

中级科学技术丛书

塑料及其制品

张元民 編著

江苏人民出版社

· 內 容 提 要 ·

本書首先介紹塑料是什么，接着介紹常用的热固性塑料，热塑性塑料，几种新穎的树脂和塑料，並介紹了制造塑料制品的方法。在这些內容里，較詳細地敘述了塑料的組成及化学成分，各种塑料的制造方法、性能和用途等，並列举了各种塑料的性能指标。本書可供高中文化程度的干部、工人閱讀。

中學
科學 科学技术丛书

塑 料 及 其 制 品

張元民編著

*

江苏省书刊出版业营业登记证出00—1号

江苏人民出版社出版

南京湖南路十一号

新华书店江苏分店发行 江宁印刷厂印刷

*

开本787×1092毫米1/32 印张3 3/4 字数81 000

一九五八年六月第一版

一九五八年六月南京第一次印刷

印数 1—4, 100

統一書号: 13100·46

定 价: (7) 三角四分

前 言

塑料是一种具有很多优良性能的新穎人造材料，它的各种制品广泛的用在各个国民經济部門中，不但在各种工业部門中，而且在生活用品方面都有着很大的用处。

塑料可以做成透明的不碎玻璃，广泛用于汽車、航空工业及光学仪器上。塑料的强度很高，大量的被用来代替有色金属和其他材料甚至黑色金属，在各工业部門中广泛的用作結構材料及制成各种机械零件，例如塑料制的齒輪和軸承就是一种广泛用的机械零件，具有很多比金属还好的特性。塑料还是具有优良的电絕緣性能的材料。有些塑料可以在很低的溫度如 -80°C 时，性能仍很好，在高空飞行时就要用到它。它可以做成黏結力非常好的万能胶，什么东西都可以黏結。它还可以做成非常輕的多孔材料，是很好的隔音、隔熱材料。塑料还可以有很好的耐腐蝕性能，化学工业中少不了它。此外，塑料还可以做漂亮輕便的日用品，家具，甚至做屋壁，也可以做各种漂亮的織物，制成的衣服輕而漂亮，并很坚固。总之，塑料是一种用途非常广泛的人造材料。

塑料是一种多品种的材料，現在通用的各种塑料祇少数以百計。各种塑料有各种塑料的特点及其独特的应用。世界上現在各种塑料的年产量已經在250万吨以上，而且还在飞快的增加着。塑料的各种性能更好的新品种，也在不断的增加着。

旧中国留給我們的塑料工业是非常可伶的，可以說是工

业中的一个空白点。解放以来,在党和政府的领导下,已经有了很大的发展。今后,无论在科学研究工作上,以及在塑料工业的建设上,在党和政府的领导、兄弟国家的帮助及大家的努力下,一定会飞快的向前发展。

这本书是介绍各种塑料的制造、性质、用途,以及用塑料制成各种制品的方法。

張元民 一九五八年四月

目 录

第一章	塑料是什么东西	(1)
	物质的可塑性	(1)
	天然树脂	(2)
	合成树脂——高分子有机化合物	(3)
	什么是塑料	(5)
	塑料的分类	(8)
第二章	常用的热固性塑料——酚醛塑料	(10)
	制造酚醛树脂所用的主要原料	(11)
	酚醛树脂	(14)
	酚醛压塑粉	(20)
	棉花纤维塑料	(24)
	层状塑料	(26)
	石棉塑料	(30)
	一、以纤维蛇纹石石棉为主制成的塑料	
	二、法奥利特	
第三章	常用的热固性塑料——氨基塑料和多酯塑料	
	料	(39)
	氨基塑料	(39)
	一、脲类甲醛树脂	
	二、三聚氰胺甲醛树脂	
	三、氨基压塑粉	
	四、氨基层状塑料	

	五、苯氨甲醛树脂和塑料	
	多酯树脂及塑料	(50)
	一、甘油苯二甲酸酯树脂和塑料	
	二、二醇丁烯二酸酯树脂和塑料	
第四章	常用的热塑性塑料	(56)
	硝酸纤维素塑料	(56)
	一、硝酸纤维素压塑粉	
	二、赛璐珞	
	醋酸纤维素塑料	(69)
	聚乙烯	(63)
	聚氯乙烯	(65)
	一、硬聚氯乙烯塑料	
	二、软聚氯乙烯塑料	
	聚苯乙烯	(73)
	聚乙烯醇缩醛	(75)
	有机玻璃	(76)
	· 瀝青塑料	(78)
第五章	几种新穎的树脂和塑料	(80)
	有机硅	(80)
	尼隆	(83)
	离子交换树脂	(87)
	氟塑料	(90)
第六章	塑料制造成制品的方法	(91)
	热压法	(92)
	一、压机	
	二、模型	
	三、怎样将塑料热压成制品	

压鑄法.....	(99)
挤出法.....	(102)
低压成型法.....	(105)
制造塑料制品的其他方法.....	(107)
塑料制品的机械加工.....	(109)

第一章 塑料是什么东西

物質的可塑性

所有的物質都有一定的可塑性。这就是說，在一定的条件下，物質都可以发生变形。有些物質的可塑性很小，如金鋼鉗就几乎没有可塑性。有些物質的可塑性却很大。人类很早以前就利用物質的可塑性制成很多有用的物品。大家都知道，黏土在潮湿时是很容易塑成各种形状的，我們的祖先在很早以前就利用黏土的可塑性制成各种精美的陶器瓷器了。塑象的艺术家們利用蜡的可塑性制成各种蜡象。在日常生活中，我們利用麵粉加水混和后的可塑性，做成各种形状的麵食品。

有些物質在一般情況下，就已具有很好的可塑性，例如上面所說的黏土、麵粉，在通常的溫度時加一点水混和一下，就可用手輕易地塑成各种形状。有些物質需要在較高的溫度和較大的外力時，才有相當的可塑性，才能使它变形，例如上面所說的蜡象，就需要在比室溫較高的溫度時才能塑象。玻璃則需攝氏1000度以上的高溫才能做成各种形状的玻璃制品。而鋼鐵也需要很高的溫度和相當大的壓力才能鍛打成各种形状的零件。

这些都是利用物質的可塑性的例子。

天然树脂

天然树脂——自然界中的各种树脂，都是具有很好的可塑性的物质。

很早以前，人类就发现有些树木的表面上会分泌出一种油脂状的东西，例如松树就会分泌出一种蜜糖样的东西，经过一、二天后，由于含有的油挥发掉及氧化作用变成黄色的块状物，这种东西就是最早发现的天然树脂。后来，人们知道将这些树木的汁液加以蒸馏，把松节油蒸出来，剩下的树脂就硬得多了，这就是松香。松香的用处是很大的，直到现在还是大量的生产着和应用在各方面，如肥皂工业、造纸工业、涂料工业等。

后来人们发现，不单单在树木的表皮上有树脂，在自然界的其他方面还有很多这种具有可塑性的树脂状的物质，我们现在都叫它们为天然树脂。例如虫胶就是一种有名的天然树脂。虫胶是热带植物上寄生着的一种小虫分泌出来的树脂状的东西，在较高的温度时可软化而具有可塑性，它广泛的用在油漆涂料工业上，所以又名洋干漆；还大量的用来做唱片。

沥青——柏油：很早以前人类就从地下把它发掘出来了（这种沥青叫做地沥青），应用在各种建筑上。现在除了天然存在的地沥青以外，还有石油和煤焦油蒸馏后残留的石油沥青和煤焦油沥青，它们都被广泛的应用着。

从上面所讲的可以看到，从动物、植物身上，从地层里都可以得到一些很有用的天然树脂。

合成树脂——高分子有机化合物

人类是不会满足于这些天然树脂的。经过几十年的努力，现在我们可以用人工的方法制成许许多多种人造树脂，它们各有各的特点，各有各的用处。从外表上看，有硬的，有软的；有透明的，半透明的或不透明的；有黏稠状液体的，有多孔状的；有的无色，有的具有各种颜色。

这些人造树脂都是用化学的方法合成的，所以又叫合成树脂。它们都是些高分子化合物。

什么叫高分子化合物呢？

要解释这个问题，先要弄清楚什么叫“分子”。我们知道，物质都是由分子组成的，分子是组成物质的最小颗粒。一切物质都是由它们的分子结合在一起而组成的，一毫升的水大约由33,300,000,000,000,000,000个水的分子组成的。此外，分子又是由一定数量的原子结合在一起组成的。有的分子是由相同的原子组成的，如氧的分子就是由二个氧原子组成的；有的分子是由不相同的一些原子组成的，如水的分子就是由二个氢原子和一个氧原子组成的。

上面所说的氧和水等物质，它们的分子由二个或三个原子所组成，这些物质叫做低分子化合物。我们日常生活中的油、盐、糖等也都是低分子化合物，它们的分子都是由几个或几十个原子所组成，顶多是由二、三百个原子所组成。

高分子化合物的分子就不是这样。它们的一个分子就是由几千个，几万个甚至于几十万个原子所组成的。我们日常生活中也常常会碰到一些高分子化合物，例如到处可看到的木材，木材里的主要成分纤维素就是一种高分子化合物，它的

每一个分子約含有十万到二十万个原子。棉布、絲織品、蔬里的纖維素、人体里的蛋白質、吃的米飯、麵食里都有高分子化合物存在。

合成树脂也是一种高分子化合物。而且都是些高分子的有机化合物。

这里再談一談什么是有机化合物。有机化合物都是含碳的化合物。过去有些科学家們认为有机化合物只能从动物或植物的机体中取得，他們认为有机化合物是不能用人工合成的方法得到的，而是由一种神秘的“生命力”的作用制成的。这是一种唯心观点的学說。随着合成化学的发展，很多有机化合物都用人工合成方法做出来了，它們都是碳、氢、氧、硫、氮等元素組成的化合物。各种有机化合物的数目，現在已不下三百万种之多。糖、木头、油脂等都是有机化合物。

合成树脂的大分子，都是由一般低分子化合物的小分子連在一起而生成的。有的連成长鏈状的大分子，称为鏈状結構的高分子化合物(如图1—1)。

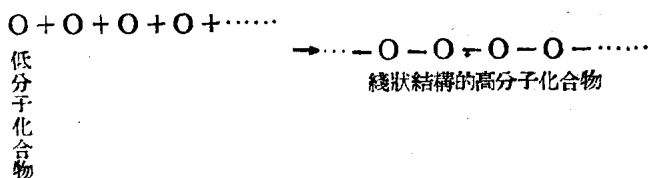


图 1—1 鏈状結構

有的連成网形的立体状的大分子，称为立体状結構的高分子化合物(如图1—2)。

一般鏈状結構的高分子化合物 还常常起反应，再互相結合变成立体状結構的高分子化合物。

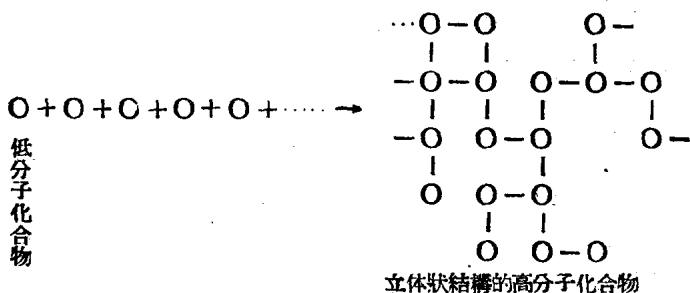


图 1-2 立体狀結構

什么是塑料

塑料是具有一定可塑性的一种材料，它在一定的温度下受到外力后可以改变形状，制成我們所需要的各种形状的制品。这里所讲的塑料，都是以各种各样的树脂（天然树脂或合成树脂）为主，再加以用来改善性能的各种配合剂而制成的。

塑料大致是由下面一些成分组成的。

1. 树脂：树脂是塑料中的主要成分。树脂的性质以及它在塑料中占有的多少，对塑料的性能——机械、化学、物理等性能，都起了决定性的作用。此外，它还有一个很重要的作用，就是使塑料的所有的组成部分都均匀地黏合在一起，所以树脂往往被称为塑料中的黏合剂。塑料所以具有可塑性，就是因为有了树脂的缘故。塑料的可塑性的大小与树脂用量的多少有一定的关系。

2. 填料：填料也是塑料中的一个重要组成部分。它加在塑料中不仅能降低塑料的成本，而最主要的是可以弥补树脂性能的不足，改善塑料的性能。

填料种类很多，可以分为二类：一类是有机性的，常用的

如木粉、棉花、棉布、紙等。另一类是无机性的，常用的如石棉、玻璃纖維、云母、高岭土、氧化物、滑石粉等。

如果用同一种树脂，配以各种不同的填料，就可以得到具有各种不同性能的塑料，这些塑料有各种不同的应用。举一个例：假使在苯酚甲醛树脂^①中分别加以木粉、棉花、紙張、棉布、玻璃纖維布来作填料，则会制成各种机械强度的塑料，例如，加木粉制得的塑料，其机械强度最小，而加玻璃纖維布制得的塑料，其机械强度则很大，可以与金属相比拟。表1—1中列举了它们的抗拉强度（就是拉断一个截面积为一个平方公分的塑料长条所需要的最小的力量），并举一些金属的强度相

表 1-1: 各种填料制成的酚醛塑料的抗拉强度

塑 料 名 称	所 用 的 填 料	抗 拉 强 度 (公斤/平方公分)
酚醛压塑粉(俗称膠木粉)	木 粉	300
棉花塑料	棉花纖維	300—350
紙質層压板	紙 張	1000
布質層压板	棉 布	850—1000
玻璃布質層压板	玻璃纖維織成的布	2300—3300
鎂 合 金		2400
鋁 鋁		900
碳 鋼		7800

① 这是一种最通用的树脂，是用苯酚及甲醛两种化学原料反应而得的，大家熟悉的膠木粉就是它和木粉及其他配合剂制成的。鋼筆杆、鈕扣、瓶蓋、电灯杆、插头、灯头等大都是用膠木粉制成的。膠木粉是一种最通用的塑料。

与比較。

再如用木粉做填充剂制成的酚醛塑料,一般只能在 110°C 下使用,而用耐热性很高的石棉做填充剂就可以在 250°C 下使用,耐热性的变化与填充料的关系非常明显。再从电气絕緣性能上来看,也是如此,一般用木粉做填充剂的酚醛塑料,每1公厘厚可以抗10000伏特的电压;而用云母做填充剂,則每1公厘可抗30000伏特以上的电压。以木粉来做填充剂的酚醛塑料耐酸不好,而用耐酸石棉做填充料制成的酚醛塑料就是一种很好的耐酸塑料,在苏联称为法奥利特,在各种化学工厂里广泛应用作耐酸管件及衬层。

从上面的例子里可以看到,同样用一种树脂——酚醛树脂,由于应用了各种不同的填料,就可以制得具有各种不同性质的酚醛塑料。由此可見填料在塑料中的重要作用。

此外,由于填料的外表形状的不同——如木粉是粉状的,棉花、石棉、玻璃纖維等是纖維状的,紙張、棉布、石棉布、玻璃布等是层状的,因此制得的塑料的形状也就分別表現为粉状塑料、纖維状塑料、层状塑料等。

3. 着色剂: 着色剂是用来使塑料具有各种顏色。有些塑料的顏色并不要紧,就不一定要加着色剂。有的塑料中的填充剂就有着色剂的作用,例如用氧化鉄做填充剂时,就使塑料具有紅棕色。

一般用来制造日用消費品的塑料,着色剂就很重要,它可以使塑料具有各种深淺的鮮艳顏色。着色剂有的用无机性的顏料,如棕色可用二氧化錳及氧化鉄来着色,有的用有机性的染料,如黑色可用油溶性黑来着色。

4. 增塑剂: 增塑剂在塑料中的作用是增加可塑性,使塑料在成型时的可塑性增大,流动性增大,并使制成后的制品

的彈性增加。例如樟腦就是用作賽璐珞^①的增塑劑。樟腦用量的多少，對賽璐珞的可塑性及彈性起着很大的影響。

常用的增塑劑都是一些黏稠的液體，或者是一些很易熔化的固體，而且大多是有機物質。

5. 其他配合劑：例如加入油酸、硬脂酸或硬脂酸鹽等，可使塑料在壓制成製品時表面光滑，不易黏住金屬模型。有些塑料要加硬化劑，使塑料在壓制成製品時能硬化成型；或加入催硬劑以加速硬化等。

塑料就是由上面這些東西組成的。由此，我們可以知道，塑料就是以樹脂為主加入各種配合劑而制成的一種人造材料，它在一定的溫度下具有一定的可塑性，此時如果加以一定的壓力，並用適當的模型，就可以將塑料制成各種不同形狀的製品。此外，我們也可以看到，由於所用樹脂及配合劑的不同，我們可以制成許多種具有不同性質的塑料，它們各有各的用途。在塑料中，樹脂是一種必須有的成分，配合劑則根據需要而定，有的塑料用幾種配合劑，有的塑料用一、二種配合劑，甚至也有不用什麼配合劑的。

塑料的分類

上面已經講過，塑料的種類很多，真是五花八門，什麼都有，因此如何把它們歸納成類，這是一個很重要的問題。

塑料的分類方法很多，例如按照它們的外表來分，可以分為粉狀的、纖維狀的、層狀的等幾類。按照它們包含的樹脂的製造方法和分子結構也可以分類。按照它們應用的範圍也可

^① 這是由硝酸與棉花起作用制得的硝酸纖維樹脂加入其他配合劑制得的塑料，廣泛用來做玩具及各種日用品。

以分类。这里提出一种最实用的分类法 就是按照塑料在受热加工成制品时的性质来分类。这种分类方法与以后选择制品的加工方法有很大关系,便于我们来选择加工方法。

按照塑料在受热加工成制品时的性质来看,可以分为二类:

1. 热塑性塑料: 这一类塑料在受热时,随着温度的升高,可以逐渐软化,但当冷却时,即重新硬化成固体。如果再加热,它又可软化。如此不断的可以反复进行,所以叫做热塑性塑料。例如赛璐珞就是一种热塑性塑料。用坏了的赛璐珞制品不要丢掉,它经过重新处理,仍旧可以做成各种各样的东西。

这一类塑料所以是热塑性的,主要是因为它们所包含的树脂是热塑性的。这些树脂的结构都是由小分子连成长链状的线状结构的大分子。

这一类塑料可以利用它们受热软化,冷却硬化的特性来制成各种各样形状的制品。在受热软化时,可用高压使塑料在模型中压成型,或者将塑料软化后挤到模型中成型,或者加高温把它熔融后浇铸成物品,也可以从定型的金属孔中挤成连续性的管子、棒,也可以拉成丝。但是它们都要经过冷却以后才成型。

2. 热固性塑料: 这一类塑料在受热时起初被软化而具有一定的可塑性,但是随着加热的进行,塑料中树脂分子的不增大,最后可以加热至硬化,成为一个不溶不融的物质。在硬化后,如果再加热,它也不会再软化了,所以叫做热固性塑料。例如常用的酚醛塑料——胶木粉就是一种热固性塑料。用胶木粉压制成的纽扣、钢笔杆、灯头等物件,用坏了就完了,用普通的方法不能拿来回炉重新做物品。

这一类塑料所以是热固性的，是因为它們所 包含的树脂是热固性的。这些树脂在加热过程中，由綫状分子结构或者很稀的立体网状结构逐漸結合成很紧密的网形的立体状的结构，因此就变成不溶不融的物质。

这一类塑料用来制成各种不同形状的制品时，先加热使它软化，然后在它还没有硬化以前用一定的压力在模型中加压成型，再使它在模型中繼續受热，硬化成一定的形状，然后不必冷却就可以取出成型的制品了。有时为了稳定产品的形状，防止走样，需要将制品冷至一定温度后才从压模中取出。

第二章 常用的热固性塑料

一 酚醛塑料

酚醛塑料是一种最通用的热固性塑料，在这一章中要詳細的介紹一下。除了酚醛塑料以外，氨基塑料和多酯塑料也是很重要的热固性塑料，它們将在下一章中介紹。

由苯酚和甲醛二种有孔化合物作用而生成树脂状的东西早已发现，然而应用于工业生产上是在1908年才开始的。酚醛塑料是历史最久的塑料，应用非常广泛，产量也很大，虽然历年来許多新的塑料不断出现，但到目前为止，在各个国家中酚醛塑料的产量还都占据第一位或第二位。在我国，目前酚醛塑料的产量占絕大多数。

除了苯酚和甲醛可以用作酚醛树脂外，其他的酚类如甲酚、二甲酚、間苯二酚等以及其他的醛类如糠醛等，也可用来