

《“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》解读

工信部信息技术发展司

持续深化信息化与工业化融合发展，是党中央、国务院作出的重大战略部署，是新发展阶段制造业数字化、网络化、智能化发展的必由之路，是数字时代建设制造强国、网络强国和数字中国的扣合点。习近平总书记指出，信息化为中华民族带来了千载难逢的机遇，多次要求做好信息化和工业化深度融合这篇大文章。10月18日，习近平在中共中央政治局第三十四次集体学习时再次强调要促进数字技术与实体经济深度融合，赋能传统产业转型升级，催生新产业新业态新模式，为推进新时期两化融合指明了前进方向、提供了根本遵循。日前，工业和信息化部正式印发了《“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》（以下简称“规划”），全面部署“十四五”时期两化深度融合发展工作重点，加速制造业数字化转型，持续做好两化深度融合这篇大文章。

背景情况

“十三五”期间，国务院有关部门和地方政府部门大力推进两化深度融合工作，通过政策制定、标准推广、工程实施、试点示范等系列举措，推动我国两化融合发展水平稳步提升。融合发展政策体系不断健全，基于工业互联网的融合发展生态加速构建，个性化定制、网络化协同、服务化延伸等新模式新业态蓬勃发展，以两化深度融合为本质特征的中国特色新型工业化道路更加宽广，步伐更加坚定，成效更加显著。

“十四五”时期，是建设制造强国、构建现代化产业体系和实现经济高质量发展的重要阶段，两化深度融合面临着新形势、新任务、新挑战。当今世界正经历百年未有之大变局，国内发展环境经历深刻变化，新一代信息技术加速在制造业全要素、全产业链、全价值链渗透融合，持续引发技术经济模式、生产制造方式、产业组织形态的根本性变革。从总体看，我国两化深度融合发展仍处于走深向实的战略机遇期，正步入深化应用、加速创新、引领变革的快速发展轨道。大力推进信息化和工业化深度融合，推动新一代信息技术对产业全方位、多角度、全链条的改造创新，激发数据对经济发展的放大、叠加、倍增作用，对于新时期推动产业数字化和数字产业化，统筹推进制造强国与网络强国建设，具有重要战略意义。根据《中华人民共和国国民经济



和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，为深入贯彻落实党中央国务院关于深化新一代信息技术与制造业融合发展的决策部署，按照工业和信息化部“十四五”规划体系相关工作安排，编制形成《规划》。

总体考虑

《规划》立足新时期融合发展的历史方位，在衔接继承两化融合“十三五”规划目标任务的基础上，紧密结合推进制造业数字化、网络化、智能化的发展要求，以解决当前我国两化深度融合发展的关键问题为出发点和落脚点，充分考虑与现有政策配套协同，聚焦融合重点，突出系统布局，整合各方资源，明确“十四五”时期两化深度融合的发展形势、总体要求、主要任务、重点工程以及保障措施等内容，指导未来五年两化深度融合发展。具体来讲，《规划》编制坚持了四项原则：

一是坚持总体站位。国家第十四个五年规划和2035年远景目标纲要明确了2035年基本实现社会主义现代化的远景目标，将“基本实现新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化，建成现代化经济体系”作为重要目标之一。《规划》继续高举两化深度融合大旗，将推动融合发展作为构建现代化经济体系的实现路径，保持战略定力、深化思想认识，明确新时期两化深度融合的关键思路。

二是坚持问题导向。“十三五”期

间，我国两化融合发展取得了长足进步，但仍存在制造领域基础能力薄弱，行业、区域、企业间发展不平衡不充分，新模式新业态应用潜能未真正发挥，融合发展人才、资金、标准、监管制度环境等保障不完善等问题。《规划》在聚焦这些制约我国两化深度融合发展的现实问题以及问题背后深刻原因的基础上，以解决问题为指引，谋划下一步发展的主要目标和工作重点，集中全部力量和有效资源攻坚克难。

三是坚持守正创新。两化深度融合是信息化和工业化两个历史进程的交汇融合，要在遵循融合发展本质与规律的基础上，结合当前国内外发展形势的新机遇新挑战，以新认知指导新实践，推动融合发展迈向更广范围、更深程度、更高水平。《规划》结合融合发展的现况和趋势，坚持继承和创新相结合，既考虑与已有工作衔接，又体现前瞻性布局，凝练形成发展的主要任务和重点工程。

四是坚持统筹布局。两化深度融合作为系统工程，涉及单个企业的转型发展、产业链的优化升级乃至产业体系的整体重构，在发展的过程中应坚持统筹协调好各方力量，打好“组合拳”。《规划》针对不同企业、行业、区域融合发展水平的差异性，深刻把握新技术、新产品、新模式和新业态在不同行业领域的扩散路径和融合方式，系统绘制了新时期两化深度融合路线图，并充分调动各方积极性，加快构建开放融通的融合发展新生态。

发展目标

《规划》采用了定量目标和定性目标相结合的方式，提出了2025年两化融合发展的总体目标和5个方面的分目标。

在总体目标方面，到2025年，信息化与工业化在更广范围、更深程度、更高水平上实现融合发展，新一代信息技术向制造业各领域加速渗透，范围显著扩展、程度持续深化、质量大幅提升，制造业数字化转型步伐明显加快。选取了“全国两化融合发展指数”这一可以综合反映两化融合发展实际成效的定量指标，提出到2025年，全国两化融合发展指数达到105，相较于2020年提高约20。

在分项目标方面，围绕培育新模式新业态、加快产业数字化转型、夯实融合发展基础、激发企业主体活力、构建融合生态体系等5个方面的发展重点，分别明确了2025年的发展目标。围绕融合发展的关键环节提出定量目标，包括企业经营管理数字化普及率达80%，数字化研发设计工具普及率达85%，关键工序数控化率达68%，工业互联网平台普及率达45%。值得强调的是，工业互联网平台是支撑制造业全要素、全产业链、全价值链资源汇聚配置的新型基础设施，平台的应用普及是当前我国两化深度融合推进的重点、难点和关键点，也是全球主要国家的战略布局要点。对工业互联网平台普及率的监测统计，可以直观反映制造业生产方式和企业形态变革的进程，考察制造业数字化、网络化、智能化发展水平。

主要举措

《规划》紧扣“十四五”时期制造业高质量发展要求，以供给侧结构性改革为主线，以智能制造为主攻方向，以数字化转型为主要抓手，推动工业互联网创新发展，围绕融合发展的重点领域设置了五项主要任务、五大重点工程以及五个方面的保障措施。

五项主要任务：《规划》提出“76441”五项主要任务，即培育融合发展“七个模式”、探索“六大行业领域”融合路径、夯实“四大基础”、激发“四类企业”活力、培育“一个跨界融合生态”。其中，“7644”由2020年6月审议通过的《关于深化新一代信息技术与制造业融合发展的指导意见》中“6543”四项主要任务拓展而来，目的是更好地落实《指导意见》。具体来说：一是培育新产品新模式新业态。发展新型智能产品、数字化管理、平台化设计、智能制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸

（上接第1版）这是1992年出版的科幻小说《雪崩》中的街头一景。

大约30年前，读者们因赛博朋克流科幻作家斯蒂芬森创造出的光怪陆离而心驰神往。2021年的今天，读者们开始有机会“亲身”走入这个世界，去感受、去触碰、去经历眼前的精彩纷呈。

元宇宙，通向这个“大世界”的“小切口”便是“虚拟人”，即真实个体在虚拟世界的化身。2021年被称为元宇宙元年，元宇宙概念助推下，说2021年是“虚拟人”技术的觉醒年并不为过。

“虚拟人”的觉醒首先体现在资本层面。今年11月，网易CEO丁磊在财报电话会上表示：“网易在元宇宙相关技术和规则上，都做好了准备。”丁磊口中的“做好准备”，极有可能是基于网易在“虚拟人”领域日益完整的投资战略布局。

今年10月，网易成功领投“虚拟人”生态公司次世文化，该公司曾成功推出迪丽热巴虚拟形象“迪丽冷巴”，黄子韬虚拟形象“韬斯曼”等脍炙人口的“虚拟人”偶像。本轮对次世文化的20亿元重注，已经是网易今年以来第五笔针对“虚拟人”领域创新公司的投资了。今年年初，网易分别对虚拟形象技术公司Genies、“元宇宙”社交平台IMVU、美国直播公司Maestro和“微软Xbox”母公司—北京红棉小冰科技有限公司参与融资，“虚拟人”小创业生态链正逐步搭建，跃入众人眼帘。

与网易的一掷千金不同，在“虚拟人”赛道上，字节跳动和哔哩哔哩等互联网大厂的流量竞争策略昭然可见。2017年春天，一曲《达拉崩吧》让“虚拟歌姬”洛天依余音绕梁三尺，轻获粉丝百万，从此稳坐哔哩哔哩“虚拟一姐”宝座。看到“虚拟人”流量大蛋糕后，字节跳动于2021年7月入资乐华娱乐，为虚拟偶像团体“A-SOUL”的出道之旅保驾护航。

“虚拟人”的觉醒还映射在用户层面。腾讯、阿里巴巴等大厂面向游戏和零售市场用户，进行了一系列拓展操作：阿里巴巴推出天猫超市品牌虚拟形象“小铛家”，这位虚拟小主播不仅能直播带货，还能和观众互动，为天猫超市创下不小收益；腾讯旗下的王者荣耀虚拟男团“无限王者团”，则担负起与游戏玩家互动的重任，还为电影《紧急救援》演唱主题曲。智能语音赛道上，科大讯飞于今年10月发布“虚拟人交互系统1.0”，实现基于多模

态信息的情绪感知，在虚拟世界中打造助手或合作伙伴。

2021年，“虚拟人”还走向了寻常百姓家。深色戏袍，手摇折扇，京剧大师梅兰芳以“虚拟人”形象缓缓迈向观众，这是由北京理工大学等单位及团队共同发起的“虚拟数字人”项目。冬奥会前夕，央视首位AI手语主播正式亮相，为听障人士提供专业赛事解说。传媒另一隅，央视AI虚拟李生主持人“小小撒”等“虚拟人”主播亦纷纷觉醒，悄然撕开元宇宙一角。

“虚拟人”市场真的火了

无论是互联网大厂对“虚拟人”豪掷千金，还是高科技企业对“虚拟人”产品的持续推陈出新，似乎都在佐证一件事——“虚拟人”市场真的火了。

近年来，火遍全球的“虚拟人”不在少数。今年8月，英伟达CEO黄仁勋短短14秒的“虚拟人”演讲视频已经足够让全球疯狂。资讯公司量子位发布的《虚拟数字人深度产业报告》显示，到2030年，我国虚拟数字人整体市场规模将达2700亿元。根据ResearchAndMarkets研究，预计到2028年，全球虚拟活动市场规模将达到5047.6亿美元（约32707.44亿元），与虚拟人有关的活动市场规模正在不断扩大。

“主要是元宇宙概念带火了‘虚拟人’市场。”Nolo VR创始人张道宁对《中国电子报》记者坦言。不少人认为，元宇宙概念现在还浮于天上，凭己之力带火“虚拟人”市场并不是好事。但在张道宁看来，元宇宙的概念驱动“虚拟人”市场呈现出火爆局面，其实是一件很正常的事儿。

张道宁表示，很多新事物的发展都是先有概念，由概念推动产业进步。概念破裂之后，产业仍在进步，在进步到一定程度后，概念再重出江湖，与产业并肩发展。

元宇宙概念让“虚拟人”成为焦点，但事实上，这并不是“虚拟人”市场火热的唯一原因。一位业内人士向《中国电子报》记者表示，

“虚拟人”真的火了

数字经济的发展，以及包括人工智能、CG（计算机动画）、硬件等综合条件在内的技术突破都是促使“虚拟人”走红的原因。另外，在用户需求方面，动漫文化的发展和用户视觉体验需求推动“虚拟人”走红；营销层面，虚拟IP的营销活动策划也为市场再添一把火。

现阶段，伴随上游各环节技术逐渐成熟，下游商业变现渠道不断拓宽，“虚拟人”给用户带来了更强的参与感与可创造性。

元宇宙雏形似乎已经显现，虚拟与现实的边界正在模糊。此前，“虚拟邓丽君”与周杰伦、费玉清在舞台上隔空对唱，让新歌出旧韵、经典永流传；2020年9月，大象互动科技发展有限公司推出第一个Z世代虚拟达人Aimee；同年10月，蓝马马科技发布第一代超写实虚拟时尚博主琪拉(Qeelia)……

在AI驱动的“虚拟数字人”演进3.0阶段，智能交互与真实呈现正变得愈发明显。

沈阳向《中国电子报》记者指出，Vtuber（网站视频主）兴起带动虚拟直播的发展；由计算机虚拟合成的、高度逼真的三维动画人物，输入既有新闻文本，即可实时进行播报；虚拟数字人的发音、唇形、面部表情等与真人能够吻合；通过情感算法技术，虚拟数字人能够实现与人类高质量情感互动。

随着AI能力的进一步增强，继“拟人性”“同人性”特点之后，“虚拟人”会呈现“超人性”特点。沈阳对《中国电子报》记者解释道，这主要指虚拟世界中的“人”要去探索现实，会将“虚拟”实体化，再利用智能制造技术来组合成机器人，最终回到现实世界。

“虚拟人”制作之难

“虚拟人”作为元宇宙的关键要素，在与元宇宙适配的过程中需要整合多种高新技术，在关键节点上还要形成突破。

其中一大难点来自超写实“虚拟人”的制作方面。沈阳向《中国电子报》记者表示，超写实“虚拟人”要耗费巨大算力。每根头发都要像真人般清晰可见，因此每根头发光

线和运动轨迹的计算量都非常大。

北京理工大学光电学院教授、沉浸式交互动漫文化和旅游部重点实验室副主任翁冬冬同样向《中国电子报》记者提到了超写实“虚拟人”的制作之难。翁冬冬表示，人类对“类人”角色面部表情具有极强的感知能力，因此制作超写实“虚拟人”是计算机图形学领域中的难题之一。

另一难点来自智能交互。翁冬冬对记者表示，能够完整模拟人类行为为的“类脑智能”或“具身智能”尚处前期研究阶段，距离实际应用还有一段时间。基于此，如何让“虚拟人”理解环境、构建意图推理能力、构建学习能力等将成为人工智能领域最热门的研究课题。

还有一大难点来自与真人的完全智能化匹配。沈阳以微表情为例向《中国电子报》记者解释道，人的微表情有六七千种，在不同语境下，人的表情会发生变化。“虚拟人”的表情、嘴型、语音、内容等很难在如此复杂的情境下与真人完全匹配。

成本问题也是业界最关注的问题之一。沈阳指出，以三维建模为核心的场景技术、以智能语音理解为核心的交互技术、以情感计算为核心的感知技术、以动作捕捉为核心的行为技术，共同支撑起了虚拟数字人的构建。但沈阳也向《中国电子报》记者表示，使用这些技术制作一个“虚拟人”的成本很高，业界需要思考如何将“虚拟人”的制作成本大幅降低。

针对如何降低低成本“虚拟人”费用，咪咕方面提出了相关建议。咪咕表示，目前许多公司都在各自为战，所以国家需要出面推动相关平台建立，推动内容共享，鼓励各家企业主动开放自家内容。

除上述问题之外，包含1000亿数据量 and 知识图谱的知识系统，如何将“虚拟人”与机器人更好地结合，都是需要不断探索且充满挑战的领域。目前，沈阳教授及其团队正在对这些难题进行攻关，推动虚拟数字人在不违反现实世界法律及伦理规范的前提下实现发展。

等七大新产品新模式新业态。二是推进行业领域数字化转型。加快推进原材料、装备制造、消费品、电子信息、绿色制造、安全生产等六个行业和领域数字化转型升级。三是筑牢融合发展新基础。包括建设新型信息基础设施、提升关键核心技术支撑能力、推动工业大数据创新发展、完善两化深度融合标准体系等四大基础。四是激发企业主体新活力。包括培育生态聚合型平台企业、打造示范引领型骨干企业、壮大“专精特新”中小企业、发展专业化系统解决方案提供商等四类企业。五是培育跨界融合新生态。通过推动产业链供应链升级、推进产业集群数字化转型、深化产学研用合作、提升制造业“双创”水平等举措，打造融合发展新生态。

五大重点工程：围绕上述主要任务，设置了五项重点工程。一是制造业数字化转型行动，包括制定制造业数字化转型行动计划，制定重点行业领域数字化转型路线图，构建制造企业数字化转型能力体系等工作。二是两化融合标准引领行动，包括开展两化融合度标准制定与评估推广工作，打造两化融合管理体系贯标升级版，健全标准应用推广的市场化服务体系等工作。三是工业互联网平台推广工程，包括完善工业互联网平台体系，加快工业互联网平台融合应用，组织开展平台监测分析等工作。四是系统解决方案能力提升行动，包括打造系统解决方案资源池，培育推广工业设备上云解决方案，健全完善解决方案应用推广生态等工作。五是产业链供应链数字化升级行动，包括制定和推广供应链数字化管理标准，提升重点领域产业链供应链数字化水平，加快发展工业电子商务等工作。

五个方面保障措施：围绕保障措施的对性、有效性和可操作性，提出了5个方面的措施。一是健全组织实施机制，强化部际、部省、央地间协同合作，发挥科研院所、行业组织、产业联盟等多元主体的桥梁作用，确保规划有效落实。二是加大财税资金支持，充分利用重大专项资金等机制，探索建立多元化社会投入机制，落实好税收优惠政策，加强资金支持力度。三是加快人才队伍培养，加快建立多层次、体系化、高水平的人才队伍，打造产学研融合的人才培养模式，鼓励企业创新激励机制，充分激发人力资本的创新潜能。四是优化融合发展环境，建立部门间高效联动机制，放宽新产品、新模式、新业态的市场准入限制，强化知识产权保护，创造良好融合发展环境。五是加强国际交流合作，加强国际标准化工作，扩大制造业对外开放，落实“一带一路”倡议，加强融合发展“中国方案”的国际推广。

未来仍有巨大想象空间

AI性能的提升让“虚拟人”具备逼真的感知系统、感知形象和思维大脑，AI高效的计算分析处理引擎让多维信息的综合处理变得更为高效。在技术和场景等要素的浇灌下，如同一座金矿的“虚拟人”有望乘元宇宙东风形成生态，汇聚全球开发者和IoT厂商，展现出更大的生机与可能性。

元宇宙时代来临，技术环境让虚拟数字人发展迎来利好。沈阳表示，计算机视觉、深度学习和语义理解技术不断进步，3D成像传感器和VR技术日益成熟。物联网时代下，算力提高与通信速度的加快，都为虚拟数字人的发展提供了技术保障。

得益于技术进步，“虚拟人”展现出多域化渗透趋势，在文娱、服务、教育、公共和营销等领域都有用武之地，正在为各领域的发展提供条件。以人机交互场景为例，“虚拟人”的加入使信息传递在语音交互基础上实现了可视化。科大讯飞有声平台总经理部静文在接受《中国电子报》记者采访时表示，“虚拟人”具备的多元化、个性化和情感表现等特点，将拓宽智能语音赛道，让智能语音拥有更多应用方向和场景，反向驱动人工智能拥有更高智能化表现。

总体来看，目前“虚拟人”在To B市场有两个导向。部静文向《中国电子报》记者谈道，To B市场中，功能需求是第一个导向。部静文表示，在媒体和金融领域，“虚拟人”更多承担一些功能上的作用，比如辅助主播进行新闻播报，或是担任业务人员的客服引导等。第二个导向是成为品牌IP。作为品牌的虚拟IP，“虚拟人”会提升企业的品牌辨识度，成为虚拟偶像和虚拟代言人，这些场景又会影响到To C场景。

“虚拟人”作为元宇宙产业的重要一环，在未来五年将是各巨头的兵家必争之地。翁冬冬向《中国电子报》记者表示，构建元宇宙无法使用当前的真实演员进行直接内容生产，而是要将演员进行三维数字化，来满足元宇宙系统中用户对三维沉浸式交互体验的需求。基于此，翁冬冬认为，未来五年，围绕“虚拟人”构建、智能驱动、新型交互模式的新技术公司将得到快速发展，而“虚拟人”教师、“虚拟人”客户服务甚至“虚拟人”伴侣等应用将陆续涌现，成为行业热点。