光 学 和 光 电 子 产 业 的 主 导 刊 物

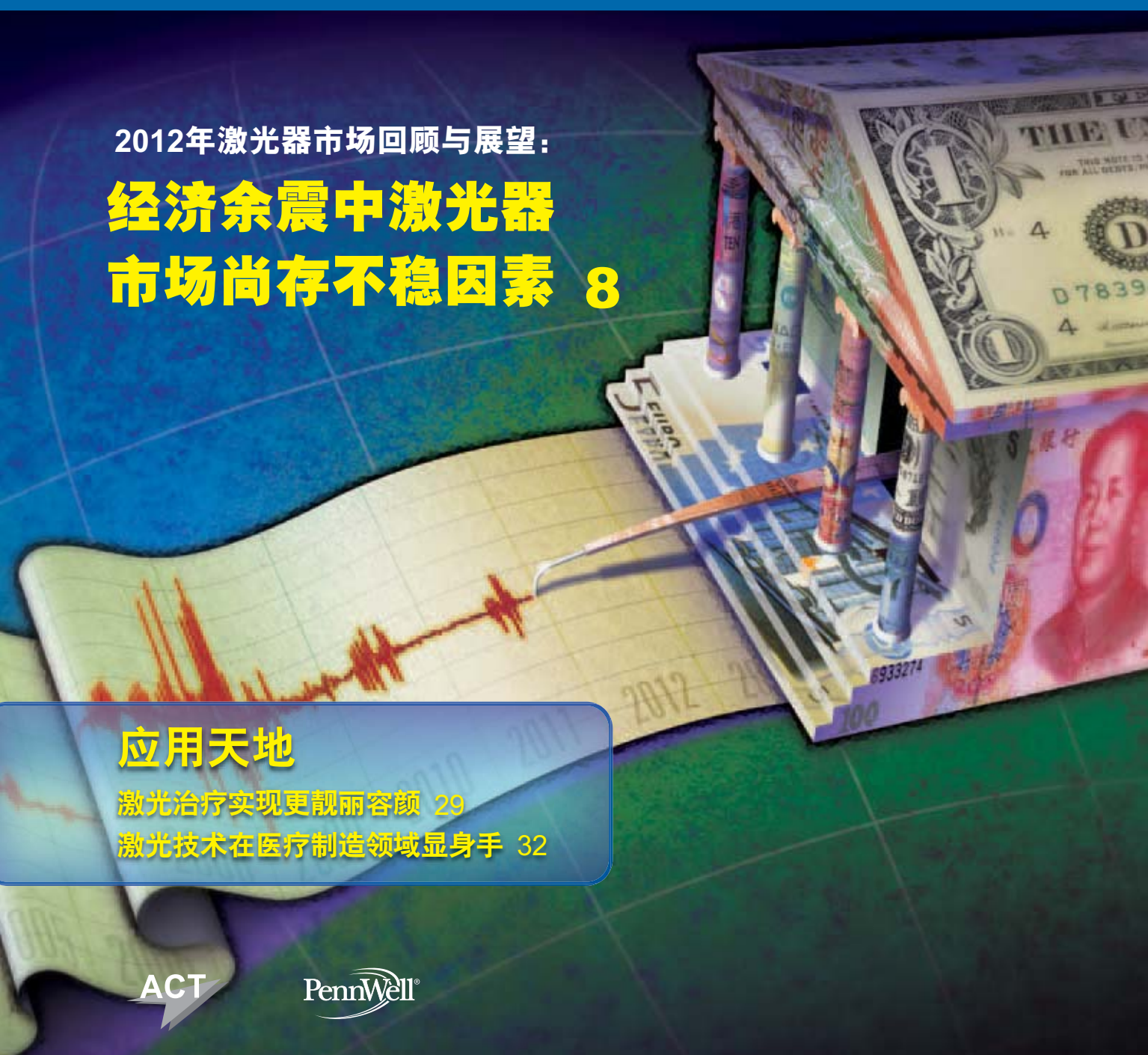
激光世界

LaserFocusWorld® China

www.laserfocusworld.com.cn

2012年1月 第1期

ISSN: 1817-6917



2012年激光器市场回顾与展望：

经济余震中激光器市场尚存不稳因素 8

应用天地

激光治疗实现更靓丽容颜 29

激光技术在医疗制造领域显身手 32

ACT PennWell®

激光世界
LaserFocusWorld® China

最新推出电子书(eMagazine)

laserfocusworld.com.cn



直接连结广告商网站 | 一点即开想看的文章 | 推荐朋友下载免费的电子书 | 申请成为免费印刷版或电子书的读者 | 上页、下页，放大/缩小文章



第七届国际应用激光技术中国研讨会

7th International Conference on Laser Processes and Components (LPC 2012) - in cooperation with PICALO

2012年3月20–22日

大会执行主席： 王又良教授，中国光学学会激光加工专业委员会

大会执行副主席： Andreas Ostendorf教授，德国波鸿鲁尔大学
钟敏霖教授，清华大学，美国激光学会

学术委员会： 王又良、王茂才、邓鸿林、朱 晓、刘文今、刘兴胜、杜克明、肖荣诗、张庆茂、姚建华、黄卫东、唐霞辉、阎大鹏

会议主题：

- 欧洲激光加工产业的发展现状
- 美国激光产业的发展现状
- 中国激光产业的发展现状
- 日本激光加工产业的现状
- 先进激光器的最新进展与应用
- 激光加工应用（电子和半导体行业、轨道交通行业、船舶制造等）
- 激光宏观加工
- 激光精密制造

论文征集：

提交的论文摘要应是原创、最新且未发表的应用研究、进展或执行结果。鼓励作者简单介绍其研究工作的最新进展。不接受商业论文。论文将选择性刊登在《应用激光》，《中国激光》等EI，SCI杂志上。优秀论文将在会议中做PPT交流。

论文摘要接收通知截止日期:2012年2月3日
论文摘要请提交至：neil_chen@laser.net.cn

会议注册：

普通参会代表：1,300元人民币/人（2012年2月24日前）
学生参会代表：600元人民币/人

注册方式：

网址：http://www.photonics-congress-china.cn/lpc.html
电话：021-20205579
E-mail: zhao.chenguang@mmi-shanghai.com

支持媒体

激光世界 LaserFocusWorld China

主办单位

Laser Institute of America

Messe München International

光学技术大会

PHOTONICS CONGRESS CHINA

www.photonics-congress-china.cn　上海新国际博览中心

中国驰名商标
ISO FDA CE JQA
http://www.cnilaser.com

氩离子激光器代替品

长春新产业光电技术有限公司研发成功氩离子激光器的替代品，它们具有体积小，稳定性高，噪声低，光斑好等特点。另外，其紧凑的结构，稳定的性能是OEM、工业及医疗应用的理想选择。


488nm蓝光激光器


514.5nm绿光激光器

应用
- 生物分析
- 荧光检测
- 血细胞计数
- 共焦显微镜
- DNA检测

参数
- 波长：488nm±5nm
  功率：50mW
- 波长：514.5nm±5nm
  功率：20mW

375nm | 488nm | 514.5nm 激光器

375nm紫外激光器

波长：375nm±5nm；　功率：150mW
光斑模式：近TEM00；　M2因子：<1.3
振幅噪声：<0.2%；　全角发散角：~1.0mrad
出光孔光斑：<3.0mm×5.0mm，椭圆



应用
- 荧光激发
- 光致发光
- 全息存储
- 生物检测
- 材料分析
- 共聚焦显微

特点
- 结构紧凑
- 优质光束模式
- 低振幅噪声
- 模拟、TTL调制
- TEC制冷和底板散热
- RS232接口

中国科学院 长春光机所 希爱
长春新产业光电技术有限公司
地址：吉林省长春市高新区创新路668号
电话：0431-87032275
传真：0431-87020258
邮箱：info@cnilaser.com
网址：www.cnilaser.com

激光世界 LaserFocusWorld China
2012 年 1 月　第 1 期
www.laserfocusworld.com.cn

目录

市场观察

8　2012 年激光器市场回顾与展望：
经济余震中激光器市场尚存不稳因素

16　2011 年技术回顾：
光子学技术从科研领域走向消费世界

光子学前沿

21　高功率激光二极管：高功率激光二极管获得高亮度

技术中心

24　可调谐光源：量子级联激光器走进工业应用领域

27　太赫兹成像：太赫兹反射测量成像硅片中的缺陷

应用天地

29　美容光子学：激光治疗实现更靓丽容颜

32　激光制造：激光技术在医疗制造领域显身手

6　新闻简讯

34　新品展示

36　广告索引



想要以最少的时间、最快的速度解决技术难题？
Safari 图书在线可以给你一个良好的成本效益方案。
详情请访问
http://safaribooks.actintl.com.hk
Safari Books Online

关于《激光世界》
《激光世界》(Laser Focus World China) 创刊于 2005 年，双月刊，是美国光电行业权威杂志《Laser Focus World》(LFW) 的中文版，秉承了 LFW 的高质量并为中国读者量身定做。《激光世界》从 LFW 中精选了目前行业中的热点内容进行翻译，同时也接受来自国内的投稿。主要栏目涉及研发简讯、产业新闻、深度技术报道、业界访谈、新品展示等。《激光世界》免费向专业人士赠阅，目前发行量为 8031 份。
请查询本刊专业网站：www.laserfocusworld.com.cn。

2-AXIS LASER BEAM DEFLECTION UNITS 两轴激光扫描振镜

Laser China 2012

Minimum Size, Maximum Performance

The lightweight **MINISCAN** is designed with focus on compact laser systems. The speed and high accuracy of these units are as impressive as its form.

Innovative technology, precision and quality – that is what RAYLASE AG stands for. As a global market leader, it develops and produces ultra-modern components and subsystems for laser beam deflection, modulation and control. In addition to 2-axis laser beam deflection units and 3-axis laser beam subsystems which are setting new standards in engineering, we offer our customers the right software and control electronics to go with them, in a one-stop solution.

创新的技术、精度、品质 – 是RAYLASE的象征。作为全球市场的权威，我们开发和生产用于激光偏转、调制与控制的超现代化组件与子系统。除了设立工程新标准的两轴激光扫描振镜和三轴激光动态聚焦子系统产品外，我们还为客户提供一站式解决方案，即相应的软件与控制卡。

MINISCAN专为紧凑激光系统而设计，其高速度和高精度的性能与其外形一样引人注目。

MINISCAN



- Lightweight design
- High speed and high accuracy
- Designed for compact systems
- Apertures 7, 9, 12, 14 and 20 mm

- 令人眩目的轻巧设计
- 高速度，高精度
- 光纤激光器系统的理想选择
- 光束直径 7, 9, 12, 14, 20 毫米

RAYLASE AG
Argelsrieder Feld 2–4
82234 Wessling
Germany
电话：+49-(0)8153-8898-0
传真：+49-(0)8153-8898-10
电子邮件：info@raylase.com
www.raylase.com

瑞镭激光技术（深圳）有限公司
深圳市龙岗区横岗镇228工业区
前程路6号5楼
邮编：518115
电话：+86-(0)755-8222 8324
传真：+86-(0)755-8222 8193
电子邮件：info@raylase.cn
www.raylase.cn

RAYLASE
focus on laser

激光世界
LaserFocusWorld China

中国/香港特别行政区 **China / Hong Kong SAR**
电话 (852) 2838 6298
传真 (852) 2838 2766
地址 香港九龙长沙湾青山道478号 百欣大厦13楼B室
出版总监 麦协林 **Adonis Mak**
电邮 adonism@actintl.com.hk
社长及副总裁 麦协和 **Mark Mak**
电邮 markm@actintl.com.hk
中国区总经理 徐旭升 **Michael Tsui**
电邮 michaelt@actintl.com.hk
中国版主编 庞会荣 **Rossie Pang**
电邮 rossiep@actintl.com.hk

免费赠阅咨询
电话 (86) 755 2598 8571
传真 (86) 755 2598 8567
电邮 lfwc-subs@actintl.com.hk

特约编辑
In My View **Jeffrey Bairstow**
电邮 inmyview@yahoo.com
Industrial Lasers **David A. Belforte**
电话 (1) 508-347-9324
电邮 belforte@pennwell.com
Valerie Coffey
电话 (1) 978-263-4485
电邮 stellaredit@gmail.com
Photonic Frontiers **Jeff Hecht**
电话 617-965-3834
电邮 jeff@jeffhecht.com
Imaging **Conard Holton**
电话 (1) 603-891-9161
电邮 cholton@pennwell.com
Europe **D. Jason Palmer**
电话 (44) 7960 363308
电邮 djasonpalmer@gmail.com

尖端技术部市场总监 **Adrienne Adler**
美术编辑总监 **Suzanne Heiser**
高级绘图 **Chris Hipp**
制作经理 **Sheila Ward**
广告协调员 **Steve Archer**
客户开发经理 **Debbie Bouley**

PennWell

尖端技术部通讯与光电子分部
集团出版人 **Christine A. Shaw**
电话 (1) 603-891-9178
电邮 christines@pennwell.com
副出版人/总编辑 **Stephen G. Anderson**
电话 (1) 603-891-9320
电邮 stevega@pennwell.com
高级编辑 **John Wallace**
电话 (1) 603-891-9228
电邮 johnw@pennwell.com
高级编辑 **Gail Overton**
电话 (1) 603-305-4756
电邮 gailo@pennwell.com
管理编辑 **Carrie Meadows**
电话 (1) 603-891-9382
电邮 carriem@pennwell.com
执行助理 **Katherine McIntosh**
电话 (1) 603-891-9224
电邮 katherinem@pennwell.com

公司行政人员
主席 **Frank T. Lauinger**
总裁兼行政总监 **Robert F. Biolchini**
财务总监 **Mark Wilmoth**

尖端技术分部
高级副总裁/出版主任 **Christine A. Shaw**
读者服务主任 **Gloria S. Adams**

地址 Laser Focus World, 98 Spit Brook Road, LL-1, Nashua, NH 03062-5737
电话 (1) 603-891-0123
网址 www.laserfocusworld.com

ISSN 1817-6917
© 2011 版权所有 翻印必究

CONTENTS

激光世界 LaserFocusWorld China
Jan 2012 Issue 1
www.laserfocusworld.com.cn

Market Watch

8 **Annual Review & Forecast for Laser Market:** Economic aftershocks keep laser markets unsettled

16 **Technology Review 2011:** Photonics reaches from science to the consumer world

Photonic Frontiers

21 **High-Power Laser Diodes:** Bringing high brightness to high-power laser diodes

Technologies Center

24 **Tunable Sources:** Quantum cascade lasers enter industrial applications

27 **Terahertz Imaging:** Terahertz reflectometry images faults in silicon chips

Applications

29 **Laser Aesthetic:** Looking good with lasers

32 **Laser Manufacturing:** Laser technologies find applications in medical devices manufacturing field

6 News Breaks
34 New Products
36 Ad Index



职位：平面排版员

聘

· 职位性质：全职 · 语言能力：不限 (懂英文优先)
· 发布日期：2012-01 · 职位月薪：面议
· 工作经验：1-2年 · 简历语言：中文
· 学历要求：不限 · 其他待遇：社保
· 招聘人数：2人 · 工作地点：深圳市

1、具有较强的视觉表现能力,较深的平面设计功底和色彩感觉、排版严谨；
2、能熟练使用图像制作、印刷排版软件；
3、具有扎实的美术基础、色彩控制能力强、富有创意及执行力；
4、图书杂志的平面设计和文字排版；
5、图书封面设计、艺术创作；
6、有相关工作经验者优先。

联系方式: job@actintl.com.hk

About Laser Focus World China

Launched in 2005, Laser Focus World China (LFWC) Bimonthly is the Chinese version of the world famous Laser Focus World magazine, which circulating controlled-free to average of 8,031 professionals in the laser and optoelectronic industry. Providing in-depth, timely information on current developments within the global laser and optoelectronic industry for our readers in China, LFWC selects some hot topics from LFW and also covers the R&D and market information from China market. Please visit our relevant website, www.laserfocusworld.com.cn.

Laser Focus World China, ISSN 1817-6917 is published bi-monthly by ACT International, Unit 1011, 10/F., New Kowloon Plaza, 38 Tai Kok Tsui Road, Kowloon, Hong Kong, under the license of PennWell Corporation, 1421 S. Sheridan Road, Tulsa, OK 74112. Copyright 2010. All rights reserved. This publication contains article reprinted from Laser Focus World magazine. Laser Focus World is exclusively owned and published by PennWell Corporation. PennWell Corporation is not responsible in any way for the editorial policy and expressly disclaims responsibility for, and makes no warranties, express or implied, with respect to the content of this publication or the performance or reliability of products described herein that are products described by independent vendors.

Editor's Notes 编者的话

2012 来了？勇敢面对

伴随着北方一场悄然而至的冬雪，2011 挥手作别，2012 姗然而至。岁末年初的回首与展望自不可免。对于全球激光器市场而言，2011 年应该算个丰收年：全球激光器市场总收入 74.6 亿美元，比 2010 年增长 14%，这比去年预计的 11%提高了三个百分点。进入 2012 年，可能人们脑海中会闪现一下那场关于全球毁灭性的灾难电影，我们相信它只是个科幻故事。然而，或许电影《2012》真的也让激光行业沾染了些许不幸。虽然 2008/2009 年那场席卷全球的经济大衰退已然过去，但是其对全球经济造成的影响似乎比人们的预期更为深远。目前，全球股市动荡不安、欧洲主权债务危机爆发蔓延以及中国经济发展有可能放缓的大环境，难免会为 2012 年的全球激光器市场笼罩上几分阴霾。预计 2012 年全球激光器市场将会温和增长 1.2%，达到 75.7 亿美元；而各个细分市场对 2012 年的预计也是与 2011 年持平或是上下小幅波动。

尽管 2012 年的整体市场前景并不乐观，但是这并不能阻止激光技术开创探索新的机会市场。

激光这种过去曾被人们看得非常高深的技术，正在从科研领域走向人们的日常消费娱乐世界。乔布斯为个人消费世界创造的流行神话，一定程度上引领了智能手机和平板电脑市场的发展。而在这些高端的电子产品制造中，各种元器件的切割、打标、退火和制图等高精密加工，恰恰为激光技术展示其不凡身手提供了舞台。在娱乐显示领域，舞台上那些令人惊叹不已的色彩斑斓绚烂的灯光效果，也都是借助激光技术实现的。另外，数字影院、激光投影仪等应用，对于激光器来说都将是具有潜力的发展市场。

另一个机会市场是医疗美容领域。随着人们生活水平的提高，人们对健康的关注越来越高，要求更先进的医疗技术。很多过去较难治疗的疾病，或者是用传统治疗方式患者要遭受很大痛苦和风险的疾病，激光治疗技术将为他们带来福音。再看美容领域，这是一个潜力巨大的市场。物质生活条件的满足让人们更加注重对美的追求。去皱、脱毛、吸脂、皮肤修复、牙齿美白等美容应用，都是激光器潜在的巨大应用市场，当然这部分市场的一个显著特点就是受经济大环境的影响明显。

此外，2012 年汽车、石油和天然气、农业、建筑设备以及食品饮料等行业，将可能会继续增加对激光技术的投入，甚至通过新应用拓展目标市场。

逝者如斯夫，不舍昼夜。无论 2012 年是动荡不安亦或风平浪静，它终将来临，积极、勇敢面对！❑

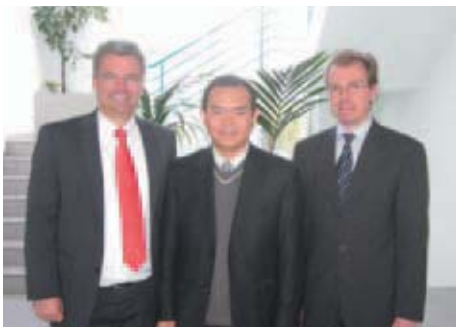
本刊编辑部



新闻简讯 News Breaks

炬光科技与德国Laser 2000 签订代理协议

炬光科技宣布与 Laser 2000 正式签署代理协议，授权 Laser 2000 独家代理炬光科技全系列高功率半导体激光器产品在德国、奥地利和瑞士市场的销售与技术支持服务。



Holger Stupp博士(左)，刘兴胜博士 (中)，Stefan Kremser博士 (右)

Laser 2000 以其优秀的专业技术能力和在欧洲区域长期积累的市场经验及客户资源，深得当地专业客户的认可。Laser 2000 国际业务经理 Holger Stupp 博士表示：“很高兴能与 Focuslight 合作，相信炬光科技高品质的半导体激光器在本地将会有良好的市场前景，随着双方合作的不断深入，定会取得客户、Laser 2000 以及 Focuslight 三方的共赢。”

就此次协议的签署，炬光科技董事长刘兴胜博士表示：“很高兴能与 Laser 2000 达成代理协议，希望能够通过 Laser 2000 优秀的销售和技术团队以及专业的服务平台，突破地域及文化瓶颈，更好地满足当地客户的不同需求，并把炬光科技的产品及服务提高到一个新的高度。”

177.6W全光纤超连续谱光源



继国防科学技术大学于 2011 年 1 月成功研制出输出平均功率为 70W 的全光纤超连续谱光源后，研究小组在此基础上通过进一步优化超连续谱光源的整体结构，攻克了低损耗熔接、光纤端面抗损伤、热处理以及非线性效应的有效控制等关键技术，又成功研制出了一种全光纤结构、输出平均功率为 177.6W 的全光纤超连续谱光源，其光谱范围覆盖 1064~2000nm，10dB 光谱带宽约 740nm，光 - 光转换效率高达 56%，功率水平国际领先。

我国首台大功率光纤激光焊机在武汉问世

由武汉凯奇特种焊接设备公司自主开发、生产的大功率光纤激光焊机研制成功，并通过专家鉴定。在试焊中“断带率”为零。

带钢光纤激光焊接机号称“钢材缝纫机”，广泛应用于钢铁行业板带连轧生产线、酸洗生产线、涂镀生产线、退火生产线等诸多领域，使钢板头尾自动激光拼焊连接成卷。目前，在中国钢铁企业中使用的带钢光纤激光对接缝焊机，被德国米巴赫公司、日本三菱等公司垄断。

据悉，该设备系国内首创、达到国际先进水平，比国外同类产品价格低 2/3，结束了中国钢铁企业天价进口焊接机的历史。

激光加工国家工程研究中心落户徐州

12 月 28 日，国家工程研究中心徐州高新区分中心揭牌庆典仪式隆重举行。

作为华中科技大学“蓝火计划”的重要组成部分，华工科技公司在华中科技大学的组织和推动下，以其“激光加工国家工程研究中心”名义在江苏徐州高新区成立分中心，从事激光加工的产业化推广和辐射。该中心作为国家级的研究机构，在激光、及其应用领域有着深厚的技术基础及大量的研究成果，这些成果对传统工业尤其是工程机械装备制造业的改造和升级起到了越来越明显的拉动和支撑作用。

我国与俄合作突破大功率激光器关键技术

吉林省科技厅组织召开大功率激光器技术研究国际科技合作项目验收会，专家组认为，该项目通过与俄罗斯知名院所合作创新，突破了千瓦级大功率激光器多项关键技术；在国内首次开发出连续输出千瓦级高效节能半导体激光加工机光源；实现了百瓦级质量激光输出。该项成果已在工业、医疗等重要领域获得了应用，取得了显著经济社会效益。通过项目的实施，研究小组与俄罗斯合作方建立了长期稳定的合作机制，形成了良好的国际科技合作与交流环境，拓宽了合作渠道。

武汉奥新科技可调激光器获国家专利

武汉奥新科技有限公司可调激光器的先进技术及高端工艺获国家专利。本专利涉及到可调激光器光学元件连接，采用新的工艺代替了传统的技术和工艺方式，填补了一项国内技术空白。

武汉奥新科技对知识产权工作非常重视，并且将其提升到企业长远发展战略的高度，目前该公司已经申报或获得 30 多项发明和实用型专利。

II-VI TRADING (SUZHOU) CO., LTD.

CO_2 激光镜片



贰陆进出口（苏州）有限公司

(86) 512 6761 9295 (phone) · (86) 512 6767 1207 (fax) · infosz@ii-vi.com.cn · www.ii-vi.com.cn

II-VI

市场观察 Market Watch

2012年激光器市场回顾与展望

经济余震中激光器市场尚存不稳因素

虽然2008/2009年那场席卷全球经济的金融大地震已逐渐平息，但是其余震却仍在继续。欧洲债务危机和中国经济增长有可能放缓等因素，将使激光器公司在2010/2011相对平稳的大环境下遭遇停滞。

Gail Overton，Tom Hausken，David A. Belforte，Conard Holton

全球激光器市场已经挺过了2008/2009年那场席卷全球的金融“大地震”，并在2010年末恢复了几乎所有的损失。通过采取适当的措施，2010年全年到2011年初，激光器制造商的日子过得比人们预想得还要舒服。但是到了2011年最后一个季度，激光器制造商再次开始遭遇订单下滑，与此同时，全球股市动荡不安、关于欧洲主权债务危机和中国经济可能放缓的各种报道漫天飞扬，这究竟是那场金融大地震仍然余音绕梁？还是另一次经济衰退来临前的奏鸣曲呢？

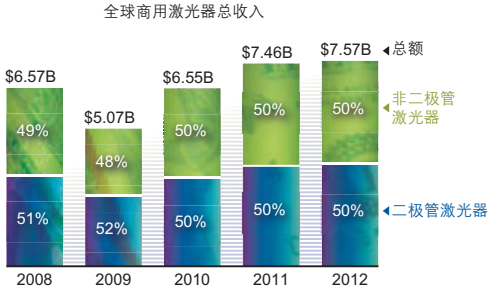
“人们对于欧洲经济衰退和中国经济显著放缓的担忧绝非空穴来风，当然其对全球经济产生的影响取决于这些地区经济衰退的严重程度。相比之下，世界其他地区的经济应该会有积极的发展，尤其是美国。”Longbow Research公司工业技术领域资深证券分析师Mark Douglass说，“具体来讲，美国国内工业市场可能会继续投资自动化设备，而激光器和光子技术通常会帮助该领域的公司提高生产率、减少雇员数量。与银行业和房地产业不同，工业领域具有充裕的现金流，并且准备也愿意投资于企业并购或是升级现有设施。”

“汽车等行业将会继续大幅投资激光技术，甚至会通过新应用拓展目标市场；另外，石油和天然气、农业、建筑设备、医疗设备以及食品饮料行业，也会继续投资光子学技术。”Douglass补充说。

2011年全球激光器市场的总收入为74.6亿美元，比2010年增长了14%，该数字比去年预计的11%提高了三个百分点。但是2012年，预计经济衰退的余温还会继续持续，希望个人电子产品销售、制造业成本的降低以及自动化战略所带来的更多机器视觉和激光工具的持续增长，能够平衡负面影响。2012年，预计全球激光器市场总收入将温和增长1.2%，达到75.7亿美元。

感觉似曾相识？

2009年1月，《Laser Focus World》曾将年度回顾与展望的题目定为“光子学进入了高度焦虑期”。到2008年底，全球股市已经在经济大衰退来临之前提前重挫了30%，并且2009年全球激光器的销售额前所未有地下降了23%。幸运的是，2010年全球股市和激光器市场获得了不错的恢复，这也算是为激光器诞生50周年送出的一份不错的礼物吧。虽然激光器市场的增长趋势持续到了2011年，但是欧洲债务危机已成为关注的焦点，而2011年第四季度/2012年第一季度的情况，看起来则有些像经济衰退前的2008年第三季度的情形。

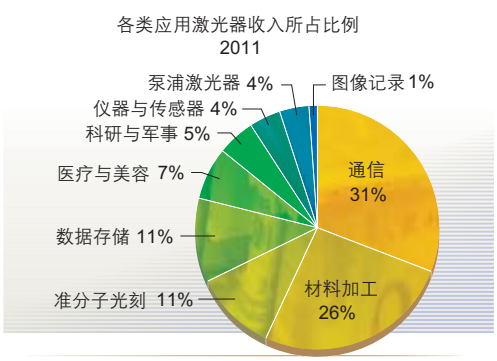


大多数经济学家都认为，此次经济大衰退的起因是美国的住房危机，以及美国信贷危机和其他高风险衍生品的进一步放大。尽管人们都承认本次经济大衰退源于金融危机，但是人们从此次危机中得到教训了吗？在2011年10月19日波士顿举办的第56届经济会议上，美联储总裁兼首席执行官Eric S. Rosengren表示，“按历史标准衡量，目前许多国家的信贷违约掉期（CDS）率非常高，这意味着对主权违约的保险成本已明显上升。”从本质上讲，许多国有银行的资产规模占其本国GDP的百分比仍然处在危险的高位。尽管尝试过全球金融监管，但Rosengren还是警告说，“如果要建立一个全球性的银行体系，使得任何银行都不会过于庞大，以避免对经济和国民可能带来的附带损害，那么我们仍然要迎接一些

重大挑战。”

金融市场仍然充满风险，加之新产品开发难以获得信贷，使得光电子产业的许多人抱着警惕的态度。“NINJA 贷款（No Income，No Job，no Assets 无收入、无工作、无资产）的日子已经结束了。”MarketTech 公司 CEO Philip Crowley 表示，“银行不放贷，因为它们被告知要建立储备；申请贷款的公司越小，银行就会认为贷款的风险越大。这好像 20 世纪 90 年代中期的情况：如果公司年收入低于 1000 万美元，银行就会将其作为小公司对待。”但是 Crowley 也承认，并非所有的贷款资源都这么紧张：“如果你的公司有独特的技术和引人注目的发展故事，会有许多私募资本感兴趣，但是你要准备放弃公司的大量股权。”

除了贷款的麻烦，在经济大衰退时期，激光器市场还严重依赖于消费支出以及整体的 GDP 趋势。最新的 GDP 统计数据显示，在欧洲，欧盟统计局（Eurostat）报告欧元区（16 国）的 GDP 增长率将保持相对稳定，2010 年的增长率为 1.8%，预计 2011 年和 2012 年分别为 1.6% 和 1.8%，相比于 2009 年的负增长率（-4.2%），这已是惊人的改善。在 2011 年 8 月，工业新订单相比前一个月上升 0.7%，相比 2010 年 8 月增长了 5.0%（不包括波动较大的船舶、铁路和航空设备订单），这预示着激光材料加工市场将以积极的态势进入 2012 年。



美国经济分析局（BEA）表示，2009 年第三季度后美国 GDP 回归增长态势，2010 年的季度增长率约为 3.8%，但此后便开始波动。2011 年第一季度美国 GDP 几乎接近负增长，此后以较慢的速度在 2011 年第三季度回升到预期的 2.5%。随后，美国经济分析局在 2011 年 11 月将 2011 年美国的总体 GDP 增长率，从此前 2011 年 1 月预计的 3.4%~3.9% 的乐观增长率，向下修订为 1.6%~1.7%。美联储也将 2012 年和 2013 年的 GDP 增长率，从之前的预计向下调整了近一个百分点，分别为 2.5%~2.9% 和 3.0%~3.5%，这反映了总体劳工市场的疲软和失业率的升高。

欧盟统计局报告，2011 年 10 月欧洲的失业率为 10.3%，甚至比美国还高。同时 Trading Economics 报道，日本的失业率已经从 2011 年初的 5% 左右下降到了 2011 年 10 月的 4.1%，2011 年日本的季度 GDP 增长率徘徊在 -0.5% ~ -1.0% 之间，这在很大程度上受挫于 2011 年 3 月日本发生的悲惨的大地震和随之而来的海啸。

虽然新兴市场的 GDP 和就业形势并不是很难看，但仍然使激光器制造商感到不安。2011 年，中国国家统计局报告，从 2011 年第一季度到第三季度 GDP（近 5.9 万亿美元，超过日本的约 5.5 万亿美元，仅落后于美国的约 14.6 万亿美元和欧洲的近 12.5 万亿美元）的年化增长率为 9.4%。

虽然中国的 GDP 增长几乎超过了所有国家，但是根据 Trading Economics 的数据，中国的 GDP 从衰退后恢复到 10% 左右以来，其增长率一直在稳步下降。从第三季度来看，印度（GDP 约 1.7 万亿美元）和巴西（GDP 约 2.1 万亿美元）2011 年的 GDP 增长率预计将保持在 8% 和 4%，而在经济衰退前分别高达 10% 和 6%。从此可见，2011 年后世界范围内的 GDP 增长趋势为持平或下降。

中国制造

“要了解 2011 年以后全球经济的发展走向，看中国。”业内博客作者 Larry Marshall 说，“中国过度花费，过度投资；一些工厂正在空置，中国工人正要求更高的薪水，所有这些都提高了美国二次衰退的可能性。”

Marshall 并非唯一持此观点的人。“如果你真想知道在未来几年内什么会使你的投资灰飞烟灭，那么忘记欧洲。你真正应该关心的是潜在的中国经济的萧条。”路透社撰稿人 Chris Taylor 如是说。Taylor 指出，中国股市正处于两年来的低点，经过多年的两位数增长，中国 GDP 的增长率处在 9% 的较低范围内，并且政府的外汇储备增长也已经放缓到极低的速度。“看空的观察员指出，宽松的信贷和蔓延的过度建设这对紧密联系的趋势（听起来是不是很熟悉？），已经导致‘鬼城’现象，新的开发区和摩天大楼连续不断地建造，但现在却几乎都是空的。”Taylor 补充道，并指出这种情形是“不能实现可持续发展的”。

爱尔兰市场研究公司 Research and Markets 表示，中国激光设备市场在 2010 年达到了 5.82 亿美元，2001 年至 2010 年的复合年均增长率（CAGR）高达 21.7%。其中，用于切割、

市场观察 Market Watch

打标和焊接的高功率激光设备占据了67%的市场份额，并有大约200家外商和国内企业参与到中国的激光设备组装市场中。很显然，中国经济的放缓，必将会对全球激光器销售产生负面影响。

好消息

全球股市和GDP在2010年和2011年得到恢复，大多数激光器公司在此期间经历了两位数的增长。但更重要的是，在2011年第二季度和第三季度众多激光器和光子学制造商实现了创纪录的收入，通快、罗芬、IPG和相干都位列其中。

截至2011年6月30日，通快公司实现了其历史上最高的收入增长——相比上一财年增长51%，达到27.8亿美元（20.24亿欧元）。“在经历了衰退时期的业务大幅下滑之后，通快目前在世界所有地区都实现了强劲增长，特别是在中国市场，另外德国和美国市场的表现也很出色。”通快公司总裁兼董事会主席Nicola Leibinger-Kammüller说道，“展望本财年，我们期待实现两位数的增长。不过也有迹象显示，因为欧元危机，增长将会远慢于去年。”近期，通快公司对上海附近的太仓工厂进行了扩建，并将在2012年春季投入运营，届时其在中国的产能将增加一倍。

与通快一样，罗芬也在激光材料加工市场扮演着重要角色。截至2011年9月30日结束的财年，罗芬的净销售额由上一财年的4.24亿美元攀升到近5.98亿美元，增长率达41%。“我们取得了相当于经济危机前2008年水平的财务业绩，特别是受到机床、汽车、电子和医疗设备等行业的驱动，我们在所有主要地区的销售额均获得了增长。”罗芬总裁兼首席执行官Günther Braun说，“相信我们的待处理订单和扩充的产品组合，特别是在光纤激光器方面，将为罗芬在2012财年取得成功打下坚实基础，尽管目前的市场环境仍然充满挑战。”

谈到光纤激光器，IPG公司CEO Valentin Gapontsev针对2011年9月30日结束的第三季度说：“IPG实现了另一个收入和净利润创纪录的季度。得益于材料加工应用的高功率激光器的持续走强，IPG第三季度的收入比上年同期增长超过62%，达到了1.291亿美元。”

在仪器和研发市场，相干在2011年也实现了创纪录的销售业绩，其在2011年10月1日结束的财年中，净销售额由上一财年的6.05亿美元上升到近8.03亿美元，同比增长超过32%。“第四季度坚实的业绩为相干创纪录的一年划上了圆满的句号，我们在销售额、订单、营业收入以及每股收益方面均创下了历史新高。”相干总裁兼CEO John Ambroseo表示。虽然其第四财季的待处理订单从上一季度的3.69亿美元降至3.56亿美元，但Ambroseo表示，“我们在不同市场都有通常的旺季和淡季，第四季度预订量的减少，与平板显示器市场退火系统的下订单时点密切相关。我们正在与亚洲各地的客户一起协作，为平板显示器生产增加新的能力，并期望在2012财年能够赢得更多订单。”

虽然对于中小型激光器公司而言，信贷和投资资金确实仍然难以获得，但是业内的巨头则拥有资金去收购与自身缺乏的激光技术。激光器市场仍然处于走向成熟的发展过程中，在许多领域产品正进入商品化阶段，并购的态势将持续到2012年。在2010年年底，英格兰Gooch & Housego公司收购了EM4；2011年夏天，理波公司（Newport）收购了High Q Technologies和Ophir Optronics；IDEX收购了CVI Melles Griot；英国Halma公司收购了Avo Photonics。

总之，无论对于大公司还是小公司，2010年和2011年的激光器业务都经历了快速增长。但是，这种兴旺真是行业强劲反弹的开始吗？只有时间能够判断。现在，我们还是将注意力集中到各个激动人心的激光应用领域和潜在的新兴市场。

消费电子产品与激光二极管50年

来自国际半导体设备及材料协会（SEMI）的研究显示，半导体行业可能正处于一个周期性的下降趋势中，预计2012年全球制造设备领域的支出将下降3%，但是2011年半导体行业的制造设备支出却创下了410亿美元的历史新高，这其中最主要的推动力量是“智能”电子设备的销售，如iPhone、iPad和其他掌上设备，这对于用于这些高科技电子产品中的组件的切割、打标、退火和制图的激光器来说，无疑是个好消息。

2012年也是激光二极管发明50周年。Alfalight公司销售及市场副总裁Ron Bechtold表示：“我们对二极管激光器的未来持乐观态度。在军事维和环境中，新技术能使激光器安全地限制平民受伤的风险。例如，使用330mW绿光激光器结合测距仪，可实现对接近检查站的人员的人眼安全控制。”他还补充说，欧洲的WWW.BRIGHTER.EU项目，以及像TeraDiode和LASERLINE这样的公司，正在提高用于材料加工应用的直

Market Watch 市场观察

接二极管的光束质量方面不断进步。

激光技术已经开辟了广阔的应用天地，并且媒体也频繁报道了一些只有激光技术才能提供的新功能。最新的一个应用案例是在苹果的 iPhone 上进行激光钻孔，这种孔洞非常小，人眼几乎看不见，但当相机打开时，可以让绿光通过屏幕上方的 iPhone 铝制外壳射出，以表明相机打开。事实证明，那些微小的激光钻孔在提升 LED 性能方面也是作用非凡：中国台湾竣星电子正利用激光精密技术，在其 LED 底下钻出极小的孔，为热空气创造直接路径逃逸到散热片，从而提高 LED 的效率和寿命。同去年的 Kinect 一样，你永远不知道有什么新应用在等待着推动激光器的销售出现飙升！

细分市场

（一）材料加工与准分子光刻市场

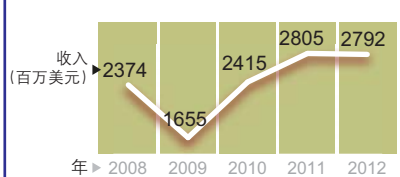
“不确定性”是 2011 年经济分析师、商人和媒体都最为常用的一个词语，以至于到了年底，对于激光系统资本设备市场买家而言，“不确定性”已经变得没什么意义。尽管出现了欧洲经济的摇摆不定、日本的地震灾害，以及中国经济在政府调控下的突然放缓，但是激光系统设备市场在 2010 年实现了显著的、创纪录的恢复后，在 2011 年依然持续了强劲的两位数增长。纵观 2011 年，美国工业激光器市场似乎都在等待预计的另一次衰退的到来，但是这种情况始终没有出现。与此相反，每个季度，《Industrial Laser Solutions》所跟踪的 36 家国际公司都呈现出了强劲的收入增长，并且对今后的发展持乐观态度。

走过了 2011 年，很明显全球制造业市场已经开始改变，激光器产品在航空航天、能源、交通运输、医疗设备以及金属制品等看起来不受经济衰退影响的市场领域，实现了不错的业绩增长。光纤激光器系统的销售额大幅飙升了 38%，其主要贡献来源于金属板材切割所用到的高功率设备创造出的出人意料的迅猛增长。同时，CO_2 器的销售也实现了 14% 的高增长。打标和微加工市场对光纤激光器的逐渐接受，一度使固态激光器遭受沉重打击，2011 年超快脉冲固体激光器的销售实现了 16%高增长，这无疑将有助于疲软的固态激光器市场走向复苏。

2011 年，工业激光器市场创下了接近 20 亿美元高收入，实现了高达 19% 的年增长率。其中 CO_2 激光器（14%）、固体激光器（4%）、光纤激光器（48%）、二极管与准分子激光器（17%，归类在“其他材料加工”类别中）都实现了不错的业绩增长。预计 2012 年工业激光器的销售额将温和增长 5%、突破 20 亿美元。

材料加工与准分子光刻市场

包括用于所有类型的金属加工（焊接、切割、热处理、钻孔）的激光器；用于半导体和微电子制造(光刻、划线、缺陷修复、钻孔)的激光器；用于所有材料打标的激光器；用于其他材料加工(有机材料切割和焊接、快速成型、微加工和光栅制造)的激光器。也包括用于光刻的准分子激光器。



由于公司升级设备，用于制造的激光器表现超出预期。电子行业表现强劲，尤其是智能手机和掌上电脑制造。汽车和其他重型制造业也表现不俗。中国继续成为工业激光器的重要市场。在2012年，大多数材料加工市场将持平或适度增长，但用于微光刻的准分子激光器将随着半导体制造开支的最新低迷而下降，进而拖累总体收入。

紫外系列固体激光器



Pulse Width < 6ns

MBurn355, 355nm (0.5w-1.5w)



Pulse Width < 16ns

Excellent355, 355nm (2w-5w)

高品质·高可靠·高性价比

工业级高品质固体激光器提供商

主要特性：

1 激光波长354.7nm,重复频率覆盖范围宽（单脉冲至200kHz）
2 极短的脉冲宽度,特别微小的热影响加工区域。
3 优越的光束质量（M2<1.2），在所有频率范围内都严格保证。
4 在线刷新谐波控制技术，超长时间的功率稳定性。
5 独特的调Q控制技术，适合各种激光应用控制需求。
6 全数字智能电源控制技术，可通过RS232外部控制激光器。
7 工业化产品流程生产控制技术，产品质量稳定可靠。

我们将继续参加如下展会：
2012年慕尼黑上海光博会展位号：W1馆的1738展位
2012年3月20日-22日
上海新国际博览中心W1,W2馆
慕尼黑上海光博会 LASER World of PHOTONICS CHINA





RFH LASER 瑞丰恒激光

深圳市瑞丰恒科技发展有限公司

Add: 深圳市南山区高新技术产业区中区M-10二楼
Tel: 0755-86375012,18928466502,86375016
Fax: 0755-86028961
E-mail: sales@rfhlasertech.com

http://www.rfhlasertech.com

市场观察 Market Watch

2011 年激光器系统的收入估计比上年显著增长了 16%，创下历史新高。金属板材切割市场的强劲反弹，为该市场创下的不俗业绩贡献了主要力量，采用高功率 CO_2 激光器和光纤激光器的设备销量比 2010 年增长了 15%以上。这部分市场在系统收入中处于主导地位，占 2011 年总收入的一半以上。

金属加工应用依然是应用领域的大部头，金属加工用激光器的销量占据了所有设备销售量的 68%。其次是打标 / 雕刻系统（17%）和微加工应用（8%），所有其他应用占 7%。虽然 2011 年打标 / 雕刻应用市场的收入未超过 3.32 亿美元的顶峰，但从销量来看，该部分市场仍然占据了所有工业激光器销售量的 59%。

再来看一下太阳能光伏电池材料加工市场。太阳能产业仍然在增长，最近中国的太阳能装机容量达到了目前美国的需求水平，同时来自全球光伏研究机构 Solarbuzz 的数据显示，世界范围内的工具资本支出在 2011 年达到了创纪录的 130 亿美元。“不过，基于激光器的工具继续在为获得光伏制造领域的显著、广泛认可而挣扎，只有少数迹象表明领先的光伏制造商们正在采用综合技术路线。”Solarbuzz 的分析师 Finlay Colville 表示，“薄膜技术对于激光制图工具的需求拉动，为亚洲激光工具集成商提供了强劲的营收机会，而交钥匙型薄膜生产线的增长则主要来自于中国和韩国的国内设备供应商。”Colville 另外补充说，光伏产业中使用的激光工具市场在 2011 年达到了 3.4 亿美元的创纪录水平，其中 70%来自于薄膜电池所用到的激光工具。但目前该行业的产能过剩可能会导致资本支出低迷，并且这种现象可能会持续到 2014 年。

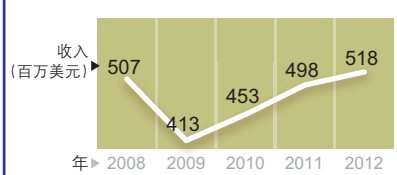
工业激光系统自 2010 年开始复苏以来，其收入一直走势喜人。尽管经济环境动荡不安，但是该部分市场仍然从 2008 年 46 亿美元的低点增长了 53%，到达了 2011 年的 71 亿美元。大多数行业供应商都预计 2012 年该部分市场会实现温和增长，只有少数供应商预测将与 2011 年持平。在 2011 年 11 月举办的观众人数创下新纪录的美国金属加工机械设备展览会（Fabtech）上，受访的大部分高端激光切割系统供应商对其 2012 年的预测都非常谨慎，只有行业领导者通快公司认为 2012 年会有两位数的增长。因此，《Industrial Laser Solutions》预计 2012 年激光器收入将增长 5%、系统销售将增长 4%。

（二）医疗与美容市场

激光医疗（眼科、外科）与美容（去皱、脱毛、吸脂、皮肤修复）应用市场继续稳步增长，尽管存在“美容激光器的销售紧跟 GDP 的趋势”这一不利因素。预计 2012 年激光医疗与美容分市场的收入将达到 5.18 亿美元，比 2011 年增长 3.9%。

医学和美容市场

包括用于眼科（包含屈光手术和光凝治疗）以及外科、治疗和美容应用的所有激光器。



在眼科和外科应用中继续呈现许多激动人心的进展，但难以进入可由保险赔付的项目清单中，这也使市场受到一定的拖累。美容激光器设备销售继续衰退。另外，市场上终于出现了不需处方即可出售的手持式激光美容产品，但销售远不如预期那样强劲。

虽然在医疗和美容市场中固体激光器仍然占据着最大的收入份额，但是激光二极管也开始获得了 13%的收入份额，并且从销售来看，激光二极管的销量居于首位（2011 年灯泵固体激光器的销量为几千台，而二极管激光器的销量达几十万）。美国 Carl Zeiss Meditec 公司、雅培医疗光学（AMO）和 OptiMedica 等公司正在研发飞秒激光器等新产品，以在角膜切口和视力矫正及白内障手术中取代准分子激光器，尤其是飞秒激光器能够减少空化气泡和热灼伤。中红外激光器（主要是掺钬 YAG 激光器）正在外科手术、牙科和皮肤病治疗方面寻求新的应用。

在激光美容市场，目前可能是美容行业整合的绝佳时机。因为许多激光美容公司，包括美国的 Cutera、Cynosure、Palomar、Solta 公司和以色列 Syneron 公司均未实现赢利（主要是由于为说服医生们使用他们的技术而花费了巨额资金），但是这些公司拥有大量资金，整合可以帮助这些公司减少不必要的开销，更多地投入研发，进而提高盈利能力。

如果面向消费者的手持式去皱和脱毛产品能够获得消费者的青睐，那么它们可能会促进美容市场的上扬；然而，除非手持式设备的成本（以及相应的消费价格水平）能够大幅度降低，否则不太可能获得实质性的销售业绩增长，因为对于大部分消费者来讲，花费 395 美元去购买家用脱毛系统可能并不是一个明智的决定。

（三）科研与军事市场

在未来几年中，像欧洲超强激光装置（ELI）这样的大型科学项目对科研市场激光器的销售应该有所



推动。在ELI项目中，Continuum等公司都已“宣布准备参加竞争”，Continuum公司销售与市场副总裁Curt Frederickson表示，预计从目前到2015年间，激光器行业应该能从该项目中获得回报。“2012是一个选举年，科研用激光器的增长将与上年持平或略有上升。”Frederickson补充说，同样也带着对欧洲债务危机和中国经济潜在放缓的谨慎态度。

2012年美国政府对国家科学基金会（NSF）和国家标准技术研究所（NIST）的科学资金投入，分别温和增长1.73亿美元和3300万美元，NSF达到70亿美元、NIST达到7.51亿美元。国家航空航天局（NASA）的资金投入相比2011年削减了6.48亿美元，降至178亿美元。对光子学行业最值得关注的一件事是，詹姆斯韦伯太空望远镜（JWST）将会在2012年获得资助。

2012年美国的刺激性投资结束是激光器行业关注的另一个问题。“两年前推出的刺激经济的一揽子计划中，其中一部分是暂时改变税务条款，”SPI总经理Ken Dzurko说，“2010年，该项方案使得企业可以将新的资本设备支出的50%作为扣税；2011年，该方案得到进一步支持，允许合格资本支出100%的扣税。目前美国华盛顿貌似要完全终止实施这一政策。”

但是Dzurko依然持乐观态度。“经历了经济衰退，很多公司停下来重新考虑他们的生产设备和工艺选择，随后开始选择激光器（特别是光纤激光器）作为一种新的更加具有竞争力的手段，从而实现了更高的产量、更好的收益率、更低的运营成本，并减少了维护和安装过程中的停机时间。很多传统的非激光加工（如等离子和水射流切割金属）应用，已经开始转向基于光纤激光器的加工工具。”Dzurko总结说，“相信这已经表明了激光材料加工市场在不断扩展，而不是市场份额简单地从一种激光器类型转向另一种。”

Fianium公司销售与市场全球副总裁Colin Seaton的观点与Dzurko类似。“经济衰退让我们获得了成长，为我们的超连续和光纤激光器在科学、医疗和工业市场寻找到了新的应用和客户。科学市场几乎是GDP的真实反映，伴随经济状况上下波动。通常规模较小的公司提供的是独特的有针对性的技术（而非产品），而这恰恰是完成研究实验的关键因素。”Seaton总结说，“2012年科学预算将会减少，该部分市场的增速将会放缓，但仍然会有增长。”

中国和欧洲的研发经费和投资态势更加积极。2011年，中国的研发经费超越了日本，估计高达到近1540亿美元，目前排名仅次于美国的4050亿美元。Mercom Capital估计，在过去的两年中，中国的银行仅发放给中国太阳能公司的贷款额就高达400亿美元。

在2011年，国际评估委员会（IEC）首次对中国国家自然科学基金委员会（NSFC）的拨款流程进行了官方审查，部分是为了确定中国政府对提高科研支持所采取的广泛努力。报告透露自1987年以来，中国研发投资的年均增长率为21.6%，近年来研发投资的近70%来自于民营企业。

估计2011年欧洲的研发经费接近2770亿美元，占GDP的1.7%左右，相比之下中国为1.4%，美国为2.7%。2011年早期对2012年研发预算的讨论呼吁增长高达13%；然而，考虑到正在评估对希腊和意大利等某些处于危险中的欧盟国家的严厉措施，欧洲主权债务危机迫使对研发开支重新审议。幸运的是，欧盟议会于2011年10月的投票仍然通过研发经费增加10.35%。

根据斯德哥尔摩国际和平研究所（SIPRI）的报告，仅2010年一年，全球军费开支估计达1.63万亿美元，或者占世界GDP的2.6%，该数字比大多数国家的研发开支要高得多，与2001年的开支水平相比跃升了惊人的50%。但军费开支正处于周期中的高位，美国最为显著，预期2012年全球军事激光器开支仅增加3.6%，达到约1.95亿美元。同以往一样，很多激光技术平台从军用过渡到民用，例如红外对抗或IRCM系统。

在世界范围内，预计2012年科研与军事市场的激光器收入将为4.19亿美元，比2011年增长2.7%。

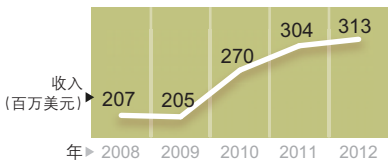
（四）仪器与传感器市场

包括用于光谱仪、影像诊断、遥感和生物医学仪器领域的激光器，预计激光仪器与传感器市场的销售额将从2011年的3.04亿美元增长到

市场观察 Market Watch

仪器与传感器市场

包括生物医学仪器、分析仪器（如光谱仪）、晶圆和掩膜检测、光学测量、水平测量仪、光学鼠标、手势识别、激光雷达、条码阅读器及其他传感器。



仪器市场持续其良好态势，尤其是用于生物医学仪器的连续波可见激光器和超快激光器。目前很多努力集中在手持产品及新领域方面，如拉曼和中红外。手指导航和手势识别（如微软的Kinect）代表了廉价激光传感器的新应用。用于光纤传感器的窄带激光器的销售正在稳步缓慢增长，目标瞄准石油和天然气开采、周边安全与智能结构。

2012 年的 3.13 亿美元。分析仪器公司 Bruker 在 2011 年底推出了 Innova-IRIS 系统，集成了原子力显微镜与拉曼光谱成像，2011 年第三季度（9 月 30 日结束），Bruker 公司的收入相比 2010 年同期大幅增长了 35%。尽管总裁兼 CEO Frank Laukien 认为“明年宏观经济环境将会放缓”，但是 Bruker 公司仍期望在 2012 年继续实现两位数的增长。

与 Bruker 公司类似，Bio-Rad 公司的第三季度的销售额总体增长了 9.5%，其中生命科学领域增长了 11.9%，这反映了其成像仪器和 Bio-Plex 悬浮阵列产品的强劲增长，Bio-Plex 可在单一的患者样本中分析多达 100 种生物分子。Bio-Plex 使用了 100 套 5.6 μm 微珠的液体悬浮阵列，每粒微珠用两种光谱截然不同的荧光团以不同比例染色，从而分配一个独特的光谱地址。这一系列微珠与不同的捕获分子结合，并与特定的分析物反应。两束激光照射微珠，一束激发每个微珠中的染料，以确定其光谱地址，另一束激发与微珠结合的报告分子，以对捕获的分析物定量。然后通过高速数字信号处理器分析荧光信息，以确定少至 12μl 的样品内的组成蛋白质和肽。

“生命科学应用的发展趋势是对用于窄带荧光激发的具有多个离散激光波长的需求，”Edmund Optics 公司激光器、激光光学与机械产品经理 Amr Khalil 说，“对于一些应用来说，宽带光源和滤光片足以胜任，但是激发特定波长以匹配医学研究中的市售荧光团所需要的高功率，往往需要单独的更高功率的激光光源。”

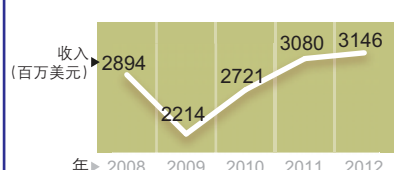
多波长生命科学应用光源的典型例子是相干的 CUBE 和 OBIS 二极管和光学泵浦半导体激光器（OPSL）平台，带有 375~ 785nm 之间至少 12 个分立波长输入的模块化单元。Mobius Photonics 公司的 Rainbow 光源的输出可在 557nm、571nm、585nm、600nm 和 616nm 之切换，以瞄准特定的荧光标记物。

（五）通信与光存储市场

“具有挑战性的经济时代，可能会导致电信运营商考虑对光网络延迟一些投资，但带宽需求的迅速增长是长期存在的，”JDSU 公司高级市场总监 Sinclair Vass 说，“运营商将需要升级容量，以跟上消费者使用多媒体和丰富的视频应用的步伐。这将继续为光学组件供应商创造长期的增长机会。”2011 年，通信和光存储应用的激光器销售额分别增长为 22.6 亿美元和 8.2 亿美元，二者的总和达到了 30.8 亿美元。随着电信市场回归 6%~10% 的长期增长率，预计 2012 年销售额将上升到 31.5 亿美元，但是光存储市场还将持续下滑，至少目前是这样。

通信与光存储市场

包括用于电信、数据通信和光存储领域的所有激光二极管，包含光放大器的泵浦激光器。



吞吐量继续增长，推动了主干网和数据中心的光通信需求。热点话题为40G和100G收发器、光纤到户和主动光缆。与之相反，光存储市场在2010-2011年复苏，但从其目前的表现来看，尚未回到以前的水平，这受诸多因素影响：经济衰退、向音乐和视频下载发展的趋势、蓝光播放器销售缓慢，以及蓝紫光激光器价格的急剧下降。接下来的关注点可能是热辅助磁存储，即在硬盘上使用激光器将容量提高一代甚至两代。

2012 年后 CD、DVD 和蓝光光盘激光器的光学数据存储营业收入的下降，反映了价格的下跌、市场的成熟、以及闪存和基于互联网或“云”数据存储的兴起。不过，如果热辅助磁存储（HAMR）技术扎根，780nm 或 870nm 激光二极管的收入可能会增加。希捷支持 HAMR（简单说，就是使用激光二极管加热存储材料，并改变其化学性质以实现高容量存储），而日立 GST 则支持另一种基于非激光器的图案化介质方案，可实现每平方英寸 50TB 的存储水平。

国际磁盘驱动器和材料协会（IDEMA）主席 Mark Geenen 曾在一篇文章中谈到 HAMR/ 图案化介质的争论，“..... 目前业界已经达成的共识是，首先是热辅助，未来会转移到位图案化 ... ...”文章指出，2011 年初，业界争论的焦点是将 HAMR 作为下一种方案选择，但是到 2014 年或 2015 年之前，主流 HAMR 产品尚不会出现。

对于激光通信市场，吞吐量增长继续推动需求，但单位销售量和业绩的增长速度比组件厂商的非公用会计准则（non-GAAP）收入和利润增长

速度更快；对于许多供应商而言，净利润率和营业利润率很低，甚至为负值。截至 2011 年 10 月 30 日结束的财季，菲尼萨的收入比上一财季增长了 5.8%，达到 2.415 亿美元，但与 2010 年同期（收入接近）相比，其 non-GAAP 营业利润率却从 17.0% 下降到 9.8%。截至 2011 年 9 月 30 日，光联和 Opnext 的收入分别微跌至 4340 万美元及 8600 万美元，光联的净收入仅为 310 万美元（收入的 7.1%），调整后税息折旧及摊销前收益（adjusted EBITDA）仅为 10 万美元。截至 2011 年 10 月 1 日，Oclaro 公司的收入也从前一季度的 1.092 亿美元微跌至 1.058 亿美元（主要受到泰国洪灾的影响），而经营亏损为 960 万美元或收入的 9%。JDSU 的表现稍好一点，截至 2011 年 10 月 1 日，虽然净收入由前一季度的 4.723 亿美元下滑至 4.211 亿美元，但其 non-GAAP 营业利润率为 10.9%。

通信激光器供应商希望高速 100Gbit/s 组件、以及价格更高的相干通信系统将改善 2012 年的收入和盈利状况。有一点是肯定的，2011 年获得的具有里程碑意义的发展，如 100Tbit/s 光纤传输和 Infinera 公司的 1Tbit/s 光子集成电路（PIC），无疑已经显示出市场对高速高带宽光通信的渴求没有消退的迹象。

（六）图像记录市场

由瑞典工程师 Alex Breton 发明的一种称为 PrintBrush 的新型手持式激光喷墨打印设备即将面世。据报道，该设备只需简单地滑过一张纸，即可提供打印图像。像鼠标一样的红外激光二极管传感器跟踪打印机的移动，并通过测量反射光束的散射和功率波动，精确地找到所处的位置（包括速度和运动方向）。在纸上使用光子学进行导航的能力，结束了长久以来打印机绝不能比其使用的纸还窄的情况。

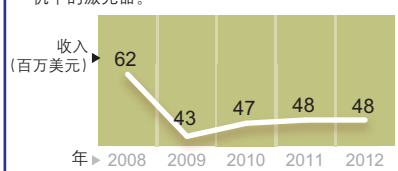
除了这种新的激光器应用，RGB 激光器（如 473nm 蓝光和 532nm 绿光的二极管泵浦固体激光器）仍然用于数码冲印激光记录仪中，将数字化存储的图像打印到相纸上，以及用于激光扫描仪中、进而将扫描图像转换为数字格式。“在过去的几年里中，全球印刷市场的重大演变显示了传统平版印刷市场的持续萎缩（全球 -15%），同时也显示了喷墨（+15%）或静电复印（+14%）等新型数码印刷市场的强劲增长。”瑞士 Daetwyler Graphics AG 公司激光雕刻技术研发主管 Guido Hennig 说。

虽然不断进步的数字媒体和互联网使得传统印刷市场在一些领域备受煎熬，但 Hennig 表示数字革命带来的一个结果是正在开发新的激光应用。“今天的数码印刷方法，如喷墨或静电复印，大多需要昂贵的特殊油墨或特殊的基板材料和耗材，这些在印刷成本中占据主导地位，并且还不环保。Daetwyler 正在开发的直接写入过程，称为油墨激光诱导反向转移（LIBT），使数码打印机可使用目前凹版印刷过程中常用的普通廉价油墨。”Hennig 补充说，“此外，水性‘绿色’油墨或干（无溶剂）油墨适合 LIBT 过程，并且不会出现有害溶剂污染环境的情况。”

2011 年，图像记录行业的激光器收入为 4800 万美元，预计 2012 年将与此持平。

图像记录市场

包括用于商业印前系统和相片冲印系统的激光器，以及用于消费和商业领域的传统激光打印机中的激光器。

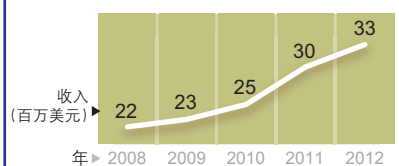


印前设备业务已面临三重打击：数字革命、经济衰退和新兴的中国设备生产商。但2010年的设备市场比较稳定。直接激光打印的情况稍好些。平版印刷和直接激光打印都以不同的方式与喷墨打印相竞争。

（七）娱乐与显示市场

娱乐与显示市场

包括用于灯光秀、数字影院、正投影仪、背投影仪、微型投影仪和激光指示器的激光器。



激光投影的应用主要涉及会议室投影仪、家庭影院、数字影院以及激光灯光秀。如果绿光激光二极管可以很快商品化，那么激光器在便携式投影仪上仍有机会，但存在着与LED以及平板电脑的竞争。数字影院的发展也较为缓慢，虽然其在美国取得了一项重要的安全许可，但大范围推广仍有待时日。

人们已经爱上了媒体平板设备：根据 InfoTrends 的预计，全球平板电脑的出货量将达到近 60% 的复合年均增长率，从 2010 年的 1700 万台增加到 2015 年的超过 1.75 亿台。平板设备不仅是个人消费者的喜好，一些数字标牌产品也正在商场和餐馆中涌现，以为消费者提供新的互动式来商品浏览、订购及相关服务。

新兴的基于激光器的产品将受益于数字标牌的增长，包括用于投影的卡西欧公司的 LASER & LED HYBRID 光源系统以及 Prysm 公司的低功耗激光荧光显示器（LPD）技术。

在娱乐行业，激光器继续令观众目不暇接。在 2011 年 MTV 音乐录影带大奖上，YLS Entertainment 使用

下转第26页

市场观察 Market Watch

2011年技术回顾

光子学技术从科研领域走向消费世界

2011年，光子学领域涌现出的一些“变革性”技术，不但在先进的科研领域表现出众，而且还在娱乐领域展示了其有趣的一面。

John Wallace

岁月如梭，转眼间2011年又已过去。如同以往一样，我们又要在岁末盘点一下刚刚过去的一年中，光电子技术领域涌现出了哪些变革性的新技术。今年的侧重点除了涉及传统的科研领域外，还涉及了引领大众通讯、娱乐潮流的消费电子产品，如智能手机、iPad等。

面向大众的技术

（1）激光照明

受到研发用于普通照明的高效、低成本白光LED的驱动，使得LED的效率（通常表示为发光效率，单位lm/W）大幅提升，并且超过了过去十年的研究成果。然而，LED却要承受效率下跌的困扰，其最高发光效率（高达265lm/W）是在非常低的光水平下获得的；当驱动电流调高至产生实用的光量时，发光效率则会下降到较低水平。

美国新墨西哥大学、桑迪亚国家实验室，以及国家标准技术研究所（NIST）的研究人员，已经创建了一个由激光组成的四色光源（其没有效率下跌的困扰），以测试激光是否具有足够高的色彩再现质量，进而能用于照明应用。测试装置中将红光激光二极管与黄光、绿光和蓝光固态激光器相结合。测试结果是肯定的，至少眼睛看到这种光源感觉到的舒适度，与看白光LED的舒适度类似。未来，基于全激光二极管的光源可能比任何类型的LED的效率都要高得多。

在汽车领域，宝马公司正尝试将蓝光激光二极管与黄光荧光体相结合，形成发射白光的激光头灯。其优点包括光束发散更小、效率更高，另外由于激光器比LED更小，因此更容易设计出新颖的造型。

（2）运动捕获

在电脑生成的电影或游戏中，所用到的人体运动数字捕获，通常是在单一的舞台场景中完成的。最有名的例子是微软的Kinect运动传感器，其使用红外光束和传感器阵列来确定游戏玩家在设备前的运动。但无需舞台、在户外捕获运动的能力，允许人们随时随地布置场景，并且可以移动到任何地方。美国Disney Research公司与卡内基梅隆大学之间的合作，已经达到了这样的效果。一款可穿戴式设备上包含16个甚至更多个小型摄像机，分别指向四面八方。当相对参考结构进行初始校准后，就能知道每个摄像头在佩戴者身上的具体位置。使用时，佩戴者可以步行、奔跑或做手势，每个摄像头捕获不同的视图，软件将所有的视图叠加在一起，即可跟踪佩戴者的四肢和躯干运动（见图1）。有了这样的技术，整个世界就变成了一个舞台。

（3）显示应用

目前，商业化的电子书阅读器（如Amazon Kindle）均使用电泳技术来提供易于阅读的黑白显示，与此同时人们也在开发其他具有更高对比度潜



图1：可穿戴式相机设备能够在户外捕获人体的运动，甚至能捕获像奔跑这样的快速运动，即使是在佩戴者穿越很远距离的情况下。

力的技术。其中的一个例子是电润湿，每个像素容纳有色液体（通常为黑色），通过施加电压使其移动，以显示或者隐藏背景（通常为白色）。由于移动液滴需要较高的电压，从而使这种显示器的发展受到了阻碍。麻省理工学院林肯实验室和塔夫斯大学的一个研究小组开发出了一种改进的电润湿系统，其利用氧化物薄膜上的脂质双分子层作为可逆可湿性介质，只需要较低的电压就能大幅度改变液滴的润湿角度（10°~ 140°）。像素一次可以循环数天，并且没有任何退化。

对于高分辨率显示器，它们似乎具有一个共同特点——都是平板显示。但是今年，三菱电机推出了一款大型有机 LED（OLED）非平面显示器。该显示器由 10,362 个尺寸为 96mm × 96mm 的 OLED 面板包裹在一个铝球表面制成，该球体显示器现在悬挂在东京的日本科学未来馆中（见图 2）。该显示器大约具有 1000 万像素，主要用于显示由气象卫星拍摄的云图以及地球上的其他场景。



图2：包含1000万像素的球形OLED显示器，悬挂在东京的日本科学未来馆中（上图）。该显示器的基底为一个被分成八个象限的铝制球体。

（4）生物医学传感应用

目前，研究人员正在开发可佩戴式光电子产品用作生物医学传感器，如带有光发射器或探测器、或两者兼具的衣服。而且，人们正在设想将照亮、变色和带视频播放的服装作为时尚元素。但遇到的一个问题是：很少有光发射器能够伸展。加州大学洛杉矶分校（UCLA）的研究人员开发出了一种可伸展的聚合物发光器件：整个发光板采用碳纳米管作为导体，可拉伸高达 45% 而不会损坏。当器件伸展后，光输出会有一些下降，并且会变成部分偏振光；当发射器放松时，光输出又能完全恢复。

前沿研究

（1）时间斗篷

美国康奈尔大学的研究人员已经创造了一种光子时间斗篷，它能够在光束中产生一个“时间孔”，然后再去除这个孔，使得没有人知道时间孔中所发生的事。它通过分别加快光束的前面部分，以及放慢光束的后面部分，然后扭转这个过程来实现的。该光子时间斗篷基于四波混频，利用一维光纤效应隐藏分立脉冲的光束，消除了没有时间透镜就会产生的非线性相互作用。或许在未来的某一天，该设备可以在光子电路中作为一种网闸（gatekeeper）。研究人员表示，该设备朝着完全的时间和空间隐形斗篷又迈近了一步。

（2）粒子探测器

通过展示共振的变化，微环形（主动和被动）和其他微腔谐振器可以作为非常敏感的粒子探测器。华盛顿大学的研究人员开发出了一种微环形激光器，它不仅能够探测纳米粒子的存在，而且还能够计数，计数值高达 816（见图 3）。通过模式分裂或共振偏移，该器件可在空气中探测和计数直径为 30nm 的聚苯乙烯粒子、直径为 20nm 的金粒子和 A 型流感病毒，以及在水中探测和计数直径为 60nm 的聚苯乙烯粒子。

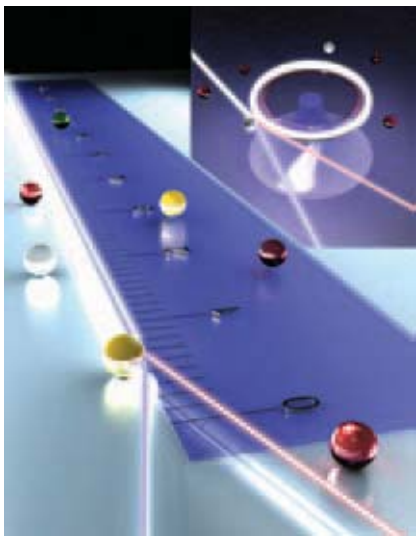


图3：利用溶胶-凝胶法制备的掺铒硅基玻璃微环形腔激光器，可以探测和计数几百个进入其模场的纳米粒子。

（3）生化物质探测器

由荷兰阿姆斯特丹自由大学（Vrije Universiteit）和莱顿大学（Leiden University）组成的一个联合小组，利用“align-and-shine”光刻技术来产生图样，例如光纤两端的狭缝。目前该小组正利用该技术在光纤两端产生轻量金悬臂。[1] 该悬臂将光纤出射的光束反射回光纤中，可以作为灵敏的生化物质探测器，用于早期癌症的诊断和其他应用。制备的悬臂厚 350nm、长 22μm、宽 7μm，共振频率为 447kHz。

（4）高速内窥镜成像

2011 年，生物医学领域也取得了诸多进步。例如，美国麻省总医院（MGH）的喉外科和语音康复中心的研究人员，开发出了一种喉部高速内

窥镜成像技术（HSV）。传统的频闪成像提供明亮的照明，用于捕捉喉部的运动，但仅具有常规的视频帧率；由于喉部运动的频率达到 1000Hz 甚至更高，很多细节会被遗漏。MGH 的研究人员利用新型数码相机传感器提升光灵敏度的优势，以大于 10,000 帧 / 秒的帧速拍摄视频，能够完整地记录声带的运动（见图 4）。内窥镜穿过鼻孔到达喉部，其获得的信息将有助于改善临床护理，并帮助评估 MGH 正在研发的实验性声带生物植入物。

光源领域的进步

（1）倍频光纤激光器

今年，英国南安普敦大学光电子研究中心的研究人员，通过在光纤激光器的腔内创建增强型谐振器，进而在倍频光纤激光器方面取得了一定进展，使得倍频光纤激光器能够在不需要主动腔长稳定的条件下运行。[3] 主动掺镱保偏光纤的一端连接体光学光谱窄化衍射光栅，另一端连接的是带有三硼酸锂（LBO）非线性晶体的体光学单谐波产生谐振器。包含 LBO 晶体的增强型谐振腔，仅将谐振轴向模式传送回光纤中；因此，光纤仅对那些对倍频相位匹配、并在腔内谐振的轴向模式产生激光，从而获得较高的腔内功率。当在 975nm 吸收 90W 的二极管泵浦功率时，该激光器可输出 15W 的 540nm 激光（若使用更有效的光学系统，输出功率可达 19W）。

（2）纳米激光器

浙江大学的一个研究小组发明的 X 形硒化镉（CdSe）纳米线腔，在 734.3nm 波长处产生了线宽为 0.11nm 的单纵模输出（见图 5）。[4] 两根直径为 420nm 的 CdSe 线通过锥形光纤探测器定位在氟化镁基板上，直至它们的接触长度超过 6μm。CdSe 纳米线用脉宽 15ns、532nm 的激光脉冲以 5kHz 的重复频率泵浦。

（3）量子点（QD）激光器

由 QD Laser 公司、富士通实验室公司以及东京大学纳米量子信息电子研究所的科学家们，联合开发的量子点（QD）激光器，能够在加热到 220℃ 高温时发射 1.3μm 的光。研究人员通过抑制自组装的砷化铟量子点的铟扩散，避开了伴随量子点密度增加而产生的非均匀展宽问题。八层堆叠量子点的阈值电流在 30℃ 时为 15mA，200℃ 时为 55mA，在 210℃ 时的输出功率为 2mW。该技术的一个可能的潜在用途是深海石油勘探中的光学传感。

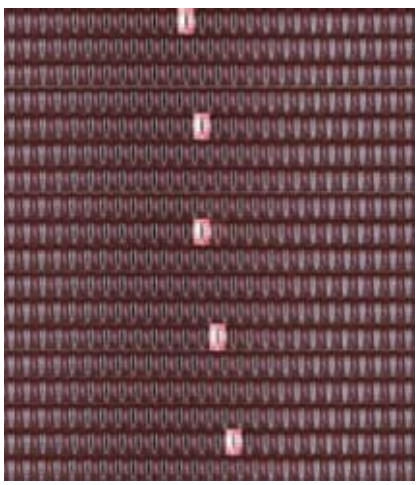


图4：灵敏的相机以10,000帧/秒的速率捕获目标声带的详细运动（所有图片）；而传统的频闪喉镜捕获图像的速率要低得多（加亮图片）。

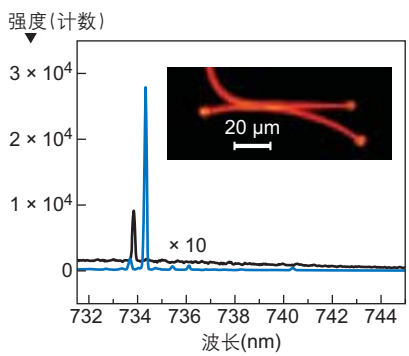


图5：X形线纳米激光器产生的单模输出（为了清晰，将退化模式放大了10倍）。光致发光图像（插图）显示了激光器的结构。

（4）光参量振荡器

来自荷兰与英格兰的研究人员联合演示了非相干泵浦的宽带连续波（CW）光参量振荡器。[5] 通过非共线相位匹配展宽，光参量振荡器具有 230nm 的闲频光谱宽度，中心波长位于 3400nm 附近，闲频光输出功率高达 1.4W。该光参量振荡器通过放大自发辐射光源进行泵浦，基于 50mm 长的周期性极化氧化镁掺杂的铌酸锂晶体。该光参量振荡器可用于光谱和无散斑成像领域。

创新的光子学器件

（1）彩色滤光片

丰田公司和日本国立材料科学研究所的工程师们，正在开发用于汽车领域的基于等离子体的彩色滤光片，这种基于金属的滤光片比染料滤光片更耐用。[6] 位于石英上的光学厚铝膜上，有六边形或方形阵列的亚波长孔，某些装置具有圆孔（偏振无关输出），而其他装置为三角形孔（偏振相关输出）或者其他形状的孔。传输的颜色取决于晶格间距，而带宽取决于孔的形状。这种滤光片可以获得覆盖整个可见光波段的颜色，带宽为 100nm 量级。

（2）高性能光学薄膜

尼康的研发工程师们对制备数字相机中所用的更高性能光学薄膜兴趣浓厚。数字相机中使用的光学薄膜（与胶片相机不同）遇到的问题是图像传感器的衍射，以及所需要的低通滤波器的反射。由于具有非常低折射率的膜层对减反膜（AR）有利，工程师们通过溶胶 - 凝胶工艺向减反射膜中引入了一层超低折射率（例如折射率为 1.26）的多孔氟化物层。[7] 该技术

Market Watch 市场观察

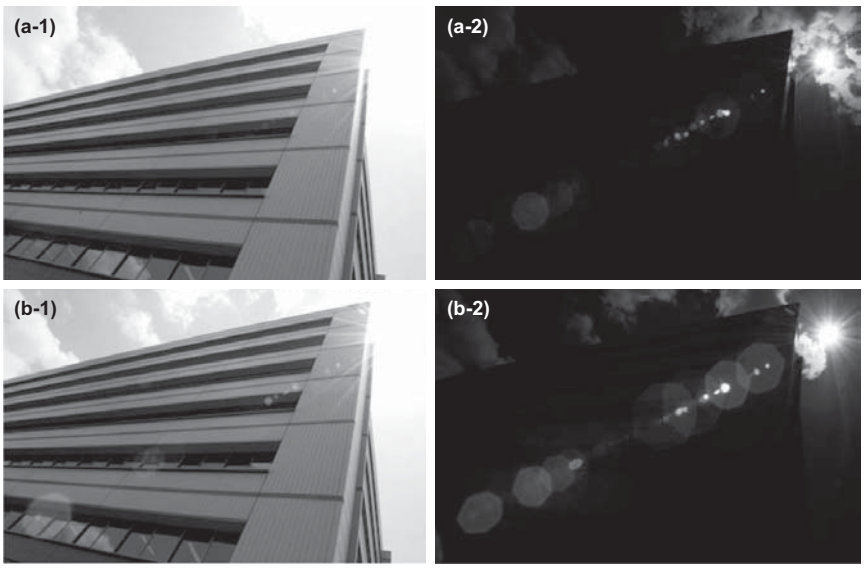


图6：低折射率减反射（AR）膜层含有多孔氟化物纳米粒子层，用于在可见光区域获得减反射性能，在红外波段性能也很好。左侧图为使用纳米粒子膜层镜头（a-1）与使用传统膜层镜头（b-1）在可见光波段的性能比较；右侧图为使用相同的纳米粒子膜层镜头（a-2）与使用传统膜层镜头（b-2）在红外波段的性能比较。

避免了先前的溶胶 - 凝胶金属氧化物膜层的相关问题，如在特定波长的水吸收和较低的透射率。这些滤光片在可见光波段和红外波段具有优异的性能（见图 6）。

（3）超材料

美国伊利诺伊大学、美国海军航空系统司令部、桑迪亚国家实验室的研究人员通过纳米压印光刻技术制造了一种三维负折射率超材料；镀有多层膜的硅印章用于将超材料“印刷”到任何需要的基底上，基底可以是刚性或柔性材料。该过程满足了以前无法实现的一个需求：用持久的、有用的材料迅速制造大量高质量三维超材料的一种方法。用这种方法制造的超材料具有很强的负折射率，可用于超透镜、隐形斗篷、新颖的谐振器和其他光电子元件。

（4）太阳能薄膜

上海师范大学开发出了镀在晶体硅光伏（PV）太阳能电池上的发光太阳能薄膜。该膜层具有两种作用：既作为减反射膜层，同时也吸收一些紫外光，并下转换为近红外光子，以便更有效地被光伏电池吸收。[8] 双层纳米多孔膜包含一层下转换掺镱钒酸盐层和一层二氧化硅（SiO_2）层，以减少反射。该薄膜将 500~800nm 的透过率提高了 3.7%，同时还能在 950~1100nm 范围内提供光电子发射。

（5）宽带有机光探测器

由中国科学院和香港城市大学联合开发的宽带有机光探测器具有 200~900nm 的宽泛光谱响应范围。[9] 该探测器基于小分子材料，在整个范围内具有 20% 的外部量子效率。通过使用两种不同的“施主 - 受主”异

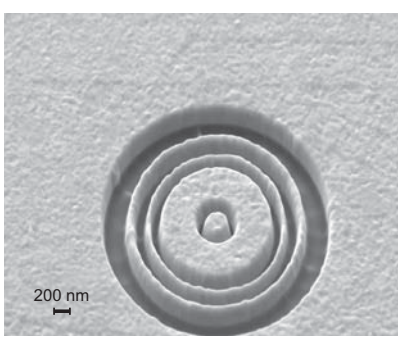
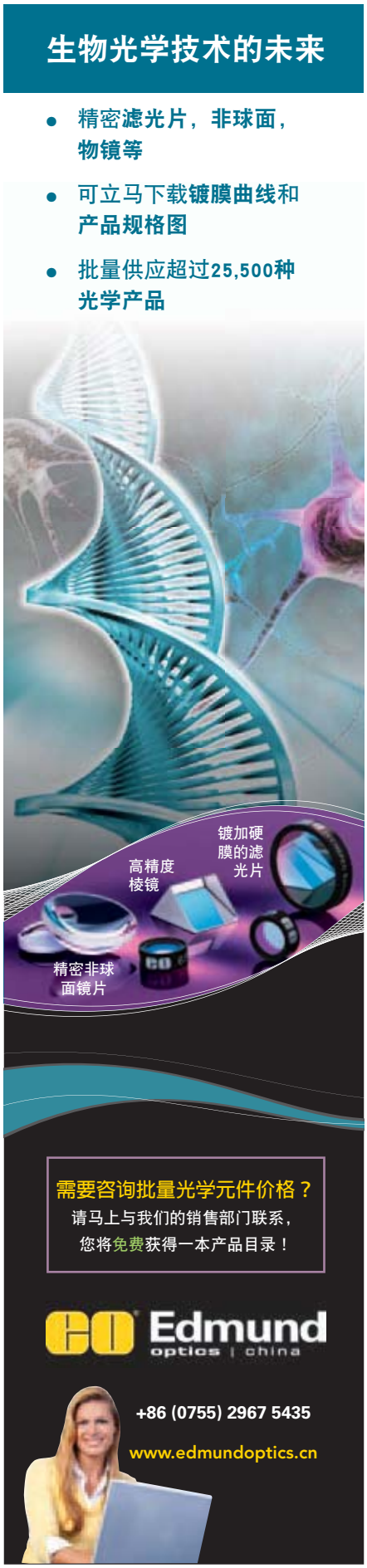


图7：在光纤末端沉积的100nm厚的金层上，制造四环表面等离子体透镜。



质结，该探测器允许对深紫外和可见光到近红外区域的光响应进行独立优化。56ns 的快速响应时间，使其能够用于军事、遥感以及通信等领域。

石墨烯的进展

科研学者们对石墨烯表现出了浓厚的兴趣，这并非是因为石墨烯是唯一的新材料，而是因为其具有独特的性能：已知的最高拉伸强度、相对高的导电性，以及其在掺杂或其他改性后所具有的有趣的半导体特性。英国曼彻斯特大学和德国柏林自由大学的研究人员已经利用石墨烯抗气体渗透的特性，在 SiO_2 基底上产生了小的石墨烯气泡；这种气泡可作为微透镜，其下方或者上方有流体，可以通过操纵外加电压来改变透镜的焦距。[10] 目前研究人员已经利用石墨烯制造出了直径为 5~20μm 的透镜。在一个典型的例子中，当电压从 0V 改变到 -35V 时，气泡的曲率半径从 31.3μm 变化到了 26.7μm。

东京大学的三位科学家正在将石墨烯用在被动锁模光纤激光器中。[11] 石墨烯的吸收是相对波长独立的，并且是可饱和的，具有快速的响应时间和较大的调制深度。机械剥落（利用透明胶带使其与石墨分离）的多层石墨烯膜放在光纤的端部，然后与另一根光纤对接耦合，再插入到掺铒光纤激光器环形腔中。波长为 1566nm 的激光器产生了 6.22MHz 的锁模脉冲序列。

美国新墨西哥理工大学、加州大学河滨分校、集成纳米技术中心和桑迪亚国家实验室的研究人员开发的基于石墨烯的量子霍尔效应红外探测器，可在 70K 的温度下工作，在汽化蒸发区域（一种用于低温冷却探测器的相对简单的方法）使用液氮能够达到这个温度。[12] 10.6μm 处的响应度范围为 10^{-2}~10^{-3}V/W，噪声为 0.5μV，通过不同的几何形状能够大幅度降低噪声。

多用途光纤

美国马里兰大学和美国国家标准技术局旗下纳米科技中心的研究小组，已经利用基于光纤的表面等离子体透镜证明了超聚焦。[13] 使用聚焦离子束加工，将透镜直接加工在光纤的端部，它有多达四个同心圆环形狭缝，焦点距透镜只有几微米的距离（见图 7）。由于狭缝宽度小于波长，光线仅以表面等离子体极化（SPP）模式穿过狭缝，然后在狭缝出口处耦合回光波中。此外，改变狭缝的宽度能够控制 SPP 的传播延迟，从而能够在想要的距离内，诱导弯曲的波前和高度聚焦。该透镜获得了 450nm±60nm 的光斑尺寸，该尺寸小于 808nm 光的衍射极限。

日本国家信息和通信技术研究所与青山学院的研究人员，开发出了带有超宽带光子输运系统的单根 5.4km 长的带孔光纤，其在 1059nm、C- 波段（1550 nm）和 L- 波段（1569 nm）同步传输 3×10Gbit/s 的光学数据流。[14] 光纤对于所有波长都是单模的，在三个波长处的传输损耗分别为 1.42 dB/km、1.07 dB/km 和 1.08dB/km。通过该光纤观察到了清晰的眼图张开，并实现了无差错传输。

美国约翰霍普金斯大学的工程师们开发出了用于自由空间光通信的宽视场光接收机，该接收机基于一个光纤束阵列。[15] 光纤束中的每根光纤都与微透镜阵列中的透镜配对；位敏探测器控制定位透镜阵列的机械装置，这样以任意角度入射的通信光束都能耦合到所有光纤中。然后，光纤束将光传输到位于远端的探测器上。直径为 1mm 的透镜与数值孔径为 0.37、芯径为 200μm 的光纤匹配；运动平台具有 100μm 的行程。该原型工作在 ±10°，模拟结果表明在更大角度范围下也有效。❑

参考文献：

1. K. Babaei Gavan et al., Opt. Lett., 36, 15, 2898 (Aug. 1, 2011).
2. H. Kurt, Appl. Opt., 50, 27, 5256 (Sept. 14, 2011).
3. R. Cieslak and W.A. Clarkson, Opt. Lett., 36, 10, 1896 (May 15, 2011).
4. Y. Xiao et al., Appl. Phys. Lett., 99, 023109 (2011).
5. J. Storteboom et al., Opt. Exp., 19, 22, 21786 (Oct. 24, 2011).
6. D. Inoue et al., Appl. Phys. Lett., 98, 093113 (2011).
7. T. Murata et al., Appl. Opt., 50, 9, C403 (Mar. 20, 2011).
8. Y. Peng et al., Appl. Phys. Lett., 99, 121110 (2011).
9. S. Wu et al., Appl. Phys. Lett., 99, 023305 (2011).
10. T. Georgiou et al., Appl. Phys. Lett., 99, 093103 (2011).
11. A. Martinez et al., Appl. Phys. Lett., 99, 121107 (2011).
12. N.G. Kalugin et al., Appl. Phys. Lett., 99, 013504 (2011).
13. Y. Liu et al., Opt. Exp., 19, 21, 20233 (Oct. 10, 2011).
14. N. Yamamoto et al., Opt. Exp., 18, 5, 4695 (Mar. 1, 2011).
15. D.V. Hahn et al., Opt. Lett., 35, 21, 3559 (Nov. 1, 2011).

高功率激光二极管

高功率激光二极管获得高亮度

高功率激光二极管拥有卓越的高发光效率，但是其光束质量却远不能满足诸多应用的需求。新型激光器设计以及新的组束方法，正在不断提升高功率激光二极管的发光亮度。

Jeff Hecht

激光二极管能够实现高达 70% 的电 - 光转换效率。然而，其输出功率的提高通常是以牺牲光束质量为代价的。大面积激光二极管输出功率为瓦级的多模光束，其光束质量无法与窄条纹二极管输出的功率低得多的单横模光束相媲美。由二极管阵列组成的堆叠的输出功率可以达千瓦级，但是其光束质量更差，这使得它们只适用于那些不需要高亮度的应用，例如热处理和泵浦大型固体激光器。

随着开发人员不断致力于改善激光二极管的光束质量，激光二极管的高效率正在需要高亮度光束的高功率应用中发挥作用，如用于金属板的切割与焊接。

发散度、光束质量和亮度

众所周知，激光二极管的输出光束发散度非常大，但是这反映了其小发射孔径的衍射极限。光束质量并不取决于发散度的绝对大小，而是取决于与激光器输出孔径所定义的衍射极限之间的相对大小。以单横模振荡的窄条纹激光二极管具有很好的光束质量，尽管其微小的发射面积导致光束发散度较大，并且这种发散度较大的光束可以被紧聚焦。以较大孔径发射的二极管堆叠，能够产生发散度较低的输出光，但是其光束质量要差得多。

光束质量的一个衡量标准是光束参数积（*BPP*，通常用 *Q* 表示），即束腰直径与远场光束发散角的乘积。另一个重要参数是亮度 *B*，它是单位面积内的光功率与光束立体发散角的比值，其单位是：瓦 /（厘米 ^{2}• 球面度）。亮度由以下公式给出：

$$B = \frac{P}{\pi^2 Q^2}$$

其中，*P* 为输出功率，*Q* 为光束参数积。亮度越高，光束质量越好。

此外，还有一个广泛采用的光束质量衡量标准是 M^2，它是测得的光束参数积与理想高斯光束的光束参数积的比值。该比值是个归一化数值，其中 1.0 表示理想高斯光束，数值越大表示光束质量越差。

单发射器激光二极管

亮度取决于功率，而条纹激光二极管可以获得的功率又受到其体积和内部功率密度的限制。随着功率密度的提高，激光器对于内部和表面的损伤变得非常敏感，同时电阻加热也降低了激光器的功率转换效率。

宽条纹激光器通过增加激活层中波导的体积来提高功率，但是大面积激光器往往是多模运转，从而降低了光束质量。宽约 100μm、长几毫米的条纹二极管，发射功率可达 10W 以上，但是其光束质量却不尽人意。研究人员发现，可以通过将激光器条纹的宽度做成锥形来提高光束质量，如图 1 所示。

德国 m2k Laser 公司和 DILAS 公司最近的实验表明，5mm 长的大面积和锥形铟镓砷（InGaAs）激光器发射的 976nm 波长激光的亮度有非常大的差别。由均匀的 90μm 条纹形成

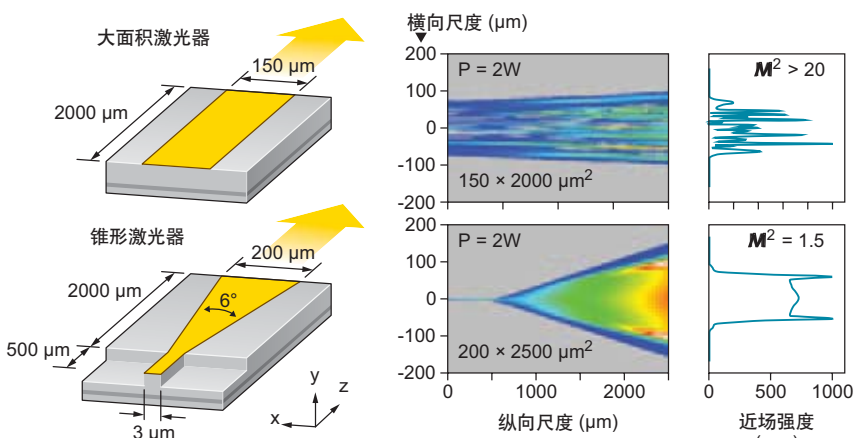


图1：具有大面积增益区和锥形增益区的激光二极管的输出功率接近。但是，锥形结构在激光器内部产生了更加均匀的增益，并在整个发射表面上获得了更加均匀的输出，如左图所示。

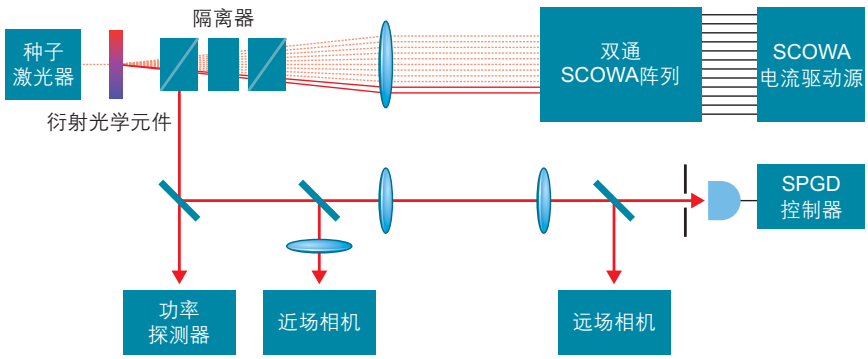


图2：主动相干组束利用一个电子反馈电路，控制两次经过波导放大器阵列后被放大的光束的相位。图中给出了麻省理工学院林肯实验室使用的21通道线性阵列放大器的结构简图。

的激光器发射功率为 10W 时，斜率效率为 1.1W/A，最大电光转换效率为 65%。相似的具有 4° 锥角的激光器发射功率为 10W 时，最大效率为 56%，因此斜率效率稍低，为 1.05W/A。锥形激光器的一个很大的优势在于其亮度可以达到 600mm-mrad，比宽条纹激光器高出六倍。[1] 然而，锥形激光器的封装是一项极具挑战性的任务，锥形激光器中存在的象散现象也使得模块的光学设计变得更加复杂。

二极管阵列和组束

尽管单个激光二极管的输出功率有限，但是可以在同一个衬底上制造多个激光二极管，它们的输出组合起来可以产生更高的功率。美国 Princeton Optronics 公司制造的密集型垂直腔表面发射激光器（VCSEL）阵列，输出功率可超过 200W。[2] 由多个二极管巴条（每个巴条包含多个边缘发射条纹激光二极管）组成的堆叠，输出功率可达几千瓦，但是其光束质量较差。反射镜和透镜的简单组合，并不能将两个光束叠加在一起形成一束亮度更高的光束；相反，这种组合还会增加光照的面积或损失一部分光。

产生亮度更高、光束质量更好的光束，需要采用更加精心设计的组束方法。一种方法是相干组束，它要求入射光束的相位相互匹配，从而实现叠加相长。另一种方法是光谱组束，其将不同波长的光叠加在一起，就像光纤中的波分复用。研究人员针对光纤激光器和激光二极管阵列对这两种方法进行了研究。

相干组束

对于二极管阵列来说，相干组束中最大的挑战是保持不同条纹激光器之间的相干性。将条纹制造得很近，使相邻条纹之间的瞬间耦合可以产生一个相干的“超模式”，这看起来似乎很简单。但是，这种模式是不稳定的，只有当相邻光束之间存在 180° 的相位差时，才能产生最稳定的超模式，而这又会在合成光束中产生人们不希望出现的双瓣。[3]

一种替代方法是：用一台主振荡器的输出来驱动多个平行的二极管放大器，然后将输出光束重组来保持它们同相。研究人员尝试过多种结构，他们发现使用简单的光学系统很难实现有效的相干组束，因为这需要非常精密地控制光学系统。[4]

最近，麻省理工学院林肯实验室宣布利用一个主动电子控制系统，可以极大地改善主振 / 功率放大器结构中的组束质量。如图 2 所示，他们的系统从一个窄线宽主振激光器开始，主振激光器的输出通过一个衍射光学元件，随后光束被分成多个独立的部分。输出光经过几个光隔离器，之后

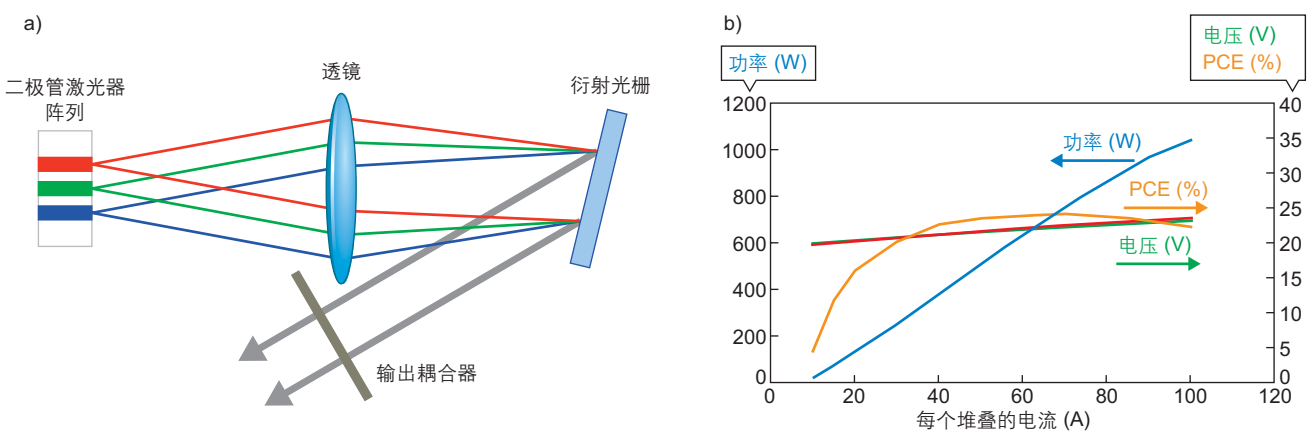


图3：a）光谱组束将多种波长的光叠加起来，在自由空间中产生一个合成的高亮度光束，或者将其导入光纤。在实际应用中，通常要使用更多波长，并且它们之间的间隔很近。b）TeraDiode公司获得的总输出功率、功率转换效率和驱动电压。

每一部分被聚焦到一个平板耦合光波导半导体放大器（SCOWA）上，共有 21 个这样的放大器，形成 21 路。输入光来回两次经过放大器，然后输入到测量系统，其中的一部分光被分到反馈回路中。

每个波导放大器的电流驱动器各自接收反馈，研究人员用这些反馈来调节被放大的光信号的相位，从而保持所有放大器输出之间的相干性。林肯实验室的研究人员首先将这种方法用于一个 21 分路线性阵列。将主振荡器的输出分配到两个 21 分路放大器阵列时，产生了 8.2W 的总输出；采用 11 个 21 分路放大器阵列时，总共获得了功率 38.5W 的连续波输出。研究人员将其称为“具有高相干对比度的、主动相干组束激光二极管的最高功率”[5]，并表示这种方法“非常有趣”。

光谱组束

到目前为止，研究证明光谱组束比相干组束更加容易。在光谱组束中，总的功率和亮度与加入光束中的波长数目有关。这种方法的巨大优势在于通过波长对光进行操控的便利性。如图 3a 所示，一块衍射光栅或其他色散光学元件，可以使每个光源发出的不同波长的光入射到同一个波导或光纤中。同样地，光学滤波器可以将分立的波长输入到一根光纤中。

光谱组束也有其自身的局限。一是在光学系统或传输介质中需要宽带宽，尽管这个要求不像信号必须被放大那么严格。另外它还需要激光源发射的波长在一个适宜的波长范围内间隔分布。并且这种组束方法得到的宽带信号光不适合那些要求单色光的应用，例如全息摄影术。

然而，已经报道的结果依然令人振奋。在 2011 年 4 月举行的 SPIE 防御、安全和传感会议上，TeraDiode 公司报道了将商用二极管阵列的输出进行光谱组束，通过一根芯径为 200μm 的光纤，总输出功率可达到 1040W，如图 3b 所示，光束参数积为 18mm-mrad，该公司称这是已经报道的千瓦级直接二极管光源的最低值。已发表的文章中没有详细介绍该系统的光学结构，但是却提到该光源可以切割 6.65mm 厚的钢板。[6]

展望

将高亮度与高功率相结合，将会极大地促进激光二极管的直接应用。高功率、高亮度激光二极管将不仅仅取代效率较低的激光源，它们还将开辟新的应用领域，并将对提高总体能量效率做出一定的贡献。目前存在的挑战是如何将在实验室中获得的成果转化为实用化的技术。❑

参考文献：

1. J. Gilly et al., "Comparison of concepts for high-brightness diode lasers at 976nm," High-Power Diode Laser Technology and Applications VIII, *Proc. SPIE*, M.S. Zediker, ed., 7583, 75830S-1 (2010); doi:10.1117/12.840698.
2. J.-F. Seurin et al., "High-power high-efficiency 2D VCSEL arrays," Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers XII, *Proc. SPIE*, C. Lei, J.K. Guenter, eds., 6908, 690808, (2008); doi:10.1117/12.774126.
3. J.H. Marsh, "Emerging technologies for high-power diode lasers," IEEE Photon. Soc. Newsletter, 4 (December 2010).
4. T.Y. Fan, "Laser beam combining for high-power, high-radiance sources," *IEEE J. Selected Topics in Quant. Electron.* V, 11, 567 (May/June 2005).
5. S.M. Redmond et al., "Active coherent beam combining of diode lasers,"*Opt. Lett.*, 36 999–1001 (Mar. 15, 2011).
6. R.S. Huang, B. Chann, and J.D. Glenn,"Ultra-high brightness, wavelength-stabilized, kW-class fiber coupled diode laser,"*Proc. SPIE*, 8039, 80390N (2011); doi:10.1117/12.887332.

理波公司宣布新型Oriel太阳能模拟器系列

理波公司推出新型 Oriel 太阳能模拟器系列——Sol-UV ™，可满足多种 UV 应用需求。在使用标准滤光片的基本配置里，Sol-UV 太阳模拟器能提供大面积、高度均匀的 UV 光输出，可满足现行 COLIPA、FDA、ISO、JCIA 各种测试标准中对于防晒保护因子 (SPF) 测试的光谱要求。可选的滤光片为您提供 UVA、UVA-1 以及 UVB 的定制光谱。

该产品的主要用户为生命健康科学类公司，尤其是要将防晒材料延伸到大多数产品线中的美容产品制造商。此外，提供稳定性测试及 UV 光降解测试的独立实验室和制药公司也将是该产品的潜在用户。另一个目标市场则是癌症研究人员以及大学医学院的光致癌研究。

与 Sol-UV 模拟器一起发布的还有用于保证 Sol-UV 合格和计量的第三方生产的测量仪表，其中也包含了 SPF 测试应用所需。

可调谐光源

量子级联激光器走进工业应用领域

作为研究或军事应用中的一种中红外工具，以可调谐量子级联激光器为基础的系统，现在可用于各种光谱应用，如手术中麻醉气体的检测、化学品泄漏检测以及工业场所有害物质的鉴别等。

Bob Shine，Peter R. Buerki，Tim Day

电磁波的中红外波段（约3~20μm）是一个非常丰富的光谱区域。发明于1994年的量子级联激光器（QCL）的输出波段已经覆盖到了这个区域，并可以在一个紧凑的封装结构中实现宽增益带宽、高亮度和高功率激光输出。[1] 虽然很多早期关于量子级联激光器的评论都认为，其在科学研究和广泛的商业应用中都具有重要价值，但是首先必须实现技术上的突破，将低温冷却的量子级联激光器转变为实用的工业工具。

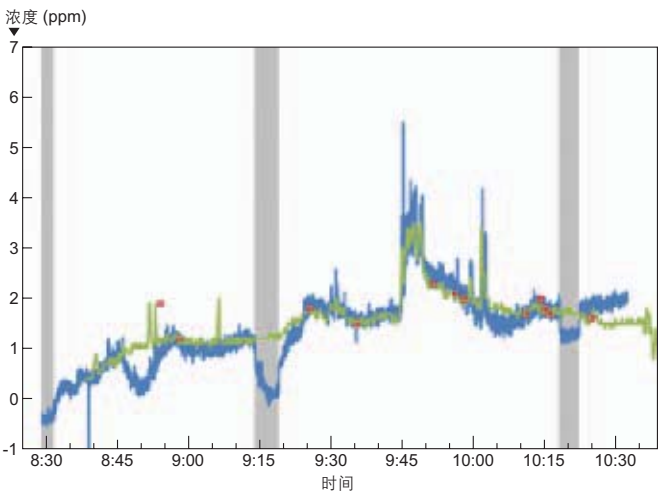


图1：MIRAN SapphIRe（绿线）和Swept Sensor（蓝线）同时采集的数据比较。灰色阴影区域表示Swept Sensor正在进行背景测量，此时Swept Sensor停止监测。

研究领域对量子级联激光器的早期使用，拓展了量子级联激光器的可用波段和调谐性能；而国防领域的应用则促进了量子级联激光器在功率和稳定性方面的进步。今天，这些进步结合在一起，正在使量子级联激光器商业化的可能性变成现实。

量子级联激光器结合了可见光激光二极管和近红外激光二极管的很多特性，因此其具有一些独特的优点。正如可见光激光二极管和近红外激光二极管一样，量子级联激光器也是结构紧凑小巧的全固态器件，可以使用传统的磷化铟（InP）和砷化镓（GaAs）外延生长平台来制作。由于决定量子级联激光器激光输出波长的是波导厚度、而非材料的禁带宽度，因此量子级联激光器可以获得较大范围的中红外激光输出。

量子级联激光器的另一个特殊之处是单极特性：一个电子可以通过向下级联导带结构中的多个量子阱而辐射多个光子。这样就能实现高功率、高效率器件，目前已经报道了功率输出达数瓦级的量子级联激光器。

量子级联激光器的增益带宽很宽，可以覆盖中心波长的20%甚至更多。然而，对于分子种类鉴别、成像和其他光谱应用而言，量子级联激光器的输出必须要能实现较窄的带宽和较宽的调谐范围。这可以通过把量子级联激光器放在一个外腔中实现，如Daylight Solutions公司实现的外腔量子级联激光器。[2] 光栅提供的反馈，可以从量子级联增益带宽中选择输出波长，光栅的旋转可以调谐输出的波长。这种设计可以实现多种光谱特性，可用于分子种类的鉴别和表征。

由于使用很多新技术，宽带可调谐量子级联激光器最早都是使用在研究领域。量子级联激光器可以实现脉冲运转和连续运转，并且通过配置可以实现多个调谐范围可供选择，其中包括固定波长、~30cm^{-1}窄调谐范围、~100cm^{-1}调谐范围或大于~350cm^{-1}的宽调谐范围，以满足一系列不同价位的应用需求。量子级联激光器的输出波长可以从3.2μm到大于12μm，输出功率超过400mW。

另一个较早使用量子级联激光器技术的领域是军事应用。最近报道了量子级联激光器在国防中的应用，其中包括红外对抗、目标辐照和远程爆炸物探测。[3] 这些应用推动了可在恶劣气候和振动环境下使用的坚固耐用

的激光系统的发展。

军事应用的要求较为苛刻，其要求激光器能在 –54~+71℃的环境温度、20Hz~2kHz 的振动频率和 6Grms 的加速度条件下工作，而且还要能经受 20G 强度的冲击。此外，激光器在经过盐水浸泡后，必须能够正常工作，甚至在周围平台遭受雷击后仍然能工作。这些要求远超过了大多数商用系统的要求。

光谱研究中的高精度要求，结合军事应用中展示的牢固耐用性，为量子级联激光器商用开辟了机会，如用于挥发性有机化合物（VOC）检测和有害物质的鉴别。

麻醉气体探测

快速、宽带调谐的外腔量子级联激光器的一个应用场所是暴露在挥发性有机化合物环境下的工作场所。系统必须具备定量鉴别多种分子的能力，而且必须能够进行实时分析，以鉴别瞬态有害物质的泄漏。

例如，医院已经越来越多地意识到，手术过程中从病人呼吸系统泄漏出来的或病人在恢复期内呼出的麻醉气体，对医务人员所构成的风险。[4] 由于医院中会使用各种各样的麻醉气体，同时还有其他挥发性有机化合物，因此使得这种风险分析和安全监控变得非常复杂。在这种环境下，就需要使用红外光谱监控来满足对特征识别和灵敏度的要求。

为了满足一系列的探测需求，Daylight Solutions 公司开发出了 Swept Sensor 传感器，它集成了多项技术，包括宽带快速调谐中红外激光源、光电探测器、系统控制与数字信号处理器件、多通气体池、气体处理单元以及光电机械部件。该集成平台已经在设计上实现了最低功耗，可以采用传统的电池供电。此外，该平台还使用了软件和固件代码，以获取和分析数据，并提供特定分子的浓度。

在一次设备测试中，该传感器被用于监测在绵羊心脏手术中使用的麻醉气体。手术中使用的麻醉剂是异氟醚。在整个手术测试过程中同时使用了 Daylight Solutions 公司开发的 Swept Sensor 传感器和 Thermo-Environmental Systems 公司开发的便携式环境空气分析仪 MIRAN SapphIRe，并将两者进行了对比。MIRAN SapphIRe 分析仪是业界领先的挥发性有机化合物监测系统。

在手术过程的大部分时间内，两个气体采样棒被放置在彼此邻近的位置。在短暂的时间内，采样棒被放置到待测区域，用于探测设备周围的麻醉气体泄漏和手术台上方麻醉气体浓度的测量。Swept Sensor 的测量会周期性中断，以进行基准分析。

图 1 比较了 MIRAN SapphIRe 和 Swept Sensor 采集的数据。Swept Sensor 每 1 秒上传一次数据，而 MIRAN SapphIRe 每 5 秒上传一次数据。两组数据很好地相互对应，也就是说，这两个仪器的读数均在误差范围之内。数据在以下几种情况下出现了较大偏差：在设备周围监测漏气的时候（大约在 8:47 和 10:00）、Swept Sensor 在进行背景测量的时候、以及手术完成之后仪器推出手术室的时候。

当采样棒靠近麻醉剂输送设备时，观测到了较高的异氟醚浓度。当手术助理临时将塑料软管从呼吸机上拔下检查设备时，观测到了一个 5.5ppm 的尖峰。

第二个测试包括探测和监测在一个无人的手术室中，控制性地释放多

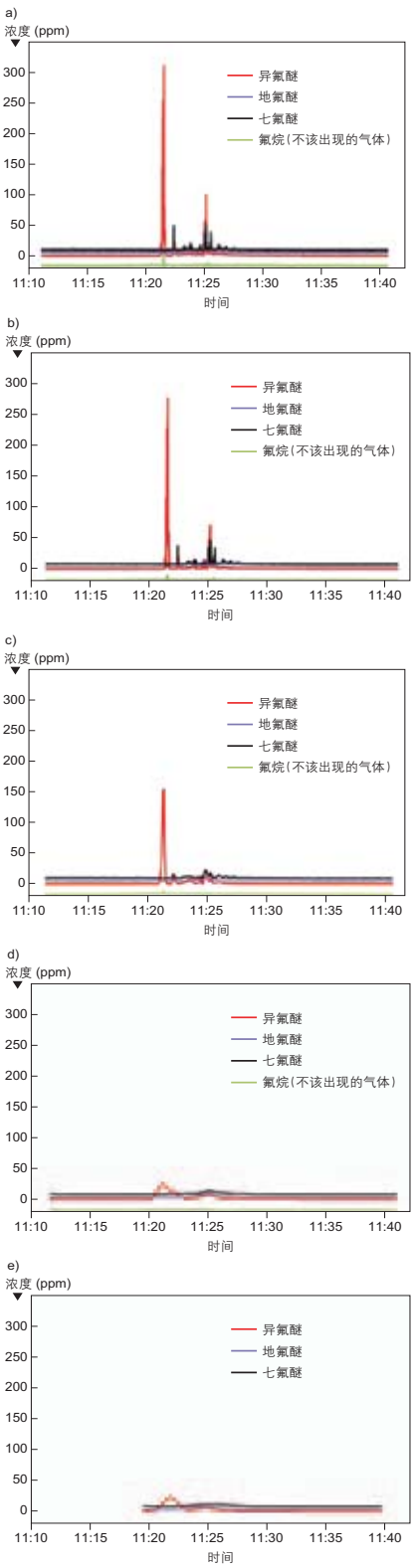


图 2：在五种不同数据上传速率下记录的控制麻醉气体的数据：a) 0.1s；b) 1s；c) 10s；d) 60s；e) 90s。从图中可以看出数据采集时间对瞬态气体测量的影响。

激光世界 LaserFocusWorld China 广告索引 Ad Index | 目录 Content | 推荐朋友 Refer a friend | 免费赠阅 Subscribe ACT

种麻醉气体。三种常用的麻醉剂（异氟醚、七氟醚和地氟醚，它们都是极易挥发的液体麻醉剂）被一个接一个地倒在几张纸巾上。除了这几种分子以外，Swept Sensor 还检测到了氟烷，而这是不该出现在手术室中的气体。在这些测试中，MIRAN SapphIRe 的采样棒放置在 Swept Sensor 的上方，同时使用 1μm 的滤膜过滤室内空气。

图 2 给出了 Swept Sensor 记录的释放过程中麻醉气体的浓度值。图 2 中不同的图对应从 0.1~90s 的不同的数据上传速率下，同时记录的数据。最长的 90s 数据上传速率被选出来与 MIRAN SapphIRe 相匹配。

虽然实际的浓度并不是特别重要，但是图中的结果表达了两个重要信息：真正实时采集数据的必要性；以及如果在测量时间内浓度不固定的话，数据上传速率如何影响测量结果。图 2 中的所有图的浓度轴的范围都是一样的。

在较快的数据传输速率下，观察到了两个瞬态（大约持续 3s）的、非常高的异氟醚浓度（峰值浓度 250ppm 和 300ppm）。随着数据传输速率的下降，测得的浓度急剧下降，在 90s 速率下监测到的异氟醚浓度只有 25ppm。这个结果表明，需要快速的数据传输速率以保证准确、及时地报告瞬态的化学物质泄漏。

有害物质探测

另一个突出外腔量子级联激光器系统功能的工业应用是测量和鉴别化学泄漏物质或确定化学废容器中的存储物。为了展示这种能力，用其对工业现场中未有标签的塑料喷雾瓶中的物质进行了检测。

在检测过程中，先将塑料喷雾瓶中的化学物质喷出来（塑料瓶中可能含有异丙醇），使用 Swept Sensor 对这种难闻的气体进行检测。传感器可以寻找以下五种可能的气体：丁醇、异丙醇、甲醇、丙酮、乙酸乙酯。分析结果显示，该喷雾瓶中除了异丙醇外，还含有大量甲醇，这可能是因为该塑料喷雾瓶被意外地装入了错误的溶剂。该应用案例表明，Swept Sensor 传感器可用于快速鉴别有害物质的化学成分。

在另外一个例子中，使用 Swept Sensor 在一个空福尔马林容器上方检测，预计可能会检测到甲醛。然而出人意料的是，除了水的吸收外，二甲苯的总浓度达到了 1500ppm，可见空容器已经用二甲苯清洗过。对记录的光谱做细致分析显示，该容器中确实存在甲醛。根据在 1121cm^{-1} 处观测到的峰值强度估算，甲醛浓度大约为 100ppm。该测试表明 Swept Sensor 可以成功地鉴别化学废容器中真实的化学成分。

量子级联激光器自从 1994 年被首次报道以来，经过了十几年的发展该领域已经取得长足的进步，正在不断满足着工业应用的需求。研究领域的进步推动了量子级联激光器在波段和调谐特性方面的发展，而军事领域的应用则推动了功率和稳定性的提升。从上述所列举的几个应用实例来看，目前量子级联激光器已经完成了从实验室走向商业化应用的转变。❑

参考文献：

1. J. Faist et al., “Quantum Cascade Laser,” Science, 264, 553 (1994).
2. M.J. Weida, P. Buerki, E. Takeuchi, and T. Day, “External-cavity QCLs broaden capabilities for molecular detection,” Laser Focus World, 46, 4, 58-62 (April 2010).
3. G. Overton, “IR countermeasures aim for safer flights,” Laser Focus World, 47, 8, 35–43 (August 2011).
4. “Waste Anesthetic Gases – Occupational Hazards in Hospitals,” DHHS (NIOSH) Publication No. 2007–151, September 2007; http://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-151/pdfs/2007-151.pdf.

上接第15页

由 Pangolin 公司的 LD2000 激光器系统控制的四台 12W 绿光 Nd :YAG 激光器，为迈阿密说唱乐手 Pitbull 的表演助阵。YLS 还使用了六个 KVANT 激光投影仪，每台功率为 0.5W 的绿光 DPSS 在 2011 年全美音乐奖上为 Enrique Iglesias 的表演助兴。

2011 年，娱乐和显示市场激光器的收入为 3040 万美元，预计 2012 年将增长 9%达到 3300 万美元。

（八）泵浦激光器与其他激光器

2012 年 DPSS 和光纤激光器泵浦用激光器的收入将达到 2.97 亿美元。虽然历史上 DPSS 泵浦激光器的销量一直较高，但光纤激光器泵浦激光器的销量将在 2014 年超越 DPSS 泵浦激光器，并继续在泵浦激光器领域获得更大的市场份额。❑

太赫兹成像

太赫兹反射测量成像硅片中的缺陷

太赫兹成像微探针能够将基于反射测量技术的硅片中的缺陷定位精度，提升到亚微米量级。

Michael Nagel，Heinrich Kurz

集成电路技术复杂程度的不断提高，例如新兴的三维穿透硅互联（3D-TSV）技术，正在使现有的探测及缺陷分析方法到达能力极限[1]。在各种非损伤探测方法中，时域反射测量（TDR）被认为是探测电子产品中缺陷的最快方法。现有的 TDR 系统被称为闭环雷达，通常由电子元件构成，其主要元件包括阶跃或脉冲发生器以及宽带示波器[2]。电磁信号通过高频电缆及探头传输到待测装置（DUT）。待测装置内传输通路的每个断点，都会导致部分注入信号被反射回来。通过在时域监测这些反射信号，可以探测到装置的结构缺陷，并且对工作结构及缺陷结构进行区分。

TDR 系统的空间分辨率 d_{min} 与注入信号的上升时间 τ_{rise} 之间的关系由下式给出：$d_{min}=\tau_{rise}\times c/4\ \surd\ \varepsilon_{r,eff}$，其中 c 为光速，$\varepsilon_{r,eff}$ 为传输线的相对有效介电常数。高端的全电子 TDR 系统的上升时间 τ_{rise}=11.1ps，其能获得的最大分辨率仅为 d_{min}=365μm（$\varepsilon_{r,eff}$=5）[3]。要想突破这一极限，测量小规模芯片级结构和先进组件，必须从全电子技术转向超快光电子技术。

最近 Intel 公司推出了第一台测量缺陷的飞秒激光驱动的光电子 TDR 系统[4]。相比于全电子系统，该系统将上升时间缩短为 τ_{rise}=5.7ps。然而，该系统的主要瓶颈在于无法完全利用亚皮秒光电开关速度的优势，这是由连接光电子脉冲产生 / 探测装置与待测装置所需的波导及探测元件造成的。这些元件不能传输频率高于 110GHz 的信号，因此 TDR 系统丢失了大部分分辨能力。

最近的实验表明，将新颖的微加工探头用于宽带光导（PC）脉冲产生、并立即对待测装置进行探测，能够有效地消除这一瓶颈。[5] 采用这一先进的光电子系统，实现了 τ_{rise}=1.1ps 这一创纪录的 TDR 信号上升时间。与早期装置不同的是，该系统通过电容性探针 / 波导耦合，其探针也能在无接触模式下工作。与单时域分析相比，通过测量可疑芯片区域的时空分辨场，该模式可用于加速缺陷定位，因此被认为是现有标准 TDR 系统的一个重要延伸。

测量系统

为了演示该系统用于 TDR 缺陷探测的能力，可以采用已知太赫兹波段传输特征的薄膜微带（TFMS）作为待测装置。[6] 光电子演示系统采用传统的泵浦 / 探测装置，用于时域测量（见图 1）。该实验的主要元件包括：中心波长 780nm、脉宽 150fs（FWHM）、重复频率 78MHz 的钛宝石飞秒激光器，以及两个相同的微加工光导探头。输出激光束通过分束镜（BS）分为泵浦光束和探测光束，平均功率均为 4mW。泵浦光束聚焦到集成到第一个探针中的一对偏压光导开关上。该探针用于待测装置的脉冲注入（PI）。偏压光导开关由两条钛 / 金线与一条直达探头顶端的中心线之间的两个 5μm

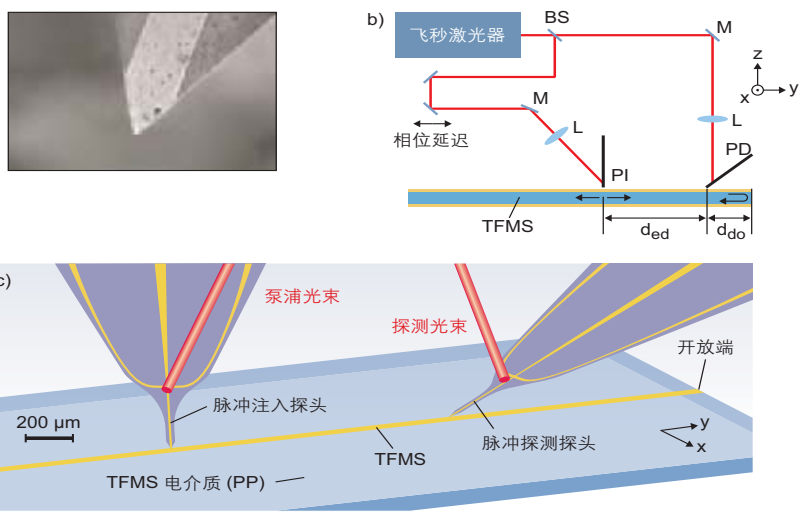


图1：（a）探头的扫描电子显微图像。（b）光学泵浦/探测装置用于太赫兹时域测量。（c）探针的几何模型显示了测量用装置的结构及取向。

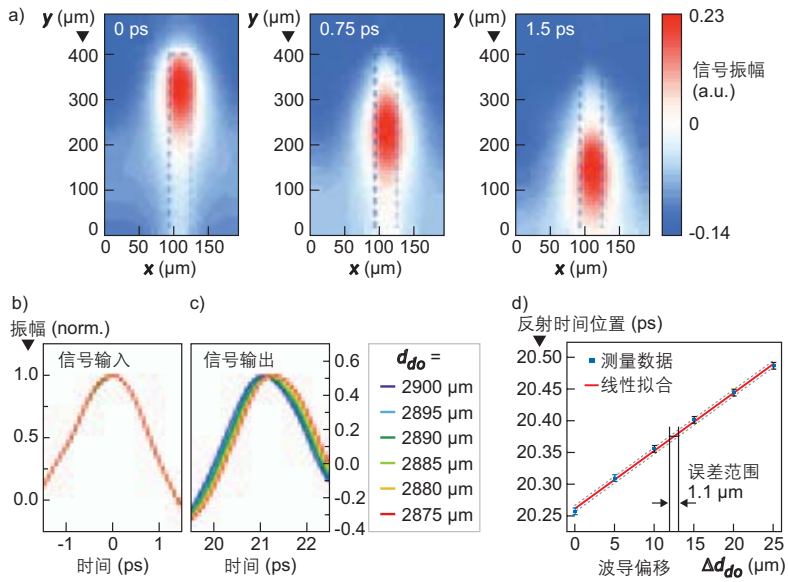


图2：a）不同时间延迟下测量的空间分辨信号，显示了薄膜微带开放端反射脉冲的传输（x/y轴方向由图1给出）。b）和c）分别显示了在不同的探针与开放端距离（d_{do}）条件下，入射脉冲与反射脉冲的峰值测量值。d）测量到的反射信号时间位置随波导与开放端断点距离的变化关系。线性拟合表明定位精度为±0.55μm。

宽的空隙组成。这些平面电极结构集成到一个由光导砷化镓材料构成的1.3μm厚的悬臂上。光导砷化镓材料通过低温分子束外延生长，其特点在于光生载流子的寿命很短(τ_c=250fs)[7]。

在测量中采用的探头及待测装置的空间结构中，两个探头均高于薄膜微带10μm。在所有测量中，两个探头之间的距离固定在1mm。光导开关对（相对于中心线施加对称偏压）产生的脉冲沿探针中心线传输。信号从探头电容性耦合到薄膜微带。从耦合位置起，脉冲沿薄膜微带的两个反平行方向传输。第二个探头，即脉冲探测（PD）探头，在薄膜微带之上并且离开放端较近。利用这一探头可以对注入以及反射信号在时域取样。线性机械平移台控制探测光束的光程，从而可以扫描聚焦在探针上的光脉冲与探针脉冲之间的时间延迟。为了提高信噪比，可以采用矩形调制偏压（重复频率700Hz，峰-峰电压3V）和锁相放大器。

实验结果

全电子TDR测量通常仅限于时域。对于复杂待测结构而言，仅通过该数据定位缺陷要求极高。本文所讨论的探针具备光栅成像能力，而这一附加的重要功能非常有助于定位缺陷。通过薄膜微带开放端反射脉冲电场进行空间分辨测量演示这一功能，获得了三个不同时间延迟条件下的场分布（见图2）。测量过程中探针以及整个实验装置结构固定不变，仅对待测装置进行二维横向扫描。

图2a左图显示了0ps延迟时，开放端第一次完全发生的反射（薄膜微带的横向边界由虚线标出）。图中的数据清晰地展示了反射发生的位置、信号的传输动力学过程以及空间受限。如果分别考虑图2b和2c中薄膜微带中注入信号及反射信号的时域数据，可以获得1.1ps的超短上升时间（定义为信号上升沿10%~90%幅度间的时间间隔），该结果比目前最先进的全电子系统缩短了一个数量级。考虑到待测装置特定的耦合条件，可以预计，通过精心设计探针可以将上升时间进一步减小至接近载流子寿命。

在2875~2900μm之间，以5μm的步进用TDR扫描探针与开放端之间的距离（d_{do}），可以量化定位精度。图2b表明，入射信号的时间位置以及斜率实际上保持不变，与预期一致。入射信号的残余时基误差测量值约为±5fs。图2c显示了反射信号（信号输出）随d_{do}减小而移动至更早时刻，并且信号斜率不变。图2d显示了信号边沿位置随d_{do}的变化规律，与理想的线性拟合之间的标准差为2.6fs，最大差值为±5.1fs。这意味着空间定位精度达到了±0.55μm。

在原理性实验测量中，针对缺陷分析应用，我们演示了配有超快光导开关的微加工探针，能够有效地用于提升TDR光电子系统的分辨能力。此外可以预测的是，近场太赫兹显微技术也将适用于其他领域，例如半导体材料探测以及生物分子传感等。❑

参考文献：

1. J.H. Lau, “Evolution, Challenge, and Outlook of TSV (Through-Silicon Via) and 3D IC/Si Integration,” IEEE Intl. Conf. on Electron. Packaging—ICEP, Nara, Japan (April 13–15, 2011).
2. Application Note 1304-1, Agilent Technologies; www.agilent.com.
3. K. Schoen, Picosecond Pulse Labs, www.picosecond.com (2004).
4. Y. Cai et al., Proc. 60th ECTC 2010, Las Vegas, NV, USA, 1309–1315 (2010).
5. M. Nagel et al., Opt. Expr., 19, 12509–12514 (2011).
6. M. Nagel et al., Microwave Opt. Technol. Lett., 29, 97 (2001).
7. M. Wächter et al., Appl. Phys. Lett., 95, 041112 (2009).

美容光子学

激光治疗实现更加靓丽的容颜

随着激光去皱、激光脱毛、激光整容以及激光吸脂等技术在医疗美容市场的走俏，全球美容医疗设备市场不断增长，预计到2016年该部分市场的总规模将高达近30亿美元。

Gail Overton

除了低强度激光照射疗法（LLLT）的内部治疗功能，基于光学技术的医疗产品还能帮助人们改善外表。美容光子学（如用于去皱和脱毛的光源和光束传输系统、激光辅助原位角膜磨镶术（LASIK）或 LASIK 眼部手术、以及激光吸脂等）正在为不断增长的美容医疗设备市场贡献着更大的力量。2009 年，全球美容医疗设备市场的规模已经达到 18 亿美元，预计到 2016 年该数字将增长到近 30 亿美元，复合年增长率为 7%。[1,2]

美容光疗法的研发是一项持续健康发展的业务，特别是在其拥有巨大的潜在客户群（以及可观的财务回报）的时候。2011 年 8 月下旬，美国密歇根大学的研究人员利用 1708nm 的通信用激光辐照形成痤疮的、产生油脂的皮脂腺，从而达到治疗痤疮的效果。激光熔化脂肪而不影响周围组织，激光穿透皮肤的深度为 1.5mm。因此，现在 Proactiv（高伦雅芙，美国一个主打痤疮治疗的护肤品品牌）又有了一个潜在的竞争对手，其使用的是激光而不是化学品！

然而，美容光子学并不只限于学术研究；目前商品化的光子美容技术已成为主流媒体广告和电视购物节目的新主角，并开始挑战传统美容产品的销售。

皮肤表面美容

皱纹、影响美观的毛发，以及皮肤上的斑点和疤痕等，绝对是爱美人士的敌人。幸运的是，目前在一些专业的 SPA 场所，都有针对上述症状的皮肤美容激光治疗产品，同时手持式家用产品也在市场上取得了一定进展。尽管光治疗所需要的初始投资比传统的外用药膏、剃毛、打蜡等方法更昂贵，但是已经出版的案例研究表明：与传统的治疗方法相比，光治疗方法确实有效，并且其治疗效果可持续数月乃至数年。

2009 年末，以色列 Syneron Medical 公司和美国 Candela 公司合并，成为全球最大的美容医疗设备公司之一，占据了全球美容医疗设备市场 41%的市场份额，并计划在 2011 年实现 2.08 亿美元的销售额。该公司的产品使用激光器、激光二极管和 LED 光源、以及非光子射频（RF）和超声波技术，用于去除毛发和皱纹（及痤疮）、嫩肤（以及美白和紧肤）、消脂、牙齿美白（估计全球市场规模为 55 亿美元）、去除血管瘤和色素病灶，以及去除纹身。

在美国激光医学外科学会（ASLMS）2009 年的年度会议上，有超过 14 个报告的主题是 Syneron/Candela 的光学美容产品，其中一篇论文介绍说，Alex TriVantage 激光器能够有效去除皮肤损伤和纹身（见图 1）。[3] 在过去长达几十年的时间内，人们一直使用单个的 Q 开关红宝石激光器、Nd：YAG 激光器和紫翠玉激光器去除纹身，Alex TriVantage 激光器对过去的方法进行了改进，输出三个脉宽为纳秒级、波长为 532nm、755nm 和 1064nm 的独立光，辐照渗透在皮肤的纤维原细胞束（皮肤的结缔组织）中的多色纹身墨水中的颜料颗粒。通常情况下，532nm 输出用于去除红色墨水，755nm 输出用于去除绿色墨水，而更长



图1：治疗前（上）和治疗后（下）的照片对比，充分展示了Alex TriVantage激光器用于去除纹身（左图）和色斑（右图）的治疗效果。

应用天地 Applications



图2：使用脉冲CO_2激光器的非剥脱式点阵模式祛皱（上图），以及恢复烧伤皮肤的纹理（下图）。

波长的 1064nm 红外光（黑色素对该波长的吸收比较短波长少）用于去除黑色墨水，并且对周围组织的颜色影响最小。

Alex TriVantage 激光器将 Q 开关紫翠玉激光器的输出（755nm）耦合到直径为 1.5mm、具有均化器的石英光纤中，为治疗点提供顶帽能量分布的平行光。额外的带透镜的机头既可以用于波长转换，也可在 2~5mm 的范围内调节光斑尺寸。其中一个机头中具有一根 20mm 长的 Nd：YAG 晶体，将紫翠玉激光器的输出转换为 1064nm，转换效率为 60%；而另一个机头增加了一个磷酸氧钛钾（KTP）非线性晶体，用于将 1064nm 的光倍频到 532nm。通过简单地交换机头，Alex TriVantage 激光器便可使用 532nm、755nm 和 1064nm 输出光，实现永久性纹身去除。

VanderVeer Center 的内科医师、医学主任 Elizabeth VanderVeer 发表的三篇论文描述了 Syneron/Candela 的 Gentle YAG 激光器（能量密度 50mJ/cm^2、脉宽 50ms、频率 2Hz 的 Nd：YAG 激光器），是如何通过刺激真皮层产生胶原蛋白、进而获得明显的紧肤效果的（甚至能够“提胸”）。

另外，还有论文介绍了利用 Syneron/Candela 的 VBeam Perfecta 595nm 脉冲染料激光器（治疗参数：脉宽 0.5~10ms、能量密度 6~8J/cm^2）治疗鲜红斑痣和黑眼圈，该激光器能够有效定位血液中的血红蛋白，并使增生的血管萎缩。

美国明尼苏达州的梅约诊所（Mayo Clinic）指出，基于激光的痤疮治疗会导致痤疮炎症，不管是使用蓝光治疗痤疮丙酸杆菌（P. acne）细菌，还是使用长波长的红外激光来加热和收缩 / 破坏真皮层深部产生油脂的皮脂腺。[4] Syneron/Candela 公司进行的一项研究显示，使用光斑尺寸 10~12mm、能量密度 7~9J/cm^2 的 1450nm 激光二极管治疗痤疮，经过五次治疗（每次间隔 1 个月）后，痤疮病变减少了 57%，而且在治疗结束 6 个月后，仍然能保持减少的病变量。

激光脱毛产品种类繁多，从医疗美容机构使用的激光设备到家用手持式设备，这些产品几乎横跨整个光谱波段。

科医人公司（Lumenis）在其 LightSheer 800nm 激光二极管脱毛产品的案例研究报告中指出，该产品对 144 个患者身上的 250 个皮肤点进行了 800 次治疗，脱毛成功率达 95%。[5] 在脱毛应用中，肤色是重要的考虑因素，因为激光瞄准的是黑色素，而皮肤中也可能包含黑色素成分。在选择性光热过程中，600~1100nm 范围内的激光加热并破坏毛干的黑色素和毛囊上皮细胞。如果毛干以外区域的黑色素吸收和激光加热过高，在脱毛过程中可能会损伤皮肤。激光脱毛通常对于毛发颜色较深、而肤色较浅的情况最为适合。

LightSheer 可有效脱毛，因为毛囊中的黑色素在 800nm 波长处吸收的能量比在 1064nm（Nd：YAG）波长处所吸收的能量多 3~4 倍。根据毛发的类型和肤色（肤色较深的脉冲较长），LightSheer 的脉宽通常为 30~100ms，能量密度为 25~29J/cm^2。LightSheer 还配有主动冷却的蓝宝石凸透镜（称为 ChillTip），在治疗前和治疗期间压到患者的皮肤上，使皮肤平整，以便更好地隔离毛囊，并冷却表皮以保护皮肤。在毛发的成长阶段，需要少量治疗（2~4），通常每次的治疗间隔为 4~8 周。尽管脱毛很少是永久性的，但是按照适当的时间间隔定期治疗，能减少毛囊数量，减小新长出的毛发尺寸。

尽管美容市场是随着 20 世纪 90 年代发明的二氧化碳（CO_2）激光皮肤磨削术而真正迅速成长起来的，但这

种方法却非常有侵害性——从整个表皮烧蚀至真皮。2008年科医人公司推出了DeepFX剥脱式点阵皮肤磨削方法，使医师能够控制治疗区域，并确定凝结是浅表还是深层的。另外一种称为UltraPulse的皮肤磨削治疗方法，能使患者在一周内恢复。除了美容皮肤磨削，UltraPulse更引人注目的应用是深色、疤痕、或烧伤皮肤的磨削，其能诱导更正常的皮肤再生，恢复皮肤的纹理和柔韧性（见图2）。[6] UltraPulse采用相干公司的CO_2射频激励板条激光技术，其能在短时间内提供高能量输出。

皮肤深层治疗

相比于老式的“动刀手术”吸脂和一些新的超声吸脂，激光吸脂有诸多优势。皮下激光吸脂（利用典型的1064nm Nd：YAG激光器液化脂肪）可以刺激胶原蛋白产生，尽可能减少了手术后的皮肤下垂，还可以烧灼皮肤表面破裂的血管，以尽可能减少出血和随后的淤青。内部激光吸脂（将激光加入到传统的吸脂过程）使脂肪液化，这样脂肪更容易去除，并减少了抽吸带来的损害。

美国Cynosure公司的Smartlipo激光器是首个FDA批准的内部激光吸脂系统，目前其最新一代产品TriPlex，可提供三个波长：1064nm（最大功率40W）、1320nm（最大功率20W）和1440nm（最大功率15W），以减缓激光对皮肤的加热和对脂肪细胞的破坏（见图3）。



图3：利用Smartlipo激光系统对局部脂肪沉积进行激光吸脂，上图为吸脂前的样子，下图为吸脂五个月后的效果。

Smartlipo的输出光束由SmartSense机头中的芯径为300μm、600μm或1000μm的光纤传输，如果机头停止移动，光纤就停止传输。如果达到对组织不安全的温度，激光导管（小的插入管）中名为ThermaGuide的温度传感器将关闭激光。“Cynosure公司首次在激光溶脂平台上提供了复用和智能传输系统，”Cynosure公司高级产品经理Karen Cronholm说，“复用（顺序地发射两个波长的能力）为医生一次性提供了两个波长。智能传输系统SmartSense和ThermaGuide通过提供精确的控制确保了患者的安全。”

外科掺钬YAG激光器、532nm的二极管泵浦固态（DPSS）激光器，以及激光二极管已用广泛用于治疗良性前列腺增生（BPH）、汽化膀胱肿瘤、以及去除肥大的扁桃体；与此同时，CO_2激光器也正在动物和人体软组织中获得应用，以取代普通外科手术中的手术刀。

三十多年来，CO_2激光器一直是外科手术激光器的黄金标准，这要归功于其波长在高水含量的软组织中的高吸收率。如使用飞秒脉冲激光进行LASIK角膜切开术，整形医生需要最微小和最不具有侵害性的皮肤切开，以尽量减少疤痕。然而，通过对几家外科手术激光器制造商的了解，以及对“整容手术激光器”的在线调查来看，目前微创皮肤手术并未广泛使用激光技术。

至于原因何在，一些专家认为激光器的成本比传统手术刀高，并且不能给医生带来像手术刀一样真实的触觉反馈。当然，眼袋提升（消除下垂和脂肪组织）手术是一个例外。这些眼袋手术大多数是用于整容，而不是医疗用途，在此种手术中CO_2激光器被广泛使用，部分原因是基于激光凝固血液和加快愈合的能力。❑

参考文献：

1. www.news-medical.net/news/20100204/Global-medical-aesthetic-devices-market-to-reach-2429-billion-in-2016.aspx
2. www.brocair.com/downloads/AestheticMedicalDeviceMarket_Feb2009.pdf
3. E.F. Bernstein et al., J. Drugs in Dermatology, 9, 11, 1333–1339 (November 2010).
4. www.mayoclinic.com/health/acne-treatments/SN00038
5. www.aesthetic.lumenis.com/pdf/safety_efficacy.pdf
6. D. Ozog et al., ASLMS 2011, paper 54, Grapevine, TX (March 30–April 3, 2011).

激光世界 LaserFocusWorld China 广告索引 Ad Index | 目录 Content | 推荐朋友 Refer a friend | 免费赠阅 Subscribe ACT

应用天地 Applications

激光制造

激光技术在医疗制造领域显身手

激光技术凭借着精密、可靠、灵活、高速等自身特性，已经在医疗器械生产中的打标、切割和焊接等应用中，展现出了卓越的优势。

Trumpf公司

人们从来没有像今天这样重视过健康。除了医生的技能和药品外，医疗技术也是构成健康和高质量生活的决定性要素。在德国，大约有 11,000 家公司和 150,000 名人员致力于医疗技术的发展和生产工作。由于此行业的多样性并且涉及的大多是小公司，因此创新就变得非常关键。

来自德意志联邦教育和研究部的调查数据显示，上市两年以下的产品为德国的医疗技术公司贡献了过半的销售额。根据德国医疗技术协会 2006/07 年度报告，医疗技术领域有平均超过 7% 的销售额再次投入了研发领域。相比较而言，重化工业领域重新投入研发的比例为销售额的 5%，而制造业则是 3.8%。此外，德国慕尼黑专利局的研究表明，医疗技术的专利超过 14,700 项，位例行业发明榜首，并占所有应用的 11.4%；位居其后的是通信工程，占 10%；数据加工占 6.7%。全球的情况大致也是这样。根据美国医生的调查显示，在过去 30 年中的 10 大最重要的医疗创新中，其中技术产品就占据了 6 个位置。

以人为本的激光技术

创新研究需要创新生产。特别是在技术与人体健康密切相关的情况下，这点比在其他领域显得更为重要。没有什么东西能比手术器械切割得更深。像动脉瘤夹这样的重要植入物，其看起来就像个小小的回形针，但是当涉及神经外科手术时，那就是关乎生死的大事了。而像起搏器这样的动态植入物，甚至已经成为了人体的一部分。由于医疗器械对材料、产品质量以及加工的要求相当高，这就要求具有非常苛刻的生产环境和良好的工艺规划——而这正是激光技术大显身手的舞台。



激光打标



激光焊接



激光切割

由于激光器的多功能性和特殊能力，它是切割、焊接和打标医疗技术产品的最佳生产工具。正如通快医疗技术部应用经理 Alexander Knitsch 博士所说的那样，“激光器是小型化的先驱，是微细加工的先驱，它使得很多新产品的设计变得完全可能，如可实现用于打标的最小 25 μm 的光斑直径、和用于表面材料去除及微加工的最小 10μm 的光斑直径。”另外，激光器可以将定位精度精确到 1 μm，尽管这个数值目前还是理论化的，并受到机械轴和整个系统性能的限制，但是却足以显示出激光技术的潜在优势。而且激光器可以精确地调整，这样热输入就能得到精准控制，并能进行调整以适合温度敏感材料的加工。



TruMarkStation 5000



TruPulse 556

激光器的高度灵活性，特别适用于种类繁多、并且是小批量需求的医疗器械的生产。小单元可以通过人工生产或半自动化生产实现。对于批量生产，激光器可以简易地集成到生产线上，并实现自动化生产。快速的加工工具，加之 CAD 数据向机器生产控制单元的简便传送，都大幅提高了生产效率。根据客户的实际需求和现有的生产能力，专业的系统集成商可以为客户提供交钥匙型解决方案或单个系统配置。例如，美国创新激光技术有限公司（ILT）就是一家系统集成商，该公司对医疗技术领域的需要有着深入的了解，并致力于为医疗器械的生产过程提供激光解决方案。ILT 公司创始人 Steven D. Weiss 表示：“一个系统的真正成功，是从如何设计各个部件、并让它们更好地联合工作开始的。”

一致可靠的加工质量

众所周知，激光器与手术的精准度息息相关。激光能快速、可靠地完成手术任务，并且激光的脉冲与脉冲之间具备卓越的稳定性，因而可以实现一致的、可重复的手术质量。德国内窥镜专家卡尔 • 史托斯公司（Karl Storz）激光部门负责人 Wolfgang Karl 表示：“对于我们来说，激光器最大的优势就是工件返工次数少。另外，使用激光器还能简化加工过程，其中某些产品的加工时间能缩短 50% 之多。”

激光加工实现的表面质量，能够符合医疗领域无瑕疵、无凹槽、无折痕，无毛刺以及无裂纹的苛刻要求。例如，用激光焊接内窥镜管接缝，表面平滑牢固，并具有基础材料那样的生物相容性。通过设置合适的参数，激光还可以在医疗器械上实现永久性的高质量打标。用激光实现用于骨折的复杂植入系统的切割，能够实现光滑的表面和无毛刺的边缘。激光焊接点的强度非常稳定。例如，在镍钛合金支架上只有几微米大小的焊接点，可以承受高达 70 牛顿的压力。

在医疗器械制造中，除了对单个工件的高质量要求外，重要零件的生产也应具有一致、可重复性和可验证性的特点。医疗技术产品的生产绝不允许出现质量不稳定和较大的公差。试想一下，一个不够完善的起搏器会给患者带来什么后果呢？高度先进的激光技术，确保了所有工件能够具备始终如一的质量。

通快最新的激光器能够实现卓越的加工质量，并且可以使用高质量的数据储存工具来记录并保存相关的加工参数。“关于加工质量，激光技术比其他生产方法具有更为突出的优势。激光根据明确规定的参数工作，例如脉冲长度、脉冲宽度或脉冲重复速度，而这些参数可在任何时间设定、保存、测试和重现。”Knitsch 博士说道。随着医疗器械制造领域的各种要求不断提高，激光技术也将在医疗器械制造领域扮演越来越重要的角色。❑

激光能为医疗领域做什么

切割
- 精准、容易
- 为开孔管和空心零件实现最小半径
- 多种切割角度
- 可切割厚度从小于0.1毫米到几毫米
- 最小热影响区
- 最小毛刺成形

焊接
- 小焊点直径和窄焊缝
- 非接触、无压力
- 最小热影响区
- 无孔、防漏
- 防腐蚀
- 具有基础材料的生物相容性
- 复杂轮廓焊接
- 可手动、自动操作

打标
- 牢固、耐磨损
- 不怕高温灭菌
- 具有基础材料的生物相容性
- 最小热输入
- 能灵活、快速创造文字与图片
- 可标记金属和非金属
- 最佳分辨率可达25μm

新品展示 New Products

高相干性准分子激光器在布拉格光栅光纤刻写中的应用


相干公司LPXpro 80 W 准分子激光器

布拉格光栅光纤在光通讯领域及以光纤为载体的光传感领域有着广泛应用。在全球化的城市市政工程对于拉力、压力以及温度等参数监测的巨大需求的驱动下，以光纤为载体的光传感系统，已经突破了诸多电子传感器的限制、逐渐成为一个主流方向。采用布拉格光纤的光传感系统在该领域具有明显优势，如更高的传感探测精度、更宽的拉力探测范围以及系统本身更轻的重量。光纤传感系统被植入监测物体，因而不受电磁干扰和外部恶劣环境的影响。

传统的布拉格光纤的制备是使用 193nm 或者 248nm 的长相干长度的准分子激光器，并采用相位掩模板刻写来完成。透过相位掩模版，输出的激光光束会形成规则的干涉条纹，直接照射在光纤上。通过提高准分子激光器输出光束的空间相干性，可以在掩模板后形成更高的干涉对比度。


相干公司BraggStar 80 W工业级准分子激光器

在稳定的大尺寸光束的照射下，掩模板后的干涉条纹刻写在光纤上形成了布拉格光栅，通常布拉格光栅的长度为 10mm。这种方式需要较大的光斑尺寸、较好的光束相干性以及较高的脉冲能量，相干公司的 LPXpro 系列准分子激光器以其 100mJ 的脉冲能量，成为这种静态刻写方式的理想选择。

此外，采用小光束激光（通常宽度 1mm 的光源），通过扫描的方式扫过整个掩模板，从而在光纤上实现相应的布拉格光栅也是一种常用手段。扫描方式可以提供更好的灵活性，从而实现不规则光栅的刻写，比如啁啾光栅。这种刻写方式需要激光光束具有很高的相干性和较低的脉冲能量，相干公司的 BraggStar 系列产品非常适合此类应用。

Coherent，www.coherent.com

用于太阳光模拟器质量检测的RaySphere测量系统



海洋光学的 RaySphere 光学测量系统，用于测量太阳光模拟器和其他辐射源的绝对辐照度，其可测量从紫外到近红外光谱（380~1700nm）范围内的绝对辐照度（mW/cm^2/nm）。

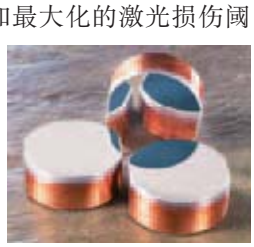
作为一种验证太阳能闪光灯输出的工具，RaySphere 特别适用于太阳光模拟器制造商以及研发实验室。RaySphere 系统具有必要的精确度和分辨率，用以测量和分析闪光器的性能和稳定性，并通过低频抖动方式触发电子设备，为闪光测量计时。RaySphere 的刻度经过公认的认证实验室的确认，以确保精确探测，并使太阳能闪光灯和太阳光模拟器的评估和资格认证符合由 ASTM 和 IEC（IEC60904-9 2007）等标准制定机构制定的标准。

该系统同时包含高级、高速的电子设备，以及直观、强大的软件界面。测量还可以由一个快速反应的发光二极管触发，该二极管可在百万分之一秒内通过增加闪光强度做出反应。

海洋光学，www.oceanopticschina.cn

面向高功率CO_2激光器的铜反射镜

REO 公司针对高功率 CO_2 激光器中的光束传输和光束整形应用推出了铜高反射镜，这些镜头集高反射率（10.6μm 处大于 99.7%）、卓越的表面质量（40-20）和低散射（表面粗糙度小于 50 埃）于一身，由无氧高导电性铜制成，能提供卓越的光学性能和最大化的激光损伤阈值。这些镜头可以加工成尺寸为 6~150mm 的平面、球面或柱面。此外，这些镜头还能轻松实现通孔、法兰和其他机械安装方式。



高功率 CO_2 激光束会对介质涂料产生一定的压力，这些涂料的设计和生产往往需要在性能、寿命和成本方面做出一定的权衡。REO 使用传统的电子束或先进等离子源（APS）涂层技术，提供了耐用、抗损伤和具有成本效益的涂层，以满足特定的应用需求。此外，这些镜头都是在受控的生产过程中加工完成的，防止了原始光学表面涂层受到任何损坏，并能最大限度地提高薄膜的附着力和激光损伤阈值。

REO, www.reoinc.com

L³ Line激光器为太阳能电池与晶圆制造提供均匀照明



LIMO 针对光伏和半导体生产联机测试中的均匀照明应用，开发出了最新 L3 Line 激光器。

L³ Line 激光器能产生同质化达到 95%的均匀照明，可用于扫描大小为 156mm × 156mm 的太阳能电池。较高的光束强度缩短了联机测试的曝光时间。

L³ Line 激光器输出波长 790nm 或 808nm，使得激光束和光致发光信号的光谱分离更为容易。这种信号的分离，确保光致发光系统可以用激光照射非常快速、可靠地测量。

LIMO，www.limo.de

免费的光谱仪操作软件Overture

Overture 是免费向客户提供采集光谱、分析光谱的软件工具。 该软件操作简单，功能强大，方便用户快速得到实验结果。



软件分三种工作模式分析光谱：原始光谱模式（I）、吸光度模式（A）、透射模式（T）。简易的操作界面，方便客户正确设置积分时间等参数，同时支持图像进行平滑度、缩放、快照以及对比等操作。此外，Overture 的浓度测量向导可以引导用户测量不同浓度的标准样品，绘制定标曲线，然后通过比尔 - 朗伯定律（Beer-Lambert law）测定溶液的浓度。

海洋光学，www.oceanopticschina.cn

Newport公司6700系列激光器扩展覆盖波段

Newport 公司 6700 系列激光器又增加两款新产品，现该系列产品可覆盖以下四个波段：

- 780nm: 765~781nm 可调；
- 1310nm: 1270~1330nm 可调；
- 1550nm: 1520~1570nm 可调；
- 1580nm: 1550~1630nm 可调；

相比原 6300 系列和其他同类产品，6700 产品在产品性能有进一步的提升：

- 线宽更窄至 200KHz；
- 更高功率，在 1550nm 处可达 30mW；
- 专利的磁阻尼技术和全不锈钢腔体；
- 新一代激光控制器；

该系列产品可立即接受用户订单。

Newport，www.newport.com

200W 976nm高亮度、高功率T-Bar系列光纤耦合模块

DILAS 公司拥有尖端技术的 T-bar 系列高亮度光纤耦合模块，最大功率可达 200W，波长 976nm，采用芯径 200μm，数值孔径 0.22 的光纤输出。



该模块是为提供高亮度输出结合高耦合效率而专门设计的新产品。模块是多个发光点的一体化集成，利用控制多个发光点来实现每个独立的生产步骤，从而降低了生产步骤的复杂性和总成本。

该模块是半导体激光直接材料加工或科研光纤激光器、固体激光器泵浦源的理想选择。

DILAS, www.dilas.com

模块化处理的多用途激光工作站

罗芬发布其新型模块化处理系统（MPS），这是一个中型多用途工作站，以满足自动化激光材料加工应用的广泛需求。



作为一种集所有功能于一身的系统，该工作站在一个紧凑的封装结构中集成了激光源、运动模块和控制单元。这种灵活的模块化设计理念，可以通过对系统进行配置来满足焊接、切割、钻孔等不同的应用需求。

该工作站提供四个不同的运动系统，从具有单一 Z 轴的基本模块，到具有线性伺服电机驱动轴的、重复精度达 1μm 的高精度十字工作台。每种解决方案都可以与固定的光学元件或扫描振镜联合使用。

该工作站可以集成罗芬的激光飞秒激光器、光纤激光器、脉冲固体激光器和二极管激光器等广泛的光源产品。激光控制软件通过 17 英寸的颜色触摸屏操作。工作站加工空间宽敞，足以满足大工件和夹紧单元的操作需求。

Rofin，www.rofin-baasel.co.uk

广告索引 Advertisers & Web Index

www.laserfocusworld.com.cn

激光世界 LaserFocusWorld China

Advertiser	广告商名称	网址	页码
Alpha, Route Des Laser		www.routedeslasers.com	5
Castech Inc.	福建福晶科技股份有限公司	www.castech.com	IBC
Changchun New Industries Optoelectronics Tech Co., Ltd.	长春新产业光电技术有限公司	www.cnilaser.com	2
Edmund Optics Singapore Pte Ltd.		www.edmundoptics.cn	19
II•IV Trading (Suzhou) Co., Ltd.	贰陆进出口(苏州)有限公司	www.ii-vi.com.cn	7
LPC 2012	第七届国际应用激光技术中国研讨会	www.photonics-congress-china.cn	1
RAYLASE Laser Technology (Shenzhen) Co., Ltd.	瑞镭激光技术(深圳)有限公司	www.raylase.cn	3
Shenzhen RFH Laser Technology Co., Ltd.	深圳市瑞丰恒科技发展有限公司	www.rfhlasertech.com	11
Strategies in Light 2012		www.strategiesinlight.com	BC

eFOCUS VIDEO Magazine Webcast
www.laserfocusworld.com.cn

行政及销售人员 Administration & Sales Offices

行政人员 Administration

HK Office (香港办公室)

ACT International (雅时国际商讯)
Unit B, 13/F, Por Yen Buiding,
No. 478 Castle Peak Road,
Cheung Sha Wan,
Kowloon, Hong Kong
Tel: 852 2838 6298

Publishing Director (出版总监)
Adonis Mak (麦协林)
adonism@actintl.com.hk

Publisher & VP of Sales & Marketing (社长及销售副总裁)
Mark Mak (麦协和)
markm@actintl.com.hk

General Manager - China (中国区总经理)
Michael Tsui (徐旭升)
michaelt@actintl.com.hk

Editor-in-Chief (总编辑)
Rossie Pang (庞会荣)
rossiep@actintl.com.hk

US Offices

PennWell Corporation
98 Spit Brook Road, Nashua,
NH 03062-5737 USA

Group Publisher
Christine Shaw
christines@pennwell.com

Group Editorial Director
Stephen G. Anderson
stephena@pennwell.com

销售人员 Sales Offices

China (中国)

Hong Kong (香港特区)
VP of Sales & Marketing (销售副总裁)
Mark Mak (麦协和)
markm@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

Shenzhen (深圳)
Associate Publisher &
Sales Director-China
(副社长及中国区销售总监)
Angela Zheng (郑晓勤)
angelaz@actintl.com.hk
Tel: 86 755 2598 8571

Beijing (北京)
Oasis Guo (郭镜园)
oasisg@actintl.com.hk
Tel: 86 10 6418 7252

Shanghai (上海)
Hatter Yao (姚丽莹)
hattery@actintl.com.hk
Tel: 86 21 6251 1200

Asia (亚洲)

Japan (日本)
Masaki Mori
mori-masaki@ics.co.jp
Tel: 81-3-3219-3641

Taiwan (台湾地区)
Monica Liu (刘方美)
monica@arco.com.tw
Tel: 886-2-23965128 x 204

Singapore, Malaysia (新加坡，马来西亚)
Peggy Thay
peggy.thay@publicitas.com
Tel: 65-6836-2272

North America (北美)

New England, Eastern Canada
Diane Donnelly
dianed@pennwell.com
Tel: 1-508-668-1767

Southeast, Midwest, Mid-Atlantic
Jeff Nichols
Jeffn@pennwell.com
Tel: 1-413-442-2526

US-West and Western Canada
Paul Dudas
pauld@pennwell.com
Tel: 1-949-489-8015

Europe & Middle East (欧洲及中东)

United Kingdom, Scandinavia
Tony Hill
tonyh@pennwell.com
Tel: 44-1442-239547

France, Belgium, Spain, Greece, Portugal, West Switzerland and Netherlands
Luis Matutano
luism@pennwell.com
Tel: 33-1-3076-5543

Germany, Austria, North Switzerland, Eastern Europe
Holger Gerisch
holgerg@pennwell.com
Tel: 49-172-2160933

Israel
Dan Aronovic
aronovic@actcom.co.il
Tel: 972-9-899-5813

CASTECH®
福晶科技

SPIE Photonics West PHOTONICS WEST 2012
时 间：2012年1月24-26日
Welcome to Our Booth：7334

福建福晶科技股份有限公司（简称“福晶科技”），主要从事非线性光学晶体、激光晶体和精密光学元器件的研发、生产和销售，其产品广泛应用于激光、光通讯、半导体、生命科学、医疗设备和检测探测仪器等各工业领域。公司于2008年3月19日在深交所上市（股票代码002222）。

公司目前拥有900多名员工，超过4万平方米的新生产厂房，创立至今三十余年，公司逐步发展了熔盐法、提拉法、水溶液法等多种晶体生长技术；建立了包括德国LOH数控研磨机、韩国光进上下摆机、日本Speedfam双抛机、环抛机等在内的全套高精度光学元件生产线；开发了IBS、IAD、Ebeam等多种镀膜工艺以适应不同应用需求。此外，公司的检测技术与设备也处于业界领先地位，拥有Zygo、Nikon、Trioptics、Hinds等各类先进检测仪器。公司产品深受国际业界推崇，是全球众多顶级厂商的首选供应商。

公司新大楼



产品系列

一、晶体

1. 非线性光学晶体
2. 激光晶体
3. 绿光、蓝光晶体组件
4. 闪烁晶体
5. 声光和电光晶体
6. 双折射晶体
7. 磁光晶体

二、精密光学元件

1. 球面和柱面透镜
2. 反射镜、棱镜、窗片
3. 波片、偏振元件
4. IBS，IAD高损伤阈值镀膜

三、光通讯器件

1. 标准具
2. 光隔离器
3. 光准直器
4. 电光Q开关
5. 温控炉（仪）

















地址：中国福建省福州市软件大道89号F区9号楼 邮编：350003
电话:86-591-83710533 传真:86-591-83711593
Http://www.castech.com E-mail:sales@castech.com

2012

Strategies in Light®

全球LED与照明产业的顶尖盛会

2012年 2月7-9日
圣塔克拉会议中心，美国加州圣塔克拉
www.strategiesinlight.com

12月9日前注册可节省200美元
免费参会 有史以来最大的展厅！
连续五年打破参会人数记录
2010与2011年展厅销售一空

LED与照明 动态市场导航

参与第十三届高亮度LED与照明产业年度论坛与博览会



会议焦点：

会议内容综合性最强，它为观众提供了LED或固态照明垂直供应链中，从衬底到系统、从生产到照明设计等方面方面的活动。

主题演讲：



Ling Wu
秘书长
中国固态照明联盟



Ted Ferreica
负责人
CD+M 照明设计集团



Chung Hoon Lee
首席执行官
首尔半导体公司



Mark McClear
全球主管
LED 部件应用工程部
CREE 公司



Eric Kim
首席执行官
Soraa 公司



Iain Black
生产工艺及创新部门全球副总裁
Philips Lumileds Lighting 公司



Ella Shum
LED照明研究主管
Strategies Unlimited 公司



Vrinda Bhndarka
LED 照明研究主管
Strategies Unlimited 公司

欢迎登陆SIL官网 www.strategiesinlight.com 获取会议、展示和其他活动信息。

主办方: Strategies Unlimited™ MARKET INTELLIGENCE | PHOTONICS • LEDS • LIGHTING

支持媒体: LEDs MAGAZINE

会议: Strategies in Light® USA • EUROPE • JAPAN • CHINA

产权及版权所有: PennWell®