

# 光电信息简报

编号：2019-01 总第 418 期 2019-1-10

---

## 本期目录

### 行业与产业动向

Laser Focus World 盘点 2018 年 20 项先进光子技术

欧洲将扩展光子试验生产线

荷兰将投资 2.36 亿欧元发展集成光子学

### 先进激光技术

物理学家首次创造出激光冷却中性等离子体

MIT 开发激光卫星作为引导星

## 行业与产业动向

### Laser Focus World 盘点 2018 年 20 项先进光子技术

光子学正处于蓬勃发展时期。这是一个繁荣复杂的领域，在数字革命的推动下，世界正在迅速变得更加复杂。今年《Laser Focus World》杂志评选出的科技评论 20 强名单中包含了过去一年光子学领域取得的重要进展，这些进展中的每一项肯定会在行业内，更重要的是在其他领域中产生影响。

#### 时尚光子学

**1、物联网。**物联网 (IoT)，近年来一直是一个流行语，但它终于开始付诸实践，实现网络化智能设备彼此之间以及更大的世界进行通信。成像传感器、光学器件、光纤、定位设备和软件的使用有助于在建筑物、汽车和其他地方扩展物联网。物联网包括从 LiFi (光保真，或光子等效的 WiFi) 到体感传感、智能家居，到车辆之间的数据通信。(参见“Photonics—a fundamental enabler for the Internet of Things,” April 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview1>.)

**2、面部识别。**面部识别对大大小小的安全系统来说是一个福音。传统的面部识别依赖于 2D 图像的软件分析。然而，存在使用面部照片来作伪的缺陷。为面部识别感应系统添加第三个维度消除了这个容易出现的漏洞。新形式的 3D 感测，即飞行时间 (TOF) 成像，正被应用于面部识别，以提供具有高深度精度和图像质量的面部表征。Espros Photonics (瑞士 Sargans) 开发的系统每秒可收集 156 个 TOF 图像，距离分辨率为 0.13 mm。(参见“3D TOF camera technology improves facial recognition accuracy and security,” June 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview2>.)

**3、量子传感。**虽然量子计算和密码学经常出现在科学技术出版物中，但是恰好依赖于光子学的另一种形式量子技术也在不断发展，它就是量子传感，它实际上可能比实际现实更接近量子计算或密码学。已经测试的微型量子传感系统包括 2017 年测试的基于探空火箭的微原子效应冷原子效应研究，以及 2018 年 5 月首次测试的基于火箭的碘频率测试的 JOKARUS。未来的应用包括传感器用于石油、天然气和水的勘探以及测绘。(参见“Quantum sensing is gaining (s)pace,” January 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview3>.)

**4、可穿戴光子学。**多年来一直在讨论的可穿戴光子技术正在不断发展。可穿戴光子学可以显示信息、跟踪个人健康或医疗参数，作为时尚表征，或在夜间或高辐射环境中帮助安全。可能不为人知的是，可穿戴光子学是 microLED 的主要应用，

可以集成到柔性织物中（见图 1）。当然，虚拟/增强现实（AR / VR）硬件和软件开发正在推动使用基于波导和全息光学的超轻型眼镜式显示器的创新方法。（参见“Photonics gets up close and personal: Advancing wearable technology with light,” February 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview4>。）

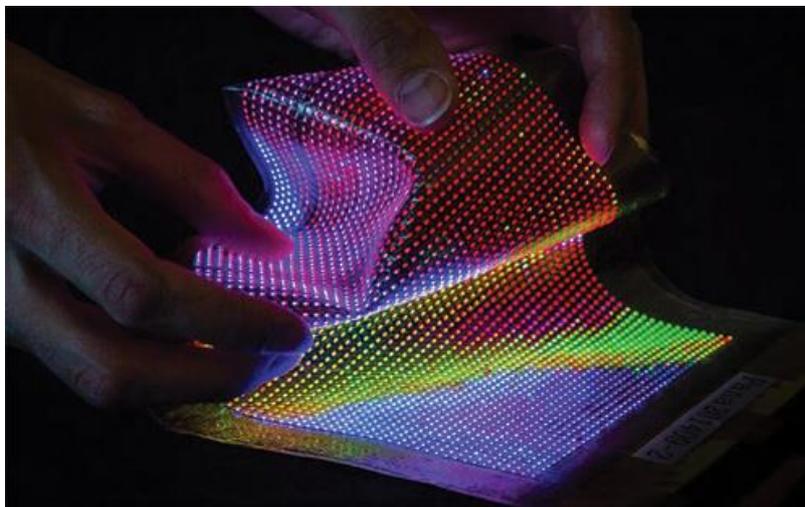


图 1. microLED 面板显示了如何将微小的紧密间隔像素集成到个人可穿戴显示器的柔性材料中。

## 领先的光子元件

**5、硅光子学。**具有完整有源系统（光源、中间组件和光电探测器）的硅光子电路是复杂的事物。因为很难使硅以合理的高水平发光，所以这种光子电路通常是混合结构，其中由 III-V 半导体材料制成的光源精确地定位并固定到硅电路。为了克服这种复杂性，复旦大学（中国上海）的研究人员创造了一种基于硅纳米晶体和优化分布反馈（DFB）腔的光泵浦全硅激光器，该腔具有进一步发展的潜力，可用于硅光子。（参见“All-silicon laser achieves high optical gain,” April 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview5>。）

**6、中红外光学材料。**相干红外（IR）源通常需要由非线性光学材料制成的部件以实现所需的波长。美国 BAE 系统公司（美国新罕布什尔州纳舒厄）的工程师们正在通过使用各种新的中红外非线性材料（见图 2）来扩展这些元件的实用性，其中许多材料具有图案或其他结构，可以实现更长波长，使用近红外波长作为输入的 IR 输出。低损耗，高品质的晶体具有非常大的光谱透明区域，极大地扩展了高度工程激光源的波长覆盖范围。制造这些晶体的新方法与材料本身一样重要。（参见“New materials extend laser spectral coverage deep into the infrared,” April 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview6>。）

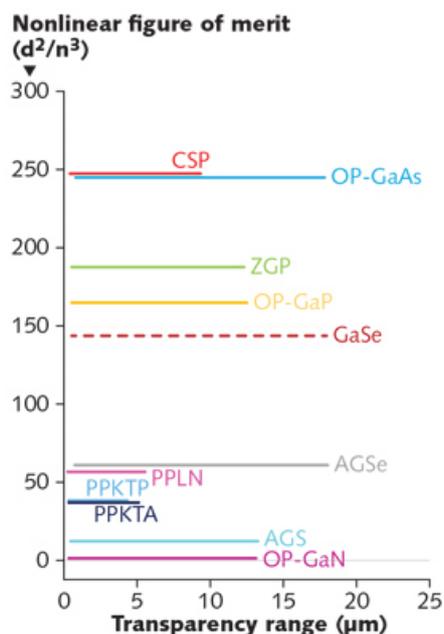


图 2. 绘制了各种中红外非线性光学 (NLO) 晶体的非线性品质因数 ( $d^2/n^3$ ) 与透明度范围。

**7、平面表面透镜。**到目前为止，激光聚焦世界的观众对元表面光学非常熟悉，这种光学能力来自于在通常平坦的光学基板上制造的缓慢变化的几乎周期性纳米结构，而不是抛光和磨削表面。正如 Federico Capasso 在哈佛大学（剑桥，马萨诸塞州）的实验室经常证明的那样，一个超曲面透镜可以替代多个传统光学元件用于某些应用。今年，新加坡数据存储研究所（科学、技术和研究机构，A\*STAR）和南洋理工大学的研究人员展示了一种平面超表面透镜，在 715 nm 波长下数值孔径 (NA) 为 0.99。（参见“Metamaterial lens has numerical aperture of 0.99,” May 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview7>。）

**8、超快石墨烯光电探测器。**石墨烯用于光电探测，其光谱灵敏度为 0.6 至 20  $\mu\text{m}$ ，远远高于任何传统半导体探测器材料。不幸的是，石墨烯在整个范围内的吸收率仅为 2% 左右。美国加利福尼亚大学洛杉矶分校 (UCLA) 的一个小组通过将材料形成与金色斑块相连的纳米条纹，提高了石墨烯光电探测器的吸收率。由此产生的器件具有高达 50 GHz 的超快检测能力，预计经过未来的改进，这个速度可以提高到 425 GHz。（参见“Graphene photodetector has 50 GHz speed and high responsivity from 0.6 to 20  $\mu\text{m}$ ,” August 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview8>。）

### 巧妙的乐器

**9、简易剪切干涉仪。**虽然使用剪切干涉仪可以很容易地测量连续波 (CW) 激光束中的空间信息，其中测试波阵面受到位置偏移的复制干扰，但如果被测激光器是飞秒，则很难做到这一点。激光器，因为典型剪切干涉仪的非零路径长度可防止两个产生的脉冲干扰。罗彻斯特大学（纽约州罗彻斯特市）的 Chunlei Guo 和 Billy

Lam 创造了一种简单的剪切干涉仪，其路径长度差异几乎为零，甚至可以对飞秒脉冲进行空间特征分析（实验设备测得的脉冲持续时间仅为 65 fs）。（参见“Simple shearing interferometer measures wavefront of femtosecond laser pulses,” August 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview9>.)

**10、基于芯片的光谱仪。**光谱仪广泛用于医学成像中的传感，材料分析，光学相干断层扫描以及监测光网络的性能。虽然较小的光谱仪会导致更广泛的应用，但缩小传统光谱仪会导致其灵敏度降低。麻省理工学院（麻省理工学院;马萨诸塞州剑桥市）的研究人员通过制造一个基于芯片的光谱仪（使用标准芯片制造工艺）找到了解决这个问题方法，该光谱仪包含片上干涉仪，每个臂上都有光学开关，可以将光引导到具有不同且唯一路径长度的波导，以 2 的幂为单位。因此，通道计数随着光学开关的数量呈指数级增长，例如，10 个开关产生 1024 个通道。（参见“MIT develops low-cost on-chip optical spectrometers with high channel count and signal-to-noise ratio,” Laser Focus World online; <http://bit.ly/2018techreview10>.)

**11、高功率激光束测量方法。**测量激光束功率的传统方法是通过吸收光束来工作的。这适用于低功率光束，但非常强大的光束会损坏激光功率计，除非非常有效地处理来自仪表的热量传递。由美国国家标准与技术研究院（NIST; Boulder, CO）开创的另一种方法是通过测量光束在镜子上产生的辐射压力来工作（见图 3） - 随着光束功率的增加，这种方法变得更容易。NIST 已在美国陆军高能激光系统测试设施（HELSTF; White Sands Missile Range, NM）的制造环境中使用 20 kW 光束测试其辐射压力激光功率计，并测试其功率为 50 kW。（参见“NIST tests radiation-pressure laser power meter in manufacturing environment,” January 2018 issue, <http://bit.ly/2018techreview11> and “NIST tests its radiation-pressure power meter (RPPM) with a 50 kW laser,” June 2018 issue, <http://bit.ly/2018techreview12>.)

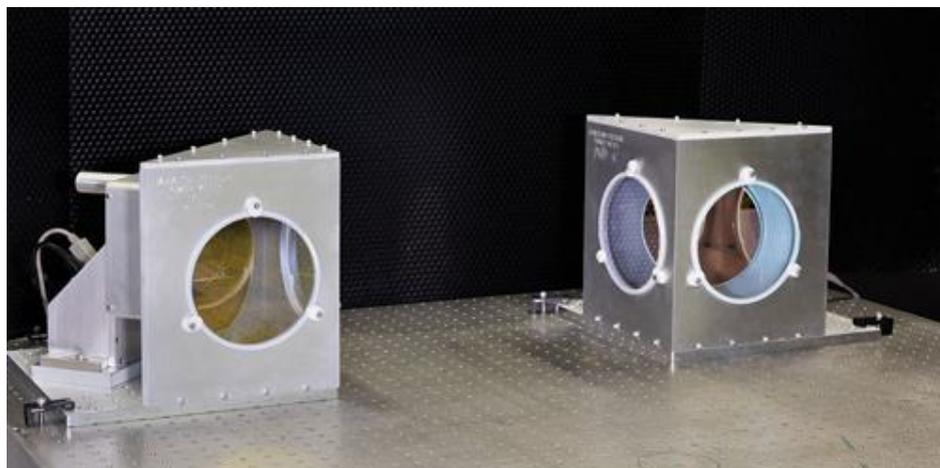


图 3. 这两个 NIST 辐射压力功率计中的每一个都由一个金属外壳组成，其中一个镜子连接到垂直平衡；从这个角度来看，镜子看起来略带黄色（左）和粉红色（右）。

## 具有新功能的生物光学

**12、深度学习。**使用深度学习，正如加州大学洛杉矶分校的研究人员所证明的那样，可以在不改变其硬件或设计的情况下提高光学显微镜的性能。由堆叠的人工神经网络层组成的深度卷积神经网络（CNN）被训练以关联低分辨率图像和高分辨率图像。训练后，CNN 可以处理由显微镜捕获的低分辨率图像数据，以提高图像的分辨率。在一项实验中，CNN 用肺组织模型训练并在乳房和肾组织上进行测试，结果收获空间周期为  $0.345\ \mu\text{m}$  的分辨率。（参见“Deep learning improves microscopy images—without system adjustments,” January 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview13>。）

**13、大脑的窗口。**用于研究大脑的光学显微镜技术，例如，双光子显微镜。如果可以创建活体大脑的非侵入性窗口，则会更加通用。中国武汉华中科技大学的研究人员已经做到了这一点，通过对年轻小鼠使用清除剂：胶原酶和甘油，以及对于骨质较高的老年小鼠使用 EDTA 二钠和甘油来提高小鼠的头骨透明度。该技术允许在突触分辨率下对小鼠大脑的皮层结构进行成像。（参见“Noninvasive optical window created in the skull allows brain imaging,” Laser Focus World online; <http://bit.ly/2018techreview14>。）

**14、实时活检。**在另一种原位分析组织的应用中，例如，在内窥镜探测期间需要进行实时活检，法国马赛 Institut Fresnel 的研究人员正在使用光学切片（即 3D 成像）成像，这可能会使术中无标记成像进行实时组织病理学诊断。多模态非线性成像方法使用双光子自发荧光（TPF）激发，二次谐波生成（SHG）和受激拉曼成像细胞体，即细胞核和细胞外基质。最后一个带有玻璃微球的空芯光纤产生一个通过压电执行器扫描的光斑（见图 4）。多模式内窥镜显示出人体组织的复杂形态结构。（参见“Multimodal endoscopy targets real-time biopsy,” June 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview15>。）

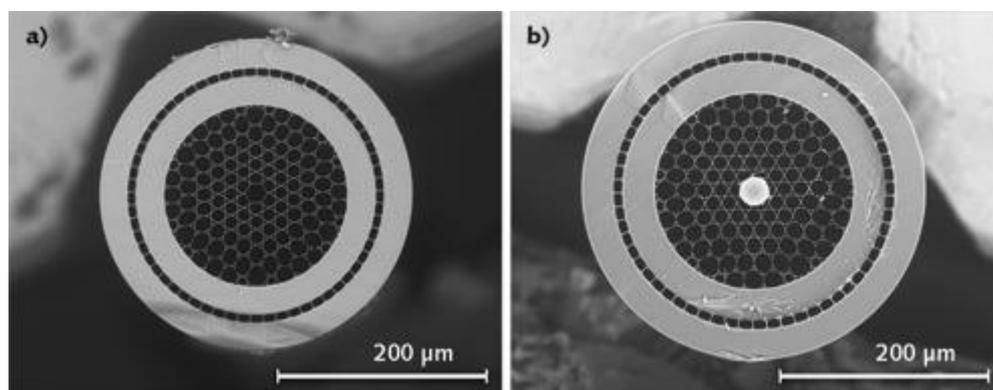


图 4. 显示了双包层空心纤维的横截面图，该纤维能够有效传递飞秒脉冲并检索非线性信号（a）；还示出了在其远侧尖端（b）处结合有  $30\ \mu\text{m}$  二氧化硅珠的相同纤维。

**15、每秒几万亿帧相机。** 生物学目前受到以下事实的阻碍：活组织是动态散射介质，其斑点去相关在毫秒级。美国加利福尼亚理工学院和加州理工学院光学成像实验室（COIL）的科学家正在使用一种单次压缩超快速摄影（CUP）变体，他们称之为 T-CUP，在单次曝光中对体内组织中的瞬态光图案进行飞秒成像。由飞秒条纹相机获取的图像数据经历所谓的氢变换以获得高质量图像；录制速率范围从单发到每秒 10 万亿帧。（参见“Real-time 10 trillion frames/s camera will facilitate in vivo imaging,” November 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview16>。）

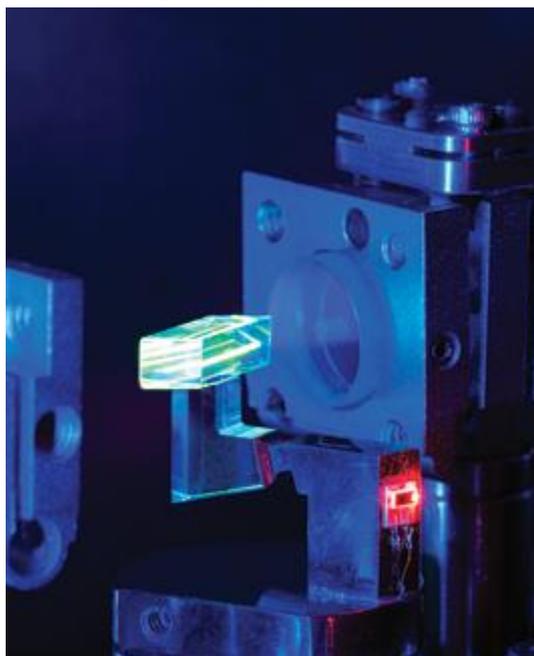


图 5. 光学冷却器使 HgCdTe 传感器保持在低温，而不会通过激光冷却掺杂镜的氟化物晶体产生振动。

### 新颖的应用

**16、全光低温冷却。** 低温冷却器通常用于冷却红外探测器以降低其信噪比。虽然充满液氮的杜瓦瓶可以在短时间内冷却检测器，但远程应用通常依赖于机械低温冷却器，其本身是机械振动形式的信号劣化源。美国洛斯阿拉莫斯国家实验室（新墨西哥州洛斯阿拉莫斯）和新墨西哥大学（新墨西哥州阿尔伯克基）的研究人员现在已经展示了一种全光学低温冷却器，它没有活动部件，因此没有振动。激光通过荧光激发冷却掺杂镜的氟化物晶体，从晶体中产生能量损失；在实验中，将碲化汞镉（HgCdTe）光学传感器保持在 134.9K 的温度下（参见图 5）。可应用于空间传感。（参见“All-optical cryogenic cooling of sensors eliminates vibration,” July 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview17>。）

**17、大功率蓝色激光。** 铜的激光焊接在锂离子电池的制造中变得普遍，但是大多数工业激光器的近红外波长很难被铜吸收。已经开发出大功率绿色激光器以利用铜在该波长下增加的吸收，然而，蓝光被更好地吸收。现在，Nuburu（Centennial，

CO) 已经商业化推出了用于铜焊接的高功率蓝色直接二极管(激光二极管耦合到光纤)激光系统。150 W 系统已证明 40 个 10 微米厚的铜箔无空隙和无飞溅焊接, 500 W 系统即将推出。(参见“Blue direct-diode lasers extend industrial laser capability,” September 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview18>.)

**18、光纤传输每秒太比特数据。**通过光纤传输数据已达到每秒太比特的区域。现在,日本国家信息通信技术研究所(NICT)和日本东京 Fujikura 的一个小组已经证明使用三模光纤在 1045 千米距离内传输 159 Tbit / s 数据。模式多路复用与 16-QAM (正交幅度调制) 结合使用, 16-QAM 是一种实用的高密度多级调制光信号, 适用于所有 348 个波长 - 多输入多输出(MIMO), 可实现混合模态信号的解码即使在超过 1000 公里的传输之后。由于三模光纤的外径标准为 125  $\mu\text{m}$ , 因此可以使用现有设备进行电缆连接。(参见“NICT researchers show world-record 159 Tbit/s transmission over 1045 km with three-mode optical fiber,” Laser Focus World online; <http://bit.ly/2018techreview19>.)

**19、个成形的飞秒激光脉冲。**超快激光已经进入材料加工领域, 产生的脉冲消融而不是熔化物质, 导致很少或没有凹坑或碎片。中国北京理工大学、美国明尼苏达大学和内布拉斯加大学林肯分校的科学家正在研究飞秒激光脉冲, 以提高超快微加工工艺的质量, 并广泛用于计算机 - 建模这些过程。研究人员在时间和空间上对飞秒脉冲进行了实验, 产生了脉冲延迟短于电子 - 晶格耦合特征时间尺度的子脉冲。随之而来的是许多非常大的好处: 仅举一个例子, 微通道制造的加工效率提高了 56 倍, 微通道的最大纵横比增加了 3 倍。(参见“Shaped femtosecond laser pulses alter electron dynamics to improve ultrafast-laser micromachining quality,” Laser Focus World online; <http://bit.ly/2018techreview20>.)

**20、高效微尺度核聚变。**美国科罗拉多州立大学的科学家在实验室中实现了微尺度激光引发的核聚变, 可能有助于中子成像和中子探针的发展, 从而深入了解材料的结构和性质。研究人员将脉冲持续时间为 60 fs, 能量高达 1.65 J, 中心波长为 400 nm, 聚焦在 200 或 400 nm 直径的氘代聚乙烯(CD<sub>2</sub>)纳米线阵列上, 产生氘核 - 氘核(D-D)融合。对于 1.64J 的激光脉冲能量, 每次射击的最大中子数约为  $3.6 \times 10^6$ , 相当于每焦耳  $2.2 \times 10^6$  个中子。(参见“Laser-heated nanowires produce microscale nuclear fusion with record efficiency,” April 2018 issue; <http://bit.ly/2018techreview21>.)

一平编译自: [https://www.laserfocusworld.com/articles/print/volume-54/issue-](https://www.laserfocusworld.com/articles/print/volume-54/issue-12/features/technology-review-laser-focus-world-s-top-20-photonics-technology-picks-for-2018.html)

[12/features/technology-review-laser-focus-world-s-top-20-photonics-technology-picks-for-2018.html](https://www.laserfocusworld.com/articles/print/volume-54/issue-12/features/technology-review-laser-focus-world-s-top-20-photonics-technology-picks-for-2018.html)

## 欧洲将扩展光子试验生产线

企业家和其他对技术转让感兴趣的人有时会提到“死亡之谷”：实验室创新与商业生产之间的距离。对于中小型企业（SME）来说，这是一段特别令人生畏的距离。由于获得先进生产基础设施和专业知识的成本太高，这些公司在扩展研究实验室孵化的创意准备生产时可能会面临挑战。

对于欧洲光子学而言，解决死亡之谷的一种方法是创建所谓的试验线，即专门为产品开发商，特别是中小企业提供具备最先进生产能力的设施。自 2016 年以来，至少有四个由欧盟支持的试点项目启动，目标领域是硅光子封装、OLED 制造、中红外化学传感器和生物医学应用的氮化硅芯片等。

现在，随着 2018 年即将结束，又投入两条新的试验生产线。通过埃因霍温科技大学光子集成技术中心管理两条新的试验线，旨在促进新兴磷化铟（InP）光子集成电路（PIC）市场发展。

其中一条试验线，即西北欧开放式创新光子学试点项目（OIP4NWE），该项目是一个由 8 个西北欧国家合作的区域性合作项目。另一个 InP 试验线 InPulse 将通过欧盟地平线 2020 的光电子公私合作伙伴关系（PPP）框架计划资助。

### InP 崛起

正在创建的开放式访问 PIC(光子集成电路)试验线将大大降低新产品试生产的成本和时间。这个新工厂预计将孵化一千家新公司和数千个工作岗位。该项目(OIP4NWE)耗资 1390 万欧元，得到了欧洲区域发展基金的支持，其中，欧盟资助 830 万欧元，其余来自参与方。

由光子学大本营埃因霍温科技大学(与其光子集成技术中心合作)领导的新项目包括实现欧洲中小企业共享使用的高效试生产线。该线将能够降低试生产中的缺陷率，缩短生产时间。总而言之，这应该可以降低成本，从而显著降低开发新光子产品的门槛。有助于在项目实施后十年内建立一千家综合光子公司。

前端工艺(在 InP 晶圆上生产 PIC)将在埃因霍温大学现有的 NanoLab 中实现。不同公司的 PIC 将合并在一个晶圆上以降低成本。后端工艺在鲁塞尔自由大学(Vrije Universiteit Brussel)(用于光束整形和光耦合的光学元件)和爱尔兰廷德尔国家研究所(光纤连接和电子元件组装)中完成。所有步骤都需要纳米级精度以避免产品缺陷。

OIP4NWE 试生产线的主要目标是在 2018 年 11 月下旬推出，旨在推动 InP PIC 制造的技术准备水平（TRL）。虽然 PIC 原型样机在学术研究实验室中稳步前进，但 OIP4NWE 的组织者表示，仍然缓慢的生产过程和过高的错误率阻碍了商业研发和制造的进度。

“我们认为，目前 PIC 的技术准备水平为 4，” OIP4NWE 在埃因霍温电气工程部工作的关键人物 Victor Dolores-Calzadilla 告诉 OPN。他说，OIP4NWE 的目标是

“达到 7”（TRLs 从绘图板阶段的项目 1 到完全成熟的市场技术的 9 个。）

为了实现这一目标，OIP4NWE 将在未来三年内将学术研究人员与设备制造商和 IC 工厂的员工联系起来，以开发设备规格和最佳实践流程。然后，OIP4NWE 团队将在内部测试并验证整个生产堆栈。最终目标是在 2022 年之前推出用于 InP PIC 的下一代高效试生产线，供欧洲中小企业共享使用。

该项目的第一阶段是设备安装。第二阶段的重点是设备的自动化，而第三阶段则需要与设备制造商一起进行密集的工业研究，以优化和开发新的工艺。这条生产线应该在 2022 年全面投入运营。为了激励中小企业的利用，还将建立一个外部中小企业的优惠计划。

其他相关方包括德国的爱思强公司(Aixtron SE), 荷兰的 SMART Photonics 公司、VTEC Lasers & Sensors、Technobis Fiber Technologies 公司，爱尔兰的 mBryonics Limited 公司、英国的 Oxford Instruments nanotechnology Tools 公司、法国的 Photonics Bretagne 研究中心，德国的 Cluster NanoMikroWerkstoffePhotonik.NRW 和荷兰的 Photon Delta Cooperatie 公司。

一平编译自：[https://www.osa-opn.org/home/industry/2018/december/photonic\\_pilot\\_lines\\_expand\\_in\\_europe/](https://www.osa-opn.org/home/industry/2018/december/photonic_pilot_lines_expand_in_europe/)

## 荷兰将投资 2.36 亿欧元发展集成光子学

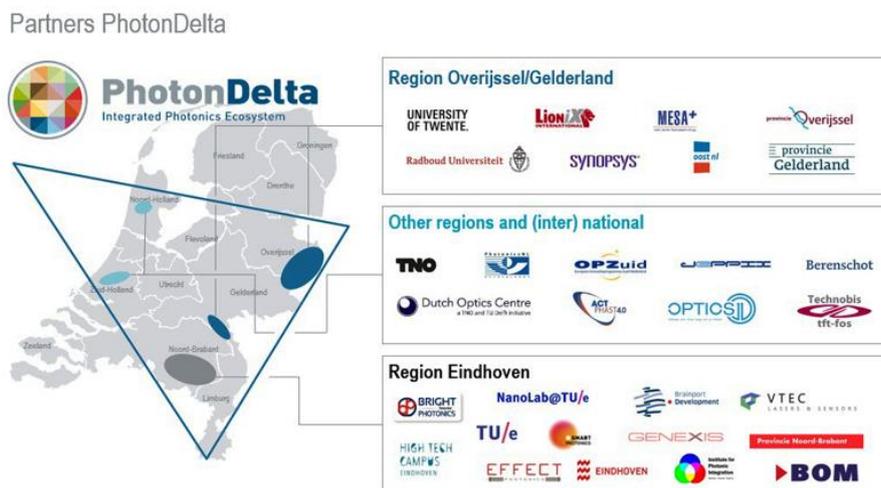


图 6. 荷兰政府、地区、公司和研究所已同意投资 2.36 亿欧元开发集成光子学

荷兰政府、多个省、地区、公司和知识机构共同同意投资 2.36 亿欧元用于加速集成光子技术的发展。根据 PhotonDelta 倡议，包括 Overijssel 省，Oost NL 和 Twente 大学在内的所有合作伙伴都为此签署了一项共同契约。通过这种广泛的合作，PhotonDelta 打算将荷兰定位为全球领导者，并将新的光子学解决方案推向市场。

集成光子芯片提供了许多有用的应用：更便宜和更高效的数据中心，5G，用于自行车车辆（LIDAR）的精确瞄准技术，用于测量飞机机翼或桥梁中的扭曲的高灵敏度传感器，以及小型、经济实惠的医疗扫描仪。此类应用不仅具有商业利益，还有助于解决低成本医疗保健等社会服务项目。

PhotonDelta 计划的签署者致力于到 2026 年实现 10 亿欧元的营业额和 4000 个工作岗位，其中至少有 25 家公司参与其中，在荷兰创造了更多的活动和就业机会。他们说，这种发展水平将有助于维持荷兰作为技术先行者的地位。

### PhotonDelta 计划

PhotonDelta 董事总经理 Ewit Roos 在该集团的网站上接受采访，他描述了新计划的内容以及如何分配公共和私人资金：

“我们一直在走访构成整个供应链的许多光子公司。对于许多人来说，需要财政刺激来使这些公司扩大到一个新的水平，并吸引更多训练有素的工程能力 - 从芯片设计到最终模块组装。”

考虑到市场的需求（和机遇），Roos 补充道，“我们已经确定了当前供应链中主要与生产相关的弱点。最重要的是需要缩短周期时间及制造成本。许多公司可以少量生产。但整个过程需要变得更快，更可预测，并提供更可靠的产品。”

他补充说：“这个行业的许多人人都知道需要为像数据中心这样的行业提供什么才能应对指数增长。在供应链或平台上已经做出了一些非常大的客户承诺。”

PhotonDelta 计划基于四个计划支柱：

- 加强国家生产平台并提供保障。
- 定义路线图和计划。
- 支持基础设施。
- 生态系统发展和增值。

该计划的 René Penningde Vries 倡议扩展了计划和路线图背后的理念：“我们已经为包括医疗，数据中心，电信网络和安全的 5G 通信在内的多个领域制定了大纲。我们已同主要行业参与者开展了富有成效的讨论，他们期望从研究中获得广泛的发展方向。

“但与此同时，研究人员仍需要有自由探索和发现他们在路线图中遇到的挑战并发展未知领域。其次，我们正与广泛的欧洲设备制造商合作，包括 Demcon, Prodrive 和 Physik Instrumente BV 等领先公司。

“到 2019 年 1 月，我们打算至少制定四个主要路线图，并为承诺的合作伙伴提供预算。数据中心/电信公司将是其中之一。但您可以考虑 LIDAR，或农业，医疗，航空航天和食品加工行业所需的传感器系统。”

### 全球热点

Overijssel 省经济部长 Eddy van Hijum 也对这个契约感到高兴。“特温特地区和上艾瑟尔省已将光子学纳入荷兰政府的议事日程。我们游说国家投资计划。埃因霍温和特温特的知识机构和公司尤其构成了光子学的全球热点，我们打算扩大这种伙伴关系。”

自 2016 年以来，开发公司 Oost NL 一直积极参与集成光子学领域的区域和国家发展。首席执行官 Marius Prins 评论说：“光子学是未来，也是全球最重要的创新关键技术之一。荷兰是综合光子学领域的领导者，部分原因在于特温特，埃因霍温和奈梅亨的公司和知识机构的知识水平。通过联手，我们可以加强这一地位，并为市场带来具有社会影响的创新。”

目前，大约 100 名研究人员正在 MESA + 研究所内组织的特温特大学从事光子学工作。这是荷兰这一领域最大的集中地之一，享誉全球。通过与萨克森应用科学大学的合作以及光子学领域的各种衍生产品，它们是强大的区域生态系统的一部分。

通过弗劳恩霍夫项目中心，德国工业和知识机构也有很强的联系。重要的研究领域包括生物医学领域的传感器应用，基于光子学的安全量子通信，具有超窄带宽的激光器，无源器件，光学滤波器和放大器，以及与 CMOS 和其他材料系统的集成。

一平编译自：<http://optics.org/news/9/12/25>

## 先进激光技术

### 物理学家首次创造出激光冷却中性等离子体

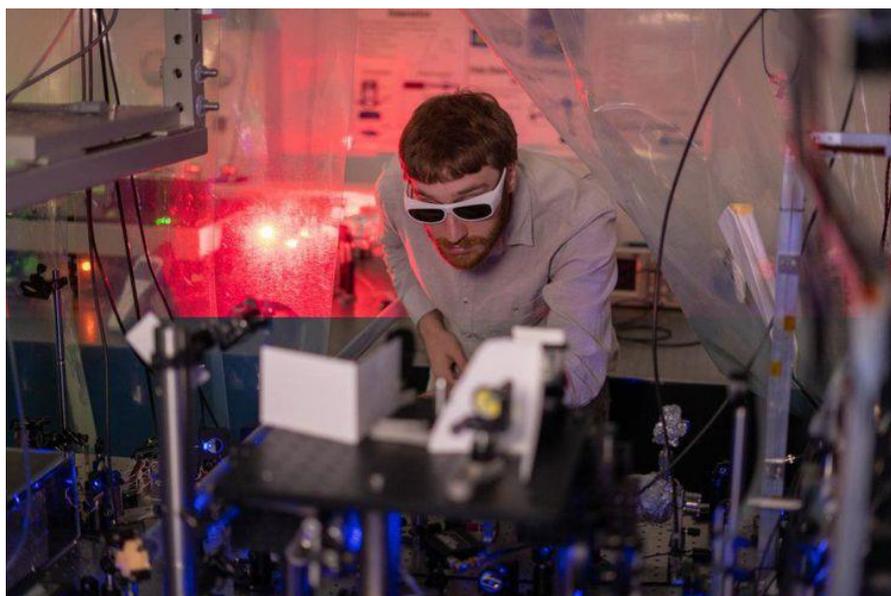


图 7：美国莱斯大学的研究生 Tom Langin 对一项使用 10 束不同波长的激光在中性等离子体中对离子进行激光冷却的实验进行调整

人类历史上的第一次，科学家创造出了激光冷却的中性等离子体（laser-cooled neutral plasma）。等离子体温度达到-273 摄氏度，大约比深空（deep space）温度冷 50 倍左右。本周的《科学》（Science）杂志详细报道了这一发现。

莱斯大学物理学和天文学教授，该研究的首席科学家 Tom Killian 说：“我们还不知道实际的回报是什么，但每次物理学家们用激光冷却一种新事物时，它就开启了一个充满可能性的世界。”

人们或许认为激光只是用来加热物体的。然而，激光也可以用来冷却——通过使用激光可以冷却一个物理系统。

当科学家们研究出如何冷却原子气体时，它开启了一个新世界——“超冷世界”（ultracold world）。科学家们可以把原子气体冷却到绝对零度以上的百万分之一度，量子力学的奇异定律接管了这个神奇的世界。

等离子体是电子和离子组成的导电混合物，它是物质的四种基本状态之一，另外三种基本状态是大家熟知的固体、液体和气体。通常情况下，等离子体是在极热的地方产生的，比如在太阳表面或者闪电之中。

为了制造等离子体，研究团队从激光冷却开始，激光冷却是一种用交叉的激光束捕获和减慢粒子的方法。当原子或离子的能量越少时，它的温度就越低，随机移动的速度也就越慢。

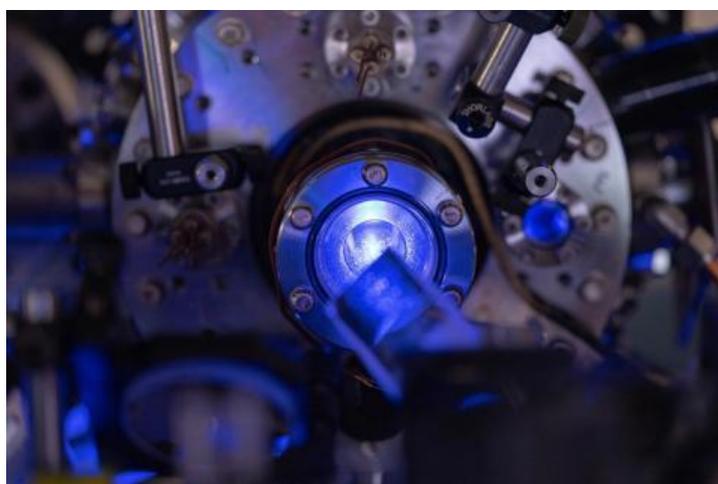


图 8：科学家使用激光来冷却中性等离子体。

激光冷却技术是在 20 世纪 90 年代发展起来的，它可以使原子慢下来，直到它们几乎静止，或者仅仅比绝对零度高几百万分之一度。1999 年，在美国国家标准与技术研究所(National Institute of Standards and Technology)担任博士后期间，Tom Killian 开创了用激光冷却气体制造中性等离子体的电离方法。第二年，当他加入莱斯大学的学院时，他开始寻找一种使等离子体更冷的方法。其中一个动机是实现“强耦合”，这是等离子体中自然发生的一种现象，只有在白矮星和木星中心等非常特别的地方才会发生。

在莱斯大学的实验室里，物理学家们使用了一组 10 束不同波长的激光来冷却中性等离子体。他们首先用一组激光使金属铯汽化，然后用一组交叉的激光束捕获并冷却一团只有孩子指尖大小的铯原子。之后，用脉冲激光产生 10 纳秒的冲击波使超冷气体电离。通过从每个原子中剥离一个电子，脉冲将气体转换成离子和电子组成的等离子体。

电离冲击波产生的能量使新形成的等离子体迅速膨胀并在不到千分之一秒的时间内消散。本周的关键发现是，等离子体形成后，膨胀的离子可以被另一组激光冷却。

通过冷却中性等离子体，研究人员为研究极端环境中的等离子体开辟了新的可能性。通过对超冷等离子体的研究，科学家们希望能够回答有关物质在高密度和低温的极端条件下如何运动的基本问题。

一凡编译自：<https://www.sciencedaily.com/releases/2019/01/190103142241.htm>

## MIT 开发激光卫星作为引导星

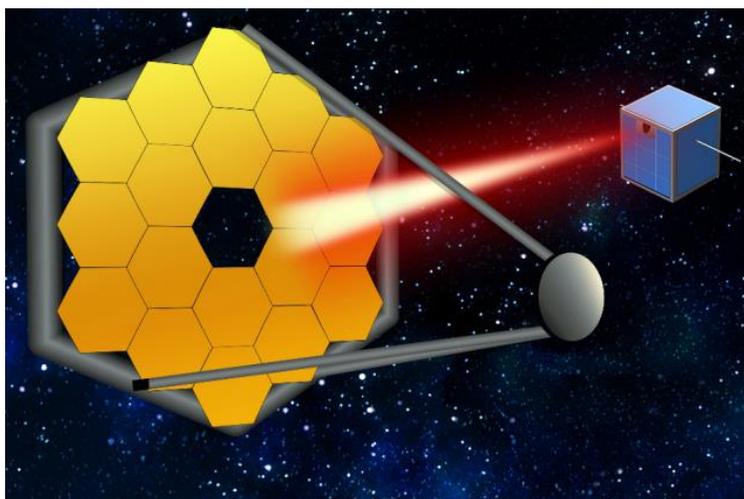


图 9 小型卫星可以跟随并充当“引导星”，将激光指向望远镜以校准系统，以产生更好，更准确的遥远世界图像。

美国国家航空航天局的工程师正在开发下一代太空望远镜的设计，专门用于调查太阳系以外的行星，称为系外行星，其中迄今已确认超过 3900 颗。大多数这些行星都被探测到，因为它们穿过恒星，瞬间阻挡了星光。

这种望远镜设计包括带有多个小镜子的分段望远镜，这些小镜子可以组装或展开，一旦发射到太空，就形成一个非常大的望远镜。例如，美国宇航局即将推出的詹姆斯韦伯太空望远镜是一个分段的主镜，直径为 6.5 米，有 18 个六角形段。预计下一代太空望远镜的宽度可达 15 米，有超过 100 个镜像段。

分段空间望远镜的一个挑战是保持镜段稳定并指向目标外行星系统。这种望远

镜需要配备日冕仪，这种仪器足够灵敏，能够区分恒星发出的光和轨道行星发出的较弱光。但是，任何望远镜部件的最轻微移动都会导致日冕测量结果的中断，并破坏氧气，水或其他行星特征的测量结果。

### 卫星作为引导星

今日，美国麻省理工学院的工程师们提出，配备简单激光器的第二个鞋盒大小的太空船可以在大空间望远镜附近行进并充当导星，在目标系统附近提供稳定、明亮的光线，望远镜可以用作参考指向空间以保持稳定。这项工作刚刚在“天文学杂志”上发表。

使用当今现有的技术，这种激光导星的设计是可行的。研究人员表示，“利用第二艘航天器的激光来稳定系统，可以放松对大型分段望远镜的精确度要求，节省时间和金钱，并允许更灵活的望远镜设计。”

麻省理工学院航空系博士后、论文的主要作者 Ewan Douglas 评论道：“未来，我们或许能够建造一个稍微松软的望远镜，本质上不太稳定，但可以使用明亮的光源来保持其稳定性。”。工作组还包括麻省理工学院航空航天学副教授 Kerri Cahoy，以及麻省理工学院的研究生 James Clark 和 Weston Marlow，以及亚利桑那大学的 Jared Males, Olivier Guyon 和 Jennifer Lumbres。

道格拉斯说：“如果望远镜马达或齿轮的缺陷导致你的望远镜跟踪的速度稍微快一些，那么你可以用眼睛观察十字准线上的导星，并在长时间曝光时慢慢使它保持居中。”

在 20 世纪 90 年代，科学家开始在地面上使用激光作为人造导星，通过在高层大气中激发钠，将激光指向天空，在离地面约 40 英里的地方创造一个光点。然后天文学家可以使用这种光源来稳定望远镜，这可以在天文学家想要指向望远镜的任何地方产生。道格拉斯补充道，“现在我们正在扩展这个想法，但不是将激光从地面指向太空，而是将它从太空中照射到太空望远镜上。”

地面望远镜需要引导星来对抗大气效应，但用于系外行星成像的太空望远镜必须能够抵消系统温度的微小变化以及由于运动引起的任何干扰。太空激光制导星的想法源于由美国宇航局资助的一个项目。

### 最大化稳定性

“这与现在相关的原因是，美国宇航局必须在未来几年内决定这些大型太空望远镜在未来几十年内是否会成为我们的首要任务，”道格拉斯继续说道。“这个决策现在正在发生，就像哈勃太空望远镜在 20 世纪 60 年代发生的决策一样，但它直到 20 世纪 90 年代才开始实施。”

Cahoy 的实验室一直在开发用于 CubeSat 的激光通信，CubeSat 是鞋盒大小的卫星，可以建造并发射到太空，成本只是传统航天器的一小部分。对于最新的研究，

研究人员研究了融入 CubeSat 或稍大的 SmallSat 的激光是否可用于维持大型分段空间望远镜的稳定性,该望远镜模仿 NASA 的 LUVOIR (大型紫外光学红外测量仪),概念设计包括将在太空中组装的多个镜子。

研究人员估计,这样的望远镜必须在 10 皮米以内保持完美静止,以便船上的日冕仪能够精确测量行星的光,而不是它的恒星。

道格拉斯表示,在调查多个外行星系统时,可以在天空中部署,购买和间隔一小部分导星,以帮助稳定望远镜。Cahoy 指出,NASA 的 MARCO CubeSats 最近的成功,支持 Mars Insight 着陆器作为通信中继,证明了具有推进系统的 CubeSat 可以在行星际空间中工作,持续时间更长,距离更远。

一凡编译自: <http://optics.org/news/10/1/8>



-----  
编印: 上海光机所图书馆 联系地址: 上海嘉定清河路390号

邮编: 201800 电话: 021-69918430, 69918197, 69918736

网址: <http://jb.optics.sh.cn>, <http://www.optics.org.cn>

电邮: [lib@siom.ac.cn](mailto:lib@siom.ac.cn) [txl@siom.ac.cn](mailto:txl@siom.ac.cn) [lihaiyan@siom.ac.cn](mailto:lihaiyan@siom.ac.cn)