

**HongKe**  
虹科

# 共谱未来 太赫兹

您的一小步 太赫兹技术普及的一大步

# 虹科光电， 富拓您的未来！

我们致力于光电解决方案

广州虹科电子科技有限公司(前身是宏科)成立于1995年,总部位于中国南方经济和文化中心-广州市。我们耕耘的领域包括测试测量与控制、汽车电子、自动化、嵌入式开发工具和软件工程等。随着科技浪潮和发展需要,虹科光电事业部应运而生,名“宏富拓”,英以'hophotonix'为译,旨在为广大客户群体拓展更多前沿光电技术与产品,丰富行业集成、升级与研发需要。

## 虹科太赫兹

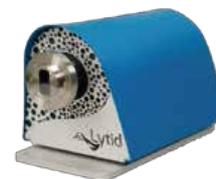
2

**TeraSchottky**  
可调谐亚太赫兹源



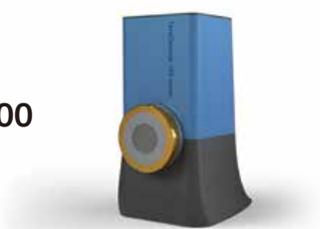
4

**TeraCascade 2000**  
高功率多波段QCL太赫兹源



6

**TeraCascade 100**  
QCL太赫兹源



9

**TeraPyro**  
太赫兹热释电传感器



12

**毫米波模块**  
300G~600G倍频模块



13

**THz光学元件**



## 太赫兹系统 &amp; 解决方案

17

**sub-THz FMCW Radar**  
亚太赫兹雷达

- 高性能 FMCW 雷达收发器
- 7.6KHz 高测量速率
- 自定义成像 & 扫描模块
- 即插即用
- 多功能：成像/测厚/材料识别

26

**TeraEyes-HV**  
太赫兹实时成像系统

- 实时 @50FPS
- 高分辨率 (250 $\mu$ m)
- 透射/反射模式
- 匀化照明

21

**TeraScan 100**  
3D 亚太赫兹扫描仪

- 一体化太赫兹成像解决方案
- 120G FMCW 雷达收发器
- 1.8mm 最优分辨率
- 超高成本效益比

29

**Irys**  
汽车车身涂层质量检测系统

- 融合产线高度自动化
- 可测层数高达 5 层
- 专利振动补偿系统
- 测量精度: 1 $\mu$ m

34

**Onyx**  
石墨烯&2D材料无损表征系统

- 超快表面表征 (12cm<sup>2</sup>/min)
- 分辨率高达 50 $\mu$ m
- 无需样品制备

36

**Notus**  
涂层无损检测系统

- 面向风电 & 航空 & 船舶行业
- 每层厚度+表面粘附性检测
- 三种系统形态可选, 灵活匹配

# 高科技领域领先的 资源整合及技术服务落地供应商

**HongKe**  
虹科



## 关于我们

虹科电子科技有限公司（前身是宏科）成立于 1995 年，总部位于中国南方经济和文化中心-广州。目前在上海、北京、成都、西安、苏州、台湾、香港、美国硅谷设有分公司，并在积极筹备韩国、日本分公司。

我们是一家高新技术公司，是广东省特批的两高四新、三个一批和瞪羚企业，与全球顶尖公司有多领域的深度合作，业务包括工业和制造业的自动化和数字化、汽车研发测试、自动驾驶等领域；医药和风电行业等的环境监测；半导体、轨道交通、航空航天等测试测量方案。虹科工程师团队致力于为行业客户提供创新产品和技术解决方案，为科技社会发展助力加码。

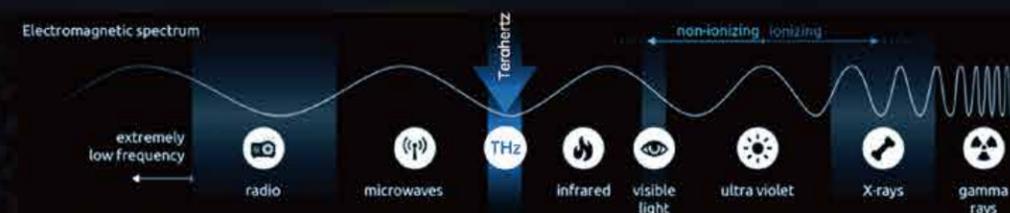
## 虹科获得以下认可

IO-LINK 全球能力认证中心、筹建委员  
OPC & OPC UA 国际培训认证资格  
PI、CiA、ETG、AR、TSN 等国际培训中心合作点  
IBM、红帽、AWS、思科、中国移动等认证高级合作伙伴  
华润集团工业物联网、5G、自动驾驶实验基地唯一合作伙伴  
华为、VIVO、蔚来、小鹏等重点入库供应商



# 什么是太赫兹？

What is terahertz?



太赫兹波是指频率在0.1~10THz范围内的电磁波，波长在3mm~30 $\mu$ m之间，是目前电磁波段各国有着大量竞争的前沿领域，也是人类认知最少的一个频段。

太赫兹辐射是特殊的，其本身光子能量低，不具有电离特性，对于人体等大部分活体组织是安全无害的。因此太赫兹非常适合安检领域，前景广阔。太赫兹还能穿透非极性与非金属材料，例如塑料、陶瓷、树木、布料和复合材料等，微波的高频段（毫米波）也有如此特性。太赫兹波与红外的低频段重合（远红外），所以也具有红外辐射光谱特性。

由于太赫兹在生物成像、工业无损检测（NDT）、安全检测、传感和基础科学的诸多领域的巨大潜力，其已成为应用研究的主要对象之一。基于太赫兹辐射的成像应用获得了许多关注，这种成像能实现清晰、无接触的毫米波衍射极限成像。此外，我们还可以观察物质光谱信息、实现3D成像、做测厚和缺陷检测等应用。

虹科光电为广大用户提供太赫兹前沿技术，包括太赫兹源、元器件与系统解决方案。

TERAHERTZ  
PRODUCTS

太赫兹产品



# TeraSchottky

## 亚太赫兹源

一款低频太赫兹源，其核心基于最先进的肖特基二极管倍频器。基础款式为75GHz，频率拓展至150, 300和600GHz。在基于倍频器的源市场上，TeraSchottky 提供在可调谐性和输出功率之间的最佳折中，满足市场需求。同时，其已完全集成为一个即插即用、可远程操控的系统。通过简便易用的软件，您可以享受最佳的用户体验。

TeraSchottky 亚太赫兹源从欧洲太空计划孕育而出，本身具有极高可靠性。

- 75, 150, 300, 600GHz 频率可选
- 高功率: 2~350mW
- 重量: <1Kg
- 高可调谐性: >12% 可调频宽/中心频率
- 高可靠性: 欧洲太空计划产物之一

## 主要应用



高分辨率  
太赫兹光谱



高穿透  
太赫兹成像



探测器  
表征





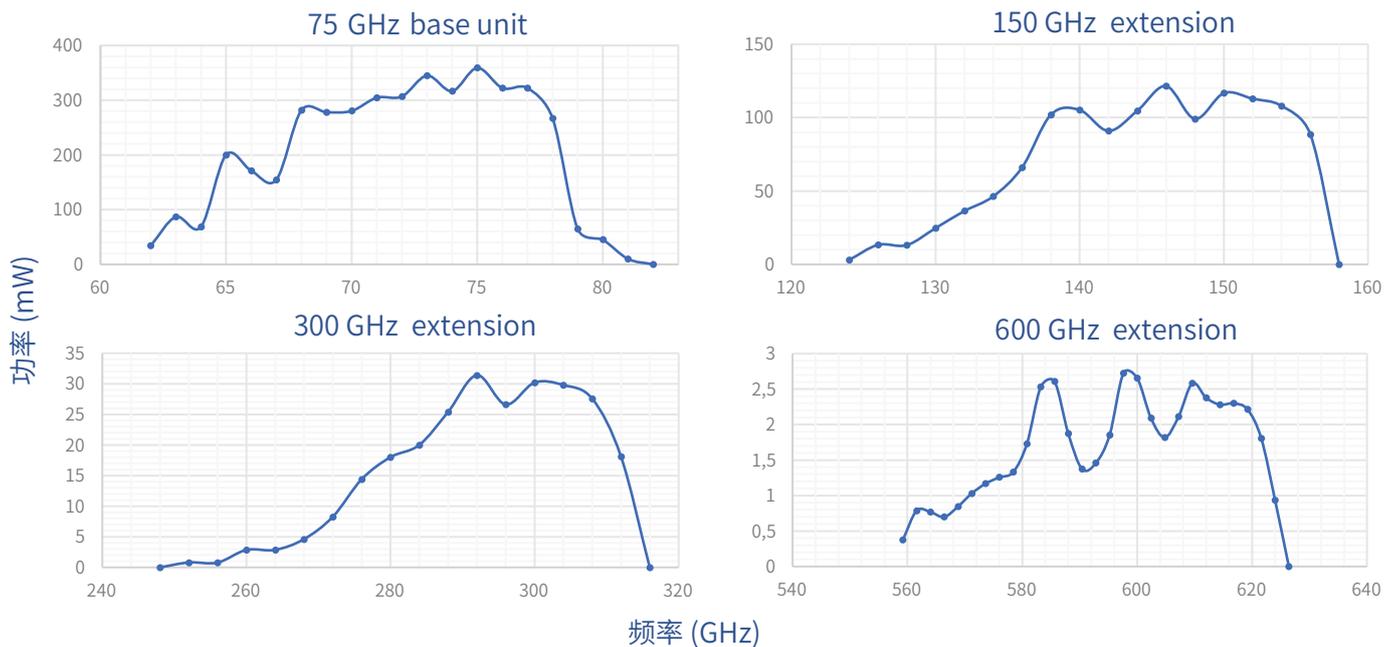
## 控制

- 远程+专用软件 (USB连接)

## 连接

- 触发: SMA+CMOS 3.3V
- 12V电源

## 典型性能



## 特点

- 数百 mW 输出
- 宽调谐范围
- 快速频率切换
- 配专用软件，简易配置
- 完全可编程的频率扫描,Q 脉冲和 FM 调制
- 完全集成化&即插即用
- 外部触发：锁相放大器，太赫兹相机，slave 模式

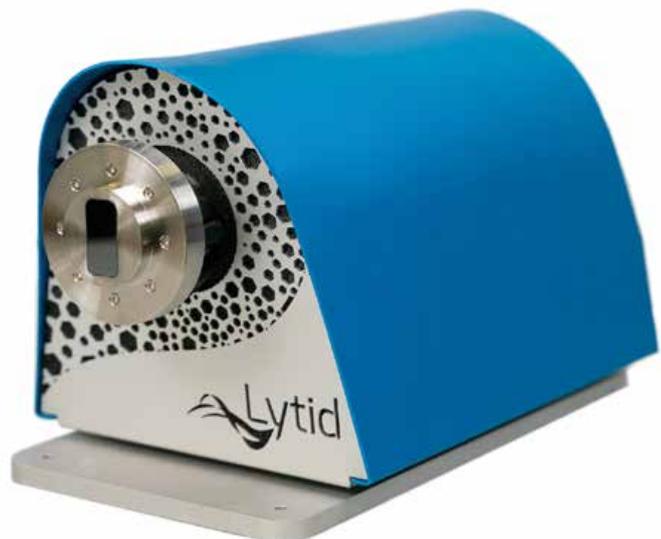
规格	TeraSchottky
<b>输出数据</b>	
工作模式	CW / ext. trigger
调制频率	Max. 5 kHz
频率切换速度	4 ms
调谐性	>12%
控制方式	Remote USB
<b>电源与操作参数</b>	
电源	12 V
工作温度	15 - 25 °C
功耗	< 50 W
<b>外观尺寸与重量</b>	
高度	55 mm
宽度	130 mm
长度	110 mm
重量	800 g

# TeraCascade 2000

TeraCascade 1000系列曾获2016年Prism奖，是基于量子级联激光技术的太赫兹源。现TC1000升级为二代QCL源——TC2000系列正式推出！是探索超太赫兹频率范围的完美工具。TC2000延续了TC1000的所有优势：多频率可选、高输出功率、即插即用等；此外，TC2000配置了全新设计的半永久真空系统，维护需求低。TC2000可集成多达6个QCL芯片，频率分布于2-5THz，保证每个频段在不同模式下（连续波或准连续波）输出功率大于1mW。集成的QCL驱动器可提供即时的电子控制以快速切换工作频率，该驱动器是完全可编程的，通过专属软件和USB链接，可控制所有输入参数。

用户可选择购置自动光束校准模块，匹配多频段输出工作。值得一提的是，TC2000可升级为TE-HV系统，即太赫兹实时成像系统，探索太赫兹成像可能，详情请咨询虹科光电相关人员。

- TC系列高性能解决方案
- 高功率(准)连续波输出达数毫瓦
- 可集成6个QCL芯片，频段分布于2-5THz，并可快速通过电子控制快速切换
- 高水平真空/无需制冷剂冷却
- 专属软件提供定制编程
- 高稳定性与高质量光束





正面



背面

### 多频段简单切换

- 不同频段可通过电子控制快速切换
- USB连接兼专属软件控制

### 背面连接口

- GATE IN: 太赫兹相机 Slave 输入
- GATE OUT: 电子斩波信号输出到锁相放大器
- LASER IN: 直连 QCL 芯片

### 无需制冷剂

- 内集成斯特林冷却机片

### 紧凑设计

- 桌面设备 (23x 23x 43cm)
- 重量 : 10Kg

## 特点

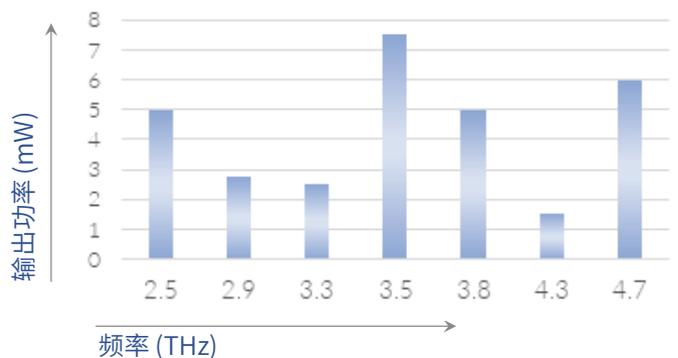
- 多频 THz-QCL 源
- 输出功率毫瓦级
- 无需制冷剂冷却
- 与 TE-HV 系统兼容
- 简单配置
- 完全可编程
- 紧凑设计, 即插即用

## 应用

- 实时太赫兹成像
- 高分辨率成像与光谱
- 探测器表征

TC2000	
<b>光学参数</b>	
频率	7 可集成 QCL 芯片
波长	150 ~ 60 $\mu\text{m}$
平均功率	> 1mW
	单/多模
输出光束	~35° FWHM
<b>工作数据</b>	
冷却系统	斯特林冷却器 (无需制冷剂)
工作温度	40 K
<b>外观尺寸与重量</b>	
尺寸	23 x 23x43 cm
重量	<10 Kg
<b>可选</b>	
真空泵和适配器	✓
自动校准模块	✓

不同 QCL 芯片输出典型值 (平均功率)



# TeraCascade 100

TeraCascade 100 系列是基于先进量子级联激光技术，具有成本效益的太赫兹源。其为模块化系统，准连续模式(QCW) 工作，覆盖2~5THz，输出功率达100 $\mu$ W，整体轻盈，可轻松配置连接。

TeraCascade 100 系列是探索高太赫兹频率范围的优良工具，你可以进行许多应用，如高分辨率太赫兹光栅扫描成像，检测器表征或校准。系统通过液氮冷却，使用安全简单，其中定制的TC驱动器与元件都可另购。它允许通过触摸屏或计算机远程控制所有激光参数，使其成为市场上最灵活和用户友好的QCL系统。

- 2 ~ 5THz
- 准连续模式工作(QCW)
- 单模或多模
- 100 $\mu$ W(QCW)
- 液氮冷却
- 紧凑 $\approx$ 2.5kg

## 主要应用



高频太赫兹下的  
传感器校准



光栅扫描  
超高分辨率成像



高频太赫兹下的  
传感器表征





## 😊 人性化设计

与连续流杜瓦瓶液氮填充系统  
兼容TC驱动控制



## 🔄 灵活

TC100系列仅需1个TC驱动

设备底部配有磁铁，可在光学工作台上轻松配置连接

## 🍃 设计紧凑

**紧凑**

体积与1L瓶子相当

**轻盈**

重约2.5Kg

## 高质量输出光束

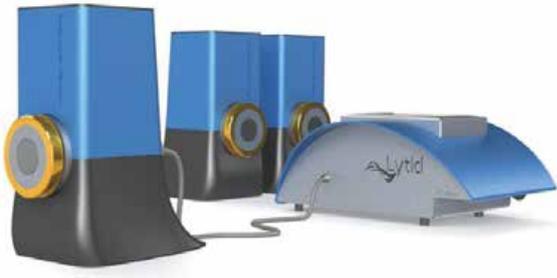
激光源的光束质量非常重要，特别是对于成像应用。  
TeraCascade 激光符合准高斯光束轮廓，光束分散角小，能优化成像效果

## 高端技术，近在咫尺

TeraCascade 激光器配有自动启动和关闭程序，  
通过一个触摸屏可以控制工作参数。太赫兹技术，  
近在咫尺，我们致力于让所有人都可以一览其究竟。

## 模块化系统

您可以选择一个或多个模块，适配您需求的激光芯片频率



TC 100 与 TC Driver

### 控制

- 与 TC 驱动器完全兼容
- 手动（触摸屏）或远程（USB）

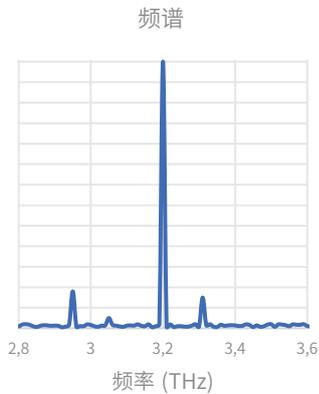
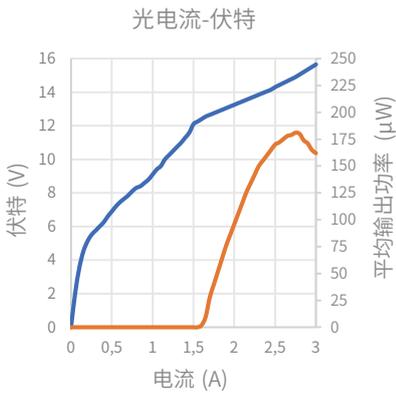
### 连接

- 真空连接器 4 英寸
- 4pin 电源连接器
- 与连续流杜瓦瓶液氮填充系统兼容（上有入口）

### 操作

- 内含磁铁，可在光学实验台上快速安装
- M6 螺栓永久固定

### 装配3.2THz频段芯片的TC100典型值



规格	TC100
<b>光学数据</b>	
频率范围	2-5 THz
波长	150-60µm
平均功率	> 0.1mW
光谱	单或多模辐射
Output beam	HRFZ 硅透镜
Beam shape	20° FWHM
<b>工作数据</b>	
真空保持时间	3 months
冷却系统	液氮
<b>外观尺寸和重量</b>	
高度	220mm
宽度	120mm
长度	180mm
重量	2.5 Kg
<b>可选</b>	
TC 驱动器	✓
真空涡轮泵	✓

# TeraPyro 传感器

TeraPyro 传感器是一款紧凑和高灵敏度的太赫兹传感装置，基于高质量的黑色吸收涂层与 LiTaO<sub>3</sub> 热释电晶体。黑色涂层的广泛吸收范围使得该传感器可以在很大的光谱范围内使用（从0.1到30THz）。其高灵敏度和低 NEP 对性能没有影响。基于 AR 涂层硅透镜、预对准、高质量的太赫兹光学器件确保了最大限度的传感器光学耦合。光学系统是高度模块化的，允许三种配置：单传感器、准直输入或具有 50毫米工作距离的聚焦输入。灵敏度开关可以降低检测器的响应度，并在响应时间内获得更快的测量。BNC 输出为数据恢复提供了快速和标准的连接。该传感器使用普通的 +/- 12V 直流电源工作。

- 基于热释电技术，自带可拆除的预校准镜头
- 0.1 ~ 30THz
- 准连续模式 (QCW)
- 传感器直径: 5mm
- 结构紧凑/操作简单
- NEP: 1.6 nW/sqr(Hz)

## 主要应用

- THz 传感
- 高分辨率成像
- 激光/光源表征
- 功率测量
- 高频率信号探测





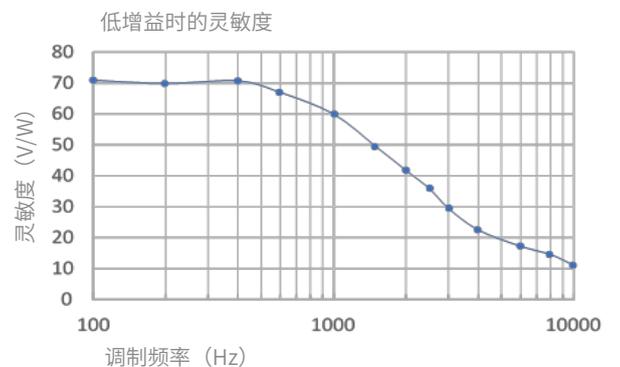
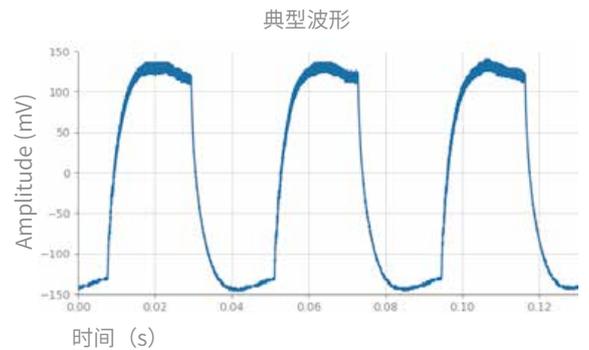
### 连接

- BNC 输出连接
- +12/-12V 直流电
- 光学元件可更换
- 灵敏度选择
  - > 3级: 高、中、低

### 性能

- 稳定性: <1% over 1h
- 锁相放大后的SNR: >300
- 高速探测 2.5kHz

规格	TeraPyro		
<b>光学数据</b>			
探测频率范围	From 0.1 to 30 THz		
探测波长	From 10 to 3000 $\mu\text{m}$		
最大功率密度	50 mW/cm <sup>2</sup>		
NEP	1.6 nW/√Hz		
<b>灵敏度切换</b>	<b>High</b>	<b>Medium</b>	<b>Low</b>
2.5 THz 条件下	1.8 kV/W	390 V/W	70 V/W
上升沿时间	80 ms	10 ms	1.5 ms
最大斩波频率	15 Hz	150 Hz	2.5 kHz
<b>可选项</b>			
Optical collection lenses	✓		
电源连接器	✓		
光学支柱装配	✓		
<b>外观尺寸与重量</b>			
工作距离	50 mm		
传感器面积	2x2 mm		
直径	67 mm		
长度	125 mm		
重量	300 g		



TERAHERTZ  
ELEMENT

# 太赫兹元件



# 亚太赫兹组件/肖特基二极管倍频器

高功率倍频器系列旨在提供最先进的亚太赫兹频段的性能。这些倍频器通常用于将微波和毫米波源的频率范围扩展到更高频率。这些倍频器是基于源自欧洲太空计划的平面砷化镓肖特基二极管技术。超过12%的中心频率、覆盖率和转换效率在市场上是无与伦比的。这些尖端亚太赫兹元件的高性能为您目前的设备提供更多可能性

- 300GHz、600GHz 可选
- 高可调谐性: > 12 %
- 高性能: 25 mW@300GHz / 2 mW@600GHz
- 高可靠性: 欧洲太空计划产物之一
- 符合波导法兰标准: UG387/UM



## 主要应用

- 微波和毫米波的频率变换
- 亚太赫兹段的探测器表征
- 高光谱纯度光谱学

## 特点

- 全波段操作
- 平面 GaAs 肖特基二极管技术
- 没有机械调谐器
- 偏置器优化最佳性能

技术规格	300GHz 倍频器
<b>电子数据</b>	
偏置器	3-6V DC typ.
连接	SMA
<b>输入端数据</b>	
频率	135 – 160 GHz
端口	WR6.5 (UG387/UM)
电源	<100mW
<b>输出端数据</b>	
频率	270 – 320 GHz
端口	WR3.4(UG387/UM)
电源	Typ. up to 25mW
<b>性能</b>	
转化效率	25%

技术参数	600GHz 倍频器
<b>电子数据</b>	
偏置器	3-6V DC typ.
连接	SMA
<b>输入端数据</b>	
频率	270 – 320 GHz
端口	WR3.4(UG387/UM)
功率	<25mW
<b>输出端数据</b>	
频率	540 - 640 GHz
端口	WR1.5(UG387/UM)
功率	Typ. up to 2mW
<b>性能</b>	
转化效率	10%

# TeraLens 太赫兹成像镜头

TeraLens，优化的非球面解决方案，用于实时太赫兹成像。它的低  $f/0.83$  值确保了最佳的集光效果，而低失真度和低渐晕提供了高质量的成像。HRFZ-Si 的恒定光学指数使其适用于广泛的光谱范围（从 0.1 到 5 THz），并且由于非球面设计，确保衍射限制的成像可达 4THz。

根据您的具体应用定制的 AR 涂层，将保证良好的功率传输。使用变焦环可以获得 13 厘米至 50 厘米的清晰图像，最佳工作距离为 20 厘米。可变光圈可以调整景深。在 20 厘米的工作距离上，12 毫米传感器的成像范围为 55 毫米。机械装配，无论是通过相机模块接口安装，还是通过标准的光学柱装配，都使它成为一个多功能的、使用简单的相机镜头。

- 实时太赫兹成像高性能解决方案
- 变焦环与景深控制
- 高数值孔径，实现最佳进光
- 高质量 HRFZ-Si 太赫兹非球面光学元件
- 宽频感应范围 (0.1-5THz)

## 特点

- 高光学效率
- 抗反射涂层
- 高质量非球面，衍射限制的元件
- 低畸变与光晕
- 聚焦环和光圈控制
- 可搭配相机适配环和光学柱组装

## 应用

- 高分辨率实时太赫兹成像
- 无损检测
- 3D 描绘和物体重塑
- 相机探测器表征

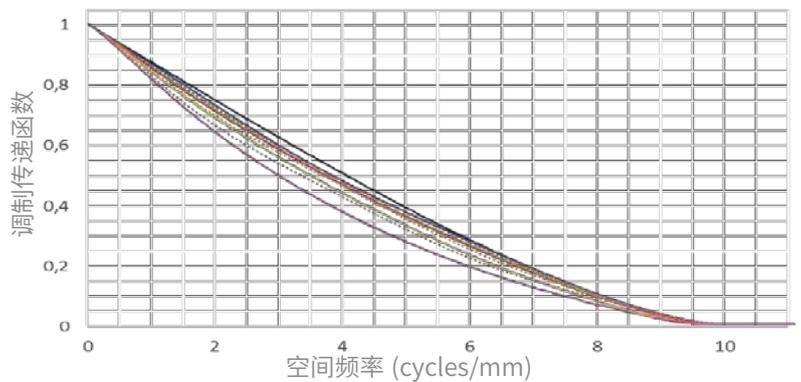
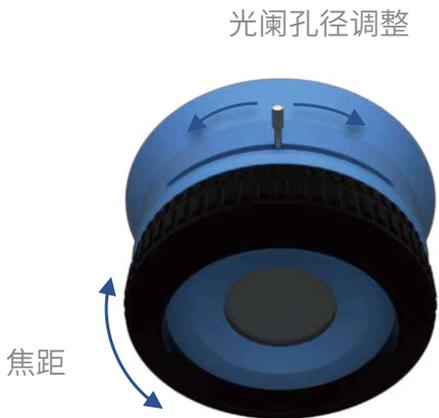


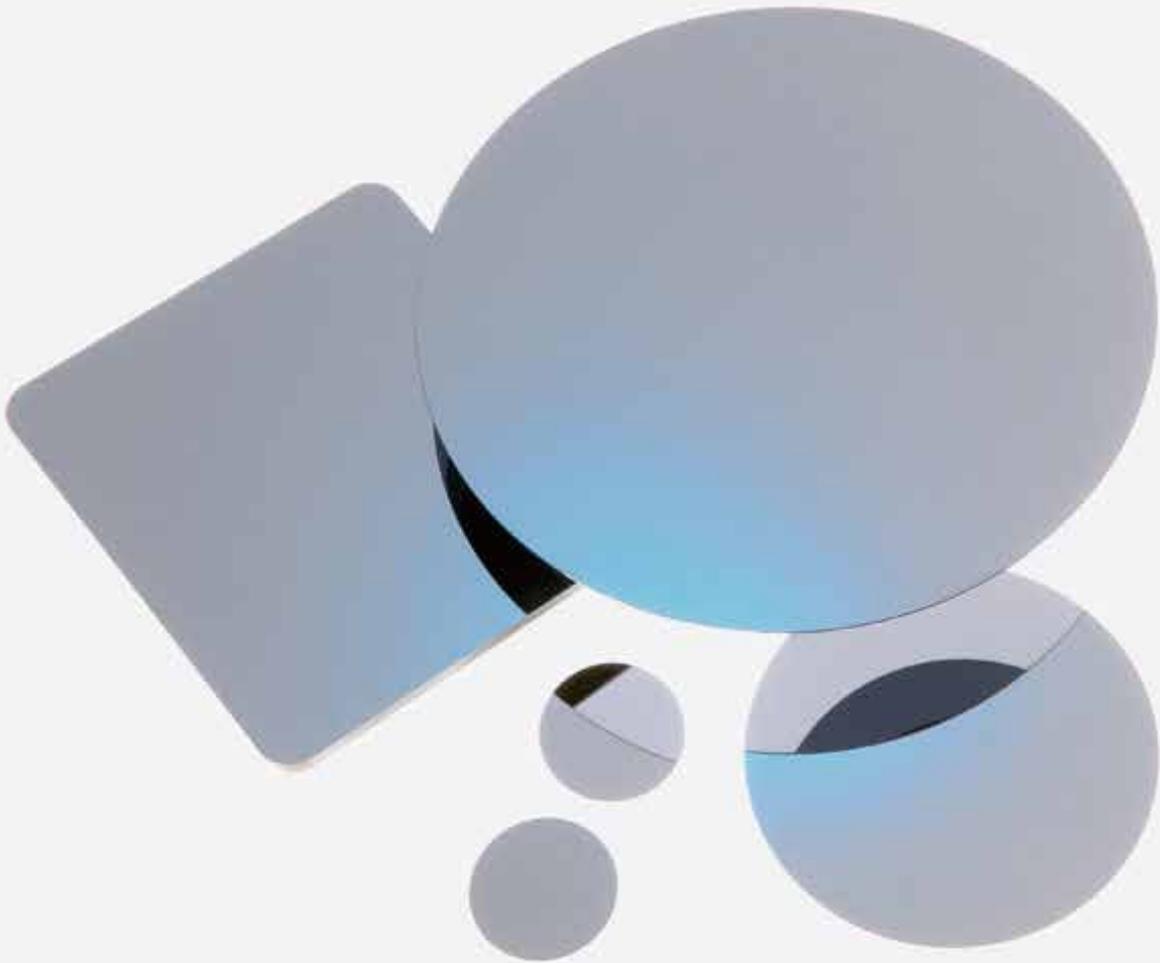
# 40mm - f/0.83 - x0.22



2.5 THz频率下0-6mm成像场MTF值

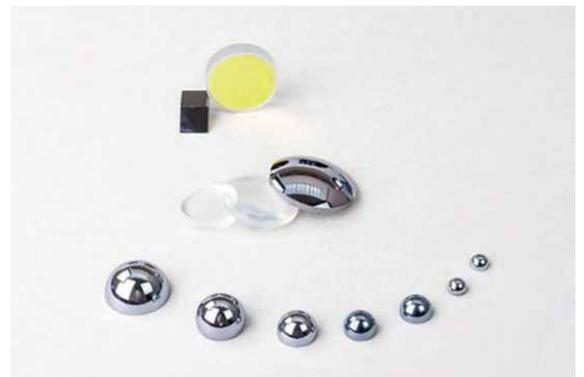
参数	TeraLens
<b>光学数据</b>	
频率范围	From 0.1 to 5 THz
波长	From 3000 to 60 μm
焦距	40.8 mm
工作焦距比数	0.83
最佳工作距离	20 cm
放大倍数	x0.22
物场范围	55mm (12mm sensor)
景深	1.75mm
光学畸变	<1.3%
光晕	<10%
10% MFT 频率	8 cycles/mm
全场10% MFT 频率	7.4 cycles/mm
<b>可选</b>	
适配环	✓
光学柱组装	✓
<b>尺寸和重量</b>	
直径	95 mm
长度	59-73 mm
重量	<450 g





## 其它太赫兹 光学元件与组件

太赫兹窗口、太赫兹透镜、太赫兹棱镜、  
太赫兹反射镜、太赫兹分束器、太赫兹增透膜、  
太赫兹材料、太赫兹衍射光栅、太赫兹物镜、  
太赫兹衰减器、太赫兹扩束器、太赫兹隔离器、  
太赫兹低通/带通滤波器...



TERAHERTZ

SYSTEM & SOLUTION

# 太赫兹系统 & 解决方案



# 亚太赫兹 FMCW 雷达收发器

FMCW 雷达收发器是一种基于最先进肖特基二极管技术的亚太赫兹器件。作为 FMCW 雷达（调频连续波），它提供反射信号中包含的幅度和相位信息以及纵向轮廓，使其成为深度传感的绝佳候选者。

NDT 雷达具有高达 100 dB 的卓越动态范围，可以实现对各种几何形状的厚样品到吸收材料的探测。此外，NDT 雷达的高测量速率（7.6KHz）符合行业在线质量控制要求，确保最佳性能。

具体而言，NDT 雷达还提供定制的成像模块选项、扫描套件和专用信号处理软件，以适应特定应用。NDT 雷达是一个完全集成的即插即用系统，可以通过用户友好的软件进行远程控制，保证了最佳的用户体验。雷达实现了出色的穿透力和高成像分辨率之间的结合，使其成为一种多功能的传感工具。

- 用于无损检测应用（NDT）的超紧凑可靠亚太赫兹雷达收发器
- 动态范围高达 100dB, 测量速率高达 7.6kHz
- 空间分辨率高达 2mm, 定位精度  $\pm 5\mu\text{m}$
- 集成超稳定线性混合数字锁相环
- 集成的基于 FPGA 的信号预处理
- 折射率提取算法
- 单体结构





### 控制

- 通过 USB 使用专用软件进行远程控制

### 连接

- 供电: 100-240 VAC
- 以太网连接

## 特点

- 紧凑 & 可靠 FMCW 收发器
- 高达 100 dB 的动态
- 7.6 KHz 高测量速率
- 空气中 2mm 空间分辨率
- 完全集成，即插即用
- 自定义成像 & 扫描模块
- 先进的信号处理软件

## 应用

- 电介质材料的深度检测 (聚合物、木材、陶瓷、纸张、复合材料、食品、橡胶..)
- 用于质量控制的三维成像 (包装检测, 焊接缺陷...)
- 非接触式厚度测量
- 精准定位
- 材料分析
- 安全检查

### 参数 FMCW 雷达收发器

收发器	单体
工作模式	FMCW
频带	150 GHz
动态范围	最高 100 dB
测量速率	7.6 KHz
定位精度	< 5 $\mu$ m
控制	远程 USB
供电	100 240 V AC
温度范围	0 40 $^{\circ}$ C

### 尺寸与重量

H x L x W	25 cm x 25 cm x 10 cm
重量	3 Kg

### Extensions

#### 3D 成像

工作形式	位移平台 / 机械手臂	
软件	数据可视化, 数据处理	
光学 (THz 镜头)	2" f= 5 cm	2" f=10 cm
空间分辨率 X/Y	2 mm	4 mm

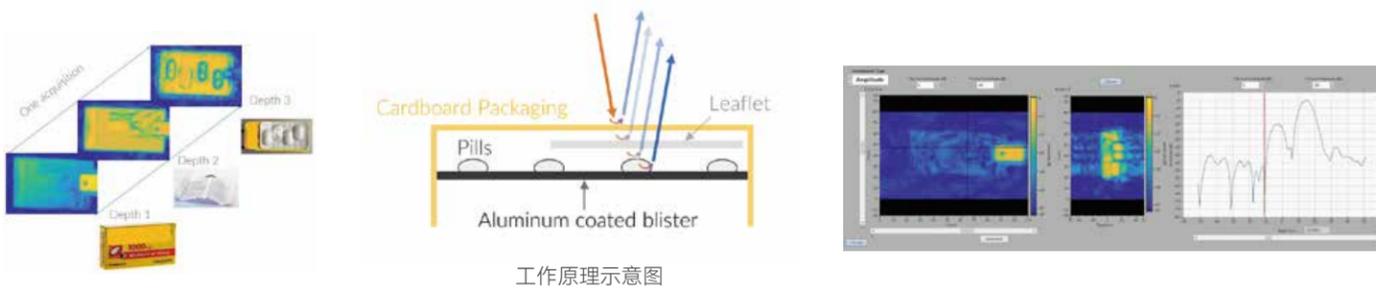
#### 厚度测量

厚度范围	亚毫米到数十厘米
精度	$\pm$ 5 $\mu$ m

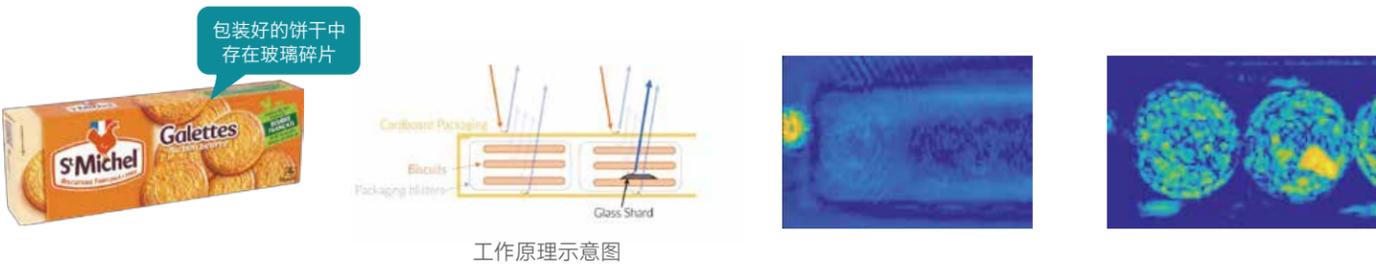
# 应用案例

与改变被测样品特性的高风险X射线检测相比，太赫兹辐射对使用它的人是无害的。虹科无损检测雷达解决方案提供量身定制的非接触式无损和非侵入性替代方案，适用于不同领域的广泛应用，包括食品和制药行业。

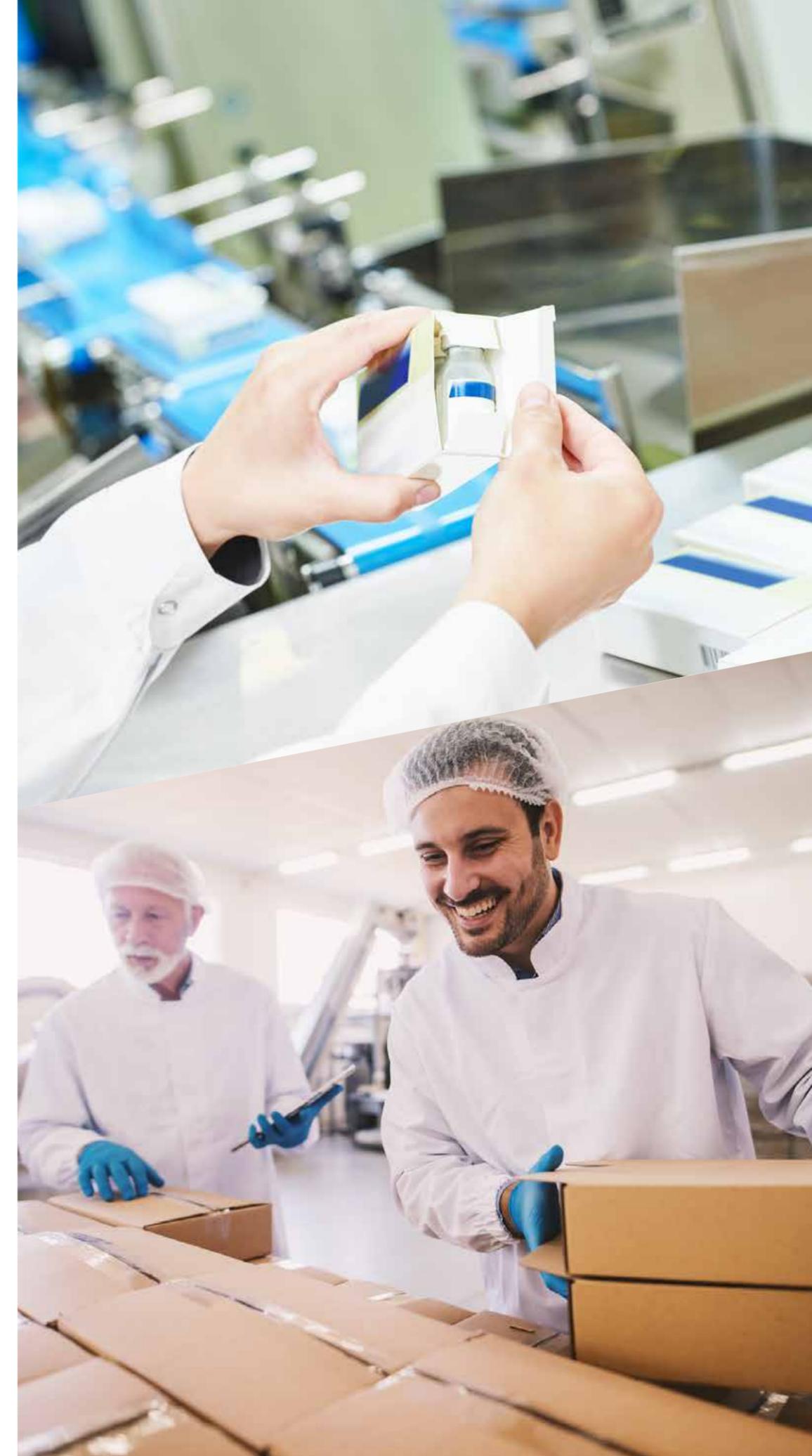
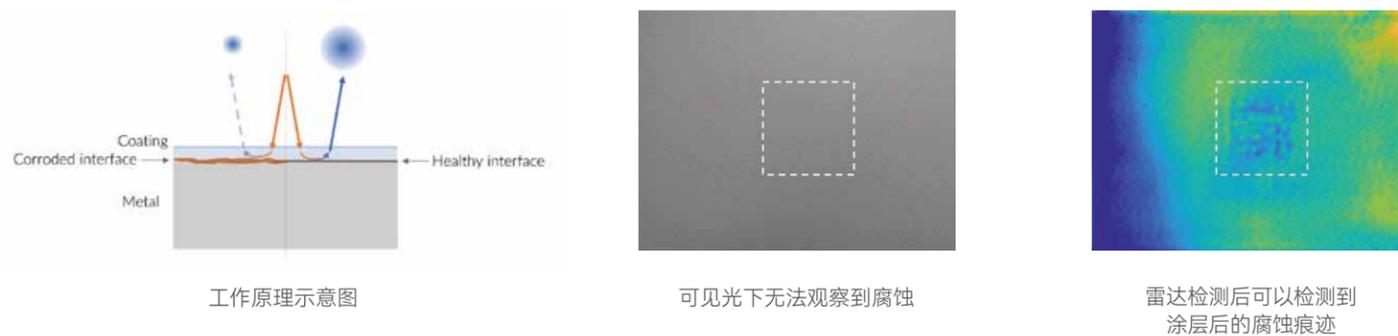
## 药品检测



## 食品检测



## 腐蚀检测



# TeraScan 100 3D亚太赫兹扫描仪

随着人们越来越关注太赫兹技术的固有能力，太赫兹设备的高成本一直是许多潜在用户在工业和科学应用中探索太赫兹成像能力的主要障碍。

TeraScan, 一款具有超高成本效益的太赫兹扫描仪 TeraScan 100, 旨在协助实现太赫兹成像技术的大规模传播! 您可轻松获取图像的数据, 并专注于为您的应用赋能。

结合可更换光学元件的定制设计, 我们能够提供 1.8mm 的空间分辨率 (x-y), 或更长的工作距离(150mm) 来可检测更厚的样品(带电动z轴调整)。此外, 内部雷达信号处理算法在 100ms 的单次测量中能够实现超过 60dB 的动态范围。

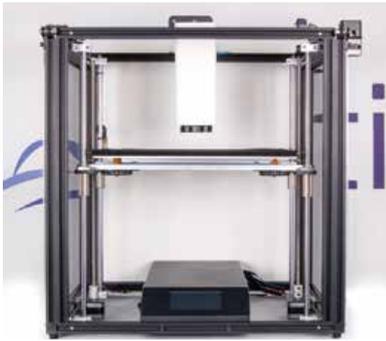
## TeraScan 100套件包括:

- 单基地配置的120GHz 高性能FMCW 雷达收发器, 结合了专用波束整形的太赫兹光学元件
- 全自动机械 3D 扫描框架, 提供 300x300mm 扫描区域
- TeraScan Easy© 和 TeraVisio 3D©:
- 用于数据采集和 3D 成像可视化的专用软件套件。

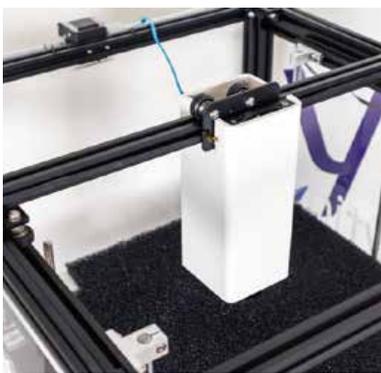


## 应用

- 工业用离线无损检测工具
- 材料分析（厚度、折射率测量）
- 安全检查
- 教学

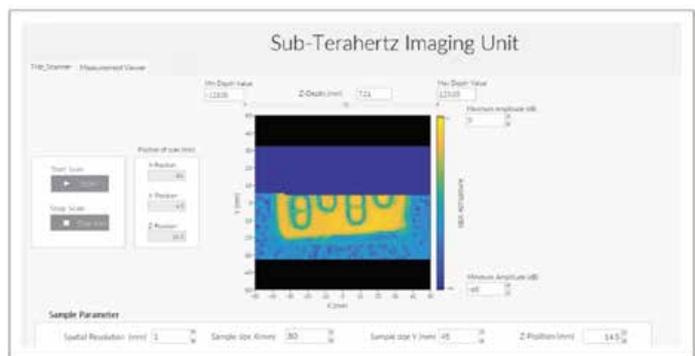


TeraScan 100的三维扫描框架



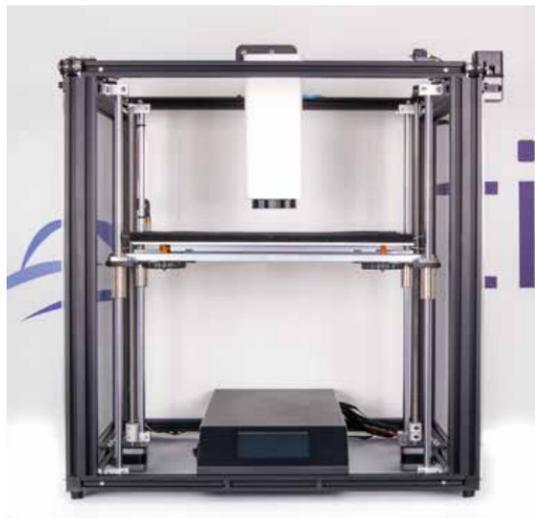
120GHz 收发器头，用户可更换光学元件

技术参数	TeraScan 100
<b>成像分辨率 (50mm镜头)</b>	
空间分辨率 (x-y)	低至1.8 mm
深度分辨率 (z)	~7mm
<b>成像设置</b>	
成像区域	300 x 300 mm <sup>2</sup>
最小像素间距	0.5 mm
采集速率	高至10Hz
<b>FMCW 收发器头</b>	
工作频率	120 GHz
带宽	~20 GHz
附加选项	可更换镜头 f = 40 75 100 150 mm
<b>动态范围</b>	单次测量的典型值 60 dB(100ms)
<b>扫描时间</b>	
A6 (105x 148.5 mm)	~ 30 min
A4 ( 210 x 297mm)	~ 2H
全区域 (300 x 300 mm)	~ 2H50 min



TeraScan Easy © 扫描仪控制软件

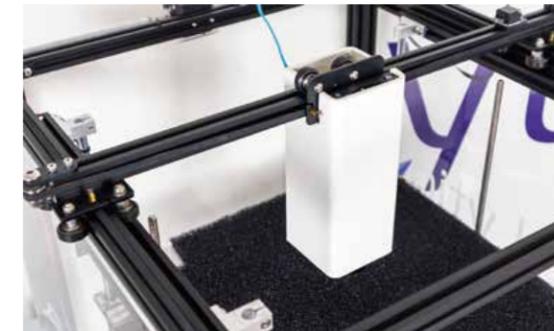
# One-box扫描仪



## 一体化太赫兹成像仪

### 硬件

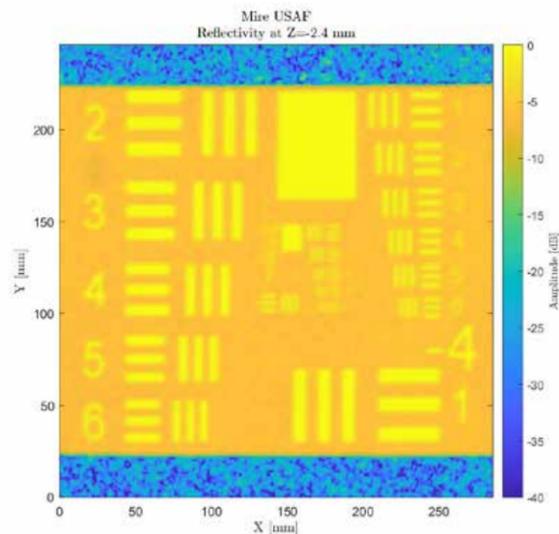
- 亚太赫兹 FMCW 雷达收发器
- 可更换的太赫兹光学器件
- x-y-z 电动平移台
- 300×300mm 成像区域



## FMCW雷达收发头

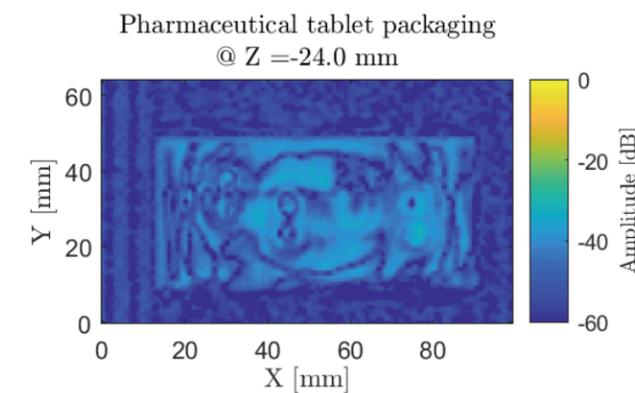
### 规格

- 120GHz 中心频率
- 20GHz 带宽
- 单次 60dB 动态范围 (100ms)
- 像素采集率 10Hz



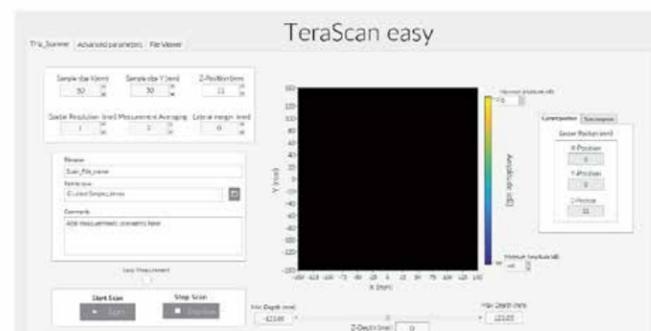
## 高分辨率 3D太赫兹图像

- 1.8mm 空间x-y分辨率,  
带有 50mm 镜头
- 降至 0.5mm 扫描步长
- 全区域扫描时间: 2h 30min



## 深度图像分析

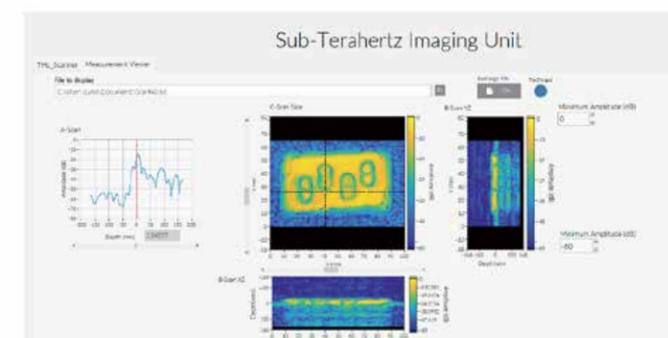
- 7mm 深度分辨率
- 20GHz 雷达带宽
- TeraVisio 3D 数据可视化软件



## TeraScan Easy ©

### 3D 数据采集软件

- 设置扫描参数
- 实时监控
- 原始数据可访问
- 自动参考和背景采集



## TeraVisio 3D ©

### 3D 可视化软件

- C扫描 (x-y 图像)
- A扫描 (z)和B扫描 (x-z)/(y-z)
- 深度探索滑块
- 提供每个数据点的时域和  
频域太赫兹信号轨迹

# TeraEyes-HV

太赫兹实时成像系统 — “明察秋毫”



# TeraEyes-HV 太赫兹实时成像系统

TeraEyes-HV 是一款高度灵活的太赫兹实时成像系统，整个系统由强大的连续波太赫兹源 TeraCascade2000、一个多功能成像单元和焦平面阵列检测单元组成核心部分。该成像系统可满足许多潜在探测需求，如太赫兹高分辨率成像、太赫兹非电离性感应，以及如药物包装、农食品、微流控芯片等无损检测应用，实现更多“本质”观察。

## 特点

- 高分辨率 (250  $\mu\text{m}^*$ )
- 全场实时成像 (25fps)
- 匀化照明 (可编程定制)
- 透射/反射模式
- 多频段可选 (2-5THz)，配自动校准模块
- 紧凑/完全集成化的自动操作系统，配专用软件以便使用

## 应用

- 2D全场实时成像
- 断层分析 & 3D 图像重构
- 叶子水分检测
- 实时线性扫描成像



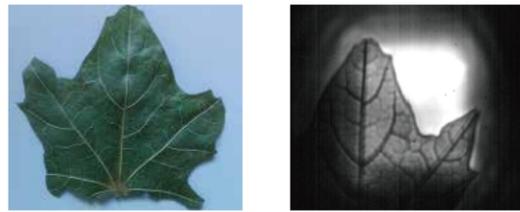
# 应用案例

## 技术优势

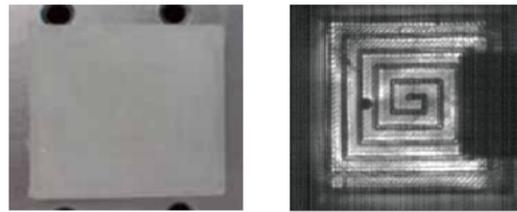
- 非电离性：太赫兹光子能量低，对人体或生物组织无危害
- 水强吸收性：可利用含水量变化判断质量
- 强穿透性：穿透非极性与非金属物质如塑料、陶瓷、树木、布料和复合材料等
- 三大核心单元强大集成

## 2D 全场实时成像

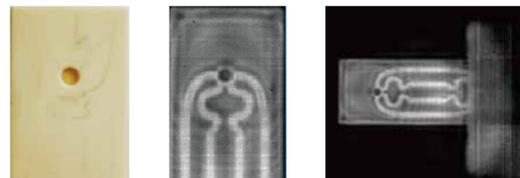
### 叶子纹理



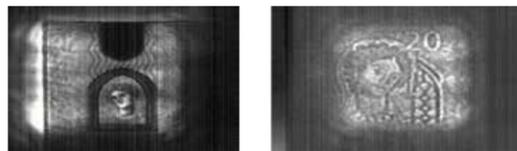
### 3D 打印迷宫



### 陶瓷微流控结构



### 20欧元钞票上的全息条纹/20欧元钞票水印



## 断层分析 & 3D重构

### 断层分析 & 3D重构

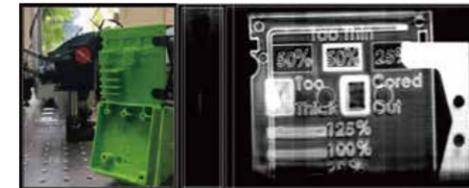


### 内含金属球珠和针头的泡沫盒



## 实时线性扫描成像

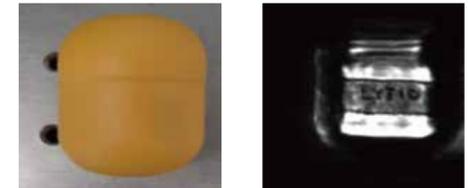
### 聚丙烯箱



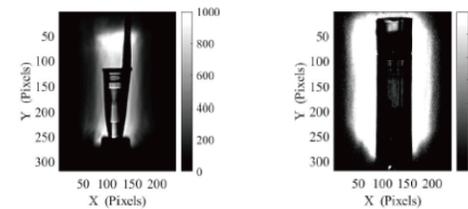
### 惊奇蛋中的兔宝宝玩具



### 塑料盒中的纸张

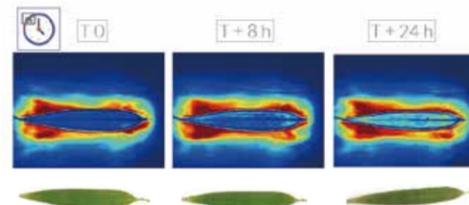


### 笔帽内部



## 叶子水分检测

### 叶子水分检测



# Irys - 汽车车身质量 太赫兹无损检测完整解决方案

Irys 是一个全涂层厚度检测系统与分析平台



**非接触性**  
太赫兹系统



**自动化**  
无需人工流程的测量与数据分析



**全层厚度**



**快速 & 精确**



**新颜色的自动校准系统**

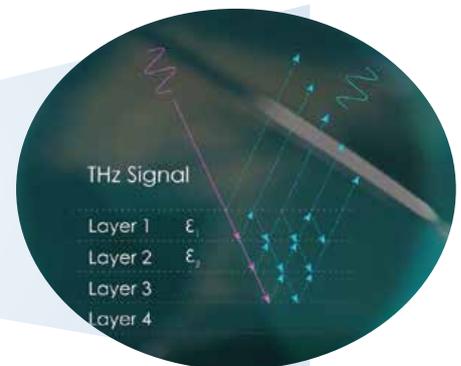


**大数据分析平台**

## Irys 如何工作

### 太赫兹技术

- 垂直表面定位  
专利振动补偿技术
- THz脉冲与材料相互作用
- 提取每一层的厚度  
专有算法分析软件

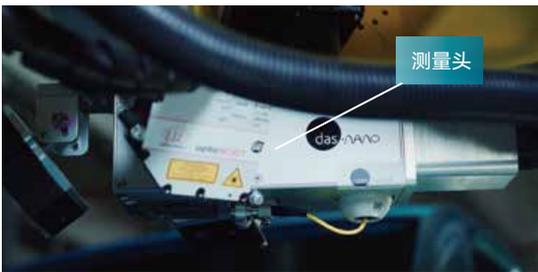


## Irys 部件



### 硬件组成

- 太赫兹供电单元
- 测量头 (5kg)
- 定位系统
- 脐带电缆



### 软件组成

- 专利的层提取技术
- 精准定位系统
- 专利的振动补偿软件
- IRYS 分析平台 — 数据可视化与分析

## 测量特征

### 特点

- 金属与塑料基底
- 干漆、湿漆与固化漆
- 多种涂层
- 干燥动力学平面与曲面 (高达 100 mm 弯曲半径)
- 适用于任何传统机械手臂, Thz 机械头重量仅有 5 kg

### 性能表现

- 厚度精度: 1  $\mu\text{m}$
- 最小厚度: 5  $\mu\text{m}$
- 层数: 高达 5 层
- 测量头距离: 80 - 120 mm
- 每点测量时间: 0.5 - 5 s
- 定位精度  
垂直入射误差  $< 0.2^\circ$
- 每点测量面积: 4 mm 直径
- 专利振动补偿系统
- 恶劣环境的防护等级 IP54
- 无需停止重新校准

## 太赫兹 vs. 近期技术

太赫兹技术 (THz) 替代和改进了基于光热效应 (单层)、超声 (需要接触表面和工作介质) 和切片 (破坏性方法) 的涂层技术

技术	非破坏性	非接触	多层	金属、塑料与复合基底	容易自动化操作	测试最终产品
太赫兹 (THz)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
光热法	✓	✓	✗	✗	✗	✓
超声法	✓	✗	✓	✗	✗	✓
切片机 / 显微镜	✗	✗	✓	✓	✗	✗
PIG, 油漆检测仪	✗	✗	✗	✓	✗	✗
重量分析法	✓	✓	✗	✓	✗	✗

## Irys 用于自动化塑料样品

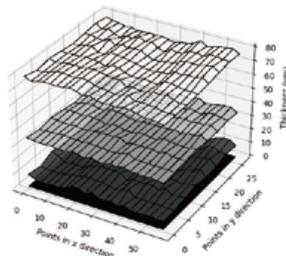
来自汽车行业领先公司所测的真实塑料基板样品测量结果

### Irys 测量真实样品



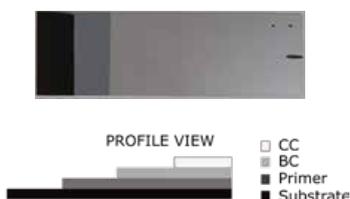
### 全堆叠厚度结果

太赫兹和显微镜方式测量的 (ISO 1463:2003) 厚度之间的一致性非常好

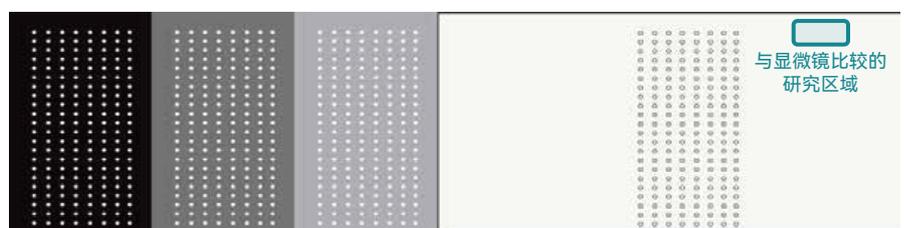


	厚度 (µm)		
	显微镜	THz 系统	显微镜 vs. THz 厚度
	Avg.	Avg.	差别
CC	41,25	40,2	-1,05
BC	19,93	21,5	1,57
Primer	11,25	11,4	0,15

### 实时样品 & 涂层方案



### 每个区域以 22 x 8 点进行评估



# Irys 大数据 & 分析平台

手握大数据，降本增效易如反掌



## 为您的企业带来直接利益

Irys 数据平台与数据采集软件提供:



生产优化  
减少废品



无需破坏性测试材料  
和人工操作



减少  
环境影响



无需  
成本高昂的校准

## 成功客户案例：大众汽车工厂的Irys



THz 技术是在大众汽车国际招标后选择的，这项涂层检测技术首次落地于纳瓦拉工厂。

Irys 自2020年7月起已成功运行：

- 利用光学显微镜测量 15 种不同颜色的样品并实现验证
- 涂层检测过程不停机运作占有所有产线的 10%



其他信任我们的解决方案的客户包括：



# Onyx

## 超快石墨烯与 2D 材料表征

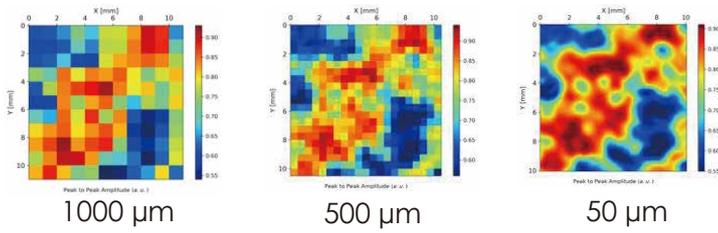
Onyx 是市场上第一个旨在实现石墨烯、薄膜和其他 2D 材料的全区域无损表征的系统。Onyx 填补了宏观和纳米尺度表征工具之间的空白，探测面积可从  $0.5 \text{ mm}^2$  到更大面积 ( $\text{m}^2$ )，促进了材料研究领域的工业化。

与其他大面积材料表征方法相比，如四探针法(需接触且具有破坏性)，Onyx 能够测量样品的质量，提供测量样品表面每个电特性的完整图像。与显微方法(如拉曼、SEM 和 TEM)相比，Onyx 能够以百微米量级的空间分辨率快速表征样品的大片区域。

### 特点

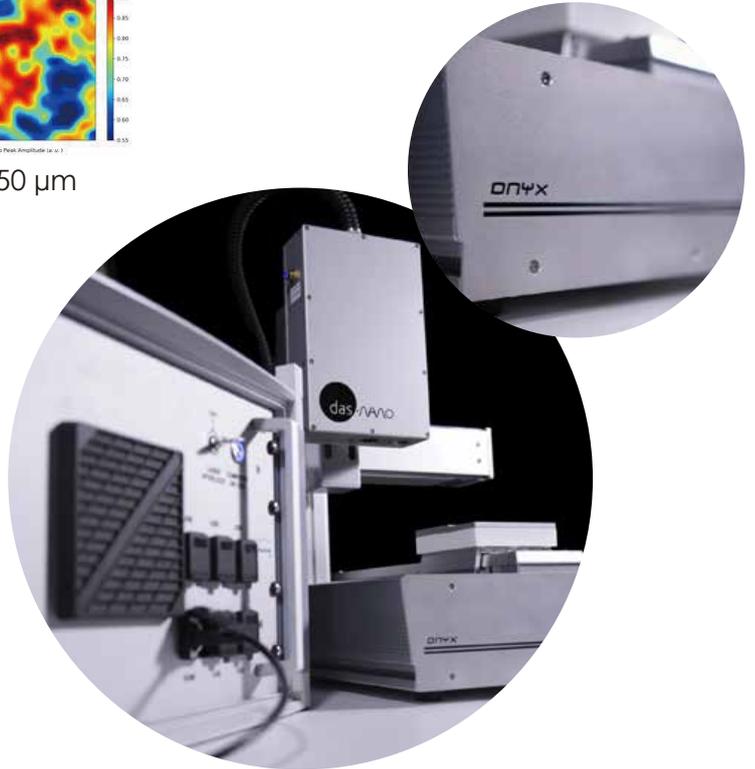
- 非接触性测量
- 超快表面表征 ( $12 \text{ cm}^2/\text{min}$ )
- 分辨率高达  $50 \mu\text{m}$
- 无需样品制备
- 功能强大 & 使用友好的图形界面
- 多功能设备: 工业 & 研究





## Onyx 能测量...

- 表面电导/电阻
- 载流子密度
- 直流表面电导/电阻
- 散射时间
- 电子迁移率
- 均匀性



## 可测材料种类繁多

### 石墨烯

- CVD 单层
- CVD 多层
- 外延生长
- 粉末 & 薄片
- 油墨
- 掺杂石墨烯
- 氧化石墨烯
- 纳米片

### 其他薄膜

- PEDOT
- 铟锡氧化物 (ITO)
- 铟镓氧化锌 (IZGO)
- 氮化镓 (GaN)
- 二硫化钼 (MoS<sub>2</sub>)
- 银纳米线
- 氮化钛 (TiN)
- 六方氮化硼 (h-BN)

# Notus

## 面向涂层的无损检测系统

### —— 赋能洞察力

Notus 能够检测风电、船舶和航空航天工业中使用的任何结构材料上的涂层，实现涂层的全层厚度测量和附着力控制。

Notus 系统适用于任何基材：复合材料(碳或玻璃)和金属(钢、铝、钛、镁等)；可以在实验室、工厂或现场操作。

- 尖端太赫兹工业无损检测系统-  
采用反射模式
- 非电离性
- 操作简便
- 真空吸附探头
- 配置专用软件，实现：
  - 涂层厚度检测
  - 吸附控制
  - 磨砂缺陷检测
  - 孔隙检测
  - 气泡检测
  - 空洞缺陷检测



Notus-lab  
自动化桌面



Notus-factory  
自动化机械臂安装



Notus-field  
手动真空辅助



## Notus 相同技术不同应用



- 风电行业

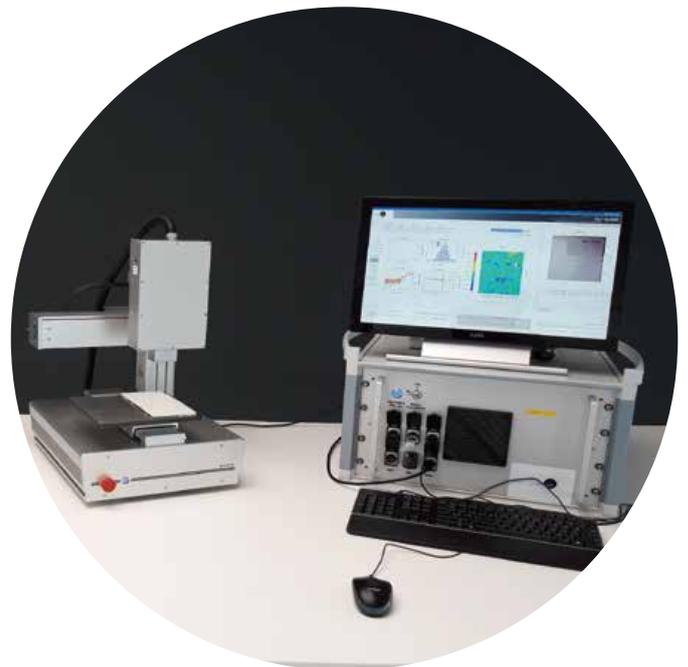
降本增效的刀片涂层控制  
多层先进材料涂层检测大有可为

- 船舶、航天等其它行业

涂层厚度与层间附着力一次性量化  
复合材料/金属/塑料基材涂层检测一网打尽

## 特点

- 无损伤
- 非电离
- 易于使用：无需专业人员
- 一次测量：每层厚度、各表面的附着力
- 出色的重复性 (<2.5%) 和再现性 (<5%)
- 能够使用任何基材：复合材料(碳或玻璃)和金属(钢、铝、钛、镁)



## 应用案例

# 风电涡轮叶片涂层 内部无损检测(西门子歌美飒)

SIEMENS  
Gamesa

### 客户: 西门子歌美飒

西门子歌美飒作为具有多年经验的风能行业先驱, 可提供尖端技术, 利用风能的力量, 释放其未来潜力, 以应对当今最大的挑战——气候危机。

- 行业: 风能
- 总部: 萨穆迪奥 (西班牙)、慕尼黑 (德国)
- 生产: 超过35年的经验, 全球安装量超过90GW
- 员工人数: 全球 23,000 名员工

### 西门子-歌美飒面临的挑战:

#### 如何减少因风车叶片涂层损坏而导致的生产停机时间

由于涡轮风车故障导致长时间的停机和昂贵的运营维护 (O&M) 活动, 风能行业面临重大的经济损失。这些故障通常是由于风车叶片涂层损坏造成的, 这是符合行业标准的质量控制流程无法检测到的问题。

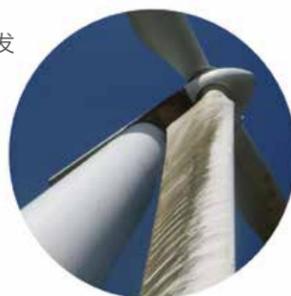
叶片是涡轮风车最关键的部件, 它们的结构与尺寸都暴露于环境条件下。因此, 风车叶片需要优化的涂层保护, 这些涂层由多层先

通常, 叶片涂层的质量控制智能通过目视检查进行。然而, 由于风车暴露于高热、机械和化学应力下, 涂层的内部完整性经常有所损伤, 肉眼无法察觉。此外, 微小的外部缺陷往往预示着内部隐藏着更大的问题, 基于目视检查的维修活动并不能解决根本问题。目前, 至少有 1/3 已维修的涡轮风车零件最终仍然需要再次进行维修操作。对于涂层内部的质量控制, 有时只能使用破坏性的统计分析方法, 但是这并

进材料组成, 必须满足很高的质量要求, 以确保涡轮风车的平稳运行。风能行业 30% 的 O&M 成本都用于叶片涂层的检查或维护上。因此, 为了降低这些成本, 在安装之前确保任何风车叶片的质量水准至关重要, 以避免过早失效。除此以外, 还需要检测风车叶片上的涂层缺陷, 以防止意外停机。

不能解决相关的成本问题。

人们正在努力开发用于材料检测的新型非破坏性技术, 经过多年的研究我们已经提出了解决方案。



### 解决方案

#### 用于检测风车叶片涂层内部损坏的无损检测专利技术

虹科提供的 NOTUS 系统是市场上唯一能够有效检测风车叶片涂层内部损坏的无损检测工具。NOTUS 基于太赫兹技术, 可以实现每层涂层的厚度测量, 并控制风能工业中使用的复合材料上每个涂层的附着力。它适用于任何基材: 复合材料 (碳或玻璃) 和金属 (钢, 铝, 钛, 镁等)。可以在实验室, 工厂或现场操作。Notus 赋予洞察力!

NOTUS 的使用表明, 风电场运营商每年可

能节省 10% 的运维成本。考虑到目前风能行业每年的运维支出为 150 亿, 这是一个巨大的节省成本的机会。



### 是什么让 NOTUS 独一无二?

NOTUS 可以对任何涂层结构和任何风车叶片的涂层进行深入表征, 无论材料如何。它是市场上第一款能够量化涂层间附着力的无损检测工具, 能够预测可能的缺陷, 从而防止已安装的涡轮风车的停机和叶片更换。



### 更可靠、成本更低的 刀片涂层控制

通过在风车叶片制造质量控制过程中利用太赫兹波, 可以实现更可靠、更低成本的叶片涂层控制。得益于太赫兹波的特殊性质, NOTUS——这种最先进的无损检测方法现已上市。

自 2017 年以来, 西门子歌美飒一直依靠 NOTUS 系统进行风车叶片涂层的制造质量控制。得益于这项技术, 西门子歌美飒可以在生产过程中和整个使用寿命期间获得有关风车叶片涂层状况的实时数据。NOTUS 是一种便携式设备, 不仅可以用于制造工厂, 还可以移动到物流中心和风电场进行预防性或纠正性维护的检测。

**HongKe**



虹科电子科技有限公司

hophotonix.com  
hophotonix@hkaco.com

广州市黄埔区神舟路18号润慧科技园C栋6层

T (+86)400-999-3848  
M (+86)189 2518 4219

各分部: 广州 | 成都 | 上海 | 苏州 | 西安 |  
北京 | 台湾 | 香港 | 日本 | 韩国 | 美国硅谷



联系我们



获取更多资料



hophotonix.com