



科技进展与对策

面向2020年的欧盟战略技术规划

——欧洲技术平台战略研究议程

EU Strategic Technology Planning to 2020



ISSN 1001-7348



12>

科学出版社

专刊
2008

N15
20101
2

序 言

欧盟科技实力雄厚,是全球经济和科技的重要一极,欧盟及其成员国是我国国际科技合作的重要伙伴。自 1981 年中欧建立科技合作关系以来,中欧科技合作体制不断完善,合作规模逐步扩大,合作内容渐次丰富,合作成效日益显著,中欧科技合作已成为发展中欧全面战略合作伙伴关系的重要内容。

欧洲技术平台是欧盟委员会在 2003 年提出的一个概念,它是一项泛欧的、以使命为导向的重要计划。该平台集成了欧洲战略技术领域创新过程中的利益相关者(产业界、学术界、政府部门、立法机构、消费者等),旨在增强欧洲在这些战略领域组织和实施创新的能力,从而强化整个欧洲的创新过程,最终实现 21 世纪欧盟在这些领域保持或获得世界领先地位。欧洲技术平台战略研究议程是由欧盟委员会支持,组织欧洲战略技术领域的企业、高校、科研机构 and 专家联合编制的,它阐述欧盟在这些战略领域的研发战略目标、战略重点、战略措施及行动计划,是指引未来欧盟技术发展的纲领。

《国家中长期科技发展规划纲要》明确提出,要进一步加强与欧、美、日、韩等国家的双边合作,力争在基础研究、前沿技术、高技术及其产业等领域取得实质成效。为紧密追踪欧洲战略技术领域的发展动态及发展趋势,加强双方在有着共同研究需求的技术领域开展科技合作,同时,借鉴欧洲先进管理经验创新传统的科研模式,在科技部国际合作司的大力支持下,湖北省科技厅组织湖北省科技信息研究院、湖北省高新技术发展促进中心等相关单位,编译了《面向 2020 年的欧盟战略技术规划——欧洲技术平台战略研究议程》专刊,这对促进我国自主创新战略的实施和建设创新型国家具有重要的参考价值和借鉴意义。

我对本专刊的出版表示衷心祝贺,我相信它在促进中欧科技合作和提升我国科技水平方面将发挥重要的作用。

湖北省人民政府副省长

郭世昌



前 言

欧盟作为世界经济、科技的重要一极,在生物技术、信息技术、航天航空、新材料、能源、交通运输、海洋、环境、农业等诸多领域处于世界领先水平。面对着新世纪美、日等国日趋激烈的科技竞争,为了应对欧盟在经济、社会 and 科技等方面日益严峻的挑战,欧盟委员会于 2003 年提出在对欧洲未来发展有着重大影响战略领域建立欧洲技术平台。截至到 2007 年 12 月,欧盟在这些领域建立了未来植物、移动与无线通信技术、嵌入式系统、空间技术、氢能与燃料电池、公路铁路和水路运输技术、零排放化石燃料电厂技术、全球动物健康技术等 34 个面向全欧洲的技术平台。通过这些技术平台,欧盟把这些战略领域创新过程中的利益相关者聚集在一起,共同确定这些领域的研发重点、期限、行动计划,并通过研发计划的实施来增强欧洲在这些战略领域组织和实施创新的能力,最终实现欧洲在 21 世纪经济的快速增长、工业竞争力的不断增强和社会的可持续发展。

欧盟技术平台战略研究议程不仅为欧盟各成员国制定研发计划及科技政策提供了重要参考,而且其中的大部分研发优先主题及重点领域被欧盟正在实施的第七个科研框架计划所采用,这对于整合欧盟乃至欧洲的科研资源、培育欧盟新竞争优势和实施“欧洲研究区”战略都起着举足轻重的作用。

为了使国内的科技工作者能够追踪欧盟科技发展的最新动态和重大进展,特别是在关系到欧盟未来发展的战略领域的中长期发展动向,以便为中欧科技合作指明方向,迅速提升中欧科技合作层次,整合欧盟雄厚的科技资源为建设创新型国家服务,我们在湖北省科技厅的大力支持下,对欧洲技术平台中已经出版的战略研究议程有选择地进行了编译,并以《面向 2020 年的欧盟战略技术规划——欧洲技术平台战略研究议程》专刊之名在国内结集出版。本专刊按信息技术领域、新兴技术领域分为两大部分,其中信息技术领域包括嵌入式系统技术平台、网络与电子媒体技术平台、软件与服务网络化技术平台、智能系统集成技术平台、移动与无线通信技术平台、纳米电子技术平台等 6 个战略研究议程,结集为上编;新兴技术领域包括光子学技术平台、氢能与燃料电池技术平台、太阳能光伏技术平台、创新药物技术平台、机器人技术平台、纳米医学技术平台等 6 个战略研究议程,结集成下编,由《科技进步与对策》杂志出版发行。

由于水平有限,加之时间仓促,篇中疏漏在所难免,敬请读者批评指正!

专刊编委会

《面向 2020 年的欧盟战略技术规划》编委会

编委会主任：郑春白

主 编：黎苑楚 陈毛生

编 委：邢继俊 王锦举 吴勇杰 雷忠文 张春强
孙 刚

译 审：姜明华 陈幼平 张继军 朱泉晓 石 柯
宛朝辉 王取泉 黄泽波 杨 旭

译 者：王少雨 董新平 陈 宇 徐 东

(以下按姓氏笔画为序)

刘 君 刘英杰 余 晓 张 扬

陈姝婷 陈 静 陈晓莉 林 洪

赵富红 蒋珞晨 彭红英 熊 娅

编 校：丁有光 徐 东 王少雨 陈晓峰

彭 慧 万贤贤 袁 月 赵 峰

姜付平 王建聪 赵一鸣

面向 2020 年的欧盟战略技术规划

——欧洲技术平台战略研究议程

目 次

下编 新兴技术展望与部署

一、光子学技术平台战略研究议程/1

- 1 绪论/4
- 2 欧洲重点研究领域/7
- 3 光子学教育、培训和基础研究设施/61
- 4 战略研究议程的实施/65

二、氢能与燃料电池技术平台战略研究议程/67

- 1 简介/74
- 2 SRA 的技术评估/74
- 3 管理评价——从战略到实施/113
- 4 研究战略建议/117

三、太阳能光伏技术平台战略研究议程/129

- 1 简介/131
- 2 战略研究议程指导思想/136
- 3 欧洲光伏技术的发展路径选择、前景和研发需求/137
- 4 研究预算/150

刊 名: **科技進步与对策**

创刊日期: 1984 年 9 月 20 日

主 管: 中国管理科学学会

湖北省科学技术厅

主 办: 湖北省科技信息研究院

编 辑: **科技進步与对策** 杂志社

出 版: **科学出版社**

名 誉 主 编: 陆佑楣

主 编: 穆荣平

社 长: 程 鹏

常务副主编: 张春强

副 主 编: 高建平

国际标准刊号: ISSN1001-7348

国内统一刊号: CN42-1224/G3

地 址: 武汉市武昌区洪山路 2 号

湖北科教大厦 D 座 5 楼

邮政编码: 430071

电 话: (027)59706846(编辑部)

59706849(广告部)

87277556(财务部)

87121570(总编室)

投稿咨询电话: 027-87277066

传 真: (027)87277066

网 址: www.kjjb.org (在线投稿)

E-mail: qikan_kjjb@foxmail.com

鄂新出增刊字: (2008) 第 120 号

定 价: 196.00 元(上、下册)

国家中文核心期刊

中国人文社会科学核心期刊

中文社会科学引文索引(CSSCI)来源期刊

中国学术期刊综合评价数据库来源期刊

中国期刊网、中国学术期刊(光盘版)全文收录期刊

四、创新药物技术平台战略研究议程/153

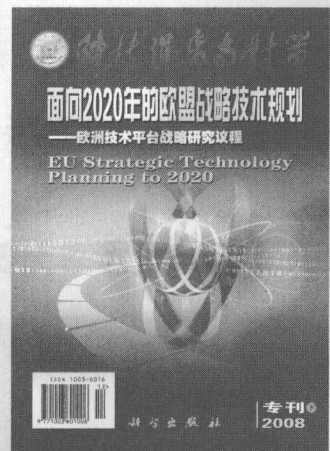
- 1 引言/155
- 2 提高药物安全性评估的可预测性/161
- 3 提高药物有效性评估的可预测性/169
- 4 知识管理/194
- 5 教育与培训/202
- 6 实施/208
- 7 附录/210

五、机器人技术平台战略研究议程/233

- 1 简介/236
- 2 欧洲机器人技术平台战略研究议程的方法/240
- 3 应用推动研究/240
- 4 市场部门共有的技术挑战/247
- 5 欧洲机器人技术平台的实现/254
- 6 综述/256

六、纳米医学技术平台战略研究议程/259

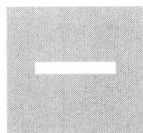
- 1 简介/261
- 2 纳米医学技术/266
- 3 为促进纳米医学的发展提供有利环境/276
- 4 欧洲纳米医学技术平台的实现/279



封面设计:刘亚非

印刷:武汉市科利德印务有限公司

出版日期:2008年12月30日



光子学技术平台战略研究议程

- ◎ 光子学既是技术创新的推动力，也是 21 世纪市场上最重要的核心技术之一。欧洲很多重要工业领域的创新力和竞争力在很大程度上都依赖于光子学的进步和发展
- ◎ 光子产业的经济增长率远远超过了总体经济增长率。欧洲在激光领域占据了主要份额
- ◎ 促成欧洲在光子学领域科技和经济方面的领先地位，进而使欧洲成为世界第一知识型经济区

本篇目录

执行概要/3

1 绪论/4

1.1 SRA 的目标/4

1.2 光子学——基于多学科的核心技术/4

1.3 由光子学推动的欧洲经济增长/5

1.4 光——一种万能工具/5

1.5 光子学——欧洲共同的挑战/6

2 欧洲重点研究领域/7

2.1 信息和通讯/7

2.2 工业生产/制造和质量/14

2.3 生命科学和健康/23

2.4 照明和显示/29

2.5 安全、计量学和传感器/43

2.6 光子器件和系统的设计与制造/53

3 光子学教育、培训和基础研究设施/61

3.1 人力资源和合格的劳动力/62

3.2 鼓励创新/63

3.3 信息传播/63

3.4 科研网络/63

3.5 科研设施/64

3.6 建议/64

4 战略研究议程的实施/65

4.1 基本结论/65

4.2 主要建议/65

4.3 主要挑战/65

4.4 光子学研发所需的财政支持/66

执行概要

欧洲光子学组织(Photonics21)技术平台

欧洲光子学组织(Photonics21)技术平台创建于2005年12月,由来自27个国家的350多个成员组成,联合了欧洲光子学产业整个价值链上的绝大多数主导企业和研发利益团队。目前,欧洲光子学组织(Photonics21)由7个工作组组成:①信息和通讯工作组;②工业制造和质量工作组;③生命科学和健康工作组;④照明和显示器工作组;⑤安全、计量和传感器工作组;⑥光子元器件工作组;⑦研究、教育和培训工作组。

尽管涉及不同的学科和应用领域,欧洲光子学研发总体上仍然迫切需要一种通用的方法支持:

——前沿研究和创新需要整个经济价值链的合作与参与,包括潜在技术开发和产业化等各个方面;

——跨部门问题需要与应用型问题相结合;

——不同领域间的应用协同;

——最后,应该注意这样一个事实:在世界上许多国家(如美国、日本和澳大利亚等)都建立了光子学社区联盟,并制定了共同的战略目标,而在欧洲,光子学研究在很大程度上仍然是分散行为。

因此,欧洲光子学组织的成员应立志于使欧洲在光子学领域处于科学、技术和经济方面的领先地位,进而使欧洲成为世界第一的知识型经济区域。

光子学的社会和经济影响

现阶段,光子对于改善我们的生活质量有着明显而微妙的作用。虽然我们只揭示了光子最终性能的一小部分,但光子技术对重大社会问题仍然产生着举足轻重的影响,比如实现信息社会、改善医疗保健、节约能源、确保公共安全、创造就业机会等,并正在促进以下方面的改善:

——光子学既是技术创新的推动力量,也是21世纪市场上最重要的核心技术之一。对于在多个工业领域中原始光子器件和光子技术产品的性能提升,它也起着至关重要的推动作用。

——欧洲很多重要工业领域,如信息和通讯技术(ICT)、照明设备、医疗和生命科学,以及航空、安全、运输和自动化部门的创新力和竞争力在很大程度上都依赖于光子学的进步和发展。如果欧洲失去光子技术的领先地位,这些工业领域将受到来自美国和亚洲对手的强劲冲击。

虽然光子器件、系统和光学消费品主要市场已经初步形成,但是光子学在很大程度上仍然是由中小企业占统治地位的技术领域,而且这些中小企业雇佣的员工占整个产业雇佣员工总数的三分之二。

——据保守估计,2005年光子学世界市场总计1500亿欧元,其中约40%与信息 and 通信技术相关。

——光子产业的年增长率大大超过了经济增长率(例如,过去10年激光产业的增长率高于14%;生命科学领域中的光子应用增长超过38%),并且仍将继续发展(例如OLEDs,即有机发光二极管未来5年的年增长率预计为40%)。整个光子学世界市场预计在未来10年里将至少达到现在的3倍水平!

——目前欧洲光子产业至少在两个领域处于世界领先水平:①固态照明(solid-state lighting):欧洲公司在该领域占据了世界照明市场30%以上的份额;②激光辅助制造(laser-assisted manufacturing):欧洲在该领域主导了世界范围的生产和销售,大约占据了整个世界市场份额的50%。

虽然,现在的发展证明经济增长不一定会促进就业的增长。但是,获取和巩固欧洲在光子领域的领导地位将在以下3个方面对就业产生积极影响:

(1)光子产业在很大程度上是基于中小企业的,该领域的增长对就业率的贡献高于平均水平。

(2)光子技术有利于保证现有产业的竞争力并进而保证这些领域的工作机会,这些产业正受到向欧洲以外的低薪地区转移的威胁。

(3)从现阶段和长远来看,获得光子学领域的技术领先地位将为欧洲一些目前处于落后地位的工业制造领域创造新的工作机会,这些领域主要生产新型消费品,如显示器、多媒体设备和电子娱乐设备等。

目前,大约200000人直接受雇于光子产业。另外,超过200万雇员为欧盟光子产品制造业工作。

欧洲光子学组织的战略实施

将想法变成设计原型并进而形成有用的产品,需要灵感、勤奋和大量的艰苦工作,但前提是工业制造和研究能够支持这些杰出的新思想以探究光应用的无限前景。考虑到来自亚洲和美国优秀科学家的激烈竞争,欧洲光子学团体的重要任务是加强其领导地位。

2005年12月在布鲁塞尔召开的首次工作会议期间,欧洲光子学组织成员们提出了以下行动建议:

(1)需要在整个欧盟范围内联合光子学研究 with 光子产业的力量。



(2)需要增加光子学的公共和私营投资。

(3)需要明确欧盟委员会(European Commission)在光子学发展中的责任。

(4)需要在欧洲范围内建立相关的公共镜像机构和基金机构。

(5)需要通过加强合作研究和各国的公共资助来跨越现存的光子学研究光子产业间的障碍。

(6)需要欧盟委员会的额外资助来促进跨国合作研究项目(例如通过一个激励机制)。

(7)需要系统化定义在未来 10 年里可生产市场化产品的研发领域,并形成具体的路线和战略。

(8)需要由欧洲光子学组织的成员每年更新战略研究议程的具体化技术建议。

(9)欧洲光子学组织需要寻求其他技术平台的合作。

将分散的力量统一为协同动作在一定程度上依赖于政治。政治支持在改善光子学研究环境、加强合作、提高公共和私营研究开发投入以及确保核心资源运用等方面具有重要意义。

研发投资需求

鉴于美国和亚洲所做出的巨大努力,为欧洲光子学提供充足的研发投资将是未来欧洲光子学经济成功及其竞争力提升必不可少的先决条件。

当前,欧洲光子产业的私营研发投资已经达到 33 亿欧元,年增长近 9%。另一方面,公共投资则远远落后于私营投资。目前,公共和私营在光子学研发投入中的比例约为 1:15,明显低于其他领域。

因此,政府当局和产业自身需要联合采取措施以实现以下两个目标:

(1)增加光子学合作研发总体投资,以赶上全球竞争者并达到里斯本 3%的目标。

(2)调节公共和私营在光子学研发投入中的比例,大幅增加公共基金投资。

私营投资(已经获得欧洲光子学产业认同):

——欧洲光子产业愿意并准备按 10%的比例增加现有的每年 33 亿欧元研发投入

公共投资(需要政府当局许诺):

——欧洲委员会在光子学合作研究中的公共基金需要达到 FP6 的两倍

——未来 5 年内成员国在光子学合作研究中的总体国家公共基金需要翻一番。

欧洲光子学组织的成员确信所提出建议的実施和光子学研发投入的增加将对达成欧洲里斯本政策目标并保持持续增长势头产生重要影响。一个强有

力并获得广泛认同的欧洲战略是确保我们持续成功并从未来的伟大创新中获利的必由之路。

1 绪论

以下所讨论的是由欧洲光子学组织成员在 2005 年 12 月至 2006 年 3 月间提出并采纳的欧洲光子学组织技术平台战略研究议程。

欧洲光子学组织建立于 2005 年 12 月,基于欧盟委员会 2004 年的一项行业倡议。

今天,欧洲光子学组织由来自 27 个国家的 350 多个成员组成,其中 21 个为欧盟国家。这些成员中的近 50%来自于工业领域(包括光子技术的制造商和用户),且其中近四分之三为中小企业代表;另一部分成员来自工业—科技组织以及研究机构,尤其是那些工业—科技中介领域的工作者。因此,欧洲光子学组织联合了绝大多数欧洲经济价值链上的领先光子学厂商和相关研发利益团体。

1.1 SRA 的目标

通过建立和實施这一战略研究议程(SRA),欧洲光子学组织成员立志于促成欧洲在光子学领域科学、技术和经济方面的领先地位,进而使欧洲成为世界第一的知识型经济区域。

最终,我们将努力达成以下目标:

——建立以中小企业为主导的光子学产业和面向核心用户的产业以及共同研究开发行为之间的密切联系。

——确保研究成果能顺利转移至前沿技术和生产过程中,并最终应用到具有全球竞争力的市场化产品和服务中。

——确定中长期研究目标和技术发展目标及其发展步骤。

——提供必要的研究环境,以促进光子学研究,增强合作,提高公共和私营光子学研发投入,并保证大规模关键资源的运用。

1.2 光子学——基于多学科的核心技术

光子学诞生于 40 年前,是一个全新的研究和商业领域,是与光子控制相关的多学科的综合体,这些学科包括:光学、材料学、电子工程、纳米技术、物理学和化学等。另外,光子学也与照明和电学的完美结合密切相关。这一切在 1967 年是无法想象的,当



时,法国科学家比耶·艾格翰(Pierre Aigran)提出了光子学这一术语:

“光子学是掌控光的科学,包含光的产生、探测,以及通过指引、处理和放大来对光进行管理,最重要的是给人类带来了利益”

2005年是庆祝爱因斯坦的伟大发现100周年。爱因斯坦发现,光不是像连续的液体那样流动,而是由我们现在称为光子的独立元素集合构成的。在这个发现过后的100年里,欧洲科学家和工程师们一直力图从一个新的维度掌控光,以使光子应用飞速增长,并突显其在经济领域的重要性。

历史证明,一个主要技术原理的发现会在其后的10年间创造新的革命性产业。1948年,当晶体管(trasistor)被发明时,它仅仅被看作是一种新型电子放大器,没人预料到它会对我们日常生活的方方面面带来革命性变化。晶体管促进了微电子产业和计算机时代的产生,后两者是现代世界经济发展的主要推动力量。几年后,当激光被发明时,也没人意识到它会给唱片音乐、出版和制造业带来重大变革。现在,我们已经掌握了一些激起光子学变革的知识和技术,包括光的生产、控制和运用以及适应不同需求的自定义剪裁等。随着光子学和其他相关学科的突破性发展,新一代光子工具即将产生。现在我们已经拥有多种途径来创建光子系统以开发光所具备的独特能量和潜能。

正像电子的应用促成了20世纪的技术突破一样,21世纪将是光子的世纪。

1.3 由光子学推动的欧洲经济增长

光子学是21世纪技术创新的驱动力量和最核心的核心技术之一。光子学的经济影响将随着光子产业产出的增长而与日俱增,这些产业包括光子器件、光子系统和光子消费品等。

光子技术推动了大范围产业领域的竞争力提升和技术领先。比如,激光系统在材料处理中的应用对汽车、微电子、航空学等终端产业(user industries)效率和质量的提升产生了重大影响。因此,要全面考察光子学相关技术的总体经济效益,必须首先对这些难以量化的直接影响进行评价。

绝大多数光子器件被应用到大型精密的产品和系统中。比如,激光是CD和DVD设备的核心,但激光的销售收益只是最终产品中很少的一部分,而光子技术却是DVD设备以及很多其他高科技产品的主要技术。

因此,光子学极大促进了能增加原始光子器件和技术价值的产品的生产。

然而,即使主要市场个体的数据令人印象深刻,光子学产业在很大程度上仍然是由中小企业主导,它们雇用了全产业大约三分之二的劳动力。据保守估计,2005年光子学世界市场(直接)总值近1500亿欧元,其中,近40%与信息通讯技术相关。

对于主要技术领域而言,欧洲光子学产业至少在两个领域处于世界领先地位:①固态照明:欧洲企业现在占据了世界照明市场超过30%的份额,并且是照明用发光二极管的创新领导者;②激光辅助制造:欧洲支配了世界范围的制造和销售,占据了整个世界市场近50%的份额。

另外,光子产业的经济增长率远远超过了总体经济增长率。欧洲在激光领域占据了主要份额,激光领域的年增长率在过去的10年中一直高于14%。生命科学领域的光子产业年增长率超过了38%。有机发光二极管(OLED)市场未来5年的年增长率预计将达到40%——正如太阳能电池市场(solar cell market)自1997年开始年均增长率达到37%一样。

很明显,不仅是光子产业,欧洲其他很多重要产业,包括芯片制造、照明、健康保健和生命科学、空间科学、防御和运输,以及汽车产业等都依赖于光的控制。如果欧洲失去光子技术的领先地位,这些产业将遭受来自美国和亚洲强烈竞争的冲击。

1.4 光——一种万能工具

没有光子学的重大贡献,目前的几项技术成就是不可能实现的。从这个角度来说,光子学以直接或间接方式改善了我们的生活质量。

以下是一些现实情况和远期前景:

——光子学使海量数据的处理、存储、传播和显示成为可能,而这些都是构建信息社会所必须的;光子学加速了信息流和数据流的增长;未来,光子系统所提供的带宽将是目前提供和可能带宽的1000倍。

——新型显示器(比如交互性、灵活性、大区域、透明性、3D等)将在周围智能的远景下提高普适的数据访问,提供新的消费和专业应用,变革专业活动方式和创造新的生活方式。

——在制造领域,光(激光)被当作快速而准确的工具加以应用以实现多种目标、处理各种材料和对象,包括大型越洋油轮的制造、纳米级结构的产生等。基于光子学的生产是未来欧洲保持和发展低消



耗制造业的途径。

——创新性照明系统能够提供便利的环境并节约能源；如果大范围引入发光二极管，那么到 2010 年每年可节省至少 20 亿桶原油。

——多样化的光子应用为欧洲居民提供了不同社会环境中的安全保障，比如道路交通和公共运输、商业和通信、环境监测和工业生产等。

——光子设备在检查、诊断、治疗和观察等方面的应用变革了现代医疗；并且，微探测器和远程诊断（micro-probes and remote diagnosis）等更深层次的创新和突破也即将涌现。在不远的将来，人们可以在工作场所、超市和家中使用成熟且廉价（大规模制造）的医疗设备来获得简单可靠的早期诊断和预防，而无需接受令人厌烦和昂贵的治疗。

——最后，光子学是生物工艺学、制药学和遗传学的核心。比如，光子学工具不仅可以熟练操作分子，而且可以在不损害体内细胞的前提下操作它们；制药学将获得深入研究，医疗预防也会获得革命性发展；另外，光子学将极大促进保命药物的高速、高效和廉价发展。

然而，这些仅仅只是开始。当前的工具、资源、系统和应用仅仅显示了光子系统全部特性的一小部分。毋庸置疑，光子学和光子技术将是 21 世纪推动创新的主要影响力之一。

——光子学提供了新的和独特的解决方案，其速度、容量和准确性是目前传统技术无法达到的。

——行业和技术等核心领域的未来发展将在很大程度上依赖于光子学，这些核心领域包括生命科学和医疗、信息和通信、能源和生产等。

——光子学帮助人们应对由信息社会、公共医疗和持续增长所带来的基本社会性挑战。

——光子学是一个正在成长中的行业，可以强化欧洲工业和经济的竞争力。

将想法变成设计原型进而成为可使用的产品，需要灵感、能力、勤奋和艰苦的工作。但是，要进入“光子学世纪”必须首先使工业和研究的发展能够支撑这些想法，从而开发近乎无极限的光应用，并获得其为欧洲创造工作机会和财富的预期效益。

1.5 光子学——欧洲共同的挑战

光子学虽然涉及其他一些学科，但仍然是一个独立的科技领域。它的精髓是对光子的控制。自从 90 年代晚期“利用光”的研究（美国国家研究理事会，1998 年）在美国发表以来，光子学团体在世界的很多

地方不断涌现（比如美国、日本和澳大利亚），建立了一些国家光子学联合会并构建了共同战略。

在欧洲也存在着相应的区域性和国家层面的活动。但是整个欧洲层面上的光子学研究在很大程度上仍然是分散的。当前，新型光子学技术和产品的发展面临着两个复杂问题：

（1）欧盟成员国的国家性研发活动和项目尚无有效地连接和协调。

（2）在整个欧洲层面上，光子学相关研发项目分散在各种各样的应用领域。各种研发项目在很大范围内按照不同的研究主题分散地开展。

欧洲需要采取迅速且有力的协同努力来解决这些问题，从而在激烈的竞争中生存下来并激发光子学服务公众的全部潜能。缺乏协调一致的行动，会阻碍欧洲光子产业的发展和竞争力提升。

部分依赖于政治是必须的，政治可以促成分散行动的内聚和协调，可以在所有利益相关者中创建协调行动计划和按以下方式实施的联合战略：

——在未来的框架计划内加强和组织欧洲光子学研究；

——促进竞争前的合作和标准化；

——提供欧洲知识产权保护 and 开发；

——协调和改进教育和科学基础；

——提高公众意识并更大范围内传播研究成果。

要创造能够加速光子学研究、提高合作、增加公共和私营研发投入、确保关键资源运用的研究环境，而这需要政治支持。首先：

（1）为所有欧洲光子学组织的参与者提供政治支持，促进公共和私营机构的参与。

（2）认真思考以下章节所论述的战略、建议和优先研究主题，并借此塑造未来研究和创新活动的目标。

考虑到全球范围内来自亚洲和美国优秀科学家的激烈竞争，构建欧洲光子学团体的领导地位至关重要。一个强有力并获得广泛认同的欧洲战略是确保我们持续成功并从未来的伟大创新中获利的必由之路。

由欧洲光子学研发主力组成的欧洲光子学组织技术平台已经建立，以迎接上述挑战。他们来自工业领域、大学、研究机构以及其他相关组织，联合起来共同发展和实施战略并支持重要的政治程序，这一政治程序是在所有利益相关者中构建一个协调行动计划所必需的。

目前，欧洲光子学组织由 7 个工作组（WG）组



成。其中,4个工作组面向不同的具体应用领域,而另外3个工作组则主要涉及到跨部门问题,他们的研究结果、建议和战略以及技术目标将在后续章节中详细描述。

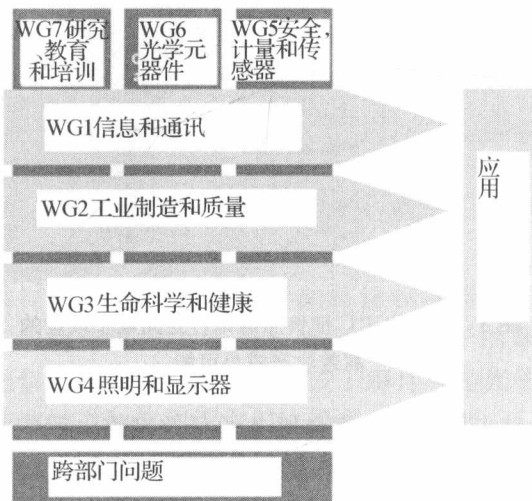


图1 欧洲光子学组织的工作组组成结构

2 欧洲重点研究领域

2.1 信息和通讯

通讯发展:电子学间奏曲

在古代,烟幕信号是最快的远距离数据传送方式,在过去的几个世纪里已经发展成为驿站和灯塔的复杂网络,可以通过旗语和手臂的上升下降来实现远距离通信。这种方式的数据传送速度还可以接受,但其数据容量太低。上个世纪,这一问题经由电子数据传输获得了解决,它可以使人们在全球范围内建立联系。电子数据传输改变了我们的生活,但是这项技术在20多年前就已经达到了其发展极限,无法再获得更高的传输能力。

光子学——信息和通讯的推动器

光学媒介是通讯和信息流传输的主要通道。互联网数据传输速率的提高与激光、光导纤维以及光学编码技术的发展密切相关。欧洲居民在当前宽带通讯中的获益既有利于下一代光学系统的发展,也给它带来了挑战。我们需要相应的光学器件和体系结构来支撑比当前宽带服务高100至1000倍的带宽的发展。通过确立领导地位,欧洲可以驱动标准的建立而不是对标准做出反应,并将欧洲的解决方案推向全球市场。

光网络使几乎无限速的数字通道成为可能,为

信息社会构建了坚实的基础。信息和知识正成为我们最有价值的商品;信息和知识的无限获取正无可争辩地成为生产力和竞争力最重要的驱动力量。光学传输网络使以上这些成为可能,并创造了随时随地访问数据的可能性。对于欧洲来说,这将是未来繁荣最重要的方面。

计算机、电话或者工作站可以经由电缆或无线连接到网络,但近距离传输无疑需要使用光学信号。在不远的将来,光学网络将被应用到家庭、工作场所以及仪器设备上,从而使大量“近距离”变为“零距离”。当代通信、商业和娱乐全部依赖于这一基础架构,其下一阶段的发展也会被应用到新服务中以提高连接性、降低费用、组建信息网络等。这一发展是未来持续生存所必须的——随时随地的真实宽频通信将继续变革社会的方方面面,减轻多元化、能源和运输等带来的区域压力,正如利用通讯和视频技术可以打破地理壁垒、跨越地理距离那样。



图2 光学通讯在我们知识社会的核心起作用：
世界电信运行控制中心

另一个和信息通讯密切联系的是数据存储。数据存储系统是我们知识社会所固有的,对经济和创新具有重大影响。

从乙烯基(vinyl)到光盘(CD)、从录像带到数字化视频光盘(DVD)的发展,再一次表明了这种模式的转变。抛开这些可升级技术的明显优势不谈,我们必须明确是什么促成了这一切的发生:当红外线激光二极管(infrared laser diodes)成为“一欧元”产品时,CD取代了乙烯基;当可视红外线二极管(visible red diodes)达到目前价位水平时,DVD取代了磁带录像机(video cassette recorder, VCR)。蓝光光盘(blue ray disc)的发展也与蓝激光二极管(blue laser diodes)的低价密切相关,而这些都依赖于提供更短波长的光器件技术的发展。这一发展仍将继续,



例如非旋转光盘(non-spinning optical discs)、近场光盘(disks with near-field optics)和全息媒体盘(disks with holographic media)等。千兆光盘也必将出现,问题仅仅是谁将最先开发出来而已,是欧洲还是其他国家。

本章所论述的第三个主要领域是基于光信号处理的可升级网络的实现。当网络容量和交换速度达到现有技术的 100 至 1 000 倍的时候,很可能将使用光来转换和传输信号以提高甚至在某些情况下取代传统电信号处理。这一方式的主要优势在于能够提高网络连接性和容量,并有利于低能耗、高节点扩充性和高网络可靠性等物理属性的获取。目前,光信号处理的众多领域都是研究热点,包括光再生(optical regeneraiton)、光复用(时分)/解复用术(optical (time division)multiplexity/demultiplexing)以及波长转换等。随着比特率的增长,这些技术将越来越廉价且越来越重要。由于需要在成本、简便性、标准和技术等方面进行大量投入,因此主干网络(main-stream network)的发展还需要数年时间。但这一领域的巨大潜力要求我们必须将其纳入工作组,从而为提高欧洲在全球研发竞技场上的创新力和竞争力创造良好机会。

以上所论述的领域都面临着巨大挑战。电子通讯的发展表明目前的光电子物理层技术(optoelectronic physical layer technologies)将无法满足要求。欧洲需要发展相关技术并确定一个能逐年减少基本“比特成本(cost per bit)”和提高带宽的技术发展路线图,从而促进新工作方式、新产业和新应用的产生。我们不能让信息流成为信息社会的瓶颈,带宽和数据存储需求在下个世纪将迅猛增长,技术和行业的发展必须能够应对这一挑战。未来网络不仅仅包含传输一路由,交换重构(switching reconfiguration)、安全和存储等都是其组成部分。

产业结构

光电通讯产业遭受了互联网泡沫及其瓦解的强烈冲击。光通讯和光器件产业正逐步融合并降低成本以在市场中求得生存和发展,这一市场正在进行短期过度投资和过度发展的调整。阵痛正在过去,强有力的联合企业和富有活力的新企业不断涌现,并面向全球市场进行运作。要通过项目合作和直接产业发展培育创新氛围并协调欧洲的基础构架和投资,包括学术投资和产业投资。

需要在网络和服务层面上重视和应对挑战。这不是旧技术的发展所能解决的,而是需要定义和实现新技术,这些新技术包括突破性发展低成本部件



图3 现代化工厂使信息通讯行业光电子设备的
高效生产成为可能

和能够支撑下一代宽带服务的可控网络。我们必须致力于领导而非跟随,从而获得定义和制定行业标准的机会。

根据电讯行业协会(Telecommunications Industry Association, TIA)的预测,全球电讯市场将持续其自 2004 年以来的两位数增长,且 2008 年市场总额将超过 2 万亿美元。未来几年,高速宽带接入将成为设备收入的主要推动力量。随着宽带市场的扩大,通讯基础架构的需求将进一步激活网络架构设备市场。TIA 预计设备消耗将以每年 8.1% 的速率增长,从 2004 年的 2 380 亿美元增长到 2008 年的 3 250 亿美元。

光电子产业已经准备增加其在通讯设备市场中的份额。根据光电子行业发展协会(Optoelectronic Industry Development Association, OIDA)的估计,2004 年,光电子通信市场增长了 9%,达到了 220 亿美元。光电子产业是欧洲工业的核心,它是光电子通讯的组成部分并支持其服务。

光存储是一个几十亿美元的市场。根据 BBC 研究组的估计,全球磁性和光学存储材料市场预计将在 2005 年达到 198 亿美元,并到 2010 年增长到 399 亿美元。在未来 5 年内,光存储媒介市场预计将比磁存储市场增长得更快。比如,年增长率是 19.8%比 4.8%。依据这一增长率,光存储媒介在数据存储市场上的份额将从 2004 年的 58%增长到 2010 年的 77%。到 2015 年,诸如全息和近场存储这样的新型光存储媒体将成为重点,它们可以管理更为复杂和抽象的对象,从而在知识经济时代的广阔领域内创造新产品和新应用。现在开始的研究活动将在短期内使欧洲行业占据新存储技术发展的领先地位。

2.1.1 传输

1. 当前和未来的挑战

重大的网络变革将促使光学器件和制造技术的发展获得领先地位。行业的发展已经超越了手工操作、精密组装和过去 10 年的模块化制造阶段,性能不再比成本更加重要。来自于数据通讯领域的商业驱动力正在推动模块化的深入发展。这一趋势导致了器件性能和功能的简化,基本芯片的设计支持热插拔,并易于实现标准化。这些为现在的发展提供了经验。器件、异频雷达收发器、子系统等供应商应该肩负管理和研究复杂光子的职责。系统集成商和供应商不仅应该了解什么是光子学,还应该知道如何利用它们以提高系统性能,而不仅仅是使用“黑匣子”的方法。现在面临的部分挑战是要使成本规模、集成和性能水平超越当前电信业的等级,适应数据通讯的要求,并使系统集成商易于使用。其中一部分的解决方案是使器件具备更高的智能,以使它们能够自行配置波长、比特率和散射等参数。

以新涌现的技术为基础的新器件是日益透明的网络组成部分所必须的——可能是降低网络成本的“圣杯”。光学开关(optical switches)、路由器、波长开关(wavelength switches)、波长转换器(wavelength translators)和所有的光学再生器(optical regenerators)都可能成为独特的器件。

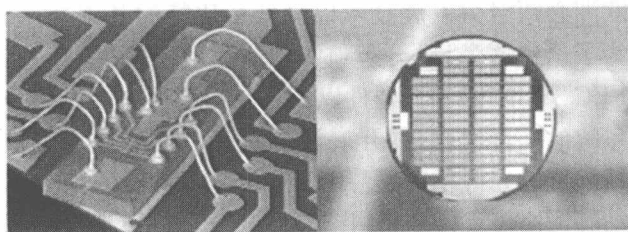


图4 InP. 制造的全带可调单片电路激光器

芯片包括了一个多元件光栅开关,可以以数字方式选择设备发射的波长。这一额外的接触以提供增益和精细的调整电流。

在单片和混合层次上进行光电集成是提升器件功能和降低费用的关键;这需要新的自校准装配方法(new self aligned assembly methods)带来器件关键附加值的工序,应该由欧洲设计和制造中心掌握;低附加值的装配可以外包。集成和测试的高自动化将成为标准。廉价的光—电—光转换和电子交换/解复用已经在网络的某些特定领域得到了应用。需要优先考虑提高接入网络的可达性和单用户容量,

并在提高服务能力的同时降低能耗和对基础设施的需求、成本。

器件和子系统的成本固然很重要,但相对而言,它们只是电信系统行业增值金字塔中很小的一部分。然而,物理层面的创新(包括器件和子系统层面)是促进系统层面的创新和差异化,并使增值金字塔活跃起来的关键。必须制定行业基础架构以使我们在从材料、器件、系统直到用户的范围内,战略性地协同工作。

器件和子系统间的边界将越来越明显,这是由标准和光信号的电子处理提升所导致的,这种处理是通过编码和散射的电子缓解实现的。目前的技术已经可以在没有光散失补偿的情况下以 10Gbps 的速度将信号传送几千米的距离。需要进一步研发对由光电子、光学和电子器件构成的子系统(可能是多通道配置)进行封装、热控制和测试的技术。

发热是当前器件的主要受限因素,限制了封装密度、体系结构和成本。无内置冷却器、驱动电流需求极小的器件是目前和未来的发展方向。封装将得到简化,成本将降低,系统设计者能将越来越多的接口压制在一张卡片上,从而减少实体尺寸、能耗和成本。用户接口需要低能耗,另外,从环境以及成本角度考虑也需要控制电池的应用。某些终端应用需要非完全密封性,这种需求的影响可以通过多个指标进行评价,如寿命减少、故障率和标准等。

光子技术领域的许多进展都是由电讯市场驱动的,且多数与宽带网络应用相关。近年来,航空和防御等新的应用市场也已经发展起来,它们同样需要光子技术。毫无疑问,它们将形成新的行业和应用领域,因此,欧盟必须支持这些涌现出来的新应用。

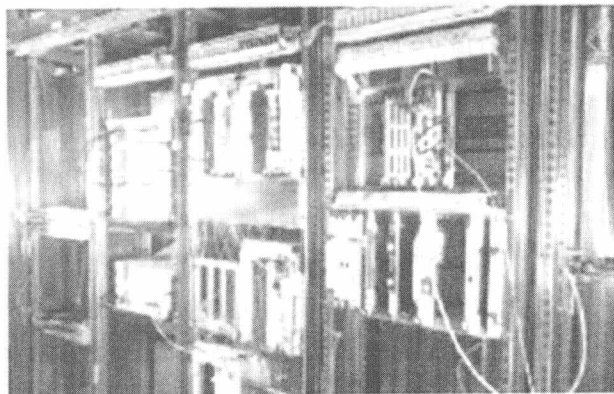


图5 光学网络设备

光学网络:用于城市网络/测试和集成的紧凑型分插复用器(Compace Add Multiplexer)和微型交叉连接设备(Mini Cross Connect)



2. 预测 2015 年：即将来临的技术和应用

信息网络将无所不在,它将与传统电讯终端、家用电气、电脑和任何其他电子设备相连,无论它们是移动的还是固定,无论是在家里、工作场所还是建筑物内、街上、公共交通工具或私人汽车内。这一发展将促进从任何接口接入和跨越地理连接的网络带宽的增长。光子学将从网络的核心不断扩散至边缘,确保其独一无二和无可比拟的大容量数据传输能力。根据 OIDA 的一份近期报告:

——2015 年的核心网络速度将达到 40Gbps,城市区域的网络速度将达到 10Gbps,并在某些情况下达到更高速率。

——到 2015 年每载波容量将达到 100Tbps 左右。

——因特网协议和高清电视等宽带应用的增长将推动光纤深入网络,如光纤到户等。

欧洲居民将在家中通过光纤——可能是多模聚合物光纤(multi-mode polymer optical fibres)获得每用户 1Gbps 的通路。因此,必须升级主要城市网络(城域网, metropolitan networks)及其间的骨干网。考虑到 2005 年数据通信量的增长超过 100%,当前一些繁忙的光纤线路已经或者即将在数年后达到其极限,尽管它们具有大约每光纤 320Gbps 的容量。因此,基于迅速上升的需求曲线,2000~2002 年间骨干网的过度投资的影响,很快将不再存在。除非新的光子技术和系统出现,形成成本控制解决方案,否则当前设备将达到其容量极限,成本效率的增长也将受阻。

数据将逐渐被转换成便于用户使用的形式,比如通过统一透明的接口。从服务提供者角度来说,这意味着简化的一体化网络,即融合(聚合)所有能够融合的网络。这要求欧洲研究人员去定义创新结构和工程规范,以使这种融合成为可能而不受已有网络异构性的影响。同时,光子网络将更具柔性,以及更高的远程动态配置可能性。但现在已有的方法(比如 ROADMS,可重新配置的光纤增/减复用器)仅具有有限的这种特性,即使是这样,经营者仍然对其非常感兴趣,将其视为降低操作成本的一种途径,认为它可以降低系统失效的可能性。网络的动态重构还拥有其他具有巨大经济潜力的长期应用。经营者将根据客户动态需求创造新的商业机会(比如白天的家庭用户宽带接入和晚上基于

共享结构的企业远程数据存储),来更好地利用带宽容量。从长远来看,如果与网络重构相关的光子技术发展足够迅速,并能依据不同的通讯状况实时调整资源供应,那么预计将会出现更大进步。需要注意的是,重组能力增长的趋势可能与透明或者至少是部分实现透明性的趋势同步。光网络的透明意味着,可以不需要节点进行再生的情况下使网络中的任何节点与其他节点相连,通常基于网状配置。一般来说,完全透明的观点太过乐观,在不透明(全部再生)和透明之间的混合解决方案更可行。在这种混合解决方案中,真正的动态重组要求光网络控制软件能够在路径建立前判断其是否可行,并判断是否需要重建。因此,透明趋势需要在正确行为的判断和建模方面有所改进的控制软件,也需要开发并验证创新性的光学器件,将创新与设计相连,从而以一种高性价比的方式超过目前系统所能达到的最远距离(远于 5 000km)。这需要具备可调和性,拥有光电子集成(设备)电路(OEICs)、模拟/数字信号处理和速率/协议可变收发器等更强大功率的光学器件。

这必须与所有其他网络的改变保持实时一致才能达到(比如,链路和节点上新器件引入,比特率从 10Gbps 到 40Gbps 的改变)。这些设想同样适用于当前由于成本因素而无法使用超长传输技术的城域网(无需重建的更远距离网络也同样需要)。

欧洲必须优先开展和足够重视降低光网络成本的研究,并通力合作,只有这样才能促成这些发展。欧洲必须努力发展技术以降低每比特的基本费用。为了达到这个目标,必须实现高速电子器件(EDC、FEC、A/D 等)和光器件以及具有特定功能的光波子系统的联合优化,并开展深入研究以发展包含可重新配置的光纤增/减复用器和波长转换器的高效率动态网络可重构全光网络器件。

不能让传输技术成为下一代网络化信息社会中的成本瓶颈。透明化趋势(长距离无再生,从而减少了收发器的数量)被认为是降低成本的先驱。除此之外,任何以降低资金消耗为目的的创新性光学器件或者创新性系统设计在当前和以后都具有巨大价值,尤其是伴随光学接入的增长。另外,需要在终端、高效调制格式、编码、放大器、新型光纤、损害补偿(散布补偿、PMD 补偿、非线性补偿)等领域加强研究。

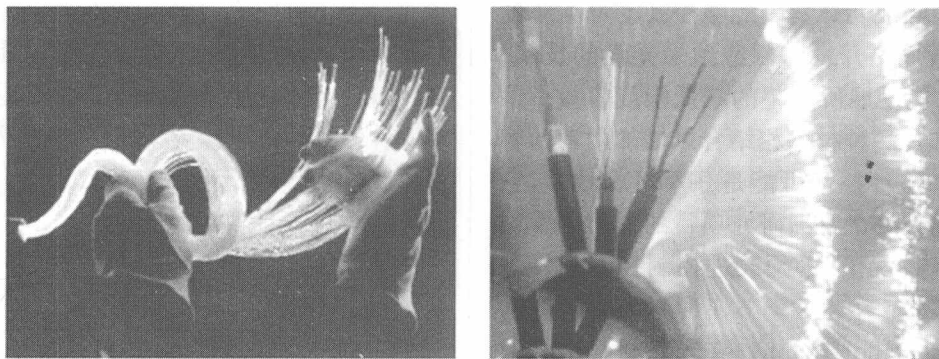


图6 光纤材料

到2015年,光纤的光传输容量将达到每载波100Tbps

2.1.2 光学数据存储

1. 现在和未来的挑战

另一个对数据传输有较高战略意义和相当促进性的领域是光数据存储。由于技术本身的灵活性和可负担性,光存储的应用正高速增长。与其他随机访问可移动存储介质的解决方案相比,可读写光存储提供了最高的可用容量,具有最低每兆字节成本和比所有媒体更长的存储寿命。

当前,光存储是一个几十亿美元的市场。到2005年底,全世界大约销售了90 000万台驱动设备和超过150亿张光盘。与光存储相关的经济活动也在持续增长。DVD市场在过去4年里经历了爆炸式的增长,几乎完全取代了旧的VHS技术。在美国和欧洲,第三代光盘(Blu-Ray, HD-DVD)将在2006年投入市场。预录版本将用于传播高清电影,并将拥有和DVD一样光明的前景。到2010年,可记录版本很可能将成为记录用户创作内容的一种选择。

虽然光存储技术在信息社会中的发展已经给我们留下了深刻的印象,但是存储系统和存储设备仍然处于其发展的初级阶段,并将继续快速发展。材料处理和设备设计的发展将涵盖光变色聚合物(photochromic polymers)、光学照明和3-D成像系统、微机械光学驱动芯片(micro-mechanical optical actuator chips)和微光封装技术(micro-optical packaging techniques)等新设备和新技术。

在光数据存储市场上,欧盟具有强有力的地位,包括主要跨国工业企业,大量光学器件、材料和技术提供商以及世界领先的控制、复制和高端设备提供商。这得益于广泛而有活力的学术团体的支持,它们促进了其在动态环境中的创新。学术界和工业界必须在这种广泛的经验基础上继续合作以开发新一

代光学存储技术和应用。

2. 预测2015:即将推出的技术和应用

主要的技术挑战是未来新应用所需的不断增长的存储密度和数据传输速率,这些新应用包括移动数据设备的数据存储(比如图片照相机、可便携式摄像机、多功能移动电话、mp3播放器、手提电脑、PDA、游戏终端)、超高质量视频(超过HD-TV)传播和长期经济数据存档等。第四代技术将力图实现一个具有250~500GB容量的CD大小的光盘。

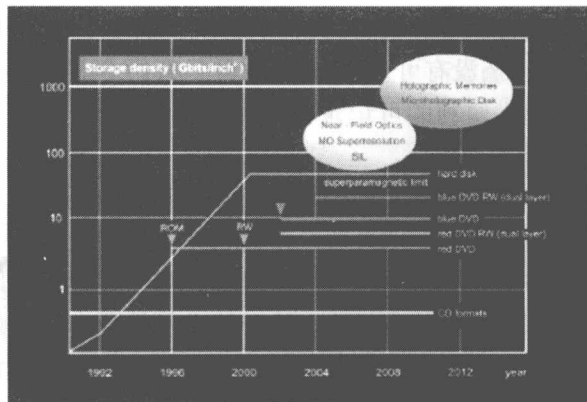


图7

为了达到如此之高的存储容量,几种技术正在相互竞争和协作之中。一方面,解决方案可能需要更进一步增加实际密度以对抗光的衍射极限,可以采用近场光学(near-field optics)和超分辨率近场结构(super resolution near-field structure)等。另一方面,解决方案可能需要利用额外的可用纬度,比如可极大改变微电子学使用模式的各种3-D光存储概念。

——近场光学通过使用固体浸没透镜(solid immersion lens SITs)产生的衰减波,进一步提高了可调焦透镜的数值孔径。当固体浸没透镜和光盘间的距离与波长呈特定比率时,衰减波就可以得到应用。