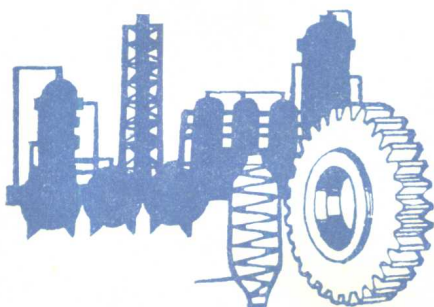
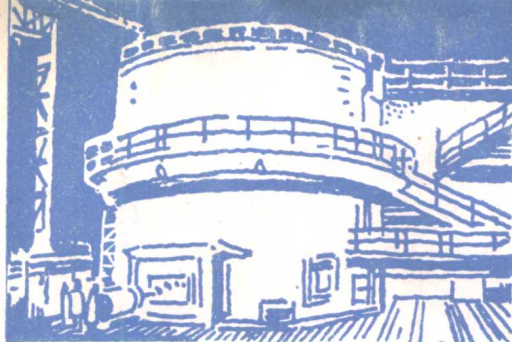


新技术普及丛书



多能的塑料

文国元等编写

上海科学技术出版社

出版说明

新技术普及丛书选题以正在推广应用或有发展前途的新技术、新工艺、新材料、新设备等为主,要求通俗生动地介绍有关技术原理和基本知识,并适当结合具体事例,力求能起到增进知识,开阔眼界,启发思考,鼓舞斗志的作用,从而在推广应用新技术方面有所帮助。

《多能的塑料》是本丛书之一种,由上海有机化学工业公司科技组组织,得到胜德塑料厂、上海市塑料情报协作网、长红塑料厂大力支持。由文国元、崔经国、黄仕钊同志编写。文国元同志主要执笔。东海农场化工厂派员绘图。本书编写过程中还得到上海有关研究单位和有关生产单位的大力支持和热情帮助。

新技术普及丛书

多能的塑料

文国元等编写

朱科夫 蔡康非 绘图

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路100号)

新华书店上海发行所发行 上海印刷厂印刷

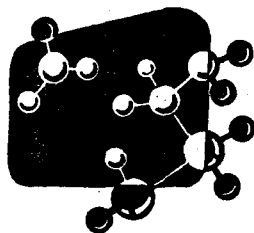
开本 787×1092 1/32 印张 5.375 字数 129,000

1978年10月第1版 1978年10月第1次印刷

印数 1—50,000

书号: 15119·1963 定价: 0.42元

引言



百货商店里许多造型优美、色彩鲜艳的塑料制品，是大家十分熟悉的。其实，塑料还大量用作电气绝缘件（如灯头、开关、导线绝缘层等）；机器设备、仪器仪表及电讯器材的许多零部件也是塑料做的；农业生产则普遍使用塑料薄膜、塑料水管、塑料农具及塑料做的农机配件。塑料还大量用作建筑材料和包装材料，在尖端科学技术领域也有十分广阔和重要的用途。总之，塑料不仅与人们的日常生活关系越来越密切，而且已成为工农业生产和科学技术不可缺少的重要材料。

塑料是一种人工合成的高分子化合物，具备许多优越的性能，为了对它有更多的了解，让我们先从分子谈起。

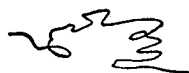
大家知道，物质由分子构成，分子由原子构成。例如水由水分子组成，水分子则由二个氢原子和一个氧原子构成。分子，人的肉眼是看不见的，甚至在高倍显微镜下也看不见，但它仍有一定的质量，通常用分子量^①来表示。有一类物质分子量较小，如水的分子量 18，氧的分子量 32，二氧化碳的分子量 44。水、氧、二氧化碳及地球上绝大多数的金属和非金属元素的分子量都不大，统称为低分子物质。自然界还有一类物质的分子量很大，如棉、麻、羊毛、蚕丝、天然橡胶、指甲、

^① 分子量的单位称氧单位，一个氧单位即一个氧原子质量的 $\frac{1}{16}$ ，氧原子的质量为 0.000000000000000000000025670 克 (2.567×10^{-23} 克)。

毛发、血球、蛋白质等,这些物质的分子量高达几万、几十万乃至几百万,人们称之为大分子或高分子。由大分子构成的物质称高分子化合物。

聚乙烯是一种人工合成的高分子化合物,一种常见的塑料,它的分子量大多是几万到几十万,最高的可达几百万(超高分子量聚乙烯)。聚乙烯的原料——乙烯的分子量只有 28。如果聚乙烯的分子量是 5.6 万,那么一个聚乙烯大分子是由二千个乙烯小分子通过共价键^① 构成;如果聚乙烯的分子量是 280 万,则一个这样的聚乙烯大分子是由十万个乙烯小分子构成,也就是 20 万个碳原子和 40 万个氢原子构成。由此不难想见大分子与小分子的差异是多么悬殊!正是由于高分子化合物与低分子化合物有这样大的差异,才使之具有许多与低分子物很不相同的特性。

塑料大分子可以具有不同的形态。有一类大分子是线状的,如同一根长的棉线,没有分支,通常较柔软,可以自由卷曲(见下图左)。另一类大分子是带支链的,在一根主链上长出一些分支(见下图中)。还有一类大分子是网状结构,各大分子链之间通过化学键牢固地联结起来,从而形成立体网状结构(见下图右)。大分子的结构不同,性质也不同,这在后面还



线状大分子



支链状大分子



网状大分子

三种不同形态的大分子

① 共价键又称原子键。一般指由两个原子通过共用电子对而产生的一种化学键。每一共用电子对产生一个共价键。共价键存在于单质分子和大多数有机化合物中。

要讨论。

这里先谈一谈树脂。在自然界存在一类由植物和动物分泌的有机物质,如松香、虫胶等。松香是从松树分泌出的乳液状的松脂中分离出来的。虫胶是一种热带昆虫分泌的胶状物质。它可以用作清漆,早年还曾用来制作留声机唱片。这类天然产物的共同特点是没有显著熔点,受热后可逐渐软化,能溶于某些有机溶剂(如醇、醚)之中,但不溶于水。人们把这类天然产物称为树脂。

随着生产的发展,天然树脂已远远不能满足需要,这就促使人们努力探索用人工方法制造树脂。十九世纪中叶,首先用硝酸处理天然产物棉纤维(其主要成份是纤维素),随后又用低分子的有机化合物作原料经过化学合成,终于制造出与天然树脂某些性能相似的树脂状产物,人们把这类产物称为合成树脂。

酚醛树脂是最早投入工业生产的合成树脂。它以苯酚和甲醛为原料,在催化剂存在下进行缩聚反应,逐渐形成大分子,在反应过程中有低分子副产物(如水)产生。这种通过缩聚反应得到的树脂称缩聚树脂。除酚醛树脂外,氨基树脂、不饱和聚酯树脂、有机硅树脂、环氧树脂等都属这一类。

另有一类树脂是通过聚合反应制得的。例如,乙烯是一种气体,在常温常压下一般不发生反应,但若对乙烯加热加压,并加入促进化学反应的催化剂则能发生聚合反应。如加压到 $1500 \sim 2000$ 公斤/厘米²,并加热到 $180 \sim 200^{\circ}\text{C}$,再加适量的氧促进这一反应,乙烯便迅速聚合成白色蜡状的固体——聚乙烯。由于这种聚乙烯是在很高的压力下制得的,所以称高压聚乙烯。此外,还可由中压法和低压法制聚乙烯。根据同样的道理,将氯乙烯聚合得聚氯乙烯,将苯乙烯聚合得聚苯

乙烯。聚合反应过程中没有低分子副产物产生，这一类通过聚合反应制得的树脂称聚合树脂。

有些合成树脂可直接用作塑料(如聚乙烯、聚苯乙烯、尼龙、聚碳酸酯等)。但有些合成树脂不能单独用作塑料，必须在其中加入一些添加剂才成(如酚醛树脂、氨基树脂、聚氯乙烯等)。

塑料的共同特点是具备良好的可塑性。塑料就是以合成树脂为主要成份，在一定外界条件(如加热、加压)下可以塑制成型的材料。在室温下塑料能保持自己的形状不变。

那么，合成树脂的原料又是什么呢？石油、天然气、煤及农副产品均可作为生产合成树脂的原料。

可利用的农副产品大体分为含大量淀粉的和含大量纤维素的。前者如薯类、玉米、橡子和其他野生植物种子，通过发酵可以生产甲醇、乙醇、丙酮、甘油等基本化工原料；后者如木屑、棉花、棉短绒、棉籽壳、玉米秆、甘蔗渣等，可用来生产纤维素塑料，或做填料。还有非食用油脂(如蓖麻油、蚕蛹油和桐油)也可作塑料的原料。

用煤炼焦时可得到煤焦油和焦炉气，从煤焦油可提取苯酚、甲酚、二甲酚等，从焦炉气中可得到乙烯等。另外，煤还可炼制成制取乙炔的电石。

石油工业的发展为塑料生产提供了丰富的原料，炼油过程会产生大量炼油气，其中包含乙烯、丙烯、丁二烯以及苯等许多重要原料。随着塑料、合成纤维、合成橡胶三大合成材料工业的发展，单纯从炼油气分离化工原料已不能满足需要，因而出现了主要不是提炼汽油、柴油等油料，而是以提供各种化工原料为主要任务的石油炼厂。此外，天然气(主要成份是甲烷)通过化学反应和分离提纯也可大规模制取各种化工原料。

二十世纪五十年代以后，石油化学工业的大发展促进了塑料工业的突飞猛进，使之达到了今天这样巨大的规模。

前面谈到，有些合成树脂要加入添加剂才能作为塑料。这添加剂就是指填料、增塑剂、稳定剂、着色剂等。

在许多塑料中填料占有相当的比重。木粉(锯木屑)、石棉、碳酸钙、亚硫酸钙以及云母等都可作填料。一般说来，填料的价格大大低于合成树脂，因此加入填料可以降低成本。同时大多数填料可以改善树脂的性能，如酚醛树脂性脆，加入木粉后机械强度显著提高，加入云母粉可改善电性能，加入石棉粉则可以提高耐热性。

增塑剂可以改善树脂的可塑性。有的树脂可塑性差，很难成型，加入增塑剂可使其变得容易成型。如聚氯乙烯的可塑性就不太好，通常都要加入适量的增塑剂。对增塑剂的要求是：与树脂有较好的相溶性，挥发性小，无毒，无味，无色，对光和热比较稳定。常用的增塑剂主要有甲酸酯类、癸二甲酸酯类、磷酸酯类和氯化石蜡、樟脑等。

稳定剂可以提高树脂在受热时的稳定性。树脂在加工过程中因受热的作用发生分解等化学反应，其性能会受到一定程度的破坏，加入稳定剂可以防止或减缓这种破坏。稳定剂应能耐水、耐油、耐化学药品，并与树脂相溶，在成型过程中不分解。常用的稳定剂有硬脂酸盐、铅的化合物及环氧化合物等。

着色剂可使塑料制品染上美观的色彩。着色剂应当性质稳定，不易变色，不与其他成份(增塑剂、稳定剂等)起化学反应，染色力强，与树脂有很好的相溶性。

当然，塑料的添加剂远不止上述几种，还有发泡剂、防老化剂、抗静电剂、阻燃剂等等。并不是每一种塑料都要加入全

部添加剂，而是根据塑料品种和使用要求加入所需的某些添加剂，有的则不用任何添加剂。

到目前为止，投入工业生产的塑料有好几百种，常用的有六十多种，形形色色，名目繁多，因而需要科学地将众多的塑料分门别类。常用的塑料分类法有两种：一种是按塑料的特性分为热固性塑料和热塑性塑料；另一种是按塑料的应用范围分为通用塑料、工程塑料和其他塑料。

热固性塑料的特点是在一定条件（如加热、加压）下会发生化学反应，经过一定时间即固化为坚硬的制品。热固性塑料固化之后既不溶于任何溶剂之中，加热也不会再熔融（温度过高发生分解）。常用的热固性塑料有酚醛塑料、氨基塑料、环氧树脂、不饱和聚酯树脂、呋喃树脂、有机硅树脂等品种。

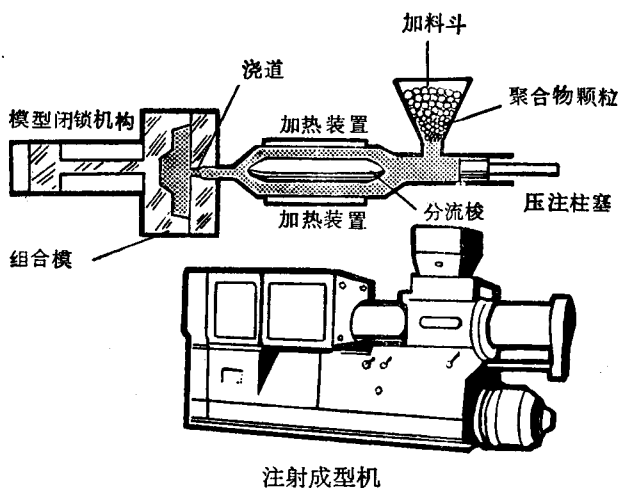
热塑性塑料与热固性塑料不同，它受热软化，冷却变硬，再受热又可软化，冷却再变硬，在这一过程中一般只有物理变化而无化学变化，故这一过程可多次重复地进行。最重要的热塑性塑料有聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯及聚酰胺（即尼龙）、ABS^①、聚甲醛、聚碳酸酯、聚苯醚、氯化聚醚、氟塑料等。

通用塑料主要是指产量特别大、用途广、价格低的一类塑料，主要包括六大品种，即：聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、酚醛塑料和氨基塑料。这类塑料虽然只有六种，可是它们的产量占塑料总产量的75%以上，构成了塑料工业的主体。

① ABS 是苯乙烯-丁二烯-丙烯腈三元共聚物，是一种性能优良的工程塑料。

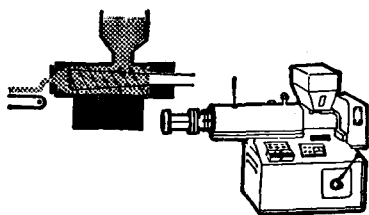
工程塑料常指能在工程技术中作结构材料的塑料。这类塑料机械强度好,或具备耐高温、耐腐蚀、耐辐射等特殊性能,因而可代金属作某些机械构件,或作其他特殊用途。聚碳酸酯、尼龙、聚甲醛、聚砒、ABS、聚苯醚、氯化聚醚、氟塑料、环氧树脂等是常用的几种工程塑料。

目前,塑料的年产量达几千万吨,这样多的塑料都要通过成型加工成为塑料制品。塑料的成型方法很多,最常采用的是挤出成型、注射成型和压延成型三种方法。目前,这三种方法加工的塑料占全部塑料产量的80%以上。此外还有模压、层压、浸渍、浇铸、发泡等成型方法。



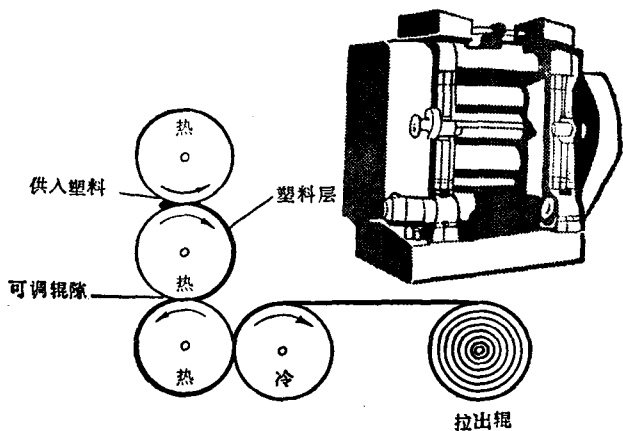
注射成型是将颗粒状或粉末状的塑料放入料筒内加热,使之熔融达流动状态后,用螺杆(或柱塞)对它施加压力,使塑料以较快的速度注入模具。熔融塑料在温度较低的模具内经

一定时间冷却后即固化成型。这时打开模具便可取出塑料制品。



挤出成型机

挤出成型是使料筒内呈熔融状态的塑料通过一定截面形状的模子(通常称口模),经冷却定型而制得管、棒、板、薄膜及其他具一定截面形状的连接型材的成型方法。



压延成型机

压延成型在多辊压延机上进行,压延机的金属辊用蒸汽、热油或电加热,辊间的间隙可根据需要自动调节。塑料通过

加热的压延辊被压延成塑料薄膜或薄片,冷却后即得到产品。

模压成型是最老的一种成型方法,是热固性塑料主要的成型方法之一。将一定量的塑料放入加热模具,闭模加压,塑料在模具中成型并硬化,开模即得到塑料制品。

塑料除了可以很方便地用各种方法成型之外,还可以采用车、铣、刨、磨、刮、钻以及抛光等方法进行机械加工。

塑料作为一种新型材料,正在国民经济各部门得到广泛的应用,并且将越来越发挥其巨大作用,显示其重要意义。

无论在人们的日常生活中,还是在工农业生产和科学技术工作中,塑料都已得到广泛应用。因此,塑料的特点、性能及其应用是人们关心的问题。本书试图从应用的角度介绍塑料的性能、加工和用途。由于本书不是按塑料品种而是按应用分章,所以某些塑料品种在各章节难免重复;此外,在分子与医学以及感光树脂等章节,除谈到塑料外,还谈到合成纤维和合成橡胶。

目 录

引言

塑料代金属.....10

实现无噪声传动 华而不实吗 闪烁着金属光泽 事半功倍

耐腐蚀的塑料.....26

不怕酸碱, 软硬皆宜 玻璃钢又显身手 不锈钢并非不锈
“塑料王”

耐热和耐辐射的塑料.....38

塑料的三种力学状态 测试塑料耐热性的方法 提高塑料耐
热性的途径 用途日广 耐高温的芳杂环高聚物 飞向宇宙,
重返地球 塑料的耐辐射性能

塑料包装.....63

单层薄膜和复合薄膜 会收缩的薄膜 塑料瓶与塑料桶 新
颖的钙塑包装箱 路子越走越宽广

新颖建筑材料.....75

把建筑物装扮得更漂亮 塑料作建筑结构材料 防渗漏的好
材料 管道、保暖及其他

农用塑料.....87

农用薄膜 隆冬季节吃夏菜 轻便灵巧效能高 促进农业迈
大步

泡沫塑料.....99

价廉物美的日用品 能软能硬 可发性聚苯乙烯泡沫 合成
木材 多种用途

高分子与医学..... 114

修补心脏 闯入禁区 人工肾 人造血管 重见光明 前途
无量

离子交换树脂..... 132

什么是离子交换树脂 使水变清 湿法冶金 食品和医药
向海洋要宝 防治公害

感光树脂..... 150

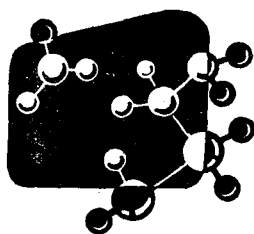
感光胶片与感光树脂 感光特性 感光树脂与印刷制版 光
敏抗蚀剂 感光树脂应用的扩展

使塑料性能更完美..... 162

按人的意志设计大分子 共聚、接枝和嵌段 定向聚合 在
大分子链间架桥——分子交联 增强塑料 共混

展望..... 181

引 言



百货商店里许多造型优美、色彩鲜艳的塑料制品,是大家十分熟悉的。其实,塑料还大量用作电气绝缘件(如灯头、开关、导线绝缘层等); 机器设备、仪器仪表及电讯器材的许多零部件也是塑料做的; 农业生产则普遍使用塑料薄膜、塑料水管、塑料农具及塑料做的农机配件。塑料还大量用作建筑材料和包装材料, 在尖端科学技术领域也有十分广阔和重要的用途。总之,塑料不仅与人们的日常生活关系越来越密切,而且已成为工农业生产和科学技术不可缺少的重要材料。

塑料是一种人工合成的高分子化合物, 具备许多优越的性能,为了对它有更多的了解,让我们先从分子谈起。

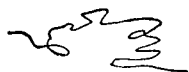
大家知道,物质由分子构成,分子由原子构成。例如水由水分子组成,水分子则由二个氢原子和一个氧原子构成。分子,人的肉眼是看不见的,甚至在高倍显微镜下也看不见,但它仍有一定的质量,通常用分子量^①来表示。有一类物质分子量较小,如水的分子量 18,氧的分子量 32,二氧化碳的分子量 44。水、氧、二氧化碳及地球上绝大多数的金属和非金属元素的分子量都不大,统称为低分子物质。自然界还有一类物质的分子量很大,如棉、麻、羊毛、蚕丝、天然橡胶、指甲、

① 分子量的单位称氧单位,一个氧单位即一个氧原子质量的 $\frac{1}{16}$,氧原子的质量为 0.000000000000000000000025670 克(2.567×10^{-23} 克)。

毛发、血球、蛋白质等,这些物质的分子量高达几万、几十万乃至几百万,人们称之为大分子或高分子。由大分子构成的物质称高分子化合物。

聚乙烯是一种人工合成的高分子化合物,一种常见的塑料,它的分子量大多是几万到几十万,最高的可达几百万(超高分子量聚乙烯)。聚乙烯的原料——乙烯的分子量只有 28。如果聚乙烯的分子量是 5.6 万,那么一个聚乙烯大分子是由二千个乙烯小分子通过共价键^① 构成;如果聚乙烯的分子量是 280 万,则一个这样的聚乙烯大分子是由十万个乙烯小分子构成,也就是 20 万个碳原子和 40 万个氢原子构成。由此不难想见大分子与小分子的差异是多么悬殊!正是由于高分子化合物与低分子化合物有这样大的差异,才使之具有许多与低分子物很不相同的特性。

塑料大分子可以具有不同的形态。有一类大分子是线状的,如同一根长的棉线,没有分支,通常较柔软,可以自由卷曲(见下图左)。另一类大分子是带支链的,在一根主链上长出一些分支(见下图中)。还有一类大分子是网状结构,各大分子链之间通过化学键牢固地联结起来,从而形成立体网状结构(见下图右)。大分子的结构不同,性质也不同,这在后面还



线状大分子



支链状大分子



网状大分子

三种不同形态的大分子

① 共价键又称原子键。一般指由两个原子通过共用电子对而产生的一种化学键。每一共用电子对产生一个共价键。共价键存在于单质分子和大多数有机化合物中。

要讨论。

这里先谈一谈树脂。在自然界存在一类由植物和动物分泌的有机物质,如松香、虫胶等。松香是从松树分泌出的乳液状的松脂中分离出来的。虫胶是一种热带昆虫分泌的胶状物质。它可以用作清漆,早年还曾用来制作留声机唱片。这类天然产物的共同特点是没有显著熔点,受热后可逐渐软化,能溶于某些有机溶剂(如醇、醚)之中,但不溶于水。人们把这类天然产物称为树脂。

随着生产的发展,天然树脂已远远不能满足需要,这就促使人们努力探索用人工方法制造树脂。十九世纪中叶,首先用硝酸处理天然产物棉纤维(其主要成份是纤维素),随后又用低分子的有机化合物作原料经过化学合成,终于制造出与天然树脂某些性能相似的树脂状产物,人们把这类产物称为合成树脂。

酚醛树脂是最早投入工业生产的合成树脂。它以苯酚和甲醛为原料,在催化剂存在下进行缩聚反应,逐渐形成大分子,在反应过程中有低分子副产物(如水)产生。这种通过缩聚反应得到的树脂称缩聚树脂。除酚醛树脂外,氨基树脂、不饱和聚酯树脂、有机硅树脂、环氧树脂等都属这一类。

另有一类树脂是通过聚合反应制得的。例如,乙烯是一种气体,在常温常压下一般不发生反应,但若对乙烯加热加压,并加入促进化学反应的催化剂则能发生聚合反应。如加压到 $1500\sim 2000$ 公斤/厘米²,并加热到 $180\sim 200^{\circ}\text{C}$,再加适量的氧促进这一反应,乙烯便迅速聚合成白色蜡状的固体——聚乙烯。由于这种聚乙烯是在很高的压力下制得的,所以称高压聚乙烯。此外,还可由中压法和低压法制聚乙烯。根据同样的道理,将氯乙烯聚合得聚氯乙烯,将苯乙烯聚合得聚苯

乙烯。聚合反应过程中没有低分子副产物产生，这一类通过聚合反应制得的树脂称聚合树脂。

有些合成树脂可直接用作塑料(如聚乙烯、聚苯乙烯、尼龙、聚碳酸酯等)。但有些合成树脂不能单独用作塑料，必须在其中加入一些添加剂才成(如酚醛树脂、氨基树脂、聚氯乙烯等)。

塑料的共同特点是具备良好的可塑性。塑料就是以合成树脂为主要成份，在一定外界条件(如加热、加压)下可以塑制成型的材料。在室温下塑料能保持自己的形状不变。

那么，合成树脂的原料又是什么呢？石油、天然气、煤及农副产品均可作为生产合成树脂的原料。

可利用的农副产品大体分为含大量淀粉的和含大量纤维素的。前者如薯类、玉米、橡子和其他野生植物种子，通过发酵可以生产甲醇、乙醇、丙酮、甘油等基本化工原料；后者如木屑、棉花、棉短绒、棉籽壳、玉米秆、甘蔗渣等，可用来生产纤维素塑料，或做填料。还有非食用油脂(如蓖麻油、蚕蛹油和桐油)也可作塑料的原料。

用煤炼焦时可得到煤焦油和焦炉气，从煤焦油可提取苯酚、甲酚、二甲酚等，从焦炉气中可得到乙烯等。另外，煤还可炼制成制取乙炔的电石。

石油工业的发展为塑料生产提供了丰富的原料，炼油过程会产生大量炼油气，其中包含乙烯、丙烯、丁二烯以及苯等许多重要原料。随着塑料、合成纤维、合成橡胶三大合成材料工业的发展，单纯从炼油气分离化工原料已不能满足需要，因而出现了主要不是提炼汽油、柴油等油料，而是以提供各种化工原料为主要任务的石油炼厂。此外，天然气(主要成份是甲烷)通过化学反应和分离提纯也可大规模制取各种化工原料。