

FOAMSCAN™

泡沫分析仪



FOAMSCAN™ 科学泡沫分析解决方案

在许多行业中，使用液体泡沫具有优势：泡沫重量轻，易于处理；泡沫允许使用较少的原材料，得到最终产品的固定体积；泡沫具有有趣的膨胀特性等等。

对许多研究人员来说，测量和分析泡沫是一项挑战。人工定制的解决方案通用于许多实验室中。

因此，能够生成可控的液体泡沫（几何结构、液体分数）并了解导致其不稳定的现象对于优化产品配方和工业流程至关重要。

FOAMSCAN™不仅可以获得科学泡沫分析的解决方案，而且能够科学地优化泡沫形成或防泡沫产品和工艺的解决方案。

FOAMSCAN™泡沫分析仪



通过多孔玻璃过滤器喷射气体



机械搅拌



外部产生的泡沫



FOAMSCAN™具有智能模块化设计，可以研究泡沫性能。无论是通过气体喷射还是通过搅拌，FOAMSCAN™都可以精确控制发泡，从而实现可重复的、精确的和与工艺相关的测量，以及外部产生泡沫的研究。

测量泡沫体积是必须的，但肯定不足以充分了解泡沫的性质。事实上，科学家证明，泡沫液体分数和气泡尺寸大小和分布是了解液体泡沫形成和衰减的两个关键参数。

FOAMSCAN™将图像分析和电导率测量相结合提供一组测量结果。只一个实验就能提供关于起泡能力、起泡性、泡沫密度、泡沫稳定性、排水和防泡沫有效性的可靠数据。

液体泡沫包含在各种应用中预期的多种功能

	减少原材料的使用	膨胀特性	绝缘特性	捕获感兴趣的物质	吸收或施加压力	证明流体的弹性	为固体提供泡沫结构
清洁	•					•	
表面处理	•					•	
建筑材料							•
防治污染	•	•	•	•		•	
消防		•	•				
自然资源开采				•	•	•	
化妆品	•					•	
食品	•					•	•

因此，液体泡沫常见于：

- 食品：啤酒、巧克力慕斯、冰淇淋、蛋白霜.....
- 化妆品和洗涤剂：肥皂、剃须泡沫、牙膏.....
- 土木工程，以提高建筑材料的隔热性能(热和声学)，水泥.....
- 行业：泡沫浮选
- 防泡沫和消泡效果[1]
- 油气：泡沫驱[2]

FOAMSCAN™ 智能模块化设计

FOAMSCAN™具有智能模块化设计，可以实时描述：

- 通过多孔玻璃过滤器①将气体注入液体而产生泡沫。质量流量控制器②精确控制气体流速。
- 通过控制速度搅拌液体③产生泡沫，
- 外部产生泡沫④。

测量参数100%由软件控制⑤以保证实验的重现性。

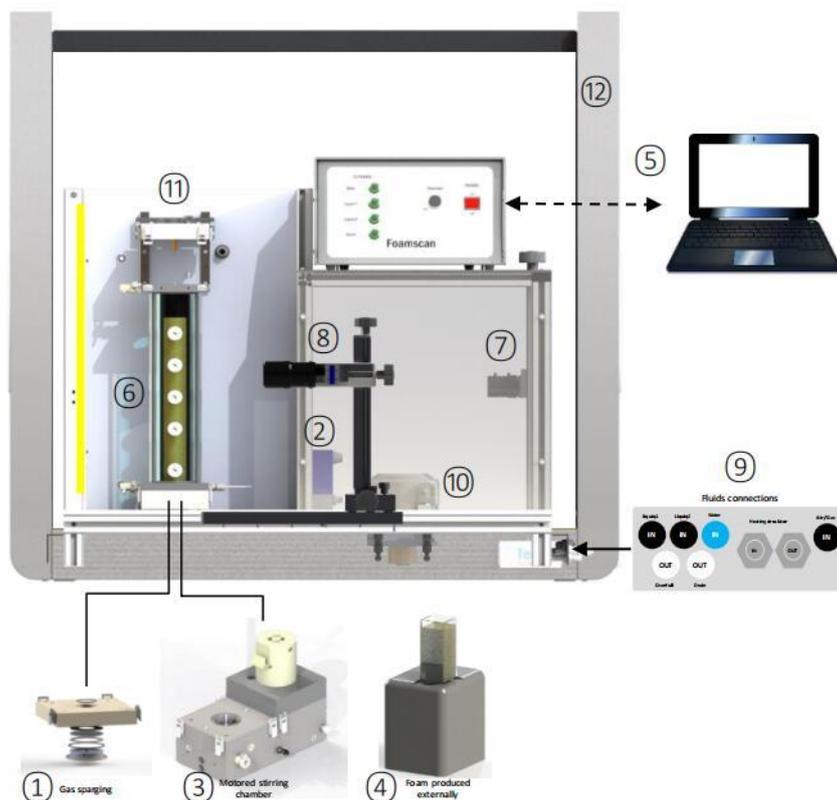
一旦测量开始，泡沫上升到圆柱形玻璃测量管内⑥。通过图像分析⑦实时计算泡沫体积。通过电导实时计算液体体积和泡沫液体分数。第二摄像机⑧捕获泡沫结构图像，分析气泡尺寸大小和分布。

自动清洗系统节省了大量时间。在测量前或测量后可设定清洗顺序，避免取出管进行清洗。

自动清洗系统连接⑨除水以外的两种液体。测量完成后，内置的废物泵⑩将样品从泡沫柱中排出。第二个泵用于在泡沫柱⑪的顶部提供水和/或清洗液，以便在测量之间清洗泡沫柱。

Pt100传感器测量液体样品内部的温度。如果将恒温水浴连接到FOAMSCAN™上，则应配备FOAMSCAN™附件提供的快速断开接头，并连接到仪器的一侧。

FOAMSCAN™安置在保护罩⑫内，可避免光干扰和保护仪器免受灰尘影响。



- | | |
|-------------|-------------|
| 1. 气体喷射发泡 | 7. 主CCD摄像机 |
| 2. 质量流量控制器 | 8. 第二CCD摄像机 |
| 3. 机械搅拌发泡 | 9. 流体连接 |
| 4. 外部产生的泡沫 | 10. 泵 |
| 5. 电子指示和软件 | 11. 自动清洗系统 |
| 6. 圆柱形玻璃测量管 | 12. 保护罩 |

FOAMSCAN™ 一台设备，三种起泡选项

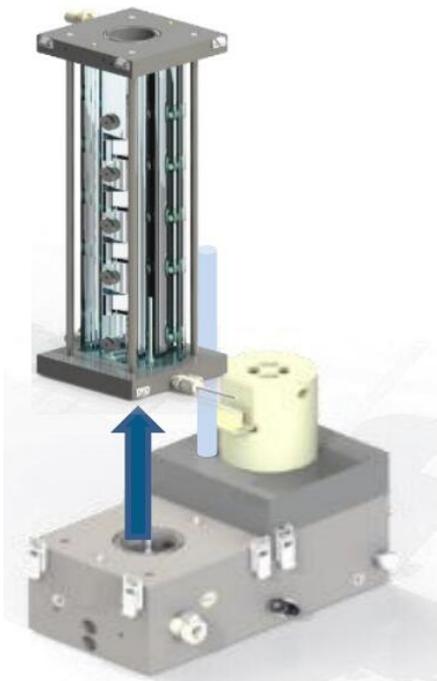
FOAMSCAN™ 气体喷射产生泡沫

泡沫是通过一个可控流量的多孔玻璃过滤器向液体中注入空气、氮气、二氧化碳等气体而产生的。

FOAMSCAN™ 标配质量流量控制器，输出20至500 ml/min。其他流速质量流量控制器可以按需提供。FOAMSCAN™ 集成了大气压力传感器，可根据实际大气压力精确调整流速。

质量流量控制器在空气中校准。当在FOAMSCAN™ 软件中选择另一种气体时，它会自动设置在质量流量控制器的控制参数中，以提供精确的流速。

FOAMSCAN™ 需要干燥、过滤的压缩气体才能运行。输入压力为1-2bar(15-30psi)，以确保质量流量控制器的正常运行。



FOAMSCAN™ 机械搅拌起泡

泡沫是通过在搅拌室中以控制的速率机械搅拌液体而产生的。

当电机启动时，液体被三叶片电动涡轮搅拌产生泡沫。随着泡沫的增多，泡沫被从起泡室排出，通过三个通道流向玻璃测量管。搅拌速度为500-6000rpm，完全由软件控制，最大转速取决于液体的粘度。

一根管子连接到搅拌室。由于电动阀门，在泡沫形成过程中，管道充满空气，并可以在测量完成后切换到供水系统进行自动清洗。

FOAMSCAN™ 外部产生的泡沫

该设备用于研究外部设备产生的泡沫，配备25ml石英试管或500ml硼硅玻璃管，配备直角棱镜和固定底座，固定在FOAMSCAN™ 单元上，便于安装并与摄像机完美对齐。

测量只能在室温下进行。其他管尺寸按需提供。



FOAMSCAN™ 图像分析和电导率测量整合于同一测量管

FOAMSCAN™标准双壁圆柱玻璃测量管，配备电极和棱镜，是测量发泡性能的必备设备。

图像分析

泡沫高度通过主摄像机的图像分析来测量。这4个棱镜③让第二摄像机捕获气泡图像，用于泡沫结构统计分析。

泡沫高度检测基于全图像分析。可以调整计算中考虑的感兴趣的区域。这两个特征允许对用于高度检测的灰度像素进行平均，从而获得更准确的测量结果。

光源确保了非常好的对比度，即使是非透明溶液或纳米材料。泡沫体积是实时计算的，并考虑了电导测量的液体体积调整。

电导测量

这对直电极①通过交流电导率(μs)来测量液体体积和被困在泡沫中的液体含量。

对于气体喷射产生的泡沫，直电极位于测量管的底部。对于通过搅拌产生的泡沫，两个垂直电极均位于搅拌腔内。

5对圆形电极②分布于测量管的整个长度上。它们通过交流电导率(μs)来测量泡沫电导率。最低电极被液体覆盖，是计算4个不同柱高度的泡沫液体分数(%)的参考。

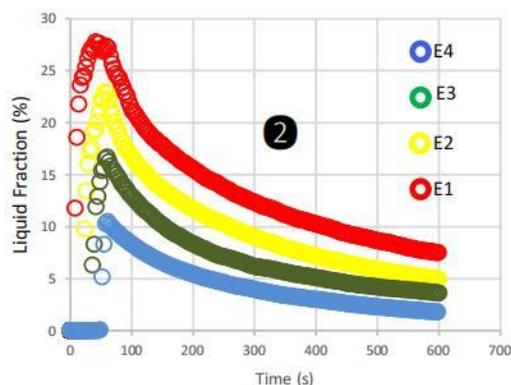
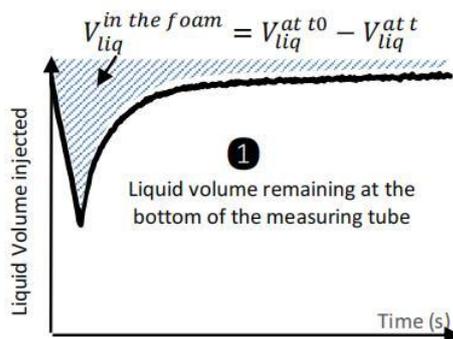
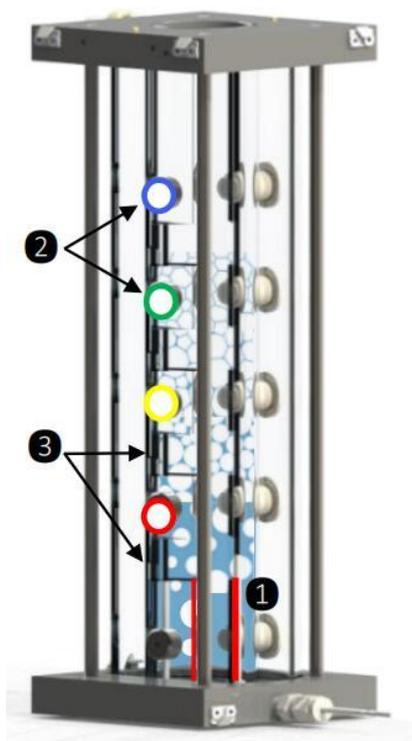
测量管采用硼硅玻璃制成，内部体积为285mL (H300mm x Ø35mm)。

标准管配备：

- ①直电极
- ②5对圆形电极
- ③4个棱镜

测量过程中，双层壁允许外部循环浴控制温度高达90°C。

圆柱形玻璃测量管可以选择其他配置，并可根据需要由石英制成。



FOAMSCAN™ 完全由软件控制参数和测量

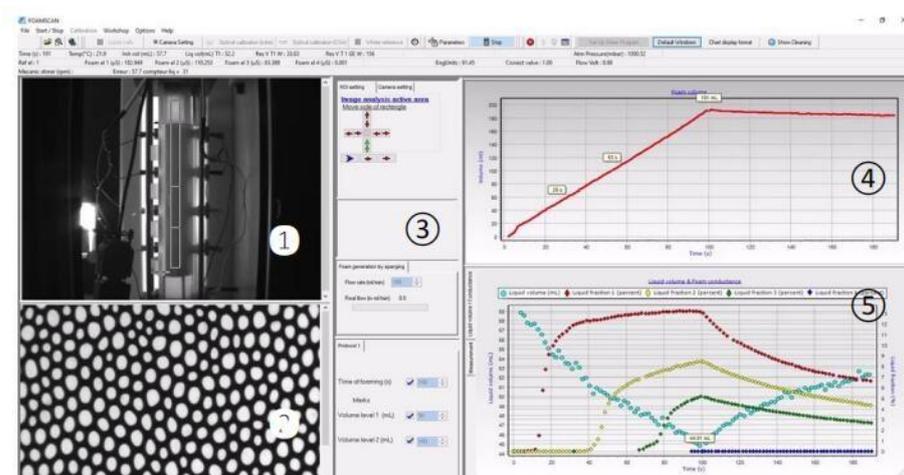
测量参数：发泡方案、时间、气体流速或搅拌速度，完全由软件控制。

两种不同的发泡方案可选择：

1. 泡沫在选定的时间内产生。该方案适用于研究具有高气体捕获率的稳定发泡溶液。该方案是比较具有相似寿命的泡沫的最佳方案。
2. 产生泡沫，直到达到目标的泡沫体积。这一方案特别适用于低泡沫液和测量消泡剂的效果。

测量过程中，FOAMSCAN™软件显示：

- 泡沫柱的实时图像①来自主摄像机，泡沫结构的实时图像②来自第二摄像机，
- 方案设置概要③，
- 实时计算泡沫体积④和实时液体体积/分数⑤。



FOAMSCAN™软件提供了图像分析和电导率测量的智能组合，提供了一组精确的结果来表征消泡剂的发泡性能和有效性。

性能 测量结果	发泡			稳定性和衰减				消泡剂有效性
	起泡性	泡沫润湿	泡沫结构	泡沫衰变	排水	奥斯瓦尔德成熟	聚结	
泡沫体积 (mL)	•			•				•
液体体积 (mL)	•	•		•	•			•
液体分数 (%)		•		•	•			
发泡能力	•							
注入气体体积	•							
泡沫膨胀	•							
泡沫密度	•	•		•	•			
Bikerman指数 (秒)	•							
泡沫体积半衰期 (mL)				•				•
气泡数量 (nb)			•	•		•	•	
气泡尺寸 (mm)			•			•		
多分散性			•			•	•	

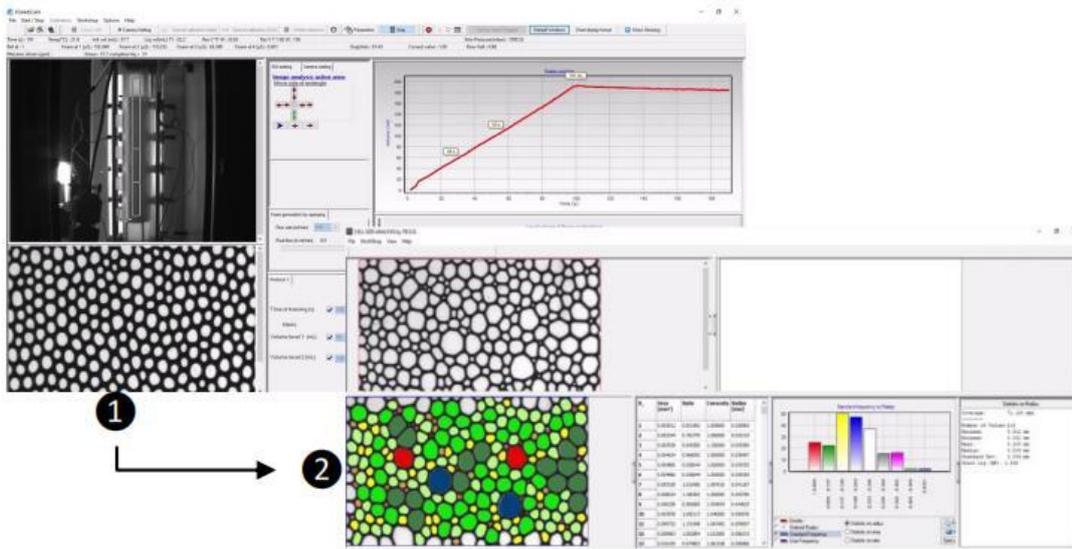
泡沫的实时视频实时显示，可以看到泡沫的真实行为。

FOAMSCAN™软件提供了比较功能，可以轻松地打开和比较实验结果，而不需要导出和分析数据。保存参数包括测量配置，图像和结果可以调整。所有结果都可以导出到Excel文件。

泡沫结构分析模块包括:

- 第二摄像机用来捕获泡沫结构的图像
- CSA软件用来计算气泡统计分析。

摄像机可以聚焦在位于泡沫柱4个不同高度的4个棱镜中的一个。在测量过程中，捕获泡沫的图像**①**。第二步使用CSA软件对气泡的大小和分布进行分析**②**。



CSA软件是一款功能强大的图像处理工具，用于识别物体的尺寸分布。CSA软件对图像进行分割，自动检测气泡并进行统计计算。它涵盖了数字图像处理中最先进的技术，从经典算法到针对特定任务的高级解决方案。

图像处理后，CSA软件每秒分析一张图像。计算并显示数据:

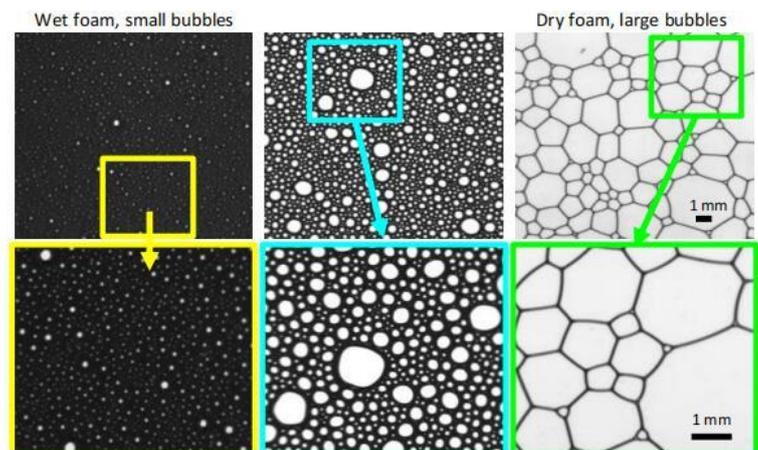
- 每个气泡的统计数据(编号、面积、半径.....)
- 分布直方图
- 统计汇总显示每个图像的计算

液体分数也可以用CSA软件[3]计算。该功能允许计算泡沫液体分数，即使是低导电性或无导电性的溶液。

视野可以调整，以研究小气泡的湿泡沫和大气泡的干泡沫

- 缩小视野以增加气泡的统计数量。
- 放大视野观察细节，如平台边界或50微米小气泡。

所有结果都可以导出到Excel文件。

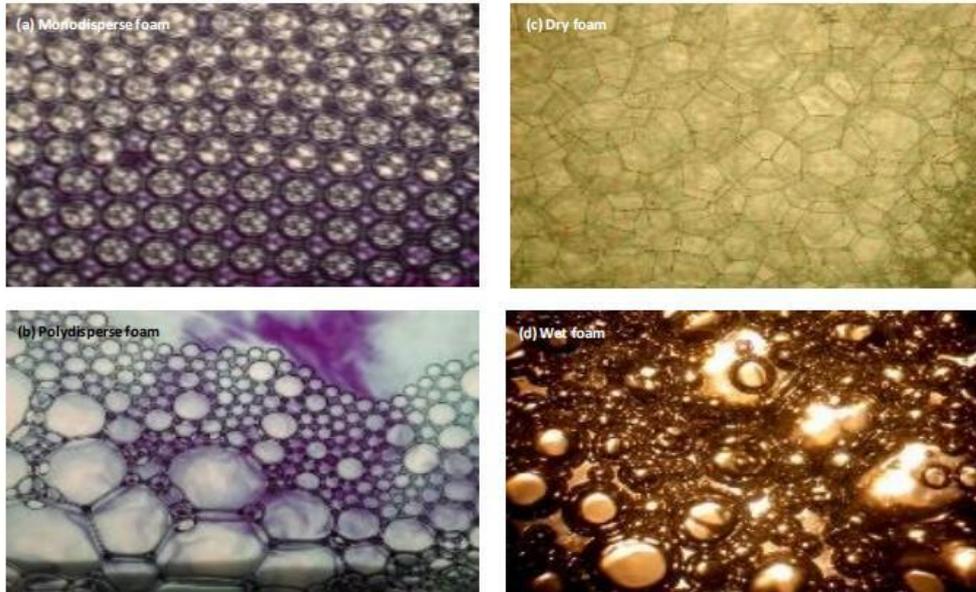


Pictures at high magnification are recorded a few second after recorded the picture at low magnification

关于液体泡沫

起泡性和泡沫稳定性问题对许多工业应用都至关重要，从啤酒工业到保健产品，如洗发水和用于矿物分离的泡沫浮选工艺。工业上使用了大量泡沫测试来表征泡沫性能。然而，准确测量泡沫性能是一个挑战。

液体泡沫是由连续液相中的气泡悬浮而成。它的外观在不同的系统中有很大的不同。



Foams with different structures (pictures taken by A. van der Net)

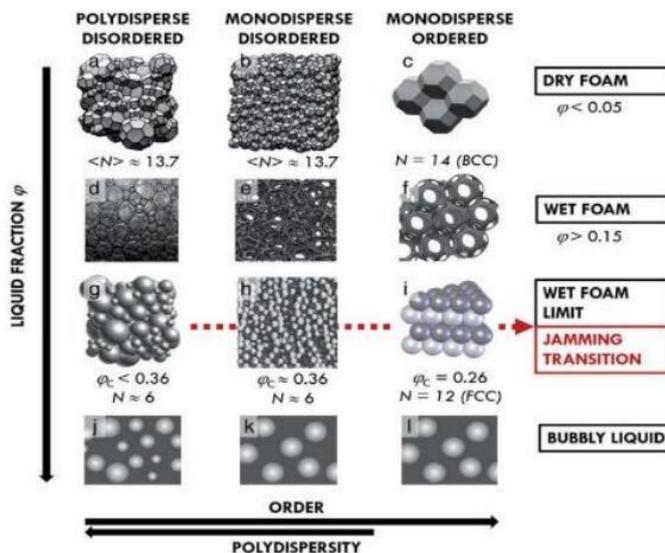
液体泡沫可以是:

- 单分散:由相同大小的气泡组成
- 多分散:由不同大小的气泡组成
- 干燥:含有少量液体(角度方面)
- 湿型:有圆形气泡

研究表明，液体泡沫[4]的结构受以下参数影响:

- 液体分数,
- 多分散性,
- 有序/无序。

如果知道这些参数，就可以预测液体泡沫的结构和每个泡沫的邻居数。



液体泡沫是瞬态体系。泡沫生成之后，它们的几何结构和液体体积分数随时间的变化而变化。此外，不同的老化机制导致泡沫失稳，最终导致其破坏。

使用不同的方法生成液体泡沫[5]

- 气体通过多孔介质注入液体
- 机械搅拌
- 液体循环
- 化学和生物反应(聚氨酯, 酵母)
- 减压(碳酸饮料)

在所有这些过程中，都需要能量输入，但不足以产生泡沫。表面活性剂对溶液的起泡性起着关键作用。

液体泡沫的生成和衰减

不同老化机制导致泡沫失稳[6]:

- 排水: 液体泡沫产生后，气泡的宏观运动停止，液体由于重力作用开始排水，导致液体体积分数[7]发生变化。
- 奥斯特瓦尔德成熟: 由于拉普拉斯压力与 $1/R$ 成正比， R 是气泡的半径，较小气泡中的气体会迁移到压力较小的较大气泡中，这导致气泡的数量和大小发生变化。
- 聚结: 聚结是指分离两个气泡的液膜破裂。气泡的局部重排可能会引发聚结，从而引起气泡数量的变化。

防起泡剂和消泡剂

液体泡沫可以是一种工业副产品，也可以具有临时效用，需要在工艺结束时去除。在这种情况下，已经开发了一些方法来避免产生泡沫(防起泡剂)或破坏已经存在的泡沫(消泡剂)。

References

1. Lambert, D. et al., A novel defoamer for processing nuclear waste: Testing and performance, *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 2021, 40, 4
2. Janssen, M. et al., Foam-Assisted Chemical Flooding for Enhanced Oil Recovery: Effects of Slug Salinity and Drive Foam Strength, *Energy Fuels*, 2019, 33, 4951
3. Forel E. et al., The surface tells it all: Relationship between volume and surface fractions of liquid dispersions, *Soft Matter*, 2016, 12, 8025
4. Drenckhan, W. et al., Structure and energy of liquid foams, *Advances in colloid and interface science*, 2015, 224, 1
5. Boos, J. et al., Protocol for studying aqueous foams stabilized by surfactant mixtures, *Journal of Surfactants and Detergents*, 2013, 16, 1
6. Boos, J. et al., On how surfactant depletion during foam generation influences foam properties, *Langmuir*, 2012, 28, 9303
7. Schneider, M. et al., Foamed emulsion drainage: flow and trapping of drops, *Soft Matter*, 2017, 13, 4132

技术规格

测量系统		
气体流速	20- 500ml /min(其他流速范围100 - 5000ml /min, 按需选择)	
气体类型	空气, 氮气, 氧气, 二氧化碳, 氩气, 丁烷, 氟利昂, 氦, 甲烷, 丙烷	
最大压力	1-2 bar	
搅拌速度	500 rpm---6000 rpm	
气压传感器	800 mbar---1100 mbar	
光学系统	主摄像机	CSA
CCD相机	CCD摄像机	CCD摄像机
接口	USB2	USB2
视频速度	76 fps@744x480 px	76 fps@744x480 px
镜头	2.9/8.2 mm焦距	部分远心55mm焦距
视野		Min = 91 mm ² / Px size = 14.5 μm Max = 25 mm ² / Px size = 7.6 μm
可检测起泡尺寸	35 μm---2000 μm	
调焦	手动	
光源	LED 135 lm---180 lm	
温度测量		
材料	PT100	
范围	4---90°C	
精度	0.1°C	
位置	液体样品内部	
压力测量	大气压力	
测量管		
材料	光学硼硅玻璃BK7, PEEK, 不锈钢, 阳极氧化铝	
尺寸	H 300 mm x Ø 35 mm	
内部体积	285 mL	
温度控制	双壁玻璃管	
范围	10 ---90 °C, +/-	
化学兼容性	使用有机溶剂, 如丙酮, MEK, 四氢呋喃, 或二甲苯可能损坏管	
电极		
材料	不锈钢316	
测量	电导, 单位为μs	
范围	1μs---100 000μs	
位置(管的高度)	E0=15mm, E1=80mm, E2=130mm, E3=180mm, E4=230mm	
直角棱镜		
材料	无涂层, N-BK7直角棱镜	
尺寸	20 × 20mm, 斜边长度28.3 mm	
位置(管的高度)	P1 = 55 mm, P2 = 105 mm, P3 = 155 mm, P4 = 205 mm	
自动清洁		
蠕动泵	流速1.6---2 L/min	
解决方法	3个清洗液入口	
硬件	windows 10 pro /处理器Intel I5 / 内存8G/硬盘1 T; 固态硬盘	

测量规格

样品体积			
气体喷射起泡	30 ml---60 ml		
搅拌起泡	120 ml---150 ml		
外部泡沫	25 ml---500 ml		
FOAMSCAN软件			
数据测量	通过图像分析泡沫高度 通过电导计算液体体积 通过电导计算液体分数 温度 气体流速 搅拌速度		
数据计算	起泡性	稳定性和衰减	
	泡沫体积 (mL) 液体体积 (mL) 液体分数 (%) 泡沫密度 泡沫起泡能力 注入气体体积 半衰期 (mL) Bikerman指数 (秒)	泡沫体积 (mL) 液体体积 (mL) 液体分数 (%) 泡沫密度 泡沫体积半衰期 (mL) 液体体积半衰期 (mL)	
CSA软件结果		泡沫数量 气泡平均半径 (mm) 气泡面积 (mm ²) 气泡尺寸分布 液体分数 (%)	
圆形多孔玻璃			
尺寸	Ø40mm -厚度3.5mm		
孔隙度	孔隙度0 -孔径180-250µm 孔隙度2 -孔径40-100µm 孔隙度4 -孔径10-16µm, 孔隙率1 -孔径100-160µm 孔隙率3 -孔径16-40µm		
O型密封圈	NBR	FKM	FFKM
最大温度	80°C	220°C	250°C
超临界条件	√	×	√
化学兼容性	与有机溶剂不兼容；与酸、碱有良好的兼容性		全部兼容

总体规格

设备尺寸	
带保护罩 (L/W/H)	85/57/78 cm
重量	40 kg
电源	
电压	95 V ---240 V
频率	50 Hz---60 Hz
强度	5 A
环境	
操作温度	15 °C---30 °C

关于我们

法国泰克利斯(TECLIS Scientific)仪器公司，致力于开发专业的界面科学仪器并提供全面表征泡沫和乳液等分散体系的相关技术及咨询服务。公司提供整套的测试仪器，用于研究和了解液体/液体、固体/液体和气体/液体的表界面特性。TECLIS采用创新技术开发仪器和软件解决方案，方便研究者使用。

作为TECLIS公司中国区独家代理，东方德菲将继续秉承“因专业而领先”的理念，与TECLIS公司一起为您提供最先进的泡沫分析仪和界面流变仪，并以快捷的方式为您提供专业的技术服务。



地址：北京市海淀区紫竹院路69号中国兵器大厦1010室

联系电话：010-68920257 68920269 68920275/76/77

网址：www.edcc.com.cn 邮箱：info@edcc.com.cn