



# 工业互联网： 走深向实，助力数字经济发展



作为直接服务工业的数字经济发展新赛道，工业互联网已经应用到原材料、装备制造等37个国民经济重点行业，应用场景正在由销售、物流等外围环节向研发、生产控制、检测等内部环节延伸。

**徐晓兰**  
全国政协委员、中国工业互联网研究院院长



◎本报记者 刘艳

“发展工业互联网，搭建更多共性技术研发平台，提升中小微企业创新能力和专业化水平……”今年，工业互联网被再次写入政府工作报告。

3月10日，带着11份建议上会的全国政协常委、中国工业互联网研究院院长徐晓兰接受科技日报记者采访时说：“作为直接服务工业的数字经济发展新赛道，工业互联网已经应用到原材料、装备制造等37个国民经济重点行业，应用场景正在由销售、物流等外围环节向研发、生产控制、检测等内部环节延伸。”

“十四五”时期，我国工业互联网行业将在平台创新升级、行业深度赋能、新兴技术融合应用、生态体系构建等方面迈上新台阶。

## 我国工业互联网发展呈现“体系化”特征

什么是工业互联网？在中国科学院院士梅宏看来，工业互联网是重塑工业生产制造与服务体系，实现产业数字化、网络化、智能化发展的重要基础设施，具有多学科交叉、多应用驱动、多技术融合的内涵。

美国、欧洲和亚太是当前工业互联网平台发展的焦点地区。虽然各国对工业互联网的定义有所区别，但在目标、方向、体系架构等方面可谓殊途同归，均强调数据与工业的深度融合。

浪潮集团董事长兼CEO肖雪介绍，美国、德国等国家历来对工业互联网高度重视，美国发布《美国先进制造领导力战略》，并成立数字制造与设计创新中心重点支持先进制造工厂。德国将信息物理系统(CPS)作为工业4.0的核心，十分看重数据在数字化转型中的重要作用。

“各国工业互联网的推进路径亦有所差异。美国强调以新一代信息技术为主导赋能产业，实现自上而下的推进。以德国为代表的西欧国家工业化、高端制造全球领先，自下而上地发展工业互联网。我国在工业互联网发展上的显著特征则是‘体系化’，在制造企业和信息通信企业两端发力。”肖雪说。

在肖雪看来，我国工业互联网发展取得的积极进展表现在几个方面：政策体系逐步完善；网络体系加快建设，工业互联网标识解析体系实现了从0到1的突破；平台体系快速壮大；安全体系逐步构筑；融合应用不断深入，并形成智能化制造、网络化协同、服务化延伸、个性化定制、数字化管理五大典型模式；产业生态集聚效应初显；“5G+工业互联网”融合发展创新活跃。

《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》中提到，“推动互联网、大数据、人工智能等同各产业深度融合，推动先进制造业集群发展”“系统布局新型基础设施，加快第五代移动通信、工业互联网、大数据中心等建设”。

肖雪认为，数字工业化、工业数字化和数据智能是实现工业互联网预期发展目标最需要突破的关键点，同时，应加快工业基础设施建设，推进设备链接与大数据运用能力，以企业为主导，充分发挥“数据+AI”价值，实施智能化改造。

## 发挥在数字经济“下半场”的支撑作用

中国社会科学院经济研究所所长黄群慧指出，以工业互联网为代表的新型基础设施是我国形成新发展格局的必要条件之一，能够切实促进我国制造业高质量发展，为我国“双循环”新发展格局提供强有力的支撑。

数字经济作为推动生产力发展的重要经济形态，被写入2020中央经济工作会议报告，其中有效发挥产业数字化、数字产业化以及数据价值是其核心内涵。

“作为第四次工业革命的重要基石，工业互联网为产业数字化提供了关键基础设施支撑和产业生态基础，成为数字经济创新发展发展的关键支撑，推动数字经济进一步向实体经济更多行业、更多场景延伸。”徐晓兰说。

随着数字经济在实体经济中的持续融合渗透，产业数字化发展的潜力巨大。据相关机构测算，产业数字化占数字经济比重已超过80%，成为数字经济发展的主导力量，数字经济的发展已经进入“下半场”。

对于如何有效发挥工业互联网在数字经济“下半场”中的关键支撑作用，徐晓兰提出三点建议：首先，继续强化政策引导，加大对产业支持力度，加速产业数字化过程中的重点产业培育，支持工业互联网企业做强做优，培育一批工业互联网技术创新企业、系统解决方案供应商和运营服务商，打造一批可复制、可推广的发展模式和典型应用场景。

其次，进一步加大技改资金投入，将技改资金从针对传统设备、技术的投入转向对产业基础数字化水平提升的投入，分阶段、分行业有序推进工业互联网的应用，助力产业数字化程度的进一步加深。进一步推动国家工业互联网大数据中心在全国范围内的体系化建设，构建工业数据资源管理体系，强化工业数据汇聚能力，更好地发挥基于数据的服务能力，夯实产业数字化发展基础。

此外，还要推动工业互联网领域的产融合作持续深化，加大产业基金的引导作用，确保社会资本流向工业互联网的关键领域，加大对新技术创新的支持力度，积极探索建立基于实时生产经营数据的征信系统，建立详实完备的企业动态信息库，更好地服务实体经济。

梅宏强调，各行各业千差万别，企业信息化水平参差不齐，发展工业互联网应该成熟一家企业落地一家企业，成熟一个行业落地一个行业，部署工业互联网应该以问题为导向。

梅宏说：“中国工业互联网的发展，还需要解决工业智能感知、工业互联与信息集成、工业大数据与工业智能、工业互联网柔性控制、工业互联网平台软件、工业互联网安全等6个关键技术方向的挑战。”

“以体系化培育夯实我国工业互联网产业基础。”徐晓兰建议，应聚焦工业互联网产业关键环节加强培育，着重加强对工业互联网硬件、软件和集成应用三大关键环节中的若干类别的培育。其中，硬件部分重点支持类别包括工业芯片、智能工控设备等。软件部分重点支持工业操作系统、平台化智能工业软件等。集成应用部分重点支持专业平台集成应用、工业SaaS开发与运营、工业安全集成服务等。

显然，工业互联网平台赋能中小企业数字化转型

## 深度赋能中小企业数字化转型

如徐晓兰所言，“中小企业数字化转型是制造业数字化转型的主战场，是促进产业基础高级化的关键。”

但不可否认的是，虽然我国中小企业借助工业互联网实现数字化升级已经取得阶段性进展，但中小企业的转型发展有自身的特色和内驱逻辑，同时也存在基础薄弱、资金缺乏、人才贫乏等实际挑战，中小企业的发展潜力尚未得到充分激活。

据来自山东省、江苏省、湖南省、广东省、重庆市的684家中小企业的调研数据，仅不到10%的中小企业处于深度应用阶段，超过60%中小企业数字化设备连接率低于40%，近50%中小企业信息系统覆盖率低于40%，设备联网率低于40%，我国中小企业数字化转型尚处于初级阶段。

显然，工业互联网平台赋能中小企业数字化转型尚不深入。

从供给端看，工业互联网服务商应用云化和平台化进展缓慢。工业软件服务商偏重线下服务，多数产品应用未实现微服务化的解耦与重构，在数据智能、敏捷开发、高效运营、移动协同等多项能力方面存在严重发展滞后。

从需求端来看，企业应用平台尚处于浅层次，数据功能和工业App等均处于浅层次应用水平。中小企业实现常规能力提升，但产品创新、模式创新和技术创新能力提升成效尚未凸显。

“亟须推动专精特新‘小巨人’量质齐升，做实、做深、做优制造业生态；构建多层次工业互联网相关公共服务体系，推动中小企业上云上平台；加快推广新兴技术应用和业务场景融合，提升平台服务中小企业能力；构建工业互联网产业生态，推动大中小企业融通发展；完善工业互联网平台核心技术标准体系，推动平台间互联互通。”徐晓兰说。

梅宏说：“随着工业互联网技术、标准、形态的不断发展成熟，工业互联网最终将在制造、能源、交通、医疗等行业深度应用融合，并带来革命性的产业变革。”

谈及《工业互联网创新发展行动计划(2021—2023年)》提出的11项重点行动和十大重点工程，肖雪说：“它们锁定了工业互联网发展中的深层次难点、痛点。但是国内工业企业首先要完成企业数字化补课(产业基础再造工程)，面向数据场景、需求等先完成设备联网、企业信息化，从而实现数据互联互通。”

尽管工业互联网使工业经济各要素资源高效共享，催生了全新的工业生产方式与企业形态，但梅宏指出，工业互联网在应用上还没有固定模式，技术落地面临诸多现实困难，接下来的发展需要“蹄疾步稳求实效”，需要技术与应用两手抓。

梅宏强调，各行各业千差万别，企业信息化水平参差不齐，发展工业互联网应该成熟一家企业落地一家企业，成熟一个行业落地一个行业，部署工业互联网应该以问题为导向。

梅宏说：“中国工业互联网的发展，还需要解决工业智能感知、工业互联与信息集成、工业大数据与工业智能、工业互联网柔性控制、工业互联网平台软件、工业互联网安全等6个关键技术方向的挑战。”

“以体系化培育夯实我国工业互联网产业基础。”徐晓兰建议，应聚焦工业互联网产业关键环节加强培育，着重加强对工业互联网硬件、软件和集成应用三大关键环节中的若干类别的培育。其中，硬件部分重点支持类别包括工业芯片、智能工控设备等。软件部分重点支持工业操作系统、平台化智能工业软件等。集成应用部分重点支持专业平台集成应用、工业SaaS开发与运营、工业安全集成服务等。

梅宏说：“中国工业互联网的发展，还需要解决工业智能感知、工业互联与信息集成、工业大数据与工业智能、工业互联网柔性控制、工业互联网平台软件、工业互联网安全等6个关键技术方向的挑战。”

“以体系化培育夯实我国工业互联网产业基础。”徐晓兰建议，应聚焦工业互联网产业关键环节加强培育，着重加强对工业互联网硬件、软件和集成应用三大关键环节中的若干类别的培育。其中，硬件部分重点支持类别包括工业芯片、智能工控设备等。软件部分重点支持工业操作系统、平台化智能工业软件等。集成应用部分重点支持专业平台集成应用、工业SaaS开发与运营、工业安全集成服务等。

## 杨元庆代表： 5G和工业互联网将高度融合

### 代表委员划重点

◎本报记者 刘艳

“工业互联网是新一代信息技术与制造业深度融合发展的产物，既是制造强国的核心支撑，也是网络强国的重要内容，对实现‘十四五’规划具有重要的战略意义。”全国人大代表、联想集团董事长兼CEO杨元庆对科技日报记者说，“提升产业链现代化水平，推动经济高质量发展、构建新发展格局离不开工业互联网的关键支撑。”

杨元庆指出，工业互联网是提升产业链供应链现代化水平、增强产业链供应链自主可控能力的重要抓手；工业互联网的发展有助于推进供给侧改革，以高质量的供给来促进和创造消费需求，激发超大规模市场的活力，扩大内需，把国内大循环的基础打造得更加扎实，为构建新发展格局提供重要支撑；工业互联网领域关键核心技术的突破有助于强化国家战略科技力量。

根据工业和信息化部印发的《工业互联网创新发展行动计划(2021—2023年)》，未来3年，我国将在网络、标识、平台、安全等领域一批关键技术上实现产业化突破；工业软件、工业控制系统等的供给能力将明显增强；基本建立统一、融合、开放的工业互联网标准体系。基础创新能力的突破，将在更深程度上支撑我国创新发展，为新技术、新业态、新模式的落地生根提供肥沃土壤。

在杨元庆看来，我国发展工业互联网的优势十分明显，完备的工业体系和强大的制造业产业集群带来了丰富的工业互联网应用场景及潜力深厚的市场。同时，在物联网、云计算、VR/AR和基于大数据的人工智能等工业互联网核心技术地位，我



受访者供图

国的研发水平和应用规模均处于世界领先水平，有力地支撑了工业互联网的发展。

2018年，“发展工业互联网平台”被首次写入政府工作报告，随后，我国工业互联网呈现蓬勃发展态势。据工业和信息化部统计，目前我国具有一定行业、区域影响力的工业互联网平台已超70个，广泛应用到30多个国民经济重点行业，连接工业设备数量达4000万台套。

走过3年的起步发展期，中国工业互联网网络支撑能力显著提升、融合应用加速纵深拓展、产业带动效应不断增强，已初步建成工业互联网基础设施和产业体系，打造了一批高水平的公共服务平台，培育了一批龙头企业和解决方案供应商。

在这个过程中，“5G+工业互联网”在制造业的融合应用备受产业界关注。

目前，我国“5G+工业互联网”融合创新建设项目已超过1100个，在制造业、航空、钢铁、矿业、港口等行业实现了率先发展，已经涌现出数据采集和感知、高清视频、机器视觉、精准远程操控、现场辅助、数字孪生等6类典型应用场景。

“随着应用场景加速拓展，政策支持力度持续加大，短板弱项逐步补齐，5G和工业互联网将实现更广范围、更深程度、更高层次的融合发展。”杨元庆说。

## 智慧工厂：此地无人胜有人

### 黑科技

◎本报记者 刘艳

随着工业互联网时代的到来，智能制造已成为大型工厂的典型特征。

传统的制造工厂需要工人们凭借经验来判断生产设备的运行情况，设备损坏了才停机维修。

如今智慧工厂所运行的大量工业设备，却可以通过实时感知的数据明确产品物料情况，故障所在位置。生产过程中所有因素都能被精确控制。

品质检测一直是制造工厂一道繁重琐碎的工序，也是阻滞其智能化的痛点，以前这个环节更多凭借工人的经验，效率低下。而自动化机械手和视觉识别技术的出现，让这一质检难题轻松化解。在精密制造行业，机器视觉已经被用于检测加工零件表面划痕、凹陷等。

在高速率、海量接入的5G技术支撑下，自动化生产线上的传感器数据可以实现本地收集、本地管理，工程师可以在后台利用这些实时数据进行海量大数据分析，以此预测和监控设备运行的稳定性。

在智慧工厂依托物联网、大数据、人工智能、5G等新技术构建的生产链上，各项技术彼此关联、协作，才能发挥更大的价值，

“个人英雄主义”没有存在的空间。

武汉基地是联想自有工厂中最大、最先进的产业基地，它装备了联想自主开发的业界首条5G IoT自动化组装线——“量子线”。走进武汉基地，只见机器有条不紊运行，却见不到一个人影。

据全国人大代表、联想集团董事长兼CEO杨元庆介绍，这条生产线应用了5G云网融合、IoT、3D仿真、Face ID、数字孪生等先进技术，涵盖了手机组装、产品测试和质量检验等工艺环节。

“生产线上所有的机器运行和人工操作的轨迹数据都可实时上传，再利用人工智能算法进行大数据分析，辅助决策，在增强生产灵活性的基础上，提升了产品质量，使产品交付效率提高了20%以上。”杨元庆说。

还有65台自动货运机器人以11条线路全自动运行于厂区，每1.5小时配送13000多种原料，它会躲避人员和障碍，整个运行过程无需任何人工干预。

这里还能看见“数字孪生”技术对生产过程的全面模拟，使生产线未动，优化就已先行，不必再像过去一样让生产线跑起来再进行“试产”，而是直接让生产线进入最优的状态。

未来，这或许会是新型智慧工厂的常态。

本版图片除标注外均由视觉中国提供



“十四五”  
科技看点