

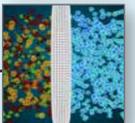
通孔孔径分析仪



薄膜



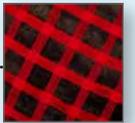
过滤材料



无纺布



纺织品



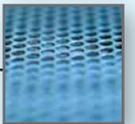
纸张



陶瓷



烧结金属



## 3G系列

Porometer3G孔径分析仪代表当今最先进的毛细管流动法孔径测量技术:该仪器采用紧凑的台式结构,分析能力卓越,配备强大的操作软件。该系列有四种型号,对应不同的压力(孔径)和流速范围,实现了材料特性与仪器性能(灵敏度、准确度、重现性)的最

佳匹配,应用广泛。每款Porometer3G都是一套完整的测量系统,由压力控制器、压力传感器和质量流量计、样品台、软件组成,还包括内置聚结粒子过滤器和一个综合备件包。

### 3Gmicro

Porometer3Gmicro是基础款毛细管流动法孔径分析仪,适用于中小孔径范围的样品,提供多种规格的质量流量计可选。3Gmicro特别适用于分析孔径分布较窄的各种织布和无纺布材料。

### 3Gz

Porometer3Gz为一款宽量程的紧凑型全自动毛细管流动法孔径分析仪,提供多种规格的质量流量计可选。因为样品尺寸、孔隙率与孔径都会显著影响通过样品的气流量,所以3Gz适用于样品尺寸可控、通孔孔隙率可调的样品。

### 3Gzh

Porometer3Gzh为旗舰款孔径分析仪,拥有本系列中最宽的孔径测量范围,同时标配高、低流速的质量流量计。该型号可支持的测试压力高达500psi,能够对13nm至500 $\mu$ m的孔径进行快速测定,且可执行重复测量。3Gzh适用于各类研究及应用。

# POROMETER3G 系列

## 通孔孔径分析仪



## 3G系列

### 操作方便

Porometer3G仅需操作人员进行极少的手动操作。样品架安装在小巧可移动的底座上,可置于桌面,使用非常方便。主机可以放在样品架旁边或放在台面下,以节省更多空间。

### 技术卓越

压力的精准测定对孔径的准确分析至关重要,而这正是Porometer3G的优势所在。高精度压力传感器能确保泡点的准确测定。传感器和压力控制器是独立的而非集成的,确保压力系统各部分都具备最佳性能。测量过程中,当系统压力刚超过泡点,此时最大的孔开始透气,气体开始流过样品,在这种气体流速非常低的情况下,高分辨率质量流量计(<0.05%f.s.)能保证精确的孔径分析数据,是必不可少的配置。

### 灵活性

孔径分析需测量压力和流速数据,流速是“气体指标”,而压力是“孔径指标”。通过孔道的气体流速与孔道半径的四次方相关(哈根-泊肃叶方程),所以在测量过程中,气体流速值的变化很大。为此,我们提供多种规格的质量流量计和样品支架供您选择,以实现最佳性能。

### 软件

3Gwin软件功能齐全,具有实时数据绘图和全面数据报告功能,外观与Windows®界面类似。最新升级的3Gwin第2版提供更多先进功能:

多种运行模式,包括:

- 先湿法运行后干法运行
- 先干法运行后湿法运行
- 仅湿法运行
- 仅干法运行
- 仅泡点测试

QC(质量控制)模式为常规样品测量提供了简化的界面。管理员账户具有访问所有先进功能的完整权限。管理员账户可以保存实验参数文件,包括测量某一类样品所需的所有参数。用户只需加载管理员设置的参数文件,即可轻松调用所有的运行设置。数据点的个数可以灵活选择,可进行100个数据点的快速测量,也可得到1000个点以上的超高分辨率数据。

### 固件

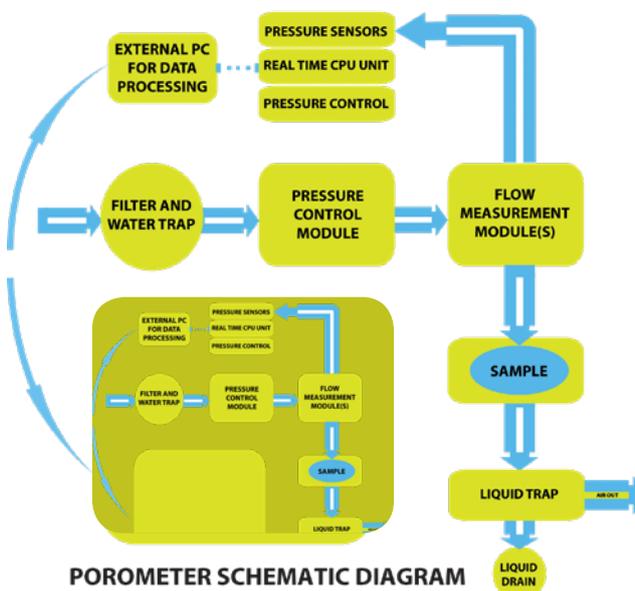
通过内置处理器实现整机控制。数据采集部件与主机集成,具有出色的低噪音性能。操作程序及仪器校准设置都存储在闪存中。最新固件可以使用每台仪器背面的外接端口进行更新。

### 选件

一些选件可在出厂时安装,如三个量程的质量流量计和压力保持阀等部件,以增强和完善仪器功能。

### 扩展

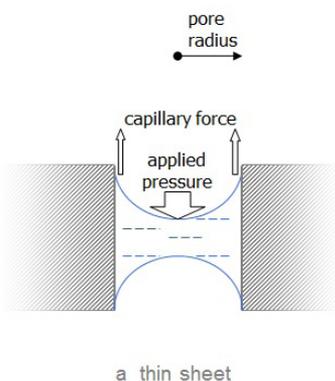
有各种型号的样品架和液体渗透率测量组件可供选择。



## 毛细管流动法孔径分析技术

液体过滤是用过滤器将固体颗粒从液体中分离出来的过程。过滤器通常采用平板中空纤维或粉床结构,确保只有特定粒径范围的颗粒才能通过某一膜层。

工业生产上,通过质检来确保产品品质稳定。在水过滤等行业中,毛细管流动法是分析孔径的通用方法,用于检测产品的机械性能是否符合实际应用要求。



毛细管流动法孔径分析(或称排液法)的基本原理是:加压使孔道内的浸润液流出孔道,并测量此时施加的气体压力。设备需要同时测定通过孔道的气体压力和流速,以获取通孔的孔径分布。

通孔就是连接材料两个面之间的部分。测试样品通常是平板状或圆柱型的。

排空孔所需的气体压力与孔径大小成反比。孔径越大,所需压力越小。一开始,所施加的压力不会排出孔道中的浸润液,但随着压力增加,孔道中的浸润液会逐渐被气体排空。

随着压力的增加,更窄的孔道会被逐步排空,气流会通过这些被排空的孔,记录下此时的气体流速,可得到孔道的数量;而根据此时的压力值可以计算出相应的孔径。

## 泡点

Porometer的孔径测量方法基于经典的单点“泡点”测量法。该方法是用液体浸润样品后,通过测定第一股气泡流产生时的压力,计算得到最大孔径。该方法已经使用多年,且在多个标准中都有详细说明,如ARP901A(汽车工程师协会)中就详细介绍了泡点测试法。泡点测试法只能获取最大孔径,而Porometer的孔径测量方法在此基础上做了进一步扩展,可以为您提供完整的孔径分布结果。

ASTM标准F316-03(2011)对泡点法和平均流量法测试过滤膜孔径的方法做了说明。康塔Porometer3G系列仪器采用并拓展了该方法,能提供更多的样品信息。

## 孔径

孔径通过Washburn方程计算得出,使用参数:压力 $P$ 、浸润液的表面张力 $\gamma$ 和接触角 $\theta$ 。

$$D = \frac{4\gamma \cos\theta}{P}$$

上述公式中孔径计算是基于圆柱形孔模型的,然而对于很多薄膜或其它测试材料,圆柱形孔模型并不适用。Porometer3G系列的软件3Gwin中引入了形状因子作为Washburn方程的乘数。我们的60号应用文件中介绍了该形状因子的推导过程,及其计算孔径的具体方法。

# POROMETER3G 系列

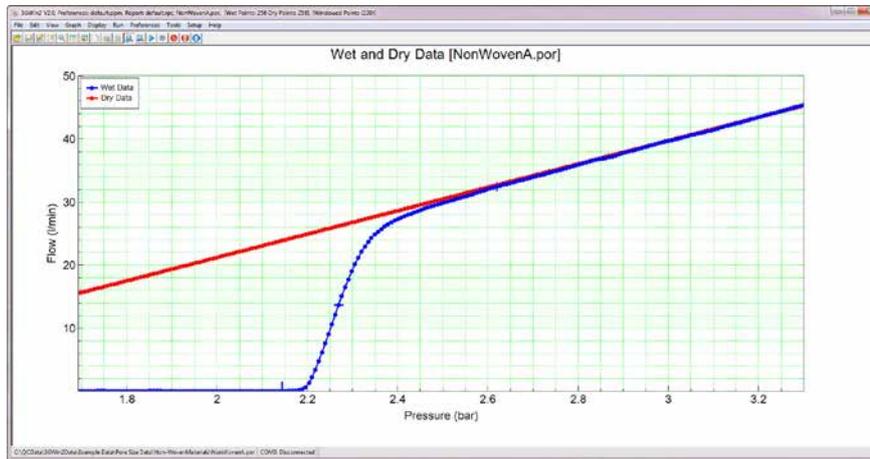
## 通孔孔径分析仪



### 毛细管流动法孔径分析技术

#### 运行数据

要计算得到完整的孔径分布,需要一整套的“湿法运行”数据:对特定压力范围内的多个数据点运行两次测量:一次是“湿法运行”,一次是“干法运行”,并通过实验数据进行计算。图A给出了湿法和干法运行得到的曲线。

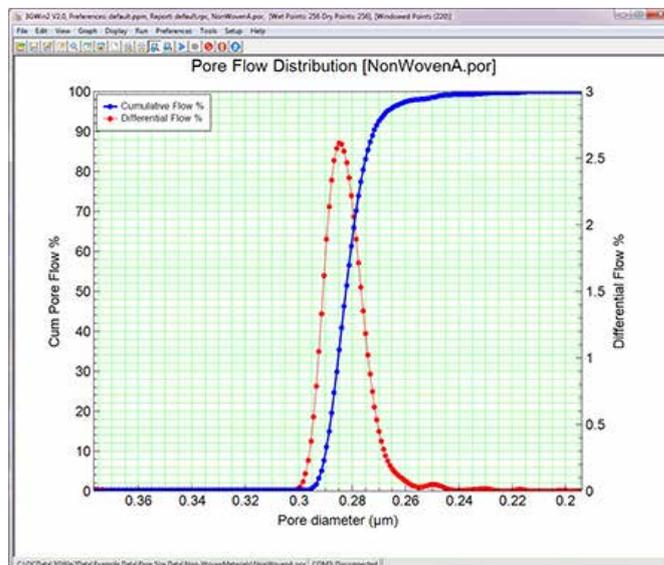


#### 流量%vs.孔径

湿法和干法测得的流速数据,用Washburn方程可计算得到累积流量值(%),它与孔径的关系如下图蓝色曲线所示。对其进行微分处理,可得到流量-孔径分布图(红色曲线)。

$$\text{累积流速}(CF(n)) = \frac{\text{湿法流速}(n)}{\text{干法流速}(n)}$$

其中  $n=0$  至  $x$ , 为第  $n$  个数据点,由用户选择。



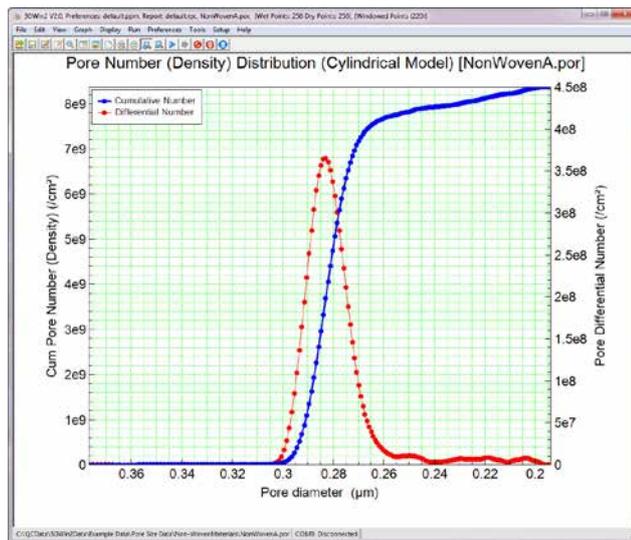
## 毛细管流动法孔径分析技术

### 孔密度

也称孔总数,表示样品特定面积内孔的总数量,单位通常采用/cm<sup>2</sup>。通过哈根-泊肃叶方程(描述流体通过半径为r的孔道时的流速)计算得到。

$$Q = \frac{N\pi r^4 \Delta P}{8nl} \quad \text{哈根-泊肃叶方程}$$

将实验数据代入Washburn方程可求得孔径,再根据以上的哈根-泊肃叶方程,我们可以得到每个孔径对应的孔数量。这样便可以得到基于圆柱形孔模型的完整孔径分布数据。



# POROMETER3G 系列

## 通孔孔径分析仪



### 仪器特性



型号配置	3Gmicro	3Gz	3Gzh
最小孔径	<0.07 $\mu$ m	<0.03 $\mu$ m	<0.02 $\mu$ m
最大孔径	>100 $\mu$ m	>500 $\mu$ m	>500 $\mu$ m
压力控制器	1	2	2
控制器#1	0-100psi	0-30psi	0-30psi
控制器#2	不适用	0-300psi	0-500psi
压力传感器	2	3	3
传感器#1		0-5psi	
传感器#2		0-100psi	
传感器#3	不适用	0-250psi	0-500psi
流量传感器	1	1或2	2
传感器#1	0-100L/min	0-100L/min	0-10L/min
传感器#2	不适用	可选 0-200L/min	0-200L/min
流量传感器开关	不适用	手动	自动

表中所示为标准配置。部分型号有不同规格的压力和流速范围可供选择。

#### 技术参数

压力传感精度:  $\pm 0.05\%$ f.s.

压力精确度: 相当于16位A/D

流量传感器类型: 精密型热式质量流量计

流量传感器稳定时间: <2秒

流量传感器温度系数: <0.05%/°C (15-45°C)

#### 一般规格

电源: 90-240V, 50/60Hz交流电

主机尺寸: 40cmx45cmx19cm(高x深x宽)

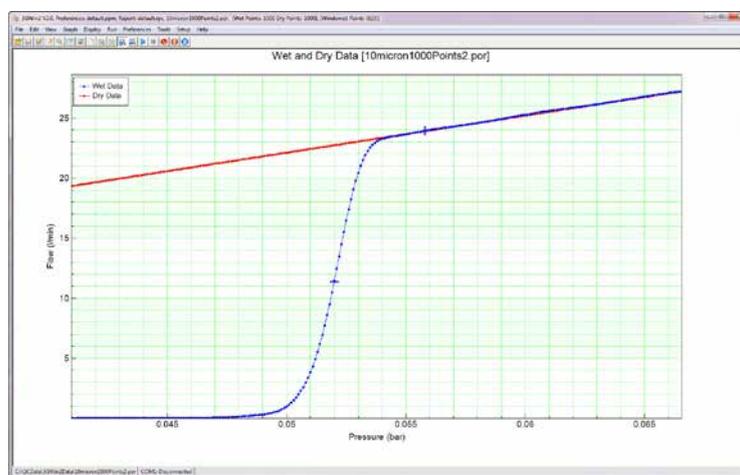
样品架底座尺寸: 24cmx32cmx15cm(高x深x宽)

3G软件包与WindowsXP和/或更新操作系统兼容。

准确、灵活、高分辨

## Porometer3G优点

Porometer3G系列采用目标压力点测试模式,摒弃了低性能扫描模式。采用目标压力点模式可以优化测试的重复性和不同操作员之间的重现性。客户可以选择数据点个数,如有需要,可进行超高分辨率的数据测量。下图给出了在10微米膜标样上进行1000个数据点测试的结果。



所有Porometer3G系列仪器都标配液体渗透率分析功能。用户无需另购设备,只需购买外接的液体渗透率选件,并激活3GWin中内置的渗透率测量软件即可。

## 外接样品架

外接样品架选件适用于Porometer3G系列的所有型号,它可与用户的各种定制样品架兼容,也可直接对样品进行孔径分析。

这大大方便了很多用户,尤其为非标尺寸平板膜的测试提供了便利。平板膜标准直径:10mm、18mm、25mm、37mm、47mm或50mm。



# POROMETER3G 系列

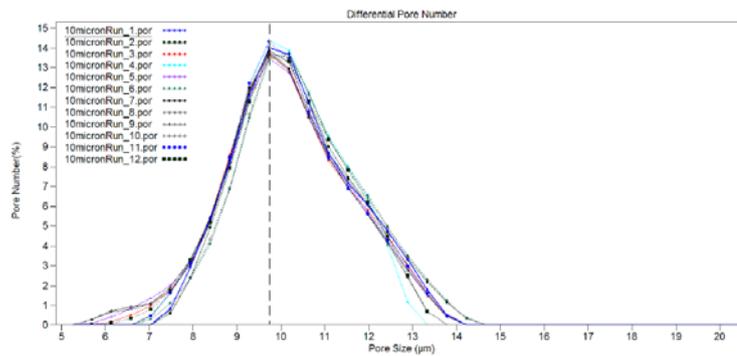
通孔孔径分析仪



## 准确、灵活、高分辨

Porometer3G的最大优势在于,仪器直接测定样品表面的压力,无需校正。当压力测量点离样品有一定距离时,两点的流速是有差值的,需要进行校正。当压力测量和压力源在同一管线上时,必须校正气体流动引起的误差,以获取准确的数据。压力越低、流速越高,存在的误差越大。在这种情况下必须进行校准实验,以校正压力读数。而康塔孔径分析仪特有“恒压管线”,无需这步校正。特别对于大孔径样品,能明显提高测试质量。该测量方法得到的孔径分布结果非常准确,且重复性很高,如图中重复实验结果所示:

3G Repeatability for 10µm Membrane



康塔仪器为客户提供的售后服务非常到位。无论您的设备需要售后还是应用支持,您都能从康塔得到最高级别的服务。在仪器的整个使用周期内,您都可以通过电话或电子邮件联系我们的维修技术人员或应用支持科学家,以获取帮助。我们还提供关于仪器各个方面的高级培训。康塔不仅确保始终提供一流的设备,还致力于帮助我们的客户能充分利用这些技术。

## 样品架



### 样品架

提供25 mm直径的样品架。用于厚度 $\leq 3$  mm、直径为25 mm的圆形样品。其它标准样品架尺寸包括：18 mm（支持厚度 $\leq 8$  mm的样品）、25 mm（支持厚度 $\leq 9$  mm的样品）、35 mm和47 mm。另有一款通用样品架可供您选用，适用于以下直径的样品：10 mm、18 mm、25 mm、37 mm、47 mm和50 mm。



### 中空纤维专用样品架

此附件包专为测试中空纤维设计，可测13 nm以上的孔径。能从两个气流方向对中空纤维进行测量：从管内至管外，或从管外至管内。可同时测量单个或多个纤维管。



### 管状样品架

管状样品架是测量硬管的理想工具。连接件尺寸可定制，可用于各种直径的管线。可以轻松放入长达20 cm的样品管。



### 面内压缩支架

标准支架适用于垂直于平面的通孔，而材料内部的横向孔道，也称为面内孔，则可以采用如图所示的面内支架进行测量。使用该支架时，样品底部被密封，所有纵向通道被阻断，施加的压力集中在样品内部，通过面内孔排到样品外是气流的唯一通道。

另有压缩附件可供您选用，通过气动控制组件产生压力来压缩样品。可选加热附件，用来加热小尺寸的样品支架，最高可加热至120 °C。

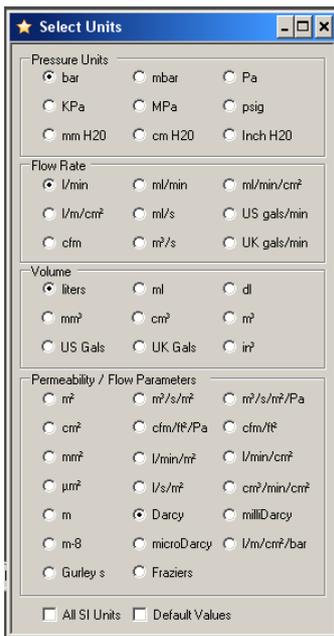
# POROMETER3G 系列

通孔孔径分析仪



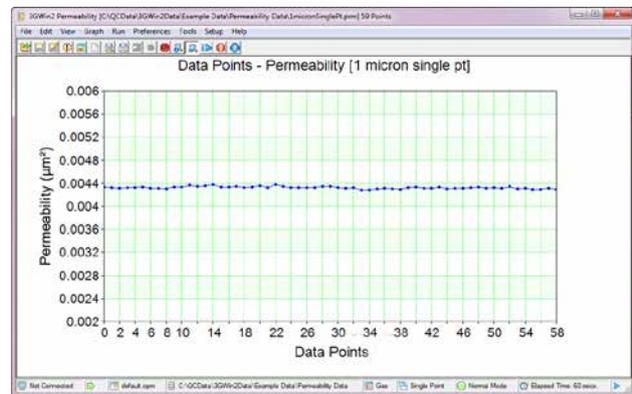
## 片状样品支架

我们独有的片状样品支架,可用于不规则片状样品或岩芯在低压下的测量。使用一个压力源,能使气体穿透材料的同时密封样品外部。



## 气体渗透率

所有Porometer3G型号的仪器都可进行气体渗透率测量,可使用空气或氮气作为测试气体。测量可以在用户选择的单一压力下进行,也可以在平均压力或在一定的压力范围内进行。我们的软件有多种测量单位可供您选择,可设定执行重复测量(特殊应用,如较长的岩石芯样品)。



## 液体渗透率

选用专用组件可以轻松测量液体的渗透率。通过用气体对储液罐加压,即可测定单个压力点下的液体流量。测试中,经过初始稳定期,液体流动趋于稳定,测量此时的气体流量,即等同于通过样品的液体流量,对一段时间内(至少30秒)的读数取平均得到压力和流速值。

当今多孔材料界的著名革新者。

得益于Quantachrome的优质售后服务支持,我们能够与客户保持终身联系,并以此感到自豪。

## 现场服务

我们的全球服务人员向您保证,Quantachrome Instruments 将继续是材料表征实验室的可靠引擎。我们为您提供灵活的服务合同选择,让您可以根据自身需求定制上门服务时间、服务组合和备件折扣最适合自己的服务合同。

## 备件

Quantachrome 备件经过认证,可与我们的仪器一起使用。我们提供快速响应的备件订购,并维持大量的更换零件和硬件库存。

## 应用实验室

我们设备齐全、先进的粉末表征实验室(电子邮件:[info.cn@anton-paar.com](mailto:info.cn@anton-paar.com))提供专业测试服务的合同选项。此外还提供实验室服务,让您可以在购买前使用您的实际样品验证我们产品的适用性。

## 终身应用支持

我们将仪器现场支持视为我们商业策略的重要组成部分。我们的专家科学家时刻待命,随时为您解答有关应用的疑问,或仪器使用问题。我们将此作为标准服务提供,因此无论您是否与我们签订服务合同,都可以享受这项服务。

## 科学合作伙伴

Quantachrome 康塔的科研部门由世界著名表征专家组成。我们的团队与国际顶尖的材料研究实验室合作,开展研究项目,并定期在业内领先的专业期刊上发表文章,在各地的技术研讨会上作技术报告。

近半个世纪以来,Quantachrome 的科学家和工程师已经革新了测量技术和设计仪器,实现了准确、精确、可靠地对粉末和多孔材料进行表征。我们坚定不移地致力于提供先进技术,以及卓越且无与伦比的客户服务和支持。

我们对客户承诺,在仪器销售之前、期间和之后的整个生命周期提供支持。这是一个重大承诺,因为我们的产品强大可靠,我们经常发现许多产品几十年后仍在使用。

安东帕康塔美国总部  
Quantachrome Instruments  
a brand of **Anton Paar**  
安东帕旗下品牌  
1900 Corporate Drive  
Boynton Beach, FL 33426  
[www.quantachrome.com](http://www.quantachrome.com)

奥地利安东帕(中国)有限公司  
中国上海市合川路2570号科技绿洲三期2号11层  
邮编:201103  
电话:400-820-2259  
邮箱:[info.cn@anton-paar.com](mailto:info.cn@anton-paar.com)  
网址:[www.quantachrome.com.cn](http://www.quantachrome.com.cn)

自1968年以来一直服务于多孔材料和粉末表征需求



商标和注册商标是其各自所有者的财产。

© 2019 Anton Paar QuantaTec I20IP001ZH-A