Apr / May 2025

ISSN 2412-6934

视觉系统设计

Vision Systems China

DESIGN

精密在线测量中部署机器视觉的关键要素 16

CoaXPress over Fiber实现长距离数据传输 21

工业过程记录仪用于实时工业过程监控 25

基于AI的机器视觉提升配送站运营效率 32

基于事件的视觉感知，捕捉快速变化场景的利器

12



ACT INTERNATIONAL

ENDEAVOR BUSINESS MEDIA

www.vision-systems-china.com

扫码浏览更多期刊

CDIIF
成都国际工业博览会

成都国际工业博览会
Chengdu International Industry Fair

创链新工业 共碳新未来

2025年4月23-25日
中国西部国际博览城
April 23-25, 2025
Western China International Expo City

www.cdiif.com



同期展会
Concurrent Exhibitions

IAS	MWCS	RS	ICTS	AMS	EIAS
工业自动化展	数控机床与金属加工展	机器人展	新一代信息技术展	新材料展	节能与工业配套展

DEXPO 东浩兰生会展 上海工业商务展览有限公司 SHANGHAI INDUSTRY & COMMERCE EXHIBITION CO., LTD.
东浩兰生会展集团上海工业商务展览有限公司
电话Tel: 021-2206 8388
CDIIF@shanghaiexpogroup.com

Deutsche Messe 汉诺威米兰展览(上海)有限公司
汉诺威米兰展览(上海)有限公司
电话Tel: 021-5045 6700
CDIIF@hmf-china.com

四川天府国际会展集团有限公司 Sichuan Tianfu International Conference & Exhibition Group Co., Ltd.
四川天府国际会展有限公司
电话Tel: 028-8025 6232
stex@cdtf.gov.cn

PENG CAN 四川鹏璨文化传媒有限公司 Sichuan Pengcan Culture Media Co.,Ltd
四川鹏璨文化传媒有限公司
电话Tel: 028-67646118
CDIIF@pengcan.com

HIKROBOT
海康机器人

视觉·看见无限可能

2025海康机器人机器视觉新产品新技术发布会暨技术交流会

5月13日 13:30

多平台同步直播，线上线下共话智造

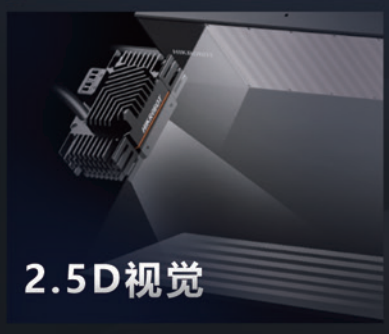
扫码预约报名

多元产品 软硬一体 全新升级











杭州海康机器人股份有限公司

400-989-7998 www.hikrobotics.com hikrobot@hikrobotics.com

海康机器人微信 海康机器人官网

视觉系统设计
Vision Systems China
DESIGN

Apr / May 2025

目录 CONTENTS

访谈 Interviews

8 安森美诸多王炸“芯”科技齐亮相：全局快门亿级分辨率、量子点SWIR、30米测距……
Onsemi showcased many innovative technologies such as global shutter with hundreds of millions of resolutions, CQD SWIR, 30-meter ranging and so on.
作者：Rossie

10 用于强化自动化流程的机器视觉光学滤光片
Machine Vision Optical Filters for Enhanced Automation Processes
作者：Chroma Technology

技术趋势 TECHNOLOGY TRENDS

12 基于事件的视觉感知捕捉快速变化场景的利器
Event-Based Vision Sensing Act as a Powerful Tool for Capturing Rapidly Changing Scenes
作者：Heiko Seitz，IDS-Imaging Development Systems

15 载重型农用大型无人机进一步解放劳动力
Heavy-duty Agricultural Drones Can Further Liberate the Labor Force
作者：Jim Tatum

16 在精密在线测量中部署机器视觉的关键要素
Keys to Deploying Machine Vision in Precision In-Line Measurement Applications
作者：David Dechow，Machine Vision Source/ Motion Automation Intelligence

21 从米到公里：CoaXPress over Fiber实现长距离数据传输
From Meters to Miles: Long Distance Machine Vision with CoaXPress over Fiber
作者：Donal Waide，Advantech

应用与解决方案 APPLICATIONS & SOLUTIONS

24 适用于嵌入式平台的花生外壳表面检测模型
Researchers Create Model For Surface Inspection of Peanuts
作者：Linda Wilson

25 在制造业中部署工业过程记录仪用于实时过程监控
Deploying Industrial Dashcams for Real-Time Process Monitoring in Manufacturing
作者：Christoph Siemon，IMAGO Technologies

28 机器视觉系统监测温室种植的作物生长
Machine Vision System Monitors Greenhouse-Grown Specialty Crop
作者：Linda Wilson

30 机器视觉+机器人提升车灯生产效率
Boosting Automotive Courtesy Light Production with Machine Vision and Robotics
作者：Linda Wilson

32 基于AI的机器视觉提升配送场的运营效率
AI-Based Machine Vision Boosting Distribution Yard Efficiency
作者：Jim Tatum

34 接触式图像传感器提升钢带检测效率
Contact Image Sensor Improves the Efficiency of Steel Strip Inspection
作者：Deborah Abrams Kaplan

AI 工业AI
AI IN MANUFACTURING

编者语 UP FRONT

41 中国智能制造继续阔步向前
China's Intelligent Manufacturing Continues to Stride Forward

关于《视觉系统设计》

《视觉系统设计》杂志是全球机器视觉领域知名的英文刊物《Vision Systems Design》杂志的中文版，在内容方面以《Vision System Design》为蓝本，同时也涵盖国内市场信息，致力于报道国内外机器视觉技术的最新发展及在各个行业的应用情况，尤其关注在工业智能制造领域的应用。随着AI技术在工业制造领域的应用不断拓展，特别是与机器视觉的深入融合，自2025年起，《视觉系统设计》杂志特增加《工业AI》版块，报道AI技术在工业制造中的实际落地应用情况，旨在引进国外先进技术与推进国内技术创新，服务中国工业转型升级，促进新质生产力发展，打造中国领先的技术交流平台。

《视觉系统设计》创刊于2013年，以双月刊出版，目前注册读者超过31,000名。此外《视觉系统设计》每年还参加国内外相关重大展会，面向专业读者免费派发，增加发行覆盖。网站：www.vision-systems-china.com。

扫一扫
免费下载电子书

About Vision Systems Design China

Vision Systems Design China (VSDC) is the Chinese version of Vision Systems Design (VSD), a well-known media brand focused on machine vision worldwide. Content of VSDC is partially selected from VSD, also covers China domestic market information, reporting on the latest developments and applications of machine vision technologies in various industries, especially in the field of industrial intelligent manufacturing. With the continuous expansion of AI in industrial manufacturing, especially the deep integration with machine vision, the "AI in Manufacturing" section will be added to the VSDC magazine to report on the actual deployments and applications of AI in industrial manufacturing starting from 2025，intending to introduce overseas advanced technologies and push China domestic technology innovations, serve China's industrial transformation and upgrading, promote the development of new quality productivity, and build a leading technology exchange platform in China.

VSDC magazine was founded in 2013 and is published bimonthly with over 31,000 registered readers. In addition, VSDC also participates in major domestic and international exhibitions every year, distributing free of charge to professional readers to increase distribution coverage. Please visit our website, www.vision-systems-china.com.

视觉系统设计
VisionSystems China
DESIGN

Apr / May 2025

目录 CONTENTS

专题/ FEATURE
工业软件/INDUSTRIAL SOFTWARE

42 AI赋能工业软件高质量发展
AI Empowers High-quality Development of Industrial Software
《工业AI》编辑部

44 工业软件的发展现状与未来趋势
Development Status and Future Trends of Industrial Software
《工业AI》编辑部

技术荟萃 TECHNICAL CLUSTER

47 扩展视觉 AI：将摄像头转化为特定用途的 AIoT 传感器
Scaling Vision AI: Transforming Cameras Into Purpose-Specific AIoT Sensors
作者：Chiaohui Chang　华硕高级产品总监

52 革新人工智能机器人技术： 用于实时数据和耐用性的 Ferri 解决方
Revolutionizing AI Robotics: Ferri Solutions for Real-Time Data and Durability
Silicon Motion 公司供稿

56 面向可持续性的未来：我们能够期待什么？
Towards a Sustainable Future: What Can We Expect?
作者：Eryn Devola　西门子数字化工业集团可持续发展部门负责人

行业风云 INDUSTRY INTERCHANGE

57 AMD第5代EPYC嵌入式处理器让工业边缘计算更快更高效
AMD's 5th Generation EPYC Embedded Processors Make Industrial Edge Computing Faster and More Efficient

59 特色产品 FEATURE PRODUCTS

4 编者话 Editor's Notes
5 前沿简讯 Leading Edge Snapshots
37 产品撷英 Products Highlights
60 广告索引 Ad Index

关于雅时国际商讯 (ACT International)

《时国际传媒集团成立于1998年，在高增长的中国市场上为众多高科技领域提供服务。通过其产品系列，包括印刷和数字媒体以及会议和活动，雅时国际为国际营销公司和本地企业提供了进入中国市场的机会。雅时国际的媒体品牌为电子制造、机器视觉系统、激光/光子学、射频/微波系统设计、洁净室/污染控制和半导体制造, 化合物半导体, 工业AI等领域的20多万名专业读者和受众提供服务，雅时国际也是一些世界领先的技术出版社和活动组织者的销售代表。雅时国际的总部设在香港，在北京、上海、深圳和武汉设有分公司。www.actintl.com.hk

About ACT International Media Group

ACT International, established 1998, serves a wide range of high technology sectors in the high-growth China market. Through its range of products -- including magazines and online publishing, training, conferences and events -- ACT delivers proven access to the China market for international marketing companies and local enterprises. ACT's portfolio includes multiple technical magazine titles and related websites plus a range of conferences serving more than 200,000 professional readers and audiences in fields of electronic manufacturing, machine vision system design, laser/photonics, RF/microwave, cleanroom and contamination control, compound semiconductor, semiconductor manufacturing and AI in Manufacturing. ACT International is also the sales representative for a number of world leading technical publishers and event organizers. ACT is headquartered in Hong Kong and operates liaison offices in Beijing, Shanghai, Shenzhen and Wuhan. www.actintl.com.hk

视觉系统设计
VisionSystems China
DESIGN



《视觉系统设计》杂志长期征集以下机器视觉领域内的稿件，欢迎各企业及个人投稿，审稿通过后可免费刊登，内容优秀者还可刊登于《视觉系统设计》微信公众号。

征稿范围及要求：

1. 专题征稿
   专题范围内的技术、应用、发展。
2. 长期征稿
   机器视觉领域技术趋势或者应用、方案。
3. 新产品
   近半年内推出的新产品。

投稿邮箱： rossiep@actintl.com.hk

微信公众号

微信公众号是机器视觉和图像处理技术领域的资深媒体平台，立足于技术与实际应用，重视内容质量与价值，专注于发布前沿技术资讯，分享丰富的落地应用案例，为机器视觉上下游的专业人士递送既富有技术创新性又极具实用性的信息。



微信视频号

以投稿形式为各类机器视觉相关企业提供宣传片、应用解决方案、新产品应用等内容的视频发布平台视频内容需经过编辑审核后进行发布。

编者话
Editor's Notes

技术持续创新，满足应用的“贪婪”需求

各类生产及检测应用对机器视觉系统提出的要求，正在将“贪婪”不断演绎到新的极致：既要越来越精细的检测精度，又要越来越快的检测速度，还要越来越高的检测准确性，甚至也要越来越低的检测成本。应用端不断提升的需求，正在驱动技术创新来解决需求痛点。

由法国 Prophesee 公司提出的基于事件的视觉传感技术，其核心的创新点是只采集场景中变化的信息，而不是像传统相机采集目标场景的整个画面，因而能大幅减少采集的数据量，但并不错过场景中的变化信息。这项技术非常适用监控动态变化的场景，减少的数据采集量，能提高数据传输速度，并降低对处理硬件资源的要求（p12）。目前已经有一些相机厂商在提供事件相机产品，未来它将在工业生产线上高速运动的物体检测、工业设备运行状态的实时监测、工业自主型机器人的导航与避障、自动驾驶车辆，以及运动、医疗、安防等领域迎来更多应用。

随着面板、晶圆检测等应用对检测精度的要求不断攀升，亿级分辨率相机应运而生。以往的亿级分辨率相机都采用卷帘快门曝光，图像采集速度相对较低。安森美推出了一款全局快门亿级分辨率图像传感器，这也是目前市面上的首款全局快门亿级分辨率成像芯片（p8）。全局快门曝光方式大幅加快了图像的采集速度，进而提升检测效率。

SWIR 成像应用正悄然增长，比如用于检测晶圆内部的缺陷和杂质、识别 BGA 焊点空洞、检测光伏电池片的隐裂，以及用于食品分拣、恶劣环境下的导航增强、三维形貌重建等等。目前市场上的 SWIR 成像芯片主要基于 InGaAs 工艺，这种工艺不但复杂且成本较高。目前 SWIR 成像多用于一些对成本不算敏感的高端领域，在很大程度上正是受到其高成本的限制。安森美推出了一种创新的基于胶体量子点的 SWIR 成像技术，其最重要的特点是可以采用硅基工艺制造，这相比于传统的 InGaAs 工艺，能大大降低制造复杂性和成本，未来有望实现更低成本的高精度 SWIR 成像芯片（p8）。

机器视觉与 AI 融合继续不断深化，AI 已经成为一种势在必用的增强技术。关于 AI 在实际视觉检测应用中落地部署困难的问题，业界也正在不断改善，特别是一些国内厂商正在研发出一些简单易用的 AI 部署软件工具。

另外，为了应对传统 3D 检测高反光、透明、吸光等材质遇到的痛点问题，光谱共焦技术不断创新，除了点光谱产品外，测量速度更快的线光谱甚至面光谱产品不断涌现市场。

相信，技术的持续创新定将更好地满足各类应用的贪婪需求，让应用迈向更高级的自动化、智能化。

主编：庞会荣

中国总部 China Headoffice

ACT INTERNATIONAL
视觉系统设计 VisionSystems China
AI 工业AI AI IN MANUFACTURING

出版社 Publishing House
地址 Address
雅时国际商讯 ACT International
香港九龙 Unit B, 13/F, Por Yen Building,
长沙湾青山道478号 No.478 Castle Peak Road,
百欣大厦 Cheung Sha Wan,
13楼B室 Kowloon, Hong Kong.
电话 852 2838 6298
传真 852 2838 2766

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

社长 Publisher
姚丽莹 Hatter Yao
电邮 hattery@actintl.com.hk

中文版主编 Editor - China
庞会荣 Rossie Pang
电邮 rossiep@actintl.com.hk
编辑/记者 Editor & Reporter
张青勉 Vicky Zhang
电邮 vickyz@actintl.com.hk
张辉 Denny Zhang
电邮 dennyz@actintl.com.hk

编委会 （排名不分先后）
蔡振荣 香港应用科技研究院
安平 上海大学
周文举 上海大学
刘曦东 厦门大学
王世刚 吉林大学
张建州 四川大学
竺长安 中国科学技术大学
孙国栋 湖北工业大学

AIM 编辑 AIM Editor
黄莺 Katie Huang
电邮 katieh@actintl.com.hk

AIM 编委会成员 （排名不分先后）
崔 斌 蔡振荣 戴高敏
丁险峰 范丛明 黄晓园
苏锐丹 史 喆

免费赠阅咨询
电话 86 755 2598 8573/8567
传真 86 755 2598 8567
电邮 circulation@actintl.com.hk
网址 www.vision-systems-china.com

美国办公室 US office

VisionSystems DESIGN ENDEAVOR BUSINESS MEDIA

Peter Fretty Associate Group Publisher (English edition)
(231) 329-2739 pfretty@endeavorb2b.com
Linda Wilson Editor in Chief (English edition)
(941) 200-3345 lwilson@endeavorb2b.com

© 2025 版权所有 翻印必究

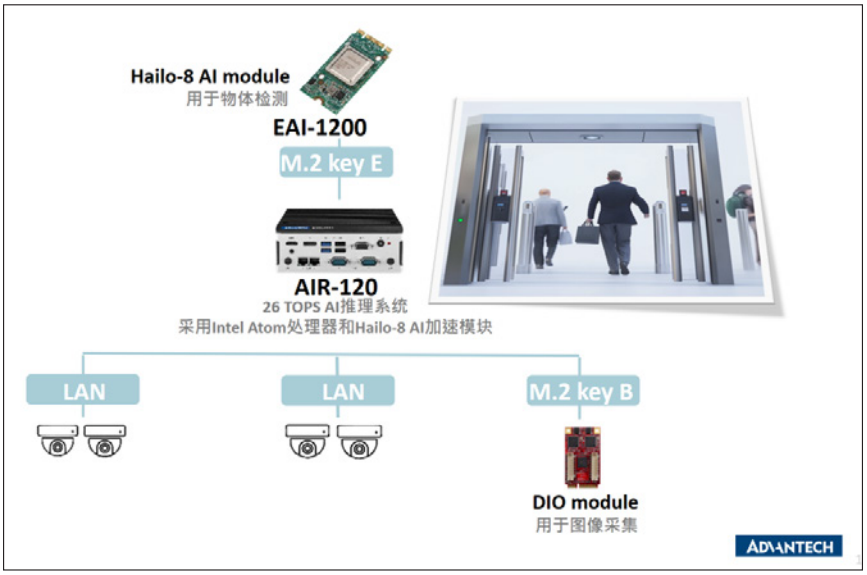
前沿简讯 Leading Edge Snapshots

研华边缘 AI 推理系统 AIR-120，助力智慧安全检测

智慧安全检测系统对于确保人群密集的公共场所的安全至关重要，并且市场巨大。传统的安全措施（如被动摄像头和金属探测器）存在排队速度慢、依赖事后证据的局限性；而 AI 驱动的安检解决方案能克服以上局限，提高效率、减少等待时间并改善用户体验。

然而，开发 AI 驱动的安检检测系统面临挑战，尤其是对于马拉松类的露天活动，需要经济高效、易于部署且无缝集成的安全系统，在短时间内进行现场安全保障。因此，必须配备能够增强边缘处理并配备多功能丰富 I/O 来连接设备和传感器的硬件系统。开发人员还必须预先训练检测模型，因此选择合适的模型进行实时安检是一个关键的考虑因素。即使在预训练模型准备就绪后，也通常需要将其转换为与目标 AI 处理器或 GPU 兼容的特定格式。最后，确保将转换后的模型无缝部署到 AI 系统上。

研华针对安检应用的 AIR-120 边缘 AI 推理系统，是一款基于 Intel Atom 的无风扇盒式计算机，具有用于两个摄像头连接的 LAN 端口、用于 EAI-1200 AI 加速模块集成的 M.2 扩展以及用于数据收集的数字 I/O。研华通过其 Edge AI SDK 进一步增强了该系统，提供推理基准测试工具、运行时 SDK 集成以及远程监控和管理功能。此外，Hailo 的 Model Zoo 提供预训练模型，Dataflow 编译器支持模型转换，TAPPAS 提供预训练示例，确保安检应用程序的无缝部署和优化。



在某应用案例中，客户使用 AIR-120 边缘 AI 推理系统与 Hailo-8 驱动的 M.2 AI 加速模块 EAI-1200 配对，进行实时安检；相比于金属检测机，该方案可节省 50% 的建立成本，并将检测速度提高 10 倍。该解决方案能快速检测违禁物品，例如弹药、危险物质、尖锐物体和武器。

融合视觉传感器，赋能端侧 AI 与空间智能产业生态

锐思智芯® 发布将全局曝光图像技术与 EVS 事件感知技术实现像素级融合的融合视觉传感器 ALPIX-Pizol®，为低算力、低功耗端侧 AI 感知、超低功耗成像、无人机、机器人与智慧城市领域提供突破性的多模态融合视觉方案，赋能端侧 AI 与空间智能产业生态。

ALPIX-Pizol® 是一款 1/4 英寸、由 1.3M GESP™（Global Event Sensing Pixel）像素组成的视觉传感器，它提供了图像、事件和融合等三种工作模式，每个工作模式下可以选择常规与低功耗设置，并可实现毫秒级切换。关键技术优势：(1) 优越的暗光高速性能：低光环境（0.1Lux 环境光，镜头参数 6mm f/1.2）仍可输出等效 1000fps 的运动信息。

（2）高动态范围中的高速运动捕捉能力：具备全分辨率、1000fps 高帧率下保持单帧 120dB 动态范围的能力，轻松应对极端光照、高光比等复杂场景。（3）超低功耗优势：通过 EvMo™ 技术，实现像素内运动特征提取，在 EVS 模式下大幅降低传感器功耗。（4）减少数据冗余和系统算力消耗：事件模式下，仅感知变化信息，提升系统实时性，单位时间生成的事件数据量小，大幅降低应用成本。

从消费电子到工业 4.0，ALPIX-Pizol® 可实现全场景赋能。在手机 / 运动相机领域，能实现 EVS AI-enhanced 图像 / 视频去模糊、视频插帧、AI-ISP 等功能，利用多模态数据辅助生成 AI-Motion 运动感知应用。在 AI-PC、平板和 XR 头显领域，能实现高鲁棒性的实时眼动追踪、手势识别与空间交互，降低传感器延时、算法及系统功耗，提升产品使用友好度。在无人机、机器人、自动驾驶领域，支持快速避障、目标追踪，修正因运动造成的画质问题，



支持快速 3D 扫描和建模，尤其适应复杂光照中的动态捕捉。在工业视觉领域，实现无畸变全局曝光图像 + 高时间分辨率的事件数据，支持低光、暗光场景高速产线检测和快速 3D 扫描、建模等数据。

中科微至智能仓储解决方案，助力新能源行业绿色升级

传统仓储模式在应对太阳能电池片等精密产品的高效存储、快速分拣和安全运输等方面已显乏力，亟需智能化、绿色化转型。

中科微至为某光伏企业太阳能电池片生产基地打造高效、智能的仓储体系，涵盖成品智能立体库和电池原料智能立体库两大核心板块。

高精度存储需求、人工运输易损坏、高流量出入库挑战及有限空间的是该项目的难点。中科微至针对不同产品特性的存储需求分别定制了两套自动化仓储解决方案：在成品库设计了穿梭车密集仓储系统，在出入库物料缓存区通过叉车 AMR 高速精准搬运物料，经由自动输送线、往复提升机无缝衔接托盘四向穿梭车，实现物料高效存取。该系统通过密集存储设计，大幅提升了库容利用率。原料库引入了堆垛机高架立体仓库系统，电池原料（硅片 + 包材）由堆垛机及自动输送线实现在接驳站台及出入库站台的高效周转。同时，应用条码识别系统，确保原料出入库操作的精准无误。

在智能化管理系统上，采用 WMS 仓库管理系统、WCS 仓库控制系统、3DMS，利用计算机控制、网络、数据通信、信息自动识别等先进技术，实现收发作业机械化、



存储单元立体化、仓储管理数字化，满足客户长周期运行需求。此外，当设备发生故障，系统能够迅速定位问题所在并提供故障信息，减少故障停机时间，提升设备运行效率。

在全球碳中和目标的推动下，光伏行业正迅猛发展，智能仓储作为其供应链的核心环节，正悄然驱动着行业的绿色变革。中科微至以智能仓储为核心，结合人工智能、物联网、大数据等前沿技术，打造更加高效、灵活、可持续的仓配一体解决方案。

得利捷 Matrix 220 读码器提升包装机械行业读码效率

在包装机械行业的生产线上，条码读取效率不仅是确保产品追踪、质量控制和物流管理的基石，更是提升整体生产效率、降低成本和增强市场竞争力的关键因素。同时随着自动化程度的不断提升，机械包装企业对条码读取的速度、准确性和稳定性提出了更高要求。

在提升条码读取效率的过程中，某机械包装企业遇到了以下难点：

- 高速生产线带来的读码压力：条码读取器需要做到 80m/min 的高速旋转读码。
- 有限安装空间的限制：安装距离 20cm 左右，且读码距离需控制在 15cm 左右，要求读码设备小巧易集成。
- 实时信号反馈的严苛要求：读码后需立即给出信号以便进行贴标等后续操作，系统响应迅速，要求条码读取器输出信号的时间不能超过 3ms，这对设备的实时性和稳定性要求很高。
- 复杂条码环境的读码难题：弧形瓶子、一维码易发生变形等因素也增加了条码读取的难度，要求读码器能够应对复杂的条码环境。

针对上述痛点，得利捷提供了 Matrix 220 读码器，它外形紧凑，同时搭配旋转式连接器，可在狭小空间内进行轻松集成和安装，满足客户“20cm 以内完成设备安装”的条件。Matrix 220 采用新型多功能 DPM 光源，同时集成了普通光源、漫射光源和偏振镜功能，可提升在复杂环境下的扫描成功率，有效应对包装材料反光问题；采用 120 万像素的高分辨率成像器和新型多核图像处理平台，能够读取低至 2mils 分辨率的条码，适用于客户高速生产线应用。



Baumer
Passion for Sensors

堡盟 IDC 多码读码和读字符系列
同步读码和读字符



现新增字符读取功能！

- 集成读码和读字符功能于一体
- 像素等级 1280 x 800，最高速度 40 码/秒
- 一键自动配置，直接输出结果
- 通过轮廓进行目标定位，输出位置和角度
- 直接 web 界面访问和设置，快速简单
- 支持 TCP/IP、USB-C、Profinet、Ethernet/IP 和 FTP/SFTP

PROFINET®
EtherNet/IP™

堡盟电子（上海）有限公司　上海市松江区民强路 1525 号（申田高科园）11 幢（201612）
电话：021 6768 7095 | 传真：021 6768 7098 | 邮箱：sales.cn@baumer.com | 网站：www.baumer.com.cn

官方微信

安森美诸多王炸“芯”科技齐亮相：全局快门亿级分辨率、量子点 SWIR、30 米测距……

作者：Rossie

在 Vision China 2025 上海机器视觉展会上，安森美（onsemi）作为图像传感技术领域的老牌劲旅，又一次携带众多王炸级的技术创新，为业界注入了革新的动力，并将在不久的未来转变为应用端的利好。

全局快门亿级分辨率图像传感器

针对分辨率达 8K 甚至更高的高清面板检测应用，尽管市场上已经有亿级分辨率的高精度成像产品投入应用，但目前都是卷帘式曝光。此次安森美重磅展出了全局快门曝光的亿级分辨率图像传感器，它将超高分辨率的高速度成像带入了更高水平！

这款产品采用 2.74μm BSI 背照式像素设计，减少光损耗，配合 16 通道 SLVS-EC 传输协议（单通道 5Gbps），实现了高速数据传输，10bit 下最高帧率大约可达 38fps！这款芯片能支持 64 个 ROI 区域，为多场景工业检测提供了灵活可靠的解决方案。



这是安森美针对工业应用推出的一款重磅产品，除了高清面板检测应用外，它还适用于高密度 PCB 板的多 ROI 区域检测，以及太阳能电池板的微小瑕疵检测等。目前该产品处于样品阶段，据悉已经有相机厂商在与安森美接洽合作。

SWIR成像芯片成本有望降低！

目前，SWIR 成像大多应用在晶圆检测等一些对成本不太敏感的高端制造领域，在很大程度上也是受到其高成本的限制。

安森美展示了一种创新的基于胶体量子点的短波红外（CQD SWIR）技术，该技术是安森美在 2024 年 7 月份通过收购 SWIR Vision Systems 这家公司获得的。CQD SWIR 技术具有更大的光谱灵敏度，除了支持常规的 SWIR 波段（400~1700nm），还支持扩展的 eSWIR 波段(400~2100nm)，进一步增强了探测能力。

此外，CQD 技术还有另外一个非常重要的特点，它可以采用硅基工艺制造。相比于传统的铟镓砷（InGaAs）工艺，硅基工艺在制造复杂性和成本方面，都会大幅降低。

目前安森美正在将这项 CQD 技术，与其自身在硅基 CMOS 图像传感器制造领域多年沉淀的专业知识相结合，有望以更低的成本、更高的产量来提供 SWIR 成像芯片。只不过目前在量子效率（QE）方面还需要进一步提升，安森美正在这方面积极研发，并且已经取得了阶段性的进步，未来将会实现更小像素的高精度、低成本 SWIR 成像芯片，它们将会活跃在半导体、电子制造、光伏、分拣、导航增强、三维形貌重建等非常广泛的应用场景中，进而大幅推动工业 SWIR 成像市场快速增长。



带片上计算与存储的智能i-ToF传感器，最远测距达30米

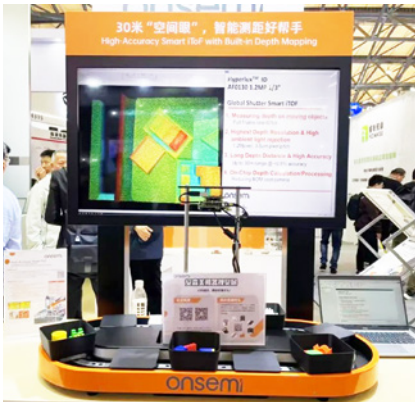
工业领域的测距需求越来越多，比如仓储物流中的体积测量，自主移动机器人、智能机器人的自主定位及导航。精准快速的距离测量不但能消除测量误差，还能快速做出精准决策。

针对测距应用，安森美展示了最新量产的 i-ToF 传感器 Hyperlux™ ID，它采用 3.5μm 背照式（BSI）像素设计，分辨率 1.2MP，该分辨率目

前在 iToF 产品中属于领先水平。

一般的 iToF 产品，对于运动物体的边缘检测都不可避免地会有一些伪影现象。而安森美这款芯片的主要优势是支持片上计算及片上存储，可以同时存四帧图像，能很精确地将移动物体在边缘上的深度计算出来，消除运动伪影。深度计算在芯片内部完成，因此能降低对外围电路的要求，这将有效降低相机系统的成本，同时也能显著简化集成难度。

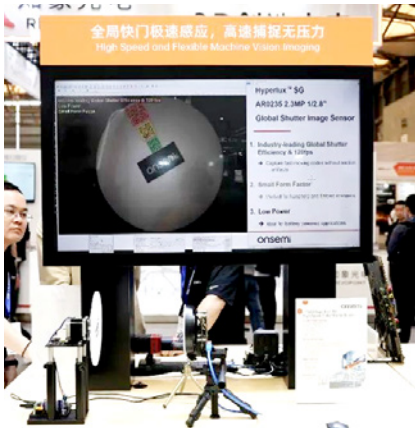
这款产品可以通过控制快门的开关次数，实现不同距离的测距，最远探测距离达 30 米，为户外应用带来更多机会，像割草机等户外应用客户，都对此产品很感兴趣。



AR0235：全局快门高速读码芯片，高性价比！

针对工业、物料等领域对精准、高速读码的大量应用需求，安森美展示了 AR0235 全局快门图像传感器强大的读码能力！

这是一款 200 万分辨率、2.8μm 像素的 120fps 全局快门产品，主打高性价比，非常适合用在高速产线上。在检测快速移动产品的二维码应用中，全局快门产品更有优势。200 万的分辨率和 120fps 的帧率，可以在 60rps 的高速转盘上清晰捕捉 1.5cm×1.5cm 的微型条形码，并且其优化的全局快门效率（GSE）可消除运动伪影，为物流分拣与电子制造提供高可靠读码方案，提高工业读码器的效率。



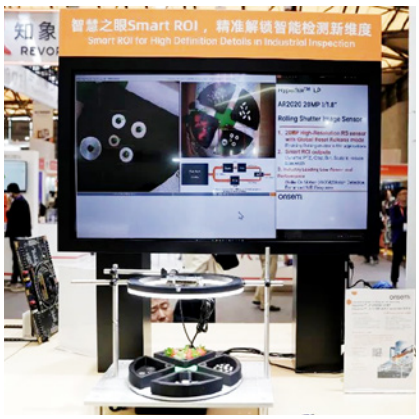
AR0235 是一款尺寸 1/3 英寸的传感器，客户可以用它实现体积更加小巧的读码产品，进而节约空间成本；而且它的功耗非常低，因此也非常适用于一些用电池供电的手持式读码产品。

AR2020：Smart ROI，兼顾细节与速度！

工业自动化生产对质量和速度的要求不断攀升，而且往往要求两者兼顾，高吞吐量的高质量生产已经是企业在竞争中存活的关键。

此次安森美展示了一款分辨率达 2000 万的卷帘快门芯片 AR2020，它最突出的特点是提供了一种智能感兴趣区域（Smart ROI）功能。利用这项功能，图像传感器可以同时输出两幅图像，一个是检测目标的完整图像，另一个是某个 ROI 区域的图像。用户可以根据具体的检测需求，将特定 ROI 区域的输出快速传输到后端处理平台进行 AI 检测，而不用将完整图像的数据都传给后端平台，因此可以大幅减少数据传输量，提升传输速度，这样就能用较低的带宽实现细节部位的实时检测。

相比于先将一张 2000 万分辨率的整幅图像全部传到后端平台再进行识别的常规的做法，AR2020 的 Smart ROI 功能，可以大幅减少 SoC 或 ISP 后端的处理负担，以极低的功耗提供最佳带宽，助力智能相机实现高效 AI 检测。



小结

在本次展会上，安森美智能感知事业群工业及消费应用感知部产品线经理 Jason Wang 表示，安森美将持续深耕智能感知业务，不仅会大力丰富产品线，还将全方位提升产品性能。当下，智能制造浪潮正席卷而来，机器人、无人机等领域蓬勃发展，对成像感知技术的需求与日俱增。在此趋势下，图像传感器需向宽动态范围、高分辨率、深度感知、高响应速度、低成本和低功耗等多元方向发展。

此次展会上，安森美展示的在图像传感技术方面的几大创新，为行业的持续发展注入新的活力。通过技术创新来提供性能更好或更具成本优势或两种兼顾的产品，是行业不断探索追求的良性发展道路。毕竟，在激烈的市场竞争中，单纯的价格战难以为继，技术创新才是推动行业发展的核心驱动力，这也是行业从业者与市场的共同期待。

用于强化自动化流程的机器视觉光学滤光片

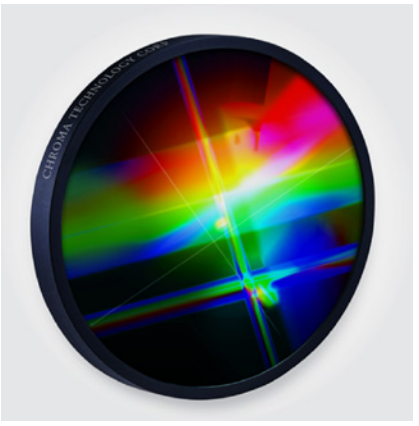
滤光片能让特定波长的光通过，阻挡其他光，它能显著提高图像对比度和分辨率，进而提升整体图像质量。

作者：Chroma Technology

机器视觉系统是为实现自动化及其他工业应用而开发的复杂技术，旨在模拟人类视觉。通常，它们主要用于制造工厂、物流仓库中的机器人导航、过程控制以及检测工作。

随着这些机器视觉系统的不断发展，光学滤光片已成为其中最为关键的元件之一。精密的滤光片能够提高生产效率，减少错误，降低废品率，从而显著提升产品质量。

Chroma Technology 公司首席产品工程师 John Atkinson 解释了随着行业的发展，光学滤光片是如何为机器视觉应用带来益处的。



Q：在机器视觉中，光学滤光片是如何发挥作用的呢？

John：光学滤光片的设计目的是让特定波长的光通过，并阻挡其他的光。它通过显著提高对比度和分辨率，增强了机器视觉系统的功能，进而提升了整体图像质量。这带来了更快的扫描速度、更高的精度以及更高的产量。

Q：如今，光学滤光片在机器视觉应用中扮演着怎样的角色？又有哪些益处？

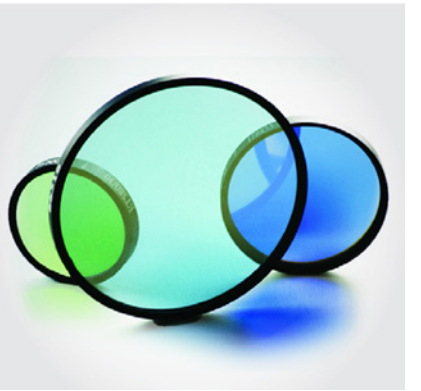
John：光学滤光片的主要且最为关键的作用是提高对比度。例如，假设你想要分离出被扫描目标发出的红色光谱。然而，工厂周围存在许多杂散光源，这些光源都在视觉系统的视野范围内。光学滤光片能够滤除这些环境光源发出的光，使得系统仅能检测到红色光。这种方法适用于任何想要分离的颜色光。

这一点非常重要，因为它能让机器视觉系统消除错误、伪影等问题，从而大幅优化流程并提高速度。

Q：有哪些参数和规格能够增强滤光片的性能？

John：首先是带外阻断（OOB）。它决定了滤光片的斜率在界定通带和阻带相交边缘时的表现。在通带附近，光学密度会变得很低。更高质量的滤光片通常具有非常陡峭的斜率，一般能在不到 1nm 的范围内从 90% 变化到 1% 。

另一个重要参数是透射率。理论上，我们期望达到 100% 的透射率。虽然这在理论上可行，但在实际中却很难实现。我们使用非吸收性的



光学透明玻璃。借助这种玻璃，峰值透射率最高可达 99%，带内平均透射率能超过 95%。

透射率与信噪比（S/N）相关。涂层质量越高，信号越纯净，噪声越低（信噪比越高）。我们采用独特的磁控溅射工艺和先进算法，在光学透明玻璃上设计介质涂层，以实现如此高的透射率。我们拥有 100% 的光谱质量控制和出色的质量控制程序，采用高度可重复的工艺，确保所有精密滤光片都符合规格要求。归根结底，真正重要的是信噪比，虽然高透射率很好，但更重要的因素是深度阻断（更高的光学密度）。

接下来是短波红外（SWIR）。这个波长范围拓展了用于检测的光谱。虽然许多扫描是在可见光谱范围内进行的，但短波红外能针对特定应用检测可见光之外的光谱。从本质上讲，它是一种增加系统功能的规格，因为它提供了更多的通道。

Q：与普通彩色玻璃滤光片相比，你们的 SWIR 滤光片有哪些技术优势呢？

John：透明玻璃上的薄膜光学涂层，比彩色玻璃滤光片具有多项优势。具体来说，它具有更高的透射率、在波段位置和波段边缘方面更精确，并且涂层更清洁。如前所述，我们拥有自己的薄膜涂层溅射工艺，能够在不影响性能的前提下，沉积满足 SWIR 波长所需的更厚涂层。较厚的薄膜可能会因为薄膜应力而产生问题，进而导致耐用性方面的隐患。而我们的工艺能制备出非常坚固的涂层。总体而言，薄膜滤光片的规格比彩色玻璃滤光片严格得多，从而使扫描结果更纯净。

一般来说，彩色玻璃滤光片的波段更宽，其上升和下降斜率更像高斯型曲线。凭借我们不断完善的溅射工艺，薄膜滤光片的斜率非常陡峭且呈线性。这使我们能够设计出波段极窄的滤光片，其波长范围甚至可以达到并超过 2μm。这创造了锐截止滤光片（sharp filters），它能够解决视觉系统中因为传输不良数据（即图像质量差）而产生的诸多问题。

Q：高对比度的机器视觉滤光片，是如何提升图像清晰度、颜色准确性以及对比度的？

John：高对比度能让系统清晰地区分图像中的各种物体。至关重要的是，对比度必须控制在严格的公差范围内。更好的对比度意味着更高的精度、更纯净的信号、更高的分辨率以及更快的图像采集速度。

对于误报或漏检故障而言，对比度也是一个关键指标，这在制药和医疗器械应用中尤为重要。涂层的清晰度、高透射率以及波长精度，确保了图像清晰无伪影。

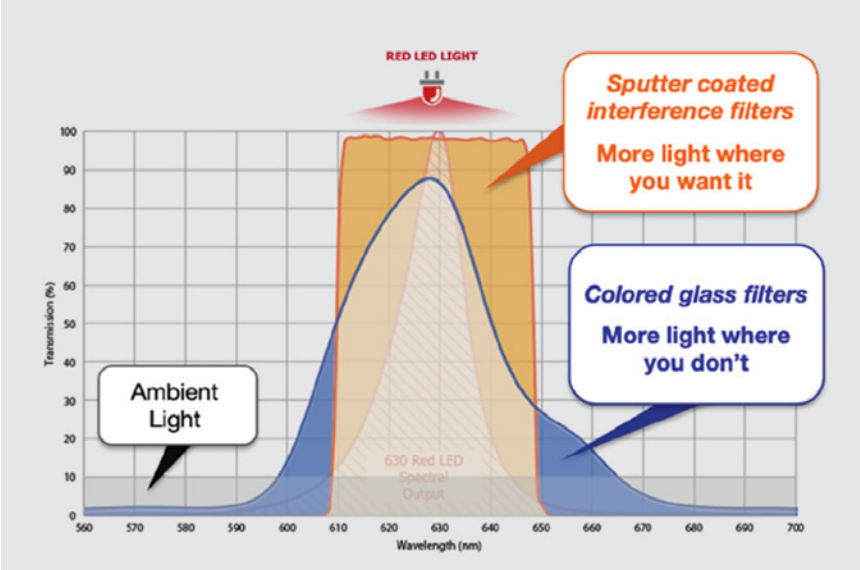


图1：相比于彩色玻璃滤光片，溅射镀膜干涉滤光片优势明显。

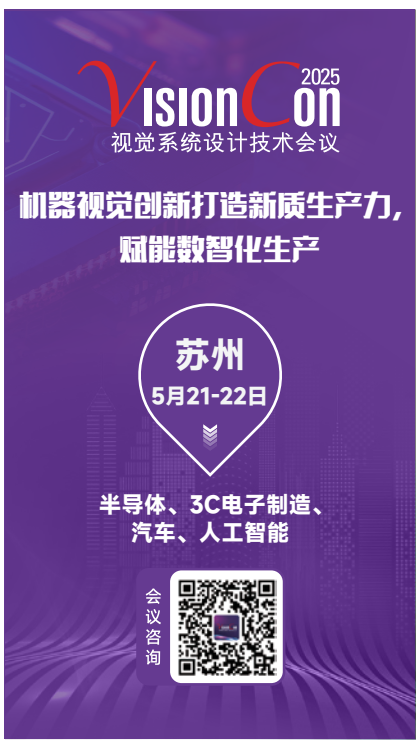
Q：接下来会为机器视觉技术做些什么？

John：如今，机器视觉的应用领域正不断拓展，不再局限于制造业，还涵盖了医疗、半导体、制药、食品饮料、仓储、计量等多个行业。由于不同行业的需求差异很大，对定制滤光片解决方案的需求也在不断增加。在许多情况下，普通的现成宽带和彩色（吸收型）玻璃滤光片的截止斜率不够陡峭，无法确保满足带阻和带通规格要求。

与吸收型玻璃或厚膜滤光片典型的高斯截止斜率规格相比，我们的滤光片具有非常陡峭的截止斜率。这些高精度的定制滤光片，能够确保只有所需波长的光通过，无论是可见光还是需要更厚涂层的 SWIR 波长光都是如此。

Chroma Technology 公司能够提供定制的精密滤光片解决方案，优化检测或识别需求的各个环节，节省时间、资金，减少麻烦。

受人工智能和机器智能驱动的机器视觉技术十分复杂，这意味着我们必须全面了解其各个方面。更好的滤光片会带来更好的效果，进而提升经济效益。



事件相机

基于事件的视觉感知捕捉快速变化场景的利器

基于事件视觉感知（神经形态传感）的相机，仅依靠聚焦于视野内的变化就能实现快速成像。

作者：Heiko Seitz, IDS-Imaging Development Systems

几十年来，在工业图像处理领域，配备了传统图像传感器的相机一直是检测、质量控制和过程监控的可靠工具。然而，传统的图像传感器在高帧率、高分辨率模式下会生成海量数据，尤其在动态场景和快速生产过程中更是如此，而静态图像又存在无法捕捉到随时间变化的有价值信息的缺点。高性能的图像处理系统必须处理这些海量的数据，以获取所需的运动信息，而完成这一目标需要庞大的硬件资源支持。

假设有一款工业相机，其时间分辨率（两个像素事件之间的最短时间）约为每秒 10000 张图像，几乎能无缝捕捉到最快的运动，而且生成的数据量仅为传统相机的一小部分。这一设想已成为现实，这种传感器技术的确切名称是“基于事件的视觉传感器（event-based vision sensor）”，英文简称 EVS。

模拟人脑的神经形态传感技术

尖端技术再一次从大自然中汲取灵感。人眼中的光感受器持续接收光刺激，并将信号传送给大脑并进行处理。大脑对亮度差异、对比度变化和运动等情况很容易做出反应，而常常忽略那些无明显变化的输入信息。这意味着我们会自动将注意力集中在运动上，而不是不断地去重新识别周围环境的每一个细节。这使得我们的大脑能够快速处理相关信息，而不会被不必要的数据所淹没。为了模拟这种能力，法国 Prophesee 公司与索尼公司展开合作，开发出了一种配备特殊像素电子元件的基于事件的视觉传感器。

该解决方案的关键优势是：不会生成含有不必要静态数据的完整 2D 图像。当变化超过相机设定的阈值时，就会触发事件。这些事件会被单独且实时地发出信号，不受固定时间网格（参考帧率）的限制。两个像素事件之间的最短时间间隔是这种相机的一个重要特征，被称为“时间分辨率”。时间分辨率处于微秒级别，因此能够在 1ms 或更短的时间窗口内超快速且几乎“无间隙”地感知运动，这相当于一台帧率高达 10000fps 的传统工业相机。在一段相同的时间段内，基于图像的传统相机总是传输传感器的全部数据；但基于事件的相机通常只生成非常少的数据，所以它们速度惊人。

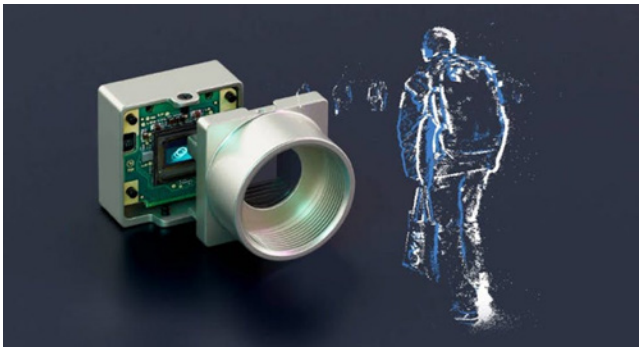


图1：基于事件的传感器所生成的数据量，取决于视野（FOV）内的活动情况，并且会随着场景条件的变化而自动调整。

只关注变化，而非完整图像

基于事件的（EVS）相机的出现，使得图像处理系统工程师在捕捉快速事件时，无需在高帧率和大量冗余数据之间进行权衡。EVS 相机生成的数据量基于视场中的活动，并随着场景条件的变化而自动调整。像素信息也不再按照预定的帧率发送，仅在视场中有变化发生时才发送。这形成了一组高分辨率的事件流，而不是传统的固定帧率的图像序列。运动数据还包含有价值的线索，这些线索是传统固定帧率相机由于其低且固定的采样率而无法捕获的，或者是由于输出特性而在大量冗余数据中丢失的信息。

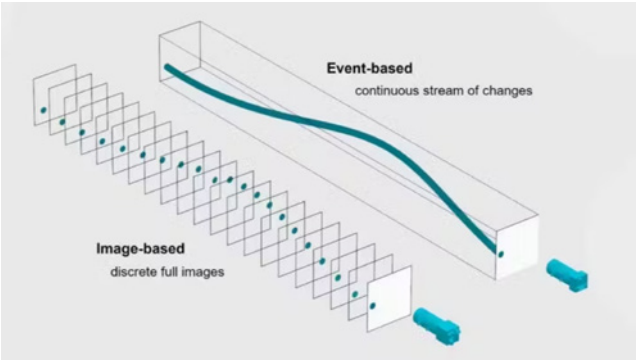


图2：基于图像的相机在采样率方面存在限制，因此只能以离散且有间隔的方式捕捉真实的运动，而基于事件的相机则能生成几乎无损失且无延迟的变化事件流。

由于对比度变化在均匀照明的表面上不太明显，而主要出现在物体边缘，因此事件流的可视化效果类似于由边缘检测器处理后的 2D 相机图像。因此，EVS 传感器已经能够非常高效地支持对运动模式和方向的识别。

检测到的事件之间的时间间隔，可以直接用于计算物体的运动速度，而且所有这些操作都无需处理许多不必要的图像。这对于自动驾驶汽车或机器人技术中那些需要对运动立即做出反应的应用场景来说，可能具有很大的优势。在像素层面上极高的精度，对于分析快速运动也特别有帮助，比如在工业领域或运动技术领域。减少不必要的数据量也意味着对内存的需求降低，从而实现更高效的处理。

新的时间维度

具有微秒级精度的像素事件时间戳，开启了全新的应用可能性。在 3D 可视化中，如果在指定的时间范围内将多个节点的位置和时间关联起来，就会呈现出一条运动轨迹；这反过来又能让人更好地理解物体的运动方式，无需进行复杂的图像处理，也能轻松地从中提取速度信息。

在创建慢动作录像时，事件数据提供了其他一些有趣的分析选项。通过将捕获到的像素事件按时间网格进行排序，并据此生成完整的传感器图像，就会得到具有可变“曝光时间”的慢动作视频。

光学引领未来™



Edmund Optics® E 系列
定焦镜头

- 为需要大景深的系统提供经济高效的解决方案
- 高达 ⅔" 的 C 接口镜头
- 非常适合物流和条形码扫描应用

爱特蒙特光学(深圳)有限公司
中国深圳市龙华工业东路
利金城科技工业园3栋5楼，518109
Tel: +86 (0755) 8435 5459 Email: chinasales@edmundoptics.cn

关注公众号

Edmund optics | china
欲了解更多信息，请点击此处:
www.edmundoptics.cn/045-8636

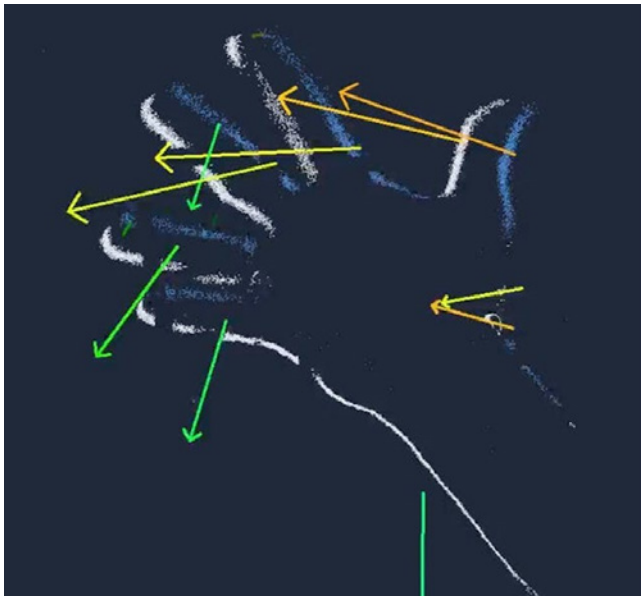


图3：基于事件的数据已经提供了分析像素和物体的位置、方向以及速度所需的原始信息，这在图像中通过运动矢量进行了可视化呈现。

回放速度也是可变的：从实时播放（超慢动作，每个事件对应一帧图像）到实际运动速度（大约每 33ms 一帧图像），再到生成一张汇总了所有捕获事件的静态全景图像，从而使整个运动轨迹清晰可见。这样一来，无需进行复杂的计算，仅需极少的数据量和低资源消耗，就能以前所未有的效率对运动进行详细的时间分析。

图像处理的新方法

为了利用这种新的传感器信息，开发人员必须彻底重新思考他们的方法，并采用新的、替代性的软件方案。当然，事件数据可以被划分为经典帧，以便像处理传统图像那样对其进行处理。然而，这种方法并非完全理想，因为它没有充分利用实际的事件数据，也没有发挥其在快速运动方面的高时间精度优势，以及对稀疏数据的高效处理能力，而高效处理稀疏数据还能降低能耗。

通过使用合适的函数、工具和算法模式，用户可以从事件数据中快速且高效地提取和处理运动、时间及结构信息。然而，目前在任何已知的通用标准视觉框架中，都无法找到这些内容。

不过，新型传感器技术的制造商 Prophesee 和索尼已经建立了相应的处理方法，并在一个名为 Metavision SDK 的软件开发工具包中，提供了所有有用的功能，同时还附有详细的文档和大量示例。

在质量保证与提升方面的应用

神经形态传感器的功能，在质量保证和质量提升方面也能发挥重要作用。在那些需要高精确、高速度且高效地检测错误的应用场景中，尤其如此。例如，在监控机器和生产流程时，能够实时检测到像素大小的最小物体和材料变化所带来的附加值是显而易见的。由于其高时间分辨率可达低至微秒级别，即使是像振动或声信号这样的高频运动也能被可视化呈现。通过分析可以在早期阶段发现异常模式（例如由于磨损、故障导致的），而这些异常情况可能会导致设备损坏或生产停工。

由于神经形态传感器只感知运动或对比度的变化，所以它们受光照变化的影响要小得多，这使得它们在光照条件变化很大的情况下（例如反射、阴影）远远优于传统的图像处理系统。在快速缺陷检测、过程监控或在困难条件下进行检查方面，质量保证流程将能从神经形态传感器的功能中获益。



图 4：EVS相机的应用领域包括自动驾驶汽车、运动分析、机器人以及工业质量保证。

必备的新型相机技术？

EVS 传感器不会捕捉完整的图像，而只是捕捉随时间变化的像素信息。然而，它们可以动态地合成不同类型的图像，相比于传统图像传感器的相机，能为应用提供更多有价值的运动信息。因此，这些技术之间并不是相互竞争的关系。EVS 传感器绝对不是传统基于图像的相机、甚至也不是基于 AI 的图像处理的替代品，而是一种互补技术，它为运动检测开辟了新的可能性。

在各种应用中，单一类型的传感器或数据类型是不够用的。为了优化应用，通常需要将不同的技术结合起来。因此，EVS 相机对于快速运动分析、机器人技术、自主系统和工业质量保证来说，是很有吸引力且有益的产品，而且它们的全部潜力还远未被充分挖掘。

精准农业

载重型农用大型无人机进一步解放劳动力

要成功运行用于精准农业任务的载重型无人机，视觉系统在其中发挥关键作用。

作者：Jim Tatum

美国无人机制造商 Rotor Technologies 开发出一种用于农业作物喷洒的无人机。该款无人机名为 Sprayhawk，目前已处于最后对所有系统进行微调阶段，即将推向市场。

尽管 Sprayhawk 集成了自动驾驶系统，但它仍由地面操控员远程操控，所以它不是一辆完全实现自动驾驶的无人机。Sprayhawk 是在 Robinson R44 四座直升机的机身基础上建造的，并在原本安装座椅的位置配备了其运行所需的设备。这些设备包括四台 Allied Vision 2.9~5MP 工业相机（配备索尼 Pregius 全球快门传感器）、激光雷达（LiDAR）、全球定位系统（GPS）以及一个利用 Nvidia GPU 的机载计算机系统，该系统允许操控员操控无人机及其所有功能，例如飞行、导航、喷洒作业等。

视觉组件、多源数据流帮助飞行员驾驶无人机

支撑 Sprayhawk 功能的是许多同步工作的部件，它们以尽可能接近实时的方式为操控员提供最为详尽且实用的信息。无人机配备的四台相机中，其中三个安装在前方，分别朝向左侧、右侧和正前方，一个安装在尾部，朝向后方。与此同时，LiDAR 和 GPS 会收集并传输无人机飞行区域的地形信息。

“有人可能会称之为‘数字孪生’，我们会加载无人机飞行时所处环境的 3D 地图，并利用它为操控员提供背景环境。”Rotor 软件开发总监 Alex Lesman 解释说，“然后，我们拍摄图像，并对安装在无人机上的相机进行校准。这样我们就可以将视频流叠加到这个数字环境中，为飞行员呈现连贯的场景画面。这也为我们提供了某种备用方案。”

Alex Lesman 对备用方案的意思进行了解释：“如果相机出现了物理损坏，或者我们的网络带宽下降严重，又或者有其他东西阻碍了视野，这时这个数字孪生背景就派上用场了。”虽然这个数字孪生体目前还无法显示该区域内的动态障碍，但它确实能让操控员对该区域有一个大致了解。



向远程操控员传达有用的飞行数据

无人机通过相机、LiDAR 和 GPS 进行数据收集，然后传输到安装在无人机上的一台配备 Nvidia GPU 的小型商用计算机上。随后，这些信息再通过多种媒介传输给操控员。

“大致来说，我们使用 Nvidia GPU 以及其他一些库，还有我们编写的尽可能低延迟的代码，对视频流进行处理，然后通过混合链路将其传输给操控员——这些链路可以是 LTE、卫星、无线或者我们可用的任何其他方式。我们将视频流拆分，通过多条链路发送出去，在接收端再重新组合起来，进行一些纠错处理，然后拼接好并播放给操控员，而且我们会尽量在这个过程中引入最小的延迟。”

他们使用多个数据流，这样就不会依赖于单一的传输媒介——如果卫星链路中断，操控员仍然能够通过其他链路（如无线链路）接收信息。

Lesman 说：“我们能够支持多种通信链路，并可以通过运行通信中继来支持通信。我们的重点一直是向操控员提供可靠的低延迟视频。这就意味着，没有任何一条无线链路是绝对可靠的，但如果你把足够多的链路组合起来，其可靠性就足够高了。”

下转第19页

在线测量

在精密在线测量中部署机器视觉的关键要素

机器视觉专家为您讲解设计并执行能够完美运行的非接触式计量应用的具体方法。

作者：David Dechow, Machine Vision Source/Motion Automation Intelligence

当在工业自动化领域考虑使用机器视觉技术时，首先想到的可能是质量检测、识别以及机器人引导等功能。不过，机器视觉执行精密在线计量或测量的能力同样重要。

然而，在执行一个强大且可靠的应用时，自动化的非接触式测量可能会面临一些独特的实施挑战。本文将讨论在实施过程中一些容易被忽视的关键问题，以及一些有助于确保应用成功的最佳实践。

自动化成像也被应用于许多离线或实验室计量系统中。但是本文重点讨论的是直接集成到制造过程中的系统，这些系统能够对生产的每一个零件进行测量，从而有助于提高生产效率和产品质量。

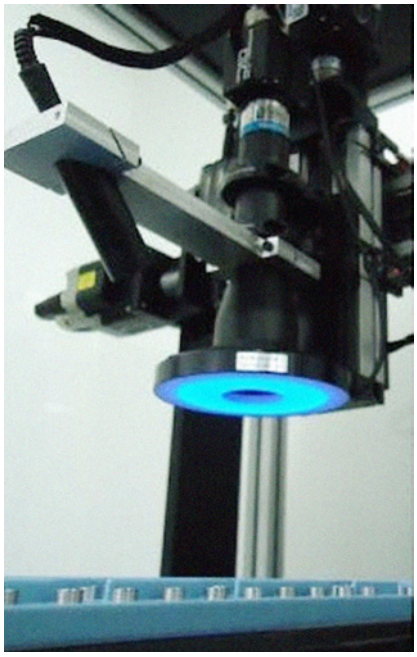


图1：要想成功部署机器视觉在线测量，通常需要富有创造性的成像解决方案，包括特种光学元件、照明，甚至对零件或成像系统进行重新定位。

非接触式测量与接触式测量

在使用成像技术执行非接触式计量时，理解这一技术的影响至关重要。接触式测量和非接触式测量之间的差异描述起来很简单，但要克服这些差异却很困难；而且在很多情况下，这两种技术所产生的结果并不一致。

对两种测量方式的表面看法

无论使用何种机器视觉组件，所采集的图像（灰度图、彩色图，甚至是三维图）通常只包含面向成像设备的物体特征的视图。例如，手动测量工具会在测量点与物体的侧面接触，而非接触式测量则必须依靠相关特征的可见边缘。

以测量零件上一个加工孔或“镗孔”的直径为例。可以使用卡尺或内径量规来实际接触并测量零件表面下方某一点处的孔径。然而，从零件上方拍摄的图像只能测量零件表面上孔的边缘。这里有几个重要的问题：

- 这些测量值在物理上代表的是同一个东西吗？
- 如果不是，是否存在一致的关系来协调测量差异？



图2：零件摆放方式对特征呈现的影响：由于零件倾斜，一个圆形在图像中显示为椭圆形。

图 2 是一个简单的例子，说明了几乎影响所有测量应用的一个潜在挑战。

零件摆放方式的影响

从更广泛的意义上讲，零件摆放方式和相关的生产变化在接触式 / 非接触式测量差异中，发挥着类似且可能更具挑战性的作用。以前面提到的圆形镗孔为例。当孔的表面垂直于成像系统时，该特征在图像中会被正确地显示为圆形。然而，如果零件表面哪怕只是稍微倾斜，这个圆在视觉上就会变成椭圆形，从而影响测量结果。几乎任何在线测量都会出现这种因摆放方式导致的问题，无论要测量的物体或特征是什么。

在对背光部件进行测量时，这个问题通常会更加明显，哪怕使用远心

镜头或“测量”镜头也无法完全消除潜在的误差。对于非接触式测量的成像，首先必须尽量减少零件摆放方式的所有可能的变化，然后要明白：在几乎任何情况下，任何剩余的零件和/或摆放方式的变化，都会在测量中引入一些累积误差。

理解非接触式测量中的这些潜在因素，是机器视觉在线测量取得成功的良好起点。但是，在基于图像的计量学的实际应用中，还有其他几个要素需要考虑。

为测量提供成像

从上述讨论中可以明显看出，在线系统的成功取决于能实现正确的、有时甚至是富有创意的零件成像。最有效的方法往往根据特定的应用场景而定。然而，某些最佳实践为获得最佳成像效果提供了基础。本次讨论的一个重点是介绍测量指标的概念和术语。

测量指标：精度、准确度、正确度

测量结果通常是基于这些基本且相关的测量科学概念来评估的。清楚地理解这些术语的含义，以及它们如何影响设计机器视觉测量应用的方法，这一点非常重要。

精度是指在多次测量中，特定测量值彼此之间的接近程度。它与“重复性”和“再现性”密切相关。在在线测量应用中，精度是需要考虑的最重要指标，因为它表明了随着时间的推移，测量结果的可信程度。

精度的一种常见表示方法是一组测量值的标准偏差（SD），标准偏差越低表示精度越高。然而，对于在线测量来说，对数据求平均值可能无法说明全部情况。对于许多应用来说，最有用的指标是一段时间内测量值的基本范围。因为大多数在线系统不仅要收集数据，还必须对零件是否在公差范围内做出判断，所以测量范围的极值可以用来合理预测系统可靠地判定零件合格或不合格的能力，同时尽量减少误判和漏判的情况。

但是准确度和正确度又如何呢？正确度是指测量的平均值与真实值的接近程度。准确的测量既具有高精度又具有高正确度。对于在线系统来说，这些值可能不太实用，因为在生产环境中，确定这些指标的“真实值”可能有些模糊，甚至是可变的。然而，具有非常高精度的非接触式测量系统，通常可以在测量中引入一个固定偏差，以使测量结果与规定的真实值一致。

计量学成像规范

在机器视觉计量学中，与系统精度相关的基本成像形成规范，是所采集图像的空间分辨率。空间分辨率是指以实际单位来估算或测量的单个像素（相机中最小的成像单位）的大小。简单来说，若一个传感器在水平方向上有 1000 个像素，而光学系统产生的视场宽度为 1 英寸，那么在生成的图像中，单个像素就代表 0.001 英寸。通过规定所选传感器的像素数量以及成像视场的大小，就可以确定空间分辨率，以满足应用需求。但应用的需求是什么呢？

作为一种测量标准，机器视觉系统中的最小测量单位（稍后会提到一些例外情况）是单个像素。与任何测量系统一样，为了进行可重复且可靠的测量，必须使用一种测量标准，根据经验法则，其最小测量单位应为所需测量公差带的 1/10。这可以称为测量分辨率。在刚刚描述的例子中，空间/测量分辨率为 0.001 英寸/像素的系统，对于大约 ±0.005 英寸（公差带为 0.01 英寸，即测量单位的 10 倍）的测量来说，可以估计其具有较高的精度。

有时，对于给定的应用，为了使

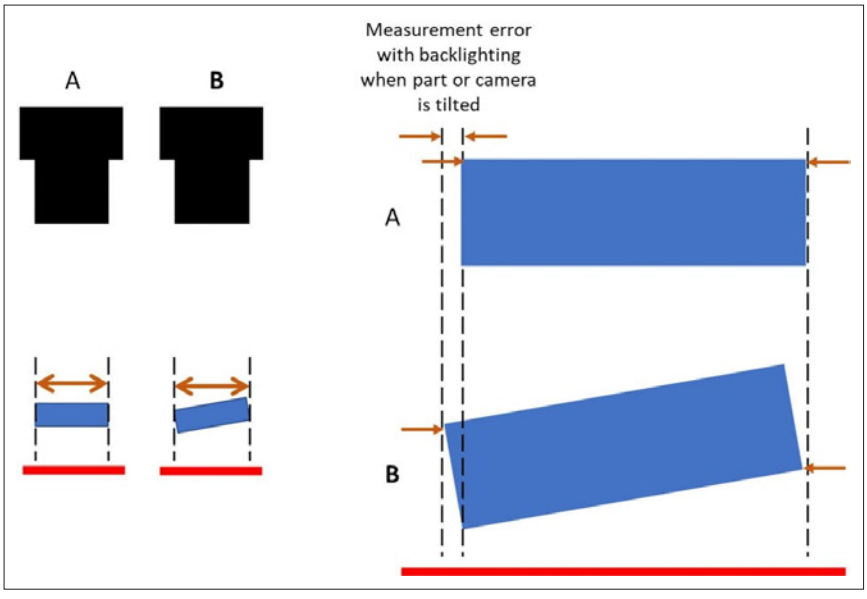


图 3：背光照明是机器视觉中一种常见的成像技术，通常与测量应用相关。

非接触式测量可靠、可重复并能产生可再现的结果，这些计算可能会得出一个高得惊人的像素数量。在空间分辨率上做出妥协是不明智的，而且通常也不会成功。唯一有保障的配置是通过创造性地指定成像设备，并使用适合该应用的测量工具和算法来实现。

然而，重要的是要认识到，对于某些类型的零件，由于零件的摆放方式或相机的朝向，可能会引入潜在误差。对于采用背光照明的物体，所成的图像是零件的轮廓或“影子”。因此，如果物体发生倾斜而与相机不垂直，那么零件表面之外的特征就会成为图像中可见轮廓的一部分。误差的大小取决于零件的几何形状、深度（相对于相机视角而言）以及与垂直方向的偏移角度。如果存在这种导致测量误差的因素，那么通过成像技术很难克服，而且通常在软件校准过程中也无法对其进行补偿。

高分辨率成像的吸引力

传感器和相机技术的进步，使得机器视觉应用能够使用分辨率越来越高的成像。这使用户能够在更大的视场下，实现必要的空间分辨率。虽然在某些用例中这种方法很有吸引力，但它也有一些缺点。其中一个经常被忽视的问题是，在更大的视场下，照明和成像角度会面临挑战。在大视场区域内，要提供均匀的照明或具有关键几何形状的照明可能很困难。如果使用具有宽成像角度的光学系统来获得更大的视野，那么在进行计量特征提取时，这也会影响图像质量。一种选择是在适当的情况下使用多个相机。

不过，如果在成像设计中能够克服这些以及其他可能存在的障碍，高分辨率成像仍是一个非常不错的选择——使用能够提高系统测量分辨率的算法，可能会使一些应用受益。

通过算法提高分辨率

有时，通过使用能够将特征做到“亚像素”重复性的算法，所获得的测量分辨率有可能超出成像系统的空间分辨率，比如梯度边缘分析、诸如圆拟合或直线拟合的回归分析，以及在某些情况下的连通性分析。结果是，最小测量单位或测量分辨率可以小于单个像素，这可能会影响所需的像素数量或视场（FOV）大小。

在规格说明中，应该非常谨慎地纳入预期的亚像素能力（如果有的话）。要明白虽然可以预先估计亚像素能力，但只有通过使用实际零件和图像对系统进行测试，以实证的方式来确定其能力。

光学元件和照明的影响

成功的成像依赖于对光学元件和照明的创造性运用。全面探讨机器视觉中这些组件的最佳实践方法超出了本文的讨论范围，但这些组件的影响依然至关重要。一般来说，图像必须产生尽可能高的对比度，以便在尽可能低失真的情况下，提取待测量的特征。远心镜头这样的特种光学元件，可能是一种选择。照明组件必须在面对零件和摆放方式的变化时，始终如一地突出特征。在所有情况下，成功的机器视觉图像生成，都需要在实验室和生产现场进行实验，以确保选择了正确的组件。

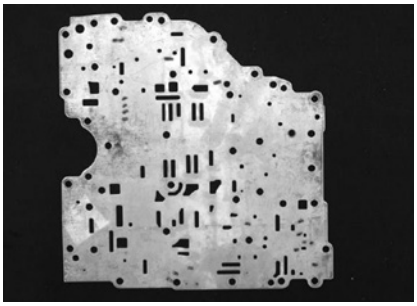


图4：与物理测量不同，使用机器视觉的非接触式计量必须依赖于垂直于传感器成像的表面特征，这在图中的汽车变速器板上得到了清晰的体现。

使用所有正确的分析工具

在讨论图像分析之前，必须先了解一个最基本的机器视觉范式：没有任何软件工具或应用程序能够“修复”或弥补质量不佳的图像。如果有必要，可以谨慎地调整或优化图像，但要首先确保图像质量，然后再使用分析工具来实现其确切目的：提取和分析图像中的特征。

大多数机器视觉软件库和应用程序，有针对测量或计量的工具或算法。这些工具通常能够使用多个点来生成结果，从而“平滑”特征中微小物理变化的影响。不过，有些算法并不适合用于测量。通用的“搜索”工具可以找到特征，但必须谨慎使用，因为该工具可能会将结果“拟合”到预训练模型上，而不考虑可能影响特征位置的局部变化。需要注意的是，这些工具并不提供测量信息，只提供搜索置信度，而且它们单独使用时很少能奏效。

在某些情况下，二值化工具可能也不实用，因为阈值的一致性可能会改变所报告物体或“团块”的几何形状。与此同时，用于计量的 3D 成像系统，会使用它们自己的一些专门但有效的工具。而且，虽然可以训练深度学习模型来分割目标特征，但对这些特征的测量最好还是使用直接分析工具来进行。

在计量应用中，对相机进行校准并非绝对必要，但校准相机有如下好处：

- 能够呈现真实世界的测量结果
- 校正图像视角以实现更精确的测量
- 能够关联来自多个相机的图像

使用特定的校准物件进行的校准，通常是任何机器视觉系统或软件都具备的一项可用功能。

获取 3D 数据的机器视觉组件和系统，在某些测量应用中也同样有效。采用 3D 技术的系统，其集成难度范围可从非常简单到极其复杂，但在某些情况下，3D 技术可能是唯一的选择。在 3D 测量应用中，需要注意的是，上述所有测量指标和注意事项仍然适用。根据个人的经验水平，寻求 3D 成像方面的专家帮助，可能会很有价值。

静态误差与动态误差

在测试系统评估性能指标时，静态和动态数据采集有助于厘清机器视觉测量系统中的误差来源。静态测试是在同一零件处于静态固定位置时，获取其多张图像来进行的。静态测试揭示了机器视觉组件和软件的基本测量能力。以这些信息为起点，对在大量样本集中以动态方式呈现的零件进行测量的额外测试，揭示了在整个测量系统分析中，自动化所产生的误差影响。通常，这种误差要大于在静态测试中的误差。

最终，动态测试结果反映了系统的预期性能。如果通过调整成像或优化分析性能能够获得更好的静态测试结果，那么自动化和零件处理过程中产生的一些误差累积，可能会得到缓解。不过，在很多情况下，可能需要改进系统的机械部分来降低动态误差，包括改进零件处理和摆放方式。

使其发挥作用

当然，要成功实施基于机器视觉的在线测量系统，还有许多其他重要的技术问题和需要考虑的因素。希望本文的讨论能让你对系统的规格制定和实施过程有一些深入了解，并希望在重要的工业自动化场景中使用机器视觉技术。

上接第15页

挑战与下一步行动

该团队在不同的距离内进行了飞行测试，成像 / 通信系统一直按预期工作。

他们在此过程中也遇到了一些挑战。在刚开始构建系统时，他们使用的是 GigE 相机。然而，这增加了视频流的延迟，并且成本较高。相比之下，USB3 相机不但能有效满足需求，并且更具成本效益。

目前该无人机的基础系统按预期运行，但他们仍在对系统进行微调，并对通信系统进行改进，以便能为操控员实现最佳的操作性能。

Lesman 表示，未来将会尝试将虚拟世界地图与实时数据融合起来。此外，通过将一些常规功能自动化来提高无人机的自主能力，从而让操控员能够腾出精力去处理其他需要关注的任务，这也是目前面临的一个挑战，也是最终目标之一。例如，无人机在喷洒药剂时必须一直保持精确的高度和速度。能够将飞行中的这些方面实现自动化，对操控员来说非常有益，这样他们就可以处理与任务相关的其他额外工作了。



此外，这架无人机通常由卡车运送到作业地点，它从卡车上起飞，完成任务后又降落在卡车上。如果一名操控员正在执行农作物喷洒任务，那么他将频繁地进行起飞和降落操作，这可能会让操控员感到极为疲惫。因此，下一步的目标是让无人机具备更大的自主性。

SCIIF
华南国际工业博览会

华南国际工业博览会

South China International Industry Fair

工业引领 智享未来

2025年6月4-6日
深圳国际会展中心（宝安新馆）
June 4-6, 2025
Shenzhen World Exhibition & Convention Center

www.sciif.com



同期展会
Concurrent Exhibitions

IAS INDUSTRIAL AUTOMATION SHOW | IAMD SHENZHEN | IARS INDUSTRIAL AUTOMATION & ROBOTICS SHOW SOUTH CHINA
工业自动化展

MVSZ MACHINE VISION SHENZHEN
机器视觉展

LFSZ LASERFAIR SHENZHEN
激光及光电技术展

MWCS METALWORKING AND CNC MACHINE TOOL SHOW
数控机床与金属加工展

RS ROBOTICS SHOW
机器人展

ICTS INFORMATION & COMMUNICATION TECHNOLOGY SHOW
新一代信息技术与应用展

IIES INDUSTRIAL INTERNET EXPERIENCING SHOW
工业互联网体验展

TME
测试测量展

CMM CMM电子制造自动化&资源展

Deutsche Messe FIERA MILANO
汉诺威米兰展览(上海)有限公司
电话Tel: 021-2055 7000 (上海)
020-8955 4629 (广州)
邮箱Email: sciif@hmf-china.com

Deutsche Messe XZQ
汉诺威米兰星之球展览(深圳)有限公司
电话Tel: 0755-23207500
邮箱Email: LFSZ@hmxzq.com

东浩兰生会展(深圳)有限公司
电话Tel: 021-2206 8388
邮箱Email: SCIIF@shanghaiexpogroup.com

深圳东浩兰生惠智展览有限公司
电话Tel: 0752-3165631
邮箱Email: cmm86@cmm86.com

数据传输

从米到公里：CoaXPress over Fiber 实现长距离数据传输

CoaXPress是一种开放式机器视觉接口，它与适用于长距离数据传输的光缆配合，实现了良好的传输效果。

作者：Donal Waide，Advantech

CoaXPress（简称 CXP）是一种定义明确的开放式接口，适用于要求严苛的机器视觉任务，如自动光学检测、医学成像、生命科学以及工业质量控制等领域。CXP 接口每个链路支持高达 12.5Gbps 的数据传输速率，使用四个链路时最高速率可达 50Gbps，能够以更快的帧率传输更高分辨率的图像，这对于机器视觉系统的成功运行至关重要。

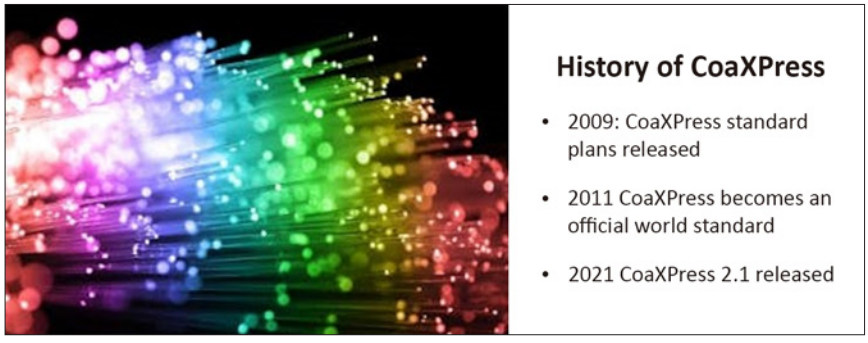


图1：CoaXPress 是一种开放式机器视觉接口，能够支持高达 12.5Gbps 的数据传输速率。

此外，CXP 使用 75Ω 同轴电缆作为传输介质，使其成为较旧的基于同轴电缆的模拟系统（例如智能交通系统（ITS）或军事和航空航天系统）的理想升级选择。

本文将探讨 CoaXPress 的一个新兴应用：在长距离光缆上运行未经修改的 CXP 协议。

光纤的传统优势 —— 高带宽、抗电磁干扰（EMI）、安全性高、耐用且尺寸紧凑 —— 使其成为 CoaXPress 的最佳搭档。CXP 的最大电缆传输距离为 40m，这个长度对于大多数工厂内的机器视觉系统来说已经足够用；但是，当应用场景的距离以公里而非米来衡量时，40m 的传输距离就不能胜任了。

在这样的长距离传输中，正是光纤大显身手的绝佳舞台。单模光纤能够对距离主机最远达 120km 的目标进行远程检测和视频监控，并且几乎不会因信号衰减和色散而导致信号质量下降。与基于铜缆的系统相比，光纤本质上在防止信息篡改或窃听方面更具安全性，因为在不实际接触电缆的情况下很难对其进行窃听。对于长距离监控而言，这种安全性至关重要。

长距离机器视觉

在本文中，“长距离机器视觉”这一术语将用于描述任何在超出以太网标准 100m 限制的距离之外，捕捉、处理和分析视频的先进成像系统。以下是一些可以使用 CXP 和光纤传输的场景：

- 管道检测：检查管道内部是否存在泄漏、腐蚀或裂缝，尤其是在偏远或危险区域。
- 基础设施监测：监测风力涡轮机叶片、桥梁和大型建筑物的应力、振动和其他损坏情况。
- 远程站点检测：检查难以到达的区域，如机器内部、处理罐或飞机部件内部。这些区域可能含有爆炸性液体、蒸汽或粉尘。此外，这也适用于破坏性测试场景。
- 监控 / 国防领域：用于远程观察、跟踪和锁定高价值监控目标，如军事基地，也可用于边境安全防护以及支持情报或侦察任务。
- 工业自动化：监控大型工厂或装配线，这些地方的摄像头分布较为分散。
- 地下检测：检查下水道管道、电缆或隧道的状况。
- 航空航天领域：密切监测火箭发射的各个方面。



图2：CoaXPress 的一个新兴应用，是在光缆上运行未经修改的 CoaXPress 协议，以支持长距离应用，例如大型工厂中的机器视觉监控相机。

在长距离传输方面，光纤的性能远优于铜缆，并且更具成本效益。为了使数据信号通过双绞线铜缆进行长距离传输，需要对信号进行多次放大，虽然可以使用中继器，不过这成本较高。尽管每米光缆的成本可能比铜缆高，但由于中继器的成本因素，在长距离传输中光纤可能是更经济实惠的选择。此外，中继器需要电源，这会带来额外的成本和设计方面的复杂性。

GigE Vision + 光纤

长距离成像应用的标准方法，是使用基于 GigE Vision 协议的相机。大多数 GigE Vision 相机可以通过标准以太网硬件在光纤上传输数据，因为该协议与物理传输介质无关。

要设置一个 GigE Vision 系统，需将相机连接到一对铜缆转光纤的介质转换器上 —— 一个靠近相机，用于将以太网信号转换为光纤信号；另一个靠近主机，用于将信号转换回铜缆信号，而两两转换器之间通过光缆连接。

另一种方法是使用带有光纤端口的工业以太网交换机，先通过铜缆连接相机，然后使用光纤将交换机与主机系统进行长距离连接。此外，一些更先进的 GigE Vision 相机或图像采集卡支持小型可插拔（SFP）模块，无需外部转换器即可直接连接到光缆。GigE Vision 协议本身保持不变，只是通过光纤介质进行传输。

虽然 GigE Vision 具有许多优点，如成本效益高、兼容性广泛以及可以利用标准以太网基础设施等，但它也存在一些局限性，可能会影响其在长距离光纤应用中的适用性。这种方法的缺点包括：由于需要专用的光纤设备而增加了安装成本、设置光纤连接的复杂性，以及当应用涉及大量图像处理时会导致 CPU 负载过高。

尽管 GigE Vision 可以利用以太网高达 100Gbps 的传输能力，但该标准本身并不能固有地以该速度运行。实际上，目前大多数 GigE Vision 相机以标准的千兆以太网速度（1Gbps）运行，除去一些影响因素后，实际最大数据传输速率约为 100~125Mbps。具有更高分辨率或帧率超过 60fps 的相机，对传输速率的需求可能会超过这个带宽限制，从而导致数据传输瓶颈。

那么，10GigE Vision 如何呢？视觉应用市场最初对 10GigE Vision 将 GigE Vision 协议的 1G 带宽提升 10 倍表示欢迎。然而，随着时间的推移，人们逐渐清楚地认识到 CPU 无法处理 10Gbps 的流量，从而导致延迟和丢帧问题。与 CoaXPress 或 Camera Link 中使用的图像采集卡不同，GigE Vision 依赖于主机的 CPU 来处理以太网数据包和管理数据流。智能网卡或具有卸载功能的 10G 图像采集卡可以降低 CPU 利用率，但这种方法抵消了 GigE Vision 相对于 CoaXPress 的主要优势：无需图像采集卡作为相机和计算机之间的中介。而且，较旧的电缆基础设施也必须升级为 CAT6 或 CAT6a 标准，以适应 10GigE Vision 的要求，这进一步增加了系统成本。

另外，10GigE Vision 协议的高功耗会导致相机过热，这是其在长距离应用中的另一个缺点。其他缺点还包括无法发送实时触发信号、无法将多台相机连接到同一台计算机，以及非确定性的帧延迟会导致帧到达时出现明显的时间抖动。在长距离系统应用中，所有这些问题都会更加严重。

GigE Vision 是基本机器视觉应用的一种通用且经济实惠的选择，但其缺点使其不太适合长距离任务，因为在长距离应用中，其最初较低的入门成本可能会迅速增加。当然，作为一种基于以太网的协议，如果没有适当的安全保护措施，GigE Vision 还容易受到网络攻击，如数据包嗅听和未经授权的访问。

CXP + 光纤

2021 年，日本工业成像协会（JIIA）标准委员会发布了 CoaXPress 标准的 2.1 版本，不久后根据全球机器视觉标准协调协议（G3 协议）被

采纳。主要的升级内容包括支持额外的传输速度（CXP-10 和 CXP-12）；将用于触发的上行链路速度提高一倍，达到超过 500kHz；符合通用相机接口标准（GenICam）和通用设备控制标准（GenDC）；采用微型 BNC 连接器。

在所有这些消息中，容易被忽视的是 CoaXPress 2.1 版本规范中新增的基于光纤的 CoaXPress over Fiber（简称 CoF）功能。这一功能具有开创性意义，它使得光纤链路能够在不修改 CoaXPress 协议的情况下，与之配合使用。传输的物理层基于以太网标准，这使得即使数据协议仍然是 CoaXPress，也更容易与当前的网络基础设施集成。CXP 数据使用标准以太网信令（如用于 10Gbps 传输的 10GBASE-R）编码到光纤上，以确保与现有光纤网络的兼容性。

正如前面提到的，CoaXPress 标准定义的比特率最高可达 12.5Gbps（CXP-12），其速度由串行数据技术支持。2.1 版本为未来 25G CXP（CXP-25、CXP-31）传输奠定了基础，并且超出了其已定义的比特率和电缆长度限制。

连接到 10G 以太网物理层的主要网关是 10 千兆位介质独立接口（XGMII）。该接口的通用设计，使得将 CoaXPress 信令映射到以太网子层更加容易。此外，由于没有 8b/10b 编码开销，XGMII 接口的有效比特率与 CoaXPress CXP-12 连接的比特率相当。使用 XGMII 还使 CoaXPress 能够通过 25 千兆位介质独立接口（25GMII）支持更高的带宽。25GMII 是 XGMII 的更快版本，在逻辑上与之等效。

基于光纤的 CoaXPress 在抖动和延迟方面表现出与基于同轴电缆的



图3：多家制造商已推出基于光纤的 CoaXPress 图像采集卡、信号放大器和相机。（图片来源：Advantech/BitFlow）

CoaXPress 相同甚至更好的性能，这得益于光纤 10Gbps 和 25Gbps 的带宽连接能力。根据 2.1 版本规范，基于光纤的 CoaXPress 在单模光纤上的最大传输距离为 120km，在多模光纤上为 550m。基于光纤的 CoaXPress 唯一可能的缺点是，光纤无法通过光来传输电力。

为了响应 2.1 版本规范，包括 BitFlow 在内的制造商推出了基于光纤的 CoaXPress 图像采集卡、信号放大器和相机。

将 CXP 信号转换为光信号

与 GigE Vision 相机解决方案一样，为了进行长距离传输，CoaXPress 的电信号必须转换为光信号。CXP 数据以数据包的形式进行传输，其中包含了图像数据以及用于验证和同步的额外信息。

转换可以通过以下三种方式之一进行：

（1）使用一套专用的转换器盒，将相机的 CXP 输出转换为光纤信号，两者之间使用长距离的光缆连接。在计算机一端，信号再转换回铜缆信号并插入 CXP 图像采集卡。虽然这是一种可行的配置，但成本可能过高。

（2）另一种解决方案是由相机制造商对其非基于光纤的 CXP 相机进行重新设计，使其具有光纤接口。这里的问题是，为了集成光纤输出，一个标准的 CXP 相机，特别是单链路和双链路的低成本 CXP 设备（通常尺寸非常小），在尺寸和功耗方面都会大幅增加。实际上，对于相机制造商来说，这种改进的投资回报率可能较低，导致成本过高而难以实施。

（3）第三种新的连接方式。新开发的铜缆转光纤模块，采用最少的部件解决了长距离机器视觉传输的难题。与需要两个笨重的介质转换器盒不同，现在只需要一个模块，通过标准同轴电缆直接连接到非基于光纤的 CXP 单链路相机。与其他铜缆转光纤解决方案不同的是，这些新模块还能为相机提供 13W 的电力，无需外部电源。此外，它完全支持上行链路通道，可用于相机配置和控制、触发以及固件更新。该模块输出到单模光缆，以恒定的 10Gbps 速率传输数据。这种光缆可以传输 120km 甚至更长的距离而不会出现信号衰减，并且可以直接插入主机内部的 CXP 光纤图像采集卡。

由于不断的创新，将会出现更多基于光纤的 CoaXPress 选项，提供更高的成本效益、更快的速度和更长的电缆传输距离。

总之，由于光信号固有的隔离特性，光纤传输能够在长距离传输中提供高数据完整性。基于光纤的 CoaXPress 是一种在包括光纤在内的标准以太网连接上运行未修改的 CoaXPress 协议的方式，为实现更高的带宽打开了大门。结合 CXP 的低 CPU 开销、低延迟和低抖动图像采集等优点，基于光纤的 CoaXPress 正逐渐成为 GigE Vision 系统的可行替代方案。

嵌入式视觉

适用于嵌入式平台的花生外壳表面检测模型

使用YOLO变体的模型对带壳花生的外观进行检测和分类，准确率可达98.6%-99.6%。该模型适用于嵌入式计算平台。

作者：Linda Wilson

带壳花生的市场价值会受到其外观的影响。对此，中国的研究人员创建了一种卷积神经网络（CNN）模型，该模型将带壳花生的外观分为完好、缺失、机械损伤、霉菌或发芽等多种类型，并使用嵌入式计算平台对其外观进行实时检查并分类。

带壳花生最早由人工进行外观检查、分类，许多研究人员创建了包含CNN的自动检测方法，尤其是使用YOLO（You Only Look Once）算法对带壳花生进行评估。

但是研究人员认为，现有的自动检测模型尚且存在一些不足。沈阳农业大学工程学院的Zhixia Liu、Xilin Zhong和其他作者在《植物科学前沿》杂志上写道："许多现有的方法虽然实现了较高的检测精度，但却伴随着高昂的计算成本，或者情况正好相反（即计算成本低但检测精度不高）。"

这项研究的目标是找到速度、精度与计算负载的一个最佳平衡点，从而开发出一个模型，它能适用于在空间受限的环境中进行实时检测的嵌入式计算平台。

图像采集与处理

为了在实验中获取带壳花生的图像，研究人员制作了一个封闭的箱体。在箱体内部，他们安装了一个最高分辨率为1280×720的200万像素网络摄像头，摄像头位于一张桌子上的传送带/操作平台的上方。光源安装在位于桌面上方220mm处。图像数据在树莓派（Raspberry Pi，一种微型计算机）4B上进行处理，该设备搭载了Broadcom的系统级芯片（SoC）BCM2711，该SoC具备一个64位、1.5GHz四核CPU，并配备了一块NVIDIA GeForce RTX 3060 Ti显卡。

在2024年3月10日至15日期间，研究人员利用该系统总共获取了1600张三种类型花生的图像。

研究人员使用了图像数据增强方法，如高斯噪声（图像特征中不需要的信号的正态分布）来生成8000张图像。他们对这些图像进行切片和分割，以创建一个分辨率为640×640像素的统一图像集。经过标注后，这些图像被随机划分为以下三种用途的数据集：5600张用于训练，1600张用于验证，800张用于测试。

研究人员创建了YOLOv5s的增强版本，他们选择这个目标检测模型，是因为该模型相对较小，仅16.3MB，这使其适合嵌入式计算平台。他们写道，"与其他YOLO模型相比，该模型也更加注重对小目标的检测。"

YOLOv5s的速度也比其他YOLOv5迭代版本更快。研究人员表示："YOLOv5s卓越的推理速度，使其成为实时检测场景以及需要快速响应的应用的绝佳选择。"

为了进一步增强神经网络架构的轻量级结构，研究人员添加了ShuffleNetv2作为骨干网络，用于从图像数据中提取特征或目标。



（A） （B）

图1：图像采集系统包含（1）机箱，（2）光源，（3）网络摄像头，（4）相机安装架，（5）传送带，（6）操作平台和（7）树莓派。

下转第29页

过程监控

在制造业中部署工业过程记录仪用于实时过程监控

工业过程记录仪的开发，是将车载行车记录仪的核心概念应用于工业领域。

作者：Christoph Siemon，IMAGO Technologies

行车记录仪作为交通事故中的证据工具越来越受欢迎，它安装在车辆的仪表盘上，以循环的方式持续记录交通事件。在发生事故时，记录仪会在设定的时长后停止录制，提供能够捕捉事故前后瞬间的视频片段，有助于判定事故责任。



图 1：要解决制造业中出现的意外中断问题，首先要对问题的根源有一个清楚的了解。（图片来源：IMAGO Technologies）

监控工业生产过程的重要性

在工业生产中，生成过程的意外中断会对整个生产产生重大影响。要快速有效地解决这些中断问题，就需要清楚了解其根本原因。通常，机器的突然故障、物料或产品处理过程中出现的问题，或者反复出现的工艺错误，都难以轻易解释清楚。这些问题常常源于难以接近的区域，使得故障排查过程变得更加复杂。

西门子公司的报告《2024 年停机的真实成本》（https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:1b43afb5-2d07-47f7-9eb7-893fe7d0bc59/TCOD-2024_original.pdf）显示，工业生成过程中的意外停机，每年都会导致高昂的生产成本：对于全球规模最大的 500 家公司而言，意外停机造成的损失相当于其收入的 11%，总计达 1.4 万亿美元；平均而言，每家工厂每月因意外停机会损失 27 个小时；过去五年来，每停机 1 小时所造成的成本已经翻了一番。

工业过程记录仪的开发，是将车载行车记录仪的核心概念应用于工业领域。事件的记录由传感器或可编程逻辑控制器（PLC）信号触发，确保只捕获相关的视频片段。借助高分辨率的视频录制功能，这些相机能够进行详细的离线和慢动作分析，从而准确地追溯生产过程并找出中断的根本原因。录像的配置和回放都可以直接在智能相机上完成，无需额外的外部系统。

多样化应用：从故障检测到优化机器设置

工业过程记录仪用途广泛，并不局限于特定的应用场景，因此适用于任何涉及移动产品或物料的场景。例如，它们可以部署在处理薄膜的包装机上。随着包装材料越来越薄、加工速度越来越快，薄膜偶尔出现撕裂的风险也随之增加。如果由于材料质量不佳或机器磨损导致薄膜撕裂，往往会导致较长时间的停机，以便清理碎片、诊断问题并重新启动系统。当这类系统在全球范围内运行，而现场人员又缺乏处理复杂问题的专业知识时，工业过程记录仪能够快速识别故障。通过实时远程记录事件，专业人员无需进行昂贵的现场考察就能快速、清晰地诊断问题。这种详细的记录不但让质量管理显著受益，还能显著提高系统效率。

中国国际工业博览会 CHINA INTERNATIONAL INDUSTRY FAIR | 25 2025 THE 25TH SESSION 第25届

2025第25届中国国际工业博览会
工业自动化展
Industrial Automation Show

IAS INDUSTRIAL AUTOMATION SHOW

www.industrial-automation-show.com

交易、展示工业自动化全面解决方案、生产及过程自动化、电气系统、机器人技术、工业IT与制造业信息化、微系统技术的国际盛会。

展出时间：2025年9月23-27日
September 23-27, 2025

展出地点：国家会展中心(上海虹桥)
National Exhibition and Convention Center(Hongqiao, Shanghai)

承办单位：汉诺威米兰展览(上海)有限公司
德国汉诺威展览公司
东浩兰生集团上海工业商务展览有限公司

同期举办

- 数控机床与金属加工展
- 智慧能源展
- 机器人展
- 节能与工业配套展
- 科技创新展
- 新一代信息技术与应用展
- 新能源与智能网联汽车展
- 新材料产业展





欢迎垂询：

Deutsche Messe FIERA MILANO 汉诺威米兰展览(上海)有限公司

DEXPO 东浩兰生会展 上海工业商务展览有限公司 SHANGHAI INDUSTRY & COMMERCE EXHIBITION CO., LTD.

联系人：张 曦 先生/钱 凯 先生/谢仲佑 先生
电话：+86-21-2055 7128/7129/7130
邮件：ias@hmfchina.com

XMIE 2025 厦门国际工业博览会
2025年3月18-21日
厦门国际博览中心

CDIIF 成都国际工业博览会
成都国际工业博览会
2025年4月23-25日
中国西部国际博览城

SCIIF 华南国际工业博览会
华南国际工业博览会
2025年6月4-6日
深圳国际会展中心
(宝安新馆)

CWME & WIIF 中国机博会暨武汉工博会
中国国际机电产品博览会
暨武汉国际工业博览会
2025年10月15-18日
武汉国际博览中心

第二个应用案例是需要频繁更换产品或批次的场景。由于生产批量规模缩小、生产速度加快，频繁更换产品批次很容易造成过多的浪费情况。例如，在包装行业，产品和包装必须同步进行。随着包装形式的种类不断增加，机器的配置变得更具挑战性。这一问题在巧克力棒的生产和包装中尤为明显，每根巧克力棒都要单独用薄膜包装，然后再集中装盒或成组包装。工业过程记录仪为工程师提供了一个强大的工具，用于检查同步性和配置情况，以确保生产顺利进行并减少浪费。即使在超高速运动过程中，这些过程记录仪也能捕捉到精确的画面，有助于用户捕捉过程优化机会。

录制视频用于错误分析

工业系统通常在连续运行数日后才会随机出现错误。工业过程记录仪具备存储和触发功能，能够在错误事件发生前后捕获简短而有意义的视频片段，而不会产生不必要的录像。

与汽车中的行车记录仪类似，工业过程记录仪会持续录制并覆盖视频数据。当由连接的传感器（如距离传感器或激光传感器）或 PLC 信号触发时，工业过程记录仪会根据配置的模式，保存一段能捕捉事件前后瞬间的视频片段。这种灵活性使用户能够录制到用于错误分析的完美视频素材。

在某些情况下，还可以使用“心跳”模式来触发录制。在这种模式下，PLC 会定期向智能相机发送信号以表明运行正常。如果信号停止，工业过程记录仪会捕获信号缺失前、缺失过程中或缺失后的视频片段用于分析。

对于特殊应用，自动触发（AutoTrigger）模式会基于集成的图像处理算法启动视频录制，该算法能够检测到超过预定义阈值的变化。虽然这种模式非常有效，但它取决于具体场景，并且需要特定应用的专业知识和额外的软件功能。



图 2：工业过程记录仪提供与错误发生瞬间直接相关的高分辨率视频片段，无需进行耗时的视频搜索。（图片来源：IMAGO Technologies）

视频压缩

录制高分辨率视频会产生大量数据，这对于在紧凑型设备中有效存储或传输数据来说颇具挑战。由于应用场景的限制，工业应用通常对相机外壳的尺寸有所限制。为了解决这一问题，工业过程记录仪采用了视频压缩技术，可以在紧凑型存储介质上进行高效存储，而无需外部电脑。这些视频可以通过网络浏览器轻松传输到各种设备上，并能使用标准软件进行播放。

高效的错误分析：工业过程记录仪相较于传统解决方案的优势

工业过程记录仪为状态监测设定了新标准，与传统的状态监测技术（如监控相机、热成像相机、振动传感器或纯软件解决方案）相比，具有显著优势。

与传统的监控相机不同，工业过程记录仪提供与错误发生瞬间直接相关的精确、高分辨率视频片段，无需进行耗时的视频搜索。工业过程记录仪配备全局快门传感器，还能捕捉快速运动的清晰图像，而采用卷帘快门技术的监控相机不具备这一能力。这使得工业过程记录仪在高速生产过程中不可或缺。

热成像和振动传感器虽然能提供特定的数据，但缺乏对故障场景的直观视觉洞察。工业过程记录仪提供的高分辨率视觉画面，对于有效的错误分析至关重要。与复杂的软件解决方案不同，工业过程记录仪无需大量的初始投资和设置时间，就能实时运行并无缝集成到现有的工业过程中。

高速录制

工业系统的运行速度往往极快，标准的帧率可能不足以准确捕捉和分析快速的运动。先进的硬件和软件技术，使得紧凑型工业智能相机形式的高速过程记录仪得以实现，可支持高达 1000fps 的高清视频录制。

工业过程记录仪为精确的过程录制和分析提供了有效的解决方案，有助于快速检测错误、进行状态监测和记录。它们提高了维护操作的效率，减少了系统停机时间，并将运营成本降至最低。结合智能传感器系统和嵌入式视觉解决方案，工业过程记录仪能够对机械运动进行自动化分析，推动工业生产过程的优化。

精准农业

机器视觉系统监测温室种植的作物生长

研究人员开发了一套包含AI赋能图像分割模型的机器视觉系统，用于监测单株植物的生长情况。

作者：Linda Wilson

美国宾夕法尼亚州立大学的研究人员开发了一套包含 AI 赋能图像分割模型的机器视觉系统，用于持续跟踪温室中种植的一种青菜的生长情况。

可控环境农业（CEA）——即在理想条件下的室内种植，且种植方式通常为无土栽培，提供了一种可在全年收获蔬菜的方式，这种种植方式有望增加粮食产量，以应对全球人口不断增长的情况。

为了最大限度地提高作物产量，从而提高可控环境农业的投资回报率（ROI），种植者会在植物的整个生长周期内，监测单株植物的健康状况和环境条件。但是，通过人工持续地在单株植物上进行监测管理的方式不仅非常耗时，还需要经过专业培训的人员来操作。

以上这些挑战，正在促使种植者探索使用机器视觉和其他技术来实现监测过程的自动化。他们的目标是：不仅要将繁琐的任务自动化，而且还要提高单株植物数据的采集频率与准确性，从而提升数据质量、植物产量的预估能力以及作物的实际产量。

“通过将数码相机集成到农业物联网（IoT）系统中，一系列更为广泛的植物生长参数能够与环境数据一起得到持续的监测和记录。这种集成特别有益于可控环境农业系统，因为在该系统中，计算机视觉技术能够持续且稳定地观测植物的动态生长模式。”宾夕法尼亚州立大学农业科学学院的 Chenchen Kang、Long He 等作者在近期发表于《Computers and Electronics in Agriculture》上的一篇文章中写道。

该研究小组专注于自动化精准农业领域，已经开发出了用于作物采摘、树木修剪、授粉、果园供暖、农药喷洒以及灌溉等方面的自动化解决方案。

部署图像分割

研究人员评估了一种用于监测植物的图像分割模型。首先，这是一个单步学习模型，所以无需对训练数据集进行大量的标注工作。其次，该模型具有递归性，这意味着它会将之前多组图像的分割结果，用作对当前这组图像进行分割的提示信息。



图 1：宾夕法尼亚州立大学的研究人员 Chenchen Kang 正在操作机器视觉系统，以监测温室中种植的青菜的生长情况。

这种方法克服了许多所谓的单阶段分割模型所面临的挑战：在图像中检测单株植物，而在这些图像中相邻植物的叶子相互交叠；由于区分单株植物存在难度，这使得分割过程变得更加复杂。

这项研究的目标是构建一个 IoT 生长监测系统，该系统能在预先设定的时间捕捉俯视图，同时构建一个图像分割模型，即便一株植物的叶子与相邻植物的叶子相互交叠，该模型也能将单株植物区分开来。

机器视觉系统的搭建

研究人员在温室中搭建了他们的机器视觉系统。为了收集彩色图像和三维点云数据，他们部署了一台 Stereolabs 公司的 ZES X Mini 全局快门立体相机（集成了镜头），放置在植物上方 0.84m 处。该相机以 60fps 的帧率采集图像，分辨率为 1920×1200 像素，景深范围



图2：IoT机器视觉系统中包括了一台Stereolabs公司的ZES X Mini全球快门立体相机。

0.15~12m。这些图像和点云数据存储在NVIDIA Jetson Orin Nano开发板上。

在为期27天的时间里，总共收集了108张显示植物不同生长阶段的图像。研究人员写道，在这些图像中，有81张被用于实验，在实验中，研究人员将递归图像分割模型的结果与两种版本的分割一切模型（Segment Anything Model，简称SAM，是一种常用于图像分割任务的Transformer模型）进行了比较。

在27天的时间里，共收集了108张显示植物不同生长阶段的图像。在这些图像中，有81张图像用于实验，在实验中，研究人员将递归图像分割模型的结果与两种版本的SAM（Segment Anything Model，简称SAM，是一种常用于图像分割任务的Transformer模型）进行了比较。他们在SAM的基础上开发出了自己的分割模型，并使用本地计算机对模型进行了训练和验证。

图像分割模型的性能

研究人员发现，一旦植物叶片出现交叠，两种版本的SAM模型在分割任务中都开始失效。与此同时，递归分割模型“在整个实验过程中都保持着优异的性能”。

然而，该模型并非完美无缺。分割先前图像集时出现的错误，会对后续的分割任务产生负面影响。此外，因为光照条件等因素的变化会改变图像中植物特征的外观，所以该模型对早期图像的依赖，也可能导致在识别未来图像集中的单株植物时出现问题。

总体而言，该系统有望提高可控环境农业中的植物产量。研究人员写道：“该系统能够提供准确的分割结果，从而能够从数字图像中提取植物颜色、形状和大小等定量特征，然后将其与人工测量的生长参数（鲜重、干重和叶面积等）建立关联。这种相关性可以帮助有关预测植物生长情况和产量多少的模型的开发。”

总体而言，该系统在可控环境农业中提高作物产量方面展现出了潜力。他们写道：“该系统能够给出准确的分割结果，这使得从数字图像中提取植物颜色、形状和大小等定量特征成为可能，然后这些特征可以与人工测量的生长参数（包括鲜重、干重和叶面积）建立关联。这样的关联可以为开发‘植物生长和产量估算的预测模型’提供支持。”

上接第24页

对机器视觉模型的评价

研究人员对该模型准确判定花生五类外观类型（优质、破损、发芽、发霉或受土壤污染）的能力，分别进行了评估。结果表明，该模型对所有类别的判定准确率都很高，在98.6%-99.6%之间。该模型的检测速度为192.3fps，这一速度足以满足对花生进行实时检测和分类的应用需求。

他们还将该模型的性能与其他检测模型进行了比较，并得出结论：“与其他目标检测方法相比，本研究提出的方法在检测小目标方面具有显著优势。”例如，花生壳上的霉斑相对较小，这种小目标很难被可靠地检测出来。

为了在未来的研究中进一步改进该模型，研究人员建议优化其背景抑制特性，以提升其在生产环境中的性能表现。他们写道：“在现实场景中，带壳花生可能处在复杂背景中，例如与其他杂质混合在一起，或者花生壳颜色与背景相近。面对这些复杂情况，模型可能会将背景物体误判为花生，还有可能造成漏检。”

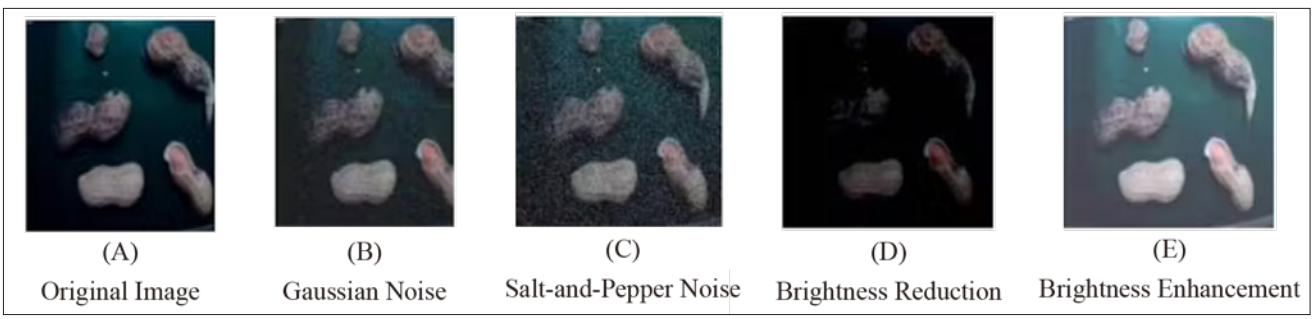


图2：研究人员使用了多种方法来增加图像的数量，并提升图像质量。

组装&检测

机器视觉 + 机器人提升车灯生产效率

机器视觉+机器人的自动化流程，能够在不到 7s的时间内完成单个汽车迎宾灯的组装和检测工作。

作者：Linda Wilson

一些汽车配备了迎宾灯，这种灯可以通过光线将品牌标志或其他图案投射到地面上。它们通常安装在车门上，当有人上下车时就会亮起。

Robooptic Systems 公司是一家专注于光学和机器人技术的集成商，该公司参与了一个旨在实现迎宾灯组装和检测流程自动化的项目。

作为奥地利 GAW 集团的一部分，Robooptic Systems 公司为汽车行业的一家大型制造商开发并安装了这套自动化流程。该系统实现了投影灯模块完整组装流程中五个步骤里的三个步骤的自动化，其余步骤则由其他机器完成。

在制造商开发出一款新的迎宾灯产品后，该公司聘请 Robooptic Systems 公司来设计并实施一个自动化流程，以组装和检测这款新的迎宾灯。据 Robooptic Systems 公司称，与旧款迎宾灯相比，新款迎宾灯在组装过程中零件的对齐过程更为复杂，因此需要一台新的检测设备。



图1：Robooptic Systems公司开发了一种用于组装和检测汽车迎宾灯的机器人流程。（图片来源：Opto Engineering）

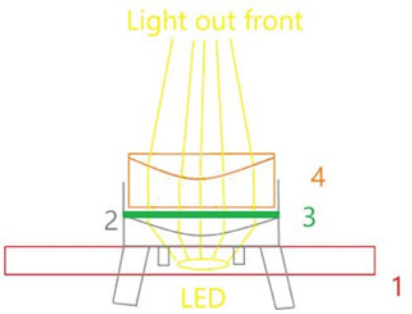


图2：灯组件包括一个带有集成准直透镜的桶形塑料容器、一个带有待投射图案的反光片以及一个聚焦透镜。（图片来源：Robooptic Systems）

三个机器视觉流程

Robooptic Systems 公司的机器包括以下步骤：

（1）从载物托盘中取出一个零件（带有集成准直透镜的桶形塑料容器），并在桶形组件内添加四个胶点。

（2）将带有待投射图案的反光片放入桶形组件内。Robooptic Systems 公司将这个零件称为“幻灯片”。

（3）在桶形组件的边缘涂抹一圈胶水，然后在桶形组件的顶部安装一个聚焦透镜。

所有这三个流程都包含一些子步骤，例如正确定位机器人以及检测输出结果。

工程师们于 2023 年初开始这个项目，并在 2023 年 12 月将完成的机器交付给客户。

该装置位于一个大型封闭空间内，配备了来自 ATS 自动化系统公司的 SuperTrak 输送系统，该系统将桶形组件从一个工作站移动到下一个工作站。

为了启动 Robooptic Systems 公司的流程，装有带准直透镜的桶形组件的托盘被装入机器中，然后在桶形组件的内部添加四个胶点。

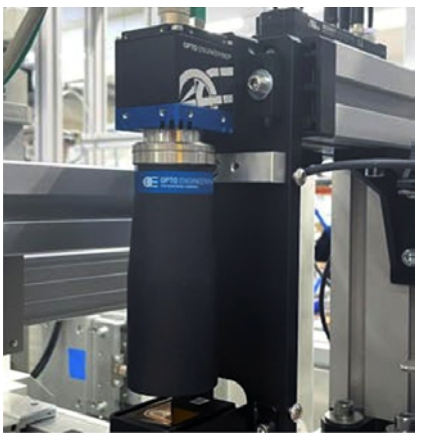


图3：将带有投影图案的反光片居中放置的装置。（图片来源：Robooptic Systems）

对齐并安装带有图案的反光片

Robooptic Systems 公司表示，接下来的一系列步骤不仅涉及机器人技术，还涉及机器视觉技术。

首先，一台 ABB 的 Scara 910INV 机器人拿起一个带图案的反光片，并将其移动到靠近相机的装置，使相机系统能够拍摄图像，然后测量桶和反光片的位置。相机分别拍摄桶和反光片的图像，然后系统将这些图像合并到一起。

相机系统还会检测这两个零件，并确保胶水被正确地涂抹。

这个工作站的机器视觉系统，采用了一台 ITA120 单色相机，其配备 RT-TCL0450-FU 光学镜头，并集成了

同轴白光 LED。该系统还包括一个带漫射器的小条形灯，用于从背面照亮反光片。

根据测量结果，机器人将反光片放入桶中。与此同时，整个系统会开启紫外灯来固化胶水。

然后，组件会被移动到下一个工作站，在那里，两个线性轴与一个 CPX 运动控制器配合，在桶上涂抹一圈胶水。

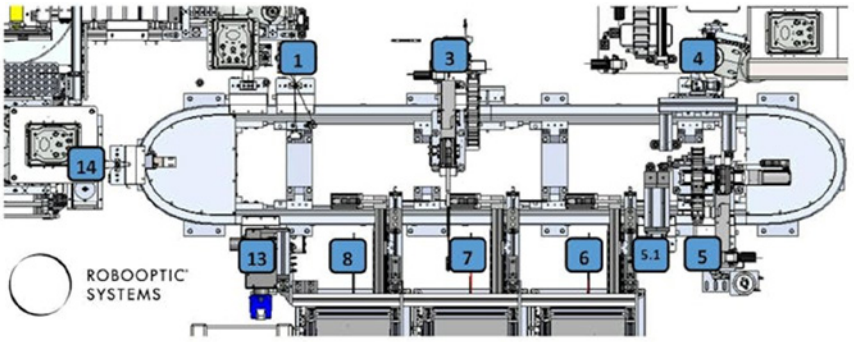


图4：封闭空间内的每个工作站都有特定的任务：1 装载桶形组件；3 在桶形组件内添加四个胶点以粘贴反光片；4 通过 ABB 机器人和相机系统将反光片放入桶形组件内；5 涂抹一圈胶水以便稍后将透镜固定在桶上；5.1 使用相机检查胶水和反光片；6 透镜对齐工作站1；7 透镜对齐工作站 2；8 透镜对齐工作站 3；13 送入透镜；14 最终质量检测。

使用远心镜头检测胶水涂抹情况

在涂抹完一圈胶水后，用机器视觉系统来检测胶水的涂抹情况。这是一个重要步骤，因为桶上的胶点或胶水溢出对机器来说是个重大问题。例如，胶水可能会沾到机器人的夹具上，从而引发各种问题。

这个工作站使用了 Opto Engineering 公司的一台 ITA81 彩色相机和一个 TC12024 远心镜头。Opto Engineering 公司产品经理 Beatrice Danese 表示：“这些镜头被设计为只接收与光轴平行的光线。由于远心镜头只接收平行光线，因此远心镜头的放大倍率在一定的工作距离范围内保持恒定，并且与物体的位置无关。因此，在不同的工作距离下，物体始终以相同的大小显示。”

为了照亮零件，在镜头下方安装了一个蓝色同轴光源（OE LT2QOG025-00-X-B-24V）。蓝光以荧光方式照亮胶水，这有助于检测过程，但它的光谱还不足以到达紫外波段而固化胶水。

在组件上安装聚焦透镜

在流程的下一步中，机器人会对齐并在桶形组件上安装一个聚焦透镜。有三个完全相同的工作站，每个工作站都配备一台 Physik Instrumente 公司生产的 PI H811.I2 六足机器人，这个步骤耗时最长。

每个工作站还包括一台 ITA89 单色相机和一个 8mm 的 EN8MPL0818 定距镜头，均来自 Opto Engineering 公司。光源为一个 3W 的 LED 灯。

在这些工作站会进行几个步骤。首先，一个轴会拿起桶形组件，然后使用插脚将其固定在一个集成 LED 的电路板上。

随后，另一个轴拿起聚焦透镜并将其放入机器人的夹具中。然后，机器人将透镜与桶 / 电路板对齐，并安装透镜。

接着，使用紫外灯固化胶水，然后将零件放回载物托盘中。

机器视觉的最终检测

在最后一个工作站，会进行最终检测。一台 ABB Scara 910INV 机器人从载物托盘中取出一个组件，并将其移动到来自 Falcon Illumination 公司的 Fal.6-4-857724-00-375+ 紫外灯前。使用 Baumer 公司的一台 1200 万像素相机拍摄图像，使视觉系统能够判断零件是否合格（OK）或不合格（NOK）。该系统主要检测的是零件是否有裂缝。

根据检测结果，机器人将零件放入正确的托盘中。

软件编程挑战

为了对流程中的机器视觉部分的每个步骤进行软件编程，工程师们使用了 Opto Engineering 公司的 FabImage Studio Professional 软件，这是一款用于机器视觉任务的基于流程的软件。

然而，由于该系统包含许多涉及机器视觉、运动和机器人技术的步骤，工程师们对一些功能进行了定制化编程。例如，对齐算法就非常复杂，在机器人将反光片放入桶形组件内的步骤中，工程师们很难将零件精确对齐。

在这个应用中，完美的对齐至关重要。如果零件没有正确对齐，投射到地面上的图像就会模糊。

更加复杂的是，这个项目中有大约 15 种不同的图案，每种图案都需要不同的对齐数据。Robooptic Systems 公司表示，该团队花了几个月的时间来确定使每种类型的带图案反光片与桶形组件对齐的理想坐标。Robooptic Systems 的工程师们创建了一种配方类型的系统，从而能在软件中记录所有的对齐数据。

最终工程师们获得了成功。每个零件的整个处理时间不到 7s，并且在最终检测中，只有不到百分之几的零件被判定为不合格。

仓储物流

基于 AI 的机器视觉提升配送站的运营效率

对效率、速度和可扩展性的追求，正促使物流配送站部署基于AI的机器视觉物流解决方案。

作者：Jim Tatum

物流，即运输货物和材料的行业，是一项在全球范围内规模庞大的业务。根据美国交通部运输统计局的数据，2023 年，仅在美国就运输了大约 202 亿吨的货物，估计价值约 18.7 万亿美元。其中，超过 120 亿吨、估计价值超过 11 万亿美元的货物是由卡车 / 牵引式挂车运输的。而且，根据美国卡车运输协会的数据，在 2022 年，按重量计算，卡车承担了美国 72.6% 的货运量。

物流供应链中的一个重要环节——配送站，是近年来备受关注的一个领域。配送站是指物流供应链中，供牵引式挂车在物流中心与公路之间转运货物的场所，它是供应链中的一个重大痛点。专门为物流行业提供机器视觉解决方案的 Terminal Industries 公司估算，美国大约 90% 的配送站没有足够的技术基础设施来有效处理现有的货物运输量。

为什么配送站会成为一个瓶颈？

Ryder System 公司风险投资部门董事总经理兼新产品战略负责人 Michael Plasencia 表示：“目前的配送站，仍有很多人工操作流程，比如有人拿着写字板逐一检查各项事务，还有司机在场内来回搬运货物。”

这些配送站，无论是位于仓库、配送中心还是制造工厂内，通常都设



图1：配送场站一直是供应链中的痛点，在很多情况下，这是由于货物进出配送站时出现了延误。最近采用AI辅助解决方案的创新举措正在缓解这一问题。

置在交通便利的区域，比如设施或建筑物的后部或侧面，与装卸货平台相邻或靠近，并且靠近出入口和主干道。

配送站作业通常需要大量工人来完成许多重复性任务，例如在配送站内步行或驾车巡查，以便对卡车和集装箱拖车进行登记、定位或办理出场手续；以及实际操作这些车辆并将它们移至配送站中的不同目的地。

在任何时候，处于装卸的不同阶段的数百辆拖车同时处在配送站现场。因此，在各种天气条件以及混乱、危险的环境中，全天候跟踪所有拖车，是一项复杂、危险、繁琐且令人感到棘手的任务。知情人士称，报告、调度、定位以及识别进出的人员和货物是一项艰巨的任务，而人为错误是所有配送站出错的首要原因。为了使这些操作实现自动化并提高效率，配送站管理人员正在寻求机器视觉和 AI 相结合的技术，来解决这一问题。

其思路是，AI 可以利用一台或多台相机获取配送站区域的全景画面，来判断车辆的位置以及它们的行驶状态。Motion Automation Intelligence 公司自动化解决方案架构师、机器视觉专家 David Dechow 解释说，“就自动驾驶汽车而言，这些图像有助于确定路线并管理车辆在配送站内的移动。”

他补充说，车辆识别与追踪就是一个例子。“基于深度学习的字符识别和 OCR 几乎已经成为一种标准。”Dechow 说，“读取物流卡车和车辆的标识信息已经实施了一段时间，但深度学习 OCR 工具所带来的改进，使其具备了更高的可靠性。”

Dechow 说，另一个令人关注的领域是利用 AI 和视觉技术，为执行各种任务的自动驾驶车辆提供引导和避障功能。他说：“这些车辆中的许多机器 / 计算机视觉技术都是专有的，并且是为车辆操作量身定制的，但总体而言，这与仓库内或工厂车间中使用的自动驾驶车辆和机器人并没有太大区别。”

利用AI整理文书工作

Outrider、EAIGLE、Ryder System 和 Terminal Industries 等公司开发了基于机器视觉和 AI 的自动化配送站管理系统，以帮助配送站的操作员简化操作和组织工作流程。

EAIGLE 公司的解决方案是一个



图2：Ryder和Terminal Industries公司开发了一套系统，该系统使用相机和AI软件来捕获数据，例如车辆进入配送站的识别号码，这使得他们能够识别、定位每一辆进入配送站的车辆，并为其建立数字记录。

基于机器视觉和 AI 的端到端平台，该平台能够集成并利用现有的监控摄像系统，收集图像数据并将其传输到装有 AI 和机器视觉软件的计算机上。该计算机对这些数据进行处理，并利用这些数据来执行各项任务，例如定位和跟踪每一辆在配送站中流转的车辆、物资以及货物托盘。

Ryder 和 Terminal Industries 公司最近合作开发了一个基于 AI/ 计算机视觉的系统，该系统使许多配送站的记录及保存流程实现了数字化。

该系统于 2024 年 1 月首次部署在 Ryder 位于加州的一家电子商务仓库设施中，它使用了现成的 4K 工业相机，这些相机被集成到了该配送站现有的相机系统中。由 AI 和机器视觉驱动的软件能够识别、索引并分析来自进入配送站的卡车和拖车信息。当卡车进入该配送站时，部署在入口大门附近的相机会捕捉车牌上的字母、数字信息以及运输部门的身份识别号码。然后，这些数据通过 Wi-Fi 或 5G 进行传输，并在云端进行处理。

此外，基于云端的系统能够接入其他外部数据库，以查找和核实数据。这意味着处理诸如合规报告等所需的监管操作变得更加轻松高效，同时也能简化并优化预约及日程安排验证、资产可用性查询等功能。

Plasencia 说，该系统的部署不仅将容易出现人为错误的两步式流程简化为一步式自动化流程，在捕获和识别运输部门编号及其他类似信息方面达到了 99% 的准确率，而且它基本上为每一辆进出配送站的车辆建立了一份数字记录。

“我认为这是关键所在，”Plasencia 说，“我们有一个多功能的解决方案，可以应用于许多方面。我觉得随着这些 AI 模型的不断发展以及性能的不断提升，它们的应用场景会越来越接近实际需求。”



图3：在Ryder租赁站中，经过调整的同一套系统，被安装在了手持平板电脑上，使员工能够收集并追踪该站内的所有可用库存。

在 2024 年 7 月，该系统被部署在得克萨斯州的一家 Ryder 卡车租赁及维修中心。员工们携带安装了该系统的平板电脑，利用它们采集并处理该站内所有可用库存的数据，而不再使用布置在该站周围的固定相机。

自动驾驶车辆在配送站作业中的价值

AI 和视觉技术日益普及的另一个领域，是物流配送站内自动驾驶车辆的导航与避障。

Outrider 公司是一家专门为物流行业制造在配送站使用的电动卡车的公司。这些电动卡车旨在帮助减少工作量，提高员工的安全性，以及更有效地在配送站内定位并移动牵引式拖车。



图4：Outrider公司的一辆配备了视觉系统和AI软件的自动驾驶卡车，正将一辆牵引式拖车倒向装卸货平台。

这些卡车自 2017 年持续投入使用，旨在找到停在物流配送站的牵引式拖车，并将其移动至装卸货平台，待装卸货完成后，再把它们送回停车区域。

这些在配送站内工作的电动卡车配备了一套视觉系统，该系统包含激光雷达（LiDAR）、雷达和摄像头，能够收集诸如停车位是否空闲、挂车识别号码、标准运输公司字母代码以及其他类似识别数据等图像数据。这些数据被传输至控制中心的计算机，该计算机通常位于配送中心并在现场操作。由于每个配送站通过云端的管理软件或通过应用程序编程接口（API）集成使用自己的系统来管理配送站内的这些自动驾驶卡车车队，因此所有调度、管理和协调工作都可以由一名员工处理。

该解决方案在减少错误、提高员工的安全性、提升识别和定位拖车的速度与准确性方面颇为成功，并且从根本上加快了货物进出配送站的速度。

“对于我们的客户来说，他们的主要诉求之一是缩短挂车周转时间，也就是提高他们卸载、重新装载货物并让挂车重新上路的速度。”Outrider 公司首席营销官 Londonne Corder 表示，“我们研究了如何缩短自动驾驶车辆的周转时间，其中一个关键因素就是路径规划。”

下转第35页

钢带检测

接触式图像传感器提升钢带检测效率

接触式图像传感器系统，能检测出以95m/min速度移动的钢带上1mm大小的孔洞缺陷，且误报率更低。

作者：Deborah Abrams Kaplan

比利时 TI Fluid Systems 公司主要生产汽车流体存储、输送和配送系统，其中包括用于制造刹车管道和燃油供应回路管道的钢卷。钢带上的任何穿孔，无论多么微小，都可能引发安全问题。如何快速精准地检测出这些微小空洞，是 TI Fluid Systems 面临一大难题。

TI Fluid Systems 公司曾在生产线中的钢带上方 3m 处，安装了一套基于传统相机的检测系统。这套系统不但需要复杂的校准，而且经常出现运行故障和误检孔洞的情况。该公司迫切需要一套可靠且高精度的检测系统，以符合汽车行业严格的安全标准。

TI Fluid Systems 寻求开发并实施一套能够检测出所有至少 1mm 大小潜在孔洞的检测系统，检测工作需要在钢带以 95m/min（1580mm/s）的速度移动的过程中完成。

检测是在对原始钢带进行铜或镍电沉积涂层工艺之后进行的。“检测后，钢卷在被送往管道生产线之前会重新卷绕。如果检测到缺陷，系统会在正确的钢带位置做出缺陷标记。”比利时 InDeep-solutions 公司首席执行官 Arnaud Philippart 说道，该公司率先开发了这种新的检测系统。

钢带上的孔洞有不同的成因。在钢卷交付给 TI Fluid Systems 公司时，可能就已经存在缺陷；或者这些缺陷



图1：在天纳克流体系统公司，钢带在生产线上以每分钟 95 米，即每秒 1580 毫米的速度移动。（图片来源：InDeep-solutions）

可能是在修整过程中产生的；也有可能是诸如螺丝或铁屑之类的金属异物撞击生产线而导致了孔洞的出现。

开发新的检测工艺

InDeep-solutions 公司专注于工业过程监控和生产质量检测。该公司最初测试了用激光轮廓仪来承担这项检测任务，但激光轮廓仪的频率和分辨率不足以识别孔洞。

随后，InDeep-solutions 公司与德国 phil-vision 公司合作，以选择最优的相机技术。phil-vision 公司专注于机器视觉和计算机视觉领域，经销图像处理组件并做系统集成。phil-vision 推荐了 Teledyne DALSA 的接触式单色紧凑型图像传感器 AxCIS（AX-FM-08B12H-00）。这项技术最初是为检测印刷材料和电池而开发的，这种小巧的准远心线扫相机，常用于高精度测量。

除了推荐组件外，phil-vision 团队还提供了可行性测试和软件集成服务。

phil-vision 团队将 AxCIS 传感器集成到紧凑型外壳中，以将校准的复杂程度降至最低。AxCIS 与 Teledyne DALSA 的 Xtium2 CameraLink HS 图像采集卡搭配使用，实现了较短的工作距离，简化安装过程。该装置无需复杂的布线和复杂的校准或标定。

开发人员将 AxCIS 的最小采集频率固定为 10kHz，在行进方向上实现了 0.15mm 的分辨率，在钢带宽度方向上获得了 0.022mm 的更高分辨率。这些分辨率对于检测缺陷非常有效。

这些设置使 AxCIS 能够以每批次 4000 行的方式采集和测量数据，在持续监测过程中降低了 CPU 的负载。该系统保持了 0.4s 的响应时间。软件在图像采集后立即对其进行分析，并在处理过程中并行构建下一幅图像。

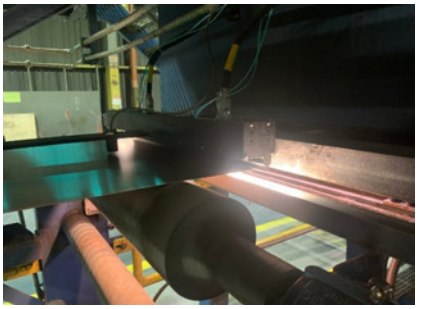


图2：工程师们将紧凑型图像传感器集成到外壳中，并将其放置在生产线上钢带的上方。他们在钢带底部安装了一条带状光源，以最大限度地提高图像对比度。（图片来源：InDeep-solutions）

“尽管 AxCIS 接触式图像传感器主要设计用于在印刷生产线中捕获清晰的图像，但它具备许多特性，使其功能得以扩展，包括检测小孔洞。”Philippart 说，“这些特性包括非常高的分辨率和非常高的采集频率。”

背光源照明让边缘和孔洞清晰可见。接触式图像传感器本身已内置照明功能，不过并非对每个应用都有用。对于 TI Fluid Systems 的项目，开发人员使用了一种简单的 LED 灯带来照明。“光源必须放置在钢带底部，而传感器位于钢带上方。这种配置能够产生显著的对比度。因此，对于这个特定应用来说，内置光源并不适用。”Philippart 说道。

定制软件，最大限度减少人为干预

作为该过程的一部分，InDeep-solutions 公司创建了定制软件，该软件在一台 PC 上运行，能够提供高分辨率图像，并以红色方框突出显示缺陷。它可以显示最后检测到的 10 个孔洞，同时将数据存档保存 6 个月。



图3：InDeep-solutions 公司创建了定制软件，用红色方框突出显示缺陷，例如钢带上的微小孔洞。（图片来源：InDeep-solutions）

这有助于追溯和质量审核。测试发现，新系统的误报率更低，同时也不会遗漏任何孔洞。

另一个好处是该系统已经过校准。“软件只需在调试期间进行配置。”Philippart 说，而且它设计得易于使用。开发人员只需设置 AxCIS 的属性，如曝光时间和频率，以及通信和处理参数，如阈值和缓冲区大小，然后软件就可以完全自主运行。“它自动启动，加载配置并开始工作。还有一个 Windows 服务会检查检测软件是否正在运行。”他补充道。

解决方案通电后，它会自动启动软件。然后检测硬件并开始采集数据。系统开始进行图像缓冲，在处理图像数据之前暂时存储这些数据。接下来进行图像分析，包括边缘检测、宽度测量和孔洞检测。这些结果会传输给可编程逻辑控制器，并且如果检测到缺陷，会记录下图像。

虽然 InDeep-solutions 公司创建了该软件，但 phil-vision 公司在驱动程序开发、传感器定时、编程和软件集成方面提供了支持，为检测系统的成功实施做出了必不可少的贡献。

最终成果和后续计划

Philippart 表示，TI Fluid Systems 的检测系统已经在线运行了数月。In-Deep solutions 公司表示，该系统可靠、准确且用户友好，符合最高的行业标准。TI Fluid Systems 已经订购了第二个传感器作为备用部件，“这证明了该系统对他们生产的重要性。”他继续补充道，“AxCIS 传感器的这种重新配置、适用新应用场景的能力，对其他公司同样具有吸引力，未来我们希望能在更多其他应用场景中复制这套系统。”

上接第33页

她说，考虑到这一点，该公司一直专注于进一步开发 AI 算法，以提升系统在配送站内更快速、更高效移动的能力，同时确保安全性。

以前，卡车通过无线连接到停车场操作计算机系统，它能够沿着配送场内预先设定的路线行驶，比如从指定的装卸货平台前往停放挂车的位置。现在，系统不再简单地沿着预定的路线从 A 点移动到 B 点，而是在行驶过程中“自主规划”每一次行程，避开潜在危险，甚至在必要时会重新规划路线。在部署了该系统的配送站，挂车的周转速度比以前快了 10 倍，同时保持了非常高的安全标准。

她指出：“我们并不只是依靠 AI 来实现这一点，我们的车辆上也配备了冗余安全机制。”

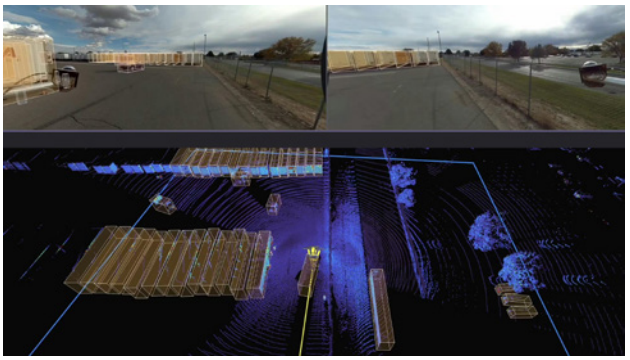


图5：Outrider公司利用AI构建强化学习算法，以帮助自动驾驶卡车在配送站内高效、快速地移动，在确保安全的同时缩短挂车的周转时间。

Corder 透露，目前 Outrider 公司的客户都是财富 100 强和 500 强企业，约占美国配送站卡车市场 20% 的份额。部署了 Outrider 的系统后，客户均实现了非常可观的投资回报率（ROI）。“在不到两年的投资回收期内，客户通常能够节省高达 40% 的成本。”Corder 说道。

ACT INTERNATIONAL

国际知名媒体授权
报道全球高新科技信息



免费索阅

服务于机器视觉设计、电子制造、激光/光电子、射频/微波、化合物半导体
半导体制造、洁净及污染控制、电磁兼容等领域的专业读者及与会者

品牌会议

VisionCon 视觉系统设计技术会议

SSTC

EDICON Electronic Design Innovation Conference 电子设计创新大会

AI 工业技术及应用研讨会

LaserFocusCon 激光聚会

CSCON CHINA

CHIP China 晶芯研讨会

CleanRooms China

国际代理

CQ Publishing (Japan)　Chomdan (Korea)　Pan Global (Europe)

Endeavor Business Media (USA)　Horizon House (USA)　Angel Business Communications (UK)

3D线光谱共焦传感器

埃科光电 3D 线光谱共焦传感器 SG 系列，基于同轴式光谱共聚焦技术，具有以下特点：(1) 超高精度，亚微米级解析：超高分辨率，轮廓线点数最高 4096 个；点间隔小，X 方向分辨率可达到 1.9μm，Z 方向重复精度可达 50nm，能够精确捕捉微小细节，为深凹槽、凸点等亚微米级精度的复杂表面检测场景提供稳定可靠的检测数据。(2) 极速响应，提升产能：最高扫描速率达到 30kHz，满足高速在线检测节拍。即使在最大测量范围内，SG1007 的扫描速率仍可达到 8.9kHz。(3) 超大视野，强材质适应性：提供最大镜面兼容角度 ±50°，能够应对镜面、曲面、透明材料等多种复杂表面检测。其中，SG4025 提供 10.2mm 的超大测量视野，2.5mm 的 Z 轴测量范围，能够减少扫描次数，覆盖较大的高度变化。



适用于半导体、消费电子、PCB、动力电池等精密制造领域。

埃科光电，www.i-tek.cn

基于Dual CXP12平台的Diamond SWIR D-5A130

Teledyne Adimec 推出基于全新 Dual CXP12 平台的一系列高分辨率高速工业相机。在短波红外波段，Adimec 采用 Sony IMX 993 和 IMX 992 图像传感器的 D-3A170 和 D-5A130 相机。320 万像素 170 帧和 520 万像素 130 帧为半导体的高速检测需求提供了新的选择。



Diamond SWIR D-5A130 结合了索尼 IMX992 SWIR 高性能图像传感器的高分辨率和出色图像质量，以及可靠的高速 CoaXPress 数据接口，具有高速低功耗和紧凑的外形。D-5A130 为在线检测和计量提供了优化的图像，相机之间具有极高的一致性。与 CoaXPress 接口相结合的 SWIR 图像传感器大大提高了半导体检测系统的精度和吞吐量。

适用于晶圆检测、半导体微裂纹检测和半导体边缘裂纹检测。

Teledyne Adimec，www.adimec.com

新一代Tetra™ Gige线阵相机

Teledyne Dalsa 推出新款 Tetra™ 线阵相机，利用 Teledyne 最新的多线 CMOS 图像传感器技术，并基于原始 Linea 系列高价值线扫相机的成功基础构建。Tetra 包含基本的线扫描功能，如多个感兴趣区域、可编程系数集和 PoE 供电。



Tetra 提供 2K、4K 和 8K 分辨率，行频高达 150kHz，有黑白、彩色两种版本，功耗低于 6W。黑白版提供出色的图像质量，可选择单线黑白模式或双线 HDR 模式；彩色版输出真实的红、绿和蓝颜色通道数据，而无需数据插值。

Tetra 针对成本敏感型应用而设计，通过 2.5 GigE Vision 接口提供高性价比，确保长电缆长度下的高可靠性数据传输，适用于电子检测、光学分拣、印刷材料检测、包装检测、卷材检测和一般机器视觉等应用。

Teledyne DALSA，www.teledynedalsa.com

HSR系列SCARA水平多关节机器人

海康机器人推出 HSR 系列（HSR3、HSR6）四款 SCARA 水平多关节机器人，特性如下：(1) 传送带跟踪，响应多元触发：实时捕捉传送带的动态，同时支持视觉触发、编码器等



距触发、光电传感器触发 - 有 / 无视觉等多种触发方式。(2) 高刚度且轻量化，效率精度兼得：机身小巧，重量低至 12kg；卓越的运动性能可实现高达 0.29s 的节拍时间；内置气路 / 信号 / 以太网接口，便于集成应用扩展。(3) 驱控一体，系统效率飞升：对运行中的复杂力学状态进行深度剖析与精确模拟，结合优质部件，具备高稳定性和安全性；内置编码器接口，可灵活连接各类编码器设备，并支持多种通讯协议，驱控一体化。(4) 在线调试，PC 端随心部署：配套软件 HAR Master 免费授权使用，无需示教器，简单易上手，PC 端可灵活部署复制。

适用于 3C 装配 / 组装、物料搬运 / 上下料和产品包装分拣应用。

海康机器人，www.hikrobotics.com

大视场数显微物镜和配套筒镜

茉丽特推出大视场数 10X 显微物镜 MOL10 和配套筒镜 SOD-200-40M58，特性如下：(1) 大视场数 F.N.38mm 设计，支持 65M 面阵及 8K 5μ 线扫相机。(2) 镜头工艺控制和装配能力使 MOL10 拥有很高的斯特列尔比，从中心到边缘成像清晰度高，全场一致性好。(3) 优异的色差校正设计。(4) 各波长光时（R,G.B,W）的 MTF 一致性好。(5) 预留内置自动对焦插口。(6) 搭配茉丽特光纤，可实现均匀性优异的明场暗场照明。

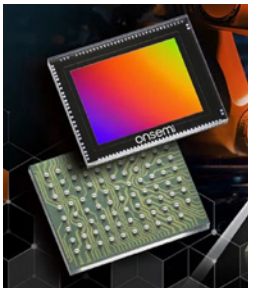


适用于晶圆有图检测、晶圆无图检测、Micro LED 检测、mini LED 检测。

茉丽特，https://cn.moritex.com

实时、间接飞行时间（iToF）传感器Hyperlux™ ID系列

安森美推出其首款实时、间接飞行时间（iToF）传感器 Hyperlux™ ID 系列，可对快速移动物体进行高精度长距离测量和三维成像。



Hyperlux ID 系列采用 120 万像素全局快门、3.5μm 背照式（BSI）像素传感器、iToF 技术，可以捕捉完整场景，同时实时进行深度测量。实现最远 30m 的深度感知，且外形尺寸更小。此外，该传感器系列还能同时生成黑白图像和深度信息。通过结合这两种输出，该传感器系列可以提供全面的环境视图，而无需为视觉和深度数据分别配置传感器。

Hyperlux ID 系列能对快速移动的物体和高分辨率图像进行精确测量，这有助于减少错误和停机时间，优化制造系统的流程。此外，Hyperlux ID 系列还适用于面部识别、手势检测和 3D 视讯会议等消费应用场景。

适用于广泛的自动化与机器人、制造与质量控制、物流与物料处理、农业与种植、访问控制系统等工业环境。

安森美，www.onsemi.cn

高性能工业主板AIMB-292

研华推出针对高性能工业应用设计的工业主板 AIMB-292，搭载 Intel® 12/13/14 代 Core i 桌面处理器和 NVIDIA MXM 显卡模块，在计算密集型、图形需求高的工业应用中具备强大的处理能力与出色的扩展性，适用于智能制造、边缘 AI、自动化控制等领域。



支持 12/13/14 代英特尔® Core™ 处理器，拥有高达 24 个核心和 5.4GHz 的最大加速频率。搭配的 Q670E 芯片组为数据密集型任务提供了强大的计算和处理能力。AIMB-292 支持高达 96GB 的 DDR5 内存，内存频率可高达 5600MT/s，双通道设计适合高速数据传输。

支持 NVIDIA MXM 显卡模块，Type B 接口的使用使得 AIMB-292 具备了灵活的显卡扩展能力。主板提供 M.2 接口，用于 NVMe 存储设备，确保超高速的数据传输速率；另外还支持无线通信模块（如 Wi-Fi/ 蓝牙）连接。

具有独特散热设计，满足严苛工业环境，高度仅为 42mm，适用于对算力有需求且需高度集成的空间紧凑型应用场景。

研华，www.advantech.com.cn

面共焦3D显微传感器

楚光三维基于全自主面共焦 3D 显微成像系统技术，研制出面共焦 3D 显微传感器。根据宽场显微成像原理，利用结构光照明调制被测物体的表面信息，除去离焦信号干扰，通过垂直轴向扫描得到微观表面 3D 形貌。适用于特征复杂表面（如散射表面）和光滑表面，按应用场景可灵活调整 Z 轴精度覆盖 1nm~1 μ m 区间。该技术突破了激光共聚焦、超景深、白光干涉等传统技术及核心零部件壁垒，采用独特面阵光扫描共聚焦技术，带来更高效率、更强大成像能力：(1) 跨尺度：可同时兼容微米至纳米级精度。(2) 跨材质：可兼容金属 / 非金属异质表面、透明半透明材质、高反光材质。(3) 跨结构：可兼容光滑表面、粗糙表面、缓变曲面、台阶面以及深孔、沟槽、倒金字塔等复杂结构。



楚光三维，www.truelight3d.com

AV7000 12K线性相机

得利捷在 AV7000 线性相机系列基础上，新增专为全

球快递、快运和包裹供应商设计的 AV7000 12K 型号。传送带速度高达 3.5m/s，12000 像素宽线性图像，可轻松读取紧密包装物品上的高密度条码，可轻松处理宽达 1.6m 的复杂高速输送系统。AV7000 12K 在光学字符识别、危险品识别和单元检测方面表现出色，确保了大批量物流操作的高准确性。

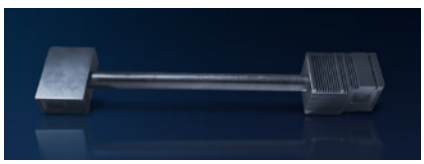


AV7000 12K 可提供集成 360 度高速包裹读取，其高灵敏度传感器、专利照明和高级解码在断续运动的情况下也能提供精确读数，适用于分拣系统。读取站的占地面积减少了 50%，数字变焦、多格式图像保存和基于浏览器的界面确保了无缝兼容性。

得利捷，www.datalogic.com

激光振镜结构光Cyclops系列相机

光图智能推出激光振镜结构光 Cyclops 系列相机。基于激光三角测量原理，采用先进的激光振镜技术实现对静态物体高精度、高效率的三维扫描与重建，并生成实时高精度 3D 点云数据，清晰呈现被测物表面细节，真实还原物体三维信息。特性如下：(1) 抗环境光性能优异，针对工件自身表面发光或反光材质、黑色物体等，支持多帧成像，亦可呈现优异的成像效果。(2) 大视野高精度，最大视野 2000mm，扫描范围从 880~2000mm，扫描精度 0.5mm。提供双倍分辨率选择，扫描速度提升 5 倍，应用范围扩大 10 倍；300 万像素的扫描分辨率。(3) 灵活的模块化设计可全面满足客户的不同需求，振镜模块与相机模块均可独立配置，支持多种安装方式，可根据客户现场实际情况完成部署。



可与光图自研无序抓取软件 Aurora 完美适配，实现机器人更稳定、更精准的 3D 引导抓放。

光图智能，www.oi-smart.com

AI驱动的紧凑型视觉系统In-Sight 8900

康耐视推出的由 AI 驱动的紧凑型视觉系统 In-Sight 8900，专为高度监管行业的 OEM 厂商打造。该系统通过深度融合先进 AI 算法与高性能成像技术，打造自动化检测体系，可实现缺陷检测、装配验证、追溯管理等全流程自动化。



In-Sight 8900 可直接在设备上处理图像，并实时提供准确结果。系统内置的传统视觉工具库可单独或与 AI 工具组合使用。In-Sight 8900 配备了强大的 HDR+ 技术，通过自动优化对比度，可在一次采集中创建更统一、更细致的图像。HDR+ 提供单色和彩色两种选择，可提高对比度和图像质量。

In-Sight 8900 提供两种编程环境——EasyBuilder 和电子表格。基于 Web 的 HMI 提供实时应用测试和优化，用户可以查看检查结果并修改设置参数以优化其应用。

适用于制药和医疗器械制造、汽车行业等领域执行广泛的关键检测流程，包括测量、装配验证、缺陷检查、文本阅读等。

康耐视，www.cognex.cn

BSM系列短波红外显微系统

图谱光电推出 BSM 系列短波红外显微系统，由照明系统、成像系统和机械系统三大系统组成，搭配图谱光电 SWIR 系列 400~1700nm 波段相机，对于硅基产品、膜材产品具备较好穿透能力。显微系统采用模块化设计，根据不同的应用领域，SWIR 系列相机提供 USB3/GigE/10G/CameraLink 等接口选择，并支持 OEM 定制。管镜系统参数如下：(1) BSM-T180VA/BSM-T090VA 型号：支持常规无限远 SWIR 显微物镜；管镜焦距为 180mm/90mm；成像光路像面尺寸为 24mm（使用 180mm 焦距管镜）；成像光路光谱范围为 900~1700nm。(2) BSM-T100VA 型号：支持高数值孔径无限远 SWIR 显微物镜；管镜焦距为 100mm；成像光路像面尺寸为 33mm（使用 200mm 焦距管镜）；成像光路光谱范围为 900~1700nm。



适用于半导体、芯片、精密电路等工业产品内部特征识别及缺陷检测。

图谱光电，www.touptekphotonics.com.cn

工业AI技术及应用研讨会

STcon 苏州

AI赋能智赢未来

2025年5月21日　苏州狮山国际会议中心

为加速技术融合与跨领域协同，雅时国际商讯（ACT International）作为高科技行业知名传媒集团，在成功举办了多届千人大会“STcon 智慧技术及应用大会”基础上，将于 5 月携旗下优质会议品牌“VisionCon 视觉系统设计”、“LaserFocusCon 激光聚会”、“AIMCon 工业技术及应用研讨会”、“CRCon 洁净技术高峰论坛”、“SBS 一步步新技术研讨会”、“CHIP China 晶芯研讨会”、“CSCon 化合物半导体先进技术及应用大会”，再次亮相苏州。“2025 STcon 智慧技术及应用大会”将聚焦长三角集成电路与电子制造产业，汇聚国内外行业专家学者及优秀企业到场，就机器视觉技术、激光技术、人工智能（AI）、洁净技术赋能半导体、电子制造等行业展开技术探讨与产品碰撞，通过多维对话，旨在为苏州及长三角电子产业构建技术升级风向标，推动核心技术国产化替代与全球化协作，赋能企业抢占下一代电子制造的制高点。

5 月 21 日，AIMCon 工业技术及应用研讨会以“AI 赋能智赢未来”为主题展开探讨，我们将诚邀工业 AI 领域专家学者及企业高管，分享 AI 在工业领域的创新实践及落地应用，期待您的积极参与！

探讨议题

- AI服务器在智能计算中的关键作用与未来趋势
- 光模块技术创新助力AI应用发展
- AI在消费电子领域的应用突破与市场机遇
- 穿戴产品中的AI应用与市场机遇
- AI驱动的自动驾驶技术革新与挑战
- 智能网联汽车中的AI应用与数据管理
- AI+5G+IoT：打造智能终端产品的创新生态
- 生产制造工艺

主办单位　ACT INTERNATIONAL　冠名赞助　C*Core C*Core Technology Co.,Ltd.

大会媒体　工业AI　视觉系统设计 VisionSystems China　激光世界 LaserFocusWorld China　洁净室 CleanRooms China

SSTM 一步步新技术　半导体芯科技 SILICON CHINA　化合物半导体 COMPOUND SEMICONDUCTOR CHINA

扫码报名　会议咨询

中国智能制造继续阔步向前

在国新办 4 月 18 日举行经济数据例行新闻发布会上，工业和信息化部总工程师谢少锋介绍 2025 年一季度工业和信息化发展情况—工业和信息化发展态势良好，经济运行稳中向好，产业结构持续优化，新质生产力加快培育，一季度实现良好开局，为完成全年经济目标打下坚实基础。以下是谢少峰的介绍——

一是经济运行平稳向好。推动存量政策和增量政策加快落地，一季度规模以上工业增加值同比增长 6.5%，增速比去年四季度加快 0.8%。装备制造业发展良好，特别是电子、汽车、电气机械器材等行业拉动作用突出。前两个月，软件和信息技术服务业实现收入近 1.9 万亿元。一季度，工业对宏观经济增长的贡献率达到了 36.3%，“压舱石”作用持续发挥。工业民间投资保持两位数增长，企业预期提振、效益改善，规模以上工业企业数量持续增加，制造业采购经理指数（PMI）连续 2 个月扩张。

二是发展质量持续提升。加快推动科技创新和产业创新深度融合，发展壮大新质生产力，推进工业的高端化智能化绿色化发展，产业转型升级内生动能不断增强。人形机器人、无人机、X 荧光光谱仪、AI 智能体、细胞和基因治疗药物等标志性产品取得突破。技术交易市场发展活跃，全国技术合同 16.8 万项，成交额超过 1.2 万亿元，较去年同期增长 10.8%。人工智能技术发展日新月异，自主人工智能大模型在重点工业领域规模化部署加快，“人工智能 +”等创新产品加速突破，AI 手机、AI 电脑、AI 电视等新型智能终端产品不断走进千家万户。智能工厂梯度培育提质增效，全国已建成 3 万余家基础级智能工厂、1200 余家先进级智能工厂、230 余家卓越级智能工厂，这些类型的智能工厂覆盖超过 80% 的制造业行业大类，工厂产品研发周期平均缩短 28.4%，生产效率平均提升 22.3%。工业绿色低碳转型成效显著，扎实推进重点行业节能降碳改造，加强先进绿色低碳技术装备推广应用，氢能等新型储能应用场景不断拓展，重点行业规模以上工业单位增加值能耗持续下降。

三是数字产业再上台阶。以 5G、人工智能大模型等为代表的数字技术迅速发展，前两个月数字产业完成业务收入同比增长 8.2%。网络基础设施能力持续增强，截至 3 月底，累计建成开通 5G 基站 439.5 万个，具备千兆网络服务能力的 10G PON 端口数达到了 2925 万个，5G 用户普及率达到了 75.9%，千兆宽带用户达到了 2.18 亿户。

值得关注的是，这个报告是在美国挥舞关税大棒，打乱世界经济发展秩序的背景下中国工业制造稳扎稳打交出的一份成绩单。虽然国际外部环境纷扰不断，美国关税政策任性妄为，朝令夕改，反复无常，不可预知，对全球经济现在及未来影响无论是广度还是深度都存在各种不确定性，但中国制造业仍然保持了一贯的韧性与稳定性，为中国经济发展起到“压舱石”的作用，第一季度报告就是最好的说明。

“下一步，我们将坚持集中力量办好自己的事，以开放促改革，以合作促共赢；坚持建设现代化产业体系，推动传统产业优化升级，培育壮大新兴产业，超前布局未来产业；坚持推动科技创新和产业创新深度融合，加快发展新质生产力。”谢少锋指出。有政府务实的保障政策，有中国制造行业人员的刻苦专研，努力奋斗，我们有理由相信，中国制造业一定能破除万难，继续走好自己的金光大道！

《工业 AI》编辑部

AI 赋能工业软件高质量发展

《工业AI》编辑部

工业软件作为智能制造的核心支撑，正在经历从传统工具向智能化平台的转变。人工智能(AI)技术的快速发展，为工业软件的高质量发展提供了新的动力。AI 通过优化设计、提升生产效率、增强预测能力等方式，正在重塑研发设计（CAx）、生产控制（MES/SCADA）、运维管理（PLM/ERP）等关键环节，推动工业软件向自主化、智能化、云化方向演进。特别是 DeepSeek（深度求索）的横空出世，为工业软件高质量发展提供新的发展机会。

AI赋能工业软件的关键技术

- **机器学习与数据驱动优化**
  - 智能仿真（CAE+AI）：传统仿真依赖物理模型，计算成本高。AI 可通过历史数据训练代理模型（Surrogate Model），加速仿真迭代（如 ANSYS Discovery AI）。
  - 参数优化：AI 算法（如强化学习）可自动调整设计参数，提升产品性能（如汽车轻量化设计）。
- 计算机视觉与工业质检
  - 缺陷检测：基于深度学习的视觉系统（如华为云 ModelArts）可实时识别产品表面缺陷，替代传统人工检测。
  - 3D 点云处理：AI 算法（如 PointNet++）用于逆向工程、零部件匹配，提升 CAD 建模效率。
- 自然语言处理（NLP）与知识管理
  - 智能文档检索：NLP 技术（如 BERT）可从海量技术文档中提取关键信息，辅助工程师决策。
  - 知识图谱：构建行业知识库（如西门子 Xcelerator），实现故障诊断与经验沉淀。
- 数字孪生与预测性维护
  - 实时仿真：AI 驱动的数字孪生（如 GE Digital Twin）可动态预测设备状态，优化运维策略。
  - 故障预警：时序数据分析（如 LSTM）提前识别设备异常，降低停机风险。

AI在工业软件中的典型应用场景

- **研发设计领域**
  - AI+CAD：生成式设计（Generative Design）工具（如 Autodesk Fusion 360）可根据约束条件自动生成最优结构。
  - AI+EDA：机器学习优化芯片布线（如 Synopsys DSO.ai），缩短研发周期。
- **生产制造领域**
  - 智能排产：AI 算法（如 Google OR-Tools）动态调整生产计划，提升资源利用率。
  - 工艺优化：基于强化学习的参数调优（如半导体蚀刻工艺）。
- **运维服务领域**
  - 预测性维护：振动、温度等多传感器数据融合分析，实现设备健康管理（如 PTC ThingWorx）。
  - 供应链智能：AI 需求预测（如 IBM Watson）降低库存成本。

DeepSeek赋能工业软件

作为国内领先的 AI 大模型与智能计算技术提供商，Deepseek 在赋能工业软件高质量发展方面具有显著优势，尤其是在知识增强、智能交互、数据驱动优化等领域。以下是 DeepSeek 技术如何助力工业软件升级的分析：

知识增强：加速工业软件智能化

（1）工业知识库构建与智能检索

- 行业知识图谱：DeepSeek 可整合机械、电子、材料等领域的结构化 / 非结构化数据（如专利、手册、论文），构建行业知识库，辅助工程师快速查询技术标准（如 ISO、GB 规范）。
- 智能问答（QA）系统：基于大模型的语义理解能力，工业软件可内嵌“智能助手”（如类似 ChatGPT 的交互界面），实时解答用户问题（如“如何优化 CNC 加工参数？”）。

（2）AI 驱动的设计辅助

- 设计建议生成：在 CAD/CAE 软件中，DeepSeek 可分析历史设计数据，推荐最优参数（如材料厚度、拓扑结构），缩短迭代周期。
- 代码生成：针对工业软件开发中的脚本需求（如 Python 自动化脚本），DeepSeek 可自动生成代码片段，提升开发效率。

智能交互：自然语言赋能工业软件

（1）语音与文本交互

- 语音控制：通过 DeepSeek 的语音识别（ASR）技术，工程师可通过语音指令操作软件（如“调整仿真网格密度至 0.1mm”），提升操作便捷性。
- 文档自动化：自动生成技术报告、BOM 清单等文档，减少人工录入错误。

（2）多模态理解

- 图纸解析：DeepSeek 的视觉模型（CV）可识别工程图纸中的关键信息（如尺寸标注、公差），并自动转换为 3D 模型参数。
- 故障诊断：结合设备运维日志和图像数据，AI 可快速定位故障原因（如轴承磨损度分析）。

数据驱动优化：提升工业软件效能

（1）智能仿真加速

- 代理模型（Surrogate Model）训练：DeepSeek 的机器学习能力可基于少量高保真仿真数据，构建轻量化代理模型，将 CAE 仿真速度提升 10 倍以上。
- 参数优化：通过强化学习（RL）自动调整工艺参数（如注塑成型温度、压力），实现质量 - 成本最优平衡。

（2）预测性维护

- 时序数据分析：DeepSeek 的时间序列模型可预测设备剩余寿命（RUL），提前触发维护工单，降低停机损失。
- 异常检测：基于无监督学习（如 Autoencoder）识别传感器数据异常，避免突发故障。

国产化替代：DeepSeek 的差异化优势

（1）自主可控技术栈

- 全栈自研大模型（无需依赖 GPT-4/Claude），符合国产化替代政策要求，尤其适合军工、航空航天等敏感领域。
- 支持私有化部署，保障企业数据安全。

（2）行业定制能力

- 可针对垂直行业（如半导体、汽车）微调专业模型，例如：
  - o EDA 领域：辅助芯片布线规则检查。
  - o MES 系统：优化生产排程算法。

典型应用场景

场景	DeepSeek 赋能点	案例参考
CAD 智能设计	自动生成设计草案，推荐优化方案	中望 CAD 插件集成 DeepSeek 建议引擎
CAE 仿真加速	代理模型替代高成本仿真	安世亚太 CAE 平台 +DeepSeek 降阶建模
工业设备故障诊断	多模态数据（日志 + 图像）分析故障根因	树根互联设备运维系统 +DeepSeek AI
供应链智能预测	需求预测与库存优化	华为供应链大脑 + DeepSeek 时序模型

未来趋势与挑战

趋势

- AI 低代码化：拖拽式 AI 工具（如微软 Azure ML）降低工业软件 AI 应用门槛。
- 边缘 - 云协同：边缘 AI（如 NVIDIA Jetson）实现实时决策，云端训练全局模型。
- 自主智能体（Agent）：AI Agent 自主完成设计 - 仿真 - 制造闭环（如 OpenAI 的 ChatGPT+ 机器人控制）。

其中，DeepSeek 在工业软件中的潜力将进一步释放，尤其是在以下方向：

- AI Agent：自主完成“需求输入 - 设计 - 仿真 - 制造”全流程闭环。
- 多模态大模型：融合文本、图纸、3D 模型数据，实现更精准的工业决策。
- 边缘计算：轻量化模型部署到工业终端（如 PLC），实现实时 AI 推理。

挑战

- 数据壁垒：工业数据孤岛问题限制 AI 模型训练。
- 可靠性风险：AI 决策的可解释性（XAI）仍需提升。
- 国产化短板：高端 AI 算法（如物理仿真 ML）仍依赖国外基础软件。

工业软件的发展现状与未来趋势

《工业AI》编辑部

在现代工业体系中，工业软件犹如隐藏在各个生产环节中的无形力量，以其独特的属性和功能，成为推动工业发展的重要引擎。

工业软件是工业知识与软件技术深度融合的产物。它并非简单的软件与硬件的叠加，而是将工业领域的专业知识、工艺经验、生产流程等，通过软件化的方式，形成一种能够为工业生产提供智能化服务的技术体系。从本质上讲，工业软件是将工业技术、工艺经验、制造知识和方法等进行数字化和系统化，使其能够以软件的形式在工业生产中发挥作用。

工业软件的应用领域极为广泛，涵盖了制造业、能源、化工、石油和天然气、汽车等多个行业。在制造业中，它可以用于生产计划和调度、设备监控和维护、质量控制、物流和供应链管理等方面；在能源领域，则能助力能源的生产、传输和分配过程的优化与管理。这些软件通过自动化系统、监控设备和其他计算机辅助工具收集和处理工业数据，为管理者和操作人员提供实时的信息和决策支持，极大地提高了生产效率和质量，降低了成本，同时也提升了生产的安全性。

工业软件在推进工业化与信息化融合、产业升级、新型工业化、工业发展转型等国家战略中扮演着极为重要的角色。它是信息化与工业化的融合剂，能够全面支撑企业研发设计、生产制造、经营管理等各项活动，是制造强国的“重器”。随着信息技术的不断发展和工业化进程的加速，工业软件在现代工业中的地位将愈发重要，成为企业提升竞争力的关键因素。

分类

工业软件是一个庞大而复杂的体系，根据其功能和应用领域的不同，可以分为研发设计类、生产控制类、信息管理类和嵌入式软件等多个类别。

- **研发设计类工业软件**主要应用于产品的研发和设计阶段，包括计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助工程（CAE）、计算机辅助工艺规划（CAPP）、产品数据管理（PDM）等。CAD 软件能够帮助设计师创建二维和三维的产品模型，提高设计效率和精度；CAE 软件则可以对产品进行性能分析和仿真，预测产品在实际使用中的表现，优化产品设计；CAPP 软件用于工艺设计和规划，确保产品的可制造性；PDM 软件能够管理产品生命周期中的各种数据，实现数据的共享和协同。这些软件相互配合，为产品的研发设计提供全方位的支持，能够缩短产品研发周期，降低研发成本，提升产品的创新性和竞争力。
- **生产控制类工业软件**聚焦于生产过程的控制和优化，如制造执行系统（MES）、分布式控制系统（DCS）、可编程逻辑控制器（PLC）等。MES 软件能够实时监控生产过程，收集生产数据，进行生产调度和资源管理，提高生产效率和产品质量；DCS 系统主要用于大型工业过程的控制，如化工、石油、电力等行业，能够实现对生产过程的集中监控和分散控制，保证生产过程的稳定和安全；PLC 则是一种用于工业控制的计算机系统，能够实现逻辑控制、顺序控制、定时控制等功能，广泛应用于各种自动化生产设备中。这些软件共同构成了生产控制的核心，确保生产过程的顺利进行。
- **信息管理类工业软件**侧重于企业的信息管理和资源整合，如企业资源计划（ERP）、供应链管理（SCM）、客户关系管理（CRM）等。ERP 软件能够整合企业内部的各种资源，包括财务、人力资源、生产、销售等，实现企业资源的优化配置和高效管理；SCM 软件用于供应链的管理，包括供应商管理、采购管理、库存管理等，确保供应链的高效运作；CRM 软件则用于客户关系的管理，帮助企业更好地了解客户需求，提升客户满意度。这些软件能够提升企业的管理水平，优化业务流程，提高企业的整体运营效率。
- **嵌入式软件**是嵌入在硬件设备中的软件，用于控制

和优化设备的性能，如嵌入式操作系统、嵌入式应用软件等。它广泛应用于各种工业设备中，如数控机床、智能仪表、工业机器人等，能够实现设备的智能化控制，提升设备的可靠性和效率。

全球工业软件市场概况

从整体规模来看，全球工业软件市场在 2020~2030 年期间预计将保持稳健增长，主要受数字化转型、智能制造（工业 4.0）、云计算和物联网（IoT）等技术驱动。以下是基于行业分析机构（如 Gartner、IDC、MarketsandMarkets 等）的综合预测和趋势分析：

- 2020 年：受新冠疫情影响，全球工业软件市场规模约为 430 亿 ~450 亿美元，增速放缓（约 5%~7%），但远程运维和云化需求部分抵消了下行压力；
- 2025 年：预计达到 650 亿 ~750 亿美元，年复合增长率（CAGR）8%~10%，核心驱动力来自制造业自动化、数字孪生和供应链优化；
- 2030 年：预计突破 1000 亿 ~1200 亿美元，CAGR 维持在 7%~9%，新兴技术（如 AI、边缘计算）和新兴市场（亚太、拉美）贡献显著增量。

从地区市场发展状况来看，不同地区的表现有所差异。北美、欧洲和亚太地区是全球工业软件市场的主要区域。其中，北美和欧洲凭借其发达的工业基础和较高的信息化水平，一直是全球工业软件市场的重要阵地。这些地区的制造业、能源、化工等行业对工业软件的需求持续旺盛，尤其是在研发设计类、生产控制类等高端工业软件领域。美国、德国、法国等国家的企业在全球工业软件市场中占据着重要地位，它们的工业软件产品和技术在国内外都有着广泛的市场。

亚太地区近年来成为了全球工业软件市场增长的新引擎。随着中国、印度等国家的经济发展和工业化进程的加速，这些国家对工业软件的需求迅速增长。中国作为全球制造业大国，对工业软件的需求尤为突出。在政府的政策支持和企业的积极投入下，中国的工业软件市场发展迅速，市场规模不断扩大。同时，日本、韩国等国家在电子、汽车等行业的工业软件应用也较为成熟，为亚太地区工业软件市场的发展做出了贡献。

预计未来几年，全球工业软件市场将继续保持增长态势。一方面，随着信息技术的不断发展和工业 4.0、智能制造等概念的普及，企业对工业软件的需求将更加多样化，对软件的功能和性能要求也将更高。另一方面，新兴市场的崛起将为工业软件市场带来新的增长点。随着发展中国家工业化进程的推进，这些国家对工业软件的需求将逐渐释放，为全球工业软件市场的发展注入新的活力。

在全球工业软件市场中，有众多领先的公司占据着重要地位，它们凭借先进的技术、丰富的产品线和广泛的客户基础，在市场竞争中脱颖而出。

微软作为全球知名的科技巨头，在工业软件领域也取得了显著成就。2021 年，微软超过 SAP，成为最大的工业软件供应商。微软的工业软件产品涵盖了多个领域，包括研发设计、生产控制、信息管理等。

西门子也是全球工业软件市场的领军企业之一。西门子的工业软件产品线非常丰富，包括 NX、Teamcenter、Opcenter 等。

达索系统是法国的一家工业软件公司，其产品以高端的研发设计软件而闻名。达索系统的 CATIA 是一款世界领先的 CAD 软件，被广泛应用于汽车、航空航天、船舶等行业。

除了上述三家，还有 SAP、施耐德电气、PTC 等公司也在全球工业软件市场中具有较高的市场份额。

中国工业软件的发展现状

中国工业软件市场近年来呈现出迅猛的发展态势，市场规模持续扩张，增长速度令人瞩目。2019 年，我国工业软件产品收入达到 1720 亿元，2020 年进一步增长，有望突破 1800 亿元，显示出行业的蓬勃生机。2021 年，中国工业软件市场规模更是达到了 2414 亿元，同比增长 24.8%，这一增速远超全球平均水平，也反映出中国工业软件市场的巨大潜力和活力。

从发展阶段来看，中国工业软件发展经历了纯软件阶段和软件的协同应用阶段，如今正迈向工业互联网阶段。在纯软件阶段，国外企业占据主导地位；而在协同应用阶段，国内企业开始崭露头角，通过业务流程的串通和优化，逐渐赢得市场份额。如今，在工业互联网的浪潮下，中国工业软件迎来了新的发展机遇。

国家政策的大力支持是推动中国工业软件市场快速发展的重要因素。“中国制造 2025”、“工业 4.0”等国家战略的推进，为工业软件行业带来了前所未有的机遇。国产替代成为行业发展的重要趋势，越来越多的国内企业凭借技术实力和市场需求，实现了订单火爆、业绩快速增长。

未来，中国工业软件市场的发展前景依然广阔。随着工业技术的不断进步和企业数字化转型的加速，对工业软件的需求将持续增加。中商产业研究院预测，2023 年中国工业软件市场规模将达到 2764.6 亿元。国产工业软件在国家政策支持和市场需求的双重驱动下，有望实现更大的突破。

在中国工业软件市场中，涌现出了一批具有较强竞争力的企业，它们在各自领域内推出了丰富的产品线。

中望软件作为国内领先的 All-in-One CAx 解决方案提供商。其产品线涵盖了 CAD、CAM、CAE 等多个领域，包括中望 3D、中望 CAD 等。

用友网络科技股份有限公司是中国工业软件行业的领军企业之一，专注于企业资源规划（ERP）、供应链管理（SCM）和客户关系管理（CRM）等领域。

国电南瑞科技股份有限公司在能源管理和自动化控制领域的工业软件方面表现突出。其产品包括电力自动化系统、能源管理系统等，能够为客户提供全面的能源解决方案，帮助企业实现能源的高效利用和安全管理。

除了上述企业，还有宝信软件、中控技术、汇川技术、信捷电气等也在工业软件市场中占据重要地位。

这些国内企业在产品研发和技术创新方面不断努力，积极推动国产工业软件的进步，为中国工业软件市场的发展做出了重要贡献。

市场占有情况

在国内工业软件市场中，不同领域的市场占比呈现出一定的特点。

- 在经营管理领域，国产工业软件的市场占有率相对较高。随着企业信息化建设的不断推进，国产 ERP、CRM 等软件凭借良好的性价比和本土化服务，逐渐赢得了广大中小企业的青睐。用友、金蝶等企业的 ERP 软件在市场上具有较高的占有率，帮助企业实现了财务、人力资源、生产、销售等资源的整合和优化管理。不过，在大型企业的经营管理软件市场，国外品牌如 SAP 等仍占据一定优势。

  在研发设计领域，国外工业软件的市场份额较大。CAD、CAE 等高端研发设计软件技术门槛较高，国外企业如达索系统、西门子等凭借先进的技术和丰富的经验，在汽车、航空航天、机械制造等行业占据主导地位。国产研发设计软件虽然在近年来取得了一定的进展，但在功能和性能上与国外软件仍存在一定差距。不过，随着国产替代的推进，部分国产软件如中望软件的产品也开始在市场上获得应用。
- 生产控制领域的情况则较为复杂。在一些传统的制造业领域，如纺织、食品等，国产生产控制软件如 MES、DCS 等具有一定的市场优势，能够满足企业的生产控制需求。而在化工、石油、电力等大型工业过程控制领域，国外品牌如霍尼韦尔、ABB 等仍占据主导地位。国产生产控制软件在稳定性、可靠性等方面还需要进一步提升。
- 嵌入式软件领域，国产软件在部分领域取得了突破。在数控机床、智能仪表等设备中，国产嵌入式软件的应用逐渐增多。不过，在高端工业设备领域，国外软件仍占据较大市场份额。

总体来看，国内工业软件在经营管理领域市场占有率较高，在研发设计、生产控制等高端领域与国外软件还存在一定差距。但随着国产替代的推进和国内企业技术实力的提升，国产工业软件的市场份额有望逐步扩大。

未来趋势

技术发展趋势

在云计算方面，工业软件将加速向云端迁移。云化工业软件能提供灵活的资源调度和按需服务，降低企业部署和维护成本。企业无需再投入大量资金购买和维护硬件设备，只需按实际需求租用云服务，即可实现软件的高效使用。云化还能让数据存储和处理更加安全可靠，有效解决数据孤岛问题，促进企业内外部数据的互联互通与协同共享。例如，企业可将 CAD、CAE 等研发设计软件部署在云端，使设计师随时随地都能访问和编辑设计文件，提高设计效率与团队协作能力。

大数据技术将为工业软件带来更深层次的数据挖掘与分析能力。工业软件在运行过程中会产生海量数据，如生产数据、设备运行数据等。通过大数据技术，企业可对这些数据进行深入分析，发现生产过程中的潜在问题与优化空间。借助大数据分析，企业能精准预测设备故障，实现预防性维护，减少设备停机时间；还能优化生产流程，提高生产效率与产品质量。大数据分析也有助于企业进行市场趋势预测，为产品研发与营销策略制定提供科学依据。

人工智能与工业软件的融合将开启智能化新篇章。在研发设计领域，AI 可辅助设计师进行创意生成、 下转第54页

扩展视觉 AI：将摄像头转化为特定用途的 AIoT 传感器

作者：Chiaohui Chang　华硕高级产品总监

边缘视觉人工智能是一项开创性技术，由板载人工智能处理器处理来自人工智能相机的视频，并以事件、数据分析或触发器的形式进行输出。通过这种方式，计算机视觉和深度学习将摄像头转化为特定用途的视觉 AIoT 传感器。

这是相机工作方式和用途的范式转变。边缘 AI 应用程序可以直接解释生成的图像，并根据视场中发生的情况提供输出，而不是由人来观看视频流。无需人工观察实时视频馈送，人工智能应用可根据使用情况，只提取最重要的信息，从而取代人工监控工作。不过，视觉人工智能技术也带来了独特的产品开发复杂性。采用者很快就必须穿越一个分散的多学科生态系统，其中涉及系统设计、数据活动、AI/ML 模型、边缘软件优化、边缘设备管理等。

根据技术和商业洞察力学习源 O'Reilly 的最新研究，尽管大多数人工智能采用者仍处于早期阶段，但仅有 18% 的采用者已将应用投入生产[1]。本白皮书概述了仓储和物流运营商遇到的常见痛点，以及如何利用远景人工智能解决方案解决这些问题，以确保成功扩展。



设计视觉AI系统

据麦肯锡公司称，30% 的端到端人工智能解决方案受到功能孤岛的限制[2]。另一方面，德勤（Deloitte）指出，约 91% 的人工智能项目在效益或投入时间方面未能达到预期目标[3]。

首先，在设计视觉人工智能系统时，必须选择合适的摄像头和计算硬件，以满足使用案例的需求。您需要确保捕捉到的图像是有助于解决手头问题的适当图像。您还需要确保视觉人工智能系统能与任何现有建筑或基础设施以及任何现有分析和设备管理平台无缝集成。此外，还要考虑算法开发，尤其是在仓库管理系统和工作流程中实施时。

事实上，开发能够处理各种所需任务（如物体识别或缺陷检测）的强大算法相对简单。然而，特别是在仓库和物流中心，能够提供最大价值和前所未有的洞察力的是监控流程的能力。一个典型的例子就是在托盘上装卸纸箱。要想对这一场景有一个全面、可操作的了解，就需要将产品检测、车辆移动、区域占用、人员检测等序列结合起来。

流程监控远不止使用简单、独立的人工智能模型，它需要人工智能解决方案的构建能力，同时还要满足系统级性能标准。这两项要求正是端到端平台的众多优势之一，例如边缘计算和视觉人工智能领域的嵌入式视觉人工智能软件领导者 Irida Labs 的 PerCV.ai（读作“Perceive AI”）。

获取正确的数据

确保数据质量决不能被低估，数据质量比数据量重要得多。数据和随后的人工

智能模型需要代表人工智能视觉系统将遇到的真实世界场景，一个问题可能只需要几百张图像而不是几千张图像就能建模。这就意味着，视觉人工智能系统必须拥有能够从中学习的高质量数据。适应数据多样性也很重要，确保数据涵盖所有使用案例的变化、不同的照明条件和潜在的障碍物。最后，还必须解决数据隐私和道德以及安全问题。

适应场景和产品变化

在设计视觉人工智能系统时，灵活性是关键；它必须能够适应环境的变化，如仓库布局或产品线，而无需进行大量的重新编程。要实现这种灵活性，您必须拥有必要的工具，以便捕获新数据（如新产品包装），或以合成方式创建这些数据，并以快速、精简的方式重新训练人工智能模型。

验证商业案例

确保基础设施能够从概念验证（POC）扩展到全面部署，对于人工智能技术的广泛应用至关重要。平衡扩展成本（包括硬件、软件和维护）与预期收益，对于确保可持续增长和保持市场竞争优势至关重要。这涉及到一种战略投资方法，既能适应未来的增长，又不需要不断进行再投资。随着系统规模的扩大，确保性能和可靠性的一致性变得越来越具有挑战性，但也越来越重要。

要解决这些痛点，就必须采用完整的端到端方法，通常需要与经验丰富的合作伙伴合作，由他们提供必要的专业知识和支持。为了减少在广泛的跨学科专业知识方面投入巨资进行研发的必要性，需要与人工智能软件专家和硬件制造商建立战略合作伙伴关系，以提供整体解决方案并加快人工智能的采用。

视觉人工智能工作流程

在考虑采用人工智能时，德勤建议企业考虑：企业战略、应用场景、数据基础、团队、合作伙伴关系、POC和实施，见图 1。

与战略目标保持一致

仓库和物流中心运营商必须确保其人工智能部署与其战略和商业目标保持一致。无论目标是创造新的收入来源、降低成本还是提高运营效率，选择复杂程度与预期业务成果相适应的人工智能部署都至关重要。

确定使用案例

确定技术能够超越人类性能的场景，是准确定位合适的人工智能应用环境的正确战略方法。这就需要全面分析可通过人工智能干预进行优化的任务。



图1：人工智能项目的关键里程碑

建立数据基础

人工智能，尤其是涉及深度学习的人工智能，从根本上说依赖于数据。公司数据基础设施的稳健性和数据理解的深度是决定其人工智能计划成功与否的关键因素。

建立团队和合作伙伴关系

为了培养人工智能能力，仓储和物流中心运营商需要一支拥有人工智能技术专长、行业知识和人工智能集成经验的专业团队。此外，建立战略合作伙伴关系还可以引入外部专业知识和创新解决方案，从而加强公司的人工智能之路。

运行 POC 并大规模实施

一旦有了定义明确的用例、坚实的数据基础和技术熟练的团队，下一步就是为人工智能流程设计原型安装并进行 POC。在成功演示原型后，公司可以继续进行迭代，并将实施规模扩大到更大的运营范围。

视觉 AI 生态系统

正如华硕物联网与 Irida Labs 之间的合作所体现的那样，软件和硬件供应商之间的合作为采用视觉 AI 技术提供了最快、最有效的途径。此次合作将华硕 IoT 强大的工业级边缘计算机与 Irida Labs 的视觉 AI 平台 PerCV.ai 相结合，确保了无缝集成，解决了所有潜在的痛点。

工业级硬件提供了一致且可扩展的基础，能够运行高级人工智能模型，并通过 GPU 扩展适应未来需求。同时，Irida Labs 的 PerCV.ai Vision AI 平台提供了一个高性能视觉解决方案，该解决方案经过优化，可与所提供的

硬件高效配合。

这种协同作用不仅简化了部署流程，实现了快速原型开发，还充分利用了合作伙伴双方的固有优势。华硕物联网与 Irida Labs 之间的相互尊重与信任，凸显了双方在推进视觉 AI 技术方面的合作价值，从而实现了可靠且适应性强的解决方案。

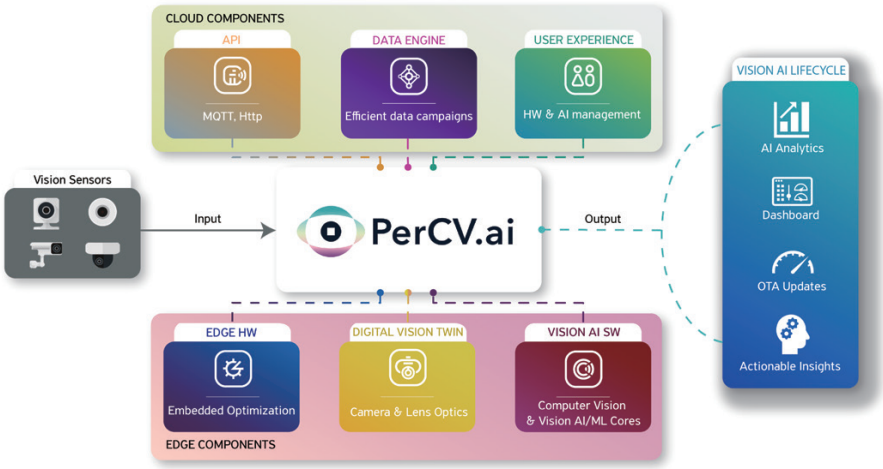


图2：PerCV.ai 是一个端到端人工智能软件和服务平台，支持视觉-人工智能产品的整个生命周期
[来源：Irida Labs AI and Computer Vision for Industry 4.0 使用案例]。

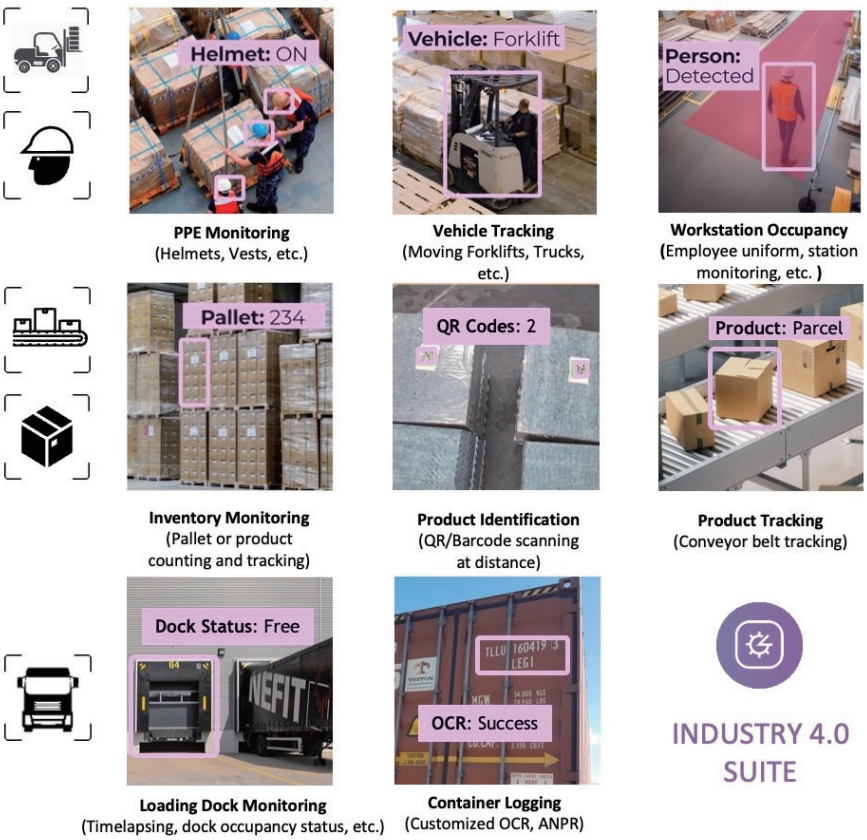


图3：人工智能视觉系统为影响仓库和物流中心决策的关键流程提供实时信息
[来源：Irida Labs AI and Computer Vision for Industry 4.0 Suite]

视觉人工智能开发

Irida Labs PerCV.ai 是一个创新的视觉人工智能平台，可简化计算机视觉开发。该平台提供无缝端到端支持，汇集了实施和扩展视觉人工智能系统所需的所有构件。这些模块包括人工智能软件、数据引擎、边缘人工智能优化、应用程序接口和人工智能分析，它们相互配合，简化了基于视觉的高级应用的开发和部署（图 2）。作为一个集中式枢纽，它有助于管理和处理大型数据集，实现数据注释和标注、2D/3D 数据合成以及训练分割、检测和分类算法等任务，同时进行解决方案打包和边缘部署。

该平台是动态的，通过提供完整的人工智能软件管道来构建、组合和测试人工智能模型，并实现快速迭代和空中下载（OTA）更新，从而支持对场景和对象变化的持续适应。它还能快速验证业务案例，并通过快速反馈回路和与边缘设备的直接连接支持小规模部署。

此外，PerCV.ai 驱动的解决方案可有效扩展，以适应成千上万的部署，确保该技术广泛适用于各种仓储、物流和智能空间应用。

边缘的视觉人工智能

PerCV.ai- 驱动的解决方案经过优化，可直接在边缘设备上运行，确保所有数据处理都在本地执行。这种设置可实现稳健、低资源、低延迟、保护隐私的处理，同时保持与云的连接以及与第三方系统的 API 集成，以便进行更高级别的数据管理和操作。

工业 4.0 使用案例： 仓库管理

该平台配备了工业 4.0 套件，其中包括现成的视觉人工智能解决方

案，可快速、轻松地部署应用。受欢迎的解决方案包括包装质量检测、仓库监控、QR 扫描、产品计数、PPE 监控、资产跟踪和识别等。PerCV.ai 还提供云到边缘的无缝集成，用于部署满足特定需求的定制视觉人工智能解决方案。

装货码头监控和库存管理是仓储中的两个常见用例。库存管理通常需要手动输入库存数据，这会降低运营速度。对装卸码头流程进行监控，可为损坏索赔提供可靠证据，实现装卸流程可追溯，并提高集装箱空间的使用率（图 3）。

您可能需要实时回答影响决策的许多问题，其中包括 1. 有多少产品？ 2. 产品在哪里？ 3. 如何确保质量？ 4. 我的员工是否使用适当的个人防护设备（PPE）？ 5. 该区域有多少人？ 6. 哪些工作站被占用或空闲？ 7. 分类账是否正在履行？ 8. 装载过程是否安全？ 9. 该区域有哪些车辆？ 10. 现在哪辆车正在（未）装货？

包装、包装箱和托盘监控

以包装检查为例，这是一项传统上需要人工干预的劳动密集型任务；每个包装、包装箱和托盘都应检查其完整性、完 整性、标签和任何缺陷迹象。此外，还需要（人工）拍摄每件产品的照片，作为发货前产品良好状态的记录方法。Vision AI 系统可让仓库和物流中心的操作员更轻松地清点库存，准确确定每个包装、箱子和托盘的位置，以及每个包装、箱子和托盘的体积和装载几何形状。记录、收集、评估和提供每个物体的信息可提供丰富的数据和分析，实现实时库存审计 -- 准确匹配实物库存和记录。

视觉人工智能可以帮助库存管理人员定位仓库或物流中心的产品，解决包装密度优化这一行业性难题，并获得与库存盘点相关的实时警报。此外，他们还可以利用这些数据来规划放货位置、按体积分拣、选择包装，并将货物分配到各个集装箱，以平衡重量和有效利用空间。

在食品饮料、电子产品和零售商品等行业，最终产品的正常状态是其适销性的关键，因此 Vision AI 产品检测直接影响到客户信心、公司声誉和业务增长。Vision AI 系统能准确记录特定货物的状况和装载数量。

产品识别

一旦检测到产品或包装，就有可能获得有关其身份、具体特征或特性的进一步信息，并推断出同一场景或容器中其他物体的存在或位置。

一个常见的应用领域是托盘、货架、盒子或其他产品系列的内容验证。在这种情况下，视觉人工智能可以对内容进行视觉检查，从而实现高度准确的实时库存报告和产品数量估算，并验证预期物品是否存在。这在时间敏感的情况下尤为重要，例如卡车或集装箱的装载过程，在这种情况下，特定物品数量和特征的验证是成功进入下一流程步骤的先决条件。

员工个人防护设备检测和安全

个人防护设备和其他各种安全装备是工作场所安全的核心。个人防护设备可保护工人免受滑倒、绊倒和摔倒、叉车事故、物体坠落和手动操作伤害 -- 这些都是仓库和物流中心最常见的工人伤害。Vision AI 实时监控工厂车间，识别缺少或未正确佩戴个人防护设备的工人。识别出的个人防护设备包括外套、防护眼镜、手套、口罩和防护帽（图 4-5）。

如果发现违规行为，系统会提醒安全工程师采取行动。每当发生主动事故时，Vision AI 系统就会提醒管理人员和员工事故发生的地点和事故的严重程度，以便停止该特定区域的操作，主动确保员工的安全。这样，安全团队就能在没有安全装备的情况下做出反应，降低事故风险，确保健康安全的工作环境。



图 4-5：PPE 监控和车辆移动警报可确保仓库和物流中心内工人的安全
[来源：Irida Labs AI and Computer Vision for Industry 4.0 用例]



图6-8：实时跟踪仓库或物流中心内的每辆车，在确保人员安全的同时优化操作[来源：Irida Labs AI and Computer Vision for Industry 4.0 用例]

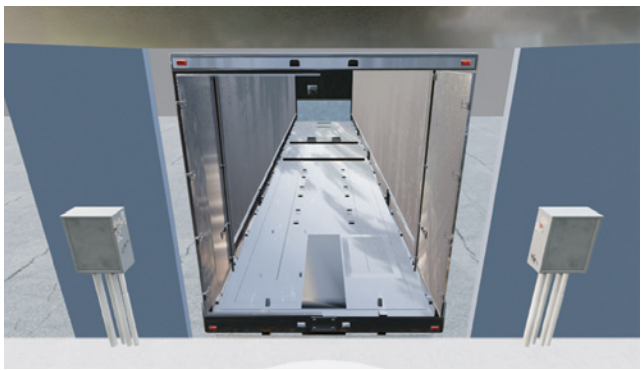
卡车装载和监控

出于多种原因，在装卸码头检测车辆可能具有挑战性。首先是各种照明条件、不可预测的天气和大气条件。此外，还需要考虑车辆的类型、大小或所有权，从卡车到叉车再到牵引车，视企业类型而定。最后但并非最不重要的一点是，需要在整个设施内对车辆进行跟踪，并通过多项操作进行跟踪 -- 从进入 / 离开设施到装载 / 卸载码头、称重站等。视觉人工智能系统有助于以统一、可扩展和具有成本效益的方式减轻所有这些挑战，（图 6-8）

它们全天候检测进入装卸区的车辆是否存在，同时自动识别装卸区的可用性并加快装卸时间。它们能够在任何情况下准确验证车辆在装卸区的存在和位置，并在门打开之前验证卡车是否处于正确位置。Vision AI 系统可确保设施运营管理部门在卡车出现时实时收到警报，同时确保人员和整个设施的安全和安保

Vision AI 价值主张

在此使用案例中，Vision AI 系统采用了华硕物联网 PE2100N（配备 NVIDIA Jetson AGX Orin 的坚固耐用无风扇智能边缘 AI 系统）以及 Irida Labs 的 PerCV.ai Vision AI 软件平台和工业 4.0 套件。



对于仓库和物流中心运营商而言，其价值主张是：

- 审计库存准确性：定期审核库存，使实物库存与记录相符。
- 审核客户损坏索赔：准确记录特定货物的状况和装载数量。
- 自动装载阵列：在集装箱内分配货物，以平衡重量和有效利用空间。
- 节约成本：优化空间利用率，加快运营速度，降低运营成本。

无限商机

华硕物联网和 Irida Labs 正在探索基于人工智能的视觉系统在仓储和物流等各种应用中的商机。在每种情况下，华硕物联网都能提供先进的硬件设计和软件开发能力，以及经久耐用的工业级 PC 平台。与此同时，Irida Labs 则专注于其核心竞争力，包括进一步增强其端到端视觉 AI 平台，该平台支持在边缘构建可扩展的基于视觉的解决方案，利用计算机视觉和深度学习提供 AIoT 优化的嵌入式视觉软件，并利用其在帮助企业开发可扩展的基于视觉的解决方案方面的丰富经验。（译自 Embedded Computing Design）

参考文献

1. Generative AI in the Enterprise (accessed November 2024)
2. Notes from the AI frontier: AI adoption advances, but foundational barriers remain (accessed November 2024)
3. Deloitte Survey on AI Adoption in Manufacturing (accessed November 2024)

革新人工智能机器人技术：用于实时数据和耐用性的 Ferri 解决方案

Silicon Motion公司供稿

现实世界中的机器人

地球上的机器人数量在不断增加，服务机器人、移动机器人、协作机器人（cobots）以及现在的仿人机器人等前卫机器人正在与人类混杂在一起。在工业、家庭和公共场所，人们在日常生活中越来越有可能遇到机器人。仿人机器人是机器人技术中发展迅速的一个领域，旨在通过模仿人类的动作、灵巧性和行为，在人类环境中执行任务。这些机器人的定位是提高生产率，协助完成繁重的任务，并与人类无缝互动，体现了机器人与人类互动的下一步。

一直以来，机器人都是在受控环境中运行，大多没有人类。意外事件或物体被排除在外，任何定义路线或停止位置的必要视觉标记或信标都是清晰一致的。随着机器人从这些受限区域进入更广阔的环境，它们将面临动态和不可预测的情况。为了应对这些挑战，机器人必须能够适应意外的、不受控制的情况，并根据不完整或嘈杂的数据集做出决策。对于仿人机器人来说，这种能力尤为重要，因为它们的目标是在面向人类的环境中自主运行。

在传感器（图像传感器、惯性传感器、激光雷达、环境传感器、麦克风）的背后，灵活、快速和节能的计算对于处理机器视觉、导航、安全和保护系统以及与人类互动等功能至关重要。部署人工智能模型可以增强机器人的感知、规划和导航能力，带来更快的响应速度、更高的计算效率以及与人和周围环境互动的能力等优势。特别是机器学习算法，可以让机器人（包括仿人机器人）适应不断变化的条件，提高性能和效率，因为它们可以在现实世界的环境中更自然、更自主地进行互动。现实世界中的机器人

地球上的机器人数量正在不断增长，服务机器人、移动机器人、协作机器人（cobots）以及现在的仿人机器人等前卫机器人正在与人类融合。在工业、家庭和公共场所，人们在日常生活中越来越有可能遇到机器人。仿人机器人是机器人技术中发展迅速的一个领域，旨在通过模仿人类的动作、灵巧性和行为，在人类环境中执行任务。这些机器人的定位是提高生产率，协助完成繁重的任务，并与人类无缝互动，体现了机器人与人类互动的下一步。

一直以来，机器人都是在受控环境中运行，大多没有人类。意外事件或物体被排除在外，任何定义路线或停止位置的必要视觉标记或信标都是清晰一致的。随着机器人从这些受限区域进入更广阔的环境，它们将面临动态和不



可预测的情况。为了应对这些挑战，机器人必须能够适应意外的、不受控制的情况，并根据不完整或嘈杂的数据集做出决策。对于仿人机器人来说，这种能力尤为重要，因为它们的目标是在面向人类的环境中自主运行。

在传感器（图像传感器、惯性传感器、激光雷达、环境传感器、麦克风）的背后，灵活、快速和节能的计算对于处理机器视觉、导航、安全和保护系统以及与人类互动等功能至关重要。部署人工智能模型可以增强机器人的感知、规划和导航能力，带来更快的响应速度、更高的计算效率以及与人和周围环境互动的能力等优势。特别是机器学习算法，可以让机器人（包括仿人机器人）适应不断变化的条件，提高性能和效率，因为它们可以在现实环境中更自然、更自主地进行互动。

智能与互动

由人工智能驱动的自主技能包括动态避障，使机器人能够在检测到移动物体或人等新障碍物时实时调整动作。人工智能还能帮助进行长期路线规划，A* 和 Dijkstra 等寻路算法可帮助移动机器人在已知和未知环境中规划最佳路径。此外，物体分类和异常检测等算法可以增强感应和感知能力，使机器人能够实时识别物体、障碍物和人。

受益于这些先进的功能，工厂中的移动机器人可以根据先前路线和能源使用情况的反馈，学会优化自己的行动，以降低能耗。仓库机器人可以通过规划高效路径、管理耗电传感器和执行器来优化电池使用。自主吸尘器可以规划高效的清洁路径，绕过家具和意外障碍物。手术机器人可以利用人工智能来区分肿瘤和健康组织，进行轨迹修正，并在手术过程中协助决策。酒店里的服务机器人可以使用人工智能语音识别技术与客人互动，提供信息或将物品送到房间。



人工智能助力自主移动机器人实现智能制造。

数据饥渴型学习

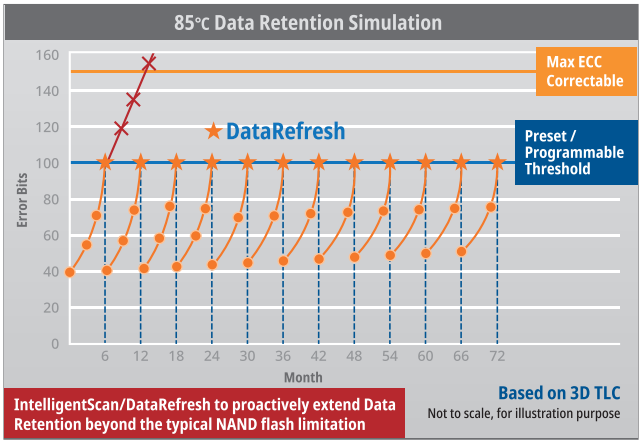
机器学习模型是现代人工智能的一个决定性方面，它依赖于大型数据集来不断提高性能和准确性。为此，内存子系统必须将高存储密度、高性能、高可靠性、低功耗和高效内存空间管理结合起来，以确保快速检索大型数据集并延长使用寿命。低功耗对于延长电池寿命和减少长时间使用时的发热量非常重要。另一方面，人工智能机器人经常处理敏感数据，这就需要先进的加密和固件保护，以防止未经授权的访问和网络攻击。

此外，移动机器人和服务型机器人等相对较小的机器人通常会受到尺寸限制。这就要求在不牺牲性能的前提下，实现高效的空间存储。此外，还需要出色的可靠性，以确保持续的正常运行时间，从而提供一致和不间断的数据访问。这一点在医疗保健和工业应用中尤为重要。

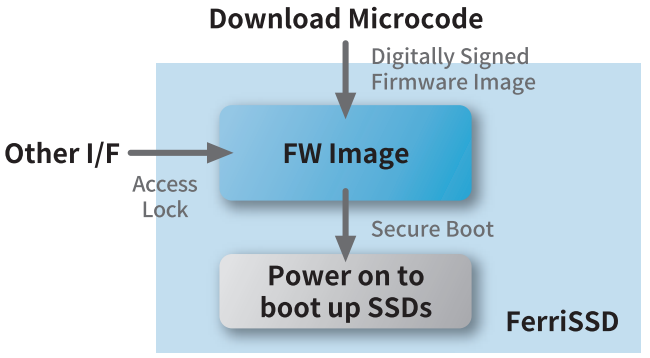
适用于人工智能的存储器

功能适当的非易失性存储器可帮助机器人设计人员实现人工智能机器人在性能、能效、可靠性和安全性方面的高目标。Silicon Motion 的 FerriSSD、Ferri-eMMC 和 Ferri-UFS 等符合嵌入式多媒体卡、固态磁盘和通用闪存标准的存储器将存储器和控制器集成在一个模块中，既节省空间又坚固耐用。它们外形小巧，可集成到空间狭小的人工智能机器人中，而不会影响性能。

内置控制器可简化集成，并减轻主机系统管理内存的责任。此外，控制器还能提供供应商专门开发的特殊功能，以提高存储器的性能。Ferri 系列具有带 DataRefresh 的 IntelligentScan™、NANDXtend® ECC、IntelligentThermal™ 和 IntelligentShield™ 等功能，可增强



智能扫描（IntelligentScan）和数据刷新（DataRefresh）可确保增强数据丢失和错误纠正功能，延长固态硬盘使用寿命。



IntelligentGuard™ 技术通过增强SSD 固件的验证和保护机制，维护启动安全。

能机器人至关重要。

此外，精心选择的具有动态电源管理算法的存储可显著降低功耗，从而有助于延长移动人工智能机器人的电池寿命。此外，采用 AES 256 位加密技术的端到端数据路径保护和 Ferri 的 IntelligentGuard™ 等功能可确保存储数据和固件 IP 安全，抵御潜在的网络威胁。这些存储器集成电路还利用 IntelligentZones™，将数据优化分割为高效区块，确保人工智能机器人能够快速访问和管理大型数据集。这有助于最大限度地利用可用容量，提高运行效率。此外，还有针对不稳定电源条件的高级保护和技术，以防止突然断电时数据损坏。

随着机器人从传统的封闭、严密控制的环境中脱颖而出，对人工智能的日益依赖成为机器人技术未来发展的关键。体积小、价格低的机器人、协作机器人、移动机器人和仿人机器人现在正与人类融为一体，将速度、耐力、灵巧性和可重复性等特质带入从复杂的工业流程和服务协助到日常家务和人际交往等各种活动中。仿人机器人尤其说明了人工智能和高级记忆解决方案如何使机器能够在以人为中心的环境中执行任务，并不断提高适应性和复杂性。

结论

利用机器学习的人工智能驱动技能是数据密集型的，对板载系统内存的性能、能效和耐用性提出了很高的要求。为了满足下一代机器人的这些需求，内存解决方案不应被视为单纯的商品。BGA SSD、eMMC 和 UFS 芯片等产品通常由复杂的控制器驱动，这些产品的差异化特性可以帮助设计人员创造出性能更强、使用寿命更长的机器人，同时确保卓越的安全性、保障性和可持续性。（译自 Embedded Computing Design）

上接第46页

方案优化等工作，提高设计创新性与效率。在生产控制领域，AI 能够通过智能算法实现生产过程的自动化调度与优化控制，提升生产灵活性与稳定性。AI 还能应用于产品质量检测，通过图像识别等技术自动检测产品缺陷，提高检测精度与速度。AI 与工业软件的深度融合，将使工业生产更加智能化、自动化，为企业创造更大价值。

市场需求趋势

在智能制造和工业 4.0 背景下，工业软件市场需求将呈现出诸多新变化。

对集成化软件的需求日益强烈。智能制造要求企业实现研发、设计、生产、管理等各个环节的无缝衔接，这就需要工业软件具备高度的集成性。企业不再满足于单一功能的软件，而是希望获得能够覆盖整个生产流程的综合解决方案。例如，集成了 CAD、CAM、CAE 等功能的研发设计软件，以及融合了 ERP、MES、SCM 等功能的生产管理软件，能够帮助企业实现信息的高效流通与资源的优化配置，提高整体运营效率。

个性化定制需求不断增长。随着消费者需求的多样化，企业需要快速响应市场变化，提供个性化、定制化的产品。这要求工业软件具备更强的灵活性和可定制性，能够根据企业的具体需求进行快速配置和调整。例如，柔性化的生产控制软件能够灵活调整生产流程，适应不同产品的生产需求；智能化的设计软件能够根据客户需求快速生成设计方案，提高产品定制效率。

对软件的安全性要求更高。智能制造环境下，工业软件与生产设备、网络系统等紧密相连，一旦软件出现安全问题，可能会导致整个生产系统的瘫痪，甚至造成严重的经济损失和安全隐患。因此，企业对工业软件的安全性提出了更高要求，需要软件具备强大的安全防护机制，能够有效抵御各种网络攻击和数据泄露风险。

在工业 4.0 时代，企业对工业软件的实时性、智能化、自动化等方面的需求也将持续增加。工业软件需要能够实时收集和处理生产数据，为企业的决策提供及时、准确的依据；还需要具备智能化的分析能力，能够自动识别生产过程中的问题并提出解决方案；更要实现自动化控制，提高生产效率和质量，降低人工成本。

China Electronics Fair
Since1964
中国（西部）电子信息博览会

产业备份 向西看

第十三届
中国（西部）电子信息博览会

电子信息 + 数字经济

- 电子元器件
- 特种电子
- 算力算法
- 集成电路
- 智能制造
- 智能终端

2025年7月9日-11日
成都世纪城新国际会展中心

联系方式

北京 010-51662329　成都 028-84477973　上海 13917903980

邮箱 55731951@qq.com

官方微信

www.icef.com.cn

面向可持续性的未来：我们能够期待什么？

作者：Eryn Devola　西门子数字化工业集团可持续发展部门负责人

多年来，可持续发展对企业而言一直是一个挑战性话题，经过持续深化布局，今天的企业对于自身的可持续发展已经初见成果，许多企业不仅将可持续作为一项企业责任，更是作为增长和盈利的主要驱动力之一。

“循环性”的意义

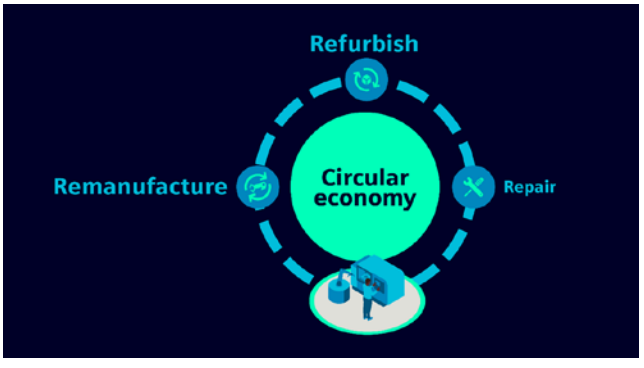
2023 年，全球仅有 7.2% 的材料被回收，这为企业提供了巨大机遇——通过拥抱循环性来节省成本，并节约资源。由德勤联合 Circle Economy Foundation 出版的《全球循环性差距报告 2021》曾指出，企业若能在产品生命周期（包括供应链）内注重资源的回收与再利用，可将二氧化碳排放量减少 39% 以上。

同时，循环性还能通过确保关键材料的可用性来缓解资源短缺问题，它基于“R 策略”框架运作，指导循环设计与制造，以增强资源利用并减少浪费。

这些“R 策略”包括：

- 减少 (Reducing)
- 修复 (Repairing)
- 翻新 (Refurbishing)
- 再制造 (Remanufacturing)
- 回收 (Recycling)

从线性向循环性的转型始于设计阶段，研究表明，产品 80% 的环境影响是在设计阶段决定的。数字孪生（基于物理仿真的物理资产或流程的数字化呈现）是创造更智能、更高效设备、产品和流程的关键工具，它使工程师从一开始就能够融入可持续性。



本图展示的循环性是一种最小化浪费、最大化资源效率并实现成本节约的可持续模型。（图片来源：西门子）

数字孪生有助于定义和优化产品及生产系统，从而大幅减少对物理原型的需求，节省宝贵资源。通过创建数字孪生并利用设计与仿真软件等工具，企业可将循环性嵌入产品生命周期的每个阶段——从设计、制造、使用直至报废。数字孪生还有助于分析供应链，通过创建真实网络和流程的虚拟副本，帮助企业提前仿真可能发生的中断和变化，用真实数据评估影响，并基于透明信息做出更明智的决策。

通过生命周期评估、R 策略模拟以及设计与供应链的联动，企业能优化资源并减少浪费。数字孪生、人工智能 (AI) 和 IT/OT 融合等数字技术还能提升生产效率。一旦产品投入使用后，资产管理软件等工具可确保资源效率最大化并支持精准维护。

循环性还贯穿产品报废阶段。借助自动化支持的先进回收技术，企业可将旧材料回收用于未来生产。可生物降解塑料等循环替代方案受益于适应新流程的柔性生产系统，推动零废弃经济向前发展。

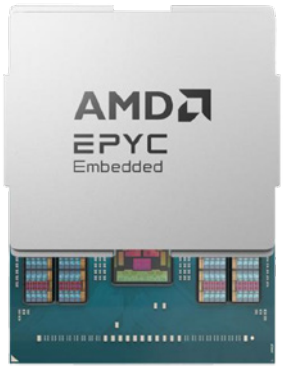
西门子德国菲尔特工厂与 Spinnova 的可持续示范

西门子位于德国菲尔特的工厂近期被世界经济论坛评为“可持续灯塔工厂”，表彰其在能效提升、二氧化碳减排和资源节约方面的突出表现。通过实施智能能源系统，该工厂将单位体积能耗降低了 64% ，每单位产出量的温室气体排放量减少了 72%，每单位产出量的工业废弃物减少了 47%，同时将总体产量提高了 145%。

这些成果源于对循环性的关注。西门子菲尔特工厂通过追踪产品全生命周期，利用备件和维修延长产品寿命，避免了生产、报废和回收过程中可能产生的排放。通过“长寿命维修服务”，该工厂为特定产品提供延保服务。2025 年初，已有超过 300 例长寿命维修案例，预计到 2026 年将增至 2000 例。此外，基于显著的节能成果，菲尔特工厂力争在 2026 年前实现碳中和。

下转第58页

AMD 第 5 代 EPYC 嵌入式处理器让工业边缘计算更快更高效



3 月 11 日，在德国纽伦堡（嵌入式世界大会）嵌入式大会上，AMD（超威）隆重推出其第五代 EPYC 嵌入式处理器——AMD EPYC 嵌入式 9005 系列，其代号为“Embedded Turin”。据悉，这款产品基于 AMD 最新的“Zen 5”架构，专为嵌入式应用优化，旨在满足网络、存储和工业领域日益增长的计算需求。近日，AMD 嵌入式 x86 产品管理高级产品经理 Tarang Shah 先生通过视频为媒体详细介绍 Embedded Turin 的核心优势、技术亮点及其在嵌入式市场中的独特价值。

Tarang Shah 先生首先介绍了 Embedded Turin 的诞生背景与市场定位，据他介绍：“Embedded Turin 是 AMD EPYC 嵌入式处理器系列的第五代产品，标志着 AMD 在嵌入式市场的进一步扩展。过去七年，AMD 以稳定的节奏推出了一系列嵌入式处理器，Embedded Turin 的推出，不仅延续了这一传统，还通过针对嵌入式市场的独特需求进行了深度优化。”

“嵌入式市场的需求主要分为两类：一是通用计算需求，包括高吞吐量、能效、可扩展性和连接性；二是对平台寿命和系统弹性的要求。Embedded Turin 在这两方面都表现出色，尤其是在网络、存储和工业应用中，展现了其强大的计算能力和嵌入式功能的丰富性。”Tarang Shah 介绍。

Embedded Turin的核心优势

• 可信赖的平台

Embedded Turin 作为第五代 EPYC 产品，已经过市场验证，拥有成熟的生态系统和稳定的架构。其扩展至嵌入式市场后，为客户提供了高度可靠的产品，确保了长期使用的稳定性。

• 丰富的嵌入式功能

与面向服务器的“Server Turin”不同，Embedded Turin 针对嵌入式市场的独特需求进行了专门优化。例如，它支持延长使用寿命至七年，提升了系统的弹性，并简化了开发流程。这些功能使得 Embedded Turin 成为嵌入式应用的理想选择。

• 领先的性能

Embedded Turin 在网络和存储工作负载中表现出色，吞吐量提升了 1.6 倍，能效提升了 1.3 倍。其可扩展性支持从 8 核到 192 核的多种配置，满足了不同场景下的计算需求。

Tarang Shah 详细介绍了嵌入式市场的三大趋势与 Embedded Turin 的应对：

• 网络流量的爆炸式增长

人工智能驱动的网络流量预计在未来五年内增长 120%，这对数据处理提出了更高的要求。Embedded Turin 通过高吞吐量和低延迟的数据处理技术，能够实时处理大规模数据包，满足网络流量的快速增长需求。

• 数据存储需求的激增

数据存储需求五年内增长了 20%，且这一趋势将持续。Embedded Turin 不仅支持存储规模的扩容，还优化了数据访问和实时计算能力，满足了存储系统对高性能 I/O 连接和算力的需求。

• 工业边缘计算的崛起

工业环境对实时数据处理的需求日益增长，尤其是在智能制造和自动化领域。Embedded Turin 通过高核心密度和低能耗设计，能够在本地处理海量数据，支持实时决策，满足工业边缘计算的高性能需求。

此外，Tarang Shah 先生介绍了 Embedded Turin 的嵌入式功能亮点：延长使用寿命—Embedded Turin 支持七年的产品制造和芯片可靠性，确保在扩展温度条件下的耐用性。这一延长的生命周期避免了重复设计的需求，保护了客户的投资；系统弹性与安全性—通过 NTB（非透明桥接）、DRAM Flush 和双 SPI 等功能，Embedded Turin 提升了系统的可用性和数据保护能力。例如，NTB 功能提高了系统的冗余性，DRAM Flush 在断电时仍能保留数据，双 SPI 则确保了安全的引导加载程序；开发简易性—

Embedded Turin 支持 Yocto 框架和 DPDK/SPDK 开发套件，简化了应用软件开发流程。Yocto 框架允许客户自定义 Linux 配置，而 DPDK/SPDK 则提升了系统性能，加速了数据处理。

与第四代产品相比，Embedded Turin 在架构、工艺节点和存储器带宽等方面均有显著提升。其吞吐量在网络和存储工作负载中提升了 1.6 倍，能效提升了 1.3 倍。此外，Embedded Turin 支持 17 个 SKU，核心数从 8 个到 192 个不等，满足了多样化的计算需求。

Embedded Turin 与 AMD 的 GPU 和 FPGA 协同工作，构建了强大的计算平台。例如，在人工智能推断领域，EPYC 嵌入式 9005 与 GPU 协同处理大语言模型；在工业应用中，FPGA 与 EPYC 嵌入式 9005 协同实现数据保留和低功耗运行。

未来发展方向

Tarang Shah 先生介绍：“AMD 计划继续推出第六代 EPYC 嵌入式系列，预计在性能和功能上进一步提升。未来，AMD 将继续在嵌入式市场加大投入，扩展 x86 嵌入式产品组合，满足客户多样化的计算需求。”

上接第56页



西门子菲尔特工厂借助人工智能和循环策略，实现可持续运营（图片来源：Getty Images）

与菲尔特工厂类似的例子还有芬兰纺织公司 Spinnova，其正通过循环模式重新定义纺织业的可持续性。时尚行业每年可产生超过 9000 万吨废弃物，消耗的水资源更是惊人。Spinnova 的使命之一就是让纺织行业变得更可持续。

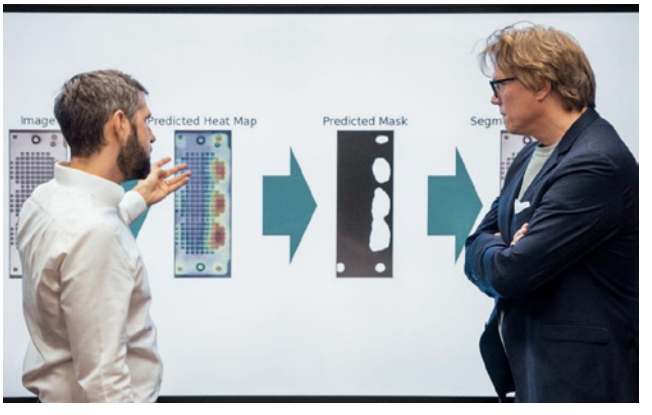
Spinnova 的技术使原材料生产商、纤维生产商等能够通过模仿蜘蛛纺丝的机械工艺，从多种纤维素原料中生产纤维。这种独一无二的生产工艺创造出外观和触感类似棉麻的材料。借助西门子技术实现创新与设计，Spinnova 已在纺织行业中产生了可持续的影响。

用 AI 优化可持续性

人工智能 (AI) 是另一种能够有效推动可持续性的“法宝”。尽管 AI 已在各行业和消费者中被广泛讨论，但其可持续潜力才刚刚被发掘，实现这一潜力需要战略部署和规模化应用，而这只能通过工业级 AI 的能力来满足严苛环境下要求的质量、安全性和可靠性。

AI 的优势还在于处理海量数据并识别隐藏模式的能力，不仅帮助企业通过发现低效环节加速数字化转型以降低排放，还能在“数字化企业”中实现循环性。

那么 AI 的实际应用场景如何？作为可持续的数字化企业，西门子位于德国爱尔兰根的工厂使用工业 AI 收集、连接和分析数据，以加速可持续进程，其效益显而易见：工厂能耗降低了 25%，净碳足迹减少了 50%，单位产品能耗降低了 50%，生产车间通风系统功耗下降了 70%。



爱尔兰根工厂利用数字孪生优化机器、运营和流程以提升能效。（图片来源：西门子）

此外，爱尔兰根工厂采用机器人以超高精度处理印刷电路板 (PCB) 组件。自动化贴装工艺的精密度提升大幅减少了材料与能源浪费。由于智能机器人不再预分拣部件，原本用于分拣的塑料内衬被淘汰，最终减少了数千件塑料废料。如果没有 AI 技术，这些环境与成本效益都无法实现。

可持续性的未来充满机遇与变革。随着循环性和 AI 逐渐应用于企业的可持续计划，企业能够在满足合规的同时，实现成本节约和效率提升，将可持续性从责任转变为盈利策略，创造更高的企业价值。

面向工业应用的深度传感器

安森美 (onsemi) 推出其首款实时、间接飞行时间 (iToF) 传感器 Hyperlux ID 系列，可对快速移动物体进行高精度长距离测量和三维成像。Hyperlux ID 系列采用安森美专有全局快门像素架构且自带存储，可以捕捉完整场景，实时进行深度测量。这种方法突破标准 iToF 传感器的局限性，实现最远 30 米的深度感知，是标准 iToF 传感器的四倍，并且外形尺寸更小。该传感器系列还能同时生成黑白图像和深度信息。通过结合这两种输出，该传感器系列可以提供全面的环境视图，而无需为视觉和深度数据分别配置传感器。

由于能够对移动物体和高分辨率图像进行精确测量，Hyperlux ID 系列将有助于减少错误和停机时间，优化制造系统的流程，从而降低运营成本。 此外，Hyperlux ID 系列还适用于面部识别、手势检测和 3D 视讯会议等消费应用场景。

Hyperlux ID 系列适合用于广泛的工业环境，例如：

- 自动化与机器人：通过检测物体以实现更好的导航和避障，从而提高工厂车间的安全性。
- 制造与质量控制：通过测量物体的体积和形状、检测缺陷，确保产品符合质量标准。
- 物流与物料处理：通过测量托盘和货物的位置、尺寸及货物比例，以优化仓储管理和运输流程。
- 农业与种植：通过测量植物高度、检测疾病以及优化灌溉和施肥过程，来监测作物生长和健康状况。
- 访问控制系统：为支付终端、家庭和商业入口系统等提供高精细、高准确度的面部识别。

Hyperlux ID 传感器系列融合了全局快门架构和 iToF 技术，实现精确且快速的深度感知。iToF 技术通过测量从一个或多个垂直腔面发射激光器（VCSEL）发出的反射光的相移来感知深度。专有的像素架构使传感器能够在一次曝光中同时捕获并存储四种不同的光相位，即时捕捉完整场景并提高深度测量的准确性。此外，全局快门技术将所有传感器像素与 VCSEL 同步，从而显著减少来自其他光源的环境红外噪声。自带的深度处理功能还可输出实时结果，而无需昂贵的外部存储器和高性能处理器。

高性能工业主板助力智能制造与边缘计算

研华 AIMB-292 是一款针对高性能工业应用设计的工业主板，适用于智能制造、边缘 AI、自动化控制等领域。

具体来说，研华 AIMB-292 支持 12/13/14 代英特尔 Core 处理器，拥有高达 24 个核心和 5.4GHz 的最大加速频率。搭配 Q670E 芯片组，AIMB-292 为数据密集型任务提供了强大的计算和处理能力。无论是多线程计算、并行处理，还是高并发任务，AIMB-292 都能提供出色的响应速度与稳定性。

为进一步提升性能，AIMB-292 支持高达 96GB 的 DDR5 内存，内存频率可高达 5600 MT/s。通过双通道设计，提高了数据处理效率，适合需要高速数据传输的应用场景，例如视频监控、实时数据分析和机器学习推理等。

AIMB-292 的一个重要亮点是支持 NVIDIA MXM 显卡模块。用户可以根据需求灵活选择支持 NVIDIA Quadro® A4500、Quadro® 5000 Ada 或 Quadro® 3500 Ada 显卡模块。MXM Type B 接口的使用使得 AIMB-292 具备了灵活的显卡扩展能力，不仅能为高性能图形处理、深度学习推理和 AI 加速提供强大支持，还能优化数据图形化展示，特别适合要求高图形性能和算力的应用。



AIMB-292 不仅在性能上进行了优化，其丰富的接口配置也为不同应用提供了高度的灵活性。主板提供 M.2 接口，用于 NVMe 存储设备，确保超高速的数据传输速率；另外还支持无线通信模块（如 Wi-Fi/ 蓝牙）连接，为移动通信提供便捷支持。AIMB-292 还具备高速的数据传输能力，适用于需要高带宽的工业自动化和远程监控系统。

AIMB-292 整体方案的高度仅为 42mm，适用于对算力有需求且需高度集成的空间紧凑型应用场景。 产品现已上市。

广告索引 Ad Index

视觉系统设计 Vision Systems China DESIGN

工业AI AI IN MANUFACTURING

Advertiser	广告商名称	网址	页码
堡盟电子 (上海)		www.baumer.com	7
CDIIF 2025	2025 成都国际工业博览会	www.cdiif.com	IFC
Edmund Optics China		www.edmundoptics.cn/045-8636	13
海康机器人		www.hikrobotics.com	1
IAS 2025	工业自动化展	www.industrial-automation-show.com	26
SCIIF 2025	2025 华南国际工业博览会	www.sciif.com	20
The13China ElectronicsFair	第13届中国(西部)电子信息博览会	www.icef.com.cn	55

投稿指南

《视觉系统设计》杂志及网站长期接收投稿，投稿内容可以涉及：

投稿内容

1、公司及行业新闻。
2、公司最新产品发布——详细介绍产品的主要特性及相关参数，主要适用领域。
3、最新视觉技术报道——内容可涵盖照明、镜头、相机、图像传感器、图像采集与处理、视频接口、软件等视觉领域的各个方面。
4、应用案例——内容可设计视觉系统在工业、智能交通、科研、医疗、食品、军事等各行各业的应用实例。
5、涉及视觉技术的其他内容。

投稿要求

1、请用简体中文书写，提交word文档。
2、请提供高清图片文件（JPEG格式），照片的分辨率不低于300dpi，大小不低于100万像素。
3、网站投稿文章长度不限。
4、杂志投稿文章长度约3500字。

投稿邮箱： Email：rossiep@actintl.com.hk

行政及销售人员 Administration & Sales Offices

行政人员 Administration

HK Head Office (香港总部)

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

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

International Sales Director (全球销售总监)
Floyd Chun (秦泽峰), floydc@actintl.com.hk

Publisher/Sales Director, China (社长及销售总监)
Hatter Yao (姚丽莹), hattery@actintl.com.hk

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

Editor (编辑)
Katie Huang (黄莺), katieh@actintl.com.hk
Denny Zhang (张辉), dennyz@actintl.com.hk
Vicky Zhang (张青勉), vickyz@actintl.com.hk

US Office

ENDEAVOR Business Media, LLC

Associate Group Publisher (English edition)
Peter Fretty, pfretty@endeavorb2b.com
Tel: 231-329-2739

Editor in Chief (English edition)
Linda Wilson, lwilson@endeavorb2b.com
Tel: 941-200-3345

销售人员 Sales Offices

China (中国)

Shanghai (上海)
Tel: 86 21 6251 1200

Sales Director (中国区销售总监)
Hatter Yao (姚丽莹), hattery@actintl.com.hk

East China/Central China (华东/华中)
Amber Li (李歆), amberl@actintl.com.hk

South China/East China (华南/华东)
Shohan Shen 沈璟晓, Shohans@actintl.com.hk

North China/Southwest China/Northwest China (华北/西南/西北)
Cecily Bian (边团芳), cecilyb@actintl.com.hk
Tel: 86 135 5262 1310

Hong Kong (香港特区)
Floyd Chun (秦泽峰), floydc@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

Taiwan (台湾地区)
Simon Lee (李若龙), simonl@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

Asia (亚洲)

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

Singapore, Malaysia (新加坡，马来西亚)
Floyd Chun (秦泽峰), floydc@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

North America (北美)

USA/CANADA
Tom Larranaga,tlarranaga@endeavorb2b.com
Tel: 973-460-9476

West Coast
Renee Rubens, rrubens@endeavorb2b.com
Tel: 917-734-4308

Germany, Austria, Switzerland, Eastern Europe
Holger Gerisch, hgerisch@endeavorb2b.com
Tel: 49 0 8847 6986656

LaserFocusCon 激光聚会 2025

STcon 苏州

2025激光技术创新及产业应用交流会

2025年5月21-22日　苏州 • 狮山国际会议中心

5月21日 丨 主题峰会：激光技术创新下的应用破局与市场趋势

- 中国工业激光加工市场现状与增长机会
- 高功率激光技术最新进展与应用
- 超快激光技术最新进展及加工应用
- 半导体激光技术进展及创新应用
- VCSEL激光器技术最新进展及应用情况
- 激光技术与人工智能、大数据、云计算等先进技术的融合

5月21日 丨 分会场：先进激光技术与智能制造

- 高反材料的精密稳定焊接
- 激光锡球焊技术进展及应用
- 焊缝质量实时跟踪与监控技术
- 非金属材料精密加工
  （玻璃、塑料、聚合物等）
- 激光增材制造/3D打印与激光熔覆
- 蓝光激光技术最新进展及工业应用
- 先进光学元件在激光智能制造中的关键应用
- AI+先进激光技术在智能制造中的应用
- 其他相关话题

5月22日 丨 分会场：超快激光微纳加工技术进展与应用

- 超快激光器最新技术进展
- UV飞秒技术进展及工业应用
- 激光微纳加工中的光束整形技术
- 激光微纳加工中的精密运动控制技术
- 微纳加工中的激光能量控制与监测
- 激光直写技术在微纳光学制造中的应用
- 超快激光切割、焊接、钻孔、标记、划线等工业应用分享
- 超快技术与AI结合的创新应用

主办单位　ACT INTERNATIONAL

大会媒体　激光世界 LaserFocusWorld China　工业激光应用　LASER FOCUS WORLD

支持媒体　视觉系统设计 Vision Systems China　工业AI　一步步新技术　半导体芯科技 SILICON CHINA　化合物半导体 COMPOUND SEMICONDUCTOR CHINA

咨询会议　关注公众号

VisionCon 2025
视觉系统设计技术会议

慧眼赋能 提质增效

当前制造业正经历着向高端智能化的转型升级，同时面临着行业内卷加剧、经济大环境持续不振以及出海谋生的憧憬与挑战等多重现实问题。在此处境下，企业纷纷寻求部署各种高科技工具来降本增效，提升自身竞争实力。面对半导体、光伏、汽车、电子制造等众多行业在当前复杂多变的市场环境下的发展诉求，机器视觉技术作为帮助企业实现先进智能制造、改善工艺、提升产品质量的一种关键工具，从图像的采集、处理到传输，始终不曾停止创新的步伐，不断推陈出新，为工业自动化的发展不断赋能，帮助企业在创新的道路上一路向前，实现提质增效。

雅时国际商讯将于 2025 年在国内多个制造业活跃的城市举办 VisionCon 视觉系统设计技术会议，针对机器视觉细分领域应用，推出两场网络研讨会，继续为机器视觉厂商和行业用户搭建现场面对面交流互动的平台！

合肥 2月27日
泛半导体

武汉 4月17日
光电子
新能源
高端装备制造

苏州 5月21-22日
3C电子制造
集成电路
光器件
人工智能

深圳 7月
3C电子制造
PCB
高端装备制造
人工智能

上海 8月
泛半导体

webinar 9月 专题会议
半导体制造

成都 10月
先进制造
集成电路

西安 11月
电子制造
电子元件
汽车
光伏

杭州 12月
数字经济
智能制造

厦门 12月
泛半导体
新型显示

webinar 2026年1月 专题会议
3C电子

主办单位 ACT INTERNATIONAL

大会媒体 视觉系统设计 VisionSystems China DESIGN

会议咨询

扫码预登记