



面向工业互联网的边缘计算

中国科学院沈阳自动化研究所

刘 阳

2019.10.25

报告内容



工业互联网及其对边缘计算的需求

边缘计算面临的挑战

边云协同计算模型

典型应用示例

未来展望

工业互联网是互联网科技发展前沿

□ 工业互联网是工业生产系统与互联网深度融合形成的新一代智能网络，推动互联网发展进入新阶段

- 终端提升2个数量级：计算机→工业设备、产品
- 业务：数据传输→生产协作、产品运维

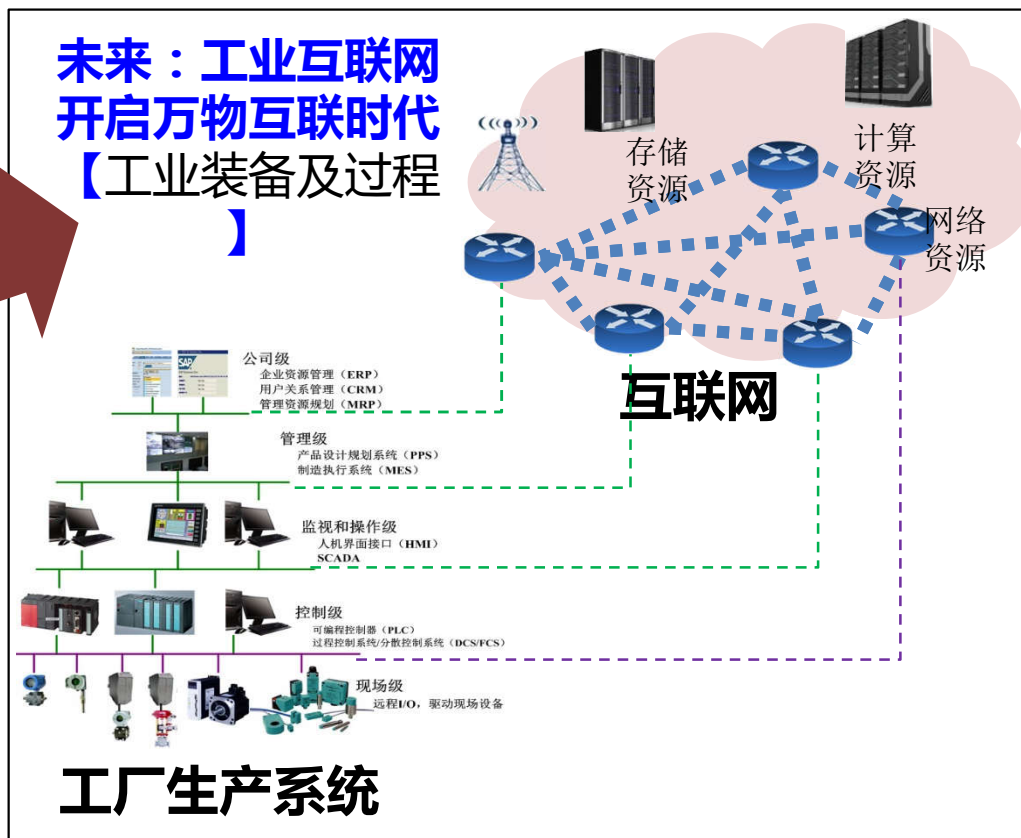
现在：移动互联网
2000-2020
【移动终端】



过去：计算机互联网
1950-1980
【计算机】



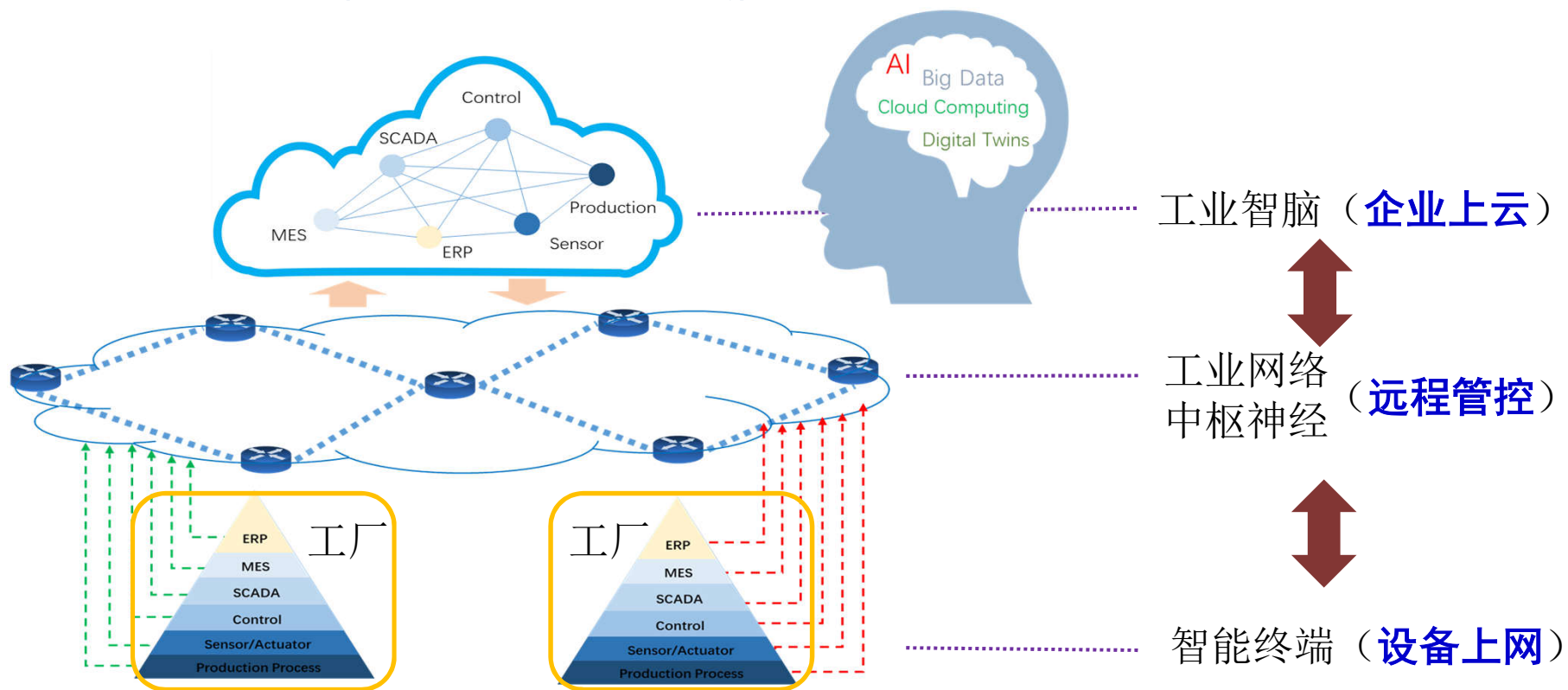
未来：工业互联网
开启万物互联时代
【工业装备及过程】



工业互联网是下一代工业基础设施

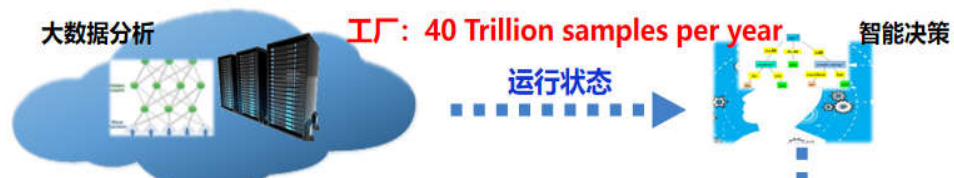
□ 工业互联网将重塑整个工业生产制造体系，形成设备上网、企业上云、远程管控的新型智能制造体系

- 消除信息孤岛
- 大幅提高生产效率和用户体验
- 实现互联生产、个性化定制新模式



将在工业转型升级中发挥重要作用

□ 设备上网、企业上云将全面推动我国制造业转型升级



工业互联网核心：发展感知、分析、决策、控制一体化的信息物理深度融合应用



由此带来“1%的威力”——1%提效创造1万亿美元市场：

- 中国，未来15年燃气发电机组能耗降低1%，节约80亿美元燃料；
油气勘探开发的资本利用率提高1%，则能省下70亿美元；
铁路网络的运输行业运营效率提高1%，又能省下20亿美元燃料成本。
- 全球，燃气发电厂生产效率提高1%，将节约价值660亿美元燃油；
石油天然气勘探开发的资本利用率提高1%，每年将减少近900亿美元支出；
铁路、航空、医疗、电力、石油天然气行业提效1%，15年内带来2760亿美元增长

建设工业互联网已经上升为国家战略

□ 党中央国务院高度重视发展工业互联网，作出 一系列战略部署

中共中央政治局集体学习，习近平总书记指出 “**要深入实施工业互联网创新发展战略，系统推进工业互联网基础设施和数据资源管理体系建设。**”



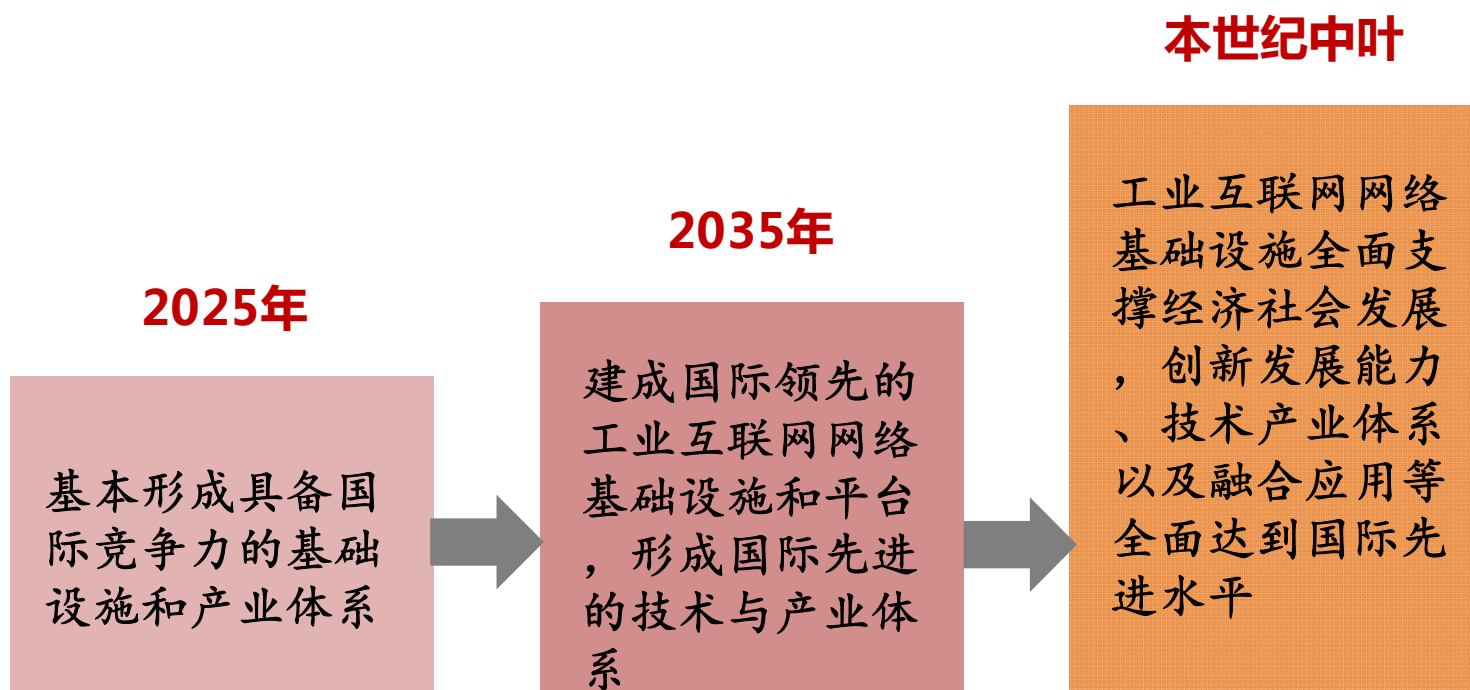
李克强总理连续两年在政府工作报告中提出“工业互联网平台”，强调**“打造工业互联网平台，拓展‘智能+’，为制造业转型升级赋能”**



国务院印发《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》，**建成国际领先的工业互联网网络基础设施和平台**

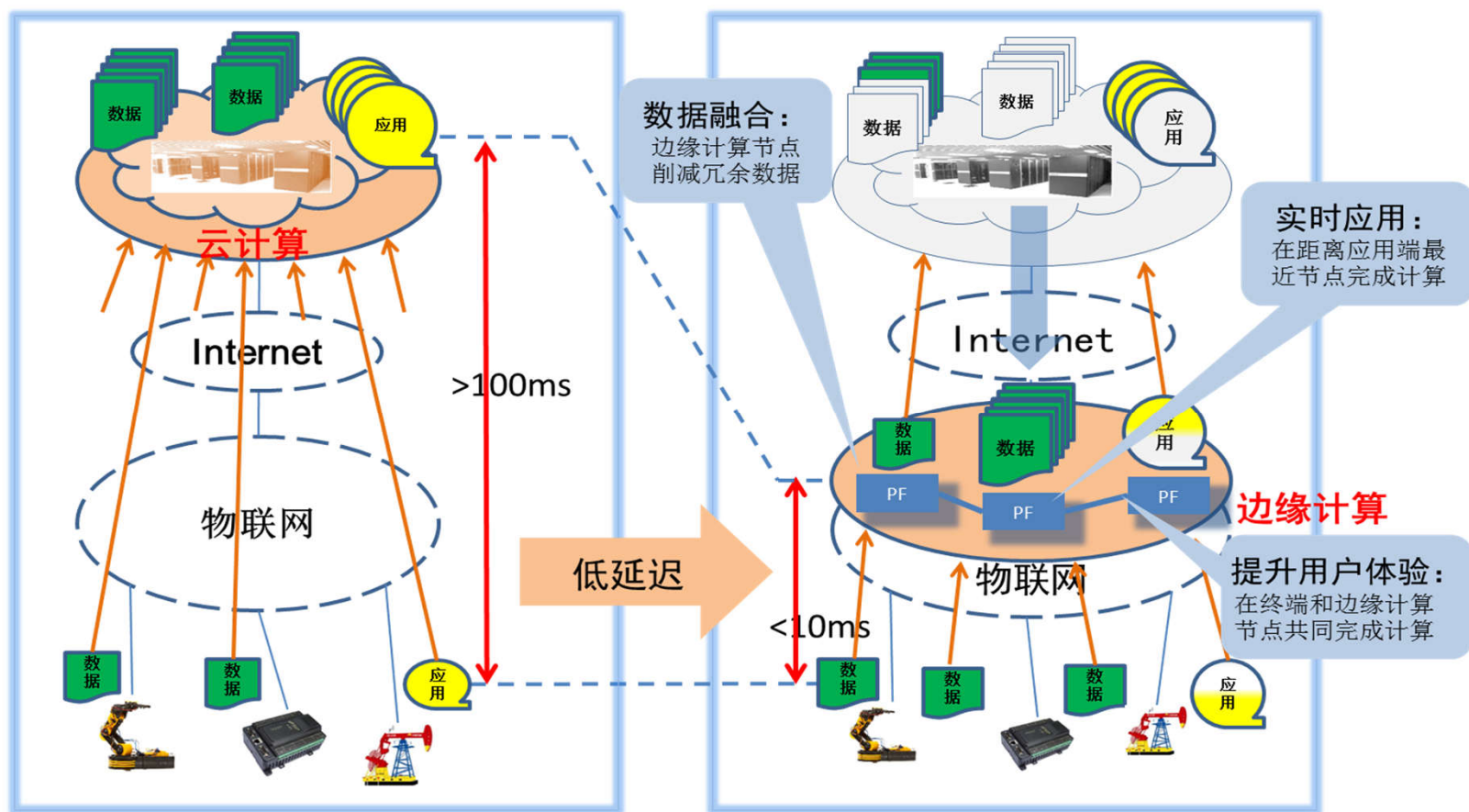
建设工业互联网已经上升为国家战略

工业互联网发展路径 “三步走”



对边缘计算的需求

- 当前模式：数据感知到云端处理，云计算的**安全性**、**实时性**难以满足需求
- 需要在边缘侧实现具有低时延要求、轻量化的信息与物理深度融合应用
- Gartner预测未来70%的物联数据在边缘侧处理



典型应用场景



高精度加工

加工零件质量的一致性和
稳定性难以保证

刀具磨损程度难以评估

机床振动不可避免，动态精度难以保证

采用数字孪生技术

数据需求种类多，计算资源占用大



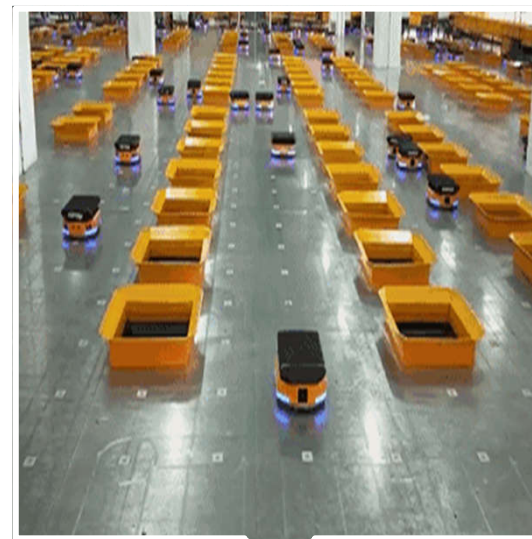
个性化装配

装配件视觉标识的**速度和准确性**
难以保证

摄像头1080p格式视频在4Mbps码率下每
天产生**330G**的视频数据

针对流式视频数据的**实时处理**

云端处理**占用大量带宽、延时大**



大规模物流

AGV任务调度的**实时性**和
可扩展性难以保证

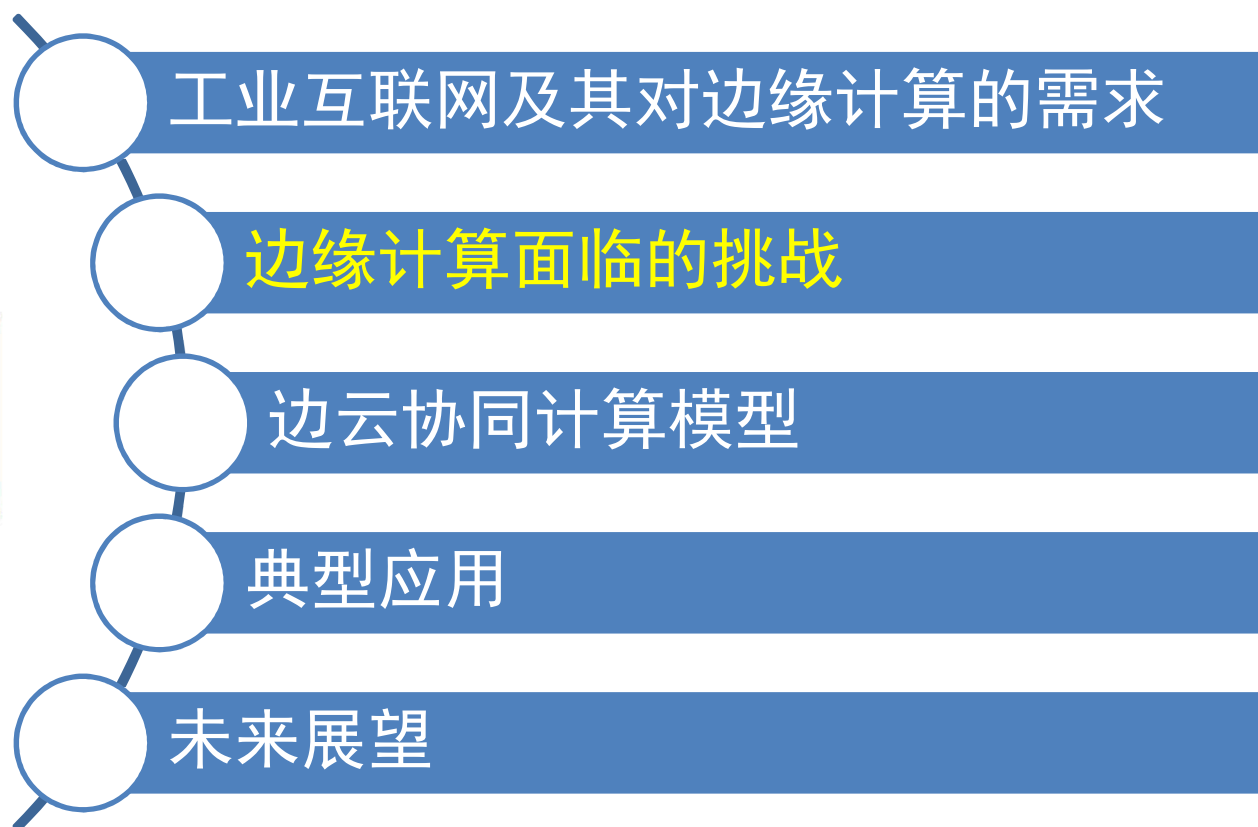
1000m²物流区300台AGV协同作业

分拣峰值超过10000件/时

数据规模大，实时连续不间断

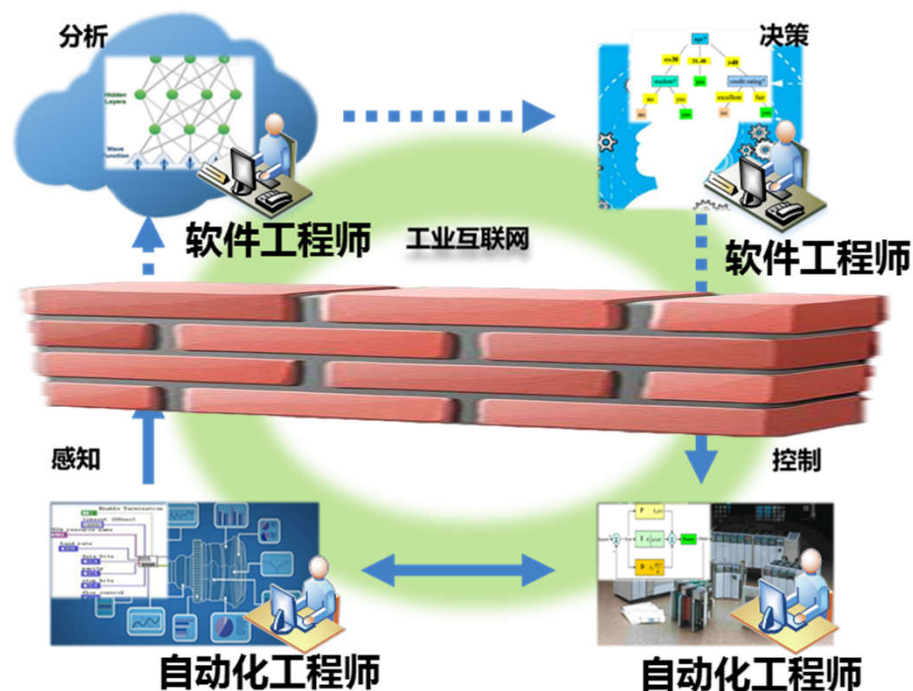
5分钟计算量，相当于一个繁忙机场

报告内容

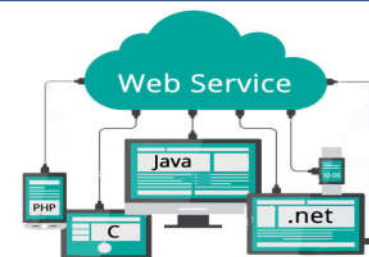


挑战一：信息物理融合难以一体化计算编程

当前，IT和OT侧**计算模型异构**，现有嵌入式编程，面向**单一计算模型**的计算**代码级编程**，编程效率低，集成困难，难以重用。



IT开放互联生态



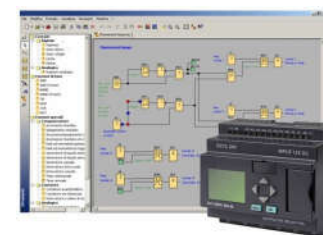
事件驱动
计算模型

应用加载

时间驱动
计算模型

嵌入式程序
与平台绑定

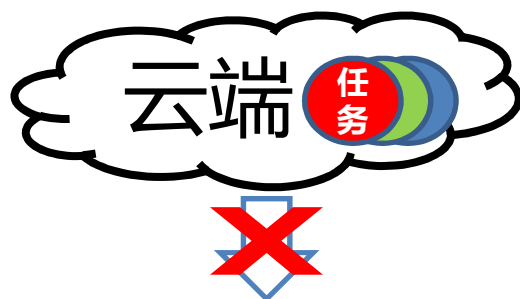
OT专用封闭生态



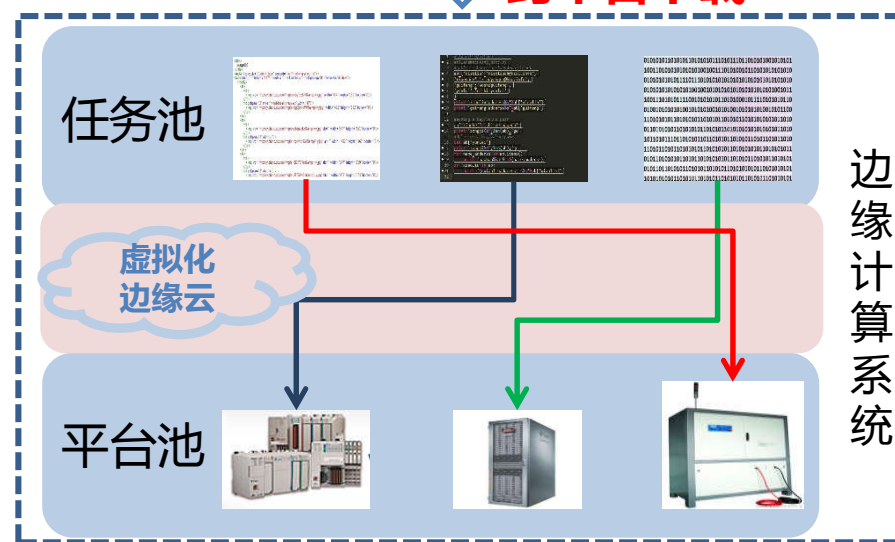
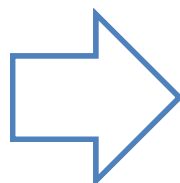
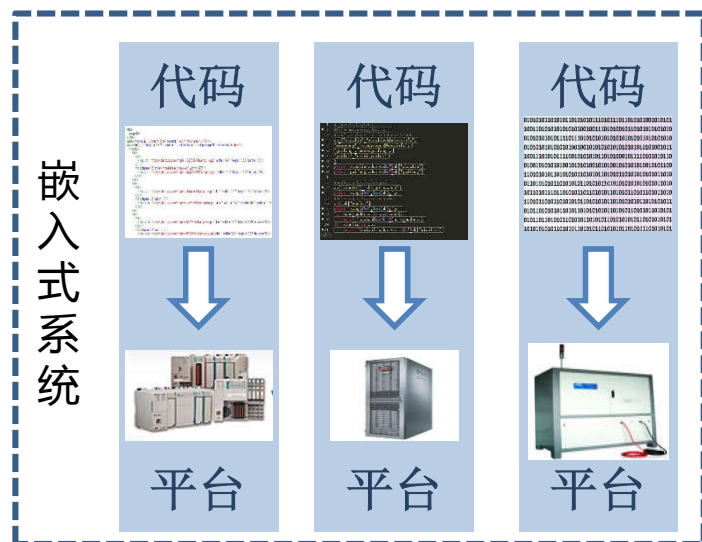
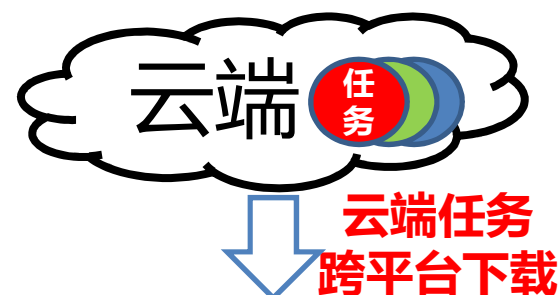
挑战二：计算任务难以跨平台迁移执行

现有嵌入式程序与平台**紧耦合**，程序代码与平台参数直接关联。导致计算任务难以在不同平台间动态迁移，**云和边缘无法协作**。

计算任务与计算资源绑定



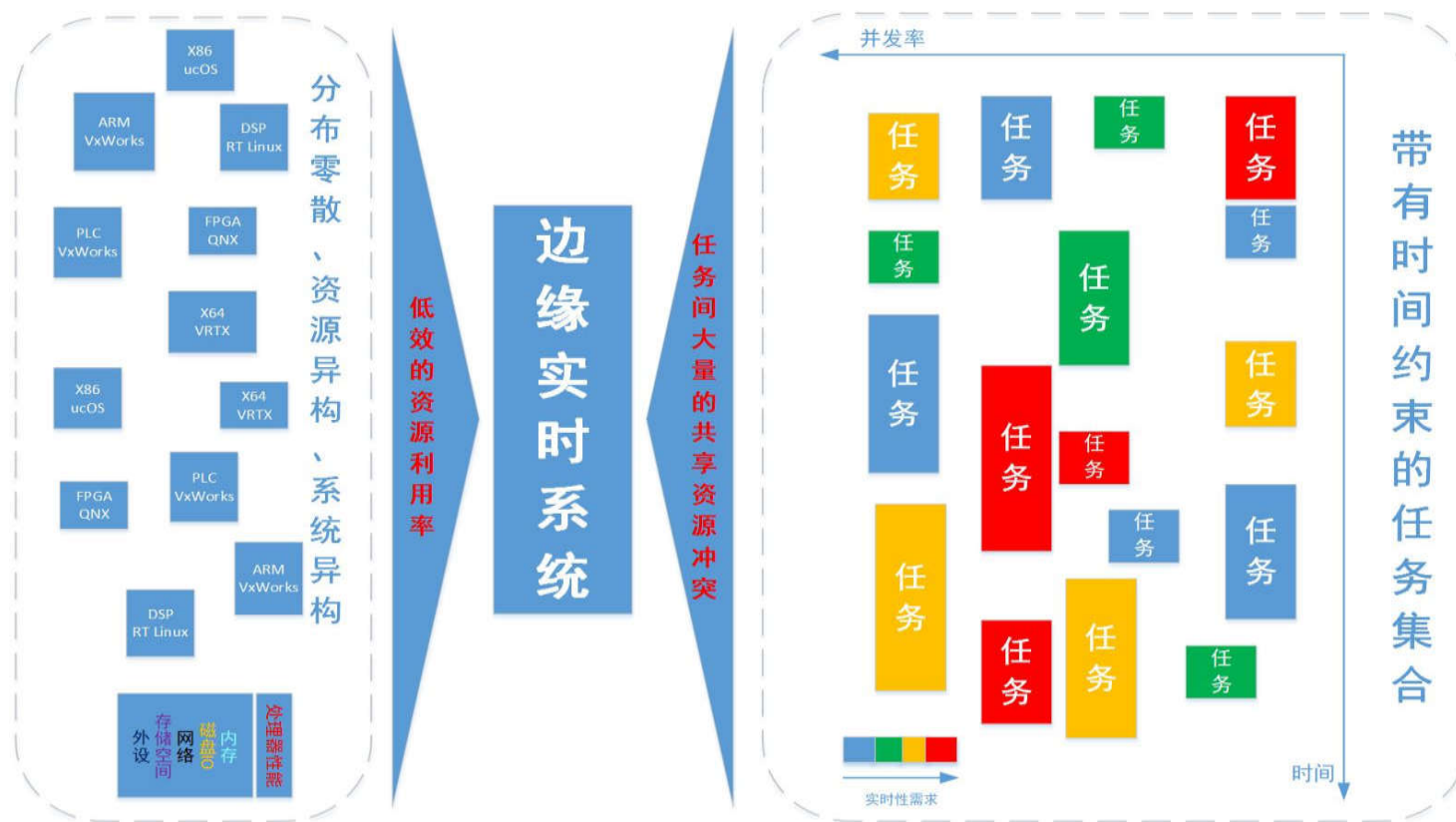
计算资源虚拟化+任务跨平台调度



亟需发展计算任务与平台解耦的虚拟化计算运行环境，对边缘侧零散计算资源统一管理，实现云和边缘之间计算任务的动态迁移。

挑战三：边缘侧零散异构资源难以统一利用

传感器、控制器、执行器、工控机等大量计算能力有限的节点广泛分布在生产各环节中，能源、存储、通信带宽严格受限，导致边缘侧零散异构资源难以统一利用。



亟需研发考虑多维资源约束条件的异构计算资源统一量化和虚拟化技术，以及多维度资源利用率最大化的边缘计算，确保系统的实时性。

报告内容



工业互联网及其对边缘计算的需求

边缘计算面临的挑战

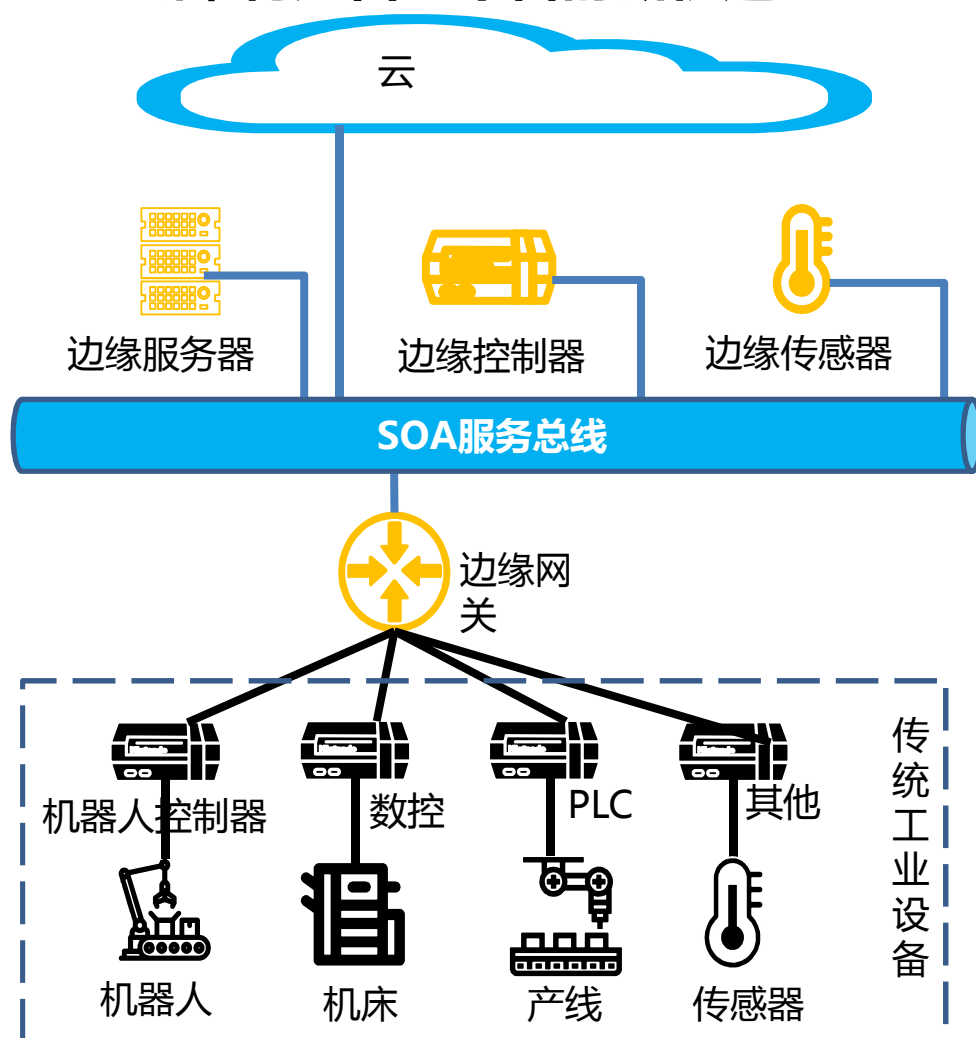
边云协同计算模型

典型应用示例

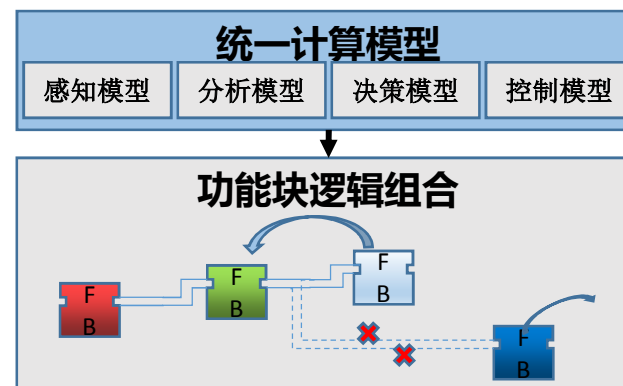
未来展望

“边/云协同”工业互联网网络体系架构

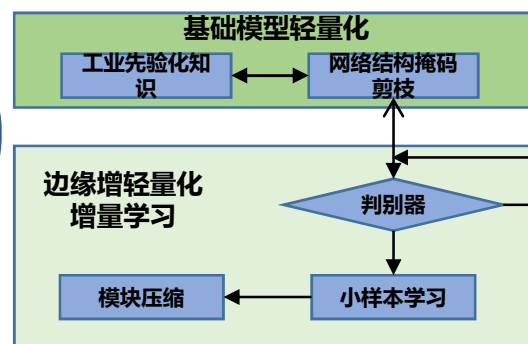
- 利用ICT开放生态，打破传统工控封闭生态，也是打破西门子等国外垄断，构建自主平台的新机遇



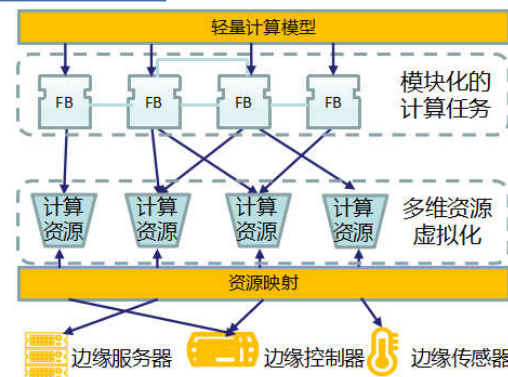
一. 信息物理融合计算模型与模块化编程方法



二. 基于云-边协作的边缘个性化决策方法



三. 多维资源虚拟化与云边协同调度



报告内容



工业互联网对边缘计算的需求

边缘与云协同计算面临的挑战

边云协同计算模型

典型应用示例

未来展望

基于边缘计算的多源感知融合

■ 基于边缘计算多源感知的电网系统运行状态在线监测



汇控柜



变压器



GIS设备



巡检机器人

目前变电站中户外汇控柜、变压器、GIS设备上安装的传感器存在种类不全面，不具备数据前端的处理功能，无法实现传感信息的互联和共享等问题，同时巡检机器人功能简单，难以满足实际需求，影响了变电站运行的安全性。

旋转目标的识别——以绝缘子串为例

■ 目标角度发生显著变化时带来的问题



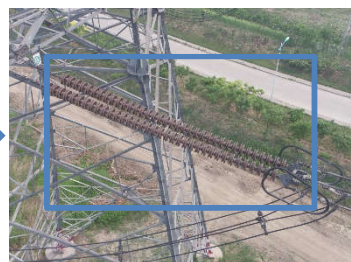
原始图像



图像标记



原始图像

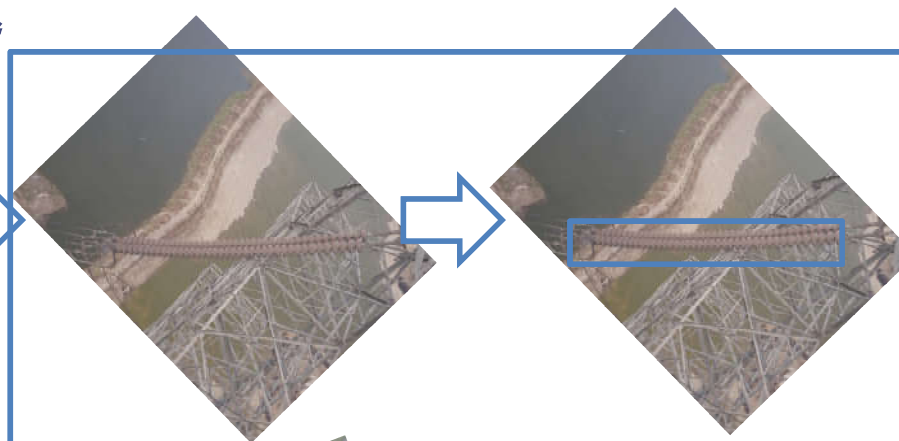


图像标记

当绝缘子串不处于水平或者垂直位置时：

（1）当训练集中没有类似角度的图像时，由于目标识别框架中没有对于旋转目标的处理，该绝缘子串是无法识别的；

（2）即使训练集中有类似角度的图像，图像标记框内真实目标占比很小的事实会严重降低识别的准确率。



手工旋转图像



图像标记

为克服这一问题，通常采用手工旋转图像方法，但显著降低了算法的实用性

基于边缘计算的多源感知融合

■ 基于红外光和可见光图像融合的设备缺陷识别



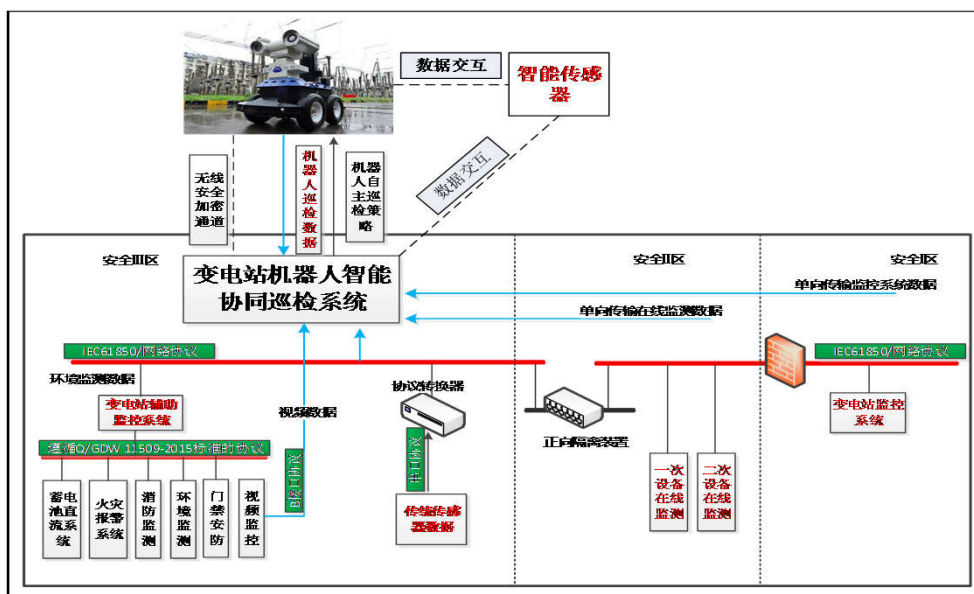
电力巡检机器人



利用电力巡检机器人同时采集可见光图像和红外光图像，其中红外光图像目标中容易获取目标位置，可见光图像保持更多的图像细节，融合两种图像的优势实现目标的识别和定位，以及目标上缺陷的识别。

基于边缘计算的多源感知融合

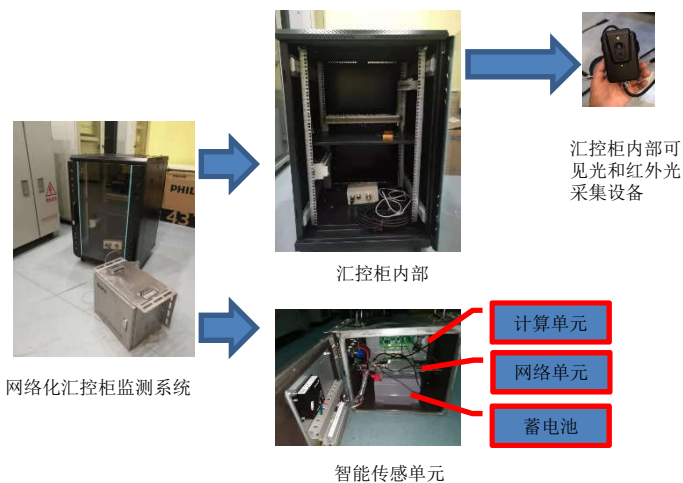
本项目得到2018年国家电网科技项目人工智能专项项目《基于传感器主动协同的变电站机器人智能巡检技术研究》的支持，该项目为国网2018年度最大的人工智能项目。



项目成果已经在沈阳浑河变电站、铁岭双山变电站开展应用示范，实现了变电站在线监测数据的就地分析与处理，变电站机器人的智能自主巡检，变电站设备缺陷的在线识别，平均准确率达到97%以上，有效地提升了变电站智能巡检水平。



变电站设备及其缺陷识别



边缘计算单元的研发

报告内容



工业互联网对边缘计算的需求

边缘与云协同计算面临的挑战

边缘与云协同计算模型

典型应用示例

未来展望

边缘计算产业联盟ECC：致力于使成员 商业成功、竞争力提升、产业影响力加强！



1

提升解决方案竞争力，实现商业快赢

- 加速新技术的验证和商业化
- 通过Testbed实现创新解决方案的孵化、复制
- 实现多厂商之间互操作性，以降低集成复杂性

2

保持技术先进性和领先性

- 领导边缘计算的技术发展方向
- 共同定义边缘计算开放的统一参考架构
- 参与中国/全球的边缘计算标准化制定
- 与领先思想家交流想法、见解和最佳实践

3

加强合作，推进商业落地

- 与关键行业客户和玩家建立合作伙伴关系
- 抢占营销高地：通过联盟平台加速营销活动推广，实现联合营销

会员加盟流程：

向联盟秘书处提交入会申请书

由联盟秘书处初审后报理事会

理事会审议通过

履行相应程序后成为联盟会员

欢迎产业同仁踊跃加入联盟，详情可咨询秘书处：ecc_marketing@ecconsortium.net

ECC：联盟会员制度及权益

分类	会员权益	理事长单位	常务理事单位	理事单位	委员单位
提名权	提名理事长、副理事长、秘书长、副秘书长候选人	V			
	优先推荐各工作组负责人	V			
	可申请发起组建新工作组	V			
	可推荐一名代表担任联盟常务理事	V	V		
	可提名工作组的负责人	V	V		
工作发起权	可发起组织专项交流会议	V	V		
	可申请发起工作组专题，提交文稿权	V	V	V	
	可申请发起测试床项目，报请理事会审核	V	V	V	
展示权	在联盟开展的宣传活动中享有免费展示机会	V	V		
	在联盟开展的宣传活动中以优惠价格享有展示机会	V	V	V	
	免费参加联盟组织策划的交流研讨性会议	V	V	V	
参会权	免费参加联盟面向全体会员的会议	V	V	V	V
	可以参加各工作组日常会议	V	V	V	V
	获得阶段性工作文件和正式出版的标准文本	V	V	V	V
会员费	会员费	50万元/年	10万元/年	2万元/年	免费





欢迎扫码关注
边缘计算产业联盟公众号



欢迎加入 ECC，咨询请加微信
或联系：孙凝 13910146695





谢谢各位！