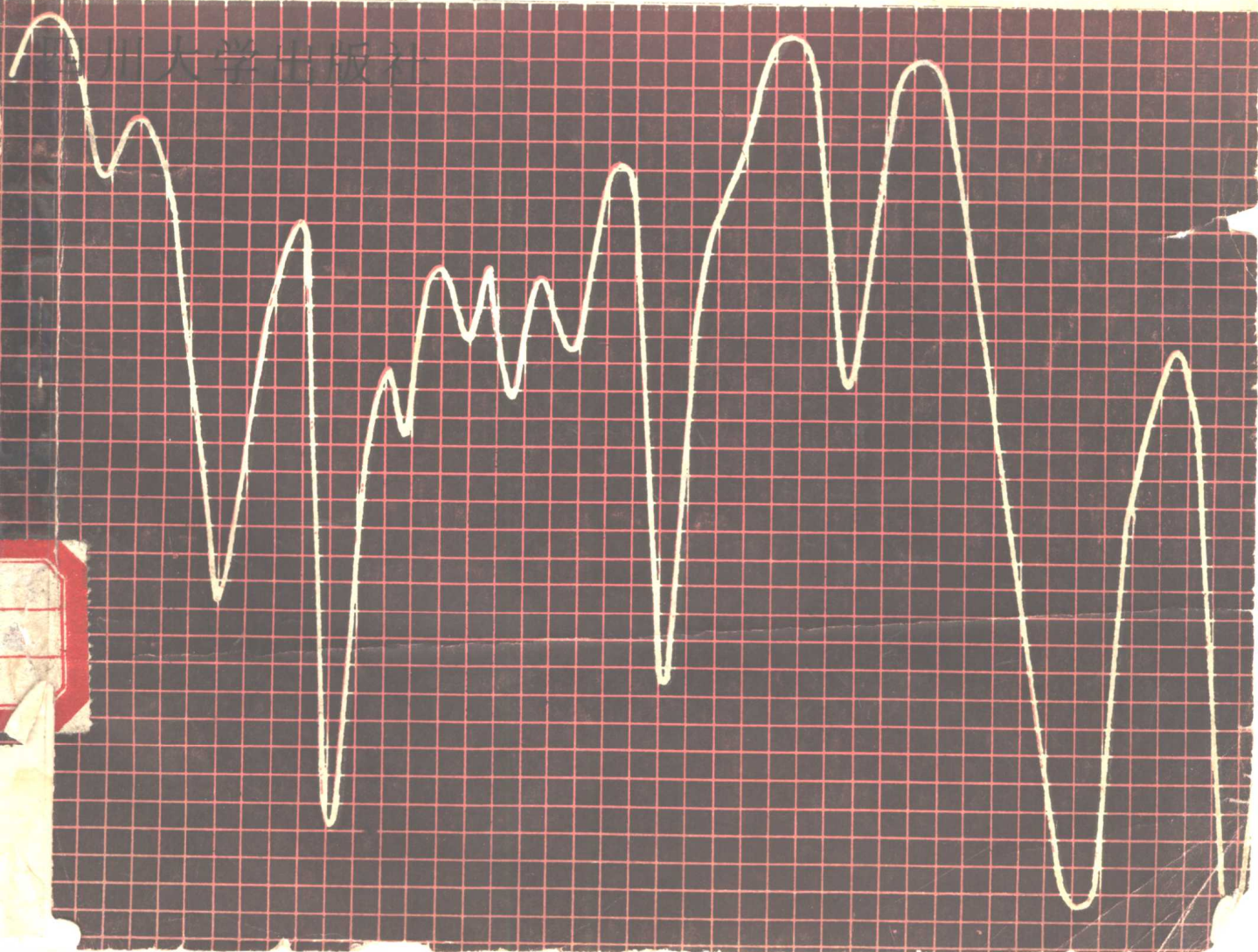


王正熙 编著

聚 合 物

红外光谱分析和鉴定

化学工业出版社



聚合物红外光谱分析和鉴定

王正熙 编著

(化工部成都有机硅应用研究中心)
(四川省分析测试学会)

四川大学出版社

1989年·成都

内 容 提 要

本书从实用的角度出发介绍了聚合物的初步鉴定、聚合物分析中常用的分离方法、红外光谱基本原理和实验技术、各类聚合物及添加剂的红外光谱分析和鉴定。本书汇集了典型实用的聚合物和添加剂的红外光谱300余幅。这些光谱图可用于未知聚合物和添加剂的分析和鉴定。本书可供从事红外光谱分析、聚合物研究和生产的同志、高等院校高分子专业师生参考。

聚合物红外光谱分析和鉴定

王正熙 编 著

责任编辑：石大明 封面设计：刘玉林

四川大学出版社出版发行 (成都四川大学内)

四川省新华书店经销 银河印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：19 字数：400千

1989年7月第1版 1989年7月第1次印刷

印数：0001—1000册

ISBN 7-5614-0189-2/TQ·1 定价：5.60元

序

红外光谱在聚合物研究中占有十分重要的地位，能对聚合物的化学性质、立体结构、构象、序态、取向等提供定性和定量信息，在鉴定聚合物的主链结构、取代基位置、双键位置、侧链结构以及老化和降解机理方面已得到广泛应用。国外有关聚合物红外光谱分析和谱图集方面的著作很多，已成为聚合物分析工作者不可缺少的工具书，国内至今尚无一本能系统介绍这方面知识和经验的专著。王正熙同志总结了一二十年来从事该领域工作中的经验与体会，从实用的角度出发，编著了“聚合物红外光谱分析和鉴定”一书，奉献读者。可以预期，从事聚合物分析和鉴定的同志会从该书得到有益的帮助。

本书第一章扼要介绍了在使用仪器分析鉴定聚合物以前，如何利用聚合物物理性质上的差异对试样进行初步识别的方法。第二章介绍了聚合物分析中常用的分离方法。第三章概述了红外光谱的基本原理以及有关的实验技术。从第四章以后的各章，分别讨论了各类聚合物和添加剂的光谱特征以及谱图归宿等问题。

聚合物分析测试与聚合物合成和加工成型等工作有密切关系。由实验得到的结果往往比从文献中得到的结果更直接可靠。通过分析鉴定，明确聚合物的组成和结构，当可起到为研制工作指路的作用。本书可供从事红外光谱分析、聚合物研究和生产的同志，高等院校高分子专业师生参考。

徐 僖

1988年9月22日

前 言

随着工农业生产和尖端科学技术的发展，对于能够符合各种使用要求的材料，特别是高分子材料获得了极为迅速的发展。一个高分子材料往往是很复杂的，除含有一种或数种聚合物外，为了加工成型和获得更为优越的性能，还常常加入各种有机添加剂、加工助剂，色料或填料等。因此高分子材料品种繁多，性能各异。对于一个完整的高分子材料分析，除要确定聚合物本身的结构外，还要鉴定各种添加剂以及确定它们的定量组成。但是在实际工作中有时只需对其中某些关键性组分进行定性定量测定。由实验得到的结果往往比从文献中得到的结果更直接可靠。通过分析工作，弄清未知物组成，可以作为研制工作的借鉴。实践告诉我们：聚合物及其添加剂的分析和鉴定是一项非常重要的工作。

红外光谱在聚合物及添加剂分析和鉴定中的应用是极为重要而又非常广泛的，且已成为不可缺少的工具。很多红外实验室都已开展了聚合物的分析工作。但国内系统地介绍聚合物红外光谱分析和鉴定的专著仍然很少，为满足国内有关人员的需求，本书从实用的角度出发，系统地介绍了聚合物的初步鉴定、聚合物分析中常用的分离方法、红外光谱基本原理和实验技术、各类聚合物及添加剂的红外光谱分析和鉴定。本书汇集了典型实用的聚合物和添加剂红外光谱图300余幅，这些光谱可用于未知聚合物和添加剂的分析和鉴定。

化工部成都有机硅应用研究中心黄文润主任，四川省分析测试学会及其红外紫外专业委员会对本书编写和出版工作给予了积极地支持和热情地帮助；徐信教授为本书写了序，并提出了许多极为宝贵的意见；谢蕙付教授、黎邦椿付研究员和上官镇华付教授对全书进行了详细地审阅，提出了很多修改意见；薛立、张坚和曹立群同志帮助抄写手稿和整理谱图，在此作者表示最衷心的感谢。由于作者水平有限，谬误和不当之处难免，恳请读者不吝指正。

作 者

1988年8月

目 录

第一章 聚合物的初步鉴定	(1)
第一节 样品的外观特性、来源和用途.....	(1)
第二节 元素分析.....	(2)
第三节 溶解性试验.....	(3)
第四节 燃烧试验.....	(8)
第五节 干馏热解试验.....	(9)
第六节 聚合物的密度、玻璃化温度和熔点.....	(9)
第二章 聚合物分析中常用的分离方法	(12)
第一节 溶剂萃取法.....	(12)
第二节 溶解沉淀法.....	(14)
第三节 常压和减压蒸馏法.....	(16)
第四节 色谱法.....	(18)
一、薄层色谱法.....	(18)
二、柱色谱法.....	(22)
三、高效液相色谱法.....	(24)
四、凝胶色谱法.....	(25)
五、气相色谱法.....	(26)
六、纸上色谱法.....	(30)
第五节 光谱分离法 (吸光度减技术)	(31)
第三章 红外光谱在聚合物分析和鉴定中的应用	(35)
第一节 红外光谱的基本原理.....	(35)
一、红外光谱的产生和表示.....	(35)
二、多原子分子的振动方式.....	(35)
三、吸收带强度.....	(37)
四、特征频率.....	(37)
五、聚合物红外光谱的特点.....	(38)
六、最佳光谱图的测绘.....	(39)
第二节 聚合物的一般制样方法.....	(40)
一、流延 (浇铸) 薄膜法.....	(40)
二、热压薄膜法.....	(42)
三、溴化钾压片法.....	(42)

四、切片法.....	(42)
五、其它方法.....	(42)
第三节 基团特征频率	(43)
一、碳氢化合物.....	(43)
二、含碳氢氧的化合物.....	(46)
三、含氮的化合物.....	(49)
四、含氯的化合物.....	(51)
五、含硫、磷、硅的化合物.....	(52)
六、无机化合物.....	(54)
第四节 聚合物的红外光谱解析	(54)
一、直接比较法.....	(54)
二、吸收带系统鉴别法.....	(54)
三、光谱解析法.....	(60)
四、聚合物光谱解析的注意点.....	(63)
五、聚合物光谱解析示例.....	(64)
第五节 衰减全反射 (ATR) 法在聚合物鉴定中的应用	(66)
第六节 热解红外光谱法在聚合物鉴定中的应用	(68)
一、热解(干馏)法.....	(68)
二、控制温度热解法.....	(69)
三、部分热解法.....	(71)
第四章 聚烯烃	(72)
第一节 饱和线性脂肪族聚烯烃	(72)
一、聚乙烯.....	(72)
(一) 聚乙烯 (72) (二) 交联聚乙烯 (74) (三) 乙烯共 聚物 (乙烯三氯氯乙烯共聚物、乙烯醋酸乙烯酯共聚物、乙烯丙烯酸乙酯共聚 物、乙烯丙烯酸(盐)共聚物) (75) (四) 聚乙烯共混物(聚乙烯 聚异丁烯共混物、聚乙烯石蜡共混物) (78)	
二、聚丙烯.....	(78)
(一) 聚丙烯 (78) (二) 乙烯丙烯共聚物 (79) (三) 聚丙 烯共混物 (81)	
三、聚丁烯.....	(81)
(一) 聚异丁烯 (81) (二) 丁基橡胶 (82)	
四、等规聚4-甲基戊烯-1.....	(82)
第二节 脂环族聚烯烃	(83)
一、萜烯树脂.....	(83)
二、环化橡胶.....	(83)
第三节 不饱和脂肪族聚烯烃	(84)
一、聚丁二烯.....	(84)
(一) 聚丁二烯 (84) (二) 丁二烯共聚物(丁二烯苯乙烯共聚物、 丁二烯丙烯腈共聚物、丁二烯甲基丙烯酸甲酯共聚物、丁二烯甲基乙烯基吡啶 共聚物、丁二烯的其它共聚物) (86)	

二、 聚异戊二烯	(89)
第四节 芳香族碳氢聚合物	(90)
一、 聚苯乙烯	(90)
(一) 聚苯乙烯 (90) (二) 苯乙烯共聚物 (苯乙烯丁二烯共聚物、苯乙烯醋酸乙烯酯共聚物、苯乙烯甲基丙烯酸甲酯共聚物、苯乙烯丙烯腈共聚物、苯乙烯丙烯腈丁二烯三元共聚物或共混物、丙烯腈丙烯酸酯苯乙烯共聚物)	(91)
二、 聚对二甲苯	(94)
第五章 聚卤代烯烃	(95)
第一节 聚氯代烯烃	(95)
一、 聚氯乙烯	(95)
(一) 聚氯乙烯 (95) (二) 氯化聚氯乙烯 (96) (三) 氯乙烯的共聚物 (氯乙烯醋酸乙烯酯共聚物、氯乙烯醋酸乙烯酯马来酸三元共聚物、氯乙烯乙烯异丁基醚共聚物、氯乙烯丙烯酸酯共聚物、氯乙烯偏二氯乙烯共聚物、氯乙烯苯乙烯共聚物和氯乙烯苯乙烯丙烯腈共聚物、氯乙烯丙烯共聚物)	(96)
(四) 聚氯乙烯共混物 (聚氯乙烯和乙烯醋酸乙酯共聚物的共混物、聚氯乙烯和氯化聚乙烯共混物、聚氯乙烯和丙烯腈丁二烯苯乙烯三元共聚物的共混物、聚氯乙烯环氧树脂共混物、聚氯乙烯聚甲基丙烯酸甲酯共混物)	(101)
二、 聚偏二氯乙烯	(103)
(一) 聚偏二氯乙烯 (103) (二) 偏二氯乙烯共聚物 (偏二氯乙烯氯乙烯共聚物、偏二氯乙烯丙烯腈共聚物、偏二氯乙烯丙烯酸酯共聚物、偏二氯乙烯丙烯腈醋酸乙烯酯共聚物)	(104)
三、 聚氯丁二烯和氯丁二烯共聚物	(106)
四、 脂肪族聚烯烃的氯化、氯化氢化产物	(106)
(一) 氯化聚乙烯 (106) (二) 氯化橡胶 (107) (三) 氯化氢橡胶 (108)	
第二节 聚氟代烯烃	(109)
一、 氟代烯烃均聚物	(109)
(一) 聚氟乙烯 (109) (二) 聚偏二氟乙烯 (110) (三) 聚四氟乙烯 (111) (四) 聚三氟氯乙烯 (111)	
二、 氟代烯烃共聚物	(112)
(一) 偏二氯乙烯六氟丙烯共聚物 (112) (二) 偏二氯乙烯三氟氯乙烯共聚物 (113) (三) 四氟乙烯六氟丙烯共聚物 (113)	
第六章 酯类聚合物	(114)
第一节 酯类聚合物的一般光谱特征	(114)
第二节 由脂肪族多元羧酸和醇或酚制备的饱和聚酯	(115)
一、 聚碳酸酯	(115)
二、 由二元羧酸和多元醇制备的饱和脂肪族聚酯	(116)
第三节 由芳香酸制备的饱和聚酯	(118)
一、 由邻苯二甲酸制备的聚酯	(118)

二、由对苯二甲酸制备的聚酯.....	(118)
(一) 聚对苯二甲酸乙二醇酯 (118)	(二) 聚对苯二甲酸丁二醇酯 (120)
(三) 由对苯二甲酸与1,4-二羟甲基环己烷制备的聚酯 (121)	(四) 由对苯二甲酸间苯二甲酸和双酚A制备的聚酯 (121)
三、聚对羟基苯甲酸 (聚苯酯).....	(123)
第四节 可固化的不饱和聚酯树脂.....	(123)
一、由马来酸或富马酸制备的聚酯.....	(123)
二、由四氢邻苯二甲酸酐制备的聚酯.....	(124)
三、由内次甲基四氢邻苯二甲酸酐制备的聚酯.....	(124)
四、由四氯邻苯二甲酸制备的聚酯.....	(124)
五、由HET酸制备的聚酯.....	(125)
第五节 聚乙烯醇酯.....	(126)
一、聚醋酸乙烯酯.....	(126)
二、醋酸乙烯酯共聚物.....	(127)
(一) 醋酸乙烯酯氯乙烯共聚物 (127)	(二) 醋酸乙烯酯长链脂肪酸酯共聚物 (127)
(三) 醋酸乙烯酯乙烯吡咯烷酮共聚物 (127)	(四) 醋酸乙烯酯乙醇共聚物 (128)
第六节 聚丙烯酸酯.....	(128)
一、聚丙烯酸酯.....	(128)
二、丙烯酸酯共聚物.....	(130)
(一) 丙烯酸酯苯乙烯丙烯酸共聚物 (130)	(二) 丙烯酸酯苯乙烯丙烯酸酰胺共聚物 (130)
第七节 聚甲基丙烯酸酯.....	(131)
一、聚甲基丙烯酸酯.....	(131)
二、甲基丙烯酸酯共聚物以及它的改性产物.....	(132)
(一) 不饱和聚甲基丙烯酸甲酯 (132)	(二) 甲基丙烯酸甲酯丙烯腈共聚物 (132)
(三) 醇酸树脂改性的聚甲基丙烯酸酯 (133)	(四) 环氧树脂改性的聚甲基丙烯酸酯 (133)
(五) 聚甲基丙烯酸甲酯与其它树脂的共混物 (133)	(六) 聚甲基丙烯酸乙二醇酯 (135)
第七章 醚类聚合物.....	(136)
第一节 醚键在主链上的线性聚醚.....	(136)
一、聚氧化甲撑 (聚甲醚).....	(136)
二、聚氧化乙撑 (聚乙二醇).....	(137)
三、聚氧化丙撑 (聚丙二醇).....	(138)
四、聚氧化丁撑 (聚四氢呋喃或聚丁二醇).....	(139)
五、聚氧化烷撑的改性产物.....	(139)
(一) 聚氧化乙撑与醇、酚或羧酸缩合所得到的产物 (139)	(二) 聚氧化丙撑的改性产物 (140)
六、聚3,3-二氯甲基环氧丁烷 (氯化聚醚).....	(140)
七、聚酚氧.....	(141)
八、聚二甲苯醚 (PPO).....	(142)

第二节 醚键在侧链上的线性聚醚	(142)
一、 聚乙烯甲基醚	(143)
二、 聚乙烯乙基醚	(143)
三、 聚乙烯异丁基醚	(144)
四、 聚乙烯正丁基醚	(144)
第三节 聚合的缩醛和缩酮	(145)
一、 聚乙烯醇缩甲醛	(145)
二、 聚乙烯醇缩乙醛	(146)
三、 聚乙烯醇缩丁醛	(147)
第四节 环氧树脂	(147)
一、 脂肪族缩水甘油醚和酯	(148)
二、 由3-氯1,2-环氧丙烷和双酚A缩合的环氧树脂	(148)
三、 苯基缩水甘油醚	(149)
四、 线性酚醛树脂与3-氯1,2-环氧丙烷缩合产物	(149)
五、 环氧树脂酯	(150)
六、 酸酐固化的环氧树脂的化学降解	(150)
第八章 醇、醚、酮、酸、羧酸盐和酸酐聚合物	(152)
第一节 聚乙烯醇	(152)
第二节 聚合的羧酸和羧酸盐	(153)
一、 聚丙烯酸和它的盐	(153)
二、 聚甲基丙烯酸和它的盐	(154)
第三节 酸酐的聚合物和共聚物	(155)
一、 聚马来酸酐	(155)
二、 马来酸酐苯乙烯共聚物	(155)
第四节 醛酮树脂	(156)
一、 乙醛树脂	(156)
二、 丙酮甲醛树脂	(156)
三、 丁酮甲醛树脂	(157)
四、 环己酮甲醛树脂	(157)
五、 苯乙酮甲醛树脂	(158)
第九章 酚醛树脂	(159)
第一节 酚醛树脂的结构特征与红外吸收光谱的关系	(159)
一、 苯环取代类型	(159)
二、 桥键	(162)
三、 取代基的性质	(162)
第二节 线性酚醛树脂及其固化产物	(163)
一、 线性苯酚甲醛树脂	(163)
二、 线性甲酚甲醛树脂	(164)
三、 线性酚醛树脂模型化合物	(164)

第三节 甲阶酚醛树脂及其固化产物	(165)
一 甲阶苯酚甲醛树脂	(165)
二 甲阶甲酚甲醛树脂	(166)
三 甲阶间苯二酚甲醛树脂	(166)
第四节 烷基酚和苯基苯酚甲醛树脂	(167)
一 烷基酚甲醛树脂	(167)
二 对苯基苯酚甲醛树脂	(168)
第五节 醚化的和增塑的酚醛树脂	(168)
一 醚化的甲阶酚醛树脂	(168)
二 增塑的酚醛树脂	(169)
(一) 脂肪酸或油改性的酚醛树脂 (169)	(二) 松香改性的酚醛树脂 (170)
(三) 聚酯改性的酚醛树脂 (170)	
第六节 萘酚树脂	(171)
第十章 含氮聚合物	(172)
第一节 聚胺、聚亚胺(胺基在主链上)及其同系物(胺基在侧链上)	(172)
一 聚乙烯亚胺(聚氮丙啶)	(172)
二 聚胺	(172)
三 聚2-乙烯基吡啶	(172)
四 聚N-乙烯基咪唑	(173)
第二节 氨基树脂	(174)
一 苯胺甲醛树脂	(174)
二 三聚氰胺甲醛树脂	(174)
(一) 未改性的三聚氰胺甲醛树脂 (175)	(二) 烷氧基化(特别
1 是丁氧基化)的三聚氰胺甲醛树脂 (175)	
三 脲醛树脂	(176)
(一) 未改性的脲醛树脂 (176)	(二) 烷氧基化脲醛树脂 (177)
第三节 酰胺基在主链上的聚酰胺	(178)
一 概述	(178)
二 聚酰胺的结晶结构	(179)
三 制样方法	(179)
四 聚酰胺的红外光谱	(179)
(一) 脂肪族聚酰胺的红外光谱 (179)	(二) 聚酰胺胺的红外光谱 (182)
(三) 芳香族聚酰胺的红外光谱 (183)	
五 聚酰胺的水解	(183)
第四节 酰胺基在侧链上的聚酰胺	(184)
一 聚丙烯酰胺和聚甲基丙烯酸酰胺	(184)
二 聚乙烯吡咯烷酮	(185)
(一) 聚乙烯吡咯烷酮 (185)	(二) 乙烯吡咯烷酮醋酸乙烯酯共聚物 (186)
第五节 聚脲	(187)
第六节 聚酰亚胺	(187)

一 聚酰亚胺	(187)
二、聚酰胺酰亚胺	(190)
三、聚酰亚胺和聚酰胺酰亚胺的水解	(190)
第七节 聚氨基甲酸酯	(191)
一、合成聚氨基甲酸酯的原料——异氰酸酯	(191)
二、二聚异氰酸酯、“掩蔽”异氰酸酯、带有游离异氰酸酯的聚氨基甲酸酯	(192)
三 脂肪族聚氨基甲酸酯	(193)
四、芳香族脂肪族聚氨基甲酸酯	(193)
五、聚酯型聚氨基甲酸酯和聚醚型聚氨基甲酸酯	(194)
六 聚氨基甲酸酯的水解	(195)
第八节 含腈基的聚合物	(196)
一、聚丙烯腈	(196)
(一) 聚丙烯腈 (196)	(二) 丙烯腈共聚物 (197)
二、聚甲基丙烯酸腈	(198)
三、聚 α -氰基丙烯酸酯	(198)
第十一章 含硅聚合物	(199)
第一节 硅油及其制品的分析	(199)
一] 纯硅油	(200)
二、共聚合硅油	(202)
三、硅脂	(202)
四、磨光剂	(203)
(一) 溶剂型磨光剂 (203)	(二) 乳化型磨光剂 (203)
糊状磨光剂 (203)	
五、化妆品	(203)
第二节 硅树脂的分析	(204)
一、硅树脂和涂料	(204)
二、皮革、织物或纸张处理剂	(206)
第三节 硅橡胶的分析	(206)
一、未硫化的硅橡胶	(207)
二、硫化硅橡胶	(208)
第十二章 含硫聚合物	(210)
第一节 含有SO₂基团但不含氮的聚合物	(210)
一、聚砜	(210)
(一) 脂肪族聚砜 (210)	(二) 双酚A和4,4'-二羟基二苯砜
制备的聚砜 (210)	(三) 聚苯乙烯砜 (211)
(四) 聚二苯醚砜 (211)	
二、木质素磺酸	(212)
三、氯磺化聚乙烯	(212)
第二节 聚硫醚类	(213)
一 聚硫橡胶	(213)

二、聚苯硫醚.....	(214)
第三节 含氮和硫的聚合物	(215)
一、硫脲甲醛树脂.....	(215)
二、对甲苯磺酰胺甲醛树脂.....	(215)
第十三章 天然产物	(217)
第一节 天然树脂及其改性产物	(217)
一、天然树脂.....	(217)
(一) 松香 (217) (二) 虫胶 (218)	
二、天然树脂的改性产物.....	(219)
(一) 歧化松香 (219) (二) 马来树脂 (220) (三) 酚类树脂改性的天然树脂 (221)	
第二节 多肽	(221)
一、多肽的红外光谱特性.....	(221)
二、丝.....	(222)
三、羊毛.....	(222)
四、酪朊及其塑料.....	(223)
五、明胶.....	(223)
第三节 纤维素	(224)
一、天然纤维素.....	(224)
二、纤维素酯.....	(225)
(一) 醋酸纤维素酯 (225) (二) 三丙酸纤维素酯 (227) (三) 三丁酸纤维素酯 (227) (四) 醋酸丁酸纤维素酯 (227) (五) 硝酸纤维素酯 (229)	
三、纤维素醚和其它纤维素衍生物.....	(229)
(一) 甲基纤维素 (230) (二) 乙基纤维素 (230) (三) 羟乙基和烷基羟乙基纤维素 (231) (四) 羧甲基纤维素 (232) (五) 苄基纤维素和其它纤维素醚 (233)	
第四节 工业石油沥青和木沥青	(234)
一、地沥青和石油沥青.....	(234)
二、煤焦油木沥青.....	(234)
三、褐煤沥青.....	(235)
第十四章 增塑剂	(236)
第一节 芳香酸酯	(237)
一、邻苯二甲酸酯.....	(237)
(一) 邻苯二甲酸二烷酯 (237) (二) 邻苯二甲酸环烷酯 (239)	
(三) 邻苯二甲酸不饱和醇酯 (240) (四) 邻苯二甲酸芳香酯 (241)	
(五) 邻苯二甲酸二烷氧酯 (241) (六) 邻苯二甲酸羟基乙酸烷酯 (242)	
二、间苯二甲酸酯.....	(242)
三、苯甲酸酯.....	(242)

四、偏苯三甲酸酯.....	(243)
第二节 脂肪族二元酸酯.....	(243)
第三节 聚酯.....	(245)
第四节 脂肪酸酯.....	(245)
第五节 环氧脂肪酸酯.....	(246)
第六节 多元醇和醚.....	(247)
一、聚乙二醇.....	(247)
二、聚丙二醇.....	(247)
三、二元醇的烷基醚.....	(247)
四、聚乙烯烷基醚.....	(247)
第七节 磷酸酯.....	(248)
一、磷酸三烷酯.....	(248)
二、磷酸芳香酯.....	(249)
三、硫代磷酸烷酯.....	(250)
第八节 磺酸衍生物.....	(250)
一、磺酰胺.....	(250)
二、磺酸酯.....	(251)
第九节 碳氢化合物.....	(251)
一、石蜡和石蜡油.....	(251)
二、聚异丁烯.....	(252)
三、环烷烃矿物油.....	(252)
四、芳香油.....	(253)
第十节 氯化碳氢化合物.....	(253)
一、氯化石蜡.....	(253)
二、氯化联苯和氯化聚苯.....	(253)
第十五章 抗氧化剂、光稳定剂、热稳定剂.....	(255)
第一节 抗氧化剂.....	(255)
一、酚类抗氧化剂.....	(255)
二、胺类抗氧化剂.....	(257)
第二节 光稳定剂.....	(260)
一、苯酮衍生物.....	(261)
二、水杨酸酯.....	(262)
三、氰基取代的苯基丙烯酸衍生物.....	(263)
四、苯并三唑衍生物.....	(264)
第三节 热稳定剂.....	(265)
一、无机盐稳定剂.....	(266)
二、有机酸盐稳定剂.....	(267)
三、有机锡稳定剂.....	(268)
四、环氧化合物.....	(270)
五、含磷化合物.....	(270)

第十六章 填料	(272)
第一节 概述	(272)
第二节 高分子材料中常用无机填料的鉴定	(273)
一 无定形二氧化硅.....	(273)
二、 石英.....	(273)
三、 玻璃纤维、玻璃粉、玻璃布.....	(274)
四、 高岭土.....	(274)
五、 云母.....	(275)
六、 石棉.....	(275)
七、 水合硅酸镁.....	(276)
八 碳酸钙.....	(276)
九、 硫酸盐.....	(277)
十 二氧化钛.....	(278)
十一、三氧化二锡.....	(278)
十二、其它含氧化合物.....	(279)
附录 波长与波数关系换算表	(281)
参考文献	(286)

第一章 聚合物的初步鉴定

对于一个未知高分子材料的成份分析，通常遵循下面四个步骤。

一、初步鉴定

包括了解样品的外观特性、来源和用途，利用聚合物物理性质的差异（如软化点、熔点、溶解性、密度或折光指数等）、元素组成不同，某些基团的显色反应，燃烧和干馏试验等以弄清聚合物的主要类型，为选择组分之间的分离提纯以及定性定量测定提供依据。如果有已知样品进行对比，能够增加初步鉴定的可靠性。但应注意这些方法常常是不完备的，且只能用于有限数目的聚合物品种，对于新品种以及复杂的混合物则难以得到正确的结论。

二、组分之间的分离和纯化

对于组成比较简单，主要组分的含量又特别高的高分子材料，有时不经分离即可进行鉴定。但对于组成比较复杂，或要求进行全分析的样品，则必须进行各组分之间的分离和纯化。解决一个复杂的高分子材料分析问题，无疑需要多种分离方法。但在着手分离以前，可以首先测定一下它的红外光谱，以弄清所测材料的主要成份，至少也可以确定其主要成份的类型，这对于选择分离方法是有益的。聚合物与添加剂之间的分离最常用的有萃取法、溶解沉淀法、凝胶色谱法和减压蒸馏法等。各种添加剂之间的分离大多采用色谱方法。

三、定性鉴定

组分分离后，应选择合适的鉴定方法确定各分离组分的化学结构。如红外吸收光谱法、热解气相色谱法、核磁共振法、紫外吸收光谱法、质谱法及化学法等。其中，红外光谱法在聚合物鉴定中是最有力的手段。

四、定量分析

测定高分子材料中所含的各组分含量百分数。

本章主要介绍第一步骤，其它几步将在以后各章中分别介绍。

第一节 样品的外观特性、来源和用途

拿到一个样品，首先接触到的就是它的外观特征，如判别它是塑料、橡胶、纤维、粘合剂或涂料等。若是塑料，就要观察其制品表面硬度、润滑性、透明性和敲击声响等。其次，要了解它是哪个国家或公司制造的？牌号是什么？使用在何处？有什么技术要求等？所有这些对于判断聚合物的组成是有帮助的。表1-1列出了一些聚合物及其用途。

表1-1 某些聚合物及其用途

使用场合	聚合物名称
低摩擦材料	氟碳聚合物、聚酰胺、聚甲醛、聚乙烯等
重负荷机械部件	聚酰胺、聚甲醛、聚碳酸酯、纤维填充的酚醛树脂等
化工和耐热设备	氟碳聚合物、氯化聚醚、聚偏二氟乙烯、聚丙烯、高密度聚乙烯、环氧树脂、酚醛树脂、聚酰亚胺、芳香族聚酯等
电气部件	醇酸树脂、氨基塑料、环氧树脂、酚醛树脂、聚碳酸酯、聚酯、聚二甲苯醚、硅树脂等
透光材料	聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯、醋酸纤维素酯、丁酸纤维素酯、离子聚合物、聚碳酸酯、甲基丙烯酸甲酯丁二烯苯乙烯共聚物、聚乙烯醇缩丁醛
耐油橡胶	丁晴橡胶、氯丁橡胶、聚硫橡胶

第二节 元素分析

在聚合物中，除含碳、氢、氧元素外，还可能含有氟、氯、硫、氮、磷、硅等元素。对于后六种元素的定性和半定量分析可以有助于未知聚合物的分类和鉴定。

通常使用钠熔法，也可以使用氧瓶燃烧法测定聚合物中存在的元素。钠熔法的试验步骤如下：在一小试管中，将大约50—100毫克的细碎试样与一豌豆大小的钠混合，在本生灯上小心加热至金属钠熔化（注意戴上防护眼镜，管口勿向着人）。把灼热的试管小心地放入盛有大约10毫升蒸馏水的小烧杯中，试管会炸裂，反应物溶解于水中，没有反应的金属钠与水发生反应。因此，要用玻璃棒小心地搅拌，直至不再进一步发生反应为止。过滤，每次取1—2毫升滤液进行下列元素的试验。

一、硫：（一）在试液中加入几滴1%的硝基氰铁酸钠（硝普酸钠），如果呈深紫色表示硫存在。（二）用醋酸酸化试液后，再加几滴2N醋酸铅水溶液，若生成硫化铅黑色沉淀表明硫的存在。（三）将一滴试液的碱性溶液加到银币上，生成硫化银的棕色斑点说明硫存在。

二、氮：用刮勺尖端取少量硫酸亚铁，加入到1—2毫升试液中，迅速煮沸，然后令其冷却，加几滴1.5%氯化铁溶液，用稀盐酸酸化，如有普鲁士蓝沉淀，证明有氮存在。如有少量氮存在，溶液变成浅绿色，放置几小时后产生少量沉淀。如溶液保持黄色，则说明没有氮。

三、氟：用盐酸或醋酸酸化试液，再加入一定量氯化钙溶液，产生胶状氟化钙沉淀说明氟存在。

四、氯：下列试验适用于较重卤素的一般检验，不过塑料本身几乎没有溴和碘。用稀