

20

941906

0433  
7712  
1

# 光谱能谱分析国际信息汇编

## 第一集

《光谱实验室》编辑部 编

主 编 周开亿



群言出版社

# 光谱能谱分析国际信息汇编

## 第一集

《光谱实验室》编辑部 编

主 编 周 开 亿

群 言 出 版 社

## 内 容 简 介

本书由美国《分析化学》(*Analytical Chemistry*)杂志1990年在光谱、能谱分析领域内所发表的动态述评——《红外光谱法》、《拉曼光谱学》和《穆斯堡尔谱学》，以及1986年发表的动态述评《红外光谱法》共四篇译文组成。这些动态述评比较全面地反映了最近2—3年来，在本学科范围内，世界各国所获得的最新成就，收集资料比较广泛、典型，包含的信息量极为丰富和实用。译文后附有参考文献，以便读者对某些问题作进一步地探索。

本书可供从事光谱、能谱分析工作的科技人员，大专院校相应专业的师生和研究生阅读。

光谱能谱分析国际信息汇编 (第一集)

《光谱实验室》编辑部 编

主 编 周开亿

\*

群言出版社出版发行

(北京东城区东厂胡同北巷1号, 100006)

中国农业科学院情报研究所印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 16开本 9印张 210千字

1992年5月第1版 1992年5月第1次印刷

\*

ISBN 7-80080-007-5/O·1 定价: 7.50元

# 目 录

## 红外光谱法 (1990年动态述评) .....R.A.尼奎斯特等 (1)

前言 (1); 红外光谱分析总论 (1); 一、专著 (3); 二、评论 (4); 近红外光谱分析 (6); 三、近红外评论 (7); 四、近红外分析技术的应用 (8); 五、原位测试 (11); 六、近红外光导纤维光谱分析 (12); 红外光导纤维光谱仪及其检测系统 (12); 七、作业过程分析 (13); 八、远红外光谱 (13); 九、生化应用 (14); 十、定性分析中的应用 (21); 十一、环境分析中的应用 (22); 十二、煤炭分析中的应用 (23); 十三、食品科学中的应用 (24); 十四、聚合物分析中的应用 (24); 十五、衰减全反射光谱 (25); 十六、光声光热光谱 (26); 十七、漫反射光谱 (27); 十八、表面化学中的应用 (28); 十九、红外显微光谱 (29); 二十、红外仪器及其附件 (31); 二十一、接口技术 (33); 二十二、气相色谱/付里叶变换红外光谱 (33); 二十三、液相色谱/付里叶变换红外光谱 (35); 二十四、薄层色谱/付里叶变换红外光谱 (37); 二十五、超临界液相色谱/付里叶变换红外光谱 (37); 二十六、热重分析与付里叶变换红外联用 (38); 二十七、时间分辨红外光谱 (39); 二十八、气相色谱/基质分离/红外光谱 (40); 二十九、其它技术 (41); 三十、计算机软件、算法及其应用 (42); 三十一、光谱库、检索和计算机辅助的图谱解析 (43); 三十二、压缩数据库 (45); 三十三、理论研究及为之服务的计算机程序 (46); 三十四、基因频率、溶液中溶质的研究、光谱结构关系及定性程序 (47); 三十五、定量分析 (48); 三十六、付里叶变换拉曼光谱和近红外拉曼光谱 (49); 参考文献 (50)

## 红外光谱法 (1986年动态述评) .....R.S.麦克唐纳 (62)

前言 (62); 红外光谱分析总论 (63); 红外光谱法的发展趋势 (65); 一、专著 (67); 二、评论 (68); 三、近红外的分析应用 (69); 四、中红外光谱的应用 (71); (一) 大气分析应用 (71); (二) 天文分析应用 (72); (三) 环境检测应用 (72); (四) 表面分析应用 (73); (五) 电化学中的应用 (74); (六) 在水溶液中的应用 (74); (七) 生物化学中的应用 (75); (八) 聚合物分析应用 (75); (九) 在半导体中的应用 (76); (十) 其它方面的应用 (76); 五、制样技术 (77); (一) 混合样品制样技术 (77); (二) 显微镜/空间分辨率 (79); (三) 气相色谱-红外联用 (79); (四) 液相色谱-红外联用 (80); (五) 光热发射偏转光谱 (81); (六) 红外圆二向色性光谱 (82); (七) 柱形衰减全反射红外光谱 (82); 六、红外仪器 (82); (一) 仪器 (82); (二) 调制技术 (83); (三) 操作过程的监控 (84); (四) 红外光学材料和光导纤维 (85); 七、数据处理 (85); (一) 光谱分析 (86); (二) 退卷积和滤波 (87); (三) 光谱检索 (87); (四) 计算机图谱解析 (88); 参考文献 (88)

## 拉曼光谱学 (1990年动态述评) .....D.L.杰勒德、J.伯尼 (97)

一、设备和取样 (98); 二、液体和溶液 (88); 三、气体和基体离析 (100); 四、固体 (100); 五、聚合物 (101); 六、薄膜和表面 (102); 七、生物分子 (103); 八、半导体和超导体 (104); 九、高温和高压研究 (104); 十、拉曼显微术 (105); 十一、共振增强和表面增强拉曼光谱 (106); 十二、非线性拉曼光谱 (107); 参考文献 (107)

## 穆斯堡尔谱学 (1990年动态述评) .....J.G.史蒂文斯 (113)

一、仪器设备 (116); 二、衍射和散射 (118); 三、线型分析 (119); 四、理论 (119);  
五、化学和生物学研究 (120); 六、非晶材料 (121); 七、材料研究 (124); 八、矿  
物、土壤和沉积物 (128); 九、工业运用 (130); 十、其它应用 (131); 参考文献 (134)

# 红外光谱法

(1990年动态述评)

R.A.尼奎斯特 A.留格尔斯  
M.L.麦克尔维 R.R.帕佩弗斯  
C.L.普特齐格 L.尤格 著<sup>①</sup>

(美国道氏化学公司密执安部分析实验室, 密执安州, 48667)

赵绩珪

(中国科学院成都分院分析测试中心, 成都市磨子桥, 610015)

马希汉 译

(西北林学院, 陕西省咸阳市杨陵区邠成路8号, 712100)

赵绩珪 校

(中国科学院成都分院分析测试中心, 成都市磨子桥, 610015)

庄国峰 复校

(北京燕山石化公司研究院, 北京市房山区凤凰亭路9号, 102549)

## 前 言

本文综述了从1985年后期到1989年后期发表的与分析化学相关的红外光谱方面的文献, 并着重选用以英语语种发表的文章以及在红外光谱领域中作者感兴趣的文献。此外, 本文也选择了一些有关付里叶变换拉曼光谱方面的文献(理由后叙)。

## 红外光谱分析总论

红外辐射一般是指频率大约在 $\sim 14300$ 到 $20$ 厘米<sup>-1</sup> ( $\sim 0.7$ 到 $500$ 微米)之间的电磁辐射。在此频率范围内, 当简正分子(或晶格)在振动, 转动, 振-转过程中偶极矩发生变化, 或由于简正分子在振动中产生合频, 差频和泛频时, 化合物即可吸收红外辐射。每一种化合物都有自己特有的红外吸收谱带的频率和强度。利用这种谱带, 可以对未知物进行定性定量分析。

不同类型的化合物具有不同的官能团, 这些官能团能分别吸收某些固定频率的红外辐射, 并且每一种类化合物的吸收谱带强度也基本相同, 这种谱带频率被称作“官能团频率”。由于官能团频率是可以预测的, 所以不用红外标准图谱对照, 分析人员即可推断其分子结构。此外, 人们还可以在很宽的温度范围内迅速测定物质在固相, 液相和气相的红外吸收光谱,

<sup>①</sup>R.A. Nyquist, M. Anne Leugers, M.L. Mckelvy, R.R. Papenfuss, C.L. Putzig and L. Yurga, *Analytical Sciences Laboratory, 1897 Building, The Dow Chemical Company, Michigan Division, Midland, Michigan 48667.*

## 作者简介

**R.A.尼奎斯特 (R.A.Nyquist)** 美国道氏化学公司分析实验室仪器分析组高级工程师。他从奥格斯泰纳学院 (*Augustana College*) 取得化学学士学位。在俄克拉何马州立大学 (*Oklahoma State University*) 获硕士学位。1953年进入道氏化学公司, 主要从事 振动光谱学研究, 通过运用红外和拉曼光谱解决化学问题, 解析分子结构和进行定性及定量分析。他是100多种出版物的作者(或合作者), 其中包括文章、书、书的部分章节和专利等。他是美国化学学会, 应用光谱协会, 美国材料试验学会和分子光谱分会的会员。由于他在工业红外光谱方面的贡献, 他于1985年获考勃伦茨学会 (*Coblentz Society*) 的威廉斯-赖特 (*Williams-Wright*) 奖; 由于他在美国材料试验会分子光谱分会领导和工作, 在1989年荣获美国材料试验学会感谢奖。他是1989年应用光谱学会巡回演讲团的成员。

**A. 留格尔 (Anne Leugers)** 美国道氏化学公司分析实验室仪器教学组负责人。她在夏维尔大学 (*Xavier University*) 获化学学士学位; 1981年在辛辛那提大学 (*University of Cincinnati*) 物化专业获博士学位。她曾在叙拉古大学 (*Syracuse University*) 和亚利桑那大学 (*University of Arizona*) 作博士后, 然后在造纸工业领域曾一度从事过纸的材料的研究工作。她于1984年进入道氏化学公司, 从事光导纤维、拉曼光谱学和检测方法等方面的研究。她的研究兴趣包括利用拉曼和光导纤维光谱对合成高分子材料的化学和形态特征的研究。她已获两项美国专利, 还有几项正在申请之中。她还发表了六篇有关高分辨光谱和激光光谱的文章。

**M.L. 麦克尔维 (M.L. Mckelvy)** 美国道氏化学公司分析实验室聚合物材料研究中心负责人。她于1979年在底特律大学 (*University of Detroit*) 获学士学位; 1982和1985年在纽约工业大学 (*Polytechnic University*) 分别获硕士和博士学位。随后进入道氏化学公司, 她在分析实验室从事用红外光谱研究解决聚合物的问题。她的研究兴趣包括运用振动光谱和红外显微光谱研究聚合物的性质。她是应用光谱学会和考勃伦茨学会会员。

**R.R. 帕佩弗斯 (R.R. Papenfuss)** 美国道氏化学公司聚合物研究中心研究人员。他在威斯康星州立大学 (*Wisconsin State University*) 获学士学位。1963年进入美国道氏化学公司, 曾在无机、有机和农产品研究小组工作。近12年来, 他主要致力于将红外定性及定量分析应用于高聚物系统的研究。现在, 除了继续从事红外光谱方面的研究, 他同时还在从事用气相色谱/基质分离/红外光谱联用技术进行聚合物及其它有关材料的研究。

**C.L. 普特齐格 (C.L. Putzig)** 美国道氏化学公司分析实验室仪器分析组主要研究负责人。他于1971年在威尼州立大学 (*Wayne State University*) 取得学士学位; 1973年在普迪大学 (*Purdue University*) 分析化学专业获硕士学位后, 他进入道氏化学公司, 主要从事红外拉曼光谱和质谱方面的研究工作, 他是14种出版物的作者或合作者。他的研究兴趣包括分子结构解析、聚合物性质研究、分离技术和光谱数据的计算机分析。

**L. 尤格 (L. Yurga)** 美国道氏化学公司分析实验室农产品分析组高级研究人员。她在密执安中心大学 (*Central Michigan University*) 获化学和生物学学士学位。于1983年进入道氏化学公司。开始有两年时间在有机产品组从事分析方法的研究工作, 后来一直在仪器分析组从事红外和拉曼光谱的研究工作。她的研究兴趣是层析色谱与红外联用技术的发展与利用。最近, 她转入农药分析组, 从事农药检测工作。

以便研究物质在不同状态下的分子结构问题。

今天,现代化的红外仪器,通过红外显微技术仅需几纳克( $10^{-9}$ 克)的样品,或通过采用基质分离红外技术,仅需几皮克( $10^{-12}$ 克)的样品,即可测出物质的红外吸收。能在如此宽范围的物理条件下对物质进行分析与鉴定,没有哪一种技术与红外光谱法相媲美。正是由于这种多方面的适应性,红外光谱分析技术已成为分析科学中的一种常用手段。

必须指出的是,拉曼光谱是对红外光谱技术的一种补充。当化合物中存在对称中心时,有些简正振动仅具有红外活性,而另一些则仅仅是具有拉曼活性。所以,许多化合物要取得完整的振动光谱,必须同时采用这两种技术。此外,当简正振动具有两种活性时,在拉曼区有很强的吸收谱带,而在红外区一般较弱,反之亦然。利用最新推出的付里叶变换拉曼技术,通过装有付里叶变换拉曼选择附件的付里叶变换红外系统,现已能够快速获得大多数物质的拉曼光谱。

与传统的色散型拉曼光谱技术相比,付里叶变换拉曼具有许多独特的优点。它取消了荧光与热裂解方式,采用掺钕钇铝石榴石激光器作激发源,其激发波长位于近红外区。现在已在市场上可以买到数家公司生产的付里叶变换拉曼光谱仪。作者预计在将来解析分子结构过程中,红外和拉曼光谱都将作为常规的分析手段。为此,我们选择了数篇有关付里叶变换拉曼光谱的文献,以飨读者。

## 一、专 著

尼奎斯特(Nyquist)收集了一本内容广泛的气相红外官能团频率专集。这些数据对于气相色谱/红外联用数据的解析有很大帮助[A1]。与该书相关的图谱被收集在另一本书中[A2]。萨特勒实验室已出版了一本有9200幅气相红外图谱的专集[A3],此图谱集由尼奎斯特编著。还有本书[A4]中收有含碳-碳双键和三键化合物的红外光谱与结构关系以及它们的红外图谱,这些图谱有助于鉴定用于合成聚合物材料的化合物的结构。在过去几年中,萨特勒实验室已将其标准图谱增加到75000个[A5]。一批含有羰基化合物的结构与图谱相关图,是通过羰基的伸缩振动频率与 $^{13}\text{C}$ 核磁共振化学位移而建立的[A6]。

中本(Nakamoto)更新了他所编著的无机物与配位络合物的红外、拉曼光谱集[A7]。石田(Ishida)通过运用红外光谱,已经编著了九本有关高聚物性质的书[A8]。克拉维尔(Craver)出版了一本关于聚合物性质的书,其中包括红外光谱的应用[A9]。梅瑟施密特(Messerschmidt)和哈特科克(Harthcock)合著了一本关于显微红外光谱学的应用与仪器的综合性专著[A10]。

P.R.格里菲斯(P.R.Griffiths)和德哈瑟斯(De Haseth)出版了一本有关付里叶变换红外理论与应用的综合性著作[A11]。雅特斯(Yates)和麦迪(Madey)编著了一本有关表面分子特性的书,其中包括红外光谱的应用[A12]。

麦克卢尔(McClure)出版的一本书是关于计算机在红外定量分析中的应用[A13]。麦肯齐(Mackenzie)在他的著作中介绍了红外光谱在微量取样、镜反射、衰减全反射、漫反射、光声光谱和发射光谱中的应用[A14]。R.J.H.克拉克(Clark)和赫特(Herter)出版了一本关于基质分离的专著[A15]。威利斯(Willis)编著的一本书,其内容是红外分析仪器的最新进展与应用[A16]。



奥斯本 (Osborne) 和费恩 (Fearn) 写了一本关于近红外光谱在食品分析中应用的著作 [A17]。在威廉斯 (Williams) 和诺里斯 (Norris) 合著的书中, 论述了近红外光谱在农业和食品工业中的应用 [A18]。

## 二、评 论

韦利 (Wehry) 和马曼托夫 (Mamantov) 对基质分离分子光谱学在分析、包括气相色谱、基质分离与红外联用 (GC/MI/IR) 中的应用方面的文章进行了评论 [B1]。吉诺 (Jinno) [B2], 泰勒 (Taylor) 和卡尔韦 (Calvey) [B3]、拉特 (Later) 等 [B4] 对超临界液体红外方面的文献进行了评论, 并讨论了超临界液相色谱与红外联用 (SFC/IR) 中直接流动与溶剂消除法的优缺点。P.R. 格里菲思评论了超临界液相色谱或高效液相色谱与红外接口方面的文献 [B5]。同时, 他还讨论了为快速除去流动相并在小面积上沉积洗脱物而采用的一体化色谱/红外接口。

P.R. 格里菲思和亨利 (Henry) [B6] 评述了气相色谱与红外联用方面的文献。将 GC/MI/IR 技术作为重点, 他们认为对极性样品的检测极限为皮克, 并认为在无惰性气体作载体的情况下, 在 77K 时对样品进行收集, 可得到实际气相色谱与红外联用的结果。赫雷尔 (Hurrell) [B7] 对于从色谱的角度实现 GC/IR 最优化方面的文献作了评论。斯莱克 (Slack) 和海姆 (Heim) [B8] 和威尔金斯 (Wilkins) [B9] 评述了 GC/MS, GC/IR 和 GC/IR/MS 方面的文献。同时也讨论了多组份混合物中物质的鉴定问题。R.L. 怀特 (White) [B10] 评述了关于 GC/IR 的基本仪器设备 (包括硬件和软件) 及其应用方面的文献。哈林顿 (Harrington) 等 [B11] 着重用通过减少噪音而不是增加信号的方法来增加仪器灵敏度的观点, 评述了 GC/IR 方面的文献。

克鲁米特 (Crummett) 等 [B12] 评述了包括 GC/IR 和 LC/IR 在内的多种技术的应用。P.R. 格里菲思和康罗伊 (Conroy) [B13] 侧重评论了高效液相色谱与红外联用中溶剂除去技术的早期工作和最新进展, 对体积排除色谱、正相色谱和微孔径高效液相色谱与红外联用中, 用流动池进行测量的有关问题进行了讨论。P. R. 格里菲思等 [B14] 对 GC/IR、LC/IR 和 SFC/IR 方面的文献进行了评论, 并侧重评论了色谱仪与红外光谱仪的接口问题。海尔格斯 (Hellgeth) 和泰勒 [B15] 对付里叶变换红外仪器的接口设计及 LC/IR 的数据处理等方面的文献作了评论。吉诺 [B16] 对 LC/IR 最新进展的文献进行了评论。格林 (Green) [B17] 对有关高效液相色谱的吸收检测器 (包括红外) 方面的文献进行了评述。德哈瑟斯 (De Haseth) [B18] 对包括 LC/IR 在内的综合技术作了评论。

弗里德里克斯 (Fredericks) [B19] 评论了红外反射、显微技术和联用技术。赫尔曼 (Hellmann) [B20] 结合自己二十年来的经验, 对采用薄层色谱与红外联用技术解决化学问题方面的文献进行了评论。格龙文亚 (Golovnya) [B21] 对顶空气相色谱与红外及质谱联用的数据问题进行了评论。

汉斯特 (Hanst) [B22] 评论了红外技术在监测大气污染物方面的进展。用红外技术已监测到周围大气中的污染物包括  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , 烃类, 过硝酸盐,  $\text{HCl}$  和  $\text{HF}$ 。狄斯 (Dhyse) 等 [B23] 对利用红外技术检测多组分复杂混合物 (如垃圾焚化炉中排出的气体) 问题进行了评论。艾莫托 (Amoto) [B24]

评述了有关遥感仪器,包括空中红外反射光谱仪方面的文献。

贝尔顿 (Belton) 等 [B25] 评论了有关红外光声光谱原理方面的文献。通过对两种多晶形药物区别的研究,证明红外光声光谱的实用性。P.R 布朗 (Brown) 和比奥切明 (Beauchemin) [B26] 对薄层色谱和红外漫反射光谱联用应用方面的文献作了评论。

普鲁斯 (Pruss) 等 [B27] 对红外光导纤维在气体的红外遥感监测中的应用进行了评论。其中着重提到氟锆酸盐纤维。并从几何参数,光谱衰减,力学性能,以及长期使用后的韧性等方面对光导纤维的要求作了总结。鲍布拉 (Bobra) [B28] 评论了计算机控制红外光谱的便携式控制设备和其它技术的发展。赫伊特 (Hewitt) 等 [B29] 通过对付里叶变换红外光谱仪取得实时分析数据的各种外在和内在因素的研究,着重评论了付里叶变换红外从实验室到生产环境的发展过程。威尔克斯 (Wilks) [B30] 写了一篇关于付里叶变换红外与滤波式红外在工业生产流程监控中的应用的评论。罗斯 (Roth) 和奥多尼尔里奇 (O'Donnell—Leachi) [B31] 对付里叶变换红外光谱仪在生产过程中流出物的多组分实时分析中的优缺点和仪器的设计进行了评论。科茨 (Coates) 等 [B32] 对最近开始使用的最新取样装置在液体取样、固体的漫反射分析及糊状物、半固体与薄膜的衰减全反射分析中的应用进行了评论。

赫希菲尔德 (Hirschfeld) [B33] 对于在付里叶变换红外光谱仪中使用迈克尔逊干涉仪而取得的光通量优点进行了评论。同时,作者也对由缩小检测器和仪器体积而产生的优点进行了讨论,当然,这种缩小并不要求达到当前吸收光谱制样中要达到的水平。

A.L.史密斯 (Smith) [B34] 对红外仪器,红外痕量分析技术和红外在大气,环境,土壤,水,聚合物,半导体,表面和界面分析中的应用进行了评论。雷夫尼尔 (Reffner) 等 [B35] 评论了与付里叶变换红外相结合的光学显微镜的应用。

W.P.格里菲斯 (Griffith) [B36] 评论了红外和拉曼光谱在分析和研究矿物质结构方面的应用。威尔克斯 [B37] 评论了水溶液体系中红外衰减全反射技术的应用。布里尔 (Brill) [B38] 对快速热裂解与付里叶变换红外光谱联用的基本原理作了评论,并以火箭推进剂和爆炸物为例,对该技术的应用进行了讨论。

科尔蔡缪斯基 (Korzeniewski) 和庞斯 (Pons) [B39] 对涉及取得电化学系统的红外光谱的实验细节进行了讨论,并介绍了一种电化学池及其表面选择规律,对一般用于分析和研究电极表面特性的光谱电化学技术也进行了讨论。

泽比 (Zerbi) [B40] 对振动光谱学,红外谱带强度,利用红外吸收强度获得分子电子参数以及在运用红外吸收强度数据时所遇到的困难等方面研究的最新进展作了评论。斯普拉格 (Spragg) [B41] 对依照比耳定律进行直接或间接红外定量分析的优缺点进行了评论。鲍沃特 (Bowater) [B42] 评论了微处理机在色散型光谱仪,数据处理站和付里叶变换红外光谱仪中的应用。米勒 (Miller) [B43] 对光声和光热技术在红外光谱中的应用作了评论。

铃木 (Suzuki) [B44, B45] 等组织了从1986年6月到1988年5月间有关红外和拉曼光谱方面的文献目录。

哈勒 (Haller) [B46] 评论了远红外光谱在半导体研究中的应用。格拉默西奥里 (Gramaccioli) [B47] 对那些能够确定热力学函数和温度因子的晶体分子的振动频率计算作了评论。戴维森 (Davidson) [B48] 对有关包含 I—V 族化学元素化合物的红外、拉曼光谱

方面的文献作了评述。让德尔 (Gendreau) 等 [B49] 写了一篇关于红外光谱在生物学中应用的评论。

波特 (Porter) [B50] 对镜反射红外光谱及其在化学改性后的表面研究中的作用与有关参数进行了评论。查贝尔 (Chabal) [B51] 评论了红外光谱在研究表面问题中的理论和实验原理及其应用。罗斯 (Rose) [B52] 对抗生素分析中红外光谱的应用作了评论。

P.T.T.翁 (Wong) [B53] 评论了高压下的振动光谱领域的进展。哈里斯 (Harris) 和查普曼 (Chapman) [B54] 评论了红外光谱在生化和药物分析中的应用。明克 (Mink) [B55] 评论了红外在催化分析中的应用。

纳费 (Nafic) 和弗里德曼 (Freedman) [B56] 对振动圆二色光谱进行了评论。这种光谱是通过左旋或右旋圆偏振的红外辐射测量光学活性分子的差示吸收, 而得到有关分子立体构象方面的信息。M.P.米勒 (Miller) 等 [B57] 评论了红外反射技术。布赖恩 (Brian) 等 [B58] 评论了光谱技术在土壤分析中的应用, 有关生化应用方面的评论包含在文章的第 I 部分。

曼茨 (Mantz) [B59] 评论了可调二极管激光器在检测空气中和半导体工业生产过程中的痕量气体的应用。科奇哈 (Kochhar) 和罗塞尔 (Rossell) [B60] 对于在食品分析中用微处理机控制红外光谱仪的作用及潜在能力进行了评论。

努津特 (Nunziante) 和托拉卡 (Torracca) [B61] 报道了十九世纪红外光谱学在化学中的早期应用的历史。谢帕德 (Sheppard) 等 [B62] 对红外、紫外和可见光谱中所用量的定义, 命名和符号提出了统一的规定。

布里尔 (Brill) [B63] 对快速热裂解与红外光谱联用技术及其在火箭推进剂和爆炸物方面的应用进行了评论。西比拉 (Sibila) 等 [B64] 对红外, 拉曼, 紫外, 可见, 近红外, 核磁和电子自旋共振等的基本原理, 存在问题及在分析中的应用作了评论。格拉塞利 (Grasselli) [B65] 评论了红外和拉曼光谱在催化剂和聚合物的检验, 化学反应的研究以及在工业实验室过程控制中的应用。

C.G.史密斯 (Smith) 等 [B66, B67] 对1984到1988年间有关合成聚合物分析方面的文献进行了评述, 并收录了利用红外和拉曼光谱进行聚合物分析方面的参考文献目录。N. K. 威尔逊 (Wilson) 和奇尔德斯 (Childers) [B68] 对MI/FT-IR方面的问题进行了评论。

## 近红外光谱分析

在电磁波谱的近红外区所产生的吸收是由中红外区基本振动频的泛频与合频而引起的 (本文不打算讨论这种由于分子向低电子状态转移过程中所产生的吸收)。此外涉及氢原子的振动 (特别是CH、OH和NH的伸缩振动) 将在近红外光谱中占主要位置。合频与泛频的出现仅仅是由于振动的非谐性而产生的。由于氢原子在振动过程中会产生较大幅度的位移, 其伸缩振动一般呈现相当大的非谐性。泛频与合频吸收比基频要弱, 在较高的振动能级, 其吸收强度大约比基频小十倍左右。虽然这个规律有许多例外 (特别是在处理高度对称分子时), 但对大多数分析应用来说, 仍不失为一个很有用的规律。从光谱学的观点来说, 合频与泛频在分析应用中的作用同基频一样重要。所有这些振动能级都极准确地决定于分子的质量

子力学状态,并反映着分子的结构,受分子结构的影响。一般来说,中红外区所包含的光谱信息量最大,而近红外区仅限于有关氢原子伸缩振动的光谱信息。由于基频吸收要比合频与泛频强许多,所以在中红外分析中所需的光程长度(样品的吸收池厚度)很短。在近红外中,一般利用0.5—10毫米的光程长度来获得0.01—0.07微米范围的吸收。除非只有很少量的样品可用于分析,谱带的绝对强度一般并不重要。由于被分析物必须快速通过采样区,光程长度较长对流动的液体样品分析来说是一大优点。光导纤维在近红外区的应用效果最佳,因为它高度透明,而在中红外区,目前尚未研究出力学性能稳定的光导纤维。

近几年来,近红外光谱的应用剧增是由多方面的因素决定的。数学数据处理,如部分最小二乘法(PLS)和多元线性回归(MLR)、对谱图很复杂、谱带很难分析的近红外光谱的解析起着重要作用。此外,取得良好的信噪比所需要的光程长度在近红外中是相当长的(0.5—10毫米),这种因素使得采用近红外透射或漫反射测量法有可能测出较低浓度的水溶液样品。它也可以得到那些光程长度在百分之几毫米范围内有变化的样品的定量测试结果。此外,这样的光程长度是一个相当大的范围,甚至粘稠物也能通过。

### 三、近红外评论

赫希菲尔德对于在粒状样品的漫反射近红外光谱分析中,样品的不均匀性对误差的影响进行了评论。最佳条件要求采样面积比现在一般仪器中所采用的都要大,并要求使用大小可调的检测器[C1]。韦耶(Weyer)评论了在近红外光谱中导数节点的使用。这种技术在多组份混合物的分析中非常有用。导数光谱中的交叉点大大降低了光谱中的干扰。作者强调指出,研究某一系统中所有组分的“纯”光谱,对于确定通过回归方法选出的测量的波长及数据处理方式是非常重要的[C2]。斯塔克(Stark)等对近红外仪器的制造,校准,计算过程和实际应用等方面的问题进行了广泛的评论[C3]。布查赖恩(Buchanan)和D.霍尼哥斯(Honigs)对近红外分析的理论基础和仪器作了评论,提出了这种技术的发展趋势[C4]。A. M. C.戴维斯(Davies)评论了近红外光谱分析方法的进展。提出了这种技术在理论上非常复杂,而在实践中却非常简单的原因。同时也涉及到仪器方面的最新进展[C5]。

马克(Mark)对于在近红外反射光谱分析中利用几种主要组分作为一种校准方法的研究作了评论。主要组份分析法可向人们提供一种近红外仪器的校准方法。它可以省去为确定实际分析中所用的变量而进行的反复试验并减少了误差[C6]。韦泽尔(Wetzel)对于用近红外反射光谱进行化学检测方面的研究进行了评论[C7]。布鲁斯(Bruce)和特恩布尔(Turnbull)对使用近红外光谱法对在线流程进行监控的优点进行了总结[C8]。

图赖尔(Tunnell)评论了产品鉴定中近红外法的应用。他强调指出,为保证该方法的可靠性,在任何一道生产环节都必须运用这种仪器作为检测手段[C9]。菲奇(Flitch)和加古斯(Gargus)对应用光导纤维化学传感取得远距离紫外—可见—近红外光谱方面的研究进行了评论[C10]。R.威廉斯(Williams)评论了付里叶变换红外在近红外,紫外和可见光谱中的应用[C11]。

斯塔克(Stark),卢奇特(Luchter)和马格希思(Margoshes)以近红外定性,定量分析为主题,写了一篇很全面的评论[C12]。作者对仪器制造,校准方法,计算方式和实

际应用等方面进行了评论。萨尔泽尔(Salzer)对近红外区的振动光谱作了评论,其中讨论了该光谱领域的特性及其在高散射样品的非破坏性分析中的效用 [C13]。丘克扎克(Ciurczak)评论了近红外光谱在药物分析中的应用 [C14]。

对近红外光谱在食品和农业分析中的应用方面,已有大量的评论发表。韦泽尔对近红外反射光谱在化学检测方面的前景和定量分析的后处理技术进行了评论 [C15]。A. M. C.戴维斯(Davies)等评论了近红外光谱法在测定面粉中的蛋白质、淀粉和脂肪及类似食品中的其它多种化学成份方面的应用;同时也讨论了数据处理方面的最新发展 [C16]。A. M. C.戴维斯和A. 格兰特(Grant)对食品和酒类的近红外光谱分析中所出现的主要吸收光谱带进行了评论 [C17]。在评论近红外光谱对匈牙利在食品和农业中的应用时,K. 卡夫卡(Kaffka)对所用仪器及其应用进行了讨论 [C18]。劳(Low)评论了近红外反射技术在确定大麦麦芽质量中的应用 [C19]。罗纳尔德斯(Ronalds)和米斯科利(Miskelly)对食品分析中应用近红外反射光谱的校准方法进行了评论 [C20]。鲍林(Bolling)和格斯坦科恩(Gerstenkorn)对于在西德运用近红外光谱法进行谷物分析的经验性、可行性及局限性进行了评论 [C21]。麦克德莫特(McDermott)评论了食物分析中近红外光谱法应用的前景 [C22]。穆雷(Murray)对近红外反射光谱法的原理及其在分析干草、麦秆、青草和青贮饲料中的应用进行了评论 [C23]。麦克卢尔(McClure)评论了近红外光谱分析在烟草工业中的应用以及一些具体的测试结果 [C24]。麦克卢尔和威廉森(Williamson)还评论了近红外光谱法在烟草工业中应用的现状 [C25]。斯塔克(Stark)对近红外法在一大批农产品分析中的应用进行了评论 [C26]。

#### 四、近红外分析技术的应用

据M. J. 史密斯(Smith)和卡尔(Carl)报导,他们利用经过改造的商品红外仪,研究了近红外显微光谱的某些应用 [D1]。马斯特森(Masterson)等 [D2] 报导了一种可用于高温条件下的积分球面光谱仪的设计及其性能。现已研究出各种各样的后处理软件,这些软件能够利用复合的近红外图谱对样品进行定量测定 [D3-D20]。美国国家标准局的魏德尼尔(Weidner)、巴尼斯(Barnes)和埃克尔(Eckerle)根据三种稀土金属氧化混合物的近红外反射光谱,提出了一种波长标准 [D21]。洛德(Lodder)和赫夫梯(Hieftje)介绍了一种利用近红外技术确定被防护层所覆盖的表层结构的方法 [D22]。

##### (一) 化合物和聚合物

布奇特(Buchet)和迪恩(Dion)利用苯并三唑的络合物和一些核苷衍生物进行氢键平衡常数的近红外光谱研究 [D23]。A. M. C. 戴维斯等利用近红外反射光谱研究食物包装用的层压材料,以便确定这种多层材料中是否有某些层不存在 [D24]。帕拉鲁茨(Paralusz)利用近红外反射光谱精确测定了纸上硅酮涂层的重量 [D25]。沃林(Walling)和达尼(Dabney)在不用对样品进行处理的情况下,利用近红外反射光谱成功地解决了为保证洗发精质量而进行的活性洗涤成份、固体、水份和苯甲酸含量及pH的测定 [D26, D27]。C. E. 米勒(Miller)和殷(Yin)发现,通过对近红外反射光谱的分析,可以测定出吸附在氧化铝颗粒上的聚十八烷基丁烯酸酯的含量 [D28]。查默斯(Chalmers)和坎贝尔(Campbell)运用近红外反射光谱,从各种引发剂制得的块状或任意形状环氧乙烷和氧化

丙烯共聚物中测出了羟基值 [D29]。C. E. 米勒和D. E. 霍尼哥斯 (Honigs) 探讨了利用近红外反射光谱确定各种不同晶形甘氨酸的可行性 [D30]。

## (二) 食品与农业

1. 固体饮料。霍尔 (Hall), A. 罗伯逊 (Robertson) 和斯科特 (Scotter) 利用近红外反射光谱鉴定红茶的质量和测定茶黄素与水份的含量 [D31]。艾克加亚 (Ikegaya) 等人也对茶叶的成份进行了研究, 他们测定了咖啡因及有关物质的近红外反射光谱 [D32]。奥斯本 (Osborne) 和费恩 (Fearn) 运用近红外反射法对红茶进行鉴定分析 [D33]。加德法姆 (Gardfam) 报道了在生产巧克力过程中利用近红外光谱测定蔗糖、水份和脂肪的含量 [D34]。

2. 谷物分析。伯特兰 (Bertrand) 等人 [D35] 报道了通过对光谱数据的多维分析确定硬质小麦的近红外吸收谱带的归属及其在判断小麦纯度方面的应用。芬尼 (Finney), 金尼 (Kinney) 和多尼尔逊 (Donelson) 通过研究整个小麦样品的近红外反射光谱, 对被破坏淀粉的含量进行估算 [D36]。近红外反射光谱对确定大米和小麦中蛋白质的含量, 也是一种行之有效的方法 [D37]。奥斯本 (Osborne) [D38] 运用近红外光谱研究各种谷物中脂肪的含量, 他还利用近红外反射技术监测面粉中蛋白质含量, 以便取得最佳磨粉条件 [D39]。鲁宾赛勒 (Rubenthaler) 和波默兰茨 (Pomeranz) 通过对近红外反射光谱的测量, 研究了这种技术对测定硬质冬小麦中蛋白质的含量来预测用该小麦制作面包的质量的可行性 [D40]。凯米尼 (Kemeny) 和韦泽尔研究了在近红外光谱中运用光谱修复法解决在硬质小麦蛋白质和水分含量分析中由于颗粒大小不一而产生的各种问题 [D41]。韦斯汀克 (Weustink) 讨论了从小麦淀粉转变为葡萄糖的酶引起的降解过程中近红外反射光谱测量 [D42]。麦克唐纳 (McDonald) 和布伦斯 (Brunns) 对采用近红外光谱法和克氏 (Kjeldahl) 蛋白测定时氮肥的影响进行了研究 [D43]。

有许多作者都进行了近红外光谱对油菜籽的分析研究。雷纳德 (Renard) 等 [D44] 和杨 (Yang) 等 [D45] 运用近红外反射光谱测定整个油菜籽中葡萄糖酯的含量。潘福特 (Panford) 等利用近红外法测定一大批油料作物 (包括油菜籽) 中的油、蛋白质、水份和纤维的含量 [D46]。科威 (Cowe) 等人也利用近红外光谱研究油菜籽中油的含量 [D47]。

3. 乳制品分析。秋山 (Akiyama) 等利用近红外透射和反射光谱对豆奶中蛋白质和水分的含量进行快速测定 [D48]。佐藤 (Sato) 等报道了运用近红外反射光谱法对黄油成份的测定 [D49]。韦林 (Wehling) 和皮尔斯 (Pierce) 利用近红外反射光谱测定干酪中脂肪的含量 [D50]。罗伯特 (Robert) 等人完成了一项对牛奶的近红外光谱进行数学处理的研究工作, 这项研究解决了在近红外光谱测定牛奶中脂肪含量时, 使光的散射问题减至最低程度 [D51]。佐藤 (Sato) 等报导了利用近红外光谱和多元线性回归法进行牛奶中主要成份的测定 [D52]。另一项关于奶粉和干酪主要成份分析的研究工作是由弗兰克许赞 (Frankhuizen) 和范德维恩 (Van der Veen) 报导的 [D53]。

4. 水果和蔬菜类。莫伦斯 (Meurens) 等利用近红外反射光谱测定了桔子原汁中氨基酸的含量 [D54]。杜尔 (Dull) 等通过近红外反射光谱研究出一种测定成熟的罗马甜瓜中糖和可溶性固体含量的非破坏性方法 [D55]。简加考姆 (Giangiacomo) 和杜尔利用近红外光谱可测定浓度低于40%的糖水溶液中的葡萄糖和果糖含量 [D56]。

5. 啤酒和酒类。哈尔西 (Halsey) 报导了在啤酒分析中利用近红外透射和反射光谱测定酒精含量和啤酒的比重 [D57]。他也研究了近红外反射光谱在测定整个麦芽中水分和总氮含量的可行性 [D58]。布维尔 (Bouvier) 报导了一种用于在葡萄汁发酵过程中测定总糖含量的连续、自动近红外技术的进展和应用 [D59]。

6. 肉类分析。巴塞洛缪 (Bartholomew) 和奥沙艾拉 (Osuala) 用近红外反射光谱作工具, 对羊肉分析中测定脂肪和水分进行了研究 [D60]。瓦尔德斯 (Valdes) 和萨默斯 (Summers) 报导了用近红外反射光谱测定家禽样品中粗蛋白和脂肪 [D61]。

7. 牧草、青贮饲料、草料、饲料类分析。W. F. 布朗 (Brown)、皮艾西梯利 (Piacitelli) 和米斯利韦 (Mislevy) 用近红外光谱分析热带牧草中的碳水化合物含量 [D62]; 德鲁特 (De Ruiter) 等则利用近红外光谱分析亚热带牧草中的碳水化合物的含量 [D63]。

W. F. 布朗和莫尔 (Moore) 将一种由湿式化学技术和近红外反射光谱相结合的方法用于草料成份分析 [D64]。里维斯 (Reeves) 用近红外反射光谱分析经过亚氯酸钠处理的草料和其它植物原料 [D65]。琼斯 (Jones) 等将近红外反射光谱用于草料中纤维、蛋白质和无机物的测定, 并将其结果与湿式化学法作了比较 [D66]。在一个合作项目中, 巴顿 (Barton) 与温汉姆 (Windham) 研究了用于草料中纤维和蛋白质含量分析的近红外反射技术的重复性 [D67], 结果表明, 近红外技术可作为一种可靠的标准方法。艾布拉姆斯 (Abrams) 等研究了测定饲料质量时所采用的 Broad-based 校准方程组的功用 [D68]。在 D. H. 克拉克 (Clark) 等所进行的一项研究中, 使用湿式化学技术与近红外反射技术对飞燕草和白羽扇豆饲料中总生物碱含量的测定, 其结果完全吻合 [D69]。D. H. 克拉克等也通过近红外反射光谱测定饲料中矿物质的含量 [D70]。在库尔霍 (Coelho) 等的一项研究中, 他们将评定饲料质量时所采用的微生物, 酶, 化学和近红外反射等各种方法作了比较 [D71]。D. H. 克拉克等研究了将近红外光谱法用于饲料中微量元素分析的可行性 [D72]。里维斯用化学分析法对饲料中的纤维素、木质素及其各成份的含量进行测定, 以确定它们与近红外反射光谱之间的相互关系 [D73]。K. J. 卡夫卡 (Kafka) 通过研究发现, 用近红外反射光谱可以准确测定氨基酸的浓度 [D74]。伯特兰等利用近红外光谱分析苜蓿中蛋白质的含量 [D75]。布劳西尔 (Blosser) 和里维斯通过三年多时间采集试样, 寻找影响湿式化学测试法与近红外反射光谱法的相关因素 [D76]。在一项协作研究试验中, 温汉姆 (Windham)、巴顿 (Barton) 和 J. A. J. 罗伯逊 (Robertson) 通过分析饲料样品中的水分含量, 将卡尔-费歇尔 (Karl-Fischer) 分析法与近红外反射分析法进行了比较。结果发现, 近红外分析法可以非常精确地测出饲料中水分的含量 [D77]。艾布拉姆斯 (Abrams), 申科 (Shenk) 和哈普斯特对利用近红外光谱法确定青贮饲料的成份的方法进行了研究 [D78]。特卡楚克 (Tkachuk)、库齐纳 (Kuzina) 和赖歇特 (Reichert) 利用近红外反射光谱和多元线性回归法, 精确地测定了青豌豆中蛋白质的含量 [D79]。乔 (Cho) 等发现, 采用近红外光谱法测定全大豆粉中 7S 和 11S 球蛋白的含量, 与超离心法所得结果有一定的相关性 [D80]。在由弗伦克尔 (Frankel)、纳什 (Nash) 和斯尼德 (Snyder) 完成的一种方法研究, 他们将评价大豆质量的各种技术所得的结果进行了比较 [D81]。近红外反射光谱也成功地被斯沃楚特 (Sverzut) 等用来测定甘蔗的化学成份 [D82]。阿尔布里奇特 (Albrecht) 等用近红外反射光谱法分析苜蓿细胞壁中碳水化

合物和淀粉的含量 [D83]。

### (三) 在药物和生物中的应用

丘克扎克 (Ciureczak) 等运用小角度激光散射和近红外反射法对制造药物的原料进行分析, 以便确定在质量控制中平均粒度的粒子可否用近红外法加以测定 [D84]。蔡休尔 (Chasseur) 通过运用近红外反射光谱法测定粒状塞米替啶 (Cimetidine), 以便确定该方法作为在生产塞米替啶过程中的近红外光谱分析方法的可行性 [D85]。特兰特 (Tranter) 等为了解析药物的近红外光谱数据, 对几种化学统计学技术进行的评估 [D86]。考图 (Corti) 等运用近红外光谱分析苯丙酸的含量, 以便确定这种方法在药物制剂质量控制中的适用性 [D87]。丘克扎克和马尔代科 (Maldacker) 通过采用近红外光谱数据的计算机辅助处理, 对阿斯匹林、咖啡因和异丁巴比妥进行鉴别 [D88]。伦纳迪 (Lonardi) 等报导了近红外反射光谱可成功地用于确定抗生素粉末中的水分和活性物质的含量 [D89]。杜布瓦 (Dubois) 等运用近红外反射光谱测定了液体药物制剂的五种组分 [D90]。通过近红外反射和MLR技术, 吉米特 (Gimet) 和龙 (Luong) 对药物中某一活性成分的多晶形物进行了定量分析 [D91]。洛德 (Lodder) 和赫夫梯 (Hieftje) 报导了运用近红外反射光谱进行药片的非破坏性分析的方法 [D92]。赫夫梯与其合作者还报导了更进一步的研究工作 [D93], 他们采用一种根据近红外反射光谱设计出的新方法确定膜片是否已老化。赫夫梯等还评定了近红外分析法在确定胆固醇及其它血液成份含量的可行性 [D94]。范土里珀根 (Van Toorenenbergen) 等成功地将近红外反射分析法用于对血清蛋白总量的测定 [D95]。蒙塔尔沃 (Montalvo) 等利用近红外反射光谱对棉尘作成分分析以及产生急性肺病反应与棉尘的关系进行了研究 [D96, D97]。

### (四) 在地质和矿物分析中的应用

汤森 (Townsend) 在野外及实验室中用近红外反射光谱测定岩石和土壤样品中的铁蚀变物质的含量 [D98]。为了迅速确定岩样的化学成份, 弗雷德里克斯 (Fredericks) 等对铁矿的近红外反射光谱进行了研究 [D99]。克罗恩 (Krohn) 对浸染金银伴生的岩石样品的近红外光谱 (0.4—25微米) 特性进行了研究 [D100]。克劳利 (Crowley) 和弗高 (Vergo) 评估了近红外光谱在高岭土矿物分析中的应用 [D101]。为了有助于对矿物进行识别, 加菲 (Gaffey) 研究了无水碳酸盐的近红外反射光谱 [D102]。

### (五) 在纺织物中的应用

戈什 (Ghosh) 和罗杰斯 (Rodgers) 将近红外反射光谱用于地毯纱线热定型最佳温度的研究 [D103]。廷切尔 (Tincher) 等对近红外光谱在热定型最佳范围进行了更进一步的研究 [D104]。廷切尔和拉克 (Luck) 报导了近红外光谱在棉与聚酯混纺纱分析中的成功应用 [D105]。莱默尔 (Lemere) 发展了一种可快速确定聚酯与棉花样品上浆量的近红外反射法 [D106]。

## 五、原位测试

科尔蔡缪斯基 (Korzeniewski) 和庞斯 (Pons) 对有关电极表面红外光谱的研究进行了评论 [E1]。布勒克 (Bullock) 等报导了一种用于红外透射光谱研究而设计与制造的具有微型金栅极的光学透明薄层电化槽装置 [E2]。该文讨论了这种装置在二茂铁的光谱电



化学研究原位测量中的应用。在另一篇报导中,博克里斯(Bockris),杨(Yang) [E8] 讨论了在电极与电解质界面的反射-吸收红外光谱测量中一种薄层流槽的设计与应用。克里斯坦森(Christensen),哈姆雷特(Hamnett)和威克斯(Weeks) [E4] 研究了硫酸溶液中甲醇在铂电极和镀铂玻璃碳电极上的吸收与氧化反应。岩下(Iwasita)等报导了用红外反射吸收光谱进行铂电极上乙醇氧化反应的分析 [E5]。布莱克伍德(Blackwood)等 [E6] 利用红外光谱完成了异喹啉在汞电极上的表面吸附部位的测量。运用多重内反射红外光谱,发姆(Pham)等 [E7] 进行了酚衍生物在铁表面的阳极氧化过程中所产生的苯氧自由基的检测。汤普森(Thompson)和帕尔默(Palmer)将原位漫反射和光声红外光谱用于碳酸钙和二氧化硫反应的研究 [E8]。卡吉(karge)和鲍尔丁弗(Boldingh) [E9] 报导了在现场对脱铝酸盐丝光沸石催化剂上焦炭形成的红外光谱的研究。

## 六、近红外光导纤维光谱分析

海曼(Heiman)等 [F1] 和非奇(Fitch)与加古斯(Gargus) [F2] 对光导纤维在远距离红外探测中的应用进行了一般性的讨论。D.E.霍尼哥斯与其合作者讨论了用80米光导纤维进行透射近红外光谱测量的付里叶变换光谱仪的进展 [F3, F4]。

下面一些文章都是讨论近红外光导纤维光谱在解决某些具体问题中的应用。近红外光谱已广泛应用于食品工业的许多分析测试项目中。贝伦(Bellon)和鲍伊斯德(Boisde)用近红外光谱测量水果中糖的含量和面粉中的水份含量 [F5]。阿拉肯(Alarcon)等 [F6] 讨论了应用近红外光导纤维对甲烷气体的检测。通过采用铟-镓-砷-磷发光二极管,该系统可检测到空气中分压约为133帕(1托)或低于2.6%爆炸极限的甲烷气体。

### 红外光导纤维光谱仪及其检测系统

目前,由于在制造既具有良好的力学性能,又对红外光高度透明的光导纤维过程中所面临的一系列问题,使光导纤维在中红外区的远距离探测和激光传送应用受到影响。虽然有关中红外光导纤维制造的材料研究已超出本综述的范围,但从最近发表的有关文章 [F7, F9] 中,读者可以找到这个问题的最新信息。

普鲁斯(Pruss)、德雷尔(Dreyer)和科克(Koch) [F10, F11] 讨论了中红外光导纤维在制造气体遥控探测装置方面的最新进展,特别提到了氟锆酸盐材料。佐藤(Saito)等运用 $As_2S_3$ 玻璃制成的红外光导纤维对烃类气体进行远距离探测,当采用波长为3.39微米的激光时,对甲烷的检测极限可达300ppm [F12]。萨吉斯(Saggese)等将氟化物玻璃光导纤维用于对氮气中的甲烷气体、水中的乙醇浓度和1,4-二噁烷中水分的测定 [F13]。作者对这些方法的优缺点也进行了讨论。

中红外光导纤维光谱的几种成功的应用是用除去表层,并经过机械稳定化处理的光导纤维完成的。除去表层的部分经过用环氧树脂覆盖,即可用作衰减全反射红外光谱的部件和红外光的通道。德鲁(Druy)等 [F14] 和杨格(Young)等 [F15] 讨论了这种技术的两种最新用途。

利用光导纤维在近红外和中红外区进行温度测量的各种装置现已有商品出售,有关这方面应用的内容可以在工业杂志中找到。艾莫里(Amory)等 [F16] 报导了这种技术的一种