上海智能制造向系统化高端化升级的路径与对策

崔园园 张云伟¹

(上海发展战略研究所 200032)

【摘要】 上海持续深化新一代信息技术与制造业的融合发展，致力于打造全国智能制造的“应用高地”“核心技术策源地”和“系统解决方案输出地”，但也存在企业系统集成能力有待进一步提升、基础优势资源有待进一步挖掘、促进智能制造升级的生态体系有待进一步完善等问题。未来上海应聚力引进和培育国内外龙头企业，促进多主体、跨区域协同创新，聚焦智能制造生态培育，进一步推动上海制造业智能化、高端化升级，更好地发挥上海智能制造辐射长三角、服务全国的示范引领作用。

【关键词】 智能制造 高端化转型 系统集成

【中图分类号】 :F127.51 **【文献标识码】** :A **【文章编号】** :1005-1309(2021)07-0027-011

一、智能制造是世界各国抢夺全球产业链控制权的“杀手锏”

(一) 智能制造是各国巩固和提振制造业竞争力的战略要点

智能制造是新一代信息技术与制造业融合的产物，是世界前沿科技应用的系统集成，始终代表着制造业转型发展的方向，因此成为各国抢抓新一代信息技术变革机遇、抢占全球高端制造业及制造业高端环节、抢夺全球产业链控制权、保障产业链供应链安全的关键利器。

20 世纪末，美国、日本等国家为巩固其在制造业和信息领域形成的霸主地位，纷纷试水制造业与信息化的融合，推动传统制造业升级、寻求先进制造业发展的新路径。例如，美国执行鼓励智能制造等重大关键技术研发的新技术政策，日本倡导发起“智能制造系统”的国际合作计划，欧盟启动对信息技术、先进制造技术等 39 项核心技术的研发支持计划。我国也在 1980 年代开展了“智能模拟”课题研究，取得了一批基础性成果。这一阶段，智能制造发展的关键在于 WLAN、互联网、CAD 等信息技术引领下的工业软件在制造业生产环节的应用，推动了制造业要素利用率和生产效率的提升。

进入 21 世纪，智能制造对于发展先进制造业、重塑实体经济竞争力、拉动经济增长的重要作用成为世界各国的普遍共识。美国、德国、日本、法国等全球制造业强国积极布局智能制造发展计划，以确保其在全球制造业高端环节的领先地位，如美国的“先进制造业伙伴计划”、德国的“工业 4.0”计划、日本的“再兴战略”、韩国的“新增长动力战略”、法国的“新工业法国”等。我国也以智能制造为突破口开启制造强国战略。这一阶段，物联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术表现出显著的自动认知和深度学习等功能，有力地推动了制造业生产方式的变革。用户需求驱动生产的智能化制造成为可能，大规模个性化定制、网络化协同制造、服务化制造成为智能制造的实现方式。智能制造由此演变为一个系统概念，是由智能产品、智能生产、智能服务三大功能系统，以及工业智能制造云和工业物联网两大支撑系统集成而成的智能制造体系。

作者简介：崔园园，工学博士，上海发展战略研究所助理研究员。

张云伟，理学博士，上海发展战略研究所城市战略研究部部长。

基金项目：上海市 2021 年度“科技创新行动计划”软件学重点项目青年专题项目(编号 21692194500)；上海市哲学社会科学规划青年课题(编号 2018EJB002)

随着新一代信息技术的持续迭代升级，新一代智能制造加速向数字化、网络化和智能化转型。智能制造的重点关注环节、价值驱动与生产方式也呈现新的特征。智能制造的覆盖领域从重点关注制造环节转向智能产品、智能生产和智能服务全链条的系统变革与重构。智能制造的价值驱动从追求生产环节的提质增效，转为激发产生新产品、新业态和新模式，引领消费方式和生活方式升级。智能制造的生产方式从侧重自动化、数字化带动的流程优化转向以网络化、智能化为引领的跨系统结构重组。

未来智能制造系统的实现方式可概括为 3 个集成，即生产线上相关应用系统所有数据实现连通的纵向集成，生产与配套系统整个生态链、产业链、供应链的跨部门、跨企业全链条的横向集成，以及涵盖智能产品全生命周期所有数据和业务的端到端集成。其中，端到端集成的一体化应用更能体现信息化和制造业产业链的全面再造与深度融合。2019 年，世界经济论坛与麦肯锡共同发布的《全球“灯塔工厂”网络：来自第四次工业革命前沿的最新洞见》报告指出，全球 44 家“灯塔工厂”均具有制造系统集成特征，其中端对端的价值链创新在降本、降耗、加速上市、提升定制化精度等方面更具优势。在整个端到端的价值链中，全球“灯塔工厂”网络的最佳数字化应用案例已达到 92 个，包括供应网络对接、端到端产品开发、端到端规划、端到端交付、客户对接以及可持续性等方面。

(二) 智能制造是实现我国制造业由大变强的根本路径

在当前构建新发展格局的大背景下，从国家战略、要素供给、技术推动和需求拉动等四大驱动因素来看，发展智能制造不仅是我国抢抓新一代信息技术变革的主攻方向，更是我国实现制造业由大变强的根本路径。

一是从国家战略驱动来看，《中国制造 2025》明确提出智能制造是我国建设制造强国的主攻方向。从 2010 年确立的节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源、新材料、新能源汽车七大战略性新兴产业，到《中国制造 2025》提出的新一代信息技术、高档数控机床和机器人、航空航天装备等十大重点领域，再到“两化融合”，都强调了智能制造作为重点任务促进工业转型升级、实现制造强国目标的重要作用。

二是从要素供给驱动来看，在劳动力成本上升和工业机器人成本回收期不断缩短的共同作用下，智能制造发展已成必然趋势。当前，我国劳动力供给短缺与成本快速提升，而工业机器人均价总体呈现稳中有降的趋势，机器换人的经济性逐渐凸显。据前瞻产业研究院数据显示，2012—2018 年中国制造业城镇非私营单位就业人员平均工资从 4.17 万元/年/人上涨到 7.21 万元/年/人，而工业机器人成本回收期从 5.2 年缩短至 1.05 年。

三是从技术驱动来看，随着互联网、大数据等新一代信息技术的不断突破，我国制造业数字化、网络化、智能化转型速度进一步加快。中国通信工业协会物联网分会统计数据显示，2013—2018 年中国物联网行业高速增长，产值从 2013 年的 4896 亿元增加至 2018 年的 13300 亿元，年均复合增长率高达 22.12%。与美国、日本、欧盟等制造业整体基础雄厚、数字化转型已经完成的发达地区实施的“串联式”发展路径不同，我国制造业仍处于数字化转型的“补课”阶段。我国制造业发展要实施“并行推进、融合发展”的技术路线，借助新一代信息技术变革机遇加速推进智能化升级。

四是从市场驱动来看，我国智能制造发展势头强劲，已成为制造业在高端领域取得创新突破的重要应用空间。中国已成为全球最大的智能制造市场，在汽车制造、电子设备制造、电气机械和器材制造、医药制造等行业应用领域已形成较为成熟的实践积累。据前瞻产业研究院数据显示，2018 年中国手机、计算机等 3C 产品产量约占全球市场的 90%。2010—2018 年，我国智能制造业产值年均复合增长率高达 61.7%，预计 2024 年将达到 4.5 万亿元。

二、上海有望成为我国智能制造发展的策源地和示范引领高地

受国际形势变化、新冠肺炎疫情等多重复杂因素影响，全球产业链供应链加速重构。上海制造业产业链的本土化、多元化、协同化发展将成为确保我国产业链供应链安全稳定的必然担当，也是新发展格局下对上海打造国内大循环中心节点、国内国际

双循环战略链接的必然要求。上海智能制造作为上海推动传统制造业转型升级、引领新兴产业发展的重点方向，形成了产业规模全国领先、优质企业稳步集聚、智能生产亮点频现的发展优势。在行业扶持政策的持续催化下，上海有可能也必将成为我国智能制造发展的策源地与示范引领高地。

(一)上海智能制造呈现出“规模大、企业优、标杆多、转型快”的发展态势

一是上海智能制造产业规模与结构领先全国。根据标准排名城市研究院发布的《世界智能制造中心发展趋势报告(2019)》，2018年上海智能制造相关企业共计5131家，布局在汽车、高端装备、航空航天、船舶海工、电子信息等重点工业领域，企业总数和实现产值(23128.78亿元)均居全国第3位；智能制造企业全年纳税额达1571.64亿元，居全国第2位；智能制造企业占制造类企业数量比例高达75.65%，居全国首位。

二是上海在智能制造重点行业领域吸引和培育了一批具有国内外领先地位的龙头企业。数控机床领域，上海集聚了上海电气、上海机电等国内行业领军企业。2018年，上机数控、亚威机床、华明装备3家企业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，市场占有率总计约为20%。机器人领域，上海吸引了ABB、发那科、安川、库卡、新松、小i等一批国内外领军企业，在工业机器人、服务机器人和核心零部件等细分领域均处于领先水平，成为我国最大的机器人产业集聚区。上海机器人市场约占全国市场份额的42%，约占全球市场份额的16%。此外，上海在新能源汽车、生物医药及关键材料等领域也培育了一批全球龙头企业。上汽集团、宝武集团、上海医药集团等3家制造企业上榜2020年《财富》世界500强。

三是上海在智能制造装备领域突破了一批关键核心技术。作为我国制造业重镇，上海在汽车、高端装备、航空航天、电子信息、钢铁化工、生物医药等高端制造业领域形成了丰厚的技术积淀。近年来，上海攻克了一批智能制造装备领域关键核心技术，推动智能制造核心技术与产品不断向高端化迈进。2015—2020年，上海在机器人等智能制造装备、高端能源装备、高端及重大成套装备等领域，累计形成高端智能装备首台(套)突破示范项目263项。2019年，上海智能仪器仪表及传感器产值达103.28亿元。

四是上海智能生产领域打造了一批全球标杆示范项目。智能工厂是推动智能制造的切入点和突破口，是智能制造能级和核心竞争力的重要体现。上海建成了商用航空发动机智能装配试点示范、石化智能工厂试点示范等14个国家级示范工厂，以及上汽大众MEB新能源汽车全自动化工厂、上汽通用凯迪拉克数字化工厂等80个市级示范工厂。上海发那科智能工厂三期项目、三菱电梯智能机器人仓库等一批全球领先的无人工厂项目纷纷开工建设或投入运营，充分体现了上海智能生产的国际化。上汽通用金桥工厂、上海发电机厂等在新冠肺炎疫情期间实施“黑灯工厂”、数字化工厂、智慧物流等措施，成功实现防疫、复工两不误，展示了智能制造助力复工复产的重要作用。

五是上海智能制造支撑系统领域形成了一批优质的工业互联网平台，助力制造业提质增效。上海围绕工业互联网创新赋能经济高质量发展，致力于打造成为全国工业互联网资源配置、创新策源、产业引领和开放合作的高地。据天眼查数据显示，当前上海工业互联网相关企业547家，居全国第3位，拥有3个及以上专利企业占比50.28%，高于全国平均水平。2020年，上海的宝信、上海电气“星云智汇”、智能云科、中科云谷等15个具有较大影响力的工业互联网平台，推动电子信息、钢铁化工、装备制造与汽车、航天航空等重点领域530多家企业的智能化转型，助力企业平均降本8.4%、提质1.95%、增效7.83%。

(二)上海智能制造产业环境不断优化

一是智能制造产业政策体系逐步完善。自《中国制造2025》出台以来，上海紧扣国家智能制造产业战略布局，按照“以示范带动应用，以应用带动集成，以集成带动装备，以装备带动强基”的思路，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，为产业发展指明了方向。

二是智能制造产业资金支持力度不断强化。上海围绕智能制造产业设立了不同层次的政府引导基金，支持全市及临港、金桥等重点区域的智能制造及相关产业发展。为加快推动上海智能制造高质量发展，创新智能制造产融结合新模式，上海市经信委、上海电气和可可空间于 2020 年 11 月共同发起设立了“上海智能制造产业投资基金”，基金总额为 100 亿元，首期 30 亿元资金已募集完成。之前，上海各区和制造业重点区域也纷纷设立专项支持资金助推智能制造发展。例如，2017 年临港集团与临港管委会共同发起成立了上海第一只智能制造专项基金“临港智兆基金”，基金规模为 30 亿元，以此支持临港地区智能制造在内的“2+3+4”重点产业发展。2019 年，浦东金桥发起设立“上海浦东智能制造产业投资基金”，用于智能制造产业投资，基金规模为 20.02 亿元。

三是智能制造功能性服务与产业对接平台资源更加丰富多元。上海通过搭建和吸引重点领域的功能性平台，形成了以上海市智能制造产业协会、上海市机器人行业协会为引领的多主体、多层次、宽领域、跨区域的平台服务体系，极大促进了智能制造的协同创新与产业成长。长三角智能制造协同创新发展联盟美国机床协会、上海交通大学弗劳恩霍夫协会智能制造项目中心等市场自发形成的国内外重点协会有力地推动了上海智能制造的技术创新与国内外市场开拓。在上海举办的中国国际工业博览会等具有世界影响力的展会为上海智能制造提供了面向世界的技术展示窗口和创新交流平台。

四是智能制造“头部园区出高度、特色园区出亮点”的产业布局不断优化。张江高科技产业开发区、漕河泾新兴技术开发区、紫竹高新技术产业开发区、闵行经济技术开发区等头部工业园区为上海智能制造集聚了一大批全球的行业龙头企业，奠定了上海打造国际一流智能制造产业生态的坚实基础。2020 年 6 月，上海布局嘉定氢能港、汽车新能港、临港南桥智行生态谷、外高桥智能制造服务产业园、机器人产业园、闵行开发区智能制造产业基地、中以(上海)创新园、金桥 5G 产业生态园等 8 个智能制造特色产业园区，有效推动了新能源汽车、数控机床、机器人等制造业的智能化转型。2020 年 11 月，嘉定区以 3 个市级智能制造产业园区为引领，布局 16 个区级特色园区，形成了“3+16”的特色园区体系，聚焦智能制造、汽车“新四化”、智能传感器及工业互联网等产业领域，强化推动制造业转型。

三、特色产业园区有望成为智能制造高端化转型的示范引领区

上海产业结构转型与产业升级的重要经验，在于紧抓技术变革机遇、遵循产业结构演化规律、动态化调整并很好地适应来促进上海城市功能的演化与提升。在资源环境约束趋紧的背景下，产品附加值低、技术创新能力弱、所处产业链环节较为低端的制造业已经不符合上海产业结构升级与城市功能提升的要求。在此背景下，上海亟须打造一批高集中度和高显示度的特色产业园区，吸引一批高复杂度、高集成和高关联度的制造业企业入驻，培育壮大一批具有高端产业引领功能的龙头企业，突破一批具有前瞻性、颠覆性、引领性、策源性的关键技术。上海推出的 8 个智能制造特色产业园区已经在重点产业布局、龙头企业培育、关键技术突破等方面形成了一定的示范引领优势，成为上海谋划发展高端制造和先进制造、提升城市功能的先行试验田。

(一) 园区产业布局代表上海智能制造的未来发展方向

随着新一代信息技术与制造业融合程度的不断深化，智能制造的核心技术与关键应用领域也在不断地演变。上海制造业布局一直处于智能制造发展的主航道，8 个园区的产业布局和技术突破代表了上海智能制造发展的主流方向。

一是 8 个园区的产业布局与智能制造发展重点领域高度契合。国内外经验表明，新能源汽车、无人驾驶、人工智能、机器人、工业互联网、生物医药等领域是各国抢占智能制造战略制高点的关键产业。2018 年美国发布的《先进制造业美国领导力战略》将智能和数字制造、先进的工业机器人等列为未来打造智能制造系统的优先计划事项。日本将无人驾驶与移动服务、智能制造和机器人、生物与材料等领域列为未来推进“互联工业”的重点领域。我国智能制造主要布局在计算机、通信和其他电子设备制造业、汽车制造业、家电制造业、家居建材制造业、医药制造业等领域。上海“十四五”规划确立了以集成电路、生物医药、人工智能等三大产业为引领，电子信息、汽车、高端装备、先进材料、生命健康、时尚消费品等六大产业集群为发展重点的产业体系。这些重点产业是上海巩固在全国工业领域的领头羊地位、持续提升城市核心竞争力的战略选择。8 个园区在新能

源汽车、工业机器人、高端装备制造与服务、人工智能、工业互联网等重点行业领域的布局与上海及全球制造业发展主流方向高度契合。

二是 8 个园区的技术突破瞄准了智能制造关键核心技术的攻关方向。随着智能制造从自动化、数字化不断向网络化和智能化阶段升级，具有自我进化属性的新一代信息技术越来越成为智能制造的核心技术。据亿欧智库分析，柔性工厂、数字孪生、人工智能、边缘计算、5G 等推动制造业网络化、智能化转型的关键技术将是智能制造发展的突破口。美国发布的《2016—2045 年新兴科技趋势报告》认为，物联网、机器人与自动化系统、智能手机与云端计算、混合现实、数据分析、网络安全等 20 项关键核心技术是美国未来发展的核心科技。8 个园区依托国内外龙头企业研发资源集聚的优势，在新能源汽车三电融合、车联网、5G、人工智能等重点领域突破了一批“卡脖子”技术。例如，闵行开发区智能制造产业基地以新一代人工智能技术为手段，全流程赋能总部企业的研发设计、生产制造和网络化服务；汽车新能港吸引了国轩高科、精进电动、上海汽车电驱动和道之科技等一批国内领先企业，在新能源汽车三电技术领域形成了一定的领先优势。

（二）园区形成“龙头企业引领+中小企业共生”的智能制造集群

8 个园区围绕新能源汽车、车联网、高端装备制造、工业机器人、数控机床、工业互联网等行业应用领域布局各具特色的产业链集群，形成了“大企业带动、中小企业共生”的产业生态体系。

新能源汽车领域，汽车新能港依托紧邻嘉定安亭汽车产业集群的优势，集聚 100 多家汽车研发中心，以及莱尼线束、信耀电子、邦迪管路、井上华翔、金智达等一批传统汽车供应链企业，有效提升了上海新能源汽车产业供应链的丰富性和完善度。嘉定氢能港引进了上汽集团旗下的燃料电池公司捷氢科技、丰田汽车研发中心、长城汽车控股的未势新能源、国家燃料电池汽车及动力系统工程技术研究中心、上海智能型新能源汽车研发与转化功能型平台等新能源领域的龙头企业及服务平台。园区以此为引领，汇聚了氢能、燃料电池技术与关键零部件研发与制造，以及加氢站设施制造与服务企业 30 余家，为我国汽车产业实现换道超车提供了新能源技术储备。

车联网领域，临港南桥智行生态谷以上海智能网联汽车、中智行等两大行业龙头企业为引领，联合整车制造、信息通信、互联网、人工智能及其他相关领域头部企业，围绕自动驾驶全出行链打造智慧出行产业集群。

高端装备制造领域，闵行开发区智能制造产业基地集聚了 ABB、西门子、博朗、三菱电梯、阿尔斯通等 25 家世界 500 强企业，在高端装备制造领域形成了庞大的产业规模优势。例如，上海阿尔斯通作为上海轨道交通车辆制造基地、上海轨道交通车辆维修基地及中国北车集团轨道交通车辆出口基地，其产品占上海轨道交通车辆市场份额的 25%。

工业机器人领域，机器人产业园以发那科、快仓、小卫科技、伏能士、费勉仪器等龙头企业为引领，集聚 200 多家机器人及智能制造企业，初步形成“机器人本体+智能制造+科技金融服务”的产业集群。作为机器人“四大家族”之一，发那科在机器人研发、设计、装配、教育、技术服务方面的顶尖优势对上海机器人产业形成了强大的引领作用。快仓全球智能机器人产业基地计划以“一基地、五中心”为载体，进一步推动上海工业机器人技术创新与市场拓展。

数控机床领域，外高桥智能制造服务产业园集聚了全球前 10 位机床企业中的 7 家，以及上海瑞士中心、美国机床协会、德国机械设备制造业联合会、机械工业机床产品质量检测中心等行业龙头企业与服务平台。园区围绕精密数控机床、工业自动化设备、智能机器人、3D 打印、高精度检测等产业和技术，吸引来自德国、瑞士、意大利、西班牙、美国、澳大利亚等国家的 150 家企业，成为全球“工业母机”集散地。

工业互联网领域，金桥 5G 产业生态园引进了华为、诺基亚贝尔等与 5G 产业链相关的全球领先、国内一流的龙头企业和平台。园区以龙头企业为引领开展产业链招商模式，吸引了致景科技、东土科技、摩贝化学、甲佳智能、海克斯康等一大批工业

互联网重点企业签约，形成了以完善的 5G 产业生态链为纽带的智能制造服务生态体系。中以(上海)创新园吸引了包括 360 国际数字安全与生态运营中心等一批优质企业入驻，助力提升上海智能制造网络服务水平，进一步完善制造业网络安全体系。

(三) 园区在关键细分领域形成的技术优势加速上海智能制造产业链强链补链步伐

上海打造全球高端技术市场的基础优势，为上海集聚了海内外相对完善且高端的智能制造产业链条。8 个园区依托国际巨头在新能源汽车、机器人等领域的布局链条拓展和技术溢出效应，孵化了一大批在智能制造产业链供应链环节具有关键技术优势的本土企业。

一是汽车新能港、嘉定氢能港、临港南桥智行生态谷在“三电”等领域形成的关键技术优势提升了上海汽车产业链供应链安全可控能力。上海是我国汽车产业集聚程度最高、供应链体系最为完整的城市。以汽车芯片产业链为例，上海在整车、基础技术、感知、座舱与车联网、集成与运营等领域汇聚了博世、大陆、英飞凌、华为、科大讯飞等一大批海内外知名供应商，也为本土企业紧跟科技前沿、实现技术突破与集成创新提供了土壤和条件。汽车新能港、嘉定氢能港集聚的上海电驱动、精进电动、国轩高科、联合汽车电子、道之科技等企业研发的车用 IGBT 芯片、双面冷却 IGBT 模块封装和高功率密度电机控制器技术已经达到国际先进水平，部分产品已实现出口。2019 年，上海重塑、上海电驱动两家企业的氢燃料电池装机量在全国排名前两位，全国市场占比合计近 40%。上海因此成为我国新能源汽车“三电”核心技术产品与服务的重要输出地。

二是机器人产业园在智能仓储物流领域的优势助力上海形成全系列机器人产业集群。电子商务、新零售及第三方物流将催生智能仓储物流千亿级市场，仓储物流机器人成为中国机器人突破核心技术、扭转产业地位和增加话语权的关键领域。入驻机器人产业园的快仓智能机器人基于自主研发的导航定位、路径规划、运动控制等方面技术，为用户提供“解决方案+智能物流机器人+智慧大脑操作系统”，单仓部署机器人规模达到千台级，形成涵盖核心零部件、本体制造、系统集成以及行业应用的完整产业链。公司已服务全球 15 个国家 30 多个行业 500 多家企业用户，其中包括国药、中国邮政、申通、DHL、菜鸟网络、唯品会等 60 多家全球龙头企业，覆盖电子、医药、物流、电商、汽车等行业领域。

(四) 园区为上海智能制造未来发展探索新模式

8 个园区依托集聚的国内外龙头企业，以平台枢纽优势配置全球高端资源，以前沿技术突破抢抓技术制高点，以高端产品切入引领产业向高端化攀升，以国际合作深化构建开放协同创新体系，为上海智能制造探索新的发展路径。这些探索也生动地诠释了上海强化全球资源配置、科技创新策源、高端产业引领、开放枢纽门户等四大功能的可行性战略路径。

一是以平台枢纽优势配置全球高端资源的平台集聚路径。制造和服务的深度融合为上海融入全球产业链布局、更好地发挥全球资源配置功能提供了新的路径。对于高端要素的资源控制不仅体现在制造业生产本身，高度信息化的平台枢纽型服务资源也为上海智能制造注入新活力。外高桥智能制造服务产业园打造的“线上+线下”智能制造产业数据平台作为智能制造产业链媒介，在高端数控机床领域形成了重要的平台枢纽功能。全国近 30%的进口机床来自该平台的客户企业，外高桥智能制造服务产业园因此成为国内进口机床的主要通道，该平台成为全国汽车制造、轨道交通、数码电子等高科技产业发展的“风向标”。2019 年，园区充分发挥龙头企业引领和平台枢纽功能，带动外高桥保税区智能制造相关投资企业完成商品销售额 589 亿元，缴纳税收 31 亿元；完成机床、机器人、刀具等智能制造相关商品进出口额 132 亿元，显示了园区以平台枢纽优势配置全球高端资源的竞争力。

二是抢抓技术制高点，推进制造业效率变革的科创策源引领路径。数字产业的快速增长能够有效推动产业链上下游网络的互联互通，从而进一步提升智能制造系统的生产效率。金桥 5G 产业生态园为上海智能制造抢占关键技术制高点打下了坚实基础。园区内 5G 龙头企业助推烟草机械、中微、汇大机械等企业开展智能制造工程项目，生产效率提高了 3 倍。此外，园区还将打造多个 5G 产业创新孵化器，构建立体的 5G 协同创新体系，推进 5G 领域龙头企业与各行各业伙伴的创新合作。

三是高端产品引领下的智能制造系统重构路径。智能产品的广泛应用及其市场价值的实现是企业开展智能制造的根本目标。以用户为价值导向的特征决定了智能制造将在智能产品市场需求的引导下，进一步优化甚至重构智能制造系统。临港南桥智行生态谷从无人驾驶这一高端产品切入，积极开展园区、社区、校区、景区、商区、城区六大场景的联动测试，前瞻性探索了由智能网联新能源汽车“未来空间”这一智能产品引发的消费方式和生活方式的重构。

四是构建开放协同创新体系，嫁接创新资源的国际合作新路径。在全球技术贸易环境不断恶化、壁垒四起的背景下，中以(上海)创新园的“技术引进路线”体现了上海未来以更高开放水平、更好地运用国际规则开展国际合作的方向。以色列在原始创新和原始创新微小规模产业化方面的优势与中国创新成果应用、市场容量优势相嫁接的合作方式，将为上海培育一批熟悉国际业务规则的科技创新主体和专业化、多元化的技术转移转化服务机构。

四、上海智能制造发展存在的问题分析

当前，上海在智能产品与技术突破、智能生产升级、智能服务体系构建等方面取得了显著成效。但是与国内外顶尖的智能制造重点集聚区和引领性城市相比，上海还缺少像深圳汇川技术、比亚迪、华为等具有行业引领性、系统性、集成性的龙头企业，产业辐射力和竞争力相对不足。对照打造全国智能制造应用高地、核心技术策源地和系统解决方案输出地的要求，上海亟待进一步强化在智能制造重点产业高端环节的掌控力和竞争力，更好地引领长三角区域打造世界级智能制造集群地，加快推进我国制造业向中高端迈进。

(一) 智能制造企业系统集成能力有待提升

一是本土智能制造产业链系统集成龙头供应商能级与规模有待提升。上海通过智能制造应用示范和工程实施带动传统制造业的转型升级取得了卓越成效，但是缺乏具有系统集成能力的引领型企业。首先，从系统集成供应商能级来看，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，上海本土的智能制造系统解决方案供应商在企业规模、综合服务能力、行业精细化服务方面存在较大差距，难以在广阔的行业应用需求中扩大市场份额。其次，从系统集成商的企业规模来看，上海与北京等国内城市相比还存在一定差距。2017—2019年，上海有19家国家级智能制造系统解决方案供应商，而北京有33家。最后，从系统集成型龙头企业的储备来看，与北京、深圳、杭州等城市拥有较多的平台型企业和独角兽企业相比，上海的优势并不突出。《2019福布斯全球数字经济100强榜》中，阿里巴巴、腾讯、京东、百度、小米、网易等在内的9家中国内地企业上榜，其总部无一落在上海。艾媒咨询发布的《2020中国独角兽榜单TOP100》前十名企业中，上海只有陆金所一家上榜。

二是产业链横向集成能力发挥不足。上海在新能源汽车、工业机器人、工业互联网等行业形成了一大批拥有关键核心技术的中小企业集群，但是缺乏像博世、汇川技术、比亚迪、华为等具有高度系统化集成能力的龙头供应商企业。例如，汇川技术在新能源汽车、工业机器人、工业互联网、工业自动化等领域形成了一体化的集成服务模式。上海虽然有电驱动、道之科技、联合汽车电子等三电细分领域的隐形冠军，但是缺少将国内技术和企业资源实现模块化系统集成，为新能源汽车及跨行业提供系统解决方案的龙头供应商。从汽车“新四化”发展方向来看，广泛推广智能交通、车联网、智能网联汽车是汽车产业发展的重要趋势。

三是产业链纵向集成能力有待强化。智能制造产业链的上下游互联互通是推动产业升级的重要推动因素。上海现有的产业链上下游环节还存在纵向资源整合不足的问题。以工业机器人为例，未来工业机器人的国产化突破重点在于整合上游的减速器、伺服系统、控制器等核心零部件和中游的本体技术突破以及规模化量产。这就需要一批具有综合系统集成能力的龙头企业，整合国内优秀企业资源共同攻关。快仓、新时达等在下游的整体技术与系统集成能力上有所突破，已形成较为可观的市场规模，但是与国外的机器人“四大家族”，以及沈阳的新松、深圳的汇川技术、南京埃斯顿、武汉华中数控相比，上海企业在产业链上游和中游的技术突破能力还有所欠缺，跨区域整合产业链纵向资源的引领能力不足。

(二) 智能制造基础优势资源有待挖掘

一是制造业领军企业对中小企业的带动作用有待提升。总体来看，上海智能制造还处于多点示范的高投入阶段，大部分行业还未形成规模经济，产业发展需要有关键技术和雄厚资本优势的龙头企业发挥引领作用。上海电气、上汽集团等一批制造业领军企业在智能工厂试点、系统解决方案供应商培育、市场拓展等方面进行深入实践并取得了相应成效，但是对于本土中小企业的支持较少。调研反映，经历了中美贸易摩擦和新冠肺炎疫情之后，国内整车企业开始重视本土供应链的培育，但是对于本土企业的产品采购量依然很小。

二是产学研合作力度有待强化。产学研深度合作是智能制造创新发展的重要驱动力。上海富集科研资源，依托上海交通大学等科研院所得天独厚的科创资源优势和产业孵化能力，已在数控机床、汽车三电、工业机器人、人工智能等领域培育出一大批高能级、高水平的高新技术企业，但是科研院所与现有企业的科研合作与技术联动不够深入。由于制造类科研院所所在集成电路、新能源、智能制造等关键领域的创新资源较为分散，难以与行业交叉性明显的智能制造企业形成系统化的创新协作链条。当前，科研院所与企业合作的模式多为科研人员创业，技术的产业化、产品的市场化运作能力有待进一步培育和提高。

三是跨国公司的技术溢出效应有待挖掘和利用。在发那科“超级工厂”、三菱电梯智能机器人仓库等国内外智能制造龙头企业布局智能工厂项目的启发下，上海企业在无人工厂、智能生产方面开展了有益的示范性探索。但是跨国公司上海工厂的定位更多的是“组装车间”，核心生产研发基地落户较少，技术溢出与合作方式有待进一步探索。

(三) 促进智能制造升级的生态体系有待完善

一是智能制造部分关键核心技术和产品成熟度的提升需要更多试验场景支持。上海生产的国产燃料电池、机器人关键零部件之一的减速器等技术和产品已经能够满足基本的功能性要求，但还存在总体功率密度、系统功率、耐久性较低，产品成本比国外产品高等问题。此类技术和产品的成熟度提升有赖于大量的试验场景和应用测试积累，但是当前上海此类试验场景资源开放较少，对于既有技术攻关的试验支持力度不足，不利于智能制造关键技术和核心零部件产品的升级与推广。

二是服务于企业间技术合作与市场联合开拓的平台资源较为缺乏。随着上海智能制造的深入实施，上海在智能制造相关技术、产品和服务等方面涌现出一批新生事物，但是这些新生事物由于知晓度不高或者过于超前，在寻找客户资源、同行技术协作等方面需要搭建推动产业链上下游有效沟通衔接的平台。例如，快仓机器人具备领先的智能仓储和仓储物流机器人解决方案，但是对于企业建设个性化智能工厂、无人工厂、数字工厂的需求特点了解不够，需要相应的中介平台对接供需诉求。

三是国产技术和产品市场培育步伐有待加快。当前，上海制造业智能化改造需求旺盛，智能制造国产技术和产品迎来良好的市场拓展机遇的同时，也面临着国外公司的激烈竞争或行业壁垒。一方面，在国内技术和产品不占绝对优势的前提下，企业根据市场化选择会倾向于采购成本低、稳定性更有保障的国外供应商的技术和产品。调研反映，国内企业进入国际顶尖企业供应链存在国别壁垒。另一方面，即使在国内技术和产品成熟度较高的情况下，本土企业也面临某些进口政策带来的冲击。例如，国内科研机构在采购国外仪器时，可以享受免关税和增值税的政策，同时国外仪器生产公司还享受所在国出口退税政策，相当于两头受惠。而国内仪器生产公司虽然有增值税进项抵扣，但税负成本仍高于进口产品。

四是智能制造人才引进和培育力度有待强化。人才短缺问题几乎影响了智能制造的整个产业链。一方面，上海高层次、高技能人才供给与需求存在较大缺口，部分企业甚至到西安、成都等地组团“抢人”。另一方面，上海的人才政策缺乏吸引力，除了落户难问题，上海还面临周边省市人才补贴政策的竞争，导致企业面临更高的用工成本。

五、上海智能制造突围升级的对策建议

新科技革命为全球发展智能制造及相关产业带来了重大机遇，当前正处于新一轮科技革命和产业变革的战略机遇期，上海智能制造发展应坚持全国一盘棋思想，在全国发展大局中明确自我发展定位，以优势领域为突破口，围绕产业基础高级化、产业链现代化，积极培育智能制造龙头企业，促进多主体跨区域协同创新，进一步完善智能制造生态体系，引领长三角区域探索形成新发展格局下的产业高端化发展路径。

(一)聚力引进和培育国内外龙头企业，提升智能制造系统集成能力

一是进一步强化对国内外智能制造全球巨头的吸引力度，更好地承接技术溢出效应。引导和鼓励外资研发中心与本地研发机构和企业共同建立研发部门，强化与ABB、发那科、西门子、通用等全球制造业巨头的技术升级合作。提高对机器人、高端数控机床、新能源汽车核心技术等重点领域的对外投资力度，充分吸收国内外领先技术，引领上海智能制造产业链向高端化攀升。依托中以(上海)创新园等载体模式创新，进一步探索更为有效的优势互补、风险共担、成果共享机制，推动国际创新合作与技术转移。

二是加大对本土龙头企业的培育力度，提升智能制造系统集成供应能力。大力支持上汽集团、上海电气、上海仪电等具备一定行业引领地位的龙头企业强化技术创新和产业链集成，促进从原材料采购、智能生产、智能产品到市场服务的端到端的价值链集成，打造全球领先的集成供应商，提升全产业链资源整合能力。针对有技术、成长性较好的民营企业制订跟踪培养计划，设立民营企业巨头培育基金，鼓励相关企业在全国拓展业务布局，提升上海在智能制造重点产业领域的辐射力和竞争力。支持新能源汽车、工业机器人等重点行业细分领域的隐形冠军打造技术合作联盟，提升关键行业的横向合作和纵向集成能力，推动关键技术攻关突破与产业链向高端环节攀升。

(二)促进多主体、跨区域协同创新，提升智能制造竞争力

一是构建大中小企业协同创新网络。依托上海大国企资源，设立支持大企业搭建中小企业技术创新服务平台的专项引导基金，研究制定大企业与中小企业开展联合技术攻关的考核办法，引导大企业与中小企业在关键技术领域的技术合作。引导和鼓励中小企业产品进入大企业供应链体系，提升上下游产业链的协同创新能力与效率。

二是发挥协会服务平台作用，促进产业主体间的协同技术创新与产品应用推广。进一步强化行业主管部门和行业协会的引导作用，依托上海智能制造产业协会及汽车、机器人、工业机床等行业协会载体，协调多方主体的利益分享机制与具体职责分工，共建智能制造关键技术协同创新体系。例如，在车路协同共同体建设、工业软件标准研发与验证、智能工厂建设标准等方面，充分吸纳管理部门、市场主体、行业组织的意见，形成前瞻性与实用性均强的技术标准体系。

三是推动高校及科研院所与园区、企业等主体产学研用深化合作。依托上海交通大学、复旦大学、同济大学等高校及科研院所所在医疗机器人、人工智能、海洋装备和新材料方面形成的产业基础优势，建立国际领先的科研机构信息平台、科研成果储备库、产学研用科研信息发布与成果交易平台，实时跟踪智能制造领域的前沿科研信息、高层次领军人才专家、企业创新创业需求，形成多主体创新合力，助推智能制造关键核心技术攻关与市场应用推广。

四是加大专业化科技服务体系培育，构建更为完善的自主创新服务体系。加大高能级孵化器和知识产权服务机构培育力度，实现知识产权等服务的专业覆盖，形成快速审查、快速确权、快速维权、协同保护的服务体系；加强各类政策咨询服务能力，全周期服务企业创新链，持续培育一批高技术水平、高成长空间的高科技企业。

五是强化区域合作，共建长三角智能制造产业链生态体系。依托长三角智能制造协同创新发展联盟等平台力量，在标准制定、应用示范、产业链对接、人员互访交流等方面全面深化合作，共建长三角世界级智能制造产业集群，推动长三角智能制造协同发展。

(三)加大智能制造政策支持力度，完善智能制造生态体系

一是强化细分行业的投资力度。针对当前智能制造产业专项支持政策不够清晰的问题，建议聚焦工业机器人、数控机床、增材制造、解决方案等重点领域，加大智能制造细分行业专项基金投资力度，充分发挥资本投资纽带作用，最大化撬动智能制造产业发展。针对智能制造系统集成型企业轻资产、融资难等问题，建议加大对系统解决方案供应商专项资金支持力度，加快培育优秀的智能制造系统解决方案供应商。

二是支持自主性技术的市场培育。首先，针对国内自主研发的、成熟度有待检验的关键技术，进一步发挥上海在公共资源和应用场景方面的优势，为全国技术成效检验提供技术试验与应用空间，提升上海支持全国智能制造关键技术自主创新的影响力和辐射力。其次，对于较为成熟的国产技术与产品，拓展政府采购清单，加大政府采购力度，并强化国产技术与产品的“赛马机制”，提升国产关键技术水平与产品质量。最后，对于无人驾驶、5G等前沿技术，争取更多国家级重点创新项目试点政策，提升上海在智能制造前沿领域的技术策源能力。

三是制定直接面向关键人才的优惠政策。上海应进一步强化对高层次人才的吸引力度，针对不同类型人才出台更具吸引力、更具针对性的人才政策，助力提升产业核心竞争力。例如，针对科技型独角兽企业的高技能人才提供人才公寓、住房补贴、交通补贴、餐饮补贴等较为直接的补贴政策；针对科研领军型人才提供国家级实验室及相关配套科研设施，以及子女入学、医疗服务等宜业宜居的生活性配套服务；针对企业科研骨干及关键岗位人才制定更为便捷的落户、居住证办理等细化政策，同时强化政策落地效率。

四是鼓励产业园区加快腾笼换鸟，推动“智”造升级。以智能制造为导向，加大项目调整力度，鼓励园区传统产业通过自拆自建等方式提高容积率，强化新厂房的个性化设计，提升智能制造效率。推进智慧园区5G建设，通过搭建科创型企业赋能平台及应用场景、应用载体等方式，鼓励传统企业建设智能生产线、智能车间及智能工厂，加快推动传统产业智能制造升级。

参考文献:

- [1]王丹, 彭颖, 柴慧. 提升上海全球城市科技创新服务功能研究[J]. 科学发展, 2018(8).
- [2]周济. 走向新一代智能制造[J]. 中国科技产业, 2018(6).
- [3]胡汝银. 从智能制造到经济与社会全方位智能化重塑[J]. 上海对外经贸大学学报, 2020(9).
- [4]世界经济论坛与麦肯锡. 全球“灯塔工厂”网络: 来自第四次工业革命前沿的最新洞见[R], 2019.
- [5]杨渊鉴, 等. 新中国70年智能制造研究热点与前沿探讨——基于知识图谱的分析[J]. 科技管理研究, 2020, 40(18).
- [6]亿欧智库. 2019中国智能制造研究报告[R], 2019.
- [7]张剑波, 戚铭芳, 等. 上海市科技服务业发展现状与思路对策研究[J]. 上海经济, 2018(5).
- [8]钱智, 等. 新形势下上海智能制造发展瓶颈与对策[J]. 科学发展, 2018(10).
- [9]孟凡生, 等. 高端装备制造企业向智能制造转型过程研究——基于数字化赋能视角[J]. 科学决策, 2019(11).

[10]周海蓉.上海强化高端产业引领功能的战略重点[J].科学发展,2020(9).