光学和光电子产业的主导刊物 www.laserfocusworld.com.cn 2017年9/10月 第5期
ISSN: 1817-6917

激光世界

LaserFocusWorld® China



热沉三明治扩展半导体膜激光器的波长 11

10

一个绝妙的裂纹解决方案 14

快轴准直镜提升二极管激光器系统的性能 26

激光加工系统的安全要求 28

微信公众号

ACT

PennWell®

您的技术信息平台

一系列产品－包括
国际专业技术杂志的中文版、网上
出版物、会议、培训和活动

欢迎免费索阅或参与活动
www.actintl.com.hk

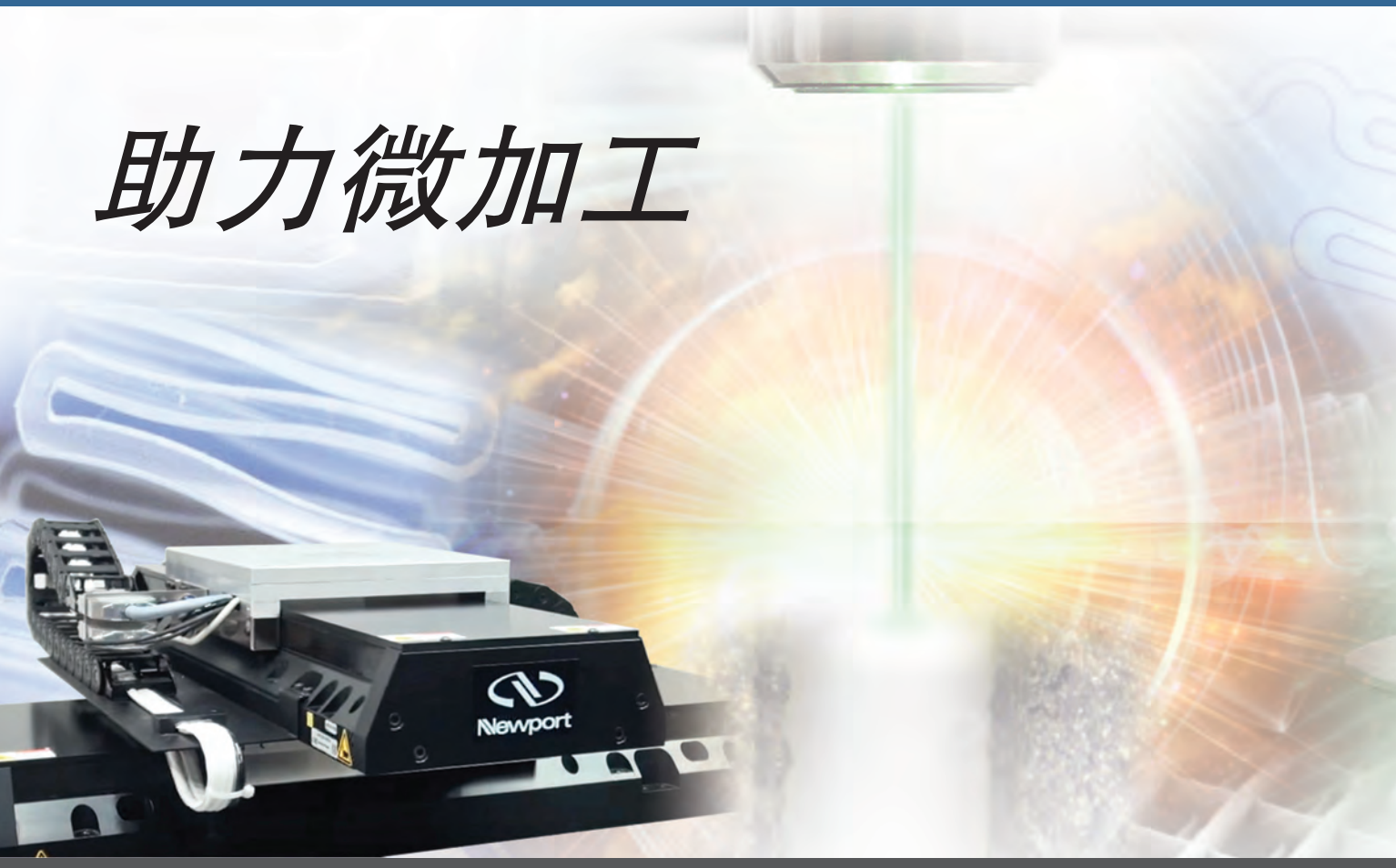


雅时国际商讯（ACT International）成立于1998年，为高速增长的中国市场中广大高技术行业服务。ACT通过它的一系列产品－包括杂志和网上出版物、培训、会议和活动－为跨国公司及中国企业架设了拓展中国市场的桥梁。 ACT的产品包括多种技术杂志和相关的网站，以及各种技术会议，服务于机器视觉设计、电子制造、激光/ 光电子、射频/ 微波、化合物半导体、洁净及污染控制、电磁兼容等领域的约十多万专业读者。ACT 亦是若干世界领先技术出版社及展会的销售代表。ACT总部在香港，在北京、上海、深圳和武汉设有联络处。

香港	深圳	上海	北京	武汉
852-28386298	86-755-25988571	86-21-62511200	86-10-67484833	86-27-59221554



助力微加工



Newport 专为激光微加工设计的运动控制解决方案

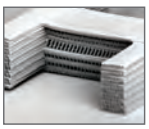
当您的应用需要高精度控制时，Newport运动控制产品可帮助您实现从纳米级到微米级的加工需求。凭借一系列的线性位移台、旋转台，及高性能的运动控制器，再加上深入成熟的应用技术，对于您在微加工领域面临的挑战，Newport能够祝您一臂之力。

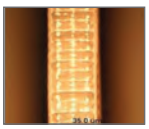
IDL线性位移台

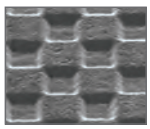
- 出色的工业级设计
- 非接触，高效直线电机
- 高精度编码器
- 行程100mm到1.2m


划线


钻孔


增财制造

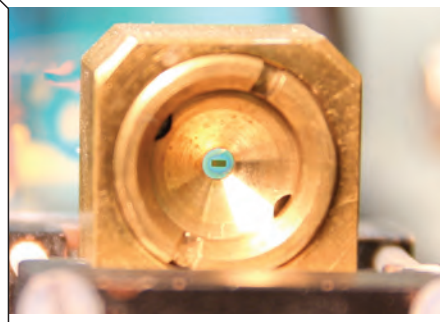

表面结构


激光烧蚀

mks

了解更多Newport产品信息，请登录**www.newport.com**
或联系我们 **0510 8113 5000**, **china@newport.com**

Newport®



11 封面故事
新型激光器
热沉三明治扩展半导体膜激光器的波长
通过在金刚石或SiC热沉之间夹入量子阱或点状膜，能够最大程度地冷却激光介质，消除了对反射镜的需求，扩展了新一代半导体激光器的波长性能。

市场风向标

6

印度激光市场发展观察与展望
预计未来五年，全球激光市场规模将达到210亿美元，复合年均增长率（CAGR）为11.6%，而印度市场将成为这一增长背后的主要推手。

应用天地

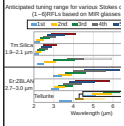
14

激光焊接
一个绝妙的裂纹解决方案
高强度钢和激光焊接在车身制造中的应用日益广泛。但两者结合会引起热裂纹形成的重大风险。现在有一个方案可以解决这一问题。

17 软件仿真设计

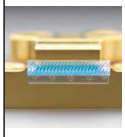
原型样机仿真设计加速光学产品上市
通过在同一虚拟建模环境中合作，光学和机械工程师能快速确认并改正设计中的误差，在产品设计阶段加快研发、降低成本，加快产品上市。

技术中心

21 中红外激光器

超窄线宽中红外激光器波长可跨越2.5~9.5μm
新墨西哥大学开发了一种新颖设计的窄线宽中红外分布式反馈拉曼光纤激光器，光谱范围2.5~9.5μm，并且无间隙。

22 光学设计

如何选择正确的激光扩束器
扩束在许多激光系统中是必不可少的，所以在不耗费昂贵成本的情况下，正确指定必要的光束扩展器以实现正确的性能，已成为成功的关键。

24 光束整形

快轴准直镜提升二极管激光器系统的性能
利用高折射率系数材料生产的具有非球面表面的FAC，具有高数值孔径，能够实现低剩余发散角的光束。

激光安全

28

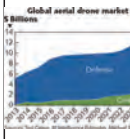
激光加工系统的安全要求
激光加工系统是指以激光为核心加工工具的现代化生产系统。激光加工系统正逐渐走进许多传统制造行业，如何保障激光加工系统的设计和使用安全是各个企业面临的重要问题。

光耀荆楚

30 激光切割
红外激光切割蓝宝石的实验研究

34 三维激光测量
三维激光技术在建筑物外立面测量中的应用

商业论坛

37

光子学在新兴无人机市场中的发展策略
在过去的几年中，商业应用市场对小型无人机（UAV）的兴趣越来越浓。新兴无人机市场为光学、光子学和成像产品制造商带来了新的希望。

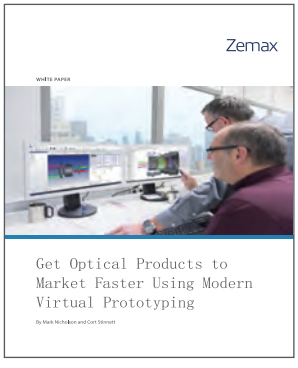
5 编者的话
8 前沿简讯
39 产品撷英
40 广告索引

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

改变
传统光机设计流程

从灵感到产品，快到超出你的想象



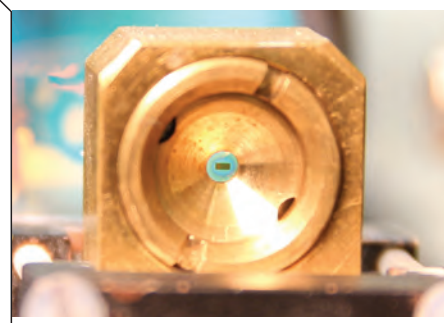
让光学系统设计灵感更快变为现实

Zemax原型样机仿真设计结合了OpticStudio和LensMechanix的优势，极大简化了光学工程师和机械工程师的工作流程。无论是开发巡航无人机还是超分辨成像显微镜，通过原型样机仿真设计，工程师们能够在产品开发早期就发现问题。使用原型样机仿真设计的公司们已经从中获益，产品的快速上市帮助他们抢占先机，收益更多。

登陆 Zemax.com/Transformed免费下载白皮书：
通过原型样机仿真设计加速光学产品上市

欢迎参观2017 CIOE展会并莅临我们的展位
2017.09.06-09，展位号：8A03

Zemax



11 COVER STORY

Novel Lasers

Heat sink sandwich extends wavelength for semiconductor membrane laser

By sandwiching a quantum well or dot membrane between diamond or SiC heat sinks, laser-media cooling is maximized and extending the wavelength performance for a new breed of semiconductor laser.

6 MARKET WATCH



Trends in the Indian laser market

With a compound annual growth rate (CAGR) of 11.6%, the global laser market is expected to cross $21 billion in the next five years and India will be main contributor to this growth.

14 APPLICATIONS



Laser Welding

A cracking idea

High-strength steels and laser welding are increasingly popular in car body manufacturing. But combining those two things leads to a significant risk of hot crack formation. Now there's a solution.

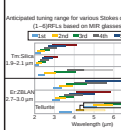
17 Software Simulating Design



Get optical products to market faster using modern virtual prototyping

By collaborating on a shared virtual prototype, optical and mechanical engineers can quickly identify and correct design errors early in the design phase. It can achieve higher top-line revenue, reduced cost, and faster time to market.

21 TECHNOLOGIES CENTER

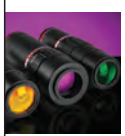


Mid-IR Lasers

Ultranarrow-linewidth mid-IR laser family could span 2.5 to 9.5 μm

A family of narrow-linewidth mid-infrared (mid-IR) lasers of novel design has been developed, they are distributed-feedback Raman fiber lasers that span the spectral region of 2.5 to 9.5μm with no gaps.

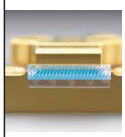
22 Optical Design



How to select the right laser beam expander

Beam expansion is essential in many laser systems, so correctly specifying the necessary beam expander to achieve the right performance without excessive cost has become crucial for success.

24 Beam Shaping



FISBA's Fast Axis Collimators Improve Diode Laser System Performance

FACs fabricated of high refractive index glass with acylindrical surface profiles have high numerical apertures and create beams with low residual divergence.

28 LASER SAFETY



Laser work station safety requirement

Laser processing systems are going into many traditional manufacturing industries. How to ensure the laser processing system design and use safety is an important issue facing the various enterprises.

LASER BRIGHTEN HUBEI

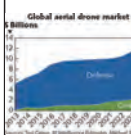
30 Laser Cutting

An experimental study on cutting sapphire using infrared laser

34 3D Laser Measurement

Application of 3D laser technology in building outside facade survey

37 BUSINESS FORUM



Strategies for positioning photonics in the emerging UAV market

The emerging UAV market presents real promise for optics, photonics, and imaging component manufacturers.

5 EDITOR'S NOTES
8 LEADING EDGE SNAPSHOTS
39 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 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
© 2017 版权所有 翻印必究

技术与应用创新活跃产业氛围

工业自动化水平的提高和智能制造的发展趋势，正在促使激光逐渐成为各个加工领域的标配工具，特别是最近几年，这种发展趋势尤其快速明显。应用大环境的利好，也促进了激光技术本身和其在各个应用领域的不断发展与创新，同时地域市场也在不断扩张。

印度作为继中国之后亚太地区的又一个快速增长的新兴市场，也是未来几年激光技术快速发展的一个市场。虽然在目前的全球激光市场中，印度市场仅占据大约 5% 的市场份额，但是未来几年印度市场将迎来更快速的发展，主要是汽车等行业在印度的发展而带动激光钣金加工等需求迅速飙升。

激光器技术本身也在不断创新。半导体激光器是一项非常有发展潜力的激光源。本期的封面故事介绍了一种拓展半导体激光器波长的新颖方案，通过在金刚石或 SiC 热沉之间夹入量子阱或点状膜，能最大程度地冷却激光介质，消除了对反射镜的需求，扩展半导体激光器的波长性能。未来几年高质量半导体激光器现有波长的空缺将会进一步收窄。

众所周知，半导体激光器的输出光束是不对称的，在使用前通常需要整形处理。本期技术中心栏目的《快轴准直镜提升二极管激光器系统的性能》一文中，读者将了解到 FISBA 公司独特的快轴准直镜光束整形方案，是如何帮助用户获得最优的激光二极管输出性能的。

当然，每种应用都对激光的性能参数有着不同的要求，激光器输出的光并不能直接使用，因此在很多应用中，激光扩束器必不可少。本期的技术中心栏目中，我们精选了一篇如何选择激光扩束器的文章，来自 Edmund Optics 公司的作者为读者详细介绍了扩束的基础知识以及如何根据需求选择适合的扩束器，从而避免不必要的昂贵成本浪费。

高强度钢和激光焊接在车身制造中的应用日益广泛，但是高强度钢焊接中出现的热裂纹一直是个难题，现在有一个方案可以解决这个问题。在应用天地栏目中，通快公司介绍了一种绝妙的高强度钢激光焊接裂纹解决方案。

激光领域不断有新的热点涌现，这说明整个激光行业时刻处于高动态的发展前进之中。在中红外激光器领域，新墨西哥大学的一个研究小组已经让超窄线宽中红外激光器的波长跨越 2.5~9.5μm；武汉吉事达科技股份有限公司进行了红外激光切割蓝宝石的实验研究；武汉海达数云技术有限公司将三维激光技术用于建筑物外立面测量中……总之，激光技术在发展演进，激光应用在日益广泛普及，激光产业发展向好。❑

本刊编辑部

印度激光市场发展观察与展望

文/Rakesh Agarwal

在规模超过 120 亿美元的全球激光市场中，印度市场大约占据 5%的份额。预计未来五年，全球激光市场规模将达到 210 亿美元,复合年均增长率（CAGR）为 11.6%，而印度市场将成为这一增长背后的主要推手。自 2012 年以后，印度激光切割市场增长了 10 倍，切割设备的年销量从 50 台增长到了 500 台。

随着光纤激光切割机的价格几乎天天下降，之前印度市场中较多的是专门的激光加工公司，现在该市场也有了自己拥有激光加工设备的公司。早期的激光设备成本过高，需要训练有素的专业人员，因此那时候企业都是将激光加工业务外包给激光加工公司。然而,随着激光器价格的下降（现在 1kW 激光器的成本已经降到 5 万美元以下），很多公司开始拥有自己的激光加工设备。随着激光加工设备成本的下降，这一趋势越来越明显，这也是钣金切割机在印度市场快速发展的主要原因。

目前印度激光市场的快速发展，背后主要的推手是汽车行业，其中主要是钣金切割加工公司的驱动。这些企业主要位于浦那、班加罗尔、钦奈、曼萨尔（德里附近）和艾哈迈达巴德等汽车中心，共占据了印度激光金属切割加工公司的 80%以上。虽然机床行业遍布印度，但在旁遮普邦、昌迪加尔、鲁迪纳和哥印拜陀等地更加发达，而用于钻石加工的激光器主要集中在苏拉特，该地已经部署了 10,000 到 12,000 台激光器。

位于艾哈迈达巴德的 Sahajanand 公司开启了印度的光纤激光切割市场。Sahajanand 是第一家制造光纤激光切割系统的公司，并拥有光纤激光系统设计方面的专利。此外，也有如 Scantech（孟买）、Suresh Ind（浦那）、Proteck（钦奈）、A Innovative（艾哈迈达巴德）、Mehta CAD CAM（艾哈迈达巴德）和 Lastronix（艾哈迈达巴德）等其他公司，正在生产钣金切割机。另有一些分销商在销售这些设备，如 Angel CAD CAM（德里）、Laser Technologies（孟买）、Sigma Mechatronix 等公司。

在印度设有办事处的主要国际公司，已经在印度市场销售其完整的系统达多年之久，该市场主要由通快、Amada、百超、LVD、普瑞玛、大族激光、金运激光等厂商主导。这些公司一直是印度金属切割市场的主导者，直到中国的低成本金属切割系统（主要为 500W）开始抢占这块市场。

随着印度激光市场的不断增长，印度对技术人才的需求也在增加。但是，缺乏训练有素的专业人员，是印度本地制造商和分销商未能发展壮大的主要原因。

其他应用如熔覆、焊接和硬化市场也正在增长，但是这些市场的增长速度并不像切割和打标市场这么快。但是，随着激光器成本的持续走低，加上印度的“Make in India”计划，印度市场对这些应用的需求将不断增长，越来越多的公司正在寻求本地化的系统和解决方案。

印度市场对激光器的需求即将飞速增长。市场的增长将受到经济型光纤激光切割机、技术需要、旧设备的更新换代和其他激光应用的联合驱动。

买得起的激光加工设备

来自新德里 Vibrotech 公司的 Girdhar Sharma，是一家小型空气处理设备制造工人。他的 1~2mm 钣金和制造要求是切割和弯曲，其中大多数切割工作外包给离他很近的加工公司，他自己完成最后的弯曲和收尾工作。

当加工公司搬迁到几英里远的新地点后，Sharma 开始面临着一场运输方面的噩梦，因为离他最近的加工公司至少也有 4.5 英里远。最后，他决定购买自己的激光切割机(见图 1)。

在过去几年中，该公司的销售和服务工程师们也越来越多地遇到类似情况。在最常见的“制造与购买”的困境中，“制造”明显获胜。为什么自己制造倾向比以往任何时候都更强烈呢？答案是市场需求明显增加，而机器变得更加便宜。



图1：HSG公司为新德里Vibrotech公司安装的激光切割机。

尽管印度是以服务为基础的市场增长模式的典范，但是发展制造业已成为印度政府的首要议程。有吸引力的发展计划（如更大力度地宣传 Make in India）已经启动，以促进制造业的发展。年印度制造业的增长高达 9.3%。

激光器也变得更加便宜，相比于几年前，现在只要花上过去 25% 的价钱就能买到同样的机器。新政府计划还提供投资补贴、利息补贴和保险。

优先考虑激光效率

另一方面，Powerbeam Technology Mumbai 公司的 Jayesh Ramani 拥有印度第一台也是最快的一台激光切割机——这是一台 6kW 的系统，来自激光器制造商 Eagle，其加速度为 6G（见图 2）。之所以选择这台激光切割机，主要是因为 Jayesh Ramani 首先关注的是效率而非价格。

“拥有一台非常高效的机器，比几台并行运行的普通机器更能创造价值。最重要的是，我不再担心生产，该机器让我的工厂走在了市场前沿。”Ramani 解释说，“它不仅可以减少维护，还可以节省大量空间。”这是一个相当中肯的评价，因为孟买仍然是世界上最昂贵的房地产市场之一。然而，最重要的关注点是质量，也就是哪台机器能够满足市场需求。

随着越来越多的全球性公司在印度建立生产工厂，质量规范将越来越严格，越来越多的 OEM 将会赞同 Ramani 这种拥有尖端技术的观点。

对质量要求非常严苛的，恰恰是激光加工产品最大的消费行业——汽车行业，目前该行业正处于高速发展阶段，2017 年印度有望成为世界第四大汽车市场。像起亚和川崎等汽车制造商，都已经宣布计划在印度设厂；风神、本田、丰田等汽车大佬们正在扩充生产能力；同时丰田还瞄准了印度左驾驶汽车的出口。



图2：Powerbeam Technology公司的6kW激光切割机，可以在9秒内完成托盘更换。

重新考虑二手设备

本世纪初期，印度市场上主要是二手 CO_2 激光切割机。使用这些需要高维护的二手设备的工厂，现在面临着设备陈旧的困境。所有这些机器已经过时，需要更换。

虽然不可能知道印度在用的二手机器的确切数量，但我们的数据表明，在未来一年内，更换这些机器的销售额将占据总销售额的近 25%。

其他应用

印度市场的其他应用也正在缓慢升温，如焊接、硬化和熔覆等应用。该市场对自动化、速度和精度要求的提升，已经使激光在包装行业发挥着重要作用。激光一方面已经在逐渐成为灵活创新的包装的首选，另一方面该技术也将有望替代一些传统的包装模具。

相比于传统的包装机器，激光设备能够提供更大的包装灵活性。随着包装行业越来越追求创新，激光已经成为包装行业的必然选择。包装行业的要求非常多样化，且具有独特性，因此 Laser Technologies 公司拥有一个专门的团队，是根据个例包装需求来开展项目的。

未来展望

在可预见的未来，上文中讨论的当前趋势将会继续。此外，预计印度市场还将涌现出以下趋势。

对专家的需求。印度的激光工程师几乎完全是在应用中摸索经验，几乎没有经受过专业培训。随着越来越多的和越来越先进的激光设备进入印度市场，专业人才可能会成为印度激光市场发展的一个瓶颈。

买方市场。大量制造商的进入，将使印度成为一个买方有更多话语权的市场，因为他们拥有了更多选择。

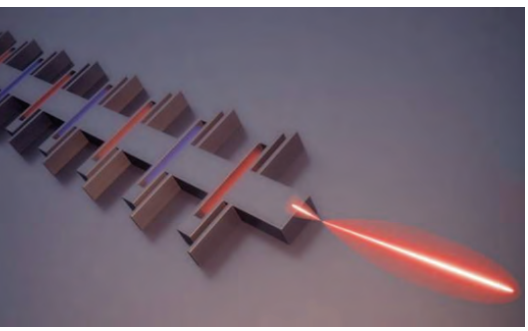
制造和组装。越来越多的制造商将在印度建立工厂和组装厂，以迎合日益增长的印度和南亚市场。

研究与开发。在过去一年中，Laser Technologies 公司已经收到了来自印度教育机构的关于激光器安装方面许多询问。这将催生印度市场出现比以往任何时候都更多的激光研发工作。

除了以上这些趋势外，激光安全仍然是一个重要问题，这需要大量的教育工作。❑

前沿简讯 Leading Edge Snapshots

新设计将太赫兹激光器的功率输出提升 80%



近日，来自桑迪亚国家实验室（Sandia National Laboratories）和多伦多大学（University of Toronto）的研究小组，在微型太赫兹光源方面取得突破性进展，成功将太赫兹激光器的功率输出提升 80%，该项目有望在工业成像及化学检测等领域获得广泛应用。目前，该项目已经获得 NASA 青睐，用于测量氧气含量，以探究星际介质组成部分。

由于太赫兹激光源存在相反方向发射激光的问题，导致其实际输出效率低，至少一半的能量被白白浪费掉，使得应用受到限制。

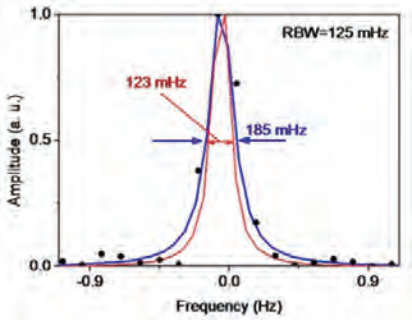
为了解决这一难题，该研究小组采用了全新的结构设计。利用量子级联激光形成“驻波”，并在驻波内增添裂缝，使得太赫兹激光可以冲出波导，与相反方向波段重合，从而增加激光强度。该装置成功地将 80% 的激光强度导向了正确的方向。同时，该设计也解决了传统反射镜造成的激光合成损耗问题，对于太赫兹激光效率提升非常重要。

采用该设计进一步提升了太赫兹激光功率，但是仍有部分能量被浪费掉。未来还需要完善激光束整体表现，从而获得更高质量的激光束。❑

超稳激光研究取得重要进展

近日，国家授时中心张首刚、姜海峰研究员带领的飞秒光梳及其应用研究小组在超稳激光研究取得重要进展，其相关技术指标达到国际先进水平。

该团队利用自主设计和研制的电光调制器，大幅降低了常用激光 PDH 锁频技术中的剩余幅度调制噪声，成功将 1555nm 光纤激光器的频率锁定在超低膨胀系数玻璃（ULE）光学参考腔的谐振频率上。通过比对两套位于不同实验室内的超稳激光系统，测得超稳激光拍频线宽 185mHz，短期频率稳定度达到 7×10^{-16}，该结果将发表在今年 9 月的 Chinese Physics letters，其电光调制器的实验结果发表在美国光学学会期刊 Optics Letters，并已申请 PCT 国际专利“PCT/CN2016/070552”和美国专利。



超稳激光在光频标、超稳微波源、超精密光谱、引力波探测等领域有重要的应用，是国际精密计量研究的竞争焦点之一。目前，该团队研制的超稳激光系统已成功应用于超稳光生微波研制项目，也将为国家授时中心承担的光钟系统研制、基准喷泉钟研制、光纤频率传递等项目提供有利的支撑。❑

II-VI INFRARED

CO_2 激光镜片
- 聚焦镜
- 反射镜
- 扫描激光系统



红外光学材料
- 硒化锌
- 硫化锌
- 硫化锌多光谱



光纤激光镜片



II-VI HIGHYAG

8KW可调光斑切割头



激光焊接头



光纤光缆



贰陆红外激光（苏州）有限公司

电话：+86-400-858-1126　传真：+86-512-6767-1207

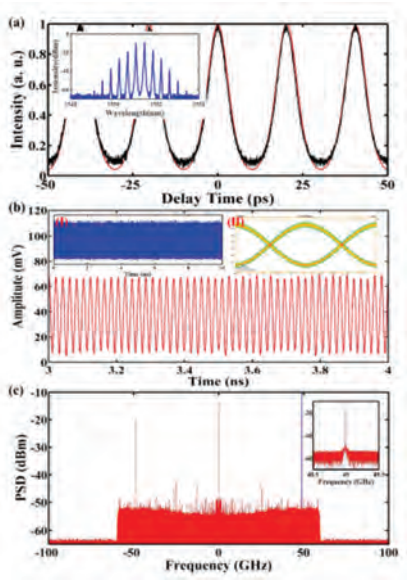
电邮：infosz@ii-vi.com.cn　网址：http://www.ii-vi.com

地址：江苏省苏州市工业园区星汉街5号D幢01楼01-02单元

西光所在片上集成光源方面取得系列研究进展

西安光机所微纳光学与光子集成团队在片上集成光源方面取得系列研究进展。

首先，在片上实现了以 49GHz 为基频的多倍频（1~15）稳定激光脉冲源。针对超高速光学时钟、高速光通信技术、微波光子学、光谱测量及天文光频梳等领域对激光脉冲源的重频提出的更高需求，西安光机所利用自主研制的片上微环谐振腔，基于耗散四波混频效应，实现了基频为 49GHz 的稳定激光脉冲输出，相比于超短腔脉冲激光器，有效降低了由 Schawlow and Townes 限制带来的高相位噪声。同时利用片上激光模式选择机制，实现了 49~735GHz 的多倍速率的激光脉冲，突破了激光腔自由光谱范围对重复频率的限制。



49GHz激光脉冲的实验测试结果

其次，在傅里叶变换极限超窄谱片上锁模激光技术方面取得重要突破。传统锁模技术常被用来实现超短脉冲，研究者更多地将锁模技术用于展宽频谱带宽以实现超短、亚皮秒级甚至阿秒级的激光脉冲，而傅里叶变换极限超窄谱片上纳秒脉冲的锁模激光器较难实现，这种激光器因其频谱带宽比较窄，可广泛应用于光谱学测量、传感器、相干光通信以及量子光学等领域。西安光机所和国外多家单位合作，利用非线性放大环路反射镜实现了超窄谱的集成被动式锁模激光器，其中核心的环路反射镜采用西光所特有的低损耗高折射率差高 Q 值微环谐振器。该激光器输出的激光脉冲时域半高全宽（FWHM）为 4.31ns，平均输出光功率约为 2.5mW，峰值功率可达约 60mW，输出振幅 RMS ＜ 2.3%，谱宽 104.9MHz。❑

通快公司开始量产快 100 倍的 EHLA 激光金属涂层系统

近日，德国激光巨头通快（TRUMPF）宣布已经准备好批量生产新的 EHLA（超高速激光沉积焊接）激光金属涂层系统。EHLA 是一种快速、高效的金属涂层方法，比现有工艺快 100 倍。该工艺由德国亚琛弗劳恩霍夫激光技术研究所的研究人员开发，他们也获得了该技术的专利。

激光沉积焊接已存在多年，是最佳的金属涂层方法之一，能产生无孔和无裂纹的金属涂层，并能让涂层与用各种材料制成的基板形成牢固的冶金结合。这种方法面临的主要挑战之一是为大型零件涂层，主要限制来自速度方面（每分钟 10~40cm^2）。新的 EHLA 方法解决了这一问题，可达到每分钟超过 250cm^2 的沉积速度。

之所以能实现如此高的速度，是因为弗劳恩霍夫研究人员稍稍调整了沉积过程。标准的激光沉积焊接涉及用激光熔化零件表面，形成一个熔池。激光同时也会熔化金属粉末，粉末被逐渐添加进来，以涂覆零件表面，并和表面融合在一起。与此不同的是，研究人员在焊点上方用激光将粉末填充材料加热至近熔点，当粉末到达熔池时，能在极短的时间内熔化。

此外，EHLA 方法可以打印更薄的涂层，厚度在 10~300μm 之间，之前能实现的最小涂层厚度约为 500μm。通过使用一个更精细的激光焦点，EHLA 使用的能量也更少。



随着开始批量生产 EHLA 系统，通快表示，会将该工艺直接整合到自己的激光系统中，如自己的二极管激光器和碟片激光器。通快的许多基于激光的机器与 EHLA 兼容，包括 TruLaser Cell 3000、TruLaser Cell 7000 系列。前者可用于制造中小型零件，后者则更适合用来制造大型零件。此外，EHLA 也可以添加到其他制造商的现有系统中。❑

新型激光器

热沉三明治扩展半导体膜激光器的波长

通过在金刚石或SiC热沉之间夹入量子阱或点状膜，能够最大程度地冷却激光介质，消除了对反射镜的需求，扩展了新一代半导体激光器的波长性能。

文/Hermann Kahle，Cherry May Mateo，Roman Bek，Michal Jetter，Uwe Brauch

半导体碟片激光器的输出功率最终受限于热沉消散余热的能力。通过对夹在金刚石或 SiC 热沉材料之间的膜中包含量子阱（QW）或量子点（QD）有源激光介质，能够最大程度地冷却激光介质，当利用 532nm 泵浦时，能够实现 657nm 波长处 0.6W 的衍射极限输出。

除了这个初步的演示，我们的团队还预期：如果能够直接泵浦量子阱来减少热负荷，则能进一步提升性能。该半导体膜激光器的对称透射三明治结构，使热效应对激光谐振腔和光束质量的影响最小化，因此无需分布式布拉格反射镜（DBR），可以扩展材料组成和波长的可能范围。

膜的设计

碟片激光器实现了具有优良甚至优异光束质量的千瓦级输出功率的固体激光器，光学效率优于 50%，尽管通常优选的镱钇铝石榴石（Yb：YAG）碟片具有相对高的透明度。[1] 这主要归功于通过与热沉直接接触的后端高反射率（HR）镜，以及主要与谐振器轴线共线的热流，实现了优化的冷却几何结构。

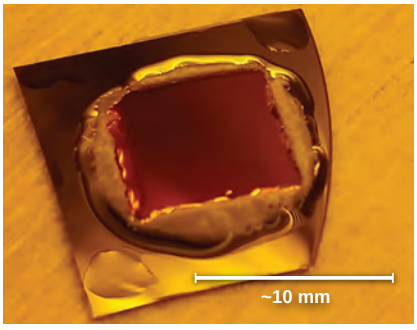


图1：图中显示将半导体膜胶合到硅载体晶片上。

实际上，对于只有几纳米厚的量子阱或量子点层的碟片状增益材料而言，半导体应该是更好的选择，半导体外延是包含量子阱或量子点层的有源区域和高反射 DBR 镜的优选生产方法。

相比于 Yb：YAG，半导体碟片激光器在设计上的另一个优点是：量子阱之间较厚的间隔层可以方便地用作泵浦辐射的吸收体，从而不需要固体碟片激光器的多程光学元件。[2] 由于低最佳输出耦合和强力增强的循环功率，碟片概念通常允许在腔内可以实现非常有效的二次谐波产生（SHG）。这与使用不同材料组成的半导体可得到的大范围基频波长相结合，会更为有趣。[3]

不幸的是，半导体碟片激光器严重依赖于材料系统，其输出功率或多或少地受到限制。原因包括稍高的透明度阈值、更高的热负荷（由于间隔泵浦光子比激射光子具有更高的能量）、更大的损耗增加（温度升高所致），以及具有大量交替层的 DBR（由于折射率的低对比度形成），从而构成较高的热障。

一般来说，依靠小泵浦点（光束直径 <1mm）与铜或金刚石散热器相结合，能产生更有效率的三维热流。在给定的热负荷密度下，这将降低有源层的温度，但是会限制输出功率，因为泵浦点和激光模式面积小。

在 DBR 是主要问题的情况下，采用与有源区直接接触的腔内热沉，允许热流绕过 DBR。通过这种方式，发射红光的磷化铟镓（GaInP）碟片

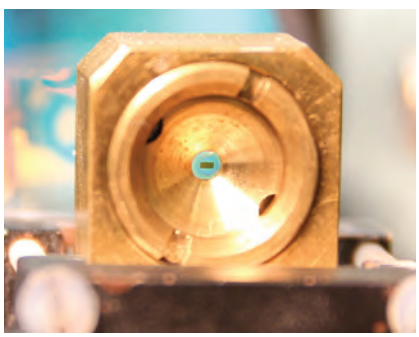


图2：图中显示具有金刚石膜三明治结构的样品架。

激光器的输出功率，可以提高到瓦级范围。[4]

先决条件包括热沉和碟片之间良好的光学和热接触（通过液体毛细管或化学键合，或简单地通过机械压力），以及由于热沉（通常由单晶碳化硅或金刚石制成）的吸收、散射或双折射引起的低插入损耗。如果想要使用最少的量子阱来保持低透明度和低激光阈值功率密度，那么降低谐振腔的损耗尤其重要。

下一个逻辑步骤是放弃 DBR，并将有源区膜夹在两个热沉之间。这样，每个热沉仅处理原有功率的一半，并且碟片内热流的最大距离也减少了一半。因此，有源区内的最大温升应该减少 2-4 倍，具体取决于温度梯度主要在碟片外部还是内部产生。

对于给定的最大工作温度，热沉三明治允许设计扩展到更大的泵浦点尺寸，对更低效率的一维冷却具有更大的贡献。如果每单位面积的冷却能力放松至一半，则泵浦点直径可以 2-3 倍大，转化为 4-5 倍大的输出功率。[5] 这样，不再需要生长晶格匹配的 DBR 反射镜，可以对有源区使用更宽范围的材料组成，从而增加可用激光波长的范围。

膜的制造

为了制造热沉 / 膜 / 热沉三明治，开发了一种需要从衬底分离有源区（通常为几百纳米厚）并将其安装到热沉之间的工艺。

为了实现这一点，在有源区和所需的牺牲层外延生长之后，将晶片切割成块，并将外延胶合到硅载体上。在衬底和有源层之间的砷化铝（AlAs）牺牲层，可以通过湿法化学蚀刻完全去除衬底。

然后该牺牲层在第二步蚀刻工艺中去除，仅在硅载体晶片上留下有源区（见图 1）。胶溶解后，可以通过其中的一个热沉衬底“拾起”自由浮动膜。

然后将顶部具有膜的热沉转移到样品夹持器，其中使用轴环螺母将第二衬底放置在第一衬底的顶部上，以施加一些压力（见图 2）。在拧紧螺母时，热沉 / 液体 / 膜界面的反射和干涉效应消失，意味着光学接触。

有源区的设计与标准半导体碟片激光器的设计非常相似。由于膜和热沉之间的折射率差异（相对较小），仍然有一些驻波贡献于电场，进而对膜中的强度进行调制。

对于具有最大增益的谐振设计，必须仔细考虑膜的厚度，并且量子阱或量子点应在碟片内强度分布的波腹处周期性地封装，以最大化谐振周期增益（RPG）。

最简单的外部谐振器近似于同心腔，其中束腰处的三明治通常对应于谐振器轴线，散热器的外侧具有减反射（AR）镀层。DBR 对屏障泵浦的泵浦波长显然没有限制，也就是说，在有源区域中不被吸收的泵浦辐射部分简单地传输，并且如果需要，可以容易地通过外部反射镜在膜上再次成像，实现第二程吸收。

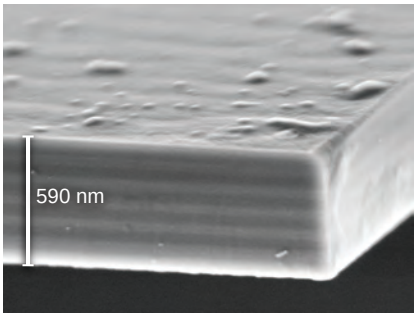


图3：扫描电子显微镜（SEM）图像显示590nm厚的自支撑膜；以每组4个量子阱、总共5组排列的20层量子阱层，在图中显示为较浅的条纹。

组装膜激光器

在两个 0.5mm 厚的单晶金刚石窗口之间，使用具有五组四个 GaInP 量子阱的膜在 RPG 布置中挤压，首次展示了膜外腔表面发射激光器（MECSEL）的运行，在 657nm 波长处具有 595mW 的输出功率（见图 3 和图 4）。在 532nm 波长、以 3.7W 的入射功率泵浦，在 3.0W 的吸收功率下，MECSEL 的性能仅受到热致功率崩溃的限制。[6]

相对于入射功率测量的斜率效率为 22%，测量条件为 4%的输出耦合、10 ℃ 的热沉温度。从 7nm 宽的激光光谱（腔和 RPG 谐振相对较弱的结果）可以看出，这些激光器的调谐范围相当大。

除了最大限度地除热，最小化热负荷是提高碟片激光器性能的另一个选择。以比激光波长短 5%-10% 的波长直接泵浦量子阱，可以使热负荷减少 2-4 倍。然后，需要多程泵浦以确保高吸收效率。

由于内部谐振在这种最小化热负荷配置中相当薄弱，所以当适应透射碟片形式时，MECSEL 需要外部多程光学器件。这可以简单地将膜两侧的两个标准（反射）多程光学元件组合在一起。

另一种选择是使用透射光学元件将光束在各程之间移动，与任一端的抛物面镜组合。由于不需要 DBR 镜，使用这些膜激光器可能可以获得新的波长范围。特别是铝镓铟氮化物（AlGaInN）系统到达蓝光 / 近紫外光谱区域，其中 DBR 由于 GaN 和 AlN 的晶格常数非常不同，以及 AlInN 相对于 AlGaInN 材料体系的低折射率对比度而难以实现。目前，基于 AlGaInP 的激光器由于 DBR 吸收

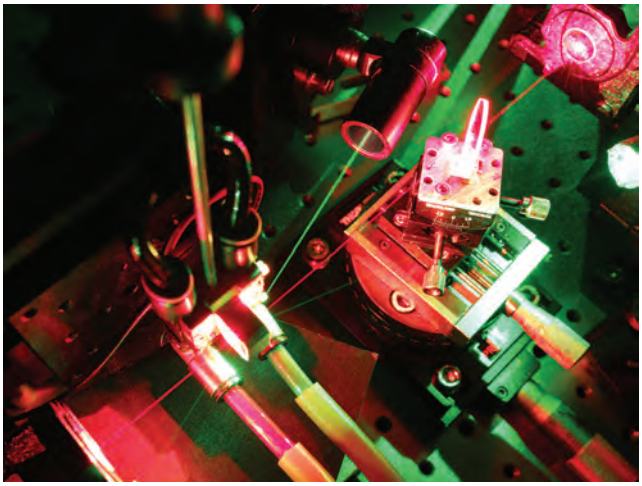


图4：图中展示了运行中的膜激光器。双折射滤光片用于波长调谐。

在橙色光谱端受限、由于激活区域和 DBR 所需的晶格常数不匹配而在近红外端受限。

制备 MECSEL 器件所需的工艺，例如将整个晶片大规模结合到透明衬底，然后移除原始衬底，在工业中较为常见，并且通常可用于大多数半导体材料系统。设计其激活区的灵活性，加上堆叠几个活性区域膜的可能性，为 MECSEL 创造了高水平的适应性。毫无疑问，随着 MECSEL 的不断发展，未来几年高质量半导体激光器现有波长的空缺将会进一步收窄。❑

参考文献

1. S.-S. Schad et al., "Recent development of disk lasers at TRUMPF," Proc. SPIE, 9726, 972615 (Mar. 16, 2016); doi:10.1117/12.2212789.
2. M. Kuznetsov et al., IEEE Photon. Technol. Lett., 9, 8, 1063–1065 (1997).
3. O. G. Okhotnikov (ed.), Semiconductor Disk Lasers, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany (2010); doi:10.1002/9783527630394.
4. T. Schwarzbäck et al., Appl. Phys. B, 102, 4, 789–794 (2011).
5. U. Brauch et al., "Schemes for efficient quantum-well pumping of AlGaInP disk lasers," Proc. SPIE, 10087, 1008703 (Feb. 22, 2017); doi:10.1117/12.2250901.
6. H. Kahle et al., Optica, 3, 12, 1506–1506 (2016).

LUMENTUM

超快异型材料加工

——降低系统设计成本!!



利用 PicoBlade®2, 可将您的最苛刻的微加工应用的生产率提高40%。

PicoBlade 2——我们的智能控制、全功能皮秒激光器——能以最高的精度和可靠性加工几乎所有的材料的完美工具。经过优化设计的最新 **PicoBlade** 平台与我们的第一代激光器拥有同样高的灵活性，而且封装更小，极大简化了系统集成难度。

AccuTrig™ 独特的智能控制、高速变频功能使 **PicoBlade 2** 能够提供真正的实时外部触发，而该外部触发的定时抖动仅为 **±25**纳秒，同时维持稳定精确的脉冲能量——这对处理复杂的异型加工应用至关重要。

想要更全面地了解？下载**AccuTrig** 白皮书，查找 **PicoBlade 2** 是如何改善您的微加工应用和结果。

提高先进制造的效益

WWW.LUMENTUM.CN | CUSTOMER.SERVICE@LUMENTUM.COM | +1 844 810 LITE (5483)

激光焊接

一个绝妙的裂纹解决方案

高强度钢和激光焊接在车身制造中的应用日益广泛。但两者结合会引起热裂纹形成的重大风险。现在有一个方案可以解决这一问题。

文/Marcel Schäfer，通快公司

将钢材列为轻量化材料，似乎有些不妥。但通过选择合适的合金成分和加热，可以定制钢材的机械属性，在这一点上，钢材超越了几乎所有其他材料，具有巨

大的应用潜力。例如可以用高强度钢制造更小、更轻、更薄的部件，与那些用常规钢制成的更厚、更重的部件相比，能够吸收与其相同的能量。但与此同时，因为受到容易开裂的影响，这些材料对连接工艺造成了很大的挑战。尤其是轴对称的圆形部件——传动装置中齿轮和轴的连接便是一个典型的示例。

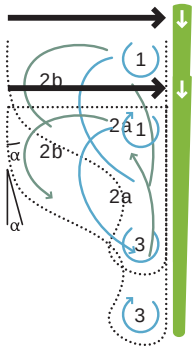
在连接过程中，经常会出现一个特定的问题：在焊缝末端，需要降低激光功率，以防止形成末端焊疤。这些裂纹会降低焊缝在运行情况下的长期强度，因此无法达到 DIN EN ISO13919 标准。

热裂纹和冷裂纹

目前避免冷裂纹的常用方式有两种。一种是在焊接中添加另一种材料作为填充焊丝，改变局部合金成分。另一种是将部件预热到一定的高温。这两种方法的原理都是减少焊缝中产生的马氏体（一种高硬度的钢材成分），因为过多的此类晶体结构会导致高度硬化，并因体积的膨胀而使连接区产生较大的张力。



图1：扫面电子显微镜下可见自由固化树突表面，这是热裂纹的典型特性。



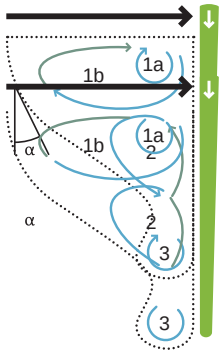


图2：流体动态随着焊接时焦点位置的移动而改变。

相反，热裂纹的成因是由于部件中合金成分、结构设计以及焊缝位置之间复杂的相互影响。此外，决定工件热负荷的焊接工艺参数也会对其造成影响。焊接工艺中的热裂纹是在液态金属固化过程中形成的，也就是在冷却过程中形成的。材料会同时受到压力和张力的影响，并沿晶界（内结晶）出现破裂，其中部分显示出低熔点相累积。

热裂纹很小，通常不超过数毫米。这项研究专注于实际熔覆中形成的热裂纹。这些固化裂纹通常深埋于表面之下，难以检测。与冷裂纹相比，热裂纹通过扫描电子显微镜（SEM）可以看到自由固化的树突表面（见图 1）。

匙孔是关键

在深熔焊接中，焊接的能量传递发生在激光束汽化材料的过程中。产生的汽化压力会形成深入的充满蒸汽的孔洞，也就是匙孔。由于匙孔本身的动态特性，当沿着焊缝推进时，激光束产生的熔融材料在熔池内发生流体运动。熔融的金属在匙孔周围流动。使熔池后部产生涡流，从而影响熔池

CASTECH®
福晶科技

CIOE 展位号：#2A28
参展时间：2017.9.6-9

ILOPE 展位号：4211
参展时间：2017.10.11-13

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4万平方米的生产厂房。创立至今近三十年，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。

PRODUCTS

晶体

1、非线性光学晶体
2、激光晶体
3、双折射晶体
4、磁光晶体
5、闪烁晶体

精密光学元件

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

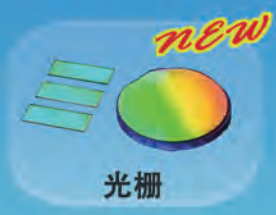
激光器件

1、高功率光隔离器
2、扫描场镜(355/1064nm)
3、扩束镜
4、声光&电光Q开关
5、温控炉（仪）


LBO


精密光学元件

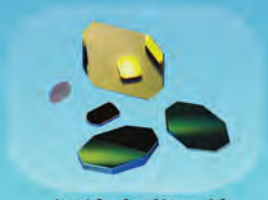

BBO



光栅



CLBO


红外光学元件



TGG/TSAG


高功率光隔离器


$Nd:YVO_4$



Er:Cr:YSGG


扫描场镜

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

改变能量传递到匙孔的方式，可以影响热裂纹的形成。

的三维几何结构。匙孔、熔体流动、热裂纹这三者的关联在于：匙孔、熔体流动、热裂纹存在一个周期性，而这个周期就是匙孔的震荡频率和熔池形成相对应热裂纹的频率。

反之亦然，也就是说，熔池涡流和焊池几何结构会受到匙孔能量传递方式的影响。有多种测量技术可用于这些熔池运动的分析。最新开发的一种方式是：通过创建焊接池中流体现象的中值图像，获取流体运动的足迹。这项技术在熔池中引入了其他微粒，并借助 X 光观察和追踪其轨迹，以收集流动情况的信息。科学家们发现，当焦点位置移动一个瑞利长度时，熔池上部涡流的旋转方向就会发生逆转（见图 2）。与此同时，他们还发现，同样的焦点位置移动会降低热裂纹敏感性。

因此，他们使用热力模拟，分别检测改变后的流动现象与改变后的熔池几何结构和减少裂纹形成这两者之间的关系。结果显示，随着熔池几何结构的变化，最大应变位置和焦点位置都发生了移动，这些发现可用于改变热裂纹的形成条件。因此，要避免热裂纹，唯一要做的就是在流动特性上施加足够大的影响，以改变熔池的几何结构。

研究人员提出了多种方案用于改变能量传递到匙孔的方式。一种方法是在不同的聚焦条件下，使用不同亮度（光束参数乘积 2~24 mm*mrad）的激光。在另一种方法中，科学家研究了同等光学和力学边界条件下，激光波长（1.03 μm 和 10.6 μm）的影响。遗憾的是，这些方法都失败了。在这两种方法中，团队都成功改变了裂纹的形式和特性，但不能完全消除裂纹。他们还发现，一旦提高焊接速度，裂纹敏感性就会大幅提高。

双重突破

防止裂纹的第一种方法是双光束焊接，将主光束的输出功率以 72:28 的比例分配给初级和次级光束。只要两道光束是一前一后，也就是次级光束紧跟初级光束，且次级光束对准两道光束共享熔池的特定点，就能完全避免开裂。但这需要根据具体的熔池长度调整间距，而这取决于所选激光的输出功率。

第二种技术是使用时间调制激光束进行焊接。通过慎重选择连续调制振幅，无论何种焊接深度和速度，都可以在广泛的调制频率范围内完全避免开裂。对熔池流动特性及其几何结构的分析显示，时间调制功率可以产生显著的影响。还可以

在焊接过程中进行熔池长度波动热力表面测量，并大幅减少此类波动。由此产生的可测量参数，可用于监控和稳定流程。在真实部件上进行的一系列测试都证明

这种方法拥有巨大潜力，有助于在未来高强度钢材的焊接中消除裂纹。（本文最初刊登在通快公司 Laser Community 刊物上）❑



Marcel Schäfer 先生曾在斯图加特大学学习机械工程，主修激光技术。现在他即将获得博士学位，研究重点之一就是连接高强度钢材。他在通快激光应用中心和斯图加特大学光束工具研究院（IFSW）进行了实验。

电邮：marcel.schaefer@de.trumpf.com

软件仿真设计

原型样机仿真设计加速光学产品上市

文/Mark Nicholson，Cort Stinnett；Zemax公司

企业从虚拟建模到自主开发前沿光学产品，都希望以更快的速度将产品推向市场，从而比竞争者获得更大的优势。此快人一步的产品策略，将激增的压力压在产品研发日程上。其中最大的挑战就是反复打造不合格的原型样机，这是许多设计延误及重大成本损失的来源。光学工程师和机械工程师之间更好的合作方式，才是将此绊脚石移开的关键所在。

陈旧的工作流程极大限制了团队合作及设计效率光学和机械工程师是设计过程中的重要角色。成功的光学产品开发依赖两者之间的紧密合作，从而将其转变为成功的产品。不过，光学工程师和机械工程师在不同环境下使用不同的设计工具也是非常普遍的。

大约 20 年前，分享光学设计的文件如 STEP、IGES 或 STL，被引荐到光学产品开发过程中，从而使得光学与机械工程师能够相互交流。光学工程师能够将镜头及光线以 CAD 格式输出，然后交给机械工程师设计其边缘的机械元件。

此过程将光学工程师和机械工程师的工作紧密相连。然而，两类工程师的软件差异化以及文件格式的不同，将信息分享以及设计步骤变得无效且麻烦。工作流程依赖于静态文件格式的导出，此举能够将材料、涂层、公差以及其他重要设计文件因素分离，使得设计的完整性得到妥协。

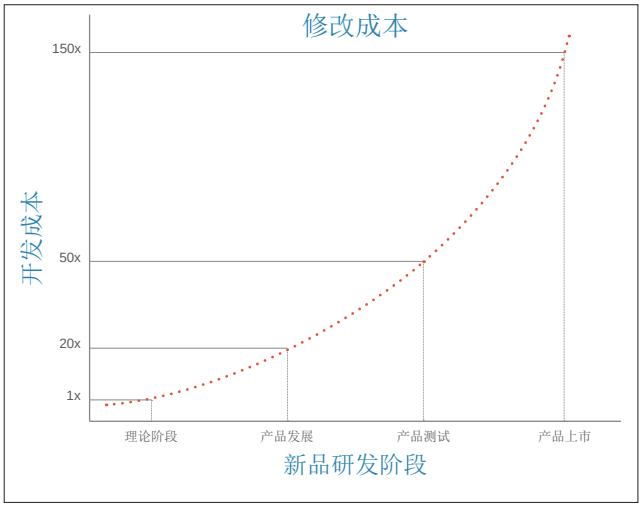


图1：尽早发现设计问题，从而减少成本损失。（来源：QualityInspection.org）

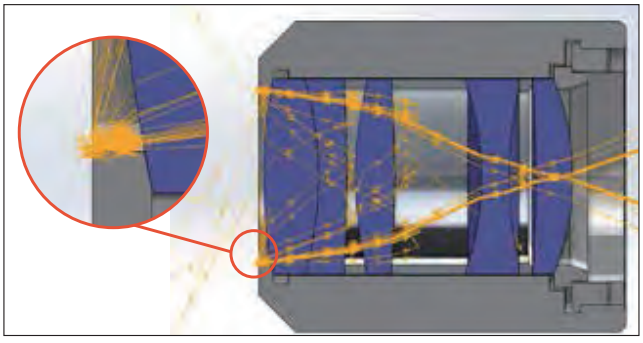


图2：原型样机仿真设计在此37mm海利亚中，快速定义光束剪辑。

因为这些因素的局限性，光学产品的研发一直以来都是直线型沟通方式。光学工程师设计了光学系统来满足他们的特殊需求，然后将此静态文件交给机械工程师来包装。然而，机械工程师并不能精确地预测如何设计机械元件才能不影响光学系统的结果，亦或是他们能够方便地将复杂的设计结果反馈给光学工程师。

原型样机或加工的失败都会直接影响开发进度及预算

许多设计问题都是在制造原型样机过程中发现的，更糟糕的可能是在产品的生产过程中。在产品研发后期才发现问题，会导致产品上市时间的延误以及成本损失，甚至是牺牲公司的竞争力。

没有光学数据来分析和证实光机设计，机械工程师们毫无头绪。这个局限会对光学设计带来严重影响，因为许多设计要求精度非常高。微小的光学或机械系统变化，都会导致整个模型的失败。

特别是定制化原型样机，一个原型样机会花费数周时间、以及甚至上万元的成本。因为团队中的交流问题而导致失败的原型样机，只会徒增其他资源的浪费，重新花费

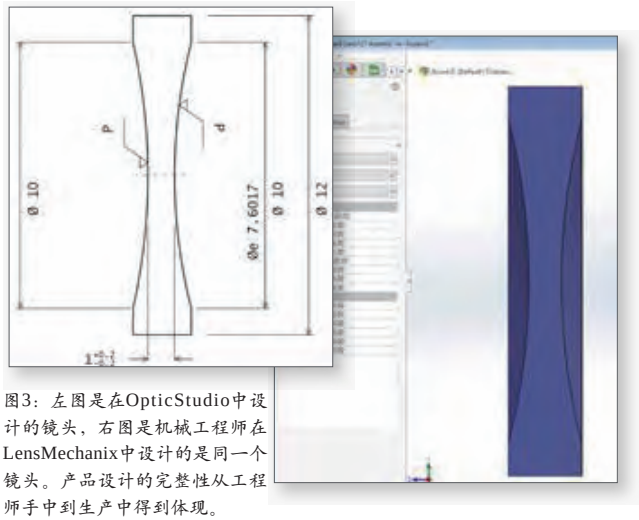


图3：左图是在OpticStudio中设计的镜头，右图是机械工程师在LensMechanix中设计的是同一个镜头。产品设计的完整性从工程师手中到生产中得到体现。

时间精力去解决更多未知问题。

图 1 展现了早期发现并修改设计过程中的错误带来的惊人利益，以及后期才发现错误所造成的不可估量的损失。

高风险的失误会增加团队的压力

直线型工作流程在数年前被广泛运用，但其带来了太多的繁琐步骤，并带来不完整的信息，经常导致失败的原型样机或失败的生产阶段。这些情况会增加团队的压力，导致生产力下降、团队冲突、道德问题、彼此不信任，甚至员工的反感。数年来，团队都被此问题困扰着。

原型样机仿真设计

通过原型样机仿真设计，开拓了一种全新的工作流程。在产品研发过程使用软件来分析设计结果、发现疑问、并解答设计问题，无需建立原型样机。光学和机械工程师能够在自己熟悉的设计环境中统一设计理念，设计过程不再需要重复的往返。

原型样机仿真设计将光学工程师和机械工程师常用的软件设计工具链接起来，通过使用同样的原型样机仿真设计软件来设计和仿真模型，因此光学和机械工程师能够有效地创建完整的产品模型。诸多共同问题，如光束剪辑以及杂散光都能被轻易解决。

原型样机仿真设计帮助光学和机械工程师设计、交流以及共同合作，从而在早期产品研发过程中就能发现潜在问题，避免在原型样机或生产线上才发现问题。这样通常减少了研发的反复过程，可以带来惊人的时间和成本节约。

图 2 展现了一个 37mm 海利亚镜头系统的横切面。这个设计就是由一个光学工程师和一个机械工程师共同使用原型样机仿真设计工具完成的。机械工程师能够快速在 CAD 文件包中发现光束路径被机械外包遮挡。从发现问题到改正并解决问题，仅用了两分钟时间。如果该问题在原型样机中、甚至是在生产中才被发现的话，造成的项目时间延期和成本损失不可估量。

设计是生产过程中一个最重要的关键步骤，必须在项目的每个过程都仔细斟酌。同时，光学产品必须达到相关要求来确保生产的可靠性，并且是在合理的成本预算内。通过使用原型样机仿真设计工具，性能中的重要数据、材料、涂层、尺寸以及公差，贯穿整个设计过程。图 3 展现了由光学和机械工程师在生产制造中信息共享的一个案例。

原型样机仿真设计被广泛运用到当今领先行业中，比如虚拟现实、光学元件、科学仪器、应用研究、防卫系统，以及生物科学中。更好的设计、更少的错误、更快的上市时间，给企业带来的结果非同凡响。

Zemax引领原型样机仿真设计

在过去超过 25 年的时间中，光学与照明领域的诸多企业，利用 Zemax 的产品开发前沿的光学设计和仿真软件。OpticStudio ™包含了多种设计工具，同每个关键光学设计步骤相关联。其包含复杂的物理结构，使得仿真、分析、优化以及设计光学系统变得更为便捷。

作为光学设计软件行业内的领先者，Zemax 是解决许多光学设计问题的理想首选。2016 年初，Zemax 发布了 LensMechanix ™，其是 SOLIDWORKS ™ 的黄金授权合作伙伴，专为设计光机系统的机械工程师设

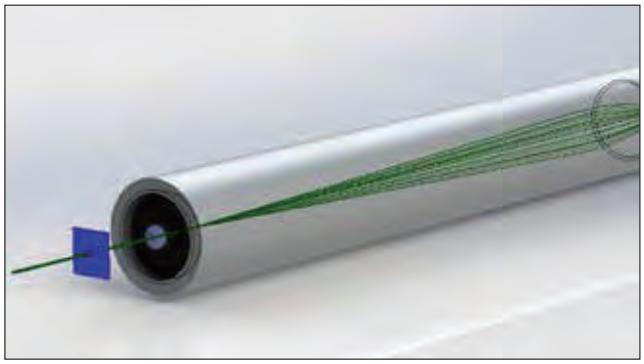


图4：机械工程师在SOLIDWORKS中使用LensMechanix来建立用OpticStudio设计的激光系统模型。原型样机仿真帮助工程师在建立真正模型前，发现并解决机械设计带来的问题。



图5：Zemax 原型样机仿真设计解决方案。

计。LensMechanix 简化了光机产品的研发过程，将 OpticStudio 中重要的设计细节带入 SOLIDWORKS 环境中，从而将光学和机械设计两者之间的转换变得更为顺畅。

机械工程师将在 OpticStudio 中设计的精确光学文件上传到 SOLIDWORKS 中，包括公差、材料以及涂层信息，完全不需要转换文件格式，也不存在文件内容丢失问题。在设计完机械结构后，使用熟悉的 SOLIDWORKS 设计工具，机械工程师可以运行光线追迹来分析光线如何穿过光机系统。通过在机械环境中加上光线追迹，机械工程师能够马上看清在机械设计下光学性能的减弱，无需建立昂贵的原型样机来分析可能存在的问题。

当机械工程师准备将设计发送给光学工程师做最终的核实时，LensMechanix 用户能够方便地将所有文档保存为 OpticStudio 文件，发送给光学工程师。光学工程师在 OpticStudio 中打开文件并验证结果，或者做一些改变操作，从而实现全方位定义光机系统。

光学和机械工程师能够通过原型样机仿真，直接清晰明了地看清他们彼此之间的工作成果，因此，OpticStudio 和 LensMechanix 建立了一个原型样机仿真设计解决方案。

总结

原型样机仿真设计正在改变企业研发新品的方式。当今行业领先者都已经将过去光学和机械工程师分开设计的工作模式，转移到平行的设计环境中。这将产品的设计理念从头至尾完整地保存下来。通过在同一个虚拟建模环境中合作，光学和机械工程师们能够快速确认并改正设计过程中产生的误差，并在产品设计阶段就加快研发速度、减少开发成本，加快产品上市速度。❑

专为小型传感器设计的高性能镜头
TECHSPEC® UC 系列镜头
定焦镜头


• 超紧凑 (UC) 设计，外型小巧
• 4K 分辨率，专为小型像素 (≤2.2µm) 设计
• 已针对 ½.5" 传感器进行优化，支持最大尺寸 ⅓.8" 的传感器
请立即联系我们
Edmund
75 YEARS OF OPTICS
www.edmundoptics.cn/097-8611

华南（广州）先进激光及加工应用技术展览会

South China(Guangzhou) Advanced Laser Technology and Application Exhibition

Laser South China

2017 年 9 月 18 日至 20 日

广州琶洲 • 保利世贸博览馆 1 号馆

立足广州，辐射华南，开拓市场，荣耀启航！

华南作为全国最有影响力的制造中心和轻工业最为密集的地区之一，向来都是激光、光电行业密切关注的焦点。9 月 18-20 日将于广州琶洲 · 保利世贸博览馆揭幕的“2017 华南（广州）先进激光及加工应用技术展览会”着眼于华南激光加工应用市场，旨在为广大华南地区的激光加工潜在用户提供个性化的产品及行业解决方案。

如今，中国激光产业已处于高速增长期，2017 年全国工业激光产业产值有望突破 600 亿元，至 2020 年可达 1000 亿元。其中，拥有规模产值以上激光企业超过 250 家的广东省将继续领跑，预计 2020 年广东省激光产业产值超过 400 亿元，带动相关产业链附加值超过 5000 亿元。因此，华南地区将继续成为激光技术重要的应用市场之一。

2017 华南激光展将展示包括先进激光制造技术、高端智能装备、先进光源、光学元器件等在内的产品、技术和解决方案，并云集通快、相干、大族、华工、奔腾、楚天、普睿玛、创鑫、天琪、海目星等众多国内外激光展商。

了解更多激光加工技术在金属，汽车，电子半导体及更多领域的最新应用，请关注 2017 华南（广州）先进激光及加工应用技术展览会！

主办单位：中国光学学会激光加工专业委员会　　慕尼黑展览（上海）有限公司

协办单位：中国国际贸易促进委员会机械行业分会　　广东省科学院
北京光学学会　　广东省机械工程学会
广州光学学会　　广东省自动化学会
广州产学研协同创新联盟　　广东省 3D 打印产业创新联盟
3D 打印产学研技术创新联盟　　湖北省暨武汉激光学会
广州市光机电技术研究院　　武汉 • 中国光谷激光行业协会

HGTECH　TRUMPF　IPG PHOTONICS　Newport　HAN'S LASER 大族激光　Ophir　mks　Spectra-Physics　奔腾楚天
MAX　Raycus　Huaray　CHUTIAN　JPT　SMART PRIMA　CWG科威嘉　OSPRI　II-VI INFRARED
Hymson　泰德激光 TETELASER　LYPE　PRECITEC　LEAD LASER　FEIBO　OPM　HANTONG
DATALOGIC　Empower 嘉强　YOFC 长飞　BWT　GEMMING 嘉铭激光　天琪激光

排名不分先后

个人参观预登记

扫我！立即预登记

组团参观

团体预登记表格下载

1、关注公众号“华南激光展”填写完成后，需传回：lihua.zhu@mm-sh.com
2、点击公众号菜单“参观登记”
3、填写个人资料并完成问卷调查
4、完成预登记并或电子胸卡

中红外激光器

超窄线宽中红外激光器波长可跨越 2.5~9.5μm

文/John Wallace

最近，新墨西哥大学的一个研究小组开发了一种新颖设计的窄线宽中红外激光器系列（至少在理论上成立的）——分布式反馈拉曼光纤激光器（DFB RFL），它们基于写入在被称为低声子能量光纤的玻璃光纤中的π相移光纤布拉格光栅（PPS-FBG）。该系列光纤激光器的光谱范围为2.5~9.5μm，并且无间隙。[1]

该系列激光器的泵浦源采用发射波长为1.9~2.1μm的掺铥石英光纤激光器，或是发射波长为2.7~3.0μm的掺铒氟化物（Er：ZBLAN）光纤激光器；PPS-DFB-RFL由硫化砷（AsS）、硒化砷（As_2Se_3）或碲化物（TeO_2）制成；材料和泵浦激光器的选择决定了激光器的调谐范围（见图1）。

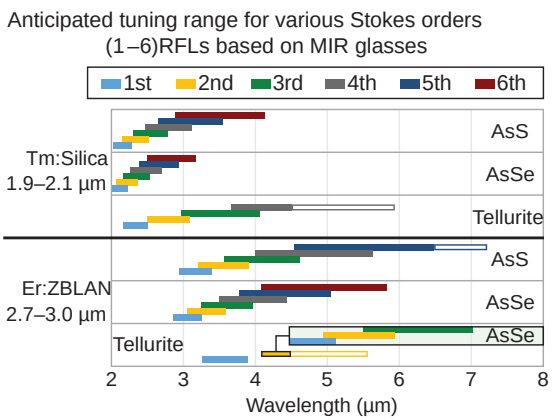


图1：图中给出了用掺铥石英光纤激光器或Er：ZBLAN激光器泵浦的拉曼光纤激光器系列可能的输出波长；光纤由AsS、As_2Se_3或TeO_2制成。有效级联拉曼波长（一阶至六阶）的范围显示为不同的颜色。底部显示使用基于TeO_2和As_2Se_3的激光器，采用嵌套的TeO_2光纤激光器，然后是三阶嵌套级联As_2Se_3激光器（右下方的绿色矩形），产生7~9.5μm的超窄线宽波长。

概念证明

研究人员表示，他们的理论研究主要有三重目的。首先，他们想展示新型拉曼激光器类型的可行性；第二，他们旨在为这种类型的单模或单频激光器指定最佳设计；第三，他们希望勾勒出未来实验工作的方法。

这种激光器是潜在可行的，因为通过在对应于宽范围斯托克斯位移的泵浦波长处加以中等泵浦功率，可以在光纤透明窗口的大多数波长处，在低损耗光纤中实现了具有高拉曼增益的受激拉曼散射。此外，级联多斯托克斯过程开辟了新的波长可能性。

用于特定波长范围的拉曼光纤激光器所选取的玻璃，基于该波长区域内近单模光纤的可用性、峰值拉曼增益系数的大小、所需拉曼位移的值和范围、以及在光纤中是否能够产生具有足够高效率的PPS-FBG。

在该研究小组计算的一个例子中，选择了3.596μm的激光输出波长，这是用于通过吸收光谱检测甲醛的波长。研究人员建模了两种激光器，一种基于TeO_2（纤芯折射率为2.7，非线性系数为1.1×10^{-17} m^2/W），另一种基于As_2Se_3玻璃（纤芯折射率为2.1，非线性系数为5.0×10^{-19} m^2/W）。虽然这些类型的商业光纤具有约100μm^2的模场面积，但是新开发的光子晶体光纤具有小得多的模场面积，大约10μm^2，研究人员在模型中使用这些值。

计算结果表明，当长度为10~12cm时，对于As_2Se_3和TeO_2激光器，3.3μm处的阈值泵浦功率低于80mW，2.8μm处低于500mW。

该模型表明可实现<1MHz的超窄线宽。研究人员相信，通过进一步优化，将能够以超过50W的功率泵浦这些光纤激光器，从而能够在一些波长范围内产生瓦级超窄线宽输出功率。最终的输出功率受到诸如热或其他因素导致的光纤折射率变化的限制，产生PPS-FBG中的相位异常，以及可能的材料损伤阈值。

这类新型光纤激光器可以通过机械拉伸FBG进行调谐，例如通过使用压电致动器，实现1nm量级的连续可调谐性。❑

参考文献

1. B. Behzadi et al., arXiv:1705.02535v1 [physics.optics] (May 6, 2017).

光学设计

如何选择正确的激光扩束器

扩束在许多激光系统中是必不可少的，所以在不耗费昂贵成本的情况下，正确指定必要的光束扩展器以实现正确的性能，已成为成功的关键。

文/Olivia Fehlberg，Edmund Optics公司

从牙科到材料加工的每种激光应用，都具有独特的性能要求。激光器的波长、功率输出、时间特性和其他关键性能特征都有所不同。可以生产出提供各种光束直径和发散角的激光器，但是基于其他性能要求选择激光器却更容易，然后使用激光扩束器产生所需要的光束直径和 / 或发散角。

除了扩大光束直径之外，光束扩束器还能降低激光束发散。它们通常用于补偿光源到光源的光束变化。光束扩束比、功率或放大倍数，是选择光束扩束器时使用的主要规格。仔细确定光束扩束器的特性，因为它们都会影响设计和制造的复杂性。具体应用的需求可以通过现成的、改进的或者完全定制的激光扩束器来实现。总体系统要求驱动光束扩束器的规格。

选择光束扩束器与选择其他光学部件一样，要注意细节，并且可以增强给定激光器的能力，提高其在特定应用中的性能。虽然系统可能具有独特的要求，但是可能不需要定制光束扩束器。在这种情况下，应考虑修改现成的光束扩束器，甚至是现成的系统。

扩束的基础

顾名思义，激光扩束器是将输入光束扩展到更大直径的光学系统。光束扩束器设计概念源于望远镜设计的基本原理。当准直激光束输入到光束扩束器的一端时，从另一端输出准直光束，即物空间和像空间光线在无穷远处会聚。该特征将光束扩束器定义为无焦系统。

有两种无焦扩束器，以其历史上的先例命名，分别是开普勒扩束器和伽利略扩束器。开普勒扩束器具有两个会聚透镜，以它们的焦距之和分开。准直输入光束会聚到两个透镜之间的焦点，然后发散到输出透镜。伽利略扩束器由一个发散透镜和一个会聚透镜组成。同样，透镜以它们的焦距之和分开，除了在这种情况下，发散透镜具有负焦距。输入到发散透镜中的光束传播到会聚透镜，而不到达中间焦点。

光束扩束比是扩束器的基本性能参数。光束扩束比等于输出和输入透镜的焦距之比。当激光束以扩束比 m 放大时，光束的发散度反而降低为 1/m。例如，如果扩束器的放大倍率为 2，则输出光束直径将是输入光束的两倍，而输出光束将具有输入光束一半的发散度。相反，当反向使用时，扩束器将减小输出光束直径。然而，当反向使用时发散增大。尽管扩束器可以反向使用，但是这种使用是高度依赖于应用的，因为增加的发散可能对一些系统是有害的。

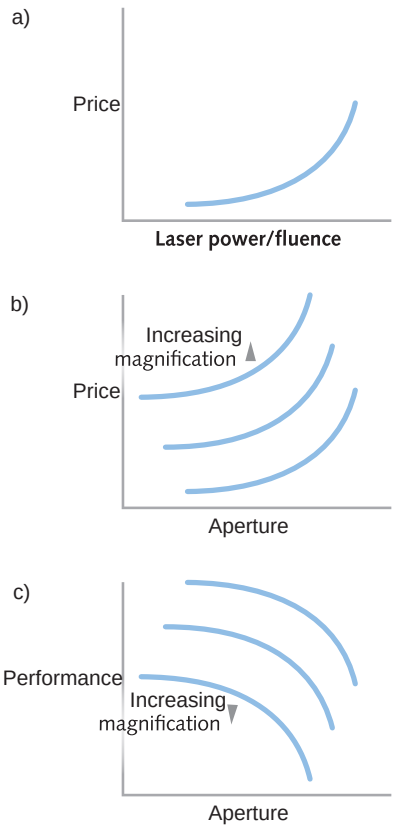


图1：随着激光能量的增加，需要更高质量的精密光学元件和膜层，导致扩束器的成本增加（a）。由于输入对于光束直径，像差是非线性的（b），增加输入孔径尺寸会在更大的输入孔径处快速增加扩束器的成本。通过固定设计，增加输入孔径导致性能下降，因为像差开始支配波前（c）。

激光扩束器控制光束的直径和发散。这些特性有助于系统设计者管理准直，以获得最佳系统性能。光束发散控制对于长传播长度尤为重要。在这些情况下，使用扩束器，长距离处的光束直径通常较小。

选择特性

激光扩束器用于干涉测量、激光加工、计量、遥感和许多其他应用。每类应用都具有影响扩束器选择的特定要求。选择扩束器的较好开始，是通过收集系统中与激光源有关的所有规格（见图 1）。

逻辑起点是输入激光束的直径。每个激光扩束器具有最大输入直径，

通常与光学元件和外壳的物理限制有关。使用扩束器的主要目的通常是达到特定的输出直径，因此确保所需的输出直径小于扩束器的最大输出直径尤为重要。

扩束器也将具有设计输入直径，通常是小于最大输入直径的值，其中扩束器的光学性能被优化。当扩束器的设计输入直径与实际输入光束直径相匹配时，系统性能得到优化。

与任何光学系统一样，扩束器性能随波长的变化而变化。内部光学元件和减反（AR）膜层的材料等级影响扩束器的透过。AR 膜层减少了设计波长处的损耗，此外透镜材料和表面图形都针对给定的波长进行了优化。针对扩束器的设计波长优化了光学性能，因此选择具有或接近激光源波长的设计波长的扩束器。

透过波前误差量化扩束器输出端的光束质量。衍射限制性能最经常被量化为四分之一波长（λ/4）透过波前。较高质量的透过波前是可能的，通常指定为高达 λ/8 或者甚至 λ/10。确保选择符合系统需求的波前质量。

扩束器具有许多不同的固定和可变放大倍率选项。固定放大倍率扩束器通常具有准直调节，通常称为“聚焦”或“发散”调节，其允许对离开扩束器的激光束的准直和发散进行更多的补偿。

可变倍率扩束器可用于控制扩束比和准直调节（见图 2）。这在原型设计中尤其有价值，以帮助精细调谐系统要求，或补偿光源光束直径之间的变化。研究调节机制：非旋转镜头调节机制将消除光束漂移的问题。对于需要调节发散或准直的系统，请考虑选择具有聚焦调节的扩束器。

激光损伤是系统级别的另一个考虑。确保评估激光的峰值功率（连续波 CW 激光）或峰值能量密度（脉冲激光），并将其与已发布的激光诱导损伤阈值（LIDT）规格进行比较。为特定系统选择的激光扩束器的 LIDT，必须大于光源的参数，以保证持续的性能。如果光源严格为 CW，则在评估 LIDT 要求时考虑其他损伤机制（如热点）。



图2：这些可变扩束器在激光应用中，用于可能需要的放大变化，例如原型或研究与开发。

从激光孔径出射的光束总是在一定程度上发散，对于应用来说通常不是正确的尺寸，特别是每个设备之间的输出存在变化。花时间选择正确的光学元件，将有助于避免生产延误和成本增加。没有一个对于所有应用都完美的扩束器，在决定用于集成的组件时，需要考虑系统规格和应用要求。

激光扩束器通常是伽利略型设计，这意味着光束不会到达中间焦点。伽利略设计相对紧凑，可以实现更简单的系统集成。开普勒型设计与其中间焦点一样，可以在焦点上进行空间滤波。然而使用中间焦点，空气可能被电离，导致能量损耗和脉冲畸变的增加。

高度发散可以限制激光测距等应用的性能。激光系统中的发散，通常源自激光源的发散，也有可能来自光学器件。结合激光扩束器可以减少光束发散。

正确选择扩束器

激光系统已经广泛应用于从医疗到材料加工的各个行业。激光扩束器

下转第33页

pco.
small but powerful
the blue pco.panda with latest sCMOS technology
ultra compact design
resolution 2048 x 2048 pixels
pioneers 30 since 1987
pco.de
pco-tech.com

光束整形

快轴准直镜提升二极管激光器系统的性能

文/FISBA公司

二极管激光器是一种高效、紧凑且稳定可靠的激光源，其凭借着在尺寸、重量和功率等方面的优势，正在不断驱动着诸多创新应用。但是由于二极管激光器发出的激光是发散且不对称的，因此要想充分利用其潜能，必须对输出光进行整形，以优化其光学质量。

在过去的十年间，快轴准直镜（FAC）已经成为创建高质量二极管输出光束的通用方法。利用高折射率系数材料生产出来的具有非球面表面的 FAC，具有高数值孔径，能够实现低剩余发散角的光束 。例如，FISBA 公司提供多种不同焦距的 FAC，用于提高单管和激光器巴条的光学性能。

尽管 FAC 已经成为优化二极管激光器光束质量的行业标准，但是 FISBA 公司依然在在该领域继续不断创新。例如，FISBA 公司设计了一些适用于输出波长短于近红外的 FAC，而且这些产品在封装上的改进，使得它们更加适合大批量自动化装配。

适合二极管激光器的FAC及其应用

二极管激光器的高可靠性和高效率，使其成为很多生物医学应用和材料加工应用的理想光源。同时，将多个二极管组合在一起，还能开辟出更广泛的应用可能性，如锁眼焊接、声光影像以及高功率光纤激光器泵浦。当然，多光束合成也对单个二极管（单管或者巴条）的光束质量提出了更高的要求。

表 1 是 FISBA 公司 FAC 器件的选型表。对于每种不同焦距的 FAC，FISBA 公司可以在短时间内提供需要的物理长度和镀膜。甚至，在满足合理的 NRE 成本和周转时间的情况下，FISBA 公司

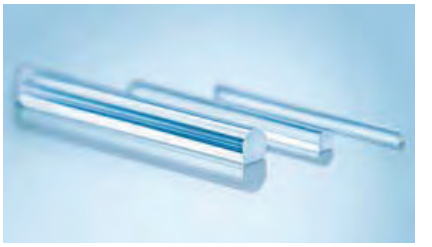


图1：FISBA 公司的快轴准直镜晶体。

表1：FISBA公司快轴准直镜产品

Parameters	Wavelength range nm	Numerical aperture –	Focal length EFL @ 940 nm µm	Back focal length BFL @ 940 nm µm	Dimension (height × thickness) mm
FAC 150	790–990	0.8	150	30	0.23 × 0.20
FAC 200	790–990 750–850	0.8	200	55	0.33 × 0.27
FAC 300	660–700 790–990 750–850	0.8	300	70	0.50 × 0.43
FAC 360	790–990	0.8	360	70	0.60 × 0.53
FAC 360	1450–1550	0.8	360	70	0.60 × 0.53
FAC 450	790–990	0.8	450	100	0.75 × 0.64
FAC 510	790–990 780–940	0.8	510	130	0.91 × 0.70
FAC 510	800–1100	0.8	510	130	0.91 × 0.70
FAC 600	790–990	0.8	600	140	1.00 × 0.82
FAC 600	790–990	0.5	600	150	0.80 × 0.82
FAC 600	430–470	0.8	600	140	1.00 × 0.83
FAC 740	790–990	0.8	740	70	1.20 × 1.22
FAC 900	790–990	0.8	900	90	1.60 × 1.49
FAC 900	790–990	0.8	900	178	1.50 × 1.34
FAC 1100	790–990	0.7	1100	110	1.50 × 1.77
FAC 1100	790–990	0.45	1100	152	1.10 × 1.72
FAC 1300	790–990	0.7	1300	130	1.80 × 2.12
FAC 1500	790–990	0.5	1500	90	1.65 × 2.58
FAC 1500	790–990	0.7	1500	90	2.00 × 2.57
FAC 1700	430–470	0.6	1700	1200	2.20 × 1.05
All FAC	Transmission: ≥ 98 %, Length: Variable to match your requirements				

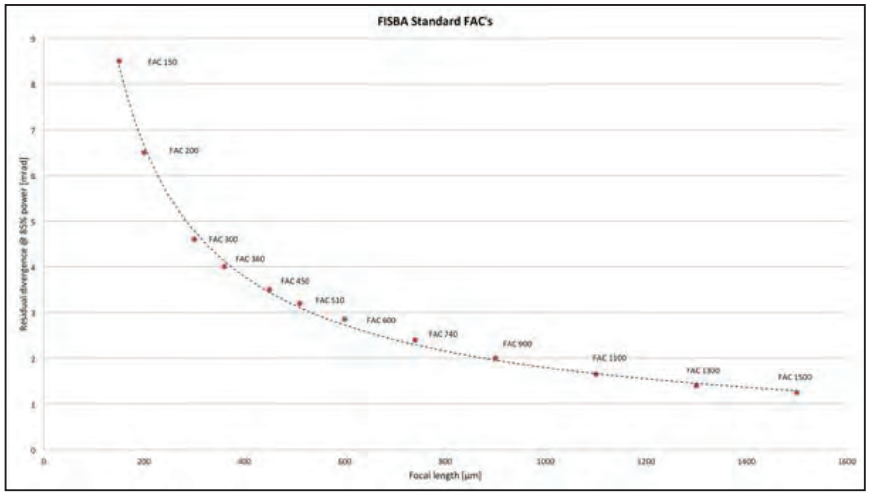


图2：FISBA标准FAC的剩余发散角。

还可以为客户提供定制焦距的FAC。FISBA的生产过程可以确保新的FAC，能在短时间内达到大批量生产的规模。

如图2所示，FISBA公司的FAC能在整个焦距范围内，控制光束剩余发散角。同时，近年来对短波长FAC的需求不断增加，其中很多客户已经要求设计新的FAC来满足蓝光二极管的应用需求。

例如，FISBA专门为波长450nm的二极管巴条开发了一款FAC。450nm波长在医疗应用和材料加工领域发挥着重要作用。FISBA的工程师使用了一种经过特殊优化的玻璃材料，来降低透镜材料的吸收，从而减少透镜的热量。因此，这样的FAC特别适合高功率的激光输出。这种FAC被加工成非圆柱体，以保证其卓越的性能。得益于FISBA特有的灵活制造工艺，这款新的蓝光FAC很快被开发出来，以满足日益增长的市场需求（见图3）。

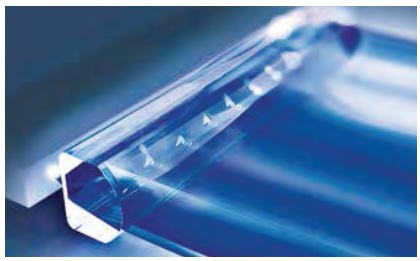


图3：适用于波长430~470nm的二极管激光器的FAC——FAC600。

除了波长要求的驱动外，很多使用过TO封装的蓝光二极管的用户，还有另一个特殊要求：他们不想打开封装，因为这样会失去器件的保修担保。FISBA的方案是开发一种背焦距超长的FAC，这样允许透镜安装在TO管壳的前面，同时仍然能保持可接受的光学性能。

易于使用的封装

得益于光纤激光器优异的光束质量和不断降低的成本，材料加工市场正在高速发展。随着市场对光纤激光器需求的增多，使得大量激光器系统用全自动或半自动的方式生产出来，这相应地促进了对透镜生产越来越明显的要求。生产商接到需求后能立即包装发货。

在早期的激光二极管系统中，封装所扮演的只是一个小角色。那时候的微光学器件非常昂贵，因此其封装只要能够保证透镜在运输过程中不被损坏就足够了。而在今天，封装则是

顶尖 PINNACLE
Your Strategic Partner in Photonics
ATL LASERTECHNIK 准分子激光器
•输出波长：157nm/193nm /248nm/308nm/351nm
•重复频率：max 1000Hz
•单脉冲能量：max15mJ
•脉冲宽度：5-8ns
•能量稳定性：<3%
•冷却方式：Air
Xiton Photonics
IMPRESS213 固体激光器
•中心波长：213nm
•平均功率：150mW
•脉冲宽度：<7ns
•单脉冲能量：>15µJ
•重复频率：0.1-30kHz
•M²：<1.6
resolution spectra systems 波长计和光谱仪
•测试波长：700-1000nm/630-700nm /1000-1100nm
•波长精度：20MHz
•绝对精度：200MHz
•光谱仪产品可用于FBG诊断
•动态范围：10-20dB
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）
A·P·E ATL LASERTECHNIK AVESTA BATOP DUMA OPTRONICS LTD. JENOPTIK HAMAMATSU H+P SPECTROSCOPY laserpoint LIGHTHOUSE PHOTONICS MenloSystems moglabs onefive INFRARED OSTECH omicron SOLAR LASER SYSTEMS Xiton Photonics
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



MWCS

METALWORKING AND CNC MACHINE TOOL SHOW

数控机床与金属加工展

2017年11月7-11日 国家会展中心(上海虹桥)

2H & 3H & NH馆

ufi Approved International Event



Deutsche Messe

FIERA MILANO

东浩兰生 EAST BEST & LANSHENG

www.metalworkingchina.com

欢迎垂询：021-5045 6700-222/284

扫一扫
关注微信公众号

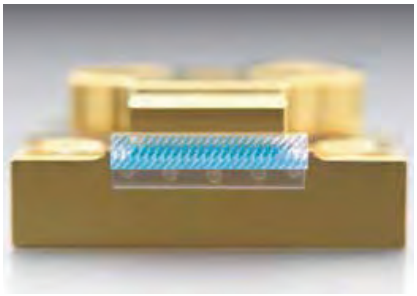


图4：二极管激光器巴条前的FBT，一个芯片上具有多个单管（CS mount）。



图5：具有一个单管的二极管激光器（C mount）。

优化供应链、最小化制造成本和生产时间的一项关键因素。

根据以上趋势，FISBA 投资开发 FAC 的自动化封装工艺 Gelpacks，从而帮助用户降低处理成本。它开启了高密度封装的可能性，从而降低材料成本。这种封装方面的改进，也实现了用户方面的自动化装配。Gelpacks 封装工艺，是足够精确地放置透镜以支持自动化装配的唯一方法。

FAC从不孤独

正如本文开始所提到的，激光二极管的输出光束是不对称的，其输出光束在一个轴向的发散速度比另一个轴向快出好多倍。FAC 只是用来准直快轴方向的光束，若要完全准直二极管的输出光束，FAC 必须与其他微光学器件配合使用。FISBA 也生产用于单管输出光束准直的非圆柱体慢轴准直镜（SAC）、用于多单管准直的 SAC 阵列和 FBT（FISBA Beam Twister）。FBT 是一种预装配好的组合光学器件，包括了一个底座、一个 FAC 以及 twister 阵列。

除了这些能帮助用户获得最优的激光二极管输出性能的标准产品外，FISBA 时刻准备迎接来自创新激光系统的特殊要求的挑战。雄厚的技术积累和在光学设计领域的创新历史，使得 FISBA 成为了一家能为每个特定要求开发微光学器件的公司。

FISBA 的工程师除了能为客户推荐标准 FAC 器件，如果需要的话，还能定制器件，帮助用户的二极管激光器系统获得最佳性能。❑

FEIBO 上海飞博激光科技有限公司
Shanghai Feibo Laser Technologies Co., Ltd.

上海飞博激光科技有限公司致力于打造国际高端激光器品牌。飞博激光坚持走技术差异化路线，以此实现产品性能指标的差异化，开拓全新的应用与市场，提升产品技术的附加值，带来更优的行业应用解决方案。



Mars 中功率连续光纤激光器
功率：500W/800W/1000W
中心波长：1070~1090 nm
功率稳定性：< 2%
应用于金属切割、焊接



Saturn 高功率连续光纤激光器
功率：1500W/3000W
中心波长：1075~1090 nm
功率稳定性：< 2%
应用于金属切割、焊接，增材制造



Pluto 纳秒脉冲光纤激光器
功率：30W/150W
中心波长：1070~1090 nm
功率稳定性：< 3%
应用于激光清洗



线偏连续光纤激光器
功率：500W
中心波长：1064 nm
功率稳定性：< 3%
应用于科学研究



Mars 2微米连续光纤激光器
功率：30W/80W/130W/180W
中心波长：1940~2000 nm
功率稳定性：< 2%
应用于医疗手术，非金属材料加工

地址：上海市嘉定区招贤路655号
电话：021-59962338
邮箱：sales@feibolaser.com
网址：www.feibolaser.com

AMTS Shanghai Int'l Automotive Manufacturing Technology & Material Show
展位号：E2-C16
2017.09.05-08 上海新国际博览中心

中国国际工业博览会 CHINA INTERNATIONAL INDUSTRY FAIR 2017 第19届
展位号：2H-B028
2017.11.07-11 上海国家会展中心

激光加工系统的安全要求

文/刘喜强，激光安全专家、TÜV 莱茵技术（上海）有限公司 副总经理

激光加工系统的构成及特点

激光加工系统是指以激光为核心加工工具的现代化生产系统，它通常集合激光光源、机械运动部件、电气控制部件、工装夹具、通风除尘设备等于一体，具有高度集成化、结构紧凑、生产效率高、生产工艺好等特点。随着激光生产工艺的不断提升，激光核心器件的成本降低，激光工作站将逐渐走进许多传统制造行业，成为传统企业进行现代化改造的好帮手。



图1：激光加工系统工作区域示意图。

如何建立安全的激光加工生产系统，并将其恰当地应用到不同的企业中呢？下面的内容将和大家一起探讨一下这个问题。

激光工作站的设计安全

激光工作站的设计安全需要考虑四个方面：危害的识别和分析、对应的防护措施设计、防护措施的评估，以及用户的指导与信息告知。

（1）危害的识别和分析

常见的危害类型包括机械危害、电气危害、激光及激光伴随的辐射危害、激光和加工材料作用产生的有毒有害物质危害等等。生产企业应该按照产品设计的特点，结合考虑设备在使用过程中可能产生的情况，来分析和识别可能的危害类型及严重程度。比如，一台激光焊接设备在调试的过程中，可能会使人员受到 Class 3R 的引导激光辐射；也要考虑到可能加工的材料类型，比如用加工铁板的激光切割机用来加工塑料材料，会产生完全不同类型的有害物质，激光工作站的排风除尘设备、所需时间以及进气量都不同。

（2）防护措施设计和评估

对应的防护措施都要有据可依，并且符合国际和国内安全规范要求。比如一个激光焊接工作站，需要针对激光辐射危害设计完整的激光防护屏。防护屏需要在任何正常或异常使用条件下，耐受内部激光源的直接辐射，并在一定时间内保证人员的安全，它的设计和材料的使用需要符合 IEC/EN 60825-4 或同等内容标准的要求。如果防护屏的一部分是玻璃视窗，那么该防护玻璃还要符合 EN 207 的要求，满足对应的防护等级，确保外面的观察人员的眼睛和皮肤接受到小于 Class 1 的激光辐射。

表 1 给出了激光工作站产品常见的危害类型，以及采取的防护措施、防护措施的评估依据和参考标准，生产企业可以依据这些标准进行产品设计。

经过了这些详细的分析和设计，相信企业能够结合自身情况设计出符合安全规范的产品。但是，因为激光加工生产系统结构复杂，光、机、电危害并存，安全设计有时会相互影响，因此最终的产品需要严格依据相关标准进行检验以符合所有安全规范。

（3）用户的指导与信息告知



图2：激光加工系统常见危害。

表1：激光工作站中常见的危害类型及防护措施、防护措施的评估依据和标准

危害类型	防护措施	评估依据和标准
机械危害	防护屏 限制人员接触区域 限位互锁	CE机械指令：2006/42/EC EN ISO 12100：2010 （机械安全-一般设计原则，风险评价和风险降低）
电气危害	设计符合电气安全标准	CE 低电压指令：2014/35/EU 适用标准：EN 60204-1 （机械安全 - 机械电气设备 - 第1部分：通用要求）
功能安全漏洞	功能安全设计指导	IEC 61508 （电气/电子/可编程电子安全系统的功能安全） ISO 13849-1:2015（机械安全相关控制系统设计方法）
激光辐射	限制区域 激光辐射警告 主动、被动防护屏	IEC/EN 60825-1：激光产品安全要求 IEC/EN 60825-4：激光防护屏 EN 207：激光防护玻璃
加工材料和物质产生的危害	告知加工材料和配合使用物质类型，定义危害物质的限值； 配备个人防护措施； 排气、排烟、空气净化、消防等	ISO 11553-1 激光加工设备-通用安全要求 各地职业健康检查管理要求 企业HSE要求
忽略人体工程学特性导致的危害	人机工程学设计指导	人机工程学通用要求
热危害	限制区域 高温警告 防护屏	EN 563: 2000 可接触表面的温度对热表面建立温度起始值的人类工程学数据
振动	隔震	ISO 2631系列标准：机械振动和冲击要求
噪声	降低工作环境噪 佩戴耳机	ISO 11553-3：激光加工设备噪声测量和标准
温度	满足产品设计要求	产品规格要求
湿度	满足产品设计要求	产品规格要求
外部冲击/振动	满足产品设计要求	产品规格要求
使用环境产生的蒸汽、粉尘、气体	满足产品设计要求	产品规格要求
电磁辐射、电磁干扰	设计符合电磁兼容要求	CE 电磁兼容指令：2014/30/EU
供电电源干扰、波动	满足产品设计要求	产品规格要求
硬件、软件不完全兼容	实践中不断整改完善	特别要求

好的企业不仅要设计符合安全规范的产品，还要做到充分的用户指导、培训以及重要安全信息提示，确保操作和维修人员能够在复杂的环境中按照正确操作流程操作。

产品说明书中需要尽量详细地从系统安全角度说明产品安全设计要点、关键安全控制方式及使用器件。通常会包括激光工作站的正常操作和维修作业指导、产品的能量源及危害防护、加工材料类型说明及其对应有毒害物质类型、产品中使用的各种警告标识位置及含义。说明书还需要结合应用的特点，介绍或推荐必要的个人防护设备，比如激光护目镜或手套。

同时，激光工作站生产企业还需要为使用人员提供必要的安全知识培训，与企业激光安全负责人一起，帮助客户操作人员了解激光类型、等级及常见危害和防护重点，帮助企业建立针对激光工作站应用的安全控制流程。

另外需要注意的是，很多产品说明书中对于安全的说明并不够系统化，将很多应该系统介绍的安全内容分散到了很多章节，操作和维修人员不容易系统地掌握。

激光加工系统的应用安全

企业使用符合设计安全的激光加工系统并不意味着实际应用就一定安全。在激光工作系统应用的过程中，一方面需要严格按照使用说明规范操作，另一方面需要不断地针对特殊情况进行分析、总结，制定一套切实有效的安全控制流程。比如，当操作人员发生变化时，激光安全负责人需要及时安排激光安全培训，培训合格后才能上岗操作，保证操作人员具备基本的激光安全知识。再比如，当设备进行检修需要将个别安全器件屏蔽进行调试，应该有完善的措施，确保恢复所有安全器件后再进行正常操作。

总之，激光加工系统只有经过严格的系统安全评估，并在应用过程中按照操作流程作业，才能够发挥其优势，保证企业持续健康的生产。❑

激光切割

红外激光切割蓝宝石的实验研究

文/马伊平，武汉吉事达科技股份有限公司

目前，手机 HOME 键大多采用蓝宝石材料，因为蓝宝石具有高强度、良好的绝缘性、高耐磨性、优良的热导率，且化学性能稳定。由于手机 HOME 键要求精度很高，厚度也有一定限制，因此需要对其切割。传统的机械加工方法容易产生废屑、崩边、裂纹等不良现象，机械接触式的刀具磨损也会不断增加加工成本，且其效率低下不适合市场需求。

光纤激光具有优良的光束质量，可将光斑直径聚焦到 10μm 左右，所以非常有利于激光精细加工。

激光切割使用聚焦后的连续或脉冲激光束照射材料表面，被照射处的材料被高功率密度的激光束加热，瞬间达到熔化、汽化温度或燃点，与此同时，用与激光束同轴的高速气流将熔融的物质吹出，随着光束与材料之间的相对移动，在材料表面形成切缝。激光切割示意图如图 1 所示。

激光加工系统由激光器、光路系统、机械结构、控制系统（包括电控系统和软件系统）、辅助系统五大部分组成。

激光经过光学系统后会出现能量衰减，对能量的利用率和切割效率都有直接的影响，所以镜片材料要对所使用波长的激光有尽可能大的透过率，一般选择镀膜的镜片来增大透过率。为了增大照射到加工材料上的激光能量密度，需要聚焦系统来减小激光的光斑尺寸。

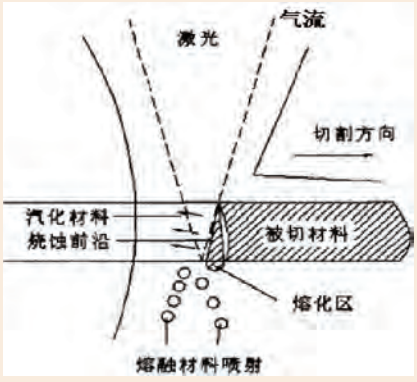


图1：激光切割示意图。

对于激光热切割加工而言，评价其加工质量主要包括以下几个原则：

1、切缝光滑、无条纹，没有脆性断裂；

2、切缝宽度宅，这主要与激光束光斑直径大小有关；

3、切缝垂直度好，热影响区小；

4、没有材料燃烧，没有熔化层形成，没有大的熔渣；

5、切口表面粗糙度，表面粗糙度的大小是衡量激光切割表面质量的关键。

要获得较好的表面质量等级，必须对激光功率、切割速度等工艺参数进行多次优化处理。本次试验选取影响激光切割质量的几个主要因素进行分析。

激光切割蓝宝石

实验采用我司研制的红外光纤激光切割机进行蓝宝石切割实验，切割机的技术参数如表 1 所示。

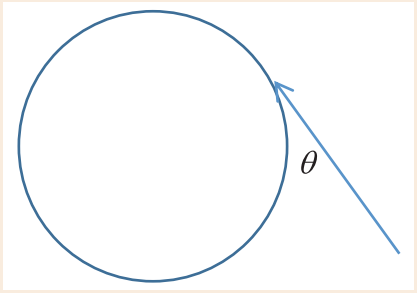


图2：起刀线示意图。

蓝宝石材料厚度为 0.52mm。使用氮气作为辅助气体，喷嘴直径为 0.8mm。实验首先要在软件中将起刀线的位置设置好，我们通过改变角度 θ（起刀线与材料边缘的角度）来改变起刀线的位置，如图 2 所示。观察和分析起刀线位置对切割质量的影响。θ 依次选取 15°、30°、45°、60°、75° 和 90° 进行试验，起刀线的长度为 0.3mm。起刀线的位置确定后，再通过控制变量法，研究功率、脉宽、切割速度以及气体对切割质量的影响。

当激光刚照射到蓝宝石材料表面时，会发生剧烈的反应。为了消除切割开始时的不利影响，在切割正式的图形前添加一段切割线，即起刀线，也称为辅助线。起刀线的切入角度也是影响切割质量的重要因素。通过实验发现，当角度为 30° 或 90° 时，溅射物长度基本消除。

起刀线设置好后，保持脉宽、切割速度以及气压不变，通过调节激光

表1：激光切割机的技术参数

激光波长	1064nm
最大功率	150W
峰值功率	1500W
加工幅面	350mm 350mm
切割厚度	<2.0mm
定位精度	3
重复精度	1

功率来观察激光切割蓝宝石质量的情况，多次实验测试得出的结论为：能够切断蓝宝石的临界功率为 17%。因此我们分别进行了功率为 25%、20%、18% 及 17% 的切割实验，具体测试结果如图 3a、3b、3c 和 3d 所示。

由图 4 可知，随着功率的不断降低，功率为 20% 时切割效果最好。能量过高时，热效应大使崩边量变大；

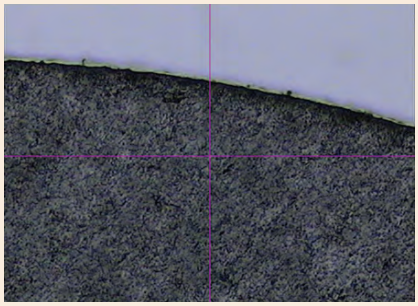


图3a：功率为25%时的切割效果图。

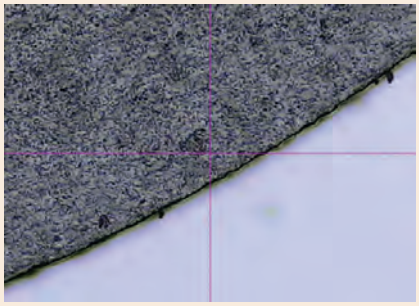


图3b：功率为20%时的切割效果图。

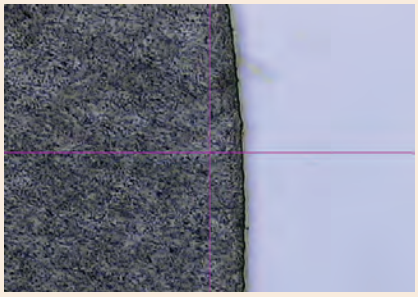


图3c：功率为18%时的切割效果图。

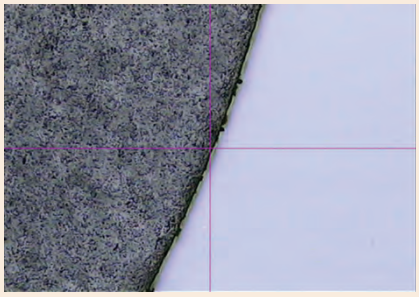


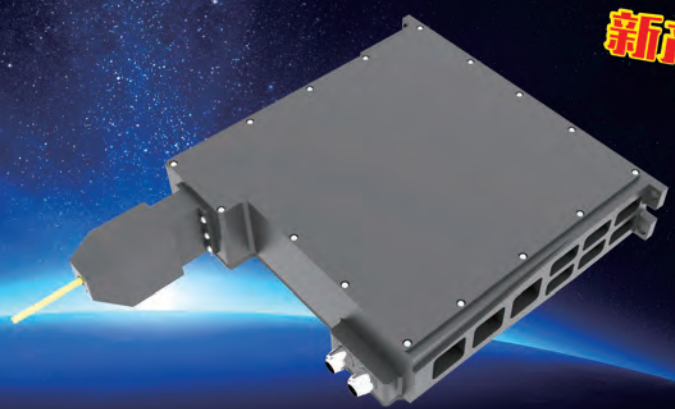
图3d：功率为17%时的切割效果图。

华芯光电 EverBright 波长锁定 高亮度光纤激光器理想泵浦源

新产品!

F系列
976nm/600W波长锁定激光器

光纤芯径: 200um
数值孔径: 0.18NA (90%)
也可提供不带波长锁定更高功率产品



ILOPE ILOPE-2017 北京光电周
2017年10月11-13日
欢迎莅临4号馆4610

地址：江苏省苏州市昆仑山路189号2号厂房
邮编：215163
电话：+86-512-6937 2570
传真：+86-512-6937 2559
网址：www.everbrightphotonics.com
邮箱：Sales@everbrightphotonics.com

微信扫一扫
获取华芯光电更多资讯

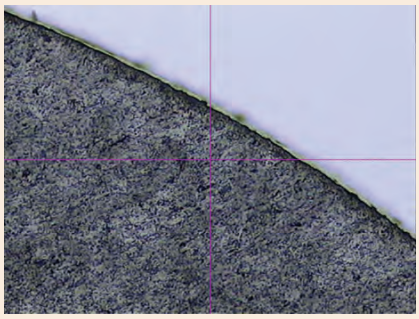


图4a：速度为6mm/s时的切割效果图。

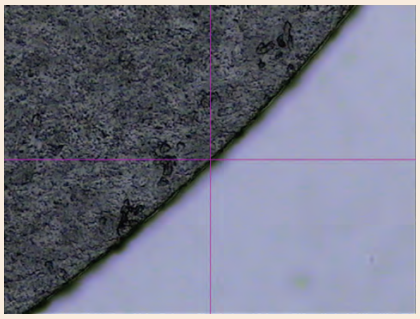


图4b：速度为8mm/s时的切割效果图。

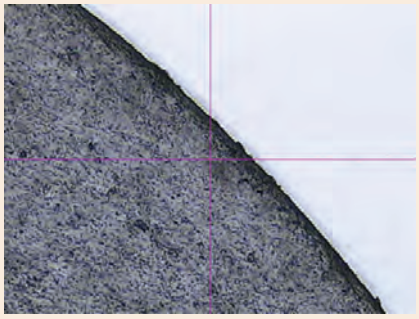


图4c：速度为10mm/s时的切割效果图。

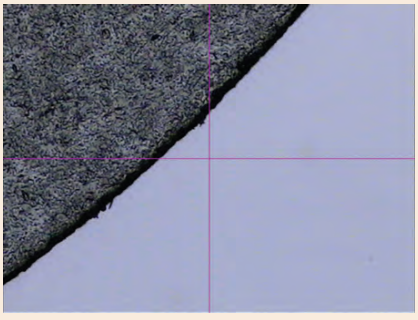


图5a：频率为800Hz时的切割效果图。

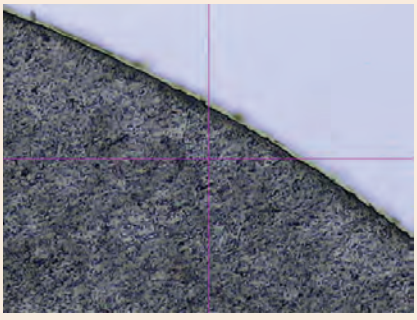


图5b：频率为1000Hz时的切割效果图。

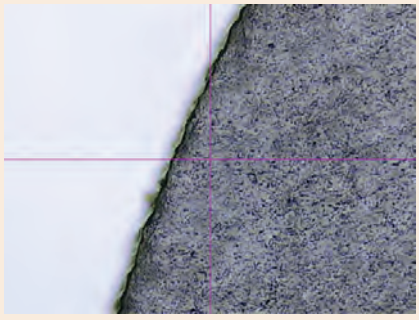


图5c：频率为1500Hz时的切割效果图。

能量较小时，有部分熔融物质未被清除。

然后保持功率、脉宽及气体不变，改变切割速度来观察对切割效果的影响。从实际的实验结果得知，切割速度为 6mm/s 时蓝宝石就能切透。我们分别进行了切割速度为 6mm/s、8mm/s 和 10mm/s 的实验，实验效果如图 4a、4b 和 4c 所示。

从图 5 可知，随着切割速度的不断增大，切割效果先变好后变差，原因是当达到了临界功率后，如果增大速度，伴随着激光功率就会减小，导致切割质量受到影响。

接着，保持功率、切割速度及气体不变，改变频率观察对切割效果的影响。多次实验结果表明，重复频率为＜ 650Hz 时蓝宝石切割边缘发黑，重复频率≥ 650Hz 时此现象可避免。测试中采用了重复频率为 800Hz、1000Hz 和 1500Hz 的激光进行实验，实验效果如图 5a、图 5b 和图 5c 所示。

从图 5 可知，在临界频率的基础上增大重复频率，蓝宝石切割效果先变好后变差。由于脉宽是决定切割质量的因素之一，随着频率不断增大，刮渣量先变小后又增大，综合考虑刮渣和毛刺量，可以确定最佳频率值为 1000Hz。

最后保持功率、切割速度及频率不变，改变氮气气压来观察对切割效果的影响。调节不同的氮气气压测试，当氮气气压＜ 0.5MPa 时蓝宝石无法切断，切割路径上熔渣较多。我们分别设置氮气气压为 0.6MPa、0.8MPa、0.9MPa 和 1MPa 进行实验，实验效果如图 6a、图 6b、图 6c 和图 6d 所示。

由图 7 可知，在一定范围内，随着气体压力的增加，崩边量逐渐减少，在 1MPa 时，基本无崩边，并且刮渣量也很少。随着气压的逐渐增大，燃烧剧烈进行，蓝宝石熔化量增大，熔融材料被吹走，气压越大，其效果越明显。

由以上分析可以确定，使用我司的红外光纤激光切割机切割厚度为 0.52mm 的蓝宝石的最佳工艺参数为：激光功率 30W、重复频率 1000Hz、氮气气压 1MPa、切割速度 8mm/s，使用这些参数组合能够获得较好的切割效果。

下面从本次试验选取影响激光切割质量的几个主要因素进行分析。

（1）激光功率

激光能量是激光切割过程中的主要能量来源，激光功率和切割速度决定了输入到材料上的能量，激光功率的大小会对切割产生重要影响。当切割速度、辅助气体压力等其他工艺参数一定时，切口宽度随着激光功率的增加呈现一种线性正比关系。激光功率过小会切不透；增加功率，则切口宽度增加，端面粗糙度增大。激光切

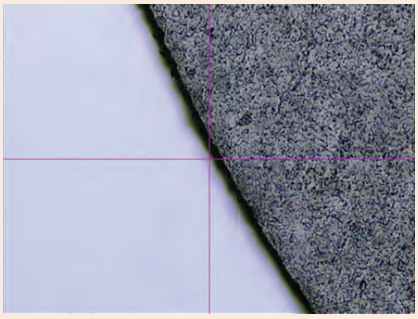


图6a：氮气气压为0.6MPa时的切割效果图。

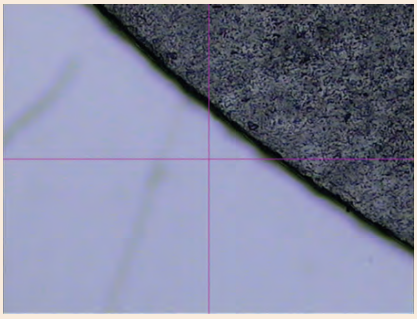


图6b：氮气气压为0.8MPa时的切割效果。

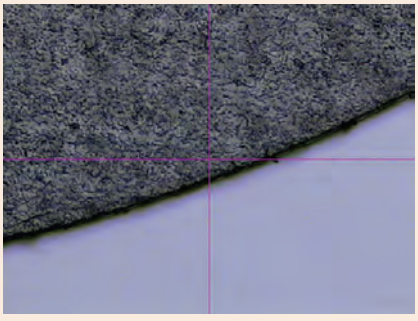


图6c：氮气气压为0.9MPa时的切割效果图。

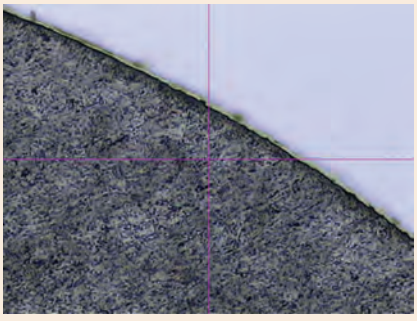


图6d：氮气气压为1MPa时的切割效果图。

割时希望激光功率尽可能大，这样可以充分发挥激光器的功率优势，提高效率。

(2) 切割速度

对于给定的材料和激光功率，切割速度一般符合于一个经验式，只要在阈值以上，材料的切割速度与激光功率成正比，即增加功率可以提高切割速度。对于切割蓝宝石而言，在其他工艺参数保持不变的情况下，激光切割速度可以有一个相对的调节范围。

切割速度小，切口宽度大，切口粗糙度大；切割速度大，切口宽度和粗糙度小，超过最佳切割速度后，粗糙度缓慢增加。切割速度过高，则切口刮渣较多或切不透；切割速度过低，则材料过烧，切口宽度和热影响区较大。要提高切割质量，当其他工艺参数不变时，要优化切割速度。

（3）辅助气体

辅助气体除了用于从切割区吹掉熔渣以清除切缝的惰性气体和活性气体外，对于蓝宝石材料，使用氮气可以起到抑制切割区过度燃烧的作用。

激光切割对辅助气体的基本要求是气流量要大，以便有充足的氮气与切口材料发生放热反应，并有足够的动力将切口处的熔融材料吹除。高速切割蓝宝石时，增加气体压力可以提高切割速度，防止切口背面产生刮渣。

当激光功率和切割速度一定时，辅助气体压力对切割质量有明显影响。适当增加气体压力，由于气体动量增大，除渣能量提高，可使切割速度提升；但压力过大，切割面反而变得粗糙。在切割过程中，氮气中含有的杂质会对切割质量造成不良影响，因此氮气的纯度要高。❑

上接第23页

通常是这些系统成功的关键因素。对于高功率源，增加扩束器可以提供受控的功率密度减小。另外，减小发散有助于准直、并减小光束最终焦点处的光斑尺寸。降低发散以控制准直，也有利于要求严苛的激光应用，特别是在长光程系统中。可能需要可变激光扩束器，来补偿每个激光源之间光束尺寸的变化。

制造商生产各种各样的激光扩束器。如 Edmund Optics 的 LC 固定式 YAG 扩束器之类的一些产品，以经济的价格带来衍射限制的性能。如果系统波长处没有库存产品，则评估相邻波长的库存扩束器的性能。例如，如果系统在 642nm 处工作，也许供应商有在设计波长 633 nm 处满足所有其他要求的现成解决方案。与使用完全定制的组件相比，使用不同的膜层来修改现有选件，是更简单的解决方案。这些半定制产品的修改通常是满足系统要求的经济选择。

如果系统要求定制设计，请务必选择具有一系列库存光学元件的制造合作伙伴。已有的光学和机械设计可以作为定制设计的起点，最大限度地降低成本和提高性能。

系统要求是各种扩束器选择特性的优先考虑。当选择扩束器时，请注意不要过度要求，这可能导致不必要的成本和更大的物理外形。相反地，确保激光扩束器没有低于指定要求，低于指定要求将导致性能变差，包括准直不佳、更大的光斑尺寸和不期望的发散。基于激光的光学系统的成功实施，通常取决于扩束器成本和性能之间的正确平衡。这一切都从对系统要求和扩束器特性之间相互影响的理解开始。❑

三维激光测量

三维激光技术在建筑物外立面测量中的应用

文/武汉海达数云技术有限公司

项目背景

工程规划竣工测量是对已施工完成的建筑项目规划审核、对工程中的各种建筑物测量验收并分析比较，根据工程的各项标准以及测量依据，为工程验收提供质量评定依据。在测量时，数据必须精确无误，为竣工验收提供可靠的信息依据，保证工程项目可以安全的投入使用。

在竣工测量中应用三维激光技术，可以有效提高规划验收的科学性和准确性，落实规划意图、合理利用土地、真实记录项目建设，并且其中的立面测量成果还为城市规划部门及监察部门提供重要的执法依据。

项目简介

（一）项目概况

为满足相关勘测院工作需求，积极响应拓展相关领域内的新兴业务，海达数云基于地面激光扫描技术承接了一系列建筑立面测量项目。

2017 年 2 月，在厦门市某小区外立面改造测量项目中，海达数云利用激光扫描仪进行建筑物立面测制，快速、准确地为相关设计单位提供基础立面图。

（二）项目要求

采用三维激光扫描仪对小区立面整治项目范围内的建筑外立面进行三维数字化测量，获得项目范围内的点云模型及彩色数字正射影像图。

技术服务方式为现场点云数据



采集和后期测绘图纸绘制。提供的数据成果为点云数据、DWG 格式文件、立面测绘图电子文件及纸质文件。要求图片清晰、数据详明。所提供的点云整体拼接精度＜ 1cm，需满足立面整治施工图绘制和工程量计算的要求。

所用设备

（一）硬件设备

HS 系列高精度三维激光扫描仪，是海达数云完全自主研发的脉冲式、全波形、高精度、高频率三维激光扫描仪，配套中海达自主研发的全业务流程三维激光点云处理系列软件，具备测量精度高、点云处理效率高、成果应用多样化等特点。其主要规格如下：

1、激光等级：Ⅰ级

2、最远扫描距离：1200m

3、数据获取速度：50 万点 /s

4、测距误差：5mm

5、双轴补偿器：补偿范围 5°；分辨率 0.001°

6、防护等级：IP64

7、数据存储：内置固态硬盘存储器容量 240G

8、提供高清单反相机连接口，集成高清单反相机

（二）配套软件

HDScene 是为海达数云自主研发的地面站三维激光扫描仪专门设计的配套数据处理软件。软件处理硬件采集的数据，主要功能包括数据导入导出、视图显示（三维、平面、快速、草图、拼接视图）、点云拼接 (草图拼接、特征点面拼接、自动面拼接及优化拼接)、点云处理与分析、点云影像配准与着色等。

作业优势

（1）无需瞄准

地面激光扫描仪脱离了全站仪、经纬仪等仪器所必备的瞄准器、物镜和目镜，其自动化测量方式提高了外业作业效率。

（2）无需草图连线

外业数据较全，无需绘制草图，在内业进行综合取舍，完成制图任务，不必再去现场。

（3）无透视投影变形

摄影测量技术中相片的拍摄是透视投影，产生了较为明显的变形；而激光扫描仪类似全站仪直接获取距离和角度，所以其点位无投影变形。

（4）联合 CAD 测图

可直接依据点云绘制点线发送至 CAD 工具栏，其中包括绘制 2D 和 3D 点线到 CAD，设置发送坐标等。该工具能将采集的二维多段线对象传送到 AutoCAD 软件中，方便测图人员快速采集二维的线状要素。

ILOPE

www.ilope-expo.com

ILOPE - 2017 北京光电周

第二十二届中国国际激光、光电子及光电显示产品展览会

22nd China International Lasers, Optoelectronics and Photonics Exhibition

2017.10.11-13

北京 · 中国国际展览中心（静安庄馆）

扫码关注

体验国内外光电行业展会“一站式”服务！

CIEC

北京华港展览有限公司

Tel：+86-10-84600314，84600836
84600343，84600384

Email: zhanghaijiao@ciec.com.cn
chendeyun@ciec.com.cn
wangxinyan@ciec.com.cn
menglin@ciec.com.cn

COEMA

中国光学光电子行业协会

Tel: +86-10-84321499

Email: coema@coema.org.cn

技术路线



图1：技术路线。

数据采集

（1）利用地面三维激光扫描仪实施扫描的两种方法

一种方法是采用电脑控制激光扫描仪进行扫描，该方法可根据测量范围设定单站扫描起止角度（扫描之前应了解仪器零角度方向），扫描完成后可以在电脑中直接观察扫描数据质量。

另一种方法是采用仪器直接采集，扫描时务必注意测站顺序。该模式无法在现场监视数据质量，但作业效率高。



图2：外业数据采集。

（2）数据处理及配准

数据预处理和配准采用海达数云的软件 HD Scene，可采用两种方法：一种是选择同名特征点的方法进行配准，至少要选择 4 个同名点；另一种是采用人工交互式移动测站粗配，再采用 ICP 算法自动精配，提高配准精度。

（3）注意事项

由于测区树木较多，需分多站扫描，设站时应满足以下要求：①、以尽量少的测站覆盖整个测区，选取 400m 以上测距，同时使用较大的角分辨率，以减少数据量；②、将测站设在较高位置正对楼房扫描，以获取较多目标点，同时避免产生盲区。使用 RTK 或全站仪准确采集测站的外部坐标，用于后续配准拼接、坐标转换。

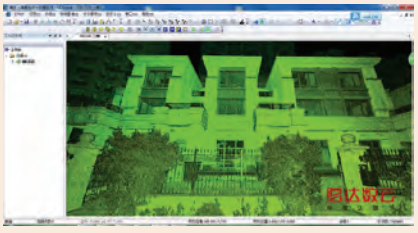


图3：单站点云数据。

内业成果

（1）立面图绘制

点云数据绘制立面图。利用处理后的点云数据绘制立面图，可采用两种方法——立体模式特征点提取（三维量测）和平面投影描图模式。

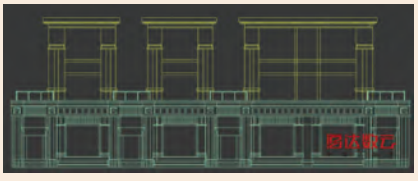


图4：依据点云绘制轮廓线初步正面成果。

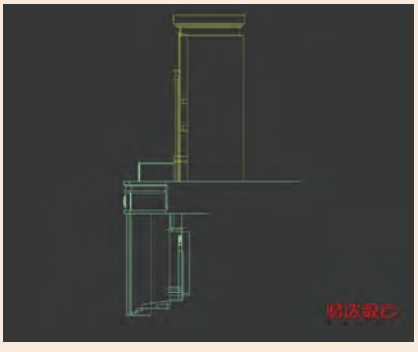


图5：初步侧面成果。

外业查漏补缺。作业工具采用钢卷尺、测距仪、全站仪，对于大面积缺漏的，采用激光扫描仪补测。根据照片外业调绘、外业补测数据在 HdPtVector 中进行制图。

（2）属性录入

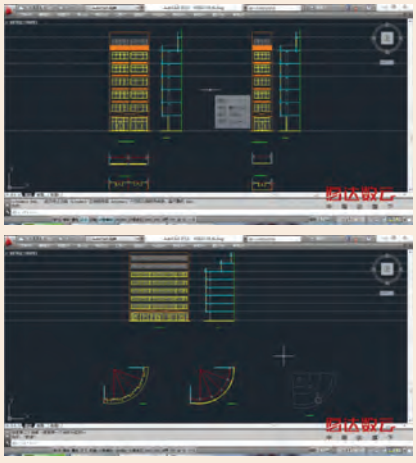


图6：绘制立面图示例图。

结论

利用测绘新技术，结合厦门市立面改造项目，利用地面三维激光扫描技术的全天候、高效、准确等技术优势，辅助规划设计工作者完成了一系列建筑物立面测量项目，取得了较为满意的成效。

相比于传统立面测绘方式如采用皮尺、测距仪等测量方式，三维激光扫描技术大大提高了测量精度、精简了作业流程。

基于地面三维激光扫描仪提出的作业方法，改变了传统作业模式，在数据采集效率和成图精度上均获得较大提高，尤其是减轻了异形建筑物立面测量的内外业工作量。❑

光子学在新兴无人机市场中的发展策略

文/ Michele Nichols，Launch Team公司总裁

在过去的几年中，商业应用市场对小型无人机（UAV）的兴趣越来越浓。新兴无人机市场为光学、光子学和成像产品制造商带来了新的希望。然而，这些公司在 UAV 市场也面临着挑战，包括 UAV 中的大量未知数、需要投资的 UAV 应用、UAV 的相关要求和监管环境等。

市场分析师预测，未来五年商用 UAV 的销售额将翻两番。到目前为止，高端防御市场和低端玩具市场基本符合市场预期。市场正在迅速变化，并且 UAV 在成像应用中看到了诸多潜在的市场机会。虽然市场增长看起来很有希望，但问题仍然存在：哪些应用是最合适的？要经历多久才能实现批量生产和广泛采用？

FLIR 系统公司全球分销和销售经理（UAV）Randall Warnas 在 2017 SPIE 国防和商业传感会议上发表演讲，探讨了 UAV 在航空热成像中的应用，主要包括以下几个方面。

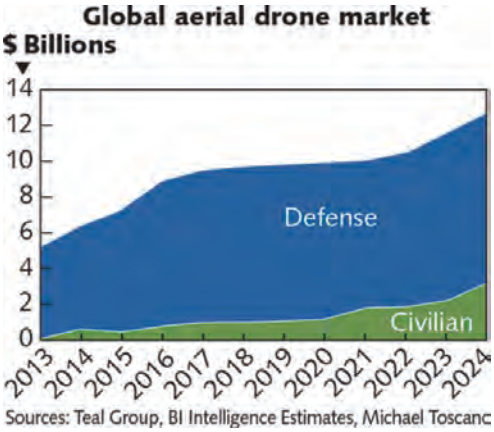
公共安全

远程消防。成像技术可以让现场急救人员确定消防战略，并安排专业设备，同时限制对现场人员的危害。

执法工作。等温相机正在用于 K9 训练、发现和识别嫌疑人，并记录现场情况。

搜寻及救援。无人机空中热成像在遥远崎岖的地形中特别有用，在过去的 10 个月中，已经通过这种应用救援了 38 条生命。

监控。私人保安人员可以设置一个监控边界，并部署无人机进行自动监控。无人机将视频发送到监控主机。



检查

火车和基础设施检查。热成像技术有望削减每年从美国火车上偷走的价值 300 亿美元的货物。

电力检查。在公用事业检查中，空中成像降低了攀岩电线杆带来的风险。工作人员可以用无人机检查每个部件，无人机会自动报告异常情况。在太阳能应用中，可以通过提高检查频率来增加功率输出。

石油和天然气检查。热成像可以在数英里远的地方，检查偏远地区管道的温差。

农业

水管理。无人机可以监测土壤中的水分，帮助农民制定合理的作物计划，保持水分，实现产量最大化。

温度跟踪。热成像可用于扫描数英亩的作物，提供温度数据，从而帮助农民判定作物需要多少水分。

以客户为中心的营销与研究

面对如此广泛的应用，你将如何优化自身技术？你的市场营销点放在哪里？

无人机市场的新兴机会，突显了理解和预测目标客户需求的重要性。在高增长的新兴市场中，客户在设计和生产方面的合作将会更加开放。他们也将急于获取能够证明该技术的可靠数据。你的市场营销和销售策略应该支持这些需求。这里有几个小要点。

1、联合市场领导者开展试点测试，并发布试点结果。

2、了解客户的购买周期，以改善销售跟进的时间，并建立信誉。

3、专注于入门营销，促进教育内容，以帮助客户了解技术并进行商业权衡。

客户研究也可以为产品开发提供重要的参考。Launch Team 公司的技

术作者 Damon Diehl，为许多光学系统做过新产品开发。他建议光学公司要特别注意以下几点：

功能精简。虽然市场对无人机的需求在增加，但是对尺寸和重量的要求依然非常严苛。成功的公司调整其产品以满足性能规格，而不是追求性能极限。不需要的功能是一种浪费。不是“我们如何改进我们的产品”？正确的问题可能是“我们可以削减多少不需要的功能？”

了解应用需求。无人机技术的一个主要特征是能够在环境中操作，并且是以载人机无法实现的方式。你了解最终用户的应用吗？如果你只是阅读了用户的规格表，你对一些要求可能了解得并不够。加速、腐蚀和极端温度都是最终用户关注的问题，这些都会影响你的生产决策。

潜心学习。国际交通武器条例（ITAR）规则非常复杂，对于任何可能用于军事领域的产品，ITAR 限制条件的影响可以深入到该产品的元件。对于针对特定市场的产品，可能并不值得你去开发独特的技术。此外，

即使你只是为 ITAR 限制的产品提供库存元件，ITAR 调查可能会确定你的元件以前未被认识到的军事意义，这可能会终止现有的国际合作伙伴关系。

这些只是一些例子，旨在说明为什么调查客户的独特需求和客户背后的驱动因素，为什么总是至关重要。早期以客户为中心的调查，使你的企业能够创建产品开发和产品发布计划，确保以强劲优势进入市场。❑

面向 CO_2 激光器的 3D 扫描系统为包装行业提供更大灵活性

SCANLAB 针对采用千瓦级 CO_2 激光器的工业切割和焊接应用，推出了新的 3D 扫描解决方案——power*SCAN* II，其低质量 50mm 振镜可实现小光斑和高动态性能。由于集成 FLEX 功能，扫描场尺寸可自由调节，以适应广泛的应用，尤其适用于纸张、包装和纺织等行业。

在任何涉及通过切割模具或冲压工具进行工件制造的行业中，激光修边均可提供大量加工优势。一段时间以来，CO_2 激光器被越来越多地用于修整纸张、硬纸板、木材、纺织品和皮革等多种有机材料。激光器与扫描振镜一起配合使用，无磨损，并允许随时灵活地切换切割形状。对于用户而言，在复杂形状或图案切割、以及个性化产品和小型生产运行方面，激光加工都具备巨大优势。

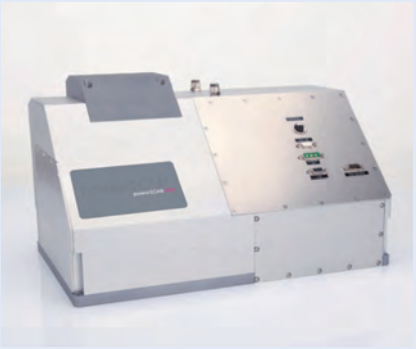
SCANLAB 最新推出的 3D 扫描系统是一个灵活的解决方案，可以显著降低工具成本和加工成本。在按下加工按钮的同时，FLEX 选项可实现无级变速，可实现 250 × 250mm² 至 1500 × 1500mm² 的图像扫描尺寸。因此，该解决方案可以针对一系列应用，同时设置各种光斑尺寸和工作距离。这里，集成的 z 轴将图像场延伸到第三维度，从而进一步提升加工精度。

power*SCAN* II 可以满足各种特定应用需求，在切割复杂图案时，可实现高线速度或高轮廓保真度。数字伺服电子机允许在这些应用选项之间轻松切换，以始终确保每个应用的完美动态设置。

工业适用性和紧凑性

与之前的产品相比，power*SCAN* II 扫描头体积更加紧凑，占地面积缩小了 1/3，高度也有所减小。新的外壳采用密封防尘封装。此外，出光口处配备了可更换的窗口，防止加工中的杂散光。

该系统的工业适用性是对所有扫



描头轴的连续状态监测，以及组合互锁信号的传输。当发生故障时，可以方便、快速地关闭系统，从而防止浪费或进一步损坏。

SCANLAB 首席执行官 Georg Hofner 解释说：“power*SCAN* II 的问世继续壮大着我们的产品组合，通过‘准第四轴’的灵活性以及重新设计的数字电子产品，power*SCAN* II 为具有大图像加工面积的大功率应用，提供了非常有吸引力的选择。目前，初步的测试系统已经出货，并在工业加工任务中接受检验。”❑

具有精密角度公差的TECHSPEC®斜边BBAR镀膜直角棱镜

爱特蒙特光学最新的 TECHSPEC® 斜边宽带增透膜（BBAR）直角棱镜，具有350~2200nm 的宽泛波长适用范围，适用于需要用到单轴回射器的应用，以及光学系统受到空间限制的应用。



TECHSPEC 斜边 BBAR 镀膜直角棱镜拥有精密的角度公差，可达 ±15arcsec，在减少光线偏差的同时，无需重新校准光学系统的其他部分。棱镜采用 N-BK7 基片，具有高精度表面，表面质量可达 40-20，同时还具有 λ/8 表面平面度和 +0/-0.1mm 尺寸公差。

该直角棱镜可选择 VIS 和 NIR 镀膜，能够减少特定波长范围内的表面反射，增加总透射。共有八种标准 VIS 0 和 NIR 1 镀膜棱镜可供选择，棱镜的斜边长度为 14.1~70.7mm，直角边长度为 10~50mm。

爱特蒙特光学，www.edmundoptics.cn

用于选择性激光烧结的聚丙烯粉末

德国 Advanc3dMaterials 公司生产的 AdSint PP 柔性聚丙烯粉末，能够在选择性激光烧结中提供 29%的伸长率，并且与标准的聚丙烯相当。



该粉末可以直接生产原型和小型系列产品，如同普通聚丙烯一样，该材料可用于汽车、电气、运动和保健行业。它允许后处理，如热成型或密封，提供 4.4 磅罐装或 44 磅袋装两种包装。

Advanc3dMaterials，www.advanc3dmaterials.com

激光加工过程监视APP

瑞士百超公司的 ByCockpit 应用程序（APP），能够实时监视该公司的激光切割机、压力机和水射流切割机内的所有加工过程。



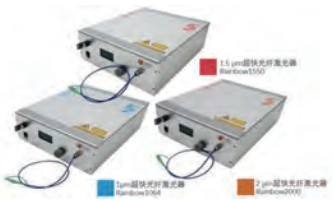
该 APP 能够评估收集的数据并生成状态报告，优化工厂输出；能够在笔记本电脑、智能手机或平板电脑上运行；能够在机器生产部件时生成报告，提供即时反馈信息，以便在必要时采取措施。

大约有 30 个窗口的一个菜单可由用户拖动、删除和重新调整，以便显示最合适的模式，提供工厂的最佳概况。窗口动态调整以适应设备的屏幕尺寸。

Bystronic，www.bystronic.com

诺派激光高稳定性Rainbow系列超快光纤激光器

诺派激光（NPI Lasers）推出高稳定性 Rainbow™ 系列超快光纤激光器，波长覆盖近红外 - 中红外主流波段，具有高度的可定制化与卓越的性价比，大大降低了集成厂商或科研用户进入超快应用的门槛，让超快激光在精密微加工、非线性光学、太赫兹产生和传感探测等前沿科技领域获得更深入的广泛应用，帮助客户及早、快速地拓展超快市场的发展机遇。



Rainbow 系列超快激光器采用专利的锁模脉冲生成技术结合全光纤方案，可实现高度可靠的自启动和功率稳定性。Rainbow 系列包含 1μm、1.5μm 和 2μm 的超快光纤激光器，脉冲宽度从 <15ps 到 <1ps，峰值功率达百千瓦量级，使其能够通过剥离外层电子和多光子吸收造成的冷烧蚀而进行一些超精细加工，也可激发非线性效应，用于非线性光学、超连续谱等科学研究。

NPI Lasers，www.npilasers.com

卓立汉光最新推出主动隔振光学平台

卓立汉光最新推出 DVIA-MB 主动隔振光学平台，专门为 SEM 和 TEM 显微镜设计的主动隔振平台，在低频 0.5Hz-10Hz 能达到 90% 以上的隔振效率；采用惯性传感器，可以检测出六个自由度的振动并做补偿；采用真蜂窝三层夹心式结构台面，厚度可选 100/200/300mm；表面平整度 ±0.1mm /600 mm^2；宽带阻尼隔振方式。



该平台广泛应用于扫描探针显微镜、原子力显微镜、扫面隧道显微镜、激光干涉仪、半导体检测设备、三维形貌分析仪和激光共聚焦显微镜等应用中。

北京卓立汉光仪器有限公司，www.zolix.com.cn

Advertiser	广告商名称	网址	页码
Aerotech Inc.		www.aerotech.com	BC
CASTECH Inc.	福建福晶科技股份有限公司	www.castech.com	15
Edmund Optics China		www.edmundoptics.cn/097-8611	19
华芯光电		www.everbrightphotonics.com	31
飞博激光		www.feibolaser.com	27
ILOPE	北京光电周	www.ilope-expo.com	35
Lumentum Operations		www.lumentum.cn	13
MWCS	数控机床与金属加工展	www.metalworkingchina.com	26
Newport	理波光电	www.newport.com	1
PCO AG		www.pco.de/ www.pco-tech.com	23
Pinnacle Scientific	顶尖科仪	www.psci.cn	25
莱茵技术		www.tuv.com	28-29
Zemax		Zemax.com/Transformed	3
II-VI		www.ii-vi.com.cn	9

eFOCUS VIDEO Magazine Webcast
www.laserfocusworld.com.cn

行政及销售人员 Administration & Sales Offices

行政人员 Administration

HK Office (香港办公室)

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

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

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

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

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

US Offices

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

Group Publisher
Alan Bergstein
alanb@pennwell.com

Editor in Chief
Conard Holton
cholton@pennwell.com

销售人员 Sales Offices

China (中国)

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

Shenzhen (深圳)
Jenny Li (李文娟)
jennyl@actintl.com.hk
Tel: 86 755 2598 8571

Wuhan (武汉)
Sky Chen (陈燕)
skyc@actintl.com.hk
Tel: 86 137 2373 9991
86 27 5923 3884/1564

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

Beijing (北京)
Cecily Bian (边团芳)
cecilyb@actintl.com.hk
Tel: 86 135 5262 1310
86 10 67484833

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

Amy Ma (马能能)
amym@@actintl.com.hk
Tel: 86 21 6251 1200

Asia (亚洲)

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

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

North America (北美)

East, South & Central
Jeff Nichols
Jeffn@pennwell.com
Tel: 1-413-442-2526

West & Mountain
Anne Marie St. John-Brooks
annemarie@pennwell.com
Tel: 1-510-606-0630

Austria, France, Germany, Ireland, Russian Federation, Switzerland, UK (奥地利、法国、德国、爱尔兰、俄罗斯、瑞士、英国)

Holger Gerisch
holgerg@pennwell.com
Tel: 49-0-8847-6986656

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

激 光 世 界

LaserFocusWorld® China

《激光世界》杂志创刊于 2005 年，是世界著名杂志《LaserFocus World》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一本专业期刊。《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、市场讯息以及中国本地市场的相关报导。在内容方面，《激光世界》中目前有50%的内容精选自获得独家授权的行业知名杂志《Laser Focus World》，其馀内容来自中国本土市场。

免费索阅



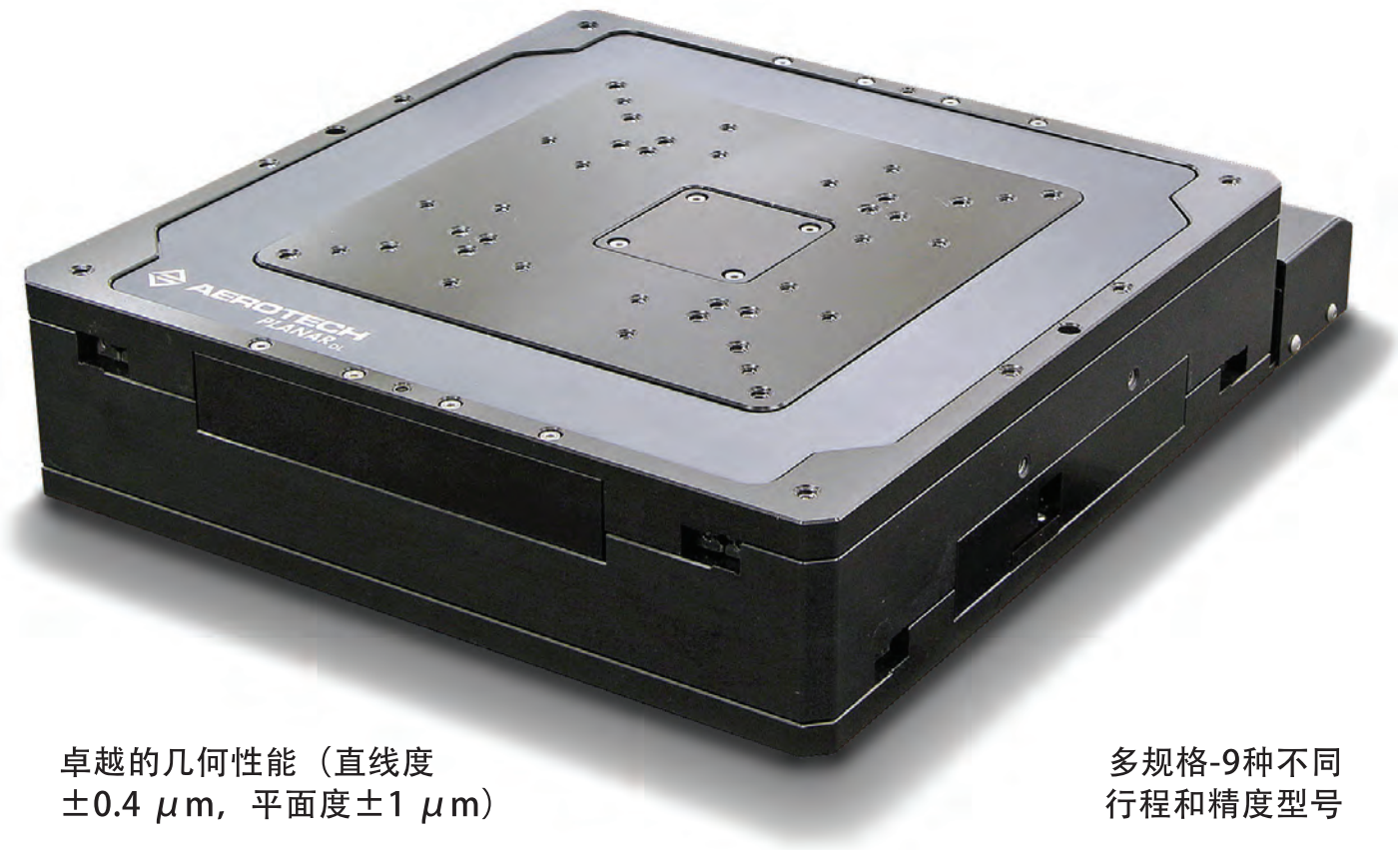
www.laserfocusworld.com.cn

ACT

无与伦比的XY定位性能

一体的集成、低轮廓、XY、
直线电机平台

防返，交叉滚柱轴承



卓越的几何性能（直线度
±0.4 μm，平面度±1 μm）

多规格-9种不同
行程和精度型号

Aerotech $Planar_{DL}$系列平台通过紧凑低轮廓的封装，可以提供卓越的几何和动态性能。高精度防返交叉滚柱轴承，精密加工表面和驱动于轴刚度中心的Aerotech直线电机保证了其作为定位平台的超低几何误差。一系列行程和性能选项使得此款平台适合于从表面轮廓测定到LED晶片划线的各种应用。即刻联系Aerotech了解$Planar_{DL}$如何提升您的应用。

Ph: +86 (21) 6126 1058 • Email: sales@aerotech.com • www.aerotech.com
WORLD HEADQUARTERS: USA
THE AMERICAS • EUROPE & MIDDLE EAST • ASIA-PACIFIC

AEROTECH®
Dedicated to the Science of Motion

AF0616A-RAD-ZH-CN