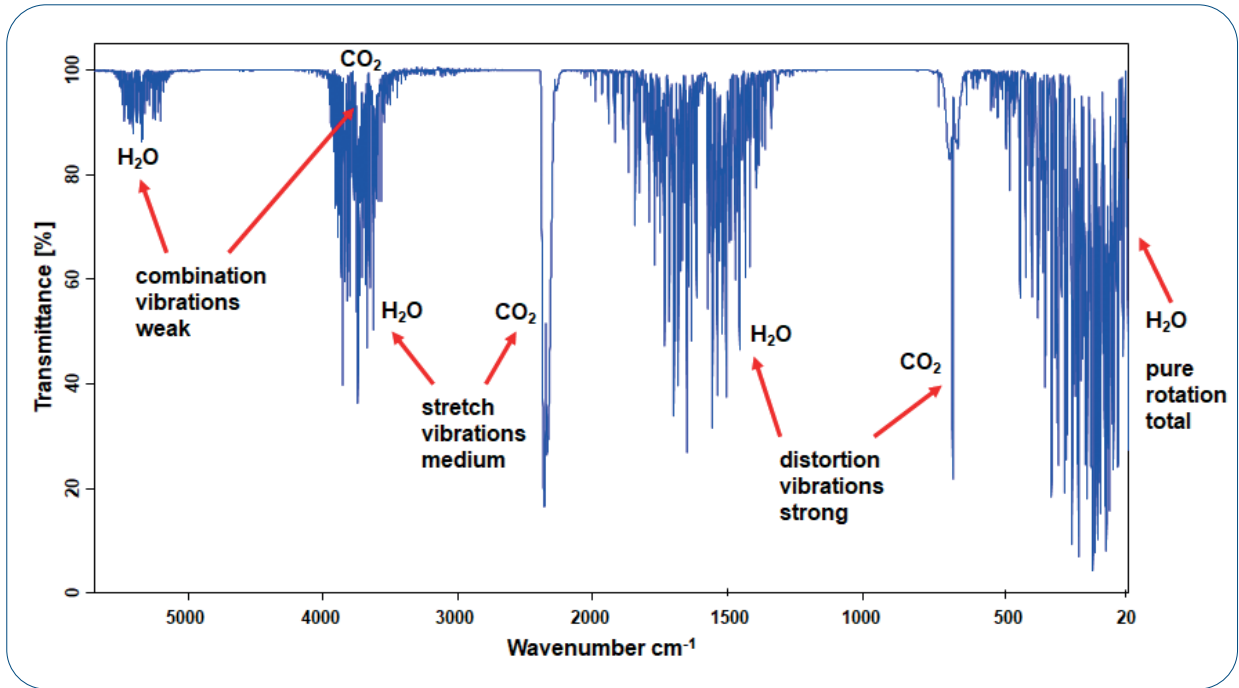


● 全真空型 傅立叶变换红外光谱仪

卓尔不群 巅峰之作

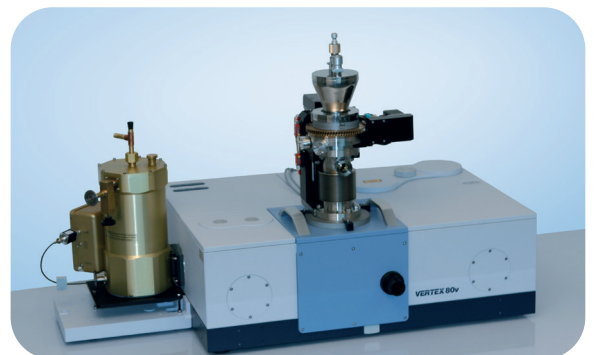
全真空光谱仪是布鲁克四十几年来傅立叶红外技术经验的结晶。VERTEX系列真空谱仪 VERTEX 70v 和 VERTEX 80v 性能卓绝，尤其适用于要求最高灵敏度或时间分辨、超高光谱分辨、超宽谱区和最大灵活性的高端科研工作。针对大气研究布鲁克更有 IFS 125HR 真空光谱仪提供无与伦比的最高光谱分辨率。



中远红外、太赫兹区空气吸收谱

实验室空气中水蒸气和二氧化碳分子的不同振动及旋转模式在整个中红外 (MIR) 和远红外/太赫兹 (FIR/THz) 光谱区域内都有较强的吸收峰 (见上图)。尤其是在远红外谱区，空气中水汽分子的纯旋转模式甚至几近完全吸收红外光。降低空气干扰最常见的方法是吹扫光学平台。VERTEX 80 和 INVENIO 系列光谱仪就是有效采用了该方法。但是，即使是最“干燥”的吹扫空气也难免含有残余水份和二氧化碳，从而引入不容忽视的空气干扰并明显降低灵敏度。尤其在要求极高的涉足中远红外谱区的科研实验中，通过吹扫的方式很难甚至无法获取理想的结果。唯独真空光谱仪才能从根本上完全克服水汽干扰问题。

以下诸多的应用都大大受益于真空光学台，其中有些实验则必须在真空条件下进行，如远红外光谱、时间分辨步进扫描实验、中红外光致发光测量、超高真空腔与傅立叶红外联用、低温光谱实验、半导体及材料科学、基质隔离光谱、固态物理、手性材料研发、超薄膜定性、光谱电化学、检测器与光源表征和同步辐射连接等等。

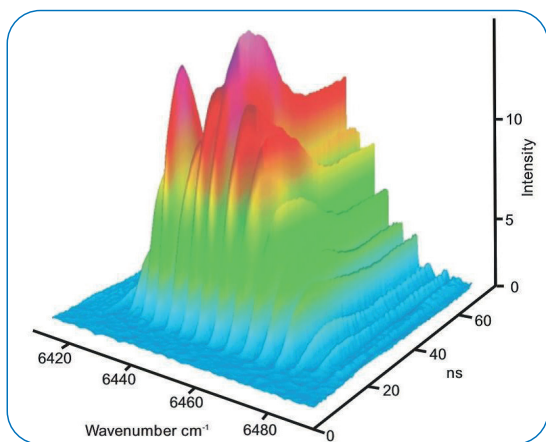
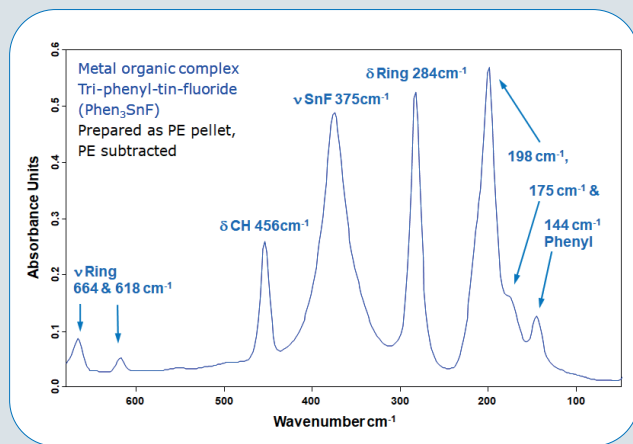


科研利器 脱颖而出

- 没有空气吸收覆盖较弱样品峰，高分辨光谱特征不会被水峰干扰
- 没有外界温差造成的谱仪内温度波动
- 不用像使用吹扫谱仪时担心不能彻底清除空气干扰或担心由吹扫空气的动态扰动引入噪音
- 光学台采用铸铝外壳，以实现最高稳定性和实验重复性
- 最高灵敏度保证最佳步进扫描性能

远红外光谱

全真空光学台可以完全消除远红外/太赫兹谱区较强的空气干扰，从而大幅度的增加光通。采用远红外室温 DTGS 检测器和标配中红外光源就可以测到 50 cm^{-1} ，并且灵敏度优异（见例图，该光谱采用 VERTEX 80v，多层膜分束器， 8 cm^{-1} 光谱分辨率，经单次扫描两秒内测得）。如果使用水冷汞灯光源，光谱范围可以进一步扩展到 10 cm^{-1} 。再结合液氮制冷的 bolometer 检测器及适当的远红外分束器，VERTEX 80v 和 IFS 125HR 更是能达到 5 cm^{-1} 。

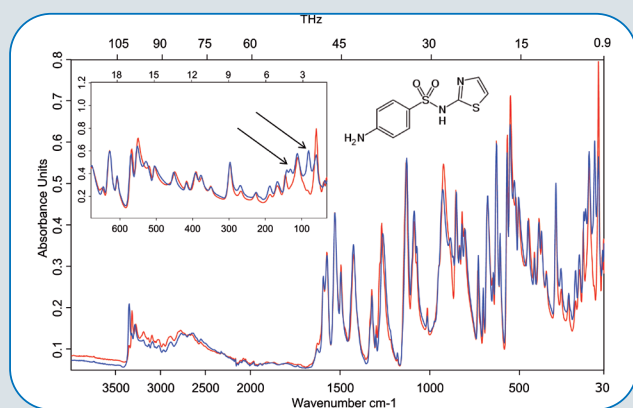


时间分辨步进扫描实验

时间分辨步进扫描技术^[1]用于监控 100% 可重复的动态过程。全真空光谱仪的内部温度波动极小，光学台内介质折射率能保持足够稳定，因此可以实现独一无二的扫描镜机械定位精度，远远优于所有吹扫型谱仪，完全能满足步进扫描的高端技术要求，获取极佳的时间分辨数据和卓越的步进速率。VERTEX 80v 是步进扫描实验的标杆谱仪。它的 UltraScan 干涉仪可以实现优于 1 nm 的步镜定位精度以及高达 50 步每秒的步进速率。左图为用步进扫描捕捉到的脉冲激光发射谱，时间分辨高达几个 ns 的同时，光谱分辨率也很优越。

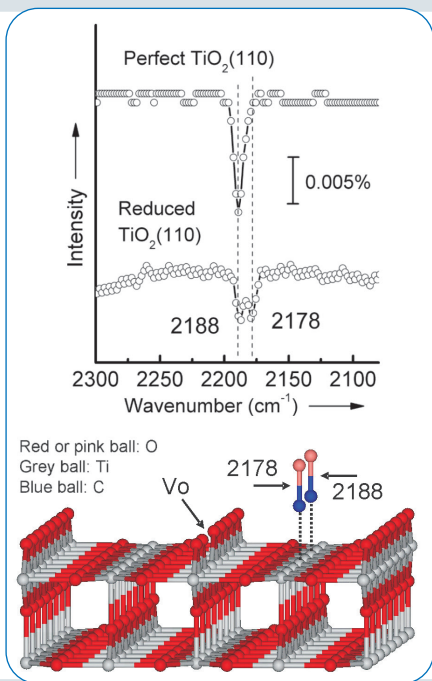
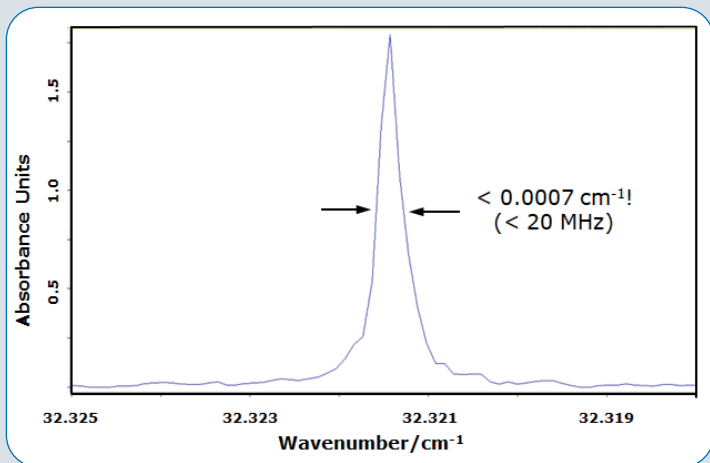
Bruker FM- 中远红外一气呵成

为 VERTEX 70v 量身定做的 Bruker FM 技术可以一次扫描测得整张中远红外光谱，无需更换任何光学配件^[2]。该技术在红外光谱的基础上额外提供远红外谱区的样品信息，尤其在以下诸多应用领域中可以大幅简化您的日常工作，节省宝贵时间：如无机和有机金属化学、半导体研发、聚合物检测、多晶型区分或基质隔离光谱实验。右图的例子展示了消炎药磺胺噻唑的两种多晶型，它们只有在远红外谱区 100 cm^{-1} 附近才能被明确的区分开来。FM 技术可以一次扫描测得完整的中远红外光谱，既完成了中红外的物质定性，又获得了远红外辨别多晶型的关键信息。如果没有 FM 技术，则需要更换至少两个光学元件及投入双倍甚至更长的时间。



verTera-VERTEX 80v太赫兹谱区扩展模块

独一无二的 verTera 扩展模块的问世, 使 VERTEX 80v 成为世界上第一台将傅立叶变换红外光谱与连续波太赫兹联用的光谱仪。谱区拓展至 3 cm^{-1} (0.09 THz), 光谱分辨率优于 0.0007 cm^{-1} (20 MHz), 并且完全不需要液氮制冷的辐射热测量计或任何其他低温设备^[3], 这为许多应用领域去除了束缚、提供了无限的可能: 例如聚合物检测、气体光谱、同质多晶现象的深入研究 (药剂学、制药业等)、固态物理及半导体科学等。右图展示了二氧化硫在 2 mbar 下的超高分辨气体光谱。

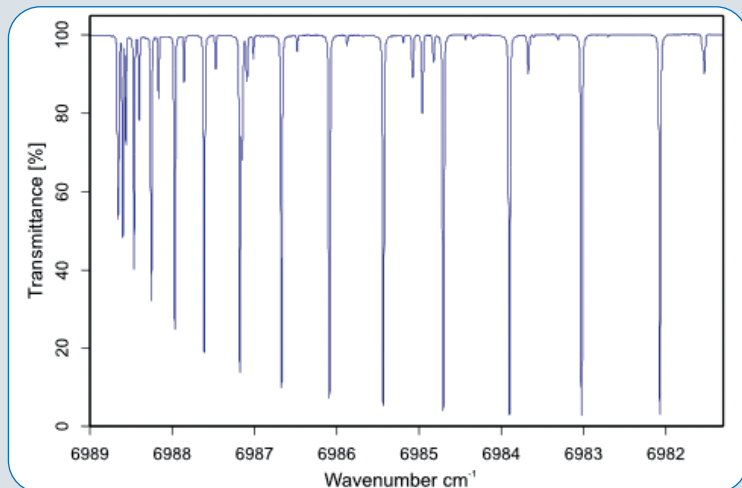


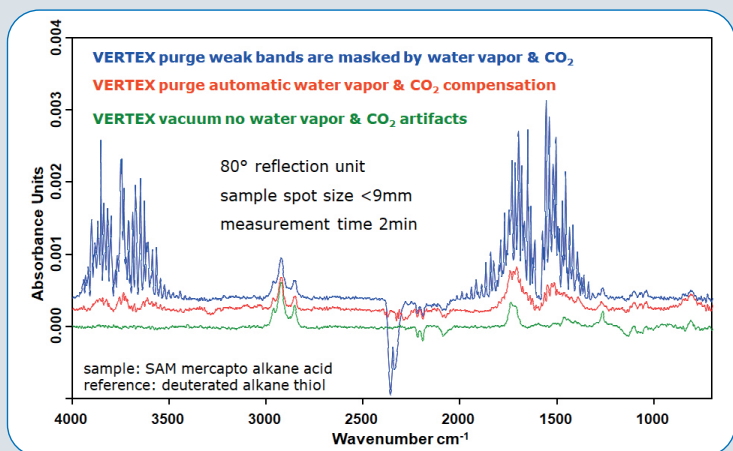
超高真空 (UHV) 腔室与真空红外联接

布鲁克在这一要求颇高的应用领域经验丰富, 可以提供专门的 UHV FTIR 解决方案。我们已经成功地地为不同尺寸和设计的 UHV 系统提供并安装了光学联接。无论是透射, 小角度反射, 还是 (偏振调制) 掠角反射, 针对超高真空下的各种样品形态, 我们都能够提供灵活的解决方案。左图的例谱是德国卡尔斯鲁厄理工学院表面科学研究所该科研组 UHV 腔室中测得的单晶表面亚单分子层吸附谱, 其分子吸收峰强在 10^{-5} au 范围^[4]。该数据有力地见证了超高真空红外技术卓越的灵敏度。

傅立叶红外最高光谱分辨率

VERTEX 80v 在台式傅立叶红外仪器中其光谱分辨率无出其右 ($< 0.06\text{ cm}^{-1}$)。IFS 125HR 更可以达到 FTIR 技术可实现的最高光谱分辨率 ($< 0.001\text{ cm}^{-1}$)。高分辨傅立叶红外光谱主要用于测量低压气体, 比如用 IFS 125HR 超高分辨光谱仪检测大气平流层各种气体浓度比。右侧例谱展示了二氧化碳的近红外吸收峰。诸多其他应用, 如低温固态物理或激光光源表征也都受益于布鲁克真空谱仪卓越超群的分辨率和灵敏度。



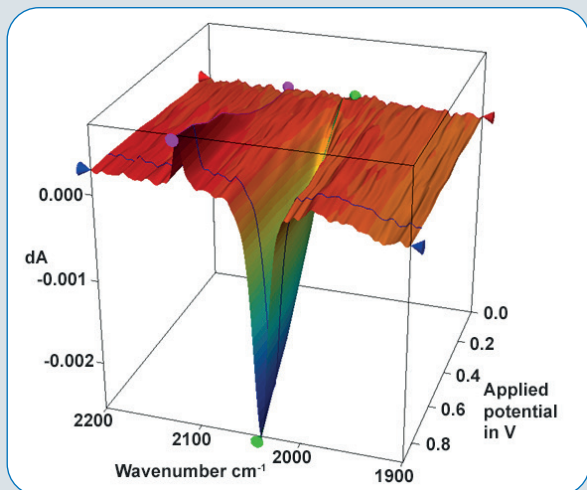
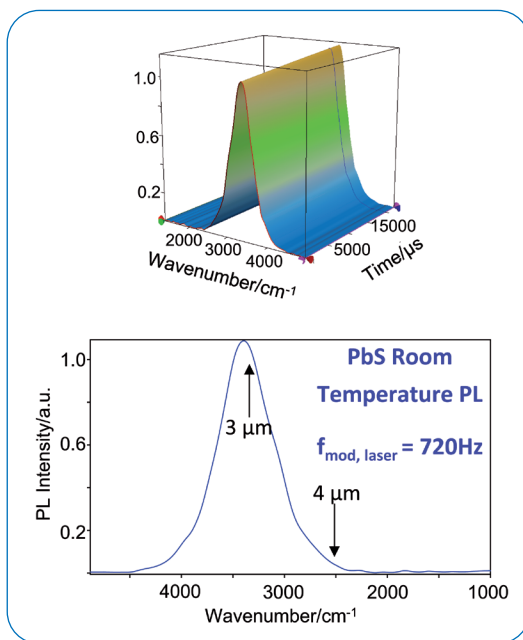


超薄膜的表征

超薄膜的红外吸收峰大都很弱，单分子薄膜的峰强多在 10^{-3} au 范围，如果是在非金属基底上甚至会降至 10^{-5} au。所以采用掠角反射实验测量超薄膜时对仪器的灵敏度要求极高。左图金表面自组装单分子薄膜的比较测量突出了真空谱仪的优势：吹扫谱仪中测得的原始结果，以及后期通过软件处理去除空气干扰后的结果，其光谱中都还留有瑕疵，限制了实验的灵敏度；只有在真空谱仪中才能实现最高的灵敏度并获得最大的信息量。

中红外光致发光 (PL)

光致发光实验是半导体科学及光电工程中不可或缺的分析技术。近红外光致发光测量比较简单直接，而中红外光致发光则有两大难点：第一，PL 实验结果是单通道谱，没有利用背景做差谱抵消空气干扰的可能；第二，中红外区的室温热背景会覆盖较弱的 PL 峰。而选配幅度调制步进扫描的 VERTEX 系列真空谱仪可以从根本上解决这两个问题。右图中的例谱是 PbS 室温下的中红外 PL 谱^[5]。该谱测于 VERTEX 80v 真空谱仪，附加真空 PL 外接模块以及 1064 nm 的激发激光。



光谱电化学与快速扫描的完美结合

将傅立叶红外技术与电化学相结合，可以快速跟踪反应进程并以红外光谱表征电化学反应过程中反应分子结构变化。布鲁克的一款样品仓反射附件，可以容纳各种电化学池，原位跟踪工作电极上的表面反应，还可以用衰减全反射模式测量电解质的变化。该附件的设计保证了整个红外光路都在真空环境下，同时您还可以从样品仓上方探入电化学池内，根据实验需要随时更换电解质或电极，完全无需打断真空，这样杜绝了外界空气对光谱本征信号的干扰，显著提高了光谱灵敏度。左侧的 3D 图记录了铁氰化物溶液从 0 至 0.8V 间的氧化过程。

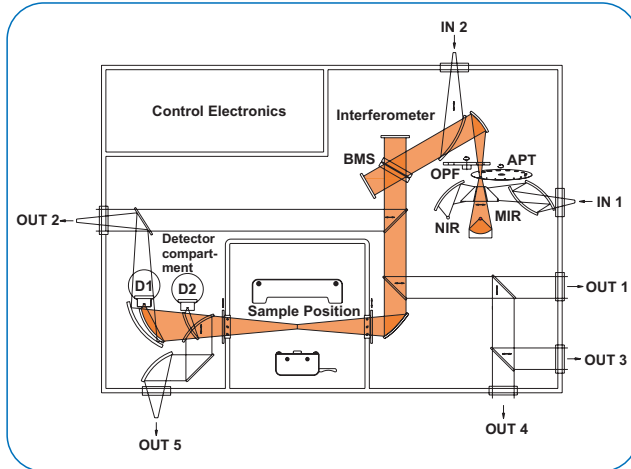
全真空光学台 独具匠心

VERTEX 80v

VERTEX 80v 可以覆盖非常广阔的光谱区域，从远红外/太赫兹谱区 5 cm^{-1} ，经中红外、近红外、可见光区，直到紫外区 $50,000\text{ cm}^{-1}$ ，皆可胜任。UltraScan™ 干涉仪及 TrueAlignment™ 动镜矫正技术结合4位分束器自动更换器，完美实现谱区扩展。优于 0.06 cm^{-1} 的光谱分辨率，高达 $300,000:1$ 的光谱分辨能力，即便是在可见光区，仍能达到，完全胜任各种高端科研应用。卓越的灵活性和灵敏度、无出其右的时间分辨率使 VERTEX 80v 成为当之无愧的业内标杆。

VERTEX 70v

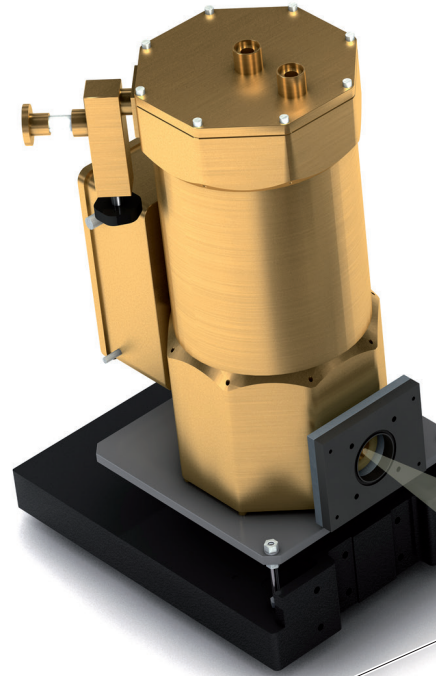
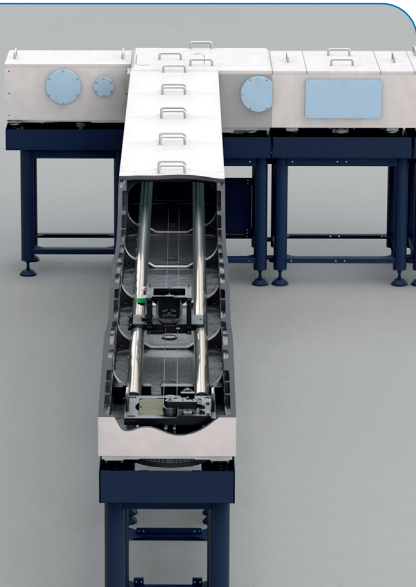
布鲁克永久准直的 RockSolid™ 无磨损傅立叶干涉仪是 VERTEX 70v 可靠的核心技术。从远红外 10 cm^{-1} 直到紫外谱区 $28,000\text{ cm}^{-1}$ 都是 VERTEX 70v 可以胜任的。其中从 $6,000\text{ cm}^{-1}$ 到 50 cm^{-1} 这个最常用的中远红外谱区，甚至可以在不用更换任何光学配件的情况下一气呵成，这就是独一无二的布鲁克 FM 技术。



VERTEX 70v光路示意图

IFS 125HR

IFS 125HR 以其优于 0.001 cm^{-1} 的分辨率，成为超高分辨红外光谱业界内里程碑式的产品。从远红外/太赫兹谱区 5 cm^{-1} 到紫外谱区 $50,000\text{ cm}^{-1}$ 的整个宽广谱区 IFS 125HR 都能提供最优异的光谱分辨率和超群的灵敏度。全真空光学台，尖端的电子元件、最多可达4个内置和2个外置的自动切换检测器、多个内置和外置的光源选项以及经特殊改良的 Michelson 干涉仪，其考究的技术设计可以确保在光程差长达 11 m 的情况下光路依然准直，避免光束发散。以上诸多特性使 IFS 125HR 成为大气监测不可或缺的设备^[6]，和高端物理化学及固体物理应用的得力助手。



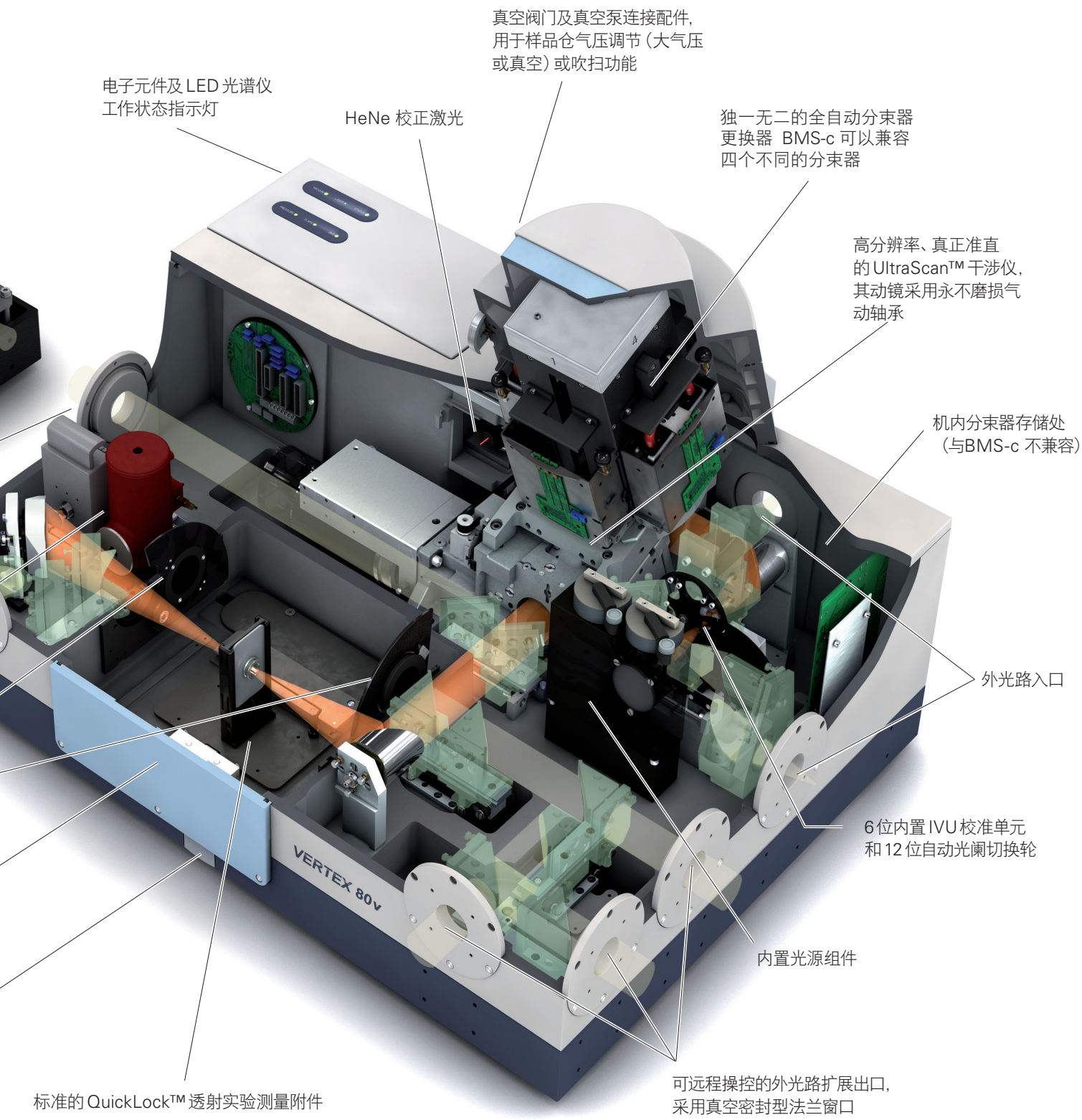
用于远红外或太赫兹谱区的、液氮制冷的辐射热测量仪等外接检测器的真空密封式接口

检测器腔可以同时安装两个室温或液氮制冷的 DigiTect™ 检测器

选配自动式样品仓阀门，更换样品一分钟搞定

可拆卸、真空密封式样品仓前盖

外置 QuickLock™ 测量附件脱开按键简化了样品仓内部测量附件的更换



电子元件及LED光谱仪
工作状态指示灯

HeNe 校正激光

真空阀门及真空泵连接配件，
用于样品仓气压调节（大气压
或真空）或吹扫功能

独一无二的全自动分束器
更换器 BMS-c 可以兼容
四个不同的分束器

高分辨率、真正准直
的UltraScan™干涉仪，
其动镜采用永不磨损气
动轴承

机内分束器存储处
（与BMS-c 不兼容）

外光路入口

6位内置IVU校准单元
和12位自动光阑切换轮

内置光源组件

标准的QuickLock™透射实验测量附件

可远程操控的外光路扩展出口，
采用真空密封型法兰窗口

● 仪器性能

	VERTEX 70v	VERTEX 80v	IFS 125HR
光谱范围	中红外、近红外及远红外/太赫兹, 可见光/紫外 10 cm ⁻¹ 至 28,000 cm ⁻¹	中红外、近红外及远红外/太赫兹, 可见光/紫外 5 cm ⁻¹ 至 50,000 cm ⁻¹	中红外、近红外及远红外/太赫兹, 可见光/紫外 5 cm ⁻¹ 至 50,000 cm ⁻¹
光谱分辨率	优于 0.4 cm ⁻¹ , 可选 0.16 cm ⁻¹	优于 0.2 cm ⁻¹ , 可选 0.06 cm ⁻¹	优于 0.001 cm ⁻¹ , 光谱分辨能力 >10 ⁶
入光口	最多可选 2 个	最多可选 2 个	最多可选 3 个
出光口	最多可选 5 个	最多可选 5 个	最多可选 4 个
干涉仪	RockSolid™	UltraScan™	改良版 Michelson 干涉仪
快速扫描	当分辨率为 16 cm ⁻¹ 时, >70 光谱/秒	当分辨率为 16 cm ⁻¹ 时, >110 光谱/秒	唯一经 TCCON 认可超高分辨傅立叶红外光谱仪
慢扫描和步进扫描	时间分辨率 6 μs/4 ns 慢扫描: 100 Hz (0.0063 cm/s) 相位调制光谱应用	时间分辨率 6 μs/4 ns 慢扫描: 10 Hz (0.00063 cm/s) 相位调制光谱应用	

技术支持与售后服务

布鲁克拥有一批对仪器与应用有着深入了解的专业科学家与工程师。我们的产品专家可以现场或远程的协助您进行分析和研发工作。布鲁克傅立叶变换红外光谱仪旨在为您提供持续多年的、独立的、无故障的运行性能。对于您的技术问题, 遍及全球的售后服务网络可以随时响应您的需求。布鲁克向每个客户承诺提供专业的安装、全面的应用支持与高标准的售后服务。欢迎您随时拨打布鲁克光谱热线电话: 400-777-2600。



^[1] Bruker Product Note T16-01/10 Step-Scan TRS experiments

^[2] Bruker Product Brochure FM Technology

^[3] Bruker Product Flyer for verTera VERTEX 80v cw Terahertz Extension

^[4] Bruker Application Note AN M107 FTIR Spectroscopy in Ultrahigh Vacuum:

Surface Science Approach for Understanding Reactions on Catalytic Oxide Powders

^[5] Bruker Application Note AN M134 Infrared Photoluminescence Spectroscopy

^[6] Bruker Application Note AN120 Atmospheric Applications IFS 125HR

所用技术受以下一项或多项专利的保护:
US 7034944

Bruker Optics 经过 ISO 9001 和 ISO 13485 认证。

激光 2 类产品

www.bruker.com/optics



布鲁克 (北京) 科技有限公司
北京办公室:
北京市海淀区西小口路66号
中关村东升科技园
B区B-6号楼C座8层
邮编: 100192
电话: +86 (10) 58333000
传真: +86 (10) 58333299
info.bopt.cn@bruker.com

布鲁克 (北京) 科技有限公司
上海办公室:
上海市闵行区合川路2570号
科技绿洲三期1号楼9楼
邮编: 200233
电话: +86 (21) 51720800
传真: +86 (21) 51720899
info.bopt.cn@bruker.com

布鲁克 (北京) 科技有限公司
广州办公室:
广州市海珠区新港东路618号
南丰汇6楼A12单元
邮编: 510660
电话: +86 (20) 22365885
传真: +86 (20) 22365886
info.bopt.cn@bruker.com

布鲁克光谱香港办公室:
香港九龙湾常悦道9号
企业广场1号楼六层608室
电话: +852 27966100
传真: +852 27966109
info.bopt.hk@bruker.com

400 热线电话: 400-777-2600

布鲁克将不断提高产品性能, 并对技术参数始终享有解释权。© 2021 Bruker Optics BOPT-01