

# “5G+ 工业互联网” 助力工业园区加速新型工业化进程 ——以苏州工业园区的典型做法和有效实践为例

于青民<sup>1, 2</sup> 汤立波<sup>1, 2</sup> 张恒升<sup>1, 2</sup> 李宗祥<sup>1, 2</sup> 姬晴晴<sup>3</sup>

(1. 中国信息通信研究院, 北京 100191;

2. 互联网与工业融合创新工业和信息化部重点实验室, 北京 100191;

3. 国家工业信息安全发展研究中心, 北京 100191)

**摘要:** 工业园区在新型工业化进程中对基础设施、创新应用提出了更高要求。现有工业园区网络架构层级割裂, 随着园区内企业规模扩大、用户数量增多, 网络规模和网络功能上的需求不断激增, 网络部署和管理变得复杂。以 5G 为代表的新一代信息通信技术, 融合现有工业互联网网络架构, 逐步具备满足工业场景对无线网络的性能要求, 不断催生新应用、新模式, 释放出园区新型工业化创新发展活力。本文以苏州工业园区为例, 总结“5G+ 工业互联网”在助力工业园区加速新型工业化进程中的典型做法和有效实践, 为新型工业化产业示范基地的演进升级提供参考。

**关键词:** 5G+ 互联网; 新型工业化; 工业园区

**中图分类号:** F4274

**文献标志码:** A

## “5G+Industrial Internet” Helps Industrial Parks Accelerate the Process of New Industrialization: A Case Study of the Typical Methods and Effective Practices of Suzhou Industrial Park

Yu Qingmin<sup>1,2</sup> Tang Libo<sup>1,2</sup> Zhang Hengsheng<sup>1,2</sup> Li Zongxiang<sup>1,2</sup> Ji Qingqing<sup>3</sup>

(1.China Academy of Information and Communications Technology, Beijing 100191, China;

2.Key Laboratory of Internet and Industrial Integration Innovation, Beijing 100191, China;

3.China Industrial Control Systems Cyber Emergency Response Team, Beijing 100191, China)

**Abstract:** Industrial parks are constantly putting higher demands on network infrastructure in the process of new industrialization, but the existing industrial park network architecture is fragmented at different levels. As the scale of enterprises in the park continues to expand and the number of users increases, and the network scale and functions continue to grow exponentially. Moreover, network deployment and management become more complex. The new generation of information and communication technologies represented by 5G converge the existing industrial Internet network architecture to meet the performance requirements of industrial scenarios for wireless networks and release the innovative development vitality of new industrialization in the park. Taking Suzhou Industrial Park as an example, this paper summarizes the typical and effective practice of "5G+industrial Internet" in helping industrial parks accelerate the process of new industrialization, and provides reference for the evolution and upgrading of the demonstration bases for new industrialization.

**Keywords:** 5G+ Industrial Internet; New Industrialization; Industrial Park

工业是技术创新的主战场,是创新活动最活跃、创新成果最丰富、创新应用最集中、创新溢出效应最强的领域。推动经济高质量发展,重点在工业,难点也在工业。必须加快推进新型工业化,完整、准确、全面贯彻新发展理念,促进技术进步和结构优化升级,推动经济发展质量变革、效率变革、动力变革<sup>[1]</sup>。工业园区作为工业发展的主阵地,一直被视为经济建设的重要载体。以劳动密集型、土地依赖型、资源消耗型为特征的,以制造加工产业为主的传统工业园区面临着巨大的转型压力<sup>[2]</sup>。近年来,新一轮科技革命和产业变革加速推进,传统工业园区适应产业科技新趋势,跟上时代步伐,必须加快推进新型工业化。一是在园区基础设施方面,由传统的“三通一平”(通水、通电、通路、场地平整),向信息基础设施“新三通一平”(通话、通网、通云、统一服务平台)深入推进,加快5G、数据中心等新型信息基础设施建设。二是在园区应用创新方面,推动互联网、大数据、人工智能等新一代信息技术与制造业深度融合,推进制造业数字化转型,深化工业互联网创新应用,推进制造业高端化、智能化、绿色化发展。由此可见,5G、工业互联网为代表的新一代信息通信技术在推动园区新型工业化进程中的作用逐渐凸显。鉴于此,本文以工业园区发展现状为切入点,分析现有园区网络在支撑工业园区发展过程中的痛点,提出“5G+工业互联网”赋能工业园区发展的网络架构、典型场景和创新模式,并以新型工业化产业示范基地(工业互联网)苏州工业园区为实例,深入总结“5G+工业互联网”在促进工业园区新型工业化进程中的实践路径和主要经验,为工业园区发展和新型工业化产业示范基地建设提供参考。

## 一、我国工业园区发展现状及难点

### (一) 工业园区发展现状

随着我国工业化进程推进及传统产业转型

升级,工业园区的建设和发展取得了显著成效,在数量和规模呈现出双增长。目前,全国各地已有近五百个国家级的经开区、出口加工区、保税区等,省级各类开发区超一千个,全国各类工业园区超两万个。我国工业园区发展总体经历了三个阶段:1979—1990年为工业园区的创建试点期;1991—2000年为工业园区的高速增长期;2001年至今为工业园区的稳定和优化期。当下,工业园区的发展模式由简单要素集群向产业主导发展,工业园区的功能更加实用,园区企业对信息化的需求更加多元化,传统工业园区的发展方向、发展模式、建设方式等均具有网络建设的新需求。主要体现在以下三点:

一是园区设备数据的互联需求。工业园区产业类型多样,产业结构复杂,园区边缘层、系统层和服务层的数据互通缺乏统一标准和语言描述体系,数据调用成本高,信息孤岛现象普遍存在<sup>[3]</sup>。大量数据沉淀在园区底层而无法产生应用价值。

二是中小企业数字化转型的共性需求。中小企业信息基础设施薄弱,且缺少自建信息基础设施的技术能力和资金实力,倾向于快速一站式地获得数字化服务,包括网络服务、IT资源服务、企业研发、生产、销售、供应链、内外部沟通等应用服务,实现自身的快速数字化转型升级。

三是园区运营主体的管理需求。园区生产和管理往往涉及多个专业主体,且各专业主体间存在“条块分割”等问题,专业资源分散,生产、销售、物流、安全等各环节资源的有效调度及信息的协同共享困难。随着生产节奏的加快和产业交互频率的增加,园区产业之间、政府与企业之间、管理者之间需要更便捷的监管协同、更高效的管理效率。

### (二) 工业园区网络体系面临挑战

实现园区企业设备互联和信息互通的综合性基础网络体系主要由工业生产网、企业信息网、园区公共服务网以及云基础设施组成。其中,云基础设施作为内部信息汇聚的重要基础设施,

承载园区内多家企业私有云和公有云。园区公共服务网络实现园区内企业间互联互通并向园区内各企业提供基础公共服务的网络。企业信息网络和工业生产网络分别部署在各企业内部的办公区域和工厂内,用以实现部门数据互通业务和生产现场设备互联<sup>[4]</sup>。当前,我国工业园区网络发展面临如下挑战:

### 1. 互联互通标准不统一,系统集成难

工业园区网络要实现企业、机器、产品、用户之间全流程、全方位、实时的互联互通,达到研发、生产、管理、服务的高度协同,需要统一的技术标准、服务标准、管理标准和安全标准。工业园区网络异构性普遍存在,网络接口不同,信息模型各异,统一的工业互联网标准尚未形成,严重制约着产品、服务的互联互通和互操作集成。

### 2. 产业分工不清,建设运营模式探索难

由于技术垄断和行业壁垒等原因,工业企业从车间到园区使用了大量专用技术和定制化设备,进而导致园区网络建、运、管、维、用高度集中,没能形成明晰的产业分工和产业链关系,难以聚集更广泛的产业力量进行模式和路径探索。

### 3. 网络架构割裂,应用创新难

面向工业互联网的海量数据采集、传输和

存储,对网络的覆盖、架构、性能、安全等提出高要求,层级割裂的传统工业网络架构和面向单一业务的网络性能制约着数据交互与协同,难以支撑新业务、新应用的开发创新。

## 二、“5G+ 工业互联网”赋能工业园区发展

### (一) 总体视图

“5G+ 工业互联网”发挥聚合性作用,将5G与人工智能、大数据、云计算等有机结合,加速了通信技术、信息技术、控制技术深度融合,推动通信与感知、计算、控制朝着深度耦合方向迈进,形成云、网、边、端全链条能力。当前,“5G+ 工业互联网”部署应用的总体视图如图1所示。在组网模式上,形成了虚拟专网、混合虚拟专网、独立专网三大基本模式;在5G工业终端接入上,形成了5G CPE(客户前置设备)接入、5G网关接入和5G终端直连三大接入方式;在应用模式上,形成数字化研发、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸和精细化管理六大模式;在应用场景上,形成协同研发设计、柔性生产制造、远程设备操控、机器视觉质检、生产现场监测、设备故障诊断、无人智能巡检、厂区智能物流、现场辅助装配、设备协同作业等十大典型应用场景<sup>[5]</sup>。

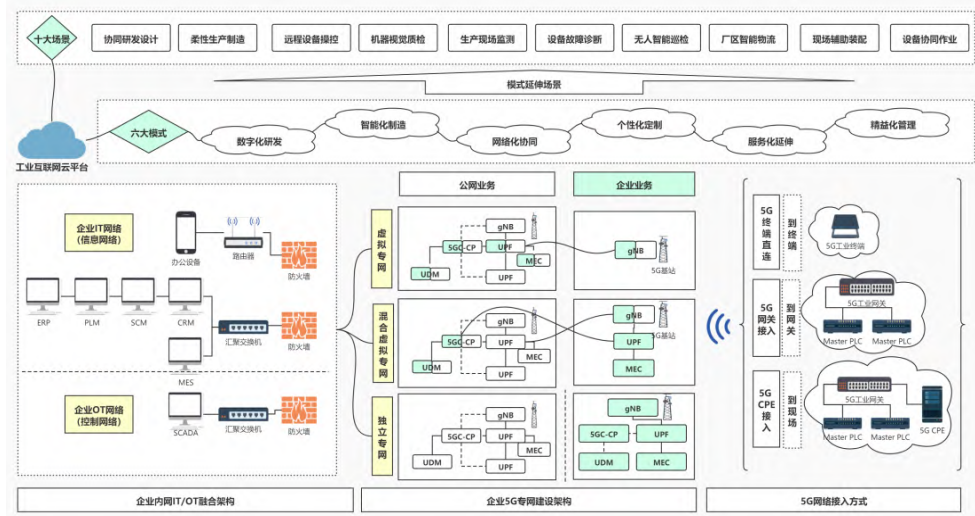


图1 “5G+ 工业互联网”总体视图



## （二）典型场景

如图2所示,基于5G、工业互联网相关技术,工业园区典型场景包括园区监测分析、信息模型互通、安全生产管理、融合创新应用等四大类,应用场景范围不断从园区管理外围向企业生产核心环节延伸,形成了规模复制推广的良好基础和巨大应用潜力。

### 1. 园区监测分析

发挥 5G、工业互联网技术在园区基础信息

采集和数据互通中的关键作用,实现园区基础管理的数字化。基于视频图片的高清快速回传,可构建实时跟踪监测、大数据统计分析、告警预警的一体化智能监控和服务平台,实现园区基础设施建设和动态监测管理服务。采用工业级采集器进行能耗设备数据实时自动化采集,图形化实时监控各个关键节点,进行园区能耗管理,服务“双碳”园区建设。

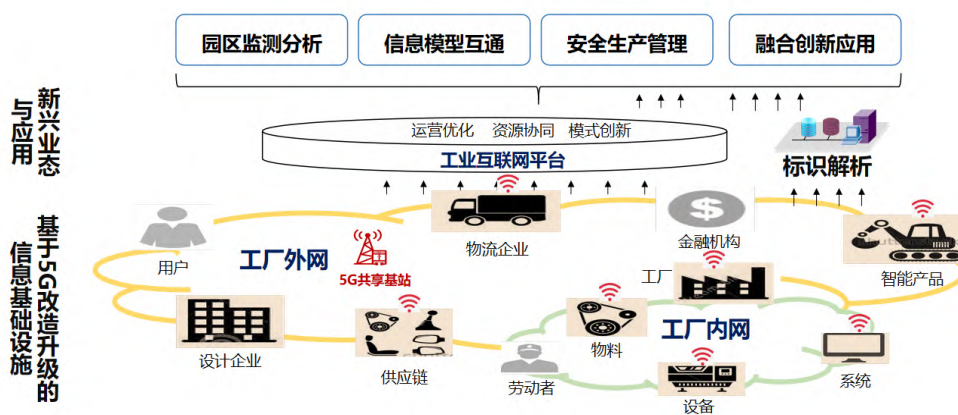


图2 工业园区典型场景示意图

### 2. 信息模型互通

基于工业互联网信息模型技术<sup>[6-7]</sup>,可解决现有设备信息孤岛问题,实现园区内异构设备、系统的互联互通。针对人员管理,实现一卡通系统、门禁系统、闸机系统、人脸系统的权限互通,构建涵盖园区管理者、入园企业员工、访客人员等统一管理体系。针对海量异构的物联网设备,通过统一信息模型构建AI、大数据、GIS等技术的融合应用环境,在车辆便捷通行、车位智能引导、访客自助预约、园区内设施和服务导航等方面实现园区资源的最优化应用。

### 3. 安全生产管理

部分行业中,利用5G切片技术可实现生产网络与办公网络和互联网逻辑隔离,防止利用网络存在的漏洞和安全缺陷对网络系统的硬件、软件及其系统中的数据进行攻击,保证网络独立性。针对园区安防涉及的烟感设备、自动巡

检装置、烟感报警系统、消防用水智能管理系统、消防水泵、安防融合平台、智能无线疏散系统等,实现安防数据的集中统一采集、分析处理与协同共享,实现园区各主体间从警情确认、联动处置到实时响应的有机联动。

### 4. 融合创新应用

目前,“5G+工业互联网”在企业应用的十大典型应用场景覆盖工业设计、生产制造、生产检测、物料配送、安全管理、运维服务等六大核心环节,应用场景范围不断从生产外围向核心环节延伸,形成了规模复制推广的良好基础和巨大应用潜力。在生产制造环节,5G技术的使用促进生产无人化、少人化;在检测环节,5G发挥大带宽视频及图片传输作用,极大提高检测的精度和准确率、并降低时延;在流程工业控制环节,深入融合5G和传统控制总线技术传输特性,借助uRLLC的低延迟、高可靠特性,

实现无线过程控制,节约系统部署和运维成本。在运维服务环节,发挥 5G 低时延特性可远程操控设备进行简单的带电操作,及时消除故障。

### 三、案例分析

### （一）基础情况

苏州工业园区汇聚工业互联网产业链上下游相关企业超 600 家，形成了“5G+ 工业视觉”“5G+ 工业数据采集”“5G+ 智能巡检”“5G+ 边缘计算”等一系列成熟应用场景，博世汽车、友达光电、美的清洁电器、耐世特汽车等行业龙头企业建成了一批“5G+ 工业互联网”行业解决方案标杆。经过产学研界的共同努力，苏州工业园区入选江苏省“5G+ 工业互联网”融合应用先导区，以及国家新型工业化产业示范基地（工业互联网方向），已建成灯塔工厂 2 家、省级工业互联网标杆工厂 5 家、省级智能工厂 2 家、省级智能制造领军服务机构 11 家、各级智能车间共超 200 家。

## （二）工业园区网络建设情况

对于产业较为集聚的工业园区而言，中小企业部署 5G 网络，面临组网成本较高、运维繁琐等困难，也会造成网络资源利用不充分。苏州工业园区构建一种服务工业园区的“5G+MEC（多接入边缘计算）”组网方案，不断适配园区级、

工厂级、车间级、产线级差异化需求，打造园区“5G+工业互联网”网络样板工程，在探索建设服务中小企业 5G 专网、园区网络建设方面先行先试，围绕新型网络技术、网络产品部署、网络建设运维模式全面发力，为 5G 网络在工业互联网领域垂直部署率先垂范。

如图 3 所示，基础电信企业建立覆盖工业园区的 5G 网络，面向园区内企业的不同数字化转型需求，通过控制面和用户面分离，将部分网络设施下沉设置在园区内部或周边，形成一张仅服务具体企业、规模较小的专网，并与园区公网相连，支撑企业建立起自己的虚拟专用网络，满足园区企业数据要素存储和流通等业务需要。该模式利用专网处理重要数据、应对关键生产场景，并通过复用公网部分能力，在一定程度上降低成本，实现了公网与专网的融合互通、大中小企业的高效协同。

本网络方案为园区内中小企业应用 5G、工业互联网技术带来三大优势：

### 1.降低中小企业应用 5G 的基础设施投资成本

通过将云的部分服务或能力（包括存储、计算、安全等）扩展到边缘基础设施之上，为垂直行业客户提供业务应用部署所需的云边一体化服务，通过多个企业共享，为用户节省购买 MEC 设备的一次性费用，极大提高服务能力和效能。

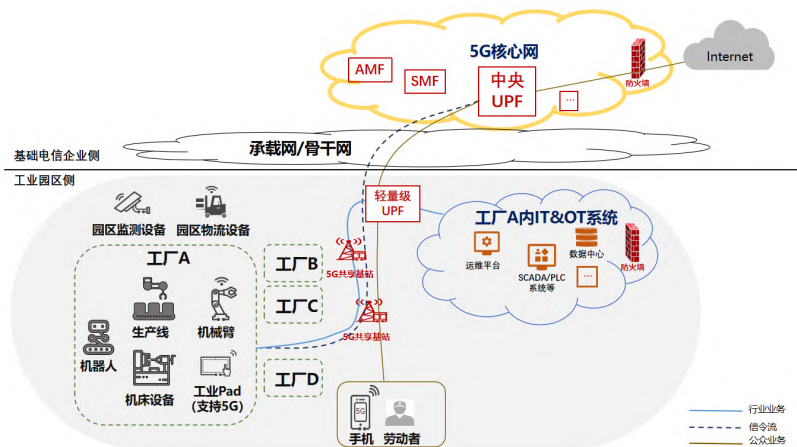


图 3 工业园区 5G 组网模式示意图

## 2. 确保企业数据不出园区

工业园区内需要基于数据本地分流、数据不出园区、企业专网应用等场景，确保数据统一从园区用户面卸载，实现数据的本地化处理与增强，确保企业生产数据的安全与私密，从而达到园区“数据不出厂”的目的，满足了工业企业对数据安全的要求。

## 3. 提升云一边一端算力网络共享能力

将工业终端接入 4/5G-MEC 企业专网，并通过 MEC 将计算资源下沉到 5G 网络的边缘，结合人工智能、大数据等技术，引导企业将企业专网应用迁移至边缘云使用边缘云计算服务，进一步为终端应用赋能，实现计算边缘化，提升云一边一端算力网络共享能力。

### （三）典型应用场景实践路径与经验做法

#### 1. 打造重要技术创新高地的引领区

苏州工业园区积极引入创新机构，培养创新型人才，组织实施工业 5G 芯片、模组、网关等重大技术攻关和试验，在可定制 5G 核心网、5G 与 PLC/DCS 系统融合以及 5G 工业融合终端研发、测试方面着重发力，充分探索融合关键技术创新和融合终端研发。

#### 2. 打造互联互通体系的样板区

苏州工业园区面向工厂海量设备连接和数据高质量应用的需求，支持异构网络信息互操作标准体系构建，支持建设多层级信息模型应用体系，加大工厂级信息模型研发及应用力度，加速工厂数据汇聚，打破工厂内部的信息孤岛。

#### 3. 打造 5G 垂直行业融合应用的示范区

苏州工业园区建立“5G+ 工业互联网”融合应用场景库，引导企业立足发展需求，打造一批行业领先的“5G+”优秀场景，通过 5G 融合应用场景规模化示范、特色化探索，实现机器视觉、辅助装备、远程运维、智能物流等典型应用场景示范，助力远程控制等渗透到核心生产环节的应用场景培育。与此同时，支持打造 5G 工厂，不断推动 5G 应用场景“由点到线”全面示范和商业化探索。依托垂直行业典型应

用场景，大力培育典型解决方案供应商。

#### 4. 打造新型产业生态的集聚区

苏州工业园区围绕国家区域发展战略，引入 5G、工业互联网领域重大项目，加速产业生态集聚，发挥产业规模效应，探索“5G+ 工业互联网”建设、运维、管理新模式，培育催生新业态。通过以 5G 为代表的新一代信息通信技术的带动作用，进一步提高工厂内设备联网率，加速企业数字化转型进程，带动新一轮产业转型升级。

#### 5. 打造公共服务模式的先行区

苏州工业园区通过建设“5G+ 工业互联网”公共服务平台，加强产业监测、供需对接、测试验证、评估服务等。“5G+ 工业互联网”公共服务平台由苏州市工业和信息化局、苏州工业园区经济发展委员会、苏州移动、中移（上海）产业研究院四方共建，汇聚工业互联网应用服务场景，构建产业多维数据治理体系，打造工业服务的一站式窗口，持续推动制造业数字化、网络化、智能化、高端化、服务化发展，为先进制造业高地建设提供支撑。平台立足苏州，对外提供涵盖应用市场服务、供需对接服务、产业数据服务、产业全景服务等功能。为“5G+ 工业互联网”网络建设、技术突破、示范应用、产业发展提供支撑，充分释放各产业主体探索应用的活力。强化资金、技术、人才供给，推动政、产、学、研、用形成发展合力，引导各类社会主体加大投入，形成发展良好氛围。

## 四、结语

本文从“5G+ 工业互联网”技术推进工业园区新型工业化进程的角度，提出网络架构和典型应用场景，并以苏州工业园区为例，总结“5G+ 工业互联网”在助力工业园区加速新型工业化进程中的典型做法和有效实践，为新型工业化产业示范基地的演进升级提供参考，并提出如下推进建议：



一是强化园区网络架构与标准研究。利用相关标准协会、产业联盟等平台的资源聚集效应,面向工业互联网新业务、新模式、新业态,研究适合不同行业、大中小不同企业的园区网络架构,推动IT-OT融合架构在园区网络落地,支持相关技术标准、管理规范、建设指南的制定,引导园区内企业和部门的用标、贯标,支撑标准化的互联互通和互操作。

二是加快新技术在园区的应用部署。把握5G、边缘计算、确定性网络等新技术在行业应用发展的窗口期,推动新技术在园区内多场景、多环节的部署,加快园区网络的技术探索和应用创新。通过与“5G+工业互联网”先导区相结合,打造大中小企业5G应用网络基础,加速中小企业的数字化转型升级。

三是充分发挥地方能动性,打造园区网络标杆样板。引导地方投入财政支持资金,重点支持服务中小企业的公有园区网络建设。将工业互联网园区网络建设,与各级园区招商引资环境优化相结合,广泛带动企业和社会资本投入。支持建设具有地方特色、产业特色的园区网络标杆项目,开展面向中小企业的网络互连试点示范,带动园区企业集群整体实现数字化水平提升。

四是全面调动企业积极性,探索多种产业模式。推动园区网络建设方、运营方、维护方、使用方明晰分工和责任边界,拉长产业链。鼓励工业企业、运营商、园区管委会、网络集成商、云服务供应商、设备制造商等各方参与园区网络建设,壮大产业生态。通过开展面向大中小企业的各类园区网络试点示范,引导产业各方联合探索网络建设路径和协同合作模式,孵化培育成熟商业模式。

#### 参考文献:

- [1]金壮龙.加快推进新型工业化[J].新型工业化,2023,13(3):1-5.
- [2]曾振,周剑峰,肖时禹.产城融合背景下传统工业园区的转

型与重构[J].规划师,2013,29(12):46-50.

- [3]樊森,景浩盟,录天凤,等.我国工业互联网园区建设及发展建议[J].信息通信技术与政策,2022(10):15-18.
- [4]工业互联网产业联盟.工业互联网园区网络白皮书[R/OL].(2020-04-22)[2023-03-31].<http://www.aii-alliance.org/index/c316/n50.html>.
- [5]于青民,黄颖,汪卫国,等.“5G+工业互联网”行业应用综述[J].电信科学,2022,38(S1):36-42.
- [6]刘洁.面向工业园区的5G垂直组网类服务探讨[J].移动通信,2020,44(1):38-43.
- [7]余思聪,黄颖,刘阳,等.工业互联网信息模型发展现状及趋势研究[J].信息通信技术与政策,2020(6):36-41.

#### 资助项目:

国家重点研发计划“面向5G工业应用质量保障关键技术研究”(项目编号2021YFF0600300)

#### 作者简介:

于青民,中国信息通信研究院技术与标准研究所,高级工程师,硕士,研究方向:5G+工业互联网、复杂系统建模与优化领域的相关技术、标准化;

汤立波,中国信息通信研究院技术与标准所副所长,正高级工程师,博士,研究方向:个人信息保护、工业互联网、电信和互联网技术等;

张恒升(通信作者),中国信息通信研究院技术与标准所产业互联网研究部副主任,高级工程师,硕士,研究方向:工业互联网、TSN等,电子邮箱:zhanghengsheng@caict.ac.cn;

李宗祥,中国信息通信研究院技术与标准研究所,工程师,硕士,研究方向:工业互联网、5G+工业互联网领域;

姬晴晴,国家工业信息安全发展研究中心科技发展处,工程师,公共管理硕士研究生,研究方向:数字经济、数字化转型、软件产业等领域。