

NIR

当代中国近红外光谱技术

——全国第一届近红外光谱学术会议论文集

◆ 陆婉珍 袁洪福 褚小立 王艳斌 编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

当代中国近红外光谱技术

——全国第一届近红外光谱学术会议论文集

陆婉珍 袁洪福 褚小立 王艳斌 编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书汇集了全国第一届近红外光谱学术会议的 140 余篇论文,基本涵盖了当前我国近红外光谱技术所涉及的研究和应用领域,反映了当前我国近红外光谱技术的最新水平。包括综述、硬件和软件技术、化学计量学方法、测试技术与应用、公司与产品介绍等五部分。本书可供从事分析化学、仪器分析、分析仪器以及农业、食品、制药和石油化工等专业的广大科技工作者和大专院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

当代中国近红外光谱技术:全国第一届近红外光谱学术会议论文集/陆婉珍等编.
—北京:中国石化出版社,2006
ISBN 7-80229-199-2

I. 当... II. 陆... III. 红外分光光度法-学术会议-文集
IV. 0657.33-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 122466 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)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 50.5 印张 12 插页 1266 千字

2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷

定价:150.00 元

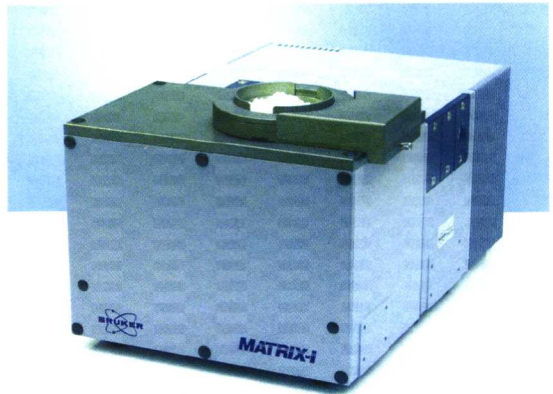
布鲁克光谱仪器公司傅立叶变换近红外光谱仪

布鲁克光谱仪器公司生产的傅立叶变换近红外光谱仪分为工业现场级(型号为MATRIX-F、MATRIX-E和MATRIX-I)和实验室级(型号为MPA),四种型号仪器既采用相同的先进核心技术,又具有满足不同现场需要的配置差异。相同的先进核心技术包括:

1. 采用三维立体角镜的RockSolid™永久准直干涉仪, Bruker的专利技术, 光能利用率比45°角干涉仪提高41%, 提高了仪器的灵敏度, 增加了抗振性和稳定性。
2. DigiTECT技术, 数字化检测器, Bruker的专利技术, 提高了仪器的灵敏度。
3. 强大的远程数据交换系统, 可选择OPC、Modbus、Profibus、RS485、RS232、4-20mA等数据交换系统与工业控制系统或其它外围计算机进行数据交换。
4. 实时诊断功能使计算机随时诊断仪器的状态, 并自动显示仪器的各种故障。
5. 光谱仪主机内置服务器与计算机之间采用Ethernet网卡进行连接控制与通讯。
6. 操作简单: 中文操作软件在中文Windows XP操作系统下运行, 图形化界面, 简单易用。
7. 模型传递: 高分辨率, 优异的灵敏度和波长准确度, 轻松实现模型传递。



MATRIX-F型傅立叶变换近红外仪



MATRIX-I型傅立叶变换近红外光谱仪

R&D100金奖产品, 新一代工业在线级傅立叶变换近红外光谱分析仪, 满足各种工业现场要求。

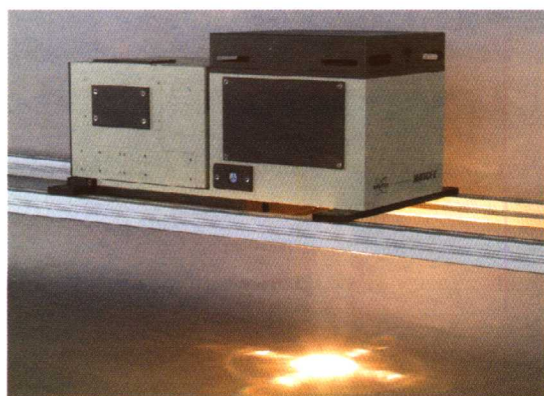
主要特点:

1. 超强稳定性: 满足车载、工业现场和在线质量控制。
2. 工业级硬件设计标准: 紧凑的设计, 优异的密封性能, 加载各种防护适应各种的工业环境。
3. 多光路扩展: 每台仪器可同时连接6个光路通道, 可根据需要在每个通道上扩展八通道光线模块, 光纤接口数量最多可达48个!

R&D100金奖产品, 适合工业现场大粒径、高水分快速制样技术的应用, 满足工业现场要求。

主要特点:

1. 超强稳定性: 满足车载、工业现场质量控制。
2. 工业级硬件设计标准: 简易紧凑的设计, 优异的密封性能。
3. 镀金大积分球设计: 10cm内径的镀金积分球, 2cm的采样窗口, 旋转台通过偏离中心点安装在积分球上, 满足不同大小颗粒度不均匀样品分析; 并可实现背景自动测试。



MATRIX™-E型傅立叶变换近红外光谱仪

R&D100金奖产品，新一代非接触式工业在线级傅立叶变换近红外光谱分析仪，直接安装在生产线上对固体样品进行非接触式实时检测。

主要特点：

1. 非接触式分析：非接触实时在线分析固体样品，避免生产线上样品堆积和仪器损坏。
2. 工业级硬件设计标准：简易紧凑的设计，优异的密封性能，适应工业环境。
3. 4个聚焦NIR光源：照射样品有效光斑直径为25mm，可选择17~50cm的安装距离，根据样品反射光强弱不同选择开启不同数量的光源。
4. 窗口保护抽屉：保护仪器，内侧带有一个标准背景，实现在线分析过程定时自动测试背景。



MPA型傅立叶变换近红外光谱仪

获得2004年“IF Design Award Winner”奖，用于方法开发和常规分析的多功能型近红外仪器，具有很强的扩展灵活性。

主要特点：

1. 扩展灵活性：用户根据需要同时或单独安装液体透射、固体光纤探头、液体光纤探头、固体漫反射积分球、固体透漫射主要近红外附件及配套的3个检测器。
2. 固体透漫射设计：采用低OH石英双聚焦透镜，在不提高光源功率的前提下，极大地提高了近红外光的穿透和检测能力，并且保证了光源的长寿命。

北京代表处：

北京市中关村南大街11号，
光大国信大厦5123室
邮编：100081
电话：(010)68474806，
68474826、68472060
传真：(010)68474799
E-mail:optics@brukeroptics.cn

上海办事处：

上海市延安西路129号，
华侨大厦1803室
邮编：200040
电话：(021)62499060，
62499061
传真：(010)68474799

成都联络处：

成都市暑袜北三街20号，
蜀都大厦1403、1404室
邮编：610016
电话：(028)86531579
传真：(028)86530645

广州联络处：

广州市黄沙大道144号，
穗丰大厦3A11室
邮编：510150
电话：(020)22291158
传真：(020)22291157

北京欧普特科技有限公司简介

北京欧普特科技有限公司是一家高科技光谱仪器销售及光学器件制造公司，她与美国ASD公司有着长期的友好合作关系。LabSpec® Pro- 以及®2500/2600 可见光/近红外光谱仪，因其特有的便携式设计以及宽广的光谱检测范围（350~2500nm），而被业内人士尊称为“可移动的近红外光谱分析实验室”。如今该仪器已经销往世界上50多个国家，她以优质和高可靠性得到了客户们的喜爱，她是现在及未来产品质量检测的优良解决方案。

美国 ASD 公司最新研制出的两款便携式可见光/近红外光谱仪——LabSpec® 2500/2600 的主要特点是增加了远程无线控制的功能以及提高了仪器的精度指标。详细资料请到《近红外光谱（NIR）—仪器专场》网站：<http://www.instrument.com.cn/zc/nir.asp> 中 LabSpec 光谱仪的“样本”栏目中下载。ASD 公司还推出了两款在线检测设备——QualitySpec® iP & RxSpec®, 她们被广泛应用于医药企业生产的质量检测（见图1及图2）。

我们应用ASD-Labspec 近红外光谱仪在诸多领域开展了建模研究工作,在全国多个省市地区完成了多种不同类型样品的建模实验。结果表明：该光谱仪的性能稳定；精度高；携带方便；适宜野外工作。以下是应用该光谱仪完成的多种实验模型：

1. 谷物（小麦粉的蛋白及脂肪含量模型，大豆粉的粗蛋白模型）（GWS）
2. 苹果、梨以及橙子的Brix糖度模型（GWS）
3. 甘蔗清汁的锤度模型（GWS）
4. 乙醇浓度模型（0~66%）（GWS）
5. 牛奶模型（脂肪，蛋白质，乳糖，总固体，非乳脂固体，灰分，冰点等）（GWS）
6. 烟草模型（尼古丁，总糖，还原糖，总氮，总氯，烟碱，叶绿素，挥发酸，挥发碱等）（GWS）
7. 造纸过程中的纸浆模型（含水率，木质素等）（GWS）
8. 纺织物品测量（印染颜色以及织物的质量）（GWS）
9. 柴油辛烷值等模型（ASD）
10. 医药模型（原料成分检测，各种维生素胶囊及其药片的含量检测，中药等）（ASD & GWS）
11. 西洋参模型（ASD）
12. 葡萄糖模型（GWS）
13. canola 籽中各种氨基酸模型（ASD）
14. 复合塑料薄膜品质及厚度的精确检测（ASD）
15. 检测 canola 籽中各种氨基酸的含量（ASD）
16. 奶酪中的脂肪和水分含量的快速测量（ASD）
17. 酱油中总酸及氨基酸态氮的快速测量（GWS）
18. 土壤中有机质含量的快速测量（GWS）
19. 油沙中沥青成分的快速测量（ASD）
20. 杉木木材密度的快速测量（GWS）

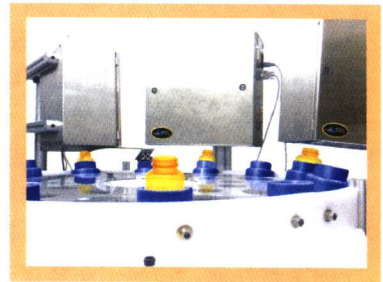


图1 RxSpec®



图2 QualitySpec® iP

便携式可见光 / 近红外光谱分析仪

——LabSpec & QualitySpec 系列



可移动的近红外光谱分析实验室

- 实验室研究及其现场应用
- 广泛用于医药，烟草，谷物，酿酒，乳制品以及石油化工等领域的产品质量检测
- 测量迅捷准确，检测成本低廉，是未来产品质量检测的主流方向

光谱范围：

350~2500nm	1000~2500nm	1000~1800nm
1800~2500nm	350~1800nm	350~1050nm



北京欧普特科技有限公司

地址：北京，中关村丰台科技园，航丰路8号，科研楼三层318室，100070

电话：010-58051732 转 601

传真：010-58051734

<http://www.goldway.com.cn>

E-mail: wangbin@goldway.com.cn

麦科伦仪器有限公司便携式近红外光谱仪

麦科伦仪器有限公司 [Micron Optical Systems (H.K.) Ltd.] 总部位于美国维珍尼亚州，专门从事近红外光谱仪器，激光仪器，液压油颗粒污染仪等仪器开发、生产、研制、销售、代理的高科技专业企业。

公司主营的近红外光谱仪器分为实验室用小型近红外分析仪和现场用便携式近红外光谱分析仪。光谱设计，仪器精度，小型化等方面处于行业领先水平。

麦科伦的近红外光谱仪的先进技术包括

- (1) 仪器仅 4kg，体积小，便于携带。
- (2) 采用全息透射光栅，InGaAs 二极管阵列 (PDA) 检测器，快速扫描；仪器内部无移动部件，光路固定，保证波长的可靠性和准确性。
- (3) 仪器配有冷却装置，保证仪器本身的恒温状态。
- (4) 采用一体化的四柱自主装置 (FIRM)，麦科伦公司的专利设计，此装置保证了分光系统的永久光学准直，不受振动的影响；并且可以保证后续的分光系统具有与第一套同样的光学准直性，有利于光谱仪之间的矫正模型转移。
- (5) 强大的软件功能。提供 PLS 和 SIMCA 两种化学计量学方法建立定量和定性模型；以及小波变换等多种预处理方法。
- (6) 软件具备自检功能，对仪器状态进行预警。
- (7) 操作简单。采集软件集采集与预测于一体，使客户易学易用。
- (8) 模型传递。软件特有的 Calibration Transfer 和 Slope/Bias 功能帮助实现模型传递。

1. 实验室研究用小型近红外光谱仪

实验室研究用小型近红外光谱仪是 Micron 公司针对大学等科研单位开发的产品，该仪器具有研究级的使用性能和教学级的方便设计，适合研究和教学使用。

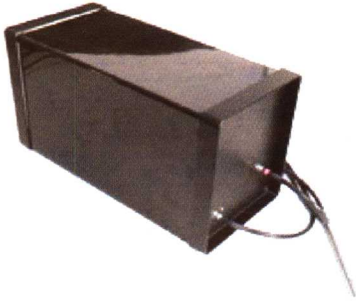
仪器特点：

- (1) 仪器结构小巧，仅重 4kg，便于携带。
- (2) 软件功能强大，带有多种小波函数，适合进行研究开发工作。
- (3) 配有多种类型光纤，可进行反射、透射采集。



2. 便携式近红外石油质量快速分析仪

便携式近红外石油质量快速分析仪是Micron公司针对石油化工行业推出的最新产品,用于实验室、现场和在线对石油产品质量的快速测定,并且实时汇报测试结果。



仪器特点:

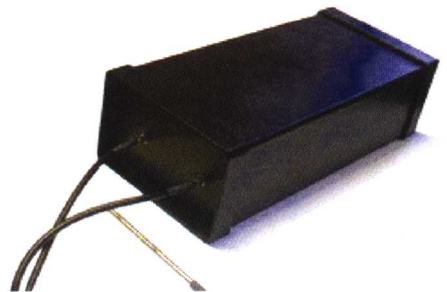
- (1) 可以快速测量燃料油的多项指标。目前开发有-10# 军用柴油、3# 喷气燃料、高闪点喷气燃料、0# 轻柴油、-10# 轻柴油、-20# 轻柴油、90# 汽油、93# 汽油等分析模型。
- (2) 测试指标包括馏程、密度、黏度、凝点、冰点、闪点、辛烷值、十六烷值等,均达到相关要求,具有良好的相关性。
- (3) SIMCA 模型可以快速区分多种不同类型的油品,做到盲油的识别。
- (4) 抗震性能好。

3. 便携式近红外燃料油质量快速分析仪

便携式近红外燃料油质量快速分析仪是Micron公司针对野外燃料油的快速检测而推出的产品,可用于实验室和现场燃料油的快速测定。

仪器特点:

- (1) 可以快速测量燃料油的多项指标。目前开发有-10# 军用柴油、3# 喷气燃料、高闪点喷气燃料等分析模型。
- (2) 测试指标包括馏程、密度、黏度、凝点、冰点、闪点等,均达到相关要求,具有良好的相关性。
- (3) SIMCA 模型可以快速区分多种燃料油,实现盲油识别。
- (4) 抗震性能更高,防水性好,能够适应恶劣的环境,更适于野外操作。



联系我们:

单位: 麦科伦仪器有限公司

地址: 北京市朝阳区广渠门外大街3号院富力城C11栋1701室

邮编: 100022

电话: 010-58766435, 58766436

传真: 010-58766437

网址: www.micronosl.com

热电集团分子光谱部 Antaris 系列傅立叶变换近红外分析仪

热电集团分子光谱部（原美国尼高力仪器公司，Nicolet Instrument Corp.）生产的 Antaris 系列专业傅立叶变换近红外分析仪（Antaris II、Antaris MX、Antaris EX 和 Antaris Target），其设计理念是建立在与制药工业、食品与饮料工业、化学和多聚物工业等行业的过程分析、质量控制、产品研发等部门广大专家合作的基础上，可为有关的工业检测需求提供优良的解决方案。



Antaris II 傅立叶变换近红外分析仪

Antaris MX 傅立叶变换近红外过程分析仪

第二代专业傅立叶变换近红外分析仪，各项性能指标为目前傅立叶近红外的较高水准，且其系统与系统间能够做到硬件之间的高度重复，具有很高的模型转移精度。

主要特点：

1. 一台仪器同时兼具多个检测器和多种分析模块（积分球、透射、光纤探头），同时实现多种用途。
2. 所有采样模块均使用高灵敏度 InGaAs 检测器，全部自动采集背景。
3. 工厂预准值光学器件，精密对针定位，系统与系统间具有高精度的重现性。
4. 仪器与计算机间高速 USB 通讯。
5. 完备的 DQ、IQ、OQ 和 PQ 认证文档；基于美国药典（USP）的性能测试；符合 21 CFR Part 11 规范的工具。
6. 操作软件按 cGMP、GLP、USP、Ph Eur、FDA、CFR 等要求设计。

专为工业现场和过程在线分析而设计的傅立叶变换近红外分析仪，融合了行业内先进的电子和通讯技术，硬件和软件均为适应工业操作环境、满足过程分析需求而设计。

主要特点：

1. 工业级标准硬件设计，采用当前先进的 ParaLux™ NIR illumination 多通道技术，是目前能够真正实现多通道同步检测的近红外过程分析仪。
2. ParaLux 多通道技术无机械切换，消除了光路偏差和检测延迟。
3. OPC 接口标准，提供 OPC 服务器端，便于实现网络化运行。
4. 可配置 PLC 控制器，Antaris MX 可与工业控制系统进行通讯，输出或输入 4~20 mA 和数字信号。
5. 采用与 Antaris II、Antaris EX 完全相同的光学平台，分析模型可任意转移。



Antaris EX 傅立叶变换近红外过程分析仪

专为危险工业环境所设计的全密封、集成的多通道近红外过程分析仪，能够在恶劣的生产环境中稳定运行，且融合了行业内先进的电子和通讯技术，满足各种特殊环境的检测需求。

主要特点：

1. 采用与Antaris MX相同的ParaLux™NIR illumination 多通道技术，实现多通道同步检测。
2. 满足多种防护等级标准：Class 1 Division 1、Class 1 Division 2、Class 1 Zone 1、Class 1 Zone 2、IP65、Vortex cooling。
3. OPC 接口标准，提供OPC 服务器端，便于实现网络化运行。
4. 可配置PLC 控制器，Antaris EX 可与工业控制系统进行通讯，输出或输入4~20 mA 和数字信号。
5. 采用与Antaris II、Antaris MX 完全相同的光学平台，分析模型可任意转移。



Antaris Target 混合过程分析仪

专为药物混合过程设计的便携型近红外过程分析仪，可广泛应用于固体片剂的配方开发以及成型过程，该分析仪能够安装于混合罐罐体，用于实时检测，将极大地改善片剂生产的质量稳定性，提高产量。

主要特点：

1. 采用了微电子机械系统（MEMS）技术，具有一流的分析性能，出色的重现性和可靠性。
2. 仪器与计算机间采用 802.11b 无线网络通讯。
3. 内置大容量充电电池，保证仪器的长时间可靠运行。
4. 可通过 OPC 接口或 PLC 控制器与工业控制系统进行通讯。
5. 无需建立分析模型，采用移动窗口法直接分析光谱偏差变化，判别混合终点。
6. 具有完备的认证体系，操作软件按 cGMP、GLP、USP、Ph Eur、FDA、CFR 等要求设计。

热电（上海）科技仪器有限公司

北京办事处

北京市金融街 23 号平安大厦 1018 室 100032
Tel: 010 - 58503588
Fax: 010 - 66210845

上海办事处

上海市浦东新区新金桥路 27 号 6 号楼 201216
Tel: 021 - 68654588
Fax: 021 - 64451101

广州办事处

广州市东风中路健力宝大厦 3003 - 3004 室 510030
Tel: 020 - 83487138
Fax: 020 - 83486621

美国生产部地址

Thermo Electron Scientific Instrument Corp.
5225 Verona Road, Madison
53711, U.S.A
Email: info.china@thermo.com

英贤仪器

中国近红外之光

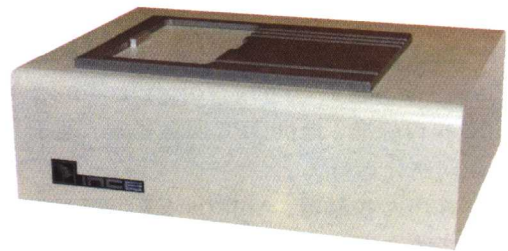
北京英贤仪器有限公司 (INCE) 是北京市科委认定的高新技术企业。公司以光谱仪器及各类分析软件的研发、制造、销售、服务为一体,是国内专业提供成套近红外光谱分析技术的单位,生产的系列近红外光谱仪多次荣获BCEIA金奖,广泛应用于石油化工、食品、医药、科研和教育等领域。

公司秉承“诚信求实、科技创新、团结奋进、共创辉煌”的企业发展宗旨,先后与中国石化石油化工科学研究院(RIPP)、清华大学、中国疾病预防控制中心、中国农业大学等多家科研院校合作,组成强大的分析专家队伍,为用户提供应用方法和技术咨询服务。我们愿与国内外分析界的朋友建立起广泛的合作,为推动我国分析仪器及技术的发展做出贡献。

近红外光谱仪器系列产品:



NIR-3000 **近红外光谱仪**



NIR-3100 **聚合物分析仪**



NIR-6000 **在线近红外光谱仪分析系统**

INCE-9200MT **近红外光谱仪**INCE-9210MT **近红外牛奶分析仪**INCE-9500MT **在线近红外光谱仪分析系统（长波）**INCE-93X0MT **系列便携式光纤光谱仪**INCE-9340MT **长波近红外光谱仪**

公司名称：北京英贤仪器有限公司
中文地址：北京市丰台区科兴路7号B108室
邮编：100070
网址：<http://www.sinonir.com>
电话：010-83671098 63786760
传真：010-63744845

全国第一届近红外光谱学术会议

主办单位：

中国分析测试协会 中国石油学会石油炼制分会

赞助单位(排名不分先后)：

布鲁克光谱仪器公司

北京欧普特科技有限公司 & 美国 ASD 公司

ABB(中国)有限公司

北京英贤仪器有限公司

北京华夏科创仪器技术有限公司

麦科伦仪器有限公司

热电(上海)科技仪器有限公司

上海步琪实验室设备技术服务有限公司

皆能(亚洲)有限公司

福斯中国有限公司

珀金埃尔默仪器(上海)有限公司

上海棱光技术有限公司

支持媒体：

仪器信息网

全国第一届近红外光谱学术会议

大会主席团

主席：陆婉珍

副主席：王顺昌 李大东 陈星旦 张子仪 戴景瑞
闫成德 张渝英 庄乾坤

学术委员会

主任：陆婉珍

副主任：袁洪福 严衍禄 梁逸曾

委员：(按姓氏笔画为序)

丁海曙	王小如	王京华	王家俊	王艳斌
卢家炯	石春海	田松柏	孙素琴	孙岩峰
任玉林	吕进	冯新沪	应义斌	吴玉田
吴海龙	陈斌	张卓勇	张存洲	邵学广
金少鸿	林君	罗国安	范世福	杨曙明
相秉仁	修连存	徐可欣	黄玉东	蒋士强
韩东海	褚小立	谢益民	彭玉魁	熊春华
廖延彪	瞿军	瞿海斌		

组织委员会

主任：汪正范

副主任：张宝吉 杨海鹰

委员：(按姓氏笔画为序)

王艳斌	田高友	刘慧颖	孙岩峰	许育鹏
杨玉蕊	鲁长波	褚小立		

前 言

全国第一届近红外光谱学术会议是在中国分析测试协会和中国石油学会石油炼制分会的共同主持下召开的。我们在2006年初发出了征稿通知，全国各大专院校及企业单位踊跃投稿，共收到论文150篇，录用142篇。论文内容十分丰富，应用范围极广，而且有部分工作已取得明显的经济效益。综述性的论文不但针对一些特定领域的最近进展做了归纳，而且对我国如何将近红外光谱技术巩固并发扬光大提出了许多诤言。论文中也有不少有关光谱硬件设计及评价的经验介绍，更可喜的是其中不乏自主创新的论述。部分论文对近红外光谱分析中不可缺少的化学计量学软件和方法提出了宝贵建议。

由于近红外光谱分析技术特有的优点，已受到各方面的关注。在我国，虽然初期的工作略显缓慢，但自2004年以来，其发展速度已十分迅猛，这次会议的论文也显示了这个时代的特征。

这次会议最早是由中国分析测试协会秘书长王顺昌教授倡议召开的。在筹备过程中，中国石油学会石油炼制分会张宝吉博士、石油化工科学研究院第一研究室田松柏和杨海鹰主任都给予了各方面的支持，在此一并致谢。

为了便于有兴趣于这一技术的人们参考，现将论文稿件汇编成文集。出版前曾由汪正范、袁洪福、严衍禄、张卓勇、刘慧颖、黄安民、陆婉珍、褚小立、王艳斌和许育鹏等进行了认真审稿，并对少许稿件做了必要的修改，但因时间仓促，仍难免有遗漏及错误，敬请作者和读者随时指正。

陆婉珍
2006.8.30

目 录

综 述

石科院从事近红外光谱分析研究的经历	陆婉珍(1)
近红外分析中的光谱仪问题	陈星旦(4)
国家自然科学基金委化学科学部分析化学学科发展战略及优先资助领域	庄乾坤(7)
近红外光谱技术与仪器的发展和推广应用	范世福(9)
近红外光谱技术在林业科学中的应用研究	江泽慧 黄安民 杨忠(14)
迷人的近红外光谱分析技术发展思考	袁洪福(19)
近红外光谱分析技术在中国糖业中的应用	卢家炯 黎庆涛(27)
近红外光谱分析技术在欧美制药工业中的应用和最新进展	罗苏秦(33)
近红外技术在发酵过程监控中的应用	王茜 李卉 Don Livermore等(42)
现代中药生产的近红外在线检测及智能控制系统	罗国安 杨辉华 王勇等(47)
化学计量学与近红外光谱相结合研究的若干新进展	吴海龙 韩清娟 宦双燕等(54)
近红外光谱分析技术在禾谷类作物品质分析中的应用和展望	吴建国 石春海(58)
近红外光谱分析技术在农产品/食品质量与安全检测中的应用研究进展	应义斌(65)
近红外光谱技术在植物资源化学和造纸工业中的应用	谢益民 吴新生(71)
近红外光谱应用于散射介质中成分检测的几个主要问题	刘蓉 徐可欣(81)
农产品品质检测中的近红外光谱分析技术研究	王一鸣 吴静珠 祝诗平等(88)
近红外光谱技术用于军用油料质量监控的现状 & 展望	熊春华(95)
近红外光谱定量与定性分析规范介绍	王艳斌 褚小立 陆婉珍(99)
近红外光谱分析技术在液态乳检测上的应用	韩东海 鲁超 皮付伟(106)
近红外在航天复合材料领域中的应用	黄玉东 姜波 李伟等(112)
NIR 分析技术在食品工业应用中的几个关键问题的探讨	陈斌 陆道礼(117)
近红外光谱分析技术在液体推进剂分析测试中的应用研究	王菊香 邢志娜 叶勇(125)
近红外光谱分析技术及其在含能材料中的应用	黄友之 董守龙 任芊等(133)
近红外光谱技术在膳食纤维测定中的应用	庄小丽 张卓勇(138)
近红外光谱技术在生物学中的应用	王景红 吉海彦(143)
国产近红外技术的优化整合、可持续自主创新以及产业化政策、技术扶持策略研究	李军会 张文娟 赵龙莲等(150)
近红外光谱法在饲料检测中的应用	屈健(154)
国外粮食近红外光谱检验近况	吴存荣 周展明 唐怀建(158)