

MATRIX-F/-MF

- 生产过程实时监控

Innovation with Integrity

FT-IR / FT-NIR



FT-IR / FT-NIR 过程光谱仪

- 测量关键工艺参数，实时监测与控制生产过程

如今光谱法已成为在线过程监测和优化的重要手段。布鲁克光谱仪连接光纤探头可以实时直观地在线监测生产过程。

布鲁克公司屡获殊荣的 MATRIX 系列 FT-IR 和 FT-NIR 过程控制光谱仪，可直接在过程反应釜或管道内测量，从而更好的理解和控制生产过程。其创新性的一体化设计保证了测试结果的长期连续可靠性，减少仪器故障发生频率，真正意义上实现了仪器之间模型的传递和共享。同时，仪器设计紧凑、坚固耐用，性能优越，稳定性高，维护成本低。

布鲁克具有丰富的在线实际应用经验，目前已在化学、石化和聚合物行业，以及药品、食品与饲料生产领域安装了数千台布鲁克在线光谱仪。



● MATRIX-F 过程光谱仪

FT-NIR 过程监测

如今，制造商们不仅力求确保终产品的质量，而且致力于将终产品的质量监控从实验室转移到生产过程的实时监控，从而提高生产效率。

通过严格控制生产过程品质检测，可以优化物料使用，降低不合格产品生产率，从而节省成本。

使用在线 MATRIX-F FT-NIR 光谱仪的主要优势有：

- 提供快速准确的在线结果
- 绿色无损，多组分同时分析
- 可选光纤扩展模块——内置式6通道多路器
- 模型直接传递
- 坚固耐用，维护成本低
- 可用于防爆危险区
- 以太网连接和支持工业标准通信协议

FT-NIR 分析技术的实时在线监控的优势已众所周知。然而传统的光谱仪只能安装在靠近监控生产线的地方，这意味着将分析操作人员暴露在高温高湿、噪音、粉尘等恶劣环境中。而且，测量点有时很难接近，甚至是防爆等危险区。

通过利用光纤技术，MATRIX-F 主机可与实测点相距数百米，将探头直接安装在采样点，大大简化了工业现场测试的难度。此外，当环境特别恶劣时可将主机置于带空调的工业小屋内，这样可以消除极端温度影响，进一步优化光谱仪的性能，还可以保护 MATRIX-F，防止其遭受过度污垢和灰尘。

布鲁克光谱可根据客户不同在线分析需求，提供完整解决方案。

光纤的优势



● MATRIX-F 一台仪器，多种可能

MATRIX-F 系列

MATRIX-F 是目前唯一的只用一台仪器就可对物料进行接触式测量和非接触式测量的光谱仪。有不同的测量附件可供使用：

■ 光纤探头：

可根据需要配置漫反射、透反射或不同光程长度的液体透射探头，以及流通池或其他试验性装置。还可根据物料性质选择配置不同材质的探头，如不锈钢、哈氏合金或陶瓷。此外，探头还可量身定制不同长度及各种法兰。

■ 非接触式测量的发射探头：

非接触式发射探头内置钨灯光源，可以直接照射样本，并将收集的散射漫反射光通过光纤传输至光谱仪。通过这种方式，可以进行远程非接触式测量，实现一系列全新应用。

标准版 MATRIX-F 可灵活配置各种不同的光纤探头，广泛用于反应器、管道或旁路的在线过程监测。它可以提供多达六个流通池或探头的光纤连接，对液体和固体进行接触式测量。

对于非接触式测量，布鲁克设计了 MATRIX-F emission。它利用非接触式的发射探头，可直接在传送带上或通过视窗对固体样本进行测量监测。

MATRIX-F duplex 是 MATRIX-F 和 MATRIX-F emission 的组合。由于配备了两个检测器，光路可在内部或外部光源之间进行切换，为客户提供充分的灵活性。MATRIX-F duplex 是市场上唯一可以仅用一台仪器进行接触式测量和非接触式测量的近红外光谱仪。



MATRIX-F: 经典 FT-NIR 光谱仪，通过光纤连接流通池或浸入式探头，用于固体或液体分析。



MATRIX-F emission: 特别版 MATRIX-F 光谱仪，通过光纤连接非接触式发射探头，仅用于非接触式测量。



MATRIX-F duplex: 经典 MATRIX-F 的扩展型号，可同时连接常规光纤探头和非接触式发射探头。

附件

浸入式探头

浸入式探头广泛地应用于 FT-NIR 过程控制。许多情况下，设备或反应器需要事先配备用于连接浸入式探头的标准端口。布鲁克将帮助您选择最佳材质的合适探头，从而与您的工艺条件相匹配。

浸入式探头可根据测量方式分为三类：

- 用于透明液体的透射探头
- 用于固体材料的漫反射
- 用于悬浮液或乳液的透反射探头

根据不同需求，有不同类型的光纤可供使用。标准透射探头使用单光纤，而透反射和漫反射探头通常利用光纤束来进行光信号的传输。

光纤探头信号传输高精度、高重复性。同一类型光纤探头建立的校正模型，可在不对数据进行任何处理的情况下进行模型传递。

流通池

除浸入式探头外，流通池也广泛用于过程控制。流通池可直接安装到管道或旁路中，使待测样品流过流通池。流通池尺寸各异，从而适用于不同的管径。其测量方式与浸入式探头类似，光纤将来自近红外光源的光束照射到样品。光穿透样本后，被另一根光纤采集并传输回检测器。

光纤通常利用支架固定位置。因此，可以在更换或维护光学元件后，还可高精度无偏差重新安装，保证光路的准直性，从而实现模型传递。

布鲁克光谱提供各种类型流通池，充分满足客户的特定需求。



透射探头，可选带法兰，用于测量透明液体（图片：Hellma Analytics）。



漫反射探头，用于漫反射测量固体、浆状物和不透明液体（图片：Solvias AG）。



透反射探头，用于测量散射性液体，例如，发酵液、浆料、乳液，以及各种各样的牛奶和奶油。



视窗式流通池，可安装在管道系统或旁路（图片：Solvias AG）。



法兰式流通池，可安装在管道系统或旁路（图片：Hellma Analytics）。

非接触式发射探头

布鲁克设计的非接触式发射探头用于在漫反射模式下对移动的固体物料进行非接触式测量。较之传统的漫反射探头，此探头具备以下独特优势：

- 两个 NIR 光源可照射直径大约 10 mm 的采样面积——是传统漫反射探头的 20 倍。
- 采用单束光纤将光信号传回光谱仪，比传统探头更节约成本。
- 探头内置背景，可在过程控制时自动测量背景，无需拆卸探头，比其他固体探头操作更便捷。

大的采样面积可以降低样品颗粒尺寸的影响，非常适于测量非均质样品，如食品、饲料、聚合物颗粒或浆液。

发射探头可连接到管道或反应釜的视窗上，还可以架设在传送带上测量移动的物料。

MATRIX-F 具有多路扩展功能，内置光学多路转换器，一台主机可控制多达 6 个探头。与光栅或滤光片技术相比，既保证了高准确的结果，也大大降低了每个侧测量点的投资。

效用最大化

布鲁克开发了各种附件，可在要求最苛刻的环境下安装探头。

- 回流冷却装置可用于高达 75°C 高温区域。
- 空气吹扫装置可用于易产生灰尘的区域，防止测量窗口积垢。
- 橡胶防尘罩可进行灵活连接，使仪器安装到振动机械上，例如筛具。

此外，可根据视窗或管道定制不同附件。



探头可置于实验室底座上，用于离线测量。



探头可连接到各种反应器的视窗。



探头可安装橡胶防尘罩和视窗灵活连接，保持测量区的清洁，防止污垢和灰尘进入。



吹扫装置可以防止测量窗口积垢，譬如，静电引起的灰尘。

附件

过程分析仪机柜

MATRIX-F 及其外围设备, 如外部光纤多路器和工业 PC 等, 都可放入标准的 19 英寸工业机柜中, 非常适于在过程分析仪机柜内使用。

以下情况推荐使用机柜:

- 温度变化剧烈
- 需要对光谱仪的访问进行限制
- 暴露于大量灰尘中
- 湿度特别大的环境

空调柜可保持内部恒定的温度和湿度, 因此即使外界条件有波动也能保证稳定测量。

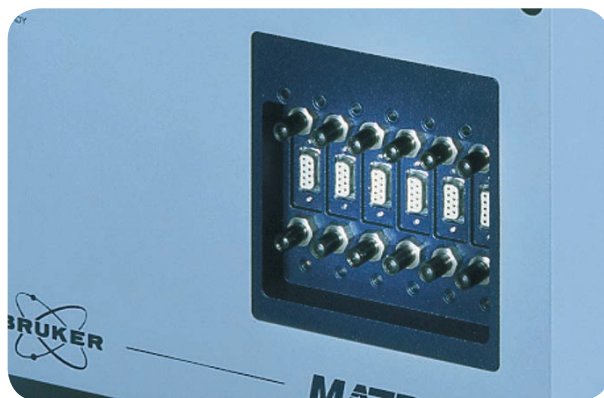
布鲁克提供大小两种不同尺寸的机柜。大尺寸机柜能为 MATRIX-F、外部 6 端口多路器和带 TFT 显示屏的工业 PC 提供足够的空间。小尺寸机柜专为有限空间而设计, 可以装入一台 MATRIX-F。



配置空调系统和工业PC(带TFT显示屏)的大尺寸机柜。

多路器

MATRIX-F 光谱仪提供 1 通道、2 通道或 6 通道内部多路器。通过一台 MATRIX-F, 最多可监控 6 个测量点, 从而降低投资成本。光纤探头可利用标准 SMA 接头或 BQC (布鲁克快速接口) 连接到光谱仪。



如果需要, 可利用外部 6 通道多路器监控更多的分析点, 进一步扩大 MATRIX-F 的多点分析功能。与内部多路转换器类似, 外部多通道扩展模块采用连续、精确的光学转换机制, 确保测量精确性和可靠性。外部多路器同样可用 SMA 和 BQC 接口连接光纤。

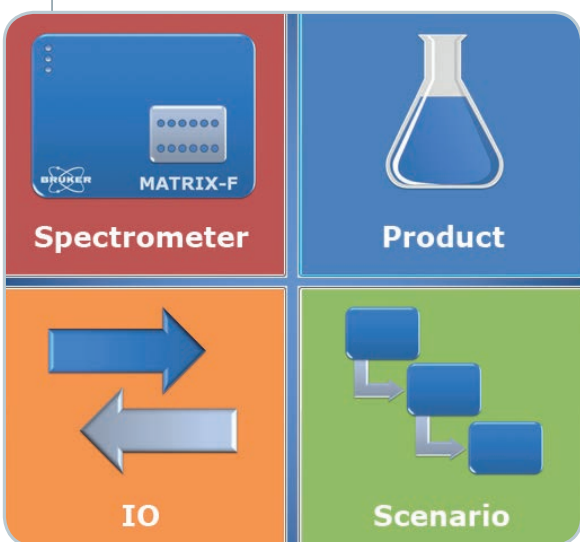


● 软件

CMET 过程软件

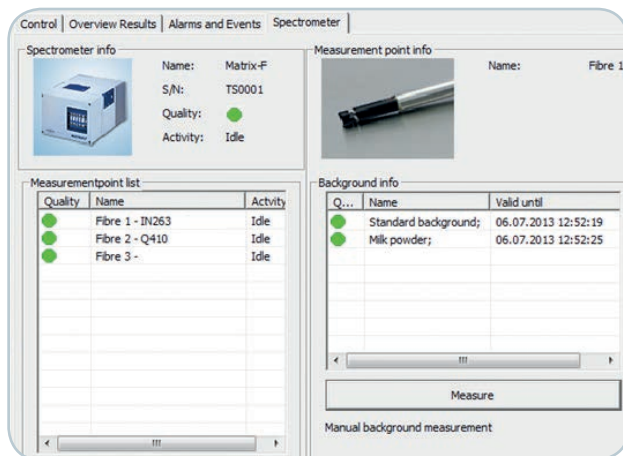
在过程分析过程中，稳定可靠的软件解决方案必不可少。布鲁克在OPUS 软件的基础上，利用 OPUS 软件通信和评估功能，开发了独立的过程控制软件：CMET。同时借助看门狗嵌入式监测功能，可保证 CMET 的可靠性和长期稳定性，确保软件无故障运行。

CMET 由 Setup 设置界面和 RunTime 运行环境两部分组成。设置界面部分由模块化的光谱仪设置、产品设置、输入-输出通信协议设置以及方案设置组成。可针对不同的应用，灵活结合各种必要功能设置不同应用方案。

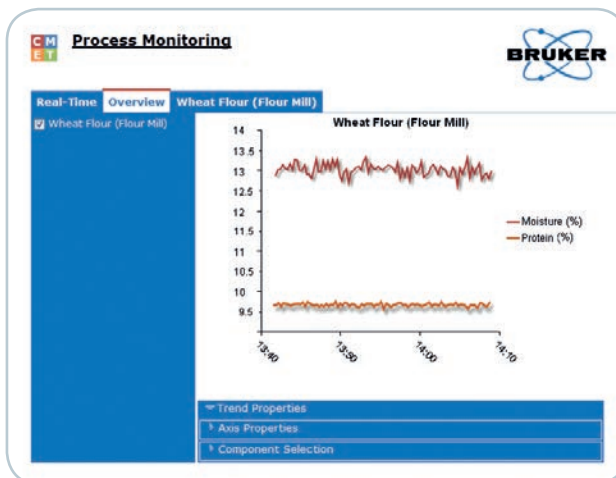


在方案设置中将所有设置进行整合。如用户可以指定特定的光谱仪使用特定的测量通道测量特定的产品。如有必要，还可定义外部触发器，将 CMET 的结果集成到其他中控软件中。

设置完成后，即可执行 Runtime 软件。Runtime 软件会为用户提供运行方案的完整视图，可查看当前任务以及所有指定产品的趋势图。



当前运行方案的趋势图都在浏览器中显示，可随时对之进行查看和分析。



CMET 提供工业标准接口可以集成到各种过程控制环境中，支持各种标准通信协议，包括：

- 4-20 mA
- Modbus
- Profibus DP
- OPC
- ...

● MATRIX-MF FT-IR 过程光谱仪

FT-IR 过程监测

MATRIX-MF 是布鲁克 MATRIX 过程光谱仪系列的中红外 (FT-IR) 版。它采用与 MATRIX-F 同样的耐用紧凑设计, 具备良好的耐用性和稳定性。采用 ATR (衰减全反射) 探头对样本进行测量, 无需进行复杂的样本制备。

MATRIX-MF 利用信息丰富的中红外区 (也称为“指纹谱区”)。中红外吸收相对近红外重叠少, 官能团吸收明显, 可以通过峰高或峰面积变化来监控反应过程。给研发、应用开发或过程优化带来巨大便利。

MATRIX-MF 提供两种不同的检测器: DTGS 和 MCT。

DTGS 检测器可在室温下使用, 但灵敏度较低, 测量时间相对较长。

对于要求更高的应用, 布鲁克推荐使用 MCT 检测器。MCT 检测器灵敏度更高, 响应速度更快, 但必须在低温下工作。根据具体应用, 布鲁克提供了液氮 (LN₂) 冷却的检测器, 或永久冷却检测器:

- LN₂: 检测器冷却时间持续 12 h 或 24 h
- 永久冷却: Cryocooler 或 TE 冷却检测器

MATRIX-MF 标准配置 1 个光纤端口用于连接 ATR 探头, 可灵活选配, 最多可选配 6 个端口。ATR 探头通常配备传输损耗小的卤化银光纤, 光纤最长可达 5 米。

MATRIX-MF 具备与 MATRIX-F 一致的长期稳定性和高精度。布鲁克提供可选附件, 利用干燥空气或 N₂ 对光谱仪进行吹扫, 以消除水蒸汽和二氧化碳造成的红外吸收干扰, 优化光谱性能。在环境恶劣时, FT-IR 还可安装在受控的温度和湿度的机柜内。

MATRIX-MF 的应用领域包括:

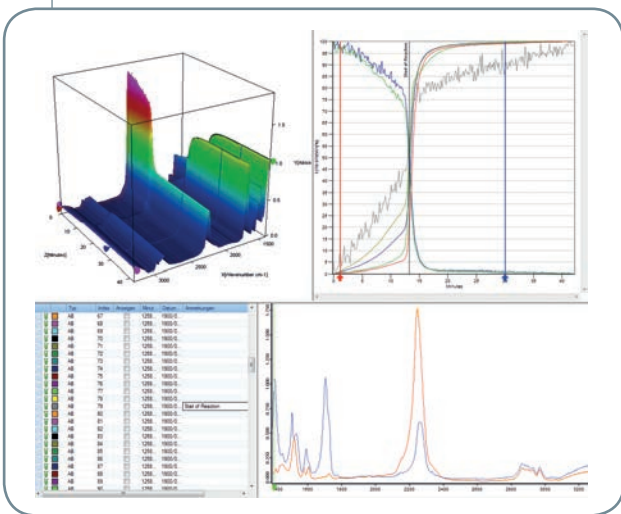
- 常规性研究和中试任务
- 高分子化学
- 有机合成
- 发酵
- 催化反应



MATRIX-MF FT-IR 过程光谱仪

反应监测软件

为最大化利用 MATRIX-MF，一款灵活且直观的软件至关重要。布鲁克的反应监测软件具有多种不同功能，可提供当前过程状态的总视图，以及随时间发展变化的三维视图，使得实验室科研人员或生产过程工作人员可以管理并监测反应或过程。



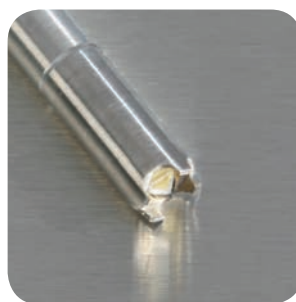
软件可设置观察特定的重要信息来监测简单的化学反应，譬如设置观察特定的峰高或峰面积用于监测生产过程。

对于更复杂的过程或研发目的，可实时设定不同的预处理方法或多变量分析方法，采用最佳方式来监控过程趋势。另外，三维报告也用于过程监测和终点判断。布鲁克软件为设置和定义过程反应的终点提供了不同方式。

通过集成的事件日志，可精确记录所有与当前测量光谱对应的操作（譬如，搅拌或添加化学物质）。通过这种方式，可将光谱变化与外部影响或化学反应关联起来。

FT-IR 光纤探头

布鲁克可提供多种材质的 ATR 探头以适应用户的不同应用需求。在大多数情况下，高硬度和高耐腐蚀性的金刚石 ATR 探头是最佳解决方案。然而对于某些化学物质，如氰酸酯或异氰酸酯，则可能有必要使用 Silicon ATR 探头。布鲁克有不同直径、长度、材质的多种探头可供选择，并且也有防爆型号，适应过程控制需求。



金刚石 ATR 光纤探头（直径 6mm），带防护金属尖端，同样适用于 ATEX 区。



金刚石 ATR 光纤探头（直径 12mm），同样适用于 ATEX 区。



Silicon ATR 光纤探头（直径 6 mm），异氰酸酯测量的理想选择。



小金刚石 ATR 光纤探头（直径 3.17 mm），适用于小型反应器。

● 防爆区解决方案



布鲁克的过程光谱仪 MATRIX-F 和 MATRIX-MF 及其光纤探头均经过认证，可用于有爆炸危险的区域。标准光谱仪和光纤探头可进行改装，以符合爆炸危险区的高安全标准。

基于整个系统的不同部件布置于防爆区域，可进行以下改装：

- 在防爆区通过光导管进行数据传输
- 整机防爆，通干燥空气或氮气维持仪器内部正压状态
- 所有表面材料（光缆、电缆等）符合关于静电放电的 ATEX 要求

MATRIX-F ex

MATRIX-F 通过 ATEX 防爆认证，并符合以下标准：

- II 2G Ex px II T6 Gb
- II (1) G [Ex op is T4 Ga] II C

MATRIX-MF ex

MATRIX-MF 通过 ATEX 防爆认证，并符合以下标准：

- II 2G Ex px II T6 Gb
- II (1) G [Ex op is T4 Ga] II C

用于防爆区的非接触式发射探头

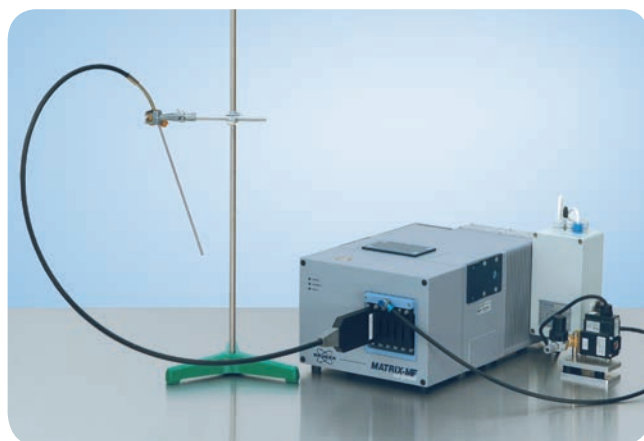
结合 MATRIX-F 主机，Q412 传感探头也通过 ATEX 认证。它符合以下防爆标准：

- II 2D Ex tD A21 IP 6X T85°C
- II 2(1)G Ex d [op is T6] IIC T6

基于通过 ATEX 认证的仪器，布鲁克能为客户带来量身定制的解决方案，在危险环境下满足客户的特定要求。



防爆型 MATRIX-F ex



带金刚石 ATR 探头的 MATRIX-MF ex



防爆非接触式发射探头的 MATRIX-F emission

● 验证

布鲁克 FT-IR 和 FT-NIR 光谱仪内部配备有标准材料和滤光片的自动滤光轮，由 OPUS 软件的 OVP (Optics Validation Program) 程序控制，自动按照相关标准对仪器进行性能检测，并对仪器性能指标进行评估，以确定仪器运行状态是否正常、规范。

此外，布鲁克为用户提供整套质量标准验证软件包，如 USP 和 Ph.Eur 等。OPUS 还支持用户自定义验证程序，以满足不同的验证要求，并以人性化图像界面，帮助用户顺利完成操作。

完全符合 GMP 和 21 CFR Part 11 相关规定

OPUS 光谱分析软件带有符合 GMP 标准要求的实验室日常工作规程标准，具有多级用户的多级别安全管理、不可编辑的数据文件和完整历史记录审核追踪等特点。此外，OPUS 完全支持 FDA 颁布的 21 CFR Part 11 规定 (电子记录、电子签名)。

过程控制软件解决方案

布鲁克光谱面向过程控制行业的所有软件产品，包括 OPUS (OPTics User Software)、CMET 以及反应监测软件，均经过充分验证，能可靠地满足客户要求。

认证

布鲁克光谱的产品及服务完全符合所有质量标准，如 ISO 9001 和 ISO 13485；满足多家制药企业的审核标准，被公认为软件和硬件最合格的供应商，可为每位客户提供完整的仪器及附件的认证证书。

布鲁克验证手册



● 应用

农业、食品&饲料

从 20 世纪 70 年代的第一批商用近红外粮食分析仪，到现在的傅立叶变换近红外光谱仪，近红外光谱分析技术在农业、食品和饲料行业的应用经历了飞速的发展。不过在过程控制中，大多数食品生产厂依旧使用简单的传感器来监测生产，如温度、流速、pH 值等。这些参数在评估产品质量时往往作用有限。

FT-NIR 光谱仪不仅能对不同生产阶段的物料进行定性判别，尤其重要的是可同时得到多个关注成分的定量结果，如脂肪、蛋白质、水分或固体总量等，较传统分析拥有巨大的优势。

FT-NIR 分析的典型应用领域有：

- 饲料及饲料原料
- 油籽和谷物
- 食用油和煎炸油
- 乳制品
- 生物燃料
- 甘蔗和甜菜

示例：奶粉生产

喷雾干燥是奶粉生产中的一个关键工艺环节，其特点是能耗高。

通过在储料罐或喷雾干燥塔入料口以及流化床干燥器的粉末出口处安装近红外探头，对水分含量进行连续监控，可以使水分含量更加接近目标值，不仅控制了能耗，直接降低了生产成本，此外，还降低了产品不合格率，减少了返工和停机，提高了生产效率。

示例：油料加工

根据油的类型，种子/果实要在应用机械或溶剂萃取之前进行冷压或热处理。采用在线 FT-NIR 对萃取的物料以及压后油饼的水分和油位实时监测，能快速可靠地提高过程效率。

直接对毛油的游离脂肪酸、磷脂或蜡等参数进行分析后，进而可对后续精炼过程进行生产工艺优化，避免产生不合格生产批次，降低代价高昂的返工。

示例：黄油生产

因为水比脂肪便宜得多，从经济的角度来看，控制黄油的质量，最重要的是最大限度的提高水分含量使其接近标限 16%。可利用近红外漫反射光纤探头或发射探头通过标准法兰安装于黄油生产流路中对其水分及含盐量进行监测。

考虑到高吞吐量和 24/7 全天候运行，FT-NIR 技术通常在几个月内就可实现投资回报。



非接触式发射探头安装在传送带之上，对豆粕进行连续分析。

化工、聚合物&制药

目前，化工、石化和制药行业都意识到将质量控制从最终产品转移至生产过程中，采用过程分析技术（PAT）对反应过程和生产流程等各个工艺环节进行控制，更能可靠的确保最终产品质量。布鲁克 FT-NIR 光谱仪可对原料、中间产品和最终产品进行实时分析来实现过程控制。

示例：化工行业

FT-NIR 技术检测速度快，包含了丰富的样品信息，可以同时分析多种组分指标，且结果精度高，被广泛的用于各种化工领域中。典型应用有：监测基础化学品的合成、蒸馏和精馏工艺，以及化学反应的终点判定。

示例：聚合物产业

通过 FT-NIR，可以在聚乙烯等聚合物的生产关键加工环节监测密度、熔融指数、羟值或游离单体含量等典型参数，这些参数不但对挤压等工艺环节十分重要，而且对把控聚合物生产品质也十分关键。此外，近红外还广泛应用于橡胶在线分析，监控乙烯基和苯乙烯含量。

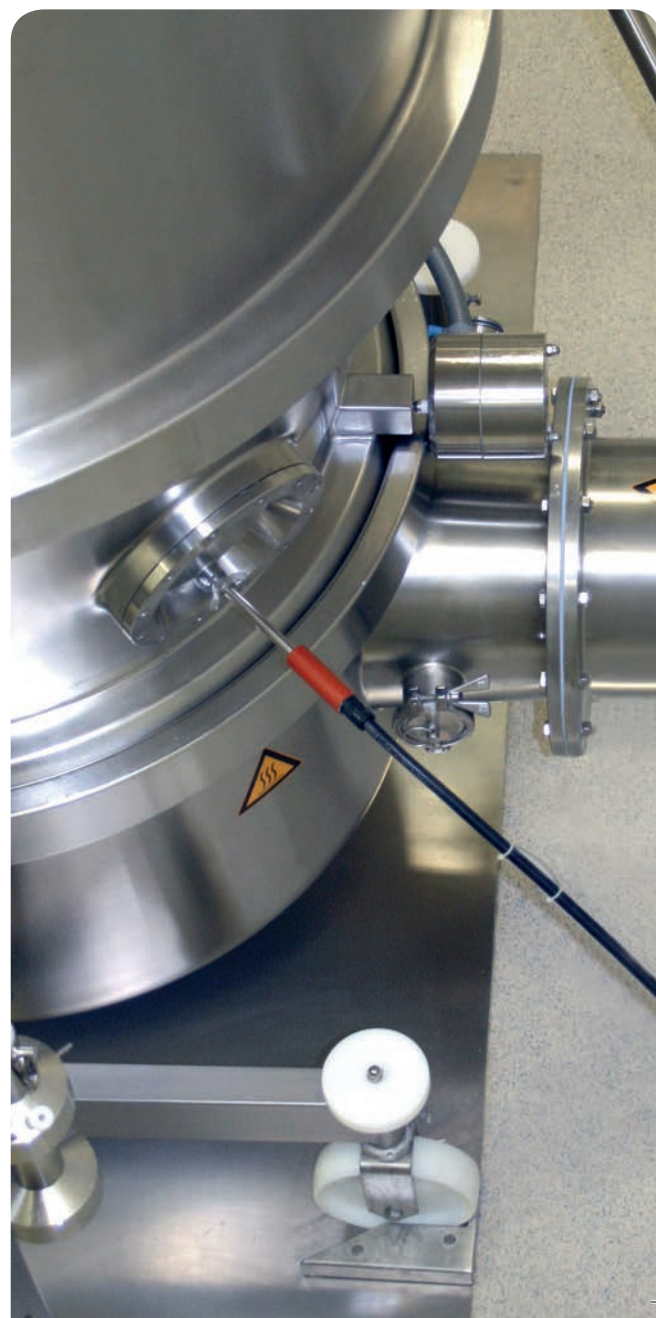
示例：石油炼制工艺

石油炼制是一个复杂的工艺过程，可应用 FT-NIR 优化和控制不同的加工环节。从最初的原油分馏，产生初级产品：轻、重石脑油和柴油，到最终生产的含有多种添加剂汽油，都可利用FT-NIR进行实时控制，分析其汽油辛烷值（RON 和 MON）、密度和 PIONA 等，以确保装置的最佳性能，优化生产。此外，FT-NIR 还广泛用于监测汽油和柴油调和工艺。

示例：制药片剂生产

制药行业片剂生产涉及混合、造粒、干燥、压片和包衣等多种工艺。通过 MATRIX-F 结合漫反射光纤探头或发射探头，可以对加工环节进行在线监测，确保产品安全，最大限度降低产品批次不合格风险。

此外，布鲁克还提供片剂自动在线分析方案，检测含量均匀度。



过程探头安装于流化床反应器

● 服务与支持

布鲁克光谱拥有众多技术完善、应用全面的专家以及遍布世界的应用实验室。无论是常规的质量控制还是复杂的研究应用，秉持客户至上的理念，我们的应用专家都可以帮助您开发合适的方法来实现您的目标。我们的目标是为客户提供及时、高效和专业的技术支持和服务。

从设计到质量，布鲁克光谱的产品一向以稳定可靠而著称。即使出现问题，我们也会有经验丰富的技术专家为您提供专业的指导和服务，帮您迅速地解决问题。此外，我们还提供各种软硬件升级服务和维护，为您提供最及时、最全面的支持，降低您的维修成本，使您的系统始终零风险运行。



布鲁克（北京）科技有限公司
网址：www.bruker.com



欢迎关注布鲁克光谱官方微信

● 北京办公室：

北京市中关村南大街11号光
大国信大厦 6218 室
邮编：100081
电话：+86 (10) 58333000
传真：+86 (10) 58333299

香港办公室：

香港九龙湾常悦道九号企业
广场1期1座6楼608室
电话：+86 (852) 27966100

上海办公室：

上海市徐汇区桂平路 418 号
新园科技广场 19 层
邮编：200233
电话：+86 (21) 51720890
+86 (21) 51720800
传真：+86 (21) 51720899

广州办公室：

广州市天河区中山大道中
439 号的天银商贸大[17
[1711-1716]室
电话：+86 (20) 22365885
传真：+86 (20) 22365886