



丹东百特仪器有限公司

BeNano 180 Zeta Pro

纳米粒度及Zeta电位分析仪



粒 径

Zeta 电位

分 子 量

微 流 变

BeNano 180 Zeta Pro纳米粒度及Zeta电位仪系统

BeNano 180 Zeta Pro纳米粒度及Zeta电位分析仪是丹东百特仪器有限公司全新开发的测量纳米颗粒粒度和Zeta电位的顶级光学检测系统。该系统中集成了背向动态光散射DLS、电泳光散射ELS和静态光散射技术SLS，可以准确的检测颗粒的粒径及粒径分布，Zeta电位，高分子和蛋白体系的分子量、以及溶液的流变学信息等等参数，可广泛的应用于化学、化工、生物、制药、食品、材料等等领域的基础研究和质量分析质量控制用途。



的分子量、以及溶液的流变学信息等等参数，可广泛的应用于化学、化工、生物、制药、食品、材料等等领域的基础研究和质量分析质量控制用途。

检测参数

- 流体力学直径 D_H
- 分布系数 PD.I
- 扩散系数 D
- 颗粒间相互作用力因子 k_D
- 颗粒体系的光强、体积、面积和数量分布
- 颗粒体系的Zeta电位及其分布
- 分子量
- 溶液粘度和折光指数
- 溶液流变学信息 G^* , G' , G'' , η^* , J

仪器特点

- **高速测试能力**
更快的测试速度，所有结果可以随后编辑处理，最高检测速度0.5秒一个结果
- **高性能固体激光器光源**
高功率、极佳的稳定性、长寿命、低维护
- **背向光散射设计**
高浓度、高浊度样品的粒径检测
- **90° 光路设计**
3-5 μ L极微量样品检测和更好的大颗粒测试质量
- **智能光源能量调节**
根据信噪比，软件智能控制光源能量
- **功能强大的相关计算模式**
快、中、慢多模式相关器，最快25ns采样，宽线性范围
- **光纤检测系统**
高灵敏度，有效增加信噪比
- **相位分析光散射**
准确检测低电泳迁移率样品的Zeta电位
- **可抛弃毛细管电极**
极佳的Zeta电位测试重复性，避免交叉污染
- **智能结果判断系统**
智能辨别信号质量、消除随机事件影响
- **宽泛的温度控制范围**
-15°C - 110°C 温控范围，具有温度趋势测试能力
- **高稳定性设计**
结果重复性极佳，不需日常光路维护
- **灵活的动态计算模式**
多种计算模型选择涵盖科研和应用领域
- **流动模式**
连接FFF和GPC系统，提供优于1.3倍的粒径分辨率

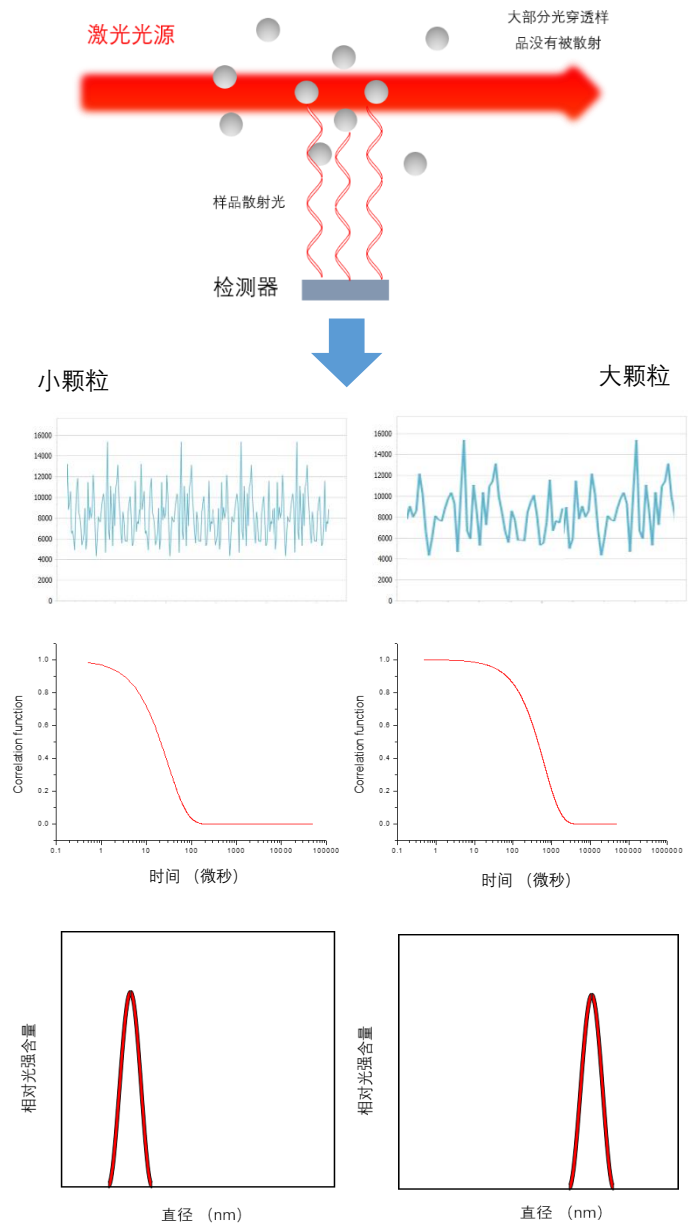
动态光散射

动态光散射技术DLS，又称作光子相关光谱PCS或者准弹性光散射。该技术检测由于颗粒布朗运动而产生的散射光的波动随时间的变化。其中小颗粒造成的散射光信号波动较快，大颗粒造成的散射光信号波动较慢。

APD检测器将散射光信号转化为电信号，再通过数字相关器的运算处理，得到颗粒在溶液中扩散的速度信息，即扩散系数D。

通过Stockes-Einstein方程可以得到颗粒、大分子的尺寸，即流体力学直径 D_H 及其分布。

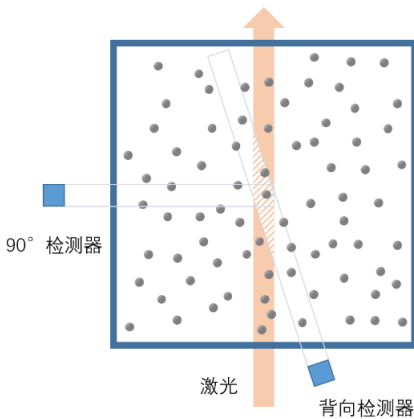
$$D = \frac{k_B T}{3\pi\eta D_H}$$



应用领域及其适用体系

- 高分子、胶体、自组装胶束、生物大分子、蛋白、多肽、抗原、抗体、纳米金属/非金属颗粒的粒度和分布
- 聚合过程及反应机理研究
- 聚集与解聚大分子的自组装等过程的动力学研究
- 体系的温度趋势性研究，如温敏胶体PNIPAM

背向散射技术



• 检测点在样品池中间的背散射

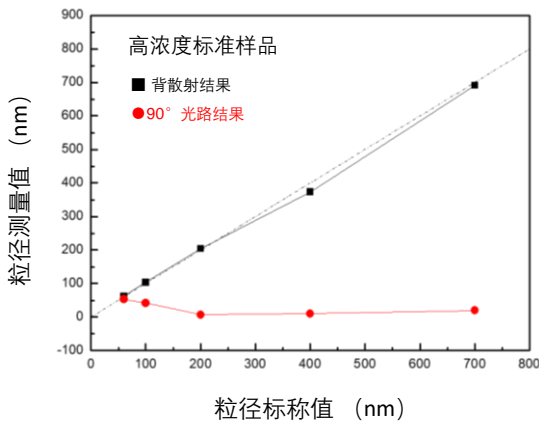
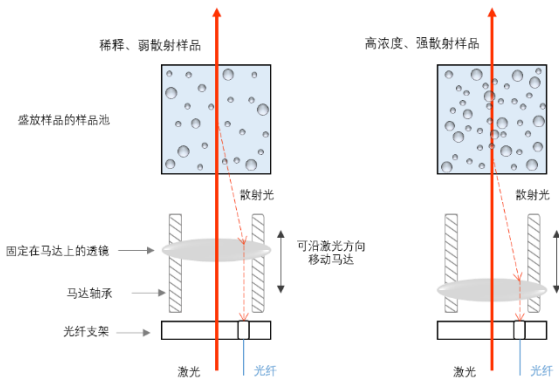
此时背散射体积较大，可以尽可能多的接收颗粒的散射信号，增加仪器的检测灵敏度。对于尺寸比较小、散射能力较弱的浓度比较稀的样品，具有较好的检测效果。但是由于其检测点设置在样品池中部，如果样品的浓度过高、浊度过高或者多重光散射效应较强，则无法进行检测或者即使勉强检测，其结果也与样品的真实值相差较大。

• 检测点位于样品池的边缘背散射

其特点是适合检测高浓度，散射较强，易产生多重光散射效应的样品。此时检测点固定在样品池靠近池壁位置，激光不需要穿透进入样品内部，可以有效避免高浓度样品的多重光散射效应，在更高的浓度范围内也能保持粒径数据结果的正确性与一致性。但是由于其光路设计，造成散射体积较小，会损失仪器的灵敏度，对于小颗粒、弱散射、浓度极稀样品检测效果不好。

• 智能寻找最佳检测点位置的背散射

通过透镜的移动可以实现将检测点在样品池中央到边缘任意位置的移动设置。可以最大程度上兼顾不同种类、不同浓度样品的检测需求。在实际检测过程中，根据样品浓度、大小、散射能力，对于每个特定样品确认其最佳检测位置和激光的强度，以达到最佳的测试条件和最高的测试准确性。



特点

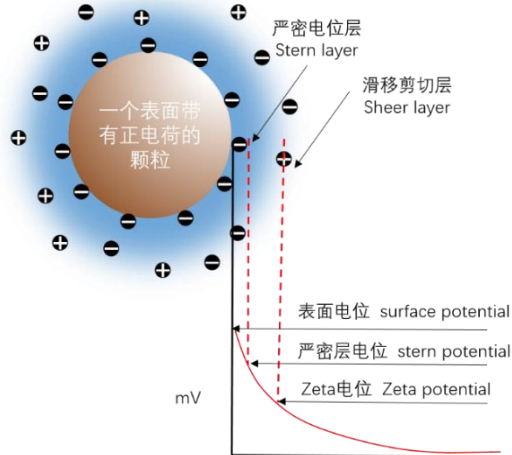
- 在背向173° 检测样品散射光,所观察到的样品散射体积为在传统角度下的8倍,在有效避免池壁反射的同时能得到更多散射光强
- 更高的灵敏度使仪器能够检测极低浓度至0.1 ppm的样品
- 可有效的降，低灰尘的影响
- 智能化样品测量定位系统，极大降低了多次光散射效应。可以有效检测40%以上高浓度的样品

电泳光散射

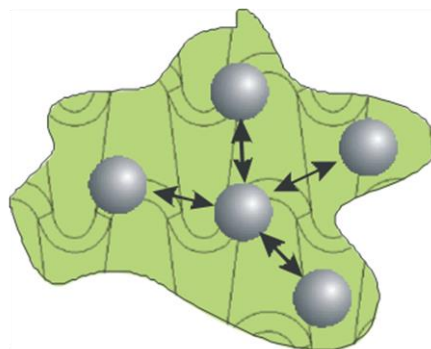
分散在液体中的颗粒往往在表面携带一定量电荷，这些电荷会使颗粒在溶液中形成一个超过颗粒表面界限的双电层。颗粒的电势在颗粒的表面最大，称作表面电位（surface potential），在严密电位层的电位称作严密层电位（stern potential），在颗粒的滑移层的位置的电势值称作Zeta电位。颗粒的Zeta电位与颗粒之间的相互作用力息息相关，较高的Zeta电位有利于防止颗粒团聚，维持体系的稳定性。

电泳光散射ELS技术是一种光学的测试技术，通过检测颗粒电泳运动产生的散射光的多普勒频移，进而分析原始的光学信号得到颗粒的电泳速度信息，由亨利方程建立起的颗粒电泳速度和Zeta电位的关系最终得到颗粒在当前体系中Zeta电位 ζ 和Zeta电位分布信息。

$$\mu = \frac{2\epsilon_r\epsilon_0\zeta}{3\eta} f(\kappa\alpha)$$



颗粒的电势分布示意图



颗粒间的相互作用力

应用领域及其适用体系

- 高分子、胶体、乳液、生物大分子、水煤浆、蛋白、抗原、抗体、纳米金属/非金属颗粒等等体系的Zeta电位及其分布，电泳迁移率及其分布
- 化学、化工、生物、食品、药品、水处理、环境保护、磨料等等行业
- 产品的稳定性研究和监控
- 表面电性能和表面改性修饰

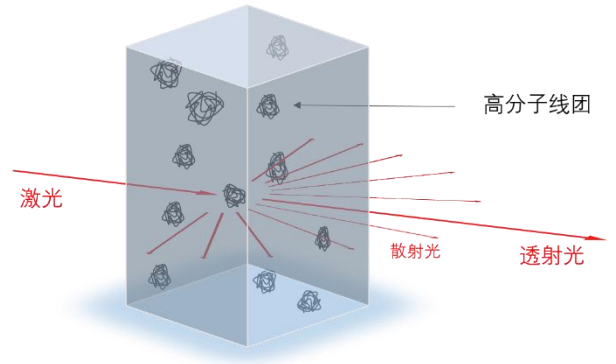
静态光散射

静态光散射技术SLS，检测颗粒、大分子物质的平均散射光强，通过瑞利散射方程将散射光强与大分子物质的绝对分子质量和第二维利系数 A_2 等信息联系起来。

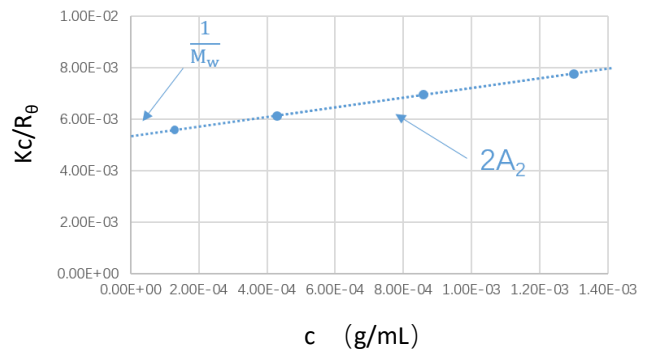
$$\frac{Kc}{R_\theta} = \frac{1}{M_w} + 2A_2c$$

其中 c 为样品的浓度， θ 为测量的角度（散射角）， R_θ 为 θ 角方向的瑞利散射比， M_w 为重均分子量， A_2 为第二维利系数， K 为与 $(dn/dc)^2$ 相关的常数。

在检测过程中，配置一系列不同浓度的溶液，分别检测其散射光强，并转化为不同散射光强下的瑞利比，通过以 Kc/R_θ 对浓度外推的Debye曲线，得到分子量和代表分子间相互作用的 A_2 信息。



大分子的散射光示意图



Debye 曲线

应用领域及其适用体系

- 化学化工：各种聚合物、胶束、超分子表征
- 石油化工：各种高分子添加剂、驱油剂表面活性剂的表征和研究
- 生命科学：蛋白、多肽及多糖的表征
- 药物研究：药物聚集及稳定性研究
- 超分子构象研究，自组装及聚集体聚集数研究

动态光散射微流变

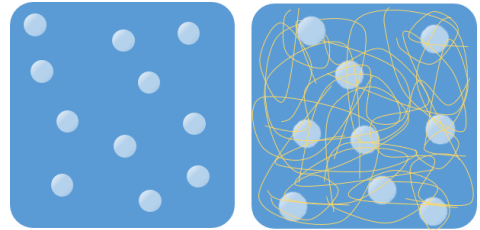
动态光散射微流变技术“DLS Microrheology”是通过动态光散射得到示踪粒子的均方位移 $\langle \Delta r^2(\tau) \rangle$ 进而得到与机械流变技术互补的溶液的流变学信息的光学技术。

测试过程中在研究体系中加入已知粒径的胶体颗粒作为示踪粒子，颗粒在热布朗运动行为与溶液环境的粘弹性性质相关。从动态光散射测试结果中解析出示踪粒子的均方位移MSD，通过广义斯托克斯-爱因斯坦方程得到粘弹性体系中的粘度、模量和蠕变信息。

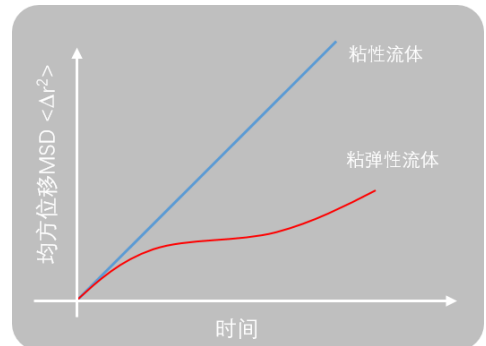
$$G^*(\omega) = \frac{k_B T}{\pi R i \langle \Delta r^2(i\omega) \rangle} = G'(\omega) + iG''(\omega)$$

动态光散射微流变

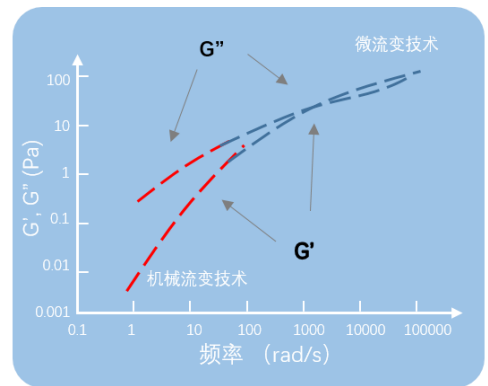
- 通过检测已知粒径的热布朗运动来研究流变行为
- 同时得到所有频率下的流变行为
- 通过示踪粒子施加低应力
- 微升级别样品量
- 结果与机械流变技术具有互补性



颗粒在纯粘性流体（左图）和具有粘弹性的复杂流体（右图）中



颗粒在纯粘性流体和具有粘弹性的复杂流体中的MSD曲线



复杂流体的G'和G''曲线

微流变信息

- 复数模量 G^* - 应力/应变
- 弹性（储能）模量 G' - 弹性，可回复部分
- 粘性（损耗）模量 G'' - 粘性，耗散能量
- 复数粘度 η^*
- 蠕变柔量 J - 应变/应力

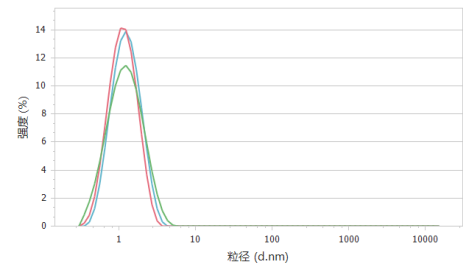
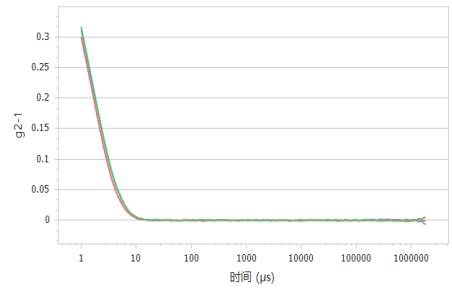
应用领域

- 高分子溶液
- 蛋白质溶液
- 凝胶体系

应用 - 动态光散射

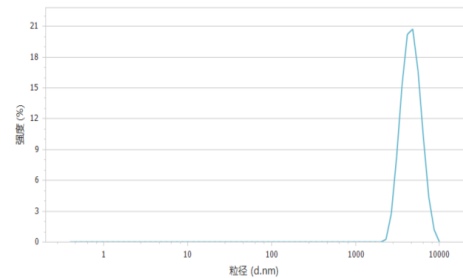
极小颗粒检测

BeNano 180 Zeta Pro系统采用50mW高功率固态激光器，高灵敏度APD检测器，单模光纤检测系统和超高速多模相关器系统，为极小颗粒，高速扩散样品提供了前所未有的灵敏度和粒径下限检测范围。即使是应对例如维生素B1（右图）这样的小于0.5nm的分子，在5%浓度的极稀条件下，也能有效检测其散射光强和快衰减信号，得到其有效粒径和粒径分布信息。



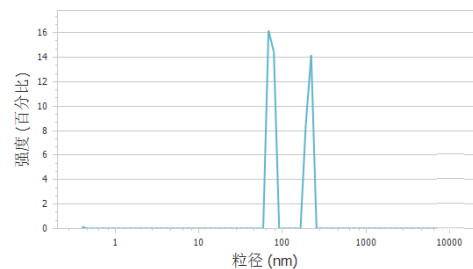
极大颗粒检测

大颗粒具有较强的多重光散射效应，扩散速度慢，容易沉降。使用动态光散射测试需要控制稳定条件和信噪比。系统的高效光路设计得到高信噪比检测结果，可以有效消除多重光散射效应，宽泛的相关计算时间范围保障慢衰减信号的采集和准确计算。右图为9 μm聚苯乙烯标准样品测试结果。



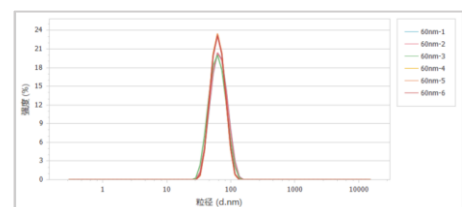
分辨率

动态光散射技术的分辨率取决于算法，通常在极限分辨率条件下可以分离粒径倍数差2.5-3倍的颗粒尺寸，BeNano 180 Zeta Pro中提供不同分辨率的计算模式，满足高分辨率需求的样品应用。右图为60nm和200nm聚苯乙烯标准样品混合的悬浮液的检测结果。



重复性

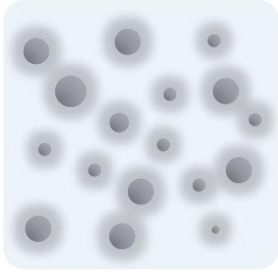
BeNano 180 Zeta Pro光路系统极其稳定，结合自动光强调节模式和智能信号判断系统为测试提供极高的稳定性和重复性。右图展示了对于60nm标准样品的多次重复性测试结果，可以看出BeNano 180 Zeta系统提供了相对标准偏差~ 1%的极佳重复性。



	Z-均粒径 (d.nm)
平均值	62.62
标准差	0.56
重复性	0.89%

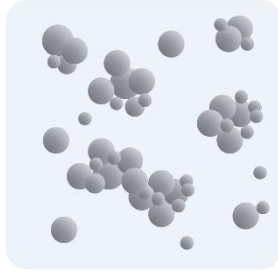
应用 - 电泳光散射

颗粒的稳定性



较高Zeta电位

- 颗粒间相互排斥力高
- 样品稳定

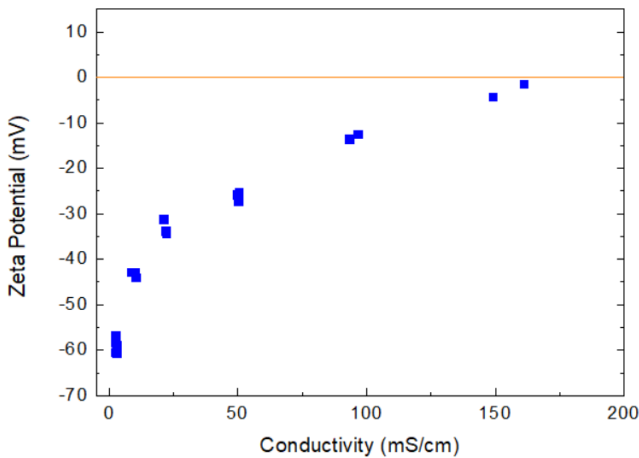
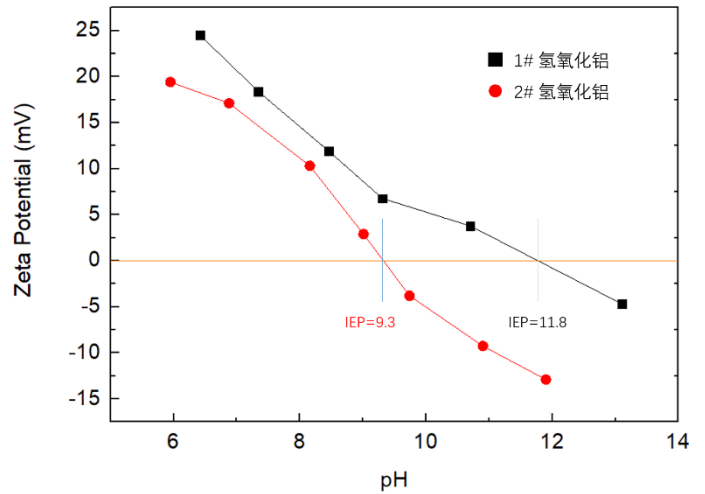


较低 或者零Zeta电位

- 絮凝、团聚、沉淀
- 不稳定样品

Zeta电位与颗粒体系的稳定性紧密相关。较高的Zeta电位下，颗粒之间相互作用力较强，体系处于一个比较稳定的状态，而较低的Zeta电位下，颗粒之间排斥力较弱，颗粒易于团聚、絮凝，体系的稳定性较差。主要影响Zeta电位的因素包括溶液体系的pH、离子强度（盐浓度）和小分子添加物的浓度。

分散液环境的pH是影响颗粒Zeta电位的重要因素之一。通常条件下，pH越低，颗粒表面越倾向于带正电，pH越高，颗粒表面越倾向于带负电。需要注意的是，即使是化学组成相同的颗粒，如果来源不同，在相同的环境下，其电位也有可能具有差别。



分散液的离子强度也是影响颗粒Zeta电位的重要因素之一。通常条件下，分散液离子强度越高，对于颗粒电势的屏蔽作用越强，颗粒的Zeta电位绝对值越向零趋近，颗粒在电场中的电泳迁移率越小。需要注意的是，有些离子可以在颗粒表面定向的吸附，这会额外的增加颗粒表面的电荷分布数量。

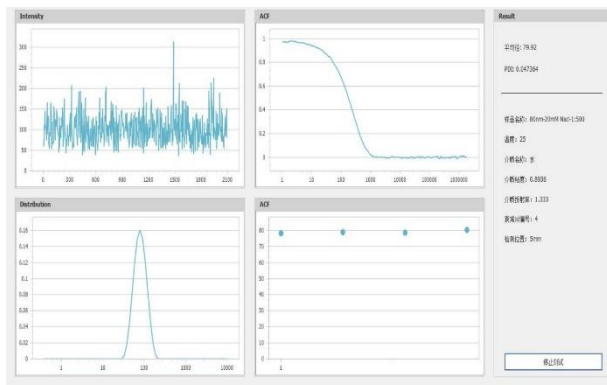
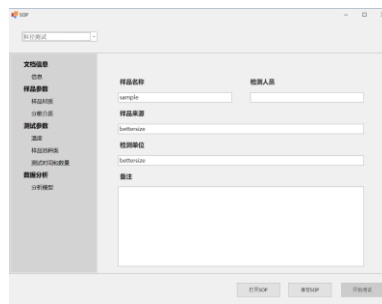
BeNano 180 Zeta Pro软件 – 研究级光散射软件

Id	样品名称	平均粒径(nm)	PDI	测试人员	测试时间	介质粘度(mPa.s)	衰减片编号	光强模式	分析模型	累积矩法阈值	$\tau(1/s)$	平均光强(kcps)
2	87878	65.58	0.002545		2020/4/3 15:37:39	0.8800	0	0	1	0.2	2347.708190	1230.78
2	87878	65.60	0.002299		2020/4/3 15:37:39	0.8800	0	0	1	0.2	2346.952481	1233.70
2	87878	65.51	0.002247		2020/4/3 15:37:39	0.8800	0	0	1	0.2	2350.210270	1252.54
5	S1	21.57	0.212261		2020/4/3 16:23:38	0.8800	0	0	1	0.2	7137.150225	158.82
5	S1	22.12	0.231187		2020/4/3 16:23:38	0.8800	0	0	1	0.2	6960.778734	159.69
5	S1	21.86	0.227739		2020/4/3 16:23:38	0.8800	0	0	1	0.2	7041.793876	159.71
6	S4	145.04	0.345431		2020/4/3 16:31:19	0.8800	0	0	1	0.2	1061.523908	445.34
6	S4	153.17	0.310902		2020/4/3 16:31:19	0.8800	0	0	1	0.2	1005.179439	450.71
6	S4	152.40	0.330934		2020/4/3 16:31:19	0.8800	0	0	1	0.2	1010.268756	458.29

BeNano 系列纳米粒度电位仪软件为用户
提供友好的界面设计，
提供结果预览和多个
专项报告页。

软件系统

- 标准化操作规程设置程序SOP，保障测试过程中参数准确无遗漏
- 测试页面显示即时信息和不同类型的测试结果
- 结果和统计 - 平均结果和标准偏差自动生成
- 统计报告 - 不同测试数据比较，差异一目了然
- 提供超过100个相关的参数输出，100%覆盖科研、质检和生产需求
- 软件版本向下兼容，终生免费、无缝升级
- 报告编辑器，生成符合用户需求的定制化报告

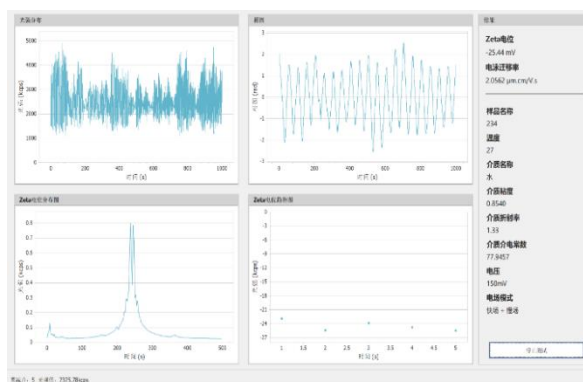


动态光散射

- 智能筛选删除不合格数据
- 自动设定光强和测试时间
- 提供Z-均粒径、PDI、粒径分布信息、扩散系数、颗粒相互作用力因子等等结果
- 浓度计算器提供适合的浓度范围信息
- 粒径分布算法
Cumulants、通用模式、CONTIN、NNLS

电泳光散射

- 相位分析光散射PALS
- 自动设定测试光强和时间
- 提供Zeta电位、Zeta电位分布等等结果
- 计算模型
Smoluchowski
Hückel
用户自定义



强大的统计和重分析功能

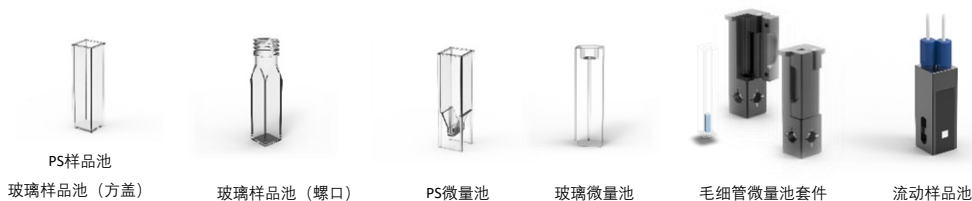
- 测试页实时显示统计结果
- 结果页提供关键结果参数的平均值、标准偏差和相对标准偏差
- 统计报告页提供更加全面的统计信息
- 测试结束后可以对于结果进行重新编辑，生成新的测试结果
- 具有多数数据合并能力
- 具有批量编辑处理能力

选件

粒径测试

样品池类型	描述	材质	样品量	耐温 °C
PS样品池	通用型样品池, 可抛弃, 水性试剂	PS	1-1.5 mL	-15 - 70
玻璃样品池 (方盖)	通用型样品池, 水性试剂和有机试剂	玻璃	1-1.5 mL	-15 - 110
玻璃样品池 (螺口)	通用型样品池, 水性试剂和有机试剂, 密封性好	玻璃	1-1.5 mL	-15 - 110
PS微量池	只需微量样品, 可抛弃, 水性试剂	聚酯	40-50 μ L	-15 - 70
玻璃微量池	只需微量样品, 水性试剂, 密封性好	玻璃	25 μ L	-15 - 110
毛细管微量池	极微量样品, 可抛弃, 水性和非挥发性有机相	玻璃	3-5 μ L	-15 - 70
流动样品池	用于流动模式测试	石英	27 μ L	-15 - 70

样品池选件外观



PS样品池

玻璃样品池 (方盖)

玻璃样品池 (螺口)

PS微量池

玻璃微量池

毛细管微量池套件

流动样品池

电位测试

电极类型	描述	材质	样品量	耐温 °C
插入式电极套件	适合水性和有机相样品	PEEK、铂金	1-1.5 mL	-10 - 100
镀金毛细管电极套件	适合水性样品, 可抛弃	PC	0.75 mL	-10 - 70
铂金毛细管电极套件	适合水性样品, 耐高盐度, 可抛弃	PC	0.75 mL	-10 - 70

电极选件外观



插入式电极套件

镀金毛细管电极套件

铂金毛细管电极套件

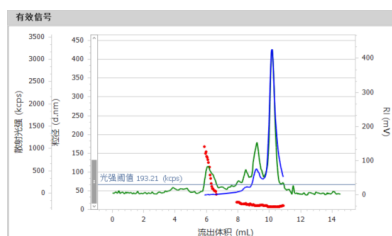
BAT-1自动滴定仪

BAT-1自动滴定仪与BeNano系列连用, 可以对于样品进行自动化的酸碱滴定测试, 具有测试效率高、精确定量、重复性好、结果不依赖于操作者等特点。由于盛放样品的样品管可抛弃, 避免了交叉污染的风险。



流动模式

流动模式适用于与场流分离系统FFF或者渗透色谱GPC/SEC连接使用, 检测每一个被分离的流出组分的散射光波动信号, 计算其颗粒的粒径尺寸, 结合接收到的示差折光检测器或者紫外检测器得到的浓度信号, 得到高分辨率的不依赖于计算模型的颗粒粒径分布。



BeScan稳定性分析仪

BeScan稳定分析仪是用于研究样品稳定性分析设备, 通过检测得到样品随空间分布、时间、温度的不稳定性变化, 并给出不稳定性指数 I_{US} , 粒径随时间的变化曲线等信息。BeScan与BeNano联合使用, 通过定量的 I_{US} 和Zeta电位信息研究样品的变化及其原因。



BeNano 180 Zeta Pro 纳米粒度及Zeta电位分析仪规格

功能和参数																							
粒径检测																							
粒径范围	0.3 nm – 15 µm*																						
最小样品量	3 µL *																						
检测角度	173° + 90° + 12°																						
分析算法	Cumulants、通用模式、CONTIN、NMLS																						
测试时间	自动或手动																						
最高样品浓度	40% w/v*																						
Zeta电位测试																							
检测角度	12°																						
Zeta范围	无实际限制																						
电泳迁移率范围	> ±20 µm.cm/V.s																						
电导率范围	0 - 260 mS/cm*																						
测试时间	自动或手动																						
粒径范围	2 nm – 110 µm*																						
最小样品量	0.75 mL																						
分子量测试																							
分子量范围	342 Da – 2 x 10 ⁷ Da*																						
微流变测试																							
测试能力	0.2 – 1.3 x 10 ⁷ rad/s*, 均方位移、复数模量、弹性模量、粘性模量、蠕变柔量																						
趋势测量																							
模式	时间和温度																						
粘度测试和折光率测试																							
粘度范围	0.01 cp – 100 cp*																						
折光率范围	1.3 - 1.6																						
相互作用力因子																							
k _D	无实际限制																						
系统参数																							
温控范围	-15°C - 110°C +/- 0.1°C																						
冷凝控制	干燥空气或者氮气																						
标准激光光源	50 mW 高性能固体激光器, 671 nm																						
相关器	快、中、慢多模式, 最快25 ns采样, 最多 4000通道, 10 ¹¹ 动态线性范围																						
检测器	APD (高性能雪崩光电二极管)																						
光强控制	0.0001 %- 100%, 手动或者自动																						
尺寸	长宽高 62.7 x 40 x 22.5 cm (22 kg)																						
电源	AC 100 - 240V, 50-60Hz, 4.0A																						
符合标准	ISO13321, ISO22412, ISO13099-1, ISO13099-2																						
界面语言	中文和英文																						
选配	<table border="0"> <tr> <td>可抛弃微量样品池</td> <td>40 µL – 50 µL</td> </tr> <tr> <td>石英玻璃微量样品池</td> <td>25 µL – 50 µL</td> </tr> <tr> <td>石英玻璃圆孔样品池</td> <td>1 mL – 1.5 mL</td> </tr> <tr> <td>毛细管微量池</td> <td>3 – 5 µL</td> </tr> <tr> <td>插入式电极</td> <td>有机相体系Zeta电位测试</td> </tr> <tr> <td>铂金毛细管电极</td> <td>高耐腐蚀性, 极高盐浓度样品Zeta电位测试</td> </tr> <tr> <td>审计追踪软件</td> <td>符合FDA 21 CFR Part 11</td> </tr> <tr> <td>BAT-1 自动滴定仪</td> <td>样品自动滴定操作</td> </tr> <tr> <td>流动模式</td> <td>连接FFF/GPC/SEC, 高分辨率粒径测试</td> </tr> <tr> <td>SV-10粘度计</td> <td>快速有效检测样品粘度信息</td> </tr> <tr> <td>3Q</td> <td></td> </tr> </table>	可抛弃微量样品池	40 µL – 50 µL	石英玻璃微量样品池	25 µL – 50 µL	石英玻璃圆孔样品池	1 mL – 1.5 mL	毛细管微量池	3 – 5 µL	插入式电极	有机相体系Zeta电位测试	铂金毛细管电极	高耐腐蚀性, 极高盐浓度样品Zeta电位测试	审计追踪软件	符合FDA 21 CFR Part 11	BAT-1 自动滴定仪	样品自动滴定操作	流动模式	连接FFF/GPC/SEC, 高分辨率粒径测试	SV-10粘度计	快速有效检测样品粘度信息	3Q	
可抛弃微量样品池	40 µL – 50 µL																						
石英玻璃微量样品池	25 µL – 50 µL																						
石英玻璃圆孔样品池	1 mL – 1.5 mL																						
毛细管微量池	3 – 5 µL																						
插入式电极	有机相体系Zeta电位测试																						
铂金毛细管电极	高耐腐蚀性, 极高盐浓度样品Zeta电位测试																						
审计追踪软件	符合FDA 21 CFR Part 11																						
BAT-1 自动滴定仪	样品自动滴定操作																						
流动模式	连接FFF/GPC/SEC, 高分辨率粒径测试																						
SV-10粘度计	快速有效检测样品粘度信息																						
3Q																							
* 取决于样品和选件																							

丹东百特仪器有限公司

地址: 辽宁省丹东市临港产业园区金泉工业区甘泉路9号, 118009

网址: www.bettersize.com

销售支持热线: 400 655 8837