

案例研究

物联网
英特尔® 酷睿™ 处理器
OpenVINO™ 工具套件
智能制造



以高效视觉能力引领焊接工艺智能化

信捷电气基于英特尔产品与技术，为德通风机构建 3D 机器视觉焊接平台，推动制造业转型升级



“3D 机器视觉焊接技术的引进，不仅能提升焊接工序的质量和效率，更给整个风机生产线自动化和智能化转型带来了示范效应。我们将与信捷电气和英特尔一起，在机器视觉、边缘计算和云服务等方面开展更多合作，以先进的技术方案和软硬件产品打造覆盖全部风机配件生产范围，并支持灵活调配产能的全自动智能柔性生产线。”

王华
技术副总经理
广东肇庆德通有限公司

随着工业物联网的蓬勃发展，基于人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 的机器视觉技术已被广泛应用于工业自动化生产领域。有着 38 年风机生产历史、一直致力于中高端通风设备研发制造的广东肇庆德通有限公司 (以下简称: “德通风机”) 积极顺应这一趋势，尝试运用更多智能化手段来改进风机制造流程，提升产品质量并降低总拥有成本 (Total Cost of Ownership, TCO)。

作为风机制造的核心工序，焊接直接决定风机的质量和美观。但传统人工焊接方法不仅技术性要求高，焊接质量和一致性也难以保证，加之日益增长的人工成本，驱使德通风机寻求更智能化的方案来应对以上挑战。为此，无锡信捷电气股份有限公司 (以下简称: “信捷电气”) 与英特尔一起，以先进的机器视觉技术与产品，助其在叶轮等关键产线中构建全新的 3D 机器视觉焊接解决方案。

新方案以一系列基于英特尔® 架构的产品为基础，融合了视觉相机、边缘服务器以及焊接机器人等部件，通过对焊接件的 3D 识别与定位，实现了工业级焊接视觉识别与引导自动化，不仅减少对人工操作的依赖，也提高了焊接的精度、质量和效率。新方案在部署后，获得了德通风机上下，尤其是一线工人的一致好评，成为公司推动智能化转型的一大标杆。

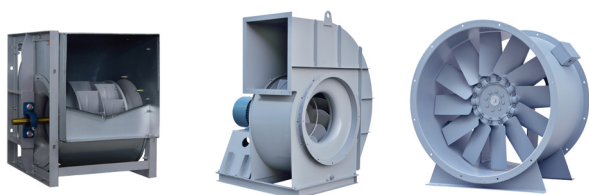


作为制造领域的核心能力，焊接工艺和技术的优化与革新，一直是制造业企业推动信息化、智慧化转型过程中的关注重点之一。传统上，高质量焊接往往需要交给经验丰富的高级焊工，但即便如此，也无法保证每一次焊接兼具高质量和一致性。同时，焊接环境对人体的潜在危害，也使这一传统工种的人才日益“青黄不接”，企业不得不付出更高薪资，最终致使人力成本居高不下。

虽然“机器人+示教”、“2D 视觉+机器焊接”等方法的出现能一定程度上缓解以上问题，但前者人工调校过程较长，后者则难以应对具有不同边缘曲线的焊接件。以德通风机叶轮生产焊接工序为例，原有自动焊接设备和技术不能对流线形的叶轮摆件与焊缝进行自动识别和实时跟踪，也无法自动调整焊条与焊缝的相互位置，自动焊接难以实现，只能采用人工方式。

要彻底解决这一问题，就需要借助最新的机器视觉技术，通过工业智能相机与视觉处理平台相互配合，构建起焊接系统与曲面器件之间的 3D 空间模型，进而打造焊接机器人持续、稳定和高速的焊接能力。但 3D 模型的应用也带来了更大的数据量和计算需求，不仅需要智能相机具有更强的视频采集、I/O 以及预处理性能，也要为视觉处理平台配备强有力的软硬件基础设施。

为帮助德通风机构建这一平台能力，工业自动化和智能化龙头企业信捷电气采用一系列基于英特尔® 架构的软硬件产品与技术，释放其强大性能，基于先进的 X-SIGHT 3D 机器视觉焊接解决方案，打造全新的自动化智能焊接平台，为 AI 机器视觉技术与传统制造业融合创造最佳实践。



图一 不同用途的风机产品

闭环架构，实现焊接流程自动化

信捷电气为德通风机所提供的全新 3D 机器视觉焊接解决方案，其基本架构如图二所示，主要由智能相机、视觉处理平台以及焊接系统三部分构成。当叶轮等焊件进入焊接工序时，只需将焊件置于变位机上夹紧固定，并在工控机上输入相应产品型号，即可一键启动，实施焊接。



图二 3D 机器视觉焊接解决方案系统架构

激光会引导系统使用智能相机对叶轮等曲面器件进行三维扫描，并在多次拍摄后生成大量的点云数据 (Point Cloud Data)，这些分布在空间中的非机构化数据就是精准描述焊件表面特性以及焊缝位置的关键。这些点云数据经过预处理后，会被送往部署在边缘服务器中的视觉处理平台中进行实时运算处理，快速识别焊缝，拟合出合适的 3D 焊接轨迹并传送至焊接系统，用以“指导”焊接。

在焊接过程中，系统还能够自动识别前道叶片定位工序造成的偏差，给出最佳轨迹补偿。且整个扫描识别过程只需几秒钟，能很好地满足德通风机对焊接效率和质量的要求。

同时，德通风机还将视觉处理平台与其信息化系统进行了互联，使得焊接过程中的生产数据、工艺数据、图像数据、设备状态等数据都能被收集、存储。并通过后续数据分析和挖掘来生

成数据洞察,对生产工艺和生产效率进行预测,进而根据风机生产线的实际需求不断优化产能。

软硬协同,构建更高效的视觉处理能力

从信捷电气 3D 机器视觉焊接解决方案的系统架构中可以发现,新方案实现高效自动焊接效率与质量的关键在于对视觉信息的实时高速处理。信捷电气在方案的不同节点按需中引入了多种基于英特尔® 架构的软、硬件产品和技术,来提升视觉处理能力。

首先,在视觉采集端,为了高效采集和预处理 3D 扫描过程中生成的点云数据,信捷电气智能相机搭载了低功耗、低发热的英特尔® 凌动™ 处理器以及具有强大并行计算性能的英特尔® FPGA (Intel® Field Programmable Gate Array, 英特尔® 现场可编程门阵列)。一方面,英特尔® 凌动™ 处理器以其丰富的图形效果支持,以及强有力的 I/O 集成功能,为视觉信息的 I/O 传输和预处理提供坦途;另一方面,针对 3D 扫描中产生的巨量点云数据,英特尔® FPGA 依托优秀的内置并行处理能力,能够进行数据的高效采集以及精确的视觉定位。同时,这两款产品即便面对 3D 视觉信息采集所带来的巨大负载,仍具备高性能的实时处理能力,且低功耗,适用于在智能相机这种内部紧凑场景的部署。

在边缘服务器中,信捷电气为视觉处理平台选择了拥有卓越计算性能的英特尔® 酷睿™ i5/i7 处理器。这一系列处理器可为计算密集型工作负载提供强大的运算和扩展能力,其拥有的大量核显 EU 执行单元,具有出色的图像视频处理性能,并支持 DX11、H.265 硬件编解码、4K 显示等,能够满足视觉处理平台对焊缝 3D 点云数据的全方位快速处理需求。同时,英特尔® 酷睿™ i5/i7 处理器还从 BIOS 层面和操作系统层面针对实时计算进行了大量调优,能进一步提升自动焊接过程中,机器视觉引导的响应速度。

除搭建高性能硬件基础设施之外,信捷电气也为方案提供了优异的计算机视觉库工具。新方案引入的 OpenVINO™ 工具套件不仅对传统 OpenCV、OpenCL™ 图像处理库的指令集进行

了全方位优化,而且融合了优化视觉库 (Photography Vision Library) 以及英特尔® Media SDK 等组件,在 3D 机器视觉焊接方案中,对焊接轨迹精度、焊接变形控制能力的提升发挥了关键性作用。更值得一提的是,OpenVINO™ 工具套件还有着丰富的通用 API 接口,能方便地部署在德通风机各类基于英特尔® 架构的硬件设备,有效地帮助德通风机提升系统部署的灵活性和扩展性。

提质增效,优势显著

全新 3D 机器视觉焊接方案的引入,让德通风机实现了生产焊机作业由人工操作向自动化、智能化的转型。相比传统焊接技术,新方案展现出多项优势:

- **焊接效率更高。**新方案可以 7*24 小时不间断地提供高速、稳定的焊接能力,德通风机内部估算数据表明,在同样检测标准下,智能焊接的效率可比人工提升 50%¹;
- **新方案精度更高,焊接变形量更低。**如图三所示,通过新方案焊接的部件,焊缝无需打磨,直接节省了整道打磨工序的时间和成本;
- **新方案操作简单。**一人可以操作多台设备,且减少了对熟练技工和高级机器人编程工程师的依赖,可降低 70% 左右的人工成本²。



图三 新方案焊接效果示意

柔性生产,未来可期

在德通风机的规划中,公司新一代的智能化信息系统将由更精准化的智能生产系统和更全景化的数据洞察能力构成,并以此为基础,最终达成柔性生产的目标。而 3D 机器视觉智能焊接方案的部署,就是面向这一目标跨出的关键性第一步。新方案部署完成后,焊接过程变得极为便捷和通用,只需预先在系统

中根据产品型号创建工程、设置焊接参数，就可以启动焊接工序。也就是说，一线工人无需经过复杂的培训即可胜任操作。这一变革，无疑不仅有效降低了劳动强度和人力成本，而且大幅扩展了各工种的复用性。

面向未来，德通风机还计划与信捷电气继续合作，引进更多先进的智能技术设备和解决方案，并将智能焊接方案扩展到更多产品线中，来打造更高品质、更高性能、更加灵活开放的柔性生产线，进而可以根据生产需求快速、灵活地调配产品和产能，全面提升企业的核心竞争力和品牌形象，步入更高端的市场领域。英特尔公司也将继续携手产业合作伙伴，以人工智能和英特尔创新的软、硬件技术为基础，打造“机器视觉+智能工业控制+柔性制造”的智能工厂解决方案，加速 AI 从边缘到云端的高效应用与部署，进而提升制造企业的生产线自动化水平、优化

企业的流程管理与运营能力，并助力企业用户降本增效、降低库存以增加企业竞争力，帮助传统工业加速向智能制造转型升级，推动中国工业物联网产业的深入发展。

无锡信捷电气股份有限公司 (以下简称“信捷电气”) 是一家专注于工业自动化产品研发与应用的国内知名上市企业。公司拥有数字产品、驱动产品、机器视觉、机器人四大产品线，可为工业自动化和智能化提供一揽子解决方案。为帮助制造企业加速智慧化转型，信捷电气推出了基于英特尔® 酷睿™ 处理器、英特尔® FPGA、OpenVINO™ 工具套件，并搭载创新智能相机的 X-SIGHT 3D 机器视觉焊接解决方案，以有效帮助制造企业降低焊接业务成本，提升焊接的效率与质量。

¹ 根据德通风机的数据，人工焊接质量不稳定，在同样标准下采用智能焊接设备，至少能提升 50% 的效率。

² 根据德通风机的数据，采用智能焊接设备后，一名设备操作工可以看守多个设备。与以往的数据对比，单台产品的人工费用降低了 70%。

英特尔并不控制或审计第三方数据。请您审查该内容，咨询其他来源，并确认提及数据是否准确。

性能测试中使用的软件和工作负荷可能仅在英特尔微处理器上进行了性能优化。诸如 SYSmark 和 MobileMark 等测试均系基于特定计算机系统、硬件、软件、操作系统及功能。上述任何要素的变动都有可能导致测试结果的变化。请参考其他信息及性能测试(包括结合其他产品使用时的运行性能)以对目标产品进行全面评估。更多信息，详见 www.intel.com/benchmarks。

性能测试结果可能并未反映所有公开可用的安全更新。详情请参阅配置信息披露。没有任何产品或组件是绝对安全的。

英特尔技术特性和优势取决于系统配置，并可能需要支持的硬件、软件或服务得以激活。产品性能会基于系统配置有所变化。没有任何产品或组件是绝对安全的。更多信息请从原始设备制造商或零售商处获得，或请见 intel.com。

描述的成本降低情景均旨在特定情况和配置中举例说明特定英特尔产品如何影响未来成本并提供成本节约。情况均不同。英特尔不保证任何成本或成本降低。英特尔、英特尔标识以及其他英特尔商标是英特尔公司或其子公司在美国和/或其他国家的商标。

©英特尔公司版权所有