P18 光学的基础研究还有巨大空间
P50 超详细的光模块产业链
P16 光电与时代同行

中国光电

王大珩

CHINA OPTOELECTRONICS MAGAZINE 2019年第3期 / 总第96期

新飞跃 新机遇

更多资讯尽在

杂志官方微信公众号

CIOE 中国光博会旗下综合媒体平台 WWW.CIOE.CN | MAGAZINE.CIOE.CN

HDV FIBER

深圳海荻威光电科技有限公司

Shenzhen HDV Phtoelectron Technology Co.,LTD

全 球 光 纤 通 信 设 备 供 应 商

Global Supplier of Optical Fiber Communication Equipment

SC/FS/ST 1*9 Modules

1*9 Modules

1F1G/1F2G/SFP Media Converter

Media Converter

POE/RPOE Switch

Switch

4Port/8Port、EPON/GPON OLT

OLT

155M/1.25G/2.5G/10G/Copper SFP

SFP Modules

1G1F/1G3F & CATV & WIFI

XPON ONU

GPON/EPON ONU

GPON/EPON ONU

PX20+++/C+++

OLT Module

深圳海荻威光电科技有限公司成立于2012年7月，坐落深圳市福永镇。海荻威人通过7年的艰苦奋斗与不断的创新，以“诚信经营，品质第一”的经营理念，公司每年以销售额成倍增长的速度得到了持续发展，现已成为一家集研发/生产/销售为一体的光模块及光纤通信设备等产品的全球主流供应商。

海荻威占地面积4000多平米。拥有员工200多人，拥有完善的研发团队，品控中心，销售团队，售后中心等。其中具有丰富的行业研发工程师及技术员23人，品质人员15人及行业内技能熟练的工人。公司拥有完整的质量控制体系和交付系统，产品经过严格的检验和质量控制，从研发到生产，我们严格控制产品进/出货质量检验，月产能达到1000Kpcs，为客户提供了品质与交付保障。公司先后获得了多项发明专利及高科技企业认证。随着公司业务的高速发展，产品遍及全球各地，国内主要市场有广东、上海、四川、江苏、河南等，国外市场有亚洲，欧洲，南美洲及非洲。

我们承诺可以依据客户的需求，协助客户设计极具性价比的产品设计方案及定制个性化产品，并提供有品质保障的ODM & OEM服务。

海荻威人一直秉承着团结、拼搏、创新、高效与诚信的精神，凭借强大的研发技术能力与完善的交付系统，为我们的客户提供高质量的光通信通信设备产品及技术解决方案，携手共进，共赢未来！

Shenzhen HDV photoelectron technology co., ltd. was founded in July 2012, located in fuyong town, shenzhen. Employees of HDV with "the good faith management, quality first" business philosophy, through seven years of hard work and constant innovation, implement the rate of doubling sales every year and the company has received continuous development. Up to now, HDV become a set research/ development/production for the integration of optical module and optical fiber communication equipment and other products of the global mainstream suppliers.

HDV covers an area of more than 4000 square meters. It has more than 200 employees, a complete research and development team, quality control center, sales team, after-sales center, etc. Among them, there are 23 R&D engineers and technicians, 15 quality personnel and skilled workers in the industry. The company has a complete quality control system and delivery system, products through strict inspection and quality control, from research and development to production, we strictly control the product import/export quality inspection, monthly production can reach 1000Kpcs, to provide customers with quality and delivery guarantee. The company has obtained a number of invention patents and high-tech enterprise certification. With the rapid development of the company's business, products throughout the world, the main domestic markets have guangdong, Shanghai, sichuan, jiangsu, henan and other foreign markets in Asia, Europe, South America and Africa.

We promise to assist customers in designing cost-effective product designs and customizing personalized products according to their needs, and provide quality guaranteed ODM & OEM services.

HDV people have been adhering to the spirit of unity, struggle, innovation, efficiency and integrity, relying on the strong research and development technology ability and perfect delivery system, to provide our customers with high-quality optical communication equipment products and technical solutions, hand in hand, win-win future!

公司：深圳海荻威光电科技有限公司
邮箱：Giga@hdv-tech.com
电话：0755-86000116
传真：0755-86000112
地址：深圳市宝安区福永街道凤凰华源工业区B栋厂房6层东

Exhibition area: Optical communication exhibition
Pavilion: Hall 2
Booth: 2352/2353/2355
Shenzhen Convention and Exhibition Center
September 4rd-7th, 2019

Intersection of Fuhua 3rd Road and Jintian Road, Futian District, Shenzhen, Guangdong, China

湘江® 株洲宏达

株洲宏达恒芯电子有限公司

ZHUZHOU HONGDA HENGXIN ELECTRONICS CO.,LTD

公司简介
COMPANY INTRODUCTION

- 株洲宏达恒芯电子有限公司是一家专注于光纤通讯、激光器、微波毫米波领域用薄膜元器件研发、生产、销售及服务的高新技术企业，公司是上市公司株洲宏达电子股份有限公司（股票代码：300726）控股子公司。
- 公司成立于 2015 年，注册资本 800 万元，团队拥有 10 多年薄膜器件的生产经验，主要产品有陶瓷薄膜电路（包含各类异形陶瓷热沉、陶瓷垫块、含金锡热沉）、单层芯片电容器、薄膜电阻器、阻容网络、薄膜衰减器以及其它定制型薄膜产品。
- 公司生产线主要设备从美国、台湾引进，装备精良，生产工艺先进。公司注重技术创新，与国内知名研究机构深入合作，成立了“先进电子材料研究中心”，同年成为“湖南省国防重点实验室”的依托单位。

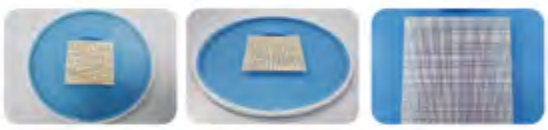
产品分类
PRODUCT CATEGORY

1. 单层片式瓷介电容器（芯片电容 SLC）：

2. 各类基板薄膜集成电路（氧化铝、氮化铝、氧化铍）

3. 超高频电阻器（键合型）

4. 陶瓷薄膜金属化垫块（扩晶环包装）



5. 各类侧面金属化电路及定制金锡电路

公司地址：湖南省株洲市天元区渌江路2号

联 系 人：赵海飞　　联系电话：18153826665

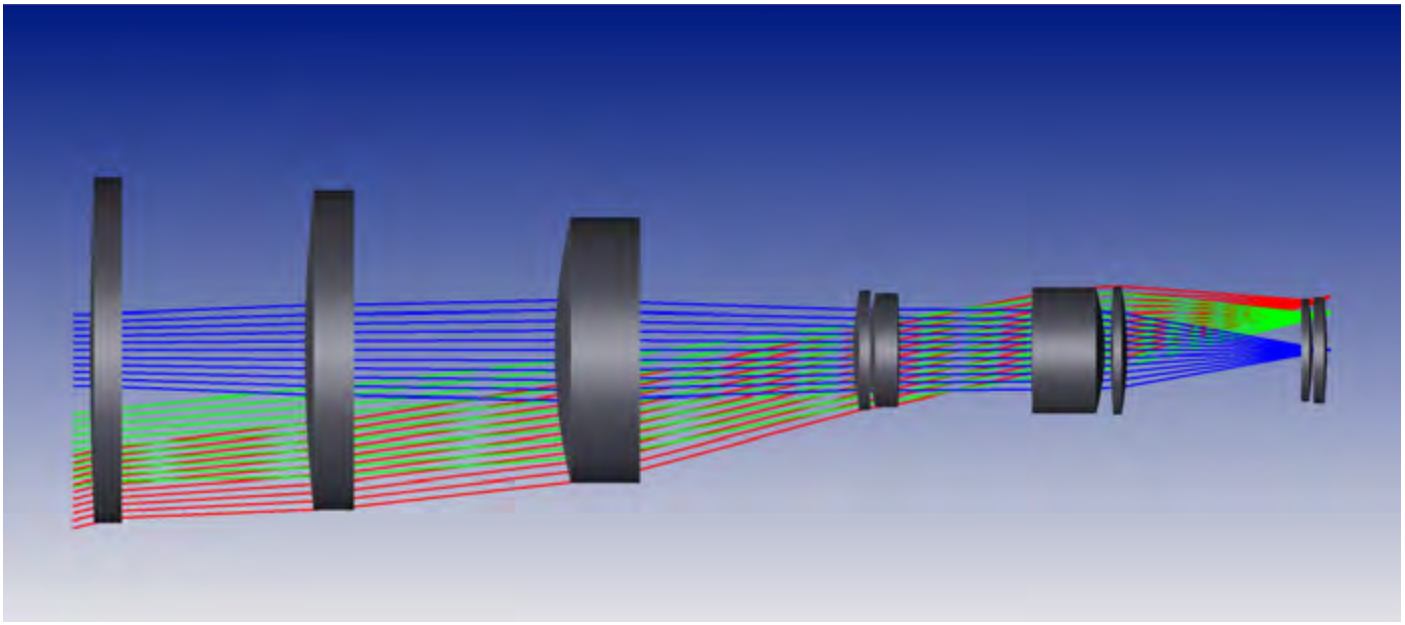
邮　　箱：18153826665@163.com　　传　　真：0731-28112209

高良率优化

快速、高效改进光学设计成品性能的方法

优化成品性能

作为光学产品设计软件的领导者，Zemax 不断研究和推出新的方法，帮助光学工程师改进其设计和工作流程。Zemax 将在本届中国国际光电博览会(CIOE)期间为大家介绍一种快速、高效改进光学设计成品性能的方法——高良率优化。



迄今为止，设计一直都是分为两步的流程

传统上，我们会对光学设计先进行优化，之后再进行公差分析，这是两个单独的步骤。基于这样的流程，最终实际生产出的成品性能往往与设计性能存在一定的差异。将这两个步骤整合是否会改进成品性能？这正是高良率优化要解决的问题。欢迎莅临Zemax CIOE展位聆听我们的工程师为您带来相关的技术讲座。

高良率优化技术讲座

2019.09.04, 星期三

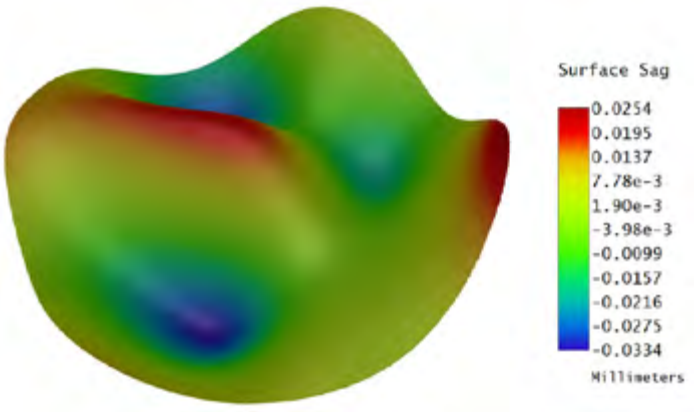
地点：9号展馆 9E11

Zemax

Zemax.net.cn

TrueFreeform

设计自由曲面光学元件的最新方法



OpticStudio 中的网格矢高表面示例

基于网格的自由曲面优化

一些透镜设计软件使用参数函数来表征自由曲面，其中最常见的也许是泽尼克函数的线性组合。然而，使用参数函数有一个缺点，即优化参数通常会迫使整个表面随每个变量而发生变化。TrueFreeForm 基于网格的表面，在矩形网格上指定矢高分布，使用这种方式对矢高进行优化，将只对表面的特定区域产生影响，而不会影响整个表面。

设计自由曲面光学元件的灵活性

OpticStudio 光学设计软件中基于网格的表面优化可在设计自由曲面光学元件时实现传统表面类型无法实现的灵活性。我们关注的系统是后表面由可变网格矢高表面定义的校正板。校正板的目的在于校正由泽尼克相位表面引入的波前误差。我们的技术讲座将为您阐述对网格变量进行限制的重要性并介绍能够提高计算效率的技术。

TrueFreeForm 技术讲座

2019.09.06, 星期五
地点：9号展馆 9E11

2019.09.04-07
9号展馆
展位号: 9E11

欢迎参观2019 CIOE并莅临我们的展位

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

聚焦行业应用 助力产业互联

第21届
中国国际光电博览会

2019年9月4-7日
深圳会展中心

- 光通信、信息处理 / 存储
- 先进制造
- 消费电子
- 传感及测试测量
- 能源
- 半导体加工 / 制造
- 医疗
- 照明 / 显示
- 安防 / 国防

扫码即刻登记参观
CIOE中国光博会

与70,000人一起
探索光电技术新应用

同期六展联动

- 光通信展 Optical Communications Expo
- 精密光学展 镜头及摄像模组展 Precision Optics, Lens & Camera Module Expo
- 红外技术及应用展 Infrared Applications Expo
- 激光技术及智能制造展 Laser Technology& Intelligent Manufacturing Expo
- 光电传感展 Optoelectronic Sensor Expo
- 光电子创新展 Photonics Innovation Expo

了解更多，请关注
WWW.CIOE.CN

借势而进、乘势而上

全球正进入“光子时代”，以先进半导体激光芯片技术为代表的光子技术是“后摩尔时代”的核心及颠覆性技术之一，已成为当前国际产业竞争的制高点。

无论是应用于通信和计算领域的光子集成电路，还是用于反卫星和导弹的激光武器；无论是用于治疗癌症的光动力治疗，还是用于无人驾驶的激光雷达；无论是手机摄像用的三摄四摄，还是用于生产芯片的光刻机；如此众多的创新光子技术正在不断引领产业的变革和生活品质的提升，同时也在不断影响和创造新的应用市场。正是基于光电技术所具备的硬核体制，所以光电产业才能无惧经济大环境的变化，无惧中美贸易战所带来的巨大影响，依然保持着旺盛的生命力和发展势头。

当前，中国经济与科技发展日新月异，光电技术给人类生活带来丰富多彩变化的同时，产品和技术不断推陈出新，也推动着上下游产业链的迅速扩张。随着粤港澳大湾区建设加速，以及 2019 年全球最大体量的深圳国际会展中心即将建成并投入使用，湾区内的会展行业也将迎来新一轮的发展契机，在此产业优势及区域优势双重资源的集聚效应下，在这个光电领域焕发出勃勃生机的时刻，作为一个专注于光电领域综合展示交流平台的中国国际光电博览会也迎来了新起点，搬迁新展馆对于 CIOE 中国光博会来说是新起点新蜕变，2020 年总展出面积将增长 31% 达 16 万平方米，强大的参展需求能立即获得满足，观众在饱览更多创新产品及前瞻技术的同时还能享受高质量的参观环境和耳目一新的参观体验。“借势而进、乘势而上”，相信在产业飞速发展和大湾区政策的加持下，CIOE 中国光博会将再迎来新跨越式发展。

中国光学学会常务理事
《中国光电》杂志总编

CONTENTS | 目录

特别关注 Special Focus

P11 / CIOE 中国光博会开幕，光电技术聚焦创新应用

P14 / 新展馆带来新飞跃，CIOE 中国光博会将于 2020 年移师深圳国际会展中心

光电与时代同行 Contemporary Players

P18 / 光学的基础研究还有巨大空间，光的应用研究前途无量！
——访中国光学学会光学制造专委会荣誉主任杨力

光子在宇宙中大量存在，宇宙是光的宇宙。光学同宇宙学密不可分，两者的科学研究具有一定共性、融合与交叉，研究无边界。光学的基础研究还有巨大空间，光的应用研究前途无量

P22 / 高校需承担领衔技术进步和人才供给的双重任务
——访浙江大学教授，光电科学与工程学院院长刘向东

光电信息技术广泛应用于国民经济和国防建设的各行各业。近年来，随着光电信息技术产业的迅速发展，对从业人员和人才的需求逐年增多，因而对光电信息技术基本知识的需求量也在增加。

P24 / 璀璨光学 闪耀世界
——访浙江大学光电科学与工程学院教授刘旭

自动驾驶已经成为了时下最热门的话题之一，近日《中国光电》记者对郭部长进行了《光电与时代同行》栏目专访，更加深入的了解到他在自动驾驶发展之路上的一些看法与见解。

P28 / 光技术研究让不同行业的分散技术结合交叉
——访浙江大学光电科学与工程学院教授何赛灵

近期《中国光电》记者采访到了浙江大学光电科学与工程学院教授，国家光学仪器工程技术研究中心主任何赛灵（以下简称何教授），何教授与我们畅谈了一些光技术研究及发展的话题。

P32 / 对核心技术的垂直整合是光模块企业长稳发展的基础
——访索尔思光电资深产品经理肖庆

勇于尝试并坚持。技术创新的路上充满着困难和挫折，如果没有敢于尝试的勇气，将不会发现新的机会。如果没有坚持到底的决心，即使发现新机会也很难走向成功。

P34 / 等离子清洗从单一标准设备趋向定制设备延伸
——深圳市东信高科自动化设备有限公司王照洋

随着经济的发展，人们的生活水平不断提高，对消费品的质量要求也越来越高，等离子设备随之逐步进入生活消费品生产行业中。另外，经济快速发展，各种技术问题的不断提出，新材料的不断涌现，越来越多的科研机构已认识到等离子技术的重要性，并投入大量资金进行技术攻关，等离子技术在其中发挥了非常大的作用。

P36 / 创新研发以市场应用为导向，激光技术未来可期
——深圳市杰普特光电股份有限公司高级项目经理张楠

激光技术发展的最大关键词是面向应用。在激光应用市场迅速扩张的发展趋势下，对接高端细分市场，做差异化产品是保持公司核心竞争力的有效方法。

学术 Academia

P38 / 车削掩模的石英非球面微透镜阵列制作方法

为解决石英非球面微透镜阵列加工所面临的工艺可控性差且面型精度不高这两大难点，提出了一种基于车削掩模刻蚀的石英玻璃元件制作方法。

P44 / 八通道瞬态可见 – 红外光学高温计的设计与实现

基于受冲击加载样品的温度测量需求，设计了一种测温范围 1500K~10000 K 的八通道光学高温计，通过优化计算选取了最佳的工作波长和带宽，使每个通道的线性外推误差控制在 2% 以内。

业界 Industry

P50 / 干货必看！超详细的光模块产业链

全球专业化协同竞争，模块成品迭代速度明显加快，中国力量崛起。预计 2018 年数据中心光模块市场空间 42 亿美金，约占全球 45%。

P58 / 光学镜头大战开启，一文看尽产业真相

无论是像素升级、光学防抖，还是大光圈、双摄像头，光学一直是消费电子的创新主战场之一。光学行业发展到今天出现了新的动向，3D Sensing 与三摄、潜望式成为未来创新的重点。

应用 Applications

P68 / 激光产业未来将走向何方?
——盘点中国激光产业的四大应用领域

激光技术已广泛应用于工业生产、通讯、信息处理、医疗美容、3D 传感、军事、文化教育以及科研等方面，成为众多投资机构眼中的香饽饽，大量资金、人才、机构开始跑步进入该领域。可以说，激光产业正从原本一个非常“小众”的市场变得越来越“大众化”。

P70 / 干货分享：一文看懂全球毫米波雷达产业链

目前各个国家对车载毫米波雷达分配的频段各有不同，但主要集中在 24GHz 和 77GHz，少数国家（如日本）采用 60GHz 频段。由于 77G 相对于 24G 的诸多优势，未来全球车载毫米波雷达的频段会趋同于 77GHz 频段（76-81GHz）。

展品直击 Products

P74 / CIOE 中国光博会开展在即，小编四处搜寻，为大家呈现部分展商的火热新品，下面随小编来围观下。

发展规划 Planning

P124 / 您有一份最全参展秘籍，请注意查收

为了给您更好的参展体验，我们非常用心地准备这个最全参展秘籍，以帮助您在这次展会中利益最大化。

版权 | COPYRIGHT

主办 /Sponsors
中国科学技术协会
China Association for Science and Technology
中国国际光电博览会
China International Optoelectronic Exposition

协办 /Co-Sponsors
中国科学院
Chinese Academy of Sciences
中国光学学会（下属 22 个专业委员会）
Chinese Optical Society
中国电子商会
China Electronic Chamber of Commerce
中国国际科技交流中心
China International Science and Technology Exchange Center
中国科学院光电研究院
Academy of Opto-Electronics, Chinese Academy of Sciences
中国电子科技集团公司
China Electronics Technology Group Corporation
中国兵器工业集团公司
China North Industries Group Corporation
中国国科光电科技集团公司
GK Opto-Electronics Co., Ltd
武汉光电国家研究中心
Wuhan Optoelectronic National Research Center
广东省光学学会
Guangdong Optical Society
深圳市光学学会
Shenzhen Optical Society
深圳贺戎博闻展览有限公司
Shenzhen UBM Herong Exhibition Co., Ltd.

总编 /Editor-in-Chief
阳子 Yang Zi

主编 /Chief Editor
王雅娴 Wang Yaxian

编辑 /Editors
于占涛 Yu Zhantao
李丹青 Achin

美术编辑 /Art Editor
林兆欣 Zhaoxin Lin

摄影记者 /Photographer
红瓤子 Hong

网络编辑 /Website Editor
王廷羽 Candice Wang

广告及赞助 /Advertisement
邓璐 Lisa

发行 /Publisher
李洁 Li Jie

地址 /Address
中国广东省深圳市南山区海德三道海岸大厦东座 607 室
Room 607, East Block, Coastal Building, Haide 3rd Road, Nanshan District, Shenzhen, Guangdong Province, P.R. China

邮编 /P.C.
518054

电话 /Tel.
（0755）86290901

传真 /Fax.
（0755）88242599

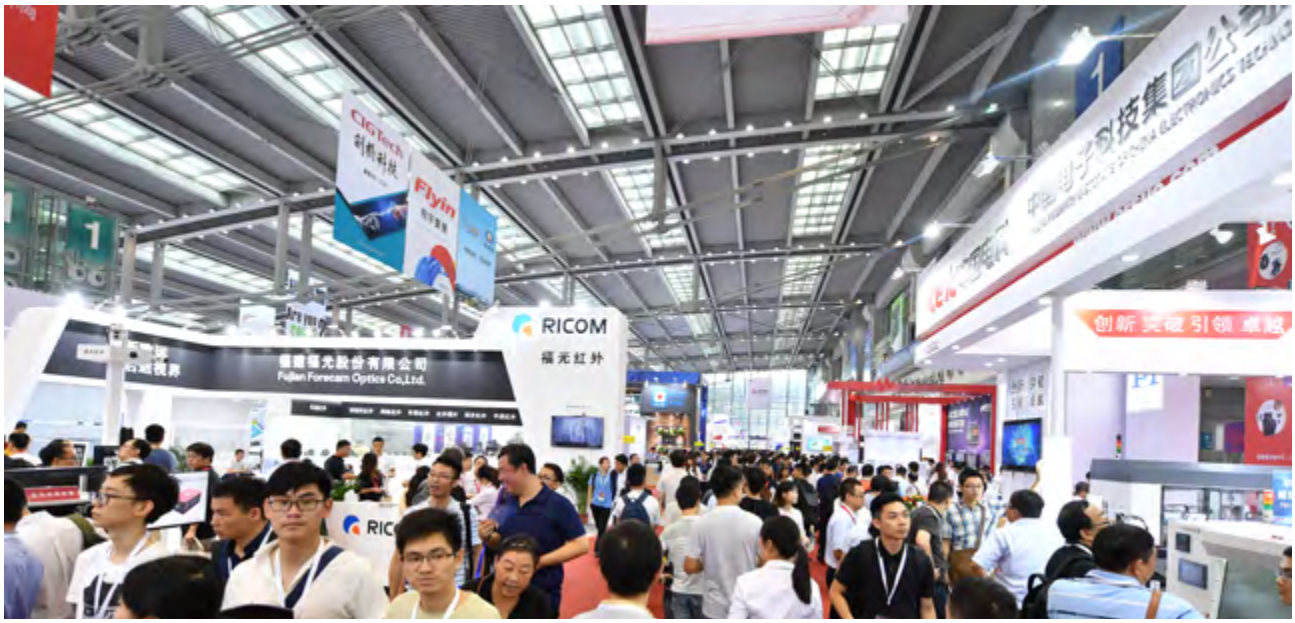
电邮 /E-Mail
yaxian.wang@cioe.cn

网址 /Website
http://www.cioe.cn magazine.cioe.cn

微信公众号 /Wechat Public Account
CHINAOPTO

新飞跃
新机遇

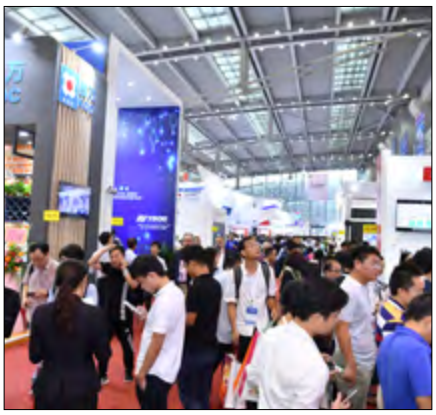
CIOE 中国光博会开幕，光电技术聚焦创新应用

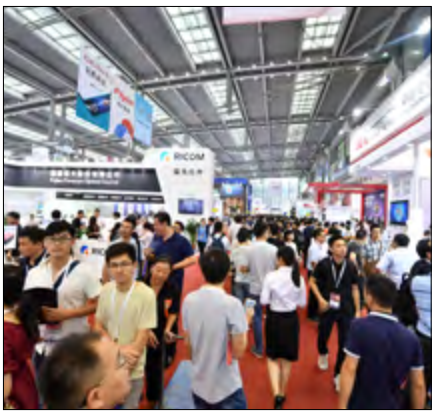


作为全球具有规模及影响力的光电产业综合性展会，CIOE 中国光博会 21 年来一直深耕光电行业，并为光电行业上中下游企业及相关从业人士，搭建优质的沟通交流平台。今年展会延续以往精彩，于 2019 年 9 月 4-7 日在深圳会展中心举办，展会开幕八大看点，燃爆现场精彩！

看点 1：汇聚全球优质光电企业，深圳会展中心 11 万平米全馆展出

2,000 家优质光电企业，逾 4,000+ 家优质光电品牌，预计将吸引超 70,000 名行业人士共赴光电盛会，是寻找优质企业、观摩行业最新技术和产品、扩大行业社交圈、把握优势人脉资源的不二选择。





看点 2：行业热点产品齐聚，6 展同期光电产业全囊括

今年展会现场聚焦众多行业热点产品及技术，重点聚焦光芯片、光模块、光学镜头、数据中心、镜头模组、机器视觉、VCSEL、激光雷达、毫米波太赫兹、激光清洗等。

展会同期将举办六大展，覆盖光电全产业链；光通信展集中展示光芯片、光器件、光模块、系统设备及 5G 应用等；精密光学展＆镜头及摄像模组展汇聚光学全产业链，覆盖“精密光学元件加工产业集群”、“镜头制造产业集群”两大光学产业集群；激光技术及智能制造展从激光材料到激光设备，展示激光全产业链；红外技术及应用展集中展示红外材料、器件、设备及应用产品；光电传感展汇聚全球激光雷达领头羊企业，以及 3D 传感、光电传感等最新技术及产品；光电子创新展汇聚国内顶尖高校及科研院所，全面展示国家科研机构光电前沿产品；进一步促进产业间的交流与发展。

看点 3：特设毫米波太赫兹展示区暨论坛

CIOE 携手毫米波太赫兹产业发展联盟举办“毫米波太赫兹展示区暨论坛”，展示区的位于 1 号馆 1D52 展位，将展示涵盖毫米波太赫兹全产业链条，如芯片、器件、材料、测试及系统应用等产品。

目前参与的企业有东莞明阳光电、雄安太芯电子、硕讯科技、矽典微电子、兴晟光电、苏州诺登德、星英联微波科技、帝尔时代、大恒新纪元、矽赫科技、华太极光光电、浙江大立、湖北久之洋等；同时举办“2019 太赫兹探测技术应用论坛”，力邀全球红外产业科研院所、实验室、知名企业、知名分析机构共同探讨红外探测技术和太赫兹技术在众多应用领域的市场发展前景等。

看点 4：7 大国家及地区展区齐聚，不出国门看遍全球新品新技术

德国、丹麦、加拿大、美国、日本、韩国等国家展团及中国台湾地区展团齐聚，带来光电领域国际最新技术及产品。

看点 5：“绽放科研之光”——全面展示国家科研机构光电前沿产品

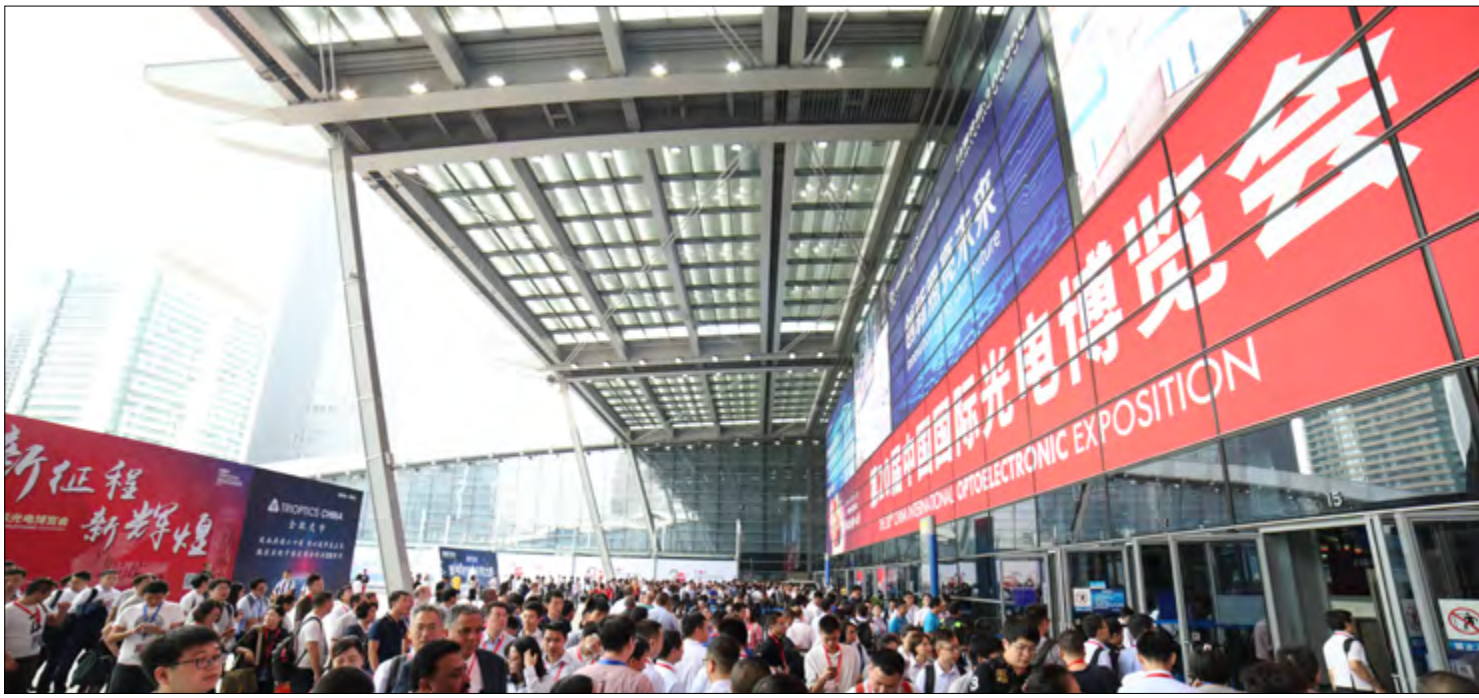
CIOE 光电子创新展聚焦中国科研院所前沿的创新光电子技术，全面展示其孵化企业最新产品，展示的科研院所包含浙江大学光电科学与工程学院、中国科学院苏州生物医学工程技术研究所、中国科学院西安光学精密机械研究所、北京空间机电研究所、中国科学院光电技术研究所、中国科学院深圳先进技术研究院、长春理工大学、中国科学院长春光学精密机械与物理研究所等；现场特别制作《前沿科技手册》助你迅速了解光电领域新技术及发展。

看点 6：定制 6 大行业主题参观手册，助力高效参观

为了让各大应用行业人士能过快速高效的找到相关的产品、技术和现场会议，主办方特别制作了为手机及消费电子、汽车电子、国防安防、数据中心、医疗等行业制作了主题参观手册；同时为了更好地提升科研院所、高校实验室等相关观众的参观效率，特地推出“科研院所 / 高校 – 主题参观路线”，助力前来参观的科研院所 / 高校观众精准规划参观路线。

看点 7：同期论坛特邀行业大咖，覆盖学术产业及光电应用

同期 60 多场高端论坛进一步丰富您的观展行程，看遍光电技术新产品、新应用



同时还可与行业大咖近距离接触，共同探讨未来发展趋势，多场论坛从多维度帮您拓展行业技术及市场发展趋势。光通信技术和发展论坛齐聚三大运营商，国内顶尖设备商，系统集成商，围绕5G物联网时代；第六届全球光学智能制造（深圳）高端论坛聚焦晶圆级光学成像模组、极端制造与光学镀膜热点话题探讨，邀请中外专家面对面技术交流；2019激光技术及市场应用创新峰会特邀美、德、法、奥、俄多国专家重磅参与，共同探讨先进制造、超快激光微纳技术，汽车及3C制造新应用；2019红外技术发展及应用创新论坛，重点强调红外成像器件以及精密模压红外玻璃材料的技术与发展前景；同期更与国际咨询机构Yole联合举办的高端论坛邀请20多位来自海外的行业领导企业大咖组成的豪华演讲嘉宾阵容议题，涵盖硅光子、激光雷达、3D传感、红外成像等。同期全球光电大会(OGC 2019)是亚洲第一个直属IEEE的全球光电学术会议，汇聚20多位海内外专家主席团，80多位特邀学术界嘉宾，带来100多场精彩的主题报告。

为了促进光电技术及应用领域更多的融合，了解未来趋势发展，展会还将举办丰富的“光+”应用高峰论坛系列，话题涵盖机器视觉及工业、智能驾驶、5G+AIOT、AI+安防、AR/VR光学应用、车载摄像头影像质量评估、数据中心等，还将携手LightCounting带来海外运营商进展分享会，带来欧洲/美国以及日本运营商当下在网络演进的进程分析；以及与EPIC欧洲光电产业协会举办欧洲光电产业协会技术展望大会。

看点8：VIP特邀买家服务，尊享专属高端礼遇

VIP特邀买家项目是CIOE为光电行业具有明确采购需求或采购计划的行业管理高层及专业人士，通过线上及线下结合的方式，提供定制化的专属贵宾服务，从而提升VIP特邀买家参观体验和展会现场会议效率。项目旨在为光电行业内买卖双方搭建桥梁，传递信息，促成一对一采购对接。

2019年9月4-7日，第21届中国国际光电博览会将最后一次在深圳会展中心集结，2020年将展会将移师深圳展馆—深圳国际会展中心。

新展馆带来新飞跃，CIOE 中国光博会将于 2020 年移师深圳国际会展中心

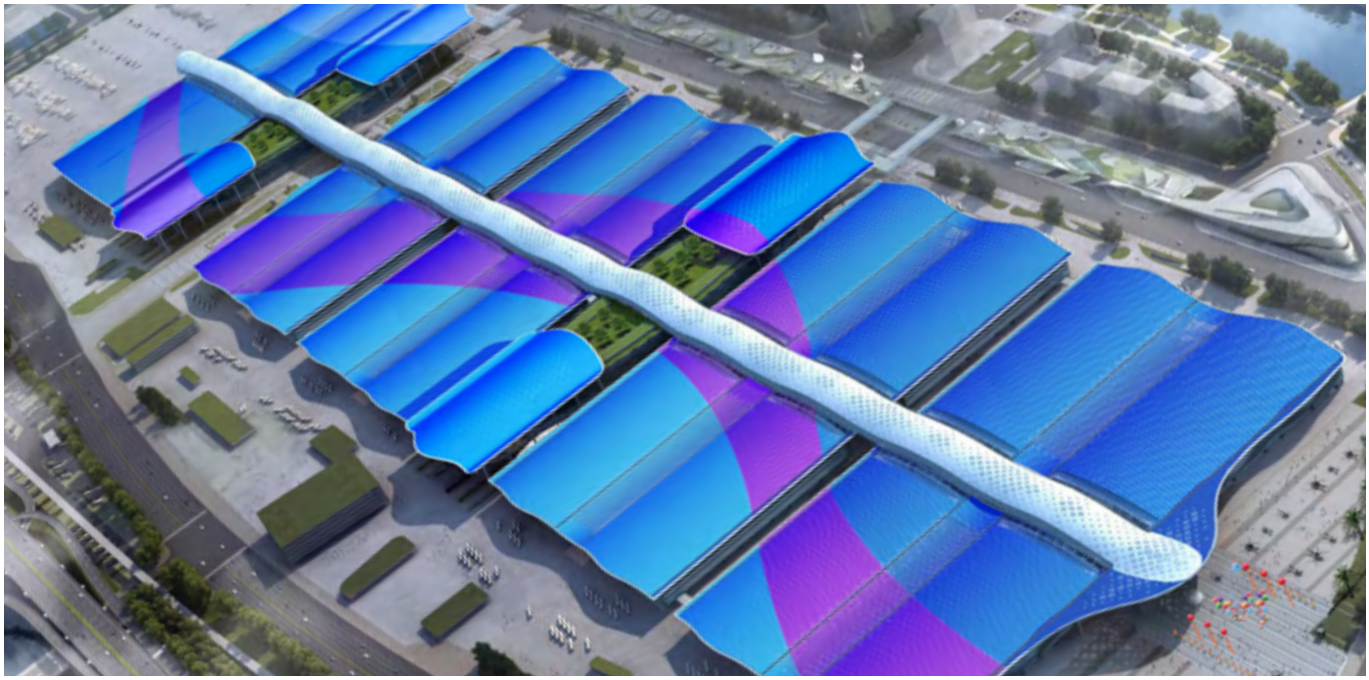
全球极具规模、影响力及权威性的光电产业综合型专业展 -- 中国国际光电博览会（简称：CIOE 中国光博会）将于 2020 年 9 月 9–11 日首次移师坐落在宝安区的深圳国际会展中心，预计总展出面积达 16 万平方米，开启 1–8 号展馆，汇聚全球超 3000 家参展企业。CIOE 中国光博会将在粤港澳大湾区及新展馆的强力赋能下，在合作、联合、做大、做强、做专、做精的发展理念下，全力打造全球高新科技展示交流平台，实现光电上下游产业整合联动，向业界呈现更专业化、高品质的崭新面貌。

新起点 · 聚势而上迎来新跨越

中国国际光电博览会创办于上个世纪末的 1999 年，作为国内首个光电专业展览会，第一届展会在深圳高交会馆（原址现已建设成为深圳证券交易所）举办，当时展出面积为 1000 多平方米，2005 年深圳会展中心建成投入使用后，作为深圳重点品牌展会的中国国际光电博览会（CIOE）首批移师深圳会展中心，当年展览面积突破 4 万平方米，并首设美国、法国、英国、加拿大、韩国等国际展团。随后的十年余时间里，CIOE 展览面积一路攀升， 2013 年第 15 届中国国际光电博览会展出面积达 11 万平方米覆盖了深圳会展中心全部展馆。

15 年与深圳会展中心携手成长，21 年来参与见证光电技术的进步、产品的更新换代、市场的起伏变化。依托于深圳经济社会蓬勃发展、中国光电产业的高速发展，CIOE 从首届的 37 家参展企业，1556 名参观观众发展成如今的 1831 家参展企业，68310 名参观。

中国经济与科技发展日新月异，光电技术给人类生活带来丰富多彩的变化，不断突破的创新产品和技术升级，也推动着



上下游产业链的迅速扩张。随着粤港澳大湾区建设加速，以及 2019 年 7 月初全球最大体量的深圳国际会展中心建成投入使用，湾区内的会展行业也将迎来新一轮的发展契机，在此产业优势及区域优势双重资源的集聚效应下，搬迁新展馆对于 CIOE 中国光博会来说是新起点新蜕变，2020 年总展出面积将增长 31% 达 16 万平方米，强大的参展需求能立即获得满足，观众在饱览更多创新产品及前瞻技术的同时还能享受高质量的参观环境和耳目一新的参观体验。中国国际光电博览会（CIOE）创始人及执行副主席杨宪承说道“借势而进、乘势而上，展览会本身就有代表行业风向标的基本属性，CIOE 中国光博会作为光电行业的风向标，一直以来积极顺应改变，并引领着改变的方向。之前我们经历了两次搬馆，事实证明每一次的改变都迎来了展会品牌及规模的升级，相信这一次我们将再迎来新跨越式发展”。

新机遇 · 加速释放光电行业更多应用需求

光电科技和产品应用已经渗透到大众生活的方方面面，从通信网络、出行交通、医疗保健、智能制造、安防监控、消费电子等。紧贴市场的变化，CIOE 一直以来面向光通信、信息处理及储存、消费电子、先进制造、国防安防、半导体加工、能源、传感及测试测量、照明显示、医疗等九大应用领域展示更多光电的创新产品及前瞻技术，助力各应用领域企业寻找核心技术，突破制造技术难点。

同时，主办方在保持和发扬历届展会特点与优势的基础上，移师新展馆后将增加更多新产业、新项目、新应用，加速释放光电行业更多新需求，让展会更丰富、更全面、更多元化、更专业化。

新展馆 · 多方配套更趋成熟

展会的搬迁如同“搬家”，而相比人们生活中的搬家工程，无疑更为庞大。展会主办方前期层层慎重评估分析，多方位考察借鉴，实地探访展馆建设现状与施工进度，详细了解新展馆的综合配套设施与运营计划。据了解，深圳国际会展中心占据得天独厚的区位优势，并兼备海、陆、空、铁立体化交通条件，同时展馆内配备 5 万平米餐饮设施，无需出展馆，就能享受各种美食。

据了解，目前主办方已收到很多参展企业需要预定明年展位及扩大展位面积的需求，也表达出了他们对 CIOE 中国光博会 2020 年搬迁至新展馆的强烈信心与期待，相信 2020 年 9 月 9–11 日在深圳国际会展中心将迎来一场震撼空前的光电盛宴。

光电与时代同行

光电先锋人物专访

目录

P18 **光学的基础研究还有巨大空间，光的应用研究前途无量！**

——访中国光学学会光学制造专委会荣誉主任杨力

光子在宇宙中大量存在，宇宙是光的宇宙。光学同宇宙学密不可分，两者的科学研究具有一定共性、融合与交叉，研究无边界。光学的基础研究还有巨大空间，光的应用研究前途无量

P22 **高校需承担领衔技术进步和人才供给的双重任务**

——访浙江大学教授，光电科学与工程学院院长刘向东

光电信息技术广泛应用于国民经济和国防建设的各行各业。近年来，随着光电信息技术产业的迅速发展，对从业人员和人才的需求逐年增多，因而对光电信息技术基本知识的需求量也在增加。

P24 **璀璨光学 闪耀世界**

——访浙江大学光电科学与工程学院教授刘旭

在现代竞争激烈的大时代下，各行各业也都遇到了前所未有的挑战与发展，更新换代的步伐也随着时代的，进步不断的前进，光学行业也不例外，不仅遇到了挑战也迎来了机遇。

P28 **光技术研究让不同行业的分散技术结合交叉**

——访浙江大学光电科学与工程学院教授何赛灵

近期《中国光电》记者采访到了浙江大学光电科学与工程学院教授，国家光学仪器工程技术研究中心主任何赛灵（以下简称何教授），何教授与我们畅谈了一些光技术研究及发展的话题。

P32 **对核心技术的垂直整合是光模块企业长稳发展的基础**

——访索尔思光电资深产品经理肖庆

勇于尝试并坚持。技术创新的路上充满着困难和挫折，如果没有敢于尝试的勇气，将不会发现新的机会。如果没有坚持到底的决心，即使发现新机会也很难走向成功。

P34 **等离子清洗从单一标准设备趋向定制设备延伸**

——深圳市东信高科自动化设备有限公司王照洋

随着经济的发展，人们的生活水平不断提高，对消费品的质量要求也越来越高，等离子设备随之逐步进入生活消费品生产行业中。另外，经济快速发展，各种技术问题的不断提出，新材料的不断涌现，越来越多的科研机构已认识到等离子技术的重要性，并投入大量资金进行技术攻关，等离子技术在其中发挥了非常大的作用。

P36 **创新研发以市场应用为导向，激光技术未来可期**

——深圳市杰普特光电股份有限公司高级项目经理张楠

激光技术发展的最大关键词是面向应用。在激光应用市场迅速扩张的发展趋势下，对接高端细分市场，做差异化产品是保持公司核心竞争力的有效方法。

（以上排名不分先后）

光学的基础研究还有巨大空间，光的应用研究前途无量！

——访中国光学学会光学制造专委会荣誉主任杨力

杨力
1963-1971 中科院长光所
1971 年起 中科院光电所，前研究员，博导，曾任副总师、先光中心主任
1986-1987 英国谢菲尔德大学高级访问学者
1995-1999 兼成都精密光学工程研究中心第一任主任
1998-2017 中国光学学会光学制造专委会主任，现为荣誉主任
2000-2016 主持召开了“国际先进光学制造与检测学术会议”(AOMATT2000-2016），迄今已成功召开八届。

专著：
1982 年，杨力译，光学非球面检验，潘君骅校，科学出版社出版；
2001 年，杨力主编，先进光学制造技术，科学出版社出版；
2009 年，杨力主编，现代光学制造工程，科学出版社出版；
2012 年，杨力等译，光学车间检测（第三版），机械工业出版社出版。

获奖：
获国务院政府特殊津贴。
获中国实用新型专利 4 项，发明专利 1 项。
发表研究论文报告 80 余篇，先后获中国科学院科技进步特等奖一项，一等奖四项，二等奖一项。

“光子在宇宙中大量存在，宇宙是光的宇宙。光学同宇宙学密不可分，两者的科学研究具有一定共性、融合与交叉，研究无边界。

光学的基础研究还有巨大空间，光的应用研究前途无量。”

——杨力

前言： 近日，《中国光电》记者有幸采访到中国光学学会光学制造专委会荣誉主任杨力先生，他与我们讨论了光学技术研究发展以及影响 21 世纪人类社会发展的重大光学工程技术等相关问题。

终身务光

五八年秋刚上高三的杨力先生，被保送入刚刚成立的长春光学精密机械学院(光院，今长理工)，有幸成为光院元年——五八级学子。光院依托于1952年成立的中科院长光所，光院缔造者、中国光学泰斗王大珩先生。

王大珩等一大批留洋归来的长光所著名光学专家，亲自讲授多学科专业课程，首届学子，深得大师亲传，受益匪浅。

职业生涯六十载，虽皓首尚未穷经，惊回首，时间都去哪了？别忘了陆游的少壮工夫老始成。

光和宇宙

恒古开天，浑沌初成，就有了光，人类生存在沐浴着光的世界里。

光子在宇宙中大量存在，宇宙是光的宇宙。光学同宇宙学密不可分，两者的科学研究具有一定共性、融合与交叉，研究无边界，学问无止境。

几个世纪对光的波动性研究推动了光干涉暨衍射理论。光粒子说的粒子，就是光子，爱因斯坦称之为光量子。光粒子性研究，形成了新兴量子理论。光的波粒二像性为物理学家普遍认同。

光是能量载体同时也是信息载体的叠加特性，表明光学的基础研究还有巨大空间，光的应用研究前途无量。

5G和芯片

5G——第五代通信技术。

5G四大特点：高速度、泛在网、低功耗、低时延。其中代表性特征是低于1ms的低时延。4G改变生活，5G改变社会。4G之前没中国多少事，到5G中国才有了话语权。美国纽约时报评价5G认为：这是第一个为传感器、机器人、自动驾驶汽车和其它设备提供服务的网络。

特朗普视5G为21世纪“新军备竞赛”，忧虑在中美高技术竞争中失去先机，特朗普政府破天荒地以举国之力围堵华为，源于华为5G领先，走在了美国前面。华为之强，可以抵国。

归根结底，5G的关键在芯片。

芯片的关键在光刻，光刻的关键在于光刻光源、光刻设备和光刻工艺。5G芯片必须达到5纳米节点，芯片的生产工艺必须满足超大规模量产的成品率和产出率要求。决非巧合，EUV极紫外光刻今年刚刚达到的产程上限5-7纳米节点，刚好适应了5G芯片的设计要求。换言之，没有5纳米芯片就别来谈5G网络。

从纯技术角度来看，国际半导体工业走过的“芯路”，值得科学史学家回味。人们已多次宣判光刻技术走到终点，宜准备“后光刻时代”。然而，顽强的生命力一直支撑着光刻技术延续到今天。历经半个多世纪，集成度从小、中、大，直到超大规模集成电路；光刻光源从G线(波长436纳米)、I线(365纳米)、经深紫外(248纳米、193纳米)、真空紫外(157纳米)，直到今天采用极紫外EUV(13纳米)；相应的光刻节点从8微米线宽，逐步缩微到100纳米、45纳米、22纳米，直到今天的5纳米。光刻技术把芯片制造技术一步一步推向极致：一代光源，一代设备，一代工艺，一代节点，一代芯片，一代计算机，一代通信技术。“芯路”历程，可谓：雄关漫道真如铁，而今迈步从头越。

我国芯路迎来新机遇：

1. 近年我国芯片产业生态环境大为改善；

2. 在国外工作的一批熟悉半导体产业的人才回国；

3. 华为抗击美国打压，自主发展5纳米芯片产业的成功举措。

中国政府2019年6月6日正式发放5G牌照，标志中国5G网络发展启动了发展元年。

影响21世纪人类社会发展的重大光学工程技术

1、影响世界能源格局的激光核聚变技术

六十年代发明的激光，以前所未有的相干性开创了光的新的定向、传播和聚焦方式。1964年我国著名物理学家王淦昌独立提出了激光核聚变技术的基本概念。根据爱因斯坦的质能关系原理，就同等质量而言，原子核结合能比化学反应中释放出的化学能大百万倍。

人类对更强大、更干净的核聚变能寄予了殷切的期望。聚变能是取之不尽的清洁能源，聚变反应的燃料使用包含在普通水中的氘，是地球上的富有资源，足够使用数十亿年，聚变能被称之为人类“理想的能源”。激光核聚变技术获得成功，将从根本上解决困扰人类的能源危机和相应的全球环境污染。

惯性约束聚变(Inertial Confinement Fusion，以下简称ICF)的基本物理机制是，利用激光或离子束驱动器提供的能量辐照氘氚靶丸，通过聚心内爆将聚变燃料压缩聚焦至超高密度，并使之在短于惯性约束时间(即靶丸解体时间)内完成聚变反应。

作为 ICF 领域领先国家，美国提出了在廿一世纪初建立当今世界上最大的高功率固体激光器——“国家点火装置”，简称“NIF”(National Ignition Facility)。NIF 主激光系统包括 192 束独立的激光束，它们以 4 行、2 列一组的阵列形式堆砌为一捆（bundle- 包括 4×2 光束），共有 24 捆。激光束的口径是 40cm 正方形。NIF 装置的设计目标是获得 1.8MJ 的输出能量和 500TW 的功率，预期建成后将首次实现实验室“点火”。

显然，NIF 是一项世界重大科学工程，该装置将是迄今为止世界上规模堪比足球场的最大的高功率钕玻璃固体激光器。换言之，它也是世界上最大的激光光学系统。整个装置的光学系统将使用 7000 多件口径大于 40cm × 40cm 各类大口径光学元件，包括 3 千多件高精度 80cm × 40cm 的钕玻璃激光放大器片、大尺寸 KDP 晶体、大口径非球面聚焦打靶透镜等等及前端激光系统、光路准直及控制系统中的 5000 至 10000 件稍小光学元件。先进光学制造技术是 NIF 的制造之本，强光光学元件的特殊制造及质量控制要求，使得 ICF 光学制造逐渐发展成为一种新的光学制造门类。

为支撑 NIF 的早日建成，美国 LLNL 组织一批专家专门开发 NIF 光学元部件的先进光学制造技术及检测方法，由此也带动了光学制造业界和学界的技术进步。

中国工程物理研究院和中国科学院，在高技术 863 和 973 计划的驱动下，在此领域成功应对，合理布局，开展研究，培养人才，建设国际一流的 ICF 研究基地和与之配套的光学制造基地。我国激光核聚变技术研究砥砺前行，有望后来居上。

2、影响军事变革的光战争与激光武器

有人认为，下一场战争是以光技术为主战武器的光战争。激光武器作为一种新概念武器，在不远的将来会成为主战性武器、战略性武器、颠覆性武器。

激光武器是一种定向能武器，利用强大的定向发射的激光束直接毁伤目标或使之失效，以实现对目标的软、硬杀伤。

激光武器有着其他武器不可比拟的优点：每秒 30 万公里的光速，击发过程零时延；方便系统互联，实现高技术作战；不受外界电磁干扰；时尚的战争模式，较少伤及人员；持续作战的可能性；可部署在陆、海、空、天。

激光武器的关键技术在于：高能激光器技术；能源系统技术；大口径光束控制技术；具有精准可靠的目标捕获、跟踪、瞄准、锁定、击发功能的基座支架系统。

高能激光器通常是连续谱激光器或重复脉冲激光器，输出功率数百 KW 以上，持续时间数秒。激光器相应波长有逐渐由长变短趋势：60 年代二氧化碳激光器 10.6 微米；70 年代氟化氢（氘）化学激光器 3.8 微米，80 年代氧碘化学激光器 1.315 微米。二极管泵浦激光器、自由电子激光器和光纤激光器也各具发展潜力。

激光武器以美国领先，俄、以、英、法、德均有部署。

半个世纪以来，美国国防部对激光武器发展做了全方位立体部署，由其代表性实验项目可窥一斑。

机载激光武器。最具代表性的当属以整架波音 747-400F 为载体的 ABL（Airborne Laser）机载激光武器系统，曾试验击毁了一枚模拟洲际弹道导弹的靶标，开创了激光武器新纪元。据称美国现在开发无人驾驶机载激光武器系统。稍早还有 ATL 机载战术激光武器系统，以 C-130 大型运输机和 CH-53 直升机为载体，采用氧碘化学激光器。美国也在研制天基激光武器（SBL），即以卫星作为激光武器平台，用来击毁弹道导弹及他方卫星，作战距离达数千公里，光束定向器口径 4 米。美国在白沙导弹靶场部署了地基高能激光武器系统。美国和以色列还合作研制了一种可运输的车载战术高能激光武器。

有视频报道，2014 年 11 月，美海军在庞塞号两栖运输舰上实测舰载激光武器，据称击落四架 3.5 公里外无人机。据悉美海军拟在普雷贝尔号驱逐舰上部署 HILIOS 激光武器系统，用于拦截导弹。

值得关注的是，经过半个多世纪的研发，基于高强度持续投入和海陆空天立体布署，美军激光武器技术已由前期分散的试验研究，进入了向实用化、实战化研究发展阶段。

量子门外遐想

1、量子科学研究

2016 年 8 月 6 日，中国科学院和中国科大在西昌发射成功全球第一颗量子科学试验卫星，命名为“墨子号”，成为国际上第一个用于量子密钥通信研究的量子科研空间实验室。计划布局 20 棵卫星，构成极为安全的量子通信网络。墨子号也是研究量子科学空间尺度量子行为的实验基地。近年上千公里京沪干线大尺度光纤量子通信骨干网亦建设成功。

新量子革命和量子计算，将会导致下一次技术革命暨产业革命。未来 10 年左右，

芯片晶体管尺寸将微缩达几个纳米的原子尺度，“隧穿效应”将导致大规模集成电路芯片走到物理极限，新量子革命和量子计算应运而生。一种核心技术可以引发技术革命，而技术革命又必然引发工业革命、军事革命，这是大国的崛起之路。台湾著名学者曾仕强教授说：19世纪英国威风，20世纪美国得瑟，21世纪是中国人的天下。

2、华为的量子计算

颠覆传统概念，华为在量子科学研究早有布局。华为“昆仑量子计算机”早在2012年就先人一步，成立量子实验室，开展量子计算机和量子通信研究，在量子算法、量子人工智能、量子模拟等领域创新突破。发布的华为“昆仑量子计算原型”包括服务器、HIQ模拟器和编程框架。以量子计算机产业化为导向开展研究工作。

任正非说：“我们的理想，是站在世界最高点”，“企业是创新主体”，在华为得到验证。

杨老师说

感谢中国国际光电博览会的朋友给我这次专访机会，使我对若干涉及光学技术研究发展的相关问题，有机会重新做了点粗浅思考，只能算作圈外杂谈。

参考文献：

杨力主编：《先进光学制造技术》2001，《现代光学制造工程》2009、科学出版社出版；崔铮，《微纳米加工技术及其应用》2005，高等教育出版社；胡延宁：《光战争》2015，解放军出版社；《HARNESSING LIGHT》，1998，NATIONAL ACADEMY PRESS.

篇幅所限，网络、手机版参考资料，恕不一一列举。

后记：

不仅5G、激光武器、量子通信等通信、国防技术，还有手机、消费电子、医疗以及即将到来的自动驾驶等等关乎我们日常方方面面的技术，都离不开对光学的不断钻研。

正如杨老师所言，光学的基础研究还有巨大空间，光的应用研究前途无量。

高校需承担领衔技术进步和人才供给的双重任务

——访浙江大学教授，光电科学与工程学院院长刘向东

记者：王雅娴

刘向东，浙江大学教授，光电科学与工程学院院长。主要研究方向：光学工程、光电显示技术、计算机自动识别技术。

主要社会兼职：

2018-2022 年教育部高等学校电子信息类专业教育指导委员会光电信息科学与工程专业教学指导分委员会秘书长；中国工程教育专业认证协会电子信息与电气工程专业认证委员会委员；中国光学学会理事、光学教育专业委员会主任委员；全国大学生光电设计竞赛委员会副主任兼秘书长；浙江省光学学会理事长；浙江省高等学校电气信息类专业教学指导委员会副主任。

导语： 光电信息技术广泛应用于国民经济和国防建设的各行各业。近年来，随着光电信息技术产业的迅速发展，对从业人员和人才的需求逐年增多，因而对光电信息技术基本知识的需求量也在增加。近期《中国光电》记者采访到了浙江大学教授、光电科学与工程学院院长刘向东（以下简称“刘教授”），与他就相关话题进行探讨。

《中国光电》：请介绍一下光电信息科学工程专业的现状。

刘教授：近年来，我国高校光电类专业人才培养规模发展较快。截至 2017 年底，建有“光电信息科学与工程（080705）”专业点（以下简称“光电专业”）的高校有 242 所，其中工学专业点占比 75% 以上。光电专业点所在高校中，世界一流大学高校 28 所、世界一流学科高校 32 所、普通本科高校 127 所，新建本科高校 36 所，独立学院 19 所。

随着虚拟现实、机器视觉、人工智能、物联网等新兴技术的兴起，有力促进了科学技术的深度交叉和融合，构成了光电信息技术快速突破和广泛应用的发展态势。新科技、新经济、新业态的发展加剧了对专业分类人才的需求和竞争，促进了高等教育的革命性变革。作为新工科专业群中唯一的基本专业，做好光电专业点的人才培养工作对推进新经济的发展意义重大。

《中国光电》：教育部光电信息科学与工程专业教学指导分委员会，有哪些措施来提升光电人才培养？

刘教授：中国高等教育界长期存在着不同类别学校同质化发展，但教学资源分布不均、共享度低等现实问题。就全国光电专业点来看，包括师资、课程、教材、实验条件等高质量的专业教育资源相对集中在前 25% 的所谓一流高校里，而他们的专业学生数量仅占比 15%。其它 85% 的学生分布在面向区域经济的约 75% 的普通院校中，这些学校教学条件相对匮乏。

依托于教育部高等学校光电信息科学与工程专业教学指导分委员会（以下简称“光电教指分委”）、中国光学学会光学教育专业委员会（以下简称“光学教育专委会”）这两大平台，中国光电专业高等教育界近五年来集中做了一些工作，主要目的是将 25%

的所谓一流高校光电专业的优质教育资源向其他 75% 的普通院校扩展辐射，努力使尽可能多的学生享受到更好的专业教育资源。

（1）依托国家资源共享课平台，混合教学实现课程资源共享

开展了 O2O 混合式教学模式探索。组织部分委员和协作委员所在的全国多所高校开展协同探索、随时随地的混合式教学模式，依托已在爱课程网上线的“应用光学”、“微机原理与接口技术”等国家级资源共享课程的优质教学资源，通过线上线下相结合的 O2O 方式，在全国范围内面向具有光电专业点的 985、211、非 985、非 211 等各级各类高校进行一定规模的优质教学资源共享。目前已在 5 个学期内累计开设 2 门课程、8 个教学班，涉及 30 多所高校、3500 余受教学生，取得了很好的反响。

（2）创办国家级竞赛，培养学生综合创新能力

自 2008 年以来，发起创办“全国大学生光电设计竞赛”并举办了六届全国赛事，为光电学子构建了一个国家级专业交流竞技的平台，培养学生多学科知识综合应用能力和团队合作精神，激发学生专业热情与自豪感。据统计，在全国光电竞赛促进下，有 26 个省、市和 130 多所高校曾举办了省级、校级比赛；六届竞赛共有来自 28 个省、市、自治区近 200 所高校参与，覆盖了教育部直属高校、省属本科高校、独立学院和高职院校，4000 多名学生参加了决赛阶段的比赛，35000 多名学生参加了外围阶段的比赛。

（3）构建全国光电专业教师培训基地，提升教师业务水平

构建同行间相互学习、交流合作的平台，构建了全国光电专业秦皇岛教师培训基地，对光电专业核心课程的教学方法、教学内容、重点难点等问题进行交流培训，提高一线授课教师的业务水平，提升课程教学质量，构建同行教师间交流平台，促进相互学习、相互交流。已举办了五期全国高校光电信息类课程教师研修班，交流培训了全国高校光电专业教师 500 余人次，取得了良好的效果。

《中国光电》：在新工科背景下，光电信息科学工程专业的人才培养存在哪些突出的问题？有哪些举措？

刘教授：在新工科背景下，光电专业点尤其是工学专业点，普遍存在着人才培养目标与科研院所、产业部门应用需求适配性偏弱，高校分类培养与社会分类需求对接松散的问题。

1. 培养方案、课程设置较封闭。高校未能与光电领域国家重大工程承接单位有效对接，未能针对性制定培养方案、组织实践训练，使毕业生在光电领域重大工程创新能力方面偏弱，与光电领域国家重大工程对毕业生能力的要求有差距。

2. 人才培养模式较传统。局限于单一高校纵向连贯培养和有限的科 – 教或校 – 产合作，缺乏教、研、产、学横向、全面的资源协同，毕业生视野宽广度不够，在满足国家重大需求方面培养特色不突出、培养效率不高。

2018 年 3 月，光电教指分委、光学教育专委会、浙江大学联手全国优质高校其他光电专业点和中国科学院相关研究单位共同申请立项了教育部首批“新工科”研究与实践项目：“优势高校光电专业面向国家需求的多方协同育人模式的探索与实践”。通过强化科教协同模式，建立多主体协同育人机制；通过推动光电专业开放式培养，创新大学组织模式，解决光电专业人才培养中优势高校光电专业人才培养适配性弱、效率不高等问题。

光电教指分委、光学教育专委会还计划以校企合作为主题，聚焦探索普通院校光电专业与区域经济发展的适配性，申请立项下一批次的教育部“新工科”研究与实践项目。

《中国光电》：高校在提升我国光电产业国际竞争力方面扮演怎样的角色？

刘教授：光电学科属于高精尖技术的前沿学科，在军民应用领域都占有重要地位，关系到我国国家安全和全球核心竞争力，是急需自主掌握的关键技术之一。我国高校光电专业经过 60 多年发展已经形成了一支有较高水平的科学研究队伍，培养了一大批优秀青年科技人才，在光电前沿科学与工程应用技术等方面取得了一系列工作进展和深厚的技术积累一方面通过前沿研究和产业需求相结合实现研究成果转化，促进产业升级，为提升我国光电行业竞争力提供了重要支撑；另一方面面向国家需求，解决了经济建设和国防建设一些重大工程中的光电学科专业方面难题，为我国的现代化事业做出了重要贡献。未来，我国高校仍然会在国际光电科技和产业发展中发挥重要作用，既要争取在国际光电学科前沿领域研究中起到引领作用，也要努力在国内外光电产业应用发展中承担领衔技术进步和人才供给的双重任务。

后记：

光电信息技术以其极快的响应速度、极宽的频宽、极大的信息容量以及极高的信息效率和分辨率推动着现代信息技术的发展，从而使光电信息产业在市场的份额逐年增加。在技术发达国家，与光电信息技术相关产业的产值已占国民经济总产值的一半以上，从业人员逐年增多，竞争力也越来越强。感谢我们从事光电信息技术教育的第一线工作者，源源不断的为这个产业输出优质人才。唯有夯实基础，方能行之稳固！

璀璨光学 闪耀世界

——访浙江大学光电科学与工程学院教授刘旭

记者：王雅娴

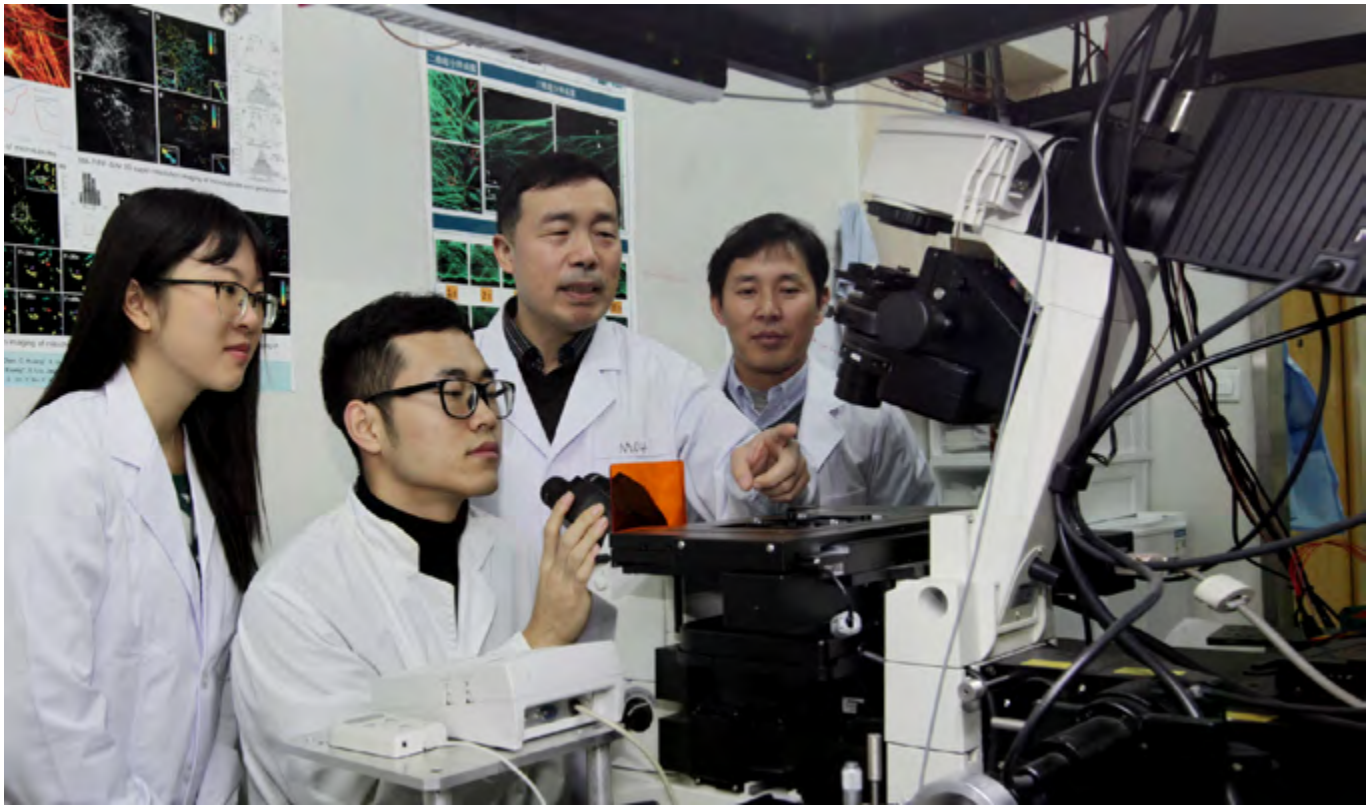
刘旭，浙江大学光电科学与工程学院教授，教育部“长江学者”特聘教授，博士生导师，现代光学仪器国家重点实验室主任。973 首席科学家，国家教学名师奖获得者，教育部创新团队带头人。长期从事光学薄膜技术与光学显示、成像方面的研究与教学工作，培养了一批本科生与研究生，形成了光学薄膜、三维显示、超分辨成像的研究团队。主持承担国家自然科学基金项目、科技部 973 项目等多个项目；科研成果获国家科技进步奖、自然科学奖各一项，省部级科技进步奖三项，2018 年中国光学科技奖 - 应用成果类一等奖；发表论文 300 余篇。

主要社会兼职：国际光学学会会士（OSA Fellow），国际光学工程学会会士（SPIE Fellow），中国光学学会秘书长，薄膜光学专业委员会主任，国务院学位委员会光学工程学科评议组召集人，教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会副主任委员、光电信息科学与工程专业教学指导分委员会主任委员。

导语：在现代竞争激烈的大时代下，各行各业也都遇到了前所未有的挑战与发展，更新换代的步伐也随着时代的进步不断的前进，光学行业也不例外，不仅遇到了挑战也迎来了机遇，近期《中国光电》记者采访到了浙江大学光电科学与工程学院教授刘旭（以下简称“刘教授”），与他一起探讨光学行业技术发展的现状和未来。

《中国光电》：请问光学及其技术在人类认识物质世界中起了什么样的作用？

刘教授：光学对人类认识自然规律、探索与改造物质世界做出过重大贡献。自古人类获得外界的信息，超过八成是通过光学手段获取。尽管现在有了更多的其它物理探测手段，但是光学手段仍旧在蓬勃发展，以超过过去任何时代的发展速度，拓展它的应用范围。如在天体物理学和宇宙学探测上，虽然目前发展了中微子天文学和引力波天文学，但是光学手段从高能的伽马射线天文学、X 射线天文学到射电天文学，仍旧是主要观察手段。即使在引力波天文学中，其主角手段仍旧是光学技术（如激光干涉），当引力波通过时，该干涉技术能让质子半径千分之一量级的尺度变化也能在干涉仪中体现出来，从而以激光干涉应用为主的技术（也包含了其它大量现代技术）被用到了极致境界，令常人感慨，叹为观止。



《中国光电》：请您谈谈光学的重要性？

刘教授：光与人类生活紧密相关。生活中最为典型的光源就是我们所熟悉的太阳光和各种基于热效应、化学效应和原子能级跃迁为机制的照明光源，还有包含了更丰富物理机制的现代光源如发光二极管、激光器等。

光学行业随着科技的进步渗透在各行各业，例如大家广为熟知的虚拟现实领域也离不开光学技术；光伏技术将太阳能通过光学装置转换为电能，这在清洁能源的开发利用中占有重要地位；当代大量医疗设备背后的关键技术也是由光学检测等相关光学技术支撑着。随着现代科技的发展，光学的重要性在逐步上升，光学将受到人们越来越多的重视。

前面已经说过，在未来光学产业将在绿色能源、信息技术、生命健康方面都发挥巨大作用。为了强调光在科教、文艺等多个领域的重要作用，联合国特别设立 2015 年作为“国际光年”，并且随后设立了“国际光日”。为此，我们国内各个光学机构每年也都在光日期间开展了大量相关展览、交流活动。

《中国光电》：听说光在发展其它学科中是一把重要利器。能否谈谈这方面的情况或进展？

刘教授：光学也是近代物理和分支科学的催生剂，尤其是近代物理的两大主干（相对论和量子力学）可以说就是围绕光学而诞生的，如研究光的传播和其中的佯谬，产生了相对论；研究光的热辐射、光子 – 原子相互作用、光子 – 电子相互作用，产生了量子力学以及后续学科如量子光学和量子电动力学等。光学技术拓宽和加深了人类对微观世界的认识，例如现在有超分辨荧光显微镜、表面等离激元亚波长分辨技术、利用光场的量子特性如压缩态等原理来实现突破各种传统极限的超分辨技术等。

《中国光电》：现在光学行业发展情况如何？

刘教授：光学产业的发展离不开一个好的土壤环境。我国现在是制造业大国，制造业已经形成良好的规模，这就为光学产业提供了很好的基础。例如我们每个人都在使用

的手机摄像头和屏幕，制造这些设备的手机模组产业就在中国。现在我国光学产业就业人数也在逐年增长，越来越多的优秀人才进入了光学行业，这就从人力、物力方面保障了光学产业的发展。

《中国光电》：请分析下光学行业在未来应用市场的发展契机？

刘教授：现在光学技术在物理、化学、信息、材料、生物和生命科学、新能源技术、精密机械、环境科学领域是重要的研究手段，光学技术本身也离不开这些领域，正是这些领域中的需求催生了光学技术不断向前发展，光学技术与各行各业密切相关。我们相信，在未来光学产业将在绿色能源、信息、生命健康等领域都发挥着巨大作用。这里可以扼要提一下：

1) 现代社会生产生活离不开信息科学与技术的高速发展。为满足现代社会需求，光能源技术向极微型、多功用、高效能指标发展。除了传统的太阳能光伏技术外，现在不少研究人员利用各种微纳光子学、表面等离子学、人造超材料结构，结合光电子学新技术，设计光电子和超结构器件，提高太阳能的存贮和光电转换利用率；

2) 由于光波与光子有很多特性如频率、偏振、场强、相位等，每一特性都可以用来编码信息，因此信息科学一直与光学原理和光学技术有密切关系，基于传统的几何光学和波动光学的信息技术，大家都比较熟悉。后来激光技术的发明，使得诸如傅里叶光学、全息光学技术等信息光学新原理、新领域焕发青春或应运而生。信息的存贮和传输需要光学技术，如现在常用的光纤通讯，里面包含了大量的各种技术和原理，可以算是现代文明的标志之一。我们每人每天都享用着这种现代文明带来的方便快捷。现在，基于量子力学原理建立起来的量子信息学，包括量子通讯和量子计算，也在蓬勃发展之中，出现了很多令人耳目一新的技术，如量子远程输运，它利用量子纠缠态的超空间、非局域等违背传统经典物理学的关联特性，可以不借助任何实物粒子（不需要中介粒子来直接搬运），就可以将信息从一地传到另一地；

3) 光学在医疗上用途很大。光子学与医学生物学等多个学科的结合，出现生物光子学门类，可以用于研究生物组织内的活动。细胞、生物组织、器官的光学传感和成像技术，可以为医疗器械提供设计原理（如设计极微型摄像装置），用于医学诊断，如腹腔镜、电子胃镜等医用电子内窥镜。对于超分辨荧光成像、生物医学光子学以及它们的结合，可以预期它们将对未来的生命健康事业产生不可估量的价值。利用光学技术或可以治疗癌症，如有的癌细胞会吞噬金属纳米球，而金属纳米球上面可以激发出表面等离激元，再转化为热，如果癌细胞的温度可以升到四十多摄氏度，那么癌细胞就会被烫死，而正常细胞不受影响。据说这个技术在实验鼠身上试验是奏效的，这是一个很好的愿景。在日常生活中，甚至有人在开发手机的人脸识别功能，用于自主检测皮肤状态、各种皮肤病甚至皮肤癌等。这也是光学的一个潜在有趣应用。值得一提的是，这里只是挂一漏万地说了一些涉及光学技术、与我们日常生活密切相关的各种已有的和未来的产品，实际上光学技术的应用范围远比我们想象的要广。

《中国光电》：对于 2019 年 CIOE 中国光博会有什么祝福和寄语？

刘教授：本届光博会涵盖的内容很广，从基础研究、应用到工程都有，像机器视觉、虚拟现实、增强现实以及人工智能诸领域都是当前热点，它们牵涉了大量技术，包括光学。这些展览对于促进光学从业人员交流、加强基础科研与工程应用的融合、让光学同行获得市场信息、让企业了解技术前沿和获得机遇、对民众普及光学知识，产学研相长，大有裨益。我们祝愿光学技术为谋人类福祉做出更大贡献。

后记：

正如刘教授所说的，“光与人类生活紧密相关”，光学行业随着科技的进步渗透在各行各业中。同时随着现代科技的发展，光学的重要性在逐步上升，光学将受到人们越来越多的重视。

正是有这样一批坚守在光学行业的“追光者”，才让光学在成为促进发展其它学科的一把重要利器的同时；也提供了良好的光学技术土壤，为我们制造业大国中的光学产业提供更加坚实的基础。C

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

光电微课堂

品牌推广/技术分析/人脉拓展/专业交流

涵盖行业—手机、汽车电子、机器视觉、国防安防、数据中心、医疗

线上微课堂

- 微信社群线上讲授+实时讨论
- 产业及应用知名专家、技术达人定期分享
- 专业行业社群满足学习及沟通需求

线下微课堂

- 北、上、深等地微课堂线下活动
- 产业及应用知名专家、技术达人定期分享
- 专业活动满足学习及社交需求

两步快速加入社群

第一步：发送名片申请入群
第二步：发送感兴趣的行业

2步

添加【光博君】微信

扫描二维码或搜索CIOE607，等你来撩！

扫一扫添加光博君微信

光技术研究让不同行业的分散技术结合交叉

——访浙江大学光电科学与工程学院教授何赛灵

记者：李丹青

何赛灵，浙江大学光电科学与工程学院教授，国家光学仪器工程技术研究中心主任。1992年初获瑞典皇家工学院工学博士学位，之后在瑞典皇家工学院历任助理教授、副教授和教授。1999年受聘教育部“长江学者奖励计划”首批特聘教授而回国创立浙江大学光及电磁波研究中心，同时担任瑞典皇家工学院—浙江大学光子联合研究中心(JORCEP)主任，是国家“海外高层次人才引进计划”入选者。是国际电气电子工程师协会会士(IEEE Fellow)，美国电磁科学院（Electromagnetics Academy）Fellow，美国光学学会会士(OSA Fellow)及国际光学工程学会会士(SPIE Fellow)。

主要从事先进光电技术的研究，包括光传感与通信，微纳光电器件，光谱技术与应用等研究；曾任“十一五”国家重点基础研究发展计划（973计划）项目首席科学家，“十二五”国家高技术研究发展计划（863计划）项目首席专家。曾获浙江省政府“西湖友谊奖”金质奖章，2007年度浙江省科学技术一等奖（排名第一）和2018年浙江省自然科学奖一等奖（排名第一）；何赛灵教授发表了SCI检索的国际期刊论文700余篇，连续4年入选爱思唯尔《中国高被引学者榜单》，论文被SCI他引超2万次，个人H因子为77（google scholar），66（Web of Science），并著有一本国际专著(英国牛津科学出版社出版)。已经获授权国内外专利约百项。何教授注重培养年轻人才，培养的博士生中已有多人获得了国家、省部级及行业奖/荣誉，其中国家自然基金委杰青/优青、中组部万人计划和青年千人10多人。

“我觉得技术创新发展之路上，最大的关键词是勇气。

反思需要勇气，坚持需要勇气，舍弃旧方向需要勇气，争取资源也需要勇气。”

——何赛灵

前言： 近期《中国光电》记者采访到了浙江大学光电科学与工程学院教授，国家光学仪器工程技术研究中心主任何赛灵（以下简称何教授），何教授与我们畅谈了一些光技术研究及发展的话题。

《中国光电》：请您分享下选择了如今所在的行业初衷与契机？

何教授：我选择这个行业首先是时代背景所影响的，也就是求学时所选专业和研究所引导的。这个方向也是当时我所留学的院校－瑞典皇家理工学院 (KTH) 所非常擅长的领域。另外一方面，是行业潜力问题。尽管这行业的各种技术已经发展了数十年，经历了激光器的诞生，光纤的诞生，LED 的发展应用以及当下 5G 技术的快速发展，目前仍远没有看到光技术快速发展的尽头。

不同于其他有比较针对性的研究对象的学科，光作为赋能（enabling）技术及高速信息的载体，其研究意义是远大于单一研究目标和对象的。因为光的技术几乎在所有的自然学科中都有所涉及和影响，既可以作为研究对象，也可以成为研究手段。例如光－物质的相互作用的研究能够推动一系列用于分子生物学成像技术的发展；例如超快脉冲技术的发展能够为原子物理、化学反应提供超短时间尺度上的粒子作用过程分析；例如相干光源与宽带光源技术的发展能够推动环境学科与地理学科上在研究水平上的提升。同样，这些例子反过来说明了一件事，也就是光技术不仅要深化自己领域的基础研究水平，同时要积极响应其他学科的需求，合作获得自然科学的共同发展，这是非常大的契机。

我们国家光学仪器工程研究中心依托浙江大学等综合性高科技力量，利用技术创新和科技开发的综合优势，在光学工程与光电子技术等领域的应用研究方面，特别是针对光电产业发展的关键技术和共性技术方面做了大量的研发工作，取得了许多重大的技术和产业化成果。国家光仪中心坚持一流的工程化、产业化水平，培养一流的工程技术人才，建设一流的工程化、产业化条件，争创一流的现代化管理水平，实现人才、技术和经济的良性循环和可持续发展。目前国家光仪中心已经成为跟踪国际科技发展水平，推动光学仪器科技进步，集科学研究、技术开发、成果转化、人才培养等多种功能于一体的国家级光学工程技术研究机构。我们中心在上述光学各个方向都有研究，也与全球的其他的研究单位和公司展开深入的合作交流。共同推进这个行业健康发展。

《中国光电》：还请分析下目前行业的竞争格局，以及未来应用市场的发展契机？

何教授：这行业包含众多方向，比如光通信，传感，显示照明，计算，量子技术等。所谓的竞争格局，既有巨头争霸，也有百家齐鸣，还有含苞待放。

在通信行业上，几乎每个国家都很重视 5G 网络，和大规模数据中心，争夺的是低成本，高速，低功耗，小尺寸的高速通信器件，和功能可靠的网络系统，在这个行业中有华为，思科等。这是一个巨头争霸的行业。

在显示上，虚拟显示和增强显示，对显示器的分辨率，重量，功耗，成本提出了新的要求，这行业上，有京东方，三星，google，以及众多中小公司等。在光传感上，火热的无人驾驶中的激光雷达，作为朝阳行业全球几十家也在激烈竞争中。这两个是百家齐放的行业。

而在光计算和量子技术上，基于光学的 AI 和量子通信的一些公司才成立，产品还在开发中，消费者也还未接受这些产品。这两个是仍需开垦的行业。

未来应用市场变化无法预知，但是我们对未来美好生活的渴望是不变的，未来的契机我觉得在于如何让技术使世界变得更美好。

《中国光电》：如何看待技术的革新对整个行业的推动？

何教授：这个问题分为两个方面，一个是本领域的技术革新，一个是辅助技术领域的技术革新。本领域技术的革新，毫无疑问作为一种标杆，是能够给相关的基础研究提供着力方向和研究动机支持，让大家不断加深对科研与技术的理解。辅助技术的技术革新，这是一个更有意思的话题，因为很多光学技术的发展其实都是受限于其他方面（如加工，测量技术）的技术水平的。例如光集成技术中的光刻技术，无论是深紫外 (DUV) 还是电子束曝光技术，又例如光通讯中的超高速射频产生与测量技术，这些都是受限于仪器研制水平，背后体现出的是基础工业的水平。例如中红外光谱技术领域的探测器，光源都是外国技术封锁的领域，也都说明了我国在半导体材料应用技术领域的乏力。这些“辅助”技术的发展，能够为许多研究领域提供有力支撑，催生一大片衍生技术和次级技术，进而有助诸多科学协同前进，互相促进。又比如，某个量大的消费产品中使用了某个新的光技术，就会推动了这个行业受资本市场的关注。

《中国光电》：您所在的行业目前有哪些行业热点，您是怎么看待它们对行业发展的推动？

何教授：5G 通讯关联的光电子，水下光通讯，光谱感知和监测技术等都是比较大的热点，而且我中心都有博士生在研究。这些研究的意义不仅仅在该应用上的推进，更重要的是，对相关技术，例如 5G 应用中的前端射频硬件，光谱感知中的光源等提出了非常高指标的要求。这些研究热点会为次级研究领域的关键技术指明一些积极重要的研究方向和难点，让不同行业内的分散的技术有机结合交叉，进行技术梯度发展的重组织。

这些行业热点不仅会结出技术的果实，还能培养更多优秀的人才。

《中国光电》：您觉得在技术创新发展之路上，最大的关键词是什么，您是怎么理解的?

何教授:勇气，我们一直以中华民族5000年文明创造了四大发明而骄傲，而如今国内外各种技术创新层出不穷，到底什么是真正的技术创新?

如今重大的发明无论通信领域或者显示领域都是在国外首先实现的，我们需要反思，反思就需要勇气；技术创新是一件有巨大风险的事，愿意坚持下来，而且不放弃，就需要巨大的勇气；技术创新进入了死胡同，去寻找新方向，放弃旧方向需要勇气；技术创新需要去社会上争取资源，也需要勇气。我觉得技术创新之路上，最大的关键字是勇气。事实上，人类8万年前走出非洲，波利尼西亚人化了几千年的时间从东亚大陆迁徙征服了绝大部分太平洋岛屿，1492年哥伦布远征发现美洲大陆，到“阿波罗11号”的登月成功，都归功于人类冒险的勇气。

另外，人才与制度。人才是根本，制度是策略。人才的培养制度，考核和晋升制度，以及话语权主导权，决定了人才在技术创新发展路上的活跃度。良好的制度，能降低人才的不必要而且不正确的无用功，避免人才流失，让人才各擅其司，专注长远发展。尊重科学技术发展与人才培养的科学规律，短视或者对短期利益的过分关注，必然造成了人才的低成长，高浪费。

《中国光电》：在创新发展这条路上，您有哪些故事或建议愿意跟大家分享?

何教授:一方面，在高科技创新发展上，我们中心引入许多国内外优秀人才，年轻人十分有活力，紧跟技术前沿，国际学术交流频繁。另一方面，企业与高校在高科技创新发展这条路上是互补的，可以互相学习合作。如我的一些博士生毕业后进入企业，工作几年后觉得创新需要再充些电就又回到我们团队做博后，研究风格更务实了，效率也更高了。

在技术创新发展中，高校的研究（如论文与专利）主要强调的是技术的创新及未来潜在的重大应用，在这个过程中，可以充分发挥企业在创新技术的实用化和规模生产中的优势，实现企业和高校合作互补，从而使技术创新发展更加高效。在技术创新实践中，高校的科研工作者不能因为高科技产业的压力或诱惑而失去了平常的创新分析逻辑；而企业如果对高校的研究感兴趣，可以通过与高校的进一步合作来推进技术的落地，使我国的创新有一个良好、包容的环境，科研工作者与企业家都能够公平、合理、体面地为我国的高科技创新做出各自的重要贡献。

《中国光电》：您觉得在行业未来的发展、技术和市场会面临哪些挑战?

何教授:近年来，许多以国外技术为原型的国产企业得到落地和初步发展，技术遍地开花，下一阶段必然是行业内对国内市场的恶性竞争。尤其是价格恶性竞争，会影响行业的健全发展。如何让高技术企业在市场内良性竞争与自我成长，是行业未来发展的最重要难题之一。另一个挑战就是新市场的开拓需要新的或更好的解决方案。技术人才梯队的建设也十分的重要。我们中心希望为社会培养更多优秀的技术人员，为新市场提供解决方案。

《中国光电》：对于2019年CIOE中国光博会有什么祝福和寄语?

何教授:祝CIOE中国光博会有更多活跃于科研界和企业界的参与者，集思广益，同时能够反馈于学界、业界，一起打造更长远的利于技术创新的产学研生态系统。

后记:

正如何教授所说，不同于其他有比较针对性的研究对象的学科，光作为赋能技术及高速信息的载体，其研究意义是远大于单一研究目标和对象的。因为光的技术几乎在所有的自然学科中都有所涉及和影响，既可以作为研究对象，也可以成为研究手段。

无论是国际还是国内，光电产业的发展已经势不可挡，市场正在逐渐扩大，而在光电行业技术创新发展的道路上，我们需要反思、需要坚持、需要争取，需要勇气！

主办机构 香港發明創新總會 HONG KONG FEDERATION OF INVENTION AND INNOVATION

执行机构 hkpc

资助机构 BUD

Funded by the Dedicated Fund on Branding, Upgrading and Domestic Sales (Organisation Support Programme) of the Government of the Hong Kong Special Administrative Region

香港专利商品化平台

香港专利商品化平台，是香港发明创新总会(HKFii)得到BUD机构支援计划资助下推出之平台，以宣传香港企业在内地注册的专利及协助其商品化为目的。

提升本地发明家之能力

提供发展机会予本地发明

创新意念以迈向内地市场

扫描二维码
以进入网站

本平台能方便内地投资者及生产商搜寻行业类别相关的专利，进而联系香港及内地投资者发展专利商品化。

欲了解更多项目资讯，请浏览项目网站

http://hkfii-bud-patent.wixsite.com/project-website

主办机构 香港發明創新總會

共建發明創新

COOPERATIVE INVENTION & INNOVATION

对核心技术的垂直整合是光模块企业长稳发展的基础

——访索尔思光电资深产品经理肖庆

记者：王雅娴

索尔思光电资深产品经理，超过 15 年光模块行业从业经验。2004 年加入索尔思光电，先后负责过公司无线应用产品和数据中心产品的产品管理及市场推广工作，现负责公司传输类高速光模块产品的产品管理和市场推广工作。

“勇于尝试并坚持。技术创新的路上充满着困难和挫折，如果没有敢于尝试的勇气，将不会发现新的机会。如果没有坚持到底的决心，即使发现新机会也很难走向成功。”

——肖庆

前言： 光模块在 5G 承载网络结构变化、速率升级要求的背景下，不仅具有光模块提速升级换代的替换需求，还有由基站数量增加、网络结构变化等带来的光模块增量需求。经过相关部门测算，5G 期间我国光模块市场空间有望达到 547 亿元，电信领域光模块市场的量价齐升带来比以往更大的市场需求。近期《中国光电》杂志记者采访到索尔思光电资深产品经理肖庆，与他探讨相关行业热点和话题。

《中国光电》：请您分享下选择了如今所在的行业初衷与契机？

肖庆：我在 2001 年进入到光通信行业。当时通信行业在 2000 年前后正达到一个巅峰，光通信则是巅峰上的一颗明珠，而光模块则是光通信领域的关键部件，引领着光通信行业的技术前沿。

《中国光电》：还请分析下目前行业的竞争格局，以及未来应用市场的发展契机？

肖庆：光模块行业目前竞争激烈，特别是在中低端光模块市场。随着 5G 时代的到来及数据中心的不断扩建，高速光模块的需求日益增加。如何利用技术创新并快速开发符合市场需求的高速光模块，则是占领未来市场以及提升产业利润空间的关键因素。

《中国光电》：如何看待技术的革新对整个行业的推动？

肖庆：技术创新对光模块行业以及光通信行业的推动都是巨大的。例如并行光路设计可以将单个光模块速率直接提升 4 到 8 倍，从而引爆了数据中心的海量需求。PAM4 调制技术将相同带宽的光芯片速率提升 2 倍，为 50G、200G、400G 光模块带来了低成本的解决方案，将推动 5G 承载网络的快速部署。硅光技术则带来更高集成度及更低功耗，是下一代光模块的重要发展方向。

《中国光电》：您所在的行业目前有哪些行业热点，您是怎么看待它们对行业发展的推动？

肖庆：目前光模块的行业热点主要集中在 5G 和数据中心。5G 从前传网络到承载网络将会全面提速，同时对光模块提出了多样性需求，推动着各种速率和不同封装形式的光模块整体提速。数据中心则对高速光模块带来了海量需求，但同时也将对高速光模块的规模化制造提出了挑战。

《中国光电》：您觉得在技术创新发展之路上，最大的关键词是什么，您是怎么理解的？

肖庆：勇于尝试并坚持。技术创新的路上充满着困难和挫折，如果没有敢于尝试的勇气，将不会发现新的机会。如果没有坚持到底的决心，即使发现新机会也很难走向成功。

《中国光电》：在创新发展这条路上，您有哪些故事愿意跟大家分享？

肖庆：我在这里分享两个关于技术创新的小故事：

1. 索尔思光电曾在 2015 年于全球率先推出最小封装的 100G 10km LR4 QSFP28 光模块。我们当时敏锐地捕捉到数通市场和电信市场的融合必将会对 100G 光模块产生统一的需求，因此我们集中精力攻克了 100G 小型化的技术难关，而当时其它厂商还在集中精力开发体积较大且技术难度相对较低的 100G CFP 系列模块。索尔思推出 LR4 QSFP28 系列产品后，在全球市场上一度供不应求，直到今天需求也非常旺盛。

2. 索尔思光电在 2018 年率先推出了采用 25G DFB 激光器的 50G 光模块，用于 5G 承载网络。50G 光模块采用了最新的 PAM4 调至技术，对激光器的带宽和线性度都有较高要求，EML 激光器在当时是业界的普遍首选方案。索尔思光电为了找到更低成本的激光器，当时几乎对业界所有的 25G DFB 都做了详细测试，不仅找到了符合 PAM4 技术要求的 DFB 激光器，还对 DFB 激光器如何针对 PAM4 优化设计有了深入的理解。目前采用 25G DFB 激光器的 50G LR PAM4 光模块已经成为业界主流，并开始在 5G 网络中批量部署。索尔思光电也凭借着在 5G 领域的光模块技术创新于 2019 年 5 月获得 Light Reading“年度卓越器件厂商”奖项。

《中国光电》：您觉得在行业未来的发展、技术和市场会面临哪些挑战？

肖庆：在光模块产品同质化情况越来越严重的今天，如何通过差异化产品获得市场份额和合理的利润将会是每一家光模块公司面临的挑战。我们需要更加敏锐的市场洞察力，需要加大新产品的研发投入，并通过技术创新快速开发出满足市场需求变化的新产品。最后，对核心技术的垂直整合则是光模块企业长期稳定发展不可缺少的基础。

《中国光电》：对于 2019 年 CIOE 中国光博会有什么祝福和寄语？

肖庆：2019 年是中国 5G 元年，索尔思光电也将在 CIOE 中国光博会现场全面展示 5G 产品系列以及数据中心高速光模块系列。我在这里也预祝 CIOE 中国光博会规模越办越大，参展厂商越来越多，整个光通信产业也越来越兴旺。

后记：

考虑到成本端的优势，过去几年中国光模块企业的全球竞争力逐步提升，同时部分企业的芯片研制能力也大幅增强。供给端，光模块龙头的行业整合与业务调整持续，随着行业整合与专业化的进行，行业竞争格局有望得到改善；需求端，5G 与数据中心产品革新给光模块行业带来了需求增长的机遇，同时也对勇于技术创新的光模块企业带来了改善利润并提升生存空间的机会。

正如肖庆经理说的“我们需要更加敏锐的市场洞察力，需要加大新产品的研发投入，并通过技术创新快速开发出满足市场需求变化的新产品”。在中国光模块全球竞争力提升的背景下，具备芯片或模块领先设计能力的企业将具备更高的优势。C

等离子清洗从单一标准设备趋向定制设备延伸

——访深圳市东信高科自动化设备有限公司王照洋

记者：李丹青

王照洋，东信高科创始人兼技术总监，博士、教授，长期致力于等离子体、超声波领域课题研究，先发研发出了多款等离子清洗，超声波设备，帮助企业解决很多工艺技术难题，推动国产等离子清洗行业进步。同时在杂志上发表文章 30 余篇，荣获多项美国专利和国内专利，多次赶赴美国进行国际学术交流。

导语： 等离子设备不同于其他设备，在很多的行业中都可以被使用，如主要用于涂装、印刷，航空，汽车，电子等行业，其中用于电子行业较多。等离子设备最大的优势就是环保，高效，同时也可以降低生产的成本，一般的中小型企业都可以用得上这样的设备。

随着经济的发展，人们的生活水平不断提高，对消费品的质量要求也越来越高，等离子设备随之逐步进入生活消费品生产行业中。另外，经济快速发展，各种技术问题的不断提出，新材料的不断涌现，越来越多的科研机构已认识到等离子技术的重要性，并投入大量资金进行技术攻关，等离子技术在其中发挥了非常大的作用。

《中国光电》：请您分享下选择了如今所在的行业初衷与契机？

王博：东信高科是国内最早一批涉足等离子技术和等离子清洗设备的公司。我刚开始是在半导体行业一个偶然的机会，接触到等离子清洗机。发现设备全都是进口的品牌，主要是用来对硅片，晶圆进行清洗。但问到价格后，比较吃惊，一台真空等离子清洗机的价格居然是天价，高达上百万美金。当时就感叹咱们没有一些尖端核心的技术，就很容易被国外垄断，不得不付出沉重的经济代价。我们公司这一批人，正好是搞机械电子行业的，本身对于这种技术和产品有着浓厚的兴趣爱好，所以当时就下定决心，一定要把国产等离子清洗设备做起来，不断消化，吸收等离子体技术，力争 5-10 年让国产等离子清洗设备成为国内行业需求的主流，同时使东信高科成为国产等离子清洗设备的领军品牌！

《中国光电》：请分析下目前等离子清洗行业的竞争格局，以及等离子清洗行业在应用市场的发展契机？

王博：经过这十多年的技术发展，等离子清洗行业也迎来了巨大的产业需求。目前在国内等离子清洗市场中，在半导体等高端行业，仍然是以进口等离子清洗设备为主，但已经看到了国产品牌的影子，我们公司在半导体行业也逐渐培养起来了一批客户，积累了很丰富的工艺和经验。同时在手机、电子产品、汽车制造、光电通讯、光学元件、生物医疗、材料科学、新能源技术等行业，国产等离子清洗机已经广泛普及，我们公司的客户案例已经遍布各行各业，而且都是各行业的领军企业。随着各行业领军企业对等离子技术和工艺的引入，等离子体技术普及，以及产品的质量要求越来越高，等离子清洗技术越来越被广泛应用在各行各业，今后，等离子清洗行业应用市场会迎来新的春天。

《中国光电》：您认为目前等离子清洗行业有哪些热点或技术的革新，您是怎么看待它们对行业发展的推动？

王博：随着近期中美贸易战的影响，国内科技企业越来越注重核心技术的掌握。目前等离子清洗行业在手机产业链、光电通讯、半导体行业很热门，主要原因是等离子体对高端产品的技术和性能有很大的提升。同时等离子清洗技术也在不断的发展，等离子发生装置从中频、射频再到微波也越来越成熟，等离子清洗设备从起初的单一标准设备，不断延伸到满足行业工艺需求的各种定制设备。这些技术的升级，极大帮助各行各业提升了产品技术，同时又提高生产效率和行业竞争力。

《中国光电》：您觉得在技术创新发展之路上，最大的关键词是什么，您是怎么理解的？

王博：我认为在技术创新发展之路上最大的关键词是创新，因为技术创新发展之路上没有捷径，自主创新才是王道。

同时，东信高科也注重创新人才培养与引进，始终坚持人才的培养及引进。2012年公司成立等离子体实验室，目前拥有材料化学博士后1位，等离子技术特聘专家3位，高级工程师7位，同时我们不断地进行海内外尖端人才的引进，新老血液的相融不断碰撞出技术领域的新惊喜。他们相互交流、反复的测试和实验，突破一个又一个技术的瓶颈。

《中国光电》：在创新发展这条路上，您有哪些故事愿意跟大家分享？

王博：等离子清洗行业，除了在等离子清洗设备技术方面不断提升，创新外，还对等离子体对材料反应的各种工艺进行研究，才能真正意义上给客户带来一整套解决方案。记得我们当初和阿迪达斯，华为某些项目合作的时候，为了解决等离子体清洗工艺问题，我们专门成立了研究小组，聘请材料学博士后、国内外射频电路专家来一起研发新的工艺和设备，历经几年时间去沉淀，才研发出达到客户要求的等离子清洗方案。

“锲而不舍，金石可镂”——通过不懈努力，团队在技术积累和产品开发方面取得了丰硕成果，截至目前，团队已经申请了超过20项专利，开发了数十款等离子清洗机等系列产品，并逐步开发行业市场。

《中国光电》：您觉得未来等离子清洗行业在发展、技术和市场等方面会面临哪些挑战？

王博：等离子清洗行业发展已经进入了快车道，后期会被更广泛地应用在更多的行业和工艺中，用来提升产品技术和性能。同时目前国内做等离子清洗的厂商也如雨后春笋般涌现，技术参差不齐，大多数等离子清洗厂商没有专门沉下心来研究等离子体技术和等离子体工艺，导致目前市场上等离子清洗鱼龙混杂，很多厂商给客户仅提供设备，但没有等离子体工艺和经验支持，导致很多客户买了设备，但仍旧不能解决产品的技术和工艺问题。国外的等离子清洗厂商很注重等离子清洗技术和工艺的研究，可以为客户提供一整套等离子清洗工艺解决方案，这也是为什么国外等离子清洗厂商能够长时间占据高端行业市场的原因。

《中国光电》：对于2019年CIOE中国光博会有什么祝福和寄语？

王博：首先感谢CIOE中国光博会创建了这么优质的平台，为中国的光电产业、企业、研发机构打造一个更大、更强的交流空间，希望中国光博会在未来的发展中更加开拓创新、越办越好！我们也希望能够依托该平台不断提炼我们技术，把我们优质的产品和解决方案带给客户。同时也分享在如今时代前行过程中的所思所感，用这些坚持努力去激励大家创造更好的时代。

后记：

正如王博所说：“等离子体对高端产品的技术和性能有很大的提升。同时等离子清洗技术也在不断的发展，等离子发生装置从中频、射频再到微波也越来越成熟，等离子清洗设备从起初的单一标准设备，不断延伸到满足行业工艺需求的各种定制设备”。

我们相信等离子技术应用范围会越来越广，同时技术的成熟、成本的降低，势必会让其应用更加普及，未来可期。C

创新研发以市场应用为导向，激光技术未来可期

——访深圳市杰普特光电股份有限公司高级项目经理张楠

记者：李丹青

张楠，系新加坡南洋理工大学博士。博士期间主要研究基于特种光纤的全光纤激光器及传感器，擅长光子晶体光纤的设计及制备。以第一作者和合作者的身份发表学术文章 20 余篇。
于 2015 及 2016 年两次荣获 IEEE Photonics Society Singapore Chapter 颁发的“Student Research Award”。
于 2018 年加入深圳市杰普特光电股份有限公司任高级项目经理。

“激光技术发展的最大关键词是面向应用。

在激光应用市场迅速扩张的发展趋势下，对接高端细分市场，做差异化产品是保持公司核心竞争力的有效方法。”

——张楠

前言：近期《中国光电》记者采访了深圳市杰普特光电股份有限公司高级项目经理张楠，针对杰普特新产品和新应用领域的突破，与她畅谈激光行业的发展与革新，以及所面临的机遇与挑战等相关话题。

《中国光电》：请您分享下您在什么样的初衷与契机选择了目前所在的激光行业？

张楠：我博士期间学习的是基于特种光纤的光纤传感及激光器，所以对于激光行业有一定的了解。随着学习的深入，我越发感受到激光光源在整个激光相关行业的重要性。激光光源作为光智能制造的核心配件，其不仅在工业加工及精密制造领域发挥着重要作用，高性能及高稳定性的激光光源对于超高精度光学检测也是不可或缺的。因此，我加入到了杰普特，投入到了脉冲光纤激光器的研发及市场开展上来。

《中国光电》：杰普特有不少新产品和新应用领域的突破，分别是哪些产品，涵盖了哪些应用领域？

张楠：杰普特自 2006 年公司成立以来，长期坚持自主创新，目前已基于自主研发的激光与光学、测试与测量、运动控制与自动化、机器视觉等技术开发了各类激光器、激光 / 光学智能装备与光纤器件产品。激光器主要包括 MOPA（Master Oscillator Power-Amplifier）脉冲光纤激光器、连续光纤激光器、固体紫外 / 绿光激光器。激光 / 光学智能装备产品主要包括基于激光光学

模组、电路量测系统、运动控制模组、智能信息管理系统等自行研制的智能装备。

杰普特是中国首家商用 MOPA 脉冲光纤激光器生产制造商，技术与市场占有率在国内处于领先水平。产品具有脉宽可调、频率范围广、响应速度快、首脉冲可用、全温度范围内输出功率波动小、体积小、噪声低等特点。

自主研发的连续光纤激光器功率包含 6000W 及以下范围，具有单模、多模等输出模式；准连续（QCW）光纤激光器有 75/750W、100/1000W、120/1200W、150/1500W 等多款全风冷结构产品，使得设备结构更为紧凑并同时较低了功耗成本。公司也在进行 300/3000W 等准连续光纤激光器产品的研发。

1W-15W 固体紫外激光器及 1W-30W 固体绿光激光器内置空气自净化系统，激光器拥有更高品质保证，一体化设计也具有更好的密封及防水性。

公司激光器产品在 3C 电子领域主要应用于半导体晶圆、芯片及模组表面标记、划线，电子数码产品外壳标刻，PCB 电路板和 FPC 加工，ITO 导电膜、银浆刻蚀，异种金属焊接等；在汽车领域主要应用于新能源汽车电池极片、光伏电池硅片切割，油漆清除，模具清洗等；在传统制造业领域主要应用于激光标刻，深雕，切割与焊接等。

激光 / 光学智能装备主要用于集成电路和半导体光电相关器件精密检测及微加工。目前已研发出智能光谱检测机、激光调阻机、芯片激光标识追溯系统、激光划线机、VCSEL 激光模组检测系统、硅光晶圆测试系统等，广泛应用于激光精密加工、光谱检测、消费电子产品制造、贴片元器件制造等领域。

《中国光电》：光纤激光器市场有哪些发展亮点？您认为这会对行业及应用市场带来哪些革新及推动？

张楠：首先光纤激光器有很多优势，比如：光束质量好、体积小、重量轻、电光转化效率高、高稳定性等。这也就决定了其在应用领域也有很多优势：一方面对于应用客户来说更环保、节能；另一方面，其可靠性高、免维护、光束质量好等特点也受到了一些行业的青睐。以激光清洗和激光雷达这两个新兴行业举例说明。目前船舶及金属行业普遍采用喷砂或化学腐蚀的清洗方式。

喷砂清洗虽具有通用，效率高的特点，但其产生的噪声及粉尘污染也对环境及工作人员造成了一定的负担。而激光清洗的出现算是应运而生，其高效快捷、成本低、环保可靠且易于自动化控制，为清洗领域带来了一个全新的转机。

脉冲光纤激光器具有的高光束质量，高可靠性等特点也为百米以上远距离激光雷达的实现及应用带来了更多的可能性。

《中国光电》：您觉得在激光行业未来的发展、技术和市场会面临哪些挑战？

张楠：激光行业的未来发展有很多机遇，同时也会面临技术及市场的挑战。未来的激光光源会更趋于高功率及小型轻量化，为不同的激光应用场景提供更多的便利性、灵活性。同时，来自于市场的多维竞争也会促使常规激光光源及激光设备价格降低。

杰普特拥有十几年的研发经验及技术积累，可以从容应对应用行业对于高性能激光光源的需求。最新研发的可编辑复合脉冲 MOPA 高功率脉冲光纤激光器可实现 500W 的功率输出，并可通过编辑模块间的脉冲时序组合出多种脉冲形状，满足不同的应用效果。高功率连续光纤激光器已覆盖 6000W 及以下产品系列，产品线丰富。15W 固体紫外激光器也已实现了批量生产和销售。同时，公司今年还推出了 MOPA 脉冲光纤一体机及风冷紫外一体机。其体积小，结构紧凑，风冷节能，满足小型轻量便携化的需求。这些针对高性能应用需求、填补国内市场空缺的产品，保证了杰普特公司在市场上的核心竞争力。

《中国光电》：您觉得在激光技术创新发展之路上，最大的关键词是什么，您是怎么理解的？

张楠：我认为对于激光光源产品而言，激光技术发展的最大关键词是面向应用。激光光源产品的研发从来不是盲目的，一定是针对市场需求的。在激光应用市场迅速扩张的发展趋势下，对接高端细分市场，做差异化产品也是保持公司核心竞争力的有效方法。

祝福 & 寄语

CIOE 中国光博会致力于打造全球化工业技术及学术的良好交流平台，对于中国光电行业的高速发展起到了强有力的推动作用。作为一个激光行业的工作者，在由衷感谢中国光博会对于光电行业的贡献的同时，也预祝 2019 年 CIOE 中国光博会取得圆满的成功，成为中国乃至全球最具影响力的光电盛典！

后记：

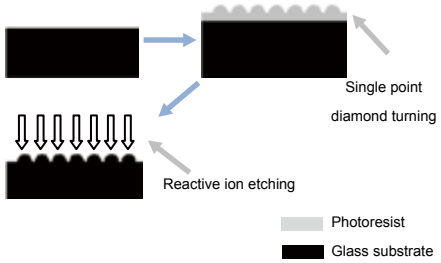
正如张博所说，激光技术的研发方向都不是盲目的，要以市场需求为导向，才能让产品物有所用。光纤激光器的诸多特性决定了其在应用领域方面的优势，技术的革新不仅能让其物有所用，不断发掘激光的新应用市场让其物尽其用才是研发的最终价值。

车削掩模的石英非球面微透镜阵列制作方法

王灏[1, 2]，董连和[1*]，朱国栋[2]，张东[2]，张为国[2*]

[1] 长春理工大学光电工程学院，吉林 长春 130022；

[2] 中国科学院重庆绿色智能技术研究院微纳制造与系统集成研究中心，重庆 400714



摘要：为解决石英非球面微透镜阵列加工所面临的工艺可控性差且面型精度不高这两大难点，提出了一种基于车削掩模刻蚀的石英玻璃元件制作方法。该方法主要使用了单点金刚石车削加工技术与反应离子刻蚀技术，研究了掩模材料车削及刻蚀性能，并利用实验优选出掩模材料，最后进行了面积为 5 mm × 5 mm 石英玻璃非球面微透镜阵列的制备。通过实验结果与预期参数进行对比，分析表明，该方法制作的石英玻璃元件误差均方根为 1.155 nm，面型精度误差 0.47%。

关键词：掩模；石英玻璃；非球面微透镜阵列；金刚石车削；反应离子刻蚀

引用格式：王灏，董连和，朱国栋，等 . 车削掩模的石英非球面微透镜阵列制作方法 [J]. 光电工程，2018，**45**(4)：170671

Fabrication method of quartz aspheric microlens array for turning mask

Wang Hao[1,2], Dong Lianhe[1*], Zhu Guodong[2], Zhang Dong[2], Zhang Weiguo[2*]

[1]School of Opto-Engineering, Changchun University of Science and Technology, Changchun, Jilin 130022, China;

[2] Micro-Nano Manufacturing and System Integration Center, Chongqing Institute of Green and Intelligent Technology, Chinese Academy of Sciences, Chongqing 400714, China

Abstract: In order to solve the two difficult problems of the poor processing controllability and the low surface accuracy of quartz aspheric microlens array processing, a fabrication method of quartz aspheric microlens array for turning mask is proposed. This method mainly uses single point diamond turning technology and reactive ion etching technology, studies the turning and etching properties of the mask material, and optimizes the mask material by experiment. Finally, the fabrication of an aspherical glass microlens array with an area of 5 mm×5 mm was carried out. The experimental results are compared with the expected parameters. The analysis shows that the error root mean square of the quartz glass component is 1.155 nm, and the surface accuracy error is 0.47%.

董连和 E-mail: custdong@126.com;
张为国 E-mail: zwg@cigit.ac.cn

1 引言

石英玻璃具有耐高温、热膨胀系数小、抗热冲击、化学稳定性高、耐射线辐照等独特优点。利用其制作的微结构光学元件可满足多种恶劣环境条件下的需求，在激光整形、生物化学技术、空间技术等方面都具有巨大的发展空间及不可替代性。

常用的石英玻璃微结构元件加工方法有：激光加工技术、湿法刻蚀、光刻技术等，其中光刻技术应用最为广泛。利用激光直接加工石英玻璃，易导致石英玻璃出现裂损现象[1]，Zhang 等人采用 157 nm(F2) 及 248 nm(KrF) 两种准分子激光和双光束复合方法，实现了对石英玻璃的无裂损刻蚀[2]，但该方法所使用的加工系统复杂程度高，采用逐点写入，数据量大、分辨率低且调试难度大，不能推广使用；湿法刻蚀技术加工石英玻璃材料具有刻蚀速率快、成本低的特点，但存在各向同性腐蚀，导致加工精度差，工艺稳定性不足；而光刻技术在通过曝光显影技术制作掩模图形时，曝光过度或不足以及显影过量或不足都会导致掩模图像质量的下降，工艺可控性较差导致加工精度难以进一步提高[3]。

此外，也有人利用其他方法进行了相关研究。张健通过小磨头抛光技术实现了面型均方根值为 4.5 nm 的石英非球面制作[4]，这一方法加工精度高，速度慢，效率低，需与其他技术结合使用。Langridge 等人提出了一种通过氢氟酸刻蚀去除硅中离子束加工所引起的损伤的方法，制作出了表面粗糙度小于 4 nm 的非球面模具，但工艺复杂，不具备良好的可重复性[5]。

针对上述问题，本文结合了单点金刚石车削技术 (single point diamond turning, SPDT) 及反应离子刻蚀技术 (reactive ion etching, RIE) 的优点，提出一种基于车削掩模刻蚀的石英玻璃微结构光学元件制作方法。该方法采用单点金刚石车削制作掩模层图形，然后通过反应离子刻蚀进行掩模图形转移，完成石英玻璃微结构元件的制作。该方法具有工艺简单成熟、稳定性强、高面型精度等特点，为石英玻璃非球面微透镜阵列的制作提供了一种具有巨大发展潜力的可用方法。

2 实验原理

单点金刚石车削加工技术，是利用数控系统控制刀具改变材料形状或破坏材料表层，以切削的方式来实现所要求形状的一种加工形式。金刚石加工机床以天然花岗岩作为机床床身，具有非常高的热稳定性和机械稳定性；运动光滑，无摩擦；机床内的高速空气主轴承载能力高，刚度大；并且内部采用计算机数控系统，加工精度得到了有效提升[6]。因此，SPDT 具有高面型精度、高稳定性等优点，在微光学元件加工领域具有不可替代的作用[7-12]。目前，经过长时间的发展，SPDT 已经成为了一项成熟的工艺技术[13-14]，在红外材料的加工中已经得到了广泛的应用。

金刚石车刀不能直接在石英玻璃表面加工，因此提出车削掩模技术。利用 SPDT 对掩模进行车削加工，在其表面制作所需的掩模图形，然后将掩模层图形通过 RIE 转移至石英玻璃基底上[15-17]，进而实现石英非球面微透镜阵列的制作[18-21]。该制备方法共分为三步，其流程如图 1 所示。

首先如图 1(a) 所示，在石英玻璃基底表面制作掩模层；再利用金刚石车床对掩模层进行车削，在其表面加工出所需的掩模层图形，如图 1(b) 所示；图 1(c) 是利用 RIE 对掩模层及基底进行刻蚀，将掩模层图形转移至基底上，从而实现石英玻璃非球面微透镜阵列的制备。

3 掩模材料的选择

实验中，需要掩模材料同时满足单点金刚石车削及反应离子

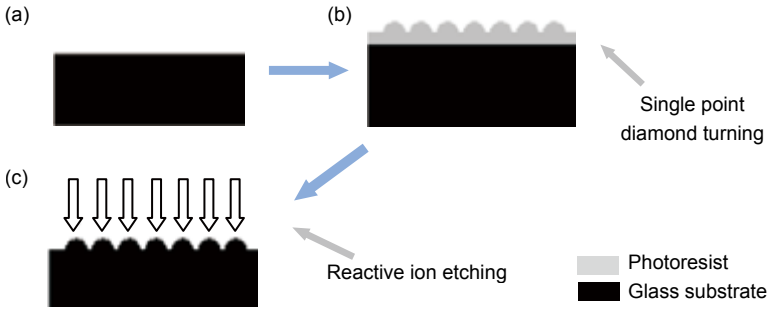


图 1 基于车削掩模的非球面微透镜阵列制作方法原理图
Fig. 1 Fabrication method of aspheric microlens array based on turning mask

刻蚀的加工条件，对其提出了以下要求：1) 制作完成的掩模层具有一定粘附性，能附着于石英玻璃表面并具有较好的表面能，以保证其在进行单点金刚石车削加工过程中不会出现掩模脱落问题；2) 掩模材料满足单点金刚石车削的 硬度、强度要求，在切削过程中发生塑性形变，而非弹性形变，以保证较好的面型精度；3) 具有良好的耐刻蚀性，可通过干法刻蚀将掩模图形准确传递至石英玻璃基底上。

根据上述要求，选择聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 作为掩模层原料。PMMA 具有良好的机械性能，是单点金刚石车削加工的常用材料，而且 PMMA 粉末与有机溶剂相溶后得到的 PMMA 溶液具有良好粘附性，适用于掩模的制作。但 PMMA 材料在反应离子刻蚀后会出现粗糙度下降现象，不适合单独作为掩模层材料。通过刻蚀实验得知，PMMA 溶液与 AZ50XT 光刻胶混合后，可以有效提高其耐刻蚀性，针对两者不同混合比制得的掩模层进行刻蚀实验，以得到最优掩模材料。将质量分数为 10% 的 PMMA 与 AZ50XT 光刻胶以不同质量比混合，制得掩模层并进行相同参数的反应离子刻蚀，刻蚀结果如图 2 所示。可以看出，在相同工艺参数下，混合材料中 PMMA 占比越低，则刻蚀后表面粗糙度 Ra 越低。

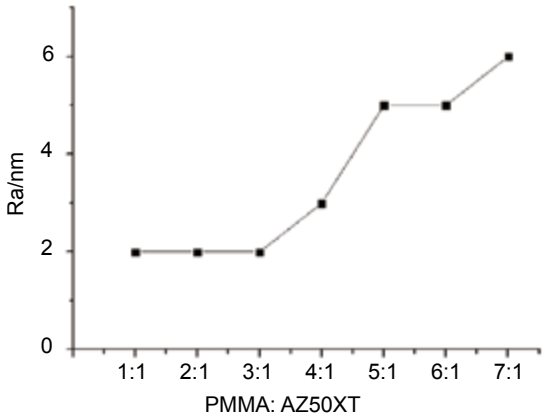


图 2 不同参数掩模材料刻蚀后的表面粗糙度曲线
Fig. 2 Surface roughness curves of masking materials with different parameters after etching

同样，对具有不同质量比的掩模材料进行相同参数的单点金刚石车削加工实验，如图 3 所示。可以看出，由于光刻胶并不具有优良的物理性能，在加工参数相同的情况下，PMMA 占比越大，车削后的表面粗糙度越低、车削精度越高，当 PMMA 溶液质量比超过 75% 以后，车削精度不再发生明显变化。

综合上述车削与刻蚀实验，选择质量比为 3:1 的 PMMA 与 AZ50XT 混合材料作为掩模材料。经实验验证，该掩模在刻蚀参数为 O2 20 sccm、SF6 12 sccm、功率 100 W 时可实现良好的刻蚀结果，此参数下掩模与石英玻璃刻蚀速率比为 9:1，因此通过该刻蚀参数加工得到的石英微结构矢高会变为掩模图形矢高的 1/9。

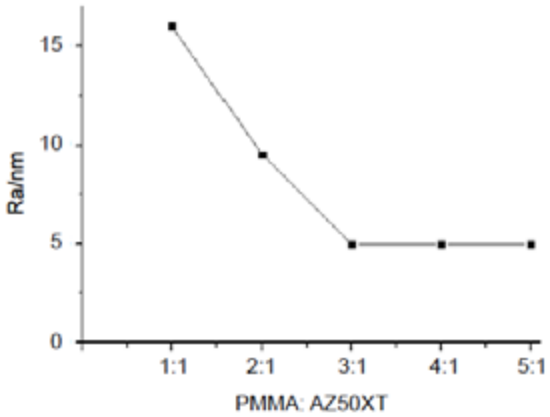


图 3 不同参数掩模材料车削后的表面粗糙度曲线
Fig. 3 Surface roughness curves of masking materials with different parameters after turning

4 实验验证

为验证该石英玻璃微结构元件加工方法的可行性，进行石英玻璃非球面微透镜阵列的制备。首先清洗基片并制作掩模层，实验选用直径 20 mm 的石英玻璃基片，先后置入丙酮、纯水中超声清洗 10 min，放置在电热板上以 140 ℃烘干 20 min。烘干后的石英玻璃基片通过旋转涂胶机进行 12 s 的掩模溶液旋涂，其转速为 1500 r/min。通过旋涂使得掩模溶液在石英玻璃表面实现了均匀分布，短时间静置使掩模溶液自然流平后，放入真空干燥箱，真空下由 20 ℃升温至 70 ℃，烘烤 60 min。真空烘烤使掩模溶液内的乳酸乙酯完全蒸发，提高了粘附性，使得掩模溶液固化在石英玻璃表面形成掩模层，此参数下的掩模层厚度约为 17 μm。

掩模层制作完成后进行第二步，利用 SPDT 对掩模层进行车削加工，实验所采用的单点金刚石车床为 Nanotech 350 FG。首先使用车削加工工艺将掩模层表面车削为光滑平面，然后通过快刀伺服系统在掩模层上加工出周期为 280 μm、矢高为 2.2 μm 的凹非球面微透镜阵列。车削加工得到的阵列通过 ZYGO 公司的 NewView 7100 白光干涉仪进行检测，得到图 4(a)、4(b)、4(c)，分别为微透镜阵列俯视图、微透镜阵列 3D 图、微镜截面轮廓图。通过图片可以看出，加工得到的掩模图形具有良好的面型精度，其周期及矢高与预计参数一致。

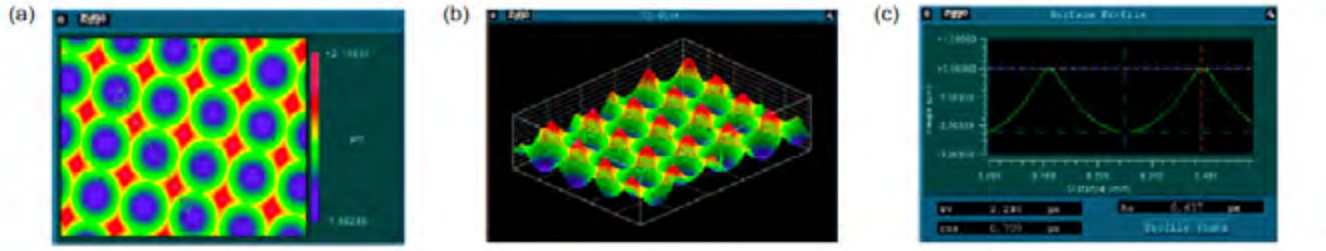


图 4 非球面微透镜阵列掩模检测结果图
Fig. 4 Test results of aspheric microlens array

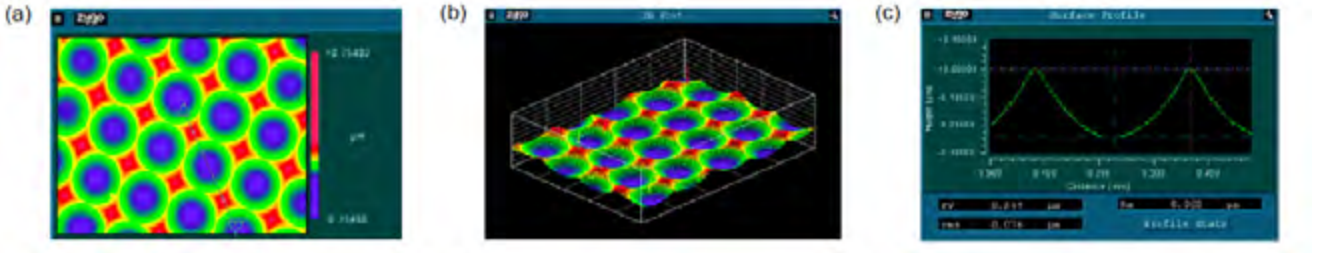


图 5 石英玻璃元件检测结果图
Fig. 5 Test results of quartz glass elements

第三步进行掩模图形的转移，车削加工出掩模图形后，通过磁增强反应离子刻蚀机 ME-3A 对掩模及石英玻璃进行刻蚀，刻蚀参数为 O2 20 sccm、SF6 12 sccm、射频功率 100 W。刻蚀结束后，掩模图形转移至石英玻璃表面，实现了非球面微透镜阵列的制备。

5 实验结果与分析

对刻蚀后得到的石英玻璃元件进行白光干涉仪检测，得到图 5。其中图 5(a)、5(b)、5(c) 分别为微透镜阵列俯视图、微透镜阵列 3D 图、微镜截面轮廓图。通过图 4 与图 5 对比可以看出此次刻蚀未使得图形精度发生明显变化，其周期仍为 280 μm。刻蚀选择比因素导致矢高发生了变化，由 2.2 μm 转变为 0.243 μm，刻蚀前后矢高比与刻蚀选择比 9:1 相符。

针对图形精度问题进行数据分析，提取掩模数据并针对刻蚀选择比补偿，得到实验预期加工图形。通过对预期图形与实际加工得到的石英玻璃元件图形进行对比分析，其结果如图 6 所示。设预期图形各点矢高分别为 $y(0,1)$、$y(0,2)$、$y(0,3)\cdots\cdots y(0,n)$，$y(1,1)$、$y(1,2)$、$y(1,3)\cdots\cdots y(1,n)$，对面型误差均方根进行计算，其中 n ≈ 1100。

$$RMS=\{[(y_{(1,1)}-y_{(0,1)})^2+(y_{(1,2)}-y_{(0,2)})^2+\cdots+(y_{(1,n)}-y_{(0,n)})^2]\}^{1/2} \quad (1)$$

式中：$(y_{(1,m)}-y_{(0,m)})(1\leqslant m\leqslant n)$ 即为图 6 中的误差值，通过计算得到石英玻璃非球面微透镜截面图形与预期图形的误差均方根 RMS=1.155 nm，其面型精度误差仅为 0.47%，良好地实现了面型精度的控制。由图 6 可以看出，最大误差约为 ±20 nm，小于现有光刻技术误差 ±40 nm[22]。

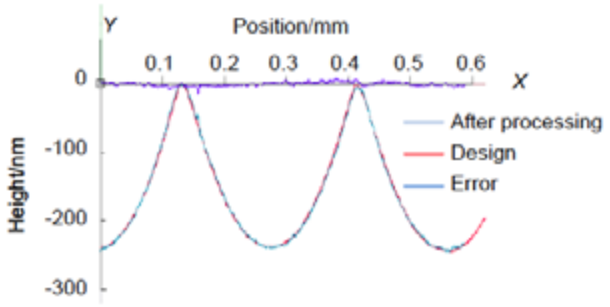


图 6 预期微镜截面与加工后微镜截面对比图
Fig. 6 Comparison of the expected cross section of micromirror and the cross section of the micromirror after processing

6 结论

随着光学仪器应用领域的拓展，对光学元件也提出了越来越高的要求，石英玻璃元件作为光学应用的主力军之一，吸引了人们大量的关注。现有加工方法不能良好控制面型精度且工艺稳定性较差，因此元件加工技术的发展具有重要意义。文中提出了车削掩模技术，进行了掩模材料的优选，并发展了一种石英玻璃加工方法。该方法兼具了单点金刚石车削技术面型精度高、加工稳

定性高且工艺成熟以及反应离子刻蚀技术良好的各向异性等优点，具有很大的发展潜力，也为石英玻璃材料更加广泛的应用提供了有力支撑。

参考文献

[1] Yang G S, Chen T, Chen H. Crack-free silica glass surface micro-grooves etched by 248 nm excimer lasers[J]. Chinese Journal of Lasers, 2017, 44(9): 0902004.
杨桂栓，陈涛，陈虹. 248 nm 准分子激光刻蚀的无裂损石英玻璃表面微通道 [J]. 中国激光，2017, 44(9): 0902004.

[2] Zhang J, Sugioka K, Takahashi T, et al. Dual-beam ablation of fused silica by multiwavelength excitation process using KrF excimer and F2 lasers[J]. Applied Physics A, 2000, 71(1): 23 - 26.

[3] Cui Z. Micro-nanofabrication Technologies and Applications[M]. 3rd ed. Beijing: Higher Education Press, 2013: 24 - 32.
崔铮. 微纳米加工技术及其应用 [M]. 3 版. 北京：高等教育出版社，2013: 24 - 32.

[4] Zhang J, Dai L, Wang F, et al. Restraint of mid-spatial-frequency error aspheric surface by small-tool adaptive polishing[J]. Acta Optica Sinica, 2013, 33(8): 0822002.
张健，代雷，王飞，等. 小磨头自适应抛光抑制高精度非球面中频误差 [J]. 光学学报，2013, 33(8): 0822002.

[5] Ridge M T, Cox D C, Webb R P, et al. The fabrication of aspherical microlenses using focused ion-beam techniques[J]. Micron, 2014, 57: 56 - 66.

[6] Yuan W, Chan C Y, Li L H, et al. Investigation of the surface profile along the cutting trajectory and its correlation with cutting forces in single point diamond turning[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017, 89(5 - 8): 1327 - 1338.

[7] Wang Y, Yu J C. Compensation for error of diamond tool's cutting edge in single diamond turning[J]. Opto-Electronic Engineering, 2011, 38(1): 98 - 102.
王毅，余景池. 超精密车削金刚石刀具刃口误差的高精度补偿 [J]. 光电工程，2011, 38(1): 98 - 102.

[8] Gong L B, Cheung C F. Modeling and characterization of surface generation in fast tool servo machining of microlens arrays[J]. Computers & Industrial Engineering, 2012, 63(4): 957 - 970.

[9] Dunkel J, Wippermann F, Brückner A, et al. Fabrication of refractive freeform array masters for artificial compound eye cameras[J]. Proceedings of SPIE, 2014, 9130: 91300P.

[10] [Mukaida M, Yan J W. Ductile machining of single-crystal silicon for microlens arrays by ultraprecision diamond turning using a slow tool servo[J]. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 2017, 115: 2 - 14.

[11] Chen Y L, Cai Y D, Tohyama K, et al. Auto-tracking single point diamond cutting on non-planar brittle material substrates by a high-rigidity force controlled fast tool servo[J]. Precision Engineering, 2017, 49: 253 - 261.

[12] Yan F, Fan D, Zhang B Z, et al. Manufacturing and testing of a SiC unrotational-symmetric aspherical optics[J]. Opto-Electronic Engineering, 2009, 36(3): 135 - 139.
闫锋，范镝，张斌智，等. 一种 SiC 非回转对称非球面的加工与检测 [J]. 光电工程，2009, 36(3): 135 - 139.

[13] Zhu H F, Jia C P, Fang Z L. Design method and optical performance of aspherical IOL[J]. Opto-Electronic Engineering, 2009, 36(4): 56 - 59.
朱海丰，贾翠萍，方志良. 非球面人工晶体设计及其光学性能研究 [J]. 光电工程，2009, 36(4): 56 - 59.

[14] En D, Xu K X, Chen C H, et al. Development of integrated optical aplanatic double-convex aspherical waveguide lens[J]. Opto-Electronic Engineering, 2008, 35(10): 98 - 101, 115.
恩德，徐可欣，陈才和，等. 集成光学非球面消球差双凸波导透镜的研制 [J]. 光电工程，2008, 35(10): 98 - 101, 115.

[15] Zhang S F, Liu Z T, Li Y P, et al. Preparation and characterization of nanoimprint template on quartz by reactive ion etching[J]. Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering, 2012, 31(11): 1786 - 1789.
张少峰，刘正堂，李阳平，等. 反应离子刻蚀法制备石英纳米压印模板的工艺研究 [J]. 机械科学与技术，2012, 31(11): 1786 - 1789.

[16] Chiromawa N L, Ibrahim K. Fabrication of micro-array of Fresnel rings on Si by electron beam lithography and reactive ion etching[J]. Applied Physics A, 2016, 122(2): 129.

[17] Xie Y P, Wu P, Yang Z, et al. Continuous microstructure etching process polyimide based moving mask exposure[J]. Acta Photonica Sinica, 2015, 44(9): 0922004.
谢玉萍，吴鹏，杨正，等. 基于移动掩模曝光的聚酰亚胺连续微结构刻蚀工艺研究 [J]. 光子学报，2015, 44(9): 0922004.

[18] Yu E, Kim S C, Lee H J, et al. Extreme wettability of nanostructured glass fabricated by non-lithographic, anisotropic etching[J]. Scientific Reports, 2015, 5: 9362.

[19] Mahoney S A, Rufford T E, Rudolph V, et al. Creation of microchannels in Bowen Basin coals using UV laser and reactive ion etching[J]. International Journal of Coal Geology, 2015, 144 - 145: 48 - 57.

[20] Lu Z Y, Hu G H, Yun B F, et al. RIE technological study of polymer optical waveguide[J]. Microfabrication Technology, 2008(3): 5 - 9.
陆志远，胡国华，恽斌峰，等. 聚合物光波导的反应离子刻蚀工艺研究 [J]. 微细加工技术，2008(3): 5 - 9.

[21] Zhang C C, Yang C S, Ding G F, et al. Deep reactive ion etching of polymethylmethacrylate[J]. Vacuum Science and Technology, 2004, 24(2): 157 - 160.
张丛春，杨春生，丁桂甫，等. PMMA 的反应离子深刻蚀 [J]. 真空科学与技术学报，2004, 24(2): 157 - 160.

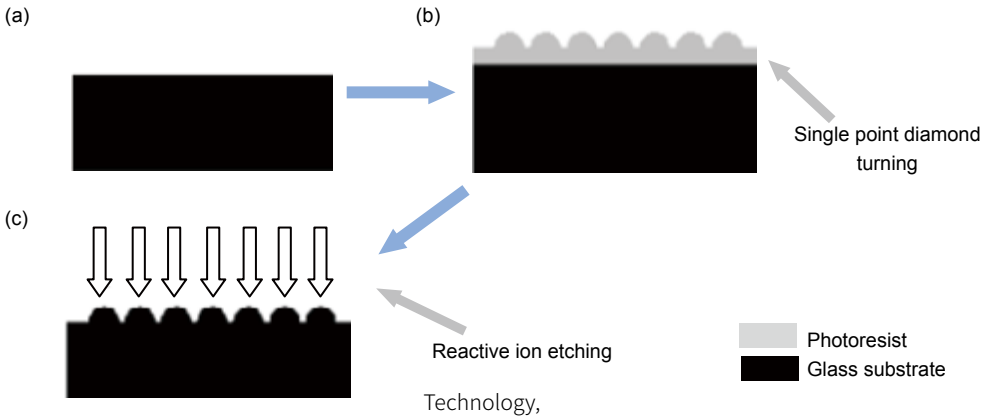
[22] Shi L F, Du C L, Dong X C, et al. Effective formation method for an aspherical microlens array based on an aperiodic moving mask during exposure[J]. Applied Optics, 2007, 46(34): 8346 - 8350.

Fabrication method of quartz aspheric microlens array for turning mask

Wang Hao[1,2], Dong Lianhe[1*], Zhu Guodong[2], Zhang Dong[2], Zhang Weiguo[2*]

[1]School of Opto-Engineering, Changchun University of Science and Technology, Changchun, Jilin 130022, China;

[2] Micro-Nano Manufacturing and System Integration Center, Chongqing Institute of Green and Intelligent Technology, Chinese Academy of Sciences, Chongqing 400714, China



Technology,
Chinese Academy of Sciences, Chongqing 400714, China
Fabrication method of aspheric microlens array based on turning mask

Overview: In the existing mature processing methods, the processing of micro optical structure can be divided into two major categories: microstructural lithography and single point diamond turning. Microstructural lithography can be used to process inorganic materials, such as quartz, silicon and so on. However, microstructural lithography has not been able to solve the problem of micro and nano structure shape control. The single point diamond turning technology can achieve precise control of the surface shape, but it is difficult to process the inorganic and brittle materials.

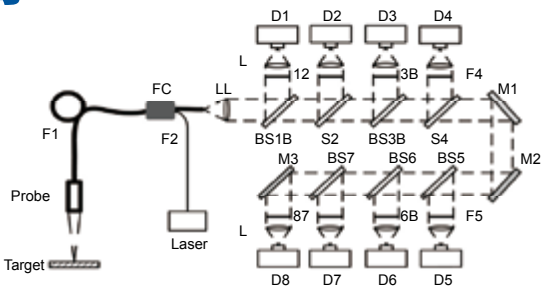
In order to solve the two difficult problems of quartz aspheric microlens array processing, such as poor controllability and low surface accuracy, a method of making quartz glass based on turning mask and etching is proposed. The single point diamond turning technology and micro photomask technology is innovatively combined. The mask layer pattern is made by single point diamond turning, and then the mask pattern is transferred by reactive ion etching. Finally the fabrication of quartz glass aspheric microlens array element is completed.

We mainly make the selection of the mask material and study the etching performance and turning performance of PMMA and AZ50XT photoresist. We find that the addition of AZ50XT photoresist in PMMA can effectively improve the anti etching performance, not only meet the requirements of single point diamond turning, and after reactive ion etching after the mask pattern can be maintained by the original still. By analyzing the surface roughness of mask after single point diamond turning and the surface roughness of mask after reactive ion etching, we get the most suitable mask material for this processing method. Finally, the new material is used to make the mask. The pattern is made on the mask surface by single point diamond turning, and the mask pattern is transferred to the quartz substrate by reactive ion etching technology. The aspheric microlens array with area of 5 mm×5 mm is obtained.

The experimental results are compared with the expected parameters. The analysis shows that the root mean square error of the quartz glass element manufactured by this method is 1.155 nm and the accuracy of face shape error is 0.47%. The experimental results show that this method possesses not only the advantages of single point diamond turning technology, such as high surface accuracy, high processing stability and mature technology, but good anisotropy of reactive ion etch ing technology. This method has great potential for development, and it also provides a strong support for the wider application of quartz glass materials.

八通道瞬态可见 - 红外光学高温计的设计与实现

王荣波 *，周维军，蒙建华，田建华，何莉华
中国工程物理研究院流体物理研究所，四川 绵阳 621900



摘要：基于受冲击加载样品的温度测量需求，设计了一种测温范围 1500 K~10000 K 的八通道光学高温计，通过优化计算选取了最佳的工作波长和带宽，使每个通道的线性外推误差控制在 2% 以内。采用高通低反分光片结合窄带滤光片的分光模式，使每通道光能利用率达到 60% 以上。采用带宽 150 MHz 的 Si 和 InGaAs 半导体光探测器，工作波长覆盖 400 nm1700 nm，利用黑体炉完成高温计的多点标定。

关键词：光学高温计；黑体辐射；冲击波物理；半导体探测器
中图分类号：TN249　　**文献标志码：**A

A high-speed, eight-wavelength visible light-infrared pyrometer

Rongbo Wang*, Weijun Zhou, Jianhua Meng, Jianhua Tian, Lihua He
The Institute of Fluid Physics, China Academy of Engineering Physics, Mianyang 621900, China

Abstract: A high-speed, eight-channel pyrometer for precise temperature measurements in the 1500 K to 10000 K temperature range has been designed. It can be used in shock physics experiments to measure temperature of shock loaded sampling. The wavelength and bandwidth of each channel are optimized by analysis and calculation. The semiconductor detectors of Si and InGaAs are used as photoelectric devices, whose bandwidth is 150 MHz and working wavelength covers 400 nm~1700 nm range. By combing the high-transmittance beam-splitters and narrow- bandwidth filters, the peak spectrum transmissivity of each channel can all be higher than 60%. This pyrometer is calibrated by using high temperature blackbody furnace and standard opto-electronic pyrometer.
Keywords: optic pyrometer; blackbody radiation; shock physics; semiconductor detectors

1　引言

在诸如冲击加载、强粒子流加载、惯性约束聚变等极端条件下，待测材料 (物质) 的温度高达几千开尔文甚至几万开尔文，且持续时间很短，一般在几纳秒到几微秒之间，因此瞬态的温度测量方法对这些实验至关重要。特别是在受冲击材料的状态方程 (EOS) 的研究中，对温度的直接测量可以对现有的流体力学和状态方程代码进行校验。因此，精确测量瞬态高温的方法，比如高温计 [1,2]、拉曼光谱测温 [3]、动态中子共振谱测温 [4] 等方法都被尝试着用于实验中。使用拉曼光谱测温需要拉曼样本在可见光谱下呈透明状态，而透明样本具有非常小的发射率，使得信号的信噪比很低且需极为准确地同步测定拉曼脉冲时间，因此，近年来鲜有应用拉曼光谱法成功测量瞬态温度的报道。动态中子共振谱法

王荣波 E-mail: xtsomwen@126.com;

可以测量样品的体温度，但该方法需要较大的中子源，且时间分辨率仅百纳秒量级，所以也未在瞬态测温实验中得到大量的应用。对于瞬态高温的测量最有效的方法仍然是辐射测量技术。该技术通过测量待测目标在一个或多个波长下的光谱辐射亮度，利用普朗克黑体辐射定律计算出目标的温度值。由于目标发射率数据的缺乏，常常将目标假定为发射率不随波长变化的灰体，通过多波长拟合得到目标的温度。截至目前，多波长高温计仍然是高温高压状态物质温度诊断的主要手段[5-12]。虽然近年来瞬态发射率测量技术得到一定的发展[5,6]，但其仍需配合多波长高温计才可获得目标的温度值。目前常用的多波长瞬态光学高温计分别覆盖 2500 K ~ 10000 K 和 1500 K ~ 2500 K 两个测温范围[1,2,8-10]，由于分光效率和光学耦合效率低等原因，能同时满足 1500 K ~ 10000 K 温度范围的光学高温计设计难度较大。

本文介绍了一种基于半导体探测器和高通低反分光片组合分光模式的八通道光学高温计，其测温范围可覆盖 1500 K ~ 10000 K，探测器带宽 150 MHz，可以满足大部分冲击温度测试的需求。

2 瞬态多波长光学高温计工作原理

瞬态多波长光学高温计是以普朗克热辐射理论为基础，将待测光源的辐亮度与标准光源的辐亮度在多个波长下进行比较，从而获得待测光源温度的一种光学系统。光学高温计工作时，每个工作通道输出的电信号幅度 V_i 与该通道的光谱辐亮度 li 应具有良好的线性关系：

$$I_i(\lambda_i,T)=V_i/k_i, \tag{1}$$

式中：k_i 是波长为 i 的通道的线性常数，经标定得到。

计算温度时，利用式 (1) 计算出各个通道的光谱辐亮度，再利用最小二乘法将各通道亮度用普朗克公式拟合，就可得到待测光源的温度。

对于发射率为 ε 的灰体光源，其辐亮度为

$$I(\lambda,T)=\varepsilon L(\lambda,T), \tag{2}$$

其中 $L(\lambda,T)$ 为温度 T 的绝对黑体辐射亮度，可由普朗克公式给出：

$$L(\lambda,T)=(C_1/\pi)\lambda^{-5}[e^{C_2/\lambda T}-1]^{-1}, \tag{3}$$

式中：C_1 和 C_2 分别为第一与第二辐射常数，$C_1 = 3.7418\times10^{-16}$ Wm^2，$C_2 = 1.4388\times10^{-2}$ mK。

对于具有 n 个通道的高温计而言，在实际应用时测量值是 λ_i 和 $I_i(\lambda_i)$，考虑到实验测量误差 V_i，则有：

$$V_i=\varepsilon L(\lambda,T)-I_i(\lambda_i), \tag{4}$$

$$V^2=\sum_{i=1}^{n}[\varepsilon L(\lambda_i,T)-I_i(\lambda_i)]^2. \tag{5}$$

根据最小二乘法原理，就是从式 (5) 求出满足 V^2 取最小值时的 ε 和 T。

不难推导出，满足条件的 ε 和 T 可由下式求出：

$$\begin{cases}\varepsilon(T)=\dfrac{\sum_i I_i(\lambda_i,T)L(\lambda_i,T)}{\sum_i L^2(\lambda_i,T)}\\ \dfrac{\sum_i I_i(\lambda_i,T)J(\lambda_i,T)}{\sum_i L^2(\lambda_i,T)}=\dfrac{\sum_i I_i(\lambda_i,T)J^2(\lambda_i,T)\lambda_i^4\exp(\frac{C_2}{\lambda_i T})}{\sum_i L^2(\lambda_i,T)\lambda_i^4\exp(\frac{C_2}{\lambda_i T})}\end{cases} \tag{6}$$

在实际应用中，通过式 (1) 计算出通道实测的辐亮度后代入式 (6)，可以计算出待测光源的灰体发射率 ε 和温度 T。

3 工作波长和探测器类型选取

对于温度为 T 的黑体 (或灰体)，其辐射光谱的峰值波长 λ_m 可根据维恩位移公式 (式 (7)) 进行计算：

$$\lambda_m=2898/T, \tag{7}$$

可知在 1500 K ~ 10000 K 温度范围内，λ_m 在 0.28 μm ~ 1.93 μm 之间。

目前较为成熟的窄带滤光片的中心波长最大可达 1.6 μm，最小达 0.214 μm。技术成熟且价格便宜的光探测器 Si 和 InGaAs 探测器的光谱响应范围分别覆盖 0.4 μm ~ 1.1 μm，0.9 μm ~ 1.7 μm，可以满足本套高温计的设计需要。

按上述分析，结合等间隔分布原则并避开采集和传输器件的吸收峰，本台高温计的工作波长选定为 8 个，ch1 ~ ch8 依次为：0.5 μm，0.7 μm，0.9 μm，1.1 μm，1.25 μm，1.35 μm，1.5 μm，1.6 μm；其中 ch1 ~ ch3 三个通道采用 Si 探测器，ch4 ~ ch8 采用 InGaAs 探测器。

4 工作波长带宽设计

4.1 带宽对线性常数的影响分析

高温计各通道的工作波长及带宽主要由系统中的窄带滤光片决定。假设接收光学系统的透过率曲线为 $r(\lambda)$，光探测器响应曲线为 $\phi(\lambda)$，窄带滤光片透过率曲线为 $\phi(\lambda)$，滤光片底宽为 λ_2~λ_1，滤光片截止区为 (λ_{min}，λ_{max})，则在光源温度为 T，发射率为 1 时，工作波长为 λ_0 的光电通道输出的电信号幅度可由式 (8) 计算。

$$V_i=[\int_{\lambda_2}^{\lambda_1} r(\lambda)\phi(\lambda)\varphi(\lambda)L(\lambda,T)\mathrm{d}\lambda+\int_{\lambda_{min}}^{\lambda_1} Ar(\lambda)\varphi(\lambda)L(\lambda,T)\mathrm{d}\lambda+\int_{\lambda_2}^{\lambda_{max}} Ar(\lambda)\varphi(\lambda)L(\lambda,T)\mathrm{d}\lambda\,]\cdot S\cdot\Delta\Omega, \tag{8}$$

式中：$\phi(\lambda)$ 一般满足类高斯分布曲线，可由式 (9) 近似给出；A 为滤光片背景透过率；S 为探头可接收的光源面积，$\Delta\Omega$ 为探头接收立体角；式 (8) 后两项积分为背景光对信号的贡献。

$$\phi(\lambda) = b \cdot \exp[\frac{-2(\lambda-\lambda_0)^2}{((\lambda_2-\lambda_1)/3)^2}], \tag{9}$$

式中：b 为滤光片的峰值通过率，该式是通过分析拟合大量的滤光片透过率曲线得到的，对于窄带滤光片的拟合度在 90% 以上。

标定 k_i 时，标准光源输入到该通道的光谱辐亮度是按式 (10) 计算的。

$$L_i = \varepsilon_0 L(\lambda_0, T), \tag{10}$$

式中：ε_0 为标准光源的光谱发射率，对于黑体炉而言，该值约等于 1。

用式 (8) 除以式 (10) 并结合式 (1) 可得：

$$k_i = \frac{(V_s + V_{b1} + V_{b2}) \cdot S \cdot \Delta\Omega}{\varepsilon_0 L(\lambda_0, T)}, \tag{11}$$

式中：

$$V_s = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} r(\lambda)\phi(\lambda)\varphi(\lambda)L(\lambda,T)\mathrm{d}\lambda,$$

$$V_{b1} = \int_{\lambda_{min}}^{\lambda_1} Ar(\lambda)\varphi(\lambda)L(\lambda,T)\mathrm{d}\lambda,$$

$$V_{b2} = \int_{\lambda_2}^{\lambda_{max}} Ar(\lambda)\varphi(\lambda)L(\lambda,T)\mathrm{d}\lambda.$$

由式 (11) 可知，多波长高温计各通道的线性常数 k_i 是温度的函数，其值与各通道工作波长的带宽、峰值透过率和背景透过率有关。根据文献 [13] 的讨论结果，滤光片背景透过率越低、峰值透过率越高，通道线性越好。目前成熟的滤光片产品背景透过率可达 0.01%，峰值透过率一般都大于 80%，均满足设计要求。

4.2 各通道最佳带宽计算

在式 (11) 中，相对于 $\phi(\lambda)$，$r(\lambda)$ 和 $\phi(\lambda)$ 属于慢变函数，且高温计所使用的滤光片通带一般很窄 (小于 100 nm)，因此，为了突出 $\phi(\lambda)$ 的影响且简化计算，设计时可将 $r(\lambda)$、$\varphi(\lambda)$、$\Delta\Omega$、b、s 和 ε_0 的数值均取为 1，A=0.01%。根据 Si 和 InGaAs 探测器的光谱响应范围，设定 ch1ch3 的截至区为 0.3 μm1.2 μm，ch4ch8 的截至区为 0.8 μm1.8 μm。

在上述参数选定之后，利用式 (11) 可以计算出在给定的通带半宽下各通道线性常数 k 随温度的变化情况。计算温度范围为 1500 K ~ 10000 K，每间隔 50 K 计算一个点。设 k_{max} 为在每个通道计算过程中获得 k 的最大值，k_{min} 为最小值，k_{ave} 为平均值，dk= (k_{max} − k_{min})/ k_{ave} 。计算中发现，0.5 μm 和 0.7 μm 波长通道 (ch1、ch2) 在 1500 K ~ 10000 K 温度范围内即使选取最佳通带半宽值通道线性常数仍然变化很大，达几千倍。通过计算确定 0.5 μm 和 0.7 μm 波长通道适用温度范围为 3000 K ~ 10000 K。据此，设定 ch1 ~ ch6 的测温范围 3000 K ~ 10000 K，ch3 ~ ch8 通道的测温范围为 1500 K ~ 3000 K。

图 1(a) 给出了 ch3 ~ ch8 通道在 1500 K ~ 3000 K 温度范围内线性常数变化率随工作波长带宽的变化曲线；图 1(b) 给出了 ch1 ~ ch6 通道在 3000 K ~ 10000 K 温度范围内线性常数变化率随工作波长带宽的变化曲线。由图 1 可知，各通道均存在一个最优的工作波长带宽可使通道的线性在设定的测温范围内最佳，将线性常数的变化量限制在 2% 以内，这对于利用标定数据进行外推高温测量十分重要。综合图 1(a) 和图 1(b) 选定的工作波长带宽列于表 1 中。与文献 [2] 相比，本文设计的高温计测温上限由 9000 K 提高为 10000 K 而最短工作波长却由 0.4 μm 变成了 0.5 μm，这得益于本文采用的工作波长带宽的优化选择方法使高温计线性外推的误差减小，外推范围增大。

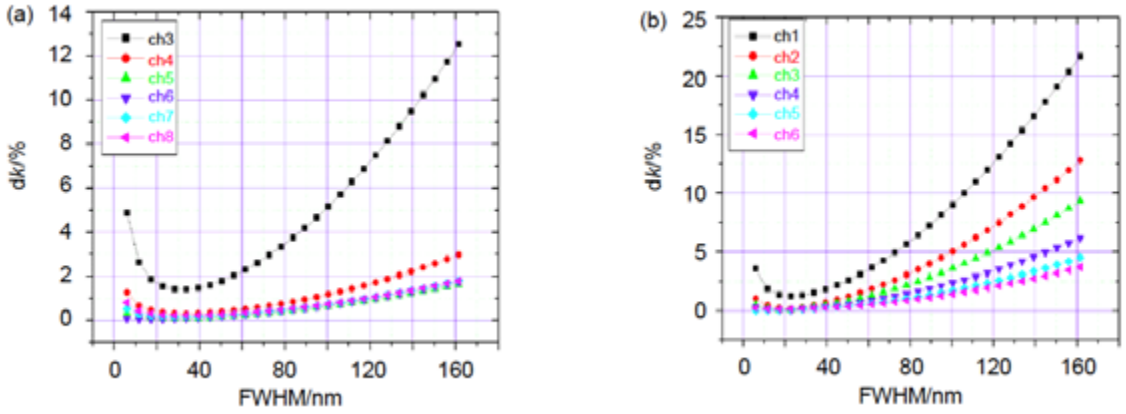


图 1 高温计各通道在设定的温度范围内线性变化量随通带半宽的变化 . (a) 温度范围 1500 K~3000 K，ch3~ch8. (b) 温度范围 3000 K~10000 K，ch1~ch6.

Fig. 1 Channel linearity constant’ s variation dk vs. bandpass (FWHM) in the temperature range of 1500 K3000 K for ch3~ch8 (a) and in temperature range of 3000 K10000 K for ch1~ch6 (b)

5 高温计整体结构设计与实现

根据表 1 的参数，设计了如图 2 所示结构的八通道可见－红外光学高温计。光学探头采集的目标辐射光通过光纤传输到白光准直透镜 (LL) 中，输出的准直光通过由 7 块分光片 (BS1BS7) 和 3 片全反射镜 (M1M3) 组成分光系统，分为八束带宽较宽的准单色光，每束准单色光通过窄带滤光片 (BF) 滤波为带宽符合要求的单色光，再通过聚焦镜 L，将单色光耦合入光探测器 (D1D8) 中。配备了一套激光瞄准系统，由激光器 (Laser)、一分二的光纤和光学探头组成，实验前利用该系统可以将探头精确瞄准待测区域。

表 1 高温计各通道工作波长及带宽和探测器选定结果

Table 1 W orking wavelength and detector type of each channel

Channel	Working wave-length/nm	FWHM/nm	Photodetector type
ch1	500	20 S	i
ch2	700	25 S	i
ch3	900	30 S	i
ch4	1100 3	0	InGaAs
ch5	1250 3	0	InGaAs
ch6	1350 3	0	InGaAs
ch7	1500 3	0	InGaAs
ch8	1600 3	0	InGaAs

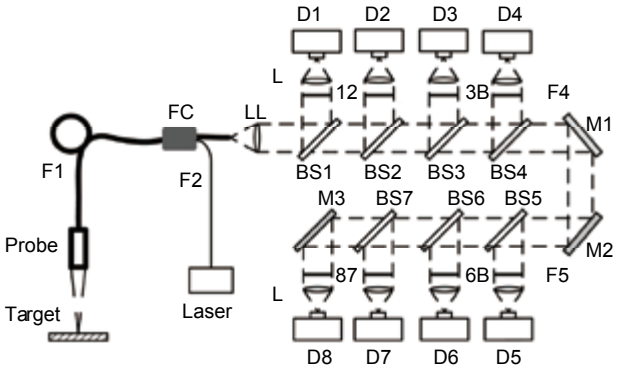


图 2 八通道可见-红外高温计结构示意图

Fig. 2 Schematics of the eight-wavelength pyrometer

由图 2 可知，高温计采用白光准直透镜 (LL) 结合多片长波通短波反射的分光片 (BS1BS7) 的级联方式进行分光。分光片 (BS1BS7) 的反射谱为 Ri(λ)，透射谱为 Ti(λ)，反射镜的反射谱为 M(λ)，则 ch1ch8 的分光结果可用下式计算。

$$\tau_i(\lambda)=\begin{cases}\prod_{n=0}^{i-1}T_n(\lambda)\cdot R_i(\lambda)\ \ (i=1,2,3,4;T_0=1)\\ \prod_{n=1}^{i-1}T_n(\lambda)\cdot R_i(\lambda)\cdot M^2(\lambda)\ \ (i=5,6,7)\\ \prod_{n=1}^{i-1}T_n(\lambda)\cdot R_i(\lambda)\cdot M^3(\lambda)\ \ (i=8)\end{cases} \tag{12}$$

分光片叠加后的每路光谱透射率曲线如图 3 所示，图中横坐标为波长，纵坐标为透过率。可以看出，八路分光光谱的峰值透过率都在 65% 以上，远大于光纤分光时的 6%。这有利于探测 1500 K~3000 K 的温度范围。

图 2 中光学探头的工作距离 1 m，焦点直径为 1 mm，光纤芯径 0.6 mm，数值孔径 0.22。LL 设计的输出光斑直径为 3 mm，准直距离 500 mm，经实际测量，在 5 mm~500 mm 的准直距离上，其实际的光斑直径最大为 3.5 mm，这样窄带滤光片 (BF) 和聚焦镜 (L) 的直径只需要略大于 3.5 mm 即可。考虑成本和工程安装的因素，本系统选用了市场上可买到的两款成熟产品。窄带滤光片 (BF) 的直径选定了常用的 12.5 mm，其峰值波长透过率大于 90%，背景透过率小于 0.01%。聚焦镜 (L) 的直径为 20 mm，焦距为 18 mm，焦点光斑的直径小于 0.5 mm，18 mm 的焦距使聚焦镜和探测器之间有足够的距离用于安装固定底座。Si 探测器的带宽为 50 MHz，InGaAs 探测器的带宽为 150 MHz，输出阻抗都为 50 Ω，有效感光面直径都为 0.5 mm。

6 标 定

利用高温黑体炉作为光源、标准光电高温计作为标准器，完成了本套高温计标定，获得了每个工作通道的线性常数 k(λ)。图

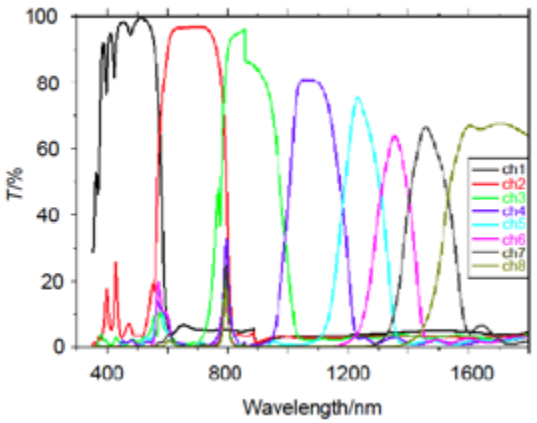


图 3 分光叠加后的每路的光谱透射率曲线

Fig. 3 Spectral transmissivity of the eight channels with the dichroic beamsplitters

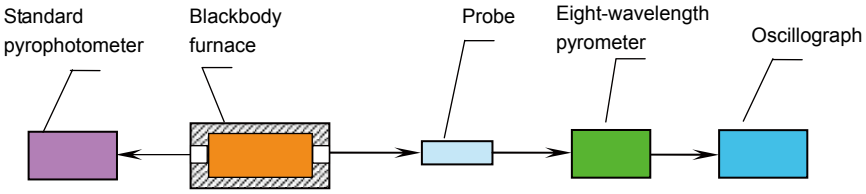


图 4　高温计标定框图

Fig. 4　S chematics of calibration experiment for eight-wavelength pyrometer

4 给出了标定框图。标定时将采光探头、传光光纤与高温计主体一同标定。所用黑体炉为卧式石墨炉，其最高温度可达 3000 ℃，发射率 0.996；标准光电高温计为中国计量院生产的 RT9032 型光电高温计，测温范围为 800 ℃ ~3200 ℃。采用了多点标定的方法：在黑体可调的温度范围内选取多个温度点，测出高温计各通道在对应温度点的信号幅度值，再采用最小二乘法将各温度点的标定结果拟合[2]。在 1500 K~3000 K 温度范围内等间隔选取了 10 个温度点对 ch3~ch8 六个通道进行了标定，在 3000 K~3200 K 温度范围内等间隔选取了 10 个温度点对 ch1~ch6 六个通道进行了标定。标定结果分别用于 1500 K~3000 K 温度范围和 3000 K~10000 K 温度范围的测量。

7　结论

设计研制了一套测温范围 1500 K~10000 K 的用于样品冲击温度测量八通道瞬态光学高温计，通过优化计算选取了最佳的工作波长和带宽，采用带放大的半导体探测器作为线性光电转换元件，波长范围覆盖可见光到近红外，可满足不同类型冲击实验的测量需求。系统分光模块采用长距离准直透镜配合多片高通低反分光片的模式，效率更高。分段的多点标定方法可使高温计具有更好的线性外推性能。

基金项目

中国工程物理研究院科学技术发展基金 (2015B0403081，2015B0401079，2015B0401080)；国家自然科学基金 (11272298) 资助。

参考文献

[1] Tan Hua. Introduction to experimental shock-wave physics[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2007: 67 - 77.
谭华 . 实验冲击波物理导引 [M]. 北京 : 国防工业出版社 , 2007: 67-77.

[2] Wang Guichao, Yu Quanyou, Tan Xianxiang, et al. Six channel instantaneous optical pyrometer[J]. Opto-Electronic Engineering, 1996, 23(S1): 46-49.
王贵朝 , 余泉有 , 谭显祥 , 等 . 六通道瞬态光学高温计 [J]. 光电工程 , 1996, 23(S1): 46-49.

[3] McGrane S D, Barber J, Quenneville J. Anharmonic vibrational properties of explosives from temperature-dependent Raman[J]. The Journal of Physical Chemistry A, 2005, 109(44): 9919- 9927.

[4] Yuan V W, Bowman J D, Funk D J, et al. Shock temperature measurement using neutron resonance spectroscopy[J]. Physical Review Letters, 2005, 94(12): 125504.

[5] La Lone B M, Stevens G D, Turley W D, et al. Release path temperatures of shock-compressed tin from dynamic reflectance and radiance measurements[J]. Journal of Applied Physics, 2013, 114(6): 063506.

[6] Boboridis K, Seifter A, Obst A W, et al. Radiance temperatures and normal spectral emittances (in the wavelength range of 1500 to 5000 nm) of Tin, Zinc, aluminum, and silver at their melting points by a pulse-heating technique[J]. International Journal of Thermophysics, 2004, 25(4): 1187-1202.

[7] Xu Baochang, Zhang Dingyuan. An improved colorimetric temperature measurement method[J]. Opto-Electronic Engineering, 2011, 38(4): 1 - 6.
徐宝昌 , 张丁元 . 一种改进的比色测温方法研究 [J]. 光电工程 , 2011, 38(4): 1-6.

[8] Wang Rongbo, Zhu Jun, Zhou Weijun, et al. Temperature measurement of Ta, Al and Cu target stricken by strong electron beam[J]. High Power Laser and Particle Beams, 2014, 26(2): 024001.
王荣波 , 朱隽 , 周维军 , 等 . 强流电子束加载下 Ta, Al, Cu 的温度测量 [J]. 强激光与粒子束 , 2014, 26(2): 024001.

[9] Ni P A, Kulish M I, Mintsev V, et al. Temperature measurement of warm-dense-matter generated by intense heavy-ion beams[J]. Laser and Particle Beams, 2008, 26(4): 583 - 589.

[10] Ni P, Hoffmann D H H, Kulish M, et al. Pyrometric system for temperature measurements of HED matter generated by intense heavy ion beams[J]. Journal de Physique IV, 2006, 133(1): 977 - 980.

[11] Partouche-Sebban D, P é lissier J L, Abeyta F G, et al. Measurement of the shock-heated melt curve of lead using pyrometry and reflectometry[J]. Journal of Applied Physics, 2005, 97(4): 043521.

[12] Bordzilovskii S A, Karakhanov S M, Bordzilovskii D S. Using an optical pyrometer for temperature measurements of shock-compressed polytetrafluoroethylene[J]. Combustion, Explosion, and Shock Waves, 2010, 46(1): 81 - 88.

[13] Wang Rongbo, Li Zeren. The influence of filter on channel linearity of instantaneous optical pyrometer[J]. Chinese Journal of High Pressure Physics, 2009, 23(2): 150-154.
王荣波 , 李泽仁 . 滤光片对瞬态光学高温计通道线性的影响 [J]. 高压物理学报 , 2009, 23(2): 150-154.

智一科技

聚焦智能变革 服务产业升级

www.zhidx.com

智能产业媒体与创新服务平台

智一科技是中国领先的智能产业媒体与创新服务平台，聚焦于以人工智能为核心的新技术所驱动的创新创业和传统产业升级。自2016年正式创办以来，智一科技以“聚焦智能变革　服务产业升级”为愿景，目前已经创建智东西、车东西两个知名媒体品牌，并推出了智东西公开课、GTIC两大创新型产业服务。

媒体矩阵

智东西
智能产业第一媒体

车东西
新锐智能汽车媒体

产业服务

智东西公开课
专注AI技术与应用的系统性讲解

GTIC
智能产业活动平台

报道联系：news@zhidx.com

品牌合作：marketing@zhidx.com

商务合作：bd@zhidx.com

智东西公众号

车东西公众号

智东西公开课服务号

干货必看！超详细的光模块产业链

来源：ittbank

光通信是信息网络的核心技术。光模块实现光电转换功能，产业链包括芯片（电/光）、器件（无源/有源）、模块成品，其中：芯片技术壁垒高价值占比 30~70%，高端产品由国外垄断；器件品类繁多，有源价值量相对集中，全球专业化协同竞争；模块成品迭代速度明显加快，中国力量崛起。预计 2018 年数据中心光模块市场空间 42 亿美金，约占全球 45%。

·100G 在 2017 年已成为主流。Amazon、Google 等云巨头 2017 下半年全面启用 100G，全年出货约 400 万只；2018 年海外新建和存量升级需求强烈，国内阿里巴巴规模部署，预计全年出货量翻倍达到 800 万只。旭创、AAOI 在产品类型、市场拓展、成本控制具有明显领先优势，业绩弹性明显。

·400G 预计 2019 年规模出货。400G 主流有 OSFP（25G PAM4*8）、QSFP-DD（50G NRZ*8）两种方案，预计OSFP 2018年具备量产条件，获得Google、Arista 支持。400G 预计下半年少量出货，2019 年规模应用，将成为价值增长核心产品，光迅/旭创/海信宽带均在 OFC 2018 发布样品。

·硅光有望在 400G 中等距离取得突破。硅光具有低功耗、高集成特点，规模商业化有望显著降低成本。Intel 首先突破了硅基调制器，推出 PSM4、CWDM4 硅光模块，良率仍待提升，未来有望在 400G 中等距离规模应用。

从光通信产业链图可看出，光通信产业包括光通信器件（包含芯片）、光纤光缆、光整机设备。

应用领域主要为电信市场（运营商为主）和数据通信市场（大型互联网公司、企业用户）。其中光芯片及上游材料竞争行业壁垒较高，高端芯片主要由美国等海外厂商垄断；光器件涉及设计和制造多个环节，近几年逐步呈现出向成本优势地区迁移，中国厂商在无源器件已经占据一定份额，有源器件近几年加速趋势明显；整体设备中兴、华为、烽火等已经在全球具备差异优势。

	昂纳科技	苏州旭创	光迅科技	Finisar	Lumentum	Oclaro	AAOI	NeoPhotonics
产品线	有源、无源光器，光模块	100G数据中心光模块领导者，背靠谷歌	全产品线，中国首个具有光芯片生产能力的厂商	全产品线，领先的光芯片研发能力	全产品线，VCSEL领导者	全产品线，高速光芯片	全产品线，高度垂直产业整合	专注100/200/400Gcoherent光模块，高端EML芯片
激光器	10G以下激光器（DFB、EML），IDM	无	10G以下激光器（DFB、EML），IDM	有，IDM	有，IDM	有，IDM	有，IDM	有，IDM
光模块产品								
10G	√	√	√	√	√	√	√	√
25G	√	√	√	√	√	√	√	√
40G	√	√	√	√	√	√	√	√
100G	√	√	√	√	√	√	√	√
400G样品	√	√	√	√	√	√	√	√
客户	阿尔卡特-朗讯（约20%）	谷歌（23%）	华为	思科（>10%）	Ciena（18.5%）	Cisco（18%）	亚马逊（35.4%）	诺基亚
	华为（<10%）	华为（15%）	烽火	华为（>10%）	华为（16.7%）	中兴（18%）	Facebook（28.6%）	Ciena
	中兴（<10%）	Hyve（11%）	中兴	Ciena	思科（12.4%）	华为（15%）	微软	思科
	烽火（<10%）	亚马逊（9%）		Dell EMC	谷歌	诺基亚（12%）	Cisco	华为

近年来光器件重点并购事件

时间	收购方	被收购方	金额（美元）	核心技术产品
2013	光迅科技	IPX	260万	高端集成光芯片，如AWG、PLC
2013	Avago	CyOptics	4亿	光子集成芯片、领先的InP激光器和探测器
2013	II-VI	Oclaro公司瑞士苏黎世半导体激光器业务	1.15亿	业界领先激光系统产品和半导体激光技术
2014	NeoPhotonics	Emcore公司可调激光器和光模块产品线	1750万	高端100Gbps光器件产品线
2014	Macom	BinOptics	2.3亿	领先的磷化铟激光器、探测器和激光源产品
2015	鸿腾精密	Avago光模块事业单位	未知	光学模块产品及100G光模块制造的生产能力，收购后Avago成为鸿腾精密光学零组件的指定供应商
2015	昂纳科技	Advance公司光学组件和模块业务	500万	模块以及光纤光栅（FBGs）
2016	光迅科技	Almae	2540万	10G以上有源光芯片
2018	Lumentum	Oclaro公司瑞士苏黎世半导体激光器业务	18亿	业界领先的InP激光器、光子集成技术（PLC）和相干器件模块研发能力

光芯片：技术壁垒最高，国内亟待突破

·简介：光芯片是模块中价值量最集中的环节，在光模块中成本占比 30%-50%，高端产品中占比甚至能够达到 50%-70%。国外大厂占据高端光芯片 90% 以上市场份额，可以说目前被美、日厂商垄断；国内光芯片厂商以 10G 及以下产品为主，核心技术能力亟待突破。

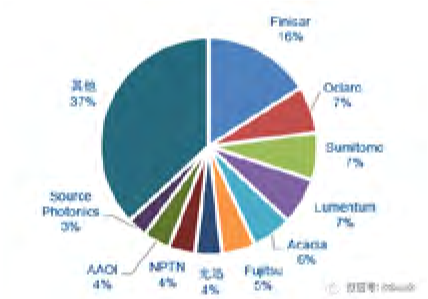
·厂商：目前国内具有成熟光芯片制造能力的厂商主要有光迅科技、昂纳科技、海信宽带（未上市）。

·典型产品：InP 系列（高速直接调制 DFB 和 EML 芯片、PIN 与 APD 芯片、高速调制器芯片、多通道可调激光器芯片）、GaAs 系列（高速 VCSEL 芯片、泵浦激光器芯片）、Si/SiO2 系列 (PLC、AWG、MEMS 芯片）、SiP 系列（相干光收发芯片、高速调制器、光开关等芯片；TIA、LDDriver、CDR 芯片）、LiNbO3 系列（高速调制器芯片）等。

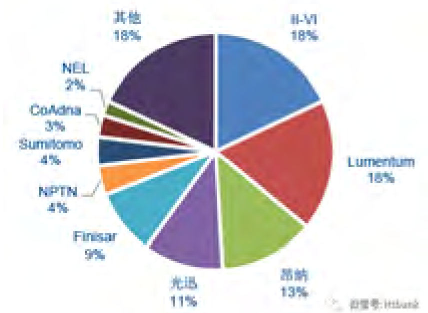
光器件：产品种类繁多，参与全球竞争

·简介：根据是否需要外加能源驱动可分为光有源器件、光无源器件；包括激光器、检测器、放大器、分路器、耦合器、连接器等多个品类，每个品类又存在繁多的型号。

·厂商：目前中国光器件厂商占据全球约 15% 市场份额，无源的竞争力相对较高，主要厂商有光迅科技、昂纳科技、天孚通信等。



全球有源光器件市场占有率（16Q2-17Q1）



全球无源光器件市场占有率（16Q2-17Q1）

·典型产品：光有源器件：激光器 (VCSEL、DFB 直调激光器，EML 外调激光器）、光调制器 (PMQ 调制器、相位调制器、强度调制器）、光探测器 (PIN、APD)、集成器件（相干光收发器件、阵列调制器）等。光无源器件：光隔离器、光分路器、光开关、光连接器 (MPO 连接器）、光背板、光滤波器（合波器 / 分波器）等。

光模块：需求快速迭代，中国力量崛起

·简介：10G 以下速率光模块方面，国内厂家已经完成了从芯片到模块的国产替代；10G/25G/40G/100G 光模块方面，光迅科技、中际旭创、海信宽带、华工正源等国内厂家已经实现全系列产品的覆盖，模块设计能力和封装工艺成熟；400G 光模块方面，中际旭创、光迅科技、海信宽带、新易盛均已在 OFC2018 推出样品及解决方案。

·厂商：目前中国光模块厂商占据全球超 20% 市场份额，主要厂商有中际旭创、光迅科技、新易盛、昂纳科技、海信宽带（未上市）等。

·典型产品：光收发模块（10G/25G/100G/400G）、光放大器模块（EDFA、Raman）、动态可调模块（WSS、MCS、OXC）、性能监控模块（OPM、OTDR）

通过产业链调研，我们将光模块的主要物料和国产化率列出

速率	传输距离	收发模块					交叉复用串并转换	
2.5G	300米	收模块（ROSA）	激光检测器	国产	相干器件	进口	解调芯片	国产
		收模块（TOSA）	激光发生器	国产	功率芯片	进口	调制芯片	国产
	10公里	收模块（ROSA）	激光检测器	国产	相干器件	进口	解调芯片	国产
		收模块（TOSA）	激光发生器	国产	功率芯片	进口	调制芯片	国产
10G	300米	收模块（ROSA）	激光检测器	国产	相干器件	进口	解调芯片	国产
		收模块（TOSA）	激光发生器	国产	功率芯片	进口	调制芯片	国产
	10公里	收模块（ROSA）	激光检测器	国产	相干器件	进口	解调芯片	国产
		收模块（TOSA）	激光发生器	国产	功率芯片	进口	调制芯片	国产
	40公里以上	收模块（ROSA）	激光检测器	进口/国内正在研究	相干器件	进口/国内正在研究	解调芯片	进口/国内正在研究
		收模块（TOSA）	激光发生器	进口/国内正在研究	功率芯片	进口/国内正在研究	调制芯片	进口/国内正在研究
100G	300米	收模块（ROSA）	激光检测器	进口/国内正在研究	相干器件	进口/国内正在研究	解调芯片	进口/国内正在研究
		收模块（TOSA）	激光发生器	进口/国内正在研究	功率芯片	进口/国内正在研究	调制芯片	进口/国内正在研究
	10公里	收模块（ROSA）	激光检测器	进口/国内正在研究	相干器件	进口/国内正在研究	解调芯片	进口/国内正在研究
		收模块（TOSA）	激光发生器	进口/国内正在研究	功率芯片	进口/国内正在研究	调制芯片	进口/国内正在研究
	40公里以上	收模块（ROSA）	激光检测器	进口/国内正在研究	相干器件	进口/国内正在研究	解调芯片	进口/国内正在研究
		收模块（TOSA）	激光发生器	进口/国内正在研究	功率芯片	进口/国内正在研究	调制芯片	进口/国内正在研究
400G	300米	收模块（ROSA）	激光检测器	进口	相干器件	进口	解调芯片	进口
		收模块（TOSA）	激光发生器	进口	功率芯片	进口	调制芯片	进口
	10公里	收模块（ROSA）	激光检测器	进口	相干器件	进口	解调芯片	进口
		收模块（TOSA）	激光发生器	进口	功率芯片	进口	调制芯片	进口
	40公里以上	收模块（ROSA）	激光检测器	进口	相干器件	进口	解调芯片	进口
		收模块（TOSA）	激光发生器	进口	功率芯片	进口	调制芯片	进口

以上很容易的看出，主要的电芯片，例如相干器件，调制解调芯片等，全部进口，在光的部分，2.5G 和 10G 的中短距离产品，我们已经实现了国产化，其他全部物料依靠进口。其中：

电芯片（调制，驱动，串并转换等）的相关厂商有 Macom、semtech，sillconlabs，Maxim 等；

光部分（激光器，检测器）住友、三菱、lumentum、Oclaro、Neophotonics 等。

国内主要是低端元器件，中科光芯、华工正源、光迅科技等。另外海信宽带多媒体可能较为高端的芯片近期就会成功。

光模块产品迭代加速，高速需求提升光模块核心组件是 OSA

信息网络主要以光纤作为传输介质，但目前计算、分析还必须基于电信号，光模块是实现光电转换的核心器件。光模块的核心组件有光适配器（Receptacle）、TOSA（光发射次模块）/ROSA（光接收次模块）或 BOSA（光收发一体模块）、电芯片，另外还包括透镜、分路器、合束器等无源器件及外围电路。在发射端：电信号通过 TOSA 转换为光信号，再由光适配器输入到光纤；在接收端：光纤中的光信号通过光适配器被 ROSA 接收并转变成电信号，并输送到计算单元进行处理。

（1）光适配器由陶瓷插芯、开口陶瓷套筒、金属件组成，用于光纤与 OSA 器件的连接。

（2）TOSA 封装构件包括：LD TO-Can（发射管芯，核心为 LD 即激光器）、封焊管体、陶瓷插芯、陶瓷套管、适配器、调节环，用于实现电信号转化成光信号。

（3）ROSA 封装构件包括：PD TO-Can（接收管芯，核心器件为 PD 即光探测器）、塑封适配器、封焊管体、金属适配器、闭口套筒，用于实现光信号转化成电信号。其中，LD、PD 也就是通常意义上的光芯片。

按封装形式可分为 GBIC、SFP、XFP、QSFP、CFP 等。（1）GBIC 是 2000 年以前形成的光收发器标准。GBIC 模块具有热插拔的电气接口，可支持单模光纤和光信号百公里级别长距离传输。（2）SFP 是一种紧凑型、可插拔的收发器模块标准，用于电信和数据通信应用。SFP 提供类似 GBIC 模块的功能，但大小只有的 GBIC 的一半。（3）XFP 是 10G 速率的小型可插拔收发器模块标准，支持多种通信协议，如 10G 以太网、10G 光纤通道和 SONETOC-192。XFP 收发器可用于数据通信和电信市场，并提供比其他 10Gbps 收发器更好的功耗特性。（4）QSFP 是一种紧凑型、可插拔的收发器标准，主要用于高速数据通信应用。根据速度可将 QSFP 分为 4×1G QSFP、4×10G QSFP+、4×28G QSFP28 光模块等。目前 QSFP28 广泛应用于全球数据中心。（5）CFP 是基于标准化的密集波分光通信模块，传输速率可达 40-100Gbps。CFP 模块的尺寸比 SFP/XFP/QSFP 更大，一般用于城域网等长距离传输。

光模块速率提升趋势显著，迭代加速。单波长通信系统用光模块发射和接收波长分别为 850nm、1310nm 和 1550nm 三个传输窗口，其中 850nm 适合短距离多模传输，1310nm 适合中等距离传输，1550nm 适合长距离传输。相对于单波长的通信系统，波分复用（WDM）技术能成倍增加网络带宽，因而得到广泛的应用。目前固定宽带接入市场适用 1G 及以下、2.5G、4.25G；LTE 无线基站前传适用 6G、10G；承载和传输（城域 / 骨干）适用 40G、100G、400G；数据中心适用 40G、100G 光模块。随着流量增长和技术升级，各类场景对光模块速率要求。

光模块产品演进路径

云计算逐渐渗透 100G 放量，400G 布局

云计算推动超大规模数据中心加速建设。根据思科，全球超大型数据中心数量预计由 2016 年的 338 个增长至 2021 年的 628 个，2016-2021CARG13%。

2021 年全球超大型数据中心占比为 53%，将有 85% 的公有云服务器安装于超大型数据中心，超大型数据中心将承担 87% 的公有云工作负载。

内部流量占比 7 成，速率提升需求明显。数据中心流量可按照连接类型分为三类：(1) 数据中心到用户，由访问云服务进行浏览网页、收发电子邮件和视频流等终端用户行为产生；(2) 数据中心互联，主要用于数据复制、软件和系统升级；(3) 数据中心内部，主要用于信息的存储、生成和挖掘。根据思科预测，全球数据中心流量将由 2016 年的 6819EB 增长至 2021 年的 20555EB，CAGR23%。

由数据中心内部流量和数据中心互联流量组成的东西向流量 (East-WestTraffic，横向流量) 占数据中心总流量约 85%。

100G 出货量爆发 CWDM4 成为主流

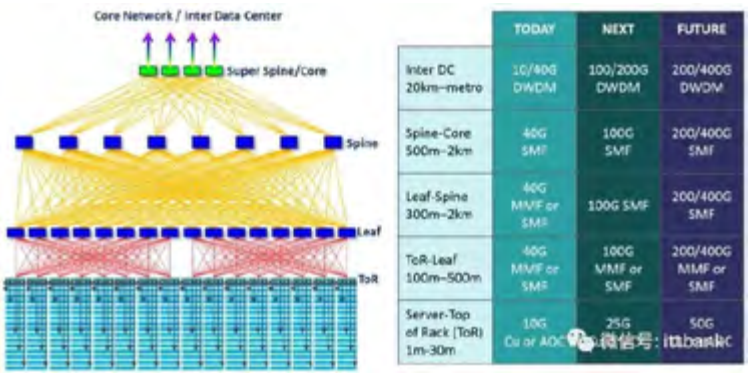
100G 已经成为海外云计算数据中心主流。数据流量持续增长，数据中心大型化、扁平化趋势推动光模块向两方面发展：传输速率需求升级、数量需求增长。

目前全球数据中心光模块需求已经 10/40G 光模块向 100G 光模块更迭。

根据全球光器件龙头 OCLARO，2016 年起，

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	CAGR 2016-2021
根据连接类型划分(EB per Year)							
数据中心到用户	998	1,280	1,609	2,017	2,500	3,064	25.20%
占比	15%	14%	14%	14%	15%	15%	
数据中心互联	679	976	1,347	1,746	2,245	2,796	32.70%
占比	10%	11%	12%	12%	13%	14%	
数据中心内部	5,143	6,831	8,601	10,362	12,371	14,695	23.40%
占比	75%	75%	74%	73%	72%	71%	
根据用途类型划分 (EB per Year)							
个人	4,501	6,156	8,062	10,054	12,401	15,107	27.40%
占比	66%	68%	70%	71%	72%	73%	
商业	2,319	2,931	3,505	4,070	4,716	5,449	18.60%
占比	34%	32%	30%	29%	28%	27%	
根据数据中心类型划分 (EB per Year)							
云数据中心	5,991	8,190	10,606	13,127	16,086	19,509	26.60%
占比	88%	90%	92%	93%	94%	95%	
传统数据中心	828	897	962	997	1,030	1,046	4.80%
占比	12%	10%	8%	7%	6%	5%	
总计 (EB per Year)							
总流量	6,819	9,087	11,567	14,124	17,116	20,555	24.70%

全球数据中心流量



数据中心叶脊拓扑架构适用光模块产品

Amazon、Google 等北美一线云服务提供商服务器端口开始由 10G 向 25G 升级，叶、脊交换机端口由 40G 向 100G 升级，预计 2018 年开始部署 200/400G 产品。

国内厂商方面，阿里云宣传 2018 将成为 100G 光模块大规模应用元年，预计 2019 年进行 400G 光模块的升级。

2017 年全球 100G 放量，高端光模块价值凸显

根据 LightCounting，2016 年全球 100G 光模块销售额达到 11.5 亿美元，相比 2015 年的 4.6 亿美元，同比增长 150%；2016 年全球 100G 光模块的出货量约 100 万只，其中 QSFP28 光模块出货量超过 70 万只。2017 年 H1，全球 100GQSFP28 光模块出货量达 100 万只，全年大约 400 万只。

2015 年全球高端光模块 (40G 及以上) 市场规模为 43 亿美元，预

计 2021 年市场规模达 156 亿美元，2015~2021 年 CAGR24%；其中，100G 光模块市场规模预计由 2015 年的 34 亿美元增长至 2021 年的 119 亿美元，2015~2021 年 CAGR23%

CWDM4 逐渐成为主流，100G 硅光影响有限

数据中心大型化趋势导致传输距离需求提升，多模光纤的传输距离受限于信号速率的提升，预计将逐渐被单模光纤代替。

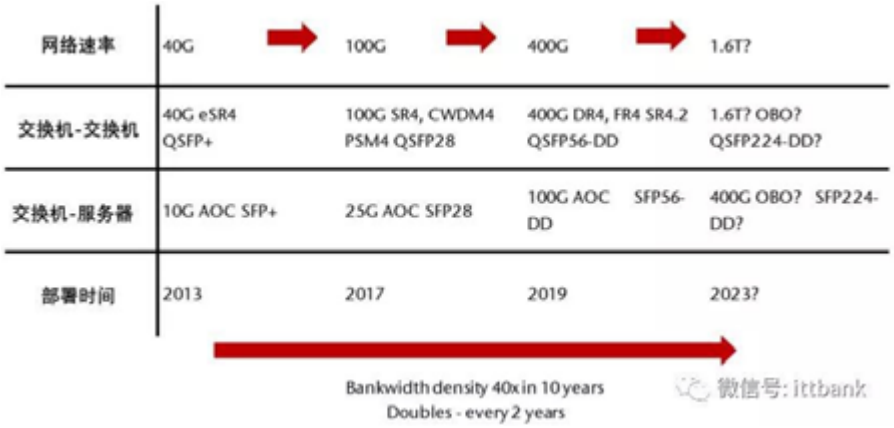
另外，光纤链路成本由光模块和光纤两部分组成，PSM4 光纤使用量是 CWDM4 的 4 倍，当链路的距离较长时 PSM4 方案成本更高。

Intel 提出了 100G 硅光方案，但前期主要是 PSM4，在转向 CWDM4 的过程中产品良率方面还存在较大障碍，硅光在 100G 的影响有限。

400G 逐渐成熟 2019 年有望规模应用

大型互联网公司需求明确，预计 2018 年下半年开始应用。Amazon、Google 等北美一线 ICP 公司预计 2018 年开始部署 400G 产品，2019 年逐步放量。国内厂商预计将跟随北美数据中心高速化和大型化的发展方向，光模块采购也将向高端化演变。根据 LightCounting，2015 年全球 200/400G 光模块市场规模为 1 亿美元，2021 年市场规模达到 34 亿美元，2015-2021CARG141%。我们认为，200G 光模块为 100G 向 400G 过渡方案，2019 年起增量市场空间将以 400G 光模块拉动为主。目前 400G 光模块的主流接口有 OSFP 和 QSFP-DD。

OSFP 标准由 Google、Arista 主推，



阿里云光模块演进路径

预计 2018H2 量产。“O”代表着“八进制 (Octal)”，意为 OSFP 光模块使用 8 个 50G 通道来实现 400GbE；“SFP”代表着“小型可插拔规格”。OSFPMSA(多源协议组织) 包括中际旭创、Google、Arista、光迅科技、AAOI、华为、Intel、Lumentum、Oclaro 等 48 家公司。

QSFP-DD 标准由 Cisco、Facebook 等主推，由于 DSP 的限制预计 2019 年量产

QSFP-DD 光模块使用 2 个 200GQSFP56 并行通道实现 400GbE；每个 200GQSFP56 通道由 4×50G 信号组成。OSFPMSA(多源协议组织) 由 Cisco、博通、华为、Finisar、AAOI、Intel、Juniper、Lumentum、Luxtera、Mellanox、Molex、Oclaro、TEConnectivity 等 52 家企业组成。QSFP 规格是业界 40G 和 100G 光模块的主流接口标准，因此 QSFP-DD 具有向后兼容性，可以实现平滑升级。目前中际旭创、思科、Oclaro 等厂商均已推出样品。

400G 研发进展顺利，龙头公司保持领先。OFC2018 期间，多个光模块厂商展示了 400G 设计或者样品。其中：QSFP-DD 展出厂商有中际旭创、新易盛、昂纳科技、Finisar、AOI 等 11 家，OSFP 展出厂商有中际旭创、海信宽带、Mellanox 等 3 家，中际旭创是同时具备 OSFP 和 QSFP-DD 的核心厂商。

根据 HeavyReading 对于 46 家主流光模块厂商的市场调查，目前已有 32% 的受访公司表示已经少量出货 400G 光模块，另有 14% 的受访公司表示将在未来半年或一年内出货 400G 光模块。

技术升级：硅光有望在 400G 中等距离实现突破

硅光器件具有低功耗、高集成优势。硅光主要只指在硅基上制作光通信器件，在工程场景下，大部分无源器件都可以用硅作为材料，但是激光器、放大器仍旧需要基于 III-V 族半导体。

与传统光器件相比，理论上硅光具备以下优势：

1) 成本低：硅基材料成本低，可利用 CMOS 在集成电路领域的投资、设施和工艺，大幅提高光器件制造工艺水平，进一

步降低成本；2) 功耗低：硅基材料阻抗低，器件驱动电压低，降低能耗；3) 集成度高：硅基材料及技术可以提供光子和电子的统一制造平台，为芯片级光电集成提供途径，进一步减小系统设备的成本和尺寸。

硅光模块进入产业化稳步推进阶段

Intel 基于未来全光计算考虑，成为硅光发展的重要推动力，2016 年提出 100G 光模块产品，硅光正式进入产业化应用阶段。

目前，硅光模块影响力较大的厂商有 intel、mellanox、Luxtera、TeraXion 等，国内光迅科技、中国电科也在开展硅光研究和产业化。

针对硅光模块的替代影响，目前业界普遍看法是：100G 方面，硅光子技术对 PSM4 产品有一定影响；到 400G，硅光在中等距离 (500M) 应用具有显著优势，短距将以 VCSEL 为主，长距离需要采用 EML。

Intel 和 Luxtera 的硅光模块已规模出货。2016 年，Intel 公布其 100GPSM4QSFP28 光模块实现量产，2017 年研发 CWDM4、CLR4 的硅光模块，预计 2018-2019 年推出 400G 光模块产品。Luxtera 主要基于 PSM4 路线，2015 年 Luxtera 推出 100GPSM4QSFP28 光模 LUX42604 以及 100GPSM4 硅光子芯片 LUX22604；2017 年，Luxtera 出货业界首款 2×100GPSM4 硅光嵌入式模块。

行业整合芯片并购活跃，模块产能向中国转移

行业并购活跃，整合高端芯片器件能力。Avago、NeoPhotonics 等国际厂商通过并购完善技术与业务拓展，巩固上游高端光芯片能力，把控光模块产业丰厚利润点。

全球主流厂商光器件业务毛利率

2018 年 3 月 Lumentum(全球 No.2) 宣布拟以 18 亿美元并购 Oclaro(全球 No.3)，若交易成功两者营收规模有望超过 Finisar 成为行业第一。

国内光迅科技、昂纳科技、海信宽带等通过自研和并购等方式，也具备了一定光芯片能力。

全球化协作凸显，光模块制造向国内转移。由于中国具有成熟的代工体系以及人力成本的相对优势，Finisar、AAOI 等国外厂商均在中国设有工厂。

国内厂商方面，以中际旭创、新易盛为代表的公司扩大产能，较低的制造成本成为差异化优势之一。

新易盛募投光模块生产线项目稳步推进，完成后可使产能从 2016 年的 413 万只 / 每年提高到 643 万只 / 每年；中际旭创通过增发股份募集资金扩大产能，完成后将新增年产光模块共计 530 万只的生产能力，另外投资铜陵项目预计 2018 下半年逐步启动生产。

云计算数据中心建设对无源器件也有拉动作用，一方面数量有明显增长，另外对产品专业集成、快速适配要求提升。

昂纳科技、天孚通信、太辰光均针对数据中心推出无源线缆、透镜、波分复用 / 解复用等产品。

政策推动鼓励国产自主，提升高端竞争力

国家政策支持信息光电子发展。2017 年底工信部发布《中国光电子器件产业技术发展路线图 (2018-2022 年)》，指出核心、高端光电子器件落后已经成为制约我国信息产业发展瓶颈。

目前 25Gb/s 的高速率光芯片国产化率仅 3% 左右，供应主要依赖美国、日本厂商。政策要求在 2022 年中低端光电子芯片的国产化率超过 60%，高端光电子芯片国产化率突破 20%。

核心竞争力 1：掌握光芯片能力，构建“护城河”

光芯片在模块中无论是技术壁垒还是产业价值都占据重要位置。光芯片是限制光模块供货能力的主要因素，下游大客户

类别	重点发展产品	2020年目标	2022年目标
光模块	200G速率QSFP56、400G速率OSFP/QSFP-DD、1T速率光收发模块	实现200G、400G产品规模化生产，核心光电芯片实现30%的国产化	实现400G速率以下产品所有核心光电芯片50%的国产化，市场占有率提升到70%，1T+速率光收发模块产品实现市场突破。
	100G/200G、400G/600G、1T+速率CFP2-DCO/QSFP-DCO/QSFP-DD-DCO/OBO-DCO相干光收发模块	实现100G/200G、400G/600G速率相干光模块国产化，其中光电芯片的国产化率达到100%。	实现1T速率及以上速率OBO/DCO相干光模块芯片国产化。
	25G/10G SFP工业级光收发模块	实现25GB/s SFP模块的量产，核心光电芯片实现10%的国产化。	实现25Gb/s SFP模块销售规模化，核心光电芯片国产化率达到70%，实现工业级10GGb/s SFP模块规模化销售。
	10G PON OLT与下一代PON光收发模块	实现10G PON OLT产品的低成本规模生产，核心光电芯片实现50%的国产化。	实现25Gb/s/50Gb/s NG-PON及WDM-PON模块的规模化生产，核心光电芯片的国产化率达到70%。
	CDC-F ROADM	实现市场突破，核心芯片国产化率100%。	市场占比提升到30%
	光交叉连接器（OXC）	实现1024×1024端口的OXC突破，核心光开关阵列芯片实现国产化。	市场占比提升到40%
	MT插芯和陶瓷导针	掌握MT插芯和陶瓷导针等全规模配套能力，MT插芯与陶瓷导针的市场销售占比达到全球第一。	
无源光器件	非接触式光纤连接器	国产化非接触连接器得到市场突破，小批量应用，国内市场占有率达到10%。	维持产品规模销售，并逐渐替代进口全球市场占有率达到30%
芯片和有源光器件	法拉第旋转片	实现小批量销售，国内市场占有率达到5~10%	实现规模化销售，市场占有率达到20%~40%
	10Gb/s 1577nm 高功率、25Gb/s及以上速率EML芯片及器件	实现10Gb/s大功率、25Gb/s速率EML芯片及器件的产业化，10Gb/s速率EML芯片的国产化率达到50%左右，25Gb/s速率芯片国产化率达到30%左右。	10Gb/s速率EML芯片的国产化率达到80%左右，25Gb/s速率EML芯片的国产化率达到50%左右，50Gb/s速率EML芯片的国产化率达到20%左右。
	25Gb/s及以上速率DFB(含工温)芯片及器件	该型产品规模销售，并不断替代进口，扩大市场占有率，市场占有率超过30%。	实现该型产品市场占有率超过60%。
	非气密、高功率DFB激光器芯片及器件	该型产品规模销售/应用，实现该型产品市场占有率达到10%左右。	实现该型产品市场占有率超过40%。
	宽带多通道可调谐激光器芯片及器件	该型产品形成市场突破，实现规模化应用。	实现该型产品市场占有率超过30%。
	25Gb/s及以上速率VCSEL芯片及器件	该型产品规模应用，并不断替代进口，实现该型产品市场占有率达到10~20%。	实现该型产品市场占有率超过30%~40%。
	硅基相干光收发芯片（100G/200G,400G/600G,1T）芯片及器件	支撑100Gb/s-600Gb/s国产化光收发模块的规模应用。	支撑1Tb/s国产化光收发模块的规模应用，不断扩大市场占有率。
	硅基100G PAM-4调制芯片（阵列）	支撑100Gb/s(单通道)、400Gb/s/4通道)光收发模块硅有源光组的规模生产。	持续提升市场占有率。
	硅基波导光开关、可变光衰减器阵列芯片	该型产品规模销售，实现该型产品市场占有率超过10%	实现该型产品在大端口光交叉连接(0×C)模块中的规模应用，市场占有率达到40%
	25Gb/s及以上速率TIA,LD Driver芯片	实现国产化25Gb/s IC芯片产品规模销售，并不断替代进口，扩大市场占有率，实现该型产品国内市场占有率超过5~10%。	实现国产化25Gb/s IC国内市场占有率提升至30%，时下份国产化100Gb/s IC芯片销售突破。
	PLC型AAWG芯片及器件	该型芯片产品规模销售，并不断替代进口，实现该型产品市场占有率达到40%	实现该型产品市场占有率超过70%
	LiNbO3基光调制器芯片及器件	该型产品市场占有率超过5~10%，并不断替代进口，扩大市场占有率	实现该型产品市场占有率超过30%
	MEMS光开关、VOA芯片	该型产品规模销售，并不断替代进口，扩大市场占有率	实现该型产品市场占有率超过40%

光通信器件产业重点发展产品

产业加速迭代中国企业迎来赶超机遇

对产品快速交付能力要求高，拥有自主芯片厂商能够确保产品供货速率。毛利率方面，由于光芯片占据模块约 30~70% 左右成本，上下游垂直一体化的厂商能获取更高的毛利率。

海外 Finisar、Lumentum 等具备完整的芯片 + 模块能力；目前国内具备光芯片能力的厂商主要有光迅科技、昂纳科技、海信宽带。

核心竞争力 2：服务主流客户，产品快速迭代

云计算数据中心下游客户高度集中，已进入主流客户供应体系光模块厂商具备相当销售规模，可以有效分摊研发成本，确保毛利率水平。

国外 AAOI 在 40G 周期服务北美主流客户，最新 100G 产品也具有领先优势；国内典型公司如中际旭创，与谷歌合作顺畅能力获得认可，2018 年已经扩展获取亚马逊、facebook 等主流云计算厂商订单。

另外昂纳科技、光迅科技、海信宽带也与互联网公司或者通信设备厂商具有一定良好合作基础，博创科技为关联方 KAIAM 提供 OSA。C

您的产品想进入物理学领域各科研院所和高等院校吗?

广告招商

宗旨和定位:致力于传播与普及当代物理学及其交叉学科的前沿最新进展,促进物理学与相关学科的相互交叉和渗透,沟通科研与产业,推动中国物理学的发展。

《物理》的优势

品牌价值高: 1972年创刊,中国物理学会、中国科学院物理研究所主办,中国科技核心期刊,多次获奖,在物理学界享有很高声誉。

传阅率高: 作为中国物理学会会员刊物,依托中国科学院的雄厚资源,凝聚了活跃在科研、教学一线的专家,成为众多物理学界人士必读的期刊。

广告有效率高: 读者遍布全国相关各科研院所和高等院校,覆盖物理学28个专业及其交叉学科(材料学、生命科学、信息技术、医学、化学等),核心读者群为科研人员、教师、研发人员、研究生等,群体稳定、专业性强。

物理

让我们为中国物理学的发展而共同努力,期待着我们的合作!

广告联系人:武然
电 话:010-82649277　13671034747
传 真:010-82649029
Email:physics@iphy.ac.cn
网 址:www.wuli.ac.cn
通 信:100190,北京603信箱《物理》编辑部

光学镜头大战开启，一文看尽产业真相

来源：智东西

无论是像素升级、光学防抖，还是大光圈、双摄像头，光学一直是消费电子的创新主战场之一。光学行业发展到今天出现了新的动向，3D Sensing 与三摄、潜望式成为未来创新的重点。

3D Sensing 正逐步取代指纹识别成为手机标配。三摄像头和潜望式则在双摄的基础上再次大幅提升拍照质量，有望在华为、OPPO 的带动下成为下一阶段的发展趋势。本期推荐来自光大证券的报告《光学行业深度报告》，深度解析手机光学模块的现状，预测未来趋势。

光学新动向精彩纷呈

1、光学始终是智能手机创新的主战场

光学创新因为能给用户带来非常直观而明显的体验提升，成为各大手机厂商进行差异化竞争的焦点，也让光学成为智能手机创新的主战场之一。

回顾历史，我们发现围绕着带来更好的拍照体验这个目标，光学经历了像素升级、光学防抖、大光圈、长焦镜头、光学变焦、多透镜设计、双摄像头等多种创新，其中以像素升级和双摄像头最为典型。

iPhone 作为智能手机的开创者和标杆，其像素升级历史最为典型。第一代 iPhone 的后置摄像头像素只有 200 万，随后逐步升级到现在的 1200 万；前置摄像头则从 iPhone 4 的 30 万像素，逐步升级到了现在的 700 万像素。

在苹果的带动之下，安卓手机厂商也积极升级手机摄像头像素，并在 2011-2015 年形成了“像素大战”。

双摄像头则是光学的另一重大升级。华为在 2016 年 4 月发布与德国徕卡合作的旗舰手机 P9，开创智能手机的双摄浪潮。P9 配备双 1200 万像素后置摄像头，两颗摄像头分别负责彩色和黑白功能。彩色摄像头用来获取物体的色彩，而黑白摄像头用来获取物体的细节，然后将两个图片融合为一张最终的图片。

苹果则在 2016 年 9 月发布了配备双摄像头的 iPhone7 Plus。iPhone7 Plus 采用广角 + 长焦镜头，通过左右摄像头使用不同的 FOV（可视角），使两个摄像头取景不同。当拍近景时，使用广角镜头，拍远景时，使用长焦镜头，从而实现光学变焦功能。

光学行业发展到今天出现了新的动向，三摄像头、潜望式摄像头与 3D Sensing 成为行业下一阶段创新的重点。三摄像头则在双摄的基础上再次大幅提升拍照质量，有望在华为的带动下成为下一阶段的发展趋势；潜望式摄像头由于可以实现远距离光学变焦，有望在 2019 年迎来大发展；3D Sensing 因为具备更高的安全性，并且可以带来 VR/AR 等更大的创新潜力，正逐步取代指纹识别成为手机标配。

2、三摄渗透率有望快速提高

华为在 2018 年发布的 P 系列和 Mate 系列两大旗舰机中均采用了三摄像头设计。P20 Pro 与 Mate20 Pro 均配备一颗 4000 万像素的主摄像头、一颗 2000 万像素的副摄像头、一颗 800 万像素的远摄像头，三颗摄像头分别起到彩色广角、黑白广角、彩色长焦的功能。

三摄的第一大优势是暗光场景下的强大拍照能力，这个时候使用的是彩色 + 黑白两颗摄像头，彩色摄像头用于成像，黑白摄像头用于捕捉细节。

▲ OPPO 的潜望式摄像头设计

三摄的第二大优势是变焦能力。

华为 P20 Pro 提供了 3 倍光学变焦和 5 倍三摄变焦两种变焦模式，其中 3 倍光学变焦用到长焦 + 黑白两颗摄像头，5 倍三摄变焦则要分别用到彩色 + 黑白和广角 + 黑白两种模式。

三摄像头一方面可以大幅改善成像质量，提供更好的光学变焦功能，另外一方面是对双摄的进一步升级，在硬件和算法的层面拥有更好的基础，可以更快地完成渗透。

我们预计在华为的引领下，2019 年将有包括苹果、三星、OPPO、vivo、小米等众多厂商开始使用三摄像头。

3、潜望式摄像头有望在 2019 年快速渗透

潜望式摄像头是指将镜头与手机平面垂直放置的摄像头。

OPPO 是最早推出潜望式摄像头的手机厂商，其在 2017 年的 MWC 上首次展示了潜望式摄像头技术。区别于传统双摄镜头的并列排布，OPPO 将长焦镜头横向排列，与广角镜头形成垂直布局，由特殊的光学三棱镜让光线折射进入镜头组，实现成像。

潜望式摄像头最大的优势是可以实现高倍数的光学变焦。变焦就是改变焦距，从而得到不同宽窄的视场角、不同大小的影像和不同的景物范围。变焦通常有数码变焦和光学变焦两种方式，其中数码变焦是通过数码相机内的处理器，把图片内的每个像素面积增大，从而达到放大目的；光学变焦是依靠镜头中镜片的移动（改变镜片之间的距离），进而改变镜头的焦距，实现变焦。

由于智能手机需要保持轻薄，而使用伸缩式摄像头会大幅增加手机的厚度，并且难以防水防尘，所以内变焦是手机实现光学变焦的主要方式。但由于手机厚度有限，水平放置的摄像头只能有较小的焦距，光学变焦能力有限，所以通过采用潜望式

摄像头的设计，能大幅增加摄像头的焦距，实现更好的光学变焦。

4、3D Sensing 快速渗透，行业规模不断增长

3D Sensing 是指获取周围环境的三维信息来进行识别的功能，被广泛应用于工业、医疗、交通、科研、国防等领域中，例如无人驾驶所使用的激光雷达就是 3D Sensing 的一个典型应用。

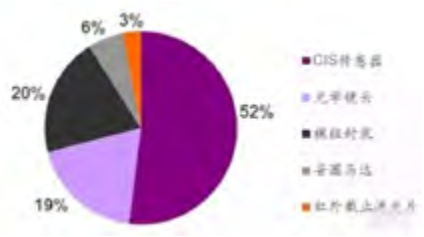
随着技术的进步，3D Sensing 逐步实现了小型化、低功耗，可以开始用于手机等消费级的电子产品中。当用于手机时，具有安全性高、使用简便、适合全面屏设计等优点，可以完美取代手机中的指纹识别解锁。

苹果在 2017 年 9 月发布的 iPhoneX 中首次配备 3D Sensing 功能，并命名为 Face ID，并在 2018 年 9 月发布的 iPhone XR、iPhone XS、iPhone XS Max 中全面配备 3D Sensing。

苹果在 2018 年 10 月 30 日发布的最新款 iPad Pro 中，同样去掉了指纹识别模块，转而使用 3D Sensing 功能，我们认为这将成为苹果在 iPad 产品系列中全面使用 3D Sensing 的开始，未来 3D Sensing 将成为 iPad 的标配。

预计苹果未来将在旗下产品中全线配备 3D Sensing 功能，由于苹果产品的出货量，未来 3D Sensing 将迎来广阔的发展空间。

三摄 + 潜望式：打开产业链成长新空间



▲手机摄像头的主要部件价值量占比

手机摄像头主要由光学镜头（Lens）、音圈马达（VCM）、红外滤光片（IRCF）、图像传感器（Sensor）等组成。

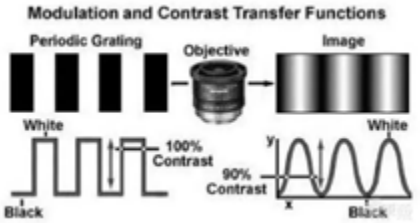
三摄相比单摄和双摄分别增加两颗和一颗摄像头，潜望式则需要增加一组镜片和折射镜头，将给整个摄像头产业链带来新的市场空间，产业链相关企业将迎来新的成长动力。从手机摄像头产业链的价值量分布来看，CIS 图像传感器占据了 52% 的价值量，是价值量最高的部件；光学镜头和模组的价值量占比分别达到了 19% 和 20%，两者旗鼓相当，仅次于 CIS 图像传感器；音圈马达和红外截止滤光片的价值量占比分别达到 6% 和 3%，价值量较少。

1、光学镜头

设计和制造难度大，经验积累是关键。光学镜头的主要作用是利用光的折射和反射原理，搜集被拍摄物体的反射光并将其聚焦于图像传感器上。

手机摄像头使用的镜头主要有塑胶和玻璃两种材质。塑胶镜头透光率不如玻璃镜头，但成型更为容易、良率较高、成本较低，通过不同形状的塑胶镜头进行组合，也可以达到非常好的成像效果，所以手机摄像头使用都是塑胶镜头。

衡量镜头解析力的常用指标是 MTF



▲ MTF 是镜头对对比度的还原情况的衡量

（Modulation Transfer Function，调制转换函数），它衡量的是镜头对对比度的还原情况。理想镜头的还原情况可以达到 100%，最差的镜头无法还原对比度，所以 MTF 的值位于 0—1 区间内。MTF 的值越大，表明镜头的解析力越好。

在手机可见光摄像头中，尽管玻璃材料的透光量要好于塑胶镜头，但塑胶易于成型，可以组成各种所需要的组合，对光线的控制也更优，所以塑胶镜头的 MTF 反而会大于玻璃镜头。基于此，塑胶镜头仍将是未来一段时间内手机可见光镜头的主流，但玻璃镜头或玻塑混合镜头大概率也将会占有一席之地。

光学镜头具有非常高的技术难度，目前能大批量稳定生产高品质镜头的厂商较为稀少。光学镜头的难点主要在于设计和制造环节。

光学镜头的难点之一在于设计环节。

设计环节需要的是多年的经验积累，以及想象力的发挥，不仅仅是一门工程，更是一门艺术。每一个设计的光学镜头都可以专门申请专利，保护设计师的心血结晶。

设计环节直接决定厂商能否生产某一

规格的镜头，是进入这个行业的门票。光线在穿过镜头时，会发生非常复杂的折射过程才能到达图像传感器。这些复杂的折射过程会使图像传感器上的成像与根据高斯光学得到的理论结果产生差距，这就是像差。像差无法完全消除，所以这个世界不存在完美的镜头。光学设计就是通过组合不同形状、不同数目的透镜，实现对这些像差的控制，尽可能获得尽可能完美的成像效果。但是因为像差实在太多，所以想实现完全的像差控制是不可能的，只能通过光学设计在众多像差中取得平衡。

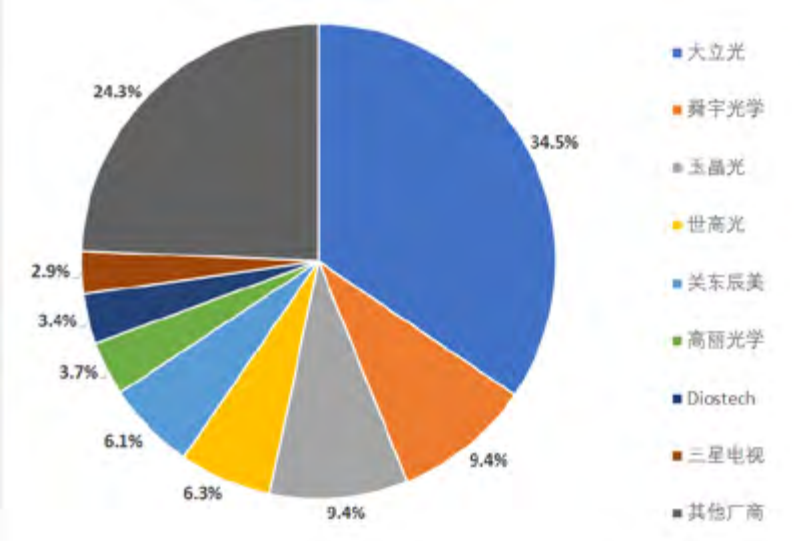
光学设计不是工程，而是艺术，是对于美的理解，考验的是光学设计师的经验、天赋和灵感。莱卡和蔡司作为最优秀的光学厂商，引以为傲的正是其在光学设计上的深厚积累。华为与莱卡合作，主要的合作内容就是莱卡帮助华为改善光学设计。

光学镜头的难点之二在于制造环节。

如果说设计解决的是镜头厂商能否生产的问题，那么制造环节就是决定生产良率和一致性的关键。在模具、成型、组装等环节，对于生产精度都有非常高的要求，任何一个环节出现差错都会对最后的成像效果产生非常大的影响。

模具环节是塑胶镜头制造的最关键部分。

模具的质量直接影响镜片的成型，所以需要非常高精度的模具，不仅需要有经验的设计人员来进行设计，还需要制造人员具有精密加工和检测方面的基础。在成型环节，材料发生了相变化、密度变化、温度变化以及压力变化，必须严格精确控制这些变量才能使透镜拥有良好的光学特性，这对厂商的生产提出了极高的要求，



▲ 2017 年各手机镜头厂商的市场份额

不仅需要高精度的仪器，还需要有经验的熟练工人才能完成操作，任何差错都会影响最后的成像质量。

组装环节是按照顺序逐一将加工完成的镜片、隔片、压圈等部件完成装配，并实现光学性能的过程，目前主要通过自动化方式实现组装。镜头组装技术要点十分复杂，对部件加工精度、组装精度具有极高的要求，整体公差一般不超过 3 微米，而大立光等企业甚至达到 2 微米。

光学镜头设计非常复杂，目前已知的像差就有数百种，仍有大量未知的像差不断被发现，需要在设计中被考虑进去。光线的折射和反射路径数不胜数，需要设计师去不断计算和权衡。透镜的形状、位置、材料可以有无数种组合方式，让设计师们有空间去不断挖掘更好的设计。

光学镜头行业永远没有进步的终点，永远都有探索的空间。手机镜头的生产尽管不像相机镜头那么困难，但时间和经验依然很重要。例如台湾的大立光是最早开始研究塑胶镜头的厂商之一，成立至今已有接近 40 年的历史。尽管塑胶镜头是在智能手机兴起之后才开始蓬勃发展，但大立光在此之前已积累了接近 20 年，所以其他厂商始终难以企及大立光的镜头品质和生产良率，这也造就了大立光在手机镜头领域的霸主地位。

2、音圈马达

总体技术难度不高，精度控制是关键。

手机中控制镜头对焦的器件为音圈马达（VCM）。单反相机的对焦是通过转动镜筒带动镜头里某个镜片或者某组镜片前后移动，来修正光路，使成像落在感光元件上是最清晰的。普通的手机摄像头无法做到像单反相机那样移动某块镜片或者某组镜片来对焦，因此手机摄像头是通过镜头组整个前后移动实现自动对焦，驱动这一动作的就是 VCM。

不同厂商的 VCM 结构略有不同，但总体上均包括外壳、支架、垫片、簧片、磁石、线圈、载体、底座等部件，内部结构较为复杂。

VCM 的技术并不复杂，但由于对灵敏度的要求较高，所以生产时的精度控制是关键，这涉及到设计、材料等各个环节的改进。正因为 VCM 技术难度并不高，所以全球参与 VCM 产业的厂商有上百家，总体上来看，这些厂家可以划分为日本、韩国、中国三大阵营。

3、红外截止滤光片，镀膜工艺是关键

红外截止滤光片 (IR-Cut filter) 是一种允许可见光透过而截止红外光的光学滤光片。当光线进入镜头，折射后可见光和红外光会在不同靶面成像，可见光成像为彩色，红外光成像为黑白。当把可见光所成图像调试好之后，红外光会在此靶面形成虚像，影响图像的颜色和质量。

红外截止滤光片又可细分为两种，一种是反射式滤光片，另一种是吸收式滤光片。

滤光片最关键的工艺是镀膜，需要保证镀膜的均匀性和一致性，镀膜又可分为真空镀膜和化学镀膜两种方式。镀膜之后基本可以滤除 650nm 以上波长的光，满足基本的使用需求。以蓝玻璃为基材镀膜制成的 IRCF，是采用吸收的方式过滤红外光，可过滤 630nm 以上波长的光，比较彻底；而以普通玻璃为基材镀膜所制成的 IRCF 是以反射的方式过滤掉红外光，反射光容易造成干扰，效果差于蓝玻璃 IRCF。

红外截止滤光片的主要生产厂商有欧菲光、水晶光电、田中技研、哈威特（已被奥托仑收购），欧菲光早在 2002 年就研发生产 IRCF，此后进军触控屏及影像系统领域，IRCF 增长放缓。水晶光电作为后起之秀，目前是国内龙头，同时也间接向苹果供应红外截止滤光片。

4、CIS 传感器

技术创新与定制化是行业两大特点。

CMOS 图像传感器（CIS，CMOS Image Sensor）是实现将光信号转换为电信号的模数转换器。MOS 图像传感器由两部分组成：感光区域和处理电路。感光区域由大量的感光二极管构成，每个感光二极管就是一个像素单元。光子在经过感光二极管之后，就会通过激发光电二极管中的材料放电，从而转化为电子被释放出来。电荷被储存而形成电势差，电势差被测量出来，从而可以得到该像素单元的灰度值。

处理电路是对感光区域获得的数据进行处理的电路，例如自动对焦、光学防抖、曝光时间控制、自动增益控制、时序控制、同步信号、行起始信号、场起始信号等，在传感器的工作过程中起着非常重要的作用。

技术创新驱动与客户定制化要求高是 CMOS 图像传感器行业的两个重要特点。CMOS图像传感器是个技术密集型的行业，只有不断开创新技术的厂商才能立于不败之地。CMOS 图像传感器的第一次重大创新是由前照式（FSI）转变为背照式（BSI）。像素单元由片上透镜、彩色滤光片、金属线路、光电二极管构成。

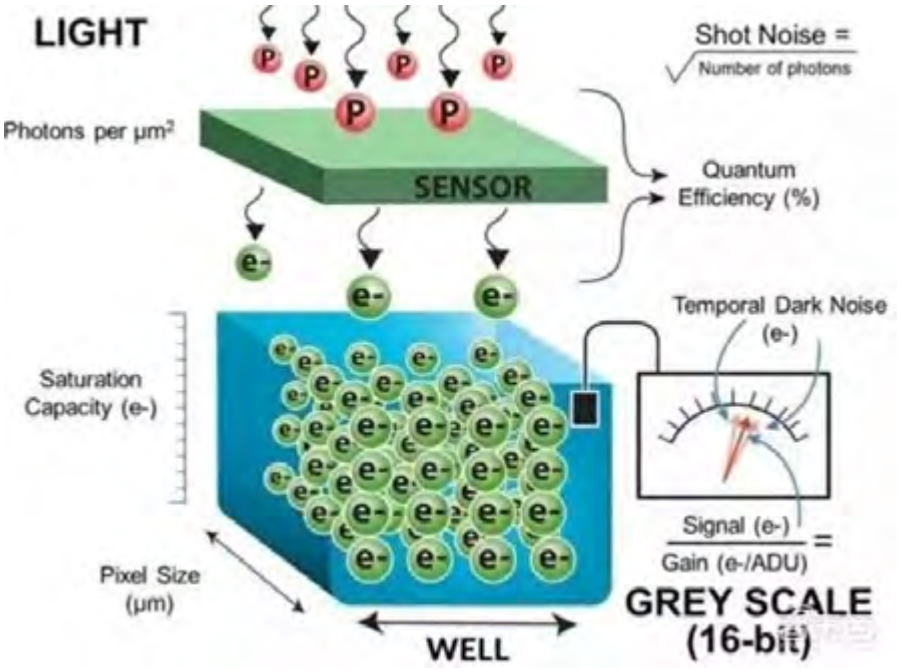
前照式结构中，当光线射入像素单元，经过了片上透镜和彩色滤光片后，先通过金属排线层，最后光线才被光电二极管接收。在这个过程中，金属线路会遮挡和反射一部分光线，极为影响成像质量。索尼改变了这种制造像素单元的方式，采用背照式结构，将光电二极管放在金属线路的前面。

这一方法让像素可以获得更多的感光量，大幅提高了信噪比，而且可以采用更复杂、更大规模电路来提升传感器读取速度。这一进步大幅提高了手机的拍摄质量，直接促成了数码相机的衰落，也让索尼击败豪威科技拿到 iPhone 4S 的图像传感器订单。

CMOS 图像传感器的第二次重大创新是由非堆栈式转变为堆栈式。非堆栈式是将感光区域和处理电路在同一片晶圆上制作，但这样会面临两个问题。第一个问题是非堆栈式的两个区域都只能采用相同的工艺，比如 65nm 工艺。这样的工艺对于感光区域的像素制作是足够的，但是对于处理电路而言，更先进的工艺可以有更高的晶体管密度，其对于像素区域的管控能力也能得到提高，可以得到更好的画质。

第二个问题是为了提高像素集合光的效率，需要引入光波导管。光波导管的干刻过程中，硅晶圆和像素区域会有损伤，此时则要进行一个叫做“退火（annealing process）”的热处理步骤，让硅晶圆和像素区域从损伤中恢复回来，这时候需要将整块 CMOS 加热。

这种加热会对处理电路产生不必要的损伤，会对信号读出产生影响。索尼创造性地提出堆栈式的方法，解决了上面两个问题。首先利用晶圆和基板的热传导系数差异，通过加热将两者分离。然后使用 65nm 工艺制作感光区域，使用 40nm 工艺制作处理电路，然后堆叠在一起。这样一来，感光区域的面积也可以增大，可以制作更多的像素，处理电路也得到了优化。这样的摄像头体积变得更小，但功能和性能反而增强。



▲ CMOS 图像传感器的单个像素单元结构

CMOS 图像传感器行业的第二个重要特点是定制化要求非常高。

由于各大手机厂商对拍照性能的要求不同、理解也不同，所以对 CMOS 图像传感器的性能要求也不一样，这就需要进行定制化生产。与公版感光元件固定化的参数相比，定制化的感光元件在参数选择上更加灵活。定制化要求 CMOS 图像传感器供应商具有柔性生产和较强的响应客户的能力，这也是在这个行业立足的核心竞争力之一。技术创新与定制化这两大特点使得 IDM 模式在 CMOS 图像传感器行业更有优势。IDM 模式即将设计与制造两大环节垂直整合的模式，Fabless 模式即只专注设计而将制造环节外包的模式。

根据前面的分析，CMOS 图像传感器其实有大量技术创新是在制造环节，那么 IDM 模式的厂商就可以更深刻地理解制造过程，从而实现技术上的改进，而代工的 Fabless 模式则因距离制造环节太远而无法更好地创新；与此同时，IDM 模式让厂商在生产环节有了更多的掌控力，可以更好地完成手机厂商所要求的定制化参数。

根据 Yole 的统计，在 2017 年全球价值 139 亿美元的 CMOS 图像传感器市场中，索尼占据了 42% 的市场份额，是当之无愧的霸主。在索尼之后的是三星电子、豪威科技（Omnivision）、安森美（On Semi）等厂商。

索尼、三星、佳能、尼康等厂商采用的是 IDM 模式，SK 海力士则通过收购 Siliconfile 而成为 IDM 厂商。其余厂商则采用 Fabless/Fablite 的模式，例如安森美（On Semi）交给 L-Foundry 代工，意法半导体交给台联电代工，豪威科技主要交给台积电代工，格科微主要交给中芯国际代工。

5、模组

· 技术壁垒不高，良率提升决定盈利能力。模组是把上述零组件整合到一起后的器件。手机摄像头模组的主流工艺有 CSP、COB 和 FC 三种，其中 CSP 主要用于低端产品，COB 是最主流的工艺，FC 则仅有苹果在使用。

· CSP（芯片级封装）的优势在于制造设备成本低、洁净度要求低、良率较高，劣势在于镜头透光率低、模组厚度较高。

· COB（板上封装）的优势在于设备成本较高但封装成本低，劣势在于洁净度要求高、良率较低，制程时间相对较长。

· FC（倒装芯片）的优势在于封装密度很高、封装所得摄像头模组厚度最薄、缺点在于成本较高、良率较低。

与此同时，COB 封装正向 MOB（Molding On Board）和 MOC（MoldingOn Chip）发展。MOB 与 COB 的区别在于底座与线路板一体化，将电路器件包覆于内部，而 MOC 比 MOB 更加先进的地方在于将连接线一起包覆于内部。随着 MOB 和 MOC 的推出，COB 封装的性能进一步向 FC 靠近，同时成本更低，未来有望取代 FC 封装。

摄像头模组行业的技术壁垒并不高，这也导致国内手机摄像头模组市场比较分散。根据旭日产研的数据，欧菲科技是 2017 年国内手机摄像头模组市场的第一名，但其所占份额也仅为 11%。除了欧菲科技之外，还有舜宇、丘钛、信利、光宝、合力泰等也可以供应摄像头模组，但市场份额均只有个位数。

3D Sensing：全新市场

3D Sensing 的硬件可以分为发射端和

接收端两部分。发射端由 VCSEL 激光源、准直镜头和 DOE 扩散片组成，接收端由窄带滤光片、光学镜头和红外 CIS 组成。在工作时，VCSEL 激光源首先会发射出数百束特定频率的红外光，这些红外光经过准直镜头的校准之后，被传导到 DOE 扩散片，扩散片会将红外光束分散成 3 万多个随机的红外光点，照射到人的面部；经过面部反射之后的红外光被接收端接收，在经过窄带滤光片的过滤之后，特定频率的红外光经过光学镜头的投射被红外CIS所接收。

3D Sensing 是一个全新的增量市场，将给产业链带来新的成长动力。

发射端的元器件大部分是创造了新的产业，价值量较大，在 VCSEL 激光源、准直镜头、DOE 光学衍射元件、模组等领域给相关企业带来了巨大的全新需求。但发射端元器件的难度较高，需要较多的技术积累，所以目前主要是海外企业参与供应链，这也给未来大陆厂商的突破带来了契机。

接收端的元器件主要是在对存量产品应用领域的进一步的扩大，价值量相对发射端要小。大陆企业在窄带滤光片、光学镜头、模组等领域已经具有较强的实力，完全可以参与进去。但在红外 CIS 方面还是空白，需要未来的进一步突破。

1、VCSEL 激光源

技术难度大，海外厂商主导

VCSEL（Vertical Cavity Surface Emitting Laser，垂直共振腔表面射型激光）具有光束集中、精度高、小型化、低功耗、高可靠、转换效率高、成本低等诸多优点，从而顺理成章地击败红外 LED 和 EEL 成为 3D Sensing 的主流红外光源，被苹果等厂商所使用。

在 VCSEL 中，发光层被称为多量子阱（MQW），其中由铟镓砷（InGaAs）和铝镓砷（AlGaAs）组成的 MQW 最为合适。铟（In）的比例可以决定最后发射激光的波长，当铟（In）的比例为 0 时，发射的是波长 850nm 的红外激光，这时的外延工艺较为简单，这也是 850nm 红外激光被广泛使用的原因；当铟（In）的比例为 20% 时，发射的是 940nm 波长的红外激光，这也是 iPhone X 所使用的红外激光的波长。

在 MQW 发光层的上下部分是 p-DBR 与 n-DBR，用于筛选出特定波长的“纯净”光。由于出射光的方向一般是顶部，所以在底部还需要一层衬底。阳光中的 940nm 红外光会在长距离传播中被空气中的水分吸收掉，而 iPhone X 所用的 940nm 红外光则因距离面部近而不会被吸收，这样可以避免阳光中的红外光干扰产生“红暴”现象，所以苹果才选用这个波长的红外光。850nm 红外光则一般用于光通信中。

VCSEL 产业由设计、外延片、晶圆代工、封测等四个环节组成，整个产业高度分工、专业化程度很高，拥有较高的技术门槛。大部分设计厂商都是从光通信领域切入消费电子领域，主要厂商包括 Lumentum、Finsar、Princeton 等。Lumentum 为苹果核心供应商，其一方面采用 IDM 模式自行制造 VCSEL，另外也与代工厂合作生产。

除了 Lumentum，苹果正在积极扶持 Finsar，以降低供应链集中的风险。Princeton 已在 2017 年被 AMS（艾迈斯）所收购，并已在新加坡建设新工厂，用于生产高功率 VCSEL，已成为小米 8 透明探索版的 VCSEL 供应商，未来可能是安卓厂商的首选。

外延片领域，英国公司 IQE 是全球最大的独立外延片供应商，市场份额大约为 80%，是苹果核心供应商。其他的外延片供应商还包括台湾地区的全新和联亚光电。在代工领域，台湾地区的稳懋为全球最大的化合物半导体代工厂，其在化合物半导体代工市场的市占率超过 50%，并与 Lumentum 紧密合作而成为苹果核心供应商。而宏捷科则拥有 AMS（艾迈斯）入股，未来有望随着 AMS 而切入消费电子 3D Sensing 产业。在封测领域，主要厂商均来自台湾地区，主要包括联均、欣品和同欣等厂商。

2、准直镜头

技术难度高 VCSEL 发出的光具有较宽的波瓣，不利于后续的衍射过程，需要将这些光汇聚校准为窄波瓣的近似平行光。这种将激光校准为平行光的器件就是准直镜头。由于准直镜头靠近 VCSEL 红外激光源，VCSEL 产生的大量热量会影响准直镜头的形状、尺寸及折射率，所以耐热性成为了准直镜头的关键。

现在准直镜头的制造工艺有 WLO、WLG 和模造工艺三种。

・WLO（Wafer Level Opticals，晶圆级光学镜头）采用晶圆和特殊液体聚合物作为光学材料，被苹果选为 iPhone X 的准直镜头方案。目前大部分 WLO 专利都在 Heptagon（已被 AMS 收购）手中，形成了非常高的壁垒，苹果 iPhone X 所使用的 WLO 就是由 Heptagon 所提供。除了 WLO 方案，目前还有 WLG 工艺和模造工艺涌现，同样可以解决耐热性问题，可能

	核心部件	苹果供应商	单机价值量（美元）	其他供应商
发射端	VCSEL设计	Lumentum、Finisar	1.5	Princeton（AMS）、II VI
	VCSEL外延	IQE	0.3	全新、联亚光电
	VCSEL代工	稳懋	0.5	宏捷科、三安光电
	准直镜头	Heptagon（AMS）	3.5	瑞声科技、Himax
	DOE代工	台积电	1.5	Himax、AMS
	DOE封装	精材科技	0.5	
	模组	LG Innotek	2.0	舜宇光学、欧菲科技
接收端	光学镜头	大立光、玉晶光	1.0	舜宇光学、康达智
	窄带滤光镜	VIAVI、水晶光电	0.6	
	红外CIS	意法半导体	2.5	三星电子、豪威科技
	模组	富士康、夏普	1.0	舜宇光学、欧菲科技

▲ 3D Sensing 产业链供应商及单机价值量

在未来成为准直镜头的选择。未来准直镜头的技术路径存在较大的不确定性。

・WLG（Wafer Level Glass，晶圆级玻璃）采用半导体级工艺生产玻璃镜头，具有良好的耐热性，可能在未来取代 WLO 成为准直镜头的首选方案。目前 WLG 方案进展最快的厂商是瑞声科技，公司拥有来自丹麦的 WLG 模具设计和制造团队（Kaleido）、日韩光学设计团队和高效的本土管理团队。瑞声除了可将 WLG 用作准直镜头，还可以用于手机前后置摄像头等成像镜头，具有较大的想象空间。但目前 WLG 方案仍不成熟，产能、良率、成本等方面仍需要时间才能突破。

・模造工艺即首先使用模造工艺生产玻璃透镜和塑胶透镜，然后将玻璃透镜或塑胶透镜组合到一起制成准直镜头。

在具体材料组成方面，有全玻璃、玻塑混合、全塑胶三种组合。

尽管塑胶的耐热性不如玻璃，但台湾的大立光通过在塑胶镜头中多增加一片透镜，并增加音圈马达，也可以具有较强的耐热性。根据大立光最新的股东常会透露，其全塑胶方案已向客户送样。模造工艺是目前制造镜头的最成熟工艺，目前手机摄像头所用的成像镜头都是使用模造工艺制成的，所以模造工艺在产能、良率、成本上都有较为明显的优势，大立光、舜宇光学、瑞声科技等均可大规模制造模造镜头。如果模造工艺成为准直镜头的方案，将对这些传统手机镜头供应商带来较大的增量市场空间。

3、光学衍射元件

精度控制是关键经过准直镜头校准后的激光束并没有特征信息，因此下一步需要对激光束进行调制，使其具备特征结构，光学衍射元件（DOE）就是用来完成这一任务的。VCSEL 射出的激光束经准直后，通过 DOE 进行散射，即可得到所需的散斑图案（Pattern）。

DOE 的基本原理是利用衍射原理在元件表面制备一定深度的台阶（光栅），光束通过时产生不同的光程差，满足布拉格衍射条件。通过不同的设计来控制光束的发散角和形成光斑的形貌，实现光束形成特定图案的功能。DOE 是一个单一光学元件，可将入射光束分散成无数个光束再射出。

每一个分散之后再射出的光束，都与原先入射进来的光束拥有相同的光学特性，包括偏振性、相位等。DOE 可产生 1D（1xN）或 2D（MxN）的光束矩阵，视 DOE 的表面微结构而定。DOE 的特点是能够在保持较高衍射效率的同时对光强分布进行精确控制，因此 DOE 成为让激光生成随机散斑的理想元件。

DOE 的制造门槛较高，苹果是由其自行设计 pattern，然后交由台积电采购玻璃后进行图案化过程，精材科技将台积电 pattern 后的玻璃进行堆叠、封装和研磨，然后交采钰进行 ITO 工序，最后由精材科技进行切割。台湾地区的奇景光电也具有生产 DOE 的能力，目前正与高通合作。大陆地区还没有具备 DOE 设计和加工能力的公司。

4、接收端镜头

使用普通手机镜头，产业链十分成熟传统的手机镜头需要达到非常好的成像效果，所以需要非常复杂的光学设计和制造工艺。但接收端红外摄像头对光学镜头的要求远不如可见光摄像头那么高，对光线的通光量、畸变矫正等指标容忍度较高，所以目前 3D Sensing 接收端镜头主要使用已成熟的普通镜头。

苹果 iPhone X 接收端镜头为 4P 结构，供应商为台湾地区的大立光和玉晶光。除了这两大厂商，还有关东辰美、舜宇光学、瑞声科技等均可提供接收端镜头。随着大陆手机厂商开始普及 3D Sensing 功能，舜宇光学和瑞声科技可能凭借本土供应链优势而获得较大的份额。

5、窄带滤光片

所起作用十分重要，镀膜工艺是关键。

窄带滤光片是只允许特定波长的光通过而滤除其余波长的光的光学元件。3D Sensing 的发射端会发射 940nm 波长的红外光，接收端需要滤除其余波长的光而仅仅接受 940nm 红外光，所以需要使用窄带滤光片。窄带滤光片的通带相对比较窄，一般要求在中心波长值的 5% 以下。

窄带滤光片的薄膜一般由低折射率和高折射率的两种膜组成，叠加后层数达几十层，每一层薄膜的参数漂移都可能影响最终性能；而且窄带滤光片透过率对薄膜的损耗非常敏感，所以制备峰值透过率很高、半带宽又很窄的滤光片非常困难。

制备薄膜的方法有很多种，包括化学气相沉积、热氧化法、阳极氧化法、溶胶凝胶法、原子层沉积（ALD）、原子层外延（ALE）、磁控溅射等，而不同方法制备的薄膜性能差异很大。窄带滤光片的难度和价值量都高于传统摄像头所用的滤光片，目前仅有 VIAVI 和水晶光电的技术较为成熟，这两家也是苹果 iPhone X 的窄带滤光片供应商。

随着国产手机厂商将在 2019 年开始快速普及 3D Sensing 功能，水晶光电作为本土的窄带滤光片供应商，将有望占据更为重要的位置。

6、红外 CIS

技术较为成熟，定制化是行业主要特点

红外 CIS（CMOS Image Sensor）即红外 CMOS 图像传感器，是用来将接收到的红外光转换为数字信号的器件，在技术上已经比较成熟。在原理上，红外 CIS 与可见光 CIS 是一致的，但可见光 CIS 需要识别 RGB 三种颜色，并且需要呈现非常清晰的图像，所以对分辨率的要求很高。而红外 CIS 只需要获取结构光的深度信息，不需要产生清晰的成像，所以分辨率要求不高，通常 2M 像素即可满足要求。

目前红外 CIS 的供应商主要有意法半导体、奇景光电、三星电子、富士通、东芝等，其中意法半导体是 iPhone X 红外 CIS 的供应商。由于各厂商使用的 3D Sensing 方案差异较大，各个厂商对红外 CIS 的要求也有很大的差异，所以需要供应商提供定制化的红外 CIS。

例如 iPhone X 所用的接收端红外 CIS 使用了独创的 SOI 衬底和深沟隔离（DTI）两种技术，用于满足苹果的定制化要求。红外 CIS 成像系统的有效范围与其灵敏度直接相关，并由两个关键性的测量参数所确定：量子效率（QE）和调制传递函数（MTF）。

红外 CIS 的 QE 代表其捕获光子与其转换为电子的比率，QE 越高，NIR 照明所能达到的距离越远，并且图像亮度越高。MTF 所测量的是在特定的分辨率下图像传感器将成像物的对比度传送到图像中的能力，MTF 越高，图像越清晰。

7、模组

行业门槛并不高，良率提升是盈利关键

3D Sensing 模组环节就是把上述各元件组装形成一个整体的过程。模组环节技术难度并不大，并且受益于摄像头模组行业的发展，已经拥有众多厂商可以生产 3D Sensing 模组，所以行业门槛并不高。

尽管行业进入门槛不高，但如何把产品良率维持在一个较高的水平是稳定盈利的关键。影响 3D Sensing 模组良率的环节主要体现在以下几个方面：

1）发射端拥有准直镜头、衍射光学元件等非常精密的光学元件，在组装时需要保证非常高的精度；

2）发射端的 VCSEL 激光器需要进行光谱检测和校准；

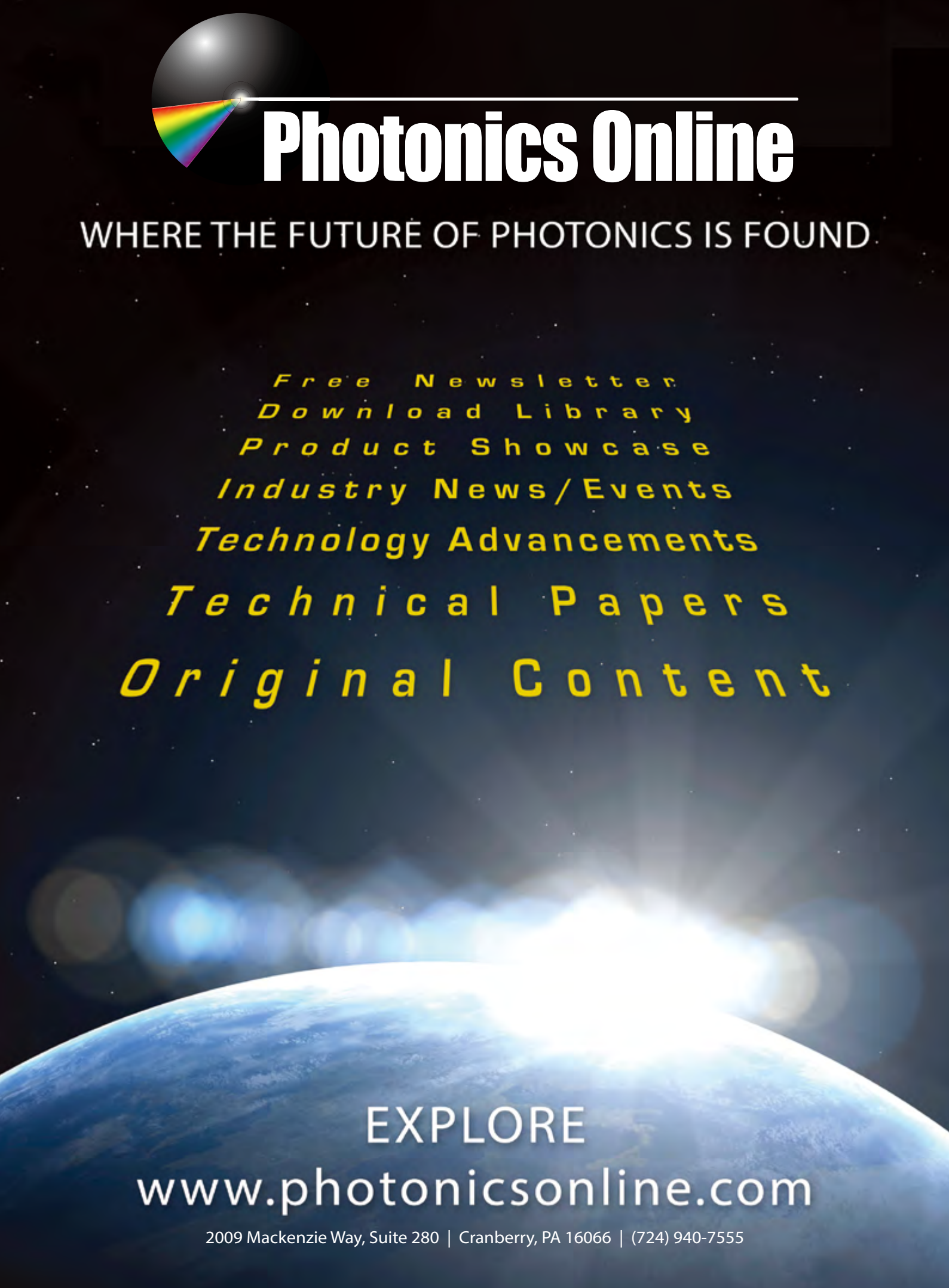
3）发射端、接收端、泛光感应器件需要通力合作，三者在位置上的准确度和稳定性对于最终 3D Sensing 效果有非常重要的影响，需要高难度的匹配和校准。

以上环节主要是对精度的要求，稍有不慎就会产生废品降低良率，所以这是一个需要精密和准确的行业，而不是一个依靠技术创新的行业。

目前，具备 3D Sensing 模组制造能力的厂商包括 LG Innotek、富士康、夏普、欧菲科技、舜宇光学等。其中 LG Innotek 是 iPhone 3D Sensing 发射端模组的独家供应商，富士康和夏普是 iPhone 3D Sensing 接收端模组的供应商。欧菲科技、舜宇光学等大陆厂商在模组领域也具备很强的实力，已经可以大规模量产 3D Sensing 模组。

随着国内手机厂商在 3D Sensing 领域快速推进，欧菲科技、舜宇光学将有望深度受益。无论是三摄像头、潜望式摄像头还是 3D Sensing，都是智能手机的增量创新，都将带来全新的增量市场空间。

当创新得到应用时，只要是成功进入创新供应链的企业，都将充分受益于创新带来的红利。所以投资者可以关注成功进入三摄像头、潜望式摄像头还有 3D Sensing 创新供应链的企业。


Photonics Online
WHERE THE FUTURE OF PHOTONICS IS FOUND
Free Newsletter
Download Library
Product Showcase
Industry News/Events
Technology Advancements
Technical Papers
Original Content
EXPLORE
www.photonicsonline.com
2009 Mackenzie Way, Suite 280 | Cranberry, PA 16066 | (724) 940-7555

激光产业未来将走向何方？——盘点中国激光产业的四大应用领域

来源：前瞻产业研究院整理

激光是 20 世纪以来，继原子能、计算机、半导体之后，人类的又一重大发明，被称为“最快的刀”、“最准的尺”、“最亮的光”和“奇异的激光”。

激光技术作为当今世界范围内最先进的制造加工技术之一，现在已广泛应用于工业生产、通讯、信息处理、医疗美容、3D 传感、军事、文化教育以及科研等方面，成为众多投资机构眼中的香饽饽，大量资金、人才、机构开始跑步进入该领域。可以说，激光产业正从原本一个非常“小众”的市场变得越来越“大众化”。

从芯片的角度看中国激光产业发展前景

一直以来，大功率半导体激光芯片都是激光产业的核心部件，以半导体激光芯片为基础的激光工业在全球发展迅猛。发达国家为了在全球化竞争环境中占据世界技术制高点，纷纷加紧实施半导体激光产业发展计划，如美国的“半导体激光核聚变计划”、德国的“半导体激光 2001 行动计划”、英国的“阿维尔计划”和日本的“半导体激光研究五年计划”等，国外以美、德、日为代表的发展国家半导体激光产业迅速发展，其在主要的大型制造产业，如汽车、电子、机械、航空、钢铁等行业中基本完成了用半导体激光加工工艺对传统工艺的更新换代。

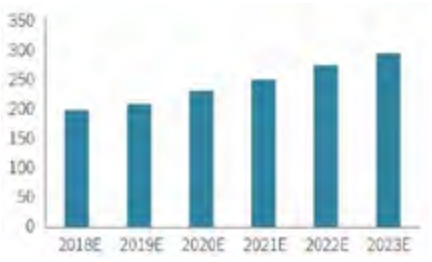


图: 2018 - 2023 年中国半导体激光产业市场规模预测（单位: 亿元）

随着国内经济状况的不断改善，我国激光产业也获得了飞速的发展。半导体激光产业发展 50 多年来，已初具规模，主要涉及工业、医疗、军事和文化等方面。近年来，国内更是加大了激光产业发展，各个地区在政府的领导和激光企业配合下潜心科研、提升技术、开拓市场，并建设激光产业园。前瞻产业研究院预计，到 2023 年，我国半导体激光产业市场规模将接近 300 亿元。

激光产业未来将走向何方

毫无疑问，未来的激光技术将朝着更高功率、更好光束质量、更短波长、更快频率的方向发展。举例而言，随着下游激光设备对能量密度要求的日益提高，器件厂商需要不断地提高核心组件性能（如大功率半导体激光芯片和增益光纤），另外光纤激光器功率的提高还需要先进的合束和功率合成等激光调制技术，这都将给大功率激光芯片厂商带来新的要求和挑战。

从应用的角度看，目前除了工业加工领域的快速增长外，激光也渗透到更多新兴应用领域，比如激光清洗、3D 打印市场、激光雷达、、激光医疗美容、3D 传感、激光显示、激光照明等，这些新兴应用将会极大地推动激光产业的飞跃发展，特别是汽车电子和消费电子领域对激光产业的带动作用更是令人期待，万亿产值并非海市蜃楼。

激光在 OLED 的应用

按照 OLED 制成分类，AMOLED 制成可以分为前端 BP（背板端）；中端 EL（蒸镀端）；后端 MODULE（模组端）三段。激光设备在三端均有广泛应用：BP 端主要应用于激光退火；EL 端主要应用于激光切割、LLO 激光玻璃、FFM 激光检测等；MODULE 端主要应用于主要应用于柔性面板模组的激光切割和倒角。

按照价值量看，以一条产能在 45K/ 月的柔性 AMOLED6 代线为例，其激光设备的总投资大约在 20 亿元左右，约占设备总投资的 5-7%。根据 2017-2020 年 4 年 7 条新 6 代产线估算，OLED 激光设备投资在 120 亿元以上。

激光在锂电池的应用

新能源汽车锂电池模组生产工艺可以划分为电芯段工艺和模组段（PACK 段）

图表4：激光设备在智能手机中的应用

设备名称	主要作用
激光打标	激光打标是利用高能量密度的激光对工件进行局部照射，使表层材料汽化或发生颜色变化的化学反应，从而留下永久性标记的一种标刻方法。手机中应用到激光打标的场景包括:Logo打标、手机按键、手机外壳手机电池，手机饰品打标等等。
激光切割	激光切割可对金属或非金属零部件等小型工件进行精密切割或微孔加工，具有切割精度高、速度快、热影响小等优点。手机上常见的激光切割工艺有:蓝宝石玻璃手机屏幕激光切割、摄像头保护镜片激光切割、手机Home键激光切割、FPC柔性电路板激光切割、手机听筒网激光打孔等等。
激光焊接	激光焊接机是利用高能量的激光脉冲对材料进行微小区域的局部加热，激光辐射的能量通过热传导向材料的内部扩散，将材料熔化后形成特定熔池。手机中的激光焊接包括薄壁材料、精密零件的焊接。

工艺，其中电芯段设备又可以分为前段 / 中段和后段生产工艺。激光设备在电芯（主要为中段）&PACK 段都有大量采用：在电芯段，锂电设备主要应用在极耳焊接、封口焊接（密封钉 & 顶盖焊接）等环节；PACK 段，激光设备主要用在电芯与电芯之间的连接。

从锂电设备的价值量上看，以自动化程度从低至高看，每 Gwh 的锂电设备投资从 4 亿元至 10 亿元不等，其中激光设备在总设备投资中占比相当高。1GWh 对应激光总设备投资在 6000-7000 万元，且自动化程度越高，激光设备占比会越高。

按照 2016-2020 年 300GWh 国内动力电池投资计划，将打开约 4 年 180-210 亿动力电池激光焊接设备空间。

激光在智能手机的应用

智能手机中激光应用非常广泛，是小功率激光最重要的应用场景之一。智能手机中常用的激光应用场景也包括：激光打标、激光切割、激光焊接等多个环节。

而且，智能手机激光设备具备消费属性。因为激光设备大多为定制化的设备（不同材料、不同工艺功能需要的激光设备都不一样），故智能手机中的激光设备更迭速度相比 PCB、LED、汽车等行业用激光设备短很多，更具消费属性。

不过，目前国内智能手机在生产过程中，还大量使用超声波等传统工艺，对激光整体需求低于苹果。但随着大族等国内激光器龙头在积极推进国内手机制造激光设备的应用，国内内智能手机制造中激光的渗透率会大幅提升。

激光在汽车领域的应用

汽车领域是高功率激光器最大的领域之一，主要用作整车及汽车零部件的焊接。目前我国汽车制造设备市场空间预计在 1500 亿元以上，其中汽车焊装自动化设备约占整体设备整体设备投资的 25% 左右，市场空间约 400 亿元。

汽车中应用到的激光设备主要用在主线焊接和离线零部件加工上：主线焊接即对汽车整个车身进行装配过程。另外在汽车制造的过程中，除了主线焊装工艺中对白车身、车门、车架等零部件的加工，还有大量不在主线上制造的零部件可以用激光加工，例如发动机核心部件的淬火、变速器齿轮、气门挺杆、车门铰链焊接等等。

目前德、美系车激光普及率已经比较高，但日韩系、自主品牌采用激光加工方式的比例还不高。随着国内自主品牌车厂的崛起，国内大厂如上汽、广汽、吉利等也开始加速普及大功率激光正在以汽车行业为代表大型工业制造领域内加速普及，在汽车焊装市场的渗透率将会加速提升。

不仅仅对于汽车焊接，对于其他行业级应用领域同样如此，尤其是对于五金、卫浴等长尾市场，激光设备替代空间非常广阔。市场规模看，国内传统切割 + 焊接市场规模在千亿级，加上耗材 / 人力等变动成本市场规模预计在 2-3 千亿以上。而目前国内大功率激光设备市场规模仅在百亿级左右，潜在空间广阔。

干货分享：一文看懂全球毫米波雷达产业链

来源：ITTBANK

国外主要毫米波雷达企业

企业名称	产品频率
Bosch（德国-博世）	77GHz
ConTInental(德国-大陆集团）	77GHz
Denso（日本-电装）	77GHz
HELLA（德国-海拉）	24GHz，77GHz
采埃孚&天合TRW（美国）	77GHz
Delphi（美国-德尔福）	77GHz
Autoliv（瑞典-奥托立夫）	24GHz，77GHz
Valeo（法雷奥）	/
Oculii（美国-傲酷）	24GHz，77GHz
Fujitsu（日本-富士通天）	77GHz
Hitachi（日本-日立）	77GHz

国内主要毫米波雷达企业

企业名称	产品频率	备注
杭州智波科技	24GHz，77GHz	量产前装
芜湖森思泰克	24GHz，77GHz	量产前装
南京隼眼科技	77GHz	科研院所转企
苏州安智汽车	77GHz	科研院所转企
北京行易道	77GHz	科研院所转企
深圳安智杰	24GHz，77GHz	实业转型前装
芜湖伯德科技	24GHz	实业转型前装
深圳承泰科技	24GHz，77GHz及79GHz	实业转型前装
华砺智行	24GHz	其他
保隆科技	24GHz，77GHz	其他
深圳卓泰科技	77GHz	其他
芜湖启迪睿视	77GHz	其他
深圳承泰达科技	24GHz，77GHz	其他
苏州豪米波	24GHz，77GHz	其他
上海加特兰	77GHz	其他
杭州岚达科技	77GHz	其他
长沙莫之比	77GHz	其他
北京木牛科技	77GHz	其他
德赛西威	24GHz，77GHz	其他

什么是毫米波雷达？

毫米波雷达是指利用波长 1-10nm，频率 30GHZ-300GHZ 的毫米波，通过测量回波的时间差算出距离。毫米波雷达始用于军事领域，随着技术水平的提升，开始逐渐应用于汽车领域。

▲毫米波雷达优劣势

目前各个国家对车载毫米波雷达分配的频段各有不同，但主要集中在 24GHz 和 77GHz，少数国家（如日本）采用 60GHz 频段。由于 77G 相对于 24G 的诸多优势，未来全球车载毫米波雷达的频段会趋同于 77GHz 频段（76-81GHz）。

77GHz 在性能和体积上都更具优势。目前车载雷达的频率主要分为 24GHZ 频段和 77GHZ 频段。与 24GHz 毫米波雷达相比，77GHz 的距离分辨率更高，体积更是小了三分之一。2018 年，中国新车评价规程（C-NCAP）将自动紧急制动系统（AEBS）纳入评分体系，从而将带动 77GHz 毫米波

频段	特点	应用
24—24.25GHz	频率比较低； 带宽（Bandwidth）比较窄，只有 250MHz	盲点监测、变道辅助
77GHz	频率比较高； 国际上允许的带宽高达 800MHz	紧急制动、自动跟车等主动安全功能
79GHz—81GHz	带宽非常宽，要比 77GHz 的高出 3 倍以上； 具备非常高的分辨率（雷达能区分两个物体间的距离），可以达到 5cm	

▲奔驰 S 级搭载 6 个毫米波雷达

雷达在未来的市场需求。而从长远来看，77GHz 毫米波雷达的体积更小、探距更长，使得其较 24GHz 毫米波雷达将具备更大的市场空间。

24GHz 与 77GHz 毫米波雷达兼备于 ADAS 的长短距检测。毫米波雷达因其硬件体积小，且不受恶劣天气影响，被广泛应用在 ADAS 系统之中。24GHz 目前大量应用于汽车的盲点监测、变道辅助。雷达安装在车辆的后保险杠内，用于监测车辆后方两侧的车道是否有车、可否进行变道。77GHz 雷达在探测精度与距离上优于 24GHz 雷达，主要用来装配在车辆的前保险杠上，探测与前车的距离以及前车的速度，实现的主要是紧急制动、自动跟车等主动安全领域的功能。完全实现 ADAS 各项功能一般需要“1 长 +4 中短”5 个毫米波雷达，奥迪 A8 搭载 5 个毫米波雷达（1LRR+4MRR），奔驰 S 级搭载 6 个毫米波雷达（1LRR+6SRR）。目前 77GHz 的毫米波雷达系统单价在 1000 元左右，24GHz 毫米波雷达单价在 500 元左右。

车载毫米波雷达的原理

车载毫米波雷达通过天线向外发射毫米波，接收目标反射信号，经后方处理后快速准确地获取汽车车身周围的物理环境信息（如汽车与其他物体之间的相对距离、相对速度、角度、运动方向等），然后根据所探知的物体信息进行目标追踪和识别分类，进而结合车身动态信息进行数据融合，最终通过中央处理单元（ECU）进行智能处理。经合理决策后，以声、光及触觉等多种方式告知或警告驾驶员，或及时对汽车做出主动干预，从而保证驾驶过程的安全性和舒适性，减少事故发生几率。根据辐射电磁波方式不同，毫米波雷达主要有脉冲体制以及连续波体制两种工作体制。其中连续波又可以分为 FSK（频移键控）、PSK（相移键控）、CW（恒频连续波）、FMCW（调频连续波）等方式。

根据辐射电磁波方式不同，毫米波雷达主要有脉冲体制以及连续波体制两种工作体制。其中连续波又可以分为 FSK(频移键控)、PSK（相移键控）、CW(恒频连续波)、FMCW(调频连续波)等方式。

由于可测量多个目标、分辨率较高、信号处理复杂度低、成本低廉、技术成熟，FWCW 雷达成为最常用的车载毫米波雷达，德尔福、电装、博世等 Tier 1 供应商均采用 FMCW 调制方式。

FMCW 雷达系统主要包括收发天线、射频前端、调制信号、信号处理模块等。毫米波雷达通过接收信号和发射信号的相关处理实现对目标的探测距离、方位、相对速度。

车载毫米波雷达的核心零部件及成品

MMIC 芯片和天线 PCB 板是毫米波雷达的硬件核心，以 FMCW 汽车雷达系统为例，主要包括天线、收发模块、信号处理模块。

1、MMIC(单片微波集成电路)

MMIC 具有电路损耗低、噪声低、频带宽、动态范围大、功率大、抗电磁辐射能力强等特点。它包括多种功能电路，如低噪声放大器（LNA）、功率放大器、混频器、检波器、调制器、压控振荡器 (VCO)、移相器等。

毫米波雷达的核心芯片来自国外厂商，几乎被他们垄断。从毫米波雷达芯片国内外企业的市场占有率来看，目前国际市场

▲毫米波雷达海外主要供应商及产品

主要被恩智浦（NXP）、英飞凌、德州仪器（TI）等芯片设计公司占据。

代表厂商：得捷电子、富士通、飞思卡尔、英飞凌、安森美、恩智浦、意法半导体、瑞萨电子

国内的毫米波雷达芯片业目前还未形成规模。毫米波芯片是涉及学科范围非常广的高难度工程，国内企业在以下两个方面还与国外大公司有一定的差距：

●芯片核心技术积累少，创新应用基本由国外巨头引领；

●差异化产品创新、品牌信誉度还有待进一步提升。

随着我国集成电路产业化进程的加快，国内芯片设计企业已经开始布局毫米波雷达领域。

清华大学、清能华波等单位在毫米波雷达芯片领域有着深厚的积累，东南大学毫米波国家重点实验室已完成 8mm 波段混频器、倍频器、开关、放大器等单功能芯片的研制，目前正在开展单片接收 / 发射前端的设计与研制；国内 24GHz/77GHz MMIC 关键技术也在不断获得突破，其中由意行半导体自主研发的 24GHz SiGe 雷达射频前端 MMIC 套片，率先实现了国内该领域零的突破，现已实现量产和供货。前年，加特兰微电子发布了其国内首款 77GHz CMOS 车载毫米波雷达收发芯片。南京米勒也正在研发雷达 MMIC。

长期以来，在国家项目、企业合作和社会资本的通力支持下，部分企业已经完成了毫米波雷达全集成核心芯片的研发，并逐步进入产业化进程，毫米波雷达核心芯片将会在未来 3 到 5 年之内逐步实现部分自主可控。

2、雷达天线高频 PCB 板

天线是汽车毫米波雷达有效工作的关键设计之一，同时也是毫米波车用雷达能否赢得市场的关键。毫米波雷达天线的主流方案是微带阵列，简单说将高频 PCB 板集成在普通的 PCB 基板上实现天线的功能，需要在较小的集成空间中保持天线足够的信号强度。77Ghz 雷达更高规格的高频 PCB 板，77GHz 雷达的大范围运用将带来相应高频 PCB 板的巨大需求。例如博世的 LRR3，相比于第 2 代 LRR 需要用几个砷化镓芯片生成、放大并检测 77GHz 微波，Bosch 第 3 代 LRR 极大简化了雷达天线PCB板，仅使用1或2个英飞凌硅锗芯片。

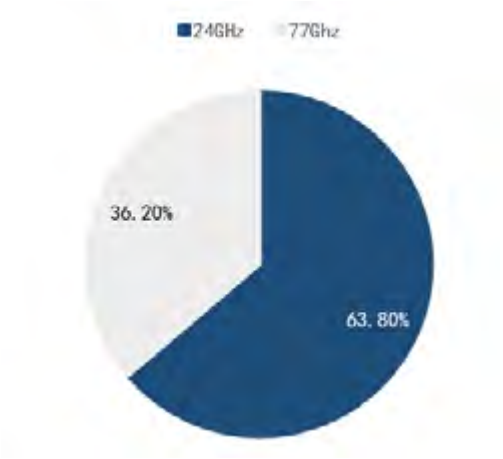
由于 ADAS 的功能，往往是通过传感器 + 处理器的方式捆绑销售，使得系统供应商在里面担当了产业链中核心角色，基于毫米波雷达的 ADAS 技术主要由大陆、博世、电装、奥托立夫等传统零部件系统供应商巨头所垄断。国内高频 PCB 板厂商暂无技术储备，只能根据图纸代加工，元器件仍需国外进口。沪电股份是大陆和博世的板材供应商，目前已就 24GHz 和 77GHz 高频雷达用 PCB 产品与国际顶尖厂商 Schweizer 开展合作。

目前雷达天线高频PCB板由沪电股份、Rogers(罗杰斯)、Isola、Schweizer（施瓦茨，目前沪电股份持有公司 19.74% 股权）等少数公司掌握。国内高频 PCB 板厂商暂无技术储备，只能根据图纸代加工，仍需国外进口。国内的沪电股份是大陆和博世的 PCB 板材供应商。

3、全球毫米波雷达主要供货厂商分布

・国外：

毫米波雷达关键技术被外商垄断，集中度较高。在全球毫米波雷达市场上，占主导地位的是德国、美国、日本等国家。



▲ 24GHz 毫米波雷达是主流方向

目前毫米波雷达技术主要被博世（Bosch）、大陆集团（Continental）、天合汽车集团（TRW）、法雷奥（Valeo）、海拉（Hella）、德尔福（Delphi）、电装（Denso）、奥托立夫（Autoliv）、富士通（Fujitsu）等厂商垄断；其中，77GHz 毫米波雷达技术被垄断于博世、大陆、德尔福、电装、TRW、富士通天、Hitachi 等公司手中。2016 年，博世和大陆全球毫米波雷达市场占有率均为 17%，并列第一；电装、海拉并列第二，市场份额为 11%，采埃孚占据 8%，德尔福占据 6%，奥托立夫占据 4%。前七大供应商巨头市场占有率达到 73%。

前中国 24GHz 雷达市场主要由法雷奥（Valeo）、海拉（Hella）和博世（Bosch）主导，合计出货量占总出货量的 60% 以上；中国 77GHz 雷达主要由大陆集团（Continental）、博世（Bosch）和德尔福（Delphi）主导，合计出货量约占总出货量的 80%。

·国内：

国内企业加速追赶，24GHz 仍是主流方向

国内毫米波雷达依赖进口，受限国外技术封锁，24GHz 毫米波雷达是主流方向。目前中国市场中高端汽车装配的毫米波雷达传感器全部都依赖国外进口，市场被美、日、德企业垄断，价格昂贵，并采取了技术封锁，自主可控迫在眉睫。国内自主车载毫米波雷达产品总体仍处于研制阶段。考虑到研发成本和 77GHz 开发技术受限，目前国内厂商对于毫米波雷达的研发方向集中于 24GHz。据麦姆斯咨询研究表明，2016 年中国汽车预装毫米波雷达的数量达到 105 万个，其中 24GHz 雷达占比 63.8%，77GHz 雷达占比 36.2%。

中国第一批做毫米波雷达的创业企业，大多都成立在 2014-2016 这几年，团队往往是科研背景、军工背景、或供应商跳槽创业背景。比如海归派：森思泰克、杭州智波。科研院所派：行易道、南京隼眼、苏州安智、苏州豪米波。实业转型派：深圳安智杰、深圳承泰、湖南纳雷。还有依莱达、德赛西威、木牛、雷博泰克、深圳卓影等。

目前国内市场上 24GHz 毫米波雷达的产品体系已经相对成熟，供应链已经相对稳定，24GHz 的核心芯片射频芯片能从英飞凌、飞思卡尔等芯片供应商获得。

但是，目前在全球范围内 77GHz 毫米波雷达芯片并没有稳定的供应体系，由于相关知识产权与合作协议的原因，英飞凌、飞思卡尔、意法半导体等芯片商对中国并没有放开 77GHz 雷达芯片的供应，因此国内 77GHz 毫米波雷达的开发受到一些限制。

目前，行易道、德赛西威、森斯泰克等企业已经逐步实现 77GHz 毫米波雷达的量产，开始和国内整车厂展开合作，并占有了部分的国内市场份额。华域汽车 2017 年 24GHz 后向毫米波雷达实现量产，保隆科技于 2 月发布其自主研发的 24GHz 和 77Ghz 毫米波雷达产品。纳雷科技、杭州智波科技等公司也都取得一定的市场化进展。C

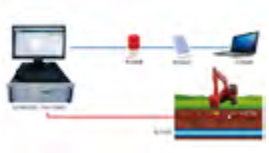
CIOE | 中国光博会

光通信展

Optical Communications Expo

CIOE 光通信展是中国乃至亚太地区最为完整的光通信产业链商贸采购、展示、技术及学术交流的平台，集结了国内外优质通信设备供应商、器件商、系统集成商、运营商及服务商，全面展示光通信产业的光纤光缆及芯片、光器件、传感器、测试设备、光网络设备。小编四处搜寻，为大家呈现部分展商的火热新品，下面随小编来围观下。（以下排名不分先后）

深圳市特发信息股份有限公司 展位号：1C11



特发展出光纤振动在线监测系统

外界环境参量对光纤中脉冲光有相位调制作用，引起脉冲内的瑞利后向散射光相干后的光强发生变化，光电探测器检测到该变化，将相邻时刻的光强原始轨迹曲线相减，即可得出光纤上扰动点的位置。优点有：50公里超长测量距离，测量信息丰富；1秒以内报警；光信号传输，完全电绝缘，抗电磁干扰；本质安全，适用于易燃易爆环境下长期工作；测量精度高，测量稳定可靠，误报率低；长期稳定，光纤寿命长，可达30年免维护。

深圳市易飞扬通信技术有限公司 展位号：1C06

易飞扬展出易飞扬 100G CFP-DCO 数字相干光模块

易飞扬100G CFP-DCO数字相干光收发器是一种可热插拔的CFP外形光模块，专为高速光网络应用而设计，包括100千兆以太网和OTU4。CAUI和OTL4.10电接口和MDIO管理接口都内置在模块中。为数据中心互连（DCI），城域网应用定制开发，传输距离100公里，支持P2P和DWDM传输；利用硅光子技术的集成优化解决方案，在充分保证性能的基础上满足低功耗（22W）的应用。

青岛海信宽带多媒体技术有限公司 展位号：1C52

海信宽带展出 400G QSFP-DD DR4

● PAM4 Modulation ● 8 independent electrical input/output channels ● 4 independent parallel optical lanes ● MPO-12 optical connector ● Up to 500m/1km link on SM fiber ● Power Consumption ＜ 12W

武汉博昇光电股份有限公司 展位号：1B60

博昇光电展出光纤 HDMI 连接线

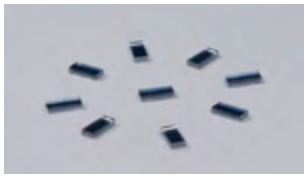
支持18G 4K @60Hz 4:4:4，传输音视频信号,可用于消费电子，医疗、高清安防、机器视觉等各大应用场景之中。

SCHOTT AG 展位号：9E20

SCHOTT AG 展出 SCHOTT FLEXINITY ™

通过 SCHOTT FLEXINITY ™，肖特正在推出一种全新的创新产品组合，可提供高精度和多功能结构的玻璃基板。

河南仕佳光子科技股份有限公司 展位号：1A30



仕佳光子展出awg芯片

该产品尺寸紧凑、应用在QSFP28&CFP4，具有高可靠性、低成本和低波长相关性的特性。应用于WDM系统、数据中心和40/100G TOSA/ROSA中。

昂纳信息技术（深圳）有限公司 展位号：1A10

昂纳展出100G AOC

Compliant with QSFP28 (SFF-8665) form factor; Hot pluggable electrical interface; 850 nm VCSEL array and PIN array; 25.78125 GBd signaling rate per lane; 3.3 V power supply only; Internal CDR circuits on receiver and transmitter channels.

深圳市芯思杰智慧传感技术有限公司 展位号：1B11

芯思杰展出高速TO封装光器件

研发设计高速光子芯片封装技术构建低成本、批量化生产光电子器件工艺平台提供EMS半导体封装服务。

唯亚威通讯技术有限公司 展位号：1A96

唯亚威展出光通信测试仪器

Aerotech光纤对准系统设计灵活，可实现光纤与光纤对接，以及光纤与芯片对接；采用光纤控制器例程，能够快速部署主动式对接程序；可轻松整合影像，并利用单个纳米平台步进尺寸；精度无与伦比，能以最高的可重复性与可靠性来组装设备。

上海剑桥科技股份有限公司 展位号：1C51

上海剑桥展出25G SFP28-LR

Founded in 2006, Cambridge Industries Group (CIG) is headquartered in Shanghai, China with major R&D and Sales/Marketing presence in Silicon Valley. CIG is a leading ODM / JDM / OEM vendor focuses on the following products Wired Access Wireless Access Carrier Ethernet Home Networking Optical Modules As a part of its core business, CIG has a two-engine drive model, which provides high quality R&D and state-of-the-art manufacturing collaborative services to the ICT industry. This model results in competitive advantages in technology leadership and innovation. Millions of CIGs products have been deployed globally by our partners with some of the largest service providers. Our teams have years of successful track-record working with American and international industry icons.

苏州旭创科技有限公司 展位号：1B52

旭创科技展出100G&400G

数据中心应用领域：主要展示的100G& 400G 产品有：100G QSFP28 DR1/ FR1; 400G QSFP-DD SR8/ DR4/ FR4/ LR4. 旭创科技拥有全面的400G QSFP-DD光通信模块产品组合，包括8x50G和4X100G两种架构方案。该系列的产品符合IEEE 802.3bs和QSFP-DD MSA标准。 主要应用于400G以太网、数据中心和云网络。

三菱电机机电（上海）有限公司 展位号：1C20

三菱电机展出 FU-402REA

产品特性： • 100G 集成 TOSA • 27.95Gbps 速率 • 无内置驱动 EA-LD TOSA • 集成 4 通道 EML 和光复用器。 • 功耗 1.2W（电信.）• 4 波长应用 (LAN-WDM) • 商业级温度 Tc = -5 ~ +80oC • 应用于 100GBASE-LR4/ER4 和 OTU4。 • 外观尺寸 W6.7 x L15 x H5.8 mm（适合 CFP4/QSFP28）

索尔思光电（成都）有限公司 展位号：1B05

索尔思展出 400G QSFP-DD SR8

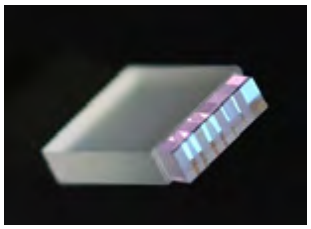
- 符合 IEEE802.3cd 协议标准 - 采用 850nm VCSEL 阵列和 PIN 接受端 - 采用 QSFP-DD 封装形式，70m(OM3)/100M(OM4) - MPO-16, APC - 最大功耗 <10w - 工作温度：0~70°C

广州市利成光电科技有限公司 展位号：1B82

利成展出 ATP-3200 研磨机

特点： 1、通过增加夹具，可实现研磨 MPO 连接器最大 48 头，SC 连接器最大 48 头，LC 连接器最大 96 头。 2、独创的研磨轨迹，确保高质量研磨成品率。 3、简便装载，可迅速装卸连接器和插芯。 4、独立加压式夹具。简便更换研磨零部件，大大降低维护成本。 5、可通过电脑设定研磨工序。

福州高意通讯有限公司 展位号：1B51



高意展出 Z-block Optics

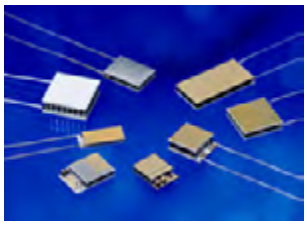
Z-block 是 II-VI 独特的一种 4 波长 Mux/Dmux 微光学器件，广泛用于目前数据中心的 100G Transceivers. 利用 II-VI 公司多年来在光通讯滤光片的技术积累及微光学加工和装配方面的能力，II-VI 可提供大批量高性能的 Z-block 用于 CFP-4 和 QSFP 封装的 100G 光模块。 Z-block 可以采用 LAN-WDM 或 CWDM4 滤光片，间距为 200/500/750um，器件尺寸最小可达 1.5x1.0x1.35mm。

恩梯梯尖端技術株式会社 展位号：1B83

恩梯梯展出研磨机

量产用研磨机

日立高新技术（深圳）贸易有限公司 展位号：2558 2559



日立展出致冷片

KELK 致冷片由半导体原材料自制，采用全机器人自动化组装，可以提供高品质和性能的产品

黄山市光锐通信股份有限公司 展位号：1A53-3

光引擎 &AOC 系列产品

SFP+，SFP28，QSFP+/QSFP28 光引擎 &AOC; 10G SFP+ SR,25G SFP28 SR,QSFP SR4,QSFP28 SR4 光模块，基于光锐可靠的 COB 封装工艺，具备大规模量产能力，可提供客制化标签烧码服务。

是德科技（中国）有限公司 展位号：1A02

是德展出 100G/400G 测试发送端方案

N1092 系列配有低噪声、高灵敏度，且经过校准的参考接收机（符合行业容差标准），可对 750 nm 到 1630 nm 波长的多模和单模信号进行测试。N1090A 的噪声可低至 1 μW，而 N1092 的噪声低至 4 μW，确保了此系列的测试系统能够支持极高的动态测量范围。N1092 的灵敏度显著优于 86100 系统，因此在 PAM-4 波形分析方面是更为出色的解决方案。电通道涵盖了 20 GHz（N1090A）、30 GHz 和 50 GHz 的带宽（N1092/4）范围。

成都新易盛通信技术股份有限公司 展位号：1A52

新易盛展出 400G QSFP56-DD

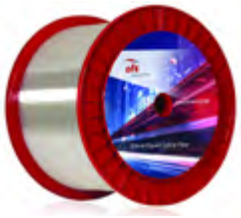
QSFP56-DD 系列光模块产品，是基于新易盛自主封装光器件设计，面向下一代高密度、大容量以太网互联的光模块产品。特点： 遵循 QSFP-DD MSA 和 IEEE P802.3bs/cd 等协议规范；机械尺寸遵循 QSFP-DD MSA 协议规范的 type2； 电口侧采用 8*50G PAM4 输入信号，光口侧采用 4*100G/8*50G PAM4 信号输出，各项光电指标满足 400G 系列产品的技术要求； 可满足 100m/500m/2km 的传输距离； 工作温度范围：0~70°C。

潮州三环（集团）股份有限公司 展位号：1B30

潮州三环展出 MT 插芯及导针

该产品主要应用于光通讯领域的多芯数光纤芯的精准物理连接，也是光通信连接器的核心部件。

杭州奥林海升光电技术有限公司 展位号：1B10



奥林海升展出掺铒光纤

OFS 的掺铒光纤设计应用于光放大器，在光传输的过程中起到将光信号放大、增强信号的作用以便于整个传输的顺利畅通。优化的掺铒光纤正被使用于要求高性能，低噪声及增益平坦的高品质掺铒光纤放大器中。

衡东光通讯技术（深圳）有限公司 展位号：1B77

衡东展出高速网络设备内无源光纤耦合类产品

Aerotech 光纤对准系统设计灵活，可实现光纤与光纤对接，以及光纤与芯片对接；采用光纤控制器例程，能够快速部署主动式对接程序;可轻松整合影像,并利用单个纳米平台步进尺寸;精度无与伦比，能以最高的可重复性与可靠性来组装设备。

Wooriro Co.,Ltd 展位号：1B33

Wooriro Co.,Ltd 展出 25G 光电探测器，平面波导芯片

光电转换器 平面波导芯片

汉高乐泰（中国）有限公司 展位号：1A15

汉高乐泰展出汉高光模块电子材料整体解决方案

汉高光模块电子材料解决方案：导热垫片 液态导热材料 主动对位胶 结构粘接胶 电磁吸收材料 导电胶

无锡市德科立光电子技术有限公司 展位号：1C50

德科立展出 Optical Amplifiers

High Power Amplifer; SOA; Array EDFA; XFP/CFP2 EDFA; Ultra-Mini EDFA

Sony Semiconductor Solutions Corporation 展位号：1B04

Sony Semiconductor Solutions Corporation 展出 VCSEL

用于光通讯的 VCSEL，NRZ(1CH, 2CH, 4CH), PAM4(850nm) and SR4.2 (908nm)

EXFO INC. 展位号：1B06

EXFO INC. 展出 OSA20

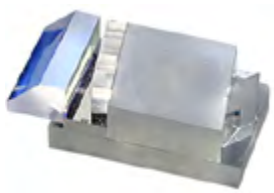
OSA20 是当今市面上实用性最强扫描速度最快的高性能光谱分析仪（OSA）。它基于衍射光栅原理，工作范围为 1250 nm 至 1700 nm。OSA20 的设计基于知名的滤光技术，其可提供的快速、精确、高动态范围的扫描，弥补了传统仪表的不足。它还在同类产品中首次完美地融合了触摸屏与多触点控制。

安立通讯科技（上海）有限公司 展位号：1012、1013

安立展出 MP1900A 信号质量分析仪

MP1900A 信号质量分析仪是一款具备 8 个模块插槽的高性能 BERT，通过包括 32 Gbit/s 多通道 PPG/ED、32G/64G PAM4 PPG、32G PAM4 ED 及抖动 / 噪声发生器等扩展测量应用，从而支持更快速度设备以进行信号完整性分析。除了针对宽带网络接口的物理层测量功能外，一体化的 MP1900A 还支持了 PCI Express 总线等接口的测量。MP1900A SQA 高性能误码率测试仪可以在研发早期阶段精确评估高速接口设计。

翔光光通讯器材（昆山）有限公司 展位号：1008



翔光展出 Ultra Compact Z-Block for TOSA/ROSA

Ultra Compact Z-Block for TOSA/ROSA

苏州天孚光通信股份有限公司 展位号：1B13

天孚展出线缆连接器产品

提供 100G/200G 高速光模块及 AOC 线缆连接解决方案和数据中心及接入网高密度线缆连接解决方案。

普天线缆集团有限公司 展位号：2080、2081

普天展出高密度 MPO 配线架

高密度 MPO 光缆解决方案是基于高密度、高性能的数据传输速率要求，结合绿色、低能耗的设计要求，而专为光纤系统应用环境设置的解决方案。配线系统采用模块化设计。更高密度，特殊设计的超小型 MPO 模块盒，更节约空间，容量更大，每个模块盒可容纳 16 个 LC 型光纤连接器并转接为 MPO 接口标准。1U 高度标准尺寸能容纳 144 芯标准 LC 接口，4U 更能达到 576 芯配接容量，比市面上 1U 高度仅能容纳 72 芯的配接系统更具优势，在寸土寸金的今天，为大型数据中 心节约宝贵的空间，使综合成本降到更低。

西安奇芯光电科技有限公司 展位号：1B50

奇芯展出 Combo PON OLT Transceiver

Combo PON OLT SFP 光模块集成了 GPON 和 XG-PON 功能，支持下行 9.953G/2.488G，上行 2.488G/1.244G 通信。光模块支持 D2/D1/N1/N2a 等级应用，得益于 QXP 独特的设计，D2 等级模块业界良率最高，性能最好。模块符合 ITU-T G.984.2 GPON 和 ITU-T G.987.2 XG-PON 标准以及 ROHS2.0 要求。目前模块处于量产发货阶段。

扇港元器件（深圳）有限公司 展位号：1B73

扇港元器件展出 CS 连接器

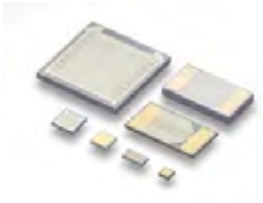
CS 连接器是 SENKO 新推出的一款高密度型连接器，1U 最大可容纳 320 个端口，面板密度比 LC 双芯连接器多达 2.65 倍。相比普通 LC 连接器的面板设计，CS 连接器面板设计最显著的特点在于：1 个 45RU 机柜可放 34 组 160 个 CS 双芯连接板，单面机架容量为 5440 个双芯端口，总共 10880 个光纤接口，大概 13RU 电缆管理空间。

杭州雷特通信技术有限公司 展位号：1036、1037

雷特展出免熔连接系统

光纤免熔连接只需三件简单低值工具，人人普及，操作非常简单、施工高效灵活，普通人员通过自学即可组装适合野外登高、井道、狭小空间、高原、极冷热等恶劣环境装维。因无特别技术要求，不受环境限制，更适合非专业人员随时随地抢修装维，与传统建设方案相比，其综合成本降低 30%，工效提升 40%.

村田（中国）投资有限公司 展位号：1A03



村田展出支持 100GHz+ 的表面封装硅电容器

XBSC/UBSC/BBSC/ULSC 系列是以光通信系统（ROSA/TOSA、SONET 等所有光电产品），以及高速数据系统和产品为目标，专为 DC 阻塞、耦合、旁路接地用途设计的。依靠村田＊的半导体（硅）技术开发的独特的集成无源器件和设备，实现低插入损耗、低反射、高相位稳定性。（支持的频率范围，最低为 16kHz，最高为 100+GHz）。表现极高的可靠性，对于电压和温度的高静电容量稳定性（0.1%/V，60 ppm/K）。

博创科技股份有限公司 展位号：1A85

博创展出 10GEPON OLT PR40 SFP+

10GEPON Symmetric OLT，PR40；遵 循 IEEE802.3bk 的 PR40 比传统的 PR30 有着更高的功率预算，在弱光改造项目中可以有效提高用户接入率；标准 20 脚的 SFP+ 小封装较之传统的 XFP 大封装，在部署密度上可以帮助机房从 16 口 EPON 直接切换到 16 口 10GEPON；单 3.3V 供电更是简化了系统主板的供电电路，同时也降低了功耗。

深圳金信诺高新技术股份有限公司 展位号：1B70

金信诺展出 100G QSFP28 光模块

产品亮点 传输距离达 10km 两款规格：4*25G 4WDM10、4*25G LWDM4 超低功耗，低于 3.3W @ 25°C 工业级高温可达 95°C 测试眼图增益余量约 40% 全面遵从各项国际标准 应用场景 4*25G 4WDM10 无线前传 4*25G LWDM4 传输 核心特点 兼容高速数据差分信号 I/O；MPO 接口：4 路发送、4 路接收并行的光纤通道 3.3V 单电源供电 独立的通道使监控失效 工作温度：-40°C～ +95°C /0 °C ~70 °C 光通道代价测试小于 0.7dB。

浙江一舟电子科技股份有限公司 展位号：1C13

一舟展出高密度光纤配线系统

高密度光纤配线系统为数据中心提供快速、灵活可适应未来发展的连接。此系统以最低的成本、最少的时间和最低的影响来适应数据中心未来发展的不断变化。根据位置、业务模型和数据需求采用何种数据传输速率，本系统完全适应此需求的混合部署。

深圳市兴启航自动化设备有限公司 展位号：2C38

兴启航展出 25G/40G/100G TX/RX COB 耦合机

单通道、4 通道或 8 通道自动耦合峰值中心线 自动点胶、自动照射、 TX/RX 一机完成发射端与接受端 设备可兼容 SR LR 多光路耦合 设备核心构架全部采用大理石搭建 性能稳定 自动门防护紫外线设计 具自动抓料 自动耦合 自动点胶 自动照射 快速提升耦合效率 设备采用进口位移耦合平台 性能问题 运行平稳 可进行多路透镜与芯片耦合 。

厦门市先创君特通信技术有限公司 展位号：T51

先创君特展出蝶形激光器组件

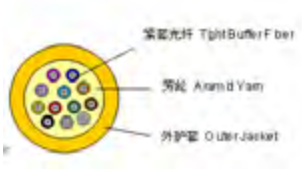
14 针 8 针 蝶形封装，高功率输出，内置隔离器，制冷器，长距离稳定传输。多波长，850nm,980nm,1060nm,CWDM ,DWDM ,WLAN,1654nm.

深圳市三石园科技有限公司 展位号：1C77

三石园展出环形器

三石园科技环形器特性： 1. 光模块 BiDi 应用； 2. 超大带宽（1260~1650nm）； 3. 超小尺寸（4.0*25mm）； 4. 环形器+PD 超小尺寸（3.0*25mm）提供更多应用场景。

上海阳安光电有限公司 展位号：1A31



阳安展出束状缆

该光缆系列能够提供的带宽，传输语音，数据，电视和图像。同时光缆具有直径小，重量轻，柔软等特点，因此安装，维护，管理简单方便。

丹东富田精工机械有限公司 展位号：1A11

富田展出 CNC 全自动车床（机器人上下料）

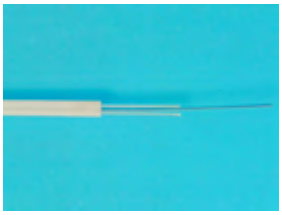
拥有先进技术的内藏式电机驱动装置，主轴无外部传动装置，减少机床震动及能量损耗 拥有专利技术的走心装置加装，可使排刀机床能够实现细长轴类工件的加工 独有的动力刀具系统的选配，可使复杂、异形零部件车铣复合加工成为可能 全自动的上下料系统，实现无人值守，自动运行，采用日本发那科六轴机器人执行上下料，提高人机交互的便利性。 高质量的零部件选用与搭配，保证了机床的稳定、可靠、高精。 刀具数量：10 把 加工精度：0.002mm 主轴马达：3.7KW 主轴最高转数：8000rpm 通孔。

东莞铭普光磁股份有限公司 展位号：1A51

铭普光磁展出 400G QSFP-DD SR8 光模块

铭普光磁的 400G QSFP56-DD SR8 光模块，符合 QSFP-DD Hardware (Rev 3.0)and IEEE 802.3cd(200G-SR4) 标准，8 通道波长为 850nm，封装形式为 QSFP-DD，满足商业级需求；采用铭普光磁的自动化 COB 平台技术，采用 PAM4 调制，通过 8 路并行信号传输实现 400G，可应用于下一代高速数据通信和数据中心传输。

深圳市雅信通光缆有限公司 展位号：1A12



雅信通展出皮线光缆

皮线光缆俗称悬挂式布线光缆。1-12 根着色光纤与两根 FRP 或钢丝组成，光缆结构简单，重量轻，实用性强；独特的凹槽设计，易剥离，方便接续，简化安装和维护；低烟无卤阻燃聚乙烯护套或阻燃聚氯乙烯护套，环保。与多种现场连接器匹配，可现场成端。皮线光缆因为柔软、轻等特点；使得其在接入网中被大量使用；皮线光缆学名：接入网用蝶形引入光缆；由于其形状呈蝴蝶形状；又称蝶形光缆、8 字光缆。

上海光维通信技术股份有限公司 展位号：1C03

光维展出藤仓光纤切割刀 CT50

藤仓光纤切割刀 CT50，具有更强的抗跌落冲击性能，并允许工作人员更换刀片，为客户大幅缩短处理时间和维护成本。CT50 能通过蓝牙，根据熔接器上的光纤的切割状态自动地改变切割刀片的位置。 另外，CT50 一步即可完成光纤的切割和光纤废料的收集。

武汉云岭光电有限公司 展位号: 1B20

云岭展出 TO-CAN

2.5G/10G/25G 全系列激光器和探测器封装。

深圳市飞宇光纤系统有限公司 展位号: 1B32

飞宇光纤展出 DWDM 密集波分复用器

密集波分复用器是将不同波长的光信号复用至一根光纤上（复用），或将复用在一根光纤中的多个光信道按波长分开（解复用）. 100G 信道间隔密集光波分复用器 / 解复用器采用成熟的多腔介质膜实现光的滤波，波长稳定性好，采用密封工艺封装，环境稳定性高。

光联迅通科技集团有限公司 展位号: 1B22

光联迅通展出 QSFP28-LR4

光联公司的 OPTR-MF53L-C QSFP28 收发模块设计用于 100 千兆以太网和 4x28G OTN 客户端接口上的单模光纤。它们符合 ITU-T 建议 G.959.1/G 中规定的 QSFP28 MSA、IEEE 802.3ba 100GBASE-LR4 和 OTU4 4I1- 9D1F 要求。根据 QSFP28 MSA 的规定，数字诊断功能可以通过 I2C 接口获得。收发机是符合 RoHS-6 标准的。该产品使用光联自制的光学组件，使得成本更低，性能更加优越。

深圳兴联光电通讯有限公司 展位号: 1C22

兴联展出全介质自承式光缆 ADSS

非金属加强件、松套层绞填充式、聚乙烯护套、自承式通信用室外光缆，适用于电力系统、高压输电线路同杆架设。

武汉联特科技有限公司 展位号: 1B31

联特展出 WDM SFP+

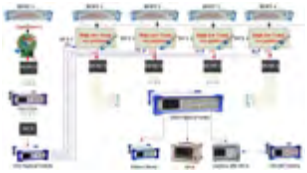
联特科技提供 10G SFP+、XFP、16G SFP+ 产品，包括各类 CWDM 和 DWDM SFP+ 和 XFP 封装，传输距离 300m~120Km 的光模块产品。产品包括双纤和单纤双向两种封装，商业温度、扩展温度和工业温度三种温度范围，并符合 IEEEE802.3ae,SFF-8472 和 SFF-8431 协议。产品广泛应用于传输网、数据中心、无线通信、服务器、交换机、存储和接入网领域。在质量稳定、技术成熟和交付迅速方面获得大量主流电信运营商、通讯设备商用户的肯定。

深圳市中兴新地技术股份有限公司 展位号: 1C30

中兴新地展出 WDM/AWG 组件 /MPO&MTP

中兴新地拥有完整产业链，可提供各类从晶圆到精密无源光组件的产品和一站式服务。产品发展包括：CWDM/DWDM、AWG 组件、MPO/MTP、MT-FA 等。

深圳市富泰克光电有限公司 展位号：1C32



富泰克展出 400G 高速误码仪、400GbE 码流仪和光模块测试方案

Optellent, Inc 成立于 2003 年美国硅谷，致力于光器件、光模块光电测试一体化测试设备。Optellent 提供一站式光模块测试解决方案，其产品有从低速 0.6G 到高速 400G 误码仪、1250-1650nm 光谱仪、低速采样示波器 DCA、单模多模光衰减器、光开关、射频开关、光放大器、配套光模块测试板、400GbE 高速码流仪以及 -25 到 85 摄氏度高低温光模块测试平台等设备。Optellent 也是全球优秀测试设备供应商之一。

特恩驰（南京）光纤有限公司 展位号：1139、1150

特恩驰展出 200μm 特微系列光纤

2011 年，TFO 率先研发并商用 200μm 系列单模光纤。在与传统光纤完全兼容的前提下，有效降低了涂覆直径，使光纤截面积降低约 40%，从而显著减小光缆直径。广泛应用于 FTTX、大芯数光缆、微缆中，提高管道利用率并大量节约资源。

NANO 科技（北京）有限公司 展位号：1151、1152

NANO 展 出 25G/50G APD TO/ROSA

High performance Ge/Si 25G APD with limiting/linear TIA inside 1310nm typical sensitivity: -19dBm for limiting TIA, -18dBm for linear TIA (BER=2E-4) Wide operating temperature range: -40~85C TO-can for different BOSA structures available.

Industrial Technologies LLP 展位号：1153、1155

Industrial Technologies LLP 展 出 Various types of Lens & Solder Sealed Caps

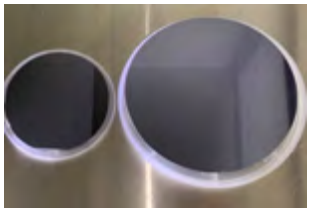
Industrial Technologies LLP is a global leader in manufacturing various types of Lenses made from Optical glass material and special materials like Sapphire, Quartz, Spinel & other single crystal. Refractive Index of various materials range from 1.50 to 2.20. Lenses ranging from 0.20mm to 8.0mm.

三和电气工业股份有限公司 展位号：1156、1157

三和电气展出 LC 系列产品

為滿足高階客戶之需求，三和電氣推出的 LC 一系列新產品皆著重於高質量，高效能，高標準及高度創新！另外，專屬的工程設計團隊亦可滿足量身訂做的客製化要求！其中大獲好評的如 All in One LC Adapters, 具有防塵防震動防輻射之功能，即將推出的 LC Pro-SlideX All in One Connector 更是專為高密度數據中心設計之新品。

联亚光电工业股份有限公司 展位号：1160、1161



联亚展出半导体激光器外延片

InP and GaAs based epi wafer growth

广州新蓝思光电通信技术有限公司 展位号：4309、4310

新蓝思展出 MTP OM3/OM4 跳线

特点： ① 100% 工厂预端接和测试，保证产品性能 ②快速构建组网，减少安装时间 ③光纤类型 :OM3,OM4,OM4+ ④光缆颜色：浅蓝 (OM3)，紫 (OM4 和 OM4+) ⑤防火等级 :LSZH,OFNR. OFNP ⑥光纤数量量 :8F,12F ⑦ A 端 :8,12MTP/MPO（公头或母头） ⑧ B 端 :8,12MTP/MPO（公头或母头） ⑨可提供客户定制化产品 支持网络：40G,100G 以太网应用 应用：数据中心 MDA,HDA,EDA 连接和运营商中央机房 安装位置：Rack 里面 / Rack 之间。

浙江富春江光电科技有限公司 展位号：1B01

富春江展出光缆交接箱

光交箱一般放置在主干光缆与入户配线光缆端接口上，用于光缆分枝，配接、熔纤、储存、调节及保护等作用、并能安装光分路器和法兰等功能、该产品是一种无源设备，与原来的铜缆交接箱功能类似，只是将大对数的光缆，通过光缆交接箱里内的分光器，用光纤跳线引出光信号，实现不同方向光缆所需数量，可以实现光缆的跳接，也可以用于测试和维护。光缆交接箱是馈线光缆和配线光缆的划分点必要设备。

深圳市西迪特科技有限公司 展位号：2C56

西迪特展出 16PON GPON OLT

GPON OLT FD1616SN-R1 产品完全符合 ITU G.984.x 和 FSAN 的相关标准。设备为 1U 机架式设备，提供 1 个 USB 接口，4 个上行光口，4 个上行电口，2 个万兆上行端口，16 个 GPON 端口，单端口支持 1:128 分光比，提供 2.5Gbps 下行和 1.25Gbps 上行带宽，系统最大支持 2048 个 GPON 终端接入。 产品具有小巧方便、使用灵活、易于部署、高性能的特点，满足紧凑机房环境下对设备性能、体积的要求。

江苏续点通信科技有限公司 展位号：4B51

续点展出光口定位器

本产品为光口定位，查找减少大量时间，方便业务人员迅速找到光口的位置。

厦门市三安集成电路有限公司 展位号：1B96

三安集成电路展出 VCSEL

VCSEL （Vertical Cavity Surface Emitting Laser）垂直腔面发射激光器，具有阈值电流小，发光效率高、波长可选择、耦合效率高、尺寸小等优点。目前 SAIC 10G VCSEL 产品已经量产，25G VCSEL 已经在客户端验证通过。Consumer VCSEL 产品目前在开发过程中。

日新光通信设备贸易（上海）有限公司 展位号：1A82

日新展出 KF4 光纤熔接机

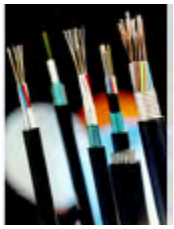
SWIFT-KF4 四马达光纤熔接机，光纤主动对准多功能夹具支持裸光纤，皮线，尾纤对接相互混接，内置式锂电池，体积小巧。

浙江中欣动力测控技术有限公司 展位号：2120

通信仪器仪表 OTDR

随着光纤通信日益成为现代通信网的重要支柱，对于光纤链路施工、测试与维护的要求也越来越高； 中欣测控的 Cute OTDR 系列掌上型光时域分析仪是一款专门为工程和设计人员进行光纤线路的日常维护、寻障、抢修而设计的产品，该产品独具匠心的设计，其与传统 OTDR 相比，尺寸更加小巧，操作更为简洁；产品广泛应用于光纤通信系统的工程施工、维护测试及紧急抢修；光纤光缆的研制与生产测试等。

东莞市特旺通信科技有限公司 展位号：1A49



特旺展出通信光缆

目前公司的年生产能力为：室外光缆 1000 万芯公里，跳线为 200 万条；年销售额为 6 个多亿，年实现税收 3 千多万元。 我公司已获得质量管理体系认证、环境管理体系认证、 职业健康管理体系认证、泰尔认证、广电入网证等。同时我公司是国家级高新技术企业，我们有着快速的生产和交货能力，完善的产品质量管理体系，健全的售后服务是客户满意的保证。

武汉锐奥特科技有限公司 展位号：1A60

锐奥特展出 100G QSFP28 LR4

This product is a 100Gb/s transceiver module designed for optical communication applications compliant to 100GBASE-LR4 of the IEEE P802.3ba standard; Up to 10km reach for G.652 SMF; Maximum power consumption 4.0W; Duplex LC receptacle.

深圳市恒宝通光电子股份有限公司 展位号：1B62

恒宝通展出 100G Series

100G 光模块有多种封装形式，主要包括早期的 CFP/CFP2/CFP4 和新一代的 QSFP28。CFP 系列光模块和 QSFP28 光模块作为 100G 网络的热门解决方案，各自均有诸多优点，都在 100G 网络的具体应用中占有一席之地。

讯达康通讯设备（惠州）有限公司 展位号：1B63

讯达康展出 MTP 光纤跳线

MPO 连接器即多光纤插拔式连接器，产品设计紧凑，光纤芯数多，体积小。单个连接头有 8/12/24 芯。MPO 跳线被广泛应用于在布线过程中需要高密度集成光纤线路环境中，FTTX 及 40/100G SFP、SFP+ 等收发模块或设备内外部的连接应用。讯达康公司 MPO 光纤跳线分为转接型与非转接型，转接型 MPO 跳线的种类较多，通过分支器扇出 PO 跳线，扇出连接头类型由客户指定（FC、LC、SC、ST...），MPO 跳线总长度或分支长度及其他要求由客户任意选择。

江苏永鼎股份有限公司 展位号：1B71

永鼎展出阵列波导光栅

Athermal Design Over Operating Temperature Range Compact Size High Stability and Reliability Low Insertion Loss, High Isolation.

宁波盈谷电子科技有限公司 展位号：1B72

盈谷展出皮线引入光缆

自承式接入网引入室内光缆是将光通信单元处干中心，两侧放置两根平行金属加强元件，在外侧再加一根钢丝加强元件，最后，挤制黑色或彩色低烟无卤护套成缆。产品特点是特种耐弯光纤，提供更大的带宽，增强网络传输特性；两根平行 ERP 使光缆具有良好的抗压性能．保护光纤；单根钢丝附加加强元件，使光缆具有良好的抗拉性能；光缆结构简单，重量轻，实用性强；独特的凹槽设计，易剥离，方便接续，简化安装和维；低烟无卤阻燃护套，环保。

深圳太辰光通信股份有限公司 展位号：1B80

太辰展出 QSFP28-100G-CWDM4-10KM

•10km CWDM 模块• 满足 6.5dBm 的链路预算 • 非制冷 CWDM DFB 激光器，直接调制 • 电气接口符合 CAUI-4 per 100G Ethernet IEEE 802.3bm Annex 83E • 可控输入信号均衡和输出信号幅度 • 遵循 SFF-8636 协议，高速 I2C 接口 • 单模 LC 光纤接口 • 支持热插拔 • 0–70° C 工作温度 • 功耗 < 3.5W

深圳市伽蓝特科技有限公司 展位号：2C08

伽蓝特展出硅基光电子设计自动化软件（Luceda | IPKISS 产品线）

IPKISS 是硅基光电子设计的完整设计框架和平台，集成元件级的电磁仿真和版图、系统级的设计和仿真（时域和频域）、半自动的版图布局布线、和工艺设计套件（PDK）的创建工具。IPKISS 框架基于 Python 编程语言和电子设计自动化（EDA）方法论，为针对数据通信、传感、高速计算等应用领域的硅基光电子设计团队提供高效、可靠的规范化设计平台。

京瓷（中国）商贸有限公司上海分公司 展位号：1A88

京瓷展出光通讯用封装管壳

TO 类型的管壳中，我司的产品线有对应 56GHz 的管壳。我司考虑通过考虑高频段共振的管壳设计，在下一代的 5G 移动终端前端推进新的方案。

深圳市瑞普高电子有限公司 展位号：1501、1502

瑞普高展出 86100D+1092D 示波器眼图仪

N1092D DCA-M 采样示波器（四个光通道） 主要特性和功能 低成本配置 高灵敏度，噪声 <5 uW 超快吞吐量，高达 250 kHz 采样率 精确的高数据速率分析，抖动 <200 fs 紧凑型设计减小体积。

北极光电（深圳）有限公司 展位号：1222

北极展出有源配套无源组件

CWDM/LAN WDM Filter Blcok 是 100G/200G/400G 高速收发模块TOSA/ROSA 的波分组件。Auxora 在此基础上课定制集成 Collimator 和 Prism。 MT-FA 广泛 应用于 PSM4 及 400G DR4，实现 MT 到 Tx 及 Rx 的光传输。Receptacle-FA 广泛应用于 CWDM4 QSFP28。

圣德科（上海）光通信有限公司 展位号：1165、1166

圣德科展出波长可调谐激光器 TSL-770

Santec TSL-770 实现了高速调谐、最宽扫描、低噪音化、最窄线宽。 波长范围最大可选 160nm，提升了测量的产量及精度。是评价现场、R & D、基础研究等各种应用程序中理想光源。在降低光学噪声方面，TSL-770 大幅度提升了了外腔激光器的 Q 值和波长稳定性。据此，此光源可在硅基光电电子学、光学和光干涉测量，光谱分析等研究领域。

Made-in-China.com
中国制造网

中国制造网创立于1998年，由焦点科技股份有限公司（002315）开发及运营。作为第三方B2B电子商务服务平台，中国制造网专注服务于全球贸易领域，现已发展成为集B2B展示推广、外贸综合服务及跨境贸易B2B业务为一体的全流程外贸服务生态圈，为中国供应商发掘全球市场商业机会，促进买卖双方达成交易。

国内**A股上市**的
B2B综合性电子商务平台

对付费供应商
进行**全员审核**的B2B电子商务平台

覆盖**27**大类及3600多个
子类的产品信息

多达**11**种语言
版本的网站信息展示服务

遍布全球**220**个国家
和地区的买家会员

国际站月均买家询盘
超过**100**万封

超过**1030**万全球买家，
40%来自北美、欧洲

连续**7**年获称
“最具商业价值百强网站”

总部地址：江苏省南京市江北新区
星火路9号软件大厦A座
电话：400 6777 600
Email: ads@made-in-china.com
www.Made-in-China.com

扫码查询各地
分支机构联系方式

精密光学展 镜头及摄像模组展
Precision Optics, Lens & Camera Module Expo

CIOE 精密光学展 & 镜头及摄像模组展是亚洲最大、最具影响力的光学专业展览，历年来获得了全球逾 600 家光学企业的大力支持，展示范围涵盖光学材料及元件、光学仪器、光学加工及检测设备、机器视觉及成像、镜头模组等光学产业链板块，致力于打造集商贸采购、技术交流及行业趋势发布为一体的专业平台。小编四处搜寻，为大家呈现部分展商的火热新品，下面随小编来围观下。（以下排名不分先后）

郑州磨料磨具磨削研究所有限公司 展位号: 8L12

郑州磨料磨具磨削展出半导体电子行业切割用砂轮

高精度超薄超硬材料切割砂轮主要用于电子信息领域各种电子元器件及机械行业精密零部件的切断与开槽。具有精度高、切缝小、加工表面质量好等一系列优点。

北京创思工贸有限公司 展位号: 9C03

创思展出高精度球面镜

材料 : 国产和进口的火石 / 冕牌 / 石英玻璃 尺寸: Ø5~200mm 面型: L/10~L/20@633nm 光洁度: 20-10~10-5 中心偏差: <15 arc seconds

福建福特科光电股份有限公司 展位号: 9F03

福特科展出双鱼眼镜头 Dual Fisheye Lens

1. 双鱼眼，单芯片，专利设计 2. ROHS, CE 等环保检测认证 3. 预制玻璃，光学冷加工技术 4. 防水涂层，防划伤

凤凰光学股份有限公司 展位号: 9C01

凤凰光学展出千万像素工业镜头

千万像素解像力，优于大部分市场 500 万解像力产品 超低光学畸变，最小畸变可达到 0.004% 系列最大 F1.8 通光孔径，领先市场主流 F2.4 F2.8 通光孔径 ＞ 70% 相对照度，保证图像光亮比。

上海乾曜光学科技有限公司 展位号: 9D10

G100 和 G150 卧式激光干涉仪的有效口径分别为 100mm(4 英寸) 和 150mm(6 英寸)。乾曜光学 将世界先进干涉测量技术与大尺寸、大曲率镜片测量的市场需求相结合，优化光学系统和机械系统 结构，将高精度的成像系统和图像采集系统，稳定的激光干涉技术和 1-6 倍图像放大功能等一系列 高精技术融合，满足科研级高精密光学元件和光学系统的测量的高端要求。 G150 激光干涉仪配置 6 英寸球面标准镜，能够有效地解决大口径凸面镜的面形和曲率测试。

福建福晶科技股份有限公司 展位号: 9D09

福晶展出晶体元件

晶体包括：非线性晶体 (LBO、BBO、KTP…) 、 激光晶体 (Nd:YVO4、Nd:GdVO4…) 、声光和电光晶体 (LiTaO3、LiNbO3) 、双折射晶体 (YVO4、LiNbO3) 、闪烁晶体 (CsI、NaI(Tl)) 、磁光晶体 (TGG、TSAG) 等，广泛应用于大功率、高品质激光器制造，各类固体和光纤激光器的基频、倍频、谐振腔、输出光路，激光雷达，工业激光系统等等。

福建阿石创新材料股份有限公司 展位号：9G01

阿石创新材料展出蒸发镀膜材料

阿石创提供多种用于制备各类光学薄膜的蒸镀材料，应用膜系包括高反膜、增透膜、红外膜、紫外膜、滤光片等。功能膜则主要有防水膜、导电膜、偏振膜、介质膜等。

CANON OPTRON INC. 展位号：9C08

光隆展出亲水镀膜 PHILICFINE HP

磷酸钙类镀膜用材料，可令视线变得通透。在常规的亲水镀膜材料光触媒所不擅长的暗处，和有机类材料所不擅长的室外也能发挥亲水性。 备有 3 款产品，可根据用途进行选择。

江苏太平洋石英股份有限公司 展位号：7H09

太平洋石英展出石英片

石英片：具备高速抛光、双面抛光等光学加工技术，可加工各种精密抛光元件。

布勒莱宝光学设备（北京）有限公司 展位号：9E03

布勒莱宝展出 ARES 系列蒸发镀膜设备

ARES 蒸发镀膜设备应用于精密光学、光通讯、生物医学、航天航空、激光、消费电子、智慧汽车、红外及工艺研发等众多领域。具有优良的重复性和均匀性，适合高精密复杂膜系的大批量高效率生产。主要完成实现窄带滤光片、激光相关薄膜、带通滤光片、截止滤光片、偏光片等的镀膜工艺。

浙江上方电子装备有限公司 展位号：7G16

上方展出 PVD 镀膜设备

上方 PVD（物理气相沉积）C150 系统可以在玻璃基板上沉积金属或氧化物薄膜电极层，制造产能达 150WM 的 GIGS 薄膜太阳能电池。C150 系统属于连续化生产线，所有真空腔室采用模块化设计，可根据工艺及产能进行自由扩展。

SCHOTT AG 展位号：9E20

肖特展出陶瓷激光荧光转换器

为您的激光泵浦荧光光源带来高亮度 肖特专家已研制出用于激光泵浦荧光光源的荧光陶瓷转换器部件。其可增加数字投影仪激光荧光色轮的亮度。 • 使用寿命更长的无机材料：• 高效率 • 定制散射属性 • 良好的热导性能 • 高温稳定性能 • 根据色域进行调整 • 根据客户尺寸及色彩需求进行设计。

豪雅光电科技（威海）有限公司 展位号：9E04

豪雅展出光学材料，光学镜片

影像业务（光学玻璃和镜片，相机模具，塑胶镜片，激光设备），公司产品可为安防监控，车载，无人机，人脸识别，相机镜头等相关的光学产品提供光学材料。

东莞市汇成真空科技有限公司 展位号：9A34

汇成真空展出 HCAR-1300 AR+AF 磁控溅射镀膜机

镀膜区域 Φ1300x H700mm，适用波长 380nm~780nm，应用于 AR、AF、硬质 AR 膜、硬质膜、装饰膜、HR 膜等，可客制化设计。

小原光学（香港）有限公司 展位号：9E29

小原光学展出光学材料

低成本化材料 S-LAH97 低成本化材料 S-LAH98 低成本化材料 S-LAH99 低局部色散率 θg,F 材料 S-NBH58 LAH 系列中最小的正数 dn/dT S-LAH63Q LAL 系列加工性改良材料 S-LAL21 高折射高色散系列中最小的负数 dn/dT S-NPH7 合成石英 LAM 系列中最小的负数 dn/dT S-LAM73。

蔚海光学仪器（上海）有限公司 展位号：9D04

蔚海展出 SpectrumTEQ-EL 电致发光量子效率测量系统

SpectrumTEQ-EL 系列电致发光量子效率测量系统，可以针对发光器件的光电特性进行有效测量，系统搭配的 QEpro 光谱仪为业内公认旗舰系列，具有信噪比、低杂散光等特性，可确保测量结果得准确性；同时，系统配有强大的测试软件，对话框式的软件操作界面让测量过程变得更为简单。

视乃德光学设备（上海）有限公司 展位号：9F15

视乃德展出 UPC 300

自由曲面超精密单点车加工中心 紧凑高灵敏度的多轴超精密加工中心 UPC300 以其独特的方式集生产效率和加工精度于一体，超大行程快刀系统（选配）可以加工更为广泛的自由曲面形状，显著地提升了生产效率，且通过加装 B 轴（选配）可进一步拓展 UPC300 的加工能力，结合高质量的在线测量系统和独特的算法处理使得 UPC300 成为超精密自由曲面加工的首选。

浙江森永光电设备有限公司 展位号：8L11

森永展出 16B 双面研磨抛光机

机械参数：L2130*W1429*H2700 特点：采用 4-way 方式工作，上定盘、下定盘、齿圈、中心齿均为独立驱动。可以实现各种不同的转速比，已达到最佳的使用效果。由于动力更加均衡，故可以实现加工更薄的工件，达到更高的精度，并且实现中心齿、齿圈、上下定盘的最小磨耗； 配有自动减压装置实现轻压启动、轻压停止、轻压落盘最大程度上消除启动停止和加工过程中多余的荷重和冲击，把加工件的破损和不良降低到最低的程度； 三菱 Q 系列 PLC+ 三菱 A 系列变频器可以轻松实现制程的标准化和模块化，保证加工精度同时，最大程度上减少对操作员工的依赖； 4-way 工作方式在不改变中心齿转向的情况下，轻松实现游星轮正反转，实现游行轮边加工工件边修盘的功能。

北京海普瑞森超精密技术有限公司 展位号: 8K25

海普瑞森展出 DJC-350A 超精密单点金刚石车床

DJC-350A 超精密单点金刚石车床是北京海普瑞森超精密技术有限公司自主研发的产品，加工元件表面粗糙度可达纳米级，口径最大可达到 350mm，加工工件表面粗糙度 Ra<3nm，面形精度 PV 值 <0.2μm。可加工各种高精度平面、球面、非球面及离轴元件和自由曲面元件。可加工铜、铝、单晶锗、硒化锌、树脂、PMMA 等材料。在三轴联动模式下还可加工离轴元件、柱面、子午面等非回转对称元件和自由曲面，配以特殊刀具可以实现微结构元件的加工，如各种衍射元件和菲涅尔透镜等，是各种精密光学镜片、模具超精加工的必备设备。

东莞市凯融光学科技有限公司 展位号: 9G10

凯融展出模压玻璃非球面镜片

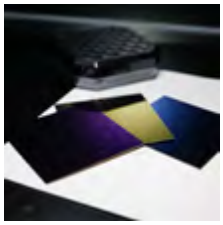
以超精密非球面模具高温模压成型，可以连续大批量生产的高精度非球面模造玻璃镜片。广泛应用于照相机、摄影相机、单反相机、投影机、手机相机、车载镜头等摄像镜头上，红外成像、以及激光准直、感应等工业应用领域。

阿美特克 • 普瑞思泰克有限公司 展位号: 9G15-1

阿美特克 • 普瑞思泰克展出 Nanoform X

产品说明： Nanoform X 设计用于光学透镜、模芯、反射镜和精密机械件的金刚石车削、铣削和磨削，生产效率提高并且易于操作。机床可以配置成两轴至四轴，用来加工球面、非球面和自由曲面，最大直径至 440 毫米。

深圳市赓旭光电科技有限公司 展位号: 9G09



赓旭展出窄带滤光片、中性密度滤光片、长短波通滤光片、二向色滤光片

我们会根据客户的产品应用来设计产品。我们的产品应用主要有以下三类： 1) 生命科学和生物医疗仪器 荧光显微镜、PCR 分析仪、酶标仪、光谱仪、手术设备、医疗仪器、生物科学仪器、荧光计、生物传感器、以及其他的分析仪器。 2) 光电和成像系统 扫描仪、成像系统、监控摄像机、机器视觉、光学仪器等。 3) 传感和检测 激光检测、红外检测、舞台灯光、人脸识别等。 2. 离子辅助镀膜技术 主要产品有主要产品有窄带滤光片、带通滤光片、二向色镜、光学透镜、干涉截止滤光片、光学窗口镜片，红外亚克力窗口片，反射镜，分光镜等，欢迎选购！

深圳捷牛科技有限公司 展位号: 7G09

捷牛展出全自动光学镜头组装机

全自动镜头组装机：主要用于安防和车载等光学镜头行业的组装生产。 模块化设计机器可由装配、打压、热熔、点胶、MTF 检测、激光打标等模块自由组合，满足镜头组装个性化需求。 装配精度高，速度快，调试简单，稳定可靠。

湘潭宏大真空技术股份有限公司 展位号: 7G18

湘潭宏大展出 DLC 薄膜

DLC 薄膜，莫式硬度大于 8，铅笔硬度大于 9H，薄膜硬度接近于蓝宝石玻璃，薄膜透过率大于 99.4%，钢丝绒耐磨 (@1Kg 10mm*10mm>8000 次) 无划痕，橡皮擦 + 酒精耐磨 >5000 次无损伤，可与 AF 有效良好结合，各项指标达到行业领先水平。

宁波鲍斯能源装备股份有限公司 展位号: 7G33

鲍斯展出真空泵

宁波鲍斯能源装备股份有限公司始创于2005 年，于 2015 年在深圳交易所挂牌上市 < 股票代码: 300441>。公司总部位于蒋氏故里弥勒圣地——奉化，目前公司主要生产压缩机、刀具、精密机件、真空泵、液压泵等高端精密零部件及成套设备。鲍斯股份于 2011 年设立真空事业部，并在 2018 年正式发展成为真空事业群，专业从事真空产品的设计研发、生产制造及配套销售。鲍斯股份真空事业部以企业文化为核心思想，用务实的心铸造每一个零件，致力将鲍斯真空打造成世界一流品牌。

浙江蓝特光学股份有限公司 展位号: 9D05

蓝特光学展出玻璃非球面镜片

φ1mm-100mm 高精度玻璃模造及冷加工非球面。

北京全欧光学检测仪器有限公司 展位号: 9E01

全欧展出 AspheroCheck UP

德国全欧光学 (TRIOPTICS) 设计研发的 AspheroCheck Ups 是基于 OptiCentric® 检测技术基础上进行并配合非接触式位移传感器对非球面对称轴相对于镜片光轴的测量仪器，是非球面偏心倾斜最理想的测量仪器。

上海新柯隆真空设备制造有限公司 展位号: 9F01

新柯隆展出真空蒸发镀膜设备及磁控溅射镀膜设备

本公司专业从事镀膜机研发、制造、销售 70 余年，拥有高通用性光学蒸镀设备 MIC 系列（900mm~1900mm）、塑胶镜头专用设备 ARC 系列、高精度高量产性真空磁控溅射设备 RAS 系列以及专业 AFS 制备用 ACE-1900/2450。

度恩光学（常熟）有限公司 展位号: 9E14

度恩光学展出 SV-80

度恩在相机模组领域，为了解决因设计的 超薄化和 高像素引起的破裂的问题，开发并改善了可替代 SiO2 的 SV-55。 为了给客户供应品质优秀的产品，在反复试验后， 开发了 SV-80。SV-80 作为复合氧化物的高折射材料，可以形成 比常用的 TiO2 和 Ti3O5 更紧密的膜层构造，强化 对于镜片的应力的抵抗性，与 SV-55 一起使用可 提高信赖性。

浙江华盛模具科技有限公司 展位号: 9F22

华盛展出研磨机、抛光机、游星轮、修正轮、研磨盘、清洗毛刷

双面研磨机.抛光机用游星轮(牙板、夹具、超薄片）、研磨盘、修正轮等载体。主要适用于单晶硅片、光学玻璃、蓝宝石晶片、压电陶瓷等行业的研磨抛光。

先利士劳尔亚洲有限公司 展位号: 9E19

先利士劳尔展出 SPM-10 & SPS-10 铣磨和抛光机

SPM-10 & SPS-10 铣磨和抛光机 配有 5 轴、线性驱动和完整的温度管理，将功能和精准度拓展到一个新的水平。根据您的需求和工艺，SPM-10 您可以选配空气轴承或者混合陶瓷轴承刀具轴，两者转速均可达到每分钟 100,000 转。

布鲁克（北京）科技有限公司 展位号: 9E27

布鲁克展出 Contour Elite 三维光学显微镜

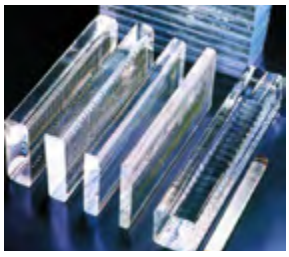
Contour Elite 三维光学显微镜完善了表面测量和分析的新标准， 这套测量系统拥有工业领先的测量性能和灵活性，采用专利白光干涉技术，超大视野内埃级至毫米级的垂直计量范围，具有业界最高的垂直分辨率和测量重复性，凭借其独特的直观用户界面和功能最全的自动化检测、分析功能，方便用户快速高效的获得材料粗糙度、二维 / 三维表面分析以及高分辨成像，广泛应用于 LED、太阳能电池、薄膜材料、MEMS、精密机械零部件、摩擦磨损等各个领域，满足各种表面测量的实际需求。

四会市华源真空设备有限公司 展位号: 7G31

华源展出 HY1500 光学镀膜机

HY1500 光学镀膜机

湖北戈碧迦光电科技股份有限公司 展位号: 9G02



戈碧迦展出光学玻璃块料及元件

我司生产环保，镧系等各种牌号的光学玻璃块料，各种 DP&RP 透镜，棱镜毛坯，棒材与 PG 品等。汽车车灯透镜等。产品性能优越，各牌号产品均通过 SGS 等质量体系认证。型件产品系全检生产，检验标准高，尺寸精准，广受各采购生产商的好评。

马尔商贸（上海）有限公司 展位号: 9F19

马尔商贸展出高精度非接触式非球面 / 自由曲面 3D 形貌测量仪 MFU 200

专门针对光学元件面形轮廓的快速检测设备，实现生产闭环修正以及最终质检。 应用领域：光学元件（球面，非球面，柱面镜，自由曲面），手机镜片模具检测 产品优势： • 光学非接触式探头以及接触式探头一体 • 自动调心调平 • 磁吸式探针，自动识别功能 • 非旋转轴对称元件可测 • 主动跟踪， 自动测量未知形貌 • 动态实时补偿。

光硝子（常州）光学有限公司 展位号: 9A09-1

光硝子展出光学材料一览

1)135 种一般光学玻璃材料，21 种模压用低温玻璃材料。 3 种高透过率新硝种介绍 2) 小口径～大口径 (Φ8 ～ 300 mm)、异形状压型毛坯。3) 9 个硝种系列非球面镜片模压用精密滴料材（GOB 材）。 可量产提供体积 0.1cc~0.7cc 范围产品。 如需其它形状与尺寸欢迎商洽!

上海东芝机械有限公司 展位号: 9F21

东芝展出超精密非球面加工机、超精密加工机、汽车透镜模具

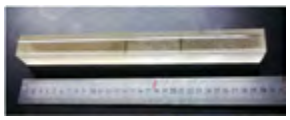
超精密非球面加工机 ULC-100F(S) 本机械用于镜片和相关模具的非球面切削加工，为 3 轴联动 CNC 加工机。作为过去机型 ULC-100D(S) 的升级机种，此机型可使用 0.1nm 的程序指令。以应用在高端智能型手机的高精密相机镜片 (百万画素) 市场为对象，对于单晶钻石刀具作切削加工、镜片模仁的表面质量提升皆有贡献。 超精密加工机 UVM-450C(H) 实机展示 采用东芝机械独家空气主轴 高精密模具 镜面加工 汽车透镜模具 UVM3 轴加工。

广东北创光电科技股份有限公司 展位号: 7G36

广东北创光电科技股份有限公司展出工业镜头

工业镜头

福建海创光电有限公司 展位号: 9A05



海创展出万瓦级激光材料表面处理系统核心光学元件 - 大尺寸高精度柱面透镜

大尺寸高精度柱面透镜是万瓦级激光材料表面处理系统中的核心元件，直接决定输出激光线光束的线宽、亮度、均匀性等系统关键指标，广泛应用于 OLED 显示面板 LTPS 激光退火处理系统。大尺寸高精度柱面透镜的创新关键点： a) 大尺寸 : 长度方向尺寸 >=550mm。 b) 高精度: 全孔径的面精度优于 1um, 光轴偏移量小于 0.02mm。 c) 高功率： 耐受平均功率万瓦以上的激光辐射。 上述产品各项性能指标具备国际领先水平。

福州阿尔发光学有限公司 展位号: 8K31

阿尔发展出高精度球面透镜胶合透镜

高精度球面透镜，胶合透镜。平凹，平凸，双凹，双凸，弯月等，直径 0.5mm 到 300mm, 材料使用国产或进口光学玻璃，石英，熔石英，硅，锗，硒化锌等。最佳表面质量 10/5, 面形局部差入 /10, 中心偏 3'。

英福康 (广州) 真空仪器有限公司 展位号: 9G12

英福康展出 VGC50x 真空计控制器

VGC50x 真空计控制器 过程测量、控制和记录数据的可持续解决方案 新 VGC50x 系列主动真空计控制器可与各种 INFICON 主动真空计兼容，能够监测 10^{1} 至 1500 mbar (10^{1} 至 1125 Torr) 的完整压力范围和设定点状态并记录相关数据。 新 VGC50x 主动真空计控制器系列是已停产的 VGC40x 系列的高级替代产品，后者是 Leybold 的中央控制器系列的 1:1 兼容产品。

上海元成光学器材有限公司 展位号: 9A06

元成展出 PX-100S 透过式偏心仪

采用准直方式的光路，无论任何镜片都能保证固定的最小分辨率为 15 秒，轻松读取偏心量。不再需要测量被测镜片和物镜之间的距离，然后通过繁琐的换算得到偏心角度。通过自动导航寻心系统可对中心部进行预测，从而快速、简单的进行偏心检测。短焦点、小口径也能够进行测量。 考到到操作者的便利性、舒适性，我们将目标线的亮度调节装置安置在位置微调手柄的附近，同时调焦手柄左右均有安装。显示器可以安装在主机的上部，便于轻松观察，更加节省空间。

北京耐德佳显示技术有限公司 展位号：6E33

耐德佳展出 NEDFPB07045AHP 光学模组

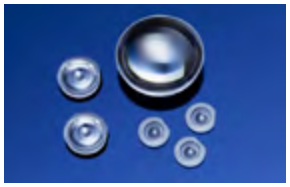
NEDFPB07045AHP 模组是单目具有 45°视场角，分辨率 1080P 的 AR 显示模组，目前已供给行业内多家客户，如富士康，江苏睿世力，军事科学院等，同时耐德佳自主研发 X2 AR 眼镜也采用此款光学模组，显示效果得到同行业内一致好评。

深圳市光驰电子有限公司 展位号：3D17、3D18

光驰展出激光防护眼镜

Laservision 激光防护眼镜，提供 190-10600nm 波段防护,几十种款式可选择，通过多项认证

大阪燃气化学（上海）有限公司 展位号：6C17



大阪燃气化学展出光学树脂 (OKP)

OKP 是以芳香族特殊单体作为原料的聚酯树脂，拥有高折射率 1.6 以上、低双折射等特征，适合用在车载、VR・AR・MR、监视镜头、高画素智能型手机、指纹认证、虹膜认证等精密镜头。

宁波永新诺维贸易有限公司 展位号：9D15

永新光学展出 microscope &

永新光学是中国光学精密仪器及核心部件制造商，年产显微镜 10 万余台，光学元件组件数千万件，产品销往美日德俄等 80 多个国家和地区，是国际知名企业的核心供应商。

三丰力丰量仪（东莞）有限公司 展位号：9G06

三丰力丰量仪展出细微形状测量系统 UMAP VISION SYSTEM

UMAP VISION SYSTEM 采用了三丰独有的传感技术的超低测力的测头，最小 1μN(UMAP103) 的超低测力，即使容易变形的工件也能够测量。备有最小直径 φ15μm 的测针阵容，实现细微形状的接触测量，可满足客户对细微尺寸、形状测量的需求。1 台即可实现 UMAP 接触测量和影像的非接触测量。即便难以目视的部位，也可通过影像模式进行定位，然后通过 UMAP 进行精准测量。

江西联创电子有限公司 展位号：9D20

江西联创展出车载镜头类产品

拥有完整的车载产品线， 包括环视 / 后视、前视传感、车内监控、激光雷达等镜头，是全球知名算法公司 Mobileye 认证的两家镜头公司之一，同时与 Tesla、Valeo、Aptiv、ZF 等知名公司广泛开展合作。

成都南光机器有限公司 展位号：7H11

南光展出 JC760-1/D 型双室磁控溅射镀膜系统

上、下室双室结构，装片室与溅射工艺室分隔，靶材工作期间始终处于高真空状态，不会造成氧化和靶中毒，提高靶材的利用率。设备由计算机控制，自动化程度高，生产效率高，既适应于科研机构，也适应于生产线上使用。

苏州裕罗贸易有限公司 展位号：9E28

裕罗展出超加硬防水药

OR-112 系列产品，是一具备超高硬度、抗指纹易洁、超耐磨、高透过率性的高机能性表面处理产品。

深圳市激埃特光电有限公司 展位号：9D01

激埃特展出光学透镜

定制加工氟化钙（CaF2）、硅（Si）、锗(Ge)硫化锌(ZnS)硒化锌(ZnSe)、各种贵重超软及特种材料光学玻璃（LaK 镧冕、LaF 镧火石、ZLaF 重镧火石等镧系光学玻璃、FK 氟冕玻璃、ZPK 重磷冕玻璃和 TF 特种火石玻璃等）和进口材料透镜。

爱特蒙特光学（深圳）有限公司 展位号：9C11

爱特蒙特展出 TECHSPEC® MercuryTL™ 可调焦液态远心镜头

• 集成液态镜头以便快速聚焦 • 兼具液态镜头灵活性和远心镜头的成像性能 • 在整个工作距离范围内保持远心度 TECHSPEC® MercuryTL™ 可调焦液态远心镜头结合了远心镜头的功能和液态镜头的灵活性。这些镜头结合了远心镜头的独特功能，消除了视差（或透视）错误，液态镜头使其能够以电子方式控制聚焦。这种组合能快速调整工具距离，同时保持在整个工作距离范围内的远心度、失真度和图像性能。TECHSPEC® MercuryTL™ 可调焦液态远心镜头适合用于需要快速调整景深的计量、测量和定位应用。

成都晶华光电科技股份有限公司 展位号：9F20

成都晶华展出光学镜头

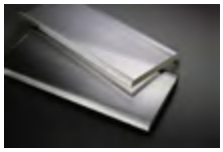
光学镜头

苏州赫瑞特电子专用设备科技有限公司 展位号：9A07

赫瑞特展出 600 单线切割机

该设备主要用于半导体材料、碳化硅、蓝宝石、玻璃、石英、陶瓷及其它硬脆材料的切片、切方、切断、去头尾等多样式的高速高精度加工，也可根据用户需要配置旋转工作台，满足用户多样化加工需要。

成都光明光电股份有限公司 展位号：9C07



光明光电展出光学玻璃条料

公司始终瞄准光电产业前沿，突破了多个配方系统高难度产品的配方研发和连熔工艺技术瓶颈，成功开发出 240 余个牌号产品，全部实现环保化，具有较强的品种配套能力。

麦克奥迪实业集团有限公司 展位号：T1

麦克奥迪展出 PA53 MET 万能工业显微系统

PA53 MET 万能工业显微系统，其具备超大视野明视场、暗视场、高反差、偏振光、微分干涉观察方式；具有巧妙的模块化设计以满足 4/6/8/12 英寸晶圆拓展和大面积的液晶面板检查。所具备的 3D 超景深融合功能，采用 z-stack 多层堆栈技术，为目前工业领域纵向测量绝佳的解决方案，其相比日本品牌在空间分辨率上有显著优势。是一款高性价比的工业显微镜，独特的智能显微镜设计，如 ECO 自动休眠功能及 IL 多物镜亮度记忆功能，多物镜识别功能，完全避免了工人使用软件测量时出现的测量失误。

松下电器机电（中国）有限公司 展位号：9E12

Panasonic

松下电器展出部品备件

接触式测量仪器所使用的的耗材

湖北新华光信息材料有限公司 展位号：9C17

新华光展出 12 寸超高折射率玻璃晶圆毛坯—新华光 H-ZlaF82 ϕ305*20 型件

·折射率（n_d）为 2.00100，色散系数（υ_d）为 29.14。

·具有高均匀性和高透明度，可获得靓丽的图片效果，同时能将光线损失降到最低。

·可获得更大视场（Fov），极大提升视觉体验。

·可用于 AR/VR 等智能穿戴设备。

南阳利达光电有限公司 展位号：9C15

南阳利达展出 AR 光波导镜片

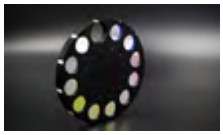
光波导镜片是 AR 眼镜的一种技术实现方式。光波导方案利用高亮度微型显示器做作为图像源以轻、薄透明的光波导为显示屏，通过小型化光学系统将图像通过光波导结构透射到人眼成像，实现轻、薄、小型化设计，供穿戴者观察使用。

浙江舜宇光学有限公司 展位号：9C16-1

舜宇展出手机镜头

手机镜头出货量居中国大陆地区第一位，全球第二位。具备生产高端 7P 镜头，48M 及以上高像素超薄镜头，大像面，多摄镜 头等的实力。

深圳市纳宏光电技术有限公司 展位号：9E05



纳宏展出精密光学滤光片

深圳纳宏光电拥有优秀的光学工程团队，以及先进的多台进口光学真空蒸镀设备可生产种类多样滤光片，纳宏光电生产的滤光片有中心波长准确、透过率高、截止深度好、膜层牢固度高等有点。深圳纳宏光电可根据客户的光学指标需求予以生产定制滤光片。

贵州皓天光电科技有限公司 展位号：7G12

皓天展出皓天蓝宝石系列

皓天光电蓝宝石晶体材料是由纯度大于 99.999% 的高纯氧化铝（A1203）在长晶炉里经高温熔化结晶而形成的六方晶格结构的晶体，它具有高声速、耐高温、抗腐蚀、高硬度、高透光性、熔点高（2050°C）等性能，因此常被用来作为光学元件、红外装置、高强度镭辐射材料及光罩材料。 我们专门为客户提供的高品质的 2"、4”、6"、8"LED 衬底蓝宝石材料，以及各种客户定制的尺寸的蓝宝石手表镜、手机盖板、摄像头保护盖、光学窗口蓝宝石材料。

基恩士（中国）有限公司 展位号：6A09

基恩士展出数码显微系统 VHX-7000

今后，细微的差别也绝不放过 Optical Shadow Effect Mode 以往只能看得模糊不清的细微处也能看得清清楚楚。 能够突显细微形状，用以往的显微镜时总是力不从心的观测效果，从此能够看得清晰鲜明。

布勒莱宝光学设备（北京）有限公司 展位号：9E03

布勒莱宝展出 HELIOS 系列磁控溅射镀膜设备

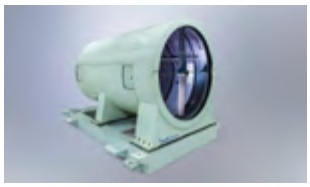
HELIOS 系列磁控溅射设备拥有高速稳定的沉积速率，极高的工艺稳定性，高精度的超薄膜厚控制。可用于超过 200 层和 20μm 厚的滤光片，具有最优膜层氧化率，高密度，低损耗的特点。可加工的薄膜器件包括激光带通滤光片，截至滤光片，单腔 / 多腔滤光片，啁啾反射镜，偏光膜等，其应用于消费电子，半导体，生命科学，医疗，计量，基础科研等领域。

佛山华国光学器材有限公司 展位号：9F06

华国光学展出 62 倍透雾监控鏡頭

1. 12.5-775mm 电动变焦镜头，实现超远距离摄像 2. IR 技术，适应日夜监控和低照度情况下可以實現黑白畫面監控 3. 光学透雾功能，在薄雾 / 灰霾天气呈现轮廓清晰的黑白图像。

南京英田光学工程股份有限公司 展位号：9E21



英田展出大口径平面反射镜

公司可承接定制各种规格的折射式、反射式平行光管。这是为长春光机所定制的 φ1400mm 卡式大口径平行光管：通光口径 1400mm，视场≥ 6′，波段 0.4μm ～ 5μm，主镜精度 RMS 优于 λ/40，焦距 52m。

长春博信光电子有限公司 展位号: 9E09

博信展出博信柱面镜

柱面镜在一个维度上有曲率，是为光源进行一维整形而设计应用的。它通常用来改变光学系统中的光源形状，使其成为线光源。柱面镜可用于系统中像散的矫正。它在大功率激光和长距离线干涉仪等高精度测试仪及装置中有着广泛的应用。同时柱面镜也常被应用在同步辐射光束线，条形码扫描仪和强激光系统等光学系统中。为了满足客户的需求，博信可提供多种材质的柱面镜，包括无色光学玻璃、激光晶体、熔融石英、抗辐射玻璃、紫外和红外材料、金属材料，例如: SiO、CaF、BaF、ZnSe、ZnS 等。

福州创恒光电有限公司 展位号: 9C04

创恒展出柱面透镜

柱面透镜主要应用于改变成像尺寸大小的设计要求，例如把一个点光斑转换成一条线斑，或者在不改变像宽度的情况下改变像的高度。可应用在线性探测器照明，条形码扫描，全息照明，光信息处理，计算机，激光发射。创恒光电可提供最大尺寸柱面镜为 500mm*500mm，同时以日本进口镀膜机在其表面实现镀膜，可提供样品试制和批量化生产要求。

美国环球光学远东有限公司南京代表处 展位号: 9C05

美国环球光学远东有限公司南京代表处展出 CVC 701F

美国环球光学一直走在抛光应用创新的前沿。CVC701F 是公司新推出的高纯度氧化铈抛光液，粒径范围窄而且控制严格,适合与各种抛光垫、抛光沥青稀释不同浓度使用。适用于石英、微晶玻璃、BK7 和熔融石英等材料的高要求终端抛光。

东莞市玖洲光学有限公司 展位号: 9H36

玖洲展出车载后装系列 HK-8077

车载前装系列、车载后装系列: 智能辅驾 2D 3D 360 鸟瞰全景镜头。

南京波长光电科技股份有限公司 展位号: 9D21、1237

波长光电展出长波红外镜头

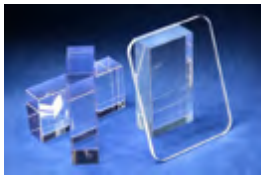
专注非球面，提高像质

福州光诚光电有限公司 展位号: 7G10

光诚展出激光反射镜

高损伤阈值； ＞23J/cm² @1064nm,10.6ns, 20 Hz ＞7.71J/cm² @532nm, 7ns, 20 Hz ＞ 4J/cm² @355nm, 5ns, 10 Hz 高反射率 >99.9% 高精度 材料: BK7 Fused Silica Corning 材料 波长: 266,355,532,1064，etc 通过从原材料的选择， 到基片最后的质量控制， 影响激光损伤阈值不只是镀膜材料，以及镀膜技术。甚至从基片的抛光，清洗，抛光材料都至关重要。

苏州恒嘉晶体材料有限公司 展位号: 8J07



恒嘉展出蓝宝石光学材料

蓝宝石晶片经过双面研磨抛光加工后成为蓝宝石镜面产品，运用于光学领域，军工装备、包括摄像头保护盖、手机盖板、保护视窗、HOME 键等产品应用。

常州市伟光科技有限公司 展位号: 6D76

伟光展出玻璃光纤光束光源

伟光科技是国内专业的非通讯光纤制造商。产品主要应用于光纤照明，机器视觉照明光纤式传感器，UV 固化光纤，传感类光纤，激光光纤及各类 LED 光源器，，灯光源器等，可按客户要求定制。20 年来，伟光科技一直致力于为客户创造更优质的的产品，提供优质的服务。伟光科技将不断进取，以更专注专业的姿态努力为客户创造更大价值。

爱发科商贸（上海）有限公司 展位号: 7G24

爱发科展出低温泵，检漏仪，LS 真空泵

低温泵：本公司的低温泵能制造出 10^-7~10^-9Pa 及其以下的纯净真空环境。并在 10^-1~10^-8Pa 的压力范围内持有快速排气速度。具有优越的可信度、高性能，及时的服务。还有许多不同机型，能够适用于全世界的生产线。 检漏仪：HELIOT900 系列拥有优秀排气速度与便利性的氦检漏仪。在各种泄漏检测时都能够发挥最好的性能。LS 系列泵：1. 高速排气。大幅缩短大气压附近的排气速度。2. 低消费电力。到达压力时的消费电力是行业顶级中的 0.6kW 以下。3. 低噪音。内藏专用消音器，实现 60dB。

湖南宇晶机器股份有限公司 展位号: 9D16

宇晶展出 YJ-QPL900B 曲面抛光机

机器采用简易的行星研磨抛光原理，上盘三个分别能独立驱动，可同时安装不同的抛光耗材高速旋转，能实现更好的抛光效果。 下盘有四个工位，每个工位 3 个下载盘能公转和自转，能有效的保证产品周边扫光效果一致性。采用全新的真空吸附结构和真空控制系统，能更自动化，精确化的控制每个工位的真空。 电机采用变频电机且使用变频调速器控制,能在有效设置范围内以任意速度工作,实现平稳的停止加速、减速及换向运转。 上盘下降过程中，设置了快降和缓降，缓降行程在气缸行程范围内可调，缓降速度也可根据工件抗冲击程度自由调整。

南京茂莱光学科技股份有限公司 展位号: 9E32

茂莱光学展出光学器件，装配件，光学设备

定制多种光学元件——透镜（球面、柱面、非球面）、反射镜、窗口、滤光片、分光镜、偏振片和波片。擅长整个光谱（从紫外到红外）的各种类型镀膜（分光、增透、高反、滤光片、激光损伤耐久性、导电和疏水性）。 经验丰富的技术专家团队可以为完整的系统提供光学和机械设计服务，以及 sub-assembly 和 Turnkey 项目的集成与测试服务。

苏州博宏源机械制造有限公司 展位号: 8K32

博宏源展出 SP54-4DU 单面抛光机

本机主要用于蓝宝石片状材料的单面抛光，也可用于碳化硅、硅片、锗片、铌酸锂、玻璃等硬脆材料平行平面的单面高精度、高效率抛光。 该机采用触摸界面及 PLC 控制。为用户提供开放式的图形操控界面，充分发挥机械硬件性能；该机主传动具有传动链短、稳定可靠等特点；四个上抛头主动旋转，压力控制采用电气比例阀任意设定，且每个头均可单独控制；上下抛盘均采用循化冷却水强制冷却，温度控制精确。

红河

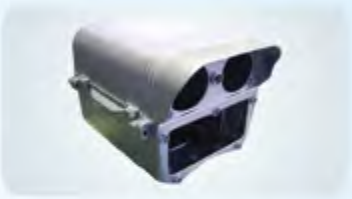
WELCOME TO
VISIT OUR BOOTH 1096

红外激光产品专业配套厂家

铝镁壳体类　压铸铸件类　镜头壳体类

精密零件类　塑胶橡胶类　表面处理类

提供一站式配套服务



地址：广东省东莞市东城区余屋勿松七街十六号
Address: No.16, Yuwusong 7th Street, Dongcheng District,Dongguan City, Guangdong Province
电话：0769-22207196　22207197　27283735
传真：0769-23117830
邮箱：dgshhjs@163.com
网址：//www.dg-honghe.com

东莞市红河金属制品有限公司
DONGGUAN HONGHE METAL PRODUCT CO.,LTD.

CIOE | 中国光博会

激光技术及智能制造展

Lasers Technology & Intelligent Manufacturing Expo

CIOE 激光技术及智能制造展是专注于激光精细加工和创新应用的专业展览，聚焦激光技术在电子制造、集成电路、通信、医疗、能源、自动驾驶等领域的创新应用。展会立足华南、辐射全国，集商贸采购、展示、技术及学术交流于一体。小编四处搜寻，为大家呈现部分展商的火热新品，下面随小编来围观下。（以下排名不分先后）

北京杏林睿光科技有限公司　展位号：2Q06、2Q07

杏林睿光展出 NLO 系列多模窄线宽激光器模块

窄线宽激光模块是睿光科技的特色产品，配备标准输入输出接口，可方便的嵌入用户整机系统，实现非常稳定的窄线宽激光输出。产品内置经过优化处理的光反馈稳功率模块和 TEC 制冷模块，使得该产品具有良好的光谱特性和功率稳定特性。可根据客户要求提供定制化以及二次开发服务。

武汉赛斐尔激光技术有限公司　展位号：2E29

赛斐尔展出激光打标机

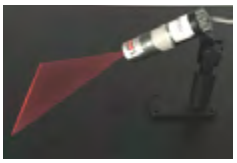
光纤激光打标机是集光纤激光技术、计算机控制、机械及自动控制技术于一体的新技术产品。该系统采用的光纤激光器使用寿命长、可靠性高，主机免维护，可长时间工作，能对大多数金属材料进行加工。 本公司随机安装的是基于 Windows 平台下的专用操作软件。用户可以直接在操作界面上手动操作，也可在 AutoCAD 等其它软件下进行图形编辑，再通过软件导入进行标刻处理。

武汉中谷联创光电科技股份有限公司　展位号：2F25

中谷联创展出精密激光分板机

PCB 激光分板机主要用于 PCB、FPC 大板分小板，外型切割，轮廓切割，钻孔等加工。设备采用高性能 UV 激光光源，集合高精度 CCD 视觉定位技术，通过自主研发的可视化激光控制软件，完美实现精密加工应用。通过对激光功率的调整，可以进行 PCB 打二维码加工，实现切割打码一机两用。 设备特点：切割断面光滑，无粉尘无毛刺，可与 SMT 产线对接实现自动化生产。激光加工不会对 PCB 造成损伤，无应力产生的变形、弯曲等现象。 采用精密二维工作台和全闭环控制系统，自动补偿切割精度。相比较于传统加工模式，对于已经做了贴片的 PCB 板更具优势。

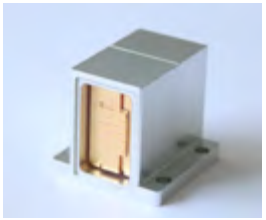
长春新产业光电技术有限公司　展位号：2N18、2N19



长春新产业展出机器视觉用一字线激光器，结构光

一字线激光器（模组）是由点光源通过线性发生器产生功率密度均匀，直线度高，稳定性好并呈一字线型输出的激光器。广泛应用于机器视觉扫描、大气勘测，建筑及加工等领域。常用的波长为 405nm、450nm、520nm、532nm、635nm、637nm、655nm、808nm、980nm 等。 常 用的一字线扇角有 15°、30°、45°、60°、90°等。长春新产业公司可以根据客户具体要求提供相应波长，角度及线宽的一字线激光器（模组）。

山东华光光电子股份有限公司 展位号：2E13



华光展出宏通道叠阵激光器

近年来，在医疗美容市场，808nm 半导体激光器在脱毛领域发展迅速，已经成为主流脱毛技术，华光光电子前期推出的 808nm 300W、500W、1000W 宏通道叠阵激光器凭借其良好的单一性,较好的穿透力，选择性光热作用，安全、快速、高效地去除人体任何部位和深度的毛发等诸多优点，一经推出，便迅速获得了广大客户的好评。

深圳水滴激光科技有限公司 展位号：2H01

水滴激光展出激光清洗设备

水滴激光产品包括 100W，200W，500W 和 1000W 激手持式纳秒脉冲光纤激光清洗系统，设备集成化设计，运输过程十分方便。激光头小巧轻便，重量 <2kg，装有辅助支架和防尘保护镜，可广泛适用于各种清洗领域，包括轨道交通行业中的除漆、除锈、焊缝检修及焊前预处理等；模具行业中轮胎模具、印刷模具和注塑模具清洗等；石油系统中的管道内壁；民用市场的除漆、除锈、除镀层和除油污等。

深圳市韵腾激光科技有限公司 展位号：2A13

韵腾展出全自动双头覆盖膜激光切割设备

机台特点：① 覆盖膜产品可实现卷对卷、卷对片或片对片加工；② 相对纳秒激光加工，可降低切割边缘碳化，达到无碳化加工；③ 双台面加工，提高加工效率；④ 高效率的软件处理功能，人工介入少，实现全自动化生产。

大族激光科技产业集团股份有限公司 展位号：2C11

大族激光展出真空等离子清洗机

用途：集成电路引线支架、PCB 板盲孔内钻污、锂电池隔膜、电子连接器、音箱配件、特氟龙 PTFE 料、塑料配件、高分子薄膜、马达电机配件、LCD 的 ARRAY(玻璃加工)、LCD 的 CF(玻璃加工) 、铝箔、银膜、汽车点火线圈、指纹模组、摄像头模组、耳机振膜、手机中框、ITO 玻璃、蓝宝石衬底等离子清洗改性除静电。 特点：可以选配 13.56MHZ 射频电源、微波电源、中频电源。关键射频电源微波电源部件自制,设备性价比高。腔体容积：30-3000 升。

海特光电有限责任公司 展位号：3K17

海特展出半导体激光侧向泵浦模块

海特光电开发的 DPL 系列模块是半导体泵浦固体激光器系统的核心部件。通过变化固体激光晶体棒材料、直径、长度，以及半导体激光泵浦巴条数量、工作模式等参量，DPL 模块可用于多种固体激光振荡和放大器设计。该系列的标准产品提供 50W 到 300W 功率输出，我们还为用户提供定制化服务，可提供 1000W 以上高功率产品，满足用户在输出功率、工作模式、效率、外型等各方面需求。

广州安特激光技术有限公司 展位号：3K01

广州安特激光展出光电元件

Metrolux 是一家著名的光学测量技术公司位于德国哥廷根，提供激光光束和光学系统的测量。哥廷根位于德国南下萨克森，由于其著名科研院所和大学而闻名，被称作大学城。自 1995 年以来，Metrolux 公司开发、生产激光测控技术，产品组合涵盖光束参数的所有系统。Metrolux 由物理学家 Dr. Carsten Fischer 创立，自 2014 年成为 Berlin Industrial Group 集团的成员。产品用于测量原始光束、 焦点、 线、 波前和焦散线法，主要用于汽车，显示器以及 激光制造和生产。

深圳市东信高科自动化设备有限公司 展位号：2F01

东信高科展出大气通过式等离子表面处理机

配置专业运动平台，满足多元化需求。一键式控制启动，操作简单。主要应用于电子行业的手机壳印刷、涂覆、点胶等前处理，手机屏幕的表面处理；连接器表面清洗，丝网印刷、转移印刷前处理等。

东莞市蓝宇激光有限公司 展位号：2E09

蓝宇激光展出光纤激光器

光纤激光器性能稳定可靠，光点小。应用范围广泛 LDI 蓝光制网、PCB 曝光、激光光纤通等。

深圳市汇泽激光科技有限公司 展位号：2G05

汇泽激光展出移动便携式激光清洗系统

移动便携式激光清洗系统是新一代材料表面处理的高科技激光产品。具有清洗效率高，适用范围广，无耗材，结构简单便于集成和运输等特点。设备操作简单，通电即可使用，手持式清洗枪可贴合各类异形件表面进行清洗，能够有效清除物件表面油污、污垢、锈蚀、油漆等物质。

青岛自贸激光科技有限公司 展位号：3E07

青岛自贸展出飞秒光纤激光器 TCR-OSC

TCR-OSC 是一款工业级、自启动锁模的飞秒光纤激光器，该激光器是基于公司自主研发的全自动锁模技术与超高精度色散管理技术而研制的。激光器采用光纤输出，方便用户将激光器与其它系统连接。激光器的光模块和电模块集成在一个风冷的外壳里面。激光器的输出指标扩展性好，同一套系统仅需改变部分光路即可输出不同波长、不同功率、不同重复频率的光信号，满足不同的应用，具体指标可由用户定制。 在工业或科研领域，特别是放大系统种子源、太赫兹波产生，TCR-OSC 是一个理想的飞秒脉冲光源。

山东富锐光学科技有限公司 展位号：3H07

富锐展出工业级 2D 激光雷达

我们的产品在设计过程中考虑了严苛的工业环境，针对抗强光干扰，EMC、高低温、抗振动、抗冲击设立了严格的测试体系与质量体系。广泛应用于交通轨道、AGV 导航、避障、自动化流水线安全防护。

深圳市杰普特光电股份有限公司 展位号：2D21

杰普特展出 M7 20-200W

杰普特 M7 系列是采用直接电调制半导体激光器作为种子源（MOPA）方案的高功率光纤激光器，具有完美的激光特性和良好的脉冲形状控制能力。与调 Q 光纤激光器相比，MOPA 光纤激光器脉冲频率和脉冲宽度是独立可控的，通过两项激光参数调整搭配，可实现恒定的高峰值功率输出以及能适用于更广泛的标刻基材。此外，把调 Q 激光器的不可能变成 MOPA 的可能，更高的输出功率使其在高速打标的应用中优势尤为突出。

上海致凯捷激光科技有限公司 展位号: 2D01

致凯捷展出激光玻璃切割钻孔系统

1: 使用直线电机搭配光学尺全闭环驱动加工平台，精度高 . 2: 采用进口光学元件，质量可靠、功率损耗低 . 稳定可靠寿命长 3 配置自动对位 CCD 及视觉镜头，能精确识别各种 Mark 点，自动补偿，保证加工精度 . 4: 自主开发的控制软件，无需编程可直接导入 CAD 图形，部分功能可根据客户需求更新； 5: 激光加工方式为非接触式加工，加工过程中无耗材可节约企业运营成本 . 6，设备软件运行时可以自动生成机台加工，操作，报错等记录，可导出数据，设备状态清晰 明了 设备应用领域: 光学镜片、汽车玻璃的钻孔及切槽!

深圳市光波光能科技有限公司 展位号: 3H21

光波光能展出菲涅尔透镜

菲涅尔透镜相当于变薄了的多重凸透镜叠加，重量轻、可以设计不同的尺寸、出光角度可调，节省开模费用，很大程度消球差 精密机床加工，实现光的准确传递，射程更远、成本更低、性能更好。

通快 (中国) 有限公司 展位号: 2E21

通 快 展 出 3D sensing VCSEL(消费电子)

通快消费电子用 3D Sensing VCSEL 具有产品品质稳定，出货产能充沛，为国内外最主流的手机厂商所采用，迄今为止已拥有超过 5 年的大批量出货成绩。 通快 VCSEL，源于欧洲，服务全球!

武汉安扬激光技术有限责任公司 展位号: 3K07、3K08

安扬激光展出 FemtoYL 系列飞秒光纤激光器

FemtoYL 系列激光器基于全光纤飞秒激光器架构，模块化设计，适应工业 7x24 小时生产需求以及前沿科学研究而设计开发的高功率超快光纤激光器。FemtoYL-100 能够提供 >100W 的总功率，400fs 的最小脉冲宽度，>200uJ 的脉冲能量和 25kHz-5MHz 灵活的重复频率。它的光斑模式好,脉冲能量稳定性高,能够适用于材料的微纳加工，显示材料切割，脆性材料切割，MEMS 生产，集成光子学等众多领域。

蓝思智能机器人 (长沙) 有限公司 展位号: 2E33

蓝思智能机器人展出全自动激光切割钻孔一体机

用于手机盖板玻璃，摄像头玻璃及蓝宝石切割钻孔。

深圳市海目星激光智能装备股份有限公司 展位号: 2D36

海目星展出 PCB 激光打标机

此设备用于印刷电路板上阻焊剂的直接激光标记。激光组件安装在传输系统的上方伺服驱动 X/Y 轴。需要标记的 PCB 自动传输，以固定的位置移动到目标激光雕刻区域，进行视觉定位。激光移动到一个预先设定的位置，根据不同的内容，如条码 Datamatrix 码，纯文本或标识到产品上。相机识别验证条码内容保存。

深圳市创鑫激光股份有限公司 展位号：3A12

创鑫激光展出创鑫激光 25000W 多模连续光纤激光器

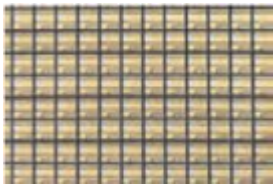
创鑫激光 25000W，内置高功率单模块，独特的背反光保护技术及内部模块化布局，具有高能量密度（150um 输出），在实现超高功率输出的同时，形态更小、节能省电。激光功率连续可调，电光转换效率高、拥有较高的光束质量。20000W-25000W 的推出，将大大开拓国内超厚板材切割、激光复合焊、自动焊等应用市场，金属及非金属材料的切割、焊接、钻孔、熔覆、增材制造、表面热处理等应用的理想激光源。

深圳市华盛昌科技实业股份有限公司 展位号：1D61

华盛昌展出红外热像仪

1.-20~400 °C 宽量程和高精确度，-20~800°C (DT-9875H) 2.3.5 英寸高清 TFT 触摸屏 3.IP65 防护等级、2 米防摔的科学严谨设计 4.20 倍可调焦功能 5. 全自动直方图的图像调节 6. 拍照和视频功能 7.19200 像素（160*120）红外分辨率 8. 现场语音记录功能 9.USB 和 SD 卡输出，机身附带 4G SD 卡，最大可扩至 64G 10.3 个可移动方框（最大值、最小值、平均值）

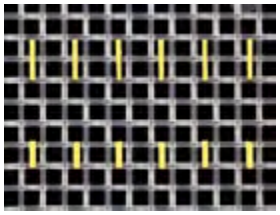
无锡奥夫特光学技术有限公司 展位号：2Q01



奥夫特展出金属化陶瓷基板

基材：氧化铝 / 氮化铝 / 氧化铍等尺寸：按照客户要求订制；图形：按照客户要求订制；金属化：CrNiAu/TiNiAu/TiPtAu/AuSn 或按照客户要求，厚度按照客户要求表面质量：20/10（MIL-13830B）

深圳瑞波光电子有限公司 展位号：2H13



瑞波展出激光雷达 LiDar 用 905nm 测距芯片

瑞波光电在发力激光雷达领域之后，就开始专注于上游的激光雷达芯片的研发和生产制造，目前已经向市场推出了 15W、25W、50W 和 75W 级 905nm 芯片，应用于测距望远镜、扫地机器人、无人物流车、无人驾驶等领域。具有电压低、效率高、耐高温的特点。具有极高的性价比和可靠性，目前正在大批量出货。针对部分应用领域对高温特性的迫切要求，瑞波光电针对 905nm 芯片的高温特性进行了优化，可以实现 25°C -125°C 的 100°C温差内功率约衰减 30%，即在 16A 驱动电流下每升高 10°C，其峰值光功率降低 1.75W。

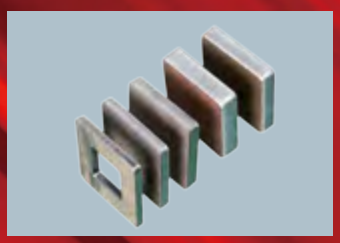
西安精英光电技术有限公司 展位号：2J13

西安精英展出生物应用系列高稳定激光模组

生物应用系列激光模组具高稳定，低噪声的优点。波长、功率的稳定能保证高质量的光束输出。其被广泛应用于生物医疗、激光显微镜、拉曼显微镜等高端光学应用。

JPT 成为杰出的激光光源全球解决方案提供商

CW系列连续光激光器
100W-8000W



诚邀莅临

官　网：www.jptoe.com

E-mail：sales@jptoe.com

CIOE 2019.9.4-9.7

中国国际光电博览会

深圳会展中心2号馆　展位号：2D21

CIOE | 中国光博会

红外技术及应用展
Infrared Applications Expo

CIOE 红外技术及应用展是中国乃至亚太地区最为完整的红外产业链商贸采购、展示、技术及学术交流的平台，全面展示红外材料、器件、设备及应用产品。小编四处搜寻，为大家呈现部分展商的火热新品，下面随小编来围观下。（以下排名不分先后）

有研光电新材料有限责任公司　展位号：1D81

有研展出硫系玻璃

硫系玻璃是一种透过波段范围宽、光学性能优异，具有广泛用途的特种红外玻璃材料。其化学性稳定，抗酸性强，在红外光学系统中可以消陶色差，是理想的红外透镜材料，也是精密模压成型红外透镜的首选材料。有研国晶辉生产 6 种牌号的硫系玻璃，产品最大直径 150mm，可提供毛坯、抛光件、镀膜件等不同产品形式。

育空河光电（东莞）有限公司　展位号：1D65

Pulsar Axion 系列热成像仪采用最新型 12μm 像元尺寸传感器，设计娇小紧凑，外壳由超轻镁合金材料制成，坚固耐磨。可以单手轻松握住或放入口袋中，舒适的抓握和操作体验，便于携带，是侦察和地理定位的最佳选择。用户友好界面设计和符合人体工程学结构确保了超高舒适性和实用性。可拍照，录像，WiFi 功能，支持 Stream Vision 应用。

法国 HGH 红外系统公司　展位号：1113、1115

法国 HGH 展出全新一代的黑体控制器

新一代电子控制器是黑体控制和监控的核心。这种先进的黑体控制器非常适合红外系统的测试和校准，具有智能设计，可实现无与伦比的性能水平，温度分辨率为 0.1 mK，调节稳定性为 0.5mK。改进的人体工程学设计和现代化的设计 - 电容式彩色触摸屏，可直观显示数据和功能 - 紧凑：尺寸减小到 2U，适用于所有类型的黑体 - 可折叠，可伸缩的底部支架 - 风扇可单独停止转动 - 用户界面友好直观，带颜色代码。

昆明凯航光电科技有限公司　展位号：1D06

凯航展出红外光学镜头

红外光学镜头 设计制作各种致冷和非致冷探测器用定焦、变焦、多视场等无热化红外光学镜头或光学系统。

索雷博光电科技（上海）有限公司　展位号：1D10

索雷博展出 Vytran® 光纤熔接和处理设备

Thorlabs 的 Vytran ™产品线设计用于光纤熔接与处理。这些设备可进行光纤的剥除、清洁、切割、熔接、涂覆和拉力测试，实现高质量和机械强度的光纤连接，以及制造光纤锥体、端帽、耦合器和合束器。石墨细丝熔接专利技术是高强度、低损耗熔接始终如一的可靠选择；真实纤芯成像 (True Core Imaging ™) 高分辨率光学成像系统可探测和显示光纤纤芯结构，进行自动光纤对准和快速、精确的熔接损耗测定。CO2 激光熔接为更大尺寸的光纤熔接，以及大尺寸端帽和复杂的终端的制备提供更优化的选项。

浙江红相科技股份有限公司　展位号：1D13

红相展出在线监测红外热像仪

TI35S|TI65S 结构紧凑、体积小、重量轻、性能稳定，具有灵敏度高、图像清晰、测温准确、控制灵活等特点，可结合专用红外镜头、可控制云台、护罩等设备，集成一套完整的红外在线监控系统。可以满足工业、电力、电子等行业的过程状态检测领域进行非接触实时测温。

浙江大立科技股份有限公司 展位号：1D51

大立展出红外热像仪

产品特点

◆ 640×480/384×288 像素非制冷焦平面微热型；

◆ 内置多种伪彩色标可选；

◆ 网络测温型通用组件；

◆ 精确测温

◆ 支持 1 路硬件报警输入、1 路报警输出；

◆ 原始热图数据输出

◆ 多种镜头可选；

浙江兆晟科技股份有限公司 展位号：1D83

兆晟展出 iThermal 3/6-S 网络型测温热成像机芯

1、内置视频压缩编码，易于网络传输 2、智能高温预警功能，多档阈值可调，高效检测 3、全画面测温功能 4、AGG 自动增益调节、3D 降噪、IDE 图像细节增强 5、具备优异的测温稳定性能，即开即用

LYNRED 展位号：1D03

LYNRED 展出 Atto640

The smallest VGA 12µm thermal imaging detector on the market Advantages： Best in class SWaP characteristics High quality moving images Seamless integration into volum manufacturing environment Compact.

深圳市朗驰欣创科技股份有限公司 展位号：1D82

朗驰欣创展出双视红外热成像相机（ND10）

1、对目标同时进行可见光视频+红外热成像温度双视监测。2、通过标准 IP 网络将数据传输至 PC 后端监测平台进行存储、分析和自动超温报警。 3、可全屏测温，支持点，线，区域测温。 4、支持绊线越界入侵报警。 5、支持 onvif,28181 等标准通讯协议，快速接入第三方平台。 6、可提供 SDK 开发包进行二次开发和与第三方平台进行对接。7、可广泛应用于近距离对设备温度状态监测，场景温度监控如室内防火、仓库防火，充电桩温度监控等领域。

江苏南大五维电子科技有限公司 展位号：1D14

南大展出水环境物联网监测设备

该产品基于光电探测技术、光谱传感技术和物联网技术研制，具有造价低、安装维护便捷等特点，适合沿流域高密度部署，实时监测河道水质变化，溯源污染事件。设备可监测如 DO、SD、ORP、NH3-N 等指标，根据实际需求可加装 PH、COD 等传感器，以及流量计、液位计等水文传感器。设备监测数据既能够反映出水质污染情况，又可以反映水量的变化情况，为河道湖泊水体的治理和长效管理提供参考依据。设备支持 NB-IoT、LoRa 等窄带物联通信，同时选用太阳能供电，安装更加便捷。该产品作为唯一的物联网设备，入围 2018 年度水利部先进实用技术重点推广目录。

烟台艾睿光电科技有限公司 展位号：1D12

艾睿展出 12µm 全系列红外探测器量产

为满足各个领域对热成像 SWaP-C (Size, Weight, Power and Cost) 持续升高的要求，全球非制冷红外探测器厂商纷纷加速从 17µm 到 12µm 的技术升级。艾睿光电 (IRay) 12µm 系列非制冷红外焦平面探测器实现量产。

福建福光股份有限公司 展位号：1D11

福光展出红外热成像镜头

光学无热化设计，长波非制冷红外透过率 88%，工作温度：-40° c~80° c，适用于电力、石油、矿场等测温检测。结构支持定制。

广州飒特红外股份有限公司 展位号：1D31

飒特展出维护型“手自电”调焦一体化热像仪 G96 plus

精“芯”打造顶级专业红外热像仪，搭载高分辨率，高灵敏度探测器，图像融合技术，成像细腻；人性化设计，轻松操控，5 寸超大液晶显示屏，完美呈现每一细节。且具有手动，电动和自动调焦功能，高效定位故障点，及时排查安全隐患，是电力检测行业必备工具首选。

杭州海康威视数字技术股份有限公司 展位号：1D30

海康威视展出 H36 手持测温热像仪

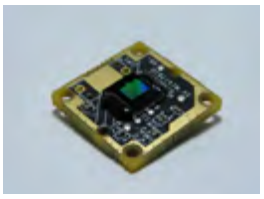
海康威视 H36 手持测温热像仪拥有 640x480 的高分辨率 3.5”阳光触摸屏，配备 384×288 红外探测器和 200W 像素可见光探测器。同时，轻量级的设计，机身重量只有 650g。可选择显示可见光与热成像的双光融合图像，兼顾细节和热点。最后 H36 具有 wifi 连接移动设备的功能，可多人连接同一台设备，在手机上进行截图录像方便分享。

中国航空工业集团公司洛阳电光设备研究所 展位号：1D75

中国航空工业集团公司洛阳电光设备研究所展出警用空中巡查系统

Loongeye330 型光电吊舱系统（系统）主要挂载于 AC311、Z9 等直升机，为警航提供跟踪监控、城市巡逻、反恐防暴、紧急救援、抗险救灾等方面的应用。可满足搜索、观察、跟踪、定位和执法取证等多种使用需求，适用于海洋、高原、严寒等环境。该系统可提高警航执法的现代化水平、提升快速反应能力、增加执法半径。

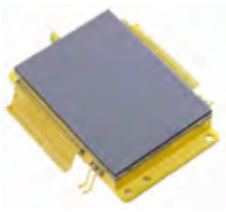
杭州海康微影传感科技有限公司 展位号：1D30



海康微影展出非制冷红外探测器

1. H1617W2O 是一款非制冷长波红外 (8~14um) 晶圆级封装探测器，阵列大小 160*120，像元尺寸 17um，像元材料氧化钒。2. H3817C2S 是一款非制冷长波红外 (8~14um) 陶瓷封装探测器，阵列大小 384*288，像元尺寸 17um，像元材料氧化钒。3. H6417C1S 是一款非制冷长波红外 (8~14um) 陶瓷封装探测器，阵列大小 640*512，像元尺寸 17um，像元材料氧化钒。

武汉高芯科技有限公司 展位号：1D71



高芯展出 1280*1024@12μm 非制冷红外探测器

百万像素高清氧化矾非制冷红外探测器 面阵规格：1280*1024 像元间距：12 微米

北方夜视科技集团有限公司 展位号：1D32

北方夜视展出通用微光枪瞄镜

通用微光枪瞄镜，是为满足在夜间和低照度环境下进行反恐作战等任务需要而研制的一种清晰度高、枪镜结合好、适应性强、可靠耐用、性能稳定、人机功效好、成本低廉、解决基层部队夜战需求的夜视枪瞄镜，适于夜间近距离精准射击，可解决 25 米至 100 米夜间快速瞄准，精准射击。

北京富吉瑞光电科技有限公司 展位号：1D05

富吉瑞展出红外光电雷达

本系统利用制冷型及非制冷型红外热像仪实时周视告警、全被动探测，具备广域、多目标同时探测和告警能力。是电子雷达防空系统的重要补充。本系统可以主要用于要地防御、移动目标搜索等领域。主要部署在重要集会场所、机场。港口、监狱、军事基地等全景监控的场所，用于对无人机、直升机、移动车辆、人员等高威胁目标的搜索侦测。

深圳市华盛昌科技实业股份有限公司 展位号：1D61

华盛昌展出红外热像仪

1.-20~400 °C 宽量程和高精确度，-20~800 °C (DT-9875H) 2.3.5 英寸高清 TFT 触摸屏 3.IP65 防护等级、2 米防摔的科学严谨设计 4.20 倍可调焦功能 5. 全自动直方图的图像调节 6. 拍照和视频功能 7.19200 像素 (160*120) 红外分辨率 8. 现场语音记录功能 9.USB 和 SD 卡输出，机身附带 4G SD 卡，最大可扩至 64G 10.3 个可移动方框（最大值、最小值、平均值）

江苏东方赛光电有限公司 展位号：1D95

东方赛展出 DFS-SCVA650

640×512 氧化钒非制冷焦平面。专业的图像处理算法，成像细节突出。支持多种视频输出：PAL 端口、BT656、USB。智能高温预警功能，报警阈值可调。支持划区域报警，最高温跟踪。

三河市戎邦光电设备股份有限公司 展位号：1263、1265

戎邦展出迷你型多功能红外热像仪

迷你型多功能红外热像仪，可在各种恶劣环境下完成全天候观察，如大雾、浓烟和夜间全黑的环境下等；消防安全；非干扰性测试；便携式边界防护，可有效防范各种入侵、走私、反扒等。

广州科易光电技术有限公司 展位号：1D85

科易展出 PL-640L 无人机红外热成像载荷

PL-640L 无人机红外热成像载荷是科易公司基于大疆 PSDK 开发，可以方便、快速的安装于 M200 系列飞机，与大疆的图传飞控系统无缝整合。采用高分辨率红外热像仪，探测器分辨率 640×480，16bits 全动态精准测温及录像，可充分满足电力巡检等有精确测温分析需求的使用场景要求。50mm 的焦距能清晰拍摄目标细节、满足较远距离观测目标的需求；图像帧频 30Hz，满足运动状态下对于目标的清晰拍摄；具备“图像动态显示范围调节”的功能，满足温度背景复杂情况下目标清晰拍摄的需求。

浙江红谱科技股份有限公司 展位号：1D91

红谱展出便携式红外热成像仪

X 600/X 1024 系列红外热成像仪搭载了高灵敏红外探测器、多功能红外镜头、激光测距及全球定位系统，帮助用户快速清晰聚焦目标热图像，并智能识别热点和异常点，协助故障诊断。仪器集成了多种图像处理算法和测温模式，实现多区域测温与异常报警，满足统统应用领域需求。

北京东宇宏达科技有限公司 展位号：1D88

东宇宏达展出 40-690mm 中波制冷红外热像仪

1) 探测器：LEO（进口/国产）；2) 分辨率：640×512； 3) 焦距：40-690mm； 4) 视 频：PAL，Cameralink/SDI/LVDS； 5) 通讯：RS-422/RS-232； 6) 尺寸：210 mm×210 mm×391mm; 7) 主要功能：细节增强，极性切换，十字标，无级电子变倍，图像水平/垂直镜像，图像冻结，亮度/对比度调节，虚焦校正，背景校正,自动聚焦等； 8) 应用：可集成于光电吊舱、转台等观瞄系统，用于目标探测、跟踪、识别，安防，森林防火，环境监测等领域。

瑞典爱尔诺红外有限公司 展位号：1122

爱尔诺展出 Idun 1055

Idun 1055 是一种先进的光学气体成像（OGI）探测器，适用于六氟化硫，氨气，乙烯和许多其他气体，响应峰值大约为 10.55μm。这款新一代 640x512 探测器是世界首创，很快成为愿意在 OGI 市场树立新性能标准的系统制造商的明智选择。依靠高分辨率和优化的 F 值，Idun 满足了行业对泄漏检测系统提出的最严格的要求和规定。

广东先导稀材股份有限公司 展位号：1D73

先导稀材展出锗（Ge）

先导按客户要求定制的锗片，是用于制作红外光学镜头和红外光学窗口最常用的材料。由于锗在红外有极好的透光性和在可见光谱的不透明性，它非常适合用于制造在红外激光和红外热成像应用的光学元件。

东莞市宏格电子科技有限公司 展位号：1D70

宏格展出精密划片机（12 寸双轴）

DS9200 型精密划片机适合大型封装基板类材料切割，最大工作尺寸可达 310*310mm，切割效率比单轴机型最大可提升 90%。可精密切割硅片、PCB、陶瓷、玻璃、铌酸锂、氧化铝、石英，广泛应用于 LED 封装、QFN、BGA、光学光电、通讯等。

划片机专业代理商
东莞市宏格电子科技有限公司

technology Hongge

12寸划片机

10寸划片机

宏格电子科技是专业从事半导体制程加工设备的销售、咨询、服务于一体的高科技企业。公司依托于先进的产品技术及丰富的行业经验，不断为客户提供合理、实用、节能的产品解决方案，多年来客户已遍及全国各个行业知名企业及高校科研院所等。

➢产品与服务：

划片机、清洗机、贴膜机、UV解胶机、扩膜机等。

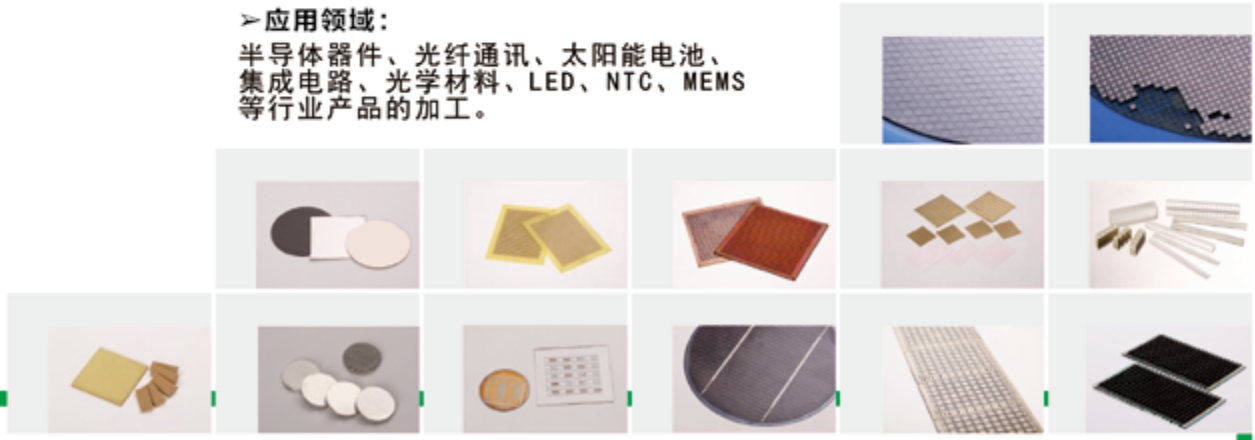
6寸划片机

清洗机

- ➢自动图像识别功能
- ➢NCS（非接触测高）功能
- ➢BBD（刀片破损检测）功能
- ➢刀痕检测功能
- ➢在线磨刀功能

➢应用领域：

半导体器件、光纤通讯、太阳能电池、集成电路、光学材料、LED、NTC、MEMS等行业产品的加工。



产品销售、展示、技术服务中心（华南）：

东莞市宏格电子科技有限公司

地址：东莞市南城区高盛科技园南区E栋首层01-04号

电话：0769-85842101　邮箱：sales@hongge.com.cn

制造工厂：

沈阳和研科技有限公司

地址：沈阳市沈北新区蒲河路81-13 号

电话：024-31238383　邮箱：heyantech@163.com

CIOE | 中国光博会

光电传感展
Optoelectronic Sensor Expo

CIOE 光电传感展是专注于光电传感及智能制造领域的专业展览，聚焦光电传感在消费电子、汽车工业、通信电子、机械、化工及医药等领域的应用，结合同期展示的光通信、光纤传感、红外、光学相机、机器视觉等版块，全面打造光电传感产业链的商贸采购、展示、技术及学术交流平台。小编四处搜寻，为大家呈现部分展商的火热新品，下面随小编来围观下。（以下排名不分先后）

深圳市镭神智能系统有限公司　展位号：3Q12

镭神智能展出镭神车规级 128 线混合固态激光雷达

车规级 128 线混合固态激光雷达是镭神智能专为针对 L4、L5 级别无人驾驶汽车和车规级标准设计，以自主创新的模块化的发射和接收技术，实现 128 线高密度与高精度的三维扫描。其探测范围可达 200 米之远，轻松应对高速、低速等不同道路场景的环境感知需求。水平视场角有 120°、140 °和 150 °三种，中间 128 线重叠区均能达到 90 °，密集的线束扫描带来的还有数倍提升的垂直角分辨率，高达 0.16°、0.2°、0.25°等三种垂直角分辨率可选，为 L4、L5 无人驾驶提供更极致而精准的环境感知体验。

北醒（北京）光子科技有限公司　展位号：3G01、3G02

北醒展出 TFmini Plus 激光雷达（短距传感器）

TFmini Plus 是北醒在推进激光雷达低成本化进程中里程碑式的一步。具有低成本、小体积和高性能三大优点，12m 量程，1000Hz 测量频率，IP65 等级防护，可实现明确方向的非接触式实时测距。对于室外强光、不同温度、不同反射率等不同环境下适应性极强。更多信息详见官网：www.benewake.com 产品应用：物位计（物料、液体），无人机定高，仿地飞行，机器人，智能交通，工业安防，室内外无人车，物联网（智能家居）

Innoviz Technologies　展位号：3J16、3J17

Innoviz Technologies 展出 INNOVIZPRO

InnovizPro 可以为汽车、测绘及其他应用领域带来卓越的性能和超凡的价值。这款激光雷达可在高帧频下产生致密的 3D 点云，具有出色的感知能力。InnovizPro 具有像素密度高、垂直视场均匀等特点，探测距离可达 150 米。这款传感器采用先进的设计，能够智能聚焦感兴趣区 (ROI, regions of interest)，并且不受日照和天气条件的影响，具有出色的可靠性表现。

SCG Hong Kong SAR Ltd　展位号：3J06、3J07

SCG Hong Kong SAR Ltd 展出 Pandion 短程激光雷达 (LiDAR) 演示系统

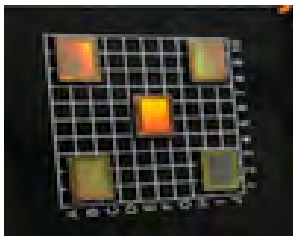
此成像单光子雪崩二极管（SPAD）阵列集成 CMOS 元件，由 400 x 100 阵列的可单独寻址的 SPAD 像素组成。这用于 3D 测距的高分辨率飞行时间（TOF）图像传感器使用逐列读出的架构，因此 40k 阵列元件仅需要 100 个读出通道。它非常适合用于汽车 LiDAR 以及工业、运输和机器人的 3D 感知应用。

东莞市科文试验设备有限公司　展位号：3Q01、3Q02

科文展出高低温试验箱

高低温试验箱可进行高温，低温，高低温循环，恒温恒湿，湿热老化等环境可靠性试验。

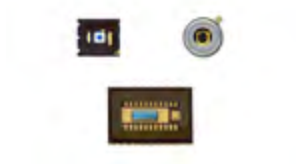
上海炬佑智能科技有限公司 展位号：3C01



炬佑展出 OPN8008 3D 飞行时间传感器

OPN8008 是一款 320x240 像素 3D 感应飞行时间（ToF）成像传感器。OPN8008 在 NIR 波长下实现业界领先的精度，和业界最低的功耗，使许多便携式和节能应用受益。OPN8008 是一系列 OPNOUS ToF 解决方案的关键产品之一，支持 MIPI CSI-2 接口，通过共享类似的 SDK、模块和固件功能，与 OPNOUS 其他产品兼容。主要应用：3D 面部识别，3D 手势识别，3D 游戏和 AR/VR，安防监控和工业自动化，无人机，AGV 小车，机器人传感，自动驾驶等。

First Sensor AG 展位号：3J19、3J20



First Sensor AG 展出 9 系列提供多种针对激光雷达（LIDAR）应用优化后的雪崩光电二极管（APD）

First Sensor9 系列提供品种丰富的极高敏感性近红外（NIR）硅雪崩光电二极管，特别是在 905nm 波长范围内。得益于产品内部的增益机制、宽动态范围和快速的上升时间，该系列雪崩光电二极管产品非常适用于激光雷达系统，根据渡越时间法完成光学测距和物体识别。应用领域包括驾驶员辅助系统、无人机、安全激光扫描仪、三维测量和机器人技术。 9 系列可提供光电二极管单件，或带有多个有源传感器区域的线性和矩阵阵列。

湖南中南鸿思自动化科技有限公司 展位号：3C11

中南鸿思展出多通道 COB 自动耦合机

多通道 COB 光模块自动耦合机主要用于生产多通道 COB 光模块，可以同时耦合多路发射端、接收端功能，具有耦合效率高，速度快，质量高的优点。

深圳市鸿威盛精密科技有限公司 展位号：3K31、3K32

鸿威盛展出 Laser 激光仪器外壳

铝制 CNC 铣制激光设备壳体，哑光黑色阳极，精度达到 0.01mm

Stella International Corporation Limited 展位号：3C15

Stella International Corporation Limited 展出 MLA 无掩模光刻系列

●无掩模激光直写 ●应用领域包括生命科学，MEMS，微光学，半导体，传感器，MOEMS，材料研究，科研單位等等。

华慧芯科技（天津）有限公司 展位号：3B01

华慧芯展出 DFB 激光器

DFB(Distributed Feedback Laser) 激光器，即分布式反馈激光器，其不同之处是内置了布拉格光栅（Bragg Grating），属于侧面发射的半导体激光器。目前，DFB 激光器主要以半导体材料为介质，包括锑化镓（GaSb）、砷化镓（GaAs）、磷化铟（InP）、硫化锌（ZnS）等。DFB 激光器最大特点是具有非常好的单色性（即光谱纯度），它的线宽普遍可以做到 1MHz 以内，以及具有非常高的边模抑制比（SMSR），目前可高达 40-50dB 以上。

深圳市易恬技术有限公司 展位号：3B15

易恬展出单点 TOF- 固态激光雷达传感器

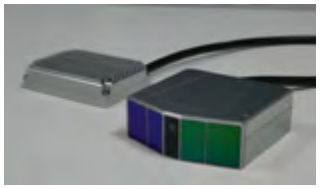
CYCLOPS-- 单点激光雷达 TOF 模组不依赖结构光。CYCLOPS 刷新率能达到 8000Hz，最大测量距离是 30 米，动态误差低至 0.5%。系统采用光电联合抗饱和技术，最小的测量距离值低于 0.1 米。CYCLOPS 系列传感器支持 I2C，UART 和 CAN

海伯森技术（深圳）有限公司 展位号：3Q08、3Q09

海伯森展出单点 ToF 测距传感器

新一代高性能飞行时间 (ToF) 红外测距传感器，超轻量，仅重 6.8~27 克，适用于高精度、长距离的测距应用。测量精度不易受测量目标颜色和反射率的影响。最高测量距离可达到 50 米。内置环境光补偿和温度补偿算法，可在室外正午阳光环境和不同环境温度下稳定工作。内部集成先进的嵌入式数据处理和滤波算法，实现了非常稳定和实时的测量结果输出。目前本系列有 12 款可选，UART/CAN 可选，防水外壳可选。产品可广泛应用于无人机，机器人，AGV，智能交通，健身设备等。

岭纬科技（厦门）有限公司 展位号：3J11、3J12



岭纬展出 3D 高清视频激光雷达

岭纬科技 3D 高清视频激光雷达产品，拥有多达 480 条激光扫描线和每线 1750 像素的分辨率。每秒可产生视场为水平 80°及垂直 25°的 200 万个点的点云，探测距离最远可达 200 米，激光点云的帧频率可以通过 API 从 0.5fps 动态调整到 20fps，系列运行的环境温度为 -20°C 到 +65°C。

深圳市佰誉达科技有限公司 展位号：3Q13

佰誉达展出 LeddarTech 激光雷达

Leddar 公司成立于 2007 年，核心团队来自于加拿大国家光学研究所 (INO)。作为激光雷达行业的领导者，Leddar 公司致力于提供最具创新性的技术及产品。结合受专利保护的固态激光雷达设计以及独有的信号处理算法，Leddar 公司带来革命性的技术突破，解决了传统激光雷达高成本的问题，为客户提供高性价比的激光雷达传感器。Leddar 产品现已广泛应用于汽车电子、无人机、智能交通等领域。

西安知微传感技术有限公司 展位号：3J04、3J05

知微传感展出 Argus 系列 3D 相机

知微传感的 Argus 系列 3D 相机采用独特的动态结构光技术，结合高响应率的工业摄像头，实现亚毫米级的三维数据采集，支持 POE 供电，实现更加简易的布线，采用红外激光光源，实现无感采集，提升相机的鲁棒性。相机集成高性能计算平台，实现片上点云深度计算，不占用客户上位机计算资源，同时支持点云、深度图、灰度图三种数据同时输出，SDK 支持 windows，Linux 开发平台。

深圳市矽赫科技有限公司 展位号：3C07

太赫兹人工智能安检仪

矽赫科技太赫兹人工智能安检仪 TeraRobo ™ 智能光电实时太赫兹可视化透视物检，无人值守实时识别危险物品，实时炫灯告警，实时透视告警；支持常规行李箱无辐射快速安检；支持一体部署作业；支持历史可追溯；支持矽赫 TeraNDT ™太赫兹实时跨平台可视化零辐射透视监测。

应用场景：安检排查、仓储系统、轨道交通等场所的太赫兹监测。性价比的激光雷达传感器Leddar产品现已广泛应用于汽车电子、无人机、智能交通等领域。

中国测控网
CK365.cn
测控人每天都要上的网站

| 媒体、咨询 | 电商、买卖 | 技术、互动 | 人才、培训 |

中国测控网

www.ck365.cn

测试测量、检测分析、传感物联、遥测导航、自动控制领域专业门户网站！

测控人每天都要上的网站！

亲，你懂的...

传播“测&控”领域最前沿动态、打造高效便捷的电子商务平台

CIOE | 中国光博会

光电子创新展
Photonics Innovation Expo

CIOE 光电传感展是专注于光电传感及智能制造领域的专业展览，聚焦光电传感在消费电子、汽车工业、通信电子、机械、化工及医药等领域的应用，结合同期展示的光通信、光纤传感、红外、光学相机、机器视觉等版块，全面打造光电传感产业链的商贸采购、展示、技术及学术交流平台。小编四处搜寻，为大家呈现部分展商的火热新品，下面随小编来围观下。（以下排名不分先后）

中国科学院西安光学精密机械研究所 展位号: 4A11

西光所展出快速反射镜

FSM 通过高精度、高带宽的角度偏转控制,获得微弧度级的动态跟瞄精度，是高能激光武器，空间激光通讯、量子通讯、空间目标监视、主动成像、激光精密加工等领域的关键技术之一。突破解决了大口径快速反射镜系统大惯量负载因素的制约系统高响应的难题,实现了大口径、高响应、高精度性能的完美结合。

苏州帕沃激光科技有限公司 展位号: 4A11

帕沃激光展出 PR- 紫外激光器

PR 系列紫外激光器采用半导体泵浦激光技术，结合独特的热透镜补偿激光腔型设计、声光调 Q 技术、高效率的频率变换技术及高精度温控系统。依照全固态激光器工业要求进行设计，具有长时间工作稳定性高和光束质量好等优点，可提供不同的功率和重复频率输出，经过长时间验证满足 24/7 的工业制造环境， 来满足不同应用的需求。

西安澳威激光器件有限公司 展位号: 4A11

澳威展出窄线宽波长可调激光器模块

窄线宽波长调激光器模块是 DWDM 光网络的核心组件，可以降低多通道 DWDM 系统网络安装和管理成本。澳威激光 ITLA 模块具有良好的波长精度和超窄的线宽，可用于 40G/100G 高速网络系统中。C/L-Band ITU Grid 准连续波长可调；输出激光器线宽：≤ 50KHz；输出激光功率：≥ 20mW。

飞秒光电科技（西安）有限公司 展位号: 4A11

飞秒光电展出光纤旋转连接器

应用范围:
光通信无源器件：准直，耦合；
光通信有源器件：40G/100G/400G
应用领域：光通信无源器件，有源器件

西安赛富乐斯半导体科技有限公司 展位号: 4A11

赛富乐斯展出 NPQD 色彩转换技术 Micro-LED 显示屏

应用范围：Micro-LED 屏幕应用厂商，如手机屏、可穿戴智能手表屏、VR/AR 设备屏、高清电视屏等等
应用领域：Micro-LED 屏幕的规模制备

浙江大学光电科学与工程学院 展位号: 4A51

浙大展出电路板自动光学检验机

基于机器视觉的新一代 SMT 产线智能检测装备，快速 且高效地判断元件、基板的外观缺陷、表面形貌、尺 寸大小等，并在线自动分类、分拣。该装备属于产业链上游基础性装备，具有自动上下料、智能分类、数 据分析等功能，以“智眼”为核心，结合各种传感器、执行器，将装备整合成为一个深度感知、高度智能、 自动执行的智能高端装备、与现有的 SMT 生产流程无 缝衔接。

浙江大学光电科学与工程学院 **展位号: 4A51**

浙大展出光纤光栅传感设备

团队研制的多通道双模式光纤光栅解调仪(体积约为150*180*50 mm),工作波长为1525 nm - 1565 nm, 测量波长精度为正负 2 pm,具有低速 (5 Hz) 和高速 (可达几百 Hz) 两种工作模式,可以用于桥梁建筑的 应变检测、滑坡检测和高精度测温等。 重点应用领域: 传感及测试测量。

浙江大学光电科学与工程学院 **展位号: 4A51**

浙大展出超高清 4K 腹腔镜

腔镜外科是现代医学发展的一大主流,与传统开腹手 术相比,具有手术创伤轻、病人痛苦小、术后恢复快 等诸多优点;同时能显著缩短术后住院时间,减少医疗资源的消耗。但腔镜手术由于解剖层次多,血管复 杂,手术难度大,需要手术医生具有很高的镜下技术。 超高清 4K 腹腔镜凭借其超高的清晰度以及接近人眼色彩的视觉体验,可为医师精细显示手术中的细微血管、 细小神经、筋膜层次等器官和组织细节。

中山市鸿鑫通讯技术有限公司 **展位号: 4A58-3**

鸿鑫展出环行器

光纤环行器: 是集几何光学,晶体光学,物理光学等多学科为一体的高科技光通讯无源器件。光环形器的一个双向口和两个单向口,利用由分束晶体和法拉第非互易性实现了光路的环行。我司生产的光纤环行器具有: 低插损 、宽带内隔离度高 、低偏振相关损耗 、封装尺寸紧凑 、高稳定性和高可靠性 、光路无胶等优质特性。

皮克斯 (北京) 科技有限公司 **展位号: 4A58-1-2**

皮克斯展出非制冷红外热成像气体泄漏检测仪

可以用于大空间工业气体泄漏成像检测,非制冷红外探测器 20 年有效寿命,开机 5s 可以进入工作状态;

上海矽图智能技术有限公司 **展位号: 4A58-4**

矽图智能展出晶粒计数器

Dipho 计数系统采用先进机器视觉技术结合人工智能算法,极大保证了芯片计数结果准确性。

历经 10 余年持续优化算法以及改善户体验,在软件操作友好性、系统模块化以及完善的售后服务等方面得到了客户的极佳口碑。

产品性能: •UPH ⩾ 500 片 /H• 计数误差 (@3σ) ≦ ±0.01% • 支持影像读取 1D/2D code • 具备自动打印标签功能,支持二维码编辑打印 • 多种数据保存形式,与 MES 系统无缝连接 • 异常晶粒卡控功能 (例如: 双胞晶粒、粘连晶粒、散晶、稀疏晶粒、残缺晶粒、物料方式稳定性等)

深圳赛诺派科技有限公司 **展位号: 4A86**

SFJ-261 型氦质谱检漏仪

德国原装分子泵,双铱带离子源; 独特的气路设计,较低的颗粒物干扰; 自保护功能,防止本底被污染; 自动抽空压力和时间设定,检漏效率高; 带故障提示和报警功能; 可选无线遥控功能。

长理工光电测控与光信息传输技术教育部重点实验室　　展位号：4A58

长理工光电测控与光信息传输技术教育部重点实验室展出太赫兹平面无损检测系统

波长为810nm，重复频率80MHz，脉宽100fs，输出功率为20mW。发射器和接收器通过共线适配器连接并安装于导轨系统上，与太赫兹源通过光纤耦合连接，可实现对于平面物体的在线检测及缺陷实时成像，缺陷纵向检测精度可达50μm

中科华邮（深圳）科技有限公司　　展位号：4A90

中科华邮展出远距离虹膜识别系统

远距离虹膜识别设备,可在0.8米-1.2米距离下实现1.5米-1.9米身高人群的虹膜快速识别,具有识别距离远，无需或仅需少量用户配合,舒适度高、识别速度快，用户体验度好等优点，相关技术指标达到世界先进水平。

深圳市趣方科技有限公司　　展位号：4A90

趣方展出水下微小生物及颗粒物成像仪

水下微小生物及颗粒物成像仪是中国科学院深圳先进技术研究院与趣方科技联合研发的小型化、集成化、智能化的浮游生物原位观测系统。该系统采用了先进的多色暗场闪光照明，可对500μm-10mm的水下浮游生物或其他颗粒物实现高分辨率、高对比度的彩色成像。结合成像仪附带的软件，可对海水、淡水和实验室样品中的微小浮游生物进行识别、分类、统计分析。系统拥有高疏水性镀膜的光学窗口和深紫外LED定时照射，可以有效地防止生物附着，延长系统的原位部署工作周期。

深圳阿珂法先进科技有限公司　　展位号：4A90

阿珂法展出砷化镓光纤温度传感器

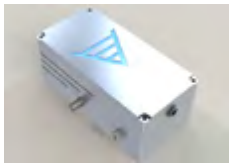
基于光谱分析的砷化镓吸收式光纤温度传感技术，具备电磁免疫、尺寸小、响应快、可靠性、互换性好等优点。

深圳市趣方科技有限公司　　展位号：4A90

趣方展出FluoSieve流式细胞荧光成像分析仪

专门用于浮游植物自动分析，可对大量悬浮浮游植物细胞或群体颗粒实现快速二维荧光显微成像。成像具有灵敏度高、分辨率高、对比度高、通量高等优点。通过软件自动分析，可实现浮游植物计数、粒径分布、分类和水样叶绿素浓度测量。

南京南智先进光电集成技术研究院　展位号：4209、4210



南智光电展出中红外激光光源

本产品通过光参量频率变换技术，利用高效率的周期性极化超晶格晶体材料，将成熟的1微米波段激光转化至2-5微米的波段，并结合新颖的光学、机械结构设计，成功研制了小型化高性能的中红外激光器，能够为市场规模百亿以上的气体检测领域提供性能更为优越的激光光源，提高探测精度，对我国的节能环保事业具有非常重要的意义。

南京南智先进光电集成技术研究院 展位号：4209、4210

南智光电展出高光谱视频相机

LightGene 是国内第一款完全自主研发的光谱视频相机，通过对光谱采集基础理论革新和关键技术突破，克服了传统光谱仪成像时间长、云台稳定性要求高、无法拍摄动态场景等弊端，能够兼顾大场景、高空间分辨率、高光谱分辨率的光谱视频采集需求，并且设备更加便捷、小巧、易用。相机核心技术具备 30 余项国际与中国授权专利。

北京空间机电研究所 展位号：4A56

北京空间机电研究所展出委内瑞拉遥感卫星二号相机

国内首台出口国外的红外相机，VRSS-2 红外相机在实现较高分辨率的同时，还在长波红外设置了分裂窗，可以有效剔除水汽影响，提高相机对地探测获取的目标温度的反演精度。

北京空间机电研究所 展位号：4A56

北京空间机电研究所展出手持式微光夜视仪

微光夜视产品具有无月夜星光全彩色成像、动态范围大、识别能力强等优点，可在夜间辅助公安、武警等执行任务，提高在夜间的作业能力和效率。手持和固定式夜视产品可为一线干警在夜间巡逻和任务提供更加便利的条件，并保障自身安全。

北京航天创智科技有限公司 展位号：4A56

航天创智展出紫外电力巡检吊舱

基于日盲紫外探测技术，利用外绝缘设备电气放电时产生的紫外辐射量，采用紫外图像与可见光图像融合技术，直接观察目标物放电情况，帮助巡检人员迅速准确定位放电点和放电程度。

北京航天创智科技有限公司 展位号：4A56

航天创智展出流域环境多通道成像系统

系统针对无人机遥感系统应用与流域污染监测服务需求，突破流域污染反演、多源异构海量遥感数据无缝集成技术、大规模复杂场景绘制技术等关键技术，构建出一套融合数据采集、数据管理与数据服务，天空地一体化的遥感流域污染监测系统。

张家港奇点光电科技有限公司 展位号：4202

PCB 曝光光源模组

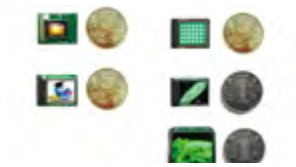
该产品主要由UVLED光源模块、反射镜模块和驱动电源组成，配套于平行光曝光机中，适用于PCB、触摸屏行业（TP）半自动、全自动汞灯曝光改造，以及新设备配套。该产品采用 UVLED 作为发光光源，经过特殊设计匹配光学系统后，可替换汞灯，UVLED 光源相较于汞灯，不存在炸灯风险，更加安全，产品光源可以无缝更替汞灯，不改变原机器操作方式及使用习惯，维护方便。节能稳定，少量 LED 损坏基本不影响均匀性，避免废板；光源波长可选，不存在红外线，避免菲林膨胀。

深圳市美誉镜界光电科技有限公司 展位号：4A88

GodView V1

GodView V1 是首款无线 5G 轻量化 MR 显示智能眼镜，一款“手机／电脑／电视屏幕”的新硬件载体，搭载 GodView 核心光学，眼镜也是视觉显示工具，成为我们每个人“贴身移动大屏”及通讯终端，突破目前的显示载体及通讯终端“特定场景不便于移动，屏幕小”等弊端。同时也增加近视自适应功能，可自动适应 0 到 800 度近视，极大降低产品的个性化适配难度。

南京国兆光电科技有限公司 展位号：4221



硅基 OLED 微显示器

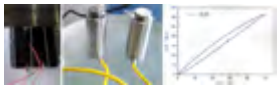
硅基 OLED 微显示器是基于硅基单晶硅驱动的微型 OLED 显示技术，将半导体技术与 OLED 显示技术相结合的产品，显示器件具有分辨率高、功耗低、体积小、重量轻、对比度高、温度工作范围宽等优点，满足了近眼显示设备对分辨率的需求，是目前公认的最新型的微显示技术。随着 5G 网络的到来，AR/VR 将成为对人们生活和工作产生重要影响的终端设备，而硅基 OLED 微显示器的发展推动了 AR/VR 等新型技术的发展与使用。

中国科学院光电技术研究所 展位号：4A21

成光所展出 SP 超分辨成像光刻设备

该设备在 365nm 光源波长下，可实现 22 ～ 100nm 钱宽分辨力光刻，在原理上突破分辨力衍射极限，建立了一条高分辨、低成本的纳米光刻新路线，可广泛应用在纳米尺度科学研究和器件制备，包括生物医学、纳光电子、新材料、新能源等领域。

中国科学院光电技术研究所 展位号：4A21



成光所展出压电驱动器

这款压电驱动器目前处于国内领先水平，能广泛应用在精密制造、光学仪器、生命医学、半导体、流体控制等领域

苏州国科视清医疗科技有限公司 展位号：4A36

国科视清展出睡眠健康与认知能力测评系统

睡眠健康与认知能力测评系统，简称 PVT 检测仪，主要用于睡眠健康与认知能力测评，通过匹兹堡睡眠质量指数测评，焦虑自评量表、抑郁自评量表、心境状态量表等十八种心理健康测评，及视警觉性测试警觉测试（PVT）等六种认知能力测试，评估相关行业人员的中枢疲劳程度，评价用于相关行业人员作业疲劳卫生防护措施的应用效果，进一步提升一体化睡眠觉醒与认知功能的实时监控与评估技术水平。

苏州国科视清医疗科技有限公司 展位号：4A36

国科视清展出脑疲劳预警与干预眼镜

脑疲劳预警与干预眼镜是一种便携式或可穿戴式的眼动及头动参数在线监测系统，对佩戴人员进行长时间的连续监测，达到实时判定佩戴人员觉醒状态的功能预期，并在设定条件下对觉醒状态不足的人员，进行状态预警和物理刺激，以期达到提高人员觉醒程度的目的。该产品可用于准确评价相关行业人员持续作业条件下生物节律及功能状态，并给予科学的干预，从而提升作业效能。

苏州国科视清医疗科技有限公司　　展位号：4A36

国科视清展出关键岗位人员预警评估系统

关键岗位人员预警评估系统，通过高速跟踪瞳孔对光反应过程，定量检测瞳孔对光反应潜伏期 PCL、瞳孔初始直径 PID、瞳孔最小值 PMD、瞳孔收缩梯度最大值潜伏期 PSM、瞳孔收缩时间 PCT、瞳孔收缩速度 PCV、瞳孔恢复梯度最大值时间 PRM 以及临界闪光融合频率等参数，以此反应交感神经和副交感神经系统的抑制或兴奋程度。用于关键岗位人员疲劳检测、药品使用效果评估、神经系统功能定量评价等领域。

苏州国科视清医疗科技有限公司　　展位号：4A36

国科视清展出数字化 RAPD 检测仪

数字化 RAPD 检测仪，可实现人眼瞳孔的高速跟踪，可单独或同时对瞳孔进行光刺激并记录双眼瞳孔对光反应曲线，通过分析曲线以及双眼曲线偏差，定量评估瞳孔对光反应能力以及 RAPD（相对性传入性瞳孔障碍）。本产品可替代现有的 RAPD 定性检查手段，客观定量检测 RAPD 并缩短测量时间，可用于体检中心综合评估视神经传导能力的总体效能（如青光眼、黄斑病变早期诊断），配合视觉电生理检查可进一步明确相关神经传导通路的异常段位，还可评估交感神经与副交感神经的兴奋程度变化（疲劳度变化）以及退行性神经病变（阿尔兹海默病、帕金森综合症）的状态评估。

中国科学院长春光学精密机械与物理研究所　　展位号：4A16

长光所展出单细胞精准分选仪

单细胞精准分选仪，是一款基于光与物质相互作用原理的单细胞精准分离设备。该设备可实现对复杂生物样本中单细胞的精准分离，具有无标记、非接触、准确率高、广泛适用等特点，在精准医疗、环境资源开发与利用等领域具有极大的应用前景。

中国科学院长春光学精密机械与物理研究所　　展位号：4A16

长光所展出轻小型光电吊舱

轻小型光电吊舱是一种高集成度稳定平台，广泛适用于各种机载平台。吊舱配备 30 倍光学变倍可见光相机和目标跟踪模块，结合无刷专利技术的高精度斜交三轴视轴稳定算法，可实现远距离精准跟踪功能。本产品具有结构紧凑、成本低廉、可靠性高、拓展性强等优点。产品采用模块化设计，可按需定制，能够满足无人巡航、精准农业、安防消防等多种需求。

长春奥普光电技术股份有限公司　　展位号：4A16

奥普光电展出立体视觉及色觉功能检查仪

静脉穿刺引导仪是由近红外半导体二极管发射装置和对应近红外线接收器及监视器组成的静脉血管成像系统。本设备采用近红外线照射人手，人手静脉血液中的血红蛋白吸收峰值最高，所以在监视器上能够清晰显影，本设备具有引导穿刺作用。本设备体积小、展开 / 撤收快，大大降低了救灾、抢险等情况需静脉穿刺时对场地环境、辅助设施的要求，适用于常规医院、部队等在医疗、救灾、抢险等各环境下的应用。

翟柯公司　　展位号：9H09

翟柯展出 Nexview NX2 3D 光学轮廓仪

该 Nexview ™ NX2 3D 光学轮廓仪结合特殊精密、先进算法，应用程序的灵活性和自动化为单个包代表 ZYGO 最先进的连贯性扫描干涉 (CSI) 分析器。 这种完全非接触式的技术，通过在所有放大倍数下提供亚纳米精度，以及比商业上可获得的其他类似技术更快、更精确地测量更广泛的表面，优化了投资回报。其应用范围广泛，如平面度、粗糙度和波浪度、薄膜、台阶高度等，几乎适用于任何表面和材料，是真正的轮廓仪。 作为最新一代旗舰产品，Nexview NX2 提供了广泛的差异化功能，旨在使用户的计量更好、更快和更可靠。

您有一份最全参展秘籍，请注意查收

欢迎参展第 21 届 CIOE 中国光博会，展会提供您与客户面对面的交流机会，这是一次开拓行业新客户，展示您的产品并充分介绍新产品的绝佳机会。为了给您更好的参展体验，我们非常用心地准备这个最全参展秘籍，以帮助您在这次展会中利益最大化。

一、备展阶段：做好充分的准备是您完成参展工作是的必要条件之一。

●建立目标

当您在筹展时，建立一个清楚和匹配的目标是很重要的。

1. 您想要达成的目标是什么？
2. 谁是您的目标受众？
3. 您将重点展示什么产品 / 服务？
4. 您的时间计划表是？
5. 制定您的预算，选择和培训员工。
6. 整理所有搭建展位所需的材料。

●仔细阅读参展商手册

筹展第一步的最好选择是仔细阅读参展商手册。参展商手册主要涵盖展会细节和所有重要事项的最后期限，也包含其他额外有用的信息，当您在展会中时，会对您有很大的帮助。

●订购展位家具

靓丽的展位设计会令您的展位更受欢迎，并且产品更具吸引力！

提前完成这些事项能够节省您最多 30% 的展览费用。

●决定所需的服务项目

您需要通过参展商手册提交参展必备的表格，您亦可以通过参展商手册填写额外订单，例如额外家具租赁，额外电力租赁等。

●核对最后期限

CIOE 还提供在线展商服务系统，您需要填写必填表格，例如参展商工作证、会刊资料等。

二、展前营销：当您的目标设立好后，我们建议您制定一个客户交流和展前营销计划以便让他们知道您有参与 CIOE。

●更新您的公司信息

CIOE 提供几种免费方式帮助您，包括展商名录和在线邀请买家参观。在您展前推广计划中，我们建议您登陆展商服务系统更新您的公司信息及参展展品信息。这样确保观众登陆 CIOE 官网能够在线查询您的产品。

●免费展商邀请函

您也可以在线填写免费邀请函以邀请您的客户亲临您的展位，请确保邀请函上有您展位确切的地址。

●展前客户提醒邮件

展前再次向您的客户群发提醒邮件或短信，确保您的提醒邮件或短信上包含您的展位号及展会举办时间和地点。

●预约您的客户

与您的重要客户预约现场见面时间，让拜访您的展会出现在他们的行程表上！

●广告和赞助

在展前或者展中使用广告是一个好时机，并会进一步的增加您的知名度，从而在人群中脱颖而出。

●媒体推广

●利用社交媒体

如果您计划开一个产品介绍会或是新闻发布会，确保要提醒媒体解到这个展会，使用您的社交媒体去发布您要参展的消息。

●酒店和交通

最后如果有需要的话，请记得预定好您和您员工的住宿酒店，越早预定，将节省您的开支。

三、展会现场：周全的计划和培训是成功参展的一个重要原因。好的展前营销可以帮助您吸引更多的观众亲临您的展位。培训您的员工，让展会上的沟通变得更加有效率！

●检查入场时间表

确保您筹展时间表的准确性，安排适当的时间搬运和组装展位的设备。如果您需要额外的其他服务，CIOE 主办方工作人员和大会指定搭建方和运输方都会在现场为您提供服务。

●提前到达

开展期间，请尽量在观众进场前提前入场准备您的摊位，您可以比大会开放时间提前半小时进场。

●做好展位准备

检查您的展位，测试您的产品，考虑您如何搭建和陈列您的产品。在这段时间里，您需要确保您的展位是整洁的，您的产品都是完美陈列的。另外，让您的员工做好准备，迎接快乐的一天！并确保计划里重要的参展品、新闻稿的发布和产品的公告都被安排妥当。

在展会期间记得穿上舒适的鞋子！

●捕获所有销售机会

确保您的工作人员能够分辨出哪些是有质量的买家，如何更好的演示产品并且可以有效的应付所有来自观众或买家的咨询。

展会现场收集买家的名片。每个客户都很重要，每个观众都是潜在的客户，让每个到您展位的观众都感觉被重视。

●了解竞争对手的展会行为

在展会期间您也需要去走一走展会，了解其他竞争对手在做些什么。

四、展后跟进：一个展会是否成功的关键因素在于后续的跟进。跟进潜在客户是非常重要的，然而，难以置信的是，根据展览行业研究报告指出：“80% 的参展商没有试图跟进他们在展会期间的客户。”

●联系所有的客户

当您回去之后，与主要的客户电联或者在线沟通，确保展会现场得到的所有的订单都在跟进中。

●确定所有的订单

将每一个来到您展位的观众都分配给您的员工跟进，这里面可能包括了高潜力的客户。发一张简单的感谢信或者邮件给那些不那么重要客户，别忘记任何一个来过您展位的观众，并与其中的一部分观众建立关系！

●更新销售信息

将所有在展会里收集到的客户信息更新到销售信息系统里，标记他们的重要程度，保证持续跟进。

●评估预设目标

您还需要评估公司在本届展会的表现和 ROI 转化以及做出明年的改进计划，与您的员工一起评估您展前定下的目标哪些达到了，而哪些还未达到。

●持续跟进！

如果您有任何的疑问，或者希望继续参与到我们下一届展会，请您与我们的客服或者销售代表联系。

所有 CIOE 的员工希望通过本参展秘籍能够帮助您开办一个高效、有活力的展会，让您的参与得到最大的回报。我们将会让您看到一个成功的展览。预祝展会成功！

China FiberOptics Online

光纤在线

会员服务

ADVERTISEMENT（广告）

广告是企业一种形象直接的广而告之方式。企业做广告的目的第一在于促销产品，第二在于提升品牌美誉度。作为中国光纤通信行业最具人气的专业媒体，光纤在线的广而告之的效用是显著的。

PR（公关宣传）

PR是帮助企业把正面的信息传达出去。有利于树立企业正面形象，有利于客户对企业的认知。

INFORMATION（信息服务）

帮助企业了解行业最新的资讯，专家的观点评论，市场数据，客户动态，同行的情况，宏观经济形势，国内外相关行业的动态等。

EVENT（活动策划）

光纤在线在业内有着十多年的活动策划组织经验，承接组织过各类活动，并且和相关服务商有着长期合作关系，有一支长期擅长于此的团队，一定是企业组织各类活动的好帮手。

关于我们

CFOL（光纤在线）（www.c-fol.net）是最早的光纤通信中文资讯网站之一,以推动光通信产业发展，传播先进光通信技术，促进企业与用户之间的沟通为服务宗旨，是一家服务于中国光通信行业的专业垂直门户网站。

CFOL成立于2000年6月，CFOL记录了整个光通信行业的历史，从未错过在光纤通信领域中的任何重要事件。可以说：CFOL见证了整个行业的兴起，成为了许多早期读者现已是行业领导者的见证者；从运营商到器件商，各类读者均可找到自己感兴趣的新闻，CFOL现已成为光通信领域首屈一指的具有世界范围影响的中文网站。

大数据平台

十七年的积累，让我们拥有行业最全的名片库和最全的技术和市场资料库。

市场报告

我们拥有行业最专业的市场分析师和丰富的行业报告编制经验。

咨询培训平台

我们拥有行业最好的咨询师资源，经验丰富的讲师，已举办十多次行业付费培训。

0755-82943096

地址：广东省深圳市南山区桃园路60号H楼501室

遇见2020，预见光电盛典

顶级光电行业盛会 业界权威汇聚

构筑产、学、研三位一体的多层次交流平台

2020中国国际光电高峰论坛

CHINA INTERNATIONAL OPTOELECTRONIC CONFERENCE

1场主题大会

顶级行业盛会 业界权威汇聚

55个专题论坛

行业大咖及领袖集体亮相

听众数量爆发增长

来自九大行业专业听众，七个领域的超26个国家和地区，预估较上届增长35%
海外听众数量预估增长300人，
听众总人次预估10000人次。

800+场专题演讲

构筑产、学、研多层次交流平台

2020年9月9-11日 深圳国际会展中心

涵盖光电领域各专业技术论坛——**学术论坛+产业论坛+应用论坛**

全方位推广渠道期待您的加入，**2020年9月深圳国际会展中心期待您的莅临！**

光通信行业论坛 光学行业论坛 激光行业论坛 红外行业论坛

光+应用峰会 光电综合活动国际学术会议-全球光电大会

了解更多详情，请登陆：**WWW.CIOE.CN**

主办机构：
中国科学技术协会
中国科学技术部高新技术发展及产业化司
中国光学学会
中国国际光电博览会组委会

支持机构：
中国科学技术部
中国科学院
中国电子商会
中科院光电研究院

承办机构：
中国国际光电高峰论坛（CIOEC）办公室
深圳贺戎博闻展览有限公司

中国国际光电高峰论坛(CIOEC)办公室

联系人：王峰 论坛部长 电话：0755-88242540 手机：18603032857 邮箱：fendi.wang@cioe.cn

2019全球光电大会OGC

Optoelectronics Global Conference - OGC 2019

2019 年 9 月 3-5 日　深圳会展中心 6 楼茉莉厅

OGC 2019 简介

光电子技术突飞猛进，光电子产业对创新技术的关注日益增加，如何打通学术界与产业界的道路，架起连接世界与中国的光电之桥，是全球光电大会（OGC）诞生的初衷。

2019 年国际电气和电子工程师协会（IEEE）全球光电大会 (OGC2019) 将与第 21 届中国国际光电博览会（CIOE）同期 (9 月 4~7 号) 在深圳举行。本次大会旨在促进国内外光电子行业众多学科之间的互动与交流，推动技术成果产业化。预计会议规模 200-300 人。

全球光电大会 (OGC) 将作为 IEEE 旗下第十个学术分会，结合国内外知名高校和科研机构，依托中国国际光电博览会 (CIOE) 这个全亚洲最大的光电展览平台，成为亚洲地区第一个直属 IEEE 的全球光电学术会·议。并广泛邀请光电领域的国际学者、研究家、从业者等提供交流平台共同探讨光电行业的新发展，新观念和新技术以及整合各研究方向从而引导更深层、更广泛的光电技术应用。

本届 OGC 大会将设 7 个专题，涵盖光学、光通讯、激光、红外、光纤传感、生物光子等多个子专题研究方向。欢迎来自大学、科研院所、军工单位、企事业单位等从事光学及光学工程领域的专家、科研人员、生产人员、博士生、硕士生及企业管理人员和商业人士参会。

主办机构：

一、大会主题报告 OGC Plenary Speakers

Chennupati Jagadish
教授 澳大利亚科学院院士

骆清铭
海南大学校长

张翔
香港大学校长

同期更多产业会议：

5G 时代光通信产业转型与应用创新发展论坛
2019 激光技术及市场应用创新峰会
第四届国际红外成像高端论坛（国际会议）
第二届国际汽车激光雷达创新论坛（国际会议）
第六届全球光学智能制造（深圳）高端论坛
2019 红外技术发展及应用创新论坛
首届国际硅光子技术高端论坛（国际会议）
第二届国际消费级 3D 传感高端论坛（国际会议）

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

时间：2019 年 9 月 4-7 日
地点：深圳会展中心

CIOE2019 会议及活动一览

会议时间	会议地点	会议名称	语言
开幕式及主题报告大会			
9 月 4 日上午	6 楼茉莉厅	第 21 届中国国际光电博览会 & 全球光电大会（OGC2019） 开幕式暨主题报告大会	中 / 英
光通信论坛			
9 月 4 日下午	4 号馆	绿色数据中心创新论坛	中文
9 月 4 日上午	5 楼牡丹厅	主论坛：5G 时代光通信产业转型与应用创新发展论坛	中文
		专题一：光宽带接入与智慧产业融合发展	中文
9 月 4 日下午		专题二：光网络新技术、新应用与新业态	中文
9 月 5 日上午		分论坛：“数字中国”与下一代数据中心光互联技术论坛	中文
9 月 5 日下午		分论坛：数据中心光互联技术峰会	中文
9 月 6 日上午		中国电信千兆网络时代的光接入网发展及应用论坛	中文
9 月 6 日下午		分论坛：5G+ 产业 + 新一代信息技术 打造产业核心价值论坛	中文
9 月 5 日下午	6 楼茉莉厅	中国移动“vOLT 云化演进，引领千兆新时代”论坛	中文
9 月 5 日上午		分论坛：光电子器件与光电集成技术发展论坛	中文
	4 号馆	专题一：光电子集成与芯片	中文
9 月 5 日下午		专题二：光电子器件与应用	中文
9 月 6 日上午		一带一路及大湾区合作高峰论坛	中文
9 月 6 日下午		亚太区块链与物联网应用论坛	中文
光学论坛			
9 月 4 日 -6 日	玫瑰 3 厅	第六届全球光学智能制造（深圳）高端论坛	中 / 英
9 月 4 日下午		专题一：光学制造产业发展机遇与挑战	
9 月 5 日全天		专题二：晶圆级光学成像模组制造技术	
9 月 6 日上午		专题三：光学镀膜与检测技术应用研讨会	
9 月 6 日下午		专题四：极端制造 - 超精密 / 微纳制造与检测技术	
9 月 4 日下午	6 号馆	人工智能，机器视觉与工业 4.0 研讨会	中文
9 月 4 日下午	8 号馆	光谱与高光谱成像技术研讨会	中文
9 月 5 日下午	3 号馆	AR 显示与人机交互感测技术研讨会	中文
9 月 5 日下午	8 号馆	2019Zemax 光学镜头应用设计大赛	中文
9 月 6 日全天	水仙厅	“振华半导体”2019 蓝宝石 & 化合物半导体 & 光电功能晶体深圳高峰论坛	中文
激光论坛			
9 月 4 日下午	六楼郁金香厅	2019 激光技术及市场应用创新峰会 分会一：国际激光技术及应用研讨会	中 / 英
9 月 5 日全天	2 号馆	分会四：激光技术打造智能化 3C 制造生产线	中文
9 月 6 日全天	2 号馆	分会二：激光先进制造在汽车领域的新应用 分会三：超快激光微纳制造技术及市场发展研讨会	中文
红外论坛			
9 月 5 日上午	6 楼郁金香厅	2019 红外技术发展及应用创新论坛	中文
9 月 5 日下午	6 楼郁金香厅	分会二：红外探测技术材料与器件发展论坛	中文
9 月 6 日上午	6 楼郁金香厅	2019 太赫兹探测技术应用论坛	中文
国际论坛			
9 月 4 日下午	5 楼菊花厅	首届国际硅光子技术高端论坛	中 / 英
9 月 5 日上午	5 楼菊花厅	第二届国际汽车激光雷达创新论坛	中 / 英
9 月 5 日下午	5 楼菊花厅	第二届国际消费级 3D 传感高端论坛	中 / 英
9 月 6 日上午	5 楼菊花厅	第四届国际红外成像高端论坛	中 / 英
光 + 应用高峰论坛			
9 月 4 日下午	2 号馆	EPIC TechWatch 欧洲光电产业协会技术展望大会	中 / 英
9 月 4 日下午	3 号馆	2019 军民两用光电科技峰会 -- 聚焦光电应用 助力军民融合	中文
9 月 5 日上午	6 号馆	2019 车载摄像头影像质量评估研讨会	中文
9 月 5 日上午	3 号馆	LightCounting：海外运营商进展分享会	中 / 英
9 月 5 日下午	6 号馆	2019 机器人与智能系统论坛 - 机器视觉技术与工业应用	中文
9 月 5 日全天	6 楼桂花厅	第二十七届“微言大义”研讨会：机器视觉及工业检测	中文
9 月 5 日全天	6 楼水仙厅	5G+AIOT 技术高峰论坛	中文
9 月 6 日上午	6 号馆	第三届长春理工大学产学研资光电论坛	中文
9 月 6 日下午	6 楼茉莉厅	第十一届中国光电投资大会暨 5G+ 上市公司价值投资峰会	中文
9 月 6 日下午	6 号馆	2019 AR/VR 光学应用高峰论坛	中文
9 月 6 日全天	3 号馆	第二届“光 +”智能驾驶技术高峰论坛	中 / 英
9 月 6 日全天	8 号馆	AI+ 安防产业应用论坛——智慧安防的实际落地	中文
9 月 7 日上午	8 号馆	2019 天文爱好者之约主题论坛 暨 天文摄影大赛颁奖	中 / 英
同期活动			
9 月 4 日	6 楼 608-A	EMCORE 会议	中文
9 月 4 日	5 楼荷花 5 厅	青岛海信宽带多媒体技术有限公司会议	中文
9 月 5 日下午	5 楼玫瑰 2 厅	Schott AG 会议	中文
9 月 4-5 日	5 楼 508-B 厅	Inphi 会议	中文
9 月 4-6 日	5 楼荷花 3 厅	HiLight Semiconductor Ltd 会议	中文
9 月 4-6 日	6 楼 606-B	Broadcom FOPD 业务洽谈会	中文
学术论坛			
9 月 3-5 日	5 楼	2019 全球光电大会 OGC	英文

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

CIOE | VIP特邀买家
INVITED VIP

采购对接

提高观展效率 | 拓展人脉 | 实现采购

CIOE2019 VIP特邀买家项目仅针对专业人士开放
采购对接是VIP特邀买家免费专享服务之一

按采购需求精准匹配并推荐
供应商节约您的逛展时间

您可以在以下位置免费获取此服务:

3号馆VIP特邀买家服务处(3N10)

成功参与展商推荐服务将免费获取高端礼品一份

扫微信添加客服立即加入

RAYBEAM OPTRONICS

戎邦光电简介

戎邦光电设备股份有限公司（股权代码660215），是专业从事红外热成像产品的研发、生产和销售的高新技术企业。公司经过长期的技术积累和沉淀，自主研发和技术创新实力雄厚，截至目前公司已拥有自主知识产权30余项，并被政府认定为“高新技术企业”、“河北省科技型中小企业”。

Focus On Thermal Imaging Technology

NEW

超远程制冷型热像仪

采用高灵敏度制冷型探测器，成像清晰。画面均匀，可智能监测固定位置或移动目标，是远程夜视观察的不二之选。

热成像监控摄像机

基于非制冷高分辨率探测，可以连续变焦的战术热像监控设备，可在恶劣的环境如大雾，浓烟、灰尘和黑夜中良好运行。

激光测距热像仪

是一款轻型多功能红外热像仪，除手持观察、红外标准功能外，同时增加了激光测距功能。

联系电话 010-80841572
公司地址 北京东燕郊高新区百世金谷国际产业基地10D
企业网址 www.raybeam.cn

1号馆 Raybeam 1263/1265
欢迎莅临展台

中国真空网

CHINESEVACUUM.COM

真空技术领域厂商和用户互动的平台

中国真空学会唯一的门户网站

WWW.CHINESEVACUUM.COM

服务热线：021-62595067

电　　话：021-62595268

订阅号

服务号

ITiBANK

IC银行

Stay Up to Date with the Industry's Leading Content

WORLDWIDE COVERAGE OF LASERS • OPTICS • POSITIONING • SENSORS & DETECTORS
IMAGING • TEST & MEASUREMENT • SOLAR • LIGHT SOURCES • MICROSCOPY
MACHINE VISION • SPECTROSCOPY • FIBER OPTICS • MATERIALS & COATINGS

Pick up the latest issues from the publication bins.

Available in print and digital formats.
To subscribe, visit: www.photonics.com/subscribe.

PHOTONICS spectra
BIOPHOTONICS BRINGING LIGHT TO THE LIFE SCIENCES®
euro PHOTONICS
Vision spectra

PHOTONICS MEDIA
www.photonics.com

SOLIWARE
Testing Automation
固捷自动测试系统

电话：027-87645407
传真：027-87618830
E-Mail:sales@soliware.com
网站：www.soliware.com
地址：武汉市东湖开发区光谷大道58号
光谷总部国际5号楼9楼

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

2020 我们搬家啦

We're Moving

新展馆 · 新飞跃 · 新机遇
Higher Capacity for More Opportunities

2020.9.9-11
深圳国际会展中心(宝安)

September 9-11, 2020
Shenzhen World
Exhibition and Convention Center

CIOE官方微信

WWW.CIOE.CN