

2022 4

总 40 期

光电科技  
情报网



# 光电科技快报

Opto-electronics Science  
& Tech Letters

- ▶ 新型显示与 OLED 产业现状浅析
- ▶ 广州十四五规划将打造超高清视频显示产业链
- ▶ 2030 年半导体将成万亿美元产业
- ▶ 上海光机所提出优化光刻胶飞秒激光多光子聚合效率新方案



中国科学院光电情报网工作组

中国科学院光电情报网内参

# 光电科技快报

Opto-electronics Science & Tech Letters

(2022年第4期 总40期)

中国科学院光电情报网工作组

2022.04

### **中国科学院光电情报网介绍：**

中国科学院光电情报网(简称光电情报网)是在中国科学院文献情报系统“学科情报服务协调组”的整体组织和指导下,由中国科学院武汉文献情报中心牵头组建,联合中国科学院光电领域相关研究所、东湖新技术开发区(中国光谷)、国内相关光电企业、省科院联盟相关成员单位,共同搭建的情报研究资源共享及协同服务的非营利性情报研究及服务团体。通过“协同开展情报研究服务、组合共建情报产品体系、促进情报资源交流共享、提升整体情报保障能力”的工作方式,创新院所协同、院地合作的情报研究和服务保障模式,更好支撑中国科学院、地方的发展规划布局,坚实保障各个层面的战略决策、智库咨询、科学研究和产业创新情报需求,从而有效推动光电领域科技进步和产业发展。

### **中国科学院光电情报网工作组：**

组长单位：中国科学院武汉文献情报中心

副组长单位：中国科学院长春光学精密机械与物理研究所  
中国科学院上海光学精密机械研究所  
中国科学院光电技术研究所  
中国科学院合肥物质科学研究院  
中国科学院成都文献情报中心

组员单位：中国科学院西安光学精密机械研究所  
中国科学院海西研究院  
中国科学院光电研究院  
中国科学院国家空间科学中心  
中国科学院国家天文台南京天文光学技术研究所  
中国科学院苏州生物医学工程技术研究所  
中国科学院上海技术物理研究所

特邀单位：安徽科学技术研究院  
安徽光电技术研究所

# 目 录

|   |           |
|---|-----------|
| <b>特别关注</b> .....                       | <b>2</b>  |
| 新型显示与 OLED 产业现状浅析 .....                 | 2         |
| <b>战略规划</b> .....                       | <b>9</b>  |
| 美日合作制定 6G 标准，或将促使中欧再次合作 .....           | 9         |
| 广州十四五规划将打造超高清视频显示产业链 .....              | 10        |
| <b>行业观察</b> .....                       | <b>12</b> |
| 2030 年半导体将成万亿美元产业 .....                 | 12        |
| 汽车半导体市场将高速增长 .....                      | 12        |
| 通快推出新一代 TruMicro 超短脉冲激光器（USP）全新系列 ..... | 14        |
| <b>研究进展</b> .....                       | <b>17</b> |
| 斯坦福团队研发出低成本新型激光雷达系统，商用潜力巨大 .....        | 17        |
| 西安交大电光晶体研究成果在《科学》发表 .....               | 18        |
| 美国海军演练高探测度高能激光武器 .....                  | 20        |
| 上海光机所提出优化光刻胶飞秒激光多光子聚合效率新方案 .....        | 22        |

本期责编：胡思思

本期编辑：李海燕（上海光机所） 朱立禄（长春光机所） 王亚军（西安光机所） 张甫

（安徽光机所） 章日辉 曹 晨 刘美蓉 杨子意

**联系电话：027-87199007 87199372**

# 特别关注

## 新型显示与 OLED 产业现状浅析

显示产业是我国电子信息产业的基石之一，也是信息领域为数不多的每年千亿美元级的产业，带动力和辐射力极强，吸引了国内外众多研究机构、企业的目光，成为了电子信息产业领域竞争的新高地。

随着科学技术的发展，我国的 OLED（有机发光显示）技术有了很大进展，OLED 产业是指有机半导体材料在电场作用下发光的技术，是最有发展前景的新型显示技术之一，也是国际上高技术领域的一个竞争热点。

### 1. 新型显示产业

#### 1.1 新型显示技术与现状

新型显示技术是指基于芯片及器件控制、使用新型光电子材料的图像高清再现技术，其产品广泛应用于可穿戴设备、车载显示、虚拟现实等领域。随着阴极射线管显示（CRT）逐步被平板显示（FPD）取代，新型显示目前主要包括薄膜场效应晶体管液晶显示器（TFT-LCD）、量子点显示、电子纸显示（E-paper）、有机发光二极管显示器（OLED）、场发射显示器（FED）等。相比 CRT，新型显示具有薄、轻、功耗小、辐射低、无闪烁等优点。智能手机与各种大屏显示设备广泛使用的今天，在材料性能与制备成本的综合市场选择下，目前 LCD 与 OLED 在新型显示市场中占有率最高。

2020 年，我国在新型显示产业领域投资超过 1.3 万亿元，已建成 6 代及以上面板生产线 35 条，实现直接营收 4460 亿元，同比增长 19.7%，全球占比达到 40.3%，增长速度和市场占有率均处于全球首位，全球显示产业正加速向我国转移，新型显示已经成为我国后续发展的优势产业，在我国国民经济中占有重要的战略地位。

#### 1.2 新型显示产业集群

近年来，我国新型显示产业发展迅速，产业链条逐步完善，集聚发展态势愈加明显，已初步形成了京津冀地区、长三角地区、东南沿海地区以及中西部地区产业发展格局，四大地区在新型显示产业发展过程中形成了“龙头企业—重大项目—产业链条—产业集聚—产业基地”的集群发展。

表 1 新型显示产业集群

| 区域    | 城市   | 详情  |
|-------|------|---|
| 京津冀地区 | 北京   | 北京经开区新型显示产业形成了“运进石英砂运出数字电视整机”的产业链条，拥有以京东方为龙头，康宁、冠捷、住友化学、德为视讯等配套企业聚集的数字电视产业园；同时吸引了国家超高清电视应用创新实验室落户，启动规划建设经开区视听产业园，将吸引涵盖核心元件及硬件终端研发、网络传输、平台应用和内容创意等关键环节的高精尖项目落地，培育超高清视听产业生态链，打造 5G 产业应用新高地，建设国际视听产业园、视听政策的策源地   |
|       | 河北固安 | 中国新型显示产业杰出的区域代表，新型显示产业集群已形成了年产手机用显示模组 1.5 亿片、OLED 发光材料 3 吨、彩色光阻产品 3 千吨、AMOLED 玻璃基板 36 万片的产能规模。拥有以京东方、维信诺、鼎材科技、翌光科技、通嘉宏盛、廊坊明友等龙头企业为首的新型显示企业 52 家，产业集聚效应突显，产业总投资超过了 300 亿元<br><b>重点项目：</b> 京东方（触控一体化显示模组项目）；维信诺（第 6 代全柔 AMOLED 生产线）   |
| 长三角地区 | 安徽合肥 | 合肥新型显示产业整体规模在国内居于第一方阵，创新能力、本地化配套水平均在国内居于领先水平。2020 年，合肥平板显示及电子信息产业增速达 25.9%，产值超过 2000 亿元。截至目前，合肥新型显示产业集聚企业超过 120 家，汇聚了京东方、彩虹、乐凯、康宁、三利谱、力晶科技、住友化学、法液空等一批具有国际影响力的龙头企业。建成三条 TFT-LCD 量产线、一条打印 OLED 试验线及一条硅基 OLED 小尺寸线。在建一条柔性 AMOLED6 代线。形成了涵盖上游装备、材料、器件，中游面板、模组以及下游智能终端的完整产业链<br><b>部分扩产项目：</b> 宝明科技（2021 年，新型显示智能制造基地，投资额 15 亿元；中尺寸背光源建设项目，投资额 6.21 亿元；液晶面板玻璃深加工项目，投资额 3.43 亿元）；长阳科技（2021 年，光学级功能膜基膜及深加工一体化项目，投资额 12.24 亿元） |
|       | 江苏南京 | 江苏南京经开区是我国平板显示重要生产基地，被誉为“液晶谷”。目前已集聚了韩国 LG 电子、LG 显示、日本夏普、京东方、中电熊猫、杉金光电等龙头企业，新型显示企业达 100 余家。在产业链方面从上游材料器件、中游面板模组到下游应用形成较为齐全的产业链条。新型显示年产值超过 1000 亿元，拥有夏普全球研发中心等市级以上各类企业研发机构 76 家，国家级企业技术中心 1 个，光电类新型研发机构 5 家   |
|       | 江苏昆山 | 在原材料领域，集聚了旭硝子玻璃、东旭光电、之奇美材料等；在面板领域，拥有龙腾光电、友达光电、维信诺、国显；在整机制造领域，拥有康佳、天乐、仁宝；在设备制造领域，拥有东电、之富士等。其中，国显、友达光电、龙腾光电三家面板企业技术先进，分别代表着有机发光体 AMOLED、非晶硅 TFT-LCD、低温多晶硅（LTPS）领域国内最高水平，并且都已经具备量产能力<br><b>江苏省部分扩产项目：</b> 弘凯光电（集成智慧光源项目，投资额 10 亿元）；合丰泰科技集团（尊绅科技柔性显示模组项目，投资额 50 亿元）；港信光电（第三代半导体器件生产项目，投资额 10 亿元）；聚灿光电（高光效 LED 芯片扩产升级项目，投资额 5 亿元）  |
|       | 上海   | 上海市金山工业区围绕龙头企业和辉光电，整合了上游材料、设备、组件，下游智能终端应用等产业链环节，已集聚了奥来德、升翕、繁枫、精坤、纹昕、九山电子等上下游配套项目 22 个，整个产业链项目投资 470 亿元。和辉光电是国内  |

|       |    |  |
|-------|----|--|
|       |    | <p>首家专注于中小尺寸高解析 AMOLED 显示屏研发和生产的高新技术企业，目前占据国内智能可穿戴领域 AMOLED 屏 80% 的市场份额</p> <p><b>部分重点扩产项目：</b>沈阳芯源（前道 ArF 光刻工艺与清洗机设备生产项目，投资额 6.4 亿元）</p>  |
| 东南沿海  | 深圳 | <p>深圳新型显示产业发展过程中形成了“龙头企业-重大项目-产业链条-产业集聚-产业基地”的集群发展模式。光明科学城则是深圳新型显示重要发展园区，集聚了 TCL 华星光电、天马微电子、旭硝子、盛波光电等龙头企业。TCL 华星光电作为其“产业航母”，拉动下游配套产业链发展。目前，光明科学城已形成了完整的液晶显示产业链集群，上游原材料生产环节包括三利谱科技、日东光学、旭硝子等；中游液晶显示面板及模组生产企业包括华星光电、莱宝高科及华映显示等；下游品牌制造商包括大量的电视、手机和平板电子产品制造企业等</p> <p><b>部分重点扩产项目：</b>国显科技（新型显示研发生产基地项目，投资额 4.55 亿元）；华星光电（TCL 先进半导体显示生产项目，投资额 18 亿元）</p>   |
|       | 广州 | <p>广州作为国内现实企业聚集地之一，吸引了包含 LGD、维信诺、超视堺等企业的入驻。随着多家龙头企业生产线建成投产，广州市新型显示产业产值加速提升至千亿级。近年来广州初步形成覆盖摄录编播的超高清视频全产业链、超视堺 10.5 代 TFT-LCD 显示器生产线项目、维信诺（广州）全柔 AMOLED 模组生产线、LGD Display 广州 OLED8.5 代线、华星光电广州 8.5 产线项目、LG 化学偏光片项目等战略性新兴产业项目陆续建设和投产，让广州成为拥有四种显示技术类型产线的城市</p> <p><b>部分重点扩产项目：</b>国显科技（新型显示研发生产基地项目，投资额 4.55 亿元）；华星光电（第 8.6 代氧化物半导体新型显示器件生产线项目，投资额 350 亿元）</p>   |
|       | 厦门 | <p>光电显示产业已成为厦门工业领域规模最大的产业。2020 年，厦门广电显示产业实现产值 1500.7 亿元，规上企业高达 162 家。目前，厦门火炬高新区平板显示产业已形成覆盖 LED、玻璃基板、面板、模组、液晶显示器、整机等较为完整的产业链布局，拥有天马、友达、冠捷、宸鸿等多家百亿元级的龙头企业。近年来，火炬高新区相机引进电气硝子玻璃基板、天马第 6 代柔性 AMOLED 生产线项目、隆利科技新型显示智能制造基地等项目，为产业链向价值链高端迈进积蓄发展动能。厦门火炬高新区电子信息（光电显示）连续两年获评国家新型工业化产业示范基地最高等级“五星级”</p> <p><b>部分重点扩产项目：</b>厦门电气硝子（8.5 代及以上的液晶玻璃基板和下一代显示器用玻璃基板项目，投资额 6.5 亿元）；隆利科技（隆利新型显示智能制造基地项目，投资额 13.75 亿元）</p>  |
| 中西部地区 | 成都 | <p>作为成都电子信息产业主阵地，2020 年成都高新区新型显示产业重点企业产值达到 322 亿元，同比增长 11.8%，成为全国重要的新型显示及中小尺寸面板生产基地。在京东方、天马、维信诺等龙头企业的带动下，聚集了产业上下游企业 50 余家，形成了上游原材料、中游显示面板到下游终端生产的全产业链。在关键材料方面，中光电、冠石科技、路维光电等企业可为玻璃基板、液晶材料、掩膜版等提供配套材料；在下游应用方面，长虹、富士康、联想等企业形成了平板电视、笔记本电脑等终端市场。目前，成都高新区已相继建成京东方国内首条、全球第二条已量产的第 6 代柔性 AMOLED 生产线，出光兴产全球第三个、国内首个 OLED 发光材料制造基地，路维光电国内收条 G11 代掩膜版产品生产线等，在 AMOLED 柔性显示、无屏显示等细分领域处于全球行业领先地位，是中国柔性显示的主要研发生产基地</p> <p><b>部分重点扩产项目：</b>京东方（车载显示基地项目，投资额 25 亿元）；三维大川</p> |

|      |  |
|------|--|
|      | (液晶面板精密电子部件包装新型材料研发、生产基地及集团中部项目, 投资额 5.6 亿元)   |
| 武汉   | 武汉光谷是我国最大的中小尺寸显示面板聚集区, 50 多家新型显示产业企业总投资近千亿元, 聚集了天马微电子、华星光电、精测电子、鼎龙股份、尚赛光电、康宁等一批优质企业, 涵盖了玻璃基板、发光材料、检测设备、工业气体等环节, 形成了完整的新型显示面板生产线。其中, 华星光电成为湖北首家产值超百亿元的半导体显示面板企业, 并以 20% 的市占率位居全球第二, 成为全球最大的 LTPS 单体工厂<br><b>部分重点扩产项目:</b> 华星光电 (第 6 代 LTPS 半导体新型显示器件生产线项目, 投资额 150 亿元); 创维 (MiniLED 显示产业园项目, 投资额 35 亿元) |
| 重庆巴南 | 重庆巴南经济区是重庆唯一的市级特色平板显示产业基地, 园区集聚了惠科金渝、汉朗光电、惠科金扬等液晶材料、整机为代表的上下游企业 25 家, 打造了从液晶材料、光电器件、玻璃基板、液晶面板、液晶显示模组再到整机等全产业链。当前已形成以惠科金渝光电液晶面板第 8.6 代线项目、惠科千万台液晶显示器、汉朗光电液晶混晶新材料、晶朗光电高液晶精密光电器件、惠科显示模组为代表的新型显示产业集群<br><b>部分重点扩产项目:</b> 莱宝科技 (新型显示器件研发中心和扩建新型电容式触摸屏生产基地, 投资额 3.5 亿元)                                      |

### 1.3 新型显示产业链

新型显示产业链涉及的上游供应材料、设备, 中游产品以及下游的应用领域较多, 具体以新型 LCD 与 OLED 产品的供应链进行阐述。相比传统液晶显示器, 新型 LCD 由 TFT 阵列控制电流进行色彩与明暗度调节, 与 OLED 一起占据新型显示产品市场的大半壁江山。

新型显示产业链上游包括原材料生产以及设备制造: 原材料包含显示面板的核心材料 (LCD 面板的液晶材料、OLED 面板的有机发光材料、ITO 导电膜、偏光片等)、衬底材料与显示玻璃 (柔性 PI 膜、玻璃基板等)、面板关键部件 (FPC、背光源、驱动芯片) 以及工艺核心材料 (光刻胶、电子特种气体、靶材、湿电子化学品以及封装材料等)。关键设备主要有清洗设备、曝光显影设备、刻蚀设备、蒸镀设备、灌晶设备等。

产业链中游包括新型显示制造与产品。新型显示模组的生产技术壁垒集中在显示器件的制造, 尤其是 TFT 阵列与 OLED 驱动芯片的制造, 封装与组装过程中有大量企业帮助品牌面板制造商从事代加工业务; 新型显示主要产品包括新型 LCD 面板 (TFT-LCD)、新型 LED 面板 (AMOLED、PMOLED、量子点自发光显示 QLED、微米 / 次毫米发光二极管显示 Micro / MiniLED)、其他新型显示



（3D 立体显示面板、激光投影显示 LDT、彩色电子纸 E-paper）及各类行业显示模组（工业显示模组、车载显示模组等）。

产业链下游为新型显示的应用领域，包括消费电子（智能手机、平板电脑、智能电视、可穿戴设备等）与商用显示两大块。

## **2.OLED 产业上游浅析**

OLED 产业涉及的主要原材料包括玻璃或塑料基板、有机材料、湿化学品、特种气体、金属靶材、封装材料、偏光片、驱动 IC 等；关键设备包括 PECVD、Sputter、曝光、显影、蚀刻、结晶化、离子注入、蒸镀、封装等。此外，光刻和蒸镀用掩膜版也是 OLED 产业非常重要的配套零组件。

从全球来看，目前 OLED 产业的上游配套已比较完善，参与企业众多，但核心材料和关键设备大部分掌握在日本、韩国、美国、欧洲企业的手中，如有机发光材料、玻璃基板、封装材料等由日、美、欧企业垄断；曝光机、蚀刻机、结晶化炉、蒸镀机等关键设备则被日、美、韩企业牢牢掌握。我国企业在 OLED 上游产业链虽然有一定布局，但未掌握部分关键技术，除了几个龙头企业集聚区，大多本地化配套能力弱，也就是说我国的 OLED 产业链建设还有待完善。

### **2.1 国外 OLED 关键材料与设备**

OLED 面板产业的发展与 OLED 上游原材料和设备的发展相互促进和制约。我国由于目前材料和设备的发展不足，导致 OLED 技术商业化应用的成本依然很高，性能也与预期存在差异。OLED 产业化路线的多样性，要求关键材料和设备的研发同样要多方向发展，这在一定程度上加大了材料和设备的商业化难度。例如，有机发光材料决定了 OLED 产品的制造技术，而它又分成小分子和高分子，两者对关键设备的要求不尽相同；再如，LTPS 和氧化物两种主要 TFT 技术所需设备及原材料包括对 OLED 后段制备工艺的影响也各不相同。尽管如此，由于 OLED 作为新一代显示技术，在巨大的市场前景的吸引下，全球众多知名的材料企业及设备企业均持续不断的加大研发投入，因此全球近几年各项技术取得了很快的发展。

日本在 OLED 关键材料和设备等配套方面占有绝对领先地位，他们在 OLED 技术及产业化的研发中长期投入，掌握大量核心技术，配套能力更是全球领先。如住友化学是全球知名的有机发光材料供应商，旭硝子是全球 OLED 玻璃基板的主要供应商，Nikon 尼康占据 OLED 用光刻机全球市场份额 90%，ULVAC 则占有接近 70% 的 PECVD 设备市场份额，TOKKI 是全球 OLED 蒸镀设备的主

要供应商。

韩国在 SAMSUNG、LGD 的带动和大力支持下，产业配套能力显著提高，目前仅次于日本，SAMSUNG 和 LGD 积极采购本土企业产品，带动相关企业发展，有机材料除红绿蓝掺杂材料外，大多数材料来自本土企业。另一方面 SAMSUNG 和 LGD 通过与国内设备企业合作，共同开发包括结晶化、蒸镀、真空物流、封装及自动化系统等核心设备和集成技术，成功建立本地设备供应链，为 AMOLED 的产业化奠定了坚实基础。

表 2 OLED 核心材料全球供应商

| 材料种类                         | 主要供应商   |
|------------------------------|---|
| 玻璃基板                         | 美国: Corning; 日本: AGC、NSG、NEG、Geomatech、Kuramoto   |
| HIL 空穴注入                     | 韩国: Duksan Hi-Metal、LG Chem; 日本: Hodogaya、Idemitsu Kosan、NSC; 德国: Merck、Novaled; 美国: Kodak、DuPont   |
| HTL 空穴注入                     | 韩国: Duksan Hi-Metal、Cheil Industries、Doosan Electronics、LG Chem; 日本: Hodogaya、Idemitsu Kosan、NSC、Tokyo Ink; 德国: Merck、Novaled; 美国: Kodak、DuPont |
| EIL 电子注入                     | 韩国: Cheil Industries、LG Chem; 日本: Toray、Idemitsu Kosan、NSC; 德国: Merck、Novaled; 美国: Dow Chemical、DuPont  |
| Red Dopant/Host<br>红光客体/主体   | 日本: Mitsubishi Chemical、Idemitsu Kosan、NSC、Toray、Tokyo Ink; 美国: Dow Chemical (Gracel)、DuPont、Kodak、UDC; 德国: Merck、Novaled                       |
| Green Dopant/Host<br>绿光客体/主体 | 韩国: Duksan Hi-Metal、Doosan Electronics; 日本: Idemitsu Kosan、NSC、Tokyo Ink; 美国: Kodak、UDC; 德国: Merck、Novaled                                      |
| Blue Dopant/Host<br>蓝光客体/主体  | 韩国: SFC、Dongwoo Fine-Chem、Daejoo EM; 日本: Idemitsu Kosan、NSC、Hodogaya; 美国: Kodak、UDC; 德国: Merck、Novaled  |
| Dessicant 干燥剂                | 意大利: Saes Getters; 日本: Dynic; 美国: Gore-tex  |
| Sealant 封装胶                  | 日本: NSG、Nagase、Kyoritsu; 韩国: Nanonix  |
| Shadow Mask 金属<br>掩膜版        | 日本: DSP、Mitani; 韩国: Ambistencils  |

## 2.2 国内 OLED 关键材料与设备

相比关键材料，在 OLED 关键设备方面，国产化率低、替代空间大、难度大。具体而言，中国 OLED 设备厂商较少，研发方向也单一，支具有生产低世代线、小尺寸的 OLED 生产线的后段设备和部分清洗设备的能力，核心设备例如 PECVD、结晶炉、离子注入机、刻蚀机、蒸镀机仍然依赖进口。设备制造能力薄弱也是我国 OLED 整套设备的系统化技术落后，成为我国 OLED 产业发展的关键制约因素。

### 3.小结

在目前各种新型显示技术中，OLED 技术最具综合优势。AMOLED，尤其是柔性 AMOLED 是显示产业非常具有魅力的发展方向。从全球 OLED 产业的发展来看，大家面临着同样的技术问题和瓶颈，具体如下：

- 改善生产工艺和生产设备，提高良率，降低成本；
- 突破低温多晶硅、金属氧化物等 TFT 技术及有机成膜技术的瓶颈，实现高 ppi、大尺寸 OLED 显示屏的产业化；

- 开发新型高效有机半导体材料，改进器件结构，提高发光效率，降低功耗；
- 改进封装技术，提高器件的寿命和稳定性。

信息来源：火石产业大脑、OFweek 显示网

# 战略规划

## 美日合作制定 6G 标准，或将促使中欧再次合作

据悉在今年初美国和日本决定合作制定 5G 标准之后，双方正在加速推进这一计划，预期最快在 2024 年共同推出一个 6G 标准，此举或许将会促使中国和欧洲再次合作制定 6G 标准，此前中欧就成功在 4G 标准上合作最终取得了成功。

### 一、中欧合作制定 4G 标准

早在 2004 年的时候，在 3G 商用还在推进的时候，中国和欧洲就已经定下了共同合作制定 4G 标准的决定，此后双方共同推进了 LTE，欧洲推动 LTE-FDD 延续 WCDMA 专利，中国则将 TD-SCDMA 的部分专利延续到 TD-LTE。

当时的美国推出了两个 5G 标准，分别是高通力推的 UMB 和 Intel 推出的 wimax 标准。高通推出的 UMB 原名叫 CDAM Rev.C，从名字就可以看出它以 CDMA 技术为核心技术，希望延续高通在 CDMA 技术上的专利垄断优势，后来 UMB 被发现存在重大技术缺陷而不了了之。

Intel 力推的 wimax 则由 WiFi 技术演进而来，美国为了扶持 wimax 标准可谓竭尽全力，在 3G 标准已经定稿数年之后，wimax 还是被塞入了 3G 标准之中，美国希望通过在 3G 时代就商用 wimax 提前取得先机，当时亚洲地区也有不少企业支持 wimax，这些亚洲企业都付出了代价，原因是 UMB 失败后的高通考虑到自己在 CT 技术上的利益选择支持 wimax 的对手 TD-LTE，而且这也有利于统一 4G 标准，wimax 最终被 TD-LTE 击败。

可以说在 4G 技术标准上，中欧合作达到了共赢，它们的企业由此从中获取了巨大的回报，爱立信、诺基亚等欧洲企业、华为和中兴等中国企业在 4G 标准中都获得了不小的话语权，大幅削弱了美国企业对 4G 标准的影响力。

值得注意的是美国的高通同样从中获得了厚报，因为高通提前收购了拥有 OFDM 技术的 Flarion 公司，OFDM 技术是 4G 核心技术之一，同时当时 3G 与 4G 长期共存，高通通过强调 3G 和 4G 专利捆绑的方式依然延续了高通专利费收费模式。

### 二、中欧合作制定 6G 标准对双方都有利

去年日本分析机构分析了全球各个经济体申请的 6G 专利数据，发现中国申请的 6G 专利最多，占有 40.3% 的份额，其次是美国占有 35.2% 的份额，再次是

日本占有 9.9% 的份额，中国在 6G 专利上提前布局，可望继续引领 6G 技术优势。

正是由于中国在 6G 技术上的优势，促使美国和日本选择合作，它们希望通过抱团的方式在 6G 标准上取得话语权，从上述分析数据可以看出美国和日本合计占有 6G 专利的 45.1%，超过了中国，显然它们共同合作有助于取得专利领先优势。

面对日美合作，中国就需要找一个合作伙伴，显然欧洲是一个不错的合作伙伴，而且双方在 4G 标准上曾成功牵手，这都让双方有合作的基础。从专利份额可以看出，欧洲占有 8.9% 的份额，它与中国合计占有 49.2% 的份额，超过了美日的专利份额，双方合作可以达到共赢。

同时对于欧洲来说，这十多年，欧洲在芯片、互联网科技等方面都被美国压制，影响了欧洲科技行业的发展，欧洲甚至为此多次对美国的谷歌、苹果等发起反垄断调查，都是忧虑美国科技互联网企业的强势影响了欧洲当地科技互联网企业的发展。如此欧洲当然更不希望在 6G 技术上落后，而与占有优势的中国合作可以为它增加更多话语权，以在 6G 标准博弈中获得优势。

可以说欧洲和中国合作是非常有利的事情，这将有助于制衡美日在 6G 标准上的话语权。就市场来说，全球三大最具价值的通信设备市场份额是美国、欧洲和中国，欧洲和中国合作的话双方形成的市场规模也远超美国和日本，这都有助于争取 6G 标准话语权。

正是基于这些原因，柏铭科技认为中国和欧洲考虑到各自的需求，以及制衡美国和日本的需要，双方再次合作制定 6G 标准非常有必要，如此才能在 6G 标准中形成平衡，让 6G 标准达到共赢，而不至于让美国再次独大。

信息来源：柏铭

## 广州十四五规划将打造超高清视频显示产业链

4 月，广州市人民政府办公厅印发了《广州市战略性新兴产业发展“十四五”规划》的通知，具体通知如下：

打造超高清视频显示产业链，以新一代显示技术研发与产业化为重点，推动主动矩阵有机发光二极管、柔性显示、3D 显示、激光显示、低温多晶硅（LTFS）、曲面显示、透明显示、全息显示等新型显示技术研发，持续扩大低温多晶硅和氧化物液晶面板生产能力，积极拓展规模应用市场，打造全国领先的高端显示基地。

薄膜晶体管-液晶显示器（TFT-LCD）重点推进产业技术升级和产业链优化

布局，增强中下游面板、模组及终端产品生产能力，加强上游显示材料、元器件核心技术及关键生产工艺的引进和研发，加快掌握低温多晶硅（LTPS）和氧化物（Oxide）等新一代显示量产技术，推动 TFT-LCD 向高分辨率、低能耗、轻薄、曲面等方向发展。

有机发光二极管（OLED）重点突破被动式有机发光（PMOLED）、主动式有机发光（AMOLED）柔性显示关键技术，推动大尺寸 AMOLED 面板量产，推进印刷显示技术、工艺及材料革新。

推动新型显示全面联动发展。大力拓展超高清视频技术在影音、动漫、互动娱乐、远程医疗、教育等领域的应用，积极发展超高清视频领域的数字内容服务业，支持超高清视频信息服务业发展，形成研发创新、融资、专利标准、商务服务于一体的超高清视频显示产业链。

在先进半导体材料和新型显示材料方面，重点发展有机空穴传输材料、有机光取出材料、有机半导体光伏材料，加快氮化镓材料、光刻胶、无氰电镀液、掩膜版等半导体材料研究，加大偏光片、玻璃基板、封装材料、聚酰亚胺液晶取向剂等显示材料的研发和推广应用力度。

重点发展超高分子量聚乙烯纤维、液晶聚合物纤维、聚对苯二甲酸丙二醇酯纤维、高性能芳纶等高性能纤维产品。加快发展中高端锂离子电池隔膜、聚氟乙烯（PVF）和聚偏氟乙烯（PVDF）背板膜、薄膜晶体管-液晶显示器（TFT-LCD）用偏光片等功能性膜材料。

此外，还将激发数字创意产业新活力。推动文化与科技融合发展，着力推进 5G、人工智能、虚拟现实（VR）/增强现实（AR）等新技术深度应用，构建游戏、电竞、动漫、网络、影音等产业生态圈，培育一批具有数字创意头部企业和精品 IP，打造“动漫游戏产业之都”“全国电竞产业中心”和文化科技产业“硅谷”。

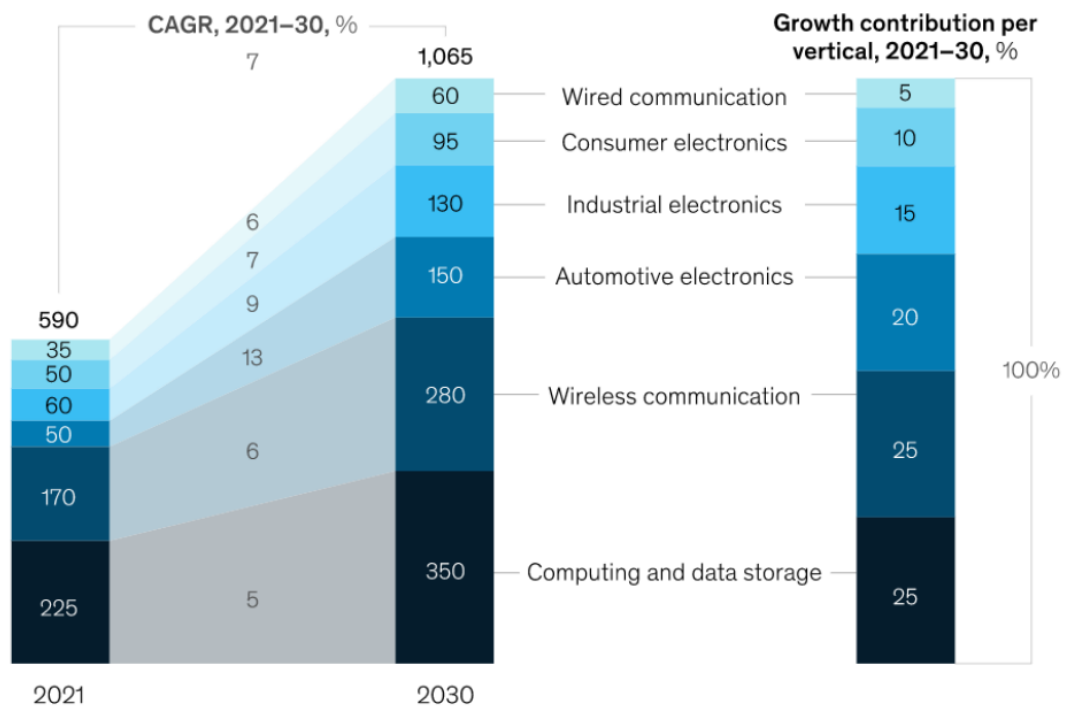
信息来源：广州市人民政府

# 行业观察

## 2030 年半导体将成万亿美元产业

麦肯锡咨询日前发布分析称，半导体市场到 2030 年将维持每年 6-8% 的年化增速，总体市场规模将超过一万亿美元。麦肯锡对 48 家半导体上市公司的分析显示，假设息税前利润率为 25% 至 30%，当前股票估值已经计入了 2030 年营收增速 6-10% 的预期。

Global semiconductor market value by vertical, indicative, \$ billion



Note: Figures are approximate.

具体到细分市场，麦肯锡看好汽车、计算和数据存储、无线三大领域，认为将支撑 70% 的未来增长。

其中最具潜力的市场是汽车电子，麦肯锡预计到 2030 年，电动汽车单车半导体价值量约为 4000 美元，而传统燃油车则为 500 美元，电动化潮流将使车用半导体占到总体市场的 13-15%。

信息来源：麦肯锡

## 汽车半导体市场将高速增长

Omdia 的半导体咨询总监杉山和弘在 4 月初的 SEMI Japan 的网络研讨会上公布了“半导体行业趋势预测”。重点关注汽车和车载半导体行业的主题。

他首先指出，全球汽车产量预计将在 2021 年同比增长 2.5%，在 2022 年同比增长 10%，到 2025 年的复合年增长率（CAGR）为 2.1%。未来，电动汽车转型将加速，到 2025 年市场规模将翻两番。

如果按地区/国家划分的汽车产量预计将推动汽车的增长，中国的复合年增长率为 3.6%，亚洲（不包括日本和中国）为 2.7%。另一方面，日本预计将以负 0.5% 的复合年增长率下降。

在他们看来，预计 2021 年后车载 ECU 将继续增长，自动驾驶和电动汽车驱动市场，到 2025 年的复合年增长率为 3.2%。

同样地，车载半导体市场预计将在 2021 年之后继续增长，到 2025 年以 15.8% 的复合年增长率增长。汽车半导体在所有类别中都将以两位数的速度增长。销售额最高的品类是模拟，但增长率最高的品类是内存和逻辑器件，预计这两个品类的复合年增长率都在 22%。

Omdia 表示，他们在 2021 年初对汽车零部件的需求超出了 Omdia 的预期，也超过了代工厂的车载半导体产能。大部分代工厂已最大限度地利用并优先配置汽车半导体，因此 300mm 制造的汽车零部件产能短缺的情况在 2022 年第三季度后可能会得到缓解。200mm 晶圆厂的产能仍处于困境中。尤其是高压功率半导体，预计 2022 年仍将处于困境。未来，某些设备将不可避免地出现间歇性短缺。

按类别划分的车载半导体销售趋势和预测（单位：百万美元）。2025 年列出的百分比是 2020 年至 2025 年每个类别的复合年增长率（来源：Omdia）。

对于代工业务，杉山先生表示，“2021 年是代工为了满足市场需求和扩大产能而进行高额投资支出的一年，但大部分扩大的产能是在 2022 年，下半年才有货。”产能扩张主要集中在 300mm 晶圆线。从 2022 年下半年开始，使用 300mm 晶圆制造的产品预计将缓解短缺。

28nm 和 40nm 等传统线可能会产能过剩，他说。

截至 2021 年第四季度，整个半导体行业的库存收入高于 2021 年第二季度，因此我们有库存储备。另一个值得注意的迹象是，随着库存开始放缓，市场需求开始疲软。

Omdia 预测，2025 年汽车半导体市场将增长到超过 800 亿美元

车载半导体市场受新冠疫情影响持续供不应求，但供应正在逐步恢复，受车



市回暖等影响，如上文所说，该市场的年复合增长率（CAGR）将保持双位数增长。到 2025 年将增长到超过 800 亿美元。

过去十年，随着电动汽车（BEV）销量的增加以及对高级驾驶辅助系统（ADAS）和信息娱乐和远程信息处理（I&T）系统的需求增加，汽车半导体负载在过去十年中一直呈上升趋势。E/E（电气/电子）的重叠也正在实现快速增长。

Omdia 的汽车半导体高级研究分析师 Sang Oh 表示：“平均 BEV 产生的半导体销售额是传统内燃机汽车的 2.9 倍。”除了摄像头模块等 ADAS 应用外，转型等 I&T 应用从模拟或混合设备集群到数字集群也在推动半导体内容的增长。“

受新冠疫情影响的汽车行业从 2020 年第三季度开始逐步恢复，虽然 2021 年供应链中断，但生产汽车数量较前一日增长 2.5%，小幅增长 Omdia 估计汽车半导体市场同比增长 28.6% 至 516 亿美元，尽管增速高于上一年。

对于这样的背景，他们表示，“除了由于供应限制和电子设备制造商导致汽车半导体的平均售价上涨外，汽车半导体市场的增长率超过了整个行业的增长率。因为厂商们除了常规库存外，还订购并增加了安全库存。”

*资料来源：Omdia*

## 通快推出新一代 TruMicro 超短脉冲激光器（USP）全新系列

4 月 27 日，德国通快集团（TRUMPF）在慕尼黑光博会上发布了其新一代 TruMicro 超短脉冲激光器（USP）中的两个全新系列——TruMicro 6000 和 TruMicro 2000，这两个系列采用了新的技术平台，以提高功率和灵活性。超短脉冲激光器在电子制造业中被频繁使用，它们被用于生产印刷电路板、显示器等。

“通过我们这两个全新系列的 TruMicro 激光器，我们正在扩大我们的微加工产品组合，并提供满足市场上更高要求的解决方案，”通快负责 TruMicro 激光器的产品经理 Steffen Rübling 说，“借助于强大的红外激光器，我们能够将 TruMicro 2000 和 TruMicro 6000 转换为绿光和紫外波长，同时保持高光束质量。这使我们能够提供最适合客户使用的 USP 激光器。新一代 TruMicro 2000 的功率为 100 W，是市面上最大功率的工业超短脉冲光纤激光器之一。TruMicro 6000 具有更高的性能，可在飞秒范围内的脉冲下提供高达 200 W 的功率。”

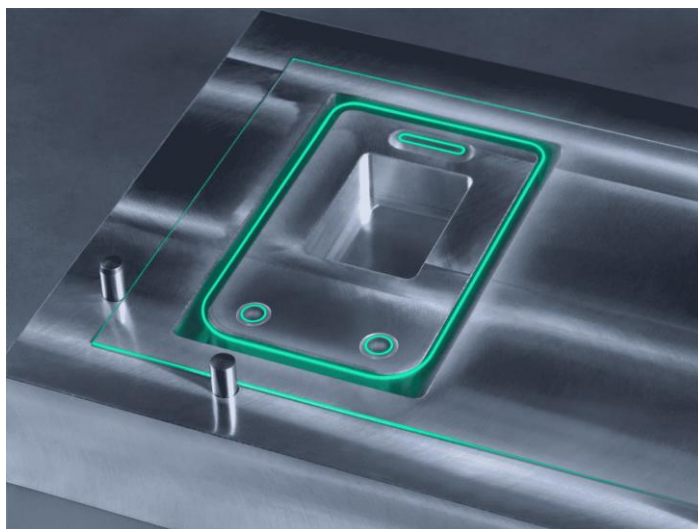


图 1 使用 TruMicro 系列激光器进行冷加工不会对脆性材料产生额外热影响

### 基于创新板条技术的 TruMicro 6000 系列

基于板条技术,新一代 TruMicro 6000 可满足从切割到钻孔的不同加工需求,适用于多个行业。其增益介质因看起来像一块瓦片或板而得板条。激光穿过板条,在其两个端面之间以“之”字形穿行。板条的优点在于这种增益介质非常有利于冷却,使得高重复率的高脉冲能量成为可能。这是一种拥有几毫焦的脉冲能量的工具,可用于加工厚度达 6 mm 的玻璃,比如在玻璃上钻孔。

超短脉冲减少了高度敏感材料的热应力。高峰值的脉冲功率水平保证了最佳质量与最大生产力相匹配。

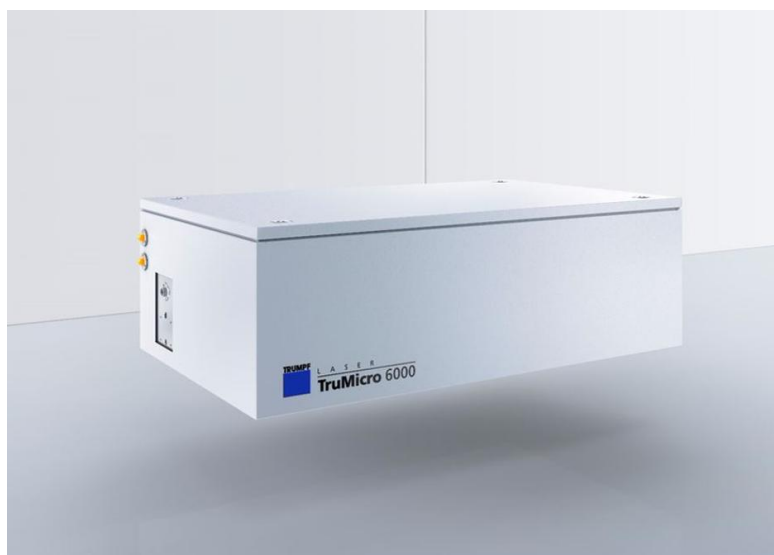


图 2 基于创新板条技术的 TruMicro 6000 系列

### TruMicro 2000——一个用途极为广泛的工具

新一代 TruMicro 2000 以高达 100 W 的平均输出功率在同类产品中脱颖而出。其高功率加速了加工过程。基于光纤技术的 TruMicro 2000, 其参数如脉冲

持续时间、重复率和脉冲能量可在几毫秒内变化调整，以适应广泛的使用情况。单个脉冲的能量和持续时间保持非常稳定。这些脉冲可用于多种用途，例如，切割高敏的医疗产品（如支架），表面结构化，以及标记从玻璃和塑料再到耐腐蚀金属等各种材料。新款 TruMicro 2000 紧凑、轻便的设计是一个优势，另一个优点是它可与 LLK-U 一起使用。LLK-U 是一种基于空芯光纤的超短脉冲激光器光缆，这种类型的光缆使超短脉冲在应用于工业领域时变得非常容易。空芯光缆使激光从光束源到加工头有一条稳定、简单的路径，然后直达工件，从而省去了复杂的光束引导装置或偏振镜。

资料来源：通快

# 研究进展

## 斯坦福团队研发出低成本新型激光雷达系统，商用潜力巨大

如今标准的图像传感器已经可以轻松捕捉光线强度和颜色。而依赖常见的、现成的传感器技术（CMOS），普通相机体积变得越来越小、功能越来越强大、成本越来越低，并且已经可以提供数千万像素的分辨率。

近期，斯坦福大学的工程师团队通过简单的设计和巧妙的工程设计，设计出了一种高频、低功耗、紧凑的光学装置（激光雷达系统原型），并将其与商用数码相机的 CMOS 图像传感器集成，成功捕获了百万像素分辨率的深度 3D 地图。在测试中，他们研发出的光声调制器成功与一个 400 万像素分辨率的标准 CMOS 数码相机实现了配对。这一突破近期以论文形式发表在《自然·通讯》（Nature Communications）杂志上。

据悉，研究人员发明了一种新方法，使标准图像传感器能够“看见”3D 光线。也就是说，这些普通的相机很快就可以用来测量物体的距离了。这一突破带来的工程上的可能性是巨大的。光测量物体之间的距离目前只有通过专门的、昂贵的激光雷达系统才能实现——当你看到一辆自动驾驶汽车在附近行驶时，可以通过安装在车顶的技术一眼认出它。这种装置主要就是汽车的激光雷达防撞系统，它使用激光来确定物体之间的距离。

激光雷达就像雷达一样，但用的是光而不是无线电波。通过向物体发射激光并测量反射回来的光，它能告诉你一个物体的距离有多远，移动的速度有多快，移动的距离是近还是远，最重要的是，它能计算出两个移动物体的路径是否会在未来的某一点相交。

“现有的激光雷达系统又大又笨重，但有一天，如果你想让数以百万计的自动驾驶无人机或轻型机器人车辆具备激光雷达功能，你就需要它们非常小、非常节能，并提供足够强大的性能。”斯坦福大学电气工程博士候选人、论文第一作者 Okan Atalar 解释称。

对于工程师而言，这一进步带来了两个方面的突破：首先，它可以使百万像素分辨率的激光雷达成为可能，而更高的分辨率将允许激光雷达在更大的范围内识别目标。其次，如今任何可用的图像传感器，包括现在数十亿的智能手机，未

来都可以在最少的硬件增加的情况下捕捉丰富的 3D 图像。

向标准传感器添加 3D 成像的一种方法是通过添加光源(很容易做到)和调制器(不那么容易做到)来实现，它们可以非常快地打开和关闭光，每秒数百万次。在测量光线变化时，工程师可以计算距离。现有的调制器也可以做到这一点，但它们需要相对较大的功率。事实上，它们太大了，以至于完全不适合日常使用。

斯坦福大学的这个团队由集成纳米量子系统实验室(LINQS)和阿拉伯实验室合作，他们提出的解决方案依赖于一种被称为声共振(acoustic resonance)的现象。研究小组用一层薄膜铌酸锂晶片包覆了两个透明电极，从而构建了一个简单的声学调制器。这使他们能够执行调制飞行时间(MToF)计算，捕捉到场景中物体的距离信息。

这种方案关键的一点是，铌酸锂是压电式的(指某些材料变形产生电力的过程)。也就是说，当电流通过电极时，位于原子结构中心的晶格会改变形状。它的振动频率非常高，非常可预测和可控。而且，当它振动时，铌酸锂可以强调制光——通过添加一对偏振器，这种新的调制器可以有效地在每秒几百万次的时间内打开和关闭光。

更重要的是，晶圆片和电极的几何形状定义了光调制的频率，所以研究人员基于此进行频率微调。这种声学方法非常节能，而且调制器的设计很简单，它可以集成到一个拟议的系统中，使用现成的相机，比如日常手机和数码单反相机。

斯坦福大学的研究团队对将新技术应用于激光雷达平台尤其感兴趣，这是一条在汽车上实现更经济、更方便的激光雷达系统的途径。CMOS 相机每年生产数十亿美元，通常每个只需要几美元，而专业激光雷达的价格则高达数千(或数万)美元。Arbabian 认为，即使增加一个光调制器使 CMOS 相机的价格翻倍，它仍然可以为深度传感系统打开新的市场。

目前，斯坦福大学团队正在建立其概念验证演示，旨在增加系统运行的频率并改进调制以提高其准确性。Atalar 估计，该技术距离用于商业开发还有 1-2 年的时间。

信息来源: *Nature Communications*

## 西安交大电光晶体研究成果在《科学》发表

4月22日，《科学》期刊在线发表了西安交通大学在高性能电光晶体方面的最新研究成果——《具有超高电光效应的铁电单晶使电光开关小型化》

(Ferroelectric crystals with giant electro-optic property enabling ultracompact Q-switches)。

电光晶体是电光调制器、电光开关、电控光束偏折器等重要电光器件中的核心关键材料，广泛应用于光纤陀螺、激光雷达、量子通信等前沿技术领域。目前，电光器件小型化、轻量化、集成化、低驱动电压和低功耗的发展趋势，对晶体的电光性能提出了更高的要求。

以钛酸铅基弛豫铁电体为代表的钙钛矿铁电单晶，通过工程畴设计可具有优异的电光性能，它们的一次电光系数可达 200pm/V 以上，比铌酸锂 ( $\text{LiNbO}_3$ )、磷酸二氧钾 (DKDP) 等传统电光晶体高出一个数量级，在电光领域展现出了十分诱人的应用前景。然而，工程畴铁电单晶中往往存在对光起散射作用的铁电畴壁，显著地削弱了晶体透光性，难以同时获得高透光率和高电光性能。此外，这类铁电畴壁在外电场下容易移动，影响了电光性能的稳定性的，因而限制了工程畴结构铁电晶体在电光领域的应用。

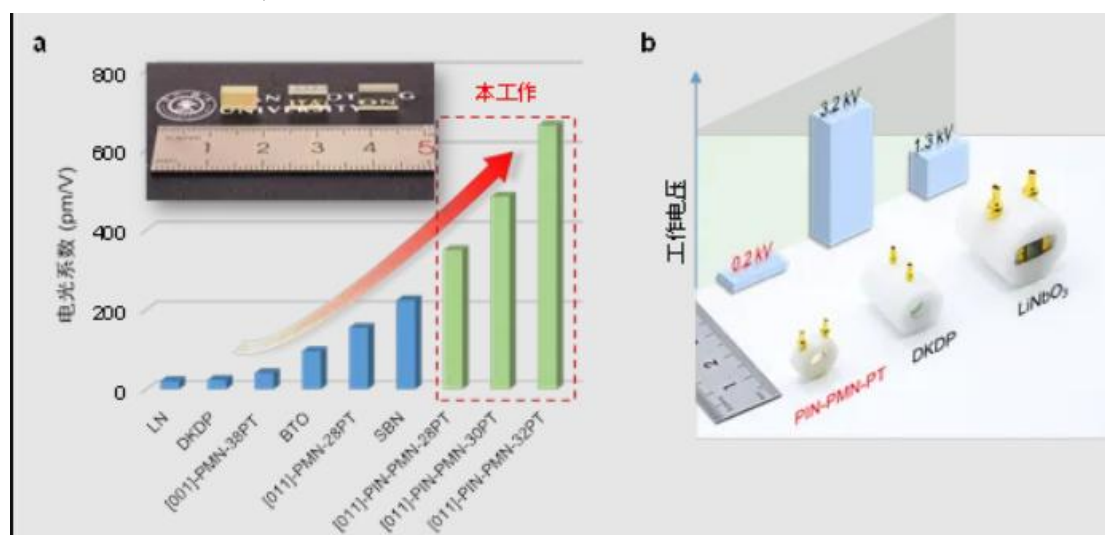


图 3 a. PIN-PMN-PT 单晶电光系数与其他晶体的对比，左上图为 PIN-PMN-PT 晶体照片；  
b. 基于 PIN-PMN-PT 单晶研制的电光调 Q 开关，作为对比，图中给出了商用 DKDP 单晶和铌酸锂单晶电光开关照片和工作电压

针对上述问题，西安交通大学徐卓和李飞教授研究团队与哈尔滨工业大学、澳大利亚伍伦贡大学、苏州大学、新南威尔士大学等单位合作，在铌钽酸铅-铋镁酸铅-钛酸铅(PIN-PMN-PT)弛豫铁电单晶中，通过晶体切型、晶体组分和极化工艺的协同设计，获得了理想的层状畴结构。该畴结构既保留了能够使[011]取向晶体具有高电光效应的 710 铁电畴壁，同时又消除了晶体中对光有散射作用的 1090 铁电畴壁。使 PIN-PMN-PT 弛豫铁电单晶一次电光系数  $r_{33}$  达到了 900pm/V，是目前铌酸锂电光晶体的 30 倍以上；晶体透光率可达 99.6%（镀增透膜样品）。

研究团队利用 PIN-PMN-PT 弛豫铁电单晶研制了新型电光调 Q 开关，在输出光能量、光脉冲宽度等性能指标与商用 DKDP 和 LiNbO<sub>3</sub> 晶体电光开关相当的情况下，PIN-PMN-PT 单晶电光开关的尺寸和驱动电压得到了大幅降低。

这项研究工作作为弛豫铁电单晶应用于电光技术领域迈出了坚实的一步。除了低驱动电压、小型化电光开关以外，PIN-PMN-PT 晶体还有望推动其他诸多高性能电光器件的研制，包括新型高速光学相控阵、电控光束扫描器、光纤陀螺中的小型电光调制器、频率转换器件、自动驾驶激光雷达等。

西安交通大学为该论文的第一单位，论文第一作者为西安交大电信学部电子学院刘鑫博士后和哈尔滨工业大学谭鹏副教授。西安交通大学李飞教授、哈尔滨工业大学田浩教授和澳大利亚伍伦贡大学张树君教授为论文通讯作者。西安交通大学徐卓和魏晓勇教授、苏州大学许彬教授、新南威尔士大学王丹阳教授、美国宾夕法尼亚州立大学陈龙庆教授等为论文共同作者。研究工作得到了国家自然科学基金、国家重点研发计划、西安交通大学青年拔尖人才计划等项目的支持。

信息来源：西安交通大学

## 美国海军演练高探测度高能激光武器

近日，美国海军针对一种新型激光武器进行演练，该武器是一种多领域、跨平台的演示系统。美国海军称，该系统名为“分层激光防御”（LLD），由洛克希德·马丁（一家美国航空航天制造厂商，以下简称 LMT）开发，利用高功率激光突破无人机系统和飞弹快艇，并且系统中的高分辨望远镜能够追踪飞行器，支持战斗识别以及对交战目标进行战斗损伤评估。

在 2022 年 2 月的演练中，地面激光系统追踪一架红色无人驾驶飞机，并用不可见的高能激光束向其射击，闪过了一道炽热的橙光后，烟雾从无人机引擎喷出，失灵的射击目标启动降落伞。



LLD 击落的无人机由美国海军研究办公室（以下简称 ONR）赞助，演练地点位于 N. M.白沙导弹靶场的美国陆军高能激光系统测试装备，而演练过程则由 ONR，美国国防部副部长办公室（研究与工程）以及 LMT 合作完成。

LLD 演练促进了海军研发团队与舰队之间的紧密合作和共同努力，开发新技术和试验一系列激光武器，使其不断升级以应对不同的威胁。它们的实际应用从非致命性装置，如光学“眩晕”和干扰传感器，升级到摧毁实体目标。

对于海上作战，激光武器保证了理想打击精度和接战速度。此外，由于激光不依赖于传统推进剂或船只存储的火药，因此，激光武器简化了后勤维护工作，对船只和船员更安全。

相反，新型高功率激光器依靠电能工作，这意味着在船只工作期间，它能够随时参与战斗，并且更稳定。该激光武器的唯一消耗品是打击系统的燃料，综上，其具有作战成本低、安全隐患小、机动性高等优点。

“LLD 是一个非常先进的激光系统，可以对敌方海军构成巨大威胁，”前海军上校，ONR 航空、力量投送和综合国防部的的项目官员，此次演练的参与者之一，David Kiel 说，“我们也在 ONR 和其它海军项目中继续努力，争取在不久的将来扩大这些成果。”

在最近的白沙演练中，LLD 追踪或击落了一系列目标，包括无人驾驶的固定翼飞行器、四轴飞行器和配备亚音速巡航导弹的高速无人机。

LMT 副总裁 Rick Cordaro 说：“我们对此次演练结果非常自豪，分层激光防御系统抵抗了海军、白沙导弹靶场和陆军高能激光测试设施组的代理巡航导弹的袭击。LMT 从包含主要合作伙伴劳斯莱斯控股（英国的一家跨国航太与国防公司）在内的所有合作公司中抽调出最好的激光武器组成部分，用于支持可目标探测-追踪-击打的整套激光系统。”

“20 世纪 80 年代，海军进行了类似的实验，但该实验使用了基于化学的激光技术，这增加了作战环境部署的后勤保障的负担，” ONR 定向能源组合经理 Frank Peterkin 说，“最终，这种激光武器没有应用于舰队或其它设备。”

2014 年，在波斯湾的庞塞号航母上，ONR 成功测试了激光武器系统。2021 年，ONR 在波特兰号航母上部署了激光武器系统。

据海军研究办公室称，尽管目前没有 LLD 服役的计划，但它为激光武器的未来奠定了坚实基础。它结构紧凑，功能强大，效率更高，而且配备了专业的光学系统，观察目标的同时聚焦激光束。此外，它基于人工智能算法，实现了跟踪



和瞄准目标。

信息来源: *photonics*

## 上海光机所提出优化光刻胶飞秒激光多光子聚合效率新方案

近期,中国科学院上海光学精密机械研究所薄膜光学实验室在提升光刻胶的飞秒激光多光子聚合效率方面取得进展。研究团队通过在光刻胶中引入带有非线性吸收效应的溶剂,有效降低了光刻胶的多光子聚合阈值,拓宽了光刻胶的飞秒激光加工窗口,并能够优化飞秒多光子聚合加工的精度。相关成果以“An easy method to improve efficiency of multi-photon polymerization: Introducing solvents with nonlinear optical absorption into photoresist”为题发表在《光学与激光技术》(Optics and Laser Technology)上。

飞秒激光加工由于其可以突破光学衍射极限而成为一种重要的微纳结构制造技术,这是基于光刻胶对飞秒激光的多光子吸收(MPA)效应,调控光刻胶聚合阈值是提升飞秒激光加工精度和效率的重要技术途径,其技术核心是调控光刻胶中的光引发剂。研究团队通过解析光刻胶在飞秒激光辐照后的光-物理-化学反应过程,认为光刻胶中溶剂的MPA效应也会影响聚合阈值,提出并实验验证了利用溶剂的非线性吸收效应增强光刻胶体系MPA效应的新方案。

研究人员选择了三种常用的光引发剂IRG369、ISO和TPO分别混合在不具有MPA的线性溶剂EA和具有MPA的非线性溶剂CPon中,相比于引发剂溶解在线性溶剂中,溶解在非线性溶剂中的MPA阈值降低~23%。研究人员进一步配制了带有聚合单体PETA的光刻胶,利用飞秒激光进行曝光实验,结果显示非线性溶剂配置的光刻胶体系的多光子聚合阈值降低16%。

该研究成果为优化光刻胶的飞秒激光多光子聚合加工窗口、效率和精度提供了一种新颖且简便的方案,并验证了混合溶液中各成分的非线性吸收存在叠加增强效应,为优化光刻胶性能提供了思路。这种非线性吸收叠加增强也用于优化其它溶剂化的非线性光学技术,如双光子显微技术和双光子荧光成像等。

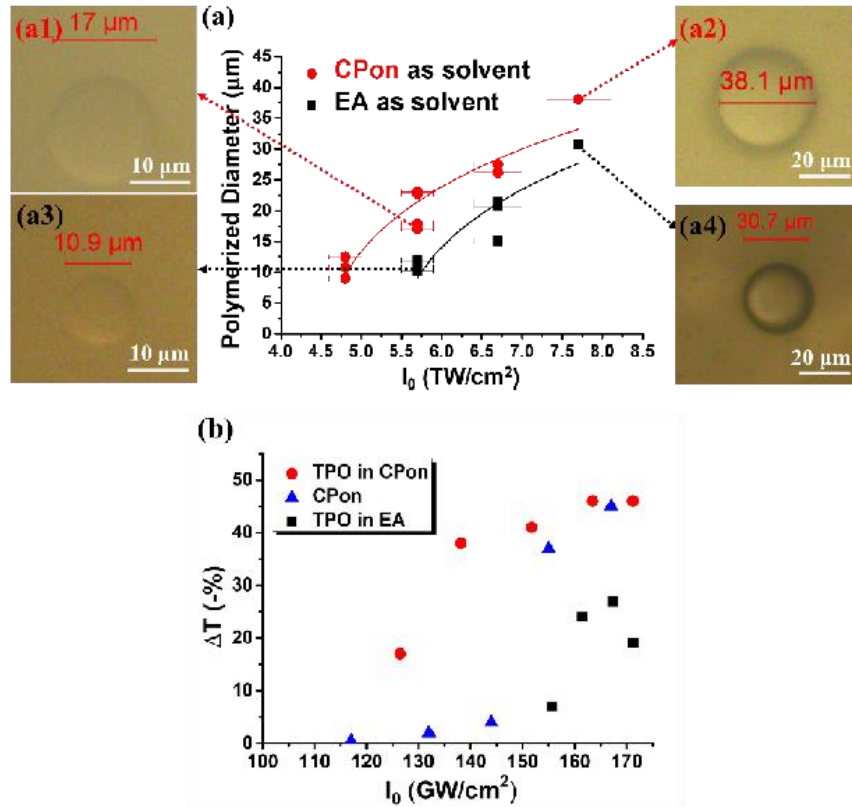


图 4 (a) 光刻胶 A 和 B 的 MPP 聚合点直径统计 (b) 引发剂 TPO 分别在非线性溶剂 CPon 和线性溶剂 EA 中, 以及溶剂 CPon 自身的 MPA 强度

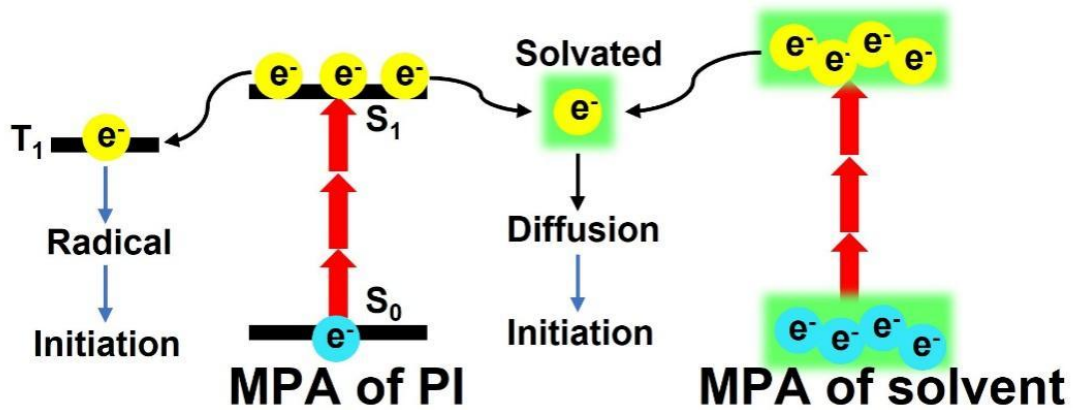


图 5 光刻胶中引发剂分子和溶剂分子的 MPA 叠加过程示意图:非线性溶剂的 MPA 使体系中存在更多的激发态碟子, 从而促进了 MPA 和后续的聚合, 降低了 MPP 阈值

信息来源: 上海光机所



2022年第4期  
总40期

# 光电科技快报

Opto-electronics Science  
& Tech Letters

中国科学院光电情报网工作组  
地址：武汉市武昌区小洪山西25号  
电话：027-87199007 87199372

