

实时在线颗粒分析系统



提高过程效率

提高产品质量

实时在线监控颗粒变化

原位条件下进行测量



具有突破性性能优势
完美的颗粒分析解决方案

METTLER TOLEDO

拥有全球领先的专利技术

- 梅特勒-托利多是在原位条件下监控和测量颗粒和液滴的世界领导者
- 帮助科学家和工程师充分了解颗粒体系，最终达到将工艺优化及过程开发与最终产品质量相关联的目的。
- 梅特勒-托利多在实时在线颗粒分析技术方面拥有超过28年的革新技术。
- 我们全球的应用顾问团队具有超过2500台的实际安装应用经验，主要支持结晶、乳化、悬浮、石化、采矿等多方面的颗粒及多相体系的应用。
- 全世界超过5000名的科学家和工程师使用了该项技术。

1986年FBRM®聚焦光束反射测量技术荣获R&D100技术创新奖，当时是作为实验室应用的台式颗粒粒度分析仪。经过多年的努力，这项技术发生了多项革命性

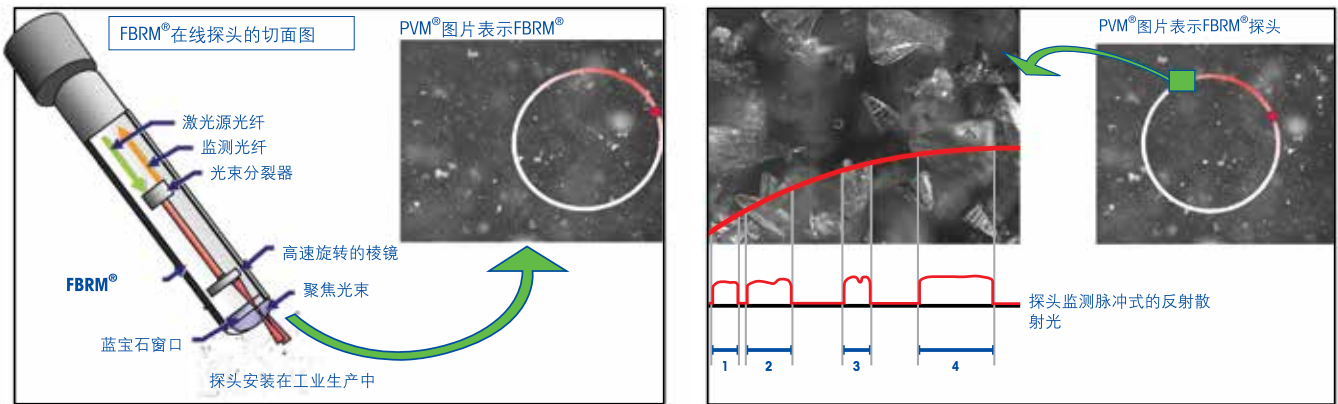
的突破和转变，其中最大的突破莫过于将FBRM®技术同传感器为基础的测量技术相结合，使它灵活适应于各种规格尺寸的反应釜和管路管道系统。

如今，作为梅特勒-托利多公司的一员，不仅拥有全球性的技术应用顾问支持与技术服务团队，还拥有日益增长的全球客户群；当与梅特勒-托利多其它产品相配合，能保证该技术充分利用和最佳运行时间。



FBRM[®]技术测量原理

- 由于扫描激光光束的扫描速率远大于颗粒的经过速率，颗粒基本上是静止。
- 当聚焦光束到达颗粒的一边时，主机监测到反射散射光，并且该信号将持续增长直到光束到达颗粒的另一边，开始回落。
- 弦长是指粒子边界上任意两点的直线距离，无论粒子以何种方式出现在探头表面。
- 每个测量周期得到成百上千个弦长。
- 弦长分布能对典型的颗粒体系进行指纹式表征。



FBRM[®]聚焦光束反射测量技术是一种基于弦长(Chord Length)的测量技术。

这是探头内部结构示意图。在探头内部有一组平行的光纤：激光源光纤和监测光纤。

激光光束自探头尾部发射出来，经过一组实心的棱镜组向下传播，在靠近探头部分，有一块特殊的棱镜，它可以将激光光束聚焦到很小的一个点上；同时它自身以2米/秒高速旋转。

当体系中没有颗粒出现，激光将穿过体系，监测光纤没有任何反射信号。一旦出现颗粒且颗粒经过窗口表面，聚焦光束碰到颗粒的一边，激光源光束将被反射回来，此时监测光纤将会探测到增强光信号。颗粒持续反射激光源光束，直到到达颗粒的另一边。这段反射激光源光束的时间乘以扫

描速度即得到了距离，被称为颗粒的“弦长”。

FBRM[®]系统每秒钟测定几万个弦长，因此可以得到一个强大的基于弦长的数量分布。

实际上，由于记录了每个粒子的每段弦长，这不仅可以精确和灵敏的测定颗粒的粒径分布，还能帮助了解整个体系的颗粒数量。由于是在线实时测定，不但可追踪体系的动力学变化还可以对体系的控制进行探究，从而建立起有效的模型系统。

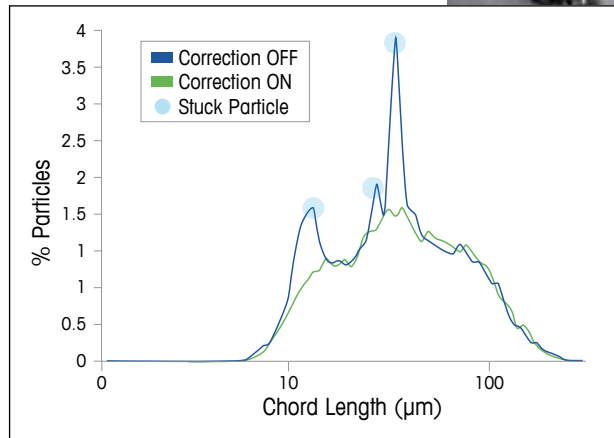


更好地理解颗粒过程

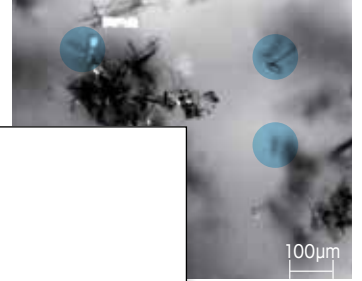
快速自信地进行工艺优化

粘住颗粒校准——对可靠的 FBRM® 结果更加充满信心

现在的 FBRM® 能够当颗粒暂时黏附在窗口表面时进行校准。这就确保了更可靠和更成功的数据解释下，获得高质量的颗粒分布数据。带有粘住颗粒校准功能的新一代 ParticleTrack (FBRM® 技术) 将减少 30% 以上的无用实验和时间损失。

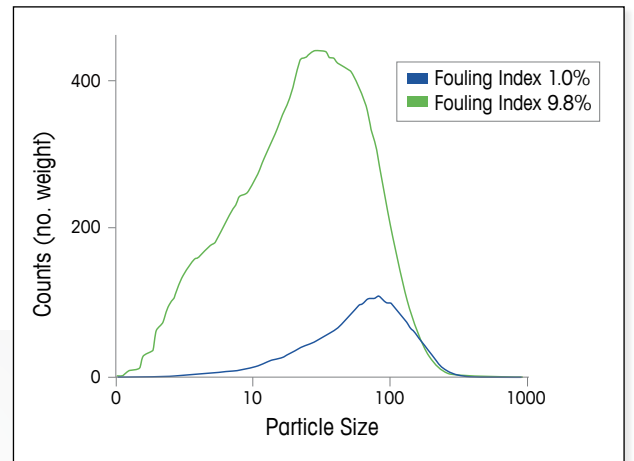


FBRM® 确定粘附颗粒和校准分布曲线

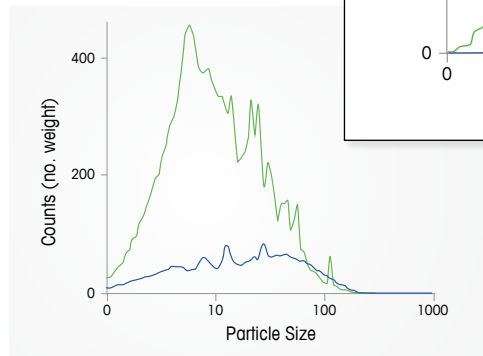


实时粘污指数 —— 确保数据完整性

实时粘污指数功能确定暂时粘附在探头窗口的颗粒，并报告覆盖程度。它能提供一个实时警告从而采取校准行动。



FBRM® G400 粘附颗粒校准功能



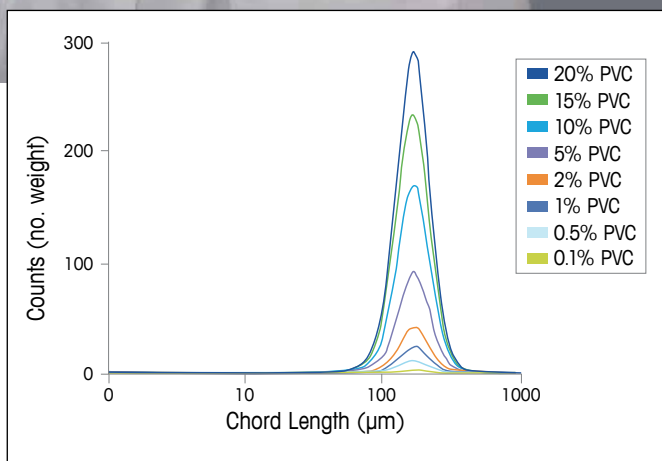
前一代的 FBRM®



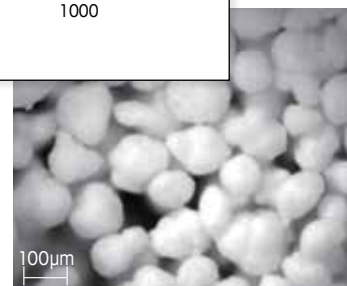
获得精确的弦长分布——以更少的时间直观地理解工艺过程

新一代ParticleTrack™ (FBRM®技术)以前一代仪器无法达到的精度使用户轻松监测工艺的变化。高级信号处理功能和增强边界监控功能改进了弦长精度并且提供直观的工艺理解，缩短了培训和数据分析时间。

弦长分布指纹式表征颗粒粒度、形状和粒数等信息。这些高精度的分布曲线能快速轻松地实现对成核、聚结、成油等过程的监测，并且能快速优化过滤速率和产品质量。

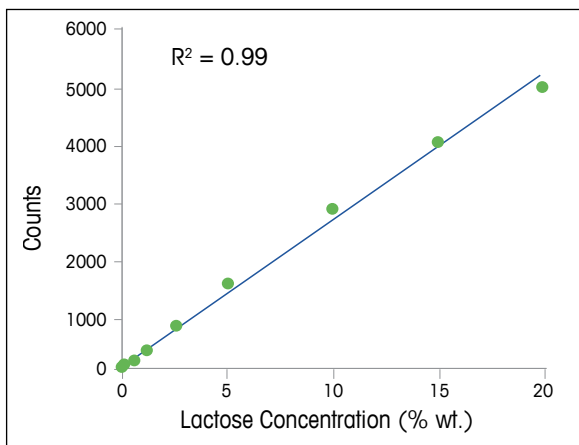


带有高级信号处理功能的FBRM® G系列

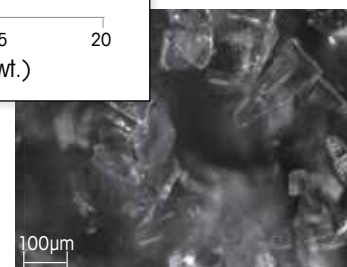


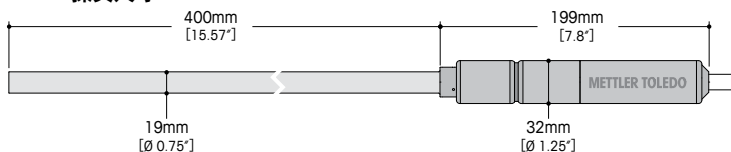
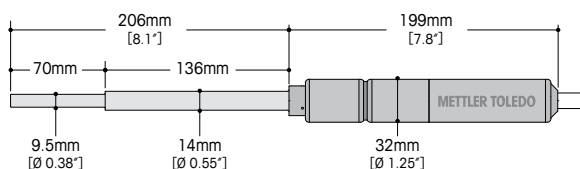
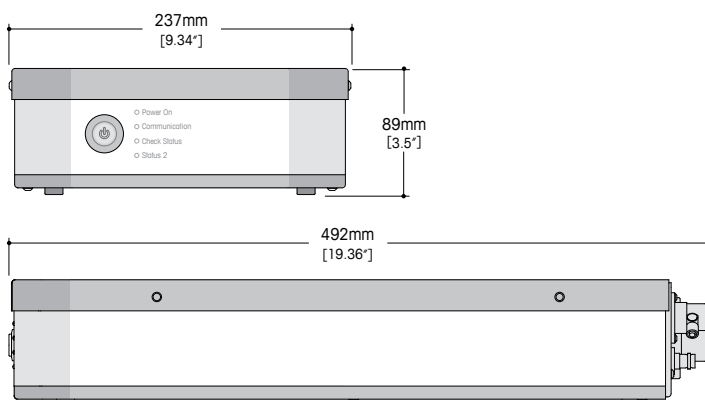
在工艺浓度条件下增加精度和敏感度

FBRM®总是为用户提供原位条件下高精度、高灵敏度的颗粒体系的测量。全新的光学和高级信号处理功能不监测焦距外的颗粒，其结果不仅提高了在高浓度条件下的测量，而且增加了在浓缩颗粒体系下监测的灵敏度。



带有高级信号处理功能的FBRM® G系列



19 mm 探头尺寸

14 mm 探头尺寸

底座尺寸

**利用FBRM®在线颗粒测量工具
可加快过程开发和放大生产**

梅特勒-托利多FBRM®(聚焦光束反射测量仪)是世界领先的过程分析技术(PAT),专门针对制药、化学化工等行业进行在线颗粒测量和表征。

涉及有机和无机化学的结晶沉淀、固体絮凝、原油/水分离、乳化液的稳定等应用, FBRM®能帮助科学家和工程师实时控制颗粒过程,从而增加对工艺过程的理解。

优化放大

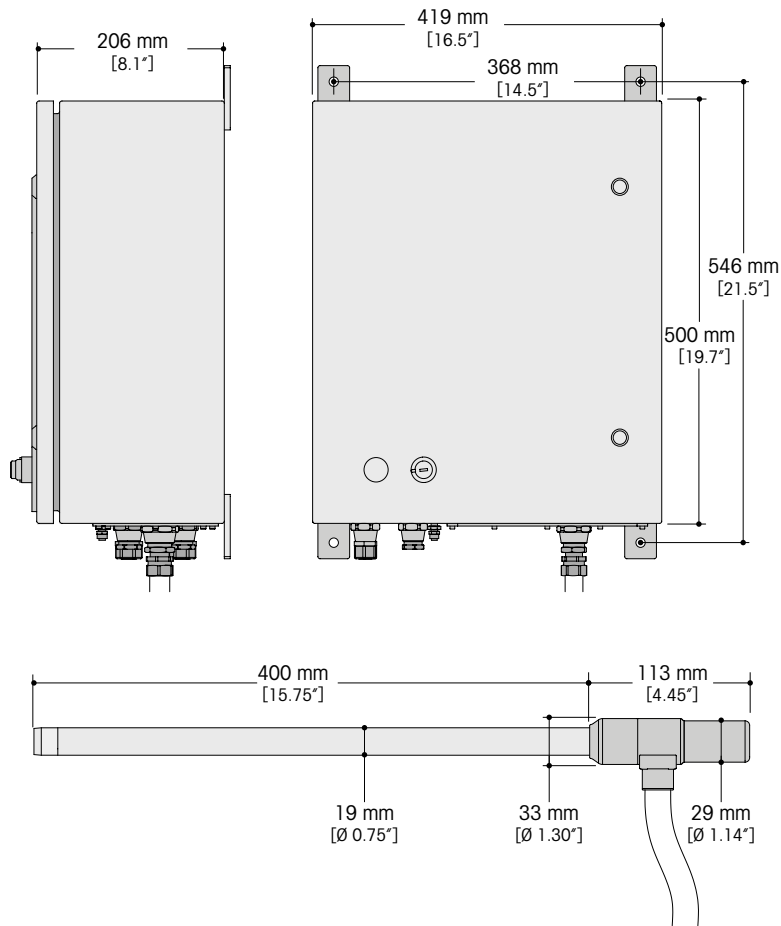
FBRM®实时在线颗粒分析技术适用于实验室至放大生产过程,满足优化和控制不同批次间的重现性的要求。


参数

ParticleTrack™ G400		
探头顶端材料	哈氏合金C22湿式端	
探头窗口	蓝宝石	
探头O型圈	Kalrez O型圈(仅为19mm窗口设计)	
探头外径	19 mm	9.5/14 mm
探头长度	400 mm	206 mm
检测范围	0.5 μm至2000 μm	
探头温度范围	10 °C至90 °C; -80 °C至90 °C (吹扫情况下)**	
压力	3 bar (标准); 客户定制可至100 bar	
光纤长度	3 m	
光纤直径	11.6 mm	
光纤弯曲半径	125 mm	
认证	CE, Class 1激光	
电源	100 VAC至240 VAC, 50-60 Hz	

* 19 mm O-型垫圈视窗选配设计。(带吹扫)温度范围限制-10 °C至90 °C。

** 操作高于90 °C将降低轴承的寿命; 操作高于110 °C将导致轴承最终损坏。



参数

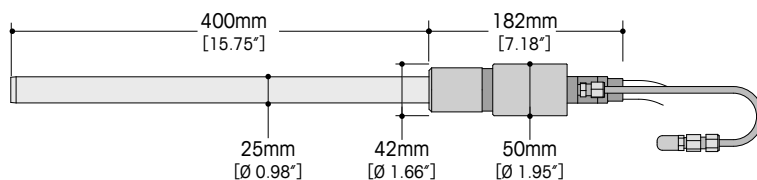
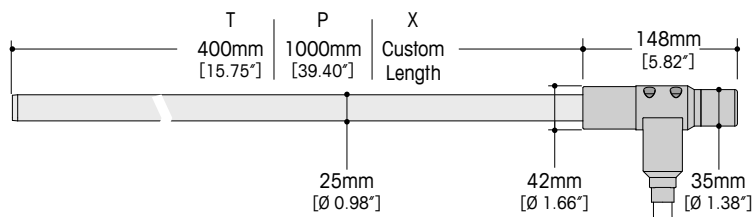
	ParticleTrack™ G600B
探头湿式端材料	哈氏合金C22, 蓝宝石 视窗, Kalrez 6375 O型圈
探头顶端参数	19 mm
探头湿式端长度	400 mm
检测范围	0.5 μm-2000 μm
探头顶端温度范围	-10 °C至120 °C
探头压力额定值	10 bar*
光纤长度	5 m (16.4ft)
主机温度范围	0°C至45°C
主机材料	316不锈钢
供气压力	最低: 4 barg (60 psig)
供气流量	最高: 28.3 NL/min (1.0 SCFM)
功率	100-240 VAC (自动切换); 50/60 Hz, 0.5 A

* 温度和压力范围规格是保守的规定, 不可超出此规定, 但针对特定设备的特别许可除外。联系梅特勒-托利多应用顾问(TAC)了解有关极端温度或高压应用的信息。

证书

NRTL证书 U8 11 08 72618 006; CE认证



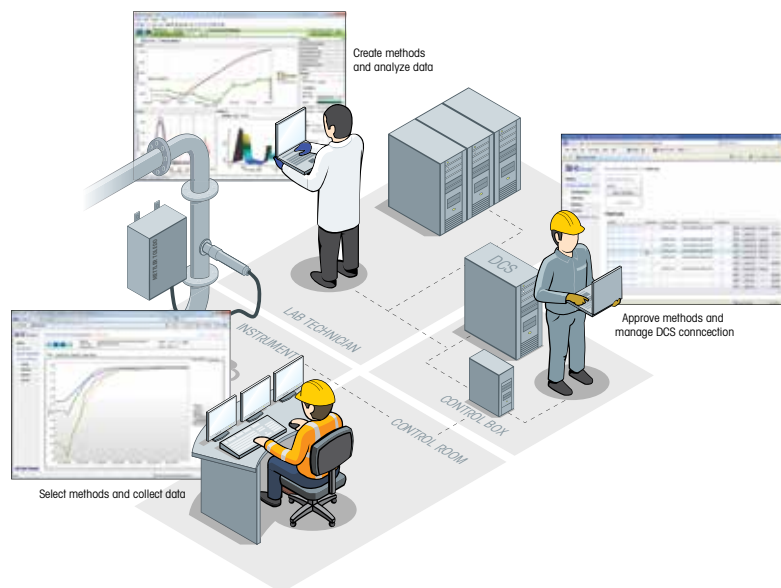
G600R探头尺寸**G600T/G600P/G600X探头尺寸****技术参数**

检测范围	0.5 to 2000 μ m
探头湿端材质	不锈钢SS316L (标准), 哈氏合金C22 (可选), 可定制其他合金
探头窗口	蓝宝石和Kalrez® 6375 O型 密封圈(标准), TM (可选)
光纤长度	15m [49.2ft]
探头顶端温度范围	-10 to 120 °C (标准)*; -80 to 150 °C (定制)
探头压力范围	10barg* (标准); up to 300barg (定制)
主机材质	不锈钢SS316
供气压力	最小: 4barg [60psig]
气体流速	最大: 28.3NL/min (1.0SCFM)
功率	100–240VAC (自动切换), 50/60Hz, 0.5A

从实验室到工厂

理解颗粒与关键工艺参数的关系；优化颗粒分布以改进工艺性能和产品质量；通过工艺放大和转移，在任意规模下实现批次的高重复性和工艺稳定性。ParticleTrack灵活的安装系统可以保证在对探头不做任何永久性的修改的前提下适用不同的管路及大釜。

iC Process软件可以实时的监测过程颗粒或液滴体系，并采用简洁、直观的界面可靠的、可追踪的执行客户自定义的标准操作程序(SOP)；通过Modbus-TCP and OPC-UA协议可以直接与工厂的DCS系统进行通讯以达到监测和控制生产的目的。



革命性的FBRM[®]软件

强大的数据收集与解释功能

增强理解

创新的分布显示功能能同时突出小颗粒和大颗粒的粒径分布的变化。利用趋势统计、分布以及PVM[®]在线图像可了解颗粒粒径与颗粒形状的变化机理，而所有这些功能只要点击鼠标即可相互关联。颗粒体系的动力学可通过全新的变化速率动态统计功能来进行定量描述。

优化条件

对实验室、中试放大及工业生产间歇工艺条件进行优化。通过一个集成软件包将颗粒分布的终点设定为目标值，在在线采集或数据处理过程中，用户仅需要通过拖拽、放下和覆盖分布图及趋势图就能对不同时刻或不同批次的结晶实验进行分析和研究。将工艺变量(如温度、pH值、搅拌

和加料)输入到FBRM[®]趋势统计中，从而将实验设计条件与颗粒体系动态过程相关联。

缩短数据分析时间

在线帮助与在线研讨会能在短时间内提供指导和问题解答。将所设定的方法保存下来能保证数据采集的重现性。保存数据分析部分使数据分析即使中途打断，也具有一贯性，不受影响。单击报告生成功能获得专业的数据报告。

iC FBRM[™]

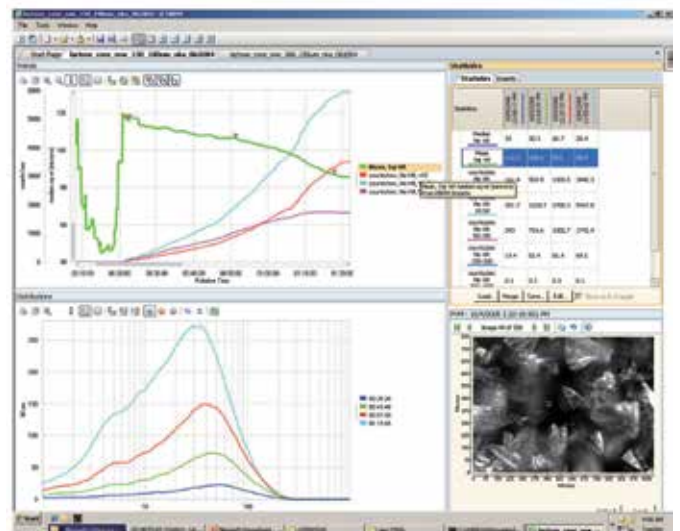
全新的iC FBRM[™]软件为用户提供了快速评估FBRM[®]数据的强大数据采集与解释功能的平台。iC FBRM[™]软件是20年来颗粒表征技术经验的结晶，它缩短了分析FBRM[®]数据所需的时间。直观报

告生成工使用户将多份FBRM[®]数据文件与间歇结晶工艺条件(如温度、搅拌、加料、浓度)结合起来优化实验，并且轻点鼠标即可生成专业报告。



通信

- iC FBRM[™]软件支持从所有FBRM仪器上采集和评估的数据。
- 新采集的数据以及*.1st历史数据均可加以分析
- 通过iC FBRM[™]、iC IR[™]、iC Raman[™]以及iControl[™]软件之间的无缝通信来解释化学反应、浓度、多晶型以及热流的变化如何影响颗粒分布。



PVM[®]颗粒显微镜技术 帮助优化颗粒工艺

拥有PVM[®]专利技术的ParticleView™ V19

- 具有在线显微镜技术的小型化探头式仪器
- 适用于小型反应釜，烧杯及管路等系统
- 对于大量有代表性的样品，每秒钟获得的图片可包含成百上千个颗粒
- 能获得瞬时自动化的结果，节约时间并降低劳动力成本
- 不需要取样，稀释，或者备样



实时测定颗粒/液滴的粒径和形状

- 无需取样或制样，在线观测并确定颗粒及液滴的粒度和形状
- 在高浓度条件下实时在线捕捉难以捕捉的图像
- 瞬间监测形状迁徙，聚集，破损和破碎等现象
- 获得液相或气相下的颗粒，液相中的液体或液相中的气体颗粒等图像
- 颗粒、细胞、液滴及气泡的图像范围在2 μm-1000 μm



定量确定颗粒的形状和粒径

- 所提供的软件将PVM[®]图像同定量数据相关联，并且作为有效补充*
- PVM[®]图像能用来定量验证颗粒测量并帮助理解工艺过程
- 实时在线图像分析软件同样能用于定量确定颗粒的粒径和长径比



技术数据

探头材质	哈氏合金C-22
探头窗口直径	蓝宝石
探头直径	19 mm [0.75 in]
探头湿端长度	400 mm [15.75 in]
光纤长度	2 m [6.6 ft]
探头密封方式	TM (标准)
观测范围	1300 μm~890 μm
分辨率	> 2 μm
探头湿端温度范围	10~120摄氏度(标准); -80~120摄氏度(吹扫)
探头后端温度范围	0~40 摄氏度

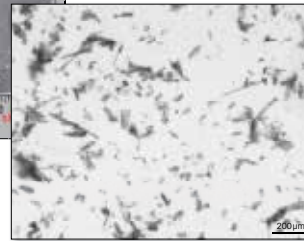
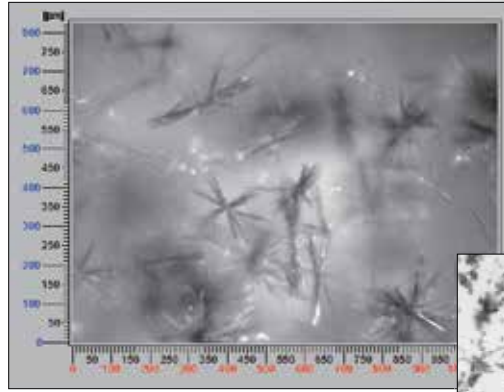
探头湿端压力范围	0~10 barg (标准); 100 barg (定制)
吹扫气体要求 (操作温度低于露点时)	1.4 barg [20psi]; 0.5 SLPM(0.02 SCFM)清洁、干燥的空气或氮气
电源	USB延长器: 100-240V (自动转换) 50/60 Hz, 0.3A
认证	IEC/UL/CSA 61010-1; EN 61326-1; Class 1激光光源, 与21CFR1040.10, 21CFR1040.11以及IEC 60825兼容; 探头后端符合IP65和4X

应用案例

案例研究

结晶工艺开发的原位分析

利用ParticleView™ (PVM®技术)在线轻松测定晶体颗粒的树枝状结构。这是一张实时原位捕获到的图像，无需取样、无需制样。然而，利用离线取样的显微镜分析技术即使是同一样品也会得到完全不同的图像，这是因为过滤、干燥和压片制样导致的样品变化。只有在线 ParticleView™ (PVM®技术)能提供有关颗粒形状以及与颗粒相关的后处理洗涤、干燥和过滤效率等重要信息。



左图：PVM® 在线图像；
右图：离线显微镜图像

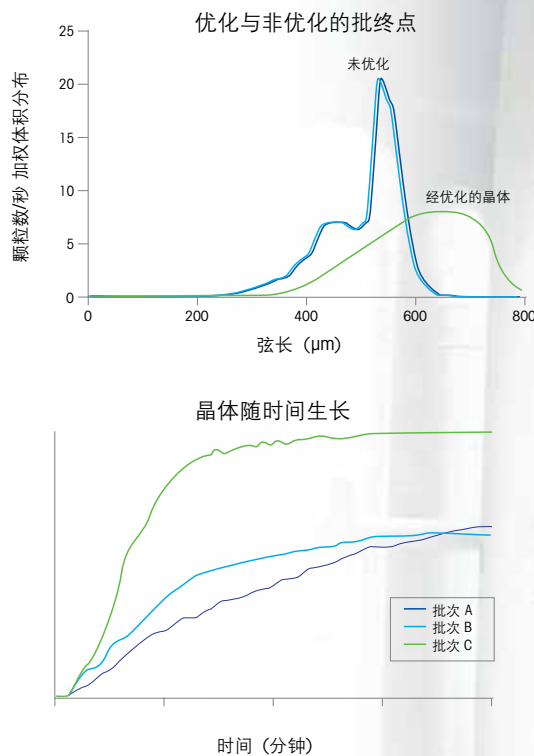
案例研究

缩短生产周期

不加控制的结晶工艺将在批次结束时造成无法控制的成核现象和小颗粒的大量产生。利用ParticleTrack™和ParticleView™技术实时优化晶种数量和温度等工艺条件，确保以生长为主导而非成核主导。

ParticleTrack™能快速追踪不同晶种温度和不同浓度条件下的相对成核速率和生长速率。利用实时ParticleTrack™测量技术确保获得符合规定的粒径分布。通过以大颗粒的粒径分布为目标来解决生产过滤的延迟问题。工程师最终将工艺时间缩短三小时(10%)；每月减少120个工时；同时将每月的产量从20批增加到24批。

参考：K. Wood-kaczmar等人，
GSK, 2001.



应用实例

石油行业

流动保障是石油回收和运输过程中的一个重要问题。梅特勒-托利多技术可在一般条件下，直接测量石油中的颗粒和液滴。它能帮助确定引起限制流动的原因，也能为所提出的解决方案的测试提供数据支持，从而避免因石油气体水化物、蜡结晶、沥青质及水油乳液液等问题而引起的巨大代价。

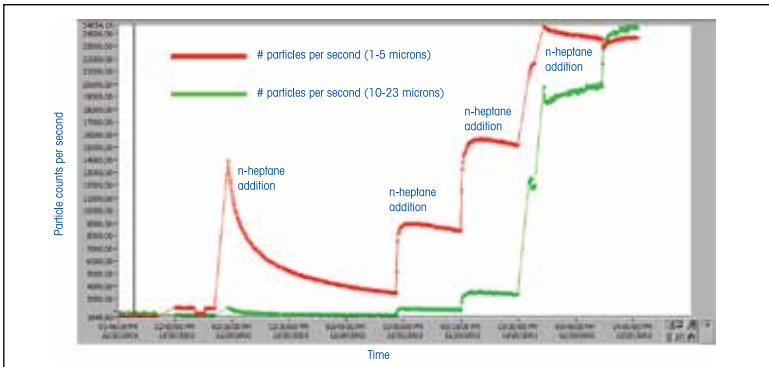


图10. 对乳化原油的形成及稳定性的研究。通常用FBRM®探头表征并定量确定不同原油浓度下的液滴的粒度和粒数。用户可根据液滴粒数和粒度对水浓度的影响进行定量分析，从而对旋液分离器中的水油分离效率进行描述。

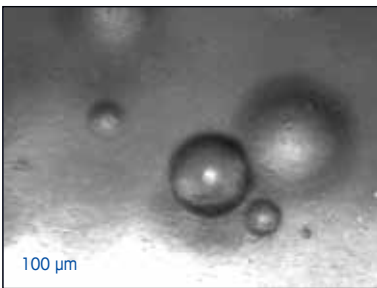


图9. 高压条件下，原油中的水滴原位PVM®图像。

原位测量能了解并解决流动保障问题

探头式技术是表征甲烷气体水合物、沥青质颗粒及油乳液的理想工具。在大多数情况下，要在形成水合物晶体或沥青质颗粒的(高压)条件下采样相当困难。颗粒和液滴体系对温度及压力波动极为敏感。此外，离线技术要求样品充分稀释才能进行测量。然而，稀释样本的测量结果不能反映体系的真实情况，因此它提供的数据集非常有限。

www.mt.com/FBRM-GSeries

访问网站，获得更多信息

梅特勒-托利多
实验室/过程分析/产品检测设备
地址：上海市桂平路589号
邮编：200233
电话：021-64850435
传真：021-64853351
E-mail: ad@mt.com

工业/商业衡器及系统
地址：江苏省常州市新北区
太湖西路111号
邮编：213125
电话：0519-86642040
传真：0519-86641991
E-mail: ad@mt.com



欢迎添加实验室微信号



微信号：MT-LAB

欢迎添加工业微信号



微信号：MT-IND

欢迎添加过程分析微信号



微信号：MT-PAT

欢迎添加产品检测微信号



微信号：MTPICN

欢迎添加零售业微信号



微信号：MT-RET

梅特勒-托利多始终致力于其产品功能的改进工作。基于该原因，产品的技术规格亦会受到更改。如遇上述情况，恕不另行通知。
12320532 Printed in P.R. China 2016/02