



光 学 和 光 电 子 产 业 的 主 导 刊 物

激光世界

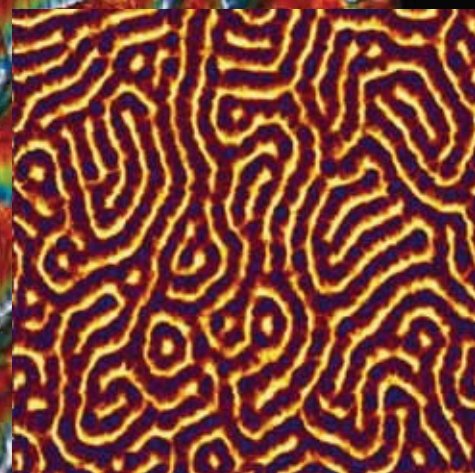
LaserFocusWorld® China

www.laserfocusworld.com.cn

2012年5月 第3期

ISSN: 1817-6917

高功率激光二极管：
波长稳定性提高激光
二极管的效率和亮度 16



应用天地

用准分子激光器刻写光纤布拉格光栅 23

激光在塑料打标中的应用 27

超快激光器打造超精密加工工具 29





COMPexPro 50 – 布拉格光栅光纤刻写利器

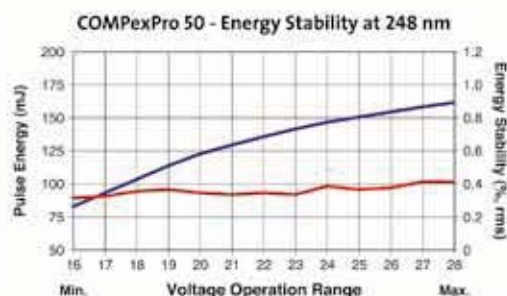
高脉冲能量准分子激光器



对于采用248 nm准分子激光器量产布拉格光栅光纤而言，COMPexPro 50是一款可靠而高效的光源。

可复写的布拉格光栅光纤所具备的优良特性，取决于刻写所采用的光源，必须具有良好的脉冲稳定性、高度的相干性以及优异的光斑均匀性。

了解更多产品信息，请致电相干公司400 610 0209或请访问我们的网站www.coherent.com.cn。



COHERENT®

相干（北京）商业有限公司

地址：北京市海淀区北四环西路9号
银谷大厦215室

邮编：100190

电话：010-8215 3600

传真：010-6280 0129

销售咨询：sales.china@coherent.com

相干（北京）商业有限公司上海办事处

地址：上海市浦东新区张衡路1000弄
张江润和国际总部园25-26号

邮编：201203

电话：021-6035 6200

传真：021-6448 5639

产品报修：service.china@coherent.com

Superior Reliability & Performance



精于节能 尽心环保

应对时代的变迁,满足更高的要求
体现三菱正真的价值!



Partner for advancing manufacturers
MITSUBISHI

<http://www.meach.cn>

二氧化碳二维激光加工机

三菱电机集合尖端的加工技术,秉承一贯的“节能减排”的设计理念,为满足客户对激光加工机高速高稳定性的要求,真正体现三菱的价值。三菱电机隆重推出了搭载4.5KW/发振器的最新型激光加工机ex系列。



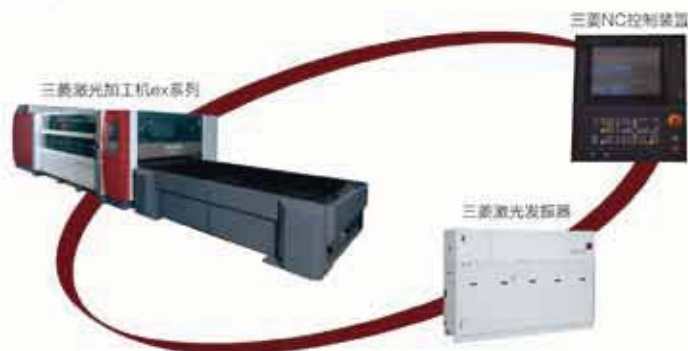
高稳定,高性能,高安全型激光加工机,生产效率最大提高1.4倍。



操作简单,初学者也能轻松胜任,两步骤即可实现简单操作。



最大限度的降低运行成本,注重环保与生态。待机状态最多削减90%的运行成本。



CIMES 2012 (第十一届中国国际机床工具展览会)
2012年6月12-16日 展位号: W2-B201

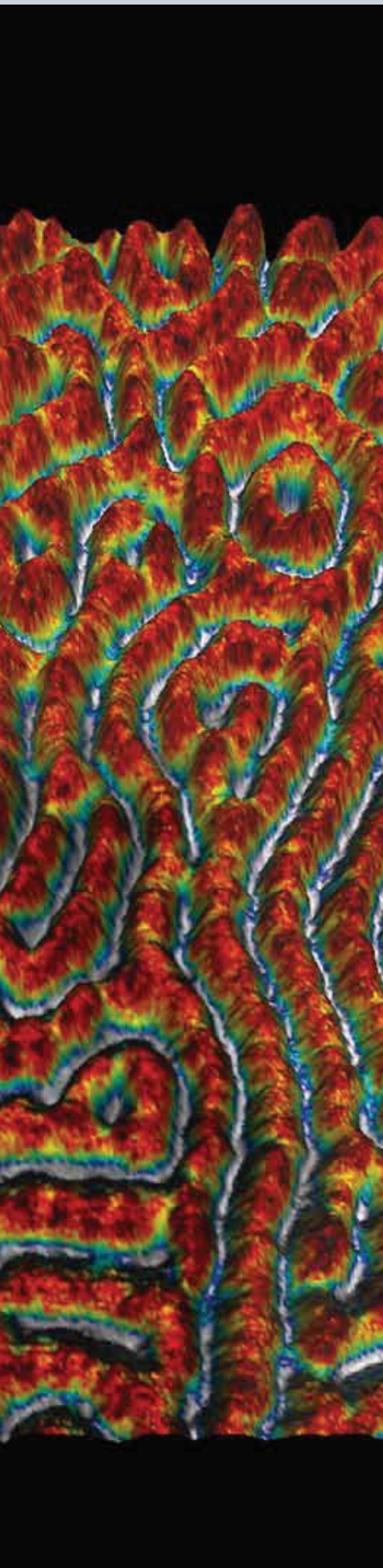
三菱电机自动化(中国)有限公司
MITSUBISHI ELECTRIC AUTOMATION (CHINA) LTD.

地址: 上海市虹桥路1386号三菱电机自动化中心, 200336
电话: (021)2322 3030 传真: (021)2322 3000

400-821-3030

伺服电机 工业机器人 变频器 数控机床 激光加工设备 激光加工机 工业激光器

三菱电机
MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better



目录

市场观察

10 大功率激光设备在演出市场的发展状况与分析

技术中心

12 二极管泵浦固体激光器：激光眩目器用于安防执法领域

13 纳米光子学：同轴纳米激光器实现无阈值运转

14 X射线激光器：频率 1Hz 波长 8.8nm 的桌面型 X 射线激光器

15 高速相机：兆帧速相机实现光慢动作传输拍摄

16 高功率激光二极管：波长稳定性提高激光二极管的效率和亮度

光子学前沿

19 超连续光源：全光纤设计将超连续光源拓展到中红外波段

应用天地

23 激光刻写：用准分子激光器刻写光纤布拉格光栅

27 激光打标：激光在塑料打标中的应用

29 超快激光加工：超快激光器打造超精密加工工具

业界访谈

32 五年专注耕耘 收获成长硕果

——记北京爱万提斯科技有限公司成立五周年庆典

34 全方位激光产品 服务中国市场

——访通快（中国）有限公司激光技术总经理 Gunther Weinmann 先生

36 专注成就品质 品质赢得口碑

——访德国 DILAS 公司 CEO Marcel Marchiano 先生

39 中国市场依然是关注的重点

——访德国 RAYLASE 公司首席执行官 Peter Von Jan 先生

8 新闻简讯

41 新品展示

44 广告索引

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。



新 三轴激光动态聚焦子系统 紧凑机身

紧凑机身 - 卓越表现



AXIALSCAN-12

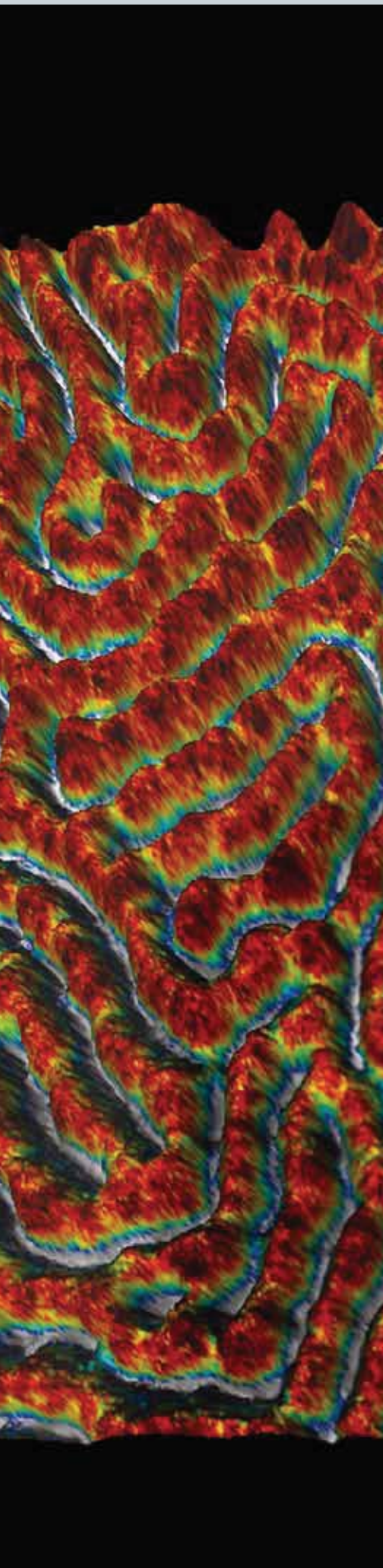
- 高达30,000毫米/秒的动态聚焦处理速度
- 轻松进行三维空间处理, 非平面、倾斜面和弯曲面的扫描处理
- 简易方便地可与光纤激光器以及其它种类激光器进行集成
- 最小的光斑直径和高质量的标刻效果
- 工作范围 100 mm x 100 mm 至 300 mm x 300 mm

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





CONTENTS

激光世界
LaserFocusWorld China
May 2012 Issue 3
www.laserfocusworld.com.cn

Market Watch

- 10** Development and analysis of high-power laser equipment in the performance market

Technologies Center

- 12** **Diode-Pumped Solid-State Lasers:** FLaser dazzlers are deployed in the fields of security and enforcement
- 13** **NanoPhotonics:** Coaxial nanolasers have no threshold
- 14** **X-ray Lasers:** 8.8 nm tabletop x-ray laser operates at 1 Hz
- 15** **High-Speed Cameras:** Trillion fps visualizations image light in slow motion
- 16** **High-Power Laser Diodes:** Wavelength stabilization improves laser diode efficiency and brightness

Photonic Frontiers

- 19** **Supercontinuum Sources:** All-fiber designs extend supercontinuum sources into the mid-IR region

Applications

- 23** **Laser Writing:** Writing fiber Bragg grating with excimer laser
- 27** **Laser Marking:** Laser marking of plastics
- 29** **Ultrafast Laser Processing:** Ultrafast lasers make ultraprecise tools

Industry Interview

- 32** **Avantes China:** Five-years' focusing on fiber spectrometer and harvesting rapid growth
- 34** **Trumpf:** Providing full range of laser products to serve China market
- 36** **DILAS:** Focusing on the quality and gaining good reputation
- 39** **RAYLASE:** Chinese market is still a major focus

8 News Breaks

41 New Products

44 Ad Index

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.





涉及到延迟发生器

精准定时就是一切...

- 四个脉冲和八个延迟通道
- 5 ps 分辨率
- 低于25 ps 抖动
- 高至30 V 输出脉冲
- 触发率达10 MHz
- 以太网, GPIB, 及 RS-232 接口

DG645 ... \$4395 (全球通价格)
数字延迟发生器



该 DG645 拥有你想从一个延迟发生器得到的一切...

- ▶ 对所有4个输出通道的延迟和脉冲宽度的控制 (8通道, 选件)
- ▶ 从触发到任何输出仅25ps 的抖动, 通道间仅 15 ps 的抖动
- ▶ 可改进延迟精度和抖动的铷钟或晶体时基(选件)
- ▶ 轻松与锁模激光及其它来源同步
- ▶ 仅一纳秒的快速转换时间(100 ps上升时间, 选件)
- ▶ 低于100 ps 时钟抖动的精确比率发生器

它也是合理定价的!



Stanford Research Systems

1290-D Reamwood Ave. Sunnyvale, CA 94089 · www.thinkSRS.com
Phone (408) 744-9040 · Fax (408) 744-9049 · info@thinkSRS.com

先锋科技股份有限公司
电话: 86-10-6263-4840
传真: 86-10-8261-8238
Email: sales@teo.com.cn

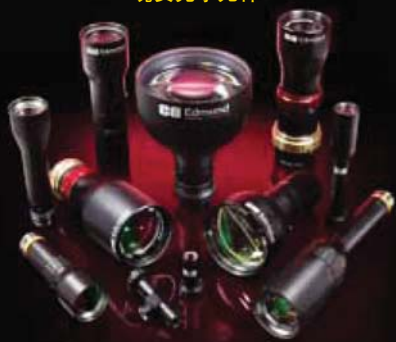
欧陆科技有限公司
电话: 86-10-6800-8213/16/17
传真: 86-10-6800-8212
Email: euro-tech.bj@euro-tech.com

北京东方科泰科技发展有限公司
电话: 86-10-6497-1708
传真: 86-10-6497-1710
Email: sales@bost-ltd.com





需要成像解决方案?

为您的订制方案供应
现货光学元件超过**705**种成像光学器件
供您选择, 可批量供货!

马上采购吧!

最新版目录已经开始邮寄!
请进入这里www.edmundoptics.com/catalog
进行登记, 然后您就可以
免费得到一本我们精美的
产品目录**Edmund**
optics | china

Tel: +86 (0755) 2967 5435

www.edmundoptics.cn

编辑的话

Editor's Notes

激光技术走向更多实际应用

光 纤布拉格光栅 (FBG) 传感器已经成为应用最广泛的光纤传感器, 其光纤纤芯中的布拉格光栅刻写, 对传感器的质量和寿命至关重要。针对光纤纤芯中的布拉格光栅刻写, 相干公司最新推出了 BraggStar Industrial 准分子激光器, 其可提供重复频率高达 1kHz、波长 248nm 的紫外激光, 实现光纤布拉格光栅的快速、可靠的批量生产。目前该产品已经在 Technica SA 公司的光纤布拉格光栅生产线中投入使用。《用准分子激光器刻写光纤布拉格光栅》一文将详细介绍光纤布拉格光栅的应用及刻写。

市场对激光打标效果的要求不断提升, 特别是针对塑料打标。通过使用填料、稳定剂和不褪色颜料这些特殊的激光光敏添加剂, 可以改变塑料对光的吸收特性, 提高对光的吸收能力, 从而实现更快的打标速度和更好的标识对比度。另外, 紫外光的应用引发了人们的广泛关注, 其开辟了打标的新纪元。《激光在塑料打标中的应用》一文将向读者介绍相关内容。

超快激光器技术的发展, 已经使其走出实验室进入到工业、医疗等领域, 执行高精密加工任务。超快激光器通过将光能集中到皮秒至飞秒的时间间隔内, 并将光聚焦到小空间上, 能够在不破坏底层区域的情况下, 从材料表面快速、清洁

地烧蚀材料, 通常也称之为“冷烧蚀”, 其能够成功加工玻璃、陶瓷的等易碎材料, 在医疗中实施高精手术……本期读者将了解到超快激光加工方面的最新进展。

除了上述内容外, 本期读者还将了解到: 针对高功率半导体激光器的片上波长稳定技术, 能在较宽的温度范围内锁定精确的窄光谱宽度, 为半导体激光器打开了很多新的应用空间; 采用全光纤设计的超连续光源, 输出波长已经拓展到中红外波段, 其在国防、国土安全以及医疗方面具有重要应用前景; 绿光激光器实现的非致命性激光炫目拦截武器, 已经在美国获批用于安防等相关领域; 大功率激光设备在中国娱乐演出市场的发展状况, 以及针对中国演出娱乐市场的应用, 未来激光设备的几个发展方向……

虽然目前中国经济发展处于放缓状态, 对很多厂商的销售业绩产生了或多或少的影 响, 但是从今年 3 月份举行的上海慕尼黑光博会来看, 众厂商依然对中国市场充满信心, 中国市场仍是重要战地。RAYLASE、Trumpf、Avantes 等公司都表示出了在中国市场继续拓展的计划。也许这个时候正是厂商有时间放慢一下自己的脚步, 停下来仔细考虑如何更好地开拓中国市场、为未来精心布局的好时机。□

本刊编辑部





超快激光应用的快车道



Spectra-Physics (光谱物理) 最新发布超快激光产品 - Spirit 全世界一体式高重频飞秒激光放大器领先导航者。Spirit 采用 High Q (光谱物理公司成员) 发展的直接半导体泵浦技术, 创新的结构和简单可靠的工艺, 输出飞秒放大脉冲, 针对微加工, 精密医疗器件, 纳米结构材料, 瞬态光谱展开研究应用。

光谱物理公司拥有最全面的超快激光产品, 致力于飞秒激光的技术革新和应用, 以全世界数多的飞秒激光器安装使用经验, 为您提供诚挚的服务。

想获得更多的 Spirit 产品信息,
请前往 www.newport.com/spirit-5 产品页面或
致电美国理波公司北京代表处 +86-10-62670065。

Spectra-Physics. #1 in Ultrafast.

专业 — 创新 — 成就



 **Spectra-Physics**
A Newport Corporation Brand

©2012 Newport Corporation





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 michael@actintl.com.hk
中文版主编 **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@effhecht.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 djasopalmer@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**



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
© 2012 版权所有 翻印必究

新闻简讯 News Breaks

炬光科技海外销售取得重大突破

自 2011 年下半年以来，炬光科技便着重布局海外市场，陆续与美国、日本、韩国、以色列以及欧洲多国的合作伙伴签订代理协议，极大地促进了炬光科技产品及品牌在国际市场的推广与提升。今年欧洲及美国的订单数量增长也非常显著。近日，炬光科技又宣布获得以色列客户价值 300 万美元的采购合同，采购产品主要为叠阵半导体激光器系列。

炬光科技董事长刘兴胜博士表示：“此订单是炬光科技在以色列市场竞争力快速增长的进一步表现，我们将继续给予该地区高水平的支持和服务，开拓包括以色列在内的整个海外市场。”

炬光科技与 Acal BFi OptiLAS 签订英国地区代理协议

炬光科技与 Acal BFi OptiLAS 公司正式签署代理协议，授权 Acal BFi OptiLAS 公司在英国及爱尔兰地区负责炬光科技系列产品的销售与技术服务。

Acal BFi OptiLAS 是业界领先的激光器及光学元件的专业代理商，在欧洲拥有多家分支机构，并具有丰富的光电行业营销、服务经验。炬光科技董事长刘兴胜博士表示，此次与 Acal BFi OptiLAS 公司合作，再次有力地证明炬光的产品及技术实力已经在国际市场上赢得了广泛肯定。同时，通过本次合作，将进一步完善炬光在全球范围内的服务与销售网络。

西安中科梅曼推出首台国产化 1kW 工业光纤激光器

西安中科梅曼激光科技有限公司

成功推出国内首台拥有自主知识产权的 1kW 工业级光纤激光器，并初步形成了激光加工系统的集成能力。这一科研成果的产业化，不仅将满足我国工业加工领域对高功率光纤激光器的市场需求，同时也将为打破国外高功率光纤激光器的市场垄断局面、推动我国光纤激光加工产业的进一步发展做出重要贡献。

该光纤激光器是一款采用先进特种光纤技术、泵浦耦合技术、FBG 刻写技术及 LD 光纤耦合技术，并高度实现光纤一体化的光纤激光器。该产品输出激光光斑小、亮度高、光束质量接近衍射极限、转换效率高、散热好、体积小、性能稳定、可靠性高，使用方便灵活。

半导体所在高功率皮秒光纤放大器研究上获重要进展

中科院半导体所全固态光源实验室采用半导体可饱和吸收体作为锁模器件的高稳定性 Nd:YVO₄ 激光器作为种子源，用 6m 长、芯径 20 μm 的双包层掺铒光纤作为增益介质，通过反向泵浦的单级主振荡功率放大系统，将 0.7W 的种子源放大到 62W，中心波长在 1064nm，脉宽为 40ps，重复频率为 80MHz。该放大系统可以在 57.6W 稳定工作数小时，且在 57.6W 高平均功率输出时没有放大的自发辐射和受激拉曼散射等现象出现。此激光器是在单级反向泵浦 20 μm 芯径光纤放大器获得的最高功率输出。

南京开发区联手北大打造世界级光电显示基地

南京经济技术开发区与北大签约的北大工学院（南京）光电技术创新





中心项目，由北大工学院与开发区相关平台共同投资建设。创新中心将围绕光纤传感、光电显示、光机电设备以及固态照明等领域开展项目孵化、技术创新和产业化。

目前，开发区已组建了“南京光电技术研究院”，并正和东南大学、南京邮电大学、中科院上海光机所、中科院光电院、中科院自动化所等洽谈光电显示标准及检测、OLED 材料、先进激光技术、真三维显示等项目。

IPG开发新型光纤激光器用于聚合物焊接

为扩大聚合物激光焊接范围，IPG 参与了欧洲 POLYBRIGHT 项目，该项目旨在开发用于聚合物焊接的激光光源，并提高其输出功率。目前已开发出输出功率 500W、波长 1567nm 的掺铒光纤激光器 (ELS-500)。

欧洲 POLYBRIGHT 项目最初开发波长为 1567nm 和 1940nm，功率为 120W 的两款激光器，目前用于评估不同聚合物焊接应用的吸收特性。

1567nm 的焊接光源具有更高功率和更大的光斑尺寸，更适用于克服高精度定位，在工业上具有很大的应用前景。

美国Lighthouse开拓中国固体激光器市场

顶尖科仪与美国 Lighthouse Photonics 公司签订代理合作协议，正式成为其在中国区域的指定代理商，负责其所有产品在中国区域的市场推广、销售和技术支持。

Lighthouse 公司是一家致力于研发和生产高指标、高可靠性和高性价比的半导体激光泵浦的固体激光器生产商，其产品广泛应用于科研、工业生产和生命科学领域。其核心产品 Sprout 系列泵浦激光器是用于泵浦各类钛宝石激光器（包括连续、飞秒、皮秒）的高功率连续半导体激光泵浦的绿光激光器，最高功率可达 15W，在全球市场上颇受青睐。

温州将打造中国最大激光应用中心

温州市将着手打造中国最大的激光应用中心，年内将组团奔赴韩国、日本、德国、法国、意大利等国家进行激光与光电合作交流活动，还将到武汉、长春、沈阳、广州、深圳、西安等国内重点城市开展合作交流活动，此外还将举行 2012 中国（温州）激光与光电创新大会等

大型招商引智活动，旨在快速集聚相关产业领域的高新技术和高级人才，将温州打造成为“中国激光谷”、“中国最大的激光应用中心”。

新特光电拟建激光配件产业基地

武汉新特光电技术有限公司为扩大产量，拟建新特光电工业园。该项目已通过公司内部讨论及审核，将于今年五月投入动工，2012 年将完成建设 36000 平米的“中国光谷·新特光电工业园”，并建成“中国光谷·武汉激光器件产业中心”，努力将公司打造成中国最大、最全、最强的激光器件产业基地。该基地位于武汉高新四路北侧，规划总用地面积积达 16961.51 平方米。建筑群体包括产业大楼、研发楼和厂房三部分。

武汉新特光电技术有限公司还将与新加坡南洋理工大学、华中科技大学、中南民族大学等高校合作，使园区成为激光技术人才的培养基地。

激光焊接金属“三明治”结构减轻工件重量

德国汉诺威激光中心正在研究用激光将不同属性的金属焊接成“三明治”结构，该技术有望将大型工件（如船舵）的重量减轻 20%。该中心已经用波长 900~1030nm、功率 5kW 的半导体激光器实现了钢铝三明治焊。测试实现了连续焊缝，焊接材料厚度可达 5mm，焊接速度可达 0.2~1.5m/min。

用铝作为夹心的钢铝三明治结构，重量大大减轻。由于其创建了一种多孔结构，所以能够吸收振动、敲击或噪音等形式的能量。另外，这种金属结构还非常耐热，并且能够绝缘电磁波。

激光与金刚石工具相结合切割硬脆材料

美国西密歇根大学已经开发出将激光与金刚石相结合的切割系统，用于切割硬脆、难以加工的材料，有效避免切割裂痕或破碎，节省加工时间，降低加工成本。正在探索加工的材料包括陶瓷、半导体、微电子产品和光学元件、石头等硬脆材料。

该方法将一台红外波段的光纤激光器与一把透明金刚石刀具相结合。来自激光源的高温（高达 1000℃ 以上）和高压（切割点处超过 100GPa），通过加热的方式使硬脆材料表面软化，从而更具韧性，更容易用高强度的金刚石工具切割。





大功率激光设备在演出市场的发展状况与分析

文章着重分析了目前激光设备在娱乐演出市场的发展状况和激光技术的发展状况，针对演出娱乐市场的应用，提出了几个激光设备的发展方向。

胡卫东，陆宏波：扬州天恒激光灯饰有限公司

目前各地的户外娱乐演出市场都较以前有了很大的增长，各地政府为了丰富居民的业余活动，也在加大演出投入，已经有更多的港台地区艺人到内地举办演唱会。相应的，灯光方面的租赁业务有很大增长。激光作为其中一种特效灯光，应用也越来越多。

激光设备在娱乐演出市场的现状

由于设备价格问题，很多灯光租赁公司或专业的激光设备租赁公司的备货并不齐备，与活动主办方或演出公司的要求还有一定的差距。目前备有4~8台大功率绿色激光设备的激光设备租赁公司，就已经算规模较大的公司了，而且所用的激光器大多为准连续的调Q激光器，这种激光器是面向工业加工应用的，并不适合演出用途（因为其脉冲功率过高，易发生伤人事故），但是业内还是广泛使用这种激光器，最主要的原因是其价格便宜。目前，使用大功率半导体泵浦固体（DPSS）激光器的租赁公司并不多，能够同时备有一场大型演出所需的4~6台15W以上的激光设

备的公司更是少之又少。

另外，在演出市场，能熟练掌握大型演出激光效果编程的人员则是凤毛麟角。通常情况是简单地用DMX512控台编辑一些光束效果而已，并没有将激光的特性在舞台上充分发挥出来，这也造成租赁的价格无法提高，无法将激光演示效果作为一

种新的舞台特效来充分展示，而是降级到与舞台灯光相平的一种特殊灯光。如果舞台灯光效果编程人员能将激光完美地与灯光、LED大屏幕、声音等其他舞台元素融合在一起展示，这样舞台上将呈现出绚烂的灯光效果，能够更充分地表现演出主题，对激光在演出市场的推广有很好的推动作用。

激光设备的技术现状

随着DPSS激光器技术的发展，激光器的输出功率在不断提高，体积越来越小，出光效率越来越高。目前，绿光单管的输出功率已经能够达到20W，这已经可以满足大型户外演出的需要了。另外，蓝光激光器和红光激光器的输出功率也达到了10W以上，这样就能很容易地通过合成得到40W左右的彩色激光设备，将其用在户外演出中，将会大大增强舞台演出效果。

DPSS激光器的散热方式为风冷，使用非常方便。同时它的电源也比较紧凑小巧，并且能够实现快速开关（高速调制，能投射精美的动画、文字）。在该类应用中，长春新产业光电技术有限



图1：演出现场的激光效果图。



图2：长春新产业光电技术有限公司的激光器。





图3: 扬州天恒激光灯饰公司的激光表演设备。

公司的大功率DPSS激光器系列产品,可在普通通风的条件下稳定可靠地工作,能够满足绝大多数激光表演应用的需求。

Q准连续激光器,其波长只有532nm(绿色),同时由于它是脉冲激光器,瞬时功率能达到上千瓦,极易发生激光伤人事件,对观众的眼睛造成永久性的伤害。这种激光器的冷却方式多采用内循环水冷,需配置一台内循环水冷机,现场使用中会显得非常笨重、繁琐。另外,由于这种激光器工作在脉冲模式,其视觉亮度不如同等功率的DPSS激光器(与其使用的脉冲频率、脉宽比有关)。受脉冲激光器技术特性限制,其电源上无法实现激光的快速开关(调制),只能实现激光的开与关,这使得激光投射效果有很大的局限性(投射的文字为虚线文字)。

在激光设备中,适合大功率激光器使用的大镜片的高速振镜已经非常成熟。所用的镜片为高损伤阈值

的宽带高反镜片,足以承受现有的高功率激光器单束光的长时间照射。同时振镜的扫描速度在不断提高,使得投射动画、文字成为可能,这也拓展了大型激光设备未来在广告方面的应用。

激光设备在演出市场的发展方向

(1) 设备的小型化

由于演出设备的移动性要求,对所用激光设备的小型化、可移动性、快速拆装有一定的要求。在不影响性能的前提下,要尽可能地减小设备的体积和重量,以适应演出现场的安装需求。

目前DPSS激光器的体积在不断减小,其电源的效率在不断提高,相应的电源的体积和重量也在不断减小,以满足激光整机设备体积小型化的要求。但是其他部件的体积和整机结构也要不断优化,使得整机的结构更加紧凑。

(2) 针对户外应用的防护措施

由于演出现场的特点,需要设备提前进入现场安装调试,并配合彩排,直到演出结束。在此过程中,激光设备安装后不能再移动,其要经历日晒

重要部件能工作在一个合适的内部小环境中。

扬州天恒激光灯饰有限公司的THB、THD系列产品,均采用了该公司自主知识产权的专利技术,其激光表演设备能直接安装在户外,并且安装和维护都非常简单,能够在各种气候环境中可靠地工作。

(3) 激光效果的联动编辑

激光设备是一种特殊的视觉产品,最后的演出效果是从观众的角度来考虑的。演出效果的好坏决定了用户今后是否会广泛使用此产品。在一般演出中,激光设备至少为2台,多的时候达6~8台甚至更多,多台激光设备的联动效果比单台效果的要求高很多,这需要效果编辑人员具有开阔的视角、丰富的想象力,同时还要对编程软件非常精通。这是能够充分展示激光表演效果的核心所在。目前演出一般都用美国pangolin公司的控制卡及专用软件。

激光效果的编辑需要既有舞美设计经验、又要了解激光表演的特殊性,还要对激光软件相当熟悉的复合型技术人员。目前在激光效果编辑领域的专业人员非常匮乏,这也使得大型激光设备在演出市场的推广受到了相当大的制约。

结束语

大型激光设备作为一种舞台特效灯光正在赢得越来越多的应用,但要使其在演出市场中获得广泛推广,还必须提升产品的品质、加强效果编辑,这样才能在户外文艺演出这个新兴市场中开辟出一片新天地。□



图4: 美国Pangolin公司的Qm2000激光控制卡。

雨淋的考验,这就要求激光设备自身的防护措施要周全、有效,保证在户外自然环境下,内部的激光器和其他





二极管泵浦固体激光器

激光眩目器用于安防执法领域

非致命性激光武器正在快速发展。在阿富汗和伊拉克的检查站对绿光激光“眩目器”进行测试之后，美军于 2011 年 11 月订购了数千套“绿光激光拦截系统”用于系统部署，并计划在接下来的两年内购买更多该系统。在 2011 年 8 月美国食品和药物管理局 (FDA) 发布豁免令、允许出售带有完善安全系统的民用激光眩目器之后，该技术很有可能在执法领域获得应用。类似的发射功率高达 1W 的绿光固体连续激光器，已经在互联网上公开销售，尽管一些厂商表示会限制向执法机构出售。

激光眩目器发射的绿光处于人眼最敏感的波长，其主要用于一系列军事和执法用途，具体应用从以非言语的方式警告接

近检查站的人，到发射致盲性强烈眩光阻止敌对势力看到他们所攻击的目标 (如图)。激光眩目器在白天的典型工作距离为 300~500m，在夜间的工作距离则可达几公里。要实现如此远的工作距离，需要使用第三类 B 级激光器，但功率要限制在 200mW 左右，以减少对人眼造成永久性损伤的几率。(在 1995 年联合国通过的关于激光致盲武器的议定书中，明确规定禁止使用专门用于致盲的激光器。)

美国非致命武器联合董事会 (JNLWD) 领导着五角大楼激光眩目器的发展。“同许多非致命性武器一

样，光学干扰是士兵战斗力提升选项的一部分，其有助于最小化民众伤亡，并限制附带的损伤。”JNLWD 的女发言人 Kelley Hughes 解释说。到目前为止，已经有几种类型的激光眩目器在检查站点、市区巡逻途中、护卫和周边安全方面得到应用。根据 JNLWD 主任 Tracy Tafolla 上校的介绍，现场报告表明，激光眩目器在使非授权人员处于安全避开距离方面非常有效。



图：一辆悍马上装载的激光眩目器。

样既保护了士兵免受潜在攻击者的打击，又不会伤害非战斗人员。

鉴于这些实用有效的经验，美国陆军已经从 B. E. Meyers Electro-Optics 公司购买了 12,542 台 Glare Mout Plus 激光器。该系统额定发射 200mW 的 532nm 绿光，能提供频率几个赫兹的脉冲工作模式或连续工作模式，其工作范围为 20~500m。最小工作距离受限于 20m 的人眼损伤距离；其发射的光束是发散的，因此在 100m 处能覆盖一个人的头部和肩膀，在 500m 处能覆盖整个车辆。该激光器模块的重量只有 10 盎司 (约 310

克)，因而可以安装在枪支上或单独放置。该系统体积小巧、结构简单，非常便于士兵使用，B. E. Meyers 公司的 Jeff Bradbury 说道。B. E. Meyers 公司表示，预计公司今明两年会有更多订单。

远程视觉阻断装置

2011 年 12 月，美国海军要求提交研发“远程视觉阻断装置”的项目

申请书，该设备可以在警告和视觉抑制模式之间切换，即使在有雾的条件下，也能为舰船提供远达 3km 的警报。海军最为关注的是防止小型船只的攻击。私营航运公司正在考虑利用激光眩目器对海盗袭击进行非致命性防御。“如果你不能看到某样东西，那么你就没法攻击它。”

苏格兰 Photonic Security Systems 公司的 Paul Kerr 介绍说。目前，该公司已经开发出了绿光眩目器，一些海上安保公司正在对其进行测试。另外，芬兰 Lasersec Systems 公司能提供发射功率为 10W 的激光眩目器，这可能是最强大的非致命性海上激光器。

如同枪支的使用一样，美国军队需要对士兵培训，以确保安全使用激光眩目器，FDA 要求民用激光眩目器上必须装有安全系统。去年 8 月份，FDA 将首个非致命性激光器的豁免权授予了 B. E. Meyers 公司的 Glare Enforcer 激光器用于执法系统，该激

下转第28页





纳米光子学

同轴纳米激光器实现无阈值运转

Jason Palmer

研究人员已经开发出了可在室温下运转的、工作在电信波段的最小连续光激光器，并且这些激光器不存在激光阈值。这一研究结果对于片上（on-chip）光通信具有重要意义，如果能将其集成到硅兼容平台，那么该结果对于整个通信行业都具有更为深远的影响。

美国加州大学圣地亚哥分校（UCSD）的研究人员，已经着手开发接近“终极纳米激光器”——这是一种尺寸可扩展、低阈值、高效、室温运转的纳米尺度级激光器。研究人员表示，目前最好的纳米激光器的主要缺陷在于阈值。^[1]

加州大学圣地亚哥分校的 Mercedeh Khajavikhan 表示：“对于亚波长谐振腔而言，其损耗主要来自金属损耗，而散射（在更小的激光器中由于更高的表体比，散射会更高）等其他损耗并不起主导作用。因此，要超过激光阈值则需要极高的泵浦功率。由于金属损耗高，以前大多数纳米激光器的设计，均采用类似于常规纳米亚波长激光器的设计以获得空间光受限，这样可以避免光场聚集到金属附近。我们的目标是获得一种尺寸可调的微型化激光器结构。”

Khajavikhan 解释说，加州大学圣地亚哥分校的研究小组采取不同于以往的小型激光器设计方法，而是采用了

一种纳米尺度的同轴型谐振腔。电气工程师们对该结构非常熟悉，并且其在微波领域广泛用于传输线。同轴谐振腔之所以适用于纳米激光器，是因为不管尺寸多小，该结构仅支持单个电磁横模。因此 Khajavikhan 称“它们是极小尺寸亚波长激光器的理想选择”。

该研究小组制作了大量 100nm 和 175nm 的激光谐振腔，每个谐振腔都有一个中心金属棒，金属棒周围依次环绕空气、铟镓砷磷和硅。整个谐振腔封装在银 / 铝合金内。空气和硅“填充物”用于增强模受限。该激光器采用商用的 1064nm 激光器进行光学泵浦。

纳米尺寸设计起到两个作用。首先，在纳秒量级的小尺寸下，腔量子电动力学效应能够将任何自发发射直接耦合到激光模式。此外，限定激光的横向电磁模式尺寸仅为发射激光波长的 1/15。

研究人员对 1260~1590nm 之间的输出模式进行成像，以显示它们的横向电磁模式特征。此外，这些装置能够将 99% 的自发发射耦合到激光模式。

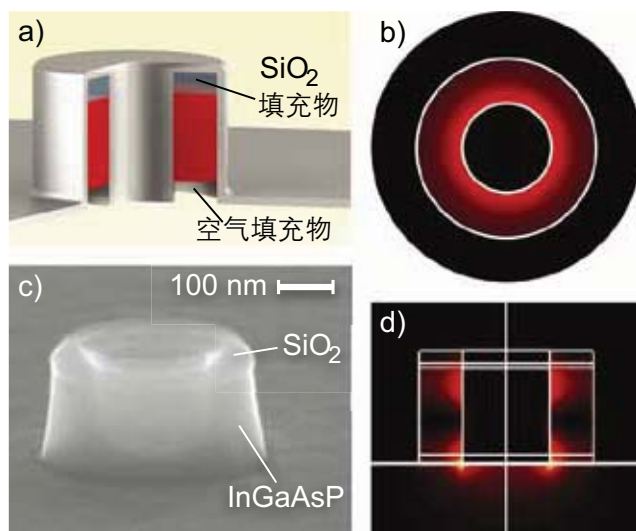
该研究小组非常清楚这种无阈值激光器将拥有多种应用前景，因此研究人员正致力于实现用电泵浦来取代光泵浦。Khajavikhan 表示：“认识到这些装置的广阔前景之后，我们的目标并仅仅局限于实现电泵浦。”

接下来的应用包括限制显著减少的片上光路由。Khajavikhan 指出：“由于不存在阈值，这些激光器装置可以快速调制，因此其有望成为将来电信器件的关键部分。”

该研究小组还有设想排列相位控制的纳米激光器阵列，以获得可以对光束进行任意整形的微型激光器，或者将激光器用于高产量传感及光谱系统。该小组的另一位研究人员 Shaya Fainman 表示：“我们认为，该纳米激光器只是开发性能优异的光源新家族的一个开始，在这个领域将会有更多新进展即将涌现。” □

参考文献：

1. M. Khajavikhan et al., Nature (2012); doi:10.1038/nature10840.



图：同轴纳米激光器的结构示意图（a）以及模场分布（b和d）。（c）图显示了该纳米激光器的扫描电子显微图像。





X射线激光器

频率 1Hz 波长 8.8nm 的桌面型 X 射线激光器

Gail Overton

美国《Laser Focus World》杂志曾于 2011 年 7 月刊报道了波长 13nm 的桌面型 X 射线激光器，其能在 30 秒内获得 25nm 的成像分辨率。相比于之前需要 80 分钟才能获得 30~50nm 分辨率的光源而言，该结果为人们留下了深刻印象。然而如今，美国国家自然科学基金极紫外科学与技术工程研究中心（NSF EUV ERC）、科罗拉多州立大学、加州大学伯克利分校以及橡树岭国家实验室的联合研究小组，演示了一种高脉冲能量的、波长 8.8nm 桌面型 X 射线光源，重复频率达到 1Hz。^[1]与之相比，以往基于等离子体的产生波长 10.9nm 以下 X 射线辐射的方法，通常重复率很低，仅为每小时若干发辐射。

更低的泵浦能量

直到最近，要想产生波长小于 10nm 的软 X 射线激光器，需要采用几十焦的泵浦能量以及合适的工作物质。在本项研究工作中，为了从 1~2mm 厚的固态类镍镧（La）靶中获得增益饱和的 8.8nm 激光输出，研究人员仅需要 7.5nJ 的光泵浦能量。

泵浦装置中包括来自 800nm 钛蓝宝石激光器的两个脉冲（如图）。第一个法向入射预脉冲具有 $6 \times 10^{12} \text{W/cm}^2$ 的光强，半高全宽（FWHM）脉宽为 210ps，并通过球面透镜及柱透镜聚焦为 $30 \mu\text{m} \times 6.4\text{mm}$ 的线焦点。该预脉冲能够快速加热

等离子体，从而在类镍态（ La^{+29} ）中产生大量的离子。等离子体膨胀后，第二个能量为 4J、光强为 $6 \times 10^{14} \text{W/cm}^2$ 、脉宽为 3ps 的脉冲，以 35° 入射角将等离子体加热到大约 850eV 的电子温度，并且有效地将离子激发到激光上能级。这一入射角以及通过聚焦光学元件后获得的均匀 $30 \mu\text{m} \times 6.4\text{mm}$ 的线焦点，确保了折射能够有效地将泵浦光束能量耦合到等离子体中，以获得最大的 X 射线发射。

为了克服泵浦脉冲与放大脉冲传输速度之间的不匹配（这通常限制输出能量），研究人员采用五镜发射阶梯式光栅以获得准行波激发，从而显著提高激光输出。

为了实现在 1Hz 重复频率下测量，研究人员以每秒 200 μm 的速度移动靶，以确保每发激光脉冲入射到新的材料表面。这一工作在 8.85nm 波长处的软 X 射线光源，在 2.7 μJ 脉冲能量时达到增益饱和，相应的增益系数为 33cm^{-1} ，增益长度积为 14.6。

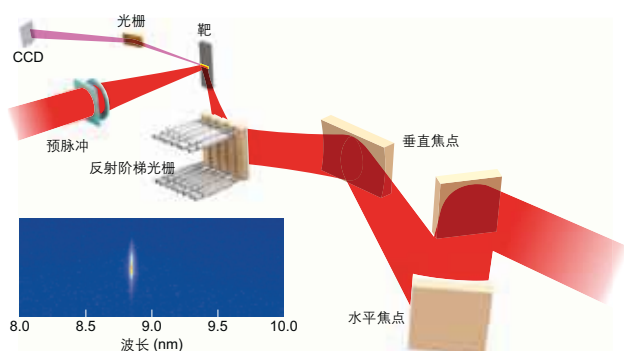
更短波长

通过将主泵浦脉宽降至 1.1ps，该研究小组还在类镍钐靶中获得了波长 7.36nm 的激光输出。随着二极管泵浦固态光源的不断改进，波长小于 10nm 的桌面型 X 射线光源也将获得不断改进。这些光源将会在超快纳米尺度动力学现象的顺序成像等应用中扮演重要角色。

美国利弗莫尔国家实验室的博士后 David Alessi（以前曾在 NSF EUV ERC 的 Jorge Rocca 领导的研究小组工作）表示：“这些软 X 射线光源能够实现那些需要高脉冲能量或高平均功率的桌面级应用，例如高密度等离子体诊断、纳米尺度成像及动力学研究。NSF EUV ERC 将继续研究及开发波长小于 10nm 的软 X 射线激光器，目的在于提高它们的空间、时间性能以及脉冲能量。” □

参考文献：

1. D. Alessi et al., Phys. Rev. X, 1, 2, 021023 (Sept. 27, 2011).



图：工作频率为 1Hz、低泵浦能量的波长 8.8nm 的软 X 射线激光器的实验装置图及光谱。





Technologies Center 技术中心

高速相机

兆帧速相机实现
光慢动作传输拍摄

Gail Overton

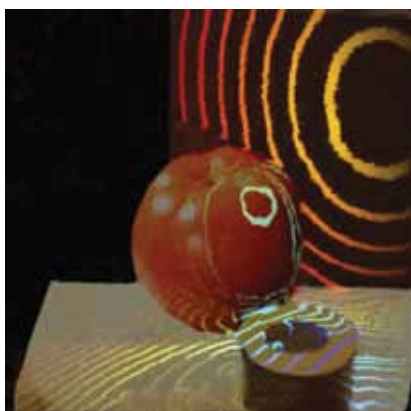
麻省理工学院媒体实验室的研究人员已经开发出多种超快扫描照相机 (streak camera)，成像速度达到每秒兆帧量级，其甚至能够放慢并捕获动光子运动。^[1]

对于激光雷达 (lidar) 及其他超快分子成像应用中所采用的大多数高速渡越时间及快门增强型 CCD 相机或增强型 CCD 成像技术而言，采集的数据通常是场深或深度数据。与之相反，麻省理工学院媒体实验室开发的技术，采用超快扫描照相机的二维窄孔径来捕获对应于狭缝方向的一维空间信息，另一维度对应于偏离角，并用于捕获时间信息。

超快测量成为现实

得益于超快光源、探测器以及光学系统的发展，改进型超快扫描照相机能够用于重建二维视频，分辨率可达到 672×1000 像素，成像速度达到每秒 0.5×10^{12} 帧（时间分辨率为 2ps）。

实验中采用钛宝石飞秒激光器获得波长 795nm、输出功率 600mW、重复频率为 75MHz 的 50fs 脉冲。其中一小部分光束通过载玻片分束后，用于实现光探头与超快扫描照相机 (Hamamatsu C5680) 之间的同步，其时间分辨率达到了每纳秒 (ns) 采样 512 次，一维视场的空间分辨率为



图：光脉冲照射到番茄以及一卷胶带上的球面波前。彩色带表示视频记录过程中脉冲的传播过程，条带间隔约为 20ps。

672 像素。

由于超快扫描照相机仅提供待测场景中一维线的时间演化（一维视频），采用反射镜系统将相机的视场沿整个场景扫描，就可以捕获一系列图像——在两小时内可以捕获 1000 幅图像。由于激光器与相机是同步的，因此这些图像可用于生成二维视频。

麻省理工学院媒体实验室的副教授 Ramesh Raskar 表示：“我们把这种相机称为‘世界上最慢的、同时也是最快的相机’，因为对于一段时长为纳秒长度的视频来讲，就大约需要花上一小时的时间用于采集数据。然而，该相机能够用于探测超快现象，例如光在各向异性介质以及光子晶体中的传播，还可以在材料分析中用于探测材料的内部缺陷，以及无需到达现场就可以对现场的材料进行分析等。”

下转第22页

Neurons network marked with a fluorophore (false color rendering)

state of the art



Every image is a work of art!
The innovative **pco.edge** with outstanding **sCMOS technology** sets new standards for scientific camera systems! It combines an exceptional dynamic range (1 : 27 000, digitized in 16 bit), maximum frame rate (100 images/s), and high resolution (2560 × 2160 pixel) with extremely low readout noise ($1.1_{\text{med}} e^-$) into one versatile overall result for demanding applications.

pco.
www.pco.de
in America: www.cookecorp.com





高功率激光二极管

波长稳定性提高激光二极管的效率和亮度

针对工作在700~2000nm之间的高功率激光二极管的片上（on-chip）波长稳定技术，能在较宽的温度范围内锁定精确的窄光谱宽度，使激光二极管开拓出了很多新应用。

Kendra Gallup, Wentao Hu, Robert Lammert, Jeffrey Ungar; Laser Operations LLC公司

在1991年于华盛顿举行的半导体激光器技术项目会议上，核物理学家 Edward Teller 在他的主题演讲中给出过著名的断言：“人们不应该使用激光器，除非它是半导体激光器。”相信来自激光二极管制造行业的同人们将会全心全意地赞同这种说法，即便是不带偏见的观察员也将承认他的说法有一定的道理：相比于其他的近红外（NIR）激光器，

二极管在效率、成本和紧凑性方面都具有巨大优势，是一种坚固耐用的辐射源。激光二极管在过去二十年中所取得的技术进步，已经充分证实了 Teller 的说法。

鉴于上述诸多引人注目的特性，激光二极管已经在许多激光应用中占据了主导地位。激光二极管的市场规模超过了其他所有激光器市场的总和。坦白地讲，如果没有激光二极管，像光纤通信和光学数据存储（每种应用每年的市场规模达数十亿美元）这样的大部头激光应用将根本不会存在。

然而从公平的角度出发，必须承认激光二极管并不能完成所有事情，其有两个方面的性能落后于其他激光光源。第一个不足之处是其在高功率

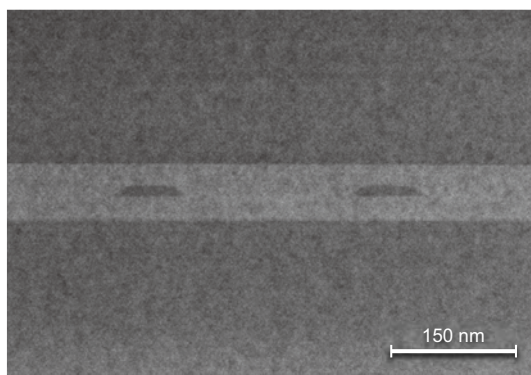


图1：透射电子显微照片显示了高功率激光二极管内的Brightlock一体化衍射光栅光谱控制层。

时的光束质量。当输出功率高于1W或2W时，商用的激光二极管已经不能提供衍射极限的光束质量。第二个不足之处是，高功率二极管所产生的亮度，无法与光纤激光器、固态激光器和CO₂激光器所长生的亮度相媲美。

近年来，激光二极管的亮度正在获得迅速提升，可以预见在不远的将来，直接二极管甚至将能够满足一些高要求的应用，如小孔焊接。然而，较低的亮度仍使得激光二极管被大多数材料加工应用拒之门外，目前它们的直接应用仅限于塑料焊接和热处理之类的用途。

激光二极管的光谱特性

对于固体激光器或光纤激光器的

泵浦应用，激光二极管的光束质量足够胜任。更为严重的问题是输出光谱，与其他激光器相比，激光二极管的输出光谱更宽，并且稳定性更差。

激光二极管的光谱与其他激光器光谱的差异，源于其基本的物理原理，将激光二极管与典型的固体激光器相比，可以极好地说明这个问题。Nd:YAG 激光器的激活晶体是低掺杂的，99%

的晶体是被动 YAG 基质，只有一小部分是激活钕离子（Nd³⁺）。每两个钕离子之间的平均间隔为几个原子直径，它们之间的电子云重叠可以忽略。类似于基质晶体场斯塔克（Stark）分裂这样的展宽机制，确实展宽了每个离子的光谱，但总的来说，总增益光谱以及激光器输出反映了单个离子的窄增益特性。

相比之下，激光二极管与固体激光器有着本质的不同。激光二极管的增益不是由基质晶体中间距远的掺杂原子产生的，而是由整个晶体所产生的。晶体包含的半导体原子为最近的相邻原子，它们的电子态强烈地重叠，以至于完全失去了单个原子的特征。根据泡利原理，个



Technologies Center 技术中心

体的能级展宽为能带。

因此,激光二极管具有非常宽的增益光谱,光谱宽度由玻耳兹曼统计热能量范围所确定(在近红外区域通常为20nm左右),其比固体激光器宽几个数量级,并且由于晶格与电子态的相互作用,增益光谱随温度而变化。

这导致激光二极管以大量的模式同时振荡,并以广泛的频率传播。多模激光二极管的光谱通常为1~3nm宽,对于发射波长为800~1000nm的激光二极管,光谱以0.35nm/℃的斜率随温度而变化。对于1400nm以及更长的波长,光谱宽度增加到15~20nm,其随温度变化的速率大于0.5nm/℃。此外,峰值波长很不明确,中心波长的公差指标会从较短波长处的±3nm,增加到较长波长处的±10nm。

例如,对于808nm泵浦的Nd:YAG激光器,或者915nm泵浦的光纤激光器,它们的吸收线足够宽,这样激光二极管的宽带发射光谱便成为了一个相对次要的问题。然而,随着对性能指标的要求越来越高,人们越来越关注新的泵浦波段,如用880nm泵浦钕以获得更高的效率和更好的光束质量;976nm用于低相位噪声铒(Yb)光纤放大器;1532nm用于人眼安全铒(Er)激光器。这些激光器需要精确定义、良好控制、窄线宽的泵浦源,这些要求已经超过了标准激光二极管和阵列的能力。

用内部光栅控制光谱

外部衍射光栅的窄带光学反馈能够窄化和稳定激光二极管的光谱。这项技术早已被用于窄化单发射体二极管的线宽,随着体布拉格光栅(VBG)的出现,市场上已经出现了商用的稳

定的阵列和光纤耦合模块。

对于具有稳定VBG的激光二极管,鉴于光栅的成本以及单独将每个巴条主动准直到光栅上的人力成本,因此费用是一个考虑因素。锁定效率和光谱对二极管和光栅之间的光学准直非常敏感,每个巴条的微米级“smile”效应导致锁定效率和中心波长的变化。在泵浦系统的整个使用时间内,必须稳定保持巴条、准直透镜和光栅之间的精确准直,以防止波长漂移。最重要的一点,VBG稳定的系统不能进行大幅度的温度调谐,调谐率仅为10pm/℃,这使得通过温度将泵浦源微调至吸收峰上变得非常困难。

另一种方法是使用内部衍射光栅,它们以晶圆级整体制作到激光二极管结构中。这类似于在1550nm波段用于长途光纤通信的低功率分布式反馈(DFB)激光器。内部光栅提供了许多优势,包括简单、制造成本低、长期稳定性和均匀性。温度调节率范围为80~150pm/℃(取决于波长),提供足够的调谐范围以匹配吸收峰,但仍然足够小,因此并不需要精确的温度控制。

Brightlock激光二极管光源

直到最近,仍然没有基于内部光栅的高功率激光二极管。为了将整体光栅技术应用于高功率激光器,Laser Operations LLC的QPC Lasers部门克服了一系列挑战,从材料外延到多模竞争效应。但是在过去的几年中,QPC已经商品化了基于芯片的、内部光栅稳定的激光二极管,并提供有广泛的波长、功率和亮度水平,产品的商品名为Brightlock。

例如,对于976nm的Brightlock

紫外系列固体激光器



MBurn355, 355nm (0.5w-1.5w)

Pulse Width < 6ns



Excellent355, 355nm (2w-5w)

Pulse Width < 16ns

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年台北国际光电周
2012年6月19日-21日
台北南港展览馆
展位号:一楼展厅K201



RFH LASER
瑞丰恒激光

深圳市瑞丰恒科技发展有限公司

Address: 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@rfhlaser.com

<http://www.rfhlaser.com>



技术中心 Technologies Center

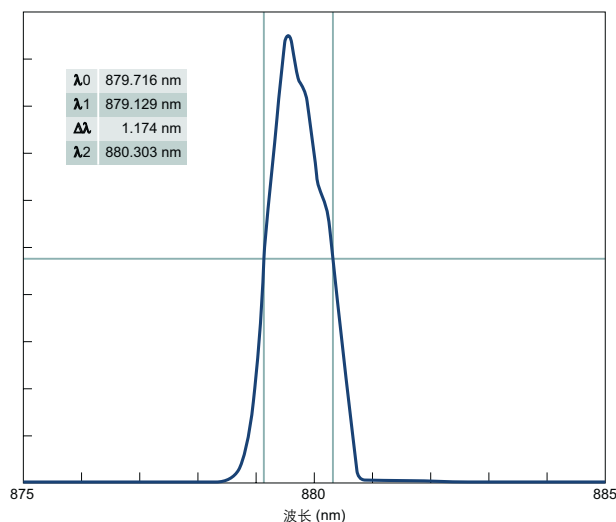


图2: Brightlock的365W光纤耦合激光二极管模块在880nm处的输出光谱极窄,并且通过内部光栅很好地控制,这使其成为泵浦钕材料的理想选择。

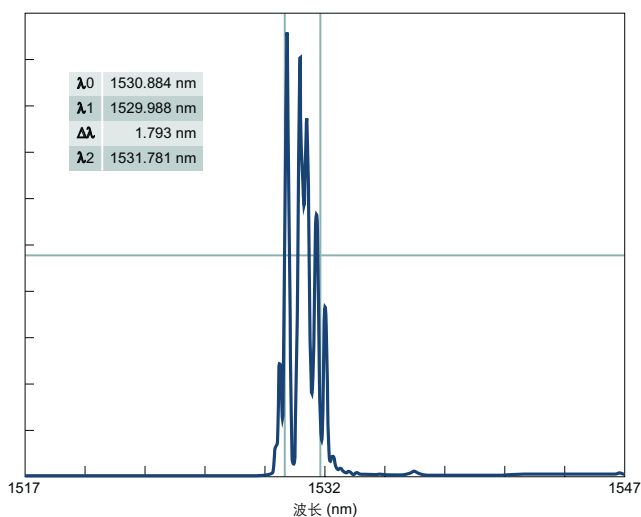


图3: 图中所示为用于泵浦钕的26W、105 μm芯径(0.15NA)的光纤耦合泵浦模块的输出光谱。

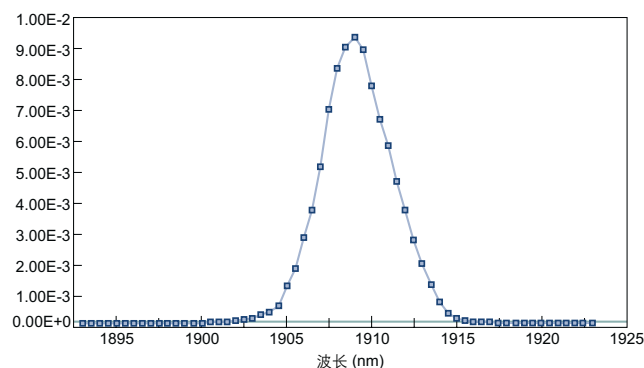


图4: 图中所示为Brightlock的1908nm、36W的激光二极管模块的输出光谱。该波长对泵浦钕以产生用于诸如医学传感等应用的2100nm光源至关重要。

激光器,整体的衍射光栅层位于几百纳米的量子阱二极管的激活层,起到周期性调节有效折射率的作用,并为激光器产生选择性反馈(见图1)。

该二级衍射光栅的制作步骤分为两步:首先利用紫外激光器的两路光束的干涉,通过全息法将波纹图案形成在大量子阱外延晶圆的表面上。在这之后进行第二个外延步骤,将光栅嵌入到半导体中。

最初开发的Brightlock泵模块波长范围是792~980nm,有自由空间和光纤耦合封装两种形式。光纤耦合封装可通过400μm的光纤提供稳定的808nm的30W功率,线宽为0.3nm。其他波长也一样。以880nm泵浦基于钕的激光材料,能够降低热负载和光束畸变(见图2)。

技术已经拓展到更长波长以及更高的功率和亮度。例如,提供1532nm的窄带泵浦功率泵浦钕玻璃,用于人眼安全激光器。该系统之所以具有挑战性,主要有两个原因:首先,典型的1532nm不稳定二极管的线宽超过15nm,但为了有效吸收,泵浦线宽必须小于3nm;第二,长波长二极管的空间亮度比808nm和976nm的激光器差,但由于钕是准三能级系统,泵浦空间亮度必须非常高才能够完全反转。

在过去一年中,将Brightlock技术应用于高空间亮度二极管架构方面的新进展,使得具有窄线宽和空间亮度的二极管光源成为可能。最近,具有2nm宽输出光谱的光纤耦合激光器,从芯径为105 μm、数值孔径(NA)为0.15的光纤中产生了26W的功率(见图3)。这相当于亮度超过4MW/cm² sr——该指标比市售的不带稳定光栅的808nm波段的模块更高。

Brightlock在1532nm处的功率也已经达到非常高的总输出水平,泵浦系统以2nm的总线宽提供高达10kW的输出。在较长的波段,1908nm的窄带泵浦对三价钬(Ho)泵浦以产生用于各种传感和医疗应用的2100nm光束来说非常重要。2100nm波长还可以作为参量转换为中红外的起始光源。

所需的1908nm泵浦光束通过二极管泵浦掺钕光纤产生,如Tm:YLF或直接泵浦共掺Tm:Ho晶体。随着最近Brightlock技术的进展,目前1908nm直接二极管泵浦已成为现实(见图4)。

内部光栅稳定的泵浦二极管相对来说还比较陌生,但预计在未来几年内,它们将会影响固体激光器的设计。□





超连续光源

全光纤设计将超连续光源拓展到中红外波段

采用铟镓共掺功率放大器的超连续激光器，输出波长范围约覆盖了0.8~4.2 μm ，采用掺铒功率放大器的超连续激光器的输出波长覆盖了1.9~4.5 μm 波段。这些光源在国防、国土安全以及医疗方面具有重要应用前景。

Mohammed N. Islam, Omni Sciences公司CTO

超连续激光器同时兼备白炽灯的宽带属性以及激光器的空间相干和高亮度的优点。利用调制不稳定性诱发超连续产生机制，全光纤超连续激光器不存在移动部件，可以使用现成的商用部件搭建。

美国密歇根大学的研究小组已经通过 Omni Sciences 公司开发并商业化了 0.8~4.5 μm 波段的中红外超连续激光器 (MISCL)。该类中红外超连续激光器的一种版本基于铟镓共掺功率放大器；而另一种版本基于掺铒功率放大器。光纤激光器构架为超连续产生提供了一个平台，通过选择适当的放大器技术和超连续产生光纤，可以获得可见光、近红外以及中红外波段的超连续光源。

超连续激光的带宽和白炽灯的带宽相近，而其输出光束的空间相干性和高强度（或亮度）又类似于激光器的输出，因此有些人将超连续激光称之为“终极白光”。^[1]直到最近，超连续激光器还主要用于实验室中，因为其通常需要大型桌面锁模激光器泵浦非线性介质（如光纤）来产生超连续光。现在，这些体积庞大的泵浦激光器正在被半导体激光器和光纤放大器所取代，这两种泵浦源已经在通信

行业中发展得十分成熟。

利用光纤的物理特性，研究小组在超连续激光器方面实现了三大主要突破。首先，将超连续波长拓展到了中红外波段，从接近可见光谱边缘的 0.8 μm 、经过整个 1~2 μm 的近红外波段、直到覆盖了 2~4.5 μm 的大部分中红外波段。其次，抛弃了过去笨重的锁模激光器，而是采用电信波长元件作为泵浦源。最后，通过增加重复频率并采用高功率光纤放大器，超连续激光器的输出功率能提高到 10W 甚至更高，从而使其在国防、国土安全、测量学以及医疗保健等方面的商业化应用成为现实。

调制不稳定性诱发超连续产生

该全光纤、高功率中红外超连续激光器的优点在于构造简单（见

图 1）。将波长约为 1550nm、脉宽约为 0.5~2.0ns 的分布反馈 (DFB) 二极管激光器的输出通过多级光纤放大器放大。第一级预放大器是标准的掺铒光纤放大器 (EDFA)，用于获得最佳的噪声性能。在每级放大器之间，均采用带通滤波器滤除放大自发发射，同时还采用隔离器避免背向反射。功率放大器采用包层泵浦光纤放大器，以将非线性失真降至最低。这一泵浦激光器结构完全采用常规标准的电信设计。

超连续产生发生在紧随泵浦激光器之后相对较短的光纤内。泵浦光首先通过 1~2m 长的标准单模光纤 (SMF)，然后入射到几米长的超连续产生光纤。在单模光纤中，脉冲峰值功率可以达到几千瓦，并且泵浦波长位于反常群速度色散区，通常也称为

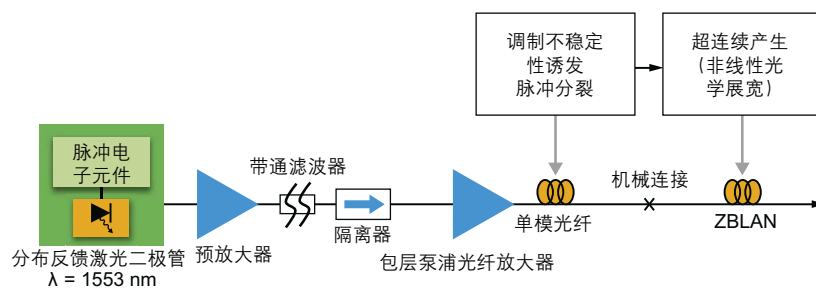


图1：中红外超连续激光器结构简单，利用调制不稳定性诱发超连续产生。



A & P INSTRUMENT®
科艺仪器
www.anpico.com
专业 · 品质 · 服务

为您提供激光、光学及运动控制 产品及系统的整体解决方案



redEnergy 系列脉冲光纤激光器

- 功率范围 10 - 40 W
- 主要用于打标和微加工



redPower 系列高功率光纤激光器

- 功率可达 500 W
- 主要用于微加工、精密切割和焊接等



SYNRAD CO₂ 激光器

firestar v-series



30 W



40 W

48-series



10 W



25 W

firestar f-series



200 W



400 W



新

firestar series
Vi30

firestar ti-series



60 W · 80 W · 100 W

高速光学扫描振镜 / 模拟驱动电路板 / 数字伺服驱动电路板



专业的电源，高频发生器和控制技术供应商



CPS/HVPS 电容充电器



QSD 系列声光驱动电源



LPC 高压电源



科艺仪器为以下品牌提供销售及其服务

产品咨询热线 ☎ 400-886-0017

香港 · HONGKONG
T: (852) 27556578
F: (852) 27554549
info@anp.com.hk

北京 · BEIJING
T: (010) 62074835
F: (010) 62077434
anbj@anpico.com

上海 · SHANGHAI
T: (021) 55233800
F: (021) 55233811
anps@anpico.com

广州 · GUANGZHOU
T: (020) 81082921
F: (020) 81083901
anpgz@anpico.com

深圳 · SHENZHEN
T: (0755) 82202428
F: (0755) 82202438
anpsz@anpico.com

成都 · CHENGDU
T: (028) 85216348
F: (028) 85242667
anpcd@anpico.com

武汉 · WUHAN
T: (027) 87591299
F: (027) 87591239
anpwh@anpico.com

台北 · TAIWAN
T: (886) 229531646
F: (886) 229539863
anptw@anp.com.hk

新加坡 · SINGAPORE
T: (65) 62413359
F: (65) 9090909
anpsg@anp.com.hk

孤子区。在该色散区如果峰值功率很高，纳秒脉冲在调制不稳定性作用下会变得不稳定，这实际上是一种参量放大过程，其中光纤的非线性对脉冲相位匹配起到辅助作用。^[2] 因此，随着调制不稳定性试图在准连续波背景下形成孤子，纳秒泵浦脉冲被分裂为许多短脉冲。

尽管分布反馈激光二极管和放大过程以纳秒脉冲开始，但是较短单模光纤中的调制不稳定性会形成 0.5ps 至几 ps 的高强度脉冲。因此，几米长的单模光纤便产生了类似于锁模激光器的输出，但是却比锁模激光器的结构更简单，并且更具成本效益。

通过调制不稳定产生的短脉冲，随后耦合到用于超连

续产生的非线性光纤。导致宽带超连续产生的机制包括四波混频或自相位调制，以及光学拉曼效应。^[3] 由于拉曼效应自身满足相位匹配，并且通过发射光学声子使波长移动到更长波段，因此超连续光能够有效地拓展到长波长波段。短波长波段源自四波混频，通常受到光纤靠近短波长波段逐渐增大的群速度色散的限制。根据经验，对于获得足够峰值功率的特定光纤及超连续光纤长度，超连续产生过程将覆盖长波长直到光纤的传输窗口。

用作功率放大级的成熟光纤放大器包括掺镱光纤 (1060nm)、铒镱共掺光纤 (1550nm) 以及掺铥光纤 (2000nm)。超连续光纤的其他选择包括熔融石英光纤 (用于产生 0.8~2.7 μm 的超连续光)，中红外光纤例如氟化物光纤、硫化物光纤以及碲化物光纤 (用于产生 4.5 μm 甚至更长波长的超连续光)，光子晶体光纤 (用于产生 0.4~1.7 μm 的超连续光)，或者这些光纤相互结合。选择合适的光纤放大器掺杂和非线性光纤，可以产生可见光、近红外或中红外波段的超连续光。

MISCL的性能

第一代中红外超连续激光器 (Gen I MISCL) 用铒镱共掺光纤放大器作为功率放大器、用 ZBLAN 氟化物光纤产生超连续光 (50% 的调制占空比)，该光源的输出功率为 3.9W，波长范围约为 0.8~4.3 μm (见图 2)。由于宽带光谱从单模光纤输出，因此整个光谱是空间相干的，并且近似变换极限的光束可以传播很远的距离。例如，从 Gen I MISCL 输出的光束，在 2.5~3.5 μm 波长范围内与变换极限高斯光束的差别小于 20% (光束质量因子 $m^2 < 1.2$)。

在另一台 MISCL (Gen II) 系统中，功率放大器由掺铥光纤放大器构成，超连续产生光纤依然采用 ZBLAN 氟化物光纤。Gen II MISCL 的波长范围覆盖 1.9~4.5 μm ，总的平均输出功率为 2.6W，在超过 3.8 μm 波段处，时间平均功率约为 0.7W，并且调制占空比依然为 50% (见图 3)。^[4] 采用掺铥放大器的该系统起始工作波长接近 1.9 μm ，但长波长波段比 Gen I 超出 270nm。

通过改变系统的重复频率可以调节 MISCL 的输出功率。Gen II MISCL 系统的重复频率变化范围为 125~500kHz，相应的中红外输出功率调节范围达到 0.4~1.6W，并且输出光谱几乎不变。

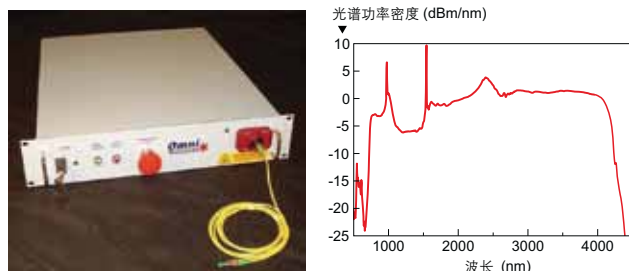
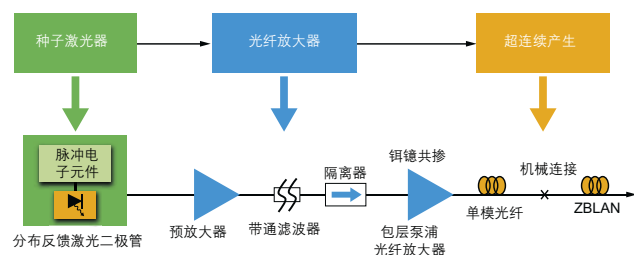


图2: 采用铒镱共掺功率放大器的Gen I MISCL的输出光谱。

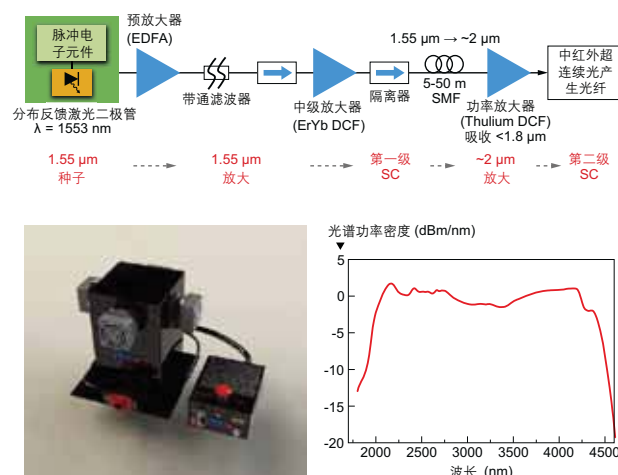


图3: 采用掺铥功率放大器的Gen II MISCL的输出光谱移到了更长波段。



MISCL的应用

在国防以及国土安全应用方面, MISCL 的输出光谱类似于热物体的黑体辐射, 因此与许多固体的振动及转动共振频率相重叠。例如许多热制导弹会瞄准发热的引擎, 其光谱波段约为 $1.5\sim 5\mu\text{m}$, 因此 MISCL 可以用作定向红外干扰 (IRCM) 系统的光源。与大多数其他激光器相比, 该方案的优点在于不会受到滤波器的影响。^[5]

包括爆炸物以及军火在内的多数固体材料, 在近红外至中红外波段均具有特定的光谱, 因此 MISCL 可以在光谱特征识别应用中探测谱线的图案。与之相比, 采用扩散反射光谱测量方法, 仅能探测到固态靶的一根或两根谱线。^[6]

MISCL 输出的宽带光谱在测量学应用方面优点显著。宽光谱带宽可以获得深度空间分辨率, 并且反射光的光谱依赖性可用于测量表面粗糙度等表面属性。使用可见超连续激光对半导体裸片上的焊球进行三维成像, 轴向分辨率和横向分辨率分别可达到 125nm 和 $15\mu\text{m}$ 。^[7] 在另一项应用中, 用近红外 MISCL 对汽车传动系统中的平面及曲面加工部件进行非接触式粗糙度测量, 测量范围为 $0.05\sim 0.35\mu\text{m}$ 。^[8]

在保健应用中的医疗诊断与治疗方面, 作为脂类 (脂肪、胆固醇和脂肪酸) 主要构成要素的碳氢键, 其基频振动和转动键位于 $3.3\sim 3.6\mu\text{m}$ 之间, 这恰好位于 MISCL 的波长范围内。因此可以采用 MISCL 作为吸收光谱测量的光源, 用于探测正常动脉以及动脉粥样硬化斑块的成分, 包括动物脂肪组织、巨噬细胞以及泡沫细胞。^[9] 在碳氢脂

肪酸以及胆固醇酯吸收波长中使用 MISCL 系统, 研究人员在不损伤富含蛋白质血管壁的情况下, 演示了对富含脂质动物脂肪组织的区分损伤。鉴于肥胖症和心血管疾病中的大量保健问题, 未来 MISCL 系统必将赢得大量保健方面的应用。

MISCL 设计简单, 能够获得宽带、变换极限以及空间相干的光束, 这使得它非常合适于现有的、以及将来的多种新兴应用。随着电信元件以及泵浦激光二极管功率的提高, 超连续激光器的输出功率也将会提高到 10W 甚至更高。□

参考文献:

1. R.R. Alfano, *Sci. Am.*, 86-93 (December 2006).
2. M.N. Islam, *Ultrafast fiber switching devices and systems*, Cambridge University Press, New York, NY (1992).
3. C. Xia et al., *IEEE J. Sel. Top. Quant. Electron.*, 15, 2, 422-434 (2009).
4. O.P. Kulkarni et al., *J. Opt. Soc. Am. B*, 28, 10, 2486-2498 (2011).
5. C.Q. Choi, *Sci. Am.*, 30 (November 2010).
6. M. Kumar et al., "Stand-off detection of solid targets with diffuse reflection spectroscopy using a high power mid-infrared supercontinuum source," submitted to *Appl. Opt.*
7. M. Kumar et al., *Opt. Exp.*, 18, 21, 22471-22484 (2010).
8. V.V. Alexander et al., *Opt. Eng.*, 50, 11, 113602-1 to -11 (2011).
9. K. Ke et al., *Opt. Exp.*, 17, 15, 12627-12640 (2009).

上接第15页

每秒兆帧视频

利用这一兆帧速级别的超快成像装置, 研究人员捕获了光脉冲在装水的饮料瓶中的传输视频, 显示了光运输过程中的多次反射以及次级层面 (subsurface) 反射。

另一个视频显示了光脉冲照射到番茄以及一卷胶带上的场景 (如图)。脉冲光通过散射表面反射到场景右侧, 产生虚拟光源, 表现为球面脉冲波前。随着脉冲从场景左侧移动到右侧, 一些杂散光首先入射到番茄上, 此后散射光布满整个场景。

场景的间接照明部分 (番茄顶部以及胶带内部) 不

会被入射光直接照射, 仅当散射光随后到达时才会被照亮。照亮后可以看到影子, 并且入射到场景背面的直接入射光会被反射到番茄上, 并在次级表面散射的作用下被番茄表皮捕获, 因此该处会随着光变暗而短时发亮。□

参考文献:

1. L. Hardesty, "Trillion-frame-per-second video," MIT News Office, <http://web.mit.edu/newsoffice/2011/trillion-fps-camera-1213.html> (Dec. 13, 2011).





激光刻写

用准分子激光器刻写光纤布拉格光栅

光纤传感器及其设备已经从应用研究发展到了在结构健康监测领域的广泛应用。由于其固有的优点，光纤布拉格光栅（FBG）传感器已经成了一种应用最为广泛的光纤传感器。存在于光纤纤芯中的布拉格光栅，其质量和寿命取决于紫外准分子激光器的性能特点。

相干公司

综述

为了适应土木工程、能源建设和传输光纤（见图1）等对应力、压力和温度等参量的监测要求，光纤传感系统因为能够克服很多电学传感器的局限性而获得了快速发展。至今，FBG传感器已经广泛应用于土木工程领域，其在结构健康监测领域用光学传感器中占据着75%的份额。

与电学类传感器相比，基于FBG的传感系统的技术优势主要体现在：传感点数多、应变传感范围大、质量轻、耐腐蚀，同时不受电磁干扰或恶劣环境的影响。

FBG传感器是公认的最成熟的光栅类传感器，已经获得了广泛应用。FBG传感器能够在特定波长（布拉格

波长）处反射部分入射光，同时让剩余的人射光通过，如图2所示。

布拉格波长是由光纤的折射率和光栅周期决定的，而这两个参量又会受到外界环境的影响，如温度、应变、振动以及其他一些参量，所有这些因素的变化都将导致布拉格波长的改变。所以通过监测布拉格波长的变化，就可以应用FBG传感器实现对一些参量的测量。既然每个传感光栅都具有自身的光栅周期，或者说布拉格波长，这使得“用一根几公里长的光纤进行多点传感”成为可能。

现在的解调技术已经能够集成上百个FBG应变传感器，并对它们进行远程监测。FBG传感系统主要包括一

单位：百万美元

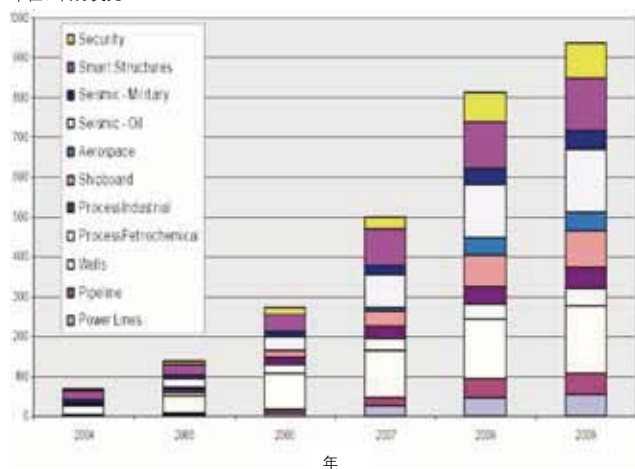


图1: 光学传感器应用市场。（数据来源：LW Venture）

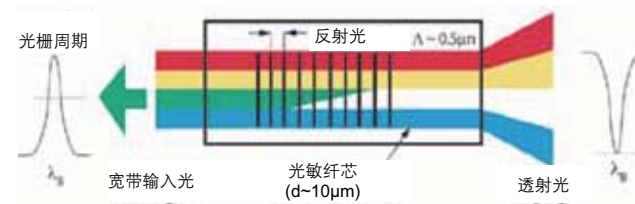


图2: FBG的反射波长主要取决于光纤纤芯的折射率和调制周期。

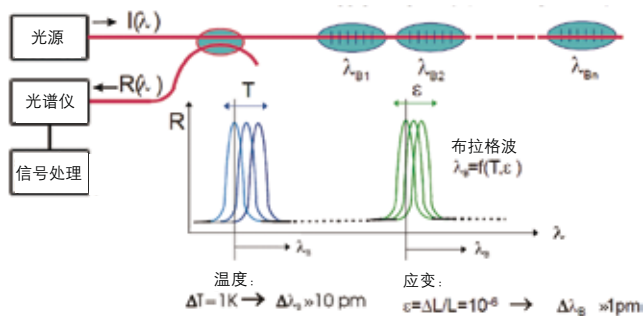


图3: 用于温度和应变传感的布拉格光栅阵列。

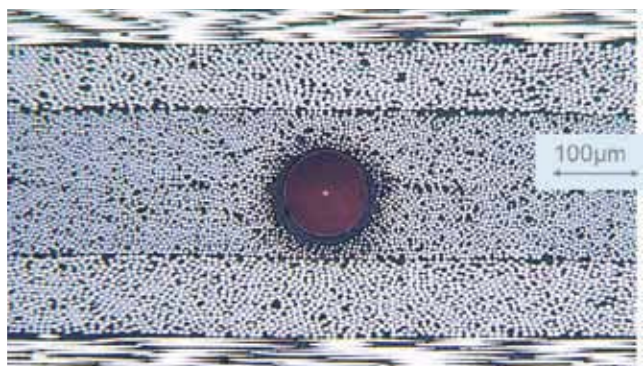


图4: 埋有FBG传感器的碳纤维增强聚合物材料。





应用天地

Applications

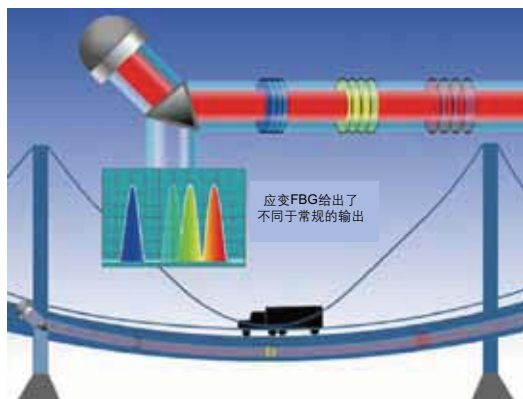


图5: 大桥应变与载荷传感的示意图。

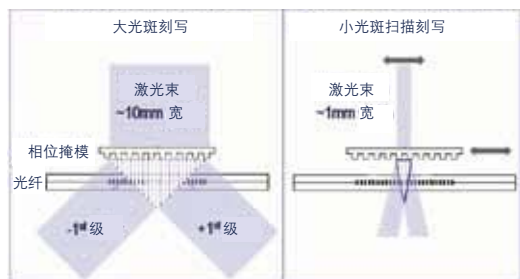


图6: 分别用大光斑相位掩模法静态刻写和小光斑相位掩模法扫描刻写的光栅。

个宽带光源(如激光二极管)以及反射信号的处理系统,如图3所示。

相邻两个FBG传感器的布拉格波长间隔通常为几纳米,这是为了避免当温度或应变引起波长变化时,传感光栅的反射峰发生重叠。

经过近几年的快速发展,FBG传感器已经成为了光纤传感领域最重要的传感技术。除了能够进行波分复用之外,FBG传感器还有价格低、结构紧凑以及线性度好的优点。

光栅的长度通常为10mm左右。传感器的分辨率主要取决于波长的解调能力,目前分辨率已经能够达到1pm,其对应 $1\mu\epsilon$ 的应变变化,或

表1: 用作相位掩模法光栅刻写的准分子激光器的典型参数。

相位掩模法	光纤上的光束尺寸	光纤上的能量密度	脉冲频率
静态, 大光斑	10mm x 1mm	250mJ/cm ²	50Hz
扫描, 小光斑	1mm x 1mm	250mJ/cm ²	200Hz

0.1℃的温度变化。

用于刻写FBG的光纤非常细,直径仅为0.15mm左右,这意味着在一个结构体上能安装很多传感器,而其性能几乎不受影响。

另外,光纤传感器阵列还可以埋到复合材料内部(如图4),用于监测内部应变、温度以及损伤,同时丝毫不影响复合材料本身的结构性能。

在实际应用中,就像活体组织对外界环境的轻微变化非常敏感一样,通过埋入发丝粗细的能够同时传输信号、传感应力以及其他环境变化的石英光纤传感器,高楼、桥梁、大坝等结构体也能探测到环境的变化并做出反应。采集到的

传感数据被送到中央处理室,进行传感数据分析及损伤修复。

光纤传感技术的诸多优点,使其能够很好地满足对大型结构进行长期分布式传感的要求,土木工程和基础设施行业自然而然成了光纤传感系统的最大用户。因为一台仪器能够同时监测几百个传感点,所以光纤传感系统较更为复杂的电学传感系统具有明显的价格优势。

光纤传感系统的遥测能力,对于超大型建筑物,比如桥梁(如图5)、大坝、隧道来讲具有很高的应用价值。传感系统能够延伸至几十公里而无需信号放大,同时也避免了一

些类似电学传感技术所带来的不良引线效应。

如今,对于数以百

计的公共建筑物、桥梁、大坝来说,智能传感和结构健康监测已经成为基建设计的一个重要环节,同时还要降低成本,这已经是发展21世纪高科技土木工程结构的关键。

用相位掩模板刻写FBG

迄今为止最强大的紫外激光光源,能够在几秒钟内用标准相位掩模板刻写出FBG。

在FBG研制方面,通常采用具有较高相干性的193nm或248nm的专用准分子激光器,通过相位掩模板来刻制光栅。这主要取决于这种方法在机械和光学方面的高度稳定性(相对于光学干涉法刻写而言)。

当被激光束照射的时候,相位掩模板会产生规则的干涉条纹(如图6)。增加准分子激光器的空间相干长度,能够在相位板后面产生对比度高的干涉条纹。相位板通常距离光纤纤芯100~200μm。

光路结构设计上,能够采用一个大的静态激光光斑覆盖整个光栅区域,长度通常为10mm。根据大光斑面积的要求,脉冲能量为100mJ的高相干性准分子激光器是静态光束刻写的理想光源。



图7: 用于大光斑FBG生产的高相干性BraggStar M激光器。



Applications 应用天地



图8: 工业上基于BraggStar Industrial激光器的FBG制造设备。(图片来源: Technica SA)

相干公司的 BraggStar M (如图 7) 激光器非常适合静态 FBG 刻写, 该激光器仅占 0.5m^2 的面积, 可输出频率高达 100Hz 、能量高达 140mJ 的激光脉冲, 其空间相干长度为 $800\mu\text{m}$ (FWHM)。

该激光器能够通过分束实现多个光栅同时刻写。专用的谐振腔设计令其能提供高空间相干性, 以满足各种类型的相位掩模法刻写。

另外, 也可以采用 1mm 宽度的小光斑沿着相位掩模板进行扫描来刻写 FBG。这种扫描方式能够为不规则光栅结构 (比如啁啾光栅) 的刻写提供高度灵活性。这种照射方法可以用高相干性、低脉冲能量的 BraggStar Industrial 型准分子激光器实现。

工业和科研用相位掩模刻写法

Technica SA 公司是生产用于光纤传感、通信和其他工业应用 FBG 的世界 50 强企业, 图 8 是 Technica SA 公司位于中国北京的一个生产 FBG 的超净车间。照片中的激光器是相干公司最新的 BraggStar Industrial 准分子激光器, 其能够提供重复频率高达 1kHz 、波长 248nm 的激光, 用于 FBG 的快速可靠的批量生产。

图 9 中, 用于相位掩模法光栅刻写的光路非常简单, 通常光路系统包括 1~2 个反射镜、一个短焦距柱透镜、光阑以及相位掩模板。用相位掩

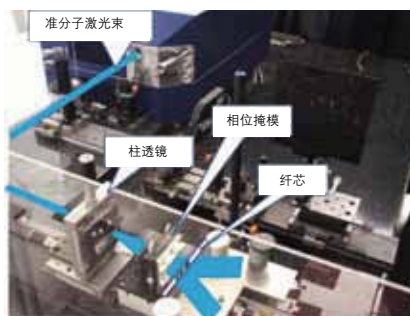


图9: 慕尼黑应用大学用准分子激光器进行相位掩模法刻写FBG的实验系统。

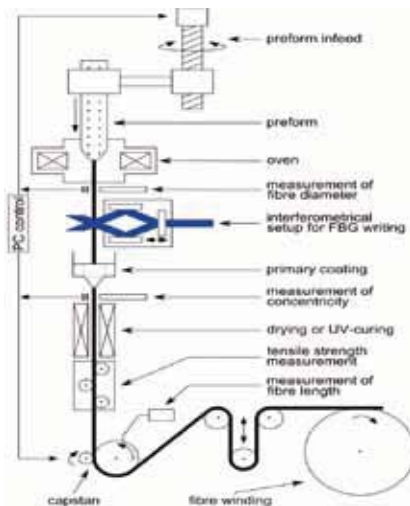


图10: 同时拉制光纤以及在涂覆前刻写光栅的工艺过程示意图。(图片来源: FBGS International)

模法刻写光栅通常是对短轴光进行聚焦, 因为其散射角较小 ($\sim 0.2\text{mrad}$, FWHM), 并具有较高的空间相干性 ($\sim 1\text{mm}$, FWHM)。FBG 的典型长度为 $5\sim 10\text{mm}$, 光栅周期在 500nm 之内。

拉丝塔光栅技术

图 10 是光纤在拉丝的时候, 直接在纤芯中写入 FBG 的工艺过程示

顶尖 PINNACLE
Your Strategic Partner in Photonics
您的光电子战略合作伙伴

提供激光测量完整解决方案

laserpoint

激光功率计

- 可测量功率范围:
 $100\text{nW}\sim 6000\text{W}$
- 波长范围可覆盖:
 $0.19\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$
- 可长时间自动监控
功率波动
- 具有位敏探测功能



DUMA OPTRONICS LTD.

激光光斑分析仪



- 适用于连续或脉冲激光器的光斑测量和分析
- 基于 140 万像素高分辨率 CCD
- 可对激光光斑进行高斯 (或平顶) 拟合分析, 测量光斑大小
- 可获得 2 维和 3 维的激光光斑强度分布
- 可同时测量激光功率和光斑位置



自相关仪



- 可测量超快激光脉冲
宽度
- 测量范围:
 $20\text{fs}\sim 300\text{ps}$
- 工作波长:
 $260\text{nm}\sim 2400\text{nm}$
- 选配灵活, 操作简单

顶尖科仪部分代理厂家 (以开头字母排序)



有欲订购或参加如下展会, 敬请光临:

· 台北光电周国际光电大展

2012年8月19日~21日: 台北世贸南港展览馆 展位号: K0207号

顶尖科仪 (中国) 股份有限公司

Pinnacle Scientific (China) Corporation

+86-571-88225151 | sales@psci.cn | www.psci.cn

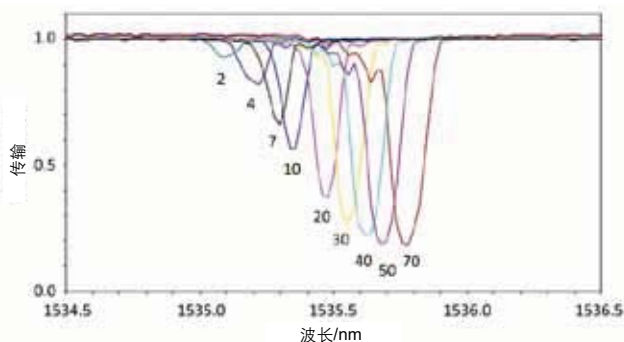


图11: 固定能量密度条件下, 光栅强度随脉冲个数的增长情况。

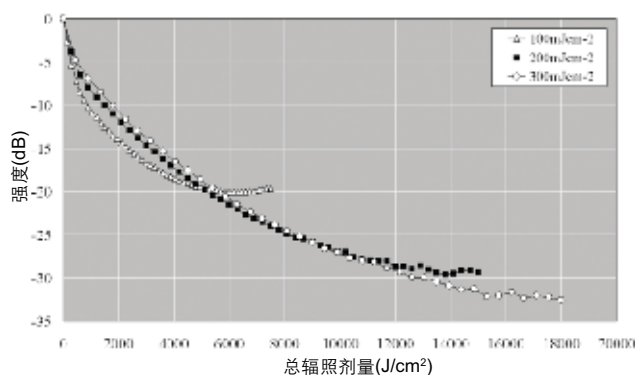


图12: 能量密度分别为100J/cm²、200J/cm²和300mJ/cm²的情况下, 光栅强度随辐照脉冲数的变化情况。

意图。工艺过程开始, 是一根具有光敏性的光纤预制棒。通过对预制棒进行加热, 光纤的拉丝和成型就开始了。在后面的制造工序中, 一个有着窄线宽、高时间相干性的248nm 准分子激光器垂直照射光纤。

如图10所示, 使用一个Talbot干涉仪, 就能用一个高能准分子激光单脉冲在移动的光纤上刻写光栅。通过脉冲选择器并综合考虑拉丝的速度, 能够在移动的光纤上精确地控制FBG刻写的位置。光栅刻写完成后, 光纤就进入到液态涂料盒中, 进行涂层的紫外固化。最后, 光栅的位置会被自动标识, 然后光纤被卷到轮鼓上。这种拉丝塔光栅技术, 能够制作出具有大量传感单元的无熔接点的光栅阵列。

光纤拉丝和光栅刻写同时进行的另外一个优点是: 制作出来的光栅阵列具有很高的机械强度。这是因为光纤是在光栅刻写后进行涂覆的。通过拉丝塔光栅技术, 能够避免传统光栅刻写过程中对光栅区涂层的剥离和重涂覆。

尽管使用准分子激光器纳秒量级的短脉冲在拉丝过程中能够高度准确地刻写光栅, 但曝光还是必须用一个脉冲来完成。相应地, 其辐照总量非常低, 同时刻写出来的

光栅反射率只有10%~20%。

FBG刻写中激光能量密度的重要性

为了显示FBG的反射率及反射峰的位置在辐照过程中的变化情况, 可以对一定数量准分子激光脉冲照射后的光栅光谱进行记录。

在制造过程中, 这可以用来评估给定能量密度情况下所需要的脉冲数。

从图11所示的曲线中可以看到, 在经过70个准分子激光脉冲照射后, 光栅的饱和反射率达到85%。

在制作过程中FBG的反射特性可以用一个宽带光源和一台光谱分析仪进行监测。

如图12所示, 辐照能量密度也是一个重要参量。在其他实验条件都相同的情况下, 无论照射的脉冲数有多少, 能量密度将限制FBG最终能达到的最大强度。

从图12中可以看出, FBG刻写过程中与激光能量密度相关的两个现象。首先, 在每个辐照过程中存在一个“最大辐照剂量”值, 超过这个值光栅的强度将不再增加。其次, FBG所能达到的最大强度随能量密度的增加而增加, 并且“最大辐照剂量”值也随之增加。

因此, 如果采用能量密度为100mJ/cm²的激光辐照, 无论总辐照剂量有多少, 也得不到强度达-30dB的光栅, 该值只有在能量密度达到200mJ/cm²或300mJ/cm²才能实现。然而, 当能量密度为200mJ/cm²时, 为获得-30dB的光栅强度, 总辐照剂量要比300mJ/cm²的情况多2000J/cm²。准分子激光器能够很容易实现在足够大光斑中几百焦耳的能量输出, 这与其理想的输出波长一起, 决定了准分子激光器在FBG刻写领域的成功应用。

FBG刻写市场展望

三十年前, 激光二极管价值3000美元, 寿命只有几个小时; 而现在激光二极管只卖几美元, 寿命却达到数万小时, 已经广泛应用在光盘刻写和条形码阅读器上。三十年前, 每米价格高达20美元的光纤, 现在只要几美分, 而且光学和机械性能都得到了极大改善。类似的状况也出现在集成光学器件上。未来, 这些产品的价格会继续下降, 同时还会提供更多更为先进的光路。在这样的发展趋势下, 光纤光学传感市场将会快速增长, 可以预期, 用准分子激光器刻写FBG, 将在FBG大批量制造中占据更大的主导地位。□





激光打标

激光在塑料打标中的应用

Trumpf公司

作为打标应用的可靠工具，激光器已在行业内确立了稳定地位。相比起其他打标技术，激光打标具有灵活性和应用范围广泛等诸多优势，例如其在汽车、电子和医学工程领域已经获得了广泛应用。

随着越来越多的消费产品需要标记独立的识别码，以及在生产过程中为了确保不计其数的产品和零部件的可追溯性，归档要求越来越严格，基于诸如此类的原因，市场对激光打标工具的需求正在不断上升。激光器可以应用到各种类型的定制打标工作中，从数字、字母、文本、LOGO，到诸如高密度、机器可读的 Data Matrix 码。

与其他材料相比，一些工业塑料更适合使用激光打标。在某些情况下，使用激光打标所达到的色彩对比，不

能满足快速标记技术所要求的可读性和高质量；但是通过使用填料、稳定剂和不褪色颜料这些特殊的激光光敏添加剂，这个问题可以迎刃而解。这种方法还能大大改善适合激光打标材料的可选性试验研究。通常适合激光打标的塑料材料有：聚乙烯、聚苯乙烯、聚甲醛、聚氨酯、聚丙烯、聚氯乙烯。

不同塑料的激光吸收特征

为了能用于激光打标，塑料必须要吸收一定量的激光能量。从宏观层面来看，大部分塑料只吸收电磁波谱中的紫外线和远红外线（CO₂ 激光器，波长 10.6μm）。但是通过使用添加剂、填料和颜料，可改变材料的吸收特征，提高其在近红外（1064nm）或可见绿光（532nm）波段的吸收能力，从而能够实现更快的打标速度和更好的标识对比度。

大部分用于打标的激光器输出 1064nm 的红光，但是为了实现塑料和半导体材料打标，所使用的激光器工作在绿光（532nm）和紫外（355nm）波段。紫外光的应用引发了人们的广泛关注，因为其开辟了塑料打标的新纪元。短波长的紫外光所产生的能量会引发光化反应，但却不会因为过量的热输入而破坏材料。当加工诸如加入阻燃剂的塑料这样的重要材料时，紫外光源能以非常快的速度实现高对比度标刻，并且具有绝佳的表面质量。



电源保护开关上的激光打标



唇膏上的激光雕刻



用选择性碳化法做成的奶牛耳朵标签



激光烧蚀

激光打标塑料

在塑料上打标有四种实现方法。变色法：通过只改变材料表面下方的颜色，达到材料变色标识的目的，如通过碳化实现。雕刻法：将材料的表





应用天地

Applications

面区域熔化，并蒸发去除。激光起泡法：将气体气泡融入到材料中，使其膨胀并产生浮雕效果；光线会在改性的材料表面产生衍射特性，从而形成明/暗的对比效果。烧蚀法：根据需标识的内容，通过部分去除表层材料，留下具有凹凸效果的标记。

在实际应用中，具体选择哪种打标技术，取决于打标的具体用途、塑料的类型以及激光光源的波长。变色法适用于大部分热能塑料，碳化法适用于在明亮背景下产生较暗的打标效果，大部分情况下使用波长 532nm 或 355nm 的激光器。起泡法适用于在黑暗背景下（通常是黑色）产生明亮的打标效果，通常使用波长为 1064nm 的激光器。遇到热固性和弹性塑料，雕刻法更适用，大部分情况下也使用波长为 1064nm 的光源。

应用于打标的激光器

大部分打标应用使用 Q 开关短脉冲固体激光器，平均输出功率小于 100W，脉冲宽度在 10~100nm 之间，脉冲重复频率可达 100kHz，这为打标材料所需的介入微调提供了足够的



用起泡发标刻的汽车尾灯

范围。短脉冲宽度导致非常高的峰值功率，可高达上千瓦甚至上万瓦，而平均输出功率为 10W。高效的二极管泵浦激光器聚焦容易，能够在工件表面上实现精细打标。二极管泵浦固体激光器具有极佳的光束质量，聚焦直径可设定为很低的值，精准打标时的精确路径宽度可达 30μm。因此，即使是非常小的零件，也能使用这样的激光工具进行标识。

固体激光器实现矢量标记

固体激光器打标工具的大部分用户使用灵活的矢量打标工艺，两个可移动的镜面分别在 X 轴和 Y 轴上反射激光束。镜头系统在工件上聚焦光束，同时特殊设计的聚焦镜头确保焦点保持在同一平面上。工件上的最大反射速度为 12m/s，这样就能以每秒几千字的速度实现字母和数字的混合打标。通常打标范围在 60mm × 60mm~290mm × 290mm 之间。

激光打标：经济、灵活的解决方案

激光器已经成为广泛的打标应用的通用工具，同时其也为定制化的一体化解决方案提供了无限可能。对于希望验证打标工艺的用户，通常与激光器制造商合作能够获得满意的解决方案。这样可确保用户能够选择正确的激光器，确立最优化的工艺参数，充分考虑涉及的各种因素，例如激光波长、打标质量（对比度、同质化、分辨率、可读性）、加工时间，以及一些产品的特殊要求。通常，前期的正确决策，能帮助用户缩短生产周期，并获得高质量产品加工。□

上接第12页

光器今年 1 月份在拉斯维加斯举办的美国射击、狩猎和户外用品展 (SHOT Show) 上推出。它有四种工作模式：连续、4Hz 的慢脉冲、8Hz 的快脉冲和 4~12Hz 的随机脉冲，能够发射 200mW 的 532 nm 绿色激光。其潜在的用户包括海岸警卫队和边境巡逻。

Glare Enforcer 的安全系统基于人眼安全的激光测距仪，检查物体是否在标称人眼危害距离内或附

近，那里激光强度高到足以对人眼造成损伤。如果一个人人在人眼危害距离内或附近，系统将激光功率降低到该距离安全的水平。监控周边地区能够将保护延伸到可能进入危害区域，或者当激光器移动时可能被击中的人员。该系统还会寻找光束场附近的反光物体，以防止激光器操作人员受到危险反射的伤害。这使得 Glare Enforcer 更加复杂，总重量为 21 盎司（约 650 克），比军用系统更重、更大，其在白

天的有效工作距离为 500m，夜间超过 1km。

对于互联网上出售的发射功率为 200mW~1W 的绿光激光器而言，这样的安全功能不是标准配置，其中有些被描述为指示器。一家名为 GreenLaserPointer.org 的公司提供的 500mW 激光器（其中一些被称为指示器），售价为 500~600 美元，并声称符合 FDA 标准。□





超快激光加工

超快激光器打造超精密加工工具

使用皮秒激光器和飞秒激光器每次烧蚀少量材料，能够干净利落地加工易碎的玻璃和陶瓷，以及执行包括手术在内的其他精细操作，并且不会破坏底层材料。

Jeff Hecht

技术的改进已经使超快激光器走出实验室，进入工业和医药行业执行精准细致的加工任务。超快激光器的成功之处在于其能将光能集中到皮秒至飞秒的时间间隔内，并将光聚焦到小空间上。这种聚焦为“在不破坏底层区域的情况下，从材料表面快速、清洁地烧蚀材料”提供了所需要的高光强。

对加工像玻璃或陶瓷这样的易碎材料，或者是在涡轮叶片这样的硬质金属上清洁地钻孔等应用来说，这种精确性和精细性的结合至关重要。这些优势已经为超快激光器在医疗领域赢得了一席之地，其不但可用于制作精细的生物医学设备，如用于冠状动脉搭桥手术中的支架；还能执行精细的医疗手术，如角膜手术。

激光与材料的相互作用

功率强度和脉宽是影响激光束如何与材料相互作用的关键因素。在长时间范围内，材料吸收一部分光能，将其转换成热量，热量会通过材料传导。如果光束足够强，便能熔化材料，熔化的材料会将热量传递到周围区域。对于短至纳秒级时间尺度的脉冲加工而言，吸收、熔化和热传导占主导地位。

当脉冲能量以短于约 100ps 的时间尺度传输时，根据材料的不同情况

会发生显著变化。随着脉冲峰值功率的增加，峰值强度急剧上升。例如，持续 1ps 的微焦级脉冲的峰值功率为 1MW，当它聚焦为 5 μ m 的光斑时，可产生约 4×10^{12} W/cm² 的峰值强度，这足以剥离外层电子。激光与材料相互作用的时间是如此之短，以至于离子在能够将能量传导到底层材料之前，就已经从材料表面被烧蚀掉了。与光强较低的情况相比，在这种烧蚀模式下，能量传导受材料吸收的影响较小，但是也会受到材料种类和激光波长的影响。例如，紫外脉冲比近红外脉冲更适合切割玻璃之类的透明材料，而近红外脉冲在玻璃中的传输性能更好。

这种加工通常也被称为“冷烧蚀”。虽然材料表面在片刻间就变得非常热，但是离子在其加热或损伤底层材料之前就已经被烧蚀掉了，如

图 1 所示。因此皮秒或飞秒激光脉冲能够从精细或易碎材料中无损去除非常薄的表层。波兰研究人员已经使用强度仅在烧蚀阈值之上的 70ps 脉冲去除油画表面的透明清漆，并利用光学相干断层扫描技术监控整个去除过程。^[1] 美国 Photonics Industries 公司的 Joyce Kilmer 说：“皮秒激光器能够将图案写到火柴头上，却不会让火柴点燃。”

一般而言，由于皮秒脉冲的能量通常更高，因此皮秒烧蚀的速度更快；相比之下，飞秒烧蚀往往会产生更平滑、更精密的加工表面。实际加工性能取决于脉冲参数、目标材料以及其他方面的考虑。由于烧蚀是将一团材料爆散到光路中，因此重复频率是很重要的因素。对于兆赫兹的重复频率，可能在下一个脉冲发射之前，上一个脉冲产生的材料还没有足够的时间消

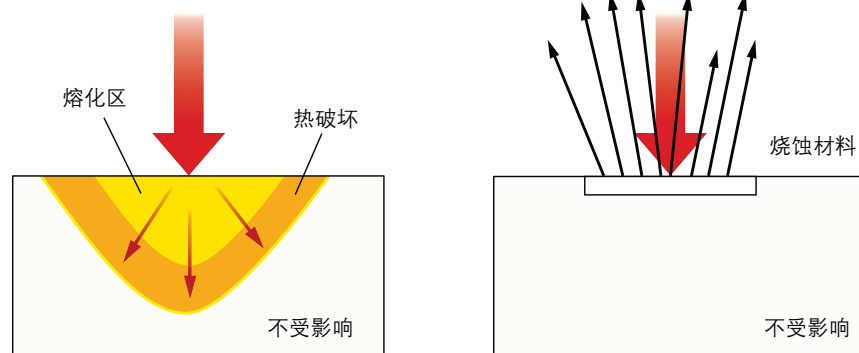


图1：纳秒脉冲和飞秒脉冲加工效果的对比。左图中的纳秒脉冲在烧蚀前会熔化表面材料，并将热量传递到邻近区域，从而影响许多材料。右图中的飞秒脉冲通过多光子离子化烧蚀材料，只有很少的热量传递到邻近的材料中。





应用天地

Applications

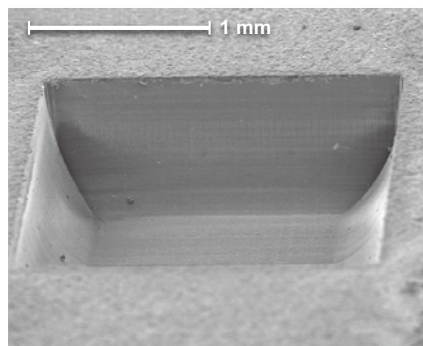
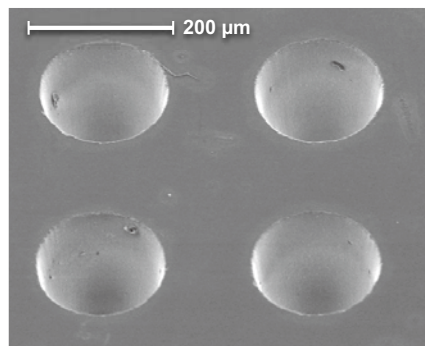


图2: 超快脉冲实现玻璃的精细加工。a) 利用10μJ的355nm脉冲在玻璃上钻出的440μm孔; b) 利用355nm脉冲在Pyrex玻璃上蚀出2mm的正方形区域。

散。千赫兹的重复频率有足够的时间让材料消散,所以对精密去除材料可能更加有效。

适用的材料

冷烧蚀加工适用于一系列材料,包括金属、半导体、玻璃、晶体和陶瓷。冷烧蚀的典型能量密度阈值在0.05~5J/cm²的范围内,表1中给出了材料对掺镱光纤激光器和钛宝石激光器发射的飞秒脉冲的典型阈值。^[2]

超短脉冲对切割或加工易碎材料特别有吸引力,包括玻璃、陶瓷、硅和CIGS(用于薄膜太阳能电池的铜铟镓硒)。利用烧蚀钻孔或切割玻璃可以避免产生裂缝,并获得尖锐、清洁的边缘和表面,如图2所示。对于液晶显示器或手机上使用的超薄玻璃,可以通过沿着一系列冷烧蚀激光孔洞对玻璃进行机械挤压切割成形。这是由于烧蚀是一种具有高阈值的非线性过程,经过聚焦的脉冲,仅在焦斑中心处的激光功率超过烧蚀阈值,这部分激光脉冲可以钻出小于衍射极限的孔。

薄膜加工的工艺过程更为复杂,例如加工硅基底上的石英。针对该应用,德国Solar Energy Research Hameln研究所的研究人员表示,皮秒脉冲不是自上而下烧蚀石英,而是

穿过透明的石英使硅基底熔化,然后蒸发足够的熔化物使薄膜从基底上抬起。因此其能量阈值取决于SiO₂的厚度。^[3]

由于焦点处具有高得多的功率密度,通过高数值孔径光学元件聚焦的皮秒脉冲,能够在玻璃或其他透明材料内部刻蚀结构,而不会影响表面。例如,北京理工大学利用钛宝石激光器的35fs脉冲,横跨单模光纤芯刻写出了长周期的光纤布拉格光栅。^[4]该光栅在1465~1575nm的波段内产生20dB的衰减。通过诱导体材料玻璃内部的熔融石英波导的双折射,加拿大多伦多大学制造出了2cm长的

表1: 金属、半导体和电介质的烧蚀阈值* (J/cm²)

材料	光纤激光器	钛宝石激光器
铜	0.47	0.37
铝	0.071	0.085
钛	0.12	0.1
锡	0.058	0.057
不锈钢	0.087	0.063
磷化铟	0.05	0.038
磷化镓	0.053	0.04
锗	0.08	0.075
硅	0.12	0.1
蓝宝石	1.9	1.9
熔融石英	2.9	3.6

*光束来自1045nm掺镱光纤激光器的200kHz、350fs脉冲(中间列),以及来自780nm钛宝石激光器的1kHz、150fs脉冲(右列)。

波长选择性定向耦合器,消光比达24dB。他们认为该分束器“有望为制造三维光电路中的偏振相关设备开辟新的方向”。^[5]

纳米粒子和纳米纤维

超快激光器也为脉冲激光沉积提供了新的转折点。纳秒激光脉冲已经成为薄膜沉积的标准,但是它们会将10μm的颗粒溅射到薄膜上。当爱尔兰圣三一学院(Trinity College)的研究人员检查纳秒脉冲从银靶上产生的流量时,他们发现离子流量超过了沉积速率,这表明在表面产生了一些自溅射。然而,他们发现飞秒脉冲产生的离子流量只有沉积速率的1%,这表明大部分烧蚀材料形成了纳米粒子。^[6]其他研究表明,飞秒脉冲产生的纳米粒子的大小取决于激光通量、气体环境和加工材料。

加拿大Ryerson University的研究人员表示,飞秒脉冲容易产生大量致密、纠缠的石英纳米纤维。将掺镱光纤激光器发射的重复频率为12.4MHz的214fs的脉冲序列,以1.17J/cm²的强度聚焦到硅上,可以产生四种类型的纳米纤维丝。其中直径最大的为几百纳米,长度达10mm;最细的纤维直径为几十纳米,长度延伸到数百微米。然而,纤维的缠结使研究变得更加困难。^[7]

医学应用

超快脉冲能够干净地实现切割加工,并且不破坏周围区域或形成粗糙的边缘,这对加工医学植入物和实施精细手术至关重要。

对于在动脉阻塞中插入支架和伸缩管、打通动脉以恢复血流来说,光滑的表面尤其重要。人体有时会对植





人物起反应,在支架上生长疤痕组织,这会重新阻塞动脉。用超快激光器加工各种材料制成的支架,可以产生非常光滑的表面,从而减少了疤痕组织生长的机会。

在LASIK(激光原位角膜磨镶术)屈光手术中,在角膜表面切割皮瓣以暴露内部组织的应用中,飞秒激光器也已成为标准工具。其主要吸引之处在于能够比传统手术更准确地切割皮瓣。

现在眼科医生正在将飞秒激光技术扩展到用于实施白内障手术。其中的一个目的是软化眼球晶状体中引起白内障的硬核,从而可以很容易地将其去除;另一个目的是实施去除眼球晶状体所需的切割,并在对眼球其他部位伤害最小的情况下插入替换物。目前有三家公司正在研发可用于上述两种手术的飞秒激光系统。^[8]

目前的研究结果非常鼓舞人心。在去年10月举行的美国眼科学会会议上,迈阿密大学医学院Bascom Palmer眼科研究所的研究人员报道说,飞秒激光治疗减轻了手术要求,并且减少了晶状体去除过程中的超声暴露。在同一次会议上,俄勒冈健康与科学大学的研究人员报道说,飞秒

激光手术避免了关键角膜内皮细胞的损伤,而传统的白内障手术会造成这种损伤。

展望

超快激光加工在很大程度上归功于皮秒激光器和飞秒激光器的产业化,从而使得非专业人员可以在工业和医学环境中使用它们。到目前为止,超快激光器在一些特定应用中已经非常成功,但是其在成本和材料去除速度方面仍然存在很大的局限性。然而无论如何,超快激光器在性能上的优势,对于像医疗植入支架和精细眼科手术这样高要求的应用来说,还是非常引人注目的。□

参考文献:

1. P. Targowski et al., "Picosecond laser ablation system with process control by Optical Coherence Tomography," Proc. SPIE, 7391, 7391-15 (2009).
2. IMRA, Technical Note T-0401, "High Precision Machining"; <http://www.imra.com/pdf/TechNoteT0401.pdf>.
3. S. Hermann et al., "Picosecond laser ablation of SiO₂ layers on silicon substrates," Appl. Phys. A, 99, 151-158

(2010); doi:10.1007/s00339-009-5464-z.

4. B. Li et al., "Femtosecond laser fabrication of long period fiber gratings and applications in refractive index sensing," Optics & Laser Technol., 43, 1420-1423 (2011).
5. L.A. Fernandes et al., "Femtosecond laser fabrication of birefringent directional couplers as polarization beam splitters in fused silica," Opt. Exp., 19, 11992 (June 20, 2011).
6. I. Mirza and J.G. Lunney, "Fabrication of metal nanoparticle films using pulsed laser deposition," 30th ICPIG, Belfast, Northern Ireland, UK (Aug. 28-Sept. 2, 2011); http://mpserver.pst.qub.ac.uk/sites/icpig2011/187_D13_Mirza.pdf.
7. K. Venkatakrishnan et al., "Nanofibre fabrication by femtosecond laser ablation of silica glass," Opt. Exp., 19, 15776 (Aug. 15, 2011).
8. L. He, K. Sheehy, and W. Culbertson, "Femtosecond laser-assisted cataract surgery," Current Opinion in Ophthalmol., 22, 43-52 (January 2011); doi:10.1097/ICU.0b013e3283414f76.

Newport 预计 2012 年销售额将达 6.65 亿美元

Newport 公司近日公布其 2012 年第一季度销售额为 1.57 亿美元,预计整个 2012 年度的总销售额将达 6.65 亿美元。

2012 年第一季度,Newport 的销售额同比增长 22.4%。第一季度公司创纪录地获得了 1.861 亿美元的新订单,比 2011 年同期的 1.297

亿美元大幅飙升了 43.5%。另外,目前公司积压的未来 12 个月内的订单,已经达到 1.749 亿美元,其中包括来自最新收购的 ILX Lightwave、Ophir Optonics 和 High Q Laser 的 4150 万美元的积压订单。

Newport 公司总裁兼首席执行官 Robert Phillippy 表示:“我们在 2012

年取得了开门红,稳健的财务业绩和显著的业绩增长,正带领公司向我们的战略目标前进。”

Newport 预计其第二季度的销售业绩将与第一季度相当,并乐观地表示 2012 年下半年的销售业绩将比上半年增长 12%,2012 年整个年度的总销售额将达到 6.65 亿美元。□





五年专注耕耘 收获成长硕果

——记北京爱万提斯科技有限公司成立五周年庆典

本刊编辑部

三月的上海，用盎然的春意迎来了2012年慕尼黑上海光博会。此次一年一度的行业盛会吸引了国内外广泛的业内厂商和专业人士参加，北京爱万提斯科技有限公司也是盛装亮相，并且在此次参会之际，成功举办了公司成立五周年庆典。

深耕光谱学领域

北京爱万提斯科技有限公司成立于2007年，由荷兰Avantes公司与北京晨辉日升光电技术有限责任公司合资创建。众所周知，北京爱万提斯是一家致力于为用户提供光谱学解决方案的公司。公司总经理张志伟博士表示，其当初之所以决定专注于光纤光谱仪领域深耕开拓，主要是看重了该类产品的广泛应用性。张博士形象地将光谱仪比作是光学或光谱学领域的万用表，其应用广泛性更加可见一斑。有了明确的专注领域后，爱万提斯便开始了专业化的发展之路。

以人为本的专业团队。公司在成立之初，就秉承着“以人为本”的理念，组建专业团队，致力于为用户提供专业服务。目前公司已拥有数名博士、硕士技术骨干和多名专业销售人员。“以人为本”的理念还体现在公司的人性化公司文化方面，公司尽力为每位员工提供合理的自我发展平台，让每位员工都可以充分实现自己的个人理想和个人价值，并快乐工作。快乐的工作氛围有助于员工的工作更专注、更专业。



北京爱万提斯科技有限公司成立五周年庆典上，公司总经理张志伟博士发表演讲。

为客户提供增值服务。爱万提斯始终致力于为用户提供光谱学解决方案，而不同于市场上其他的光纤光谱仪制造商主要是向用户提供标准光谱仪的目录销售。爱万提斯会根据用户的实际需求，首先进行充分的售前技术支持和预实验工作，与客户进行充分的沟通，最终为客户提供定制化的一整套“交钥匙”光谱学解决方案。值得一提的是，为了保证为用户提供满意的产品和专业服务，爱万提斯的产品全部通过公司总部及各地办事处直接销售，并不通过代理商销售渠道，这样有助于控制销售及技术支持的品质，对用户来讲无疑是个好消息。

开拓新领域。在中国市场，光纤光谱仪领域仍然是一个朝阳产业，其应用领域也要随着市场的发展不断开拓。为了避免恶性价格竞争，爱万提斯毅然决定坚持差异化发展，不断在

新的应用领域寻求突破。因为公司致力于为用户提供一种“交钥匙型”方案，并且随着工业用户和OEM用户的增多，目前市场上已经涌现出了多种新应用，如在线薄膜厚度测量、清洁能源领域、无损血糖监测等。张志伟博士表示，未来微型光纤光谱仪还有望拓展到更多应用领域，如集成到手机或手表上，用于测量太阳紫外线强度，为人们出门涂抹防晒霜提供参考。

研发适合中国市场的产品。爱万提斯一直本着“立足中国，服务中国”的发展理念，经过五年的耕耘，已经在中国市场赢得了用户青睐。为了更好地满足中国用户的需求，爱万提斯还专门研发了适合中国市场的产品，如太阳模拟器匹配度评级系统AvaSolar，该产品设计精巧，使用方便，可对目前国际和国内市场各种太阳模拟器进行评级测试，尤其是对脉





冲型太阳模拟器采取了独特的测试算法，可以非常准确地对单脉冲进行测量。目前，该产品已经成为该领域主流产品，占据了国内大部分市场份额，并远销国外。

收获成长

经过五年的辛勤耕耘与苦练内功，爱万提斯也收获了欣喜的成长。

首先，在五年的发展过程中，公司规模不断壮大。目前公司在北京设有总部，在上海、深圳、成都设立了办事处，并将计划今年在武汉办事处，预计公司的员工总数也将达到 30 人。

其次，从市场业绩来看，五年来，爱万提斯一直保持着每年 30% 的大幅业绩增长。即使是在经济大环境不景气的情况下，公司业绩也依然保持了健康增长。谈到业绩的增长，张志伟博士欣喜难掩。他表示：“使公司能够得以快速发展的一个主要因素是公司的结构优势。北京爱万提斯是一家中外合资企业，所以拥有非常多的自主



权，因此能够针对中国市场做出快速决策。”对于全球经济危机，张志伟博士认为，一些有实力的企业客户会借此机会锻炼内功，提升自身的测试与质量检测水平，而爱万提斯的产品则凭借着技术优势和专业服务赢得了新机会。例如，公司自主研发的 AvaSolar 产品，去年的销量就是有增无减。

另外，从用户群体来看，过去爱万提斯的大部分用户分布在科研领域，大约占据用户总数的 50% 左右。从去年开始，工业用户和 OEM 用户便迅速增长，小型光纤光谱仪的新应用正呈现出层出不穷之势。

除了公司规模和销售业绩的增长外，爱万提斯还在业内有着良好的口

碑，有些用户慕名而来。用户口碑对于一个公司来讲，无疑是一种巨大的无形财富。

未来发展策略

谈及公司今后的发展策略与未来，张博士表示，公司将始终坚持差异化的发展策略，避免进入具有恶性价格竞争的领域。坚持多种发展方向将主要体现在以下几方面：销售 Avantes 的标准光谱产品、研发适合中国市场的光谱产品、为工业用户和 OEM 用户提供光谱解决方案，以及扩大光纤生产、扩展生产领域。

今后，公司会继续扩大其在优势领域的优势；同时还要努力为工业用户提供在线光谱学解决方案，为 OEM 用户提供全方位的技术支持；进一步树立公司的品牌形象，目标是发展成为光谱学领域的小巨人。最后，张博士再次表示了他对中国光纤光谱仪市场发展的期望：希望与业界同行一道把中国的光纤光谱仪市场做大做强。□

IPG 公司第一季度业绩同期增 23%

全球顶级工业用光纤激光器供应商 IPG 近日发布 2012 年第一季度财报。报告显示，2012 年第一季度 IPG 的收益同比增长 23%，毛利率创记录地增长了 55.8%，净利润增长 30%，达到 3050 万美元。与 2011 年第四季度相比，销售额持平，但净利润降低了 2%。

“2012 年第一季度我们取得了开门红。”IPG 总裁 Valentin Gapontsev 在一份声明中表示，“IPG 在用于材料加工的高功率激光器销售方面一直表现优秀，并且其他的应用需求也带动了业绩的增长。”

来自材料加工领域的销售业绩

约占 2012 年第一季度业绩的 84%，同比增长 19%，这得益于 IPG 高功率光纤激光器在切割、焊接、打标和雕刻领域的广泛应用。其他应用（电信、先进技术和医疗）较去年同期增长了 48%，这主要得益于多种大功率激光器的销售增长，该类激光系统同比增长 42%，其中北美、欧洲和中国地区的增长显著，其主要用于汽车制造领域。

“汽车制造业是业绩增长的主要驱动力，在北美，来自汽车制造商的订单越来越多。”IPG 公司 CFO Tim Mammen 表示，他指出汽车制造业中对激光焊接的需求将会继续增长。他还表示，激光切割在欧洲和中国的需求

将呈增长态势，其中中国消费电子制造商对中等功率激光器、脉冲激光器和 QCW 激光器的需求将会增长。

Gapontsev 博士表示，市场的订单需求持续强劲，IPG 今年第一季度的订单出货比超过了 1。从地域方面来看，北美制造商越来越多地使用光纤激光器用于材料加工，而在宏观经济不景气的背景下，欧洲和中国的业绩已高于预期，其中中国市场业绩已占总业绩的 27%。未来公司的目标是扩大用于精密加工的 QCW 激光器的销售。第一季度 QCW 激光器的销售额为 200 万美元。□





全方位激光产品 服务中国市场

——访通快（中国）有限公司激光技术总经理 Gunther Weinmann 先生

本刊编辑部

“中国工业激光市场正在快速增长。”通快（中国）有限公司激光技术总经理 Gunther Weinmann 先生，在三月举行的慕尼黑上海光博会期间接受本刊记者采访时表示。伴随着欧美国家的经济衰退，中国市场的重要性再度凸显。作为全球工业激光器和激光系统的领导者，通快在过去的两年间在中国市场赢得了不错的发展。目前，通快在中国市场的销售额已经突破 10 亿元人民币。

看重中国市场

谈到中国市场的变化，Gunther Weinmann 先生表示，与过去相比，现在中国工业用户的需求越来越高，很多制造商愈发注重产品质量，这种向高端发展的变化趋势将为激光加工提供更多机会。此外，Gunther 还指出，中国将会涌现出越来越多的自动化生产，因为中国的劳动力成本正在日益高涨，这将会迫使很多公司考虑采用更多的自动化生产操作。这种趋势同样也为激光加工带来了利好。中国激光市场正呈现出快速增长之势，通快公司也非常看重中国市场。为了更好地服务中国市场，通快已经在江苏太仓和广东东莞的工厂实现了很多产品的中国本土生产，并且还在去年进一步扩建了江苏太仓工厂，以此来为中国用户提供更便捷的激光加工工具。

汽车领域是块大蛋糕

应用驱动市场增长，汽车制造领



通快（中国）有限公司激光技术总经理 Gunther Weinmann 先生与本刊记者合影。

域将是一个非常巨大的市场。随着日本和欧美等汽车品牌在中国进行生产制造，以及中国国内汽车制造商的不断发展，中国已经成为全球最大的汽车生产制造国。激光加工已经遍布了汽车制造中涉及的诸多领域，从零部件打标、塑料焊接、喷油嘴焊接到发动机焊接，乃至车身焊接，激光加工工具以清洁、无损接触、可靠、节能等诸多内在优势，正在赢得越来越多汽车制造商的青睐。针对汽车制造这块大蛋糕，通快提供了多种解决方案。

在今年的慕尼黑上海光博会上，通快展示了诸多用于汽车制造领域的加工案例。如，其远程焊接解决方案，

具备绝佳的可用性和高生产力，可用于梅赛德斯、大众和奥迪旗下产品的车身、车门焊接（如图 1）；TruLaser Cell 7000/8000 系列柔性化激光系统，非常适合二维或者三维零部件以及管材加工，可以焊接或切割薄厚不同的汽车零部件（如图 2）。此外，还有用于动力总成部件加工的焊接、打标、划线及钻孔等更加广泛的解决方案。通快还在展台上展示了发动机部件、双离合器、双质量飞轮、差速齿轮（如图 3，为宝马汽车加工）等多种已加工好的零部件产品实物。

广泛的解决方案离不开技术的支持。通快是全球激光技术领域公认的领导者，拥有非常全面的产品组合，几十年来始终如一地通过不断创新和高质量的产品与服务，满足着用户各种各样的激光加工需求。

全方位的产品组合

通快拥有完备的产品组合，从激光单元和光路引导部件，到聚焦镜头组件和软件，甚至到整个激光加工系统，用户完全可以在通快这里获得一

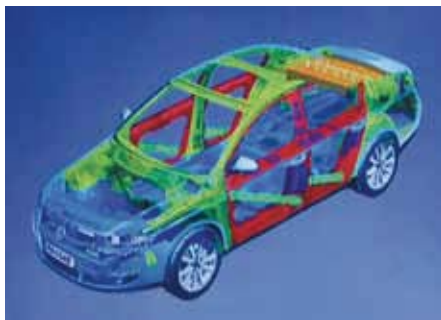


图1：用于大众和奥迪旗下汽车产品的车身、车门焊接。





图2: 车身零部件切割。



图3: 通快为宝马汽车加工的差速齿轮。

站式服务。

在激光器方面, 通快是全球少有的生产多种激光器的厂商, 从 CO₂ 激光器到半导体激光器、光纤激光器, 再到其独有的碟片式激光器, 通快以应有的光源迎接着任何挑战。多年来, CO₂ 激光器一直是高效加工不同材料的加工工具, 通快有用于切割金属薄板、木材之类的低功率产品, 也有功率高达 20kW、用于汽车及造船领域传动零件的可靠焊接超高功率产品。通快拥有功率范围 20W~16kW、连续和脉冲输出的固体激光器, 脉冲宽度可从毫秒到皮秒量级; 在需要连续大功率的高质量金属加工领域, 其独有的碟片式激光器表现卓越, 适用于焊接、钎焊以及高生产率的薄板材切割; 其 TruDiode 更以焊缝精确美观、加工高效的优点广泛用于焊接和钎焊; 其还有适用于高

速掐丝焊接和切割的 TruFiber 光纤激光器。此外, 还有适用于不同材料永久、高质量和独特打标的专用 TruMark 打标激光器。

除了完备的光源产品, 通快还为用户提供全面的激光加工系统。TruLaser Cell 系列产品, 能够满足大、中、小型二维和三维零部件的切割、焊接, 以及激光熔覆和精细轮廓快速成型; TruLaser Robot 系列机器人激光加工系统, 适用于复杂零件的焊接、切割与钎焊, 同时还能兼顾大规模和小批量生产; TruLaser 工作站则采用人体工程学设计, 适用于小型和小批量零部件的手动或半自动生产。

另外, 通快还提供光路引导产品, 包括可即插即用的激光传导光纤、适合不同应用的多种聚焦镜头, 满足用户的各种需求。

Gunther Weinmann 先生表示, 通

快会根据用户的具体应用需求, 提供最适合的激光解决方案。

乐观前景

Gunther Weinmann 先生表示, 激光将会在工业领域获得越来越多的应用, 汽车、太阳能、半导体等行业都是激光应用的热点市场。另外, 消费电子产品制造领域对激光工具的应用越来越多, 以智能手机、平板电脑等消费电子产品制造过程中, 激光在其零部件的切割、打标、钻孔等多种应用中都将大显身手。未来该领域的应用仍不容小窥。

谈到多种激光器产品的发展情况, Gunther Weinmann 先生认为多种激光器产品在市场上并存, 并且在过去的两年中, 每种产品都取得了很快的发展。他还特别指出, CO₂ 激光器仍将风靡很多年。□

通快慕尼黑上海光博会链接

2012 年 3 月 20-22 日, 通快中国成功参加在上海新国际博览中心举行的慕尼黑上海光博会。在所有参展商中, 通快中国的展台面积最大, 达 270 平方米, 并以“成功源于选择”的全新理念盛装亮相。展台由 6 个区域组成, 分别展示不同的技术。使用 3D PFO Station 的 TruDisk 3001,



TruLaser Station 3003 和 TruMicro 7050, TruMark Station 5000 和 TruMark 6130 以及使用 PFO Station 的 TruPulse 21 作为动态激光器展出。此外, 通快的合作伙伴 Fronius、KUKA 和 WEL 也在展台上一齐亮相。

展会的第二天, 通快成功接待了来自上海造船业的代表团, 代表团希望通快将来能多多举办此类活动。当天通快激光全球总经理 Peter Leibinger 也参观了通快展台。

在与光博会同期举办的第七届国际应用激光技术中国研讨会 (LPC) 上, 通快作为金牌赞助商, 由 Markus Lindemann 和 Holern Wang 发表了精彩演讲, 何煦辉博士担任分会主席。

今年来自各行业超过 300 名客户和潜在用户参观了通快展台。受到今年展会巨大成功的鼓舞, 通快准备未来继续参加光博会。





专注成就品质 品质赢得口碑

——访德国 DILAS 公司 CEO Marcel Marchiano 先生



德国 DILAS 公司 CEO
Marcel Marchiano 先生

“为用户提供质量稳定可靠、能够在 24×7 的工业应用环境中连续工作的产品，同时为客户提供专业的服务，

引领半导体激光器市场的发展，是我们的最终追求。”德国 DILAS 公司 CEO Marcel Marchiano 先生在接受采访时表示。1994 年成立的 DILAS 公司，经过十几年的发展，已经以可靠的产品质量和专业的团队服务赢得了客户的认可与信赖，成为了半导体激光器领域的佼佼者。获得如此快速的发展，与其对半导体激光器领域的潜心专注和以人为本、积极进取的企业文化密不可分。

潜心品质 着眼应用

Marcel Marchiano 先生表示，DILAS 是一家致力于为工业应用提供产品和服务的公司。对于工业应用来讲，产品质量至关重要。这是一个越来越注重品质的时代，特别是经过经济危机大潮的洗礼之后，很多企业更加意识到质量才是长久生存的根基。中国的制造企业已经开始从过去的价格竞争，转向了追求更高的产品质量。这无疑对 DILAS 是个利好趋势。

作为高功率半导体激光器领域的领导者，DILAS 始终非常注重产品研发，每年公司都在研发领域投入大

量的人力物力。“我们不会同时开发多种产品，而是专注于一个，尽全力做到最好，然后再做下一个。” Marcel Marchiano 说道。这也是 DILAS 与很多国内公司的不同之处，很多国内公司会同时开展几个研发项目，结果往往都不能做到最好。DILAS 这个非常简单的理念，让我想到了小时候背过的三字经“教之道，贵以专”。其实“贵以专”的又何止是教之道呢？我们的先古圣贤总结出的精华，却被一家德国公司发挥得淋漓尽致！想必这该为业内同人留下思考的空间。无可否认，DILAS 通过专注成就的牢固可靠的产品质量，已经在业内赢得了口碑，DILAS 已经成了高质量的代名词，其产品甚至获得了美国军方应用的认可。在高端产品中，DILAS 已经实现了 $1\text{kW}@200\mu\text{m}$ 的光纤耦合模块，而其质量仅有 1kg ！

当然，DILAS 是以应用为导向的公司，其研发都是有实际应用目标的，而不是单纯为了研发而研发。

除了开发高质量的产品外，DILAS 对半导体激光器领域的专注还体现在其拥有专业的销售服务团队。Marcel Marchiano 表示：“我们的团队成员都是激光相关领域的专业人士，并且拥有多年的丰富从业经验。我们会深入了解客户需求，从专业的角度为客户提供一套最适合的解决方案，甚至还会为客户提供很多分外的技术支持，客户买到的不单单是我们的产品，还会享受到很多能促

进其发展的增值服务，例如为客户提供免费的光学设计参考。我们是本着与客户长期合作的态度来做销售与服务工作的。”

另外，在产品生产方面，DILAS 除了拥有先进的封装技术和光束整形技术外，还在中国市场拥有国内一流的装配工人，这也是保证产品质量稳定可靠的一个重要环节。这一点也是令 DILAS 引以骄傲和自豪的。DILAS 几乎从不辞退员工，使得装配工人都拥有多年的装配经验，也因此练就了精湛的操作技艺。说到这一点，是与 Marcel Marchiano 先生的企业经营理念分不开的。

以人为本 诚信进取

Marcel Marchiano 先生认为，公司的价值并不是产品，而是员工！他认为大家走到一起做事，就是一个整体团队，不会轻易丢掉一员。即使是在经济危机期间，DILAS 也是选择和员工共渡难关，保持零裁员。这样的企业文化会让员工有一种归宿感，进而也激发出了极大的工作热情。公司从上到下都充满了一种积极高涨的工作氛围。

另外一点就是要讲诚信。Marcel Marchiano 先生表示：“我们会提供我们向客户所承诺的服务。”只有讲求诚信才会赢得客户的信任，才能与客户建立长久的合作关系。

在这种企业文化的领导下，Marcel Marchiano 先生非常有信心地





表示, DILAS 将会继续引领半导体激光器市场的发展。

关注两大领域

目前 DILAS 最为关注的是光纤激光器泵浦和半导体激光器直接应用这两大领域。

近几年光纤激光器市场的迅猛发展, 千瓦级光纤激光器泵浦已经发展成为了半导体激光器的一项巨大应用。目前, 国内研发生产光纤激光器的大部分科研院所和公司都青睐 DILAS 的产品作泵浦源, 因为其不但质量可靠, 而且还有助于简化光纤激光器的结构。针对该应用, DILAS 已经发布了 600W@200 μ m 的模块, 另外 1kW@200 μ m 的产品也已经开放成功! 目前, DILAS 在国内光纤激光器泵浦市场大约占据着 90% 以上的市场份额, Marcel Marchiano 先生表示希望今后能继续在该领域保持

领先, 这也是增长快速的一大潜力市场。

除了作泵浦源之外, 半导体激光器的直接应用也是 DILAS 的一大关注领域。在工业领域, 直接应用的高功率半导体激光器将会开辟更多的新市场, 如用于熔覆、硬化、焊接、表面处理等应用。DILAS 会深入了解市场需求, 研发有针对性的产品。

谈到今后有望快速增长的应用, Marcel Marchiano 先生表示, 太阳能硅片的加工质量检测、晶圆离子浓度掺杂以及 TFT 平板显示制造领域, 将是半导体激光器展示身手的新舞台, 并且这些应用的市场巨大。

中国市场发展策略

DILAS 已经在中国市场赢得了不错的发展。2011 年, DILAS 来自中国市场的收入, 已经超过了其总收入

的 10%, 预计 2012 年该比例将有望增长到 18%~20%, 其中工业应用市场将是重要的贡献者。未来几年的市场份额比例还会增长。

尽管近期中国的经济增长放缓, 但是这似乎对 DILAS 在中国的生意并没有什么影响, 中国将是 2012 年 DILAS 关注的一个重要市场。中国的客户已经越来越注重产品质量, 而不是价格, 这让 DILAS 的订单有增无减。为了更好地服务中国市场, DILAS 也在加紧在中国市场的发展脚步, Marcel Marchiano 先生透露, DILAS 会进一步扩大位于南京的生产工厂, 增加生产线。目前, 其生产新的生产大楼已经建成。南京工厂将生产新开发出的产品, 而这些产品并未在德国工厂生产。DILAS 已经在中国市场投入了更多资源, 以期未来在中国赢得更大发展。□

中视新闻滚动报道华工激光先进激光技术

4 月 30 日, 在中央电视台《朝闻天下》、《新闻直播间》“五一”专题报道“向劳动者致敬”节目中, 详细报道了华工激光的先进激光技术。

新闻表示, 以华工激光为代表的国内激光产业, 打破国外垄

断, 创造了中国激光史上 20 多个“第一”, 推动了中国激光产业的发展; 从 FARLEY•LASERLAB 大型激光切割焊接, 到激光精密微细加工, 再到激光表面处理 and 特种激光加工设备, 华工激光始终走在行业前列, 代表国家竞争力, 具备国际竞争力, 已经成为在世界上有重要影响力的激光企业。

新闻重点报道了华工激光自主研发的国内首套激光柔性再制造移动修复系统、自主研发的首台紫外激光器

以及将这台激光器集成在设备中的精密激光打标机。华工激光柔性再制造移动修复系统已应用到中海油海上石油钻井平台中, 通过国内领先的激光修复技术, 将原来只能报废的受损部件修复还原, 使用效果等同于新部件, 为客户挽回经济损失近 1 亿元。华工激光再制造技术, 正在推动中国制造业走向“循环经济”时代。

报道还介绍了华工激光自主研发的我国内首台紫外激光器, 此产品已经成功应用于“嫦娥二号”主要零部件的加工。紫外激光打标设备也广泛应用于太阳能光伏、半导体等多个行业, 实现微细元器件的精密加工。□





BWT BEIJING
北京凯普林



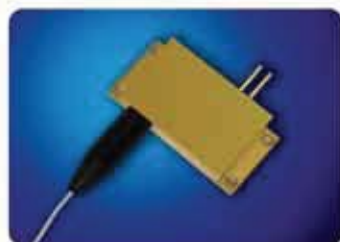
中国的光纤耦合专家

产品应用:

本公司产品广泛用于医疗、工业加工、监控显示、科研等多个领域，并且参与了北京奥运会大屏幕激光显示、高功率光纤激光器光源供应、计算机直接制版印刷等多个国内重大项目的研发。

服务范围:

本公司主要提供的产品有半导体激光器组件、半导体激光器电源、半导体激光器系统、固体激光器、光学耦合器等，波长由405nm至1550nm，1mw-50W出光功率，多样的封装形式，灵活的应用解决方案和全面、专业的技术服务，满足用户个性化需求。



北京凯普林光电科技有限公司

地址: 北京市丰台区科技园航丰路甲4号6层 邮编: 100070
电话: 010-83681053 传真: 010-83682949
邮箱: sales@bwt-bj.com 网址: http://www.bwt-bj.com



ISO9001:2008 certified





中国市场依然是关注的重点

——访德国 RAYLASE 公司首席执行官 Peter Von Jan 先生

本刊编辑部



德国 RAYLASE 公司首席执行官 Peter Von Jan 先生

记得第一次采访德国 RAYLASE 公司首席执行官 Peter Von Jan 先生是在 2010 年岁末，当时他那精神矍铄而又友善的长者形象，给我留下了深刻的印象。时隔一年多以后，在今年 3 月于上海举行的一年一度的慕尼黑上海光博会上，笔者再次有幸采访到了 Peter Von Jan 先生，听他讲述了 RAYLASE 在中国市场乃至亚洲市场的发展情况。

德国 RAYLASE 公司是全球领先的激光扫描振镜供应商，其产品凭借着可靠的质量在欧洲、亚洲市场都取得了不错的市场业绩，其中亚洲市场、特别是中国市场依然是公司重点关注的市场区域。

RAYLASE 公司在成立之初就看到了“金砖四国”的市场机会和发展潜力，特别是中国市场。在进入中国市场 5 年后，RAYLASE 于 2010 年将深圳代表处升级为子公司——瑞镭激光技术（深圳）有限公司，并于 2011 年在深圳工厂开始生产部分产品，为中国用户提供更加便捷和有利的服务。目前，深圳工厂主要生产 MINISCAN-10 和 SUPERSCAN-10 这两款产品，这也是中国客户需求较多的两款产品。本土化的生产与服务支持，让用户拥有更多的利好。

本次展会上，RAYLASE 展示了几款颇具特色的三维动态激光扫描振镜和最新推出的两轴激光扫描振镜。其中三维动态激光扫描振镜 AXIALSCAN-50-HP，能够承受 5kW 的激光功率，其将 Z 轴运动系统和 XY 轴扫描系统集成在一个单独的机身中，提供极小的光斑直径，特别适用于纺织品以及汽车电池等具有高精度要求的应用。此外，最新推出的 AXIALSCAN-12 三维动态激光扫描振镜，可在 100mm × 100mm~300mm × 300mm 的小幅面内，实现高速 3D 曲面打标。

同时，公司还推出了外观精美的 SUPERSCAN II 系列两轴激光扫描振镜，其拥有创新的叠式外壳，模块化的紧凑设计可选择水冷功能，从而降低漂移。扫描参数和规格可以根据客户需求自定义，同时无需改变振镜的大小尺

寸，具备极大的灵活性。SUPERSCAN-II 专为高端应用而设计，典型应用如雕刻、高速飞行加工以及高要求的微加工等。SUPERSCAN II-HS 专门针对超高速应用，其能实现高精度定位和长时间低漂移，而水冷选项功能能让振镜承受长时间的高功率应用，其典型应用包括飞行处理、打孔和快速成型等。

对于公司在中国市场的发展，Peter 先生表示，受到经济衰退以及中国经济发展放缓的影响，2011 年下半年开始，来自中国市场的订单开始减少，RAYLASE 的销售业绩受到了一定的影响，但是他相信这种情况会在短期内好转，中国依然是一个非常重要的市场。鉴于中国市场举足轻重的作用，RAYLASE 在中国市场拓展的足迹也在逐渐蔓延。2011 年底，RAYLASE 深圳子公司在武汉建立了代表处，Peter 表示，接下来 RAYLASE 还计划在苏州（或上海）以及北京建立新的代表处，为华东和华北地区的客户提供更便捷的服务。

在中国市场经过几年的发展之后，RAYLASE 已经意识到了中国市场不同于欧洲和美国市场的独特之处。中国是个很注重口碑的市场，除了提供高可靠的技术和产品外，要在中国市场获得立足并长久发展，本土化非常重要。本土化不单单是在中国实现产品的本地化生产、销售及支持服务，还包括深入了解中国的文化背景，为公司在中国市场的发展扫清因为文化差异造成的障碍。Peter 先生表示，他已经逐渐了解了很多有益于公司发展的中国文化。

谈及今后在中国市场的发展规划，Peter 先生指出，RAYLASE 将会继续在中国市场发展壮大，进一步提高中国工厂的产量，预计到 2015 年在中国市场实现 1 亿元人民币的销售目标。未来深圳子公司将有望成为 RAYLASE 在亚洲的中心。□



图：面向高端应用的 SUPERSCAN II 两轴激光扫描振镜。





VISIT US AT:

CLEO 2012

CLEO 2012
DATE: May 8-10



OPTATEC 2012
DATE: May 22-25



OPTO Taiwan 2012
DATE: JUN 19-21

CASTECH
福晶科技

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





New Products 新品展示

多功能单管光纤耦合半导体激光器

多功能单管光纤耦合连续半导体激光器 FCSE 系列, 使用具有高可靠性的单管半导体激光器, 采用高效率光纤耦合技术, 通过 200 μ m 光纤输出, 可靠输出功率达 10W。该模块采用平行封焊技术, 使产品密封性能良好。



此款产品内部集成了 PD、热敏电阻和红光指示, 从而实现输出光功率和温度的实时监控。红光指示可以很方便地定位输出光, 适用于医疗激光器系统及精密加工领域。

该系列耦合模块产品经过严格的光电性能测试及环境试验, 输出功率稳定, 光束质量好, 完全满足医疗、精密加工等应用需求。

西安炬光科技有限公司, www.focuslight.com.cn

可见光-近红外响应增强的科研级光谱仪

Maya2000 Pro-VIS-NIR 是一款峰值量子效率达 80%、在可见光-近红外区具有高灵敏度、响应极为出色的背照式二维面阵 CCD 光谱仪, 特别适用于低光度应用, 例如拉曼分析、半导体处理中的气体分析以及生命科学领域的生物样本测定。

Maya2000 Pro-VIS-NIR 的内核为具有低 etalon 效应的科研级探测器, 在 400~1100nm 范围内具备高量子效率。其他特点还包括: 可提供光谱仪和其他设备之间精确计时和同步的触发功能。用户可选择三种低抖动触发模式以及标准运行模式(自由连续光谱获取)。主要用于藉由脉冲光源获取光谱, 以及在样品通过生产线或传感器达到每种温度时实现光谱同步获取。

该光谱仪拥有 30 针接口和 10 个可编写数字输入/输出端口, 支持 RS-232 通讯。其升级的板载可编程高速 FPGA 控制器, 可实现触发等性能优势。

海洋光学, www.OceanOptics.com

适用于激光投影仪光源的高功率蓝光二极管

高功率激光二极管 PL TB450 采用 TO56 封装, 输出波长 450nm, 可精确生成所需的蓝光, 在室温条件下, 工作电流 1.2A, 输出功率高达 1.4W, 其主要应用领域是光通量超过 1000 流明的专业投影仪。此外, 还可广泛应用于舞台与装饰照明以及医疗等领域。

该款产品的光效率高达 27%, 工作中温度仅会少许上升, 因此拥有超长的使用寿命, 在 40℃ 的工作条件下, 最长可连续运行 10000 小时。长寿命有助于实现低能耗投影仪的免维护运行。

其在专业投影仪中的应用有多种方式: 通常是将红光 LED 与蓝光高功率激光器组合使用。当蓝光激光器激发特殊荧光粉以发出光线时, 即会产生绿光。由于红光也可通过这种方式生成, 因此, 如果需要更小巧的投影仪, 可采用这种方式设计出不含红光 LED 的投影仪光源。

欧司朗光电半导体, www.osram-os.cn



小型高功率直接半导体激光器

飞虹激光科技有限公司推出小型、高光束质量、高功率的直接输出半导体激光器, 外观尺寸为 410 $\times$ 115 $\times$ 130mm³, 输出功率 1kW, 重量仅 12kg, 机头体积小、机动灵活, 可直接安装在运动机构上, 直接输出激光, 无需光纤, 避免激光损耗及光纤耦合头易损坏的问题。

该产品采用电源、主控系统、水冷系统一体化设计, 电控水冷柜体积小 (770 $\times$ 870 $\times$ 1130mm³)、重量轻, 方便随时更换工位。

该半导体激光器的光束质量可达 10~30mm.mrad, 与固体激光器的光束质量相当。目前飞虹激光生产的半导体激光器额定输出功率最大已超过 4kW, 未来可达 10kW 以上。

飞虹激光科技有限公司, www.feihonglaser.com

Genesis系列多瓦可见光激光器

Genesis 系列可见光激光器, 可以在 514nm 提供 2W 和 4W 的输出功率。GenesisCX514 是首台在此旧式波长提供连续输出的多瓦固体激光器。其具有输出噪声低 (<0.1%)、TEM₀₀ 光束质量、并且完全遵从医疗器械法规等优点, 是工业 OEM 和科研的理想选择。

过去, 在连续波应用中 514nm 激光一直选用氩离子激光器。而现在 GenesisCX514 激光器体积更小, 效率是氩离子激光器的 25 倍, 并且不用冷却水。GenesisCX514 所需成本更低, 因为其预期寿命大于 20,000 小时, 比氩离子激光器长 3-4 倍。GenesisCX514 的输出功率可轻松





ufi
Approved
Event



LED EXPO展

SEPTEMBER 6-9, 2012

SHENZHEN CONVENTION & EXHIBITION CENTER • CHINA

2012年9月6-9日 深圳会展中心

CIOE
THE 14TH
CHINA INTERNATIONAL
OPTOELECTRONIC
EXPO
第14届中国国际光电博览会

同期展会 CONCURRENT EVENTS



OPTICAL
COMMUNICATIONS
EXPO
光通信展



LASERS & INFRARED
APPLICATIONS
EXPO
激光红外展



PRECISION
OPTICS
EXPO
精密光学展



ELECTRONICS
EXPO
消费品电子展

中国国际光电博览会组委会

CHINA INTERNATIONAL OPTOELECTRONIC EXPOSITION OFFICE

地址: 深圳市南山区海德三道海岸大厦东座607室 邮编: 518059

Add: Room 607, East Block, Coastal Building, Haide 3rd Road, Nanshan District, Shenzhen, Guangdong, 518059, China

传真(Fax): +86 755 8629 0951

E-Mail: cioe@cioe.cn

电话(Tel): 罗 亚 +86 755 8629 0863

苏 静 +86 755 8629 0454

更多详情请登陆 ■ WWW.CIOE.CN ■ WWW.OPTOCHINA.NET



New Products 新品展示

地在最大值的 10%~100% 范围内调节, 而且不影响光束质量或光束指向稳定性, 其稳定性小于 $2\mu\text{rad}/^\circ\text{C}$ 。

Genesis 激光器十分适于在生命科学和生物仪器领域基于荧光方面的应用, 同时也适用于泵浦染料和固态增益介质。

相干公司, www.coherent.com

面向金属材料加工的2kW光纤激光器

JK2000FL 为输出功率达 2kW 的光纤激光器, 其可使用芯径 100~300 μm 的光纤输出, 用于金属材料的切割与焊接。

JK2000FL 可切割 15mm 厚的低碳钢板 (LCS)、6mm 后的铝合金和 10mm 厚的不锈钢 (304SS), 也可焊接 8mm 厚的 LCS 和 304SS。在汽车制造领域,



JK2000FL 可用于车身拼焊、元件焊接、远程焊接和液压成型管切割; 在航天工业领域, JK2000FL 可用于飞行器外壳的激光熔覆及钛焊接。JK2000FL 可加快生产效率, 同时并不牺牲光束质量。

JK2000FL 的能量效率是 Nd:YAG 激光器的十倍以上, 这是因为其使用激光二极管泵浦, 具有超过 25% 的能量转换效率。另外, 其单个泵浦源的平均无故障时间超过 30 万小时, 从而使 JK2000FL 具有更长的生命周期。

JK2000FL 配有可拆卸的预准直传输光纤, 采用专利的防反射技术, 保护激光器在加工高反射材料 (如铝、铜、黄铜和钛) 时免受反射光的损伤。

JK Lasers, www.jklasers.com

适用于木材等非金属材料的激光切割机

ETC-1390 是适用于木材切割与雕刻的新型激光切割机, 其内部集成了一台国产的 70W CO₂ 激光器、两个激光头、一个 CO₂ 发生器、美国进口的步进电机及驱动器、水冷系统, 以及日本进口的直线导轨。ETC-1390 的雕刻面积为 1300×900mm², 雕刻速度高达 1500mm/s。并且其在不需要计算机控制的情况下, 就能完成大批量生产。

ETC-1390 还适用于切割、雕刻其他非金属材料, 如布料、皮革、亚克力、竹材、橡胶、水晶、瓷砖和玉石等。

东莞市东方激光科技有限公司, www.etlaser.com

用于固体激光器泵浦的VCSEL

Lasertel 公司发布新系列垂直腔表面发射半导体激光器 (VCSEL), 主要用于固体激光器的泵浦。

该系列 VCSEL 的输出波长为 808nm, 输出功率 1kW, 发射面积 1cm², 采用被动冷却方式。该系列 VCSEL 独有的封装解决方案, 使其能够在极端恶劣的环境中工作, 甚至能在温度非常高的环境下运作。

VCSEL 通常用于数据存储和电信领域, 因为受到功率的限制, 阻止了其在激光器泵浦等方面的应用。与边发射半导体激光器相比, VCSEL 产品具有如下优势: 如提供圆形光束、发散低、光谱宽度窄、寿命长, 并且能降低成本。

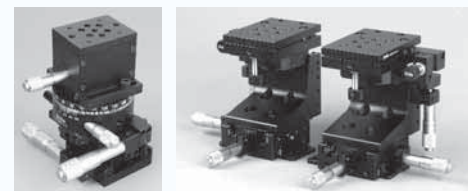
Lasertel, www.lasertel.com



卓立现在 着眼未来

<http://www.zolix.com.cn>

精密位移解决方案



高稳定光学镜架



精密隔振光学平台



Zolix 卓立汉光

北京卓立汉光仪器有限公司 (邮编: 101102)

地址: 北京市金桥产业基地联东U谷中试区68B

电话: (010) 56370168 传真: (010) 56370118

<http://www.zolix.com.cn> e-mail: info@zolix.com.cn

深圳分公司: Tel: (0755) 83293053

上海分公司: Tel: (021) 62227575

成都分公司: Tel: (028) 68080921

西安代表处: Tel: (029) 88320872



www.laserfocusworld.com.cn
广告索引 Advertisers & Web Index

Advertiser	广告商名称	网址	页码
A&P Instruments Co., Ltd.	科艺仪器有限公司	www.anpico.com	20
BWT Beijing Ltd.	北京凯普林光电科技有限公司	www.bwt-bj.com	38
Castech Inc.	福建福晶科技股份有限公司	www.castech.com	40
CIOE	第14届中国国际光电博览会	www.cioe.cn/optochina.net	42
Coherent (Beijing) Commerical Co., Ltd.	相干 (北京) 商业有限公司	www.coherent.com.cn	IFC
Edmund Optics Singapore Pte Ltd.		www.edmundoptics.cn	6
Mitsubishi Electric Automation (China) Ltd.	三菱电机自动化 (中国) 有限公司	www.meach.cn	1
PCO AG		www.pco.de	15
Pinnacle Scientific (China) Corporation	顶尖科仪 (中国) 股份有限公司	www.psci.cn	25
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	17
Spectra-Physics, A Newport Corporation Brand		www.newport.com/spirit-5	7
Stanford Research Systems		www.thinkSRS.com	5
Zolix Instruments Co., Ltd.	北京卓立汉光仪器有限公司	www.zolix.com.cn	43

行政及销售人员 Administration & Sales Offices

行政人员 Administration

HK Office (香港办公室)

ACT International (雅时国际商务)
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
Conard Holton
cholton@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 Swit-
zerland 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





LIGHTWAVE[®] CHINA 光波通信

最新推出电子书(eMagazine)

www.lwc.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](#)

LIGHTWAVE CHINA
光波通信

讨论区 BBS | 广告索引 Ad Index | 目录 Content P.19-31 P.33-37 | 推荐朋友 Refer a friend | 免费赠阅 Subscribe

ACT

LIGHTWAVE[®] CHINA

光波通信

www.lwc.com.cn

2012年4/5月
第10卷 第2期 总第56期
ISSN: 1814-1552

世界光通信技术、应用、市场、产品报道和分析

**100G 相干
网络的测试**



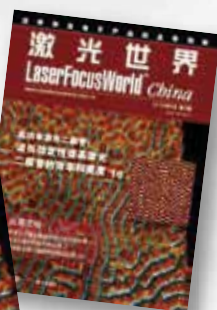


激光世界

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

激光世界
LaserFocusWorld China

讨论区
BBS

广告索引
Ad Index

目录
Content
P.19-31 P.33-37

推荐朋友
Refer a friend

免费赠阅
Subscribe

ACT

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5月 第3期

ISSN: 1617-6917

