

P10/ AI驱动智算需求激增

P15/ 万亿低空经济市场

P23/ 识海-车载光通信

中国光电

王大珩

CHINA OPTOELECTRONICS MAGAZINE 2024年第2期 / 总第115期



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



第25届中国国际光电博览会 欢迎您！

WELCOME

同期七大主题展



信息通信展
INFORMATION AND COMMUNICATION EXPO



精密光学展&
摄像头技术及应用展
PRECISION OPTICS EXPO & CAMERA EXPO



激光技术
及智能制造展
LASER TECHNOLOGY & INTELLIGENT MANUFACTURING EXPO



智能传感展
INTELLIGENT SENSING EXPO



红外技术及应用展
INFRARED APPLICATIONS EXPO



光电子创新展
PHOTONICS INNOVATION EXPO



新型显示技术展
DISPLAY TECHNOLOGY EXPO



CIOE官方小程序



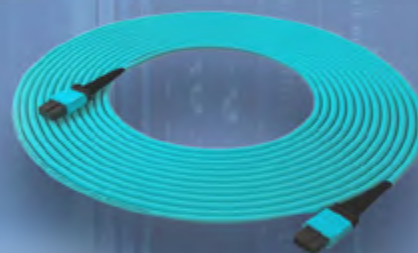
关注CIOE官方公众号

2024年9月11-13日 深圳国际会展中心(宝安新馆)



高密度 · 高灵活性 · 预端接 · 快速安装 · 前后理线

- 1U最高支持144芯LC或216芯CS连接
- 导轨抽拉设计,前后加装理线架
- 可选装8F/12F/16F/24F模块盒
- 支持MTP/MPO/LC/CS连接
- 支持尾纤熔接



MPB6-12F-CS



MPB6-16F-LC



MPB6-24F-LC



MPB6-72F-MPO



www.tumtecchina.com

广东藤友通信科技有限公司

GUANGDONG TUMTEC COMMUNICATION TECH.CO.,LTD



前沿科技创新
ADVANCED TECHNOLOGIES



标准化生产
STANDARDIZED PRODUCTION



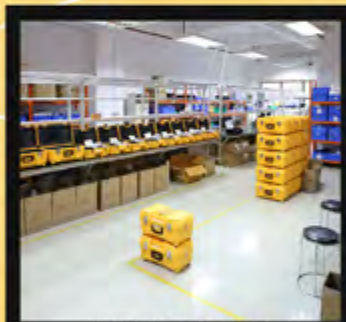
精准数据实测
ACCURATE MEASUREMENT



精密仪器制造技术
PRECISION MANUFACTURING TECHNOLOGY



严格品控要求
STRICT QUALITY CONTROL REQUIREMENTS



规范化包装出库
STANDARDIZED PACKAGING FOR
OUTBOUND DELIVERY



产品齐全

六马达纤芯对准系列 | 干线纤芯对准系列
四马达纤芯对准系列 | FTTH专用系列
短距抢修专用系列



高端配置

金属机身 | 外壳牢固 | 标配可调角度触摸屏
重量轻配置高 | 500倍放大效果
90°双摄像头



性能优越

3秒开机, 6秒熔接 | 熔接损耗极小
精细纤芯对准 | 预设41种熔接模式
储存100种熔接模式 | 轻松面对恶劣环境





藤友科技专注精密仪器制造19年

19 YEARS EXPERIENCE IN PRECISION INSTRUMENTATION
MANUFACTURING TECHNOLOGY

广东藤友通信科技有限公司，是一家专业研发生产光纤熔接机、光纤切割刀等光通信设备仪器的高新技术企业。作为行业标杆与中国知名的专业制造商，藤友拥有强大的自主研发队伍与国际先进技术。服务对象包括移动通信、铁路、电力、银行、公安等多个领域，致力于为全国推广FTTx的发展提供高性能、高质量、高性价比的解决方案。

藤友品牌高性能光纤熔接机，多个型号全面覆盖长途干线六马达光纤熔接机、干线纤芯对准光纤熔接机、FTTH专用光纤熔接机等，从响应速度、长途干线的超长距离适用、纳米级对准、高分辨率触摸屏、便携操作等各个维度不断创新和升级产品是全球最全面的光纤熔接机厂家之一。藤友将秉承“自主创新，藤友质造”的原则，以精工品质塑造产品，以匠心精神提供服务。



3秒开机
3s Turn On



6秒熔接
6s Fast Splicing



13秒加热
13s Heating



380倍放大
380X Magnification



工业级八核CPU
Industrial grade
eight core CPU



适应多种恶劣环境
Adapt to various
harsh environment



深圳市盈迅精密机械有限责任公司

ENSURE

盈迅精机

ENSURE PRECISION MACHINE

精益求精
盈信盈利

优质 · 专业 · 实力

专注于精密五金 / 粉末冶金 /
封装制造 / 电镀

Quality, professionalism and strength

Focus on precision hardware / MIM / Packaging manufacturing / Plating



精密制造前沿

Precision manufacturing front

公司拥有日本STAR、津上(TSUGAMI)、兄弟(BROTHER)等CNC电脑数控车床及加工中心和辅助设备100余台,加工材料涵括SUS304、SUS316、SUS303、SUS430、SF20T、KOVAR,WuCu,无氧铜等各类有色金属,年产能达4000万件。

盈迅的优势在于把机加+粉末冶金+封装+电镀相结合,为客户提供更高的质量价格比。

Companies have more than 100 sets machines for CNC lathe and equipments from Japan "STAR,TSUGAMI,BROTHER"etc, and processing material covers SUS304,SUS316,SUS303,SUS430,SF20T,KOVAR,WuCu,Copper and other and other non-ferrous metals,annual capacity of 40KKpcs.

Ensure comparative advantage:We combined Machining, MIM,Packaging and Plating to supply customers higher quality and competitive components.



机加设备-
数控车床车间一角

Machine and equipment
-CNC lathe workshop



封装-焊接车间一角

encapsulation-
Welding workshop



电镀设备-电镀车间一角

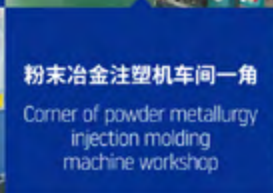
Electroplating equipment-
corner of electroplating
workshop



机加设备-车间一角CNC
Machine and equipment
-workshop CNC



粉末冶金注塑机车间一角
Corner of powder metallurgy
injection molding
machine workshop



机加系列 Machining series



粉末冶金系列 Powder metallurgy series



封装系列 Package series



深圳市盈迅精密机械有限责任公司
SHENZHEN ENSURE PRECISION MACHINE CO.,LTD.

地址:深圳市南山区桃源街道平山社区丽山路10号大学城创业园1002
Add:Room 1002, Chuangye Park,University Town, No.10 Lishan Road, Pingshan Community, Taoyuan Street, Nanshan District, Shenzhen City,Guangdong

电话/Tel:0755-2674 9884
传真/Fax:0755-2651 9685

联系人/Contact:Miss Wang
邮箱/Email: yxyw2@sz-ensure.com
qr@sz-ensure.com

CONTENTS | 目录



业界 Industry

P10 / AI 驱动智算需求激增, 下一代光互联技术时不我待

——当前新一轮科技革命和产业变革加速演进, 人工智能、云计算、大数据、量子信息等数字科技迅猛发展, 特别是以 ChatGPT 为代表的大模型出现, 推动了数字科技加速进入人工智能时代。

P12 / 光学产业革新时代, 超构透镜应用场景落地加速

——据麦姆斯咨询介绍, 超构光学 (Meta-optics) 是一种利用超构材料 (Metamaterial) 在亚波长空间尺度上实现光场多维度调控 (包括振幅、相位、偏振等) 的新兴技术。由于丰富的人工可调自由度和多参量操控的物理机制, 超构光学被预言为有可能产生颠覆性应用的重要技术, 可解决传统光学元件面临的瓶颈挑战。

P13 / 全面解析激光技术机遇挑战及最新趋势

——根据海外市场调研机构 MarketsandMarkets 称, 预计 2024 年全球激光技术市场规模将达到 200 亿美元, 到 2029 年将达到 295 亿美元, 预测期内复合年增长率为 8%。

P15 / 万亿低空经济市场, 传感器有怎样的机会?

——低空经济是指在垂直高度 1000 米以下、根据实际需要延伸至不超过 3000 米的低空空域范围内, 以垂直起降型飞机和无人驾驶航空器为载体, 以载人、载货及其他作业等多场景低空飞行活动为牵引, 带动相关领域融合发展的综合性经济业态。

应用 Applications

P17 / 苹果暂弃 Micro LED, 设备厂商躺平了吗?

——在 2 月苹果暂停了手表产品 Apple Watch Ultra 应用 Micro LED 技术的计划后, 相关设备厂商也受到了有一定直接与间接的负面影响。

P20 / 激光技术: 医疗领域的创新引擎

——960 年夏天, 美国物理学家西奥多·哈罗德·梅曼成功发明了世界上第一台红宝石激光器, 标志着一种全新的光源自此诞生。激光同普通光源一般, 都具有波粒二象性, 但不同之处在于激光还具有高度的定向性、单色性、亮度以及相干性。当激光与物质相互作用时, 其作用强度取决于激光的波长以及物质的组成成分, 激光与物质之间还可以发生反射、折射和散射等物理现象, 并且能够被物质吸收, 因此在微纳加工、医学、汽车等领域都具有广泛的应用前景。

P23 / 探索光纤通信在汽车科技革新中的关键角色 识海 - 车载光通信

——随着全球加速数字化, 汽车行业正迅速向电动化、网联化、智能化和共享化转变。这不仅改变了汽车的功能和使用方式, 也催生了新的消费需求和应用场景。面对这些变化, 传统的车载通信技术已难以满足新需求, 迫切需要对车载通信技术和网络架构进行全面的更新和标准化, 以支持长期发展。在这种情况下, 光纤通信技术凭借其高带宽、低延迟和强抗干扰能力, 成为推动这场革命的关键。

学术 Academia

P25 / 光刻投影物镜畸变检测中的位移测量误差分析

——在光刻投影物镜的畸变检测中，位移测量误差是光刻投影物镜畸变检测的重要误差源之一，深度分析误差源并减小误差项，可提高光刻投影物镜的畸变检测精度。本文将运动台的定位与测量技术相结合，着重分析利用夏克-哈特曼波前传感器对投影物镜进行畸变检测时像质检测台的位移测量误差。并以一套投影物镜像质检测台为例，对其在投影物镜畸变检测中的位移测量误差进行分析，利用该像质检测台对某一投影物镜进行畸变检测，畸变检测结果约 80nm，其中该像质检测台的位移测量误差会给畸变检测结果带来约 22nm 的不确定度。

特别关注 Special Focus

P36 / 聚焦光电技术在 2024“爆火”领域中的应用及创新

——低空经济、人形机器人、量子技术是当前经济发展中的热点领域，它们各自代表了不同的产业趋势和未来发展潜力。光电技术引领新质生产力，高效赋能千行百业，低空经济、人形机器人、量子技术 ... 近期一系列热门行业中都可以见到光电技术的身影。

聚焦协会 Association News

P38 / 首届 APE 亚洲光电博览会在新加坡盛大开幕，深光协 50+ 领军企业闪耀参展，强势征服 APE，实力圈粉无数！

P40 / 走进“鸿蒙生态创新中心”，共享鸿蒙生态万亿级配套商机

P41 / “企业 + 科技型企业财税政策”大讲堂成功举办

P42 / 深光协入选“深圳行业协会商会高质量 100”！

产品 Products

P43 / 产品

小编四处搜寻，为大家呈现部分展商的火热新品。

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
中国科协新技术开发中心
New Technology Development Center - CAST
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
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
深圳市光学光电子行业协会
Shenzhen Optics & Optoelectronics Industry Association
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

廖小凡 Kelly

编辑 /Editors

李丹青 Achin

美术编辑 /Art Editor

林兆欣 Zhaoxin Lin

摄影记者 /Photographer

廖小凡 Kelly

网络编辑 /Website Editor

光博君 CIOE6666

广告及赞助 /Advertisement

邓璐 Lisa 胡艺千 Sabrina

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



AI 驱动智算需求激增，下一代光互联技术时不我待



当前新一轮科技革命和产业变革加速演进，人工智能、云计算、大数据、量子信息等数字科技迅猛发展，特别是以 ChatGPT 为代表的大模型出现，推动了数字科技加速进入人工智能时代。

数据中心已经成为全球范围内的基础设施，数量和规模不断扩大，对数据传输和互联技术的需求也越来越高。光互联技术作为一种高速、可靠、低延迟的通信技术，在数据中心领域具有广泛的应用前景。

在此背景下，5月23日，CIOE 中国光博会与 C114 通信网联合举办“2024 中国光通信高质量发展论坛”第四场研讨会——“AI 时代：数据中心光互联技术新趋势”。邀请电信运营商、互联网服务商、云计算厂商、模块芯片商、科研院所、业内专家，深入探讨光互联和全光交换的应用及其面临的机遇和挑战。

AI 驱动智算需求激增，网络亟待变革

AI 大模型的出现，驱动新型算力基础设施建设不断发展，传统数据中心加速向智算中心转型。数据显示，截至 2023 年底，我国智能算力规模突破 230EFLOPS，全面超过通用算力，并且差距逐渐拉开。

中国信通院技术与标准所副所长赵文玉介绍，以 GPT 为代表的人工智能大模型突破性进展激发全球智能算力发展热潮，千卡算力芯片构建的集群将成为千亿参数大模型训练的标配，如何加速构建高性能网络以支撑智能算力发展需求成为业界关注热点。

中国移动研究院基础网络所副所长程伟强指出，全球智能算力需求快速增长，亟需构建标准统一、技术领先、软硬协同、

兼容开放的新型智算中心（NICC）技术体系。其中，智算中心网络用于连接 CPU、GPU、内存等池化异构算力资源，贯穿数据计算、存储全流程，网络性能增强对提升智算中心整体算力水平具有关键意义。

中国电信研究院高级工程师刘昊表示，AI 大模型的出现，驱动新型算力基础设施建设不断发展，传统数据中心加速向智算中心转型，对网络的规模、时延、带宽和可靠性等方面提出新的发展需求与挑战。

中国联通研究院光传输领域首席研究员沈世奎表示，在东数西算战略背景下，行业内均在致力于提供架构先进、安全可靠、服务卓越的智算服务，在智算高通量广域互联和数据中心内部组网中，光网络都有着不可替代的作用，且越来越重要。

互联网企业作为大模型业务的主要参

与者，对智算的要求有着自己的理解。阿里巴巴集团光网络技术专家陈钦表示，AI大模型训练对光互联的稳定性要求极高，光模块的软硬件都需要迭代升级。百度资深工程师周谓认为大模型参数增长非常快，数据中心内光宽带如何跟上节奏，成为非常重要的议题，另外数据中心间传输稳定性要求也更高。京东光互联架构师陈琤表示，智算网络对于光互连的要求主要集中于大带宽、低成本和低延时。

明确场景需求，下一代光互联时不我待

面对智算中心对网络提出的新需求、新挑战。赵文玉指出，光互联技术作为一种高速、可靠、低延迟的通信技术，在智算中心领域具有广泛的应用前景。希望产学研用各主体协同聚力共推光通信技术与产业革新演进，赋能和支撑新质生产力发展。

当前，业界智算中心高性能网络创新主要分为两个方向，一是基于现有以太网优化，二是革新底层以太网方案。程伟强介绍，中国公司主导的全调度以太网（GSE）属于革新方案，能够最大限度兼容以太网生态，构建无阻塞、高带宽、低时延的新型智算中心网络，形成标准开放的技术体系，助力 AI 产业发展。

沈世奎指出，光网络将在智算数据中心广域互联、智算数据中心内部组网方面发挥重要作用，从而驱动算力需求蓬勃发展、算力资源优化配置，提升算力服务安全可靠，为算力时代发展奠定坚实基础。

AI 大模型的持续火热，对算力的需求持续攀升，超大规模智算中心资源日渐稀缺，通过对跨区域中小型智算中心进行组

网，实现远距离算力协同调度成为趋势。在刘昊看来，拉远场景下开放的智算光网络系统有助于提高模型训练效率，中国电信盒式波分设备支持城域组网，具备向 800G 演进的水平，其开放解耦的特征能够支撑智算拉远场景应用。

光模块作为数据中心内部以及数据中心之间连接的重要技术，在智算中心网络需求下，800G 光模块开始崭露头角。面对光模块大规模部署应用，成本和功耗问题日益显著，打造绿色、低碳的智算中心势在必行。

如何降低光模块的功耗，陈钦表示最直接的手段就是去掉或减少 DSP 在光模块内部的使用，也就是被讨论的技术热点：LPO、TRO、CPO 技术。周谓表示，随着 GPU 互联对功耗，带宽的要求，CPO 将有可能成为 GPU 互联的一种重要方案。陈琤认为，在降低光互连低成本问题中，硅基光子技术是潜在的降成本方案之一，线性直驱光模块 LPO/LRO 当前也是比较热门的应用方向。

产业链协同，加速技术创新应用落地

为促进光互联技术在 AI 算力中的应用，苏州熹联光芯微电子科技有限公司首席架构师兼研发高级副总周秋桂介绍，Sicoya 研发推出的 EPIC 解决方案，通过将电学元件和光学元件单片集成在同一个硅芯片中的方法，在成本、电源效率、数据密度和生产可扩展性等方面带来了颠覆性优势，能够实现单通道大于 200Gbps 的超高数据速率。

联合微电子中心有限责任公司硅光设计工程师翟文豪介绍，CUMEC 同时具备硅光和 3D 集成工艺，致力于构建产硅光

产学研合作生态。CUMEC's PDK 的产品包括：硅光、PDK、光栅耦合器等无源器件，以及调制器、探测器等有源器件。CUMEC's PDK 作为硅光工艺和三维集成工艺的开放工艺平台，正在研发硅光加 TSV 集成工艺，期待与业界同仁共同探讨交流，深入合作。

北京弘光向尚科技有限公司产品研发总监李志伟介绍，弘光向尚专注于新一代硅光集成芯片的设计和和生产，公司汇聚全球硅光领域的顶级专家，积累了硅光芯片产品设计、Foundry、封测的完整供应链，愿与硅光技术产业链上下游的合作伙伴一起繁荣生态圈，共同推动国内硅光产业高质量发展，为中国新基建作出贡献。

诺基亚贝尔基础网络业务集团光网络事业部、企业与互联网市场业务总监朱宁介绍，诺基亚贝尔可以提供全系列的 DSP 解决方案，包括 16 纳米、7 纳米、5 纳米、3 纳米，每一个制程代际都没有缺失，用户可以灵活的根据实际需求，选择最合适的波特率，以及最合适的单载波速率，组合出最高的频谱效率和最佳的成本。同时，诺基亚还在不断强化应用场景优化设计的 DSP，硅光器件，以及集成和封装方面的垂直生态整合能力，满足用户数据中心互联的各种场景需求，和用户一起构建面向未来的高速数据中心光互联的解决方案。

“2024 中国光通信高质量发展论坛”是由 CIOE 中国光博会与 C114 通信网联合推出的大型研讨会系列活动，以“光联万物，智创未来”为主题，通过多场专题论坛、线上研讨会、闭门研讨会等形式，聚焦产业链薄弱环节，瞄准技术未来演进方向，发掘热点应用场景，群策群力，贡献行业价值，进一步助力我国光通信产业高质量发展。C

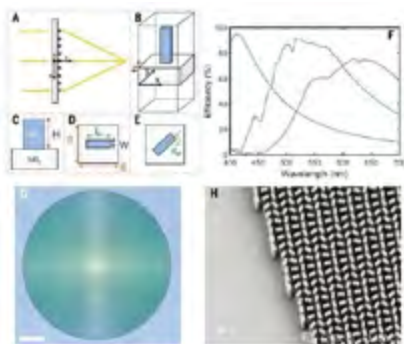
产业 & 应用 | 光学产业革新时代，超构透镜应用场景落地加速

文章来源：整理自麦姆斯咨询及昆仲资本

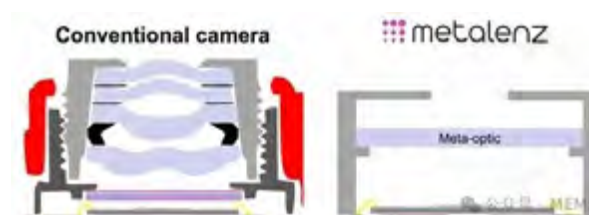
据 麦姆斯咨询介绍，超构光学（Meta-optics）是一种利用超构材料（Metamaterial）在亚波长空间尺度上实现光场多维度调控（包括振幅、相位、偏振等）的新兴技术。由于丰富的人工可调自由度和多参量操控的物理机制，超构光学被预言为有可能产生颠覆性应用的重要技术，可解决传统光学元件面临的瓶颈挑战。

超构材料是一种以人工方式构建可操控电磁波或机械波的亚波长结构单元（称为超构原子）并形成特定序列的功能性材料，其往往具备自然界常规材料所不具备的光、声、电、磁、力、热等物理性质，例如负折射、超越衍射极限的聚焦、可控的非互易光传输等。超构表面（Metasurface）是一种能够在入射波束（例如电磁波束）的振幅、相位、偏振等方面产生自由空间波长范围内的突变，实现任意波前调控的二维超构材料。

超构透镜（Metalens）是一种实现波束聚焦或发散的超构表面，与传统的折射透镜相比，超构透镜具有平面结构、轻薄、易集成的特性，在光学器件和系统的微型化、集成化、智能化方面具有重要的应用潜力。2016 年，哈佛大学 Federico Capasso 教授团队报道的第一个高性能全介质超构透镜开启了该领域的广泛研究和商业化序幕。随后，Federico Capasso 教授团队分拆成立 Metalenz 公司；人们对超构透镜的效率、色差、像差、多功能成像、器件和系统集成等方面开展了深入广泛的研究。



超构透镜设计与制造 (DOI: 10.1126/science.aaf6644)



传统镜头 vs. 超构透镜 (来源: Metalenz)

回顾近十年发展，超构透镜经历了从原理创新、概念验证、成果转化到商业应用的过程，器件性能持续优化，商用产品不断涌现，应用场景加速落地。据麦姆斯咨询报道，近年来，受到市场前景吸引，超构透镜领域的创业公司层出不穷，国外厂商主要有 Metalenz、Imagia、Myrias Optics、2Pi Optics、Tunoptix 等；国内厂商主要有迈塔兰斯、纳境科技、山河元景、亮亮视野、和光微、比邻星光（Alpha Cen）等。

2022 年 6 月，Metalenz 和意法半导体（ST）合作提供新一代 FlightSense™ 飞行时间（ToF）测距传感器 VL53L8，该传感器在发射和接收窗口中都采用了超构透镜，适用于智能手机、智能音箱、人机交互界面、消费类激光雷达（LiDAR）和增强现实（AR）/ 虚拟现实（VR）设备，标志着超构透镜进入商业化应用阶段；2022 年，韩国 LG 和三星（Samsung）竞相开发超构透镜，争夺汽车及手机微型摄像头市场；2023 年 10 月，日本佳能（Canon）在其 2023 年博览会上展示了超构透镜技术。随着像 LG、三星、佳能这样的大公司陆续入局超构透镜领域，其商业化发展脚步无疑将进一步加速。



Metalenz 设计 + 意法半导体制造的 ToF 传感器 (左)；佳能展示的装配超构透镜的镜头单元 (右)

超透镜正在多个领域展示出其强大的应用潜力，主要可落地在超分辨显微成像、全息光学、消色差透镜等方面。作为一项颠覆性的技术，超透镜不仅有可能改变我们与世界互动的方式，更有潜力引领整个光学产业进入一个全新的时代。

VR/AR 行业可能“首当其冲”。天风国际分析师郭明錤曾表示，“供应链预计将在 2024 年量产 Apple 的 Metalens，预计用于取代 iPad 的 Face ID Tx 的塑料镜头”。也就是说，苹果公司正在开发超透镜技术（Metalens），以取代设备中的塑料镜片，而该技术将最先适用于 Face ID 上，然后是相机镜头，最终是 AR 眼镜。

尽管苹果当前推出的产品是以空间计算技术（OST）为主的 Vision Pro，但苹果 AR 眼镜向来被认为可能是苹果公司未来最具潜力和影响力的产品之一，也是苹果公司进入下一个十年的重要布局。

但制造一款符合市场需求的 AR 眼镜并非易事，因其需满足一系列复杂标准，包括但不限于轻量级、舒适度、外观设计、持久性、安全性及智能交互。其中，光学技术的瓶颈尤为明显。

透镜作为 AR 眼镜的关键组件，负责将显示图像高效聚焦至用户视网膜，以实现清晰、真实的视觉体验。目前市面上大多数 AR 眼镜仍依赖体积庞大、重量较重的曲面透镜，这不仅对产品的便携性造成限制，还可能导致色差、视场畸变和视疲劳等问题。

这也是为什么苹果会选择研发超透镜技术，因为该技术不仅可以解决 XR 产品的光学问题，还能解决各类电子数码产品，如手机，相机等产品的光学镜头凸出问题，优化光学。

自动驾驶领域也在超透镜的研发中加快了步伐。

据了解，LG 和三星正在研发超透镜，计划将其用于汽车自动驾驶的超薄摄像头。LG 集团旗下负责摄像头开发的子公司 LG Innotek，表示正在开发一种厚度仅有普通玻璃或塑料透镜万分之一的超透镜。LG Innotek 首席技术官（CTO）Kang Min-seok 也在采访中表示：“我们希望利用超透镜代替折射透镜来实现超薄摄像头。汽车是我们首个应用目标，后续还将用于各种移动产品和相机。”

全面解析激光技术机遇挑战及最新趋势

文章来源：激光行业观察整理

根据海外市场调研机构 MarketsandMarkets 称，预计 2024 年全球激光技术市场规模将达到 200 亿美元，到 2029 年将达到 295 亿美元，预测期内复合年增长率为 8%。

由于激光技术的多样化应用以及对医疗实践的变革性影响，医疗保健行业对激光技术的需求正在大幅增长。例如，在医疗保健领域，激光技术越来越多地应用于眼科、牙科、皮肤科和泌尿科等科室。青光眼、心脏病、静脉曲张、前列腺疾病、膝盖损伤、肿瘤、癌症和肾结石等健康问题都可以通过激光技术进行治疗。此外，激光技术还被应用于无创医疗领域，如选择性激光小梁成形术、光动力疗法、去除纹身、嫩肤、低强度激光疗法和脱毛等。由于眼部相关疾病的发病率不断上升、整容手术需求持续增加、医疗保健基础设施不断改善以及老年人口比例激增，这些因素推动了医疗激光系统的需求不断提升。医疗保健领域对基于激光的解决方案的需求激增，微型和纳米设备的产量不断增加，基于激光技术的材料加工技术的广泛使用，以及基于激光应用的不同技术的采用越来越多，例如激光雷达（LiDAR）、垂直腔面发射激光器（VCSEL）和增强现实/虚拟现实等，这些都是推动激光技术市场增长的关键因素。

又如，在航空航天工业领域，基于航空工业对零部件的加工及性能要求向来严格苛刻，由此对先进制造技术提出了更高的要求。相较于传统加工方法，激光制造技术彰显出众多优势，包括激光光斑小、能量密度高、热变形小、精度高、灵活性强、生产效率高；安全性和稳定性高；加工材料范围广；非接触性加工可实现高速、高精度、高效加工；与数控技术结合，可实现自动化加工；可实现高温、高压、剧毒等恶劣环境下加工等。因此，能利用激光技术来实现生产和设计的灵活性，并以更低廉的价格制造更轻型的零部件。航空业中使用的多种材料，例如陶瓷、聚合物和金属等，都可以使用激光技术进行高效、高精度的加工。此外，激光加工工艺和技术在新能源/新材料、汽车制造、轨道交通、

船舶制造、电气 / 电子 / 半导体、新基建等垂直行业的应用场景持续拓宽。

限制因素

激光技术市场面临部署成本高的挑战。激光系统的复杂性需要使用专用组件、尖端技术和严格的安全措施，这些都大幅增加了总体的部署费用。此外，旨在推进激光技术并确保符合安全标准的研发投入进一步导致了高昂的前期成本。激光系统需要例如二极管、光学元件、半导体材料和控制电子器件等专用组件。这些组件的制造成本通常很高，并且它们的高精度和高质量影响了激光系统的总成本。

缺乏训练有素的人员是限制激光技术市场增长的另一个因素。熟练劳动力对于操作和维护激光系统至关重要，这增加了与雇用和培训合格专业人员相关的费用。例如，准分子激光器的操作需要至少一名经过培训的人员在场，以确保操作员了解在使用激光系统期间要遵循的相关规程。缺乏训练有素的人员可能会损坏激光加工所涉及的材料并导致大量时间消耗。

机遇因素

激光器在光通信板块的日益普及将为激光技术市场创造巨大的增长机会。光通信利用光作为传输介质。相较于无线电波，激光技术比更具优势，因为光波比无线电波封装得更紧密。鉴于此，激光技术可以显著提高每秒的数据传输量，并具有稳定的信号质量。通过采用激光技术，可以开发具有更高速度和带宽、更低价格和紧凑尺寸的高效通信系统。

未来几年，激光技术预计将广泛应用于光通信板块，激光器将电能转化为光能，通过纤芯传输光信号，具有高速传输、长

距离传输和低损耗等特点。激光器发出的单色、高能量密度的光束可以精确地穿过光纤，并且可以通过调制技术实现多路复用和解复用，提高光纤的传输容量。激光器制造商将专注于提高激光器的速度和减小组件的尺寸，以满足更加复杂的光通信应用的需求。

挑战

高功率激光器的使用带来了一些挑战。高功率激光器的特点是其输出水平在千瓦到兆瓦范围内，因此存在多种技术复杂性，需要在其设计和操作阶段仔细考量。提高激光器的可靠性和使用寿命以满足工业、医疗和航空航天应用的需求至关重要。与这些应用相关的挑战主要包括提高激光二极管的稳定性、最大限度地减少退化机制以及提高恶劣工况条件下的组件寿命。高功率固态激光器展现出强烈的热透镜效应，使得实现高光束质量更具挑战性。与非偏振输出的激光器相比，偏振输出的激光器通常会降低效率。因此，高效散热和热管理等问题需要采取额外措施来解决。此外，高功率激光器还彰显非线性效应，例如拉曼散射、布里渊散射和四波混频。

同时，高功率激光光束的传输和控制方面的挑战则需要强大的系统来确保光束稳定性和指向精度，以及远距离的焦点控制。

终端用户

全球激光技术市场可分为研究、医疗、汽车、国防、航空航天、工业、电子和半导体、商业和电信等终端用户。由于汽车制造商越来越多地利用激光切割来制造无差错的高质量产品，汽车行业占据了激光技术市场的最大份额。

激光可以精确切割许多不同类型的材料（金属、非金属、铝材等；平面切割、异型切割等），无需返工。如今，制造业迫切需要减少人工成本，并使用配置了激光切割功能的数控机床推动金属切削的过程自动化，由此提高切割精度并降低材料浪费，这向来是激光切割市场增长的驱动因素之一。同时，高端装备、汽车、航空航天、消费电子、新基建、海洋装备、新能源、轨道交通、石油化工、生物医药、国防等终端用户行业的快速扩张，极大推动了对激光切割技术的诉求，进而推动了激光切割市场的增长，尤其是光纤激光切割机和数控激光切割机等产品。

激光技术市场的最新趋势

激光技术在智能制造和绿色制造中的优势不断突显，面对新能源、新材料、信息显示、医疗等产业激增的需求，高端激光智能制造装备迎来了绝佳的发展机遇。智能工厂解决方案的实施和投资不断增加，预计将推动全球激光技术市场的增长。智能工厂解决方案和工业 4.0 的出现，使制造业的效率提高、产量增加、成本效益提升、质量改善，以及生产能力增强。另外，激光技术在成本、性能和可靠性等方面的持续改善将有助于降低激光器的单位成本，从而推动其成为智能制造浪潮中更普遍的加工利器，通过激光技术显著提高的生产一致性和产能、更好的加工品质、柔性制造能力以及更低的运行成本等优势持续取代机械切割、水射流切割等传统工艺。

在工业 4.0 概念中，激光技术将在不同的机械应用中发挥至关重要的作用。此外，大多数基于激光的工业 4.0 应用将采用一系列先进技术，如机器学习、网络物理系统、认知计算、云计算、人工智能和物联网。■

万亿低空经济市场，传感器有这样的机会？

文章来源：电子发烧友网



低空经济是指在垂直高度 1000 米以下、根据实际需要延伸至不超过 3000 米的低空空域范围内，以垂直起降型飞机和无人驾驶航空器为载体，以载人、载货及其他作业等多场景低空飞行活动为牵引，带动相关领域融合发展的综合性经济业态。

作为一个全新的产业形态，低空经济勾画出一个全新的产业链架构。4 月初，工信部等四部门联合印发《通用航空装备创新应用实施方案（2024—2030 年）》，其中明确提到，精准定位、感知避障、自主飞行、无缝通信与监视、数字导航、智能化空域管理、低空物联网体系是产业关键技术，应急、物流、交通、娱乐消费、农林巡检则是五大重点应用场景。

在此前的文章中我们已经指出，5G-A

带来的通感一体对于发展低空经济至关重要，今天我们的重点开始转移到传感器上，这是实现无人机、直升机和 eVTOL（电动垂直起落飞行器）等低空航空器重要的元器件之一。

低空飞行器里的传感器需求

低空飞行器主要面向应急、物流、交通、娱乐消费、农林巡检五大场景，这些场景中有大量的传感器需求，比如气象监测、遥感航拍、物品运输等，另外为了更好地控制低空飞行器的飞行，也需要大量的传感器。

我们说回 5G-A，其带来的通感一体技术简单理解就是，基于现有的移动通信基站实现通信，然后借助雷达的感知能力对低空飞行器进行追踪。这里面雷达虽然

不属于传感器的范畴，不过定位确实是一个很大的传感器需求。

我们比较熟知的定位是 GPS。作为全球定位系统，GPS 可以提供飞行器的位置信息和速度信息，是目前定位技术中最为先进和最为精确的一种。在低空飞行器自主导航系统中，GPS 是用于确定飞行器位置、导航和航迹规划的基本传感器。它提供全球定位信息，帮助无人机在三维空间中准确定位。

除了 GPS，在低空飞行器的自主导航系统中用到的传感器包括惯性测量单元（IMU）、视觉传感器、毫米波雷达、激光雷达（LiDAR）、超声波雷达、红外传感器、气压计、磁力计和电子气象仪等。

对于低空飞行器来说，自主导航系统

感知三维信息非常关键。虽然 GPS 能够获取经度、纬度和高度，不过有时候 GPS 会受到干扰，于是飞行器上就需要一种组合的传感器体系用于确认飞行器的姿态。IMU 便能够利用飞行器的姿态、加速度和角速度等信息来推测其位置和速度，算是 GPS 定位的一种补充。

不过，往往 IMU 确认的位置容易受到积分漂移、温度、制造工艺等方面的影响，产生一些测量的偏差。因此，在 IMU 起作用时，视觉传感器和雷达的融合系统在导航中的权重会更高，保障飞行器的安全飞行。

在低空飞行器的自主导航系统中，视觉传感器包括摄像头、红外相机和其他光学传感器，主要用于视觉导航、避障和实时图像捕捉；激光雷达可用于生成高分辨率的地形地图，进行三维地图构建、避障和环境感知；超声波雷达可用于近距离障碍物检测，帮助飞行器提高低高度时的安全性。

和无人机一样，预计光流传感器将会是低空飞行器的重要传感器。光流传感器是一种基于光学原理的传感器，它可以通过感知光线的变化来实现精准位置控制。举一个简单的例子，光流传感器在不同的高度向左位移同样的距离，相同物体在光流传感器相机视野中向右位移的距离是不同的。那么，光流传感器通过运动物体在成像平面上的像素运动的瞬时速度，从而计算出物体的运动信息以及高度。

同时，为了保持飞行器时刻处于正常的姿态，各种陀螺仪、加速度计和磁力计的用量也很大。这里面，陀螺仪能监测三轴的角速度，角度信息的变化能用来维持无人机稳定并防止晃动，陀螺仪对飞行器对抗风力也有非常大的帮助；加速度计能

够测出飞行器在 XYZ 三轴方向所承受的加速度，确保飞行器在静止和运动时接受到的动力输出是正确的，加速度计还可以用来监测无人机所承受的震动。另外，为了降低载人飞行器的噪声，MEMS 麦克风的应用也会非常广泛。

用到如此多的传感器，那么这些传感器是否会具备一些共同点呢？在产品特性方面，稳定、精确和低功耗将是低空飞行器对传感器的统一要求。稳定和精确都很好理解，我们简单说一下低功耗，低空飞行器主要采用电动的方式进行驱动，能量来源于电池，为了获得足够远的续航，各个零部件都要有低功耗的要求。另外，部分传感器还需要有联网功能，以及能够抵御严苛的环境挑战。

国际传感器大厂仍占主动

有人说，低空飞行机就是“传感器飞上天”，或者将低空飞行器称为“会飞行的传感器”，这些说法都有一定的道理，确实低空经济将是传感器领域巨大的发展机遇，带来很多全新的需求。当前，无论是政策还是产业都非常关注。传感器企业需要为通用航空器提供包括温度、压力、加速度、流量、位置等在内的各种类型传感器。

有业者曾说，打造低空飞行器本质上就是打造一架飞机。那么，在通用航空传感器的供应上，由于对传感器品质和性能有很高的要求，国际传感器大厂有很大的竞争优势。比如，霍尼韦尔提供的通用航空航天接近传感器 (GAPS) 系列，这款传感器传统 ECKO (涡流杀振荡器) 拓扑的改良技术，一直是航空航天应用中的标配技术。在通用航空市场，霍尼韦尔拥有丰富的传感、开关和装配方案。

Kulite 在通用航空的压力传感器方面也很有名，主要应用场景包括辅助动力装置、液压传感器高压密封表压和绝压、推进 / 发动机、环境控制系统、电子压力开关和组合 / 双联。

在 IMU 和陀螺仪的供应上，也是 TDK、ADI、ST、博世和霍尼韦尔等国际厂商处于性能领先的位置。在 MEMS 加速度计方面，博世、ST、NXP、ADI 和村田的产品都很有优势。在低空飞行器市场，国内整体还面临着高端传感器缺失的问题。

不过，为了响应万亿规模的低空经济发展，国产传感器也已经有所谋划。2009 年，国家就专门发文要在全中国范围内推广应用国产低空无人飞行器航测遥感系统，主要承担单位基本是各科研院所。目前，国内也拥有安培龙、芯动联科、奥比中光等传感器厂商，皖科、海凌科、智芯等传感器模组厂商，以及豪恩汽电、星纵物联、博感科技等传感器方案商。不过，目前国产传感器在低空飞行器方面尚未形成完整的供应链。

结语

传感器是低空飞行器的“眼睛”和“耳朵”，负责收集外部环境的信息。在万亿级别的低空经济市场，对传感器有巨大的需求量，尤其是飞行姿态保持和自主导航方面，传感器更是不可或缺的器件。不过，在通用航空传感器方面，国产传感器目前的竞争力还比较弱，主要由国际厂商把持这一市场，和其他高端传感器市场情况类似。当然，国内传感器在低空飞行器领域的布局并非空白，也已经有了一些进展。



苹果暂弃 Micro LED，设备厂商躺平了吗？

文章来源于 LEDinside，作者 Irving

在 2月苹果暂停了手表产品 Apple Watch Ultra 应用 Micro LED 技术的计划后，相关设备厂商也受到了一定直接与间接的负面影响。

此前，转移设备商 K&S 宣布 W 计划（Project W）项目已取消，原因是一策略客户取消了相关项目。据悉，K&S 在苹果项目中投入了大量资金，因此有关媒体猜测，本次 W 计划取消很可能是与苹果手表项目相关。根据最新财报显示，因 W 计划取消，K&S 损失 1.055 亿美元。

随后，专注于 Micro/Mini LED 技术的转移设备商 Rohinni 也申请破产，主要原因是 Rohinni 在 2023 年收入下降了 96%，且负债超过了 500 万美元。而苹果方面对 Micro LED 技术的暂停应用，或一定程度上也影响到投资者对于 Rohinni 的投资意愿，因此 Rohinni 并未在破产前寻找新的资金来源……

不可否认，苹果项目的取消对于部分 Micro LED 设备企业的影响已逐渐显现。

然而更多的设备厂商并未就此消沉。回归产业链发展趋势来看，Micro LED 技术保持日益成长趋势，成本快速下降，应用市场逐渐明确，而下游面板厂则仍在着手推进布局，行业向上发展趋势并未改变，Micro LED 规模量产的时间越来越近，因此设备厂商也在时刻做好应对市场需求的准备。

PART 1 4月 Micro LED 设备商喜事不断

4 月份，LED 相关设备厂商就频频传来 Micro LED 相关合作、融资与新技术动态，设备商继续看好 Micro LED 发展的同时，市场对于 Micro LED 设备的需求也正在持续增加中：

· 一季度爱思强 Micro LED 设备业绩同比增长

在近期，MOCVD 厂商爱思强公布了一季度业绩，公司收入与利润显著高于 2023 年同期。其中 Micro LED 业务表现突出，得益于下游客户对 Micro LED 技术的持续开发与商业化活动，爱思强包括 Micro

LED 应用在内的 LED 设备业务实现营业收入 1960 万欧元，较去年同期增长 184%，占爱思强设备订单量的 37%。

· 鐾创看好 Micro LED 发展，转移设备将占营收约 10%~20%

Micro LED 厂商鐾创科技在今年新增 Micro LED 转移设备销售项目，将在今年下半年开始出货，预计占公司总营收约 10%~20%。

对于 Micro LED 行业发展情况，鐾创科技持乐观态度，并表示下游许多客户正在准备出货，电视是 Micro LED 技术应用的一大市场，此外，头显、智慧手表客户今年也在进行出货准备中，因此将带动 Micro LED 产业发展，预计公司营收将在今年以倍数成长，维持近年的成长趋势，亏损也将持续改善。

· 东丽工程 Micro LED 设备业务合作连连

日本东丽集团旗下的东丽工程（Toray

Engineering) 专注于提供先进的工程解决方案和服务, 公司拥有尖端的贴装和检查技术, 并将视觉检测、激光转录、贴装和修复等工艺设备。4 月, 东丽工程相继与日本半导体测试设备供应商爱德万测试集团, 以及加拿大 Micro LED 技术开发商 VueReal 达成合作, 促进 Micro/Mini LED 显示器的高效生产, 与推动 Micro LED 显示器和微型半导体产品的全球化应用。



东丽 PL Micro LED 检测工具: 3000SR-III 300 (来源: 东丽工程)

· Micro/Mini LED 检测设备商特仪科技获亿元融资

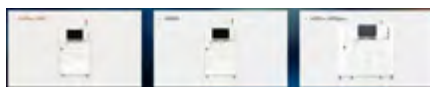
4 月 28 日, 特仪科技有限公司完成近亿元 C 轮融资, 本轮融资将用于新产品开发迭代等方面。特仪科技成立于 2014 年, 是一家平面显示行业自动化生产检测设备的专业制造商, 产品应用涵盖 OLED、液晶 LCD、Micro/Mini LED、Micro OLED、半导体等显示行业。



· 机器视觉检测商思泰克投资思坦科技, 共研 Micro LED 技术

4 月 8 日, 机器视觉检测商思泰克宣布, 向国内 Micro LED 初创企业思坦科技

投资 3600 万元, 未来思泰克计划在未来与思坦科技共同研发相关技术, 将公司机器视觉检测设备导入 Micro LED 领域, 满足 Micro LED 行业的检测需求, 实现产业链上下游的优势互补、协同发展。



思泰克 LED 相关检测设备

· 新格拉斯科技推出用于 Micro LED 生产模块化高真空溅射系统

德国新格拉斯科技 (Singulus Technologies) 致力于开发和组装用于高效薄膜涂层和表面处理工艺的创新机器和系统, 产品主要用于光伏、半导体、医疗技术、包装、玻璃和汽车以及电池和氢等市场。

4 月 17 日, 新格拉斯科技宣布推出了用于 Micro LED 生产的 TIMARIS STM 模块化高真空溅射系统, 目前首个 TIMARIS STM 系统产品已完成销售与交付。TIMARIS 平台采用模块化结构, 可以配备各种流程和附加模块, 以满足广泛的半导体领域应用要求。



TIMARIS STM 模块化高真空溅射系统 (图片来源: 新格拉斯科技)

PART 2 国产设备商积极卡位 Micro LED 赛道

4 月份, 设备环节动态丰富, 除厂商正在寻找更多 Micro LED 设备应用机会的原因外, 继续看好 Micro LED 技术未来发展前景也是厂商动态活跃的关键原因之一,

并且下游需求的逐步显现, 也给予了设备商继续布局 Micro LED 业务的信心。

尤其是国产设备商方面, 面对越来越近的 Micro LED 规模化量产时间, 已有多家国内设备企业积极推进 Micro LED 设备相关业务部署:

检测设备与系统解决方案提供商精智达在去年的 7 月科创板上市, 募集 6 亿元资金投向“新一代显示器件检测设备研发项目”、“新一代半导体存储器件测试设备研发项目”。

其中, “新一代显示器件检测设备研发项目”涉及显示缺陷检测、AOI 检测光学系统与软件、Gamma 校正和 Demura 补偿算法等多项 Micro LED 相关检测技术的研发。而在最新业务进展上, 精智达已持续取得 Micro LED 相关检测设备订单。

去年 1 月, 高端设备制造商迈为股份的“迈为泛半导体设备及半导体材料项目”在珠海正式开工, 该项目计划建设泛半导体激光设备研产基地, 主要包括面向半导体、微型显示、PCB 的设备研发及制造。在今年初迈为股份透露 Mini/Micro LED 相关设备已经向多家 LED 与显示企业交付。

劲拓股份作为专用设备商, 其拥有可应用于制造 TFT-LCD、AMOLED 和 Mini/Micro LED 等领域的设备, 其中电子装联设备可应用于 Mini μ LED 的焊接及检测领域, 光电显示设备目前应用于 MiniLED 制造环节, 半导体专用设备应用于 Mini μ LED 封装工艺。今年初, 劲拓股份新增 Micro LED 概念, 未来有望加大 Micro LED 相关设备业务发展。

激光智能装备制造商海目星在 2023 年



实现了 Micro LED 巨量转移和巨量焊接设备的样机销售，并已将 Micro LED 巨量转移设备良率已达到 99.99%。今年初最新情况来看，海目星的 Micro LED 巨量转移设备已在客户端使用，并进入小批量测试阶段，另外相关商务工作正在有序推进中。

德龙激光的 Micro LED 激光剥离及激光修复设备已交付客户并实现收入，Micro LED 激光巨量转移设备已获得头部客户订单。

而在 Micro LED 设备技术储备与生产产能方面，去年 11 月，德龙激光宣布拟以不超 1500 万欧元价格收购康宁激光 100% 股权以及部分资产，后者具有激光玻璃切割和钻孔技术，并在 AR、Micro LED 显示、晶圆加工等方面积累了一系列核心技术。今年 1 月初，德龙激光宣布拟建设德龙激光总部研发中心及激光产业基地，投资规模约 4.5 亿元，生产激光器、光学检测系统、光学模块、新能源氢能智能装备等产品。

中微公司正持续开发用于氮化镓、碳化硅等功率器件及 Micro LED 器件制造的 MOCVD 设备。其中针对 Micro LED 应用的 MOCVD 设备开发顺利，实验室初步结

果实现了优良的波长均匀性能，在最新一季报中，中微公司透露目前设备产品已在客户端进行验证测试。

另一方面，台湾地区的设备商也在积极准备着 Micro LED 业务发展，近期就有媒体报道，半导体设备商帆宣在 Micro LED 设备市场上，推出了自制的涂布显影系列及微影压印系列的设备机台，已被 Micro LED 大厂采用；

半导体设备企业东捷正全方位布局 Micro LED 产线，已推出激光巨量转移结合设备、点灯整修设备、激光巨量修补设备及高精度模块拼接机等产品，期望助力 Micro LED 在车载显示器、穿戴装置快速发展。今年东捷可望促成相关设备交出高成长成绩单；

光学检测半导体设备供应商蔚华科技已研发适用于 Micro LED 晶圆巨量 PL 及非接触式巨量漏电检测的 JadeML 解决方案……

PART 3 小结

苹果项目取消让 Micro LED 发展稍显消沉，但行业并未选择“躺平”，从整体

行业发展形势来看，产业链企业在 Micro LED 技术上持续投入中，因此设备商也并未“躺平”。

在 2024 集邦咨询新型显示产业研讨会上，TrendForce 资深研究副总经理邱宇彬表示，苹果之外，行业内仍在继续 Micro LED 的降本工作，将现阶段的 34×58 微米的芯片，往 20×40 微米甚至更小的 15×30 微米尺寸迈进。

显示面板厂也仍在 Micro LED 上投入资源开发产品，例如韩国的三星、LG，日本的索尼，国内的京东方、华星、惠科、群创等继续耕耘着 Micro LED 大型显示器赛道。

随着行业持续深入 Micro LED 技术工作与产品推广，未来对于 Micro LED 设备需求将继续保持成长趋势，Micro LED 设备的投资、合作与新技术研发动态也将陆续有来，Micro LED 设备环节的发展有望保持一定的活跃度。■

激光技术：医疗领域的创新引擎

文章来源：激光评论（公众号）

1960年夏天，美国物理学家西奥多·哈罗德·梅曼成功发明了世界上第一台红宝石激光器，标志着一种全新的光源自此诞生。激光同普通光源一般，都具有波粒二象性，但不同之处在于激光还具有高度的定向性、单色性、亮度以及相干性。当激光与物质相互作用时，其作用强度取决于激光的波长以及物质的组成成分，激光与物质之间还可以发生反射、折射和散射等物理现象，并且能够被物质吸收，因此在微纳加工、医学、汽车等领域都具有广泛的应用前景。

医学领域作为激光技术应用最早、最广泛和最活跃的学科之一，在具体应用时具有非接触、高精度、低损伤、高便携性等优点，在临床应用中能够以连续、脉冲等不同模式发射出紫外、可见和红外等不同波段的激光，因此在部分疾病的治疗中取得了显著的成效。激光医疗的发展大大提升了医疗行业的技术水平，为疾病诊断和治疗开创了全新的方式，大大提高了治疗效果和患者的生活质量。通过激光技术，医生可以进行精确的眼科治疗、外科手术、皮肤病治疗、光动力疗法、口腔治疗和理疗等。这些技术的应用使得治疗更加精准、安全和有效。随着技术的不断进步，激光医学在未来将继续发展，并为医学领域带来更多创新和突破^[1-2]。

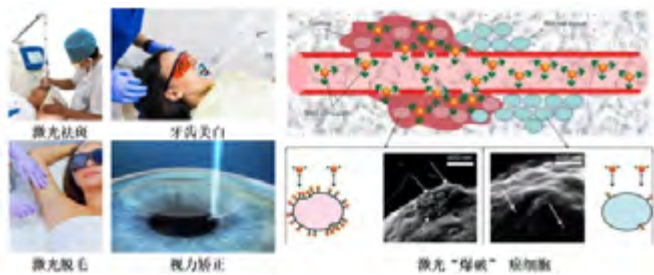


图1 激光在医疗领域的应用案例

激光医疗的临床应用

激光医疗目前已被广泛应用于眼科、皮肤整形科、肿瘤科和

血管外科等医疗过程中，不仅提高了治疗效果、减少了并发症风险，还改善了患者的生活质量，具体的主要应用情况介绍如下：

采用激光技术实现视力矫正

采用激光技术实现视力矫正手术，能够改善近视、远视和散光等视力问题，这项手术使用激光器对角膜进行精确的重塑，以改变其曲率，并使光线能够正确地聚焦在视网膜上，从而提高视力^[3]。激光矫正视力有几种不同的技术，其中包括表层全激光（PRK）、半飞秒和全飞秒。（1）PRK（表层全激光）：PRK是最早被使用的激光矫正技术之一，在PRK手术中，医生会先将角膜表面的上皮层去除，然后使用激光器来重塑角膜的形状，术后患者通常需要经历较长一段时间调养，直至上皮层再生。该矫视技术的过程较长，但手术风险较低；（2）半飞秒激光手术：半飞秒激光手术是一种中间型的激光矫正技术。在这种手术中，激光器会使用更短的脉冲时间来进行角膜重塑，以减少对角膜的热损伤。相比于PRK，半飞秒激光手术术后视力恢复较快，术后不适感也较轻；（3）全飞秒激光手术：全飞秒激光手术，也称为无刀激光手术，是一种更先进的激光矫正技术，在该手术过程中，激光器不仅可以重塑角膜的形状，还能够切割角膜组织，这种手术提高了手术的精确性和安全性。



图2 激光矫视手术类型

激光矫正视力手术的优点总结如下：（1）快速：手术过程通

常只需要几分钟，术后视力能够迅速恢复；（2）精确：激光技术能够精确地改变角膜形状；（3）安全：激光矫正视力手术已经经过多年的发展和实践，安全性较高。然而，激光矫视手术也存在一些潜在的风险和限制，不论是 PRK、半飞秒还是全飞秒激光手术，都需要在手术前对患者进行详细的眼部检查和评估，才能确保手术的安全性，并且手术后还需要较长时间的定期检查，确保视力矫正效果的稳定性。

	表层全激光 (Trans-PRK)	半飞秒 (FS-LASIK)	全飞秒 (SMILE)
干眼症	中	中	低
眩光	低	低	中
角膜瓣移位	-	有	-
Haze	中	低	低
飞蚊症	极低	中	低
视力回退	中	中	中
圆锥角膜	极低	极低	极低
角膜感染	中	低	极低

图 3 激光手术并发症

激光美容

采用激光技术进行皮肤美容和治疗，能够去除人体皮肤色素沉着、血管扩张、皱纹、痤疮疤痕、毛孔粗大等问题。常见的激光美容治疗方式介绍如下所示^[4]：

（1）激光去斑：激光可以通过选择性吸收的原理，将激光能量集中在色素沉着的区域，破坏色素颗粒，达到去除斑点的效果。常见的激光去斑治疗有激光祛斑、激光点阵等；（2）激光嫩肤：激光嫩肤是利用激光能量刺激皮肤胶原蛋白的再生，促进皮肤细胞的新生，达到提亮肤色、收缩毛孔、改善皱纹等效果。常见的激光嫩肤治疗有非剥脱激光嫩肤、二氧化碳激光嫩肤等；（3）激光脱毛：激光脱毛是利用激光能量破坏毛囊，阻断毛发的生长，达到永久性脱毛的效果。激光脱毛可以应用于身体各个部位，包括脸部、腋下、背部、腿部等；（4）血管治疗：激光可以选择性地破坏血管组织，用于治疗血管扩张、面部红血丝等问题。常见的血管治疗有激光血管收缩、激光脉冲光等；（5）痤疮治疗：激光可以杀灭痤疮引起的细菌，减少皮脂分泌，达到改善痤疮症状的效果。常见的痤疮治疗有激光杀菌、蓝光治疗等。

需要注意的是，激光美容属于医疗美容，需要由专业医生或美容师进行操作，并且在接受激光美容治疗前，应进行充分的咨询和评估，了解治疗的适应症、风险和注意事项。

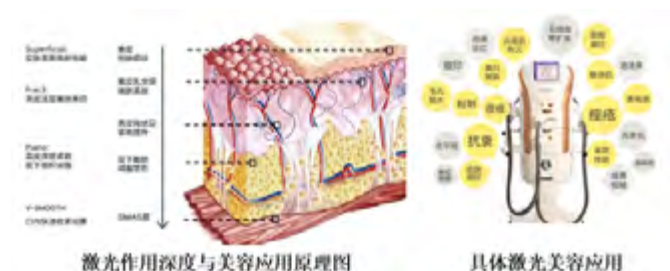


图 4 激光美容的原理及具体应用

采用激光技术精准切除神经肿瘤

激光技术还能够作为一种微创手术，基于激光光束的高能量浸透和热效应特点，实现精准切除体内的肿瘤^[5]。

激光肿瘤切除具有以下几个优势：（1）高精度性：激光光束可以精确瞄准肿瘤组织，使对周围正常组织的伤害达到最小化，从而最大限度地保留正常组织的功能；（2）减少出血：激光光束在切割和凝固肿瘤组织时，能够迅速凝固血管，减少手术过程中的出血量；（3）无需开刀：激光肿瘤切除是一种非侵入性手术，无需进行传统的切开手术，减少了手术创伤和恢复时间；（4）较少并发症：相比传统手术，激光肿瘤切除的并发症较少，如感染和疼痛等。激光肿瘤切除适用于各种肿瘤，包括皮肤肿瘤、口腔肿瘤、喉癌、乳腺肿瘤、肺癌、前列腺癌等。在手术中，医生会使用激光器将肿瘤组织逐层切除，同时激光光束还可以凝固血管、防止出血。激光肿瘤切除需要由经验丰富的专业医生进行操作，以确保手术的安全和有效性，此外手术后的护理过程对于促进患者的康复和愈合也非常重要。

利用激光技术治疗静脉曲张治疗

静脉曲张是一种血管疾病，通常发生在下肢的静脉中，其病因是由于血管壁的弱化和血液回流受阻导致的血管膨胀扭曲。激光技术作为一种常见的静脉曲张医疗方案，具有较好的治疗效果^[6]。

激光静脉曲张治疗是一种微创的治疗方法，通过激光光束的高能量作用于静脉壁，使其受热并闭塞。该方法主要包括以下步骤：

（1）麻醉：在治疗开始前，患者通常会接受局部麻醉。这可以减轻患者的不适和疼痛感；（2）导丝插入：医生会通过小切口或针孔，在患者的静脉中插入一根导丝，以引导激光光纤的进入；（3）激

光治疗：一旦导丝插入到合适的位置，医生会通过导丝将激光光纤送入静脉中，激光光束释放的高能量将作用于静脉壁，使其受热并闭塞；（4）监测和调整：在治疗过程中，医生会使用超声波或其他图像引导技术来监测治疗的进展和确保正确的位置和闭塞效果。根据需要，医生可能会调整激光的能量和位置；（5）恢复：治疗完成后，医生会将导丝和激光光纤取出，并为患者进行包扎和休息，患者通常可以立即行走和恢复正常活动。

激光静脉曲张治疗相对于传统的手术方法具诸多优势，首先，作为一种微创治疗方法，该治疗方法不需要对患者进行全身麻醉、切开较大伤口，因此减少了手术创伤和恢复时间；其次，激光治疗可以精确地作用于静脉壁，减少了对周围组织的损伤和并发症的发生；此外，激光治疗的成功率较高，可以有效地改善静脉曲张的症状和外观。然而，激光静脉曲张治疗并非适用于所有患者，在治疗前需要医生进行详细的评估和诊断，以确定最适合的治疗方法，患者在术后还需要遵循医嘱并定期检查，以确保治疗效果、预防疾病复发。



图5 静脉曲张病理及相关的激光治疗示意图

利用激光技术治疗结石

在泌尿外科的临床应用领域，传统的开刀取石术会对患者造成较大的损伤，可能会导致残留的结石，导致复发，而且术后恢复较慢，因此常采用激光技术治疗结石：基于一根非常细的光纤，把体外激光发生器产生的激光引导到人体内中，再通过输尿管镜、肾镜建立好通道后，用镜体接近结石，再用激光对准结石进行打击，就能够将大的结石变成小的结石并排出体外，图6所示为采用钬激光进行微创碎石的示意图。采用激光治疗结石通常不会对患者造成较大的伤害，出血也较少，手术时间较短，恢复较快，且病情出现并发症的几率较小，但在术后仍需要检查打碎的结石是否已排出体外，这是因为存留在输尿管的结石容易导致输尿管梗阻，继发泌尿系统感染，从而出现肾积水和尿路感染的情况，此外激光碎石后的

排石过程还可能会诱发绞痛、大汗淋漓、恶心、呕吐等症状，此时需要向专业医生咨询具体的解决方案。

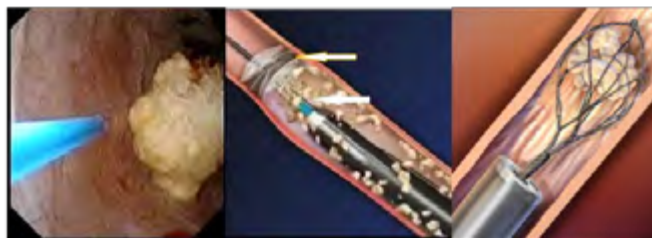


图6 钬激光微创碎石技术示意图

总结

激光是20世纪以来继半导体、计算机与核能之后人类的又一重大发明，享有“最快的刀”、“最准的尺”等美誉。激光技术在各行各业中已呈现出广阔的应用前景，其精细、准确、高效的特点优势还助力了医疗领域的飞速发展[7]。作为一门“资历尚浅”的学科，激光医疗仍面临着许多机理及应用方面的空白需要人们开展研发攻关，才能进一步提高医疗水平，同时，随着进一步的技术突破，激光医疗技术也将对人类社会奉献更大的力量。

参考文献：

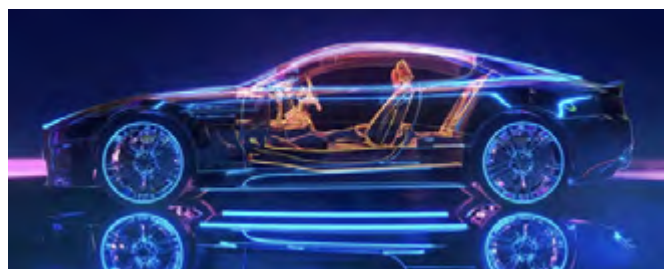
- [1] 李艳华, 康志龙, 胡黎明. 半导体激光器在医疗领域的新应用[J]. 激光杂志, 2010, 31(6):73-75.
- [2] 阎吉祥, 李家泽. 激光医疗应用新进展[J]. 激光技术, 1994, 18(4):211-214.
- [3] 蔡怀宇, 史玉, 姜世良, 等. 应用于红外眼科疾病检测的瞳孔定位算法[J]. 中国光学, 2021, 14(3):605-614.
- [4] BENZAQUEN M, FONGUE J, PAULY V, et al.. Laser-assisted hyaluronic acid delivery by fractional carbon dioxide laser in facial skin remodeling: a prospective randomized split-face study in France[J]. Lasers in Surgery, 2021, 53(9):1166-1172.
- [5] ALGORRI J F, OCHOA M, ROLDÁN-VARONA P, et al.. Photodynamic therapy: a compendium of latest reviews[J]. Cancers, 2021, 13(17): 4447.
- [6] 彭艳斌, 褚云峰, 陈仲, 等. 腔内激光微创治疗下肢静脉曲张的临床效果[J]. 岭南现代临床外科, 2020, 20(2):210-213.
- [7] 祝宁华. 高速半导体激光器的现状与展望[J]. 光学与光电技术, 2019, 17(1):1-5. 

探索光纤通信在汽车科技革新中的关键角色

识海 - 车载光通信

文章来源：北京理工大学深圳汽车研究院

随着全球加速数字化，汽车行业正迅速向电动化、网联化、智能化和共享化转变。这不仅改变了汽车的功能和使用方式，也催生了新的消费需求和应用场景。面对这些变化，传统的车载通信技术已难以满足新需求，迫切需要对车载通信技术和网络架构进行全面的更新和标准化，以支持长期发展。在这种情况下，光纤通信技术凭借其高带宽、低延迟和强抗干扰能力，成为推动这场革命的关键。



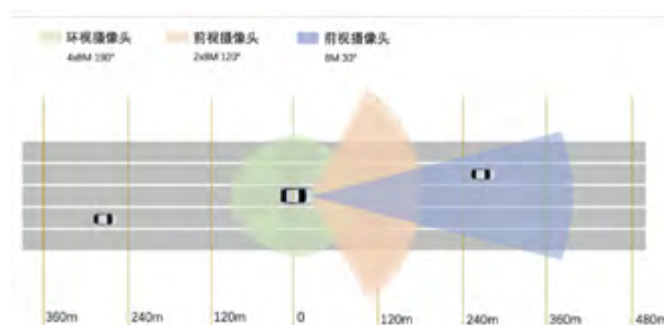
自动驾驶中的光纤通信 对高速数据传输的需求

自动驾驶技术的核心在于能够实时处理和分析来自车辆周围环境的大量数据。这些数据主要来源于摄像头、激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达等传感器设备，随着智能驾驶等级的提升，传感器的数量将不断增多，业界对未来 L3-L5 自动驾驶等级所需的传感器数量预测如下表所示：

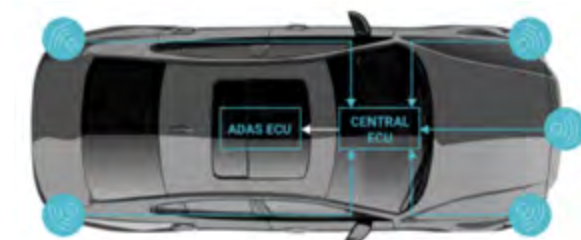
	L3	L4	L5
摄像头	6-8	8-10	12-15
超声波雷达	8-12	8-12	8-12
毫米波雷达	4-8	6-12	6-12
激光雷达	0-1	1-3	1-3

随着传感器数量和感知精度的提升，数据传输所需要的带宽容量也进一步提升。以 ADAS 核心传感设备一车载摄像头为例，目前主流车载 ADAS CIS 分辨率已经发展到 8M 阶段。1 颗 8M 摄像头数据量约为 4-5Gbps(YUV422, 30fps)，按全车配置 10-13 颗计算，数据总量将超过 50Gbps。传统铜缆已愈来愈难满足视频

传输的带宽需求。



此外，毫米波雷达、激光雷达是在传感器端经过数据处理后以 CAN 或以太的方式进行传输，随着算力集中化和多传感器的进一步融合发展，数据处理的工作转移到中央计算单元，雷达以原始数据进行传输的方式，无疑给铜缆传输带来极大的挑战。



光纤通信以其每秒数十至数百 Gb 的传输速率，为处理这些海量数据提供了可能。其传输延迟低至微秒级别，这对于需要实时做出反应的自动驾驶系统来说至关重要。上述特性使光纤成为自动驾驶系统理想的通信媒介，并为自动驾驶技术的进步提供助力。



智能座舱中的光纤通信 追求极致的用户体验

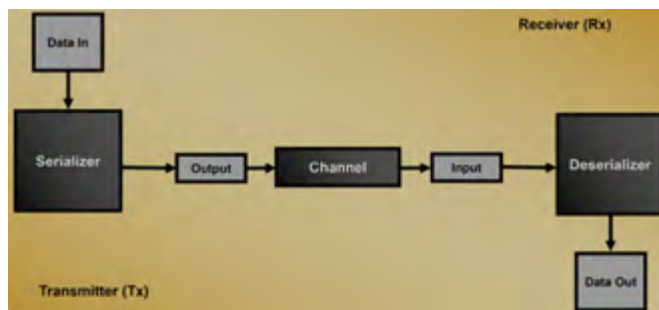
智能座舱技术旨在为驾驶员和乘客提供更加舒适、便捷和个性化的驾驶体验。随着 4K、8K 高清视频格式的普及，以及虚拟现实（VR）、增强现实（AR）技术在车载娱乐系统中的应用，对数据传输的要求也水涨船高。



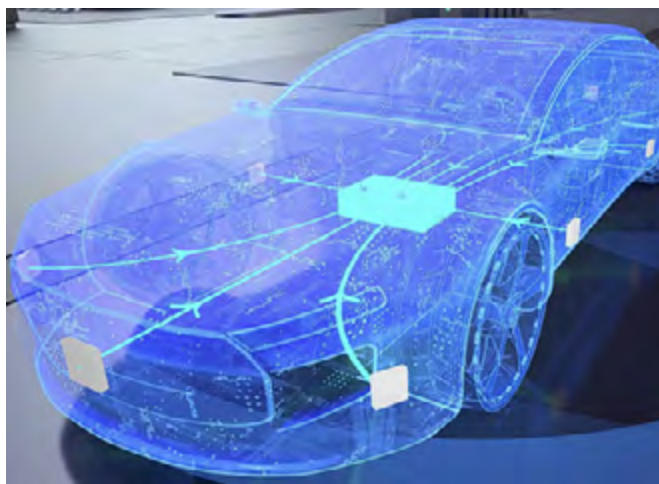
现有座舱内仪表盘、中控屏幕、副驾屏、后排屏，流媒体后视镜和抬头显示等显示设备与智能座舱控制器之间采用点对点的方案：线束长度长，接插件数量多，线束集成十分复杂，而高速数据在铜缆中的传输也使得 EMC 问题更加显著，座舱的整体设计、维护难度不断增加。



另外，座舱内显示设备和 IMS 摄像头的原始视频数据都是转为串行数据进行传输；每个设备的数据传输都需要一个串行器和一个解串器；随着车内娱乐应用的增加，显示设备越来越多，串行 / 解串器以及线束、接插件成本也将越来越高。



使用光纤构建智能座舱通信网络能够提供高带宽，稳定的数据传输通道，满足未来升级扩展的需求；同时能带来重量、成本上的优势，非常适合满足智能座舱对高性能通信网络的需求。



未来展望

随着自动驾驶和智能座舱技术的持续进步，车载数据传输的要求日益提高。光纤通信技术以其高速、大容量、低延迟特性，在车载应用中展现出巨大潜力和价值。未来，随技术进步和成本降低，光纤通信在车载环境的应用将更广泛，为汽车技术革新提供坚实支撑。

结论

通过今天深入探索光纤通信在自动驾驶和智能座舱中的应用，我们可以看到这项技术如何成为推动汽车科技进步的关键力量。随着未来汽车科技的不断发展，光纤通信技术的潜力将进一步被挖掘，为我们带来更加安全、智能和互联的驾驶体验。🇨🇳

光刻投影物镜畸变检测中的位移测量误差分析

杜婧, 刘俊伯, 全海洋, 胡松*

中国科学院光电技术研究所微细加工光学技术国家重点实验室, 四川
成都 610209

摘要: 在光刻投影物镜的畸变检测中, 位移测量误差是光刻投影物镜畸变检测的重要误差源之一, 深度分析误差源并减小误差项, 可提高光刻投影物镜的畸变检测精度。本文将运动台的定位与测量技术相结合, 着重分析利用夏克-哈特曼波前传感器对投影物镜进行畸变检测时像质检测台的位移测量误差。并以一套投影物镜像质检测台为例, 对其在投影物镜畸变检测中的位移测量误差进行分析, 利用该像质检测台对某一投影物镜进行畸变检测, 畸变检测结果约 80nm, 其中该像质检测台的位移测量误差会给畸变检测结果带来约 22nm 的不确定度。

关键词: 畸变检测; 波前检测; 位移测量; 投影物镜

1 引言

光刻机的三大核心指标分别是分辨率、套刻精度和生产率。其中光刻的套刻精度是衡量光刻工艺的关键参数之一, 套刻精度衡量的是硅片上下两层图形的位置误差, 由于集成电路芯片的制造是通过多层电路叠加而成, 套刻精度的高低将直接影响产品的性能。投影物镜是光刻机的核心部件, 光刻机投影物镜的畸变是影响套刻精度最重要的因素之一, 它造成曝光到硅片上的图形相对于其理想位置发生偏移, 从而引起套刻误差。目前用于投影物镜畸变的检测技术分别有曝光检测法、空间像检测法和波前检测法。其中曝光检测法依赖于曝光工艺和设备, 检测流程复杂, 适合光刻工艺厂商, Litel 仪器^[1]和上海微电子装备^[2-3]都开发了基于曝光法的畸变检测技术。空间像测量法采用空间像传感器, 检测标记的实际成像位置, 与标记的理想成像位置比较可得到物镜成像位置偏移量, NIKON^[4]、ASML^[5-6]和上海微电子装备^[7]都对基于空间像传感器的畸变检测技术开展了深入的研究; 波前测量法采用波前传感器, 可测出每个波前测试标记的实际成像位置, 将理想成像位置与实际成像位置的差值拟合计算投影物镜的畸变, 并且该方法可以同时测量物镜的波像差, NIKON^[8-9]、上海微电子装备^[10-11]、中国科学院^[12]均开展了使用夏克-哈特曼对投影物镜进行畸变和波像差检测的研究, 其中 NIKON 开展了利用夏克-哈特曼传感器对物镜进行畸

变测量的方法及原理装置的研究, 上海微电子装备对基于哈特曼传感器测量的物镜性能测试装置及方法进行优化改进, 该方法是基于掩模板的物镜性能测量, 并且采用参考测量的方法, 因此对于掩模板上标记之间的相对位置精度要求不高, 很大程度上降低了对掩模板加工制造的要求, 也有助于大视场物镜的测量精度的提高; 中国科学院光电技术研究所则主要针对夏克-哈特曼波前测量传感器本身的测量精度展开深入研究, 其测量精度可优于 0.4nm。在利用夏克-哈特曼传感器对投影物镜进行畸变检测时, 哈特曼传感器的定位误差、掩模板的加工制造误差、掩模板安装的位置误差^[13]、测试光源的稳定性^[14]以及畸变检测中的位移测量误差均会给畸变检测结果带来影响, 其中位移测量误差是光刻投影物镜畸变检测中的重要误差源之一。目前国内外对利用夏克-哈特曼传感器对投影物镜进行畸变检测技术的介绍主要针对于测量方法及装置原理的介绍, 本文针对光刻投影物镜畸变检测的工程应用, 将畸变检测原理与运动台的定位和测量技术相结合, 着重讲述利用夏克-哈特曼波前传感器对投影物镜进行畸变检测时像质检测台的位移测量误差分析, 提出畸变测量时的位移测量误差源包括干涉仪的测量误差、运动台畸变检测中的水平阿贝误差及哈特曼定位点位置测量的复现性误差, 为提高畸变检测精度提供依据。

2 投影物镜畸变的检测原理

光学系统中,实际像相对于理想像发生变形,这种使像对物变形的像差称作畸变,畸变产生的原因是主光线通过光学系统时存在球差^[15]。光学系统只存在畸变时,整个物平面能够成一清晰的像,但像的大小和理想像的大小不相等。光刻投影物镜在使用前需要对畸变进行检测,根据检测结果,可通过调整物镜内的可变动镜对像差进行补偿,从而改善成像质量。光刻投影物镜的畸变要求是所有光学指标中最为严格的,达到了纳米量级,也对畸变的检测提出了更高的要求。对于不同的检测方法,数据处理原理基本是相同的,即将物面上不同视场点经过投影物镜所成像的实际位置 (x_i, y_i) ,与名义成像位置 (x_i, y_i) 做差,得到物镜 X 和 Y 方向的成像位置偏移量 $(\Delta x_i, \Delta y_i)$,然后拟合得到畸变等误差^[16]。

如图1所示为使用哈特曼传感器对投影物镜进行畸变检测的原理图。掩模板上有 $m = a \cdot b$ 个小孔,每个标记的间距为 D ,掩模板上的小孔采用电子束加工。为了消除掩模板的制造误差对畸变检测的影响^[17],可提前用掩模板位移测量设备检测掩模板标记的位置误差,然后基于测量结果对标记的理想成像位置进行修正。记每个小孔在掩模面的位置为 (x_{ni}, y_{ni}) ,掩模板上的小孔作为畸变测量的基准。哈特曼传感器分别与每个小孔标记的实际成像位置对准,测量小孔的实际成像位置 (x_i, y_i) 。计算小孔的名义成像位置 (x_i, y_i) ,等于小孔在掩模面的位置 (x_{ni}, y_{ni}) 乘以投影物镜的名义微缩倍率 M ,即:

$$(x_i, y_i) = (x_{ni}, y_{ni}) \cdot M. \quad (1)$$

成像位置偏移量 $(\Delta x_i, \Delta y_i)$ 为小孔实际成像位置与名义成像位置的差:

$$(\Delta x_i, \Delta y_i) = (x_{ni}, y_{ni}) - (x_i, y_i). \quad (2)$$

采用哈特曼传感器对投影物镜的畸变进行检测时,成像位置的偏移除畸变造成外,掩模板制造误差、哈特曼的定位测量误差、

倍率误差及哈特曼传感器对Zernike系数的测量误差都会造成成像位置的偏移。将不同的误差因素导致的成像位置偏移量分量相加即为 $(\Delta x_i, \Delta y_i)$,方程(3)和(4)称为误差模型^[18]:

$$\Delta x_i = T_{xi} - \theta_i y_{ni} + M_x x_i - k_i x_i r_i^2 + r_x, \quad (3)$$

$$\Delta y_i = T_{yi} - \theta_i x_{ni} + M_y y_i - k_i y_i r_i^2 + r_y, \quad (4)$$

其中: T_{xi}, T_{yi}, θ_i 分别为搭载哈特曼的测试运动台在测试第 i 个小孔的成像位置偏移量时的平移和旋转误差, M_x, M_y 为物镜在 X 方向和 Y 方向的倍率误差, (x_i, y_i) 为第 i 个掩模小孔的名义成像位置, $r_i = \sqrt{x_i^2 + y_i^2}$ 为第 i 个小孔的名义像点到像面坐标系原点的距离, k_i 为三阶畸变系数, r_x, r_y 为 X 方向和 Y 方向的拟合残差值。假设 T_{xi}, T_{yi}, θ_i 在所有视场点均是相同的,则共有六个未知数,采样点足够多时即可实现被测物镜倍率和畸变参数的拟合。

从误差模型可以看出,小孔的实际成像位置 (x_{ni}, y_{ni}) 测量的准确度将直接影响拟合后畸变的准确度。

3 投影物镜像质检测台的结构组成

投影物镜像质检测台是专用于投影物镜的像质检测的设备,如图2所示,投影物镜像质检测台由测试运动台、掩模台、光束扫描台、框架结构及环控系统组成。其中测试运动台搭载哈特曼传感器,采用双频激光干涉仪作为测量系统,实现六自由度的高精密定位,以完成哈特曼传感器对投影物镜像质的检测;掩模台用于实现掩模板的固定及相对于物镜的位置调整;光束扫描台搭载测试光源和聚光镜,实现检测光源的步进运动,检测光源依次照亮掩模板上的小孔;框架结构包含主基板、基座、吊篮等;环控系统包括主动减振器及微环控系统。其中主基板、吊篮、测试运动台、掩模台、光束扫描台、投影物镜均处于主动减振器的内部世界,微环控系统处于整个像质检测台的外部,为其内部的位移测量系统及物镜提供稳定的环境温度。

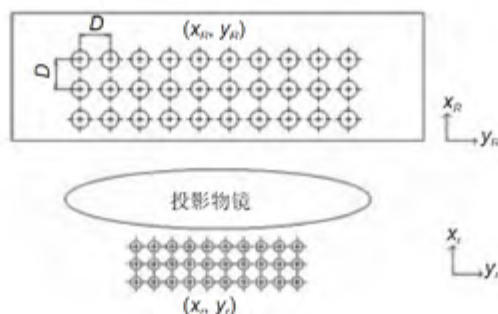


图1 投影物镜畸变检测原理图

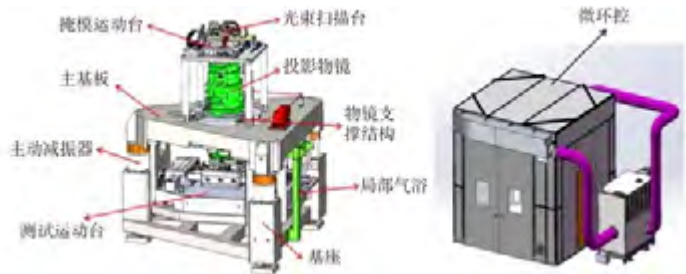


图2 投影物镜像质检测台结构示意图

哈特曼传感器在对投影物镜进行畸变检测时，搭载哈特曼的测试运动台与搭载测试光源和聚光镜的光束扫描台需要同步运动，由于畸变检测的核心是测距，哈特曼定位的静态稳定精度需要达到纳米级。图3是测试运动台的实物图，采用宏微结合的机构形式，宏动台采用气浮导轨导向，直线电机驱动，微动台采用柔性铰链导向，压电陶瓷驱动，位置的闭环控制采用双频激光干涉仪作为位移测量传感器，该测试运动台静态稳定精度优于10nm；光束扫

描台的静态稳定精度与掩模板小孔直径相关，通常掩模板小孔直径为微米级，则光束扫描台的静态稳定精度需要达到亚微米级。图4是光束扫描台的实物图，采用滚动导轨和滚珠丝杠的机构形式，伺服电机作为驱动，一维光栅作为位移测量传感器，该光束扫描台的静态稳定精度优于200nm。图5为投影物镜像质检测台内部结构实物图。



图3 测试运动台结构实物图

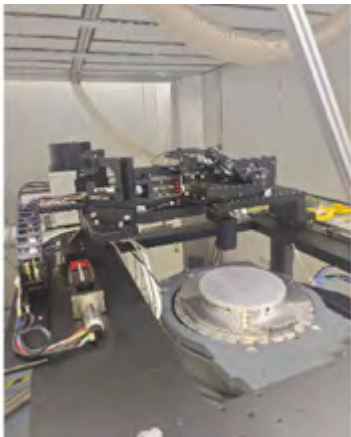


图4 光束扫描台结构实物图



图5 投影物镜像质检测台内部结构实物图

4 投影物镜像质检测台位移测量误差分析

从投影物镜畸变检测原理可以看出,对于哈特曼传感器来说,需要精确与每个小孔标记的实际成像位置对准,即定位准。对于投影物镜像质检测台来说,需要精确检测每个小孔标记的实际成像位置,即测量准。根据畸变检测原理以及像质检测台的测距原理,影响投影物镜像质检测台位移测量精度的因素主要包括以下几个方面:双频激光干涉仪的测量误差、畸变测量时的水平阿贝误差及哈特曼定位点位置测量的复现性误差。

4.1 双频激光干涉仪的测量误差

双频激光干涉仪基于迈克尔逊干涉原理,其测量系统由激光器、反射镜、分光镜、激光干涉仪、接收器和激光计数卡组成。其中激光头、反射镜、分光镜、激光干涉仪和接收器组成测量装置部分,如图6所示,激光计数卡组成信号处理部分。图7为测试运动台的双频激光干涉仪布局图,双频激光干涉仪采用九轴测量,其中X轴干涉仪共有五轴光路,分别为 x_1, x_2, x_3, z, l_{xy} ,可测量哈特曼传感器的 $X, \theta_y, \theta_{xy}, Z$ 坐标以及X方向物镜参考镜坐标的变化量;其中Y轴干涉仪共有四轴光路,分别为 y_1, y_2, y_3, l_{yz} ,可测量哈特曼传感器的 Y, θ_x, θ_{xy} 坐标以及Y方向物镜参考镜坐标的变化量。可以看出, θ_z 的测量为冗余设计,可用于干涉仪L镜面形的测校。

双频激光干涉仪可以测出哈特曼传感器的实时位置,即可测出掩模板上的小孔通过物镜的实际成像位置 (x_n, y_n) 。

根据畸变检测原理,掩模板上的小孔通过物镜的实际成像位置 (x_n, y_n) 的测量准确度直接影响物镜畸变检测的准确度。双频激光干涉仪是测试运动台激光测量系统的度量基准,其测量分辨率由激光波长细分获得,虽然经电子细分可获得很高的分辨率,但实际上其测量精度还受物理环境的干扰影响,双频激光干涉仪的测量误差分为以下几类:仪器误差、几何误差、环境误差。

双频激光干涉仪的仪器误差项包括波长稳定性、电细分误差、光学非线性误差、数据采集误差及光束的平行度误差。仪器误差是双频干涉仪出厂前的系统误差,其中部分误差与运动台的速度、被测行程及死程相关。比如,波长稳定性指激光头输出光的波长本身存在一定的精度和稳定性,从而影响激光干涉仪测量的精度,这项误差还和测量行程、死程长度相关;电细分误差和双频激光干涉仪的最小分辨率相等;光学非线性误差是一个和激光干涉仪相关的固定值;数据采集误差与测试运动台的速度相关;光束的平行度误差与运动台的被测行程相关^[9]。以上海拍频的一套双频激光干涉仪为例,采用Keysight公司的5517系列激光器,波长为632.991354nm,干涉仪光学细分为4,电子细分为512,干涉仪



图6 双频激光干涉仪实物图

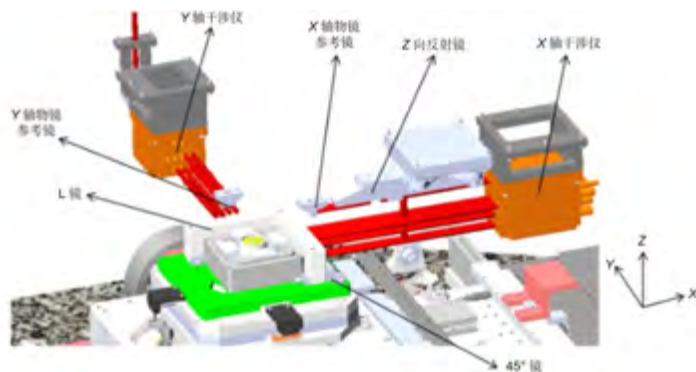


图7 双频激光干涉仪布局图

分辨力为 0.31nm。结合像质检测台的被测行程、死程和被测速度，其仪器误差如表 1 所示。

双频激光干涉仪的几何误差包括垂向阿贝修正残差、余弦修正残差和反射镜的面形误差。其中垂向阿贝误差是由于干涉仪测量轴与哈特曼焦面存在高度差 h 造成，如图 8 所示，产生的原因是由于运动台移动时存在俯仰。高度差越大，测量的阿贝误差越大；余弦误差是由于干涉仪的光轴与运动台的运动方向存在夹角，造成测得的距离和实际的运动距离有差异；反射镜的面形误差是由于平面镜的制造工艺、夹持方式以及环境因素综合影响产生，双频激光干涉仪测量时会把反射镜的面形误差当作哈特曼传感器的位移，而将这部分误差计入小孔的实际成像位置 (x_n, y_n) 。

双频激光干涉仪的几何误差与干涉仪的布局、运动台的机械性能以及干涉仪的装调精度相关。想要减小双频激光干涉仪的几何误差，在设计时，需要尽量减小干涉仪测量轴与哈特曼焦面的距离；干涉仪装调时，使用垂直度检测工装，通过自准直仪检测干涉仪光束与反射镜的夹角，可以将干涉仪光束与反射镜的夹角调到 5" 以内；反射镜设计时根据加工水平尽量提高面形指标；同时，需要使用运动台六自由度位置的算法模型，该算法由九轴干涉仪的原始条纹数转换而来，同时考虑了阿贝误差、余弦误差、反射镜面形等，从而提高双频激光干涉仪的位移测量精度^[20]。激光干涉仪位置算法模型的相关常量如图 9 所示，这些常量都是干涉仪测量的机器常数。

仪器误差	3 σ /nm	相关参数	参数值
波长稳定性误差	0.25	被测行程+死程/mm	40+80
电细分误差	0.31	分辨率/nm	0.31
光学非线性误差	1.5	固定值/nm	1.5
数据采集误差	0.01	被测速度/(m/s)	0.01
光束平行度误差	0.04	被测行程/mm	40
合计	1.55		

表 1 双频激光干涉仪仪器误差汇总

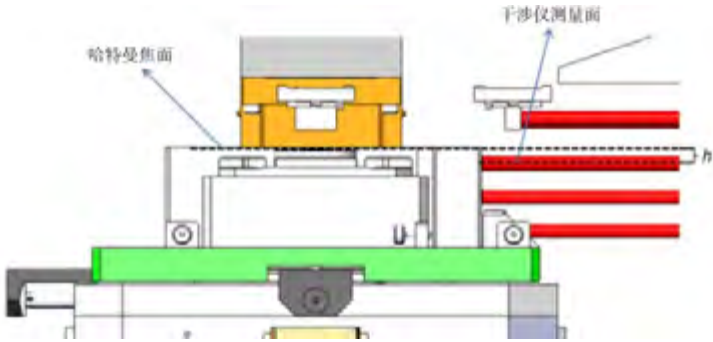


图 8 垂向阿贝误差示意图

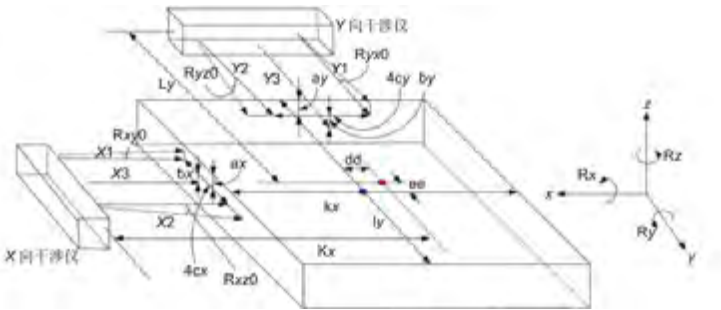


图 9 激光干涉仪相关常量

九轴双频激光干涉仪的六自由度位置算法模型如下:

$$Xg = \frac{x_1+x_2}{2} - lxr + (Kx - \frac{Kx}{4} + \frac{Y}{2}) \times (Ry^2 + Rz^2) - ax \times Ry - ee \times Rz + YTX, \quad (5)$$

$$Rz xg = \frac{x_2-x_1+(Kx-\frac{Kx}{2}+x)(Ry \cdot dRyixh+Rz \cdot dRzixh)}{4cx} - Rx \cdot Ry + ux \cdot Ry + YRZ, \quad (6)$$

$$Ryg = \frac{x_3-\frac{x_1+x_2}{2}}{bx}, \quad (7)$$

$$Yg = -\frac{y_1+y_2}{2} + lyr - (Ly - \frac{ly}{4} - \frac{Y}{2}) \cdot (Rx^2 + Rz^2) - ay \cdot Rx + dd \cdot Rz + XTY, \quad (8)$$

$$Rzyg = \frac{y_2-y_1+(Ly-\frac{ly}{2}-Y)(Rx \cdot dRxiyh+Rz \cdot dRziyh)}{4cy} - wy \cdot Rx + XRZ, \quad (9)$$

$$Rxg = \frac{y_3-\frac{y_1+y_2}{2}}{by}, \quad (10)$$

$$Zg = -Rx^2 \cdot X + dzxxa \cdot Rx^2 + Rx \cdot Rz \cdot X + dzxza \cdot Rx \cdot Rz - 2Ry^2 \cdot X + dzyya \cdot Ry^2 + ezxya \cdot Ry \cdot X + dzzza \cdot Rz^2 + Ry \cdot Z + ezya \cdot Ry - z + x_3 + XTZ + YTZ, \quad (11)$$

上式中, $Xg, Rz xg, Ryg, Yg, Rz yg, Rxg, Zg$ 为当前时刻运动台的

六自由度位置, $x, x_2, x_3, y, y_2, y_3, z, lxr, lyr$ 为当前时刻干涉仪九轴的读数, $X, Rz x, Ry, Y, Rz y, Rx, Z$ 为上一时刻运动台的六自由度位置。 $YTX, XRZ, XTY, XRZ, XTZ, YTZ$ 是反射镜面形补偿, 可以通过反射镜面形测校获得补偿数据。其余参数均为机器常数, 可以通过 W4 对准对机器常数进行测校, 从而提高双频干涉仪的位移测量精度。

以上海拍频的这套干涉仪为例, 结合测试运动台的被测行程、阿贝臂、测试过程中运动台的俯仰角及反射镜面形测校, 将未采用与采用六自由度位置全局模型算法的几何误差进行比较, 如表 2 所示。可以看出, 运动台采用六自由度全局模型算法可以明显减小干涉仪测量的几何误差。

环境因素(温度、气压等)是影响像质检测台的位移测量精度相当关键的因素, 如果不进行环境的控制和补偿, 其带来的误差至少在 ± 9 ppm 以上, 即测量范围为 20 mm 的激光干涉测量系统将会因环境引起 180 nm 的误差。因此, 投影物镜像质检测台的双频激光干涉仪想要实现高精度的位移测量, 必须进行环境的控制和补偿。

为了减小环境因素带来的位移测量误差, 投影物镜像质检测台搭建在独立地基上, 并且内部世界采用主动减振器进行隔振, 同时采用微环控系统对环境温度进行控制。主动减振器可以减少外界振动对运动台控制及干涉仪位移测量的影响, 微环控系统可以将受控设备置于恒温腔体中, 如图 10 所示为该套像质检测台的微环控系统, 其系统参数如表 3 所示。

微环控系统的恒温腔体提供全局气浴和局部气浴, 控制腔体内的温度稳定性, 为受控设备提供所需的运行环境; 同时, 干涉仪需采用环境传感器实时测量当前环境的各项指标(包括压力、温度、

几何误差	使用六自由度解算模型 $3\sigma/\text{nm}$	未使用六自由度解算模型 $3\sigma/\text{nm}$	相关参数	参数值
阿贝误差	0.25	1.2	阿贝臂/mm	6
			最大俯仰角/ μrad	0.2
余弦误差	0.31	5.5	测量行程/mm	40
			光轴与运动方向夹角/mrad	0.5
反射镜面形误差	1	30	测量范围/mm	40×40
			面形加工误差/nm	30
合计	1.08	30.52		

表 2 双频激光干涉仪几何误差汇总



图 10 微环控系统恒温腔体及控制柜

类别	参数
运行环境温度/(℃)	22±2
运行环境温度变化梯度/(℃/min)	≤0.5
温度设定范围/(℃)	21~23
全局气浴温度稳定性	±0.1℃@8 h
局部气浴温度稳定性	±0.01℃@4 h

表 3 微环控系统参数

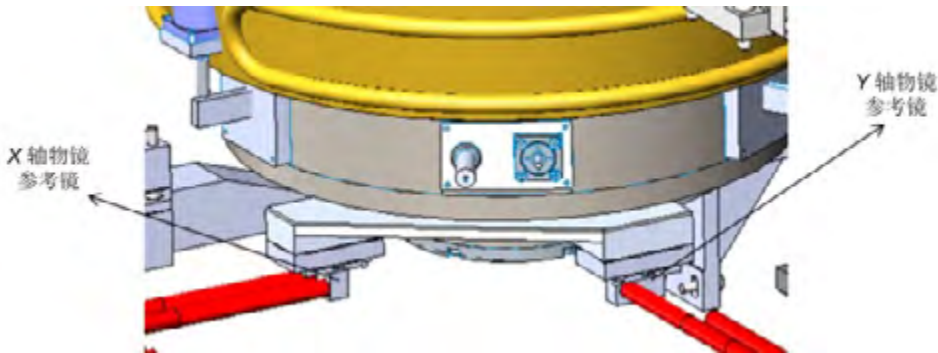


图 11 物镜参考镜示意图

相对湿度),进而将当前环境的压力、温度、相对湿度代入补偿算法对测量光波长的变化进行补偿;其次,由于环境因素改变时,干涉仪死区的变化会引起测量误差,干涉仪在X、Y方向设计物镜参考镜,物镜参考镜安装在物镜上,干涉仪物镜参考轴位移测量的变化可抵消部分死程误差,从而可减小死程带来的测量误差影响,如图11所示。

双频激光干涉仪使用时的环境误差包括环境引起的被测行程长度误差、干涉仪热漂移、材料热膨胀、死程误差及机械振动。以上海拍频的这套干涉仪为例,环控系统局部气浴温度的稳定性为±10mk,压力稳定性为0.1mmHg,反射镜材料为微晶玻璃,反射镜底座材料为殷钢,像质检测台采用主动减振器隔振,结合像质检测台的被测行程、死程长度、环境温度压力的稳定性及材料的热膨胀系数,其环境误差如表4所示。

环境误差	$3\sigma/\text{nm}$	相关参数/mm	参数值
被测行程长度误差	1.63	被测行程	40
干涉仪热漂移	0.4	-	-
材料热膨胀	0.8	干涉仪离反射镜最大距离	128
死程误差	4.5	死程长度	80
机械振动	1	-	-
合计	4.97		

表 4 双频激光干涉仪环境误差汇总

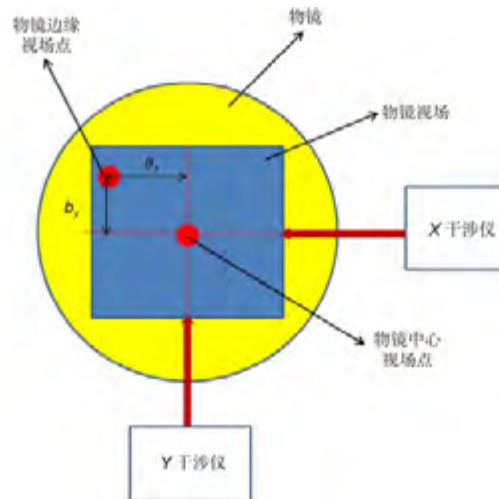


图 12 畸变测量时水平阿贝误差示意图

4.2 运动台畸变检测中的水平阿贝误差

采用哈特曼传感器对物镜畸变进行检测时，通常会在物镜视场范围内采集几十甚至上百个点的位置信息对畸变进行拟合。如图 12 所示，从原理上来说，由于 X 轴和 Y 轴干涉仪的光轴是通过物镜中心，只有中心视场点的位置信息干涉仪可以准确测出，其余点测量时，由于运动台的偏摆造成的水平阿贝误差干涉仪无法测出。为了尽量减小这一误差，运动台在设计及装调时，要保证在测量行程范围内运动台的偏摆 R_z 尽量小，同时六自由度运动台采用双频激光干涉仪做全局闭环，将运动台的偏摆 R_z 做高精度控制，可减小水平阿贝误差对位移测量带来的影响。以文中所描述的投影物镜像质检测台为例，测试运动台经六自由度位移闭环控制后在测量行程范围内偏摆角 θ_z 的控制精度为 $0.1 \mu\text{rad}$ ，最远视场点相对于中心视场点在 X 和 Y 方向的距离 (a_x, b_y) 为 $(22\text{mm}, 22\text{mm})$ ，测试运

动台的水平阿贝误差带来的位移测量误差在 X 和 Y 方向分别为 2.2 nm 和 2.2nm ，那么在物镜的边缘视场点进行畸变检测时，此项误差将影响该位置小孔的实际成像位置 (x_m, y_m) 坐标的测量准确度。

4.3 哈特曼定位点位置测量的复现性误差

光刻投影物镜畸变检测的复现性是指一定时间内多次对同一物镜进行畸变检测，其畸变拟合结果的标准差。畸变检测时，采用哈特曼进行定位，其定位点位置测量的复现性可以体现畸变检测的复现性。影响哈特曼定位点位置测量复现性的因素包括干涉仪数值的波动、运动台的位置控制精度、干涉仪长期的漂移、哈特曼传感器的稳定性、测试光源的稳定性以及物镜光学性能的稳定性等。以文中所描述的投影物镜像质检测台为例，在对某一投影物镜进行畸变检测时，连续三天采集哈特曼定位的 25 个点的位置信息，每天早中晚各采集一次，每次每个点采集 100 组数据，计算这 9 次每

个点位置信息的标准差，该标准差可以体现像质检测台位置测量的复现性，其结果如表 5 所示。可以看出，像质检测台位置测量的复现性误差在 X 轴方向最大为 17.42nm，在 Y 轴方向最大为 11.96 nm。

5 实验分析与结果

根据误差等概率分布的原则，将投影物镜像质检测台的位移测量误差汇总计算如下：

$$\Delta w = \sqrt{(\Delta c_1)^2 + (\Delta c_2)^2 + (\Delta c_3)^2 + (\Delta m)^2 + (\Delta k)^2}, \tag{12}$$

其中： Δw 为投影物镜像质检测台的位移测量误差， Δc_1 为干涉仪位移测量的仪器误差， Δc_2 为干涉仪位移测量的几何误差， Δc_3 为干涉仪位移测量的环境误差， Δm 为畸变检测中的水平阿贝误差， Δk 为像质检测台位置测量的复现性误差。

根据式 (12) 可以计算出文中列举的投影物镜像质检测台在 哈特曼传感器 40mm×40mm 的测量范围内，其位移测量误差为 22.01nm。在影响投影物镜像质检测台位移测量的误差项中，当干涉仪本身具有良好光电性能，像质检测台具有良好的机电性能，并且采用干涉仪六自由度位置解算模型后，干涉仪的仪器误差、几何误差及畸变检测中的水平阿贝误差带来的位移测量误差是较小的。而环境因素对位移测量精度的影响较大，不仅会影响干涉仪位移测量的环境误差（系统误差），还会影响像质检测台位移测量的复现性误差（随机误差）。以文中所描述的投影物镜像质检测台为例，当微环控系统关闭后，连续三天采集哈特曼定位的 25 个点的位置信息，每天早中晚各采集一次，每次每个点采集 100 组数据，计算这 9 次每个点位置信息的标准差，其结果如表 6 所示。可以看出，当关闭微环控系统后，像质检测台位置测量的复现性误差在 X 轴

点序号	X轴复现性/nm	Y轴复现性/nm	点序号	X轴复现性/nm	Y轴复现性/nm
1	12.29	2.63	14	2.74	7.06
2	12.69	0.93	15	2.76	8.30
3	14.26	0.17	16	3.73	9.56
4	17.42	0.59	17	7.73	7.09
5	13.70	0.40	18	6.55	10.43
6	8.81	1.82	19	3.36	8.46
7	6.12	3.79	20	2.93	7.35
8	8.86	2.79	21	3.70	10.74
9	9.65	0.87	22	1.40	9.4
10	7.97	0.77	23	0.56	8.01
11	1.57	4.23	24	0.11	6.57
12	2.17	9.51	25	0.74	11.96
13	0.46	6.19			

表 5 像质检测台位置测量复现性

点序号	X轴复现性/nm	Y轴复现性/nm	点序号	X轴复现性/nm	Y轴复现性/nm
1	90.38	62.10	14	204.77	185.13
2	130.90	50.33	15	228.85	74.61
3	104.52	145.49	16	236.94	103.03
4	128.89	27.5	17	270.60	159.11
5	141.70	92.99	18	243.22	177.69
6	170.90	153.34	19	252.73	171.02
7	154.09	156.13	20	235.13	174.26
8	190.73	152.25	21	218.89	173.47
9	181.26	160.74	22	207.70	170.62
10	189.27	165.97	23	210.58	147.87
11	210.64	187.02	24	219.43	169.11
12	218.64	185.13	25	235.15	186.93
13	186.24	167.52			

表 6 像质检测台位置测量复现性（关闭微环控系统）

方向最大为 270.60nm, 在 Y 轴方向最大为 187.02nm, 这将导致投影物镜像质检测台的位移测量误差在达到 300nm 以上。

利用该投影物镜像质检测台对某光刻投影物镜进行畸变检测, 该投影物镜视场大小为 $40\text{mm} \times 40\text{mm}$, 畸变最终要求达到 70 nm。通过像质检测台测得其在可变动镜调整前的畸变分布如图 13 所示, 可以看出该光刻投影物镜在动镜调整前的畸变检测结果为 80nm。该光刻投影物镜最终通过曝光法测得畸变为 100nm, 根据检测结果, 调整物镜内的可变动镜进行像差补偿, 最终该投影物镜的畸变可以达到 65nm。可以看出, 该光刻投影物镜像质检测台可以满足其对应的投影物镜畸变检测的精度要求。

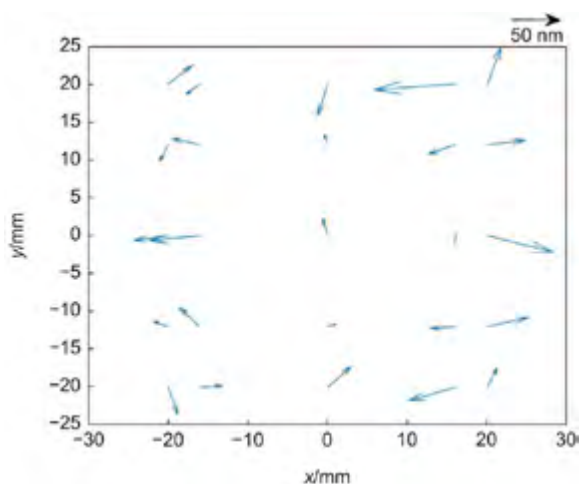


图 13 畸变分布图

6 结 论

本文针对光刻投影物镜畸变检测的工程应用, 将畸变检测原理与运动台的定位和测量技术相结合, 着重分析利用夏克-哈特曼波前传感器对投影物镜进行畸变检测时像质检测台的位移测量误差。文中对影响位移测量精度的误差源进行逐一分析, 包括干涉仪的测距误差、畸变检测中的水平阿贝误差以及哈特曼定位点位置测量的复现性误差, 其中干涉仪的测距误差包括仪器误差、几何误差和环境误差, 畸变检测中的水平阿贝误差是由畸变检测原理决定的, 不可避免; 影响哈特曼定位点位置测量的复现性的因素包括干涉仪数值的波动、运动台的位置控制精度、干涉仪长期的漂移、哈特曼传感器的稳定性、测试光源的稳定性以及物镜光学性能的稳定性等一系列随机误差。文中给出像质检测台位移测量误差的计算公式, 并结合一套光刻投影物镜像质检测台, 对某投影物镜进行畸变检测, 物镜的畸变检测结果为 80 nm, 其中像质检测台的位移测量误差给

畸变检测结果带来约 22 nm 的不确定度。像质检测台的位移测量误差是光刻投影物镜畸变检测中的重要误差源之一, 深度分析误差源并减小误差项, 比如采用更高性能的双频激光干涉仪、合理布局双频激光干涉仪与运动台的空间位置关系、提高运动台的机械及电控性能, 提升微环控系统的温度控制精度等, 可明显提高光刻投影物镜的畸变检测精度。

参考文献

- [1] Smith A, McArthur B, Hunter Jr R. Method and apparatus for self-referenced projection lens distortion mapping: 6573986[P]. 2003-06-03.
- [2] 李术新, 王帆. 光刻机成像质量及工件台定位精度的现场测量方法: 101261451B[P]. 2011-06-29. Li S X, Wang F. On-site measurement method of image quality of lithography and positioning accuracy of worktable: 101261451B[P]. 2011-06-29.
- [3] 杨志勇. 投影物镜倍率误差及畸变的检测装置及方法: 101387833A[P]. 2008-11-07. Yang Z Y. The detection device and method for the magnification error and distortion of the projection objective: 101387833A[P]. 2009-03-18.
- [4] Hagiwara T, Kondo N, Takane E, et al. Aerial image measurement method and unit, optical properties measurement method and unit, adjustment method of projection optical system, exposure method and apparatus, making method of exposure apparatus, and device manufacturing method: 20020041377[P]. 2002-04-11.
- [5] van Haren R, Steinert S, Mouraille O, et al. The impact of the reticle and wafer alignment mark placement accuracy on the intra-field mask-to-mask overlay[J]. Proc SPIE, 2019, 11178: 111780R.
- [6] Lazar B M. ASML alignment sequence generator[D]. Eindhoven: Eindhoven University of Technology, 2012.
- [7] 丁功明, 韩春燕, 李术新. 一种物镜畸变和场曲的测试装置及方法、设备: 110941144A[P]. 2020-03-31. Ding G M, Han C Y, Li S X. Device, method and apparatus for testing distortion and field curvature of objective lens: 110941144A[P]. 2020-03-31.
- [8] Mizuno Y. Wavefront aberration measuring instrument, wavefront aberration measuring method, exposure apparatus, and method for manufacturing micro device: 6975387[P]. 2005-12-13.

- [9] Ishikawa J. Exposure apparatus, exposure method, and device manufacturing method: 6914665[P]. 2005-07-05.
- [10] 舒建伟, 刘国淦. 一种检测投影物镜畸变和场曲的方法: 102540751A[P]. 2012-07-04. Shu J W, Liu G G. A method for detecting distortion and field curvature of projection objective lens: 102540751A[P]. 2012-07-04.
- [11] 李天鹏, 何经雷. 一种基于掩模板的投影物镜性能测试装置以及方法: 105890875B[P]. 2018-12-14. Li T P, He J L. A reticle-based projection objective lens performance test device and method: 105890875B[P]. 2018-12-14.
- [12] 郭庭, 张彬, 顾乃庭, 等. 偏振哈特曼波前探测技术研究 [J]. 光电工程, 2021, 48(7): 210076. Guo T, Zhang B, Gu N T, et al. Research on polarization Hartmann wavefront detection technology[J]. Opto-Electron Eng, 2021, 48(7): 210076.
- [13] 杨旺, 曹玮, 尚红波. 掩模位置误差对光刻投影物镜畸变的影响 [J]. 光学 精密工程, 2016, 24(3): 469-476. Yang W, Cao W, Shang H B. Effect of alignment errors of reticle on distortion in lithographic projection lens[J]. Opt Precis Eng, 2016, 24(3): 469-476.
- [14] 王建, 刘俊伯, 胡松. 基于自适应非线性粒子群算法的光刻光源优化方法 [J]. 光电工程, 2021, 48(9): 210167. Wang J, Liu J B, Hu S. Source optimization based on adaptive nonlinear particle swarm method in lithography[J]. Opto-Electron Eng, 2021, 48(9): 210167.
- [15] 郁道银, 谈恒英. 工程光学 [M]. 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2006: 120 - 121.
- [16] 曹译莎, 唐锋, 王向朝. 光刻投影物镜畸变检测技术 [J]. 激光与光电子学进展, 2022, 59(9): 0922012. Cao Y S, Tang F, Wang X C. Measurement techniques for distortion of lithography projection objective[J]. Laser Optoelectron Prog, 2022, 59(9): 0922012.
- [17] Sudoh Y, Kanda T. New lens barrel structure utilized on the FPA-6000AS4 and its contribution to the lens performance[J]. Proc SPIE, 2003, 5040: 1657-1664.
- [18] 王向朝, 戴凤钊. 光刻机像质检测技术 - 上册 [M]. 北京: 科学出版社, 2021: 95 - 97.
- [19] 程维明, 葛轶君. 精密定位中的激光干涉测量误差分析 [J]. 上海工程技术大学学报, 2006, 20(4): 287-290. Cheng W M, Ge Y J. Error analyses for measuring of laser interferometer in precision positioning[J]. J Shanghai Univ Eng Sci, 2006, 20(4): 287-290.
- [20] 程吉水. 工件台激光干涉仪测量误差模型研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2008. Cheng J S. Study on interferometer measurement error model in wafer stage[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2008. 
- 文章已经过《光电工程》授权转载

聚焦光电技术在 2024 “爆火” 领域中的应用及创新



低空经济、人形机器人、量子技术是当前经济发展中的热点领域，它们各自代表了不同的产业趋势和未来发展潜力。光电技术引领新质生产力，高效赋能千行百业，低空经济、人形机器人、量子技术... 近期一系列热门行业中都可以见到光电技术的身影。

光电助力行业技术创新 加快落地推动发展

1. 低空经济

低空经济是以各种有人驾驶和无人驾驶航空器的各类低空飞行活动为牵引，辐射带动相关领域融合发展的综合性经济形态。近

年来，随着 eVTOL（电动垂直起降飞行器）等新型航空器的研发和应用，低空经济正迎来新的发展机遇。预计到 2025 年，中国低空经济规模将达到 1.5 万亿元，到 2035 年有望突破 3.5 万亿元。

低空飞行器主要面向应急、物流、交通、娱乐消费、农林巡检五大场景，这些场景中有大量的传感器需求。其中包括惯性测量单元（IMU）、视觉传感器、毫米波雷达、激光雷达（LiDAR）、超声波雷达、红外传感器/气压计、磁力计和电子气象仪等。在低空飞行器的自主导航系统中，视觉传感器包括摄像头、红外相机和其他光学传感器，主要用于视觉导航、避障和实时图像捕捉；激

光雷达可用于生成高分辨率的地形地图，进行三维地图构建、避障和环境感知；超声波雷达可用于近距离障碍物检测，帮助飞行器提高低高度时的安全性。

光电技术作为重要科技的核心支撑技术，在低空飞行的应用中涉及到的光电产品有传感器、摄像头系统、红外热成像、激光雷达、光电导航系统、光电通信设备以及光电测试测量仪器等，为“低空经济”的产业发展提供核心驱动力，尽快实现从“飞起来”向“用起来”的跨越。

2. 人形机器人

2024 年有望成为人形机器人量产元年，



人形机器人产业有望初具规模，预计未来市场规模将呈现指数级增长。人形机器人通常由四大核心组件构成：传感系统、控制系统、执行机构和驱动系统。传感系统相当于人的五官，用于感知周围环境；控制系统则相当于大脑，处理信息并做出决策；执行机构和驱动系统则对应于人的四肢和关节组织，负责执行动作和移动。感知系统主要可分为内部传感器和外部传感器。内部传感器是用来检测机器人本身状态的传感器，外部传感器是用来检测外部环境及状况的传感器。人形机器人是激光雷达的另一个重要的应用领域，激光雷达可以为机器人提供高精度、高分辨率、高可靠性和全天候的三维环境感知能力，是人形机器人的“眼睛”。

在人形机器人的应用中涉及到的光电技术有传感器、陀螺仪、3D视觉、摄像头、激光雷达以及控制系统中的控制器、伺服驱动等。

3. 量子技术

量子技术是一种基于量子力学原理的新型技术，主要包括量子通信、量子计算和量子精密检测等领域。量子信息领域的很多底层技术都是先进的光电技术，现阶段量子

信息技术，例如光量子调制、单光子探测等核心技术，都离不开光电技术。

9月11-13日，第二十五届中国国际光电博览会（简称CIOE中国光博会）将同期举办“2024国际量子技术科学前沿论坛”，论坛将覆盖量子通信、量子计算、量子精密测量和量子光学等热门话题，汇集全球量子领域的专家、企业技术高层等，为探讨量子科学和技术发展提供一个良好的交流平台。

9月来CIOE中国光博会看光电技术为下游应用创新注入新灵感

CIOE中国光博会将于2024年9月11-13日在深圳国际会展中心举办，展会汇聚了来自全球超30个国家和地区的超3700家的优质参展企业，同期七展覆盖信息通信、精密光学、摄像头技术及应用、激光及智能制造、红外、紫外、智能传感、新型显示等板块，是覆盖光电全产业链的一站式展示平台。

针对光电赋能各个场景应用，瞄准下游应用行业所关注的热点领域及市场需求。展会将重点展示光学镜头及模组、AR&VR、

3D视觉、激光雷达、智能传感器、红外热成像仪、Mini LED/Micro LED、光模块、光纤/光缆等热点光电技术和关键产品。以及激光器、机器视觉、半导体材料、半导体设备、激光设备、测试测量仪器、工业自动化等，从材料到设备，看“光制造”赋能新质生产力。

CIOE中国光博会以助力研发及制造为双维度，是光通信、先进制造、消费电子、智能汽车、机器人、安防、半导体、能源、医疗、照明/显示等下游应用领域企业寻找研发和制造所需要的材料、器件、设备及解决方案的一站式高效采购平台，也是精准商贸需求配对，快速拓展商业社交圈，把握行业发展前沿资讯和动态的商贸平台。

为了更多应用领域了解光电在各行业中的应用，展会同期将举办一系列的光+应用论坛，特别邀请下游应用与光电企业现场探讨光电技术如何助力应用创新，涉及到的领域有智能汽车、医疗、智能家居、人形机器人、工业机器人、安防及AR&VR等。

光电引领未来，驱动应用创新。9月11-13日深圳国际会展中心，CIOE中国光博会诚邀光电企业与光电行业上下游共聚一堂，进行商贸洽谈，掌握行业最新动向、洞察市场发展趋势、达成商业合作。



现在扫描登记参观CIOE中国光博会，可以免排队快速入场，还能快人一步了解展会亮点、便捷交通、酒店住宿等信息。📱

首届 APE 亚洲光电博览会在新加坡盛大开幕，深光协 50+ 领军企业闪耀参展，强势征服 APE，实力圈粉无数！



由全球知名展会主办机构 Informa Markets(英富曼集团)主办的首届亚洲光电博览会(简称:APE)于3月6日金沙会议展览中心盛大开幕! APE 2024 以亚洲光电行业最新前沿创新科技及新兴应用市场为核心,旨在促进光电行业上下游的深度技术交流与商业合作。



在开幕式中,各位嘉宾纷纷表示对 APE 亚洲光电博览会的重要性和期待。APE 亚洲

光电博览会主办方代表 Sukumar Verma 先生在发言中表示:“APE 亚洲光电博览会在新加坡的成功举办不仅反映了本地工业的实力,也反映了国际市场对在新加坡和更广泛的东南亚地区探索合作伙伴关系和投资机会的兴趣。展会同期还将举办一系列行业会议、学术论坛和研讨会,以增进知识和交流。我衷心祝愿所有来宾这三天收获满满,也希望我们的海外客人能有时间享受新加坡所提供的体验。”



新加坡 LUX 光电产业联盟主席陈瑞强教授

作为 Asia Light Conference 大会组委会主席,白雨虹主编在开幕式中表示:“APE 不仅为全球光学和光电企业提供了一个展示平台,突出展示亚洲光电产业的发展。除了展览之外,APE 还为行业专业人士与专家学者提供了一个集学习交流、探索发现、商业合作于一体的多元化优质平台。”



国际顶尖光学期刊、卓越计划领军期刊 Light: Science & Applications 执行主编白雨虹研究员

IEEE 光子学协会主席 Perry Shum 先生

强调了新加坡作为进步和互联互通象征的重要性。我们齐聚在此,追求着一个共同的目标:推动全球光电科技共同体发展。亚洲光电产业正处于发展的关键时期,而新加坡作为一个充满创新历史和活力的地区,自然成为举办亚洲光电博览会的理想之地。APE 亚洲光电博览会不仅是展示最新光电科技的平台,更是促进合作与创新的催化剂。



EPIC 欧洲光电产业协会总干事

Carlos Lee 先生

亚洲光电博览会 (APE 2024) 展览面积达 15,000 平米,聚焦亚洲光电行业最新前沿创新科技及新兴应用市场,吸引了来自全球信息通信、光学、激光、红外、传感、显示等领域的 350 家光电企业参展。



其中,深光协组织超 50 家光电企业参展,共同探索光电领域国际最新技术及应用趋势。以 APE 平台为桥梁,整合光电产业链优势资源,抢滩东南亚蓝海市场,向世界展示深圳光电产业创新应用。



深光协杨宪承会长一行先后前往芯思杰、激埃特、纳宏光电、三束镀膜、光越科技、飞宇集团、特莱斯、微见智能、力子光电、中建南方、美轩光电、光派通信、益思迪、广瑞通信、芯德通信、米硅科技、江木智能、普赛斯电子、海创光电、语荻光电、威泰思、森永光电、清鑫光学等企业展位进行走访调研,并详细了解企业参展展品、客户现场询价、企业订单形势等情况,鼓励企业要抓住参展机遇,充分利用 APE 亚洲光电博览会这个重要的国际平台,积极拓展国际客户及新市场,同时也要注重同步拓展国内市场,推动实现国内国际双循环发展。



APE 亚洲光电博览会与同期举办的 Asia Light Conference 相互辉映。作为云集全球光学领域顶尖科学家的学术会议,Asia Light Conference 邀请张翔(香港大学)、龚旗煌(北京大学)、Alexandra Boltasseva(普渡大学)、Vladimir M. Shalaev(普渡大学)、Shanhui Fan(斯坦福大学)等专家学者发表大会报告,分享光电领域最新见解。此外,70 多位来自世界各地的专家学者们也将就微纳光子学、拓扑光子学、量子光学、非线性光学和功能激光器、可调谐光电子学、先进制造、太赫兹光电子学、纳米材料及发光学、生物医学光子学等主题进行深入交流。



作为亚洲光电行业的重要盛会,在会同期,APE 亚洲光电博览会将举办丰富多彩的会议及活动,如聚焦超精微纳加工及光学检测、泛半导体制程应用光学、下一代数据中心光互联技术演进、400G 光收发器技术对比等热门主题的亚洲光电产业发展论坛,欧洲遇见亚洲-W3+、IVAM 和 EPIC 在光电领域的创新;欧洲光电产业协会技术展望大会,2024 新加坡光电子大会、亚洲光电子概述、精选采购对接会-新加坡站、新加坡当地高校及光电企业参观等专属参观活动,为与会者提供了解未来趋势、前沿技术、行业热点和创新性应用场景的机会。

APE 亚洲光电博览会通过展览、会议和活动,让参与者有机会与领先企业和专家学者深入交流,了解光电行业的最新趋势和市场先机。此次盛会不仅推动了亚洲光电科技的发展,还促进了国际间的合作与创新。APE 亚洲光电博览会的成功举办必将为亚洲光电行业的进一步发展注入新的动力,开辟更加广阔的前景。展望未来,我们期待着更多的光电创新和合作,共同推动光电行业迈向更加辉煌的未来。C

走进“鸿蒙生态创新中心”，共享鸿蒙生态万亿级配套商机

2月23日下午，“助企强链”专场活动之走进“鸿蒙生态创新中心”在南山区生态科技园成功举办。水晶光电、润吉精密、格玛仪器、感联科技、容大数字、亚联网、安创云、哼哈生物、英飞拓、英飞无限、天狼芯、乐其网络、日海通、数货通等企业代表相约鸿蒙生态创新中心，共同探讨如何打破系统与硬件产业交互壁垒。在万物互联时代趋势下，助力企业转型升级与共享鸿蒙生态商机。



活动伊始，在鸿蒙生态副总程英华引领下参观鸿蒙生态创新中心，并向大家详细介绍了创新中心的创办背景及主要职能、产业集聚、应用场景、解决方案及鸿蒙商用案例等，充分展现了鸿蒙生态巨大市场潜力与勃勃生机。



据介绍，鸿蒙生态服务公司以“加速鸿蒙生态蓬勃发展，构筑千行百业数字底座”为愿景，是鸿蒙生态创新中心的建设和运营单位，为鸿蒙生态伙伴提供政策宣贯、奖补申请、商机对接、技术支持、品牌推广、人才培养、测试认证等服务，共同推动鸿蒙生态产业发展繁荣，共同建设下一代智能终端操作系统根社区。



座谈交流环节中，鸿蒙生态副总程英华分享了鸿蒙生态定位与目标，指出未来鸿蒙生态以开放的心态与鸿蒙生态伙伴共建、共商和共享，创造更多的商业价值和社会价值，并基于鸿蒙生态的技术使能、适配支撑、行业解决方案、生态发展等内容与到访嘉宾进行交流与探讨。

随后，企业代表展开热烈交流，大家从硬件适配到政策红利各抒己见、畅所欲言。

活动指出，万物互联的时代正在到来，新的芯片、新的操作系统、新的工具、新



的智能化、新的技术应用将迎来新的发展机遇。数字生态已成为把握新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择，也是企业转型升级与高质量发展的重要新引擎。

未来协会充分发挥桥梁纽带作用，持续关注业界需求，定期举办名企走访、供需对接、论坛沙龙、政策宣讲、技能培训、技术交流等实效活动，搭建创新交流平台，促进行业思维碰撞，将单方面的信息转变为多方的互动，同时创新服务形式、服务水平和服务深度，共创高质量发展新局面。



“企业 + 科技型企业财税政策”大讲堂成功举办



今年4月是第33个全国税收宣传月，值此宣传月到来之际，为了更好地服务会员单位，使企业提高税收合规意识，降低税务风险。4月2日下午，“企业 + 科技型企业财税政策”大讲堂在福田区成功举办。世大光电、英诺激光、迅特通信、光越科技、西迪特等50+企业负责人、高管、财务专员参与，会议分解科技企业新业态下税收优惠挑战与应对之道，释放政策红利，降低企业运营成本。

此次培训活动的成功举办，得到了与会企业代表的高度评价，并表示深光协组织的这次培训活动非常及时、非常实用，为企业提供了宝贵的税收政策和税务风险防范方面的指导。希望未来深光协举办更多类似的培训活动，为企业提供更加全面、专业的服务，助力企业实现健康、可持续发展。■



本次培训活动特邀国家税务总局深圳市税务局相关部门人员讲解2023年度企业所得税汇算清缴、新政盘点，包括小型微利企业优惠、区域税收优惠政策、2023年延续性政策、企业所得税税前扣除规定、研发费用税收加计扣除优惠政策等。



深光协入选“深圳行业协会商会高质量 100”！



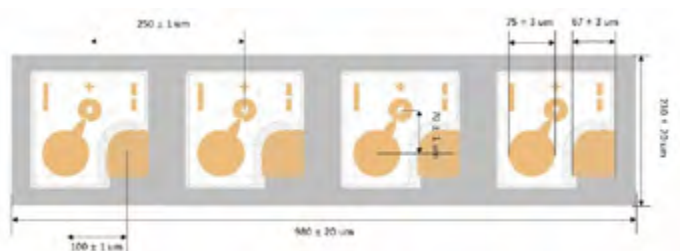
为打造中国特色行业协会商会“深圳标杆”，推动广大行业协会商会更好提升能力水平、更好发挥优势作用，为全市高质量发展作出新的更大贡献。在深圳市社会组织管理局指导下，深圳特区报社、深圳市社会组织总会于 2023 年 10 月联合发起“深圳行业协会商会高质量 100”遴选公益活动。深圳市光学光电子行业协会历时 6 个月，经指标体系研发、申报、推荐、材料初审、实地考察、综合评分和专家评审，最终入选首届“深圳行业协会商会高质量 100”名单。

高质量发展是新时代的硬道理。本次入选深圳行业协会商会第一阵容，是对深光协高质量服务工作的充分肯定，未来协会紧紧围绕高质量发展这个首要任务，充分发挥联系政府、企业、市场的重要桥梁纽带作用，积极履行服务企业发展、反映行业诉求、加强行业自律的重要职责，主动发扬资源对接平台、服务引领功能和专业协调等重要优势，助力发展新质生产力、服务“双区”建设、打造品牌服务项目，为深圳高质量发展注入源源不断的新动能。■

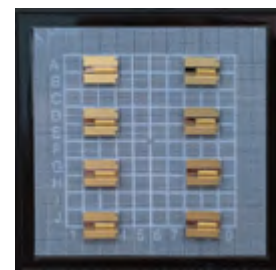


无锡市华辰芯光半导体科技有限公司

无锡市华辰芯光成立于 2021 年 9 月，是一家从事电信级高可靠半导体激光芯片的设计、开发及制造的高科技企业，致力于在 GaAs 和 InP 领域，成为亚洲最大的光通信和激光雷达用激光芯片制造中心。产品聚焦于高可靠边发射激光器 (EEL) 和垂直腔发射 (VCSEL) 激光器两个方向，为不同领域的客户提供高端的激光产品和服务，公司高功率年产能达到 2000 万颗。



850nm VCSEL 50G



915nm 45W 高功率单管激光芯片

940nm 12W 高功率单管激光芯片

地址：无锡市新吴区震泽路 18-3 号射手座 A 座 5 楼 502 室

电话：18969058248

邮箱：zeyu.tuo@wincosemiconductor.com



深圳市智立方自动化设备股份有限公司

深圳市智立方自动化设备股份有限公司成立于 2011 年，于 2022 年 6 月 29 日在创业板上市，股票代码 301312。公司是集研发、生产、销售高端智能精密贴装及检测装备的于一体的国家高新技术企业，长期致力于半导体领域和 3C 消费电子行业提供（封装）组装类和（功能性）测试类自动化设备解决方案及产品。公司 2014 年进入半导体行业，为全球半导体客户提供芯片摆盘设备、芯片分选设备、芯片外观检测设备等一系列产品。

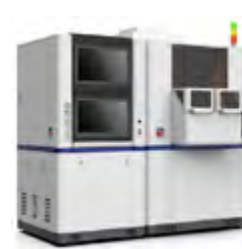
经过近 10 余年的发展，凭借优秀的研发与设计能力、精准的加工与品质管控能力及快速的售后反应能力。于 2021 年获“第二十二届中国专利优秀奖”，并被广东省科学技术厅认定为“广东省微电子精密封装及测试工程技术研究中心”。成为了全球知名高科技公司及全球知名半导体制造商的重要合作伙伴。



LED 芯片分选机



固晶机



COW MicroLED/SiC AOI

地址：深圳市宝安区石岩街道塘头社区厂房 A 栋 1 层至 5 层

电话：15875578737

网址：www.incubecn.com

邮箱：jiao.yang@incubecn.com



宁波润华全芯微电子有限公司

宁波润华全芯微电子有限公司（ALLSEMI），简称 ASI，成立于 2016 年 9 月。总部位于文化底蕴丰厚、风景秀丽的宁波余姚市，在上海、武汉、广州、厦门等地设有销售服务机构。公司已通过 ISO 三体系认证，是国家级高新技术企业。

公司秉承“专业、诚信、创新、共赢”的经营理念广泛服务于化合物半导体、光通讯、MEMS、滤波器、半导体光学、先进封装、集成电路等新型电子器件制造领域。公司汇聚了一批科技型专业人才，致力于半导体装备产业的振兴与发展，专注于新型电子器件生产设备——匀胶显影机、去胶剥离机、刻蚀清洗机的研发、设计、销售及售后服务，可提供整线设备解决方案。公司以先进可靠的产品，优质的服务赢得客户信赖，将成为一家具有国际影响力的半导体装备及工艺解决方案提供商。



清洗机



匀胶显影机



刻蚀机

地址：浙江省宁波市余姚市阳明街道兴福路 118 号

网址：www.all-semi.com

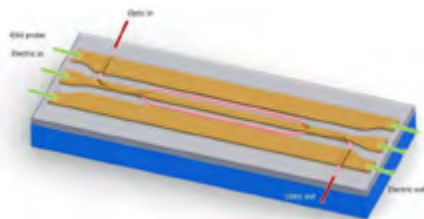
电话：0574-62800570

邮箱：market@all-semi.com



宁波元芯光电子科技有限公司

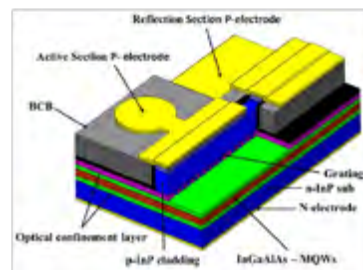
宁波元芯光电子科技有限公司是一家以 IDM 模式自主研发、生产、测试、销售半导体激光器芯片的高科技企业。公司研发实力雄厚，凝聚了众多半导体激光器领域的优秀人才，建成了完整的高精度化合物半导体生产线，始终致力于向国内外光器件和光模块用户提供高性价比、高可靠性的半导体激光器芯片和高品质的技术服务。公司的产品在性能上具备国内领先、世界一流的水平，完全拥有自主知识产权及多项核心专利，并获取多项行业荣誉称号，在推动行业不断进步的同时，更以中国光通信芯片解决方案引领者的姿态迈向世界。



薄膜铌酸锂调制器



气体探测 DFB 激光器芯片



25G 高速直调分布式反馈激光器芯片

地址：江苏省宁波市鄞州区姜山镇盛阳路 1341 号

网址：http://www.ori-chip.com

电话：0574-88090920

邮箱：liaowei@ori-chip.com



深圳市毅宏光通信有限公司

深圳市毅宏光通信有限公司，是一家从事光通信行业产品的研发，生产和贸易相关实业生产型企业。公司 2012 年成立于深圳市宝安区，经 10 多年发展，拥有厂房 1 万余平，固定资产价值 3000 多万元，员工 120 余人。公司自发展至今，一直致力于光通信行业的实业生产中。求真务实，踏实稳健，诚信经营。依靠过硬的产品品质，高效的生产力，齐全的产品体系以及公允的价格，得到了海内外众多客户的支持，与客户建立起了长期良性的，互利共赢的合作关系。

涉及产品包括：常规室内外光缆，常规光纤跳线 / 连接器 / 适配器减器，数据中心 MPO 光纤跳线 / MPO 模块盒 / 配线架，特殊纤芯 SMA/D80 能量激光跳线 / 大孔径光纤合路器 / 光纤束，FTTA 基站拉远户外跳线组件，FTTH 皮线跳线 / 分纤箱 / 分路器 / 快接 / 桌面盒 / ODF / 室内外机柜，FTTX 特殊 / J599/D38999/TBE 车壁 / HXB 扩束 / 光电混合连接器组件，便携 / 拉杆 / 背负 / 手提光缆绕线盘络车。



FTFA 基站光纤光缆布线产品



FTTX 特殊室外光纤光缆布线产品



各式光纤跳线

地址：深圳市宝安区石岩水田社区祝龙田路 114 号新太阳工业园 1 栋 7 楼

邮箱：sales@ihfiber.com

电话：0755-29087730

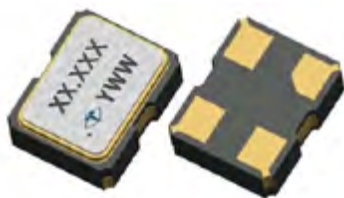
网址：www.ihfiber.com



泰艺电子（南京）有限公司

泰艺电子为专业石英频率控制组件制造商，成立于 1976 年，主要产品包括「石英振荡子」、「石英振荡器」、「压控石英振荡器」、「温度补偿石英振荡器」，为台湾第一家拥有生产「恒温控制石英振荡器」技术的制造商，客户遍及汽车、消费性电子、信息、通讯与通讯基础等产业，完整的产品线提供客户一次性购足的服务。

泰艺立基台湾，在南京、深圳以及郑州拥有完整的研发设计、应用工程、生产与销售资源，以严谨的质量管理系统赢得客户的信赖。除此之外，于美国也有相同的部署，使泰艺成为全球关键电信设备厂商的首选频控组件厂商；泰艺致力于研发创新，拥有的核心技术为台湾业界的领先者；未来也将持续致力研究开发，为全球客户提供顶尖的产品以及服务，以成为全球频控组件领导者之目标迈进。



2016mm SPXO CMOS Output



2016mm SPXO Differential Output



2520mm SPXO Differential Output

地址：江苏省南京江宁经济技术开发区池田路 18 号

邮箱：Wechat0a@taitien.com

电话：+86-025-5210-8713

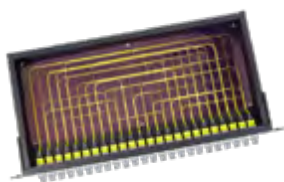
网址：www.taitien.com



太辰光通信

深圳太辰光通信股份有限公司

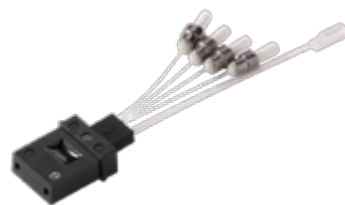
深圳太辰光通信股份有限公司成立于 2000 年，于 2016 年 12 月在深圳证券交易所创业板上市，证券代码 300570。公司的主营业务为各种光通信器件及其集成功能模块的研发、生产和销售。光通信器件主要包括高密度光纤连接器、常规光纤连接器件、PLC 光分路器、波分复用器等无源光器件、光模块、有源光缆等有源光器件以及陶瓷插芯、MT 插芯、平面光波导晶圆和芯片等基础元器件。此外，公司被认定为“广东省光纤传感(太辰光)工程技术研究中心”，专门从事光纤光栅产品及光纤传感监测系统产品的研发与制造。公司下有瑞芯源、和川粉体和特思路精密三家子公司。公司通过了包括 ISO9001、ISO14001、ISO45001 体系认证及相关产品广电入网认证、泰尔认证及 IECQ QC080000 等在内的多项权威认证。



柔性光纤板机箱



800G 光模块



多芯 (MT-FA) 保偏光纤连接器

地址：深圳市坪山区坑梓街道锦绣中路 8 号太辰光通信科技园

网址：www.china-tscom.com

电话：0755-32983688

邮箱：info@china-tscom.com



广东三石园科技有限公司

广东三石园科技有限公司，成立于 2015 年，是专业从事研发、生产和销售光纤通信器件的高新科技企业。公司位于广东省珠海市，拥有超 10 万级超净车间，4683 m² 厂房和三百多名员工。

公司核心团队二十多年来始终专注于研发以及生产体积小、性能高、质量稳定的光纤无源器件。公司的主导产品有 MxN MEMS 光开关、高功率隔离器、隔离器、环形器、光电探测器、小型 N in 1 集成高端器件(功能覆盖隔离器、耦合器、波分复用器、光电探测器等)、波分复用器。这些产品被广泛应用在车载雷达、测量勘测、骨干网中继、相干传输、数据中心、5G 基站、光纤激光、光学检测、光学医疗等方面。

公司先后获得“珠海独角兽种子企业”和“广东省专精特新企业”等荣誉称号。

领先的技术，可靠的产品，良好的服务，让公司获得了广泛的海内外客户的认可。



软件定义 P2P 全光矩阵开关



反射式双路环形器



OD2.6 MEMS VOA

地址：广东省珠海市唐家湾镇港湾大道金星路 1 号 2 栋三石园科技

邮箱：sales@triple-stone.com

电话：0756-8679334

网址：<http://www.triple-stone.com/>



寰信驿联(上海)科技有限公司
Uni-Infolink (Shanghai) Technology Co., Ltd.

寰信驿联（上海）科技有限公司

寰信驿联（上海）科技有限公司，座落于上海中环，是一家集产学研为一体的科技型公司。公司自成立以来，以技术创新为先导，致力于为光纤通信、光纤传感等领域的科学研究和装备应用，提供代表前沿技术和未来发展趋势的产品和服务。

公司秉承“审顾创新，打造极品”的方针和“以客户为中心”的理念，专注于光纤通信 / 光纤传感产品的研发、生产和销售。公司聚集业内优秀的技术团队，以产品质量为基石，打造军工品质的产品和服务，于 2023 年通过了 GJB9001C-2017 武器装备质量管理体系认证和 ISO9001 质量管理体系认证。



星载高功率光纤放大器



高功率光纤放大器



低噪声光纤放大器

地址：上海市宝山区牡丹江路 1325 号 3 层 A、3 层 B、4 层 A、4 层 B

电话：021-56060307

邮箱：Jason_hao@uni-infolink.com



深圳市诺可信科技股份有限公司

深圳市诺可信科技股份有限公司成立于 2009 年，主要是一家为 IP 局域网、城域网、广域网、电信传输网提供专业的服务和光纤产品，公司凭借着丰富的产品经验和经营理念，为移动、联通、电信等运营商提供全面的光无源类产品。

目前公司主营产品主要有：分光器、收发器、光模块、单模铠装跳线、多模铠装跳线、轻便型防水光纤跳线及多芯跳线及束状尾纤、普通光纤跳线、光衰减器、耦合器等等产品的生产企业。拥有完整、科学的质量管理体系，以雄厚的实力、低廉的价格、优良的服务与多家企业建立了长期的合作关系。

经营理念：“以客户为中心，以共赢为目的”，以最低的成本创造出最高的价值，让客户满意才是我们最终的目的。



平面光波电路 (PLC) 分路器

地址：深圳市光明新区公明镇长凤路福圳工业区 A 栋 7 楼

电话：0755-82717057

网址：<http://www.nokoxin.com.cn>

SYNOPSYS·新思 新思科技

新思科技 (Synopsys, Inc., 纳斯达克股票市场代码: SNPS) 致力于创新改变世界, 在芯片到软件的众多领域, 始终引领技术趋势, 共同开发人们所依赖的电子产品和软件。

在光学领域, 新思科技以世界领先的成像设计软件工具 CODE V, 照明设计软件 LightTools, 光子器件设计工具 RSoft, 专业车灯软件 LucidShape 及光学散射测量设备为企业提一流的光学设计工程服务, 可应用于 AR/VR、通用照明、车载光学、杂散光分析与超透镜设计等, 我们致力于成为开发者的得力助手, 激发产品创新、加速样机设计、降低测试成本, 共同打造出更出色的光学产品, 照亮世界。



地址: 上海市杨浦区惠民路 10 幢 387 号光大安石中心 1 号楼裙楼 1-5 层

电话: +86 (21) 35874500

邮箱: optics@synopsys.com

网址: <https://www.synopsys.com/zh-cn/optical-solutions.html>



贝尔金减振设备制造 (昆山) 有限公司

贝尔金减振设备制造 (昆山) 有限公司坐落于名列全国百强县之首 - 昆山市, 紧邻上海。致力减振行业 10 余年。我司已申请专利 30 余项, 先后荣获“江苏民营科技企业”“高新技术企业”。现有气浮、橡胶、弹簧、吊式、惰性防震基座、抗微振平台等六大类上百种产品, 多数具有自主专利。产品符合 ISO9001 标准。企业自身具有减振器的绿色研发、制造、检验全流程能力, 注重客户的定制化需求。

我们不仅仅是减振产品的生产商, 更是振动和冲击问题工程方案的服务商!



BK-PA 密气浮减振器



主动式减振器



橡胶式减振器

地址: 江苏省昆山市玉山镇成功路 28 号

电话: 4008502468

邮箱: alex.ye@blk.spring.com

网址: www.blk.spring.com



深圳市领翰自动化有限公司

深圳市领翰自动化有限公司是一家专注于“孚雷”品牌丝杆，导轨，KK 模组的供应商，公司位于华南，全权为华南地区的新能源，3C 行业的设备商服务，助力中国制造，打造中国品牌，为中国自动化设备制造商提供可持续增值服务，让生产更专业，采购更高效，成本更具有竞争力。

公司主营产品：“孚雷”品牌丝杆，导轨，KK 模组



丝杆，导轨，KK 模组

地址：广东省深圳市龙岗区龙城街道天安数码城 1 号楼 A 座 401

电话：18033418168

网址：ljw001@sz-zcy.com



广东国志激光技术有限公司

广东国志激光技术有限公司（简称：国志激光），是一家聚焦工业激光器研发、生产和销售的国家高新技术企业，总部坐落于风景秀丽的粤港澳大湾区黄金腹地东莞松山湖科技产业园区。国志激光注重底层技术突破和原始技术创新，具备从基础器件到工艺解决方案的垂直一体化优势，致力为激光装备制造需求提供高创新性高可靠性产品和技术解决方案。



大功率纳秒绿光光纤激光器



皮秒深紫外激光器



可调复合光斑光纤激光器

地址：广东省东莞市松山湖高新区科技九路 1 号

电话：400-966-8856

网址：<https://www.gz-photonics.com>

邮箱：marketing@gzphotonics.com



深圳市东帝光电有限公司

深圳市东帝光电有限公司是一家注册成立于 2012 年的高科技技术企业，我们专业致力于夜视仪及相关的光学产品的研发、生产、销售为一体，拥有多项核心技术的国家专利。公司拥有一只强大的高科技技术团队，拥有完全的自主知识产权，在高科技电子、软件、光学成像、光电材料、镀膜工艺、真空工艺等领域均有独特的技术优势。我司主要以微光夜视仪为产品核心，以全球为市场，产品广泛涉及海关、油田仓储、消防救援等相关领域。产品以其精良的做工、长期稳定的质量、高可靠性的性能、高分辨率的夜视能力，深受广大客户的认可和好评。OEM、ODM 等合作方式开启了产品参数及性能定制需求，已和众多机构达成长期合作关系。



东帝夜视 DAKNGNV-DB2061
二代 + 微光头戴夜视仪



东帝夜视 DAKNGNV-DM2041
单目单筒微光头戴夜视仪



东帝夜视 -DB1920L+ 数码
红外夜视仪测距 1500 米

地址：广东省深圳市宝安区沙井新玉路 48 号大宏科技园 601 室

网址：<http://www.dakingnv.com>

电话：0755-85288415

邮箱：764104323@qq.com



北京宇桥信立科技发展有限公司

北京宇桥信立科技发展有限公司（前身为北京宇桥速通科技发展有限公司）- 以色列 CI 系统公司中国独家授权代理。自 2004 年 6 月成为以色列 CI 系统公司在中国的独家授权代理以来，我们凭借对高科技产品的深入理解和细致周到的售前、售后技术支持服务，为客户提供了专业的增值服务，并得到了客户的广泛认可，在航空、航天、兵器、电子和中船等领域不断地被客户认可和接受。CI 系统公司在光学设计、光电集成、遥感辐射测量等领域的丰富经验和多年的技术储备以及对不同应用的深刻理解，保证了其产品在先进性、实用性、可靠性等诸多方面占有世界优势，从而使其在世界国防领域具有很高的信誉和广泛的客户群。



红外光谱辐射计



黑体

地址：北京市朝阳区北苑东路 19 号院 3 号楼 6 层 601

网址：www.utop-sino.com

电话：086-010-62980028

邮箱：tracy@utop-sino.com



深圳市清华视讯电子科技有限公司

研发、生产、销售的高新技术产业公司，清华视讯 UAV 产品涉及高精度两轴稳定平台、高清光学云台、红外智能球、光学热成像测温夜视仪、激光夜视仪、激光电磁炮无人机预警防范、无人机电磁枪等，广泛应用于边防、海防、海上巡逻、岛屿看护、自然灾害、军事演习、公安系统、边防巡逻、技侦勘察、气象监测、电力设备检测与防盗、暴乱、新闻报道等。



多光谱激光跟踪夜视仪
TH-M900HDCXJG-GZLJ



全方位热成像扫描智能激光驱鸟系统



便携式手持热成像探测激光驱鸟仪

地址：深圳市宝安区航城街道三国社区奋达高新科技园 E 栋 303

电话：+86-0755-29186270

邮箱：valley@videotsinghua.com



上海诺丞仪器仪表有限公司

上海诺丞仪器仪表有限公司是一家专业从事仪器仪表、自动化配件生产及销售，同时承接各类自动化项目改造、能耗监控项目工程的公司。我公司以完善到位的专业化售前、售中、售后服务赢得了国内外客户的信赖和好评；公司在坚持技术创新的基础上，狠抓质量管理，不断提高服务水平，实现了公司业务的良好发展；公司在发展过程中以过硬的产品质量、领先的技术服务优势同国内多所高校、研究所、上市公司、国企和外企等建立长期战略合作，我们也热诚的欢迎国内外新老客户到我司考察、参观及技术交流！



红外测温仪

主要应用于：半导体炉，热处理炉，各种类型的真空炉，中间包测温，钢包烘烤器测温，暖通，汽车喷涂，汽车零配件生产线配套，电力 煤炭 钢铁 铸造等。

地址：上海市普陀区中山北路 2550 号 505 室

电话：86-021-56779967

邮箱：18001966551@163.com

网址：www.nuocheng17.com



珠海映讯芯光科技有限公司

珠海映讯芯光科技有限公司（www.inxuntech.com）是一家拥有领先硅光子集成芯片技术的硬科技创新企业。核心技术团队由来自硅谷顶级芯片企业的芯片专家和国际化高科技企业的精英人才组成，是国际上少有的兼备掌握硅光子芯片和化合物半导体激光器芯片技术的团队。公司专注于研发、生产和销售基于硅光芯片的应用于高端传感和自动驾驶 / 机器人 FMCW 激光雷达的核心激光光源、光电集成器件及子系统产品。映讯芯光产品主要应用于自动驾驶激光雷达、光纤传感、OFDR、测风雷达、相干光通讯、工业测量、科研仪器、OCT、医疗光子等领域。



硅光波长连续可调激光模块系列



硅光窄线宽单频激光器 / 模块系列



硅光收发一体光学引擎系列

地址：珠海市香洲区正方云溪谷 B 栋 801-805

网址：<http://www.inxuntech.com>

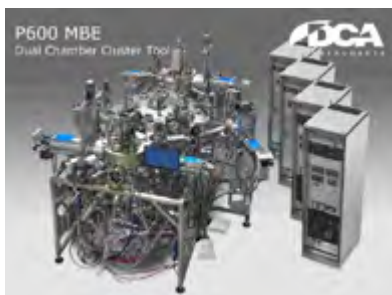
电话：+86-0756-8636658

邮箱：info@inxuntech.com



埃特曼半导体技术有限公司

埃特曼半导体以分子束外延（MBE）技术为核心，致力于成为最懂工艺、最懂材料、最懂供应链的化合物半导体设备及应用服务商。作为 MBE 生态建设者，公司凝聚 MBE 领域顶尖人才，由多名国内外知名半导体科学家及博士组成公司强大的研发团队，全方位地为客户提供 GaAs、InP、GaN 等化合物半导体材料的解决方案，助力光通讯、5G、数据中心、新能源、Micro-LED 等领域的高质量发展。在不断变化的产业发展浪潮中，公司始终保持着对技术创新的热忱和对卓越服务的追求，持续进行产品研发和技术升级，以推动化合物半导体技术的发展和运用。



MBE P600



MBE P1000

地址：厦门市集美区杏林湾营运中心 3701-3703

网址：www.atoman.com

电话：0592-6268868

邮箱：linzhiting@atoman.cc



传周半导体科技(苏州)有限公司

传周半导体科技(上海)有限公司成立于2018年,是一家光电芯片及系统方案供应商。传周科技拥有光学设计、光电芯片设计、流片工艺研发、封装测试等技术环节方面的研发能力,公司主要业务及产品包括:光电编码器芯片与电感式编码器芯片、光电探测器、定制光电芯片、ASICs、光源与光学器件等,主要用于工业制造,消费电子,智能汽车,健康医疗等领域。

公司中文主营产品:光电编码器芯片、电感式编码器芯片、光电探测器、定制光电芯片、ASICs、光源与光学器件等。



透射式光电编码器芯片



反射式光电编码器芯片

地址:浦东新区龙东大道3000号张江集电港1号楼B座1006D

邮箱: info@time-vision.com; mingxia.hf@time-vision.com

电话: 021-50361868

网址: <http://www.time-vision.com/>



广州印芯半导体技术有限公司

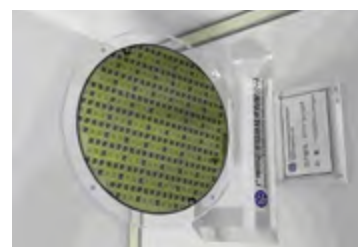
广州印芯于2019年5月成立,以独特的感存算一体CIS像素架构平台为基础,自主创新研发为机器视觉应用提供领先的图像传感器芯片及微光学系统组件的解决方案,已经覆盖消费、安防、车载、无人机及生物检测的等产品线,同时发挥创新设计及先进制造两方面的基因,打造了一支行业经验丰富的建制国际化团队,现有全职研发人员及运营人员100多人。在自主研发创新方面,印芯主力产品全部拥有自主知识产权,已形成全面的知识产权管理体系,截至目前,印芯已申请280多项国内及国际专利。在产业资源方面,印芯半导体拥有诸多国际化顶级战略合作伙伴,与国际顶级晶圆厂关系良好并获得了大力支持,同时也获得了各级政府和投资机构的大力支持。



平行封焊机(及手套箱系统)



晶圆电镀设备



高精度贴片机

地址:广州市黄埔区开泰大道28号归谷科技园C1栋18楼

邮箱: lr_wang@tyrafos.com

电话: 020-31707937



西湖大学光电研究院

西湖大学光电研究院于 2022 年 12 月正式成立，坐落在“山水相依、产城融合、现代气派、田园风光”的杭州富春湾新城，是由西湖大学与富阳区人民政府共建，具有独立法人资格的省级新型研发机构。作为西湖大学首家独立科研派出机构，研究院聚焦和深耕包括通讯和计算在内的未来信息技术，打造国家和地方的产业技术和产业人才高地，充分发挥西湖大学独特的人才优势、国内外领先的学科实力、富阳区强大的资源，致力于开拓光电芯片在未来信息技术中的应用，打造从长三角辐射到全国的技术创新、产品中试及产业化基地，打通基础研究、技术开发、成果应用、产业应用的全链条。



地址：浙江省杭州市富阳区江南路 68 号

网址：<https://wioe.westlake.edu.cn/>

电话：86-0571-63365859

邮箱：hr@wioe.westlake.edu.cn



甬江实验室

甬江实验室是浙江省面向未来布局的重点实验室，也是宁波市史上最大的科技投资项目，面向新材料及相关领域，开展前沿科学研究，突破关键核心技术，贯通创新全链条，引领产业高质量发展，致力于成为特色鲜明的世界级研究机构。信息材料与微纳器件制备平台是实验室布局电子信息材料与器件领域创立的重要平台，围绕高速通讯、元宇宙、自动驾驶和智能机器人等新兴产业，立足长三角，建设面向全国的集光电芯片材料生长、晶圆制造、先进封装与测试、可靠性验证等为一体的高能级、共享型研发验证平台。平台拥有近 6000 m² 洁净室，开创合作研究、委托开发、资源共享三大服务模式，可针对用户实际需求，为半导体产业技术升级和器件制备提供一站式服务。



地址：宁波市镇海区庄市街道兴海南路 1519 号

网址：www.ylab.ac.cn

电话：0574-86280367

邮箱：danna-zhang@ylab.ac.cn

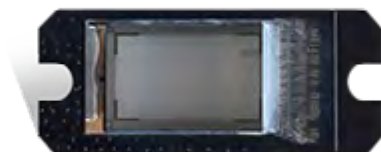


南京芯视元电子有限公司

南京芯视元电子有限公司是一家专注于智慧显示芯片研发的高新技术企业。公司坐落于“芯片之城”南京江北新区核心地带。公司产品主要有硅基 LCoS 微显示芯片、硅基 OLED 微显示芯片、硅基 Micro LED 微显示芯片、空间光调制器。产品广泛应用于 AR/VR/MR 眼镜、车载 HUD、头戴显示器、光通讯、光计算、3D 打印等新兴领域。芯视元凭借过硬的技术、一流的产品、全面的服务在业内具有良好的声誉。一直以来对自主创新的坚持，使得芯视元在行业中具备独有的竞争优势，获得了众多企业的认可并达成战略合作关系。AI 为脑、AR 为眼，未来已来。芯视元欢迎更多的合作伙伴一起来推动产业发展，共创美好未来！



芯光 101



天目 I -040-B



天目 I -060-B

地址：南京市江北新区星火路 14 号长峰大厦 1 号试验楼 201 室

邮箱：market@vsmartdream.com

电话：025-86819405

网址：www.vsmartdream.com



西安赛富乐斯半导体科技有限公司

赛富乐斯半导体科技有限公司 (Saphlux, Inc.) 是全球领先的量子点 Micro-LED (mLED) 显示解决方案提供商。经过多年积累，赛富乐斯已成为行业中少有的拥有底层原创技术，并成功实现商业化的企业。公司现有产品包括应用于商显及家庭影院的量子点直显大屏，以及应用于 AR 头显的微显示屏。通过突破全彩化、红光性能等技术瓶颈，赛富乐斯正与众多合作伙伴一起推动显示信息革命，开启新一代人机交互平台。公司在中国设有量子点直显模组和微显示屏的量产线，并在美国、日本设有办事处。



T 系列 Micro-LED 微显示屏



量子点直显大屏

地址：陕西省西安市高新区上林苑一路 15 号先导院园区二期 3 号楼 4 层 405 室 电话：029-81142027

邮箱：zekun.zhang@saphlux.com

网址：https://www.saphlux.com

全马（美易连）连接器--- 国内红外/激光设备行业 小型化连接器高端品牌



插拔自锁连接器

国内红外/激光设备行业小型化连接器高端品牌

连接创造美好未来





云南驰宏国际锗业有限公司
Yunnan Chihong International Germanium Co., Ltd.



公司简介

INTRODUCTION

云南驰宏国际锗业有限公司是A股上市公司云南驰宏锌锗股份有限公司(600479)全资子公司,成立于2018年3月16日,注册资本25000万元,位于云南省曲靖市经济技术开发区,是一家专业从事锗材料生产、研发、加工的高新技术企业,国家专精特新“小巨人”企业,国家“科改示范企业”优秀企业,也是国内锗行业龙头企业之一。

公司拥有完善的锗产业链生态链,从原料提取到产品加工、再到资源回收,主要有高纯四氯化锗、高纯二氧化锗、区熔锗锭、高纯锗粉、红外锗单晶、红外锗镜片等产品,产品质量稳定,信誉可靠。

公司始终秉承“融入市场、创新发展”的理念,依托锗资源优势 and 平台影响力,不断向高端锗材料、红外光学、光纤光缆等应用领域延伸发展,努力打造从矿山到冶炼、再到加工和应用的锗全价值链体系,肩负起集科技之大成、育锗业之栋梁、立行业之标杆的使命,打造世界一流的锗光电子产业基地!

锗产品介绍 GE PRODUCTS

光纤四氯化锗

分子式: GeCl_4 分子量: 214.40 熔点: -49.5°C

沸点: $82-84^\circ\text{C}$ 密度: $1.8443\text{g}/\text{cm}^3$ (20°C)

用途: 主要用于制作光纤预制棒,是光纤预制棒里的掺杂剂,能有效提高纤芯的折射率,减少光纤色散和传输损耗;也可以作为二氧化锗水解原料,用于制备高纯二氧化锗。



高纯二氧化锗

分子式: GeO_2 分子量: 104.59 纯度: $\geq 99.9999\%$

用途: 可用于制作高纯金属锗、锗基化合物、有机锗、PET催化剂、BGO晶体及化合物晶体等。用二氧化锗作为催化剂制造出的PET性能好,安全无毒;BGO晶体则广泛应用于新一代辐射探测器材料。

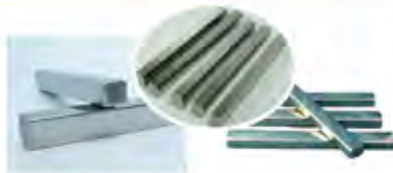


区熔锗锭

分子式: Ge 分子量: 72.59 纯度: $\geq 99.99999\%$

阻率: $\geq 50\Omega \cdot \text{cm}$ ($20 \pm 0.5^\circ\text{C}$)

用途: 用于制造半导体和探测器、制备超纯锗材料的基本原料、拉制红外光学锗单晶和太阳能锗单晶、制造锗合金等。



红外锗单晶 / 红外镜片

分子式: Ge 分子量: 72.59 晶体方向: (111)

电阻率: $5-40\Omega \cdot \text{cm}$ ($20 \pm 0.5^\circ\text{C}$)

用途: 主要用于制作红外窗口及透镜,广泛应用于红外热成像领域。锗单晶具有较高的折射系数,对 $8-14\mu\text{m}$ 红外光透明,且具有耐腐蚀、不易潮解、机械性能好等优点,在红外热成像领域具有不可替代性。



Add: 云南省曲靖市经济技术开发区宁州路1号 Tel: 15187472571 (陈琳) 13466099335 (杨康) Http: //www.chxz.com

深圳国际会展中心(宝安新馆) 8D16展位

光电优质社群

入群参与行业活动，与业内人士畅所欲言

行业活动

· 线下沙龙

技术探讨和交流的非正式聚会活动；
与行业知名企业代表面对面沟通交流；

细分领域

超100个高质量的行业&应用交流群

- 通信
- 光电综合
- 智能制造
- 光学
- 新型显示
- 半导体
- 激光
- 手机及消费电子
- 医疗
- 红外
- 智能驾驶
- 照明显示
- 传感
- 安防
- 能源电力

加入行业交流群，可以随时与行业人士沟通，洞察行业信息；还可以第一时间了解CIOE组团信息、最新产品、展商列表、会议议程等详情资讯。

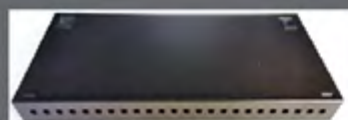
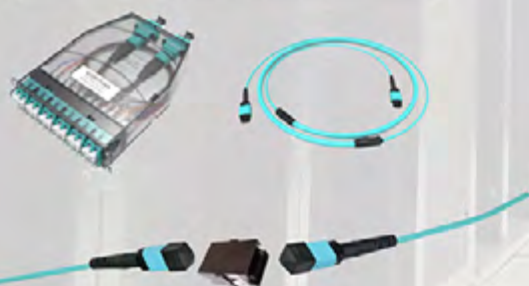
扫码添加CIOE中国光博会企业微信
选择关注行业进入社群交流





高密度光纤配线架

MPO



宁波金邦机械科技有限公司

金邦机械致力于ICT（信息与通信）数据中心基础设施配套产品的设计、研发及生产；涉及高密度数据中心光纤配线架，ODF光纤箱，光纤盒，MPO产品，及数据中心光纤整体解决方案；数据中心钣金件，采用先进的生产工艺，结合人性化设计，以质量求生存，产品外观与内部结构均可定制。

OEM定制各类光纤终端盒

联系人：陈珊珊 电话：15822943300（同微信）

厂址：慈溪市观海卫镇古师路260号



光接入网/FTTx



光纤入户 解决方案:

- 25G/50G PON ONU APD; 10G APD for XGS PON ONU/OLT;
- 2.5G APD for GPON ONU/OLT; 2.5G S-PD for GPON ONU;

传输&微波光子/Transport & RoF



5G前/中传及微波光子接收方案:

- 1310nm 10-200Gbps PIN PD; 1310nm 4x50/4x100Gbps PD Array;
- 25G/50G Analog PIN PD; 2.5G/10G Analog PIN PD;

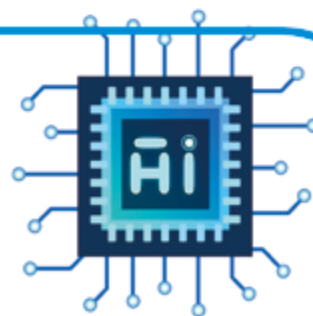
数据中心/Datacenter



数据中心光互连探测器芯片解决方案:

- 850nm 4x100Gbps PD Array; 850nm 4x50Gbps PD Array;
- 850nm 4X25Gbps PD Array; 1310nm 4x25Gbps PD Array;

消费电子/Consumer



HDMI高清视频传输: HDMI2.0/2.1 850nm Array PD Chip;

激光雷达/测距: 1550nm 200um/500um APD Chip;
1550nm 30um SPAD Chip;

气体探测: 1653-2100-2300nm InGaAs MPD Chip;



深圳市爱佳利研磨材料有限公司 SHENZHEN AIJIALI POLISHING CO.,LTD.

深圳市爱佳利研磨材料有限公司是光通信研磨耗材的供应商, 公司主要研发生产金刚石研磨纸、碳化硅研磨纸、氧化铝研磨纸、氧化铈研磨纸、二氧化硅研磨抛光片、金刚石皮革砂纸、氧化铝皮革砂纸、碳化硅皮革砂纸、氧化铝海绵砂纸、研磨抛光打磨带, 及二氧化硅研磨液, 碳化硅研磨液, 氧化铈研磨液, 研磨油等产品。产品广泛用于光通信行业。



公司地址: 深圳市龙华区龙华街道东环一路东侧恒和大厦601

电话: 86-0755-28774880

传真: 86-0755-89331593

公司网址: www.ajlgs.com

邮箱: ajl@ajlgs.com





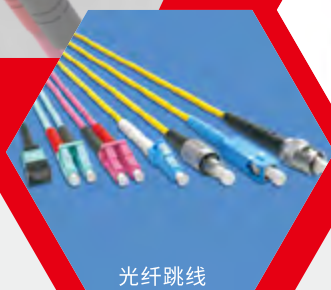
深圳市诺可信科技股份有限公司

Shenzhen Nokoxin Technology Co.,ltd.

深圳市诺可信科技股份有限公司成立于2009年,是一家国家级高新技术企业,注册资本500万元,公司总部位于深圳市光明区,并在湖南设有生产基地,员工人数达200多人。

公司主要产品有光模块、光纤跳线、光纤工具、光纤收发器、POE交换机、工业级交换机、分光器等产品。公司定位为电信、联通、移动、广电网络等电信运营商及DC数据中心提供最后一公里的终端产品和测试仪器仪表,为企业和政府单位数据机房提供传输备和技术咨询服务,同时为平安城市建设以及政府“雪亮工程”提供监控网络和数据传输所需要POE交换机、工业级交换机等所需的解决方案及技术咨询服务。

主营产品



光纤跳线



分光器



交换机



光纤收发器



光纤工具



光模块

联系我们

深圳市诺可信科技股份有限公司

深圳总部:深圳总部-深圳市光明新区公明镇长凤路福圳工业区A栋7楼

衡阳分厂:湖南省衡阳市祁东县衡缘物流园七栋

服务电话:4008-058-333



公司网站



公众号



深圳毅宏集团

深圳市毅宏集团,是一家从事光通信行业产品的研发,生产和贸易相关的生产型企业。公司2012年成立于深圳市宝安区,经10多年发展,拥有厂房1万余平,员工200多人。公司自发展至今,一直致力于光通信行业的实业生产中。求真务实,踏实稳健,诚信经营。依靠过硬的产品品质,高效的生产力,齐全的产品体系,收货了庞大的海内外客户群体,建立起了长期良性的,互利共赢的供需合作关系。涉及产品包括:常规室内外光纤光缆/光纤跳线/连接器/适配器/衰减器,数据中心MPO光纤跳线/模块盒/配线架,特殊纤芯SMA/D80能量激光跳线,FTTA基站拉远光缆/跳线/户外防水组件,FTTH入户类皮线光纤跳线/分纤箱/分路器/快接/桌面盒/ODF/室内外机柜, J599/D38999/TBE车壁/HXB扩束/光电混合连接器等特殊FTTX类光纤产品,便携/拉杆/背负/手提光缆绕线盘络车。

光纤跳线

Fiber Optic Patch Cord



常规室内外单双芯跳线&尾纤
室内外通用螺旋铠装跳线
大孔径能量激光跳线
保偏等特殊纤芯跳线
FTTH皮线跳线
FTTA基站拉远跳线
FTTX特殊跳线

光纤适配器

Fiber Optic Adapter



常规FC/SC/LC/ST适配器
精工标准测试适配器
特殊型号适配器
(E2000/MU/MTRJ/SMA等)
异型母/母转接适配器
阴阳公/母转接适配器
裸纤适配器

光纤衰减器

Fiber Optic Attenuators



固定法兰式衰减器
固定阴阳式衰减器
在线可调式衰减器
机械法兰可调式衰减器
电压可调式衰减器

光纤光缆

Fiber Optic Cables



常规室内光缆
(单双芯,束状,分支,迷你缆等)
常规室外光缆
(GYXTW, GYTS/A, GYTY, ADSS等)
光电混合光缆
FTTH入户光缆
FTTA基站光缆
野战拖拽光缆
螺旋铠装光缆

公司地址:深圳宝安区石岩水田社区祝新太阳工业园1栋

官方网址:www.ihfiber.com

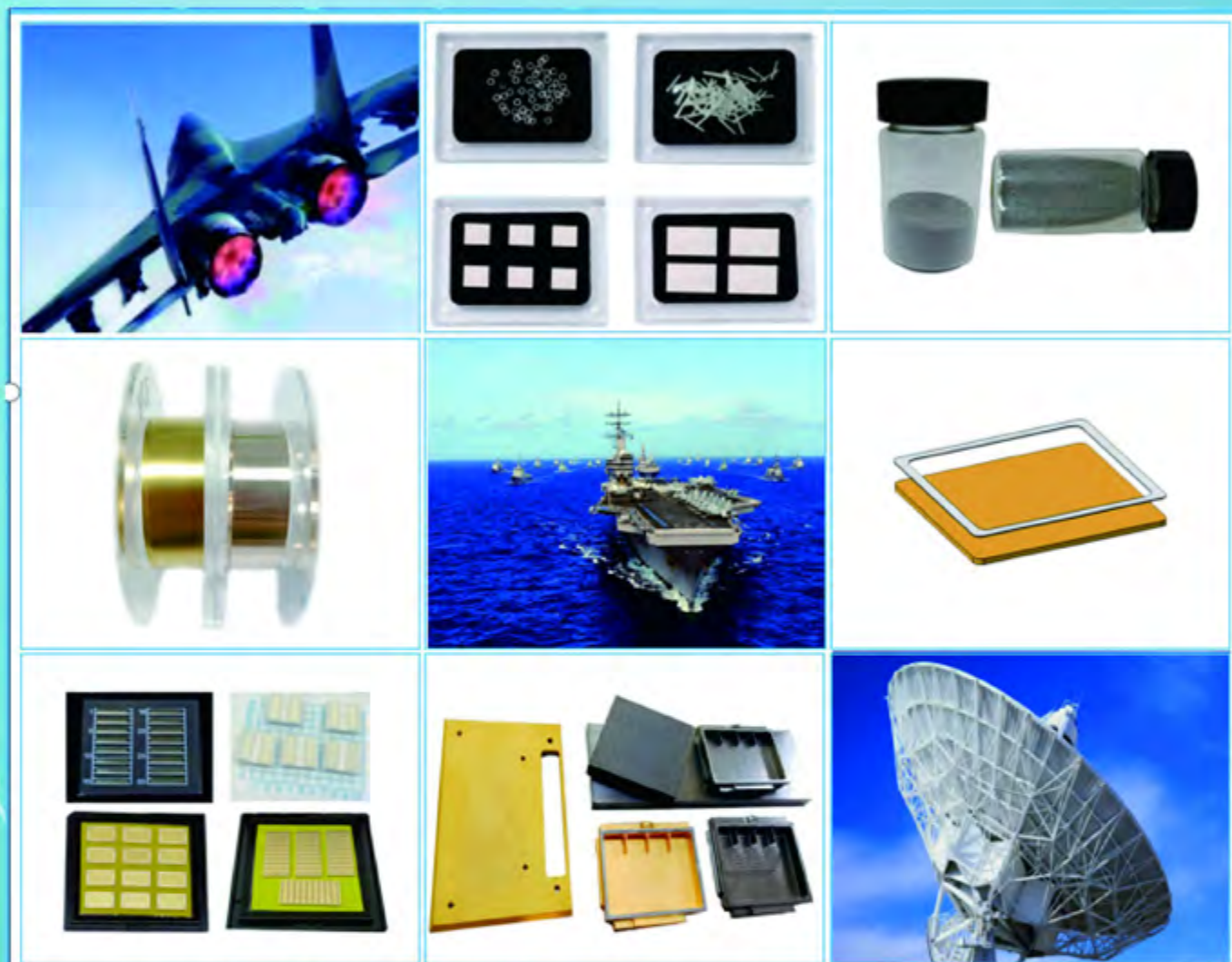
国际阿里店铺:ihfiber.en.alibaba.com

国内阿里店铺:ihfiber.1688.com

电话:0755-29087730

邮箱:sales@ihfiber.com





高洁净预成型焊片

金锡焊膏|金锡球

预置金锡盖板

预置金锡钨铜|钼铜|氮化铝

氮化铝热沉

低热膨胀硅铝合金

专业制造商

web: www.apex-material.com

028-87858429

公司简介 / Company Profile

毕科电子主要从事**电信号连接器**的设计、生产与销售，公司产品主要包括**小圆形插拔自锁连接器、圆形光电连接器、矩形连接器、玻璃烧结连接器**等产品系列，应用于电子通讯、光通信、半导体封装、医疗电子、工业检测与测试等行业，可根据客户需求特殊设计连接器产品，并提供线缆组件加工服务。

公司在上海和宁波设有3个工厂，自有机加工、模具、注塑、电镀、玻璃烧结和装配等全套关键生产工艺，以及可靠性测试手段，以满足生产高质量连接器的要求。

公司拥有ISO9001、ISO14001、ISO45001、ISO13485、IATF16949等多项质量管理体系，以及RoHS、Reach、FDA、CA65等出口认证资质。

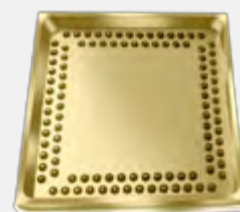
公司是**工信部第三批专精特新“小巨人”企业**，是国内实现自主可控、服务高端装备的重要连接器生产厂商。



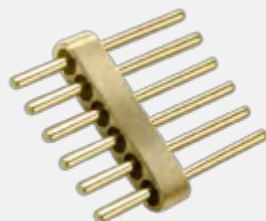
玻璃烧结-微矩形电连接器



玻璃烧结-TO管座



玻璃烧结-金属封装外壳



玻璃烧结-直流绝缘子及排针



玻璃烧结-射频同轴连接器



玻璃烧结-射频绝缘子



插拔自锁连接器-U系列



插拔自锁连接器-F系列



插拔自锁连接器-FX系列



光电连接器-J30J系列



光电连接器-J599系列



HDMI高速信号线缆组件



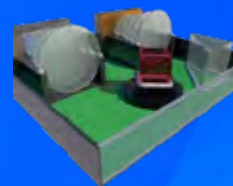
- 专注于光通讯与微电子环氧粘接剂领域，产品线追求少而精；
- 资深国外行业专家与本土丰富产品开发经验研发团队紧密合作；
- 核心材料定期信息搜集，特殊材料一手信息收集。



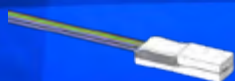
单双组份光纤用胶



BOSA 用单组份热固化胶



激光雷达用胶



FA器件用胶



车载摄像头用胶

专注成就专业，专业服务客户



光模块用环氧UV热固胶



超 低CTE UV热固化胶

广州芯泰通信技术有限公司

- 波分光传输系统(10G/ 100G/ 200G/ 400G波分系统)
- OTN-DCI城域波分系统
- 光放大系统(OEO/EDFA/SOA)
- 光保护系统(OLP/OBP/FMS)

专业光通信产品制造商
光传输解决方案提供商



OTNS8600-DCI(1.6T/3.2T)

它具有高集成(光电一体化)、大带宽(25.6Tbits/Fiber)、简部署(免复杂调测)易运维(NETCONF/YANG)和安全可靠等特征



OTNS8600光传输网络系统(1U/2U/5U)

它具有容量易扩展、业务接入灵活、高带宽利用率高可靠性、优异架构设计、超大传输容量、任意业务接入、统一网管平台等特点



高集成波分系统(10G/100G)

它具有超高集成度、高可靠性、纯自适应、供热散电可靠性、极简体积、一键安装大容量、体积小、低能耗、高性价比等特点



电话: 400-6677-515

官方网站: www.sintai.com.cn

地址: 广州市黄埔区埔南路63号之中科研办公楼4层





汕尾市索思电子封装材料有限公司

Shanwei Sousse Electronic Packaging Material Co., Ltd.



企业简介

COMPANY INTRODUCTION

汕尾市索思电子封装材料有限公司是广东省索艺柏科技有限公司全资子公司，成立于2014年，位于广东省汕尾市高新区，公司占地面积14000平方。是一家拥有先进封装材料一体化解决方案，两大生产基地（汕尾索思基地，合肥索思基地），三个标准化（钎焊料、银钎料、金钎料），四大主营产品（预成型焊料、金锡预置盖板、电镀镍金、钎焊封装）全流程自主可控国产化供应商。

索思具备了业内最完备的预成型焊料以及盖板模具库，现有模具超过15000套，能快速为客户提供精密的产品规格。合肥索思基地拥有全自动电镀生产线，为金锡预置盖板快速供货、减少第三方供应商在镀金镀镍中间环节出现的不可控因素，确保金锡预置盖板的交货周期以及在封装工艺中的质量稳定输出。



四大主营产品

FOUR MAIN PRODUCTS

- 01 金锡焊料
- 02 预置金锡盖板
- 03 电镀镍金
- 04 钎焊封装



预置金锡盖板

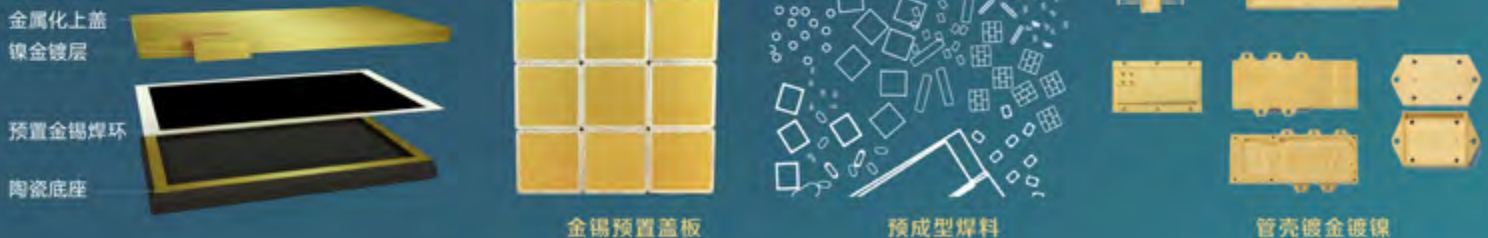
精准定位，为客户减少封装工艺，降低损耗，减少成本

PRESET GOLD TIN COVER PLATE



产品展示

PRODUCT DISPLAY



公司地址：汕尾市高新技术产业开发区红草园区青新路1号

公司地址：Building 1, Qingxin Road, The HongCaoPark of Shangwei High-tech Industrial Development Zone, Guangdong Province

公司网址：http://www.source-mat.com

公司邮箱：Mail: beryllin@source-mat.com

公司传真：0660-3229555

公司电话：0660-3690699 18688077488