



中国工业互联网产业经济发展 白皮书（2022年）

中国工业互联网研究院
2022年11月

声 明

本白皮书所有材料和内容的知识产权归中国工业互联网研究院所有（注明是引自其他地方的内容除外），并受法律保护。任何单位和个人未经中国工业互联网研究院授权，不得使用或转载本书中的任何部分。授权后转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国工业互联网研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。



中国工业互联网研究院
联系电话：010-87901329

编写说明

当前，全球工业新旧动能加速转换，恰逢百年变局与新冠疫情叠加影响，经济下行压力持续增大。作为第四次科技革命的中坚产能，工业互联网有机结合新一代信息技术与工业领域，充分释放其在各个行业领域的开拓性和创造力，极大增强了我国工业体系的韧性与抗打击性，成为工业经济高质量发展的“金钥匙”。党的二十大深刻提出，未来五年是全面建设社会主义现代化国家开局起步的关键时期，要坚持以推动高质量发展为主题，推进新型工业化，推动制造业高端化、智能化、绿色化发展，构建新一代信息技术、人工智能等一批新增长引擎，促进数字经济和实体经济深度融合。

基于过去五年来的发展基础，工业互联网发展步入提档升级新阶段，面对新形势、步入新征程，中国工业互联网研究院广泛调研相关业内企业，组织相关领域专家梳理编写了《中国工业互联网产业经济发展白皮书（2022年）》，旨在为政府精准治理、行业融通发展、企业运营管理提供支撑，促进我国工业互联网产业高质量发展。

白皮书主要包括四大部分。第一部分整体介绍了工业互联网产业对经济社会发展的贡献以及工业互联网直接（核心）产业的发展现状。第二部分按照地区细分，横向对比全国各省市和重点区域的发展水平，总结地区发展差异和经验做法。第三部分按照行业细分，详细阐述了工业互联网对具体行业的带动影响作用。第四部分总结研判了我国工业互联网发展新风向、新趋势，并提出进一步做大做强我国工业互联网的相关举措。

由于时间所限，本白皮书对工业互联网产业分类、数据统计等方面的研究尚存在不足之处，期待各方提供建设性意见和建议。我们将在此基础上不断修订与完善，为我国工业互联网的发展贡献绵薄之力，共创美好未来。

编写成员：王宝友、顾维玺、朱国伟、齐冰昕、李艳霞、罗盈盈、马戈、何思佳、邱文瀛、黄自成、段思祺、李直儒、周河晓

前 言

自习近平总书记提出深入实施工业互联网创新发展战略五年来，我国工业互联网创新发展迈出坚实步伐，取得了一系列阶段性、标志性、引领性成果，展现出蓬勃生机和澎湃动力。2021年以来，尽管世界百年变局和世纪疫情相互交织，全球经济复苏步履维艰，我国工业经济企稳回升，以工业互联网为载体的新型工业模式稳链强链效能显著，成为增强产业韧性、保障经济增长的有力支撑。在政策加持下，工业互联网自身发展迎来提档升级，全面赋能产业数字化转型走深向实，成为做优做强做大数字经济发展的新引擎，为经济提质增效深度发力。

2021年，我国工业互联网产业经济发展呈现出以下主要态势：

工业互联网产业增加值规模持续攀升，成为稳定经济增长的关键动力。从总体发展态势来看，2021年，我国工业互联网发展态势总体稳定向好，产业增加值规模突破4万亿元，达到4.10万亿元，占GDP比重达到3.58%，名义增速达到14.53%，高于GDP增速。预计2022年工业互联网产业增加值规模将达到4.45万亿元，占GDP比重将上升至3.64%，有效支撑疫情下的经济社会发展。**从产业发展态势来看**，我国工业互联网直接产业增加值规模稳健增长，2021年达到1.17万亿，名义增速为16.07%。其中，直接产业相关平台、网络、数据、安全四大产业增加值规模分别达到4534.38亿元、3829.35亿元、2146.12亿元、1165.36亿元，名义增速均超10%，增势稳健。**从区域发展态势来看**，工业互联网区域发展迈向更高质量更高水平。2021年，长三角地区工业互联网产业增加值首次破万亿元，高达10687.51亿元，珠三角和长江中游地区次之。31个省市自治区中，广东、江苏、浙江、山东、四川、北京、河南、湖北、福建、上海等13省市的工业互联网产业增加值规模破千亿元。

工业互联网加速推动三大产业融通发展。2021年，工业互联网带动

第一产业、第二产业、第三产业的增加值规模分别为 0.057 万亿元、2.05 万亿元、1.99 万亿元¹，名义增速分别为 6.48%、16.29%、13.02%，工业互联网带动各行业的增加值规模稳中有升，增势强劲。其中，工业互联网对第二产业的赋能作用持续显现，渗透速度较快；工业互联网对第三产业的影响带动作用不断增强。预计 2022 年，工业互联网带动一、二、三产业的增加值规模将分别达到 0.062 万亿元、2.19 万亿元、2.20 万亿元。

工业互联网稳定就业增长、优化就业结构效果显著。2021 年，工业互联网带动新增就业 218.60 万人，其中直接产业新增就业为 54.85 万人，渗透产业新增就业 163.75 万人。一方面，工业互联网架构师、工业互联网系统工程师等工业互联网新生岗位需求不断扩大，另一方面工业互联网正在促进渗透产业生产效率的提升和劳动分工优化，新产业、新业态、新模式快速发展，新的就业增长点不断涌现。预计 2022 年，工业互联网将带动新增就业 105.02 万人，其中，直接产业新增就业 36.01 万人，渗透产业新增就业 69.01 万人。

¹ 工业互联网带动增加值包括直接产业增加值和渗透产业增加值两部分。

目 录

一、总体态势篇	2
(一) 工业互联网创新发展提档升级	2
(二) 工业互联网促进经济平稳增长	5
(三) 工业互联网直接产业日渐成熟	8
二、区域发展篇	13
(一) 工业互联网区域发展迈向更高质量更高水平	13
(二) 工业互联网地区发展的经验与做法	22
三、融通发展篇	25
(一) 工业互联网带动第一产业发展情况	27
(二) 工业互联网带动第二产业发展情况	28
(三) 工业互联网带动第三产业发展情况	32
四、未来趋势篇	35
(一) 我国工业互联网产业发展趋势洞察	35
(二) 做大做强我国工业互联网的关键举措	38
附录一：参考文献	41
附录二：测算方案	42
后记	50

图表目录

图 1	工业互联网产业结构图	2
图 2	我国工业互联网产业增加值规模、占 GDP 比重	5
图 3	工业互联网直接产业、渗透产业增加值规模与名义增速	6
图 4	工业互联网拉动就业情况	7
图 5	工业互联网直接产业增加值与占比情况	8
图 6	工业互联网平台、安全、网络、数据各产业增速情况	9
图 7	2021 年我国重点经济圈工业互联网带动 GDP 示意图	13
图 8	2021 年工业互联网带动我国重点经济圈就业人数、增速	14
图 9	2021 年我国 31 个省市自治区工业互联网增加值规模及占 GDP 比重示意图	17
图 10	我国各省市自治区工业互联网发展情况示意图	18
图 11	我国 31 个省市自治区工业互联网产业增加值规模、名义增 速示意图	19
图 12	2021 年我国 31 个省市自治区工业互联网带动就业人数及同 比增速示意图	20
图 13	2018-2021 全国 31 个省市自治区工业互联网产业增加值的名 义增速	20
图 14	2021 年全国 31 个省市自治区工业互联网直接产业增加值规 模及名义增速	21
图 15	2021 年全国 31 个省市自治区工业互联网渗透产业增加值规 模及名义增速	21
图 16	工业互联网带动第一、二、三产业增加值规模	25
图 17	工业互联网带动 9 大行业增加值规模超千亿元	27
图 18	工业互联网带动农、林、牧、渔业发展情况	27
图 19	工业互联网带动制造业、采矿业发展情况	29
图 20	工业互联网带动电力、热力燃气及水生产和供应业、建筑业 发展情况	31
图 21	工业互联网带动批发和零售业、信息传输、软件和信息技术 服务业发展情况	32
图 22	工业互联网带动金融业、科学研究和技术服务业发展情况	33
图 23	工业互联网带动教育业、公共管理、社会保障和社会组织行 业发展情况	34

工业互联网是数字浪潮下，新一代信息通信技术和工业经济深度融合的关键基础设施、新型应用模式、全新工业生态。工业互联网通过人、机、物的全面互联，构建起覆盖全要素、全产业链、全价值链的全新制造与服务体系，形成数字化、网络化、智能化的新兴生态和应用模式，是发展先进制造业的关键支撑，是产业发展与优化升级的内驱动力，是互联网从消费领域向生产领域、从数字经济向实体经济拓展的核心载体。

从功能体系看，工业互联网包含四大功能体系。其中，网络是基础，应用场景可分为企业内网与企业外网，实现方式包括工业总线、工业以太网、时间敏感网络、确定性网络和5G等技术；平台是中枢，基于云计算基础架构，提供数据汇聚、建模分析、知识复用、应用推广等四方面服务；数据为要素，贯穿工业企业端、边、云各层级和人、机、物、系统各环节，促进模型迭代、微服务优化在“研、产、供、销、服”各环节的深度应用与标准化推广；安全是保障，渗透于网络、平台、数据三大方面，通过建设工业互联网安全防护体系有效识别和抵御各类风险，化解多种安全风险，是实现工业智能化、工业互联网规模化推广的必要条件。总的来看，网络为信息传输提供载体；数据作为信息的重要表现形式，以网络为桥梁，实现物理世界与数字世界的双向动态映射；平台将客观信息与主观的生产目标进行汇总分析实现高级产控功能，而安全为上述系统的平稳运行提供支撑。

从产业体系看，如图1所示，工业互联网所覆盖的产业包括直接产业和渗透产业。工业互联网直接产业涵盖构建功能体系的“网络、平台、数据、安全”四大领域，包括智能装备、工业传感²、工业网络与标识、工业软件与大数据分析，工业自动化与边缘计算、工业互联网平台、工业互联网安全、工业互联网相关服务等细分领域。工业互联网渗透产业为工业互联网直接产业的相关产品与服务在其他产业领域融合渗透而实现生产效

² 特指与工业互联网相关的智能装备和工业传感，例如，工业物联网设备和工业传感网络。

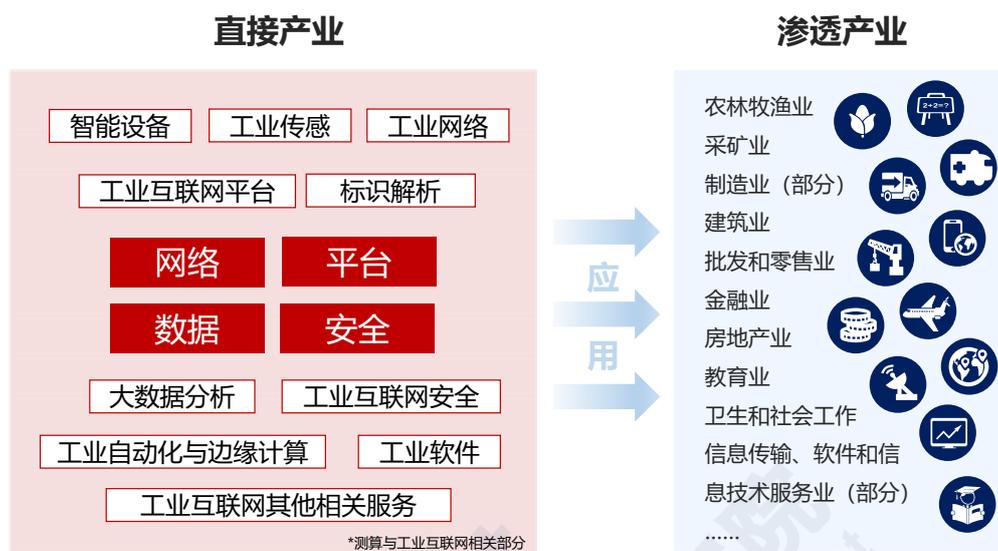


图1 工业互联网产业结构图

率提升的产业。本白皮书测算的工业互联网产业对GDP的产出贡献包括直接产业的增加值（直接产业增加值）和因工业互联网产业的融合渗透而带动的其他产业的增加值部分（渗透产业增加值），具体测算方案详见附件二。

一、总体态势篇

（一）工业互联网创新发展提档升级

当前，全球新一轮科技革命和产业革命蓬勃兴起，工业互联网技术持续突破，为各国经济发展注入新动力，成为全球各国抢占新一轮科技革命战略制高点的主要阵地。党中央、国务院高度重视工业互联网发展，政府工作报告中连续五年提到发展工业互联网，我国工业互联网创新发展正扎实推进，已成为稳经济、促增长的核心路径之一。后疫情时代，在数字经济全面提速、全球经济亟待复苏的大背景下，工业互联网作为新型数字基础设施与应用生态，对做强做优做大我国数字经济、构建国际国内双循环新发展格局的支撑作用更加凸显；与此同时，我国工业互联网产业发展正扎实推进，溢出赋能成效显著，逐渐步入创新发展新阶段。

工业互联网全面开启数字经济新时代。数字产业化和产业数字化是数字经济的重要内涵。数字产业化推动产品和服务逐步向高质量发展，打造新兴数字产业；产业数字化则对我国产业现代化水平提升起到关键作用。工业互联网为数字产业化和产业数字化提供重要支持。**一方面，工业互联网是数字产业化的新增长极。**工业互联网不仅能够带动5G、人工智能、边缘计算、区块链等核心数字技术的创新融合发展，提升了关键技术的创新力和核心数字产业竞争力，为数字经济发展提供各种技术、产品、服务和解决方案，催生了更为丰富的新业态和新产业；**另一方面，工业互联网是产业数字化的新型基础设施。**工业互联网依托其网络、平台、安全、数据四大功能体系，打造泛智能基础设施，筑牢产业转型升级的数字底座；同时，工业互联网的融合应用推动了一批新模式、新业态孕育兴起，形成了平台化设计、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸、数字化管理典型六大应用模式，正在赋能千行百业，成为传统产业数字化转型、提高产业链供应链现代化水平的重要支撑。

工业互联网支撑构建“双循环”新格局。数字经济作为新型经济形态，旨在以数字技术为核心，赋能实体经济，驱动国内循环大市场释放潜力，推进国内国际双循环相互促进，工业互联网作为数字经济充分发挥创新作用的重要抓手，是构建“双循环”格局的内生动力。**一方面，工业互联网助力畅通国内大循环。**工业互联网通过支撑人、机、物的全面互联实现全要素、全产业链、全价值链的有效连接，畅通数据要素流动，通过工业互联网平台打通供需间信息渠道，精准助力供需对接，消化现有产能存量，挖掘潜在增量，实现资源利用高效化、规模经济泛在化，加速实现经济循环流转，促进全国统一大市场的构建。**另一方面，工业互联网推动国内国际“双循环”。**工业互联网平台通过汇聚海量产业资源，在全球范围内开展资源配置优化和创新生态构建，加强国内外、上下游产业之间的密

切联系，助力我国产业向全球价值链的高端环节迈进。同时，通过平台助力国内企业积极拓展海内外市场需求，促进国内市场和国际市场联通，实现更高水平的对外开放。

工业互联网建设与溢出赋能已取得显著成效。自习近平总书记提出深入实施工业互联网创新发展战略以来，我国工业互联网创新发展迈出了坚实步伐，在功能体系建设、融合应用发展等方面成效显著，为经济高质量发展提供新动能。**在功能体系建设方面**，网络体系建设不断推进，截至2022年9月，高质量外网建设基本覆盖全国300余地市，5G等新型网络技术推动企业内网改造提速，5G基站总数已达约220万个；工业互联网标识解析体系国家顶级节点日均解析量突破1.7亿次，二级节点超过200个，覆盖29个省（区、市）和34个重点行业。平台体系建设实现新跨越，从28个双跨平台示范引领，到百余平台广泛覆盖，服务企业超160万家。具备一定行业、区域影响力的平台数量超过150个，连接工业设备数达7900万台/套，工业APP已超59万余款。工业数据汇聚能力持续增强，国家工业互联网大数据中心体系建设基本完成，已统筹推进9个区域和行业分中心落地，逐步实现数据资源整合利用和开放共享。安全体系逐渐强化，工业互联网安全技术加快突破，涵盖国家、省、企业三级协同的监测服务体系基本建成，监测范围已覆盖14个重要领域、140个重点平台，11万余家联网企业。工业互联网企业网络安全分类分级管理试点工作深入推进。**在融合应用方面**，工业互联网创新应用已从行业龙头拓展到产业链上下游，正在推动形成大中小企业融通创新发展格局。应用范围已从个别行业向钢铁、机械、电力、交通、能源等45个国民经济重点行业加速渗透，有力支撑一二三产业融通发展；工业互联网从研产供销服各环节单点应用，向全环节全流程综合集成应用和多领域系统创新延伸，探索形成了平台化设计、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸、

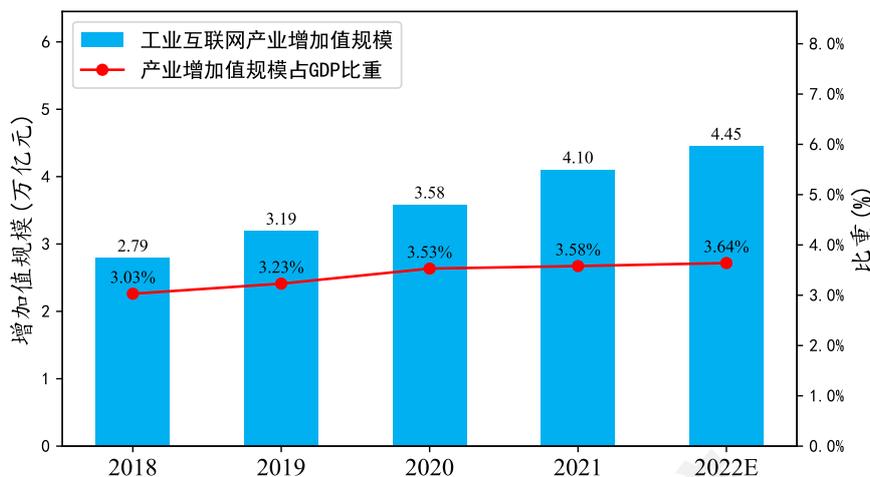


图2 我国工业互联网产业增加值规模、占GDP比重

数字化管理等六大典型应用模式，有效支撑制造业高端化、智能化、绿色化发展。

赋能千行百业数字化转型以实现经济高质量发展是工业互联网发展的终极目标。当前，我国已从工业互联网的探索起步阶段步入到产业深耕、赋能发展的新阶段，随着产业政策的持续完善，我国工业互联网在基础设施、融合应用等方面的发展迈上新台阶，并持续赋能各行各业数字化转型向纵深推进，未来，工业互联网将实现在产业园区、区域经济、县域经济扎根落地，为经济提质增效深度发力。

（二）工业互联网促进经济平稳增长

工业互联网成为经济稳增长的重要支撑。我国工业互联网产业增加值规模持续攀升，如图2所示，据测算，2021年我国工业互联网产业增加值规模突破4万亿元，达到4.10万亿元，名义增速达到14.53%，2017年至2021年期间，增加值规模增长了74.10%，年复合增速达11.73%。与此同时，工业互联网产业增加值规模占GDP的比重逐年增长，2021年该比重达到3.58%，预计2022年工业互联网产业增加值规模将达到4.45万亿元，占GDP比重将上升至3.64%，³工业互联网已成为GDP稳定增长的重

³ 2022年按照名义增速7%（实际增速约3.5%）测算。

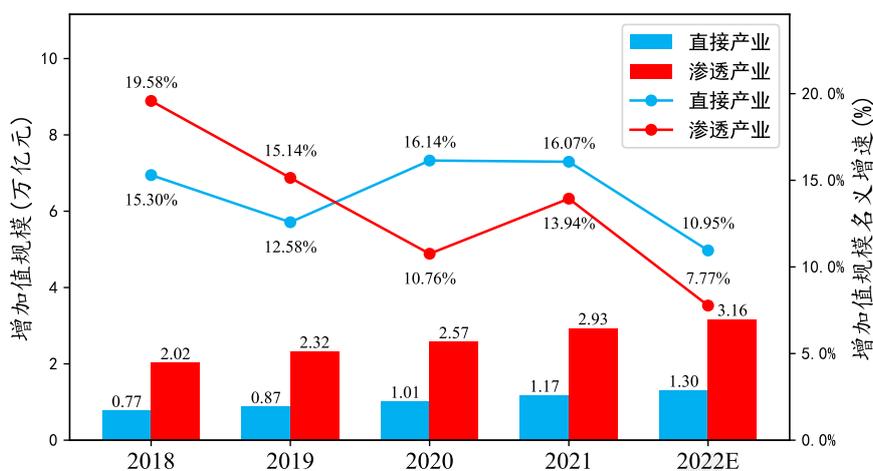


图3 工业互联网直接产业、渗透产业增加值规模与名义增速

要贡献力量。由于2022年多地区受到疫情影响，地区与行业增速均放缓，工业互联网产业增加值规模增速预计小幅回落，名义增速约为8.67%。

在新冠疫情的持续影响下，工业互联网稳定产业链、供应链效能逐渐凸显，是经济稳增长的重要支撑。工业互联网一方面能够基于新技术融合应用，持续提升产业链供应链全面连接、全局配置资源，快速反馈下游需求，保障产业链供应链弹性供给，增强产业链供应链应变能力。另一方面，通过打通消费与生产、供应与制造、产品与服务间等各环节数据流，提升产业链供应链协同管理能力，因此稳链效果较为显著，成为增强产业韧性、支撑我国经济实现企稳回升的重要力量。

工业互联网直接产业稳健发展，为经济社会数字化转型提供强大驱动力。在市场和政策的积极推动下，工业互联网相关产业投资规模理性扩大，应用潜力在逐步释放，市场潜力巨大，工业互联网产业经济增长的内生动力持续增强，工业互联网产业体系不断完善，为数字经济的发展提供坚实基础。据测算，如图3所示，2021年，我国工业互联网直接产业增加值规模为1.17万亿元，名义增速为16.07%，预计2022年，我国工业互联网直接产业增加值规模将达到1.30万亿元，名义增速达到10.95%。根据Gartner技术成熟度曲线，技术的创新发展需要经历创新萌发期、过热期、

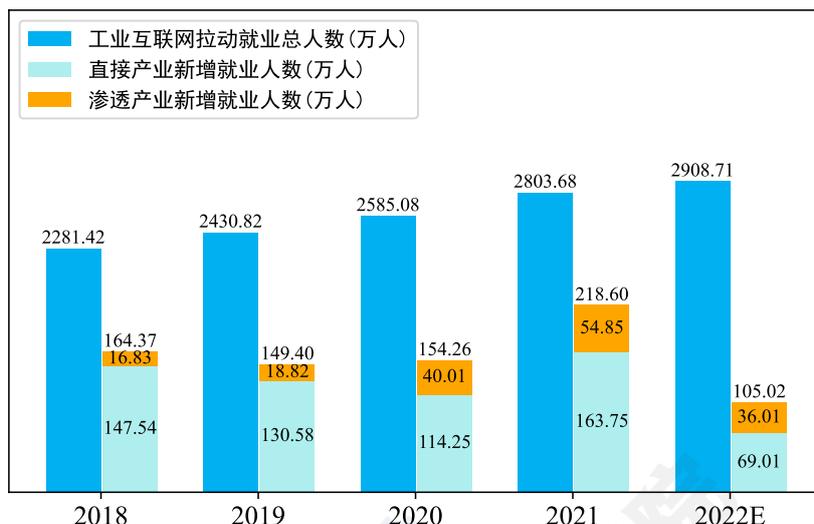


图4 工业互联网拉动就业情况

低谷期、复苏期到达最终成熟，工业互联网相关信息技术目前正逐渐抵达生产力成熟期，产业发展已拨开过热的迷雾，目前处于稳健增长阶段。

工业互联网加速渗透传统行业，赋能作用深入显现。工业互联网加速向实体经济渗透，已覆盖国民经济45个大类，在能源、医疗、石化、冶金等多个行业发挥赋能效应，形成产业链上下游融通发展格局。据测算，如图3所示，2021年，我国工业互联网渗透产业增加值规模为2.93万亿元，名义增速为13.94%。预计2022年工业互联网渗透产业增加值规模将达到3.16万亿。从增加值规模来看，工业互联网渗透产业增加值规模是直接产业增加值规模的2.5倍，显著高于直接产业增加值规模，工业互联网赋能、赋值、赋智作用深入显现，工业互联网渗透产业也为数字技术与传统行业加速融合发展提供了广阔的发展空间。

工业互联网推动优化就业结构，带动就业升级。一方面，随着工业互联网产业的快速发展，催生了大量的工业化与信息化结合的高技能就业岗位，倒逼专业技术人才转型升级，促进了就业结构优化升级。另一方面，工业互联网推动产业链上下游整体数字化转型，有效带动产业链上下游中小企业的成长，不断创造新的就业岗位。同时，工业互联网正在促进

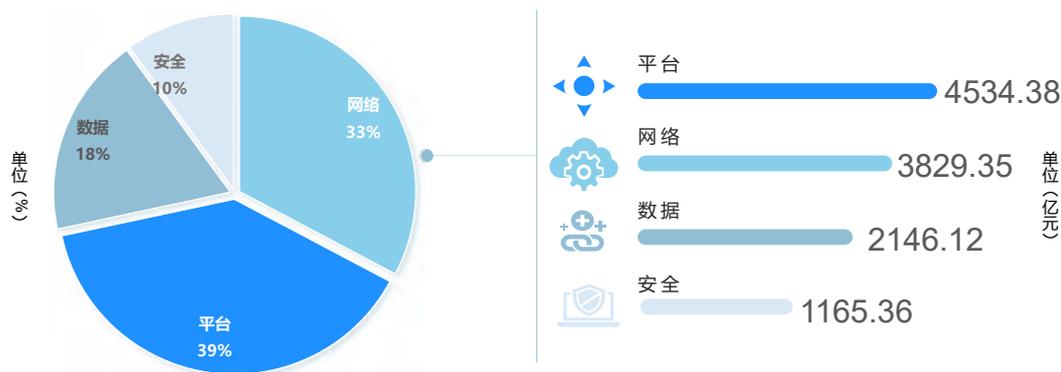


图5 工业互联网直接产业增加值与占比情况

渗透产业生产效率的提升和劳动分工优化，新产业、新业态、新模式快速发展，新的就业增长点不断涌现。如图4所示，据测算，2021年工业互联网带动就业2803.68万人，新增就业218.60万人。其中直接产业新增就业54.85万人，渗透产业新增就业163.75万人。预计2022年，工业互联网带动就业将达到2908.71万人，新增105.02万人，其中，直接产业将带动新增就业36.01万人，渗透产业新增就业69.01万人。由于工业互联网渗透产业各行业增速放缓，带动新增就业人数呈现小幅回落态势。

（三）工业互联网直接产业日渐成熟

工业互联网直接产业涵盖工业互联网网络、平台、安全、数据相关产业，是工业互联网发展的关键驱动力量。据测算，2021年，我国工业互联网直接产业总体增加值规模为1.17万亿，名义增速达到16.07%。从产业增加值规模来看，如图5所示，2021年，工业互联网平台、网络、数据、安全产业增加值规模分别达到4534.38亿元、3829.35亿元、2146.12亿元、1165.36亿元。平台产业贡献占比最大，达到39%；网络产业次之，占比达到33%，产业结构初具雏形，已形成平台、网络产业领跑，数据、安全产业日渐繁荣的产业发展格局。从增速来看，如图6所示，2021年，工业互联网平台、安全、网络、数据产业名义增速分别达到23.49%、17.28%、16.23%、10.79%。总体上看，工业互联网四大产业增速稳健，均超10%，

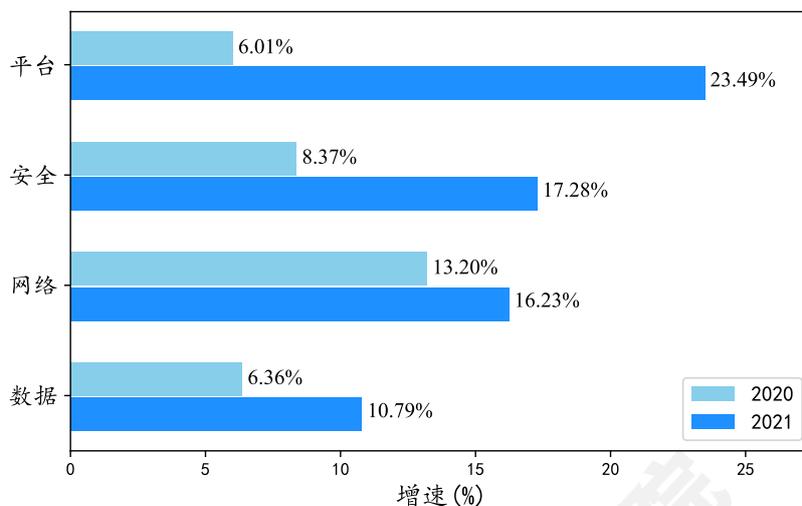


图6 工业互联网平台、安全、网络、数据各产业增速情况

产业发展日趋成熟。较之2020年，工业互联网平台、安全产业增势强劲，远超2020年增速。2021年以来，工业互联网平台体系建设不断完善，融合创新更加活跃，产业生态逐渐形成，平台产业迅速扩张；工业互联网安全日益受到重视，在相关政策的引导下，相关安全技术研发投入持续增长，标准体系稳步推进，产业发展基础坚实，内需增长不断扩大，安全产品类市场和服务类市场持续壮大，逐渐形成产业发展集聚效应，加速产业化推进。

1. 工业互联网网络产业平稳增长

工业互联网网络是构建人、机、物全面互联的纽带，是构建起覆盖全产业链、全价值链的全新制造与服务体系的基础。其涵括了在生产与加工过程的信息传输中所涉及到的硬件设备与网络服务，包括物联网通信模组、工业通信网关、工业专网专线、标识解析、云网络等。

近年来，随着网络强基行动深化推进，企业高质量内网改造、外网建设、5G网络铺设、工业互联网标识解析各级节点等基础设施建设初见规模。据估算，2021年我国工业互联网网络产业增加值规模达到3829.35亿元，占工业互联网直接产业增加值总规模的33%，名义增速达到16.23%，

增速保持在较高水平，工业互联网网络产业正阔步向前稳健增长，向高质量发展挺进。2021 年以来，政策的推动下，工业互联网外网建设加快，并且更加注重高质量外网的工业互联网特色应用，以标杆示范应用为引领，助推企业改造建设工业互联网内网，加快高质量内外网体系的构建。

2. 工业互联网平台产业发展迅猛

工业互联网平台是实现人、机、物的协同统一的中枢，提供数据分析、汇建模型、知识复用、应用推广等四方面服务。它在一体化、自动化生产中扮演着重要角色，包括前期对生产信息和生产要求的监听采集，中期对获取的信息进行综合处理，后期形成优化的生产控制指令并执行。这其中既包括了工业传感器这类主要用于采集生产信息的设备，工业软件这类专门用于工业生产分析的服务，也包括了 DCS、IPC 这样集信息采集、分析、控制于一体的设备。

在相关政策支持下，我国工业互联网平台建设参与主体呈现多元化特点。制造业龙头企业、信息通信领军企业、互联网主导企业分别基于各自比较优势，从不同层面与角度搭建工业互联网平台，平台数量快速增加，多层次系统化的工业互联网平台体系已经初步形成，在核心技术、运营管理、商业模式等方面取得快速进展。2022 年我国双跨平台数量已达到 28 家，平台服务快速向产业园区、中小企业延伸，拓展出平台化设计、数字化管理、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸六大应用模式，融合应用的深度与广度不断扩大。据估算，2021 年工业互联网平台产业增加值规模达到 4534.88 亿元，占工业互联网直接产业增加值总规模的 39%，是工业互联网直接产业增长的核心驱动力，名义增速达到 23.49%，远超过 2020 年增速 6.01%，充分表明 2021 年我国工业互联网平台发展突飞猛进，正处在快速扩张期。

3. 工业互联网安全产业前景广阔

工业互联网安全是工业数字化转型的保障，渗透在工业互联网的各个环节，着重强调了网络中的信息传输安全，数据中的存储与加工安全，和平台中的从生产信息采集到指令执行的生产监控与生产过程安全。构建工业互联网安全防护体系能够有效识别和抵御、化解各类风险，是实现工业智能化、工业互联网规模化推广的重要前提。我国工业互联网安全产业结构依据市场应用分为安全设备与安全服务两大类。

随着我国工业互联网创新发展深入全面实施，政府侧与企业侧均加强对工业互联网安全的重视。在政府侧，自2019年起，我国陆续发布《关于加强工业互联网安全工作的指导意见》《工业互联网平台安全防护要求》等指导性文件，加大对安全产业的扶持力度，推进相关安全技术产品的研发和产业化，开展相关标准研制，夯实了产业发展基础；在企业侧，随着工业互联网持续推进上云上平台，我国工业企业用户对安全防护、安全管理类产品需求日益增加，对工业互联网安全评估和安全培训的需求也日趋旺盛，我国工业互联网安全产业迎来快速增长期。据估算，2021年我国工业互联网安全产业增加值规模达到1165.36亿元，名义增速为17.28%，相较于2020年8.37%的增速，提高了一倍。伴随新一代通信技术与工业经济深度融合，工业互联网平台安全、数据安全、联网智能设备安全等问题越发突出，建设工业互联网安全保障体系的重要性越发凸显。在政策利好与市场需求的驱动下，提升安全保障能力将会是日后工作的一大重心，工业互联网安全产业发展潜力巨大。

4. 工业互联网数据产业如日东升

工业互联网数据是工业智能化发展的重要生产要素，贯穿工业企业端、边、云和人、机、物、系统各环节，能够促进模型迭代、微服务优化在“研、产、供、销、服”各环节的深度应用与标准化推广，是数字化转

型进程中数字通信、数字控制、数字分析与数字决策得以实现的基石。工业互联网数据产业涉及在工业生产的数据存储和高精度数字控制生产中的硬件设备，和数据整理、分析等，具体包括数字孪生模拟器、数控机床等硬件设备及数据加工、内容处理等服务。

党的十九大五中全会为我国数据业的发展提出了总体要求，明确了发展方向。我国工业互联网数据产业在政策引导下，发展持续向好，体系建设进展突出，基本形成了“1+N”全国一盘棋的工业互联网大数据中心体系，其中，“1”为建设一个国家级工业互联网大数据中心，“N”为建设一批统一规范的区域级工业互联网大数据分中心，目前该体系下的大数据中心已覆盖全国企业超700万家。据估算，2021年我国工业互联网数据产业增加值规模达到2146.12亿元，名义增速为10.79%。随着数据中心、算力中心等基础设施建设陆续规划落地，聚数能力不断提升，工业互联网数据产业已经是喷薄欲出的一轮朝日，进一步发挥数据作为核心生产要素参与价值创造和分配的能力，打通产业链上下游数据，加快推动数据确权，畅通数据交易，实现对工业各类资源的统筹和调配，充分释放数据价值，将会是下一阶段的重点工作。

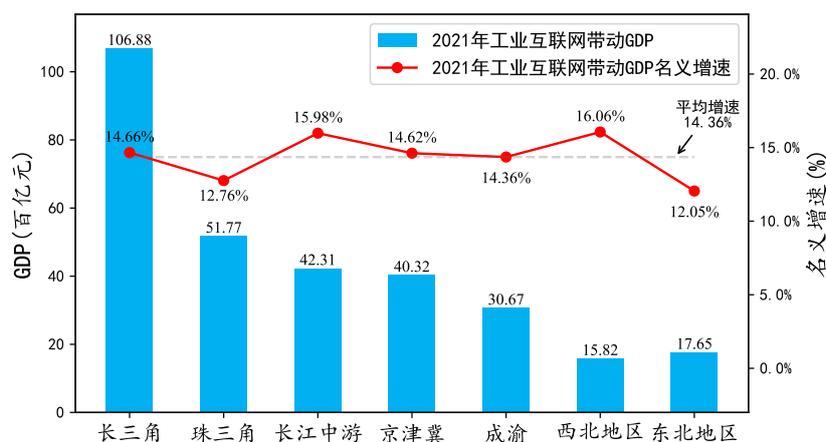


图7 2021年我国重点经济圈工业互联网带动GDP示意图

二、区域发展篇

（一）工业互联网区域发展迈向更高质量更高水平

1. 重要经济圈工业互联网发展迈上新台阶

工业互联网成为拉动经济增长的关键支撑，长三角经济圈工业互联网产业增加值规模首次破万亿。近年来我国重要经济圈根据自身区域优势及产业分布，陆续出台引导政策，经济圈协同发展效应日渐突出，工业互联网正在成为区域数字化转型的关键支撑，逐渐成为各地“六稳六保”的坚实力量。据测算，如图7所示，2021年，重要区域工业互联网发展协同推进，增势稳健。从经济贡献看，长三角、珠三角、长江中游、京津冀、成渝、东北地区、西北地区，带动GDP增长的区域贡献值分别为10687.51亿元、5177.36亿元、4231.45亿元、4032.23亿元、3067.09亿元、1765.13亿元、1582.50亿元，工业互联网已经成为拉动重要经济圈经济增长的中坚力量。从发展速度看，西北地区、长江中游、长三角工业互联网增速相对较快，超过全国平均水平。其中，西北地区工业互联网带动GDP名义增速达到16.06%，位居经济圈首位，这与西北地区抢抓国家“东数西算”重大工程发展机遇密不可分。2022甘肃移动“数据中心·甘肃兰州新区丝绸之路西北大数据产业园”成功入选工信部第十批国家新型工业化产

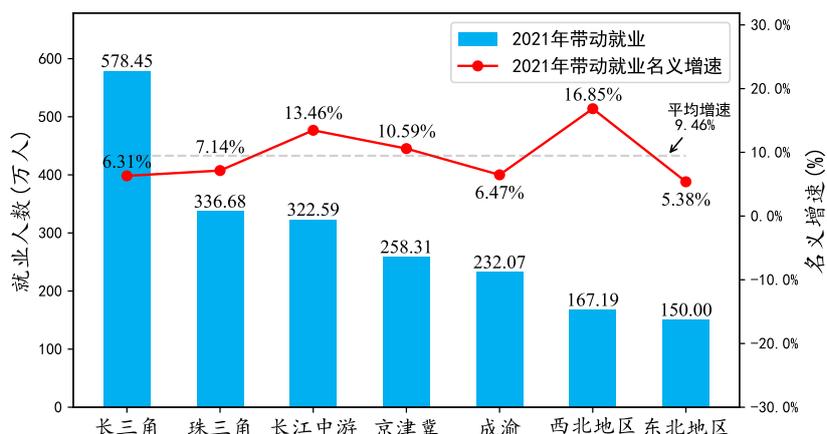


图8 2021年工业互联网带动我国重点经济圈就业人数、增速

业示范基地名单，是西北地区首个数据中心国家工业互联网示范基地。

工业互联网正在构建新型就业体系，不断创造高质量就业。工业互联网正在通过千姿百态的融合应用，在各大经济圈中逐年新增百万量级就业岗位。据测算，如图8所示，长三角、珠三角、长江中游、京津冀、成渝、西北地区、东北地区分别带动就业增长人数分别为578万人（名义增速6.31%）、337万人（名义增速7.14%）、323万人（名义增速13.46%）、258万人（名义增速10.59%）、232万人（名义增速6.47%）、167万人（名义增速16.85%）和150万人（名义增速5.38%）。工业互联网正在构建新型就业体系，一方面工业互联网激发专业人才需求，倒逼传统制造业就业转型升级，利于改善制造业就业结构。另一方面工业互联网推动智力资源共享，催生新型就业模式，有助于降低中小企业专业人员的就业门槛。

重要经济圈在工业互联网创新发展上亮点纷呈、各有侧重。例如京津冀地区围绕先进制造业产业集群的目标，全面推进京津冀工业互联网协同发展。从政策上看，三地联合创建工业互联网协同发展示范区，推动京津冀工业互联网创新发展和产业数字化转型步入快车道。从产业上看，北京不断夯实全国工业互联网发展高地优势，培育了大批工业互联网网络、平台产品与服务供给商，是全国范围内工业互联网企业的主要聚集地。天津通过重点打造特色型工业互联网平台标杆示范项目和“工业互联

网平台+园区”标杆示范项目，着力培育工业互联网标杆示范，河北省则大力打造工业互联网应用场景，围绕钢铁、装备、石化、建材、食品、医药等传统产业转型升级，推动工业互联网新模式新业态走深向实。目前，三地已培育综合型平台5家、特色型平台21家、专业型平台5家，涌现了一批工业互联网平台典型解决方案。从生态上看，三地联合举办了工业互联网协同发展论坛暨对接会，成立了工业互联网协同发展工作组，共同发布《京津冀工业互联网协同发展白皮书》，为工业互联网创新发展营造了良好环境。未来三地将围绕培育京津冀先进制造业产业集群的目标，加快建设高质量工业互联网平台，深化创新领域融合应用，优化产业生态发展环境，全面推进京津冀工业互联网协同发展。

长三角地区基于较强的数字化基础和资源优势打造了一批工业互联网平台行业领军企业，同时，发挥区位优势，推动区域间优势要素流动，强化其“头雁”示范引领作用，大力推进人才与产业基金政策实施，支持构建新型制造模式和服务体系。2020年1月，沪苏浙皖“一市三省”签署了《共同推进长三角工业互联网一体化发展示范区建设战略合作协议》，协同打造“长三角工业互联网一体化发展示范区”，结合区域发展特色与优势，制订了相关配套的人才政策与产业基金相关合作协议，全面推进长三角区域创新要素资源聚集与共享，打通科技创新、金融服务生态链，形成产融结合、协同创新的融通发展生态。2021年，长三角工业互联网创新联合中心落户苏州，依托国家工业互联网大数据中心江苏分中心，集聚3个区域工业互联网发展的经验、智慧，通过汇聚工业企业外部数据，应用人工智能、5G技术等，合力开展工业机理模型搭建、产业链图谱梳理与产业大脑建设，为长三角上下游重点企业赋能。

珠三角地区数字化程度较高，工业互联网产业生态供给丰富，发展培育了一批无线模组、通信设备企业以及工业互联网平台企业和工业信

息安全企业。依托较强的数字化服务能力，珠三角立足粤港澳大湾区、横琴粤澳深度合作区重大国家战略，正在工业互联网融合应用和赋能中小企业转型上走深向实，打造区域协同发展新高地。广州是全国首批通过产业集群的形式推动制造业数字化转型的城市，创新性推动“传统”的存量经济转化为新经济、新业态，聚焦纺织服装、美妆日化、箱包皮具、珠宝首饰、食品饮料等五大传统产业集群，通过政府引导和政策引领，传统特色产业集群数字化转型工作效果显著。2021年中国工业互联网研究院广东分院（分中心）落户广州，作为第三方专业智库全力打造产业大数据集成创新中心、智能工厂集成创新中心、新型工业网络实验室等创新载体，全力支撑地方政府及企业数字化转型创新，不断开拓工业互联网高质量发展新局面。

东北地区已将工业互联网作为推动老工业基地振兴的重要引擎，奋力行驶在新赛道上。东北地区具备海量工业场景资源，拥有鞍钢集团、一汽集团、东北制药、冰山集团等一批国际一流的企业，近年来，随着工业互联网带来的模式新业态应用范围不断扩大，东北地区产业综合实力显著提升，“东北振兴”迎来新的增长点。辽宁省是东北地区的创新引领者和重要增长极。近年来，辽宁省充分发挥场景和数据资源优势，打造省级工业大数据管理服务平台，依托国家工业互联网大数据中心体系，深度结合辽宁分中心特色平台，逐步深化工业数据与工业场景的深度融合应用；围绕工业互联网核心产业补链强链延链，依托中科院沈阳自动化所、东北大学等科研院校创新资源，加快发展工业软件、集成电路、人工智能、区块链等重点产业，取得积极成效。大连市是东北地区工业互联网领军城市之一。紧抓工业互联网带来的数字化转型机遇，大连市发挥“软件名城”优势，大力推进新型数字基础设施。例如，大连市已培育了15个省级工业互联网平台，金普新区率先建设工业互联网通用平台，冰山集团正建

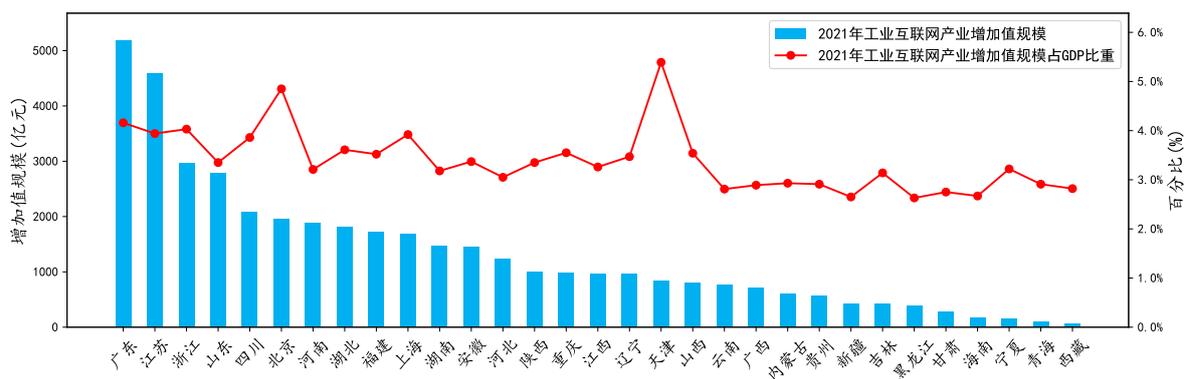


图9 2021年我国31个省市自治区工业互联网增加值规模及占GDP比重示意图

设首个国家工业互联网大数据中心冷热装备行业分中心，有效赋能企业、服务社会、支撑政府。同时，基于较好的公共服务基础设施和平台服务能力，工业互联网平台应用持续拓展，深度赋能企业智能化改造，形成工业互联网进企业、进园区、进集群的协同发展态势，大连逐渐成为东北地区的“智能制造名城”和“数字经济明珠”。

2. 全国各省市工业互联网发展取得新跃升

全国13个省市自治区工业互联网增加值规模破千亿。从产业增加值规模来看，如图9所示，作为制造业强省和数字化转型的“排头兵”，2021年广东和江苏两省的工业互联网创新发展成绩亮眼、产业增加值规模位居翘楚，优势显著，分别达到5177.36亿元和4587.80亿元。而浙江、山东和四川，依靠“传统工业强省”或“新兴互联网基地”的产业优势，全方位建设数字强省，加速融合应用发展，工业互联网增加值规模分别达到2960.06亿元、2785.89亿元、2077.20亿元。除上述五省外，北京、河南、湖北、福建、上海、湖南、安徽、河北13个省市（约占总省市自治区数量的42%）的产业增加值规模破千亿元大关。**从经济成效看**，全国大部分省市的工业互联网产业增加值在地区经济增加值中的比重保持在3%以上。其中，天津市工业互联网产业增加值规模占当地经济增加值规模比重较为突出，达到5.39%。一方面，根据统计数据，2021年，天津市在通信设

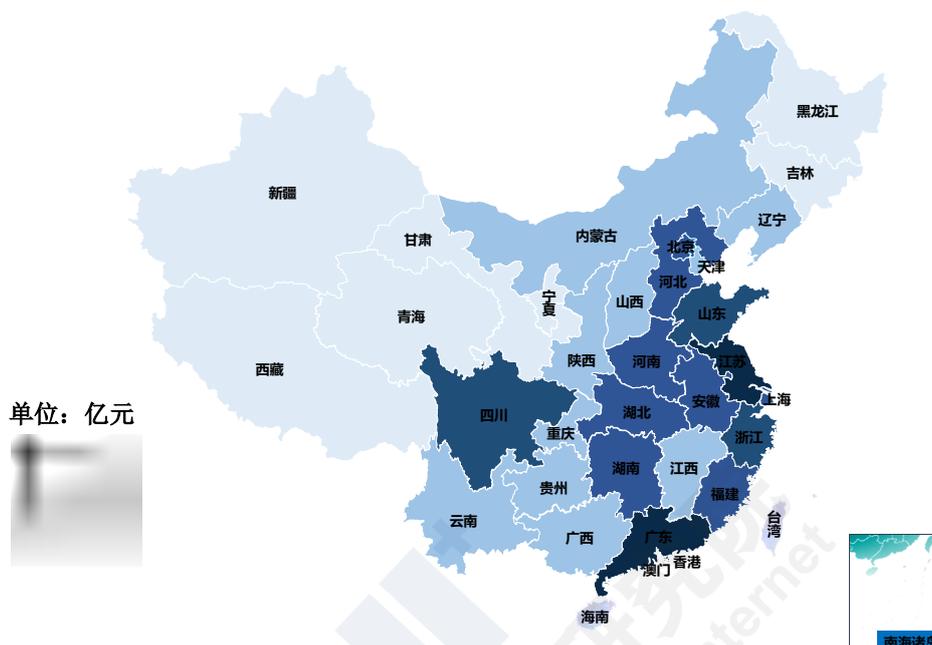


图 10 我国各省市自治区工业互联网发展情况示意图

备、计算机和其他电子设备，信息传输、软件和信息技术服务业等相关工业互联网直接产业方面发展态势良好，对当地经济增加值贡献较大；另一方面，天津市工信局编制《天津市工业互联网三年行动计划（2021-2023年）》，结合天津在“5G+工业互联网”、“5G+智能装配”的技术优势，推进“5G+工业互联网”在生产关键环节深入应用，培育标杆示范，工业互联网融合应用步伐加快，成为当地经济发展的重要增长极。

图10展示了我国工业互联网发展热度，我国工业互联网总体发展势头强劲，全国“一盘棋”的发展形势正在形成。其中，东部地区工业互联网发展活跃程度较高，广东、江苏、浙江、山东是工业互联网发展最活跃的省市。基于较好的工业和信息化条件以及政策环境，东部南部沿海地区引领了一批工业互联网平台企业集聚，在平台建设、融合应用、生态建设方面优势突出，工业互联网发展处在全国第一梯队；而在中西部省市中，四川、河南、湖北、湖南、安徽五省脱颖而出，成为工业互联网发展的中坚力量。

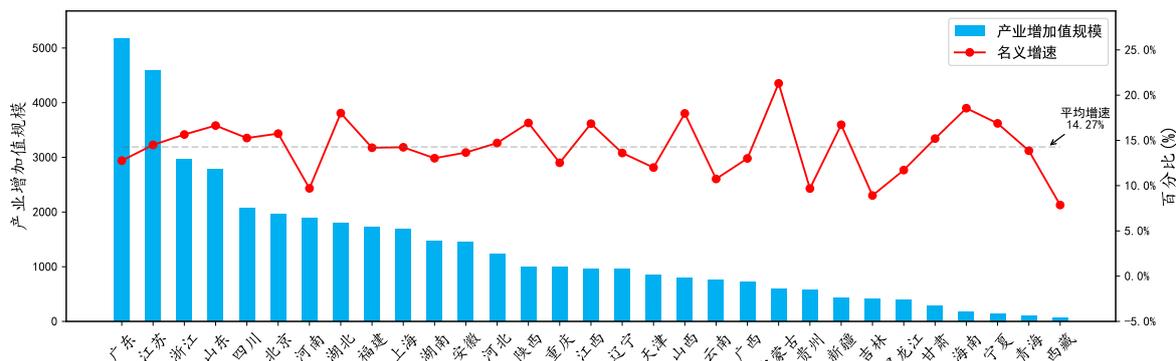


图 11 我国 31 个省市自治区工业互联网产业增加值规模、名义增速示意图

各省市自治区工业互联网发展保持较高增速。如图11所示，从全国整体来看，2021年全国工业互联网产业增加值规模名义增速均高于8%，平均名义增速达到14.27%，仍处于快速发展期。其中，广东、江苏、山东、浙江增势亮眼。近年来，广东、江苏、山东、浙江四大制造业强省将产业实践和政策引导紧密耦合，一方面工业互联网网络、平台、安全、数据四大功能体系逐步完善，直接产业、渗透产业均走向纵深，产业实践向更大范围、更深层次持续地进行拓展；另一方面，政策体系和相关产业之间形成了良好的互动和促进，政策体系得以不断探索和完善，上述四省名义增速均保持在13%至17%之间。此外，山西、内蒙古、新疆等地，网络基础设施发展迅速，工业互联网直接产业发展处在快速扩张期，5G+工业互联网典型融合应用频频涌现，工业互联网产业发展增速较为突出，工业互联网对区域经济拉动作用逐渐凸显。

各地区工业互联网发展对就业增长带动效应显著。如图12所示，从带动就业人数上看，2021年工业互联网产业带动就业人数排名前十的省份分别是：广东、江苏、山东、浙江、四川、河南、湖北、河北、湖南、安徽。广东、江苏、山东作为制造业的集聚地，凭借其雄厚的基础，工业互联网产业带动的就业人数占工业互联网在全国带动就业人数的比例高达26.75%。从同比增速看，2021年排名前十位的省份分别为陕西、甘肃、湖

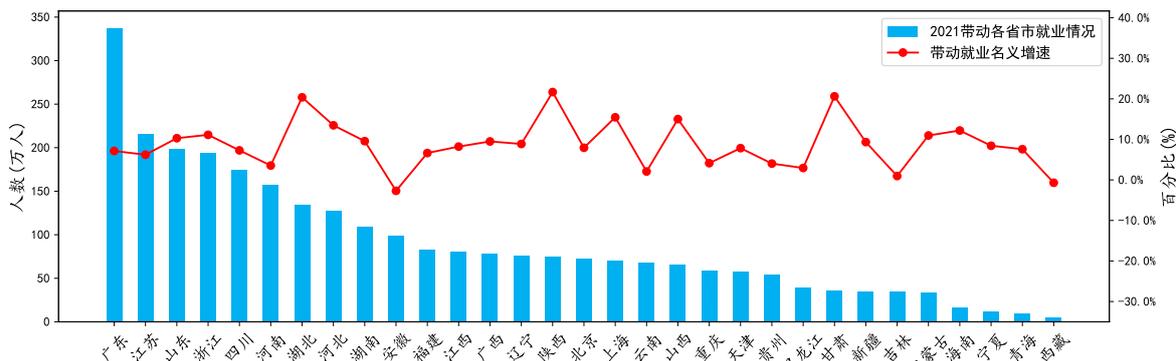


图 12 2021 年我国 31 个省市自治区工业互联网带动就业人数及同比增速示意图

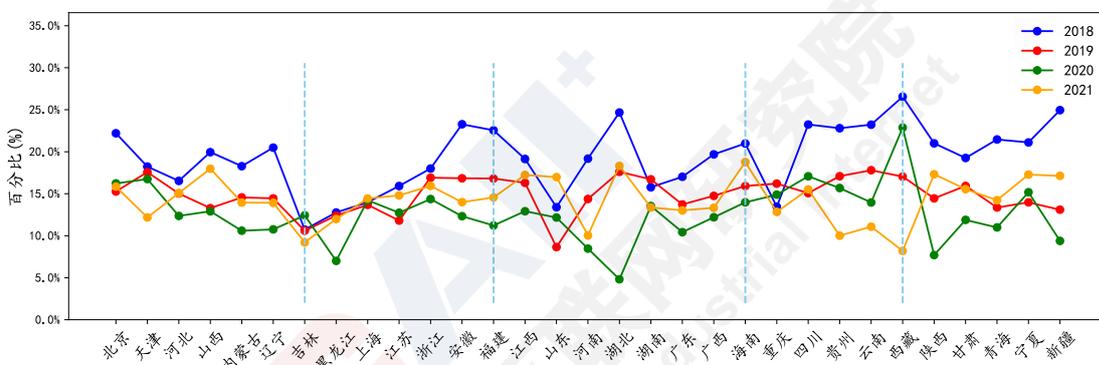


图 13 2018-2021 全国 31 个省市自治区工业互联网产业增加值的名义增速

北、上海、山西、河北、海南、浙江、内蒙古、山东。其中，陕西省工业互联网带动就业人数的增速最高，达到 21.67%。其次是甘肃、湖北、上海，增速分别为 20.62%、20.37%、15.45%。

各地区工业互联网产业增加值规模稳步增长，体现出对后疫情时期产业发展中的关键支撑作用。四年来，工信部先后出台网络、平台、数据、安全四方面多项政策，实施工业互联网创新发展工程，建设了一批公共服务平台，形成了一批具有标杆效应的试点示范项目，完成了一批产业示范基地建设，示范引领作用不断增强。与此同时，全国 31 个省（区、市）均出台地方政策，不断丰富政策工具箱，利用重大技术装备研发、技术改造、智能制造等多种支持方式，推动工业互联网在基础设施、融合应用、技术创新、产业生态、安全保障五大方面重点工作。

如图 13 所示，综合考虑 2018-2021 年全国 31 个省市自治区工业互联网

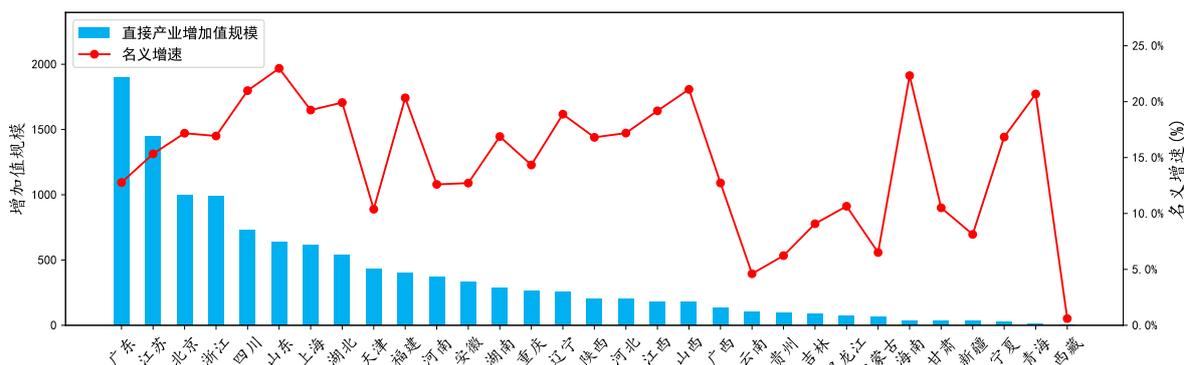


图 14 2021 年全国 31 个省市自治区工业互联网直接产业增加值规模及名义增速

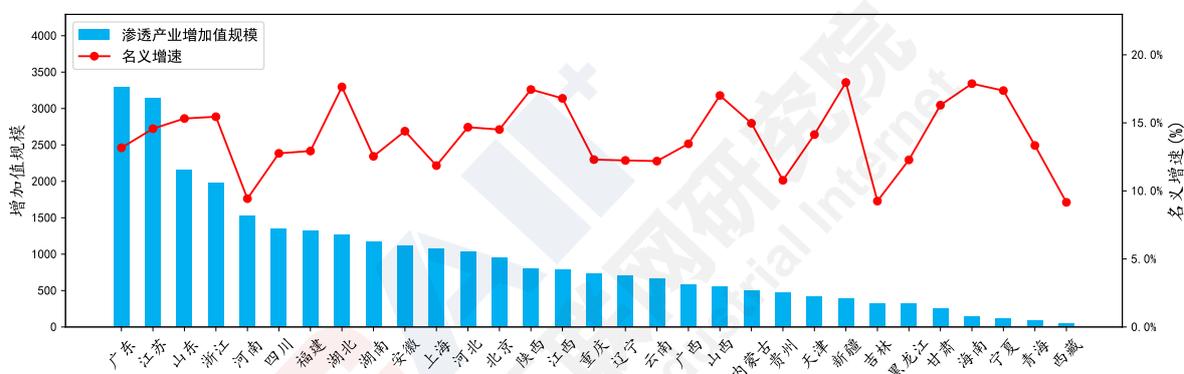


图 15 2021 年全国 31 个省市自治区工业互联网渗透产业增加值规模及名义增速

网产业增加值的同比增速，可以发现，尽管 2020 年受新冠疫情影响，工业互联网产业增加值的同比增速放缓，但是由于工业互联网对传统工业改造升级能起到的刚性拉动，以及经过 2020 年、2021 年两年工业互联网的持续推广应用，工业互联网对地区经济的带动和支撑作用日益显著。以湖北省为例，2020 年受新冠影响，工业互联网产业增加值增速放缓。2021 年湖北省高度重视工业互联网创新发展，举办全国 5G+ 工业互联网大会等国际峰会，引进、培育面向企业数字化转型的工业互联网平台，在武汉建设国家标识解析顶级节点等系列举措，工业互联网的产业增加值名义增速持续提升，2021 年工业互联网产业增加值规模名义增速达到 18.31%，保持高位增长。

各地区“因地制宜”推动工业互联网产业差异化发展。2018 年以来，全国 31 个省市自治区结合本地产业特色，基于自身产业结构和发展差异，

制定出差异化的发展路径，并利用多元化的政策工具支持产业应用发展，工业互联网直接产业发展取得长足进步，并加速带动产业转型升级、融合发展。在工业互联网直接产业方面，据测算，如图14所示，2021年全国31个省市自治区中，工业互联网带动直接产业增加值规模较高的五个省（市）分别是广东、江苏、北京、浙江、四川，产业增加值规模分别达到1896.86亿元、1451.28亿元、996.46亿元、988.92亿元、732.99亿元。以北京市为例，北京发展工业互联网的五年来，培育形成新一代信息技术、科技服务业两个万亿级产业集群以及智能装备、医药健康、节能环保、人工智能四个千亿级产业集群，拥有工业软件、工业互联网平台、工业互联网安全服务等直接产业的头部企业，以及高端汽车、超高清显示、生物医药等制造业龙头企业，整体供需生态较为平衡，工业互联网直接产业发展势头强劲。在工业互联网渗透产业方面，如图15所示，工业互联网带动渗透产业增加值规模较高的五个省（市）分别是广东、江苏、山东、浙江、河南，产业增加值规模分别达到3280.50亿元、3136.52亿元、2148.12亿元、1971.14亿元、1514.47亿元。以广东省为例，广东以制造业立省，加速产业数字化，加快工业互联网赋能制造业数字化转型，集中推进软件信息服务、系统研发技术向实体行业渗透，2021年广东省工业互联网产业增加值中渗透产业占比高达63%。

（二）工业互联网地区发展的经验与做法

1. 产业大脑助力打造数智化转型“新底座”

产业大脑作为一种新型产业数字化设施，依托国家工业互联网监测分析公共服务平台为数字底座，以产业互联网大数据应用为核心，将资源要素数据、产业链数据、创新链数据、供应链数据、贸易流通链数据等汇聚起来，并运用云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术对产业发展与转型升级进行分析、引导、调度、管理，为企业数字化转型、产业生态

建设、经济治理提供集成开放赋能平台。

随着国家工业互联网大数据中心区域分中心和行业分中心的陆续建立，数字技术逐渐成熟，数据要素市场的规则日趋完善，以数据驱动的“产业大脑”成为各地探索建设的重点，**一是建设省市级产业大脑**，进行产业链图谱、运行分析、风险预警、产业地图、产业效益、安全生产、“双碳”分析等数字化建设。**二是建设行业级产业大脑**，进行行业标准制定、标杆示范培育、资源技术共享、共性服务提供，构建良性发展生态。目前推广应用较快的地区多为有数据资源优势的省市，如辽宁省、浙江省等。

2. “1+N+X”平台体系夯实产业升级“支撑点”

自工业和信息化部出台《工业互联网平台建设与推广指南》以来，工业互联网平台发展势如破竹，多层次平台体系蔚然成形。在此背景下，多地持续加大对工业互联网平台的培育与建设力度，依托平台优势，拓展跨产业跨领域合作新模式，探索产业升级新路径。各地纷纷构建“1+N+X”平台结构范式，整合地方工业要素资源与行业需求，以企业的数字化转型为基点，带动整个产业转型升级。其中，“1”为**建设1个工业互联网区域通用平台**，搭建操作系统级工业底座，实现工业操作系统底层各类资源接入，在区域范围内汇聚产业发展生态。“N”为**建设多个行业级工业互联网平台**，聚焦垂直行业，打造一批共性强、成本低、模块化系统特征的**行业级工业互联网平台**，为行业数字化转型提供支撑；“X”为**企业级工业互联网平台或工业互联网示范园区**，从企业层面推动上云上平台，加快数字化转型。目前青岛市、宁波市等依托国家级双跨平台逐步建立“1+N+X”工业互联网平台体系。

3. 集群整体转型升级保障“数字链条”加速运转

集群整体转型升级指的是，以**集群为单位**进行全方位、全角度、全链条的改造升级。具体是针对现有的产业集群和专业镇，按垂直领域，凝

聚云基础设施提供商、行业解决方案提供商、工业互联网平台服务商等，重点实施“软硬结合”（新型工业软件+系统装备）+“人单集成”（技能型复合型工匠人才+精准稳定订单）+“数字金融”（基于产业链数据的融资产品创新）的“组合拳”，创新构建产业链协同创新生态体系。近年来广东、江苏等地针对特色产业集群开展数字化转型试点工作，着眼于实现产业链协同制造与产业集聚区整体数字化升级，以特定行业、特定领域服务商为牵头方组建联合体，从解决集聚区企业关键问题、打通关键应用场景出发，为产业集聚区提供优秀解决方案，逐步推动集聚区上下游、产供销企业整体实施数字化转型。

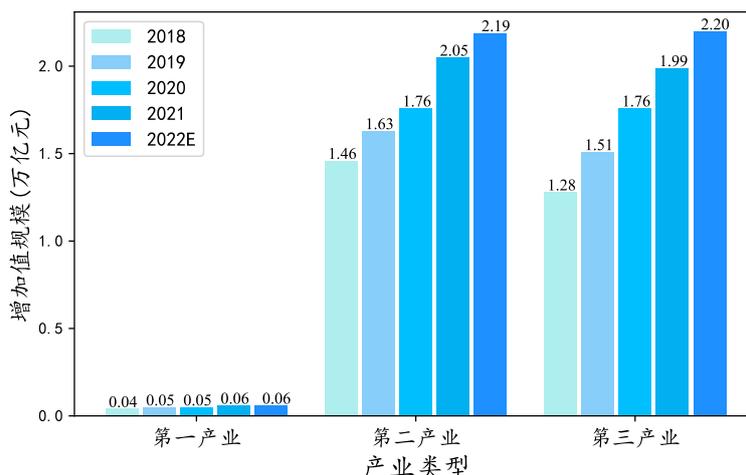


图 16 工业互联网带动第一、二、三产业增加值规模

三、融通发展篇

随着我国工业互联网创新发展逐渐走向纵深，工业互联网作用影响范围从制造业延伸到电力、交通、能源、建筑、金融等 45 个国民经济大类，有力支撑一二三产业融合发展；从龙头企业内部拓展至产业链上下游，推动形成大中小企业融通创新格局。工业互联网催生出平台化设计、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸、数字化管理等创新应用模式，重塑工业生产制造和服务体系，赋能千行百业数字化、网络化、智能化转型，是促进数字经济和实体经济深度融合的关键依托，是推动经济高质量发展的重要引擎。

工业互联网带动一、二、三产业转型升级、融通发展。如图16所示，2021年，工业互联网带动第一产业、第二产业、第三产业的增加值规模分别为 0.06 万亿元、2.05 万亿元、1.99 万亿元，名义增速分别为 6.48%、16.29%、13.02%，工业互联网带动各行业的增加值规模稳中有升，增势强劲。在国民经济逐渐企稳回升的大背景下，预计 2022 年工业互联网带动三大产业增加值规模将稳步提升，工业互联网带动第一产业、第二产业、第三产业的增加值规模将分别达到 0.057 万亿元、2.19 万亿元、2.20 万亿元，工业互联网在支撑工业经济数字化转型的同时，有效助力农业现代化

和服务业高端化，促进一二三产业融通发展。

工业互联网对第二产业的赋能作用持续显现，渗透速度较快。据测算，2021年，工业互联网带动第二产业增加值规模达到2.05万亿，与带动第三产业增加值规模较为接近，名义增速达到16.29%，为工业互联网带动三大产业中增速最快。制造业、采矿业、电力、热力燃气及水生产和供应业等第二产业行业中与工业互联网应用相关场景丰富，随着技术深化突破，新业态、新模式蓬勃兴起，工业互联网加速在垂直行业深耕，对企业降本提质增效显著，不断催生新的增长点。例如，制造业目前正与现代服务业加速融合，衍生出服务型制造等创新型实践，促进产业优化升级，实现跨产业融通发展。

工业互联网对第三产业的影响带动作用在不断增强。从增加值规模具体值来看，工业互联网带动第三产业增加值规模逐年增长。据测算，2021年，工业互联网带动第三产业增加值规模突破为1.99万亿元，名义增速超10%，超过GDP增速。从工业互联网带动三大产业的增加值规模占比来看，工业互联网带动第三产业增加值规模占增加值总规模比重由2017年的45%上升到2021年的49%，工业互联网对第三产业的影响带动作用逐渐深化。预计2022年工业互联网带动第三产业增加值规模将破2万亿元，工业互联网加速赋能第三产业各行业转型升级。

在第三产业增加值中，直接产业增加值主要来自于工业互联网平台、网络、安全、数据等相关软件和信息化技术服务，渗透产业增加值主要来自于工业互联网赋能医疗、交通等行业数字化转型带来的经济效应。例如，标识解析帮助医疗器械药品溯源、无人矿山交通云控平台等。第三产业增加值的快速增加，一方面说明软件和信息化相关的基础设施建设动能强劲，成规模化发展态势，另一方面也说明作为新一代基础设施，工业互联网已“由点及面”地广泛融合并服务于千行百业。

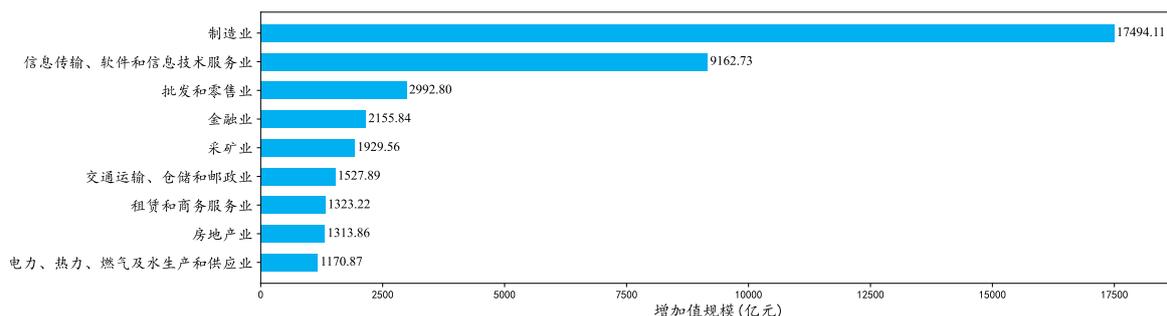


图 17 工业互联网带动 9 大行业增加值规模超千亿元

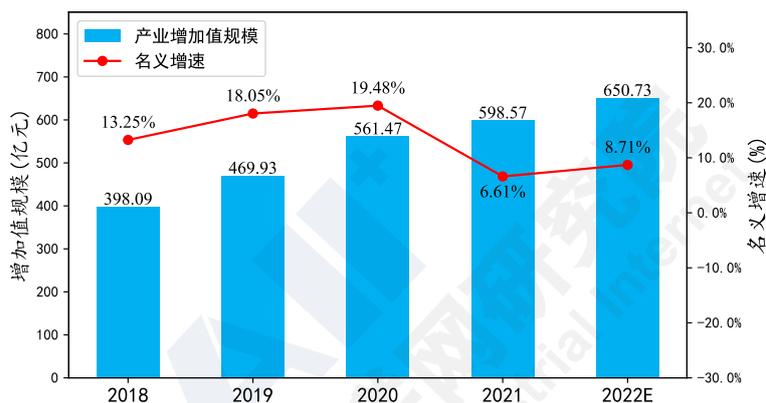


图 18 工业互联网带动农、林、牧、渔业发展情况

制造业是工业互联网应用主阵地。如图17所示，2021年，工业互联网带动制造业的增加值规模达到1.75万亿元，带动信息传输、软件和信息技术服务业的增加值规模达到0.92万亿元，带动增加值规模超过千亿元的行业已达到9个，在第三产业中，工业互联网对信息传输、软件和信息技术服务业、批发和零售业以及金融业的赋能作用较为突出，工业互联网对各行业转型升级的赋能作用日益凸显，与各行业融合发展正在向更广范围、更深程度、更高水平迈进。

（一）工业互联网带动第一产业发展情况

农、林、牧、渔业是国民经济的命脉，发展现代农业是我国现代化建设的重要组成部分。《“十四五”推进农业农村现代化规划》中提出，要强化农业科技和装备支撑，推进农业全产业链开发。将数字新技术引入农业生产全过程，能够持续推进农业投入品精准高效利用，促进农业降本增

效、节约增收。如图18所示，据测算，2021年工业互联网带动第一产业的增加值规模为598.57亿元，名义增速为6.61%，预计2022年增加值规模将达到650.73亿元。在带动就业方面，2021年工业互联网带动第一产业就业83.72万人，新增就业人数1.11万人，近年来，工业互联网显著带动了农业领域的发展，但渗透程度依然落后于工业和服务业。

工业互联网赋能农业数字化转型主要体现在，一是工业互联网助力实现全周期监测的动态空间信息系统。工业互联网将遥感、地理信息系统、全球定位系统、计算机技术、通讯和网络技术、自动化技术等高新技术与地理学、农学、植物生理学、土壤学等基础学科有机地结合起来，从而实现在农业生产过程中对农作物、土壤从宏观到微观的实时监测，以实现对农作物发育状况、生长环境进行定期信息获取，生成动态空间信息系统。二是工业互联网可实现仿真模拟、远程维护，降低生产成本。工业互联网通过使用物联网技术，实现远程控制大棚农作物生长环境的温度、湿度以及光照等因素，使农作物的种植更加便捷；同时对农业生产中的现象、过程进行模拟，提升农业资源的利用效率，降低生产成本，提高农产品质量，改善生态环境。三是工业互联网助力实现农产品质量安全溯源。工业互联网能够协助农监中心对农产品抽样检测，并生成准出报告二维码，为农产品质量安全的溯源提供依据。

（二）工业互联网带动第二产业发展情况

第二产业主要包括制造业，采矿业，电力、热力燃气及水生产和供应业，建筑业。工业互联网流淌在工业的基因之上，在第二产业中渗透程度较深，其中，工业互联网对制造业的带动尤为显著。

在制造业，工业互联网是制造业数字化转型的关键支撑，是工业企业通过数字技术助力决策、提质增效的重要抓手，基于工业互联网平台、数据驱动的智能制造、协同制造、虚拟制造等正在成为制造业转型升级的

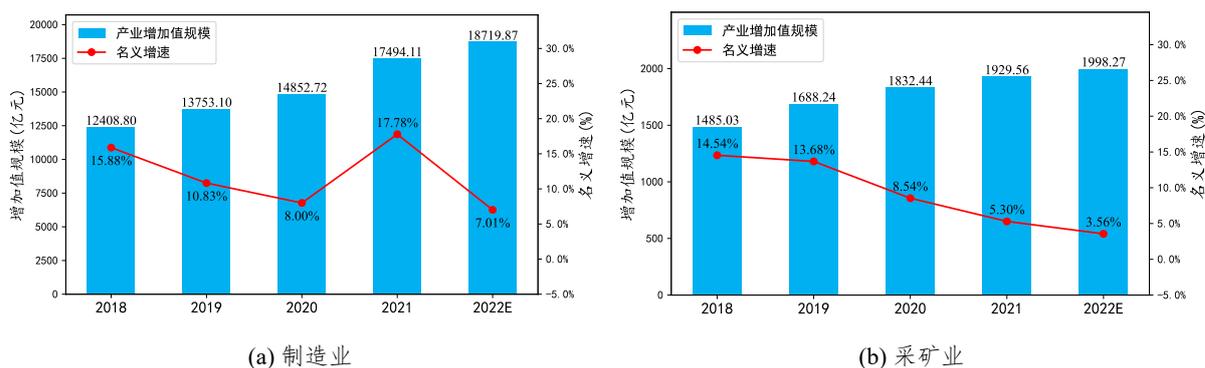


图 19 工业互联网带动制造业、采矿业发展情况

重要路径。如图19a所示，据测算，2021年，工业互联网带动制造业的增加值规模达到1.75万亿元，名义增速为17.78%；带动就业1424.32万人，新增就业142.91万人。预计2022年，工业互联网带动制造业的增加值规模将达到1.87万亿元，新增就业人数41.14万人。近年来国内外疫情反复，对制造业上下游市场的稳定性造成巨大冲击，全球产业链正面临新一轮重构，大国博弈进一步聚焦智能制造，而工业互联网可以渗透至制造流程的各环节，实现高效率、低能耗并行的智能制造。在研发设计方面，虚拟仿真、人工智能等数字技术能显著降低研发成本、提高研发效率，加速科学研究进程与科技成果的工程化、产业化，加快新产品上市速度；在生产制造方面，依托物联网、大数据、工业互联网、人工智能等数字技术，可以实现对设备、生产线、车间乃至整个工厂全方位的无缝对接、智能管控，最大限度地优化工艺参数、提高生产线效率；在品控管理方面，人工智能技术的使用，可以提升质检效率和水平，有效提升良品率。

今年以来国内疫情散发，经济下行压力增大，工业互联网是增强我国制造业产业链韧性、推动价值链跃升的重要抓手。一方面，工业互联网推动制造业全产业链、全价值链的泛在深度互联，支撑构建起全面互联的新型制造体系，打破原有制造体系时间与空间的制约，能够实现跨层级、跨企业、跨行业、跨区域的协同发展新模式，优化创新主体协作模式，极大提高资源利用效率，带动全产业链生产效率提升；另一方面，基于工业

互联网平台形成了以海量数据采集、汇聚、分析为核心的新型制造服务体系，催生智能化生产、预测性维护、质量管控、虚拟仿真等新型生产方式以及规模化定制、服务化延伸等新型服务模式，发展平台经济、共享经济，推动产业链向微笑曲线两端延展，扩大产业链整体价值规模，不断向全球价值链高端环节跃升。

在采矿业，如图19b所示，据测算，2021年工业互联网带动采矿业的增加值规模为1929.56亿元，名义增速达到5.30%，预计2022年，增加值规模为1998.27亿元。在带动就业方面，2021年工业互联网带动采矿业就业人数为133.91万，比2020年减少1.46万人。由于工业互联网能够助力实现危险采矿场所的无人化操作，在此环节的就业岗位有所减少，因此相关就业人数呈现小幅降低态势。采矿业的发展对国民经济发展尤为重要，“5G+工业互联网”加速落地推动了采矿业的革新。其通过5G技术对掘进机、挖煤机、液压支架等综采设备的实时远程操控，实现了对爆破全过程的高清监测与控制，改善采矿业一线工人的工作环境，大幅降低人工作业安全风险；同时，工业互联网在采矿业的应用范围和场景不断延展，如设备协同作业场景的应用，通过搭建5G网络，融合北斗高精度定位、车联网技术等实现了无人矿车的自动驾驶、集群调度实现降本增效、安全生产。工业互联网与采矿业的深度融合不断提高矿山行业安全生产水平，推进以降本增效为核心的产业升级，全面推动矿山行业数字化转型。

在电力、热力燃气及水生产和供应业，如图20a所示，据测算，2021年工业互联网带动电力、热力燃气及水生产和供应业的增加值规模为1170.87亿元，名义增速达到11.40%，预计2022年增加值规模为1248.54亿元。在带动就业方面，2021年工业互联网带动电力、热力燃气及水生产和供应业就业70.33万人，新增就业6.02万人。电力、热力等能源是国民经济的战略物质基础，更是国家安全的重要保障，工业互联网与可再生能源的深

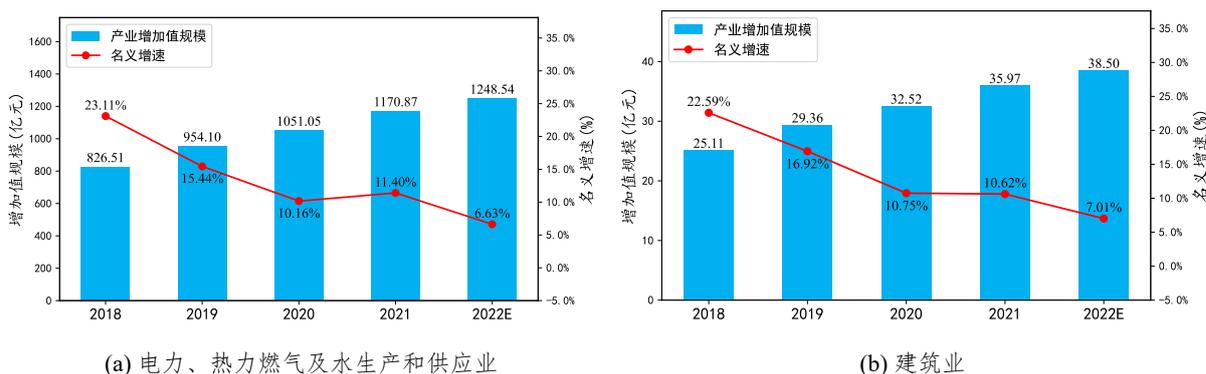


图 20 工业互联网带动电力、热力燃气及水生产和供应业、建筑业发展情况

度融合有助于我国早日实现“碳达峰、碳中和”的目标。工业互联网大力推动能源行业技术创新，通过建设数字化、智能化电网，加强源网荷储间的多元互动协调，助力电源结构清洁绿色转型，实现多元能源的有效互补和高效利用；同时，基于云计算、人工智能、大规模超算等基础，建设多源协同调度系统，优化电网运行模式，大幅度提升系统运行、预测精度，实现电力供需信息的实时匹配和智能化响应，实现电力行业的降本增效，可持续地为社会发展提供更科技、更智慧、更坚实的能源保障。

在建筑业，如图20b所示，据测算，2021年工业互联网带动建筑业的增加值规模为35.97亿元，名义增速达到10.62%，预计2022年增加值规模为38.50亿元。在带动就业方面，2021年工业互联网带动建筑业就业3.57万人，新增就业0.26万人。工业互联网与建筑业的深度融合，是建筑业供给侧结构性改革的重要内容，是建筑业转型升级的重要手段。在产品方面，通过数字孪生技术，“图纸模型”能够细化到构件级的精细化手段，低成本实现高价值，促进交付建筑产品达到工业级品质；在产业管理方面，工业互联网能够贯穿建筑业全要素全产业链各环节，打通工程建设设计、采购、施工、使用和运维的全生命周期，高效整合供给端和需求端信息，系统地实现全产业链的资源优化配置，最大化提升生产效率，提高全行业整体效益水平。

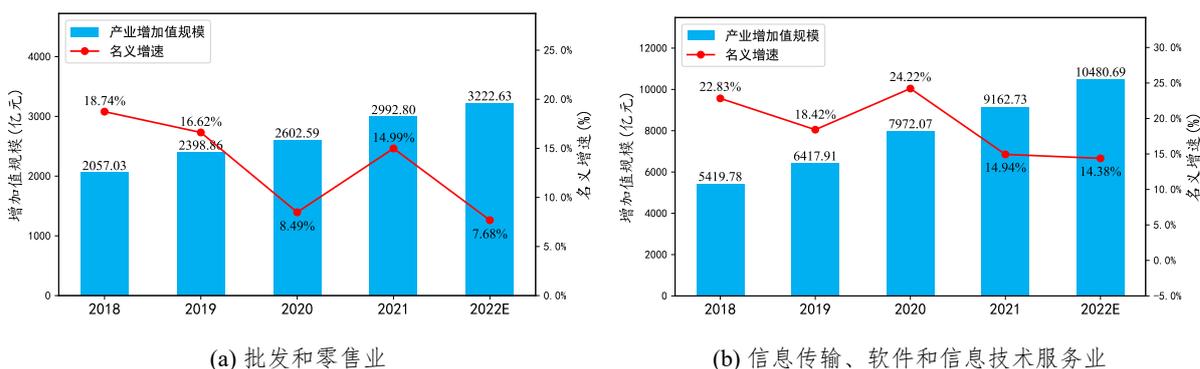


图 21 工业互联网带动批发和零售业、信息传输、软件和信息技术服务业发展情况

（三）工业互联网带动第三产业发展情况

工业互联网对第三产业的影响作用在持续增强。工业互联网和第三产业的深度融合，一方面拓展了第三产业的服务领域，助力经营方式和管理方式的革命性变革；另一方面能够提高企业管理的现代化水平，高效率高效益下为社会生产和生活消费衍生出更加优质、便捷的服务方式。

在批发和零售业，如图21a所示，据测算，2021年工业互联网带动批发和零售业的增加值规模为2992.80亿元，名义增速为14.99%，预计2022年增加值规模为3222.63亿元。在带动就业方面，2021年工业互联网带动批发和零售业就业209.12万人，新增就业人数16.54万人。工业互联网的发展开启批发和零售业新时代。工业互联网推动实现传统零售门店的店铺智能化运营，包括智能变价、商品定位、人员定位和数据采集等。“新零售网购平台”在共享经济下的商业模式的创新，依靠供应、协作，通过互联网+物流，让各环节主体共同参与到平台建设，建立以消费者画像为基础的精准营销和全域营销，实现需求牵引生产的新零售模式。

在信息传输、软件和信息技术服务业，如图21b所示，据测算，2021年工业互联网带动信息传输、软件和信息技术服务业的增加值规模为9162.73亿元，名义增速为14.94%，预计2022年增加值规模将破万亿，达到10480.69亿元。在带动就业方面，2021年工业互联网带动信息传输、软件和信息技术服务业就业342.30万人，新增就业人数21.60万人。工业互联网开拓了

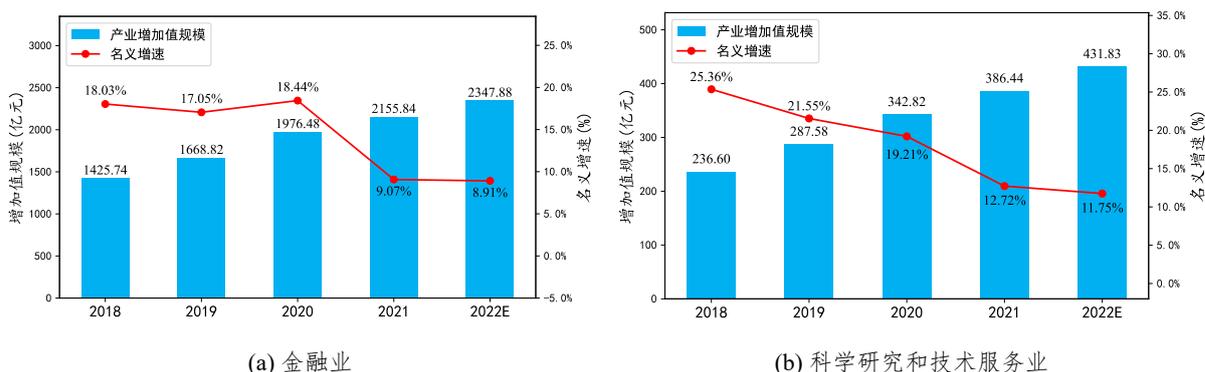


图 22 工业互联网带动金融业、科学研究和技术服务业发展情况

信息技术产业发展新局面。一方面随着信息技术与工业互联网融合创新，对工业装备、工业控制系统、工业软件等领域起到辐射带动作用，进一步壮大信息技术产业的创新生态；另一方面，随着工业互联网覆盖领域持续拓展，带动应用侧企业的设备、产业智能改造成本持续下降，可视化、低代码开发工具不断优化，工业软件和工业 APP 开发运用难度逐渐降低，应用侧企业对数字化产品的需求不断增加，数字化产品更为泛在普及，倒逼信息技术产业提升创新水平与供应能力，带动产业快速发展。

在金融业，如图22a所示，据测算，2021年工业互联网带动金融业的增加值规模为2155.84亿元，名义增速为9.07%，预计2022年增加值规模为2347.88亿元。在带动就业方面，2021年工业互联网带动金融业就业107.59万人，新增就业人数1.76万人。工业互联网在助力金融服务实体经济方面成效显著。未来，工业互联网能够推动现代金融服务的进一步升级，实现融资租赁的专业化、数字化、智能化转型。工业互联网将全面赋能融资租赁业的获客场景、风控场景和设备管理场景走上数字化、智能化，助力租赁企业在更全面把握风险的同时，扩大规模并提高效率，实现更高质量的发展。

在科学研究和技术服务业，如图22b所示，据测算，2021年工业互联网带动科学研究和技术服务业的增加值规模为386.44亿元，名义增速为12.72%，预计2022年增加值规模为431.83亿元。在带动就业方面，2021

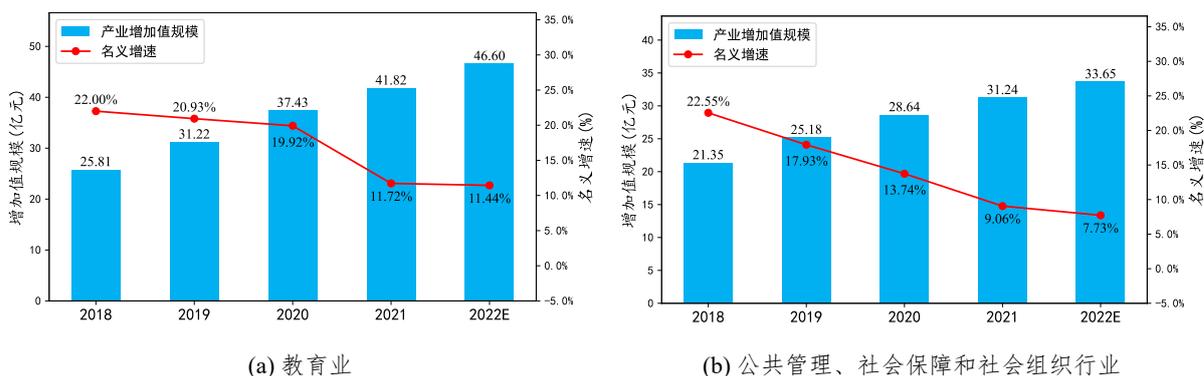


图 23 工业互联网带动教育业、公共管理、社会保障和社会组织行业发展情况

年工业互联网带动科学研究和技术服务业就业 19.17 万人，新增就业人数 1.66 万人。工业互联网的快速发展壮大需要创新技术和产品服务的供给，一方面大量的需求促进科学研究和技术服务业的发展，另一方面工业互联网加快了科学研究与新技术产业化的步伐，将创新成果快速落入市场，加快创新成果的大规模商用进程，保障科学研究的长期性与可持续性。

在教育行业，如图 23a 所示，据测算，2021 年工业互联网带动教育行业的增加值规模为 41.82 亿元，名义增速达到 11.72%；带动就业 2.83 万人，新增就业人数 0.32 万人。预计 2022 年，增加值规模将达到 46.60 亿元。工业互联网通过在教培环节中应用仿真平台、数字孪生等新兴融合技术赋能教育行业，革新教学模式和教育评价体系，推动深度学习、跨界融合、人机协同、助力实现因材施教，构建智能化教育体系。

在公共管理、社会保障和社会组织行业，如图 23b 所示，据测算，2021 年工业互联网带动公共管理、社会保障和社会组织的增加值规模为 31.24 亿元，名义增速达到 9.06%；带动就业 2.11 万人，新增就业 0.15 万人。预计 2022 年，增加值规模将达到 33.65 亿元。工业互联网融合 5G、人工智能、区块链等技术，助力构筑城市信息化高级形态，实现信息化、工业化、城镇化深度融合，实现精细化管理与动态监测，推动智慧城市的建设。

四、 未来趋势篇

（一） 我国工业互联网产业发展趋势洞察

1. 工业互联网关键技术走向自主化、开源化

一是工业互联网核心技术将不断增强自主性。《“十四五”智能制造发展规划》中提到，要加强关键核心技术攻关。2022年政府工作报告中指出，要加快发展工业互联网，培育壮大集成电路、人工智能等数字产业，提升关键软硬件技术创新和供给能力。目前我国工业互联网核心技术在工业芯片、工业控制等基础硬件设施及开源架构体系、高端工业软件方面仍有“卡脖子”的风险，相关数据显示，我国在电力、能源等重点工业领域的芯片自主化不足10%；我国工业控制领域95%以上的高端PLC市场、50%以上的高端DCS市场被国外厂商垄断，95%以上的工业以太网网络设备市场由欧美日企业垄断，随着美国不断加码对我国的科技断供，关键核心技术产品的攻关不断受到重视。二是工业互联网关键技术将逐步开源化。开源开放将是我国工业互联网关键技术“弯道超车”机会，关键技术的开源化可以使得创新链各主体低成本获取知识和提升技术能力，提升共性知识的复用能力，有效降低中小企业工业互联网应用的成本。例如，目前我国工业软件的开发环境正在从封闭、专用的平台逐步走向开放和开源平台。部分厂商通过开发平台，聚集大量产业链生态，利用行业资源针对特定工业需求进行仿真软件的二次开发，从而再度扩展工业仿真功能。

2. 工业互联网发展模式走向平台化、协同化

一是“平台+园区”、“平台+基地”新型融合发展模式加速区域数字化转型一体化进程。产业园区作为各类生产要素聚集的空间形态，在设备上云、新模式培育、产业链协同等方面，具有共性需求大、应用场景丰富等特点，是工业互联网应用推广的重要突破口，也是地方经济发展的重要

要载体。随着工业互联网融合应用加速向资源集聚、创新活跃、信息化能力强的产业园区下沉，“平台+园区”、“平台+基地”等新型融合发展模式加速推动产业链协同创新，带动产业园区企业整体转型升级，构建产业创新共赢发展新生态。二是区域级、行业级工业互联网大数据中心将成为区域协同发展的新引擎。作为工业互联网的重要基础设施，工业互联网大数据中心汇聚海量工业数据，通过数据资源的统一调配实现生产要素的统一调配，助力构建数据作为重要生产要素参与价值创造与分配的流通体系，支撑产业监测分析，赋能企业转型升级，全面保障经济平稳运行。当前，我国正持续推进“1+N”国家工业互联网大数据中心体系建设，加速打造区域级工业互联网大数据分中心和行业大数据分中心，结合地方与行业的需求，建设各类应用服务模块，实现数据互联互通和融合共享。未来，工业互联网大数据中心将进一步推动完善数据确权法律法规规范、建立数据交易交换机制，促进数据要素流通，全面释放数据资源价值，为区域协同创新深度发力。

3. 工业互联网产品服务走向轻量化、安全化

一是工业互联网产品与服务向轻量化、结构化以及低代码开发的方向演进。当前阶段，工业互联网应用存在专业性强、开发流程复杂、成本高、应用门槛高等问题，导致了大部分中小企业对工业互联网的应用望而却步，而低成本、轻量化的解决方案能够降低应用门槛，节约数字化成本，成为中小企业数字化转型的助推器。以工业软件为例，为进一步扩大工业软件产品的应用广度，适应中小企业的数字化转型需要，工业软件相关企业调整产品研发策略，向低代码方向演进。低代码开发平台可以通过可视化的软件功能组建的装配及模型化驱动自动生成代码，通过少量代码快速生成应用程序，为工程师快速开发可用、好用的工业软件提供了良好的开发环境，从而降低开发人力成本，缩短开发时间，提升工业流程业务应

用的研发效率，助力企业实现降本增效、灵活迭代。**二是**随着工业互联网应用的深入、工业上云不断提速和工业数据连接规模扩大，工业互联网安全的重要性日益凸显。其中，工业应用安全、网络安全、工业数据安全以及工业智能产品的安全是重点关注环节。未来，我国将加强体系化的安全规划和布局，工业安全硬件和软件产品、工业安全服务等种类将进一步丰富，工业互联网企业和服务对象的主体责任进一步落实，构筑起我国自主可控的安全产品和服务体系。同时，相关标准组织、产业联盟及国家相关部门也将加速推动在总体规划、平台体系、接口规范、检测体系等各领域的标准制定，引导工业互联网安全产业健康发展。

4. 工业互联网应用赋能走向行业化、场景化

一是工业互联网加速赋能垂直行业。目前工业互联网已渗透国民经济45个行业大类，但同为制造业，石化、钢铁、化工、冶金等流程制造行业以及食品饮料、生物制药等混合制造行业，与装备制造、汽车及零部件、电子、电气等离散制造行业对工业互联网应用的需求差异较大。未来，工业互联网服务商将从单一熟悉的赛道向更多细分领域拓展，面向行业个性化需求，在软件能力提升的同时，更加聚焦工业本身，着力解决工业企业的痛点，带动更多企业转型升级，推动工业互联网向国民经济的“毛细血管”延伸。**二是**工业互联网逐渐渗透至生产全生命周期，场景化应用价值凸显。作为工业业务流程的基本单元，场景的数字化是工业互联网赋能制造业数字化转型的必然途径。未来的数字化转型必将更加深入实际行业关键场景，从痛点切入，聚焦规模大、应用价值高的场景，形成更多技术强、易推广、可复制的场景化解决方案，以场景化应用为牵引，进一步解决部分企业数字化“不会转、不愿转、转不起”的难题，并且逐步推动工业互联网应用渗透到工业生产的全生命周期流程，向生产核心环节深度赋能。

（二）做大做强我国工业互联网的关键举措

党的二十大开启新型工业化发展新征程，工业互联网创新发展随之步入发展新阶段，逐步向应用场景更加丰富、赋能行业更加广泛、应用环节更加深入、产业生态更加完善的方向迈进。面对新阶段、奔赴新征程，仍需进一步细化完善重点任务，聚焦重点行业，扩大融合应用范围，构建协同发展新生态。

1. 强化关键技术产品短板攻关

一是重视“卡脖子”领域的技术攻关。加紧攻关高端可编程逻辑控制器（PLC）、高端传感器、高端分布式控制系统等工业控制领域关键技术，聚力发展CAD、CAE、PLM高端工业软件，培育相关领域领军企业。二是持续提升关键技术产品供给能力。鼓励相关单位在工业以太网设备、时间敏感网络、边缘计算、工控安全等重点领域加快技术攻关，打造智能传感、智能网关、协议转换、工业机理模型库等关键软硬件产品，强化工业互联网安全技术产品研发，打造轻量化、易使用、安全化的数字化产品。三是建立开源创新体系。以开源模式推动工业互联网平台、工业软件的底层技术创新，推动政产学研金各界加强合作，在技术研发、项目孵化、人才培养、商业模式创新等方面形成合力，加快构建开源创新新生态。

2. 持续推进基础设施建设

在网络方面，加快推进企业内外网升级进程，加快高带宽虚拟专网、工业无源光网络（PON）、时间敏感型网络（TSN）、工业以太网等新型工业网络应用，提升工业网络互通能力，推动信息技术（IT）网络与生产控制（OT）网络融合；**在平台方面**，加快推进工业互联网“综合型+特色型+专业型”平台体系化建设，分类分业协同推进，大幅提升平台技术供给质量和应用服务水平；**在数据方面**，持续完善国家工业互联网大数据中心体系，提升聚数能力，优化数据资源供给。加快构建数据要素市场规则，

规范市场主体参与数据交易，探索场内场外相结合的数据交易模式，构建数据资本价值定价机制，建立统一的数据大市场，促进数据要素交易安全流畅；**在安全方面**，加大网络、平台、数据三方面安全技术投入力度，持续增强体系化技术创新能力，构建多层次、覆盖广的国家工业互联网安全保障体系，探索建设工业领域数据安全监管体系，切实提升工业互联网安全基础设施保障水平。

3. 深化工业互联网平台应用

一是持续拓展行业平台应用。聚焦石油石化、汽车、电子信息、钢铁、食品饮料、生物制药等重点行业，鼓励平台企业聚焦行业共性问题重点发力，形成一批行业应用解决方案，持续推动平台在应用中实现功能优化和升级迭代，显著推动行业数字化转型。二是培育工业互联网平台赋能的新模式新业态。鼓励地方因地制宜开展工业互联网平台推广，推动平台进基地、进园区、进集群。推广“平台+园区”、“平台+基地”发展新模式。鼓励平台在产业集聚区落地，建设产业集群数字化转型平台，打造行业级产业大脑、产业集群大脑，助力产业链上下游企业协同创新，提升数字化、网络化、智能化发展水平。鼓励企业、园区探索“平台+双碳”融合应用实践，打造绿色低碳的产业集群，推动园区企业绿色化、智能化改造升级。

4. 构建“一盘棋”协同发展生态

搭建区域级工业互联网公共服务平台，充分发挥工业互联网强势区域的比较优势，向周边地区辐射。打造符合中小企业特点的数字化转型服务平台，鼓励数字化能力强的龙头企业研发产品，形成重点行业的标准化解决方案，引导中小企业应用。通过组建工业互联网创新中心等创新载体、工业互联网平台深度行等系列活动，深化平台应用推广，构建工业互联网场景对接机制，加快供需精准对接。建设工业互联网人才实训基地，

培育“数字化工匠”。鼓励地方建立企业数字化金融扶持政策，降低企业融资门槛，提供综合融资服务，打造企业产融公共服务平台，引导产业基金加大对重点领域的投资。持续推动工业互联网在县域经济、产业园区、中小企业扎根落地，逐步形成工业互联网全国“一盘棋”的发展新格局。



附录一： 参考文献

1. 国家统计局，《2017 年国民经济行业分类（GB/T 4754-2017）》[S]，2017。
2. 国家统计局，《2017 年全国投入产出表》[R]，2017。
3. 工业和信息化部，《2021 年软件和信息技术服务业统计公报》[R]，2021。
4. 工业和信息化部，《2021 年通信业统计公报》[R]，2021。
5. 工业和信息化部，《2021 年电子信息制造业运行情况》[R]，2021。
6. 工业和信息化部，《2022 年 1—8 月份软件和信息技术服务业主要经济指标完成情况表》[R]，2022。

附录二： 测算方案

一、工业互联网对我国 GDP 产出贡献测算

本方案将工业互联网产业对 GDP 的产出贡献分为两个部分：第一部分是与工业互联网直接相关的产业创造的价值称为直接产业增加值 Z^{direct} ，第二部分是工业互联网产业作为中间投入对其他产业间接创造的价值称为渗透产业增加值 $Z^{indirect}$ 。将两部分价值加总作为工业互联网的整体贡献值 Z 。

（一）直接产业增加值的测算

对于直接产业增加值的测算，首先理清工业互联网的概念和边界，采用专家打分、企业调研和定性-定量相结合的方法，确定工业互联网行业与各个子行业⁴的相关系数，以此作为工业互联网产业对经济增长贡献测算的基础和输入。由于 2017 年我国首次提出工业互联网发展战略，投入产出表中的行业门类与工业互联网直接相关的行业主要包括计算机、通信设备、软件服务等 11 个子行业。工业互联网产业对于与之直接相关的行业的经济影响参数值经聘请相关领域专家打分和企业调研等方式，而后根据模糊综合评价法得出相应数值。

针对 2017 年投入产出表中 149 个细分子行业的分析，根据 11 个相关子行业与工业互联网产业的相关系数，分别乘以各个行业的净产出，再加总可以获得工业互联网直接产业增加值。其中，各个行业的净产出为该行业的总投入 X_k 和中间总投入 M_k 的差，这里 k 指 11 个相关子行业中的某一个。令 S_k 为相关系数， Z_{2017}^{direct} 为工业互联网产业对我国经济增长的直接贡献值（也即直接产业增加值），计算公式为：

$$Z_{2017}^{direct} = \sum_k S_k (X_k - M_k)$$

⁴ 子行业指国家统计局公布的投入产出表中的 149 个行业

由于 11 个相关子行业只来自于制造业，信息传输、软件和信息技术服务业两个行业大类⁵，工业互联网的直接产业增加值仅来自于这两个行业。通过对子行业的归类和各行业大类的增加值，可分别计算工业互联网对各行业大类增加值的直接贡献率。

对于 2018-2021 年部分的测算，由于没有 2018-2021 年投入产出表的数据，基于中国统计年鉴中 19 个行业大类历年增加值进行测算。对于缺失的数据，通过线性外推法进行估算。由工业互联网产业对各个大类增加值的直接贡献率和各行业大类增加值，可测算得各年份工业互联网直接产业增加值 Z_n^{direct} 。

（二）渗透产业增加值的测算

对于渗透产业增加值的测算，通过投入产出法可以得到 2017 年工业互联网产业对各个行业大类增加值的贡献及贡献率，进而加总得到 2017 年渗透产业增加值 $Z_{2017}^{indirect}$ 。由于技术的进步，工业互联网行业在各个渗透行业的贡献率并不是一成不变的。通过生产函数法可以计算技术进步对贡献率的影响，即技术进步年度乘子。2018 年及以后渗透行业的贡献率均由年度乘子调整得到。通过渗透行业的贡献率与每年行业大类增加值，可计算得 2018-2021 年渗透产业增加值，记第 n 年渗透产业增加值为 $Z_n^{indirect}$ 。

1. 投入产出法

在投入产出表中，包含了每个子行业对其他子行业的中间投入。事实上，在国民经济行业的运行中，各个行业之间的投入产出关系并不仅仅是线性的一次投入产出的关系，也包含行业之间不断的相互作用和相互影响。例如，工业互联网产业作为中间投入，会显著影响制造业的产出，而制造业的产出中，部分产品作为中间产品又会反哺工业互联网产业。并

⁵ 中国统计年鉴中对 19 个行业大类划分

且以上的过程每时每刻都在国民经济的运行中发生，周而复始。为了刻画以上产业间相互影响的过程，产业经济学中的 Leontief 逆矩阵为测算产业间的相互影响提供了思路和技术路线。

首先定义中间消耗系数矩阵 A ，该矩阵中第 ij 个元素（记为 a_{ij} ）反映的是，行业 j 每有一单位产出，所对应的产业 i 的中间消耗，具体计算如下：

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$$

这里， x_{ij} 是投入产出表“中间产出与消耗矩阵”里面第 i 行和第 j 列的值， X_j 是第 j 个行业的总产出。则该投入产出表的 Leontief 逆矩阵 C 可计算为：

$$C = (I - A)^{-1}$$

其中 I 为单位矩阵，计算出的矩阵 C 的第 i 行和第 j 列的元素记为 C_{ij} 。 C_{ij} 称为 Leontief 逆系数。它表明第 j 个产品部门增加一个单位最终使用时，对第 i 个产品部门的完全需要量。

以上和工业互联网产业直接相关的行业，通过中间产出相互作用的关系，对其他行业的增加值形成影响。为此，分别计算以上各个工业互联网直接行业对其他行业的增加值。令 $k_1, k_2, \dots, k_i, \dots, k_m$ 为 m 个和工业互联网相关的行业（这里是 m 为 11）。但由于相关系数的存在，使得这些行业中部分为工业互联网直接的行业，部分为工业互联网渗透的行业。由此，我们在投入产出表中增加 m 行和 m 列，命名为虚拟的工业互联网子行业，以期方便对间接价值的计算。通过矩阵增广，对应的第 k_i 个工业互联网行业，在增广矩阵之后对应的行或列是 $149 + i$ ，其中 $i \in [1, m]$ 。

矩阵增广的过程，将工业互联网子行业全部单独提出来，设置成 11 个虚拟的纯工业互联网行业，而原始的矩阵全部为非工业互联网行业的

部分。进一步，根据 Leontief 逆矩阵理论，其测算方法如下：

$$\begin{bmatrix} \Delta Y_1 \\ \Delta Y_2 \\ \vdots \\ \Delta Y_{149} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{1,150} \\ C_{2,150} \\ \vdots \\ C_{149,150} \end{bmatrix} \frac{\Delta X_{150}}{C_{150,150}} + \begin{bmatrix} C_{1,151} \\ C_{2,151} \\ \vdots \\ C_{149,151} \end{bmatrix} \frac{\Delta X_{151}}{C_{151,151}} + \dots + \begin{bmatrix} C_{1,160} \\ C_{2,160} \\ \vdots \\ C_{149,160} \end{bmatrix} \frac{\Delta X_{160}}{C_{160,160}}$$

这里， $\Delta X_{150}, \Delta X_{151}, \dots, \Delta X_{160}$ 为 11 个工业互联网行业的投入，具体为：

$$\Delta X_{149+j} = X_{k_j} S_{k_j}, j = 1, 2, \dots, 11$$

以上公式算得了工业互联网直接行业总投入对其他行业总产出的贡献，即由于工业互联网直接行业的投入，其他行业的生产量为 ΔY_i 。这个贡献值除以各个行业的总产出，就得到了对其他行业的定向贡献比，记为 λ_i 。根据算得的 λ_i 可以求出对其他行业的增加值贡献 dz_i ，具体为： $dz_i = \lambda_i(X_i - M_i)$ 。将以上所有行业对应的指标 i 求和，即可得到工业互联网产业的渗透行业的增加值 $Z_{2017}^{indirect}$ 。

2. 生产函数模型

生产函数理论反映了一定条件下要素投入与产出的数量关系。其中，柯布-道格拉斯生产函数最具有普遍性，得到广泛应用。索洛在柯布-道格拉斯生产函数的基础上，增加技术进步对生产的影响，并将其使用范围扩展到对整个宏观经济的研究中，建立了古典经济增长模型。同时，索洛创立“余值法”，以对公式进行微分的方式测算技术进步、资本和劳动的要素贡献率，进一步揭示要素投入与产出的关系，为研究各产业生产规律以及生产要素贡献率提供了方法指导。新古典经济增长模型为：

$$Y = AK^\alpha L^\beta$$

其中， Y 表示产出， A 代表综合技术水平， K 代表物质资本投入， L 代表劳动力资本投入， α 和 β 表示物质资本和人力资本产出的弹性系数， $0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1$ 。

然而，随着社会的变革与科技的进步，工业互联网产业对国民经济发展产生重大影响。为了测算工业互联网产业对经济增长的贡献率，以索洛模型为基础，增加工业互联网产业贡献率对生产函数中技术进步率的影响。令 γ 表示由于工业互联网产业在整个国民经济产出中的贡献占比提升而引起的综合技术水平进步率，则经济增长模型进一步写为：

$$Y = \gamma AK^\alpha L^\beta$$

应用中经网已经发布的 2007-2016 年全国的 GDP 产出 Y ，固定资本投入 K 及劳动投入 L 的十年数据，根据生产函数的形式，可以应用最小二乘法拟合出相应的参数 α ， β 和 A 。具体的拟合公式如下：

$$\ln Y = \ln(\gamma A) + \alpha \ln K + \beta \ln L + \epsilon$$

由于 2017 年我国首次提出工业互联网发展战略，所以在以上十年的拟合中，没有考虑工业互联网产业占比的影响。而后，可以直接应用各年份 Y 、 K 、 L ，计算出上式中的未知参数 γ ，即该年份由于工业互联网产业在整个国民经济产出中的贡献占比提升而引起的综合技术水平进步率。其中未发布的相关数据由线性外推法估计得到。通过当年的综合技术进步率与去年之比，我们可以得到该年份的年度乘子。

（三）2017-2021 年分地区工业互联网产业增加值测算

根据三大产业的行业划分和分行业工业互联网产业增加值测算结果，可以计算出三大产业的工业互联网产业增加值“定向贡献率”，记第 n 年第 j 产业的增加值、工业互联网增加值贡献、“定向贡献率”分别为 GDP_n^j 、

Z_n^j 、 η_n^j , 则 $\eta_n^j = Z_n^j / GDP_n^j$ 。

根据 31 个省市自治区三大产业增加值情况可计算各地区对工业互联网产业增加值的贡献权重。记 i 省份第 j 产业的产出为 GDP_i^j , 则 i 省份第 j 产业在第 n 年对工业互联网产业增加值的贡献权重为 $\omega_{in}^j = \frac{GDP_{in}^j * \eta_n^j}{\sum_{i=1}^{31} GDP_{in}^j * \eta_n^j}$ 。根据各个省市区的权重与当年测算得出的全国工业互联网产业三大产业总体增加值贡献规模, 可以得到各省市自治区三大产业工业互联网产业增加值规模。

$$Z_{in}^j = Z_n^j * \omega_{in}^j$$

二、工业互联网对我国就业带动贡献测算

就业部分测算分为两部分, 第一部分为对工业互联网产业分地区带动就业人数进行测算, 通过加总得到其对我国就业整体带动量。第二部分通过工业互联网产业对各个行业增加值的贡献, 进一步测算各个行业的带动就业人数。

(一) 分地区带动就业人数的测算

由于各地区之间发展的差异, 其劳动生产率也有较大差别。通过各地区历年的 GDP 数据和就业人数, 计算得到各地区的平均劳动生产率。记 Pro_{in}^j 为我国第 n 年 i 省市自治区第 j 产业的平均劳动生产率, GDP_{in}^j 为我国第 n 年 i 省市自治区的 GDP, L_{in}^j 为我国第 n 年 i 省市自治区第 j 产业的就业人数, 则分产业平均劳动生产率计算公式为:

$$Pro_{in}^j = GDP_{in}^j / L_{in}^j$$

记 2017-2022 年第 i 个省市自治区第 j 产业工业互联网产业整体增加值为 Z_{in}^j , 结合 2017-2022 年第 i 个省市自治区第 j 产业平均劳动生产率 Pro_{in}^j , 可

以得到 2017-2022 年 31 省市工业工业互联网产业带动的分产业就业人数：

$$E_{in}^j = Z_{in}^j / Pro_{in}^j$$

各省带动的总就业人数为：

$$E_{in} = \sum_{j=1}^3 E_{in}^j$$

（二）全国带动就业人数测算

通过对所有省市带动就业人数加总，可以得到 2017-2022 年全国带动就业人数为：

$$E_n = \sum_{i=1}^{31} E_{in}$$

（三）全国分行业带动就业人数测算

通过 2017-2022 年分产业平均劳动生产率 Pro_n^j 和工业互联网产业带动的 m 行业增加值贡献 Z_{mn} ，可以计算得到工业互联网产业在 m 行业中带动的就业人数，具体计算方法为：

$$E_{mn} = Z_{mn} / Pro_{mn}^j$$

其中， Pro_{mn}^j 为根据三大产业的行业划分， m 行业所对应的第 j 产业的劳动生产效率 Pro_n^j 。

（四）直接产业和渗透产业带动就业人数测算

通过 2017-2022 年分产业平均劳动生产率 Pro_n^j 和每年工业互联网产业 m 个行业的直接增加值 Z_{mn}^{direct} 和渗透增加值 $Z_{mn}^{indirect}$ ，可以计算得到工业互联网产业在第 m 个行业直接带动就业人数 E_{mn}^{direct} 和渗透带动就业人

数 $E_{mn}^{idirect}$ ，具体计算方法分别为：

$$E_{mn}^{direct} = Z_{mn}^{direct} / Pro_{mn}^j$$

$$E_{mn}^{idirect} = Z_{mn}^{idirect} / Pro_{mn}^j$$



后记

自2017年国务院发布《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》以来，工业互联网产业发展取得长足进步，产业格局初步形成，融合应用生态日趋完善。工业互联网已成为数字化领域最为活跃的“生产力源泉”，赋能千行百业，为经济社会高质量发展、推进中国式现代化深度发力。

中国工业互联网研究院已连续三年发布《中国工业互联网产业经济发展白皮书》系列，2022年版本增添了对工业互联网直接（核心）产业网络、平台、安全、数据四大方面的测算，梳理了相关产业的发展现状，详细阐述了全国重点区域、各省市和各行业依托工业互联网所取得的社会发展成果，归纳整理了部分地区的工业互联网发展经验，并对下一阶段工业互联网产业的发展进行了预测和展望，以期为工业互联网产业发展、融合应用、区域发展提供参考。

稳舵定锚行致远，奋楫扬帆谱新篇。站在新的起点，我们将深入贯彻党的二十大精神，落实党中央关于加快工业互联网发展的决策部署，奋创新之楫，扬实干之帆，集聚各方智慧，共同探索工业互联网的“中国方案”，彰显数字化转型的“中国活力”。

中国工业互联网研究院

地址：北京市朝阳区利泽西街6号院2号楼

邮政编码：100102

联系电话：010-87901329

传真：010-68209697

网址：www.china-aii.com

邮箱：qibingxin@china-aii.com

zhuguowei@china-aii.com

