光学和光电子产业的主导刊物

激光世界

LaserFocusWorld® China

www.laserfocusworld.com.cn

2013年5月 第3期

ISSN: 1817-6917



直接激光二极管实现更高亮度 11

采访报道

中国激光行业即将迎来欣欣向荣的发展态势

——2013年慕尼黑上海光博会采访报道 26

ACT PennWell

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





二氧化碳二维激光加工机

ML 3015eX-S Edition

http://www.meach.cn



eXcellent
easy to use
ecology

三菱电机

MITSUBISHI ELECTRIC

Changes for the Better

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

三菱电机自动化中国

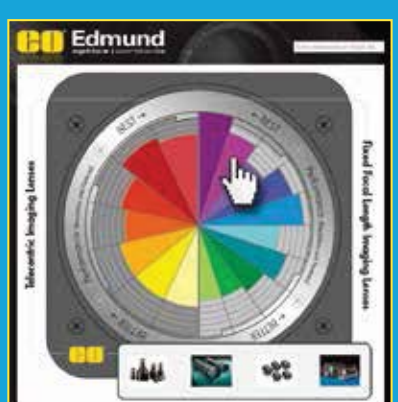
400-821-3030

挑选传感器
找寻成像镜头



- 立即为您的应用找到适合的成像镜头
- 库存中可供选择的可以立即发货的710种成像镜头
- 2D和3D模组易于集成

准备开始?
www.edmundoptics.com/your-sensor



Edmund optics | china
Tel: +86 (0755) 2967 5435
www.edmundoptics.cn

激光世界
LaserFocusWorld China
2013 年 5 月 第 3 期
www.laserfocusworld.com.cn

目录

光子学前沿

11 直接激光二极管

直接激光二极管实现更高亮度

应用天地

14 防卫与安全

全身扫描仪能否确保人身及隐私安全?

技术中心

17 固体激光器

DPSS 激光器受益于体布拉格光栅上能级泵浦

20 太赫兹拉曼

用拉曼光谱获得分子结构信息

影像揭秘

25 FireWire 相机解决玻璃制品检查的光学挑战

采访报道

26 中国激光行业即将迎来欣欣向荣的发展态势

8 新闻简讯

37 产品撷英

40 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。

LASER World of PHOTONICS

Visit us at the
LASER WORLD of PHOTONICS 2013
Munich, May 13 - 16, Hall C2, Booth 413

恭候光临
2013年慕尼黑激光，光电展
慕尼黑，5月13至16日，C2展馆，413展台



Highest Precision with extreme performance

最高精准度与极致性能

SUPERSCAN IIE

- 50% better long-term drift performance
- 长期漂移性能更优化50%

- Long-term drift of less than 150 µrad over a period of 8 hours without water tempering
- 超过8小时无水冷长时漂移小于150 µrad

- Prepared for water tempering (LD) version - Less than 100 µrad long-term drift
- 加水冷LD版本长时漂移小于100 µrad

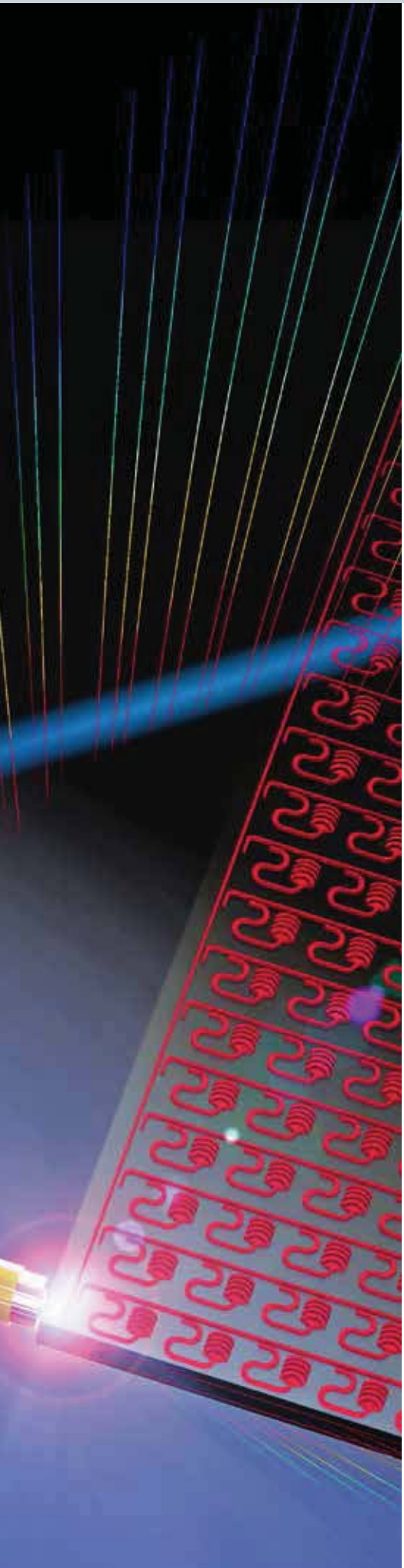
- Write speeds of at least 615 characters per second, Positioning speed of 9 m/s
- 写入速度为615cps, 定位速度9m/s

- Applications: ITO structuring and Ag-Patterning
- 典型应用：ITO结构激光加工与银浆激光刻蚀

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 2013 Issue 3
www.laserfocusworld.com.cn

PHOTONIC FRONTIERS

11 **DIRECT LASER DIODES:** Making direct laser diodes shine more brightly

APPLICATIONS

14 **DEFENSE AND SECURITY:** Will full-body scanners keep you safe and secure?

TECHNOLOGIES CENTER

17 **SOLID-STATE LASERS:** VBG upper-state pumping benefits DPSS lasers

20 **SPECTROSCOPY:** Accessing molecular structure with Raman spectroscopy

INSIDE IMAGING

25 FireWire cameras resolve optical challenges of glass inspection

INTERVIEW REPORTS

26 Chinese laser industry is about to usher in a thriving development trend

8 NEWS BREAKS
37 PRODUCTS HIGHLIGHT
40 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.

Take Another Look

最佳性价比的解决方案—来自Newport



仔细一看，貌似普通的组件也能如此富有设计和巧思。Newport专利待审的最新设计，给您的实验带来最佳性价比的实惠选择。

假如您有段时间没关注Newport了，take another look — 用我们的创新造就您的优势！

想了解更多，请访问www.newport.com 搜索"M1-5"及"BPH-5"观看全新M1和BPH产品演示视频，或联系**(0510) 8113 5000 / china@newport.com**。

Newport
Experience | Solutions

©2013 Newport Corporation

Newport Family of Brands – ILX Lightwave® • New Focus™ • Ophir® • Oriel® Instruments • Richardson Gratings™ • Spectra-Physics® • Spiricon®

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
© 2013 版权所有 翻印必究

编者的话 Editor's Notes

半导体激光器技术前景乐观

“半导体激光器在工业领域颇具应用潜能，是一种非常有前途的激光源”、“现在越来越多的半导体激光器开始直接用于工业材料加工领域”、“无论是光纤激光器泵浦应用还是直接半导体激光器应用，未来市场都会呈现增长”、“半导体激光器在医疗美容应用和激光熔覆表面处理应用领域都具有巨大发展潜力”……这是在今年3月于上海举行的慕尼黑上海光博会上，本刊采访到的DILAS、JENOPTIK Laser、北京凯普林光电、炬光科技等几家半导体激光器公司的高层抛出的类似观点，从这些观点中我们不难感受到半导体激光器乐观的发展前景。

泵浦和直接应用是半导体激光器的两大应用划分。泵浦应用主要是固体激光器泵浦和光纤激光器泵浦，最近几年光纤激光器的迅猛发展，也使得作为泵浦源的半导体激光器斩获了不俗的销售业绩。另外，在直接应用方面，工业材料加工无疑是块大蛋糕。经历了经济衰退之后的制造业，更加追求新技术以实现高效率低成本，半导体激光器作为一种新型加工工具，正在逐渐赢得熔覆、焊接、热处理等工业材料加工应用的青睐。在本期的光子学前沿报道中，读者将了解到直接半导体激光器在亮度方面获得的最新进展。未来，随着光束整形和光束合束技术的不断发展，半导体激光器必将在功率和光束质量方面获得提升，因此可以生产出更好的直接半导体激光器系统，并且在效率和价格方面都将独具优势，甚至能与光纤激光器展开博弈，这将是未来十年中激光行业中的一个发展趋势。

除了直接材料加工应用外，医疗美容应用也是半导体激光器增长的一大推动力。目前，随着人们生活水平的提高，对美的追求也越来越高，激光脱毛、激光祛斑、激光除疤等美容项目在国内外各大医疗机构和美容机构中如雨后春笋般涌现出来，市场巨大。而在医疗方面，眼科治疗以及各种先进的微创手术都将是激光显身手的舞台。

此外，在本期内容中，读者还将了解到背散射X射线全身扫描系统以及太赫兹成像等扫描系统，是否能够确保人身安全及隐私？通过优化的体布拉格光栅（VBG）的上能级激光二极管泵浦，使得DPSS激光器的性能和功率得以提升；以及利用太赫兹拉曼光谱可以获得多种材料分子结构的重要数据等更多精彩内容。❑

本刊编辑部

高功率半导体激光器 专业提供商

FOCUSLIGHT

Dlight™ 半导体激光表面处理系统

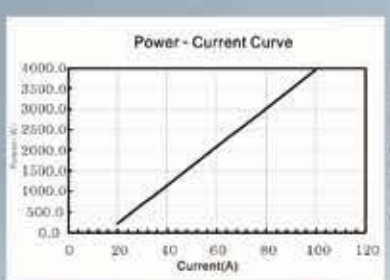


技术指标

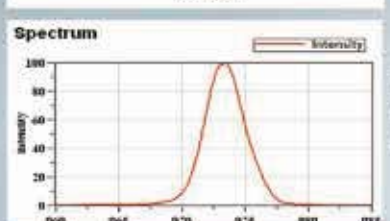
- 功率：2000~5000W
- 波长：808, 976nm
- 光斑大小：4x4mm
  2x4mm
  2.5x11.5mm
- 工作距离：300mm

特点

- 体积小、重量轻
- 高加工效率、高加工质量
- 高可靠性、长寿命
- 现场作业、维护方便
- 可靠的输出保护、水电连接
- 成本低



Pop(W)	4000.00
Iop(A)	101.58
Ith(A)	15.55
Slope Eff.(W/A)	46.12
Eff.@Iop(%)	67.43
V @Iop(V)	58.4
TC	25.00



Peak wavelength(nm)	973.49
Centroid wavelength(nm)	973.38
FWHM(nm)	3.64
FW90% Energy(nm)	6.03



· 焊接 · 熔覆 · 合金化 · 热处理 · 硬化






西安炬光科技有限公司
Focuslight Technologies Co., Ltd.

地址：中国 · 陕西省西安市高新区新型工业园信息大道17号
电话：+86 29 88881149
传真：+86 29 88887075
邮箱：Sales@focuslight.com.cn

ISO 9001:2008 certified

炬光科技 FOCUSLIGHT

www.focuslight.com.cn

新闻简讯/News Breaks

苏州工业园区激光产业创新联盟协会成立

“苏州工业园区激光产业创新联盟协会”是由苏州地区从事激光技术的企事业单位组成的非营利性社会团体。苏州工业园区将通过“联盟协会”平台，更加有效地贯彻国家发展激光产业政策，吸纳先进激光技术，通过产学研资用结合，进一步优化产业结构，提升激光产业的核心竞争力。与会人员除了第一线企业家与技术人员之外，还有中国工程院士、教授、博士以及中国光学学会、国家科技干部等共约 60 多人，其中激光专家姚建铨院士还特来参会并题辞“山高有仙，水深有龙”，祝贺“联盟协会”的成立。



目前该“联盟协会”有会员单位 31 家，其中苏州华必大激光有限公司为理事长单位。副理事长单位有 5 家，分别为苏州天弘激光股份有限公司、苏州德龙激光有限公司、苏州纳米科技发展有限公司、中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生所和苏州大族激光科技有限公司。

爱特蒙特光学2013年高等教育资助计划现已开放申请

爱特蒙特光学已开放其“爱特蒙特光学 2013 年高等教育资助计划”申请。为支持非盈利学院及大学在科学、技术、工程和数学领域中，各项出色的本科生与研究生光学项目，爱特蒙特光学将在全球颁发总值 8.5 万元美金的产品，作为奖励津贴。

爱特蒙特光学全球市场营销总监 Kirsten Bjork-Jones 表示：“我们将继续支持及奖励优秀出色的研究项目和光学创新项目。申请方法非常简单，欢迎任何一名需要使用光学元件、光学机械结构件或成像组件来完成学校项目的非盈利学院或大学学生前来申请。”

如欲申请资助金，请访问 www.edmundoptics.com/grant，并于 2013 年 5 月 31 日之前提交申请。资助金获得者将于 2013 年 9 月 4 日公布。

LASER World of PHOTONICS 2013将迎来40周年

2013 年 5 月 13-16 日，LASER World of PHOTONICS 2013 慕尼黑国际应用激光、光电技术博览会将在慕尼黑展览中心呈现行业最新发展。今年是该展会的 40 周年纪念，展会同期还将举行欧洲最大的光电学术会议——国际光学技术大会（5 月 12-16 日）。

今年的展会主要集中在工业生产、照明和能源激光及激光系统、生物光学和医疗技术等。能源、健康和生产竞争能力等现代社会面临的新挑战也在展会期间占据了重要的地位。相关重点展品包括：电动车激光应用、电源工程和汽车制造、印刷及有机电路、新型固态光源（LED/OLED）、快速成型制造工艺、激光在生医光电分析和成像中的应用，以及激光医疗和光学诊断等。

我国首台万瓦连续光纤激光器在光谷诞生

近日，武汉锐科研发出了我国首台万瓦连续光纤激光器，中国成为继美国之后第二个掌握此技术的国家。

该激光器采用了激光功率合束技术，将 10 个输出功率为 1100W 的模块汇聚到一根光纤，最终产生了 1 万瓦的强大能量。据悉，该项目由两位国家“千人计划”专家闫大鹏、李成率队，历时一年研发攻关，终于掌握了该技术的自主知识产权。

过去我国高功率光纤激光器长期依赖进口，首台万瓦连续光纤激光器的诞生，打破了国外垄断，将为我国的工业发展带来巨大推动。据透露，该技术已纳入明年的国家 863 计划。闫大鹏表示，年内将有信心冲刺 2 万瓦技术。

华工激光法利莱获批“国家再制造试点单位”

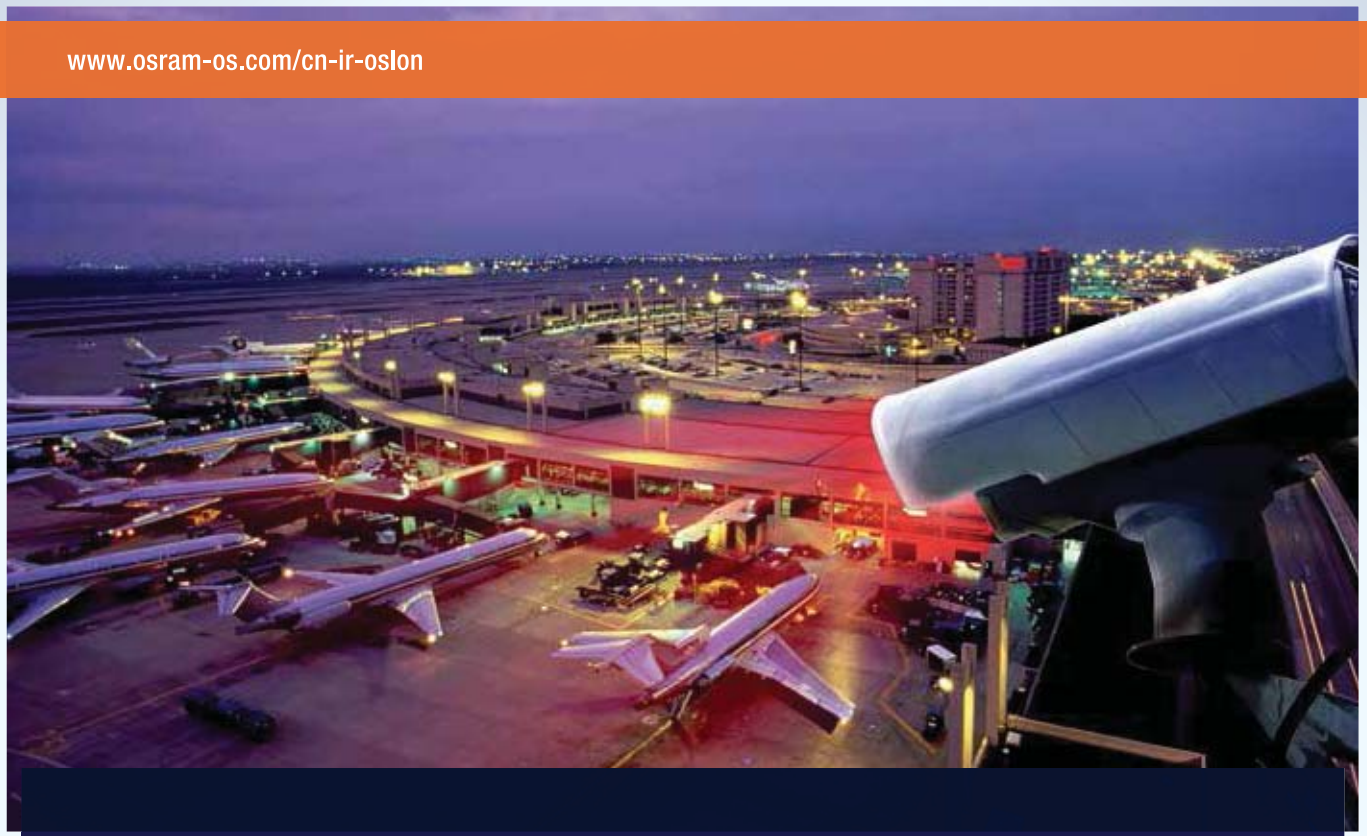
国家发改委发布文件，确定华工激光法利莱为第二批“国家再制造试点单位”。此次，全国共有 28 家单位获批。华工激光法利莱为湖北省内唯一获批企业。

华工激光法利莱早在上世纪 90 年代就开展了激光再制造技术的研究与应用，形成了激光再制造装备、工艺、材料体系三位一体的研究体系，并在全国各地建立加工站和行业应用示范点，将技术研究与行业应用紧密结合，在工程机械、石油化工、汽车模具、电力等行业获得了广泛应用，为我国激光再制造技术的发展做出了巨大贡献。

发改委将对试点单位的重点工程、技术研发、旧件回收体系和资源循环利用项目建设给予必要的支持。

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

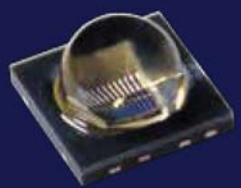
www.osram-os.com/cn-ir-oslon



IR OSLON® 黑色系列

布局紧凑、光功率卓越

在光功率超过 1 W 的现有红外 LED 中，欧司朗光电半导体的 IR OSLON® 黑色系列是目前最小巧的一款。它的细小封装配有集成透镜，能够实现功率密度极高的超紧凑布局。IR OSLON® 黑色系列是诸如 CCTV、机器视觉、夜视或车牌识别系统等应用的理想选择。



OSRAM
Opto Semiconductors

新闻简讯/News Breaks

相干公司第一季度订单增长15%

相干公司报道其第一财政季度中订单数环比增长近15%，接近2.02亿美元，这反映了市场对于高功率光纤激光器的初步需求，以及来自半导体设备行业需求增长的早期信号。

在该季度2亿美元的业绩中，销售额环比增长9.2%，部分归功于近期收购的超快激光专家Lumera激光公司，贡献了其中大约900万美元。相干公司预期在本季度将会迎来新的销售增长，销售额在2亿到2.12亿之间。上一个季度的净收入为1500万美元，连续小幅上涨。对此，投资者对于相干公司的业绩和前景也表现出了积极的反应。

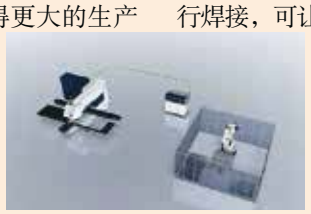
GE着手研发下一代激光增材制造技术

GE正在开发下一代激光制造技术——激光增材制造技术，也即3D打印技术。日前，GE中国研发中心的激光科学家们研发出了一款激光增材制造设备，其能够将像钛合金这类难以处理的材料打印出高达1米的复杂形状零件。据悉，该技术将用于飞机发动机风扇叶片的前缘部件制造。该技术相比原有制造工艺不仅能够降低约30%的生产成本，而且能够缩短约40%的制造周期。GE也正在评估这一先进技术在不同业务集团(包含复杂零部件的生产)的应用可能性。

该技术将在先进制造领域中获得广泛应用，并将有望成为制造业的主流，能实现更快速、更高效、更精准的产品制造。

通快发布其全球首创的激光网络

通快（TRUMPF）在CIMT2013展会上第一时间发布其全球首创的通快激光网络：一个光源、两台机床——开创了加工车间全新的激光加工模式，帮助客户不仅在当下获得更大的生产灵活性和经济效益，更能在未来绿色经济环境下占尽先机。



通快激光网络的一个典型应用体现在激光/冲切复合机。在机床冲切的过程中，闲置的激光光源可用于高质量焊接，这样可提升激光器的负荷量。根据不同的应用领域，激光网络也可以实现其他机床的组合，例如在激光切割机非加工时间，利用光源进行焊接，可让用户更加轻松地进入高质量激光焊接领域。当两台机床都满负荷工作时，用户也可再添加一台新的光源。如此一来，不仅保证了生产的灵活性，还能更好得适应用户的发展需要。

IPG第一季度销售增长15% 材料加工占主导

光纤激光器巨头IPG光子公司发布了其2013年第一季度的业绩报告。该季度，IPG的总销售额为1.419亿美元，比去年同期增长15%；总利润为7564万美元，去年同期增长超过38%。

IPG光子公司CEO Valentin Gapontsev博士表示："公司在材料加工业务比去年同期增长高达29%，占据了我们总收入的94%。由于更好的产品组合、更低的生产成本和更高的生产效率，使我们获得了53.3%的毛利率。在材料加工方面，IPG的高功率激光器销售比去年同期增长19%。强劲的材料加工需求使得我们的销售持续增长，亚洲和欧洲市场表现尤为突出。第一季度，我们还从德国某汽车制造商那里获得了我们历史上最大的订单。"

国家半导体泵浦激光工程技术研究中心正式启动

近日，国家半导体泵浦激光工程技术研究中心启动会议在北京召开。国家半导体泵浦激光工程技术研究中心依托北京国科世纪激光技术有限公司和中国科学院光电研究院共同组建，定位于面向我国重大科技领域技术要求和激光加工、先进科学仪器等产业迅速发展的需要，开展全固态激光设计、制造、检测等技术的创新和工程化研究，组织开展全固态激光应用技术研发、推广和成果转化。

在工程技术开发方面将针对全固态激光行业共性关键问题，研制专用生产工装；在关键技术研发方面，开展3项面向我国重大需求的工程化关键技术研究，5个系列面向先进制造业和先进科学仪器行业需求的激光器产品及生产工艺，建立激光技术研发、制造与检测相关的企业标准20项。

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

直接激光二极管

直接激光二极管实现更高亮度

以线光束或者通过光纤传输的直接激光二极管输出，对于热处理、熔覆以及焊接等诸多应用来讲颇具吸引力。但是，切割金属所需要的光束质量仍然是一个严峻的挑战。



Jeff Hecht

激光二极管具有无可比拟的电光转换效率，其在实验室环境中能够实现超过 70%的电光转换效率。但是，这一指标是从小孔径光束的高度发散发射中测得的，而不是实用的光束。直接二极管激光器所面临的挑战是：如何将这些能量尽可能多地投入到实际应用中。

到目前为止，最好的应用已经能够均匀地传输激光能量，如用正方形光束或线光束扫过工件表面，实现热处理或金属包覆。[1] 光纤光束传输可以将直接二极管激光器的功率集中、达到焊接金属所需要的强度，但是尚不能达到切割金属所需要的更高亮度。

光束质量及应用

二极管激光器的功率提升迅速，目前单管的功率能达到几十瓦，多带巴条的功率能达到几百瓦，而巴条叠阵的功率可高达几千瓦。但是，边发射二极管的光束在沿垂直于薄激活层的方向上非常快速地发散，这为材料加工带来了挑战。

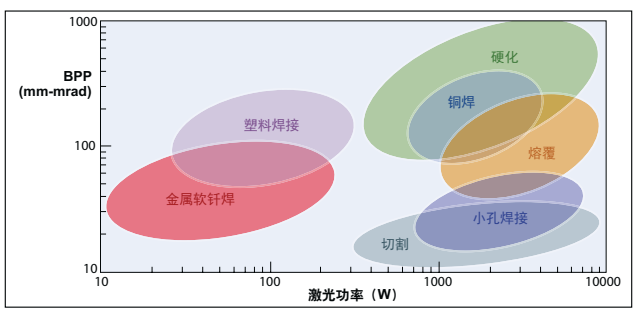


图1：特定的材料加工工艺对功率和光束质量的大致要求。通常情况下，较大尺寸的光斑用于不需要高光束质量的应用，如硬化和熔覆；而那些需要高强度的应用，如金属切割，通常需要小光斑。BPP是衡量光束质量的一项重要指标。

图 1 给出了材料加工所需要的两个关键激光参数——光束质量和输出功率的值。目前金属切割是需求量最大的应用，该应用需要高功率和小的强光斑，如图 1 右下方所示；焊接需要较大尺寸的光斑以将板材熔合在一起；热处理和金属熔覆需要能覆盖较大区域的高功率，如图 1 右上方所示；塑料焊接和金属软钎焊需要较低的功率。

直接二极管激光器可以针对许多应用定制。相干公司材料加工市场营销总监 Frank Gaebler 介绍说：“直接二极管激光器是大面积热加工的理想热源。”多带二极管巴条可以叠阵在一起，实现高达 8kW 的直接二极管功率。包含光束整形掩模和光学元件的叠阵，可以产生 1mm × 3mm 到 6mm × 36mm 的线光束。Gaebler 表示：“在为石油工业中所使用的金属轴加工耐磨包覆层的应用中，具有平顶轮廓的大模式光束非常快速、高效。”功率高达几千瓦的线光束能够快速实现大面积加热，加速加工过程。

光纤传输与光束合束

光纤能够传输焊接应用所需要的更高强度的光束。光纤耦合产生圆形光束，并且可以收集许多二极管的输出，无论这些二极管是分立器件还是

二极管巴条上单独的带。

二极管巴条的输出被耦合到单光束传输光纤中。该方法简单直接，避免了熔接光纤的需求，并且为长期产品支持提供了方便性。Gaebler表示：“我们相信巴条技术在现场更易于维护。”

TRUMPF Photonics 公司总经理 Georg Treusch 表示：“另一方面，每个带的单管产生更高功率，巴条上相邻带之间的间隔太小，以至于不能将它们都连接到芯径50 μm或100 μm的光纤中。”尽管具有 55 个单管的巴条发射的总能量可高达 200W，但是光纤只能连接 19 个带，最后产生的功率只有 50~60W。将同样的 19 根光纤连接到功率 10W 的单管中，最终应该能够通过合适的光纤获得 190W 的功率。

根据实际应用的不同，光束输出光纤的导光芯径也不同。对于切割和其他精密应用，通常采用芯径 50 μm 或 100 μm 的光纤；对于铜焊和其他类型的焊接应用，通常采用芯径 400~600 μm 的光纤，芯径 600 μm 的光纤可以传输几千瓦的功率；而对于硬化和熔覆之类的应用，则采用芯径达 1500 μm 的光纤。

功率大小取决于输出光纤的芯径，而光束质量取决于光纤芯径和数值孔径这两个参数。Laserline 公司表示，芯径 200 μm、数值孔径 0.2 的光纤能够传输 500W 的功率，光束参数乘积（BPP）为 20mm-mrad；而一根芯径 400 μm、数值孔径 0.1 的光纤则能够以相同的光束质量传输高达 2kW 的功率。

合束类型

先进的合束技术可以增加亮度和总功率。二极管的输出本质上是偏振的，因此通过将两束正交偏振光合束在一起，可以将功率增加一倍。例如，将 8 个功率为 10~12W 的二极管合束到芯径 100 μm、数值孔径 0.12 的光纤中，可以产生 80W 的功率，而以正交偏振的方式加入第二组这样的二极管，则能够将功率翻倍到 160W。

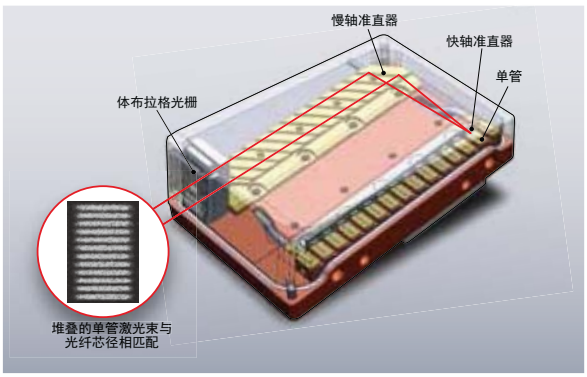


图2：DirectPhotonics公司研发的使用单管的波长合束模块。12个单管安装在图中右下部的台阶上。每个单管前端都有一个快轴准直透镜，其将光束聚焦到另一侧弯曲的慢轴准直反射镜上（图中上部中央部分）。曲面镜将每个单管的光束聚焦到体布拉格光栅输出，从而将单管发射的光堆叠到输出光纤芯径内，如图中左侧所示。

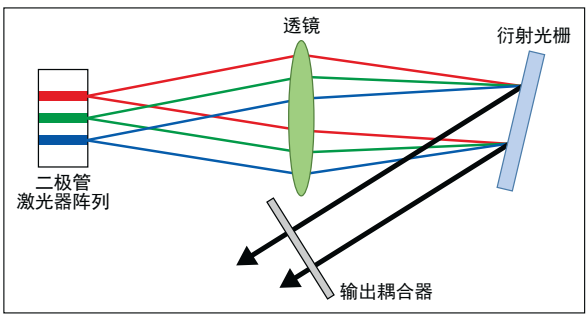


图3：TeraDiode公司使用二极管巴条带中紧密排列的波长实现合束。整个巴条具有相同的增益波段，但外腔布置使得每个带在不同的波长振荡，如图中红线、绿线和蓝线所示。然后这些光束被合束为单一输出。

还有另外两种技术——相干合束和波长合束，能够进一步提高输出功率。当一个主振荡器驱动多个并行的功率放大器时，相干合束叠加多路光束，使得它们的相位叠加。波长合束将不同波长的激光束叠加在一起，就像光纤系统中的波分复用，其波长差异能够防止波长间破坏性的干涉。

相干合束能够提供高光束质量和高功率。然而，由于相干合束需要亚波长相位控制和光程长匹配，以及较窄的激光线宽，因此这种技术一直很难实施。光纤激光器的相干合束已经产生了几百瓦的功率，但是二极管激光器的相干合束结果则保守得多。[2] 两年前，麻省理工学院林肯实验室报道了对 218 个并行半导体放大器的输出进行相干合束，产生了 38.5W 的功率。[3]

相比之下，波长合束技术获得了更大成功，输出功率达到了千瓦量级。TRUMPF 公司使用波长在 938~1030nm 之间、波长间隔约为 30nm 的四个激光器，获得了功率 6kW、BPP 为 20~30mm-mrad 的光纤耦合光束，可用于铜焊和焊接应用。一对初始装置以不同的方式对波长靠得更近的光束进行合束，以寻求激光切割所需要的高强度。

德国 DirectPhotonics 公司采用模块化的方法，用光学方式将 12 个单管堆叠成了一个模块。如图 2 中所示，二极管安装在模块内的 12 个台阶上。每个单管上安装了一个快轴准直透镜，用于将光聚焦到台阶面内以及另一侧相应台阶上弯曲的慢轴准直反射镜上。台阶反射镜对每个单管发射的光束进行堆叠，使光束能够聚焦到芯径 100 μm 或 200 μm 的输出光纤中。体布拉格光栅将该模块内所有二极管锁定到相同波长。

利用分色镜对间隔为 2.5nm 的四个波长复用，不仅提高了功率，而且还能保持良好的光束质量。DirectPhotonics 公司联合创始

人 Mark Wippich 表示，他们已经展示了电光转换效率超过 30%的 1kW 和 2kW 的产品。系统通过光纤输出，BPP 为 7.5mm-mrad，适用于金属切割应用。研发人员希望还能进一步改善光束质量。

美国 TeraDiode 公司的方案基于安放在外腔中的二极管巴条，通过一个衍射光栅、一个变换透镜以及一个输出耦合器，从每个带中选取 970nm 波段内的不同波长，如图 3 所示。[4] 巴条的发射波长跨越范围为 30nm。基本的多波长模块通过一根芯径 50 μm 的光纤输出了 500W 的功率，另外也有通过芯径 100 μm 的光纤输出 2kW 功率的模块。TeraDiode 公司表示，这些模块可以堆叠在一起产生高达 6kW 的功率。

TeraDiode 公司还于 2012 年展示了为 DARPA（美国国防高级研究规划局）研制的功率为 360W 的产品，BPP 为 0.6mm-mrad，接近单模光纤激光器的 BPP。TeraDiode 公司的目标是制造出 BPP 为 2~8mm-mrad、适用于大型金属切割应用的产品。目前原型产品的转换效率已经达到 46%。[2]

展望

直接二极管已经取得了真正的进步，但是依然存在实际限制。一个核心问题是在效率和光束质量之间进行权衡。合束光学元件能够改善光束质量；但是它们也会产生光损耗、降低效率。

TRUMPF Photonics 公司总经理 Treusch 表示：“目前，二极管的转换效率还有待提高，光束准直方面也存在挑战。我们很高兴能够通过单管在工件上获得 50%的效率，但光束并不是紧聚焦的。对 2~3kW 的波长合束，很难始终达到 40%以上的转换效率。”

这个转化效率接近于光纤激光器和碟片激光器 30% ~35%的转换效率，这两种激光器能将二极管泵浦功率的 65% ~70%转换成更高质量的光束。在产生切割金属所需的高强度光束方面，直接二极管能够胜过其他激光器？这是一个很好的问题，它激起了一场很值得观看的技术竞赛。❑

参考文献

详见网络版。

使用于激光微加工之高端位移系统

线性位移平台
- 提供自50 mm至1.5 m之有效行程
- 最高达2 m/s速度
- 侧向密封皮带与防尘硬壳设计
- 低成本与高性能
- 滚珠螺杆与直线电机版本



整合振鏡头与伺服控制系统
- 多种景深与孔径设计
- 业界最高之24+ bits分辨率
- 根据真实振鏡头与伺服反馈信息以触发激光



圆柱材料加工
- 整合直线/旋转运动平台
- 先进控制架构
- 单轴或双轴架构



直线电机龙门系统
- 最高至3 m/s速度与5 g加速度
- 杰出的定位精度与性能提供更高的良率与产能
- 密封版本与客制化版本以符合您的特定应用需求



AEROTECH Dedicated to the Science of Motion
Ph: +886 (0)2-8502-6651
Email: sales@aerotech.tw
www.aerotech.com
Aerotech Worldwide
United States • France • Germany • United Kingdom
China • Japan • Taiwan
AH0313A_ZH-CN

防卫与安全

全身扫描仪能否确保人身及隐私安全?



随着背散射X射线全身扫描系统在与太赫兹以及毫米波等“非电离”扫描和成像系统的竞争中败北，以及目前正在定义用于防卫与安全应用的扫描仪曝光量，安全问题始终有待解决。

Gail Overton

目前，机场、安检关卡以及货运站点等地正在越来越多地部署全身扫描仪，用于枪支及其他金属物体、毒品、爆炸物以及危险化学品的检测。首先要对扫描仪给出如下定义。所有的扫描仪可以是主动式（照射待成像人或物体以改进探测）或被动式的（采用现有的反射式辐射以探测隐藏物体）。背散射 X 射线系统用低剂量 X 射线照射物品，波长在 0.1~10nm 之间。毫米波成像系统利用波长在 1~10mm 之间的波照射，毫米波的波长比 X 射线或红外辐射的波长更长，但是比射频或微波波长要短。太赫兹成像仪被称为“亚毫米波”系统，工作波长在 0.1~1.0mm 之间。

第一台全身扫描仪于 2009 年末在荷兰阿姆斯特丹的 Schiphol 机场首先投入使用。到 2011 年末，鉴于辐射方面的考虑，欧洲便禁止在机场使用全身 X 射线扫描仪，尽管扫描仪的 X 射线辐射剂量仅仅等同于两分钟高海拔飞行时间的辐射剂量，或者是美国放射学会推荐每年 X 射线辐射剂量的 1/2500。[1] 美国哥伦比亚大学的 David Brenner 以及加州大学旧金山分校的 David Agard 指出：即便是直接作用于皮肤的小剂量 X 射线辐射也会影响高危人群，包括小孩、某些 X 射线辐射会影响 DNA 损伤修复的基因变异的个体，以及有皮肤癌风险的个体。[2]

在 2012 年 9 月，航空政策专家 Bart Elias 在美国国会研究服务报告中向美国国会写道：美国运输安全管理局（TSA）已经在机场部署了 700 台 X 射线背散射扫描仪和毫米波技术扫描仪，预计到 2014 年的部署量将达到 1800 台，单台扫描仪的成本约为 175,000 美元。[3]

Elias 补充说，除了对背散射 X 射线的安全性考虑外，待查乘客们同样顾虑他们的隐私问题，特别是提到这些扫描仪采集的图像较为“暴露”。因此，美国运输安全管理局要求对这些商品化系统生成的图像施加隐私算法；或者在毫米波系统中，完全去掉

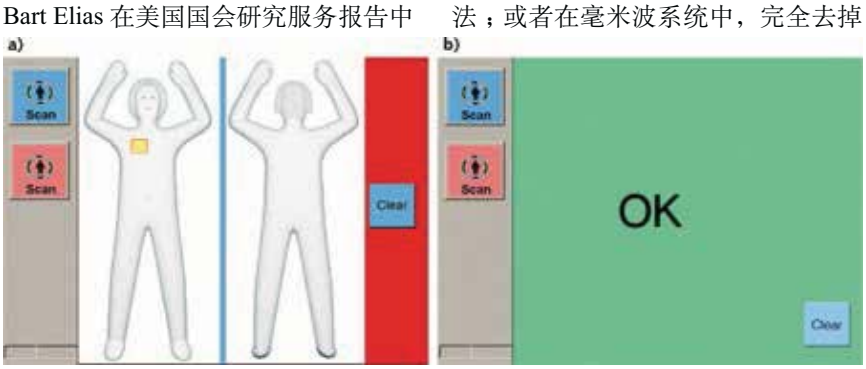


图1：为了消除显示物理人体的图像，目前毫米波全身扫描仪采用自动化目标识别软件，仅向操作人员显示存在（a）或不存在（b）威胁。

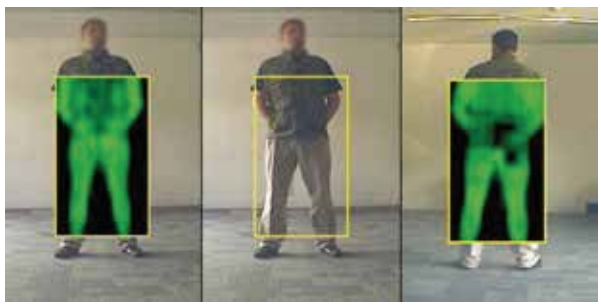
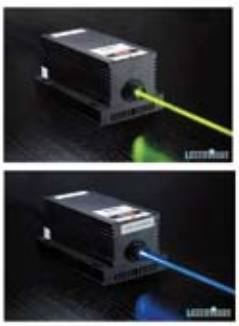


图2：由于太赫兹成像仪采用比毫米波成像仪更短的波长，因此其穿透衣物的深度减小，并且显示的人体结构细节更为不清晰。尽管如此，即便在低分辨率条件下依然可以看到隐藏的危险品，例如右图中的黑色金属物一览无遗。

观察用图像，取而代之用自动化目标识别（ATR）软件仅显示出危险品的存在（见图 1）。

2013 年 1 月，来自彭博社的一篇文章报道了美国运输安全管理局计划取消美国 OSI Systems 公司的 X 射线背散射 Rapiscan 扫描系统，由于该公司没能编写出‘不让乘客在图像中暴露过多’的软件。美国运输安全管理局计划用 L-3 Communications Holdings 公司的毫米波扫描仪作为替代物，因为它包含足够的隐私软件。

北京镭志威 LASERWAVE
www.laser-wave.com
德国品质，中国制造
专业固体及半导体激光器生产厂家
■ 低噪声系列激光器:375/395/415/420/445/460/488/515/520/525nm

★ 民族品牌，打破国外垄断
★ 噪声低<0.5%
★ 稳定性<1%
★ 内置Lasorb模块，100%静电防护
★ 品质保证，3年无故障运行
■ 单纵模系列激光器:532/635/642/658/670/690/705/730/780/830/850nm

★ 波长全
★ 性能稳定，模式好
★ 内置Lasorb模块，100%静电防护
★ 品质保证，3年无故障运行
北京镭志威光电技术有限公司
北京市朝阳区酒仙桥东路1号
电话:010-84574732/49
邮箱:marketing@laser-wave.com
网址:www.laser-wave.com
扫描了解更多信息

“非电离”辐射

目前通过软件可以解决隐私方面的顾虑，因此安全性问题已成为世界范围内削减背散射 X 射线人体扫描仪使用的主要原因。安全官员日益青睐毫米波扫描仪和太赫兹扫描仪中使用的非电离辐射源。如果系统在本质上是“被动”的，即不管怎样都不会用辐射照射物体，辐射根本就不是要考虑的因素；相反地，仪器被动地探测待测乘客发射的信号。

英国 Digital Barriers 公司 ThruVision 产品主管 Stefan Hale 称：“在极端功率条件下，即使非电离辐射也会有危险。我们的 ThruVision TS4（室内使用）以及 TS5（室外使用）太赫兹扫描仪不采用任何辐射照射人体。我们的系统是被动式系统，仅仅探测物体发射的辐射（正如人眼的观察功能）而不用照射物体。从技术上讲，我们的系统是被动微分辐射计，这与空间望远镜采用的技术有些类似。它通过分析人体自然发射的热特征的缺失来探测隐藏物体。”

ThruVision 太赫兹扫描仪是被动外差系统，其采用混频器作为主要元件接收物体发射的黑体辐射。本机振荡（LO）信号用于泵浦混频器，并将接收到的 250GHz 信号（射频信号）频率下转换至几个 GHz 的中间频率（IF）。在 Digital Barriers 的系统中，混频器是分频谐波，即本机振荡信号约为接收信号频率的一半。

混频器采用安装在石英滤波电路上的一对反向并联肖特基混频二极管，并且用二分频本机振荡频率泵浦二极管对，从而在二极管内产生射频电流分量。该电流是非线性的，这意味着中间频率是在低 GHz 频率产生的，包含太赫兹射频频率的所有振幅信息。该信号频率足够低，因此可以有效地放大，并用肖特基二极管探测器探测。随后，用模数转换器（ADC）将该信号的振幅输入软件。光学金属镜和机械扫描镜用于沿待测目标扫描 8 个接收通道，最后用软件生成图像。

Digital Barriers 公司使用其 ThruVision 扫描仪探测太赫兹信号，该信号仅是黑体辐射，由任何发热物体发射，功率仅为 10^{-12}W 量级。ThruVision 采用目前最先进的混频器设计技术，制造低噪声温度混频器和极低噪声数中间频率放大器，以获得人体上隐藏物体的电流图像。

那隐私方面的顾虑如何解决呢？ Hale 回应道：“太赫兹成像仪采用更短的波长，其穿透衣物的能力更差。我们的系统工作在 1.2mm，其穿透衣物的深度比现有的主动式毫米波成像仪差，但其仍足以透过衣物看到枪械和以及自杀式炸弹等危险品。”

Hale 还补充道，ThruVision TS4 系统的分辨率较低（小于 200 像素 ×100 像素），因此不会显示任何身体结构细节，但可以清楚地看到枪械以及自杀式炸弹（见图 2）。Hale 表示，现有的主动式毫米波系统波长更长、分辨率更高，并且由于是反射成像，因此可以看到的身体结构细节更为清晰，而这些细节对于识别衣物下隐藏的危险品而言是完全没有必要的。

定义安全曝光极限

目前，已经有相关报道比较毫米波成像技术与太赫兹成像技术，比较显示，每种技术各有优劣。[4,5] 目前，很难估计全球部署了多少台毫米波扫描仪和太赫兹扫描仪用于全身扫描应用，因为大多数公司都不愿谈论特定的顾客或项目。被动式系统从本质上讲是安全的，不论其是基于毫米波技术还是基于太赫兹技术；相比之下，主动式成像系统始终会引起辐射方面的担忧。

由美国 Los Alamos 国家实验室（LANL）和哈佛医学院进行的一项联合研究，探讨了“太赫兹场存在条件下 DNA 的呼吸动力学”，并且在摘要中给出以下结论：“特定的太赫兹辐照会显著影响 DNA 的自然动力学，从而影响基因表达以及 DNA 复制涉及的复杂分子过程”。[6] 然而 LANL 的研究人员 Boian Alexandrov 强调：“我们的项目依然处于探索性基本研究水平，并且我们目前还没有与全身扫描仪之间建立任何联系。”

众所周知，对任何光子学仪器量化辐照极限十分复杂，特别是考虑到人体的不同部位将如何与扫描光束相互作用。例如，视网膜损伤研究会影响激光安全标准。德国维尔茨堡大学（Universität Würzburg）的研究人员在一篇全面性概述“太赫兹辐射对生物系统的影响”的文章中指出：对于 0.1~1.0THz 波段的太赫兹辐射，仅有少量安全数据存在；而对于频率高于 4.0THz 的太赫兹辐射，没有任何相关数据存在。[7]

在该研究小组的另一项目的性更强的研究中，研究人员发现：用频率处于 0.380~2.520THz 波段、强度 0.03~0.9mW/cm^2 的太赫兹辐射照射 2~8 小时，不会导致皮肤细胞的 DNA 损伤（活体外实验）。[8] 尽管这对于全身扫描仪制造商而言听起来像是个好消息，但是对于任何商品化全身扫描系统而言，很难获得它们的详细说明，并且主动式太赫兹系统的安全标准完全缺失。

尽管美国运输安全管理局或其他任何指导安装的安全机构认为未来的太赫兹扫描仪是安全的，但公众往往是通过‘似乎安全的背散射 X 射线扫描仪的废止’来判断新辐射技术的成果。目前，扫描仪制造商们应当继续提升被动式成像技术，并且应该让自然发生的辐射去解决问题。❑

参考文献

1. K. Burke and J. Straw, "Europe bans full-body X-ray scanners over radiation concerns, but no such luck for U.S. travelers," New York Daily News (Nov. 16, 2011).
2. R. Knox, "Scientists Question Safety of New Airport Scanners," NPR News (May 17, 2010).
3. B. Elias, "Airport Body Scanners: The Role of Advanced Imaging Technology in Airline Passenger Screening," Congressional Research Service report R42750; http://www.fas.org/sgp/crs/homesec/R42750.pdf.
4. Committee on Assessment of Security Technologies for Transportation, National Research Council, Assessment of Millimeter-Wave and Terahertz Technology for Detection and Identification of Concealed Explosives and Weapons, National Academies Press (Jan. 29, 2007); http://bit.ly/Xx1ukt.
5. Abstract, R. Appleby, "Passive millimetre-wave imaging and how it differs from terahertz imaging," Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 15, 362, 1815, 379–393 (Feb. 15, 2004); doi:10.1098/rsta.2003.1323.
6. B.S. Alexandrov et al., Phys. Lett. A, 374, 1214–1217 (2010).
7. H. Hintzsche and H. Stopper, Critical Rev. in Environ. Sci. and Technol., 42, 2408–2434 (2012).
8. H. Hintzsche et al., Radiation Research, 179, 38–45 (2013).

固体激光器

DPSS 激光器受益于体布拉格光栅上能级泵浦

基于适当优化的体布拉格光栅（VBG）的上能级激光二极管泵浦，提升了二极管泵浦固体（DPSS）激光器的性能和功率。

Michael Atchley，Robert Martinsen，Kirk Price；nLIGHT公司

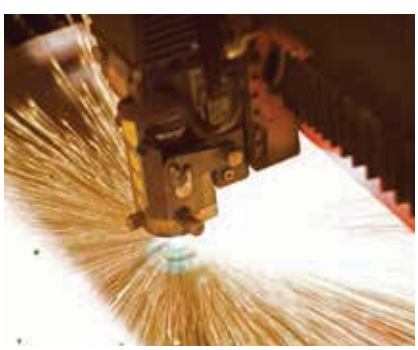
工业级二极管泵浦固体（DPSS）激光器系统正在迅速转变以满足市场需求，包括更高的输出功率、近衍射极限的光束质量和线偏振输出。提高输出功率能够增加生产量，并且能够实现微加工、材料加工、光谱仪、晶圆检测、激光显示以及医疗诊断等领域更多的新应用。此外，有了优异的光束质量和线偏振输出，还能通过有效的二次谐波和三次谐波产生新波长。

从历史上看，由于掺钕钇铝石榴石（Nd:YAG）晶体具有大吸收截面、宽吸收线宽和良好的热性能，DPSS 激光器的工业主力一直是 808nm 泵浦的 Nd：YAG 激光器。然而 808nm 泵浦光与 1064nm 发射光之间的高量子亏损，导致热透镜效应，并相应地降低了空间光束质量，从而限制了系统的性能。此外，YAG 晶体各向同性的固有属性，导致随机偏振光输出，从而降低了谐波产生过程的效率。

显然，需要替代的材料系统和泵浦方法，为未来的 DPSS 系统增加输出功率、提高光光转换效率、改善光束质量，其中包括基于体布拉格光栅（VBG）甚至是基于片上光栅的技术。

上能级泵浦方案

掺钕钒酸钇（Nd：YVO_4）晶体由于具有大受激发射截面、高吸收系



数、高激光损伤阈值和线偏振输出，正越来越多地用于 DPSS 系统中。通过在 878nm 对 Nd：YVO_4 固体激光器进行上能级泵浦，能够将量子亏损减少约 30%，并相应地降低热负载和热透镜效应，从而提升系统的功率和效率。[1]

使用基于钒酸盐的晶体，使系统在输出功率、光束质量和输出偏振方面都获得了改善，但同时其也对激光二极管泵浦提出了严格的规范。由于钒酸盐晶体是自然双折射的，上能级的吸收线宽很窄，并且与偏振强烈相关，因此其对高功率激光二极管泵浦源在不同工作温度和工作电流下的光谱宽度和输出波长的稳定性提出了严格的规范。

此外，由于二极管泵浦的亮度以及强度空间分布会显著影响 DPSS 系统的输出功率、光束强度和效率，因此要求波长稳定的泵浦源。幸运的是，在采用基于 VBG 的激光二极管泵浦解决方案时，可以根据成本、功率、效率和动态范围等方面的需求，在整个系统内进行权衡。

VBG泵浦

量子阱半导体激光器的光学激射光谱与激活区的光学增益谱密切相关，而该光学增益谱在很大程度上依

表1：自由运行、内部光栅（DFG/DBR）稳定和VBG锁定激光二极管的性能比较

参数	自由运行	DFB/DBR	VBG 锁定
10W 单管波长中心的改变量	-10nm	-2nm	<0.2nm
880nm 处光谱线宽（1/e^2 处宽度）	5-7nm	<1.3nm	<0.5nm
峰值效率	65%	60%	65%

赖于激光二极管的驱动电流和温度。标准的宽面积激光二极管不使用波长选择性反馈机制，结果在激活区的光学增益光谱带宽内，任何及所有具有足够往返增益的模式均产生激射。因此，激射模的包络谱宽度主要取决于光学增益的光谱宽度，而该参数与发射波长的平方成正比。[2]

由于二极管激光器的能带及相应的光学增益谱随温度和工作电流而变化，对于未经稳定的激光二极管器件而言，激光谱以大约 0.3nm/℃的速度变化。也就是说，光谱宽度和中心波长的变化，极大地取决于激光器的工作条件，并不能仅仅通过外延改进对其直接设计。

激光二极管的波长稳定通常是通过波长选择反馈来实现的，这种反馈将激光锁定为一个（或几个）纵模。其使用的都是常用的反馈方法，诸如“在激活区内刻蚀光栅来进行内部反馈，就像用于分布式布拉格反射镜（DBR）或分布式反馈（DFB）激光器中的方法；或者是用 VBG 光学元件等实现的外部反馈”。[3]

与 DFB 或 DBR 锁定的器件相比，VBG 波长锁定方法具有以下优势（见表 1）。首先，外部 VBG 锁定使得二极管自加热与反馈结构的波长失谐相脱离，进一步提高了所锁定二极管的温度稳定性，并允许通过对 VBG 元件的独立温度控制，实现波长可调谐的激光发射。集成了内部光栅的器件，如 DFB 或 DBR 激光器，因温度变化引起的波长漂移为 0.07nm/℃，从而导致其在输出功率内会有 2nm 的波长漂移。相比较而言，VBG 器件较低的光吸收，意味着其在运行范围内具有小于 0.2nm 的波长偏移；也就是说，VBG 锁定器件显示了最小的中心波长变化、最低的光谱线宽和未曾降低的电光转换效率（见表 1）。

其次，由于 VBG 锁定通过外部光学元件选择激光纵模，因此其在波长上提供了更大的灵活性。可以根据应用需求调整发射线宽：在需要极窄线宽的情况下（小于 0.05nm），可以简单地将 VBG 制作得更厚。例如，nLIGHT 公司最近展示了在整个工作范围内波长极其稳定的激光二极管：输出波长 780nm、光谱线宽小于 10pm。

第三，由于消除了片上光栅所需要的额外的外延工艺，因此大大减少电注入器件的电压缺陷，从而提高了转换效率。可以针对高功率和高效率对外延进行独立优化，而不需要像掩埋光栅方案中那样，为了实现良好的光栅与光学模式耦合，设计所需要的折衷。光栅自身具有低内部损耗，从而能够通过设计优化、提供相对于未锁定设计而言零损耗的功率和效率。外部锁定避免了掩埋光栅方法中通常所需要的复杂外延再生长方法。准直方式利用了“快轴准直和透镜中”所用到的先进技术，可以在同一晶片上构建波长未锁定和波长锁定的产品。

最后，大规模制造能力的最新进展以及有竞争力的价格压力，降低了光学元件的成本，使得 VBG 成为了一种低成本解决方案。

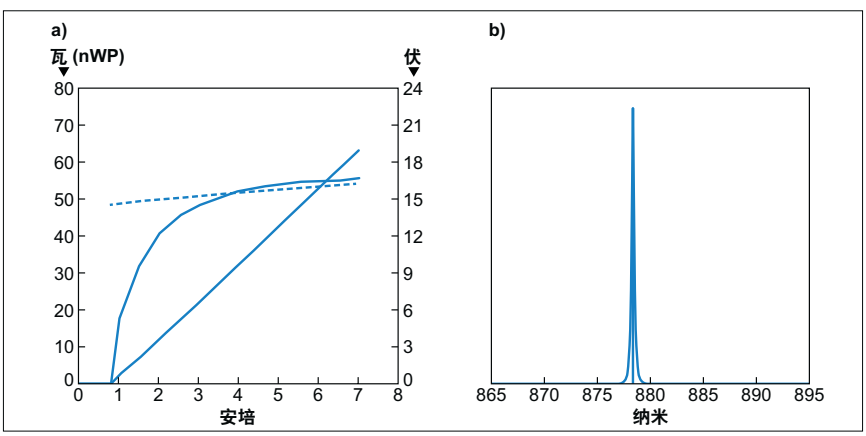


图1：波长稳定的10芯片Pearl模块耦合到芯径400μm、数值孔径0.22的光纤中的功率、电压和效率与电流的关系（a）。工作功率和效率分别为50W和大于55%（b）。在整个工作范围内，光谱线宽小于0.4nm，漂移小于0.2nm。

外部VBG的性能

其他研究小组先前的工作表明：通过 VBG 方法进行外部波长锁定后，激光二极管的斜率效率大约有 10%~20%的降低。为了解决这个问题，nLIGHT 公司开发出了一种锁定技术，其能够在较宽的温度范围内保持良好的锁定性能，激光功率和效率几乎没有变化。[4]

最近，该技术已经用于多种高功率、高效率，工作波长在 800~1900nm 范围的激光二极管中，包括 nLIGHT 公司的 88xnm 光纤耦合 Pearl 模块。

该技术使器件具有很窄的光谱线宽，并且光纤耦合的电光转换效率远高于55%——这对于基于钒酸盐的DPSS激光器的上能级泵浦而言，是一个非常关键的参数（见图1）。

低成本、光纤耦合泵浦模块的问世，使得DPSS泵浦结构显著改善。多模光纤确定了泵浦光的空间分布，提供圆形的输出光束，与固体激光器（SSL）的信号光具有良好的空间交叠。此外，泵浦可独立于激光晶体分开封装，从而简化了系统的散热需求。

nLIGHT公司开创了同时对泵浦光进行消偏振、以及对光纤的数值孔径输出进行均匀化的新方法。这种技术能够显著地消除激光的偏振，同时提高光纤耦合泵浦模块的稳定性和耐用性。最后，通过均匀化近场和远场光束，泵浦模块的光束分布能够更好地与固体激光器的基模分布匹配，从而提高光光效率以及可以获得的衍射极限的输出功率。

nLIGHT公司的许多客户使用波长稳定的光纤均匀化878.6nm泵浦源，泵浦Nd：YVO_4固体激光器。比较808nm和878nm泵浦二极管发现：a轴和c轴偏振光吸收曲线的差异，对激光性能具有显著影响（见图2）。

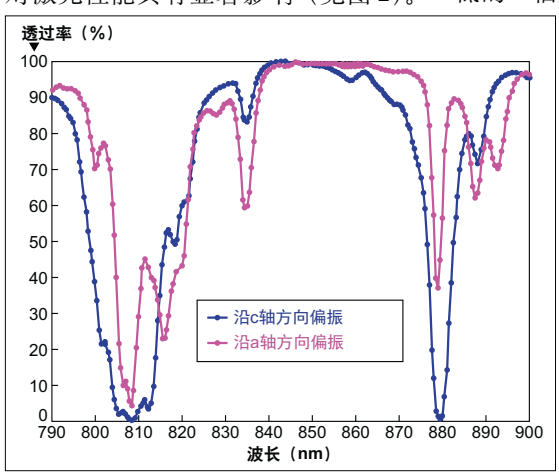


图2：如Nd:YVO_4的a轴偏振光和c轴偏振光吸收曲线所示，在878nm波段泵浦时，由于两轴的吸收差异，对激光器的性能有较大影响。

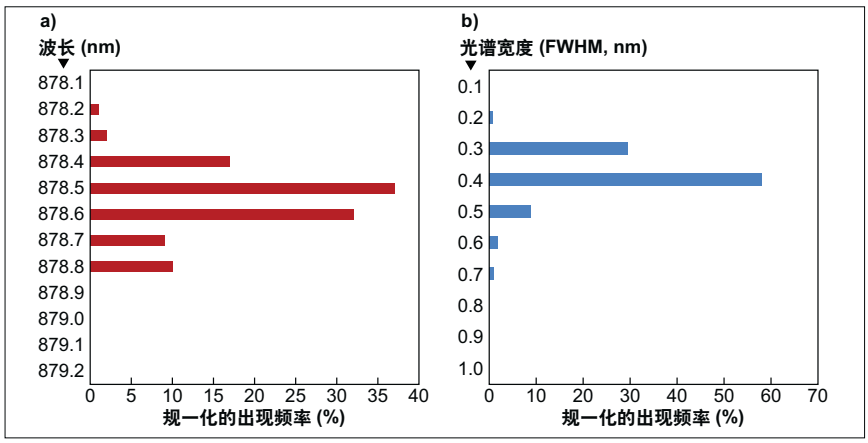


图3：nLIGHT公司878.6nm激光二极管的中心波长（a）和光谱宽度（b）。输出波长的高度居中以及极窄的光谱宽度，显著提高了Nd：YVO_4激光器的输出功率和光束质量。

通常，用户发现相比于808nm泵浦器件，878.6nm泵浦能够大幅提高最大输出功率。但是，a轴和c轴的吸收差异对泵浦波长和光谱宽度提出了严格的要求，因而需要平衡这些需求。

许多客户已报道泵浦Nd：YVO_4的最佳波长为878.6nm，光谱宽度和中心激射波长都具有很小的公差。用878.6nm泵浦，沿a轴和c轴的吸收是平衡的，能获得高输出功率，且热透镜效应最弱。光谱线宽必须足够窄（FWHM约0.5nm），这样在泵浦的光谱宽度范围内，a轴和c轴的吸收值基本不会改变。

当泵浦失谐到878.1nm时，较低的a轴光学吸收会导致性能变差。更大的光谱宽度（1nm量级）会造成性能的大幅下降，这是由于a轴吸收的迅速减弱，降低了短波长泵浦时衍射极限的光束质量。将泵浦波长调谐到879.1nm以上，c轴的强吸收与a轴的弱吸收耦合，导致较低的光光转换效率和强烈的热透镜效应，光谱线宽进一步增加，DPSS性能退化。

通过保持极窄的光谱线宽、优异的中心波长稳定性、消偏振激光输出以及良好的光学均匀性，可以同时优化a轴和c轴的吸收，同时减轻热透镜效应，相比于808nm泵浦，878.6nm泵浦能实质性地提升输出功率和斜率效率（见图3）。

878.6nm泵浦Nd：YVO_4激光器的高功率和线偏振输出，直接改善了固体激光器的谐波产生。从客户反馈来看，相比于808nm泵浦器件，878.6nm泵浦器件的TEM_{00}输出功率提升超过60%，显著提高了一次和二次谐波产生所能达到的输出功率水平。❑

参考文献：

1. Y. Sato et al., Appl. Phys. Lett., 82, 6, 844–846 (2003).
2. S.M. Sze, Physics of Semiconductor Devices, Wiley, New York, NY, 2nd ed. (1981).
3. B. Volodin et al., Opt. Lett., 29, 16, 1891–1893 (2004).
4. P. Leisher et al., "High-Performance Wavelength-Locked Diode Lasers," Proc. SPIE, 7198 (2009).

技术中心/Technologies Center

太赫兹拉曼

用拉曼光谱获得分子结构信息

采用超窄带体全息光栅（VHG）的陷波滤波器，能够将采用单级光谱仪的拉曼光谱拓展到太赫兹波段，从而可以获得多种材料分子结构的重要数据。

James Carriere, Randy Heyler；Ondax公司

拉曼光谱已经作为一种重要的工具，在探测、量化以及分析材料化学成分等领域快速获得了广泛应用。不管是在医药、毒品和爆炸物探测，还是在癌症病理学以及基础材料科学领域，拉曼光谱可以在不断增长的应用中用于更快、更简单、成本更低、更紧凑甚至是更加便携的光谱分析。

然而，要将拉曼光谱技术从化学分析拓展到结构分析，将面临探测效率以及成本方面的限制。分子结构日趋重要，因为许多分子能够以不同的或者多个形态存在，这将显著影响它们的化学、光学以及电磁属性。这样的例子包括医药学——分子结构能够对疗效和生物有效性产生极大的影响；或者是对于简单的碳而言，它能够在不同排列形式下表现出截然不同的性质，例如铅笔芯、金刚石晶体、石墨薄膜以及纳米管。

如今，结构化学主要包括X射线衍射（XRD）、傅里叶变换红外（FTIR）以及太赫兹吸收谱这三大领域。然而，这些技术存在破坏性、成本高或者需要大的样品尺寸及制备，并且在某些条件下进一步受到样品物理形态（气体、液体或固体）或实验条件的影响（例如湿气或空气的存在）。另一方面，拉曼光谱本质上是非破坏、非侵扰的，能与几乎任何实验室或现场环境中的微量物质协同工作，完全不需要样品制备。

拉曼光谱面临的挑战就是采用有效且低价的方式，将其应用拓宽到可以识别重要结构细节（包括聚合物材

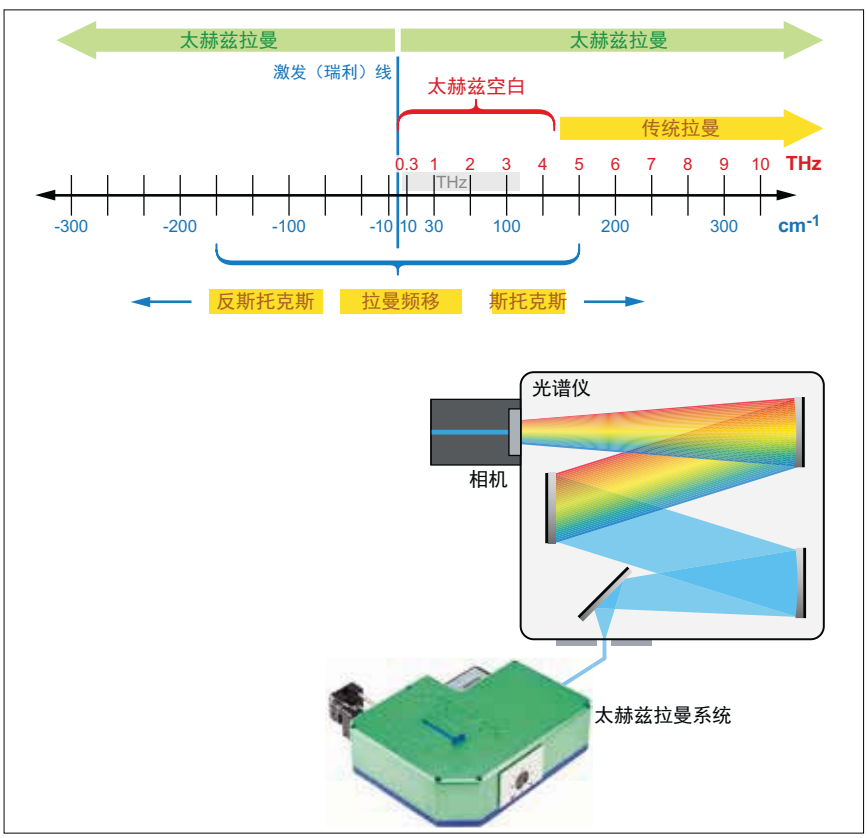


图1：太赫兹拉曼系统能与任何单级拉曼光谱仪（插图）一起工作，其将传统拉曼光谱拓展到太赫兹光谱波段，并且在光谱范围和反斯托克斯拉曼频移同步探测方面没有上限。

料晶格、晶体取向、自旋波以及声子模式）的光谱波段。这些特征通常与低能分子跃迁以及振动相关联，发生时间尺度在 0.1~10ps，对应的光谱在 0.3~3.0THz 波段（10~100cm^{-1}），也就是光谱学家们所谓的太赫兹波段或低频拉曼波段。

拓展太赫兹拉曼范围

传统拉曼光谱仪无法达到太赫兹波段，这主要受限于阻挡激发激光瑞利背散射的边缘滤波器或陷波滤波器。能够更为精确地阻挡瑞利散射的多级光谱仪可以达到这一波段，但它们体积庞大并且成本高昂，并且信号衰减要大一个数量级以上。然而，超窄带滤波器和波长稳定激光器领域的最新进展，为拓展拉曼系统的性能提供了一种新的、价格合理并且易于使用的工具，其能将拉曼系统的应用拓展到超低频太赫兹拉曼（THz-Raman）波段。这样一来，任何人都可以采用标准的拉曼系统进行结构分析（见图 1）。[1]

许多市场上可以买到的拉曼系统，其光谱范围通常仅局限于 4.5~90THz (150~3000cm^{-1})。波长范围和分辨率主要取决于光栅和探测元件的结构；并且波长范围和分辨率成反比关系，即分辨率越高，波长范围越窄，反之亦然。这些系统特别适用于探测更高能的分子跃迁（用于化学成分），具有足够宽的波长范围以及适中的分辨率（约 5~10cm^{-1} 或 150~300GHz）。

用于阻挡瑞利散射光的边缘滤波器或陷波滤波器，通常具有小于 50cm^{-1} (1.5THz) 的宽转换带宽，因此会阻挡大部分甚至是所有的低频信号（小于 100cm^{-1}）。与之相比，太赫兹拉曼系统采用体全息光栅（VHG）制成的超窄带陷波滤波器。这些体全息光栅是在光敏玻璃中制成的极为牢固耐用的“固态光栅”，不但具有光学玻璃的透射特性，而且还在很窄的波长范围内具有很高的衍射（或反射）效率。

Ondax 公司的体全息光栅陷波滤波器在激光激发波长的光密度超过 4.0。与传统的薄膜边缘滤波器相比，其转换带宽极为尖锐，并且要窄一个数量级：小于 10cm^{-1} 频移的信号衰减极小，并且对于更大频移处的信号透过率高达 90%。[2] 这实际上在拉曼谱范围内不会存在任何性能上的差别，因此体全息光栅是太赫兹拉曼光谱的通用解决方案。

然而，要想获得最佳的系统级性能，必须要综合考虑激光器和光谱仪的规格以及总体光学设计。由于滤波器带宽极窄，激光激发源也必须带宽极窄、线宽稳定，并且放大自发发射（ASE）应当显著小于待测拉曼信号。

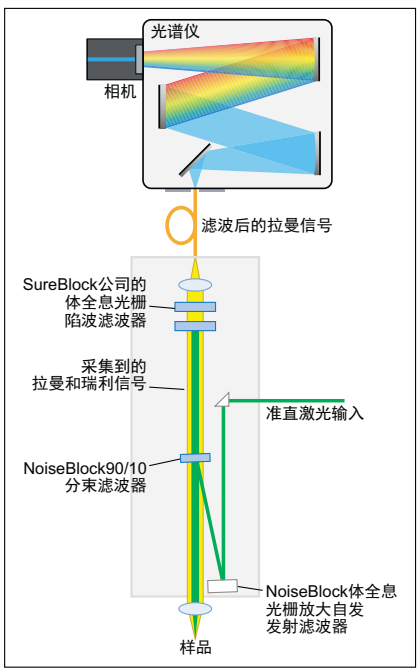
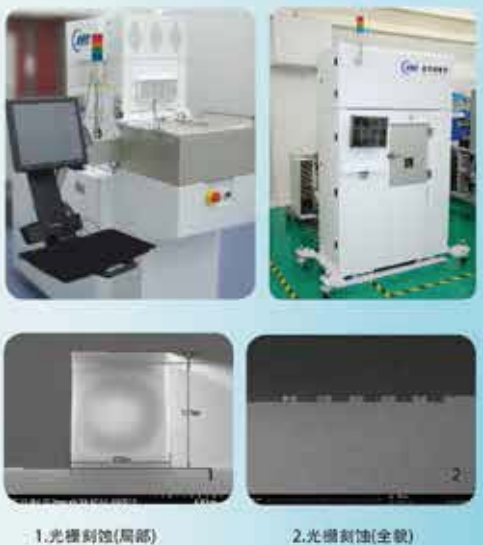
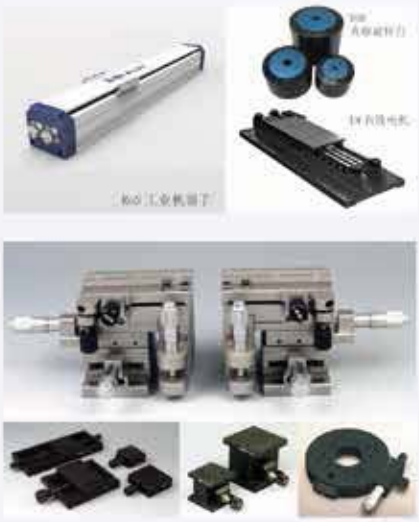


图2：SureBlock公司的XLF太赫兹拉曼系统，可适用于任何单级光谱仪。

ETCH·PVD·CVD
半导体高端工艺
设备及解决方案
半导体激光器
干法刻蚀设备

1.光栅刻蚀(局部) 2.光栅刻蚀(全貌)
GXE200系列 等离子刻蚀机
晶圆尺寸: 4,5,6,8英寸
适用工艺: 光栅,掩模,牺牲层刻蚀等
刻蚀材料: Si(单晶,多晶,非晶)
SiO2,SiNx,SiC等介质
Al,Cr,W,Ni,Ti,Ta等金属,
GaN,GaAs,GaP基等III-V化合物
可选配置: 单个/多个工艺模块;
片盒/非片盒装载模块;
手动/自动传输模块;
满足研发生产不同需求
十余年专注刻蚀设备开发
产品覆盖半导体多重领域
半导体照明 化合物半导体
集成电路·先进封装·功率器件
微机电系统·光学器件·平板显示
NMC 北方微电子
NORTH MICROELECTRONICS
地址: 北京经济技术开发区文昌大道8号
电话: 8610-57846895 / 96 / 97
更多产品信息请访问 www.bj-nmc.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

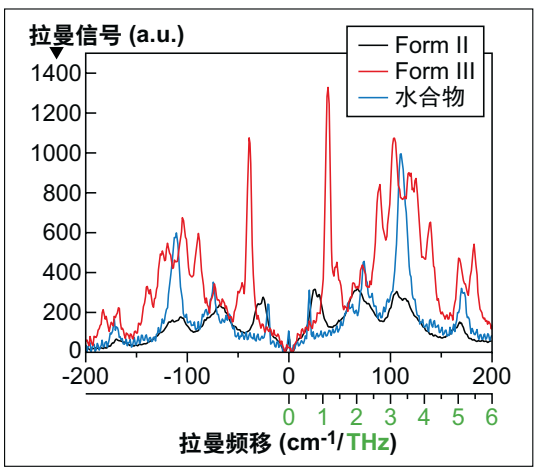


图3：在酰胺咪嗪分析中，采用太赫兹拉曼可以清楚地区分多形态以及水合物。

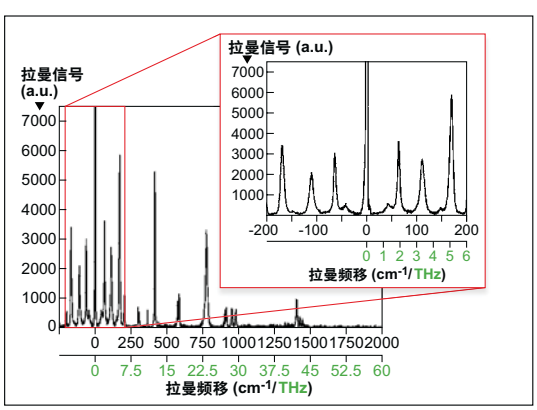


图4：常见的爆炸性化合物HMTD显示了极强的太赫兹拉曼谱。

在二极管激光器或二极管泵浦激光器中，需要匹配超窄带放大自发发射滤波器（同样由体全息光栅制成）。为了获得足够的信号输出，光学元件的设计至关重要。例如，采用 90/10 体全息光栅窄带分束器能显著提升系统的总体输出（见图 2）。

单级光谱仪的设计应当具有足够的光谱分辨率，以观察待测的特定材料的低能跃迁。对大多数应用而言，这要求系统分辨率达到 1cm^{-1} (30GHz)，以便在整个太赫兹波段获得足够多的数据。采用 300mm 焦距透镜、1200~1800lines/mm 光栅的传统单级光谱仪，通常可以提供这种量级的分辨率。值得指出的是：仅仅增加光谱仪内色散光栅的密度，并不是总能改善光谱分辨率，因为它会导致光束相差增加而降低有效分辨率。

太赫兹拉曼与传统太赫兹的对比

太赫兹拉曼光谱方法并不是取代其他结构分析技术，而是起到一种补充作用。此外，在它如何工作以及它何时会获得最佳性能方面，也存在着显著差别。

从简单的比较来看，传统的太赫兹光谱系统（不管是时域还是频域）采用“吸收”方法，产生并发射 100GHz~3THz 的辐射，并且探测吸收谱。太赫兹辐射通常可以穿透包装以及容器、分析其内部的物质（这是一个显著优势），尽管光谱范围和输出功率有限，并且通常需要相对贵重的可调谐或超快激光源。探测器以及宽带多倍频程天线的性能所带来的局限性，进一步限制了该技术希望达到的灵敏度、分辨率和经济实用性。此外，水导致的强吸收线需要对样品进行小心制备，以在整个波段内保持灵敏度。以上这些因素共同防碍了太赫兹光谱技术的广泛使用。

与之相比，太赫兹拉曼光谱是一种“反射”或散射技术。它对水蒸气不敏感，几乎不需要任何样品制备，可采用紧凑、成本相对较低的波长稳定的二极管激光器，并且可以在较远距离处工作。然而，拉曼散射是一种较弱的过程，并不是所有的材料在该波段都会有较强的散射，而且样品荧光通常是个挑战，

因此需要仔细选择激发波长。尽管太赫兹拉曼功能强大并且成本可接受，但是最终哪种技术最好还是要由具体的应用需求而定。

太赫兹拉曼光谱有望提高结构分析、痕量探测和基本研究的效率，并降低成本。应用实例包括用于研发及过程控制中的活性药物成分的多形结构识别，爆炸物和危险材料的痕量探测与法医鉴定，癌细胞病理学，艺术品、宝石以及赝品的法医分析，太阳能、电池以及有机半导体材料的品质鉴定，石油和塑料的品质鉴定，放射性同位素、重金属化合物、纳米及生物材料的探测及分析，光泵浦气体盒的原位温度测量等。[3-5]

实验结果

太赫兹拉曼系统最重要的应用之一是多形识别，这种应用在医药领域发挥着关键作用。其中一个应用实例是酰胺咪嗪（立痛定），这是一种抗癫痫药物，用于治疗癫痫和双相型障碍。酰胺咪嗪有四种不同的无水形态，仅有 III 型可用于制药。[6] 测量不同形态的传统方法包括 FTIR 光谱、X 射线粉末衍射（XRPD）以及微分扫描量热法（DSC）。相比之下，太赫兹拉曼分析可以快速清晰地区分不同形态、以及这些形态的水合结构（见图 3）。

20~60cm^{-1} 波段以及 80~140cm^{-1} 波段显示了不同样品之间的显著差别，因此可以很容易用于样品识别。太赫兹拉曼光谱的另一个优势在于：可以快速可重复地采集非常少量未制备样品跃迁信号的相对强度。例如，III 型的 40cm^{-1} 峰值强度比传统拉曼波段 200cm^{-1} 以上 787cm^{-1} 处的峰值要强 3.5 倍。在反射模式下仅需几秒就可以采集信号，并且不需要复杂的样品制备。

太赫兹拉曼光谱的另一个重要应用是航空航天、国防以及国土安全应用中化学品和爆炸物的探测。采用常规质谱方法很难探测爆炸性过氧化物，例如六亚甲基丙酮二胺（HMTD）。分析 HMTD 的太赫兹拉曼光谱，能够清晰显示出四个可区别的峰值，分别位于 42cm^{-1}、64cm^{-1}、110cm^{-1} 和 169cm^{-1} 处（见图 4）。[7] 在太赫兹拉曼波段的这些信号与传统拉曼信号强度相当甚至还要强得多，因此简化了远距离信号探测。

爆炸物探测仪是太赫兹拉曼光谱在国防与犯罪现场法医学鉴定应用中的一个实例。太赫兹拉曼波段主要的灵敏度源自分子中每个原子的低能跃迁模式，而非源自单个功能团。分子中重原子的存在可以显著影响低能振动模式，使得太赫兹拉曼光谱对于结构分子形态、单成分原子以及同位素的痕量探测十分敏感。因此，太赫兹拉曼光谱是化学、生物以及材料科学领域的宝贵分析工具。❑

参考文献

1. S. Lebedkin et al., Rev. Scient. Instr., 82, 1, 013705 (2011).
2. C. Moser and F. Havermeyer, Appl. Phys., 95, 3, 597–601 (2009).
3. P. Ranzieri et al., ChemPhysChem, 10, 4, 657–663 (2009).
4. P. Pakhomov et al., Macromolec. Symposia, 305, 1, 63–72 (2011).
5. D.K. Walter et al., Phys. Rev. Lett., 86, 15, 3264–3267 (2001).
6. C. Rustichelli et al., J. Pharmaceut. and Biomed. Anal., 23, 1, 41–54 (2000).
7. B. Leigh, manuscript in progress.

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

MenloSystems GmbH
一体化飞秒光纤激光器
FemtoRay780

- 重频50±1MHz，脉宽<150fs，功率>50mW
- 一体化设计，体积小
- 一键启动，操作简单
- 一个锁模状态，重复性高

应用：超快光谱学，瞬态反应，非线性光学，THz激发，超快泵浦探测等

HAMAMATSU
Flash4.0 CMOS相机

- 分辨率2048×2048；像素尺寸6.5μm×6.5μm
- 高效率，量子效率>70%
- 高读出速度，满分辨率下100帧/秒
- 工作波长400~1000nm

应用：微弱光成像，光信号检测及高速记录等

laserpoint
OEM集成功率计

- 量程2W~200W
- 集成简单，开发成本低，直接用USB线和电脑连接
- 选择灵活，可输出模拟型号也可数字输出

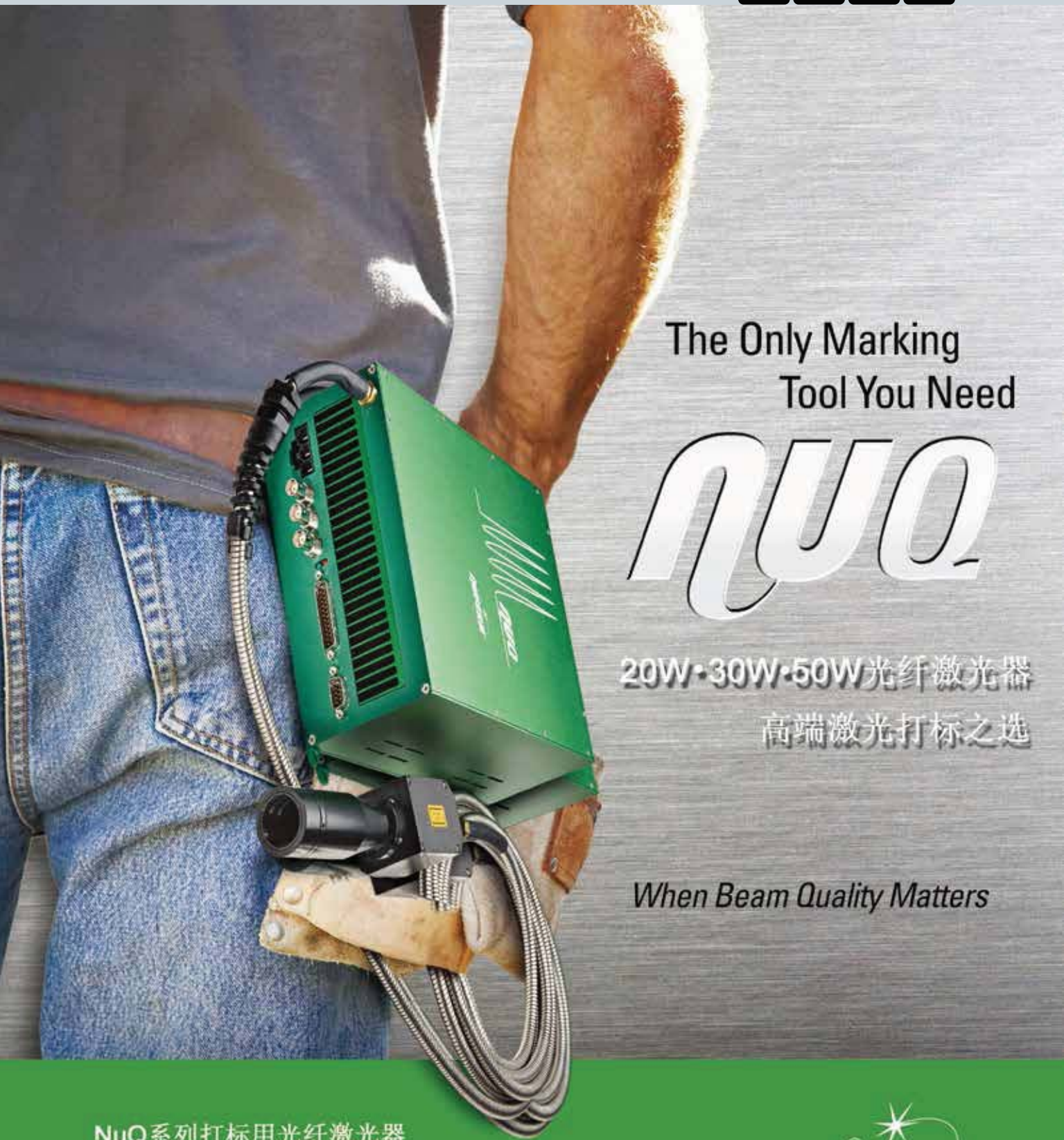
应用：可集成在精细加工或医疗设备中实时监测功率

关注"顶尖科仪"微信平台：
(a)"扫一扫"左图二维码
(b)在"查找微信公众帐号"中输入"顶尖科仪"，即可添加"顶尖科仪"为好友，我们将及时与您分享顶尖科仪的最新信息。

顶尖科仪部分代理厂家（以开头字母排序）

APE · BATOP · optics INC. · DUMA OPTRONICS LTD. · HAMAMATSU · laserpoint · LEE LASER · LIGHTHOUSE PHOTONICS · First Sensor · MenloSystems · Ocean Optics · mikron · SOLAR LASER SYSTEMS · ULTRAFAST INNOVATIONS

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
微博：http://weibo.com/pinnaclesci



NuQ系列打标用光纤激光器

- 最佳光束品质-更深，更快，更精细
- 紧凑式设计-与现有机械与控制接口完全匹配
- 快速开启与关闭-实现最高的生产效率
- 无重影与漏点-精密与品质的保证

NUFERN®

866.466.0214 / www.nufern.com

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

FireWire 相机解决玻璃制品检查的光学挑战

玻璃制品的检查分析是一项具有挑战性的自动化任务。因为玻璃制品具有许多不同的物理及光学特性，它们通常是透明的，能够反射和折射光线，有时候甚至相当于一个镜头。而且，玻璃制品易于破碎，整个自动化检查过程必须非常小心谨慎。

Sisecam 是土耳其最大的玻璃制品制造商，为全球市场提供广泛的玻璃制品，包括玻璃杯、玻璃碗、玻璃罐以及烟灰缸等。

为了实现这些玻璃制品的自动检查，Sisecam 公司采用了 E3TAM 公司开发的 O2KS 系统，这是专为在玻璃制品生产环境中执行质量控制而设计的检查系统。该系统每秒钟能够处理四个产品，能检查各种瑕疵，包括裂纹、波浪形轮辋、气泡、划痕等。该系统可检查高度达 300mm、直径 110mm 内的各种尺寸和各种形状的玻璃制品。

玻璃制品通过传送带进入检查流程，共通过四个检查点。在前两个检查点，安装在传送带左右两侧的的 4 台 200 万像素 Guppy PRO F-201B 数字 FireWire 相机（来自 Allied Vision Technologies 公司），以 4 帧 / 秒的速度捕获玻璃制品的侧面图像。每台相机均装有远心镜头，至少能够捕获玻璃制品 90° 视角的图像，因此 4 台相机能够捕获玻璃制品 360° 视角的侧视图像。

为了检查玻璃制品的顶部和底部，两台 1.4 万像素的 AVT Stingray F-145B 相机分别安装在传送带的上方和下方。这些相机用来捕捉玻璃制品上方边缘和底部的图像，实现对玻璃制品形状和瑕疵的分析。这两台相机通过一个 IEEE 1394b FireWire 接口与电脑主机相连。

设计适当的照明系统，对于系统的准确性和可靠性至关重要，因为玻璃的物理属性会对检查带来诸多挑战。鉴于此，E3TAM 公司开发出了混合型 LED 照明背光板。“这些放置在不同角度的 LED，能实现最大的对比度，同时最大限度地减少来自玻璃制品的阴影和反射。”E3TAM 公司开发工程师 Ali Sami Gözükırmızı 解释说。

为了分析捕获到的图像，E3TAM 公司使用美国国家仪器公司的 LabVIEW 软件，检查各种形状的玻璃制品中的多达 20 种不同的缺陷，检查精度为 0.6mm。在离开检查点后，合格的产品将被传送带带到下一阶段的生产线中，有瑕疵的产品则被挑拣出来。该检查系统使用触摸屏接口，操作人员可以设置被检查产品的类型，并且如果需要的话，E3TAM 公司还可以提供远程维护或客户支持。目前，Sisecam 公司的生产线中已经安装了 20 套 O2KS 玻璃检查系统。❑



采访报道/Interview Reports

中国激光行业即将迎来欣欣向荣的发展态势

——2013年慕尼黑上海光博会采访报道

2013慕尼黑上海光博会LASER World of PHOTONICS CHINA已经于3月21日在上海新国际博览中心成功落下帷幕。作为2013年伊始最大的一场行业盛会，其无疑是探知行业发展脉搏的风向标。本刊从主办方获悉，本届展会共有500多家海内外企业参展，展示面积相比上届增长超过25%！从本届展商及观众的反馈意见中，我们多少还是感受到了中国激光行业即将迎来欣欣向荣的发展态势。展会上本刊有幸走访了业内的几家公司，现将采访内容整理如下，与读者共同分享。

DILAS：直接半导体激光器应用前景乐观



德国DILAS公司工业激光系统部门产品经理Steffen Reinl先生：在中国市场，我相信直接半导体激光器应用未来会赢得更多市场机会，用于焊接、熔覆、表面硬化等应用，其前景非常乐观。

德国 DILAS 公司作为高功率半导体激光器领域的一家领先者，已经在中国市场享有广泛盛誉，其产品广泛应用于固体激光器泵浦、医疗、工业材料加工等领域。

最近几年，随着工业加工制造行业的回暖，激光作为一种先进加工工具，也迎来了更多新机会。除了发展迅猛的光纤激光器外，随着半导体激光器技术的不断发展，半导体激光器也将在直接用于材料加工方面一展身手。德国 DILAS 早就看到了工业应用领域的潜在巨大市场，在 2008 年就成立了 DILAS 工业激光器系统部门，致力于研发生产一体化半导体激光工业加工系统，加强其在工业界的影响力。

现任 DILAS 工业激光系统部门产品经理 Steffen Reinl 先生，在激光材料加工领域拥有超过 15 年的工作经验和行业影响力，始终致力于半导体激光材料加工领域的研究，尤其是塑料焊接。他的加入为 DILAS 带来了半导体激光器在材料加工领域的广泛专业知识。在本届展会上，本刊有幸采访到了 Steffen Reinl 先生，请他介绍了 DILAS 针对直接半导体激光器应用的新动向，以及半导体激光器在直接工业材料加工领域的应用及发展趋势。

新产品

针对工业应用市场，DILAS 本次展会上发布了其最新的千瓦级光纤耦合半导体激光器系统。该系统输出波长 9xxnm，通过芯径 1mm、0.22NA 的多模光纤耦合输出，输出功率 3kW，24 小时内的稳定性为 ±2%。该系统中包含一个水冷热交换器、半导体激光器驱动器、DILAS 标准的控制单元提供外部接口和机架。

该系统能够适用于熔覆、硬化、焊接以及所有需要大光斑尺寸和一致性输出光强的各类应用。Steffen Reinl 透露，该系列更大功率系统将会在今年晚些时候推向市场。

市场机会

Steffen Reinl 表示：“现在越来越多的半导体激光器开始直接用于工业材料加工领域，因为很多材料加工应用（如焊接、熔覆等）并不需要很高的亮度，只需要产生稳定的大光斑，而半导体激光器能够比其他激光器更加高效地实现这些应用。”

“在中国市场，我相信直接半导体激光器应用未来会赢得更多市场机会，例如在汽车制造、电子制造、太阳能、医疗设备制造等诸多行业，用于焊接、熔覆、表面硬化等应用。随着半导体激光器技术的发展，其未来的舞台将越来越广，甚至在某些领域会与光纤激光器相竞争。直接半导体激光器的前景非常乐观。”Steffen Reinl 补充道。❑

德国RAYLASE：中国市场蕴含巨大增长潜力



德国RAYLASE公司首席执行官Peter Von Jan先生：中国市场对RAYLASE非常重要，未来我们还将会在中国市场获得大幅增长。

业界领先的激光扫描振镜供应商德国 RAYLASE 公司最早通过代理商途径进入中国市场，随着中国市场的重要性日益凸显，RAYLASE 于 2010 年正式在中国成立了瑞镭激光技术（深圳）有限公司，并于 2011 年底在武汉建立了销售代表处，开始了为中国客户提供便捷的本土化服务、不断开拓中国市场的脚步，并于短短的几年内在中国市场收获了成长。

中国市场的增长

RAYLASE 公司首席执行官 Peter Von Jan 先生表示：“在过去的几年中，来自中国市场的收入为 RAYLASE 的总体业绩贡献了主要力量。事实上，目前 RAYLASE 的很多产品都是面向中国和亚洲市场的。”Peter 还透露了一组非常重要的数字：目前 RAYLASE 已经有 50% 的产品是销往亚洲市场的，而在这些产品中，又有大约 70% 的产品面对的是中国客户。可见，对 RAYLASE 来讲，中国无疑是一个颇具发展潜力的巨大市场。

在过去的几年中，RAYLASE 每年都在中国市场取得了喜人的业绩增长，其中 2012 年的业绩增长幅度高达 70%。而在经济衰退期间，中国市场的业务更是帮助 RAYLASE 补偿其在欧洲市场的业务损失。

“中国市场对 RAYLASE 非常重要，未来我们还将会在中国市场有巨大的增长。”Peter 笑言道，“RAYLASE 计划今年在中国市场实现 50% 的业绩增长，虽然目前我还不知道如何去实现这个目标，但是我知道它会实现。”由此也可以看出他对中国市场的增长具有足够的信心。

中国市场的变化

RAYLASE 在享受着中国市场快速增长的喜人业绩的同时，也在感受着中国市场的变化。Peter 表示，最近几年，中国市场的客户需求正在发生着巨大的变化。最初，中国用户的应用大多都是低端的打标应用；而现在，中国市场中涌现出了很多高端应用，例如划片、医疗、3D 表演等应用，并且其中有些应用非常新颖，在其他市场中也不多见，而且这些应用未来有望发展成为大批量应用。

随着中国激光产业的发展，很多中国本土激光公司开始涌现并成长起来，并且拥有了自主知识产权，过去一味搞低端产品打价格战的局面已经开始扭转。尤其是最近几年，中国已经成为世界的一个制造基地，苹果、三星等全球知名的电子产品制造商均在中国设有生产工厂，而这些制造工厂对激光加工有着强劲需求，这也促使了很多中国激光公司的快速成长。中国市场的发展潜力绝对不容小觑。

发展策略

针对中国市场的增长与发展变化，Peter 表示 RAYLASE 能够凭借技术优势为中国用户提供高速度、高精密的产品。随着 RAYLASE 在深圳工厂的投产，目前其首款在中国设计生产的产品已经问世，未来深圳分公司将成为 RAYLASE 的亚洲中心，除了服务中国市场外，还将向印度、韩国、新加坡等周边国家和地区拓展业务。

在中国分公司的发展中，Peter 表示目前 RAYLASE 遇到的一大困难就是高级人才难觅。“例如，我们需要能够在应用服务中解决所有技术问题的应用工程师，要求真正精通振镜技术，并能进行流利的语音交流。现在我们很难遇到合适的人选。”Peter 说道。真正的高级专业人才的短缺或许是整个行业面临的一个共同问题。

此外，Peter 还强调，为了确保生产以及向用户提供质量稳定可靠的产品，供应商的选择至关重要，并表示 RAYLASE 将会在中国市场寻找不止一家可信赖的供应商合作伙伴，保证生产与产品质量。❑

采访报道/Interview Reports

爱万提斯：打造光纤光谱仪领域的小巨人



北京爱万提斯科技有限公司（Avantes China）董事总经理张志伟先生：爱万提斯公司致力于为客户提供完整的光谱学解决方案，而非简单地仅是销售光谱仪，将产品做精则是公司发展的基本理念。

北京爱万提斯科技有限公司是世界微型光纤光谱仪领域的领先者——荷兰 Avantes 公司在中国创建的分公司。在刚刚过去的一年里，荷兰 Avantes 母公司的总业绩增长幅度为 15%，而北京爱万提斯科技有限公司的业绩增长也与之持平。

新产品

目前，Avantes China 的业务主要由以下四部分组成：第一，销售荷兰 Avantes 公司的全线标准光谱仪产品；第二，为中国工业与 OEM 用户提供光谱学解决方案；第三，针对终端应用而研发的光谱仪应用系统；第四，光纤以及零部件在中国的生产。

在本次展会上，爱万提斯展示了 Avantes 公司于去年推出的一系列全新光谱产品，其中包括面向工业及 OEM 应用的 AvaSpec-ULSi 光谱仪，爱万提斯希望通过该产品进一步扩大在工业及 OEM 领域的市场份额；一款跨时代的产品——可更换狭缝的光谱仪 AvaSpec-RS，该产品同时配备五个不同尺寸的狭缝，以满足用户的不同应用需求：从需要高灵敏度的荧光测量到需要高分辨率的等离子体测量等应用全能满足；全新背照式光谱仪 AvaSpec-XL，其具备更高的灵敏度和更低的噪声。同时，Avantes 公司还推出了完全基于 Windows 设计的、全新的高性能光谱仪操作软件 AvaSoft-8，其操作界面令用户耳目一新。

Avantes China 董事总经理张志伟先生表示，公司还将在一两月之后推出基于 HTVS 技术的高灵敏度、高分辨率光谱仪 AvaSpec-X，这款光谱仪将用于拉曼测量。对于以往的光谱仪，其灵敏度与高分辨率一直是一对“鱼和熊掌”不能兼得，而今后这个难题可以通过 HTVS 技术完全得以解决。

另外，公司还收购了德国高技术光谱仪公司 RGB Laser System，并全面整合进了 AvaSpec 产品系列，推出了两款 AvaSpec-Mini 和 AvaSpec-Micro 微型光谱仪，这两款产品适用于一些对光谱仪体积有严格限制的应用领域。对此，张志伟先生表示，爱万提斯公司正在努力研发体积更小巧、价格更实惠的民用型光谱仪，使光纤光谱仪真正能够“飞入寻常百姓家”。

差异化的发展理念

Avantes China 与其他外资公司在发展理念上不太一样，其中最显著的差异便是其提出的差异化销售模式，他们的目标是成为一家能为客户提供专业光谱学解决方案的专业型公司。张志伟先生表示，“我们的最终目标是发展成为光谱学行业中的一个小巨人。”

目前，光纤光谱仪经过快速发展，其使用范围已经完全超越了实验室应用。张志伟先生说道，未来爱万提斯也要将光谱仪的应用拓展到低端市场，并引入“光谱传感器”的理念，将光谱仪的实际应用深入到医疗与环境行业。

趋势与策略

谈到未来的发展规划，张志伟先生表示，爱万提斯历来秉承着“用户为先”的发展理念，完全根据客户需求推出产品，完全为客户提供定制化服务。未来，环境监测、食品卫生、工业在线控制以及与人的健康有关的应用，都将是未来光纤光谱仪的热点应用，其中环境监测与医疗应用是爱万提斯未来重点发展的两个领域。

爱万提斯致力于为客户提供完整的光谱学解决方案，而非简单地仅是销售光谱仪，而将产品做精则是公司发展的基本理念。客户选择爱万提斯产品的同时，也是选择了爱万提斯的技术与服务。

目前爱万提斯的技术人员均毕业于国内重点科研院所，拥有丰富实际工作经验。这支专业的技术团队，为爱万提斯向用户提供独到全面的技术服务支持提供了保障。❑

JENOPTIK：中国市场对我们非常重要



德国JENOPTIK公司副总裁Jurgen Sebastian博士：中国市场是一个正在增长的市场，对我们来讲也是一个非常重要的市场。预计2013年我们在中国市场的增长幅度至少为20%。我们对中国市场的前景非常看好。

在高功率半导体激光器领域，德国 JENOPTIK 公司以可靠的产品质量闻名业内。该公司能够提供涵盖半导体晶圆材料、单管芯片、迷你巴条、巴条以及高功率半导体激光器等产品的全面的产品线，这些产品广泛应用于固体激光器泵浦、光纤激光器泵浦或者直接用于医疗与材料加工领域。

德国 JENOPTIK 公司副总裁 Jurgen Sebastian 博士表示："多年来我们的产品之所以能够保持高品质，除了雄厚的技术底蕴以及母公司 JENOPTIK 集团的大力支持外，我们还拥有一套强大的生产质量保证体系，该体系确保了我们能够为客户提供质量始终如一的产品。"在拥有了技术与质量支撑的基础上，JENOPTIK 更加重视满足用户需求。

应对中国市场需求

在中国市场，目前 JENOPTIK 的高功率半导体激光器产品主要面向三大应用：固体激光器的泵浦、医疗和光纤激光器泵浦。Sebastian 博士特别强调，光纤激光器泵浦是最近发展起来的一个新市场。近几年光纤激光器在中国市场的迅猛发展，也为泵浦市场带来了更多商机。对此，JENOPTIK 专门推出了相应的新产品满足市场需求。

对于未来将要涌现出的潜在应用，Sebastian 博士指出："半导体激光器在工业领域颇具应用潜能，是一种非常有前途的激光源。目前人们都在谈论光纤激光器，但是我们看到了下一个阶段，即直接应用的半导体激光器。随着光束整形和光束合束技术的不断发展，半导体激光器必将在功率和光束质量方面获得提升，因此可以生产出更好的直接半导体激光器系统，并且在效率和价格方面都将独具优势，能够胜任诸如切割、焊接、表面处理等多种工业应用，甚至与光纤激光器展开博弈，这将是未来十年中的一个发展趋势。"

"无论是对于光纤激光器泵浦应用还是直接半导体激光器应用，JENOPTIK 依托雄厚的技术底蕴和高质量的齐备产品线，随时都能为满足中国的用户需求做好准备。"Sebastian 博士充满信心地说道。

另外在满足客户需求方面，Sebastian 博士透露，JENOPTIK 还计划在中国设立激光应用实验室，为客户做最初的应用测试，提供相应的应用测试报告，帮助用户开发新应用。目前，JENOPTIK 已经在德国和韩国设立了应用实验室。

鉴于市场需求的增多，JENOPTIK 还专门于去年投资扩大产能。扩充后的产能相比以前增加了一倍，以更好地满足市场的大量需求，特别是来自中国市场的需求。

中国市场发展策略

谈到中国市场的发展，Sebastian 博士表示："中国市场是一个正在增长的市场，对我们来讲也是一个非常重要的市场。在过去的几年中，我们在中国市场实现了平均每年大约 50% 的强势增长，预计 2013 年的增长幅度至少为 20%。我们对中国市场的前景非常看好。"

在中国的高功率半导体激光器市场，JENOPTIK 的产品大约占据了一半以上的市场份额。谈及在中国市场取得的骄人业绩，Sebastian 博士表示，除了产品的性能质量优势外，还有另外一个很重要的因素就是销售渠道。在中国市场，JENOPTIK 选择顶尖科仪作为其独家代理商，双方已合作十年之久。"这也是我们与其他公司非常不同的地方，很多国外公司进入中国市场会选择多家代理商，而我们只选择顶尖科仪独家代理。长达十年的合作中，顶尖科仪对中国用户的需求和我们的产品都有着非常深入的理解，从而更加有助于我们拓展中国市场。未来在市场推广方面，JENOPTIK Laser 会继续与顶尖科仪保持密切合作。"❑

采访报道/Interview Reports

凯普林光电：十年耕耘 伴随中国市场一起成长



北京凯普林光电科技有限公司总经理陈晓华先生：今后我们会继续努力，希望下一个十年能够像过去的十年一样，伴随着中国经济和中国激光行业的发展而不断成长。

北京凯普林光电科技有限公司成立于 2003 年，今年恰逢公司成立十周年，经过十年的发展，公司规模已经从最初的十几名员工发展壮大到了现在的 400 多人。公司总经理陈晓华先生表示：“凯普林光电是伴随着中国激光产业一起发展起来的，是中国激光产业的蓬勃发展促进了我们的成长。”

自主创新能力

凯普林光电主要致力于半导体激光器的封装耦合，拥有独特的光纤耦合技术。依托公司自主创新的光束整形、透镜设计、光路设计、热处理、光纤处理等技术，凯普林光电通过巧妙的产品设计实现了半导体激光器与光纤的高效耦合。目前，凯普林已经在该技术领域拥有 20 多项自主知识产权。

陈晓华先生表示：“自主创新是一个企业生存发展的根基，企业必须不断寻求创新才能在当今全球化的竞争环境中谋求长久发展。凯普林光电拥有一支来自中科院半导体所、北京理工大学等院所、具备多年光纤耦合和高功率半导体激光器制造经验的精英团队，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。”

主要应用

凯普林光电的产品主要用于两大方向：光纤激光器的泵浦和直接半导体激光器应用。

光纤激光器对半导体激光器泵浦源有两大核心要求：可靠性和价格，后者在中国市场尤为明显。在可靠性方面，凯普林光电具有十年的封装耦合制造经验，目前公司已有超过 10 万只激光器正应用于工业领域，产品可靠性已经经受住了市场的检验，并赢得了大部分工业用户的青睐。在价格方面，随着光纤激光器市场的逐渐扩大，光纤激光器供应商对成本的要求越来越高。凯普林光电规模化的生产制造，已经有能力提供较好的成本优势。

对于直接半导体激光器应用，陈晓华先生表示，这将是下一个市场增长点，凯普林光电也在这方面投入了很多精力，这部分市场为公司贡献了另一半的收入份额。“过去我们的产品在医疗领域应用的较多，而目前在工业材料加工领域的应用正在逐渐增加。”

事实上，随着半导体激光器在亮度、光束整形技术方面的不断提升，以及半导体激光器具有规模化生产、快速降低成本的制造优势，其未来将会获得更快的发展。未来直接半导体激光器应用会获得更多、更广的市场，其与光纤激光器的应用交叉也会越来越多。

未来，无论是泵浦市场还是直接应用市场都还会持续增长。为了应对市场增长，凯普林光电不断推出新品。本次展会上，凯普林光电现场发布了 2 款最新产品：915nm/ 75W/105 μm 和 915nm/120W/200 μm 光纤输出半导体激光器组件。这两款高亮度产品基于多个单管芯的空间光耦合技术，拥有低电流高电压特点，方便驱动设计，可应用于光纤激光器泵浦及部分直接半导体激光器的材料加工。

发展趋势与策略

谈到未来的发展，陈晓华先生表示，半导体激光器不但可以用于先进加工制造设备中，也可以用于一些高科技产品中。中国正逐渐成为世界先进制造业的中心，无论是在先进加工制造设备还是在高科技产品中，市场对半导体激光器的需求都会迅速增长。

作为一家中国本土企业，凯普林光电将迎来更好的发展机遇。陈晓华先生表示：“目前，国内市场已经为凯普林贡献了超过 60% 以上的收入份额，未来我们会继续努力，希望下一个十年能够像过去的十年一样，伴随着中国经济和中国激光行业的发展而不断成长。这个过程中，我们会更加注重管理和自主创新能力的提升，更多地关注供应链管理、生产一致性管理、生产效率的提高，以及保证产品可靠性和交货能力。另外，我们会继续加强自主创新能力，加强专利保护。” ❑

Radiant Zemax：成立中国办公室 加强中国市场开拓



Radiant Zemax公司副总裁Mark Nicholson先生：随着中国逐渐由一个制造大国向设计大国转变，我相信中国将成为全球光学与照明设计行业的一个主导市场，这让我们看到了更多市场机会。

Radiant Zemax 公司是一家为光学、照明和显示行业提供测试、测量和设计工具与系统的一家全球性供应商，致力于帮助客户缩减成本、降低风险、缩短产品创新时间。Zemax 软件是该公司的一大主要产品。Zemax 是一个完整的软件包，其中包括了光学设计、激光通信和照明设计。在本次展会上，Radiant Zemax 重点展示了 Zemax 软件的最新版本 Zemax 13。

Zemax 13

Zemax 13 在原有版本的基础上新增加了 LightningTrace、CAD manager、Roadway Lighting Designer、Light Quality Metrics 和 Illumination Wizard 等诸多强大的功能和特性，使其速度更快、更易于使用。

“Zemax 13 中最大的一个特色便是使用了公司正在申请专利的 LightningTrace 技术，其特别应用于优化照明设计，尤其是 LED 照明系统设计，如用于建筑照明和道路照明的 LED 系统。LightningTrace 能够帮助用户节省设计时间，提高效率。”Radiant Zemax 公司副总裁 Mark Nicholson 先生介绍说。

Zemax 13 采用行业领先的分析、优化和公差确定功能，能够让用户充满信心地快速设计光学和照明系统。用户可以利用全面的材料目录、光源模型库和示例文件缩短设计创新时间。Zemax 13 中集成的 CAD 零件和组件功能，允许用户优化工作流程；强大的用户编程和接口工具允许用户根据自身设计功能需求定制 Zemax。

全面的支持

Zemax 13 的一个巨大优势是：使用 Zemax 设计时，用户永远不会孤军奋战。用户购买 Zemax 软件后，便享有相关的技术支持和培训服务，而且现在还特别为中国用户提供了本地化支持。

ZUGI（Zemax Users Group International），是一个由光学设计师、照明工程师及其他专业人士组成的 Zemax 国际用户团体，能够为设计者和工程师提供丰富的技术信息。购买 Zemax 后即可加入该团体，享受相关权益。

Radiant Zemax 还提供广泛的知识库，其中包含由开发团队和用户团体撰写的大量设计文章。此外，Zemax 用户论坛也为用户提供了交流信息、技术和经验的好机会。

Radiant Zemax 还为用户提供培训服务，帮助用户快速上手。初级用户和高级用户都有合适课程可选。另外，公司还提供现场培训和定制课程。

为了更好地服务中国客户，目前 Radiant Zemax 正在提供中文网站、中文知识库以及中文培训材料。“这也是我们设立中国办公室的目的。”Mark 表示。

更好地拓展中国市场

“Radiant Zemax 在中国市场已经通过代理商建立了一定的客户群，随着中国逐渐由一个制造大国向设计大国转变，加之中国经济的持续增长，很多光学和照明设计都源自中国，我相信中国将成为全球光学与照明设计行业的一个主导市场，这让我们看到了更多市场机会。因此，我们今年在上海设立了办公室，以便更好地开拓中国市场。”Mark 说道。

上海办公室将作为 Radiant Zemax 在大中华区的技术支持和销售中心，为中国用户提供本土化支持。

Mark 表示：“我们非常重视中国市场，随着中国市场的发展，Zemax 团队也会随之壮大。除了目前的上海办公室外，未来我们还计划在中国大陆其他城市开设办公室。另外，今后 Radiant Zemax 会继续投资与中国高校合作，支持中国高校的光学设计教育。”

最后，针对目前中国市场上存在的一些盗版 Zemax 软件的情况，Mark 表示用户使用盗版产品会在设计过程中遇到很多问题，并且也得不到相应的支持服务，呼吁用户使用正版，促进行业良性发展。❑

采访报道/Interview Reports

通快：中国市场将主导未来激光业务



通快（中国）有限公司激光技术总经理Andreas Weller先生：中国激光市场变得越来越重要，未来中国激光市场将有望主导全球激光业务。

德国通快公司是工业激光器和激光系统的全球领导者，进入中国市场多年来，其始终致力于为中国客户提供涵盖 CO_2 激光器、脉冲固体激光器、半导体激光器、光纤激光器、碟片激光器的多样化的激光源以及相匹配的全方位服务。

在过去的 7 年中，通快在中国市场实现了高达 30% 的年均增长率，“虽然 2012 年受全球经济放缓的影响，通快在中国市场的增长也有所减慢，但是我们的增长率依然在业内处于高水平。预计未来也会保持这样。”新接任通快（中国）有限公司激光技术总经理职务的 Andreas Weller 先生透露。

中国市场的变化

“过去德国慕尼黑激光展一直是激光行业内的重量级展会；而现在慕尼黑上海光博会对世界范围内的激光企业来讲，已经成为一个不容错过的非常重要的行业盛会。”Andreas Weller 先生表示，“中国激光市场变得越来越重要，未来中国激光市场将有望主导全球激光业务。”

从应用层面来看，过去中国市场中较为低端的激光应用偏多，例如简单的打标应用。随着中国制造业的发展，越来越多的工业领域对激光产品的质量提出了更多要求，如更高的光束稳定性、更强的激光控制能力等。过去中国生产很多低成本的商品，而现在有很多高质量的产品也是中国制造的。这的确是一种变化，这也将为高质量激光器提供更广泛的市场空间。

Andreas Weller 先生指出：“在激光应用方面，中国市场与欧美市场已经没有差别，要说唯一的不同，那就是中国市场正在以一种非常快的方式引入激光技术，我想世界上没有哪个国家会像中国这样如此快速地采用激光技术。”激光技术正快速进入中国的电子、汽车、船舶等诸多工业制造领域，在中国工业领域拥有迷人的应用前景。

市场策略

面对如此乐观的市场前景，作为新上任的中国区总经理，Andreas Weller 先生表示：“今后通快会为中国客户提供更快、更直接和更有针对性的服务。

不同用途对激光技术提出了不同要求，没有一种单一的激光技术能够适用于所有应用领域，但是每个应用领域却有其最理想的激光技术选择。在激光行业拥有 40 多年丰厚经验的通快公司自然深谙这一点，始终为用户提供全方面的激光技术。“成功源于选择”是通快的一项发展策略。

通快不仅为客户提供高质量的激光产品，而且还提供完整的解决方案。“事实上，到最后我们销售的并不是激光器而是激光应用。”Andreas Weller 先生说道，“我们针对高功率、低功率、微加工和打标等应用都应相应的激光产品。我们会与客户共同探讨他们的应用需求，最后根据具体应用以及对光束质量的要求，帮助客户选择最适合的激光产品。”

未来趋势

谈到未来激光技术的发展趋势，Andreas Weller 先生再次表示，未来并不会是一种激光技术的天下，这也是通快提供多种激光技术的原因。他特别指出，对于高功率工业应用，碟片激光器是最佳选择，其卓越的光束质量和高度的稳定可靠性、以及一致可重复的加工效果，在高功率应用中独树一帜。

另外，半导体激光器除了泵浦应用外，还将获得更多的直接应用，这也是未来的一个发展趋势。随着光束质量的不断提升，直接半导体激光器未来会渗透到更多应用领域，前景光明。

最后，Andreas Weller 先生还指出，激光微加工技术将越来越重要。“通快在激光微加工技术方面处于世界领先，而且未来微加工将成为一种主要技术。通快的 TruMicro 系列超短脉冲激光器采用独特的设计，保证了非常高的光束稳定性，而这正是微加工应用所需要的。”❑

大恒光电：发展核心激光器技术



大恒光电公司总经理杨晓红女士：我们希望自己能够掌握激光器的核心技术，研发出拥有自主知识产权的激光器，改变核心技术领域依赖外购的局面，为推动中国激光产业良性发展贡献力量。

大恒光电成立于1988年，隶属于大恒新纪元科技股份有限公司。公司主要从事各类光学元部件、光学系统、激光器以及光电检测仪器的研究、开发、生产和销售，最大程度满足客户对光电产品的不同需求，并且还能为国内外客户定制精密的光学产品。

网上商城方便快捷

大恒光电公司总经理杨晓红女士表示：“大恒光电的产品种类繁多，而且很多都是标准件，同时这些产品备有充足的库存，能够保证现货供应。因此，为了让用户能够更方便、更快捷地买到想要的产品，经历了两年的准备，大恒光电开通了网上商城。”

随着最近几年购物网站的发展，人们在日常生活中已经习惯了网购。网购已经成为了一种发展趋势。大恒光电的网上商城提供24小时在线订购服务，虽然人们对于从网上购买科研产品有个逐步习惯的过程，但是据杨晓红女士透露，自从大恒光电的网上商城开通以来，选择网购方式的客户已经越来越多了。

“网上商城为我们和客户都带来了益处。对于客户来讲，他们可以更快地选到想买的产品，省时省力；对于我们来讲，这些标准的产品和较为简单的产品采用简单的方式销售，能够使我们将更多精力投入到其他高端产品上。”杨晓红女士表示。

发展自主研发的激光器

在最近的几年中，中国的激光应用市场发展快速。但是随着行业的快速发展，也让中国厂商越来越意识到了一个问题，那就是缺乏核心技术。

过去，中国公司很大程度上扮演着组装者的角色，核心的激光器产品大多从国外购买，而在销售中又经常搞价格战，导致自身的利润不足，而利润的缺乏又导致发展力量不够，长此以往形成了一个恶性循环，最终导致中国的民族激光产业缺乏核心技术，缺乏创新力。

杨晓红女士表示：“鉴于中国激光企业在过去几年中的发展状况，大恒光电正在调整公司的发展策略，我们希望自己能够掌握激光器的核心技术，研发出拥有自主知识产权的激光器，改变核心技术领域依赖外购的局面，引领中国激光产业良性发展。”

发展自主研发的激光器产品是大恒光电的一个发展策略。该公司从2009年已经开始了激光器产品的研发工作，目前已经有了几年的积累。目前大恒光电正在潜心重点发展紫外激光器和超快激光器产品。

对于紫外激光器产品，大恒光电产品的突出特点是性价比高，适用于工业精密加工应用，例如精密打标和精密打孔；而其超快激光器产品目前主要面向高校及研究机构的特殊应用，例如用于“基于飞秒激光的太赫兹时域光谱仪”检测设备以及工业加工领域应用的前期研发等。

超快是一个发展方向

随着中国工业需求的发展，精细加工已经成为激光加工领域的一个热点话题。在这方面，国外已经有比较成熟的产品，但是国内的激光精细加工尚正处于起步阶段，市场潜力巨大。

杨晓红女士介绍，为了掌握超快技术发展方向，大恒光电也代理了国际顶级公司的超快激光器产品，希望能与该领域内领先的公司有更多合作。从目前来讲，超快技术在中国市场中的应用主要以科研领域为主，真正用于工业领域还有一段路程要走。❑

采访报道/Interview Reports

Nufern：中国市场的业务强劲增长



Nufern公司总裁Martin F. Seifert先生表示：目前Nufern有大约一半的收入来自中国市场，我们非常高兴看到中国市场业绩的增长，无论是光纤业务还是光纤激光器业务，在中国市场的增长都非常强劲。

美国 Nufern 公司是业界领先的特种光纤、光纤激光器、光纤放大器以及光纤陀螺线圈产品制造商，公司成立于 2000 年，是德国罗芬集团旗下的一家子公司。

Nufern 拥有一支充满激情的团队，始终致力于为客户提供高质量的产品与服务，满足客户不断提出的新需求，在此过程中也不断实现着自我提升。

以技术立足

Nufern 在高质量光纤生产领域有着 10 多年的丰富经验，其凭借技术优势在市场中脱颖而出，“技术是我们的立足之本，始终为客户提供拥有最好技术的产品是我们的长期发展策略。”Nufern 公司总裁 Martin F. Seifert 先生表示。Nufern 的产品主要面向高端应用，以公平的价格为客户提供产品和服务。

特别值得一提的是，在过去的几年中随着医疗以及军事等应用领域对中红外光源、中红外探测器等产品的需求不断增多，很多用户要求将光纤激光器的波长拓展到更长波段，超过 2.1 μm，同时要求具有高功率和高效率，这是很难做到的。针对此需求，Nufern 专门开发出了一系列掺钬光纤，并实现了运行波长超过 2.1 μm、效率超过 60%、连续输出功率达 100W 的光纤激光器，满足了此类用户的需求。这对整个行业来讲都是一个创新之举。

另外，Nufern 的 NuQ 系列光纤激光器能够在广泛的材料上实现更快、更清洁以及更加精密的打标。该系列光纤激光器可提供 20W、30W 和 50W 这三种功率选择，在广泛的重复频率范围内具有快速启动时间和高峰值功率，实现快速打标。而且，这些光纤激光器输出的单模光束质量，能够生产超精细打标。NuQ 系列广泛的可调性和稳定的运作，使其成为各种工业打标应用的理想选择。除了打标应用外，NuQ 系统还可用于雕刻、蚀刻及修边等应用。

多元化的市场拓展渠道

Nufern 作为世界上领先的特种光纤制造商，其产品销往世界各地。“中国是一个巨大的市场，与我 30 年前来中国相比，中国已经发生了翻天覆地的变化，中国将赢得未来市场，我们要参与到中国市场的发展中来。”Martin 表示。

事实上，中国已经是 Nufern 的一个重要市场。Martin 透露，目前 Nufern 的总营收中，大约有一半来自中国市场，1/3 来自欧洲市场，剩下的来自美国市场。由此可见，中国市场的贡献巨大。“我们非常高兴看到中国市场业绩的增长，无论是光纤业务还是光纤激光器业务，在中国市场的增长都非常强劲。”Martin 高兴地说道。

谈到中国市场的竞争，Martin 表示，目前中国已经涌现出了很多本土的光纤及光纤激光器制造商，数量增长之快让人感觉到了中国市场发展的潜力。“市场中的竞争不可避免，而且竞争也是非常重要的；如果没有竞争，你就不会做得更好，也就不会有进步；存在竞争能让你做得更好，因为只有这样做才能生存下去。”Martin 表示。当然他也透露，目前在高端市场能与 Nufern 竞争的对手并不多。

对于在中国市场的发展，Martin 表示 Nufern 将在中国市场采取多元化的发展策略。首先，作为罗芬集团旗下的一家子公司，Nufern 首先会利用罗芬集团在中国市场中强大的销售渠道推广其产品；其次是与代理商合作，上海瀚宇（Connet）是 Nufern 指定的中国代理商，其已经与 Nufern 有着多年愉快的合作关系，并且为 Nufern 在中国市场中保持业绩的持续增长做了很多工作；另外就是采取网络销售渠道，最近几年网络销售逐渐成为一种趋势，Nufern 也会更加关注这种市场拓展渠道。❑

炬光科技：着眼未来 面向高端应用



西安炬光科技有限公司董事长兼总经理刘兴胜博士：炬光科技致力于服务高端客户。为了满足高端客户更多、更复杂甚至苛刻的要求，我们必须不断寻求创新，而这个过程也使得炬光科技自身的技术水平得以提高。

西安炬光科技有限公司是最近几年快速成长起来的中国半导体激光器制造商，致力于为客户提供长寿命、大批量、OEM 设计的不同功率、不同波段、不同封装形式的高功率半导体激光器及系统。自成立以来，炬光科技始终经历着高速增长，目前公司雇员规模已经发展到了 200 多人，销售业绩更是逐年攀升。公司董事长兼总经理刘兴胜博士表示：“公司成立以来，几乎每年的销售业绩都翻一番；只有 2012 年受全球经济大环境的影响销售业绩没能翻倍，但依然实现了 70% 的高增长。”

谈到公司喜人的增长态势，刘兴胜充满信心地表示，半导体激光器的市场前景非常乐观。首先作为泵浦源产品，半导体激光器将会随着光纤激光器的发展而发展；其次，对于熔覆、焊接等对光束质量要求不太苛刻的应用，半导体激光器完全能胜任；未来，随着技术的发展，半导体激光器的光束质量会继续提高，使其能够适用于越来越多的新应用。谈及今后快速增长的应用，刘兴胜表示，医疗美容和工业应用将会获得较大的发展。

医疗美容市场飙升

医疗美容市场是炬光科技的一个重要市场。刘兴胜谈到，针对激光脱毛应用，单从产品出货量方面来看，炬光科技目前是全球排名第一位的半导体激光器供应商。激光医疗美容市场是一个快速增长的市场，特别是在疤痕去除、纹身去除等美容领域，增长快速。刘兴胜表示：“在 2010-2012 年这三年中，炬光科技在医疗美容市场实现了每年业绩以 10 倍幅度飙升的飞速增长！”

在未来的 2-3 年中，半导体激光器在医疗美容市场还将快速增长。

熔覆应用颇具发展潜力

除了激光医疗美容应用外，刘兴胜表示，半导体激光器发展潜力最大的还是直接工业应用，其中激光熔覆表面处理应用更是业界关注的焦点。

激光熔覆技术已经成为新材料制备、金属零部件快速直接制造、失效金属零部件绿色再制造的重要手段之一，并且已经应用于航空、石油、汽车、机械制造、船舶制造等制造行业。特别是目前比较热门的 3D 打印，将有望为制造业带来一场颠覆性的技术变革。

目前这类应用的成本相对高昂，其市场多是一些不太关心成本的特定行业，如航空航天应用。刘兴胜表示：“激光熔覆市场真正的发展驱动力源于大规模的商业应用，而实现大规模商用最重要的是如何以低成本方式实现激光熔覆应用。直接半导体激光器熔覆应用将是未来的一种趋势。炬光科技在这方面做了很多努力，已于去年发布了高功率半导体激光头产品，用于表面材料加工应用，可广泛应用于冶金、模具、机械制造、石化、轻工、能源、交通等行业。”

定位高端应用

炬光科技的发展目标是定位高端应用市场，刘兴胜表示：“炬光科技致力于服务高端客户。高端客户通常会有更多、更复杂甚至苛刻的要求。为了满足客户要求，我们必须不断迎接挑战、不断寻求创新，而这个过程也使得炬光科技自身的技术水平得以提高。仅仅服务低端用户，公司将会停滞不前。”不断寻求自身的发展创新，也是一个高科技公司生存发展的基石。

目前国内市场的应用多数相对低端，为此炬光科技积极开拓海外市场。经过短短几年的努力，炬光科技已经在美国、德国、韩国和日本等主要海外市场崭露头角，初步赢得了高端用户的认可，业内知名的德国激光公司公司也选择了炬光的产品。2012 年海外市场为炬光科技贡献了 35% 的收入业绩，预计今年该比例将达到 40%。

为了不断提升自身实力，炬光科技非常注重研发投入。刘兴胜介绍说，在过去的 4 年中，炬光科技每年都将总收入的 20% 投入到研发领域，这在中国公司中实为少数。目前公司已经申请了 100 多项专利，获批 40 多项。❑

采访报道/Interview Reports

长春新产业：固体激光器的应用市场将不断扩大



长春新产业光电技术有限公司销售经理郭丹先生：高质量、低价格是我们的显著优势，这也是我们的DPSS激光器在海外市场销售很好的一个原因。未来固体激光器的应用市场还会不断扩大。

长春新产业光电技术有限公司是依托中科院长春光机所成立的高科技企业，主要从事半导体泵浦全固态（DPSS）激光器的科发与生产，其主要产品有绿光、蓝光、红光、黄光、红外、紫外、单频、调Q等激光器产品，在民用、工业和军事领域的应用已包括材料处理、医疗诊断、仪器制造、基础研究、娱乐、图像记录、检测与控制、全色显示、国防军事等。最近几年，公司的销售业绩一直保持稳步增长，产品已经远销到了120多个国家和地区，并且在国际上也获得了较高的市场信誉。

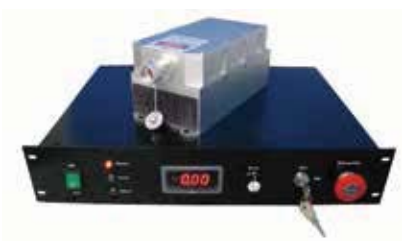
产品优势

“我们的DPSS激光器产品的显著优势是高质量、低价格，这也是我们的产品在海外市场销售很好的一个原因。”长春新产业光电技术有限公司销售经理郭丹先生表示，“这主要得益于我们的技术储备及对研发的大力投入。对产品研发的重视使得我们的产品质量不断提高，性能不断改进。”

郭丹介绍说，“我们的另一个优势是始终以市场需求为导向，不断推出新产品，满足各个领域客户的需求，为用户提供广泛的DPSS激光器选择空间。”例如公司可提供百瓦级可见光固体激光器、适于拉曼光谱仪使用的窄线宽785nm激光器、用于钠导引星的高功率589.159nm黄光激光器，以及今年新推出的输出功率达10W的单频绿光、蓝光、红光、黄光、红光激光器，这些产品更是一上市便赢得了用户的大额订单。

生物医疗应用也是DPSS激光器产品的一个潜在市场，该应用领域需要低功率，但却对稳定性和光束质量有着极高的要求。郭丹透露，长春新产业正在努力提供满足生物医疗应用需求的DPSS激光器产品。

新产品



长春新产业发布了一款专门用于打标应用的最新DPSS产品，该产品采用独特的气冷方式，体积小巧紧凑（259mm × 112mm × 108mm），能够提供极好的光束质量和TEM_{00}横模模式，以及极高的峰值功率和短脉冲持续时间，是快速精密打标应用的理想光源。

该产品输出波长1064nm，平均输出功率大于5W，峰值功率大于50kW，脉冲持续时间5ns，重复频率30kHz，光束质量M^2<1.1，并提供650nm指示光。该产品适用于包括塑料在内的大多数材料的打标应用。

市场前景

谈及目前来自发展势头正旺的光纤激光器的竞争，郭丹表示，光纤激光器会对DPSS激光器形成一定的竞争，但是并不是一种取代关系。

DPSS激光器有其自身的特点，应用市场十分广阔，而且在很多应用领域DPSS激光器的作用是其他类型的激光器所无法替代的。比如在打标领域，端泵短脉冲固体激光器具有峰值功率高、脉宽窄（<1ns）、热效应小等优点，因此可以在包括塑料、PVC、透光按键、LED灯头等几何任何材料上实现精细打标，而光纤激光器在这方面的表现并不尽如人意。因此，DPSS激光器在打标应用中依然拥有市场优势，而且中国无数的中小型制造企业，将为打标应用蕴育巨大的潜在市场。

此外，单频固体激光器在医疗设备、生物工程、科学研究等领域的市场也在不断扩大。

“长春新产业光电技术有限公司以‘建设国际一流全固态激光器制造商’为目标，不但通过技术升级、产品升级等方法巩固原有市场，同时又积极投入新产品的研发与创新，扩展新的应用领域。随着技术的不断发展，未来固体激光器的应用市场将会不断扩大。”郭丹表示。❑

DILAS推出新型直接半导体激光系统SD3000



德国DILAS公司推出一款多巴条直接半导体激光系统SD3000，输出功率高达3kW，输出波长980nm，是淬火等激光表面处理应用和要求大光斑应用的理想选择。

SD3000系统配有水冷热交换器和激光二极管驱动电源。其集成的一个标准数据链路控制单元，可提供模拟/数字/CANopen以及USB等外部接口，便于与材料加工站连接。此外，该系统还配有用于定位的导向光束。

SD3000系统可以提供两种配置：输出对称性光斑的点聚焦光源（SD3000S）和直线性焦线的线聚焦光源（SD3000L）。

DILAS，www.DILAS.com.cn

AXIALSCAN-12三轴激光扫描振镜



AXIALSCAN-12三轴激光扫描振镜集成了专利技术的双马达Z轴驱动器，其典型工作范围有120×120mm、180×180mm、300×300mm、400×400mm、500×500mm、600×600mm，能以最小直径光斑加工3D目标，如斜面、曲面及非常规部件。该振镜易于实现系统集成，并提供优化的光斑尺寸，实现高打标质量。

AXIALSCAN-12采用RAYLASE双壳设计，减少热效应，降低温漂，实现高精度加工。该产品适用于3D打标、激光直接划刻、热烧蚀、材质贴图及雕刻等应用。

RAYLASE，www.raylase.de

皮秒脉冲光纤激光器GS01

GS01皮秒脉冲光纤激光器，专为LED划线（scribing）应用而开发。该产品采用武汉安扬公司自主开发的增益开关技术，能比传统的被动锁模技术实现更高的长期可靠性。

产品采用全光纤PM放大器结构，外观更加牢固紧凑。更高的性能使得GS01更加适合LED晶圆划线以及超快材料加工应用。

产品特性：

- 增益开关种子激光器
- 全光纤系统
- 5W@1064nm, 500kHz
- 重复频率：50~500kHz
- 单脉冲能量：高达10μJ
- 高光束质量：M^2<1.3
- 高性价比

武汉安扬激光，www.yslphotonics.com

PM-1200系列影像色度计

PM-1200系列影像色度计是专为对成本敏感和生产线测试应用而设计，是价格和性能完美结合的产品。

通过多种镜头和滤光片的不同组合，PM-12100系统适用于众多显示器测量应用。包括：平板显示器的光学特性测量、照度测量以及各种光源的光特性描述等。

PM-1200系列采用12位（4096灰阶）、1392×1040像素的隔行CCD，高速成像。使用于CIE完美相匹配的彩色滤光片进行精确的色度测量，其精度远远高于将彩色滤光片涂布到CCD表面的普通成像色度计。PM-1200可选配内置ND滤光片，由ProMetric软件控制所有配件运行。配置不同型号的镜头，PM-1200的视角可满足各种测量应用要求。

PM-1200系统成像色度计标配了ProMetric软件，该软件提供详细的测量控制，以及完整的图像分析功能。可通过PMEngine.NET(Framwork 2.0)控件从外部访问ProMetric软件功能，因此用户可以构建定制的测试和分析序列。

主要应用领域：

- 用于测量各种显示器技术（包括LCD、等离子、OLED、背光以及前后投影显示器）的亮度和色度均匀性。
- 用于测量仪表盘、发光键盘等发光装置的光学特性。
- 用于测量LED灯条以及LED矩阵的亮度和色度特性。
- 用于测量一般普通照明系统的照度特性。

Radiant Zemax，www.radiantzemax.com

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、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（总机）83771604 83512926（中国区）
传真:+86-591-83711593　Http://www.castech.com
E-mail:sales@castech.com

德国DILAS最新120W@100μm高亮度、高效率T-Bar系列光纤耦合模块



德国DILAS近日推出一款新的高亮度、高效率T-Bar系列光纤耦合模块。该模块波长为976nm，输出功率为120W，采用数值孔径0.22，芯径100μm的光纤输出。

使用了最优化的半导体芯片结构和简单光学元件，结合先进的光学解决方案，DILAS研发出了这一T-Bar结构。通过全自动的标准微光学快轴准直透镜（FAC）和慢轴准直透镜（SAC）来输出高功率与高质量光束。该模块是多个发光点的一体化集成，利用控制多个发光点来实现每个独立的生产步骤，不但降低了生产步骤的复杂性，而且提升了光束质量与耦合效率。

德国DILAS的T-Bar系列光纤耦合模块不仅是半导体激光直接应用的科研项目的理想选择，同时也适用于掺镱激光增益介质（如光纤激光器及固体激光器）的泵浦。

DILAS，www.DILAS.com.cn

TruLaser 3030 Prime Edition激光切割机



TruLaser 3030 Prime Edition是通快全球畅销的TruLaser 3000系列于2013年的最新产品。该设备采用通快4kW激光器TruFlow4000，其激光输出功率自适应于切割速度，极大地确保了拐角（特别是尖角）的切割质量；可实时监控喷嘴与板材间的距离，确保即使在原材料表面不平的情况下，也能实现稳定的高切割质量。通过脉冲式激光输出减少进入板材的热量，由此可稳定加工远小于板厚的精密小孔，从而进行精密切割。

该设备不仅拓展了高质量稳定加工的范围，厚薄板材均可切割，同时还提升了切割效率，特别是不锈钢和铝板的切割速度，确保单位时间内的低运营成本费用，为客户提供高成本效益的激光加工模式。

通快公司，www.trumpf.com

976nm/25W窄线宽、高亮度半导体激光器



北京凯普林光电针对掺镱光纤激光器市场推出一款经济、有效的976nm/25W窄线宽、高亮度泵浦源。该泵浦通过外腔反馈方法改善了光谱宽度及波长稳定性，实现了976±0.5nm的锁波，光谱宽度(FWHM)<0.7nm。与常规半导体激光器0.3nm/℃的波长/温度特性相比，该款产品可实现<0.02nm/℃的波长稳定性，波长/电流特性<0.05nm/A。在保证高可靠性的同时，整个耦合模块工作电流低，体积小，结构紧凑，易于电源的制备与集成。此外，针对掺镱光纤激光器泵浦的特点，该器件具有1030~1100nm光纤激光波段的防反射保护功能，是高功率光纤激光器的理想泵浦源。

北京凯普林光电已相继推出9xxnm/20~120W、793nm/6W、12W等一系列光纤激光器泵浦产品，976nm窄线宽泵浦源产品的推出，进一步丰富了光纤激光器泵浦源系列，为客户提供更多选择。

北京凯普林光电，www.bwt-bj.com

Mitutoyo玻璃厚度补偿远场校正物镜

Mitutoyo玻璃厚度补偿远场校正物镜设计用于通过高达3.5mm厚的玻璃成像，广泛应用于各种亮场检测显微镜应用中，包括检测LCD、半导体或平面电视屏幕，以及在真空中成像。

远场校正、G平场复消色差(Apo)物镜也适用于各种不同的生命科学应用，如透过盖玻片或琼脂、水和养分等介质进行成像。Mitutoyo玻璃厚度补偿远场校正物镜备有20X和50X放大倍率，具有卓越的色彩重现性，并可确保在整个视场范围内提供平面的像面。产品均为现货供应，可立即交付。



爱特蒙特光学，www.edmundoptics.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
Aerotech Inc.		www.aerotech.com	13
Beijing Laserwave Optoelectronics Technologies Co., Ltd.	北京镭志威光电技术有限公司	www.laser-wave.com	15
Beijing NMC Co., Ltd.	北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司	www.bj-nmc.cn	21
CIOE	中国国际光电博览会	www.cioe.cn	IBC
Castech Inc.	福建福晶科技股份有限公司	www.castech.com	38
Edmund Optics Singapore Pte Ltd.		www.edmundoptics.cn	2
Mitsubishi Electric Automation (China) Ltd.	三菱电机自动化 (中国) 有限公司	http://www.meach.cn	1
Nufern		www.nufern.com	24
OSRAM Asia Pacific		www.osram-os.com/cn-ir-oslon	9
PCO AG		www.pco.de	25
Pinnacle Scientific (China) Corporation	顶尖科仪 (中国) 股份有限公司	www.psci.cn	23
RAYLASE Laser Technology (Shenzhen) Co., Ltd.	瑞镭激光技术（深圳）有限公司	www.raylase.com	3
Spectra-Physics,A Newport Corporation Brand		www.newport.com	5
Xian Focuslight Technologies Co., Ltd.	西安炬光科技有限公司	www.focuslight.com.cn	7
Zolix Instruments Co., Ltd.	北京卓立汉光仪器有限公司	www.zolix.com.cn	22

行政及销售人员 Administration & Sales Offices

行政人员 Administration

HK Office (香港办公室)

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

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

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

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

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

US Offices

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

Group Publisher
Christine Shaw
christines@pennwell.com

Group Editorial Director
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,
Katrina Frazer
katrinaf@pennwell.com
Tel: 1-603-891-9231

Southeast, Midwest, Mid-Atlantic and Eastern Canada
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)

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

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

15th

15th anniversary 2013
中国国际光电博览会十五周年
1999-2013

第15届
中国国际光电博览会

2013年9月4-7日
深圳会展中心

十五年锐意创新
感谢您一路同行

扫描二维码
了解更多精彩内容

ufi Approved Event

OPTICAL COMMUNICATIONS EXPO
光通信展

LASERS INFRARED APPLICATIONS EXPO
激光红外展

了解更多展会信息，请登陆：
WWW.CIOE.CN

同期展会：

PRECISION OPTICS EXPO
精密光学展

LED TECHINA
LED技术及应用展

同期论坛：

中国国际光电高峰论坛
CHINA INTERNATIONAL OPTOELECTRONIC CONFERENCE

CIOE
中国国际光电博览会
CHINA INTERNATIONAL OPTOELECTRONIC EXPO

中国国际光电博览会组委会
地　址：广东省深圳市南山区海德三道海岸大厦东座607室　　邮编：518054　　传真：+86 755 8629 0951
联系人：魏　珂（COCO）　+86 755 8629 0861 / 8629 0848 / 136 026 01075 / +852 5163 7115
MSN：coco-w@hotmail.com　　SKYPE：cioe-coco　　E-Mail：coco@cioe.cn

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

