

# 激光衍射粒度分析仪

英国马尔文Mastersizer系列

# 英国马尔文Mastersizer系列激光衍射粒度分析仪

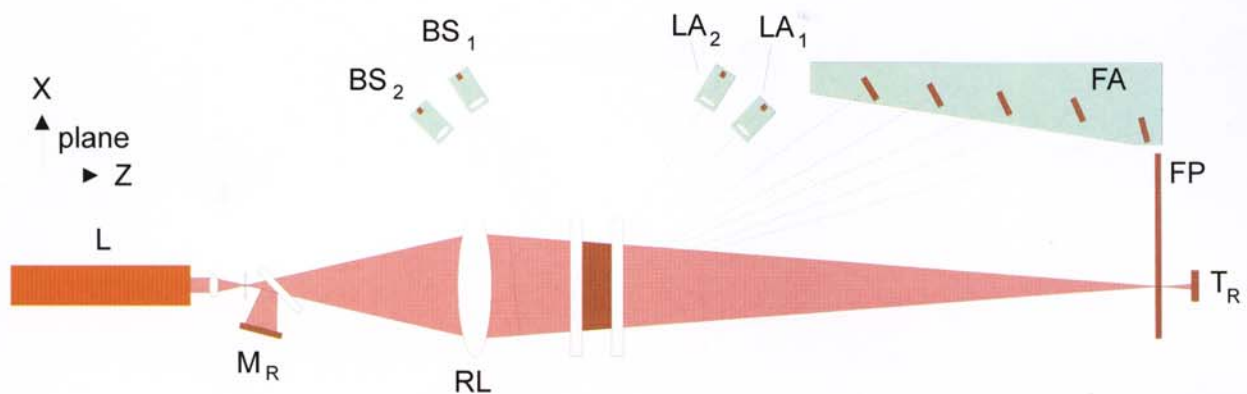
## THE MASTERSIZER FAMILY OF PARTICLE CHARACTERIZATION SYSTEMS

自从1981年马尔文公司应用小角度激光散射技术成功的开发出 Mastersizer 系列激光衍射粒度分析仪以来，该系统得到不断更新和改进。目前 Mastersizer 系列激光粒度分析仪以其卓越的性能，在全球范围内已拥有上万个用户，其用户广泛分布于制药、石油、水泥、油漆、涂料、矿产品加工、粉体、军工等各个领域。特别是1998年新一代激光粒度分析仪Mastersizer2000问世以来，以其先进的技术和完善的设计，为粒度分析提供了最佳的解决方案，这种高度智能化的粒度分析仪被誉为是21世纪的里程碑。现在马尔文的Mastersizer 系列激光衍射粒度分析仪已成为世界粒度分析仪的主导产品，其技术标准也成为激光粒度分析仪公认的行业标准。

### 激光衍射粒度仪的工作原理

激光衍射粒度仪所基于的原理是：颗粒在激光束的照射下，其散射光的角度与颗粒的直径成反比关系，而散射光强随角度的增加呈对数规律衰减。

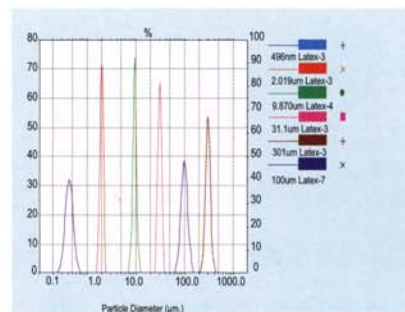
下图为激光衍射粒度仪的工作示意图。



由He-Ne激光器发射出的一束一定波长的激光，该光束经过滤镜后成为单一的平行光束。该光束照射到颗粒样品后发生散射现象，而散射角与颗粒的直径呈反比。散射光经傅立叶或反傅立叶透镜后成像在排列有多个检测器的焦平面上，散射光的能量分布与颗粒直径的分布直接相关。通过接受和测量散射光的能量分布就可以得出颗粒的粒度分布特征。

## 高能量高稳定性的激光光源

Mastersizer采用了He-Ne气体激光器作为光源，所发射的激光波长为633nm。该光源具有极高的稳定性和良好的抗震性，并且其背景噪音远低于目前其它类型的激光器所发射的激光。由于散射光强与光波的四次方的倒数成正比，所以颗粒对633nm波长的散射光能量是普通固体激光器（波长大于700nm）的2倍，提高了小粒子散射信号的强度。

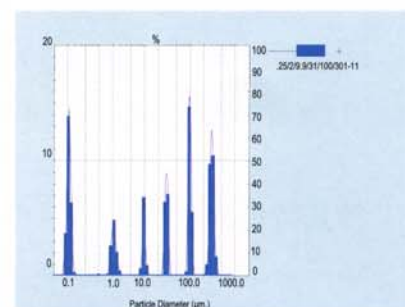


6个标准样品分别测试的结果

## 宽广的动态测量范围

检测器的设计是决定激光粒度分析仪性能的关键因素。而判断检测器设计的优劣主要有三个方面：

- 1.检测角的范围。
- 2.不同角度检测器的灵敏度。
- 3.能否有效的消除非散射光。



6个标准样品混合测试的结果

Mastersizer采用了反傅立叶光路系统，在主检测器的基础上，增加了大面积的前向和背向检测器群组，使检测角最高达到 $135^\circ$ ，粒度检测下限可达20nm，从而能真正做到高准确、高灵敏地检测纳米或亚微米级的颗粒。使得直接测量全量程各种颗粒的真实直径得以实现，同时又避免了在单次测量中使用不同原理的测量方法进行数据拟合及多透镜操作所带来的误差，也克服了过去采用多镜头、多量程分段检测粒度分布范围较宽的样品所带来的操作繁琐的缺陷。

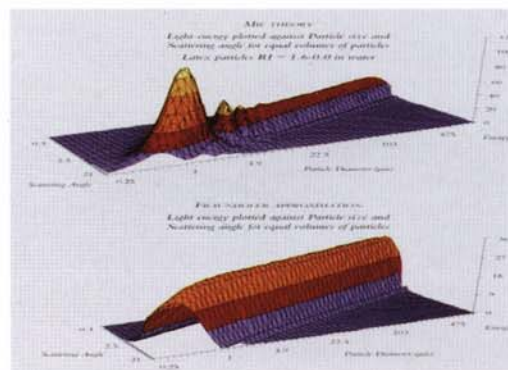
根据瑞利散射定律，散射光的强度与颗粒直径的六次方成正比。这就意味着颗粒直径减小10倍，散射光强度就减弱100万倍。为了保证小颗粒的散射光信号足够大，又能有效减低大颗粒散射信号的噪音，Mastersizer采用了专利的非均匀交叉排列扇形检测器，检测器的灵敏度的增加呈对数规律增加，使其始终保持高信噪比，并避免了散射信号的丢失。

由于Mastersizer采用了高能量的光源，保证了检测器能够获得足够强的散射信号，无需靠增加检测器的数量来提高检测器的灵敏度，能够更有效的减少和消除非散射光对检测器的影响，提高了颗粒测量的精确度。

## 完全的米氏理论基础

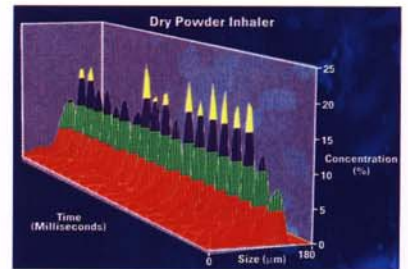
Mastersizer应用了完全的米氏光散射理论，提高了对微小颗粒测量的精确度。而老式的或现在某些厂家的粒度分析仪仍采用弗朗霍夫近似光散射理论，由于对小颗粒和透明颗粒测量误差大，造成适用测量范围受限制，漏检率增大等问题。

光能量（Y轴）对粒径（X轴）及散射角（Z轴）作图  
上图：米氏理论，考虑了样品在水中的折光率  
下图：弗朗霍夫近似，忽略样品的光学参数



## 高速的数据采集和分析

大多数激光粒度分析仪的检测器仅以每秒数次的速率进行数据采集，而 Mastersizer 的数据采集速率高达1000次/秒，可在15秒内完成一个样品的测量，30秒之内完成从光路校正、背景扣除、数据采集到数据处理、报告生成等全部操作。检测器的数据采集速率越高，平均结果的准确性越好、重现性越高，从而确保了测定结果能真实的反映出样品的实际粒度分布。同时极高的数据采集速率，也使马尔文激光粒度仪可用于在线粒度测量或喷雾测量。



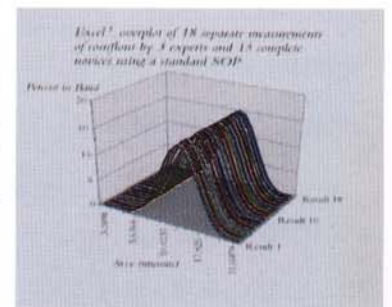
Mastersizer S 间隔7.7ms对喷雾扇面粒度分布进行的实时监测

## 高度的智能化操作

Mastersizer 2000 实现了仪器操作的完全智能化。包括样品分散器的自动识别和各项参数的自动设定、光路的自动校正、背景的自动测量等各项操作都实现计算机控制。全部操作仅需一次点击鼠标就可完成，即便是初学者也能轻松操作。

## 独具特色的SOPs

Mastersizer 2000 提供了独具特色的SOP (标准操作规程)。使每种样品的测量步骤标准化，避免了不同时间、不同操作员、不同实验室之间由于测定参数设定的不统一，所产生的测定结果难以对比的问题。同时也使得测量日常样品更加简便。各种样品的SOP可以从SOP样品库中获得，也可以根据用户的需要来重新建立。



用SOP进行的18次独立测量结果比较 (其中有3个专家和15个外行)

## 灵活多样的附件和配置

粒度测量的关键问题之一是要保证各种不同类型的分析样品能够充分分散和均匀稳定的通过检测窗，为此Mastersizer系列提供了灵活多样的附件和配置，并且具备功率连续可调的超声波分散功能和搅拌分散功能，以满足对于粉、液体悬浮液、乳液、喷雾等不同样品粒度测定的要求。另外，Mastersizer 还能满足对测试样品的回收和重复测试的需要。

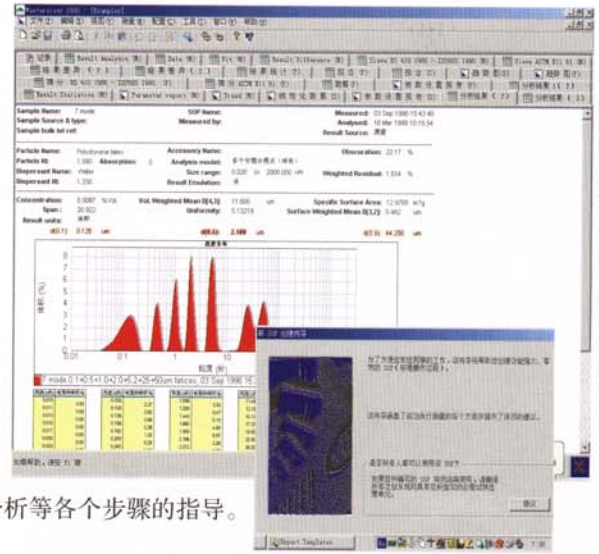
## 严格的质量标准和认证

作为激光粒度仪的技术先导，马尔文可以满足制药厂等法规极严格行业对粒度分析仪的特殊要求，Mastersizer 系列产品不仅完全符合1997年颁布的ISO13320激光衍射粒度分析国际标准，而且能提供被FDA、GMP、EC、ISO等国际认证机构所承认的QSpec报告。对于申请QSpec认证的用户，马尔文提供了仪器的安装和操作合格认证及所有软件和硬件的终身保证书，并可做到跟踪和记录日常操作。

## 强大的软件功能

● Mastersizer所有的操作和控制软件都能在Windows环境下运行，并能与Windows下运行的其他应用软件进行数据交换和处理，支持各种应用软件的宏命令。

- 操作简便。仅需点击“运行”键，就能实现测量操作。
- 动态数据显示。使得操作者能够了解和监控数据采集的全过程
- 不仅内置了仪器说明，还为操作者提供了日常操作中仪器设置的指导。
- 内部的数据统计分析选项能提供所有的粒度统计分析结果。
- 报告的样式、格式可任意设置，可添加用户的公司图标及所需要的内容。
- 功能强大的Malvern BASIC工具为高等级用户提供了个性化设置的服务。
- 交互式的在线帮助功能为操作者提供了从仪器设置、操作、数据分析等各个步骤的指导。
- 操作平台与在线应用指南已全部中文化。

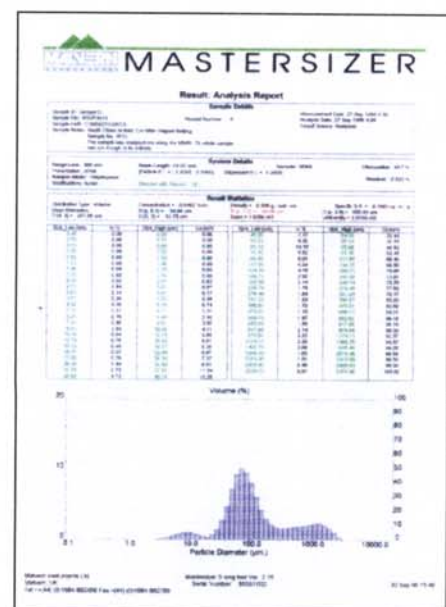


### 有效的远程服务

Malvern能为用户随时提供远程故障诊断服务，在Mastersizer“俱乐部”中能分享Malvern及世界各地用户的信息资源。

### MASTERSIZER 2000 激光衍射粒度分析仪

- 测量范围：0.02  $\mu\text{m}$ —2000  $\mu\text{m}$
- 重现率：优于0.5%
- 准确率：优于1%
- 测量原理：米氏光散射理论
- 测量时间：最低可达0.5秒
- 激光光源：主光源：波长为633nm的He-Ne激光器  
辅光源：波长为466nm的蓝光固体光源
- 电 压：100V—240V, 50/60Hz
- 外形尺寸：1293mm(L)x375mm(H)x255mm(W)
- 重 量：31.0Kg
- 微机配置：最小配置为Pentium 166MHz, 32Mbytes



岩石样品实例 样品实际粒度分布范围 1-3180  $\mu\text{m}$

仪器：MSS扩展型



RAM, 硬盘最少需10Mb的空间(Mastersizer 2000软件需要) 一个串口接Mastersizer 2000,一个并口接打印机,  
软件平台：Windows95/98™及NT™4.0 (或以上)

### 干法测量可选附件：（可用SOP控制）

- Scirocco 2000 喷射式干粉分散进样器：样品进入量和气流量可调节，可自动识别样品盘。

### 湿法测量可选附件：（可用SOP控制）

- Hydro 2000MU 标准样品分散器：带有浸入式的搅拌棒和循环泵，内置的超声波探头在粒度测定时进行连续的样品分散，搅拌速度和超声功率连续可调。样品容量600ml—1000 ml。
- Hydro 2000SM和Hydro 2000M样品分散器：用于50 ~ 120ml，或300~2000ml容量样品的测定。带有内置的搅拌棒和循环泵。
- Hydro 2000 Micro 、Hydro 2000S和Hydro 2000G高精度全自动样品分散器：可分散从18ml-300ml容量的测试样品，样品分散完全计算机控制。
- 全自动采样器：36瓶位程序化自动采样器，具有自动样品瓶识别系统，自动清洗和添加剂加入功能。

MASTERSIZER 2000激光衍射粒度分析仪样品池采用插槽式设计，各种样品分散器可进行快速互换，可随时做到干法与湿法测量之间转换。



## MASTERSIZER S激光衍射粒度分析仪



测量范围：0.05  $\mu\text{m}$ —900  $\mu\text{m}$ 标准型

0.05  $\mu\text{m}$ —3500  $\mu\text{m}$ 扩展型

测量时间：最低可达0.002 秒

激光光源：波长为633nm的He-Ne激光器

电 压：100V—240V, 50/60Hz

重 量：47 Kg 标准型, 66Kg扩展型

外形尺寸：1200mm(L)x335mm(H)x290mm(W)标准型

1853mm(L)x335mm(H)x290mm(W)扩展型



### 干法测量可选附件：

- MAM2461QSpec喷射式干粉进样器：喷射式干粉进样。
- MAM2111自由下落进样器：样品靠自由下落通过检测窗，适应于颗粒状样品，或易碎的、团聚颗粒，并包括了一个样品收集盘以收集较贵重样品。

### 大容量湿法测量可选附件:

- MAM5020 QSpec MU标准样品分散器: 专为实验室用600到1000ml的烧杯所设计。带有一个浸入式的样品循环系统, 包括内置的搅拌棒、超声波探头和循环泵, 搅拌速度和超声功率连续可调。
- DIF 2012 QSpec 1升样品自动分散器: 循环速度、搅拌速度和超声波功率均可调, 软件控制、自动清洗。



### 小容量湿法测量可选附件:

- QSpec小容量样品分散器: 能处理50-120ml的样品, 控制软件提供标准操作程序, 以保证测量具有好的重现性。
- 磁力搅拌分散器: 能分散和处理20ml的微量样品。

### 喷雾测量可选附件:

- 喷雾安装支架: X、Y、Z、轴可任意调节和定位, 可安装各种喷雾器。

## MASTERSIZER MICRO/MICROPLUS 激光衍射粒度分析仪

Mastersizer Micro/MicroPlus激光衍射粒度分析仪具有Mastersizer S相同的技术性能, 但将主机和分散系统集成一体, 用于湿法测量。具有体积小、结构紧凑、成本低、易于维护、操作简便等优越性。

测量范围: 0.3 $\mu$ m-300 $\mu$ m MICRO

0.05 $\mu$ m-550 $\mu$ m MICROPLUS

重现率: 优于0.5%

准确率: 优于2%

测量原理: 米氏光散射理论

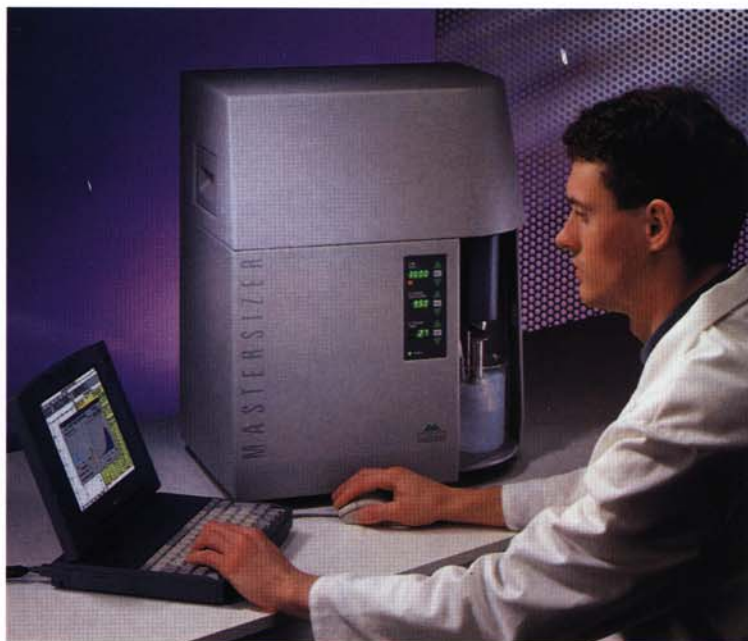
测量时间: 从小于4秒到用户自选

激光光源: 波长为633nm的He-Ne激光器

电压: 100V-240V, 50/60Hz

外形尺寸: 500mm(W)x560mm(H)x325mm(D)

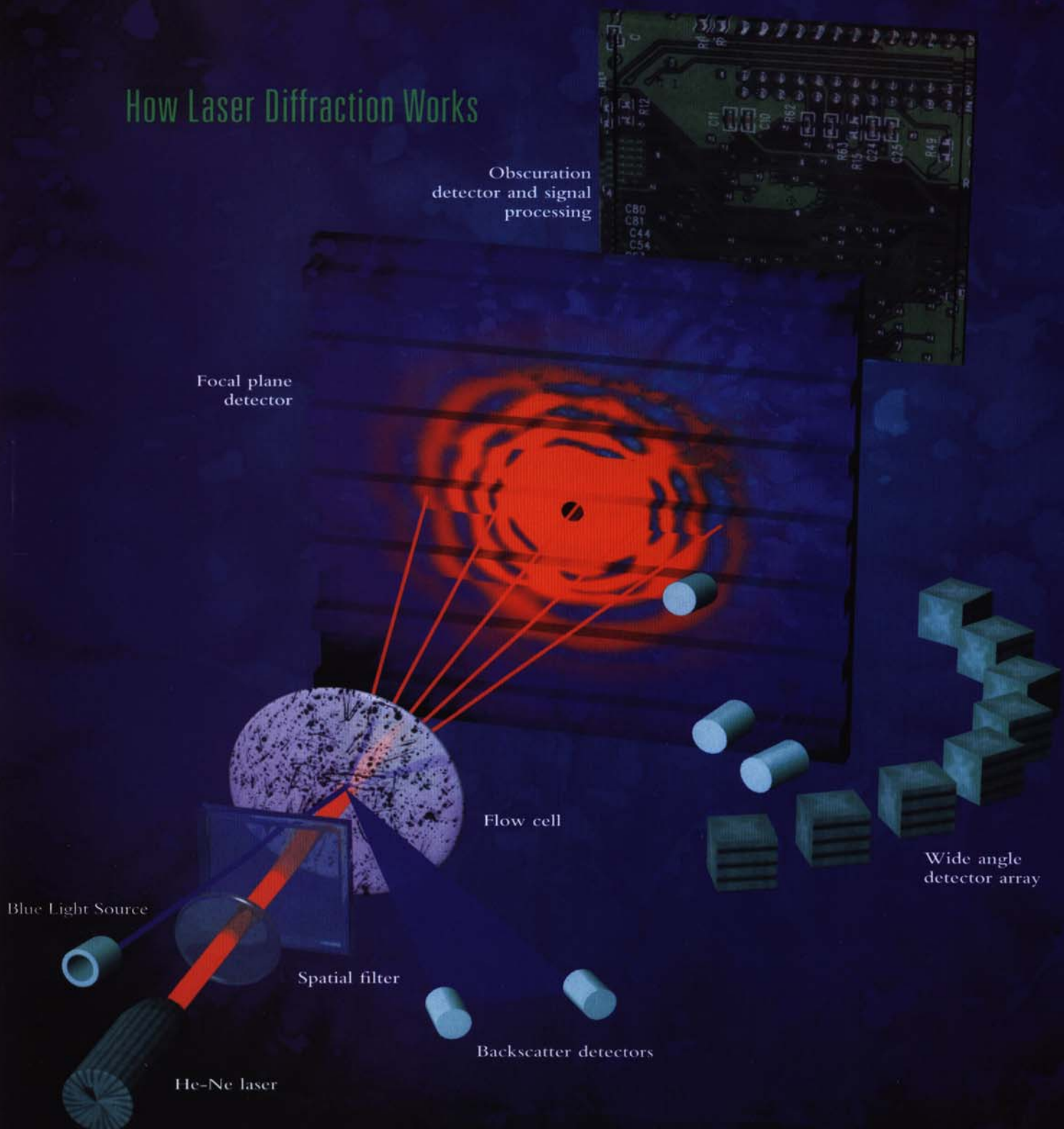
重量: 32Kg



### 湿法测量可选附件:

- QSpec小容量样品处理槽: 能处理50-120mls的样品, 控制软件提供标准操作程序, 以保证测量具有好的再现性。

# How Laser Diffraction Works



Obscuration  
detector and signal  
processing

Focal plane  
detector

Flow cell

Wide angle  
detector array

Blue Light Source

Spatial filter

Backscatter detectors

He-Ne laser