

高分子材料实用剖析技术

董炎明 编

中国石化出版社

DE-60-03

高分子材料实用剖析技术

董炎明 编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书分两篇。第一篇为化学分析,主要介绍了高分子材料组成的定性鉴别和定量分析,并提供了大量的数据表,便于分析结果的对照和查阅;第二篇为仪器分析,重点介绍了每一种方法在 高分子材料组成及结构分析中的适用范围、样品制备技术及应用实例等。全书内容丰富,资料翔实,文字通俗易懂,实用性非常强,可供相关专业科研、生产、分析技术人员使用,也可供高等院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

高分子材料实用剖析技术/董炎明编. —北京:中国石化出版社, 1997
ISBN 7-80043-672-1

I. 高… I. 董… III. 高分子材料-化学分析-技术 IV. TB324

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 00392 号

中国石化出版社出版发行
地址:北京市东城区安定门外大街 58 号
邮编:100011 电话:(010) 64241850
鑫达照排中心排版
中国纺织出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 25.5 印张 652 千字 印 1—2800

1997 年 9 月北京第 1 版 1997 年 9 月北京第 1 次印刷

定价:33.00 元

前 言

高分子材料应用极其广泛,使高分子材料的剖析已成为非常实用的一门技术。在日常生活中,人们需要鉴别食品袋是否无毒,或识别织物是什么纤维;当高分子制品破损时,要知道其组成以便选用适当的材料和方法修补。在生产中,分析人员须进行控制分析,监视生产过程;须对原料和产品进行剖析,寻找出现质量问题的原因;须对使用中的产品进行跟踪分析,观察老化情况;须对竞争企业的产品进行评价,掌握发展动态;须区分回收的高分子废料,以便分类利用。而无论在企业、高校或科研单位,聚合过程研究、高分子设计、老品种改性和新产品开发等都离不开高分子材料的剖析技术。

高分子材料的剖析包括组成分析和结构分析两部分内容。前者与低分子的分析化学类似;而后者是高分子特有的,涉及键接结构、几何和空间异构、共聚序列结构、分子量及其分布、结晶结构和共混物相结构等各层次的结构问题。本书不以剖析内容分篇,而以剖析方法划分成化学分析和仪器分析两篇。第一篇高分子材料化学分析的主要内容为组成的定性鉴别和定量分析。所用方法是化学的,也包括某些简单物理性质的测定。所有方法基本上都简便易行,无需复杂昂贵的特殊设备,适合于普通实验室应用。书中提供了大量有关各种高分子材料的性质表,便利了分析结果的对照和查索。第二篇高分子材料仪器分析的内容除了组成分析外还包括结构分析。这一篇的重点不是原理和仪器操作,而是方法适用范围、样品制备技术、谱图解释和应用举例等实用内容,适合于广大技术人员进行方法选择、样品准备和得到结果后的分析利用。

鉴别未知高分子材料单靠一种方法往往是很不够的,须用多种方法相互印证或组成一套流程。第一篇中各章节的编排顺序基本上就是推荐的简单定性剖析流程。第一步总是尽可能了解试样的来源、用途;评价其外观和初步的机械性质(第一章第二节)。接着是初步试验中适用性最广同时也最易操作的燃烧试验和干馏试验(第三、四节),并用密度、溶解性、折射率以及软化点或熔点测定(第五~八节)证实。倘若这些方法仍未奏效,可用显色试验(第九节)或高分子材料各别鉴定方法(第五章)确认。以上各步也可浓缩成综合性鉴别流程(第一章第十节),但只适用于常见高聚物的快速辨别。因为高分子材料通常是复杂的混合物,较细致的剖析要从分离和纯化(第二章)开始。分离出的高聚物成分再按上述流程进行,或先做元素分析(第三章),然后根据元素分析结果决定是否接着做官能团的化学分析(第四章)。被分离出的添加剂另外进行剖析(第六章)。

在第二篇中,X射线荧光光谱、X射线光电子能谱和电子探针微区分析能用于高分子材料的元素分析;红外光谱和激光拉曼光谱、近红外光谱、紫外-可见光谱、核磁共振谱和裂解气相色谱能用于官能团的分析;它们往往能提供比化学分析更有力的证据。各类色谱方法主要用于对高分子材料的分离和进一步的组成分析。其他近代分析技术如热分析法、光学和电子显微术、光散射法和X射线法等主要用于高分子材料的各层次的结构分析。第二篇的编排以仪器分析的方法为序,第七至十一章为以组成分析为主的方法,第十二章为以分离为主的色

谱法，第十三至十七章为以结构分析为主的方法。

由于水平所限，书中定有不少错误和欠妥之处，敬请读者和同行指正。

编 者

1996 年 8 月于厦门大学

目 录

第一篇 高分子材料的化学分析	1	六、吉布斯靛酚显色试验鉴别	
第一章 简单定性分析	1	含酚高聚物	48
第一节 高分子材料的分类和命名	1	七、化纤的特殊显色试验	49
一、高分子材料的分类	1	八、橡胶的显色鉴别	49
二、高分子材料的命名	2	第十节 综合性鉴定方法	50
第二节 高分子材料的外观和用途	10	第二章 高分子材料的分离和纯化	53
一、高分子材料的外观	10	第一节 溶解-沉淀法	53
二、高分子材料的用途	14	一、原理和操作注意事项	53
第三节 燃烧试验	21	二、应用实例	54
一、试验方法	21	第二节 萃取法	57
二、初步鉴别	22	一、原理、制样和操作注意事项	57
三、利用表或流程图的鉴别	23	二、应用实例	58
第四节 干馏试验	27	第三节 高分子复合材料的分离	60
一、试验方法	27	第三章 元素检测	62
二、热裂解的基本原理	28	第一节 钠熔法	62
三、鉴别表	29	一、试液的制备方法	62
第五节 密度	29	二、氮的测定	62
一、初步鉴别	29	三、氯的测定	63
二、测定方法	30	四、氟的测定	63
三、高分子材料的密度表	32	五、硫的测定	63
第六节 溶解性	35	六、磷的测定	63
一、初步鉴别	35	七、溴的测定	64
二、高分子材料的溶解性	35	第二节 氧瓶燃烧法	64
第七节 折射率	40	一、试液的制备步骤	64
一、测定方法	40	二、氮的测定	65
二、高分子材料的折射率	41	三、硫的测定	65
第八节 软化点或熔点	42	四、氮的测定	65
一、简易方法	43	五、磷的测定	66
二、熔点显微镜法	43	六、氟的测定	66
三、高分子材料的熔点或软化点	43	第三节 特征元素的定性分析	66
第九节 显色试验	45	一、碳的测定	66
一、李柏曼-斯托希-莫洛夫斯基		二、氢的测定	67
显色试验	45	三、氧的测定	67
二、对二甲胺基苯甲醛显色试验	46	四、氮的测定	67
三、吡啶显色试验鉴别含氯高分子	46	五、氯的测定	67
四、一氯和二氯醋酸显色试验鉴		六、氟的测定	67
别单烯类高分子	47	七、硅的测定	67
五、铬变酸显色试验鉴别含甲醛高聚物	48	八、磷的测定	67

九、硼的测定	68	第五节 杂链高分子	104
第四节 特征元素的定量分析	68	一、聚氧化烯烃类	104
一、碳、氢、氧的测定	68	二、聚酯	105
二、氮的测定	68	三、聚碳酸酯	108
三、硫的测定	69	四、聚酰胺(尼龙)	108
四、氯的测定	69	五、纤维素衍生物	111
五、氟的测定	70	第六节 酚醛树脂	115
六、磷的测定	70	一、苯酚(包括取代酚)-甲醛树脂	115
七、硅的测定	71	二、呋喃树脂	117
八、硼的测定	71	第七节 氨基树脂	118
第五节 根据元素分析对高分子		一、脲醛树脂	118
材料的鉴别	72	二、硫脲-甲醛树脂	120
一、根据元素定性分析结果的鉴别	72	三、三聚氰胺-甲醛树脂(密胺树脂)	121
二、根据元素定量分析结果的鉴别	74	四、苯胺-甲醛树脂(苯胺树脂)	121
第四章 官能团的定量化学分析	80	五、酪胺-甲醛树脂(酪素树脂)	122
第一节 酸值	80	第八节 环氧树脂	122
第二节 皂化值	81	第九节 聚氨酯	124
第三节 碘值	85	一、定性鉴别	124
一、威奇斯法	85	二、定量分析——预聚物中异	
二、考夫曼法	85	氰酸酯基的测定	124
第四节 羟值	86	第十节 橡胶	125
一、乙酰化法	86	一、定性鉴别	125
二、苯酐二酰化法	87	二、定量分析	126
三、异氰酸酯法	87	第六章 添加剂的剖析	127
第五节 环氧值	89	第一节 增塑剂	127
一、高氯酸滴定法	89	一、增塑剂的分类和应用范围	127
二、盐酸二氧杂环己烷法	90	二、增塑剂的化学分析	129
第六节 羰值	90	第二节 抗氧剂	138
第五章 各类高分子材料的特殊定性		一、抗氧剂的分类和应用范围	138
鉴别和定量分析	92	二、抗氧剂的化学分析	142
第一节 聚烯烃	92	第三节 填料	144
一、熔点测定	92	一、填料的分类和应用范围	144
二、汞盐试验	92	二、填料的化学分析	145
第二节 苯乙烯类高分子	92	参考文献	148
一、定性鉴别	92	第二篇 高分子材料的仪器分析	151
二、定量分析	93	第七章 红外光谱和激光拉曼光谱法	151
第三节 含卤素高分子	94	第一节 红外光谱法	151
一、含氯高分子	94	一、红外光谱法的基本原理	151
二、含氟高分子	96	二、样品制备技术	154
第四节 其他单烯类高分子	96	三、定性鉴别	156
一、聚乙烯醇及其衍生物	96	四、定量分析和结构分析	183
二、聚丙烯酸及其衍生物	101	五、多重内反射光谱	189
三、含氮的乙烯基高分子	103	第二节 激光拉曼光谱法	193
四、香豆酮和香豆酮-茛树脂	103	一、基本原理	193

二、应用	195	分子材料剖析中的应用	241
第八章 近红外光谱法	200	一、质子去偶技术	241
第一节 基本原理	200	二、高分子材料的定性鉴别	241
一、优缺点	200	三、高分子立构规整性的测定	242
二、实验技术	201	四、支化结构的研究	243
第二节 近红外光谱法在高分子材		五、链接方式的研究	245
料中的应用	201	第四节 固体 NMR 谱	245
一、定性分析	201	第十二章 色谱法	247
二、定量分析	203	第一节 气相色谱法	247
三、结构分析	207	一、基本原理	247
第九章 紫外-可见光谱法	209	二、气相色谱法在高分子材料	
第一节 基本原理	209	剖析中的应用	248
一、紫外-可见光谱的产生	209	第二节 反应气相色谱法	250
二、电子跃迁类型和吸收带	210	第三节 裂解气相色谱法	250
三、溶剂的影响	211	一、高分子的热解机理	251
第二节 高分子的紫外吸收光谱	212	二、裂解器和裂解条件的选择	252
一、定性分析	212	三、PGC 在高分子材料剖析中	
二、定量分析	213	的应用	254
三、结构分析	215	第四节 反相色谱法	259
第十章 元素分析的波谱方法	216	一、基本原理	259
第一节 X 射线荧光光谱法	216	二、在高分子研究中的应用	260
第二节 X 射线光电子能谱	217	第五节 凝胶渗透色谱法	262
一、基本原理和实验技术	217	一、基本原理和实验技术	262
二、应用	218	二、应用	266
第三节 电子探针微区分析	222	第六节 薄层色谱法	273
一、基本原理	222	一、基本原理和实验技术	273
二、应用	224	二、应用	276
第十一章 核磁共振谱法	226	第七节 场流分级	278
第一节 基本原理与实验技术	226	一、基本原理	278
一、核磁共振原理	226	二、用场流分级法分离高分子	
二、核磁共振谱仪	227	材料的实例	279
三、化学位移	228	第八节 超临界流体色谱法	279
四、自旋-自旋偶合	229	一、基本原理	279
五、去偶技术	230	二、用超临界流体色谱法分离	
六、样品制备	231	聚合物	280
第二节 高分辨 ¹ H NMR 在分子		第十三章 热分析法	281
材料剖析中的应用	231	第一节 差热分析法和差示扫描	
一、高分子材料的定性鉴别	231	量热法	282
二、共聚物组成的测定	235	一、基本原理	282
三、高分子立构规整性的测定	236	二、实验技术	283
四、共聚物序列结构的研究	237	三、应用	286
五、端基的分析	239	第二节 热重法	297
六、添加剂的分析	239	一、基本原理	297
第三节 ¹³ C-核磁共振谱及其在高		二、实验技术	297

三、应用	298	第十六章 电子显微镜法	338
第十四章 光学显微法	302	第一节 基本原理	338
第一节 样品的制备技术	302	一、透射电镜	339
一、热压制膜	302	二、扫描电镜	341
二、溶液浇铸制膜	303	第二节 样品制备技术	344
三、切片	304	一、电镜样品的基本要求	344
四、打磨	307	二、SEM 的一般制样方法	344
五、复型	307	三、TEM 的一般制样方法	346
六、崩裂	307	四、电镜的特殊制样方法	348
七、取向膜	308	五、SEM 图像的立体观察	358
第二节 显微技术的选择和应用	308	第三节 在分子结构分析中的 应用	359
一、正交偏光显微镜	308	一、结晶	359
二、圆偏振光显微镜	316	二、液晶	360
三、散射图形	318	三、纤维	362
四、热台显微镜	318	四、薄膜	362
五、折射率和双折射测定	318	五、多相高分子体系	363
六、相差显微镜和干涉显微镜	321	六、乳液	364
七、反射式显微镜及表面结构测定	322	七、粘合剂	365
第十五章 激光小角光散射法	324	第十七章 X 射线法	366
第一节 基本原理	324	第一节 大角 X 射线衍射法	366
一、仪器和实验方法	324	一、基本原理	366
二、模型法理论	325	二、应用	373
三、球晶的结构因素对测定的影响	327	第二节 小角 X 射线散射法	389
第二节 SALS 在分子结构分析 中的应用	328	一、基本原理	389
一、球晶半径的测定	328	二、应用	391
二、结晶动力学测定	330	第三节 大角衍射和小角散射的综合 分析	393
三、球晶光学符号的测定	330	一、对结晶结构的分析	393
四、形变球晶的测定	331	二、对液晶结构的分析	393
五、带消光环球晶的大角光散射	333	三、WAXD 和 SAXS 产生的信息与 结构的对应关系	394
六、棒状、碟状结晶的测定	335	参考文献	395
七、多重结构的光散射	335		
八、液晶态的检测	336		

第一篇 高分子材料的化学分析

第一章 简单定性分析

第一节 高分子材料的分类和命名

一、高分子材料的分类

高分子材料是当前高技术领域之一的新材料中很重要的一部分。目前品种已逾千种,每年还有许多新品种涌现。对高分子材料的分类有多种方法,但常用的有以下两种。

(一)按性能和用途分类

由塑料、橡胶和纤维组成三大类高分子材料。

1. 塑料

常温下有一定形状,强度较大,受力后能发生一定形变(一般为百分之几)。根据受热后的行为可进一步分为两类:凡受热后可塑化或软化,冷却后又凝固成型并可反复进行的称为热塑性塑料,主要有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯等;凡受热后塑化或软化,并发生化学变化而固化成型,冷却后再受热时不再发生塑化变形的称为热固性塑料,如酚醛树脂、脲醛树脂、聚氨酯和不饱和聚酯等。根据用途又可分为三类:产量大、价格低、应用广的称为通用塑料,其中聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、ABS、酚醛塑料和氨基塑料占了全部塑料产量的四分之三以上;机械强度好,能做工程材料和代替金属制造各种机械设备或零件的称为工程塑料,主要有聚碳酸酯、聚甲醛、尼龙、聚苯醚、聚砒、聚酰亚胺等;另一类为特殊塑料,指含氟塑料、硅树脂、环氧树脂、不饱和聚酯、离子交换树脂等具有特殊性能和用途的塑料。

2. 橡胶

在室温下具有高弹性,即受到很小外力,形变可高达十倍以上,去除外力后又能恢复原状的高分子材料,如丁苯橡胶、顺丁橡胶等。橡胶通常经硫化而轻度交联,受热不能塑化。有一类非化学交联的高分子材料既有高弹性又能热塑成型,称为热塑性弹性体,如SBS等。橡胶和其他具有高弹性的物质又统称弹性体。

3. 纤维

指长度为直径的100倍以上的细长物质。在室温下轴向强度很大,受力后形变较小(一般仅为百分之几至百分之二十)。纤维包括天然纤维、人造纤维和合成纤维,后两者统称为化学纤维。由纤维素组成的棉麻和由蛋白质组成的丝毛是天然纤维;由纤维素经化学处理获得的醋酸纤维等属人造纤维。真正由低分子物合成的涤纶、尼龙等称合成纤维。

塑料、橡胶和纤维很难严格区分,可以用不同的加工方式由同一种高分子原料制得不同的材料。如聚氯乙烯是典型的塑料,但也可以抽丝制成纤维,称为氯纶,当加入较多增塑剂时也能制成有高弹性的软制品。对于高分子材料的剖析,纤维一般不单独讨论,因为几乎所有可作化学纤维的高分子也用做塑料。

1107655

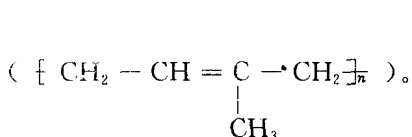
除了上述三种外,高分子材料的其他应用形式还有:涂料、粘合剂和功能高分子。人们还常把未经加工成型的高分子称为树脂,以区别成型后的塑料等制品。树脂这个名称来源于对松香、琥珀这些天然产物的称呼。

尽管高分子种类繁多,但真正实用的品种并不太多,而往往少数几个通用品种就占了总产量的大多数,一些复杂的共聚物、共混物和复合材料实际上也常由少数常见的品种组合而成。这对于部析工作来说是值得庆幸的。

(二)按主链的结构分类

1. 碳链高分子

主链完全由碳原子组成的高分子称碳链高分子,可进一步分为单烯类和双烯类高分子。单烯类高分子如聚丙烯 ($\{ \text{CH}_2 - \text{CH} \}_n$), 双烯类高分子如聚异戊二烯

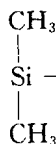


2. 杂链高分子

主链除了碳原子外,还含有氧、氮、硫等杂原子的高分子称为杂链高分子,如聚甲醛 ($\{ \text{CH}_2\text{O} \}_n$)。

3. 元素有机高分子

主链没有碳原子,而侧基则由有机基团组成,如聚二甲基硅氧烷 ($\{ \text{Si} - \text{O} \}_n$)。



二、高分子材料的命名

高分子的命名方法有以下两种:

(一)习惯法

1. 大多数由烯类单体制取的高分子以原料单体命名,在单体名前加以“聚”字。如聚乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯。

2. 部分缩聚物以重复单元的化学结构命名,对于比较复杂的结构往往按有机物的分类给予简称。如聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚碳酸酯。

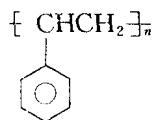
3. 部分缩聚物(主要为热固性塑料)在原料单体后面加上“树脂”两字命名。如酚醛树脂、醇酸树脂。

4. 橡胶在原料单体后面加上“橡胶”两字命名。如氯丁橡胶、乙丙橡胶。

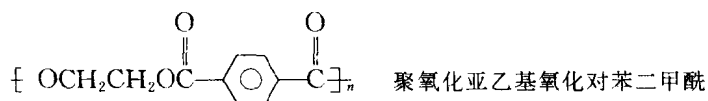
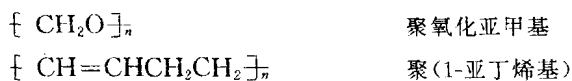
5. 部分高分子(多为化纤)常用商品名称呼。如聚己内酰胺称为尼龙 6(Nylon 6)、聚对苯二甲酸对苯二胺纤维称为凯夫拉(Kevlar)。

(二)系统命名法

国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)提出,把高分子的重复结构单元按有机化合物系统命名法命名,然后冠以“聚”字。如:



聚 1-苯基亚乙基



这种命名法虽然严谨,但太烦琐,只用于一些无适当习惯名称的新聚合物。

表 1-1 列出了高分子材料的分类、习惯名称(中、英文,包括某些俗名)、英文缩写和结构。本书从剖析的特殊角度出发,为了分析分组和论述的方便,把高分子材料分成十一类。每类高分子有相似的结构、相似的分析方法,放在一起叙述可以避免重复。这种分类还有以下特点:

①按外观和基本机械性质,可将高分子材料分为热塑性塑料(第 1~5 类)、热固性塑料(第 6~9 类)和橡胶(第 9~11 类)。

②按元素分析的结果,可将高分子材料归类如下:第 1 类和第 2 类(除少数共聚物外)只含 C 和 H;第 3 类除 C、H、O 外,还含有 Cl 或 F;第 4 类和 5 类除 C、H 外,还可能含有杂原子 O、N 和 S;第 6 类和 8 类含有 C、H、O;第 7 类和 9 类含有 C、H、O 和 N;第 10 类还常含有 S;第 11 类还含有 Si。

③按基团分析或显色试验的结果,以下各类有类似的性质:第 2 类为苯乙烯的衍生物,第 4 类主要为聚乙烯醇的衍生物和聚丙烯酸的衍生物,第 6 类和 7 类都可检出有醛,第 10 类大多含不饱和键。

表 1-1 高分子材料的名称、英文缩写和结构

中文名称	英文缩写	英文全名	结构单元
1. 聚烯烃			
聚乙烯	PE	Polyethylene	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
高密度聚乙烯(低压聚乙烯)	HDPE	High-density polyethylene	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
低密度聚乙烯(高压聚乙烯)	LDPE	Low-density Polyethylene	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
线型低密度聚乙烯	LLDPE	Linear low density polyethylene	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
超高分子量聚乙烯	UHMWPE	Ultra high molecular weight polyethylene	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
聚丙烯	PP	Polypropylene	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
聚 1-丁烯	PB	Poly(butylene-1)	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$
聚异丁烯	PIB	Polyisobutylene	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
聚 4-甲基-1-戊烯	PMP	Poly(4-methylpentene-1)	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
2. 苯乙烯类高分子			

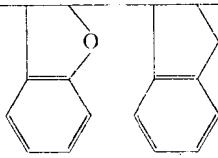
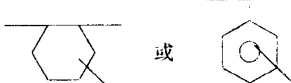
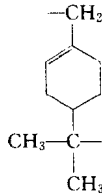
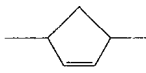
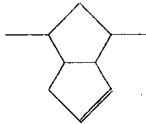
续表

聚苯乙烯	PS	Polystyrene	$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$
苯乙烯-丙烯腈共聚物	AS 或 SAN	Acrylonitrile-styrene copolymer	
苯乙烯- α -甲基苯乙烯共聚物	SMS	Styrene- α -methylstyrene copolymer	
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	ABS	Acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer	
甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯共聚物	MBS	Methyl methacrylate-butadiene-styrene copolymer	
丙烯酸酯-苯乙烯-丙烯腈共聚物	ASA 或 AAS	Acrylic ester-styrene-acrylonitrile copolymer	
丙烯腈-氯化聚乙烯-苯乙烯共聚物	ACS	Acrylonitrile-chlorinated-polyethylene-styrene copolymer	
3. 含卤素高分子			
聚氯乙烯	PVC	Poly (vinyl chloride)	$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$
聚偏二氯乙烯	PVDC	Poly(vinylidene chloride)	$\text{---CH}_2\text{---CCl}_2\text{---}$
氯化聚乙烯	CPE 或 PEC	Chlorinated polyethylene	
氯化聚丙烯	CPP 或 PPC	Chlorinated polypropylene	
氯化聚氯乙烯	CPVC 或 PVCC	Chlorinated poly (vinyl chloride)	
氯化聚醚		Chlorinated polyether	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{Cl} \\ \\ \text{---CH}_2\text{---C---CH}_2\text{---O---} \\ \\ \text{CH}_2\text{Cl} \end{array}$
氯乙烯-醋酸乙烯酯共聚物 (氯醋树脂)	VC-VA	Vinyl chloride-vinyl acetate copolymer	
氯乙烯-偏二氯乙烯共聚物	VC-VDC	Vinyl chloride-vinylidene chloride copolymer	
聚氟乙烯	PVF	Poly(vinyl fluoride)	$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---} \\ \\ \text{F} \end{array}$
聚偏(二)氟乙烯(F_2)	PVDF	Poly (vinylidene fluoride)	$\text{---CH}_2\text{---CF}_2\text{---}$
三氟氯乙烯-偏氟乙烯共聚物 (F_{23})	CTFE-VDF	Chlorotrifluoroethylene-vinylidene fluoride copolymer	
聚三氟氯乙烯(F_3)	PCTFE	Poly (trifluorochloroethylene)	$\begin{array}{c} \text{---CF}_2\text{---CF---} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$

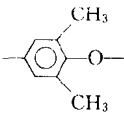
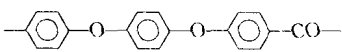
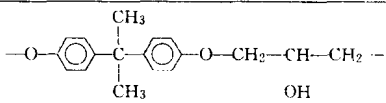
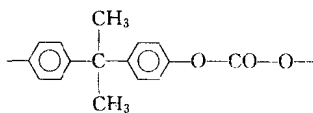
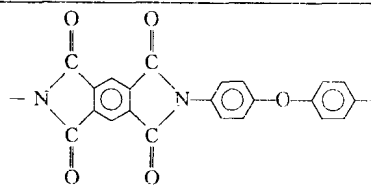
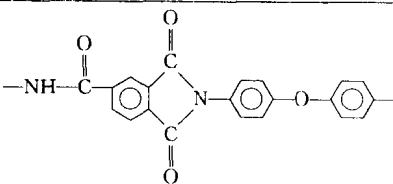
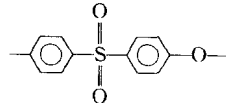
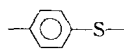
续表

聚四氟乙烯(F ₄)	PTFE	Poly(tetrafluoroethylene)	$-\text{CF}_2-\text{CF}_2-$
乙烯-四氟乙烯共聚物(F ₄₀)	ETFE	Ethylene-tetrafluoroethylene copolymer	
四氟乙烯-六氟丙烯共聚物(F ₄₆ , 聚全氟乙丙烯)	FEP	Tetrafluoroethylene-hexafluoropropylene copolymer	
4. 其他碳链高分子(乙烯基类高分子和丙烯酸类高分子等)			
聚乙烯醇	PVA(L)	Poly(vinyl alcohol)	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{OH} \end{array}$
聚醋酸乙烯(酯)	PVAc	Poly(vinyl acetate)	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{OCCH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$
乙烯-醋酸乙烯酯共聚物	EVA	Ethylene-vinyl acetate copolymer	
聚乙烯醇缩甲醛(维纶)	PVFM	Poly(vinyl formal)	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \qquad \qquad \\ \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2 \end{array}$
聚乙烯醇缩丁醛	PVB	Poly(vinyl butyral)	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \qquad \qquad \\ \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH} \\ \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$
聚乙烯基(烷基)醚类		Poly(vinyl ether)	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{OR} \end{array}$
聚乙烯基咔唑	PVK	Poly(vinyl carbazole)	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}_6\text{H}_4 \quad \text{C}_6\text{H}_4 \end{array}$
聚乙烯基吡咯烷酮	PVP	Poly(vinyl pyrrolidone)	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}_4\text{H}_7\text{O} \end{array}$
聚丙烯酸	PAA	Poly(acrylic acid)	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{COOH} \end{array}$
聚丙烯酸酯类		Polyacrylates	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{COOR} \end{array}$

续表

聚甲基丙烯酸酯类		Polymethacrylates	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{-- CH}_2 - \text{CH --} \\ \\ \text{COOR} \end{array}$
聚甲基丙烯酸甲酯(有机玻璃)	PMMA	poly(methyl methacrylate)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{-- CH}_2 - \text{C --} \\ \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$
丙烯腈-甲基丙烯酸甲酯共聚物	AMMA	Methyl methacrylate-acrylonitrile copolymer	
甲基丙烯酸甲酯-苯乙烯共聚物	MMAS	Methyl methacrylate-styrene copolymer	
甲基丙烯酸甲酯-丙烯酸甲酯共聚物	MMA-MA	Methyl methacrylate-methyl acrylate copolymer	
聚丙烯腈(腈纶)	PAN	Polyacrylonitrile	$\begin{array}{c} \text{-- CH}_2 - \text{CH --} \\ \\ \text{CN} \end{array}$
聚丙烯酰胺	PAM	Polyacrylamide	$\begin{array}{c} \text{-- CH}_2 - \text{CH --} \\ \\ \text{CONH}_2 \end{array}$
香豆酮-茚树脂 (古马隆树脂、氧茚-茚树脂)		Coumarone resins	
石油树脂		Petroleum resins	
萜烯树脂		Terpentine resins	
环戊二烯树脂		Cyclopentadiene resins	
聚双环戊二烯	PDCPD	Polydicyclopentadiene	
5. 杂链高分子			
聚甲醛	POM	Polyoxymethylene	$\text{-- CH}_2 - \text{O --}$

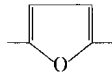
续表

聚氧化乙烯 (聚乙二醇、聚环氧乙烷)	PEOX	Poly (ethylene oxide)	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-$
聚苯醚	PPO	Poly (2, 6-dimethyl-1, 4-phenylene oxide)	
聚醚醚酮	PEEK	Poly(ether ether ketone)	
聚羟基醚(酚氧树脂)		Polyhydroxy ether (phenoxy resins)	
聚对苯二甲酸乙二(醇)酯 (涤纶)	PET(P)	Poly(ethylene terephthalate)	$-\text{O}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
聚对苯二甲酸丁二(醇)酯	PBT(P)	Poly (butylene glycol terephthalate)	$-\text{O}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{O}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_2-$
聚碳酸酯	PC	Polycarbonate	
聚酰胺(尼龙)	PA	Polyamide (Nylon)	
聚己内酰胺(尼龙 6)	PA6	Polycaprolactam	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_5\text{CO}-$
聚己二酰己二胺(尼龙 66)	PA66	Poly (hexamethylene adipamide)	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NH}-\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CO}-$
聚酰亚胺	PI	Polyimide	
聚酰胺酰亚胺	PAI	Polyamideimide	
聚砒	PSU 或 PSF	Polysulfone	
聚醚砒	PES(F)	Polyethersulfone	
聚苯硫醚	PPS	Poly(phenylene sulfide)	

续表

纤维素衍生物		Cellulose derivatives	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—OR} \\ \\ \text{—CH—CH—O—} \\ \quad \\ \text{CH—CH—CH—O—} \\ \quad \\ \text{RO} \quad \text{OR} \end{array} $
醋酸纤维素(赛璐玢、玻璃纸、醋酸纤维)	CA	Cellulose acetate(Cellophane)	$\text{R}=\text{COCH}_3$
丙酸纤维素	CP	Cellulose propionate	$\text{R}=\text{CO—CH}_2\text{—CH}_3$
醋酸-丙酸纤维素	CAP	Cellulose acetopropionate	
醋酸-丁酸纤维素	CAB	Cellulose acetobutyrate	
硝酸纤维素(硝化纤维素、硝化棉)	CN	Cellulose nitrate	$\text{R}=\text{NO}_2$
赛璐珞		Celluloid	$\text{R}=\text{NO}_2$, 加樟脑增塑
甲基纤维素	MC	Methyl cellulose	$\text{R}=\text{CH}_3$
乙基纤维素	EC	Ethyl cellulose	$\text{R}=\text{C}_2\text{H}_5$
羟丙基甲基纤维素	HPMC	Hydroxypropyl methyl cellulose	$\text{R}=\text{CH}_2\text{—}\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}\text{—OH}, \text{CH}_2$
羧甲基纤维素(钠)	CMC	Sodium Carboxymethyl cellulose	$\text{R}=\text{CH}_2\text{COONa}$
硬化纸板	V _f	Vulcanized fiber	再生纤维素与树脂的层压板

6. 酚醛树脂

苯酚-甲醛树脂(电木、胶木)	PF	Phenol-formaldehyde resins	$ \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{—C}_6\text{H}_4\text{—CH}_2\text{—} \end{array} $
甲酚-甲醛树脂	CF	Cresol-formaldehyde resins	
间苯二酚-甲醛树脂	RF	Resorcinol-formaldehyde resins	
呋喃树脂(糠醇树脂等)		Furan resins (furfuryl alcohol resin)	
二甲苯-甲醛树脂	XF	Xylene-formaldehyde resins	

7. 氨基树脂

尿素-甲醛树脂(脲醛树脂、电压)	UF	Urea-formaldehyde resins	$ \begin{array}{c} \text{—NH—C—NH—CH}_2\text{—} \\ \\ \text{O} \end{array} $
硫脲-甲醛树脂	TF	Thiourea-formaldehyde resins	$ \begin{array}{c} \text{—NH—C—NH—CH}_2\text{—} \\ \\ \text{S} \end{array} $
三聚氰胺-甲醛树脂(蜜胺树脂)	MF	Melamine-formaldehyde resins	$ \begin{array}{c} \text{NH—CH}_2\text{—} \\ \\ \text{C} \\ // \quad \backslash \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \quad \\ \text{—CH}_2\text{—NH—C} \quad \text{C—NH—CH}_2\text{—} \\ // \quad \backslash \\ \text{N} \quad \text{N} \end{array} $
苯胺-甲醛树脂(呋胺树脂)	AF	Aniline-formaldehyde resins	