光学和光电子产业的主导刊物

激光世界

LaserFocusWorld® China

www.laserfocusworld.com.cn

2014年5月 第3期

ISSN: 1817-6917



激光二极管输出几乎覆盖了整个可见光谱 14

- 激光二极管正确使用指南 10
- 3C光纤改进大模场面积MOPA设计 17
- 三轴扫描技术实现要求严苛的激光材料加工 20

ACT PennWell®



4020RX

可靠 Reliable

精炼 Refined

革新 Revolution

2-Dimensional Laser Processing Systems

2014CIMES北京机床展
6月18日~6月22日
W2-B201

二氧化碳二维激光加工机

提高生产效率
新型穿孔、FAB控制以及F-CUT技术大幅缩短加工时间

运行成本降低
新型条件、eco模式以及新型清洁技术大幅降低了能耗

现场应对灵活
简易嵌套、残材分解以及一键式2次切割极大方便了操作者

可对应 4×2M工件

http://cn.mitsubishielectric.com/fa/zh/

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

三菱电机 MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better

为锂离子电池零部件切割11微米的铜箔

NuQ™
Fiber Marking Lasers

When Beam Quality Matters
光束品质，决定标记品质

NuQ系列标记用光纤激光器，采用Nufern精密匹配光纤，提供最佳的光束品质并且保证：

- 最清洁的雕刻
- 最大的景深
- 最快的薄片切割
- 最精细的标记
- 最稳定的效果



NUFERN
866.466.0214 / www.nufern.com

为生产能力的最大化而生！

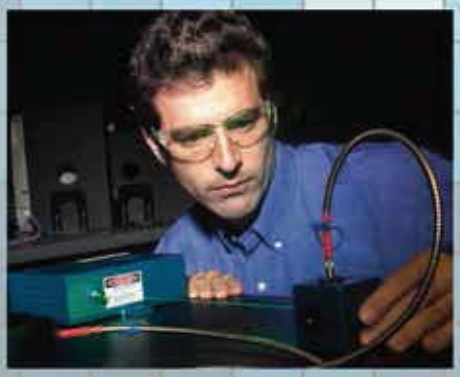
rofin 集团成员企业

详情请洽：德商罗芬激光技术（上海）有限公司 Tel:86-21-68552216 info@rofin-baasel.com.cn

Ocean 海洋 Optics 光学
美国海洋光学助力
新型激光焊接控制



"HR2000+" 微型光谱仪
• 原位 • 实时
• 在线 • 快速



基于海洋光学微型光谱仪小巧、便携、快速的特点，科学家们开发了一种用于CO_2激光焊接机的闭环控制系统。该系统采用海洋光学的微型光谱仪校正测量的电子温度，通过穿透深度和电子温度的对应关系，控制激光的能量来稳定激光焊接过程中的穿透深度。

电话：400 623 2690
asiasales@oceanoptics.com

激光世界
LaserFocusWorld China
2014 年 5 月 第三期
www.laserfocusworld.com.cn

目录

应用天地

10 **激光二极管**
激光二极管正确使用指南

封面故事

14 **可见光激光二极管**
激光二极管输出几乎覆盖了整个可见光谱

技术中心

17 **特种光纤**
3C 光纤改进大模场面积 MOPA 设计

20 **扫描振镜**
三轴扫描技术实现要求严苛的激光材料加工

22 **光纤激光器**
光子晶体和大模场光纤推动超快光纤激光器的能量达到毫焦量级

业界访谈

25 **以技术创新和卓越品质赢得市场**
——访北京凯普林光电科技有限公司副总裁兼技术总监杨朝栋先生

27 **不懈创新 帮助客户营利**
——访深圳激扬光电有限公司首席技术官 Andy Piper 博士

29 **寻求差异化的发展之路**
——访江苏天元激光科技有限公司总经理李丰博士

30 **继续谱写半导体激光器领域的成功乐章**
——德国 Jenoptik Laser 公司副总裁 Jurgen Sebastian 博士

32 **通过服务创造价值对客户负责**
——访东隆科技有限公司总经理王辉文先生

34 **科医人享瘦纤体设备隆重上市**

5 **编者的话**
6 **新闻动态**
8 **前沿简讯**
38 **产品撷英**
40 **广告索引**

关于《激光世界》

《激光世界》杂志创刊于 2005 年，是世界著名杂志《Laser FocusWorld》杂志的中文版本，也是在中国市场为激光与光电子行业的工程师、研究人员、科学家以及专业技术人员提供的专业期刊。《激光世界》的内容涵盖全球激光与光电子技术、工业与科研应用、市场信息以及中国本地市场的相关报道。

《激光世界》采用简体中文印刷，双月刊，每期发行量超过 8,600 册，面向激光与光电子行业内合格的读者群。同时，我们的电子杂志和网站将覆盖更广泛的读者群。

请查询本刊专业网站：www.laserfocusworld.com.cn。

激光世界 LaserFocusWorld China
May 2014 Issue 3
www.laserfocusworld.com.cn

CONTENTS

APPLICATIONS

10 **Laser Diodes**
Laser diode operation 101: A user's guide

COVER STORY

14 **Visible Laser Diodes**
Laser diodes (almost) encompass the entire visible spectrum

TECHNOLOGIES CENTER

17 **Fiber Lasers**
3C optical fibers improve large-mode-area MOPA designs

20 **Scanners**
Three-axis laser scanning technology improves demanding materials processing applications

22 **Fiber Lasers**
Ultrafast fiber lasers reach millijoule energies with PC and LMA fibers

INTERVIEWS

25 **Try to win the market by technology innovations and superior quality**
——Interview Mr. Chaodong Yang, Vice President and CTO of BWT

27 **Relentless innovation to help customers gain profit**
——Interview Dr. Andy Piper, CTO of iLuma Photonics

29 **Seeking differentiated development path**
——Interview Dr. Li Feng, General Manager of Jiangsu Skyeralaser Technology

30 **Continuing the success in the area of diode lasers**
——Interview Dr. Jurgen Sebastian, vice president of Jenoptik Laser

32 **Creating value through service and be responsible for customers**
——Interview Mr. Huiwen Wang, General Manager of ETSC

34 **Lumenis release body slimming device to the market**

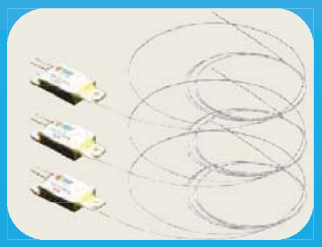
5 EDITOR'S NOTES
6 NEWS UPDATES
8 LEADING EDGE SNAPSHOTS
38 PRODUCTS HIGHLIGHT
40 Ad Index

About Laser Focus World China
Published since 2005, Laser Focus World China, the Chinese editionof the world famous Laser Focus World magazine, is the professional magazine for engineers, researchers, scientists, and technical professionalsin China. It provides comprehensive global coverage of optoelectronictechnologies, industrial and R&D applications, and market information. The editorial content licensed exclusively from Laser Focus World magazine is supplement by content generated by our own editors in China.
Laser Focus World China is published every other month in simplified Chinese and distributed to over 8,600 qualified optoelectronics professionals in China. Through our digital magazine and website we provide coverage to an even larger audience base. Please visit our relevant website, www.laserfocusworld.com.cn.

Laser Focus World China, ISSN 1817-6917 is published bi-monthly by ACT International, Unit B, 13/F, Por Yen Building, No. 478 Castle Peak Road, Cheung Sha Wan, 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.

SkyEra 天元激光

天元激光，点亮世界每一角落！



10-30W 半导体激光器模块
0.22NA 应用：光纤激光器泵浦源



10-30W 调 Q 脉冲光纤激光器
应用：打标 焊接 精密加工 特殊材料处理

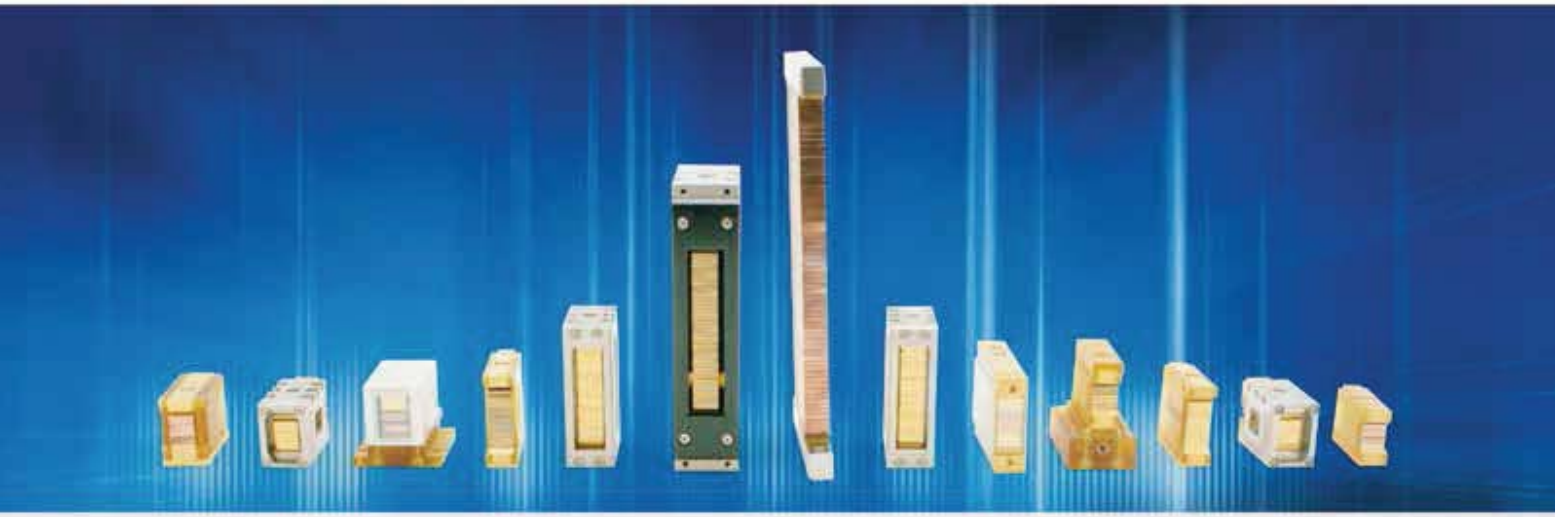


1000W 单模连续光纤激光器
应用：切割 焊接 钎焊 热处理

江苏天元激光科技有限公司
SkyEra Laser Technologies Inc.
江苏省丹阳市高新技术产业集中区 8 号
0511-8673 8588 转 8700
zyqin@skyeralaser.com | www.skyeralaser.com

FOCUSLIGHT®
Never stop exploring

VS
水冷垂直叠阵系列



炬光科技的VS系列产品和解决方案已经被全球上百个客户广泛使用，在脱毛领域内已经成为客户的首选合作伙伴。在金属表面处理、固体激光器泵浦、科研等领域内也得到了广泛认可，并迅速发展。


医疗美容


材料加工


泵浦


科研

优异的热管理能力： 高可靠性，长寿命，高光电转化率，高性价比
低应力和低非线性度封装： 高质量和高可靠性，长寿命；高稳定性，高光束质量
均匀的光斑输出： 避免功率不均匀造成的局部损伤；高质量的处理效果
高输出功率（CW>6kW, QCW>10kW）： 高泵浦能力，高效率的材料表面处理能力
高光电转换效率： 低能耗

Your Trusted Partner

地　　址：中国 · 陕西西安高新区新型工业园信息大道17号
销售专线：+86 29 8888 1149
传　　真：+86 29 8888 7075
邮　　箱：sales@focuslight.com.cn
网　　址：www.focuslight.com.cn

编者的话/Editor's Notes

最具发展潜力的激光源

自从1960年代世界上第一台红宝石激光器诞生到现在，经过了50多年的发展，激光器产品在种类方面已经得以发展壮大。除了采用各种增益晶体的固体激光器外，以CO_2激光器为首的气体激光器、半导体激光器、碟片激光器及光纤激光器都在市场上赢得了各自不同程度的发展舞台。

最近几年，在光纤激光器在市场上发展得热火朝天的同时，作为光纤激光器泵浦源的半导体激光器获得了长足的进步，其在转换效率高、光束质量、输出功率以及输出波长方面都在不断向前发展。如果未来半导体激光器能够解决光束质量方面的问题，那么加上其在转换效率、体积甚至功率方面的优势，将会使其迎来巨大的发展潜力，甚至会在很多领域与其他光源相竞争。

在本期的封面故事中，主要介绍了输出波长位于可见光波段的半导体激光器及其应用。基于AlGaInP的红光半导体激光器，其输出波长可覆盖从可见光的边缘到短至633nm；基于GaN的半导体激光器，其输出波长从紫外到大于500nm，能够发射紫光、蓝光和绿光。当然，目前尚没有商品化的黄光或橙光产品。半导体激光器的商品化形式有单管、巴条、阵列及模块等，其应用已经覆盖了从简单的鼠标、指示器、CD播放机、光存储到更加高端的激光投影与显示、印刷、医疗、固体激光器及光纤激光器泵浦、医疗、生命科学以及机器视觉等越来越广泛的领域。文章中，Power Technology、DILAS、Coherent、Toptica Photonics等公司分别在产品和应用方面做了介绍。

据市场研究公司Strategies Unlimited报道，目前中红外激光器市场增长速度比总体激光器市场快四倍。中红外激光器获得很多新应用，其中最明显的一个例子就是中红外量子级联激光器。性能的提升和价格的下降，已经使量子级联激光器对红外对抗和光谱学应用颇具吸引力，涉及的应用领域包括军事、医疗、科研、安全监测、污染监测等。

此外本期的应用天地栏目中，读者还将了解到如何正确使用半导体激光器。文章较为详细地介绍了选择驱动器、温度控制器、接线、极限值设定及安全使用等注意事项。

另外在三月慕尼黑上海光博会上，笔者还有幸走访到了北京凯普林光电、德国Jenoptik Laser、江苏天元激光等公司的高层，他们均非常看好半导体激光器的未来，特别是在光束质量得以改善、功率提高的情况下，半导体激光器的直接应用也将为其开辟巨大的发展潜力。❑

本刊编辑部

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
© 2014 版权所有 翻印必究

新闻动态/News Updates

炬光科技发明专利获美国专利授权

西安炬光科技有限公司发明专利“HIGH-POWER SEMICONDUCTOR LASTER AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME”正式获得美国专利商标局授权，专利号为 US 8638827 B2。

该发明专利提出了一种单发射腔高功率半导体激光器结构设计方法，是炬光科技自主研发的 F-mount 半导体激光器系列产品的核心技术，该系列产品使用无铟化技术，具有高功率、高可靠性和客户使用方便等优点。该系列产品已广泛应用于固体激光泵浦、激光显示、激光测距、激光夜视等领域。

CO_2激光器实现复杂玻璃部件的焊接

由于结构复杂的玻璃部件在自动化生产过程中受到限制，因此德国汉诺威激光中心（LZH）的科学家已开发出了一种硼硅玻璃和石英玻璃的激光焊接过程。结果表明，这项新工艺非常适合自动化生产。

在大多数情况下，复杂的玻璃部件是以手工方式用气体火焰制造的。因为该方法不能完全控制，因此质量无法保证。为了实现复杂玻璃部件的自动化生产，LZH 的激光加工过程包含了温度控制，在焊接过程中以预先定义的方式调节部件的粘度：CO_2 激光源提供了所需的热能，温度是通过高温计无接触测量的。

在焊接过程中，玻璃粉末作为一种填充材料。这样玻璃粉末被熔化，并形成均匀的焊缝和恒定的焊缝高度。新工艺能实现各种部件焊接，如对接接头、角接接头及 L 型角焊接等。

通快INTECH中国参观团取得重大成功

通快内部 INTECH 活动于 2014 年 3 月 25-29 日在通快德国迪琴根总部举行。此次活动超越了所有人的期待，约 2500 名参观者前来参加 INTECH 展览。在众多参观者中，有一个由 30 名来自顶尖大学和行业公司的人员组成的中国参观团。这是通快（中国）有限公司激光技术部首次组织参观团访问通快 INTECH，并且取得了巨大成功。



中国参观团同时也参观了通快其他地区的工厂。参观团成员对通快创新精神以及完整的激光应用和产品组合印象深刻。另外，这次活动加强了参观团成员和通快之间的技术交流。他们对这次活动赞许有嘉。中国光学学会激光加工委员会主席王又良先生评价道：“通快公司为中德激光产业播下的交流学习的种子，必将在商业上有丰硕的收获。”

INTECH 活动最早 1982 年在通快迪琴根总部举办。但是“INTECH”这个名字是后来才诞生的。一开始，它被称为“演示周”。通快每年邀请老客户和潜在新客户参观总部和产品展示。

三菱电机即将闪亮登场2014CIMES北京机床展

2014CIMES 北京机床展将于 6 月 18 日～ 22 日在北京新中国国际展览中心举办。三菱电机将在此次展会上首次展示其 4020RX 系列激光加工机，是继先进的 3015eX 系列激光加工机之后推出的全新产品。秉承可靠、精炼、革新的开发理念，提高了生产效率，降低了运行成本，也可灵活地对应现场加工，可对应 4m × 2m 范围的工件，大大提高了加工范围。

此外，三菱电机也将为您呈现高速高精度的 NC 产品，灵活便捷的机器人动态演示和高速高精度 3D 滚齿演示 DEMO 伺服系统，将给您带来无限惊喜。

2025年3D打印市场将比现在翻两番达到120亿美元

来自市场研究公司 Lux Research 的报告显示，主要受航空航天、医疗、汽车、消费品、建筑及电子行业增长的驱动，到 2025 年，3D 打印市场的总体规模将比现在翻两番，达到 120 亿美元。其中，3D 打印机的市场规模将为 32 亿美元、打印材料为 20 亿美元，另外 70 亿美元来自生产的部件。

Lux Research 的分析师根据特定行业使用的材料及市场需求、新材料的历史采用率、以及对 3D 打印产业链上近 100 家实体企业的采访结果，创建了一个分析模型。主要分析结果包括：

• 所谓的“Razor/Blade”模式是一大障碍。如同传统的 2D 打印机制造商一样，3D 打印机制造商往往以超高的价格（高出 10~100 倍）销售配方材料。当公司只用 3D 打印机进行产品原型打印时，这种方法是可以接受的；但是对于用 3D 打印机生产部件的厂商来讲，它仍然是一个主要的障碍，市场上

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

领先的厂商如3D System、Stratasys和EOS均限制第三方材料供应商进入市场。

• 四家 3D 打印机制造商主导着整个市场。目前，市场上只有四家 3D 打印机制造商在技术和业务层面占据主导类别：3D System、Stratasys、EOS 和 Arcam。这四家占据了 31%的打印机市场份额。其中，Arcam 是通过其开放式材料供应模式脱颖而出的。另外还有一些独立的材料供应商，包括 Raymor Industries、Taulman 3D、Made Solid 和 Ceralink 都颇具发展潜力，但是没有一个占据主导地位。

• 专利到期将推动市场增长。2006 年，一些早期的专利到期，使得 Makerbot 等公司推出了成本较低的桌面打印机、Shapeways 等公司推出了面向消费者的 3D 印刷服务，使得人们对 3D 打印技术广受关注。在 3D 打印市场还将迎来一个更大的转变：随着未来三年内其他关键 3D 打印技术方面的专利开始到期，3D 打印技术的成本将会进一步降低，用户将会有更多的选择范围。

IPG首季度营收同比增20% 光纤激光器需求强劲

IPG Photonis 公司公布其截至 2014 年 3 月 31 日的第一季度业绩。该季度的销售收入为 1.706 亿美元，同比增长 20%；毛利率为 52.3%，同比下滑 1%；净收入为 4050 万美元，同比增加 15%。

IPG 表示，高功率光纤激光器的强劲需求推动了公司该季度销售收入的增长。在切割、焊接及激光添加制造等应用中，光纤激光技术正持续取代传统激光技术和非激光技术。

对于 2014 年第二季度，IPG 预计销售收入将在 1.73 亿美元到 1.88 亿美元之间。

Strategies Unlimited：中红外激光器市场增长速度比总体激光器市场快四倍

中红外激光器市场在整个激光器市场中只占据很小的一部分，但是其增长速度却几乎比总体激光器市场快四倍。在技术创新的驱动下，中红外激光器市场正成为一个更具活力和令人兴奋的激光器市场。

中红外激光被定义为位于近红外和远红外波段之间的光谱，现在每年中红外激光器大约占据 10 亿美元的激光器总收入。在这部分中，不包括用于材料加工的 CO_2 激光器，包括广泛的中红外激光应用，从军事到感应到医疗，每年的总收入增长接近 20%。

中红外激光具有很多有趣的技术应用。许多中红外激光器、探测器和传感器需要低温冷却来操作，导致体积、重量和成本的增加。此外，生产能传输波长大于 2μm 光的光纤非常昂贵，这也影响了 CO_2 激光器在材料加工领域的应用。

在过去的五年中，中红外激光器、中红外传输光纤以及中红外传感器和成像仪都大大发展。现在，这些设备大多能在室温下操作，体积、重量大幅缩减，成本也已经下降。这为中红外激光器开辟出了很多仅仅在几年前还不可能实现的应用领域。

RFH LASER 瑞丰恒激光
高品质 高可靠 高性价比
工业级紫外固体激光器系列
—— 优越的光束质量（M²<1.2），在所有的频率范围内都严格保证
—— 在线刷新谐波控制技术，超长时间的功率稳定性
—— 独特的调Q控制技术，适合各种激光应用控制需求
—— 全数字智能电源控制技术，可通过RS232外部控制激光器
—— 工业化产品流程生产控制技术，产品质量稳定可靠


Mburn 355 (1.5w-5.0w) 脉冲宽度 (<6ns@40k)


Excellent 355 (2.0w-10.0w) 脉冲宽度 (<16ns@40k)


Expert 355 (1.0w-3.0w) 脉冲宽度 (<40ns@30k)

深圳市瑞丰恒科技发展有限公司
地址: 深圳市南山区高新技术产业园中区M10二楼
电话: 0755-86375012, 18928466502, 86375016
传真: 0755-86028961
邮箱: sales@rfhlasertech.com
www.rfhlasertech.com

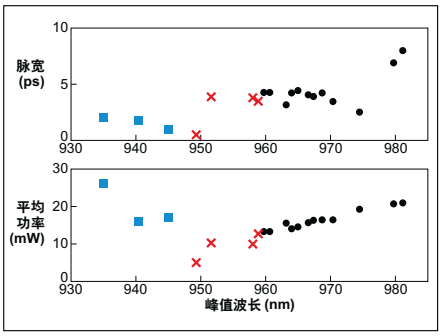
前沿简讯 Leading Edge Snapshots

石墨烯锁模 VECSEL 实现宽调谐范围

作者：Gail Overton

近红外垂直外腔面发射激光器（VECSEL）通常利用半导体可饱和吸收镜（SESAM）锁模；然而另一种新的锁模方法是使用石墨烯可饱和吸收镜（GSAM）。苏黎世联邦理工学院、剑桥大学和韩国成均馆大学的研究人员，利用 GSAM 锁模的 VECSEL 实现了 21nm 的调谐范围——该值超过了最新报道的利用 SESAM 锁模的 VECSEL 的性能。

该 GSAM 是由以 CVD 技术生长的单层石墨烯薄片制备而成。面积为 100mm^2 的石墨烯薄片随后被转移到在 930~1010nm 波段具有高反射率的分布式布拉格反射镜（DBR）上。然后，将中心波长在 940nm（蓝色方块）、950nm（红色 x 符号）和 970nm（黑色圆圈）的 VECSEL 增益芯片，安置在一个折叠镜腔中，该腔具有高反镜、输出耦合镜、用作端镜的 GSAM，以及用作调谐装置的腔内标准具。970nm 处的增益结构具有最宽的调谐范围（21nm），平均输出功率 13~21mW。在所有的结构中，都观察到了重复频率为 1.5GHz、脉宽短至 473fs（无标准具）的稳定锁模。使用上述三种不同的 VECSEL 芯片，可以将调谐范围扩展到 46nm。更多详情，请联系 Christian A. Zaugg，atzauggc@phys.ethz.ch。❑

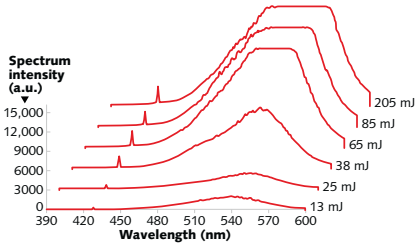


800nm 飞秒激光脉冲泵浦大气产生激光

作者：John Wallace

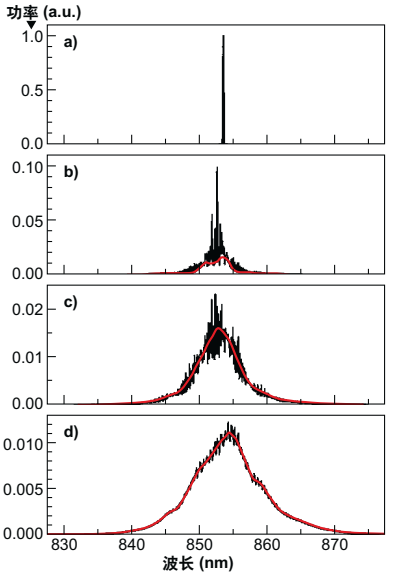
法国巴黎高科先进技术学校、法国国家科学研究中心和巴黎理工大学（ENSTA ParisTech/CNRS/Ecole Polytechnique 的科学家们利用 800nm 的飞秒激光脉冲泵浦环境大气，并实现了激光输出。巴黎理工大学的 Enstamobile 激光器系统输出了直径 40mm 的光束（该装置产生了 50fs 的脉冲，能量高达 300mJ），并由一个焦距 100cm 的凸透镜聚焦，在空气中形成等离子体丝，进而发射出峰值波长大于 650nm 的超连续谱白光。返回光被滤光以去除红外泵浦辐射和大部分超连续谱，然后被耦合进入光纤光谱仪中。

13mJ 的脉冲能量导致在 428nm 出现弱激光线；随着脉冲能量的增加，该激光线变得更强，并向更长的波长移动。在 1.5TW 的泵浦脉冲峰值功率下，大气激光器的输出开始饱和。测量的激光线宽为 1.2nm，但该值可能受到了光谱仪的限制；理论上的线宽可能为 0.1nm 量级。该激光线是由大气中的氮气（N_2）从第二激发态到基态的跃迁产生的。等离子体丝内的光学增益估计至少为 0.7cm^{-1}，并且有可能更高。每个脉冲的激光辐射能量约为 2.6 μJ，转换效率为 3.5×10^{-5}。该效应在遥感领域可能具有潜在作用。更多详情请联系 Yi Liu，yi.liu@ENSTA-paristech.fr。❑



注入式 SLD 光源拓宽用于 OCT 的激光二极管的光谱

作者：John Wallace



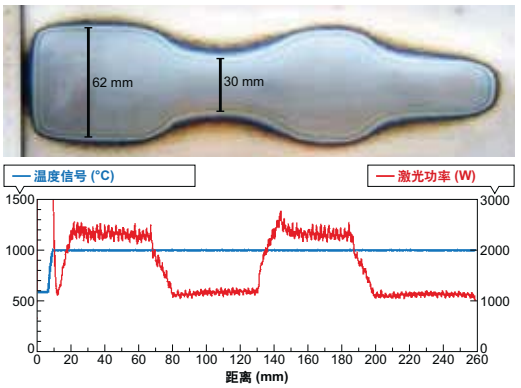
对光学相干断层扫描（OCT）和光学陀螺仪而言，基于超发光二极管（SLD）的非相干光源是非常有用的。然而，典型的 SLD 产生的最大光学输出只有几毫瓦到几十毫瓦。日本国家计量研究所（National Metrology Institute of Japan）的研究人员已经制造出了更加强大的非相干光源，他们从 SLD（主）获得了 2.7mW 的光学输出，并将其注入到激光二极管（从）中，产生了中心波长约 855nm、光谱线宽为 7nm、光学功率为 140mW 的非相干输出。将激光二极管的功率减小至 15mW，光谱线宽能拓展至 12nm。

SLD 本身具有 50nm 量级的光谱线宽。当没有主（SLD）光源输入时，从（激光二极管）光源光谱显示了典型的极窄的激光二极管线宽（a）。将主光源功率增加到 0.3mW 时，窄峰中开始加入更宽波段的光谱（b）。将主光功率增加到 0.8mW 时，窄激光线被消除（c）。将主光功率增加到 SLD 的最大值 2.7mW 时，产生了更加平滑的宽峰（d）。由于从激光二极管的光功率输出基本上独立于主 SLD 的输入功率，研究人员相信，这并非是主光源的受激发射，而是从激光二极管的光谱简单地被主光源输入所展宽。更多详情请联系 Akifumi Takamizawa，akifumi.takamizawa@aist.go.jp。❑

激光变焦光学元件实现实时加工

作者：Gail Overton

材料加工依赖于不同的光学激光光束传输系统，以确保到达工件的光束具有合适的光束轮廓。尽管通过可互换的光学元件能够调节光束轮廓和焦斑尺寸，但这是一个手动且耗时的过程；相比之下，Laserline 公司的变焦均化器能提供矩形的平顶焦斑。在运行中，它在一个或两个轴上能够变化十倍，因而仅通过一个光学元件，就能够获得多种焦斑尺寸和比例。这使得它在热处理或熔覆应用中特别有用。



变焦均化器采用密封水冷结构，体积为 135mm × 137mm × 300mm，能在工业环境中实现简单、可靠的操作，其总重量不超过 8kg。它专门设计用于 Laserline 的光纤耦合半导体激光器，可与功率水平高达 10kW 的激光器配合使用。光学均化器元件在光学元件内的机械运动，使得激光焦斑的宽度和 / 或高度可在一秒内动态缩放，同时保持均匀的能量分布。可以获得长达 180mm 的线形，以及尺寸达 80mm × 80mm 的矩形。Laserline 提供几种选件，可以集成到任何机器控制系统中，用于远程控制焦斑尺寸。另外还有允许闭环温度控制的测温仪可供选择。更多详情请联系 Wolfgang Todt，wolfgang.todt@laserline-inc.com。❑

激光二极管

激光二极管正确使用指南

随着激光技术的应用越来越普遍，逐渐有越来越多的终端用户开始接触激光器，但是用户对安全、有效和稳定地操作激光器的独特要求并不熟悉。

作者：Paul Corr，Patrick Klima；Arroyo Instruments公司

在过去的二十年中，激光器取得了从实验室到生产领域的转变，作为工业工具在数百种应用中发挥作用。随着激光技术的应用越来越普遍，有越来越多新的终端用户开始首次接触激光器。尽管这些终端用户对自身所从事的领域有着充分的了解，但他们可能对如何使用激光器知之甚少，因此让用户了解如何利用激光二极管光源产生一致和优化的功率，将让用户受益匪浅。

激光二极管系统的组成包括激光器本身、激光二极管驱动器、激光器安装座，在大多数应用中还包括温度控制器。这些组件具有各自特定的选择标准。激光二极管本身通常由终端应用所确定，本文假设激光二极管模块的类型（这里简单地称为“激光器”）是已知的。

激光二极管驱动器

对激光二极管驱动器最基本的要求是提供电流。制造商提供的激光器数据表中，会标出激光器所需要的电流。

激光器性能是流过器件电流的直接反映。您的应用将决定所需要的精度、稳定性和分辨率水平。当选择具有明显更高输出电流的激光二极管驱动器时，可以为未来的应用提供灵活性，工作于驱动器额定值较高部分时，将在精度、噪声和分辨率方面提供最佳性能。

由于激光二极管忠实地再现输入电流，激光二极管驱动器的噪声将反映在激光二极管的光学输出噪声上。选择低噪声的激光二极管驱动器，将最大限度地发挥其效用。

除了满足激光器特定的电流和噪声要求外，激光二极管驱动器还贡献了许多必要的运行和安全功能，使得系统、尤其是激光器，能够安全稳定地运行。

核心部件的独立隔离是激光二极管驱动器的一项至关重要的属性，以避免接地回路和其他不可预知因素引起的潜在损害。通过用户输入和驱动器输出之间的光学隔离或电气绝缘，驱动器将去除通过该驱动器的控制电子器件，或通过激光二极管的任何可能接地回路。尤其是调制输入这个接地回路的公共源，应当将其隔离。

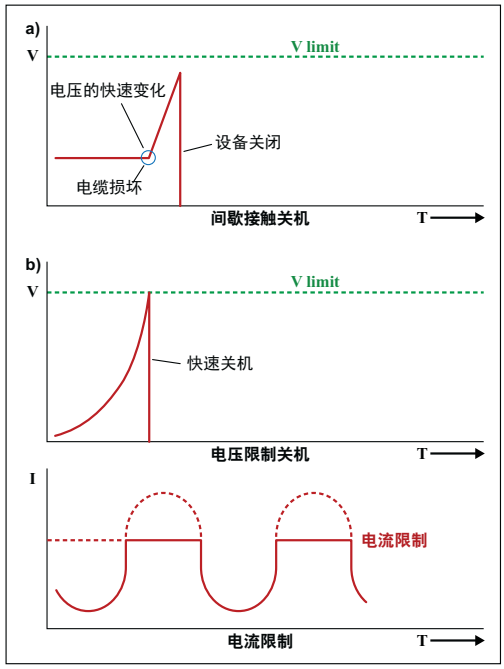


图1：当超过电压极限时，激光二极管驱动器电压限制（b）关闭激光器；而间歇接触保护措施（a）测量电压的变化率，甚至能以快于纯电压限制的速度关闭激光器。

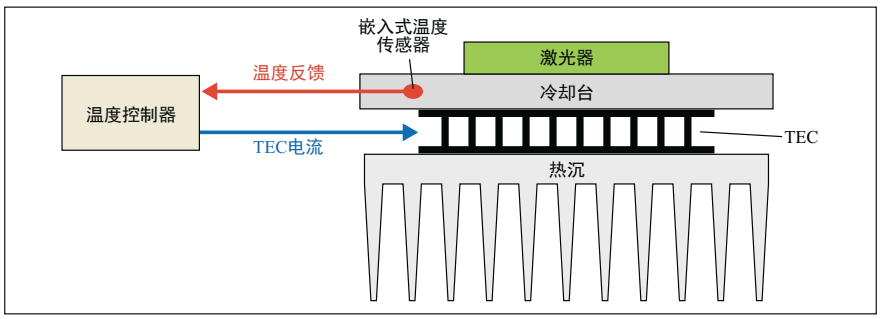


图2：控温安装座使用嵌入式温度传感器为温度控制器提供反馈，然后以适当的电流驱动TEC，以保持恒定的温度。

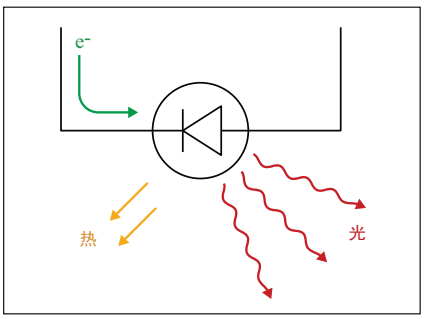


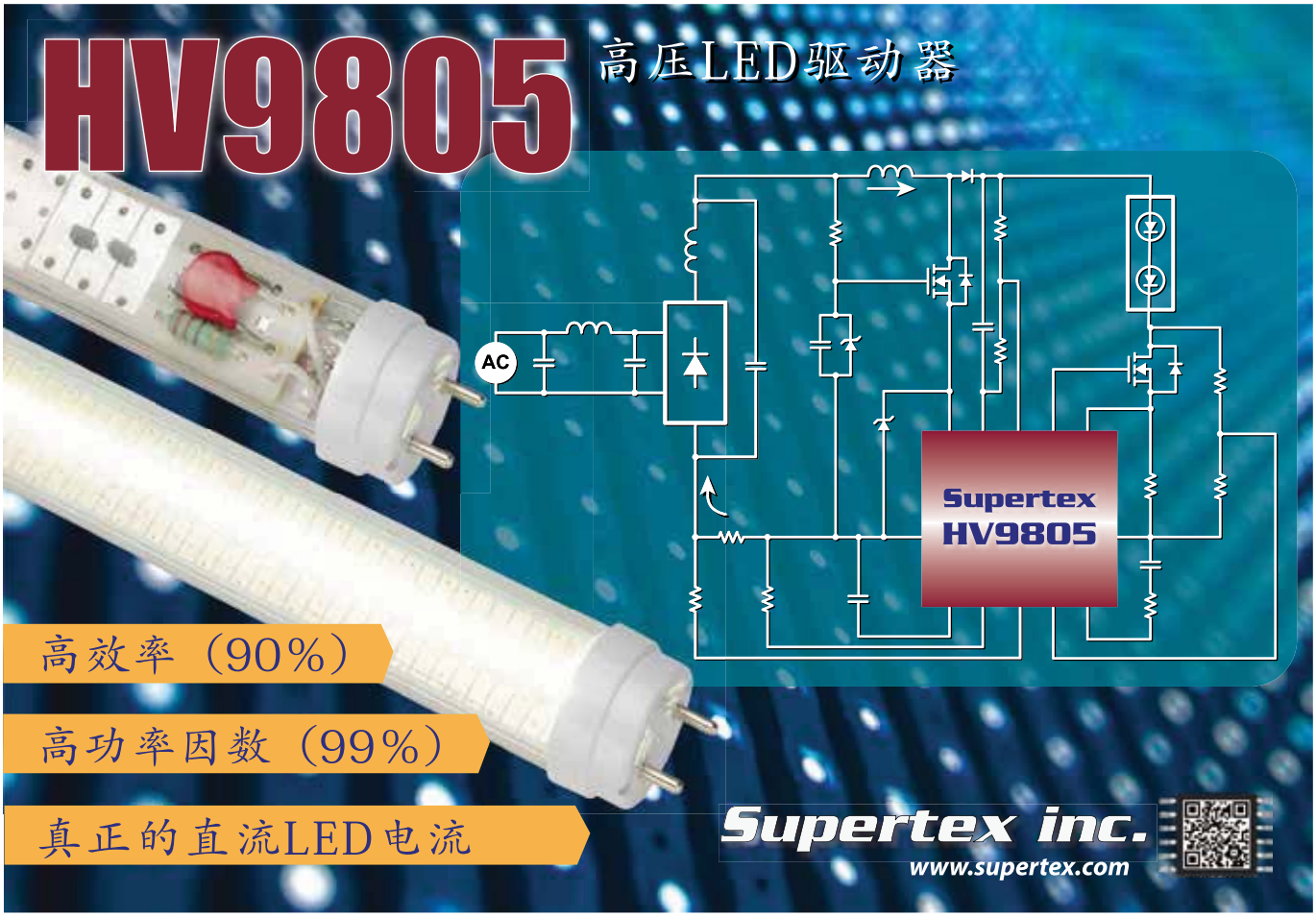
图3：激光器将一部分电功率转换成光，而剩余的电功率转换为热。

阳极和阴极对地绝缘可通过使激光器驱动器具备阳极地或阴极地连接来实现。尽管通常的建议是将激光器接地，但您的应用可能需要特定的接地配置。避免采用带有接地输出的激光器驱动器，将允许最大程度的配置灵活性。

慢加电能力，有时被称为软导通，推荐用于激光二极管驱动器。尽管不是所有的应用都需要软导通，但是软导通将最大限度地减少热峰值以及由此所产生的应力。

高速电压限制为激光器提供了临界保护(见图 1)。当超出限制电压时，激光器驱动器应立即关闭电源。在断电期间，激光器驱动器完成两件事：第一，防止电压过高；第二，通过在电路被断开前关闭激光器来响应开路条件，从而避免产生大量的电流峰值。

间歇接触保护是一项硬件功能，在有问题的电缆或接头导致间歇性电接触的情况下，它将关闭激光器电路的电源。如前文所述，尽管电压限制保护对开路状况提供一定程度的保



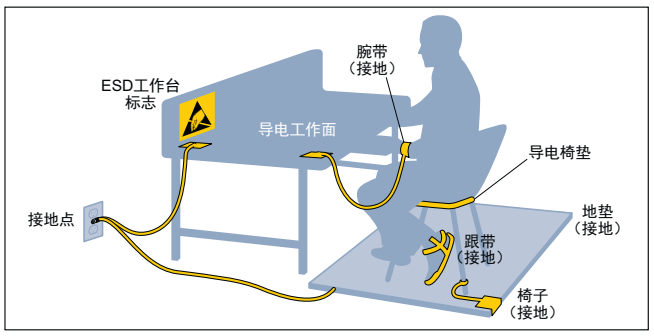


图4：合适的防静电放电（ESD）工作站，防止激光二极管系统被损坏。

护，但是间歇性接触保护措施测量电压的变化率，因此可以更快速地触发关闭信号。

与电压限制相反，**电流限制**功能不用关闭系统电源。取而代之的是，激光二极管驱动器应该将电流限制看作不应超过的最大值——当使用函数发生器或功率模式控制时，这一点尤为重要。

恒定光功率模式，或者采用光电二极管输入作为反馈信号的能力，将扩展激光器驱动器的实用性，使其可用于各种应用。该光电二极管测量激光器所产生的光功率，当使用该测量功能时，驱动器能够不受温度或激光器随使用时间性能变化的影响，在较长时间内稳定光输出功率。

温度控制

激光器工作时释放热量，并且激光器对温度的变化高度敏感。大多数激光应用需要仔细控制温度，以实现可接受的性能水平。对于一些应用，被动式热沉将有效地散热。然而，许多应用需要主动温度控制，通常由激光器内部或激光器安装座上的热电制冷器（TEC）模块来提供。对于使用 TEC 的系统，还需要温度控制器来驱动 TEC 模块（见图 2）。

大多数用户觉得最好从他们所选择的驱动器制造商那里购买热系统组件。在该制造商所提供的可选设备中，额定功率、热容以及所使用激光器的类型将有助于缩小正确选择的范围。

选择控温组件时，区分两个特定术语非常重要：(1) 热负载（以 W 为单位），描述了激光器所产生的热量；(2) 热容（也以 W 为单位），是在给定的激光器温度设定值和环境温度下，安装座可以耗散的最大热量。应该以最坏的情况来计算热容，即在最高环境温度和最低的激光器温度设定值时。

确定一个激光器系统的热负载从激光器开始。当对激光器供电时，一定量的电输入能量转换成光，而剩余的电能转换成热（见图 3）。使用方程 P = IV 计算电输入功率，其中 P 是功率（单位 W），I 是电流（单位 A），V 是电压（单位 V）；例如，如果激光器工作在 8A 和 2V 时，电功率将为 16W。然后，通过简单地用供给的电功率减去光学输出功率就能得到热负载，光学输出功率会由激光器制造商给出。在这种情况下，如果光功率为 7W，则温度控制系统上的热负载将为 16 减去 7，即 9W。

热容必须大于施加在系统上的热负载。商品化安装座的热容通常特指在环境温度和板温度为 25℃时的值，当不是这些参数时，将呈现减额曲线。考虑到设备性能变化和环境温度的波动，应选择比在环境温度和设置温度下所需的热容至少高出 10%~20% 的安装座。

接线注意事项

通常，布线配置将随激光器和安装座的类型而变化。典型连接包括激光器、光电二极管、TEC 和温度传感器。其他的连接可能包括风扇电源、用于激光器的四线电压传感器和用于温度传感器的四线测量。安装座或激光器电缆的接线不当，是安装激光器系统时最常见的错误。

从同一制造商处购买驱动器、温度控制器和安装座通常能够最小化不正当布线的风险，因为这些仪器、电缆和安装座应该设计用于一起工作。然而，由于激光器引脚配置的多样性，仍然常常需要为特定的激光器配置安装座。

极限值

在激光器驱动器和温度控制器上设置适当的极限值是关键的一步。这些极限值可以在激光器或控温安装座的数据表中找到。

对于激光驱动器，设置电流和电压极限值。如果制造商规定了最大工作电流，则将电流极限值设置为该值。否则，将电流极限值设置为比激光器的正常工作电流高 10% 的值。电压极限值应比正常工作电压高出 0.5~1V，或为最大工作电压，取这两者中较小的值。

对于温度控制器，应将 TEC 的电流极限值设置为激光器或安装座的最大 TEC 电流额定值。为了防止伪温度极限误差，温度的上下限应分别为工作范围之外 5℃，这是由于温度改变时，温度控制器将略有过冲或下冲。

第一次上电时，将激光器驱动器的电流设定为零。将温度设定点设置为所需的温度（一般为 25℃），打开温

度控制器。等待温度稳定在设定点，然后打开激光器驱动器。激光器应该会上电，并且激光器驱动器不会触发任何错误消息。缓慢增大激光器的设定值，直到所需的工作点。一旦正确的操作被确认后，就没有必要每次都缓慢地从零增加电流。只需将其保留在设定值，开启和关闭激光器驱动器即可。

如果函数发生器是应用中的一部分，请确保在连接函数发生器之前完成上述测试。当使用函数发生器时，设置电流限制至关重要，因为很容易不小心选择超出激光器限制的调制输入。由于信号地通常连接到大地，函数发生器也是引起接地回路的通常原因。请确定加入函数发生器，并不会导致系统内的接地回路。

安全和激光器工作站设置

使用激光器工作具有潜在的危险。单次意外暴露于直射或反射激光光线下，即使是低功率水平，也可能造成不可逆转的视觉伤害。例如，1mW 的氦氖（He-Ne）激光直接照射到眼睛里时，可以产生的功率密度远远超过阳光直射的 100 倍。

至少，用户应该知道激光的出射和反射方向，并确保没有人直视光束。激光护目镜和防护罩，如窗帘或便携式面板，是常用的护目方法。另外，实验室应配备带照明的“激光工作”标志、互锁、门开关和其他保障措施。

静电放电（ESD）是高电压能量源。ESD 冲击时可以产生超过 20,000V 的瞬时放电！简单地说，这个电压水平足以克服激光器封装上的点之间的电阻，永久损坏激光器。保护激光器使之远离 ESD 是确保其长期运行的关键。

为避免损坏，在从封装中取出激光器系统组件之前，以及在任何时候操作激光器，工作站必须是防静电的（见图 4）。技术人员应佩戴防静电腕带，光学平台应该接地。如果您的工作站里有带滚轮的椅子，那么该椅子也应接地（或者，您也可以每次使用激光器前自己接地），实验室应为瓷砖地板等，因为在地毯上走动时可能会产生静电。

随着激光器应用持续不断地拓展到众多行业中，懂得正确信息、正确仪表和正确设置的新用户，将能够根据手头的任务优化激光器工具。❑



可见光激光二极管

激光二极管输出几乎覆盖了整个可见光谱

绿光、蓝光和红光激光二极管可单独或组合应用于多种用途，并且在光纤耦合和波长稳定性等方面也获得了显著进步。

作者：John Wallace，LFW高级编辑

激光二极管（LD）是迄今为止世界上最常见激光器类型，其大批量应用于光纤通信和大众消费电子产品领域。工作在可见光波段（通常表示为400~700nm，尽管人眼能够看到近红外的780nm甚至更远）的LD，它们的身影遍布鼠标、CD/DVD/蓝光读取及刻录设备以及低端指示器等众多常见的日常物品中。此外，处于可见光波段的LD也可作为高端光源，用于科学、法医及其他应用领域。

红光LD率先于20世纪80年代获得了普遍应用，例如用于CD播放器中。今天的红光LD通常基于AlGaInP，其波长可覆盖从可见光的边缘到短至633nm的He-Ne激光器的输出波长。

基于GaN的LD大约诞生于2000年左右，其大大扩展了LD所能覆盖的波长范围。这些LD的输出波长从紫外到大于500nm；现在，激光用户可以购买到发射紫光、蓝光和绿光的GaN基LD。应当指出的是，到目前为止，由于缺乏合适的半导体结构，尚没有商品化的黄光或橙光LD存在。

可见光波段的LD（常密封在一个小窗口结构内，或组合成多单管巴条）具备多种不同的商品化产品：裸LD或巴条；封装的LD；带单模或多模尾纤的LD；结构牢固的激光器模块，如波长稳定模块；或作为一个完整光子系统的一部分。

可见光LD产品及其应用非常广泛，本文只列举其中的一些应用案例。

红光、绿光和蓝光整合在一起

拥有红光、绿光和蓝光（RGB）LD的最明显优势是，这些激光器可以一起使用，以创建人眼能看到的任何颜色的光，包括紧凑的白光高色域激光投影仪。

Power Technology公司生产的LD和LD模块，波长范围从紫外到红外，其中包括最新开发并实现商品化生产的绿光LD。该公司最高功率的可见光LD是1.6W蓝光LD，输出波长435~455nm；与之功率接近的是1.5W红光LD，输出波长663~677nm；此外该公司还生产更低功率的单模可见光LD。该公司波长最长的绿光LD的输出功率为50mW，波长520nm，为单模产品。

Power Technology公司的LD模块，均包含产生圆形、准直光束的光学元件，具有多种不同品种，包括温度稳定的产品、低散斑产品及长相干长度（30m）的产品。其中低散斑产品包含一个移动漫射器，能在1~10ms内将散斑减少2%~3%，适用于干涉、平版印刷以及投影等应用。

在激光投影方面，“Power Technology在SPIE Photonics West 2014展会上，推出了iLLUMINA投影激光器，其包含专用的红、绿、蓝激光源，以提供宽广的色域（见图1）。”Power Technology公司销售和工程副总裁Walter Burgess表示，“该光源部分基



图1：在家庭影院样机中，展示了包含红光和蓝光LD的iLLUMINA RGB激光投影仪。该投影仪能比传统投影仪产生更宽广的色域，适用于电影院应用。

于半导体激光器。具体来说，GaN 基 LD 产生光谱的蓝色部分，而光谱的红色部分是由 AlGaInP 基 LD 产生的。”

Burgess 表示，该投影仪的当前版本针对较小的屏幕尺寸；针对更大屏幕的下一代 iLLUMINA 投影仪将会尽快推出。激光投影仪相对于氙灯投影仪的优势包括具有更好色域的更高的屏幕亮度、更低的运行和维护成本、以及更安全的工作条件（氙灯产生的紫外线较危险，其温度可超过 1000℃）。

光纤耦合的高功率LD

德国 DILAS 以高功率 LD 和 LD 巴条闻名业内，该公司总裁兼总经理 Steve Patterson 表示，DILAS 生产各种类型的蓝光和红光 LD，其中红光（635~689nm）产品包括单管、巴条以及光纤耦合产品，输出光纤芯径从 100μm 至更大。这些红光 LD 的应用包括电影投影、光动力疗法、固态激光器和碱蒸气激光器的泵浦。

“在红光产品中，使用了 DILAS 开发的成熟的定制巴条（T-Bar）概念。”Patterson 说道，“在 638nm 处 50W 的偏振光耦合到一根芯径 400μm、数值孔径（NA）0.22 的光纤中。极化整合可用于进一步调整输出功率或增加亮度，并耦合到芯径 200μm 的光纤中。输出功率的进一步增加，可以通过增加激光源的光束参数积（BPP）来实现。”

DILAS 的蓝光 LD 通过光纤耦合到 200~400μm 甚至更大的芯径中，波长范围 405~450nm，具备 10W、25W 和 40W 的标准产品，还可以根据应用将功率拓展到 200W 甚至更高。

“在蓝光波段，将单管排列在一起能实现更高的光纤耦合输出功率，”Patterson 说道，“基于这样的理念，公司最近还推出了 10W 和 25W 的产品。基于模块化概念，DILAS 实现了功率达几百瓦的产品，功率大小取决于输出光纤芯径的大小。”

多种颜色的定制输出

许多科学和工业应用需要由外部电子元件和 / 或光学元件控制的 LD，以满足特殊的应用需求。德国 Toptica Photonics 公司总裁 Wilhelm Kaenders 表示，“我们将光电半导体子部件转换成激光工具，其中，通过电子方式实现光学性能是成功的关键，增加或破坏相干性、频谱稳定、波长灵敏性、改善光束质量，并达到了激光二极管本身无法达到的波长。”

Kaenders 指出，TOPTICA 使用来自世界各地的各种激光二极管，其中很多来自 TOPTICA 的姊妹公司 Eagleyard Photonics。“我们正在使用单一空间模式的激光二极管（脊波导法布里 - 珀罗型），光谱窄化的、单频或可调谐激光二极管（分布式布拉格反射镜和光纤布拉格光栅型）。”Kaenders 说道，“它们中许多拥有特殊的涂层和封装，TOPTICA 有时候使用半导体光放大器来提高输出功率到几瓦的水平，且并不损失空间光束质量。”

该公司生产的紧凑型工业和科学级“二极管激光器”系统，可用于生物光子学、光数据存储、半导体计量、激光制冷、掩模等领域的成像、检测、打标、扫描、测试和检验等应用。Kaenders 特别提到了 iChrome MLE，这是一个内部具有多个激光器的模块，能够通过波长为 405nm、445nm、488nm、515nm、640nm、690nm 和 780nm 的 LD，产

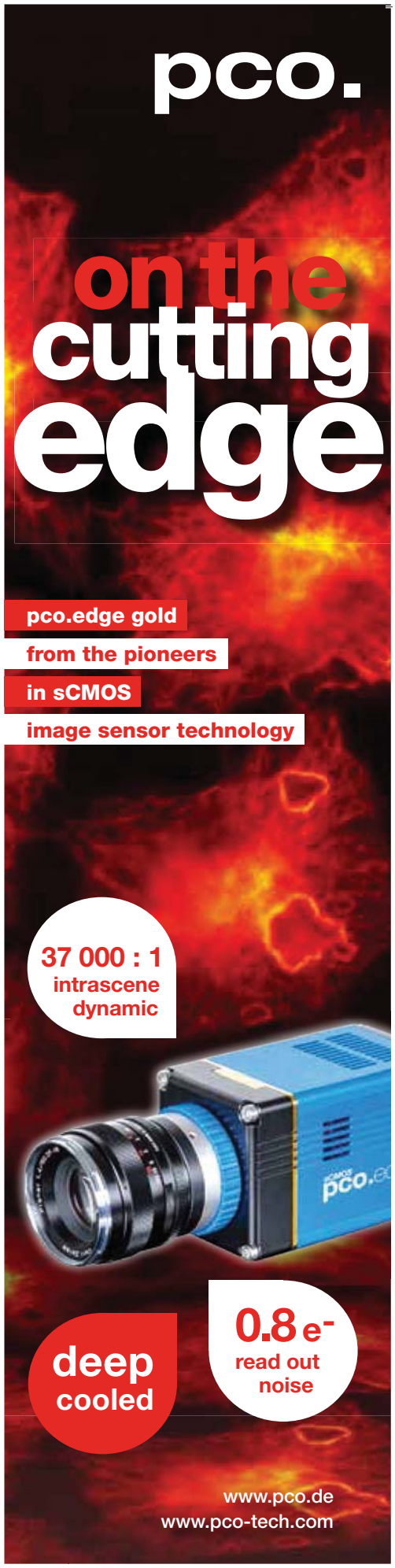




图2：单一的iChrome单元通过一根保偏单模光纤，实现多种LD颜色输出。



图3：发射红光的VCSEL。这些单管可以组合成阵列，输出功率可高达40W。

生三种或四种颜色（见图 2）。

iChrome 装置具有保偏光纤输出、自动光纤耦合用于高被动和主动控制、可单独访问的 LD、完全开启 / 关闭的快速开关（关断状态零光子）、从微瓦到毫瓦级功率水平的先进校准，以及动态功率设定范围大于 10^3。具有数字或模拟激光控制功能、主动散斑和光反馈控制以及集成的频谱清理过滤。

可见光波段的VCSEL及阵列

垂直腔表面发射激光器（VCSEL）与边缘发射的 LD 具有基本相同的半导体二极管形式，但是在几何形状上却并不相同。VCSEL 本质上是一种在晶圆上制作的非常薄的碟片激光器，光通过顶部表面发射。商用的电泵浦 VCSEL，可以廉价地制造，并具有自然圆形光束。VCSEL 可以制成阵列形式，能发射非常高的功率。

Princeton Optronics 公司是业界知名的红外 VCSEL 及阵列制造商，其产品包括用于照明的高功率阵列，并且也生产红光 VCSEL 及阵列（见图 3）。Princeton Optronics 公司首席执行官 Chuni Ghosh 表示，这些产品的输出波长范围为 650~690nm，功率水平从几毫瓦到几十瓦。

“特别地，Princeton Optronics 公司已经开发出了 1~3mW 功率范围的单 VCSEL 产品和高功率红光 VCSEL 阵列，在 650~688nm 范围内的输出功率为 10~40W。”Ghosh 说道，“这样的阵列大约由 100~1000 个单一 VCSEL 发射器构成，所有发射器并联电驱动。阵列被安装在一个具有高热传导率的散热基底上。相比于其他技术，这些阵列具有更高的功率转换效率和更低的散斑。”

这些红光 VCSEL 及阵列最常见的应用包括医疗、激光打印、条形码扫描仪和激光显示等。

机器视觉、生命科学

Coherent 公司提供的可见光波段的 LD 产品中，通常包括 LD 芯片、冷却系统、准直透镜、光束调节光学器件、电源和控制电子设备。使用这些组件的目的是将裸二极管激光器转变成一个高性能、高重复性的激光器模块，具有良好的功率稳定性、低功率噪声、低光学噪声以及输出的高度均匀性。这些交钥匙型模块主要针对两大高增长的应用领域——生命科学和机器视觉（尤其是 3D 检测）应用进行了优化。

Coherent 机器视觉产品经理 Wallace Latimer 表示，Coherent 覆盖整个可见光谱波段（并进入近紫外和近红外波段）的 LD 支持机器视觉市场，LD 的输出功率从几毫瓦到 7W（见图 4）。具体产品从用于简单调节大小和准直应用的基本的投影仪，到产生高功率和均匀性光束的模块。机器视觉激光产品系列还包括为满足特定应用而定制的模块。

例如，StingRay 系列产品包括一个激光头（LD 加准直、光束产生和聚焦光学元件），并具有一个单独的驱动电子模块或集成到激光头中的驱动电子设备可供选择。该驱动器能以高达 500kHz 的速度支持模拟和速度数字调制；单独的驱动器选项，能将激光头的长度从 95.1mm 减少到 52.9mm。

Latimer 表示，Coherent 产品的波长范围从 450~830nm，输出功率高达 200mW，输出角度在 1°~75° 之间，指向稳定性优于 10μrad/℃，25mm 远的直线度优于 0.1%、特定的光线强度不均匀性为 ± 5%，这要归功于采用了专门为大批量生产而设计的一种新型非球面线发生器。Latimer 表示，所有的 StingRay 产品都支持“动态线平衡”，当在离轴照明角度下使用 StingRay 产品时，能消除任何强度偏差。

对于在生命科学领域的应用，



图4：包括一个红光LD的机器视觉系统，正在进行焊缝的实时检查。

下转第26页

特种光纤

3C光纤改进大模场面积MOPA设计

内部采用高阶模式（HOM）抑制设计，手性耦合芯（3C）光纤具有大模场面积、接近衍射极限的光束质量，使模态指示有效归零。

作者：Timothy S. Mccomb, Joona J. Koponen, Robert J. Martinsen, Michael Atchley;nLIGHT公司

高精度激光材料加工应用通常需要亚纳秒脉冲、高峰值功率和高平均功率。此外，光束在提供高功率的同时，还必须具有严格一致性的小焦点；因此，接近衍射极限的光束质量至关重要。光束质量不只是通过普通的光束质量因子 M^2 参数来描述，而且还包括量化焦距范围内的光斑圆度、随时间变化的光束指向和功率稳定性。

如果所有这些参数不能协同工作，那么大多数激光加工将不容易获得想要的性能。光纤主振荡功率放大器（MOPA）可通过联接两个关键部件来满足这些应用的需求：短暂敏捷的、高稳定短脉冲种子激光和大模场面积（LMA）光纤技术。

虽然几种型号的先进 LMA 光纤通过调节模场面积、增加非线性效果的临界值，能够获得高峰值功率性能，但是在整个系统生命周期中，这些技术往往只能勉强满足严苛的光束质量参数要求。鉴于对自由空间光学元件的需求，并且高精度光学耦合通常包含基于空气的微观结构，满足光束质量的技术配合使用复杂且成本高昂。

幸运的是，手性耦合芯（3C）光纤能够解决这些 LMA 问题。3C 光纤与短脉冲种子半导体激光平台相结合，产生皮秒级脉冲光纤激光 MOPA，其具有灵活的脉冲持续时间、重复频率以及脉冲串大小。

3C光纤架构

3C 光纤采用的大型中央纤芯，掺有所需要的增益介质，并被一个或几个卫星芯环绕。3C 光纤在拉伸过程中高速旋转，使卫星芯沿着整个光纤长度围绕主芯旋转，旋转节距为几毫米（见图 1）。螺旋周期节距可在主芯模式与卫星芯模式之间形成准相位匹配条件，在此两者形成强耦合模式（假设两个芯瞬时接触）。

此种强耦合条件表示为 $\beta_{mc}-\beta_{sc}+m\cdot 2\pi/\Lambda=0$，其中，$\beta$ 为主芯或侧芯的传导常数，Λ 为螺旋节距。[1,2] 光纤采用这种设计，可使主芯基础模

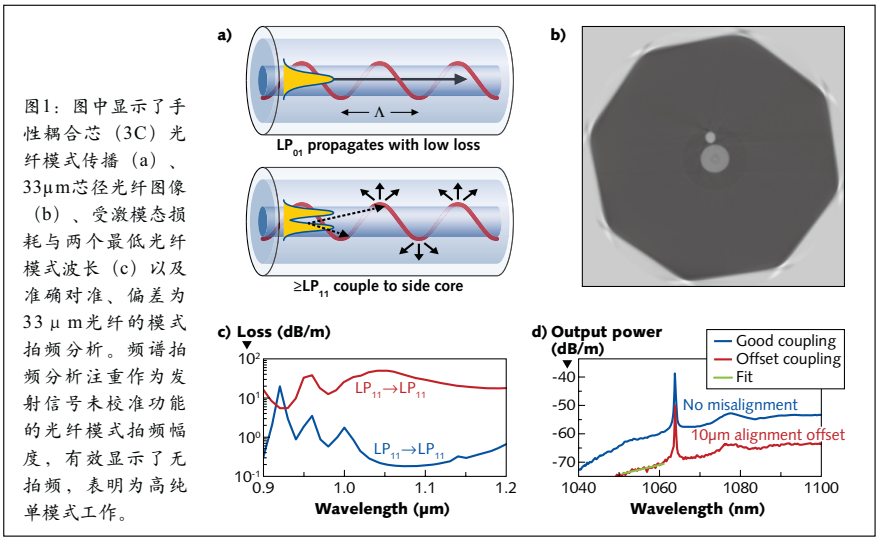


图1：图中显示了手性耦合芯（3C）光纤模式传播（a）、33μm芯径光纤图像（b）、受激模态损耗与两个最低光纤模式波长（c）以及准确对准、偏差为33μm光纤的模式拍频分析。频谱拍频分析注重作为发射信号未校准功能的光纤模式拍频幅度，有效显示了无拍频，表明为高纯单模式工作。

技术中心/Technologies Center

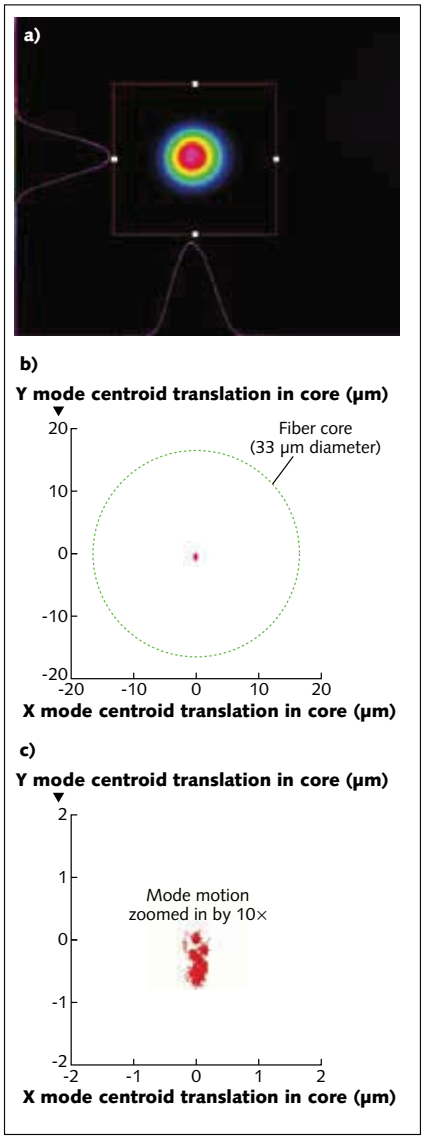


图2：(a) 图显示了19.2W（峰值功率>300kW）输出功率时，50ps、1MHz激光器的输出光束。(b) 图显示了当功率从种子增加到19.2W时的光束质心模式运动，实验室工作台系统各功率点采样时间为30秒。(c) 图显示了 (b) 的10倍缩放数据。

式在此过程中损耗降低，而主芯高阶模式（HOM）强耦合到侧芯，这种情况下会辐射到包层。结果就是光纤可具有几十 dB/m HOM 抑制，从而产生有效纯粹的单模工作（见图 1）。

在典型的 $M^2 < 1.15$ 且芯圆度为 95% 或更好的情况下，3C 光束质量往往会受测量误差的限定。由于采用了 nLIGHT 的低光子暗化效应掺镱（Yb）玻璃，33μm 芯径 3C 光纤连续

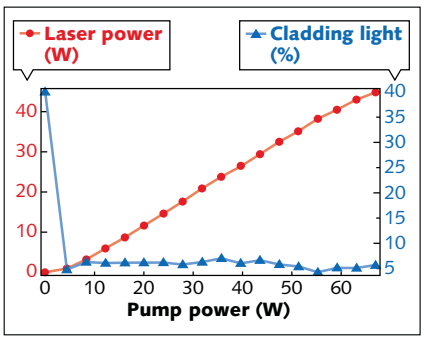


图3：红色显示滤出包层光45W功率激光斜率，蓝色显示相对于未滤出激光总功率的包层光百分百比。最终点略微滚动，是用于收集数据的实验室工作台顶部系统对准发生偏移造成的假象。

4500 小时直至达到数百千瓦峰值功率时间的寿命测试，并未显示出光束质量变化或功率大幅度降级的迹象。

正如前面所述，由于采用高纯度基础模式操作，3C 光纤中的模态引起的指向效应得到减缓。与功率相对的光纤芯径范围内，典型高循环输出近场分布和光束位置分布图，显示了该系统中最低的动态模态引起的指向效应（见图 2）。

以从种子约 2.4W 阶跃仅到高达 19.2W，总共有 8 种不同功率设置测量指向。通过摄像软件每点跟踪光束质心 30s，并在分布图中以 0.5s 采样率记录各点，测试总时长约为 4min，使得在任意方向最大模偏移达 0.5 μm，与模场直径的 1.8% 对应。

在完整的封装系统中不能测量此指向，但是可以通过胶带固定的光纤头、悬吊放下安装基座，在实验电路板系统上测量。可能在 y 轴方向相对功率测量的大多数运动都是由于微固定光纤的热效应产生的。由于 x 轴方向运动与测量系统精度程度相当（约 0.1 μm 测量精度，约 0.3 μm 最大运动），因此，模态引起光束运动实际上可忽略不计，在封装系统中会进一步减少。

有一些其他报道表明，33 μm 芯径的 3C 光纤具有超过 511W 的连续波（CW）输出功率和 10ns 脉冲多焦耳脉冲能量。[3] 我们在工作中关注其以适当的、几十瓦平均功率实现高峰值功率的能力及其在脉冲突发扩大中的效用。

3C MOPA性能

与传统的光纤技术相比，在各种单脉冲和多脉冲模式下，使用 MOPA 中所包含的具有 PFL 种子架构（包括 nLIGHT 的单发射器二极管激光模块和低光子暗化效应光纤）的 33 μm 3C 光纤，分别对广泛的脉冲持续时间、50ps 到 1ns 以及几十千赫到兆赫的脉冲重复频率进行测试，结果显示对激光效率影响最小。功率调整到 45W 会产生约 73% 的斜度效率和 65% 的绝对光 - 光功率转换，由 nLIGHT 的 Pearl 激光器以 976nm 抽运（见图 3），种子激光将以 1MHz 运行 1ns。

鉴于 3C 光纤固有的特性，LP_{01} 模式有少许制造缺陷造成的背景损失；此外，还有些许弯曲引起的损失——几十 dB/m。这些损失导致光纤分布损失产生包层光。在这些试验中，报告的功率中不包括包层光，因为包层光通过光束重新成像，被近场中的硬孔径过滤。

在这些试验（30cm 光纤缠绕直径）采用的排列中，包层光约为总功率的 6%，具有从低到高放大器功率的相对恒定值。一个例外就是处于未泵浦状态时，包层光接近 40%。这取决于镱（Yb）吸收以及放大器输入时，不匹配接片发射光对包层和纤芯光造成的损耗程度。泵浦时包层光含量值恒定，表明高功率工作不会通过热效应或其他扰动产生更多 HOM，与其

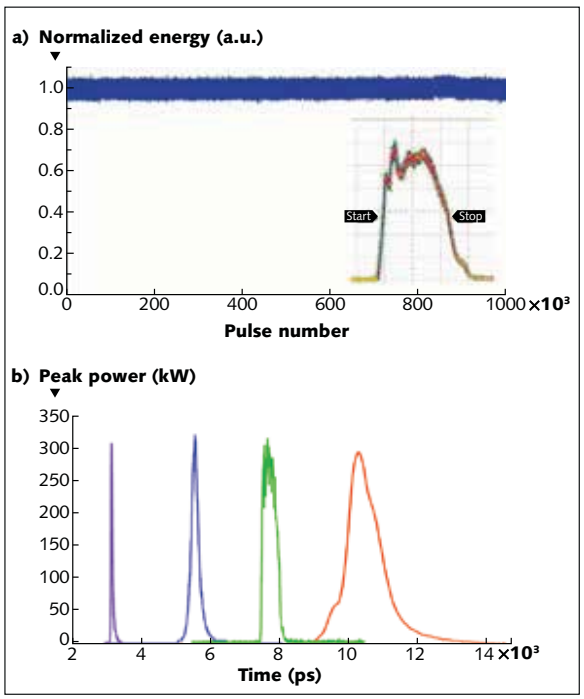


图4：PFL脉冲显示了高能量和临时稳定性（a）。可采用不同的脉冲重复频率（b）将33 μm的3C MOPA单脉冲放大至约300kW峰值功率。

他类型的 LMA 光纤技术不同，低功率时无需热效应来维持高品质光束。

高增益操作净效应、轻微弯曲以及光纤结构所引起的背景损耗，均是低于量子缺陷限制放大器性能的原因。还应注意的是，光束质量在 $M^2 < 1.15$ 时处于近衍射极限，光斑圆度在各输出功率级别均有效保持不变。

基于半导体的 PFL 种子系统根据需求产生可调持续时间、任意重复率脉冲，并在放大过程中具有高稳定性和最小的脉冲失真（见图 4）。在单脉冲和可调谐脉冲空间突发模式中，对 3C 放大器系统进行的 50ps 到 1ns 测试，能够在寄生非线性影响开始从约 1064nm 的窄波段抽取功率之前，达到 300kW 的峰值功率水平。

尽管大芯径 3C 光纤能够以多焦耳能量提取巨大的存储能量，短单模脉冲峰值功率可将能量限制为数百微焦耳；所幸，短脉冲突发模式工作可充分利用此存储能量。此外，当窄带光谱滤波器应用于该脉冲时，不会改变形状或降低功率，这表明所有频谱功率均为采用 4nm 带通滤波器的同带 1064 nm 基础波长。

限定恰好对准 3C 光纤的非线性效应为受激拉曼散射（SRS），这是皮秒和低纳秒范围内所有高峰值功率基于 LMA 光纤的 MOPA 系统的典型现象。根据 50ps 到 1ns 模式中的脉冲持续时间，自相位调制还具有很强的效应。300kW 和 50ps 时会出现 15dB 宽、4nm 的频谱增宽，而在 1ns 等级脉冲中只能看到小增宽。

3C 的相对窄频谱和稳定极化性能，适合到绿光波长和紫外波长的频率转换；此外，我们最近还生产了较大的 55 μm 芯径的 3C 光纤，其有望达到兆瓦级峰值功率，同时具有卓越的随时间变化的接近衍射极限的光束质量，甚至还能进行功率调节。❑

参考文献

1. M. C. Swan et al., “33 μm core effectively single-mode chirally-coupled-core fiber laser at 1064-nm,” OFC-NFOEC, San Diego, CA (2008).
2. X. Ma et al., Opt.Exp., 19, 27, 26515–26528 (2011).
3. T. Sosnowski et al., “3C Yb-doped fiber based high energy and power pulsed fiber lasers,” SPIE Photonics West 2013, 8601-57, San Francisco, CA (Feb. 7, 2013).

OPHIR Spiricon Photon
We don't make Lasers But we sure know how to Measure them

新型宽光谱激光光斑分析仪
• 波长响应范围：13nm-355nm & 1.06 μm-3000 μm
• 分辨率：320 x 320
• 探测口径：25.6mm x 25.6mm
• 准分子、OPO、CO2、THz激光的理想选择

水冷 3 万瓦超高功率激光功率计
• 波长响应范围：0.8-2 μm & 10.6 μm
• 探测口径：74mm
更多激光测试解决方案尽在 OPHIR, SPIRICON & PHOTON
Ophir, Spiricon & Photon 中国独家代理：
北京金先锋光电科技有限公司
Titan Electro-Optics Co., Ltd.
北京总公司：电话:010 62634840
上海分公司：电话:021 62227575
西安分公司：电话:029 88326276
深圳分公司：电话:0755 83205020
成都分公司：电话:028 68080921/22/23/24
http://www.teo.com.cn

扫描振镜

三轴扫描技术实现要求严苛的激光材料加工

后物镜、全数字化的三轴激光扫描系统，为下一代远程激光材料加工应用提供所需要的大视场、小光斑以及高速度和高精度。

作者：Mustafa Coskun，Cambridge Technology公司产品经理

随着大面积、远程激光材料加工应用呈指数增长，如切割、雕刻、表面纹理和激光添加制造等应用的要求也变得越来越严苛。目前市场上已经存在不同种类的商品化激光器，为这些要求针对特定材料优化具体工艺的严苛应用提供服务。因此，目前激光扫描振镜等先进光束传输系统的发展，也主要针对这些要求严格的应用领域。

Cambridge Technology（CTI） 公司的三轴 Lightning-II（LII）激光振镜扫描系统，结合了两种技术来服务于这些要求严格的应用领域：三轴后物镜扫描和 LII 全数字化扫描。三轴 LII 系统具有更高的吞吐量和更高的精度，并且能在更大的区域内实现激光操作，使得激光加工可以服务于平板显示、电子、太阳能、纺织、汽车和 3D 打印等行业中要求苛刻的应用。

后物镜扫描

由于扫描镜位于聚焦（物镜）透镜之后（见图 1），因此三轴工作机制通常被称为后物镜扫描。使用后物镜扫描技术，扫描系统可以实现更大的扫描范围和更小的光斑，并且能够处理更高的激光功率。在这种结构中，原始激光束通过一个动态扩束透镜进入光学系统，物镜再将动态扩束透镜形成的光束束腰重新成像到目标平面上。

通过使用动态聚焦模块（DFM）移动扩束透镜，来改变焦平面的距离；从而实现动态聚焦。xy 扫描模块对光路进行折叠，并通过 x 轴和 y 轴专用的扫描镜扫描目标工作平面。在扫描控制器的控制下，工作平面上的每个 x、y 坐标将具有其自身动态调整的 z 坐标，从而允许用户在一个平面上或一定体积内进行激光加工任务。

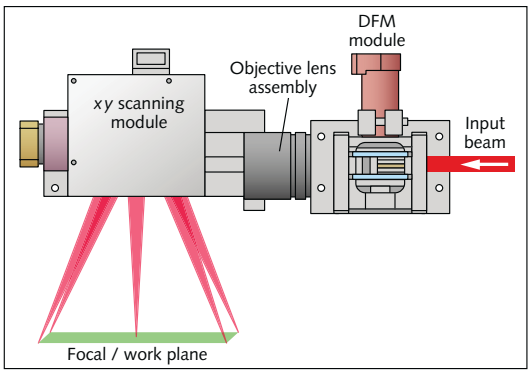


图1：图中显示了用于激光材料加工的后物镜扫描技术。

多数激光加工任务是在一个平面上进行的。由于未校正的 x、y 轴振镜系统导致球面焦场（见图 2），因此传统的两轴扫描头需要特殊的扫描透

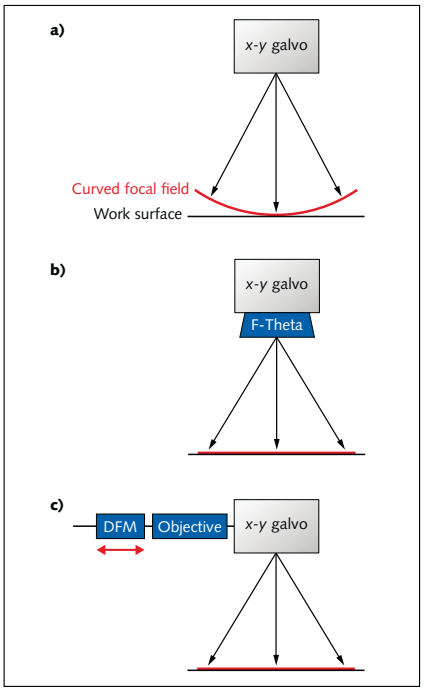


图 2：由于未校正的扫描系统产生弯曲的焦场（a），两轴xy系统（b）需要特殊的f-θ透镜来获得平场；相比之下，三轴系统使用DFM解决方案来获得平场（c）。

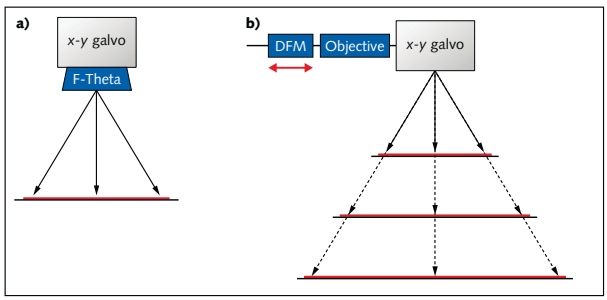


图3：两轴扫描头与f-θ透镜提供单一的场尺寸（a）。通过改变DFM在三轴扫描系统中的位置，可以获得多种场尺寸（b）。

镜（例如f-θ透镜）将焦场扁平化。三轴技术不需要扫描透镜来扁平化焦场；取而代之的是通过DFM动态调整工作区域内每个点的焦距，来实现必要的焦场平面化。

大视场

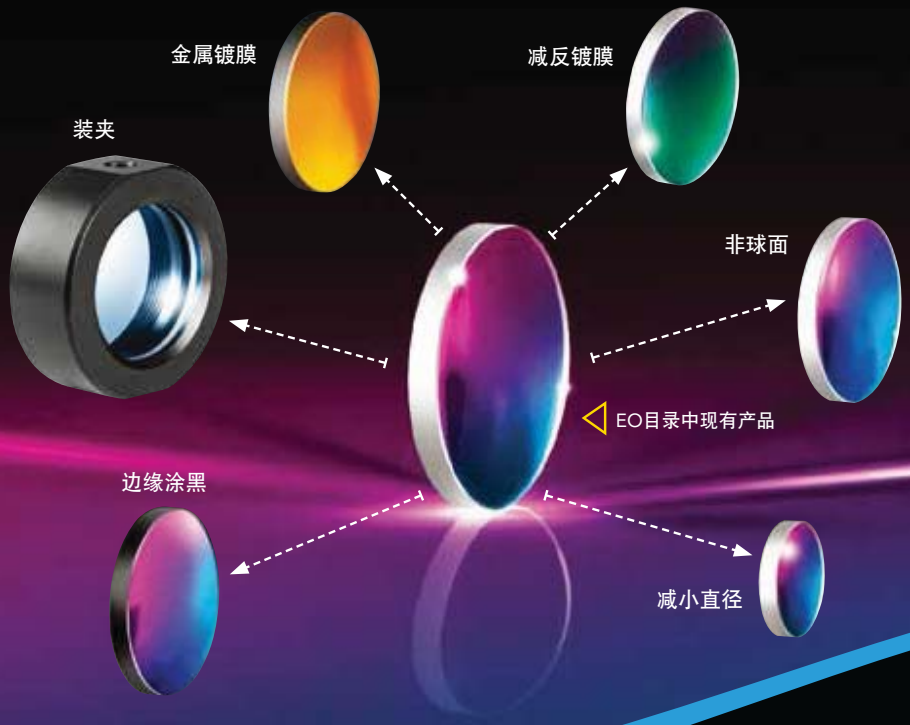
与传统的光纤技术相比，各种三轴扫描系统主要用于扫描较大区域的二维（2D）表面，此时平场透镜和两轴扫描头不再实用。两轴系统的不实用通常来自于尺寸、复杂性以及最终大区域应用的扫描透镜成本。

在三轴系统中，通过将聚焦（物镜）透镜放置在扫描头之前，使得光学元件的尺寸与场尺寸无关；也就是说，DFM相对于物镜的位置决定了标称工作（焦点）距离。由于工作距离决定场尺寸，工作距离越长，场尺寸就越大（见图3）。

三轴技术的可配置化设计，使得通过单一的透镜组合就可以实现满足大视场或可变场尺寸的扫描应用要求。然而，随着焦距(f)和场尺寸增加，光斑尺寸也将增加，从而降低功率密度（假定激光功率恒定）。这可能并不理想，因为对有效的激光加工而言，一定的功率密度是必要的。三轴扫描通过增大光束直径（D）以减小光斑尺寸来解决这个问题，光斑尺寸可由公式 $k*M^2*\lambda*f/D$ 来计算，其中，k是常数，M^2 为激光束的光束质量因子，λ是激光的工作波长。

在传统的两轴扫描头解决方案中，光束直径受到扫描透镜的入射光瞳的限制。对于大直径的输入光束(通常>30mm)，两轴扫描头需要使用非常大的扫描透镜，导致成本高昂。因为三轴系统在扫描镜前端具有物镜，聚焦透镜所需要的通光孔径大小显著降低。因此，可以通过具有 下转第33页

光学原型



一个现有光学元件=
无限可能

光学原型服务的
交货时间是3-4周

准备开始原型制作?
1. 选择现有光学元件-超过19500种选择
2. 选择定制*
3. 联系我们得到满足要求的光学元件

*尺寸改变,表面改变,镀膜,装夹和更多内容!

Edmund optics | china

Tel: +86 (0755) 2967 5435

www.edmundoptics.cn/prototyping

光纤激光器

光子晶体和大模场光纤推动超快光纤激光器的能量达到毫焦量级

采用光子晶体和大模场光纤放大器，研究人员已经跨越了飞秒光纤激光器在重复频率为100kHz下，能量达到毫焦级的屏障。

作者：JIAN LIU

很长一段时间以来，对于全光纤飞秒光纤激光器而言，毫焦（mJ）级的能量一直被认为是其作为一种有竞争力的激光器进军金属、半导体和玻璃微材料加工等主流市场的屏障。这主要是因为要获得工业加工需要的吞吐量，需要 0.2mJ 或者更高的脉冲能量。最近，PolarOnyx 公司已经利用最近的研究进展跨越了这个屏障，实现了世界上首台能量为毫焦级别的飞秒超快光纤激光器，该激光器采用 100W 的光子晶体光纤（PCF）放大器，重复频率为 100kHz。采用大模场（LMA）光纤放大器，PolarOnyx 公司还开发了世界上首台千瓦级平均功率的飞秒超快光纤激光器。

由于飞秒超快光纤激光器具有紧凑、维护成本低、成本效益以及能耗低等优点，跨越上述性能障碍，将为高能量和高功率飞秒超快光纤激光器在高能物理和微材料加工领域的开辟新的应用机会。

能量提升

理想的高能量和 / 或高功率超快光纤激光器通常包括全光纤种子振荡器、展宽器和放大器。光纤合束器、增益光纤和隔离器这类组件之间的连接，通常是通过熔接来实现的，目的是为了实现可靠的运行；因此，应尽量减少自由空间组件的使用。然而，鉴于处理光纤和光纤放大器中累积的非线性效应的难度，全光纤设计中的能量提升已被公认为极具挑战性（相较于混合方法），并且实验演示中该类光纤激光器的能量被限制在几百微焦量级，功率水平仅为 100W。[1, 2]

将 PolarOnyx 的全光纤型飞秒光纤激光器系统提升至脉冲能量高于 1mJ、平均功率高于 1kW 的能力，取决于反向泵浦方案，以及 PCF 和 LMA 光纤放大器。[3] PCF 的大模场直径，加上高掺杂镱（Yb）离子，降低了非线性效应，使得能量能够提升至 mJ 量级。此外，PCF 内包层的大数值孔径（>0.5），使得更多的泵浦功率可以被注入到光纤中。

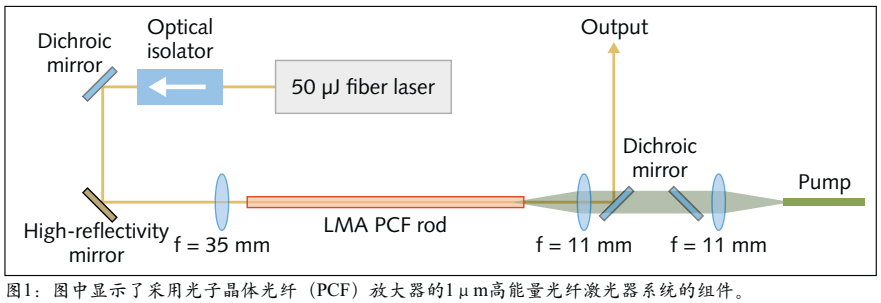


图1：图中显示了采用光子晶体光纤（PCF）放大器的1µm高能量光纤激光器系统的组件。

毫焦级能量

为了在标称的 1µm 工作波长实现高能量，PolarOnyx 采用了 50µJ

功率高、寿命长、波长全、样式多
科研|工业|医疗|军用激光器专业供应商
中国科学院长春光机所——长春新产业光电技术有限公司（CNI）主要从事半导体激光器、固体激光器、激光成套设备、光谱分析仪器的研发、生产与销售。可根据客户的不同需求量身定制个性化产品：从紫外到红外近百种不同波长的激光器，波长涵盖236 nm-10.6 μm。激光器种类包括：连续输出激光器、单频/单纵模激光器、低噪声激光器、调Q脉冲激光器、光纤耦合激光器。公司产品远销120多个国家和地区，获得“中国驰名商标”称号的CNI（希爱）品牌在国内外市场赢得了高度认可和广泛赞誉。
希爱®
长春新产业光电技术有限公司
电话：0431-89216068
0431-87032275
网址：www.cnilaser.com
www.cnioptics.com
邮箱：info@cnilaser.com
cni@cnilaser.com
扫描了解更多产品信息！
科研仪器用激光器
高功率调Q激光器
光纤耦合激光器
工业加工激光器
客户定制PIV激光器
激光教学与演示设备
光学镜片与光学元件
光纤/拉曼光谱仪

的种子激光器，一级高能放大器和一个脉冲压缩器（见图 1）。种子激光器是 PolarOnyx Uranus 系列的 1 μm 高能量锁模飞秒光纤激光器，输出展宽的脉冲，脉宽约为 1.2ns。激光器的重复频率可以在 100kHz~2MHz 之间调谐，最大输出功率为 5 W。对于 Uranus，重复频率为 100kHz 时，最高脉冲能量为 50 μJ。

能量放大器中的激活介质是 NKT Photonics 公司提供的长度为 80cm 的单模掺镱保偏（PM）棒状大模场 PCF。它的芯径为 100 μm，泵浦包层直径为 285 μm。经过准直的种子激光束首先通过隔离器，然后通过一个焦距为 35mm 的球面透镜被聚焦并注入到 PCF 中。

在反向泵浦方案中，从 PCF 的另一端注入高达 174W 的 976nm 泵浦功率。泵浦光束通过一根芯径为 242 μm 的光纤传输。泵浦光束被准直，然后使用两个焦距为 11mm 的非球面透镜，重新聚焦到增益介质中。采用多个二向色镜，以免泵浦激光二极管受到高峰值功率的信号波长造成的任何可能的损伤。在该实验装置中，信号波长的整体隔离度大于 30dB，并且 PCF 棒没有采用额外的冷却方案。

飞秒激光器在 100kHz、500kHz 和 1MHz 重复频率下运行时，产生的输出功率约为 105W，光学斜率效率为 68%。重复频率为 100kHz 时，获得了高达 1.05mJ 的脉冲能量，M 平方因子（M^2）为 1.17（水平）和 1.27（垂直）。

在输出光束经过光栅效率为 95% 的光栅脉冲压缩器压缩后，测得的脉宽为 705fs，最大放大脉冲能量为 0.85mJ。通过将光栅效率提高到 98%，很容易获得 1mJ 的压缩脉冲能量（见图 2）。脉冲压缩器经过优化，以获得最高的脉冲能量；不调谐压缩器，在所有的放大脉冲能量水平下，脉宽在 700fs 和 800fs 之间略有波动。通过进一步增加泵浦功率以及控制热问题，可以获得具有更高脉冲能量（数毫焦）的飞秒脉冲。

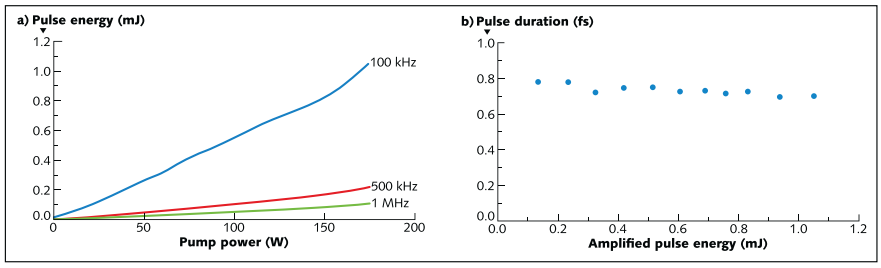


图2：不同重复频率下，高能飞秒光纤激光器的输出能量与泵浦功率的关系（a），以及脉宽随脉冲能量的变化关系（b）。

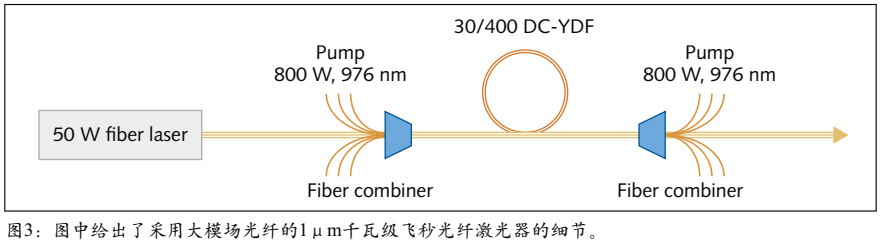


图3：图中给出了采用大模场光纤的1 μm千瓦级飞秒光纤激光器的细节。

千瓦级功率水平

仍然使用 PolarOnyx 的 Uranus 系列标称 1 μm（重复频率为 69MHz，中心波长为 1064nm）、50W 的种子激光器，实验装置包括一根长度为 8m 的 PM 双包层 LMA 光纤—— Nufern 公司的 PLMA-YDF-30/400，芯径为 30 μm（见图 3）。该增益光纤由 976nm 的二极管激光器泵浦，在双向泵浦方案中，向增益光纤的每端注入 800W 的功率，总泵浦功率为 1600W。输出光束的一小部分由熔石英棱镜反

Amonics
Specialist in Optical Amplifiers

相干激光雷达最好的选择!

Amonics 1550nm
保偏脉冲激光器

高脉冲能量 >150μJ
光束质量好
超高脉冲开关比 >100dB
窄线宽线偏输出 <3kHz
可靠
高稳定度



Amonics Limited
www.amonics.com
Beijing Amonics Limited
www.amonics.com.cn
电邮: contact@amonics.com
电话: +86 (10) 84783386

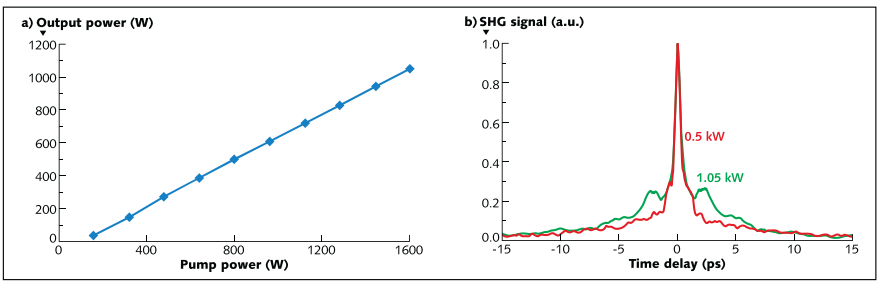


图4：千瓦级飞秒光纤激光器的输出功率与泵浦功率的关系（a）和自相关曲线（b）。

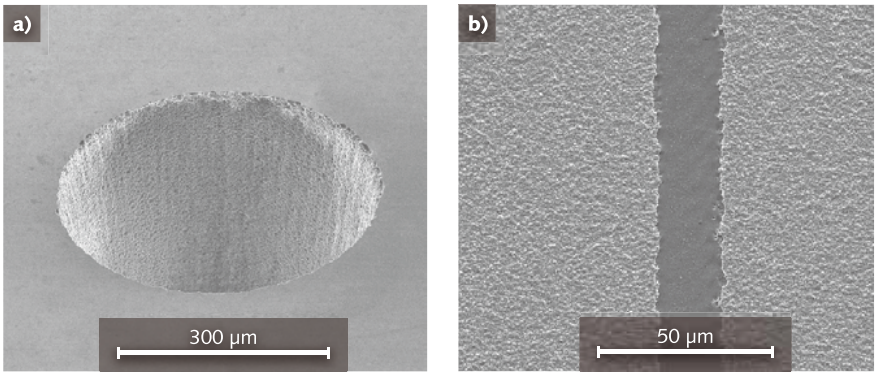


图5：利用0.5mJ的飞秒光纤激光器实现了玻璃钻孔（a）和薄膜划线（b）。1mJ以及更高的功率水平将进一步改善微加工的结果。

射，用于表征输出特性。

使用 1600W 的最大泵浦功率、并将种子激光器的输出设定为 50W 时，获得了高达 1052W 的功率，对应 65.7% 的功率转换效率，以及 70.4% 的光学斜率效率（见图 4）。由于增益窄化效应，输出光谱带宽从 4.7nm（种子激光器的值）轻微窄化到 3.8nm 和 3.3nm，输出功率分别为 0.5kW 和 1.05kW。

输出功率的一小部分（3.4%）由熔石英棱镜反射，然后送到光栅压缩器进行脉冲压缩。在放大功率水平分别为 0.5kW 和 1.05kW 下，当脉宽优化至约 800fs 时，在最高输出功率下测得的 M^2 分别为 1.117（水平）和 1.120（垂直）。

PolarOnyx 的商品化飞秒光纤激光器目前能达到 0.5mJ 的脉冲能量，与 100 μJ 的系统相比，其能够将玻璃钻孔和薄膜划线应用的吞吐量提升 10 倍（见图 5）。无论如何，1mJ 的飞秒激光器已经接近产品的水平，PolarOnyx 表示将继续朝着工作波长从 1 μm 到 2 μm，甚至高达 2.8 μm 的情况下，输出 10mJ 以及更高的能量水平而努力。[4, 5] 这些风冷激光器的主机尺寸为 43cm × 13cm × 56cm，光学头尺寸为 31cm × 120cm × 15cm。

PolarOnyx 预期超快光纤激光器将在未来 5-10 年后主导微材料加工市场，并且会找到目前尚未设想到的、前所未有的应用领域。来自市场研究公司 IHS Electronics & Media（E&M）2013 年的报告估计，柔性显示市场将在 2016 年增长至 13 亿美元，到 2023 年将快速增长至 677 亿美元，18 亿套的设备数总额将包括总的平板显示市场 25% 左右的份额。超快飞秒激光器是加工柔性显示材料的理想选择。而随着高能物理设施变得越来越大、造价越来越高，成本更低、结构更紧凑的超快激光器将成为至关重要的加工工具。[5, 6] ❑

以技术创新和卓越品质赢得市场

——访北京凯普林光电科技有限公司副总裁兼技术总监杨朝栋先生

作者：Rossie

北京凯普林光电科技有限公司是一家中国本土的半导体激光器制造商，公司成立十多年来，其生产的具有高性价比的半导体激光器产品，已经在激光器泵浦、直接制版印刷、医疗、夜视及科研等领域，赢得了国内外用户的一致认可与广泛青睐。目前，仅其生产的多单管产品，就有超过 5 万支正在客户端运行；此外在其他细分应用行业，凯普林光电也在多个领域处于领先位置。

作为一家本土的半导体激光器制造商，在当前激烈的市场竞争环境中，不仅能够与欧美等国际厂商同台竞技，而且还获得了不俗反响，想必其一定有着自身的独特之处。带着这个疑问，本刊在 2014 年慕尼黑上海光博会期间采访了北京凯普林光电技术有限公司副总裁兼技术总监杨朝栋先生。



北京凯普林光电技术有限公司参展人员集体照，后排左起第六位为杨朝栋先生。

技术创新成就卓越品质

“公司在过去十多年中所取得的业绩，事实上与我们对技术创新的重视密不可分。”杨先生表示。凯普林光电拥有一支来自中科院半导体所、北京理工大学、北京工业大学等院所、以及在半导体激光器领域具备多年从业经验的精英团队，这为公司不断提升科研水平、优化生产工艺、提升产品性能提供了坚实后盾。而杨朝栋先生的加入，更无疑为凯普林光电的技术创新团队注入了新力量。

杨朝栋先生于一年多前加入凯普林光电，他在半导体激光器领域拥有超过 25 年的丰富从业经验。在加入凯普林光电之前，杨朝栋先生一直在美国工作，曾经先后就职于美国康宁公司半导体激光器部门、Boston Laser 公司以及 Axcel Photonics 公司，从事半导体激光器烧结、封装及光纤耦合工作；期间涉猎的职位包括项目经理、总监、副总裁等职位，负责研发、工程、生产、销售和市场等部门，对整个行业有着全面深入的了解。加入凯普林光电后，杨朝栋先生主要负责公司的研发与运营，致力于将更多高性能、高品质的半导体激光器产品推向市场。

市场应用日益需要高功率、高亮度的半导体激光器产品，特别是目前发展势头强劲的光纤激光器泵浦应用。在应用需求的驱动下，半导体激光器技术本身正在朝着两个方向发展：一是提高单管的功率；一是通过多单管光纤耦合实现高亮度输出。

目前，凯普林光电主要致力于多单管光纤耦合半导体激光器。杨朝栋先生介绍说，凯普林光电在光纤耦合、封装技术以及稳波长技术方面拥有独

特的技术。凯普林光电拥有光学、机械、电子和光电子这四大核心团队，能够通过巧妙的光学设计和精良的制造工艺，并采用良好的热处理，达到较高的耦合效率和稳定的波长输出。

就多单管产品而言，目前凯普林光电能实现约 90% 的光纤耦合效率，该数值在业内属领先水平；在稳波长技术方面，波长相对于温度的稳定性能做到 0.02nm/℃、相对于电流的稳定性可达到 0.05nm/A。此外，凯普林光电还在生产工艺和量产方面具有独特优势，拥有年产 20 万支高功率光纤耦合半导体激光器的量产能力，并且产品可靠性非常高。目前凯普林光电的多单管可靠性能够达到 10 万小时的平均寿命（MTTF），达到多单管可靠性世界一流水平。

相比于巴条产品，多单管光纤耦合半导体激光器的串联式设计结构更具优势。它不但具有良好的散热特性，能在散热方式上提供更加灵活的选择；而且也较容易实现光纤耦合，进而获得更高的亮度，这对光纤激光器泵浦应用而言是一大优势。

杨朝栋先生表示，所有这些成绩的取得，与凯普林光电十多年来不断的技术创新密不可分。



915nm 65W 0.15NA 多单管产品。

更高功率与亮度，更贴心的服务

自主创新是企业的生存之本。杨朝栋先生表示，最近几年凯普林光电的创新意识更为强烈，更注重通过创新来解决实际问题，并且在解决问题的过程中产生了很多自己的专利。

在杨朝栋先生加入公司一年多的时间内，在他的领导下，凯普林光电的整个研发团队和工程团队都获得了快速发展，公司在过去的一年中推出了十几款多单管新产品，并且大多是功率超过 80W 以上的高亮度产品。

杨朝栋先生表示，凯普林光电今年的发展目标是继续以技术创新为根基，进一步提高多单管的功率和亮度。他表示希望能将多单管的功率在现有基础上再次提升 30%~50%。

另外，在客户服务方面，除了强调快速服务、在最短的时间内了解客户的问题并帮助客户解决之外，凯普林光电还为用户提供了更贴心的服务项目。例如，很多用户并不懂得如何组建和使用激光系统，凯普林光电会帮助客户做好激光器系统配套工作，为客户提供一套解决方案，客户可以拿来即用。

此外，凯普林光电还开始为客户提供激光器使用指南、操作注意事项等信息，让客户对激光器的操作和使用有更科学的了解，减少人为操作失误和因为对激光的不了解而造成的损伤。这些服务以及近一年来对产品质量的改进，在产品返修率方面收效非常明显。“这也使客户逐渐加深了对凯普林光电的理解和信任。”杨朝栋先生说道。

最后，杨朝栋先生补充说，凯普林光电将继续与客户互动，通过技术创新不断提高产品功率和亮度，并提升产品质量，为整个行业的发展贡献自己的一份力量。❑

上接第16页

Coherent 公司的一些 OBIS 激光器包含 LD，典型波长有 405nm、488nm、514nm 和 640nm。这些器件提供快速直接调制，能实现显微镜成像应用。小型化和高电气效率是一大优势，特别是在流式细胞仪这样的应用领域，Coherent 市场营销、OEM 组件及仪器仪表总监 Matthias Schulze 说道。仪器制造商和用户往往需要将多个激光波长合并成一个单一的仪器，为此，Coherent 公司推出了 OBIS Galaxy 光束组合器，从而能将“即插即用”的多个激光器（多色）组合成一个单模、单光纤输出的产品。

Schulze 表示，最近有一些类型的医疗仪器在从纯粹的研究应用转向了临床应用，并最终走向医疗保健站点，这对紧凑、可靠的 OEM 激光源产生了更强的注重。这些激光器必须非常具有成本效益，以克服基于 LED 的光源的竞争，因为 LED 的价格更低（尽管 LED 系统的总成本实际上要高于激光器）。为此，Coherent 推出了 BioRay 模块系列，并在 SPIE Photonics West 2014 展会上展示了该产品。这些新模块体积小巧、成本低，适合快速发展的紧凑型医疗保健站点使用。❑

不懈创新 帮助客户营利

——访深圳激扬光电有限公司首席技术官Andy Piper博士

作者：Rossie

深圳激扬光电有限公司（iLuma Photonics）是一家成立于2011年的充满创新力的年轻公司。公司主要致力于具有成本优势的高端皮秒、纳秒光纤激光器、光纤激光模块以及连续高功率光纤激光系统的研发、生产与市场销售，以满足高端装备制造业、微电子加工业、生物医药业等领域对先进激光源的需求。公司成立以来，始终秉承着不断创新进取、精益求精的理念，以先进应用开发为导向，为客户提供切实有效的解决方案，最终帮助客户营利。

实力雄厚的技术团队 独特的技术平台

“激扬光电在成立之初就明确要坚持不断创新的理念，只有创新才能在不断变化的竞争环境中生存发展。我们会根据顾客的需求反馈，不断加强产品创新。”深圳激扬光电有限公司首席技术官 Andy Piper 博士说道。

人才是创新的基础。激扬光电有着实力雄厚的研发团队，其中超过40%的研发人员拥有海外博士学位以及多年的光纤激光器研发经验，在高功率脉冲光纤激光器及其应用方面具有深入的了解和独特的专长。作为公司 CTO 的 Andy 博士，曾就职于英国南安普顿大学光电研究中心，在飞秒、皮秒、纳秒光纤激光研究领域、脉冲波形管理和控制及非线性光学等领域拥有深厚的理论知识和工艺实验积累，是南安普顿大学团队中的核心研究成员。在南安普顿大学光电研究中心成立 SPI 公司后，Andy 博士将其研究成果带到 SPI 转变成了商业化产品。随后，多年的行业项目研发和管理经历，使得 Andy 博士对光纤激光器的研发、生产、应用以及市场需求有了更为深入的理解。这些雄厚的经验积累，为他领导激扬光电研发团队的创新奠定了坚实基础。


深圳激扬光电有限公司首席技术官Andy Piper博士。

雄厚的技术实力帮助激扬光电开发出了独特的光纤激光器产品。Andy 博士表示：“我们的光纤激光器产品采用了基于 MOPA 技术的独特平台设计而成，避免了 Q 开关平台的种种限制，其不但能减少光纤的非线性效应，而且还能降低温度因素的影响。这使我们能够利用最佳脉冲性能的同时，还能获得恶劣工业应用环境中所需要的产品可靠性。”

主要产品

激扬光电主要致力于为工业应用提供高端皮秒、纳秒光纤激光器以及连续高功率光纤激光器等产品。其中很多产品性能都在同类产品中脱颖而出。

其纳秒系列（N 系列）光纤激光器能够提供高达 20kW 的脉冲峰值功率；低非线性设计使得皮秒系列（P 系列）光纤激光器能在亚纳秒级提供极高的脉冲能量输出。此外，N 系列和 P 系列激光器在它们的整个工作温度范围内，输出功率的变化均小于5%，这远高出了工业标准的 10%的输出功率稳定性，大大提升了在周围环境温度变化的情况下激光加工的一致性。

这些高峰值功率产品是划线和切割应用的理想选择，因为它们能减少热影响区（HAZ），提高划线和切割的精度。产品独特的散热设计，不但能在提供高输出功率的同时提高产品可靠性，而且还改善了热稳定性。

公司最近推出的另一款创新产品是 30W 智能版纳秒脉冲光纤激光器，其最大单脉冲能量达 1mJ（30kHz），频率范围 1~800kHz（全功率范围是 31~800kHz）。智能版光纤激光器没有脉宽选择功能，实际输出脉冲宽度随着脉冲频率的变化而

自动变化，激光器会自动根据用户选择的脉冲频率计算并选择（智能化）一个最佳的脉冲宽度，即脉冲形态随着脉冲频率的变而化智能化地改变，从而使输出光脉冲的峰值功率最优化。脉冲峰值功率在 50~70kHz 超过 15kW，在 70~200kHz 超过 10kW，是塑料（PC、PE、ABS）打标、金属深雕、阳极氧化铝打黑以及调阻加工工艺的理想光源。

该产品的创新，使现有的 Q 开关光纤激光器用户，能够在他们的系统中无缝地整合智能激光器模块，而无需修改他们的控制软件，并且能在任何给定的脉冲频率选择下，获得最佳的输出脉冲能量和峰值功率。这种独特的功能使其从现有的 Q 开关系统中脱颖而出。



市场发展趋势与策略

谈到光纤激光器的发展前景，Andy 博士表示未来会呈现出两大发展方向：一是高端应用，如快速打黑等要求快速的应用；二是高功率应用，如大功率切割。当然，未来光纤激光器还有望在医疗和激光投影方面有所作为。就目前而言，光纤激光器较为热门的应用有黑色阳极打标、ITO 加工、金属深雕、塑料打标以及玻璃和蓝宝石切割等。

对于在中国市场的发展策略，Andy 博士表示，激扬光电的市场策略非常简单，就是帮助客户在竞争日益激烈和充满挑战的环境中实现营利。“也就是说，我们不仅要帮助客户通过使用我们的光纤激光器开辟新的应用领域；而且还要通过我们对光纤激光器的深入了解，帮助客户克服市场上现有的标准光纤激光器所遇到的应用限制。”Andy 补充道。

中国客户需要非常快速、有效和高效的服务。“我们将利用自身独特的技术平台和光纤激光器的深入了解，为用户提供具有高度一致性和可靠性的产品；同时还将为用户提供诸如应用技巧和新应用开发等服务、快速故障排以及卓越的客户沟通，帮助客户快速将产品推向市场。”Andy 总结道。❑



寻求差异化的发展之路

——访江苏天元激光科技有限公司总经理李丰博士

作者：Rossie

最近几年基于中国本土的初创型激光公司不断增多，锐科、创鑫、炬光、中科光汇、激扬光电等公司的涌现与成长，反映了中国激光市场的蓬勃发展与蕴含的潜在机会。中国这个庞大的市场所蕴育的无限商机，不断吸引着众多的初创公司在中国落地开花，江苏天元激光科技有限公司（以下简称天元激光）就是其中之一。

天元激光成立于 2012 年 8 月底，是由数名海外归国博士和在国内具有相关丰富经验的专业团队共同组建而成，是一个拥有海外先进技术、同时又了解中国市场的特色团队。目前公司主要致力于生产高功率光纤激光器和半导体激光器。“我们认为目前光纤激光器技术和市场发展快速，而下一代激光器则是半导体激光器，因此我们选择光纤激光器和半导体激光器作为公司的核心产品方向。未来我们还会考虑一些创新的激光应用领域。”江苏天元激光科技有限公司总经理李丰博士说道。

快速成长

天元激光自成立以来获得了快速发展，团队成员已经扩大到 40 多人，并且在短短一年多的时间内，天元激光已经研制出了 1kW 连续光纤激光器、20W 及 30W 脉冲光纤激光器以及半导体激光器泵浦模块等一些新产品，并且已经有半导体激光器泵浦模块和脉冲光纤激光器产品开始小批量投入市场。

获得如此快速的发展，与公司的技术和生产实力密不可分。基于公司团队核心成员多年的技术积累和从业经验，目前公司拥有芯片封装、光束整形、光束合束、光纤耦合、驱动电路、系统集成、产品测试、老化和失效分析的全套光纤激光器生产核心技术。这既保证了产品的可靠性，又具有成本优势。

对于今后的发展，李博士表示，目前公司已经研制出了 1kW 的单模连续光纤激光器，接下来会在此基础上侧重开发 500W 和 600W 的光纤激光器产品，这些产品拥有较大的市场应用空间，如用于薄钢板的切割、激光 3D 打印等。在半导体激光器方面，接下来将致力于多单管产品。目前国内激光器厂商所采用的芯片均依赖从国外进口，“我希望将来中国的激光器制造厂商能使用国产的芯片，真正拥有自己的核心技术，做到从芯片到封装到激光器整个产业链的国产化。”李博士满怀激情地表示。从李博士的言语中，不难体会到作为一名华人对中国激光行业的发展所怀有的一份拳拳之心。



江苏天元激光科技有限公司总经理李丰博士。

此外，李博士还表示，半导体激光器是未来的发展趋势。“如果半导体激光器的光束合束问题得以解决，那么半导体激光器将会迅速占领很多应用领域，比如目前的一些切割和焊接应用。相信这一天的到来不会太遥远。”

寻求差异化发展

李博士表示，在接下来的几年中，公司会在加强现有半导体激光器和光纤激光器产品发展的基础上，考虑新的发展方向。“目前市场上做光源的公司很多，竞争激烈。天元激光希望自己能够与众不同，借助我们自身在技术方面的优势，走出一条差异化的发展道路。从长远来看，我们会考虑激光应用层面的东西，特别是一些创新的应用，从而跳出目前将激光器产品销往设备厂

下转第31页

业界访谈/Interviews

继续谱写半导体激光器领域的成功乐章

——德国Jenoptik Laser公司副总裁Jurgen Sebastian博士

作者：Rossie

近年来，半导体制造技术及工艺的发展，以及封装和光束整形与合束技术的创新，正在推动着半导体激光器的输出功率和光束质量不断向前发展。在目前光纤激光器在市场上打得火热的同时，业内很多厂商依然在始终坚定不移地致力于半导体激光器，认为半导体激光器是一种最具有发展潜力的激光源，德国 Jenoptik Laser 公司就是其中之一。

德国厂商一向以精湛的工艺和可靠的质量闻名于世，Jenoptik Laser 的高功率半导体激光器产品因此而赢得了用户的广泛认可。“自从我们进入中国市场以来，便开始了在中国市场谱写一个成功的故事乐章。”Jenoptik Laser 公司副总裁 Jurgen Sebastian 博士表示。

稳固唯一的合作伙伴

“自从 2006 年开始，Jenoptik Laser 每年都在中国市场获得了快速增长。即使是在去年大环境不太景气的情况下，我们在中国市场的业绩也比前年有着非常显著的增长。预计未来我们在中国市场的增长还会继续下去。”Jurgen Sebastian 博士高兴地说道，“目前，我们公司的主要增长来自亚洲市场；而在亚洲市场，增长又主要来源于中国。我们在中国市场的增长速度远远超过日本、韩国、马来西亚等其他亚洲国家。中国市场的增长速度是最快的。”

“我们之所以能在中国市场获得如此喜人的发展业绩，其中一个很关键的因素就是长期以来与中国的合作伙伴——顶尖科技之间良好的合作关系。”Jurgen Sebastian 博士提到这个中国合作伙伴时，满意之情溢于言表，“我还没有看到有哪家来自德国的公司，能够像我们一样与中国的一家合作伙伴有着长达 13 年的良好稳定的合作关系。我们彼此之间有着深入的相互了解，相互信任，我们之间的合作始终非常愉快，这对开展业务至关重要。

在与 Jenoptik Laser 合作的过程中，顶尖科仪自身也在从小到大不断发展壮大，公司总部位于杭州，并且还在深圳、北京、武汉和台湾设有办事处，这将有助于 Jenoptik Laser 在中国各地开展业务。双方已经形成了一种双赢的合作伙伴关系。

此外，Jurgen Sebastian 博士还补充说，中国市场的变化快速，而且中国公司的节奏也很快，这对于



德国Jenoptik Laser公司副总裁 Jurgen Sebastian博士

Jenoptik Laser 来讲也是一大挑战。很多时候，中国客户的要求是非常高的，目前 Jenoptik Laser 也在投入更多的资源来满足中国客户的需求。为此，Jenoptik Laser 内部设立了一个专门针对中国市场的团队，所涉及的业务涵盖研发、技术支持和客户服务等各个方面。这也充分显示了中国市场对 Jenoptik Laser 的重要性。

继续深耕高功率半导体激光器

当前市场对高效率光源的需求越来越大。半导体激光器是效率最高的光源，并且其效率还在继续提高。谈及今后在半导体激光器方面的努力方向，Jurgen Sebastian 博士提到了两大

方向：一是提高功率，二是提高效率。如果效率不提高，会产生更多的热量；因此只有把效率提高上去，才能获得更多的有用光功率。

对于转换效率，目前 Jenoptik Laser 在实验室能够做到 70%，实际产品能够做到 65%~70%。Jurgen Sebastian 博士希望未来能实现 75% 甚至更高的转换效率。

功率的提高方面会涉及很多问题。提高功率首先要提高效率，要提高效率就要改变外延片的结构，同时又要保证其他所有的参数不变，这需要面临极大的挑战。此外，提高功率不光涉及芯片本身的问题，还牵扯到封装问题。如果功率越来越高，那么散热也会越来越多，因此需要有很好的封装技术与之配套。

在过去的一年中，Jenoptik Laser 的连续巴条功率已经从 160W 做到了 200~250W；准连续巴条的功率从 300W 提高到了 500W。Jurgen Sebastian 博士表示未来在新产品开发方面，除了做到更高的功率外，也会拓展到更多的波长，如 1020nm 和 880nm。

中国市场有着巨大的需求，特别是用于光纤激光器泵浦和直接加工应用的迷你巴条产品。Jurgen Sebastian 博士表示，目前 Jenoptik Laser 在中国市场会主要关注三大方面：光纤激光器泵浦、真正的高功率准连续产品和高峰值功率产品。

直接应用的半导体激光器是未来的一个发展方向。Jurgen Sebastian 博士表示，随着技术的不断发展，相信未来半导体激光器会克服光纤耦合问题，使得输出功率大幅提升，这将为半导体激光器迎来更广泛的市场机会，包括会与目前发展得热火朝天的光纤激光器在很多领域相互竞争。从长远来看，半导体激光器是最具发展潜力的光源。❑

上接第29页

商的商业模式。”李博士说道，“因此，天元激光未来的定位是将激光作为一种工具去开发创新型的产品。”

接下来，李博士饶有兴趣地谈到了未来可能涌现出的新颖的激光应用，比如新材料领域。“例如，可以用激光熔覆做新的散热材料、利用激光 3D 打印做人工骨关节、用超快激光做新颖的材料镀膜等等。”李博士说道。天元激光与中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所关系密切，双方共建了一个联合实验室，李博士本人也是纳米所的研究员，因此天元激光在新材料技术、加工制造方面拥有丰富的资源。

与欧美等成熟的激光市场相比，目前中国的激光产业可以说尚处在起步阶段。巨大的中国市场，蕴含着巨大的激光应用潜力。在采访即将结束时，李博士再次表现出了对中国激光产业发展的关心，希望大家能共同努力，使中国激光行业实现良性竞争发展。❑



业界访谈/Interviews

通过服务创造价值对客户负责

——访东隆科技有限公司总经理王辉文先生

作者：Rossie

武汉东隆科技有限公司（简称东隆科技）是一家光电子类产品代理商，公司成立 10 多年来，一直不断引进国外先进产品和技术，先后与多家国际知名光电企业合作，为中国客户提供基于光电子产品的解决方案，产品种类涉及光学器件和精密微动机械、激光器、激光测控设备、光谱及成像设备、光电子测试仪器、半导体生产及检测设备，共六大种类百余品种，广泛应用于光谱研究、光纤通讯、航空航天、品质检测、国防军工、激光加工、生物医疗及信息安全等相关领域。

“‘服务创造未来’是我们的一贯宗旨。我们是一个对客户负责的公司，有一支专业的团队，为客户提供“交钥匙型”解决方案，让客户越省心越好。”东隆科技总经理王辉文先生说道。在整个采访过程中，王辉文先生说的最多的恐怕就是“负责任”三个字，这一点也是东隆科技较为独特之处，也正是这种对客户负责的态度让东隆科技赢得了客户的认可与青睐。

为客户提供“交钥匙型”解决方案

不同于以产品销售为主的代理商，东隆科技主要致力于为客户提供“交钥匙型”解决方案，让客户能够“拿来产品就用”。“我们是一家强调服务的产品代理公司，要对客户负责，帮助客户解决问题。”王辉文先生如是说。他表示，目前公司做的较多的业务是在新材料和新能源领域，并以新能源方面的风机叶片这一实际案例详细介绍了东隆科技能提供的完整解决方案。

风能是清洁环保的新能源，而风力发电的一个核心部件风机叶片通常要在海洋、沙漠等恶劣的环境中使用，这要求制作风机叶片的材料能够耐腐蚀、抗恶劣环境，并且通常面积较大。针对这样的应用需求，王辉文先生详细介绍了东隆科技从头到尾的一条龙服务。

首先，从叶片材料做起。根据具体使用要求，利用东隆科技代理的光谱分析产品确定材料的成分；第二，材料性能的测试，材料做出来之后，东隆科技紧接着提供材料性能测试解决方案，例如，测量材料的抗腐蚀性、硬度、应力、应变及温度性能指标等，明确材料的具体生命周期，充分保证所用材料的可靠性。第三，材料成型，材料测试结束后，需要将材料做成实际应用需要的各种形状，东隆科技接下来会提供各种激光加工解决方案，如焊接、切割等，这个过程既要保证产品的结构形状满足客户的应用需求，同时又不会破坏材料的性能属性。最后，产品交付用户使用，东隆科技还对其交付的整个解决方案提供终身的跟踪服务，一旦有问题会在 24 小时内快速响应。



东隆科技有限公司总经理王辉文先生。

以上只是一个例子较为详细地介绍了东隆科技能够为客户提供完整的解决方案。如此专业的服务，必然要由专业的团队来完成。

负责任的专业团队

东隆科技之所以能为客户提供如此专业的完整服务，与其专业的团队密不可分。公司的目标是为客户提供解决方案，因此东隆科技每年会将销售额的 10%~20% 投入到解决方案的研发工作。谈到这一点时，王辉文表示：“目前，很多客户不愿意自己从头到尾开发一套解决方案，客户不想做第一个吃螃蟹的人，因为这样会承担很大的风险。鉴于这种情况，东隆科技投资先做项目的可行性研发，确定方案可行后，再推介给客户，这也是做到了对客户负责。”

东隆科技有一半以上的员工是工程技术与研发人员，并且，公司

有着一套完备的针对专业技术和客户服务的培训体系。东隆科技将自己定位为一家全球化的公司，其在旧金山、多伦多等全球知名的光电子研发中心均设有办事处，与这些地方先进的光电子研究机构保持着密切合作。在为客户提供解决方案的过程中，东隆科技也不断积累着自身的知识财富，目前已经拥有了两项发明专利、五项软件注册权和若干实用新型专利，竞争力日益增强。“我们只专注于光电子领域，致力于为某一行业提供‘交钥匙型’解决方案，帮助客户解决问题。这是我们的核心所在。”王辉文补充说。

正是如此专业负责的态度，帮助东隆科技赢得了客户的认可与信任。很多客户都与东隆科技有着十多年的合作关系。“例如，在汽车制造行业，我们为汽车制造商提供激光焊接、切割等加工过程的在线测试方案，德国几大全球知名的汽车品牌，其生产线上都活跃着我们的产品解决方案，甚至有的汽车制造商在哪里建设生产线，便要求我们跟到哪里为其提供服务。”王辉文介绍道。可以说，东隆科技是站在很多世界知名品牌背后的一位无名英雄。东隆科技专业负责的做事风格，不仅赢得了客户的认可，而且也赢得了很多国外厂商的青睐，他们愿意选择东隆科技为其做产品代理。

谈到公司的业绩情况，王辉文先生表示，公司每年的业绩都呈现出稳定增长的态势，这也反映了客户对东隆科技的肯定。对于今后的发展，他表示东隆科技会一如既往地专注于光电子行业，为客户提供“交钥匙型”解决方案，让客户能更省心地使用东隆科技提供的解决方案。未来公司会更加关注新能源新材料领域，比如研发更轻的汽车制造材料、电动汽车的充电装置等。“我们不仅销售国外先进的光电子产品，而且还要帮助客户更好地使用这些产品，真正帮助客户解决问题，并最终使这些新技术能够为人们的生活带来切实的好处。”王辉文先生总结道。❑

上接第21页

成本效益的透镜设计的光学系统来传播较大的光束直径，从而实现更小的光斑尺寸。换句话说，由于大场应用需要 f 增加使得光斑尺寸增大，可以通过聚焦光学元件的大 D 值来补偿，以提供用于激光加工的最佳功率密度。

更高的吞吐量和精度

除了更大的视场，新兴的工业激光加工需要扫描系统具备更高的吞吐量。这可以通过同时增加线性扫描速度和激光功率密度来实现。对于给定的角扫描速度，在工作平面上的线扫描速度可以通过简单地增大三轴系统的焦距来提高。因为增加焦距使得光斑尺寸更大，降低了功率密度，理想的解决方案是增加基于振镜的扫描系统的角速度，这样光斑尺寸将不需要为速度而妥协。这些角速度带来的挑战性需求形成了 LII 扫描技术的基础。

使用具有专利的精密振镜动力学状态空间模型，在高精度伺服控制之下，LII 技术采用限速、加速度限制和急动限制指令来驱动振镜达到最佳性能。脉宽调制（PWM）驱动输出实现 98%的效率，将功率输出到振镜，同时保持伺服电子元件冷却。优化的扫描镜与振镜和伺服技术相辅相成。扫描镜由最轻和最硬的材料铍加工而成，采用锥形安装座连接到振镜上，在尽可能低的惯性下，通过无缝强度分布建立平衡结构，在 1m × 1m 的场内实现大于 75m/s 的扫描速度。

对于大区域、高分辨率和高速扫描应用，另一项关键要求是精度，包括静态和动态两方面。为实现每摄氏度极低的漂移（亚微弧度），LII 数字振镜技术的位置探测器集成了高线数、双编码器传感器和热平衡设计。此外，LII 伺服驱动器的 24 位数字处理提供了大视场尺寸下的高定位分辨率和精度。

作为伺服架构的一部分，状态空间模型监测到扫描系统的功率输出，并补偿随着温度变化的各项扫描系统参数，如线圈电阻、扭矩和谐振频率。无论是采用空气冷却，或是集成水冷套以获得峰值功率容量，温度补偿保持精度一致。

镜平衡也是高加速度应用中维持精度的一项重要因素。铍衬底反射镜是质量平衡的，设计的主要特点是尽量减少离轴摆动，并使新的平衡技术成为可能。为配合负载均衡，用性能优异的 x、y 支架，以承受扫描系统的高扭矩所产生的强烈反作用力。作为结果，利用三轴 LII 技术，即使对于 1m × 1m 的大区域，激光加工系统也能够达到微米级的位置精度。

下一代基于振镜的激光扫描系统是未来制造业的一个组成部分，它们使得传统的机械加工被激光加工系统所取代。三轴 LII 系统专门针对大区域、高吞吐量和高精度应用，促进了激光材料加工不断向前发展。❑

业界访谈/Interviews

科医人享瘦纤体设备隆重上市

作者：本刊记者

2014 年 4 月 16 日，科医人激光美容以“双源声波 轻松享瘦”为主题的享瘦纤体设备上市发布会在充满时尚文化气息的北京 798 艺术区举行。数百家整形美容名企、专家齐聚一堂，并且业内资深专家祁佐良和张建中两位教授也受邀前来助阵，共同见证了科医人享瘦纤体设备的震撼上市。

“由于年龄的增长，体重的增加、不当的节食等都让身材体形走样。瘦身往往是自信与新生活方式的选择，严谨地讲，瘦身需要正式的医学干预，是由有创发展到无创的一个技术创新过程。”科医人亚太区总裁翟琪瑛先生表示，“全球医美调研数据显示，身体塑形为全球第一大需求，占据美容市场最大的市场份额。科医人享瘦纤体设备的面市，正是为了实现轻松享瘦，真正美化人们的生活。”

现场直播享瘦疗效 美国皮肤美容专家亲临助阵

在纤体瘦身领域具有极高造诣的美国丹佛皮肤美容专家 Tahl Humes 博士，就纤体瘦身技术的最新发展趋势与到场嘉宾进行了精彩的交流与探讨，为大家带来了她在这一领域的丰富临床实践与运营经验。她表示，无创纤体塑形技术越来越备受青睐。2011-2016 年，全球医疗美容纤体市场有望实现 12.8% 的年均增长率。

Tahl Humes 教授表示，享瘦双源声波纤体系统其专利的独有重塑体形的治疗，无需麻醉或外科手术方式，就能减少治疗部位围度，是绝对安全有效的非侵入性治疗。利用低频声波，在体外就能干预脂肪细胞，引用空化效应在液体中震荡引起的微气泡在外界压强下产生内爆，促进脂质排除脂肪细胞外，缩小脂肪细胞体积，再利用体内的淋巴循环将游离的脂质排出体外，实现完美体形重塑，甚至对紧致肌肤、消除橘皮都有一定作用，做到既健康又安全，特别适合中度肥胖到超重的希望改善体形的朋友，尤其对希望不需要节食和锻炼去除局部特定脂肪人群及通过改变生活方式不能去除的脂肪都可有效解决。临床实验显示，仅一次治疗，腹部围度减少 3.0cm，截止目前为止，一个疗程的治疗后，一些人群已经减掉 9cm。治疗后，皮肤也能获得明显改善。

Tahl Humes 教授就享瘦纤体设备的技术优势做了详细阐述，她表示享瘦声波作用深度要比射频深。射频的穿透较浅，只能作用于真皮层和脂肪浅层，而享瘦双源声波作用于脂肪浅层和脂肪深层。采用符合人体工程学的 U（双源）手具，通过两束低频声波，有效精准定位皮下脂肪层，提供安全有效治疗，达到聚焦效果，避免痛感困扰。

在 Tahl Humes 教授分享交流的过程中，现场还同步直播了享瘦纤体设备的操作治疗过程，通过一次治疗，现场体验者腰围由 86cm 减少到 82cm，仅一次治疗，腹部围度减少 4.0cm，现场掌声雷动，无不惊叹。



美国丹佛皮肤美容专家Tahl Humes博士。





体验者现场进行享瘦纤体设备治疗（上），通过一次治疗，腰围由86cm 减少到82cm，腹部围度减少4.0cm（下）。

科医人为亚洲女性体形量身定制享瘦纤体设备的全新上市，是科医人品牌所秉承的“改变和美化人们生活”理念的最佳诠释。❑

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

CASTECH® 福晶科技

欢迎光临：

Optatec 2014
展位号：Hall 3.0 A29
参展时间：2014年5月20-22日

CLEO 2014
展位号：2214
参展时间：2014年6月8-13日

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。创立至今二十余年，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、激光及光通讯器件

1. 高功率光隔离器
2. 扫描场镜
3. 电光Q开关
4. 温控炉(仪)
5. 光准直器
6. 标准具





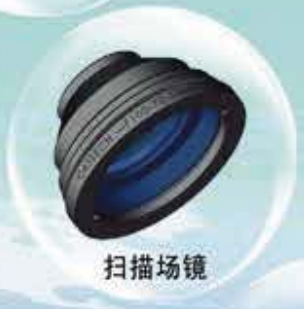












地址：中国福建省福州市软件大道89号F区9号楼　邮编：350003
电话：+86-591-83710533（总机）83771604　83512926（中国区）
传真：+86-591-83711593　Http://www.castech.com
E-mail:sales@castech.com

展会报道/Show Report

2014 年慕尼黑上海光博会成功召开

——以创新服务用户，以全面助力行业

2014 年 3 月 18-20 日，慕尼黑上海光博会在上海新国际博览中心盛大召开，展会吸引了来自世界各地共有 22 个国家和地区的 628 家展商前来参展，展示面积达 34,500 平方米！三天共接待 37,272 名专业观众前来观展，观众数量和质量继续保持了极高的水平。

创新激光技术盛典，全行业应用多点开花

慕尼黑上海光博会致力于推动业界各分支领域的创新与商业发展，从基础研究到产业应用，全面展示激光光电全行业创新技术产品，提供激光光学完全解决方案。

本届展会依旧集中关注“创新激光加工技术应用”，展会现场设立的“激光生产与加工技术展区”，为广大客户展示创新激光加工技术在汽车、钣金制造、船舶、航空航天、国防军工、制造技术、材料加工、自动化、模具、塑料橡塑、电子等各行各业的解决方案和实际应用。德商罗芬激光技术(上海）有限公司执行董事彭元璋先生给予展会以高度评价：“今年展会比以往更注重激光新领域的应用。慕尼黑上海光博会从 06 年开始至今的 9 年来，我们不光能看到每年展会的成长，更能看到展会带来给中国工业激光界的成长。”





热门技术——3D 打印和“增材制造”也在激光应用上得到了不错的推动，大族、华工、伊欧、金运、徕斯等企业均陆续推出了增材制造、激光融覆等相关技术和产品。“今年我们带来的新产品有激光 3D 打印、金属激光 3D 打印、激光显示和激光焊接产品等。前来展台的不光有激光本行业的观众，还有来自汽车、石化、冶金、造船、集装箱、建筑、航空航天等应用领域的观众前来咨询。”煜宸激光技术集团公司董事长邢飞对于展会的整体效果表示非常满意。

检测和机器视觉展区备受瞩目

今年的“机器视觉、检测和质量控制展区”吸引了众多展商和观众的目光，集中展示了检测和机器视觉领域最新最前沿的技术，以及在各行各业被广泛应用的产品及案例。其中“机器视觉展”则继续加深了与中国图象图形学会机器视觉专业委员会(Vision China）的合作，现场气氛活跃并得到了非常好的反馈。

激光安全倡议仪式，促进行业健康发展

展会期间，慕尼黑上海光博会联合中国光学学会激光加工专业委员会及通快、百超、萨瓦尼尼、天田、三菱电机、大族激光、华工激光、团结普瑞玛、奔腾楚天、领创等各大展商，现场举办了“激光安全倡议仪式”！同时，由中国光学学会激光加工专业委员会和慕尼黑展览（上海）有限公司共同主办的“工业用激光器及系统使用安全培训班”也于 3 月 19 日举办，现场反应热烈。

光学技术大会PHOTONICS CONGRESS CHINA聚焦行业热点话题

展会同期举办的光学技术大会 PHOTONICS CONGRESS CHINA 凭借其高度专业化、国际化的展示水平，赢得了与会听众的高度评价。主要议题包括激光加工、先进激光器、光学技术、红外线成像技术、激光安全、光束分析等最新研发成果和进展，全面覆盖多个激光和光电子领域，共吸引了 2,122 名听众与会聆听！

在第九届国际激光加工技术研讨会上，工业激光器未来几年在全球市场的机遇，高效能工具和流程，超快激光技术的最新趋势与应用，通过生产型转变来展现增材制造的最新应用等热门话题均被深入讨论。

下届慕尼黑上海光博会将于 2015 年 3 月 17-19 日在上海新国际博览中心举办。

2014 LASERFAIR

China Laser Innovation Conference

www.laserfair.cn

第八届亚洲（深圳）国际激光应用技术论坛暨激光制造展

The 8th Asia (Shenzhen)International Laser Application Technology Conference & Fair

中国·深圳会展中心 Shenzhen Convention & Exhibition Center

2014.6.12-14

5大展区



柔性加工区
Flexible Processing Exhibition



前瞻技术区
Advanced Technology Exhibition



激光微加工区
Laser Micro Processing Exhibition



金属加工区
Metal Processing Exhibition



3D打印区
3D Printing Exhibition

同期会议

汽车激光和光纤激光大会
Automotive Laser and Fiber Laser Conference
6月12日 14:00-16:00 ， 6月13日10:00-16:00

再制造、钣金加工、微细加工、3D打印大会
6月13-14日 10:00-16:00

欢迎晚宴 Welcome Party
6月12日 18:00-21:00

台湾镭射论坛
Taiwan Laser Conference
6月12日 14:00-16:00

ALAT 2014 深圳光电子及激光前瞻技术大会
Shenzhen Optoeletronic & Laser Advanced Technology Conference
6月12日 14:00-16:00

海峡两岸激光行业高尔夫精英赛
Cross-Strait Laser Elite Tournament
6月14日 13:00 -- 17:00

参观航母、企业考察
6月15日 09:00 - 18:00

联系方式

广东省激光行业协会 Guangdong Laser Industry Association
深圳市南山区南海大道3025号南山知识服务大楼815室
Rm 815, Nanshan Knowledge Service Building, No.3025 Nanhai Road, Nanshan District, Shenzhen518057, China
Tel: 86-755-2697 9397 Fax: 86-755-2697 9397
中国: event@laserfair.com 海外: azz@laserfair.com

广东省光学学会激光加工专业委员会秘书处 Laser Processing Committee of GDOS
地址: 东莞市莞城区旗峰路162号中侨大厦B座1505-1506室
Rm1505, Building B Zhongqiao Building, No.162 Qifeng Road, Guancheng District, Dongguan 523013, China
Tel: 86-769-2238 1699 Fax: 86-769-2238 4798

产品撷英/Products Highlight

Spectra-Physics推出15 W紫外激光器

Newport旗下的Spectra-Physics公司推出Talon系列高性价比Q开关二极管泵浦固体（DPSS）激光器家族中的新成员——Talon 355-15。Talon 355-15可提供超过15W的紫外输出功率、大于300 μJ的脉冲能量、0~500 kHz的宽泛重复频率范围以及卓越的光束质量和稳定性。凭借高度的可靠性、最低的拥有成本和卓越的性能，Talon 355-15是24/7运转的印刷电路板、半导体、LED、陶瓷、平板显示器、太阳能电池、玻璃和许多其他设备和材料的制造与加工的理想选择。



Talon系列可提供功率>15W、>12W和>6 W的紫外版本和功率>20W的绿光版本。Talon在设计上采用“It’s in the Box”结构，激光电源和激光头都集成在了一个单一的通用坚固封装中，以简化系统集成，并易于不同模型之间的结合以实现特定的终端客户要求。Talon系列已经通过了广泛的环境质量试验，每台激光器都经过了严格的生产测试，以确保其能在24/7的应用环境中可靠地运转。

Spectra-Physics

www.spectra-physics.com/Talon

可对应4m×2m工件的4020RX系列新型激光加工机



三菱电机推出了可对应4m×2m范围工件的4020RX系列激光加工机。该机的主要指标为：X-Y-Z同时3轴控制、飞行光路移动方式、行程可达4100mm×2100mm、加工范围可达4050mm×2060mm、最大快进速度可达100m/min、定位精度可达XY轴为0.05/500mm、Z轴为0.1/100mm。根据客户实际需求可配4.5kW或6.0kW激光器。

具备如下优势：①高生产效率。新开发的高峰穿孔实现了厚板短时间小孔穿孔；FAB控制实现了光束的持续稳定保证了加工品质；新的F-CUT功能实现了无轴停顿的光束ON-OFF控制，极大缩短了加工时间。②降低运行成本。新型的加工模式减小了加工喷嘴与板材的间隙，降低了气体消耗；通过eco模式降低了待机时的运行成本；新的光路清洁技术的使用提高了光学部品的耐久性。③可灵活地对应现场加工。用简易嵌套或关联嵌套迅速对应多工件加工；用一键式二次切割实现覆膜以及表面劣质材料的加工；方便的残材分割提高板材利用率。

三菱电机

www.cn.mitsubishielectric.com

用于高性能平面定位的经济型X-Y滚珠丝杠平台

Aerotech推出一款X-Y滚珠丝杠平台，适用于各种高精度应用，如面形测量或自动化。对于不需要超高速度和精度的应用而言，这款新型PlanarSL是一种经济实惠的替代方案。

这种侧向高度低的机械轴承平台，在小巧紧凑的结构内将两个运动轴结合在一起，其精密磨削和预负载滚珠丝杠的设计通过摩擦和刚度中心直接驱动，具有出色的几何性能和精度。

高精度线性导向丝杠具有出色的直线度和平直度，能够在整个XY行程中提供最优的移动滑车支持。结构元素已得到最优化，具有最高的平面性能。

除了标准的24V直流双极步进电机外，选项还包括无刷和有刷直流电机，具有经过预先配置与Aerotech控制器配合使用的高分辨率旋转编码器。



PlanarSL的两个轴都备有低热膨胀(3.3 ppm/°C)精密玻璃线性编码器刻度，从而保证了长时间高精度和高重复定位。主要应用包括激光加工、微细加工、半导体制造、电子设备、测试与检测、纳米技术及实验室等。

Aerotech，www.aerotech.com

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

TECHSPEC紧凑型物镜附件简化视频显微镜



爱特蒙特光学推出全新产品TECHSPEC紧凑型物镜附件，可降低成像系统的整体重量和尺寸，同时保持卓越的光学性能。

TECHSPEC紧凑型物镜附件能够优化每个物镜，允许您使用更短的管，实现更紧凑的结构。为了轻松与系统组件集成，这些附件具有标准的30mm外径和C接口螺纹。可配置放大率允许用户通过增加隔圈以加长套管，轻松增加放大率。

每个镜头均具有宽带增透(AR)膜，可最大限度地提高可见（VIS）光谱中的透射率和均匀性，给予最佳灵活性。

该产品适用于显微镜、流式细胞仪、制药检测和组装线或故障检测等众多生物医学或机器视觉应用。TECHSPEC紧凑型物镜附件备有2X、5X以及10X的紧凑型可调物镜。附件为现货供应，可立即交付。另可根据各种分辨率、光通量以及景深提供广泛的放大倍率和数值孔径选项。

Edmenud Optics

www.edmendud.com.cn

Newport六轴并联机构定位系统

Newport新推出六轴并联机构定位系统。在传统的六轴运动系统中，如果您从一个点移动到另一个点，所有六个驱动器的最大速度被设定为在最短的时间到达制定位置，这意味着运动过程并不遵循直线路径。这个过程中存在大量的跳动或偏离真实路径，这可能会引起碰撞。

目前，越来越多的用户正在寻求使用六轴运动控制产品用于扫描应用，为此，Newport已经开发出了名为RightPath的新控制算法。这是一种非常直观的功能，它允许六个轴在受控的速度下流畅的运动，以便能以最小的跳动很好地跟随设定的轨迹，如直线、弧线和旋转。这将为六轴运动平台开辟更为广泛的应用领域。

Newport，www.newport.com

TECHSPEC精密蓝宝石窗口片

爱特蒙特光学全新的TECHSPEC精密蓝宝石窗口片，能够为介于0.15~5.5μm的波长范围（UV到MWIR）的光线提供卓越的带宽透射率，非常适用于各种条件严苛的应用，如成像与光谱学。

TECHSPEC精密蓝宝石窗口片亦提供骄人的¼λ表面精度。利用蓝宝石的固有特性：高介电常数、高导热性、极高的表面硬度以及对化学酸碱的抵抗性，这些窗口片具有一种高容差的设计，从而得以实现超高系统性能。鉴于蓝宝石特殊的结构强度，TECHSPEC精密蓝宝石窗口片比一般玻璃窗口片更加纤薄，并能最小化吸收。

TECHSPEC精密蓝宝石窗口片备有四种未镀膜型号可选——直径为10mm、15mm、20mm和25mm。所有型号均具有¼λ表面精度。产品现货供应，可立即交付。

Edmenud Optics

www.edmendud.com.cn

卓立现在 着眼未来

http://www.zolix.com.cn

精密位移解决方案





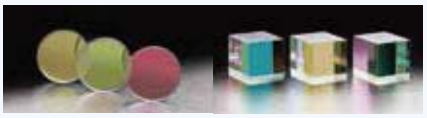
高稳定工业专用调整架



精密隔振光学平台



优质光学元件



Zolix 卓立汉光

地址：北京市通州区金桥产业基地 环科中路16号联东U谷中试区68号B座

电话：010 56370168 传真：010 56370118

邮箱：info@zolix.com.cn 邮编：101102

网址：http://www.zolix.com.cn

www.laserfocusworld.com.cn

广告索引 Advertisers & Web Index

激光世界 LaserFocusWorld China

Advertiser	广告商名称	网址	页码
A & P Instrument Co., Ltd.	科艺仪器有限公司	www.anp.com.hk	IBC
Aerotech Inc.		www.aerotech.com	13
Amonics Ltd.		www.amonics.com.cn	24
Castech Inc.	福建福晶科技股份有限公司	www.castech.com	35
Changchun New Industries Optoelectronics Tech Co., Ltd.	长春新产业光电技术有限公司	www.cnilaser.com	23
Edmund Optics Singapore Pte Ltd.		www.edmundoptics.cn/prototyping	21
Focuslight Technologies Co., Ltd.	西安炬光科技有限公司	www.focuslight.com.cn	4
iLuma Photonics Co., Ltd.	深圳激扬光电有限公司	www.ilumaphotonics.com	28
Jiangsu SkyEra Laser Technology Inc.	江苏天元激光科技有限公司	www.skyeralaser.com	3
Mitsubishi Electric Automation (China) Ltd.	三菱电机自动化 (中国) 有限公司	http://cn.mitsubishielectric.com/fa/zh/	IFC
Nufern		www.nufern.com	1
Ocean Optic (Shanghai) Co., Ltd.	蔚海光学仪器(上海)有限公司	www.oceanoptics.cn	2
OSRAM Opto Semiconductors		www.osram-os.com	BC
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	31
Shenzhen RFH Laser Technology Co., Ltd.	深圳市瑞丰恒科技发展有限公司	www.rfhlasertech.com	7
Supertex Inc.		www.supertex.com	11
Titan Electro-Optics Co., Ltd.	北京金先锋光电科技有限公司	www.teo.com.cn	19
The 8th Asia（Shenzhen）International Laser Application Technology Conference & Fair	第八届亚洲 (深圳) 国际激光应用技术论坛暨激光制造展	www.laserfair.cn	37
Zolix Instruments Co., Ltd.	北京卓立汉光仪器有限公司	www.zolix.com.cn	39

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 Building,
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
Susan Smith
susans@pennwell.com

Editor in Chief
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)
Jenny Li (李文娟)
jennyl@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)
Sales Director-China (中国区销售总监)
Hatter Yao (姚丽莹)
hattery@actintl.com.hk
Tel: 86 21 6251 1200

Asia (亚洲)

Japan (日本)
Masaki Mori
masaki.mori@ex-press.jp
Tel: 81-3-6721-9890

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)

UK, Ireland
Jim Ajayi
jima@pennwell.com
Tel : +44 (0)7534 294 950

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

US-West and Western Canada
Anne Marie St.John-Brooks
annemarie@pennwell.com
Tel: 510.606.0630

Europe & Middle East (欧洲及中东)

Europe
Holger Gerisch
holgerg@pennwell.com
Tel: 49-8856-8020228

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

A&P INSTRUMENT® 科艺仪器

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

30a

专业的工业级光纤激光器

SPI



redEnergy 系列脉冲光纤激光器
- 功率范围 10-40W
- 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 500W
- 主要用于微加工、精密切割和焊接等

SYNRAD CO_2 激光器

SYNRAD

firestar v-series



30W

48-series



10W

firestar f-series



200W



新 Pulstar p100



40W



25W



400W

firestar ti-series



60W·80W·100W



新 firestar series VI30

高速光学扫描振镜 / 扫描头 / 三轴高功率扫描振镜 / 模拟和数字伺服驱动电路板

Cambridge Technology











DirectPump 900 系列

适用于高级应用的直接发光二极管激光系统
- 波长：976 nm
- 功率：600 W

应用：
- 高级激光泵浦应用
- 固体、碟片和光纤激光器的应用
- 脉冲光纤激光器的研究
- 激光制造
  - » 资质
  - » 老化
  - » 测试



directphotonics

DIRECTBOND 系列

适用于热处理应用的直接发光二极管激光系统
- 波长：808 nm
- 功率：30 W, 60 W

应用：
- OLED 显示器的熔融焊
- 热处理应用
  - » 锡焊
  - » 塑料焊接

科艺仪器还为以下品牌提供销售及服务，更多品牌请登录 www.anp.com.hk

400-886-0017

Apiee | SYNRAD | laserline | SPI | Newport | Cambridge Technology | eternal sun | UNIVERSAL | MSP | Cole-Parmer | DAHENG | NORTHROP GRUMMAN | CEDRAT TECHNOLOGIES | FISBA OPTIK | directphotonics | QIOPTIQ | YAMAMOTO | PreSens | PALAS | matrix

香港 HONGKONG	北京 BEIJING	上海 SHANGHAI	广州 GUANGZHOU	深圳 SHENZHEN	成都 CHENGDU	武汉 WUHAN	台湾 TAIWAN	新加坡 SINGAPORE
T: (852) 2755 6578 F: (852) 2755 4549 info@anp.com.hk	T: (010) 6207 4835 F: (010) 6207 7434 bj@anp.com.hk	T: (021) 5523 3800 F: (021) 5523 3811 sh@anp.com.hk	T: (020) 6683 0899 F: (020) 6683 0898 gz@anp.com.hk	T: (0755) 8220 2428 F: (0755) 8220 2438 sz@anp.com.hk	T: (028) 8521 6348 F: (028) 8524 2667 cd@anp.com.hk	T: (027) 8759 1299 F: (027) 8759 1239 wh@anp.com.hk	T: (886) 2295 3164 6 F: (886) 2295 3986 3 tw@anp.com.hk	T: (65) 6655 0909 M: (65) 9090 0909 sg@anp.com.hk

www.osram-os.com



Light is productive
High Power Laser Bars for Industrial Applications

Light is OSRAM

OSRAM
Opto Semiconductors