



中华人民共和国国家标准

GB/T 7764—2017/ISO 4650:2012
代替 GB/T 7764—2001

橡胶鉴定 红外光谱法

Rubber identification — Infrared spectrometric method

(ISO 4650:2012, IDT)

2017-07-12 发布

2018-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

橡胶鉴定 红外光谱法

GB/T 7764—2017/ISO 4650:2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2017年7月第一版

*

书号: 155066·1-56978

版权专有 侵权必究

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 7764—2001《橡胶鉴定 红外光谱法》。与 GB/T 7764—2001 相比,主要技术变化如下:

- 删除了丁腈酯的光谱分析(2001年版的 1.11);
- 增加了氟橡胶的光谱分析(见 4.1.1.5),删除了氟橡胶-23、氟橡胶-26、氟橡胶-246 的光谱分析(2001年版的 1.13);
- 增加了 M 类中:丙烯酸酯类橡胶、丙烯酸酯和乙烯橡胶、氯化聚乙烯的光谱分析(见附录 B);
- 增加了 O 类中:环氧乙烷和环氧氯丙烷的共聚物、环氧氯丙烷-环氧乙烷-烯丙基缩水甘油醚三聚物的光谱分析(见附录 B);
- 增加了 Q 类中:聚二甲基硅氧烷、聚甲基苯基硅氧烷、聚甲基氟硅烷的光谱分析(见附录 B);
- 增加了 R 类中:溴化丁基橡胶、溴化异丁烯聚对甲基苯乙烯、合成异戊二烯橡胶、氢化丙烯腈-丁二烯橡胶、羧基-丙烯腈-丁二烯橡胶、PVC 交联丁腈橡胶、乳液聚合 SBR、溶液聚合 SBR、氯化苯乙烯-丁二烯橡胶的光谱分析(见附录 B);
- 增加了 T 类中:聚硫橡胶的光谱分析(见 4.1.5);
- 增加了 TFE 类中:苯乙烯和丁二烯的嵌段共聚物、聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯、间规聚(1,2-丁二烯)、热塑性弹性体,醚-酯(软段为酯或醚链段)的光谱分析(见附录 B)。

本标准使用翻译法等同采用 ISO 4650:2012《橡胶鉴定 红外光谱法》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下:

- GB/T 3516—2006 橡胶 溶剂抽出物的测定(ISO 1407:1992,MOD)
- GB/T 22027—2008 热塑性弹性体 命名和缩略语(ISO 18064:2003,IDT)

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国橡胶与橡胶制品标准化技术委员会(SAC/TC 35)归口。

本标准起草单位:沈阳橡胶研究设计院有限公司、山东玲珑轮胎股份有限公司、广州丰力橡胶轮胎有限公司、广州合成材料研究院有限公司、安徽佳通乘用车子午线轮胎有限公司、三角轮胎股份有限公司、朝阳浪马轮胎有限责任公司、沈阳市化工学校、怡维怡橡胶研究院有限公司、抚顺伊科思新材料有限公司、西双版纳州质量技术监督综合检测中心、北京橡胶工业研究设计院、珀金埃尔默企业管理(上海)有限公司。

本标准主要起草人:马琳、马英、栾德文、朱家顺、周秀良、葛红薇、覃红阳、张龚敏、李莉、闫福江、倪淑杰、李春香、李艳枝、脱锐、张丽萍、刘爱芹、曹翠玲、王龙庆、左继强、谭辉、杨桂华、丁晓英、华瑞、陈辰。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 7764—1987、GB/T 7764—2001。

橡胶鉴定 红外光谱法

1 范围

本标准规定了用两种红外光谱法对生胶、硫化胶、未硫化胶及热塑性弹性体进行鉴定的方法。第一种方法是透射分析法。第二种方法是反射分析法。

使用反射分析法(衰减全反射 ATR)和透射分析法(薄膜)得到的光谱比较图参见附录 A。

反射分析法和透射分析法都包括了使用橡胶的热解产物进行测定,或者通过薄膜法对溶液制膜或模压制膜(只限生胶)进行红外分析。

典型的红外光谱图参见附录 B。

本方法应由有试验经验人员进行样品的制备和红外光谱的分析。为获得更好的结果,按照产品说明书操作光谱仪。本标准中不包括红外光谱仪的详细操作说明。

本方法仅适用于定性分析。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO 1407 橡胶 溶剂抽出物的测定(Rubber—Determination of solvent extract)

ISO 18064 热塑性弹性体 术语和缩写(Thermoplastic elastomers—Nomenclature and abbreviated terms)

3 原理

3.1 透射分析法

首先抽提待测橡胶样品,然后小心制备成生胶薄膜、硫化胶热解物或硫化胶薄膜,用于光谱分析。记录红外光谱,与标准参比光谱比较进行鉴定。

3.2 反射分析法

本方法直接应用于生胶、硫化胶和未硫化胶的分析。对于硫化胶和未硫化胶,有机或无机填料的存在可能影响光谱分析。

4 橡胶的种类

4.1 概要

两种方法都适用于生胶、硫化胶和未硫化胶。它们均适用于以下类型的单一或二元并用橡胶(小比例聚合物含量通常为总量的 10%到 20%)的鉴定(除 4.2 外)。

4.1.1 M 系列

4.1.1.1 丙烯酸酯类橡胶(ACM):丙烯酸乙酯(或其他丙烯酸酯)和少量硫化促进剂单体的共聚物。

4.1.1.2 丙烯酸乙酯(或其他丙烯酸酯)和乙烯的共聚物(AEM)。

4.1.1.3 氯化聚乙烯橡胶(CM)和氯磺化聚乙烯橡胶(CSM);本方法不能区分氯化聚乙烯和氯磺化聚乙烯橡胶,也不能区分不同类型牌号的氯磺化聚乙烯橡胶。

4.1.1.4 乙烯-丙烯共聚物(EPM)和乙烯、丙烯与二烯烃的三聚物(EPDM);本方法不能区分这两种聚合物。但是可以给出乙烯/丙烯比例的一些信息。

4.1.1.5 氟橡胶(FKM);热解物分析可能给出不同牌号氟橡胶的信息。

4.1.2 O 系列

聚环氧氯丙烷(通称氯醚橡胶)(CO);环氧乙烷和环氧氯丙烷的共聚物(也称氯醚共聚物或氯醚橡胶)(ECO)和环氧氯丙烷-环氧乙烷-烯丙基缩水甘油醚的三聚物(GECO)。热解物分析并不能区分不同类型牌号的氯醚橡胶。

4.1.3 Q 系列

聚二甲基硅氧烷(MQ),聚甲基苯基硅氧烷(PMQ)和聚甲基氟硅烷(FMQ);热解物分析可以区分聚甲基苯基硅氧烷和聚二甲基硅氧烷。

4.1.4 R 系列

4.1.4.1 丁二烯橡胶(BR);热解物分析不能区分具有不同异构体比例的丁二烯橡胶。但是,生胶薄膜分析可给出异构体比例的信息。

4.1.4.2 氯丁二烯橡胶(CR);本方法不能区分不同类型的氯丁二烯橡胶。

4.1.4.3 异丁烯-异戊二烯(通称丁基橡胶)(IIR)、卤化丁基橡胶(BIIR 和 CIIR)和溴化异丁烯聚对甲基苯乙烯橡胶(BIMS);本方法条件下,不可能区分丁基橡胶、卤化丁基橡胶、溴化异丁烯聚对甲基苯乙烯和聚异丁烯橡胶。

4.1.4.4 天然橡胶(NR)和合成异戊二烯橡胶(IR);包括天然橡胶(1,4-顺式-聚异戊二烯),杜仲胶,巴拉塔树胶(1,4-反式-聚异戊二烯)和微观结构为(1,4-反式,1,4-顺式或者 3,4-)合成异戊二烯橡胶。

橡胶薄膜的测定可以区分 1,4-顺式,1,4-反式和 3,4-聚异戊二烯;对于未抽提的橡胶,此法可以把天然橡胶、1,4-顺式合成异戊二烯橡胶、1,4-反式天然聚异戊二烯和它们的合成对照物区分开。硫化橡胶热解物薄膜测定不能给出合成或天然橡胶聚异戊二烯的微观结构信息。

4.1.4.5 丙烯腈-丁二烯橡胶(通称丁腈橡胶)(NBR);本标准的方法可以区分羧基丁腈-丁二烯橡胶(XNBRs)和氯化丁腈橡胶(HNBRs)。丁二烯共聚物和 PVC 的结合体也包含其中。热解物薄膜测定可以给出丙烯腈含量的信息。

4.1.4.6 苯乙烯-丁二烯橡胶(SBR);本标准的方法可以区分 α -甲基苯乙烯-丁二烯橡胶和苯乙烯-丁二烯橡胶。同时也包括丁二烯和苯乙烯的共聚物及其衍生替代物例如 α -甲基苯乙烯。热解物的检测不能区分乳液聚合和溶液聚合 SBR。然而,光谱的检测可以给出一些关于单体比例的信息。

4.1.4.7 聚降冰片烯

4.1.5 T 系列

聚硫橡胶。

4.1.6 U 系列

聚酯型聚氨酯(AU)和聚醚型聚氨酯(EU);此方法仅指混炼型聚氨酯。

4.1.7 TPE 系列

见 ISO 18064 定义。

4.2 混合物特例

- 4.2.1 当乙丙橡胶与其他橡胶并用且乙丙橡胶含量少于 40% 的时候,很难进行测定。
- 4.2.2 本方法不能区分乙丙橡胶与聚氯乙烯和/或氯磺化聚乙烯橡胶的混合物。
- 4.2.3 天然橡胶和/或合成聚异戊二烯与氯丁橡胶的混合物的测定非常困难,同时其较少组分的含量超过 30% 才有可能进行鉴定。
- 4.2.4 本法不能区分 NBR 与 NBR/BR 混合物或是 NBR 混合物,也不能将 SBR/BR 混合物或是 SBR 混合物与 SBR 区分开来。
- 4.2.5 硫化橡胶硫含量过高,可能会影响其特征谱带。
- 4.2.6 本法不能将 NBR/PVC 混合物同 NBR 和其他卤化聚合物或含卤素添加剂的混合物区分开来。

4.3 参比光谱

附录 B 给出了橡胶的特征吸收表和标准参比谱图($4\ 000\ \text{cm}^{-1} \sim 600\ \text{cm}^{-1}$)。

5 试剂

除非另有说明,在分析过程中仅使用分析纯的试剂。

- 5.1 氮气,保存在压力瓶中。
- 5.2 抽提溶剂,选取抽提效率最优的溶剂(在不会对红外光谱有任何影响的情况下可以采用其他溶剂):
- 5.2.1 甲醇。
- 5.2.2 丙酮。
- 5.3 橡胶溶解和制膜所需溶剂,无水且无任何固体物残留(详见 ISO 1407):
- 5.3.1 氯仿。
- 5.3.2 1,2-二氯苯。
- 5.4 无水硫酸钠。
- 5.5 通用型 pH 试纸。

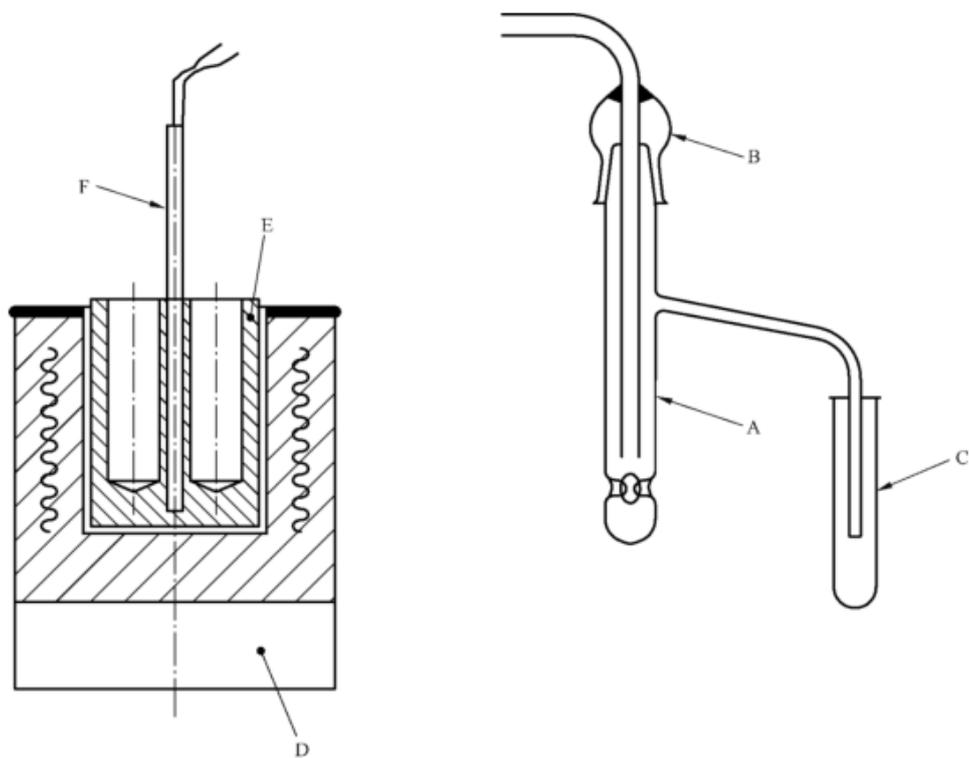
6 仪器

6.1 抽提装置

符合 ISO 1407 所规定的装置。

6.2 可控温-热解装置(见图 1)

热解装置由带有一侧向冷凝管的玻璃管(热解管)A(内部有突出部分防止试样掉到管底)与带有玻璃管的标准磨口接头 B 组成,收集管 C 在冷凝管的下方。可调温电炉 D 调节铝块 E 的温度,铝块 E 上有一个或几个小孔,用于放置一个或多个玻璃管 A。



说明:

- A——盛有样品的玻璃管(热解管);
- B——标准磨口接头;
- C——收集管;
- D——电热调温炉;
- E——铝块内;
- F——热电偶。

图 1 可控温-热解装置

6.3 毛细管

6.4 恒温干燥箱

可控制温度为 $200\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.5 恒温水浴

6.6 抛光溴化钾盐片

也可以使用在 $4\ 000\text{ cm}^{-1} \sim 600\text{ cm}^{-1}$ 范围内有足够红外透射性的其他材料。

6.7 助滤剂

例如硅藻土或类似材料。

6.8 红外光谱仪

红外光谱仪或傅立叶变换型或色散型红外光谱仪,波数范围为 $4\ 000\text{ cm}^{-1} \sim 600\text{ cm}^{-1}$,光谱分辨

率为 4 cm^{-1} 或更高。

6.9 配有反射晶体(例如金刚石、ZnSe、Ge)附件的 ATR

7 透射式红外光谱试验步骤

7.1 生橡胶模压成膜或溶液成膜的步骤

7.1.1 根据 ISO 1407 中规定的步骤,用适当溶剂(5.2)从 $2\text{ g}\sim 5\text{ g}$ 样品中提取抽提物。

7.1.2 在室温或是有回流的试验条件下用合适的溶剂(5.3)将足量的抽提后的橡胶溶解,得到浓缩溶液。

7.1.3 在溴化钾盐片上滴几滴浓缩溶液,并且让溶剂挥发完全。

7.1.4 适宜厚度的生胶膜也可通过模压法获得。

7.1.5 用红外光谱仪记录 $4\ 000\text{ cm}^{-1}\sim 600\text{ cm}^{-1}$ 范围内的红外光谱。

7.1.6 光谱记录之后,确认光谱图中没有溶剂的吸收带存在。同时检查谱带没有偏差或者吸收太弱。如果没有达到这些要求,需要用新样品重复上述步骤重新记录新光谱。

7.1.7 卤素的检测易参考 7.2.1.4。

7.2 生胶、硫化胶的裂解制膜步骤

7.2.1 优选方法:氮气气氛中控温裂解

7.2.1.1 根据 ISO 1407 中给出的步骤抽提 $2\text{ g}\sim 5\text{ g}$ 样品。

7.2.1.2 根据未知硫化橡胶组分的特性和所用仪器类型,将 $0.5\text{ g}\sim 2\text{ g}$ 抽提后干燥的样品放置于热解管 A(见图 1)。

7.2.1.3 将少量的无水硫酸钠(5.4)放置于收集管 C,以吸收在热解过程中产生的水分。

7.2.1.4 进行卤素测试,例如将一条润湿的试纸(5.5)放在收集管的管口处。如果试纸显示 pH 值为 $1\sim 2$,说明存在卤素。硫化橡胶中卤素添加物的存在可能会导致干扰。也可采用其他合适的卤素测试方法。

7.2.1.5 将电热炉 D 加热到 $525\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 并且保持恒温。推荐在该温度下对样品进行快速裂解以保证橡胶没有被过度的分解和碳化。但是,对于 NR,IR,BR,SBR,IIR,BIIR 和 CIIR 这些种类的橡胶,建议使用 $475\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度以得到大量的热解物。

7.2.1.6 使氮气流缓慢通过裂解管,将装有试样的热解管插入铝块 E 上的孔中。用氮气取代空气,可防止氧化,并便于热解物转移到收集管 C 中。氮气流速保持在 $10\text{ mL/min}\pm 2\text{ mL/min}$ 。

7.2.1.7 继续加热到裂解完全,约需 15 min 。

7.2.1.8 用毛细管从管 C 中取少量裂解物,滴几滴均匀的热解物于两个溴化钾盐片间,同时将其固定在红外光谱仪上。立即采集光谱以防止氧化。

7.2.1.9 记录 $4\ 000\text{ cm}^{-1}\sim 600\text{ cm}^{-1}$ 范围的红外光谱,并按照 7.1.6 要求进行检查。

7.2.2 其他可选方法:火焰热解法

样品在试管快速的热解,代替 7.2.1.2,7.2.1.3,7.2.1.5,7.2.1.6 和 7.2.1.7 所述步骤。

注:按照 7.2.1 和 7.2.2 中给出的方法,对于一个给定的聚合物可能会给出不同的相对吸光度。

7.3 溶剂挥发法硫化胶制膜的步骤

7.3.1 硫化胶的溶解

7.3.1.1 准备 2 g 的测试样品(如果怀疑有氯丁橡胶存在,则需要 6 g)(见 7.3.1.2 和 7.3.1.3),按照

ISO 1407中步骤抽提。

7.3.1.2 热解约 1 g 制备后的样品,按照 7.2.1.4 进行卤素测试。

7.3.1.3 如果不存在氯丁橡胶,则取 7.3.1.1 制备的 1 g 样品和 50 mL 合适的溶剂(5.3)(建议用 1,2-二氯苯)放置于 100 mL 有回流冷凝器的烧瓶内。如果存在氯丁橡胶,则取 7.3.1.1 制备的约 5 g 样品和 200 mL 溶剂放置于 500 mL 有回流冷凝器的烧瓶内。

加热烧瓶直到样品溶解。

样品充分溶解所需时间随橡胶种类不同,例如 NR 需要 3 h~4 h;CR 需要 12 h。为了减少橡胶分子结构的改变,加热不应超过 12 h。

7.3.1.4 如果橡胶中不含炭黑,离心除去无机填料。

7.3.1.5 如果橡胶中含有炭黑,加入 10 g~20 g 助滤剂(6.7)并用普通滤纸进行过滤。如果滤出物中有炭黑,重复加入助滤剂过滤,直至滤液无炭黑为止。

注:丁腈橡胶(NBR)可能会残留在滤纸上。

7.3.1.6 在氮气流(5.1)或低压条件下,将离心或过滤后的溶液浓缩至较小的体积。

7.3.1.7 在溴化钾盐片上滴几滴浓缩溶液并使其挥发。

7.3.1.8 记录 $4\ 000\text{ cm}^{-1}$ ~ 600 cm^{-1} 范围的红外光谱,并按照 7.1.6 要求进行检查。

7.3.2 硫化胶的低温降解

7.3.2.1 本方法不能用于含有氯丁橡胶的混合橡胶。

7.3.2.2 按照 7.2.1.1,准备 2 g 的样品。

7.3.2.3 将准备好的测试样品置于塞有玻璃棉的试管中,并放置于 $200\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温干燥箱(6.4)中加热约 10 min(对于 NR、IR、BR、SBR、IIR、BIIR 和 CHIR 橡胶,建议温度为 $180\text{ }^{\circ}\text{C}$)。

7.3.2.4 冷却测试样品,转移到装有回流冷凝器的 100 mL 烧瓶中,再加入 50 mL 氯仿(5.3.1)。将烧瓶置于热水浴中。

7.3.2.5 保持烧瓶及反应物于热水浴中约 30 min,伴着溶剂的回流,溶解降解后的橡胶。

7.3.2.6 用滤纸过滤 7.3.2.5 得到的混合物,除去没有溶解的硫化胶和填充物。如果出现炭黑,过滤前在溶液中添加少量的助滤剂(6.7)。

7.3.2.7 如果怀疑 7.3.2.6 得到的滤液中含有橡胶以外的可能干扰最终光谱解析的物质,用甲醇过滤 7.3.2.6 得到滤液使聚合物沉淀。将新得到的聚合物再溶于氯仿(5.3.1)。

7.3.2.8 滴几滴氯仿溶液在溴化钾盐片(6.6)上并使其挥发,得到适合做光谱分析的适当厚度的薄膜。

7.3.2.9 记录 $4\ 000\text{ cm}^{-1}$ ~ 600 cm^{-1} 范围的红外光谱,并按照 7.1.6 要求进行检查。

注:对于相同聚合物组成的混合物,7.3.1 和 7.3.2 中描述的方法可能给出不同的相对吸光度。使用 7.3.2 中描述的方法制得的膜中可能会含有较多的热稳定性差的聚合物。

8 衰减全反射(ATR 或微 ATR)表面分析步骤

8.1 按照 ISO 1407 规定,使用合适的溶剂进行样品的抽提,或者使用溶剂清洁样品表面,然后快速干燥以去除溶剂。

8.2 测试前清洁晶体表面。

8.3 将测试样品置于晶体上,保证良好接触。

8.4 记录光谱。

注:一些无机填料的存在可能遮盖聚合物的光谱。它们可通过在特定条件下的化学处理从表面清除掉。

9 光谱解析

9.1 参比光谱

9.1.1 由于不同仪器光谱图扫描方式不同,对于未知样品的分析,应在进行测试的同一台红外光谱仪上配备一套参比光谱图以便比较。

9.1.2 应按照和未知样品相同的试验过程对已知组成的样品进行测定以获得参比光谱。

9.1.3 因并用橡胶配合比例变化很多,附录 B 没有给出并用胶光谱。每个实验室应通过已知组成的样品,准备自己实验室的一套参比光谱图。

9.1.4 不可避免的是,试验条件和仪器特性的微小变化均可能会引起光谱图的微小差别。不同时间获得的光谱图可能其峰高度和吸光度也不同。

9.1.5 任何情况下,应考虑卤素存在对光谱解析的影响。

9.1.6 对测试光谱和参比光谱的比较,应考虑谱带的波数、谱带的数目、谱带相对强度和形状。任何异常的谱带均应进行解析。重要的是,无论谱带数量多少,应对每一个谱带进行检查。

9.2 特征吸收谱带表

9.2.1 附录 B 给出的特征吸收谱带表只能与参比光谱结合使用。其目的是确认主要的吸收谱带。

9.2.2 本表侧重于对参比光谱未出现的吸收谱带进行补充,以消除某些橡胶可能出现的不确定性现象。

9.2.3 吸收峰按特征值从强到弱顺序排列,根据特征吸收峰的特点,有经验的分析人员可根据它们进行鉴定,正确鉴别出橡胶种类。这些特点同热解物或者薄膜的特定组成或结构特征有关,适当改变热解或溶解条件,不会严重影响其重现性。

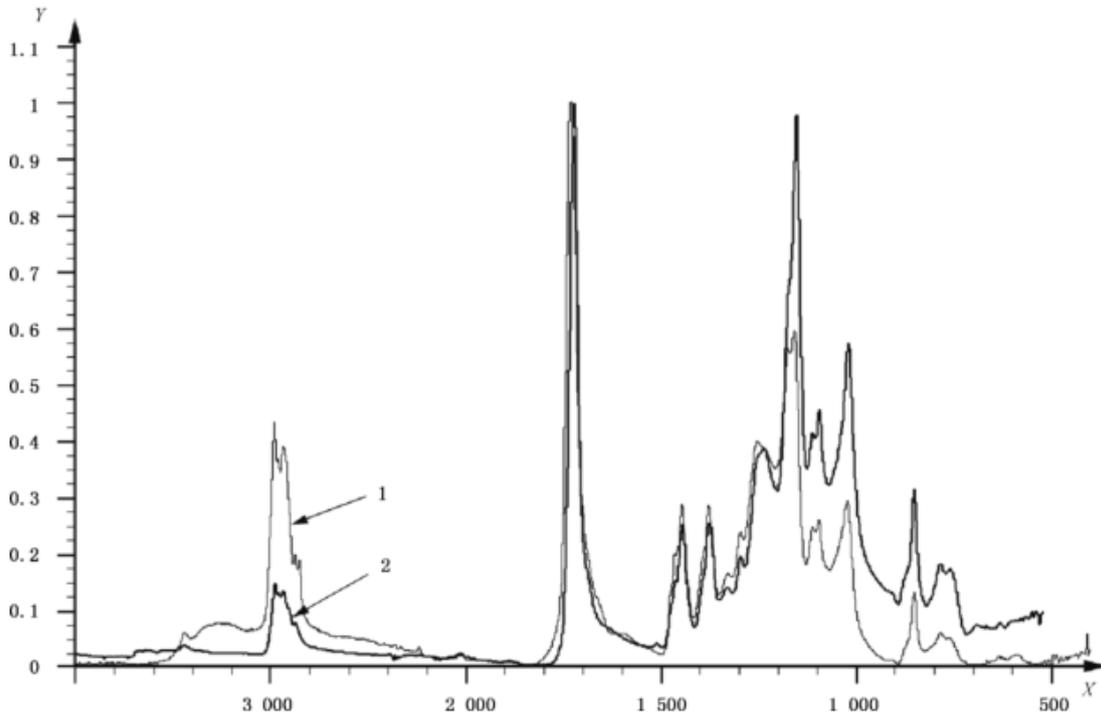
10 试验报告

试验报告应包含如下的信息:

- a) 样品情况:
 - 1) 样品描述;
 - 2) 如果需要的话,给出制样方法。
- b) 试验方法:
 - 1) 参考的本标准编号;
 - 2) 试验步骤(薄膜法或 ATR)。
- c) 任何本标准没有规定的操作。
- d) 试验结果,如样品的橡胶种类。
- e) 试验日期。

附录 A
(资料性附录)
反射法和透射法比较

使用反射法(ATR)和透射法(薄膜)得到的光谱,只是在吸收谱带的强度上有差异。图 A.1 给出了这两类光谱的比较图。



说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 吸光度, %;

1 —— 透射(薄膜)光谱;

2 —— ATR 光谱。

图 A.1 丙烯酸类橡胶(ACM)- 透射(薄膜)和反射(ATR)光谱的比较图

附录 B
(资料性附录)
吸收特性和参比光谱

B.1 通则

B.1.1 本附录给出了参比样品热解物和薄膜的吸收特性光谱表格和图例。

B.1.2 进行参比谱图和样品谱图比对的时候,一定要考虑谱带的位置,谱带的数目,其相对强度和形状。

B.1.3 要检查光谱图中的所有吸收谱带,而不只局限于检查特征谱带区域。

B.2 参比光谱的特征吸收表和光谱图

B.2.1 为了方便本标准的用户使用,应选择能显示待测样品特征吸收谱带的光谱图。

B.2.2 表 B.1 给出了不同类型橡胶与其对应的参比光谱图编号。

注:也在光谱中可看到二氧化碳的吸收($2\,350\text{ cm}^{-1}$ 和 670 cm^{-1})和水的吸收($4\,000\text{ cm}^{-1}\sim 3\,500\text{ cm}^{-1}$ 、 $2\,000\text{ cm}^{-1}\sim 1\,500\text{ cm}^{-1}$)。

表 B.1 橡胶种类和对应的参比光谱图编号

表格序号	橡胶缩写	橡胶种类	图例序号		
			生胶		硫化热解物
			薄膜	ATR	
M类					
B.2	ACM	丙烯酸酯类橡胶	B.1 a)	B.1 b)	B.2
B.3	AEM	丙烯酸和乙烯橡胶	B.3 a)	B.3 b)	B.4
B.4	CM	氯化聚乙烯	B.5 a)	B.5 b)	B.6
B.5	CSM	氯磺化聚乙烯	B.7 a)	B.7 b)	B.8
B.6	EPDM	乙烯、丙烯和二烯烃的三聚物	B.9 a)	B.9 b)	B.10
B.7	FKM	氟橡胶	B.11 a)	B.11 b)	B.12
O类					
B.8	CO	聚环氧氯丙烷	B.13 a)	B.13 b)	B.14
B.9	ECO	环氧乙烷和环氧氯丙烷的共聚物	B.15a)	B.15 b)	B.16
B.10	GECO	环氧氯丙烷-环氧乙烷-烯丙基缩水甘油醚三聚物	B.17 a)	B.17 b)	B.18
Q类					
B.11	MQ	聚二甲基硅氧烷	B.19 a)	B.19 b)	B.20
B.12	PMQ	聚苯甲基硅氧烷	B.21 a)	B.21 b)	B.22
B.13	FMQ	聚甲基氟硅烷	B.23 a)	B.23 b)	B.24

表 B.1 (续)

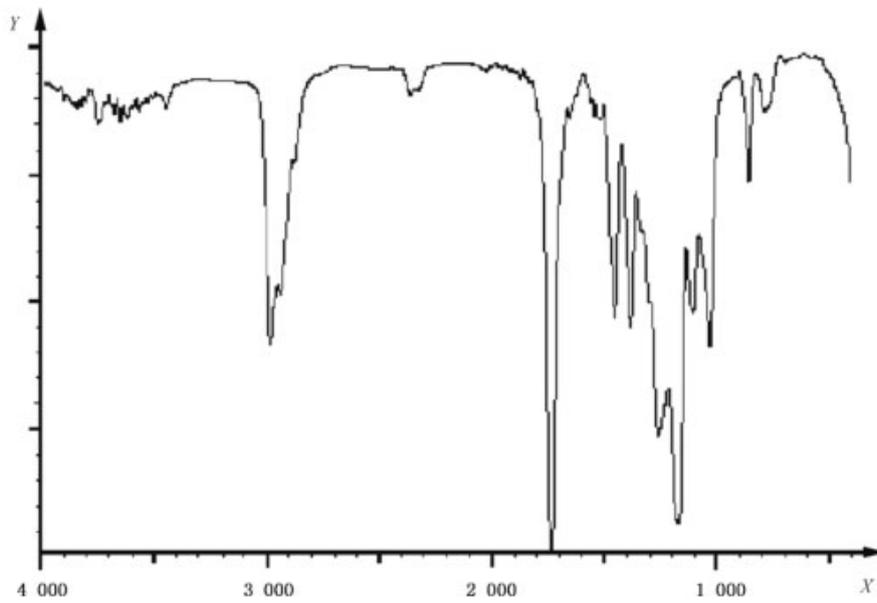
表格序号	橡胶缩写	橡胶种类	图例序号		
			生胶		硫化热解物
			薄膜	ATR	
R 类					
B.14	BR	丁二烯橡胶			
		高顺式丁二烯橡胶	B.25 a)	B.25 b)	B.26
		高反式丁二烯橡胶	B.27	—	
		低顺式丁二烯橡胶	B.28	—	
B.15	CR	氯丁二烯橡胶	B.29 a)	B.29 b)	B.30
B.16	IIR	异丁烯-异戊二烯橡胶	B.31 a)	B.31 b)	B.32
B.17	BIIR	溴化异丁烯-异戊二烯橡胶	B.33	—	B.34
B.18	BIMS	溴化异丁烯-聚-对甲基苯乙烯	B.35 a)	B.35 b)	B.36
B.19	NR	天然橡胶	B.37 a)	B.37 b)	B.38
B.20	IR	合成异戊二烯橡胶			
		高顺式合成异戊二烯橡胶	B.39 a)	B.39 b)	B.40
		高反式合成异戊二烯橡胶	B.41	—	B.42
B.21		3,4-合成异戊二烯橡胶	B.43 a)	B.43 b)	B.44
B.22	NBR	丙烯腈-丁二烯橡胶	B.45 a)	B.45 b)	B.46
B.23	HNBR	氢化丙烯腈-丁二烯橡胶	B.47 a)	B.47 b)	B.48
B.24	XNBR	羧基-丙烯腈-丁二烯橡胶	B.49 a)	B.49 b)	B.50
B.25	NBR/PVC	PVC 交联丁腈橡胶	B.51 a)	B.51 b)	B.52
B.26	SBR	苯乙烯-丁二烯橡胶		B.53	
	E-SBR	乳液聚合 SBR			
		23.5% 苯乙烯 E-SBR	B.54	—	B.55
		高苯乙烯 E-SBR	B.56	—	
	S-SBR	溶液聚合 SBR			
		高苯乙烯基 S-SBR	B.57	—	
		高苯乙烯 S-SBR	B.58	—	
B.27	HSBR	氢化苯乙烯-丁二烯橡胶	B.59	—	
T 类					
B.28	EOT	聚硫橡胶		B.60	B.61
U 类					
B.29	AU	聚酯型聚氨酯	B.62 a)	B.62 b)	B.63
B.30	EU	聚醚型聚氨酯	B.64 a)	B.64 b)	B.65

表 B.1 (续)

表格序号	橡胶缩写	橡胶种类	图例序号		
			生胶		硫化热解物
			薄膜	ATR	
TFE 类					
B.31	TPS-SBS	苯乙烯和丁二烯的嵌段共聚物	B.66		
B.32	TPS-SEBS	聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯	B.67		
B.33	TPS-SIS	苯乙烯和异戊二烯嵌段共聚物	B.68		
B.34	TPS-SEPS	聚苯乙烯-聚(乙烯-丙烯)-聚苯乙烯	B.69		
B.35	TPZ	间规聚(1,2-丁二烯)	B.70		
B.36	TPC-EE	含有酯键和醚键软段的热塑性共聚酯弹性体	B.71		

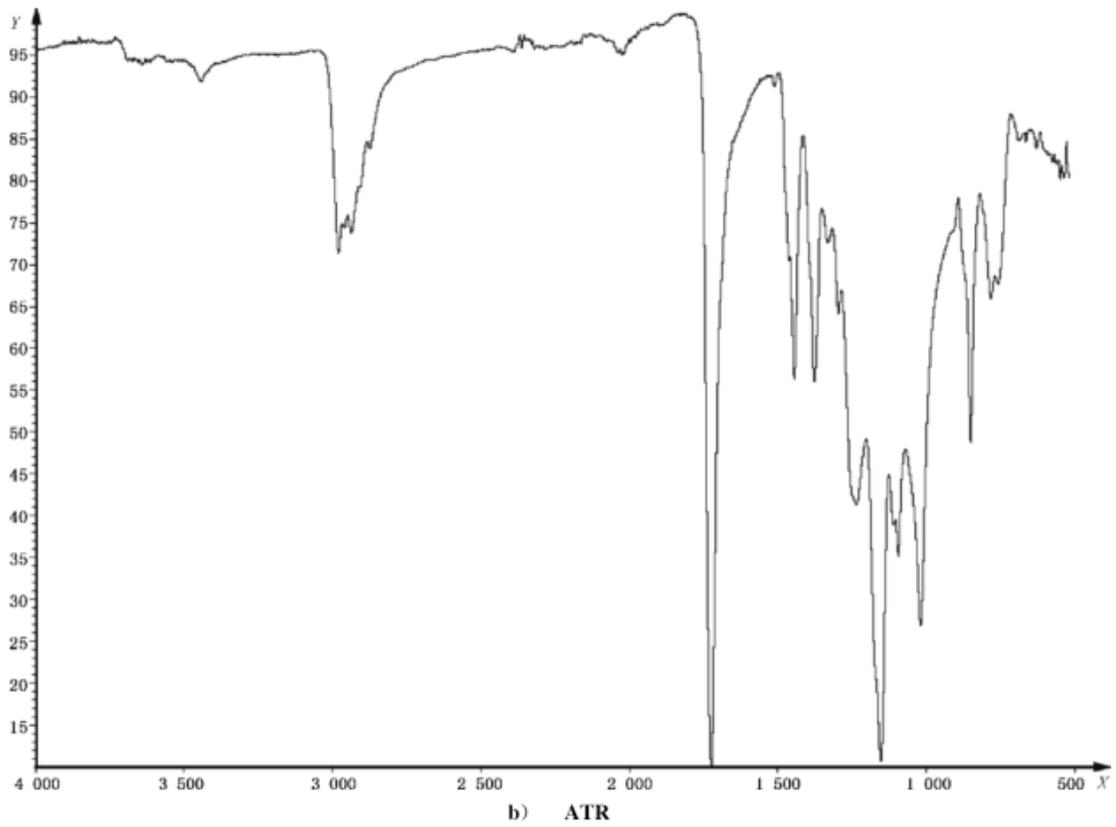
表 B.2 丙烯酸酯类橡胶(ACM)

生胶		硫化胶	
波数/cm ⁻¹	官能团	波数/cm ⁻¹	官能团
1 150~1 260	$\begin{array}{c} \\ -C-O- \\ \end{array}$	1 150~1 260	$\begin{array}{c} \\ -C-O- \\ \end{array}$
1 740	>C=O	1 740	>C=O



a) 薄膜

图 B.1 丙烯酸酯类橡胶-生胶聚合物

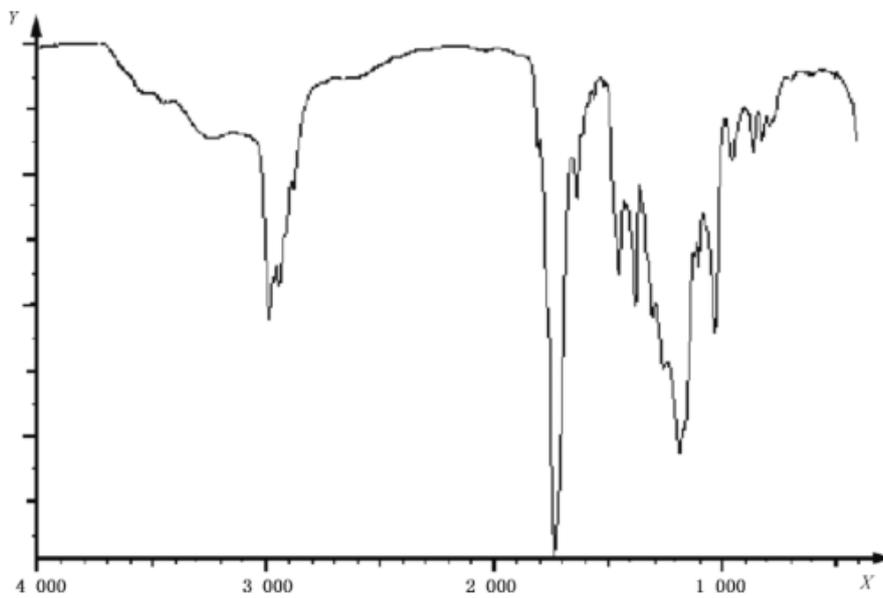


说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.1 (续)



说明:

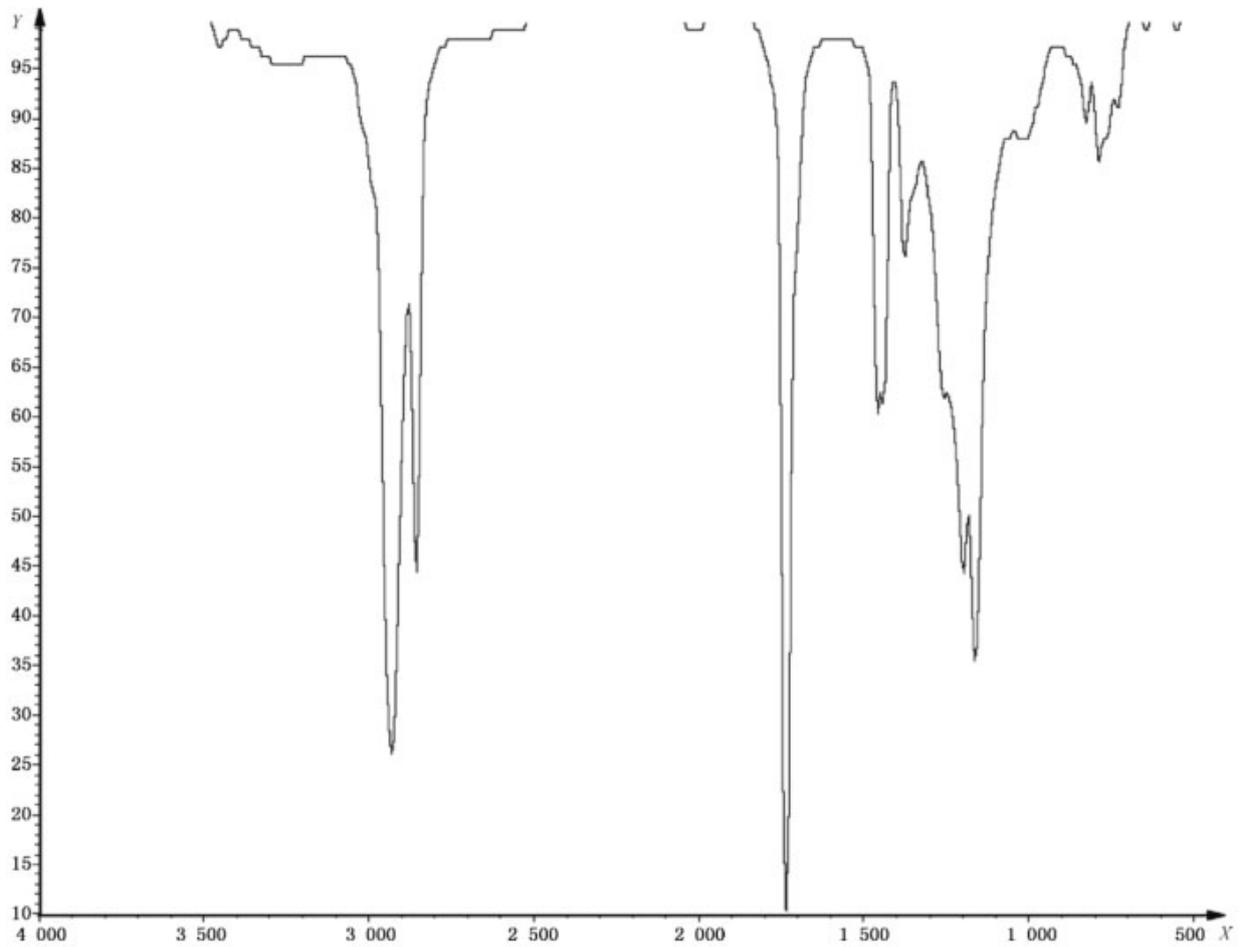
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.2 丙烯酸酯类橡胶-硫化胶

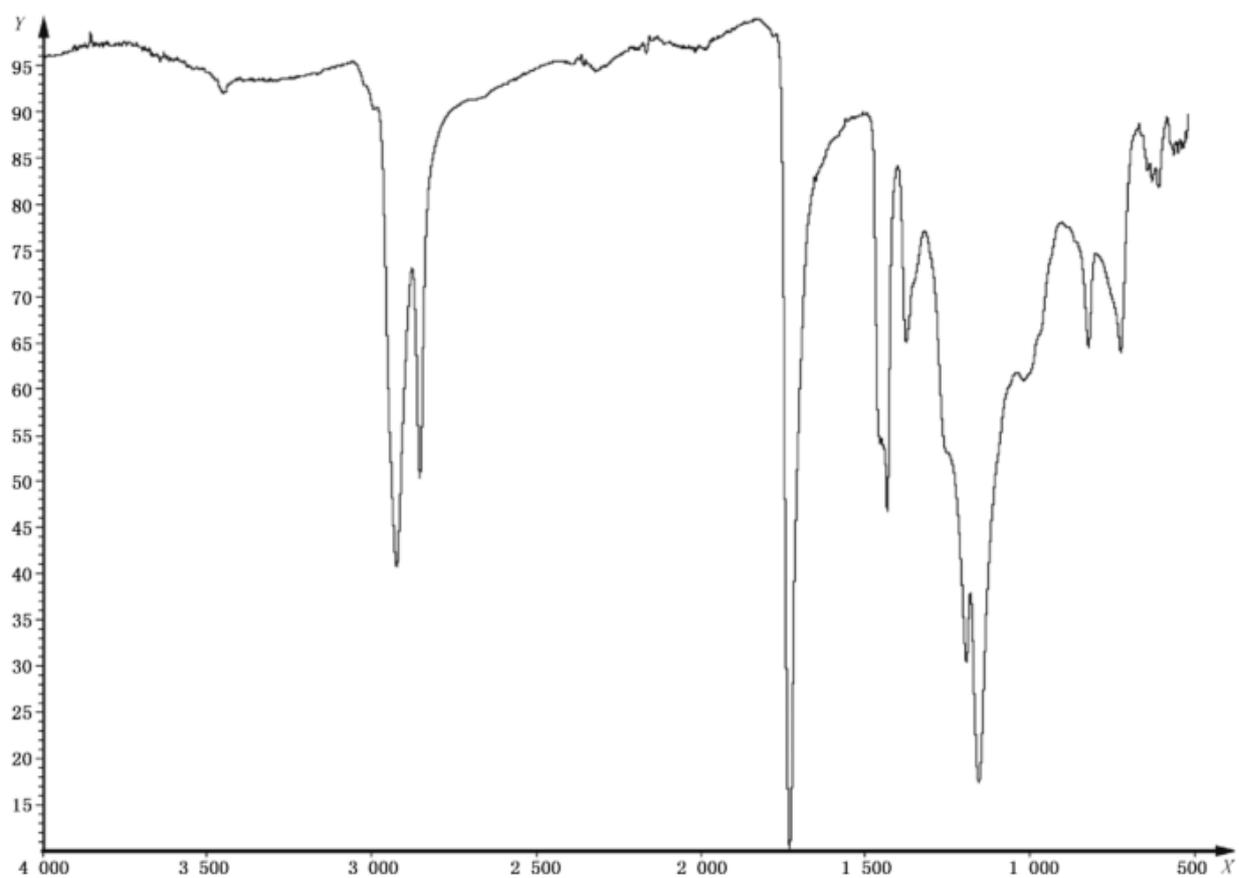
表 B.3 丙烯酸酯(或其他丙烯酸酯)和乙烯共聚物(AEM)

生胶		硫化胶	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
725	$-(\text{CH}_2)_n-$		
1 150~1 260	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{O}- \\ \end{array}$	1 150~1 260	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{O}- \\ \end{array}$
1 460	$-\text{CH}_2-$	1 460	$-\text{CH}_2-$
1 740	$>\text{C}=\text{O}$	1 740	$>\text{C}=\text{O}$



a) 薄膜

图 B.3 丙烯酸酯(或其他丙烯酸酯)和乙烯共聚物



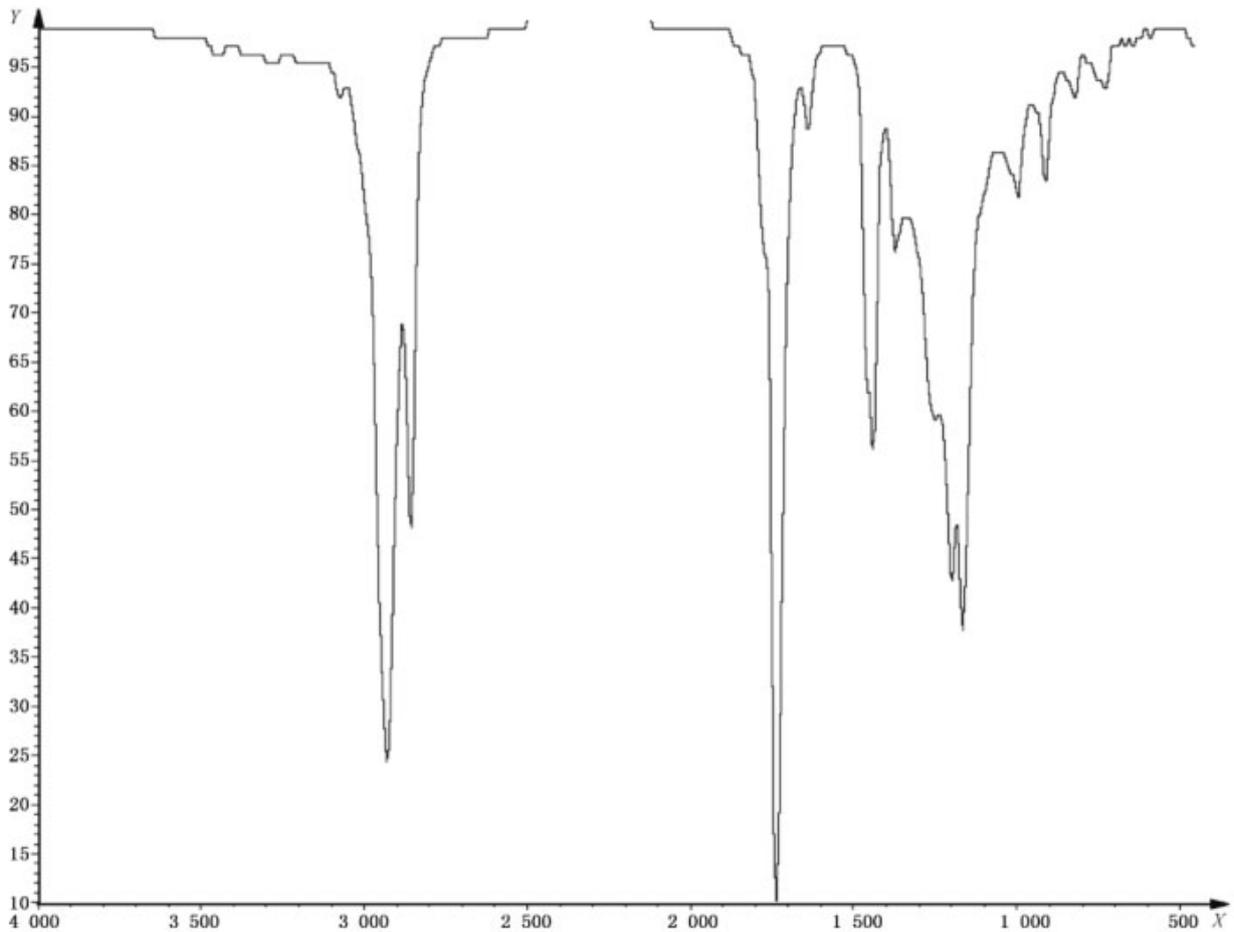
b) ATR

说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.3 (续)



说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

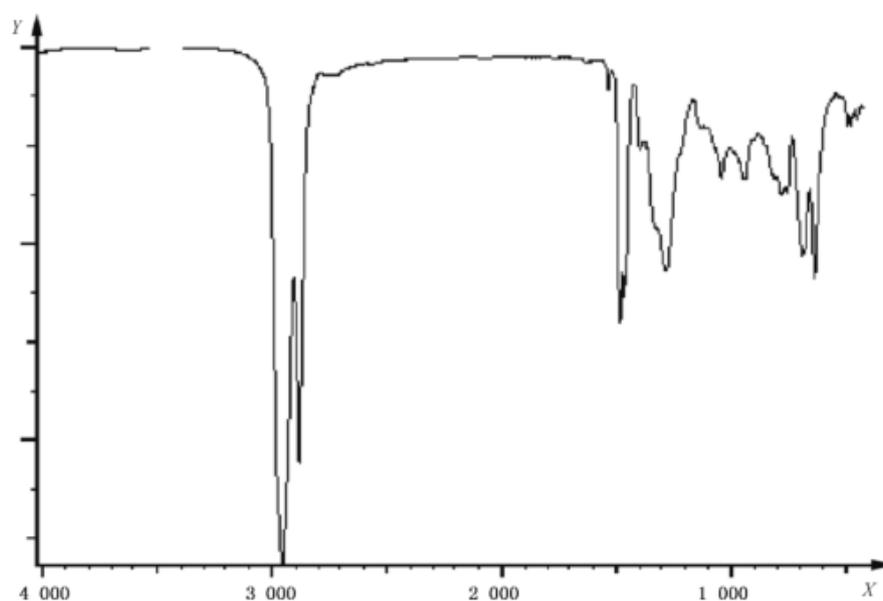
Y —— 透过率, %。

图 B.4 丙烯酸酯(或其他丙烯酸酯)和乙烯共聚物-硫化胶

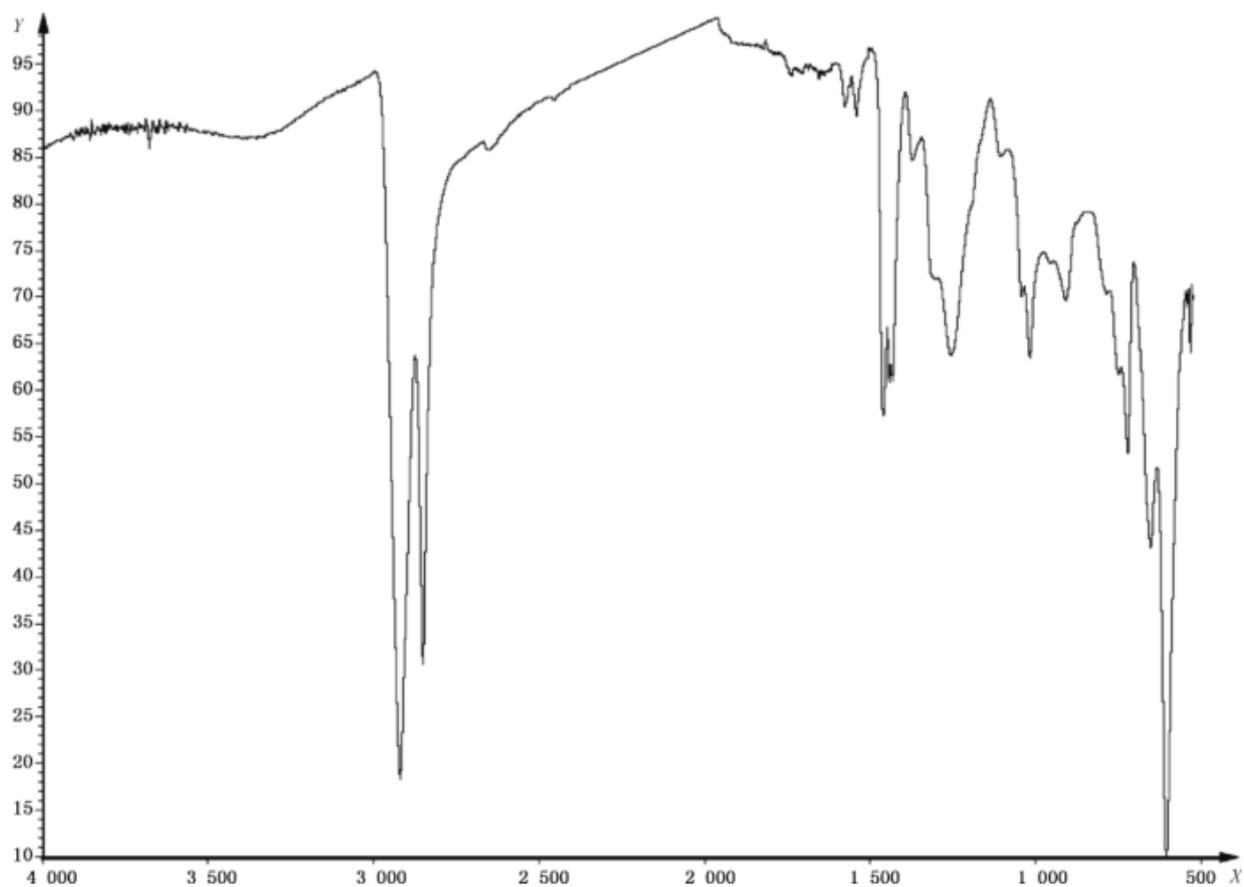
表 B.4 氯化聚乙烯(CM)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
600~700	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{Cl}- \\ \end{array}$	600~700	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{Cl}- \\ \end{array}$
720	$(\text{CH}_2)_n$	800~890	$>\text{C}=\text{CH}_2$
		910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
		970	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (trans)
		990	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
		1 370	$-\text{CH}_3$
1 460	$-\text{CH}_2-$	1 460	$-\text{CH}_2-$

注: 氯含量的变化对光谱有显著的影响。



a) 薄膜



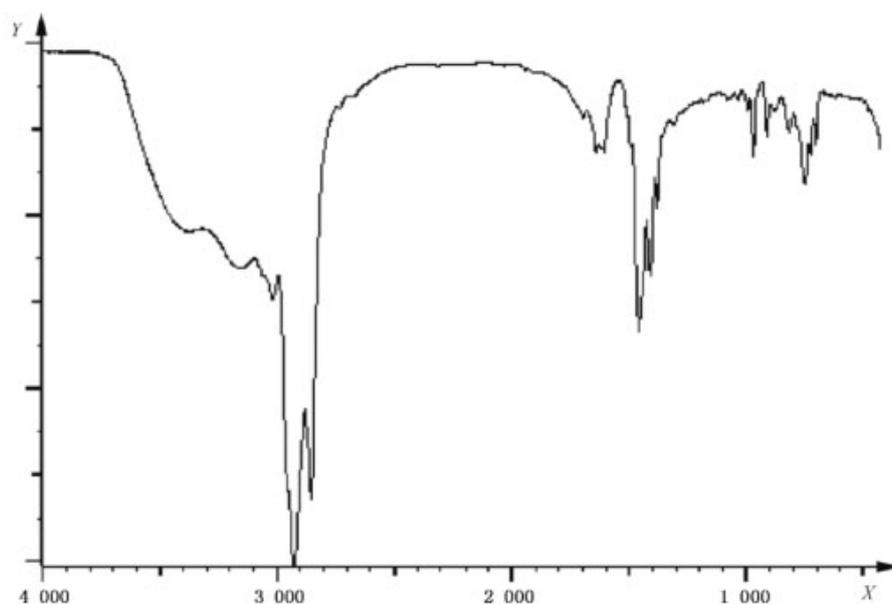
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.5 氯化聚乙烯-生胶聚合物



说明:

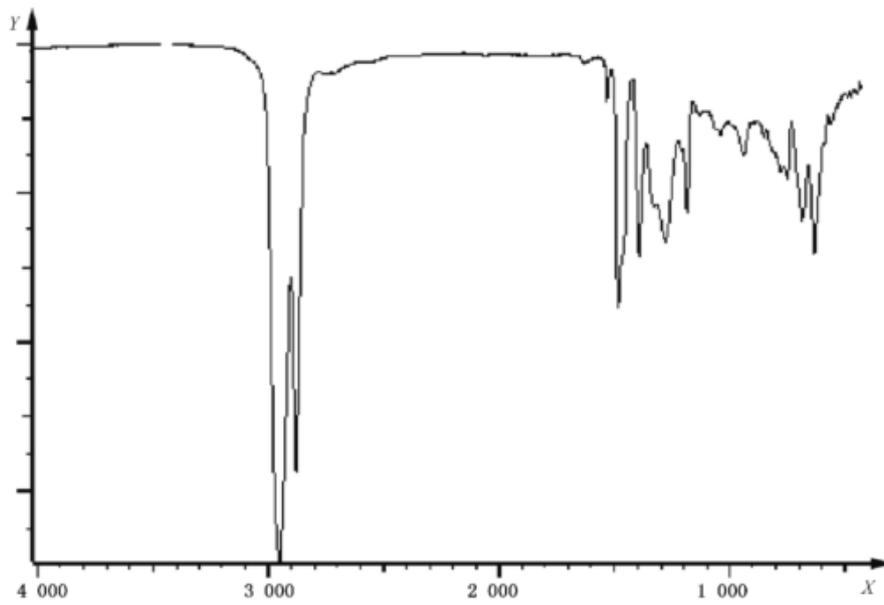
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

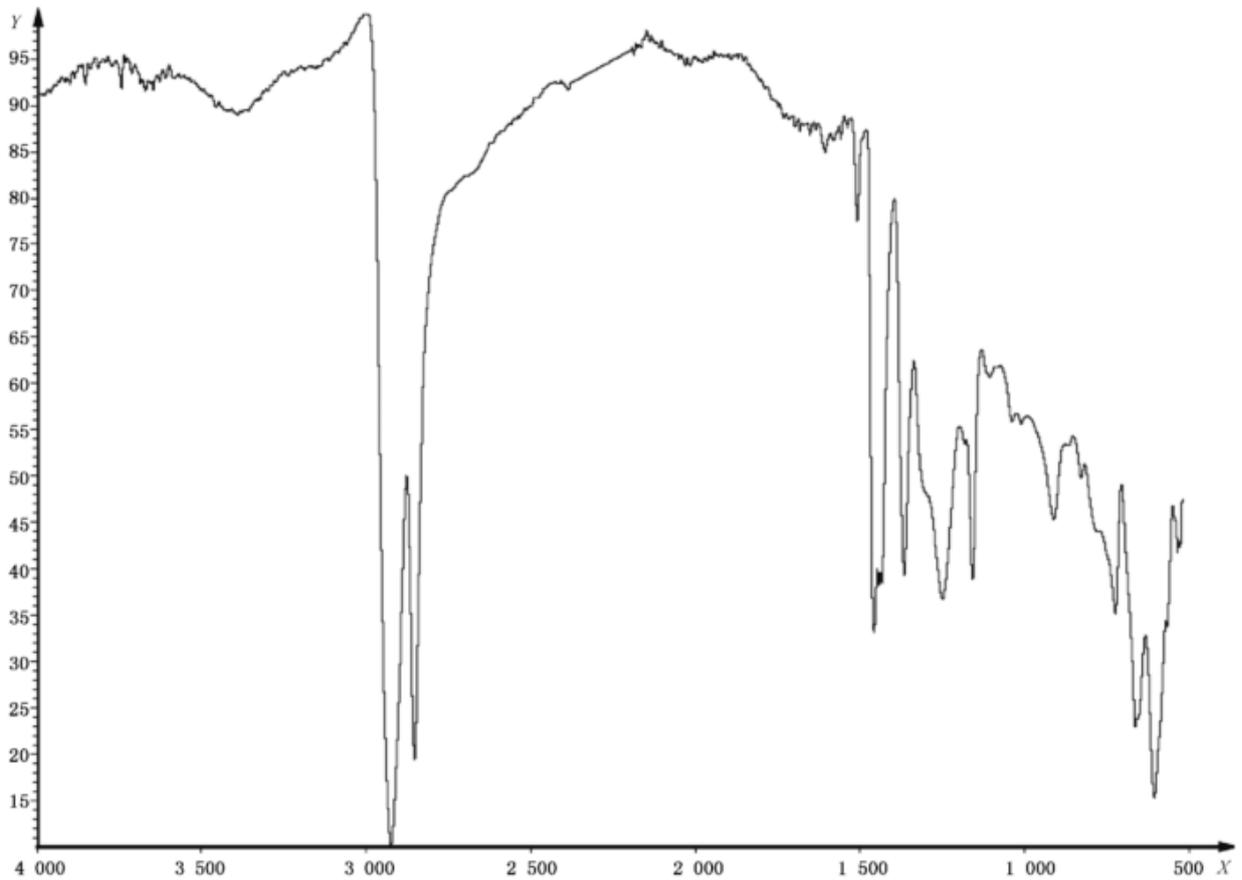
图 B.6 氯化聚乙烯-硫化胶

表 B.5 氯磺化聚乙烯(CSM)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
720	$(\text{CH}_2)_n$	695	
		720	$(\text{CH}_2)_n$
		740	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{Cl}- \\ \end{array}$
		815	
		910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
1 160	$-\text{SO}_2\text{Cl}$	970	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (<i>trans</i>)
1 260		990	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
1 370	$-\text{CH}_3$		
1 460	$-\text{CH}_2-$	1 460	$-\text{CH}_2-$



a) 薄膜



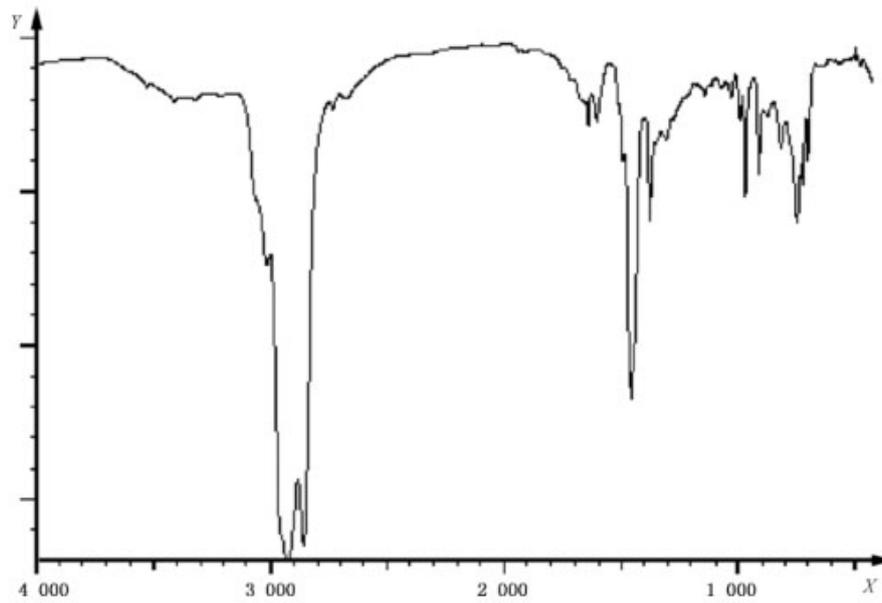
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.7 氯磺化聚乙烯-生胶聚合物



说明：

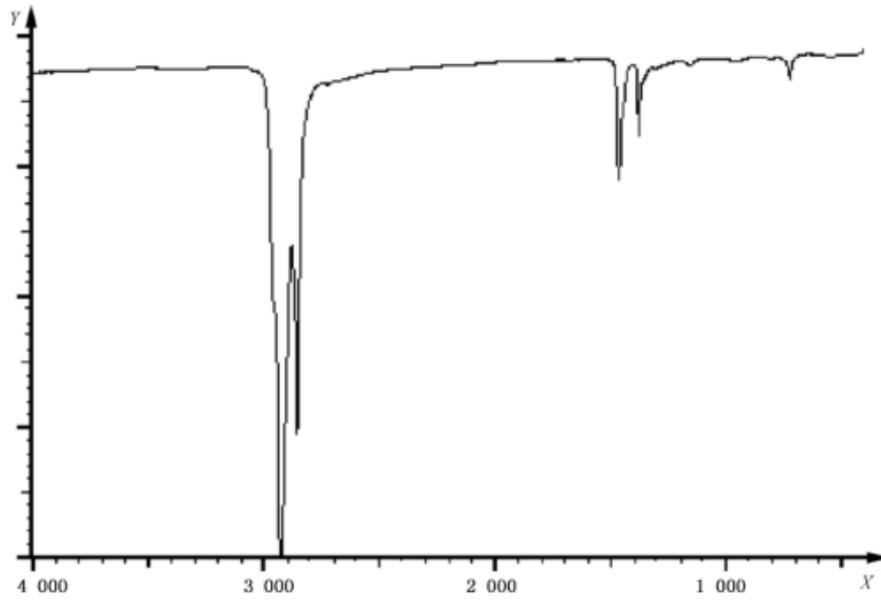
X —— 波数, cm^{-1} ；

Y —— 透过率, %。

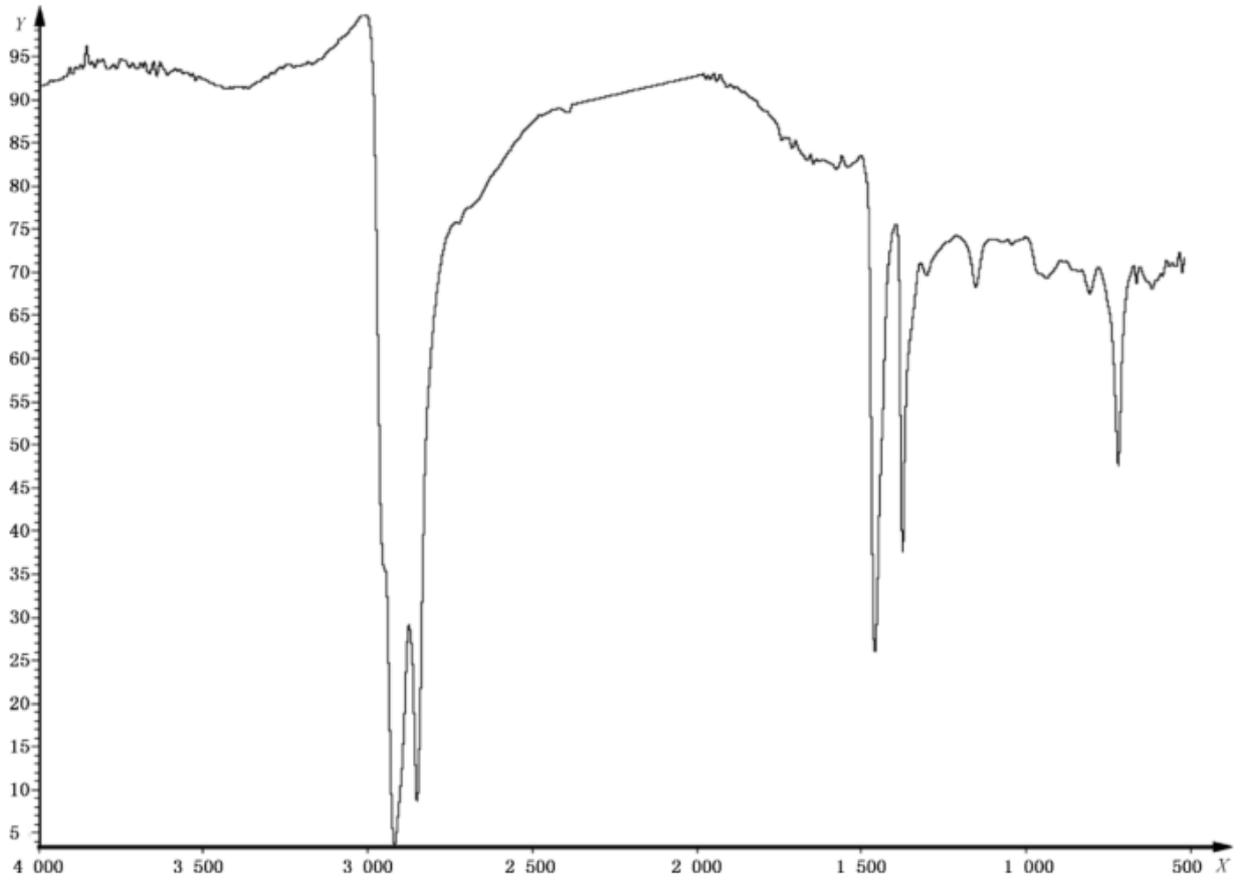
图 B.8 氯磺化聚乙烯-硫化胶

表 B.6 乙烯、丙烯和二烯烃的三聚物(EPDM)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
720	$(\text{CH}_2)_n$	720	$(\text{CH}_2)_n$
		890	$>\text{C}=\text{CH}_2$
		910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
		970	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (trans)
		990	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
1 370	$-\text{CH}_3$	1 370	$-\text{CH}_3$
1 460	$-\text{CH}_2-$	1 460	$-\text{CH}_2-$



a) 薄膜



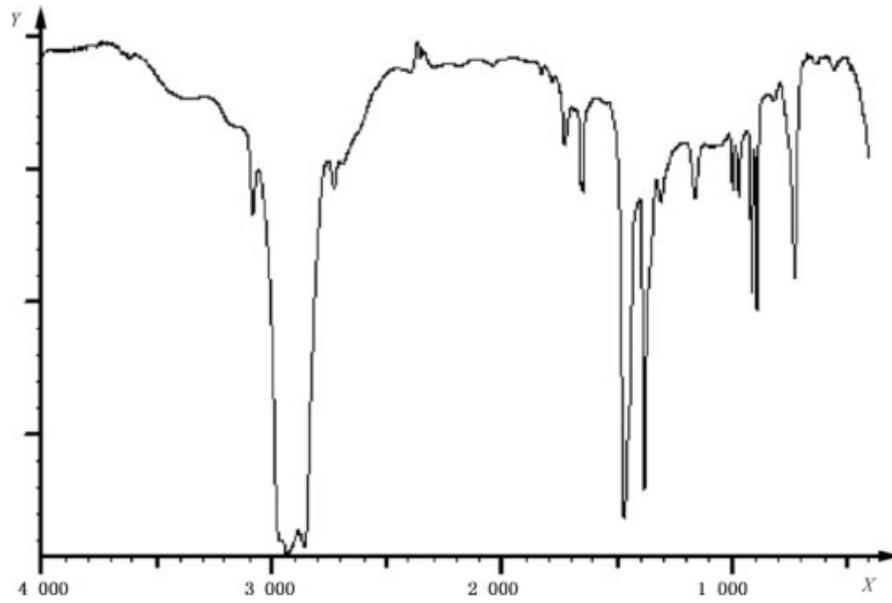
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.9 乙烯、丙烯和二烯烃的三聚物-生胶聚合物



说明:

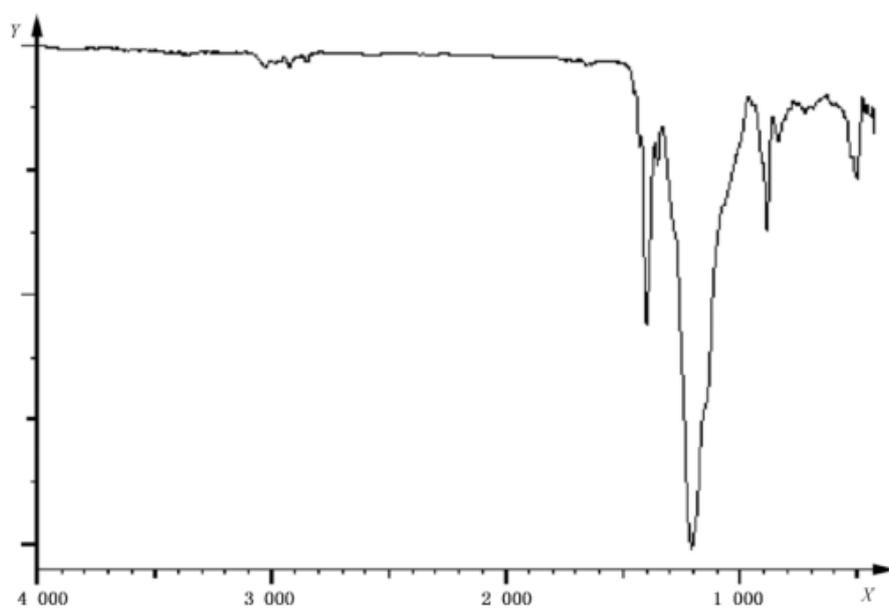
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

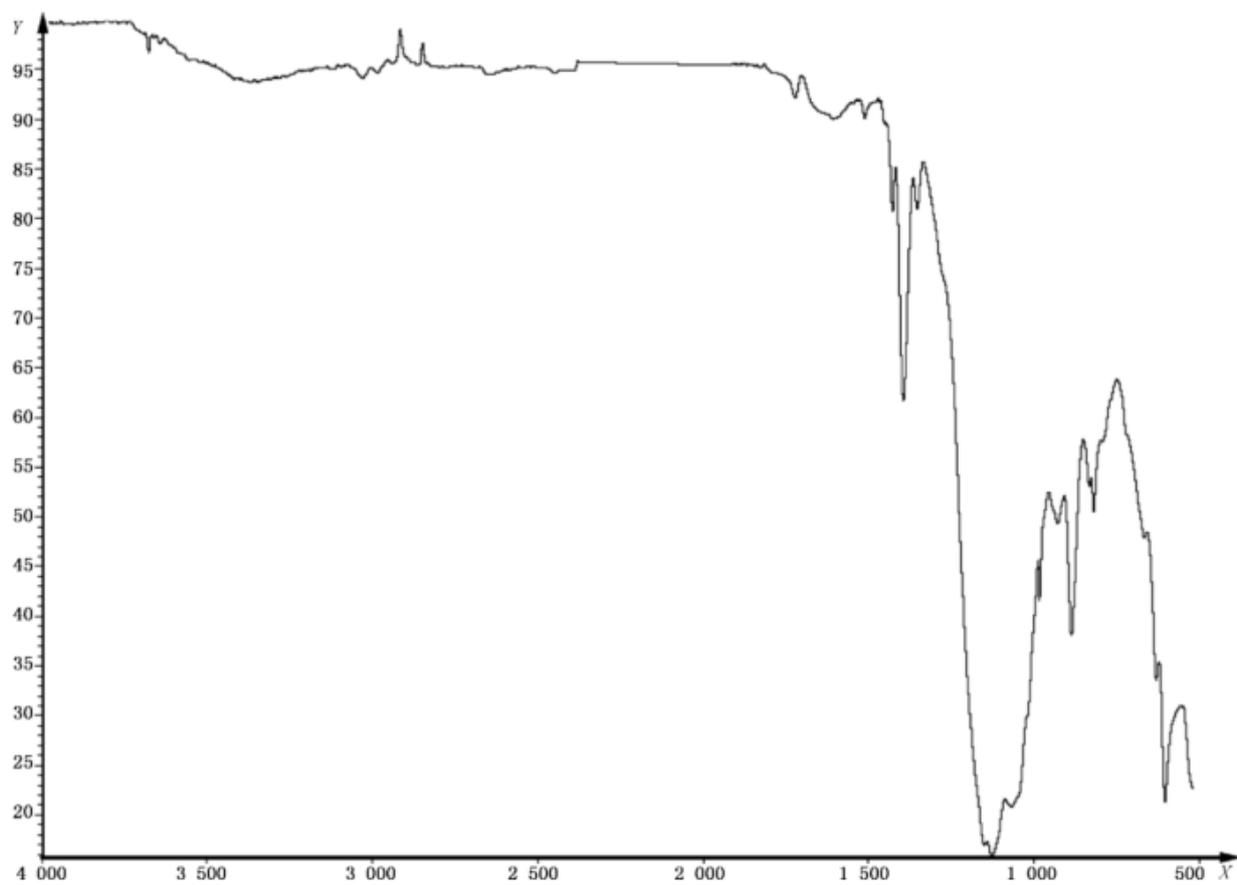
图 B.10 乙烯、丙烯和二烯烃的三聚物-硫化胶

表 B.7 氟橡胶(FKM)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
1 000~1 400	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{F} \\ \end{array}$	1 000~1 400	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{F} \\ \end{array}$



a) 薄膜



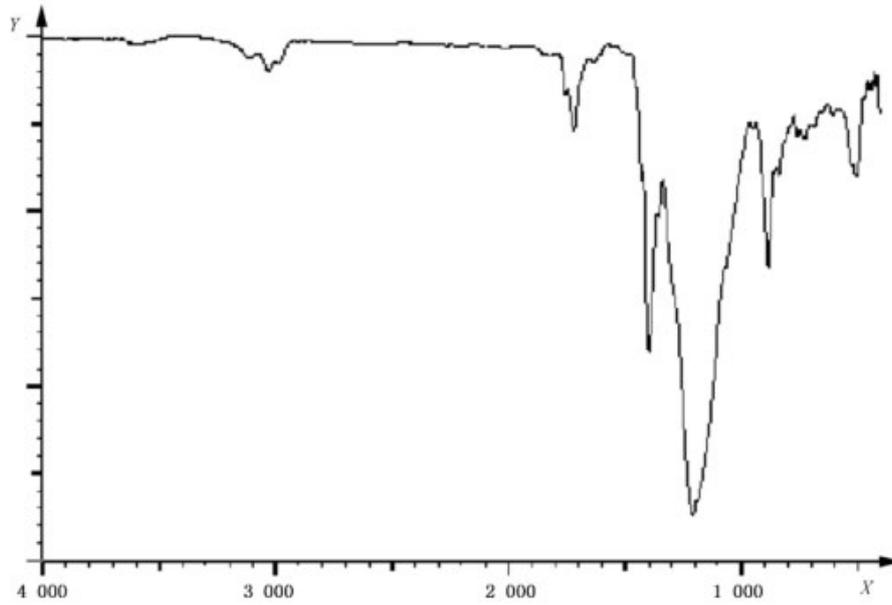
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.11 氟橡胶-生胶聚合物



说明:

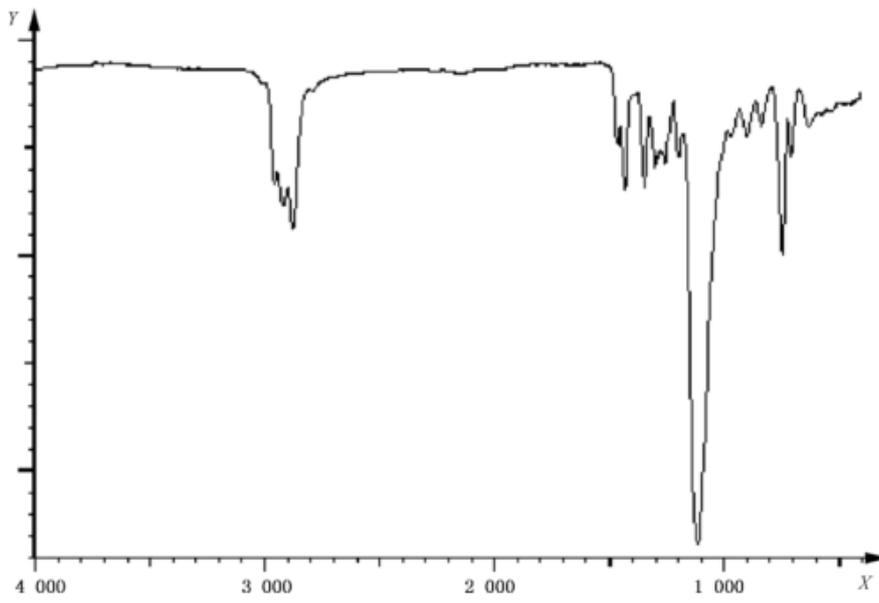
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

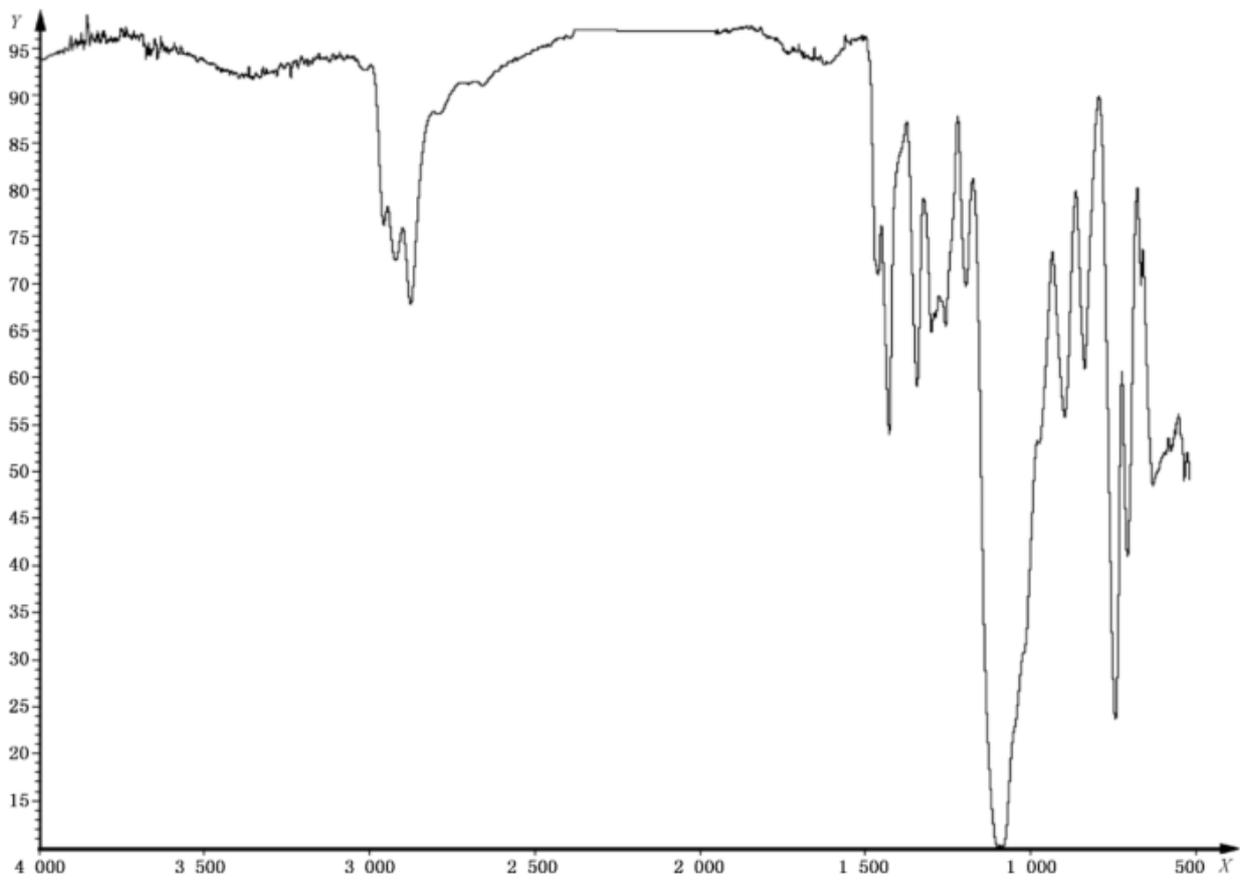
图 B.12 氯橡胶-硫化胶

表 B.8 氯醚橡胶 (CO)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
750	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{Cl}- \\ \end{array}$		
1 100	$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ \quad \end{array}$	1 100	$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ \quad \end{array}$
注: 在 $1\ 720\ \text{cm}^{-1}$ 处的羰基吸收不是这种橡胶的典型吸收,它是裂解造成的。			



a) 薄膜



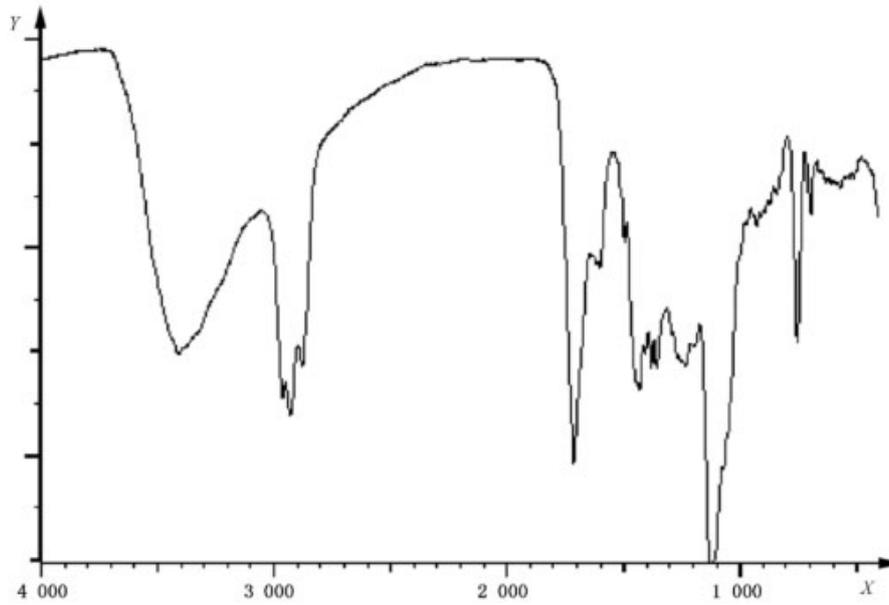
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.13 氯醚橡胶-生胶聚合物

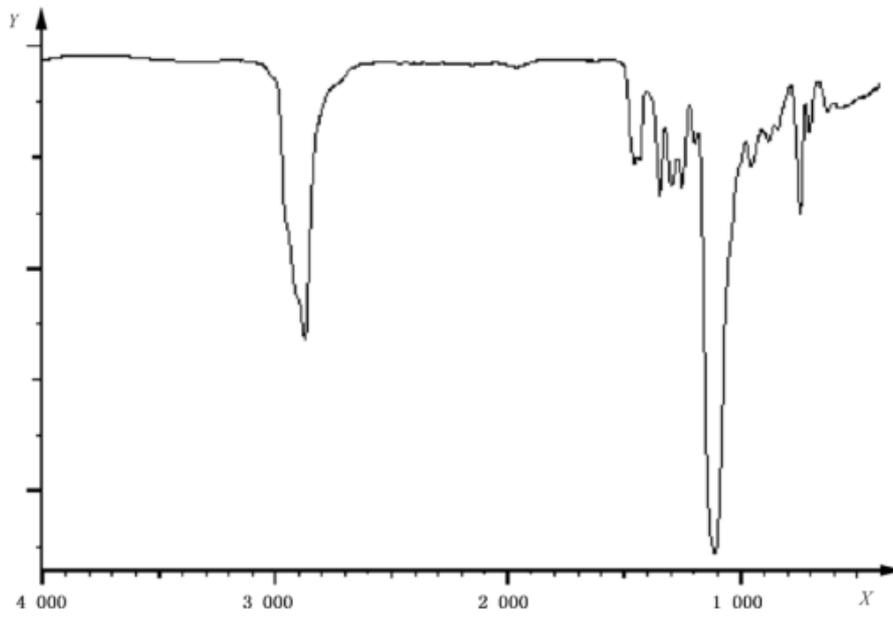


说明：
 X —— 波数, cm^{-1} ；
 Y —— 透过率, %。

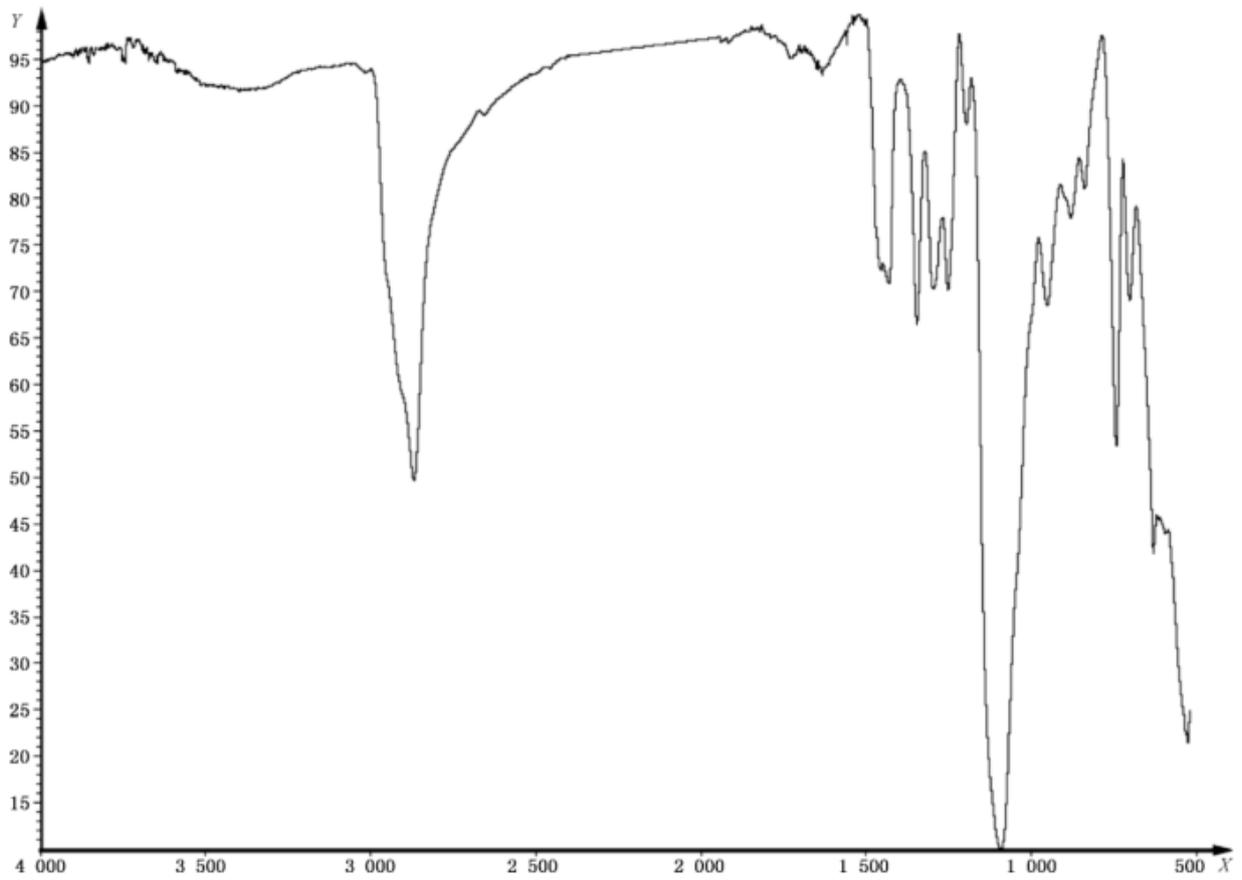
图 B.14 氯醚橡胶-硫化胶

表 B.9 环氧乙烷和环氧氯丙烷的共聚物 (ECO)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
750	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{Cl} \\ \end{array}$		
1 100	$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ \quad \end{array}$	1 100	$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ \quad \end{array}$



a) 薄膜



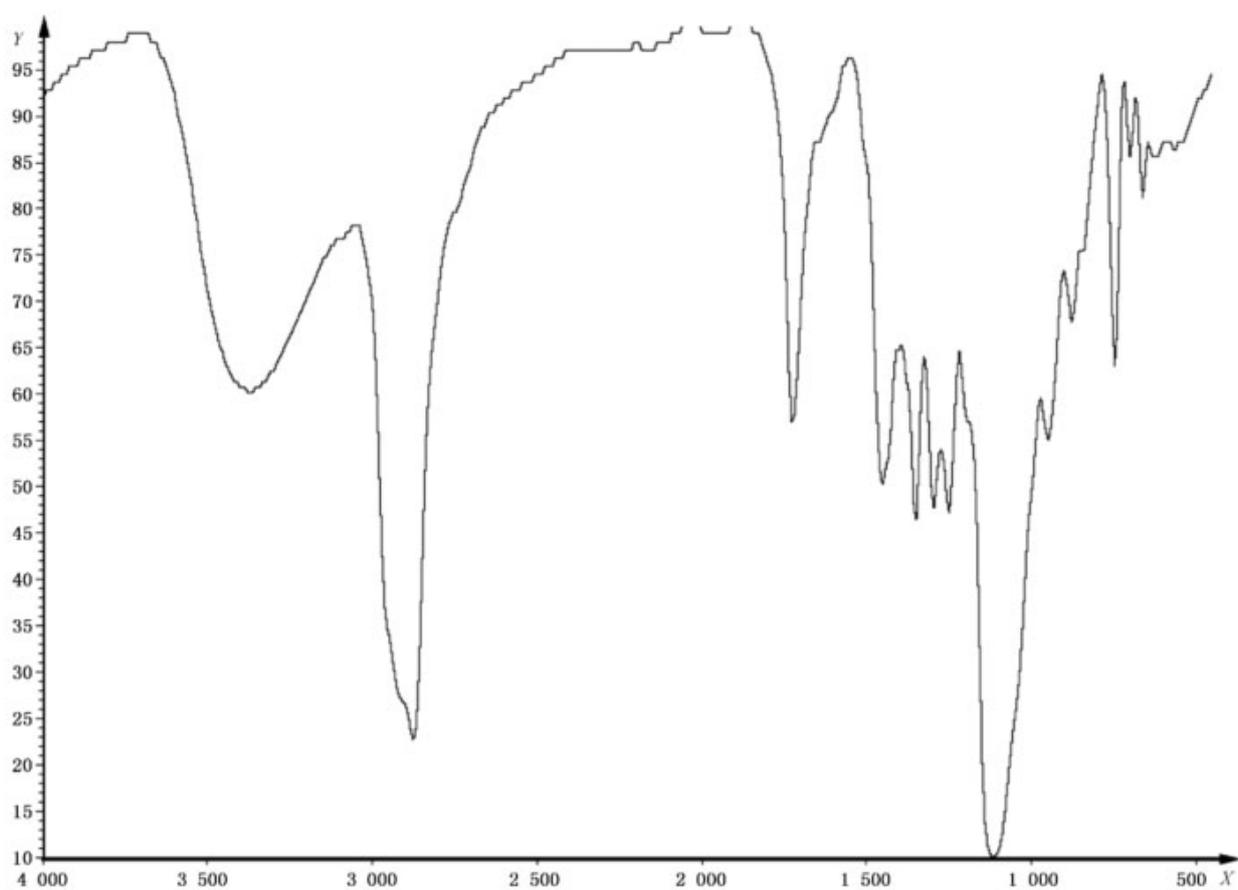
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.15 环氧乙烷和环氧氯丙烷的共聚物-生胶聚合物



说明:

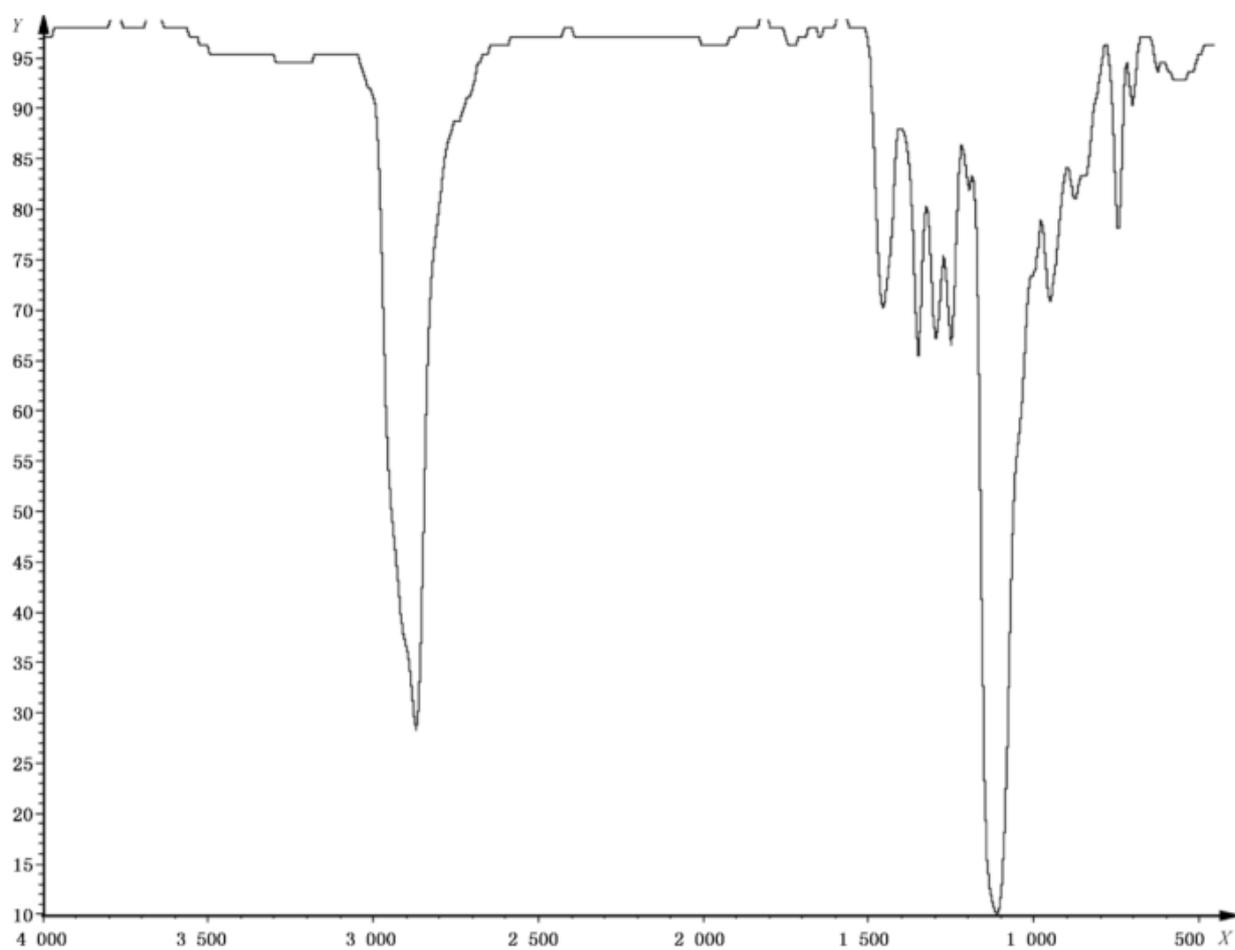
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.16 环氧乙烷和环氧氯丙烷的共聚物-硫化胶

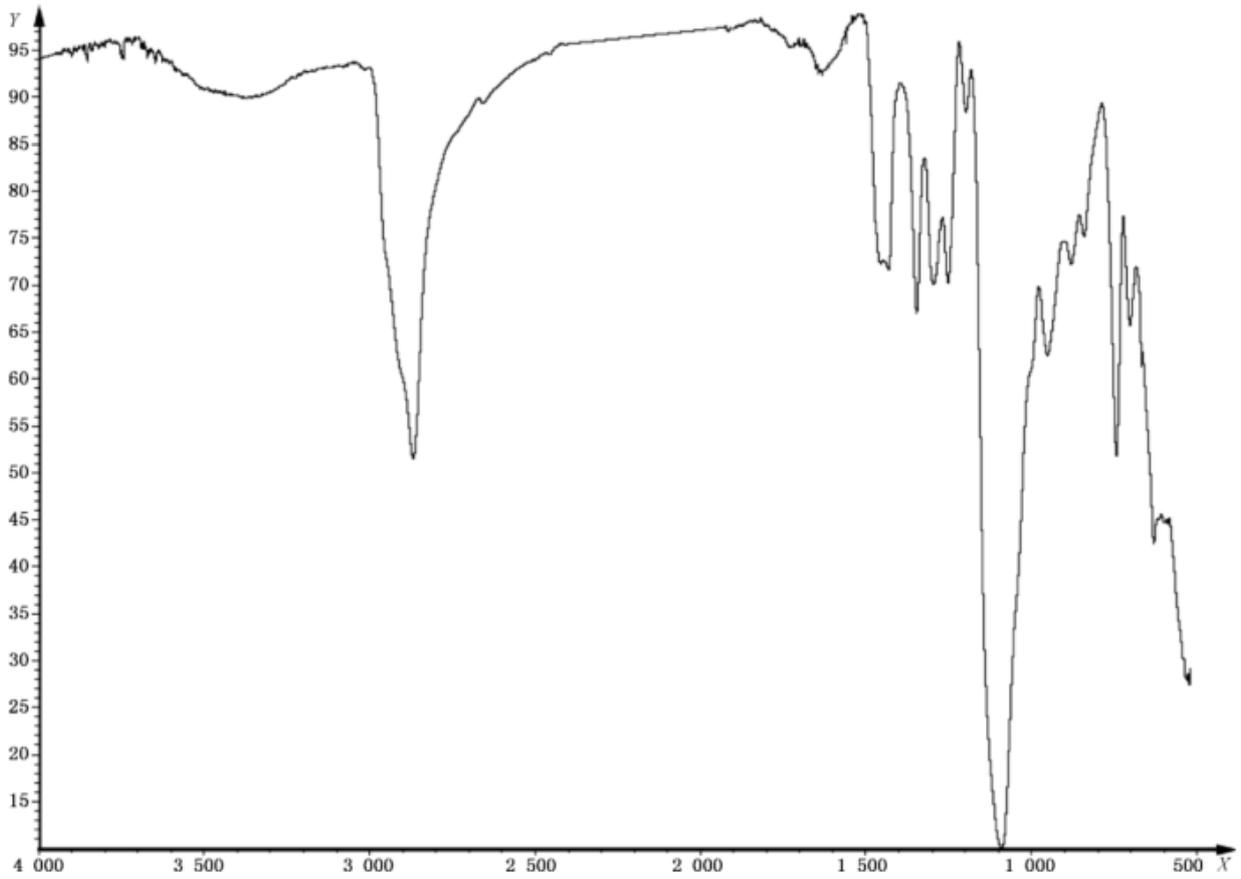
表 B.10 环氧氯丙烷-环氧乙烷-烯丙基缩水甘油醚三聚物(GECO)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
750	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{Cl} \\ \end{array}$		
1100	$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ \quad \end{array}$	1100	$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ \quad \end{array}$



a) 薄膜

图 B.17 环氧氯丙烷-环氧乙烷-烯丙基缩水甘油醚三聚物-生胶聚合物



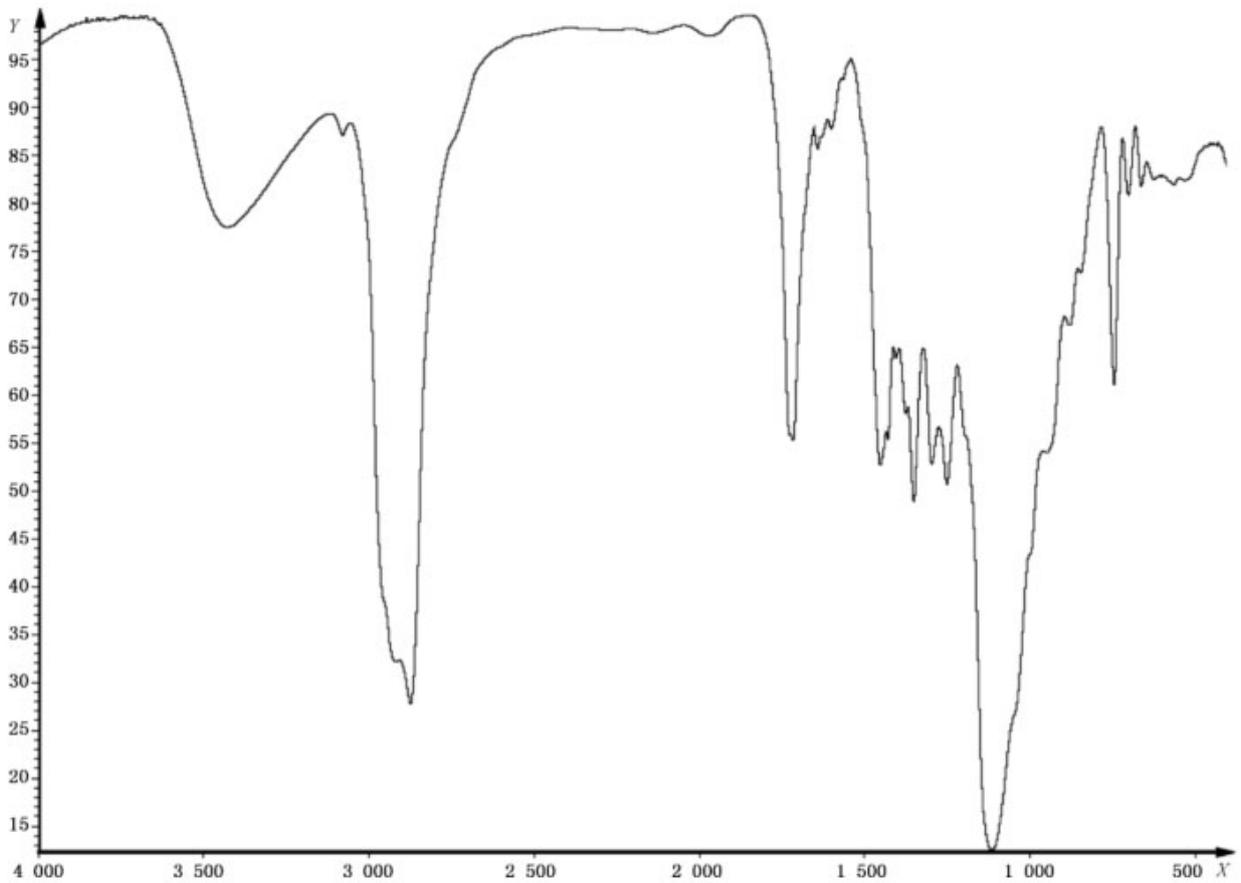
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.17 (续)



说明:

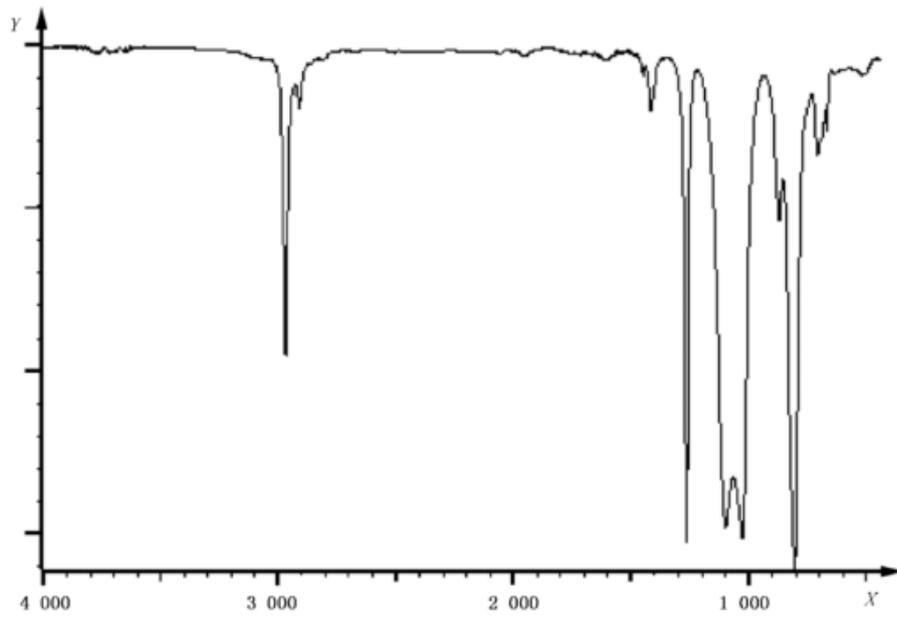
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

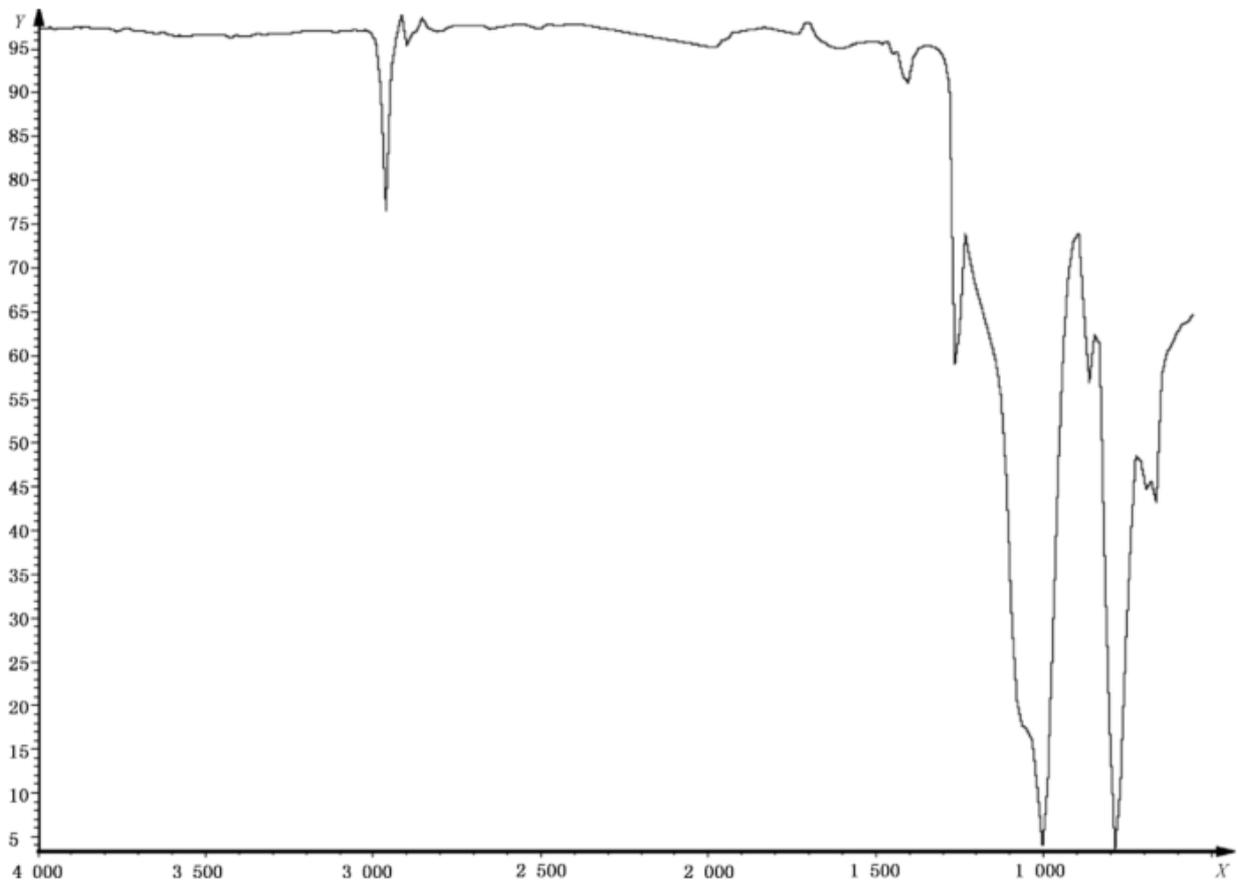
图 B.18 环氧氯丙烷-环氧乙烷-烯丙基缩水甘油醚三聚物-硫化胶

表 B.11 聚二甲基硅氧烷(MQ)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
800	$>\text{Si}(\text{-CH}_3)_2$	800	$>\text{Si}(\text{-CH}_3)_2$
860	$>\text{Si}(\text{-CH}_3)_2$	860	$>\text{Si}(\text{-CH}_3)_2$
1 020~1 090	$\begin{array}{c} \quad \\ \text{-Si-O-Si-} \\ \quad \end{array}$	1 020~1 090	$\begin{array}{c} \quad \\ \text{-Si-O-Si-} \\ \quad \end{array}$
1 260	$>\text{Si}(\text{-CH}_3)_2$	1 260	$>\text{Si}(\text{-CH}_3)_2$



a) 薄膜



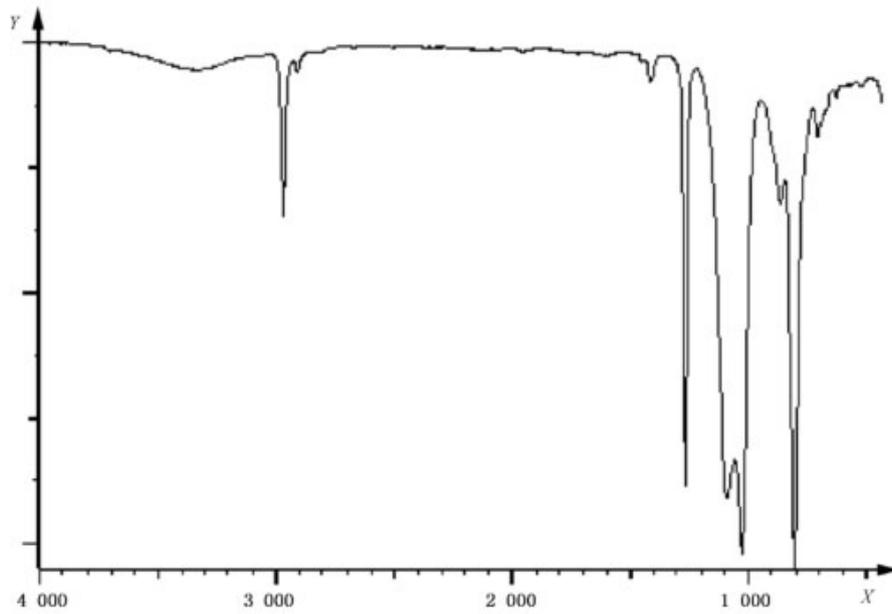
b) ATR

说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.19 聚二甲基硅氧烷-生胶聚合物



说明:

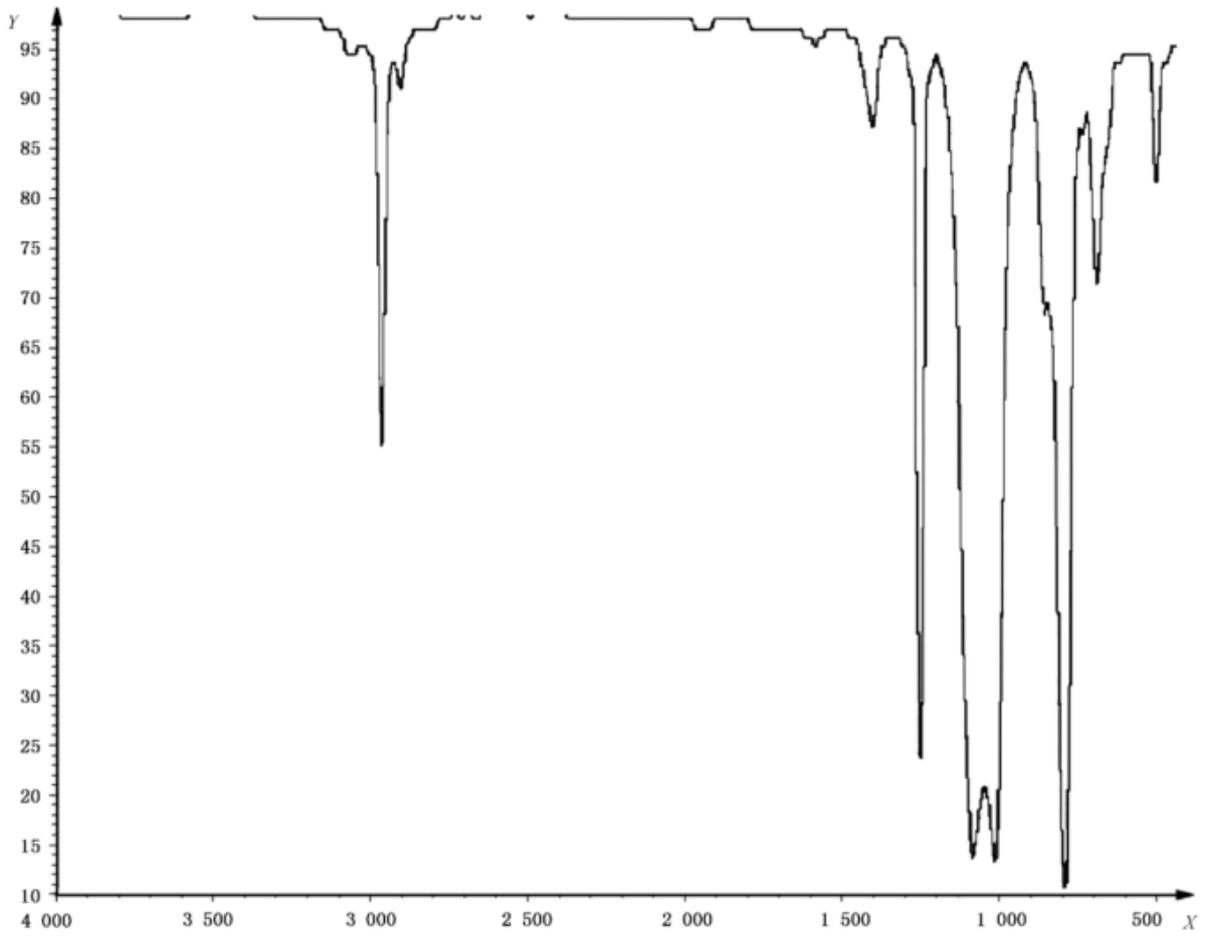
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.20 聚二甲基硅氧烷-硫化胶

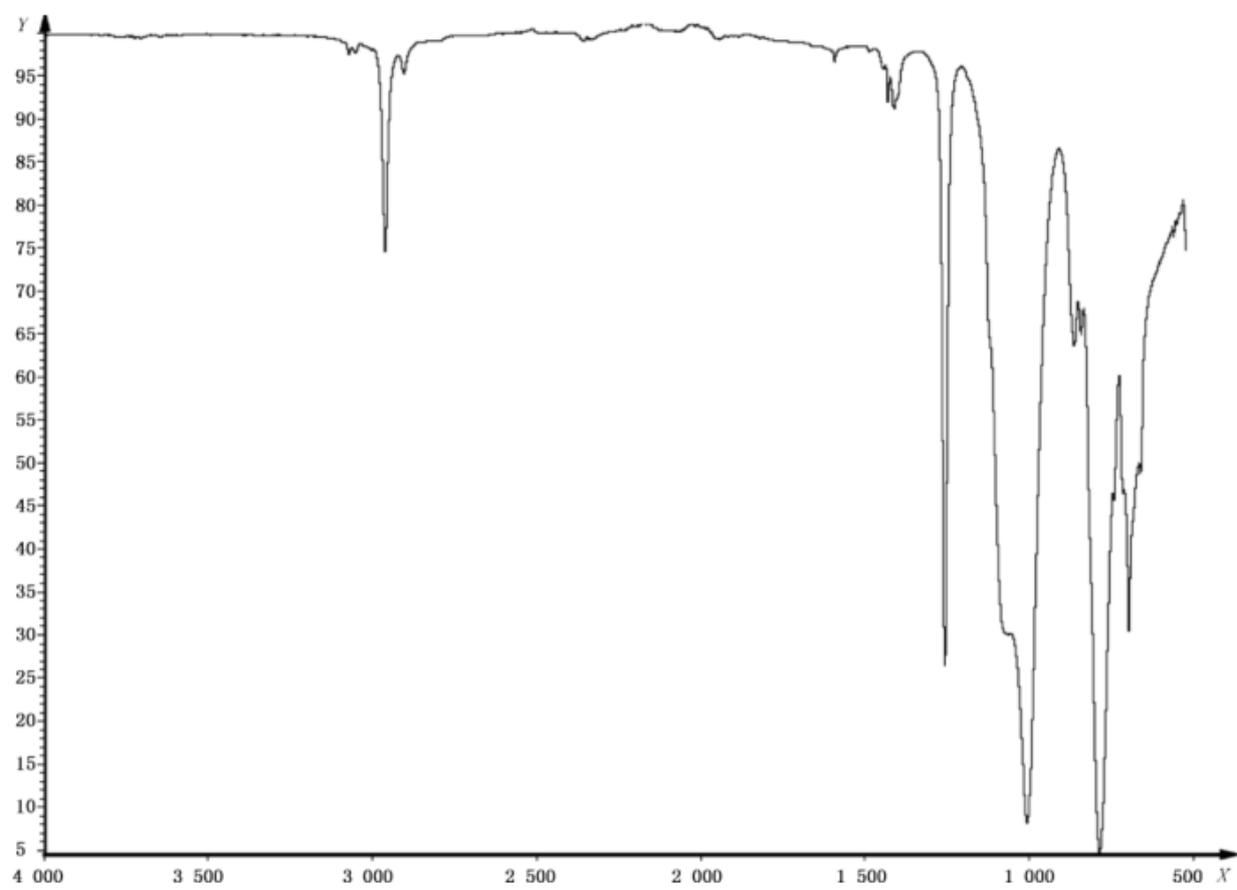
表 B.12 聚苯甲基硅氧烷(PMQ)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
700 和 740	$-\text{C}_6\text{H}_5$	700~740	$-\text{C}_6\text{H}_5$
800	$>\text{Si}(-\text{CH}_3)_2$	800	$>\text{Si}(-\text{CH}_3)_2$
1 020~1 090	$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{Si}-\text{O}-\text{Si}- \\ \quad \end{array}$	1 020~1 090	$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{Si}-\text{O}-\text{Si}- \\ \quad \end{array}$
1 260	$>\text{Si}(-\text{CH}_3)_2$	1 260	$>\text{Si}(-\text{CH}_3)_2$
1 580	$>\text{C}=\text{C}<$	1 580	$>\text{C}=\text{C}<$
3 040	$=\text{CH}-$ 芳烃取代物	3 040	$=\text{CH}-$ 芳烃取代物



a) 薄膜

图 B.21 聚苯甲基硅氧烷-生胶聚合物



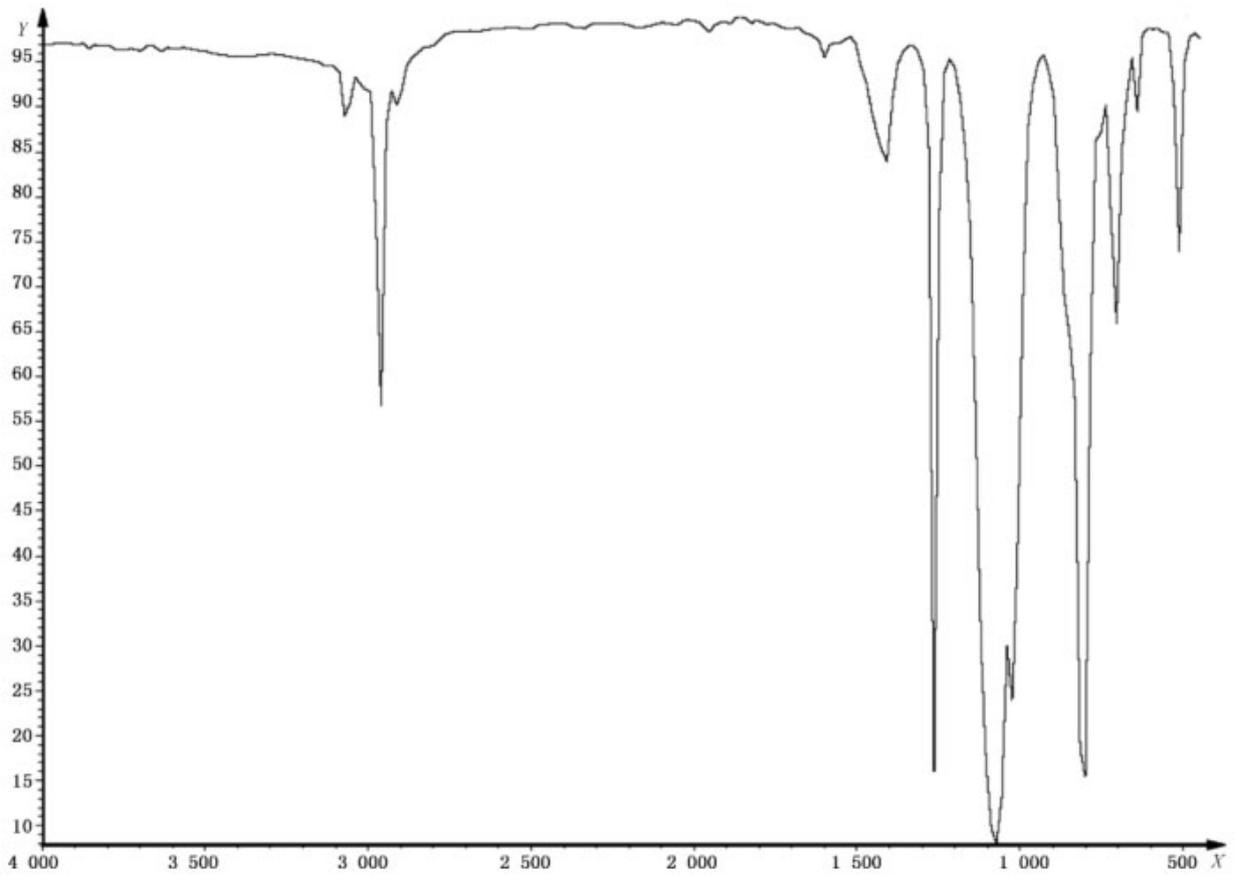
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.21 (续)



说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.22 聚苯甲基硅氧烷-硫化胶

表 B.13 聚甲基氟硅烷(FMQ)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
800	$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{Si}-\text{C}- \\ \quad \end{array}$	800	
1 010~1 140	$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{Si}-\text{O}-\text{Si}- \\ \quad \end{array}$	1 000~1 100	$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{Si}-\text{O}-\text{Si}- \\ \quad \end{array}$
1 210	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{F} \\ \end{array}$	1 210	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{F} \\ \end{array}$
1 260	$>\text{Si}(-\text{CH}_3)_2$	1 260	$>\text{Si}(-\text{CH}_3)_2$

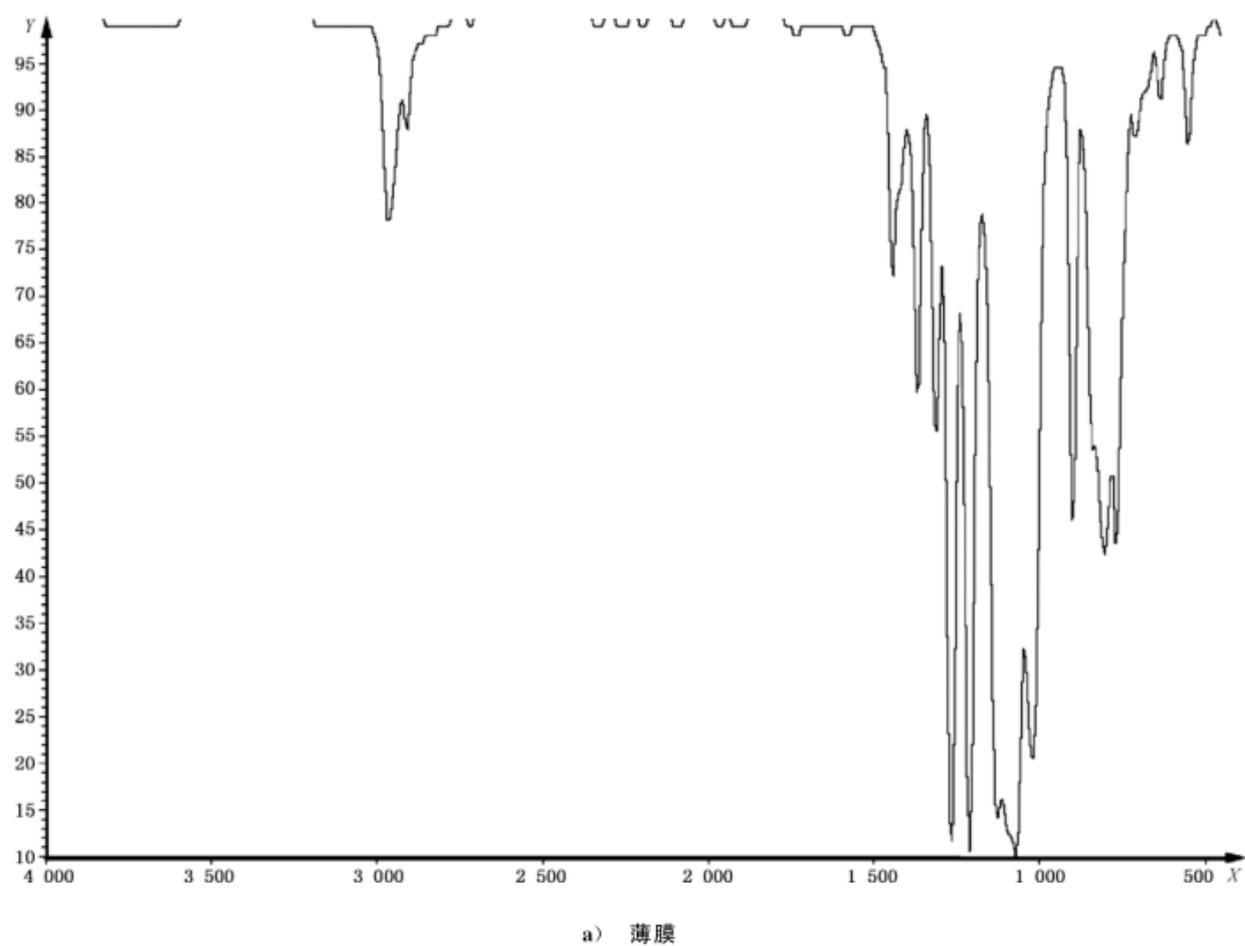
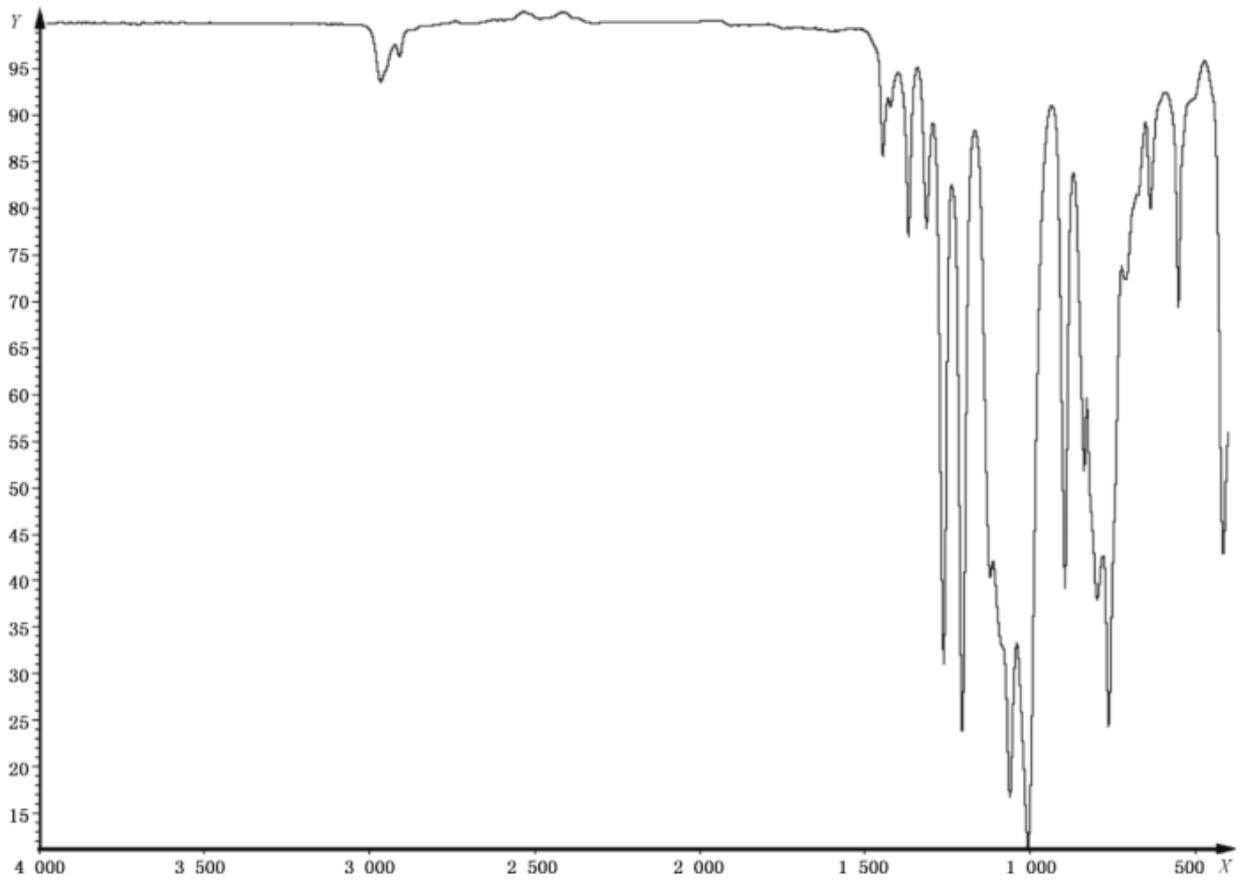


图 B.23 聚甲基氟硅烷-生胶聚合物



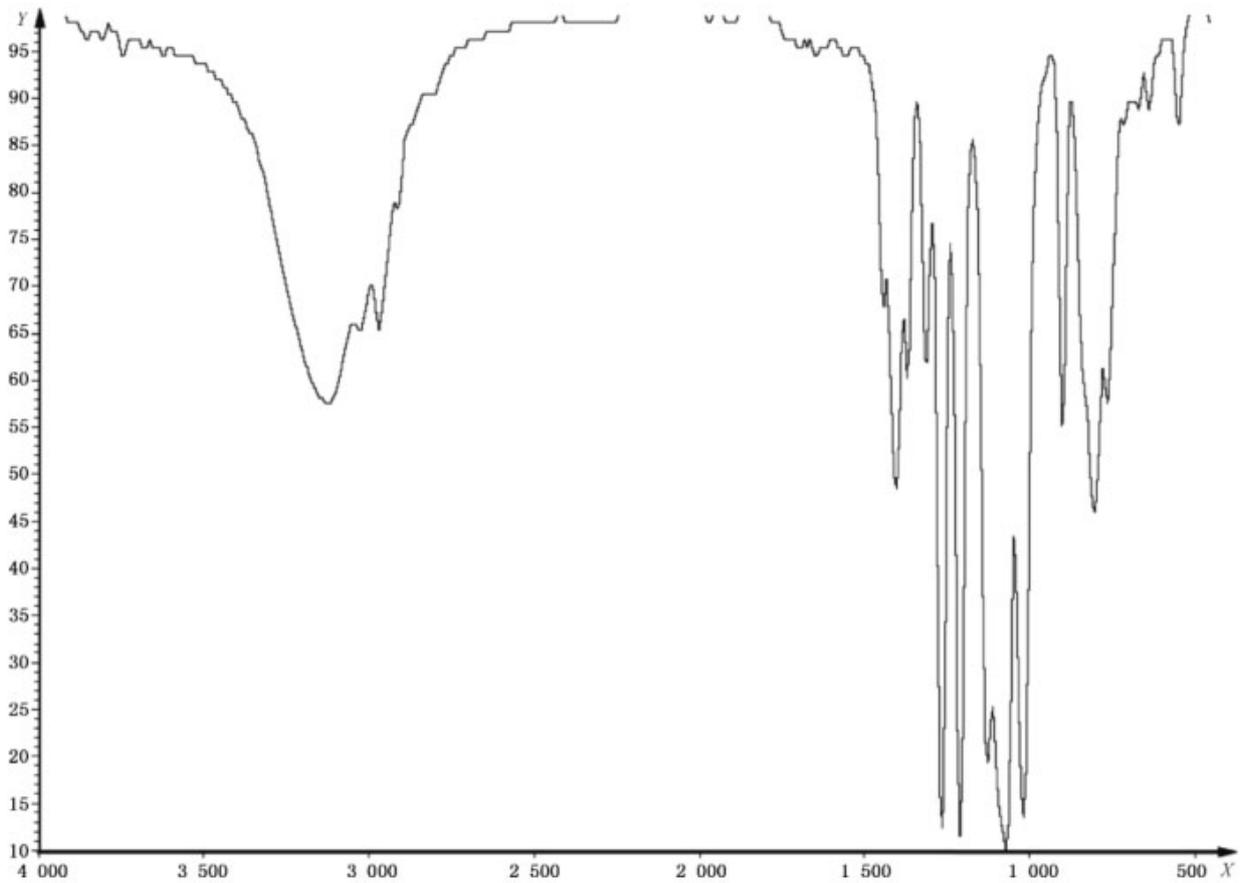
b) ATR

说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.23 (续)



说明:

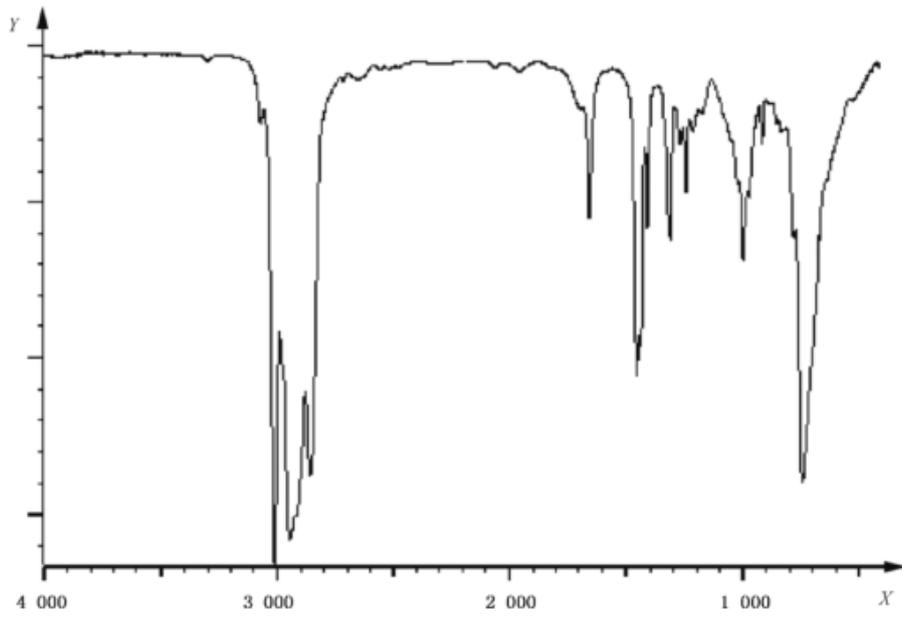
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

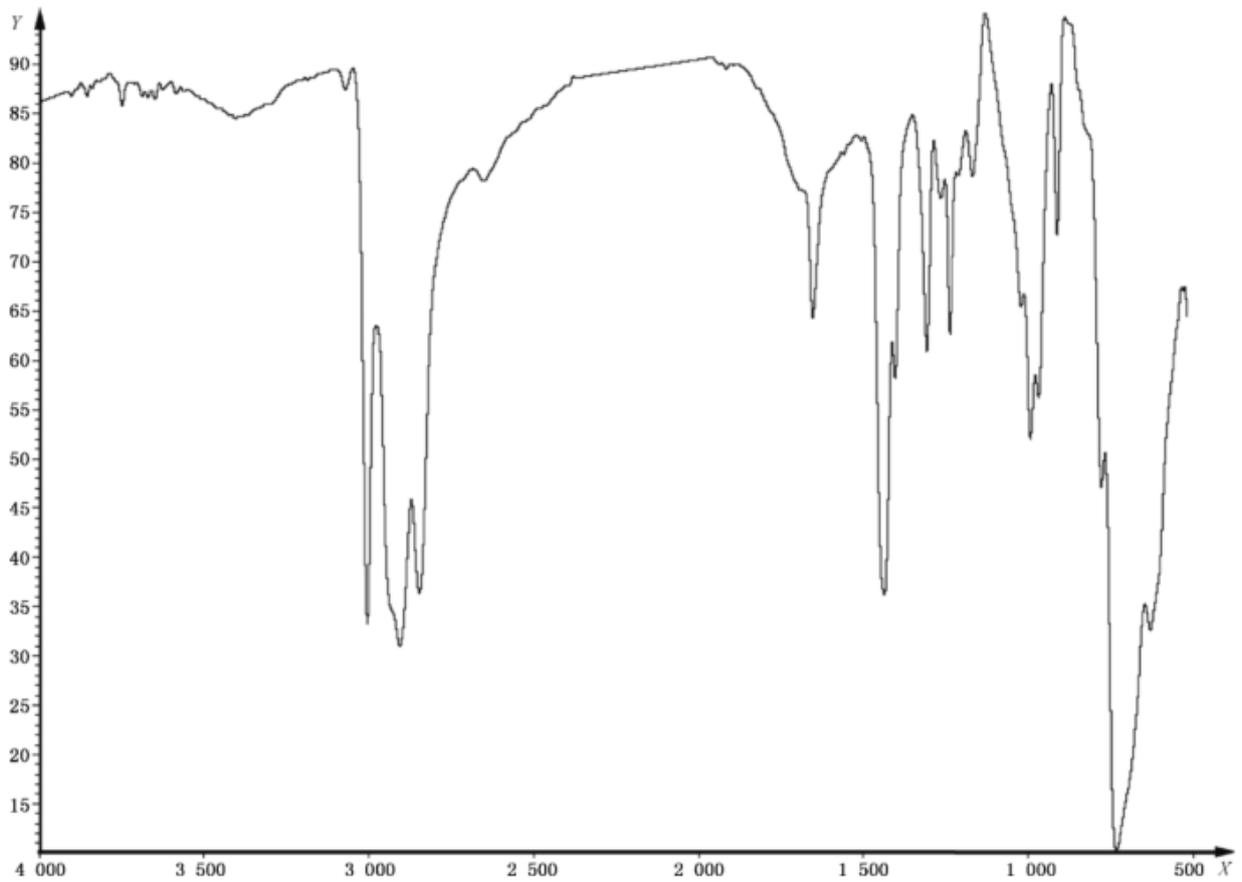
图 B.24 聚甲基氟硅烷-硫化胶

表 B.14 丁二烯橡胶(BR)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
730	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (<i>trans</i>)	700	芳香族
740	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (<i>cis</i>)	740	$-\text{CH}=\text{CH}-$
910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$ (vinyl)	910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$ (vinyl)
970	$-\text{CH}=\text{CH}-$	970	$-\text{CH}=\text{CH}-$
1 000	$-\text{CH}=\text{CH}-$	990	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
		1 370	$-\text{CH}_3$
1 650	$>\text{C}=\text{C}<$		
3 010	$=\text{CH}-$		



a) 薄膜



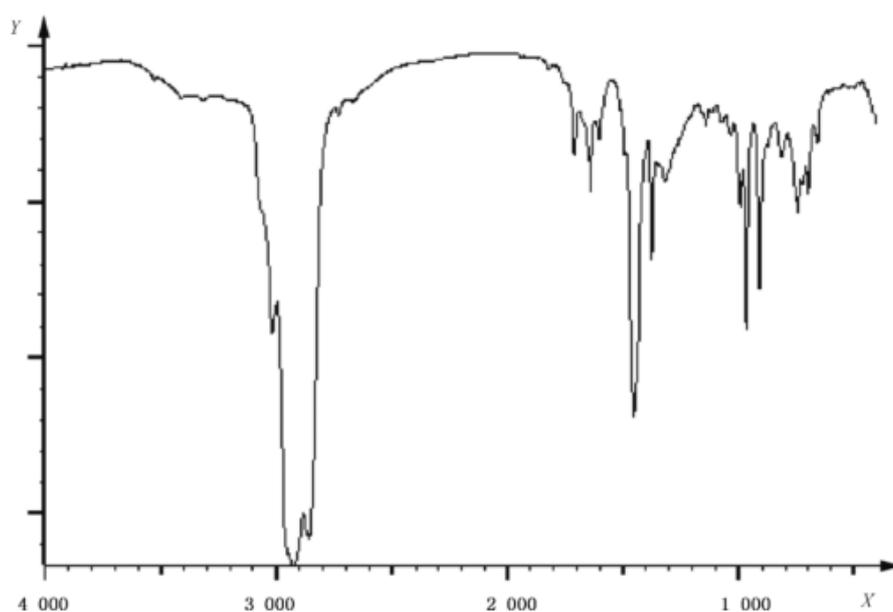
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.25 丁二烯橡胶(高顺式 BR)-生胶聚合物

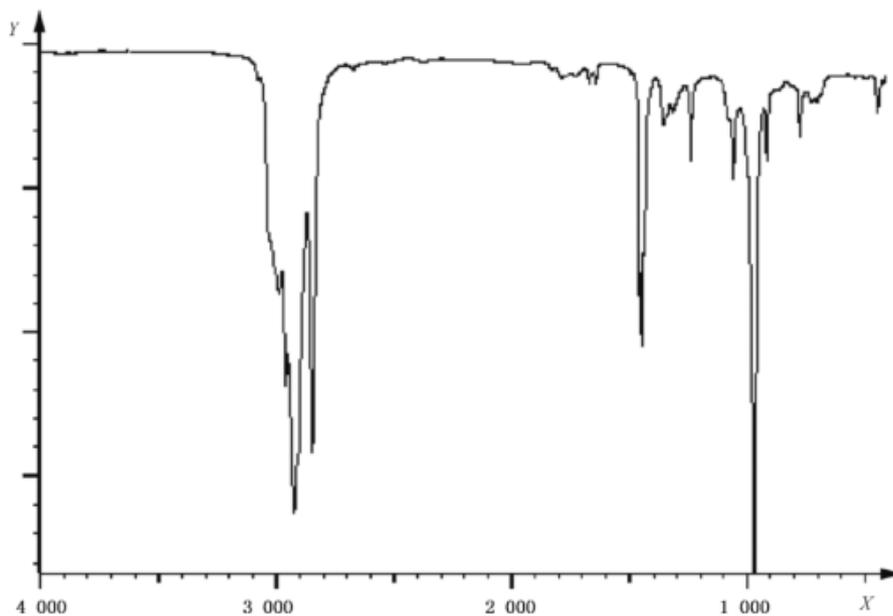


说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.26 丁二烯橡胶(高顺式 BR)-硫化胶

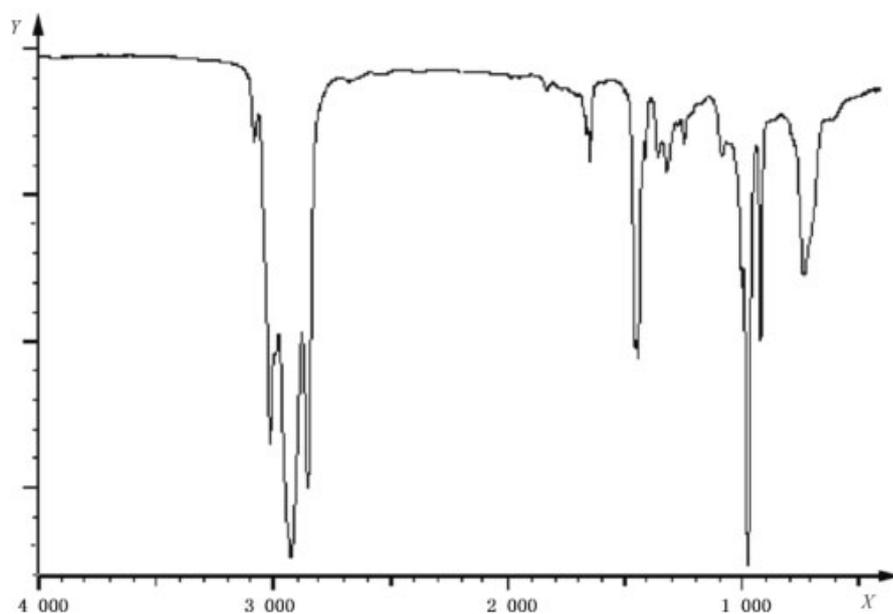


说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.27 丁二烯橡胶(高反式 BR)-生胶聚合物



说明:

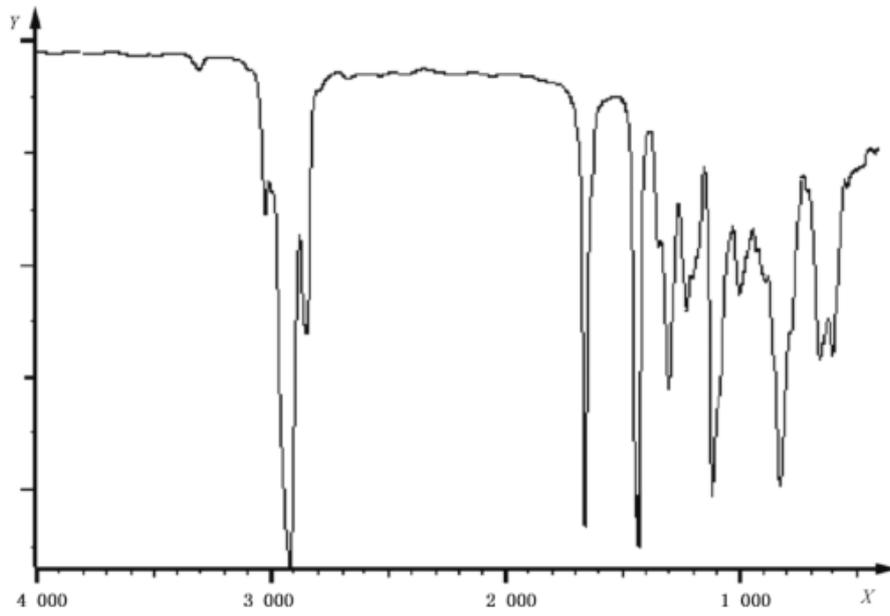
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

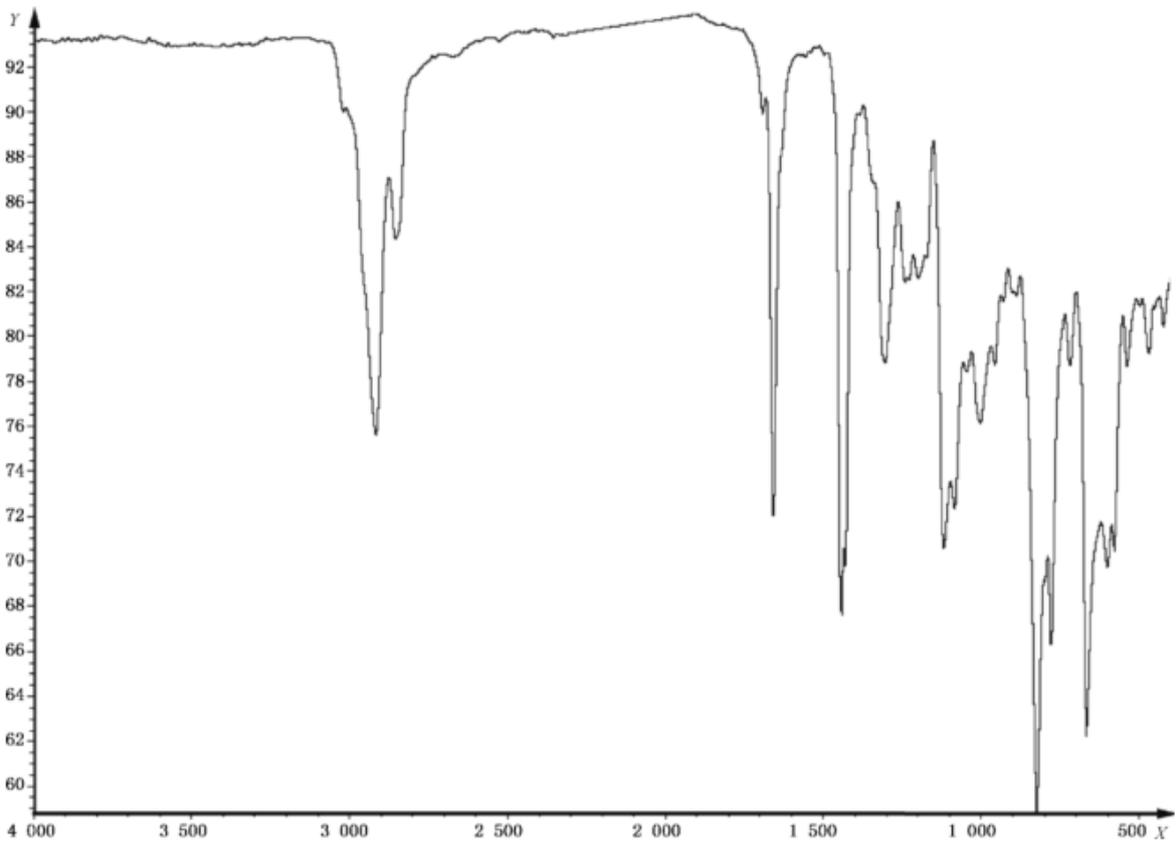
图 B.28 丁二烯橡胶(低顺式 BR)-生胶聚合物

表 B.15 氯丁二烯橡胶(CR)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
600~700	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{Cl} \\ \end{array}$	700	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{Cl} \\ \end{array}$
820	$-\text{CCl}=\text{CH}$	820	$>\text{C}=\text{CH}_2$
1 110	$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \end{array}$		
1 440	$-\text{CH}_2-$	1 450	$-\text{CH}_2-$
1 650	$>\text{C}=\text{C}<$	1 600	芳香族



a) 薄膜



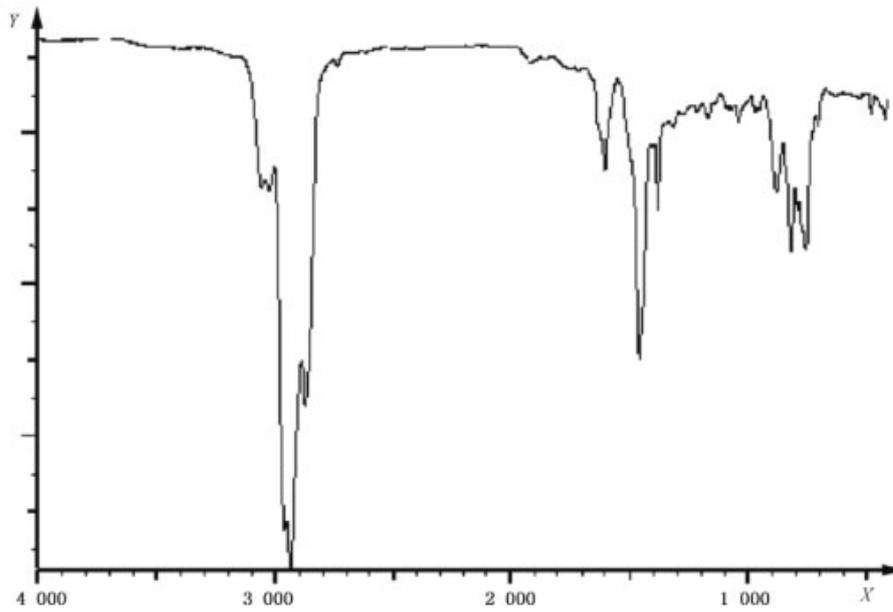
b) ATR

说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.29 氯丁二烯橡胶-生胶聚合物



说明:

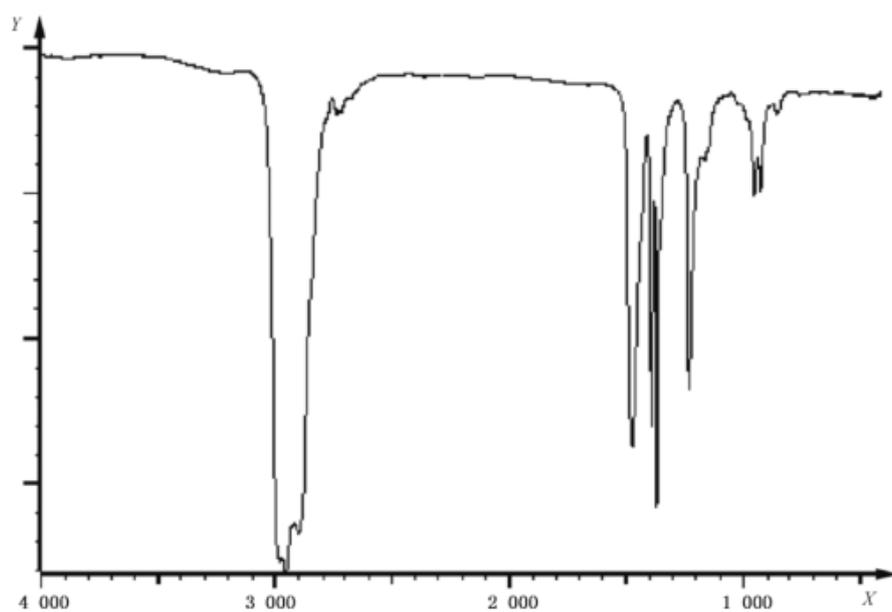
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

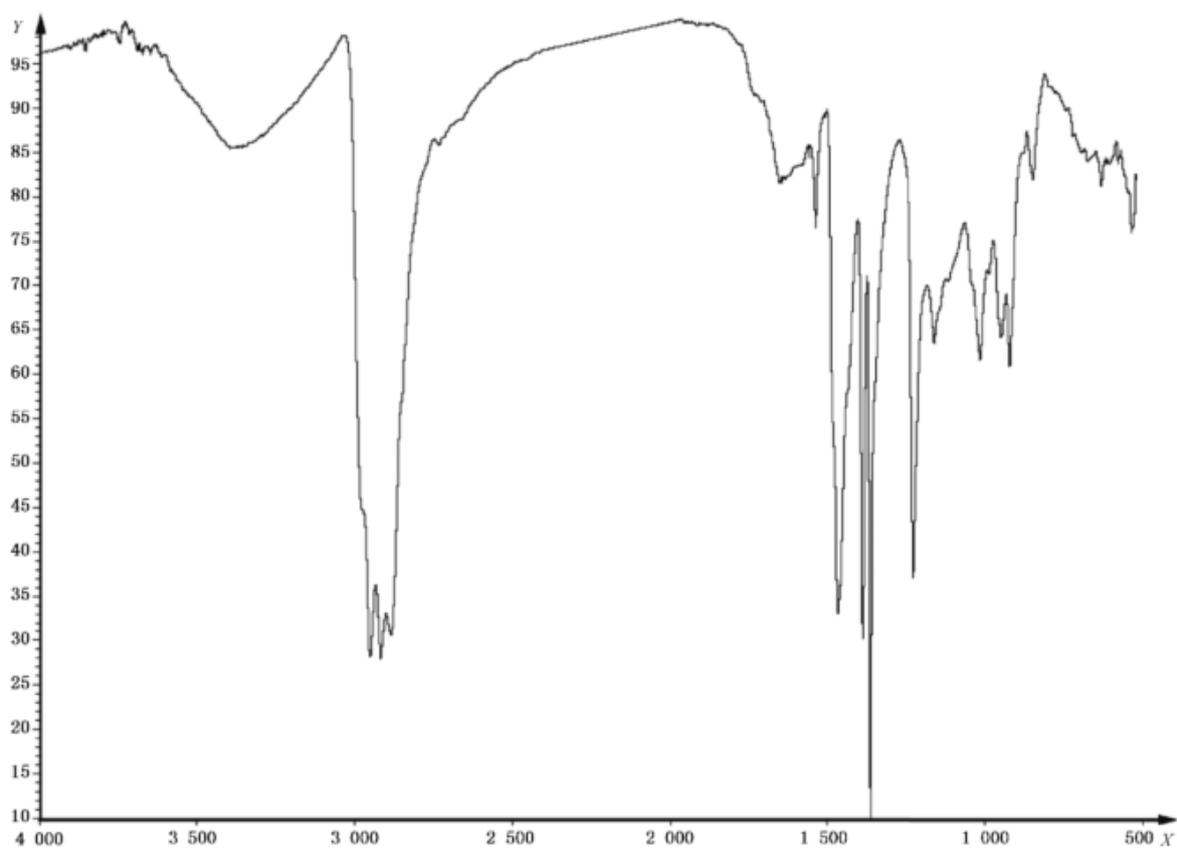
图 B.30 氯丁二烯橡胶-硫化胶

表 B.16 丁基橡胶(IIR)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
		890	$>\text{C}=\text{CH}_2$
1 230	$>\text{C}<$	1 230	$>\text{C}<$
1 370 和 1 390	$>\text{C}(\text{CH}_3)_2$	1 370 和 1 390	$>\text{C}(\text{CH}_3)_2$
1 460	$-\text{CH}_2-$	1 460	$-\text{CH}_2-$



a) 薄膜



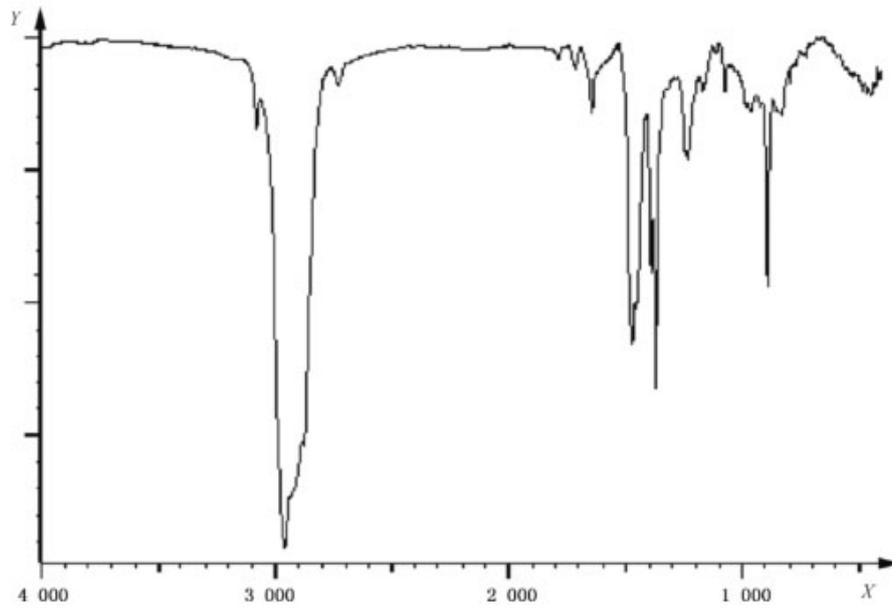
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.31 丁基橡胶-生胶聚合物



说明:

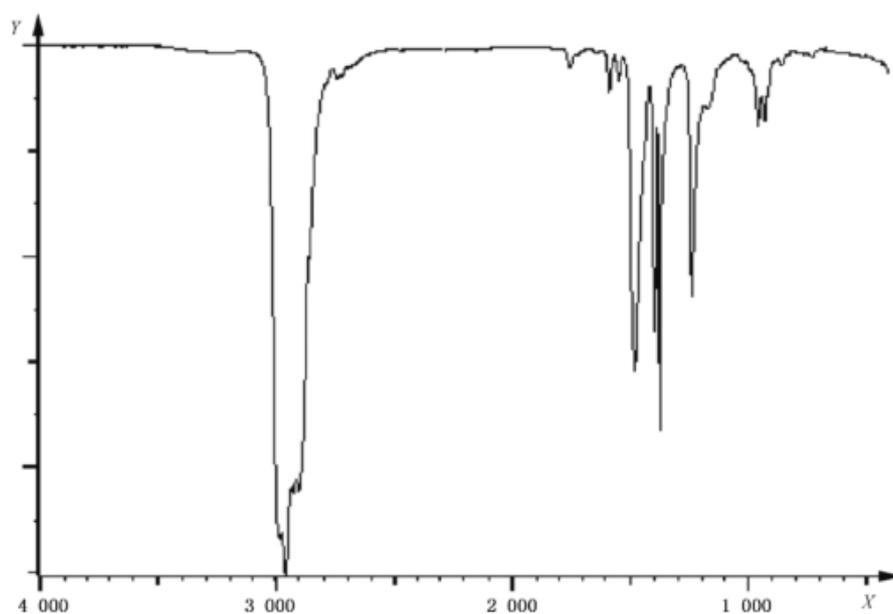
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.32 丁基橡胶-硫化胶

表 B.17 溴化丁基橡胶(BIIR)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
		890	$>\text{C}=\text{CH}_2$
1 230	$>\text{C}<$	1 230	$>\text{C}<$
1 370 和 1 390	$>\text{C}(\text{CH}_3)_2$	1 370 和 1 390	$>\text{C}(\text{CH}_3)_2$
1 460	$-\text{CH}_2-$	1460	$-\text{CH}_2-$

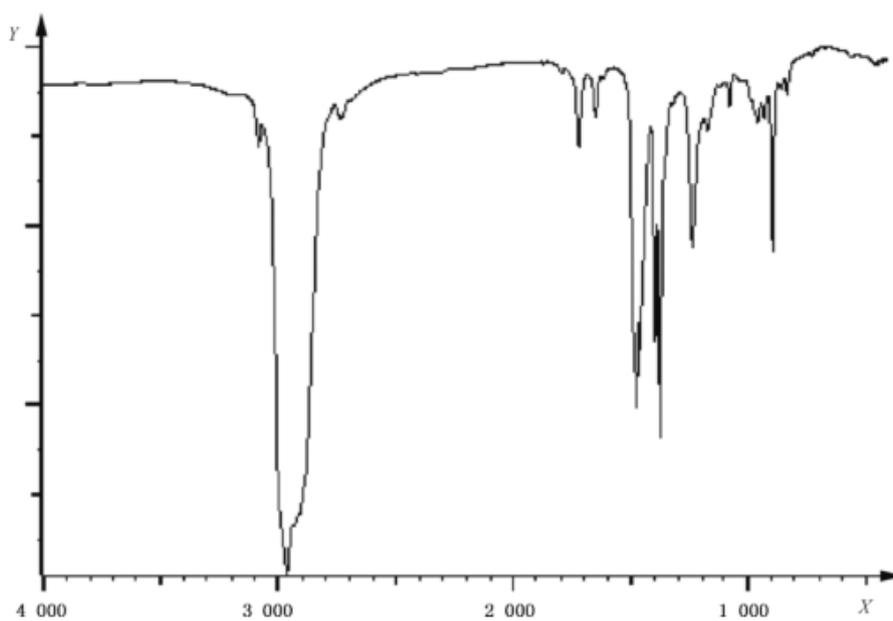


说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.33 溴化丁基橡胶-生胶聚合物



说明:

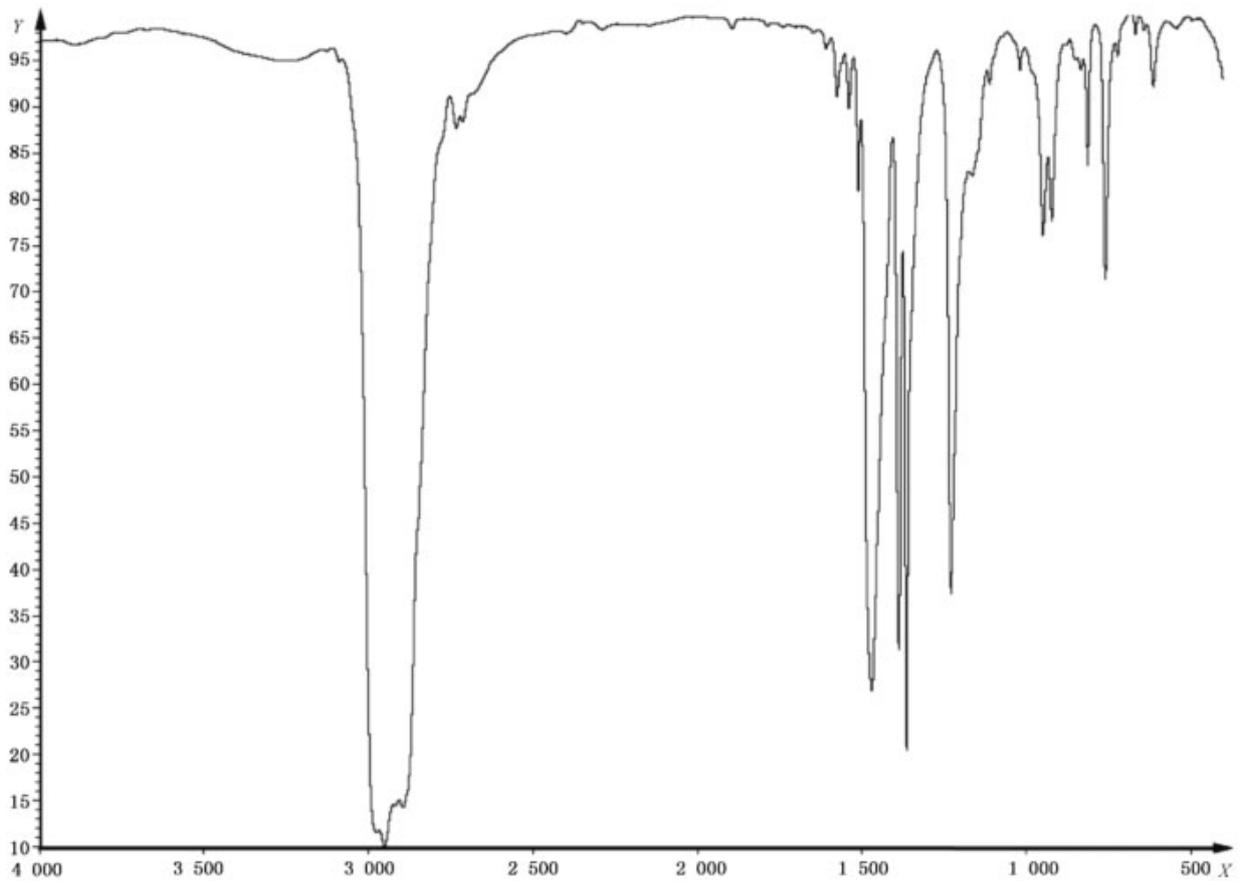
X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.34 溴化丁基橡胶-硫化胶

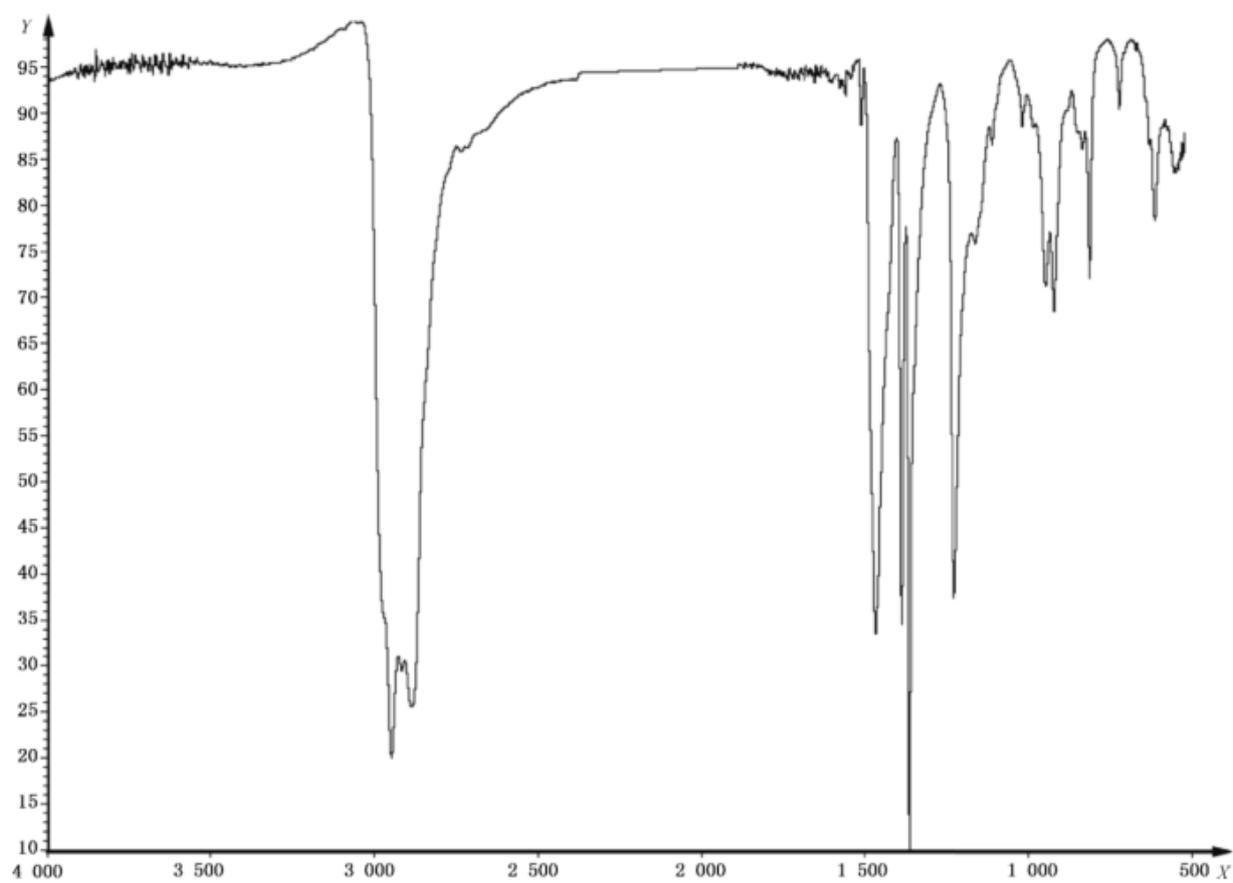
表 B.18 溴化异丁烯-聚-对甲基苯乙烯(BIMS)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/cm ⁻¹	官能团	波数/cm ⁻¹	官能团
815	芳香族	824	—C ₆ H ₄ —
925	碳结钢的振动	890	>C=CH ₂
1 230	>C(CH ₃) ₂	900	—C ₆ H ₄ —
1 370 和 1 390	>C(CH ₃) ₂	990	—C ₆ H ₄ —
1 512	芳香族	1 370~1 390	>C(CH ₃) ₂
1 580	芳香族	1 512	芳香族



a) 薄膜

图 B.35 溴化异丁烯-聚-对甲基苯乙烯-生胶聚合物



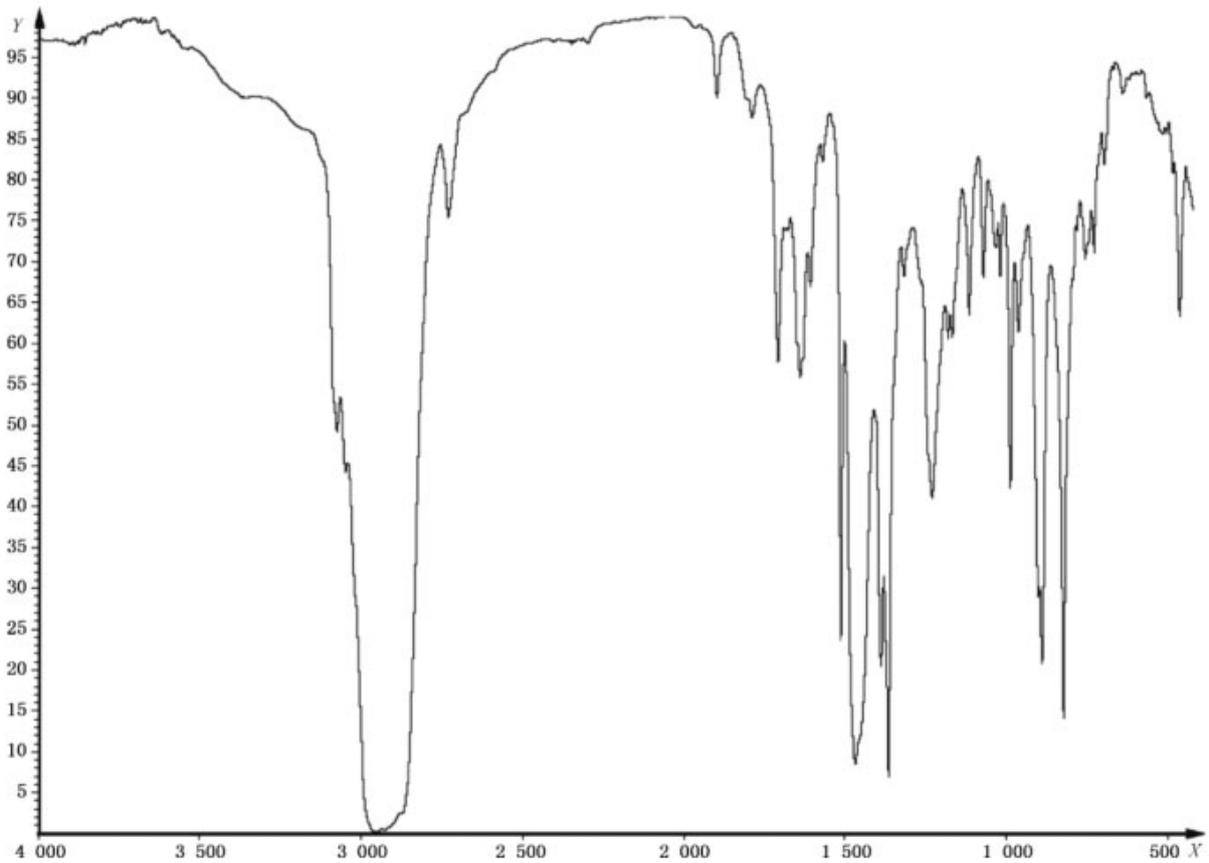
b) ATR

说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.35 (续)



说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

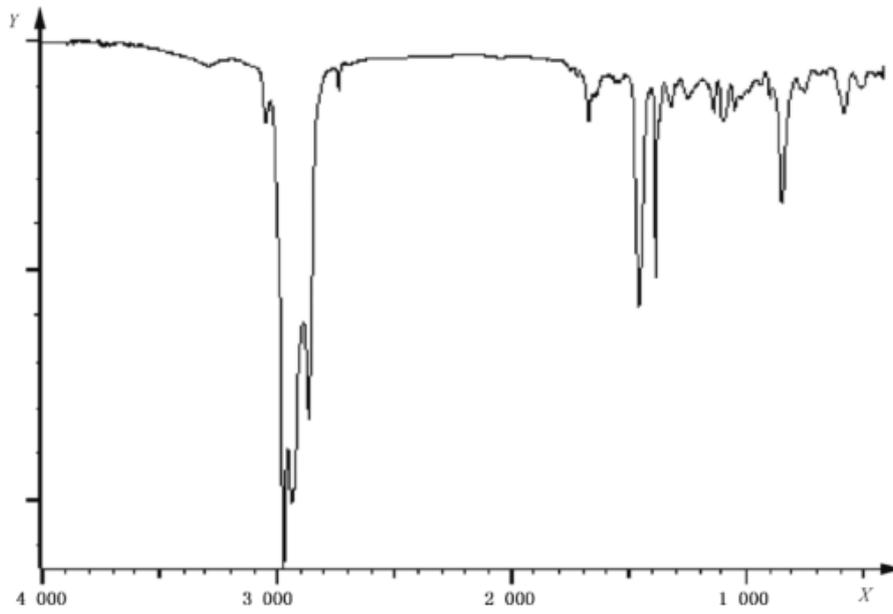
Y —— 透过率, %。

图 B.36 溴化异丁烯-聚-对甲基苯乙烯—硫化胶

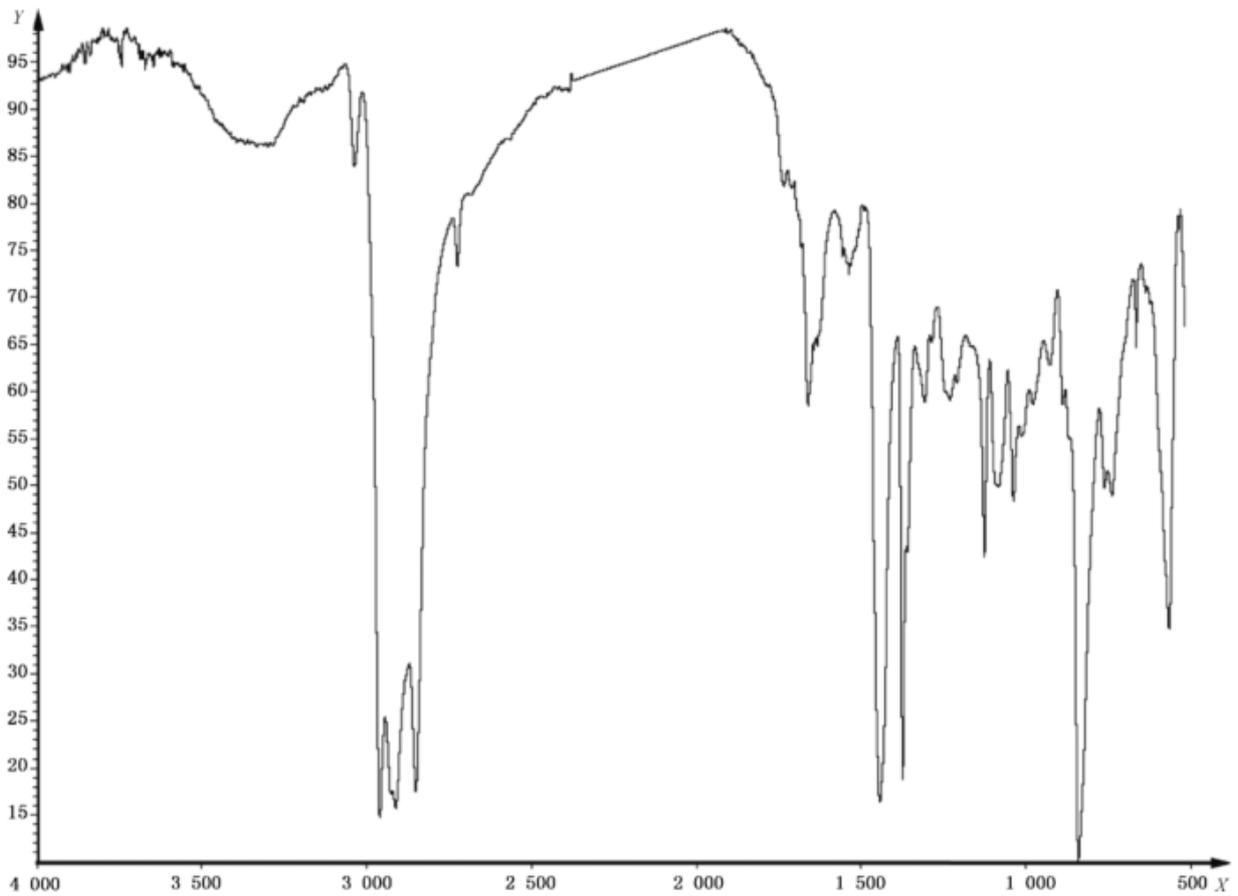
表 B.19 天然橡胶(NR)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
835	$>\text{C}=\text{CH}-$	800	$-\text{CH}=\text{C}<$
1 040	$-\text{CH}_3$	890	$>\text{C}=\text{CH}_2$
1 090			
1 130	$>\text{C}=\text{C}<$	970	$\text{CH}_2=\text{CH}-$
1 370	$-\text{CH}_3$	1 380	$-\text{CH}_3$
1 460	$-\text{CH}_2-$	1 640	$>\text{C}=\text{C}<$

注 1: 对于天然胶, 观测到三种额外的吸收波段。这是由于非橡胶组分的存在引起的。
注 2: 当分析高硫含量的 1,4-顺式-聚异戊二烯硫化胶, 观测到 890 cm^{-1} 处的吸收波带变细。



a) 薄膜



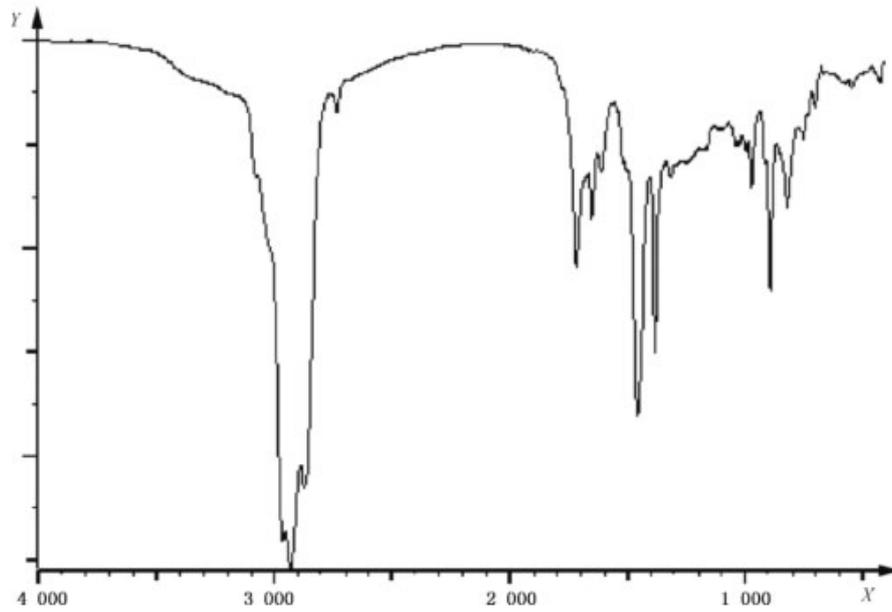
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.37 天然橡胶-生胶聚合物



说明:

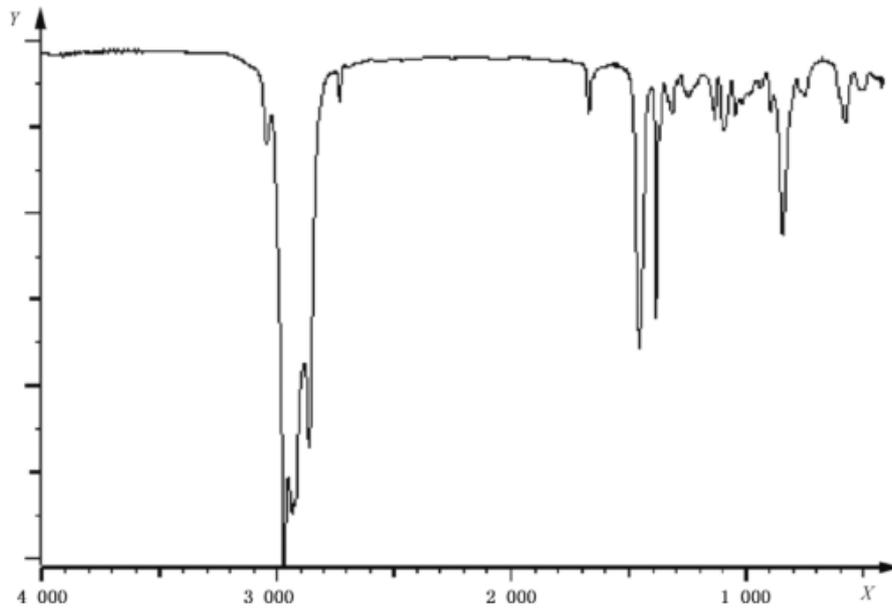
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

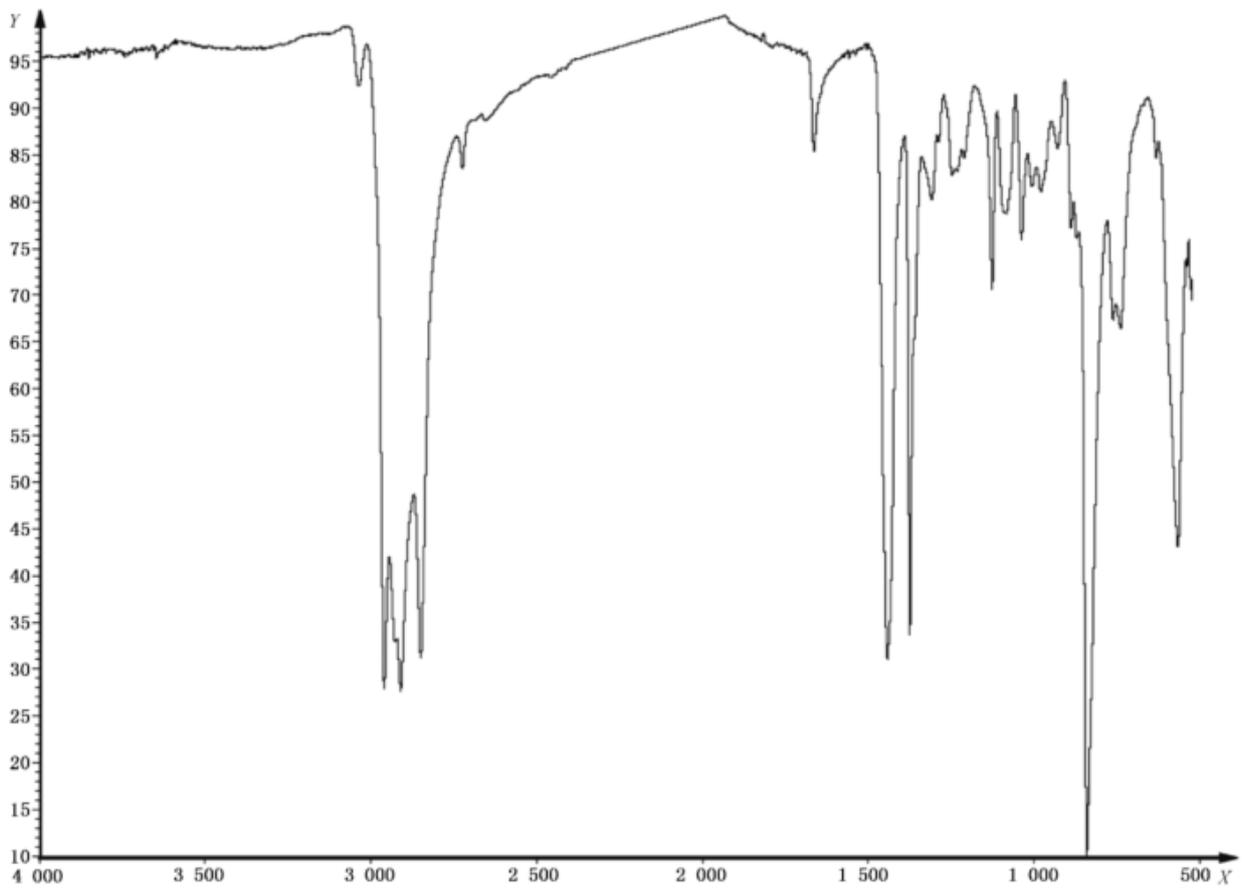
图 B.38 天然橡胶-硫化胶

表 B.20 合成异戊二烯橡胶(IR)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
835	$>\text{C}=\text{CH}-$	800	$-\text{CH}=\text{C}<$
1 130	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (<i>cis</i>)	890	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
1 160	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (<i>trans</i>)		
1 210		970	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (<i>trans</i>)
1 370	$-\text{CH}_3$	990	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
1 460	$-\text{CH}_2-$	1 380	$-\text{CH}_3$
1 670	$>\text{C}=\text{C}<$	1 460	$-\text{CH}_2-$
		1 640	$>\text{C}=\text{C}<$



a) 薄膜



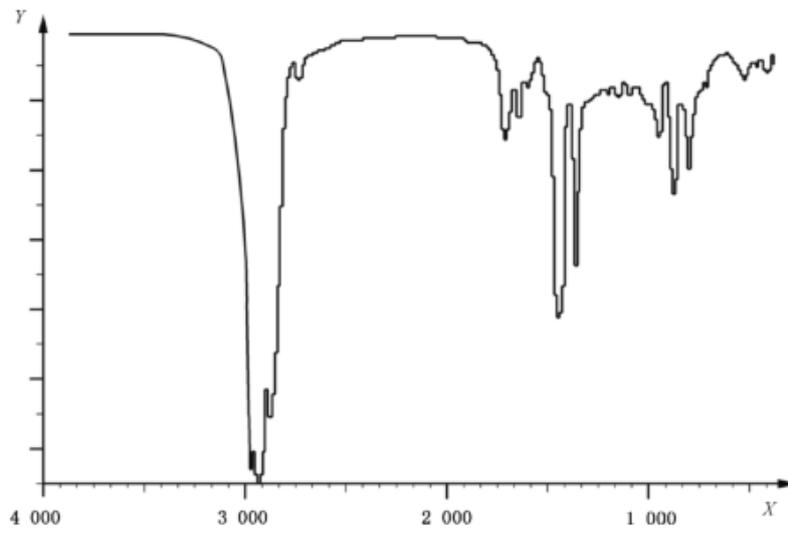
b) ATR

说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.39 异戊二烯橡胶(高顺式 IR)-生胶聚合物

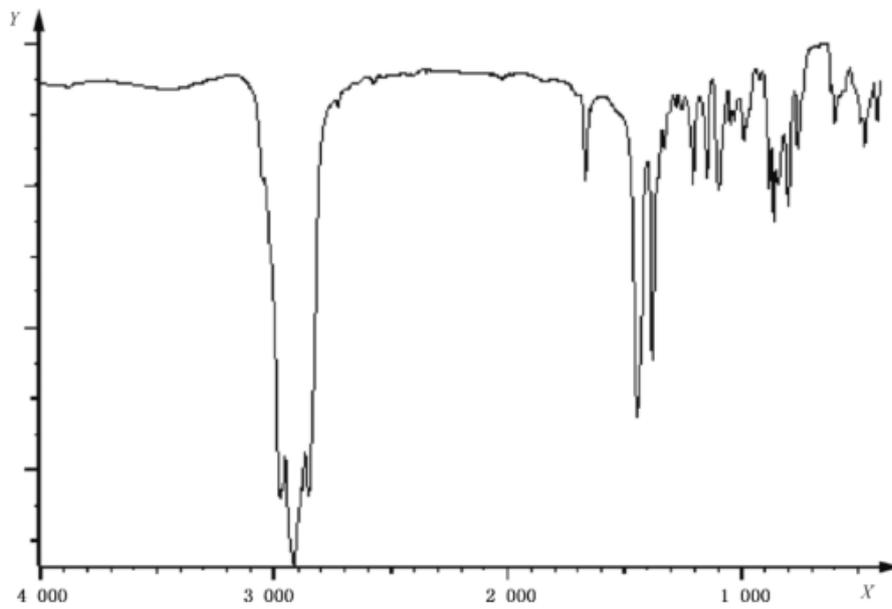


说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.40 异戊二烯橡胶(高顺式 IR)-硫化胶

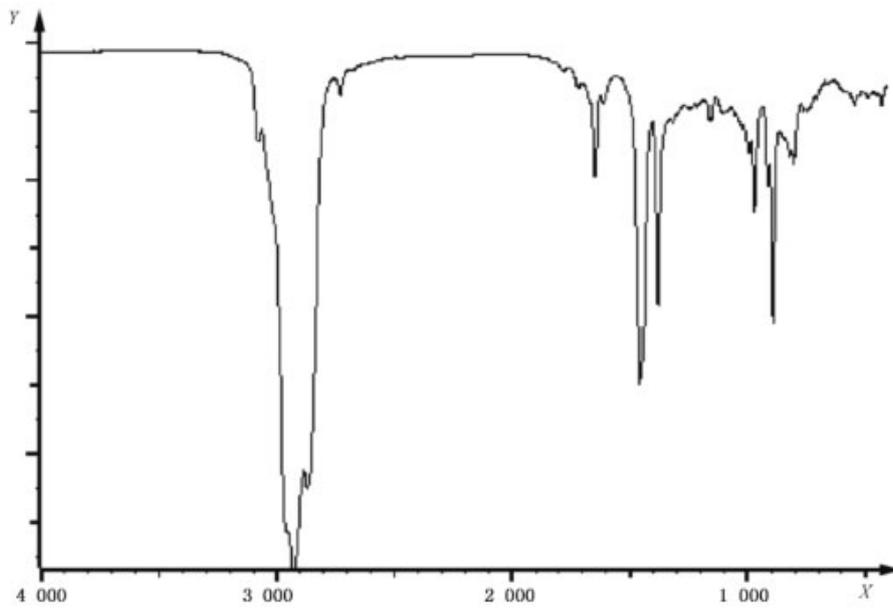


说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.41 异戊二烯橡胶(高反式 IR)-生胶聚合物



说明:

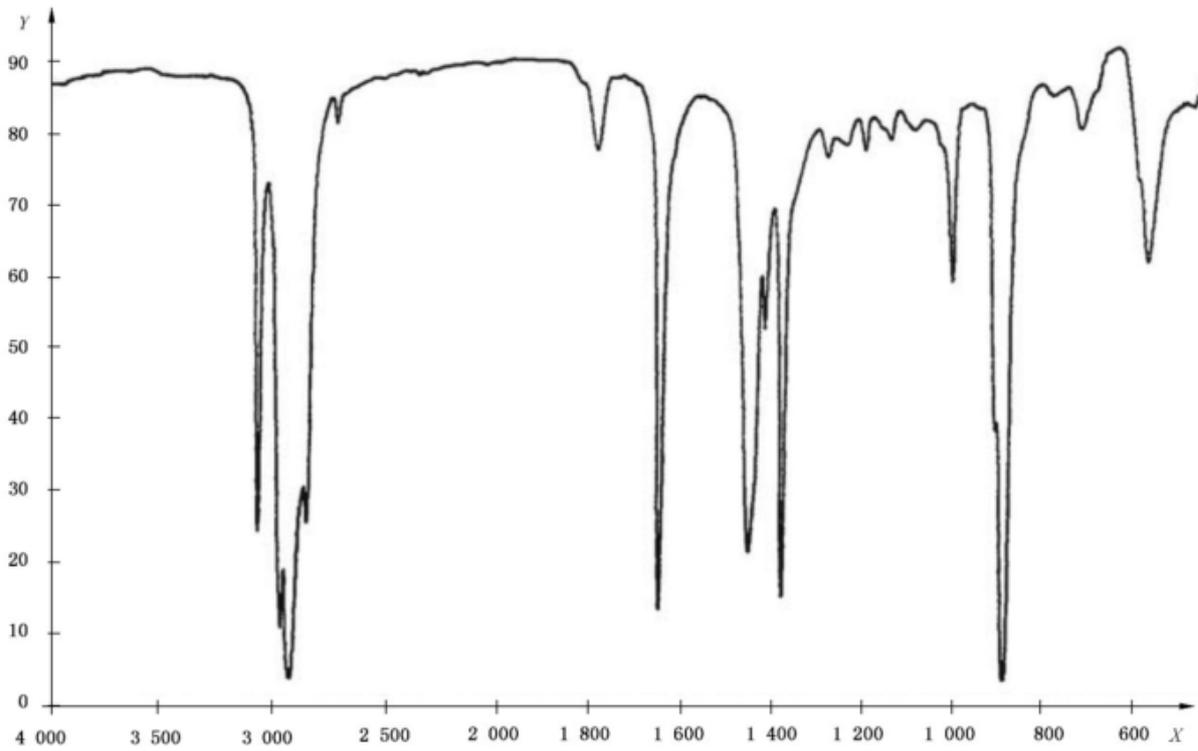
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

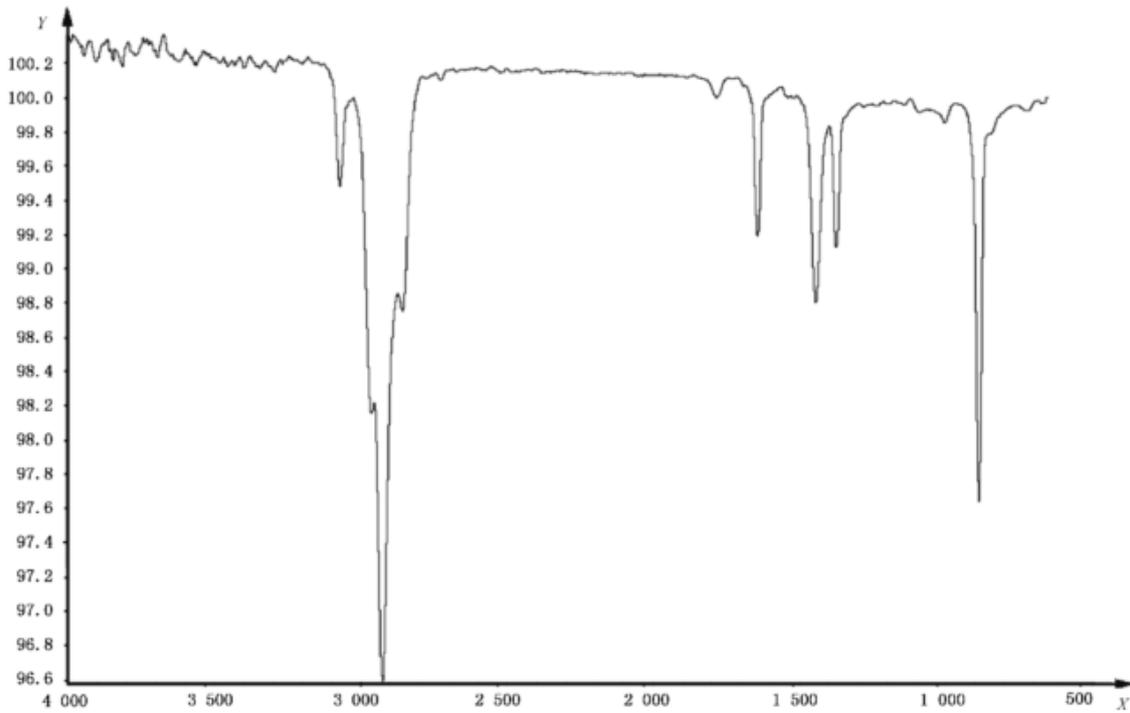
图 B.42 异戊二烯橡胶(高反式)-硫化胶

表 B.21 3,4-合成异戊二烯橡胶(3,4IR)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
		800	$>\text{C}=\text{CH}_2$
890	$>\text{C}=\text{CH}_2$	890	$>\text{C}=\text{CH}_2$
910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$	910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
		970	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (trans)
1 000	$-\text{CH}=\text{CH}_2$	990	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
		1 380	$-\text{CH}_3$
1 460	$-\text{CH}_2-$	1 460	$-\text{CH}_2-$
1 640	$>\text{C}=\text{C}<$	1 640	$>\text{C}=\text{C}<$
3 080	$>\text{C}=\text{C}-$		



a) 薄膜



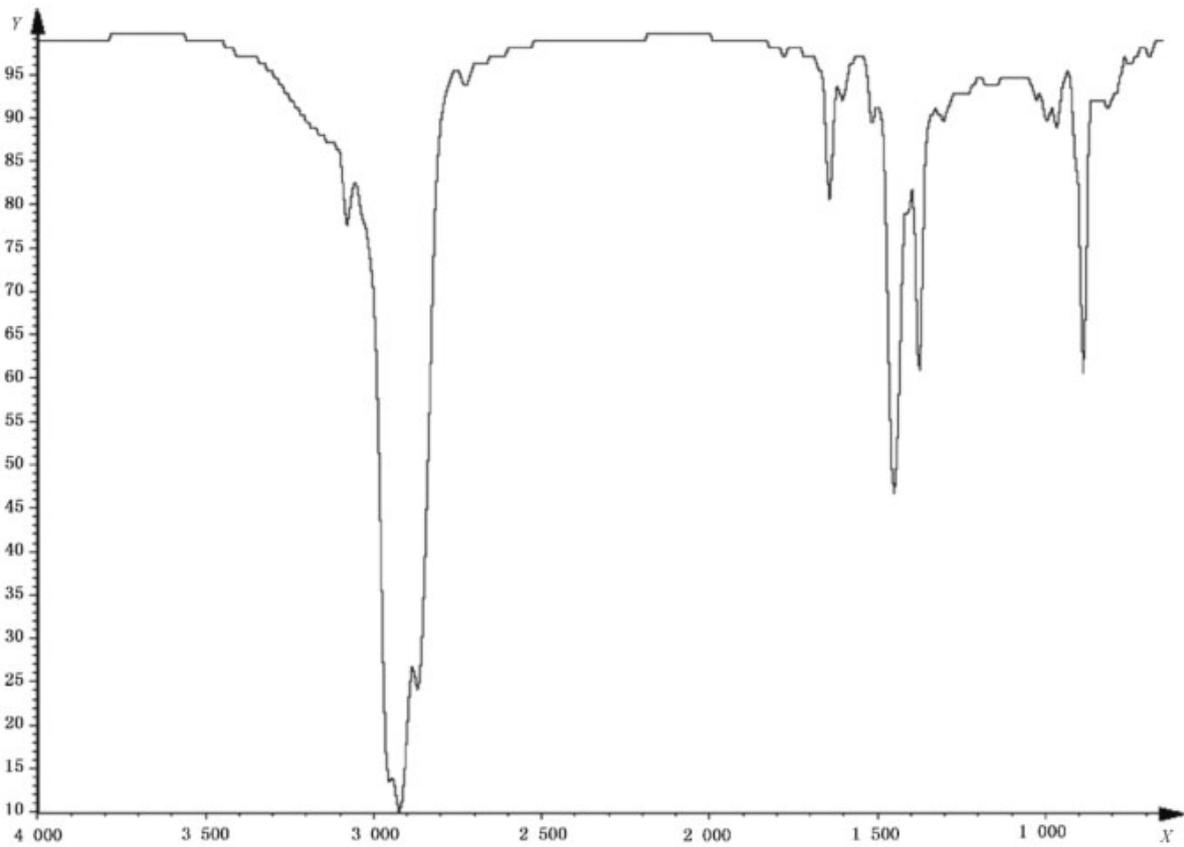
b) ATR

说明：

X —— 波数, cm^{-1} ；

Y —— 透过率, %。

图 B.43 3,4-加成异戊二烯橡胶-生胶聚合物



说明：

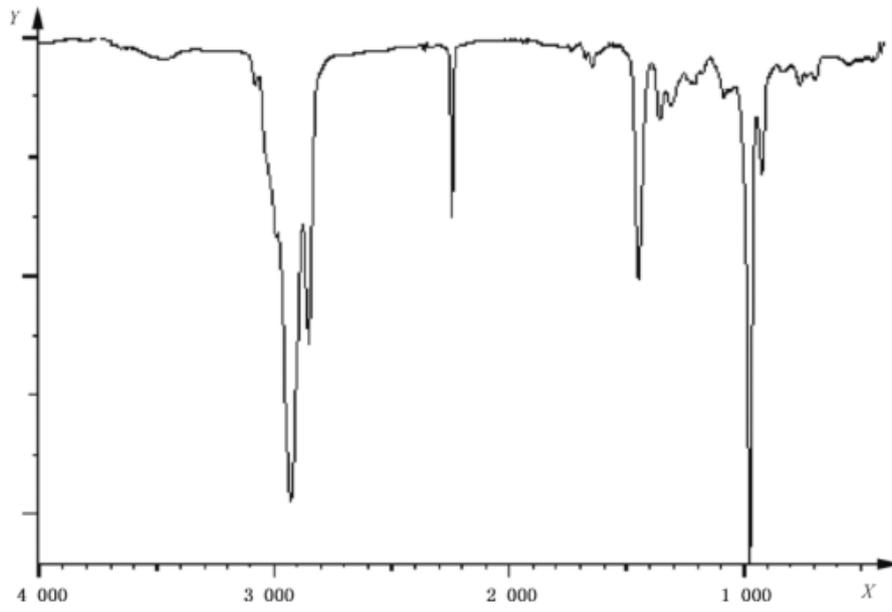
X —— 波数, cm^{-1} ；

Y —— 透过率, %。

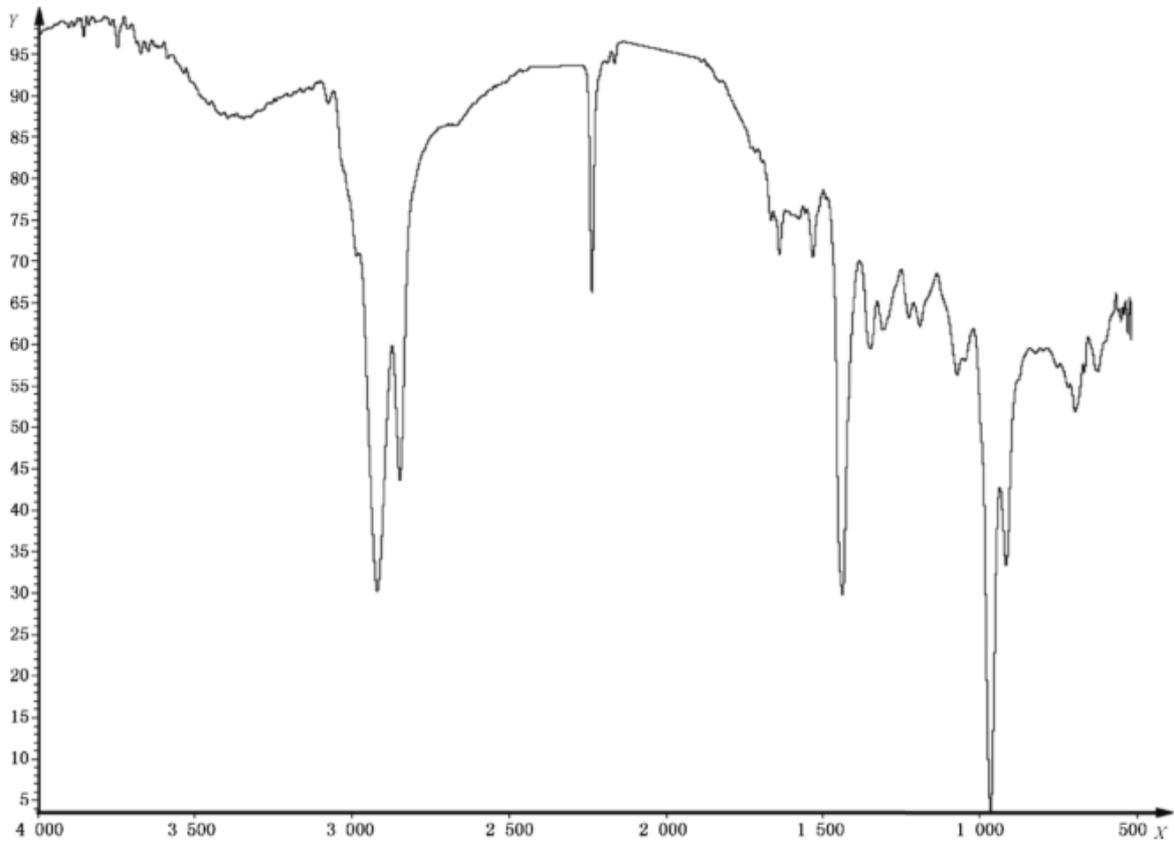
图 B.44 3,4-加成异戊二烯橡胶-硫化胶

表 B.22 丁腈橡胶(NBR)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$	910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
970	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (trans)	970	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (trans)
		990	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
1 460	$-\text{CH}_2-$	1 460	$-\text{CH}_2-$
1 640	$\text{CH}_2=\text{CH}-$	1 590	芳香族
2 240	$-\text{CN}$	2 240	$-\text{CN}$
		3 400	$>\text{N}-\text{H}$



a) 薄膜



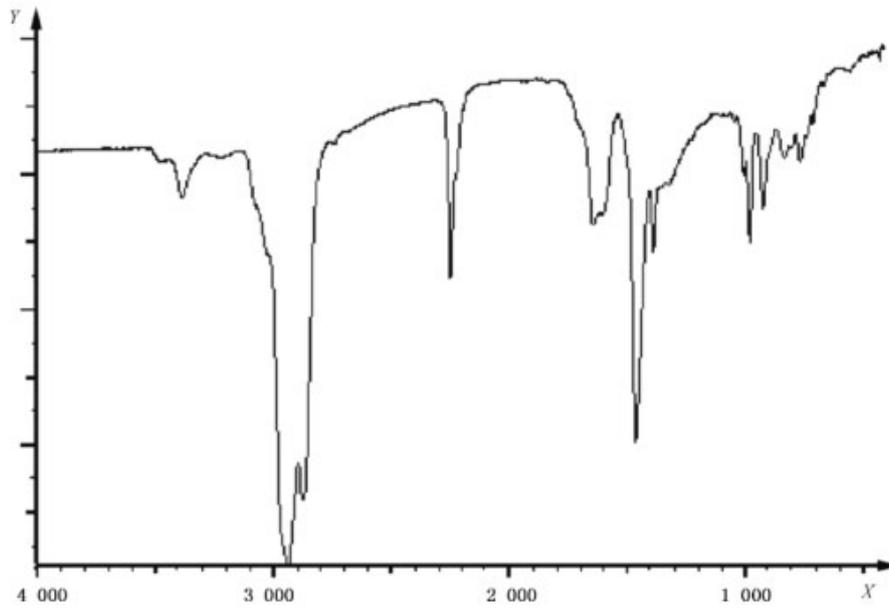
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.45 丁腈橡胶-生胶聚合物



说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

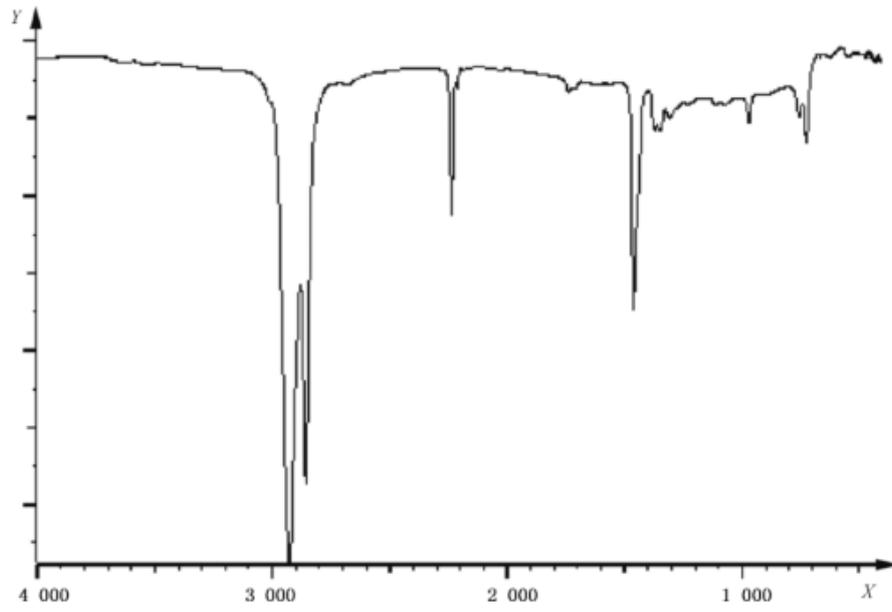
Y —— 透过率, %。

图 B.46 丁腈橡胶-硫化橡胶

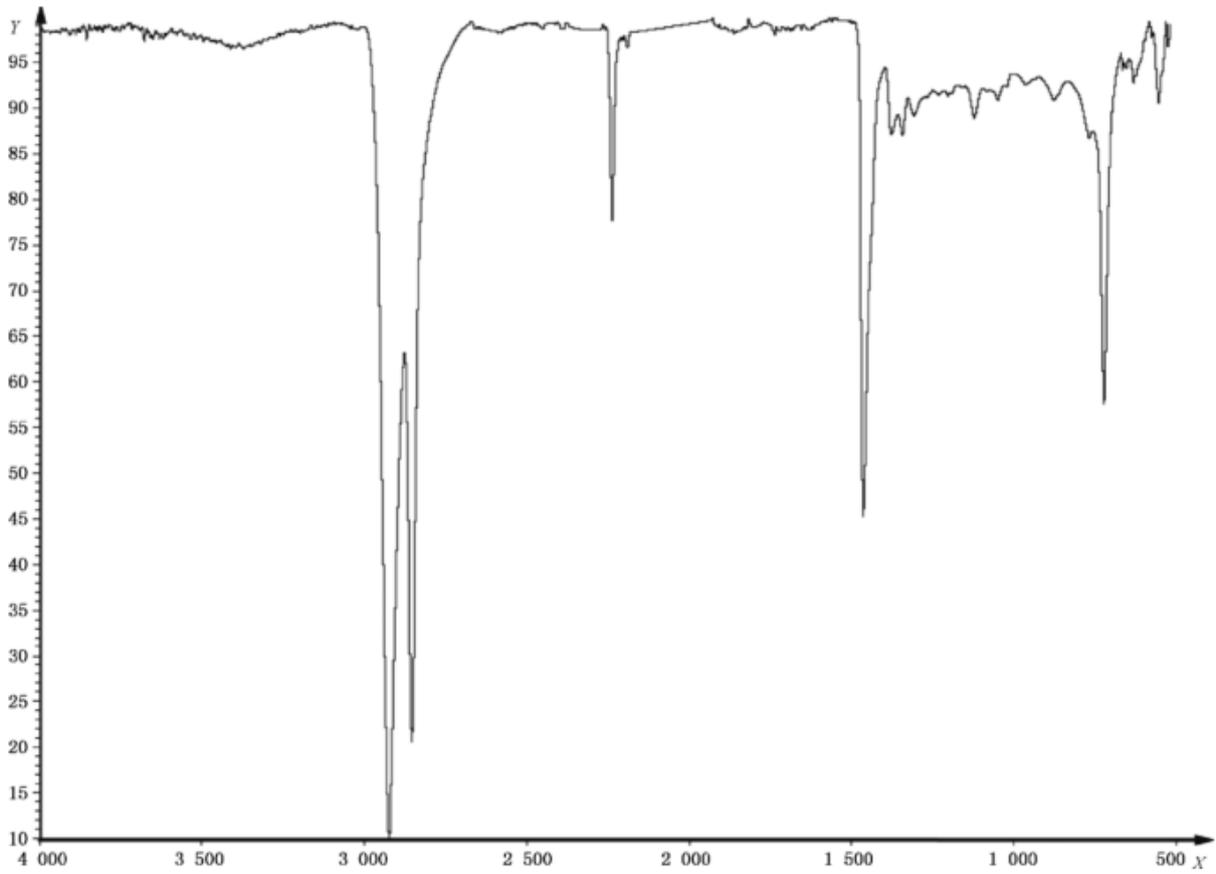
表 B.23 氢化丁腈橡胶(HNBR)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
720	$(\text{CH}_2)_n$	720	$(\text{CH}_2)_n$
		910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
1 460	$-\text{CH}_2-$	1 460	$-\text{CH}_2-$
		1 610	不饱和
2 240	$-\text{CN}$	2 240	$-\text{CN}$
		3 400	$>\text{N}-\text{H}$

注: 当橡胶仅是部分氢化时,能观察到 970 cm^{-1} 对应于 $-\text{CH}=\text{CH}-$ (*trans*) 的吸收波带。



a) 薄膜



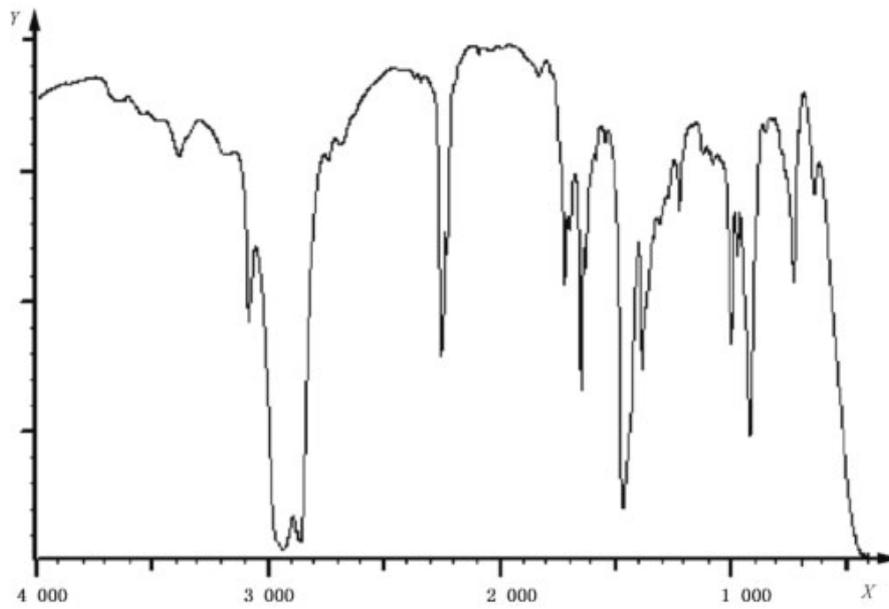
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.47 氢化丁腈橡胶-生胶聚合物



说明:

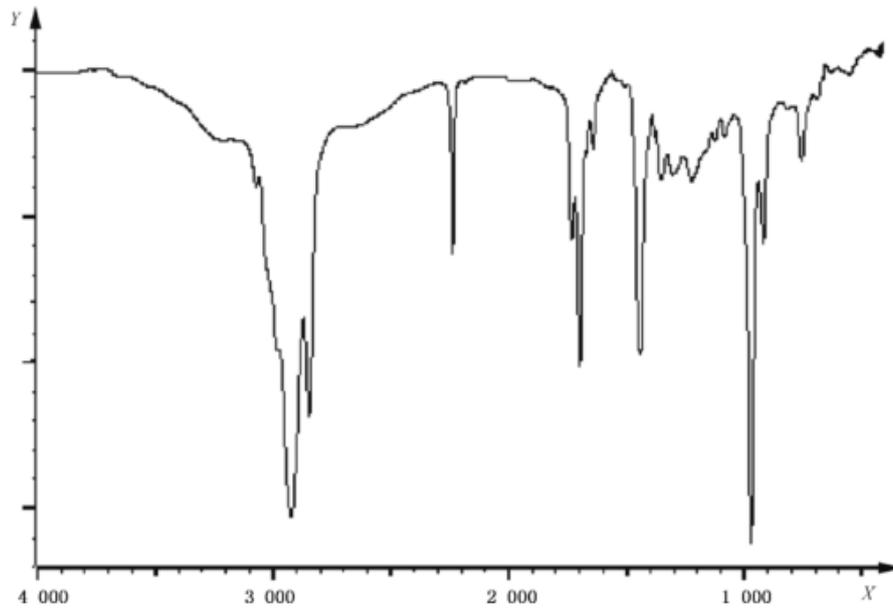
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

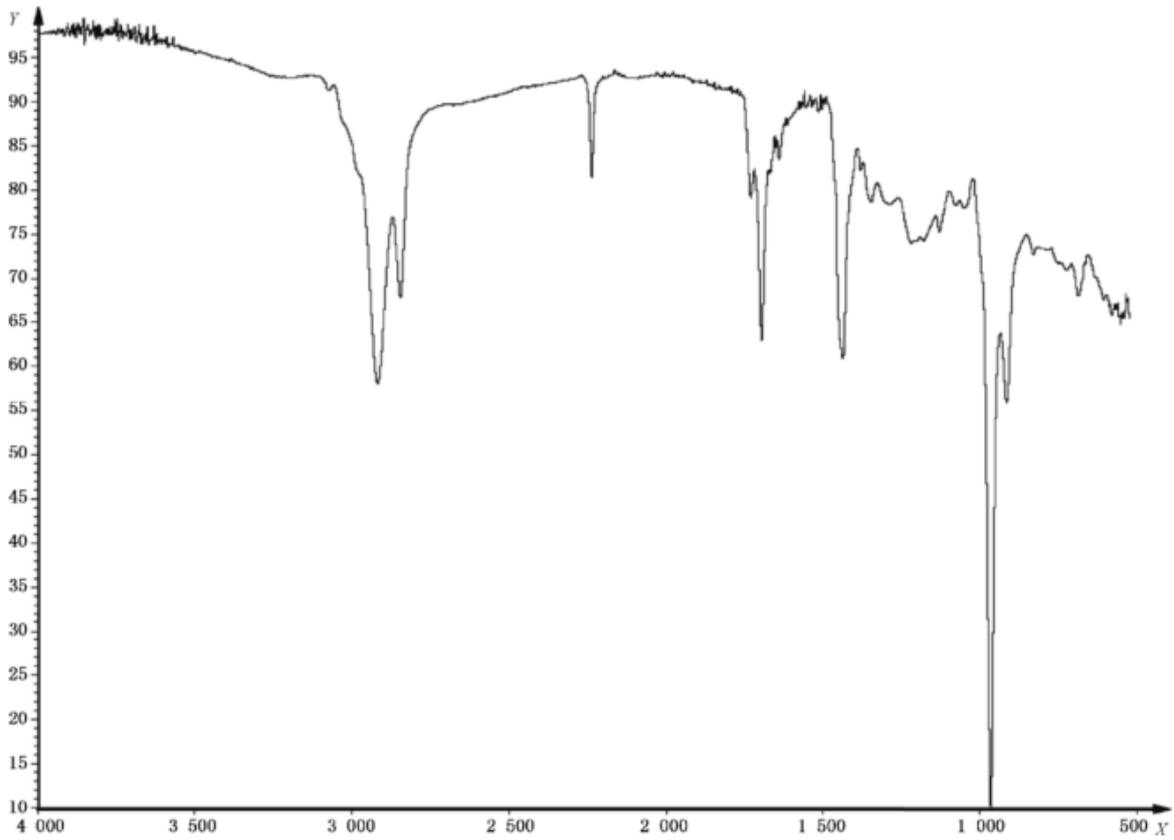
图 B.48 氢化丁腈橡胶-硫化胶

表 B.24 羧基-丁腈橡胶(XNBR)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$	910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
970	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (<i>trans</i>)	970	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (<i>trans</i>)
1 460	$-\text{CH}_2-$	1 460	$-\text{CH}_2-$
1 700	$>\text{C}=\text{O}$	1 700	$>\text{C}=\text{O}$
2 240	$-\text{CN}$	2 240	$-\text{CN}$



a) 薄膜



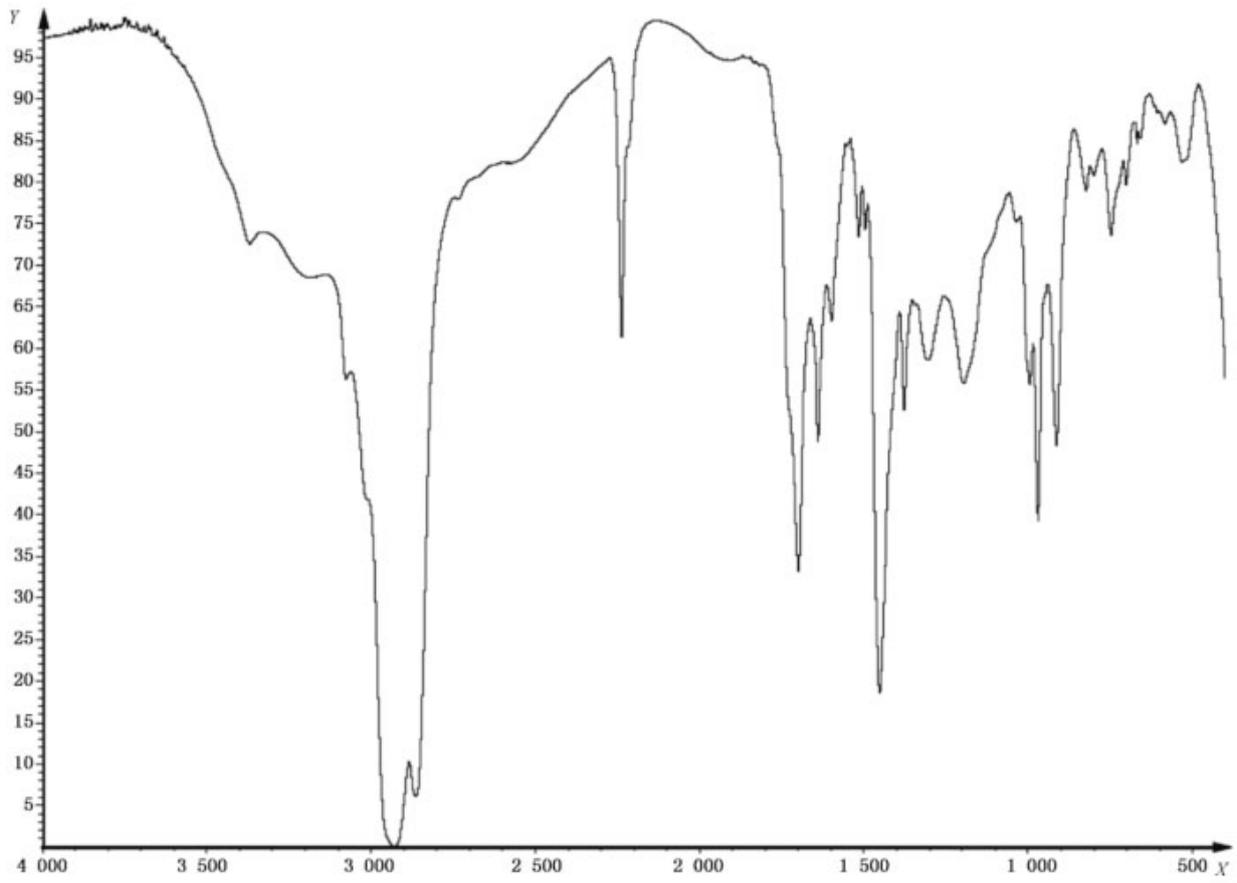
b) ATR

说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.49 羧基-丁腈橡胶-生胶聚合物



说明:

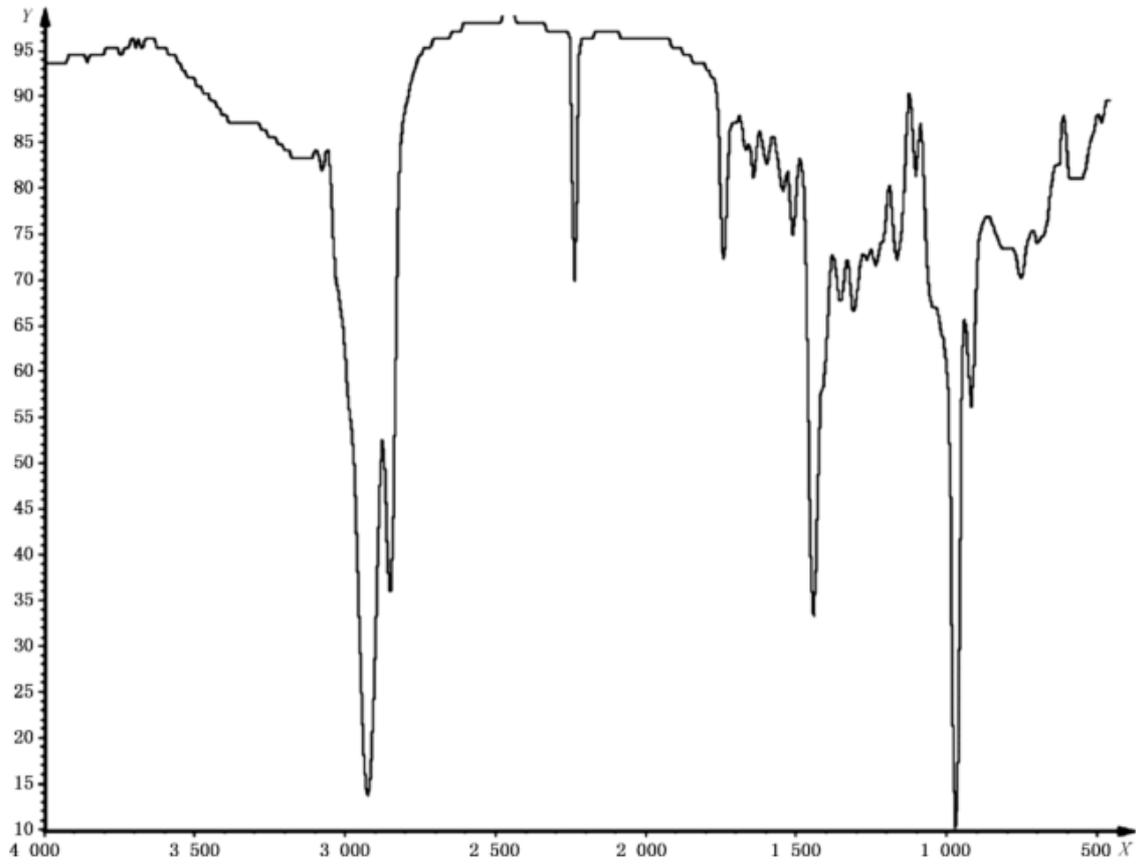
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.50 羧基-丁腈橡胶-硫化胶

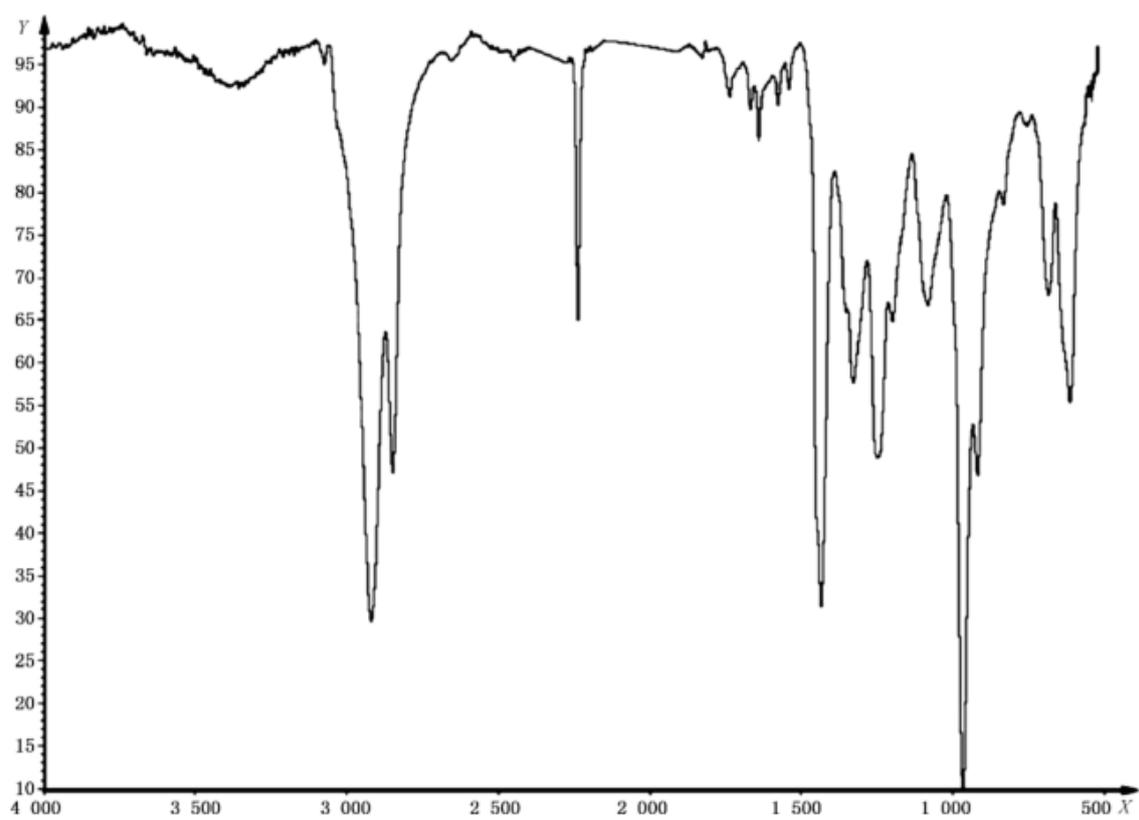
表 B.25 PVC 交联丁腈橡胶 (NBR/PVC)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
600~700	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{Cl} \\ \end{array}$		
910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$		
970	$-\text{CH}=\text{CH}-(\text{trans})$		
1 315	$\begin{array}{c} \qquad \diagup \\ -\text{C}-\text{H} \quad \text{CH}-\text{Cl} \\ \end{array}$		
1 460	$-\text{CH}_2-$	1 460	$-\text{CH}_2-$
1 640	$>\text{C}=\text{C}<$		
2 240	$-\text{C}=\text{N}$	2 240	$-\text{C}=\text{N}$



a) 薄膜

图 B.51 PVC 交联丁腈橡胶-生胶聚合物



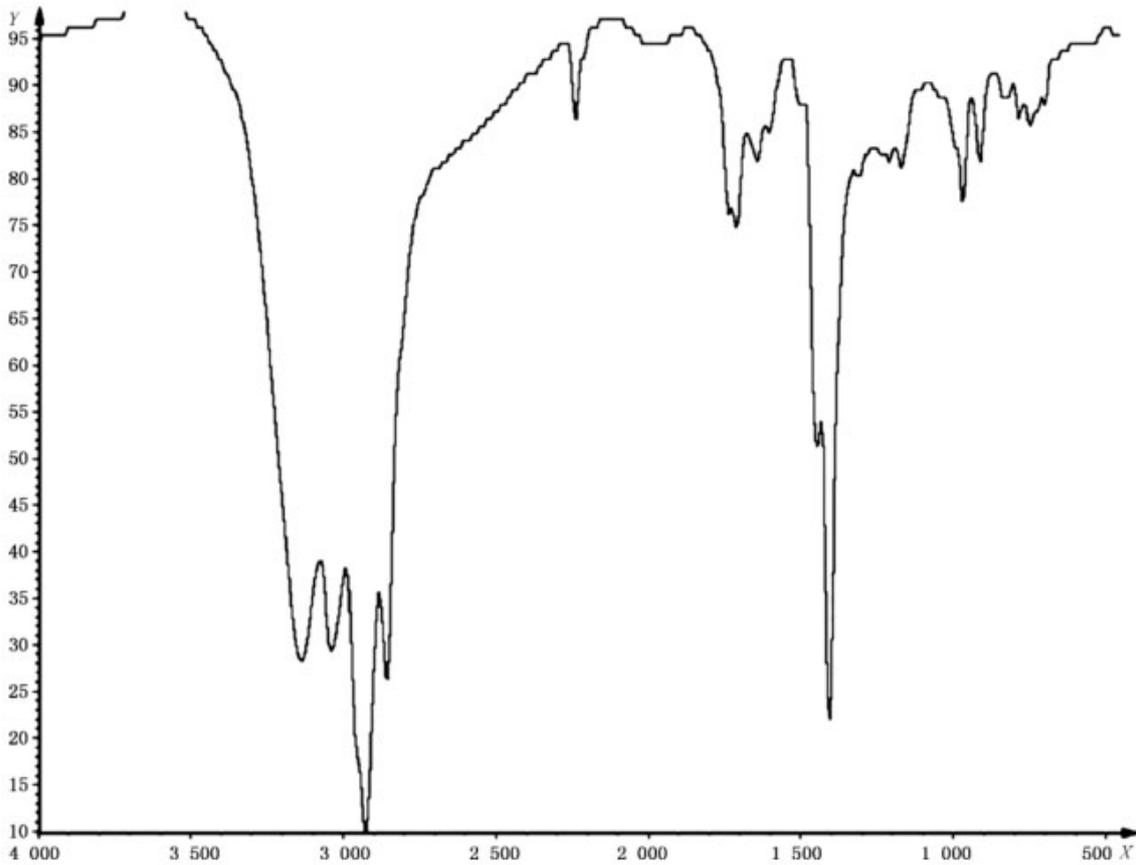
b) ATR

说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.51 (续)



说明:

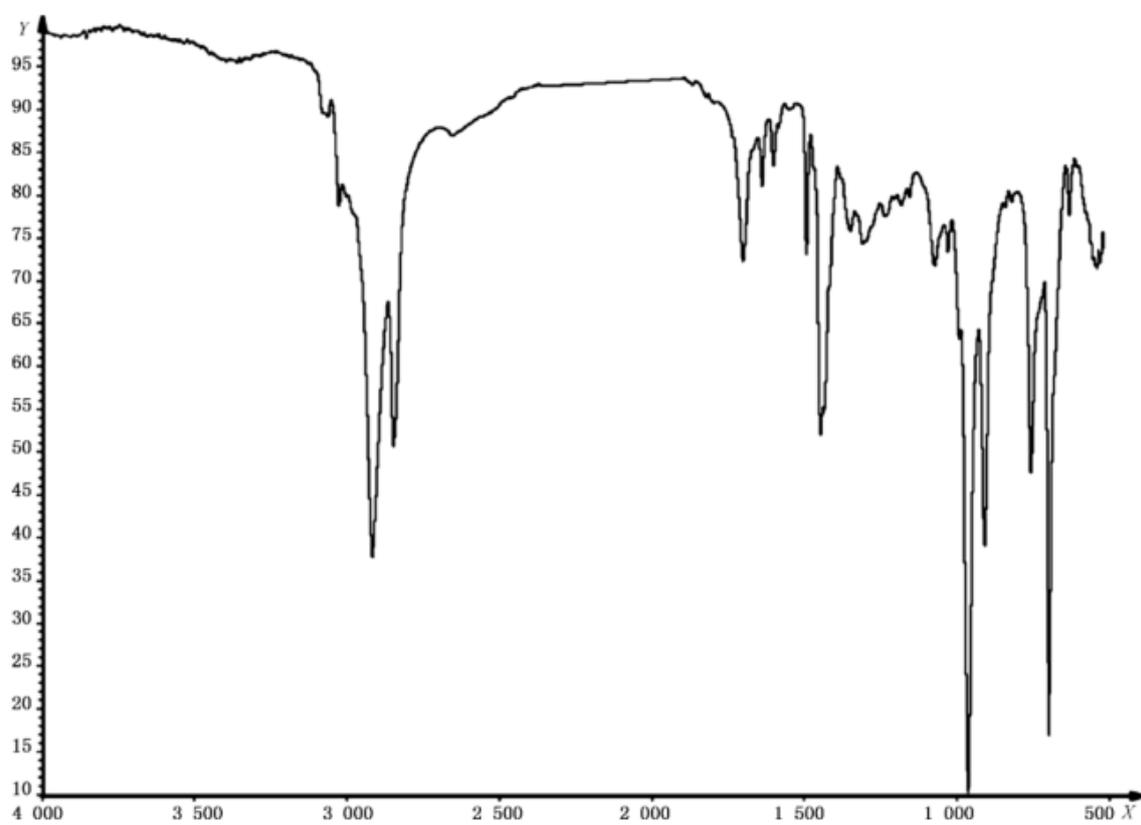
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.52 PVC 交联丁腈橡胶-硫化胶

表 B.26 苯乙烯-丁二烯橡胶(SBR)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
700 和 760	$-\text{C}_6\text{H}_5$	700 和 760	$-\text{C}_6\text{H}_5$
910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$ (vinyl)	910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$ (vinyl)
970	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (<i>trans</i>)	970	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (<i>trans</i>)
995	$\text{CH}_2=\text{CH}-$ $-\text{CH}=\text{CH}-$ (<i>cis</i>)	990	$\text{CH}_2=\text{CH}-$
1 460	$-\text{CH}_2-$	1 460	$-\text{CH}_2-$
1 500 和 1 600	$-\text{C}_6\text{H}_5$	1 500 和 1 600	$-\text{C}_6\text{H}_5$
1 640	$>\text{C}=\text{C}<$		

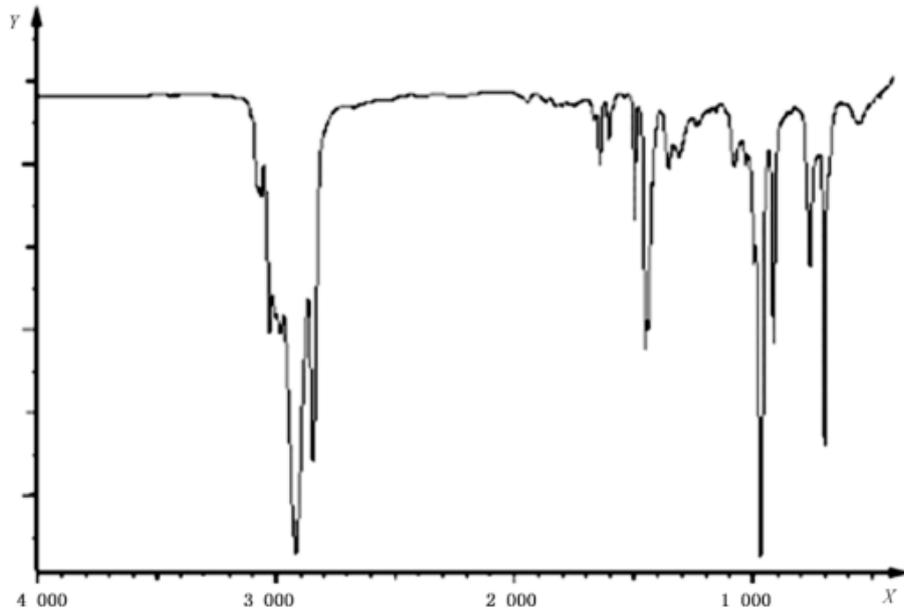


说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.53 苯乙烯-丁二烯橡胶(SBR)-ATR

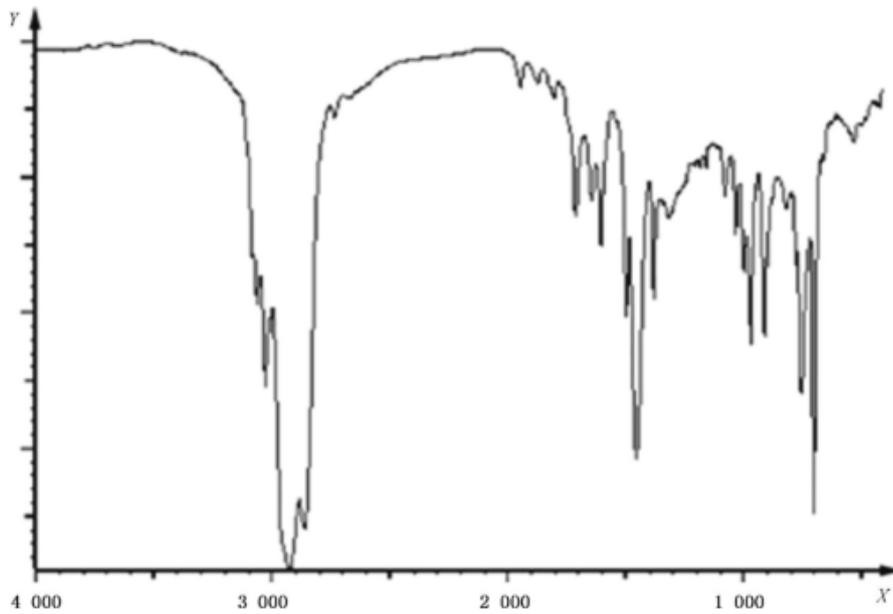


说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.54 23.5% 苯乙烯乳聚橡胶-生胶聚合物

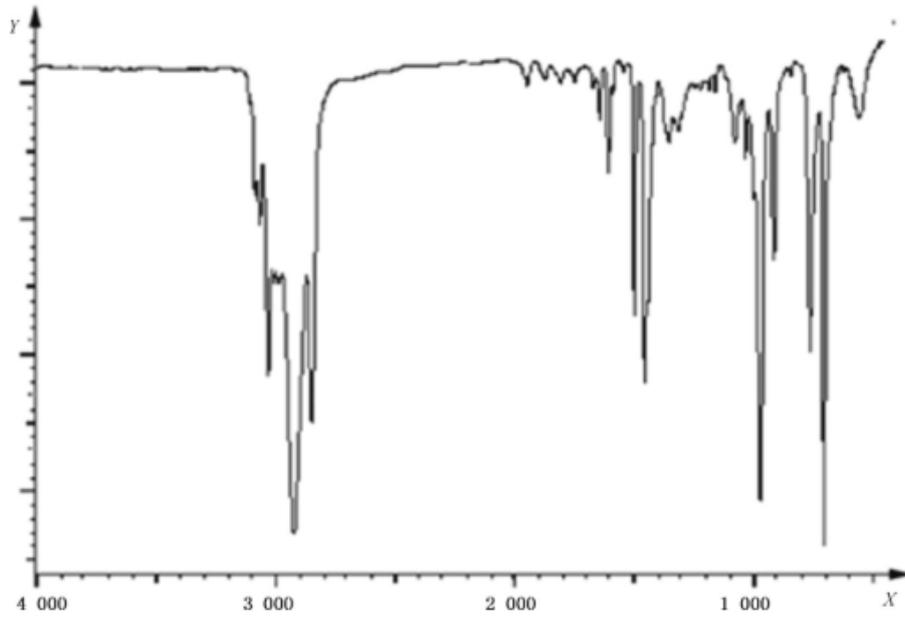


说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.55 23.5% 苯乙烯乳聚 SBR-硫化胶

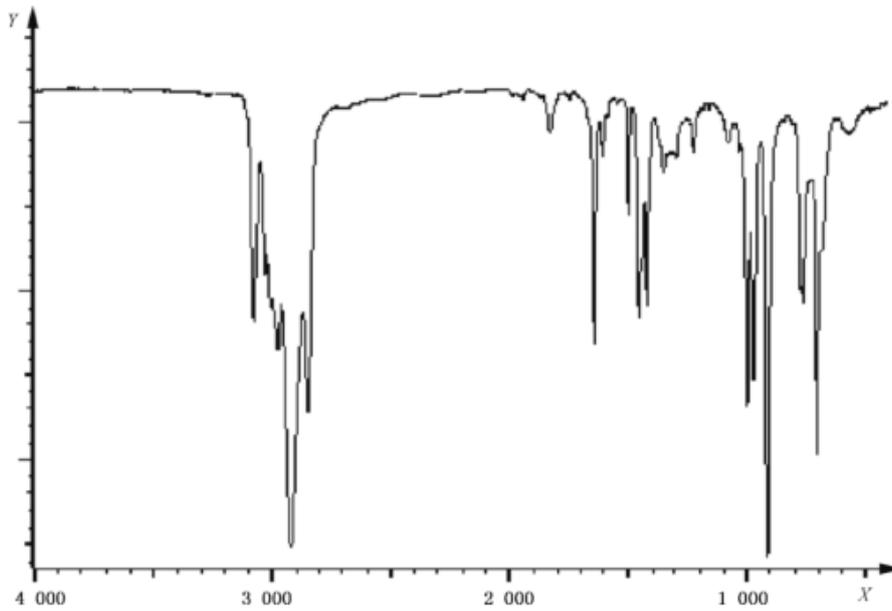


说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.56 高苯乙烯乳聚 SBR-生胶聚合物

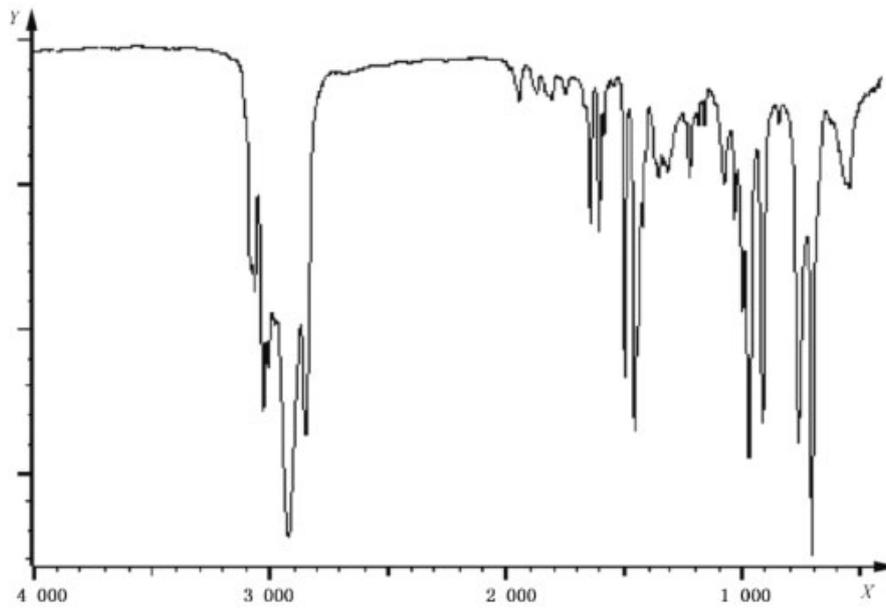


说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.57 高苯乙烯基溶聚 SBR-生胶聚合物



说明:

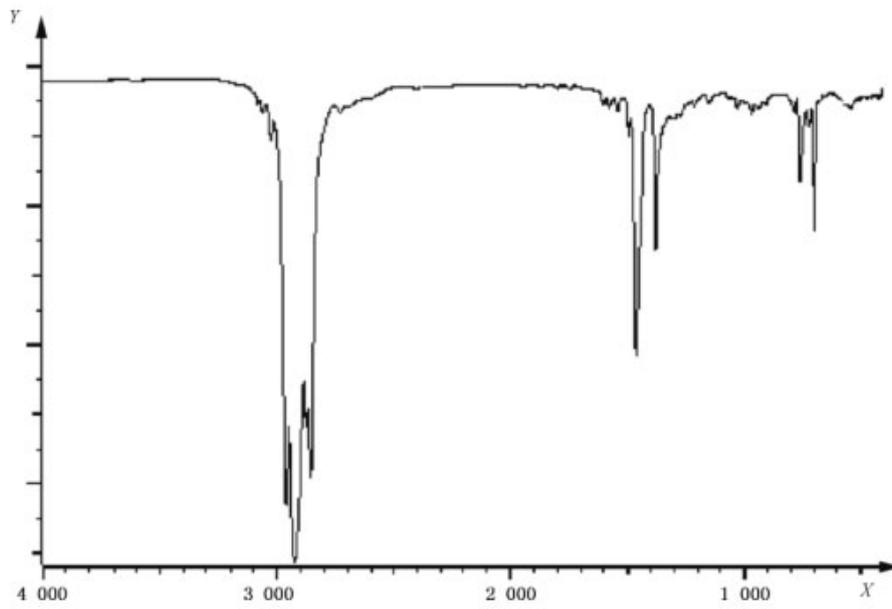
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.58 高苯乙烯溶聚 SBR-生胶聚合物

表 B.27 氢化苯乙烯-丁二烯橡胶(HSBR)

生胶聚合物	
波数/ cm^{-1}	官能团
700 和 760	$-\text{C}_6\text{H}_5$
1 380	$-\text{CH}_3$
1 460	$-\text{CH}_2-$
1 500 ~ 1 600	$-\text{C}_6\text{H}_5$



说明:

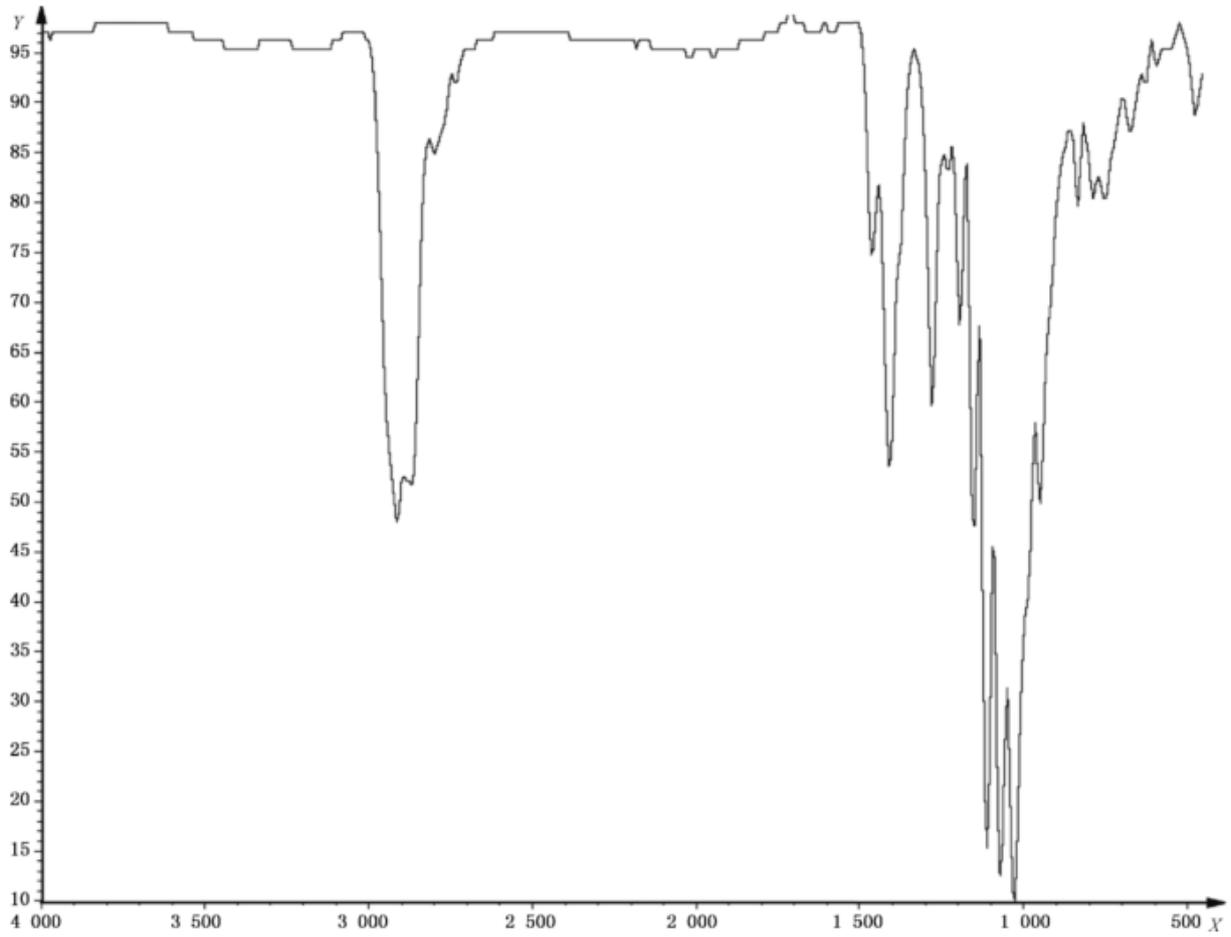
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.59 氢化苯乙烯-丁二烯橡胶-生胶聚合物

表 B.28 聚硫橡胶(EOT)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
1 050~1 200	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ \end{array}$	1 050~1 200	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ \end{array}$

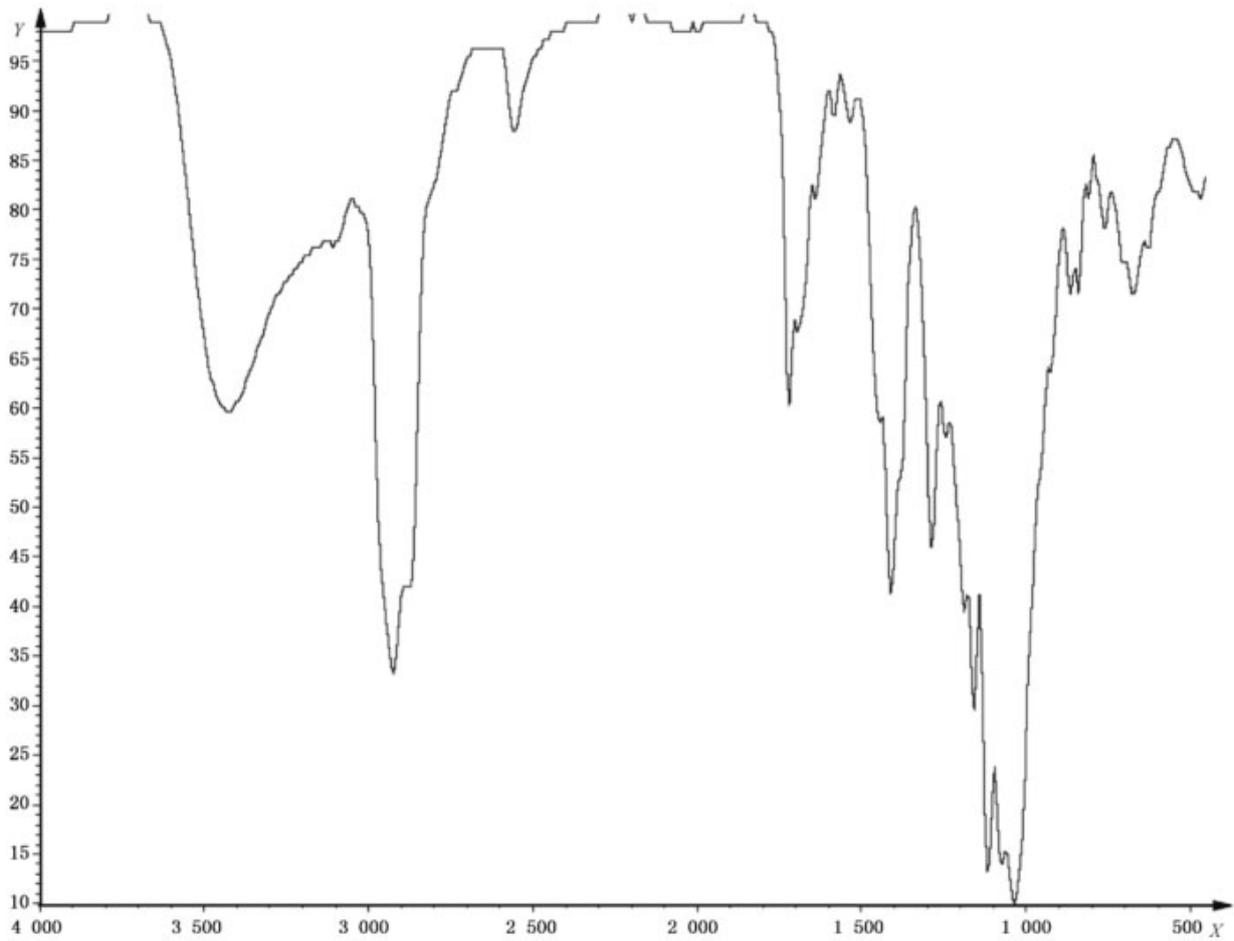


说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.60 聚硫橡胶-生胶聚合物(薄膜)



说明:

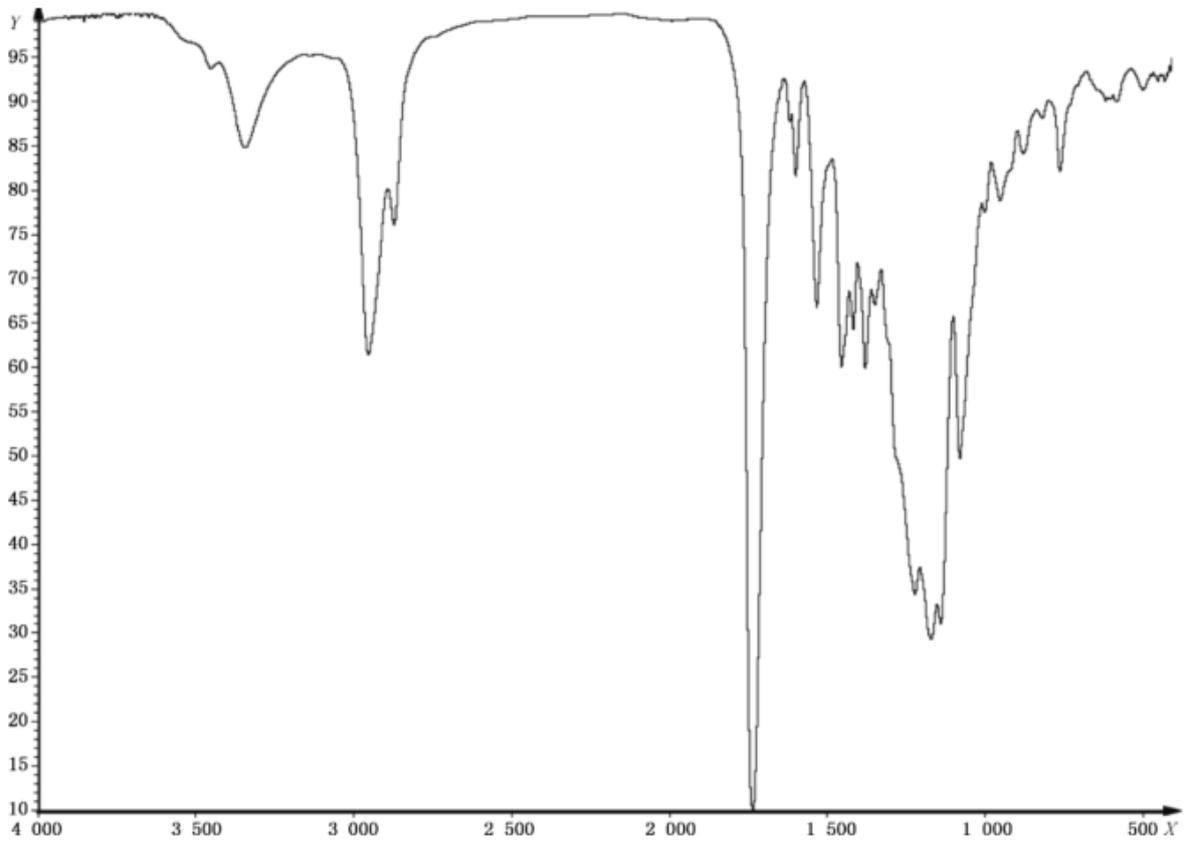
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.61 聚硫橡胶-硫化胶

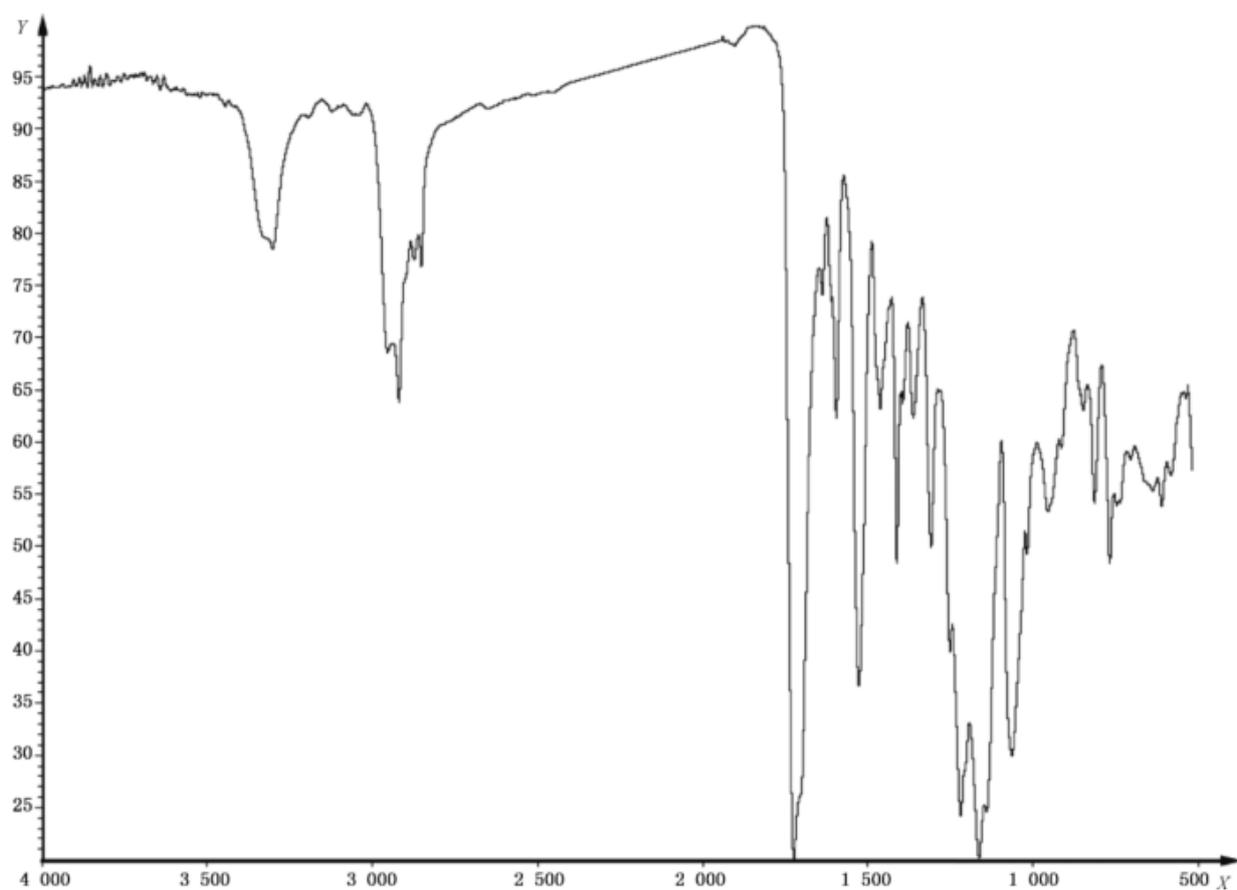
表 B.29 聚酯型聚氨酯(AU)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	官能团	波数/ cm^{-1}	官能团
		1 150~1 250	$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \end{array} \text{—O—ester}$
1 530	$>\text{N—H}$	1 530	$>\text{N—H}$
1 700~1 740	$\begin{array}{c} \text{—O—C—NH—} \\ \\ \text{O} \end{array}$	1 700~1 740	$\begin{array}{c} \text{—O—C—NH—} \\ \\ \text{O} \end{array}$
3 250 ~3 300	$>\text{N—H}$	3 250 ~ 3 300	$>\text{N—H}$



a) 薄膜

图 B.62 聚酯型聚氨酯-生胶聚合物



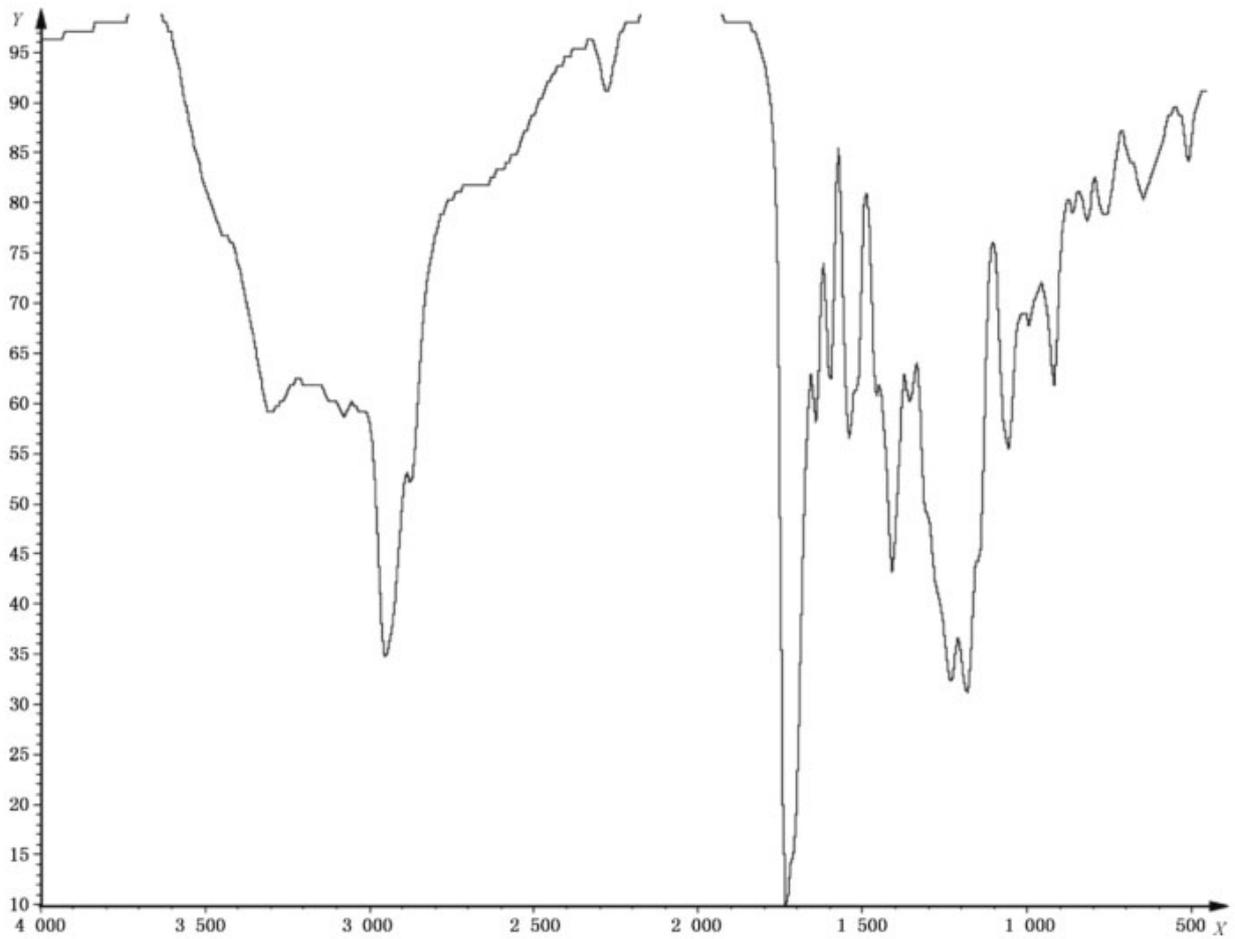
b) ATR

说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.62 (续)



说明:

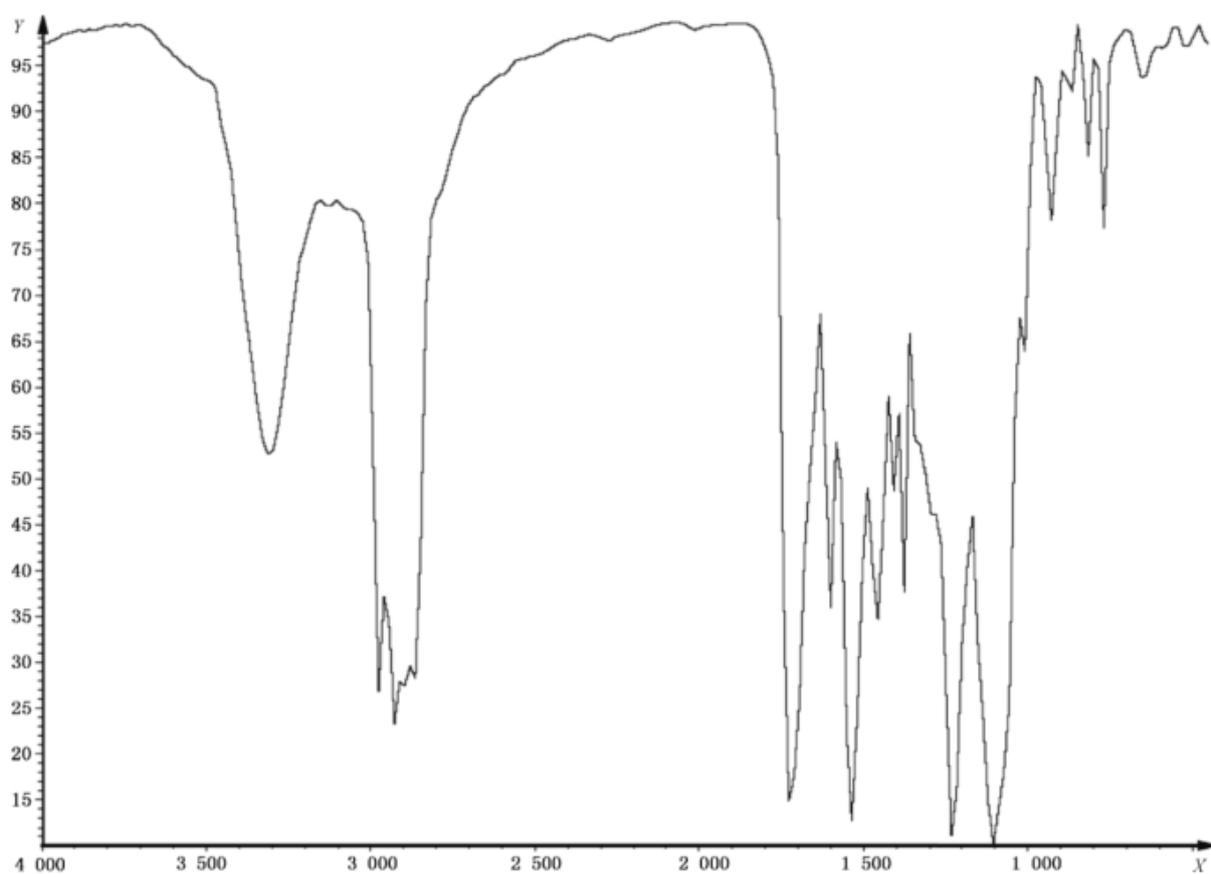
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.63 聚酯型聚氨酯-硫化胶

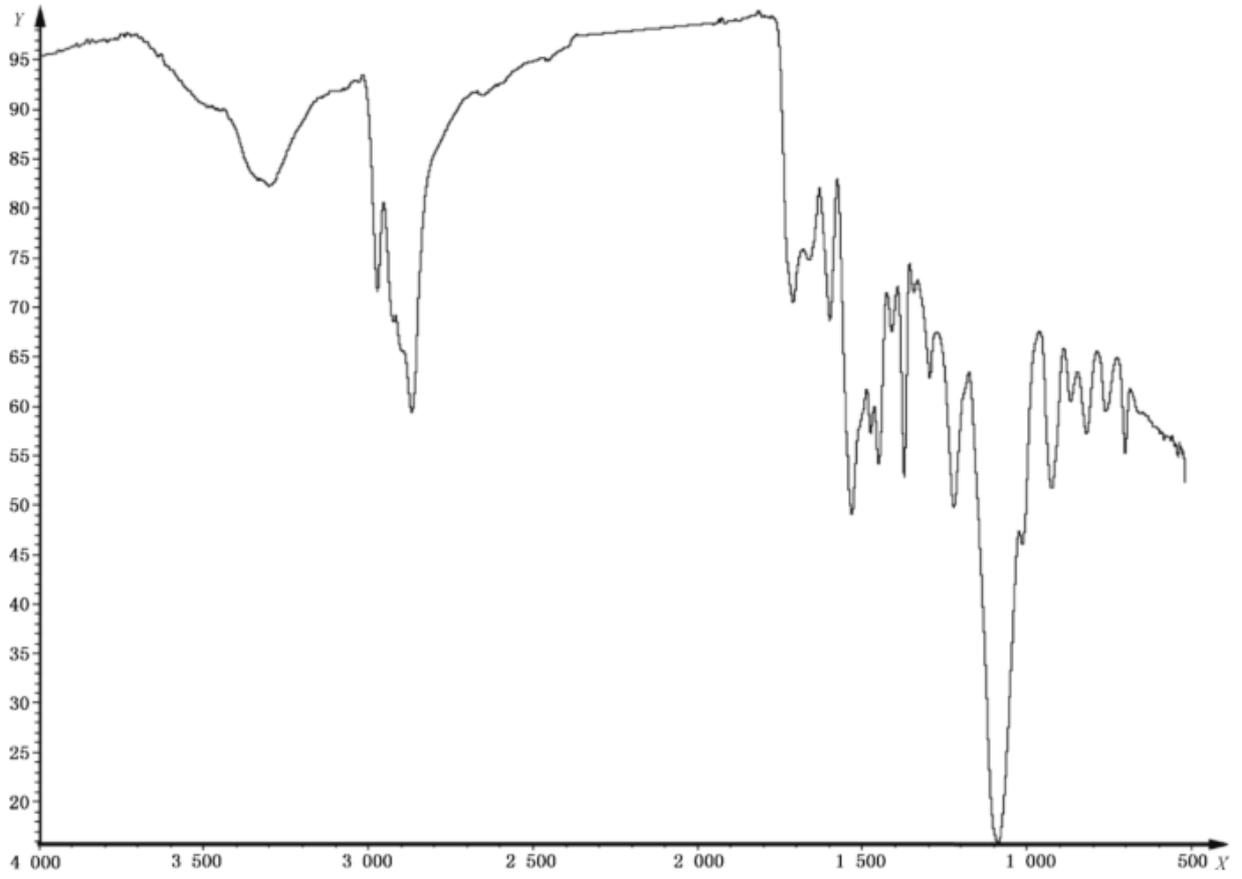
表 B.30 聚醚型聚氨酯(EU)

生胶聚合物		热解物(硫化胶)	
波数/ cm^{-1}	有关结构	波数/ cm^{-1}	官能团
1 100	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ \end{array}$	1 100	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ \end{array}$
1 530	$>\text{N}-\text{H}$	1 530	$>\text{N}-\text{H}$
1 700~1 740	$\begin{array}{c} -\text{O}-\text{C}-\text{NH}- \\ \\ \text{O} \end{array}$	1 700~1 720	$\begin{array}{c} -\text{O}-\text{C}-\text{NH}- \\ \\ \text{O} \end{array}$
		2 220	$-\text{N}=\text{C}=\text{O}$
3 250~3 300	$>\text{N}-\text{H}$	3 250~3 300	$>\text{N}-\text{H}$



a) 薄膜

图 B.64 聚醚型聚氨酯-生胶聚合物



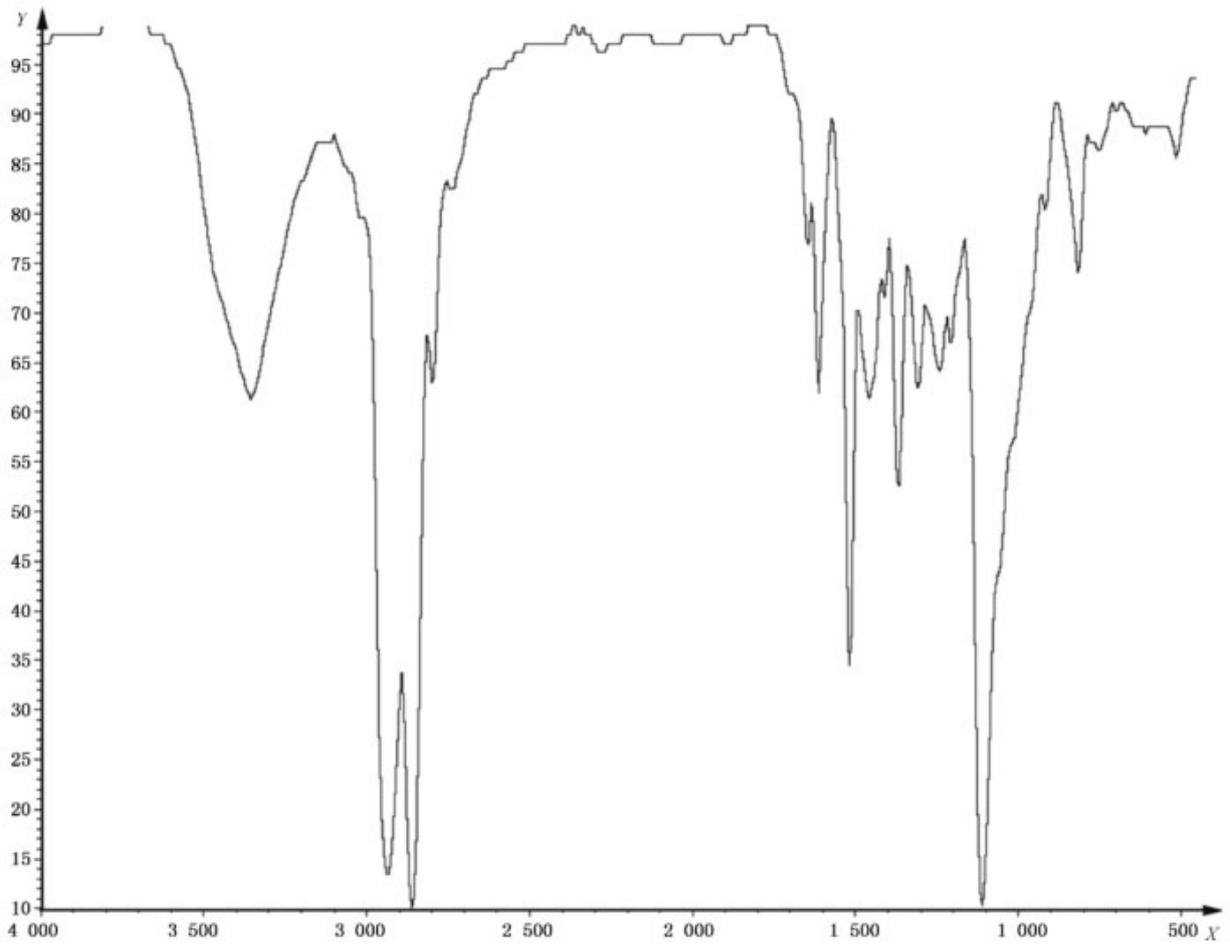
b) ATR

说明:

X ——波数, cm^{-1} ;

Y ——透过率, %。

图 B.64 (续)



说明：

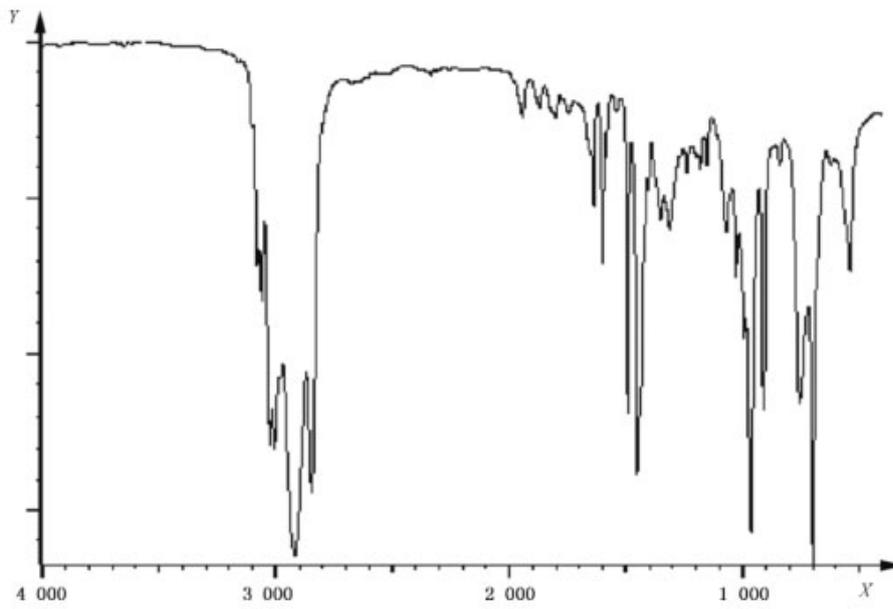
X —— 波数, cm^{-1} ；

Y —— 透过率, %。

图 B.65 聚醚型聚氨酯-硫化胶

表 B.31 苯乙烯和丁二烯的嵌段共聚物(TPS-SBS)

生胶聚合物	
波数/ cm^{-1}	官能团
700 和 760	$-\text{C}_6\text{H}_5$
910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
970	$-\text{CH}=\text{CH}-$ (<i>trans</i>)
995	$\text{CH}_2=\text{CH}-$ $-\text{CH}=\text{CH}-$ (<i>cis</i>)
1 460	$-\text{CH}_2-$
1 500 和 1 600	$-\text{C}_6\text{H}_5$
1 640	$>\text{C}=\text{C}<$



说明:

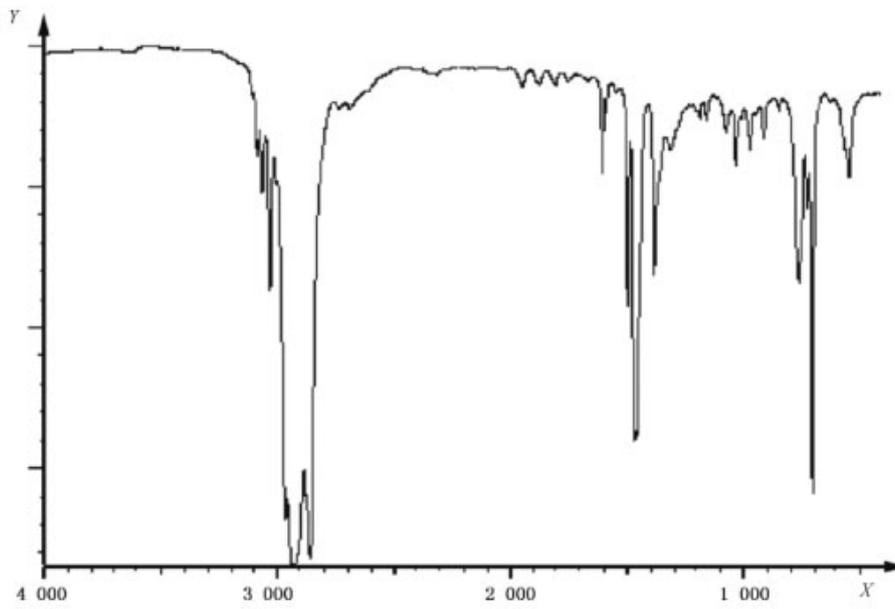
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.66 苯乙烯和丁二烯的嵌段共聚物-生胶聚合物

表 B.32 聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯(TPS-SEBS)

生胶聚合物	
波数/ cm^{-1}	官能团
700 和 760	$-\text{C}_6\text{H}_5$
1 380	$-\text{CH}_3$
1 460	$-\text{CH}_2-$
1 500 和 1 600	$-\text{C}_6\text{H}_5$



说明:

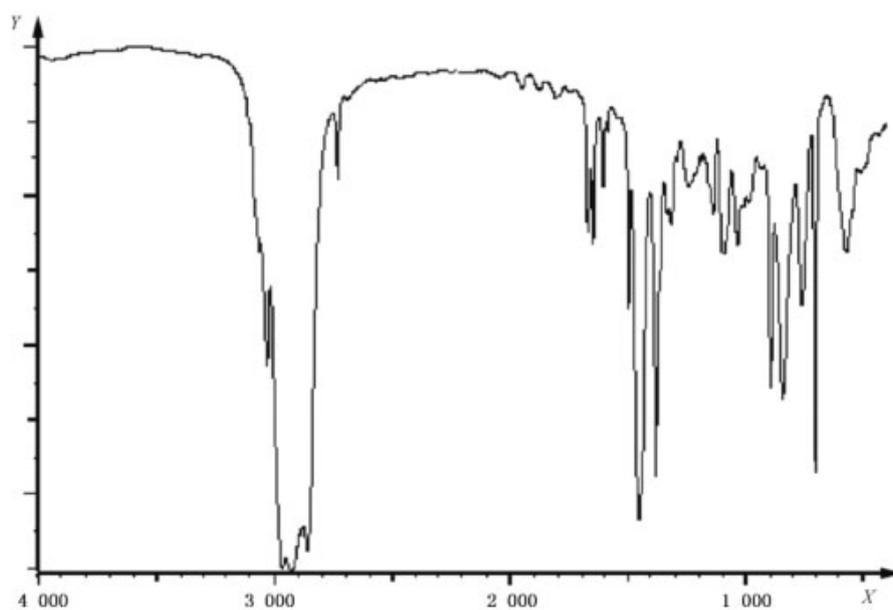
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.67 聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯-生胶聚合物

表 B.33 苯乙烯和异戊二烯嵌段共聚物(TPS-SIS)

生胶聚合物	
波数/ cm^{-1}	官能团
700 和 760	$-\text{C}_6\text{H}_5$
835	$-\text{C}=\text{CH}-$
1 370	$-\text{CH}_3$
1 460	$-\text{CH}_2-$
1 500 和 1 600	$-\text{C}_6\text{H}_5$
1 640	$>\text{C}=\text{C}<$



说明:

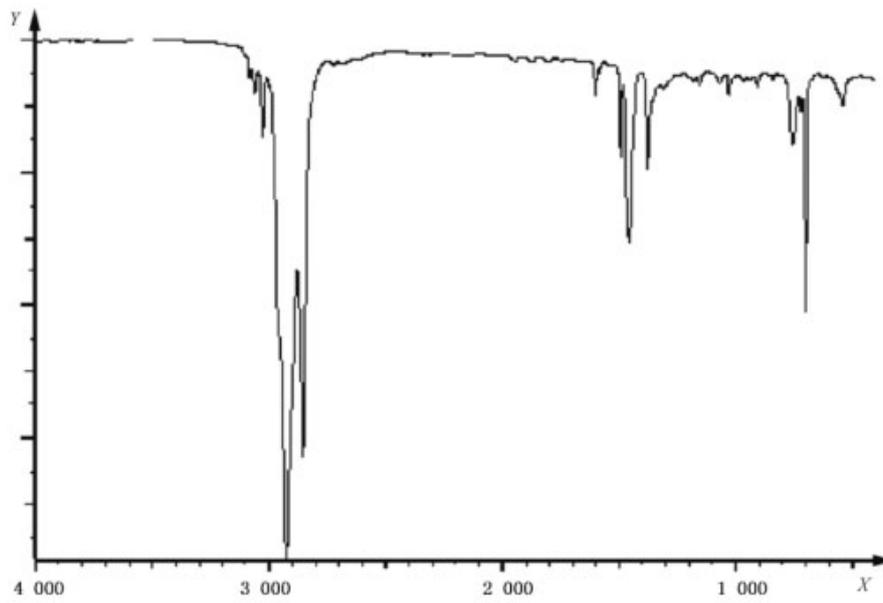
X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.68 苯乙烯和异戊二烯嵌段共聚物-生胶聚合物

表 B.34 聚苯乙烯-聚(乙烯-丙烯)-聚苯乙烯(TPS-SEPS)

生胶聚合物	
波数/ cm^{-1}	官能团
700 和 760	$-\text{C}_6\text{H}_5$
1 370	$-\text{CH}_3$
1 460	$-\text{CH}_2-$
1 500 和 1 600	$-\text{C}_6\text{H}_5$



说明：

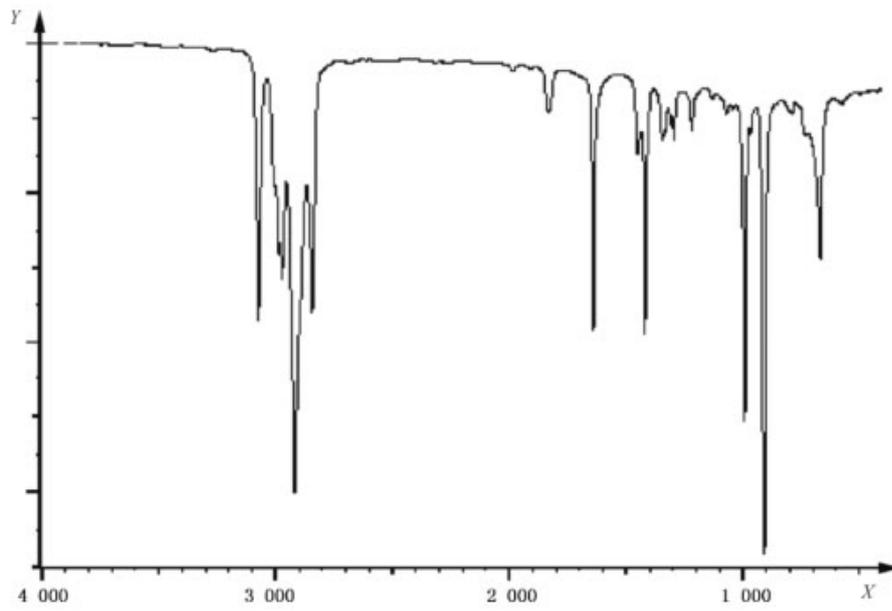
X —— 波数, cm^{-1} ；

Y —— 透过率, %。

图 B.69 聚苯乙烯-聚(乙烯-丙烯)-聚苯乙烯-生胶聚合物

表 B.35 间规聚(1,2-丁二烯)(TPZ)

生胶聚合物	
波数/ cm^{-1}	官能团
910	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
990	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
1 420	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
1 650	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
3 080	$=\text{CH}_2$



说明：

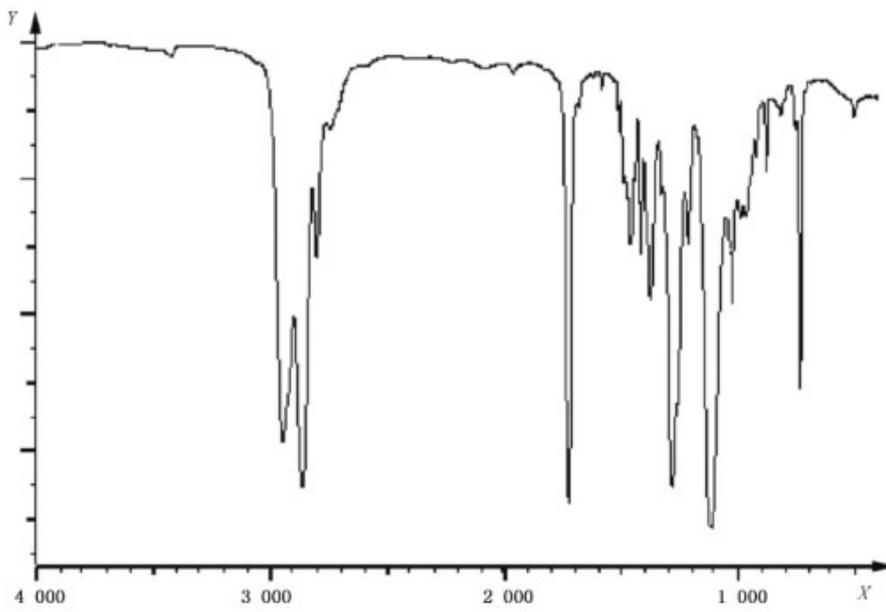
X —— 波数, cm^{-1} ；

Y —— 透过率, %。

图 B.70 间规聚(1,2-丁二烯)-生胶聚合物

表 B.36 含有酯键和醚键软段的热塑性共聚酯弹性体(TPC-EE)

生胶聚合物	
波数/ cm^{-1}	官能团
725	$-(\text{CH}_2)-$
1 100~1 300	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{O}- \\ \end{array}$
1 740	$>\text{C}=\text{O}$

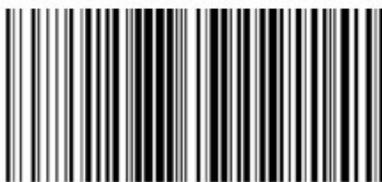


说明:

X —— 波数, cm^{-1} ;

Y —— 透过率, %。

图 B.71 含有酯键和醚键软段的热塑性共聚酯弹性体-生胶聚合物



GB/T 7764-2017

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-56978