



BI-200SM研究级光散射系统

卓越的技术 专业的服务

R_h 粒 度

D_0 扩 散 系 数

M_w 重均分子量

R_g 回 旋 半 径

A_2 第二维里系数

R_g/R_h 形 状 因 子

N_{agg} 聚 集 度

D_f 分 形 维 数

研究级光散射系统

BI-200SM 广角动静态激光光散射仪

采用TurboCorr数字相关器，通过动态光散射的方法可以测量小至1nm的纳米颗粒分布情况，通过静态光散射的方法可测量高分子材料的Zimm、Berry、Debye曲线、分子量、回旋半径及第二维里系数。经国内外众多顶级实验室使用，证明BI-200SM是研究聚合物、胶束、微乳液以及复杂溶液等体系最理想的测试仪器。

动态光散射 (DLS)

动态光散射又被称为光子相关谱法 (PCS) 或者准弹性光散射法，该方法使用自相关方程进行运算，而自相关方程包含了悬浮颗粒或者溶液中高分子的扩散系数的平均值及其分布等信息。

从扩散系数的分布中可以得到：

- 粒度大小及其分布
- 其它动力学参数

静态光散射 (SLS)

对于悬浮于液体中的颗粒，基于Mie散射形成光强与角度的函数关系，从而得到颗粒粒度大小与形状的信息。

对于高分子溶液，光强与角度、浓度形成的依赖关系（即浓度依赖性与角度依赖性），利用Zimm图（或其他类似的方法）可以得到以下参数：

- M_w 绝对重均分子量
- R_g 回旋半径或均方末端矩
- A_2 第二维里系数

主要应用

● 高分子特性研究（以动态、静态光散射原理为基础）

一、囊泡及脂质体

微胶囊技术在现代科技与日常生活中有着重要作用，如药物、染料、纳米微粒和活细胞等都可以被包埋形成多种不同功能的微胶囊。利用动静态光散射表征技术，可以对微胶囊的几何形状、粒径大小和分子量大小进行表征，进而人为对微胶囊的囊壁组成和结构进行精确的控制与调控，从而调控微胶囊的各种性能。

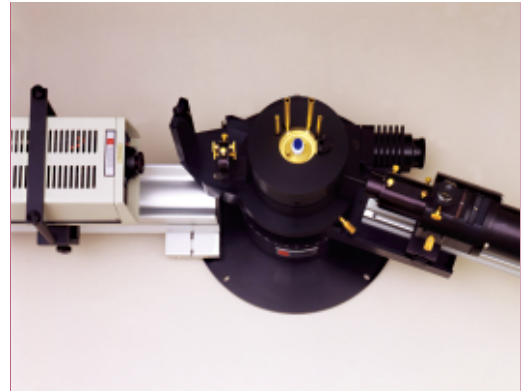
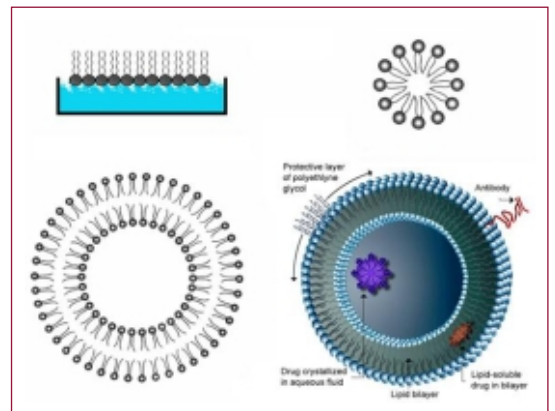


图 广角激光光散射仪

激光光散射的两种类型：测量平均光强的静态光散射与测量时间依赖性的动态光散射。

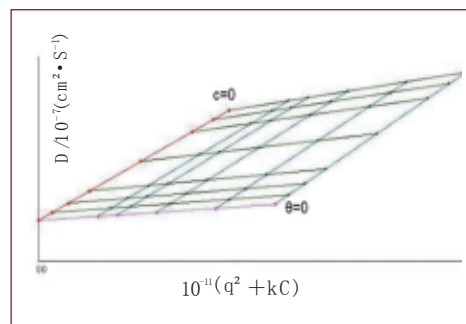
第二维里系数 (A_2) 是直接表征溶液中高聚物与溶剂分子间相互作用程度的参数，当互相作用抵消时， $A_2=0$ ，而且溶剂越优良则 A_2 越大。

如果使用动态与静态光散射对同一个样品进行分析，可以得到关于粒度大小，形状，支化（如果是高分子体系）等更多的信息。



二、胶束的研究

胶束的大小、结构、温敏性、pH值敏感度等决定着胶束的性能及应用前景。而胶束体系DLS测量时具有明显的角度和浓度依赖性，将不同角度和不同浓度的DLS数据外推才能得到准确的扩散系数 D_0 （动态Zimm图如右图所示）。

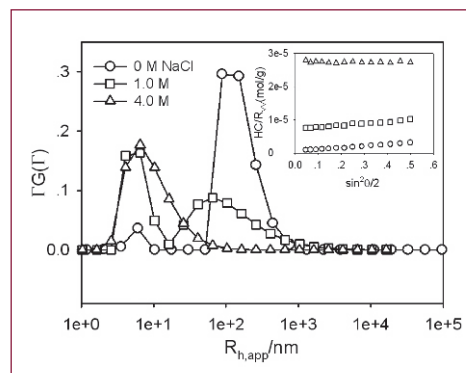


三、自组装

影响组装体系稳定性的因素有：分子识别、组分、溶剂、温度及热力学平衡状况。而通过测定组装体系的扩散系数、粒径、分子量、回旋半径、第二维里系数等变化，可以方便地表征自组装体系的这些性能。

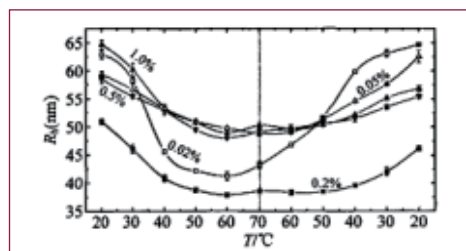
四、聚电解质共聚物的研究

聚电解质具有高分子溶液的特性，例如粘度、渗透压和光散射等。由于它带有电荷，使得这三方面的性质不同于一般的高分子。在光散射测量方面，通常把聚电解质溶解在一定浓度的盐溶液中再进行测量。右图描述的是PEO45-b-PDMA173嵌段聚合物的在不同盐溶液中的粒度测量结果。结果随着盐(NaCl)的加入，聚合物的粒度分布由两个峰转变为1个单分子峰。



五、体系聚集与生长

由于体系的变化可以通过粒度、光强、扩散系数、相关曲线等的变化加以表征，所以通常我们可以用光散射的方法来表征，从而得到体系的聚集、解离以及生长等信息。如在蛋白质晶体生长过程中，连续采集其光散射信号，通过对其光强、粒度、扩散系数及相关曲线等变化数据进行对比与分析，了解蛋白质晶体生长的情况及其性能变化的情况。如外加温控设备可以进一步研究体系的相变温度等溶液行为。



不同浓度下温度对酪蛋白胶束 R_h 值的影响。

六、超高分子量聚合物的表征

超高分子量聚合物（如PAM、烯烃等）因其具有极高的粘度，采用传统的测量方法（如GPC与光散射联用技术，粘度法等）难以保证准确性，而采用特殊匹配液池设计的广角光散射仪完全避免了管路堵塞、杂散光影响等问题，成为此类样品测量最适合的仪器。

DLS和SLS技术还可以用来进行以下表征：

- 微乳液
- 液晶
- 本体聚合物及晶体转变
- 复杂聚合物与胶体体系
- 蛋白质和DNA

设计精华

1. 旋转稳定性：200SM旋转台的球轴承运动支撑直径为200mm，大直径保证仪器运动时的稳定性。
2. 精确的宽角度测量范围：通过200mm直径旋转台，利用蠕动齿轮和球状轴承转动，可将测量角度控制在 $8^\circ \sim 162^\circ$ 之间任一角度，精确度达 0.01° ，改变角度可通过手动或计算机控制。
3. 标准的温控系统：外加的标准温控与过滤接口，温控范围： $-20 \sim 80^\circ\text{C}$ （选件 $-20 \sim 150^\circ\text{C}$ ）， $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。200SM的温控装置以环状形式垂直位于样品的周围，并且独立于匹配液的循环之外，

研究级光散射系统

在测量时可以关掉匹配液循环，而温控系统继续有效的工作。由于温控装置的独立性以及垂直环状循环液的接口部分是标准尺寸，因此有利于用户今后由于特殊要求而进行温控系统的升级。

4. 多种激光滤片轮：滤片轮装有适于632.8, 532, 514.5, 488.0nm不同波长的激光源过滤片，可根据用户激光器选择配置滤光片，另有开放位置供特殊样品测量使用。

5. 多种孔径片：100 μm 、200 μm 、400 μm 、1mm、2mm、3mm共六个孔径片，动、静态光散射测量根据实际实验要求选择合适孔径片测量。

6. 经过全面改进的准直系统（包括激光器支架、PMT结构、各个光路结构以及软件IST），使整个系统的准直过程更加易行、可靠。

7. 方便的光学校准系统：通过精密的螺钉调节杆，高质量的观察显微镜及标准透镜，使得整套光学系统的光路校准精确、快捷。

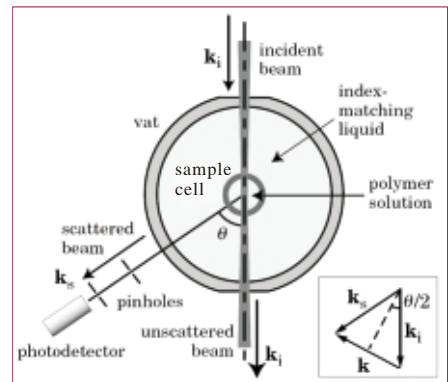
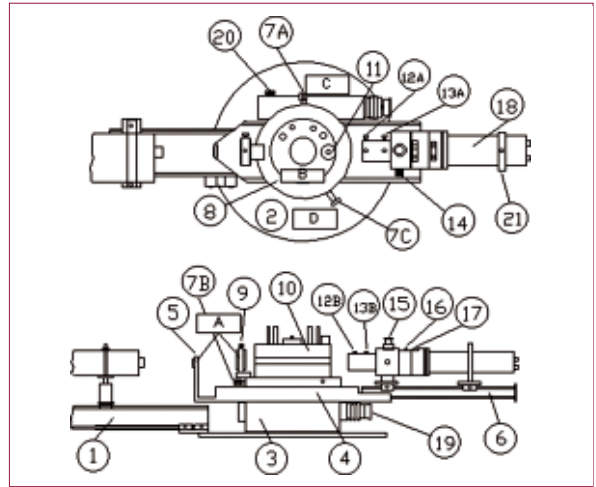
8. 完善的样品池集合：包括阻热盖，对中度调节装置，温控与折射率匹配液接口，圆形、方形样品池与校准池。

9. 特别设计的折射率匹配液池：折射率匹配液池的功能是为了减小杂散光的影响，BI-200SM的折射率匹配液池采用特殊材料，带有特殊抛光与平面处理的池壁窗口，并且体积非常大。这样既消除了界面特性又使得杂散光进入指定角度的概率大大减小，从而可最大限度减小杂散光的影响，提高了测量的准确度。

10. 样品池种类：根据用户不同的测试要求，配置了更多的样品池种类。

11. 模拟教学软件：由于研究级软件DLSW比较专业，对用户的使用提出了很高的要求。Brookhaven公司设计了一套模拟教学软件，通过对预先储存的标准信号进行定向分析；另外人为引入不同的噪声信号，评价不同噪声对信号的影响，帮助用户对软件的所有功能进行学习，特别是掌握对大量参数的准确设置。

12. 可扩展性：开放式结构设计,仪器的所有部件都是可拆卸的，以供用户由于特殊用途而采取的升级、改进措施。例如：可采用双光路设计，同时配置532nm绿光激光器及632nm红光激光器，红光与绿光可切换使用，满足不同样品的实验需求。



自相关与互相关技术

一般情况下，用户使用自相关的光散射系统就可以满足普通的用途，但是在一些比较特殊的体系测量中，互相关的应用是非常重要的。请参看下图：

STOPPED		Atot:	1.6917e+07	
Signal	Cross AB	A CR (avg.):	101.6 kcps	
Run:	6	M. Base:	8.3512e+06	
First Delay:	25.0 nsec	C. Base:	8.3503e+06	有效粒径
Last Delay:	1.0 msec	Base diff:	0.011%	
Elapsed Time:	00:03:00	Eff Dia:	9.2 nm	多分散性
Wavelength:	488.0 nm	Poly:	0.005	
Samples:	3.3292e+07			

图1 Triton X-100标准样品的互相关测试报告

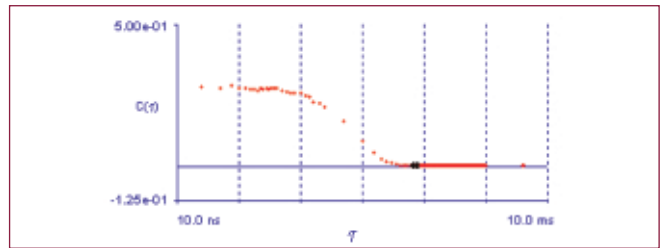


图2 Triton X-100标准样品互相关曲线

STOPPED		Atot:	1.6865e+07	
Signal	Auto A	A CR (avg.):	101.5 kcps	
Run:	2	M. Base:	8.5608e+06	
First Delay:	25.0 nsec	C. Base:	8.5599e+06	
Last Delay:	1.0 msec	Base diff:	0.010%	
Elapsed Time:	00:03:00	Eff Dia:	1.3 nm	
Wavelength:	488.0 nm	Poly:	0.179	
Samples:	3.3227e+07			

图3 Triton X-100标准样品的自相关测试报告

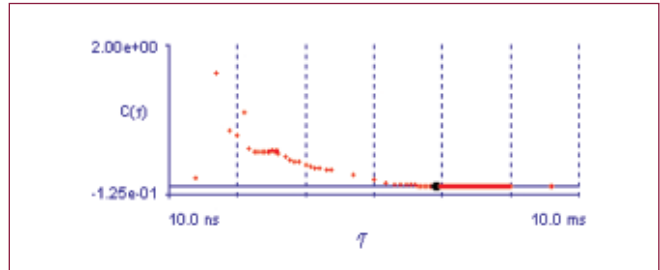


图4 Triton X-100标准样品自相关曲线

图1: 是Triton X-100标准样品的测试报告，样品的有效粒径为9.2nm，并呈单一分布。从图2相关曲线可以看出，测量的精度非常高（相关曲线形状比较平滑）。但是仅对该样品进行自相关测量时（见图4），样品的相关曲线存在大量的噪声信号（相关曲线形状比较离散），导致粒度的测量结果出现宽分布的形态（图3中Poly值为0.179，而在图1互相关计算中，Poly值为0.005）。从以上的例子中可知，互相关的测量精度是要高于自相关的测量。

为什么自相关与互相关对同一样品的测量可能存在如此大的差别

当光散射系统对难以分析的样品（例如：极稀体系或者极小颗粒体系）进行测量时，由于系统信噪比较低，同时当使用超高速通道时，检测器（特别是APD检测器）由于其本身的物理特性影响，将会产生后脉冲（After Pulsing），也将产生噪声信号。在这种情况下，由于噪声信号本身并不存在相关性，因此采用单一信号来源的自相关检测方法无法剔除噪声信号的影响，而采用两路信号来源的互相关检测方法可以自动剔除噪声影响，从而更加准确的反映样品本身的情况。

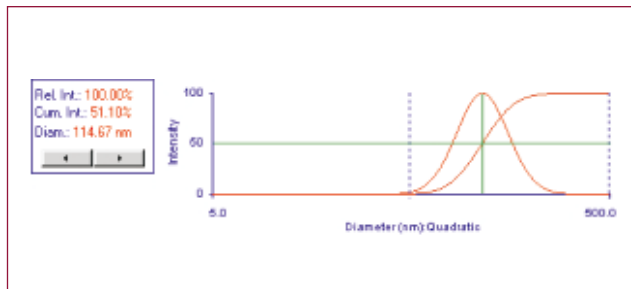
软件种类及功能

1) 软件

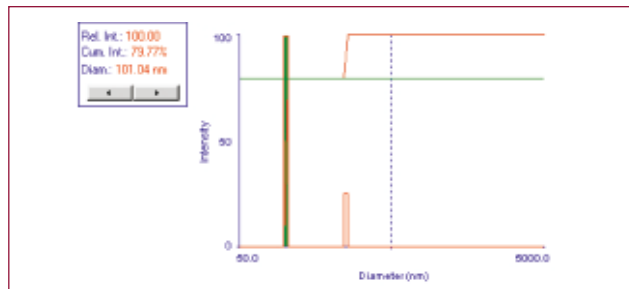
标准软件包	● 1. 粒径及其分布软件
	● 2. 标准积分软件
	● 3. 用于常规质量控制的简单相关器控制和粒径分析软件
	● 4. 光路准直软件
	● 5. 分子量测量软件
	● 6. 模拟学习软件
选件软件包	● 7. 研究级动态粒径分析软件
	● 8. 研究级静态光散射分析软件
	● 9. 米氏散射因子计算软件

研究级光散射系统

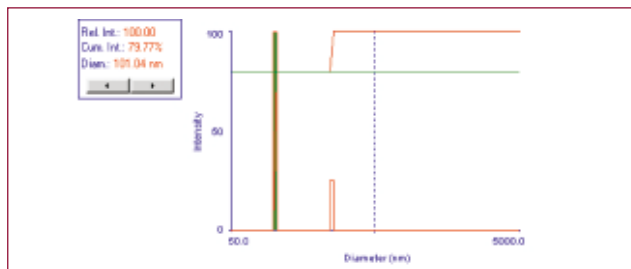
2) 功能



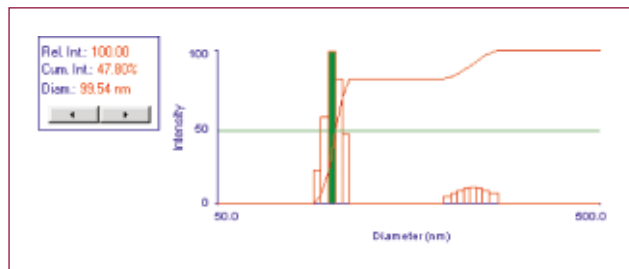
粒度测量—Cummulant



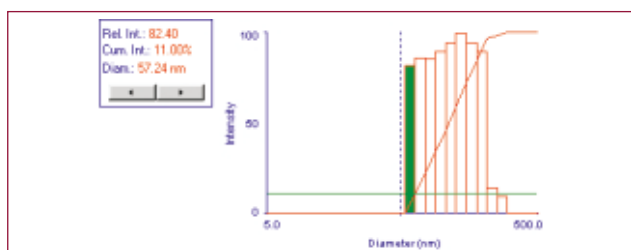
粒度测量—Double Exponential



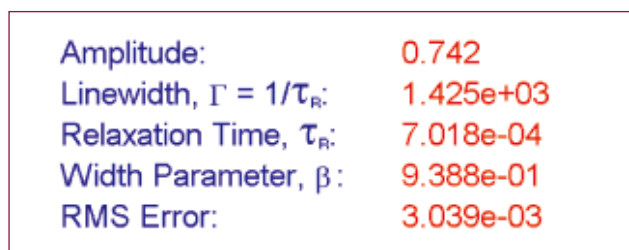
粒度测量—Exponential Sampling



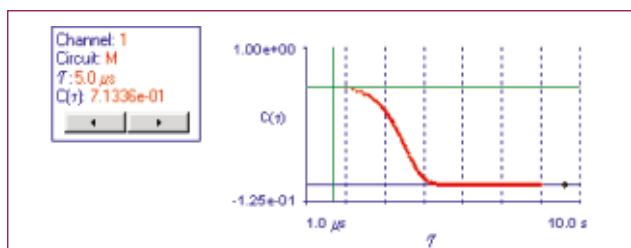
粒度测量—NNLS



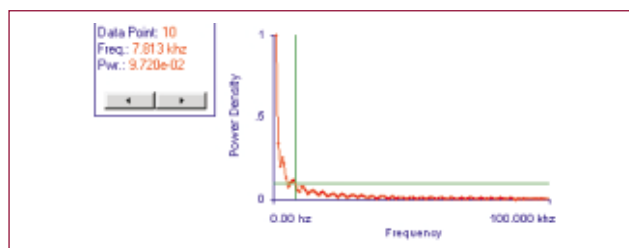
粒度测量—CONTIN



粒度测量—Williams-Watts



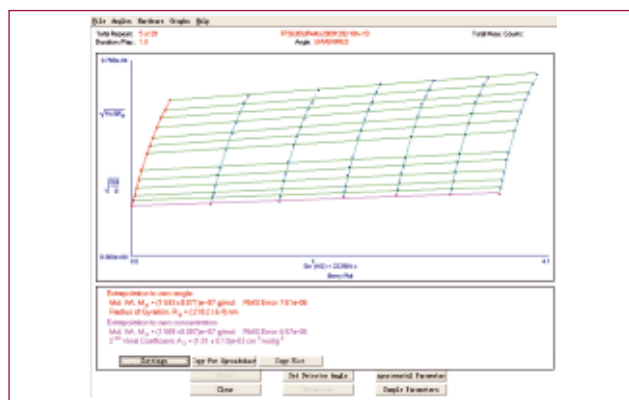
粒度测量—相关函数方程



傅立叶变换



仪器准直



分子量测量

	Gamma (s ⁻¹)	Diff. Coef. (cm ² s ⁻¹)	Eff. Diam. (nm)	Poly	Skew	Kurtosis	RMS Error	Amplitude
Linear:	1.442e+03	4.127e-08	118.9				3.0780e-03	0.722
Quadratic:	1.497e+03	4.287e-08	114.5	0.094			1.7639e-03	0.727
Cubic:	1.487e+03	4.258e-08	115.3	0.063	-3.07		1.7468e-03	0.727
Quartic:	1.484e+03	4.247e-08	115.6	0.044	-11.58	-30.60	2.2209e-03	0.727

中间变量测量

技术指标

参 数	指 标
粒度测量范围:	<1nm~6 μm
分子量范围:	500 ~ 10 ⁹ Dalton
分子大小范围:	10~1000nm (与激光波长有关)
测量角度控制范围和精度:	8° ~162°, 0.01 °
浓度测量范围:	0.0001mg/mL~10mg/mL
测量角度控制模式:	手动或计算机控制
温控范围:	-20 ~ 80°C (选件-20 ~ 150°C), ± 0.1°C
光源:	Mini-RED 激光器(高精度温度与输出功率闭环控制) 氦-氖激光器(35mW) 固体激光器(50mW, 100 mW, 200 mW, 300 mW) 氩离子激光器(1W, 2W, 3W)
检测器	PMT光电倍增管检测器 或APD雪崩型光电二极管检测器 (带有光强超载电子保护装置)
数字相关器:	4×522个物理通道, 4×10 ¹¹ 个线性通道 25ns-1310s动态采样时间及延迟时间分配 支持2路互相关, 支持相关器无限扩展联用
样品池种类:	Φ12/Φ25/Φ27圆形样品池 小体积圆形样品池, ~150 μL 方形样品池, 12.5×12.5×45mm
主要光学部件:	3mm的入射透镜 折射率匹配液池 聚焦用可调节消色差透镜, 200 μm可调光栅狭缝; 用来观察整个散射区的反光镜与显微镜镜头; 滤光片轮: 488nm/532nm/633nm的滤光轮 (可客户自选) 孔径轮: 100 μm/200 μm/400 μm/1mm/2mm/3mm的孔径片;
可选件:	偏振分析器, Glan-Thompson棱镜, 双向固定 互相关检测器 样品池实时温度显示 中密度滤光轮 光学平板基座/光学平台 双光路配置附件

测量DNDC值的最佳工具

BI-DNDC

DNDC值测定仪

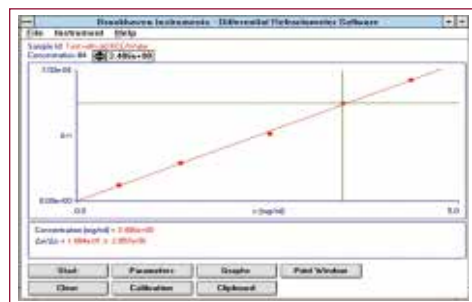
- **静态方式：**BI-DNDC是测量聚合物溶液dn/dc值的专用仪器。
采用注射器（2~2.5ml）直接进样，样品溶液浓度范围0.1~10mg/mL。
- **动态方式：**作为凝胶色谱系统的在线示差检测器。
采用进样阀进样，由蠕动泵或HPLC泵驱动。

仪器特点

- 预留有用户编程扩展接口，提高仪器的适应性与灵活性
- 面板与计算机控制相结合
- 完善的PC通信程序
- BI-DNDCW软件控制

技术指标

参数	指标
样品池角度：	45°
样品池体积：	8 μL
死体积：	25 μL/240 μL（注样口到样品池/样品池到出样口）
n0范围：	1.0 ~ 1.75RIU
测量范围（DRIU全量程）：	6×10^{-4} , 3×10^{-4} , 1.5×10^{-4} , 7.5×10^{-5} , 3.75×10^{-5} , 1.87×10^{-5} , 9.3×10^{-6} , 4.6×10^{-6} , 2.3×10^{-6}
灵敏度：	1.5ng（果糖在水中）
噪音：	$< 2.5 \times 10^{-9} \Delta RIU, 25^\circ C$
温度准确性：	±0.5°C
温度稳定性：	±0.01°C
波长范围：	620nm, 535nm, 470nm
管路直径：	(1) 0.25mm(进样品池)；(2) 0.75mm(进参比池)；(3) 1.0mm(出口管路)
流速（典型/最大）：	1.0/3.0 mL/min（分析）；5.0/12.0 mL/min（制备）
模拟信号输出：	1~10V（双极），全量程
数字信号输出：	RS-232/COM
数字化输入：	冲洗，回零，同步，错误提示
大小及重量：	160mm(H) x 175mm(W) x 340 mm(D), 8kg



上海凯来实验设备有限公司
全国统一客服电话：400 033 5217
网址：www.chemlabcorp.com
电话：021-58955731 58955762/63
传真：021-58955730

北京办事处：
电话：010-64981272, 64987204
广州办事处：
电话：020-38013654, 38013834
杭州办事处：
电话：0571-86430918, 86983871

青岛办事处：
电话：0532-67773036
南京办事处：
电话：025-83439592

