

激光世界

LaserFocusWorld[®] China

Laser Focus World 2018

创新奖评选结果揭晓

14

中国工业激光加工市场
现状与展望

10

光纤激光焊接技术的最新进展

22

适用于光学产品设计团队的六个最佳方法

32

ACT

PennWell[®]



微信公众号

扫频 OCT 系统

工业 • 医学成像与传感应用

- 非侵入式，无损检测
- 光谱式气体传感

See Precise



可调激光器

以快速、精准、极致、可靠为本

- 稳定获取 WDL & PDL 数据
- 硅光子器件测试

Think Precise



40 Years of Innovation

www.santec.com.cn
+86-21-58361261
info@santec.com



移师深圳



Laser South China

华南先进激光及 加工应用技术展览会

2018.10.10-12
深圳会展中心

www.lasersouthchina.com

观众预登记火热进行中，登记有礼，人人有奖！

展示范围：
· 先进激光制造技术 · 高端智能装备
· 先进光源 · 光学 · 激光加工服务 · 增材制造 · 创新技术



扫码二维码 观众预登记

观展服务热线：

021-2020 5640

lasersc@mm-sh.com



Messe München



14 封面故事

Laser Focus World 2018 创新奖

Laser Focus World 2018 创新奖评选结果揭晓

今年，Laser Focus World杂志首次举办了“创新奖”（Innovators Awards）活动，特此庆祝在光子学领域涌现出的各种创新的技术、产品和系统。

8 市场风向标



2017 剧增增长之后，2018 该何去何从？

全球激光器市场在经历了 2017 年的剧增增长后，2018 年如何发展？Laser Markets Research 首席分析师分享深度解读。

10 中国工业激光加工市场现状与展望



BOS PHOTONICS 公司总裁顾波博士就国内工业激光市场的发展现状，进行总结和展望。

22 应用天地



激光焊接

光纤激光焊接技术的最新进展

光纤激光技术进步所实现的创新方法，克服了传统激光焊接方法中最常见的困难，进一步显示焊接潜能。

29 激光切割



光纤激光器 Vs CO₂ 激光器：哪种技术会占上风？

光纤激光器已经在许多切割应用中超越了 CO₂ 激光器，但对于厚金属板切割，CO₂ 激光技术仍有优势。

技术中心

32 光学设计



适用于光学产品设计团队的六个最佳方法

通过使用 Zemax 原型样机仿真，可以提高产品光学性能，大幅度降低产品开发时间，并通过创建完整光机组件的仿真样机来降低成本。

35 二极管激光器



直接和频率转换二极管激光器为全息摄影提供全部波长

二极管激光器现在能满足在所有既定波长以及在紫外和可见光范围内的新波长下，执行全息和光刻应用的技术要求。

38 激光材料



新材料将激光光谱覆盖范围延伸至中红外波段

低损耗、高品质因数的中红外非线性光学晶体，具有宽透过范围，大大扩展了高度工程化激光源的波长覆盖范围。

访谈

41 百超在中国全球首发 BySmart Fiber 光纤激光切割机

百超在第 14 届中国国际机床工具展（CIMES）上，全球首发了其最新的光纤激光切割机 BySmart Fiber。

6 编者的话

12 前沿简讯

42 产品精英

44 广告索引

免费下载白皮书

www.laserfocusworld.cn/SPhysics_Linear_white_paper.asp



mks | Spectra-Physics®

使用 IceFyre™ 皮秒激光器微加工透明脆性材料

关于《激光世界》

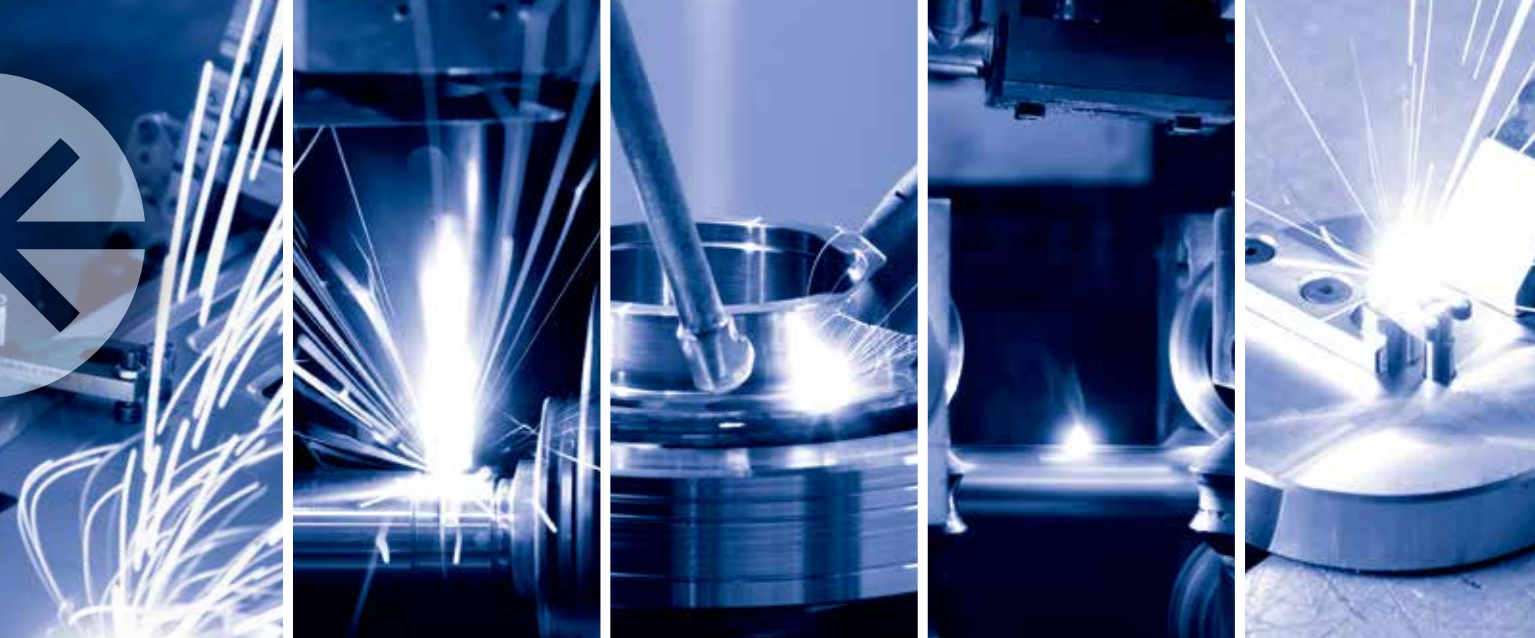
《激光世界》杂志创刊于 2005 年，是世界著名杂志《Laser FocusWorld》杂志的中文版本，也是在中国市场为激光与光电子行业的工程师、研究人员、科学家以及专业技术人员提供的专业期刊。《激光世界》的内容涵盖全球激光与光电子技术、工业与科研应用、市场信息以及中国本地市场的相关报道。

《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



领先创新的 激光焊接技术

全新HighLight FL-ARM光纤激光器将高功率与独特的可调节环形光斑模式技术完美结合，呈现全新功率输出模式。针对关键且复杂的材料焊接，可以实现高速度、高产能以及优异的加工质量且无需后处理加工。动态、可调节、多用途-ARM将出色应对各种高难度焊接的挑战。

了解更多ARM技术：go.coherent.com/HighLightFL-ARM





14 COVER STORY

Laser Focus World 2018 Innovators Awards

Laser Focus World announces 2018 Innovators Awards

Laser Focus World has held the Innovators Awards program, which celebrates the disparate and innovative technologies, products, and systems found in the photonics market.

MARKET WATCH

8 After 2017 vigorous growth, where should 2018 go?



How did the global laser market develop in 2018 after the vigorous growth in 2017? The chief analyst from Laser Markets Research shared his in-depth viewpoints.

10 The current situation and Prospect of China's industrial laser processing market



Dr. Gu Bo, President of BOS PHOTONICS, summarized and prospected the development of industrial laser processing market in China

22 APPLICATIONS

Laser welding



Recent advances in fiber laser welding

Innovative approaches enabled by advances in fiber laser technology, overcome difficulties typically seen with traditional laser welding methods, and show great potential for further advances in welding technology.

Laser cutting



Fiber laser Vs CO₂ laser: which technology will prevail?

Fiber laser has surpassed the CO₂ laser in many cutting applications, but CO₂ laser still has advantages in cutting thick metal.

TECHNOLOGIES CENTER

Optical Design



Six best practices for optical product design teams
With Zemax Virtual Prototyping, you can improve optical performance, cut your product development time dramatically, and reduce costs by creating a virtual prototype of a complete optomechanical assembly.

35 Diode Lasers



Direct and frequency-converted diode lasers provide all wavelengths for holography

Diode lasers now fulfill the technical requirements to perform holography and lithography applications at all established wavelengths, and also at new wavelengths in the UV and visible ranges.

38 Laser materials



New materials extend laser spectral coverage deep into the infrared

Advances in mid-IR nonlinear optical materials have led to low-loss, highfigure-of-merit crystals with broad transparency that greatly expand the wavelength coverage of highly engineered laser sources.

INTERVIEWS

41 Bystronic debuted its BySmart Fiber fiber laser cutting machine in China on a global scale

Bystronic debuted its new BySmart Fiber fiber laser cutting machine at the 2018 CIMES exhibition in Beijing.

6 EDITOR'S NOTES

12 LEADING EDGE SNAPSHOTS

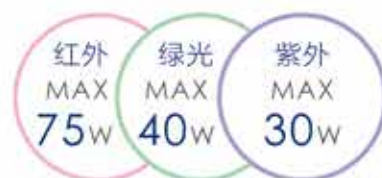
42 PRODUCTS HIGHLIGHTS

44 AD INDEX

About Laser Focus World China

Published since 2005, Laser Focus World China, the Chinese edition of the world famous Laser Focus World magazine, is the professional magazine for engineers, researchers, scientists, and technical professionals in China. It provides comprehensive global coverage of optoelectronic technologies, industrial and R&D applications, and market information. The editorial content licensed exclusively from Laser Focus World magazine is supplemented 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.



脉宽 $< 15\text{ps}$

DPSS 固体皮秒激光器

超过600台皮秒激光器销售及应用

应用领域：半导体、玻璃/陶瓷、OLED等

工业级

皮秒激光器



皮秒

紫外 10W | 30W
绿光 5W | 15W | 30W | 40W
红外 2W | 10W | 30W | 50W | 75W

纳秒

紫外 $< 1\text{W}$ | 3W | 5W | 7W | 10W | 15W
绿光 8W | 12W | 25W
红外 定制



敬请关注微信公众号

联系方式

苏州工业园区苏虹中路77号

0512-87179103

www.bellinlaser.com

2018 增长放缓，但依然乐观

去年，苹果的 iPhone X 手机的推出又一次搅动了激光产业的发展。iPhone X 中采用的 OLED 屏和脸部识别功能，使得用于 OLED 屏退火的准分子激光器和脸部识别功能中作为 3D 成像光源的 VCSEL 的需求量迅猛飙升。作为 OLED 屏退火加工的垄断厂商，相干进一步扩大了准分子激光器的产能，很多厂商开始投资 VCSEL，一部 iPhone X 手机有望让激光行业围绕着它热火朝天，因为苹果的行为很有可能会引爆其他手机厂商的一股跟风潮。

虽然 2017 年 iPhone X 引发的对准分子激光器和 VCSEL 的大量需求，推动了激光器市场的大幅增长，但是这股力量会在 2018 年继续吗？市场研究公司 Laser Markets Research 的首席分析师 Allen Noguee 表示，由于 iPhone X 的销量并未出现爆发式的增长，因此 2018 年对准分子激光器和 VCSEL 的需求将会下降。另外，2017 年高功率光纤激光器在材料加工市场的表现也非常突出，特别是几千瓦甚至是万瓦级的产品，2018 年这部分市场的增长也会放缓 (p8)。

中国制造业的普遍转型升级，使得工业激光加工市场发展势头旺盛。在 6 月 7 日我刊在苏州举办的 Laser Focus Con2018 激光技术研讨会上，BOS PHOTONICS 公司总裁顾波博士在演讲中表示，2017 年，中国工业激光加工市场中，中功率应用增长高达 30 亿元，表现异常显眼；激光清洗、3D 打印、紫外、超快以及万瓦级光纤激光切割，都是未来的发展趋势；而智能汽车、微纳级 3D 打印和数字化光子制造等，是当前值得关注的前沿市场 (p10)。

今年，Laser Focus World 杂志首次举办了“Laser Focus World 创新奖” (Innovators Awards) 活动，本着原创性、创新性、影响力以及满足市场需求和提升生产力等原则，评选出了铜奖、银奖、黄金奖和白金奖四类获奖产品，特此向业界传播光子学领域涌现出的各种创新的技术、产品和系统 (p14)。

光纤激光器在焊接领域继续发展，IPG 公司介绍了光纤激光器在焊接应用中结合先进的光束摆动技术，正在克服激光焊接过去所面临的挑战，例如焊接铜、异种材料、薄金属箔或装配不良的零件等，进一步发展其在焊接应用中的潜力 (p21)。

除了焊接之外，切割是另一项关键应用。关于光纤激光器和 CO₂ 激光器在切割应用中谁会胜出的争论，答案似乎已经非常明显：光纤激光器已经在许多应用领域超越了 CO₂ 激光器。然而，对于厚金属板切割，特别是厚钢材切割，CO₂ 激光技术仍然有其优势 (p25)。另外在一些非金属材料的打标应用中，中小功率 CO₂ 激光器有着巨大的潜在市场。6 月底，罗芬在上海成立全资子公司，正是专注于中小功率 CO₂ 激光器在皮革、纺织物料、印刷包装、电子、汽车内饰件等领域的应用，这些应用在中国拥有规模可观的市场有待开发。□

本刊编辑部

中国/香港特别行政区 China / Hong Kong SAR
电话 (852) 2838 6298
传真 (852) 2838 2766
地址 香港九龙长沙湾青山道478号
百欣大厦13楼B室
出版总监 麦协林 Adonis Mak
电邮 adonism@actintl.com.hk
社长及副总裁 麦协和 Mark Mak
电邮 markm@actintl.com.hk
中国区总经理 徐旭升 Michael Tsui
电邮 michael@actintl.com.hk
中国版主编 庞会荣 Rossie Pang
电邮 rossiep@actintl.com.hk
记者 胡雯 Lily Hu
电邮 lilhy@actintl.com.hk
免费赠阅咨询
电话 (86) 755 2598 8571
传真 (86) 755 2598 8567
电邮 lfwc-sub@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

通快激光助力 OLED 稳定量产

01

新一代固体激光剥离技术 (LLO)

使用线形光学“扫描”玻璃基板使已粘合的 PI 与玻璃分离

- 推荐产品：
TruMicro 7370
- 推荐理由：
 1. 无需卤素气体，提高激光器运行的安全性
 2. 固体激光技术大大降低运行成本



通快短脉冲激光器 TruMicro 7370

02

经过量产认证的超短脉冲固体碟片激光 OLED 切割技术

从母板中将显示单元分离 (cell cutting) 并进行模组精密切割

- 推荐产品：
TruMicro 5000 系列
- 推荐理由：
 1. 无与伦比的光束质量
 2. 经过工业认定的稳定性能



通快短脉冲激光器 TruMicro 5000 系列

通快 (中国) 有限公司

江苏省太仓市经济开发区南京东路68号 邮编 215400

电话 +86 512 53287700

传真 +86 512 53287751

邮箱 info@cn.trumpf.com

网址 www.trumpf.cn



关注通快 官方微信

2017 剽悍增长之后，2018 该何去何从？

文/Allen Noguee, Laser Markets Research

在经历了 2017 年的大丰收之后，转眼间 2018 年已经过半。2017 年对于激光行业来说是可喜的一年，很多领域都呈现出了不错的业绩，而有些领域更是表现特别好。那么 2018 年激光市场的增长会超过 2017 年吗？亦或 2017 年的增长仅仅是泡沫破裂的前夕？让我们来看看 2017 年增长特别好的激光市场，以及 2018 年这些市场将会呈现出怎样的表现呢？

面向移动设备的 OLED 屏

让我们从面向移动设备的 OLED 屏幕开始吧。去年，苹果宣布将推出一款采用 OLED 屏的 iPhone 手机——iPhone X。尽管使用 OLED 显示屏的智能手机并不新鲜，在过去的近 10 年中，三星和其他几家智能手机公司已经销售了上亿部 OLED 智能手机；但现在不同的是，苹果开始进入这个市场了。苹果的参与，很可能促使 OLED 智能手机屏幕的销量，在很短时间内骤增数亿件。与此同时，一些中国智能手机制造商也会追赶苹果引发的潮流，从而对 OLED 屏产生较大需求。

许多新的 OLED 显示屏对于智能手机行业来说是好事（当然可能 LCD 制造商不这么想），但是仿佛一夜之间突然要生产数亿 OLED 智能手机屏的骤然需求，也造成了一个两难境地：因为需要生产实现这些屏幕的晶圆，并且每个晶圆都需要使用相干公司的准分子激光器进行退火工艺，以生产 OLED 屏。由于目前只有相干产生这些准分子激光器（并且每台的成本都超过了 1000 万美元），市场对这种准分子激光器的需求直线上升，相干进一步扩大了准分子激光器的产能，其股价也从 2016 年初的约 60 美元/股上涨到 2017 年底的近 300 美元/股。在准分子激光器领域的垄断地位，使相干 2017 年在股市上有着出色的表现。

然而发展到今天，画风看起来就有些不一样了。2017 年苹果 iPhone X 的销售并未呈现出爆发之势，很多消费者在其超过 999 美元的高价格面前望而却步了，这导致它的销售相对缓慢。与此同时，中国智能手机制造商大多认为，采用 OLED 屏会使智能手机的成本过于高昂，这使



他们无法支持其成本结构。为 iPhone 提供拆卸服务的公司称，内置触摸传感功能的 OLED 显示屏价格高达惊人的 110 美元，而许多中国智能手机都低于这个价格。中国智能手机制造商正在考虑一种称为 mini LED 的背光技术，并声称该技术能与 OLED 有的一拼。

总的来说，用于 OLED 屏退火的准分子激光器需求有所下降，但是相干将在未来一到两年内销售出它们所能生产的全部准分子激光器。之后，相干希望 micro LED 显示屏能发展起来，因为这种显示屏的生产过程中也会需要准分子激光器，但不是所有的过程；但是即便 micro LED 显示屏能获得发展的话，可能尚需几年的时间。平板电脑（三星、惠普、联想等）也开始采用 OLED 显示屏，但相比于智能手机，平板电脑的销量还是非常小的。总之，我们相信 2018 年用于 OLED 屏退火的准分子激光器的销售额将超过 2017 年。

受益于 iPhone X 的另一种激光器 VCSEL

2017 年受益于 iPhone X 的另一种激光器是 VCSEL。这些小型激光器通常用于通信、激光雷达等应用中；但在 iPhone X 中由于增加了面部成像识别功能，VCSEL 作为 3D 成像的红外光源，促使 2017 年 VCSEL 的销售额迅猛飙升了数亿美元。此后，由于 iPhone X 销量的下跌，导致 VCSEL 的销售有些波动，但是苹果似乎有决心致力于

VCSEL 技术以便为未来的 iPhone 和 iPad 服务。2017 年 12 月, 苹果向 Finisar 公司投资 3.9 亿美元, 使其能够为苹果公司生产 VCSEL; 2018 年 3 月, VCSEL 制造商收购了 Oclaro, 部分原因是为了增强其生产像苹果 VCSEL 脸部 ID 传感器这样的光学产品的能力。II-VI 和 Lumentum 也在为苹果生产 VCSEL。

虽然苹果是率先推出人脸识别功能的智能手机制造商, 但是其他公司正在致力于这项技术, 但对他们而言完善这项技术并非易事。三星目前使用的是一种基于摄像头的脸部识别技术, 并不需要使用激光器, 但这种技术有时会被高分辨率照片欺骗。据报道, 三星将使用激光技术解决脸部安全问题, 但要到 2019 年底才有可能完成。iPhone X 销售的放缓阻碍了中国智能手机制造商追逐基于激光的脸部识别技术, 相反, 中国手机制造商大多依赖高通公司的指纹传感技术。第一家发布采用高通的超声波指纹传感解决方案的智能手机公司将是华为。华为的 Mate 11 旗舰手机将在 2018 年下半年推出, 并将配备华为最新的生物识别技术。

这对 VCSEL 的销售意味着什么呢? 这意味着 2018 年 VCSEL 的销售额要低于去年。虽然苹果计划扩大具备脸部识别功能的设备, 但是三星在 2019 之前的 VCSEL 消耗量不会增加, 而通信市场对 VCSEL 的消耗也将在 2018 年放缓。

总之, 考虑到用于 OLED 退火的准分子激光器销售和 VCSEL 的总体销售情况, 2018 年来自这两部分市场的激光器总收入应该与 2017 年基本持平。

高功率激光材料加工市场

2017 年第三个增长非常好的领域是材料加工市场, 表现出色的是由 nLight、Lumentum、IPG、武汉锐科和相干等公司生产的用于材料加工的高功率激光器。2017 年, 宏观材料加工 (>1kW) 激光器的总收入为 23 亿美元, 比 2016 年猛烈增长高达 54%。高功率材料加工激光器市场通常的年均增长率约为 5%-7%, 因此 2017 年是剽悍增长的一个特殊年头。但问题是, 这种增长势头还能在 2018 继续吗?

回顾一下 2017 年超过千瓦级的高功率激光器的增长领域, 其中大部分增长来自亚洲 (尤其是中国) 和欧洲, 而北美市场的增长相对平缓。在欧洲和亚洲, 高功率激光器收入的增长主要受到三大因素的驱动: (1) 激光工具取代非激光形式的制造; (2) 一些大型制造项目需要使用激

光工具; (3) 担心未来激光器价格会因为贸易限制和关税而上涨, 进而导致一些提前购买。关于这三个因素哪个影响最大, 业界争论不已, 但毫无疑问的是, 所有因素都起到了一定作用。激光工具正在迅速取代非激光工具, 良好的经济环境刺激了许多项目, 因担心贸易限制的的确确引发一些提前购买行为。

由于关税和贸易限制的威胁可能在 2017 年的高功率激光器市场增长中起到了一定的作用, 让我们来看看 2018 年实际发生了什么。6 月 15 日, 美国总统特朗普批准, 对大约 500 亿美元的中国进口产品收取 25% 的关税, 这些产品包括激光机床、光学产品以及除了激光二极管以外的激光器。作为回应政策, 中国政府也公布了对美国进口产品收取 15% 或 25% 关税的产品清单, 但这些产品主要是水果、肉类和钢管类产品, 并未包含激光器。

美国从中国进口的激光器一般仅限于用于打标应用的低功率激光工作站。美国激光制造商也在制造类似的打标工作站, 但价格较高, 一些美国制造商已经因为中国的低价竞争而退出了这项业务。至于美国出口的激光器, 其出口到中国的高功率激光器比出口到其他任何国家的都多, 但似乎 (至少目前是这样) 中国的关税并未加到激光器上。事实上, 如果中国对美国的激光器征收进口关税, 这可能对中国公司造成的负面影响要超过对美国激光公司的影响, 因为在许多情况下, 这类高功率激光器只能从美国进口。综上所述, 至少从目前来看, 中美之间的关税似乎不会对美国的激光器进口或出口产生很大影响, 当然这种情况在任何时候都可能发生改变。

最后, 考虑到以上所有因素, 相比于 2017 年, 2018 年高功率激光器的收入将如何发展? 答案是: 高功率激光器市场会继续增长, 但增长速度要比 2017 慢得多。这其实也没什么好惊讶的, 因为我们在 2017 看到的增长率在更长的时间内是不可持续的。2018 年, 高功率激光器的收入增长率约为 12%-15%, 这个速度已经高于平均水平, 当然远低于 2017 年的增长速度。但是, 2018 年刚刚过半, 所以现在定论还有点为时过早。在经历 2017 年难以置信的增长之后, 我猜想 2018 年高功率激光器的收入会继续从目前的水平下降一点, 但是仍然会高于以往的年均增长水平。虽然也出现了一些限制增长的负面因素, 但是没有什么能阻止 2017 年的强劲势头会部分地延伸到 2018 年。总的来说, 我们预计 2018 年依然是一个好年头, 只是增长率没有 2017 年那么高。□

中国工业激光加工市场现状与展望

编者按:

在6月7日我刊于苏州举办的Laser Focus Con2018激光技术研讨会上, BOS PHOTONICS公司总裁顾波博士在会上就国内工业激光市场的发展现状做了总结和展望, 现整理一些演讲的精华内容与读者分享。

从大的趋势来看, 从2014年开始, 国家开始大力扶持激光产业的发展, 特别是在江苏、浙江、福建、广东、江西、湖北地区, 激光产业发展快速。目前国内激光加工的产值分布主要集中在华南、华中、华东这三大地区, 这也是目前国内经济最发达的地区。

中国工业激光市场现状

以光纤激光器的发展为例。从图1-图3可以明显看出, 2013-2017这五年间, 国产光纤激光器经历了飞速发展, 到2017年: 在低功率范畴(<100W), 国产光纤激光

2013-2017 年低功率光纤激光器(<100W) 中国销售数量(台)

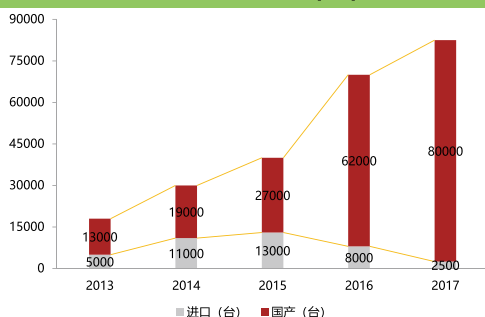


图1: 2013-2017年低功率光纤激光器(<100W)在中国市场的销量。

2013-2017 年中功率光纤激光器(≤1.5KW) 中国销售数量(台)

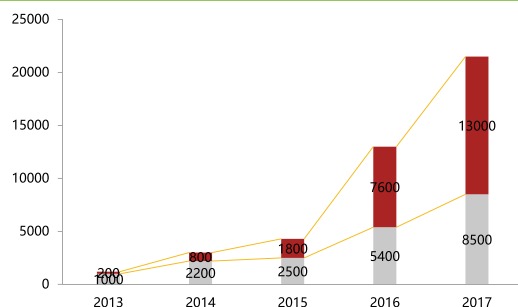


图2: 2013-2017年中功率光纤激光器(≤1.5KW)在中国市场的销量。

2013-2017 年高功率光纤激光器(>1.5KW) 中国销售数量(台)

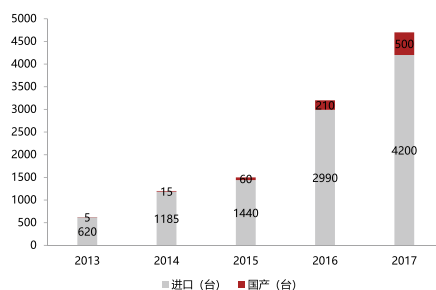


图3: 2013-2017年高功率光纤激光器(>1.5KW)在中国市场的销量。

器已经完成了从起步发展到独步天大的华丽转身, 市场占有率已经超过95%; 在中功率范畴(≤1.5kW), 国产光纤激光器的市场份额也已经超过了60%; 而在高功率范畴(>1.5kW), 目前国际厂商依然占据绝对优势, 国产光纤激光器仅占据约10%的市场份额。总结来看, 目前中小功率范畴基本已经是国产光纤激光器的天下, 而高功率市场仍然以国际品牌为主导; 但是预计随着国产光纤激光器厂商的崛起, 高功率市场的格局会被很快改写。

光纤激光器在激光切割系统中的应用, 在过去的两年中开始跨越式增长, 尤其是在中功率切割系统中的应用。在中国激光切割机快速发展的背后, 有一股非常有趣的新兴推动力, 我们暂且称之为装饰工业, 比如切割金属灯具、天花板、各种工艺品等等, 市场规模客观。

从进出口情况来看, 目前中国激光器出口金额, 相比于进口金额来说, 还非常低。从这一点来看, 国内厂商应该具备全球化的眼光, 走出去参与国际市场竞争, 也是国内厂商的一条发展之路。

值得注意的是, 紫外激光器市场出现了爆发式的增长, 2016年的销量较2015年翻了一番。随着中国集成电路的大力发展, 用于印刷电路板和消费电子产品微加工的激光系统数量大幅增长, 以及生物技术和医疗设备领域应

中国紫外激光器销售数量(台)

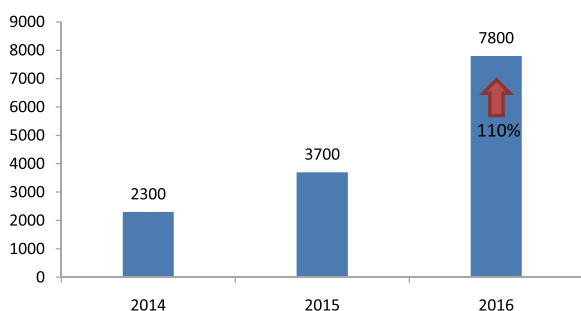


图4: 2016年紫外激光器市场爆发式增长。

用的增多,这些都为紫外激光器提供了广阔的发展空间。

2017年,CO₂激光器的销量增长不大,中小功率总量维持在1万台左右,主要用于非金属行业的赋码、打标和切割应用。2kW以上的高功率CO₂激光器,较2015年200台的销量大幅降低。预计未来随着汽车轻量化的推进和复合材料市场的发展,比如食品、药品等行业的可追溯性二维码打标,在这些消费市场,CO₂激光器依然有发展的空间。

市场趋势

(1) 激光清洗。用激光去除零件表面的油漆、油污、锈蚀层、氧化层,以及清洗焊缝等应用,发展潜力不可小觑。目前该市场正在兴起。

(2) 3D打印。3D打印的第一大应用领域是汽车行业,在欧洲,3D打印在汽车领域的应用已经非常普遍,随着汽车的轻量化,3D打印在这个领域会有大的发展空间。第二大领域是航空航天。

(3) 紫外激光市场。该市场会继续增长,因为在实现很多消费电子产品的精细加工方面,紫外激光的短波长有着独特优势,能够实现冷加工,比如用于电器元件的打标、在笔记本电脑的金属外壳上钻微孔、医用器械的打标/打微孔,以及柔性电路板的切割等。

(4) 超快激光市场。超快激光在工业应用中的发展势头堪称迅猛,几乎成倍增长,其主要应用集中在智能手机玻璃盖板的切割。但是该市场对苹果公司的依赖性过大,如果去除苹果公司的订单,超快市场的增长率并不高。

(5) 万瓦级光纤激光切割机。这部分市场发展潜力巨大,特别是围绕中国“一带一路”的项目,比如用于高铁列车的切割、石油天然气管道的切割等。目前市场上10kW级的高功率光纤激光切割设备已经开始涌现。

从激光器的发展历程来看,激光器产品的发展,从最初的CO₂激光器、到灯泵固体激光器、再到半导体激光泵浦的固体激光器和光纤激光器,发展思路始终是以最小的成本,产生最高质量的光。激光技术是一种支撑技术,是一种支持各个行业发展的工具。

从未来几年国内激光产业的发展趋势来看,激光器的研发正朝着高智能化、高功率、高光束质量、高可靠性、低成本和全固态的方向发展。激光技术与其他学科相结合,不断拓展激光化学、激光医疗等新兴应用领域,尤其是重点发展精密和微细加工技术在电子、半导体、通讯、光存储、微机械制造、生物、环境等行业的进一步推广和应用。激光高精密加工技术为传统加工方式创造前所未有的可能性。激光加工的自动化、集成化和智能化水平持续提高,在与工业机器人结合的基础上,实现三维焊接、三维打标、三维切割等多维加工,拓展激光技术的适用性和应用领域。

前沿市场

(1) 智能汽车市场。智能手机的出货量是智能汽车的20倍,但是智能汽车对激光加工的需求是智能手机的20倍。智能汽车中需要激光加工的领域包括显示、电池生产、车身结构、半导体、传感器与照明。激光加工在智能汽车中的会,与在智能手机中的机会等同,这也是一个市场风口。

(2) 微纳级3D打印市场。不同于宏观3D打印,微纳级3D打印非常有发展潜力,它用于制造传统方式无法制造的高精密产品,应用领域包括生命科学、科研仪器等。

(3) 数字化光子制造。理论上讲,通过3D打印方式,借助软件几乎能制造出所有形状的产品,但依然存在一个问题,就是材料短缺。材料是3D打印发展的一大瓶颈。

(4) 超快激光制造。目前德国启动了一项2万瓦超快激光计划,计划到2022年做出功率2万瓦、1mJ的超快激光器,主要用于航空领域的大面积打微孔应用。

目前,我们控制的仅仅是光的能量,未来对光的波长和相位的控制,可以创造出更多的技术和应用。

总结一下,激光技术在工业中的应用将无处不在,新型激光技术不断涌现;超快激光正在成为一种工业激光器,该市场将呈现井喷之势;6~10kW高功率激光切割市场快速发展;直接半导体激光器正在入侵固体激光器的应用领域;激光3D打印发展迅速,但仍有许多关键问题有待突破;光子和半导体结合将产生下一代光电技术;光电子技术已成为下个30年经济发展的支撑技术。□

北京大学在反式钙钛矿太阳能电池研究中取得突破性成果

北京大学物理学院“极端光学创新研究团队”的朱瑞研究员、龚旗煌院士与合作者展开研究，首次采用“胍盐辅助二次生长”技术调控钙钛矿半导体特性，在提升反式结构钙钛矿太阳能电池性能方面取得

了突破性成果，创下了该类太阳能电池器件效率的最高记录。

近年来，钙钛矿太阳能电池以其制备简单、成本低和效率高的优势迅速崛起成为新型光伏技术领域的新宠。但是其光电转换效率相对偏低，这主要是由于器件中存在大量的缺陷所导致。

针对反式结构钙钛矿太阳能电池



左：反式结构钙钛矿太阳能电池。右：电池器件在正向电压（2V）下的发光照片（表明电池器件具有较低的非辐射复合能量损失）。

在光电转换效率上存在的瓶颈，朱瑞研究员、龚旗煌院士与合作者展开研究，首次提出了“胍盐辅助二次生长”方法，开创性地实现了钙钛矿薄膜半导体特性的调控，显著降低了器件中非辐射复合的能量损失，在提升器件开路电压方面取得了突破，首次在反式结构器件中获得了超过 1.21 V 的高开路电压（材料带隙宽度 ~ 1.6 eV）。

同时，在不损失光电流和填充因子等性能参数的情况下，显著提高了反式结构钙钛矿电池的光电转换效率——实验室最高效率达到 21.51%。经中国计量科学研究院认证，器件的光电转换效率也高达 20.90%，

这是目前反式结构钙钛矿太阳能电池器件效率的最高记录。该结果为提升反式钙钛矿太阳能电池器件效率、推进该类新型光伏器件的应用化发展提供了新思路。这种制备技术也有望进一步拓展到钙钛矿叠层太阳能电池以及钙钛矿发光器件中，具有潜在的应用前景和商业价值。□

上海光机所在脉宽压缩光栅损伤方向取得重要进展

上海光机所薄膜光学实验室在脉宽压缩光栅光致损伤方向研究取得重要进展。

科研人员明确了金膜与基底材料的结合力是限制光栅阈值提高的主要原因（图 1），提出在石英光栅结构基底镀制金膜的方法以提升金光栅的损伤阈值，研究确定了“三明治”光栅

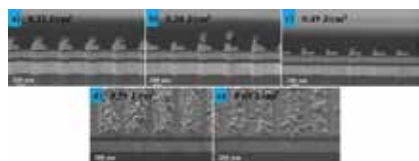


图1：不同能量密度下“三明治”结构光栅损伤点截面图。

的初始损伤位于 HfO_2 层（图 1），并通过分析指出 HfO_2 是限制金属介质光栅阈值提升的主要因素，为进一步提

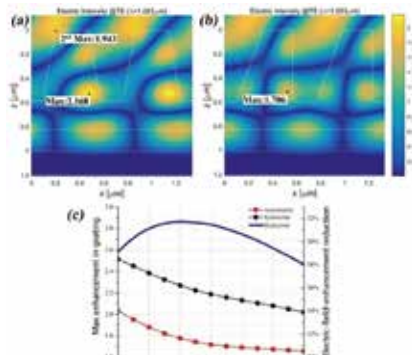


图2：对称与非对称光栅形貌之间的电场增强值对比。

高其损伤阈值指明了方向。科研人员提出采用非对称光栅结构降低局部电场增强效应，采用双底角光栅设计（图 2），使光栅在保持宽带高衍射效率的同时，其电场增强极值减少 21.3%，此结构能够有效提高光栅阈值。

脉宽压缩光栅是啁啾脉冲放大（CPA）技术中的关键元件，其主要特点为宽带宽、高衍射效率、高损伤阈值和大尺寸。随着高功率激光装置的发展，脉宽压缩光栅抗激光损伤能力的提升至关重要，其直接影响着高功率激光装置的输出能力。□

全自动激光锡球焊接生产线

手机摄像头模组生产工序繁多，要求严格，一旦有差错轻则全线返工维修，重则产品报废，而马达引脚焊接工序在众多模组组装工序中难度较高，一直以来困扰着众多模组厂商，不少厂商发出“得马达焊接者得天下”的行业感悟。

艾贝特电子科技有限公司致力于锡渣分离及激光锡焊相关设备的技术研发与攻关，其研制的精密激光锡球焊接机，解决了手机摄像模组焊接中的漏焊、连锡、烫伤、锡珠等焊接问题，高达 5000pcs 的 UPH 更是“以一当十”，所用原材料锡球的成本相较于锡丝、锡膏的成本更低，集“快、省、

好”于一身。

艾贝特成熟量产的全自动激光锡球焊接线设备包括自动撕膜（剥单）摆盘机、自动激光锡球焊接机（本设备内集成焊接效果 AOI 功能）、自动下料不良分拣设备。整段自动化设备囊括了剥单、焊接、焊接外观检查、下料不良分拣等诸多工序，整个生产过程只需 1 人在该段设备首末两端上下料夹，设备内部的工装夹具都可自行循环回流，无需人工参与。该全自动焊接线行业首创的高集成度、高智能化、高质量，获得了各大一线模组公司的一致好评。

摄像头模组马达焊接只是精密激



光锡球焊接设备应用的冰山一角。它可广泛应用于航空航天高精密电子产品焊接、手机数码相机软板连接点焊接、传感器焊接、MEMS、通讯数据线、BGA、晶元、HDD (HGA/HAS)、光电子产品等高精密部件、高精密电子的焊接。□

RMIT 研究用于国防飞机零件的激光金属 3D 打印

澳大利亚皇家墨尔本理工大学 (RMIT) 的一组研究人员，正在使用“激光金属沉积”技术，为国防部队飞机制造和修理钢和钛零件。RMIT 团队由 Brandt 教授领导，并与澳大利亚 RUAG 和创新制造合作研究中心 (IMCRC) 合作。

该技术的工作原理是将金属粉末送入激光束，激光束在表面上扫描，以精确的网状结构形式添加新材料。



它可用于从头开始 3D 打印零件，或者使用与原始零件相比强度更高的零件修复现有零件。

“这基本上是一种非常高科技的焊接工艺，我们一层一层地制造或重建金属部件，” Brandt 解释说，他说这个概念已被证明，其成功开发的前景非常乐观。

RUAG Australia 的研究和技术主管 Neil Matthews 表示，通过现场维修和生产零件，该技术可以彻底改变国防和其他行业的仓储和运输概念。目前，替换部件通常需要从本地或海外存储和供应商运输。

Matthews 说：“与其等待备件从仓库到达，现在有效的解决方案是在现场维修和生产。对于国防部队来说，这意味着更少的维修停机时间以及飞

机可用性和准备状态的急剧增加。”

该技术可用于为现有飞机（如空军的 F/A-18 大黄蜂和 F/A-18F/G 超级大黄蜂和咆哮舰队）以及新型第五代 F-35 舰队。

据 RMIT 称，当地打印的部件可能会节省维护和备件采购，废金属管理，仓储和运输成本。由 BAE Systems 委托进行的一项独立评估估计，澳大利亚空军每年将损坏的飞机部件更换费用为每年超过 2.3 亿美元。

IMCRC 首席执行官兼总经理 David Chuter 认为，这项技术的应用范围将远远大于国防。“该项目对澳大利亚工业的好处非常明显，虽然目前的项目侧重于军用飞机，但它可能转移到民用飞机、海洋、铁路、采矿、石油和天然气行业。” Chuter 说。□



Laser Focus World

2018 创新奖

评选结果揭晓

编者按：

今年，*Laser Focus World* 杂志首次举办了“创新奖”（Innovators Awards）活动，特此庆祝在光子学领域涌现出的各种创新的技术、产品和系统。现将评选结果与读者分享。

基于公平、公正的评审原则，我们将获奖产品分为四个级别——铜奖、银奖、黄金奖和白金奖，以表彰获奖公司或组织在产品或技术、应用或研发方面的出色表现。

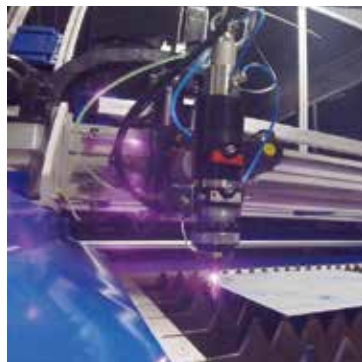
产品的评审标准包括：原创性、创新性、该产品为设计者、系统集成商或用户的影响；以及是否满足了新的市场需求、采用了一项新技术，和/或提高了生产力。

这项评选活动，有助于传播新产品、新技术，同时参评公司也能借此了解他们在当今光子学产品和应用领域中所处的位置。

铜奖

2018创新奖：铜奖获奖者

美国大通激光公司的 DL-500 CO₂ 激光器。为了进军牙科应用市场，需要新型的 CO₂ 激光器。在市场上的所有密封 CO₂ 激光器中，大通激光的 DL-500 能提供最快的脉冲，满足了 25 年来学术研究所确定的每个参数。为了迎接预防医学的全球发展趋势，DL-500 旨在通过增加光斑尺寸和降低光束通量，来实现牙釉质的晶体学变化。



墨西哥 Laser Tech S.A. DE C.V. 公司的光纤激光和等离子体 2D 和 3D 金属加工系统。该系统独一无二，因为它是市场上唯一能在一台机器上包含三种工艺、并且能以二维和三维空间加工金属的系统。用于 2D 和 3D 金属加工的光纤激光和等离子体系统，包括用光纤激光和等离子体切割金属板的数控系统，以及用光纤激光切割和焊接金属的机器人臂。

美国 Photonics Industries International 公司的 DSH-355-40 激光器。DSH-355-40 紫外纳秒激光器能提供优于 1% 的脉冲到脉冲 (P-P) 稳定性, 典型的光束质量 $M^2 < 1.1$, 具有市场上最低的 COO。其一体式 (all-in-one, AIO) 的紧凑型工业级单箱设计, 具有最小的尺寸, 并且功耗最低。

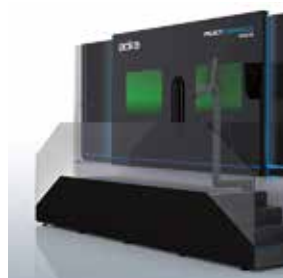
AIO 单箱设计简化安装过程, 无需管理单独的控制器 / 电源盒和电缆, 不仅节省空间, 而且提高了可靠性。DSH-355-40 无需驱动器和集束电缆, 可以垂直安装在机器人应用的龙门架上。



系统商业化生产线建立的第一步, 这推动了该公司在 2016 年首次推出的模块化腔室概念。这一新系统更进一步推动了空间边界, 为用户提供可扩展的 0.5 立方米工作体积和 $1m \times 1m$ 的工作面积。

珠海光库科技股份有限公司的 SteadiBeam 技术。SteadiBeam 技术为高

功率激光行业长期存在的热透镜问题提供了解决方案。这是唯一一项以最小的增加成本进行展示



并应用到商业产品中的技术。采用该技术的产品可以显著改善光束质量稳定性问题, 从而实现更好的材料加工效果。

银奖

2018创新奖：银奖获奖者

葡萄牙 ADIRA Metal-Forming Solutions S.A. 公司的 AC AddCreator。新的 AddCreator 系统标志着 ADIRA 的工业增材制造

FISBA Innovators in Photonics

用于二极管激光器
精密准直和整形的
微光学器件

欢迎光临深圳光博会
我们的展台
1号馆
A13-10 展位

www.fisba.com



定制设计、原型开发和大批量生产,
确保产品能够快速上市。

美国 AFL 公司的 LZM-110A + LAZERMaster。LZM-110A + LAZERMaster 是一种熔接、玻璃加工和光纤烧蚀机，它使用 CO₂ 激光热源进行熔接、拉锥（以创建 MFA）、透镜、烧蚀（用于切割和模式剥离）或其他玻璃成形操作，玻璃直径达 2.3mm。高分辨率光学分析系统与板载固件一起工作，用于全自动熔接、拉锥和其他玻璃成形工艺。

美国 Akamai Physics 公司用于远程复杂探测和识别的波长敏捷多光谱中红外（Mid-IR）激光雷达。大多数现有的 DIAL 系统通常仅基于两种探测波长提供数据返回。这种波长可调的多光谱中红外激光雷达系统，扫描大范围的中红外波长，以精确识别远程羽流的化学特征。具有多个波长吸收数据的大量数据返回，允许 AI 增强识别处理系统确定目标羽流中可能存在哪些化学品混合物或离散化学物质。



美国必达泰克公司的 STRaman。STRaman 使用必达泰克的 seethrough 技术，在更大穿透深度下显著增强了拉曼特征，允许识别不透明容器内的材料。大的取样面积显著提高了非均质样品的分析重复性，并且最小化的功率密度有助于测量在常规拉曼光谱下易受光损伤影响的较暗材料。



美国 Gamma Scientific 公司的 RS-7 SpectralLED 可调谐光源。SpectralLED 可调谐光源包含多达 35 个离散波长，用于合成市售光源或基于用户导入



的光谱。该平台易于适应自动化测试系统和生产线集成，具备集成光学反馈和温度控制，确保可靠的稳定性和一致的结果。

美国 Horiba Scientific 公司的 Duetta 荧光和吸收光谱仪。Duetta 通过在紧凑的仪器中将荧光与吸光度相结合，超越了更大、更慢、更耗时的多步扫描荧光计，使其成为荧光光谱领域的突破。Duetta 是同类仪器中唯一提供紫外 - 可见 - 近红外荧光和吸光度的分光荧光计。



美国 OEwaves 公司的激光相位 / RIN 噪声和线宽分析仪。该激光相位和相对强度噪声（RIN）测量系统基于全光学零差架构。它可以实现连续波（CW）激光器的快速且经济高效的相位 / 频率和 RIN 噪声测量。这些测量直接进行，无需任何参考源，系统会将测量的相位噪声转换为频率噪声和线宽。激光相位和相对强度噪声（RIN）测量系统可以表征各种单模和超窄线宽激光器的噪声，消除复杂和繁琐的测量设置。



美国 OFS 公司的拉曼激光和超大模场面积（VLMA）掺铒光纤放大器。OFS 的拉曼激光器和超大模场面积（VLMA）掺铒光纤放大器是一套光学模块，设计用于在 1550nm 波长范围内提供掺铒光纤放大器以前达不到的性能。该放大器由 OFS 提供的拉曼光纤激光器泵浦，在 1480nm，可从单模光纤中提供 200W 的光功率。这些模块设计成集成到其他激光器制造商的系统中，并且可以为高性能的交钥匙激光系统快速开发定制解决方案。

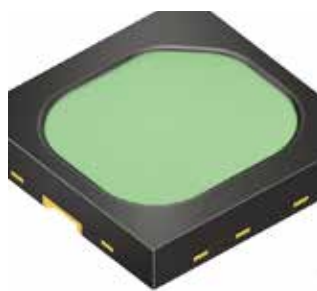


美国奥林巴斯公司的 LEXT OLS5000。OLS5000 非常适合研发以及汽车制造、金属加工、增材制造、电子元件和半导体制造等行业的质量控制检测。奥林巴斯期待着这款新型显微镜在不同行业的使用和应用，以在产品性能、操作效率和生产力方面达到新的水平。

金奖

2018创新奖：金奖获奖者

美国欧司朗光电半导体公司的 OSLO 黑色平板 SFH 4735。OSLO 黑色平板 SFH 4735 LED 是世界上首款宽带红外 (IR) LED。它发射波长范围 650~1050nm 的红外光。它是



近红外光谱学的理想选择，可用于评估食物、药物，甚至测量体内脂肪。SFH 4735 创造了一个前所未有的紧凑、坚固和低成本传感技术的全新领域，使得可以将光谱仪直接集成到智能手机和平板电脑等移动设备中。

美国欧司朗光电半导体公司的 PLT5 488nm 青光激光二极管。欧司朗光电半导体的 PLT5 488nm 青光激光二极管正在创造生物医学产业的新机遇和应用。488nm 是生物医学诊断工具中最常用的波长之一，包括流式细胞术和 DNA 相关诊断，因为许多荧光标记物在 488nm 下激发。



美国 Photometrics 公司的 Iris 15 Scientific CMOS 相机。Iris 15 Scientific CMOS 相机具有用于活体细胞显微应用的大视野。它的 1500 万像素传感器和 25mm 视场，能在大成像区域提供极高分辨率的图像。凭借其在视频速率采集速度下的高分辨率，可适当捕获和记录动态事件。

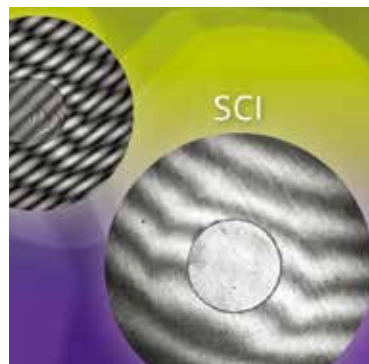


美国 Power Technology 公司的 Illumina 激光系统。目前投影仪制造商面临的巨大挑战，是以经济的价格在屏幕上提供更高的亮度。氙灯的局限性已经导致观众出席率和屏幕尺寸增长的衰退。凭借 20 倍的灯泡寿命，Illumina Cinema 激光系统消除了持续的灯泡更换费用，同时在 10 年内保持 80% 的原始亮度。这为投影仪的使用寿命节省了数千美元，同时为更多购票客户提供更明亮、更吸引人的体验。

美国 Zemax 公司 OpticStudio 中的对比度优化。对比度优化是 Zemax OpticStudio 17 版和更高版本中的一项功能，可将调制传递函数 (MTF) 优化加速 10 倍，有时甚至更多。它通过直接瞄准所需空间频率下的最佳 MTF 响应来提供 MTF 的快速估计，而不是计算完整的 MTF。它基于光学系统出瞳中两条光线之间波前差异的简单计算。

美国 Apre Instruments 公司的光谱控制

干涉法。利用光谱控制干涉法 (SCI)，电子控制光源相干性以在“激光”模式下进行快速设置，然后切换至“白光”模式以隔离要测量的表面，最小光学厚度为 50μm。没有更多禁止测量的多表面干涉。将光源的激光源改为 SCI 源，SCI 也适用于任何菲索干涉仪。



德国 Class 5 Photonics 公司的超新星 OPCPA。超新星 OPCPA 覆盖的脉冲持续时间



低至 15fs，波长范围 0.4~3.0μm，平均功率超过 100W。基于模块化光学参量啁啾脉冲放大器 (OPCPA) 设计，减少了占地面积和复杂性，同时以合理的价格

实现了最大的长期稳定性。单箱式解决方案白矮星 OPCPA 已经展示了 40 小时的不间断运行，脉冲持续时间甚至低于 9fs，这是由创新的白光产生 (WLG) 产生的。

美国 DGShape 公司的 LD-80 激光装

饰机。DGSHAPE LD-80 激光金属箔装饰机是世界上首款使用半导体激光器进行按需金属箔装饰的转印装置。该产品采用专利方法将光转化



为热，从而激活金属箔膜上的粘合剂，以个性化文字和徽标装饰软塑料物品，如化妆品、办公用品和定制礼品。在传统的热烫工艺中，大多数软塑料物品会被传统方法的热量和压力所破坏。LD-80 允许以非常低的运行成本对高质量物品进行非常详细的修饰。

美国 Gamma Scientific 公司的 GS-1290 NED 近眼显示测试系统。 Gamma Scientific



公司提供世界上首台用于表征近眼显示器合格观察空间的精密仪器。GS-1290 NED 可为人眼所见的虚拟和增强现实，以及平视显示 (head-up displays) 等设备提供高空间分辨率的色彩和对比度测量。该系统采用集成的自准直相机观察系统和高精度 $0.1^\circ - 5^\circ$ 点光谱辐射计，并提供输出数据，包括亮度、色彩、对比度、均匀度、光谱透射率、响应时间、闪烁、MTF 和左 / 右眼视差。

美国 HindSight Imaging 公司的 ChemVuR。 HindSight Imaging 公司的 ChemVuR 是一款紧凑型手持式拉曼痕量化学探测和成像系统。ChemVuR 的最大影响力是对集成商和设计人员有很大好处，并最终惠及终端用户。最终用



户将获得单位成本 / 尺寸 / 重量的最大性能。在需要高分辨率和高灵敏度的应用中，Hindsight 的 HTVS 技术优于基于传统光谱仪技术的定制研究解决方案。

美国 Lumentum 公司的 AccuTrig。 AccuTrig 是 Lumentum PicoBlade 2 的一项新功能，允许任意按需外部触发超快微加工激光器，通过最大限度地去除材料（即提高烧蚀效率）、同时最小化热影响区 (HAZ)，来提高生产率、提升质量并改善最终结果。

美国 Photometrics 公司的 Prime BSI 科学级 CMOS 相机。 Prime BSI 提供高分辨率成像和灵敏度之间的平衡，因为它采用优化的像素设计，以 95% 的量子效率进行 60 倍成像，以最大限度地提高信号检测。这款像素尺寸 $6.5\mu\text{m}$ 、分辨率达 420 万像素的相机，能以高画质捕捉图像细节，并以高帧率采集数据。这可以确保采集到所有数据，不会漏检事件。Prime BSI 是一款用于活细胞技术的多功能相机，包括全内反射荧光、比例成像和光片显微。

美国 Princeton Instruments 公司用于光谱学的 BLAZE CCD 相机。 BLAZE 结合了两种新型光谱传感器，使其成为理想的光谱相机。HR-Sensors 是超深耗尽型器件，提供任何光谱 CCD 的最高近红外量子效率。LDSensors 是深耗尽设备，设计用于极低的暗电流，允许在苛刻的光谱应用中长时间曝光。主要应用包括拉曼光谱、光致发光、纳米粒子研究、碳纳米管研究、泵浦探针实验、荧光和微光谱。



以色列 Prisma Photonics 公司的 PrismaSense。 Prisma Photonics 公司正在开发用于智能基础设施（例如光网络、高速公路、铁路、电力线和管道等）的下一代光纤传感解决方案。它是一种远距离传感器（长达 100km），旨在解决光纤传感技术面临的三大主要挑战：显著降低误报率、实现高质量的目标分类（是车辆、行人还是动物？），并在此过程中使用现有基础设施的标准埋入通信光纤，而不是专用传感光纤或优化耦合光纤。



美国 Radiant Vision Systems 公司用于近眼显示测试的 AR/VR 镜头。Radiant Vision Systems 公司的宽视场 (WFOV) 镜头，专门用于测量近眼显示 (NED)，如那些集成到 AR/VR 头戴式耳机中的 NED。镜头设计模拟人眼的平均大小、位置和视场 (FOV)。

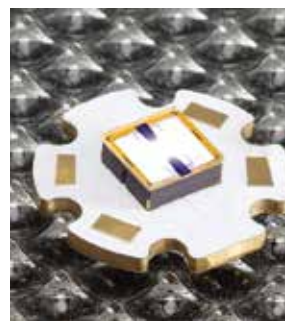
埃及 Si-Ware Systems 公司的 NeoSpectra Micro 传感器。

NeoSpectra Micro 是一款芯片尺寸的独立近红外 (near-IR) 光谱传感器。它提供材料吸收的光的光谱响应，用于量化、定性或鉴定，并将近红外光谱的功能带到消费应用领域。它设计用于不同系统的 OEM 模块，适用于可由 1250~2500nm 光谱范围支持的应用。



美国 SLD Laser 公司的 LaserLight SMD。LaserLight SMD 是首款采用紧凑型 7mm 表面贴装器件 (SMD) 封装的高亮度白光激光发射器。LaserLight SMD 具有 500 流明的光通量和超过 1000Mcd/m² 的亮度，可为特殊照明应用提供超长投射距离、窄光束角度和小光学尺寸。

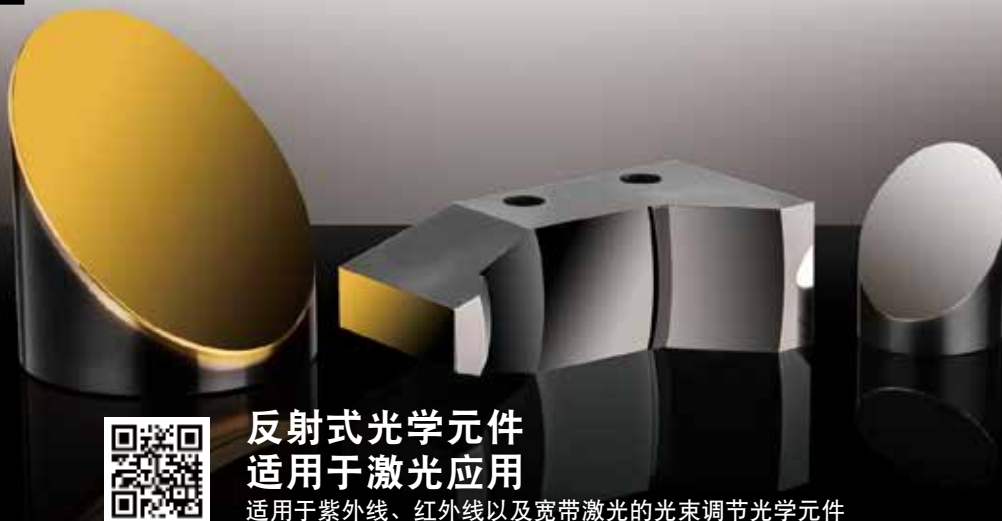
芬兰 Specim, Spectral Imaging 公司的 Specim IQ 高光谱相机。Specim IQ 是首款能够在几秒钟内，在任何地方对样品进行分析以进行关键决策的移动式高光谱相机。该相机适合食品安全、医疗保健、艺术检验、农业和林业等 OEM 行业的需求，并适用于公司客户应用的建设和商业化。



光学引领未来

光学

新动态



反射式光学元件
适用于激光应用

适用于紫外线、红外线以及宽带激光的光束调节光学元件

爱特蒙特光学(深圳)有限公司

中国深圳市龙华工业东路

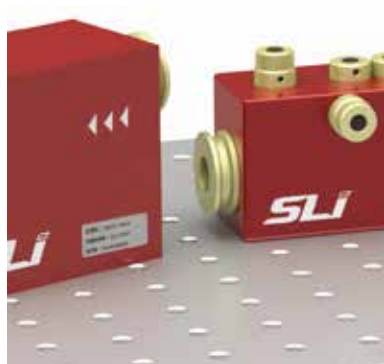
利金城科技工业园3栋5楼, 518109

Tel: +86 (0755) 2967 5435 Email: chinasales@edmundoptics.cn

EO Edmund
optics | china

欲了解更多信息, 请点击此处:

www.edmundoptics.cn/078-8610



美国 Spectrolight 公司的灵活波长选择器。灵活波长选择器 (FWS) 将传统单色器的波长可调谐性和可调节带宽, 与带通滤光片的圆形均匀孔径相结合。FWS 产品采用 Spectrolight 的 TwinFilm 技术, 这是一种用于波长过滤和扫描的

下一代方法。

美国 Sutter Instrument 公司的 Lambda OBC 光束合束器。

Lambda OBC 是一款高通量合束器, 可同时或顺序使用多个光源, 并且无需使用传统的多片二向色镜。这种独特而灵活的设计允许用户交换单独的光输入通道, 而不必担心出错。由于光束不通过每个连续的滤光片, 所以总光输出有增益。利用 4-7 个可能的输入端口, Lambda OBC 五边形构成了可以利用 LED、激光器或传统弧光灯光源的几款新型高速波长切换器的基础。



白金奖

2018创新奖：白金奖获奖者

上海通用汽车有限公司的镀锌钢直接激光焊接, 无需表面缺陷清理工艺。这项创新的激光焊接技术, 焊接速度提高了 3-5 倍, 能耗降低了 30%-50%, 与 RSW 和传统的常规或远程激光焊接工艺相比, 它需要的面积减少了 50%。通过避免使用表面缺陷清理工艺, 减少占地面积的使用, 提高生产率, 从而避免了大量资本投资, 降低制造成本。



美国 KMLabs 公司的 RAEA 超快激光器。与竞争对手的一体式超快钛宝石激光系统相比, RAEA 能产生具有极好脉冲质量 ($<25\text{fs}$, $M^2 < 1.3$) 的超短脉冲,

接近过去系统平均功率的 4 倍。RAEA 采用 KMLabs 公司的 Permacool 技术, 采用长寿命密封式低温系统, 解决以往低温冷却技术的局限性, 使 RAEA 能够在实验室中产生前所未有的平均功率, 并具有出色的稳定性, 能够 24/7 运行, 可长时间用于工业计量应用, 无需维护。

美国 Nuburu 公司的 AO-150 高功率蓝光激光器。与红外激光器 ($1\mu\text{m}$) 相比, Nuburu AO-150 高功率蓝光激光器可使金属加工速度提高 3-10 倍。该激光器还能提供其他工艺指标方面

的重大改进, 它解



决了之前使用红外激光器无法实现的功能, 包括焊接、切割、钎焊以及所有形式的增材制造。主要应用包括能源、航空航天、汽车、电子和锂电池领域的制造。

美国 Ophir 公司的 BeamWatch AM 光束监测系统。Ophir BeamWatch AM 是首款用于增材制造的非接触式激光光

束监测系统。这是一套轻巧紧凑的系统, 设计用于在粉末床融合制造过程中, 激光启动期间实时测量焦点移动。它测量关键光束大小、位置和质量参数, 包括焦点光斑大小和光束焦散。这些测量使用户可以更轻松地确定光束何时对准并聚焦, 从而提供更一致的冶金效果。测量结果可以显示为表格、2D 和 3D 视图, 提供激光特性的快速和真实显示。



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)



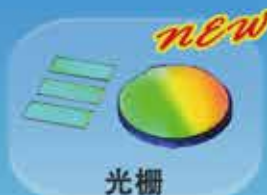
LBO



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:YVO₄



扫描场镜



Er:Cr:YSGG

激光焊接

光纤激光焊接技术的最新进展

文/Vijay Kancharla、Marco Mendes、Michael Grupp和Brian Baird; IPG公司

光纤激光焊接继续在可焊接的材料和应用方面不断拓展。激光技术和光束传输器件领域的创新，正在克服激光焊接在过去所面临的应用挑战，例如焊接铜、异种材料、薄金属箔或装配不良的零件。

光纤激光器正在提供越来越多的光束特性、波长、输出功率和脉冲持续时间选择。结合先进的摆动焊接技术，光纤激光器已经通过“改善与高反射率材料的耦合效果、改善熔池的凝固行为、消除缺陷、改善穿透深度控制以及补偿装配不良的零件”等进步，大大缓解了过去面临的应用挑战。

此外，集成的全过程监测技术，如相干成像技术（ICI）允许在焊接过程中实时收集大量信息，帮助制造商严格控制焊接质量，提高生产率。这些驱动型技术正在共同促进无缺陷激光焊接技术在各行各业的先进应用中快速采用。

标准焊接头被设计成将准直的激光束聚焦到所需的光斑尺寸，并在光束传输过程中保持光束路径呈静态，在焦平面上呈现一个静态光斑。这种标准配置，导致每种设置仅限于面向特定的应用。相比之下，摆动焊接头（Wobble head）在标准焊接头内整合了扫描振镜技

术。通过用内部反射镜来移动光束，焦斑不再是静态的，并且可以通过改变各种图案的形状（图 1a）、振幅和频率来动态地调节。光束速度 V_c 可以由摆动频率 f 和摆动直径 D 控制， $V_c = \pi D f$ 。

提供最佳结果的频率设置取决于光斑尺寸、摆动直径（以及因此产生的圆周速度 V_c ）和线性焊接速度。虽然有效的光束速度也取决于焊接的线速度 V_w ，但在大多数情况下，光束速度 V_c 远高于决定焊接动态的焊接速度 V_w （图 1b）。此外，这种焊接技术与标准的同轴喷嘴和辅助气体端口兼容，这能够抑制焊接时产生的金属蒸气，并有助于抑制等离子体云，控制飞溅产生，这些飞溅技术与远程焊接中使用的扫描头不兼容。

当使用较小的光斑时，这种摆动焊接方法的益处更加明显。当使用近红外（NIR）波长时，较小的光斑实现了巨大的功率密度，克服了诸如铜和铝等材料的高反射率，从而形成具有宽加工窗口的稳定匙孔，并且在使用最佳摆动参数时，避免了气孔和裂纹的产生。这为 $1\mu\text{m}$ 光纤激光器在电动汽车和电池制造领域开辟了新应用，消除了对倍频绿光激光器的需求。

连续焊

随着新电池技术的发展以及电池容量越来越高，电池制造行业对焊接技术的需求正在不断提升。电动汽车尤其是这一趋势的主推手，汽车行业及汽车供应商正在寻找稳健、高效的焊接工艺，以大批量生产铜铝接头，这种接头在电动汽车（EV）电池和电力存储产品中有着广泛需求。

激光焊接铜和铜合金所面临的挑战，主要源于材料的两个主要物理属性——对大多数工业级高功率激光类型的低吸收率，以及在加工过程中的高导热现象。固体铜对近红外激光的吸收，在焊接刚开始时非常差，仅为 4%，因此将光耦合到材料中非常困难。采用较短波长（如 532nm

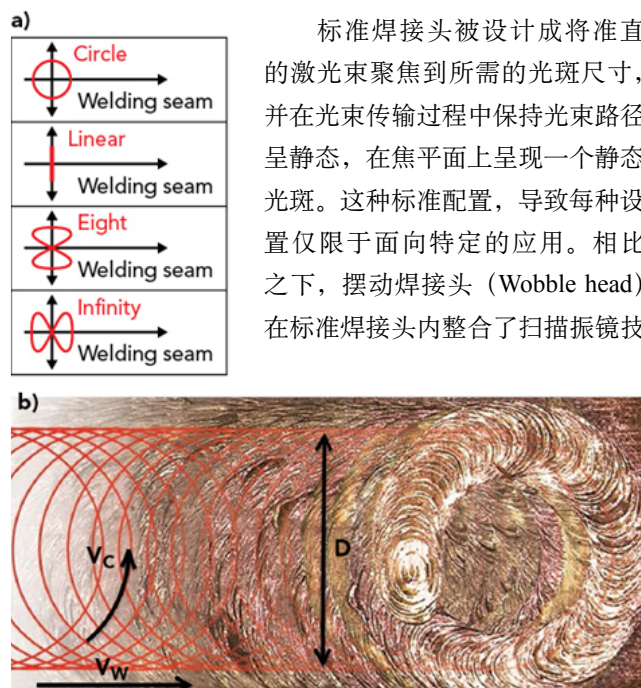


图1：摆动模式（a）和环形摆动图案（b）。



ILOPE - 2018 北京光电周

Photonics Festival in Beijing

中国国际激光、光电子及光电显示产品展览会
China International Lasers, Optoelectronics and Photonics Exhibition

2018.10.10-12

北京·中国国际展览中心(静安庄馆)



中展集团北京华港展览有限公司
Tel: +86-10-84600314 84600384
Email: ilope-expo@ciec.com.cn



中国光学光电子行业协会
Tel: +86-10-84321499
Email: coema@coema.org.cn



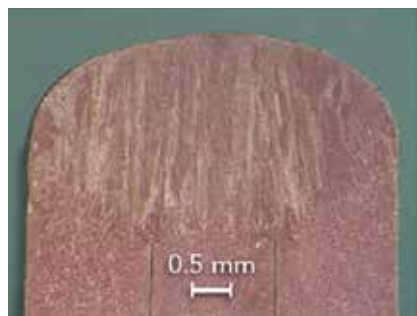


图2: 用单模光纤激光器焊接三根扁平的1100铜线。

的绿光激光器) 可以提高铜对激光能量的吸收, 但是在这个波段, 达到深熔焊所需要的高功率或是经过工业验证的激光器, 目前还不完备。

单模和低阶模近红外 $1\mu\text{m}$ 光纤激光器为此提供了答案, 这些激光器可以将光斑聚焦到 $20\mu\text{m}$ 的小光斑, 1kW 单模激光器能实现超过 $1\text{MW}/\text{cm}^2$ 的功率密度。利用这种高功率密度, 可以迅速克服材料对激光的吸收不足, 熔融铜或蒸发铜的吸收增加到 60% 以上, 以建立稳定的匙孔。

铜焊接中的另一个问题是不稳定性, 因为熔化金属的低粘度和表面张力, 在低速焊接时会导致飞溅和气孔。^[1] 将速度增加到超过 $10\text{m}/\text{min}$, 以最小化这些不稳定因素, 形成稳定的焊接过程。然而, 这意味着最好的焊接参数在传统的运动系统 (如机器人) 达到极限的范围内。此外, 熔深随着速度的增加而减小, 而且焊缝变得非常窄。这必须要通过增加激光功率来

补偿, 而增加功率则需要对系统进行更高的资本投资。

新的工艺研究表明上述现象可以避免, 稳定焊接过程不仅仅可以通过增加焊接速度来实现, 而且还可以通

过动态定位激光技术来实现, 例如用摆动焊接头实现稳定的焊接。^[2] 这种摆动技术允许以低线性焊接速度实现稳定焊接, 并且对熔深影响最小。例如, 只利用一台 1kW 单模光纤激光器, 便可以获得熔深达 1.5mm 的高品质铜焊缝 (见图 2)。

同样的技术也可用于高亮度多模激光器, 并已广泛用于改善铝制外壳 (图 3a) 的焊接质量和焊接一致性。温度和冷却速率的变化梯度比传统的激光焊接慢, 这有助于消除缺陷和抑制飞溅产生。比较用标准焊接技术和摆动焊接技术焊接 5000 系列铝外壳 (图 3b), 使用的功率同为 3.5kW , 比较显示, 摆动焊接可实现更为稳定的无气孔焊接, 焊缝熔深为 2mm , 可以明显看出在整体焊接质量方面, 摆动焊接技术更胜一筹。

焊缝成形

加工车间和制造商经常需要焊

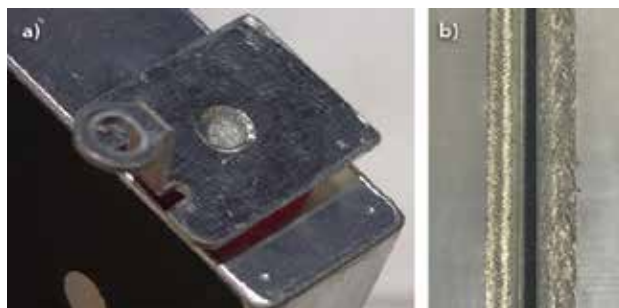


图3: 焊接1100和3003铝电池外壳 (a)。用摆动焊接技术 (左) 和非摆动焊接技术 (右) 获得的5000系列铝制外壳的焊接质量 (b)。

接各种零件, 这就需要焊接设备具备一定的灵活性来满足每个零件的独特焊接要求。改变摆动直径可以改变焊接宽度和熔深, 而不需要改变任何光学配置或高焦光束。对于恒定的能量输入, 随着摆动幅度的增加, 焊缝形状从传统的钉子头形状变为矩形 (见图 4)。这种控制允许定制化的焊接横截面, 例如, 可用于高功率电池组的电池连接器焊接中, 以产生较大的焊接接触面积, 从而减少焊接接头中的电阻, 并提供良好的机械连接性能。

图 5 给出了功率 400W , $200\mu\text{m}$ 光斑, 改变摆动幅度在 SS304 材料上带来的影响, 从图中可以看到, 焊接是如何从熔深焊模式过度到热导焊模式的。环形摆动运动模式在焊接复杂路径、改变焊接方向时, 拥有最佳焊接结果。在以重叠方式焊接异质材料时, 如铜和铝, 可以通过控制熔深来

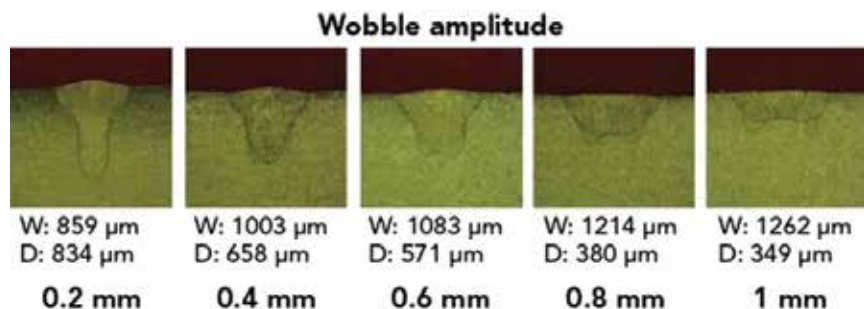


图4: 通过用IPGD30摆动焊接头调节摆动幅度 (线性模式), 来获得想要的焊缝形状。

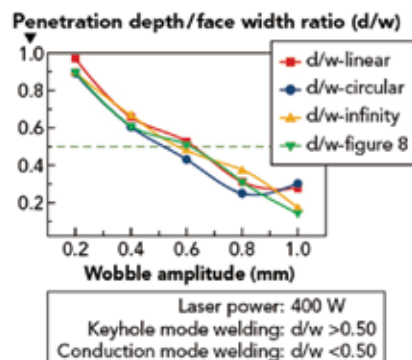


图5: 摆动幅度对焊接过程的影响。



数控机床与金属加工展

2018年9月19-23日 国家会展中心(上海虹桥)
1H & 2H & 3H & NH馆



www.metalworkingchina.com
欢迎垂询: 021-5045 6700-222/246/284

扫一扫
关注微信公众号

2018年11月27-30日
广东(潭洲)国际会展中心·佛山

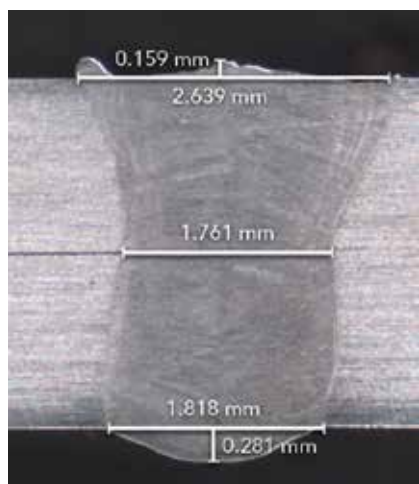


图6: 使用光束摆动和多模光纤激光器, 焊接大间隙。

控制材料的稀释率。通过下层金属薄片的浅熔化, 熔融材料的量可以减少到最小, 并且可以控制稀释, 以减少金属间化合物的产生。

常规的激光焊接需要高精度的零件装夹和接头准备; 但在很多情况下, 需要焊接的零件并未装夹到理想位置。光束摆动技术可以大大降低对待焊零件的装夹要求, 摆动焊接可接受的焊缝间隙和偏移是常规激光焊接要求的 2 ~ 3 倍。适合的应用包括: 将管材焊接到板材上用于制造热交换器, 或是焊接边缘准备不良的零件。

使用大的静态光斑来焊接间隙可能并不可行, 因为它需要更高的激光功率; 在这种情况下, 可以使用光束摆动技术。如果与基体材料的厚度相比, 间隙太大, 则单独使用光束摆动技术可能还不足以防止充填不足。光束摆动技术能与多模激光器很好地协作, 并且已经证明, 摆动焊接可以与填丝工艺结合使用, 在焊接 304 钢板时, 焊缝间隙可大到 1mm (见图 6)。通过增加额外的材料, 还可以焊接装夹位置不太理想的零件, 形成可接受的焊缝。

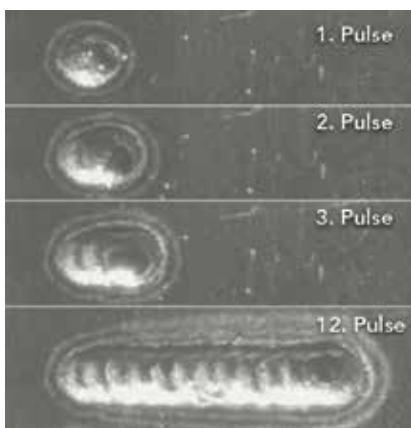


图7: 脉冲激光焊接。

长脉冲焊接

在连续波 (CW) 焊接中, 只需要克服一次吸收障碍。然而, 在脉冲焊接中, 每个脉冲都需要克服吸收障碍, 这意味着每个脉冲必须在下一个脉冲到达之前耦合到材料中。在静态脉冲过程中, 要求进行具有复杂单个脉冲的脉冲整形, 以实现良好的焊接过程; 但是在脉冲轮廓、脉冲能量和曝光时间中找到合适的平衡点, 无疑是一大挑战。摆动焊接技术不仅适用于连续激光器, 也适用于脉冲激光器, 如毫秒准连续光纤激光器。这种技术创建了一个连续的动力焊缝过程, 在每个脉冲期间使光束移动很长距离, 以形成准连续稳定焊接。

图 7 给出了摆动频率为 600Hz 的 20ms 的长脉冲, 在脉冲持续期间产生了 12 个旋转, 以创建圆形点焊或线性焊, 具体取决于焊接的线速度和激光重复频率。逐个脉冲地进行线性

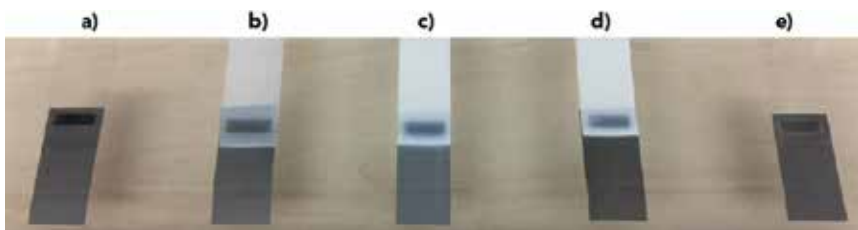


图9: 用 2μm 光纤激光器焊接聚合物和金属, 包括 PC 到不锈钢 (a)、LDPE 到不锈钢 (b)、HDPE 到钛 (c)、HDPE 到钛 (d) 和 PC 到钛 (e)。

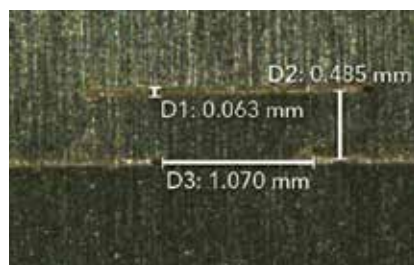


图8: 用高重复频率短脉冲实现微孔焊接。

焊接, 能够以非常低的平均功率实现铜和铝的高质量焊接, 这对于热敏元件的焊接至关重要。从脉冲到脉冲的凝固和再熔化行为, 并没有出现气孔或密集飞溅等焊接缺陷, 并且该过程比传统脉冲焊接更快。

微脉冲焊接

随着消费产品和医疗设备向着更多功能的趋势发展, 致使业界对于焊接异质金属的兴趣日趋浓厚。随着设备越来越小型化, 焊接所面临的挑战是: 以极高的精度焊接厚度 150μm 甚至更薄的金属箔。传统的异质金属箔焊接受到在界面形成脆性金属间化合物的限制, 从而破坏了焊缝的延展性。即使采用摆动焊接技术, 用连续激光或毫秒脉冲激光焊接, 也是一项巨大的挑战。

采用微秒到纳秒范围的脉冲, 所需的脉冲能量以较小的分组迅速递送。当与增加的峰值功率耦合时, 它们产生高熔化效率和稳定的焊缝。采用这种技术, 使用脉冲宽度在 100ns~1.5μs 之间的脉冲激光焊接异

彰显品牌实力, 抢占贸易先机

MAXIMIZE YOUR BUSINESS OPPORTUNITY IN A HIGH-QUALITY EVENT



国际全触与显示展
C-TOUCH & DISPLAY

2018 深圳国际全触与显示展 C-TOUCH & DISPLAY SHENZHEN 2018

2018.11.22-24 | 深圳会展中心
Shenzhen Convention & Exhibition Center

60,000 m²

展览面积

1,000 家

参展企业

40,000 名

专业观众

1,200 名

特邀贵宾买家

3,000 名

组团观众

深圳国际全触与显示展立足于中国电子制造行业的核心区域, 是触摸屏行业影响深远, 规模盛大的专业展会。在这个面积达 60,000 平方米的展示触控技术展示的一流平台上, 不仅齐聚集有国内外近 1000 个知名品牌更有机会与超过 35,000 名来自 36 个国家地区的触摸屏、显示器、家电、平板电脑、手机方案设计和消费电子制造业买家, 更吸引了行车电脑、导航、教育及商用等大尺寸显示等行业高价值客户。此外, 展会还通过数十场高品质研讨会、知名媒体专访、全方位 E 渠道推广将为参展商带来更多市场曝光机会。诚邀您参加深圳国际全触与显示展, 以便捷高效的方式维护客户关系, 获取销售线索, 推广新产品, 树立企业品牌形象, 从而增强企业竞争优势。

同期同地举办的国际 3D 曲面玻璃制造技术暨应用展览会、深圳蓝宝石制造技术展览会和国际摄像模组和机器视觉技术展览会, 汇聚 3D 玻璃和蓝宝石生产加工的新技术, 新设备及新材料, 以及在光学成像和检验检测领域的新突破和新方向。

同期展会
In conjunction with



主办单位
Organiser

Reed Exhibitions
Kuozhan
上海励扩展有限公司

参展联系 Exhibitor Contact

李楚楚 Chuchu Li
电话 Tel: 021-2231-7244
传真 Fax: 021-2231-7182
邮箱 E-mail: info@reedkuozhan.com
www.quanchu.com.cn

观展联系 Visitor Contact

孙梅 Summer Sun
电话 Tel: 010-5763-1828
传真 Fax: 010-8518-8016
邮箱 E-mail: mei.sun@reedexpo.com.cn
www.quanchu.com.cn



关注官方微信
Follow us on WeChat

质金属箔，已经表现出优异的焊接强度，并且在焊缝背面没有任何焊接痕迹，焊接的高效率和焊缝美观度均可被市场接受。这种新技术增加了一个用于焊接异质金属的扩展工具箱，包括单模连续激光器和毫秒准连续激光器。

图 8 为 100 μm 厚的不锈钢和 125 μm 厚的铝之间的针脚式点焊 (stitch-welded)。严格的焊熔深控制实现了卓越的焊接美观度，80mm/s 的线性焊接速度形成了一个强键合。高速、高重复频率的光纤激光器，使热输入最小化，这有助于实现美观的焊接外观，同时完全避免了薄金属箔的焊接变形问题。

聚合物焊接

波长 1064 ~ 1070nm 的镜光纤激光器不仅在焊接金属材料时表现出色，而且它们也可用于将透明聚合物与金属焊接到一起，这个焊接过程要使用高速振镜来控制热量输入，以及在吸收金属界面上熔化相对透明的聚合物。工作在 2 μm 的铒光纤激光器也获得了广泛的认可，因为它们不仅解决了将聚合物焊接到金属上的问题，而且也解决了聚合物与聚合物之间的焊接问题。聚碳酸酯和不锈钢之间的焊接，实现致密连接，接头进行拉伸测试时断裂在聚合物基体上；聚碳酸酯或高密度聚乙烯 (HDPE) 到钛之间的焊接、以及 HDPE 到镍钛诺之间的焊接，也都实现了可靠的连接 (见图 9)。

在 2 μm 波段，激光辐射被许多透明聚合物吸收，允许受控的热量遍布整个聚合物厚度范围，可成功地在焊接两侧实现具有足够吸收的“透明 - 透明”聚合物焊接，从而最小化夹具

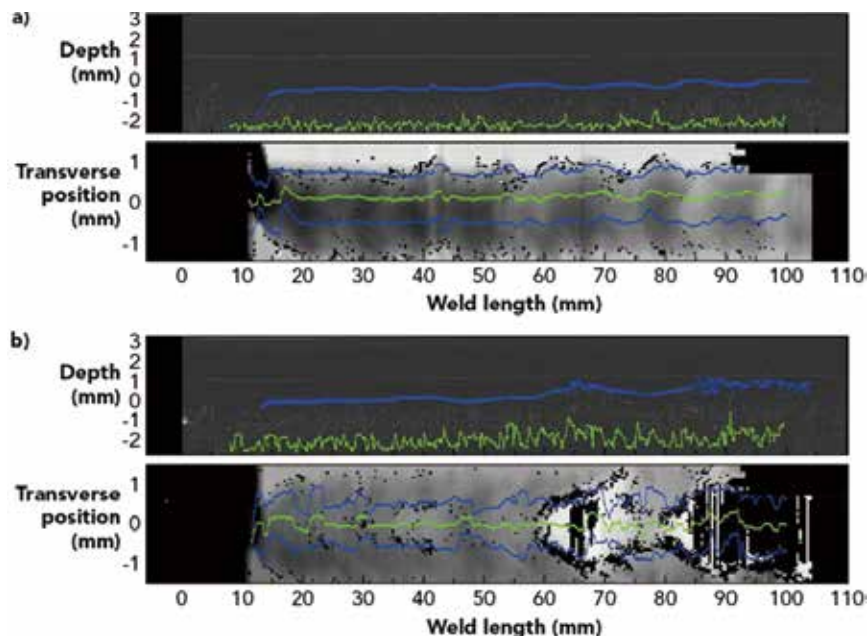


图 10: 来自 IPG LDD 相干成像焊接监测模块的数据图显示了良好的焊缝 (a) 和有缺陷的焊接 (b)。

要求。在 0.1 ~ 5mm 范围内的焊接宽度，已经在无定形聚合物 (聚碳酸酯和聚甲基丙烯酸甲酯) 以及半结晶材料 (HDPE、低密度聚乙烯和聚丙烯) 中实现可靠连接，并获得了高搭接焊接强度。这为使用快速、高精度的激光连接代替聚合物中的慢速胶接固化工艺打开了大门。

焊缝监测与过程控制

无论是大批量焊接小型医疗零件或是关键器件，焊缝监测和过程控制在任何生产环境中都发挥着关键作用。传统的过程监测技术依赖于间接测量，它会受到过程的影响，并且仍然需要对零件进行破坏性测试，因为它们不提供直接的熔深测量。

源自成熟的医疗设备成像技术，ICI 是一种先进的过程质量监测与控制技术，它可以直接测量焊缝熔深，并能在任何工业生产环境中，实时提供大量其他信息。ICI 基于干涉测量技术，并将低功率、近红外测量

光束增加到现有的激光头传输相机端口，其被定向同轴进入焊接匙孔中，以高精度 (~20 μm) 和高速度 (> 200kHz) 直接测量光束穿透深度。测量不受高功率激光或等离子体的影响，能够在焊接过程中实时准确地测量熔深。

加工数据，例如匙孔深度、焊缝轮廓、工件高度、成品焊缝表面高度和焊缝轮廓，均可以在几秒钟内从仪器中提取出来。从该技术中获取的自动焊缝测量结果，与使用传统的零件横截面切片测量方法生成的数据相匹配。图 10 显示了集成到标准焊接头中的 IPG LDD700 单元捕获的好的和坏的焊缝。

光纤激光器提供了广泛的光束特性、激光功率、波长和脉冲持续时间选择。光纤激光技术进步所实现的创新方法，结合诸如光束摆动等新技术，克服了传统激光焊接方法中最常见的困难，并在焊接技术方面显示了进一步发展的巨大潜能。□

激光切割

光纤激光器 Vs CO₂ 激光器： 哪种技术会占上风？

激光切割技术正在迅速发展。对于许多应用领域而言，光纤激光器已经超越了CO₂激光器。但是，对于厚金属板切割，特别是厚钢材切割，CO₂激光技术仍然有其优势。

文/ Ralph Hofbauer, 百超公司

早 在 1960 年，当 Theodore Maiman 开发出第一台功能性激光器时，其实它并没有实际的应用。这位美国物理学家将他的发明描述为“寻找问题的解决方案”。今天，激光技术已经获得了广泛的应用——从医疗技术到消费电子，再到生产工程。

激光技术在钣金加工行业的应用，开始于上个世纪 80 年代。在随后的发展中，CO₂ 激光器取代了传统的钣金加工方法，例如剪切、模切和火焰切割等。现在，光纤激光器被认

为是最先进的激光技术，该技术以惊人的速度快速确立了其在钣金加工领域的主导地位：“光纤激光器在过去 5 年中所经历的飞跃式发展，比 CO₂ 激光器在过去 20 年中所经历的发展还要巨大。”百超激光切割产品经理 Mario Duppenhaler 说道。

不断拓宽的应用范围

2010 年，百超推出了其首款基于光纤激光技术的切割系统。从那时起，百超光纤激光切割系统的输出功率已经增长了五倍：第一款产品的输

出功率为 2kW，而目前百超的顶级产品 ByStar Fiber 切割系统的输出功率已经达到了 10kW。光纤激光器在输出功率方面的快速提升，进一步拓宽了光纤激光器的应用范围。最初，光纤激光技术仅仅适用于薄金属板材加工，而现在光纤激光系统可以切割厚度达 40mm 的金属板材。

光纤激光技术的成功源于它的诸多优点。与 CO₂ 激光器相比，现代光纤激光器的切割速度是 CO₂ 激光器的 5 倍，能效是其 3 倍。这显著降低了每个零件的加工成本。此外，光纤激光器的操作和维护成本也更低，相比于 CO₂ 激光系统，不考虑其他因素，至少光纤激光器不需要使用激光气体。此外，光纤激光器还可以切割有色金属，例如黄铜和铜。

对于许多钣金加工公司而言，光纤激光器已经成为了他们的最佳选择。然而，仍然有一些具有特殊制造需求的生产公司继续依赖于 CO₂ 激光器。“在切割较厚的钢板时，CO₂ 激光器的切割特性更好。此外，当切割低质量钣金时，使用 CO₂ 激光器切割，能获得更低的单个零件加工成



图1：革命性的技术：激光技术的发明可追溯到20世纪60年代。

本。”Duppenthaler 解释说。尽管最近几年 CO₂ 激光器在市场中所占的份额显著下降，但是在百超销售的切割机中，仍有约 10% 的设备使用的是 CO₂ 激光技术。

功能更强大、灵活性更高

在投资一台光纤激光器时，必须要考虑到经济因素和生态因素：当切换到光纤激光器时，用户必须要意识到，过去从 CO₂ 激光器的冷却系统排放出的热量会让厂房变热，而光纤激光器的散热量很小。然而，要跟上光纤激光切割系统不断提升的切割速度也并非易事：“光纤激光器已经大幅提升了切割进程的速度，在某些情况下，上游和下游的流程速度正在成为整个切割系统的瓶颈。” Mario Duppenthaler 解释说。

在薄板和中等厚度的板材切割中，光纤激光器的切割速度明显高于 CO₂ 激光技术。更高的切割速度源于更短的波长：CO₂ 激光器的输出波长为 10μm，光纤激光器的输出波长仅为 1μm，钢材和铝材对这个波段的光有着更强的吸收。由于更快的切割速度，当前一代光纤激光切割系统面临的挑战是：足够快的上下料速度。因此，一般来说，通常使用自动化系统

专家小贴士：

Mario Duppenthaler, 百超
公司激光切割产品经理



钣金切割到底需要多大的功率？

对于主要切割厚度为 3mm 左右的薄金属板材的用户而言，通常一台 3kW 的激光器就足以胜任了。这些用户包括厨房电器或电气控制柜制造商。但是，需要切割多种厚板材的制造商则需要更大的功率。作为一般规则，8kW 或 10kW 的光纤激光器是加工车间的最佳解决方案。这些机器在切割材料和切割厚度方面提供了更高的灵活性；此外，在切割中等厚度的板材时，每个零件的切割成本也显著降低。

来增强光纤激光切割系统的性能。

市场上许多钣金加工公司都是纯粹的加工厂，它们不生产任何自己的产品。这些公司必须善于处理各种各样的订单情况：“现在，加工厂比以往任何时候都更依赖灵活性。” Duppenthaler 说道，“得益于其多功能性，高性能光纤激光器是作业订单生产的最佳解决方案。” 8kW 或 10kW 光纤激光器能够提供加工厂所需要的灵活性，它们不但可以快速切割薄金属板，同时也能应对更厚的金属板切割。而且，在切割厚度介于 5~10mm 的中等厚度的金属板材时，

使用光纤激光器切割的单个零件成本，比使用 CO₂ 激光器切割低得多。

为了在激烈的环境中保持竞争力，能够以最低的成本生产出满足质量要求的零件，对制造企业而言至关重要。百超提供的光纤激光切割系统和 CO₂ 激光切割系统，均提供不同的激光输出功率和各种产品类型，以满足用户的各种应用需求。□

costs per part steel costs per part aluminium

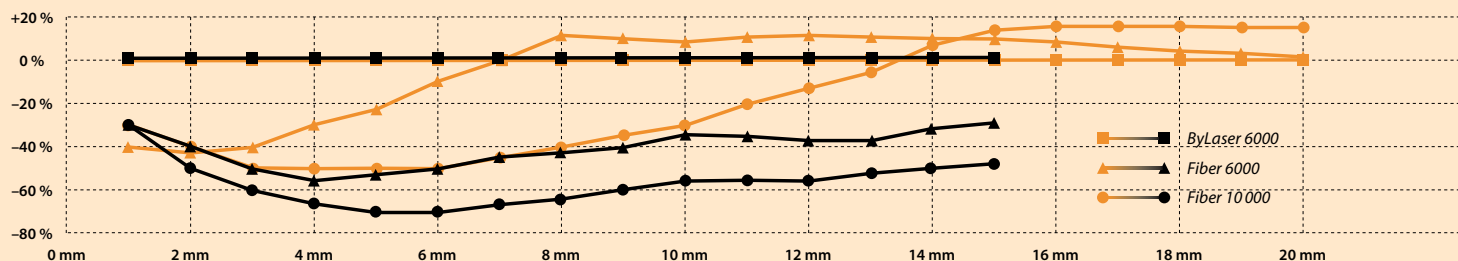


图2：根据材料类型和材料厚度选择最佳切割系统。

Connecting Global Competence



Messe München

INTELLIGENT LIGHT

四大展区 激光器与光电子
光学与光学制造 激光生产与加工技术
成像, 检测和质量控制

展位预定

+86-21-2020 5582

先到先得

扫一扫, 加微信!



world-of-photonics-china.com.cn
world-of-photonics-china.com

2019年3月20-22日

上海新国际博览中心 W1、W2、W3、W4、W5、C6馆

慕尼黑上海光博会

LASER World of **PHOTONICS CHINA**



光学设计

适用于光学产品设计团队的六个最佳方法

文/Mark Nicholson, Zemax公司CEO

不Stefan Thomke 与 Donald Reinertsen 在他们开创性的研究——《产品开发的六大误区》(<https://hbr.org/2012/05/six-myths-of-productdevelopment>)中,揭示了产品开发过程中的常见错误,并提出了12种克服这些错误的最佳方法。本文重点介绍了Zemax原型样机仿真如何应用其中6种方法,以及它对您设计的光学产品的意义。

方法一：接受不断演变的开发计划

Thomke 和 Reinertsen 表示,“在我们的咨询与研究工作中,我们从未遇见过任何一个产品开发项目的需求,能够在整个设计过程中保持不变。然而大部分团队都对他们的计划充满信心,他们总是将任何偏差归结于管理不善以及执行不力。因此为了最小化偏差,他们会紧盯达到项目中间目标以及里程碑的每一步。”

与其严格遵守初始的开发计划,更明智的做法是建立能够让你在设计阶段简单快速根据需求作出调整的工作流。通过Zemax原型样机仿真,光学工程师与机械工程师能够在OpticStudio®与LensMechanix®之间共享完整的设计数据。这种协同工作流程通过简化因为设计变动而产生的频繁沟通,引入没有转化错误的便捷的设计过程,加快了光学产品的开发速度。



方法二：采用迭代而非非线性设计过程

在Zemax原型样机仿真出现前,光学工程师需要设计好光学系统后将STEP或者IGES文件发送给机械工程师,机械工程师再将文件导入到CAD软件中打开。在此过程中,一些关键光学元件数据,如孔径位

置,将会丢失。机械工程师不得不手动重建丢失的元件数据,这一耗时且容易出错的过程,根据光学系统的复杂性,将花费数日甚至数周的时间。

如果机械工程师增加了一个反射镜来改变光线的方向,他将不得不使用来自光学工程师的新设计重新开始。

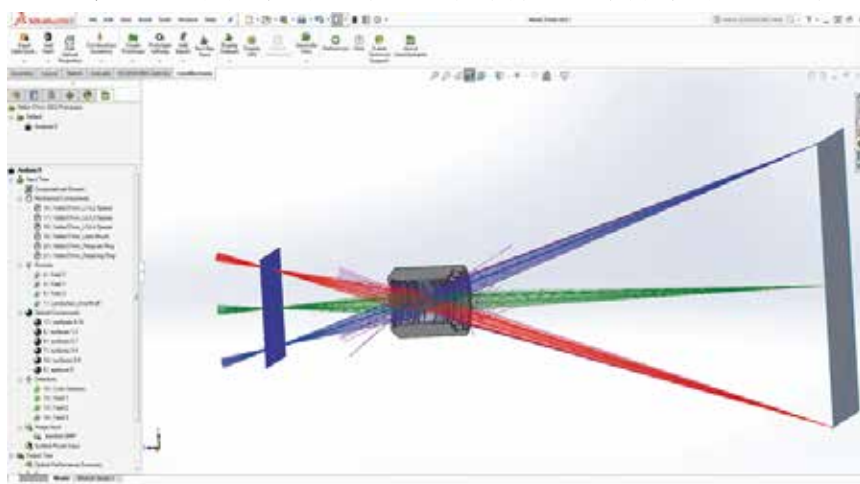


图1：在运行光线追迹后，机械工程师可以在生产物理样机或是将设计发给光学工程师核查之前，使用LensMechanix的分析工具来识别和修正由于机械几何结构引起的杂散光和其他问题。

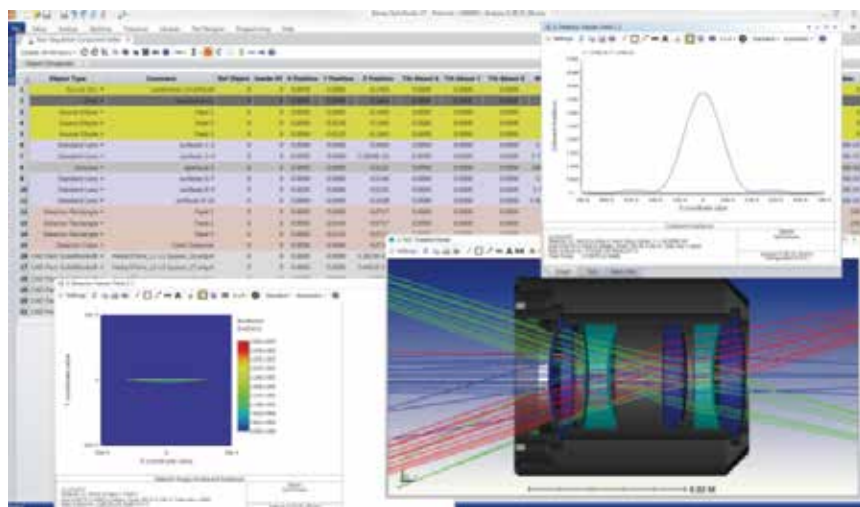


图2: 该ZAR文件在LensMechanix中创建并载入到OpticStudio中。该文件包含光学设计, 机械组件以及机械组件的散射信息。

此外, 由于没有工具来评估机械设计对光学性能的影响, 机械工程师需要通过物理样机或者将设计导出给光学工程师来进行验证。在光机设计完成之前, 这一生产样机与重新设计的循环往往需要重复多次。这样的线性工作流以及重复的设计迭代会增加开发成本, 延迟产品上市时间并给设计团队带来压力。

Zemax 原型样机仿真, 通过简化光学和机械工程师之间的工作流程与沟通, 来改变这一切, 团队也因此能够更加快速地设计出合格的产品。

- 光学工程师在 OpticStudio 中设计好光学系统后, 机械工程师将 OpticStudio 文件加载到 Solidworks 或 Creo 中。该文件包含光学组件、材料、镀膜、表面半径、边缘信息、波长、孔径位置、光源以及探测器信息。
- LensMechanix 自动将光学元件创建为具有精确透镜尺寸的 Solidworks 原生元件, 不再需要使用 STEP 以及 IGES 文件。
- 机械工程师在几分钟的时间内, 就可以开始构建机械几何结构,

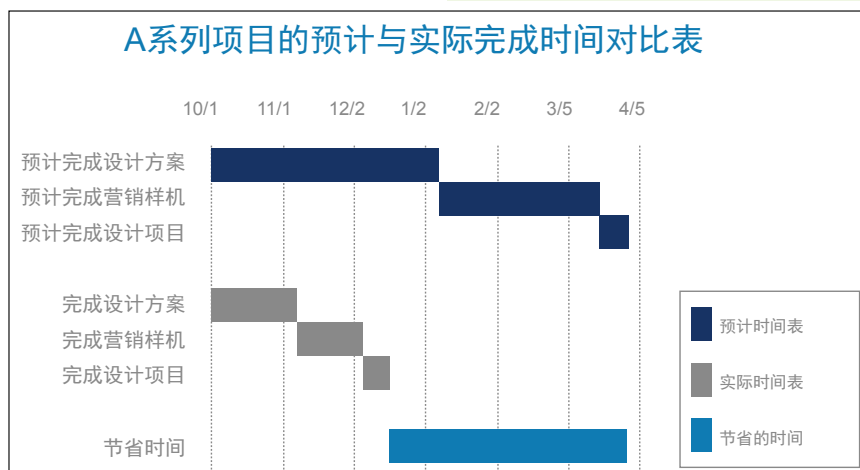


图3: 项目最初预计需要6个月。然而, 第一批原型样机的完成时间比最初预计的日期提前了3个月, 改善了项目的总体时间表。

手持式红外观察仪:

- 观测Nd:YAG, Yb:YAG, Yb:KGW, 钛宝石和
其他红外激光的位置和对准
- 油脂、燃料的法西分析
- 宽光谱区域350 - 2000 nm
- 紧凑的设计



Infrared Viewers公司的手持式红外观察仪将来自选定对象的光线发射或反射到生成电子图像的图像管中。在通电时, 需要产生16-18 kV的电压, 以将电子图像加速到输出荧光屏。通过可调节的目镜观察荧光绿光输出(550 nm)。



欲了解更多信息, 请关注我们:
(A) 扫一扫左图二维码
(B) 在“查找微信公众号”中输入“顶尖科技”,
即可添加“顶尖科技”为好友, 我们将及时与您分享顶尖科技的最新信息。

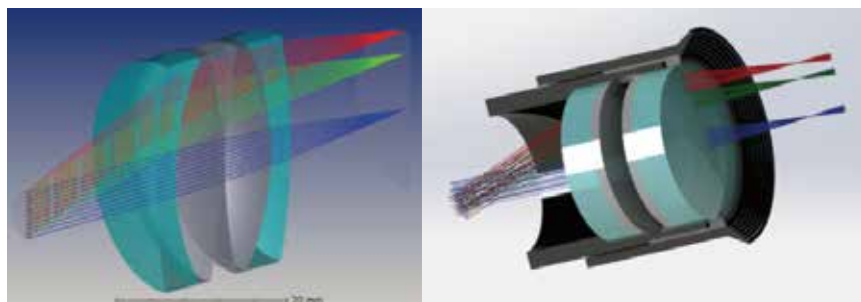


图4: 左图为在OpticStudio中对双胶合透镜光学设计的光线追迹结果。右图为在LensMechanix中封装了相同的设计, 然后通过运行光线追迹来进行分析。

并在 Solidworks 或 Creo 中与原始输出文件的光学性能进行对比, 之后通过光线追迹来分析和验证光机系统。

- 然后, 机械工程师可以在 LensMechanix 中保存 OpticStudio 文档 (ZAR 文件), 便于光学工程师在 OpticStudio 中加载。该文件包含了光学设计、机械部件以及机械部件的散射信息。

在光学到机械设计的过渡过程中保持光学数据的完整性, 能够减少在生产成功产品前的设计迭代以及生产物理样机的次数。

方法三: 采用小批量实验以获得快速反馈

该方法触及 Zemax 原型样机仿真的核心。我们看过包含 10-20 个新部件的多个光学设计变为物理样机。首次尝试的物理样机就能够成功的机会微乎其微。而在样机中找到导致问题的零部件的可能性就更小了。Zemax

原型样机仿真可以针对每个更改进行分析, 这样就可以看到其对整个产品产生的影响。

考虑一下这个例子: 设计中是采用双胶合透镜还是采用双分离透镜? 对于光学设计而言, 双分离透镜更好, 因为这样就可以有四个表面用来控制像差。如果把透镜胶合起来, 就只剩三个有效表面控制像差了。所以, 光学工程师更喜欢空腔。

但是将两个单透镜对准为一个双分离透镜, 对于机械工程师而言是一个棘手的问题。机械工程师需要采用新的安装方法, 并且还必须分析光机系统的杂散光、光线遮挡以及其他问题。现在添加一个新的玻璃选项和一个非球面。通过创建虚拟样机, 你可以选择单独、整合或是任意组合的形式, 来评估每个设计选择产生的影响。而使用物理样机, 你只能分别生产不同的物理样机来评估每个设计变更的效果, 这比用一个虚拟样机要更困难、更昂贵、更耗时。

“通过使用 OpticStudio 和 LensMechanix, 我们很快就能设计出成品。我们仅用一周时间就完成了一款高质量的光机设计。在节省时间方面, 这个项目表现优异。Zemax 工具帮助我们在原定进行 CAD 设计的时间前, 就已经完成了样机生产。从而让我们能够更早地开始下一个设计项目。”

——Robert Mentzer, Global Surgical Corporation 光学工程师

方法四: 量化拖延成本并将其纳入到你的决策中

量化拖延成本, 并在你的决策和计划中考虑这些成本是很重要的。但如果你能完全消除产生这些延误的来源呢? OpticStudio 和 LensMechanix 的组合消灭了设计上的延迟。例如:

- 将精确的光学设计导入到 Solidworks 或 Creo 中, 可以让机械工程师快速找到他们需要的特性, 比如光轴或者孔径, 并且准确地知道要在哪里放置机械部件。“过去想要获取我们需要的所有设计数据非常困难。单个设计文件的数据包远胜过我在使用 LensMechanix 之前必须依赖的 20

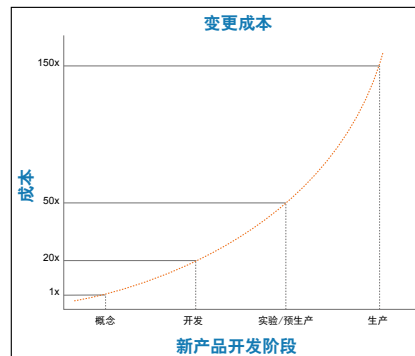


图5: 在变更成本较低的情况下, 尽早纠正设计问题。(来源: QualityInspection.org)

多张绘图。” Global Surgical 的机械工程师 Tim Stiefferman 如是说。

- 通过观察光线如何与光学和机械元件相互作用, 机械工程师就能清楚地了解其设计对光学性能的影响。
- 光学工程师不再需要处理不一致的全局坐标系而丧失设计保真度, 也无需手动定位机械组件, 以重建机械工程师在 CAD 软件中创建的组装。

方法五: 尽早、尽快且尽可能频繁地进行试验

你可能听说过“早撞南墙早回头”

下转第37页

二极管激光器

直接和频率转换二极管激光器 为全息成像提供全部波长

文/ Ulrich Eismann, Tim Paasch-Colberg; Toptica Photonics

当 盖伯在 20 世纪 40 年代末试图提高电子显微镜的分辨率时，他可能并没有意识到他的工作将会产生什么影响。盖伯发现了能够显示物体的完整三维 (3D) 图像的全息方法。结合激光器的发明，全息技术离开研究实验室拥有了诸多应用，进而转化为了数十亿美元的业务规模。

今天的全息摄影的实际应用范围从广为人知的信用卡、钞票和护照上的安全全息图，到医学全息影像等广泛领域。透射或反射光栅等光学元件在激光器或光谱仪中有许多应用（见下图）。

这些组件的微集成已经取得了很大进展，例如分布式反馈 (DFB) 和分布式布拉格反射器 (DBR) 激光二

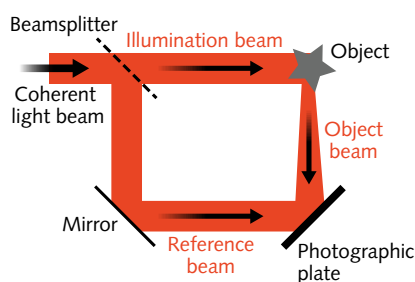


图1：为了创建全息图，激光束分为两部分：照明光照射物体，来自物体的反射光（物光）入射到感光板上，在此与激光束的第二部分（参考光）干涉，来捕捉它们的干涉图样。

极管或光纤布拉格光栅。在不久的将来，预计市场对增强现实设备的引入，将会驱动该行业的大幅增长。

自从首次发明以来，光学全息术的原理没有发生重大变化（见图1）。分束器用于将激光束分成两部分：照射物体的照明光和直接发送到记录介质（通常是照相干板）的参考光。参

考光与物体反射的照明光干涉，所得到的干涉图样记录在光敏基底中。在此过程之后，基底可以被照亮以产生物体的 3D 图像。

全息术的实际应用范围从信用卡、钞票和护照上的安全全息图，到医学全息影像和增强现实。

全息术的实际应用范围从信用卡、钞票和护照上的安全全息图，到医学全息影像和增强现实。

气体激光器是全息技术广泛使用的首批激光器，现在，新一代瓦级二极管激光器可用来取代这些光源。二极管激光器的主要优点是几乎可以提供所有波长。标准激光二极管覆盖从红外 (IR) 到可见 (VIS) 光的广泛范围。采用频率转换技术可以将覆盖范围进一步扩展到紫外 (UV) 波长。^[1]

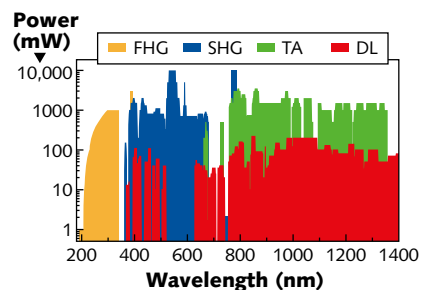


图2：二极管激光器可以覆盖从190nm到3500nm的超宽波长范围；低功率 (DL) 光源可以被放大 (TA)、倍频 (SHG) 或四倍频 (FHG)。

图2给出了这种扩展的光谱覆盖范围，从图2中可以看出输出功率与可调谐二极管激光器（来自德国Toptica公司）的发射波长的函数关系。光谱从深紫外 (190nm) 到中红外 (3500nm) 波长范围，输出功率高达几瓦。它包括约 457nm、532nm 和 647nm 的红绿蓝 (RGB) 波长（见表1）。对于渴求大功率的应用，

表1: 在常见的全息波长处, Toptica可提供的输出功率

激光波长	输出功率
193 nm	0.1 mW
213 nm	10 mW
266 nm	300 mW
405 nm	800 mW
457-462 nm*	500 mW
525-535 nm*	500 mW
633 nm	500 mW
645-655 nm*	500 mW

*提供调谐型号

可以用光纤放大器代替锥形放大器(TA)半导体增益芯片, 例如 Toptica 公司的 SodiumStar 激光器中就使用了光纤放大器, 该放大器在 589nm 提供 22W 的输出功率, 可为望远镜创建人造卫星。^[2]

干涉图样的分辨率对塑造电子设备中用到的越来越小的光刻特征非常重要。这反过来需要更短的激光波长。气体激光器能直接提供紫外波长, 已经有几个标准波长广泛应用于全息和(非相干)光刻应用。因此, 由于具有操作简单、光束参数优异、运行成本较低等优势, 二极管激光器已经进入了以前由气体激光器主导的一些应用领域。

例如, 波长 407nm 的氦离子激光器被 405nm 的二极管激光器取代已有数年。这种替换可以通过使用直接二极管来实现, 或者如果需要瓦级功率, 则可以通过倍频功能强大、稳定的窄带 IR 激光器来实现。UV 波长可以通过二次倍频来实现。最常见的 266nm 波长应用, 所使用的激光器能提供 300mW 相干输出功率, 并具有接近衍射极限的光束质量(通常 $M^2 < 1.2$)。

全息技术的驱动应用

专用光学半导体的制造工艺需要在材料内部全息生成光栅。这通常使用频率转换的气体激光器或二极管激光器在 244nm 处完成。由五倍频脉冲 Nd:YAG 激光器产生的 213nm 波长, 可以用二极管激光器的高功率连续波运行提供, 包括这里介绍的所有功能。

向更短波长的进一步重要进展是使用氟代硼铍酸钾(KBBF)晶体作为倍频介质, 从而允许采用二极管激光器而不是准分子激光器在 193nm 波长处实现全息成像。^[3]

像微软 Hololens 这样的增强现实(AR)设备就是全息技术的新兴消费应用的例子。AR 有可能彻底改变工作场所的步伐, 并有可能取代智能手机。类似的大规模市场应用在汽车领域, 其中重要的驾驶员信息, 例如当前车速, 可以使用抬头显示器直接投射“到路上”。在这些应用中, 全息成像设备在环境光和投影图像方面都具有最佳亮度。因此, 用户能体验到真实地沉浸在他们的增强现实中。

由于照明 LED 或激光二极管具有围绕设计波长散射数纳米的发射波

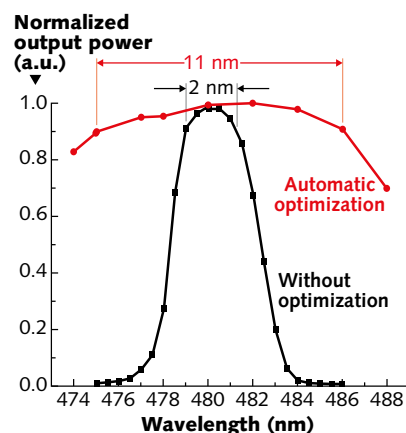


图3: 具备(红色)和不具备(黑色)自动优化激光输出功率自动调谐的SHG二极管激光系统; 由90%峰值功率标准给出的有用调谐范围, 通过自动优化程序增加到5倍。

长, 所以图像投影结果可能非常暗或者甚至不可见。这里二极管激光器的另一项优势起了作用, 这就是可以将写入激光器调谐到所选择的发射波长。这就解决了在写全息图之前设备照明源的缺陷。

图3显示了这种调谐曲线的示例, 演示了在 480nm 附近自动调谐 14nm。未优化的二极管激光器在功率下降至峰值功率的 90% 以下之前, 在整个设定波长上调谐超过 2nm。自动优化的二极管激光器在达到 90% 的标准之前, 调谐超过 11nm, 这使得有用调谐范围增加 5 倍。

这些二极管激光器系统本质上是有效的, 通常消耗 <100W 的电功率。这意味着与更耗电的气体激光器相比, 可节省数十万千瓦时。另外, 它们在无需水冷的条件下运行, 这不仅简化了激光器的设置和操作, 而且降

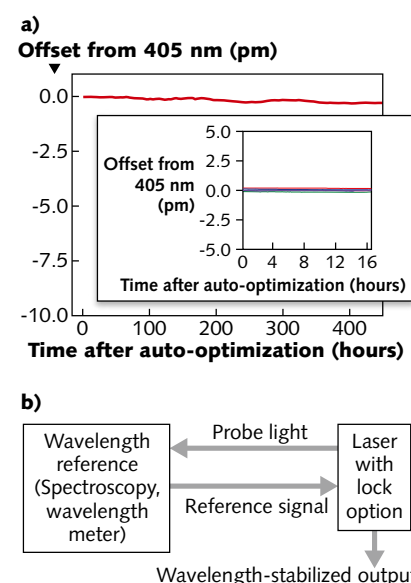


图4: (a) 405nm自由运行激光器的残余波长漂移, 其中漂移在超过400小时后仍然保持在1pm以下; 在重复运行优化程序(每条曲线对应于单次运行后采集的数据集)之后, 自由运行激光器可靠地找到稳定运行的最佳波长。整个测量过程中没有观察到跳模(插图)。(b) 激光系统的主动波长稳定, 其中激光可以稳定到外部参考源, 例如光谱盒(390.1nm或397.5nm目标波长)或波长计(所有波长)。在实际情况下, 波长稳定性受到参考源的限制。

低了已经显著减少的拥有成本。由于全息实验室的吸热是一项关键因素，并且空气湍流或声学噪音可能使全息记录无法使用，因此二极管激光器可以制成被动冷却和无风扇运行。

可用性由经济高效的现场可更换单元 (FRU) 提供，FRU 主要由紧凑型光学半导体子部件组成。

保持相干性

相干长度是全息光源的一个关键参数。原则上，相干长度必须至少等于照明光和参考光之间的光程差，以使它们能够在照相平板上干涉。

可调谐二极管激光器工作在单频下，可以在标准配置下提供超过 100m 的相干长度。另外，锁定电子元件可以允许相位锁定两个激光器。这样，参考光束也可以使用第二台激

光器在介质上直接产生。

在某些应用中，绝对波长和稳定性至关重要。如果没有额外的安排，自由运行二极管激光器的输出波长会显示残余漂移。使用内置的气压补偿可以强烈抑制这些漂移（见图 4a）。由于无需冷却水，高频波长抖动可以忽略不计。

如果需要绝对波长参考，则可以将光谱模块连接到系统。例如，已经实现了由铷原子气体的 D 线提供的在 390.1nm 和 397.5nm 处的绝对参考系统（见图 4b）。该原理可以通过用具有一全数字波长锁定功能的波长计代替参比气池（reference gas cell）应用到所有波长。

如上所述，二极管激光器不仅在既定波长下，而且在紫外和可见光范围内所有波长下，都能满足执行全息

和光刻应用的技术要求。与传统激光器相比，结合非技术优势，特别是在处理、操作和拥有成本方面，二极管激光器显然是非常具有吸引力的全息激光光源。□

参考文献

1. U. Eismann et al., "Short, shorter, shortest: Diode lasers in the deep ultraviolet," *Laser Focus World*, 52, 6, 39–44 (2016); see <https://goo.gl/Ys9SRm>.
2. B. Ernstberger et al., "Robust remote-pumping sodium laser for advanced LIDAR and guide star applications," *Proc. SPIE*, 9641, 96410F (2015).
3. M. Scholz et al., *Appl. Phys. Lett.*, 103, 051114 (2013).
4. U. Eismann et al., "Active and passive stabilization of a high-power violet frequency-doubled diode laser," *CLEO 2016*, JTu5A.65 (2016)

上接第34页

的说法。在设计过程中，越到后期，设计变化导致的成本上升越严重。使用 Zemax 原型样机仿真，工程师可以在设计过程

的早期进行更改，并在仿真环境中验证更改。他们还可以用非常低的成本快速试验新想法。正如爱迪生曾经说过的：“衡量成功的真正标准是 24 小时内的实验次数。”

我们的一个客户改变了挡板的角度，以减少系统中的杂散光。通过使用 LensMechanix，他快速识别出了在非预期路径上反射光线的表面。他能够在仿真样机中发现问题，更改设计，并验证该更改解决了杂散光的问题。

方法六：信息流具有可见性

在产品开发中，通常很难在不同的角色和团队之间传递关键信息。在

任何跨职能团队中应对这一挑战的有效方法是：提高关键数据的可见性。

当机械工程师在 SOLIDWORKS 或 Creo 中打开 OpticStudio 文件时，LensMechanix 会运行 OpticStudio 基准光线追迹，以确保 LensMechanix 中的光学系统与 OpticStudio 中的光学系统是一样的。机械工程师在设计好机械部件后，可以通过运行光线追迹以及使用光学性能总结表，轻易在机械结构中识别和纠正错误。光学性能总结表 (OPS) 中会体现机械部件针对光斑尺寸、光线遮挡和像面污染的性能数据。一个简单的图表可以表明这些性能的通过 / 失败。

有关结果的详细数据也被储存起来，这样机械工程师就可以对设计进行故障排除，或者洞见更多信息。这些结果给予了光学工程师和机械工程

师信心，他们相信生产出的物理原型的光学系统会按预期工作，或者他们会对哪里存在问题有清晰的认识。

结论

从虚拟现实到自动驾驶汽车，开发前沿光学产品的公司，可以通过遵循产品开发的最佳方法来获得巨大的竞争优势。

通过使用 Zemax 原型样机仿真，您可以提高产品光学性能，大幅度降低产品开发时间，并通过创建完整光机组件的仿真样机来降低成本。

光学和机械工程师可以在设计过程的早期迅速地设计出可供使用的设计原型，在变更设计更便宜并且更容易的阶段发现并纠正错误，并且通过生产更少的物理样机来节省时间和成本。□

新材料将激光光谱覆盖范围 延伸至中红外波段

中红外非线性光学材料的进步已经产生了低损耗、高品质因数的优良晶体，它们具有宽透过范围，大大扩展了高度工程化激光源的波长覆盖范围。

文/Peter Schunemann

由于从基于频率梳光谱到多次谐波产生等新的超快激光应用的涌现，近年来业界对于中红外频率转换的非线性光学 (NLO) 材料的兴趣异常高涨。

由于多声子吸收的出现，传统的 NLO 氧化物晶体如铌酸锂 (LiNbO_3) 或磷酸钛氧钾 (KTP) 的输出波长限制在 $\leq 5\mu\text{m}$ 。但是，NLO 半导体如磷锑锌 (ZnGeP_2 或 ZGP) 以及最近的取向图样化砷化镓 (OP-GaAs)，在波长远得多的中红外区域 (包括太赫兹范围) 内透过，同时非线性系数 (d 值) 比氧化物高 5-10 倍。

ZGP 和 OP-GaAs 都必须用波长 $\geq 1.9\mu\text{m}$ 的光泵浦，但是随着掺铥光纤激光器的出现，其重要性已经与日俱增。最近，我们在美国 BAE Systems 公司的小组已开发出了用于这些材料的双折射和准相位匹配类似物，即磷硅镉 (CdSiP_2 或 CSP) 和取向图样化的磷化镓 (OP-GaP)，它们可用广泛可用的 $1\mu\text{m}$ 和 $1.5\mu\text{m}$ 激光泵浦。这些材料一起表现出最高的非线性品质因数 (FOM；定义为非线性系数的平方除以折射率 n 的立方，或 d^2/n^3)，以及所有已知的可相位匹配无机 NLO 晶体之间的一些最宽的透过率范围 (见图 1-图 3)。

块体双折射晶体： ZnGeP_2 和 CdSiP_2

自从上世纪 90 年代初 BAE Systems 公司首次成功生长出大块低损耗单晶、实现数瓦的中红外 OPO 以来，^[1,2] 磷锑锌 (ZGP) 一直是工作在 $2\sim 8\mu\text{m}$ 之间的脉冲 $2\mu\text{m}$ 泵浦光学参量振荡器 (OPO) 的首选材料。这些 ZGP 材料具有最高的热导率 (35W/mK)，以及 (直到 CSP 出现之前) 在 $2\mu\text{m}$ 处透过和可相位匹配的任何块体双折射晶体中最高的非线性系数 (75pm/V)。

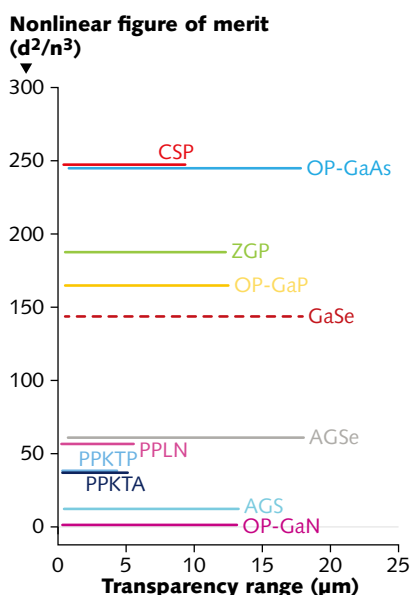


图1: 各种中红外非线性光学 (NLO) 晶体的非线性品质因数 (d^2/n^3) 与透过波长范围。

尽管 $2\mu\text{m}$ 处的残余吸收损耗为 $0.02\sim 0.05\text{cm}^{-1}$ (来源于单独电离的 Zn 空穴)，但在 $3\sim 8\mu\text{m}$ 光谱范围内极低的损耗与低走离和最小化的逆转换相结合，使 ZGP 晶体的极其有效的 NLO 器件运行成为可能。近年来的开发工作集中在增加低损耗晶体的产量、扩大到更大口径以及提升激光损伤阈值。

对于 ZGP，可以从标准坩埚生产的最大口径为 $25\times 25\text{mm}^2$ ，而可以从定制坩埚生产的最大口径为 $30\times 30\text{mm}^2$ 。低吸收损耗、改进的抛光和优化的高温减反射镀膜，已使得激光损伤阈值 (LDT) 超过 4J/cm^2 (在 20ns 和 10kHz 下)，并使得中红外 ($3\sim 5\mu\text{m}$) 平均输出功率接近 100W ，以及高能量输出超过 200mJ 成为可能，并且对进一步的提升没有明显的限制。^[3,4]

磷硅镉 (CSP) 是 ZGP 的一种新型 42m 黄铜矿类似物，具有更大的带隙 (约 2.45eV) 和稍大的负双折射，使 $1\mu\text{m}$ 和 $1.5\mu\text{m}$ 激光泵浦成为可能。这种 CSP 材料还具有甚至更高的非线性系数： $d_{36} = 84.5\text{pm/V}$ ，这是过去 40 年中任何新型可相位匹配无机晶体中最大的。^[5]

此外，CSP 可以在 1064nm 泵浦

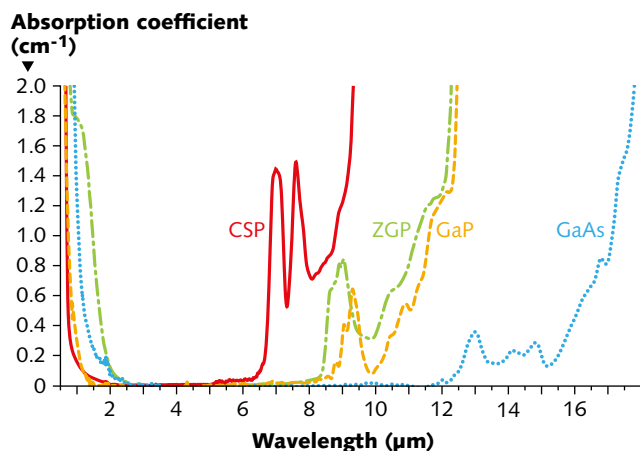


图2: 几种非线性晶体的典型吸收光谱。

下进行非临界相位匹配 (NCPM), 以产生 $6.2\mu\text{m}$ 左右的温度可调谐输出。^[6] 该 NCPM 运行还可以实现 CSP 中的连续波 (CW) OPO 运行 (这在 ZGP 中从未实现过)。由于 CSP 还在 $2\mu\text{m}$ 处表现出比 ZGP 低得多的吸收损耗 (低超过 3 倍), 因此对于 $2\mu\text{m}$ 泵浦 OPO 功率提升而言, 它是 ZGP 有吸引力的替代品。

不幸的是, 与 ZGP 相比, CSP 呈现出一些显著的晶体生长挑战 (孪晶、碎裂、高生长温度和压力), 这在目前限制了高光学质量晶体的尺寸和产量, 但这方面正在取得持续进展。

准相位匹配半导体: OP-GaAs和OP-GaP

首个实用的准相位匹配 (QPM) 材料周期性极化铌酸锂 (PPLN) 的出现, 代表了非线性光学 (NLO) 材料发展的新示范。QPM 不再受双折射相位匹配的严格要求限制, 只要有创建交互 QPM 域结构的机制, 就可以使用范围广得多的材料。

在铁电氧化物中, 这是通过应用平版印刷电极、然后进行极性交替周期域的电场极化来实现的。准相位匹配提供了非临界相位匹配、极化灵活

性和易于工程化的功能性优点, 例如分别用于可调谐性或级联非线性过程的并行或串行光栅结构, 以及用于带宽控制的啁啾结构。

铌酸锂、钽酸锂和 KTP 及其类似物是主要的周期性极化氧化物晶体, 但由于超过 $4\mu\text{m}$ 后严重的多声子吸收损耗, 它们的性能主要限于可见和近红外区域。然而, 半导体对中红外光的透过, 要远远高于它们的氧化物对应物, 没有困扰铁电体的光折变效应, 并且提供许多其他优异的性能, 包括高得多的非线性系数、高得多的热导率、更高的纯度水平, 以及当从气相生长时非常低的损耗。

OP-GaAs 和 OP-GaP 都是采用新型全外延工艺生长的 QPM 非线性光学半导体 (见图 4)。首先, 使用极性-非极性分子束外延 (MBE) 来产生具有相对于衬底取向反向的 GaAs(GaP) 膜。对反向层进行光刻图样化和刻蚀所需的光栅结构, 然后通过氢化物气相外延 (HVPE) 以高达 $200\mu\text{m}/\text{小时}$ 的速率再生长两个取向, 以产生厚的 ($>1\text{mm}$)、低损耗 ($<0.01\text{cm}^{-1}$) QPM 层, 用于面内激光泵浦。

在所有 QPM 材料中, OP-GaAs 具有最高的增益

($d14=94\text{pm/V}$), 可以在 $2\mu\text{m}$ 处泵浦以产生 $8\sim12\mu\text{m}$ 及更远的输出, 而 OP-GaP 是低损耗 QPM ZGP 类似物, 可以用 $1\mu\text{m}$ 和 $1.5\mu\text{m}$ 激光泵浦。这些 QPM 半导体愈加成熟, OP-GaAs 已经展示了 $>5\text{W}$ 的 CW OPO 输出, 而高重复频率脉冲运行已在 $3\sim5\mu\text{m}$ 光谱范围内获得了超过 18W 的平均功率输出。

基于 OP-GaP 的高平均功率实验仍在发展中, 但已经实现了大量 OP-GaP 器件演示, 包括首台纳秒 $1\mu\text{m}$ 泵浦 OPO、宽可调谐 ($5\sim11\mu\text{m}$) 飞秒光纤泵浦差频产生器 (DFG)、 $1\mu\text{m}$ 泵浦飞秒 OPO (也可在 $5\sim11\mu\text{m}$ 可调谐)、基于 $1.5\mu\text{m}$ 泵浦飞秒 OP-GaP OPO 的 $2.6\sim4.2\mu\text{m}$ 频率梳, 最后是 $2.09\mu\text{m}$ 泵浦半谐波 OPO 产生 220mW 输出, 斜率效率为 58% 。^[7-11]

除了消除超过 $1\mu\text{m}$ 的多光子吸收的大间接带隙之外, 由 HVPE 生长的块体 OP-GaP 展现出高度平行的光栅传播, 这有望使口径尺寸扩展至大大超过 1mm 。

新兴材料

在寻找新材料方面, 近年来出

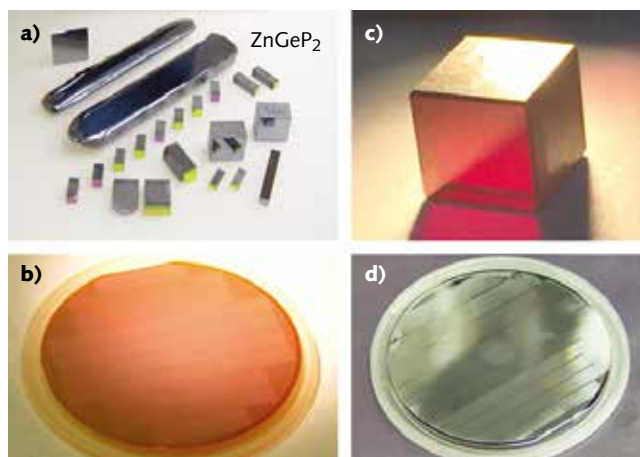


图3: 具有最高品质因数的中红外非线性晶体 ZnGeP₂ (a)、CdSiP₂ (b)、OP-GaAs (c) 和 OP-GaP (d)。

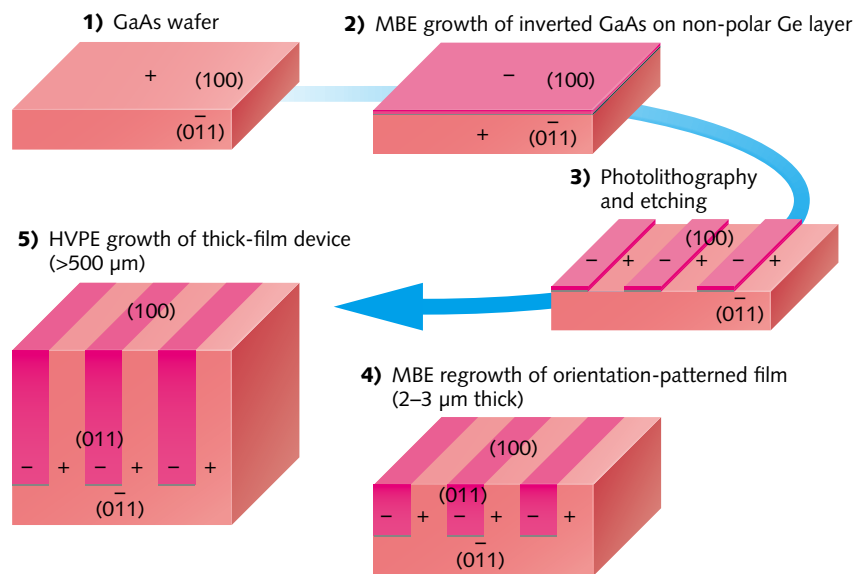


图4: 图中显示了用于生产OP-GaAs的全外延处理技术。

现了两种新型中红外 NLO 材料: 硫化镓钼 (BaGa_4S_7) 和硒化镓钼 (BaGa_4Se_7), 它们表现出明显的宽带隙 (分别为 3.54eV 和 2.64eV)、深红外透过 (截止波长分别为 13.7 μm 和 18 μm)、适中的高非线性系数 (分别为 5pm/V 和 20pm/V), 以及从化学计量熔体中有利的晶体生长。^[12]

事实上, 这些低损耗晶体可以生长在大口径下, 具有相当高的损伤阈值, 并且可以通过无处不在的 1 μm 激光源泵浦, 以产生超过 12 μm 的相位匹配输出, 这使得它们成为许多应用的理想选择。BAE Systems 公司目前正在优化 BaGa_4S_7 和 BaGa_4Se_7 的晶体生长和加工, 为这些罕见但极具潜力的晶体提供商业来源。

未来的方向

我们在 BAE Systems 公司的团队致力于为中红外区域持续开发新型和改进的 NLO 晶体。除了已经描述的晶体之外, 我们还开始研究一种专利的新型块体双折射晶体 (目前称之为 LWX), 其具有与 ZGP 非常相似的颇

具吸引力的特性, 并具有扩展的透过范围, 以及在任何显著的多声子吸收损耗出现之前相位匹配到 12 μm 。

就新型 QPM 半导体而言, 我们将目光投向取向图样化硒化锌 (OP-ZnSe)。多晶 ZnSe 当然广泛用于中红外光学组件, 因为它具有非常低的吸收损耗, 极宽的透过范围 (0.4~22 μm), 以及大批量的商业可行性。对于 QPM 频率转换, ZnSe 具有大的非线性 FOM (d^2/n^3 约为 200) 以及低色散的附加优点, 转换为大的 QPM 光栅周期以便于扩大至大口径。

不幸的是, OP-ZnSe 不能用 OP-GaAs 和 OP-GaP 的相同全外延处理方法生长, 因为单晶 ZnSe 衬底不能用于处理图样化的模板, 并且 ZnSe 不容易与 HVPE 相容以产生厚的层。然而, ZnSe 与 GaAs 晶格匹配, 并且使用在 QPM OP-GaAs 模板上的 ZnSe 气相生长来生产 QPM ZnSe 的初步努力, 看起来很有前景。

在研究这些令人兴奋的新材料的同时, 最佳现有中红外 NLO 晶体的全部潜力尚未实现。□

参考文献

1. P. G. Schunemann and T. M. Pollak, "Method for growing crystals," U.S. Patent No. 5,611,856 (Mar. 18, 1997).
2. P. A. Budni et al., "Efficient, high average power optical parametric oscillator using ZnGeP_2 ," Proc. ASSL, NC12, Santa Fe, NM (1992).
3. M. W. Haakestad et al., Opt. Express, 22, 7, 8556–8564 (2014).
4. A. Hemming et al., Opt. Express, 21, 8, 10062–10069 (2013).
5. V. Petrov et al., "The nonlinear coefficient d_{36} of CdSiP_2 ," Proc. SPIE, 7197-21, 1–8 (2009).
6. S. Chaitanya Kumar et al., J. Opt. Soc. Am. B, 33, D44–D56 (2016).
7. L. A. Pomeranz et al., "1064-nm-pumped mid-infrared optical parametric oscillator based on orientation-patterned gallium phosphide (OP-GaP)," Proc. CLEO-SI, SW3O.4, San Jose, CA (2015).
8. K. F. Lee et al., "Broadly tunable difference frequency generation in orientation-patterned gallium phosphide," Proc. High-Brightness Sources and Light-Driven Interactions, JT3A.4, Long Beach, CA (2016).
9. L. Maidment et al., Opt. Lett., 41, 18, 4261–4264 (2016).
10. Q. Ru et al., "Femtosecond OPO based on orientation-patterned gallium phosphide (OP-GaP)," Proc. CLEO-SI, STu1Q.6, San Jose, CA (2016).
11. E. Sorokin et al., "Three-optical-cycle frequency comb centered around 4.2 μm using OP-GaP-based half-harmonic generation," OSA Technical Digest (online), MS3C.2 (2016); <https://doi.org/10.1364/mics.2016.ms3c.2>.
12. V. Badikov et al., Phys. Status Solidi RRL, 1–3 (2010); doi:10.1002/pssr.201004425.

百超在中国全球首发 BySmart Fiber 光纤激光切割机

6月26日第14届中国国际机床工具展览会在京开幕，百超作为活跃于机床领域的重要供应商，携众多核心产品重磅亮相，并在此次展会上全球首发了其最新的光纤激光切割机——BySmart Fiber。

随着工业4.0、智能制造在中国市场的不断深入发展，制造业中应用的各种机床工具也在不断升级发展。“在当前综合自动化和数字网络化的趋势下，全球机床工具产业开始了新一轮的转型升级。百超顺势而为，乘势而上，适时推出了适应时代发展和用户需求的新产品——BySmart Fiber。”百超中国总裁游松博士表示，“这款产品主打中端市场，凝聚了多项核心技术和创新元素，性价比极高。”

BySmart Fiber的主要亮点

第一，功率可配置，应用范围更广，速度更快。BySmart Fiber 不仅能根据生产范围、材料厚度和客户需求配置不同的激光功率，而且还能有效提高切割速度，增加产品产量，帮助用户获得更多利润。

第二，技术更新保证了更高的切割质量。一方面，百超为 BySmart Fiber 加装了最新一代切割头，用户可以在两个不同的激光束焦点之间选择，根据不断变化的材料及其特性灵活调整，始终能实现最佳加工质量。另一方面，百超还在 6kW BySmart Fiber 中装备了 Cut Control 功能，用于监控整个切割过程，有



百超中国总裁游松博士

效降低废品率。

第三，新一代 BySmart Fiber 创新发展了适用于各种订单情况的自动化设备，可以连接各种自动化解决方案，将激光切割设备的利用率提高到了最大，节省操作的人力物力和时间，提高运作效率，实现更快更经济地板材切割任务。BySmart Fiber 还设置了全自动和半自动模式，留有灵活的操作空间，以便随时手动处理小订单。

第四，新一代 BySmart Fiber 可以通过 22 英寸触摸屏便捷操作，就像使用智能手机一样，让激光切割任务能够更简单、更便捷地完成，这为用户带来了更为极致的操作体验。百超还提供有配套的软件包 BySoft7，以激光切割机为中心，构建起一个经过优化的加工环境整体方案，让用户快速高效地执行从接到订单到板件加工完成的各个环节。

这样一款产量高、应用范围广、适用于自动化设备各种解决方案的高质量产品，将全部以入门级价格提供给用户。

ByStar Fiber 10kW 光纤激光切割系统

除了 BySmart Fiber 外，百超还展示了 ByStar Fiber 10kW 光纤激光切割系统，10kW 的功率让切割薄厚板都游刃有余！

稳定的性能是机床加工设备的一项关键指标。ByStar Fiber 采用直线电机和创新的切割桥架设计结构，在机械结构稳定性、切割速度方面都比之前的产品有所提升，从而实现了难以置信的切割精度和更好的割缝质量。

据悉，ByStar Fiber 中还集成了百超自主研发的带有焦点控制功能的新式切割头，以及 ByVision Cutting CNC 接口，同样采用 22” 高清触摸屏操作。其他创新特性还包括检测眼系统，可在 6 秒内精确检测板材边缘，以及自动更换喷嘴，大幅度提高了生产效率和生产过程的安全稳定性。

现代精益制造要求更智能化的设备，无人车间或更少的劳动力需求，已经是全球制造业不可避免的一种必然趋势。游松博士表示，在这样的市场应用大环境下，百超正致力于帮助客户实现一整套全自动化的生产线，从接收订单到产品出厂，整个过程都在用户全方位的监控状态下完成，所有机器联网，大大降低人工劳动力；这样的智能化生产线将整合更多创新技术，比如智能自动上下料系统、智能传感器技术、实时视觉过程监控系统等；总之，百超将秉承“精益求精”理念，为用户提供更好的产品和服务。□

Excalibur - 4020激光切割机

Excalibur-4020 激光切割机采用全新数控系统, PIKO 插补功能使切割轨迹更加平滑, 采用开放式控制系统, 具备高性能双 CPU 处理器, 具备现场总线技术, 可与自动上下料系统或其他功能模块快速对接, 缩短设备安装调试周期, 抗干扰可靠性高。

采用先进的一体式机电驱动装置, 缩短了传动链, 大幅降低系统惯量, 实现高动态性能、高运动刚性的快速移动。可以高速切割轮廓复杂的工件。通过传感器监控保护镜状态, 防止镜片过热。自动变焦功能, 可以通过参数设定焦点位置, 切割不同厚度的不同材料, 无需手动调焦。

快速自动寻边功能, 独立的视觉传感器不需要切割动作即可快速对板材进行精确位, 定位精度 $\pm 0.05\text{mm/m}$ 。智能切割控制系统, 可在线监控加工状态, 实现快速自动的穿孔加工。可在线编辑参数, 无需修改加工程序。

领创激光, www.szlead.com

12000W多模连续光纤激光器

创鑫激光的 MFMC 12000W 高功率多模连续光纤激光器, 采用独创性的冷却散热方案, 有效提高了散热效率和光纤器件可承受功率上限, 与相同功率级别的固体激光器相比功耗减少 30% 以上。

采用模块化设计, 结构紧凑, 系统高度集成, 免维护, 可靠性高。激光功率连续可调, 电光转换效率高、拥有较高的光束质量, 激光稳定性高, 是厚板激光切割、激光焊接及激光熔覆、表面热处理等应用的理想激光源。采用光纤配 QBH 头输出, 可配合激光加工头、振镜等与机器人、机床等进行系统集成, 广泛应用于金属及非金属材料切割、焊接、钻孔、熔覆、金属 3D 打印、增材制造、精密快速成型等。

创鑫激光, www.maxphotonics.com

选择性激光退火系统

microPRO™ RTP 是一种新型号选择性激光退火系统, 其将最先进的激光光学模块与 3D-Micromac 公司的

模块化半导体晶圆制造平台相结合, 旨在实现半导体、功率器件和 MEMS 制造中的几个关键工艺步骤。它提供了选择性退火, 在多功能系统中具有高重复性和高吞吐量。

microPRO™ RTP 具有用于垂直选择性退火的线扫描选项, 以及用于水平选择性退火的步骤和重复光斑选项, 以及三个可选的激光波长 (近红外、绿光和紫外)。

其他主要特征包括: 在 x 和 y 方向上具备高精度和可重复性; 对不同衬底和薄膜的高选择性, 具有多种激光脉冲长度、能量和重叠选择, 以确保周围区域不受损坏; 非常高的能量均匀性; 精确过程监控; 柔性处理基板, 直径范围 50~300mm。

适用于各种现有应用和新兴应用, 包括半导体、功率器件和 MEMS 制造。

3D-Micromac, www.3d-micromac.com



三维光纤激光加工机

Prima Power 公司的 Laser Next 2141 3D 光纤激光加工机, 提供宽阔的工作空间 (4140mm × 2100mm × 1020mm), 设备体积紧凑, 以适应大多数 3D 冲压和平板金属零件尺寸。可以加工 3D 和 2D 零件, 并且能很容易地从切割应用转换到焊接应用。

主轴上的直线电机、聚焦头上的直接驱动, 以及先进的控制系统, 使其可以提供较高的动态范围, 单轴速度为 120m/min, 轨迹速度为 208m/min。该加工机配备 Prima Power 公司的 3kW 或 4kW 光纤激光器, 具有高可靠性、高品质的泵浦二极管、良好的防反射保护以及高度灵活电子快门, 并能高度集成到系统中。

Prima Power, www.primapower.com



大族激光三维激光扫描振镜焊接系统

大族激光三维激光扫描振镜焊接系统在原来的二维 (X、Y 轴) 振镜焊接系统的基础上, 增加了动态聚焦功能, 动态聚焦也被习惯性称为 Z 轴。

相比于 X-Y 平面激光扫描系统, 三维激光扫描振镜系统具有如下优势: 扫描速度快, 通过振镜的微小角度偏

转即可实现激光大范围移动；定位精度高，位置传感器的使用和负反馈回路保证了系统的精度；噪音小，振镜旋转时几乎不发出声音；和工作环境非直接接触，整个系统可位于加工物质之外；焦距可变范围大，可连续快速完成三维产品的焊接。



该系统配备由大族激光精密焊接事业部自主研发的三维振镜焊接软件，界面直观，操作方便。

大族激光，www.hanslaser.com

高速高分辨率3D激光位移传感器

康耐视推出的 DSMax 可用于对被测物体采集 3D 图像并分析、检测，是目前市场上扫描速度最快、分辨率最高的 3D 激光位移传感器。

DSMax 采用高速成像芯片、高速压缩传送技术和 CoaXPress® 协议，能够在最大化的分辨率下实现 20 kHz（完整画幅）的扫描速率，最大限度地提高了生产量。可在 32mm 的视场内包含 2000 个轮廓点，提高 3D 图像的精确度，从而实现更准确的 3D 检测。DSMax 可通过单帧 HDR 技术采集图像，可有效减少了图像中的噪音，并提高了准确度。



DSMax 配备康耐视获得业界广泛认可的 VisionPro® 3D 工具库，可确保准确的物体定位、测量和检测。康耐视 Designer 软件提供集成式开发环境，简化了应用设置，并缩短了部署时间。

康耐视，www.cognex.com

新版智能三维软件TruTopsBoost

通快最新推出的新版智能三维软件 TruTopsBoost，是一块高效制图和编程软件，适用于激光、冲床、复合机和折弯机。

该软件主要亮点：包含多种智能化，从图形到数控程序，Boost 一键编程让一切变得更快；最优的条理性，专注于订单的重要性，并跟踪订单进展情况；更优的材料利用率，通过联合订单管理和 Boost 的排料算法，具有更高的材料利用率；接入工业 4.0，使用动态数值自动标记工件，可追踪工件并有效地管控生产；全新 TecZone Cut，便捷

的已排版 DXF 直接编程，自动识别板料零件，并可一键生成程序，效率倍增。

通快，www.trumpf.com

光纤多光路耦合器

因为高功率激光光源成本很高，光纤激光器只有一个输出通道往往是不够的。相干可提供风冷和水冷两种冷却方式（根据不同激光器功率等级选用合适的冷却方式）的多光路光纤耦合器（FFS）。

FFS 提供 2 个或 4 个输出通道，在多条加工光纤之间实现时间共享。更可共享高功率光纤激光器功率，同时实现不同需求的应用，实现能量共享。

相干可为用户提供合适的时间共享和能量共享解决方案，不同的镜头配置能将功率和光束参量乘积损耗降到最低。

相干耦合光学器件经过 DGUV 的安全认证。集成电子器件可监控光纤的损坏、柜门和镜位等，更易于集成到高安全要求的系统中。

相干，www.coherent.com



NanoWeld高效高良率耦合焊系统

NanoWeld 是一台多用设备，可运行多种产品的耦合焊接。TO、Butterfly 封装的光器件，如 100G、400GTOSA/ROSA 等均可在同一台设备上完成。

更换相应的上料夹具或光纤夹具，既可实现不同产品、不同工艺之间的切换。目前市面上量产的 TO 产品可在 25 秒内完成两件套工序，更复杂的工艺如三件套、四件套等则可在一分到几分钟内完成。同时多轴联动，支持多通道反馈，可以快速找到最佳耦合位置，实现多通道间的平衡。

由步进马达或无刷直流电机驱动的辅助性驱动轴，主要用于移动焊枪等模块，动精度为 0.3~1.5 μm。

NanoWeld 的主要特点：快速、精确的耦合；极小的焊后漂移；模块化设计；离线上料，设备利用率最大化；不同产品工艺间快速切换；维护成本低。

nanosystec GmbH，www.nanosystec.com



Advertiser	广告商名称	网址	页码
AEROTECH INC.		www.aerotech.com	BC
贝林激光		www.bellinlaser.com	5
CASTECH INC.		www.castech.com	21
COHERENT		go.coherent.com/HighLightFL-ARM	3
C-Touch & Display Shenzhen	深圳国际全触与显示展	www.quanchu.com.cn	27
Edmund Optics China		www.edmundoptics.cn/078-8610	19
FISBA		www.fisba.com	15
ILOPE	北京光电周	www.ilope-expo.com	23
2019 LASER World of PHOTONICS CHINA	2019 慕尼黑上海光博会	world-of-photonics-china.com.cn	31
Laser South China	华南先进激光及加工应用技术展览会	www.lasersouthchina.com	1
MWCS	数控机床与金属加工展	www.metalworkingchina.com	25
Pinnacle Scientific	顶尖科仪	www.psci.cn	33
TRUMPF		www.trumpf.cn	7
Santec		www.santec.com.cn	IFC
VisionCon	视觉系统设计技术会议	vsdc.actintl.com.cn/VisionCon/Dongguang/index.html	IBC



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 (香港特区)

VP of Sales & Marketing (销售副总裁)
Mark Mak (麦协和)
markm@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

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
86 27 5923 3884/1564

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)

Mark Mak (麦协和)
markm@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

North America (北美)

Southeast, Midwest, Mid-Atlantic and Eastern Canada

Jeff Nichols
Jeffn@pennwell.com
Tel: 1-413-442-2526

US-West and Western Canada

Anne Marie St.John-Brooks,
annemarie@pennwell.com
Tel: 510.606.0630

Europe & Middle East (欧洲及中东)

Europe

Holger Gerisch
holgerg@pennwell.com
Tel: 49(0)8801 9153791

Israel

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

VisionCon 2018

视觉系统设计技术会议

VisionCon 2018
深圳站

机器视觉技术为打造智慧型工厂推波助澜

中国制造业的转型升级势在必行，很多制造厂商已经开始行动，无数的智慧型工厂或者说无人工厂将逐渐遍布于各个制造领域，未来的工厂中，越来越多的机器将代替人工，甚至整个制造车间将变成无人区。除了各种自动化技术、信息互联、机器人等技术外，机器视觉技术也将成为智慧型工厂中不可或缺的关键一环。

由雅时国际资讯（ACT International）与《视觉系统设计》（Vision Systems Design China）杂志主办的视觉系统设计系列会议（VisionCon），在前两年成功举办的经验基础上，为了更好地满足广大厂商和观众的需求，VisionCon 2018将以“机器视觉技术为打造智慧型工厂推波助澜”为主题，率先于今年5月在北京拉开大幕。

届时，我们将邀请机器视觉产业链上各个环节的企业以及视觉系统集成商，与大家共同探讨机器视觉技术在部署现代化智慧型工厂中的应用，内容将围绕智能制造、人工智能、机器学习、3D视觉、智慧工厂、高端机器人等热点话题，与您分享当前机器视觉行业的先进技术和解决方案。

VisionCon2018，我们在深圳期待您的参与！

地点：深圳

规模：250-300名技术和管理人员

时间：11月中旬



智能环境下的机器视觉技术

- CMOS芯片及相机技术前沿
- 光源与打光技术
- 镜头最近技术及高清成像

- 图像采集与处理技术
- 智能制造环境中的工业相机和软件技术
- 无损极清成像技术
- 机器学习与人工智能(AI)

机器视觉系统与应用

- 3D成像技术与测量、检测应用
- 红外成像技术在工业检测中的应用
- 机器视觉在智能机器人中的部署与应用

- 嵌入式视觉系统的构建及应用
- 机器视觉在电子汽车制造中的应用案例
- 视觉技术在物流仓储中的应用
- 视觉技术在“智慧物联”中的应用

2018年合作企业（部分）



联系我们

www.vision-systems-china.com

香港

852-28386298

深圳

86-755-25988571

武汉

86-27-59221554

上海

86-21-62511200

北京

86-10-84844007

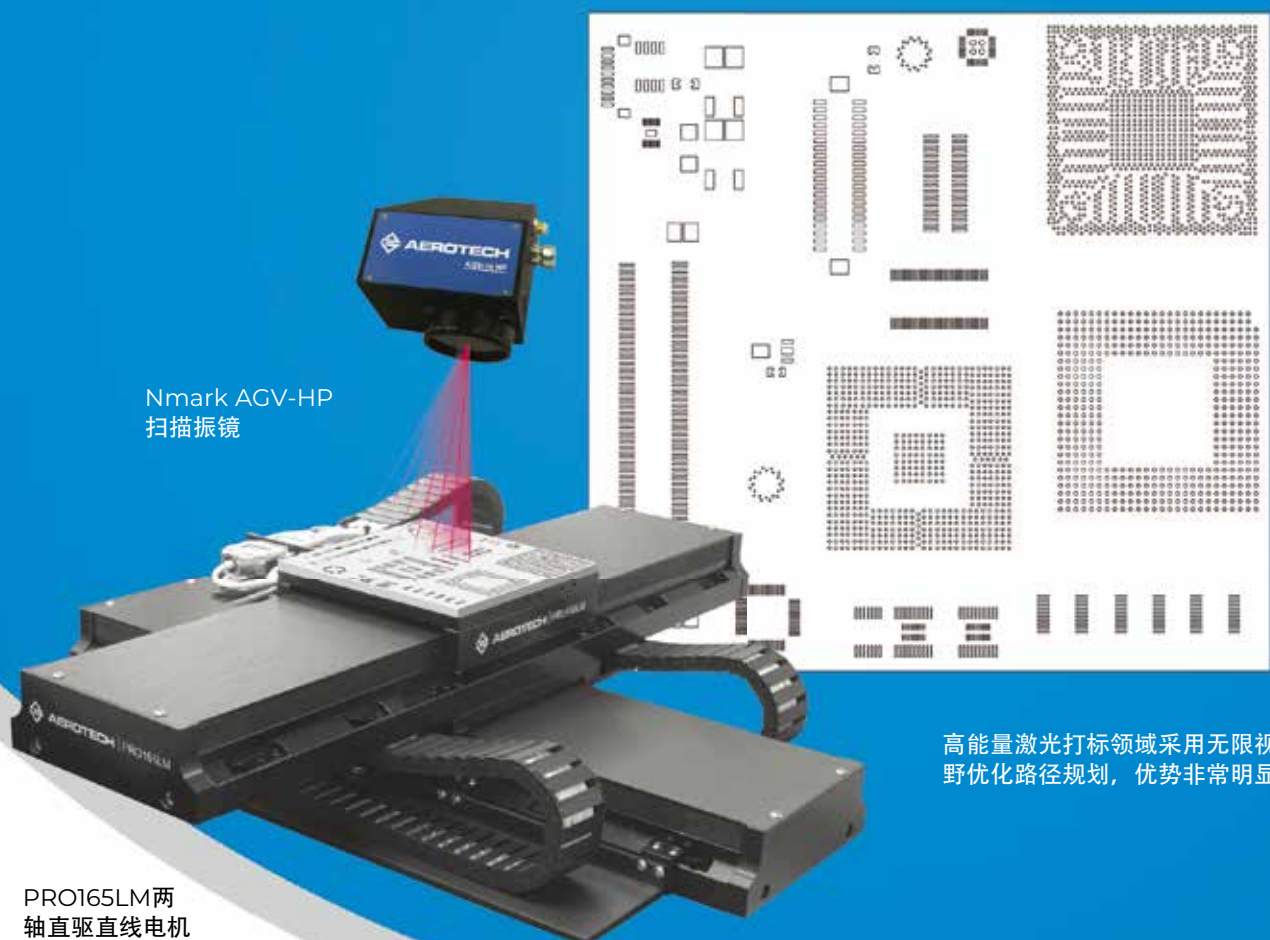
主办



大会媒体

视觉系统设计
Vision Systems Design China

Aerotech采用无限视野技术消除扫描仪的拼接误差



Nmark AGV-HP
扫描振镜

PRO165LM两
轴直驱直线电机

高能激光打标领域采用无限视野优化路径规划，优势非常明显

相较于传统的运动-曝光-再重复的工艺而言，Aerotech的无限视野技术结合了伺服电机和扫描振镜电机的运动，在伺服电机的全行程范围内提升了扫描振镜的打标能力，消除了拼接误差。

现在就联系Aerotech,为您示范IFOV(无限视野)是如何提高工艺流程。

- 易于编程-IFOV(无限视野)可以自动分配伺服轴和扫描振镜之间的运动，允许简单的二维编程
- 只需要简单地定义振镜视野范围和伺服平台的速度及加速度就可以优化无限视野操作
- 自动配置功能，与其它其它激光和工艺流程一样，Aerotech可以使用CAD Fusion和CAD后处理软件。