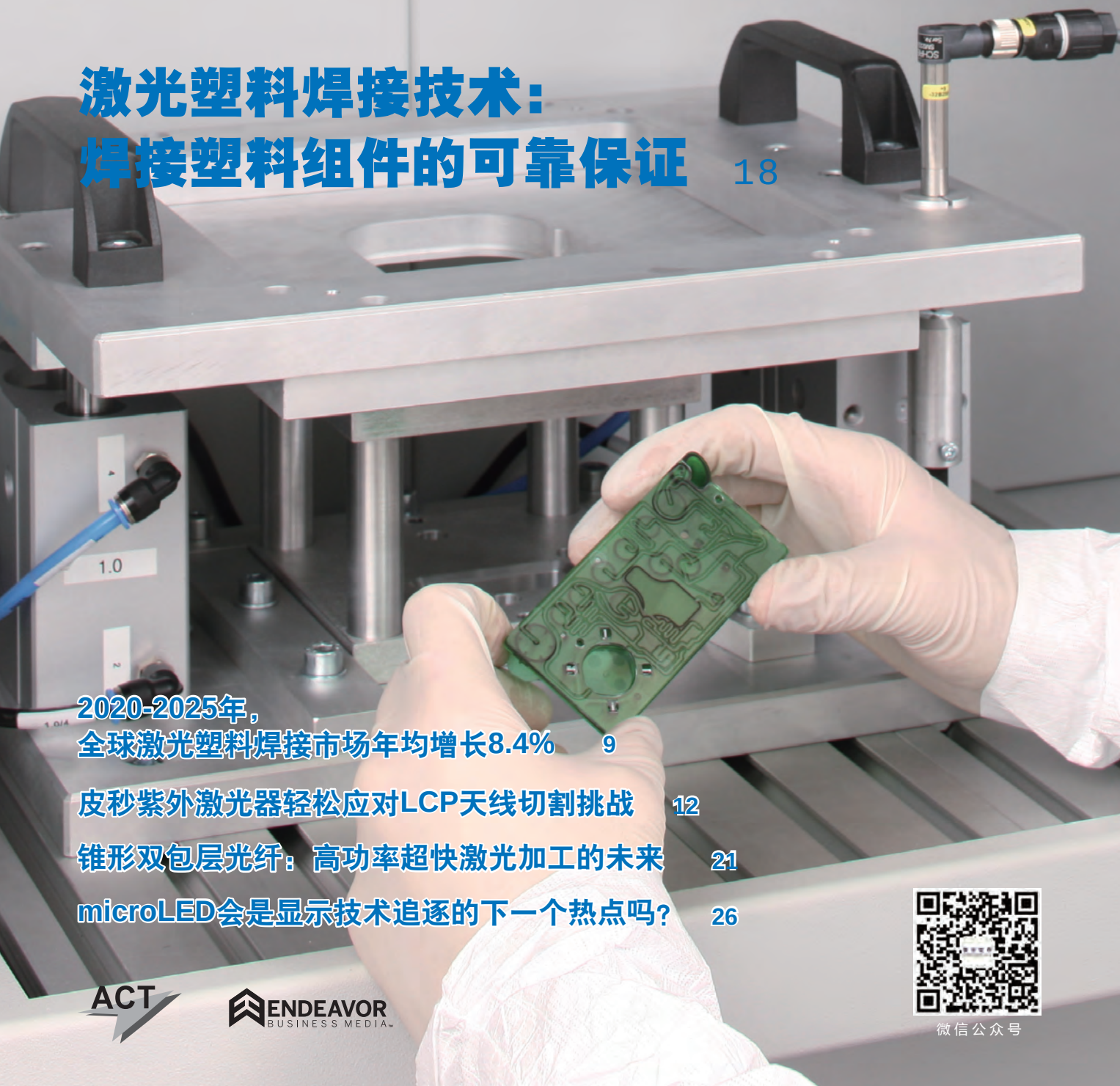
光学和光电子产业的主导刊物 www.laserfocusworld.com.cn 2020年7/8月 第4期
ISSN: 1817-6917

激光世界

LaserFocusWorld® China



激光塑料焊接技术：焊接塑料组件的可靠保证 18

2020-2025年，全球激光塑料焊接市场年均增长8.4% 9

皮秒紫外激光器轻松应对LCP天线切割挑战 12

锥形双包层光纤：高功率超快激光加工的未来 21

microLED会是显示技术追逐的下一个热点吗？ 26

ACT

ENDEAVOR BUSINESS MEDIA

微信公众号

LaserFocusCon
激光聚会2020

动荡与机会并存
如何把握制胜商机

工业 4.0、中国制造 2025、5G ……为制造业带来了发展机遇，中国制造业处于向上发展的历史大潮中；然而，中美贸易摩擦影响持续蔓延，也为中国制造业带来了挑战。在这个机遇与挑战并存的关口，制造企业该从何处着手谋求长远发展？如何通过部署先进制造技术快速实现转型升级、让自身在市场竞争环境中拥有“硬本领”？激光，作为一种先进的加工工具，随着自身技术的不断提升和市场需求的发展，已经在制造业的发展中挥发着举足轻重的作用。

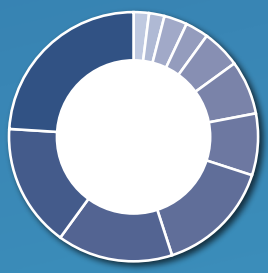
那么，最近激光在技术方面有哪些新的进展？这些新发展又将如何应用到制造业中、能为制造业带来哪些好处？为了让制造企业及时了解先进的激光加工技术、让激光技术厂商及时了解市场需求，由雅时国际商讯旗下的《激光世界》杂志举办的 LaserFocusCon 激光研讨会，将于 2020 年再次走进苏州、深圳，为制造企业和激光技术供应商，搭建面对面交流探讨的平台。

大会主题（拟定）

- 超快激光技术在精密加工中的应用
- 激光技术在全面屏精密加工中的应用
- 手持式激光加工系统现状、前景与挑战
- 激光加工在 5G 产业链中的新机会
- 数字光子制造提升 3D 打印效率
- 高功率光纤激光器的切割焊接应用
- 激光加工技术助力汽车轻量化
- VCSEL 激光器的市场机会

LFC2019 听众分析

- 应用研发
- 主管/总裁/副理/负责人
- 工程人员（包括项目理）
- 制造/生产工艺设计
- 工程管理
- 技术支持/服务
- 基础研究
- 封装/装配
- 工程设计（器件/系统/子系统）
- 教育/培训
- 销售/市场



会议规模

时间地点：深圳 · 2020年09月10日
苏州 · 2020年11月19日
目标人数：150-180名技术和管理人员

会议咨询

Hatter Yao 姚丽莹
T：86-21-62511200　E：HatterY@actintl.com.hk

激光技术聚焦峰会

主办单位
ACT

大会媒体
激光世界 LaserFocusWorld China
工业激光应用 INDUSTRIAL LASER APPLICATIONS · CHINA

关注我们
公众号

LaserFocusCon


SCIIF
华南国际工业博览会
汉诺威工博会与中国工博会
联合打造
华南国际工业博览会
South China International Industry Fair
工业引领 智享未来
2020年10月12 - 15日
深圳国际会展中心(新馆)
www.sciif.com
· 超 100,000 名 专业观众
· 超 120,000 平米 展览面积
· 超 2,000 家 参展企业
旗下专业主题展:
MWCS METALWORKING AND CNC MACHINE TOOL SHOW
数控机床与金属加工展
LFSZ LASERFAIR SHENZHEN
中国(深圳)激光与智能装备、光电技术博览会
EIAS ENERGY-SAVING & INDUSTRIAL ACCESSORY SHOW
节能与工业配套展
AMS ADVANCED MATERIAL SHOW
新材料展
IAS INDUSTRIAL AUTOMATION SHOW
华南国际工业自动化展
RS ROBOTICS SHOW
机器人展
MVSZ MACHINE VISION SHENZHEN
华南国际机器视觉及工业应用展
ICTS INFORMATION & COMMUNICATION TECHNOLOGY SHOW
新一代信息技术展
DFS DIGITAL FACTORY SHOW
数字工厂展
扫码即可免费预登记
欢迎垂询:021-2055 7138/7139/7140/7141
021-2206 8388
Deutsche Messe
FIERA MILANO
汉诺威米兰展览(上海)有限公司
东浩兰生
上海工业商务展览有限公司
SHANGHAI INDUSTRY & COMMERCE EXHIBITION CO., LTD.



市场观察

9 2020-2025年，全球激光塑料焊接市场复合年均增长率将达8.4%

应用天地

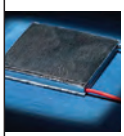
12 天线切割



皮秒紫外激光器轻松应对LCP天线切割挑战，助力5G智能制造

HyperRapid NXT 超短脉冲紫外激光器，在 355nm 波长下的输出功率可达 30W，能够满足新型手机天线的高速、高精度切割需求。

14 超快加工



超快激光技术正在走进工业级大生产中

随着超快激光技术的发展，其输出功率和单脉冲能量均在不断提高，这项先进的激光技术已经开始走出实验室，走向更广阔的工业化大生产中。

技术中心

20 塑料焊接



面向透明塑料的无额外吸收材料的激光焊接工艺

德国研究人员开发出一种新的激光塑料焊接工艺，它不仅在透明塑料部件上实现了精密焊接，而且还不需要额外的吸收材料。

21 高功率激光器



锥形双包层光纤：高功率超快激光加工的未来

新型光纤技术有望在小型化光纤激光器中实现千瓦级、高光束质量的高功率超快激光输出，其重复频率可达1GHz。

18 封面故事

塑料焊接

激光塑料焊接技术：焊接塑料组件的可靠保证

LPKF的激光塑料焊接系统，以清洁、精密、简单、高效的焊接方式，为塑料产品焊接提供了理想工具。

24 封装材料



高功率半导体激光器器件封装材料

国内公司已开发出合格的微通道热沉，该热沉已在100W器件上进行了验证，能够满足半导体激光器的使用要求，微通道热沉国产化指日可待。

26 microLED会是显示技术追逐的下一个热点吗？



microLED的尺寸定为单个显示像素，目前正在积极发展中，其重点集中在将这些LED分离、封装并组装到显示器中。

光子学产品

30 光学设计



透镜设计软件助力实现现代精密光学元件

经过几十年的发展，现代光学设计软件已在功能上不断发展，可以对复杂的光学系统轻松地建模、优化和分析公差。

33 访谈



绝艺如君天下少，闲庭信步控制精

——访Aerotech公司亚洲市场总监卢旭钦先生

34 积极筹备发展量子技术，布局下一个市场新商机



虽然量子技术目前还主要是受政府的推动，但这项技术将为未来的商业增长提供诸多途径，一些公司已开始布局量子技术，以在未来抢占先机。

4 编者的话
6 前沿简讯
37 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 9,500 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。

扫一扫 免费下载电子书



18 COVER STORY

Plastic Welding

Laser plastic welding provides reliably welded components

LPKF's laser plastic welding system provides an ideal tool for plastic products welding in a clean, precise, simple and efficient welding method.

MARKET TRENDS

9 The global laser plastic welding market is projected to register a CAGR of 8.4% during 2020–2025

APPLICATIONS

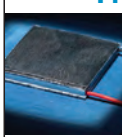
12 Antennas Cutting



Ultrashort pulse ultraviolet lasers are meeting the challenges of 5G phone antennae micromachining

HyperRapid NX USP UV laser with up to 30 watts of output at a wavelength of 355 nm, which can meet the high-speed and high-precision cutting requirements of the latest antennas.

14 Ultrafast Processing



Ultrafast laser technology is entering industrial productions

With the development of ultrafast laser technology, its output power and single pulse energy are constantly improving. It has begun to go out of the laboratories and go to a broader industrial productions.

TECHNOLOGIES CENTER

20 Plastic Welding



Laser joining method for transparent plastic parts without additional absorber material

German researchers have developed a new laser plastic welding process, which not only realizes precise welding on transparent plastic parts, but also does not require additional absorbing materials.

21 High-Power Lasers



Tapered double-clad fiber: The future of ultrafast high-power laser processing

New fiber technology is poised to deliver multikilowatt power, ultrashort pulse durations, repetition rates up to 1 GHz, and high beam quality in a small package.

24 Package Material



Packaging materials for high power semiconductor lasers

A China company has developed qualified microchannel heat sink, which has been verified on 100W devices and can meet the requirements of diode lasers. The China-made microchannel heat sink is just around the corner.

26 microLED



Are microLEDs the next big thing for display technology?

Sized to be individual display pixels, microLEDs are under heavy development, with emphasis on singulating, packaging, and assembling these LEDs into displays.

PHOTONICS PRODUCTS

30 Optical Design



Lens-design software enables modern precision optics

Having grown in capabilities over decades of development, modern optical-design software models, optimizes, and tolerances complex optical systems with ease.

33 INTERVIEWS



Developing the cutting-edge technologies to achieve precision beams and motion controls

—Interview with Mr. Barry Lu, Marketing Director-Asia, Aerotech

34



Actively prepare for the development of quantum technologies and grasp the next market opportunity

Although developments are now being driven by government initiatives, quantum technologies offers many avenues for future commercial growth and companies are now positioning themselves to take advantage of opportunities.

4 EDITOR'S NOTES
6 LEADING EDGE SNAPSHOTS
37 PRODUCTS HIGHLIGHTS
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 9,500 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.

激光塑料焊接将是一个新的市场增长点

塑料以其耐腐蚀、耐油性、耐热性、力学性能好等优点，已经成为电子电气、汽车、医疗设备等行业中不可或缺的基础性材料。随着产品制造要求不断向高端升级，市场对精密塑料焊接的需求随之增长。激光塑料焊接凭借焊接精度高、适用性强、无接触、清洁焊接等优势，广受青睐。来自市场研究公司 Transparency Market Research 的报告预测，2020-2025 年间，全球激光塑料焊接市场的收入将以 8.4% 的复合年均增长率增长，到 2025 年，市场规模将达到 15 亿美元（p9）。市场增长背后的驱动力包括汽车、医疗设备、电子电气等领域的应用需求，以及激光技术自身的快速发展使得这项技术在成本上更容易被用户接受，这也促使很多厂商如乐普科、通快、相干等，都更加看重这一细分市场。

作为在激光塑料焊接领域深耕多年的领先公司，乐普科在本期的封面故事中，介绍了激光塑料焊接的原理，以及与其他塑料焊接技术相比激光焊接在精密清洁焊接方面的优势，并简要说明了乐普科激光塑料焊接系统的特色及焊接图例（p18）。

最近，德国夫琅和费激光技术研究（ILT）所也与合作伙伴一起，使用铥光纤激光器开发出了一种焊接透明塑料的新方法。整个焊接过程不再需要额外的吸光材料，焊接过程清洁无“污染”，非常适用于医疗器械制造应用（p20）。

超快技术也是最近发展火热的一个领域。这项过去只能在实验室中供科研使用的先进技术，如今已经随着功率和脉冲能量的提升而逐渐走向工业化大生产中。ILT 已经获得了高达 10kW 的平均功率，并且通过分束应用，可以成倍增加超快激光的加工吞吐量。已经有利用超快激光进行钙钛矿薄膜太阳能电池划切、在 PMMA 薄膜上钻孔、焊接超薄柔性玻璃、在氮化硅材料上钻孔的案例。超快激光有望成为激光产业的下一个增长点（p14）。

超快激光技术本身也在不断发展突破。最近的研究表明，锥形双包层光纤技术有望在小型化光纤激光器中实现千瓦级、高光束质量的高功率超快激光输出，其重复频率可达 1GHz（p21）。

此外，本期内容中还包括了相干公司针对 LCP 天线切割提供的皮秒级 355nm 紫外激光切割方案（p12）、用于高功率半导体激光器封装的国产微通道热沉所取得的新进展（p24）、广受关注的 microLED 是否会成为显示技术追逐的下一个热点（p26）、透镜设计软件的新功能（p30），以及 Aerotech 公司亚洲市场总监卢旭钦先生对运动控制市场的看法（p33），还有一位资深从业者投身量子技术、并分享了他对量子技术的发展趋势和未来机会的分析（p34），希望读者喜欢。❑

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
记者 胡婴 Lily Hu
电邮 lilyh@actintl.com.hk
记者 陈玉婷 Julie Chen
电邮 juliec@actintl.com.hk
技术顾问 顾正

免费赠阅咨询
电话 (86) 755 2598 8571
传真 (86) 755 2598 8567
电邮 circulation@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 dbelforte@endeavorb2b.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

ENDEAVOR BUSINESS MEDIA

尖端技术部通讯与光电子分部
副总裁 / 集团出版人 Alan Bergstein
电话 (1) 603-891-9178
电邮 alanb@endeavorb2b.com
副出版人/总编辑 John Lewis
电话 (1) 603-891-9320
电邮 jlewis@endeavorb2b.com
高级编辑 John Wallace
电话 (1) 603-891-9228
电邮 jwallace@endeavorb2b.com
高级编辑 Gail Overton
电话 (1) 603-305-4756
电邮 goverton@endeavorb2b.com
管理编辑 Lee Dubay
电话 (1) 603-891-9116
电邮 ldubay@endeavorb2b.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
读者服务主任 Debbie Bouley

地址 Laser Focus World, 61 Spit Brook Road, Suite 501, Nashua, NH 03060
电话 (1) 603-891-0123
网址 www.laserfocusworld.com

ISSN 1817-6917
© 2020 版权所有 翻印必究

即插即用
ESP302 运动控制器



用户友好的 3 轴 ESP 302 控制器具有即插即用功能和便捷的前面板触摸屏，实现简单易用的运动控制，并集成驱动程序和易于使用的 GUI。

- 具有通用驱动器技术的1至3轴运动控制器
- S 速度曲线，实现超平滑定位
- 以太网通讯和基于 Web 的直观用户界面

了解更多 Newport 产品信息，请访问 www.newport.com.cn 或拨打热线 400 799 8000

mks | Newport™

前沿简讯 Leading Edge Snapshots

超快激光诱导透明材料荧光防伪应用取得新进展

上海光机所强场激光物理国家重点实验室激光微加工研究团队在超快激光诱导透明材料荧光防伪应用方面取得进展。团队通过超快激光在石英玻璃中诱导发光缺陷并调控其密度，从而实现发光缺陷的防伪应用。

超快激光因其极短的脉冲宽度、超高的峰值功率，能够产生非线性效应，不仅能对金属、半导体、玻璃等透明材料实现表面改性，而且能在透明材料内部实现性能调控。

针对透明材料内部防伪，本次研究发现，超快激光与石英玻璃相互作用时，会优先使羟基的氢氧键产生断裂，产生非桥氧空穴中心（缺陷中心），在很弱的紫外光辐照下可以发出肉眼可见的红色荧光。通过调控超快激光的脉宽和功率，可使超快激光在高羟基石英玻璃内部写入任意的三维图案，该图案在阳光下肉眼不可见，但在紫外光激发下发出红色荧光，从而实现隐蔽防伪。此外，缺陷的荧光中心波长位于 650nm，该波段适合生物医学中的光学治疗。因此，该研究有望促进缺陷中心产生的红色荧光在芯片实验室中用于生物医学检测实验研究。❑

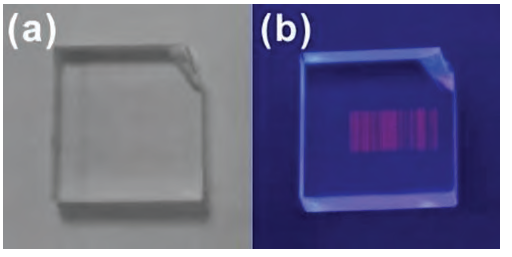


图1：超快激光在高羟基石英玻璃中写入的条形码图案在（a）日光下不可见，在（b）紫外光激发下发出红色荧光。

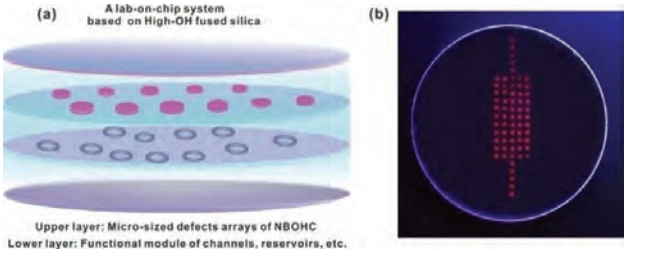


图2：（a）基于高羟基石英玻璃中的芯片实验室示意图，（b）超快激光在高羟基石英玻璃内部制备的非桥氧空穴中心红色荧光缺陷阵列。

锐科激光实现万瓦级光闸光纤激光器的产品化

近年来高功率光纤激光器迅猛发展，万瓦级光纤激光器已经遍地开花，特别是在钣金切割这一细分市场领域，各家厂商的同质化竞争非常严重。



为了避免参与同质化竞争所带来的价格战红海，锐科激光在万瓦级光纤激光器方面率先走出了差异化道路，在今年 7 月的慕尼黑上海光博会上推出了带光闸的万瓦级激光器 RFL-C6000H，此举也是将国内稀缺的关键技术推向了工业化，突破国外的技术封锁。

据悉，早在去年 7 月，南京理工大学的朱日宏、沈华教授团队研制的万瓦级光闸样机就已经通过了性能测试，这是我国首次在万瓦级光闸领域做出成品。而

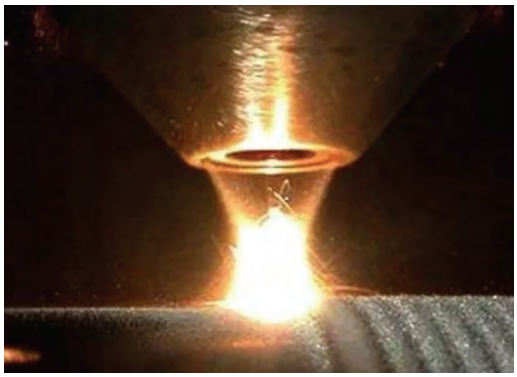
锐科激光的研发团队在耕耘多年后，研制出了具有自主知识产权的万瓦级光闸并将之产品化。这款带光闸的光纤激光器使用单路耦合器，2、4 路分时光闸，耦合效率超过 96%，并可在 45ms 内实现光束切换，同时配备快速光纤熔断保护机制，其光束切换装置性能可靠，可实现数十万次连续切换。

通过光闸分光实现一机多用，是高功率光纤激光器发展的重要方向之一，多工位的工作站将是这一技术的重要应用场景。❑

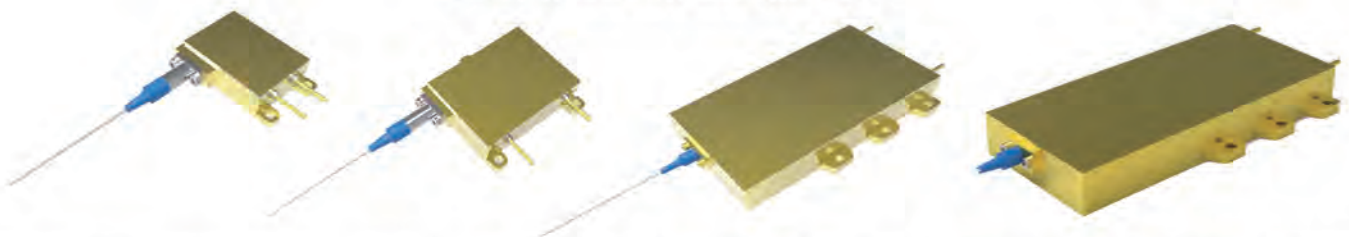
我国异质材料激光焊接获突破性进展

近日，西安光机所光子制造中心贺斌副研究员团队，采用超快激光在玻璃材料与金属合金、单晶硅等异质材料微焊接方面取得了突破性进展，实现了多种玻璃材料与单晶硅、合金等异质材料的高强度直接焊接，目前完成的航天航空关重件样件已通过性能测试，技术成熟度达到工程应用水平。这是自 2019 年初美国 PolaOnyx 公司和英国赫瑞 - 瓦特大学报道相关技术以来，我国科研机构在该领域做出的一次技术突破。目前该技术已达到国际先进水平并已授权国家发明专利。

超快激光玻璃微焊接技术是基于超快激光能量非线性吸收机制，使异种材料在结合界面微小尺度范围内等离子体化后，再重构实现连接的精密焊接技术。该团队采用超快激光微焊技术，实现了多种玻璃材料（硅酸盐玻璃、蓝宝石玻璃、石英玻璃）与单晶硅、合金（铜合金、铝合金、钛合金）等异质材料的高强度直接焊接。目前该团队已经与国内航空航天相关院所达成合作机制，推进该技术的产业化进程。



贺斌副研究员自 2017 年起与德国弗朗霍夫激光技术研究所（Fraunhofer ILT）微焊接团队开展合作研究，于 2018 年底首次提出基于等离子体迁移行为约束的超快激光玻璃材料微焊接技术，解决了长期以来微焊接工艺对预焊接件表面质量要求过高、而无法适应工程实际需求的瓶颈问题。❑

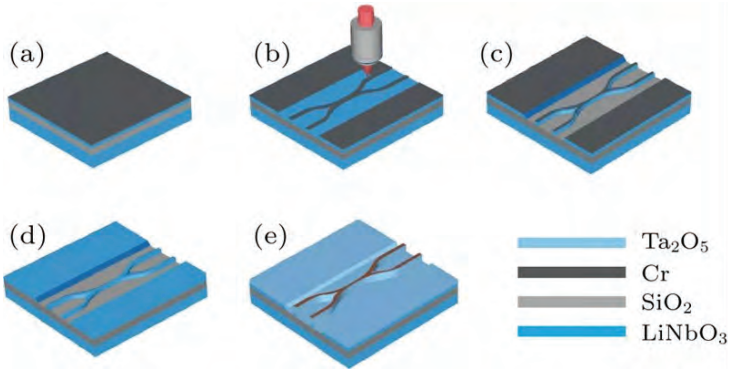
EVERBRIGHT
心所往 · 光所至
中国激光芯，光耀美好生活
光纤耦合激光泵浦模块

长光华芯拥有外延设计与生长、芯片制备、封装测试、光纤耦合模块、直接半导体激光器等完整的研发、量产垂直工艺平台。
固体泵源（878.6nm波长锁定/808nm）
自主高可靠性8XXnm芯片
输出光斑能量平顶分布
可实现全功率范围内波长锁定
输出功率10W-175W
光纤芯径200μm/400μm可选
光纤泵源（915nm/976nm）
自主高可靠性9XXnm芯片
光纤芯径105um、135um、200um
输出功率70W-500W
可实现全功率范围波长锁定（可选）
小数值孔径
定制需求请联系
苏州长光华芯光电技术有限公司
地址：江苏省苏州市高新区科技城昆仑山路189号2号厂房
邮编：215163
电话：+86-512-69372570
传真：+86-512-66806323
邮箱：sales@everbrightphotonics.com
网址：www.everbrightphotonics.com
CIOE 中国光博会
举办时间：9月9-11日
展位号：2号馆2B68
举办地点：深圳国际会展中心（宝安新馆）

华东师大在铌酸锂光波导制备技术上取得新突破

华东师范大学程亚教授研究组研发了一种在铌酸锂薄膜材料上，实现超低损耗且快速可调光波导的微纳加工方法。

研究团队首先利用飞秒激光刻蚀蒸镀在铌酸锂薄膜表面的一层铬膜，形成与光波导回路一样的铬掩膜图案。由于铬膜具有比铌酸锂高得多的硬度，因此在后续的化学机械抛光过程中，飞秒激光刻蚀形成的铬掩膜，可以保护下方的铌酸锂材料，其余未被铬掩膜保护的区域中的铌酸锂薄膜则被去除。

利用该方法得到的铌酸锂光波导具有非常光滑的表面，能够支持超低传输损耗。同时由于飞秒激光直写系统具有很大的运动行程，因此可以连续刻写出大尺寸的光子芯片。



利用该制备技术，该研究组实现了长度超越 1m 的铌酸锂光子延时线，突破了现有铌酸锂薄膜光波导制备中的长度限制。经测量，该新型波导的传输损耗仅为 0.03dB/cm，即光在该 1m 长的波导中传输后，其能量损失不到总输入光功率的 50%。由于铌酸锂晶体具有很高的电光系数，该研究组也通过将不同长度波导与一组电光开关在芯片上集成，实现了可快速切换延时量的可重构光子延时线。

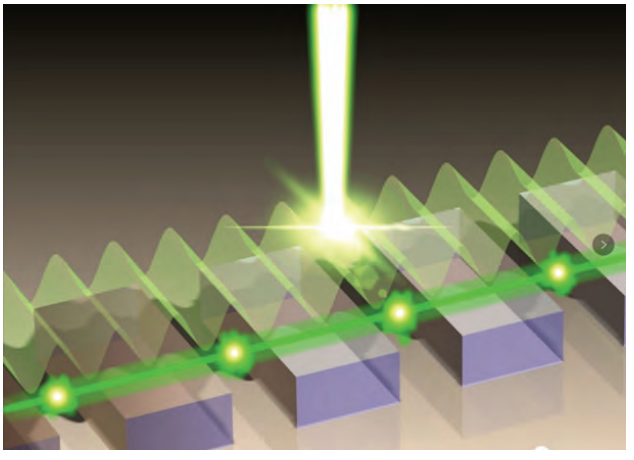
经过持续的技术与工艺提升，该波导制备技术已日趋成熟，可满足铌酸锂晶圆级全尺寸光子器件的流片需求。❑

锁相技术使太赫兹激光器获得 2.03W 的功率输出

等离子体激光器由于其本身的亚波长金属腔，而经受着低输出功率和光束发散的困扰。来自里海大学（Lehigh University）的研究人员发展了一种称之为锁相的方案，实现了创纪录的 2.03W 的高功率太赫兹激光输出和最高的发射效率，并且对任何单波长的半导体激光量子级联激光器（QCL）都适用。

新的等离子体激光器锁相方案，与以往在半导体激光器方面的大量文献中对锁相激光器的研究截然不同，该方法利用电磁辐射的行波作为等离子体光腔锁相的工具。同早期的工作相比较，研究人员展示了在功率上可以有一个数量级的增加，以及至少 30 倍高的平均功率强度的单模太赫兹 QCL 存在。

该方法获得的太赫兹激光辐射效率，是迄今为止任何单波长量子级联所能达到的最高水平，也是首次报道这种量子级联的辐射效率超过 50%。这一高效率超过了研究人员最初的预期，这也是为什么他们研制的激光器的输出功率会显著高出以前的激光器的原因。



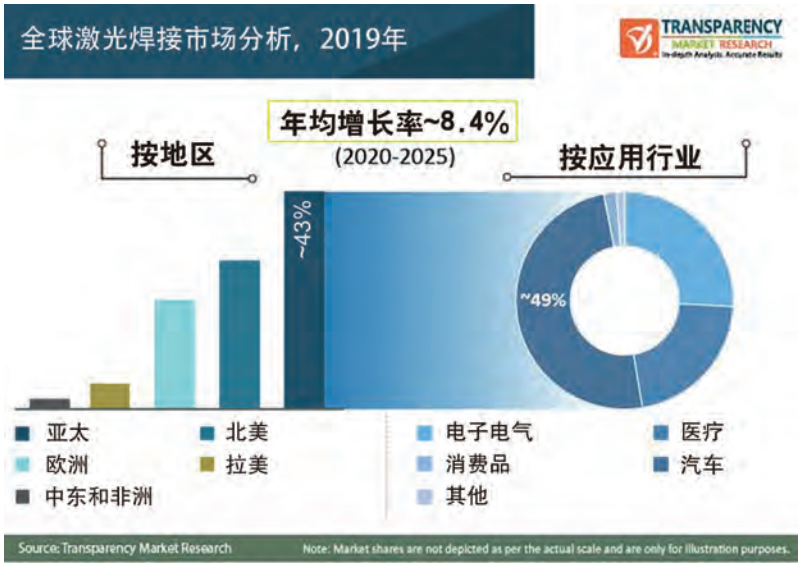
这项工作的主要创新在于光学腔的设计，它在某种程度上独立于半导体材料的特性。研究人员认为，新获得的电感耦合等离子体（ICP）刻蚀工具在推动这些激光器的性能边界方面发挥了关键作用。这一研究报道可以说是单波长太赫兹激光的范式转变，窄的光束将会得到发展和在将来继续发展，同时研究者认为在将来太赫兹的前途非常光明。❑

2020–2025 年，全球激光塑料焊接市场复合年均增长率将达 8.4%

文/LFWC

市场研究公司 Transparency Market Research 在其发布的报告中预测，2020-2025 年间，全球激光塑料焊接市场的收入将以 8.4% 的复合年均增长率增长，到 2025 年，市场规模将达到 15 亿美元。

市场的增长受到一系列因素的推动，包括终端行业需求的飙升、激光技术的进步、激光技术价格的不断下降、独特的多功能性以及技术的进步。



市场对高质量塑料焊接需求的增长

激光塑料焊接正在日益广泛地应用于包括医疗、汽车和电子封装在内的诸多工业领域。塑料与塑料之间、塑料与金属之间的连接需求，将继续推动全球激光塑料焊接市场的发展。激光塑料焊接的应用越来越多，尤其是在开发由热敏材料制成的产品时。此外，大面积层压板也是推动激光塑料焊接发展的另一大驱动力。总之，市场对激光塑料焊接的需求将持续增长，因为这种连接方式能够提供最佳的焊接强度和更短的焊接时间。

一些常用的激光塑料焊接技术包括超声波振动焊接、热板焊接、旋转焊接、射频焊接、植入焊接和激光 / 红外焊接等。目前，激光塑料焊接市场的产品开发者和公司正致力于引入新的产品设计，并提高焊接过程的整体效率和性能。激光塑料焊接已成为创造永久性连接的一种理想解决方案。

技术进步满足更多需求

激光塑料焊接系统的技术进步，是吸引大量终端用户的关键因素之一。激光塑料焊接领域的领先制造商，正在不断努力设计和制造高精度激光塑料焊接机。关键制造商正在大力投资研发窄光束激光系统，它有助于整个焊接过程。例如，2017 年 10 月，乐普科（LPKF）推出了一款功能强大的塑料焊接设备 PU-W，其光斑直径在 2.2~4mm 之间连续变化。

2017 年 6 月，通快（Trumpf）推出了 TruDiode 4001.5 激光塑料焊接机。它基于 Trumpf 获得专利的 DWM（密集波分复用）技术。这项技术大大减小了用于加工更大、更重部件的激光系统的尺寸。

价格的迅速下降加速了市场增长

在过去的几年中，半导体激光器和 Nd:YAG 激光器的价格大幅下降。功率在 100W 左右的激光器，十年前价格还非常昂贵，现在的价格已经很实惠了。激光系统的价格也随着激光器价格的下降而下降。

由于塑料比金属有诸多优点，如重量轻、易于加工等，因此几乎所有行业的制造商都几乎离不开塑料，这也促使市场上活跃着一大批生产塑料制品的小型制造商。直到最近几年，只有一些产量高的大型塑料品制造商才有实力投资激光技术。

激光技术价格的下降和高适用性，鼓励了中小型制造商采用激光塑料焊接技术。激光技术价格的下降以及全球制造业产量的增加，将继续推动激光塑料焊接市场的发展。

市场增长的一些限制因素

虽然激光塑料焊接实现了更加容易的高精度、高质量塑料焊接方式，但是这种焊接技术的应用，也取决于焊接材料的条件。有多种因素都会对激光塑料焊接过程产生不同程度的影响，这些因素包括激光束通过的上部材料的厚度、待焊接表面的粗糙度、两种材料的颜色、所焊接的材料属性等等。

将透明材料和黑色材料（透明 - 黑色）焊接在一起并不难；但是，如果将黑色 - 黑色、彩色 - 黑色、两种不同颜色的材料、两种透明材料焊接到一起，则焊接难度大大增加；最难的是将两种白色材料焊接到一起。

此外，粗糙度等物理性质对焊缝质量起着至关重要的作用，因为随着吸收表面与激光源之间距离的微小变化，激光光斑的直径也会发生变化，进而激光能量密度随之改变，从而导致焊缝的不均匀性。表面光洁度低将导致焊缝高度不均匀。因此，激光塑性焊接的高度特殊性要求，也在一定程度上限制了激光塑料焊接市场的发展。

医疗行业将提供可喜的机会

近年来，市场对各种塑料医疗器械的需求急剧上升。需求大幅增长背后的驱动力，主要是医疗设施的改善和个人医疗支出的快速增长。医疗行业在北美、欧洲和亚太地区等关键地区的突飞猛进，为激光塑料焊接机制造商提供了可喜的机会。目前，激光塑料焊接市场的产品开发者和公司也越来越关注医疗行业的机遇。

虽然激光塑料焊接设备的成本相对高于其他焊接设备，但其独特的多功能性使其成为医疗应用的理想选择，尤其是医疗器械行业。（1）清洁性：医疗设备需要清洁的连接方式，激光焊接能以无接触、无需粘合剂的方式实现更清洁的焊接。（2）表面光洁度好：激光塑料焊接能够提供近乎完美无瑕的焊接表面光洁度。（3）焊接功能强大：激光塑料焊接适用于组装和连接由广泛材料制成的、各种不同尺寸和不同形状的部件。（4）精密焊接：由于激光塑料焊接要求两个部件之间的振动和相对运动小到可以忽略不计，因此它能够在不造成损害的情况下连接精密部件。

在过去的十年中，在体外诊断（IVD）和微流体装置的组装中，激光塑料焊接的采用持续增长，并且这一趋势可能会持续下去。从事激光塑料焊接的公司，正致力于满足客户的设计要求。预计在预测期内，全球医疗行业对激光塑料焊接系统的需求将继续增加。

汽车工业的持续需求促进市场增长

虽然医疗保健行业仍将是激光塑料焊接的主要终端应用行业，但预计汽车行业的快速增长，将推动激光塑料焊接市场的发展，并且汽车行业将有望占据最高的市场份额。

汽车工业中使用的塑料数量一直在增加，因为塑料材料不但能降低汽车的制造成本，同时还能减轻车辆的重量，这一点在倡导汽车轻量化的主题下至关重要。汽车行业的制造商通常使用激光塑料焊接，来连接汽车内部和汽车外部的塑料部件，因为激光焊接能够提供优良的焊接质量和焊接精确性。激光塑性焊接不仅能形成高精准度的强大连接，而且对靠近焊接区域的敏感元件不会产生影响，这也是汽车行业对激光塑料焊接提出的严苛要求。

此外，世界各地的消费者对汽车美观性的不断追求，正在为制造商创造大量商机。除此之外，普通大众对汽车购买力的不断提升，也是推动激光塑料焊接市场日益增长的重要因素之一。

塑料与金属之间的焊接获得发展动力

金属工业产品坚固耐用，但是塑料重量轻，易于成型。各种塑料和金属制品由于其各自的重要性能而在工业领域得到了广泛应用。近年来，金属和塑料之间的连接获得了市场的极大关注。目前有很多种方法将金属和塑料连接到一起，如铆钉、粘合剂以及一些其他的连接方法。

然而，激光辅助金属塑料连接（LAMP）技术由于具有连接时间短、接头长时间稳定、自动化程度高、无需粘合剂和铆钉等优点，目前已经在全球范围内得到了广泛应用。此外，LAMP 方法还可以用塑料做为中间连接板、将两种不同的金属连接在一起，以防止金属中的局部电物理腐蚀。在预测期内，LAMP 方法比其他常规方法更能有效地连接金属和塑料产品，这也是促进激光塑料焊接市场增长的因素之一。

新兴市场中的潜在机会

激光塑料焊接系统主要用于电子电气、医疗、汽车制造等行业。这些行业对先进激光塑料焊接系统的需求一直

在不断增长，因为激光焊接能够实现三维和复杂形状的焊接。在过去十年间，医疗、电子电气等重要的终端应用行业实现了健康增长，在预测期内，预计这种增长势头将会持续下去。

此外，激光塑料焊接市场的增长，不仅发生在北美和欧洲这样的成熟市场，在中国和印度等发展中国家也呈现出快速增长的态势。医疗和电子行业在这些国家的迅速发展，有望在未来几年对激光塑料焊接机的需求产生积极影响。

依靠行业并购策略提升市场份额

除了专注于提高焊接性能和焊接质量外，提供激光塑料焊接的公司还倾向于通过并购策略来扩大市场份额。此外，各家公司还致力于扩大自己的产品组合，以提高在激光塑料焊接市场的地位。例如，2019 年 6 月，美国杜肯（Dukane）公司通过收购 Blackhawk Technology Group，进一步增强了其激光塑料焊接产品组合。Dukane 公司进一步宣布，收购 Blackhawk Technology 将对提高其市场地位发挥重要作用。此举将进一步加强该公司的产品组合，这些产品广泛应用于众多工业领域。

虽然通过企业并购策略会获得相当大的动力，但是多家公司也将专注于引进尖端技术，以提高激光塑料焊接的质量。2017 年 7 月，Trumpf 公司宣布正在整合 EHLA——这是一种比传统激光沉积焊接速度更快、效率更高的新技术。

激光塑料焊接市场中的主要参与者

全球激光塑料焊接市场中的几家知名企业，占据了该市场中相当大的市场份额。这些主要参与者正在采用各种增长战略，以期将市场扩展到新的领地。比如，激光塑料焊接市场中的主流厂商乐普科（LPKF），就针对小零件的批量生产推出了 PowerWeld 3D 8000 焊接系统，该焊接系统也为汽车尾灯焊接带来了堪称颠覆性的进步。

除了 LPKF 之外，激光塑料焊接市场中的一些主要参与者还包括通快、大族激光、相干、Nippon Avionics、Jenoptik、Amada Miyachi、Bielomatik Leuze、Leister Technologies 和 Dukane。❑

光学引领未来



TECHSPEC®

λ/10 超低反射率窗口片

- 反射率<0.1% 的激光谱线镀膜
- Nd:YAG 和 Yb:YAG 波长选项
- 采用表面质量 10-5 的基片

爱特蒙特光学(深圳)有限公司
中国深圳市龙华工业东路
利金城科技工业园3栋5楼，518109
Tel: +86 (0755) 2967 5435 Email: chinasales@edmundoptics.cn

Edmund optics | china

欲了解更多信息，请点击此处:
www.edmundoptics.cn/070-8612

天线切割

皮秒紫外激光器轻松应对 LCP 天线切割挑战，助力 5G 智能制造

HyperRapid NXT 超短脉冲紫外激光器，在 355nm 波长下的输出功率可达 30W，能够满足新型手机天线的高速、高精度切割需求。

文/Coherent相干公司

由于 5G 手机在工作时使用更高的频率（如微波和毫米波），并且需要同时利用来自不同发射机的信号，因此 5G 手机需要体积更小、物理结构更复杂（2D 甚至 3D 形状）的小型化天线，支持 MIMO（多入多出）多天线技术。已有的智能天线已经可以支持 2×2 甚至是 4×4 MIMO 功能，但是 5G 手机天线对多路技术的要求更高。

手机天线由层压基板制作而成，这种层压基板包括绝缘基底（例如液晶聚合物 LCP 或改性聚酰亚胺 mPI）上的铜层，在多数情况下，还包括一个粘合层。在制造过程中，层压基板必须安装在其他基板或载体上。

显然，在对天线层压基板进行必要的切割 / 划线（划线也称为吻切，可在不破坏底层的情况进行有选择性的剥层）时，激光加工是很好的选择。调 Q 纳秒激光器已经可以提供所需的空间分辨率。但是由于铜和聚合物的烧蚀阈值差别很大，纳秒激光器无法通过一个连贯过程完成整个加工工艺。最佳加工效果要求约 7 倍于烧蚀阈值的激光通量。将激光通量提高到阈值的 10 倍及以上，并不会提高加工速度，只会增大切面宽度和热影响区（HAZ）范围。热影响区是指切面、划线或孔附近的材料由于热效应而降解的范围，例如，纸张和塑料的炭化、陶瓷的玻璃相形成或半导体的熔化。

对于手机天线这样的小型电磁器件，必须尽量减少热影响区以避免功能受损，比如，烧融黏连可能导致短路，过大的热影响区还可能会降低器件的可靠性，缩短使用寿命。但是，如果根据铜的加工阈值优化纳秒激光参数，则



很难有效降低聚合物的热影响区。因此，天线加工必须通过两个独立的制程、采用两种不同的激光设置进行加工。但这种方式要求整个加工过程做到专业化监测，防止出现加工错误，才能保证加工过程平稳运行，优化加工成本。

在充分减少热影响区方面，使用更短（例如皮秒）的脉冲宽度和 / 或更短的波长，是两种行之有效的方法。超短脉冲（USP）激光器的优点在于，大部分激光脉冲能量还没来得及扩散就已被溅射出的材料带走了。此外，尽管超短脉冲激光器通常具有较低的脉冲能量，但同时也能提供较高的脉冲重复频率，因此可支持快速多次加工，同时进一步减少热影响区问题。

众所周知，使用紫外（UV）等较短的波长也可以减少热影响区。这是因为高能光子可以直接破坏大多数材料中的原子键，所以某些材料可以通过光解加工（而不是热加工）去除。

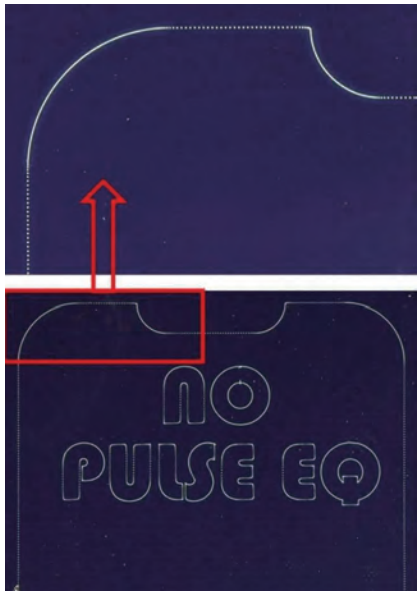


图1：使用固定的脉冲重复频率，激光在曲线部分逗留时间过长，影响拐角的切割质量。

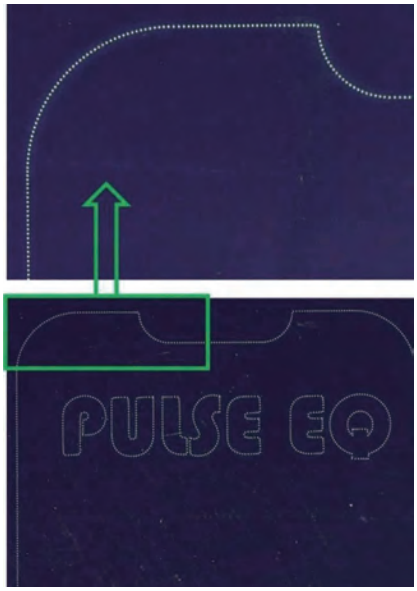


图3：使用 PulseEQ 后，单脉冲能量保持恒定水平，保证直线和曲线部分达到同样高的切割质量。

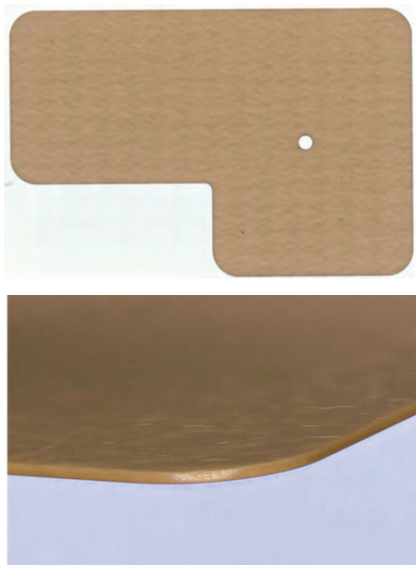


图4：HyperRapid NXT用于5G LCP天线切割和钻孔。图中显示了通过Hyper Rapid NXT的Pulse EQ技术实现的高切割质量。

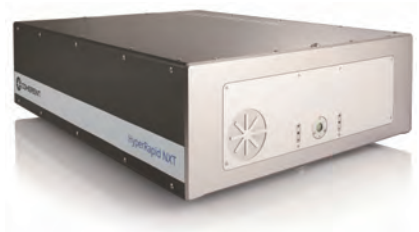


图2：Coherent相干公司的HyperRapid NXT皮秒紫外激光器。

皮秒紫外激光器集短脉冲宽度和短波长于一身，是天线微加工的理想选择。最近，工业用超短脉冲紫外激光器的平均功率有所提高，已经可以满足 5G 天线切割等应用所需的高产能需求。例如，Coherent 相干公司的 HyperRapid NXT 超短脉冲紫外激光器，在 355nm 波长下的输出功率可达 30W。在每秒数米的扫描速度下，对样品进行 10 次左右的激光扫描，即可切割市场上最新型的手机天线。

当激光在材料表面扫描复杂图形进行加工时，直线和曲线部分的切换必然造成扫描速度的变化，使用固定的脉冲重复频率，会使激光在曲线部分逗留时间过长而造成切割拐角的热影响区域扩大。尽管超短脉冲紫外激光器产生的热负荷很小，但脉冲之间过多的重叠可能导致热量积聚以及较大的热影响区，因此上述操作可能会带来问题。

HyperRapid NXT 采用 Coherent 相干公司先进的 PulseEQ 脉冲控制技术，可以实时控制脉冲速率，并与扫描振镜信号同步，这样可以确保脉冲与脉冲的重叠率保持一致。同样重要的，PulseEQ 可以对单个脉冲能量进行实时控制，从而解决一些情况下脉冲重复频率变化引起的单脉冲能量跟随变化问题。

Coherent 相干公司新一代工业级高功率皮秒激光器 HyperRapid NXT，凭借更加强大的灵活性和稳定性获得市场青睐，并且近日成功斩获某国际知名手机品牌重要订单。❑

ASML 第二季销售额增长 35%，收购光学公司加大 EUV 光刻机生产力度

ASML 公布第二季度业绩，该季度销售额较第一季度增长 35%，达到 33 亿欧元，毛利率达到 48．2%。虽然遭遇疫情，但整个 2020 年仍是 ASML 的增长年。

随着 5G 通信基础设施、数据中心以及相关系统和设备的投资激增，ASML 目前的订单中包括约 54 台 EUV 光刻机，价值 100 亿欧元。ASML 总裁兼首席执行官 Peter Wennink 表示：“EUV 真的进入了大批量生产阶段，它正逐渐成为我们常规运营的一部分。我们正在扩大生产力，以达到 45~50 台 EUV 光刻机的产量能。”

为了满足未来需求，ASML 决定收购欧洲精密光学领域的领先公司 Berliner Glas，以巩固关键部件的供应。后者在主要的高科技市场，如半导体设备、触摸面板、医疗设备和测量设备市场，占据着极其重要的位置。预计这笔收购将于 2020 年底完成。

超快加工

超快激光技术正在走进工业级大生产中

随着超快激光技术的发展，其输出功率和单脉冲能量均在不断提高，这项先进的激光技术已经开始走出实验室，走向更广阔的工业化大生产中。

文/LFWC

超快激光器的平均功率和脉冲能量的增加，使其开始走出实验室，真正走人实用的工业生产中，为各个工业制造领域中所面临的制造挑战，提供创新的解决方案。

分束应用，提升加工吞吐量

业界一直在渴望提升超快激光器的平均功率，德国弗朗霍夫激光技术研究所（ILT）早在 2018 年就宣布：到 2022 年要将超快激光器的平均功率提升到 20kW！在 2020 年的 Photonis West 上，ILT 表示他们已经在实验室中获得了 10kW 的平均功率，脉冲范围 10ps~200fs。

功率的飙升将带来超快激光器的加工吞吐量大幅提升，从而能让这项技术能真正适用于工业化的生产制造。ILT 表示，可以使用光束分束器将高功率超快激光束分成多路低功率光束，这样就可以同时进行更大面积的材料微加工，这也使得这项技术更加适用于需要进行大面积表面纹理加工的应用，如在机翼表面进行微结构加工来减少油耗，提升燃油效率。

这种分光技术也让微钻孔应用受益匪浅。ILT 目前正在参与一个污水处理的研究项目。在这个项目中，需要制作一个过滤器，以去除污水处理厂废水中的微小塑料颗粒。为了生产这种过滤器，使用超短激光脉冲在薄金属箔上钻直径仅为 10μm 的孔，孔的大小足以让水通过，同时又可以过滤掉任何微小的塑料颗粒。目前该项目正在寻求提高钻孔速度，使其更适用于工业用途，因此正在研究使用分束光学技术来创建一个包含 100 多条平行光束的阵列，以提高钻孔速度。

然而，同时钻 100 个孔也会带来挑战，因为这可能会导致过滤膜熔化和变形。因此，为了确保使用经过仔细调整的工艺参数和合适的加工策略，项目合作伙伴正在将 ILT 开发的工艺模拟与德国 OptiY 公司的优化软件相结合。此外，还将使用与 Lunovu 合作开发的测量系统，以确保所有孔都正确钻孔，并且水能够以正常速度流过过滤器。

利用飞秒脉冲在钙钛矿材料上加工纳米结构

钙钛矿是一种新材料，由于其具有独特的性能，这种材料被看作是一种颇有前途的新兴太阳能材料；并且也正在用于开发各种微型光子学器件。

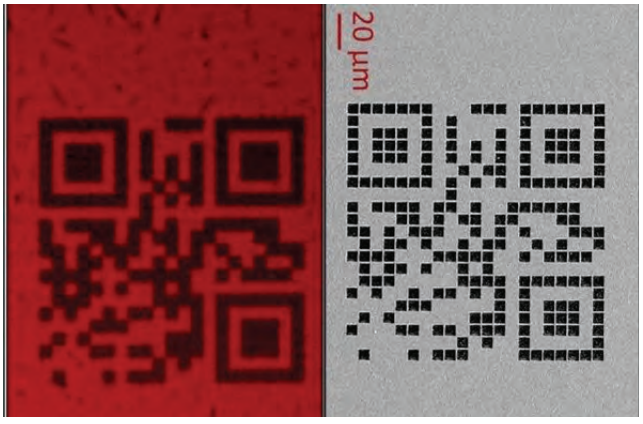


图1：在钙钛矿材料上加工二维码。（图片来源：Small）

虽然钙钛矿是一种很有潜力的新材料，但是它也拥有一项重大缺陷——这种材料非常难于加工。钙钛矿很容易在电子束、液体或高温的影响下发生降解，这使得在其表面上制造功能性纳米结构变得异常复杂。

来自俄罗斯远东联邦大学（FEFU）和 ITMO 大学，以及德国、日本和澳大利亚的大学中的研究人员们，已经用飞秒激光脉冲科开发出了一种精确、快速且高质量地加工钙钛矿材料的方法，解决了上述难题。

钙钛矿是一种由有机成分和无机成分组成的复合材料。研究人员表示，他们使用飞秒级超短激光脉冲，对钙钛矿的有机部分进行快速加热、并使其蒸发。在整个加工

过程中，需要调整激光强度，保证使材料的有机部分熔化 / 蒸发，而无机部分不受影响。通过这种非破坏性的加工方式，研究人员获得了前所未有的、特征可控的、高质量纳米级钙钛矿功能结构。这一突破将为开发各种新颖的微型光子学器件铺平道路，比如制造衍射光栅、微带激光器，以及用于光学传感器和光学芯片中的纳米激光器等。

在钙钛矿太阳能电池生产中，使用普通激光将钙钛矿薄膜划切成单独的块体，这导致钙钛矿材料的最外层因为温度的影响而失去其功能特性。研究人员介绍说，利用飞秒激光加工可以帮助解决这个问题，从而可以制造出高性能的太阳能电池。此外，飞秒激光加工方法还可以改变钙钛矿块体的颜色，开发出各种颜色的太阳能电池板，这样一来，可以使整个被太阳能电池板覆盖的建筑物的颜色更加丰富多彩，不再是单调的黑色。

飞秒激光加工微结构，将钨的太阳能吸收率提升130%

罗切斯特大学的研究人员利用飞秒脉冲激光，在金属

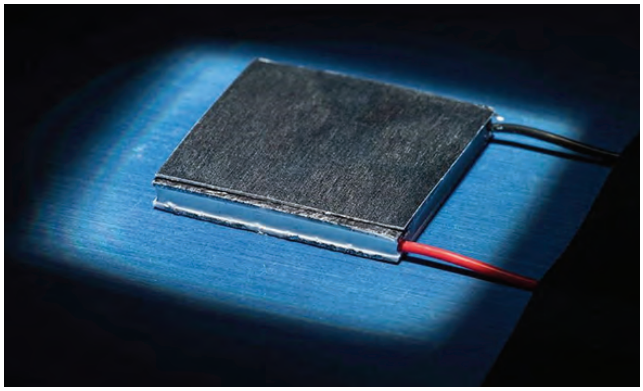


图2：利用飞秒脉冲激光在钨表面加工出纳米级的微结构，能大幅提升钨对太阳能的吸收。

表面加工出纳米级的微结构，这种结构可以选择性地吸收太阳光的波长，而不吸收其他波长，进而开发出能够以极高效率吸收太阳能的金属表面。

研究人员使用的是相干公司的钛宝石激光器，最大脉冲能量为 7mJ，最大平均功率为 7W，重复频率为 1kHz。

通过对铝、铜、钢和钨进行实验后，研究人员发现，钨（已被普遍用作太阳能热吸收剂）在用飞秒激光进行纳

医学、航空航天的研发、增材制造
材料加工、光通讯、科学研究



我们的产品可用于任何激光、任何位置。

了解您的激光:
功率, 能量, 光束能量分布&散焦

- 最宽的激光测量范围
- fW 到 100kw – 极紫外到超远红外
- 动态 & 实时测量
- OEM 定制化方案
- 超过40年的行业经验
- 全球影响力和全球的客户支持
- 以客户需求为发展导向
- 全球校准服务





有关更多信息，请访问 www.ophiropt.com/photonics 或致电 +86-010-62634840

mks | Ophir®

米结构处理后，具有最高的太阳能吸收效率。研究人员还通过测试验证：与未经处理的钨相比，经过纳米结构处理后，钨的太阳能利用效率高出了 130%。这一进展将对太阳能的利用具有积极意义。

利用飞秒激光在PMMA薄膜上精密钻孔

聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA），又被称作是亚力克或有机玻璃，它是一种透明的、耐刮擦、重量轻的刚性热塑性材料，具有优良的光学性能，其重量只有玻璃的一半，而抗冲击力却是玻璃的 10 倍。因此，PMMA 是高成本玻璃的一种很好的替代品，被广泛应用于 LCD/LED 电视屏幕、笔记本电脑、智能手机显示屏以及电子设备显示器的制造中。

PMMA 还被用作太阳能电池板的覆盖材料，因为它具有优异的抗紫外线和透光性，可以实现很高的能量转换效率。此外，该材料纯度高，易于清洁，可用于制造培养箱、药物测试设备以及医院和研究实验室的储藏柜。

随着 PMMA 在医疗器械和显示器制造中的日益广泛应用，越来越需要一种高精度微加工工艺，在 PMMA 上创建各种精细特征。

传统上，加工 PMMA 一直使用长波长红外（IR）CO_2 激光器。当加工大尺寸特征时，这种激光器能够胜任；但是，用于显示器和医疗器械中的 PMMA 薄膜，通常需要精密加工细微尺寸的特性（10~100μm），高峰值功率的飞秒激光器更能胜任这类高精细加工。

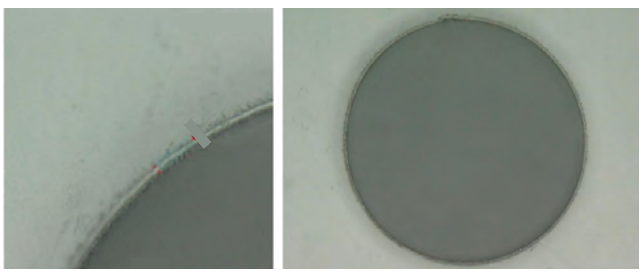


图4：使用绿光ORIGAMI XP激光器在厚度为100μm的PMMA薄膜上钻孔。（图片来源：NKT Photonics）

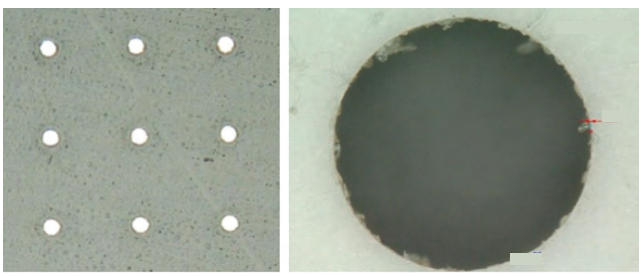


图3：使用红外ORIGAMI XP激光器在厚度为100μm的PMMA薄膜上钻孔。（图片来源：NKT Photonics）

飞秒激光脉冲的极高峰值功率，可以瞬间将材料移除，热影响区（HAZ）极小，能够实现精密冷加工，是加工尺寸 100μm 甚至更小的特征的理想解决方案。

NKT Photonics 公司的 ORIGAMI XP 飞秒激光器，能够在 1030nm 波长处提供 70μJ 的脉冲能量，5W 的平均功率，脉冲持续时间低于 400fs。另外，ORIGAMI XP 飞秒激光器还可以提供515nm和343nm波长的输出。实验证明，它非常适合加工 PMMA 薄膜。

图 3 是使用红外波段的 ORIGAMI XP 飞秒激光器，在厚度为 100μm 的 PMMA 薄膜上，钻出的直径为 25μm 的微孔阵列和直径 500μm 的单个大孔。

对直径为 500μm 的单个大孔进行测量，其边缘粗糙度 ≈2.5μm，HAZ≈10μm，孔的边缘有许多毛刺。

图 4 是使用绿光 ORIGAMI XP 飞秒激光器加工的情况，能明显改善钻孔的边缘质量，同时 HAZ 减小。从图 4 中呈现了非常干净的钻孔边缘，HAZ 减小到 ≈4.5μm。

ORIGAMI XP 是市场上第一款一体式、单盒、能量达微焦级的飞秒激光器。激光头、控制器和空气冷却系统都集成在一个小而坚固的包装中，占地面积小，甚至可以放进手提行李中！

皮秒脉冲焊接超薄柔性玻璃，解决OLED封装问题

近年来，有机发光二极管（OLED）凭借优异的色彩性能、高视角、高亮度、高灵活性和高效率，在显示领域备受关注。OLED 已被广泛应用于各种消费品中，但其对氧气和湿度的高灵敏度，使得它们对封装有着严苛的要求，以防止寿命变短。

OLED 的封装要求以一种可重复的过程，用高度不透水的材料实现密闭封装，这对成本有很高的要求。另外，在封装粘合过程中产生的热

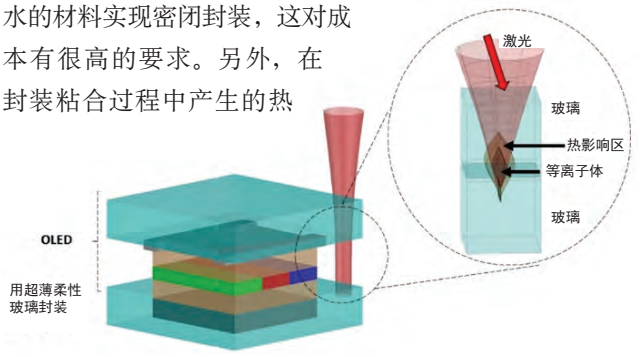


图5：使用超短脉冲激光封装OLED，将两块超薄柔性玻璃直接焊接在一起，不需要夹层。（图片来源：HWU）

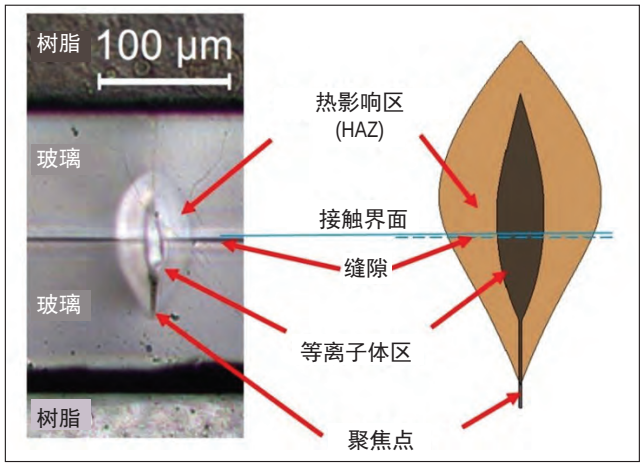


图6：使用超短脉冲激光焊接两块超薄柔性玻璃的焊缝横截面显微图。（图片来源：HWU）

量必须非常有限，以避免损坏或影响密封区域的零件功能。

近年来，虽然有许多技术来满足 OLED 的严苛封装要求，但每种技术都有自己的局限性。例如，可以在器件顶部沉积一层聚合物薄膜，这种薄膜虽然具有很高的柔韧性，但不能达到完美的密封性，因此依然存在寿命问题。此外，还可以使用原子层沉积技术，在器件顶部沉积不透水的氧化物涂层（通常为 Al_2O_3）；然而，这一过程不仅复杂，而且 Al_2O_3 薄层也容易受到损伤。最后，人们又想出了一种新方法：将 OLED 封装在两片超薄柔性玻璃之间；然而，虽然玻璃具有优异的密封性能，但需要使用聚合物对边缘密封，这同样会导致密封性受损。

英国赫瑞 - 瓦特大学的一个研究小组始终致力于开发一种用超薄柔性玻璃封装 OLED 的改进技术，希望使用皮秒脉冲激光将两块玻璃板焊接在一起，以提供真正的密封。下片玻璃作为 OLED 器件基板，上片玻璃提供光学透射封装。两片玻璃紧密接触，超短脉冲激光聚焦在两片玻璃相互接触的界面上。激光焦点处的极高强度（1.3×10^7W/cm^2）会产生非线性吸收，并产生一个小的等离子体区，其周围的熔体区域不超过 50μm，高度 100μm。聚焦的激光束穿过材料，熔体重新凝固，形成连续的焊缝。由于焊缝非常窄，因此采用了间距很近的平行激光扫描，以生成多个平行焊缝，从而形成焊缝的总宽度。

在最近的进展中，已经可以在沉积的器件电极的存在下，将两片超薄（100μm）柔性玻璃焊接在一起。此外，研究人员还证明了有可能连接玻璃之间 0.5μm 的小间隙，从而简化工艺设置。研究报告指出，只要焊接结构适当，就可以保持导电性。气密性测试仍在进行中。

目前，许多公司都对这一新颖的激光工艺产生了浓厚兴趣，该技术不仅能为 OLED 提供巨大的商业机会，而且也能为许多其他领域带来新的机会。这种玻璃焊接技术有可能被转移到其他应用中，这些应用可以受益于柔性薄膜玻璃的封装，提供良好的物理保护功能，例如有机光伏或钙钛矿结构的各种太阳能电池的制造。

飞秒脉冲在氮化硅材料上钻30μm的微孔

专注于激光钻孔几十年的瑞士 Posalux 公司，将飞秒激光技术与 5 轴扫描头相结合，将钻孔速度和钻孔精度都进一步提升。该系统可以在氮化硅（Si_3N_4）材料上钻出直径 30μm 以下的微孔，用于满足各种微电子产品的制造需求。而且，在钻孔形状上也有很大灵活性，不但可以加工圆孔，还可以加工矩形、圆锥形或其他形状的孔。

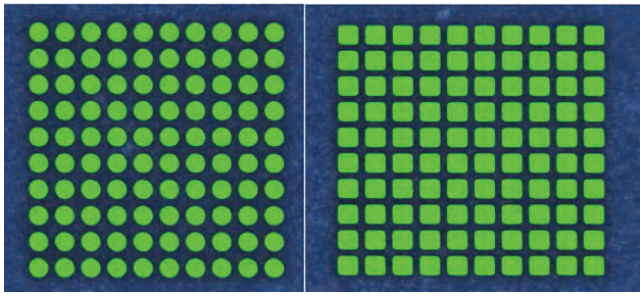


图7：用脉宽在300fs以下的脉冲在Si_3N_4材料上钻孔，左图为直径小于30μm的圆孔，右图为25μm×25μm的矩形孔。

该系统使用精密加工头控制激光束，实现钻孔的精密性和可重复性，飞秒激光的脉宽长度控制在 300fs 以下，以获得高质量的钻孔效果。如今，Posalux 提供的飞秒激光钻床，已经能够为电子制造领域的大量高端需求提供解决方案。

小结

据武汉文献中心发布的《2020 中国激光产业发展报告》，2019 年我国超快激光器市场规模达 24.5 亿元，2015-2019 的年均增长率超过 70%，远高于激光器行业的平均增幅。因此，单从中国市场来看，超快激光有望成为激光产业的下一增长点。尤其是随着 5G 时代的来临，超快激光将在玻璃、各种薄膜及非金属材料加工中，大显身手。

随着超快激光技术的功率的不断提升，脉宽越来越短，脉冲能量越来越高，以及其在工业领域的应用逐渐成熟，超快激光将有望为工业精密微加工领域带来一场具有颠覆性的制造升级。❑

塑料焊接

激光塑料焊接技术：焊接塑料组件的可靠保证

LPKF的激光塑料焊接系统，以清洁、精密、简单、高效的焊接方式，为塑料产品焊接提供了理想工具。

文/LPKF

大约 60 年前，西奥多 · 梅曼（Theodore Maiman）用红宝石制造出了第一束激光——即使是他并不知道这束激光在未来的某一天能发挥什么作用。现在，我们很难想象如果没有激光作为关键性加工工具，PCB 如何进行微加工。通过激光，我们可以进行材料的线路成型、钻孔和切割。然而，塑料连接是激光加工的另一重要优势。

精密的小型化电子产品，如果水渗入了敏感电子元件的外壳，会如何呢？应用粘合剂是否会影响微流控塑料部件中的液体纯度？如果电子产品被取代第一种情况下的成本最高，而后一种情况实际上可能会立即危及生命。在塑料部件的连接中，使用的连接技术对整体部件的质量和耐久性起着决定性的作用。当客户对产品的制作要求达到最高标准时，推荐使用德国 LPKF 的激光塑料焊接系统。

激光技术助力塑料精密焊接

连接两个注塑成型的塑料部件可以通过化学、热效应或机械技术来完成，具体采用哪种方法，取决于产品的后期应用和对视觉美观度的不同需求。然而，在恶劣或敏感条件下连接塑料部件是巨大的挑战。比如对于小型的电子外壳，塑料部件需要被精确、可靠、稳定地连接在一起，且没有任何化学、热效应或机械应力作用到周围的材料。

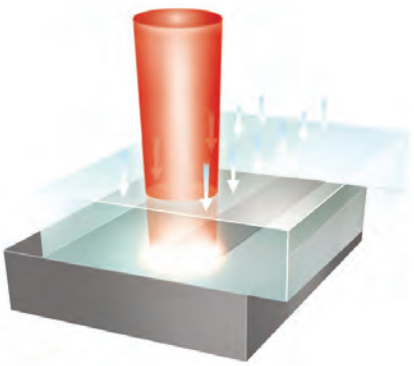


图2：激光束在焊缝处产生热量。通过热传导，上部连接区域也会熔化。



图1：内置传感器的射频识别标签的密闭外壳。

激光焊接技术

激光塑料焊接不同于其他常见的连接技术，它是一个高洁净度且无颗粒产生的过程。激光塑料焊接系统可与洁净室兼容，并为在线过程监控提供各种可能性。

激光塑料焊接的原理：激光束穿透上层透光材料，到达下部的吸光材料表面，将激光光能转变成热能，使其表面熔化，同时热量也以传导方式，从底面传递到与其压接的上层透光工件的接触面上，使其融化，从而实现激光热熔焊接。这一点在焊接过程中通过各种质量控制方法得到了海量验证。

激光焊接原理清楚地表明，与其他焊接技术相比，激光焊接摄入到零部件上的能量要少得多，因为在焊缝周围只有一个狭窄的区域被加热了。根据所要焊接的材料和想要达到的焊接强度的不同，焊缝的宽度范围从零点几毫米到 1 毫米。激光光斑直径可根据具体应用在此范围内调整。

激光焊接技术拥有很多独特优势。例如，要“封装”的电子元器件可以仅留有窄边，并且在焊接封装过程中电

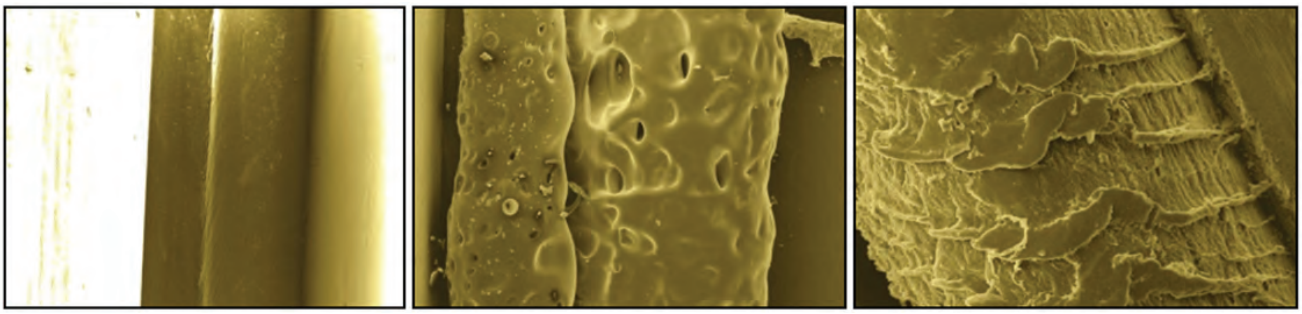


图3：放大的图像显示了不同工艺的焊缝质量：左图为150倍放大的激光塑料焊接方式产生的焊缝；中图为50倍放大的热板焊接方式产生的焊缝；右图为50倍放大的振动焊接方式产生的焊缝。

子元器件并不会受到影响。此外，由于激光焊接系统自身的特性，这种连接技术在产品工程设计、物理设计和材料选择方面，都创造了新的自由度。

与其他连接技术的比较

电子器件的组装对振动和颗粒都非常敏感。由于激光透射焊接不产生任何机械应力或化学反应，其热效应也仅仅局限于临近焊缝的很小区域，所以激光塑料焊接是一种可靠的、无损的焊接方法，因此非常适用于电子元器件外壳的封装。

传统的塑料焊接技术，如超声波焊接或摩擦焊接，是通过摩擦加热零部件，由于其固有的技术缺陷，并不适合用于电子元器件的封装工艺中。这种连接方法，除了产生机械应力外，还可能形成颗粒。另一种通过胶粘的连接方式，会将添加剂引入到产品中，这通常是极不可取的，尤其是在医疗行业中。即使是在风险等级为 IIa 的零件中，使用胶粘方式也会导致产品上市时间的大幅延迟，因为引入到产品中的粘合剂必须要通过相应的认证。此外，热板焊接方式会将大量的能量输入到材料中，并可能导致内部应力，并在易受影响的表面，产生下沉痕迹。

激光塑料焊接方式对电子器件和微流控的影响

激光塑料焊接技术可以提高电子产品或微流控产品的安全等级。无颗粒产生、洁净度高且几何形状自由度高，是产品制造的先决条件。激光塑料焊接技术可以确保产品高质量的完成。激光塑料焊接技术，既适用于微流控产品中精细几何沟道的形成，又可轻松焊接汽车传感器的塑料外壳。

为了便于将激光焊接系统集成到生产线中，LPKF 提供了多种方案，既可以直接集成到大批量生产线上，也可以作为独立的设备进行加工。激光塑料焊接系统可以连接到用户端 MES，系统软件的操作极其简单。焊接速度可以根据所要焊接的材料和需要达到的稳定性而自行调节。

焊接中使用的功率大小，则需要根据具体应用或是焊接材料的具体情况而定，可以从几瓦到更高的功率范围，例如，焊接耐高温材料则需加大功率。对于激光源的选择，同样是根据具体应用情况，选择使用半导体激光器或是光纤激光器。

操作简单

从项目设置到完成高质量的焊接组件，只需要几个步骤。硬件和软件之间的完美配合，为系统使用提供了重要作用。用户只需轻点鼠标，焊接轮廓就可以自动生成，并在校准的工作区域直接转换为完美的焊接结果。



图4：泳池灯外壳的焊接截面。焊接过程不会对材料产生机械应力、不产生灰尘、不需要化学粘合剂，并达到了IP67的高工业生产等级。焊缝结合了顶部的透明塑料盖板与黑色电子基板。内部电子元器件处于安全、密封、防水、耐压和气密性良好的环境中。

独立的数据源可以应用于所有经过校准的 LPKF 系统，从而在任何地方、任何时间的焊接结果都保持一致。高效的加工周期，为生产过程提供了保障。先进可靠的夹持技术，保证了整个焊缝的高质量。LPKF 系统集成的质量监控提供了加工过程的可靠性质，能以最低的成本获得最佳的连接效果。❑

塑料焊接

面向透明塑料的无额外吸收材料的激光焊接工艺

德国研究人员开发出一种新的激光塑料焊接工艺，它不仅在透明塑料部件上实现了精密焊接，而且还不需要额外的吸收材料。

文/LFWC

在最近成功完成的一个德国研发项目 SeQuLas 中，德国夫琅和费激光技术研究所（Fraunhofer ILT）与三家工业合作伙伴合作，联合开发了一种新的激光塑料焊接工艺，该方法在透明塑料部件上实现了最小的精密焊缝。

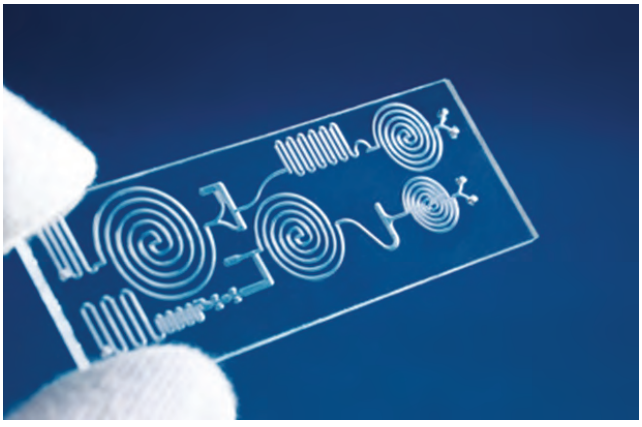


图1：精美的小型塑料部件的激光焊接。

这一焊接过程使用了铥光纤激光器，研究人员表示，铥光纤激光器提供了一个显著优势：由于塑料对铥光纤激光器的输出波长具有很好的吸收效果，因此整个焊接过程不再需要像炭黑这样的额外吸收材料，免去了对焊接件的“污染”。该焊接工艺非常适用于医疗领域，可以提高医用零件工业化生产的灵活性和效率。

Fraunhofer ILT 评论说，在生命科学领域，微流控芯片已经经证明了它们的价值，因为它们可以有效地传输、混合和过滤最小量的液体。Fraunhofer ILT 还表示，“然而，微流控芯片仍然面临着一个重大挑战：即如何实现集成在芯片中微通道的 media-tight 封装。”

传统的连接技术，其精度极限在微米范围。相比之下，不采用吸收体的激光传导焊接（采用波长在近红外 NIR 波段的光源），可以实现更高的焊接精度和更高的灵活性，使其成为微流控芯片应用的理想解决方案。

透明塑料组件的焊接

这就是为什么 Fraunhofer ILT 在 2017 年与德国的 Amtron、Ortmann Digitaltechnik 和 Bartels Mikrotechnik 这三家公司联合启动了 SeQuLas 项目。该项目由 LeitmarktAgentur NRW 资助，SeQuLas 是“分段准同步激光照射”的首字母缩写。

采用发射波长为 1940nm 的铥光纤激光器作为光源，塑料在该波长范围内具有自然吸收。Fraunhofer ILT 解释说：“由于不需要像炭黑这样的额外吸收材料，所以在激光加工过程中芯片的透明度不会受到影响。”

然而，这种不采用吸收体的激光传导焊接，也存在一个问题：即大量热量吸收会产生一个热影响区（HAZ），该区域会垂直延伸到整个部件的横截面上。熔化过程中的

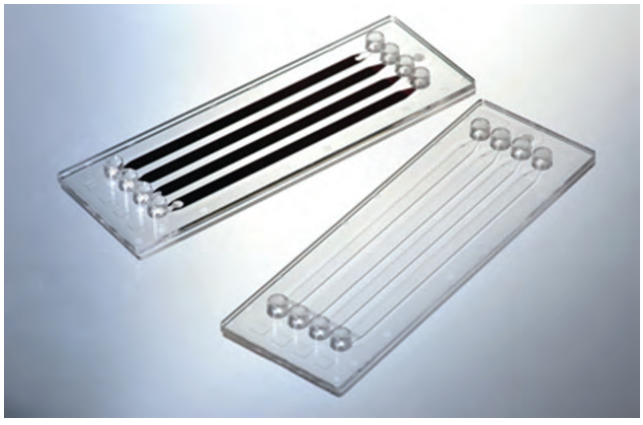


图2：采用铥光纤激光器实现了微流控元件的精密焊接。

下转第29页

高功率激光器

锥形双包层光纤：高功率超快激光加工的未来

新型光纤技术有望在小型化光纤激光器中实现千瓦级、高光束质量的高功率超快激光输出，其重复频率可达1GHz。

文/Regina Gumenyuk, Valery Filippov

脉冲宽度在飞秒和皮秒量级的超快激光，目前在许多工业应用中发挥着重要作用。超快激光提供的几乎无热效应的高质量材料加工，与激光技术、工艺开发、光束整形和光束传输等先进技术相结合，已经为众多先进科学和工业应用打开了一扇新的大门。

最近的研究表明，锥形双包层光纤（T-DCF）放大器能够输出空间光束质量良好的高功率激光；最为重要的是，这种锥形双包层光纤的生产成本，仅比普通光纤高出一点点。这意味着超快光纤激光器的每瓦成本已经适用于工业应用，并且通过提高的激光加工速度和加工精度，能够实现快速投资回报。

通过使用包层泵浦的光纤结构，稀土掺杂光纤的输出功率在过去十年里急剧增加。例如，NKT Photonics 公司生产的光子晶体光纤棒（aeroGAIN-ROD），[1] 显著提高了光纤激光器的性能，包括光束质量、转换效率、波长调节、输出模式以及过去只能在固态激光器中实现的功率调节。虽然固态高功率超快激光技术也取得了重大进展，例如 Amphos 公司开发了 InnoSlab 技术（InnoSlab 技术采用部分端面泵浦的混合腔板条激光器结构，该设计使得系统结构紧凑，并具有　光束质量、高输出功率及高效率等优势），但是固态激光器增益介质的高成本和热管理，仍然是限制其广泛应用的阻碍因素。

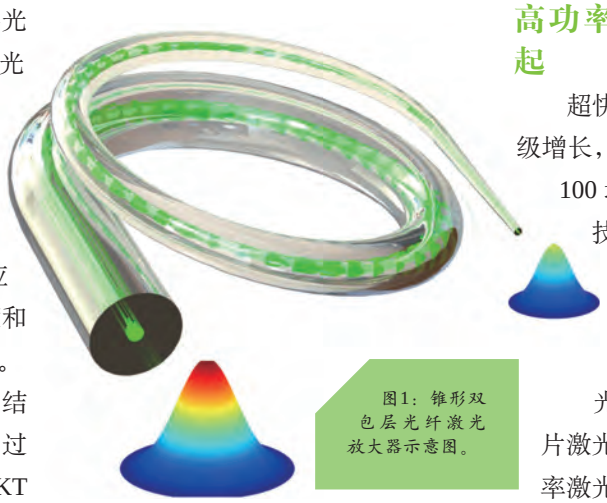


图1：锥形双包层光纤激光放大器示意图。

欧洲委员会资助了 PULSE 项目（www. pulse-laser.eu）以支持有竞争力技术的开发，以实现更快、更精密的激光非热制造。Ampliconyx Oy 公司和包括 Fiat Chrysler 公司在内的欧洲合作伙伴正在开发锥形双包层光纤激光器，其输出功率高达 2.5kW，脉宽短至 100fs，重复频率高达 1GHz。这种高功率超快激光加工系统，通过使用多边镜扫描技术可以实现高达 1.5km/s 的加工速度，而通过使用光纤集成的光学元件可使光斑尺寸降到 10 μ m。

高功率超快光纤激光器的兴起

超快激光器市场已经呈现出指数级增长，已受理的专利数量从每年约 100 增加到 500。飞秒激光加工技术已经在光子学、微电子学、微机电系统（MEMS）和其他许多领域得到了广泛应用。

光纤激光器、固态激光器和碟片激光器，是最有前景的三种高功率激光器。与固态激光器和碟片激光器相比，光纤激光器的突出特点是结构紧凑、坚固耐用、效率高，易于热管理以及光束质量可靠。由于生产和维护成本的显著降低，光纤激光器对于千瓦级高重复频率的皮秒和飞秒激光器的开发，具有极大的吸引力。

当前高功率光纤激光器一般采用啁啾脉冲放大（CPA）技术。但是，在光纤放大器中，即使对于高度展宽的脉冲，其峰值强度也会变得非常高，从而引起非线性效应，导致脉冲畸变。极高的峰值强度甚至会破坏增益介质或其他光学元件。此外，高功率脉冲激光系统中也经常会出现其他非线性效应，如自相位调制、受激拉曼散射（SRS），因此会导致模式不稳定以及较差的光束质量输出，从而限制了高功率激光器的使用性能。

解决激光脉冲放大问题的主要方法是增大光纤的纤芯直径。目前研发成功的大模场有源光纤，通过增加光纤的表面积与增益体积之比，从而改善散热并提高非线性效应阈值，实现功率放大。目前最先进的高功率光纤激光技术，已经在单个脉冲放大通道中实现了大于 1kW 的功率输出，[2] 并为未来的千瓦级超快光纤激光器的发展奠定了基础。

为实现功率放大，目前已经开发出几种大模场（LMA）有源光纤，包括低纤芯数值孔径大模场光纤、微结构棒状光纤、螺旋芯光纤或手性耦合纤芯光纤和锥形双包层光纤。低数值孔径的光纤，其模场直径（MFD）通常不超过 20~30μm。微结构棒状光纤的模场直径高达 65μm，并且性能良好。

最近，利用大空气孔间距光纤（LPF）的飞秒激光主振荡功率放大系统（MOPA），输出了单脉冲能量高达 2.2mJ 的激光脉冲。[3] 然而，大空气孔间距光纤的制造非常复杂，需要大量的技术处理，例如对光纤预制棒精密钻孔，从而导致更高的生产成本。这些光纤对弯曲也非常敏感，这意味着要获得足够的韧性可能会很困难，并且使用大空气孔间距光纤很难预测其合理的生产成本。

克服光纤激光器功率放大过程中的非线性效应

锥形双包层光纤放大有望替代啁啾脉冲放大技术，成为高功率光纤激光器的功率放大模块。锥形双包层光纤放大可以最大程度地减少非线性影响，同时用单级放大来替代传统的多级放大（见图 1）。锥形双包层光纤使用特殊的光纤拉制工艺形成双包层结构，通过控制温度和拉力，在光纤长度方向拉制形成锥度。通过使用预包层的光纤预制棒，光纤的纤芯直径及内外包层的厚度，均沿光纤的长度方向逐渐变化。这种锥形随着纤芯直径慢慢变大，就可以实现激光能量的连续放大，能够达到纤芯直径为 8~10μm 的双包层单模光纤和纤芯直径为 50~100μm 的双包层多模光纤的复合放大效果（见图 2）。

将双包层光纤拉制成锥形，从尖端导入的激光在逐渐变宽的纤芯中传播，而不改变激光的模式。众所周知，采用多级光纤放大，依次增加光纤的直径会增加非线性效应的阈值。锥形双包层光纤在单根光纤中就融合了这个优势，因此，通过提高非线性效应（包括布里渊散射和拉曼散射）的阈值，在光放大之后依然保持良好的光束质量输出。

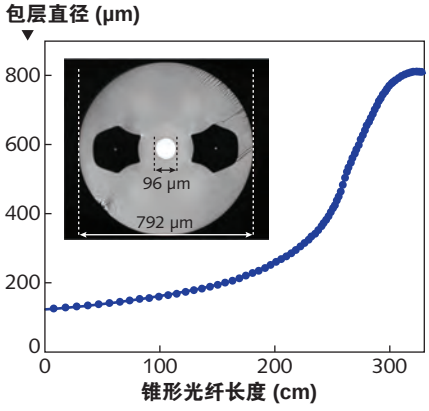


图2：典型的锥形双包层光纤，其包层直径沿径向长度的变化图。插图为熊猫型锥形双包层光纤的横截面图（宽端面）。

由于其特定的几何形状，锥形双包层光纤技术可直接用于放大激光脉冲信号。能被放大的激光脉冲其脉宽可以短至数十皮秒，长达数百纳秒；脉冲的线宽可以窄至几十皮米，宽至几十纳米。使用数值孔径（NA）为 0.11、最大端芯径达 200μm 的锥形光纤，目前已经实现了创纪录的峰值功率和能量放大，能够输出无非线性失真的单脉冲能量 300μJ、脉宽 60ps 的激光脉冲。[4]

光纤的双包层结构意味着对其纤芯的泵浦功率，可以远高于能够在纤芯中传输的功率。与同等掺杂浓度的圆柱形光纤相比，锥形光纤中每单位长度对泵浦光的吸收和转换效率更高。这是由于包层可以传播多模的泵浦光，并且锥形光纤端面越宽的地方，包层就越厚，因此对泵浦光的吸收就越高。这也意味着，掺杂的稀土离子可以有效地集中在锥形双包层光纤的宽端，因为其几何形状决定了活性离子的含量与纤芯直径的平方成正比。

生产简单，组装紧凑

锥形双包层光纤的最大优势之一是生产简单。一些特殊的高功率光纤（如微结构棒状纤维、手性耦合纤芯光纤或低纤芯数值孔径大模场光纤）的预制棒生产，涉及复杂的技术和严格的结构要求。相比之下，锥形双包层光纤使用标准光纤预制棒制成。在拉制光纤的过程中，逐渐改变拉伸速度，从而使光纤直径沿其长度方向发生变化。锥形双包层光纤与常规的有

下转第25页

CASTECH®

福晶科技



全球先进的一站式超快方案供应商

- **激光光学元件**
  - 光栅
  - 啁啾镜
  - 高损伤光学元件
  - 超光滑镜片
  - ...
- **激光晶体**
  - Yb:CALGO
  - Yb:CaF_2
  - Yb:KGW
  - Yb:YAG
  - Nd:YVO_4
  - ...
- **激光器件**
  - 声光调制器
  - 高功率隔离器
  - BBO普克尔盒
  - ...

Visit us at

CIOE | 中国光博会

展位号：5B33

2020.9.9-11

广东,深圳国际会展中心(宝安)

扫描二维码
了解更多信息

+86-591-83710533

封装材料

高功率半导体激光器器件封装材料

文/秦占阳，广东粤港澳大湾区硬科技创新研究院

高功率半导体激光器凭借体积小、重量轻、转换效率高、使用寿命长等优点，支撑着多个高科技产业的发展。作为激光产业中的一个核心器件，高功率半导体激光器在加工、显示、医疗、军工等领域的应用愈加广泛，并且也一直是发达国家之间激烈竞争的焦点之一。激光行业刊物 Laser Focus World 发布的数据显示，2019 年全球激光器市场的总收入达 86.2 亿美元，其中半导体激光器市场占据 50% 的市场份额，高达 44 亿美元。中国市场也有几十亿人民币的市场规模，需求潜力巨大。

长期以来，半导体封装材料一直制约着高功率半导体激光器封装技术的发展。随着半导体激光器芯片功率的逐步提高，封装过程中对于热管理技术及高热导率材料的要求尤其凸显。多年来，关键的封装材料都依靠进口，不但成本高、交期不可控、沟通不便，而且由于关键技术被国外垄断，谈判过程中经常处于劣势，制约着国内高功率半导体激光器技术的发展，这也使得封装材料成为高功率半导体器件产品卡脖子的关键点。

近两年间，国内已经涌现出几家可以做到与国外封装材料同等质量的本土企业，可生产替代国外的产品，已经批量用于高功率半导体器件产品。尤其像 CUW、ALSIC 和微通道散热热沉等封装关键材料，已经广泛应用于高功率半导体器件的封装中，解决了被国外卡脖子的问题。

西安中科源升机电科技有限公司自 2017 年 3 月成立以来，专注于半导体激光器器件封装材料的结构设计和加工工艺研发。公司从结构设计、热设计、高精度机加工、表面处理、表面材料改性以及表面镀层技术等方面，对半导体激光器器件封装材料进行了全方位优化设计，并与中科院西安光机所、广东粤港澳大湾区硬科技创新研究院联合合作，致力于高功率半导体激光器器件封装材料的研究。

微通道热沉散热技术，是一种先进的大功率半导体激光器叠阵封装技

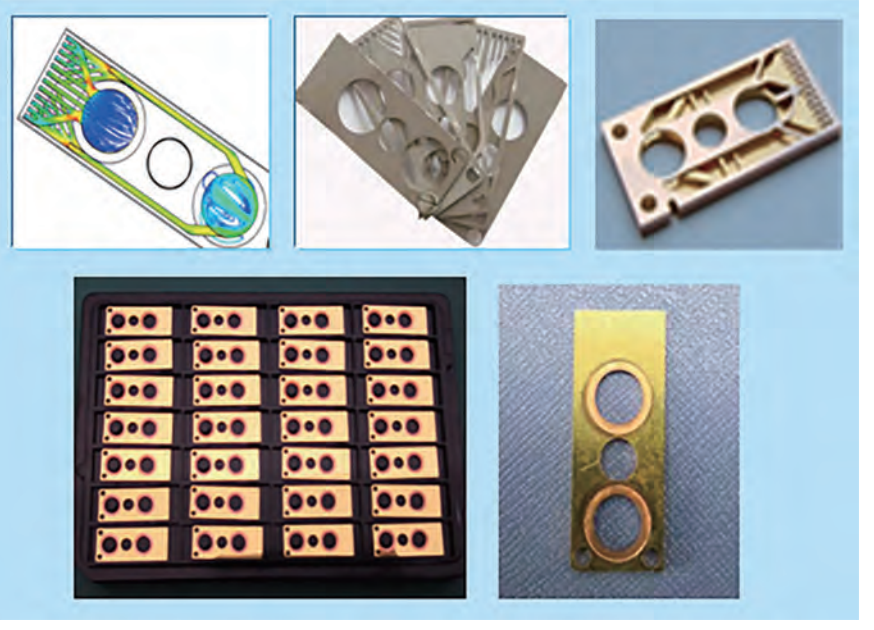


图1：微通道热沉。

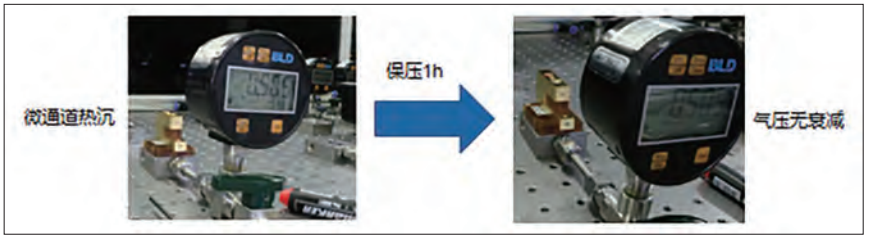


图2：微通道热沉保压。

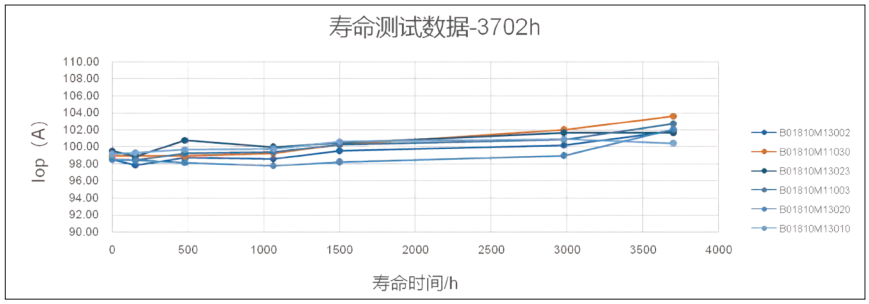


图3：寿命测试。

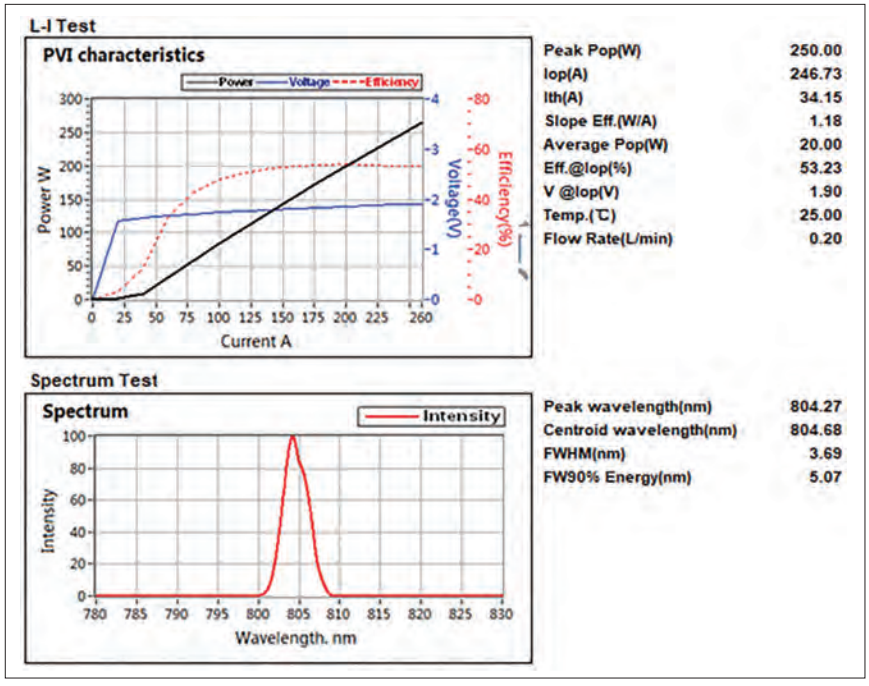


图4：LIV测试报告。

术。目前商业上广泛使用的微通道热沉是无氧铜微通道热沉。微通道热沉的设计，主要受到加工水平的限制。目前，只有德国掌握该技术。我国受制于技术加工水平，经过多年开发，虽有几家研究单位曾发表文章，[1-4] 而且达到了很高的研究水平，但仅仅限于前期设计研究，仍无法实现批量化的微通道制冷器的加工，甚至连正式的样品都无法做出。

由于没有相应的实践经验，一些研究仅限于理论水平。西安中科源升机电科技有限公司已经开发出了合格的微通道热沉（见图 1），在 0.5MPa 气压下，1 小时内气压衰减值均不小于 0.005MPa（见图 2）。该热沉已经在 100W 器件上进行了验证，在 CW 定电流 100A/ 25℃、水流量 0.4L/min/bar 的条件下，已经工作了 3700 小时（见图 3），功率衰减在 5% 以内，性能表现良好（见图 4），已经能够满足半导体激光器的使用要求。目前国内几家知名的大功率半导体激光器器件公司都在同步验证，微通道热沉国产化指日可待。❑

上接第22页

源光纤一样，拉制工艺简单。锥形双包层光纤的盘卷而成的直径，可以降低到 35cm，从而使高功率放大系统的封装非常紧凑，而性能却不会下降（见图 3）。

高功率超快激光加工的未来

利用锥形双包层光纤技术的优势，并结合优异的光束整形器件、先进的传输光纤和多边镜扫描系统，这种完整的激光加工系统可以克服加工时间长的缺点，这也是目前激光加工工业应用的主要弊端。由 PULSE 项目资助取得的高功率超快激光技术的进展，将有效促进超快激光加工技术在汽车行业的应用，从而降低汽车重量，在新型电动汽车生产中，加快注塑模具表面纹理化激光加工及电池生产。❑

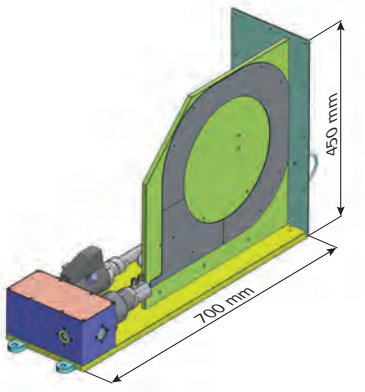


图3：输出功率达500W的锥形双包层光纤放大器的设计图。

参考文献
1. See https://bit.ly/PULSERef1.
2. M. Müller et al., Opt. Lett., 41, 3439–3442 (2016) and M. Müller et al., Opt. Lett., 43, 6037–6040 (2018).
3. T. Eidam et al., Opt. Express, 19, 1, 255–260 (2011).
4. V. Filippov, Y. K. Chamorovskii, K. M. Golant, A. Vorotynskii, and O. G. Okhotnikov, Proc. SPIE, 9728, 97280V (Mar. 11, 2016); doi:10.1117/12.2218051.

microLED 会是显示技术追逐的下一个热点吗？

microLED的尺寸定为单个显示像素，目前正在积极发展中，其重点集中在将这些LED分离、封装并组装到显示器中。

文/Chris Chinnock，Insight Media

在显示行业引起广泛关注的 MicroLED 也会对光子学行业产生重大影响。数十家公司正在开发数十种方法来制造小型 LED 器件，并使用多种替代方法将它们组装到显示器中。这是一个创新性很强的领域，也是一个令人困惑的领域，目前尚无明确的成功技术方法出现。本文尝试介绍 MicroLED 的整体情况，包括主要趋势和技术方法，但不会过多地介绍任何一种方法。

什么是microLED?

术语“microLED”通常是指 LED 器件发射区域的大小。但是，对于到底多大的尺寸可以定义为“micro/微”，尚无清晰的行业定义，并且定义可能会因应用而异。例如，对于虚拟现实和增强现实（VR/AR）眼镜，人们希望具有小于 10μm 的 microLED 元件。对于直视式显示器，有些喜欢将其尺寸定义为 50μm 或 100μm。超过此尺寸的被称为 miniLED 类别；同样，对明确的发射器尺寸范围也尚无共识。

更令人困惑的是，许多显示公司只是将其最新的超细间距显示像素称为“microLED”，而与所使用的发射器尺寸无关。这是因为对于显示设备而言，像素间距（全彩色像素之间的间距）比 LED 发射器的尺寸更重要。最熟悉的直视式 LED（DV-LED）显示器类型就是所谓的“视频墙”。这些是由多个“cabinet”制成的模块化显示器，每个 cabinet 都由几个“模块”组成；每个模块依次具有安装在电路基板上的红、绿和蓝（RGB）LED，以及驱动器和电气互连。

在过去的几年中，显示领域出现了向窄间距或小间距 LED 视频墙发展的明显趋势。这些通常定义为像素间距小于 1.5mm，而现在最新的原型为 0.4mm。这样的显示器设计用于更近的观看距离。0.4mm 像素间距非常接近 65 英寸 4K-UHD 分辨率电视上的像素间距。因此主要的电视机品牌对该技术非常感兴趣。



图1：Lang AG公司在ISE 2020上展示了多种LED技术。

DV-LED 显示器在亮度、动态范围、色域、视角和黑电平等方面可以达到、并且经常超过 LCD 或 OLED 的性能。但是 DV-LED 的主要劣势是价格。DV-LED 显示器的主要成本驱动因素之一是 RGB LED。转向更小的 LED 发射器意味着需要更少的 LED 器件材料，这大大降低了成本。另一项主要的成本因素，是将 LED 封装并组装到模块电路板上。

一直以来，LED 是从外延晶片切成小块，放在表面安装的封装中，将引线键合就位，然后用环氧树脂或硅封装（所谓的 SMD 贴片 LED）。这些 LED 在印刷电路板（PCB）上组装方式的变化，可以描述为板上灌胶（glue on board，GOB）和板上粘胶（adhesive on board，AOB）。几种更新的方法试图降低成本并允许较小的像素间距。这些可以描述为 SMD 芯片 LED、集成矩阵器件（IMD）和板上芯片（COB）。在 2020 年的 ISE 展会（欧洲视听系统集成展会）上，德国 Lang AG 公司并排演示了器件尺寸和制造方法上的所有这些变化。图 1 和表 1 分别显示了该小型展示的照片，以及描述每个配置和强度 / 弱点的表格。

Lang AG 公司并未指定 LED 的尺寸，因为 LED 的尺寸可能相差很大（而且显示器制造商通常不会公开这一点）。但是，它们的长度或直径可能在 100~300μm 的范围内，因此到底称为 microLED 或 miniLED，主要取决于 microLED 的定义。

在 ISE 展会上，深圳市奥拓电子股份有限公司展示了最先进的 0.4mm 间距 DV-LED microLED 视频墙。这是一种可能用于 PCB 底板的倒装芯片 COB 方法。该原型是单芯片解决方案，但是奥拓电子表示，它将很快采用多合一 IMD 方法将 0.4mm 工艺商业化。IMD 封装的外观可参考图 2。

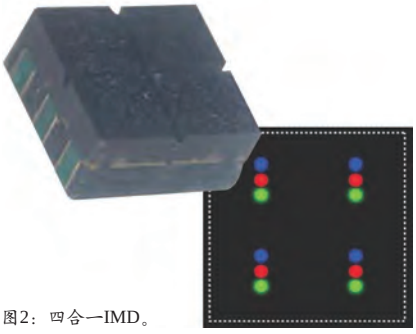


图2：四合一IMD。

请注意，每个 RGB LED 组之间的距离为 0.4mm，因此有源 LED 直径约为 70μm，低于某些用作定义的 100μm 的 microLED 阈值。另外，请注意随着有源 LED 区域的变小，周围的黑色区域将变大。这样可以创建具有更好的黑电平和更高对比度的显示器。索尼的 Crystal LED 视频墙的像素间距为 1.2mm，发射器的尺寸约为 100μm × 35μm，从而使显示器 99% 的区域为黑色，性能非常好。

Lang AG 公司是一家向主要租赁和临时客户提供显示解决方案的公司。其在 ISE 上的展示，旨在帮助说明通过这些不同的封装和制造方法获得的图像质量的差异。Lang 公司重点介绍的方法是广州硅芯电子科技有限公司的 LISA 显示器，该方法使用了倒装芯片方法，在倒装芯片器件之间覆盖了一层薄薄的硅粘合剂和黑色粘合剂（见图 3）。该显示器使用像素间距为 0.83mm 的 microLED，亮度为 2000 尼特。

电视品牌也对 microLED 技术非常感兴趣。在 2020 年的 CES 消费电子展上，三星扩大了其称为“The Wall”的基于 microLED 的显示器产品线，而其他厂商则展示了希望在 2020 年推向市场的各种原型（见表 2）。

所有这些技术仍然面临挑战，这带来了它们的高成本。例如，大多数 DV-LED 显示器仍将 LED 引线键合在封装内或 PCB 上。倒装芯片器件消除了所有引线键合，但是要求将 LED 外延晶片的表面平坦化，以便 n 和 p 触点处于同一水平上。然后可以将器件翻转过来直接焊接到 PCB 上。

引线键合多合一 IMD 器件和单片倒装 LED 现已上市，但它们还不算十分普遍。IMD 倒装芯片器件仍仅作为原型提供。

单个裸片或 IMD 器件的单一化也存在其问题。当使用激光分离裸片时，会留下粗糙的边缘，从而减少黑电平。环氧树脂外涂层的厚度也会发生变化，从而导致显示器上的黑电平发生变化。此外，在制造过程中需要清除和更换坏了的 LED，这个过程或可行或几乎不可能。

正如 Lang AG 公司 LED 和显示器总监 Benjamin Valbert 指出的那样：“每个从事 COB 工作的 LED 视频墙供应商，都有一些独特的工艺可以优化成本和性能参数。现实情况是，有些已优化了这组参数，有些则优化了

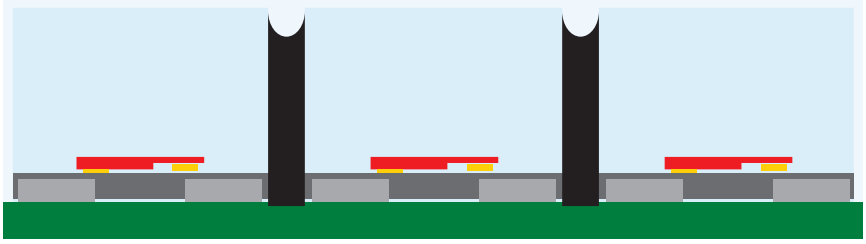


图3：LISA显示配置。

表1：ISE 2020上LED演示的描述和等级

配置	ISE 2020上展示的像素间距	最佳像素间距	亮度	坚固性	可修复性	可视角度	色彩精度与视角	黑电平	表面伪影
SMD贴片LED	2.6 mm	>2 mm	高	高	好	窄	非常好	非常好	最小化
板上灌胶GOB	1.9 mm	≥≈ 1.8	中	高	差	窄	还行	差	少量
板上粘胶AOB	1.9 mm	≥≈ 1.8	高	高	差	窄	非常好	非常好	最小化
SMD芯片LED	1.8 mm	<2 mm	中	中	好	宽	好		最小化
集成多设备（IMD）#1	3.0 mm device 1.5 mm optical	≤2.3 mm ≥0.7 mm	中	高	好	宽	好	好~非常好	最小化
集成多设备（IMD）#2	1.8 mm device 0.9 mm optical								
板上芯片COB	0.9 mm	<1 mm	中~高（倒装芯片）	高	差~近乎不可能	宽	好	很好	少量

那组参数，但还没有哪家已经优化了所有参数。但是，大多数问题可以解决的事实，已经使我们对 COB 的未来充满信心。”

发展下一代microLED制造

DV-LED 显示器的一个基本问题是，外延晶片上的 LED 间距很小，而 DV-LED 显示器上的间距却可以相差很大。当前的批量转移方法可以一次转移单个到几十个 LED 芯片。为了真正使其相对 LCD 或 OLED 显示器具有成本竞争力，转移速率必须提高到每分钟数百万。这就是现在很多创新集中的地方。

最常见的方法是弹性印模（stamp）转移，一次可以拾取数千个 microLED，然后将它们转移到具有不同像素间距的单独衬底上。另一种方法是使用激光脉冲将 LED 从载体衬底转移到显示衬底。关于这些和其他方法的详细信息很少公开，因为它们被视为专有知识产权。

下一个要担心的问题是良率。巨量转移不仅必须极其快，而且放置也必须非常准确。随着 microLED 的尺寸变得越来越小，拾取和准确放置的能力变得越来越困难。如果发现缺陷，是否有比最初的巨量转移时间不会长太多的维修过程？这仅适用于机械 / 电气良率。

所有 LED 还必须落在一定的亮度和波长范围内，以提供最终用户所需要的性能。这正推动着 LED 晶圆制造商改善 LED 的制造方式。现在可以使用具有好得多的均匀性和层控制的新型 MOCVD 腔室，以使大多数晶圆都符合质量控制标准。传统的基于氮化镓（GaN）的蓝光和绿光 LED，在具有 2~6 英寸衬底的蓝宝石外延片上生长。为了降低成本，需要更大的晶圆尺寸。因此，硅上氮化镓外延晶片现在也用于生长 8 英寸的绿光和蓝光 microLED，并具有在日后提升为 12 英寸晶圆的潜力。

这些要求中的许多都指向需要一种方法，可以在任何巨量转移方法之前，在晶圆级全面表征 microLED。业内公司也正在满足这一需求。

所有这些 LED 还需要用信号驱动以创建图像。DV-LED 将 LED 安装在 PCB 上，并使用大量驱动器芯片发送信号，而下一代 DV-LED 可能很好地安装在玻璃衬底上，并在每个像素位置使用 TFT 进行有源矩阵驱动。这将可以更好地控制每个 microLED，并可以利用针对 LCD 显示器的已有的玻璃上 TFT（TFT-on-glass）制造基础设施。

最后，由于显示器需要 RGB LED，因此对于 RGB 晶圆，必须对

表2：2020年国际消费电子展上的microLED显示器总结。

品牌	MicroLED直接显示
三星	75, 88, 93, 110, 146 – 4K 150, 292 – 8K
LG电子	145 in., 4K, 48 modules, emitters below 50 µm
TCL	132 in., 4K, 1500 nits
康佳	236 in., 8K, 2000 nits, 0.68 pitch 118 in., 4K, 2000 nits, 0.68 pitch
利亚德/PLANAR	216 in., 8K, 0.6 mm pitch 135 in., 4K, 0.7 mm pitch

(Credit: Insight Media)

	描述	最佳应用	评论
	RGB LED引线键合在填充有环氧树脂（可以着色）的塑料外壳中并焊接到PCB	较大的像素间距应用，广角视角有限	较大的像素间距允许使用较大的焊盘，以实现高耐用性
	RGB LED引线键合在填充有环氧树脂（可以着色）的塑料外壳中，并用硅或环氧树脂薄涂层焊接至PCB	近距离观察有高度可能触摸LED屏幕的地方（公共场所或创意用途）	外涂层具有更高的耐用性，但可修复性和黑电平变化却有所减少（由于涂层变化）
	RGB LED引线键合在填充有环氧树脂（可以着色）的塑料外壳中，并通过在LED封装之间放置环氧树脂将其焊接到PCB	在触摸LED机会很小的地方进行近距离观察，但要求高坚固性	坚固耐用和光学外观是基于顶部LED的SMD和GOB之间的折衷方案
	环氧树脂（可以着色）或硅主体中的RGB LED引线键合到器件下方的焊盘上，然后焊接到PCB	以小像素间距近距离观看	从器件四周（不仅是顶部）发光
	环氧树脂（可以着色）或硅本体中的多个RGB LED（通常为4xRGB-in-1封装）采用引线键合至器件下方的焊盘，然后焊接至PCB	以小像素间距进行近距离观看并要求高坚固性	机械像素间距是实际像素间距的两倍，因此具有高鲁棒性。通常设计用于共阴极驱动。器件中的焊脚越多就越坚固。
	RGB LED引线键合到器件下方的焊盘上，或作为倒装芯片直接适用于PCB或背板。在LED模块上涂环氧树脂或硅的薄涂层。	以小像素间距和超高分辨率实现近距离观看	具有大面积黑色区域的microLED的良好解决方案。制造商解决方案已针对多项改进中的一项进行了优化，但并非同时优化。

上述所有改进和技术执行三遍。

单片microLED

到目前为止，我们仅讨论了将 microLED 用于直视显示的情况。microLED 还正使用于投影仪、AR/VR 和平视显示器（HUD）的超高密度微型显示器成为可能。此处的主要区别是不需要巨量转移过程，外延上像素间距是这些应用所需的。

但是，创建全彩显示会比较棘手。对于某些应用，例如投影仪或者 HUD，可以使用三个单独的红光、绿光和蓝光高密度 microLED 和一个 x 立方体组合棱镜来创建显示器，从而消除了数字光处理（DLP）或硅上液晶（LCOS）微显示。这样的显示器应该比同类产品更紧凑，并且能提供更高的性能。

但是对于需要单个显示解决方案的 AR/VR，将需要颜色转换。这里的想法是创建高密度的蓝光 microLED，然后在三分之二的显示器上对红光和绿光量子点进行图案化。这些量子点吸收蓝光，并在绿光或红光波长处重新发射。业内公司已经表明，它们可以使用光刻技术在单微米级上对这种量子点材料进行图案化，因此这是可行的，但是仍然存在许多工程挑战。

这些单片 microLED 的底板也不同，通常是 CMOS 硅，因为这包含激活显示器所需的有源矩阵驱动电路。

microLED 的性能引人注目，但成本仍然很高。然而，有很多活动试图解决这些工程问题，以至于未来几年似乎有望克服高成本的问题。笔者预测十年内，microLED 将成为最主要的显示技术之一，因此这是一个值得密切关注的领域。❑

上接第20页

热膨胀，会促进气孔和裂纹的形成，从而导致焊缝结构的泄漏。此外，这种方法也存在材料翘曲的风险，特别是在扁平部件中。

准同步激光照射

准同步激光照射可以减少热影响区的垂直扩展。在这个过程中，激光束在扫描系统的帮助下，沿焊缝轮廓被高速引导多次。通过这样的方式，整个焊缝轮廓被同时加热，否则焊接轮廓只能顺序熔化。

第二步，项目合作伙伴专门为这个激光焊接过程开发了过程控制方案。利用集成在光束路径中的高温计，测量焊接过程中部件的温度。

通过将测量信号与扫描反射镜的位置相结合，研究人员已经能够以一种空间分辨的方式，记录部件中的热分布。这样一来，就可以记录焊接过程中的热损伤情况，并能对其进行精确定位。

因此，新开发的焊接工艺可以对温度偏差做出快速响应，并依此对激光功率进行相应地控制调节。这样，就可以确保整个焊缝的均匀性。❑

光学设计

透镜设计软件助力实现现代精密光学元件

经过几十年的发展，现代光学设计软件已在功能上不断发展，可以对复杂的光学系统轻松地建模、优化和分析公差。

文/John Wallace

在透镜设计软件问世之前，复杂的光学系统是经过常规设计的：功能强大的显微镜、望远镜、相机镜头和其他通过手工计算设计的光学系统，可以很好地达到其目的。但是，如今的快速计算机计算，能让透镜设计师为非常复杂的光学系统找到优化的解决方案，从而可以高度精确地考虑到玻璃、制造和机械缺陷的影响；轻松添加非球面表面，以减少元件数量，扩大视场和/或增加其他好处等等。因此，与光学元件制造商紧密合作的熟练的透镜设计人员，现在可以为从智能手机摄像头到军用红外（IR）成像、增强/虚拟现实（AR/VR），还有很多其他目的生产精密光学元件。

典型的光学设计软件包可以通过光线追迹（以点图为图像），或通过基于波的物理光学计算（以衍射图为图像）对光学系统建模，而后者则需要更多计算。成像镜头设计软件有很多分支，包括非成像光学设计软件、集成的 CAD/CAM 程序和其他派生工具，其中的某些或全部都可以合并到原始软件包装中。本文提供了当前镜头设计软件包的一些商业案例的背景知识。

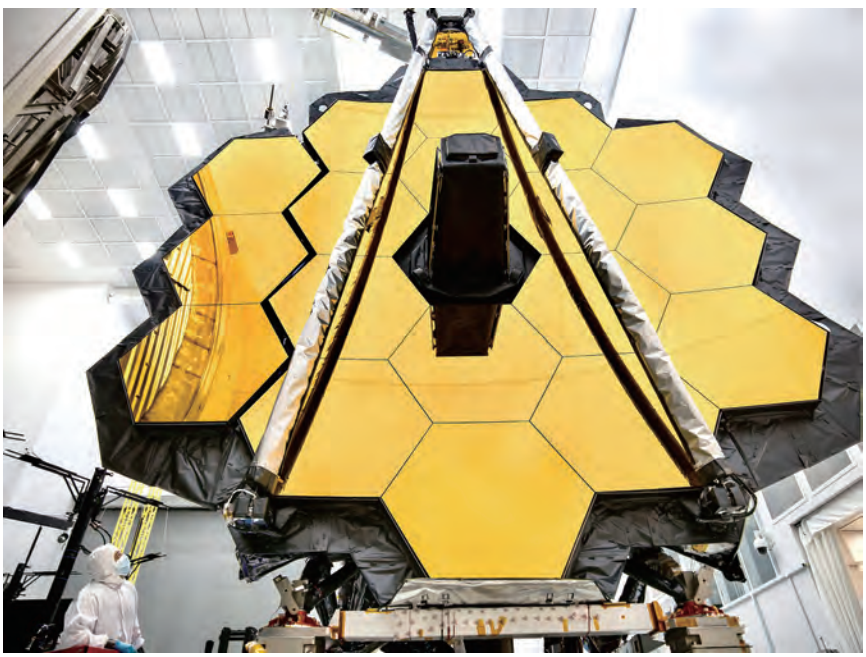


图1：Lambda Research公司提供的OSLO用于詹姆斯•韦伯太空望远镜（JWST）的设计和分析。

先进光线追迹

OSLO（Optics Software for Layout and Optimization）是由美国 Lambda Research 公司提供的光学设计软件，可帮助设计和分析各种光学系统。正如公司总裁 Ed Freniere 所描述的那样，该程序的核心是具有几何和物理光学建模功能的序列光线追迹引擎。Freniere 说：“OSLO 包括许多本地和全局优化方法，可以设计简单和复杂的成像系统。OSLO 具有内置的公差分析和仿真功能，以及一个非序列光线追迹分析内核，用于需要变化的表面相交能力的系统。OSLO 是开放架构，非常灵活，包括大量的表面类型和优化目标，还具有高速宏语言和用于数据生成和分析的完全集成的已编译编程语言。”

Freniere 认为，OSLO 的基本实力是其先进的光线追迹功能，这对于设计要求追迹效率至关重要的变焦系统非常关键。他补充说，例如在 300：1 变焦镜头的设计开发中，此功能至关重要。OSLO 的光线追迹效率还有助于设计和分析需要许多光线的系统，例如光刻镜头。OSLO 具有内置的孔径功能，并已用于分段镜系统（包括

詹姆斯·韦伯太空望远镜）的设计和建模（见图 1）。Freniere 指出，该软件包还包含坐标变换和非球面功能以及优化功能，使离轴系统（例如三镜消像散系统和公差分析）更加简单。

CAD集成

由 Zemax 公司提供的光学设计软件 OpticStudio，用于光学组件、子组件和整个系统的分析、设计、优化和公差分析，可以模拟成像和非成像（灯光和照明）系统。OpticStudio 建立在建模系统功能的基础之上，其中几何光学的假设成立，即系统中的光学组件远大于通过系统传播的光波长的情况，因此允许光被建模为几何射线。但是，该软件确实支持基于衍射的计算（基于傅里叶和惠更斯理论），并且还可以对光的自由空间相干传播进行建模（使用菲涅耳和弗劳恩霍夫理论），这对于许多应用（例如激光扫描或光纤耦合）而言非常有用。最近的新增功能为表征较大的宏观光学系统（例如 AR 头戴式耳机中的表面浮雕光栅）中的微光学组件提供了支持。

除了对给定设计进行初始设置和分析之外，OpticStudio 光学设计软件还可以对系统进行参数优化，以实现给定设计的最佳性能。该软件的最近新增功能，还允许优化用于描述表面几何形状的离散数据，从而提供更大的自由形式设计灵活性。使用可靠的公差分析来表征扰动对系统性能的影响，以完成对性能的验证，从而可以在设计生产和组装期间对这些扰动进行补偿。正如 Zemax 的工程师所指出的那样，即将推出的功能将提供能够在设计过程中快速获得近似结果的能力，从而获得预期的产量。

光学设计完成后，可以使用 OpticsBuilder 将其移至计算机辅助设计（CAD）中进行光机械包装和组装，从而可以在 CAD 平台中自动准确地重新创建光学模型的几何形状。光学组件不是作为静态 CAD 零件引入，而是作为本地 CAD 对象重新创建。由于使用 OpticStudio 提供的相同光线追迹引擎，当前 SolidWorks 和 Creo Parametric CAD 程序支持该工具，还可以直接在 CAD 中分析整个光机械组件的光学性能。因此，可以在定义光机械的平台上，直接模拟机械包装和组装的影响。一旦系统准备好投入生产，OpticsBuilder 就可以自动创建制造图纸，并从光学和机械模型中提取所需的数据。

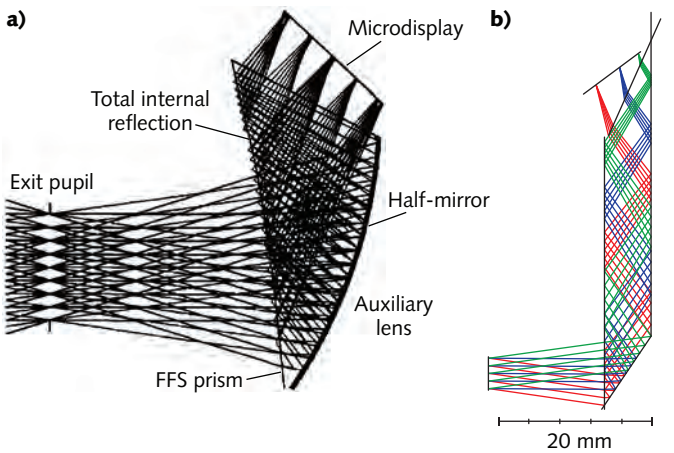


图2：使用自由曲面光学元件的光学透视头戴式显示器设计（a）；使用衍射光学元件的头戴式耳机设计（b）。

使用 OpticStudio 的一个有趣案例是 AR/VR 头戴式耳机显示器的设计。当前的设计基于竞争技术：自由曲面光学与衍射光学。基于美国专利 2014/0009845 A1，使用自由形式光学元件的光学透视头戴式显示（OST-HMD）设计的示例如图 2a 所示。该系统中的主要光学组件是自由曲面棱镜。虽然对棱镜的完整描述需要 3D 模型，但是可以使用坐标断点在 OpticStudio 的基于表面的序列模式中，准确表征棱镜的光线追迹特性。这样做可以快速对模型进行设置、设计、优化和公差分析。然后可以将该序列模型移至 OpticStudio 的非序列模式，以进行完整的 3D 分析，包括表征杂散光或散射对系统性能的影响。然后可以使用 OpticsBuilder，将序列模型或非序列模型直接转移到 CAD 以进行光机械包装。

在这种情况下，可以使用各种参数描述来形容棱镜表面的几何形状，但也可以使用网格矢高（Grid Sag）表面形式的离散数据来描述。使用 OpticStudio 的多种配置模型，可以同时优化和设计 OST-HMD 的透视和投影路径。

使用衍射光学元件的头戴式耳机设计示例如图 2b 所示。这种设计包括将光耦合到波导中的全息图，然后将来自显示器的光传播到眼睛中。OpticStudio 支持对理想全息图和真实全息图（后者使用该软件的光学制备全息图表面进行建模）进行建模的功能；这里，再次使用“坐标断点”以序列模式创建模型，以模拟完整的 3D 几何形状。OpticStudio 的 Merit Function 编辑器中提供的边界约束，也可用于确保模型的物理几何形状。然后可以使用基于 Kogelnik 理论的计算，来计算作为函数场和源偏振的波导效率，从而可以针对那些输入条件优化设计。在图 3 中可以看到先忽略、后考虑波导效率的示例。

OpticStudio 还支持使用严格的耦合波分析（RCWA）对衍射分量进行建模的能力。

选择非球面表面

美国 Synopsys 公司的 CODE V 是一种光学设计和计算工程软件包，用于建模和分析成像系统。CODE V 使工程师能够设计和优化光学系统，以实现最佳的性能和可制造性，例如，工程师可以在 CODE V 优化过程中加入公差降低灵敏度，以获得最容易制造的设计，从而达到最高产量。

“要列举 CODE V 如何帮助解决光学设计难题的一个例子，那么紧凑型汽车后视摄像头的设计是个典型，它不仅要考虑复杂性能，还要考虑制造要求。”CODE V 高级客户应用工程师 Matt Novak 说。他指出，这些相机模块大批量制造，需要轻松组装，几乎不需要调整。此外，尽管视场广且包装紧凑，该设计仍应提供出色的成像性能，并考虑制造和装配公差。

“CODE V 为设计人员提供了强大的优化引擎，可以为后视摄像头创建实用的工作设计，以及提供内置工程专业知识的工具，例如 Asphere Expert 和 Glass Expert。”Novak 说。在图 4 所示的设计示例中，Asphere Expert 确定了两个最有效的表面制造为非球面，以改善光学像差校正。

Glass Expert 工具选择了一组最佳的可模制玻璃，以最大程度地校正色差。Asphere Expert 和 Glass Expert 工具使最终设计能够满足包装和性能要求；使用现成的、具有成本效益的材料；并根据斜率和非球面偏离的制造最佳实践，控制元件上的非球面表面。

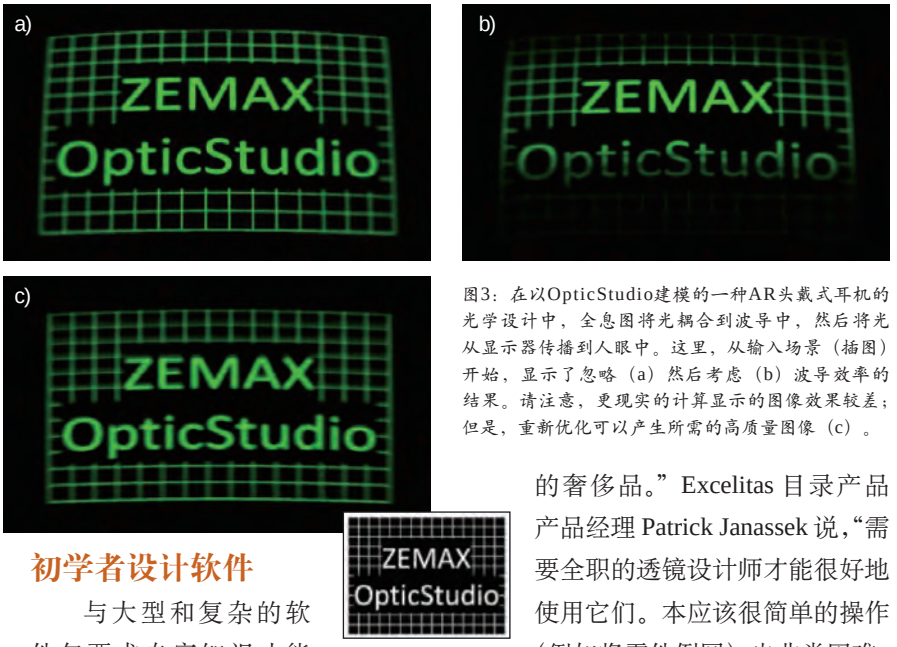


图3：在以OpticStudio建模的一种AR头戴式耳机的光学设计中，全息图将光耦合到波导中，然后将光从显示器传播到人眼中。这里，从输入场景（插图）开始，显示了忽略（a）然后考虑（b）波导效率的结果。请注意，更现实的计算显示的图像效果较差；但是，重新优化可以产生所需的高质量图像（c）。

初学者设计软件

与大型和复杂的软件包要求专家知识才能从中完全获益相比，美国 Excelitas Technologies 公司提供的较小的镜片设计程序 Winlens，面向的是经验较少的学生和工程师。该软件具有悠久的历史：WinLens v1 是在从 DOS 过渡到 Windows 3 时编写的。“当时，有好几种非常强大的大型机或 DOS 透镜设计程序可用。然而，它们对用户不够友好；它们在运行上非常僵化，大量使用数字，而图形只是作为偶尔的奢侈品。”Excelitas 目录产品产品经理 Patrick Janassek 说，“需要全职的透镜设计师才能很好地使用它们。本应该很简单的操作（例如将零件倒圆）也非常困难，并且需要对该元素中的每个表面和玻璃进行手动编辑。”

Janassek 解释说，Windows 3 和新的软件开发工具提供了机会，可以走一条不同的、更加灵活得多的道路，这对新学生和光学工程师都非常适用，但仍然为专职设计人员提供了更专业的工具。“对于学生和讲师来说，重要的是能够轻松设置和调整简单的系统，立即查看效果，并以有意义的

下转第36页

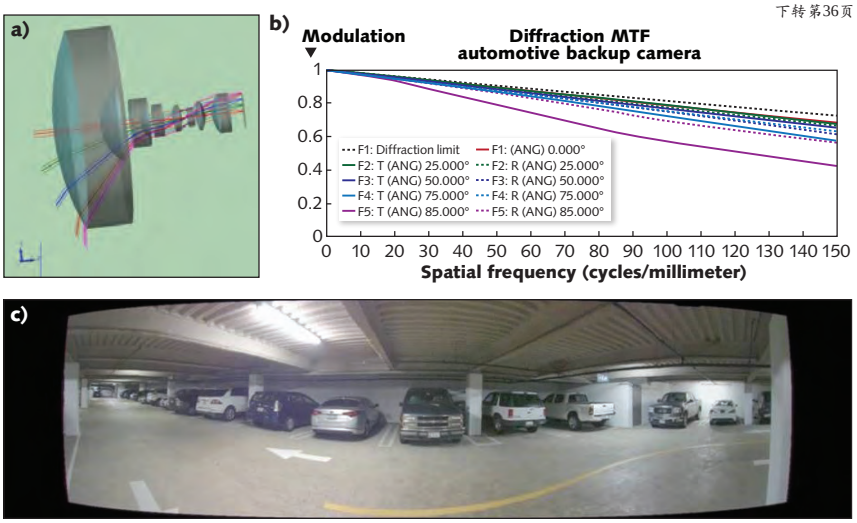


图4：模压玻璃宽视场汽车后视摄像头设计的CODE V 3D视图（a）；标称后视摄像头设计的调制传递函数（MTF）（b）；以及CODE V图像模拟，用于后视摄像头设计性能的现实描绘（c）。

绝艺如君天下少，闲庭信步控制精

——访Aerotech公司亚洲市场总监卢旭钦先生



Aerotech公司亚洲市场总监卢旭钦先生

文/Rossie

Aerotech 公司是一家全球领先的运动控制系统及高精度运动平台供应商，公司于 1970 年在美国匹兹堡成立，半个世纪来，Aerotech 始终致力于为各行业的用户提供完善的运动控制解决方案。其提供涵盖控制软件、驱动器、运动平台、纳米级定位平台、激光扫描振镜等一系列运动控制产品及解决方案，广泛地应用于医疗器械、生命科学、半导体和集成电路、激光加工、光电、自动化、数据存储、航天航空、电子制造和测试、高校科研等有高精度、高稳定性要求的众多行业。

Aerotech 的销售和服务遍布全球，并于 2012 年正式进入中国市场，成立了艾罗德克运动控制技术（上海）有限公司，扎根中国市场，为中国用户提供高品质的产品及服务。

满足激光微加工需求

激光加工已经成为制造业中不可或缺的关键技术，特别是随着中国制造业转型升级向高端发展，市场对激光精密微加工的需求日趋增多。

激光微加工应用对运动控制有着极为严苛的要求，具体体现在精密度、可重复性、稳定性方面。“为了满足激光微加工的需求，运动控制技术需要在多线程控制、精密控制、运动算法等方面达到较高的要求。”Aerotech 公司亚洲市场总监卢旭钦介绍说，“另外，如何在需求日益复杂的今天满足客户的多样化需求，也对控制系统的灵活性和定制化能力提出了很高的挑战。”

面对激光微加工市场的应用需求，Aerotech 推出了相应的运动控制产品和解决方案。其中，最新的 AGV 5D 5 轴激光微加工扫描振镜，能提供 5 轴扫描自由度，可以控制整个精密微加工过程，从激光器到扫描头、直至加工部件微空间操作，可以生成具有完全自定义的横截面的精确孔、轮廓槽和其他几何图形，从而满足更复杂、更精确的高难度工艺需求。它适用于各种商用飞秒激光器，可用于 1030nm、1064nm、515nm 或 532nm 波长，此产品可适用于医疗器械制造、医疗介入类产品、自动化精密部件、激光微系统、微电子等多种高精加工领域。



除了硬件产品，Aerotech 在运动控制软件产品方面也深耕不辍。即将推出的跨时代的控制系统软件产品 Automation 1，可以通过高效灵活地控制硬件平台、纳米平台、驱动器、振镜等设备，为用户提供快速、稳定、精准的各种解决方案。Automation 1 的强大软件功能是 Aerotech 公司下一代的驱控力作。

系统通过 Automation 1 软件及相应驱控器，对 AGV 振镜系列进行驱控，可以帮助用户实现复杂且精密的激光加工工艺。

“绝艺如君天下少”，堪称是对 Aerotech 运动控制产品的真实写照。

服务中国市场

卢旭钦先生专注运控控制产品及市场领域多年，对运动控制市场有着自己的独到理解。他表示，“就运动控制行业市场而言，中国市场规模在近几年有很大的增长。高端市场目前还是基本由国外品牌垄断，中低端市场的竞争很激烈。高精密度、稳定性及灵活定制化需求，是目前行业的发展趋势。”

谈到如何赢得客户并留住客户，卢旭钦说：“满足客户的需求始终是赢得客户最重要因素。Aerotech 公司的产品在技术上是领先的，我们希望通过为用户提供领先的技术、并辅以完善地技术服务，来实现客户和我们的双赢。”

对于 2020 年中国运动控制市场的发展情况，卢旭钦认为，“2020 上半年较艰苦，受到疫情及中美关系影响，市场形势不明朗也不乐观。但是就国内个别行业及个别应用，依然有着不错的市场发展潜力，比如半导体行业、教育科研等领域。2020 下半年市场形势会趋于明朗，市场机会可能会到来。”

最后，他总结说，“市场始终是变化的，做好自己，用产品、技术及专业服务来满足用户需求，迎接挑战。这是 Aerotech 公司一直奉行的市场策略。”❑

积极筹备发展量子技术，布局下一个市场新商机



Thomas Laurent于今年5月加入M Squared公司，目前他正在柏林筹建德国办事处。

文/Andreas Thoss

量子技术已经悄然成为商家的又一块必争之地。作为激光二极管制造商 eagleyard Photonics 公司创始人之一的 Thomas Laurent，在今年 5 月加入了苏格兰激光公司 M Squared，目前他正在柏林筹建德国办事处。Laser Focus World 记者 Andreas Thoss 采访了 Thomas Laurent，请他分享了在当下这个时候开展量子技术业务所面对的一些挑战，以及对量子技术当下和未来的一些发展看法。

Andreas Thoss（AT）：您在 M Square 公司的主要职责是什么？

Thomas Laurent（TL）：我于今年 5 月 1 日正式上任 M Square 公司。我的职责包括负责公司在德国、奥地利和瑞士的销售管理和公司管理。目前，我正在柏林筹建办事处，加强组织建设，这很像创建一个企业，但是有更多的财政和组织资源供我使用。柏林办事处的筹建从一个空办公室开始，我要在这里建立一个新的团队，当然也包括必要的基础设施建设。我的计划是在接下来的九个月内，将柏林办事处筹建完成，并投入正常运转。

AT：面对肆虐传播的新冠疫情，M Squared 是如何应对的？

TL：虽然对许多人来说，因疫情导致的居家隔离对工作产生了很大的影响，但是 M Squared 已经适应了疫情期间的工作调整。面对疫情导致的环境变化，我们积极调整工作形式，将很多日常的线下工作都转移到线上进行，充分利用网络协作技术；我们甚至每周都会在网上召开一次完整的团队会议。尽管召开一次大约有 100 人参加线上会议很有挑战性，但是我们依然要保留了公司的精神。

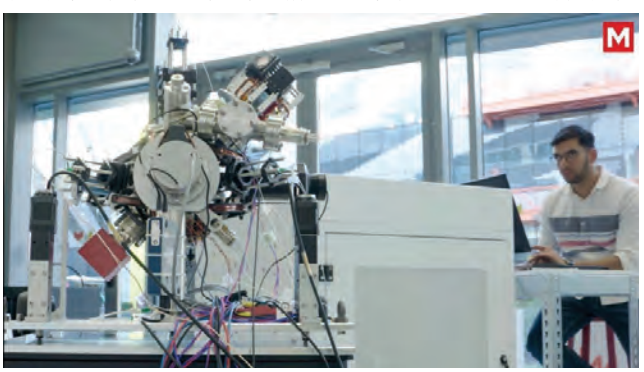


图1：由M Square公司开发的基于量子技术的加速度计，其利用原子干涉法测量水平轴上的加速度，可以用于卫星自由导航中。

在制造工厂，我们也针对疫情防控进行了相应地改变。我们错开了员工的上班时间，在工作现场员工之间保持安全距离，在工作现场安排尽量少的工作人员。工作现场必须消毒，然后他们根据积压的订单继续生产。

AT：您如何看待量子技术市场的发展形势？

TL：量子技术（QT）是一个迅速发展起来的新兴领域，目前仍然处在发展之中。事实上，德国政府最近刚刚宣布再次注资 20 亿欧元，发展量子技术。

M Squared 已经将自己定位为英国新兴的量子技术供应链的基石。通过投资和合作，M Squared 建立了一个专门的量子部门，已经实现了几个英国量子技术方面的第一，包括第一个商业量子重力仪和第一个商业量子加速度计（见图 1）。

量子技术市场目前主要由政府推动。M Squared 在英国很早就涉足量子技术领域了，我们有机会建立量子技术供应链，当更多的工业应用出现时，M Squared 多年的积累和耕耘将凸显优势。

量子技术领域的一个好消息是：该技术还没有商品化。每件商品都必须定制。这需要一个具有活跃思想和丰富经验的产品专家，他们要了解客户的需求、应用、背后的实验，当然还有商业背景。我们加入一个项目通常是在资金申请阶段。

AT：量子技术在工业领域的应用情况？

TL：正如我所说，到目前为止，量子技术还只是一个由政府发起的市场。通过政府的项目，投资已经在世界范围内产生。当然，我们也看到了竞争，因为它是世界各国都在竞争的一个领域。

量子技术发展的下一步就是产业化，我想我们将在未来



数控机床与金属加工展

金属加工技术的国际化品牌展

2020年9月15-19日 国家会展中心(上海虹桥)

ufi Approved International Event



Deutsche Messe　FIERA MILANO　东浩兰生

www.metalworkingchina.com

欢迎垂询：021-2055 7138/7139/7140/7141

扫码即刻免费预登记

SCIIF 华南国际工业博览会

华南国际工业博览会
2020年10月12-15日
深圳国际会展中心

CDIIF 成都国际工业博览会

成都国际工业博览会
2020年11月18-20日
中国西部国际博览城

10 年内看到这一点。我们将看到有大量的量子技术设备投入使用，当然这些量子设备需要进一步小型化和标准化。

就我个人而言，我希望太空活动、近地卫星通信和量子技术之间能有一种共生关系。量子密钥分配可能是星地通信的一种安全方式，通过这种方式有机会建立第一批大规模应用。

AT：您认为量子技术在未来 10 年内会如何发展？

TL：量子技术的发展才刚刚开始，但预计在新冠疫情之后，将会有更多的投入来发展量子技术。德国政府高达 1300 亿欧元的新的经济刺激计划中，包括了投资几项技术，其中有 20 亿欧元是用于发展量子技术的。

即使在疫情期间，一些政府仍然做出了投资某些技术领域的投资决策，而这些决策最终将推动对量子和光子学技术的需求。

AT：作为一名柏林人，你在柏林为一家英国公司设立分公司是什么感觉？

TL：有很多似曾相识的地方。为一家公司设立子公司与成立一家初创企业没有太大区别，都是从一个空房间开始，最主要的区别在于与人——我遇到了许多优秀的合作伙伴、客户，甚至是竞争对手，他们帮助我建立了新的业务。

我认为把公司设在柏林是个完美的决定。这并不是因为我是柏林人，而是因为柏林有大量的科研机构和中小企业，他们中的许多人都是通过步行就可以接触到的距离，彼此交流联系非常方便。总之，柏林拥有适合光子学发展的先天条件。

我们的园区里大约有 140 家光子学公司。他们确实反应迅速，而且合作的想法令人信服，即使我们被视为竞争对手。这也是为什么这个地方如此吸引人的原因所在。

AT：在柏林成立一家公司需要多长时间？

TL：首先，需要与城市管理部门协调，先解决一些创立公司所需要做的例行事务。当然，有些事情的速度是无法加快的，比如成立一家有限责任公司。考虑到所有的文书工作，在柏林成立一家公司大概需要 10-12 周的时间。❑

上接第32页

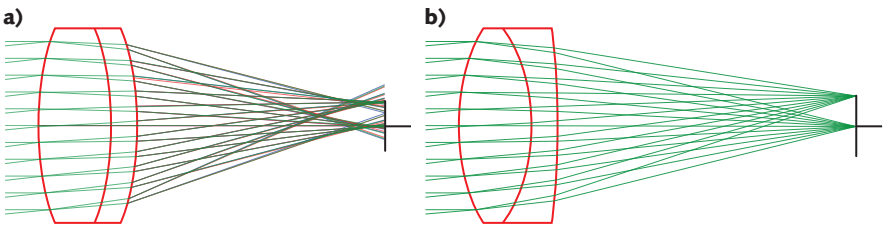


图5：Winlens对双胶合透镜进行优化的示例：未优化（a）和经过优化（b）。

方式显示光学数据，例如，以更有意义的方式显示透镜数据和计算结果。以前，光学玻璃数据仅在包含折射率和透射率表的大型目录中可用，但是 Windows 提供了以图形方式和非标准波段显示这些数据的机会。”他说。

大约在那时，Spindler & Hoyer 的 Microbench（现在是 LINOS Microbench）系统（一种用于复杂光学装置的高精度光学笼式系统），提供了整个光学组件，例如单透镜和双胶合透镜，并且可提供设计数据。所有这些条件为 Excelitas 开发程序奠定了基础，该程序将允许用户仅使用零件号来模拟 LINOS Microbench 零件组成的系统，对完整的定制光学元件或两种类型的组合进行建模，进行简单的编辑、分析和比较等操作，并且提供见解和理解。首个版本 WinLens v1 的适用范围非常有限，仅适用于对中的 LINOS Microbench 透镜。

第 2 版允许用户定义自己的透镜和反射镜，这样他们可以分析自定义系统。多年来，该程序已在大的方面和小的方面得到了增强：透过率计算、缩放、系统优化（见图 5）、鬼像分析、倾斜和偏心等 3D 功能、高斯光束计算、定制镀膜、编辑工具、添加书签、图形的多个副本进行比较等。特别是其中一个主题，添加了用于选择玻璃的工具，并且提供可自定义的交互性玻璃图。

Janassek 说：“我们的目标从来没有定在到达光学的最前沿，而是为我们的客户提供一套用户友好的良好工具。即使为研发团队中的设计人员创建专门的工具时，也需要特别考虑以确保这些工具具有灵活性，并可供经验较少的用户使用。”

Excelitas 公司一直提供免费版本的 WinLens3DBasic，该版本已在大学中广泛用于光学教育和基础光学设计。该程序没有优化或鬼像分析，但包含了其他所有内容。WinLens3D 和 Winlens3Dbasic（免费）在大学中用于教学，以及在公司中用于光学设计或测试。专业套件还包括带有 ISO10100 图纸的公差程序，以及 Glass Manager 和 Material Editor 程序。❑

安扬激光FemtoYL²–100 mJ级百瓦飞秒光纤激光器

FemtoYL²-100 是安扬激光最新推出的脉冲能量达 mJ 级的飞秒光纤激光器，其单脉冲能量达 300uJ 以上，1 组 3 个脉冲能量即可达到 mJ 级输出，最高支持 2mJ 脉冲串能量和 100W 平均功率输出。



该激光器是安扬激光在轻量化设计上的最新创新成果，采用高强度碳纤维结构，结合独创架构设计，其强度是传统铝合金壳体的近 10 倍，整机重量仅约 25kg，方便客户使用操作。此外，该激光器所用光纤全部为安扬激光自产自研，其脉冲能量是目前量产光纤激光器的最新突破。

主要特征：毫焦级脉冲能量输出；Burst 脉冲组独立编程功能；高强度碳纤维架构；重复频率 25kHz~5MHz（支持 PSO）；支持 50W 绿光和 30W 紫外模块内部集成。

安扬激光，www.yslphotonics.com

IPG近红外1μm千瓦级掺镱光纤激光器

IPG 新推出的 YLR-U 系列近红外 1μm 工业级千瓦级连续掺镱光纤激光器，具有业界最小的尺寸和最轻的重量，以超紧凑的外形尺寸和创纪录的功率／体积比提供超强性能。



目前可提供高达 4 kW 的连续功率，未来功率可高达 8kW。YLR-U 系列是全球第一台机架式 1μm 中功率激光器，拥有卓越的高连续功率和高峰值功率（HPP）选项。除了这些功能，IPG 提供的激光产品还具备理想的光束质量，卓越的可靠性和行业领先的电光转换效率。凭借全密封机架设计，YLR-U 系列激光器能够在极其恶劣（诸如相对湿度高达 90%）的环境下工作。

YLR-U 系列专为各种金属切割、焊接和钻孔应用而设计，可实现在较厚的材料上快速且洁净地重复钻孔、高质量切割、附加脉冲焊接功能，以及实现高反金属的切割和焊接。

IPG, www.ipgphotonics.com

用于流式细胞的校准光源QuantiFlash

Quantiflash 是一种校准光源，提供了一致和均匀的光脉冲，非常适合细胞计校准。光脉冲和光强度都灵活可调。相比于颗粒，光脉冲是一个很小的内在可变系数，在任何一段时间内都是稳定的，它们的质量不取决于存储条件。



主要参数：脉冲宽度 1~10μs，重复频率 500Hz~50kHz，100Hz 步长；重复频率精度 10^{-6}；脉冲形状可变（默认高斯）；脉冲幅度 0~-96dB；幅值精度＜ 0.1%CV。

QuantiFlash 可以将流式细胞仪中每个通道的强度标度校准为一个有意义的绝对单位，例如一个标准化的光子标度 Spe。标准的强度标度使得测量结果可以在流式细胞仪之间传递，从而提高了不同流失细胞仪测量结果的可比性。

顶尖科仪，www.psci.com.tw

MKS 40W高功率脉冲绿光光纤激光器

MKS 推出 Spectra-Physics SPFL 532-40 脉冲绿光光纤激光器，通过用途广泛的 TimeShift ™可编程脉冲功能，为严苛的制造应用提供高功率和脉冲能量。该激光器在 532 nm 时产生 >40W 的平均输出功率和 >180μJ 的脉冲能量，凭借接近衍射极限的输出光束和卓越的功率稳定性，该激光器可实现高质量加工。

该激光器的 TimeShift 可编程脉冲功能，在一次脉冲串中通过可调整的脉冲宽度、脉冲间隔和脉冲数量，实现灵活的脉冲串模式操作。一次脉冲串中的单个脉冲或子脉冲的脉冲宽度，可在 <3~50ns 之间调整。



SPFL 532-40 激光器集成在坚固的机械组件中，并配有金属铠装的能量传输光纤，适合经久耐用的工业操作。该激光器采用风冷式引擎实现灵活轻松的系统集成，并且采用水冷式激光头带来更高的温度稳定性，从而提高输出功率稳定性。SPFL532-40 适用于脆性材料、太阳能电池、半导体、PC 板、平板显示器、锂离子电池、陶瓷和精细金属零件的切割、划线和钻孔。

Spectra-Physics，www.spectra-physics.cn

罗悉激光新款封离型CO_2激光器

罗悉激光发布的全新 SR 08s、SR 15s 封离型 CO_2 激光器，具有高防护等级、设计紧凑轻巧、可靠稳定寿命长、高品质等特点；可应用在高速标记、薄膜切割、玻璃裂片、包装易撕线、商标刻字膜、3D 打印、标签吻切、浇口切割等加工领域。



主要特征：IP66 全密封外壳，无惧灰尘、高温、水淋等特殊工况；设计紧凑轻巧（SR 08s：659mm × 198mm × 222mm，22kg；SR 15s：879mm × 198mm × 222mm，32kg），可轻松集成到各种机器中；控制界面简单；可靠稳定寿命长；品质卓越，制造通过 ISO 9001:2015 质量认证。

罗悉激光，www.luxinar.com

炬光科技激光雷达905nm光源专用快轴准直镜

激光雷达光源目前以 905nm 脉冲激光二极管最为流行。该类激光二极管普遍采用三层量子阱结构实现高峰值功率，因此发光区高度是常规边发射激光器芯片的 10 倍左右，传统的快轴准直透镜（FAC）无法实现理想的准直效果。



炬光科技全新的 FAC1500/FAC3000 两个透镜系列，以满足 905nm 脉冲激光芯片准直需求为目标，采用长后焦设计，不仅适用于裸激光芯片，还能兼容 TO-can、QFN 等 SMT 封装形式的半导体激光器。此外，可根据所用芯片为单通道、4 通道还是 8 通道，而定制长度。

使用 FAC1500/FAC3000 对现有的光纤棒方案进行升级，提高激光能量利用率，获得更远的探测距离或降低所需功率，同时可以增加探测器的匹配性和接收效率，从而大幅提升激光雷达分辨率。

炬光科技，www.focuslight.com

飞博激光HQWeld/PreciCut焊接/切割光纤激光器

飞博激光的 HQWeld 系列激光器，是针对焊接应用精准开发的高质量焊接光纤激光器，包括 G2K、E6K 等型号。该系列激光器光束质量好，焊接熔深大、飞溅少，接头处抗拉强度高。G2K 激光器适用铝合金材料的工业焊接；E6K 激光器采用点环（牛眼）光斑，更适用于铝合金和碳钢材料的工业焊接。该系列激光器可深入应用于机械制造、汽车制造等多个行业。

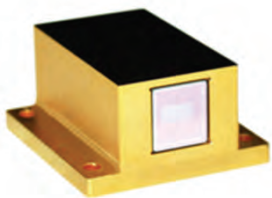


PreciCut 系列光纤激光器包含 L1、L2、M1 和 M2 四种型号。该款激光器的光束质量高（$M^2 < 1.3$），功率稳定性好（小于 1%），适用于金属基 PCB 板切割、光伏电池开槽、划片、陶瓷划线、钻孔等多个细分领域，为精密加工市场提供更优质的工具选择。

飞博激光，www.feibolaser.com

炬光科技AL01系列高峰值功率激光模块

AL01 系列是炬光科技为 Flash LiDAR 设计的高峰值功率激光模块，同时也可为其他 LiDAR 技术进行定制。该模块采用了工业激光 Q-switch 技术，输出能量可达 1.5mJ@3ns 的 1064nm 激光；内置两个广角匀化扩散片，可根据需求定制各种 FOV。



AL01 采用了特殊材料和装配工艺设计，可在车规标准的高温（80℃）和低温（-40℃）范围内稳定工作。

炬光科技，www.focuslight.com

大科激光DK-YQM 6000AR准单模光纤激光器

大科激光 DK-YQM 6000AR 准单模光纤激光器采用全光纤结构，单纤输出功率最高可达 6000W，拥有极高的光束质量（$M^2 < 2$）和优异的抗回光性能，非常适用于于铜、铝等高反射率材料的各类焊接工艺，且焊接表面平整细腻无飞溅，焊缝规则，内部致密，为新能源、3C、电力等行业所需的铜、铝及其合金等材料的高质量、高精度焊接提供了优质解决方案。



在激光切割方面，可兼顾中、薄板的高速切割与厚板的亮面切割，且切割尺寸精准、锥度小。35% 以上的电光效率，可以有效的节约成本。

大科激光，www.dklaser.com

相干公司4kW光纤激光焊接系统

相干公司的新型 HighLight FL4000 CSM-ARM 光纤激光器，输出功率 4kW，中心光束 1.5kW，环形光束 2.5kW。FL4000 CSM-ARM 的中心光束和环形光束的功率可以独立调节。配有 15m 长的光纤，可轻松集成到任何生产环境中，并与 Coherent 和其他制造商的标准接头兼容。



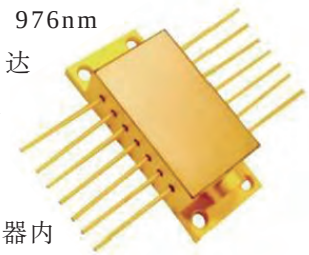
采用双光束输出（中心光束和其外包围着的环形光束），可用于焊接薄的导电材料。中心光束具有极高的亮度（BPP 0.6），与多模光束相比，光斑尺寸更小。小光斑尺寸会输出更高的激光强度，最大程度减少对材料的加热，再加上环形光束实现的预热效果，可显着提高熔化槽的稳定性，从而改善焊缝的一致性，克服焊接薄导电材料时面临的挑战。

能够满足各种焊接需求，包括电动汽车、能量存储、异种材料（例如铜和铝）的互连以及需要精确控制的介质箔组。

相干公司，www.coherent.com

Frankfurt Laser Company多波长窄线宽激光二极管

Frankfurt Laser Company（FLC） 推出 FRLD-VBG 系列自由空间窄线宽激光二极管，旨在满足拉曼光谱要求。FRLD-VBG 系列可提供的波长有 532nm、638nm、785nm、808nm、830nm、976nm 和 1064nm，输出功率高达 800mW。由于集成了体布拉格光栅（VBG），光谱线宽非常窄，通常小于 0.1nm。



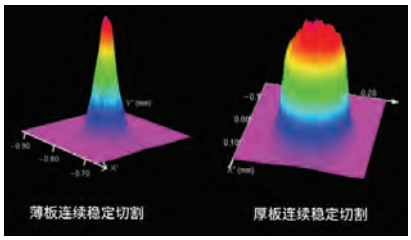
精密的热机控制和激光器内部的高精度对准，对于实现输出波长和线宽的高稳定性非常重要，尤其是在不同环境温度下操作激光器时。FRLD-VBG 系列激光二极管封装在实心蝶形封装中，具有自由空间输出。可选配集成热电冷却器（TEC）。

Frankfurt Laser Company，www.frlaserco.com

宏山激光P10高功率智能切割头

宏山激光日本子公司 HSG 株式会社发布 P10 高功率智能切割头。这款切割头具备如下个性化智慧功能：

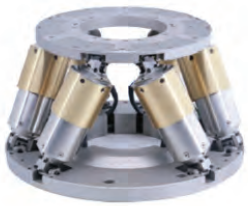
（1）光斑模式可根据加工材料和厚度，自动调整至合适大小、形状，任意灵活切换光纤激光模式与 CO_2 激光模式，以获得不同厚度板材的最佳切割性能。（2）焦点精准调节，焦点控制精度高达 ±0.01mm，实时监控焦点位置，自动校正，保持始终处于合适的切割焦点位置。（3）选用高透过率光学镜片，激光吸收率低，极速达到热平衡，厚板切割更稳定。（4）传感器快速冷却，高效降温，降低厚板切割热辐射影响，厚板切割更稳定。（5）加工中对镜片温度、焦点位置、压力控制、镜片位置等实时监控，故障提前预警，稳定护航切割作业。



宏山激光，www.fshsl.com

六轴并联系统

HXP 六轴并联系统主要用于高精度、高集成度、高效率的六个自由度运动，适用于空间精密对位、微小器件加工和装配、光通信器件调芯、晶片检验等应用。



HXP 产品的机械主体采用六个电动推杆，每个电动推杆两端采用万向铰型结构，具有刚性强、重复定位精度高、工件安装位置灵活等特点。电动推杆内置绝对型编码器，断电仍可保持位置信息，重启时无需归零。电机驱动系统采用标准工业总线 EtherCAT 进行通信，可靠性高、通信效率高，兼容市场上主流运动控制系统。可用于光学检测、微波实验、光纤耦合、微加工和显微操作及汽车零部件加工等领域。

北京卓立汉光仪器有限公司，www.zolix.com.cn

振镜联动运动平台扫描系统

XLSCAN 是由德国 Scanlab 和 ACS 运动控制公司联合研发的振镜联动运动平台扫描系统。该振镜扫描系统靠同步控制和移动一个振镜扫描头与一个 XY 平台，加大了激光振镜扫描系统的工作区，提供了清晰的激光加工优势，实现了高加工吞吐量和高精度水平。



ACS，www.acsmotioncontrol.com

Advertiser	广告商名称	网址	页码
AEROTECH INC.		www.aerotech.com	BC
CASTECH INC.		www.castech.com	23
Edmund Optics China		www.edmundoptics.cn/070-8612	11
华芯光电		www.everbrightphotonics.com	7
MWCS 2020	数控机床与金属加工展	www.metalworkingchina.com	35
Newport	理波光电	www.newport.com.cn	5
Ophir		www.ophiropt.com/photonics	15
SCIIF 2020	华南国际工业博览会	www.sciif.com	1
安扬激光		www.yslphotonics.com	IBC

文章投稿指南

《激光世界》不发表公然推销某一具体产品或服务的文章。只有文章内容需要或与主题相关时，才可偶尔提及某一具体产品。

具体要求

1、最好配两幅以上相关图表。
2、应在预定发表日期之前一个月投到编辑部。
3、切勿一稿多投。
5、编辑部有权修改稿件。作者或供稿公司如需在出版前确认修改后的稿件，请事先声明。
6、请留下作者的各种联系方式。

发布新产品投稿指南

1、请清晰地写明新产品的名称、型号、功能、独特之处和用途等。
2、请附上产品照片。照片的分辨率不低于300dpi，大小不低于100万像素。最好是在单色背景下的简单的产品实物照片。
3、请提供能查阅产品更多信息的网址。
4、写清负责答复读者咨询的人员的姓名和联系方式。
5、写清能提供进一步信息的人的姓名、电话、e-mail。
6、本刊有权决定稿件录用与否。编辑部有权修改稿件。
7、本刊收到的稿件会在最近的一期发表，时间最长会延迟2个月。当提供对时间敏感的信息时，请注意预计发表的时间。
8、出版日期前5天截稿。

请将您的新闻或文章E-mail至庞会荣女士 Rossie Pang, E-mail:rossiep@actintl.com.hk,电话：13641292731

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

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

ENEADOR Business Media, LLC
61 Spit Brook Rd, 5th Floor Nashua,
NH 03060
Group Publisher
Paul Andrews
pandrews@endeavorb2b.com

Editor in Chief
John Lewis
jlewis@endeavorb2b.com

销售人员 Sales Offices

China (中国)

Hong Kong (香港特区)
Mark Mak (麦协和)
markm@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

Shanghai (上海)
Sales Director-China
(中国区销售总监)
Hatter Yao (姚丽莹)
hattery@actintl.com.hk

Amber Li (李歆)
amberl@actintl.com.hk
Tel: 86 21 6251 1200

Shenzhen (深圳)
Jenny Li (李文娟)
jennyl@actintl.com.hk

Gavin Hua (华北平)
gavinh@actintl.com.hk
Tel: 86 755 2598 8571

Beijing (北京)
Cecily Bian (边团芳)
cecilyb@actintl.com.hk
Tel: 86 10 8484 4007

Wuhan (武汉)
Sky Chen (陈燕)
skyc@actintl.com.hk
Tel: 86 137 2373 9991

Eva Liu (刘婷)
eval@actintl.com.hk
Tel: 86 138 8603 3073

Grace Zhu (朱婉婷)
gracez@actintl.com.hk
Tel: 86 159 1532 6267

Asia (亚洲)

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

Taiwan, Singapore, Malaysia (台湾，新加坡，马来西亚)
Regional Sales Director
Mark Mak (麦协和)
markm@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

North America (北美)

East & Central
Jeff Nichols
jnichols@endeavorb2b.com
Tel: 1-413-442-2526

West & Mountain
Anne Marie St.John-Brooks,
amstjohn@endeavorb2b.com
Tel: 510.606.0630

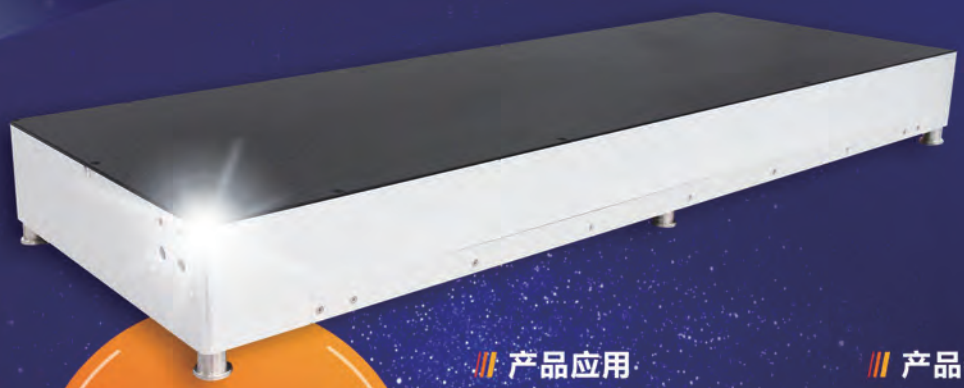
Europe & Middle East (欧洲及中东)

Europe
Holger Gerisch
hgerisch@endeavorb2b.com
Tel: 49(0)8801 9153791

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

YSL 安扬激光
Photonics

武汉安扬激光技术有限责任公司
+86 27 87204039 Sales@yslphotonics.com
www.yslphotonics.com



100W 飞秒光纤激光器

产品应用

- OLED 模组切割
- 全面屏切割
- 蓝宝石&陶瓷盖板&玻璃切割与钻孔
- 复合薄膜材料加工
- 半导体晶圆加工
- 锂电池隔膜切割

产品特点

- 平均功率 >100W
- 脉冲宽度 ~300fs-10ps(可调)
- 重复频率 25-5000KHz(可调)
- 脉冲能量 >200uJ
- 支持 PSO/POD控制
- 支持 Burst脉冲串功能

20W 超连续谱光源

产品应用

- 光电流显微检测
- 纳米光子学
- 荧光光谱与成像
- 超分辨成像（STED）
- 光学相干断层扫描（OCT）
- 光声显微成像

产品特点

- 总功率 >20W
- 外部触发 1-80MHz
- 波长 400nm-2400nm
- 重复频率 0.01-200MHz
- 单脉冲能量 >1.5uJ
- 单模光纤输出



高精密运动控制全方位解决方案



驱控



压电



电机



平台



振镜



系统

AEROTECH

www.aerotech.com • +86 (21) 5508 6731
中国上海市杨浦区长阳路1687号B号楼B101-3室
sales@aerotech-china.com