

上海产业数字化转型的现实基础和路径选择

顾晓敏¹

(上海立信会计金融学院 200120)

【摘要】: 上海产业数字化转型应紧紧抓住地方优势和特色,以数字化人才建设为基础,全面提升政府数字治理体系和数字管理能力,发挥好浦东社会主义现代化建设引领区的先试先行作用,积极推进上海大数据中心赋能制造业产业数字化转型,充分发挥产业园区的企业集聚作用和平台联通功能,对传统企业数字化转型进行引导、服务和管理,进一步形成产业数字化的应用场景。

【关键词】: 产业数字化转型 工业互联网 数字经济

【中图分类号】:F49 **【文献标识码】:**A **【文章编号】:**1005-1309(2022)05-0005-010

随着 5G、大数据、人工智能、物联网、云计算、区块链等新兴技术的迅猛发展,数字产业化、产业数字化形成鲜明的时代特征,数字化转型成为传统行业转型升级的新动能,以及促进经济可持续发展的内生动力。我国目前正处于数字化转型的政策红利期,利用数字技术推动数字经济发展的“新基建”正在加快推进,对数字化转型的需求更为迫切。“十四五”开局之初,上海发布了《关于全面推进上海城市数字化转型的意见》,提出应加快推动数字产业化、产业数字化,放大数字经济的辐射带动作用。新冠肺炎疫情期间,上海无接触经济带带动数字经济快速发展,数字经济增加值规模超 1 万亿元,位居全国前列。

数字产业化是利用数字经济发展的先导产业即信息通信产业(5G、人工智能、大数据、云计算等)为数字经济发展提供技术、产品、服务和解决方案;产业数字化则是一种融合型新产业新模式新业态,侧重传统产业应用数字技术所带来的生产数量和效率提升,其新增产出构成数字经济的重要组成部分。¹数字产业化和产业数字化之间相互促进,相互辅助,两者共同构成数字经济的内涵。产业数字化包括农业、工业和服务业的数字化,本文主要聚焦上海工业数字化领域。

一、上海产业数字化转型的基础和现状

截至 2021 年 6 月底,我国制造业重点领域企业关键工序数控化率和数字化研发设计工具普及率分别达到 51.1%和 71.5%。工业互联网平台生态加速构建,政务、金融、医疗、能源、交通等领域大数据应用也在进一步拓展。2020 年,我国数字经济规模达 39.2 万亿元,占 GDP 比重为 38.6%,同比名义增长 9.7%。²从总量看,2020 年有 13 个省市(广东、江苏、山东、浙江、上海、北京、福建、湖北、四川、河南、河北、湖南、安徽)数字经济规模超过 1 万亿元;从占比看,北京、上海数字经济占 GDP 比重全国领先,均超过 50%。³各地数字经济发展整体呈现高中低梯度分布特征,并形成极核、点轴、多极网络等典型模式。

(一)上海产业数字化转型的现有政策措施

产业数字化发展正成为上海驱动数字经济发展的主引擎。早在 2017 年初,上海就出台《加快制造业与互联网融合创新发展实施意见》和《工业互联网创新应用三年行动计划》。2018 年 7 月 13 日,上海正式对外发布《上海市工业互联网产业创新工程实施方案》;2020 年 6 月 15 日,上海市人民政府办公厅印发《推动工业互联网创新升级实施“工赋上海”三年行动计划(2020—2022

作者简介: 顾晓敏,经济学博士,上海立信会计金融学院金融科技学院教授、博士生导师,上海市政府参事。

年)》,这标志着上海正式进入工业互联网 2.0 阶段。行动计划聚焦“引擎、载体、服务、生态、机制”5 个方面,开展包括强化新技术导入、促进新主体涌现、夯实新人才基础等在内的 18 项具体任务。到 2022 年,工业互联网对上海实体经济引领带动效能显著,工业化和信息化融合水平保持在全国第一梯队,基本建设成为具有国际影响力、国内领先的工业互联网资源配置、创新策源、产业引领和开放合作的发展高地。2020 年 12 月 10 日,上海成立城市数字化转型领导小组,由市委、市政府主要领导兼任组长,旨在加快打造具有世界影响力的国际数字之都。

2021 年 1 月 30 日,上海“十四五”规划正式公布。规划明确提出,至 2025 年上海数字经济增加值占全市生产总值(GDP)比重预期超过 60%。在 2021 年 7 月 10 日闭幕的世界人工智能大会上,《推进上海经济数字化转型赋能高质量发展行动方案(2021—2023 年)》正式发布。根据这份方案,上海将大力探索经济数字化“四量”转型示范路径,着力推动经济存量增效、增量创新、流量赋能、质量引领,打造转型发展的全新动能;至 2023 年,打造世界级创新型产业集聚区、数字经济与实体经济融合发展示范区、经济数字化转型生态建设引领区,成为数字经济国际创新合作典范之城。

表 1 上海产业数字化转型相关政策

时间	相关政策
2017 年 1 月 19 日	《加快制造业与互联网融合创新发展实施意见》 《上海市工业互联网创新发展应用三年行动计划(2017—2019 年)》
2018 年 7 月 13 日	《上海市工业互联网产业创新工程实施方案》
2020 年 6 月 15 日	《推动工业互联网创新升级实施“工赋上海”三年行动计划(2020—2022 年)》
2020 年 12 月 10 日	成立城市数字化转型领导小组
2021 年 1 月 30 日	“十四五”规划正式公布
2021 年 7 月 10 日	《推进上海经济数字化转型赋能高质量发展行动方案(2021—2023 年)》

(二)上海产业数字化转型创新实践及发展现状

1. 高速信息网络建设为产业数字化打下坚实基础

从 2019 年起,上海明确提出要借助 5G 技术打通企业生产流程,实现设计、生产、销售各环节的互联互通,推进产业链制造资源整合,提升企业生产效率和产品质量。截至 2020 年底,上海建成 5G 室外基站超 3.2 万个,室内小站超 5.1 万个。⁴5G 网络实现中心城区和郊区重点区域室外连续覆盖。此外,部分运营商已完成 5GMEC 建设规划,首批 7(郊区)+3(市区)布局建设基本完成。

大卫星、5G 高速信息网络投资持续增长,电信、广播电视和卫星传输服务成为亮点,区域产业热点正在涌现,打造中的 5G“五极”产业基地⁵(浦东金桥、浦东张江、青浦华为园区、徐汇漕河泾、松江 G60 科创走廊 5G 创新基地)分别聚焦 5G 芯片、终端、系统设备、测试设备等不同领域,共同构建上海高速信息网络发展策源地。

2. 数据中心规模处于第一梯队

建设数据中心是“万物互联”时代大数据云计算的基础工程。2019 年,上海地区 IDC 市场在全国主要城市中居第 2 位(仅次

于北京),规模达到 122.4 亿元,同比增长 17.1%,占全国 IDC 市场的 15.0%。⁶目前,上海建成用于公众服务的互联网数据中心 102 个,机柜总量近 13 万架,平均上架率超过 70%。⁷在此基础上,数据核心企业宝信软件作为国内“钢厂 IDC”模式的领头羊,2020 年 1—8 月实现税收 14.4 亿元,同比增长 63.6%;国内排名云计算第一梯队的优刻得在青浦工业园区建设大数据中心,这是该公司首个在一线城市自建的大型数据中心,支持机架数 3000 个和大数据服务器数万个,将为遍布长三角区域的重点客户就近提供数据集中服务。

3. 工业互联网布局早、成长快

工业互联网作为新一代信息技术与制造业深度融合的产物,已成为全球产业竞争的重点。上海依托国家级工业互联网创新中心,形成研究支撑和实践体系,在网络、平台、安全等工业互联网三大体系中取得了一定成绩。作为国内布局工业互联网最早的城市,上海目前正在实施新一轮工业互联网三年行动计划,通过建设无人工厂和企业云上平台,加快布局全网赋能的工业互联网集群。2020 年以来,工业互联网头部企业收入连续递增。其中,用友软件核心业务领域与重点行业大数据分析模型超过 100 个,核心工业 App 超过 1000 个;赛摩科技成立不到 2 年,已被国家认定为制造业“双创”平台试点示范和工业互联网指定服务商。

4. 智能制造打造上海“新名片”

近年来,机器人等智能制造业发展能级不断提升,已成为“上海智造”的核心竞争力。2016—2019 年,服务消费机器人制造、智能车载设备制造和工业机器人制造“三剑客”的税收增幅逐年增长,营业收入年均增速分别达到 136.8%、29.3%、20.7%。其中,无人工厂成为智能制造先锋,高度自动化的生产不仅极大地提高生产效率,还大幅降低人工成本。例如,宝钢聚焦“少人化、无人化、集控化”,2019 年启动智能装备改造项目 112 个、减少操作室 83 个;新型移动出行市场前景广阔,无人车、自动驾驶等新型技术引领上海未来出行市场发展,嘉定区、临港新片区等作为智能网联汽车试点示范区、自动驾驶测试拍照区,正集中优势资源推动无人驾驶、自动驾驶等人工智能产业集聚创新发展,上汽集团、宝马和滴滴出行已获得上海智能网联汽车示范应用路测首批牌照。

5. 重点领域数字化转型取得长足进展

上海坚持探索“两化融合”新途径,围绕航天航空、装备制造、船舶建造、钢铁制造等重点行业,在协同设计、工业高清图像处理、远程运维及操控、智慧安防等工业应用领域开辟新路径,同时为未来柔性生产打下良好基础。

(1) 大飞机制造领域。

上海飞机制造有限公司建成国内第一个 5G 全连接工厂,实现设备、产品、物料、人员、工具、工装六类生产要素的万物互联;同时围绕质量、安全、成本、效率,开发了一批工业创新的应用场景,包括 5G+AI 复合材料缺陷检测、5G+8K 视觉检测系统、5G+AR 辅助线缆装配、机器人集群应用示范线、云化双目相机检测、数控全连接工厂、VR 沉浸式透明工厂等。其中,8K 超高清视频影像在云端完成紧固件缺陷智能识别分类和测量等任务,辅助质检人员完成检测工作;基于 5G 的双目相机摄影测量实现测量相机移动测量,在装配过程中实时通过测量分析优化改进装配工艺方法;机器视觉复合材料智能拼缝检测系统使用工业相机对自动铺带过程进行拍摄,将拼缝和多余物快速传输到云平台,对拼缝宽度和多余物情况进行快速精确分析。通过“5G+工业互联网”赋能大飞机制造,中国商飞在复合材料缺陷检测环节能够减少 90%的比对试块量,降低 95%的人力成本;在检测飞机表面铆钉环节,质检效率提升 3 倍以上;在线缆装配环节,装配效率提升 30%。

(2) 船舶建造领域。

上海外高桥造船有限公司打造了基于 5G 的大型钢结构装配精度检测系统，通过多台固定位置的高清工业相机，同一时刻对大型钢结构进行多角度拍摄，并通过 5G 网络将所拍摄的高清照片瞬间传递给视觉分析系统，系统解析后将相应的坐标点反馈至精度分析环节，最后与三维模型对比运算生成精度检测报告。项目充分发挥 5G 网络的大带宽、低时延特性，整个过程耗时不超过 3 分钟，大大缩短了大型钢结构装配精度检测所需的时间，从而整体上压缩了大型钢结构的制造周期。在协同设计方面，上海联通与江南重工联合打造 5G 创新应用实验室，建设基于 5G 的供应链协同云平台，为产业链上下游提供协同设计的供应商协同管理系统，同步参与建模过程，模型直接线上交付，提高了设计效率。

(3) 机械制造领域。

上海烟草机械有限责任公司通过 5G 实现工厂多设备、多车间统一管理，统一运维，安全隔离，从而带来巨大的经济效益。一方面，使用 5G 替代局域网走线，减少现场有线组网的建设难度和管理难度，大幅降低了走线布设的成本和后期运维的难度。另一方面，打造 5G+AGV 无人运输小车，降低用工成本，提高生产效率。5G+AGV 应用可实现工厂少人化，不仅降低人员成本，且提高操作的规范性和现场生产的安全性。所有生产步骤程序化后，生产效率得到极大提高。

(4) 其他以 5G 为代表的典型应用场景。

在远程维护及操控上，上海移动与上海商发公司合作，采用视觉传感器为检测核心部件，实时采集图像并传输至监控中心，由专用图像分析服务器对图像进行实时处理分析，获得检测结果。5G 技术配合机器人可减少现场人员所受的安全威胁，实现监控室与试车车间的低延迟实时互动，提升试车过程的可视化水平。试车人员可通过 AR 眼镜实时传输故障视频，并支持在故障图片或视频中进行标记，有效地提升排故效率和准确性。通过远程指导，现场人员可实时与后台专家远程联动。在智慧安防上，上海移动与华能石洞口发电厂合作，利用 5G 技术提高电厂设计、基建、生产乃至全生命周期管理水平；在新建机组区域部署多路高清智慧分析摄像头和高清鹰眼摄像头，基于 5G 网络实现电厂作业人员违章 AI 智能识别，提升电厂现场人员安全管控水平和信息化水平；通过 5G 低时延、大带宽实时分析作业视频，发现违章直接预警，做到即发现即停止，实现安全关口的前移。

二、上海产业数字化转型存在的问题和难点

(一) 企业推进数字化转型存在差异性问题

1. 企业对数字经济的了解程度不够，对推进数字化冷热不均

在针对数字化转型具体问题的企业调研中，我们发现：针对上海“十四五”期间的数字经济战略，表示“非常了解”的只占 5.8%；66.3% 的被调查对象停留在“了解”和“听说过”的阶段；而“不了解”的占 27.9%，将近 1/3。此外，各类企业对推进产业数字化冷热不均。市属国有企业大多已经积极部署和推进产业数字化行动，并在企业战略中予以体现。许多中小企业虽然知道数字化战略很重要，但受数字化转型成本和数字化人才的局限，对产业数字化还处于观望阶段。一些传统的超市和小微企业对数字化尚不知从何入手。

2. 企业在数字化进程上存在差距

一些知名的民营企业如海尔数科等，一些外资企业如西门子等，在产业数字化方面已经走在前列。海尔数科主要运营海尔 COSMOPlat 工业互联网平台，该平台深入贯彻“人单合一”模式，以用户体验为中心，提供大规模定制解决方案，重塑产业价值链和生态链，最终构建企业、用户、资源共创共赢的制造业新生态体系。目前该平台上已有 4 万多家企业，横跨家电、纺织、食品、能源等 15 个行业。西门子公司利用德国的工业互联网技术，也为我国汽车、电气等产业提供数字化解决方案。但国有企业和内资中小企业的产业数字化，普遍与知名民营企业、外资企业存在较大差距。

3. 企业对政府促进产业数字化转型政策的感受度不一

在政策措施执行层面，分类政策不精准使不少企业不知如何着手数字化转型。“工赋上海”三年行动计划明确了上海建设工业互联网平台的 1.0 计划，有清晰的目标和措施，但对企业没有更精准的分类，行动计划大多适合大中型国有企业，尤其是制造业企业。虽然上海市级层面设立了产业引导基金，包括创业投资引导基金、天使投资引导基金、信息化发展专项资金等，这些基金有初创导向，也有战略性新兴产业导向，但尚未涉及传统产业数字化转型。传统产业的中小企业大多认为，没有明确的产业数字化转型扶持基金，推行数字化转型成本太高，希望在产业数字化前期能够获得政府的支持，如专项基金和税收抵扣等。

(二) 政府前瞻布局 and 分类指导的协同问题

长期以来，我国政府坚持鼓励创新、包容审慎的原则，为数字经济的活跃发展提供了宽松环境。然而，政府部门的政策制定大多针对重大产业的前瞻布局，而针对具体产业发展的特殊性并未有精细化政策安排，分类指导有待加强。下一步，上海数字化治理要综合考虑产业领域的特殊情况，结合技术的发展进程，联合行业龙头企业、行业平台，充分发挥行业协会等第三方机构的作用，形成多方共治格局，不断提升依法治理、协同治理能力，营造规范有序、包容审慎、鼓励创新的发展环境。

(三) 平台之间的共享联通问题

数字化转型的方向已经得到普遍认可，但数字化转型不是靠单一技术路径实现的，而是需要各个平台的资源对接与共享。目前，国内很多行业和企业单纯以“数字化投入”“采用了哪些新技术”等指标来描述自身的数字化转型进程，这本身就是对产业“数字化转型”的偏见。有关调查显示，中国企业在 IT 上的投入甚至高于美国，但是由于缺乏统一的系统性框架顶层设计，存在很多重复性、冗余性布局，平台之间尚未实现共享联通，造成资源浪费。假设行业中多数企业的单个部门开始实施数字化转型，虽然价值链的单个环节转型较快，但其他环节没有同步加入，这必然达不到最佳的转型效果。另外，多数行业仅关注技术本身，而不是技术的应用，如技术如何与自身业务建立联系、如何运用技术赋能行业等。

(四) 国有企业数字化转型能力相对不足问题

国有企业数字化转型核心技术能力不足。制造业数字化转型存在核心技术能力不足、信息基础设施相对薄弱的问题。当前，关键工业软件、底层操作系统、嵌入式芯片、开发工具等技术领域基本被国外垄断；我国能够生产的工业传感器与控制产品大多集中在低端市场；我国在控制系统、平台数据采集开发工具等领域的专利多为外围应用类，缺少核心专利。

国内数字化转型的技术架构能力整体上弱于发达国家。目前，整个数字化转型的底层技术架构能力主要由美国的 Google、Amazon、VMware、Pivotal 等公司主导，中国依赖于国外的底层技术。同时，随着企业对 IT 架构的敏捷性要求越来越高，IT 部署模式也在逐步演化。例如，传统的瀑布式开发流程已被 DevOps 代替，单体的应用架构被模块化的微服务架构代替，企业越来越需要容器化架构来弥补传统物理服务器应用部署繁琐的缺陷。

(五) 数字共享和安全监管问题

1. “数据孤岛”

随着数字化不断深入，企业内部、企业与外部信息交互的需求日益强烈，迫切需要对已有的信息渠道进行整合，打通“数据孤岛”，共享行业信息。数据将不只是对生产活动的记录，而是更多地进入业务的深度融合。国内的产业数字化转型解决方案大部分还停留在碎片化供给阶段，无论是 CAD、ERP、CRM，还是 MES、WMS 等系统，都是主攻某一个或某几个环节、领域、范围，相对企业全局优化诉求仍然是一个局部方案。

2. 数据获取和开放共享

对于数字经济时代关键的生产要素——数据，如何进行获取、存储和分析挖掘？随着数字经济发展，企业对外部数据的需求呈现不断上升的趋势，包括产业链上下游企业信息、政府监管信息、公民基础信息等，将这些数据资源进行有效整合才能产生应用价值，但前提是能够获得这些数据。

3. 缺乏权威的数据标准

制造业每天会产生和利用大量数据，如经营管理数据、设备运行数据、外部市场数据等。但是，工业设备种类繁多、应用场景较为复杂，不同环境有不同的工业协议，数据格式差异较大，不统一标准就难以兼容，也难以转化为有用的资源。

4. 数据安全

在云化以后，数据集中化程度不高，造成数据安全性得不到保障，非法访问数据的风险加剧；原先的应用服务器是独立的，但应用云系统以后，应用服务器的安全边界越来越小，甚至会出现很多漏洞，虚拟机和虚拟机保护机制不完善；产业数据的安全性要求远高于消费数据，工业数据涵盖设备、产品、运营、用户等多个方面，在采集、存储和应用过程中一旦泄露，会给企业和用户带来严重的安全隐患。数据如果被篡改，可能导致生产过程发生混乱，甚至会威胁城市安全、人身安全和关键基础设施安全。

在数据资产管理方面，由于数据是企业的核心，数据管理也是数字化转型的关键环节。在企业由物理资产向数据资产转型的过程中，企业内部数据的整合与管理是数字化转型的首要整改部分。基础设施、平台构建、治理体系与金融支持同样也很重要。未来数字化变革也将对数据管理提出更高的要求，不论是政府还是企业，在数据管理方面都需要做出进一步探索。

5. 以 5G 和工业互联网为代表的产业数字化转型面临的困难

上海工业互联网平台总体布局稳步推进，应用模式不断创新，创新生态逐渐形成。但仍面临企业观念亟待转变、龙头企业缺乏、应用数量偏少、协议标准不统一等困难。

部分传统企业经营发展理念固化，对工业互联网平台理解和认识不够，缺乏开放共享、包容互惠、勇于变革的精神。同时，部分企业对在不同行业深化工业互联网平台应用的实践路径和落地场景尚不清晰，对于实践应用的具体做法存在疑虑。

相应的标准体系在行业上下游之间尚未得到统一，接口困难，各方自行制定标准带来较高的重复建设成本。

三、国际产业数字化转型发展的经验和趋势

数字经济起源于互联网技术对产业发展的浸入。1963 年互联网诞生于美国，1993 年美国宣布实施“信息高速公路计划”，大力发展国家信息基础设施。由于技术壁垒的存在，美国数字经济竞争力始终稳居全球第 1 位。近年来，德国、日本、英国等发达国家纷纷抢占全球数字产业竞争制高点，同时以中国、印度等为代表的新兴发展中国家与传统发达国家的差距也正在逐渐缩小。在国内产业数字化转型发展中，浙江、深圳、北京等地的一些经验做法值得上海借鉴。例如，浙江以工业互联网平台为中心，构建“1+N”工业互联网平台体系；北京依托“北京通”数据平台，优化全市政务服务、创新社会治理；深圳在 2020 年 8 月率先完成全球 5G 独立组网全覆盖，为数字深圳建设打下基础等。

（一）推动大数据、人工智能等技术创新发展成为各国共同战略选择

大数据和人工智能已成为推动传统产业数字化转型的新型技术引擎。世界各国为夯实数字化转型技术基础，相继制定了一系列大数据和人工智能相关国家战略，构筑核心技术研发高地。在大数据和人工智能领域，各国政府纷纷加强战略顶层设计，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、人才驱动、科技驱动的同向发力。整体上看，各国的布局呈现出战略引领、规划指导、政策统筹、多方合作等为特征的协同推进。

例如，美国政府聚焦大数据和人工智能等前沿数字技术领域，先后发布《联邦大数据研发战略规划》《国家人工智能研究和发展战略计划》《为人工智能的未来做好准备》《美国机器智能国家战略》，构建以开放创新为基础，以促进传统产业转型为主旨的政策体系，有效促进了数字化转型的发展进程。2008 年金融危机后，美国实施再工业化战略，先后发布《智能制造振兴计划》《先进制造业美国领导力战略》，提出依托新一代信息技术等创新技术，加快发展技术密集型的先进制造业，保证先进制造作为美国经济实力引擎和国家安全支柱的地位。

表 2 国际数字经济发展概况

国家	数字经济规模 (2018 年)/美元	数字经济占 GDP 比重 (2019 年)/%	产业数字化占数字 经济比重 (2019 年)/%
德国	2.40 万亿	63.4	90.3
英国	1.73 万亿	62.3	>80
美国	12.34 万亿	61.0	>80
日本	2.29 万亿	>40	>80
新加坡	>1000 亿	>36.2	60~80
中国	4.73 万亿	36.2	80.2

资料来源：中国信息通信研究院、中投产业研究院。

(二)组织架构优化及商业模式变革成为产业转型的焦点

随着新一代信息技术在各传统行业的渗透，传统的行业壁垒和市场边界被打破，产业竞争格局随之改变，在新的竞争格局之下，数字化转型将升级为核心战略，新一代信息技术深度融入研发、生产、管理、营销等各个业务流程，重塑顺应数字经济发展规律的组织形态和商业模式。组织架构与商业模式的变革向最大化激发企业创新活力和潜力、重构产业核心竞争优势的方向转变。

美国巨头企业主导模式一直引领着全球数字经济新商业模式和组织管理。自 2006 年亚马逊发布了第一代 SaaS 服务以来，整个 ICT 高科技产业处在一场重大的商业模式变革中，从产品销售向订阅服务转型，而企业客户也从直接购买产品和解决方案转向租用技术服务模式，传统技术商业模式逐渐终结。后来，微软 Azure、GoogleCloud 等也不断加深向 IaaS 和 PaaS 转型。IaaS 和 PaaS 就是 IT 和互联网公司将 IT 资产(软件、硬件和网络等)的运营方式转换成集中管理、集中运维，并通过互联网门户以按需使用、按用量付费的模式向客户提供服务。现在被看好的基于云原生应用的开发运维管理 DevOps 等全栈管理服务带来的商业模式变革、组织管理变化，都是在美国出现并引领全球的。

(三)培养数字化技能人才是支撑数字化转型发展的重要举措

人才是第一资源，是实施数字化转型战略的核心竞争力。全球各国都在积极创新人才培养模式，提升公民素质素养，为数字化转型战略实施提供智力支撑。随着数字化转型浪潮的来临，各国根据科技和产业发展需要，逐步建立健全数字人才发展机制，完善教育培训体系，通过优化课程设置与配套、扩大培养规模、吸引高端人才等政策，满足传统企业数字化转型的各类人才需求，为推进产业数字化转型打下坚实基础。

（四）底层技术、标准和知识产权是未来竞争力的关键

数字化转型的核心驱动力在于技术创新能力，知识产权是技术创新的源泉，是企业、地区乃至国家数字化转型的关键和根本。行业领军企业正是通过对底层技术、标准和知识产权的把控铸造自己的技术壁垒，从而取得行业优势地位。同样，在底层技术、标准和知识产权方面具有明显优势的国家和地区，将在本轮数字化转型竞赛中抢先占据制高点。企业、地区、国家围绕底层技术、标准、知识产权的竞争和博弈愈演愈烈，并逐渐趋于常态化。

（五）激发、培育、契合新一代信息技术特性应用场景，挖掘更多商业模式

随着 5G、人工智能、大数据、区块链等新一代信息技术不断取得突破性进展，引导开发和培育与新一代信息技术高度契合，且符合政府、企业及个人用户实际需求的多元化应用场景，并持续拓展和延伸边界及范围，将成为产业挖掘新兴增长点和实现可持续发展的重要路径。以应用场景为牵引，推动新一代信息技术与用户需求充分结合，加快产业数字化转型的规模化、商业化进程，进一步催生大量新技术、新产品、新模式，将创造出巨大的经济效益和社会效益。

四、上海产业数字化转型的路径选择和对策建议

（一）上海产业数字化转型的总体思路

一是充分利用上海的市场优势和数字资源，推进上海大数据中心赋能产业数字化发展。二是以推进制造业数字化转型为核心，以既发挥政府数字治理体系作用和提升政府数字管理能力，又发挥浦东社会主义现代化建设引领区先试先行作用为两翼，充分利用好“一核两翼”作用。三是将产业园作为产业数字化转型的主要载体，进一步发挥产业园的企业集聚作用和在产业数字化转型中的平台联通功能，对传统企业数字化转型进行引导、服务和管理，进一步形成产业数字化的应用场景。

（二）上海产业数字化转型的路径选择

1. 构建基础设施—数字赋能—支撑能力—政府治理体系的宏观路径

（1）加强新型基础设施建设。一是把握 5G 建设机遇，推动数字化基础设施建设进程。目前 5G 基础设施正在推进，但应用中仍存在一些瓶颈，许多企业的工业互联网仍然选择光纤，放弃 5G 的应用，主要原因是 5G 技术不稳定。为此，应积极推进人工智能、工业互联网、物联网、云计算、大数据等基础设施建设，科学规划云计算数据中心选址布局，统筹云计算数据中心发展，积极探索跨区域共建共享机制和模式；加快城乡工业宽带网络升级改造，推进全国基础设施物联网网络建设，提升软硬件基础设施水平。二是将传统基础设施的数字化改造作为重点。目前，我国传统基础设施建设已进入成熟阶段，在处理以数字化基础设施为主的新型基础设施与传统基础设施建设关系时，应将两者视为存量和增量的关系，密切加强两者的融合。例如，5G 的建设应尽可能共用 4G 的铁塔、光缆、电源、配套等设施；在已建成的能源骨干网络基础上，利用数字化技术实现分布式和智能化的能源系统升级，对城市的公共基础设施进行数字化改造；促进传统公共设施在保留自身功能的基础上，实现空间、网络和数字资源共享，完成基于数字化平台的资源和功能整合。

（2）推进数字赋能产业。随着国家提高信息科技产业实力、加速新基建等项目落地，大数据、人工智能、云计算等技术渗透

各个领域，万物互联时代即将到来。通过整合和共享数字资源和数字技术，形成应用场景，推动数字赋能，让企业能享受到数字化的红利。首先要在企业管理以及服务模式上推进数字化转型，推进产业数字化的系统发展。进一步优化数字生态环境，从政策、人才、社会环境和政府治理方面形成有利于数字化转型和数字化发展的氛围，为产业数字化发展提供支撑。打破部门分割，推动互联网平台体系的联通对接，提高产业互联网存量资源效应，发挥增量资源的创新作用。

(3) 变革和提升政府治理体系和数字化管理能力。完善财政政策，强化财政资金导向作用，加大资金对数字化转型的支持力度；完善税收政策，制定适应数字化转型发展的技术先进型服务企业认定管理办法，加快落实技术先进型服务企业所得税优惠政策，鼓励传统产业向工业设计创新、产品全生命周期管理、信息增值服务等服务环节延伸；完善金融政策，扩大直接融资比例。支持符合条件的数字化企业在境内外各层次资本市场开展股权融资，发行项目收益债、可转债、企业债等债券品种；引导各类投资基金向数字化转型领域倾斜；不断完善创新政策，加强对数字化的新业态、新产品、新服务的政策支持，改变原来只重视技术创新的单一维度，出台和落实推动服务创新、商业模式创新的相关政策。

2. 构建科创数字化—园区数字化(特色数字产业园)—企业产业数字化集群—产业链数字化的微观路径

产业数字化的主要载体是产业园区。园区聚集了许多高科技企业，产业数字化转型在微观路径上要从产业园区着手，促进数字技术在园区企业数字化中的应用。从加强特色产业数字园区建设入手，充分发挥园区产业门类齐全、数据资源丰富等优势，谋求与其他国家和地区的深入合作，并引导行业组织在国际合作方面进一步发挥作用。充分发挥我国在数字化转型方面的优势和特色，尤其是发挥以工业互联网平台为代表的中国制造力量，吸引国外企业进驻平台，引领工业的模式创新，不断完善自有生态。利用跨境电商、移动支付等新业态，跨境路缆、国际海缆系统等新型基础设施建设，深化数字化转型全球战略。以产业为依托，搭建以平台为主的产业数字化赋能平台，重点加快工业互联网、能源互联网、车联网、城市物联网、农业物联网等数字化平台建设，产业数字化平台应全面渗透产业价值链，并对其生产、交易、融资、流通等环节进行改造升级，形成丰富的全新场景，创造多种生态模式，提高资源配置效率。

纵向上，以行业为链条，推进行业核心数字化企业建设。核心企业在产业链上具有举足轻重的作用，产业链的中小企业都围绕着核心企业运作。政府出台政策措施推进核心企业产业数字化，倒逼核心企业产业链上下游中小企业实现数字化转型。

横向上，以产业园为基础，推动园区的数字化头部企业赋能其他企业数字化转型，实现数字管理和服务能力的整体提升。培养双跨工业互联网平台，促使双跨平台赋能园区的中小企业，快速提升产业数字化转型成效。建立以园区管理、运营平台为基础，以产业服务平台为核心，以大数据运营平台为支撑的智慧园区，发挥产业园区在产业数字化转型中的平台和载体作用。

(三) 上海产业数字化转型的对策建议

1. 政策法规的优化及精准施策

出台针对中小企业产业数字化转型政策。“工赋上海”三年行动计划有清晰的目标和措施，但对企业没有更精准的分类，该计划大多适合大中型国有企业尤其适合国有制造企业。在全面推进上海城市数字化转型大背景下，中小微企业是产业数字化转型的短板，应出台精准的政策措施，推动中小微企业尽快进行数字化转型和升级，如产业数字化转型辅导、产业数字化转型金融支持和税收返还等。针对中小微企业的数字化转型，应加强评估和“体检”，帮助中小微企业顺利转型。

2. 将产业数字化制度创新和政策突破纳入先试先行

借助浦东社会主义现代化建设引领区改革红利，制订产业数字化跃升计划，进一步探索制度创新和政策突破，如将产业数字化投入作为研发投入重要内容之一；将数字化人才引进作为重点目录，建立人才引进快速通道。引领区内的产业园区应直接成为

国家工业互联网示范应用基地，以促进产业数字化应用发展。

3. 以工业互联网头部企业赋能中小微企业数字化转型

重点依托工业互联网平台和龙头企业的自我实践，推动中小微企业数字化转型。对中小企业进行分类分级管理，建立行业工业互联网示范基地，从数字化转型模式、转型收益等维度消除中小企业顾虑，提升数字化转型的普及程度。一是建设行业数字化转型示范基地，推动核心企业利用应用场景和经验做法，培养中小微企业产业数字化转型人才，帮助中小微企业突破产业数字化人才缺乏的瓶颈。二是搭建推广应用的平台和渠道，消除信息不对称性，促进数字化需求方和供给方的有效对接。三是细化评估和支持政策，对中小微企业进行全面的数字化“体检”。

4. 功能性研发平台、工业互联网平台和消费互联网平台互联互通

目前，上海工业互联网平台与上游的研发功能性平台及下游的消费互联网平台还没有完全融通整合，应积极推进产业链上下游以及工业互联网与消费互联网的融通整合，降低中小微企业数字化转型的成本，进一步提高中小微企业数字化的效率和质量。通过全产业链的整合联通，将终端的消费需求精确传导给设计研发和生产环节。在数字化时代，如何广泛地触达客户、获知需求变化并进行实时快速调整，是大部分企业面临的问题。特别是对于重资产、大规模、商业模式单一的产业领域，亟须借助数字化转型推动全生命周期管理（PLM），实现平台化运营的突破和转变。

5. 建立工业互联网系统安全法规和标准

产业数字化主要通过工业互联网实现，工业互联网牵涉一个国家先进制造业的核心内容，因此相关部门应高度重视产业数字化的安全问题。美国政府将数字基础设施安全保障上升到国家战略和国家安全高度，通过加强立法、严格执法，保障数据安全和消费者隐私；成立行业联盟，在行业联盟内部实行数据共享。上海应学习美国等发达国家的先进经验，通过立法和区块链等技术构建产业数字化安全保障系统。

参考文献：

- [1]顾晓敏. 中国(上海)新金融发展报告(2017—2018) [M]. 北京：中国社会科学出版社，2020.
- [2]中国信息通信研究院. 中国数字经济发展白皮书(2020) [EB/OL]. 2021.
- [3]上海市经济和信息化委员会. 上海 5G 产业发展和应用创新三年行动计划(2019—2021) [EB/OL]. 2019.
- [4]科智咨询. 2019—2020 年上海及周边地区 IDC 市场研究报告[EB/OL]. 2020.
- [5]顾丽梅，李欢欢. 上海全面推进城市数字化转型的路径选择[J]. 科学发展，2022 (2).
- [6]程小龙. 产业数字化转型思路评鉴[J]. 软件和集成电路，2021 (8).
- [7]崔晓君. 大数据产业，城市数字化转型的重要领域[J]. 张江科技评论，2021 (6).
- [8]全运宝. 加快产业数字化转型，打造数字经济新优势[J]. 党政干部论坛，2021 (5).

[9]张瑜.上海推进生活数字化转型的思路和举措[J].科学发展,2022(3).

[10]陈志成.上海数字经济发展策略[J].科学发展,2020(7).

注释:

1 顾晓敏:《中国(上海)新金融发展报告(2017-2018)》,中国社会科学出版社,2020年。

2 中国信息通信研究院:《中国数字经济发展白皮书(2020)》,2021年。

3 中国信息通信研究院:《中国数字经济发展白皮书(2020)》,2021年。

4 相关数据来源于上海市经济和信息化委员会。

5 2019年9月,上海市经济和信息化委员会印发《上海5G产业发展和应用创新三年行动计划(2019—2021年)》,提出要形成5G产业集聚的“五极”。

6 科智咨询:《2019—2020年上海及周边地区IDC市场研究报告》,2020年。

7 相关数据来源于上海市经济和信息化委员会。