

主要国家和地区推动 制造业数字化转型的 政策研究报告 (2022年)

中国信息通信研究院政策与经济研究所

2022年5月

版权声明

本报告版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。

前 言

当前，新一轮科技革命和产业变革在全球范围内蓬勃兴起，新一代信息技术与制造业的融合程度不断加深，制造业数字化转型成为各国增强竞争力、培育新动能的重要抓手。新冠疫情的突然爆发极大地加速了这一进程，各国充分发挥政府导向作用，实施系列政策助力制造业数字化转型。

近年来，美国、欧盟、德国、日本等主要国家和地区先后推出了相关政策，结合本国（地区）的要素禀赋、产业特色等，从不同方向切入和着力，促进制造业数字化转型发展。美国制造业多处于产业链上游，且巨头企业数量多、实力强，因此通过“政府+企业”的二元路径，重点聚焦先进制造业领域，通过调整政府采购规则、构建创新网络、加大研发支持、强化规范指引等方式，持续加大对本国制造业及其数字化转型的扶持力度。欧盟将数字化作为构建数字单一市场的重要支柱之一全力推进，制造业是重点领域。欧盟充分利用其成员国数量多等优势，在前沿领域如数据跨境流动等的立法方面持续引领，在全球规则制定中占据了较强的话语权。德国作为欧盟的主要引领者，以工业 4.0 为切入点加速推动区域内部在基础设施、技术标准、公共服务平台等领域的共建共享，综合运用多元化的政策手段如创新金融工具等加大支持力度。日本以“互联工业”作为其推动制造业数字化转型的主要战略，聚焦自动驾驶、机器人等五大优势领域，通过提升数据管理能力、加强重点产业指引、深入推动应用实践、强化要素资源保障等途径，提升制造业互联互

通水平，最大限度挖掘数据价值加速本国制造业数字化、智能化发展。

除发达国家和地区外，发展中国家和地区也意识到了数字化转型为本国带来的重要机遇。随着中美贸易争端、新冠疫情爆发等一系列外部因素带动全球制造业产业链、供应链的深刻调整，包括东盟在内的众多国家和地区希望通过加快数字化转型以强化在未来全球产业布局的重要性和竞争力。新加坡作为东盟唯一的发达经济体，率先发布了一系列“数字化蓝图”，在促进本国产业转型发展的同时，积极吸引全球各地的优势资源，向周边的国家和地区辐射创新发展能力。越南作为东盟国家中较早开始推进数字化转型的国家，持续加强国家战略的引领作用，通过强化组织保障、引入外部资源、构建产业生态等途径加速本国制造业数字化转型。

尽管各国战略名称各异，路径有所不同，但其核心要义均为加快制造业数字化转型，而强化政府作用、加强对重点产业的扶持和引导几乎成为有关国家的共同选择。我国制造业规模大、门类多，在转型中要面临与各国类似的新问题，如制度建设与技术产业需求不完全匹配，也要面临很多老问题，如产业转型基础薄弱、要素资源保障水平不强等，需借鉴国外发展经验，洞察全球产业发展态势，从我国实际情况出发，充分发挥体制优势，从制度规范、政策实施、公共服务、要素保障等方面持续发力，为产业发展营造良好环境。

目 录

一、美国推动先进制造业发展的政策分析.....	3
(一) 美国先进制造业的发展现状.....	3
(二) 美国推动先进制造业发展的政策着力点.....	5
(三) 美国先进制造业政策特点小结.....	13
二、欧盟及主要国家推动工业数字化转型的政策分析.....	14
(一) 欧盟制造业数字化转型的现状 & 政策着力点.....	14
(二) 德国工业 4.0 的发展现状 & 政策着力点.....	19
(三) 欧盟及德国制造业数字化转型政策小结.....	23
三、日本推动“互联工业”的政策分析.....	25
(一) 日本“互联工业”的发展现状.....	25
(二) 日本推动“互联工业”的政策着力点.....	26
(三) 日本“互联工业”政策小结.....	32
四、东盟主要国家推动制造业数字化发展的政策分析.....	33
(一) 新加坡制造业数字化转型的现状 & 政策着力点.....	33
(二) 越南制造业数字化转型的现状 & 政策着力点.....	36
(三) 东盟制造业数字化转型政策小结.....	39
五、各国和地区推动制造业数字化转型政策对我国的启示.....	40
(一) 我国制造业数字化转型策略的探索历程.....	41
(二) 对我国制造业数字化转型政策的启示和建议.....	43

图目录

图 1 2012 年-2021 年 NIST 支持先进制造业预算	10
图 2 日本物联网安全架构.....	28

表目录

表 1 数字化转型的概念（部分）	1
表 2 美国制造业创新中心一览.....	8
表 3 美国国防部制造业创新中心累计资助金额（单位：万美元）	11
表 4 《2030 数字化指南：实现数字十年的欧洲路径》主要内容.....	15
表 5 日本数字化转型指标体系.....	29

当前，新一轮科技革命和产业变革正在蓬勃兴起，人类社会正迎来以数字化、网络化、智能化为核心的第四次工业革命，“数字化转型”的概念开始被广泛提及，成为经济产业发展主要热点之一。

目前，各方主要从企业和产业两个视角来认识“数字化转型”。从企业视角看，是指利用新一代信息通信技术，如大数据、云计算、物联网等，对企业的商业模式、产品、流程和组织结构带来变化的过程，其重要目标是要实现价值增值。主要代表包括埃森哲、德勤、华为等国内外重点企业。从产业视角看，主要是指传统产业与新一代信息通信技术的深度融合应用，并通过这种应用带动产业链各环节数字化、网络化、智能化发展，进而使行业向高级化、现代化的方向演进。代表性的包括智慧医疗、智慧农业、工业 4.0 等。可以看出，尽管各方对数字化转型的观察视角并不完全相同，但对其内涵的认识较为统一，即通过新一代信息通信在不同经济主体中的应用，带动企业、行业等实现各个层面的变革，并实现价值增值。

表 1 数字化转型的概念（部分）

	概念	来源
企 业 视 角	以客户和员工为中心，通过新技术使企业的业务流程、互联平台、分析工具和协作能力更敏捷，以实现更加精干敏捷的运营模式	埃森哲
	通过构建以智能技术为核心的新产品、服务和商业模式转变业务模式，改善决策能力，强化竞争能力，实现敏捷运营	德勤
	通过新一代数字技术的深入运用，构建一个全感知、全联接、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	华为

	式、业务模式、商业模式进行创造和重塑	
产 业 视 角	智慧医疗：信息通信技术在医疗及健康领域的应用，包括医疗护照、疾病管理、公共卫生监测、教育和研究	世界卫生组织
	智慧农业：以信息和知识为核心要素，通过现代化信息技术智能装备等与农业深度跨界融合，实现农业生产农业生活全过程的信息感知、定量决策，智能控制精准投入，个性化的新型农业生产方式	赵春江（中国工程院院士、国家农业信息化工程技术研究中心主任）
	工业 4.0：利用信息物理系统（CPS）将生产中的供应，制造，销售信息数据化、智慧化，最后实现快速、高效、个性化的产品供应	德国政府

来源：作者收集整理

综合各方认知，我们认为，制造业数字化转型是新一代信息通信技术与制造业的深度融合，带来制造业流程、组织、模式等的变革，并创造出新模式、新产业、新生态的过程。考虑到数字化转型的重要作用 and 制造业在各国国民经济中的重要地位，制造业数字化转型成为各国在把握第四次工业革命发展机遇、争夺未来发展制高点、带动经济转型增长的共同战略选择，并基于本国的综合实力和产业优势，选择不同的策略推动制造业数字化转型。美国在制造业产业链中处在上游位置的产业居多，因此其侧重点是通过大力发展先进制造业保持在全球的领先优势，欧盟和东盟虽然在产业链上所处的位置有差异，但均将制造业数字化转型作为实现经济一体化的重要路径，日本和德国制造业中小企业数量众多，着力推动技术标准的互联互通和数据价值的深度挖掘。

疫情的爆发加速了全球范围内制造业数字化转型的进程。随着转型逐渐在全产业链、全生命周期的推进，如何更好的发挥政府作用并强化对产业的支持，成为主要国家和地区政府共同议题。虽策略不同，但目标一致，均采取了多元化的政策工具和手段推动实现制造业数字化转型目标，这些政策工具和手段是本蓝皮报告的研究重点。

一、美国推动先进制造业发展的政策分析

（一）美国先进制造业的发展现状

2012年以来，美国基于其技术产业的全面优势，政府和产业层面分别发力，通过“自上而下”和“自下而上”的二元路径，以先进制造业为核心，加速推动制造业转型发展。

政府层面，历任政府在推动制造业转型发展的战略部署方面保持了高度的一致性和连续性。自2012年奥巴马政府提出“先进制造”战略以来，美国一直将制造业数字化、网络化、智能化转型作为主攻方向，加紧形成和重塑竞争新优势。2016年特朗普政府加快战略布局，继续大力推动制造业回流美国，先后发布《先进制造业领导力战略》《国家人工智能战略》《关键和新兴技术国家战略》，将其强大的基础科技和信息技术体系与制造业结合，构筑高端竞争优势。2021年拜登-哈里斯政府在促进先进制造业发展方面继续延续前任政府的做法，并力图通过多元化的政策手段扩大前沿技术领先优势和提振制造业整体水平，为制造业转型发展营造良好的政策环境。在**发展前沿技术**方面，拜登在正式上任前就宣布了白宫科学领导团队成员名单，并首次将首席科学顾问纳入内阁，大幅提升其地位，以强化联邦政府

对美国科技政策的整体统筹能力。同时，加大前沿技术领域投资更是成为了美国两党的普遍共识，2021 年 7 月，美国参议院通过《美国创新与竞争法案》，将包括物联网、5G 在内的众多领域纳入联邦政府的资助范围，目前美国国会正在积极促成这一法案。在提振制造业水平方面，拜登-哈里斯政府也希望通过强化战略的引领作用，带动各领域的机构、企业等协力促进美国制造业发展。在竞选政策大纲中，拜登就提出会制定新的“制造业和创新战略”，促进美国制造业现代化。1 月 25 日，拜登刚一上任就签署了“美国制造”行政命令，通过收紧政府采购规则，提高政府购买产品的本地含量要求，保护美国本土制造业。11 月，拜登正式签署了《基础设施投资和就业法案》，累计投资 1.2 万亿美元提振基础设施水平，成为美国数十年来最大规模的投资。

产业层面，在跨国巨头的引领和带动下推动工业体系整体数字化、智能化发展。技术研发方面，主要企业积极寻找合作伙伴实现优势互补，加快 5G、边缘计算等前沿技术产品的研发和部署。2020 年，Verizon Business 与 IBM 建立了合作关系，将 Verizon 的 5G 和边缘计算（MEC）功能的 IoT 设备和传感器和 IBM 在人工智能、混合云、边缘计算、资产管理和连接运营方面的专业知识相结合，形成对相关产业数字化转型的赋能能力。应用推广方面，2021 年 8 月，美国工业互联网联盟正式更名为产业物联网联盟（IIC），在保留原有组织架构和会员的基础上，更关注相关技术在制造、能源、公用事业、医疗等垂直领域应用和普及。目前，IIC 已发布 27 个测试床项目，其中

20个项目已经全部完成并投入商业应用。

(二)美国推动先进制造业发展的政策着力点

拜登-哈里斯政府上任后，更加注重发挥政府作用，颁布了一系列的政策措施来强化美国本土制造业，同时延续了长期以来一直对前沿技术研发的相关支持政策。其强化产业政策作用的举措获得了产业界、企业界的普遍支持。

1.调整产业政策加大对美国制造支持力度

2021年1月拜登在上任伊始就签署了“购买美国货”的行政指令。为确保该指令的顺利实行，7月30日，国防部、总务管理局、NASA三个部门共同提出了一项针对《联邦采购条例》的修正案，提升政府采购对“美国制造”产品的支持力度，主要包括四方面：

一是提高“美国货”国产成分门槛，引导企业调整供应链安排。目前，《联邦采购条例》中对美国国产成分的含量要求是55%以上。新的规则提案提出，将把美国国产成分的百分比立即提升至60%，到2024年这一比例将进一步提高至65%，到2029年将再次提升至75%。这种分阶段提升国产成分占比门槛的安排，不仅弥补了美国现行法规中对于美国制造产品认定的某些漏洞，也为企业留出一定的时间，使其能够将供应链转移至美国供应商，增加美国零部件的使用。

二是设置国产成分后备门槛，为新规的执行预留出适度的弹性空间。该提案提出，在截止到国产成分含量阈值提高到75%之后一年的时间内，如果满足新的国产成分含量阈值的最终产品或建筑材料不可获得或成本不可接受，则允许接受之前的国产成分含量阈值。例如，

如果超过 60%国内含量阈值的国内最终产品在实际价格优惠后被确定为成本不合理，那么出于评估目的，政府仍将把超过 55%但不超过 60%国内含量的最终产品视为国内最终产品。但是，后备阈值不适用于完全或主要由铁或钢或两者的组合构成的建筑材料和最终产品。

三是增强对关键产品的价格优惠，强化关键产品的国内供应链。该提议提出，将对被视为关键产品或由关键部件组成的最终产品和建筑材料实行更高的价格优惠。关键组件和/或关键产品的定义以及清单将被添加到《联邦采购条例》中。供应商需要在其报价中明确含有关键成分的最终产品，以便采购部门可以在适当的时候应用更高的价格优惠。这些优惠一旦到位，将为美国生产的关键产品提供稳定的需求来源，从而支持关键产品供应链的发展壮大。

四是增强规则透明度，强化问责机制，促进“购买美国货”规则落实到位。目前，政府采购的供应商只需向政府汇报其产品的国产成分含量是否达到要求，而无需报告产品中国产成分的具体占比。此次的提案提出，为了解采购产品的实际国产成分含量提供了官方标准，要求供应商提供最终产品和建筑材料中国产成本含量的具体数据，以促进市场主体遵守《购买美国货法案》。

2.构建覆盖全国的创新网络助力企业跨越“死亡山谷”

始于 2013 年的美国制造项目 (Manufacturing USA,原名为国家制造业创新网络计划，即 NNMI, 后于 2016 年更名)，是美国政府以核心关键共性技术的研发和应用推广为目标打造的创新载体，是其推动数字化、网络化、智能化发展的核心政策抓手。

一是以创新中心为依托构建公共服务体系。该项目主要支持应用技术竞争前的研发与创新，通过联邦政府的资金投入和对日常运营工作的积极参与，构建服务于先进制造技术研发与应用的公共服务体系。创新中心的建设机制很好的体现了“公共服务体系”的属性。制造业创新中心采用公私合营模式，由联邦政府和产业界按照 1:1 的资金配比共同建立，形成一个 5-7 年的合资计划。联邦政府通过创新中心的建设打造合作共赢的创新生态，打通从研发到应用的创新链条，培育具备复合技能的创新人才，不断提升美国先进制造业的创新力和竞争力。近年来，制造业创新中心不断发展壮大，在创新生态建设、技术研发与验证、劳动技能培训等方面取得一系列积极进展，成为先进制造创新发展的重要承载。

二是以创新中心为关键依托实现集群化发展。学术界、产业界、非盈利机构等组织积极加入创新中心，会员数量规模不断扩大。截至 2020 年 9 月底，已公布会员数量的 15 家创新中心的会员累计达 2186 家，比 2018 年增长约 20%，是 2016 年会员总数的 2.6 倍。截至 2021 年底，美国已建成 16 家制造业创新中心，其中，国防部牵头建成 9 家，能源部牵头建成 6 家，商务部牵头建成 1 家，涵盖数字制造、新材料、制造业网络安全、机器人等关键领域。同时，这些创新中心广泛分布在 13 个州内，形成了一个颇具规模的制造业创新网络，创新能力能够辐射大部分地区。

表2 美国制造业创新中心一览

	名称	成立时间	总部所在地	成员（截止2020年9月30日）
商务部	NIIMBL	2017年3月	德拉瓦	163
国防部	America Makes	2012年8月	俄亥俄	223
	MXD	2014年2月	伊利诺	299
	LIFT	2014年2月	密西根	295
	AIM	2015年7月	纽约	无
	NEXTFLEX	2015年8月	加州	98
	AFFOA	2016年4月	马萨诸塞	121
	BIOFABUSA	2016年12月	新罕布夏	178
	ARM	2017年1月	宾夕法尼亚	280
	BioMADE	2020年10月	明尼苏达	96
能源部	POWERAMERICA	2015年1月	北卡罗来纳	55
	IACMI	2015年6月	田纳西	103
	CESMII	2017年1月	加州	99
	RAPID	2017年3月	纽约	82
	REMADE	2017年5月	纽约	94
	NEW CYMANII	2020年9月	德克萨斯	无

来源：NIST，作者整理

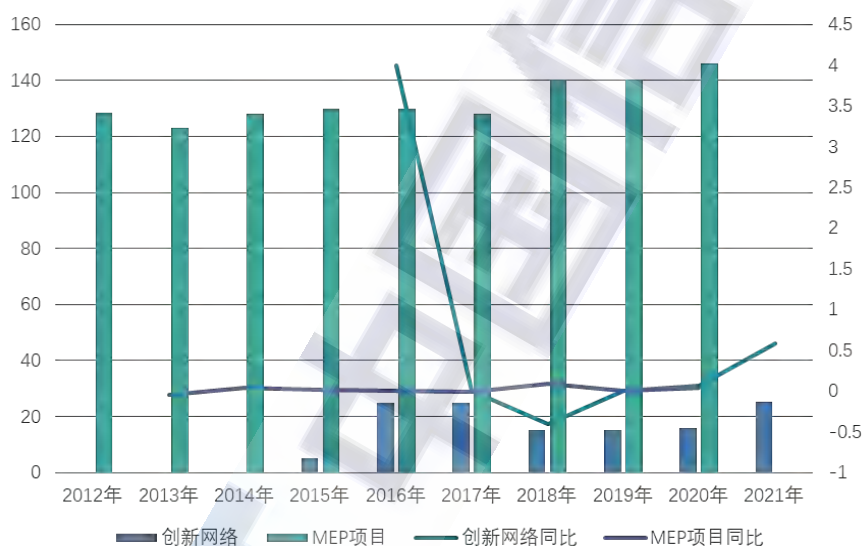
三是以创新中心为载体培育数字化转型亟需人才。创新中心及其

成员与美国国内的教育机构开展积极合作，通过制定和实施先进制造技术的教育、培训和劳动力培育课程、教材、计划等，为从事相关工作的工人提供所需的先进技术知识与技能，提升先进制造业从业人员储备。一些创新中心还开发了颇具特色的培训课程以吸引广大学生、老师甚至退伍军人。例如 IACMI 创建了一个基于体验式学习、指导、专业发展和行业合作的实习计划，已为 25 个地方的 40 个合作伙伴提供了 119 个实习机会，学生已获得 50000 小时的参与时间，与导师、同行和合作伙伴一起推进涉及复合材料研究和创新的项目。据统计，超过 70000 名工人（包括退伍军人和受疫情影响的人）、学生和教育工作者参加了创新中心的各种技能培训项目。

3.为前沿技术研发提供多维度、长周期的资金支持

财政资金方面，为技术创新提供长期连续的资金支持。2022 财年的联邦政府财政预算总额超过 1.5 万亿美元，可支配支出涵盖国防、教育、基础设施、农业等项目费用。在研发支持中，美国政府对基础技术研发的支持时间最长、力度最大。以美国科学基金会（NSF）为例，根据公开数据，从 2000-2020 年，NSF 对新一代信息通信技术研发支持增长近 3 倍。2021 年，白宫科技政策办公室宣布投资 4000 万美元，由 NSF、国防部、美国国家标准与技术研究院（NIST）等政府机构，联合苹果、爱立信、谷歌、IBM、英特尔、微软、诺基亚、高通和 VMware 等九家公司共同成立了名为“弹性和智能的下一代系统项目”（RINGS），以提升美国在下一代无线网络和系统方面的领导地位，加强美国在关键技术领域应对国际供应链挑战的能力。

除基础研发外，联邦政府也为促进先进制造、工业 4.0 等相关技术的应用提供资金支持，且支持资金规模呈现整体上升趋势。NIST 是美国支持产业应用发展最主要的机构。2012 年-2021 年为支持先进制造技术应用推广的资金共 13.2 亿美元。2022 财年预算中，NIST 获得的研究支出将增加 1.24 亿美元，达到 9.16 亿美元，其中工业技术服务预算 4.42 亿美元，支持方向涉及增材制造、工业 4.0 和宽带技术等领域的开发和部署。



来源：NIST 官网历年预算报告

图 1 2012 年-2021 年 NIST 支持先进制造业预算

此外，联邦各主管机构也通过创新中心建设、试点项目等为应用发展提供资金支持，并以财政资金为杠杆带动更多社会资金进入。以制造业创新中心为例。据不完全统计¹，美国国防部（DOD）累计为 9 家创新中心投资 9.85 亿美元的资金支持，同时带动社会投资 18.4 亿美元的联邦资金。国防部还利用创新中心部署前沿技术研究，并为

¹数据来源：MANUFACTURING USA HIGHLIGHTS REPORT 作者整理

相关项目研发提供资金支持，截至 2021 年 11 月，累计为相关项目投资约 3.62 亿美元。

表 3 美国国防部制造业创新中心累计资助金额（单位：万美元）

创新中心	联邦资金	社会资金	项目资助
America Makes	8300	15330	12230
MXD	8450	13090	3190
LIFT	8300	8400	2800
AIM	11000	50280	1440
NEXTFLEX	10200	12320	10520
AFFOA	7500	27200	1960
BIOFABUSA	8000	21400	3250
ARM	8000	17300	800
BioMADE	8700	18700	

来源：美国政府问责局（GAO）

产业基金方面，由政府主管机构牵头，通过市场化运作方式积极调动各方资金，为中小企业创新发展提供大规模资金支持。美国小企业管理局（SBA）牵头成立了小企业投资公司（SBIC），负责运营 SBIC 基金（母基金），并投资具有潜力的小企业。SBIC 基金由美国政府提供完全担保，每年投资资金高达 60 亿美元，主要用于支持中小企业充盈资本和技术研发。2014-2019 年，SBIC 累计向 6400 家企业投资超过 210 亿美元。SBIC 中主要包括三类主体：一是私人投资者。他们“有限度地”参投 SBIC 基金，获得 SBA 担保杠杆所需的匹配资金。二是小企业管理局。他们评估基金经理资质和 SBIC 申请，为符合条件的企业颁发许可证。为每 1 美元的私人投资提供最多 2 美元担

保，最高金额 1.5 亿美元。三是 SBIC 基金经理。负责基金的全面管理，包括建立投资战略、管理和退出投资等。众多美国企业从 SBIC 项目中得到直接支持，并成为全球巨头，包括苹果、英特尔、特斯拉等。

4. 强化对重点领域技术标准发展的规范性指引

美国不断强化对产业重点领域和应用环节的规范化指引，以确保相关战略目标的实现。以安全领域为例，美国将制造业纳入关键基础设施范畴，通过发布安全架构并以此为牵引提升网络安全水平。NIST 作为推动行业应用的主要机构，负责制定相关的行业标准，并将安全和风险管理作为技术规范 and 标准指引的重中之重。2018 年 4 月，NIST 发布《改善关键基础设施网络安全的架构》1.1 版本，共划分了 9 个部门 16 类关键基础设施，旨在规范基础设施建设。2019 年 9 月，NIST 发布隐私框架草案，加强企业风险管理，2020 年 1 月发布 1.0 版本。2020 年 2 月，NIST 发布《网络供应链风险管理关键实践（草案）》，协助企业解决网络安全问题。2020 年 5 月，NIST 发布《制造业网络安全框架》，为制造企业降低网络安全风险提供实施路线图和最佳实践。各部门依据 NIST 发布的相关标准，主要责任部门按照整体架构要求，并结合行业的实际情况推出更细化的工具或标准，为行业发展提供部署和指导。以 NIST 关键基础设施为例，其中制造业包括金属制造、机械制造、电气元件和交通运输设备等细分领域，由美国国土安全部推出六大网络安全工具和标准协助企业部署相关架构；信息技术包括硬件制造商、软件开发者、服务提供者和互联网等细分领域，

由国土安全部与相关部门合作在中小企业中推广网络安全架构；通信包括商业和政府的有线和无线传输以及卫星通信等细分领域，由国土安全部与 FCC 合作，在传播、有线、卫星、无线和有线领域实施该架构。由于美国关键基础设施多为私有，相关架构或标准等并不强制执行，但随着美国对国家安全威胁感受的日益加深，相关规范的推进力度会不断加大。美国政府问责局建议，下一步政府部门应强制要求所有关键基础设施部门采取相关架构。

(三)美国先进制造业政策特点小结

2012 年以来美国就积极推动制造业回流，但由于各种内外部的原因，制造业回流的整体效果并不显著。新冠疫情爆发之后，美国感受到了长期制造业“空心化”对其产业链供应链稳定带来的冲击，政府和产业界都逐渐希望能够借鉴德国、韩国等发展制造业的经验，重新开始积极利用产业政策实现其稳定产业链供应链、维护产业安全和振兴经济等目标。2021 年，拜登-哈里斯政府在上任后完成了对半导体、药品、关键矿物质、大容量电池四类关键产品供应链风险的评估，加大了对前沿技术的研发投资，还利用其在全球规则制定方面的优势采用“长臂管辖”、联合盟友等方式要求关键产业回流。

尽管如此，美国制造业的发展仍然面临着来自国际和其国内的各种不确定因素，例如较高的人力成本、较少碳排放带来的能源约束等。可以预判，未来美国政府在推动先进制造业发展方面的将发挥更加重要的作用，其政策工具也将更加多元、创新。

二、欧盟及主要国家推动工业数字化转型的政策分析

（一）欧盟制造业数字化转型的现状 & 政策着力点

欧盟是全球数字化转型的重要参与者。此前，欧盟经济增长长期陷于停滞状态，数字化转型成为欧盟提振经济的必然选择。随着疫情冲击的加剧，欧盟数字化转型的紧迫性进一步提升。近年来，欧盟数字化转型取得了积极成效。产业层面，据欧盟工业数字化记分牌数据显示，采用数字技术的企业数量持续增加，并且企业投资数字技术大多取得了积极效果。制度层面，欧盟在数据治理相关规则制定方面领先全球，为全球治理做出了有意义的贡献。技术标准层面，欧盟积极参与和主导数字领域的标准制定，与中国、非盟、美国等开展数字经济领域的相关合作。整体看，欧盟主要通过以下措施推动制造业数字化转型：

1. 不断细化数字化转型领域的战略部署

数字化转型一直都是欧盟的重要领域。2014-2019 年，欧盟通过构建制度规范、资助前沿技术研发等方式，着力构建数字单一市场。新一届欧盟委员会上任后，继续大力促进数字化发展，2019 年 7 月 19 日，欧委会发布《2019-2024 年委员会政治纲领》，将构建适合数字时代的欧洲作为未来五年发展的六大优先领域之一，聚焦**数据、技术和基础设施**三大领域，促进产业转型发展，助力实现 2050 年环境目标。为实现该目标，欧盟持续强化在数字化和工业领域的战略部署。

数字化方面，持续完善相关战略部署并以此为牵引，加速提升欧洲数字化能力。2020 年 2 月，欧盟发布了《欧洲数据战略》，通过完

善治理框架、加强数据基础设施投资、提升数据技能、打造数据空间等举措，为企业和个人更好的利用数据创造良好环境，加速构建单一数字市场。此外，欧盟也积极推动人工智能、网络安全、高性能计算等前沿技术的研究和发展。在新冠疫情大流行的背景下，欧盟重新审视了其在数字领域的脆弱性。为了减轻欧盟对其他地区和大型科技公司关键技术日益加重的依赖，2021 年 3 月，欧委会发布《2030 数字化指南：实现数字十年的欧洲路径》（2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade），围绕企业数字化、数字化教育与人才建设等四个方面提出具体目标，指出到 2030 年，75%的欧盟企业应使用云计算服务、大数据和人工智能，90%以上的中小企业应至少达到基本的数字化水平。

表 4 《2030 数字化指南：实现数字十年的欧洲路径》主要内容

在四个核心要点指导下实现坚实战略目标	探索、规划、布局多国项目	数字化监管原则
利用定量 KPI 进行跟踪和监督，形成行动报告，并推出下一步建议	及时监测基础设施建设和发展情况和客观存在的差距；与合作国家建立共识、达成一致远景目标，并促进项目实施	建立反馈和计分机制，参考年度民意调查结果 <ul style="list-style-type: none"> ● 两千万 ICT 领域专家 ● 覆盖全民的 5G 服务 ● 覆盖全域的千兆以太网服务 ● 75%企业智能应用（云、大数据、人工智能等）渗透率 ● 至少 90%的中小企业数字化应用率 ● 欧盟半导体硅片全球市场占有率至少

		<p>20%</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 欧盟独角兽企业数量翻倍 ● 关键服务领域的线上供给率达 100%
--	--	--

来源：欧盟网站

工业方面，结合发展新形势，不断探索向数字化、绿色化过渡的新路径。2020 年疫情爆发前，欧盟出台新工业战略、中小企业战略和单一市场行动计划等一揽子政策，加速工业创新与变革，力图帮助欧洲工业实现气候中立，加速数字化转型。新冠疫情爆发限制了要素和产品服务的流动，影响了全球供应链和需求，在此背景下，2021 年 5 月，欧盟委员会发布更新版《欧盟新工业战略》，聚焦**加强单一市场弹性、应对欧洲战略依存关系以及加速绿色化和数字化过渡三大领域**，提出出台紧急方案解决关键产品短缺问题、审查关键领域战略依存关系、支持中小企业双轨转型等**十六项措施**。在数字化转型方面，战略提出强化利益相关者间协同，创新合作机制，打造可持续过渡方案，提供一致性的监管方案，强化、重塑数字技能以加速双轨过渡。中小企业依旧是关注焦点，欧盟将从加大投资、保障偿付、提供数据驱动的业务模型和促进能力提高等方面推进中小企业转型。

2.持续完善数字化转型的法律制度

由于欧盟是一个多成员国共同构成的经济体，构建完整的法律制度规则、提升对数字领域的监管能力是其实现单一数字市场目标的重要保障。2016 年以来，欧盟委员会先后通过《通用数据保护条例》《非个人数据自由流动框架条例》《网络安全法》《开放数据指令》等法律

法规，逐步建立完善保障欧盟单一数字市场建设的法律制度框架，持续引领全球数据治理规则。自新冠疫情爆发以来，欧盟单一数字市场建设面临框架破裂等严峻考验，欧盟希望通过进一步强化相关法律法规，提升其对数字领域的监管能力。2020年11月，欧盟委员会发布《数据治理法案》（Data Governance Act），旨在保证欧洲公共利益和数据提供者合法权益的条件下，推动数据空间建设，实现更广泛的国际数据共享。2020年12月，欧盟先后公布《数字服务法案》（The Digital Services Act）和《数字市场法案》（The Digital Markets Act）的草案，针对平台治理问题提出了诸多监管措施，强调创造更加安全的数字空间，保障所有数字服务用户的基本权利；要求拥有市场主导地位的互联网企业与竞争对手和监管机构共享数据，公平地推广服务和产品，以限制国际互联网巨头的不正当竞争行为。2022年2月，欧盟委员会再次公布酝酿已久的《数据法案》（Data Act），以促进欧洲数据价值释放为目标，针对企业数据流通共享给用户或用户指定的企业，以及企业与公共机构之间共享数据，规定了多项措施。

3.调整相关政策加强对重点领域的保护力度

产业政策方面，审视产业链短板，推动供应链多元化。新冠疫情使欧盟制造业多领域的供应链受到阻断。根据欧盟委员会的报告²，欧盟的137种关键产品（约占进口价值6%）有近一半依赖中国进口，涉及能源、医药等领域，34种产品难以自主生产，在人工智能、高性能计算、大数据、云计算、工业生物技术和微电子六大技术领域也

²数据来源：https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/swd-strategic-dependencies-capacities_en.pdf

面临挑战和依赖。因此，欧盟深入审查半导体、云和边缘技术等六个关键供应链领域的对外依存关系，并进一步审查能源、网络等关键领域，将更多生产纳入区域内部。贸易政策方面，**强化防御机制，抵抗外部风险**。由于目前欧盟的监管政策无法应对外国补贴，因此欧盟提出关于扭曲单一市场的外国补贴的法规，旨在解决非欧盟政府补贴带来的扭曲问题。新规允许欧委会对涉及外国补贴的并购、公共采购投标以及特定部门或经济活动进行调查。此外，欧盟也正在对其竞争规则进行广泛审查，确保相关的政策工具能够有助于数字化转型的目标实现。

4.为支持数字化转型长期连续多元的资金支持

由于数字化转型的长期性，欧盟构建了专门的 2021-2027 年的跨年度财务支撑框架（Multiannual Financial Framework, MFF）。该框架共包括 7 个计划，累计资金规模达到 1.21 万亿欧元，为欧盟各国数字化转型目标的实现提供资金支持。数字欧洲项目（Digital Europe Programme, DEP）是 MFF 的核心，旨在弥合数字技术研究和应用之间的鸿沟，加速相关技术的市场应用和推广。该计划着重投资于超级计算和数据处理、人工智能、网络安全、数字技能、支持企业和公共管理的数字化等五大领域，累计投资 76 亿欧元。2021 年 11 月，欧盟委员会通过了总体项目、数字创新中心、网络安全等三个工作方案，累计投资 19.8 亿欧元助力欧洲实现数字化转型目标。其中，总体项目 2021-2022 年间累计投资 13.8 亿欧元，重点支持人工智能、云计算和数据空间、量子通信基础设施、先进数字技能及数字技术推广；网

络安全项目到 2022 年底投资 2.69 亿欧元；欧洲数字中心项目到 2023 年底投资 3.29 亿欧元。这些资金部分由欧盟委员会及其成立的执行委员会进行直接管理，还有一部分交由欧洲战略投资基金并通过相关平台进行管理。相关资金的用途也略有差异。以总体项目为例，在计划编列的 13.8 亿欧元的预算中，1.88 亿欧元由欧洲投资基金进行间接管理，可以用于投资初创企业和中小企业，助力完成相关目标。

（二）德国工业 4.0 的发展现状及政策着力点

德国是欧盟数字化的先行者和引领者。整体看，数字化转型已成为德国经济发展的重要动力。据 OECD 统计，2015-2018 年间，德国数字敏感部门贡献了 GDP 增加值的 62%，高于 OECD 国家的平均水平（54%），2009-2018 年，数字敏感部门创造了 160 万就业岗位，占全部新增就业岗位的 40%³。产业层面，以工业 4.0 平台为依托，与中国、美国、欧盟等各国的产业组织加强合作，共同推动技术标准研发，共享最佳实践。企业层面，西门子、博世等巨头企业利用其在技术、资金、市场等方面的综合优势，加快在全球的市场布局。

1. 以战略为引领加速推动制造业转型

德国是欧盟中较早制定数字化发展战略的国家之一，为推动制造业数字化转型制定了非常清晰的战略和路线，工业 4.0 是其实现数字化转型目标的关键抓手。早在 2016 年，德国就发布了《数字化战略 2025》，成为面向未来十年经济转型的总体指导，从国家战略层面明确了德国制造业转型和构建数字社会的思路，帮助企业推动工业 4.0

³数据来源：https://read.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-surveys-germany-2020_91973c69-en#page56

是十大行动之一。2019 年 11 月，德国正式发布《德国工业 2030 战略》。该战略明确提出，将有针对性地扶持重点工业领域，提高工业产值，保证德国工业在欧洲乃至全球的竞争力。为相关企业提供更廉价的能源和更有竞争力的税收制度，并放宽垄断法，允许形成“全国冠军”甚至“欧洲冠军”企业，并采取个性化的优惠与扶持政策支持中小企业的数字化转型发展。到 2030 年将工业产值占国内生产总值的比例增至 25%，钢铁铜铝、化工、机械、汽车、光学、医疗器械、绿色科技、国防、航空航天和 3D 打印等十个工业领域列为“关键工业部门”。2020 年以来，德国作为欧盟内数字化转型的引领者和先行者，在欧盟多项政策的制定中发挥了重要作用，在推动数字化转型的战略部署和发展方向上与欧盟一致，不再赘述。

2. 不断提升国内相关基础设施建设水平

网络建设方面，提升高速网络建设水平。拥有竞争力的高质量宽带连接是实现数字化的第一步，为此，德国联邦政府和各级州政府拨付大量资金支持包括 5G 网络在内的网络基础设施建设。据 OECD 统计，2016-2030 年，德国联邦州政府预计将通过各种项目，累计投资 110 亿欧元支持宽带部署，其中 66 亿欧元通过 2019 年的频谱拍卖募集⁴。德国计划到 2022 年底为 98% 的家庭提供 5G 网络服务，2024 年底 5G 服务覆盖主要公路和铁路路段。**数据设施方面**，2018 年德国联邦经济和能源部与法国经济部共同联合，发起成立了欧洲数据云计划

⁴数据来源：

https://read.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-surveys-germany-2020_91973c69-en#page116

“GIGA-X”，通过联合基础设施建立一个能够支持欧盟云服务提供商的生态系统，能够在可信的环境中提供、整理和共享数据及服务。2021 年 1 月，该计划正式成为欧盟法律架构下的协会，并于 2021 年 7 月选举了第一届董事会。GAIA-X 的 22 家创始成员主要来自德法两国，尤其是云服务供应商和其客户。截止 2021 年 12 月，GAIA-X 共吸引全球 25 个国家和地区的 316 家企业和机构，提交 70 余个应用案例⁵。

3.运用多种融资工具为企业提供多元化大规模资金支持

财政方面，大力支持前沿技术研发。2020 年初，德国 BMF 宣布，每年能够为每家公司 200 万-1500 万欧元的研发支出提供 25%的补贴。2021 年 4 月，德国联邦教育与研究部（BMBF）启动德国首个有关 6G 技术的研究项目，计划在 2025 年之前为项目提供约 7 亿欧元资金，用于 6G 技术的研究，主要支持 6G 研究中心和 6G 平台。其中 6G 研究中心的主要任务之一是面向未来的应用场景，开发技术创新方法（如虚拟现实或自动接口）以支持工业联网、人机交互等多种应用。此外，还专门拨付预算为企业的研发活动提供相应补贴。银行方面，为企业数字化转型提供贷款支持。2017-2019 年，德国复兴信贷银行（KfW）通过支持数字化和创新的贷款项目，累计向 1164 家企业发放 1603 笔贷款，累计贷款金额高达 35.8 亿欧元⁶。据 KfW 评估，这个贷款项目提升了企业的创新效率，获得贷款的公司平均单位

⁵数据来源：<https://www.gaia-x.eu/use-cases>

⁶数据来源：

[https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Studien-und-Materialien/PDF-Dateien-Paper-and-Proceedings-\(EN\)/ZEW_Eval-ERPDigInnoKred_EN.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Studien-und-Materialien/PDF-Dateien-Paper-and-Proceedings-(EN)/ZEW_Eval-ERPDigInnoKred_EN.pdf)

成本降低 2.1%，即每年为企业额外节约成本 3.5 亿欧元。风投方面，引导风险资本加大对数字化转型的支持力度。针对处于不同发展阶段的企业，德国政府通过种类和数量较多的融资工具，以吸引更多的风投资本支持数字化转型领域的初创企业。针对处于初创阶段的企业，专门成立了 INVEST、高科技创业基金（HTGF）等以缓解企业创业资金不足的问题，如 HTGF 为成立不足三年的高科技公司提供资金，每家企业最高可获得 300 万欧元的资金支持；针对处于成长期的企业，通过欧洲天使基金（德国）、ERP/EIF 风险投资基金等扩大企业融资规模和融资金额，例如欧洲天使基金（德国）总规模为 2.7 亿欧元，平均投资金额在 2000 万至 6000 万欧元之间⁷。

4.搭建公共服务平台为数字化转型提供各类服务

为配合德国工业 4.0 战略的施行，德国政府牵头搭建了工业 4.0 平台。工业 4.0 平台的核心目标就是要进一步完善德国现有的公共服务体系，丰富各类企业获得技术支持及相关服务的有效途径。德国政府积极发挥产业链各环节、各主体之间的桥梁和纽带作用，搭建开放合作平台促进各方协同发展。第一，为重点问题提供咨询建议。聚焦数字化转型中的关键问题，成立六大工作组，分别从架构与标准、技术和应用场景、网络系统安全、法律、教育与培训及数字商业模式六个方面，为产业发展提供实践和行动的与建议与指导，并为产业界、学术界、政府机构发展提供相关的政策咨询与建议。第二，支持中小企

⁷数据来源：

https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Downloads/financing-start-ups-and-growth-overview-of-funding-instruments.pdf?__blob=publicationFile&v=10

业的数字化转型。工业 4.0 平台提供并协调信息和网络服务，使工业 4.0 解决方案在全国范围内尤其是中小型企业中广为人知。平台建立了在线图书馆，分享应用案例和测试床，为中小企业获得相关资讯服务提供了公开的信息获取渠道。同时，还在线下建立中小企业技术服务网络，便于中小企业寻找数字化转型发展需要的技术、服务等支持。截止 2021 年底，平台上已经发布 161 个研究报告、80 个测试床、206 个应用案例和 67 个咨询服务机构。第三，积极开展国际合作。2020 年以来，德国工业 4.0 的国际合作取得了一系列积极进展。德美合作方面，2020 年 9 月 15 日，工业 4.0 平台与 IIC 联合发布《数字孪生与资产管理壳概念及其在工业互联网和工业 4.0 中的应用》白皮书，共同厘清数字孪生的概念和案例，探讨资产管理壳如何在工业 4.0 平台中推动数字孪生技术的应用，从而实现跨公司的互操作性。德日合作方面，2020 年 10 月 14 日，德国工业 4.0 标准委员会、工业 4.0 平台和日本 RRI 共同发布《德国—日本工业 4.0 和工业物联网共同战略》，提出要强化双边在智能制造领域的标准化合作，建立主动信息交流机制，开展相关标准的交流与最佳实践的共享。

(三) 欧盟及德国制造业数字化转型政策小结

欧盟是全球数字化转型的重要一极。2020 年以来，欧盟加速推动数字单一市场建设，制造业数字化转型是其重要内容。在德国、法国、意大利等主要国家的积极倡导和引领下，欧盟不断完善各行业数字化转型的战略部署，通过“地平线 2020”等项目为人工智能、5G、物联网等前沿技术研发提供了大规模资金支持，西门子、博世、施耐

德等全球龙头企业在园区网络、数字基础设施、工业互联网平台等领域发挥积极作用，形成相关技术标准规范，为欧盟内部大量中小企业的数字化转型赋能赋智。此外，由于多成员国的特性，欧盟在数字化转型相关规则制定方面走在全球前列，无论是跨境数据流动、数据安全保护等，相关规定和要求都是各国积极研究和学习的对象，这也奠定了欧盟在数字化转型全球治理方面的重要地位。

德国是欧盟数字化转型的倡导者和引领者。除积极响应欧盟相关部署外，德国联邦政府也结合本国产业发展实际，制定符合本国国情的长期战略，以工业 4.0 为主要抓手推动产业转型，确保本国在全球制造业中的领先和优势地位。除德国外，法国、意大利等欧盟主要国家也大力推动制造业数字化转型。2021 年 10 月，法国总统马克龙公布“法国 2030”投资计划，累计投资 300 亿欧元推动法国“再工业化”，推动钢铁、水泥和化学行业、铁路和航空运输等重点产业的发展，使法国重新成为全球创新的领导者。意大利政府也积极支持使用最先进的技术，加速构建光纤和创建 5G 网络，着力推动意大利成为欧洲第一个实现完全数字化的国家。

但是，欧盟在推进制造业数字化转型的过程中也存在着自身的问题。一方面，欧盟各国之间的数字化水平差异较大，数字鸿沟现象普遍存在，甚至德国、法国、意大利等国的网络建设也存在滞后。另一方面，欧盟在传统工业时代建立起来的技术产业优势已越来越难以维持其在第四次工业革命中的领导地位，在很多前沿技术领域面临着被域外国际巨头“卡脖子”的风险，如在人工智能、数据分析、管理软件

等关键领域严重依赖美国的互联网巨头企业。

三、日本推动“互联工业”的政策分析

（一）日本“互联工业”的发展现状

日本是全球较早制定数字化转型相关战略的国家之一。从 2017 年提出至今，“互联工业”一直被认为是日本制造业数字化转型最理想的发展形态，将其作为实现社会 5.0 目标的抓手之一，通过数据将机器、技术、人等各种事物互联互通，创造出新的附加价值并解决社会问题。“互联工业”涵盖自动驾驶、机器人、生物材料、工厂基础设施和智慧生活五大领域。日本政府稳步推进相关战略的实施，2018-2021 年，连续四年在《制造业白皮书》中提出继续深入推进“互联工业”。

日本产业界普遍认为新冠疫情的爆发为加快制造业数字化转型提供了机遇，在发展方面保持了较高的活跃度。一方面，积极探索差异化的发展路径。内部看，企业加速推进内部的信息化系统部署和应用，确保设计研发、生产制造、生产销售、经营管理等各环节间顺畅的数据联动，促进 IT 和 OT 的融合。外部看，不同行业结合特色探索差异化的数字化转型路径。例如，在汽车行业中加速普及基于模型的开发（MBD）模式，通过使厂家和供应商之间相互让渡数据使用权利，大幅压缩了研发周期、降低了原型生产成本，使产品能够更加快速高效地推向市场。另一方面，加速无线技术在制造业中的普及应用。日本重点关注的无线技术包括 wifi6 和 5G，着力推动相关技术的标准研制、频率分配、网络建设等工作。与 2019 年相比，企业在部

署无线技术方面的意愿有了一定程度的提升，其中，53.9%的企业已经部署或正在考虑部署。从应用场景看，2019年仅有27.7%的企业表示愿意在工厂层面引入无线技术，但2020年，80.5%的企业已在生产现场部署、31.2%的企业在仓储和物流管理中部署。从实施效果来看，56.2%的企业缩短了机器调试时间、43.8%的企业实现了机器的远程维护⁸。

（二）日本推动“互联工业”的政策着力点

新冠疫情的突然爆发暴露出了日本在数字化转型方面的薄弱环节，2020年以来，日本政府以此为契机，结合本国特色，采取多元化手段推动“互联工业”的落地实施。

1. 完善相关制度规范提升数据管理能力

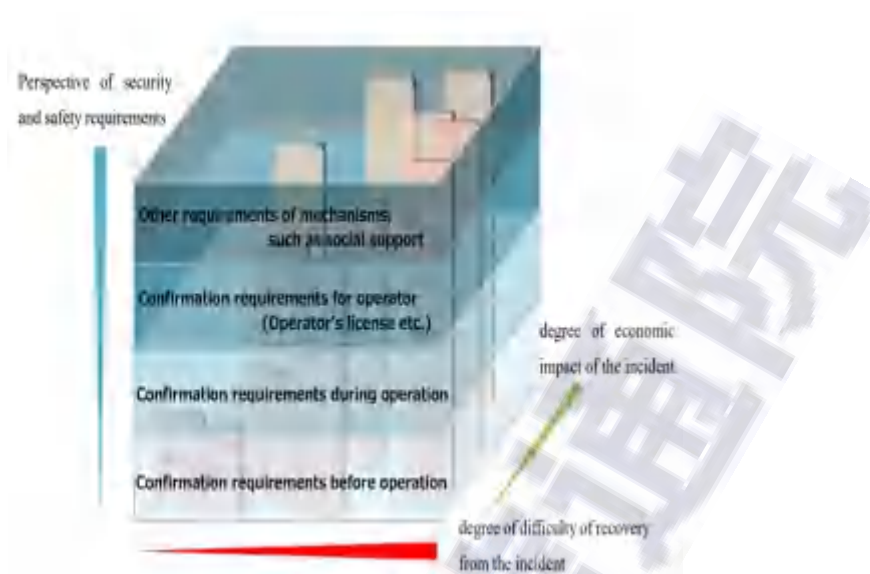
数据是实现数字化转型的关键要素，日本政府从法律法规、商业合同等维度不断完善数据相关的制度规范，为产业界营造良好的发展环境。法规层面，2021年7月，日本经产省发布《通过数据促进价值创造的数据管理方法和架构（暂定）》并对外征求意见，以此来建立各界对数据管理内容、方法等的共识，采取一系列措施确保数据流通的安全稳定。在这一架构中，数据管理被定义为“以生命周期为基础，对域内发生事件所引发的数据性质改变的过程进行管理”，该架构被定义为包括“事件”（如生成、获取、处理、使用、转移、提供、存储等）、“域”（如各国/地区的法律法规、组织内部规则、组织间的合同等）和“属性”（如类别、披露范围、使用目的、数据持有者、

⁸数据来源：日本制造业白皮书（2021年）

数据权利人等）三个要素的管理模型。商业层面，2017年，经产省发布了《企业数据流通合同导则》，鼓励企业间能够通过订立合同的方式获得跨部门产业数据的使用权。《导则》发布后，被日本产业界广泛采用。2018年，日本开始对导则进行修订，除对数据使用的规则进行进一步修订和完善外，还在其中加入人工智能中各方权利和责任的内容。

2.以体系架构为牵引加强重点产业安全发展的引导

为使不同主体在数据连接和流通时确保数据的安全交互，经产省于2019年成立了专家组，积极研究相关的安全架构。2020年5月29日，日本经产省正式发布《物联网安全架构》（IoT Security Safety Framework）并开放向公众征求意见。该架构借鉴了美国NIST发布的相关安全架构与标准，结合日本产业界的相关意见，是在网络/物理安全架构（CPSF）的基础上，对第二层“连接层”安全架构的进一步细化，以确保在“互联工业”实施的过程中，能够同时保证网络和物理安全。2020年11月，该架构由经产省正式发布实施。



来源：日本经产省网站

图 2 日本物联网安全架构

日本经产省积极推动 CPSF 在重点产业的应用，并形成相关指南，以引导产业安全、规范发展。2021 年 4 月 1 日，经产省发布了《智能家居的网络/物理安全措施指南》，规定了智能家居设备提供者、服务提供者、商业运营者等在产业发展中必须满足的最低限度安全要求。例如，对于智能家居物联网设备提供者来说，要求必须为用户提供使用指南，并确保该物联网设备的应用环境安全。这一架构预计未来还将扩展到更多领域。

3.运用多元政策工具加速“互联工业”应用推广

一是打造标杆企业引导行业发展。2020 年 11 月经产省发布《数字治理守则》，分别从商业愿景、发展战略、重要指标和治理体系四个方面，设定了定性和定量指标，按照相关法律法规要求由经产省对相关企业的数字化转型程度进行认证，打造“数字化转型品牌”标杆

企业。截至 2021 年 12 月 31 日，已有 219 家企业获得认证⁹。二是降低政策门槛促进新技术应用。日本政府为制造企业分配了专门的频段，允许企业在工厂内部自建无线网络，极大的降低了企业应用无线技术的政策门槛。支持企业在本地部署自营 5G 网络，分配了 4.6-4.9GHz 和 28.2-29.1GHz 共 1200Mz 带宽，允许地方政府或企业申请相关执照。2020 年 12 月起，该项规定已经开始执行。三是开展数字化转型成效评估。为了解企业数字化转型的实际情况，为政府制定相关政策提供决策依据，帮助企业进行自我诊断和自我评价，经产省于 2019 年公布了“推进数字化转型指标体系”，该体系由 35 项指标组成，选择了当前日本企业面临的重点问题，以及为解决这些问题最重要的指标。2021 年，日本独立行政法人信息处理推进机构（IPA）共收集分析了 305 家企业根据上述指标提交的数据并发布了研究报告。报告显示，与 2019 年相比，2020 年日本数字化转型指数现值为 1.60，上升 0.17 点，目标值为 3.21，提高 0.14 个百分点，说明日本产业数字化转型的整体水平有所提升¹⁰。

表 5 日本数字化转型指标体系

	一级	二级	三级	细分指标
进 数 字 化	数字 转型 推广 架构 (定性 指标)	愿景		1、愿景分享
				2、危机感和实现愿景的必要性
		最高管理层承诺		3、最高管理层的承诺
		结构	心态、企业文化	4、心态、企业文化

⁹数据来源：<https://disclosure.dx-portal.ipa.go.jp/p/dxcp/top>

¹⁰数据来源：<https://www.ipa.go.jp/files/000091505.pdf>

转 型 的 管 理 方 法 和 机 制			4-1 体制	
			4-2KPI	
			4-3 评价	
			4-4 投资决策、预算分配	
		推广/支持系统	5、推广./支持系统	
			5-1 推进体制	
			5-2 与外界合作	
		6、人才培养	6、人才培养	
			6-1 专业人力	
			6-2 技术人才	
	6-3 符合人才			
	推进数字化转型的情况（定量指标）	数字化转型提升竞争力的成就		
		数字化转型计划		
	筑 实 现 DX 的 基 础 的 IT 系 统	IT 系统建设框架（定性指标）	构建IT系统作为实现愿景的基础	8、IT 系统建设是实现愿景的基础
IT 系统所需的要素			8-1 数据利用	
		8-2 速度敏捷		
		8-3 全公司最优		
IT 资产分析与评估		8-4 IT 资产分析评估		
IT 资产的分类和	8-5 处置			

	规划	8-6 甄别竞争领域
		8-7 非竞争领域标准化和共通性
		8-8 路线图
	治理/系统	9、治理/系统
		9-1 体制
		9-2 人才保证
		9-3 单位类型
		9-4 利用数据的人员协作
		9-5 隐私和数据安全
		9-6 IT 投资评估
IT 系统建设工作现状（量化指标）	IT 系统建设工作现状	

来源：日本经产省网站

4.持续强化对产业发展的要素保障水平

资金方面，重点支持包括 5G、人工智能、物联网等技术的基础研究和应用。例如在 5G 领域，设立了总额为 2000 亿日元的基金，支持 5G 信息系统开发、半导体制造技术研发和 5G 应用。2020 财年日本政府预计拨款 900 亿日元支持包括人工智能芯片、下一代信息处理技术等前沿领域的基础研发项目¹¹。人才方面，在各类层面加速人才培养，强化数字技能的培养。一方面，在校园内开展工业教育，提

¹¹数据来源：日本制造业白皮书（2021 年）

升在校学生对于工业技能学习的兴趣。2020 年 10 月，日本大部分县都举办了产业教育博览会，展示了学生的研究和作品，增加了学生的学习动力。另一方面，加强职业教育的认证，提升工人的数字技能。2020 财年，日本经产省累计拨款 9.62 亿日元推动职业教育机构和产业界加强合作，有效实施产学合作。此外，主管机构还对企业开设的实践专业课程进行认证，以确保职业教育质量。截至 2021 年 3 月，共有 1070 所学校获得了日本文部省的认证。

(三)日本“互联工业”政策小结

整体看，日本推动“互联工业”的政策保持了较高的连续性，但自 2017 年以来政策支持的重点领域不断扩大，由最初的引导数据互联互通、提升网络安全水平，进一步扩大至提升中小企业的数字化转型能力，通过资金支持、提供咨询服务等途径，加大对中小企业的引导和支持。同时，日本也积极推动 5G 等无线技术在制造业领域的应用发展，但进展略显缓慢。日本产业界在推动“互联工业”发展的过程中都保持了较高的积极性，欧姆龙、发那科、富士通、三菱等龙头企业充分发挥其在自动化等领域建立起来的技术、市场等先发优势，不断推出新产品，迭代新功能，为全球企业的数字化转型赋能。

但是，日本“互联工业”和制造业数字化转型发展也面临问题。一方面，对于关键产业和关键技术的自主可控能力不强，重点产业应对突发危机时缺乏灵活调整的能力。另一方面，日本经济长期的低速增长甚至是负增长也削弱了企业的实力，对多数的中小企业来说，能够投资于数字化转型的金额大幅下降，这也导致了日本各类企业数字

化转型水平的不均衡。可以预见，未来日本也将不断提升其对关键产业和技术的掌控能力，并采取积极措施推动中小企业数字化转型。

四、东盟主要国家推动制造业数字化发展的政策分析

（一）新加坡制造业数字化转型的现状 & 政策着力点

新加坡是东盟制造业数字化转型的引领者和倡导者。新加坡政策连续性较高，创新环境良好，龙头企业引领能力较强，数字化转型的整体水平较高，对东盟其他国家形成了辐射带动作用。

持续推动数字化转型方案实施。新加坡政府高度重视新一代信息技术与制造业的融合发展，是东盟内率先聚焦“工业 4.0”的国家，推出一系列“数字化蓝图”勾勒经济社会的整体转型发展计划。2016 年，新加坡公布产业转型蓝图，出台面向“工业 4.0”的产业转型计划（Industry Transformation Programme），提出涵盖能源化工、航空业、医疗保健、金融、教育等 23 个具体行业¹²的转型措施及发展目标，并专门成立未来经济署（Future Economy Council）负责产业转型工作的制定与执行，先后出台所有产业转型蓝图的具体方案。2021 年初，新加坡政府公布了“制造业 2030 愿景”，以推动传统制造业向先进制造业转型为目标，通过投资先进制造业的基础建设、建立强大的研究生态系统以及支持企业采纳工业 4.0 转型等三大举措，提出到 2030 年将新加坡打造成先进制造业的全球业务、创新与人才中心，并以过去 10 年的增长幅度为目标，在未来 10 年继续争取 50% 的增长，同

¹²这 23 个具体行业分类未完全以第二、第三产业来分类，而是从产业关联性和实施便利角度分成 6 个产业转型组，即制造业、环境建设、贸易与联系、国内必要服务、专业服务和生活相关服务

时确保制造业对新加坡 GDP 的贡献保持在 20%左右，夯实新加坡在全球价值链关键节点中的地位¹³。

加大重点领域的研发投入水平。新加坡政府持续为技术创新提供大规模的资金支持。2020 年底，新加坡正式启动了“研究、创新与企业 2025 计划”，准备在未来五年投入 250 亿新币，持续强化和深化新加坡的创新与研发能力。该计划是新加坡 30 年来最大科研拨款，将助力 4 个重点领域（大健康，绿色发展，制造与贸易和数字经济）的创新发展，建立强大的科研储备。在前沿技术研发方面，新加坡为 5G、人工智能、区块链等的研发投入了大规模的资金。例如，2019 年，新加坡通信发展局就宣布提供 4000 万新元支持生态系统建设，2021 年初，通信发展局宣布追加 3000 万新元以促进 5G 产品和服务的开发和应用¹⁴。2021 年 11 月，启动两项新的人工智能计划，通过人工智能科技为新加坡人带来更大的社会与经济效益，并在“研究、创新与企业 2025 计划”（简称 RIE2025）已承诺投资 5 亿新元的基础上，增拨 1.8 亿新元来加快人工智能的研究¹⁵。

积极引导中小企业加速转型。新加坡中小企业数量众多，是新加坡产业发展的重要组成，推动中小企业数字化转型是新加坡数字化政策的重点，采取了多元化的政策手段提供支持：**一是为企业提供全方位的公共服务。**2017 年 3 月，新加坡政府制定了中小企业数字化计划（Singapore SMEs Go Digital Programme），协助中小企业了解与采

¹³数据来源：<https://www.36kr.com/p/1437465751764617>

¹⁴数据来源：<http://www.baijingapp.com/article/32306>

¹⁵数据来源：<http://sg.mofcom.gov.cn/article/zc/jx/xjpszc/202111/20211103215905.shtml>

用适用的数字科技，由此增加盈利、开发新市场和提高生产力，超过 75000 家从中获益。设立中小企业数字技术中心，为在数据分析、网络安全和物联网等有需求的中小企业提供专业建议，帮助中小企业与科技咨询机构建立联系，以及主办研讨会等。此外，中心还为中小企业提供免费的咨询诊断，推荐合适的技术提供商和顾问。二是为中小企业提供资金支持。新加坡主管机构遴选了一批可靠的供应商并形成解决方案目录，选择列表中解决方案的中小企业可以申请补助，最高可抵消使用该解决方案 80% 的成本。2018 年 3 月，新加坡资助 300 个来自各领域的中小企业和跨国公司，利用新加坡经济发展局所开发的新加坡工业智能指数进行评估，协助它们加速向“工业 4.0 转型”。2019 年 1 月，新加坡启动“Start Digital”项目，银行和电信运营商作为供应方，为数字化系统、人力资源、咨询服务等六类服务的中小企业提供具有竞争力的价格，为签订至少 18 个月合同的中小企业提供至少 6 个月的成本减免¹⁶。三是部署试点示范探索创新应用。主管机构成立了新的数字化解决方案试点项目，遴选一批满足新需求、具有大规模推广能力、对行业产生广泛影响的解决方案项目。入选并证明对中小企业数字化转型发挥重要作用的项目可被纳入解决方案目录，采用此解决方案的企业将得到政府补助。

积极营造良好的创新生态。新加坡的创新实力全球领先。在 2020 年世界知识产权组织（WIPO）的创新指数中排名亚洲第一，2021 年彭博创新指数排名全球第二。优良的创新生态吸引了全球各地的顶尖

¹⁶数据来源：

https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Programme/SMEs-Go-Digital/Factsheet_16September2021a.pdf

公司带来大量资金和技术落地新加坡，德国西门子公司在新加坡设立“工业 4.0”实验室，新加坡与德国汉诺威工业展览会联合举办工业展览会，全面展示“工业 4.0”的全球最佳实践与应用。2016 年到 2020 年间，新加坡汇聚了三分之二的东南亚风投资金，全球 100 家顶尖科技公司中，多达 80 家公司已经在新加坡运营业务。4000 余家初创科技企业在新加坡落脚，初创科技企业资金达到 210 亿美元¹⁷。此外，新加坡国内的风险投资基金也积极在全球范围内布局，例如淡马锡就投资了中国工业互联网企业。

（二）越南制造业数字化转型的现状和政策着力点

越南是东盟国家中较早开始推进数字化转型的国家。2016 年开始，越南顺应新一轮科技革命和产业变革的发展大势，大力推动数字技术在经济社会各领域的应用，并将其作为经济结构调整和增长模式转型的重要途径。2015-2018 年，越南数字经济为 GDP 贡献率达 4%，在东盟地区排名第一¹⁸。新冠疫情爆发之后，越南积极发挥政府作用，以国家战略为引领自上而下加速推动数字化转型。

制定纲领性文件引领数字化转型进程。2020 年是越南数字化转型战略实施元年。2020 年 6 月，越南公布了《至 2025 年国家数字化转型计划及 2030 年发展方向》，成为了越南数字化转型的纲领性文

¹⁷数据来源：<https://xw.qq.com/cmsid/20211027A0AWRW00>

¹⁸数据来源：越南通讯社

<https://zh.vietnamplus.vn/%E8%B6%8A%E5%8D%97%E6%8B%A5%E6%9C%89%E5%B7%A8%E5%A4%A7%E4%BC%98%E5%8A%BF%E8%B7%9F%E4%B8%8A%E6%95%B0%E5%AD%97%E5%8C%96%E7%BB%8F%E6%B5%8E%E4%B8%96%E4%BB%A3/95424.vnp>

件。这一计划的双重目标是在发展数字政府、数字经济、数字社会的同时，形成具有全球竞争力的数字技术企业。该计划提出，至2025年，数字经济达到越南GDP的20%，在各行业和领域中至少占10%。信息化发展指数和全球网络安全指数排名世界前50位，全球创新指数排名前35位。完成涉及住宅、土地、商业登记、金融、保险等领域的国家数据库建设、联通，并实现全国范围内的信息共享。根据该计划，越南将通过发展数字政府，提高政府运作效率。到2025年，越南省部级90%的文件、县级和乡级80%和60%的文件将实现网络平台处理。到2030年，这一比例将分别达到100%、90%和70%。计划提出，至2030年，越南普及光纤宽带和5G移动网络服务，拥有电子支付账户的人口比例将超过80%。自从数字化转型框架发布以来，近30个部委行业和地方已响应制定数字化转型的具体计划。2021年11月，越南通过《2021-2025年经济结构调整计划》，将制度、数字化转型和创新作为发展重点，采取一系列积极措施推进产业结构调整。

加强组织保障确保相关任务落实到位。2021年11月，越南正式成立国家数字化转型委员会（以下简称委员会），由越南政府总理范明政担任委员会主席，通信传媒部、公安部、越南国家银行等13个相关部委为主要成员单位。委员会的主要任务是研究和向政府和政府总理提出关于实施促进国家数字化转型的主张、战略、机制、政策中的方向和措施，建设和发展电子政务、数字政务、数字经济、数字社会和智慧城市，为在越南开展第四次工业革命创造便利条件。此外，

委员会将帮助政府和总理监督各部门和地方政府实施数字化转型的目标、任务和措施，协调实施关于数字化转型的跨部门战略、计划、机制、政策、提案、项目和解决方案，协调实施国家数字化转型计划和涉及到 2030 年第四次工业革命的国家战略等内容等。11 月 30 日，委员会召开第一次会议，对下一步越南数字化转型的相关工作进行有效部署，范明政要求各部委和地方优先安排资源和资金，落实和完成国家数字化转型规划、努力实现 2022 年国家数字化转型计划。

积极引入外部资源构建数字化转型新优势。在全球供应链产业链加速调整的大背景下，越南成为外商投资的主要目的地之一，数字化转型领域是外商投资的重点领域之一。据越南计划与投资部的统计数据，截至 11 月 20 日，越南的 FDI 总额已达到 264.6 亿美元，超过了 2020 年全年总额。2021 年，共有 100 个国家和地区对越南进行投资，新加坡、韩国、日本、中国的投资总额分列前四位，包括苹果、三星、英特尔等巨头企业均加速在越南市场的布局。亚马逊 AWS 加大在越南市场投资建设云计算服务和基础设施，在越南本土提供 200 多种服务，并计划在未来引进边缘站点，以向越南用户提供更多新的硬件资源和服务。同时，越南十分重视在数字化转型领域与主要国家的合作，与中国、新加坡、英国、日本、德国、澳大利亚、印度等国家在最佳实践、人才培养等多个领域开展了积极合作，借助国外的优势资源带动本国产业的数字化转型。2021 年 7 月，世界银行正式启动越南中小型企业数字化转型援助项目，为越南中小企业提供技术和资金援助。该项目为期 2 年，包括两个阶段：第一阶段，从 2021 年 8 月到

2022年7月，协助科技加速企业完全免费获得由实时分析技术研发咨询公司（RTA）开发的企业管理软件（ERP）套件。第二阶段，从2022年7月到2023年，为300家科技优质企业提供援助和咨询。

为数字化转型营造良好的发展环境。资金方面，越南计划与投资部拟定了2021-2025年对企业、合作社和商户数字化转型的扶助计划，2025年提升所有越南企业有关数字化转型的认知，使至少10万家企业从该计划中受益，至少100家企业成为数字化转型典范。人才方面，加快开发技能型人力资源，发展开放、灵活、高效的职业教育体系，提高对就业需求和培训需求的预测能力并制定长期战略，助力越南经济实现可持续增长。生态方面，2019年，越南军队电信工业集团（Viettel）、越南邮政通信集团（VNPT）、FPT集团等8家企业共同成立了越南数字化转型联盟，加速推动数字基础设施建设，加强发展和应用大数据、区块链、人工智能、物联网等新技术，帮助越南实现数字化转型目标。

(三)东盟制造业数字化转型政策小结

东盟作为全球第五大经济体，近年来保持了较高的发展水平和开放程度，吸引了包括中国、美国、日本等国的巨头企业加大部署投资，数字经济的潜力巨大。疫情之后，东盟认识到数字化转型对于提振经济发展水平、优化产业结构等的重要作用，加速推动数字化转型已成为东盟各国的共识。2021年10月26日，第38届东盟峰会发表关于促进地区数字化转型的宣言，东盟领导人一致同意加强东盟各部门和东盟共同体各支柱的合作，旨在迅速和全面推进数字化转型，加速后

疫情时期的复苏进程，增强面对未来挑战和危机的长期复苏能力。东盟将实施《东盟数字总体规划 2025》，在政府、管理部门和企业的共同努力下，在安全数字服务、技术和生态系统的支持下，将东盟建设成为领先的数字社区和经济区。

尽管东盟多国积极部署制造业数字化转型发展，但很多国家具体落实相关战略仍面临诸多问题和障碍。一方面，“数字鸿沟”现象在东盟广泛存在，各成员国之间数字基础设施建设水平差异大，使得共同发展目标的实现较为困难。除新加坡外，东盟多数国家的数字基础设施相对落后，技术条件准备不足。例如，2020 年，东盟数据中心数量超过 295 个，其中 70%集中于新加坡、印尼和马来西亚，缅甸、老挝、泰国等国家的数据中心和云设施仍然处在早期起步阶段。此外，多数国家的企业规模偏小也限制了其生产水平、自主研发能力、熟练劳工的成长，产业技术高度依赖于跨国公司。另一方面，东盟整体的劳动力将受到“工业 4.0”的巨大冲击。据 2018 年美国思科系统公司（Cisco）公布的“科技与东盟未来就业”研究报告，未来十年人工智能应用将使低素质的体力劳动者变得过剩，东盟主要国家受此冲击的就业岗位近三千万。数字技能培训投入不足，将使大量传统劳动力难以适应产业转型发展需求，数字化转型发展缺乏可持续动力。

五、各国和地区推动制造业数字化转型政策对我国的启示

我国是制造业大国，是全球唯一拥有联合国产业分类目录中所有工业门类的国家，制造业数字化转型的压力大、任务重，加大政策引

导，采取多元化策略支持制造业数字化转型对我国尤为重要。

（一）我国制造业数字化转型策略的探索历程

党中央、国务院很早就开始推动制造业的转型发展。1984 年 10 月，中共十二大三中全会通过《中共中央关于经济体制改革的决定》，揭开了中国信息化的序幕。2000 年 10 月，党的十五届五中全会通过《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十个五年计划的建议》，提出要“以信息化带动工业化，发挥后发优势，实现社会生产力的跨越式发展”。2007 年党的十七大报告明确提出要“大力推进信息化与工业化融合”，标志着我国工业正式进入了融合发展时代。在 20 年余年的发展中，我国以电子信息产业为重点，大力推动一二三产业的信息化发展，部分重点产业如电子信息制造业、通信业等取得了较大突破。2009 年我国电子信息产业总产值在全国工业总产值中的比重达到 18.1%¹⁹，成为我国国民经济发展的基础产业、先导产业和支柱产业，为制造业转型发展夯实了基础。

2012 年以来，以互联网为代表的新一代信息通信技术快速发展，我国逐渐在部分领域建立起了局部优势，为“十二五”期间的工业化与信息化深度融合开辟了新局面。2013 年，工信部发布《两化深度融合专项行动计划（2013-2018 年）》，其中“任务七：互联网与工业融合创新行动”首次将促进互联网与工业的融合发展作为政策着力点。2015 年，国务院发布“互联网+”行动计划，再次凸显了新一代信息技术对推动制造业发展的重要作用。2017 年国务院发布《关于

¹⁹数据来源：《1949-2009 中国电子信息产业统计》

深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》，工业互联网成为支撑制造业数字化转型的路径和方法论。2021 年，我国工业互联网产业规模突破 1 万亿元，高质量外网已覆盖 300 多个城市，部分省份已实现工业互联网外网所有地市全覆盖以及工业园区广覆盖，连接 18 万家工业企业；具有一定影响力的大型工业互联网平台超过 100 家，接入设备总量超过 7600 万台（套）；国家级安全态势感知平台建成并投入使用，与全国 31 个省级工业互联网平台对接，覆盖了汽车、电子、航空、钢铁等重要行业领域；工业互联网应用已经延伸到 45 个国民经济大类，催生出平台化设计、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸、数字化管理等新模式、新业态。重点领域关键工序数控化率达 55.3%，数字化研发设计工具普及率达 74.7%²⁰。

但仍要看到，我国制造业数字化转型还面临着很多困难。一是相关制度标准建设有待进一步完善。虽然我国在数字化治理领域已经制定了诸多法律法规，并取得阶段性显著成效，但新技术新产业更新迭代速度快，而法律政策本身具有滞后性。随着我国产业转型不断深入，新模式、新业态加速涌现，部分制度规则已难以适应技术产业快速发展的需要，亟需进行调整，例如对于数字经济的统计监测体系。与此同时，众多新兴领域制度规则存在空白，需要填补，例如智能配送、无人驾驶等领域目前尚缺乏专门的法律规范。二是产业整体的数字化转型基础较为薄弱。企业数字化基础较差，多数企业仍然处于工业

²⁰数据来源：工业和信息化部网站《我国制造业增加值连续 12 年世界第一》

https://www.miit.gov.cn/xwdt/szyw/art/2022/art_73e8ef1b62b14926ae503f0bfe63b289.html

2.0 阶段，即使具备了一定数字化能力的企业也因底层架构、协议等差异巨大导致互联互通难度高。此外，很多高端的硬件和软件产品对外依赖严重。三是要素保障水平需要进一步提升。制造业数字化转型涉及众多领域，需要大规模的资金支持和多元化的金融服务，但我国金融市场中针对制造业数字化转型的金融产品创新不多。具备数字技能的复合型人才普遍缺失的现象广泛存在，西门子平台全球开发者已有 10 万人，我国平台开发者仅几千人且以国内为主。

因此，与欧美日等发达国家在完成工业化的基础上推进数字化转型的现实相比，我国需要同时兼顾工业化进程和数字化转型，在政策制定方面，既需要针对我国发展阶段的现实问题有的放矢，也需要借鉴欧美日等发达国家的先行发展经验，洞察包括东盟在内的发展中国家的政策动向，持续发挥政策的导向作用，同时强化政策的统合性、颗粒度、精准性等，为制造业数字化转型营造良好政策环境。

(二)对我国制造业数字化转型政策的启示和建议

我国制造业数字化转型任务重、压力大，建议我国从加强制度规范、细化政策颗粒度、提升公共服务能力、强化要素资源保障水平等四方面，营造健康可持续的产业政策环境。

一是加快完善与数字化转型相关的制度规范建设。数字化转型是一项复杂性极高的工作，架构在传统产业基础上的制度规范已不能完全适应新一代信息技术的快速发展和对实体经济渗透所带来的新变化，知识产权、反垄断等相关传统规则需要更新，网络安全、技术伦理等新领域的制度架构亟需建立，如何形成一套能够适应数字化转型

发展需求的制度规范是各国政府面临的共性问题。考虑到这项工作的艰巨性与复杂性，往往需要政府各个主管部门加强协作，通盘考虑数字化转型所面临的瓶颈和目标，结合本国产业实际、国际发展趋势和技术演进规律，为产业转型发展奠定良好的制度环境。为了增强主管部门间的协作水平，各国普遍采用了成立跨部门联合工作组的形式来达成这一目标，在制度规范建立方面也进行了有益的探索。例如德国工业 4.0 平台成立了立法工作组，对人工智能、竞争等法律与工业 4.0 的关系进行了积极深入的探讨，为完善相关法律法规献计献策。我国相关部门已开展了一系列积极的实践和探索，未来可进一步增强协同水平，聚焦信息技术安全、数据保护、产品安全、知识产权、反垄断等重点领域，加快研究并形成相关制度规范，提高政策的确定性。

二是不断细化数字化转型相关政策的颗粒度。以数据为例。作为数字化转型最核心的要素，数据正在发挥越来越关键的作用，数据能否顺畅的流通和交换成为数据价值能否被挖掘的决定性因素。解决数据交换流通问题主要途径有三个，包括制度规则、技术标准和商业合同。由于立法程序复杂、时限较长，短期内难以通过制度规则解决数据流通共享问题，因此，各国普遍通过技术标准和商业合同的方式来推动解决企业间数据流通相关问题。例如欧盟大力推动“GAIA-X”（盖亚 X）计划，旨在建立安全的数据基础设施和生态系统，以促进欧洲数字经济所有参与者之间的互联互通；德国、法国通过建立通用的数据基础设施，确保形成统一的技术标准，使接入相关设施的企业间数据能够实现流通互动。再如日本高度重视通过合同促进数据共享

利用。2018 年 6 月，日本经济产业省发布《利用人工智能和数据的合同指引》(Contract Guidelines on Utilization of AI and Data)，以鼓励企业间数据流通为目标，为企业签订数据利用合同或利用人工智能技术开发利用软件合同提供参考，为企业工业数据的应用提供了指引。我国在上述领域已有探索，但在实践中仍需加快政策引导，一方面使相关技术标准进一步下沉到应用层面，在产业层面形成数据互联互通的整体生态；另一方面引导制定企业间数据流通的行为规范和标准合同条款，保障中小企业在数据流通过程中的合法权益。

三是提升针对中小企业数字化转型的公共服务水平。在很多国家，中小企业都是制造业发展的主体，这些企业转型的成效直接决定了各国制造业转型的水平。但在现实中，中小企业由于各种各样的原因，数字化转型的基础相对较弱，因此如何提升面向中小企业的公共服务水平，探索多元化路径为中小企业数字化转型赋能也是各国政策的着力点之一。美国通过构建制造业创新网络，使得企业、高校、研究机构等的创新能力能够辐射中小企业，在一定程度上降低了中小企业跨越“死亡山谷”的难度。德国国家工程院、弗朗恩霍夫协会、史太白技术转移中心等第三方非盈利机构从工业 4.0 实施伊始就全面参与相关工作，形成了支持中小企业的技术和知识转移的整体网络。新加坡设立中小企业数字技术中心，为中小企业数字化转型提供了“一站式”的服务，包括与科技咨询机构建立联系、提供免费的咨询诊断、推荐合适的技术提供商和顾问等。目前，我国能够为中小企业提供公共服务的机构数量众多，在支持企业创新发展方面取得了积极进展，

未来可聚焦如何更加精准的对接中小企业数字化转型需求、提升相关机构对中小企业的辐射带动能力和数字技术应用水平等方面，不断提升机构的公共服务水平。

四是持续强化对数字化转型的支持政策。从上文中可以发现，各国为数字化转型投入了长期、连续、大规模的资金支持，技术研发、创新创业、人才培养成为各国政策的三大着力点。美国为前沿技术的基础研发提供了十余年的财政资金支持，还通过各类政府项目为不同主体的应用技术研发和试验验证活动提供资金，通过专项贷款、国家基金等市场化运作方式支持创新创业，将提升学生、教师、退伍军人等人群的数字化技能嵌入到历年国家预算、国防授权法案等文件中。德国作为欧盟“领头羊”募集大量资金支持“地平线 2020”的技术研发项目，由政策性银行、国家引导基金等机构创新金融工具为企业创新创业提供资金支持，支持企业培养大量具备数字技能的人力资源。日本政府也为技术研发投入了大量的财政资金，并通过举办制造业技能大赛等吸引更多人参与以发现优秀人才。对我国来说，要保持战略定力，持续强化对技术研发的整体投入，通过成立重点政府项目等形式发挥财政资金的杠杆作用撬动全社会优质资源共同进行技术攻坚，持续完善多层次资本市场建设汇聚多方资金共同支持数字化转型，支持和引导高校、企业、科研机构等创新人才培养的形式加快对数字技能的培育，形成一批具备复合能力的人才队伍。

中国信息通信研究院 政策与经济研究所

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮编：100191

电话：010-62303301

传真：010-62302476

网址：www.caict.ac.cn

