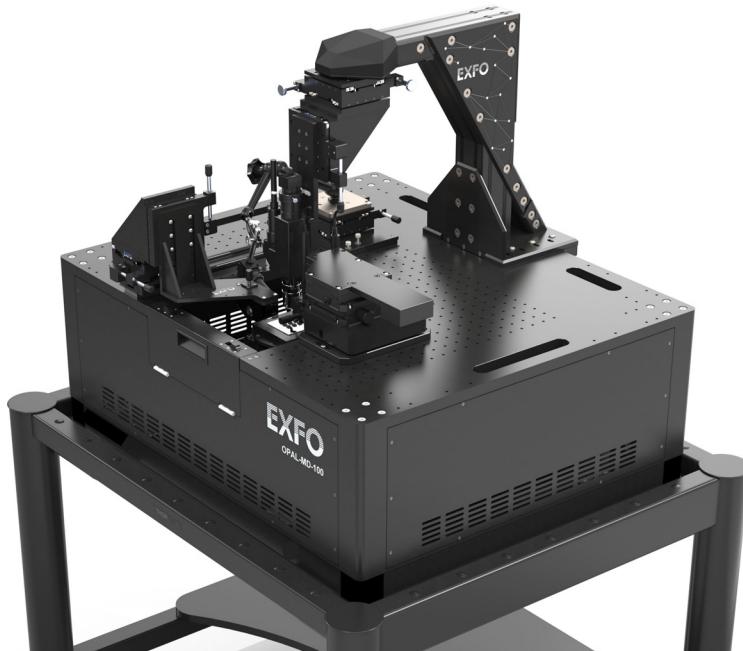


# OPAL-MD——多裸片测试台

适用于集成光子器件的自动化测试台

- 对光子集成电路（PIC）进行精确、自动、快速且经济高效的测试，并提供可追溯的结果。



## 主要功能和特点

只需进行一次自动测试，便可鉴定多个单裸片

完整的PIC测试平台，用于精确、可重复的光学准直和电气检测

利用随附的EXFO Pilot软件套件进行准备、自动执行  
(导航、准直、仪表控制) 和数据管理 (存储、分析)

采用灵活设计，配有可重新定位的光学和电子RF/DC探针头

根据需要提供不同的探针头供用户选择：光探针头多达6个电动轴，用单纤或光纤阵列进行垂直和端面耦合；电探针头配备手动或电动轴

## 应用

从研发、设计验证和工艺开发到试产

自动测试多项目晶圆 (MPW) 中的切割出来的多个裸片

与DUT无关：可测试单个至数十个切割出来的裸片、光罩、定制切割件、Bar条以及晶圆。所有样品尺寸最高可达100 × 100 mm。

深入分析统计电路性能和良率

在任何集成光子平台上进行光电测试：硅光子器件、磷化铟、III-V、聚合物、异质等

与应用无关：电信和数据通信光模块、量子、激光雷达、传感器、人工智能，用单纤或光纤阵列进行垂直和端面耦合，涵盖从原型设计到试产的整个流程

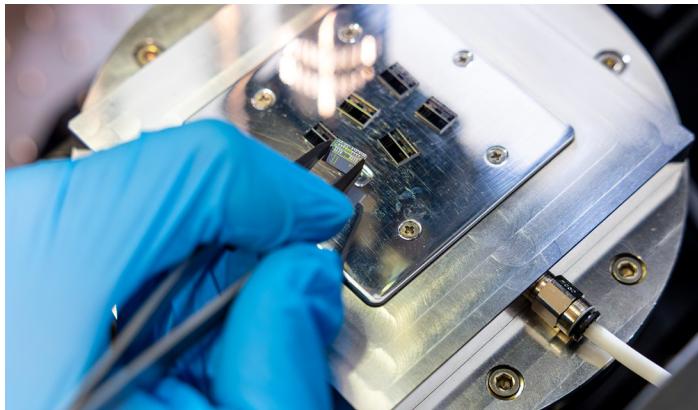
## OPAL系列

OPAL-MD测试台是专用于PIC测试的OPAL测试台系列成员之一，它提供不同的性能、能力和吞吐能力。这些测试台包括：

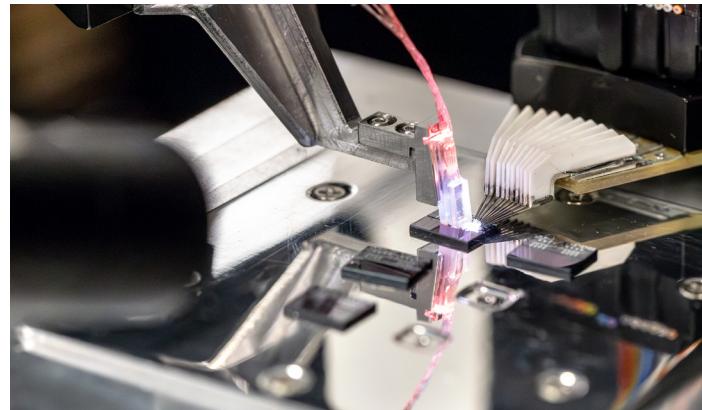
- OPAL-SD：单裸片测试台
- OPAL-MD：多裸片测试台
- OPAL-EC：晶圆级端面耦合测试台

所有测试台均由EXFO Pilot软件驱动。因此，在一个测试台上开发的测试流程和用户培训可完全迁移至OPAL系列的另一台测试台。光探针头、电探针头、视觉系统和IT套件也可在不同测试台之间迁移，从而降低硬件升级的门槛。

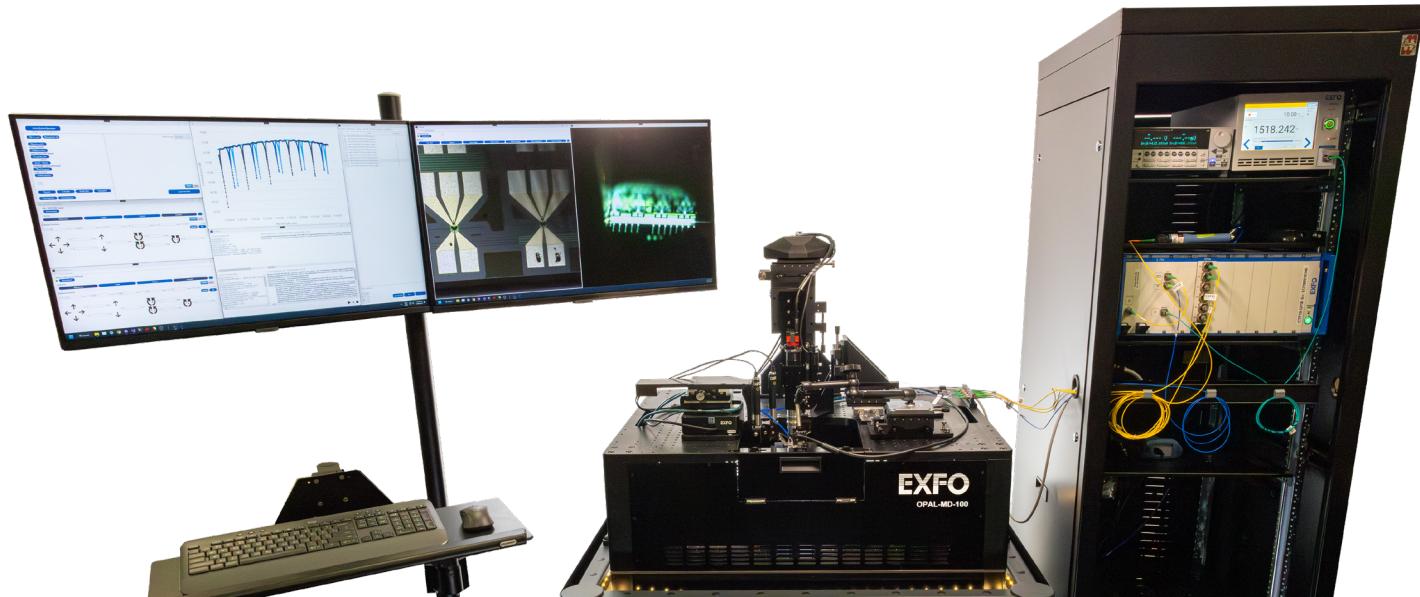
	OPAL-SD	OPAL-MD	OPAL-EC
DUT	单裸片	单裸片至多裸片	单裸片至12英寸晶圆
加工尺寸 (mm)	50 × 50	100 × 100	Φ300
耦合方式	垂直和端面耦合		
准直	手动或自动	全自动	全自动
卡盘	常温或0 °C至150 °C (32 °F至302 °F) 3个真空区	常温或0 °C至150 °C (32 °F至302 °F) 4个真空区	常温或5 °C至200 °C (41 °F至392 °F) 4个真空区
旋转台	手动旋转：20°	电动旋转：15°	电动旋转：105°
探针配置	光和电探针，最多4个		
EXFO Pilot软件	测试方案执行、自动化、分析及许可均包含在测试台中		



通过电动基座平台和自动导航功能，同时测试多个单裸片。



测试系统包括EXFO OPAL-MD测试台、EXFO Pilot软件、CTP10/T500S/T200S激光器及第三方SMU设备，构成完整的自动化测试与数据管理解决方案，用于光子集成电路的光鉴定测试。



光、电探针测试设置。图示配置包含用于垂直耦合的光纤阵列及DC探针。探针需单独采购。

## OPAL-MD平台

OPAL-MD多裸片测试台是EXFO集成光子器件高性能鉴定解决方案的核心，其硬件具备精准、可重复、灵活且快速的特性。EXFO Pilot套件强化了OPAL-MD的硬件功能，将其变成一个自动化测试台和高质量的测量平台，将测试结果变成可操作的数据。整套应用成为一个平台，支持完整的测试和测量流程，帮助用户变得更加以数据为导向。OPAL-MD可与EXFO的先进光学测量功能相结合，并对任何第三方仪表开放，成为完整的PIC测试平台。



EXFO的多裸片测试平台包括OPAL-MD测试台、EXFO Pilot软件以及用于PIC光学鉴定的EXFO测试与测量仪表。可添加第三方仪表，并通过EXFO Pilot软件进行控制。

该测试台的硬件包括一个电动4轴运动系统卡盘定位台，可在 $100 \times 100 \text{ mm}^2$ 区域内固定单个或多个样品，并可选配热控功能。它最多可安装四个探针头，可选择安装光或电探针。它还包括高分辨率的在线明视野顶视视觉系统和远心侧视视觉系统。

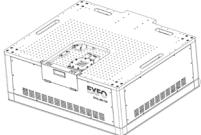
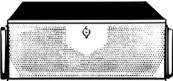
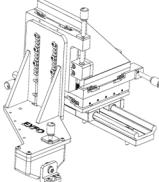
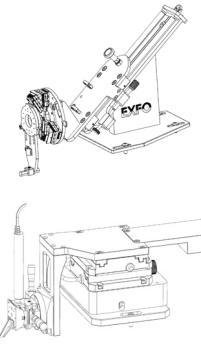
OPAL-MD包括EXFO Pilot软件套件专用许可，安装在工业级机架式计算机上。

平台运动系统与电动光探针头具备很高的分辨率及重复性，可显著降低光学测量中的插损与误差容限。

OPAL-MD只需执行一次测试，便能高效地测试多个裸片和电路，有效地建立全面、准确的数据集。用户能够通过统计分析中获得洞察力；这些数据可用于分析和提取特定代工厂的制造差异、系统性能和良率。这些信息对于推动研发迭代以实现高性能和制造容错的电路也具有重要价值。

## OPAL-MD-100平台组件

测试台由OPAL-MD主系统和EXFO Pilot软件组成，并可选配热控卡盘。根据需要，还可增加探针头（光学和电子）的类型和数量，以组成完整的系统。

组件	描述
卡盘	 <p>TA：常温，配备真空多裸片夹具的卡盘。提供电气表面连接选件。 TCH<sup>a</sup>：热控卡盘，具有加热和冷却功能。</p>
晶圆定位基座	 <p>电动4轴多裸片定位系统。光学面包板。</p>
视觉系统	 <p>高分辨率的顶视视觉系统，支持10倍放大倍率，使用在线同轴照明，配备290万像素彩色摄像头，可在X、Y、Z轴上手动调节。</p>
其它组件	 <p>工业级机架式PC及配件。一台27英寸显示器。所有驱动器和线缆。</p>
EXFO Pilot应用 专用许可	 <p>全套软件，用于完整的PIC测试和测量流程。对测试台、仪表和数据进行自动化控制，以确保结果的绝对可追溯性和可靠性，并可随时提交报告和支持人工智能。 可提供额外的浮动许可，用于从任何地方进行多用户协作。</p>
电探针头 <sup>c</sup>	 <p><b>PRE-00:</b> 4轴手动电探针定位器。具备精细准直和长行程范围。探针夹具兼容大多数DC和RF探针。 <b>PRE-M0:</b> 电动X、Y、Z轴电探针定位器，分辨率达200 nm。</p>
光探针头 <sup>d</sup>	 <p><b>PRO-H:</b> 6轴电动压电式六足平台（分辨率为1 nm），实现精准快速的操作。 适用于端面耦合和垂直耦合。具有虚拟支点功能，是研发应用的理想选择。</p> <p><b>PRO-S:</b> 最高支持6轴电动直流伺服对准器（25 mm XY行程，10 nm分辨率）。电动俯仰（入射角度）和手动滚动及偏航角度调整。用于垂直和端面耦合。是生产场景的理想选择。 <b>PRO-ECO:</b> 6螺杆驱动对准器（25 mm）与6轴电动驱动。是垂直耦合应用的理想选择。 提供多种光学探针支架选项，配备不同配置与角度，适用于从单纤到大型光纤阵列单元的光学表面耦合与边缘耦合。</p>

a. 在0°C以下操作时，需选配顶盖以避免结霜。

b. 系统中不包括光探针（光纤阵列、光纤）和电探针（DC、RF）。如果需要这些组件，请联系EXFO代表。

c. 包括兼容多数DC和RF探针的探针夹具。

d. 包括一个探针夹具。

## 规格

标准的OPAL-MD测试台包括：一套OPAL-MD-100卡盘平台运动系统、一个TA卡盘、一套顶视和侧视视觉系统、带EXFO Pilot软件许可的PC及配件。

### 卡盘平台运动系统

		OPAL-MD-100
		机械
X、Y 轴	行程范围 (mm)	100
	分辨率 ( $\mu\text{m}$ )	0.15
	精准度 (典型值) ( $\mu\text{m}$ )	1
	双向重复性 (典型值) ( $\mu\text{m}$ )	1
	最大加工速度 (mm/s)	20
	电机类型	循环球轴承，步进电机
Z轴	行程范围 (mm)	4.8
	分辨率 ( $\mu\text{m}$ )	0.06
	精准度 (典型值) ( $\mu\text{m}$ )	0.6
	双向重复性 (典型值) ( $\mu\text{m}$ )	0.1
	最大速度 (mm/s)	5
	电机类型	直线球轴承，直流电机
Rz轴	行程范围	15°
	分辨率	0.9角秒； 0.00025°
	精准度 (典型值)	36角秒； 0.01°
	双向重复性 (典型值)	9角秒； 0.0025°
	最大速度 (度/秒)	20
	电机类型	交叉滚子轴承，步进电机

### 卡盘

选件名称	TA-F	TH1-G/F
加工尺寸 (mm)	100 × 100, 方形	100 × 100, 方形
范围 <sup>a</sup>	常温	露点 (>0 °C) (32 °F) 至 150 °C (302 °F)
分辨率	-	0.01 °C (32 °F)
稳定性	-	0.05 °C (32 °F)
加热速率	-	20 °C/min (68 °F/min)
冷却速率	-	-10 °C/min (14 °F/min)
真空区 <sup>b, c</sup>	4个独立区域	4个独立区域
电气连接 <sup>d</sup>	浮动 (F)	接地 (G) / 浮动 (F)

### 订购须知

OPAL-MD-100-TA-F	OPAL-MD-100-TH1-G	OPAL-MD-100-TH1-F
浮动式常温卡盘, 100 mm, 同轴	热控卡盘, 100 mm (0°C-150°C), 接地	热控卡盘, 100 mm (0°C-150°C), 浮动, 同轴

- a. 可根据要求提供其它温度范围。
- b. 可根据要求提供定制真空图形和区域。
- c. 可根据要求提供通用和定制的真空适配板。
- d. 可根据要求提供其它电气连接选件。

## 顶视视觉系统

机械底座支架	
安装	兼容公制和英制光学面包板，角度为90°和45°
X、Y、Z轴行程范围 (mm)	48
X、Y轴位移/旋转 (mm)	1.41
Z轴位移/旋转 (mm)	0.3175
视觉系统	
放大倍率 (X)	10
数值孔径	0.28
景深 (μm)	3.6
水平视场 (mm)	0.88
工作距离 (mm)	34
分辨率 (MP)	2.9
最大帧率 (fps)	144
传感器格式 (inch)	2/3
传感器类型	彩色，全局快门，12 bit
波长	可见光
照明类型	在线视频显微镜，采用LED照明

## 订购须知

**OPAL-TVS-00**  
独立式视觉系统（无安装支架）

**OPAL-TVSW**  
配备多裸片和晶圆安装支架以及手动X、Y、Z轴调整的视觉系统

## 侧视视觉系统

机械底座支架	
机械定位	6D手动粗调，带关节臂，X、Y轴手动平移台
安装	兼容公制和英制光学面包板，角度为90°和45°
X、Y轴行程范围 (mm)	48
X、Y轴位移/旋转 (mm)	1.41
视觉系统	
镜头类型	远心
放大倍率 <sup>a</sup> (X)	3
数值孔径	0.093
视场 (mm)	2.9 × 2.2
工作距离 <sup>b</sup> (mm)	65
波长范围	可见光
分辨率 (MP)	2.9
最大帧率 (fps)	144
传感器格式 (inch)	2/3
传感器类型	彩色，全局快门，12 bit
波长	可见光

## 订购须知

**OPAL-SVS-00**

- a. 可根据要求提供其它放大倍率 (0.5X、1X、2X、4X、6X、8X)。
- b. 可根据要求提供其它工作距离 (40 mm、110 mm)。



## 光探针头<sup>a</sup>

选件名称	PRO-H	PRO-S	PRO-ECO
电动轴	X、Y、Z、Rx、Ry、Rz	X、Y、Z、Rx、Ry、Rz <sup>b</sup>	X、Y、Z、Rx、Ry、Rz
配置	平行六足平台, 压电 <sup>d</sup>	串联堆叠, 直流伺服	串联堆叠, 螺杆
X轴行程 (mm)	20	25	
Y轴行程 (mm)	11	25	
Z轴行程 (mm)	20	4.8	12.5
X轴分辨率 (nm)	1	10	200
Y轴分辨率 (nm)	1	10	200
Z轴分辨率 (nm)	1	60	25
X轴可重复性 (nm)	单向: 50	双向: 70	双向: 1250
Y轴可重复性 (nm)	单向: 50	双向: 70	双向: 1250
Z轴可重复性 (nm)	单向: 50	双向: 250	双向: 125
Rx轴行程 (°)	23	10	
Ry轴行程 (°)	38	10	
Rz轴行程 (°)	26	10	
Rx轴分辨率 (角秒)	0.04	4	
Ry轴分辨率 (角秒)	0.04	4	
Rz轴分辨率 (角秒)	0.04	4	
Rx轴可重复性 (角秒)	单向: 1.5	7	
Ry轴可重复性 (角秒)	单向: 1.5	7	
Rz轴可重复性 (角秒)	单向: 1.5	7	
全虚拟支点	有	无	
包含 <sup>c</sup>		光纤/阵列夹具	

## 订购须知

### PRO-H-61-20

### PRO-S-XX-20

### PRO-ECO-60-20

xx = 30  
3个电动轴 (X, Y, Z) 和  
3个手动轴 (Rx, Ry和Rz)

xx = 40  
4个电动轴 (X, Y, Z和Rx)  
和2个手动轴 (Ry和Rz)

xx = 41  
4个电动轴 (X, Y, Z和Ry)  
和2个手动轴 (Rx和Rz)

xx = 42  
4个电动轴 (X, Y, Z和Rz)  
和2个手动轴 (Rx和Ry)

xx = 50  
5个电动轴 (X, Y, Z和Rx, Ry)  
和1个手动轴 (Rz)

xx = 51  
5个电动轴 (X, Y, Z和Rx, Rz)  
和1个手动轴 (Ry)

xx = 52  
5个电动轴 (X, Y, Z和Ry, Rz)  
和1个手动轴 (Rx)

xx = 60  
6个电动轴 (X, Y, Z和Rx, Ry, Rz)

a. 可根据要求提供其它光选件和配置。

b. 有多种配置可供选择。X、Y、Z轴始终为电机驱动, 角度可以电动调节, 最多可实现全部6轴电机驱动。本规格适用于所有电动轴, 手动版本的行程可能有所不同。

c. 有多个垂直和端面耦合配置可供选择, 可提供多个角度。

d. 压电装置配备了可更换的驱动单元, 更换简便快捷, 无需完全拆卸定位系统。



## 电探针头

选件名称	PRE-00	PRE-M0
平移台类型	手动	电动X、Y、Z轴，手动调整探针角度
X、Y轴行程范围 (mm)	48	50
Z轴行程范围 (mm)	48	25
X、Y、Z轴分辨率 (nm)	-	100
X、Y、Z轴可重复性 (μm)	-	1, 双向, 典型值: 0.3
X、Y、Z轴精度 (μm)	典型值: 2	5
X、Y、Z轴速度 (mm/s)	-	5
X、Y、Z轴位移/转速 (mm/rev)	0.3	-
倾斜行程	10°	10°
Z轴粗步长行程 (mm)	最小: 6.35 最大: 56	最小: 12.5 最大: 100

## 订购须知

PRE-00-20

PRE-M0-20

## EXFO Pilot自动化软件

EXFO PILOT是一个软件平台，可编排PIC测试和测量的完整流程： (i) 准备； (ii) 以高吞吐量执行全自动的导航、准直和测量；以及 (iii) 对结果进行分析和数据管理。

### 连接和启动

**EXFO Pilot应用**

**准备**

测试台配置

测试方案

定序器

Python脚本管理器

**执行**

测试台应用

**分析**

结果管理器

EXFO Pilot应用：使用单个软件套件进行准备-执行-分析。

## 功能强大且可扩展

从软件架构到实施，该软件在时间和数量上都具有可扩展性，有助于实施最佳实践。它简化了任务（准备、数据分析、报告）和测量（导航、准直、仪表控制）的自动化，以提高效率。它由多个应用软件组成，每个应用软件都是为其特定任务而设计的，其概念和职责是分离的。

EXFO Pilot的PREPARE应用可帮助定义待测试的组件、使用哪些仪表、如何测试以及测试内容。现有的Python脚本也可轻松集成到测试流程中。EXECUTE应用提供手动和全自动方式来运行测试并控制连接的仪表和测试台。ANALYZE应用可进行数据库查询并获取与特定特性相关的信息。

## 数据库优势

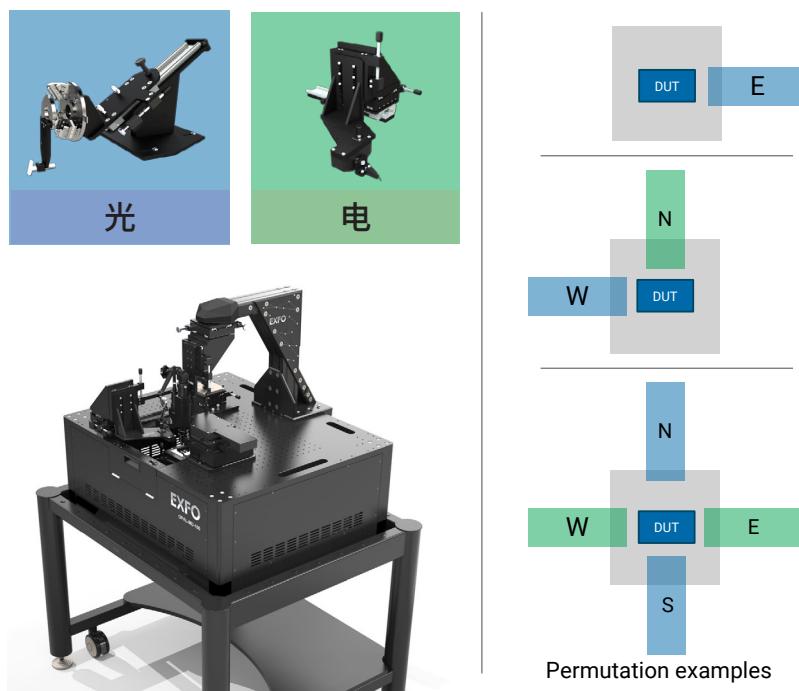
该软件以各种应用为基础，与数据库（云端或驻地）相连，该数据库保存了所有元素（结果和实验条件、测试台配置、测试定义、组件定义、驱动程序、python脚本）的数据。因此它可以实现多用户、多地点协作，共享共同的数据工作空间。该数据库为关系型的，具备可追溯性，并可以进行扩展以支持大容量，使系统具备本地兼容性，并通过内置工具或互通性支持高级数据分析、人工智能和商业智能工具。



OPAL测试台与EXFO Pilot软件通过强大的可扩展功能将PIC测试自动化，利用多个与协作数据库连接的应用程序实现高级数据分析和人工智能。

## 配置您的测试台

OPAL-MD平台提供了灵活的测试环境，可根据需要随时修改定制配置，降低了测试设计（DfT）要求。光电探针可按任何方位（东/西/北/南）安装在被测晶圆或裸片周围，最多可安装四个。



OPAL-MD的光电探针头可随时重新配置，实现快速换装。

## 一般规格——主系统

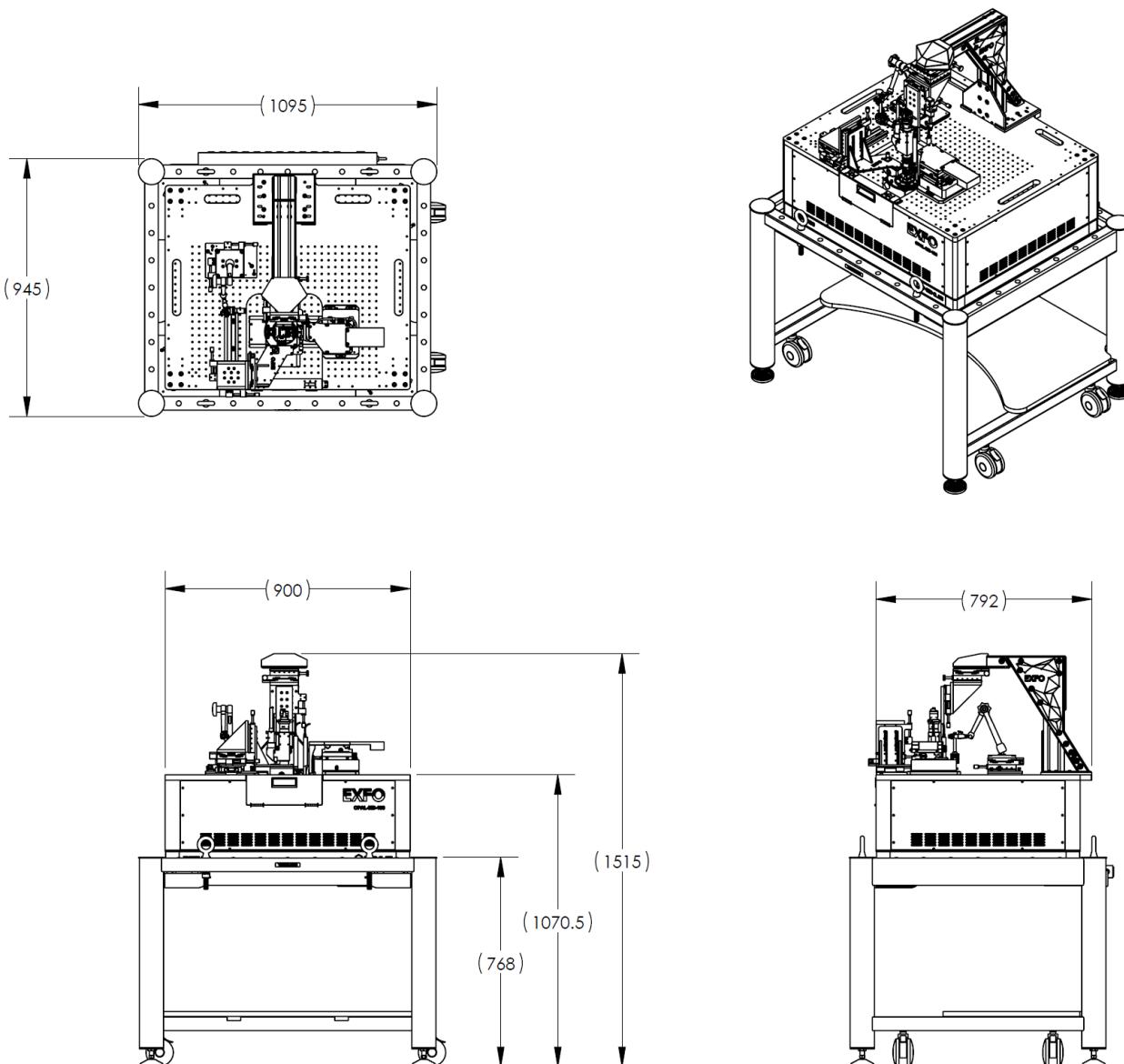
尺寸 (H × W × D)	1500 mm × 1095 mm × 945 mm (59 in × 43 1/8 in × 37 1/4 in)
重量 (kg) <sup>a</sup>	350 kg (771.6 lb)
工作环境 <sup>b</sup>	请在洁净环境中使用，避免温度变化、振动、湿度及灰尘影响。
基座	基座框架带被动隔振功能，含罐体及支脚。
最大电或光探针头数量	最多4个
光学面包板	M6螺纹安装孔网格，孔间距25 mm，黑色阳极氧化处理以减少反射
工作站计算机	包括3U机架式工业级PC、Intel i7 CPU、2个16 GB RAM DDR5内存、1TB SSD、Nvidia RTX 5060 GPU、3个以太网端口、多个USB端口、额外的PCIe插槽、Windows 11 Pro操作系统、鼠标和键盘
显示器	1 × 27英寸
线缆、电源、驱动器、控制器	全部包括
基座上为设备提供额外的通信端口	以太网Cat6 RJ45、USB-A 3.0

**注意：**请在低振动环境下使用系统。过高的地面或声学振动会对系统性能产生负面影响。虽然基座配备了被动隔振系统，但OPAL-MD-100运行时的振动水平应等于或低于VC-A振动标准曲线，以获得最佳性能，尤其是在端面耦合准直时。在8到80 Hz的三分之一倍频带测量时，速度应低于50 μm/s。在此水平下，振动不可感知。如需了解有关主动减振系统的更多信息，请联系我们。

a. 主系统的确切质量取决于所选配置。

b. 请在受控环境下使用系统。环境温度变化会降低性能。

技术图



OPAL-MD-100主系统技术图，尺寸单位为毫米。图中显示的是1个PRO-S-40光探针头、1个PRE-00手动电探针头和1个基座框架。图中未显示工业级机架式PC和IT套件（显示器、键盘、鼠标）。图中还未显示冷却器和热卡盘控制器（带-TCH 选件），以及光和电测试设备。配置未最终确定。

EXFO为100多个国家的2000多家客户提供服务。如欲了解当地分支机构联系详情,敬请访问[www.EXFO.com/zh/contact](http://www.EXFO.com/zh/contact)。

关注EXFO微信公众号  
获取更多技术资讯



如欲了解最新的专利标识标注信息，敬请访问[www.EXFO.com/patent](http://www.EXFO.com/patent)。EXFO产品已获得ISO 9001认证，可确保产品质量。EXFO始终致力于确保本规格书中所包含的信息的准确性。但是，对其中的任何错误或遗漏，我们不承担任何责任，而且我们保留随时更改设计、特性和产品的权利。本文档中所使用的测量单位符合SI标准与惯例。此外，EXFO制造的所有产品均符合欧盟的WEEE指令。有关详细信息，请访问[www.EXFO.com/zh/corporate/social-responsibility](http://www.EXFO.com/zh/corporate/social-responsibility)。如需了解价格和供货情况，或查询当地EXFO经销商的电话号码，请联系EXFO。

如需获得最新版本的规格书, 请访问EXFO网站, 网址为[www.EXFO.com/specs](http://www.EXFO.com/specs)。

如打印文献与Web版本存在出入,请以Web版本为准。