

# 中国光电

王大珩

CHINA OPTOELECTRONICS MAGAZINE 2022年第1期 / 总第106期

## 2022年度 (P06) “中国光电博览奖”

即日起开始项目征集，截止时间为2022年6月15日

更多资讯尽在



杂志官方微信公众号

## FTTH接入网

千兆光纤入户 XG-PON/XG-EPON解决方案：

- 40um 10Gbps APD Chip For XG-PON ; 16um 25Gbps APD Chip For 80km
- 1310nm 25Gbps PD Chip For 25G-EPON ; 26um 10Gbps APD Chip For 40km



## 5G通信

5G通信系统前/中传光接收方案：

- 1310nm 20um 25Gbps PD Chip ; 1310nm 32um 25Gbps PD Chip
- 1310nm 16um 50Gbps PD Chip ; 1310nm 4X25G / 4X50G Array PD Chip



## 数据中心

数据中心光互连探测器芯片解决方案：

- 850nm 4x56Gbps PAM4 PD Array Chip ; 850/1310nm 4X25G Array Chip
- 1310nm 25Gbps PD Chip ; 850nm 25Gbps PD Chip ;

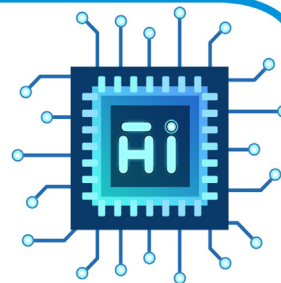


## 消费电子/激光雷达

HDMI高清视频传输：850nm 40-56Gbps Array PD Chip ;

激光雷达测距：1550nm 200um/500um APD Chip;

1550nm 30um SPAD Chip





# 10G/50G PON解决方案

## XGSPON/XGPON/GPON/EPON

### OLT端

- XB1201: XGSPON突发模式跨阻放大器
- XB1200: XGPON突发模式跨阻放大器
- XB3211: XGSPON OLT DML Combo
- XB3210: XGPON OLT DML Combo
- XB3200: G/EPON OLT DML Combo

### ONU端

- XB1110 HTIA: 2.5G APD替代10G APD
- XB1111 Super TIA: 10G PIN PD替代APD
- XB3111: XGSPON ONU Combo
- XB3110: XGPON ONU Combo
- XB3100: G/EPON ONU Combo

## 25G/50G PON

### OLT端

- XB1221: 25Gb/s突发模式跨阻放大器
- XB1231: 50Gb/s突发模式跨阻放大器

### ONU端

- XB1151: 50Gb/s NRZ连续模式跨阻放大器

## 5G前传套片

- XB1121: 28Gb/s连续模式跨阻放大器
- XB3221: 28Gb/s DML Combo



**芯波微电子**

芯片采购与合作: [sale@sibroad.com](mailto:sale@sibroad.com)

地址: 深圳·上海·成都

网址: [www.sibroad.cn](http://www.sibroad.cn)

# CONTENTS | 目录



## 特别关注 Special Focus

**P6 / 即日起开启! 2022 年度“中国光电博览奖”征集正式启动**

## CIOE 直通车 CIOE News

**P10 / 2022 中国光通信高质量发展论坛**

**P12 / 构建智慧城市数字底座:全光算力网络势在必行**

——全光网络深入应用于行业,可促进数字化转型,为智慧城市打造一个高安全、高效率 and 体验可保障的全光底座;将光纤延伸到园区、工厂、机器。有了全光网络的数字基础设施底座和无处不在的光联接,才能激发出无限的增长空间,丰富我们的生活和工作,推动千行百业的数字化转型。来自国家信息中心、地方管局、信通院、中国联通、中国移动、中国电信等相关专家,共谈全光城市的发展。

**P15 / 助力“东数西算”:全光数据中心赋能数字经济**

——随着数据中心网络的规模发展,以及云计算数据中心网络拓扑结构的持续升级演进,对数据中心光互联技术提出了更高速率、更低功耗、更低成本等需求。基于此,中国光电博览会组委会联合 C114 推出大型策划会展活动——“2022 中国光通信高质量发展论坛”之“全光数据中心研讨会”。本次研讨会将围绕数据中心应用场景,聚焦数据中心开放光网络,交换机趋势,DCI,光模块 / 芯片等话题进行探讨。

## 学术 Academia

**P18 / 装车机器人激光雷达测量系统及其标定方法**

——为了解决装车机器人装车前货车车体位置和尺寸测量的问题,搭建了基于二维激光雷达的车体智能测量系统,并重点研究了该系统的标定方法。通过旋转平台带动二维激光雷达,利用单个二维激光雷达获得被测车体的三维信息。针对现有激光雷达测量系统标定方法复杂、标定件制作困难等问题,以 321 坐标系建立法为基础,提出了一种基于三平面标定板的系统参数标定方法,建立了标定数学模型,并详细给出了该标定方法的原理及步骤。

## 业界 Industry

**P25 / 智能环境传感器,中国的曙光?**

——从设计、制造、封装测试到设备材料形成支撑自主可控的供应链,打造中国传感器产业的汇集集群。

**P29 / 激光清洗对金属酸洗的替代优势**

——酸洗板 (Pickling plate) 是以优质热轧薄板为原料,经酸洗机组去除氧化层,切边,精整后,表面质量和使用要求 (主要是冷弯成型或冲压性能) 介于热轧板和冷轧板之间的中间产品,在保证表面质量使用要求的前提下,使用户有效降低采购成本。

**P32 / 机器人视觉三维成像技术全解析**

——本文针对智能制造领域机器人视觉感知中的三维视觉成像技术进行综述,系统地总结了一些有代表性的机器人视觉成像方法的特点和实际应用中的局限性,内容涉及飞行时间三维成像、点线扫描三维成像、色散共焦成像、结构光投影三维成像、光学偏折成像、单目与多目立体视觉三维成像和光场成像等。绘制了各种视觉成像的图谱,并探讨了机器人手眼系统最佳三维成像方法。

**P37 / 产业结构低碳转型 5G, 助力运营商赋能绿色制造**

——据《经济参考报》报道,近日,相关部门正研究编制“工业互联网+双碳”实施方案,推动工业互联网、大数据、5G 等新一代信息技术赋能绿色制造。在推进工业互联网绿色发展过程中,运营商也为实现“绿色制造”添砖加瓦。



**P38 / 科学家成功实现室温下产生红外激光, 有望带来更低功率的泵浦激光器**

——在一项新的研究中, 西班牙的科学家们表示, 未来他们有望制造出可以沿着光纤涂层或直接沉积在硅上的红外激光器, 作为 CMOS 制造过程的一部分。他们已经证明, 集成在一个专门设计的光学腔内的胶体量子点, 可以在室温下通过光学通信窗口产生激光。

**应用 Applications****P39 / 无机非金属 3D 打印医用材料市场前景广阔**

——3D 打印技术于 20 世纪 80 年代开始商业化发展, 经过多年积累, 现阶段技术日益成熟, 3D 打印材料逐渐成为限制 3D 打印行业发展的重要因素。由于应用在医疗领域, 与普通 3D 打印材料相比, 3D 打印医用材料除了需要适应 3D 打印技术需求以外, 还需要具有一定的强度、韧性、耐腐蚀性, 以及优良的生物相容性, 无机非金属材料是常见的 3D 打印医用材料种类之一。

**P40 / 什么是物流机器人? 物流机器人的类型和组成介绍**

——物流机器人是指应用于仓库、分拣中心、以及运输途中等场景的, 进行货物转移、搬运等操作的机器人。物流机器人(又可理解为自动引导车, Automated Guided Vehicle, 简称: AGV)在整个智能物流系统中起关键性的作用, 其中仓储 AGV 被广泛应用于物流行业及各大主流电商的仓库存储、分拣中心和运输等操作场景, 主要完成装卸、搬运、存储、分拣和运输等工作。

**聚焦协会 Association News****P42 / 深圳市光学光电子行业协会 第七届第二次会员大会隆重召开!**

——2021 年 12 月 29 日, 深圳市光学光电子行业协会(以下简称: 深光协)第七届第二次会员大会在南山区凯宾斯基酒店成功举办。来自政府职能部门、协会会员企业、专家学者及友好协会、行业媒体等近 200 余名代表出席会议。本次大会以“聚光前行 勇立潮头”为主题, 同期举行深光协第七届第三次常务理事会议。

**P44 / 河南省工业和信息化厅领导一行莅临深光协调研考察**

——2022 年 1 月 6 日, 河南省工业和信息化厅(以下简称河南工信厅)开放合作处领导一行拜访深圳市光学光电子行业协会(以下简称深光协)和中国国际光电博览会(以下简称 CIOE), 深光协和 CIOE 相关人员进行了热情接待。双方就产业链培育、优势资源互补、区域展会联动、产业引导政策等方面进行了座谈交流。

**P45 / 深圳市南山区企服中心、区政府办领导一行莅临深光协调研考察**

——2022 年 1 月 27 日, 深圳市南山区企业发展服务中心、深圳市南山区政府办公室领导一行拜访深圳市光学光电子行业协会(以下简称深光协)。深光协相关领导代表深光协热情接待。双方围绕惠企扶持政策、产业发展痛点、协会专业服务等问题展开交流。

**P46 / 传承奥运精神, 永葆奋进姿态**

——2022 年 2 月 2 日, 北京 2022 年冬奥会火炬接力启动仪式在奥林匹克森林公园隆重举行。当天下午 16 时许, 深光协会员单位凯普林光电董事长陈晓华作为第 261 棒火炬手, 完成神圣的火炬传递。

**产品 Products****P48 / 展品直击**

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**

李丹青 Achin

**美术编辑 /Art Editor**

林兆欣 Zhaoxin Lin

**摄影记者 /Photographer**

红瓢子 Hong

**网络编辑 /Website Editor**

光博君 CIOE6666

**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





即日开启！

2022 年度“中国光电博览奖”征集正式启动

# 2022年度“中国光电博览奖”

即刻申报参与评奖

**2022 年度“中国光电博览奖”即日起开始项目征集，截止时间为 2022 年 6 月 15 日。**

CIOE 自去年首次推出“中国光电博览奖”征集评选以来，得到了业界特别是参展企业的高度关注和积极参与。企事业单位提交专业有效参评项目百余项，经过专家团三轮评审及现场终审，共计 34 个申报项目最后入围并获奖，向业界展示了强大的中国光电科技创新力量。

沧海横流方显英雄本色，疫情肆虐下光电行业更呼唤创新科技带来新的曙光。CIOE 中国光博会组委会即日起启动 2022 年度“中国光电博览奖”评选项目征集，欢迎所有参展企事业单位积极申报展示具有代表性、创新性的研发项目，同台竞技切磋光电科研潮流，高手对决引领创新科技风向。

请各申报单位登录 [www.cioe.cn](http://www.cioe.cn) 网站在“中国光电博览奖”专题页面下载申报表格及填报注意事项，并于申报截止日期（2022 年 6 月 15 日）前提交申报资料。

## 提交要求：

将填写好的《中国光电博览奖申报书》装订 2 套，加盖申报单位公章，同时提交相同内容的扫描件电子档（其中包含的附件要求是原件的扫描或复印件）。盖章扫描后的电子文档发送至 [805277295@qq.com](mailto:805277295@qq.com)；两套纸质申报书寄至：广东省深圳市南山区海德三道海岸大厦东座 607 室，中国光电博览奖评审专家委员会办公室。咨询电话：0755-88242522

**九月深圳，一年一度光电盛会 CIOE 现场见！**

### 各参展单位:

为推进中国光电产业技术发展,鼓励参展企事业单位研发新产品和技术及创新的积极性,反映中国光电行业最新技术成果,同时为中小参展企业提供展示自身实力和科研成果的机会,经中国国际光电博览会(中国光博会,CIOE)组委会提议、CIOE主席团批准,以及评审专家委员会会议讨论通过,决定设立以光电新产品、新技术为主题的产品成果奖项,名称定为“中国光电博览奖”,分设金奖、银奖、优秀奖,拟在每年中国光博会期间评定和颁布。

为此,2020年CIOE组委会成立了以曹健林先生为主任委员的评审专家委员会,并在9月10日第22届中国国际光电博览会期间召开了首次奖项评审专家委员会会议。曹健林先生在会上做了关于在中国光博会设立“中国光电博览奖”的主旨讲话,15名到会院士、专家讨论通过了成立奖项评审专家委员会专家组,通过了专家委员会工作章程和“中国光电博览奖”评审条例,并于2021年成功举行了首次“中国光电博览奖”公开征集、评审与颁奖。

### 评审专家委员会组成

专家人选根据专业领域和行业影响力以及学术地位,由CIOE组委会广泛征求行业意见后提名,并征得专家本人同意后聘任。评审专家委员会由27名专家组成,曹健林先生任主任委员,根据专业领域初步决定分设四个评审专家小组和评审专家委员会办公室,组成人员如下:

- 1、通信与物联网专家组 毛谦、张杰等多名专家
- 2、精密光学与传感专家组 罗先刚、贾平等多名专家
- 3、激光与红外技术专家组 顾瑛、樊仲维等多名专家
- 4、微电子与光电子专家组 骆清铭、叶甜春等多名专家
- 5、评审专家委员会办公室 彭文达、杨宪承教授等5人

### 参与评奖资格和条件

1、以参加或曾经参加过中国国际光电博览会的参展企事业单位为主体,其专业领域以光电技术产品研发、生产和销售为主;

2、产品技术创新性突出,技术经济指标先进,形成了产业的

主导技术和实际产品,技术难度较大,解决了行业发展中的热点、难点和关键问题;

3、所开发的产品成果经过实施应用,产生了明显的经济效益或者社会效益,实现了技术创新的市场价值或者社会价值,为经济建设、社会发展和国家安全做出了较大贡献;

4、推动行业科技进步作用明显,成果的转化程度高,具有较强的示范、带动能力,提高了行业技术水平、竞争能力和系统创新能力;

5、属自行研发和自主创新技术产品,不存在剽窃、侵占他人技术成果、无知识产权争议、无其他不正当手段获得的产品技术和成果。

### 申报和评审流程

1、评审专家委员会办公室向CIOE参展单位发布申报奖项征集通知,并提供相应申报流程指南和申报书模板;





2、采取单位自愿申报原则，按照申报指南和申报书填写说明的要求，在规定的日期内向“中国光电博览奖”评审专家委员会办公室提交申报材料。申报单位原则上在同一项目领域不得多项目申报，并保证所选项目领域与申报材料内容一致；

3、经评审专家委员会办公室初审材料，按照申报专业类别报送“中国光电博览奖”评审专家委员会相关领域专家评审。材料不符合要求的将退回补充修改；

4、经过专家初评通过入围的项目，评审专家委员会办公室将通过网络向社会公示，公示期无异议项目正式入围进入最终评审；

5、所有经初选入围的项目，由申报单位在 CIOE 展会期间面向现场终审专家组做 8 分钟现场答辩（含视频和 PPT 演讲）；

6、根据评审专家委员会专家现场打分，最终评选出当年“中国光电博览奖”金奖、银奖、优秀奖；

7、在 CIOE 展会期间举行隆重的颁奖仪式，由中国国际光电



博览会组委会（CIOE）向获奖单位颁发奖牌、证书和奖金；

8、对于技术特别先进、创新点特别突出、对技术发展有开创性贡献的特别获奖项目，由“中国光电博览奖”评审专家委员会向国家科学技术奖奖励办推荐，申报国家科技奖项；

9、评奖过程中，专家评审组成员名单对外保密，以示公正；

10、深圳市光学光电子行业协会作为中国光博会承办单位之一参与组织评奖有关活动。C





# 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

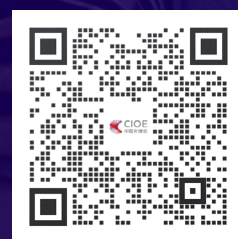
第一步：发送名片申请入群

第二步：发送感兴趣的行业

# 2步

## 添加【光博君】企业微信

扫描右边二维码，等你来撩！



扫一扫添加光博君企业微信

# 2022

## 中国光通信 高质量发展论坛

**主办单位:**中国国际光电博览会 (CIOE)、C114通信网

**协办单位:**深圳市光学光电子行业协会



# 目录

## P12 构建智慧城市数字底座：全光算力网络势在必行

——全光网络深入应用于行业，可促进数字化转型，为智慧城市打造一个高安全、高效率 and 体验可保障的全光底座。将光纤延伸到园区、工厂、机器。有了全光网络的数字基础设施底座和无处不在的光联接，才能激发出无限的增长空间，丰富我们的生活和工作，推动千行百业的数字化转型。来自国家信息中心、地方管局、信通院、中国联通、中国移动、中国电信等相关专家，共谈全光城市的发展。

## P15 助力“东数西算”：全光数据中心赋能数字经济

——随着数据中心网络的规模发展，以及云计算数据中心网络拓扑结构的持续升级演进，对数据中心光互联技术提出了更高速率、更低功耗、更低成本等需求。基于此，中国光电博览会组委会联合 C114 推出大型策划会展活动——“2022 中国光通信高质量发展论坛”之“全光数据中心研讨会”。本次研讨会将围绕数据中心应用场景，聚焦数据中心开放光网络，交换机趋势，DCI，光模块 / 芯片等话题进行探讨。

# 构建智慧城市数字底座：全光算力网络势在必行

来源 | C114 通信网 作者 | 水易

全光网络深入应用于行业，可促进数字化转型，为智慧城市打造一个高安全、高效率和体验可保障的全光底座；将光纤延伸到园区、工厂、机器。有了全光网络的数字基础设施底座和无处不在的光联接，才能激发出无限的增长空间，丰富我们的生活和工作，推动千行百业的数字化转型。

为了更好地推动全光网建设，夯实智慧城市底座，中国光电博览会组委会联合 C114 推出大型策划会展活动——“2022 中国光通信高质量发展论坛”之“全光城市研讨会”，来自国家信息中心、地方管局、信通院、中国联通、中国移动、中国电信等相关专家，共谈全光城市的发展。

## 全光网构筑智慧城市数字底座

国家信息中心信息化和产业发展部主任单志广认为，以千兆光网为基础的数字技术驱动智慧城市和数字经济的深入发展。通过将 F5G 为代表的固定通信，5G 为代表的移动通信，人工智能，大数据，区块链等技术能力的叠加，将推动智慧城市、数字经济有更好的展现，实现数字技术在城市各领域全民性、全时段、全要素、全流程的覆盖，城市发展将更人性化、智能化、便捷化。



中国信息通信研究院总工程师敖立表示，千兆光网形成全光城市的综合网络底座，融合物联网、云计算、人工智能等信息技术，全面支撑起立体感知、全域协同、精确判断和持续进化的智慧城市系统。



与此同时，以千兆光网为代表的光纤网络不仅为固定通信提供网络连接，也是 5G、数据中心、物联网等新型基础设施的“承载底座”，是支撑我国社会经济发展新型基础设施的基石，在拉动有效投资，促进信息消费，赋能千行百业等方面发挥着重要作用。

因此，加快推进千兆光网发展，是当前我国网络发展方面的聚焦热点和工作重点。这一过程中，华为作为光网络领域领先的设备商，引领全光产业的发展。华为光传送领域副总裁冯国杰表示，算力光网将构筑算力经济蓬勃发展的信息大动脉。构筑全光城市，筑基算力网络，将带来覆盖升级、架构升级、运营升级。全光城市赋能算力网络，也将助力数字经济高质量发展。OTN 全光网提供确定性承载能力，是算力网络最佳载体。





## 政策牵引，打造全光城市标杆

当然，全光智慧城市的发展和落地终要回归城市本身。据了解，目前中国已经涌现大量全光智慧城市发展标杆，这一切离不开当地政府职能部门的政策支撑，以及运营商的全心全意部署。

作为中国经济最发达的省份之一，山东省委省政府高度重视数字新基建的建设，在2021年9月正式发布《山东省“双千兆”网络协同发展行动方案》，并将其作为山东省网络建设的顶层纲领，提速“双千兆”建设，筑牢数字强省之基。



山东省通信管理局副局长孟强介绍，过去的2021年，山东省已经圆满完成各项通信网络建设指标，取得了丰硕成果，千兆用户数达到241.4万，增速位居全国第2。下一步，山东省将加快推进光传送节点建设，构建城市超低时延圈。同时，山东省成立16市信息通信发展办公室，联动保障双千兆网络建设落地。

山东联通作为山东省内的头部运营商，在网络建设方面持续不断探索创新，制定“三步走”战略，实现从“智慧光网”到“智慧光云”到“全光算力网络”。中国联通山东省分公司网络部副总经理李壮

志表示，2022年，山东联通开始迈向全光算力网络，不断夯实智慧光云城市底座，为企业和算力之间搭建数据高铁，探索F5G+X的新场景服务于千行百业，助力“数字山东”高质量发展。



作为“先行示范区”，深圳市在过去两年出台多个5G和千兆光网的相关政策文件。深圳市工业和信息化局无线电管理处副处长黄正育表示，深圳具备精准的“双千兆”战略定位和政策措施，以及良好的“双千兆”产业基础和发展优势，“双千兆”网络建设已步入快车道。《深圳千兆城市发展白皮书》将号召社会各界踊跃参与千兆城市建设，加快深圳领跑全国的创新发展步伐。



作为大湾区网络建设的先行者，广东移动进一步推动“连接+算力+能力”的信息基础设施建设，构筑“双千兆”网络优势。近年来联合业界，提出了全光网络的三个创新领域，包括全光底座、全光大脑和全光业务，并全部付诸实践，全面支撑个人、家庭、行业数字化高品质需求。

广东移动计划建设部副总经理沈文凯表示，下一步广东移动将基于现有的全光网成果，与算力网络融合创新，推进云、网、数、智、边融合，实现云边端算力高速智能互联，推动算力成为与水电一样



“一点接入、即取即用”的社会级服务，最终达成“网络无所不达、算力无所不在、智能无所不及”的发展愿景。

战略实施，提升跨区域算力调度水平，为泛在算力资源提供运力保障。



## 业务驱动，加速光网络创新演进

任何行业 and 产业的发展都是由于需求的结果，光网络的演进升级也是如此。特别是随着“东数西算”工程的启动对算力网络的需求；OTN 网络下沉所带来的多元化业务、需求体验差异化需要灵活的接入；还有光网络始终追求的超高速传输目标。以上种种都在驱动光网络的持续创新和演进。

中国移动研究院基础网络技术研究所副所长张德朝表示，面向算力网络、5G+ 垂直行业、政企专线等新业务发展，需要构建新一代基于 OXC 的光电联动型全光网。其中，单载波 400G/800G、解耦型 CPE/OSU 是下一代 OTN 网络实现超大容量和灵活接入的使能技术，其关键技术、器件及芯片亟需突破。同时，在标准层面，OSU 国际标准需业界协同推进。



中国联通研究院副院长、首席科学家唐雄燕表示，国家“东数西算”工程正式启动，需要超强运力、IP+ 光协同、算网协同的算力网络来支撑。光网络是新一代数字基础设施的坚实底座，是不断提升网络带宽和运力的关键手段，持续向着宽带、智能、开放、泛在的方向发展。

唐雄燕进一步指出，全光算力网络提供超高安全、超低时延、超高可靠、超大带宽、超长距离、灵活可调、绿色节能的高品质连接，可以快速高效地将“东数”运送到“西算”，助力国家“东数西算”

中国电信股份有限公司研究院高级专家霍晓莉表示，M-OTN/OSU 是符合城域光网络发展的技术创新，是我国在光传送网国际标准领域实现由跟随向引领的突破。同时，M-OTN/OSU 创新技术具备其先天的优势，是未来城域光网络中 OTN 的技术演进方向，可满足未来复杂多样的业务承载需求和挑战。中国电信将在 M-OTN 产业发展中持续引领标准方向，联合产业链上下游各方打造完整的生态圈，实现 M-OTN 在现网的快速部署和应用。C

# 助力“东数西算”：全光数据中心赋能数字经济

来源 | C114 通信网 作者 | 水易

随着数据中心网络的规模发展，以及云计算数据中心网络拓扑结构的持续升级演进，对数据中心光互联技术提出了更高速率、更低功耗、更低成本等需求。

基于此，中国光电博览会组委会联合 C114 推出大型策划会展活动——“2022 中国光通信高质量发展论坛”之“全光数据中心研讨会”。本次研讨会将围绕数据中心应用场景，聚焦数据中心开放光网络，交换机趋势，DCI，光模块 / 芯片等话题进行探讨。

## 建设高质量数据中心，赋能数字经济

随着 5G、云计算、人工智能等新一代信息技术快速发展，信息技术与传统产业加速融合，数字经济蓬勃发展，数据中心作为各个行业信息系统运行的物理载体，已成为经济社会运行不可或缺的关键基础设施，在数字经济发展中扮演着至关重要的角色。



中国信息通信研究院云计算与大数据研究所所长何宝宏认为，数据中心是数字经济的新底座，数据中心位于新旧基建的交叉路口，像是传统基建中做数字产业的，数字产业中做传统基建的。数据中心是新一代数字技术的底座，是数字经济的支撑，也是新一波技术创新的制高点。数据中心就是计算机，已经成为技术密集型、资本密集型和能耗密集型的新产业。

如今，“东数西算”政策，引发了数据中心新热潮。同时，根据《新

型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》：用 3 年时间，基本形成布局合理、技术先进、绿色低碳、算力规模与数字经济增长相适应的新型数据中心发展格局。何宝宏预估，2021 年我国 IDC 全行业的总收入约在 2 千亿元。

在何宝宏看来，建设高质量数据中心需要具备高技术、高算力、高能效、高安全等特征。因此，数据中心的相关技术也在进行着翻天覆地的变化。就数据中心网络创新方面，就有包括 RDMA 推动三网合一、无损网络、可编程芯片、智能网卡。同时业界也在积极推进液冷技术。

## 打造高效光互联方案，服务算力时代



数据中心技术的升级演进，离不开产业链的支撑，华为光产品线企业光网络架构师陈志强表示，数据中心光互联解决方案，向超



大带宽、极简架构、智能运维三大方向演进。超大带宽：单波提速、扩展频谱相结合，实现容量持续翻倍。极简架构：通过 OXC 实现设备极简、组网极简，超低时延，免站内连纤。智能运维：基于 sensor 的系统精准余量，同时实现故障可预测、网络自动调测及同缆可检测等。



上海诺基亚贝尔股份有限公司光网络事业部总裁张寒峰，随着“东数西算”的推进，分布式算力资源要求基于全光网络的光底座来支撑算力网络的建设和业务发展，并向四方向进行高效演进。上海诺基亚贝尔将秉承“大道至简”理念，构建一个先进、开放、灵活、智能、绿色的全光网络架构和网络环境，“端到端”地全力支撑算力网络。



新华三集团交换机产品线产品管理部部长陈伯超表示，数字化转型进程正深入每个行业，在“东数西算”背景下，算力已成为“资源”，能够像水和电一样灵活按需索取。这一过程中，数据将成为新的生产力，要推动从“数字化”向“数据化”的转变。因此，在建设下一代 ICT 基础设施时，要在算力服务架构和算力资源调度方面下足功夫。



在数据中心领域，业内一直在探索开源白盒的方案。星融元数据技术有限公司副总裁兼研发部负责人李明玉认为，开放网络的价值在于标准、成熟的网络协议栈，是高质量持续发展的基础。同时，面向应用架构演进能力，系统灵活性能够和主机网络同步迭代。此外，硬件抽象层接口基于业界共识，能够快速导入各类数据平面加速技术。当然，不仅是软硬解耦，还是一种敏捷、高质量的网络设备开发交付模式。

## 网络架构升级，光模块重要性凸显

随着网络架构升级，框式交换机逐步被拆成盒式交换机，光模块数量也随之增加。为了降低成本，交换机和光模块也逐步解耦，由模块厂商直接供货而不再是向设备厂商采购。因此，光模块的演进也备受业界关注。



腾讯光系统架构师胡胜磊表示，如今，数据中心对光模块有质量、成本、效率趋势三个维度的诉求，需要在光模块的硬件应用技术范畴进行考量。比如监控参数，光模块毫无征兆的失效将影响业务，需要监控参数去定位光模块网络故障，实现精准预测。



京东光网络架构师陈琤表示，随着数据中心规模的不断扩展，数据中心网络节点之间的连接带宽随之提升，已经从传统的 100G 发展到 200G 甚至 400G 时代。后 100G 时代，厂商对于技术路线的选择各有差异，但随着产业界对成本及网络架构统一性的要求不断提升，厂商的选择将逐渐趋同。当然，这取决于技术的发展，以及整个产业链、整个市场对相关产品的最终选择。



美团网络工程师岳树焯表示，美团正在拥抱变化，从互连架构设计、产品选型、线上管理以及对下一代的提前布局等多个方面出发，建设高质量数据中心网络。如果想获得成本、故障率和稳定性



的长期收效，根据客户的应用需求进行光模块定制开发并细化到芯片设计可以创造更高的价值，实现客户方、模块厂商和芯片厂商多方共赢。

旭创科技首席科学家孙雨舟表示，云计算、云存储、人工智能、机器学习等应用带来海量数据，对带宽需求呈爆炸式增长。今年，800G 光模块海外已开始批量部署，业界也启动了 1.6T/3.2T 高速光模块的研究。目前来看，1.6T 光模块有四种封装方案，我认为  $2 \times 800G$  的 IMDD 方案具有最好的功耗、成本和优越的性能。



海思光电子有限公司资深产品规划总监梁亦铂表示，疫情 + 数字化转型驱动 Cloud CAPEX 高速增长，DC 光模块持续放量。目前，OTT 主导以太网模块持续提速演进，不过面对汹涌的流量红薯，数据中心光互联演进路线却是分化的，呼吁产业链需要进一步集中，最大化规模优势。另外，光电产业核心环节为底层芯片，目前国产厂商 25G NRZ 基本实现商用，56G PAM4 以上高端场景待突围。

C

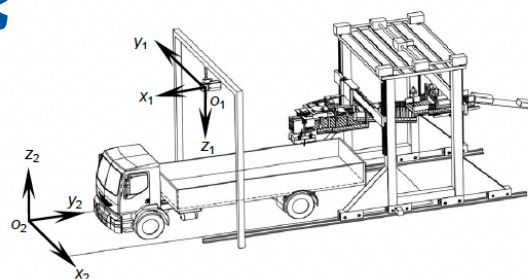


# 装车机器人激光雷达测量系统及其标定方法

王春梅<sup>1</sup>, 黄风山<sup>2\*</sup>, 薛泽<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 河北科技大学电气工程学院, 河北 石家庄 050018;

<sup>2</sup> 河北科技大学机械工程学院, 河北 石家庄 050018



**摘要:** 为了解决装车机器人装车前货车车体位置和尺寸测量的问题, 搭建了基于二维激光雷达的车体智能测量系统, 并重点研究了该系统的标定方法。通过旋转平台带动二维激光雷达, 利用单个二维激光雷达获得被测车体的三维信息。针对现有激光雷达测量系统标定方法复杂、标定件制作困难等问题, 以 321 坐标系建立法为基础, 提出了一种基于三平面标定板的系统参数标定方法, 建立了标定数学模型, 并详细给出了该标定方法的原理及步骤。在实验室搭建测量系统进行了标定实验以及模拟车体测量实验, 在户外对真实车体进行了测量实验。实验结果表明, 本测量系统的最大车体尺寸长度测量误差为 26.4 mm, 最大角度测量误差为 0.18°, 完全满足装车精度要求。

**关键词:** 体位姿测量; 激光雷达; 装车机器人; 标定

## 1 引言

目前, 国内的物料装车基本上处于半自动化阶段<sup>[1]</sup>。主要通过人工加推车、叉车、伸缩式皮带输送机、码垛机器人等辅助工具来完成装车作业, 不仅装车效率低、工人劳动强度大, 而且诸如水泥化肥等物料会对装车工人的身体健康造成严重的危害<sup>[2-3]</sup>。因此, 迫切需要智能化的装车机器人, 实现智能装车首先需要确定待装车车辆体位姿和车斗尺寸, 所以车体位姿测量及其标定方法是其核心关键技术之一。

通常大尺度三维测量技术可分为基于视觉和基于激光测距原理的两类<sup>[4-5]</sup>。视觉系统对于环境的要求较高, 不适用于高粉尘的环境, 在室外条件下受恶劣天气、光照等影响较大, 因此不适用于车体测量。基于测距原理的激光雷达由于具有测量速度快、精度高、抗干扰能力强等优点, 在各个领域得到广泛的应用。尤其是在新兴的机器人视觉领域内, 很多学者和研究人员对激光雷达的应用及其标定方法进行了广泛的研究<sup>[6-9]</sup>。浙江大学的项志宇等人<sup>[10]</sup>提出用摆动装置带动二维激光雷达实现俯仰  $-45^\circ \sim 45^\circ$  范围内的三维扫描, 并通过扫描雷达正前方一定距离处垂直于地面的靶标, 从获取的距离值和参数的关系反求出所有标定参数。该方法扫描范围小, 且在标定过程中忽略了雷达横滚角, 从而降低了该方法的标定精度。中南大学的彭梦等人<sup>[11]</sup>提出将激光雷达安装在车载平台上对双平

行平面标定板进行扫描, 然后利用标定板上的扫描信息以及标定板的特殊结构计算出激光雷达相对于车体的俯仰角度和偏转角度。但在该方法中激光雷达的安装位置采用手工测量, 不仅测量精度低, 而且忽略了激光雷达的安装误差。上海交通大学的石路<sup>[12]</sup>采用中空的四棱锥作为标定靶, 研究了一种基于平面几何射影变换原理的标定方法, 但该方法操作繁琐、算法复杂且标定靶难以制作。

针对以上方法存在的不足, 结合车体测量的特点设计了一种旋转二维激光雷达测量系统, 通过对激光雷达和旋转平台的同步控制, 实现了对车体的空间三维测量, 并针对本测量系统提出了一种简单实用的基于三平面标定板的标定方法。

## 2 系统组成

### 2.1 智能装车机器人整体系统

智能装车机器人整体系统的组成示意图如图 1 所示, 其主要由①车体测量子系统、机器人移动子系统(包括前后⑦行走机构、③竖直升降机构和④横向移动机构)、⑧柔性传送链和⑨装车机械手组成。当运输车辆停在⑩装车区域时, 车体位姿测量系统自动获取运输车辆的车体位置和车斗尺寸信息; 然后系统自动生成⑤包装物料在车斗内的码垛方案; 最后由控制系统控制机械手将袋装物料码放到车斗的指定位置。

E-mail:hfs\_high@126.com

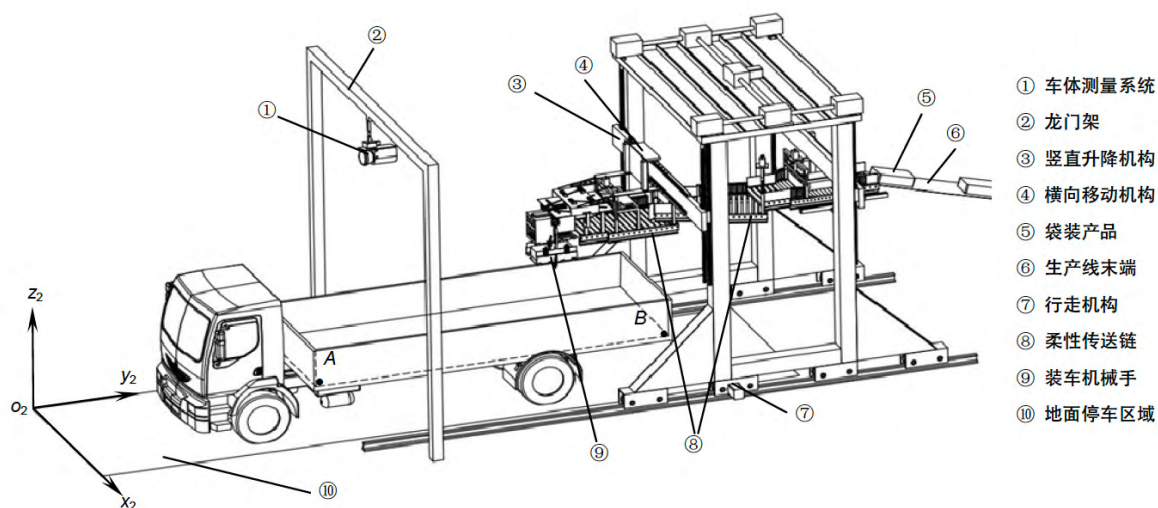


图1 智能装车机器人系统总体结构示意图

## 2.2 车体测量系统

车体测量系统主要完成车体位置和车斗尺寸的自动测量,其组成示意图如图2所示,主要由导电滑环、旋转工作台、二维激光雷达、连接板等部件组成。本文所选用的激光雷达扫描范围是 $270^\circ$ ,角分辨率为 $0.25^\circ$ ,即在扫描平面上从光心点 $o_0$ 发出1081条射线,射线遇到障碍物后返回激光雷达,根据光学原理求得障碍物到光心的距离。该激光雷达的扫描频率为50Hz,即每秒完成50次截面扫描。二维激光雷达通过连接板与旋转工作台相连, $l$ 为旋转工作台的旋转轴。测量系统工作时,旋转工作台带动二维激光雷达绕 $l$ 轴进行转动从而实现对车体的三维扫描,其中旋转平台的旋转速度可调,单次车体扫描最快可在15s内完成,后文中所有扫描数据的获取均在25s以内。

对整个车体测量装置引入三个坐标系:激光雷达坐标系、旋转中心坐标系以及装车坐标系。激光雷达坐标系的原点 $o_0$ 位于激光雷达的光心点, $y_0o_0z_0$ 平面为激光雷达的扫描平面, $o_0x_0$ 轴对应激光雷达的 $45^\circ$ 扫描线方向, $o_0z_0$ 轴对应激光雷达的 $135^\circ$ 扫描线方向。旋转轴 $l$ 与 $x_0o_0y_0$ 平面交于 $o_1$ 点,以 $o_1$ 为原点建立旋转中心坐标系,旋转中心坐标系的三个坐标轴分别平行于雷达坐标系的三个轴。在测量过程中,旋转中心坐标系保持不变,而激光雷达坐标系的位置会随激光雷达的旋转而改变。如图1所示,装车坐标系 $o_2-x_2y_2z_2$ 位于地面停车区域的右前方,在装车过程中机器人移动子系统以装车坐标系为基础进行装车码放。点A为车斗内部左前方底角点,也是装车的起始点,点B为车斗内部左后方底角点。

在此,定义直线AB在装车坐标系 $o_2x_2y_2$ 平面上的投影与 $o_2y_2$ 轴的夹角为车辆停放倾斜角 $\omega$ (当 $\omega$ 大于某阈值时需要调整车辆停放位置)。测得A点的位置以及角 $\omega$ 的大小即可获取车体位置,测得车斗底部四个角点的位置以及车帮高度即可获取车斗的尺寸。

在装车前首先要对车体测量系统进行系统标定,将几个坐标系建立联系,进而将激光雷达测得的车体位置和车斗尺寸信息传递给机器人移动子系统,然后才能完成袋装物料的自动装车。

## 3 系统标定

### 3.1 车体测量系统标定数学模型

在测量过程中,激光雷达坐标系的位置不断变化。若想获取被测对象的三维信息,应求得每一时刻激光雷达坐标系与旋转中心坐标系的转换关系<sup>[13]</sup>。当激光雷达旋转 $\alpha$ 角度后,激光雷达坐标系和旋转中心坐标系的位置关系如图3所示。将激光雷达坐标系绕旋转中心坐标系的 $o_1z_1$ 轴逆时针旋转 $\alpha$ 角度,然后沿 $o_1x_1$ 轴的负方向平移距离 $r$ ,即可与旋转中心坐标系重合( $r$ 为激光雷达的旋转半径, $r=o_0o_1$ )。

因此,旋转中心坐标系与激光雷达坐标系的转换关系为

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha & 0 & 0 \\ \sin\alpha & \cos\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & r \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$



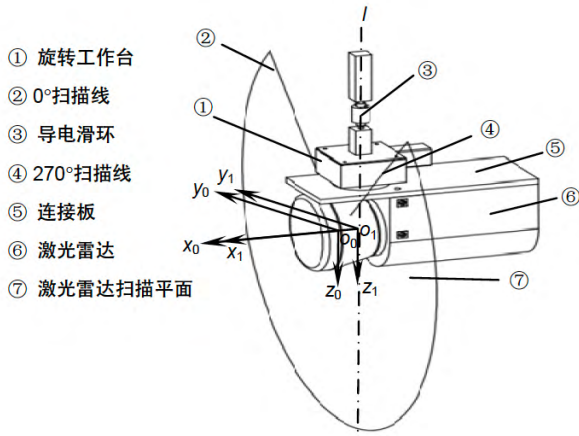


图2 车体测量系统

由于激光雷达存在安装误差,所以平面  $o_1x_1y_1$  与平面  $o_2x_2y_2$  不平行,且  $o_1x_1$  轴与  $o_2y_2$  轴不平行。因此将旋转中心坐标系绕其自身  $o_1x_1$  轴顺时针旋转  $\theta_x$  度 ( $\theta_x \approx 180^\circ$ ),再绕其  $o_1z_1$  轴逆时针旋转  $\theta_z$  度 ( $\theta_z \approx 90^\circ$ ),最后绕其自身  $o_1y_1$  轴旋转  $\theta_y$  ( $\theta_y \approx 90^\circ$ ),即可与装车坐标系的三个轴互相平行。然后分别沿其自身三个坐标轴方向平移  $\Delta x$ 、 $\Delta y$ 、 $\Delta z$  距离即可与装车坐标系重合。装车坐标系与旋转中心坐标系的坐标变换矩阵为

$$T = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta_x & -\sin\theta_x & 0 \\ 0 & \sin\theta_x & \cos\theta_x & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos\theta_z & -\sin\theta_z & 0 & 0 \\ \sin\theta_z & \cos\theta_z & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos\theta_y & 0 & \sin\theta_y & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin\theta_y & 0 & \cos\theta_y & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \Delta x \\ 0 & 1 & 0 & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 & \Delta z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

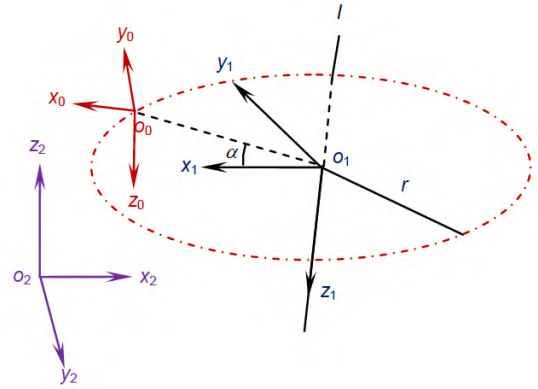


图3 坐标转换关系模型

综上,车体测量子系统的标定数学模型为

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \\ 1 \end{bmatrix} = T \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \\ 1 \end{bmatrix} = T \begin{bmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha & 0 & 0 \\ \sin\alpha & \cos\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & r \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \\ 1 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

由于旋转平台自带编码系统,所以  $\alpha$  可通过旋转平台的反馈得知。查询 sick 激光雷达产品手册可知  $r=16.8\text{mm}$ 。因此,解得矩阵  $T$  即可求得车体测量子系统的数学模型。

### 3.2 标定参数求解

相对于装车坐标系来说,激光雷达的安装角度和安装位置难以精确测量,即  $\Delta x$ 、 $\Delta y$ 、 $\Delta z$  等标定参数难以获取。为了避免多个参数分别求取造成误差累积,本文采用直接求解矩阵  $T$  的方法来减小标定误差。结合矩阵相乘的特点,采取代入特殊解的方法来求解矩阵  $T$ 。设旋转中心坐标系和装车坐标系的转换关系如式 (3) 所示,将表 1 中四组特殊解带入式 (3) 恰好能求解矩阵  $T$  的逆。

$$T^{-1} \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ a_5 & a_6 & a_7 & a_8 \\ a_9 & a_{10} & a_{11} & a_{12} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

表 1 四组特殊解

Table 1 Four sets of special solutions

| 特殊解 | $(x_2, y_2, z_2)$ | $(x_1, y_1, z_1)$          |
|-----|-------------------|----------------------------|
| 第一组 | $(0, 0, 0)$       | $(x_{11}, y_{11}, z_{11})$ |
| 第二组 | $(x_{21}, 0, 0)$  | $(x_{12}, y_{12}, z_{12})$ |
| 第三组 | $(0, y_{21}, 0)$  | $(x_{13}, y_{13}, z_{13})$ |
| 第四组 | $(0, 0, z_{21})$  | $(x_{14}, y_{14}, z_{14})$ |

### 3.3 标定方法

分析表 1 中四组特殊解可得，第一组解就是装车坐标系的坐标原点  $(0, 0, 0)$  及该点在旋转中心坐标系上的坐标  $(x_{11}, y_{11}, z_{11})$ ，第二组解就是装车坐标系中  $o_2x_2$  轴上一点  $(x_{21}, 0, 0)$  及该点在旋转中心坐标系上的坐标  $(x_{12}, y_{12}, z_{12})$ ，同理可得第三组和第四组解分别是装车坐标系中  $o_2y_2$  轴和  $o_2z_2$  轴上一点及其在旋转中心坐标系下的坐标。因此，找到这四个特殊点就可以解得矩阵  $T$ 。

由于本文所选激光雷达的系统误差为  $\pm 30\text{mm}$ ，统计误差为  $\pm 12\text{mm}$ ，所以为了减小标定误差，本文通过扫描三平面标定板，统计大量点云数据拟合平面并结合 321 坐标系建立法来找到这四

个特殊点。标定板摆放示意图如图 4 所示。采用雷达扫描测量系统对标定板进行扫描，三平面标定板点云如图 5 所示，分别拟合三个平面方程如下：

平面 1:

$$-0.009x_1 + 0.017y_1 + 0.998z_1 - 2696.908 = 0 \quad (4)$$

平面 2:

$$0.999x_1 + 0.017y_1 + 0.042z_1 - 1875.577 = 0 \quad (5)$$

平面 3:

$$-0.017x_1 + 0.999y_1 + 0.028z_1 - 1225.352 = 0 \quad (6)$$

根据三平面方程可知，三平面并不完全互相垂直。

因此以平面 1 为装车坐标系中  $o_2x_2y_2$  平面，平面 1 和平面 2 的交线为  $o_2x_2$  轴，三个平面的交点为  $o_2$  点，采用 321 法在旋转中心坐标系中建立装车坐标系，然后在装车坐标系中找到四个特殊点，进而求解矩阵  $T$ 。

具体求解步骤如下：

1) 联立式 (4) ~ 式 (6)，解得三平面交点  $o_2(x_{11}, y_{11}, z_{11})$ ，即第一个特殊点，该点在装车坐标系下的坐标为  $(0, 0, 0)$ ；

2) 联立式 (4)、式 (5)，解得直线  $o_2x_2$  在旋转中心坐标系下的直线方程。在该直线上任取一点，设该点为  $E(x_{12}, y_{12}, z_{12})$ ，求  $E$  点到  $o_2$  点的距离即  $x_{21}$ ，即该点在装车坐标系中的坐标为  $(x_{21}, 0, 0)$ ；

3) 此时已知装车坐标系的  $o_2x_2y_2$  平面、坐标原点  $o_2$  以及  $o_2x_2$  轴，以  $o_2x_2$  轴为法向量，过  $o_2$  点建立  $y_2o_2z_2$  平面。平面  $y_2o_2z_2$  与平面  $x_2o_2y_2$  交于  $o_2y_2$  轴，在该轴上任取一点  $F$ ， $F$  点在装车坐标系中的坐标为  $(0, y_{21}, 0)$ ，在旋转中心坐标系中的坐标为  $(x_{13}, y_{13}, z_{13})$ ；

4) 以  $o_2y_2$  轴为法向量，过  $o_2$  点建立平面  $x_2o_2z_2$ 。平面  $x_2o_2z_2$  与平面  $y_2o_2z_2$  交于  $o_2z_2$  轴，在该轴上任取一点  $G$ ， $G$  点在装车坐标系中的坐标为  $(0, 0, z_{21})$ ，在旋转中心坐标系中的坐标为  $(x_{14}, y_{14}, z_{14})$ 。

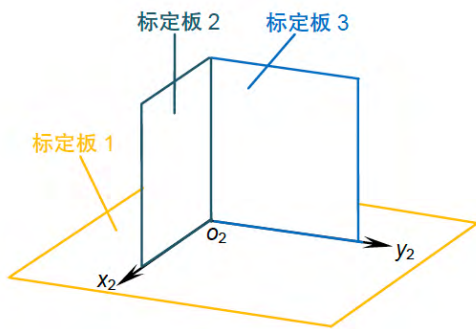


图 4 标定板摆放位置示意图

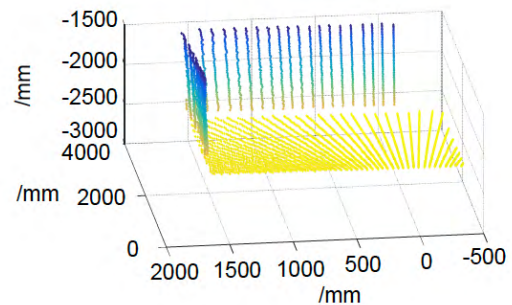


图 5 扫描三个标定板



与平面  $x_2o_2y_2$  交于  $o_2z_2$  轴, 在  $o_2z_2$  轴上任取一点  $G$ ,  $G$  点在装车坐标系中的坐标为  $(0,0,z_{21})$ , 在旋转中心坐标系中的坐标为  $(x_{14},y_{14},z_{14})$ ;

5) 将  $o_2$ 、 $E$ 、 $F$  以及  $G$  点在装车坐标系以及旋转中心坐标系中的坐标带入式 (3) 解得矩阵  $T^{-1}$ , 进而求解矩阵  $T$ , 最终解得装车坐标系与雷达坐标系的转换关系。

## 4 实验

### 4.1 标定实验

在实验室搭建测量系统如图 6。以地面作为标定板 1, 采用两块较为平整的硬布作为标定板 2 和标定板 3, 硬布下端通过两个吊坠自然下垂来控制标定板 2 和标定板 3 的位置。采用上节标定方法对测量系统进行标定, 求得四个特殊点的坐标如表 2 所示。

将表 2 中数据带入式 (3), 最终解得矩阵  $T$  得:

$$T = \begin{bmatrix} 0.017 & -0.998 & 0.010 & 1745.167 \\ -0.999 & -0.017 & -0.017 & 1180.291 \\ 0.017 & -0.009 & -0.999 & 2693.927 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^{\circ}$$

### 4.2 模拟车体测量实验

为了验证标定结果和测量系统测量结果的实用性, 用泡沫制作了一个类似车斗的模型作为被测件, 如图 7 所示。先用激光跟踪仪测得模拟车斗的长宽高作为车斗大小的实际值, 再用组建的车体位姿测量系统对模拟车斗进行三维扫描测量, 通过点云分割、去噪等处理, 提取出车斗底部四个角点以及车帮上的部分点, 如图 8 所示。经过多次测量计算出车体大小位置参数的平均值和车体实际参数进行对比, 结果如表 3 所示。



图 6 实验室搭建测量与标定系统

表 2 标定实验求得的四组特殊解

Table 2 Four special solutions obtained by calibration experiments

| 特殊解   | $(x_2, y_2, z_2)/\text{mm}$ | $(x_1, y_1, z_1)/\text{mm}$  |
|-------|-----------------------------|------------------------------|
| $o_2$ | (0, 0, 0)                   | (1745.17, 1180.29, 2693.93)  |
| $E$   | (1168.95, 0, 0)             | (1764.64, 11.68, 2714.34)    |
| $F$   | (0, 1728.22, 0)             | (17.27, 1151.21221, 2677.68) |
| $G$   | (0, 0, 2667.77)             | (1771.02, 1134.13, 26.68)    |



图7 模拟车斗测量实验

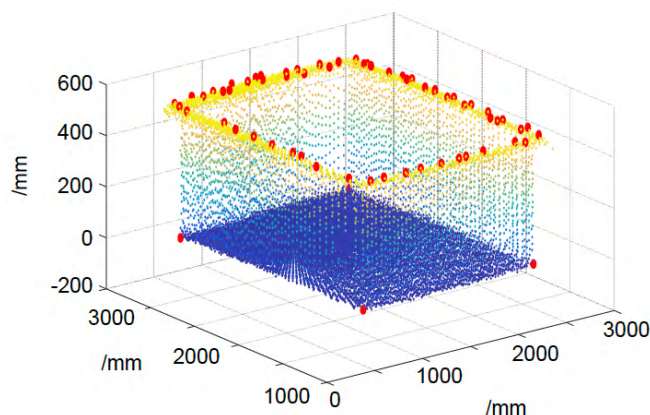


图8 车斗测量点云图

表3 模拟车体测量结果

Table 3 The result of measuring the simulated body

| 测量次数 | 车斗长/mm | 车斗宽/mm | 车斗高/mm | A 点坐标/mm              | $\omega/(^{\circ})$ |
|------|--------|--------|--------|-----------------------|---------------------|
| 1    | 2024.8 | 1824.3 | 510.7  | (2360.4, 1220.8, 4.7) | 0.20                |
| 2    | 2015.9 | 1820.1 | 509.6  | (2367.2, 1219.7, 3.9) | 0.13                |
| 3    | 2020.1 | 1822.7 | 510.6  | (2359.7, 1225.1, 5.9) | 0.18                |
| 4    | 2022.6 | 1826.5 | 514.3  | (2362.4, 1227.3, 3.5) | 0.17                |
| 真实值  | 2009.5 | 1812.4 | 502.3  | (2371.2, 1214.3, 0)   | 0.02                |
| 最大误差 | 15.3   | 14.1   | 12.0   | 两点相距 16.8             | 0.18                |

表3中测量结果表明车斗模型测量值和实际值之间最大测量误差为16.8mm,在激光雷达测量误差 $\pm 30\text{mm}$ 之内,位姿角度测量最大误差为 $0.18^{\circ}$ ,完全满足实际测量的精度要求。

#### 4.3 真实车体测量实验

将车体位姿测量系统搭建到室外,测量真实车体如图9所示,经过多次测量,选取其中误差最大的一组数据如表4所示。结果表明,该测量系统最大长度测量误差为26.4mm,最大角度测量误差为 $0.18^{\circ}$ ,完全满足智能装车系统的装车要求。

## 5 结论

本文立足于解决袋装物料自动装车前载货车辆车体位姿的测量问题,组建了基于二维激光雷达的车体测量系统,建立了系统数

学模型。针对现有激光雷达三维测量系统测量范围小、标定过程复杂等问题,以321坐标系建立法为基础,提出了一种基于三平面标定板的系统参数标定方法。在实验室搭建测量系统进行标定实验以及模拟车体测量实验,同时在室外测量了真实车体,结果表明,车体位姿测量系统的测量精度完全满足智能装车的测量要求。但由于雷达自身误差较大以及不同物体对激光的反射效果差异较大等缘故,使测量结果仍存在一定的测量误差,故该系统的测量精度还需通过后续的研究进一步提高。

## 参考文献

- [1] Wang Y J. Structure design and research of automatic load-er[D]. Hefei: University of Science and Technology of China, 2018: 1-4.  
王亚军. 自动装车机的结构设计和研究[D]. 合肥: 中国科学



- 技术大学, 2018: 1 - 4.
- [2] Xie Z. Research of automatic truck loading system for bag packaged power and granule[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2016: 3 - 7.
- 谢震. 粉粒料袋包装货物全自动码垛装车系统的研制 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2016: 3 - 7.
- [3] Huang J F, Wu J Y, Xiao J J, et al. Structure design and movement simulation of cement loading robot[J]. Machinery Design & Manufacture, 2016(5): 136 - 140.
- 黄金凤, 武金艺, 肖景金, 等. 水泥装车机器人结构设计与分析 [J]. 机械设计与制造, 2016(5): 136 - 140.
- [4] Huang F S, Ma S, Xue Z. A rotating two-dimensional laser radar measurement system and the calibration method[J]. Journal of Optoelectronics • Laser, 2018, 29(9): 987 - 995.
- 黄凤山, 马帅, 薛泽. 旋转二维激光雷达测量系统及其标定方法 [J]. 光电子 • 激光, 2018, 29(9): 987 - 995.
- [5] Han D B, Xu Y C, Li H, et al. Calibration of extrinsic parameters for three-dimensional lidar based on hand-eye model[J]. Opto-Electronic Engineering, 2017, 44(8): 798 - 804.
- 韩栋斌, 徐友春, 李华, 等. 基于手眼模型的三维激光雷达外参数标定 [J]. 光电工程, 2017, 44(8): 798 - 804.
- [6] He J J, Shi L. Inspecting system for auto-loading of bulk cargo[J]. Opto-Electronic Engineering, 2009, 36(6): 52 - 56, 119.
- 贺俊吉, 史立. 散货自动装船检测系统 [J]. 光电工程, 2009, 36(6): 52 - 56, 119.
- [7] Chen G B, Gao Z H, He L. Step-by-step automatic calibration algorithm for exterior parameters of 3D lidar mounted on vehicle[J]. Chinese Journal of Lasers, 2017, 44(10): 249 - 255.
- 陈贵宾, 高振海, 何磊. 车载三维激光雷达外参数的分步自动标定算法 [J]. 中国激光, 2017, 44(10): 249 - 255.
- [8] Yang X Y, Su J S, Wang Y Q, et al. Lined push-room laser 3D imaging radar with large field beam shaping[J]. Opto-Electronic Engineering, 2016, 43(4): 89 - 94.
- 杨兴雨, 苏金善, 王元庆, 等. 大视场线阵推扫激光 3D 成像雷达光束整形 [J]. 光电工程, 2016, 43(4): 89 - 94.
- [9] Ma S. Study on key technology of intelligent loading system for bagged materials[D]. Shijiazhuang: Hebei University of Science & Technology, 2018: 5 - 7.
- 马帅. 袋装物料智能装车系统关键技术研究 [D]. 石家庄: 河北科技大学, 2018: 5 - 7.
- [10] Xiang Z Y. Fast 3D scanning laser radar system design and calibration[J]. Journal of Zhejiang University (Engineering Science), 2006, 40(12): 2130 - 2133.
- 项志宇. 快速三维扫描激光雷达的设计及其系统标定 [J]. 浙江大学学报 (工学版), 2006, 40(12): 2130 - 2133.
- [11] Peng M, Cai Z X. A practical method for calibration of laser radar and camera based on double parallel planes[J]. Journal of Central South University (Science and Technology), 2012, 43(12): 4735 - 4742.
- 彭梦, 蔡自兴. 一种基于双平行平面的激光雷达和摄像机标定方法 [J]. 中南大学学报 (自然科学版), 2012, 43(12): 4735 - 4742.
- [12] Shi L. Theoretical and experiment research on the calibration method of 3D laser scanning system[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2010: 22 - 34.
- 石路. 三维激光测量系统标定方法的理论与实验研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2010: 22 - 34.
- [13] Yu Q Q, Cui Z S. Calibration of scanning system based on 2D laser radar[J]. Laser & Infrared, 2017, 47(10): 1234 - 1237.
- 俞奇奇, 崔振山. 一种基于 2D 激光雷达的扫描系统标定方法 [J]. 激光与红外, 2017, 47(10): 1234 - 1237. 

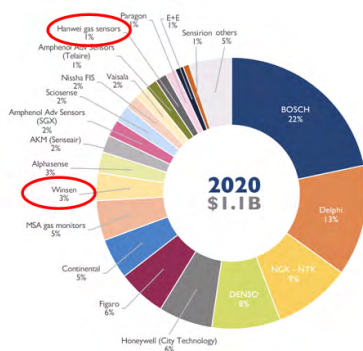
# 智能环境传感器，中国的曙光？

来源 | 探索科技 TechSugar

在很多应用领域，传感器都与安全息息相关。

2020 年 6 月，有文章指出：“你以为我们只有芯片不行吗？其实我们传感器更落后！一直靠着国外的产品来进行，它的缺失比芯片这个还要多。如此的靠着进口，让国内有更惨败的局面。”

此番论点，相信做传感器的企业一定不会苟同，因为不管怎样，在 Yole Développement 的《气体和粒子传感器：技术和市场趋势 2021》报告中，赫然在列的就有中国的企业——汉威科技和炜盛电子，占比虽不高（加起来 4%），但也不在“other”之列。事实上，炜盛电子是汉威科技的子公司。



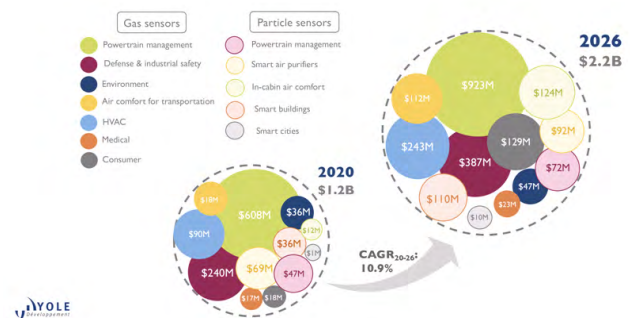
2020 气体传感器市场份额

## 气体和粒子传感器市场几何？

环境传感器包括气体传感器和粒子传感器，在室内空气管理领域日渐流行。Yole 预计 2026 年，两者的总价值将从 2020 年的 12 亿美元增至 22 亿美元，复合年增长率为 10.9%。车辆仍是大多数气体传感器应用的大户，消费市场也在加速嗅觉数字化。

分析表明，气体传感器市场势头强劲，预计 2026 年收入将达到 18 亿美元，复合年增长率为 10%。粒子传感器市场同期表现为

16.3%，预计在 2026 年达到 4.07 亿美元。消费市场推动了气体传感器的增长，复合年增长率为 39.4%。



按应用细分气体和粒子传感器预测

在 Yole 的技术与市场分析师 Dimitrios Damianos 博士看来：“已经非常成熟的汽车动力总成、工业和 HVAC 市场仍占主导地位，有约 80% 的气体传感器销量来自于此。但消费应用似乎已做好准备起飞，这要归功于智能家居和可穿戴设备的发展。”



气体传感器主要应用

HVAC (包括家用空气净化器)、交通空气舒适度复合年增长率分别为 18% 和 15.6%，机会空前；医疗、环境、国防和工业安全等其他市场比较传统，主要受到利基机会推动。



Yole 传感与致动团队首席分析师 Jerome Mouly 认为：“在室内空气质量领域，气体和粒子传感器等环境传感器的表现越来越有趣。”他说：“我们呼吸的空气质量是关乎人们健康和安全的的一个全球性问题。世界卫生组织称，每年有 420 万例死亡与污染问题和暴露于有毒或危险气体相关。污染成本对经济也会产生显著影响，世界银行估算为全球 GDP 的 4.8%。”事实上，新冠疫情让人们人们对室内空气的监测更加关注。研究表明，人们呼出的气溶胶粒子在空气中的存量与气溶胶所携带病毒的可能传播之间存在相关性。



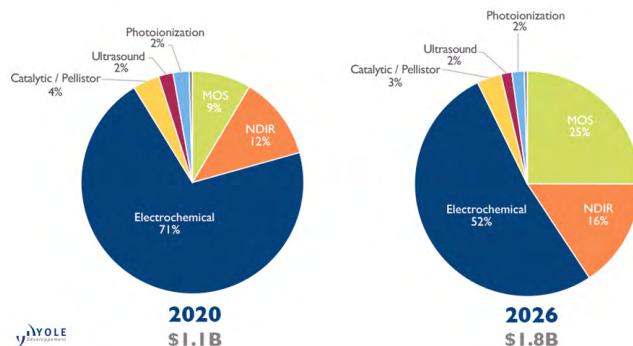
粒子传感器主要应用

汽车制造商仍然是气体传感器的主要使用者，市场份额超过 55%。博世仍然是 22% 全球市场份额的领导者。过去两三年里，行业围绕提供固态气体传感器解决方案的参与者建立了生态系统，市场再次表明了对小型、低功耗、基于电池应用的新市场的多样化兴趣。

## 供应链整合初现端倪

2010 年全球传感器产业规模 721 亿美元，去年已达 2580 亿美元，增长速度大大高于全球 GDP。在传感器占比中，最大的是图像传感器，第一的索尼，第二是三星，第三是被国内韦尔半导体 160 亿美元收购的豪威（OmniVision）；第二大占比是 MEMS，包括手机常用的加速度陀螺仪、高度计，还有一些工业用压力传感器，然后是射频、雷达。气体传感器产业规模只占总体份额 2% 左右，是未来具有发展潜力的领域。

供应链方面，气体传感器市场由 5 家公司主导，其收益在总市场份额中占比达 70%。5 家公司是博世、德尔福、NGK / NTK（日本特殊陶业株式会社）、电装和霍尼韦尔。博世在气体及 MEMS 等很多传感器领域都排名靠前；霍尼韦尔旗下有 4 个品牌气体传感器；此外，还有大量公司进入该产业。



气体传感器技术细分

在粒子传感器产业的竞争格局中，有 3 大领先公司脱颖而出：夏普在出货量方面仍然领先，攀藤科技出货量紧随其后，收益达到近 2000 万美元。攀藤是 2014 年在北京成立的初创公司。瑞士盛思锐（Sensirion）很有意思，一个企业基本上代表了一个行业，技术方面是全球绝对的第一，但是占比特别少，仅为 1%，它有望在未来几年成为重要玩家。

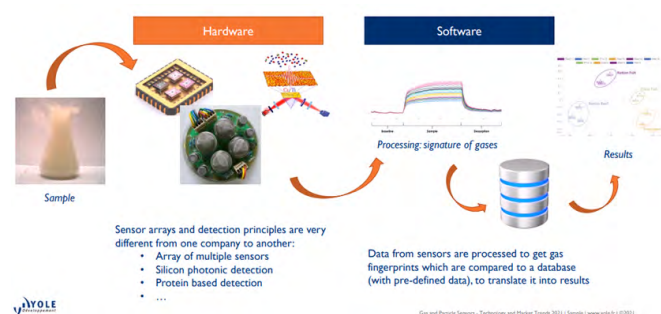
在半导体和 MEMS 领域，知名公司通过收购加强了其技术知识或市场准入能力：瑞萨收购了 IDT；盛思锐最近收购了 MEMS 气体分析公司 Qmicro；ams 还通过一家合资企业重组了其气体传感器业务。这些公司正将自己定位于汽车座舱舒适性、家用通风甚至家用电器和消费设备市场。此外，英飞凌和 TDK 也将加入气体传感器市场，将新的解决方案商业化。

## 应用驱动技术发展

MOS（金属氧化物半导体）和 NDIR（非色散红外）技术已在家用应用中得到证实，如空气净化器、智能家庭空气监测，甚至是汽车驾驶室。二氧化碳、氮氧化物或挥发性有机化合物等气体是这些技术的主要目标。不过，MOS 技术缺乏选择性，NDIR 传感器体积庞大，一直阻碍着 MOS 和 NDIR 传感器的采用。2020 年，这两种技术加起来占市场份额大约四分之一。预计到 2026 年，这一比例将增长到 41%，这要归功于新兴应用和更具选择性和更小尺寸的技术进步。MOS 和 NDIR 有望蚕食电化学探测器的历史市场份额。在粒子传感器领域，向光散射光学检测的过渡已经开始。特别是，这意味着使用激光源代替 LED，从而可以更好地测量更高浓度和更小尺寸的粒子。

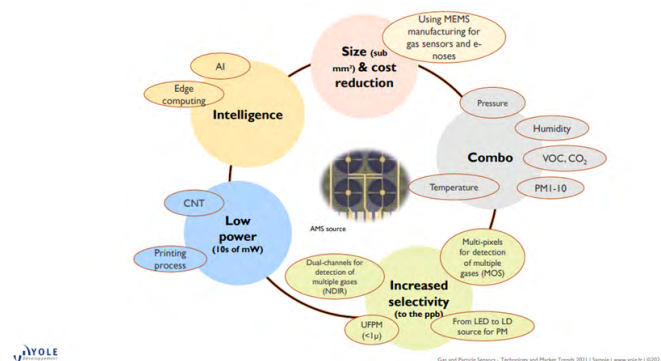
人工智能正嵌入到某些新的传感器中，新的应用可以受益于

数字嗅觉测量技术的进步，包括食品安全或疾病早期检测等应用，甚至有利于自主和共享交通的舒适性。为此，一些公司如博世、TDK 正在推广环境组合，而 Ayballe, AlphaMOS 则在推进用于数字嗅觉的电子鼻开发，不仅可测量气体，还可以测量更复杂的气味。



数字电子鼻的构造

气体与粒子传感器在不同的开发阶段都面临着许多相同的挑战。气体传感器的主要改进是小型化和低功耗，而且会出现更多组合湿度、温度、压力与气体检测功能的传感器，如四合一、多阵列产品。



气体和粒子传感器的未来挑战和路线图

## 国产传感器品类较全

传感器类型很多，检测原理不尽相同。汉威科技集团研究院副院长刘建钢解释说，从检测原理来说，气体传感器第一类是电化学类，占比 70% 以上，还有 NDIR 传感器、MOS 传感器、PID（光离子）和超声波传感器等。环境传感器包括气体传感器、热电堆传感器、热电和人体感应以及温湿度传感器。其中气体传感器采用独有的核心气敏材料配方，可用于检测 VOC（挥发性有机化合物）、乙醇、甲醛、可燃气、二氧化氮、二氧化硫、硫化氢、一氧化碳、

氨气、臭氧等多种气体。



国产各种气体传感器

据介绍，尽管目前国内一些头部传感器厂商在全球占比较小，但产品种类比较齐全，也掌握了最多的原理，包括电化学、催化、红外、半导体和 MEMS 等。MEMS 气体传感器的研发投入高达几千万元，2016 年国内已有 MEMS 技术配合专用 ASIC 的智能传感器，性能上比原来有很大提升。2020 年歌尔和汉威科技的智能气体传感器还双双获得了国家奖。

像前面提到的国内传感器厂商都是从最前端的传感器材料做起，如材料的合成、配方，然后实现整体设计、封装测试和应用方案，都是一条龙业务。一些企业跟学术科研界有广泛的合作，如清华大学人工智能实验室、北京大学材料科学与工程学院，还有中科院的几个所。

竞合关系中的开放心态也很重要，一些企业在技术和产品方面都有合作，像汉威每年采购同行的产品也很多，甚至是某类产品国内最大的采购商。

## 气体传感器的应用与创新

在应用方面，第一就是安全，如家用和商用燃气泄漏检测，以及市政管道类密闭空间气体泄漏检测，在该领域国产传感器占比最大。商用一般是防爆，对传感器的要求比较高，需要联网功能。这类传感器一般会嵌入到管道中实现巡检。2005 年是用小推车，每人一天也巡检管道几十公里，现在开着新研发的激光遥测车做管路巡检，每小时跑几十公里，相当于原来一个工人一天的工作量，为市政部门节省了大量人力。





气体传感器的应用

安全之后就是健康用的环境检测传感器，如家用甲醛、粉尘、二氧化碳、VOC，在甲醛、VOC 方面国产传感器也是行业第一。商业应用主要是空调用二氧化碳、一氧化碳、甲醛、甲苯，包括氨气检测。

今年 4 月，日本出台法律，支持当地购买二氧化碳检测仪，以检测室内环境是否通风良好，避免新冠病毒在空气比较密闭的环境传播。其检测指标就是二氧化碳。这也为相关厂商带来了业绩的巨大增长，甚至一度交不了货。在空气净化器、新风机方面，目前国内销量为 500 - 700 万台左右，全球大约 2000 万台。

有了安全、健康，就会有更高的追求，这就是汽车，首当其冲的是汽车空气质量检测，如一氧化碳、二氧化碳、甲醛；还有面向新能源汽车的锂电池安全检测、氢气泄漏检测，以及油改气压缩天然气检查模块，这些方面国产传感器都已进入了前装。此外，还有危化品检测，集成半导体和电化学优势的传感器应用特别看好。



气体传感器的汽车应用

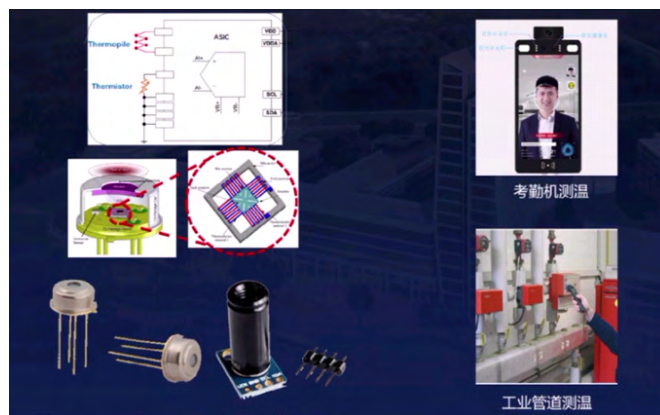
## 国内厂商的预期

国内一家头部传感器厂商的老总对未来给出了以下预测：气体传感器有 13 个发展趋势，包括数字化、网络化、智能化、多功能、

小体积、低功耗、低成本、高精度、高可靠性等。他认为，国际大厂的一些案例值得好好研究，如博世的 BME680 空气质量传感器，一个小小的传感器中集成了气体、温度、湿度、气压四种参数；另一个是盛思锐的 SGP40 室内空气质量传感器，它是一个 4 阵列器件。他表示，后将推出类似的产品。



在智能化方面，在传统热电堆中集成一个专用信号调理芯片，就可以直接输出数字实现信号调理、处理、校准和自诊断，考勤机、工业检测，甚至额温枪、体温枪，还有其他很多创新应用的可以采用。原来的传感器是非智能的，客户设计电路、做校准都很麻烦，限制了创新。智能传感器拿过来直接供电就可以读出想要的一些物理参数，应用很方便，解决了很多行业问题，使产品精度、灵敏度、可靠性得到很大提升，体积和功耗也有所下降。



智能热电堆传感器

又如智能热释电传感器，其原理是在 PET 厚膜下做了一个信号调理芯片，特殊之处是输出阻抗比常用芯片高两三个数量级。像小米的感应灯、一些报警器、草坪灯都有应用，可以实现人来灯亮，人走灯灭。而且这种传感器很便宜，1 块钱左右就可以实现很多创新应用。





智能热释电传感器

他表示，温度传感器的发展趋势也很明显，首先是体积不断缩小，从以前的 $3\text{mm} \times 3\text{mm}$ 到 $2.5\text{mm} \times 2.5\text{mm}$ ，今年盛思锐的SGP40已经做到 $1.5\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ 。其次是成本已由原来的60元左右做到现在的四五块钱；引脚间距 $0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ ，大了一点，工艺性更好，工作电压也更宽。

这位老总说，现在他的公司是一个平台，两种原理，八种物理量，200多种产品。即：一个传感器技术平台；物理化学两种检测原理；气体、温湿度、环境光、PM2.5、压力、流量等八种物理量；200多种产品的支撑材料包括有机、无机、物理、化学，传感芯片包括CMOS、厚膜、薄膜、MEMS、陶瓷，再配合整体设计和封装，形成了比较完整的应用平台，还可据此开发很多种产品，不仅适用于气体环境，还适用于压力、振动、射线、流量等一些应用领域。

## 尽快摆脱六个字

中国传感器与物联网产业联盟常务副理事长郭源生以“高、小、散、多、缺、难”六个字总结了当前国内产业面临的问题。他指出高技术含量、高技术指标与紧缺的自主技术、紧缺的领军人才、松散的产业分布、较小的企业规模、有限的产品产量之间的矛盾十分突出。

通过以上市场和技术趋势分析可以看出，我国传感器行业要彻底摆脱这六个字难度很大，但依托已有技术，实现局部突破是有可能的，特别是从设计、制造、封装测试到设备材料形成支撑自主可控的供应链，打造中国传感器产业的汇集群。因为毕竟传感器技术没有像处理器等半导体芯片要求那么高的工艺和设备，投入也少得多。■

# 激光清洗对金属酸洗的替代优势

作者：Big Bluebird

**酸**洗板（Pickling plate）是以优质热轧薄板为原料，经酸洗机组去除氧化层，切边，精整后，表面质量和使用要求（主要是冷弯成型或冲压性能）介于热轧板和冷轧板之间的中间产品，在保证表面质量使用要求的前提下，使用户有效降低采购成本。

## 酸洗板的优势主要在于：

1. 表面质量好，由于热轧酸洗板去除了表面氧化铁皮，提高了钢材的表面质量，便于焊接、涂油和上漆。
2. 尺寸精度高，平整后，可使板型发生一定变化，从而减少不平度的偏差。
3. 提高了表面光洁度，增强了外观效果。



酸洗板有着广泛的应用

可以说，酸洗板是介于冷轧板和热轧板之间的一种性价比很高的产品。在汽车行业、机械行业、轻工家电和各种形状的冲压件中都有广泛的应用，如大梁、副梁、轮辋、轮辐、车厢板、风机、化工油桶、焊管、电气柜、栅栏、铁梯等。拥有广阔的市场前景。

下面我们会介绍酸洗工艺的技术流程和激光清洗的替代优势。

## 一、金属酸洗工艺

### 1、酸洗原理：

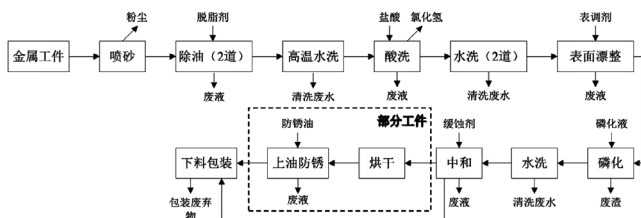
是利用酸溶液去除钢铁表面上的氧化皮和锈蚀物的一种表面工艺，通常与预膜一起进行。一般将制件浸入硫酸等的化学剂溶液，以除去金属表面的氧化物等薄膜，是电镀、搪瓷、轧制等工艺的前处理或中间处理。也被称为湿法清洗。

酸洗工艺主要有浸渍酸洗法、喷射酸洗法和酸膏除锈法。

用酸多为硫酸、盐酸、磷酸、硝酸、铬酸、氢氟酸和混合酸等。

### 2、工艺流程：

金属件上挂→化学除油（常规碱性化学除油或表面活性剂除油）→热水洗→流水洗→第一步酸洗→流水洗→第二步酸洗→流水洗→转入下道工序（如：化学着色→回收→流水洗→硬化处理→流水洗→封闭处理→流水洗→干燥→成品）



酸洗工艺示意图

### 3、常见缺陷：

**氧化铁皮压入：**氧化铁皮压入是热轧轧制过程中形成的一种表面缺陷。经酸洗后，往往呈黑色点状、长条状压入，表面粗糙，一般有手感，且零星或密集出现。往往是因为酸洗的加热工艺、除鳞过程、轧制工艺等不完善导致。

**氧斑（表面山水画）：**指热卷表面氧化铁皮洗掉后，留下的点状、线状或凹坑状形貌，本质是热轧带钢表面的氧化铁皮未被除净，经随后的轧制被压入基体，在酸洗后凸显出来。对外观有一定影响，但是不影响使用性能。

**黄斑：**局部或整板面出现黄色斑迹，涂油后无法覆盖，影响产品质量外观。主要是因为刚出酸洗槽的带钢表面活性较高，漂洗

水未能起到正常冲洗带钢的作用，漂洗槽喷射梁及喷嘴堵塞，角度不对等。

**欠酸洗：**带钢表面有局部氧化铁皮去除不干净、不充分，板面呈灰黑色，鱼鳞或横向水波纹状斑迹。跟酸液的工艺有关系，主要因为酸液浓度不足、温度不高、带钢运行速度太快、带钢浸不到酸液里面等原因。

**过酸洗：**带钢板面往往发暗黑色或棕黑色，呈现块状、片状黑斑或黄斑，板面一般粗糙。原因与欠酸洗相反。



酸洗工艺示意图

### 4、环境污染：

生产过程主要污染物为各级水洗过程产生的清洗废水，喷砂过程产生的粉尘，酸洗过程产生的氯化氢酸雾，以及酸洗、漂整、磷化、中和、防锈过程产生的废槽液、废渣、废滤芯，原料空桶和包装废弃物等。主要污染物为氯化氢、pH，SS，COD，BOD<sub>5</sub>，氨氮，石油类等。

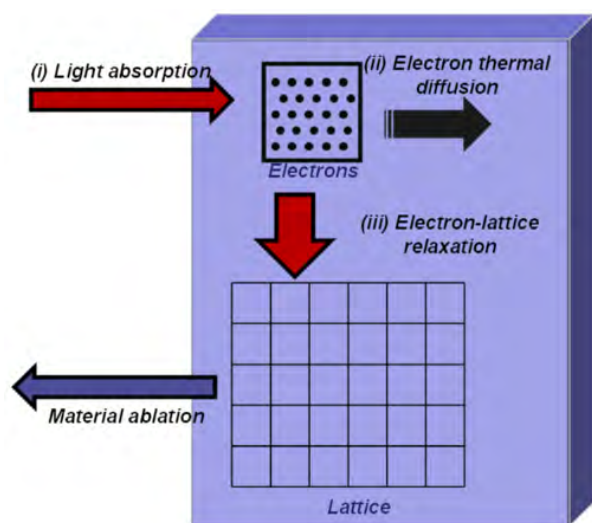
## 二、激光清洗工艺

### 1、清洗原理：

用激光能量穿透物体表面，100 飞秒左右物质中的电子吸收能量震动，在物质表面产生等离子体；7 - 10 皮秒之后电子能量转移到晶格使晶格开始震动，在 10 皮秒过后物体开始产生宏观温度，被激光照射的局部材料开始升温、熔化、汽化，从而达到清洗的目的。

### 2、清洗工艺及效果：

激光清洗相对于酸洗法而言工艺流程极简，无需预处理，可以同时进行除油、除氧化层和除锈的清洗工作。只需打开设备出光，然后进行清洗。



激光清洗原理

激光清洗可达到 Sa3 级的最高工业清洗等级；对材料表面的硬度、亲疏水性等都几乎没有损伤。比酸洗更加彻底。

### 三、激光清洗的比较优势

#### 1、工艺流程与操作要求：

与酸洗方法多达十几道的工艺流程相比，激光清洗做到了流程的最简化，基本做到了一步到位。极大的缩短了清洗耗时和材料损耗。

酸洗法对操作过程有严格的要求：工件必须彻底除油，才能保证除锈的质量；控制酸洗液浓度，以免酸浓度过高造成工件被腐蚀；按工艺规范控制温度，以免对工件和设备造成腐蚀；酸洗槽逐步沉积污泥，淤塞加热管和其他控制装置，需定期清除；除此之外，需要注意的还有酸洗时间，喷射压力、操作喷射，排风设备等等。

激光清洗在前期设置好参数后可实现傻瓜式操作甚至自动化无人操作。

#### 2、清洗效果与环境污染：

激光清洗除了清洗效果更强之外，还有一个优势就是容错率更大：

酸洗法操作常常会因失误发生氧斑黄斑，发红发黑等情况，废品率高。

实验证明，激光清洗即便过饱和清洗也依然有强烈金属光泽，且不产生氢氧根及其他污染物，对下一步焊接等处理方式不会有影响。

激光清洗全程不会有废液废渣等环境污染产生，是最绿色的清洗方式。

#### 3、单位成本与转化成本

酸洗法需化学剂作为耗材，因此单位成本构成为设备折旧 + 耗材成本；

激光清洗除了购买设备之外并不需要其他耗材。单位成本就是设备折旧；

因此清洗规模越大，年限越长，激光清洗的单位成本就越低。

酸洗生产线的构成需要的流程复杂，不同金属材料的酸洗剂配比并不相同，因此转化生产线便需要较大的转化成本，短期内清洗的金属材料单一，无法灵活变动。

激光清洗则不存在转化成本：同一台清洗机切换软件参数后就可以实现前一分钟清洗钢板，下一分钟清洗铝合金的效果。方便企业实行 JIT 柔性生产。

#### 4、国家政策与环评审核

随着这两年中国对“碳达峰、碳中和”政策的相关文件出台，对制造业结构转型升级的要求越来越严格，对环境保护方面日益看重。酸洗生产线的环评报告也日益严格，相关企业的利润率越来越薄。反过来对高新技术的扶持力度加大。总体环境来看，更利好激光清洗。

酸洗板在我国制造业生产中有着广泛而深入的应用，对我国的工业支撑起着积极的作用。但随着我国的制造业升级，产能优化和结构调整也在慢慢进行着。

也许在下个十年，酸洗板会有新的名字——激洗板。■



# 机器人视觉三维成像技术全解析

来源：未来智能实验室

本文针对智能制造领域机器人视觉感知中的三维视觉成像技术进行综述，系统地总结了一些有代表性的机器人视觉成像方法的特点和实际应用中的局限性，内容涉及飞行时间三维成像、点线扫描三维成像、色散共焦成像、结构光投影三维成像、光学偏折成像、单目与多目立体视觉三维成像和光场成像等。绘制了各种视觉成像的图谱，并探讨了机器人手眼系统最佳三维成像方法。

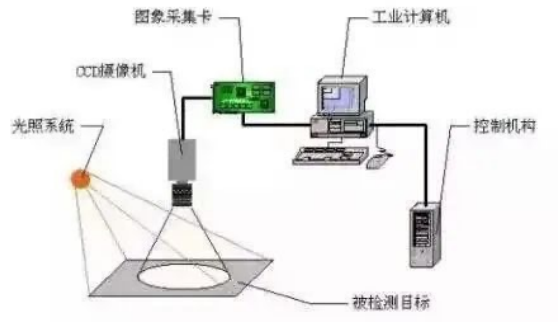
在工业 4.0 时代，国家智能制造高速发展，传统的编程来执行某一动作的机器人已经难以满足现今的自动化需求。在很多应用场景下，需要为工业机器人安装一双眼睛，即机器人视觉成像感知系统，使机器人具备识别、分析、处理等更高级的功能，可以正确对目标场景的状态进行判断与分析，做到灵活地自行解决发生的问题。



## 一、机器视觉系统组成

典型的机器视觉系统可以分为：图像采集部分、图像处理部分和运动控制部分。基于 PC 的视觉系统具体由如图 1 所示的几部分组成：

①工业相机与工业镜头——这部分属于成像器件，通常的视觉系统都是由一套或者多套这样的成像系统组成，如果有多路相机，



视觉系统基本组成

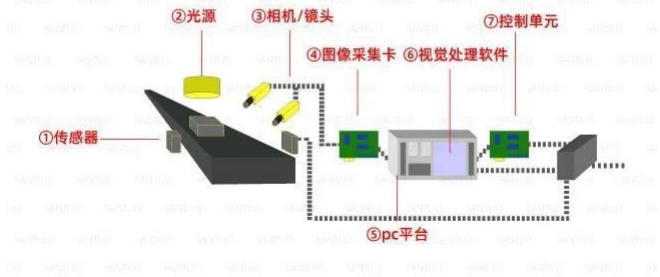


图 1 机器视觉系统组成

可能由图像卡切换来获取图像数据，也可能由同步控制同时获取多相机通道的数据。根据应用的需要相机可能是输出标准的单色视频（RS-170/CCIR）、复合信号（Y/C）、RGB 信号，也可能是非标准的逐行扫描信号、线扫描信号、高分辨率信号等。

②光源——作为辅助成像器件，对成像质量的好坏往往能起到至关重要的作用，各种形状的 LED 灯、高频荧光灯、光纤卤素灯等都容易得到。

③传感器——通常以光纤开关、接近开关等的形式出现，用以判断被测对象的位置和状态，告知图像传感器进行正确的采集。

④图像采集卡——通常以插入卡的形式安装在 PC 中，图像采集卡的主要工作是把相机输出的图像输送给电脑主机。它将来自相机的模拟或数字信号转换成一定格式的图像数据流，同时它可以控制相机的一些参数，比如触发信号，曝光 / 积分时间，快门速度等。图像采集卡通常有不同的硬件结构以针对不同类型的相机，同时也有不同的总线形式，比如 PCI、PCI64、Compact PCI、PC104、ISA 等。

⑤ PC 平台——电脑是一个 PC 式视觉系统的核心，在这里完成图像数据的处理和绝大部分的控制逻辑，对于检测类型的应用，通常都需要较高频率的 CPU，这样可以减少处理的时间。同时，为了减少工业现场电磁、振动、灰尘、温度等的干扰，必须选择工业级的电脑。

⑥视觉处理软件——机器视觉软件用来完成输入的图像数据的处理，然后通过一定的运算得出结果，这个输出的结果可能是 PASS/FAIL 信号、坐标位置、字符串等。常见的机器视觉软件以 C/C++ 图像库，ActiveX 控件，图形式编程环境等形式出现，可以是专用功能的（比如仅仅用于 LCD 检测，BGA 检测，模版对准等），也可以是通用目的的（包括定位、测量、条码 / 字符识别、斑点检测等）。

⑦控制单元（包含 I/O、运动控制、电平转化单元等）——一旦视觉软件完成图像分析（除非仅用于监控），紧接着需要和外部单元进行通信以完成对生产过程的控制。简单的控制可以直接利用部分图像采集卡自带的 I/O，相对复杂的逻辑 / 运动控制则必须依靠附加可编程逻辑控制单元 / 运动控制卡来实现必要的动作。

## 二、机器人视觉成像的结构形式

机器人视觉系统的主要功能是模拟人眼视觉成像与人脑智能判断和决策功能，采用图像传感技术获取目标对象的信息，通过对图像信息提取、处理并理解，最终用于机器人系统对目标实施测量、检测、识别与定位等任务，或用于机械人自身的伺服控制。

在工业应用领域，最具有代表性的机器人视觉系统就是机器人手眼系统。根据成像单元安装方式不同，机器人手眼系统分为两大类：固定成像眼看手系统（Eye-to-Hand）与随动成像眼在手

系统（Eye-in-Hand, or Hand-eye），如下图 2 所示。

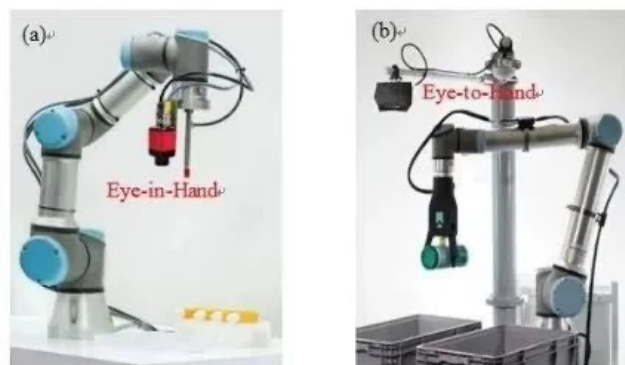


图 2 两种机器人手眼系统的结构形式  
a) 眼在手机机器人系统, (b) 眼看手机机器人系统

有些应用场合，为了更好地发挥机器人手眼系统的性能，充分利用固定成像眼看手系统全局视场和随动成像眼在手系统局部视场高分辨率和高精度的性能，可采用两者混合协同模式，如用固定成像眼看手系统负责机器人的定位，使用随动成像眼在手系统负责机器人的定向；或者利用固定成像眼看手系统估计机器人相对目标的方位，利用随动成像眼在手系统负责目标姿态的高精度估计等，如图 3 所示。



图 3 机器人协同视觉系统原理图

## 三、机器人视觉三维成像方法

3D 视觉成像可分为光学和非光学成像方法。目前应用最多的还是光学方法，其包括：飞行时间法、激光扫描法、激光投影成像、立体视觉成像等。

## 飞行时间 3D 成像

飞行时间 (TOF) 相机每个像素利用光飞行的时间差来获取物体的深度。目前已经有飞行时间面阵相机商业化产品, 如 Mesa Imaging AG SR-4000, PMD Technologies Cam Cube 3.0, 微软 Kinect V2 等。

TOF 成像可用于大视野、远距离、低精度、低成本的 3D 图像采集, 其特点是: 检测速度快、视野范围较大、工作距离远、价格便宜, 但精度低, 易受环境光的干扰。例如 Camcube3.0 具有可靠的深度精度 ( $<3\text{mm} @ 4\text{m}$ ), 每个像素对应一个 3D 数据。

## 扫描 3D 成像

扫描 3D 成像方法可分为扫描测距、主动三角法、色散共焦法。扫描测距是利用一条准直光束通过 1D 测距扫描整个目标表面实现 3D 测量的。主动三角法是基于三角测量原理, 利用准直光束、一条或多条平面光束扫描目标表面完成 3D 成像, 如图 4 所示。色散共焦通过分析反射光束的光谱, 获得对应光谱光的聚集位置, 如图 5 所示。



图 4 线结构光扫描三维点云生成示意图

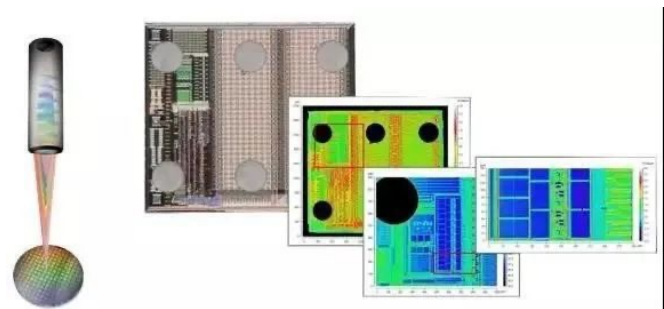


图 5 色散共焦扫描三维成像示意图

扫描 3D 成像的最大优点是测量精度高。其中色散共焦法还有其它方法难以比拟的优点, 如非常适合测量透明物体、高反与光滑表面的物体。但缺点是速度慢、效率低; 用于机械手臂末端时, 可

实现高精度 3D 测量, 但不适合机械手臂实时 3D 引导与定位, 因此应用场合有限。另外主动三角扫描在测量复杂结构面形时容易产生遮挡, 需要通过合理规划末端路径与姿态来解决。

## 结构光投影 3D 成像

结构光投影三维成像目前是机器人 3D 视觉感知的主要方式。结构光成像系统是由若干个投影仪和相机组成, 常用的结构形式有: 单投影仪-单相机、单投影仪-双相机、单投影仪-多相机、单相机-双投影仪和单相机-多投影仪等。结构光投影三维成像的基本工作原理是: 投影仪向目标物体投射特定的结构光照明图案, 由相机摄取被目标调制后的图像, 再通过图像处理和视觉模型求出目标物体的三维信息。

根据结构光投影次数划分, 结构光投影三维成像可以分成单次投影 3D 和多次投影 3D 方法。单次投影 3D 主要采用空间复用编码和频率复用编码形式实现。由于单次投影曝光和成像时间短, 抗振性能良好, 适合运动物体的 3D 成像, 如机器人实时运动引导, 手眼机器人对生产线上连续运动产品进行抓取等操作。但是深度垂直方向上的空间分辨率受到目标视场、镜头倍率和相机像素等因素的影响, 大视场情况下不容易提升。

多次投影 3D 具有较高空间分辨率, 能有效地解决表面斜率阶跃变化和空洞等问题。不足之处在于:

- 1) 对于连续相移投影方法, 3D 重构的精度容易受到投影仪、相机的非线性和环境变化的影响;
- 2) 抗振性能差, 不合适测量连续运动的物体;
- 3) 在 Eye-in-Hand 视觉导引系统中, 机械臂不易在连续运动时进行 3D 成像和引导;
- 4) 实时性差, 不过随着投影仪投射频率和 CCD/CMOS 图像传感器采集速度的提高, 多次投影方法实时 3D 成像的性能也在逐步改进。

对于粗糙表面, 结构光可以直接投射到物体表面进行视觉成像; 但对于大反射率光滑表面和镜面物体 3D 成像, 结构光投影不能直接投射到被成像表面, 需要借助镜面偏折法。



偏折法对于复杂面型的测量，通常需要借助多次投影方法，因此具有多次投影方法相同的缺点。另外偏折法对曲率变化大的表面测量有一定的难度，因为条纹偏折后反射角的变化率是被测表面曲率变化率的 2 倍，因此对被测物体表面的曲率变化比较敏感，很容易产生遮挡难题。

立体视觉 3D 成像

立体视觉字面意思是用一只眼睛或两只眼睛感知三维结构，一般情况下是指从不同的视点获取两幅或多幅图像重构目标物体 3D 结构或深度信息，如图 6 所示。

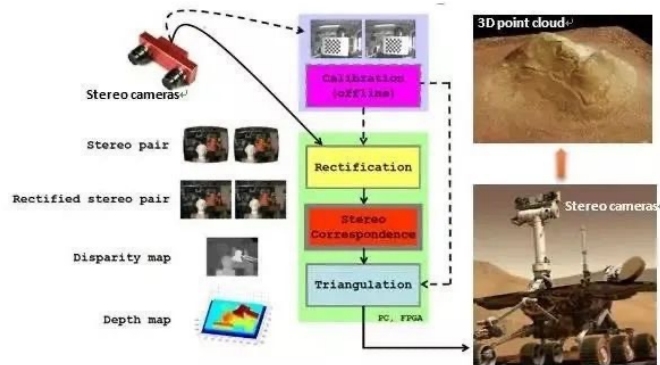


图 6 立体视觉三维成像示意图

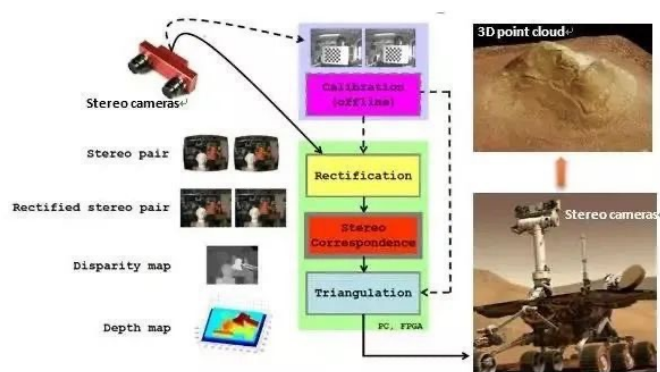
立体视觉可分为被动和主动两种形式。被动视觉成像只依赖相机接收到的由目标场景产生的光辐射信息，该辐射信息通过 2D 图像像素灰度值进行度量。被动视觉常用于特定条件下的 3D 成像场合，如室内、目标场景光辐射动态范围不大和无遮挡；场景表面非光滑，且纹理清晰，容易通过立体匹配寻找匹配点；或者像大多数工业零部件，几何规则明显，控制点比较容易确定等。

主动立体视觉是利用光调制（如编码结构光、激光调制等）照射目标场景，对目标场景表面的点进行编码标记，然后对获取的场景图像进行解码，以便可靠地求得图像之间的匹配点，再通过三角法求解场景的 3D 结构。主动立体视觉的优点是抗干扰性强、对环境要求不高（如通过带通滤波消除环境光干扰），3D 测量精度、重复性和可靠性高，缺点是对于结构复杂的场景容易产生遮挡问题。

基于结构光测量技术和 3D 物体识别技术开发的机器人 3D 视觉引导系统，可对较大测量深度范围内散乱堆放的零件进行全自由的定位和拾取。相比传统的 2D 视觉定位方式只能对固定深度零件

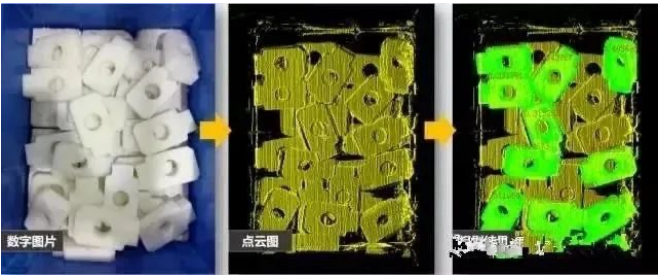
进行识别且只能获取零件的部分自由度的位置信息，具有更高的应用灵活性和更大的检测范围。可为机床上下料、零件分拣、码垛堆叠等工业问题提供有效的自动化解决方案。

机器视觉 3D 引导系统框架



3D 重建和识别技术

通过自主开发的 3D 扫描仪可获准确并且快速地获取场景的点云图像，通过 3D 识别算法，可实现在对点云图中的多种目标物体进行识别和位姿估计。



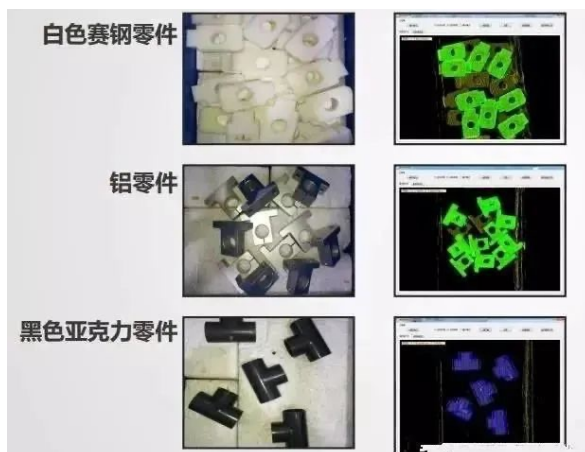
3D 重建和识别效率

| 重建幅面 (长*宽m) | 点云密度 (万点/m³) | 重建耗时 (/s) | 识别耗时 (/s) |
|-------------|--------------|-----------|-----------|
| 1*1         | 20.48        | 4.3       | <1        |
| 1*1         | 30.72        | 6.5       | 1.5~2     |
| 1.5*1.5     | 30.72        | 12        | 2.3~3     |

注以上数据在保证90%以上的正确识别率的统计数据

多种材质识别效果测试

得益于健壮的重建算法和识别算法，可对不同材质的零件进行稳定的重建和识别，即便是反光比较严重的铝材料及黑色零件都能获得较好的重建和识别效果，可适用于广泛的工业场景。



## 机器人路径规划

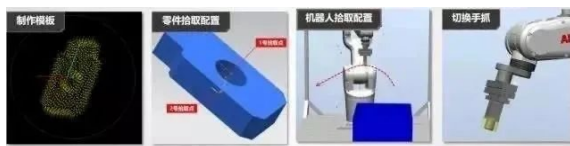
并不是获得零件的位姿信息后就能马上进行零件的拾取，这仅仅只是第一步，要成功拾取零件还需要完成以下几件事：



自主开发的机器人轨迹规划算法，可轻松完成上述工作，保证机器人拾取零件过程稳定可靠。

## 快速切换拾取对象

只需要四个简单的操作即可实现拾取对象的快速切换，无需进行复杂的工装、产线的调整。



## 四、性能比较

1、类似于飞行时间相机、光场相机这类的相机，可以归类为单相机 3D 成像范围，它们体积小，实时性好，适合随动成像眼在手系统执行 3D 测量、定位和实时引导。但是，飞行时间相机、光场相机短期内还难以用来构建普通的随动成像眼在手系统，主要原因如下：

1) 飞行时间相机空间分辨率和 3D 精度低，不适合高精度测量、定位与引导。

2) 对于光场相机，目前商业化的工业级产品只有为数不多的几家，如德国 Raytrix，虽然性能较好，空间分辨率和精度适中，但价格贵，使用成本太高。

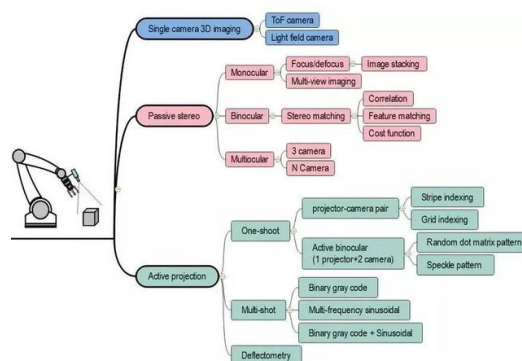


图 7 随动成像眼在手系统机器人 3D 视觉成像优选方案

2、结构光投影 3D 系统，精度和成本适中，有相当好的应用市场前景。它由若干个相机 - 投影仪组成的，如果把投影仪当作一个逆向的相机，可以认为该系统是一个双目或多目 3D 三角测量系统。

3、被动立体视觉 3D 成像，目前在工业领域也得到较好应用，但应用场合有限。因为单目立体视觉实现有难度，双目和多目立体视觉要求目标物体纹理或几何特征清晰。

4、结构光投影 3D、双目立体视觉 3D 都存在下列缺点：体积较大，容易产生遮挡。针对这个问题虽然可以增加投影仪或相机覆盖被遮挡的区域，但会增加成像系统的体积，减少在 Eye-in-Hand 系统中应用的灵活性。

## 五、总结

虽然光学 3D 视觉成像测量方法种类繁多，但能够安装在工业机器人上，组成一种合适的随动成像眼在手系统，对位置变动的目标执行 3D 成像测量、引导机器人手臂准确定位和实施精准操作的方法有限。因为从工业应用的角度来说，我们更关心的是 3D 视觉传感器的精度、速度、体积与重量。

鉴于机器人末端能够承受的端载荷有限，允许传感器占用的空间有限，传感器在满足成像精度的条件下，重量越轻体积越小也就越实用。所以，对于随动成像眼在手系统，最佳 3D 成像方法是采用被动单目（单相机）3D 成像方法，这样不仅体积小、重量轻，也解决了双目和多目多视图遮挡难题。■

# 产业结构低碳转型 5G 助力运营商赋能绿色制造

作者：卢臻



**据**《经济参考报》报道，近日，相关部门正研究编制“工业互联网+双碳”实施方案，推动工业互联网、大数据、5G 等新一代信息技术赋能绿色制造。在推进工业互联网绿色发展过程中，运营商也为实现“绿色制造”添砖加瓦。

## 工业低碳转型势在必行

目前我国 90% 碳排放来自煤炭。其中，从行业排放结构看，电力行业、制造业、采掘业，及交通行业碳排放总量占全国碳排放量 91%。而我国“碳达峰”“碳中和”则对各行业、各领域低碳转型提出更高要求。可以说，在数字化时代，工业将会往更低碳、更智慧、更清洁、更便捷的方向发展，工业低碳转型势在必行。

同时，政府相关部门也在积极研究编制“工业互联网+双碳”实施方案。此举强调了工业

互联网可以通过数字化赋能为工业企业提高综合运行效率，将在实现“双碳”目标下发挥关键作用。

中国工程院院士邬贺铨表示，“工业互联网不仅仅是高质量发展的必要，也是中国实现碳达峰、碳中和的需要，是中国在新时期必须突破、必须走的路。”不难预测，未来“工业互联网+双碳”将高效配置技术、数据等要素资源。

## 工业互联网将扮演“金钥匙”

当前，我国已向世界宣示本国碳达峰和碳中和的时间表，即要在 2030 年前实现碳达峰，在 2060 年前实现碳中和。工业互联网不仅是产业效率的加速器，同时也在绿色低碳发展中扮演“金钥匙”的重要角色。

一方面，工业互联网可利用新一代信息技术与降碳技术深度融合，实现生产数据与碳排放数据的统一汇聚，为绿色生产添砖加瓦，尤其在万物互联的物联网平台加持下，让数据融会贯通，实现对工业能源的“精打细算”。

另一方面，工业互联网可依托 5G 网络支撑工业制造全要素、全产业链、信息的全面链接。工业互联网可大大提升生产管理效能，减少资源消耗，成为生产力提升与环境友好之间的新平衡点，推动碳减排工作迈上新台阶。

## 5G 成为绿色制造重要抓手

在迈向实现“碳达峰”“碳中和”目标下，5G 将成为绿色制造的重要抓手，运营商也将在其中发挥重要作用。

在常德，中国电信与常德中车新能源汽车有限公司合力打造电信超级工厂，对工厂设备进行 5G 化改造，实现设备数据全场景采集，形成产线设备可视化运维，降低能耗、提高效率。

在长乐，凯邦科技引入福建联通 5G 技术，发展“5G+工业互联网”智慧工厂，通过 5G+MEC+云+AI 技术，在工厂实现 5G+工业互联网多场景融合应用，用数字化技术进行工业绿色转型，每年可为公司节约成本 10% 以上。

相信 5G 加持叠加运营商发力，未来将有更多的应用场景落地，绿色制造将成为制造业的未来。C



# 科学家成功实现室温下产生红外激光，有望带来更低功率的泵浦激光器

来源：OFweek 激光网

**用**于照亮世界光通信网络的激光器，通常由掺铒光纤或 III-V 半导体制成，因为这些激光器可以发射出可通过光纤传输的红外波长。然而，与此同时，这种材料并不容易与传统的硅电子集成。



在一项新的研究中，西班牙的科学家们表示，未来他们有望制造出可以沿着光纤涂层或直接沉积在硅上的红外激光器，作为 CMOS 制造过程的一部分。他们已经证明，集成在一个专门设计的光学腔内的胶体量子点，可以在室温下通过光学通信窗口产生激光。

量子点是含有电子的纳米级半导体，电子的能级与真实原子的能级相似。它们通常是通过加热含有量子点晶体化学前体的胶体来制造的，并且具有光电特性，可以通过改变它们的大小和形状来调整。到目前为止，它们已经被广泛应用于各种设备中，包括光伏电池、发光二极管和光子探测器。

胶体量子点也被用于制造可见光激光器，这要归功于硒化镉（最常用的量子点材料之一）在这些波长的高增益。然而，由于最适合这项任务的材料——硫化铅，获得的收益往往有限，证明在红外中进行激光实验就更加棘手了。

2006 年，加拿大多伦多大学的一个小组演示了使用硫化铅胶体量子点进行红外激光，但必须在低温下进行，以避免热激发电子和空穴的 Auger 复合。去年，中国南京的研究人员报道了用硒化银制成的圆点产生的红外激光，但他们的谐振器相当不实用，而且很难调节。

在最新的研究中，西班牙巴塞罗那科技学院的格西莫斯·康斯坦塔托斯（Gerasimos Konstantatos）和他的同事们依靠一种所谓的分布式反馈腔来实现室温下的红外激光。这种方法使用光栅来限制非常窄的波长波段，从而产生单一的激光模式。

为了制作光栅，研究人员使用电子束光刻技术在蓝宝石衬底上蚀刻图案。他们选择蓝宝石，是因为它的高热导率可以带走由光泵浦产生的大部分热量——这些热量会促使激光重新组合并使激光输出不稳定。

然后，Konstantatos 和他的同事将一种硫化铅量子点胶体放置在 9 个不同间距的光栅上，间距从 850 纳米到 920 纳米不等。他们还使用了三种不同尺寸的量子点，直径分别为 5.4 nm、5.7 nm 和 6.0 nm。

在室温测试中，该团队展示了它可以在通信 c 波段、l 波段和 u 波段产生激光，从 1553 nm 到 1649 nm，达到全宽度，最大值的一半，低至 0.9 meV。他们还发现，由于 n- 掺杂硫化铅，他们可以降低大约 40% 的泵浦强度。Konstantatos 认为，这种减少为更实用、更低功率的泵浦激光器，甚至可能为电泵浦铺平了道路。

至于潜在的应用，Konstantatos 表示，量子点方案可能带来新的 CMOS 集成激光源，实现集成电路内部或之间廉价、高效和快速的通信。他补充说，考虑到红外激光被认为对人类视力无害，它还可能改进激光雷达。

然而，在激光投入使用之前，研究人员必须首先优化他们的材料，以证明使用连续波或长脉冲泵浦源的激光。这样做的原因，是为了避免使用昂贵而笨重的亚皮秒激光器。Konstantatos 称：“纳秒脉冲或连续波将允许我们使用二极管激光器，使它成为一个更实际的设置。” 

# 无机非金属 3D 打印医用材料市场前景广阔



**3**D 打印材料需要具有熔融再固化的特点，3D 打印医用材料还需要具有优良生物相容性，材料性能要求较高，因此现阶段已应用的无机非金属 3D 打印医用材料种类少。

无机非金属 3D 打印医用材料，是 3D 打印医用材料的一种。3D 打印是快速成型技术，用来制造医疗器械，可制造高精度、形状结构复杂产品，能够降低医疗器械生产难度，提高生产效率。2015 年以来，在全球市场中，3D 打印医疗需求高速增长，2020 年市场规模达到 34 亿美元左右。在此背景下，无机非金属 3D 打印医用材料市场需求不断上升。

3D 打印技术于 20 世纪 80 年代开始商业化发展，经过多年积累，现阶段技术日益成熟，3D 打印材料逐渐成为限制 3D 打印行业发展的重要因素。由于应用在医疗

领域，与普通 3D 打印材料相比，3D 打印医用材料除了需要适应 3D 打印技术需求以外，还需要具有一定的强度、韧性、耐腐蚀性，以及优良生物相容性，无机非金属材料是常见的 3D 打印医用材料种类之一。

根据相关研究中心发布的《2021-2025 年无机非金属 3D 打印医用材料行业深度市场调研及投资策略建议报告》显示，无机非金属 3D 打印医用材料主要有生物陶瓷、生物玻璃、生物碳材料等产品，其中，生物陶瓷又包括氮化硅陶瓷、氧化铝陶瓷、羟基磷灰石等。无机非金属 3D 打印医用材料通常具有硬度高、生物相容性好的特点，可采用选择性激光烧结 (SLS) 技术打印成型，用来制造人工骨等硬组织，例如颅骨、颌面骨、关节、脊椎等，还可用来制造生物支架。

生物陶瓷是最常用的无机非金属 3D 打印医用材料，其耐磨性好、化学稳定性优、生物相容性好，可制造植入性医疗器械长期在人体内使用，引发排斥反应概率低。生物陶瓷的高硬度、耐高温、耐腐蚀特性使得其还可以用来制造义齿等口腔材料。生物陶瓷具有脆性大的特点，加工成型难度较大，特别是制造高精度、结构复杂的产品时技术难度高，利用 3D 打印技术可以弥补这一缺点。

3D 打印材料需要具有熔融再固化的特点，3D 打印医用材料还需要具有优良生物相容性，材料性能要求较高，因此现阶段已应用的无机非金属 3D 打印医用材料种类少。同时，我国在高性能无机非金属 3D 打印医用材料的研发、创新方面实力弱，需求对外依赖度大。3D 打印医用材料已经成为限制 3D 打印医疗行业发展的重要因素，我国无机非金属 3D 打印医用材料行业必须突破相关技术瓶颈。

行业分析人士表示，预计到 2025 年，全球 3D 打印医疗市场规模将达到 116 亿美元左右，无机非金属 3D 打印医用材料需求将随之不断增长。2021 年，我国“十四五”国家重点研发计划“高端功能与智能材料”重点专项”中提出，要研发对骨组织功能重建具有生物适配功能的高端无机非金属再生修复材料，获得无机非金属 3D 打印新材料。在国家政策的推动下，我国无机非金属 3D 打印医用材料行业发展前景广阔。



# 什么是物流机器人？

## 物流机器人的类型和组成介绍

**物**流机器人是指应用于仓库、分拣中心、以及运输途中等场景的，进行货物转移、搬运等操作的机器人。物流机器人（又可理解为自动引导车，Automated Guided Vehicle，简称：AGV）在整个智能物流系统中起关键性的作用，其中仓储 AGV 被广泛应用于物流行业及各大主流电商的仓库存储、分拣中心和运输等操作场景，主要完成装卸、搬运、存储、分拣和运输等工作。

### 物流机器人的类型

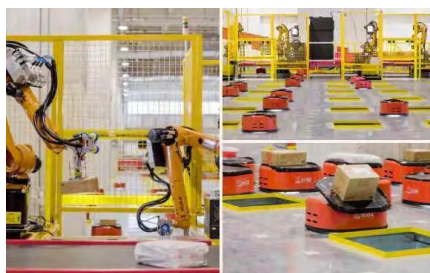
目前国内外已经有越来越多的企业开始使用物流机器人，本文盘点了近年来比较受欢迎的九款物流机器人。



#### 1、自动导向搬运车（AGV）

自动引导车分为有轨 RGV 和无轨自动引导车 AGV，无轨还能分为有无地标（地标还分磁导或条码），或采用三维坐标定位（类似无人汽车的研发）。这类小车属于目前主流研究方向。使用环境也是跟搬运机器人类似。国内现在汽车制造商和烟

草配送商大量在使用 AGV 小车，作用也是为了提有效率，降低作业强度，降低成本。



#### 2、Click & Pick 系统

Swisslog 是一家总部位于瑞士的自动化仓库和配送物流解决方案提供商，其背后是工业机器人“四大天王”之一的 KUKA（其持有 Swisslog 的 96% 以上股份）。与 Kiva 等货架式存储不同，Swisslog 的 Click & Pick 系统采用的是一种三维的立方体网格架系统，每个立方体内有一个标准尺寸的箱子装着特定货物，如果装着所需货物的箱子埋在别的箱子下面，机器人会把上面的箱子拿起来堆在旁边，拿到货物后再放好。据 Swisslog 称，Click & Pick 一小时能处理一千张订单，速度是人类作业的 4 - 5 倍。

#### 3、日立 HITACHI 智能机器人

子弹头列车和发电站的制造商日立公司，近日推出了一款机器人，该机器人可以拿起大约 1 公斤重的商品，能够潜在的代替企业中那些重复性的工作，如亚马逊仓库中从货架上找物品。这些机器人也可

以应用于固定在工厂的地面上的工作，常见的类型如丰田汽车生产线上的工业机器人。

虽然近年来国内机器人得到了快速的发展，但离欧美等国仍然有不小的差距。不过，随着工业 4.0 的发展，尤其是国内电子商务的发达，在物流环节中引入机器人是必然地趋势。值得一提的是国内已有部分领先企业开始在仓储领域开展机器人作业。

#### 4、机器人“曹操”

国内目前只有两个物流仓库有分拣机器人应用，天猫超市的“曹操”就是其中之一。这个机器人是一部可承重 50 公斤，速度达到 2 米 / 秒的智能机器人，造价高达上百万，所用的系统都是由阿里自主研发的。“曹操”接到订单后，它可以迅速定位出商品在仓库分布的位置，并且规划最优捡货路径，拣完货后会自动把货物送到打包台。能一定程度上解放出一线工人的劳动力，在“曹操”和小伙伴们的共同努力下，天猫超市在北京地区已经可以实现当日达。

#### 5、Kiva

2012 年亚马逊以 6.78 亿美元买下自动化物流提供商 Kiva 的机器人仓储业务后，利用机器人来处理仓库的货物盘点以及配货等工作。目前亚马逊的几十个仓库里，



有超过 15000 个 Kiva 机器人在辛勤工作。亚马逊因此也被成为全球有效的仓库。

Amazon 将仓库工作分解成两部分：员工只需要在固定的位置进行盘点或配货，而 Kiva 机器人则负责将货物（连同货架）一块搬到员工面前。

## 6、Fetch 和 Freight 机器人

Fetch 和 Freight 是硅谷机器人公司 FetchRobotics 的仓储机器人，Fetch 的机器人可以根据订单把货架上的商品拿下来，放到另一个叫 Freight 的机器人里运回打包。Fetch 相当于 Kiva 的升级版，Fetch 机器人具备自动导航功能，可以在货架间移动，识别产品并将其取下货架并运动到叫 Freight 的自动驾驶机器人里，Freight 的作用则与 Amazon 的 Kiva 相当。机器人可以自助规划路线和充电，从而保证整个仓储系统的无缝运行。FetchRobotics 是今年亮眼的机器人公司之一，主要团队来自大名鼎鼎的 WillowGarage，这家硅谷公司在今年 6 月获得了软银领投的 2300 万美元融资。

## 7、Transwheel 机器人

以色列申卡尔工程与设计学院的设计师设计出一款名为 Transwheel 的机器人。它采用自平衡系统，当机器人手臂载货时能脚踩单轮保持直立行驶，单个机器人可运送小包裹，而若干机器人组合协作可运送大包裹。此外该机器人可使用 GPS 系统进行导航，能通过面部识别软件确认接收者的身份；对于较大的物品，机器人也可以共同分担负载。同时其还具备智能取件的功能。它的设计者声称这种快递机器人甚至可以替代大型运输车辆，缓解交通拥堵。但也许更有用的是，采用这种机器人可避免在工作时间进行发货。



## 8、“盒子机器人”

Skype 创始人 Heinla 与 Friis 旗下的 Starship 公司推出了一种专门用来小件货物配送的“盒子机器人”。之所以这么称呼，是因为它的外形像极了个配有六个轮子的储物盒，它重可承载 20 磅（约合 9 公斤）的货物，可达到物流中心方圆 1 英里（约合 1.6 公里）多的范围。由于其硬件上配置了一系列摄像头和传感器，能够保障其安全行走在人行道上，在指定时间从物流中心出发，穿越大街小巷，来到顾客家门口完成快递任务。在配送过程中，所携带的包裹都是被严密封锁，接收者只有通过其智能手机才能打开。Starship 表示，这台联网机器人多可运送两袋食杂货，能够处理 95% 的包裹。它的成本比人力快递便宜 5 - 15 倍，目前的平均快递费为每趟 5 - 15 美元，Starship 称未来可以削减至 1 美元。

## 9、Bulter 机器人

Bulter 机器人相当于一个方形版本的 Kiva，由总部位于印度古尔冈和新加坡的机器人公司 GrayOrange 制造。这家创业公司由 SamayKohli 和 AkashGupta 于 2009 年建立，当时是希望做一些和教育培训相关的机器人，后来它演变成一个工业机器人制造公司。目前主要致力于在零售、物流以及仓库机器人领域构建业务。

## 二、物流机器人的组成

### 1、执行机构

执行机构的功能是可以抓取物品，并

按照规定的运动速度、运动轨迹将物品送到指定的位置，然后放下物品。要完成一个完整的作业过程，物流机器人需要具有手部、腕部、臂部、机身头部、行走机构几个部分。手部是机器人用来握持工件或工具的部位，直接与工件或工具接触。腕部是将手部和臂部连接在一起的部件，用于调整手部的位置和姿态，扩大手部的活动范围。臂部支撑着手腕和手部，使手部的活动范围扩大，有大臂和小臂。机身又称立柱，是用来支承臂部，安装驱动装置和其他装置的部件。行走机构是扩大机器人活动范围的机构，被安装于机器人的机身下部，有多种结构形式，可以是轨道和车轮式，也可以模仿人的双腿。

### 2、驱动系统

驱动系统是为物流机器人提供动力的装置。一般情况下，机器人的每一个关节设置一个驱动系统，它接受动作指令，准确控制关节的运动位置。

### 3、控制系统

控制系统控制着物流机器人按照规定的程序运动，它可以记忆各种指令信息，同时按照指令信息向各个驱动系统发出指令。必要时，控制系统还可以对机器人进行监控，当动作有误或出现故障时发出报警信号，同时还对机器人完成作业所需的外部设备进行控制和管理。

### 4、检测传感和人工智能系统

检测传感系统主要检测机器人执行系统的运动状态和位置，并随时将执行系统的实际位置反馈给控制系统，并与设定的位置进行比较，然后通过控制系统进行调整，使执行系统更准确地完成作业过程。人工智能系统赋予机器人视觉、学习、记忆和判断能力。□

# 深圳市光学光电子行业协会 第七届第二次会员大会隆重召开!

2021年12月29日,深圳市光学光电子行业协会(以下简称:深光协)第七届第二次会员大会在南山区凯宾斯基酒店成功举办。来自政府职能部门、协会会员企业、专家学者及友好协会、行业媒体等近200余名代表出席会议。本次大会以“聚光前行 勇立潮头”为主题,同期举行深光协第七届第三次常务理事会。



深光协第七届第二次会员大会



深光协第七届第三次常务理事会

## 凝聚光电力量 推动产业升级

深圳市人民政府二级巡视员高林在会上表示,当今世界正经历着百年未有的大变革,在座各位能够秉承追求卓越的精神,开拓创新,勇于攀登,为社会经济的发展做出了重要的努力。2021年全球金融中心指数报告中,深圳的金融科技排名首次跻身全球前四,光学光电子科技在这里贡献了相当重要的一部分,希望越来越多的企业家投身深圳的高新科技行业,以现代科技组织经营创新,助力光电产业高技术发展,同时也希望协会能够做好会员企业和政府之间的沟通桥梁作用,打造更具服务



深圳市人民政府二级巡视员高林

力、价值力与影响力的著名行业平台,各方共同携手写好深圳光学光电子产业更加精彩的春天的故事。

## 立足企业需求 打造多元平台



深圳市光学光电子行业协会会长杨宪承

中国国际光电博览会(CIOE)执行主席杨宪承在发言中表示,深光协始终秉承“共享、共生、共融、共发展”核心定位,以企业需求为导向,以产业应用为引领,全面链接“政产学研资”等资源渠道,推动多元平台建设;并通过深化会员服务、加强产业调研、创新活动方式等服务内容,打通企业价值增值路径,提升深光协行业影响力与社会向心力,助推全



体会员企业实现新跨越。

## 整合优势资源 助推产业发展



《西北工业大学深圳研究院智能操作项目》战略合作签约仪式



《AR/VR 研发项目》战略合作签约仪式



《深圳招商房地产有限公司招商骏丰项目》战略合作签约仪式

本次会员大会上深光协分别进行了《西北工业大学深圳研究院智能操作项目》战略合作签约、《AR/VR 研发项目》战略合作签约、《深圳

招商房地产有限公司招商骏丰项目》战略合作签约，通过整合多方优势资源，升级优化服务内容，助推企业高质量发展。就应用创新、技术研发、人才培养、学术交流、产业用地等多个领域展开深入合作，实现科技、资本、人才等资源的交流共享，加快科技要素转化为生产力。



另外，在深圳市市场监督管理局（深圳市知识产权局）的指导下，深光协在会上正式成立知识产权保护工作站，帮助会员企业将知识产权转化为企业核心竞争力与无形资产。知识产权保护工作站成立后将从事政策咨询、技术支持、项目合作、法律咨询等多个领域为企业提供知识产权保护服务，全方位提升会员企业知识产权保护和科技创新发展。



此外，深光协秘书长陈鲲在会上对深光协 2021 年度工作进行了汇报。2021 年深光协立足企业服务，从协会体系建设、承办重大活动、整合优势资源、推动品牌宣传和开展党建工作等方面取得一定成绩。共组织线上线下服务活动超 30 场，企业走访调研 150 家 / 次，精准服务企业超 1000 余次。

本次大会不仅是深圳市光学光电子行业协会的 2021 年工作总结会议、全体会员大会，更是深圳光电企业、龙头企业的年度盛典。通过大会的召开，深光协明确了下一步发展方向，深化服务内容、开展多方合作，为推动深光协“共享、共生、共融、共发展”建设群策群力，开启光电共享共赢新篇章。■



## 河南省工业和信息化厅领导一行莅临深光协调研考察

2022年1月6日，河南省工业和信息化厅（以下简称河南工信厅）开放合作处处长任伟军、副处长孟庆超一行拜访深圳市光学光电子行业协会（以下简称深光协）和中国国际光电博览会（以下简称CIOE），深光协第一季度轮值会长君信达总经理林潮（以下简称林会长）携同深光协秘书长陈鲲（以下简称陈秘书长）、深光协副秘书长陈芳（以下简称陈秘）、CIOE精密光学销售部部长张国印（以下简称张部长）、CIOE激光红外销售部部长汪如春代表深光协和CIOE进行了热诚接待。双方就产业链培育、优势资源互补、区域展会联动、产业引导政策等方面进行了座谈交流。



深光协轮值会长林潮（左五）、河南工信厅任伟军处长（右四）、河南工信厅孟庆超副处长（右三）、深光协秘书长陈鲲（左四）



会上，任伟军处长表示河南省人文历史厚重，发展基础坚实，未来潜力巨大，把发展新兴产业作为经济结构调整和产业结构升级的主攻方向，大力培育和引导战略性新兴产业发展。而在招商引资方面，河南省也进一步强化了服务保障，全面落实全流程保姆式服务，为产业落地营造良好营商环境。并希望与深光协就光学光电子方向，建立全方位、多领域、可持续合作关系，促进深圳光电企业在中原经济区布局。



陈秘书长介绍，深光协始终聚焦战略性新兴产业光电领域的“核心链”和“应用链”问题，致力于促进光电企业上下游协同创新发展。希望通过深光协和CIOE的资源，着眼长远为产业转型与市场应用提供新增长点，充分调动市场主体活力，发挥市场机制的能动性，让整条产业链形成闭环式的生态环境，这也是深光协一直希望要做和将来要做的事情。



期间，陈秘与张部长分别对深光协及CIOE的相关情况进行介绍。并通过本次座谈会加深双了解，为协会与河南工信厅之间的合作打下了良好的基础。下一步将围绕如何加强互动合作，以及在招商模式、产业资源、政策扶持等方面进行深入探讨。任处长希望未来和深光协能紧密联系，并邀请深光协领导、相关企业前往河南相关产业园进行实地考察。C

# 深圳市南山区企服中心、区政府办领导一行莅临深光协调研考察

2022年1月27日，深圳市南山区企业发展服务中心、深圳市南山区政府办公室领导一行拜访深圳市光学光电子行业协会（以下简称深光协）。深光协杨宪承会长（以下简称杨会长）携同深光协副秘书长陈芳（以下简称陈秘）、深光协会长助理赖寒代表深光协热诚接待。双方围绕惠企扶持政策、产业发展痛点、协会专业服务等问题展开交流。



杨会长表示深光协成立于1990年，是

经深圳政府最早批准设立的行业类协会之一。协会将充分发挥政府与产业间桥梁纽带的作用，做好产业发展的协调服务工作。整合各类要素资源，赋能产业成长，利用协会平台优势，推动南山区光学光电子行业新一轮跨越式发展。



期间，陈秘详细汇报了协会发展历程、近期工作动态及未来规划。深圳市南山区企业发展服务中心、深圳市南山区政府办公室领导对协会一年来的发展与成绩表示高度认可，分别表示将加强与协会、与企

业的交流互动，以协会专业性不断助推产业的转型升级，引领产业生态健康良性发展。同时，对协会会员企业成长过程中面临的实际需求密切关注与高度重视，期待看到详细的建议与方案，将尽最大努力推动相关工作的进一步发展。



未来，协会将加强与南山区企业发展服务中心合作，持续创新服务，努力打造更有价值的共生型产业生态驱动平台，为南山产业的光学光电子行业建设贡献更大能量。■

## 深圳市光学光电子行业协会 2022 年轮值会长公布



### 一季度轮值会长

**林 潮 君信达 总经理**

深圳市君信达环境科技股份有限公司总经理，深圳市股权投资研究会会员，深圳市光学光电子行业协会常务副会长，上海财经大学工商管理硕士（MBA），高级工程师，日语翻译。



### 二季度轮值会长

**马国斌 珑璟光电 董事长**

深圳珑璟光电科技有限公司创始人、董事长、CEO，深圳市光学光电子行业协会副会长，广东省制造业协会副会长，广东省产业发展促进会副会长，深圳市微纳制造产业促进会副会长，中国增强现实核心技术产业联盟理事。



### 三季度轮值会长

**徐 巍 德赛自动化 总经理**

深耕光学产品和自动化行业二十余年，创立了惠州市德赛自动化，现隶属于广东德赛集团，由日本、台湾、新加坡等地资深人士组成，是国内唯一、涵盖摄像头模组全产业链，且产品最为齐全的装备技术提供商。为光学镜头、摄像头模组、毫米波雷达、新能源电池、手机等产品智能制造、“智慧工厂”提供装备、技术和服务。



### 四季度轮值会长

**黄宏亮 纳宏光电 总经理**

深圳市纳宏光电技术有限公司创始人、总经理，深圳市光学光电子行业协会副会长。纳宏光电是一家专业提供光学技术解决方案和生产滤光片的国家级高新技术企业。

## 传承奥运精神，永葆奋进姿态



2月2日，北京2022年冬奥会火炬接力启动仪式在奥林匹克森林公园隆重举行。当天下午16时许，深光协会会员单位凯普林光电董事长陈晓华作为第261棒火炬手，完成神圣的火炬传递。

火炬接力完成之后，陈晓华依然难掩激动心情，他表示，“生逢盛世，有幸作为1200名全国各行各业‘不平凡的普通人’之一，成为一名光荣的奥运火炬手，见证历史，融入时代，心潮澎湃！新冠疫情仍未结束，冬季奥运会在这样的背景下举行实属不易，难能可贵。这也激励我们，不管面对什么困难，都要传承奥林匹克运动精神：坚韧不拔、力争上游。在工作和生活中永葆奋进姿态，争取更好成绩！”

凯普林与奥运的首度结缘还要追溯到北京2008年夏季奥运会，激光显示大屏的红色激光器和传输光缆均由凯普林出品，为北京向世界展示“科技奥运”理念、完美呈现视觉盛宴贡献力量。此次再度与奥运续写前缘，接力奥运圣火，传递奥运精神。

奥运盛会之所以成为日常生活中激动人心的所在，不只是争夺奖牌和冠军，更是一群勇于突破的人代表我们向那些亘古法则发起一次次极限挑战，展示生而为人的勇气与决心。凯普林人也在陈晓华的带领下，继续发扬奥运精神，向着“更快、更高、更强、更团结”的目标不断奋进。■





# 深圳市光学光电子行业协会

SHENZHEN OPTICS & OPTOELECTRONICS INDUSTRY ASSOCIATION

## 协会简介

深圳市光学光电子行业协会(简称深光协)成立于1990年,是经深圳政府最早批准设立的行业类协会之一,会长杨宪承。协会由信息通信、精密光学、激光制造、红外技术、光电传感、光电显示等相关领域企业、机构、高校组成,旨在促进光学光电子产业聚合创新,以专业活动为支撑,以渠道资源为动力,以品牌推广为路径,以增量市场为目标,为会员企业提供深层次、多元化、全方位的一站式服务。

### 资源共享

全面链接光电子相关行业“政企学研资”五类渠道资源。

以技术共融为目的,推动技术创新与应用合作。

### 技术共融

### 价值共生

打通企业价值增值路径,促进企业共生共赢。

凝心聚力共发展,抓住时代机遇铸就命运共同体。

### 共发展

电话:+86 755 88242548 / 88242545

邮箱:szooia@szooia.org.cn

地址:深圳市南山区海德三道海岸大厦东座608

网站:www.szooia.org.cn





## 深圳爱尔创新材料有限公司

深圳爱尔创成立于 2003 年，在深圳、沈阳、本溪生物谷等地投资数千万元，分别建立了大规模、高品质的现代化生产基地。公司依托清华大学材料系国家重点陶瓷实验室，利用光通讯、医疗、化工、电子、照明等跨学科的技术整合优势进行新产品研发，并与美国、瑞士、日本等专家合作，在陶瓷新材料的制备、成型、烧结及精密加工等领域取得重大科研成果，产品达到国际先进水平。

氧化锆陶瓷套筒主要应用于光无源器件光纤适配器和光有源器件光收发模块中。在光无源器件中是光纤与光纤活动连接适配器的核心部件。有源器件主要是用在 TOSA/ROSA/BOSA 这些光组件上。在数据中心，5G 基站通讯，光纤到户等光通讯网络中广泛应用。



地址：深圳市南山区科技园北区清华信息港科研楼 3 楼 301

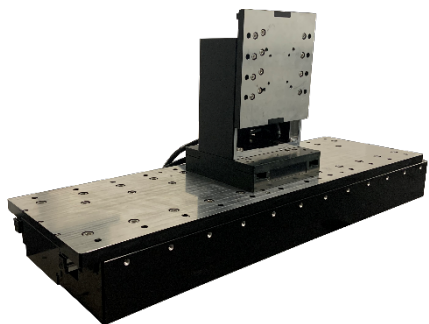
电话：0755-86008635

网址：www.upcera.com

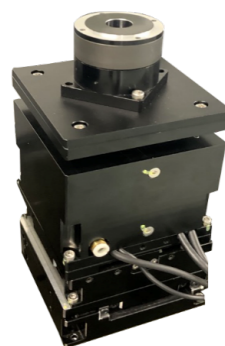


## 德瑞精工（深圳）有限公司

德瑞精工（深圳）有限公司是集研发、设计、制造、销售为一体，以直线电机运动单元为基础，为各行业提供自动化运动系统解决方案的高科技企业。托于多年研发经验积累，产品已经成功应用到 3C、半导体、激光、CNC 加工、PCB/FPC、检测、视觉、医疗设备等行业中。



XYZ 光纤耦合平台 MDR180-XYZ-Y010



XYZ0 定位平台 MDR80-XYZ0

地址：深圳市宝安区石岩街道石龙社区工业二路 1 号惠科工业园厂房

电话：0755-8528 0925

传真：0755-85280681

网址：www.direc-tech.com



## 一诺仪器（中国）有限公司

一诺仪器（INNO INSTRUMENT INC.）是全球电信安装测试及通用测量仪器仪表行业的领先设备供应商。主要服务于全球电信运营商、通信工程商、能源及电力系统、新能源汽车制造商等客户。

一诺仪器于2007年正式进军中国，拓展业务并服务于中国用户。一诺仪器（中国）有限公司座落于山东威海，负责一诺仪器中国区域的市场管理、产品销售及支持服务业务。在全国设立南京、北京、广州、深圳、成都、西安等办事处及数十个服务网点，覆盖全国所有省市及自治区。



VIEW8 高精度六马达干线光纤熔接机



VIEW600 模块化长距离干线光时域反射仪

电话：400-852-8282

网址：[www.innoinstrument.com.cn](http://www.innoinstrument.com.cn)



## 珠海倍力科技有限公司

珠海倍力科技有限公司是一家立足于泛光学领域，提供光学镜片 / 红外镜片 / 半导体晶圆冷加工的辅料销售，自主开发并销售各类光学检测仪器。公司始终坚持对新材料的探索，坚持新设备 / 仪器的开发，坚持为客户创造价值，坚持稳重求进的发展和盈利模式，努力将倍力打造具有品牌优势、平台优势和价值优势的公司。



地址：珠海市香洲区华威路128号华纳综合楼436室

网址：<http://www.zhbillion.com/>

电话：86-0756-8975289

邮箱：[zhuchaoxu@zhbillion.com](mailto:zhuchaoxu@zhbillion.com)





## 深圳市鹰眼在线电子科技有限公司

全自动镜座贴合机：

弹夹 & Tray 全自动上下料，对基板点胶、芯片金线蘸胶、芯片贴合到基板上，实现金线与焊盘贴合连接

精度：± 25um，± 0.2°

UPH：>1200

AOI 功能：贴装精度检测、点胶效果检测、锡胶断胶检测、金线检测

应用于 COM 工艺组装



全自动镜座贴合机

地址：深圳市龙岗区横岗永湖联合路 13-1 号鹰眼科技园

电话：86-0755-28708353

网址：www.eagle-eye-online.com

邮箱：scyxb-yc@eol-vision.com



## 浙江飞越机电有限公司

VALUE 飞越是一家致力于真空设备研发生产的企业，现已在 105 个国家建有“VALUE”自主品牌销售渠道，并为超过 10 家世界 500 强企业提供服务。凭借在真空领域 20 多年的经验，我们可提供种类齐全的产品和最可靠的工业真空技术，满足各种不同行业的需求。并不断完善了以“速度、创新、高品质”为核心的能力，致力于为全球客户提供创新、高品质的真空设备，帮助客户更高效率、更高质量地完成工作，帮助客户成功！



地址：浙江省温岭市城西工业城九龙大道 1029 号

电话：0576-86992957 / 13858630925

网址：www.valuevacuum.com

邮箱：vacuum@worldvalue.cn

## amun OSRAM 艾迈斯欧司朗

艾迈斯欧司朗集团，是光学解决方案的全球领导者。公司拥有超过 110 年的发展历史，以对未来科技的想象力，深厚的工程专业知识与强大的全球工业产能为核心，长期深耕于传感与光学技术领域。在消费电子、汽车、医疗健康与工业制造领域，致力于为客户提供具有竞争力的解决方案，在健康、安全与便捷方面，致力于提高人们生活质量，推动绿色环保。集团总部位于奥地利 Premstaetten/ 格拉茨，联合总部位于德国慕尼黑。集团 2021 年总收入超过 50 亿欧元。



EEL 和 VCSEL 激光器  
工业 / 车载激光雷达



CMOS 图像传感器  
机器视觉



dToF 传感  
AR/VR 应用



Vegalys™ RGB 激光模块  
AR/VR 应用

地址：中国江苏省无锡市新区锡勤路 57 号

网址：[www.ams-osram.com](http://www.ams-osram.com)

电话：400 920 6282

邮箱：[prasias@osram-os.com](mailto:prasias@osram-os.com)



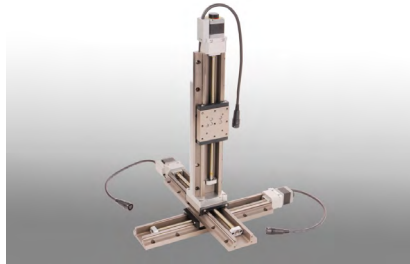
芬创科技  
Photroland

## 上海芬创信息科技有限公司

上海芬创信息科技有限公司于 2004 年 5 月成立，致力于精密光学应用领域产品的开发应用。秉承技术为先，引进与创新并举的发展战略，将国际先进的“光”应用技术与产品引进国内的同时研发出具有国内先进精密位移台、除振系统等，并拥有多款自主知识产权的系列产品。公司从单一产品的提供，发展成为各类精密光学元器件、镜架、精密手 / 自动位移台、各类防振平台及主动防振系统等仪器 / 设备及技术服务支持的综合提供商，并形成系列化及多元化的产品和服务。



KVTA 空气阻尼光学桌



不锈钢一体电动直线滑台

地址：上海市宝山区沪太路 2999 弄 29 号 305 室

网址：<http://www.photroland.com>

电话：021-51860819

邮箱：[sales@photroland.com](mailto:sales@photroland.com)



## 杭州海康微影传感科技有限公司

海康微影是杭州海康威视数字技术股份有限公司子公司,成立于2016年9月,以红外热成像技术为核心,立足于MEMS技术,专注于集成电路芯片的设计、封装和测试,面向全球提供物联网芯片、机芯、模组、红外热像仪产品及整体解决方案。

公司产品及方案广泛应用于安防监控、辅助驾驶、灾难预防、工业测温、医疗检疫、消费电子等多个领域。

2022 年杭州亚运会,公司被选定为“杭州亚运会官方指定热成像智能物联服务企业”。



热成像测温模组



DV 式手持测温热像仪



“小影”人体测温机器人

地址: 浙江省杭州市桐庐县桐庐经济开发区求是路 299 号 A1 号楼 /31000

电话: 4000-400-206

网址: [www.hikmicrotech.com](http://www.hikmicrotech.com)



## 北京特思迪半导体设备有限公司

北京特思迪半导体设备有限公司秉承“用技术与服务助力客户发展”的使命,专注于半导体领域高质量表面加工设备的研发、生产和销售。公司以更平、更薄、更快的技术导向,重点针对半导体衬底材料、半导体器件、先进封装、MEMS 等领域,提供减薄、抛光、CMP 的系统解决方案和工艺设备。引领创新,助推智造,特思迪以技术创新为持续发展的动力源泉,坚持以客户需求为导向的自主创新,为客户和市场提供性能优越、高生产效率、高性价比的设备解决方案,带给产业无限可能。



半自动单轴减薄机



TSP-810/910/1270



POLI-400Lcmp 抛光机

地址: 北京市顺义区顺强路 1 号

电话: 010-64778430

传真: 010-64778420

网址: [www.tsd-semicon.com](http://www.tsd-semicon.com)

邮箱: [sales@tsd-semicon.com](mailto:sales@tsd-semicon.com)





杭州银湖激光科技有限公司  
Hangzhou SilverLake Laser Technology Co., Ltd.

## 杭州银湖激光科技有限公司

杭州银湖激光科技有限公司是一家由中组部国家级领军人才创办的高新技术企业，专注于高端激光微纳加工设备的研发、生产和销售。公司的激光设备应用于显示，微电子，新能源，5G 通信，新一代汽车和传感等行业，尤其是玻璃、晶体、半导体等材料的高精密加工。



玻璃激光钻孔设备



FPC 绿光皮秒全自动卷对片设备



玻璃激光切裂一体机

地址：杭州市富阳区银湖创新中心 5 号楼

电话：0571-63167390

网址：www.yinhulaser.com

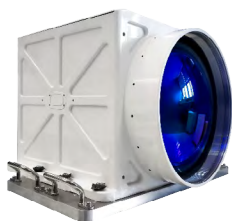
传真：0571-87190869

**LEADIR**  
立德红外

## 西安中科立德红外科技有限公司

西安中科立德红外科技有限公司，成立于 2015 年，总部位于西安，在北京设立全资子公司—北京中科立康红外科技有限公司，在武汉设有研发中心，是一家以红外热像技术为核心的智能化光电设备研制企业。主要有红外热成像测量设备、特种光学镜头、光电吊舱与转塔、卫星光学载荷、智能医学红外影像设备和安防警戒设备等。

公司设施完善，配备了千级洁净室、辐射定标室、光装室、电装电调室、设备装配室、检测室、暗室、环境试验室、系统集成室等。配有五轴超精密单点金刚石车床、高精度定心车床、球面铣磨机、数控磨抛机、红外镀膜机等 400 余套先进的生产检测设备。



大口径透射式连续变焦红外热像仪



大变倍比连续变焦红外热像仪



智能医用红外辅助诊断系统



光学镜片、镜头产品

地址：陕西省西安市高新区毕原二路 3000 号硬科技企业社区 8 幢

电话：029-81106672

网址：www.lead-ir.com

邮箱：marketing@lead-ir.com

传真：029-81122701

# 学术 · 产业 · 应用

洞察光电趋势，聚焦产学研用融合

## CIOEC中国国际光电高峰论坛

2022年9月7日-9月9日 深圳国际会展中心(宝安新馆)

### ● 通信产业论坛

- 光传送网技术发展论坛
- 千兆光接入宽带发展论坛
- 光电子芯片设计及制造、封装技术论坛
- 数据中心光互联演进趋势论坛
- 2022千兆光网创新发展论坛

### ● 光学产业论坛

- 主论坛: 光学成像新兴技术及应用探讨
- 手机摄像头影像技术高峰论坛
- 微纳光学器件制造及检测技术论坛
- 医疗内窥镜产业发展研讨会
- CIOE光学真空镀膜大会
- 光学成像及检测在机器视觉中应用研讨会

### 2022年 产业会议

### ● 激光产业论坛

- 主论坛: 半导体加工行业激光技术创新及应用探讨
- 激光技术助力新能源锂电制造研讨会
- 激光在医疗及美容领域技术应用研讨会
- 激光技术助力汽车智能制造研讨会
- 激光微纳加工与制造研讨会
- 3D打印工业化、智能化应用研讨会
- 激光技术在海洋工程应用研讨会

### ● 红外产业论坛

- 红外材料与器件技术创新发展高峰论坛
- 红外技术在智能消费电子领域应用发展研讨会
- 红外技术在电力系统中的应用发展研讨会
- 太赫兹技术趋势及应用论坛

以上会议主题如有变更，请以现场实际为准，主办方拥有最终解释权。

光+应用论坛

全球光电大会OGC学术大会

CIOE&YOLE国际论坛



深圳爱尔创创立于2003年，在深圳、沈阳、本溪药都等地投资数千万元，分别建立了大规模、高品质的现代化研发与生产基地。公司致力于成为可信赖的材料专家，多年来深耕于精密陶瓷结构件和口腔医疗类陶瓷及其它新材料的研发、生产、销售；也是中国第一个提出口腔数字化解决方案的公司。下属全资公司“辽宁爱尔创生物材料有限公司”和“辽宁爱尔创科技有限公司”负责公司产品研发与生产制造。

公司依托清华大学材料系国家重点陶瓷实验室，利用光通讯、医疗、化工、电子、照明等跨学科的技术整合优势进行新产品研发，并与美国、瑞士、日本、韩国等专家合作，在陶瓷新材料的制备、成型、烧结及精密加工等领域取得重大科研成果，产品达到国内领先、国际先进水平。


**氧化锆陶瓷套管**

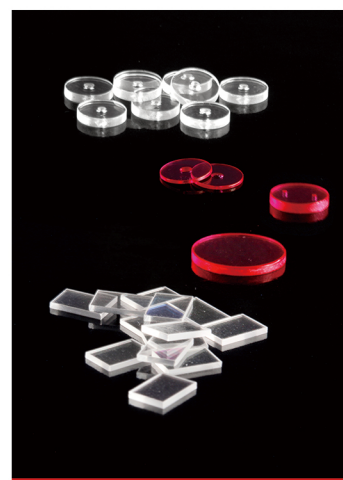
ZIRCONIA CERAMIC  
SLEEVE


**精密陶瓷结构产品**

PRECISION CERAMIC  
STRUCTURAL PRODUCTS


**陶瓷绝缘体**

CERAMIC  
INSULATOR


**宝石系列**

GEMSTONE SERIES



# 第24届中国国际光电博览会 欢迎您！

# WELCOME

## 同期六大主题展



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 AND INTELLIGENT MANUFACTURING EXPO



智能传感展  
INTELLIGENT SENSING EXPO



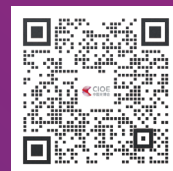
红外技术及应用展  
INFRARED APPLICATIONS EXPO



光电子创新&  
新型显示创新技术展  
PHOTONICS INNOVATION & DISPLAY EXPO



关注CIOE官方公众号



添加光博君企业微信

## 2022.9.7-9.9 深圳国际会展中心(宝安新馆)