学工业基础知识的要求，我们组织有关单位编写了《基本有机原料知识》、《塑料工业知识》、《合成橡胶工业知识》、《合成纤维工业知识》、《农药工业知识》、《化肥工业知识》、《硫酸工业知识》、《硝酸工业知识》、《纯碱工业知识》、《氯碱工业知识》、《无机盐工业知识》等一套化学工业基础知识丛书，由我社陆续出版。

这套丛书从最简单的化学原理谈起，联系我国化学工业发展情况，以通俗的语言，简明扼要地介绍了化工产品的性能和用途、原料路线、生产工艺过程等方面的基础知识。可供刚刚从事化学工业的领导干部、管理人员和新进厂的青年工人学习，也可供有关知识青年阅读及有关学校师生参考。

在本丛书的编写过程中，各编写单位领导非常重视，坚持无产阶级政治挂帅，积极组织三结合写作小组，充分发挥工人和技术人员的积极作用，大力支持出版工作。在这里，我们谨表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，缺点错误在所难免，切望读者批评指正。

# 目 录

|                       |    |
|-----------------------|----|
| <b>第一章 绪论</b> .....   | 1  |
| 一、从高分子材料谈起.....       | 1  |
| 二、天然树脂和合成树脂.....      | 2  |
| 三、塑料的组成.....          | 3  |
| 四、塑料的制法和分类.....       | 5  |
| 五、塑料的性能和用途.....       | 10 |
| 六、塑料工业发展概况.....       | 13 |
| <b>第二章 通用塑料</b> ..... | 15 |
| 一、聚氯乙烯.....           | 15 |
| 二、聚烯烃.....            | 22 |
| 三、聚苯乙烯及其共聚物.....      | 33 |
| 四、酚醛塑料.....           | 39 |
| 五、氨基塑料.....           | 45 |
| <b>第三章 工程塑料</b> ..... | 50 |
| 一、聚酰胺塑料.....          | 50 |
| 二、聚碳酸酯.....           | 55 |
| 三、聚甲醛.....            | 62 |
| 四、聚二甲基苯醚.....         | 67 |
| 五、氯化聚醚.....           | 69 |
| 六、聚砒.....             | 72 |
| 七、邻(间)苯二甲酸二丙烯酯.....   | 77 |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 八、聚酯树脂 .....              | 80         |
| <b>第四章 耐高温塑料及其他 .....</b> | <b>84</b>  |
| 一、含氟塑料 .....              | 84         |
| 二、硅树脂 .....               | 93         |
| 三、耐高温芳杂环聚合物 .....         | 101        |
| 四、聚酚酯 .....               | 107        |
| 五、环氧树脂 .....              | 111        |
| 六、不饱和聚酯 .....             | 115        |
| 七、有机玻璃(聚甲基丙烯酸甲酯) .....    | 117        |
| 八、聚氨酯 .....               | 121        |
| 九、离子交换树脂 .....            | 122        |
| <b>第五章 塑料的成型加工 .....</b>  | <b>127</b> |
| 一、概述 .....                | 127        |
| 二、塑料成型的加工方法 .....         | 128        |

# 第一章 緒 論

近十多年来，塑料制品已逐渐为人们所熟悉，它不仅是人们日常生活的必需品，而且在国民经济各部门、军事工业和尖端科学技术中也广泛应用，它可以代替玻璃、陶瓷、木材、金属和纤维等制品，有着非常重要的意义。目前塑料在各工业部门已成为不可缺少的材料。既然塑料这样重要，那么什么是塑料，目前有那些品种，它的原料来源，是怎样制造出来的，国内外的发展概况怎样，这对于刚刚走进化学工业大门的干部和工人来说可能还是陌生的。下面我们就作一简单介绍。

## 一、从高分子材料談起

人们利用高分子材料由来已久，广泛使用的有木材、棉花、皮革、羊毛、橡胶、松香、沥青等。由于这些材料分子量都很高，由几十万到几百万，同时又是天然产物，所以叫做天然高分子材料。

随着社会生产力的不断发展，科学技术的不断提高，天然高分子材料逐渐不能满足各方面的需要，因此人们就采用了人工合成的方法制得高分子材料。经过不断地生产实践和科学实验，发展了合成高分子材料工业，又叫做合成材料工业，简称“三大合成”，这就是指合成树脂、合成橡胶及合成纤维。这些合成材料的性质分别相似于天然树脂、天然橡胶和天然纤维。其中合成树脂范围较广，主要作塑料，成纤



性的树脂作合成纤维，成膜性的树脂作涂料。其他如合成木材、合成皮革、粘接剂等也由合成树脂制得。

## 二、天然树脂和合成树脂

在三大合成材料中，以合成树脂生产最早、产量最大、应用最广。树脂这一名词的来源是由树木分泌出的脂质而得名。大家知道，松树能分泌出一种乳液，如将它进行蒸馏，蒸出的是松节油，剩下来的残渣是硬的松香，这松香就是一种天然树脂。实际上天然树脂不一定都是从树木的分泌物制得的，如制造留声机唱片用的天然树脂虫胶，就是热带昆虫的分泌物。古代筑路用的沥青也是一种天然树脂，它却是矿产品。

天然树脂的生产因受到地区的限制产量不大，质量也不高。为了寻求天然树脂的代用品，首先将天然高分子物质——纤维素加以“改造”。将纤维素和硝酸一起反应制得硝酸纤维素，它是一种炸药，在干燥情况下极易爆炸。但是将潮湿的硝酸纤维素和樟脑混在一起，就可成型加工成各式各样的硝酸纤维塑料制品。虽然这种塑料从发现至现在已有一百余年，但目前仍在广泛应用，如用硝酸纤维塑料制乒乓球、各种儿童玩具、复写垫板、梳子、钮扣等。除此之外还有用植物、动物蛋白质制得的蛋白质树脂，用木材中提取的木质素制得的木质素树脂等。这些树脂既不是天然树脂，又不算合成树脂，而是介于两者之间，不过一般地也列入合成树脂的范畴。

真正的合成树脂是指由低分子量的化合物经过各种化学反应而制得的高分子量的树脂状物质，一般在常温常压下是

固体，也有的为粘稠状液体。

第一个合成树脂品种是酚醛树脂，它是由苯酚(石炭酸)和甲醛(福尔马林)在催化剂作用下制得的。它可以加入各种填料，也可浸渍各种纸张和织物，制得各种制品。这种酚醛树脂虽然已有六十多年的历史，但至今仍为通用塑料的重要品种之一，在尖端科学技术中也有不少应用。随着科研及工业的发展又相继出现了聚氯乙烯树脂、聚乙烯、聚苯乙烯等几十种甚至上百种合成树脂。

### 三、塑料的組成

塑料这一名词顾名思义是可塑性材料的简称。那么什么是塑料呢？

我国在好几千年以前就知道利用物质的可塑性制得所需用的制品。如将湿润的陶土塑制成各式各样的形状，经过焙烧成坚硬的制品，如碗、盆、罐等。为什么陶土可制成有用的制品呢？这是因为陶土具有可塑性。即是说，干的陶土加上一定量的水就可塑制成所需要的形状，并经过处理保持这种形状，我们称物质的这种特性为可塑性。

从广义上来说，可塑性材料很多，如陶土、石膏、玻璃、水泥，甚至金属均有可塑性。但我们现在所说的塑料不是指这些材料，而是指以合成树脂为主要成份，加或不加添加剂而具有可塑性的材料及其制品。如聚氯乙烯塑料管就是用聚氯乙烯树脂加各种添加剂挤出制成的。

塑料的主要成份是树脂，约占总重量的40~100%，塑料的基本性质主要取决于树脂的本性，但有时添加剂却能起到重要作用，可以大幅度地改进产品性能。塑料的添加剂主

要有如下几种。

### 增强材料和填料

为了满足各种应用领域的性能要求，可以加入增强材料和填料来弥补树脂性能的不足。起初在热固性树脂（如酚醛树脂和氨基树脂）中加填料和增强材料的较多。在六十年代热塑性塑料（如聚丙烯、聚碳酸酯、聚氯乙烯）中也加入填料，使其强度及使用温度都有很大提高。这样扩大了应用范围，这已成为塑料改性的一个方向。

### 增 塑 剂

绝大部分合成树脂均具有可塑性，但可塑性的大小却不相同；为了使树脂易于塑化和赋予制品以柔软性，一般在树脂中加入增塑剂。增塑剂为能增加树脂塑性的物质，它是液体或低熔点的化合物。对增塑剂的要求是要与树脂的混溶性好，不易从制品中跑出来，最好无色、无毒、无味、对光和热比较稳定。一般常用的增塑剂有苯二甲酸酯类、癸二酸酯类、磷酸酯类和氯化石蜡等。

### 稳 定 剂

为了防止树脂在加工过程和使用过程中受热和光的作用而使性能变坏，通常要加入稳定剂。对稳定剂的要求是在成型加工过程中不分解；能与树脂互溶；在使用环境和介质中稳定。常用的稳定剂有硬脂酸盐、铅化合物和环氧树脂等。紫外光吸收剂可防止塑料因受紫外光照射而性能变坏，这也属于稳定剂的范畴。

## 润 滑 剂

为了防止塑料在成型过程中粘在金属设备或模具上，一些塑料要加入润滑剂，同时也可使制品表面光滑等。常用润滑剂有硬脂酸及其盐类。

## 色 料

为了使塑料具有美观的色彩和适合使用要求，常在塑料中加入有机染料和无机颜料。对色料的要求是在加工过程中稳定，易于着色，分散性好，与塑料中其他成份不起化学反应。珠光剂和萤光剂也可属于这一类，如珠光有机玻璃就加了珠光剂。

塑料的添加剂并不止以上这几种。为了使树脂固化需用固化剂（如酚醛树脂用六次甲基四胺，环氧树脂用胺类和酸酐类固化剂等）；为了制泡沫塑料则用发泡剂；为了消除塑料的静电则加抗静电剂；为了使制品具有自熄性加入耐燃剂；为了使热塑性树脂在加工过程中交联也有加过氧化物；为了使塑料导电加入银、铜等。总之，根据不同的使用要求，可加入各种类型的添加剂。

合成树脂和塑料这两个名词区别在什么地方呢？一般认为，不加任何添加剂（不包括溶剂）的纯树脂叫合成树脂。加了添加剂的物料及其制品叫塑料。但应当说明在实际使用这两个名词时，并不按上述标准来划分。这里不详细探讨。

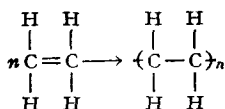
## 四、塑料的制法和分类

制造塑料的原料来源很丰富，有煤、石油、天然气和农

副产品，其他还有食盐、石灰石等。其中最主要的、有发展前途的是石油，由它可以制得很多塑料品种。

合成树脂是怎样制得的，归纳起来讲就是由很多低分子化合物通过聚合反应及缩聚反应合成高分子聚合物，这种高分子化合物就是合成树脂。

聚合反应又叫加成聚合反应，即是说把大量的一种单体或几种单体经过反应把它们“加”起来成为一个大分子，在这样的大分子中含有成千上万个所用原料单体的链节（组成聚合物的最小单位）。聚合反应的特点是当单体（低分子化合物）转变为高分子聚合物时，不放出其他低分子物质，聚合物组成与单体组成完全相同，而所用单体均含有双键（也有环状化合物和三键化合物）。如乙烯聚合成聚乙烯时就是如此。



如上式所示，乙烯为两个碳原子之间用一个双键连起来的碳氢化合物，一般将含双键的化合物称为聚合单体。单体有点象砌墙的砖一样，把每块砖用灰浆粘在一起就成了一堵墙。单体不是借助于灰浆之类的东西粘起来，它是依靠外界给予一定的能量，使单体活化，把双键打开成为有“活性”的单体，这种“活性”单体与另一非活性单体碰撞，两个单体就可联起来并带有“活性”，如此反应下去，就可以制得高分子聚合物。用什么东西可以使单体活化呢？这依单体的性质不同而异。如苯乙烯仅借助于加热就可使之活化；而生产高压聚乙烯则要在1000~2000大气压下加热并加氧或过氧化

合物才能使乙烯单体活化，把双键打开。使单体活化的过程叫做链引发过程。能引起双键打开活化的物质叫引发剂。引发剂有光、辐射、热、过氧化物、偶氮化合物等。被引发后的活性单体不断与其他单体联接起来的过程称做链增长过程。是否这种活性单体可以无限制地增长呢？在实践中并不是这样，如两个活性单体联起来或者遇到其他含活泼氢之类的化合物等，键就失去活性，叫做链终止过程。这就是从低分子化合物制高分子物质的化学过程，称为聚合反应。

如只有一种单体进行聚合，叫做均聚，所得物质叫均聚体。如为两种或两种以上单体聚合叫共聚，所得物质叫共聚体。其中又分为二元共聚，三元共聚以及多元共聚。

聚合的方法有很多种。以单体的形态来划分有气相聚合如高压聚乙烯；有固相聚合如聚甲醛；还有液相聚合。大多数品种多用液相聚合。在液相聚合中又分为许多种：有溶液聚合，即将单体溶于溶剂中进行聚合，如低压聚乙烯等。有乳液聚合，一般单体不溶于水，以水为介质，加上乳化剂如皂类在搅拌下成为乳浊液再进行聚合，如乳液法聚氯乙烯；有悬浮聚合，即将单体在机械搅拌下在水介质中成小滴，为了防止小滴碰撞成大滴，一般加分散剂如聚乙烯醇等，在这种状态下进行聚合称为悬浮聚合。如大多数生产聚氯乙烯均采用此法聚合；还有本体聚合，即在沒有其他溶液和介质存在下单体本身进行聚合，如本体法聚苯乙烯就是如此。

制备合成树脂的另一种方法叫缩聚法，即利用缩聚反应来制得。

这一方法与加成聚合方法不同，它不是靠单体中的双键反应，而是依靠单体中的反应基团（又称官能团如：羟基

OH, 羧基 COOH, 氨基  $\text{NH}_2$  等) 来反应, 缩聚反应就是用官能团之间逐步进行反应而成高分子聚合物。这一类反应的特点是在聚合过程中不断放出低分子化合物, 如水、氨、甲醇、氯化氢等。酚醛树脂和氨基树脂就是用这种反应制得的。

以上就是制造合成树脂的过程。有了合成树脂再加上添加剂, 通过各种成型方法 (详见成型加工一章), 就可以制成各式各样的塑料制品。

塑料为一大类合成材料的总称, 主要有几十个品种, 它们可以按照制造方法来分类见上所述, 但又可按一般合成树脂的性质来分类, 可分为热塑性塑料和热固性塑料两大类。

什么是热塑性塑料呢? 热塑性塑料是由可以多次反复加热而仍有可塑性的合成树脂所制得的塑料。较详细点讲就是合成树脂加热变软, 甚至成为可流动的粘稠物质, 在此状态时具有可塑性, 可塑制成一定形状的制品, 冷却后, 保持此形状, 如再加热又可变软塑制成另一形状, 如此可反复进行多次。

什么是热固性塑料呢? 热固性塑料是由加热固化的合成树脂所制得的塑料。较详细点讲就是所用合成树脂在加热初期树脂软化具有可塑性, 可制成各种形状的制件, 继续加热则伴随着化学反应的发生而变硬, 使形状固定下来不再变化。如再加热也不再软化, 不再具有可塑性。有这种性质的合成树脂所制得的塑料叫热固性塑料。

为什么合成树脂具有这种热塑或热固性质呢? 这主要是由于合成树脂本身分子结构所引起的。从树脂的一般结构来讲可分为三类: 一类是线型的; 一类是支链型的; 再一类是

网状结构如图1—1, 2, 3所示。如果合成树脂分子结构是线型的或支链型的就属于热塑性塑料, 如聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯等。如果是网状的就属于热固性塑料, 如酚醛树脂、氨基树脂、不饱和聚酯等。

热塑性塑料包括: 聚氯乙烯、聚烯烃、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚苯醚、聚氯醚、聚对

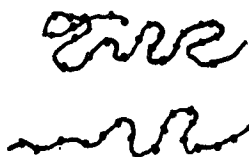


图 1—1 线型分子链  
• 代表一个小分子



图 1—2 支链型分子链

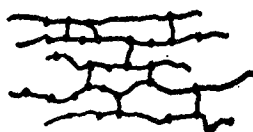


图 1—3 网状结构分子链

苯二甲酸乙二醇酯、聚砒、含氟塑料、聚甲醛、聚酰胺等。

热固性塑料包括: 酚醛树脂、氨基树脂、不饱和聚酯、聚氨酯、环氧树脂、有机硅、聚二甲酸二丙烯酸酯、芳杂环树脂等。

上述分类方法是比较合理的, 对成型加工来说有实际意义。但本书拟按实际情况和塑料性能特点来分章节, 把塑料分为三类, 第一类为通用塑料, 这类塑料产量大, 用途广, 价格低。它包括五大品种: 即聚烯烃、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛树脂和氨基树脂。这类塑料占整个塑料产量的四分之三以上。第二类为工程塑料, 这类塑料一般机械强度好, 可代替大量金属, 特别是有色金属, 这只不过是指这类塑料的主要应用而言, 当然其他类型材料也可作结构材料。在这



一类中包括聚碳酸酯、聚酰胺、聚甲醛、聚氯醚、聚砒等。第三类为耐高温塑料，这类树脂的特点是耐高温，产量小，价格贵，适用于特殊用途，如氟塑料、有机硅树脂、芳杂环树脂等。其他一些塑料品种也很多，不易划分，将在第三类树脂中介绍，如聚丙烯酸酯树脂、环氧树脂、离子交换树脂等。我们这样分类的目的是想强调塑料工业的基本品种还是五大品种，必须予以重视，否则要大幅度增加塑料总产量是不可能的。工程塑料从质量上讲是目前塑料工业发展重点，发展速度也快，在发展塑料工业的时候必须抓紧这个环节。耐高温塑料在发展国防工业和尖端技术中有着重要作用，这是塑料工业的尖端，不可忽视。其他塑料品种并不是不重要，如聚甲基丙烯酸甲酯是飞机风档和座窗盖不可缺少的材料，环氧树脂和不饱和聚酯也广泛用于军事工业。

## 五、塑料的性能和用途

塑料产量大，应用广，这与它具有优异的性能是分不开的。塑料的品种很多，各有各的特点，而且各品种又可通过共混、共聚、增强等方法来改善其性能，以满足使用要求。由于塑料所用原料不同、生产方法、组份和结构形式的差异、加上不同添加剂和不同成型加工方法，故可以制得不同性能的塑料制品。如可制得象钢一样强的塑料，也可制得轻如羽毛的塑料；可制得象玻璃一样透明的塑料，也可制得象石英一样耐热性塑料。现将塑料的特性叙述如下。

### 可 调 性 好

在这里所说的可调性是指塑料可以通过不同途径调整塑