
推进新一代信息技术与上海制造业 的深度融合发展

张亚军¹ 李嘉琪²¹

(1. 上海发展战略研究所 200032;

2. 上海对外经贸大学 201620)

【摘要】: 上海新一代信息技术与制造业融合已取得一系列成效。为深入推进上海新一代信息技术与制造业融合发展, 针对目前新一代信息技术与制造业深度融合存在的主要短板和问题, 上海应有效扩大产业规模, 提升资源要素的配置和供给能力, 进一步完善产业链布局, 进一步优化产业发展环境。

【关键词】: 新一代信息技术 制造业 智能制造 产业融合

【中图分类号】: F262. 51 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1005-1309 (2022) 03-0023-007

一、上海新一代信息技术与制造业深度融合发展的现实基础

自“十五”时期开始, 上海持续推进工业化和信息化融合发展。尤其是近年来, 国家不断出台法律法规和政策支持高端装备制造行业健康、良性发展, 智能制造发展得到了国家政策的大力鼓励与支持。在此背景下, 上海新一代信息技术与制造业深度融合方面呈现出产业规模全国领先、产业要素加速汇聚、重点领域深化发展、产业环境不断优化的态势。

(一) 产业规模全国领先

根据《世界智能制造中心发展趋势报告(2019)》数据统计, 2018 年上海智能制造相关企业总数超 5000 家, 企业总数列全国第 3 位; 实现产值 23128. 78 亿元, 列全国第 3 位; 智能制造企业全年纳税额超 1500 亿元, 列全国第 2 位; 上海智能制造企业占制造类企业数量比例超过 75%, 列全国第 1 位。

(二) 产业要素加速集聚

一是核心技术不断突破。上海一大批智能制造装备和工业软件实现了国内自主设计研发与生产, 实现国际首台、进口替代的装备占比超过 30%。在感知层方面, 科博达通过信息化与工业化的高度融合, 将 MES 系统与 ERP 系统、WMS 系统、PDM 系统进行集成, 实现实时的产线数据采集与分析功能, 探索出适合自身汽车电子产品智能化生产的道路。在网络层方面, 华兴数字立足工业 4. 0 与机械制造深度融合的先锋角色定位, 积极打造国内首个以工业物联网智能控制技术为基础的工程机械装备智能化信息

作者简介: 张亚军, 经济学博士, 上海发展战略研究所经济战略研究部助理研究员。李嘉琪, 上海对外经贸大学经济学硕士研究生。

服务平台，在实现智能制造互联的基础上，实现主机厂、代理商、设备机主等多方共赢。在执行层方面，沈机智能的 i5 数控系统，突破了高档数控机床数控系统运动控制等关键技术，实现机床的智能操作、智能加工、智能维护、智能管理等功能。

二是人才队伍不断扩大。上海智能制造技术人才数量达 104 万人，居全国第 1 位。以人工智能领域为例，国内人工智能领域人才数量上海的占比超过 1/3，图灵奖得主姚期智、微软亚洲研究院院长洪小文、商汤科技创始人汤晓鸥等一批国际顶级人工智能专家落户上海发展。此外，上海还进行了“十佳优秀首席信息官”评选，企(事)业首席信息官通过信息技术推动传统产业转型升级，促进信息化与工业化融合，其纽带与桥梁作用尤显突出。

三是基金支持力度不断增强。近年来，上海对于智能制造相关产业的基金支持力度不断增大，从 2015 年起，陆续设立了 4 个智能制造支持引导类基金，总投入 200 亿元。

(三)重点领域深化发展

上海在工业机器人、数控机床、智能工厂、工业互联网等智能制造重点发展的领域均取得突破性发展。

一是在工业机器人领域，上海工业机器人产量占全球规模的 1/9，国际机器人“四大家族”的中国总部或机器人总部均设在上海；国内机器人领军企业新时达、新松、科大智能等纷纷在上海扩大投资布局，其中总投资 6.9 亿元、年产万台工业机器人的上海新时达智能工厂于 2020 年在嘉定投产；小 i、达闼、高仙、钛米等一批细分领域的头部企业快速成长，其中达闼机器人在上海的智能柔性关节 SCA 生产及机器人产线已进入量产阶段，钛米的数百台、近十款医疗机器人产品已应用到国内 200 多家大型三甲医院。

二是在数控机床领域，上海集聚了上海电气、上海机电、上海拓璞等国内数控机床骨干企业。2018 年，上机数控、亚威机床、华明装备在全国数控机床市场的占有率排名分别为第 6 位、第 7 位和第 9 位，市场占有率总计约 20%。上海机床厂专注于高端磨床，新力机器厂、拓璞数控聚焦航空航天专用加工装备。

三是在智能工厂领域，2020 年，上汽大众汽车有限公司(MEB 智能工厂)、上海新时达机器人有限公司(机器人智能工厂)、中国商飞上海飞机制造有限公司(航空零部件数控智能工厂)、上海联影医疗科技有限公司(高端医疗影像设备智能工厂)等 20 家智能工厂获得首批授牌，涵盖汽车、电子信息、高端装备、航空航天、生物医药、绿色化工、新材料、快消品、节能环保等行业。

四是在系统解决方案供应商领域，2020 年，上海联通获“2020 中国智能制造杰出集成商”，旗下产品“联擎-5G 全连接工厂平台”获“2020 中国智能制造优秀推荐产品暨解决方案”；上海船舶工艺研究所、上海电机系统节能工程技术研究中心有限公司入选工信部 2020 智能制造系统解决方案供应商名单。

五是在工业互联网领域，上海推动了集成电路、生物医药、汽车、钢铁化工、航天航空等重点领域 300 多家企业创新应用，平均降本 7.3%、提质 6.1%、增效 9.2%，并带动 10 万家中小企业上云上平台，培育了宝信、上海电气等 15 个有行业影响力的工业互联网平台。

(四)产业环境不断优化

《中国制造 2025》出台以来，上海出台了《关于上海创新智能制造应用模式和机制的实施意见》等一系列智能制造支持政策，为智能制造产业发展从创新机制、重点领域、主要任务等层面指明了方向。

上海初步形成了以智能制造产业协会为引领的主体多、层次多、宽领域、跨区域的平台服务体系。一是上海市智能制造产业

协会通过汇聚社会各方力量，促进了系统解决方案供应商、智能装备研制商、工业软件开发商之间的对接合作。二是上海智能制造研发与转化功能型平台重点开展了智能制造产业共性技术、核心技术装备、系统解决方案和集成、成果转化、标准研究与验证等促进智能制造技术和产业发展的共性需求能力建设。三是上海智能制造产业技术创新战略联盟通过对接中国智能制造系统解决方案供应商联盟等方式，为上海系统解决方案供应商的内外交流、市场对接搭建了桥梁。四是上海工博会等世界级博览会以其全球影响力和实力为全球科技创新交流提供平台。

二、上海新一代信息技术与制造业深度融合发展面临的问题

上海新一代信息技术与制造业融合虽已取得一系列成效，但与产业发展核心要求相比，产业规模仍有待进一步扩大，要素供给能力有待进一步提升，产业链布局有待进一步完善，产业环境有待进一步优化。

（一）产业规模有待进一步扩大

上海产业规模相比发达国家还有待进一步扩大，上海制造领域虽然有上海汽车、上海电气、振华重工等一批领军企业，但与上海吸引入驻的微软、诺基亚贝尔等国际顶尖的智能制造系统解决方案供应商相比，与世界的头部企业相比，上海本土的智能制造企业在规模、技术水平以及综合能力等方面仍存在一定差距。

（二）要素供给能力有待进一步提升

1. 基础原料、关键器件和核心技术等“卡脖子”问题突出

基础原料和关键器件方面，根据上海市进出口产品数据细分情况，按照集中度 $CRI > 30\%$ 的标准，上海存在 35 项可能被“卡脖子”的产品，且主要集中在美日等签署“瓦森纳”协议的发达国家。排名前 5 位的是高强度不锈钢、光刻胶、重型燃气轮机、高端电容电阻和航空钢材。目前，美国在出口管制领域已形成一套由多机构协同办公的全面管制体系，出口管制主要集中在新一代信息技术、高端装备、航空航天、海洋工程、先进材料等领域 100 多项产品。在新一代信息技术领域中，主要包括集成电路、微波和毫米波电子设电子元器件、半导体制造装备、通信系统及装备等产业链上下游产品；在高端装备领域中，主要涉及先进制造加工车床、机器人等精密仪器设备；在航空航天领域中，涵盖导航设备、航天火箭、航空发动机等，这些均是上海现在及未来重点关注和发展的产业领域。在关键技术领域，除了智能制造装备和制造生产的重要基础技术还依赖进口，许多重要装备和制造过程尚未掌握系统设计与核心制造技术，上海掌握的核心技术仍十分有限。尤其是制造业对国外工业软件形成长期依赖，关键工艺流程和工业技术数据缺乏长期研发积累，技术空心化情况突出。

2. 高端人才和熟练技术工人供给不足

一是缺乏既懂信息技术又懂生产制造过程的复合型高端人才，涉及智能制造相关标准制定、国际谈判、法律法规等方面的高级专业人才更是少之又少。二是制造业熟练工人的流失率较高。每年的制造业技术工人流失量约十三四万人，制造业与新一代信息技术融合实现智能发展后，企业仍然需要技术型工人，特别是能够独立操作各种智能设备的工人和维修机器的高级技术人员。

（三）产业链布局有待进一步完善

1. 产业链整体较为薄弱

一是创新能力较低。不少智能制造企业还停留在模仿、装配低价竞争阶段，对自身高新技术研究与开发的支持力度不够，技术原创性较差，企业自主创新能力不强，忽视培育包括专利、知识产权在内的核心竞争力。二是上下游协同不足。智能制造产业

上下游之间不信任现象突出，智能制造企业不采购本地设备，本地设备不使用本地零部件配套，零部件企业不使用本地原材料等情况比较突出。

2. 工业互联网建设尚处于起步阶段

一是边缘侧的数据采集难度较大。由于企业的数字化层次不一、各种装备接口标准不一、数据不开放、数据格式形式多样、数据兼容性差等因素，实践中工业数据采集采集门槛高、采集难度大。二是云计算的数据处理困难较多。一方面，由于边缘侧采集的工业数据多为原始数据，需要进一步处理、分析后才能使用；另一方面，面对各类复杂的工业场景，难以为人工智能算法提供有效的数据模型和算法理论，从而制约了工业互联网平台的深度应用开发。三是工业 App 建设能力相对较弱。目前，支撑工业互联网平台发展的一些通用开源软件基本上由国外企业主导，我国工业互联网平台的参与度和掌控度不高。四是亟待完善互联互通相关监管政策和标准规范。需要制定生产内网与生产外网之间互联互通的监管政策和接入规范、企业生产数据的确权、交易和保护政策，以实现工业数据的价值流通。

3. 系统集成解决方案供给堪忧

一是智能制造供给体系质量不高。智能制造是硬件与软件融合、制造与服务融合、新技术与新模式融合的先进生产方式。发展智能制造，缺少对智能制造急需基础零部件、关键技术装备、智能软件、系统集成等产业链上下游一体化推进的专项支持。目前针对智能制造的市级专项经费支持，分散于工业互联网、技术改造专项，没有形成政策合力。二是智能制造系统解决方案供给能力不足。一方面由于智能制造技术的复杂性，用户企业无法依靠自身的力量，独立完成智能化升级。另一方面由于行业差异性较大，需要定制化服务方案。现阶段，上海的智能制造系统解决方案供应商还存在缺少行业龙头、综合服务能力不强、核心竞争力不足等问题。

(四) 产业环境有待进一步优化

1. 产学研协同合作水平有待提高

图 1 展示了国内城市中企业和各申请主体之间合作专利数量占比情况。可以发现，上海的企业间合作列第 5 位，企业与高校合作列第 5 位，企业与研究所合作列第 8 位。上海专利申请量 TOP50 的主体合作网络明显缺乏合作广度和深度，人工智能专利对接产业更为单一，这说明上海产学研之间的融合仍有所欠缺。

2. 中小企业融资困难

上海的产业资金大多集中在国企和大型生产制造公司，如商飞、上汽等公司，而上海的金融资本对中小企业关注度不高，无论是银行还是政府支持性基金，一般都注重考核企业盈利水平，大多要求在固定资产担保的基础上上浮利率，尤其对风险较高的民营企业研发用途融资条件更为苛刻，这加剧了中小企业融资难、融资贵问题。

3. 城市周边协同作用效果有限

上海周边城市虽在一定程度上分担了上海智能制造产业发展的部分功能，但未能形成很好的补充作用。一是主体功能区划分不细，对于各个地区智能制造领域重点发展和优化的方向并不明确。二是智能制造产业要素自由流动面临诸多行政制约，在智能制造产业的市场准入、行业监管、资质认定、信用评价、税费减免、财政补贴、社会保障等方面，周边城市之间都有所不同。三是缺乏跨行政区的协调机制，各地智能制造产业协会基本局限在各自行政区内，跨区一体化发展受到限制。

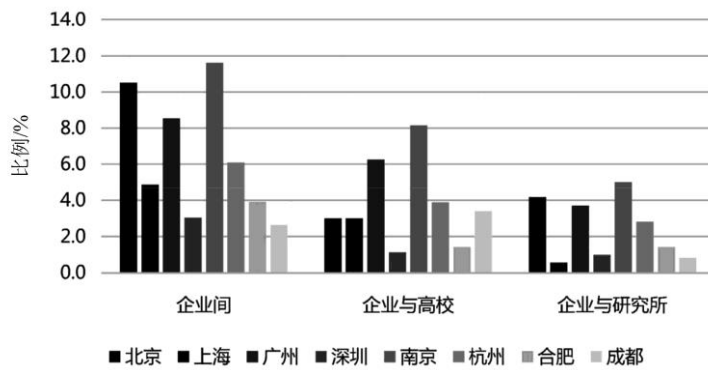


图 1 国内部分城市企业与各申请主体之间的情况

资料来源：许鑫《上海产业大数据与产业链水平提升》。

三、推进新一代信息技术与制造业深度融合发展的对策建议

为进一步推进上海新一代信息技术与制造业深度融合发展，针对目前新一代信息技术与制造业深度融合存在的主要短板和问题，上海应有效扩大产业规模，提升资源要素的配置和供给能力，完善产业链布局，优化产业发展环境。

（一）加快领军企业培育，更好地发挥头部企业的引领作用

一是鼓励和引导智能制造头部企业加大自主研发力度，尤其要发挥国有企业原始创新和技术积累的优势，将其作为新型举国体制的主要载体，聚焦具有决定性、枢纽性、通用性、前瞻性的重大关键技术进行研发，提升其在国内和国际上的竞争力、影响力。二是梳理并制定智能制造相关重点企业清单，以合作、合资、兼并重组等方式整合创新资源，鼓励搭建公共性基础实验平台，并联合中小企业共同制定新技术标准，加大在产业链内共同技术标准的推行力度。三是积极鼓励国家与地方科研院所、大专院校、高技术园区与智能制造领军企业组建专业性创新平台或创新联盟。

（二）大力发展智能制造重点领域中小微企业

一是在杨浦、徐汇滨江等优势地段集中打造一批符合智能制造产业发展方向、关联带动力强的中小企业创业园，为科技创新型民营企业进一步提供创新产品与服务的消费市场及应用场景支撑，促进更多智能制造中小微企业聚集、裂变、生长。二是推广以产业链关键技术为纽带的“龙头+孵化”发展模式，促进中小微企业融通发展。以大型龙头企业(如上汽、宝武、电气、华谊、昌硕、广达、沪东中华等)为引领，鼓励核心企业开放应用场景、发布技术攻关需求，带动产业链上下游配套中小企业发展。三是大力支持智能重点领域的隐形冠军发展，制定跟踪培养计划，助力其国内外市场开拓，推动相关产品对于国外产品的替代，减少产业链对于国外产品的依赖。四是支持中小企业精细化发展的价值导向，借助打造上海品牌的机遇，培育和表彰一批专注于细分市场、技术和产品的单项冠军，鼓励智能制造中小企业以专业化分工、服务外包、定制化生产等方式与大企业建立稳定的合作关系。

（三）加强关键技术的攻关

一是加快建设国际领先的技术研究中心。聚焦新能源车、机器人、数控机床等重点领域，整合相关力量设立智能制造研究中心，着力推动数字化制造共性技术取得突破，协同企业推进高端数控机床、工业机器人等技术装备的自主技术攻关和产业化规模

应用。二是建设以企业为主导的工业数字化研发机构。支持由制造业领域优势企业牵头，成立市场化运作的工业数字化研发机构。聚焦区块链、5G 等新一代信息技术研发攻关，大力研发和推广应用国产工业软件，加快工业软件行业标准研究和制定，推进智能工业软件综合集成应用。

(四) 建设梯度化专业队伍

一是大力引进制造业和新兴技术领域全球人才。围绕智能制造产业发展对核心人才的需求，制定制造业和新兴技术领域全球人才引进专项计划，完善高层次人才引进政策和全链条服务。二是加快优化技术人才培养体系。推动高校教育体系改革，着力加强研究型和技能型人才培养，优化调整现行教学模式，鼓励新兴技术学科设立，推广建立跨学科、问题导向的培养体系。完善职业认证等级制度，提升技能型人才的社会地位，规范职业教育与培训市场环境。三是对科研人才和技术工人进行分类施策。研究制定智能制造人才分类落户政策，对技术工人和科研人员制定不同的落户标准和要求。针对核心科研人才，提供国家级实验室及相关科研设施配套，以及宜业宜居的生活性配套服务；吸纳技术工人，要突出其技能重要性、技术紧缺性等因素。四是鼓励建立一批智能制造实训基地。从思想认识、管理理念、技术操作等不同维度对企业员工进行综合训练和辅导，将培养高质量技术人才作为一项长期工作。

(五) 大力实施强链补链行动计划

一是在开放合作中形成更强创新力和更具安全韧性的智能制造产业链。聚焦智能制造产业链关键环节，开展全球产业链招商，提高智能制造产业链的本地化生产程度。发挥临港新片区投资贸易自由化优势，试点进一步缩减外商投资准入负面清单，促进国际高端智能制造资本、技术、人才等要素集聚。进一步放宽智能制造重点领域外资准入限制，进一步吸引外商投资智能制造重点领域技术开发和应用。针对在新冠肺炎疫情影响下分布式供应链取代集中式供应链的趋势，加快发展产业高端创新和离岸贸易等枢纽功能，提高智能制造产业技术层级，增强嵌入全球产业链和供应链的黏性。二是针对智能制造产业链薄弱环节，进一步促进产业投资增长。依托上海自贸试验区及临港新片区、虹桥商务区等重点区域，围绕智能制造重点领域，加强与世界财富 500 强和行业领军企业的合作，积极引进投资项目填补智能制造产业链空白和薄弱环节。加大开放力度，吸引更多全球和亚太地区营运总部，培育研发、资管等关键功能。三是推动智能制造产业链向上下游两端延伸。支持宝山、金山、嘉定等区依托机器人产业延伸引入工业软件、系统集成优质项目，依托新型智能上游产业向消费电子等下游领域渗透，通过拉长智能制造产业链条提升技术层级。

(六) 加快工业互联网发展

一是夯实产业基础，突破关键技术短板。统筹整合产学研用优势资源，着力突破高端工业网络设备和控制设备、高性能传感器等关键技术短板。同时，分类分层次定义边缘层数据采集的标准规范，开放数据接口，着力提高边缘侧的数据采集能力。二是鼓励创新引领，打造共性技术基础。为开发社区和开源项目提供支持，指导有关企业建立设备协议兼容的开放源码社区，开放各种标准兼容、协议转换技术，实现多源设备、异构系统间工业数据的有序流动。建立开放的行业知识开放源代码社区，引导工业互联网平台企业开放开发工具、知识组件、算法组件，构建开放共享、资源丰富、创新活跃的工业 APP 开发生态。三是强化示范引领，发挥标杆辐射作用。从工业互联网体系的标准体系和安全体系的实践检验看，建议尽量选择具有代表性的产业链较完整的行业，以及有一定生产规模的企业进行试点应用。一方面可以检验工业互联网系统标准的适用性、工业互联网平台的互连能力，衡量工业互联网安全体系防范水平，另一方面通过试点进一步完善工业互联网系统标准的适用性。通过试点，探索面向机械设备运行优化、生产运营决策优化、企业和用户交互以及产品服务优化的全产业链、全价值链等闭环应用模型的建立，积累数据处理、数据模型和机理模型的经验，为工业互联网的普及应用起到示范作用。四是完善监管体系，筑牢安全发展屏障。完善工业互联网安全管理法律法规体系，建立满足设备、控制、网络、平台、数据等安全要求的多层次技术防控体系，加强平台和数据安全监督检查和风险评估，全面提升产业安全保障能力，实现各工业互联网平台之间的互联互通、信息共享、信息安全保护等安全保障。

(七)加大对中小企业的金融扶持力度

一是创新中小企业信用评价体系。充分发挥区块链等新一代信息技术的支撑作用,利用综合评价方法,实现对智能制造中小企业信用风险的充分评价,有效消除对智能制造中小企业的“信用歧视”。二是建立融资平台,拓宽中小企业融资渠道。发展金融众筹、互联网金融等科技融资创新平台,推动金融机构和制造企业设立金融租赁公司,面向智能制造中小企业建立一站式科技金融服务中心,解决中小企业融资难问题,助推中小企业发展。三是强化政府资金的精准高效支持。统筹安排各项财政资金资源,加强各部门联动,形成以产业、项目为导向,牵头部门评估支持,相关部门跟进配套的政策支持体系,加快形成对智能制造核心优势项目的政策支持合力。更好地发挥市场化机制作用,逐步推动智能制造产业专项资金变为智能制造产业基金,更好地对接风险投资,投贷联动;按照产业生命周期不同阶段实施差异化支持,全面覆盖技术创新和产业发展全生命周期(前沿基础研究—共性技术研发—产业化—市场开拓),形成链式资助促进创新链与产业链融合。建立以国资为主导的智能制造技术策源重大专项基金,面向智能制造核心技术攻关、智能制造产业链集成创新予以资金支持,帮助成长性好、潜力强的智能制造企业渡过巨额研发投入培育期。

(八)推进长三角一体化建设

一是促进体系衔接。在新一代信息技术与制造业深度融合的资源体系、标准体系、监管体系建设方面,实现有效衔接,消除市场壁垒和体制机制障碍,加快探索智能制造协同创新机制,共建长三角地区智能制造协同创新网络和服务平台。二是优化产业空间。考虑到长三角各地区资源禀赋、产业基础等因素,需进一步发挥上海的龙头作用、浙江的数字优势、江苏的制造业优势、安徽承接产业的优势,四地共同推动智能制造高质量发展。三是部署一批跨区域智能制造合作项目。依托 G60 科创走廊、张江长三角科技城等平台载体,推进跨区域智能制造示范区建设,实施一批智能制造区域合作重大工程和重点项目。参照中国商飞依托 G60 科创走廊平台,在长三角范围内促进大飞机供应链精准对接、推进重大技术联合攻关这一做法,推动三省一市在智能制造重点领域切实加强产业链网络式合作。在已有长江流域园区合作联盟与长江流域智能制造与机器人产业联盟的基础上,以机器人、数控机床等具备较好产业链协同条件的产业为重点,进一步深化研发、设计、生产等环节联动,开展合作项目布局。鼓励和支持智能制造等行业龙头企业开展跨区域兼并重组,优化跨区域生产力布局。

参考文献:

[1]标准排名城市研究院.世界智能制造中心发展趋势报告(2019)[N].2019-05-24.

[2]26 特色园区跟踪调研.中期成果④上海智能制造技术升级对策[N].澎湃新闻,2021-03-02.

[3]OFweek 智能制造.2020 年智能制造系统解决方案供应商,工信部就认这 54 家[N].<https://www.ofweek.com/im/2020-08/ART-201929-8120-30451886.html>.

[4]观察者网.上海工业机器人产量占全球规模的 1/9[N].2021-01-05.https://www.guancha.cn/politics/2021-01-05_576792.shtml.

[5]猎聘大数据研究院.人才净流入率上海落后了?恐怕还要看绝对数量和质量[N].澎湃新闻,2020-08-07.

[6]钱智,史晓琛.新形势下上海智能制造发展瓶颈与对策[J].科学发展,2018(10).

[7]许鑫.上海产业大数据与产业链水平提升[J].科学发展,2020(10).

-
- [8] 计世研究院. 重点行业工业互联网应用进展和发展建议[N]. 人民邮电报, 2020-12-04.
- [9] 芮明杰. 高端服务与先进制造融合发展, 推动上海经济新增长[N]. 第一财经, 2020-05-19.
- [10] 上海市人民政府发展研究中心, 上海发展战略研究所. 上海强化高端产业引领功能研究[M]. 上海: 格致出版社, 2021.
- [11] 李燕. 工业互联网平台发展的制约因素与推进策略[J]. 改革, 2019(10):35-44.
- [12] 杨帅. 工业 4.0 与工业互联网: 比较、启示与应对策略[J]. 当代财经, 2015(8):99-107.
- [13] 杨志波. 我国智能制造发展趋势及政策支持体系研究[J]. 中州学刊, 2017(5):31-36.
- [14] 世界智能大会[EB/OL]. <https://2021.wicongress.org.cn/zh>.
- [15] 余晓晖. 信通院: 推进新一代信息技术与制造业融合应用加快实体经济数字化转型[N]. 中国电子报, 2021-05-25.
- [16] 中国政府网. 工业互联网是新一代信息技术与制造业深度融合的新兴产物[EB/OL]. http://www.gov.cn/xinwen/2017-11/03/content_5237010.htm.