

# 边缘计算产业观察

2023年（下）

www.econsortium.net

边缘计算产业联盟内参

## 联盟动态

凝心聚力 共赢计算新时代——2023计算产业生态大会在京圆满举办

“2023边缘计算十大解决方案”重磅发布

《边缘计算2024专辑》征稿进行中，欢迎投稿

ECC与中物联共同发布《云端控制平台与物流自动驾驶车通用接口指南》

ECC联合中电协、电子四院等发布《智能驾驶计算芯片性能评测标准化白皮书》

ECC&中国移动发布《工业视觉技术与应用白皮书（2023）》

## 业界动态

工信部等联合印发《算力基础设施高质量发展行动计划》，助推边缘计算产业高速发展

《钢铁行业智能制造标准体系建设指南》发布，推动边缘计算标准制定

工信部：引导工业企业加快提升5G、云计算、边缘计算等新一代信息通信技术的集成应用水平

IDC：2023上半年中国边缘云市场逆势增长

Omdia：到2032年全球电信网络边缘计算基础设施支出接近70亿美元

清华大学忆阻器存算一体芯片领域取得重大突破，适用于边缘计算场景

欧盟批准12亿欧元援助计划，支持先进云计算和边缘计算技术研究

《边缘计算数据中心工程技术规范》T/CQAE 20001-2023获批发布

YD/T 4477-2023《面向C-V2X的多接入边缘计算平台技术规范》公布

openEuler在RISC-V生态论坛发布AI边缘计算解决方案

Eclipse基金会发布《2023物联网&边缘计算开发者调查报告》

## 企业动态

中国联通发布路侧多接入边缘计算单元（RS-MEC）创新成果

新华三与中国通信企业协会战略合作签约，共谋边缘算力网络技术创新发展

中国信通院“全栈信创边缘计算解决方案”系列首批评估正式启动

《终端边缘计算平台操作系统内核》通过工业和信息化部自主化测试

加速算力部署，四川联通携手华为启动“一市一池”边缘云池DC化改造

苏映视重磅推出可自由编程、超大算力AI智能计算成像平台

梯度科技边缘计算一体化解决方案重磅发布，面向国防军工领域

基于Arm架构，奥思维边缘算力平台通过欧拉兼容性测试

联想打造边缘超融合一体机，让边缘云“开箱即用”

瞄准新型电力系统，江行智能打造工业级边缘计算智能终端

新唐科技推出全新边缘计算远程管理控制芯片eBMC

ABB投资边缘云平台创新者Pratexo，共同开发分布式电力网络的边缘计算解决方案

爱立信将斥资3200万美元开发更智能的云和边缘应用

白山云递表港交所，冲击“港股独立边缘云第一股”

研华携手Hailo，扩展高算力边缘AI产品组合

阿加犀完成Pre-A+轮近亿元融资，致力于人工智能在边缘侧的落地

## 专家视点

面向应用领域的工业互联网边缘计算模型

5G MEC使能工业互联网的思考探讨

## 解决方案

基于开源鸿蒙的云边协同智慧隧道解决方案

高端海洋油气装备制造“5G智能工厂”解决方案



官方微信



OICT学院



Http://www.econsortium.net

# 凝心聚力 共赢计算新时代 ——2023计算产业生态大会在京圆满举办

2023年12月13-14日，由绿色计算产业联盟（GCC）、边缘计算产业联盟（ECC）联合主办，中国电子工业标准化技术协会协办的“2023计算产业生态大会（CIEC2023）”在北京圆满举办。

工业和信息化部电子信息司、科技司领导出席了主论坛。绿色计算产业联盟（GCC）理事长、中国科学院梅宏院士，边缘计算产业联盟理事长（ECC）、中国工程院于海斌院士，开源创新大赛指导委员会主任、中国科学院王怀民院士代表主办方致辞。中国工程院邬贺铨院士、中国科学院冯登国院士作了主旨报告。来自计算产业的商业领袖、权威专家、知名媒体、联盟成员单位代表、产业伙伴等千余人出席了会议，同时超十万人次观众线上观看，成为计算产业最具影响力的年度盛会之一。

来自“产学研”各界的企业领袖、专家代表，聚焦计算产业前沿技术、发展趋势、产业标准化、价值行业实践等方向，通过二十余场主题报告，分享芯片、服务器、存储、操作系统、中间件、虚拟化、数据库、云服务、PC等技术与实践，展现出一幅生机盎然、百花齐放的计算产业发展“全图景”！

此外，围绕产业重点发展趋势及热点，组委会设置了“算力创新、边云协同、绿色低碳、计算安全、行业数字化”5场专题分论坛，覆盖基础架构、人工智能、智能算力、边缘网络、绿色算力、机密计算、数据安全等重点技术方向，从不同技术领域和应用，全方位呈现边云协同、多元泛在、智能敏捷、安全可靠、绿色低碳的计算产业全貌。

随着数字经济进入纵深发展阶段，以算力为核心的新基础设施建设加速推进，算力正在成为一种新型生产力。与此同时，计算产业也在不断创新和演变，产业生态格局日益复杂和多元。未来，两大联盟将持续加强合作，推动多样性计算技术创新和产业协同演进，加快赋能行业应用和数字化转型，助力中国数字经济和产业高质量发展。



扫描二维码，了解更多大会信息



# “2023 边缘计算十大解决方案” 重磅发布

为推动边缘计算技术产品的应用创新、促进边缘计算高价值可复制创新解决方案的快速孵化、加速边缘计算技术产品以及边缘计算标准件在各应用领域的示范推广，2023年8月10日，边缘计算产业联盟（ECC）与工业互联网产业联盟（AII）共同启动了“2023边缘计算十大解决方案”遴选活动。

期间历经4个多月，经过前期征集、企业申报、资格审查、专家初评/终评等环节，最终遴选出“2023边缘计算十大解决方案”，并在2023计算产业生态大会（CIEC 2023）发布。



## 《边缘计算 2024 专辑》 征稿进行中， 欢迎投稿

当前，新一代信息技术加速融合创新和迭代突破，以新兴技术驱动的数字经济正在与实体经济加速融合应用。边缘计算聚焦于万物智能联接，作为CT、IT、OT的融合交汇，满足行业数字化在敏捷联接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的需求，是行业数字转型的核心能力底座，已成为驱动新一轮科技创新和产业变革的新动能。

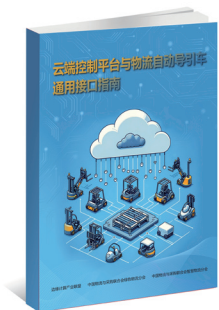
边缘计算产业联盟（ECC）自2016年成立以来一直致力于洞见和解决跨行业的共性问题，协同产业的力量，共同搭建边缘计算产业的开放协作平台，构建新生态，助力各行业用户的数字化转型。为展现国内外边缘计算领域的最新进展，探讨边缘计算未来趋势，解析边缘计算典型应用场景，ECC联合《自动化博览》& 控制网（www.kongzhi.net）策划出版《边缘计算2024专辑》，欢迎投稿。



扫描二维码，了解《边缘计算2024专辑》投稿要求



## ECC 与中物联共同发布《云端控制平台与物流自动导引车通用接口指南》



为进一步推动物流机器人调度接口的标准化发展，ECC与中物联共同组织编写了《云端控制平台与物流自动导引车通用接口指南》，在接口模型、通信协议结构等技术要求和检验规则方面达成共识，以提升云端控制系统与AGV通讯效率和安全性。



扫描二维码，查阅完整版

## ECC 联合中电标协、电子四院等发布《智能驾驶计算芯片性能评测标准化白皮书》



由中国电子工业标准化技术协会牵头，邀请行业内专家广泛研究，提出《面向智能驾驶应用的计算芯片》系列团体标准，选取智能驾驶场景中最经典、最通用、业界关注度最高的模型制定评测标准。

2023年12月13日，ECC联合中电标协、电子四院、华为、飞腾等单位在“2023计算产业生态大会”上共同发布了《智能驾驶计算芯片性能评测标准化白皮书》，希望建立面向自动驾驶应用计算芯片相关标准，加速相关产业链及生态建立与完善。



扫描二维码，查阅完整版

## ECC & 中国移动发布《工业视觉技术与应用白皮书（2023）》



为推进工业视觉技术发展与应用，ECC与中国移动组织10余家成员单位联合编写《工业视觉技术与应用白皮书（2023）》，旨在对ECC会员单位及合作伙伴在工业视觉产业发展的现状、关键技术、典型案例等方面进行分析，同时提出工业视觉产业推广的倡议。希望通过该白皮书为未来工业视觉产业的技术、产品以及解决方案的发展与实施提供参考和指引。



扫描二维码，查阅完整版

# 工信部等联合印发《算力基础设施高质量发展行动计划》，助推边缘计算产业高速发展

2023年10月8日，工业和信息化部、中央网信办、教育部、国家卫生健康委、中国人民银行、国务院国资委等六部门联合印发《算力基础设施高质量发展行动计划》（以下简称：《行动计划》）。

《行动计划》中11次提及“边缘计算”，这不仅为算力基础设施的未来发展指明了方向，也为边缘计算企业的发展前景提供了无限机遇，相信，将进一步推动边缘计算产业高速发展。



扫描二维码，查看全文

# 《钢铁行业智能制造标准体系建设指南》发布，推动边缘计算标准制定

2023年10月20日，工业和信息化部组织编制了《钢铁行业智能制造标准体系建设指南（2023版）》，以下简称《建设指南》。为指导新一代信息技术与钢铁领域融合应用，进行深度建模、训练与优化，提升钢铁行业智能生产工艺水平。《建设指南》提及边缘计算相关标准的制定。

主要包括钢铁行业炼铁、炼钢、轧钢等工序相关设备接入网络实现远控、运维等功能的技术标准，企业生产车间边缘网络配置要求、边缘平台系统要求、边缘数据接入与数据服务技术要求等标准。希望解决钢铁行业边缘计算中异构、高频、多源、量大的数据采集和处理等问题，规范在敏捷链接、实时计算、数据优化等方面的数据接口和数据要求。



扫描二维码，查看全文

# 工信部：引导工业企业加快提升5G、云计算、边缘计算等新一代信息通信技术的集成应用水平

2023年11月23日，为指导各地积极有序开展“5G+工业互联网”融合应用先导区试点建设，推动“5G+工业互联网”规模化发展，进一步激发各类市场主体创新活力，打造具有全国、区域引领效应的产业集群，工业和信息化部办公厅印发《“5G+工业互联网”融合应用先导区试点建设指南》。

其中提出，聚焦地方主导产业。立足地方主导和特色产业，锚定“5G+工业互联网”发展好、见效快、后劲足的优势行业，开展重点培育、重点支持、重点攻关工作。引导工业企业加快提升5G、云计算、边缘计算、大数据、人工智能等新一代信息通信技术的集成应用水平，充分释放“5G+工业互联网”行业赋能效应。



扫描二维码，查看全文

## IDC: 2023上半年中国边缘云市场逆势增长

2023年12月19日, IDC最新发布的《中国边缘云市场跟踪研究, 2023H1》报告显示, 2023上半年, 中国边缘云市场规模总计45.0亿元人民币, 同比增长46.3%; 其中, 边缘公有云服务、边缘专属云服务、边缘云解决方案市场规模分别达到24.3、7.4和13.3亿元人民币。基于边缘资源的互联网音视频分发(含出海)、5G专网项目向边缘计算及高阶云服务延伸、云游戏实例小规模上量、本地用户轻量级上云等是本期市场增长的核心驱动力。

在价值探索方面, IDC关注到服务商与主要客户在2023年的诸多创新探索尝试, 包括边缘AI推理服务、边缘云游戏实例、边缘音视频存储服务、以及海外边缘云服务等。运营商亦在5G专网项目中更深层次的融合了边缘云技术栈、产品与服务, 为客户提供更丰富的服务与方案。

根据2023年历史数据与市场动态, IDC小幅下调了远期市场预期, 但2022-2027年边缘云市场年均复合增长率依然维持在35%以上, 主要互联网大客户自建流量分发体系进程尚未结束, 游戏版号发放常态化可能带来的云游戏实例需求, 出海客户不断增长的多样化海外边缘云资源需求, 以及越来越多的传统行业客户在上云探索与实践尝试使用公有或专属“边缘云资源”, 共同奠定了短期内市场高速增长的基础。

---

## Omdia: 到2032年全球电信网络边缘计算基础设施支出接近70亿美元

Omdia的最新网络边缘(Networked Edge)/MEC跟踪报告预计, 到2032年, 全球电信网络边缘计算基础设施支出将达到近70亿美元(不包括专网上的MEC)。该支出包括与设施相关的资本支出和运营支出、服务器和网络硬件、软件以及集成和实施的专业服务。

报告指出, 网络边缘对于价值链中的所有参与者来说都是一个重要的增长机会, 特别是对于那些能够证明其网络作为云计算关键要素的战略价值的电信公司来说。尽管亚太地区的运营商正在加速推进边缘计算, 但大多数欧洲运营商仍在犹豫是否要大规模部署边缘计算, 并且面临着错失这一机会的风险。报告还显示, 在所有这些新的计算能力的推动下, 到2032年, MEC上的IaaS和SaaS的年收入潜力将超过200亿美元。不止电信运营商, 这对所有参与者来说都是一个重要的机会。

## 清华大学忆阻器存算一体芯片领域取得重大突破，适用于边缘计算场景

近期，清华大学集成电路学院、信息国家研究中心吴华强教授、高滨副教授团队基于存算一体计算范式，从忆阻器件到原型芯片再到系统集成，协同攻关AI算力瓶颈难题，攻克“卡脖子”关键核心技术，在支持片上学习的忆阻器存算一体芯片领域取得重大突破，研究成果发表在《科学》(Science)上。成果涉及忆阻器集成芯片、存算一体系统、ADAM算法加速器等，有望促进人工智能、自动驾驶、可穿戴设备等领域的发展。

存算一体片上学习在实现更低延迟和更小能耗的同时，能够有效保护用户隐私和数据。该芯片参照仿生类脑处理方式，可实现不同任务的快速“片上训练”与“片上识别”，能够有效完成边缘计算场景下的增量学习任务，以极低的耗电适应新场景、学习新知识，以满足用户的个性化需求。

## 欧盟批准12亿欧元援助计划，支持先进云计算和边缘计算技术研究

2023年12月5日，欧盟委员会批准一项12亿欧元的国家援助计划，以支持欧洲先进云计算和边缘计算技术的研究、开发和首次工业部署。

根据欧盟委员会当天发布的公报，该计划名为“欧洲共同利益重要计划——下一代云基础设施和服务”，由法国、德国、匈牙利、意大利、荷兰、波兰、西班牙7个欧盟国家共同发起，包括法国源讯公司、德国西门子公司、西班牙电信公司等19家企业承担的19个高度创新项目。

该计划为欧盟“欧洲共同利益重要计划”在云计算及边缘计算领域的首个援助计划，至少将创造约1000个高素质人才就业岗位，相关项目进入商业化运营阶段后还将创造更多就业。

## 《边缘计算数据中心工程技术规范》T/CQAE 20001-2023获批发布

2023年11月16日，中国电子质量管理协会发布公告。团体标准《边缘计算数据中心工程技术规范》T/CQAE 20001-2023获批发布。

本规范适用于新建、改建及扩建的边缘计算数据中心，结合国内外相关研究成果，对边缘计算数据中心的设计、施工、测试、验收、运维及弃用拆除等提出具体的技术要求，以保障边缘计算数据中心稳定、可靠、可控地运行，为我国边缘计算数据中心提供可靠的工程技术依据，填补国内空白。

根据公告，《边缘计算数据中心工程技术规范》已于2023年12月16日正式实施。

## YD/T 4477-2023 《面向C-V2X的多接入边缘计算平台技术规范》公布

日前，工信部公布YD/T 4477-2023《面向C-V2X的多接入边缘计算平台技术规范》，规定了面向C-V2X的多接入边缘计算（MEC）平台技术规范，包括MEC平台技术要求，以及MEC平台功能测试方法、性能测试方法等，适用于面向C-V2X的MEC平台技术要求与测试评估。

## openEuler在RISC-V生态论坛发布AI边缘计算解决方案

2023年8月下旬，来自中科院软件所的于佳耕老师在2023 RISC-V中国峰会（RISC-V Summit China 2023）上分享了openEuler在RISC-V领域的发展情况以及未来计划。

openEuler自成立之初就将RISC-V作为重点支持的主要架构之一，目前已发布多个支持RISC-V架构的操作系统版本，在RISC-V领域的人才培养也做出了诸多贡献。

由中科院软件所在openEuler社区及OpenHarmony社区共同开发的基于openEuler Embedded的AI边缘计算解决方案也在本论坛上发布。该方案介绍分布式软总线的背景知识，以及如何基于软总线完成RISC-V嵌入式Linux设备与OpenHarmony的互联互通。

openEuler非常重视在RISC-V架构上的适配和优化，2020年4月openEuler社区成立了RISC-V SIG组，旨在提供openEuler RISC-V版本，并指导openEuler RISC-V的软件包和体系建设，促进对RISC-V感兴趣的开发者参与开源系统的开发。经过3年的开发，openEuler目前已支持超过6000款软件在RISC-V架构上的适配，同时已发布4个可以完整适配RISC-V的社区发行版。

## Eclipse基金会发布《2023物联网&边缘计算开发者调查报告》

日前，Eclipse基金会对全球千余名开发者、提交者和架构师等进行调查，发布了《2023物联网&边缘计算开发者调查报告》，该报告由Eclipse IoT、Eclipse Sparkplug工作组负责，提供了有关物联网和边缘计算行业格局、开发者面临挑战及物联网和边缘开源生态系统中企业利益相关者对于机遇的见解，并为物联网开发人员提供了详细建议。



扫描二维码，查阅完整报告



## 中国联通发布路侧多接入边缘计算单元（RS-MEC）创新成果

2023年11月21日，在“2023中国5G+工业互联网大会”召开期间，中国联通智网创新中心重磅发布车联网路侧多接入边缘计算单元（RS-MEC）创新成果。

中国联通智网创新中心依托联通集团核心技术攻关，基于5G车联网的端边云分布式协同系统架构，联合联想集团共同研发路侧多接入边缘计算单元（RS-MEC），以满足5G车联网路侧设备接入、数据预处理及AI计算的需求。RS-MEC设备搭载高算力GPU，支持5G/V2X双模通信，内嵌行业领先的AI识别算法，可实现路侧感知数据结构化处理、交通参与者精准识别、业务实时智能决策等。

RS-MEC纳入中国联通MEC统一架构体系，实现统一纳管，以及管理、网络、应用的全方位协同。RS-MEC与MEC、中心节点组成5G车联网端边云分布式协同架构，基于端边、边边及云边协同，实现车联网业务的各级联动，满足不同业务场景多元化需求。

RS-MEC的发布丰富了中国联通MEC产品形态，使得MEC能力进一步场景化下沉。中国联通将继续以5G网络为基础，以网络创新产品研发应用为契机，与行业合作伙伴共同打造“聪明的车、智慧的路、灵活的网、强大的云”，助力5G车联网应用快速落地发展。

## 新华三与中国通信企业协会战略合作签约，共谋边缘算力网络技术创新发展

2023年12月27日，中国通信企业协会与紫光股份旗下新华三集团在北京举行了战略合作签约仪式。双方将基于各自在人工智能和通信技术领域的深厚积累，共同携手推进边缘算力网络技术的创新与应用，为新一代信息技术与各行各业的融合发展注入新动力。

双方将共同建立联合创新实验室携手推动边缘算力

网络关键技术研究标准化、实验验证与原型开发。同时，基于联合创新实验室的边缘算力网络产品研发，双方将共同推动行业标准落地以及边缘算力网络产品的产业推广与应用。为确保合作顺畅高效，双方将建立高层会晤和工作层面推进的双重机制，通过定期会议、技术交流、研讨会等形式，促进合作事项的落实。

## 中国信通院“全栈信创边缘计算解决方案”系列首批评估正式启动

当前阶段我国边缘计算产业正在迈向广泛普及和深度应用阶段，“边缘计算+信创”逐步成为政企数字化转型基础设施重点布局方向。目前我国信创底层芯片、操作系统生态虽初步建立，但边缘计算场景下仍面临基础软硬件产业力量分散、异构软硬件适配复杂、缺乏大规模场景性能和稳定性验证等挑战。

在此背景下，中国信息通信研究院依托政企信息技术应用创新中心、可信边缘计算推进计划等组织，构建

“全栈信创边缘计算解决方案”系列标准体系，凝聚产业共识，面向信创环境下边缘基础设施、边缘软件及解决方案、大规模场景性能和稳定性等方面制定技术标准，推动信创边缘计算技术体系建设，引导产业健康可持续发展。

为强化标准实施应用示范和引导作用，中国信通院正式启动“全栈信创边缘计算解决方案”首批评估工作。

## 《终端边缘计算平台操作系统内核》通过工业和信息化部自主化测试

近日，由平高集团智能电力科技有限公司、中国电力科学研究院共同研制的《终端边缘计算平台操作系统内核》通过工业和信息化部自主化测试，测试结果完全符合相关标准。

该项成果推动了国内智能终端设备关键操作系统的

完全自主研发工作，也为后续研发打下了坚实基础。下一步，公司将该操作系统为基础，延伸应用于台区智慧终端、XTU（物联网化FTU）等更多边缘类产品。同时积极推动更多国产芯片研发，助力智能电网建设。

## 加速算网部署，四川联通携手华为启动“一市一池”边缘云池DC化改造

中国联通四川省分公司（以下简称：四川联通）立足“东数西算”成渝节点，在推进中国联通天府信息中心数据中心项目建设同时，积极在各地市部署城市或边缘算力节点。其中，在达州、泸州、宜宾、南充、攀枝花以及乐山6地市，四川联通携手华为启动“一市一池”机房DC化新/扩建及改造，将原有老旧、闲置，不支持主流IT业务的地市机房改造为高标准、高效能、现代化的数据中心机房。

经过“一市一池”项目新/扩建或改造后，传统地市

机房改造或新建为适配ICT融合场景的现代化机房，IT、CT中高密度混合部署，可匹配IDC、云业务等，单柜功率可调，一模块一DC，后期可根据业务发展弹性扩容，同时智能数字化管理系统NetEco将机房环境、制冷、供配电等子系统进行实时监控，实现主动防御，保证业务稳定运行的同时极大简化了运维的工作量。本次改造完成后，机房达到国家B级以上标准，支持4~6KW主流业务，降低能耗20%，节省占15%，提高机房利用率10%，同时具备机房智能运营的能力，运维成本下降10%。

## 苏映视重磅推出可自由编程、超大算力AI智能计算成像平台

为了满足客户对产品品质、可靠性的更高需求，引入AI技术到工业相机产品中，苏映视全新推出可自由编程，具有INS-AIHP系列AI智能计算成像平台，满足各类工业检测场景需求。

INS-AIHP系列AI智能计算成像平台搭载NVIDIA Orin GPU，具备超强AI算力，峰值可达100TOPS。定制化的ASIC芯片辅助高性能GPU进行深度学习加速，适用于多个并发AI推理及AI智能计算成像。具有丰富的IO接口、大规模FPGA内置，允许复杂IO控制及光源控制，同时可以根据需求进行定制和自行扩展。

INS-AIHP系列AI智能计算成像平台内置景深融合算法、HDR算法、光度立体成像算法等计算成像算法，支

持多种嵌入式计算成像功能，轻松实现2D、2.5D、伪3D混合数据采集。用户通过直接在INS-AIHP系列AI智能计算成像平台运行自定义算法，赋能AI质检、读码、识别、OCR等多种高速场景的嵌入式开发，在锂电、3C、汽车、自动化、物流、农业等行业中均可广泛适用。

苏映视INS-AIHP系列AI智能计算成像平台集图像采集和图像处理功能于一身，区别于传统基于PC的机器视觉系统，无需另外增加工控机、GPU、光源控制器和图像采集卡等冗余配件，让图像处理更及时高效，并且智能数据不需要传输，也不需要额外的处理，所以它可以在其数据生成的地方边缘计算，非常适合做出对时间敏感的决策。

## 梯度科技边缘计算一体化解决方案重磅发布， 面向国防军工领域

近日，梯度科技正式对外发布了集边缘计算平台、TD-Edge智能边缘盒子于一体的边缘计算一体化解决方案，可支持无人装备协同作战、卫星云边端协同、末端装备数据采集分析、边缘智能模型演进等军工应用场景，标志着梯度科技在国防军工领域自主可控的全栈解决方案迈出了新的一步。

方案整体采用软硬件一体化设计，智能边缘盒子与边缘计算平台进行深度融合，构建了从边缘设备到云中心的云边一体化架构。在这种架构下，云中心负责统筹决策，协调并管理边缘端，通过云中心与边缘端的协同工作，实现了边缘软件的远程监控、告警、快速部署等功能，提升了计算资源利用率，满足用户对智能应用边云协同的业务诉求。

在边缘端，TD-Edge智能边缘盒子采用新一代高性能处理器，主频高达2.4GHz；集成ARM Mali-G610 MP4四核GPU，内置AI加速器NPU，可提供6Tops算力。出色的硬件条件使整体方案性能大幅提升，使得数据可以在边缘进行计算和模型迭代，为行业数字化、智能化赋能。

在云中心，边缘计算平台基于全栈的Linux系统、云原生技术平台和开发工具链，提供开放的APP部署生态，可实现边缘算力管理、应用管理、边缘设备管理、运维监控等功能，达到边端协同、应用高可用、联邦学习训练等效果，具有轻量化、高性能、低功耗等特点。同时，集成了AI能力，能将AI模型通过边缘计算平台轻松部署到智能边缘盒子，构建边缘智能的能力。

---

## 基于Arm架构，奥思维边缘算力平台通过欧拉兼容性测试

近日，北京奥思维科技有限公司成功开发了基于RK3588芯片的边缘算力平台，并顺利通过与openEuler开源操作系统的产品兼容测试认证，获得了openEuler技术测评证书。

openEuler操作系统是面向数字基础设施的操作系统，广泛支持服务器、云计算、边缘计算、嵌入式等应用场景，支持多样性计算，致力于提供安全、稳定、易用的操作系统。欧拉技术测评是针对使用openEuler系列操作系统的软硬件解决方案的兼容性

测试，主要包含系统构建、兼容性、安全性、性能4个维度的测试，对于软硬件的整体水平提出了较高要求。

奥思维作为开放原子开源基金会白银捐赠人以及OpenHarmony项目组B类捐赠人，完成RK3588边缘算力平台产品的适配，加入openEuler社区共建，将为双方全面合作打下坚实的基础。未来，奥思维更将积极参与社区贡献，发挥产品在物联网操作系统领域的技术优势，携手合作伙伴共推开源社区发展。

## 联想打造边缘超融合一体机，让边缘云“开箱即用”

2023年12月19日，联想集团重磅发布边缘超融合一体机系列。联想边缘超融合一体机深度融合计算、存储、网络和安全功能于一体，以卓越的可靠性和值得信赖的品质，为用户带来前所未有的边缘计算体验。其可为用户提供全方位的软硬件深度预集成方案，轻松打造“边缘智能”的体验；在靠近边缘的行业场景中，能实现“开箱即用”，迅速完成数据处理和分析任务，大幅提升数据收集与处理的效率。

联想中国区基础设施业务群、智能边缘中国事业部智能边缘云产品及方案总监党亚斌表示，联想边缘超融合一体机是为边缘场景精心打造的高可用性解决方案。在业务低负载的边缘场景中，无论是单节点还是三节点及以上的部署，都能显著提高容灾备份能力，确保业务的连续运行。其还支持虚拟机、容器和安全容器的混合编排，以助

力企业实现应用升级的平滑过渡或应用创新。

除了卓越的性能和灵活性，联想边缘超融合一体机还具备多种网络接入能力，支持4G、5G、WIFI和有线网络，确保在各种网络环境下稳定连接。其便捷的自主运维功能保证了在网络故障时业务的连续性，并能迅速恢复数据同步。

在部署方面，联想提供了预安装、预集成的一站式方案，实现极简部署。对于分布式异构边缘，一体机提供智能远程管理，同时硬件级全栈轻量化边缘安全设计，确保资源受限的边缘环境也能得到全面保障。党亚斌进一步指出，全新联想边缘超融合一体机将以“开箱即用”的便捷体验和稳定可靠的特点，助力客户简化边缘云平台部署，实现业务快速上线，为制造、能源、交通、零售、医疗等行业智能化转型赋能。

## 瞄准新型电力系统，江行智能打造工业级边缘计算智能终端

面向新型电力系统业务场景，江行智能升级推出了一款工业级边缘计算智能终端平台——DK701。DK701智能终端具有数据采集、数据管理、协议适配、安全管理、运维管理、校时管理、高级业务应用等7大功能，在数据实效、运行处理、隐私安全、灵活部署等方面具备领先的技术优势。智能终端配有独立NPU、支持多元异构数据统一接入、毫秒级柔性调控设备等技术，可实现资源聚合调控、能源监测、边缘EMS、碳排放管理等业务场景边缘计算分析要求，支持各类协议配置图形化扩展、设定本地调控策略达成区域能源自治控制等功能。同时，DK701智能终端还支持多样化方式实现数据加密和身份认证，配合区块链技术，保证数据不可被篡改，提高监测和调控业务安全可信水平。

对部署在设备边缘的智能终端而言，其环境适应能力 and 功能特性尤为重要。DK701智能终端能够适应-40°C~+85°C温度区间，5% RH~95% RH、非凝结的湿度区间，符合GB.4208规定的IP51级防滴水试验要求；在校时管理方面，装置本身集成了GPS/BD模块，可实现自身高精度的GPS/BD对时，精度<100ns，同时支持多种对时方式，便于安装及拆卸，可适用多种边缘侧场景并提供专业的服务支撑。

基于DK701智能终端平台的优势特性，目前江行智能已成功开发DK701A智慧能源终端和DK701E储能EMS就地控制器，并应用到虚拟电厂聚合商运营管理系统及数字配电网台区储能等项目建设，在光伏、储能、充电桩等具体场景发挥了重要作用。



## 新唐科技推出全新边缘计算远程管理控制芯片eBMC

新唐科技近日宣布推出最新突破性产品—eBMC芯片，这一专为边缘计算平台设计的创新产品将为边缘计算环境带来更高效的安全和管理。eBMC芯片，全名边缘计算远程管理控制芯片（eBMC），是基于新唐本身BMC（服务器远程管理控制芯片）和TPM（信赖平台模块）技术的一个全新创新。它将信任基础（RoT）、网络安全和平台管理完美结合，除了为AI进入边缘计算带来极佳的安全及隐私保护外，更为边缘计算平台厂商带来设计和使用的便利性。

eBMC芯片拥有多项关键特点，包括：

(1) 信任基础（RoT）：eBMC芯片为边缘计算环境建立了信任基础，确保所有数据在处理和传输过程中得到最高水平的安全保护。这对于保护敏感数据和应对

数据风险至关重要。

(2) 安全性：eBMC芯片强调安全性，通过多层安全措施确保数据的完整性和机密性。它整合了TPM技术，支持数据加密、身份验证和风险管理，保护用户免受潜在威胁。

(3) 远程OOB管理：AI模型需要在边缘设备上进行部署和定期更新，且设备通常部署在难以接触的地点，eBMC芯片提供远程管理和故障排除，确保这些设备在各种环境中保持良好运行。

此外，eBMC芯片还提供多种接口和传统接口（I/O）功能，包括USB、eSPI、CAN Bus、UART等，能使其适用于x86及ARM平台运行上，并提供最好的灵活性。

---

## ABB投资边缘云平台创新者Pratexo，共同开发分布式电力网络的边缘计算解决方案

2023年8月23日，ABB宣布与边缘到云加速平台公司Pratexo建立战略合作伙伴关系。与Pratexo的合作将帮助ABB的客户部署基于边缘的网络和解决方案架构，提供实时洞察，并具有减少云数据传输量、提高数据隐私和安全性，以及即使在未连接互联网时也能运行的额外优势。

Pratexo的技术平台支持需要边缘计算能力的物联

网和人工智能计划。该公司的技术可以快速建立系统，处理物联网传感器生成的大量数据，并在靠近设备位置（而不是在云端）实时运行高级分析。ABB的电气化服务将利用Pratexo行业领先的无代码开发平台Pratexo Studio来加速和彻底改变为客户设计边缘到云数字解决方案的方式，使他们能够为未来的运营做出更好的决策。

---

## 爱立信将斥资3200万美元开发更智能的云和边缘应用

2023年11月8日，爱立信宣布已获得德国经济事务和气候行动部的资助，用于其3000万欧元（约合3200万美元）的KeeCEK项目。该项目旨在促进云和边缘基础设施技术的发展，是欧洲共同利益下一代云基础设施

和服务重要项目（IPCEI-CIS）的一部分。以德国和法国为首的12个欧盟成员国联手打造面向未来的通用云和边缘基础设施及其相关智能服务。

## 白山云递表港交所，冲击“港股独立边缘云第一股”

港交所近日披露，白山云控股有限公司递表港交所主板申请上市，中金公司、海通国际为联席保荐人。

据了解，白山云是创新的全球边缘云服务提供商。8年时间里，企业成长为一家将计算和存储资源从云端迁移到网络边缘设备上，从而实现数据处理和应用部署的快速响应与高效运行的“边缘云”服务提供商，积累

了760余项技术专利申请，300余项专利认证，打造了全球边缘资源、分发、网络、安全、iPaaS五大能力。

白山云目前在全球已建成1400余个边缘节点，遍布海内外240余个城市，与海外100余家主流运营商达成深度互联合作。一旦顺利登陆港交所，白山云将成为港股独立边缘云第一股。

## 研华携手Hailo，扩展高算力边缘AI产品组合

2023年12月，研华科技宣布与AI芯片先驱厂商Hailo建立新的战略合作伙伴关系，共同拓展高算力的边缘AI产品组合。通过此次合作，研华将利用Hailo的AI加速芯片，开发出性能卓越、性价比极高的边缘AI系统和AI加速模块，以满足工厂AOI缺陷检测、仓库AMR物体检测和公共停车场管理等紧凑而强大的边缘AI应用需求。

边缘人工智能用例多种多样，因此需要AI计算能力、功耗和工业设计的多样性。在将边缘设备集成到机器人或自主设备时，功耗敏感性是一个重要的考虑因

素，因为较低的功耗可以延长电池寿命和运行时间。Hailo的产品组合包括Hailo-8 AI加速模块，它可与边缘平台无缝集成，以2.5W的低功耗、小尺寸和低成本在边缘实现26 TOPS的实时深度学习推理任务。

据悉，研华将于第四季度推出一系列搭载Hailo-8 M.2 AI加速模块的边缘AI系统，包括EPC-R3720、ARK-1250、ARK-3533和EI-53。研华的Edge AI软件是协助客户评估、开发和部署各种边缘AI应用的工具集，将集成Hailo的AI SDK TAPPAS，该软件已在研华的硬件模型上通过验证。

## 阿加犀完成Pre-A+轮近亿元融资，致力于人工智能在边缘侧的落地

2023年11月，成都阿加犀智能科技有限公司（以下简称：阿加犀）宣布已完成近亿元人民币的Pre-A+轮融资，本轮融资由申能诚毅领投，川发展院士基金跟投。

从市场发展趋势来看，AI正在从云端向边缘扩展，终端侧AI的时代已经来临。然而受困于跨平台迁移、异构芯片效率丢失、碎片化的场景需求等阻碍，并非所有

企业都有能力顺利实现AI智能芯片的应用落地。阿加犀的核心技术恰好解决了AI模型落地到不同边缘端芯片的行业难题，首创的AI工具链帮助AI场景快速部署，同时依靠领先的SoC性能调度能力，充分发挥终端芯片的极致性能，突破AI从芯片到应用的最后一公里，为各行业终端产品真正带来高效优质的智慧化升级

# 面向应用领域的 工业互联网边缘计算模型

中国科学院沈阳自动化研究所 高鹏佩，宋纯贺，曾鹏

摘要：工业互联网是新一代网络信息技术与制造业深度融合的产物，边缘计算则能够在靠近数据源的边缘侧，通过融合网络、计算、存储、应用等核心能力，就近提供边缘智能服务，可以满足制造业敏捷连接、实施优化、安全可靠等方面的关键需求。本文首先介绍了工业互联网边缘计算的基本内容，其次介绍了边缘计算的发展过程，并详细描述了典型的工业互联网边缘计算模型，最后指出了工业互联网边缘计算模型未来可能的突破方向。

## 1 概述

工业互联网是互联网和新一代信息技术与工业系统全方位深度融合所形成的产业和应用生态，是工业智能化发展的关键综合信息基础设施，其本质是以机器、原材料、控制系统、信息系统、产品以及人之间的网络互联为基础，通过对工业数据的全面深度感知、实时传输交换、快速计算处理和高级建模分析，实现智能控制、运营优化和生产组织方式变革。工业互联网边缘计算网络是工业互联网与边缘计算结合的新型网络，采用工业互联网基础架构，在此基础上加入边缘计算网关、边缘计算控制器和边缘云，通过边缘计算技术，降低工业现场的复杂性，提高工业数据计算的实时性和可靠性，形成更为先进和优化的工业互联网网络解决方案。

虽然边缘计算出现的时间较晚，但其思想早已在工业生产过程中得以实践。早在1996年10月，东北大学赵海教授基于工业现场总线的实践，研发了开放式网络设备互联（Open Networks Device Connectivity, ONDC）设备。2000年8月，斯坦福大学的一位教授研制出世界上最小的一个（固化）Web服务器，命名为

“Webit”，并于2001年9月出版了一本名为《嵌入式Internet》的专著。Webit硬件外观如图1所示。



图1 Webit硬件外观

与目前出现边缘计算的原因类似，20世纪90年代计算机网络数据传输速度很慢，难以满足工业现场实时数据分析和控制的需求。依据当时生产现场的实际需求，Webit将一些数据分析和控制逻辑功能进行固化封装，用户可以登录到Webit上查看数据情况以及进行现场控制。在物联网的相关概念尚未提出之前，Webit的边缘计算思想无疑是超前的。随后，1998年阿卡迈（Akamai）公司提出了内容分发网络（Content Delivery Network, CDN），依靠部署在各地的缓存服务器，通过中心平台的负载均衡、内容分发、调度等功能模块，将用户的访问指向距离最近的缓存服务器上，以此降低网络拥塞，提高用户访问响应速度和命中率。2003年，IBM开始在WebSphere上提供基于Edge的服务。2004年新加坡信息通信研究所发表了关于边

缘计算的学术论文。随着5G和物联网的发展以及智能终端设备的不断普及，网络边缘侧数据的爆发式增长推动了边缘计算的发展。2014年欧洲ETSI成立移动边缘计算（Mobile Edge Computing, MEC）标准化工作组；同年，AT&T、思科（Cisco）、通用电气（GE）、IBM和英特尔（intel）成立工业互联网联盟（Industrial Internet Consortium, IIC）；2015年，ARM、思科、戴尔、英特尔、微软和普林斯顿大学建立开放雾联盟（OpenFog Consortium）；2016年，IEEE和ACM共同发起了边缘计算研讨会（IEEE/ACM Symposium on Edge Computing, SEC）；同年，国内工业、信息通信业、互联网等领域百余家单位共同发起成立工业互联网产业联盟；中国科学院沈阳自动化研究所、中国信息通信研究院、华为技术有限公司、英特尔、ARM、软通动力等单位联合发起成立了边缘计算产业联盟（Edge Computing Consortium, ECC），并于2018年发布了边缘计算参考架构3.0；2017年，中国自动化学会成立了边缘计算专业委员会。此后工业互联网边缘计算在国内得到了蓬勃的发展。

针对不同的业务需求，需要构建面向不同计算需求的边缘计算数据处理模型和参考架构。工业互联网中边缘计算可应用在多个场景，但不同的场景对计算能力需求不同，包括流式数据分析、智能计算和实时控制等，因此需要设计不同的数据处理模型和统一的边缘计算架构。而面对大规模的复杂时变场景和超低时延的边缘业务环境时，边缘计算也需要流式数据分析、数据挖掘、智能计算和实时控制等面向不同计算任务的边缘节点运行和处理的计算模型，以解决QoS保障的边缘侧在有限计算资源条件下进行的数据分析、智能计算和分布式控制问题。

## 2 典型的工业互联网边缘计算模型

工业互联网边缘计算模型对工业互联网边缘计算系统的高效运行有着重要意义。下面分析几种面向不同应用场景的工业互联网边缘计算模型。

### (1) 流数据边缘计算模型及其体系结构

边缘计算节点进行解耦分析、萃取与事件生成，节点汇总一定时间段内事件，以生成事件集，并与其他边缘计算节点进行事件融合分析，生成综合事件后，发送系统中心进行集中处理。处理结果由系统中心反馈于相应边缘计算节点后，以流式数据形式输送到生产设备。边缘计算节点根据原始生产数据，于前端进行数据清洗、集成，并根据本地知识库进行数据挖掘与聚类分析。根据前端数据挖掘结果与模式评估，快速提供数据挖掘服务，以响应实时生产需求。边缘计算节点同时将清洗后的数据，根据系统中心规则传输至系统中心内数据仓库，进行综合数据集成后，于系统中心进行综合数据挖掘。系统中心根据数据挖掘结构，结合人工智能与机器学习算法，更新综合知识库，并对分布式边缘计算节点知识库进行同步更新。流数据分析边缘计算模型整体结构如图2所示。

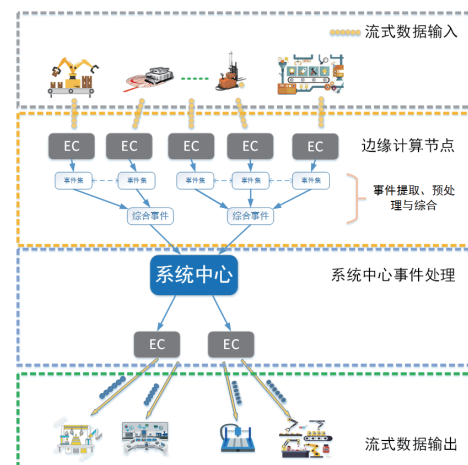


图2 流数据分析边缘计算模型



系统中心根据边缘计算节点产生事件行为，并构建出一个连通边缘计算节点的实时计算的图状拓扑结构。系统中心向各边缘计算节点分发代码，将任务分配给各节点执行。边缘计算节点将数据流分段形成数据元组，并对其进行过滤、解耦，形成单元事件。时间相关事件可形成事件集，由图状拓扑结构进行事件综合分析与融合后，形成综合事件输入系统中心进行处理。结果反馈回边缘计算节点后，转化为流式数据，用于控制终端智能生产设备。数据分析体系架构如图3所示，流数据边缘计算模型及其体系结构实现了流数据的边缘侧分析，不需要将原始数据上传至服务器，仅需要将分析结果上传至服务器进行存储，从而显著提升了边缘侧数据分析的比率。

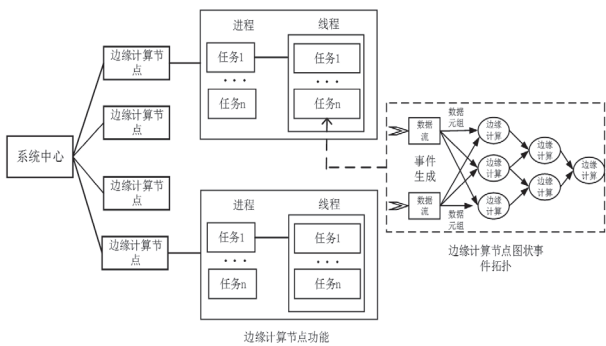


图3 流数据分析边缘计算体系架构

(2) 机器学习边缘计算模型及其体系结构

机器学习边缘计算模型主要解决了在边缘侧有限计算资源条件下完成QoS保障的智能计算问题。其中智能体的核心是智能决策模型，通过接收外部环境的激励信息和状态信息，并根据决策规则执行一定的策略和行为。这些策略和行为将影响外部环境信息以及给予智能体的激励信息，同时综合重构指标、策略和基础、验证

数据库中的数据信息，对决策模型进行循环重构。机器学习边缘计算模型的整体结构如图4所示。

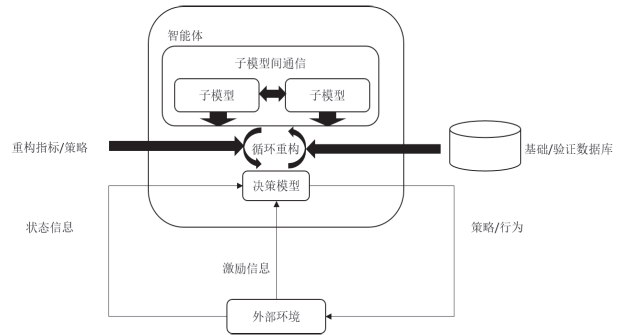


图4 机器学习边缘计算模型

外部环境的激励信息和状态信息发送至智能体，智能体根据决策规则执行一定的策略和行为，并将这些策略和行为发送至仿真器，仿真的这些策略和行为将影响外部环境信息以及给予智能体的激励信息。仿真器的结果将首先形成训练序列发送给深度学习模型，深度学习模型根据这些信息进行训练，以便识别智能体的行为是否对系统有利。深度学习模型置于加速器中，采用分布式算法对各个子模型在特定的重构指标下进行模型压缩重构。基于机器学习边缘计算模型及其体系结构实现了原始数据的边缘处理，仅需要将处理结果上传至云端，从而在边缘侧利用有限计算资源完成QoS保障的智能计算的前提下，显著提升了边缘侧数据分析的比率。机器学习边缘计算架构的具体内容如图5所示。

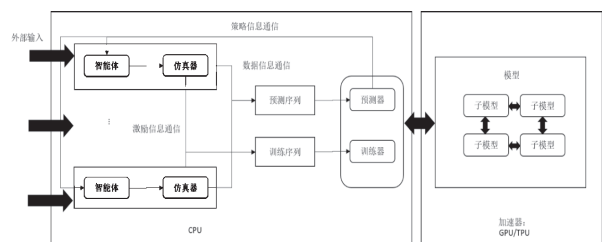


图5 机器学习边缘计算架构

### (3) 分布式控制边缘计算模型及其体系结构

针对网络化协同制造中设备分布式控制的需求设计实时控制模型，每个设备（智能体）接收来自现场的事件信息，并结合高层策略信息对智能体的输出行为进行控制，然后智能体基于自身的决策支持智能来进行行为控制。决策支持智能包括系统结构模块、系统行为模块以及专家系统。决策支持智能将决策发送至控制器，控制器结合外部输入对设备进行控制。分布式控制边缘计算模型整体架构如图6所示。

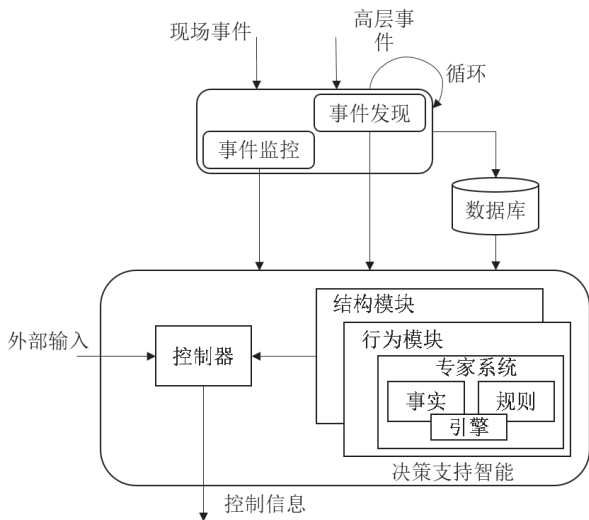


图6 分布式控制边缘计算模型

实时控制的控制核心是分布式多智能体的协同控制。在此过程中，物理过程的信息首先发送至底层控制器，从而形成底层控制信息，这些控制信息是可以交互的。同时，底层控制信息可以通过控制接口发送至智能体，形成智能体高层控制信息。根据系统的具体需求，高层控制信息可以在各个智能体之间交互，以便完成分布式多智能体的协同控制，从而有效提升边缘侧控制的实时性。分布式控制边缘计算体系结构的具体内容如图7所示。

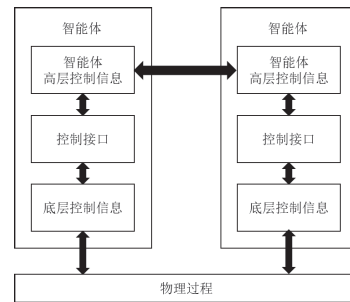


图7 分布式控制边缘计算体系结构

## 3 未来可能的突破方向

边缘计算作为一种计算下沉的新型计算范式，能够弥补云计算的不足，助力智能化和海量数据处理在边缘侧的实现，它将会是未来的一大研究热点。“云-边-端”基础设施随着海量智能设备在存储、计算、安全、传输等方面能力的升级，资源配置趋于下沉，与“端”距离更近。与云计算相比，边缘计算是从数据源头入手，以“实时、快捷”的方式与“云计算”进行应用互补。

### 3.1 边缘计算环境中的高效数据处理

随着硬件资源的飞速提升，同时边缘环境的资源十分有限，如何实现将新型硬件集成到边缘而不引入过多开销，从而极大地加速边缘数据分析是一个问题；在边缘环境下对数据处理的需求日益提升，能否探索一种不依赖云的轻量级数据处理框架也是一大突破点；边缘计算引起了计算模型“去中心化”的趋势，协同计算将是未来技术的发展方向；海量终端将对人工智能、机器学习等技术产生影响，探究边缘加速AI模型训练推理等也将是一大热点。

### 3.2 边缘计算环境下的高效资源管理

边缘应用程序的多样化和智能化将促进微内核技术的发展，方便算法、模型等嵌入到海量设备的固件当中，使前端智能更具发展前景；容器技术由于其资源占用低、易于打包交付、灵活迁移、弹性部署和快速启动等特性将在边缘大放异彩；边缘计算的基础设施是众多的海量终端设备，相对而言比面向云计算中心虚拟化后的同质设备更具多样化，探索一种异构边缘计算平台将更有利于资源管理。

### 3.3 边缘计算环境中计算确定性保障

工业互联网智能制造边缘计算的关键需求是边缘应用的实时性和确定性。但是边缘计算环境存在计算资源分布式、零散化网络动态性和测量噪声等特征，并且一般为兼有离散事件和连续变量等运行机制的混杂系统，同时边缘计算任务常存在高并发的特点，导致边缘计算任务时序复杂难以同步、计算结果确定性难以保证。因此如何针对计算资源的零散性、异构性、动态性、系统的混杂性以及计算任务的高并发性的特点，构建支持分布式混杂系统和高并发任务的边缘计算模型，保证边缘计算结果的确定性，是工业互联网智能制造边缘计算面对的一个挑战。

### 3.4 边缘计算环境中的编程问题

工业互联网中边缘计算环境中的计算、网络和存储等资源的异构性、动态性、分布式和零散化等特性，使得边缘设备资源的动态调整对软件的动态性和可伸缩性要求提升，多种异构资源共存的复杂系统对软件的可组合性与模块化程度需求提高，传统集中式应用程序的开发模式难以满足边缘计算场景的需求。如何解决面向

工业互联网中分布式边缘设备的异构行为统一建模与编程问题，实现统一的编程与开发环境，提升编程系统在部署、调试和运行各类应用时的资源利用率，降低部署和维护的难度和时间，是工业互联网智能制造边缘计算面对的一个挑战。

## 4 结论

工业互联网存在多个应用场景，并对时延、安全、性能和自管理等有着很高的要求，边缘计算可以满足工业互联网的相关需求。本文介绍了边缘计算的基本情况和典型的工业互联网边缘计算模型，并探讨了边缘计算未来可能在工业互联网环境中的高效数据处理、高效资源管理、计算确定性保障以及编程等方向的突破，希望为工业互联网边缘计算模型的设计提供参考。

#### 作者简介：

高鹏佩（1999-），男，山西忻州人，硕士，现就读于中国科学院沈阳自动化研究所，研究方向为边缘计算。

宋纯贺（1981-），男，辽宁鞍山人，研究员，博士，现就职于中国科学院沈阳自动化研究所，研究方向为边缘计算。

曾鹏（1976-），男，辽宁沈阳人，研究员，博士，现任中国科学院沈阳自动化研究所副所长，研究方向为工业互联网、边缘计算。

# 5G MEC使能工业互联网的思考探讨

中国联合网络通信有限公司研究院 黄倩  
中国联合网络通信有限公司上海市分公司 刘彤  
中国联合网络通信有限公司研究院 黄蓉

**摘要：**MEC借助5G网络能够发挥重要作用，尤其是在工业互联网场景下。为推动MEC商用落地，ETSI、3GPP等标准组织旨在通过基础技术架构变革满足新业务需求。众所周知，工业业务类型和场景丰富，对MEC来说是极大的挑战，需要MEC至少满足设备管理、QoS感知、融合TSN、边缘AI推理、云网边端协同等能力，以赋能工业核心生产环节；推动标准落地，助力工业智能化升级，是未来的发展方向。

**关键词：**工业互联网；MEC；标准进展；关键能力

**Abstract:** MEC can play a significant role in conjunction with 5G networks, especially in the industrial Internet scenario. In order to promote the commercial landing of MEC, ETSI, 3GPP and other standards organizations aim to meet new business needs through fundamental technical architecture changes. As commonly acknowledged, industrial business types and scenarios are diverse, presenting a formidable challenge for MEC. It is imperative for MEC to encompass essential capabilities including equipment management, QoS perception, integrated TSN, edge AI reasoning, and cloud-network side coordination, so as to empower the core industrial production links, promote the implementation of standards, and help industrial intelligent upgrading, which is the future development direction.

**Key words:** Industrial Internet; MEC; standards progress; key capabilities

## 1 背景需求及挑战

工业互联网是新一代信息通信技术与工业经济深度融合的全新工业生态、关键基础设施和新型应用模式。伴随着以智能制造为主的工业4.0时代到来，工业互联网核心产业规模已超万亿。国家相关部门于2021年发布《“十四五”信息通信行业发展规划》明确指出积极发展高效协同的融合新型基础设施，打破传统的ISA96金字塔架构，实现智能化生产、网络化协同、规模化定制以及服务化延伸；工业场景复杂，设备种类繁多，需要满足人、机、物的多样化连接，对网络确定性通信能力要求高。尤其是在生产制造环节，确定、稳定、可靠的网络连接是基本要求，是实现数据采集和智能控制的基础。同时，随着工业数据和应用上云，工业

互联网需要面向不同业务场景，提供基于云边端多级协同计算架构的海量异构数据智能处理能力；因此，工业互联网需要IT、CT、OT技术深度融合，5G、MEC将成为工业数字化和智能化转型的重要手段<sup>[1]</sup>。

5G，作为驱动工业互联网发展的关键技术，可有效解决工业有线技术移动性差、组网不灵活、特殊环境铺设困难等问题。但是随着5G在生产控制环节不断深入发展，在核心场景（工业生产现场）下，仍然存在较大挑战；在现场网络方面，由于CT、IT、OT网络各自为主发展，工业现场控制与感知数据采集协议繁多且互不相通、控制与感知数采网络形态各异相互独立、网络过程节点较多、组网复杂，以及现场对无线信号的屏蔽等因素，都导致了无法保证网络的确定性服务，难以满足未来工厂柔性生产需求；在现场计算方面，工业现场



存在大量的数据感知和采集，往往由工业云负责完成数据的全量存储、管理以及中心决策，会造成业务处理时延增大，通信传输负载高等问题，且计算节点间没有建立有效的协同机制，当大量的数据处理、计算等下沉至边缘时，势必会有一些计算节点处于空闲的状态，无法灵活分配当前算力资源。

MEC (Multi-Access Edge Computing, 多接入边缘计算)，同时融合了网络CT、IT技术，MEC节点是位于网络边缘的算网枢纽，集“网络连接、算力资源、能力应用”为一体，提供就近的ICT融合业务服务，MEC成为了在工业互联网领域的关键抓手之一。但为了解决当前生产现场仍存在的问题，亟待底层网络新技术支持，突破原有瓶颈，满足未来网络要求，目前正处在5G商用推进与6G研究布局的叠加期；3GPP在2021年4月就确定以5G-Advanced作为5G网络演进的理念，R18标准化工作正逐步推进，聚焦解决5G网络在实际部署应用中出现的痛点问题和迫切问题，推动网络架构扁平化，高实时控制信息与非实时过程信息同步传输；解决工业制造中控制与网络传输分离，无法剪辫子的问题，实现柔性制造。

综上，本文将从面向5G MEC标准架构演进趋势，以及在实际工业场景下应用MEC解决问题的关键技术展开。

## 2 MEC标准演进趋势

传统来说，MEC一般与第三方应用部署在靠近用户附着接入点的位置，通过本地用户面分流降低时延并实现高效的业务分发，并为用户提供差异化的服务感知。5G核心网控制面与用户面分离，用户面网元UPF灵活下沉部署到网络边缘，策略控制网元PCF以及会话管理网元SMF等控制面功能一般集中部署，当5G网络支撑边缘计算时，Application Function向NEF（非授信域）或者向PCF（授信域）发送AF Request，具体如图1所示<sup>[2]</sup>。

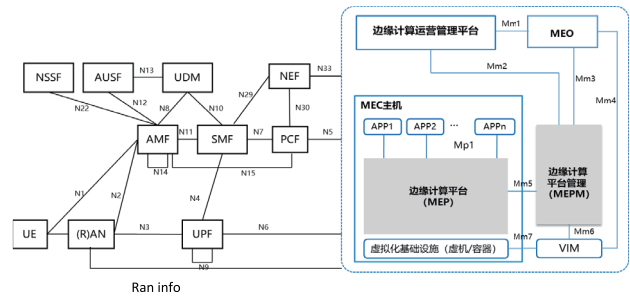


图1 传统5G MEC架构

从标准推进进展看来，当前处于5G-A阶段，ETSI、3GPP、CCSA等标准组织正在积极进行边缘计算的研究，为适应新需求，目前整体架构上有了新变化。

### 2.1 ETSI

ETSI (European Telecommunications Standards Institute, 欧洲电信标准协会)，于2014年开始MEC规范研究，旨在定义基于NFV架构的MEC平台架构标准，主要定义了MEO/MEAO/NFVO、MEPM、MEP等核心组件，当前已处于第三阶段研究：除了继续加强支持垂直行业应用需求外，进一步加强与其他标准组织（例如：3GPP、GSMA）的协作，进行跨MEC系统及MEC与云之间协同并计划新增组件<sup>[3]</sup>、3GPP MEC架构与ETSI MEC架构映射研究<sup>[5]</sup>；此外，也同步进行企业园区专网研究，并同步开展对应用开发者的支持（如：边缘应用包格式及模板定义）、MEC支持切片、支持O-RAN、QoS感知等内容。MEC联邦架构（讨论稿）如图2所示。

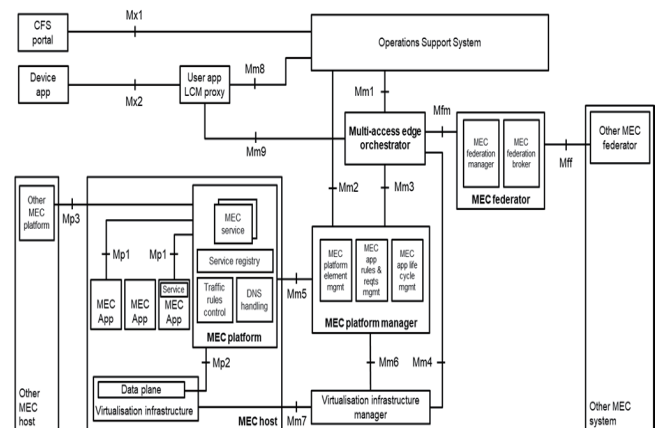


图2 MEC联邦架构（讨论稿）<sup>[3]</sup>

## 2.2 3GPP

3GPP (3rd Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴计划), 定义了5G基于服务化的网络架构, 便于网络定制化和开放化。从R14版本开始, 3GPP开始支持边缘部署的网络侧能力增强; 2021年 R17版本已完成了5G边缘计算特性增强项目, 重点研究了边缘业务发现、应用迁移和网络信息开放等内容, 面向5G-A, 在R18阶段, 进一步深入研究面向边缘计算的5G网络一系列增强技术问题, 例如支持切片、强调应用服务发现, 3GPP关于边缘计算增强研究分别在SA2、SA5、SA6三个工作组展开:

(1) SA2, 网络架构定义, 重点关注核心网络能力增强, 定义移动场景下分流方式, 业务连续性模式以及关注加强终端发现和使用边缘服务的能力以及边缘应用发现、业务迁移、边缘能力开放内容研究[4]。

(2) SA5, 重点针对边缘计算系统管理编排、计费展开; 其中边缘计算系统管理编排依托3GPP SA6架构定义的AC (应用客户端)、EEC (边缘使能客户端)、EAS (边缘应用服务器)、EES (边缘使能服务器)、ECS (边缘配置服务器) 等关键组件研究如何完成边缘应用的部署、服务保障以及生命周期管理等。计费则针对使用边缘服务的用户进行计费方案讨论<sup>[3]</sup>。

(3) SA6, 作为5G新成立的一个组, 侧重应用管理, 定义了边缘应用使能架构, 并增强终端能力, 研究加强终端与边缘系统的协同, 完成边缘应用的发现和调用, 依托SA2定义的网络架构。

3GPP定义边缘应用使能架构如图3所示。

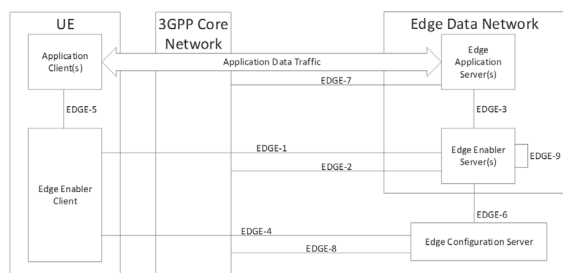


图3 3GPP定义边缘应用使能架构<sup>[5]</sup>

## 2.3 CCSA

CCSA (China Communication Standards Association, 中国通信标准化协会), 在TC5目前已完成了5G核心网边缘计算平台技术要求、测试方法、能力开放、边缘计算编排器、核心网功能增强等方面的基础技术研究; 并同步开展了边缘计算支持网络切片技术研究、TC1边缘云互联互通技术研究等开放课题研究。TC13已有工业互联网边缘计算系列行业标准发布, 并同步进行5G工业园区网络下边缘计算接口技术要求等。此外, 在边缘应用特设组TC610, 围绕边缘应用包格式、应用使能接口等内容开展了相关团标研究, 为国内边缘云建设提供参考依据; 除上述标准组织外, 还有垂直行业联盟或者开源组织, 例如: 5GAA、AII等围绕边缘计算开展不同方面研究, 本文不再逐一赘述。

## 3 MEC赋能工业互联网关键能力

工业领域细分行业众多, 不同细分行业业务类型和场景丰富, 各业务场景对网络的需求也不尽相同, 为了实现精准的算网资源分配和优化网络资源策略保障; 边缘计算节点与5G网络在结构和建设上深度绑定, 面向用户业务开放5G网络能力, 根据业务需求对接入网络进行灵活的配置; 此外, 边缘计算平台可进行云原生升级, 完成云化网络平台构建, 实现边缘网络的资源编排、纳管、调度分配; 本文重点围绕典型能力: 开放设备管理能力、QoS感知、融合TSN、支持边缘AI推理、支持云网边端协同等几个关键方面展开。

### 3.1 设备管理

当前OT设备具备复杂性和多样性, 而通信技术相对独立 (例如: 5G/4G、WLAN、蓝牙等), 加之OT数据敏感性极高, 隐私性极强; 部署在工业园区本地的

MEC, 通常需要支持设备身份管理(例如企业级AAA认证)、设备标识/位置信息设备组管理等功能。

(1) 企业级AAA认证系统: 可支持固移融合的终端认证鉴权、固定IP地址分配管理、CPE下挂终端管理、黑白名单管理等功能。

(2) 设备标识/位置信息: Local UPF/NEF能够通过AF提供的UE信息返回UE的标识信息和位置信息, 可返回UE标识信息, 包括: UE IP、IMSI、MSISDN、SUPI、GPSI; 可返回UE的位置信息, 包括: UE的小区号、接入基站号、经纬度、高度等位置信息; 当前以上信息因受MEC部署方式以及核心网网络能力开放方式影响, 如不考虑引进融合定位技术(例如UWB) UE位置信息开放精度暂无法达到工业级需求。

(3) 设备组管理: 边缘计算平台提供基于用户终端设备IMSI/MSISDN/IP标识, 可以被应用调用从而实现用户的访问控制功能, 方便对在企业园区应用访问进行控制。MEP可以获取移动用户的用户标识, 满足基于用户的网络访问控制, 本地分流控制等需求: 查看、检索、创建、编辑终端设备组。

### 3.2 Qos感知

通信网络的QoS主要考虑通信业务的时延和吞吐量(MBR、GBR等)等与连接相关的性能指标; 随着5GS与边缘计算功能之间的网络信息开放的交互, 也需考虑网络能力开放的时延。5GS中当前的网络开放机制是基于NEF和其他控制平面NFs(如AMF、SMF、PCF等)设计。对于部署在边缘托管环境中的应用程序, 边缘应用程序服务器可能是在本地部署的, 但在当前的3GPP R16中定义, 涉及网络开放的一些控制平面NFs(如NEF和PCF)可能是集中部署的, 为避免频繁的重新选择, 此时可能因网络开放路径效率较低, 导致时延。尤其在工业控制对网络时延要求敏感的场景下: 应用程序需要实时网络信息调整它们的行为, 不良的延迟会导致网络信

息延迟, 从而导致不安全事故发生。亟需在网络和应用程序功能(例如边缘应用程序服务器)之间快速交换现有QoS信息<sup>[4, 5]</sup>。

### 3.3 融合TSN

随着工业互联网的迅速发展, IT和OT融合成为必然, 工业现场对网络的实时性、确定性、可靠性、融合度、兼容性提出了新的要求, TSN(时延敏感)技术是必然选择。实现多源数据整合共享、多业务(控制类、状态监控类等)高质量混合承载, 多域流量(实时控制子网和非实时控制)确定性共网传输, 在工业现场部署了基于5G的TSN网络能够满足现场设备数据互联互通的需求, 打通从边缘云平台到生产现场的数据通路, 实现确定性传输, 保证工业控制的时间同步和安全性; TSN作为5G智能工厂内网组网的主要方式, 单独部署成本较高, 但是如果可以借助MEC平台的优势在平台中进行改进和加设, 将5G/TSN架构中的TSN AF、CNC和CUC可以放入MEC平台进行统一管理; MEC通过移动网关下沉, 更靠近网络边缘, 既节省成本又可以作为综合解决方案结合MEC和TSN的优势, 为客户提供更好的服务<sup>[6]</sup>。

### 3.4 边缘AI推理

边缘节点侧重多维感知数据采集和前端智能处理; 边缘域侧重感知数据汇聚、存储、处理; 边缘侧数据处理模块对生产数据进行初步处理、数据分流, 一部分生产控制数据进入边缘生产控制系统进行处理, 一部分生产数据与其他分厂数据进行互通, 还有一部分业务类数据向上采集到工业互联网平台的各生产经营应用; 由于边缘侧设备在计算、存储、功耗等方面的限制, 需设计特定的低精度和稀疏化等模式, 实现小尺寸、低复杂度、低功耗等目标。进一步, 边缘设备可基于本地数据训练的模型优化大模型的性能, 实现边缘自治, 强调个性化增强学习<sup>[7]</sup>。

### 3.5 云网边端

在工业互联网园区、车间、现场三级区域内，拉通不同区域算力资源，进一步满足业务低时延、数据不出园区的需求，将算力呈现在云、边、端立体泛在分布，实现算力有序流动，满足服务灵活动态部署需求；“云、边、端”的协同架构，云作为大脑智能中枢，应用大数据、人工智能技术，负责集中计算与全局数据处理；边作为中心云的触点延伸，灵活解决近实时业务需求；端侧靠近工业现场，完成智能感知、数据采集；云边端协同可以将泛在化、异构化的算力，通过网络化的方式连接在一起，高效分布，智能协同，实现算力的高效共享，提升资源利用率<sup>[6]</sup>。

## 4 结束语

综上，随着5G赋能工业互联网水平不断提升，从生产外围环节逐步延伸至生产核心环节；聚焦工业园区的接入和服务能力，定位于实现制造型企业生产要素（人、机、料、法、环、测）的实时数据管理跟踪和智能分析决策，推动数字技术与工业深度融合，但当前5G+工业互联网的发展目前还处于上升阶段，虽然已经涌现了很多成功案例和实践，但它的变革效应、降本增效等优势，其实还没有完全显现，未来2-3年才将进入大规模成长期。

MEC作为5G云网融合的锚点，赋能工业互联网责无旁贷。本文探讨了MEC的标准演进趋势和赋能工业互联网的关键能力。但技术的变革不是一朝一夕完成的，企业也不可能完全改用5G，而且当前标准演进相对超前，受多种因素影响，远超产品实现，如何让MEC与传统网络稳步推进才是下一步需要关注的重点问题。

★基金项目：国家级城市群一体化新一代信息基础设施建设与示范项目（2020YFB2104203）。

#### 作者简介：

黄倩（1992-），女，陕西人，工程师，硕士，现为中国联合网络通信有限公司研究院研究员，主要从事边缘计算网络架构和关键技术研究、5G/6G标准化工作。

刘彤（1971-），女，上海人，高级工程师，硕士，现为中国联合网络通信有限公司上海市分公司副总经理，负责政企业务总体发展策略，行业应用及产品规划，长期从事网络技术、下一代网络架构与智慧城市领域行业应用场景融合等研究。

黄蓉（1986-），女，四川人，正高级工程师，工学博士，现为中国联合网络通信有限公司研究院首席研究员，主要从事移动通信网络架构和关键技术研究、标准化以及部署应用工作。

#### 参考文献：

- [1] 工业互联网产业联盟. 工业互联网网络连接白皮书(版本1.0) [R]. 2018.
- [2] CCSA 2019-1032T-YD, 5G核心网边缘计算总体技术要求[S]. 北京: 中国通信标准化协会, 2020.
- [3] ETSI GS MEC 003 v2.2.1, Multi-access Edge Computing(MEC); Framework and Reference Architecture[S]. ETSI, 2021 (draft).
- [4] 3GPP TS 23.548 5G System Enhancements for Edge Computing (Release 17) [S].
- [5] 3GPP TS 23.558, Architecture for Enabling Edge Applications (EA) (Release 17) [S].
- [6] 唐凌, 林奕琳, 朱红梅. MEC和TSN在5G智能工厂中的应用探讨[J]. 自动化博览·边缘计算专辑, 2021, 38(02): 48-50.
- [7] 华为, 移动, 电信, 等. 6G AaaS业务需求与应用前景研究[R]. 北京: IMT-2030, 2023.
- [8] 黄倩, 唐雄燕, 黄蓉, 等. 面向工业互联网云网边端协同技术研究[J]. 邮电设计技术, 2022(03): 25-28.



# 基于开源鸿蒙的云边协同智慧隧道解决方案

拓维信息系统股份有限公司

## 1 目标和概述

### 1.1 行业挑战

飞速发展的基建建设，给公路隧道运营安全管理工作带来了巨大的压力和严峻的挑战。伴随着我国公路隧道建设的逐年推进和公路运力需求的快速增加，国家相关部门提出推进智慧隧道基础设施建设，逐步实现我国公路隧道智能化、信息化、集成化、绿色节能化是智慧交通发展的关键。

作为公路路网中监管难度最高的路段，隧道是公路场景中最为难啃的“黑盒子”。繁杂的机电设备加上特殊的环境因素，要实现传统隧道的数字化转型升级，推动先进信息技术对隧道基础设施建设的赋能，当前还面临着多个难题亟待解决：

(1) 数据烟囱丛生，各设备之间难“沟通”，大量硬件设备铺设感而不知

隧道场景中的设备极其复杂，面临着设备接口不一、软件协议不一等问题；虽然有照明、标示指示灯、监控、烟感、雾感等设备，但是无法做到数据实时监测、回传以及远程控制设备。设备与设备之间产生的数据不能互联、互通，难以支撑设备之间的智慧调控。

(2) 状态感知缺失，难以掌握实时详情

隧道机电系统中设备种类众多，多数通过传统的PLC架构实现对单一设备的控制，对机电设备状态的实

时感知却无能为力。设备状态无法实时掌握，使得隧道内的设备隐患发现难、解决难，甚至影响对隧道内车辆运行状态、异常事件的实时掌握与管控。

(3) 设备部署复杂，智慧升级难以进行  
传统隧道设备大小不一、规格不一、功能不一，使得隧道设备智能化成本高、难度大。

(4) 业务协同依赖线下组织完成  
通过线下电话或人工巡检方式获取事件报警信息、事件通知和完成处置，高度依赖现场人员的专业程度。

### 1.2 方案目标

以全栈国产自主可控助推交通数字化基建，助力公路隧道智能化、信息化、集成化、绿色节能化发展，将开源鸿蒙新技术作为抓手，结合物联网、边缘计算、AI人工智能和大数据等其他新技术，基于“云-网-边-端”架构，建设智慧隧道一体化综合管控平台，围绕安全保障、设备运维管控、应急调度指挥、低碳节能等需求，发挥云端资源优势和边缘端灵活性的特点，构建隧道业务云端下发、边缘快速部署和终端设备标准化接入能力，实现隧道全要素的实时感知、全设备的快速接入与管控、各业务系统的统一部署和维护、单体隧道的快速个性化接入和多级集中管控，全面提升隧道的安全性、便捷性和智能化水平，用数字驱动打造“安全、高效、绿色、创新”的智慧交通示范样板。夯实“开源鸿

蒙+鲲鹏+昇腾AI”等国产技术基座，不断融合大数据、边缘计算、物联网等技术能力，以全栈国产自主可控助推交通“新基建”。同时聚合上下游产业链生态聚集，开放共享、能力共建，共创全场景智慧交通新生态，支撑交通强国和国家综合立体交通网建设。

### 1.3 方案概述

以智慧隧道自主可控、综合管控为导向，结合开源鸿蒙操作系统的技术优势，利用云边端协同架构模式，全面提升公路隧道低碳节能、设备管控、应急指挥、运维运营等综合业务能力和开展场景试点。针对隧道智能化建设难题，基于兆瀚昇腾AI服务器，以云网边端协同技术架构打造一套智慧隧道全要素融合的创新方案。方案通过在隧道系统中深入运用开源鸿蒙、AI、边缘计算、物联网等新型信息技术，从操作系统和国产计算基础设施出发构建一个“全联接、全感知、全智能”的数字隧道世界。

#### (1) 全联接：破解隧道设备边界

隧道场景中的设备极其复杂，面临着设备接口不一、软件协议不一等难题。创新方案借助开源鸿蒙这一技术赋能，对隧道智能照明设备、通风设备、指示标示设备、监控设备、检测设备和消防设备共6大类机电类设备进行数字化升级，依托操作系统中分布式软总线、设备虚拟化等技术加持，打破信息孤岛。同时还打通所有隧道设备之间的“边界”，实现隧道设备的智联协同，以伴随式数据采集赋能创新业务应用。

#### (2) 全智能：构建隧道“超级终端”

传统隧道设备大小不一、规格不一、功能不一，使得隧道设备智能化成本高、难度大。创新方案以开源鸿蒙这一国产操作系统为基础，得益于其采用的组件弹性化设计，能够针对隧道不同设备“剪裁”出不同大小、功能的操作系统；同时还在不断推动适配

各类芯片、模组，全面降低硬件智能化成本和准入门槛。设备智能化升级后，开源鸿蒙的分布式软总线技术能在操作系统层面实现所有隧道设备的统一调度以及传感器协同使用，打造一套隧道“超级终端”，让隧道设备运营更便捷、更安全、更环保。例如：隧道照明设备能够通过“超级终端”体系内的光线感应、车辆感应等，及时调整进出时的灯光亮度，降低“黑、白洞”效应的影响，同时还能根据隧道内实时车辆情况，合理调节灯光亮度，按需照明、节能减排，实现隧道整体的“低碳化”运营。

#### (3) 全感知：慧眼所达，全息全知

作为交通场景中的“黑盒子”，隧道往往面临着实时监控受限的问题。针对这一现状，创新方案深度融合“数字视网膜平台”能力，可以在不更换现有监控终端的情况下，构建一套“端边云协同”视觉计算架构，通过边缘AI一体机，对隧道拥堵、火灾、交通事故、抛洒物等隧道事件进行实时识别，实现事件有效视频智能提取和AI流量卸载处理，并通过视频编码、特征编码以及联合优化处理，将分析结果“零时差”地推送至拓维·寻木物联网平台进行告警及相应的处置流程，做到发现早、定位准、响应快，实现隧道监控的全息全知。

#### (4) 全高效：国产底座算力支撑

基于兆瀚昇腾AI服务器打造的智慧隧道创新解决方案，拥有强大的AI计算、AI推理能力。服务器支持不同场景的差异化算力需求，广泛应用于中心侧AI推理场景，具有超强的计算性能、低能耗、易于部署维护和支持云边协同等特点。

## 2 方案介绍

云-边-端总体方案架构如图1所示。



图1 云-边-端总体方案架构图

基于开源鸿蒙技术的智慧隧道解决方案是以“云边端”协同为核心思路，以国产化计算能力和开源鸿蒙操作系统为底座，充分融合边缘计算、物联网、AI和云计算的技术优势，构建一个能力开放、立体感知、敏捷部署、全域协同和持续进化的隧道智慧感知和一体化管控系统。云边协同解决方案涵盖了“云边端”的全联接服务，由端层、边缘层、云层三个部分组成。

### 2.1 端层

通过对端侧部分设备进行鸿蒙化改造和适配，构建统一通信接入标准，实现设备的快速接入和互联互通。非鸿蒙化设备也可通过拓维·寻木物联网平台提供的多协议、多网络、多模式接入能力，进行设备快速连接至边缘侧，全面感知隧道内的运行状态、气候环境、设备运行状态等全域数据，汇集至边缘一体机。

### 2.2 边缘层

边缘侧是依托国产鲲鹏服务器，提供算力支撑和应用部署的软硬件环境。边缘一体机汇集端侧海量数据，通过搭载拓维·建木边缘计算管理平台接收云端下发的业务应用，结合自身的设备接入、数据处理、边缘计算、特征识别等能力，实现设备管控、事件识别和低碳节能等隧道业务流转，并将业务数据按照分层分级规范上传至云端。

网络层面支持隧道专网、互联网、Wi-Fi、VPN专

网等多种网络连接模式，依据项目实施现场实际情况进行因地制宜的网络选择，以节约利旧为基本原则，实现传输通信的安全、稳定、高效。

基于边缘AI融合拓维·建木边缘计算平台技术，集设备接入、数据处理、边缘计算、特征解析和流量卸载等多功能于一体的隧道边缘智能终端——边缘AI一体机，拥有充沛的计算能力，也是达成云边端协同的核心载体。通过一体机来实现对端侧设备的快速接入，并对产生的视频数据、图片数据、业务数据进行实时处理、分析和传输。形成智慧隧道一体化机柜产品，支撑未来一隧道一机柜复制，提高智慧隧道接入实施效率，降低成本。

### 2.3 云层

云控平台是整个系统的中枢核心，包括省中心平台、桥隧所平台以及能力支撑平台。省中心平台通过对隧道业务系统产生的数据进行分析，支撑决策。桥隧所平台进行业务系统的实际承载和应用，依托能力支撑平台的IOT物联能力、边缘计算能力和AI智能处理能力，具备设备物联管控、业务应用的灵活编排、数据智能分析挖掘和算法模型训练推送等功能，实现隧道快速进行业务能力构建和个性化配置，形成能力共享、标准统一、全栈协同的一体化平台。

智慧隧道云控平台建设为“1+1+5”，包括：1个智能运营中心IOC、1个能力支撑平台、5个业务应用。

#### (1) 智能运营中心IOC

智能运营中心IOC是面向集团层面，从运营与安全的角度全面提供数据统计分析，对多维数据进行关联分析与挖掘，利用可视化进行呈现，支持集团领导科学决策。

#### (2) 能力支撑平台

能力支撑平台包括IOT物联模块、边缘计算模块、智能处理模块和开源鸿蒙应用枢纽。其中IOT物联模块

实现对端侧设备的接入管控和数据协同；边缘计算模块实现对隧道边缘一体机的资源调度和业务协同；智能处理模块是对数据的分析和模型训练下发，实现算力协同；鸿蒙枢纽实现对鸿蒙设备的统一管控赋能。四者综合支撑业务应用和云边端协同。

### (3) 智慧应用

智慧应用包括节能降耗、能效监测、车辆车行监控、电力监控、设备管理等。其中应用市场系统是在云端使用，其余以软件包形式部署于云控平台。集团用户通过应用市场将各类隧道业务应用系统进行封装和上架，可直接从云端下发应用到隧道边缘节点启动，实现隧道业务应用的快速部署、个性化适配以及统一运维。

## 3 代表性及推广价值

### 3.1 方案亮点

(1) 各类机电设备物联：可通过机电一体化物联平台，将路段所有鸿蒙化设备、PLC设备和其他普通设备等各类机电化设备进行连接。提供标准化接口协议，实现全业务流水数据的采集与接入，并在云端部署统一的设备/应用监控、日志采集等运维能力，提供完整的边缘和云协同的一体化服务能力。

(2) 边缘一体，云边协同：利用边缘计算+AI+边缘物联的组合，支持百万级边缘节点接入、千万级并发，具备云边协同、边边协同、边端协同能力。基于AIoT的多接入边缘计算技术，实现大量多源异构设备接入管控；基于视觉识别的数字视网膜，边缘AI一体机接收边缘云下发的视频识别、节能优化、自动控制等算法模型，实现灵活的创新应用和对各种异常事件的及时预警和快速处置。基于云边协同的新一代智慧控制网，建立统一化管理平台，实现全方位远程监控、平台业务

统一管理以及数字化运维。

(3) 国产自主可控：将ARM架构的鲲鹏处理器和华为昇腾AI图形处理芯片、SSD控制器芯片、智能网卡芯片、智能管理芯片等国产自主可控芯片以及拓维信息自主研发的拓维信息·梧桐云原生平台操作系统、IOT、视频/图片处理算法等软件产品有机集成在一起，形成具备超高算力和边缘智能AI一体机。边缘AI一体机满足新的算力需求，可以在极致空间内提供更高性能、更高扩展性的边缘计算和AI推理能力，来打造全栈国产自主可控智慧交通系统。

(4) 快速部署，开箱即用：形成智慧隧道一体化机柜产品，云端统一调度和管控，支撑未来一隧道一机柜复制，大幅降低了实施难度和技术门槛，提高智慧隧道接入实施效率，降低成本。实现单体隧道的快速个性化接入和多级集中管控，全面提升隧道的安全性、便捷性和智能化水平。

(5) 海量视频图片高效处理和AI流量卸载：图片的智能压缩可以实现为满足行业应用中在百亿级别图片中快速查询提供基础，也将降低图片传输的带宽需求，从而降低接入网网络投资成本。图片压缩流量卸载子系统将具备对图片压缩20-50倍的能力，千万张级别的图片文件数据量规模经图片压缩流量卸载处理后，存储空间大约占TB级别，网络带宽需求也将为压缩前的1/20-1/50。实现事件的有效视频智能提取和AI流量卸载处理，通过视频编码、特征编码以及联合优化处理，将分析结果“零时差”推送至云平台进行告警及相应的处置流程，做到发现早、定位准、响应快，实现隧道监控的全息全知。

(6) 事件识别算法：通过构建算法引擎，建立高速路段和隧道异常事件模型。对隧道拥堵、火灾、交通事故、抛洒物等隧道事件进行实时识别，利用图片AI增



强识别能力，构建事件识别算法，实现在边缘侧实时识别异常事件。

### 3.2 推广价值

#### (1) 应用示范效应

· 高精尖平台孵化：研制开发基于昇腾AI和开源鸿蒙技术体系的智慧交通公共算力服务平台、边缘计算平台、物联网平台、隧道综合运营管控平台。

· 国产自主可控技术发展：研发具有自主知识产权的隧道鸿蒙化感知设备与超级终端，带动人工智能、智能计算、开源鸿蒙智能终端产业及技术的发展。

· 实现智慧高速技术集成研究与应用创新：编制基于鸿蒙与鲲鹏体系的高速公路智慧隧道行业标准1项，1项发明专利，1-3项软件著作权，发表1-3篇学术论文。

· 人才培养：培养一批具备开源鸿蒙、昇腾AI、物联网技术能力的高新技术人才。

· 全国标杆示范：打造全国开源鸿蒙+智慧隧道应用典范，完善商务模式和技术体系，面向全国进行示范推广。

#### (2) 商业价值

· 隧道建设：通过本项目建设，可实现隧道拓展的快速部署接入，每公里隧道软件部署实施费用控制在5万元以内，一体机费用控制在12万以内。整体解决方案未来在隧道信息化业务拓展过程中，相比传统隧道信息化项目建设，每公里节约成本在100-200万元，包括替换原有区域控制设备成本、前端照明设备采购成本、软件调试成本等。

· 低碳节能：通过鸿蒙化设备控制和节能策略，实现隧道照明在广域尺度周期里成本降低、效益增大，践行了绿色双碳节能国策方针，节约了参与主体投资运营成本。试点环境下，智能化升级后将节约隧道用电能耗20%以上，对于常态化车流量较小隧道节

能降耗效益更大。

· 管养运维：通过本项目建设，能够实现隧道基础设施的数字化、智能化统一管控及智慧化感知，使管养运维人员能够在中心平台感知机电设施运行状态，提升隧道巡检的效能以及管养运维的效率，从而减少隧道运维养护人员的巡检成本以及运维成本，进一步提升机电设施的生命周期寿命。

· 基于拓维信息近20年的物联网技术沉淀，以及基于边缘一体机物联网关构建的一体化高速机电设备联网感知系统，实现对高速机电设备的一站式监控、管理与运维，通过设备健康大数据分析，实现设备预防性维护，减少设备故障发生率，使客户设备运维效率提升20%，设备可靠性提升30%，大大降低了业主的运维成本。

#### (3) 社会价值

本项目建设一方面可推动公路机电系统升级换代，实现机电核心设备基础设施的安全可控，以及支撑业务和基础设施的互联互通，推动开源鸿蒙产业开放可持续发展的产业生态发展。一方面，将促进隧道行业的机电基础设施基础数据归集，构建标准统一、信息全面、融合共享的数据体系。推进智慧隧道运行管理数字化，通过数字化提高隧道运行管理与服务能力。

另一方面有助于推动智慧交通行业数字化建设取得显著效果，建设积极探索国产自主可控技术、人工智能技术在交通领域的创新应用，促进智慧隧道在交通强国方针政策下的新型信息技术的落地，能够提升隧道运营管理过程中的监管与服务效能，提升对隧道安全与应急的感知效率，从而促进高速公路运营管理单位工作更为充分、高效，提升高速公路隧道通行效率和安全性，提高高速公路服务民生的能力和水平，具有显著的社会效益。

# 高端海洋油气装备制造 “5G智能工厂”解决方案

海洋石油工程股份有限公司 王会峰, 储乐平, 张良轩, 林宏, 童晖, 金海洋, 杨滢, 刘应旭

## 1 目标和概述

传统海洋油气装备制造属于劳动密集型产业, 具有产品类型多、制造工序长、定制化比例大、标准化程度低等显著特点, 其各生产环节的数据碎片化现象严重, 实现数字化、智能化难度极大, 这成为制约行业质量效率提升的重要瓶颈。海洋石油工程股份有限公司(以下简称海工)的传统生产车间多采用人工装配工艺和传统工业以太网通讯模式, 生产过程中占用大量人力资源和固定网络通讯手段, 产品品质一定程度上依赖工人的主观责任心和技术水平。在疫情冲击下, 海工在生产制造过程中的问题越发突出, 成为海工提质增效的关键瓶颈。

(1) 成本问题: 人工成本逐年递增, 用工荒问题凸显, 同行竞争优势不再;

(2) 缺乏数据: 定额数据源头缺失, 数据掌控不强, 成本核算不准确;

(3) 安全隐患: 建造生产现场环境复杂, 人员素质参差不齐, 用工数量巨大, 难以管理;

(4) 管理粗放: 生产环节涉及多部门协调, 效率低下。

针对以上问题, 公司将推动新一代信息技术和业务深度融合, 以智能制造为核心, 以5G网络为传输手段, 以全厂数字孪生为目标, 加快智能全业务链数字化建设, 促进数据资产沉淀共享, 推动核心业务能力升

级与管理效率提升, 构建数字工厂和透明工厂。

## 2 方案介绍

### 2.1 系统架构

根据海工的数字转型规划, 本项目通过纵向维度和横向维度来做整体规划。纵向上, 分为设备层、网络层、边缘计算层、中心计算层四个维度。

(1) 设备层中主要包括各种生产设备和传感器, 如具备5G模组的AR眼镜、5G摄像头、5G安全帽、5G工业PAD等, 不具备5G能力的设备如AGV小车、机械臂、自动化焊机和PLC则通过5G终端设备接入5G网络, 如5G工业网关、5G工业路由器、5G CPE、5G DTU等。

(2) 在网络层, 根据各种设备的不同网络需求和网络安全需求, 将5G专网做网络切片管理。生产网切片, 主要针对AR眼镜、5G摄像头等, 带宽需求较大的采用eMMB切片; 工控网络切片, 主要针对机械臂、AGV等, 对时延要求低的设备采用URLLC网络切片。网络切片采用切片隔离和切片认证技术保证网络安全。

(3) 在边缘计算层采用下沉式UPF+MEP服务器的独享MEC模式, 其由多个分布式协同服务器组成, 能提供可扩展的边缘计算服务, 可用于满足可靠性、实时性、安全性等需求。在边缘层主要部署对时延要求比较高的信息系统如焊机群控管理系统、SCADA系统和塔吊

控制的上位机系统等。

(4) 在中心计算层建设海工数据中心，在中心上部署大数据治理平台和数字孪生平台，在平台上部署自主研发的DIMS系统、ERP系统、MES系统、CRM等对计算资源、存储资源要求较高的系统。

横向上，根据海工数字转型规划，已初步建成天津临港制造基地，未来将会继续规划青岛智能制造基地和珠海智能制造基地。

海油工程整体部署方案如图1所示。

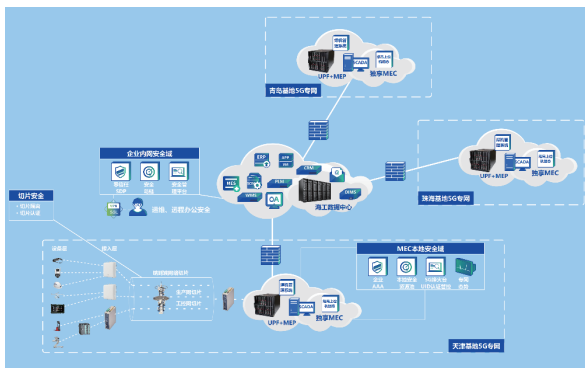


图1 海油工程整体部署方案图

## 2.2 数据架构

目前的数据架构中，主要包括AWP架构（各类单体模块、CWP/IWP数据）、UDM架构（产品结构视图、图纸结构视图）、IWP数据包架构（MBOM）、工艺路线架构（Process）、制造资源架构（Resource）。系统中跨业务活动设备、集成间的集成方式均通过接口的形式实现，接口均按照制定的技术规范进行集成。其中，技术规范对接口通用说明、需求概述、接口架构设计（包含架构设计、技术路线）、接口集成汇总清单、接口设计、系统设置等六大方面进行了规范设计。

## 2.3 软硬件部署

### 2.3.1 边缘计算层

MEP服务器上部署了SCADA系统，SCADA系统作

为MES系统与底层设备之间沟通的桥梁，对下可以将MES信息下发到底层设备，对上可以将底层设备信息提供给中心计算层包括MES在内的第三方系统。与MES等上层系统相比，SCADA系统更倾向于底层设备的数据实时采集，并将相关数据进行归档，处理方便后续追溯使用；与底层设备系统相比，SCADA系统提供了丰富的IT接口，可采集包括MES在内的上层系统数据并在现场看板做实时展示。SCADA系统可以采集智能桥式起重机、RGV、等离子切割机、型钢切割机、打磨机器人、2台焊接门架和1台组对门架的设备状态、报警参数等数值，方便办公室人员查看现场设备实时状态及生产进度，并依次有车间级画面、区域层级画面和设备层级画面予以显示。

此外，5G智能工厂还在边缘层部署了动能监测系统、智能安防系统、单体焊机群控系统、塔吊防碰撞系统、塔吊远程起重机安全监视管理系统、空压机管网智能调控系统、桥门式起重机监测系统、龙门吊监控系统、门座式起重机监控系统、有机废气在线监测系统、粉尘在线监测系统、环境因素在线监测系统、电动通风采光系统共13套工控系统，实现对全厂区关键、大型生产设备、系统的实时数据采集和监控，为安全生产、能源管理、风险管控、节能降耗、绿色环保工作保驾护航，为全厂设备数据采集和一体化生产监控平台建设打下了坚实的基础。

### 2.3.2 中心计算层

(1) 打造了用于计划管理、数字化工作包管理、图文档管理、UDM主数据管理、变更管理、工艺路线管理、计划排程、工单管理、生产执行、资源调度、质量管理、材料管理、安全管理等的数字化智能制造管理系统（DIMS）并部署在中心计算层上。DIMS系统以“工

厂化管理+工单制执行”为抓手，打造了一体化的信息系统平台，实现建造环节的“生产可监控，计划可跟踪，质量可追溯”，实现临港基地的数字化协同建造、高效率及时生产、高质量准时交付。

(2) 部署了包含板材切割下料执行系统、甲板片预制执行系统、工艺管线预制执行系统共3套MES系统。MES系统作为车间执行层面的管控系统，主要用于工单接收、执行和状态反馈，具体内容包括工单接收、工艺文件接收、图纸接收、计划排产、派工、报工、设备监控、状态记录、工时填报及产品过程检验信息填报和状态记录。通过应用信息化手段，大部分生产过程的执行可通过信息化传递至相应的工作单元中，如板材、型钢材料加工、甲板片自动焊接等。一些必须通过手工执行的工作，其下达的指令可自动记录在信息化系统中，方便跟踪和追溯。此外，通过设计不同的工艺路线，生产过程中的检验环节可在系统中填写、提交，基本覆盖质量控制要点，实现质量信息追溯完整性。

(3) 部署了用于库存管理和材料出入库管理的WMS系统，并依据仓储管理规范（供应链仓储物流管理办法、供应链仓储物流实施细则）对仓储接收、验收、入库、盘点、配送等进行合规管理。通过WMS系统与WCS系统的集成，实现对立体仓库、堆垛机、RGV输送车、AGV小车、输送线等自动化配套资源的调度，完成物资出入库、上下架调度、库存管理等基础业务功能，实现仓储出入库全流程的可视可控。通过WMS系统与SAP系统、DIMS系统、MES系统等各系统软件的高效集成，完成材料与生产的融合管理。

(4) 其他的办公系统如ERP、CRM等。

## 2.4 5G应用场景打造

5G应用场景主要部署在边缘服务器上，结合海洋

石化装备制造业先生产预制构件后建造组装的特点，可分为生产和建造两大模块。

### 2.4.1 在生产模块

#### (1) 5G+智能仓储

5G智能仓储系统实现了2500平方米范围内设备的自动作业、2304个货位的智能化作业，减轻了工厂作业人员的工作强度，提高了产线作业能力，实现了货物的自动搬运及智能仓储，达到了少人化、智能化的目的。

#### (2) 5G+智能生产

5G智能生产依托自主开发的DIMS系统，在5G技术加持下，员工在现场可以使用PAD登录系统快速接发数据，实现了生产的全流程数字管控，全面打通了设计、仓储与现场生产的数据，车间人员不必花费大量时间在电脑前伏案整理数据，项目管理人员也不必时时刻刻在现场监督，大大节省了人力成本，提高了管理效率与生产质量。

#### (3) 5G+人员安全

在海工5G智能工厂里，北斗人员定位单兵巡检+5G的配合使用主要应用在5G智能工厂内作业人员管理等场景，其通过5G高速率的特性，将采集的位置信息实时回传，同时结合5G MEC统一监控平台，实现人员违规、厂区环境风险监控的实时分析和报警，大大提高了作业安全规范性。

### 2.4.2 在建造模块

#### (1) 5G+AR远程指导

当技术人员在总装场地建造过程中，通过5G+AR的创新技术对建造人员进行视频指导，基于5G网络的AR看到的内容可以让一线操作人员解决现场遇到的问题；通过5G的低时延特点还可以扩展远程协作功能，可以将预组装所需要的质检信息、物料信息以及工艺工序信



息及时地反馈给建造人员；通过5G+AR智能设备，可以帮助一线组装人员及时和研发设计中心进行沟通，利用基于5G的AR远程协助，通过语音视频通讯、AR实时标注等功能进行远程协作，实现预组装流程的闭环管理，避免了线下自主沟通造成的资源浪费。

### (2) 5G+塔吊远程控制

针对海油工程车间现场环境要求，建设一套现场操作少人化、集中至中控室统一远程控制的塔吊系统，并通过对每个塔吊安装高清摄像头（覆盖塔吊操作范围），以及联通5G工业网关与总装场地5G宏站实时通讯，实现中控室的集中远程遥控的高清视频可视化（低延时、超高清）。根据各车激光防撞信号，对塔吊进行减速、停机等连锁控制，并通过塔吊位置数据，优化防撞措施，同时通过起重重量限制、高度限制、超速限制来提高塔吊安全监控与保护。

### (3) 5G+视频分析

前端点位通过5G网络进行传输，中心平台支持视频进行自动智能分析，及时报告可疑事件的发生，并对提取出来的事件信息和视频数据进行记录，从而达到实时报警和有效视频检索的目的。借助智慧化技术，实现区域陌生人、车入侵布控预警应用，捕捉人体大图，并实时结构化分析，便于后续检索查询。

## 2.5 安全措施

本项目通过5G宏站+室分的SA组网的方式进行无线侧的部署，实现厂区各类数据的采集和下发，特别是对移动性要求高的应用终端，提供了便捷可靠的无线接入方式，并通过部署边缘UPF的方式，将联通核心网的分流和计算能力下沉到用户边缘，保障了可靠的生产控制类信息交互，并将园区普通用户流量和园区内网数据流进行隔离和分流，提高了业务数据的安全性。本项目安全措施如图2所示。

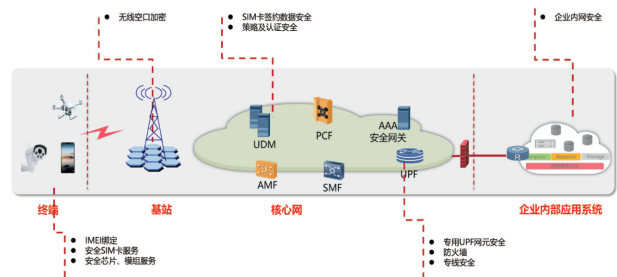


图2 安全措施图

## 3 代表性及推广价值

### 3.1 创新性

本项目是产学研用一体实施（同时开展研究，同时开展学习，同时落地应用）的代表。海油工程组建200多人核心技术团队，联合中国联通、国内知名高校和科研机构，统筹国内外优质资源，攻克了数字协同设计、智能化排产、智能定位组对、自动切割焊接、智能仓储等海洋工程智能制造关键技术难题，成功搭建了工业大脑。该项目以数据资产为核心，运用5G技术赋能，实现智慧管理，填补了我国海洋油气装备数字化、智能化制造领域的多项技术空白，成功探索了海洋石油工业领域“以行业龙头企业为需求、5G运营商为保障、知名高校与科研院所为支撑、相关企业为配套”的5G智慧生态的全新模式。

### 3.2 方案成熟性

海工5G智能工厂的建设将对高端装备行业智能工厂建设与推广应用产生示范带动效应，成为产业发展的新引擎；将拉动产业链上下游200亿元相关产业，带动终端生态，推动海洋装备制造业数字化转型，促进海洋装备制造工厂5G技术的发展及应用，打造5G智能工厂标杆，赋能人才培养。

全新的海工5G智能工厂正在孕育形成一系列以数

据为核心的海洋工程技术产品、服务模式和商业形态，将极大拉动相关领域的创新型企业不断涌现壮大，并将成为经济增长的重要新动能。

### 3.3 商业价值

海油工程天津智能化制造基地作为中央企业数字化转型示范基地，大量应用5G、工业大数据、人工智能等先进技术，通过分析和总结公司多年来在大型工程结构物方面项目计划、生产组织、车间执行等技术和经验，实现从项目管控、车间建造到厂区管理的全流程智能化，为海洋油气装备行业提供了可复制、可推广的数字化、智能化运营管理模式，也推动了整个产业链的整体提升。

(1) 对于产业上游的材料和设备供应商，主要包括钢材、焊材、涂料以及各种设备制造行业，通过5G的生产应用场景，将项目订单的工艺、计划、交货信息直接传递到供应商的系统中，同时能够及时获取供应商最新的生产进度及质量反馈，在后续的总装现场装配过程中，也可以通过5G+AR场景与上游供应商进行远程配合解决现场的装备问题，整体提升了产业上游的服务交付能力。

(2) 对于产业中游，主要为国内的博迈科、蓬莱巨涛海洋、南通惠生等企业，还有中集来福士、外高桥造船、招商工业、中远海运重工等中国船厂，通过运用多种5G智能场景，提升工厂的工作效率，降低人力成本，杜绝安全事故，在海油工程行业内起到了引领作用，对国家的能源行业发展起到了带头示范作用。

(3) 对于产业下游，主要客户是国际油气开发公司、天然气液化行业以及工程承包商。在服务下游业主方面，本项目以整个海油工程EPCI核心主链条为主线，实现了工程项目总包管理与业务的协同，最终实现了项目高质量低成本交付，推动了海洋制造产业协同发展。

### 3.4 社会价值

(1) 提升了我国海上油气制造业的竞争力

海油工程天津5G智能工厂的主要应用和价值创造体现在工厂智能生产、工厂内部生产管理、产业链供应链协同三大方面。海洋石油工程集团通过自身5G智能工厂的建设，将5G、大数据、人工智能与工业场景深入融合并积累了相关场景的建设经验，为我国海洋油气制造业的数字化转型提供了可供参考、可以落地的重要经验，对提升我国海上油气制造业数字化、打造行业核心竞争力具有重要意义。

(2) 保障了国家海上能源安全独立自主

受地缘政治冲突、新冠肺炎疫情、气候变化等多重因素叠加影响，国际能源形势呈现诸多新变化。我国作为能源消费大国，面对国内陆地石油资源日益枯竭、国际油价突飞猛进的新常态，海上石油的开发利用成为了解决这一问题的重要抓手之一。

海洋石油工程集团作为国内唯一一家具备全产业链装备制造能力的海上油气装备制造商，面对行业发展瓶颈，结合企业自身发展痛点，通过海油工程天津5G智能化制造基地的建设，并采用国产装备开发油气资源，大力提升了海洋油气装备的制造能力，为推动海洋科技实现高水平自立自强、保障国家能源安全、建设海洋强国作出了突出贡献。

(3) 推动了我国数字经济加速向前发展

当今时代，数字技术、数字经济是世界科技革命和产业变革的先机，是新一轮国际竞争重点领域。天津海工5G智能工厂建设发挥了智能制造、数字工厂的示范作用，海工5G智能工厂正在孕育形成一系列以数据为核心的技术产品、服务模式和商业形态，其相关领域的创新型企业不断涌现壮大，自身也在形成一个新兴产业，并将成为经济增长的重要新动能。



---

<http://www.ecconsortium.net>

---

地址：北京市海淀区上地十街辉煌国际5号楼1416

电话：18519951983（同微信）

投稿邮箱：info@ecconsortium.net

---



官方微信



OICT学院