

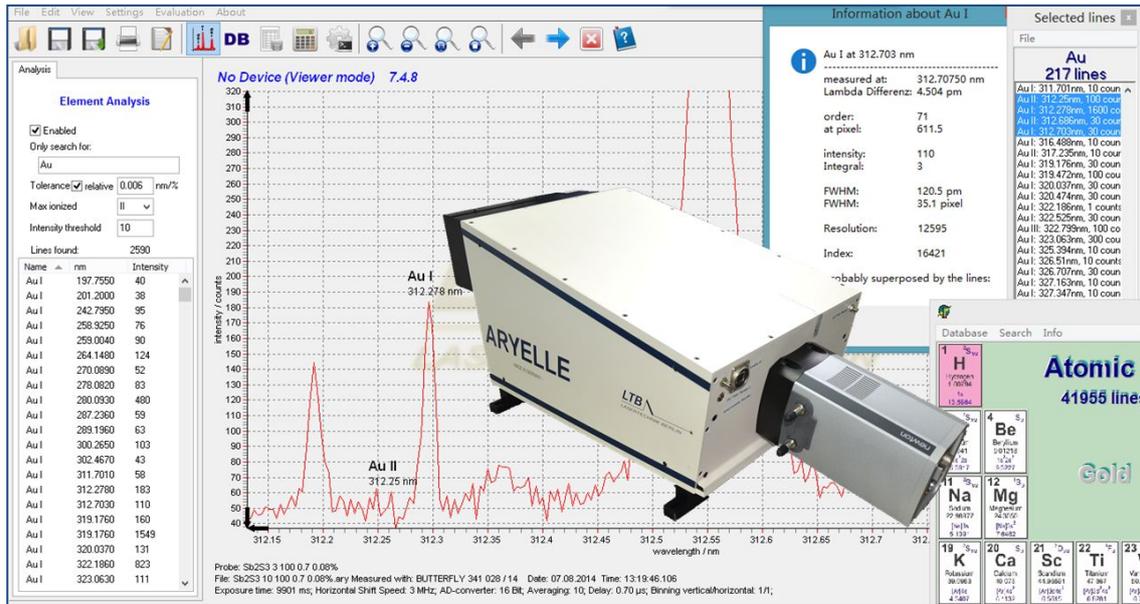
LTB 公司中阶梯光谱仪——ARYELLE 系列

LTB 作为德国柏林光谱化学与应用光谱学学会 (ISAS) 的合作单位, LTB 以其与 ISAS 协作开发的尖端 ECHELLE 中阶梯光谱产品著称业界; 作为超极高分辨率光谱分析领域的顶尖制造商 LTB, 提供三大系列中阶梯光谱产品:

1. 中阶梯光谱仪——ARYELLE 系列——胜任超高, 极高分辨率光谱分辨&无需扫描超宽拍谱;
2. 双光栅中阶梯光谱仪——DEMON 系列——实用分辨率可达 0.5pm, 胜任铀, 钚同位素光谱分辨率;
3. 发射谱线分析光谱仪——ELIAS 系列——实用分辨率可达 0.022pm, 胜任激光纵模结构的极精密飞米级光谱解析;

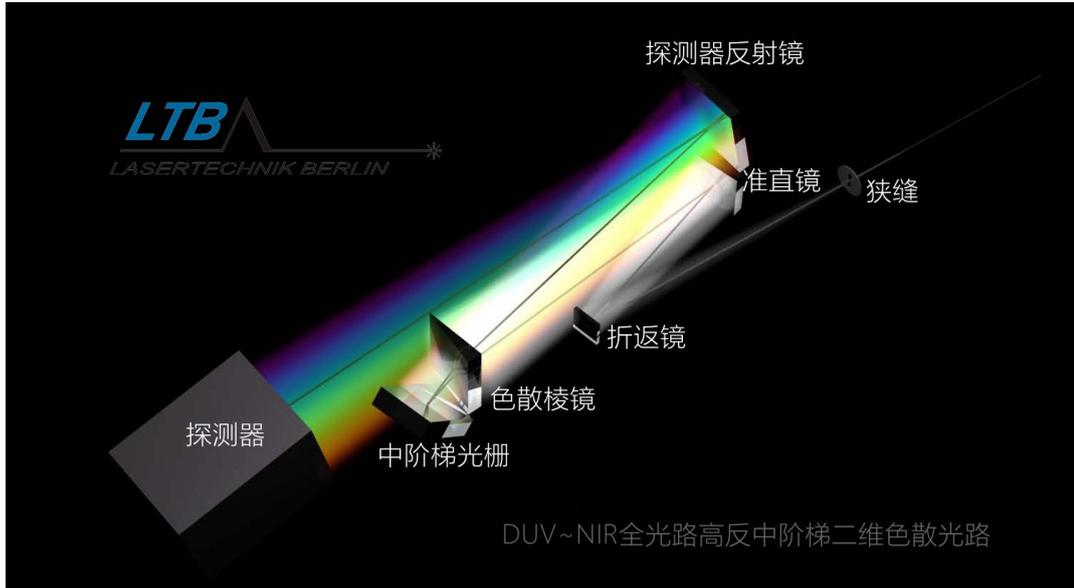
ARYELLE 系列胜任复杂的金属, 合金, 矿石 LIBS 谱线分析; 提供最高高达 0.5ns 的时间分辨能力; 高灵敏度胜任痕量元素 LIBS 弱线探测; ARYELLE 系列高端配置可以提供高达 0.004nm 的实用光谱分辨率 (非像素分辨率), 与此同时兼顾超宽拍谱范围, 胜任 H,D,T 同位素分辨, 胜任 H 的 α 谱线的多普勒展宽, 胜任铜系元素样本的超复杂谱线瞬态光谱捕捉与分析; RAMAN 配置的 ARYELLE 光谱仪可提供最高达 0.5cm^{-1} 的实用 RAMAN 分辨率 (非像素分辨率), 与此同时提供 $4,000\sim 18,000\text{cm}^{-1}$ 的无需扫描 RAMAN 光谱直拍范围。ARYELLE 的高端型号 ARYELLE BUTTERFLY 是业界唯一一款兼顾高端 LIBS&RAMAN 的配置方案, 胜任对同一个微区点的元素分析及分子成份分析;

ARYELLE 系列拥有 ARYELLE150/200/400/BUTTERFLY——4 个子系列; 每个子系列都有十数种乃至数十种灵活的配置方案。



ARYELLE 系列中阶梯光谱仪 以其高分辨率及高集光效率设计使其成为一款在 LIBS 及瞬态 RAMAN..... 等要求超高分辨率及无需扫描宽谱直拍的应用领域具备顶尖表现的光谱仪; ARYELLE 系列可以匹配各种主流科学级 CCD, EDCCD, ICCD 及 EMICCD 协同工作; ARYELLE 系列独特的全光路高反光学设计, 高光通量中阶梯光路, 拥有优秀的灵敏度, 卓越的光谱图像传输质量, 使其在各种

高端光谱研究领域都有广泛的应用；ARYELLE 系列其色散单元的光栅及棱镜可以被灵活配置以针对不同应用实现优化配置；ARYELLE 没有任何运动（转动配件），在确保超高精密度的同时，系统坚固可靠；以下是ARYELLE 系列谱仪的**光路原理**：



ARYELLE 独特的专利光学设计——仅利用高效率反射元件及棱镜来实现超强色散及光栅衍射级次分离，使其确保了从UV~NIR范围超低传输损失，高效的光谱能量传输；

——由上图可见中阶梯谱仪是利用中阶梯光栅的高级次超强色散能力及中阶梯光栅独特的全波常闪耀特性将不同光谱波段色散到不同衍射级次上，与此同时在中阶梯光栅后利用棱镜实现不同级次在第二个空间维度上实现级次分离，最终将不同级次的光谱排列在二维面阵探测器上——最终实现了无需扫描宽谱直拍&高分辨

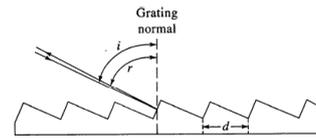
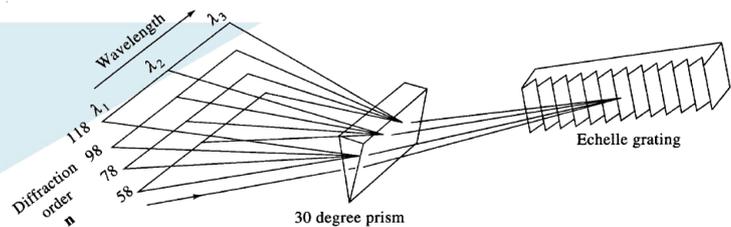


Figure 7-20 Echelle grating: i = angle of incidence; r = angle of reflection; d = groove spacing. In usual practice, $i \approx r = \beta = 63^\circ 26'$.



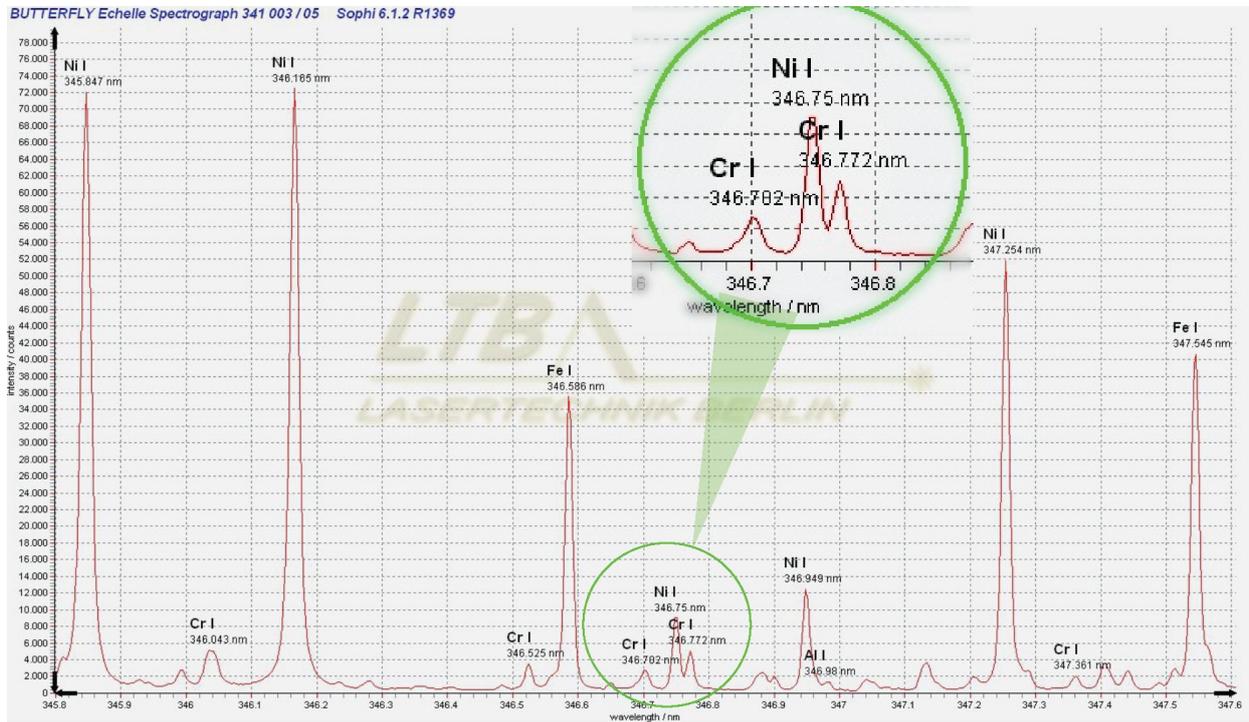
ARYELLE 系列中阶梯光栅光谱仪可配置多种不同的探测器实现多用途配置：

- 科学级制冷型CCD（-65~-80°C制冷，超低噪声；-100°C可选）（配置100ns 精度时序管理模块实现LIBS 时序管理）
- 电子倍增式探测器EMCCD（~1k~4k times 倍增）；（配置100ns 精度时序管理模块实现LIBS 时序管理）
- 时间分辨增强型探测器iCCD（0.5ns/2ns/5ns/50ns 门控可选）——实现微弱信号探测及ns 级时间探测窗口；
- 电子倍增&时间分辨增强型探测器EMICCD（0.5ns/2ns/5ns/50ns 门控可选）——提供优于ICCD 三到十倍的灵敏度；

ARYELLE 的分辨率——ARYELLE 系列提供超高分辨率:ARYELLE150 可提供分辨率最高可达15000($\lambda/\Delta\lambda$)；ARYELLE400/BUTTERFLY

可达 50000($\lambda/\Delta\lambda$); 下图是金属分析的 LIBS 实测光谱，分辨 Ni34.75 与 Cr346.772 所需要的分辨率门槛为：

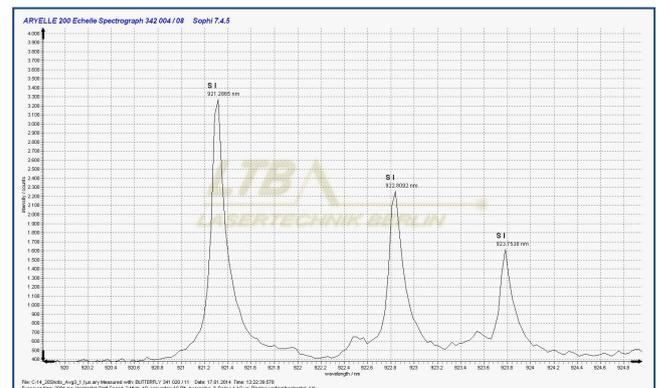
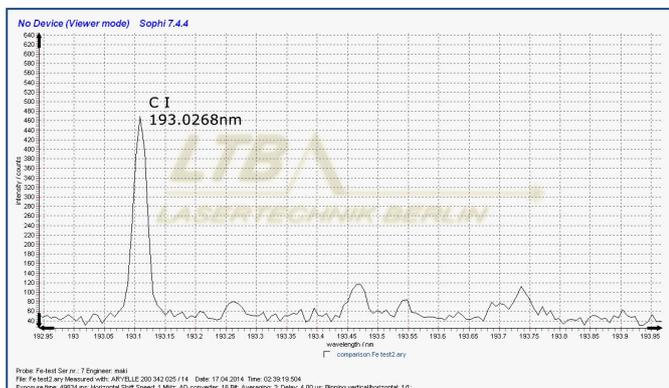
$$2 * (((346.772 + 346.75) / 2) / (346.772 - 346.75)) = 2 * (346.761 / 0.022) = 15762 * 2 = 31524$$



在定性定量LIBS 分析中，找到不被干扰的特征强线是前提条件，但在金属，合金，矿石等发射谱线复杂的样本研究中，0.1nm 的光谱区间内有数条乃至数十条谱线的情况非常常见，分辨率与绝对光谱精度就成了决定能否得到有意义的实验原始数据的前提条件；ARYELLE 系列谱仪在无需扫描宽谱拍谱的前提下，可提供足够的实用光谱分辨率（15000~50000）胜任复杂的冶金分析乃至极端复杂的情况（比如含钢系元素的特殊样本）；ARYELLE 系列的绝对精度为1/4 光谱分辨率；高端配置具备实时全自动校准功能。

ARYELLE 的灵敏度——得益于ARYELLE 独特的光路设计——全光路高反，及其自行设计制造的关键光学元件使ARYELLE 系列谱仪拥有业界顶级的灵敏度，请见下左光谱：

该光谱是钢铁中痕量碳的193nm 发射谱线——该谱线是LIBS 的弱线，也是冶金分析非常关注的谱线，该光谱是利用ARYELLE200(配置科学级CCD)拍摄的（如果配置ICCD，UV 优化像增强器将拥有更好的灵敏度）



上右光谱是S 的92xnm 谱线——该谱线是LIBS 的弱线；该光谱是利用ARYELLE BUTTERFLY with EMCCD 拍摄的：

软件 Sophi 简介：

简单易用的Sophi for ARYELLE 是一款由LTB开发应用ARYELLE 控制及光谱分析评估专业软件, 该软件可以实现echelle光谱仪ARYELLE 及探测器的所有功能控制, 灵活多样的测量管理, 光谱捕捉时序控制, 光谱标定及辐射标定 (绝对强度) ;

在完成原始数据与相应光谱谱线范围的设定后, 光谱数据将被软件自动分析、识别、并与已知对应元素匹配; 软件自身集成了一个包含 40000 条谱线的光谱库; 数据库可以由客户自行编辑, 修改,

扩展; 数据库是以"Strong Lines of the NIST (美国国家标准局)

Spectra Data Base".标准建立的;

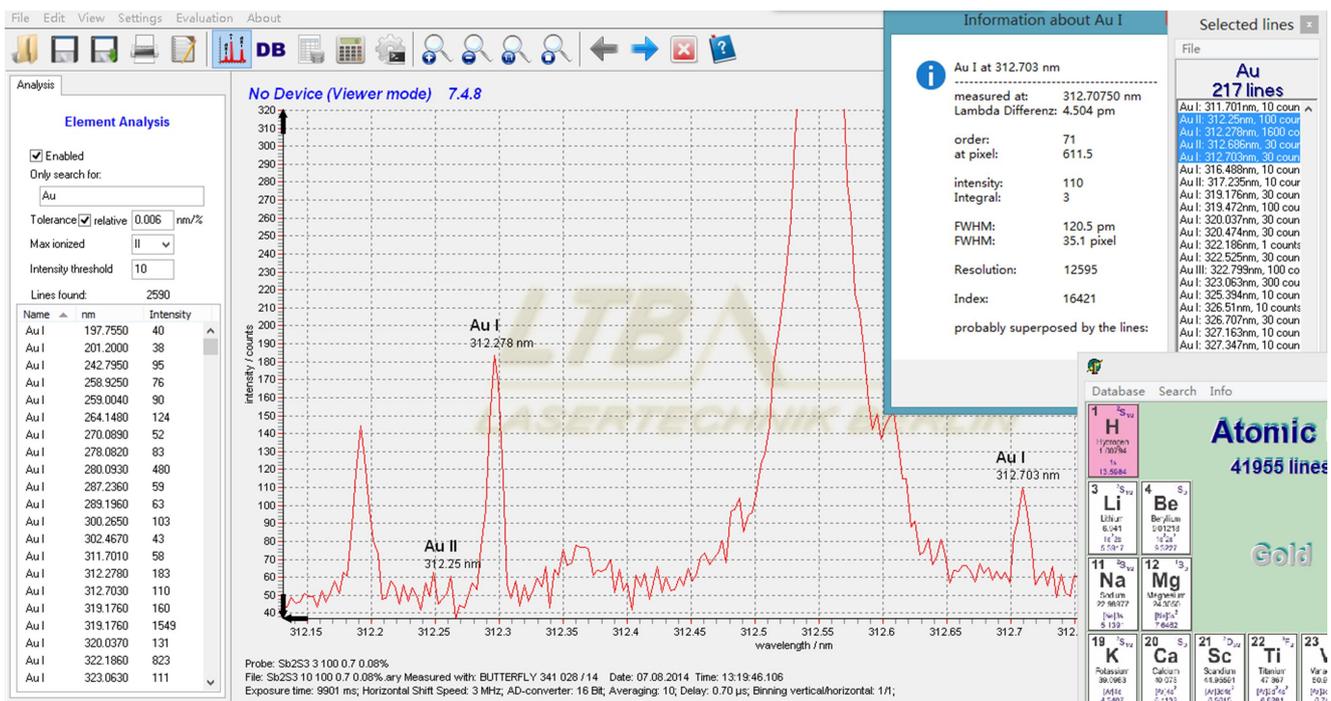
ARYELLE 系列标准配置清单(以 ICCD 为例;如果配置 CCD 或 EMCCD, 清单会增加相关纳秒时序管理模块) :

ARYELLE 的适用领域涉：

- Laser-Induced Plasma / Breakdown Spectroscopy (LIBS)
- Plasma spectrum rese
- Raman spectrum ; Transient RAMAN
- Time Resolved Fluorescenc(TRF,TRPL)
- Atomic absorption spectrum(AAS)
- Molecule vibration spectroscopy (resonance excitation)

- 高分辨率中阶梯光谱仪 ARYELLE 1台
- ICCD 探测器PI MAX4 or Andor iStar334T 1台
- PC 及TFT monitor 1套
- Mercury 校准光源 1套
- 紫外抗晒光纤180~1200nm,400μm,1.5m 1根
- 高频触发电缆, 50Ω, SMB-BNC 1条
- 系统控制及光谱分析软件Sophi(内建美国国家标准局 (NIST)发射谱线数据库) 1CD

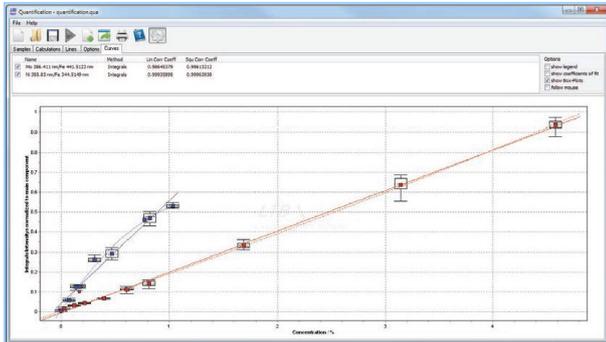
软件界面如下：



标准数据输出格式为*.ary,兼容 *.xls, *.txt, *.ascii, *.jpg, *.bmp及其它可能的格式。

软件中提供了定量分析算法, 通过测量数据, 用户可以非常简便的获得特定光谱校正曲线; 校正曲线可以以不同的形式提供, 比如

box plots (箱线图) 软件亦可提供线性或者多项式拟合分析及相关度数据.....这些数据可以非常方便的使用户进行进行后续定量研究; 对预定量测定, 用户需要对应于用户特定类型样本组份的“光谱校准标准”。LTB 可以根据用户的具体需求另行提供;



integrated script language 脚本语言经过用户的简单定义, 可自动完成繁复性重复性的光谱测量工作;

对于光谱 Mapping 微区空间分布分析, 软件提供(可选的)XYZ-table 控制的集成脚本控件;

可选软件:

■ 专业光谱分析软件 Plusus Spline. An export function from the spectrometer software is provided. 该软件包含所有业界现

行的原子发射谱线数据库(NIST, Kurucz and others.) 及 分子光谱数据库 (acc. to Pears &Gaydon).

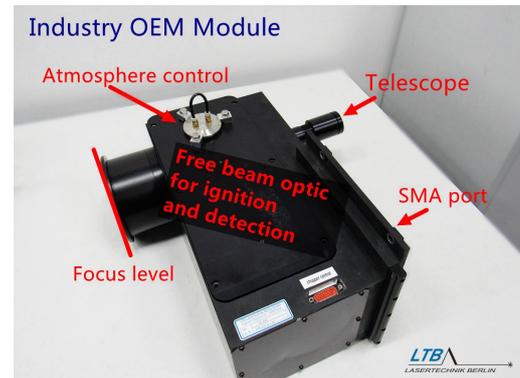
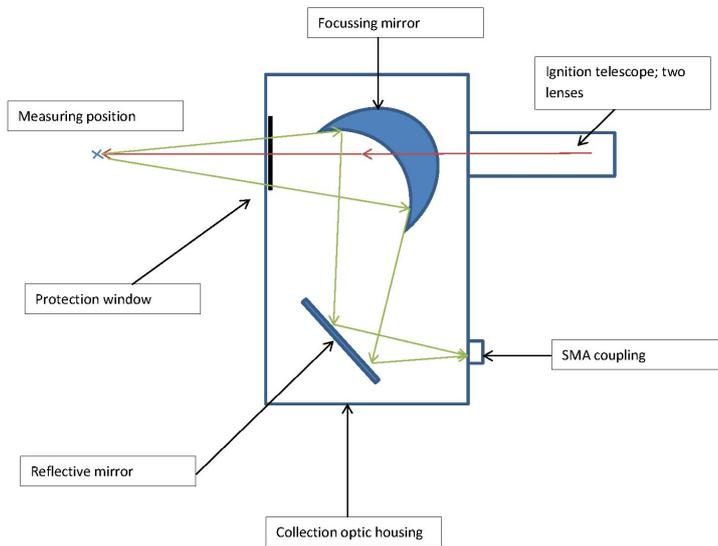
- Software Development Kit (SDK) allows the complete access to all spectrometer functions and the incorporation into in-house software applications. Sample programs facilitate the incorporation and reduce the development effort.
- An optional LabView driver inclusive sample VI is available as well, allowing an easy incorporation in more complex LabView-based measuring procedures.

可选配件:



- 样品室, 内含 x,y,z 位移台; 视频监控; 光束准直聚焦光组; 信号收集光组; 等离子体碎屑抽吸端口, 633nm 引导光源, CLASS I 激光防护; 样品室提供 PC 控制及外接操纵杆控制 (选配, 德国原装)
- 电动气阀, 实现 PC 气氛控制 (选配, 德国原装)
- 液体测试选件; (选配, 德国原装)
- 气体测试选件; (选配, 德国原装)
- 160mmx100mmx50mm 大行程三维样品台 (选配, 德国原装; 直接受控于 Sophi;也可配合 Joystick 单独使用)
- Hg 标准光谱灯 (ARYELLE 系列标配, 德国原装, 可单独购买);Ne 标准光谱灯; (选配, 德国原装)

- 超长工作距有限远共轭同轴原位非球面宽谱(DUV~NIR)消色差高反激光发射&信号收集光组(430mm 焦长适用于实验室/工业)



分析场合；超高收集效率；LTB 专利；选配，德国原装）：

可选激光光源(Typical,further specifications available on inquire):

Standard nanosecond Nd:YAG laser:

DPSS;45mJ@1064nm,TEM₀₀,M²<1.3,20Hz (Super compact design ; 532/355/266 available)

DPSS;30mJ@1064nm,M²<2,100Hz; (532/355/266 available)

DPSS;8mJ@1064nm,M²<2,1000Hz; (532/355/266 available)

50mJ@1064nm,20Hz, Super compact design

200mJ,10Hz@1064nm;

10Hz,260mJ@1064nm,170mJ@532nm,55(80)mJ@355nm,50mJ@266nm switchable

10Hz,650mJ@1064nm,350mJ@532nm,120mJ@355nm,90mJ@266nm auto switchable

Dual pulses nanosecond YAG laser:

2x100mJ,10Hz@1064nm,1~80μs adjustable delay between dual pulses,compact design

Excimer: 10mJ@193nm,300Hz/500Hz ,4~6ns(248nm available)

Nitrogen: 225μJ@337nm,60Hz(Micro LIPS)

OPO laser: 196~2300nm tunable pulsed laser

Ti:Sapphire: 210~980nm tunable pulsed laser;Narrow linewidth<50pm(5pm optional)

Ultrafast: 500μJ/2.5mJ@1064nm,8ps,TEM₀₀,M²<1.3,400Hz(7x24 serving)

3.5 mJ@780nm,120fs,TEM₀₀,M²<1.3,1000Hz(single stage ultrafast amplifier)