



刘多,中国信息通信研究院院长、教授级高级工程师,主要从事信息通信及融合领域的研究。

# 全球数字科技发展与产业变革

刘多

中国信息通信研究院,北京 100191

新一轮科技革命和产业变革方兴未艾,数字技术仍是创新最活跃、带动性最强的领域,是未来相当长时期内驱动经济社会变革的主导力量。数字技术与实体经济深度融合正加速产业数字化转型,推动数字经济进入发展新阶段。

## 1 全球数字科技进入融合创新活跃期

当前,数字科技正发生深刻变革。单一技术升级潜力逼近天花板,应用需求增速远超技术供给能力,跨界融合不断深化。既需要加强理论性、基础性创新,突破既有技术体系瓶颈,更需要面向需求增长加快应用深度优化升级,新一代无线移动通信、人工智能、区块链、量子计算等成为重要发展方向。

1) 新一代无线移动通信技术持续演进,加速驱动垂直行业深度融合。我国5G已进入规模商用阶段,基本实现地级市网络覆盖,截至2020年9月累计建设5G基站69万个。在满足网络深度覆盖的同时,5G将进一步推动远程医疗、工业互联网和车联网等垂直行业应用成熟。在此基础上,6G有望进一步拓展物联网的领域和范畴,并与人工智能、大数据等信息通信(ICT)新技术深度融合,实现由“万物互联”向“万物智联”转变。展望未来,新一代无线移动通信技术正向更加融合、更加智能、更加开放和更广覆盖方向演进,ICT(通信-信息-数据)的深度融合将形成新一代网络信息技术创新的倍增效应,人工智能加速推动网络进入智能化时代,开源开放有效释放网络信息技术创新活力,天地一体化全面拓展网络信息技术发展空间(图1)。

收稿日期:2020-11-09;修回日期:2020-12-17

引用格式:刘多. 全球数字科技发展与产业变革[J]. 科技导报, 2021, 39(2): 57-60; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2021.02.013

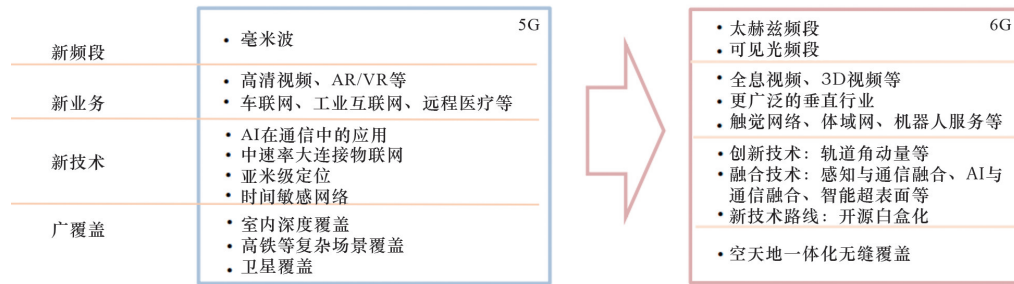


图1 5G到6G的技术演进

2) 人工智能技术寻求突破,产业仍在发展早期。以深度神经网络为核心的算法技术进入释放期,开源框架等核心平台刚刚步入高速发展阶段,但整体产业规模与移动互联网仍有100倍以上的差距。技术层面,人工智能已步入感知时代,图像识别和语音识别逼近人类水平,但距离认知时代仍有较远差距。当前,深度学习正试图从多角度提升数据质量和规模,结合知识图谱、融合多源数据等方式进行融合创新,以弥补对数据依赖、推理解释的局限性。产业层面,人工智能产业应用从谋求单点技术的“极致”向场景化综合生态发展,即以场景化、工程化为显著特点,构建综合生态。

3) 区块链技术逐步成熟,赋能实体经济成为主航道。区块链作为一种分布式的网络数据管理技术,是数字技术创新发展的重要领域。区块链技术不断成熟,产业界更加注重解决区块链运行速率、存储规模、互联互通、安全可靠等工程化问题。据中国信息通信研究院(以下简称中国信通院)测算,2013年至今,区块链全球专利申请量为3.5万个,智能合约安全、共识机制、互操作性等成为技术热点。区块链应用正加速向各领域扩展,已覆盖生产协同、流通管理、产融管理、数字金融等环节,为实体经济提供数字化服务。据IDC测算,2019年全球区块链市场规模达29亿美元,同比增长88.7%,但整体规模仍然偏小。

4) 量子计算多种技术路线并存发展,应用探索成为关注焦点。当前,量子计算正处于工程实验验证和原型机研发的技术攻坚期。原理样机研发由Google、IBM、Honeywell、IonQ、D-Wave等科技公司和初创企业主导,近期在物理比特数量和量子体

积等指标上屡创新高。其中,超导和离子阱路线暂处领先备受关注,但仍未实现逻辑比特的突破和技术路线的收敛。与此同时,基于当前可用的中等规模含噪量子处理器(NISQ)样机,量子计算在分子化学、机器学习、组合优化和量化金融等领域积极开展实用化计算困难问题应用探索。随着量子计算正接近关注度和期望值顶峰,能否实现实用化突破将成为维持发展势能的重要因素。

## 2 全球数字化转型步入加速进程

第四次工业革命是数字、能源、材料、制造、生物等多种技术协同驱动的系统性变革,数字技术群体突破及各项技术的融合应用是主要驱动力量,数字化、网络化、智能化是最重要的时代特征。应当看到,数字技术是全球研发投入最集中、争夺最激烈的技术领域,具有显著的赋能和外溢效应,推动着数字空间与物理世界的深度融合,迸发出强大的发展动能。叠加今年疫情的催化作用,全球数字化转型正步入加速发展进程(图2)。

1) 工业互联网集数字技术之大成,正成为制造业数字化转型的基本路径和新方法论。从技术视角看,工业互联网包括网络、平台、安全三大功能体系,构建形成数据驱动、工业机理与智能科技结合,数字空间与物理世界融合的智能化决策闭环,对决策优化、资源配置优化等方面起到关键作用,也催生出了很多新的数字化新模式、新业态。从产业视角看,工业互联网逐渐成为信息技术与制造业深度融合下的重要基础设施,新型应用模式与全新生态体系,正在赋能制造业全要素、全产业链、全价

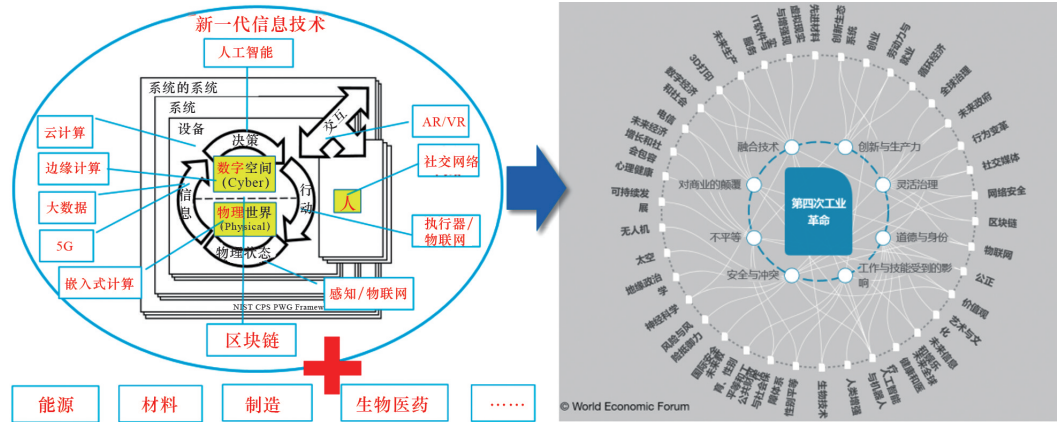


图2 数字科技的突破驱动全球产业数字化转型和第四次工业革命的兴起

值链的数字化、网络化、智能化发展。

2) 工业互联网创新发展持续推进,在经济社会各领域中加速应用推广。据中国信通院对725个国内外应用案例的分析,当前工业互联网应用几乎涵盖了工业的各个行业、各个价值环节,与实体经济的融合赋能初步展现出强大的生命力和创造力,逐步成为推动经济社会数字化转型的重要新路径。从行业领域看,装备制造业成为工业互联网最主要的应用行业之一,同时,工业互联网正逐步从工业向采矿、水务、金融等实体经济其他领域延伸。从价值环节看,生产过程管控、设备资产管理是最主要的应用,降本增效成效显著,正从外围环节向核心业务流程深化拓展。未来,随着5G、人工智能等新技术日益成熟,将与工业互联网深度融合,共同驱动工业乃至整个实体经济数字化步入加速上升期(图3)。

3) 数字孪生正成为打通物理世界和数字空间的重要方向,在工业互联网发展中的地位正变得日益重要。数字孪生技术具有高效决策、深度分析等特点,将有力推动数字经济发展进程。随着数字孪生理论技术体系不断成熟,应用探索不断深化。总体上,不同复杂级别、不同行业的数字孪生应用模式、发展重心、推进情况有所差异。例如,大量领军企业对单个设备的维护和管理、对工业优化等单点类、局部类的应用在加快推进,也有很多行业围绕产品数字化、制造流程虚实融合、集成级设备运维

等进行数字孪生的初步应用,对于智能预测和智能诊断等更高复杂程度的应用,还受制于孪生的模型、控制技术、优化算法等自身的缺陷和多类技术融合的困难,仍处于初步探索阶段,尚未出现引领级的相关应用(图4)。

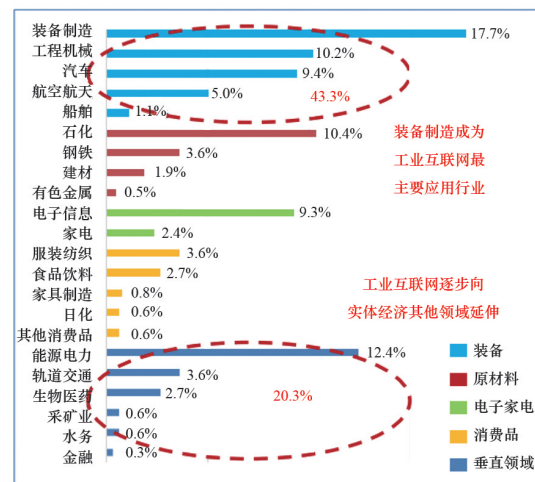


图3 工业互联网在主要行业及主要环节应用情况

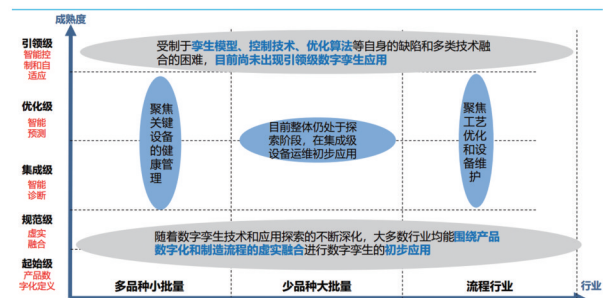


图4 不同行业数字孪生程度

### 3 全球数字经济迈入发展新阶段

数字技术通过改变经济社会的运行基础、生产过程、交易过程、扩散过程,推动经济社会的数字化变革,发展数字经济成为必由之路。2019年,国际经济环境复杂严峻,整体经济下行压力增大,全球数字经济仍然保持了较快增长,数字经济各领域稳步推进,新兴产业快速发展,传统产业数字化渗透加深,对经济增长的拉动作用愈加明显。根据中国信通院对美国、英国、中国、日本、印度等47个国家的数字经济量化研究分析,可以发现以下特征。

一是规模大,数字经济体量实现连年增长。全球数字经济规模再上新台阶。2019年,全球47个经济体数字经济规模达到31.8万亿美元,较2018年增长1.6万亿美元,而同期GDP仅增长了1.2万亿美元。其中,发达国家数字经济规模达到23.5万亿美元,占47个经济体数字经济总量的73.9%,是发展中国家的2.8倍。主要国家数字经济规模持续扩大,2019年美国仍走在世界数字经济前列,规模达13.1万亿美元,中国第二,规模为5.2万亿美元。排名前五的国家数字经济规模占47个经济体数字经济总量的78.1%。

二是占比高,数字经济GDP占比稳步提升。全球数字经济在国民经济中地位持续提升。2019年,47个国家数字经济占GDP比重平均为41.5%,较2018年提升1.2个百分点。其中,发达国家数字经济在GDP中的占比达51.3%,是发展中国家的1.9倍。领先国家数字经济GDP占比超过60%,2019年,德国、英国、美国数字经济占GDP的比重分别为63.4%、62.3%和61.0%,此外仍有36个国家数字经济GDP占比不足30%。

三是增速快,数字经济增速实现“逆势上扬”。全球数字经济增速显著高于同期GDP增速。2019

年,全球数字经济平均名义增速为5.4%,高于同期全球GDP名义增速3.1个百分点。其中,发达国家数字经济增速为4.5%,发展中国家增速为7.9%。各国数字经济实现正增长,2019年,中国数字经济增速领跑全球,同比增长15.6%,大部分国家数字经济增速介于1%~6%。疫情危机下数字经济得到了更为快速的发展。

四是融合深,产业数字化成为发展主战场。产业数字化是全球数字经济发展的主导力量。2019年,47个国家产业数字化占数字经济比重平均值为84.3%,数字产业化占比为15.7%。其中,发达国家产业数字化占比达86.3%,发展中国家产业数字化占比为78.6%,低于发达国家7.7个百分点。各国产业数字化占数字经济比重均超过50%,2019年,德国产业数字化高度发达,占比达到90.3%,大部分国家产业数字化占比介于60%~80%。

五是渗透强,数字经济推动三次产业转型升级。全球服务业数字化转型快于工业和农业。2019年,全球47个国家服务业、工业、农业数字经济平均渗透率分别为39.4%、23.5%和7.5%。其中,发达国家三二一产数字经济渗透率分别为46.7%、33.0%和13.3%,显著高于发展中国家水平。各国三次产业数字化转型持续推进,绝大部分国家数字经济渗透呈现三产高于二产、二产高于一产的特征。

面向未来,数字经济已成为推动经济复苏、重塑国家新优势的重要抓手。世界各国应加强多方面合作,强化新型基础设施共建共享,推动数字技术与实体经济融合创新,在数据跨境流动、数字贸易等领域凝聚共识,开展制度设计与国际规则探索,以充分释放数字经济发展红利为共同目标,携手构建可持续的数字世界。

(责任编辑 刘志远)