R深度观察

全球产业发展面临数字化新机遇

在新一代数字技术推动下，全球加速迈进数字经济时代。数字产业化和产业数字化是数字经济的两大内容，在互联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等数字产业快速发展的同时，涉及产业领域更多、市场规模更大、结构层次更深的产业数字化也在如火如荼推进，成为数字经济未来发展的重要方向。

在新冠肺炎疫情严重冲击全球经济的背景下，越来越多的产业通过加快数字化转型，推动数字技术和实体经济深度融合，从而获得新发展动力。

数据成为关键生产要素

数据本身具有经济价值，能提高资源利用效率，直接带来经济效益

在韩国三星电子半导体车间，许多箱子沿着上空轨道不停穿梭。利用自动运输OHT系统，机械臂可以自动搬运装有半导体晶片的箱子，完成一道道工序的加工，速度迅捷，秩序井然，不会发生冲撞。同“空中轨道”的繁忙相比，车间的地面则显得有些冷清，偶有一两名技术人员在设备间踱步。“生产线上数千台生产设备的运行信息都会实时显示在办公室的电脑上，技术人员对这些信息进行监控，并确保设备正常运行。”工作人员介绍。

像这样的数字化工厂正不断涌现。中国信息通信研究院发布的《全球数字经济白皮书》显示，2020年，在测算的47个国家中，数字经济增加值占GDP比重为43.7%，其中产业数字化是数字经济发展的主引擎，占数字经济比重为84.4%，呈现出占比持续提升的趋势。这意味着，在全球范围内，数字技术和数据资源正从更深层次、更广领域加速拥抱实体经济。

当前人类社会发展面临的土地、资源、能源和环境约束加大，经济增长需要激活新动能。随着数字技术不断成熟，数据成为继土地、劳动、资本等之后人类又一重要生产要素。“数据本身具有经济价值，作为生产要素参与生产活动，能够提高资源利用效率，直接给企业带来经济效益。”中国社会科学院工业经济研究所研究员李晓华指出。

以新能源产业为例，数字技术的加入能够有效提高可再生资源的利用效率。英国帝国理工学院的一个科研团队利用大数据模拟风力发电场的发电过程，发现当所有风车都处于运行状态时，前列风车叶片产生的气流会影响到后面风车的工作效果。如果按照大数据给出的建议确定风车安装的位置，并有选择性地开启部分风车，发电效率反而大大提升，发电成本也会大幅下降。

“数据对其他要素具有替代作用，能够优化生产要素的投入结构，改变生产函数，并在此过程中要求企业对产品架构、生产流程、价值链组织方式等进行全面改革。”李晓华解释说，作为一种生产要素，数据还具备很多优势特征，比如低边际成本、可复制、可共享、可不断生成和供给，“取之不尽、用之不竭”，能克服传统生产要素的资源总量限制，具有规模报酬递增特性。

由于与生产力进步息息相关，各国政府对产业数字化高度重视，出台了一系列战略和政策。比如，美国“先进制造业伙伴计划”、德国“工业4.0”战略、日本“超智能社会（社会5.0）”战略等。疫情防控期间，发展数字经济的紧迫性更加凸显，多国加大政策引导力度，如欧盟2021年发布《2030年数字指南针：数字十年的欧洲之路》，提出要促进企业全面数字化转型，目标是到2030年，75%的欧洲企业使用云计算服务、大数据和人工智能，超过90%的中小企业至少达到基本的数字化水平。

数字化推动传统产业升级

积极探索适合自身的数字化路径，“灯塔工厂”等领军者率先垂范

相对于互联网等新兴产业，消费品、工业品制造等传统产业如何进行数字化转型？科尔尼管理咨询公司认为，传统企业拥抱数字化转型时，在战略层面应当基于自身业务，将数字化战略与公司愿景及业务战略进行衔接，让自身主业插上数字化的翅膀。

在欧洲传统工业强国德国，西门子公司曾在汉诺威工业博览会上展示了一个啤酒行业的案例。

在过去几百年间，基于“啤酒纯净法”酿造的德国啤酒广受欢迎。一杯啤酒要经过10多道工序，高水平酿酒技师一直是产品质量的重要保证。不过人力操作存在不确定性，特别是在啤酒工业早已全球化的当下，同一品牌的啤酒如何在全球不同工厂实现大规模生产，保持相同口感和质量，并且根据市场变化快速做出调整，一直是行业的巨大挑战。

西门子研发的食品饮料全集成控制系统BRAUMAT，能让技术人员精确控制糖化和发酵过程中的时间、温度、压力、浓度、电导率等众多参数，还可以掌控最后的贮存、过滤、灌装环节。借由这套系统，只需要几名操作员在屏幕前，就可以每小时产出10余万瓶啤酒，生产效率大幅提高。

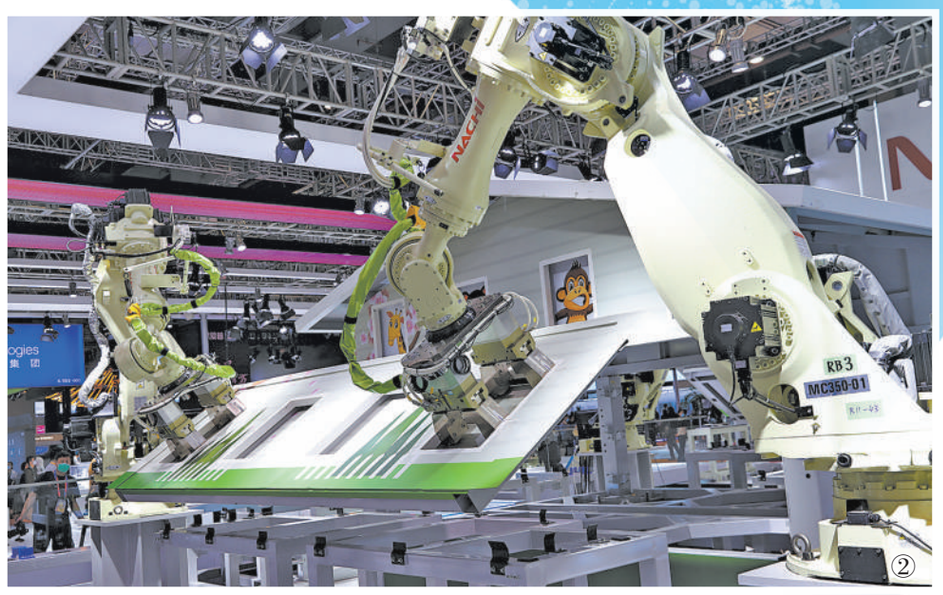
与此同时，系统收集的生产数据，借由西门子工业云MindSphere，可以在该啤酒品牌全球任何一个工厂实时共享，以实现产品质量统一。一旦发现数据偏差，系统还会及时报警，减少了停机和维修的时间。

通过数字孪生技术，生产前的设厂流程也能实现数字化。戴上VR眼镜，在虚拟的操作台前，管理者能够调节各项工序参数，定制生产流程，调整设备摆放位置与管线布局，以更好地利用厂房空间，节约建材和能源。

“拥抱数字化的啤酒厂，可以利用实时数据分析改进生产管理，通过远程监控和错误预防降低设备维护成本，借助流程软件精准确定峰值生产力和产品质量。由于生产经理的盲点减少了，他们可以更容易地规划流程并显著提高生产力。”德国啤酒行业数字化专家施尼伯格说。

目前，基于数字化技术的酿造过程控制系统已经广泛应用于德国啤酒行业。据了解，BRAUMAT系统的第一代版本诞生于1983年，目前已经升级到第八代，可以提供标准和精简2种版本，后者适用于小型和精酿啤酒厂。从自动化到数字化，德国形成了以西门子为代表的超大型技术供应商开拓数字化技术和市场，带动中小企业跟进的发展态势。

全球来看，还有不少在产业数字化方面率先垂范的领军者。自2018年开始，世界经济论坛与麦肯锡公司在全球发起评选“灯塔工厂”项目，寻找制造业数字化转型的典范，目前已有来自全球各地22个行业的90家工厂入选。这些“灯塔工厂”广泛分布于消费品、汽车、家用电器、钢铁制品、医疗设备、制药、工业设备等多个领域，积极探索适合自身的数字化路径，展现了传统产业数字化转型的巨大潜力。



数字技术不断释放价值

数字经济红利将从经济效益最显著的产业部门和产业链环节逐步扩散

联合国工业发展组织在《2020年工业发展报告：数字化时代的工业化》中指出，先进数字化制造技术可以提升企业利润和资本利用率，增强环境可持续性。报告同时指出，先进数字化制造技术的扩散在各经济体和各行业之间存在分布不均，十大领先经济体拥有先进数字化制造技术90%的专利，且仅有少数制造企业正在采用先进数字化制造技术。

生产线的数字化改造，服务器的租用，软件的开发……企业要数字化转型，成本投入是门槛。“当前，高成本是阻碍产业数字化发展的重要因素。企业在应用数字技术时要考虑投入产出比，各国在拥抱产业数字化的过程中，应注重将其首先运用在经济效益最显著的产业部门。”李晓华表示。

一些企业应用数字技术的经济效益已经显现：在电力行业，加拿大的布鲁斯电力公司在使用Predix工业互联网数字平台后，核电设备运营效率大幅上升，设备稳定性得到提高，平均发电价格下降30%；在航空业，通用电气航空集团通过将大量传感器安装在飞机发动机上，运用人工智能技术对发动机数据进行实时分析，能够提供可靠的维护、故障提前排除等服务，避免发动机出现突发性故障；在光伏行业，保利协鑫在生产厚度仅0.2毫米的光伏电池原料多晶硅片时，利用大数据和人工智能分析得到最优参数，进而对生产线进行优化，使良品率提高了一个百分点，一年能节省1亿元人民币的成本……

同时还应看到，与有实力的大企业相比，中小企业受限于人才、资金、技术等条件，数字化转型相对滞后。“由于数字化是生产率和工资增长的重要驱动力，这些差距加剧了不同人群、公司以及地区之间的不平等。”经济合作与发展组织在2021年发布的《中小企业数字化转型》报告中指出，对许多公司来说，最大的挑战是迈出第一步。一旦开始向数字技术过渡，强劲的技术互补性会推动数字技术进一步应用。为迈出这一步，中小企业可以充分利用外部系统、支持和建议。

中小企业的数字化转型已引起不少国家政府关注。德国中小企业数量占比超过99%，在政府支持下，德国已成立25个工业4.0能力中心，多个联邦州建立了工业4.0前沿集群，为中小企业解决智能化升级中遇到的技术和安全问题。“在工业4.0技术和服务的规划和应用方面，德国政府在政策、技术、资金等方面为中小企业的数字化转型提供了实际支持。”德国联邦外贸与投资署工业4.0领域专家夏尔玛介绍。

疫情防控期间，数字化转型速度空前加快。以营销和行政管理为切入点，许多中小企业正在更多地使用数字技术，电子商务、远程办公、数字化营销都在快速普及。“数字经济是大势所趋，随着技术不断发展，成本不断下降，数字经济红利将从经济效益最显著的部门逐步扩散到其他部门，从产业链的一个环节推广到其他环节，最终推动各个产业部门的数字化水平不断提高。”李晓华表示。

（本报北京、柏林、首尔电　记者尚凯元、强薇、王慧、李强、张悦）

图①：海尔在欧盟建设的第一家冰箱互联工厂日前在罗马尼亚阿利安索工业园正式投产。　新华社发

图②：在第四届中国国际进口博览会上，工业六轴机器人正在搭建房屋。　许丛军摄（人民视觉）

图③：三星电子半导体工厂车间内的自动运输系统。　资料图片

图④：日本鹿儿岛县当地政府和机械厂商面向茶农推出的“无人采茶机”。

图⑤：在2020年10月举行的意大利热那亚游艇展上展出的3D打印玻璃纤维船。　影像中国

本版责编：王　慧　尚凯元　王骁波
版式设计：张芳曼

R观点

产业数字化促世界经济转型

石建勋

从工业经济时代走向数字经济时代，世界经济发生着全方位、革命性的变化，产业数字化便是最显著的表现之一。产业数字化一般是指运用大数据、人工智能和新一代数字与通信技术，对传统产业链的全要素进行数字化升级、转型和再造的过程，是互联网技术大发展、应用大普及的必然产物，也是未来世界经济发展的大趋势。新冠肺炎疫情防控期间，非接触经济活动需求剧增，产业数字化转型进程进一步加速。

数字化转型依靠知识、信息、数据和技术等新型生产要素，具有方便、快捷、开放、平等的特点，降低了市场进入门槛，能够产生大量新岗位和创新创业机会，使就业发生结构性调整；数据信息处理、传输和决策的过程简化、速度大幅提升，不仅能抵消数字化转型成本，还能从总体上降低生产运营成本、提高全要素生产率，从而使经济活动产出的效率和规模呈现出指数型、集约型增长。

正是看到产业数字化转型给各国经济增长带来的新动力和新机遇，G20杭州峰会发布了《二十国集团数字经济发展与合作倡议》，形成促进全球产业数字化转型的基本政策共识。据经合组织报告显示，80%以上的经合组织成员国先后发布了产业数字化转型战略和行动计划。比如美国的《国家人工智能研究和发展战略计划》、欧盟的《产业数字化新规划》、英国的《产业战略：人工智能领域行动》等。我国“十四五”规划和2035年远景目标纲要明确提出加快数字化发展，推进数字产业化和产业数字化，推动数字经济和实体经济深度融合。

虽然不同国家战略中对产业数字化转型的定义有所区别、各有侧重，但核心内容大体相同，且呈现出以下趋势和特征：

——加快推进数字技术和人工智能技术创新是各国共同的战略选择。从总体上分析，各国的产业数字化计划都是以战略引领、规划指导、政策统筹、多方合作为特征的协同推进机制，注重先进技术的创新驱动。各国政府为夯实数字化转型的技术基础，相继出台一系列大数据、数字技术和人工智能应用的国家创新战略计划，成立专门机构统筹推进战略实施，强调政产学研紧密合作，以实现政策统筹、人才和科技驱动的协同发力。

——对传统制造业的数字化改造和转型升级是各国产业数字化发展的主赛道。利用现代数字信息技术、先进互联网和人工智能技术对传统制造业进行全系统、全角度、全链条的改造，通过对研发设计、生产工艺、生产管理和销售服务等产业全链条、生产制造全过程的数字化和智能化改造，通过加快信息网络基础设施建设、搭建工业互联网平台和加强政策服务引导等系统工程，推进传统制造业的数字化转型升级，有效降低成本、提高全要素生产效率，实现规模增长。

——建筑、农牧、能源、采掘、物流、零售等传统行业的数字化改造和转型升级方兴未艾。产业数字化应用场景不断拓展，各行各业都有机会搭上快车。建筑信息建模技术为建筑工程项目管理提供了新途径。覆盖能源生产、传输、消费各个环节的智慧能源大数据可视化平台，可以提升能源供给和使用效率。智能装备可以实现复杂危险地质条件下对矿产精准安全的无人采掘。动物可穿戴设备的应用，为畜牧业开启智慧养殖的新选择。批发、零售、仓储、物流业的数字化和智能化进一步发展，不仅加快货物流通速度，更有助于实时、精准满足各类用户需求。

当前全球产业数字化正处于加速发展和全面竞争的新阶段，各国在产业数字化竞争中的地位和作用，将对人类社会发展和世界政治经济格局带来深远影响。在这样的背景下，各国应进一步形成共识，避免让竞争阻碍数字技术国际研发合作和全球产业链的有机融合，促进全球产业数字化健康发展。

（作者为同济大学国家创新发展研究院副院长）