

# 发挥信息化创新引领赋能全域作用 着力推进产业数字化转型



赛迪智库信息化与软件产业研究所  
许旭、鲁金萍、王蕤、王婧、王珂飞、  
黄向前

“十四五”时期，新一轮科技革命和产业变革带来的影响前所未见，信息化发展面临重大机遇，加速步入智能互联、融合创新、全域赋能阶段，引领创新、驱动转型、助推高质量发展的主导作用更加凸显。

## “十四五”时期我国信息化发展重点方向

“十四五”时期，我国信息化发展面临新阶段、新机遇、新挑战、新问题等一系列新情况，应该立足于服务国家战略大局，以充分发挥信息化创新引领、赋能全域作用为主线，统筹考虑安全与发展、自主与开放、政府与市场、城市与乡村的关系，着力补齐短板和前瞻布局，加强信息领域核心技术创新突破和产业化；着力推进产业数字化转型，培育经济发展新动能；着力以信息化稳定和扩大就业，增进民众福祉；着力推进数字政府建设，推进国家治理体系和治理能力现代化；着力扩大信息消费有效供给，释放内需潜力；着力缩小数字鸿沟，统筹推进数字乡村和智慧城市建设。进一步优化信息化发展环境，持续释放数字红利，让信息化更好造福国家和人民，为全面开启社会主义现代化新征程提供强大动力。

(一) 加强信息领域核心技术创新突破和产业化

遵循技术发展规律，体系化梯次推进信息领域技术创新突破，促进产业应用与研发创新有序衔接。一是加快核心技术补齐短板。提高基础软件和重点应用软件自主研发水平。以云计算为突破口，推进云操作系统、嵌入式操作系统、数据库系统及相关领域的应用软件研发。依托工业互联网平台，大力发展面向重点工业领域工业软件。二是强化战略性前沿技术布局。着眼长远发展，

建立关键共性技术体系，加快提升人工智能、虚拟现实、无人驾驶、区块链、量子通信等自主创新能力，稳步推进量子计算、卫星互联网、类脑计算等新技术布局。三是建设先进的信息产业体系。提高产品服务附加值，推动信息产业向价值链高端迁移。围绕5G规模商用发展信息通信业，加快信息服务向5G演进升级，推动面向未来应用场景的有线与无线通信融合发展。大力发展电子信息制造业，注重集成电路、人工智能、高清显示、物联网等产业链构建，推动产品、模式、业态创新涌动，做大做强软件与信息服务业，强化技术投资保障和开源生态构建。四是打造协同发展的产业生态。推动创新链、产业链和价值链的协同互动与高效衔接，引导和支持产学研深度融合，畅通基础研究与技术创新转化通道，推动龙头企业双创平台建设，打造大中小企业协同共生的“双创”新格局。

(二) 推动新型基础设施的部署建设与演进升级

充分发挥新一代信息技术的牵引作用，统筹部署泛在感知的网络设施，有序推进新型基础设施与传统基础设施融合发展。一是全面加快5G商用部署。加强5G网络建设，实现城市、县城和乡镇的全覆盖。加快产业化进程，加大5G研发和创新支持力度。推动5G与垂直行业深度融合，探索新需求、新技术、新模式，

重点开展关键技术研发与应用示范。二是升级窄带物联网技术应用。围绕NB-IoT产业核心环节，研究物联网平台化智能感知终端平台系统架构技术、多源感知信息智能处理的软硬件融合片上系统技术等。三是推动工业互联网纵深发展。以平台为中心，辐射带动工业互联网全链条发展，通过平台的建设迭代牵引数据采集、网络接入、安全防护、应用开发等各产业链条协同发展，带动提升平台供给能力。以应用为先导，循序渐进打造多层次平台体系，建立涵盖生产全流程、全环节的一系列平台解决方案。

(三) 建立互惠共享、安全高效、开放有序的数据资源体系

信息化开启以数据的深度挖掘和融合应用为主要特征的智能化阶段，应加快建设高质量的数据资源体系，全面推进数据资源的开放共享和开发利用，充分挖掘数据资源价值。一是持续完善基础数据库，加快重点领域主题数据库。建立动态更新的政务信息资源目录体系，推动形成开放统一的部门大数据体系。二是加大跨部门跨层级跨区域数据共享协调力度，推动建立跨部门跨层级跨区域数据共享机制。持续建设完善国家数据共享交换平台。三是发挥国家和地方开放数据门户网站作用，推动公共数据资源适度、合理地跨部门按

“十四五”时期，应立足于服务国家战略大局，充分发挥信息化创新引领、赋能全域作用。

需共享和向社会开放。四是加快制定数据资源确权、开放、流通、交易相关制度，完善数据产权保护制度。

(四) 加快推进传统产业数字化转型

一是强化顶层设计。研究制定推进制造业数字化转型行动指南。二是夯实转型基础。三是提升转型能力。推动制造资源云端迁移，加快高耗能、高价值、通用型工业设备上云用云，引导大型企业加快业务系统云化改造，推动中小企业业务云端迁移。加快制造能力平台化开放，依托工业互联网平台构建一批微服务资源池，加快制造资源和生产能力在线共享和优化配置。四是优化转型服务。五是创新转型机制。

(五) 扩大和升级信息消费释放内需潜力

以加快提升产业供给能力为重点，以优化信息消费环境为保障，大力推动信息消费向纵深发展，打造信息消费升级版，壮大经济发展内生动力。一是提升新型信息产品的供给能力，二是强化信息消费者赋能，三是完善信息消费发展环境。

(六) 统筹数字乡村与新型智慧城市融合发展

一是建立城乡信息化融合政策体系和工作机制，二是分级分类推进新型智慧城市建设，三是分类推进数字乡村建设。

制定“十四五”信息化发展规划，将信息化规划作为国家重点专项规划进行落实和推进。

三是大力引进海外信息化人才。建立全球招才引智平台，增设国(境)外招才引智机构，依托中国国际大数据产业博览会、世界互联网大会等展会、赛会引才集才。建立健全技术移民制度，为信息化领域高端人才引进开辟绿色通道，加大对来华工作许可、出入境、居留、住房、医疗、教育、社会保障等方面的支持力度。

(五) 深化信息化领域国际交流合作

一是坚持“走出去”，拓展国际市场。结合“一带一路”倡议等，加快开拓国际市场，输出优势技术和服务，形成一批具有国际竞争力的电子信息企业和产品。

二是坚持“引进来”，加强国际先进

技术学习。支持相关企业、高校和科研机构在信息化领域的关键技术方面开展国际合作研究，进行全球研发服务外包，在境外设立研发机构、开展联合研发，学习和借鉴国外先进技术和经验。

三是深化网络空间国际合作。积极

参与互联网领域安全保护国际条约，加强网络安全领域政策和法律互联互通，加强打击网络安全犯罪合作。积极参与制定跨境数据流动规则，参与相关国际谈判与合作，以安全、公平、高效的方式促进数据依法、有序、自由跨境流动，充分保障国家网络安全和个人信息安全。

## 以工业互联网为抓手 推动工业软件发展

国家数字化设计与制造创新中心北京中心主任 屈凯峰

以“CAX”为代表的工业软件是第三次工业革命即计算机技术与工业融合的核心产物。CAX包括CAD(计算机辅助设计)、CAE(计算机辅助工程)、CAM(计算机辅助制造)等。通俗地说，CAD是替代手工绘图，CAE是替代物理实验，CAM是实现生产自动化。在第四次工业革命即互联网技术与工业融合的过程中，“CAX”将演变为“IAX”，即互联网辅助设计(IAD)、互联网辅助工程(IAE)和互联网辅助制造(IAM)。

### 互联网推动工业软件大规模社会化应用

有需求就会有供给。中国制造业正在大规模转型升级，越来越多的企业比以往任何时候都更加注重关键核心技术的自主研发，孵化出大量的工业软件。首先，“关键核心技术是买不来的”，高端工业领域所需要的核心工业软件技术，国外商业软件不会提供，需要我们自主研发；其次，在广大中小制造业领域，企业需要“小、散、专”的工业软件，需要低成本、本土化、定制化开发，国外大型商业软件公司难以满足，国内新兴工业软件企业更有优势提供本土化精准供给。

互联网时代催生了新的需求、新的生产方式和新的商业模式。我们发展中国工业软件，不能照搬国外工业软件发展路径，不能“刻舟求剑”，我们要定位于用时代的技术，开发时代的产品，满足时代的需求。

首先，互联网创造出了新的供求关系，将催生巨大的增量市场。在需求端，互联网能够低成本、高效率地将大量中小企业对工业软件的“小、散、专”的需求汇集起来，以规模效应降低定制成本；在供给端，互联网能够同样低成本、高效率地找到能够满足中小企业“小、散、专”需求的工程师，以规模效应提高定制产出。

其次，互联网提供了新的软件供给形式。区别于传统大型软件的本地部署形式，互联网软件有IaaS(基础设施即服务)、PaaS(平台即服务)和SaaS(软件即服务)等多个层次。与本地部署的传统大型软件相比，互联网软件的多层次解耦和多层次复用特性，一方面使得软件最终使用价格得以大幅降低，另一方面使得软件开发能够形成大规模社会化协同。互联网化的工业软件，将是“PaaS大平台+APP小应用”的模式，将推动工业软件的大规模社会化应用。

最后，互联网技术与工业的融合，给中国工业软件的发展提供了开辟新赛道的机会。与前三次工业革命的追赶路径不同，在互联网驱动的第四次工业革命过程中，中国并不落后，甚至有机会领先。我们需要用“网络化带动数字化”，以新时代的新需求，驱动和培育新供给，实现技术的跨越式发展。中国在消费互联网领域，已经诞生出世界级的互联网企业。中国拥有全球最丰富的、最完善的工业体系和数量最多的工业企业，以及最大规模的工程师群体，一定能够孵化出世界级的工业互联网软件企业。

### 仿真APP满足互联网时代的需求

在众多工业软件中，IAE(互联网辅助工程)平台是实现计算机仿真技术普及应用的突破口，有企业已搭建了IAE，并将其称为“工业苹果/安卓”系统。“工业苹果/安卓”以一个统一强大的开放不开源的仿真引擎作为底层平台(仿真“操作系统”)，支持面向各种工业仿真应用场景的仿真APP开发和运行。

“工业苹果/安卓”借鉴了移动互联网时代手机的成功模式，是典型的互联网时代的产品。在软件架构上，摒弃了传统商业软件“封闭大系统”的模式，采用“操作系统+应用软件”的分层解耦模式，使主要依赖基础理论的“数学层”、依赖软件开发的“软件层”和依赖工业应用场景知识的“物理层”解耦分离，在技术上支持各个层面的分层协同开发。在商业模式上，放弃了“桌面操作系统时代”单纯的卖软件模式，而是创造多层次商业协作机制和平台，使数学层的求解器、物理层的专业场景化应用(APP)都能够实现大规模社会化交易和复用，调动起全社会各个层面的技术创新能力，用“众创、众包、共享”的生态化模式发展互联网时代的工业软件。

各行各业的工业APP将集中在“仿真APP商店”中呈现。对于工业企业用户来说，不用理解仿真操作系统和仿真APP的开发过程，不需要安装任何仿真软件，只需直接登陆“仿真APP商店”，就可以找到自己需要的仿真计算工具。仿真APP既可以在云平台上完成计算，也可以编译下载到本地长期重复使用。如果没有找到合适的APP，则可联系类似APP的开发者进行定制开发。

仿真APP具有明显的互联网产品特征。第一，软件云化，支持云开发、云计算、云存储；第二，无代码化开发，APP开发者不需要懂得编程；第三，小而专，不同于传统单机版工业软件“大而全”；第四，专用性强，融合了特定专业、特定产品的研发设计知识；第五，便于传播，可通过PC、手机等多种渠道分享传播。

每一个仿真APP都是物理世界中物理实体的数字孪生体。仿真APP不仅可以辅助产品研发，不断优化产品设计，还能给用户提供产品使用场景的仿真分析，更便于用户科学合理地使用产品。仿真APP就是数字世界里的“物体”，开发仿真APP就是在数字世界中“造物”。

基于上述平台，仿真APP使用者、开发者、平台建设者将协力创造全新的工业仿真生态体系。仿真APP使得包括中小企业在内的广大制造业企业能够高效、便捷地利用计算机仿真技术提高设计、制造和运行维护水平，创造仿真技术的“蓝海市场”。市场需求将带动起大批专业仿真工程师开发专业仿真APP，创造海量的数字孪生体。用互联网时代的技术，开发互联网时代的产品(互联网的仿真“操作系统”+仿真APP)，满足互联网时代的需求，从而开辟新的赛道，用“网络化带动数字化”，实现中国工业软件本土化发展。

## “十四五”时期政策措施建议

### (一) 完善信息化体制机制

一是持续完善信息化顶层设计。加强对新形势、新问题、新技术、新变革的战略研判，处理好网络安全和信息化发展的关系，制定“十四五”信息化发展规划和相关专项规划，将信息化规划作为国家重点专项规划进行落实和推进。

二是健全协同发展机制。在中央网络安全和信息化领导小组的统一领导和统筹部署下，建立健全协同推进机制，强化部门联动、央地协同，明确责任分工，细化工作任务，形成合作推进的工作格局。引导相关产业联盟、组织，建立完善合作机制和利益共享机制，推动技术、标准、政策等方面的资源对接和协同创新。

三是实施包容审慎监管，深入推进“互联网+监管”。对新产业、新业态、新商业模式，要按照鼓励创新原则，留足发展空间，同时坚守质量和安全底线，切忌简单封杀或放任不管。加强对新生事物发展规律研究，分类量身定制监管规则和标准。创新监管方式，依托国家“互联网+监管”系统，联通汇聚全国重要监管平台和政府履职过程中形成的数据，并归集到相关市场主体名下。探索推行以远程监管、移动监管、预警防控为特征的非现场监管，提升监管精准化、智能化水平。

(二) 加大财税金融政策支持力度

一是研究制定相关法律法规。加快研究制定电信法、个人信息保护法，重点围绕自动驾驶、服务机器人等细分领域，加快研究制定相关安全管理法规，为新技术的快速应用奠定法律基础。

二是研究建立人工智能伦理规范。

组织跨学科领域的行业专家、人工智能企业代表、行业用户和公众等相关方，开展人工智能行为科学和伦理等问题研究，建立伦理道德多层次判断结构及人机协作的伦理框架。

三是完善标准体系建设。以市场为导向，以企业为主体，以前瞻性和重大关键软件项目为重点，以提高软件产品质量和软件企业的软件工程能力为目标，调整优化软件标准体系，强化标准的实施监督，建立并完善软件质量管理体系和软件评估体系，推动信息化发展进程。

(四) 加强信息化人才队伍建设

一是完善信息化人才培养与激励机制。针对信息化领域急需紧缺人才，在重点院校、大型企业和产业园区，建设一批产学研相结合的专业人才培养基地，培养一批国际知名的信息化领域领军人才。推进适应我国信息化发展特点的人事制度、薪酬制度以及人才评价机制改革，鼓励和支持多渠道社会投资参与。

(三) 建立健全法律法规、伦理规范和标准体系

一是研究制定相关法律法规。加快研究制定电信法、个人信息保护法，重点围绕自动驾驶、服务机器人等细分领域，加快研究制定相关安全管理法规，为新技术的快速应用奠定法律基础。

二是研究建立人工智能伦理规范。

二是加快劳动者技能的数字化转型。面向在职人员、新成长劳动力、失业人员等群体，加大软件编程、大数据分析、工业软件、数据安全等数字技能培训规模。构建终身学习数字化平台体系，开发一批大规模在线开放课程平台，方便劳动者随时随地利用碎片化时间学习。

三是大力引进海外信息化人才。建立全球招才引智平台，增设国(境)外招才引智机构，依托中国国际大数据产业博览会、世界互联网大会等展会、赛会引才集才。建立健全技术移民制度，为信息化领域高端人才引进开辟绿色通道，加大对来华工作许可、出入境、居留、住房、医疗、教育、社会保障等方面的支持力度。

(五) 深化信息化领域国际交流合作

一是坚持“走出去”，拓展国际市场。结合“一带一路”倡议等，加快开拓国际市场，输出优势技术和服务，形成一批具有国际竞争力的电子信息企业和产品。

二是坚持“引进来”，加强国际先进

技术学习。支持相关企业、高校和科研机构在信息化领域的关键技术方面开展国际合作研究，进行全球研发服务外包，在境外设立研发机构、开展联合研发，学习和借鉴国外先进技术和经验。

三是深化网络空间国际合作。积极

参与

互联网领域安全保护国际条约，加强网络安全领域政策和法律互通互认，加强打击网络安全犯罪合作。积极参与制定跨境数据流动规则，参与相关国际谈判与合作，以安全、公平、高效的方式促进数据依法、有序、自由跨境流动，充分保障国家网络安全和个人信息安全。