

欧盟光子学技术的发展现状与研发趋势

张志勤

(中国科学技术部, 北京 100862)

摘要: 欧盟是现代工业制造业的发源地, 长期保持着工业技术的世界领先水平。光子学技术, 作为欧盟优先确定的六大关键势能技术 (KETs) 之一, 欧盟已制定具体的优惠政策和行动举措给予重点扶持, 旨在提升欧盟先进制造业的世界竞争力, 促进经济增长和扩大就业。欧盟光子学技术在可持续发展经济、医疗保健、知识型社会建设、公共安全和环境保护以及先进工业制造等领域发挥了重要作用。通过综合研究欧盟光子学技术及其产业的发展现状、研发创新面临的挑战和未来发展趋势, 旨在为我国战略性新兴产业产业的可持续发展, 提供有益的路径和经验。

关键词: 欧盟; 欧委会; 光子学技术; 关键势能技术; 先进制造技术

中图分类号: Q43-119.62 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2014.03.006

光子学技术 (Photonics) 是利用光的科学技术, 正如法国著名物理学家埃格兰 (AIGERAIN) 对光子学的定义: “光子学是利用光的科学, 光子学包括光的生产、光的检测和光的控制, 通过对光的导引、操纵和放大, 最重要的是造福于人类。”

当今世界, 光子学技术已广泛渗透到各行各业和我们的日常生活。人类利用光子学技术, 照亮房屋、办公场所和城市; 采集来自太阳的可再生能源; 拨打电话和因特网冲浪; 数字视频和全息摄像; 早期的医学诊断与治疗; 清洁高效的先进制造; 提供保护环境和人身安全的监控手段; 等等。如今, 世界因特网超过 90% 的信息数据已通过高速光纤宽带传输, 利用光子学技术生产的微-纳米电子技术产品、储存介质和微处理系统已被广泛应用于现代经济社会, 光伏太阳能发电系统正在向数以千万计消费用户提供着清洁电力。在制造工程领域, 创新型的激光技术不断开拓着批量生产和制造工艺的新应用。显然, 光子学技术将为未来持续增长的经济社会需求和工业先进制造, 提供更多、更高效的可持续发展解决方案。在应对全球经济社会

挑战方面, 如, 气候变暖、老龄化社会和公共健康与安全等, 光子学技术将充分发挥其积极作用。

光子学技术, 作为欧盟确定的六大关键势能技术 (KETs) 之一^[1], 拥有所有复杂的多学科、跨行业和基础性技术的特征, 同欧盟其他关键势能技术相互重叠与相互作用, 构成了欧盟工业先进制造业技术的基础。根据欧盟光子学技术应用领域的归类法, 其主要应用领域可归纳为八大类: I 类, 生命科学; II 类, 能源、工业; III 类, 消费电子; IV 类, 工业自动化; V 类, 信息通讯; VI 类, 航天与国防; VII 类, 汽车制造; VIII 类, 检测监控。欧盟光子学技术产业生产的主要产品包括: 3D 显示器、平板显示器、高通量筛选技术、显微镜、光纤电缆、光鼠标、全息摄影机、数字摄像机、CD 机、DVD 机、医用激光器、激光生产技术、光伏电池、发光二极管 (LEDs) 照明灯具、光干涉仪、扫描仪、透镜、反射镜和晶体生产技术, 等等。鉴于欧盟光子学技术产业的知识密集型和资本密集型特征, 研发创新投入和高附加值产品成为欧盟光子产业可持续发展的前提条件。

作者简介: 张志勤 (1956—), 男, 博士, 国际合作司副司长, 主要研究方向为科技管理及自动控制。

收稿日期: 2013-10-30

1 欧盟光子学技术在经济社会发展中的重要作用

1.1 绿色光子学技术与经济可持续发展

绿色光子学技术（Green Photonics）被确定为：利用光子学技术生产和储存能源、减少温室气体排放、降低环境污染、生产环境友好性产品和改进公共健康。绿色光子学技术包括了一系列光子学技术及其应用：光伏电力生产技术、高效固态灯光源（SSL）技术、创新型节能通讯技术和激光清洁制造技术，等等。

高效 SSL 技术的能效转换率优于目前世界上所有其他的灯光源技术，具有节省能源至少 50% 以上的潜力。SSL 技术与智能灯光管理系统技术相结合，根据工作生活条件和周围的光线环境，实时自动调节光线亮度，可进一步节能 20%。如果再结合光伏发电系统提供的电力，可实现一整套绿色能源系统的有效解决路径。欧委会认为，积极采取以下行动举措，将极大地造福人类：

（1）采用高效照明技术，全球每年可节省 3 000 亿欧元的能源消费支出，减少 20 亿 t CO₂ 的排放量；

（2）增加光子学技术研发投入，努力实现欧盟确定的，到 2020 年，光伏产业提供欧盟电力需求 10% 的目标；

（3）强化研发创新活动，提升欧盟光伏产业和高效灯光源工业及相关电子行业的竞争力，促进欧盟经济增长，在现有 25 万就业岗位基础上进一步扩大就业；

（4）提高能量转化效率和降低技术生产成本，这是欧盟灯光源工业和光伏产业研发创新活动的两大重点。

表 1 列出了绿色光子学技术在欧盟可持续发展经济中的主要应用领域^[2]。

总体上，欧盟光伏发电技术及其应用处于世界领先水平，全球超过 2/3 的光伏装机容量位于欧盟及其成员国。根据欧洲光伏产业联合会（EPIA）的研究统计^[3]，正常情况下，光伏产品生产成本平均每年下降 8%，光伏电力生产成本每 8 年下降 50%，将在 2020 年前后同化石能源电力生产形成真正平等意义上的健康竞争关系。近年来，全球光

表 1 绿色光子学技术在欧盟可持续发展经济中的主要应用领域

| 经济可持续领域 | 绿色光子学技术 |
|------------|--|
| 可持续能源生产 | 光伏太阳能发电 |
| 降低能源消耗 | 固态灯光源（SSL）节能通讯技术 |
| 绿色友好性设计与生产 | 先进激光加工工艺与轻质产品生产 精密激光切割与节省材料 环境检测感应装置 清洁生产与制造的激光加工工艺 |
| 降低产品风险 | 检测产品的安全可靠 |

伏技术产业的年平均增长率超过 40%，技术的先进程度基本上决定着光伏产品制造业的竞争力及命运。欧委会认为，在激烈竞争和快速变化的世界光伏产品市场上，继续保持欧盟光伏技术产业的竞争力，必须增加研发（R&D）投入力度，缩短“从实验室到工厂”的时间，提升制造工业的生产率和效率。

绿色光子学技术，作为全球平衡大气 CO₂ 和缓解气候变暖的关键重要技术之一，其重要作用将在未来 10 年中进一步凸显。尽管近年来遭遇全球经济危机的严重影响，美国光电子工业发展协会（OIDA）的研究报告^[4]仍然预计：2009—2020 年期间，世界绿色光子学技术产业平均将以超过 20% 的年增长率快速发展；到 2020 年，将形成 2 500 亿美元的市场规模。表 2 显示出所有八大绿色光子学技术领域的年复合增长率（compound annual growth rate, CAGR）。

表 2 世界绿色光电子技术产业的 CAGR

| 绿色光子学技术 | 2009—2020 年 CAGR/% |
|--------------|--------------------|
| 绿色固态灯光源（SSL） | 35 |
| 绿色光伏电力生产 | 30 |
| 绿色光子学技术能源储存 | 30 |
| 绿色光纤通讯 | 20 |
| 绿色光干涉仪 | 20 |
| 绿色平板显示器 | 20 |
| 绿色光电子技术 | 15 |
| 绿色精密透镜/激光器 | 15 |

数据来源：美国光电子工业发展协会（OIDA）。

1.2 光子学技术与积极健康的老龄化社会

根据欧盟统计署 (Eurostat) 的预期, 欧盟 65 岁及以上人口到 2050 年将增长 70%, 而 80 岁及以上人口的增长幅度超过 170%, 建设积极健康的老龄化社会, 已经在欧盟及成员国和全社会形成共识。不幸的是, 老年人往往伴随着各种疾病, 需要给予长期的精心照料与护理, 未来 10 年, 欧盟用于健康医疗的支出不可避免地得到显著的提高。欧委会已于 2012 年初推出了欧盟积极健康的老龄化社会行动计划, 其最主要的举措就是保障老年人的身心健康, 鼓励老年人积极参与经济社会活动。若行动计划得到全面的执行与落实, 将明显减缓老龄化社会产生的压力。促进健康、预防疾病和完善医疗保健系统, 将构成欧盟积极健康老龄化社会的重要基础。

目前, 世界上 2/3 以上的老年人疾病, 特别是老年痴呆、机能退化和眼病耳病等, 还不能从根本上得到彻底治疗。其中, 许多疾病很难早期发现, 待确诊后往往已到晚期, 错过了最佳治疗期。光子学技术可以提供有效的疾病诊断工具, 帮助医生早期发现重大的疾病, 包括提供部分及时治疗的创新型技术。光子学技术在医疗保健领域的成功应用, 已获得广泛证实, 促使欧盟医疗保健体系的费用支出下降了 20%, 极大地缓解了欧盟医疗保健系统的压力。欧盟光子学技术在医疗保健领域的主要应用包括:

(1) 创新型显微镜和内窥镜 (Endoscopes), 帮助人类深入了解细胞机理、组织结构和样品分析, 开发创新型药物, 支持现代医学的发展;

(2) 基于光子学技术的医学扫描与成像方法, 已成为预防医学和疾病早期诊断的最主要技术支撑;

(3) 无创或微创治疗, 如, 激光医疗系统, 在帮助病患节省治疗费用的同时, 减少病患的痛苦和缩短治疗时间;

(4) 光子学技术与微流控 (micro-fluidics) 技术相结合, 制造的超灵敏度被称之为“芯片上的实验室” (Lab on a Chip) 生物感应器, 可进行小样品微量物质元素的精确测试。

鉴于癌症的早期发现有可能使其得到及时根治, 因此, 癌症作为老龄化社会最大的挑战之一,

其早期诊断成为关键因素。光子学癌症早期诊断技术, 在欧盟及成员国各大医院已相对普及, 但光动力治疗 (photodynamic therapy) 技术和荧光内窥镜肿瘤检测技术需加快推广应用的步伐。近几年, 欧盟光子学技术在替代传统 X 光机和传统超声波仪方面有很大的技术突破, 可提供更准确、高分辨率和实时检测的数据, 进一步扩大了光子学技术在卫生健康行业的应用范围。光子学技术, 特别是同非光子学的正电子发射断层扫描 (PET) 技术相结合, 研制的创新型诊断和治疗方法, 有可能很快进入欧盟医疗市场。

2008 年, 光子学技术产业在世界卫生健康行业的市场规模达到 230 亿欧元, 年复合增长率为 8%, 预计 2015 年的市场规模将上升到 430 亿欧元。2015 年, 生物光子学技术 (Biophotonics) 产业市场甚至有可能形成更大规模, 达到 700 亿欧元。2008 年, 欧盟光子学技术应用于卫生健康行业的产值超过 60 亿欧元, 占到世界市场份额的 30%, 占整个欧盟光电子技术产业产值的 13%。

1.3 光子学技术与知识型社会建设

自 2005 年以来, 欧盟信息通讯技术 (ICT) 工业的产值稳步增长, 欧盟在该技术领域的研发创新能力及水平已成为世界重要的一极, 促使欧盟经济的生产率在过去的 4 年上升了 50%。如今, 欧盟绝大多数信息通讯数据的传输, 已接入光子学技术的高速光纤通道, 而且欧盟高速光纤通道的建设仍在快速发展之中。在最先进的激光、光纤、光码技术的推动下, 欧盟访问因特网的数据传输速率 (data rates) 持续上升。反过来, 在宽带通讯技术带来的益处和全社会投资热情的刺激下, 新一代光子学技术系统的研发创新活动得到进一步强化, 推动着知识经济社会的可持续发展进程。

现代经济社会的日常生活已同光子学技术设施密不可分, 如, 通讯或商务或娱乐需求。愈来愈多的新一代光子学技术突破, 包括提供更多的创新型产品及服务, 如, 增强性联通接入、降低能源消耗和“信息娱乐片” (Infotainment) 等等。因特网的持续进步及演进, 是未来经济社会可持续发展的重要基础之一。随时处处通过光纤宽带通讯获得信息数据, 必将给经济社会的各个层面带来益处, 例如, 缓解能源与交通带来的压力, 刺激通讯可视化

技术的发展，促进因特网宽带接入技术的普及，持续克服地理与距离形成的各种障碍，等等。

目前，计算机和电话一般是通过光纤电缆或无线连接，利用光子学技术传输的所谓短距离数据信号接入因特网。随着光子学技术的持续进步，预计这些“短”距离数据信号很快将变成“零”距离。光子学技术因特网将更进一步渗入现代家庭和工作场所，甚至直接渗透到各种机器设备装置中。光子学技术无疑将获得更大的发展机遇，并在发展进程中始终扮演不可或缺的关键角色。

随着因特网在全球范围内的持续扩展，因特网数据传输每年以 60% 的速率递增，光子学技术在满足因特网发展需求方面的关键作用更加凸显。因特网犹如目前世界上最大型的机器，光子学技术已被公认为是大型机器的“发动机”。到 2020 年，连接无线移动通讯的因特网，将逐步扩展到连接各种移动电子产品，如，计算机、家用电器、机器和汽车等，这种连接必将达到前所未有的因特网物联水平。

2008 年，世界电讯市场规模达到 24 000 亿欧元，相比 2007 年增长 3.2%。欧委会预计，到 2020 年，世界电讯市场规模将达到 43 000 亿欧元。其中，世界应用于因特网的光子学技术产品市场规模，2008 年为 100 亿欧元，2020 年将达到 140 亿欧元。欧盟光纤通讯技术产业处于世界领先水平，2008 年的产值为 50 亿欧元，约占世界光纤通讯技术产品市场的 50%。

1.4 光子学技术与公共安全和环境保护

欧委会指出，开放、民主、繁荣的欧盟经济社会，同冷战结束后快速的全球化相结合，使欧盟及成员国完全暴露于几大安全风险之中，包括：有组织的犯罪、恐怖主义、毒品泛滥和有毒物质材料等。欧盟公民进入公共建筑、机场、火车站或其他公共场所，希望有安全感并得到有效保护。光子学技术应用于早期发现风险和检测危险物质的感应器及系统装置，将在保护公共安全中始终扮演重要角色。光子学技术同信息通讯技术相结合，可避免证据或数据采集、处理、鉴别过程中的危险，发挥特殊作用。光子学技术在安全领域的关键作用还包括：在道路交通安全领域，利用智能驾驶辅助系统和夜视系统，提升所有道路使用者的安全；在机场或边境敏感区域，利用光子学技术生物计量设备更

有效地监督边境过往行人与未经授权的商品，包括检测商品质量与人身安全等。

2008 年，光子学技术应用于质量与安全仪器设备的市场规模达到 220 亿欧元，年复合增长率为 15%。其中，质量与安全监控（包括国防安全）的市场规模达到 150 亿欧元，环境检测设备的市场规模达到 20 亿欧元，光子学技术应用于汽车制造业的市场规模达到 50 亿欧元。近几年，世界应用于国防工业的光子学技术感应装置以 75% 的速率逐年递增，有望很快形成单独的国防设备市场^[5]。

欧委会认为，目前，欧盟光子学技术应用于质量与安全领域的产业处于相对有利地位，产品及服务平均占到世界市场份额的 30%。处于最有利地位的 2 个行业分别为：生物计量行业——生物计量学技术市场占到世界市场份额的 45%，产值达 50 亿欧元；视频、监控行业——视频摄像监控技术市场占到世界市场份额的 40%，产值达 17 亿欧元。

1.5 光子学技术与先进工业制造

激光技术在工业先进制造领域肩负多项重任：切割与焊接、消融（ablation）与沉积（deposition）、钻孔（drilling）与标记（marking）等，适用于各种材料（如，金属、钢铁、塑料和半导体）以及钻石材料。从微小尺寸到超大型尺度，从单一部件到批量部件生产，激光束已成为现代精细工业制造不可或缺的最主要多功能技术支撑手段。

过去的 10 年，基于激光技术加工设备的年复合增长率达到 10%。欧盟激光技术产业处于世界领先水平，世界前五大激光技术设备制造商的总部位于欧洲境内，欧盟激光技术的研发创新领导着世界潮流。欧委会认为，欧盟未来的激光技术研发及产业化，必须整合多学科跨行业、跨成员国的研发创新资源，包括，光子学技术、纳米技术、新材料技术和微系统工程等，要求欧盟研发框架计划（FP）积极发挥引导导向作用。至于光与物质材料之间的物理特性及技术局限基础研究，将以公共研发创新资源投入为主，纳入欧盟 FP 的优先主题。

2 欧盟光子学技术产业的发展现状

2.1 世界市场与欧盟市场

2008 年，全球光子学技术产业市场规模达到

2 700 亿欧元，欧盟为 550 亿欧元，占到世界市场份额的 20% 左右。欧盟光子学技术工业企业超过 5 000 家，绝大部分为中小企业（SMEs），生产的光子学技术核心产品及主要应用领域包括高效照明光源、太阳能电力生产、先进工业制造、医用仪器设备、光学组件与系统和国防光子学技术应用等，分别占到世界市场份额的 25%~45% 不等。欧盟光子学技术研发与产业化处于世界领先水平的主要技术领域包括：太阳能电力生产、激光先进工业制造、光子学信息通讯技术、生物光子学技术和先进灯光源照明技术等。

2008 年，欧盟光子学技术产业的直接就业岗位为 29 万个，其中，不包括大量的间接就业岗位。2005—2008 年期间，欧盟光子学技术产业：平均每年新创 4 万个就业岗位；平均年复合增长率为 10%，高于欧盟总产值（GDP）增长率的 2~3 倍。表 3 列出了 2008 年世界光子学技术产业的主要市场分布情况，而欧盟光子学技术产业的市场分布类似于世界市场的分布。

表 3 2008 年世界光子学技术产业的主要市场分布

| 主要市场 | 占总增加值*的份额/% |
|---------|-------------|
| 平板显示器 | 24 |
| 光信息通讯 | 18 |
| 太阳能发电 | 10 |
| 视频监控 | 8 |
| 国防光子学应用 | 8 |
| 高效灯光源照明 | 7 |
| 医疗卫生健康 | 7 |
| 光纤宽带通讯 | 6 |
| 先进工业制造 | 6 |
| 光学组件与系统 | 6 |

注*：总增加值为 2 700 亿欧元。

数据来源：Photonics21 Database, <http://www.photonics21.org>。

2.2 倍增效应

光子学技术属于经济高影响因子技术，欧委会的一份研究报告^[6]显示，欧盟光子学技术产业的基础地位与经济放大器效应不容忽视。2008 年，欧盟 GDP 的 4 万亿欧元经济活动，与光子学技术产业有着直接或间接的关联，意味着欧盟光子学技术

产业代表着欧盟 4 万亿欧元的总产值。2008 年，欧盟约 3 100 万就业岗位依赖于欧盟光子学技术产业提供的产品及服务。

欧盟光子学技术的多学科跨行业特征，包括同欧盟确定的其他五大 KETs 的相互重叠，意味着某个行业的技术突破将迅速传播到其他行业。例如，激光工业先进制造技术和视频图像技术，在欧盟汽车制造工业和飞机制造工业的快速推广应用；又例如，欧盟光子学组件工业的技术突破，强化了欧盟光纤通讯技术工业的世界竞争力，带动欧盟高速光纤宽带服务的快速增长。

欧盟光子学技术产业还以不同的方式，影响着欧盟经济社会的可持续发展：

(1) 欧盟光子学技术产业以中小企业为主，中小企业对增长需求的强烈愿望，将以同样的比率创造新的就业岗位；

(2) 创新型的光子学技术在保持现有工业竞争力的同时，将维持传统工业制造业的就业；

(3) 创新型的光子学技术开发的新产品及服务，将扩大制造业的新就业岗位，如，新兴的固态灯光源产业（LEDs & OLEDs）；

(4) 未来几年，欧盟光子学技术产业的增长率高于传统工业，将创造大量新的就业岗位，更重要的是提升其他工业制造业的竞争力，从而增加和扩大就业。

2.3 优劣势分析

美国和日本是欧盟光子学技术产业的世界最主要竞争对手，近几年快速发展起来的金砖五国对欧盟工业已形成潜在竞争压力。相比较欧盟的世界主要对手，并根据优势与劣势分析方法（SWOT），将对欧盟电子学技术产业的优势和劣势进行分析。

2.3.1 优势

欧盟光子学技术产业的主要优势包括：技术的世界领先水平；一流的研发创新机构与卓越的研发创新能力；产业领导着世界发展潮流；各种形式创新型中小企业驱动产业增长的模式；高素质的人才与高技能的劳动力；光子学技术广泛的应用空间及潜力；相对完整和紧密的光子学技术产业价值链。

2.3.2 劣势

欧盟光子学技术产业的主要劣势如下：欧盟研发创新资源与产品市场的分割及碎片化；缺乏成员

国之间的相互协调和发展战略之间的相互协同；科研成果与商业化转化应用之间的机制缺陷；创新型中小企业投融资机制不够完善（相对美国）；公共采购对创新型产品及服务的导向性作用尚未充分发挥；高新技术产业的优惠扶持政策明显不足；知识产权与标准规范管理机制的分散化；高素质混合型人才及工程师的严重缺乏。

2.4 未来机遇与面临的威胁

2.4.1 未来机遇

欧委会认为，随着光子学技术的持续突破及先进程度，包括满足经济社会可持续发展的需要，未来数 10 年，将为欧盟光子学技术产业的可持续发展提供重要机遇，主要体现在：欧盟工业先进制造业提升竞争力日益增长的实际需求；欧盟光子学技术产业快速扩大的应用领域和巨大潜力的市场空间；应对经济社会挑战对绿色增长和低碳经济的强劲需求；未来因特网及物联网更大高速数据宽带传输的需求；公共卫生保健和积极健康老龄化社会的需求；人类对质量与安全不断增长的需求。

2.4.2 面临的威胁

尽管欧盟光子学技术产业发展有诸多机遇，但欧委会认为，欧盟光子学技术产业也面临着一些威胁，其主要威胁有：海外低成本工业制造业的严重冲击；亚洲光子学技术产业几乎在所有应用领域持续提升的竞争力；海外光子学技术产业在研发创新和产业化方面获得大量的投资。

3 欧盟光子学技术的研发创新趋势

3.1 创新活动的主要基础

目前，欧盟第七研发框架计划（FP 7）和欧盟竞争力与创新框架计划（CIP），是欧盟层面资助光子学技术研发创新活动的主要公共财政来源。其次，成员国层面和区域层面均或多或少利用公共财政科技计划，给予光子学技术研发创新活动一定的资助。欧盟研究区域（ERA）除提供少量的资金资助外，主要提供科研人力资源。欧委会倡导并逐年组织成立的，由工业界、科技界、学术界和利益相关方参与的纵向性研发创新联盟和横向性研发创新网络平台，是目前欧盟光子学技术研发创新及产业化发展的主导力量。

值得一提的是，欧盟绝大部分光子学技术科研

机构与产业，特别是创新型中小企业，长期演化被集中分布在各成员国的“地区创新集群”（Regional Clusters）之中，一定程度上代表着欧盟及成员国光子学技术及产业的发展水平。地区创新集群以保持欧盟光子学技术产业界、科技界、学术界、各级政府和利益相关方之间的紧密联系为己任，努力满足光子学技术及产业可持续发展需求的、更好的科研基础设施和更优越的研发创新环境。在欧委会及成员国的扶持下，经过多年发展起来的光子学技术地区创新集群，已成为制定欧盟光子学技术发展战略、提供研发创新资助和产业投资、共同实施研发创新项目、提供各种咨询服务和培训高技能专门人才的重要基地。欧委会拟于近期推出的整合欧盟光子学技术地区创新集群的行动计划（Initiatives），将进一步加强分散于各成员国的地区创新集群之间的相互协同与协调，吸引全社会乃至全球对欧盟光子学技术研发创新及产业的投入。

3.2 创新活动的主要发展方向

欧委会已通过决定，作为欧盟层面资助研发创新活动最主要的计划，FP 7 和未来的研发框架计划“2020 地平线”（Horizon 2020, 2014—2020 年），均将光子学技术纳入重点资助的优先领域。

目前，欧盟 FP 7 资助的光子学研发创新项目^[8]主要集中于以下 6 个方面：

（1）新一代光子学技术、高速光纤因特网技术的研究开发，包括：提升 1 000 倍速率的光纤宽带开发；简捷优化的光网络（optical networks）设计；光子学集成电路、光开关、光接口的研制；数据服务器同数据中心的快速连接；“光计算”（optical computing）等。

（2）基于光子学技术的工业先进制造系统，包括：高效激光器的研发（给定功率条件下更大的光输出）；激光持久组件的循环再利用；免维护激光制造设备的研制；创新型激光源及生产工艺开发等。

（3）高效的激光加工工艺的开发，包括：高通量、低成本硅晶圆（silicon wafers）与光伏电池及模块薄膜加工工艺；2 维或 3 维复杂结构产品的激光生产加工工艺等。

（4）基于光子学技术的环境保护装置，包括：光子学感应技术在环境保护领域的推广应用；基于光子学技术的空气、水和土壤检测技术开发等。

(5) 基于光子学技术在卫生健康领域的应用,包括:各类重大疾病的早期诊断技术的开发;无创与微创医疗技术的研制;先进内窥镜的开发等。

(6) 基于光子学感应技术在各种领域的广泛应用,包括:质量与安全、智能电网、智能建筑、工业自动控制和“智能工厂”的技术开发及应用,促进资源的有效利用、温室气体的减排及污染废弃物的减少;应用于生物计量与行李扫描,提高机场或火车站的安全可靠性;应用于检测监控网络,提升边境与敏感区域的保护水平等。

3.3 产业发展的行动举措

光子学技术作为欧盟确定的六大 KETs 之一,欧委会已决定,通过出台一揽子扶持欧盟关键势能技术可持续发展的行动举措,支持欧盟光子学技术及产业的加速发展。此外,为促进光子学技术及产业发展,欧盟专门采取了一系列举措。

3.3.1 启动光子学技术五大应用领域的中试示范项目计划

欧盟启动该项目计划,是要利用创新型的光子学技术,务实欧盟的工业制造业基础与扩大就业。欧委会建议的先进光子学五大应用领域示范项目包括:

(1) SSL 技术

目的是有效提高 SSL 的生产加工技术,证实 SSL 在欧盟各类大中小典型城市的户内与户外应用中的性价比和能效提高率,加速 SSL 技术的普及和新应用领域的开发。

(2) 高通量光伏电池薄膜生产工艺

该工艺指先进的基于激光技术的非接触式 (non-contact) 高效光伏电池及模块薄膜的生产加工工艺。

(3) 基于光子学技术的医用仪器设备

该设备是癌症早期检测诊断系统,欧盟将扩大该设备的使用范围,至少在 100 家主要医院使用该设备。

(4) 高速电讯基础设施

一方面,可验证先进的 Web 2.0 和 Web 3.0 产品及服务;另一方面,可促进超高速光纤网络的各种类型村镇(超过 10 万人口)示范项目的建设。

(5) 传感器网络行动

该行动的目的在于验证开放的无线自治传感器网

络 (Autonomous Sensor Networks),包括数据和功率,以促进感应器基础应用技术的根本突破。

3.3.2 针对光子学技术创新型中小企业设立扶持基金

欧盟光子学技术产业以大量高比率的创新型中小企业著称,严重缺乏从科技成果到商业化产品之间的风险投资基金,并且,欧盟的风险投资机制相对而言极不完善。为此,欧盟专门针对光子学技术创新型中小企业,设立了投融资的欧盟扶持基金 (EU-Backed Funds),以放大器效应刺激私人行业和全社会投资。建立扶持基金刺激和吸引全社会资金进入光子学技术的研发创新活动及推广应用领域,有利于促进欧盟光子学技术的产业化和提升产业的世界竞争力。

3.3.3 设立专门支持光子学技术研发创新的行动计划

目前,欧盟 FP 资助的绝大部分光子学技术研发创新项目,往往停留在预商业化竞争的前期阶段,容易导致科技成果死亡于转化成产品、样品或样机之前,而科技成果转化是创新价值链的最重要阶段。此外,研发创新成果经常与实际应用的距离太远,造成投资者的投资风险过高和投资决策评估过程太长。设立专门更具市场导向性的资助行动计划,可以弥补机制的缺陷,使研发创新专门瞄准中短期可上市的产品、样品或样机进行开发。

3.3.4 利用公共采购促进新技术的推广应用

欧盟已意识到,必须高度重视利用公共采购刺激和拉动创新型技术在商业化推广应用中的关键作用,通过公共采购的消费导向与示范效益,引导全社会的消费时尚,如,卫生保健和提高能效产品及服务的消费。目前,欧盟公共采购消费占到欧盟 GDP 的 17%,本身已具备市场规模,更不用说欧盟公共采购同创新产品相结合,尚有很大的完善空间及潜力。

4 结语

欧盟发展光子学技术及产业的最高目标是:确保欧盟光子学技术研发的世界领先水平,巩固欧盟先进技术传统的世界研发创新活动中心地位,提升欧盟先进制造业的全球竞争力,积极应对全球经济社会挑战,继续保持欧盟在全球化国际市场的重要

影响力。

欧委会认为，作为具有知识密集型与资本密集型典型代表意义的现代光子学技术及产业，未来的开发及应用潜力巨大，将成为欧盟“再工业化”的重要基础和主要抓手。欧委会要求成员国在欧盟层面加强协调，加大支持光子学技术研发创新的投入力度，改进和完善光子学技术的创新环境，强化新技术新产品的市场引领导向，充分发挥欧盟光子学技术纵向型创新联盟和横向型创新网络平台的积极作用。

欧盟高度重视现代光子学技术的研发创新及产业化的态度，及其所采取的一系列行动举措，为我国正在大力发展的战略性新兴产业和可持续发展，提供了有益的政策路径和经验借鉴。■

参考文献：

[1] European Commission. Preparing Our Future: Developing

a Common Strategy for Key Enabling Technologies in EU, COM (2009) 512 [R]. Brussels: European Commission, 2009-09.

[2] European Commission. Photonics: A Key Enabling Technology for Europe [R]. Brussels: European Commission, 2011.

[3] European Photovoltaic Industries Alliance (EPIA). Report on SET for 2020 [R]. Brussels: European Commission, 2009.

[4] Optoelectronic Industry Development Association (OIDA). Rounded Values: Global Optoelectronic Market Between 2009–2020 [R]. Washington, DC: OIDA, 2010.

[5] Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Technologies and Applications for Green Growth [R]. Paris: OECD, 2009.

[6] European Commission. Report on Leverage of Photonics to EU Industry [R]. Brussels: European Commission, 2010.

[7] European Commission. Research & Innovation Industrial Technologies [OL]. http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/index-en.cfm.

Status Quo and Future Development of Photonics in EU

ZHANG Zhi-qin

(Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, Beijing 100862)

Abstract: The European Union (EU) is the cradle of the modern industrial manufacturing technologies, and maintains the leading position in the world. Based on the world trend on high technology development and comparable advantages of European countries, EU identified six key enabling technologies (KETs) to promote the sustainability of industrial development. As one of the key KETs, photonics has been taken as a priority and therefore fully supported by the EU through developing a series of favorable policies and measures, aiming at promoting EU's leading role in advanced manufacturing industry in the world, enhancing its economic growth and creating more job opportunities. This article overviews the status quo, research and development, challenges and future trend of photonics industry in EU, so as to provide valuable experiences and clues for the development of emerging technology industries with strategic importance in China.

Key words: European Union; European Commission; photonics technology; key enabling technologies (KETs); advanced manufacturing technologies