

346913

塑料

在铁路上的应用

И. П. 西特科夫斯基 著



人民铁道出版社

54
5/18229

5-11
5/1922*

塑料 在铁路上的应用

И. П. 西特科夫斯基 著
徐 俊 培 译

人民铁道出版社

1963年·北京

本书提供了有关塑料的一般知識、塑料的主要特性、主要的技术经济指标与工艺数据；闡明了塑料在铁路各部門中应用的經驗，以及应用的前景；并介紹了機車車輛、遙控、通信、自动裝置以及其他运输设备的各种零件用塑料制造的方法，还介紹了某些国家铁路部門应用塑料的情况。

本书可供铁路运输各部門的工程技术人员参考。

塑料在铁路上的应用

ПЛАСТИЧЕСКИЕ МАССЫ
В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ДЕЛЕ

苏联 И. П. СИТКОВСКИЙ 著

苏联国家铁路运输出版社（一九六一年莫斯科俄文版）

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

Москва 1961

徐 俊 培 译

人民铁道出版社出版

（北京市政公府甲24号）

北京市书刊出版业营业登记证出字第010号

新华书店北京发行所发行

人民铁道出版社印刷厂印

书号 1916 开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $5 \frac{1}{8}$ 字数114千

1963年11月第1版

1963年11月第1版第1次印刷

印数 0,001—1,000 册 定价 (10) 0.76 元

目 录

作者的话	1
序	2

第一章 塑料的一般知識

一、聚合物	3
二、生产聚合物的主要原料	5
三、塑料的组成	8
1. 填料	9
2. 增塑剂	10
3. 塑料中的其他組份	11
四、塑料的名称	12
五、塑料的主要类型及其应用	13
六、关于制造塑料的基本方法的一般知识	19
七、制造塑料制品的主要方法	21
1. 压制	21
2. 澆鑄成型	23
3. 压鑄成型	24
4. 挤出成型	25
5. 压延成型	26
6. 真空成型及充气成型	27
7. 吹塑成型	28
8. 使用弹性冲模的压制成型	28
9. 接触成型	30
10. 塑料的噴涂	33
11. 塑料三夹板的制造	35

第二章 塑料的一般性质和适用于鉄路 設備工作条件的一些特性

一、塑料的比重	38
二、塑料的力学性质	39
三、塑料的电气绝缘性质	43
四、塑料的耐热性及导热性	45

五、塑料的吸湿性.....	47
六、塑料的“老化”	48
七、塑料的线膨胀系数及其他性质	50

第三章 塑料在遙控、通信及自动装置中的应用

一、塑料在遙控、通信及自动装置的仪器中的应用	52
二、塑料在自动装置、遙控及通信设备中应用的前景	58

第四章 塑料在客車及貨車中的应用

一、塑料在客車中的应用	59
二、塑料在客車中应用的前景	67
三、塑料在国外铁路客車上的应用	79
四、塑料在貨車设备中应用的前景	82
五、塑料在貨車修理中应用的前景	88
六、塑料在保温車及罐車中应用的前景	89
七、塑料在国外貨車设备中的应用	91

第五章 塑料在机車中的应用

一、塑料在机車及摩托车组中的应用	95
二、塑料在机車零件中应用的前景	99
1. 塑料在制造机車电气絕緣零件中的应用.....	100
2. 塑料在摩擦部件中的应用.....	105
3. 塑料在机車車輻軸箱中的应用.....	113
4. 塑料作为擦拭材料的应用.....	115
5. 塑料作为摩擦材料的应用.....	116
三、塑料在国外铁路机車上的应用	121

第六章 塑料在线路设备、接触网及 桥隧建筑物中的应用

一、塑料在线路设备中的应用	122
二、塑料在线路设备中应用的前景	125
三、塑料在接触网装置及桥隧建筑物中应用的前景	129

附录:

1. 塑料的力学性质.....	132
2. 塑料的物理性质.....	142
3. 塑料的电气絕緣性质.....	152

作 者 的 話

本书简单地叙述了塑料在铁路运输中的应用，并指出了今后应用的远景。阐明了有关设计铁路设备塑料配件的一些问题，以及在国外铁路运输业中应用这些材料的经验。

在第一章中，叙述了有关塑料的组成、性质及塑料制品加工的主要方法等一般知识；书中还附有最为普通牌号塑料的力学性质、物理性质及电气绝缘性质的附表。

本书不指望给读者详尽无遗地介绍塑料的全部知识，及它在复杂的铁路技术中的使用经验。但是作者期望，书中关于塑料的使用及其应用远景等的资料，有助于对所涉及的问题作进一步的探讨，并扩大这种先进材料在铁路设备中的应用范围。

序

由于塑料具有许多宝贵的性质，因此它已经成为国民经济各个部门中不可缺少的材料。应用塑料往往可以简单地解决各个技术领域极为复杂的问题。尤其是在生产过程紧张、运行高速度的今天，在电气、原子能及人造地球卫星的世纪里，如果不应用合成材料，特别是塑料，技术的发展将是不可能的。

因此，苏共中央决定，广泛地发展化学工业，掌握新型的化学材料，并在各个工业部门中广泛地应用塑料。现在，在国民经济中如果没有塑料，技术的进步将是不可想象的。塑料较之其它材料最为突出的优点是，它加工成制品的方法最为完善和经济。生产单位制品所用塑料的投资及电能消耗，较用钢及铝制造同一制品所需的费用要低好几倍。此外，它还具有许多异常宝贵的性质，因而它在铁路运输业中的应用范围是广阔的。最近15~20年来，某些类型的塑料在运输设备中已得到了极为广泛的应用。每年用它制造出价值数千万卢布的许多特殊的零件。在最近五年内，塑料制品的产量已经增加了一倍以上。

特别是1958年以后，在各工业部门及铁路运输业中即已开始大量的应用塑料。

除了在制造铁路设备零件的专门企业中组织生产塑料而外，在许多车辆段中（在哥美里、第聂伯彼得罗夫斯克、达尼茨、诺沃西比尔斯克及阿什哈巴德等地）也组织生产塑料。

即使在使用这些材料的最初阶段，即已经解决了铁路运营工作中的许多迫切的问题。在铁路运输根本的技术改造中，这些材料就具有更为重要的意义。近年来所形成的大量采用塑料的趋势，为今后铁路运输的技术进步开辟了道路，从而在铁路运营工作中可以发现新的更大的节约潜力。

第一章 塑料的一般知識

一、聚 合 物

一切塑料（塑胶）的主要组成部份都是聚合物，即高分子有机化合物。聚合化合物或聚合物，这种物质的分子是由重复千百次的无数个同种结构的基本链节所组成。这种特定结构的聚合化合物的巨大分子，通常称为大分子。聚合物大分子的基本结构链节，与形成聚合物的初始物质或单体相同，或大致相同。如聚乙烯的重复结构链节是 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ ，而单体则是乙烯 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 。

聚合化合物有天然的和合成的。天然的高分子化合物，包括天然橡胶、松香、纖維素、蛋白质、琥珀、虫胶等。如纖維素的大分子，是由一个个的葡萄糖链节 $-\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3$ 所组成的长链，葡萄糖链节的个数可达15000~20000。

合成的聚合化合物是由多种有机化合物及元素有机化合物所组成。按制造方法的不同，聚合物可分为聚合的及缩聚的两类。

聚合聚合物是不饱和的低分子物质——单体及其化合物，由于其双键的断裂，而发生生成大分子链的聚合反应时所得到的产物。在聚合过程中，并不析出任何副产物，因此形成的聚合物大分子的组成，与原来的低分子物质——单体——的组成相符。属于聚合聚合物的有：聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚四氟乙烯（含氟塑料）、聚乙酸乙烯酯、聚甲基丙烯酸甲酯（有机玻璃）等。

缩聚的化合物是由同时析出低分子副产物的缩聚反应所

生成的。缩聚聚合物大分子的组成与原来的单体的组成是不同的。属于缩聚聚合物的有：酚-甲醛树脂、脲-甲醛树脂、苯胺-甲醛树脂、聚酯类树脂、环氧树脂、聚硅氧树脂（或有机硅树脂）、聚胺酯类树脂等等。

按照聚合物受热后性能表现的不同，可将它区分为热塑性聚合物及热固性聚合物二类。热塑性聚合物在加热时，随着温度的提高，逐渐获得愈来愈大的可塑性，它们常变为粘流状态，而当冷却时，又重新恢复为固体状态。在多次的重复加热和冷却的过程中，这种性质并不消失。在大多数情况下，热塑性树脂具有线型或支链型的大分子结构，因此它们除个别而外（含氟塑料—4），均能溶解在任何溶剂中。热塑性树脂可广泛用于塑料、弹性薄膜、油漆涂料及人造纤维的生产中。最为普遍的热塑性树脂有：聚乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚乙酸乙烯酯、聚氟乙烯、聚丙烯腈、热塑性的聚酯、聚酰胺、聚胺酯等。

热固性聚合物在加热时，容易变成粘流状态，但随着高温作用时间的延长，即变成热稳定的树脂——固态物质，不能再重新恢复塑性状态。在热稳定状态的聚合物，一直达到它的热分解温度以前，其物理性质均很少变化。树脂的热稳定状态，是以网状的或体型的大分子结构为其主要特征，所以它们对于溶剂，或是有一定程度的溶胀性，或是完全不溶解。热稳定状态的树脂制品，不能进行重复成型或进行另一种加工。热固性树脂转变为热稳定状态的过程，称为变定过程。不仅加热可以加速变定，而且加入催化剂也可以加速变定。热固性树脂是制造塑料、粘合剂及油漆涂料的宝贵原料。热固性树脂中，酚-甲醛树脂、脲-甲醛树脂、聚硅氧树脂、环氧树脂及热固性聚酯等，有着极为广泛的用途。

聚合物的性质决定于其中所含元素的性质、分子的结构

组成、大分子的大小及分子量。例如，分子量为500左右的聚乙烯是粘性的液体，而分子量为4~5万的聚乙烯则是固体物质。

许多合成的聚合化合物具有非常宝贵的物理化学性质。所有的有机聚合物的比重都很低（0.9~2.3克/立方厘米）。聚合物很小的比重与很高的强度指标相结合，就使得它在各个技术领域中成为不可缺少的材料。大多数聚合物均具有很好的介电性能。聚合物的分子量很大，大体积分子相互移动的能力很小，以及大分子各个部份具有很大的曲挠性，这些特点结合在一起，使得它们具有很大的强度及很高的弹性，在一些情况下，则具有很高的可塑性。

所有的有机聚合物都是绝热的，其中许多是透明的，它们不仅能透过可见光线，而且能透过紫外线。绝大多数的聚合物，在加温及加压的作用下容易加工成各种制品。

二、生产聚合物的主要原料

生产聚合化合物的原料来源，主要是石油、煤、天然气及石油气、纤维素、煤焦副产品及石灰、氮和水。

在石油裂炼及热解时，除得到汽油而外，还得到40%气态的及树脂状的副产物。其中得到的气态碳氢化合物有：甲烷、乙烯、丙烯及其他有机物质。它们是生产许多聚合物及塑料的主要原料。由甲烷氧化可得甲醛。甲醛是酚-甲醛塑料、脲-甲醛塑料及其他许多塑料的主要组成部份之一。或则甲醛可由甲醇氧化而得，而甲醇则由一氧化碳与氢合成，或由木材干馏而得。乙烯则可作为制造聚氯乙烯树脂及聚乙烯的原料；此外它还是生产其他许多塑料所必需的许多半制品的原料。由丙烯则可制造聚丙烯及丙酮，而丙酮是制造聚丙烯酸塑料的原料。

不仅石油热解的气态产物中含有大量生产塑料的原料，而且在液体产物及树脂状产物中，也含有大量生产塑料的原料。在储藏量很丰富的天然气中，也含有许多生产塑料的原料。图1所示为使用某些炼油气体生产聚合材料的大概情况。

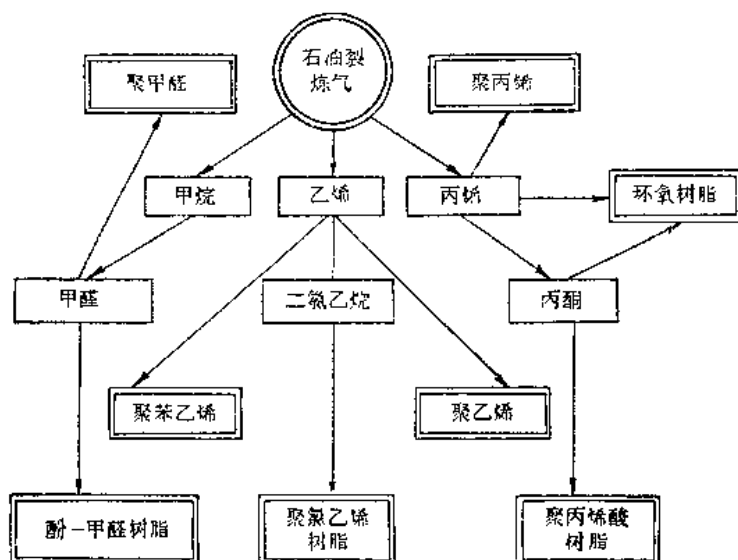


图1. 使用某些炼油气体生产聚合材料的简图

另一丰富的原料来源是煤。将煤干馏可以获得许多气体及液体产物与固体的焦炭。焦炭气中含有制造聚合物所必需的各种碳氢化合物。由煤干馏所得的液体产物中可获得酚，它是酚-甲醛树脂（聚合物）及以其为基础的塑料的主要组成部份。酚还是制造包括聚酰胺树脂在内的各种其他的合成树脂的原料。

由煤渣中提取的萘，加工后可作为制造醇酸树脂及塑料的原料。

由煤干馏所得的液体产物，其主要组成部份是苯，也是

生产酚、苯胺及其他各种物质的原料。由这些物质可以制得各种聚合材料及塑料。

焦炭是生产许多塑料的原料来源。它在电弧炉中在 3000°C 的温度下与石灰共熔，可得碳化钙。碳化钙加水分解可得乙炔气体。由乙炔可制得百种不同的产物，其中包括人造酚。由乙炔很容易组成各种各样的化合物，因此它被广泛地用于生产许多聚合物。由乙炔及醋酸可以制得聚乙酸乙烯酯塑料，及许多其他类型的塑料。

碳酸、氨、氢氰酸、食盐、硝酸及硫酸、甲醇与乙醇、苛性钠、醋酸及其他许多化合物，都是制造塑料的重要原料。图2所示为用煤的干馏产物生产塑料时所用原料的一般概况。

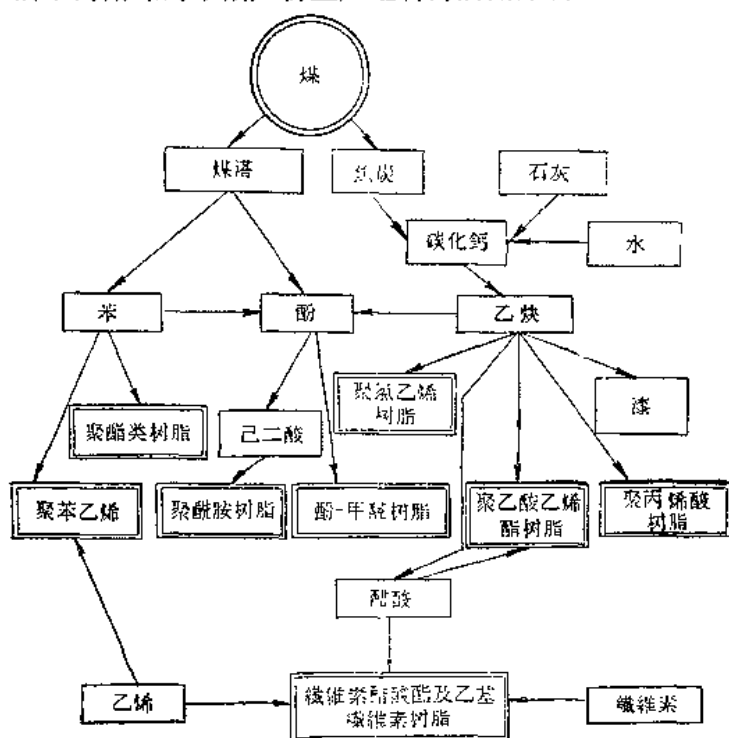


图2. 用煤的干馏产物生产聚合材料的简图

纖維素是各种类型的纖維素酯类塑料的主要原料。纖維素是一种天然的聚合物。在亚麻、大麻、木材及棉花的纖維中，纖維素的含量都很高。

三、塑料的組成

聚合化合物的制品比较容易加工，而且兼有许多宝贵的性质，因而被广泛地用来制造各种以聚合物为基础的塑料及其他材料。

凡可用塑性变形的办法（压制、压铸、接触成型及真空成型、挤出、模压等）加工成制品的，各种以天然聚合物或合成聚合物为基础的材料，均称为塑料。在绝大多数情况下，塑料是一种多组份的体系，其中胶粘剂——聚合物——是必需的组份，它对材料的特性有决定性的影响。通常，塑料中含有20~60%聚合物，其余部份则为其它的掺料。

借选择塑料的各个组份及其配合比，使其总的性质达到要求。按选用的胶粘物质的不同，塑料还可分热塑性塑料及热固性塑料。

大多数塑料，除了含有胶粘聚合物而外，通常还含有填料、增塑剂、催化剂、阻化剂、润滑剂及其它掺料。

但是塑料也常常仅是由一种聚合物所组成，如聚甲基丙烯酸甲酯（聚异丁烯酸树脂或丙烯酸酯树脂），是这方面特别重要的一种材料。它用于制取有机玻璃，按其用途，应该是绝对透明的。当然，在这种材料里，不容许有任何能破坏透明度的掺料。其他，如聚乙烯、聚苯乙烯、聚酰胺等聚合物，也常单独地使用。

在这些情况下，“塑料”或“聚合物”就是同一个概念了。

1. 填 料

填料对塑料的物理力学、化学等性质有很大的影响。塑料的粗视结构依填料的特性而有不同。自然，首先是填料的组成及类型对材料的力学性质有很大的影响。表 1 所示为酚-甲醛树脂塑料的强度指标与填料特性的关系。

表 1

塑料的力学性质与填料特性的关系

組 成	比 重	抗张强度	静力抗弯	抗压强度	弹性模量	冲击强度
		极限 公斤/厘米 ²	强度极限 公斤/厘米 ²	极限 公斤/厘米 ²	公斤/厘米 ²	
純淨树脂.....	1.4	450	800	2300	60000	5
木 屑...	1.4	400	800	2500	80000	7
矿物粉...	1.8	300	600	1200	120000	5
碎 紙...	1.4	300	1300	1000	100000	10
碎 織 物...	1.4	400	800	2000	80000	15
树脂+ 石 棉 绳...	1.8	350	800	1800	130000	20
布 片...	1.4	2400	2860	2000	197000	100
紙 片...	1.4	2030	2340	2850	178000	68
木材原片... (櫟木的)	1.4	3770	3900	2480	303000	96

填料的特性对材料的其它性质也有很大的影响。例如以棉织品为填料的酚-甲醛树脂的塑料（夹布层压塑料），即具有特别显著的抗磨性。通常可用它们制造滑动轴承的轴瓦。大家都知道，用酚-甲醛树脂添加石棉填料制成的材料，是一种摩擦材料。它广泛地用于制造闸瓦及各种各样的摩擦配件。填料的种类对塑料的介电性、吸湿性及耐热性也有影响。材料对侵蚀介质的稳定性、温度膨胀系数、收缩性、硬度、脆性、空气稳定性、耐光性等等，都在很大程度上决定于填料的种类和性质。填料对塑料的制造工艺，及其制品的

加工也有很大的影响。

正确的选择填料，可以改善材料的某些性质。通常，填料比主要的胶粘聚合物要便宜好多倍，且甚易获得。因此应用填料又可以降低塑料的成本。填料按其性质的不同分成两类：有机填料和矿物填料。这些物质分散在树脂（聚合物）中，和树脂并无化学的结合。按照结构不同，有机填料及矿物填料又可分为粉状、纤维状及片状或层状。

粉状填料中，经常使用的有木粉、纤维素、石英粉、云母、高岭土、乌拉尔抗酸石英等。通常是采用这些粉末的混合物。有些情况下，必须使用石墨、碳黑、金属粉等。塑料和这些填料混和在一起，在未加工成制件时，即称为压塑粉。

作为纤维填料的有废棉、各种等级的石棉及玻璃纤维。通常应用细碎的布（碎片）、细碎的纸、木屑、磨碎的本鲍花、玻璃布小片。搀加这些填料的塑料，在沒有加工成制件以前，称压塑料。

片状或层状材料中，包括整片的棉布、纸、玻璃布及石棉布、木材原片等。搀有这种填料的材料称为层压塑料。

照例，搀有纤维填料的塑料，较之搀有粉状填料的塑料具有更高的强度，同时吸湿性较大。

层压塑料则具有最高的强度。

2. 增塑剂

凡搀入塑料组成中，从而使塑料具有更大弹性的物质，称为增塑剂。它们使胶粘聚合物易于变成塑性状态。在制造热塑性树脂的塑料时常应用增塑剂。它们多半是能和树脂复合的低分子液体。由于它们能增加大分子之间的距离，故可减小分子间的相互作用。增塑剂的沸点应该很高，而挥发性

应很低。它们应该无毒且没有气味。此外，增塑剂能够改善材料的抗冻性。由于增塑剂能使得材料具有更好的弹性，故它们可增加塑料的伸长率，并降低抗拉强度极限。同时，塑料由玻璃状态转变成弹性状态的温度，可由于增塑剂的加入而降低。

作为增塑剂，可应用邻苯二甲酸酯、癸二酸酯、磷酸酯及其他酸的酯类。

在制造热固性树脂的塑料时，使用增塑剂是无效的。想在热固性树脂的塑料中掺入增塑剂，来提高其制品的弹性是不可能的，因为在热加工过程中，这种树脂能转变至变定的最终阶段，即变成热稳定状态，从而失去可溶性。

3. 塑料中的其他组份

除了胶粘聚合物——树脂、填料或它们的混合物和增塑剂而外，塑料中还含有其它的组份，它们对材料的性质也有一定的影响。它们包括：（1）使材料具有一定颜色的染料。通常使用的颜料，亦即不溶于水的合成染料，或多价金属的氧化物。染料在塑料制品的加工温度时（140~190°C），其颜色不应有什么变化；（2）润滑剂，在塑料制件加工时，用以避免它粘附在压模或其它装置上；（3）稳定剂，用以在塑料使用过程中帮助它保持原有的性质。掺入稳定剂，可以防止塑料在加工或使用，在热及光线的影响下发生分解；（4）阻化剂是减缓树脂变定过程的物质。在某些情况下，掺入阻化剂，是为了延长冷变定树脂的储存时间；（5）引发剂和活化剂是用以加速变定的开始及加大变定速度的物质，等等。

各个组份的选择及各组份间的比例，包括聚合胶粘剂——树脂及填料的类型和数量，可以完全各不相同。塑料的

组成，应该根据对材料的要求，根据技术条件来进行选择，这些要求及技术条件应能满足制件的制造。聚合胶粘剂的用量，还决定于所用填料的性质。通常，胶粘剂的含量及其与填料数量间的比例，对于塑料的物理力学性质及化学性质有很大的影响。图3所示为掺有各种填料的塑料的抗弯强度，与其中树脂百分含量（均用酚-甲醛树脂）的关系曲线。由图可见，当树脂用量最小时，以木材原片作填料的塑料的强度为最大。而掺有碎纸及碎布片的塑料，以树脂含量为38%时强度最大。

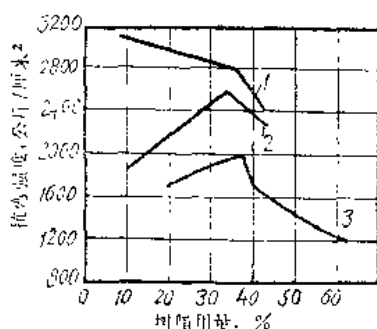


图3. 掺有各种不同填料的酚-甲醛树脂的塑料的抗弯强度：

1——木材原片；2——碎纸；3——破布。

四、塑料的名称

如果塑料的名称没有简化，或不采用工业上的名字，则通常是根椐组成其基础的聚合物（树脂）的名称来命名的。

聚合物本身，通常是根椐用以制取这些聚合物的初始物质或单体来命名的。例如，由乙烯制得的聚合物称聚乙烯；由氯化乙烯制得的聚合物称作聚氯乙烯（聚氯乙烯）。这种聚合物的工业名称叫做聚氯乙烯树脂，而用这种聚合物制成的各种塑料，通称为“氯乙烯塑料”或以“聚氯乙烯树脂为基础的塑料”。某些类型的聚氯乙烯树脂的塑料，则有简化的工业上的名称，如硬聚氯乙烯塑料A、硬聚氯乙烯塑料B、绝缘软聚氯乙烯塑料、电缆用软聚氯乙烯塑料、修复用软聚氯乙烯塑料、薄膜软聚氯乙烯塑料、片状软聚氯乙烯塑料、底面软聚氯乙烯塑料等。