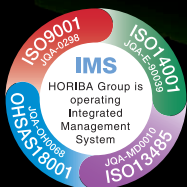


# HORIBA

## 纳米粒度及 Zeta 电位分析仪

nano partica SZ-100V2 系列

超宽 的测量范围!  
超高 测量精度!



用优异的分析技术为您展现纳米世界的奥秘!

一台简洁小巧的装置同时实现对纳米粒子三项参数的表征：粒径，Zeta电位和分子量!

以先进的技术简单准确地表征纳米粒子尺寸及分散体系的稳定性，为您开启纳米科技前进之门！

# nano partica SZ-100V2 纳米粒度及 Zeta 电位分析仪

纳米技术的研发是一个持续不断的过程，在分子和原子水平上控制物质以获得更新、更好、更先进的材料和产品。

简单操作即可对纳米颗粒进行多参数分析！



粒径测量范围  $0.3\text{nm} \sim 10\mu\text{m}$

SZ-100V2 系列采用动态光散射原理 (DLS) 测量粒径大小及分布，实现了超宽浓度范围的样品测量，不论浓度是 ppm 级还是高达百分之几十，均可准确测量。可使用市售样品池。测量微量样品也极为方便。



Zeta 电位测量范围  $-500 \sim +500\text{mV}$

使用 HORIBA 微量样品池，样品量仅需 100  $\mu\text{L}$ 。通过 Zeta 电位值可以预测及控制分散体系的稳定性。Zeta 电位越高意味着分散体系越稳定，对于配方研究工作意义重大。



分子测量范围  $1 \times 10^3 \sim 2 \times 10^7$

通过测量不同浓度样品的静态散射强度并通过德拜记点法计算绝对分子质量 (Mw) 和第二维利系数 ( $A_2$ )。

**SZ-100V2 系列超高的智能化和学习能力可以快速为您确定纳米粒子的特性！**

- SZ-100V2 系列可测量的样品浓度范围很广，所以几乎无需对样品进行稀释和其他处理。双光路系统 ( $90^\circ$  和  $173^\circ$ ) 设计，既能对高浓度样品进行测量，如釉浆和颜料，也能测量低浓度样品，如蛋白质和聚合物。
- 将表征纳米粒子的三大参数的测量融于一体：粒子直径、Zeta 电位和分子量。
- HORIBA 开发的石墨电极电位样品池可避免样品污染。专用超微量样品池 (最小容量 100  $\mu\text{L}$ ) 简单易用，且适合分析稀释的样品。
- HORIBA 研发的 Zeta 电位专用石墨电极，可用于测量强腐蚀性的高盐样品。



## 轻松测量

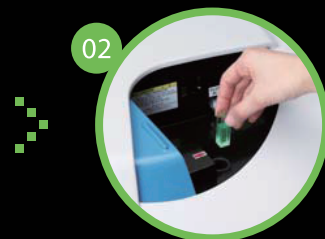
将样品注入样品池，然后将样品池放入仪器

紧凑的机身设计使得在各种实验室环境下安装成为可能

测量  
步骤



[ 取样 ]  
将样品注入样品池



[ 进样 ]  
将样品池放入仪器



[ 开始测量 ]  
点击测量按钮



[ 显示结果 ]  
测量结果实时显示



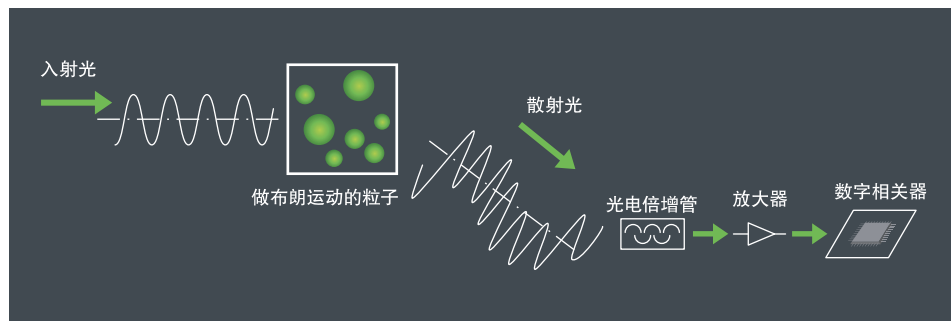
无需维护及清洗，  
测量后只需清洗样品池。



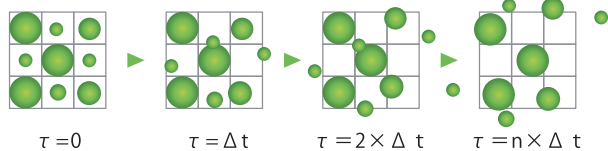


# 粒径测量原理

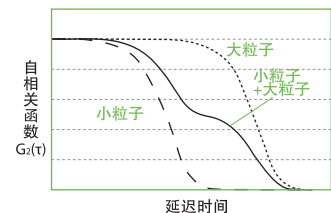
SZ-100V2 采用动态光散射技术测量粒径，通过测量粒子的散射光强度随时间的波动。纳米粒子的布朗运动引起光强的波动，对其进行统计分析可与粒子的扩散相联系。由于布朗运动的激烈程度与粒径大小显著相关，从而可以建立粒径与散射光强度波动的关系。采用 SZ-100V2 将使得此种测量技术更快速可靠。



## ● 纳米粒子扩散示意图



## ● 自相关函数与粒径的关系



自相关函数的测量是通过对比时间 t 与 t+tau 时散射光的强度来实现的。在非常短的时间间隔里，粒子的运动很微小因此散射光强度的变化也很小，所以自相关函数的值很大（接近于 1）。如果延迟时间很长，粒子的运动相对显著，自相关函数的值也相对较小。此函数值与散射光强度的时间平均值有关。自相关函数值的变化速度对应于粒子的运动速度，因此也对应于与粒子的大小。测量得到的自相关函数通常呈指数级的减小，体系的扩散系数可以通过下式求得：

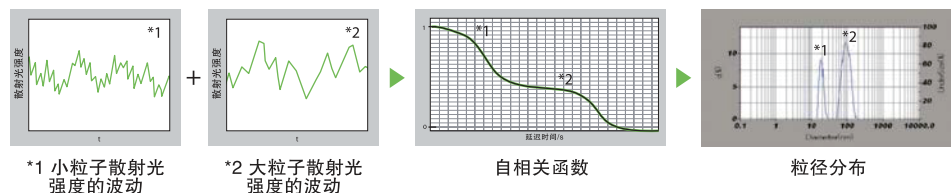
$$G^{(2)}(\tau) = B + Bf \exp(-2D_m q^2 \tau)$$

$G^{(2)}(\tau)$ :测得的自相关函数 B:基线 f:仪器常数  $D_m$ :粒子的扩散系数  
 $q$ :散射矢量[ $q=4\pi n/\lambda \sin(\theta/2)$ ]  $\tau$ :延迟时间

粒径由扩散系数通过斯托克斯-爱因斯坦方程求得：

$$D_h = kT/3\pi\eta D_m$$

$D_h$ :粒子直径 k:玻尔兹曼常数 T:绝对温度  $\eta$ :粘度



# ◎ HORIBA 独创的光学系统

## 1 高灵敏性的光学元件

使用动态光散射法实现准确而快速的粒径测量的关键是使用高能激光光源和灵敏的探测器。HORIBA 使用绿色激光光源。散射光强度与激光波长的四次方成反比，因此使用绿色激光作为光源将比使用红色激光获得更强的信号强度（波长更短）。同时采用对绿色激光更加灵敏的光倍增管 (PMT)，而不是雪崩式二极管 (APD)。此外，与 APD 相比 PMT 探测弱信号的能力更强，因此动态范围更宽。

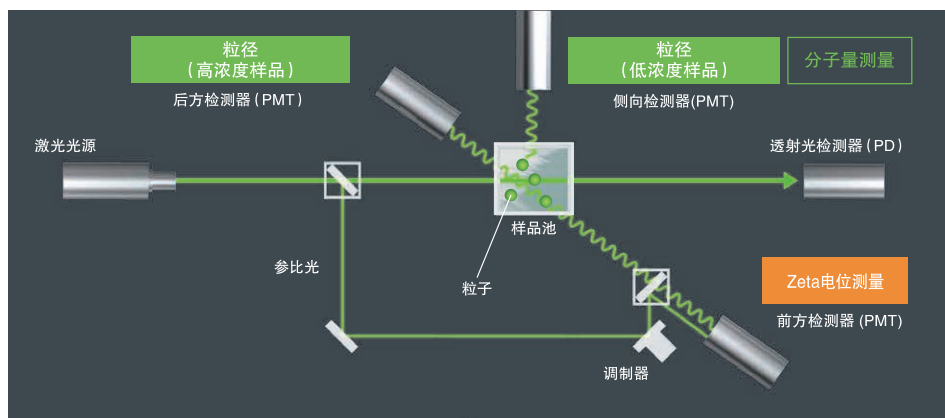
## 2 执行标准

SZ-100V2 系列遵照 ISO 13321:1996 和 JIS Z8826: 2005 标准。

## 3 自动选择合适的测量条件

仪器提供多种测量参数，并可根据获得的样品信息自动选择测量条件以及避免用户进行误操作。

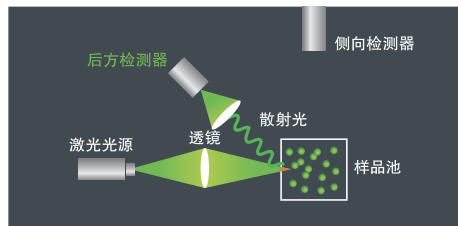
## ● SZ-100V2 的三角度光学系统实现了超宽浓度范围的样品测量。



## ● 仪器根据样品浓度自动选择光路组合。

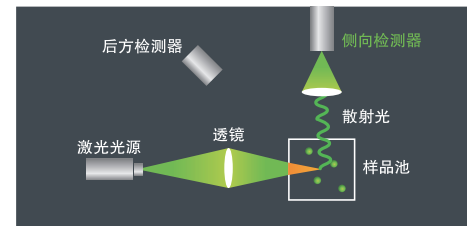
### 高浓度样品

检测器检测靠近样品池壁的样品的背散射光强度以尽量减少多重散射的影响



### 低浓度样品

检测器检测直角方向的散射光以消除杂散光的干扰并增加信噪比



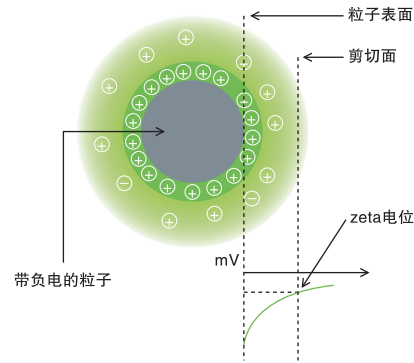


# Zeta 电位测量原理

(激光多普勒电泳法)

处于悬浮液中的纳米粒子和胶体粒子大多表面带有电荷。当电场作用于液体时，带电粒子将会在电场的影响下运动。运动的方向及速度与粒子的带电量、分散介质和电场强度有关。

通过观察散射光的多普勒频移从而测量粒子的运动速度。粒子的运动速度与粒子剪切面上的电位 (即 Zeta 电位) 成正比，因此可以通过测量粒子在电场作用下的运动而得到粒子的 Zeta 电位。



## ◎ 电泳法

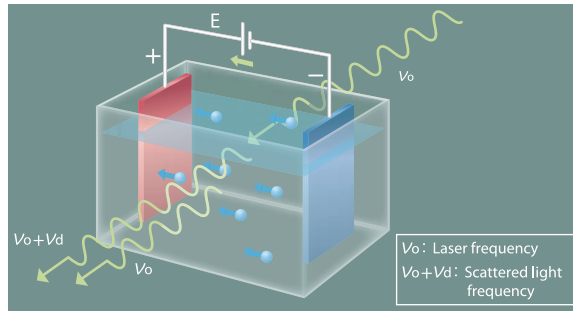
带电粒子在电场中的运动被称作电泳，SZ-100V2 所采用的是激光多普勒电泳法。使用已知折射率 (n)、粘度 (η) 及介电常数 (ε) 的液体分散样品粒子，使用波长为 λ 的激光照射分散好的样品并同时施加一个强度为 E 的电场。粒子在电场的作用下开始运动，使得散射光发生多普勒频移 (正比于粒子所带电量)。通过测量 θ 角度上的散射光的多普勒频移从而得到粒子的运动速度 V。电场强度除以运动速度 (V/E) 得到电泳的迁移率，通过普遍采用的 Smulo-chowski/I 模型即可得到样品的 Zeta 电位。

$$U = \frac{\lambda \cdot V_d}{2 \cdot E \cdot n \cdot \sin(\theta/2)}$$

Zeta 电位与计算得到的电泳迁移率之间的关系可用下式表示。

$$\zeta = \frac{U \eta}{\epsilon \cdot f(\kappa a)}$$

ζ : zeta 电位 U : 电泳迁移率 E : 电场强度 n : 溶剂折射率 ε : 溶液介电常数  
η : 溶剂粘度 f(κa) : 亨利系数

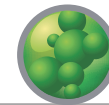
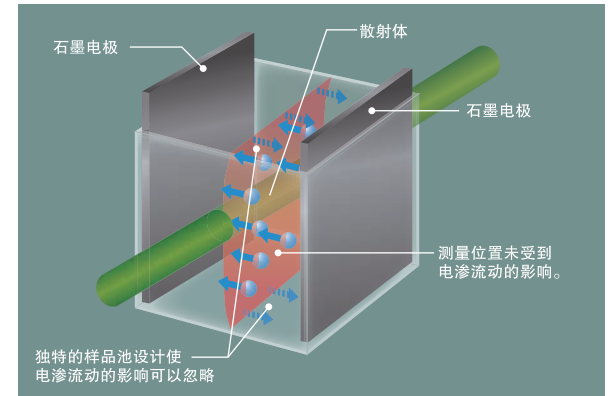


## ◎ 产品特点

- 1 样品使用量小，方便了珍贵或稀有样品的测量。
- 2 先进的信号处理系统可以将光学信号有效地转换为电泳迁移率及 Zeta 电位，无需人工计算或比对粒子运动速度。
- 3 电位样品池电渗效应小，增强了测量的灵敏性。

不仅仅是微观粒子，宏观物体如样品池或毛细管壁在与分散介质接触时也会携带电荷。由于静电引力，与样品池或毛细管壁携带相反电荷的离子将在池壁上累积。

在 Zeta 电位的测量过程中这些离子将会在电场作用下运动，引起流体整体运动，该现象称为电渗。电渗将干扰样品粒子的运动从而影响 Zeta 电位的测量。HORIBA 通过减小电极之间的距离，减小了电渗效应从而提高了仪器的灵敏性。

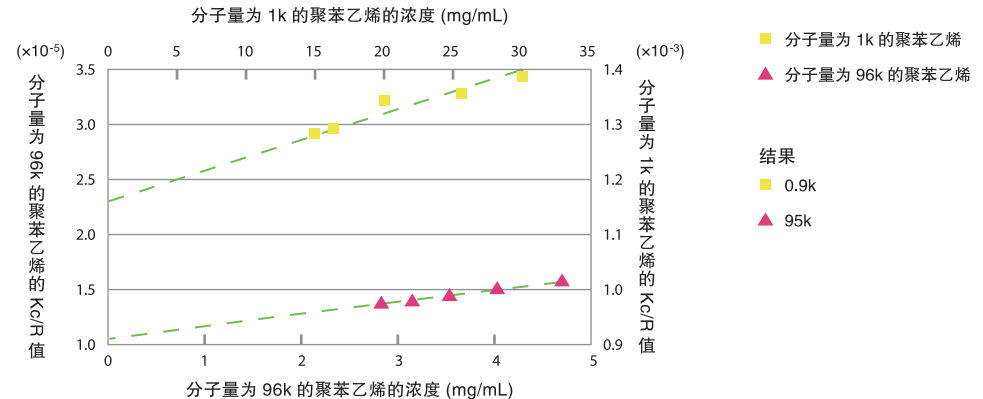


# 分子量测量原理

SZ-100V2 采用两种方法来测量大分子如聚合物、蛋白质和淀粉等的分子量。第一种方法采用动态光散射得到的粒径信息和 Mark Houwink 方程。第二种方法是德拜记点法。

● Mark Houwink Sakurada 公式只需确定选定的聚合物-溶液系统的两个经验常数，指数 α 与指前因子 K，即可建立扩散系数 (通过动态光散射得到) 与分子量之间的关系。如果 SZ-100 的数据库中不包括这两个经验常数，测量者可自行加入新的常数以完成快速测量。此方法的优势在于不需要准确的知道体系的浓度。

● 德拜记点法须首先测量一系列已知浓度溶液及纯溶剂的静态光散射强度。得到的散射光强度作为浓度的函数可以拟合成一条直线，将直线外推到浓度为零即可得到分子量的倒数。下图为典型的测量实例。

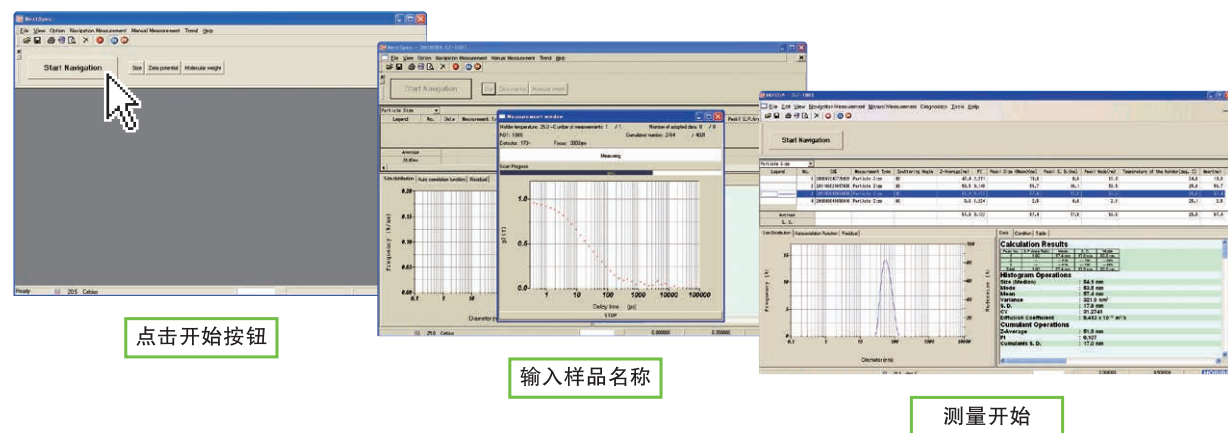


# 软件特点

操作者只需选择测量模式 ( 粒径、Zeta 电位或者分子量 )，测量界面出现后放进样品即可开始测量。  
SZ-100V2 系列的操作使用非常简捷。  
21CFR Part11 软件可根据用户需求选配。

## 快捷简单的操作

测量条件可由操作者手动设置，或将一系列条件存储为导航程序，操作者只需点击一个按钮即可执行测量。



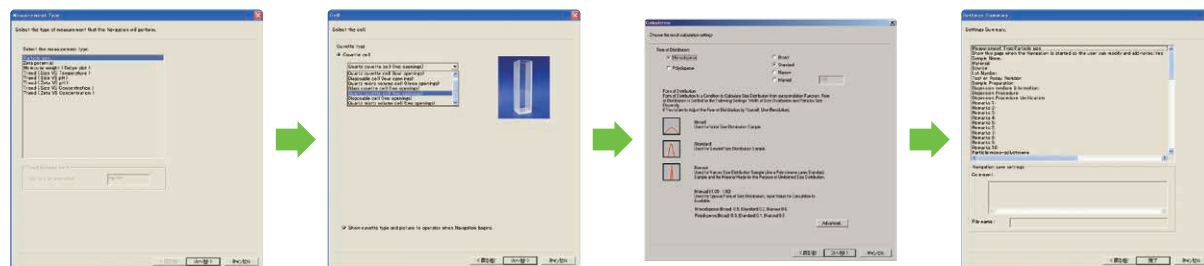
点击开始按钮

输入样品名称

测量开始

## 轻松设置导航程序

软件将引导操作者设置导航程序，并可为以后的快速测量指定一个按钮。



选择测量模式  
( 粒径、Zeta 电位  
或者分子量 )

选择样品池

设置测量条件

命名导航文件并保存

软件系统将按照选定的测量条件和步骤执行测量并创建一个导航文件。

# 操作简单 功能强大

# 仪器性能

## 测量的准确性

为保证产品的品质和性能，HORIBA 执行全世界最严格的质量控制体系。每台仪器出厂前，HORIBA 都会按照下表，采用标准样品来确认测量的准确性及重现性。

### 粒径

如下表所示，采用可溯源的 NIST 聚苯乙烯标准颗粒进行粒径测量准确度的校准。

标准颗粒粒径 (nm)	浓度	标准
100 nm	100 ppm	累积平均粒径值偏差小于 $\pm 2\%$ 。(不包含标准粒子自身误差。)

粒径测量的重复性见下表。

标准颗粒粒径 (nm)	浓度	标准
100 nm	100 ppm	6次重复测量的变异系数小于2%。
100 nm	10 wt. %	6次重复测量的变异系数不大于5%。

\*遵照 ISO 13321: 1996, ISO 22412: 2008 和 JIS Z 8826: 2005. 标准。

### Zeta 电位

使用 HORIBA 指定的胶体硅样品进行测量，可以保证 Zeta 电位测量值在 -75mv 和 -40mv 之间。6 次重复测量的变异系数不大于 10%。

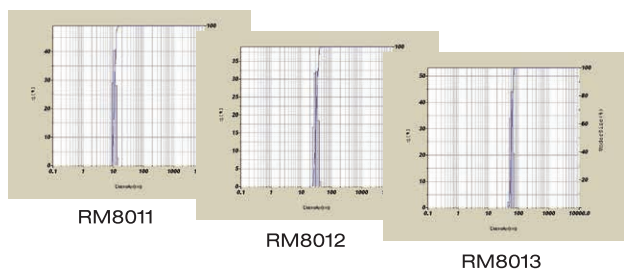
### 分子量

使用聚苯乙烯标准样品 ( 分子量 96,000 ) 进行测量，误差在  $\pm 10\%$  以内。

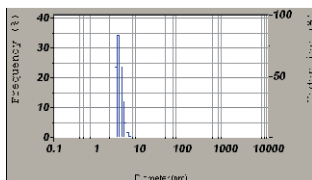
# 应用

## ● 生物材料：胶体金颗粒粒径测量结果

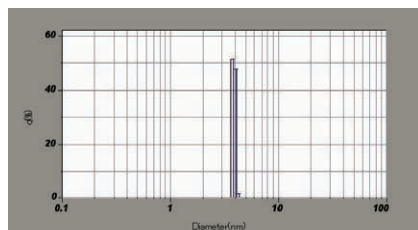
胶体金 (NIST)	RM8011	RM8012	RM8013
公称直径 (nm)	10	30	60
DLS法测量得到的NIST直径 (nm)	13.5	26.5	55.3
SZ-100测量得到的直径 (nm)	11.0	26.6	55.4



## ● 使用大功率激光光源 (532 nm, 100 mw) 测量2nm胶体金颗粒的结果

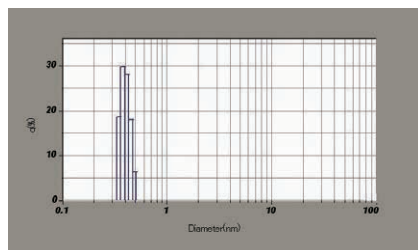


## ● 溶菌酶 (卵清蛋白) 粒径测量结果 (大功率激光光源532 nm, 100 mw)



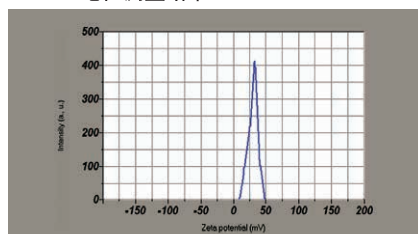
样品浓度: 0.05 mg/mL  
醋酸缓冲剂: pH=4.3  
平均粒径: 4.0 nm

## ● 盐酸硫胺素 (维生素B1盐酸盐) 粒径测量结果



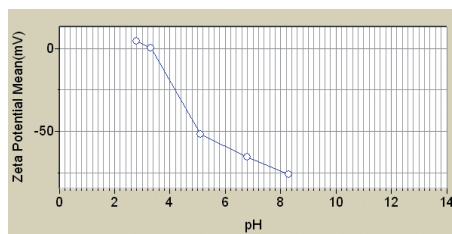
样品浓度: 300 mg/mL  
平均粒径: 0.4 nm

## ● NIST SRM 1980 $\alpha$ -FeOOH Zeta电位测量结果



样品浓度: 50 ppm, pH=2.5  
电泳迁移率:  $2.53 \pm 0.12 \mu\text{m} \cdot \text{cm} / \text{Vs}$   
测量结果: 电泳迁移率= $2.53 \pm 0.12 \mu\text{m} \cdot \text{cm} / \text{Vs}$   
Zeta电位: 32.9 mV

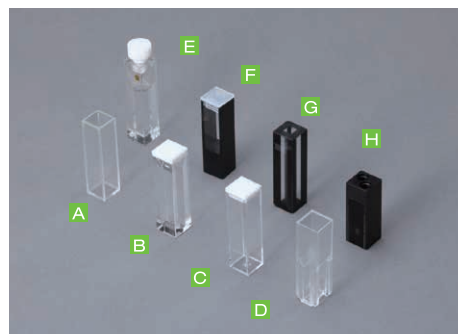
## ● 二氧化硅等电点测量结果



样品浓度: 0.01 mol/L  
(使用氯化钾调整浓度至10w%)  
Zeta电位: -38.3 mV

# 附件

## ● 样品池型号及参数 根据应用正确选择样品池



石墨电极塑料样品池  
(适合zeta电位及粒径的测量, 100  $\mu\text{L}$ , 水溶液)

样品池	应用范围	说明
A 塑料样品池	粒径/分子量	塑料, 4面透明, 100个/盒, 最大容量4000 $\mu\text{L}$ (最少取样量1000 $\mu\text{L}$ )
B 半微量池	粒径	石英, 4面透明, 最大容量1600 $\mu\text{L}$ (最少取样量400 $\mu\text{L}$ )
C 玻璃池	粒径/分子量	玻璃, 4面透明, 最大容量4000 $\mu\text{L}$ (最少取样量1000 $\mu\text{L}$ )
D 塑料半微量池	粒径	塑料, 2面透明, 100个/盒, 最大容量800 $\mu\text{L}$ (最少取样量400 $\mu\text{L}$ )
E 样品池(带盖)	粒径/分子量	石英, 4面透明, 最大容量4000 $\mu\text{L}$ (最少取样量1000 $\mu\text{L}$ )
F 微量池(仅侧面检测)	粒径/分子量	石英, 3面透明, 仅适用于侧面检测, 最大容量30 $\mu\text{L}$ (最少取样量12 $\mu\text{L}$ )
G 亚微量池	粒径/分子量	石英, 4面透明, 最大容量750 $\mu\text{L}$ (最少取样量250 $\mu\text{L}$ )
H 流动池	粒径/分子量	石英, 3面透明, 最大容量100 $\mu\text{L}$ (最少取样量100 $\mu\text{L}$ ), 两个接口连接pH控制器
I 石墨电极塑料样品池	Zeta电位	适用于水溶性样品, 20个装
J 有机溶剂电位样品池	Zeta电位	适用于有机溶剂样品, 镀金电极50个装; PTFE盖, 2个装



## SZ-100-S2参数

型号	SZ-100-S2和SZ-100-HS2 (可测量粒径及分子量)
测量原理	粒径测量原理: 动态光散射法 分子量测量原理: 德拜记点法 (静态光散射法)
测量范围	粒径: 0.3 nm 到 10 μm 分子量 1000 到 $2 \times 10^7$ Da (德拜记点法) 540 到 $2 \times 10^7$ Da (MHS 公式)*1
最大样品浓度	40 wt%*2
粒径测量准确度	采用可溯源的NIST (美国国家标准研究所) 100 nm聚苯乙烯标准颗粒进行校准, 偏差小于 ± 2% (不包含标准粒子自身误差)
测量角度	90° 和 173°
样品池	比色皿
测量时间	常规条件下约2分钟 (从开始测量到显示粒径测量结果)
样品用量	12 μL*3 到 1000 μL (根据样品池材质变化)
样品载体	水, 乙醇, 有机溶剂

\*1使用Mark-Howink-Sakurada公式时和样品有关。\*2和样品有关。\*3 F型微量池。

## SZ-100-Z2参数

(粒径和分子量测量参数与SZ-100-S2一致)

型号	SZ-100-Z2和SZ-100-HZ2 (带zeta电位测量单元)
测量原理	zeta电位测量原理: 激光多普勒电泳法
测量范围	-500 到 +500 mV (实际测量无限制)
颗粒尺寸范围	2.0 nm - 100 μm*
电导率范围	0 - 20 S/m
最大样品浓度	40 wt%*
样品池	专用电极比色皿
测量时间	常规条件下约2分钟
样品用量	100 μL
样品载体	水

\*和样品有关。

## SZ系列参数及环境要求 (SZ-100-S2, SZ-100-Z2, SZ-100HS2和SZ-100HZ2)

光学系统	光源: 二极管泵浦倍频激光器 (532 nm, 10 mW, 100 mW可选) 检测器: 光电倍增管 (PMT)
激光器级别	1类
工作环境	10-40 °C, R.H. ≤ 85% (无结露)
控温范围	0-90 °C (电极池和塑料池上限为70 °C)
清洗	带氮气吹扫接口
电源	AC 100-240 V, 50/60 Hz, 150 VA
尺寸	385 (D) x 528 (W) x 273 (H) mm (不计凸起部位)
重量	25 kg
电脑	使用Windows® 操作系统 (带USB接口)
端口	采用USB 2.0连接仪器与计算机
操作系统	Windows® 10 Pro 32/64 bit或Windows® 7™ 32/64 bit

### 数据处理的

导航文件使得复杂的参数输入变得简单易行/可同时列出100个测量结果/鼠标点击即显示信息数据/可对pH值, 温度及浓度的趋势进行监测

### 粒径测量

实时显示自相关函数曲线/显示中径, 比表面积, 峰值粒径, 平均粒径, 标准偏差, 变异系数, 区间值, 百分比-粒径值 (可达10条), Z平均粒径, 多分散系数, 粒径-百分比值 (可达10条)/ 粒径分布图, 自相关函数, 残余/折射率, 粘度, 计算范围和数据再计算功能

### 分子量测量

实时显示德拜点/显示分子量及第二维利系数/可重新计算德拜点

### Zeta电位测量

Zeta电位, 标准偏差, 电泳迁移率, 及每个峰位的Zeta电位/显示zeta电位图形, 迁移率图, 及数据重新计算

### 可选配件

21CFR Part 11 软件/Zeta电位测量用有机溶剂池/pH值控制仪/IQ/OQ/PQ支持软件/大功率激光光源532 nm, 100 mW

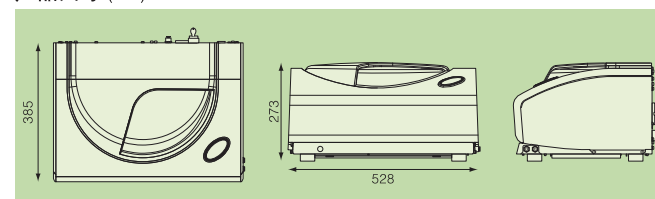
一类激光产品

CE认证



\* 计算机屏幕上为合成图片

产品尺寸 (mm)



HORIBA始终以其卓越的分析检测技术推进全球的环境保护事业



使用本产品前请阅读操作说明书以确保安全和正确使用

- 该产品目录的内容若有变更, 恕不另行通知, 且本公司将不承担由此引发的任何责任
- 由于印刷质量的限制, 实际的产品颜色可能与目录中产品颜色有所不同
- 严禁复制本目录的部分或全部内容

- 此目录中的所有品牌名称、产品名称和服务名称均为它们各自公司的商标或注册商标
- Windows, Windows 10 Pro, Windows 7是微软公司在美国和其他国家的注册商标或商标

## 粒度产品联络方式

[www.horiba.com/chn/scientific/](http://www.horiba.com/chn/scientific/)  
[info-sci.cn@horiba.com](mailto:info-sci.cn@horiba.com)

### 堀场(中国)贸易有限公司

上海市长宁区天山西路1068号  
联强国际广场A栋一层D单元 (200335)  
T: 021-6289 6060  
F: 021-6289 5553

### 堀场(中国)贸易有限公司 北京分公司

北京市海淀区海淀东三街2号  
欧美汇大厦12层 (100080)  
T: 010-8567 9966  
F: 010-8567 9066

### 堀场(中国)贸易有限公司 广州办公室

广州市天河区体育东路138号  
金利来数码网络大厦1612室 (510620)  
T: 020-3878 1883  
F: 020-3878 1810

### 堀场(中国)贸易有限公司 成都办公室

成都市青羊区人民南路一段86号  
城市之心大厦17层C1  
T: 028 - 8620 2663

### 堀场(中国)贸易有限公司 西安办公室

西安市高新区锦业一路56号  
研祥城市广场B栋Win国际2306室  
T: 029-8886 8480

### 堀场(中国)贸易有限公司 武汉办公室

武汉市江夏区高新大道780号  
沃德中心905

HCT-PCA2023-V2

Printed:2024/09-1000