

上海推进产业数字化转型的思路与对策

郭进¹

(上海社会科学院 200023)

【摘要】: 产业数字化转型发展周期长、复杂程度高, 需要结合企业现实状况、行业演化规律、产业发展阶段以及数字科技发展趋势等制定多元化的目标体系。在宏观层面, 以智能制造为引领, 全面推进上海经济数字化整体转型, 打造上海制度型开放、数字化赋能的发展新格局。在中观产业层面, 以数据流通、数据交易为抓手, 推进无形的数据要素与有形的资本、劳动力等要素实现高度融合, 以此重塑产业发展的生态体系和发展模式。在微观企业数字化层面, 推进企业技术创新、产业自主, 聚焦工业软件、高端装备、人工智能打造产业发展新引擎。

【关键词】: 产业数字化 产业转型升级 数字经济

【中图分类号】: F-403. 51 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1005-1309(2022)08-0011-011

产业数字化是应用数字技术促进企业转变生产方式、重塑企业竞争优势的过程。随着数字技术向各行各业的渗透与融合, 产业数字化正以信息网络为纽带, 重塑整个产业体系的分工格局, 并催生出新的网络协同模式、价值创造模式和商业营销模式。产业数字化的转型升级过程并不局限于应用数字技术改造实体产业, 更是服务业与制造业不断融合、持续创新的过程。因此, 产业数字化与数字产业化是数字经济的一体两面, 上海需要从技术链、产业链和价值链 3 个维度, 针对面临的问题, 分阶段、有步骤地以技术链的迭代升级, 推动产业链的应用场景开发, 进而围绕标杆企业和科技赋能平台, 构建上海在数字经济领域的核心竞争力, 以此推动整个价值链体系的持续升级。

一、产业数字化的内涵界定与主要模式

(一) 产业数字化的内涵界定

既有的研究对产业数字化提出了众多的定义, 内涵解释各有侧重, 但本质都是应用大数据、云计算、5G 通信等新一代信息技术和远程通信技术, 对传统产业进行数字化改造和智能化升级。例如, 国务院发展研究中心课题组(2018)将产业数字化定义为: 利用新一代信息技术, 构建数据的采集、传输、存储、处理和反馈的闭环, 打通不同层级与不同行业间的数据壁垒, 提高行业整体的运行效率, 构建全新的数字经济体系。^[1]国家信息中心和京东科技研究院(2020)将产业数字化定义为: 在新一代数字科技支撑和引领下, 以数据为关键要素, 以价值释放为核心, 以数据赋能为主线, 对产业链上下游的全要素数字化升级、转型和再造的过程。^[2]中国信通院(2021)认为: 产业数字化是传统一二三产业应用数字科技所带来的生产数量和生产效率的提升, 其新增产出构成数字经济的重要组成部分。^[3]华为公司(2020)认为: 数字化转型是通过新一代数字科技的深入运用, 构建一个全感知、全连接、全场景、全智能的数字世界, 进而优化再造物理世界的业务, 对传统管理模式、业务模式、商业模式进行创新和重塑, 实现业务成功。^[4]综合各方定义, 本文将产业数字化的内涵和特征概括如下(表 1)。

表 1 产业数字化的内涵界定及其主要特征

作者简介: 郭进, 经济学博士, 上海社会科学院国际经济交流中心研究人员。

内涵界定	主要特征
战略定位	业务与技术的结合、共同创新产业价值、提高企业效率
技术支撑	大数据、云计算、人工智能、区块链、5G 等新兴科技
产业特征	需求导向、数据驱动、资源节约+效率提升、平台经济
应用范围	从装备数字化到组织运营数字化，全产业链的数字化转型升级
推进模式	数字化技术对各行各业的渗透与融合

资料来源：作者整理。

(二)产业数字化的战略定位与推进模式

产业数字化的战略定位可从宏观、中观、微观 3 个层面予以概括：

立足于国家战略的宏观视角，产业数字化是数字经济的重要组成部分，是国家由工业化向智能化转型升级的产业基础。对此，2017 年国务院政府工作报告提出，产业数字化将进一步推动实体经济与数字技术的深度融合，要求“十四五”期间大力发展数字经济，夯实数字化产业基础，提升国家数字化生产力，打造以数字经济为核心竞争力的战略发展规划。

基于产业发展的中观视角，产业数字化是以信息网络为市场配置纽带、以数字化科技平台为产业生态载体的资源优化过程，将推动新一代信息技术在各行业的普及，重塑产业分工协作新格局，助力新旧动能的转换。

基于企业升级的微观视角，产业数字化将全面赋能生产、研发、销售、服务各个环节，促使企业转变生产方式，实现提质增效。借助最新的数字科技和远程通信技术，企业能够在全面推进业务数据化的过程中，打破长期以来困扰企业的“信息孤岛”问题，实现从流程驱动向数据驱动转变，并以此为契机，重塑企业的核心竞争优势。

各国都意识到加快推进产业数字化的战略意义和市场价值，并围绕智能化生产、网络化协同、个性化定制和服务化延伸等 4 项功能，形成 3 种产业数字化的推进模式：一是基于 IT 系统升级的工业互联网模式。面向企业数字化转型的实际需求，利用工业互联网将企业的传统设备、生产流水线以及生产运营系统连为一体，用工业互联网推动企业生产制造系统的技术升级，解决生产制造领域的效率提升问题。德国西门子公司是这一模式的典型代表，其在工业 4.0 战略下推进诸多智能制造项目。二是数据驱动模式。这主要表现为拥有软件研发能力和技术优势的企业，利用数字平台的技术优势，主动抢夺数据要素资源，并以此开展商业模式创新和产业组织重构，最终借助市场力量推动整个产业的数字化转型。百度利用其拥有的平台优势，以产业赋能的形式陆续扶持了众多的独角兽企业，占领了智能汽车、电商业务、餐饮旅游等市场。三是系统集成模式。系统集成包括纵向集成、横向集成、端到端集成 3 种模式，是不同于工业互联网模式的另一种产业数字化模式。2019 年世界经济论坛和麦肯锡公司发布了《全球“灯塔工厂”网络：来自第四次工业革命前沿的最新洞见》，该报告指出全球 44 家“灯塔工厂”均具有制造系统集成特征。这种系统集成的数字化应用模式包括“生产线相关应用系统数据连通、跨部门数据横向集成、供应网络对接、端到端产品开发、端到端规划、端到端交付、客户对接”等。

二、上海产业数字化的发展现状

针对宏观、中观和微观 3 个层面的产业数字化战略，上海推进产业数字化的进程可从“价值链攀升、技术链升级和产业链变

革”3个维度进行衡量，彼此之间的关系是“企业技术创新带动产业链升级，进而推动价值链整体攀升”。表现为：在价值链的维度上，数字技术的持续创新和深度应用，推动相关企业盈利水平提升，产业规模因此能够持续扩大，价值链也在产业融合和扩张的过程中得以不断提升。在技术链的维度上，企业的生产装备体系沿着“装备数字化—无人工厂—智能生产体系”的路径升级，由传统的工厂化流水线生产模式向数字化、网络化、智能化制造的方向升级。在产业链的维度上，企业的生产组织模式沿着“机器替代人工—组织结构扁平化—网络化协同”的规律演变。以三链互动升级为线索，上海产业数字化的推进情况可圈可点、成绩喜人。

(一)在价值链维度上，上海产业数字化规模持续增长，在线新经济引领全国

一是产业数字化的规模持续增长，在线新经济模式引领全国，数字经济在全市经济中已占据主导地位。2019年，上海智能制造产业的规模超900亿元，规模和能级位居国内第一梯队，位列《2019年世界智能制造中心城市潜力榜》第2名。2020年，上海产业数字化的增加值超过1万亿元，占GDP比重超过40%。^[5]产业数字化已然成为驱动上海数字经济发展的主引擎。

二是汽车和电子信息制造业引领产业数字化的经济增长。2021年，以生物医药、电子信息、钢铁、化工、航空、航天、船舶、核电、汽车、能源等为代表的上海十大领域步入数字化转型的快车道，其中，汽车和电子信息制造业占据绝对的主导地位。统计公报数据显示，2020年上海汽车制造和电子信息制造业的总产值，在6个重点行业的占比达到55.51%。2021年前三季度，上海电子信息产业更是逆势实现增长12.7%，位列全市六大支柱产业榜首，有力地推动了上海产业数字化的规模扩张。

三是服务产业数字化引领全国。服务产业数字化创新了生产制造企业的盈利模式，以服务产业数字化推动个性化定制生产的转型，是数字经济环境下实现价值创新的重要路径，也是各地推进产业数字化的重要赛道。对此，上海市政府给予高度重视，于2020年7月颁布《关于实施2020年度产业电商“双推”工程的通知》，将直播新经济作为上海服务产业数字化和发展数字经济的重点方向，要求发挥上海“五个中心”在品牌、资源、人才和制度供给等方面的集聚优势，进一步巩固上海全国新零售桥头堡的地位，跑出“在线新经济”的加速度。2020年，上海直播电商渗透率达到6.98%，且以每年20%的增长率增长。无论是用户观看数还是各类品牌参与规模，上海的电商直播均居全国第1位。目前，上海作为全国首个建立多通道网络(Muti-Channel Network, MCN)专门委员会的城市，已拥有较为完备的电商产业链，正在构建“网红经济”集聚区。预计未来4年，上海电商网络销售总额(Gross Merchandise Volume, GMV)将实现58.02%的年均增速，2024年GMV将达28360亿元。

表2 2020年上海6个重点行业工业总产值及其增速

行业	工业总产值/亿元	占工业比重/%	比上年增长/%
6个重点行业工业总产值	23784.22	-	4.1
电子信息产品制造业	6466.23	27.19	5.3
汽车制造业	6735.07	28.32	9.3
石油化工及精细化工制造业	3488.97	14.67	0.5
精品钢材制造业	1120.40	4.71	-4.2
成套设备制造业	4556.95	19.16	0.6
生物医药制造业	1416.61	5.96	2.9

资料来源：2020 年上海市国民经济和社会发展统计公报。

(二) 在技术维度上，上海制造业已初步具备建设无人工厂的条件

技术维度的产业数字化通常沿着“单点数字化、数字化生产线、无人工厂”的路径推进，上海则采取了高起点数字化的技术路径，直接从无人工厂入手，积极推进上海工业互联网高地建设。

一是制造业已初步实现从自动化到数字化的转型，具备了建设智能化无人工厂的能力。上海在汽车、高端装备等重点领域建成 14 个国家级智能工厂、80 个市级智能工厂，推动规模以上企业实施智能化转型 500 余家，企业平均生产效率提升 50%以上，企业运营成本平均降低 30%左右。

二是制造新模式提质增效明显。聚焦智能制造，促进人工智能技术与实体产业深度融合，是上海开放工业场景、推进“两业融合”的重要路径。以港口物流行业的数字化为例，上海洋山港四期无人码头采用上港集团自主研发的自动化码头生产管控系统(TOS 系统)，实现了桥吊远程操控和堆场装卸、水平运输的自动化，改善了劳动环境，促进了“制造+运维”的智能化，极大地提高了装卸效率。目前，洋山港四期无人码头人工减少 70%，能够 24 小时不间断作业，装卸能力提升约 25%，作业效率达到 40 箱/小时，远超人工码头的作业效率。

三是“工赋上海”行动按下工业互联网发展的“快进键”。近年来，上海围绕工业互联网的创新发展、经济赋能，在战略布局和产业创新等方面进行多项布局，相继发布了《工业互联网创新应用三年行动计划(2017—2019)》《关于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)》，积极打造工业互联网的产业高地。截至 2020 年 11 月，上海工业互联网相关企业有 547 家，占新基建领域新增注册企业数量的 69.15%，高于全国 55.34%的平均水平，居全国第 3 位。其中有专利的企业占比为 57.53%，低于全国平均水平。在集成电路、生物医药、钢铁等重点领域，培育了涵盖网络、平台、安全等 39 个综合解决方案提供商，打造了宝信软件、上海电气“星云智汇”、中科云谷等 15 个具有影响力的工业互联网平台，带动 12 万家中小企业上平台，工业互联网的核心产业规模达到 1000 亿元。

(三) 在产业组织维度上，上海积极构筑产业链和供应链“双链融合”的创新生态

一是产业数字化的主体资源持续集聚。上海加快培育产业数字化的新主体资源，积极构筑产业链和供应链“双链融合”的创新生态。目前已培育产业数字化标杆企业 26 家，链接企业数量超过 120 万家，链接设备 822 万台，工业互联网国家顶级节点(上海)标识解析注册量达 95 亿，造车新势力也在持续涌入。

二是高新技术企业和数字新基建企业增速喜人。目前，上海市高新企业数量达到 14624 家，居全国第 5 位，低于广东、北京、江苏及浙江。但上海高新技术企业占本地企业总数的比重保持居全国第 2 位，达到了 0.27%。截至 2020 年底，上海新基建相关注册企业数达 31813 家，注册企业数量增速超过了全国平均水平。各类高新技术企业的集聚和成长，为上海发展数字经济、推进产业数字化，提供了重要支撑。

三是产业数字化的空间布局日趋合理，产业园区的集聚效应明显。近年来，上海持续深化 5G、人工智能、互联网、大数据等新兴技术与制造业的融合，致力于打造全国智能制造的“应用高地”“核心技术策源地”和“系统解决方案输出地”。在高端装备制造领域，上海形成了以临港装备产业园、长兴岛和闵行等为主的船舶和海工装备基地，以张江园区、漕河泾开发区、松江工业园区、紫竹开发区等园区为主的上海集成电路产业基地。上海成为首个国家级微电子产业基地和唯一的国家级集成电路研发中心所在地，集成电路技术水平、规模能级保持国内领先。在工业互联网空间布局方面，上海基本形成以松江、临港、嘉定、宝山、金山、张江为支点的“一链多点”布局。以产业园区集聚为特色，上海积极推进围绕区域优势、多点布局的产业数字化推进模式，形成了场景、技术、资本、人才“四轮驱动”的要素集聚，实现了产业融合发展的创新生态。

三、上海产业数字化面临的主要问题

(一)在价值维度上，上海缺少数字经济的规模优势

长期以来，上海一直在城市网络基础设施建设方面领先全国，坚实的数字底座也是上海顺利推进产业数字化的底气所在。然而，既有的信息网络优势，并没有自动转化为上海在数字产业方面的经济规模优势。无论是高新技术企业的数量、数字经济的产值，还是数字企业的规模，上海落后于广东和江苏。以 2019 年的统计数据为例，广东数字经济规模达到 4.9 万亿元(其中产业数字化 3.5 万亿元)，数字经济增速达 13.3%;江苏数字经济规模为 4.29 万亿元(其中产业数字化 2 万亿元)，数字经济增速达 19%。上海数字经济规模仅 2 万亿元(其中产业数字化超过 1 万亿元)，总体规模不到广东、江苏的 50%，与山东、四川等省同属全国数字经济发展的第二梯队。

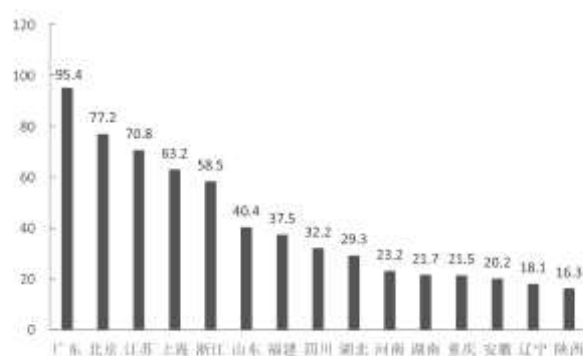


图 1 全国各省市数字经济产业指数排名(前 15 位)

资料来源：中国电子信息产业发展研究院《中国数字经济行业市场前瞻与投资规划分析报告》，2020 年。

广东、江苏和北京的领先优势还表现在产业规模(电子信息制造业规模、信息传输业规模、软件和信息技术服务业规模)和产业主体(ICT 领域主板上市企业、互联网百强企业、独角兽企业)等方面，相关的产业指标全面领先上海。在互联网时代，各行业的头部企业通常只有 2~3 家，这几家头部企业会凭借体量优势，占据 80%的市场份额，而剩余 20%左右的市场份额，则主要由具有技术优势的“专精特新”企业垄断。这意味着，如果上海在数字经济领域失去企业的规模优势，也就失去了必要的市场影响力。上海在数字经济领域选择“专精特新”的精品路线，既是对数字经济发展趋势的精准把握，在某种程度上也可视为符合实际的一种主动选择。

这一论断可从各省市产业数字化占 GDP 的比重得到印证。2020 年上海数字经济和产业数字化占 GDP 比重分别超过 50%和 40%，居全国第 1 位。而广东的这两项指标分别为 46.8%和 31.3%，江苏数字经济占比则为 40%。这表明上海向数字经济转型的动作更快，效果也更明显。这也意味着上海需进一步思考如何用好信息基础设施的优势，与数据要素、科研人才、金融资本等方面的优势相结合，形成对企业集聚、人才集聚的吸引力，以此缩小与广东、江苏在企业数量、产值规模方面的差距。

(二)在技术维度上，上海需要强化科技创新的策源功能

1. 产业数字化面临着缺少应用场景的难题

推进产业数字化面临着应用场景较少、技术手段单一的困境。例如，中国在 5G 技术和人工智能等领域拥有技术优势，但始终未能找到适合的应用场景。数千亿元的投资布下以后，后期的运营成本极其高昂，导致企业很难如期收回投资。对此，一方面，

需要发挥上海超大城市的市场优势和产业优势，围绕制造业发展的痛点和难点，聚焦个性化定制的生产消费范式创新，以“两网贯通”（工业互联网与消费互联网连接）促进要素市场流通和应用场景的开放，以此激发企业数字化升级的业务需求；另一方面，需要聚焦企业服务化的趋势，以智能产品的需求解耦，促进“两业融合”（服务业与制造业融合），以关键行业的技术链升级，推动制造业向价值链两端的高附加值环节延伸。

2. 企业普遍缺少数字化转型的技术研发能力

中国企业普遍偏好引进成熟技术，而较少进行技术研发，原创性的技术成果更是少之又少。以数字化的远程办公为例，据不完全统计，疫情防控期间有 80% 的企业实现了远程办公。但有高达 78% 的企业仅局限于视频会议，基本没有能力对生产运营环节进行远程控制和实时优化。解决企业核心技术缺失的问题已经刻不容缓。

上海的产业数字化转型，同样面临着缺少原创技术和核心技术的问题，且与领先省份的技术差距在持续扩大。以规模以上工业企业为例，2014 年规模以上工业企业的有效专利数，广东是上海的 4.6 倍，江苏是上海的 2.66 倍。2019 年，广东规模以上工业企业的专利数量达到 37.5 万件，是上海的 7 倍，江苏则提升到上海的 3.37 倍。汇总 2014—2019 年的数据，规模以上工业企业申请的专利数量，广东增长了 2.96 倍，江苏增长了 2.46 倍，而上海仅增长 1.94 倍，上海工业企业的技术研发成果增长缓慢。

由于当前产业数字化转型的主要内容是实现装备设备、工艺流程、终端产品的数字化，关键是要将企业的行业规范、特有技能、默会知识等数字化。因此，这一阶段的产业数字化更加依赖企业自身的技术研发能力，尤其是工业企业的自主创新能力。

（三）在产业组织维度上，上海需要壮大头部企业、促进“双链互动”

1. 上海缺少产业数字化的龙头企业

“引育头部企业，激发多元主体活力，打造标杆载体”，是上海推进产业数字化的另一途径。从企业注册数量看，自 2000 年以来，上海注册企业增速在大部分年份都低于全国水平 5 个百分点，在集聚企业方面显得后劲不足。2020 年，广东新增注册企业 251.69 万家，占全国新增注册数的 9.2%；江苏新增注册企业 376.36 万家，占全国的 13.75%；上海新增注册企业 47.83 万家，居全国第 9 位，仅为广东的 19%、江苏的 12.7%。

在新增数字化企业方面，2020 年以来，广东新增 1382 家，江苏为 500 家、上海为 547 家。无论在行业领军企业方面，还是在新增工业互联网企业数量方面，上海都远远落后于北京和广东。

目前，广东和江苏已形成创新企业的资源集聚优势。全国 88.1% 的集成电路上市企业、92% 的互联网百强企业、91.7% 的独角兽企业集中于东部沿海地区，广东、江苏占据了其中的重要份额。2019 年，上海高新技术企业达到 12619 家，远少于广东的 49991 家、江苏的 23946 家；上海高新技术企业的营业规模为 3.02 万亿元，广东为 8.29 万亿元，江苏为 4.89 万亿元，上海仅为广东的 36.4%、江苏的 61.7%。总体而言，上海高新技术企业的个体规模和盈利能力更强，约是广东平均水平的 1.44 倍、江苏的 1.17 倍，但无论是龙头企业的数量和质量，还是工业互联网平台和独角兽企业的数量，上海须尽快缩小与领先省市的差距。

2. 工业互联网生态体系建设任重道远

工业互联网是产业数字化的重要载体。与传统的消费互联网相比，工业互联网在“连接对象、技术要求、发展模式、发展机遇”等 4 个方面，存在着明显的差异。消费互联网的发展经验并不能简单地复制到工业互联网领域，“两网贯通、两业融合”需要模式创新与机制创新。

以工业互联网模式推进产业数字化，需要高度关注工业互联网本身可能存在的风险，以及工业互联网跨行业应用需要的高昂投入。以美国通用电气公司为例，作为工业互联网概念的开山鼻祖，通用电气公司于 2018 年底将 Predix 工业互联网平台剥离，正式宣告数字化转型的失败。其失败原因主要有 3 条：

一是工业互联网平台对通用电气的数字化转型而言，并非不可或缺。通用电气的各个业务板块经过数十年的发展，早已形成了成熟的业务模式，以及众多独立的数字化解决方案。强行将这些成熟方案整合进工业互联网平台，面临着巨大的转型成本。但是，如果不整合这些既有的数字化方案，企业的信息孤岛问题就将持续存在。

二是 Predix 平台并没有找到成熟的商业运营模式。作为一家老牌的生产制造企业，通用电气始终面临着数字人才短缺的问题，大举招聘软件开发人员并没有缓解这一矛盾。推广和应用工业互联网平台所需要的技术开发人员和业务培训项目，远远超出企业的预算，最终导致 Predix 平台沦为企业内部的软件商店，而非最初设想的平台生态体系，这也导致 Predix 多年来始终需要“输血度日”，没有形成持续的盈利能力。

三是工业互联网平台向不同行业扩张时，始终面临成本控制问题。解决各个行业特有的工艺流程等“Know-How”问题，需要长期的经验积累以及反复的调试、磨合，由此导致工业互联网平台向不同行业推广时，不得不花费大量的精力和预算，去开发数百万，甚至数亿美元计的应用场景，无法做到快速而简单地复制既有程序。这导致企业的研发成本居高不下，工业互联网平台难以快速跨行业推广。

当前，我国正处于快速推进产业数字化的发展阶段，工业互联网作为产业数字化的重点工程，得到了各级政府的空前重视。在全球数字化竞赛的热潮中，上海需要对工业互联网的建设保持必要的审慎，尤其需要高度关注工业互联网模式潜在的风险。当前，应按照《上海市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出的“引导有基础、有条件的企业开展设备换芯、生产换线、机器换工为核心的智能化改造”的原则，分门别类、有组织、有规划地分阶段推进工业互联网建设，把产业数字化的示范项目细化到具体企业、具体项目，成熟一家推广一家。

3. 上海推进产业数字化需要用好人才集聚优势

在产业组织维度上，还须解决如何用好人才的问题。比如，集成电路产业是上海推进产业数字化的核心支撑，近年来上海已基本建成四大集成电路特色园区（张江集成电路设计园、临港东方芯港、嘉定智能传感器产业园和 G60 电子信息国际创新产业园），有力地支撑了上海数字经济的快速发展。然而，相比苏州和深圳，上海的集成电路产业还存在明显的“估值落差、技术落差、人才落差”，需要尽快建立数字产业化和产业数字化的联动机制，利用上海人才集聚的优势，做强数字产业，进而以数字产业化的技术优势、数据优势和消费市场优势，推动产业数字化向纵深发展，在技术渗透、产业融合的过程中，形成联动发展的核心竞争力。

当前，全球正迎来工业化向数字化、智能化转型升级的浪潮，各行各业都面临数字人才短缺的问题。如何建立市场化的运行机制，将有限的人才应用到关键岗位，最大限度地做到人尽其才、物尽其用，是上海在组织层面推进产业数字化需要重点关注的问题。对此，建议一方面放宽人才引进的标准、降低人才落户的门槛，为人才集聚创造条件；另一方面坚持引进人才与培育人才“两条腿走路”，积极推进在岗培训、实战练兵。要突出核心科技人员的领军作用，把“揭榜挂帅”“研发小组”“项目竞争”的岗位创新落实到每一个产业数字化的科研攻关、应用集成中去，把上海人才集聚优势转变为产业数字化的技术研发和集成应用优势。

四、产业数字化推进障碍的成因分析

总结上述 3 个维度的问题，其中既有行业普遍存在的共性问题，也有上海自身资源禀赋的局限，其形成原因可归为以下 3

类。

（一）在技术链层面，产业数字化缺少可供参考的技术路径

1. 上海推进产业数字化需要引进企业资源

产业数字化是一个新事物，无法像工业化阶段那样，有可供参考的成功案例。“缺少应用场景，缺乏创新能力”等技术问题，是进入技术领先阶段后，不可避免要遇到的问题。从技术模仿走向自主创新，上海一方面需要集聚产业数字化的创新主体资源，用外来的新生力量推动产业数字化的创新发展；另一方面也需要积极推动既有的大中型企业，走出“追求安稳、不愿试错”的舒适区，积极拥抱产业数字化的浪潮，用人才引进、产业并购等模式导入新鲜血液，促进企业的数字化转型升级。

2. 数字化改造需要计算投入产出效益

产业数字化有“工具智能化、智能化工具、生产服务化和与互联网企业融合”等多条路径可选，并没有标准化的路径模式。面对技术的不确定性，上海企业一方面需要通过不断摸索、试错与磨合，从不确定性中寻找确定性，以高度务实的态度，推进“设备换芯、生产换线、机器换工”；另一方面也需要在实务层面严格界定产业数字化的改造目标，不能为数字化而数字化。在政府与市场之间，需要集中探索产业数字化的市场化模式，让市场用商业逻辑去发现项目、发现机遇、计算收益，而政府则主要集中于维护市场秩序，组织核心技术和关键领域的研发攻关。

（二）在价值链层面，企业自身积累难以支撑数字化改造

1. 产业数字化的推进主体宜集中于大中型制造企业

设备换芯、生产换线和技术研发，都需要投入巨额的费用。以上海汽车为例，最新研发的 R 系列新能源汽车，研发用时 5 年、耗资 200 亿元，相当于整个上汽集团 20 余个子公司 2020 年的全部净利润。如此高昂的投入，其风险绝非普通的生产制造企业所能承担，这也从另一个侧面诠释为什么都是实力雄厚的大企业在研发和推进工业互联网平台，而普通的中小企业则普遍选择加入第三方平台。对此，上海在推进产业数字化的进程中，不仅需要关注中小企业的数字化转型问题，更需要把大中型企业的数字化转型列为重中之重。只有这些行业领军企业率先完成了产业数字化转型，才有可能带动既有的供应链体系和生产协作体系整体跨入数字化生态环境，从而达到事半功倍的效果。

2. 制造企业的盈利能力亟须提高

在企业层面，推进产业数字化还面临着资金匮乏的窘境。比如，中国制造业企业的平均利润率仅为 2.59%，低于中国企业 500 强 4.37% 的平均利润率水平，远低于世界 500 强企业的 6.57%。^[6] 只有为制造业企业提供更丰厚的利润空间，才能使企业形成足够的资本积累，才能激发更多的创新主体加入实体产业领域，应用最新的数字化技术去创造更多的利润。为此，上海应从供需两侧同时发力，一方面通过打造“专精特新”的隐形冠军，提升制造企业的议价能力，为企业扩大盈利空间创造条件；另一方面从需求侧减少从生产制造到最终消费的流通环节，以多元化实体产业对接终端消费的市场渠道，为服务业与制造业的数字化融合创造有利的政策环境和产业生态。

3. 企业数字化的投融资机制需要不断优化

产业数字化需要巨额的资金投入。以银行贷款为主的融资体系，无法通过银行内部的风控审核，现有的抵押贷款模式也不支持企业进行“重资产化”的数字化改造。对此，需要为企业的数字化改造创新投融资模式，降低融资成本，推进产业数字化项目

的顺利落地。

(三)在产业链层面，产业数字化面临一系列的产业组织壁垒

1. 产业壁垒限制工业互联网平台扩张

工业互联网企业向不同行业的扩张，会引发企业对数据资产安全、企业发展主导权和企业生存权的担忧。尤其是数据要素全部上云之后，相当于制造企业把自己的核心资产和核心秘密都交予工业互联网企业掌握，制造业企业担心很可能因此在今后的产业融合大潮中，沦为工业互联网平台企业的生产车间。

目前的工业互联网平台多为央企打造，虽然平台企业天然具有向外扩张的冲动，但是央企的经营收益主要上缴国家，地方基本没有参与分成的可能。因此，各地政府对于央企的数字化扩张，普遍持有矛盾的心态。推进央地合作，携手推动产业数字化改造，是上海需要认真思考的问题。

2. 线上线下融合面临市场分割的制约

在线新经济的发展，重点是推动线上服务、线下体验深度融合，实现供应链与制造链的“双链融合”。以流量平台激活实体经济，鼓励传统商贸企业向全渠道运营商、供应链服务商、新零售企业转型，这一过程的实质是构建全国统一大市场。当前，阻碍这一进程的核心在于打破产业链上游的垄断、打破地方政府的地方保护、打破行业准入的各种限制，需要各级政府面向“两个循环”，降税减负，重构新型政商关系，开创双向开放的新形势。

3. 产业数字化面临新一轮全球监管

欧盟已就数字经济制订了一系列的法律规范，事实上已构建数字经济的监管体系。对此，上海推进产业数字化进程，不仅需要在技术层面、产业层面完成传统企业的数字化改造，还需要立足完善和激活数据要素的确权、定价、存储和交易规则，发挥上海数据产权交易所的功能，改进数据要素的流通机制，提升“国际数字之都”的产业能级。

五、上海进一步推进产业数字化的战略设想

(一)总体原则

1. 分阶段有步骤地实现产业数字化转型

产业数字化转型发展周期长、复杂度高，需要结合企业的现实状况、行业演化规律、产业发展的阶段以及数字科技发展的趋势等制定多元化的目标体系。这主要包括宏观、中观和微观 3 个层面。在宏观层面，需要“以智能制造为引领，全面推进上海经济数字化整体转型”，打造上海制度型开放、数字化赋能的发展新格局。在中观的产业层面，主要是面向“双循环”的新发展格局，以数据流通、数据交易为抓手，推进无形的数据要素与有形的资本、劳动力等要素实现高度融合，以此重塑产业发展的生态体系和发展模式。在企业数字化的微观层面，主要是推进企业技术创新、产业自主，聚焦工业软件、高端装备、人工智能，打造产业发展的新引擎。

2. 以技术链的迭代升级推动产业数字化的价值重构

产业数字化有工具智能化、智能化工具和网络平台重构等多种路径。对上海而言，巩固“国际数字之都”地位，在数字化领

域实现对广东和江苏的全面赶超，关键是打造产业数字化的底层技术优势。上海应重点突破智能芯片、工业软件、操作系统、工业机器人等关键领域的技术瓶颈，以此构筑上海在数字经济领域的技术优势和产业优势。唯此，上海才能真正掌握发展数字经济的主动权，以技术引领推动产业变革，进而重构整个产业生态体系。

（二）推进思路

1. 打造企业数字化转型的标杆企业

领军企业是推进产业数字化、重构产业生态体系的核心。上海应聚焦智能汽车、智能电气、船舶制造等行业的领军企业，以项目招标、示范工程、场景开发等多种形式，将领军企业的数字化转型任务，分解为一个个关键节点，以市场化招标、政府示范项目的形式，将其转变为一个可以考核、可以量化的数字化项目。在统一数据字典、标准化数据接口的前提下，把“全链数字化”分解为工业互联网平台的一个个场景应用模块，逐点、逐项地推进单点数字化改造，以此打造若干以领军企业为主导的“标杆工厂”。再以“标杆智能工厂”带动上海企业复制和推广成功项目。

2. 围绕应用场景开发推进上海产业数字化

用数据要素驱动产业数字化转型已成为行业共识。上海推进产业数字化应把握这一特征，聚焦重点产业的场景开发需求，把业务应用场景的线上化、数字化、智能化作为重点，促进供给侧和需求方的精准对接，以此构建上海工业级的场景开发优势，进而打造“国际数字之都”的强劲实力。

3. 打造产业数字化的科技平台支撑体系

产业数字化将形成一个设备互联、网络协同的融合创新体系，知识创新最终将成为决定企业核心竞争力的关键因素。因此，上海需要瞄准知识创新能力这一关键指标，以数字产权交易所为平台和载体，构建“市级数据交易平台—行业信息发布平台—园区项目对接平台”的三级科技赋能平台体系，将国家提倡的“上云、用数、赋智”工程，与领军企业的工业互联网平台形成对接，构造能够持续汇聚产业数据、提供模型算法、招标研发项目的公共知识库、科技赋能体系和网络平台集群，为上海数字经济的持续发展营造一个市场化运营的网络平台生态。

六、相关政策建议

（一）做好产业数字化的顶层规划

上海推进产业数字化，需要切实把握数字技术变革的历史机遇，重塑上海制造的核心竞争优势，避免“为数字化而数字化”倾向。为此，需要从产业发展的顶层规划入手，率先构建数字经济的战略体系，做到纲举目张，避免各自为战。建议上海从两个层面进一步完善上海产业数字化的总体规划：一是“六链融合、六链联动”。进一步完善产业数字化的技术链、供应链、要素链、产业链、资金链、创新链的互动机制，围绕在线新经济、场景产业和智能元器件，细化上海数字经济的产业规划。二是将因业施策规范化、法制化。将产业数字化的发展目标分解为企业数字化转型的具体任务；以政府项目招标的形式列出任务清单，将企业的数字化转型与国家的突破“卡脖子”工程结合起来，用市场化的方式形成数字化转型的合力，推动问题逐条解决。

（二）完善产业数字化的公共基础设施

建议从3个方面提升上海产业数字化的基础设施优势。一是打造上海大数据中心的要素优势。大数据中心是高耗能项目，与绿色化、低碳化的发展方向并不同步。虽然东数西算能够部分解决大数据中心的高耗能问题，但是上海发展数字经济仍然需要建

设更多的大数据机房，以满足市场快速发展的需求。建议效仿国外海底机房的建设经验，积极探索大数据中心应用绿色能源技术的模式，在高耗能与高收益之间取得平衡。二是打造产业融合创新的平台优势。建议积极探索跨区域、跨行业的共享网络平台建设模式，将上海打造成为数字经济的网络平台集聚地。三是积极推进公共数字平台的知识库和专家库建设。建议效仿智能新能源汽车的公共数据平台模式，逐步构建起数字化环境下的城市和产业公共数据库和知识库，为下一步产业智能化升级积累必要的公共数据。

(三) 打造自主可控的数字化赋能平台

我国已明确将从“供给侧”和“需求侧”两端同时发力建设工业互联网，具体将从“聚焦平台培育、平台试验验证、百万工业企业上云和百万工业 App 培育”等 4 个方面推进。如何贯彻落实中央精神，打造自主可控的数字化赋能平台，构建开放、协同、融合的数字化生态体系，积极稳妥地建设具有上海特色的网络平台模式，是当前上海推进产业数字化工作需要重点考虑的问题。一是以行业龙头领军的工业互联网平台为依托，逐步构建市场化的、基于行业应用的工业互联网数字化生态体系。二是以政府引导基金和产业基金为引导，采取重大工程项目招标的模式，推动行业领军企业与国有企业共同出资组建合资公司，围绕应用场景的开发和应用，重点突破网络操作系统、工业母机等“卡脖子”工程，以此构建上海产业数字化的赋能平台。

(四) 建立推进产业数字化的经济制约机制

当前，各国推进产业数字化都离不开政府资金的强力推动，各国政策的差异主要表现在政府如何处理与市场的关系，政府如何对企业的短期行为进行制约和考核等。上海在推进产业数字化的进程中，要区分“长期宏观战略、中期产业融合和短期效益提升”3 种类型，分别建立市场化的经济制约机制。一是对于短期的成本节约型数字化技改项目，引入审计公司和评级机构，建立严格的成本效益考核目标，分级分类设立政府引导基金和产业基金的投资回收期，确保国有资产的本金安全。二是对于工业互联网、无人工厂等中长期投资项目，要求企业单独设账、独立核算，政府只作为战略投资人参与这些项目的建设，并拥有分红权和一票否决权。如果企业的工业互联网平台在规定期限内不能实现盈利，政府有权在数据产权交易所按市场评估价优先出售相关资产，同时撤销给予企业的特许经营资质和相关政策优惠。三是对于长期的战略项目，同样成立项目公司，政府只以引导基金和产业基金的形式进行产业扶持，不进行考核和财务分红。同时，设立专项工程和示范工程项目，采取分阶段招标的形式用好各路创新资源，开放式地突破各个技术瓶颈。

(五) 用好科创板和数据交易中心的功能

科创板作为重点支持新一代高新技术产业和战略性新兴产业的重要平台，为上海吸引了一大批优质新经济、高技术企业，是上海激发多元主体活力，共创产业生态的理想平台。建议进一步完善科创板、数据交易中心与企业数字化转型的对接机制，尽快建立和完善企业数字化转型的评估机制、项目融资机制，推动金融部门更好地支持国家推进数字化转型战略，助力企业高质量地完成数字化转型任务。

(六) 积极发展数字安全产业

信息安全问题事关产业数字化转型的成败，发达国家对此都高度重视。2019 年，欧美国家信息安全产业的规模达 GDP 的 10%，而我国在网络安全领域的投入只占整个 IT 产业产值的 2%，远低于发达国家的水平。没有信息安全就没有数字经济的未来，随着我国数字经济的快速壮大，未来数字安全产业也必将迎来快速发展的行业风口。对此，上海应尽快将数字安全产业列入产业数字化的发展规划，从建设工业互联网安全感知模块入手，分期分批构筑上海产业数字化的安全监控和防范体系，重点发展数字密钥、数字网关、数字密码等知识密集型细分领域，推进高校、科研院所与企业在数字安全领域开展合作，打造全球网络安全产业的发展高地。

参考文献:

- [1] 国务院发展研究中心. 传统产业数字化转型的模式和路径[R]. 北京: 国务院发展研究中心, 2018.
- [2] 京东数科. 中国产业数字化报告 2020[R]. 北京: 国家信息中心, 2020.
- [3] 中国信息通信研究院. 中国数字经济发展白皮书[R]. 北京: 中国信息通信研究院, 2021.
- [4] 华为, IDC. 工业互联网白皮书[R]. 深圳: 华为公司, 2020.
- [5] 亿欧智库, 天眼查. 2021 年上海市数字经济发展研究报告[R]. 北京: 亿欧智库, 2021.
- [6] 黄聪. 制造业平均利润率仅 2.59%, 中国至少提升 10 行业品质[N]. 长江商报, 2019-09-11(10).