规格书

OPAL-EC——晶圆级端面耦合测试台

适用于集成光子器件的自动化测试台

- 精准、灵活、快速地测试光子集成电路（PIC），提供可追溯的测试结果。

主要功能和特点

- 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（准直、仪表控制）和数据管理（存储、分析）
- 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
- 光探针头和基座运动系统的可重复性一流
- 业内首个晶圆级多端口端面耦合测试解决方案
- 用同一个测试台进行晶圆、切割后晶圆、多裸片或Bar条测试
- 采用灵活设计，配有可重新定位的光和RF/DC探针
- 支持最大12英寸（300毫米）的晶圆

应用

- 从研发、设计验证和工艺开发到试产和制造
- 在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
- 深入分析统计电路性能和良率
- 与DUT无关：可测试单个至数十个的裸片、光罩、定制切割件、Bar条以及12英寸晶圆
- 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-EC测试台是OPAL系列PIC测试台的一部分，专用于PIC测试，提供不同的性能、功能和吞吐量。该系列测试台包括：

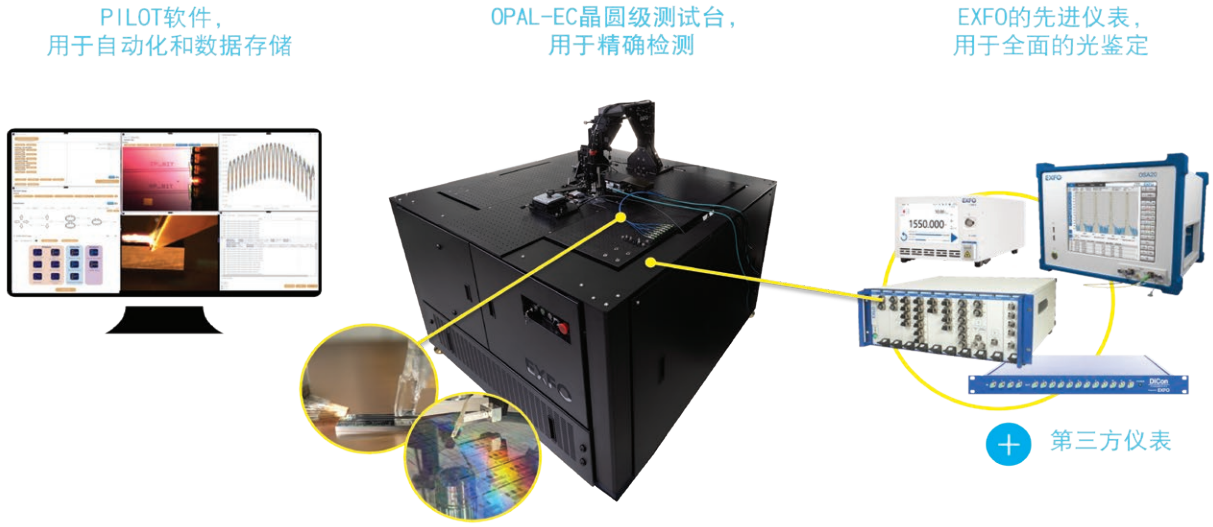
- OPAL-SD：单裸片测试台
- OPAL-MD：多裸片测试台
- OPAL-SC：晶圆级垂直耦合测试台
- OPAL-EC：晶圆级端面耦合测试台

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-SC	OPAL-EC
DUT	单裸片	单裸片至多裸片	单裸片至8英寸晶圆	单裸片至12英寸晶圆
加工尺寸（mm）	50 × 50	100 × 100	Φ200	Φ300
耦合方式	垂直和端面耦合	垂直和端面耦合	垂直和端面耦合	垂直和端面耦合
准直	手动或自动	全自动	全自动	全自动
卡盘	环境温度或0 ° C至120 ° C （32 ° F至248 ° F） 1个真空区	环境温度或0 ° C至120 ° C （32 ° F至248 ° F） 4个真空区	环境温度或0 ° C至120 ° C （32 ° F至248 ° F） 4个真空区	环境温度或0 ° C至200 ° C （32 ° 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：15°	电动旋转：105°
探针配置	光和电探针 最多4个	光和电探针 最多3个	光和电探针 最多4个	光和电探针 最多4个
EXFO Pilot软件	测试方案执行、自动化、分析及许可证均包含在测试台中	测试方案执行、自动化、分析及许可证均包含在测试台中	测试方案执行、自动化、分析及许可证均包含在测试台中	测试方案执行、自动化、分析及许可证均包含在测试台中

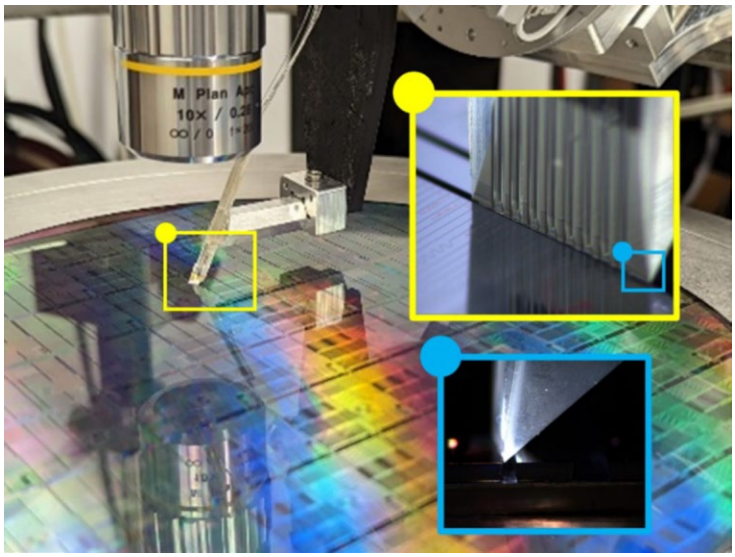
OPAL-EC平台

OPAL-EC端面耦合晶圆级测试台采用精准、可重复、灵活且快速的硬件，提供先进的集成光子电路鉴定功能。PILOT软件套件强化了OPAL-EC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。这一个完整的平台与EXFO的先进光学测量功能相结合，并对任何第三方仪表开放，成为理想的PIC测试解决方案。



EXFO的晶圆级PIC测试平台，配备OPAL-EC测试台、PILOT软件以及EXFO的先进PIC鉴定解决方案。可添加第三方仪表，并通过PILOT软件进行控制。

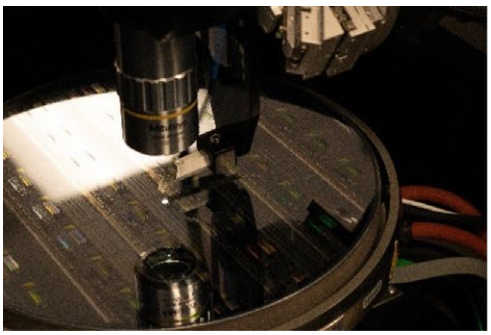
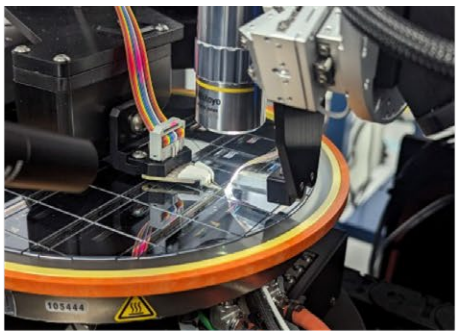
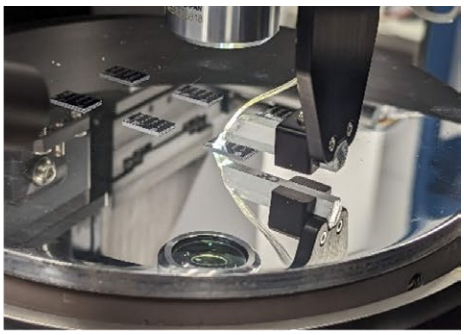
该测试台的硬件包括一个可重复性超高的四轴运动系统晶圆定位基座，支持105°旋转，卡盘可夹持最大12英寸（300毫米）的晶圆，并可选配热控功能。测试台配备适配板，可测试单个裸片、bar条和多个裸片，从而成为一个可适用各种外形晶圆的测试台。它最多可安装四个探针头，可选择安装光或电探针。它还包括高分辨率的在线明视野顶视视觉系统和远心侧视视觉系统。系统包括PILOT软件套件专用许可，安装在工业级机架式计算机上。



使用特殊光纤阵列和OPAL-EC-300测试台，在晶圆沟槽内实现端面耦合。

业内首创：该测试台采用先进的组件，因此能够通过沟槽耦合在晶圆上实现全自动且可重复性高的多端口光学端面耦合准直。这种水平的精准度打破了通常需要再安装垂直光栅耦合器，才能进行晶圆级裸片筛选的做法。这反过来又可以在生产链的更早阶段测试整个电路，包括用于封装的生产端口，从而省去了成本高的步骤，并提高了全球产量和电路性能。

还可以在现场快速地重新配置好测试台，进行垂直耦合准直。

使用一台OPAL-EC在整个工艺链上重新测试相同的电路：从晶圆到切割后晶圆上的单裸片，再到适配板上的多个未填充裸片。在这里，使用了垂直耦合和DC探针。

OPAL-EC平台组件

整个测试台包括OPAL-EC主系统和PILOT软件。应根据要求增加探针头（光和电子）的类型和数量，以形成一个完整的系统。还提供其它型号以满足更特定的需求，如热控卡盘。

规格

晶圆定位基座		
选件名称		**OPAL-EC-300**
X、Y轴	行程范围（mm）	300
	分辨率（μm）	0.003
	精准度（μm）	0.75
	双向可重复性（μm）	0.1
	最大加工速度（mm/s）	100
	正交性（角秒）	1
	电机类型	直驱线性电机，非接触式编码器
Z轴（高度）	行程范围（mm）	5
	分辨率（μm）	0.0008
	精准度（μm）	1.5
	双向可重复性（μm）	0.3
	最大速度（mm/s）	4
	电机类型	直驱无刷线性电机
Rz轴（晶圆旋转）	行程范围	105°
	分辨率	0.36角秒；0.0001°
	精准度	80角秒；0.02°
	可重复性	3角秒；0.0008°
	最大转速（rpm）	600
	电机类型	直驱无刷旋转电机，机械轴承

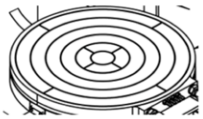
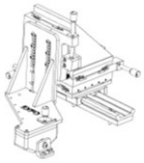
卡盘

选件名称	TA-G	TH5-G	TH5-F
温度范围（°C）[a]	环境温度	0 – 150	0 – 150
分辨率（°C）	–	0.01	0.01
稳定度（°C）	–	±0.05（>25）和±0.1（<25）	±0.05（>25）和±0.1（<25）
加热速率（°C/min）	–	40	40
冷却速率（°C/min）	–	5	5
表面平坦度（μm）		< 25	< 25
真空区	300-mm圆形卡盘，带4个同心真空区	300-mm圆形卡盘，带4个同心真空区	300-mm圆形卡盘，带4个同心真空区
电气表面[b]	接地	接地	浮动同轴（可选购三轴）

订购须知

	OPAL-EC-300-TA-G 环境温度卡盘，接地	**OPAL-EC-300-TH5-G** 热控卡盘，0 °C – 150 °C，接地	**OPAL-EC-300-TH5-F** 热控卡盘，0 °C – 150 °C，浮动同轴

a. 可根据要求提供其它温度范围。
b. 可根据要求提供其它电气表面选件。

组件				
OPAL-EC主系统	**卡盘**		铝制表面，磨光处理，环境温度，卡盘有4个真空区。电气表面连接选件。	热控卡盘，具有加热和冷却功能，温度范围为0 ° C至150 ° C，4个真空区。
	晶圆定位基座		提供高精准度、4自由度晶圆定位功能，可将晶圆旋转105°。	300mm（12-in）直径卡盘和X、Y轴行程范围
	视觉系统		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。	
			侧视视觉系统，配备290万像素彩色摄像头，支持3倍远心镜头放大倍率，可在X、Y轴上手动调节。	
	其它配件		工业级机架式PC和配件（KMV）、两个27英寸显示器。	- 独立式工作站 - 顶部外壳
	PILOT软件专用许可		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
探针 [a]	**电探针头**		4轴手动电探针定位器。具备精细准直和长行程范围。探针座兼容大多数DC和RF探针。	- PRE-00：手动，50 mm范围 - PRE-MO：电动，25 mm范围，200 nm分辨率
	光探针（PRO-XX）		电动6轴纳米级和压电式六足针座，用于精确快速的端面耦合和垂直耦合操作。具有虚拟支点，非常适合在自动耦合过程中优化插入角度。 配备一个适用于大多数光纤阵列的夹具，以及一个滑块和手动丝杠，用于在啮合/分离位置之间切换。	可提供其它光探针头型号（联系EXFO代表）

a. 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。

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 [a]（X）	3
数值孔径	0.093
视场（mm）	2.9 × 2.2
工作距离 [b]（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，12 bit，全局快门

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 [a]

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 [b]	X、Y、Z、Rx、Ry、Rzc
配置	平行六足，压电	串联堆叠，直流伺服	串联堆叠，螺杆
X轴行程（mm）	20	25	25
Y轴行程（mm）	11	25	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	10
Ry轴行程（°）	38	10	10
Rz轴行程（°）	26	10	10
Rx轴分辨率（角秒）	0.04	4	4
Ry轴分辨率（角秒）	0.04	4	4
Rz轴分辨率（角秒）	0.04	4	4
Rx轴可重复性（角秒）	单向：1.5	7	7
Ry可轴重复性（角秒）	单向：1.5	7	7
Rz轴可重复性（角秒）	单向：1.5	7	7
全虚拟支点	有	无	无
方向	北/东/南/西	北/东/南/西	北/东/南/西
包含 [c]	光纤夹具	光纤夹具	光纤夹具

订购须知

PRO-H-xx-yy

xx = 60
6自由度（压电六足）

yy = 10
左臂（逆时针方向）

yy = 20
直臂

yy = 30
右臂（顺时针方向）

PRO-H-61-yy
带可更换电机

PRO-S-xx-yy

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）

yy = 10
左臂（逆时针方向）

yy = 20
直臂

yy = 30
右臂（顺时针方向）

PRO-ECO-60-yy

yy = 10
左臂（逆时针方向）

yy = 20
直臂

yy = 右臂（顺时针）

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。

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°
导轨系统 × 行程（mm）	180	160
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-yy	PRE-M0-yy
yy = 10 左臂（逆时针方向）	yy = 10 左臂（逆时针方向）
yy = 20 直臂	yy = 20 直臂
yy = 30 右臂（顺时针方向）	yy = 30 右臂（顺时针方向）

EXFO PILOT自动化软件

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 应用

准备

测试台配置

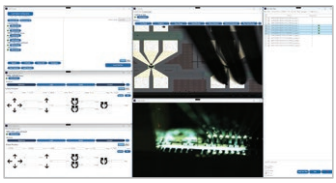
测试方案

定序器

组件管理器

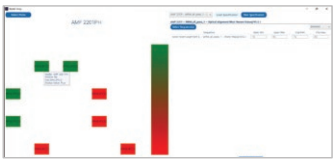
Python脚本管理器

执行

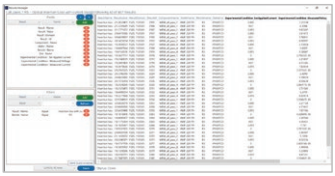


测试台应用

分析



晶圆图



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。

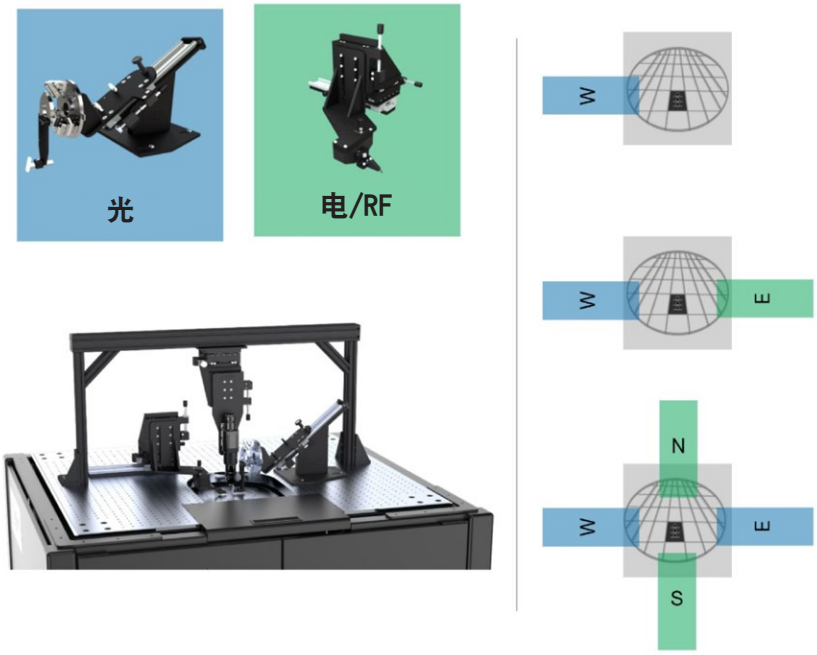
数据库优势

在所有应用软件的基础上，该软件与数据库（云端或内部）相连，作为所有元素（结果和实验条件、台站配置、测试定义、组件定义、驱动程序、Python脚本）的数据存储库。因此，它可以实现多用户、多站点协作，共享数据的共同工作空间。数据库具有关系性、可追溯性和高容量可扩展性，使系统具有本机兼容性，可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。

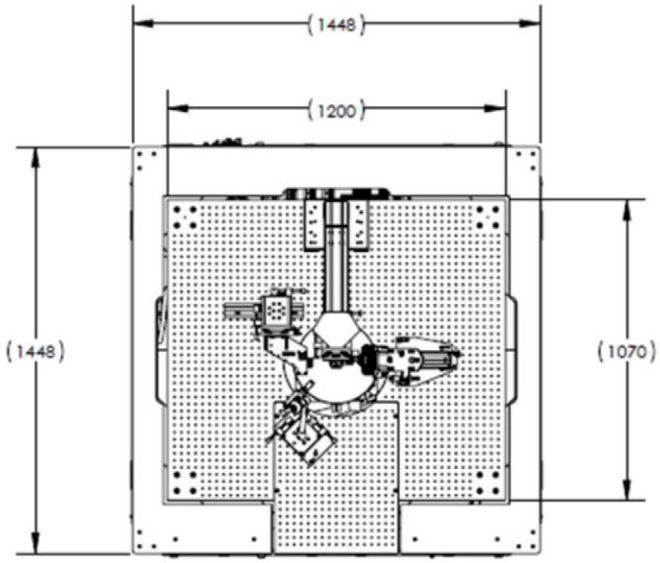


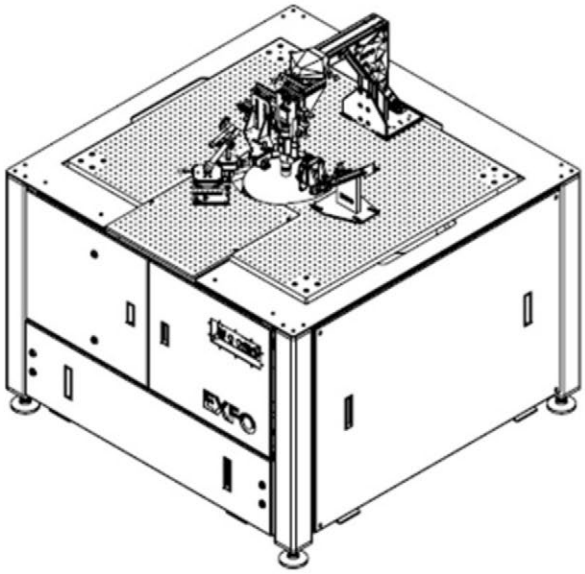
可随时为光电探针头重新配置OPAL-EC，实现快速换装。

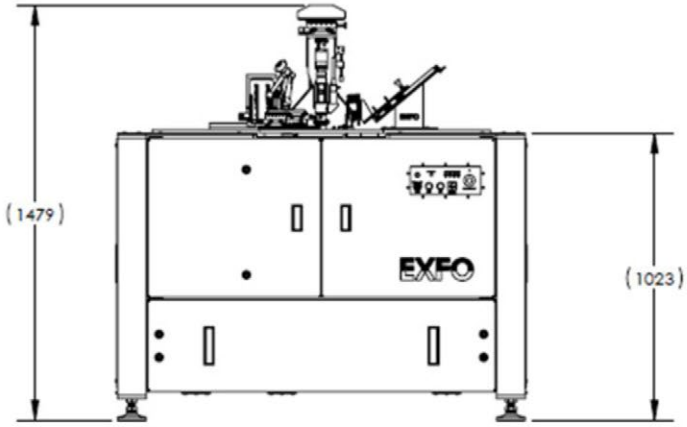
一般规格

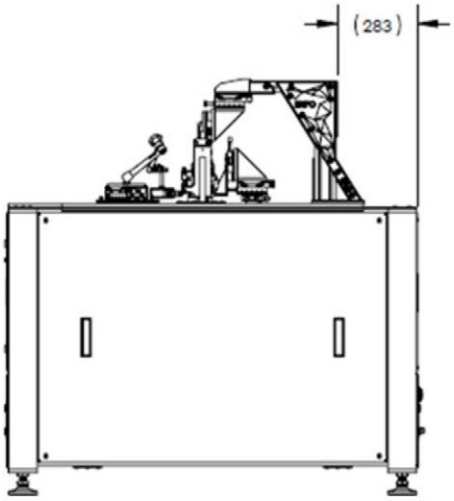
主系统	
尺寸（H × W × D）	1496 mm × 1448 mm × 1448 mm
质量（kg）	1250
工作温度（° C）	18 – 22
存储温度（° C）	0 – 40
工作环境湿度（RF）	20% – 60%
储存环境湿度（RF）	10% – 70%，非冷凝
基座	封闭式基座系统 花岗岩基座，用于被动式振动隔离 前门及可拆卸前光学面包板，用于晶圆装载
光学面包板	M6螺纹安装孔网格，孔间距25 mm，黑色阳极氧化处理以减少反射
工作站计算机	包括4U机架式工业级PC，Intel i7 CPU，64 GB DDR5内存，1TB SSD，Nvidia RTX 4060 GPU，3个以太网端口（10 + 2.5 +1 Gbit/s），多个USB端口，额外的PCIe插槽，Windows 11 Pro系统，鼠标和键盘
显示器	2 × 27-in
基座上用于设备的其它通信端口	以太网Cat6 RJ45、USB-A 3.0
线缆、电源、驱动器、控制器	全部包括

技术图









OPAL-EC-300主系统技术图，尺寸单位为毫米。图中显示的是1个PRO-P40光探针头和1个PRE-00手动电探针头。图中未显示工业机架式PC和IT套件（显示器、键盘、鼠标）。图中未显示冷却器和热卡盘控制器（-TCH 选件）。非最终版本。

EXFO公司总部 **电话：**+1 418 683-0211 **免费电话：**+1 800 663-3936（美国和加拿大）
EXFO中国 北京市朝阳区北四环中路27号院5号钰珵大厦30层06-09室 （邮编 100101） **电话：**+86 10 89508858

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。

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。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。**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。

如打印文献与Web版本存在出入，请以Web版本为准。

2024 EXFO Inc.保留所有权利。
加拿大印刷 25/07