



工业互联网产业联盟  
Alliance of Industrial Internet

# 主要国家推动制造业 数字化转型的政策研究报告

工业互联网产业联盟 (AII)  
2020年5月

Industrial

Internet



工业互联网产业联盟  
Alliance of Industrial Internet

# 主要国家推动制造业 数字化转型的政策研究报告



工业互联网产业联盟  
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟（AII）

2020年5月

## 声 明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他方的内容除外），并受法律保护。如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。

工业互联网产业联盟  
Alliance of Industrial

工业互联网产业联盟

联系电话：010-62305887

邮箱：[aia@caict.ac.cn](mailto:aia@caict.ac.cn)

## 编写说明

当前，新一轮科技革命和产业变革蓬勃发展，互联网、大数据、人工智能、区块链等新一代信息通信技术与传统经济部门的融合发展，为经济社会带来了新机遇、注入了新动能、开辟了新蓝海。实体经济是大国的根基，制造业是实体经济的主战场，其数字化、网络化、智能化发展作为第四次工业革命的主要特征和发展趋势，日益成为各国推动经济增长、保持竞争优势的关键抓手。近年来，主要国家从本国产业实际情况出发，加快建设完善适应未来发展趋势的产业结构、政策框架和管理体系，尽管切入点和名称各有不同，但本质上都是利用新一代信息通信技术驱动制造业的数字化、网络化、智能化转型，与我们国家通过全力发展工业互联网推动制造业转型在逻辑上也是一致的。

本报告共分为五部分，重点梳理了美国、欧盟、德国、日本及东盟等相关国家和地区在推动制造业数字化转型发展过程中所采取的相关举措，每个国家或地区的政策梳理单独成章，彼此之间相互独立。这些举措中既包括普适性的创新发展政策，也包括推动制造业数字化转型发展的特定政策，体现了各国在制造业数字化转型中的共性诉求和不同政策逻辑。我们希望通过对不同国家和地区政策举措的系统梳理，为我国更好地发展工业互联网、加速制造业数字化转型提供政策参考。

本报告为工业互联网产业联盟第一次发布政策研究报告，在撰写过程中得到相关企业和机构的大力支持，在此一并致谢。我们将根据产业界的相关意见，对报告中相关内容进行更新和完善。

## 目录

一、美国先进制造业发展的主要政策举措.....	1
(一) 实施延续性政策打造稳定发展大环境.....	1
(二) 推出新发展策略应对数字化转型挑战.....	4
(三) 调整普适性政策助力数字化转型推进.....	8
二、欧盟工业数字化发展的主要政策举措.....	11
(一) 战略层面：将工业数字化纳入单一数字市场范畴.....	11
(二) 资金层面：欧盟委员会加大对相关领域的支持力度.....	13
(三) 环境层面：持续构建一体化发展的产业生态.....	15
三、德国推动工业 4.0 发展的主要政策举措.....	16
(一) 多元化政策举措营造有利创新的发展环境.....	17
(二) 利用工业 4.0 推动数字化转型的核心政策举措.....	23
四、日本发展互联工业的相关政策举措.....	27
(一) 日本推动制造业发展的主要政策.....	27
(二) 日本推动“互联工业”的主要做法.....	30
(三) 影响制造业数字化转型的其他政策.....	33
五、东盟发展工业 4.0 推动数字化转型的策略研究.....	34
(一) 东盟国家推动制造业发展的主要举措.....	35
(二) 东盟主要国家推动工业 4.0 发展的政策举措.....	38

## 一、美国先进制造业发展的主要政策举措

美国在工业化进程中，分别建立了完备的重化工业、领先的电子工业和强大的信息通信产业，产业结构层层递进、不断升级，并探索形成了高效的创新机制，成为全球经济的“发动机”。长期以来，联邦政府为促进产业创新，针对前沿基础研究提供连续大规模资金支持，成为美国在第四次工业革命蓬勃发展的今天依然保持技术创新巨大优势的重要原因。如今，美国联邦政府加强了战略的引领作用，根据行业发展特点和规律适时调整战略目标和重点领域，通过打造公共服务体系，并以构建完整供应链为数字化转型的核心，积极抢占新一轮科技革命和产业变革的主导权。

### （一）实施延续性政策打造稳定发展大环境

美国的创新机制和政策健全，科学技术创新、知识产权保护、成果转化共享等环节相互嵌套，高效联动。在数字化转型的过程中，这些机制和产业政策继续发挥关键作用，为先进制造业发展提供创新动力和制度保障。

#### 1、长期连续的研发资金支持

美国联邦政府主要通过直接和间接两种方式对研发活动提供资金支持。直接资金支持，是指联邦政府给相关机构自上而下的资金拨备。主要的支持重点就是技术创新，包括基础技术、应用技术和实验验证三部分。其中，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。尽管在特朗普上任之后，NSF 向国会提交的年度预算金额一度出现下降，但事实上，联邦政府为 NSF 在 2018 财年提供的直接资金支持近 10 亿美元，为历年最高。早在 2006 年，NSF 就成立了信息物理系统（CPS）的相关研发项目，并连续 16 年为项目提供了相关的研发资金支持。



图 1: 美国 NSF 对信息技术研发的投资（2000-2020 (R)）

数据来源：根据美国科学基金会官网公布的历年预算整理

间接资金支持是指联邦政府机构通过贷款等方式向企业提供资金支持，主要服务具有技术潜力的中小企业。如美国能源部的贷款项目办公室（LPO）就通过实施贷款担保、直接贷款等方式支持系列技术创新项目。2010 年，特斯拉从美国能源部获得了 4.65 亿美元贷款，帮助特斯拉度过了最艰难的时刻。2013 年，特斯拉通过发行股权债提前 9 年偿还了贷款本息。截止 2019 年 12 月 31 日，LPO 共管理了 280 亿美元的贷款项目。

表 1: 美国能源部贷款项目办公室已结清贷款项目（美元）

项目名称	贷款公司	贷款类型	主要技术	地址	贷款总额	结清日期

ABENGOA BIOENERGY	阿本戈亚 生物能源 公司	贷款担 保	生物能源 和生物燃 料	堪萨 斯城	1.32 亿	2015 年 3 月
GENESIS	NEE 风电 公司	贷款担 保	太阳能项 目	加利 福尼 亚	8.52 亿	2019 年 12 月
KAHUKU	第一风电 公司	贷款担 保	风能项目	夏威 夷	1.17 亿	2015 年 2 月
NISSAN	尼桑北美 公司	直接贷 款	先进汽车 制造项目	田纳 西州	14.5 亿	2017 年 9 月
TESLA	特斯拉 汽车	直接贷 款	先进汽车 制造项目	加利 福尼 亚	5.35 亿	2013 年 5 月

数据来源：美国能源部官网 <https://www.energy.gov/lpo/portfolio/portfolio-projects>

## 2、建立跨部门协调机制

美国以大型国家项目为依托，通过建立跨部门合作机制，推动重点领域的快速发展。为推动网络和信息技术研究与发展，2005 年美国设立网络和信息技术研究与发展项目（NITRD）。目前，NITRD 已成为联邦政府统筹计算机、网络和软件领域先进信息技术研发自主的主要机构。该项目由白宫科技政策办公室和白宫预算办公室牵头，由国家科学技术委员会（NSTC）出面统筹协调，24 个机构的派出成员共同参与相关工作，包括国防部、商务部、能源部、交通部、NASA、NSF 等。NITRD 每年会就网络和信息技术的资金、项目等情况单独汇编成报告，作为年度预算的补充报告向总统汇报。

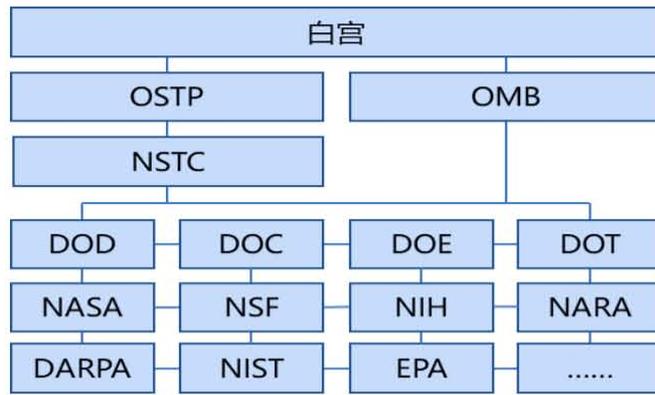


图 2: NITRD 项目的主要参与机构

### 3、大力支持中小企业发展

法律方面，先后颁布《小企业法》《小企业投资法》《小企业就业法案》等 10 余部法案维护公平竞争的市场环境，保障中小企业合法权益。管理机构方面，白宫小企业会议、参众两院设立的小企业委员会、联邦政府小企业管理局（SBA，Small Business Administration）等都为中小企业发展提供多元化的服务。资源保障方面，帮助中小企业获得贷款担保和资金支持，为符合要求的小企业提供各种咨询服务、政府采购支持等。例如，1989 年，美国国会授权 NIST 实施《制造业推广伙伴关系计划》（MEP），主要目标是将新技术向中小型制造企业推广，这一项目由商务部拨款支撑，对服务中小企业的服务咨询机构提供相应奖励。2018 年由于种种原因，联邦政府停止为 MEP 项目提供资金支持，但国防部、能源部、商务部等机构仍有各种渠道为中小企业发展提供支持。

#### （二）推出新发展策略应对数字化转型挑战

面对新一轮科技革命在全球范围内引发的激烈竞争，美国政府也开始调整发展策略，通过不断强化政府作用，加强对产业发展的

引导，使美国能够继续在数字化转型过程中保持领导地位。策略的转变突出体现在以下两方面：

## 1、强化战略引领作用，适时调整战略目标和重点领域

金融危机之后，美国开始推动“再工业化”战略，奥巴马任期内先后发布了“先进制造伙伴计划”“先进制造业国家战略计划”“加速美国先进制造业发展”“美国制造业及创新复兴法案”等一系列的政策举措，力图将美国的发展轨迹引导到能够充分发挥信息技术优势的战略轨道上来。特朗普上任之后，延续和发展了关于制造业发展的相关政策措施。2018年以来，美国政府发布产业政策的频率明显加快，除先进制造业战略外，大数据、云计算、人工智能等相关战略相继出台，先进制造业发展政策体系持续完善，战略目标也愈发清晰，即以发展先进制造业为契机，带动上下游产业逐渐向美国本土回流，并最终在美国本土建立完整的产业链。

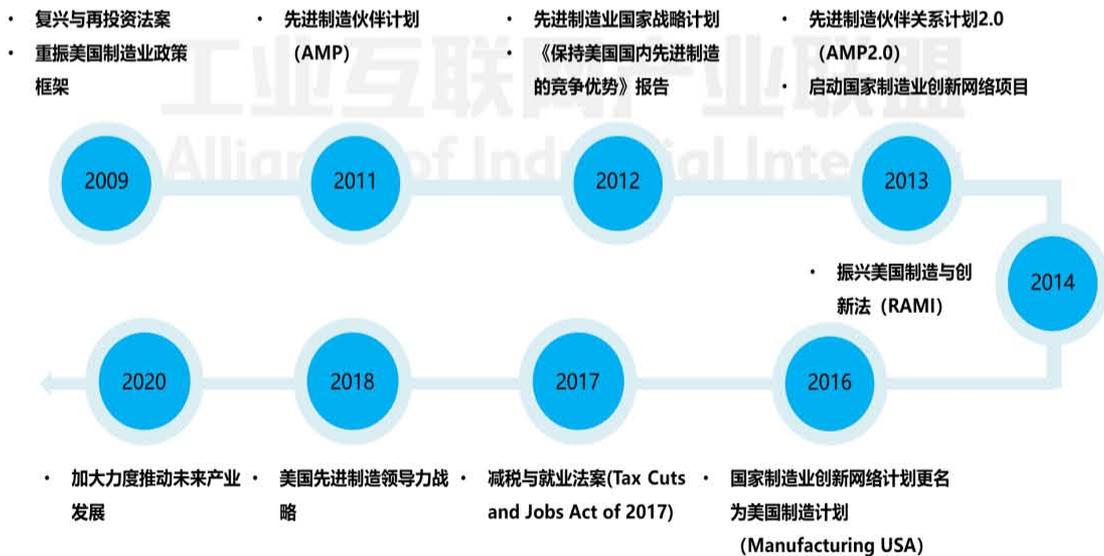


图 3：美国先进制造业战略布局的时间线

资料来源：根据公开资料整理

## 2、建立创新中心，打造新的创新载体为产业发展赋能

### 赋智

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。

**第一，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的竞争前研发与创新，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体现了“公共服务”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。联邦政府希望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，成为先进制造业创新发展的重要承载。



图 4：美国先进制造创新中心筹建及运作机制

第二，以创新中心为关键载体推动集群化发展。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。截止 2018 年 12 月底，14 家创新中心的会员累计达 1826 家，比 2017 年增长 41%，是 2016 年会员总数的 2.2 倍。截止 2019 年底已建成 15 家制造业创新中心，其中，国防部牵头建成 8 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。这些创新中心分布在东西海岸的 11 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 2：14 家\*制造业创新中心的出资机构和资金募集情况

机构名称	出资机构	起始年份	终止年份	资金投入（百万美元）	
				联邦政府	社会资本
<b>American Makes</b>	国防部	2012 年 8 月	2019 年 8 月	56	85
<b>MxD</b>	国防部	2014 年 2 月	2020 年 2 月	70	106
<b>LIFT</b>	国防部	2014 年 2 月	2020 年 2 月	70	78
<b>PowerAmerica</b>	能源部	2014 年 12 月	2020 年 5 月	69	77
<b>IACMI</b>	能源部	2015 年 6 月	2020 年 9 月	70	95
<b>AIM Photonics</b>	国防部	2015 年 7 月	2021 年 1 月	110	503
<b>NextFlex</b>	国防部	2015 年 8 月	2021 年 9 月	75	96
<b>AFFOA</b>	国防部	2016 年 3 月	2021 年 9 月	75	272
<b>CESMII</b>	能源部	2016 年 12 月	2022 年 6 月	70	171
<b>BioFabUSA</b>	国防部	2016 年 12 月	2023 年 12 月	80	215
<b>ARM</b>	国防部	2017 年 1 月	2024 年 1 月	80	174
<b>NIIMBL</b>	商务部	2017 年 3 月	2022 年 2 月	70	129
<b>RAPID</b>	国防部	2017 年 3 月	2022 年 3 月	70	109
<b>REMADE</b>	国防部	2017 年 5 月	2022 年 6 月	70	70

数据来源：美国政府问责局，截止日期为 2018 年 12 月 31。

\*由于最新的一家创新中心在统计时仍处于筹建阶段，无公开资料可用，故列表中仅列明 14 家创新中心数据。

**第三，以创新中心为承载培育数字化转型亟需人才。**制定实施先进制造技术的劳动力培育课程、教材、计划，开展教育培训活动是美国制造业创新中心的重要职责，一些创新中心结合各自技术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。例如柔性电子创新中心创建了名为 FlexFactor 的项目，通过课堂创业项目向高中学生介绍柔性电子，且按计划完成项目的学生可获得大学学分。据美国政府问责办公室统计，7 年以来累计有 20 万名学生参加了由各创新中心主办或组织的教育项目，超过 7500 名学生完成了相关创新中心的学徒或培训计划，并获得了由创新中心颁发的认证证书。此外，还有 2000 余名教师或培训师参与了相关培训项目。

表 3：美国先进制造业创新中心主要绩效指标

绩效指标	分类	指标	2016	2017
创新生态建设	会员	总量	830	1291
		大企业	187	295
		中小企业	361	549
		学术机构	177	297
		其他	105	150
财务指标	总投资	成本分摊	2.2亿	1.8亿
技术指标	研发项目的数量及价值	数量	191	273
		项目支出	3.3亿	3亿
		主要技术目标实现率	82%	79%
劳动力培训	科技、工程和数学活动	参与学生	23560	185425
		获得认证	3386	4302
	参与培训	参与培训的老师	1023	1299

资料来源：美国政府问责局

### （三）调整普适性政策助力数字化转型推进

除了上文中提到的相关政策外，美国联邦政府为了实现构建完整价值链的目标，还采取了一系列的财政、贸易和货币政策，对制造业数字化转型产生了显著“溢出效应”。

## 1、启动大规模税改，增强数字化转型发展能力

2017年年末，美国总统特朗普签署减税法案，该法案于2018年生效，将企业所得税率下调至21%，大幅降低了企业成本。美国税收与经济政策研究所对2019财富500强中379家盈利企业的税收情况进行分析。从税率看，2018年这些企业的平均执行税率为11.3%，是自1984年以来的最低水平。其中，195家企业的税率低于10.5%，包含91家公司未缴纳联邦税的企业（包括亚马逊、IBM、奈飞、通用汽车、英伟达，比2017年零缴税企业多31家），127家企业的税率介于10.5%-21%之间，57家公司的税率高于21%。从行业来看，2018年公司执行税率最低的行业是工业机械（-0.6%），公用事业、天然气和电力（-0.5%），汽车和零件（1.5%），石油、天然气和管道（3.6%），化学品（4.4%），运输（8.0%），工程和建筑（8.0%），杂项服务（8.3%），出版和印刷（9.8%）和金融（10.2%）。可以看出，从减税中获益最大的主要是工业企业，在降低其税负的同时，也使其能够有更多的资金投入数字化转型的各类需求中。

表4：特朗普税改第一年的实际公司税率（百万美元）

行业	利润	缴税金额	实际公司税率
工业机械	11264	-71	-0.60%
公用事业，天然气和电力	39894	212	-0.50%
汽车和零件	9265	135	1.50%
石油、天然气和管道	44644	1628	3.60%
化学	6281	275	4.40%
交通	30665	2446	8%
工程和建筑	4749	380	8%
杂项服务	49204	4078	8.30%

出版、印刷	1880	185	9.80%
金融	196270	20070	10.20%
杂项制造	25935	2980	11.50%
通信业	58171	6972	12%
航空和国防	23360	2875	12.30%
金融数据服务	19769	2688	13.60%
食品、饮料和烟草	24769	3369	13.60%
批发零售贸易	97264	14051	14.40%
金属及金属产品	6283	1013	16.10%
家用及个人产品	7440	1400	18.80%
互联网服务及零售	9272	1873	20.20%
计算机、办公设备、软件、数据	52314	10656	20.40%
医疗健康	21441	4440	20.70%
医疗设备和药品	25554	5615	22%

资料来源：ITEP，《特朗普税改第一年的公司避税情况》

## 2、推出趋向保护主义的贸易政策，营造有利于国内产业发展的环境

以“美国优先”为总体思路，美国利用其在全球技术、产业、金融等领域的全面优势，营造有利于国内产业发展的国际环境。一方面，2017年以来，美国通过一系列手段，大力吸引制造业回流。2018年，美国制造业累计吸引外商投资1.77万亿美元，同比增长7.9%，占美国外商投资的40%。据美国回流计划（Reshoring Initiative）统计，2018年，美国共吸引1389家公司回流投资，累计增加14.5万个就业岗位。另一方面，通过重新签署双多边贸易协定，维护美国利益。美韩、美墨加、美日自贸协定全部重新签署完成。

### 3、实施相对宽松的货币政策，为发展提供充足资金支持

2019年，美联储（Fed）累计进行了3次降息，联邦基金利率目标区间下调至目前的1.5%-1.75%的水平<sup>1</sup>，进一步降低了企业的融资成本，还在一定程度上起到了稳定市场情绪的作用。除降息之外，美联储还通过窗口指导、回购等措施，以缓解市场上出现的“钱荒”局面，为市场发展提供了充足的资金保障。

## 二、欧盟工业数字化发展的主要政策举措

欧盟作为全球最大的区域经济体，长期以来一直将经济一体化作为发展的重要目标，欧盟理事会、欧盟委员会等主要机构的相关政策对成员国经济发展的影响直接且深远。2015年以来，为推动欧盟数字单一市场建设，欧盟层面发布系列政策，加快推动物联网、人工智能等新一代信息通信技术在工业领域的应用。

### （一）战略层面：将工业数字化纳入单一数字市场范

#### 畴

欧盟很早就认识到数字化对于经济发展的重要意义，将数字化单一市场作为其一体化建设的重要内容。2005年，欧盟委员会提交“数字化单一市场”战略，通过构建公平、开放、共享的网络环境，消除各国间影响数字经济发展的主要壁垒，建立一体化的市场，推

<sup>1</sup> 2020年3月，为应对疫情冲击，美联储将利率降至0-0.25%

动数字经济发展，促进欧洲经济繁荣。债务危机之后，欧盟开始积极布局新一代信息技术与实体经济的融合发展，尤其是制造业领域的数字化转型。

2013年，德国率先提出了“工业4.0”战略。随后，这一战略得到了其他欧盟成员国的响应和支持，法国、意大利等国家都先后发布了本国的工业数字化发展计划或愿景，积极与工业4.0对接。

表5: 欧盟主要国家工业数字化相关战略（部分）

国家	主要战略	发布年份
荷兰	数字化议程	2011年
德国	工业4.0战略	2013年、2015年
法国	新工业法国	2013年、2015年
英国	工业2050计划	2016年
波兰	政府预算	2017年
意大利	政府预算	2017年
瑞典	新型工业化战略	2018年
西班牙	政府预算	2019年
爱尔兰	工业4.0战略	2020年

资料来源：根据公开资料整理

2016年以来，工业数字化已经成为数字化单一市场建设的重要内容，在欧盟范围内形成共识。为了进一步协调各成员国之间的发展进程和规划，欧盟也积极统筹各成员国的发展政策。2016年4月，欧盟委员会启动了数字化欧洲工业行动计划（Digitizing European Industry, DEI）（2016-2020），将其作为数字单一市场战略的一部分持续更新，对工业4.0、智能工业和未来工业等各种国家工业数字化计划进行补充，利用政策工具、财政支持、协调和立法权力，进一步激发所有工业部门的公共和私人投资，并为数字工业革命创造框架条件。2019年，欧盟委员会发布了《增强欧盟未来工业关键战略价值链》报告，明确提出将优先发展包括自动驾驶、工业物联

网在内的六大关键战略价值链及具体行动建议，并提出将联合各成员国政府，聚合各自优势资源投入相关产业的发展。2020年年初，欧盟委员会公布《欧洲新工业战略》，旨在帮助欧洲工业向气候中立及数字化转型，并提高其竞争力和战略自主性，尤其强调加快5G等关键基础设施建设和应用。在新冠肺炎疫情发生之后，数据、人工智能、平台等资源、技术、产品在疫情监控和物资调配等方面发挥了愈发重要的作用，以5G为代表的信息通信基础设施的重要性也比以往更受重视。可以预见，未来欧盟构建数字单一市场的进程将进一步加快，各成员国政府将聚合各国优势资源，加速推动制造业数字化转型。

## （二）资金层面：欧盟委员会加大对相关领域的支持力度

欧盟为支持工业数字化发展提供了大规模稳定的资金保障，仅DEI计划就动员超过500亿欧元支持技术创新、产品研发和基础设施建设。2014-2020年，欧盟预算近1900亿欧元支持中小企业创新发展，工业数字化转型是支持的重点领域。各成员国也为本国工业数字化转型发展提供资金支持，法国投资约100亿欧元推动制造业转型升级，波兰计划在未来4年内投资45亿欧元推进工业数字化转型。

表6: DEI计划的资金支持的重点领域

支持方向	金额
数字化创新	370亿欧元
数字创新中心建设	55亿欧元
下一代电子元器件的生产	63亿欧元

欧盟云计划	67 亿欧元
-------	--------

资料来源：根据欧盟委员会公开资料整理

除此之外，欧盟通过“地平线 2020”计划，对大数据、物联网、云计算等前沿技术的研发与创新提供支持，并通过实施试点项目，带动欧盟产业数字化转型。以物联网为例，2016 年，欧盟在“地平线 2020”的资助下启动了“欧盟物联网平台”（IoT-EPI）项目，为 7 个项目、120 家企业和组织提供了累计 5000 万欧元的资金支持，同时，还为 100 余个团队提供了技术和资金支持，截止 2018 年 12 月底，IoT-EPI 的资助金额超过 550 万欧元。

表 7: 欧盟 IoT-EPI 项目列表

项目名称	参与企业
Inter-IoT	意大利电信 SPA（意大利） 瓦伦西亚理工大学（西班牙） 卡拉布里亚大学（意大利） 埃因霍温科技大学（荷兰） 波兰科学院（波兰） 瓦伦西亚港口商业基金会（西班牙） 运输业职业培训发展协会（法国）等
Big IoT	西门子（德国） 博世软件创新有限公司（德国） 沃达丰（意大利） 奥尔堡大学（丹麦） 爱尔兰国立大学高威（爱尔兰） 加泰罗尼亚理工大学（西班牙）等
AGILE	众筹项目（Kickstart）
symbloTe	传感与控制系统（西班牙） 萨格勒布大学电气工程与计算学院（克罗地亚） 奥地利技术学院（奥地利） 巴黎国际电信大学（意大利）

	维也纳大学（奥地利） 弗朗恩霍夫协会（德国） 波兰科学院生物有机化学研究所（波兰） 等
TagItSmart!	联合利华（英国和荷兰） 欧洲富士通实验室（英国） 西门子有限公司（罗马尼亚） 萨里大学（英国） 帕多瓦大学（意大利） 法国商业工业协会等
VICINITY	希腊电信组织（希腊） 气候协会有限公司（英国） 凯撒斯劳滕工业大学（德国） 海拉斯研究技术中心（希腊） 奥尔堡大学（丹麦） 马德里技术大学（西班牙） 皮莱霍蒂亚蒂斯市（希腊）等
bloTope	宝马集团（德国） 阿尔托大学（芬兰） 洛桑联邦理工学院（瑞士） 卢森堡大学（卢森堡）等

资料来源：<https://iot-epi.eu/about/>

### （三）环境层面：持续构建一体化发展的产业生态

一方面，积极建立多层次的开放合作机制。欧盟将推进工业数字化作为掌握全球科技竞争主动权的重要抓手，加快在未来网络、云计算、5G、高性能计算等相关领域的研究及标准制定，通过建立产业联盟、设立创新中心、搭建虚拟平台等，加速形成欧盟工业数字化产业生态，为数字化发展提供人才、设备、技术等支持。欧盟层面，已建立起相对成熟的多层次合作机制。2015年3月，欧盟委

员会牵头成立了物联网创新联盟，截止 2020 年 4 月，联盟已经汇聚了欧洲主要国家的 159 个企业和机构，打造欧洲一体化的产业生态。产业层面，德国、荷兰、比利时、英国、法国等国家都拥有前沿技术发展的产业集群。

	工作组 5	工作组 6	工作组 8	工作组 9	工作组 10	工作组 11	工作组 12	工作组 13
工作组1 物联网研究	老龄化人口智能生活环境	智慧农业和食品安全	智慧城市	智慧移动	智慧水务管理	智能制造	智慧能源	智慧建筑与架构
工作组2 创新生态								
工作组3 标准								
工作组4 政策								
中小企业								
分布式记账技术								

图 5：物联网创新联盟工作组设置

资料来源：<https://aioti.eu/working-groups/>

另一方面，不断强化和完善数据、安全等领域的规范条例，营造公平有序的竞争环境。数据方面，大力倡导包括工业企业在内的数据自由流动，通过《通用数据保护条例》《开放数据和公共部门数据指令》等，明确保护规则、管理规范和使用机制，为工业数据流通营造良好制度环境。安全方面，出台一系列法律法规和行动计划，完善定责机制，建立认证制度，着力提升欧洲工业数字化发展的整体安全能力。需要特别指出的是，欧盟在安全组件、硬件模型和软件安全等环节中拥有较强的国际竞争力，在数据隐私保护重要性愈发凸显的大背景下，欧洲在安全领域的领导优势将更加稳固。

### 三、德国推动工业 4.0 发展的主要政策举措

1990年代以来，德国逐步构建起重视政府作用的产业政策体系。德国政府通过一系列政策举措引导实现了制造业初期的快速发展，形成以汽车、机械制造为核心支柱的产业结构。此后，随着企业对创新的需求不断增加，德国政府不断调整政策着力点，建立形成了以支持中小企业发展为核心的产业政策体系。2009年以来，德国政府持续完善以中小企业为核心的产学研用协同创新生态，并着力构建保障自由竞争的服务型政府，确保在新一轮科技革命和产业变革中占据优势地位。随着全球竞争的日趋激烈，德国以现有的产业政策架构为基础，更加强调发挥政府的导向作用，为发展工业4.0推动数字化转型提供制度保障。

### **（一）多元化政策举措营造有利创新的发展环境**

在德国现行的创新政策体系中，居于核心地位的是中小企业扶持政策，其中，产业集群政策和“官产学研”结合政策是主要服务于中小企业的核心政策，财政金融政策和人才培养引进政策则是核心政策顺利实施的保障性政策。

#### **1、不断加大对中小企业发展的创新政策支持**

中小企业占德国制造业的99.7%，是德国经济的主体部分和核心竞争力。2006年以来，德国密集出台的各项创新政策中均把对中小企业的扶持作为重要着力点。进入“工业4.0”时代以后，对中小企业的政策倾斜进一步加大。在联邦政府层面，2006年《德国高科技战略》（2006-2009年）开始在部分有前途和研究价值的领域设立专项进行投资，并制定“中小企业创新计划”，目前已资助超

过 500 个创新项目，总投资超过 3 亿欧元；2010 年《德国高科技战略 2020》提出，加速完善中小企业公共服务体系以及鼓励中小企业的中长期研发。2013 年德国进入“工业 4.0”时代，德国政府继续大力培育中小企业发展，进一步促进了“隐形冠军”的产生，也使得德国的创新体系更加多元化，提升了市场的整体效率和制造业的整体竞争力。地方政府层面，各州除为联邦政府相关政策提供配套外，还为本地中小企业创新发展提供多元化的政策支持。如巴登—符滕堡州通过提供咨询服务、定期组织活动等形式，为中小企业创新发展提供支持。

## 2、实施产学研用高度协同的集群化发展政策

德国制造业的产业集群化程度高，是其制造业数字化发展的重要基础和特点。2006 年以来，德国政府相继制定实施了创新联盟促进计划、创新网络计划等。2007 年，德国教研部在《德国高技术战略》框架下发起“德国尖端集群项目”，通过竞争的方式遴选出最为成功和广受赞誉的产业集群；2010 年出台的《国家高科技战略 2020》特别强调创新成果的商业化，并重点支持实施“领先集群竞争”以及创新联盟等有效政策；“工业 4.0”的出台为产业间的协调合作提供了更加便利的方式，实现了产品设计与开发、生产计划实施，甚至售后维护等不同阶段之间的信息共享，从而达成产品工程的数字化集群。

整体看，德国的产业集群建设取得了很好的效果，一方面，中小企业从这种非直接选拔的资助方式中获益巨大，另一方面，为工业 4.0 的发展奠定了良好基础，使前沿技术的发展能够随着产业集群的不断扩大加速推广，直至推广至全国。

### 3、积极利用财政政策加大对实体经济转型升级的支持

一方面，加强对新技术研发的财政投入力度。2018年德国研发投入达到创纪录的1050亿欧元，占国内生产总值比例为3.13%，为2010年以来的最高比例。其中，企业研发投入为720亿欧元，同比增长近5%，政府和高校投入320亿欧元，增长近2%。从行业看，汽车业研发投入依然最多，达270亿欧元，但制药、航空航天、电子和信息通讯等行业研发投入增长迅速。

表 8：2018-2019 年德国企业研发投入前 10 名

排名	企业名	所属行业	研发投资金额（百万欧元）	研发投入强度（%）
1	大众	汽车及零部件	13640.0	5.8
2	戴姆勒	汽车及零部件	9041.0	5.4
3	BMW	汽车及零部件	6890.0	7.1
4	博世	汽车及零部件	6189.0	7.9
5	西门子	电子电气设备	5909.0	12.9
6	拜耳	制药和生物技术	5109.0	14.6
7	SAP	软件和计算机服务	3612.0	7.6
8	大陆集团	汽车及零部件	3367.0	18.1
9	勃林格殷格翰	制药和生物技术	3164.0	15
10	德国默克	制药和生物技术	2225.0	5.6

数据来源：《欧盟研发计分板 2019 年》

另一方面，利用多元的融资撬动社会资本加大资金保障。由于德国的风险投资市场较小，为了解决中小企业和初创企业的融资问题，联邦政府通过改善风险资本的立法和税收规定，使德国对风险资本更具吸引力，并利用各种融资工具，加强对处于初创阶段和发展阶段的相关企业提供资金支持。例如，ERP/EIF Growth Facility

基金主要帮助处于快速成长阶段的企业，累计配备 5 亿欧元资本，带动近 10 亿欧元的私营部门基金促进新兴企业发展。

表 9：德国支持中小企业创新发展的各类融资工具

	融资工具	类型	资金规模及相关要求
初 创 期	ERP 创业贷款-启动资金	贷款	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 为成立 5 年以下的企业提供最高 10 万欧元的贷款，期限为 5-10 年</li> <li>● 为中小企业提供贷款的银行可享受 80%的负债减免</li> </ul>
	ERP 创业贷款-普遍使用	贷款	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 为活跃期 5 年以下企业提供融资，最高可获得 2500 万欧元的长期贷款</li> <li>● 活跃度超过 3 年以上的公司可选择利用 50%的债务释放进行投资融资</li> </ul>
	ERP 资本-初创企业	贷款	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 为初创企业提供利率贷款，最高金额可达 50 万欧元，期限 15 年，且前 7 年无需还款</li> <li>● 核心目的是优化公司的股权基础以便进一步对外融资</li> </ul>
	ERP 数字化和创新贷款	贷款	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 低利率贷款，每个项目最高 2500 万欧元，初创公司可获得最高 750 万欧元。处理申请的银行可免除 70%的债务</li> </ul>
	德国小额贷款基金	贷款	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1000-25000 欧元之间，最长期限 4 年</li> </ul>
	EXIST 创业补助金	补助	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 为参与相关项目的大学毕业生和科学家提供为期 1 年的补助金，学生 1000 欧元/月，技术人员 2000 欧元/月，毕业生 2500 欧元/月，博士 3000 欧元/月</li> <li>● 为项目补助 30000 欧元成本和 5000 欧元教育资金</li> </ul>
	高技术创业基金	基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 共三期，累计 8.955 亿欧元。初创企业可在初创期获得 100 万-300 万欧元支持</li> </ul>
	INVEST 投资基金	奖励及税收优惠	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 投资新型初创企业的天使投资人将获得相当于投资总额 20%的奖励</li> <li>● 持有股份 3 年以上的自然人出售股票的获益可享受免税或税收优惠</li> </ul>
	Micro-Mezzanine 基金	基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 共 2 期（第二期正在进行中），总金额 2.277 亿欧元</li> <li>● 主要支持初创企业和特殊目标群体，如妇女和移民</li> </ul>
	德国加速器	服务	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 主要支持以寻求进入美国和亚洲市场的初创企业为相关地区的初创企业提供全面的咨询服务，包括技术、资金等</li> </ul>
	默认担保	担保	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在没有常规银行抵押品或抵押品不足的情况下提供担保，最多涵盖贷款的 80%，最高金额为 125 万欧元</li> </ul>
成 长 期	德国复兴信贷银行公司贷款	贷款	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 银行贷款</li> </ul>

ERP 创新融资	贷款	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ERP 数字化和创新贷款：低利率贷款，每个项目最高 2500 万欧元，初创公司可获得最高 750 万欧元。处理申请的银行可免除 70% 的债务。</li> <li>● ERP 创新融资基金：对新产品生产研发的融资，要求申请企业营业额超过 5 亿欧元并连续 2 年活跃。最高可申请 500 万欧元</li> </ul>
ERP / EIF 风险投资基金	母基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 投资于德国的风险投资基金，总规模 27 亿欧元，平均投资金额 2000 万欧元-6000 万投资金额</li> </ul>
欧洲天使基金 (EAF)	母基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 25 万欧元-500 万欧元之间</li> </ul>
coparion	基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 总金额约为 5.5 亿欧元。每家公司投资上限为 1000 万欧元</li> </ul>
ERP / EIF /Länder 夹层基金	基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 总金额 6 亿欧元，平均投资金额 1000 万欧元-2000 万欧元</li> </ul>
德国复兴信贷银行	贷款	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在未来十年左右的时间内产生约 20 亿欧元的资金承诺</li> </ul>
ERP 风险投资基金融资	母基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2020 年计划投资 1.8 亿欧元</li> </ul>
ERP / EIF 增长设施	基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 累计 5 亿欧元</li> </ul>
初始担保	担保	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在没有常规银行抵押品或抵押品不足的情况下提供担保，最多涵盖贷款的 80%，最高金额为 125 万欧元</li> </ul>
科技成长基金	债务融资	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 5 亿欧元</li> </ul>

资料来源：德国经济与能源部《创业和成长融资：融资工具概述》，2019 年 8 月

#### 4、构建以商业银行为核心、政策性金融机构协调配合的融资体系

德国是实行金融混业经营最为典型的国家，在发展过程中逐渐形成了以全能银行占据主导地位的金融体系。一方面，商业银行可以经营的金融业务范围广泛，并与企业间建立了紧密的联系，使德国形成了以间接融资为主的融资模式。审慎的金融体系保证了实体

经济的融资需求，同时也避免了风险积累。近年来，中小企业信贷业务被银行视为低风险业务，大型银行开始加大中小企业信贷投放，进一步降低了中小企业融资的门槛，确保了中小企业在融资方面的平等机会。另一方面，政策性金融机构也在缓解融资难方面发挥了重要作用。德国复兴信贷银行（KfW）是德国各类政府投资基金的重要参与方，通过利用政府财政和债券发行筹资，并通过商业银行贷款、成立风险投资基金等方式为中小企业提供融资。例如，德国复兴信贷银行和欧洲投资银行共同为 Coparion 提供初始资金累计 2.75 亿欧元，2018 年成立了德国复兴信贷银行资本公司，截止 2020 年，KfW 为新公司提供的资金达到 2 亿欧元，在未来 10 年的资金规模将扩大至 20 亿欧元。

## 5、持续推行以“双轨制”和“终身学习”为核心的多层次人才培养政策

一方面，“双轨制”教育体系为德国制造业输送了大量的专业技术人才，成为德国完成制造业转型发展的一线实践者和最基础的保障。据统计，每年德国约有 170 万左右的青少年选择接受双轨制教育。另一方面，德国多年以来倡导的终身学习制度也发挥了相关的作用，岗位培训、继续教育等成为重要的人才培养措施，并为获得相关工作能力的人提供劳动技能认证。此外，德国通过移民政策和设立高额奖学金的方式来引入优秀人才。2012 年，为解决德国专业人才短缺问题，德国正式实施“蓝卡”法案，吸引世界高技术人才。截止 2019 年底，德国对外发放的“蓝卡”数量已超过 10 万张，

来自印度、中国、俄罗斯的移民人才是欧盟国家外获得该种签证人口数量最多的国家。

## **(二) 利用工业 4.0 推动数字化转型的核心政策举措**

2009 年以来，德国政府为了应对金融危机带来的冲击，把握新一轮科技革命的机遇，根据技术产业发展的一般规律，对已有的政策体系做出调整和完善。除进一步完善中小企业和集群化发展的相关政策外，还强调要更充分发挥政府作用，确保德国在新一轮全球竞争中继续保持有利地位。

### **1、强调发挥政府作用，加强宏观战略引导**

2013 年 4 月，在汉诺威工业博览会上，德国正式推出了《德国工业 4.0 战略计划实施建议》，作为德国《高技术战略 2020》中的重点项目，“工业 4.0”正式成为德国制造业数字化、网络化、智能化发展的国家战略。2019 年 11 月，德国正式发布《德国工业 2030 战略》。在该战略中明确提出，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。同时，还提出要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”。

<b>主要部门</b>	<b>核心任务</b>
联邦经济事务与能源部	产业支持、联合发展和平台建设
联邦教育和研究部	研发支持
联邦劳动和社会事务部	就业、技能培育
联邦内政部	数据安全
联邦交通和数字基础设施部	基础设施建设, 宽带布线
联邦司法和消费者保护部	消费者保护, 数据安全

图 6: 参与德国工业 4.0 的主要政府部门及核心任务

## 2、深化官产学研合作，提升产业创新效率

2013 年前，官产学研合作一直是产业集群政策的组成部分，但在“工业 4.0”提出后，官产学研结合被提升至国家层面，以进一步解决德国创新体系断层的问题。政府层面，包括国家工程院和联邦教育研究部在内的政府组织，积极参与计划的可行性研究、内容编写及后续实施。德国科学与工程院、工业-科学研究联盟共同合作，历时三年完成了《保障德国制造业的未来：实施工业 4.0 战略举措的建议》报告，成为德国工业 4.0 战略的重要支撑。同时，分散的基层政府自下而上的与产业进行紧密合作，并为研发工作提供相应的资金支持和基础设施，同时也能够保证中小企业参与其中。教育与研究部累计拨付上亿欧元经费支持工业 4.0 技术研发项目。产业层面，德国制造及“工业 4.0”的重点发展行业 ICT 产业，是计划的倡导者和最终的实践者，为计划的最终实施提供相应的资源和保

障。学校和科研机构方面，德国的重点大学和弗朗恩霍夫学会为“工业 4.0”计划提供支持技术与方案，德国的主要行业协会也积极参与工业 4.0 的相关工作。

### **3、搭建工业 4.0 产业平台，完善公共服务体系**

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，经济能源部、德国工程联合会、电子电器制造商协会等均参与了平台的组织工作。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。德国政府不仅为产业发展提供必要的人才和资金保障，还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。可以说，德国政府的相关举措提供了工业 4.0 发展的公共物品、有效解决市场失灵、优化市场资源的配置结构并保障各类主体能够在资源获取时被平等对待。截止 2019 年底，工业 4.0 平台汇聚近 200 个全球知名的大中小企业，重点从三个方面发挥公共服务平台的关键作用：

**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。



图 7：工业 4.0 平台的组织架构

**第二，支持中小企业的数字化转型。**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。为实现上述目的，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。目前，平台上已经发布 84 项研究报告、80 个测试床项目、195 个应用案例和 67 个咨询服务机构。

**第三，积极开展国际合作。**德国工业 4.0 的发展十分强调国际合作。目前，工业 4.0 平台已将自己打造为行业数字化领先的全球品牌，与多个国家和国际联盟建立伙伴关系。在国内，工业 4.0 平台与诸如学习系统平台和国际数据空间之类的倡议保持着战略数字化伙伴关系。国际层面，工业 4.0 平台利用其技术和专业知识库来解决标准化、IT 安全和法律框架领域中的跨国问题。目前，计划与法国、意大利、中国、日本、美国和欧洲的领先国家合作。工业

4.0 平台还在 G7 / G20 的背景下引发并领导了有关工业数字化转型的讨论。



图 8：德国工业 4.0 平台的对外合作

资料来源：德国工业 4.0 平台网站

## 四、日本发展互联工业的相关政策举措

日本推动产业创新和制造业发展的产业政策体系相对完备。随着新一轮科技革命和产业变革的快速推进，日本政府在原有的政策架构体系之上，根据产业演进的规律和特点，对政策进行补充和完善，以加速数字化转型解决国内外面临的各种问题。日本政府在推动制造业数字化转型的过程中，聚焦优势领域定向发力，以局部优势撬动产业发展，进一步夯实日本在相关领域的全球竞争优势。

### （一）日本推动制造业发展的主要政策

#### 1、从国家战略层面引导产业发展方向

日本通过国家战略对制造业发展方向加以引导的做法行之有效。1950 年以来，日本先后采取了倾斜性产业政策、合理化产业政策、

高级化产业政策等，使日本快速的完成工业化进程，成为战后唯一快速进入发达国家行列的亚洲国家。2000年以来，日本意识到信息技术快速渗透应用带来的历史机遇，开始将国家战略方向逐渐引导至利用信息技术带动实体产业发展的方向上来，并先后发布了 e-Japan、u-Japan、i-Japan 等战略，通过搭建基础设施、优化发展环境等方法，推动公共部门利用 ICT 技术。2012 年，日本发布复兴战略，强调要实现世界最高水平的信息技术社会。2015 年-2017 年，日本先后发布“工业价值链计划”“互联工业”计划等，标志着日本开始进入 4.0 时代，以数字化转型带动日本经济发展。

## 2、持续加强对基础领域的研发支持

一方面，日本为从事基础技术研发的企业提供多元的税收优惠和减免途径。例如，通过实施总量型<sup>2</sup>的税收减免制度以提升研究费用总额。对研发费用比例超过 10%的企业可享受研发费总额 10%的抵免，税收抵免限额为企业所得税额的 25%，而对于比例不足 10%的企业，则可按照一定的比例获得不低于 8%的税收减免。同时，还为中小微企业的研发投入设置了专门的安排，且税收抵免的比例更大。例如，《加强中小企业技术基础税制》规定中小微企业税收抵免比例为 12%。此外，中小微企业生产或购买用于国内制造业等指定事业的新机械设备时，可享受限额为基准取得价款 7%的税收抵免<sup>3</sup>。另一方面，日本政府为基础技术研发提供了较大规模的资金支持。经产省、内政通信部、厚生劳动省等多个政府部门围绕人工智能、大数据、物联网、网络安全等关键技术领域的基础研发提供了较大规

<sup>2</sup> 日本 R&D 税制包括总量型和增量型两种税收抵免方式。

<sup>3</sup> 翁锦玉，李金惠，《国外典型国家机理中小微企业研发投入的税收政策研究》，中国集体经济，2017 年 9 月，第 127 页。

模的资金支持。以 2018 财年为例，日本内阁府、教育部、劳动和服务部、经济产业省等为相关技术研发专项项目提供 85.38 亿日元的资金支持，投资 127.85 亿日元构建创新的高性能计算基础架构，并为人工智能技术和制造技术一体化基础研究项目提供 195 亿日元的资金支持。

### 3、着力打造开放包容的创新载体

日本政府围绕高性能计算、人工智能等前沿技术，由经产省等相关部门牵头，打造国家级的重大项目或建立创新中心，带动相关技术的研发和应用。为了将人工智能技术与日本制造技术相结合，日本经产省正在努力建立一个工业、学术界和政府的联合研究中心，汇聚日本国内外的人才，以加速人工智能技术的研究、开发和应用。该研究中心分别在东京大学柏校区（**東京大学柏キャンパス**）和国立先进产业科学技术研究所沿海副中心（**産業技術総合研究所臨海副都心**）搭建传感器原型环境、工厂使用机器人的仿真环境和世界上性能最高的 AI 服务器，为企业实验验证提供开放环境。目前，这个人工智能云计算系统已开始全面运营。

### 4、构建支持中小企业创新发展的服务体系

为中小企业发展提供各类咨询服务一直都是日本产业政策的重点，支持方式不仅包括为中小企业的发展提供全面的咨询服务，也包括为建立专门的中小企业政府合作项目，引导中小企业积极参与国家重大技术、战略的发展等。2018 财年，日本政府积极为中小企业提供“一站式”管理咨询服务，不仅在各县设置支援基地为企业

提供专家建议，还派出专家协助企业处理复杂和专业的业务问题，并累计支付了超过 50 亿日元的费用。同时，为了支持战略性基础技术的研发，提升日本制造业在重要产业中的竞争力，日本政府在 2018 财年遴选了 126 个项目，通过学术机构、政府部门与企业合作的方式支持相关技术的商业化研究开及市场推广<sup>4</sup>。

## （二）日本推动“互联工业”的主要做法

### 1、强化战略布局引导产业发展方向

2015 年，日本发布“工业价值链计划”，指出要以参考架构为牵引，助力制造企业打造“互联企业”。2017 年 10 月，日本经济省发布“互联工业‘东京宣言 2017’”，公布了日本战略的核心内容，主要包括以下五大领域：一是制造业和机器人，包括推动数据规则及格式的国际标准化，加强协调融合领域的公司间合作，物联网的环境改善和中小企业普及。二是工厂及基础设施的安全管理。包括通过利用物联网提高安全技术能力，制定指导方针和其他通用规则，协调各公司的数据使用，促进法规体系的进一步改革。三是自动驾驶及移动服务，包括确定数据协调的方法，加强人工智能和相关人力资源开发，建立物流和电动汽车移动服务的未来愿景。四是生物技术及材料，包括在融合领域实现公司间数据的联合利用，建立人工智能技术平台并实现商业化和获得公众认可。五是智慧生活，包括挖掘潜在需求实现服务创新，通过公司间联盟进行数据协作，制定其他规则以进一步利用数据。

---

<sup>4</sup> 日本经济、贸易和产业省：《2019 年日本制造业白皮书》，第 302 页-304 页。

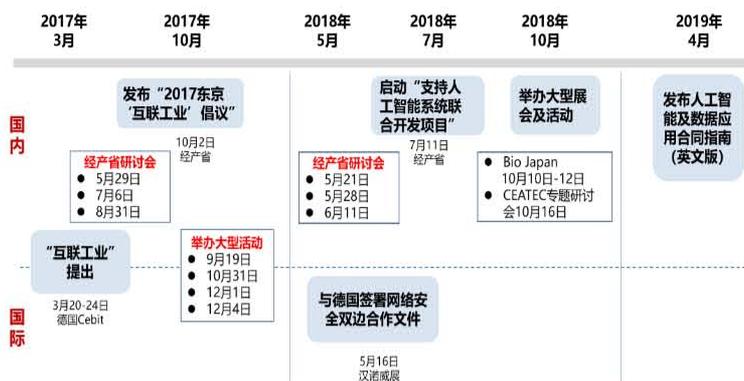


图 9：日本“互联网工业”的推进情况

资料来源：日本经产省官方网站

## 2、积极营造以数据为核心的应用环境

一是完善相关的法律法规制度建设。从 2012 年开始，日本内阁府就已经开始准备和修订开放和使用公开数据的相关指导原则（开放数据的标准）。通过建立有效利用公开数据的应用案例，促进地方政府与开放数据传播者和区域信息化顾问合作引入开放数据，以展示各个部门（包括公共交通系统，场地和公共设施）的开放数据利用示范，并通过开放数据和大数据（VLED）的“Vita 组织”合作以及其他相关实体和小型企业合作，共同推动开放数据的应用。2016 年 12 月“公共部门和私营部门数据利用促进基本法”颁布实施，目的是使国家政府能够全面有效地开放环境，以更好地利用公共部门和私人部门的数据。2017 年 5 月内阁“宣布建成公司部门数据应用的全世界最先进的 IT 国家基础计划”，希望能够在全球建立一个能够促进公司部门数据使用的模型，并充分享受相关权利。

二是探索设立新的税收机制鼓励数据使用。由于数据是否能够作为资产被纳入税收抵扣的范围仍然存在争议，因此日本政府选择了能够促进数据流通的软件、系统、传感器、机器人等软硬件产品

为减税目标，按照一次性折旧 30%或直接减税 3%（当满足一定工资增长率后，减税税率可达 5%）的水平，为满足认证条件的企业提供税收优惠。相关软件产品或硬件的最低投资要求为 5000 万日元。需要满足的认证条件主要包括三点：数据方面，要求从公司外部获得数据或使公司内部数据与外部数据发生联系，将企业内部具有竞争力的数据用于企业间合作。安全方面，必须获得日本国内安全方面的相关认证或有关安全专家的担保。生产性目标方面，劳动生产率年平均增长 2%以上或投资利润率年平均增长超过 15%以上，从投资年度开始预计在固定期限能够实现以上任一目标即可。

**三是调整数据使用权合同指导规则明确权责义务。**2017 年，经产省发布了《企业数据流通合同导则》，鼓励企业间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，日本开始进行对这一导则进行修订，除对数据使用的规则进行进一步修订和完善外，还在其中包含人工智能中各方权利和责任的内容，例如当 AI 的误操作导致制造有缺陷的产品或产品事故时企业需承担何种责任等。

### **3、着力打造产学研用多方协同的创新生态**

互联工业要求打破原有封闭的疆域，形成开放的产业生态，通过跨行业、跨领域、跨地区甚至跨国合作，实现各方共赢发展。因此，日本政府主要通过构建产业组织或产业联盟，引导产业各方形成合力，通过共建测试床、共享最佳实践案例、共同推进国际合作等渠道，增强日本互联工业的竞争力。日本政府积极参与相关产业联盟的筹建等工作，深度参与相关联盟的日常工作，并以其为主要抓手推动互联工业相关工作的落地实践。例如，成立于 2015 年 10

月的 IOT 促进联盟，目前已经有企业会员 3771 家，包括三井、住友、三菱等大的财团企业和 GE、AT&T、三星等国际企业，地方公共团体 60 家，包括山口县、奈良县、福冈县等地方政府，中央政府部门 12 家，包括内阁府、文部省、经产省、英国大使馆等。2018 年，经产省和总务省联合在联盟内设立了国际合作工作组，鼓励联盟内企业积极开展国际合作相关工作。由经产省牵头成立的产业价值链促进会（IVI）是日本最早成立的产业联盟之一，汇聚全球 252 家大中小企业和学术机构<sup>5</sup>，并提出工业价值链参考架构（2.0）版本，实现与美国工业互联网参考架构（IIRA）、德国工业 4.0 参考架构（RAMI）等的对接，以此为牵引带动日本产业发展。IVI 还通过积极的产业合作，分别与美国 IIC、德国工业 4.0 平台、中国 AII 建立联络函关系，聚焦标准制定、最佳经验共享等，实现优势互补与合作。

### （三）影响制造业数字化转型的其他政策

除直接的产业政策外，日本现行的财政金融体制等也有利于其实现制造业数字化转型的发展目标。

**一是高度发达的资本市场。**日本拥有全球第二大的债券市场和第三大的股票市场，企业的融资渠道多、成本低，直接融资占比极高。根据日本银行统计调查局的统计，2016 年日本民间非金融企业的负债结构中，来自银行的资金为 25.3%，剩余资金（包括证券类等直接融资的比例）合计达到 75%左右<sup>6</sup>，而中国这一比例不到 50%。

<sup>5</sup> 截止 2020 年 4 月 24 日。

<sup>6</sup> 数据来源：<https://cj.sina.com.cn/article/detail/2160994315/385081>

日本企业在直接融资方面的能力远高于中国企业，近八成的企业不会通过银行来解决资金短缺的问题。

**二是高度开放的贸易政策。**日本属于外向型经济体，在发展过程中极容易受到国际环境变化的影响，因此日本在转型发展的过程中除十分注重产业政策本身，还积极利用对外经济政策，为产业发展纾困。2018年12月30日，由日本主导的全面与进步跨太平洋伙伴关系协定（CPTPP）签署生效，2019年2月1日，日欧贸易协议正式生效，同时还完成了日美自贸协定新阶段的谈判。2020年，区域全面经济伙伴关系协定（RCEP）预计将会签署，中日韩自贸区也加速推进。日本已与所有邻近国家和主要经济体签署了贸易协定。

**三是积极主导或参与构建国际规则体系。**日本在数据保护和流通交易规则等方面，与美国、欧盟等主要国家和地区达成了一致。在人工智能方面，日美两国政府在经贸谈判的事务级别磋商中，就保护人工智能机密等数字贸易规则方案达成基本一致，对跨越国境销售的数字产品不征收关税，不强制要求企业在本国设置保存数据的服务器，政府不要求企业公示算法和“源代码”等。在个人数据保护方面，日本和欧盟就双方企业能够互相把在对方当地获得的个人数据灵活带出区域外的框架建设达成了最后协议，极大的减轻日本企业的事务性负担。

## 五、东盟发展工业 4.0 推动数字化转型的策略研究

东南亚国家联盟（东盟）成立于 20 世纪 60 年代，大力推动工业化一直是东盟发展的重要策略。随着新一轮科技革命和产业变革的快速推进，东盟国家希望以此为契机，通过发展工业 4.0 带动一

二三产业的全面数字化转型，提升并打造全新的竞争优势，甚至希望在某些领域实现“弯道超车”。为此，东盟及各国结合各自要素资源禀赋，积极推出相应举措，加速推进工业化进程。

## **（一）东盟国家推动制造业发展的主要举措**

东盟各国均没有形成完整的工业产业链，因此希望能抓住新一轮科技革命和产业变革的重要历史机遇，加速弥补工业化进程中的短板。各国之间通过采取“差异化”发展战略以弱化彼此之间的竞争关系，并出台相关优惠政策，强化基础设施互联互通，加强对外开放水平等，加速推动工业化进程，积极融入全球产业链。

### **1、出台优惠政策扶持制造业发展**

为引导制造业发展，东盟各国纷纷出台优惠政策，优化宏观发展环境。一是加强国家战略的引导。几乎所有东盟国家均从国家战略层面对重启工业化进程加以引导，如马来西亚发布 2050 年转型计划，提出加大对制造业的激励水平。二是持续加大对外开放。积极吸引外商投资是东盟国家发展制造业过程中普遍采取的举措。例如，泰国法律规定，外国制造商若在泰国投资建厂，允许 100% 控股，如果在工业园区内购置用地，可获得永久所有权契证。柬埔寨本身就享有欧美国家给予的经济支持和优惠政策，企业能享受零关税、零配额待遇。三是加大研发与科技创新投入。例如新加坡持续加强对研发和创新的公共投资力度，2016-2020 年期间，新加坡计划提供 190 亿美元支持研发创新，其中，先进制造技术是重点支持方向。

## 2、加强基础设施建设促进互联互通

基础设施是一国和地区经济发展的必要前提，在工业化初期和中期发挥了重要的先导作用。东盟作为经济、政治和文化共同体，各国交通、通信和能源基础设施间的互联互通是实现一体化的重要保证。但目前除新加坡外，东盟其他国家的基础设施水平相对落后，成为制约东盟制造业发展的主要瓶颈。因此，各国政府积极推动提升基础设施的建设和互联互通水平，夯实制造业基础的同时，也带动私人领域投资，为东盟工业化进程注入全新动力。交通设施方面，东盟各国相继提出发展愿景和战略，例如泰国“东部经济走廊计划”、越南“两圈一廊”规划、柬埔寨“四角战略”、印尼“全球海洋战略”等，强化交通基础设施的建设和联通水平。通信设施方面，除柬埔寨外，东盟其他9国均已出台本国宽带发展战略，旨在提升网络基础设施建设水平，新加坡还出台了新一代网络的发展规划。此外，东盟还成立了互联互通协调委员会，持续优化和提升东盟各国基础设施的联通水平。

表 10:东盟各国国家宽带计划和数字化议程

国家	国家宽带计划	发展/ICT/数字化战略
文莱	国家宽带政策（2014-2017）	数字政府战略（2016-2020）
柬埔寨		通信和 ICT 发展政策（2016-2020）
印度尼西亚	印尼宽带计划（2014-2019）	
老挝	国家宽带计划（2015-2025）（草案）	
马来西亚	国家光纤和连接计划（2019-2023）	马来西亚第 11 个发展计划（2016-2020）
缅甸	电信总体规划（2017-2020）	

菲律宾	国家宽带计划（2017-2020）	
新加坡	下一代宽带网络计划（2015-2025）	智慧国家战略（2014-2020）
泰国	国家宽带政策（2014-2020）	国家数字经济政策和计划（2016-2020）
越南	越南国家宽带计划（2016-2020）	第四次工业革命国家战略（草案）

资料来源： *Southeast Asia Going Digital*, OECD

### 3、积极营造有利于制造业发展的开放环境

东盟本身的产业链发展滞后，想要加速工业化进程，融入周边国家为主导的产业链就成为最快捷的途径。长期以来，东盟与周边国家和地区经贸关系良好，尤其是与中日韩三国产业链的嵌套关系极深。例如，韩国三星将电子设备组装产线从中国迁至越南，但组装三星手机的大部分零部件仍由中国进口。因此，东盟采取了积极开放的发展策略，分别与中国、日本、韩国、印度等国家和地区签署贸易协定或投资协定。近年来，东盟还积极参与甚至主导多边贸易协定，2019年1月，新加坡、越南、文莱、马来西亚等国家还加入了日本主导的“跨太平洋伙伴全面进展协定”（CPTPP），农业和工业产品的关税大幅降低，投资政策规定放宽。东盟还主导了区域伙伴关系协定（RECP）并计划于2020年签署，并积极寻求与加拿大、美国、欧盟等发达经济体签订自贸协定。开放合作为东盟的工业化进程注入了发展动力，也有助于东盟强化制造业基础，加速融入全球产业链。

## **（二）东盟主要国家推动工业 4.0 发展的政策举措**

发展工业 4.0 已成为东盟各国的普遍共识，尽管各有侧重，但整体的方向一致。目前，东盟已成为全球工业 4.0 发展的重要参与者。

### **1、发展工业 4.0 已成为东盟所有国家的共识**

2019 年 11 月 2 日，在泰国曼谷举行的第 35 届东盟峰会及东亚合作领导人系列会议上，东盟各国联合发布《东盟关于向工业 4.0 转型的宣言》。在这份宣言中，东盟国家领导人将发展工业 4.0 并带动转型提升到了巩固东盟共同体、深化整合进程的高度。通过在工业 4.0 中采用创新和数字技术，促进数字价值链的连通性，增强企业尤其是中小微企业的能力，使其能够进入区域和全球市场，带动东盟向工业 4.0 时代转型，实现可持续发展，维护东盟成员国的动态增长和经济繁荣。东盟各国领导人在宣言中声明提出，将加强东盟成员国之间在现有对话/论坛中的参与和互动，并探索建立新机制和开放平台，加快东盟向工业 4.0 转型；加强人力资源开发和能力建设；通过联合研究、投资和开发，鼓励采用和传播涉及工业 4.0 的创新和技术；通过加强对话与国际合作，促进跨境数据流动和发展；积极应对阻碍东盟工业发展的挑战并制订相应解决方案。

### **2、新加坡：积极优化发展环境打造先进制造“高地”**

新加坡作为东盟中经济发展水平最高的国家，是东盟国家中最早布局数字化转型的国家，并积极利用国家战略，引导产业的发展方向。

早在 2014 年，新加坡就提出了“智慧国家计划”，强调要通过利用互联网、物联网、数据分析和通讯技术，提升民众生活质量、增加商业机会、促进各种族团结。该计划包括五大领域的数字化工程：交通、居住环境、商业效率、医疗和养老、政府服务。政府通过提供必要的基础设施、测试环境、海量数据、培训津贴、科研支持以及各种优惠政策来积极鼓励产业各方创新和实施技术方案。2015 年，新加坡科技发展局（A\*STAR）提出《未来制造业倡议》。倡议提出，到 2020 年让新加坡制造业产值维持在 GDP 的 20%左右，主要做法是通过孵化技术和技术商业化，提升企业的制造效率，从而保持制造业的盈利和领先。2017 年 5 月 1 日，“智慧国家级数字化政府团队”被纳入总理办公室直属管理。2018 年，新加坡正式引入工业 4.0 相关概念。

新加坡还不断优化营商环境，吸引包括制造企业在内的高新技术企业加大投资。在主要经济组织发布的营商环境报告中，新加坡一直名列前茅，这主要得益于新加坡政府长期以来坚持实施的开放和优惠政策。新加坡政府依据《公司所得税法案》《经济扩展法案》和每年政府财政预算案中涉及的一些优惠政策，对内外资企业提供“一视同仁”的各项优惠政策。一是公平开放的贸易政策。新加坡政府为促进新加坡的贸易增长，创造高价值的专业、管理和行政工作职位，启动了全球贸易商计划，为符合要求的贸易收入提供 5%或 10%的优惠公司税率，为期 3-5 年。该计划适用于以新加坡为基地从事国际贸易的任何公司。二是力度极大的投资优惠政策。新加坡政府采取了多元化的措施吸引高技术企业在新加坡投资。例如，新加坡政府的先锋企业奖励规定，从事新加坡目前还未大规模开展而且经济发展需要的生产或服务的企业，或从事良好发展前景的生产或

服务的企业可以申请“先锋企业”资格，获得称号的公司，自生产之日起，其从事先锋活动取得的所得可享受免征不超过15年所得税的优惠待遇。此外，为鼓励企业不断增加在高新技术和高附加值领域的投资并提升设备和营运水平，一定基数以上的公司所得还可享受5%-15%的公司所得税率，为期10年，最长可延长到20年。三是积极包容的企业支持政策。为鼓励企业加大研发力度，新加坡政府规定，自2009年度起，企业在新加坡发生的研发费用可享受最多150%的扣除，并对从事研发业务的企业每年给予一定金额的研发资金补助。另外，为了扶持中小企业发展，新加坡还推出了天使投资者税收减免计划、天使基金、孵化器开发计划、标新局起步公司发展计划、技术企业商业化计划、企业家创业行动计划、企业实习计划等财税优惠措施。

### **3、越南：大力引入外部优势资源带动转型发展**

越南地处中南半岛、毗邻中国，从产业转移到产品出口均有较大优势，且硬件条件相对较为成熟，在第四次工业革命时代成为各大公司角逐的战略要地。越南政府也积极借鉴中国的发展经验，加大政府引导，将发展工业4.0带动数字化转型作为发展本国经济的重要抓手。

一方面，加大战略布局把握重大历史机遇。2019年8月，越南计划投资部公布了第四次工业革命国家战略草案，旨在密切把握新一轮科技革命和产业变革的历史机遇。根据草案，到2025年，用于研发的社会总投资额预计占GDP的1.5%，成立5家市值10亿美元的科技公司，同时，20%的公司可使用工业4.0技术，并计划到2030年将这一比例提升至40%。在工业领域优先发展产业中，能够

应用至少一种工业 4.0 技术的企业，在 2025 年比例将达到 25%，到 2030 年达到 50%。为了实现上述目标，草案制定了两个计划，包括将经济结构重组、增长模式改革国家指导委员会更名为增长及工业 4.0 国家指导委员会，并拟设立工业 4.0 国家委员会。

**另一方面，积极引入外部资源带动本国产业转型。**积极引入外部优势资源是越南带动产业转型发展的重要举措。越南政府为外资企业在越的经营投资进行政策“松绑”，早在 2015 年，越南就取消了上市公司最高为 49% 的外资持股上限，并取消企业必须在 IPO 一年后再上市的限制。此外，越南一直都是多边贸易协定的坚定参与者，并从中获益良多。例如，越南从 CPTPP 缔约国共引进外资 1120 亿美元，相当于越南吸引外资总额的 15%。越南工业 4.0 的发展也采取了同样的策略。由于其信息通信产业和信息通信技术的整体水平不高，越南政府通过土地、税收、人力等优惠政策，积极吸引包括三星、普华永道、西门子等国外企业投资，以带动本国产业转型。三星在越南建设多家电子设备工厂，并带动百余家供应链企业入驻，成为越南最大投资商，直接推动越南日益成为全球 ICT 产品的制造中心之一。许多龙头企业也已经着手投资工业 4.0 技术，主要集中在云计算和数据分析领域。

#### **4、印尼和泰国：利用工业 4.0 带动实现一二三产业的转型发展**

与新加坡和越南将工业 4.0 的发展重点聚焦在制造业领域不同，印尼和泰国政府在设计本国发展策略时，更加聚焦于具有要素优势

的传统产业，同时也希望利用工业 4.0 带动农业及相关产业的转型，实现一二三产业整体的数字化发展。

印尼是东盟人口最多、市场最大、数字经济占比最高的国家。印尼政府着重通过工业 4.0 的发展，解决本国产业发展水平和结构问题，带动数字化转型发展。2018 年 4 月，印尼政府发布印尼工业 4.0 路线图，提出到 2030 年，实现生产力水平和创新竞争力显著提升、出口竞争力大幅提升、成本生产率提升、全社会研发投入强度增加，并确定重点优先发展食品饮料行业、汽车行业、电子行业、纺织行业、化工行业五大行业。2019 年 4 月，印尼政府公布工业 4.0 预算修正案，提出年内追加 2.57 万亿印尼盾（约合 1.78 亿美元）用于加快“印尼工业 4.0”发展步伐，印尼有关“工业 4.0”的财政支持总规模提高至 5.31 万亿印尼盾。除制造业外，印尼政府还通过设立政府项目，鼓励智慧农业、智慧城市等新模式新业态在相关领域的应用和推广。例如，作为智慧城市项目的一部分，印尼在雅加达已经部署了 90000 多个智慧灯柱的部署。

泰国是东盟国家中除新加坡外，较早提出工业 4.0 发展计划的国家之一。2016 年，泰国就推出工业 4.0 计划，旨在促进创新型产业发展。在 4.0 计划的指导下，泰国指定十大目标产业，即现代汽车制造、智能电子、高端旅游及保健旅游、农业和生物技术、食品加工等 5 个已有优势产业，加上机器人制造、航空业、生物燃料和生物化学、数字经济、全方位医疗等 5 个未来产业。工业 4.0 是泰国有史以来最大的经济转型战略，必将加速泰国的经济增长。在此框架下，泰国又推出“东部经济走廊计划”。作为泰国工业 4.0 的重要组成部分，泰国实施东部经济走廊计划，落实工业 4.0 的要求，发展基础设施，是确保工业 4.0 成功的重要一环。该计划将在

2017—2021 年间投入 440 亿美元，发展基础设施及系列高附加值产业，包括素万那普机场的高铁项目、东部经济走廊数字创新产业园等，以此促进先进产业的投资。



**工业互联网产业联盟**  
Alliance of Industrial Internet



## 联系我们

工业互联网产业联盟 秘书处

地址：北京市海淀区花园北路52号，100191

电话：010-62305887

邮箱：aia@caict.ac.cn

网址：<http://www.aia-alliance.org>