



上海社会科学院应用经济研究所

智库研究丛书

工业4.0与上海产业转型升级研究

主 编 李 伟

副主编 曹永琴



上海社会科学院出版社
SHANGHAI ACADEMY OF SOCIAL SCIENCES PRESS



上海社会科学院应用经济研究所

智库研究丛书

工业4.0与上海产业转型升级研究

主 编 李 伟

副主编 曹永琴



上海社会科学院出版社
SHANGHAI ACADEMY OF SOCIAL SCIENCES PRESS

前 言

工业化与信息化深度融合推动新产业革命演进,使智能制造和工业 4.0 成为国际产业发展和竞争格局演变的重要引领,美国、欧洲和日本等积极推动基于工业 4.0 的制造业发展战略,既是把握新产业革命机遇的重大战略转型,同时包含着在后工业化阶段服务型经济体系下,对制造业发展目标定位和路径模式的重要探索。随着上海发展转型进入新的阶段,特别是“十二五”期间制造业比重的快速下降,上海的服务型经济体系特征已经非常明显,把握新的国际产业发展趋势,特别是欧美国家新的制造业战略导向,探索具有上海特色的服务型经济体系下制造业发展目标,是上海“十三五”以及更长时期发展需要关注的重要问题。

上海曾经是中国最重要的制造业中心城市,改革开放以来,随着上海城市功能定位的发展转型,上海产业发展也经历了重要的调整过程。从 20 世纪 80 年代的适应性调整,到 20 世纪 90 年代的战略调整,再到进入 21 世纪以来的创新性调整,上海经历了轻纺工业为主导、重化工业特别是六大重点产业为主导、高新技术产业和战略性新兴产业为主导的产业发展阶段转换。从 20 世纪 90 年代后期开始,上海以服务业比重提高为方向的产业升级取得明显效果,20 世纪 80 年代上海制造业比重超过 70%,目前只有 28%,服务业比重已经接近 70%。改革开放以来的上海产业升级阶段性特征,基本反映了工业化发展的一般规律,支撑了上海经济的持续快速增长。但是,从“十二五”以来上海发展转型的情况看,发达国家在制造业比重快速下降阶段曾经经历的结构性减速,以及早期发展中国家曾经出现的服务业成本病影响,需要引起上海的高度关注,特别是欧美国家以智能制造和工业互联网为引领的制造业发展新战略,使上海制造业发展问题成为新的关注重点。在这种背景下,上海“十三五”发展规划明确提出上海制造业占全市生产总值比重保持在 25% 左右。这是上海第一次提出保持制造业比重相对稳定的发展目标,表明在经历了“十二五”期间制造业比

重快速下降之后,上海开始重新关注和认识制造业在后工业化阶段服务型经济体系中的作用和定位。

在新的发展背景和发展阶段推动上海制造业持续稳定发展,需要选择正确的目标导向和发展引领,既要克服上海要素成本上升对制造业竞争优势的影响,也要充分体现上海新的比较优势特征,更重要的是,上海制造业的高端升级要为服务业持续发展提供重要支撑。从工业化与信息化深度融合推动新产业革命演进,以及上海产业发展的基础条件看,以智能制造为核心的工业 4.0 是引领上海制造业发展转型提升的重要战略方向。

发达国家在新产业革命中推动的智能制造和工业 4.0,是在机械化 1.0、电气化 2.0 和自动化 3.0 的基础上,以智能装备互联的信息物理系统(CPS),以及把大数据分析、云计算服务等互联网功能应用于智能制造系统的工业互联网构建为核心,推动从数控化、智能化产品制造为导向的工业 3.0,向智能装备网络互联和大数据、云计算等新一代信息技术在制造业中应用为主导的重大转变,试图以工业 4.0 和智能制造探索新的后工业化模式道路,重新掌控产业制高点,形成新的增长动力。

以智能制造和工业互联网为核心的工业 4.0 革命,为上海制造业转型升级提供了重要的发展机遇。“十二五”期间,上海已经面临制造业转型中的成本上升和比较优势转换等问题,并提出了高端化的产业升级方向。但是从“十二五”期间的发展情况看,高端化发展带动上海制造业转型升级的效果并没有充分体现,其中的原因虽然包括多个方面,但是从产业革命演进所包含的高端升级内涵看,“十二五”以来上海推进的制造业高端化,主要是电气化和自动化为主的高端升级,从工业革命演进的角度看,也就是工业 2.0 和 3.0 升级,一方面,这些领域虽然需要技术、资本投入,同时也需要劳动力和土地投入,对初级要素的依赖依然比较大,上海的高成本问题在这些领域依然突出;另一方面,从技术路径看,发达国家在这些领域技术已经成熟,我们主要靠引进技术,是一种后发追赶型发展,随着开放格局和产业政策的变化,上海在这种引进技术主导的追赶型发展中的优势已经减弱,或者说长三角周边和中部地区在这些高端发展领域的优势已经逐步形成,比如长三角的苏州、杭州,以及中部的重庆、成都、武汉等城市近年来的发展基本反映了这种趋势。发达国家在新产业革命中推动的工业 4.0 和智能制造,形成了一个不同于自动化 3.0 高端升级的高端化发展新方向。一方面,这种新的高端升级方向,可以减少对劳动力、土地等初级要素的依赖,大幅度提高产出效率,克服上海的高成本问题。据国际权威机构测算,应用

工业互联网后,企业的效率会提高大约 20%,成本可以下降 20%,节能减排可以下降 10%左右,工业互联网和智能制造将成为上海解决高成本问题的重要方向。另一方面,在这种高端升级中,发达国家的技术也不成熟,不是可以靠引进技术实现发展的,需要自主开发,平行竞争,这有利于发挥上海的优势,特别是在上海科创中心建设中形成的比较优势。

智能制造和工业 4.0 可以成为上海科创中心建设的重要支撑。一方面,智能制造是新产业革命中前沿技术最集中的领域,智能制造作为工业化与信息化深度融合的重要导向,已成为全球创新网络中最活跃的核心主题,是新型前沿技术的集聚突破中心;另一方面,智能制造体现了新产业革命中的技术创新特征,产业形态模式创新引领新技术突破,智能制造成为集成创新的重要体现,市场需求、技术突破、商业模式、资本运作等多维度驱动,智能制造和工业 4.0 反映了新技术、新产业、新业态和新模式的多层面集成创新。上海建设具有全球影响力的科技创新中心,需要在科技创新前沿和焦点领域形成竞争优势和国际性的影响力,智能制造和工业 4.0 是实现这种目标的重要载体。

智能制造和工业 4.0 是上海实现增长动力转换和发展转型的重要方向。一方面,以智能制造改造提升传统产业,在数控一代产品的中高端升级中发挥主导性作用,以智能化克服高成本问题,降低初级要素成本上升的影响,以效率提升重塑传统产业竞争优势;另一方面,在智能一代产品和工业互联网发展中,通过辐射带动形成新兴化的增长动力,通过系统集成商和智能装备,工业互联网的服务,形成新的增长点。GE 提出工业互联网可以再造一个美国经济,据估算,在未来 20 年中,中国工业互联网发展至少可带来 3 万亿美元左右 GDP 增量,智能制造和工业互联网将成为上海新的增长动力。

上海需要确立工业 3.0 和工业 4.0 同步推进的战略目标。根据《中国制造 2025》中的发展导向,中国工业 4.0 包括工业 2.0 补课、工业 3.0 普及和工业 4.0 示范多重目标。对于上海而言,需要在推动工业 3.0 和工业 4.0 同步发展方面率先突破。既要以工业互联网为导向,确立智能网络产业的 4.0 高端发展,也要以 CPS 带动智能工厂和智能生产,推动 3.0 向 4.0 的转型提升,同时还包括智能装备、智能产品的高端升级,关键是发展 4.0 基础和全面实现 3.0 升级的同步推进。

上海推动智能制造和工业 4.0 战略,需要以智能制造为突破口,在工业 3.0 和 4.0 同步发展中,推动上海产业转型升级;在智能化、网络化和服务化发展中,重塑上海制造业竞争优势;在新兴产业发展和传统产业改造中,形成上海新

的增长动力。上海工业 4.0 战略的重点方向是:以两头在沪、服务总部集聚向网络控制平台在沪的产业链高端重塑为引领,以智能制造示范应用和智能装备自主化突破为重点,以个性化需求对接和多元创新体系构建为带动,强化标准战略和复合型人才战略的支撑作用,形成一个引领、两大重点、两大带动和两大支撑的发展格局,确立上海新的产业发展影响力,实现基于先发优势的引领性发展。

目 录

前言	1
第一章 背景与趋势：工业 4.0 引领新一轮产业格局演变	1
第一节 工业 4.0 的战略背景	1
一、去工业化道路的战略反思	1
二、新产业革命的战略引领	4
三、新型产业领导力的战略提升	8
第二节 工业 4.0 的内涵特征	9
一、工业 4.0 的重点方向	9
二、工业 4.0 的发展阶段演变特征	12
第三节 发达国家工业 4.0 战略	13
一、发达国家工业 4.0 路径模式	13
二、模式比较与概念辨析	21
第二章 中国工业 4.0：《中国制造 2025》引领制造强国战略	30
第一节 《中国制造 2025》的战略背景	30
一、高端升级与低端转移的双重挤压	31
二、新产业革命和产业转型的双重交汇	32
第二节 《中国制造 2025》的内涵和重点方向	34
一、内涵目标	34
二、战略思路	35
三、战略重点	36
第三节 中国重点区域推进工业 4.0 的态势和举措	38
一、沿海地区	38

二、中西部地区	43
第三章 上海工业 4.0: 智能制造引领产业创新转型	46
第一节 上海产业发展基础条件	46
一、上海产业发展的总体态势	46
二、上海产业发展面对的重要问题	47
第二节 上海产业发展新常态的阶段特征	50
一、双重的高收入增长陷阱	51
二、双重的高收入阶段发展模式转变	51
三、双重的产业分工体系构建	52
第三节 上海发展智能制造的背景条件	53
一、上海智能制造的战略背景	53
二、上海智能制造发展的基础优势和制约	54
第四节 上海工业 4.0 战略思路 and 方向	55
一、上海工业 4.0 战略思路	55
二、上海工业 4.0 战略方向	56
第四章 “一带一路”与上海工业 4.0 战略	60
第一节 上海参与“一带一路”战略实施的着力点	60
一、平台建设	61
二、产业走出去	61
三、制度建设	62
第二节 “一带一路”战略下上海工业 4.0 的功能定位	62
一、平台建设的有力支点	62
二、产业合作的重要阵地	62
三、技术创新和制度创新的前沿	63
第三节 “一带一路”背景下上海发展工业 4.0 所面临的 机遇与挑战	63
一、上海推进工业 4.0 所面临的机遇	63
二、上海发展工业 4.0 面临的挑战	65
第四节 上海工业 4.0 助推“一带一路”战略实施的具体措施	67
一、尽快出台实施意见	67

二、积极打造工业 4.0 国际产业合作平台	67
三、引导上海企业“走出去”	68
四、着力提高自主创新能力	68
五、加强国际交流	69
六、完善国际化人才队伍建设	69
第五章 工业 4.0 与上海汽车产业转型升级	70
第一节 汽车行业工业 4.0 战略的发展背景	71
一、汽车工业 4.0 的概念及构成	71
二、汽车工业 4.0 发展历程	72
第二节 国内外汽车产业工业 4.0 的发展战略	73
一、全球重要车企的工业 4.0 战略部署	73
二、国内主要汽车企业的工业 4.0 战略部署	76
三、国内外汽车企业工业 4.0 战略的经验启示	80
第三节 上海汽车产业工业 4.0 现状分析	81
一、上海汽车产业总体态势	81
二、重点汽车企业的工业 4.0 分析	87
第四节 上海汽车产业 4.0 面临的机遇与挑战	89
一、面临的机遇	89
二、面临的挑战	92
第五节 上海汽车行业推进工业 4.0 的基本思路、重点任务和 应对措施	99
一、基本思路	99
二、重点任务	100
三、应对措施	101
第六章 工业 4.0 与上海海洋工程装备产业转型升级	104
第一节 海工装备制造业发展总体态势	105
第二节 上海海工装备的发展条件、现状及存在问题	107
一、上海发展海工装备的基础条件	107
二、上海海工装备的发展现状	108
三、上海海工装备发展中存在的主要问题	110

第三节 上海海工装备发展工业 4.0 面临的机遇与挑战	114
一、抓住机遇	114
二、应对挑战	117
第四节 上海推进海工装备工业 4.0 的基本思路与重点任务	120
一、基本思路	120
二、重点任务	121
第五节 推进上海海工装备发展工业 4.0 的对策与措施	122
一、加快海工装备领域的信息化进程	122
二、加强海工装备产业智能制造技术研究,推动上海海洋工程装备制造业的技术升级	123
三、多途径拓宽资金渠道,支持上海海工装备企业的智能化转型	123
四、加强海工装备领域智能制造人才队伍建设	124
五、打造海工装备自主品牌	124
第七章 工业 4.0 与上海电子信息产业转型升级	125
第一节 上海电子信息产业发展阶段和特征	126
一、高速扩张阶段(改革开放—2004 年)	126
二、产业链内的转型升级阶段(2005—2010 年)	130
三、深化产业转型升级阶段(2011 年至今)	135
四、与制造业深度融合阶段(未来趋势)	138
第二节 工业 4.0 背景下上海电子信息产业的 SWOT 分析	138
一、上海电子信息产业的优势	139
二、上海电子信息产业的劣势	141
三、上海电子信息产业的机会	143
四、上海电子信息产业的威胁	144
第四节 上海电子信息产业在工业 4.0 中实现战略突破的关键点	145
一、加大对集成电路、新型显示和传感器等产业的扶持力度	146
二、加快工业 4.0“软件工程”建设,提升信息技术产业支撑能力	147
三、培养不同层次的人才	147
四、增加对核心技术和核心零部件的掌控力	148

第八章 工业 4.0 与上海高端医疗器械制造业转型升级	149
第一节 高性能医疗器械是中国新一轮产业发展的重点领域	149
一、信息革命促成了新一轮产业革命	149
二、中国进入了转型升级的新阶段	150
三、中国制造 2025 聚焦于“高性能医疗器械”领域	150
第二节 中国医疗器械的市场分析	152
一、中国医疗器械设备的现状分析	152
二、中国医疗器械市场存在的问题	155
第三节 中国医疗器械产业发展战略分析	157
一、中国医疗器械产业发展面临的机遇	158
二、中国医疗器械产业面临的挑战	159
三、中国医疗器械产业发展滞后原因	164
四、中国医疗器械行业发展新趋势	165
第四节 上海医疗设备产业的现状分析	166
一、上海医疗器械面临良好的发展环境	166
二、上海需要进一步推动高端医疗器械产业的发展	171
第五节 上海联影的经验启示	173
一、上海联影在中国高端医疗产业中居于领先地位	173
二、上海联影的经验启示	176
第六节 上海高端医疗器械产业重点突破的领域	177
一、重点发展与高端医疗器械领域相关的六大类产品和服务	178
二、发展智能医疗设备	179
三、发展家用医疗器械	180
第七节 结语	185
第九章 工业 4.0 与上海制造业服务化研究	187
第一节 制造业服务化：概念、特征与机理	187
第二节 新工业革命背景下制造业服务化趋势分析	189
第三节 上海制造业服务化的现状分析	193
一、上海制造业服务化总体态势	193
二、重点制造业企业服务化转型分析	194
三、存在的主要问题	196

第四节 上海制造业服务化的机遇和挑战	197
一、机遇	197
二、挑战	198
第五节 上海制造业服务化的思路、方向、路径和重点	200
一、主要方向：形成上海主导的区域价值链	200
二、实现路径	201
三、发展重点：以智能生产为核心打造智能服务平台和 服务网络	202
第六节 结论	204
主要参考文献	205

第一章 背景与趋势：工业 4.0 引领新一轮产业格局演变

进入 21 世纪以来,智能制造、新一代互联网、新能源和新材料等新兴技术领域的不断突破,引发制造业生产方式、组织方式、产业形态和商业模式的重要变革,新产业革命的技术基础和产业基础逐步形成。同时,金融危机后发达国家的战略反思,使制造业新兴化发展成为推动经济复苏和重塑竞争优势的重要战略。以工业 4.0 为引领,在工业化与信息化深度融合中推动新兴制造业发展,成为全球制造业竞争的重要方向。德国工业 4.0、美国工业互联网、日本工业智能化以及英国工业 2050,发达国家力求抢占新兴制造业发展的制高点;中国制造 2025,是新兴国家在新一轮制造业发展中确立竞争主动权的重要战略导向。工业 4.0 推动的新产业革命,包含着发达国家对服务业主导的后工业化模式的新探索,体现为以中国为代表的新兴国家对构建先行优势、实现引领性发展的新目标,将成为推动产业发展格局演变的重要力量。

第一节 工业 4.0 的战略背景

国际金融危机后的战略反思,使发达国家和新兴国家重新认识制造业发展的重要地位,同时各国也都看到新一代信息技术与制造业深度融合所蕴藏的巨大能量,以工业 4.0 为引领的制造业新兴化发展,被作为打造工业生产新范式,推进新一轮贸易投资新格局,重塑全球竞争新优势的重要战略方向。

一、去工业化道路的战略反思

服务经济主导下虚拟经济快速繁荣导致的结构失衡,成为金融危机后战略调整的关注重点,引发了对 20 世纪以来发达国家去工业化道路的战略反思。

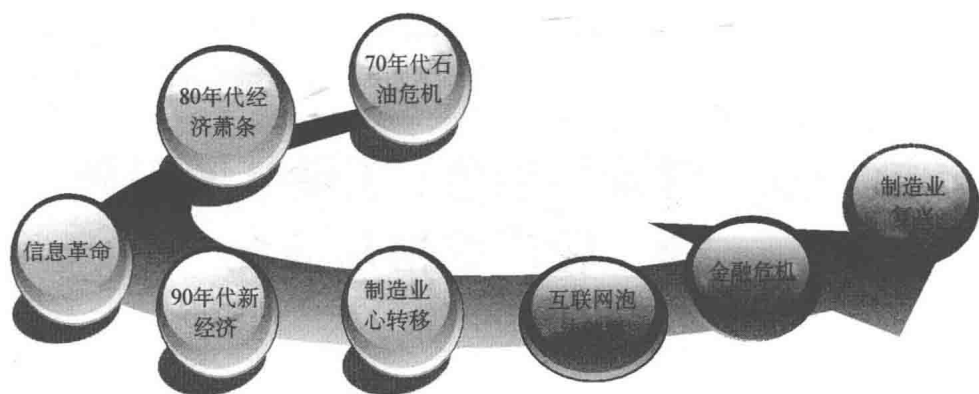


图 1-1 发达国家新一轮制造业战略的产生背景

（一）金融危机中的增长阶段演变

世界经济在 20 世纪经历了 50—60 年代的长周期增长以后，在 70 年代出现了一个转折，两次石油危机导致西方经济陷入了 80 年代的经济萧条。以美国为首的发达国家在基础科学领域投入巨资，试图寻求替代能源和替代原材料，提升市场竞争力和国际竞争力，结果在 80 年代中后期引发了一系列重大科技突破，尤其是信息传递技术的突破。IT 产业一度如日中天，促进了新科技革命的推进和新经济产业的发展，不仅为经济全球化奠定了技术基础，而且直接导致了 90 年代以美国为代表的整个发达经济体的经济结构调整和产业层次升级，紧接着而来的是世界制造业中心从发达国家向发展中国家的转移，从而为“全球化”、“市场化”和“自由化”奠定了技术基础和经济基础。在这一具有时代特征的背景条件下，经济活力有所提升，发展动力有所增强，创新速度也随之加快。

与此同时，市场协调机制的建设，以及市场监管和政府规制（尤其是金融监管体系）的建设，被置于一个可有可无的从属地位。过分依赖自由市场和金融产业引发了美国的次贷危机，压破了由虚拟经济带来的繁荣泡沫，并迅速演变成席卷全球的金融风暴。2008 年和 2009 年，世界经济陷入衰退，主要发达国家 GDP 出现负增长，而以中国和印度为首的发展中国家依然保持强劲势头（见图 1-2）。金融危机成为繁荣时代的终结，并成为新时代开启的起点。

（二）去工业化反思中的制造业振兴战略

信息革命的出现，挽救当时的发达国家于水火之中。然而，信息技术的大力发展成为了一把“双刃剑”，一方面是刺激发达国家制造业再次升级，另一方面，则是为 2008 年金融危机的爆发埋下伏笔。在信息技术大力发展的背景下，以金融

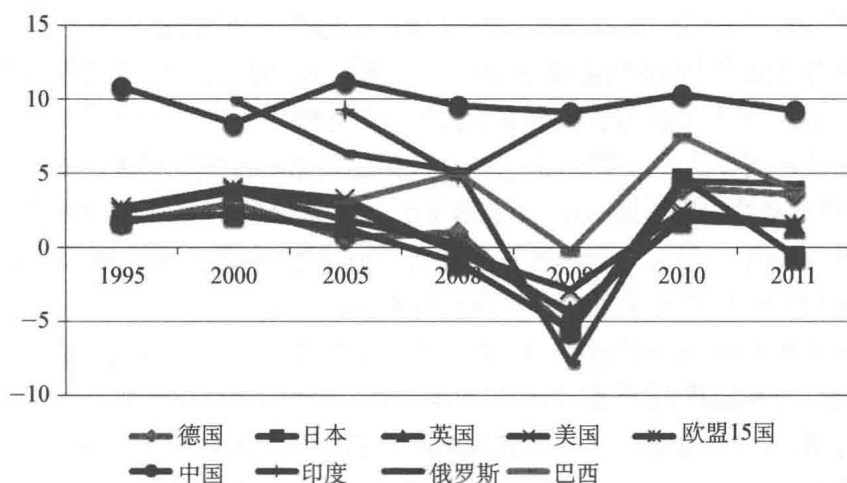


图 1-2 主要国家 GDP 增长率(%)

数据来源：OECD 统计数据库, <http://stats.oecd.org/>。

注：(1)部分数据为估计值，包括德国(1990)、日本(1990 和 2014)、美国(2014)、欧盟 15 国(1990 和 1995)、中国(1990、1995—2000、2005—2008 和 2009)、俄罗斯(2000)；(2)欧盟 15 国包括：法国、德国、英国、意大利、西班牙、葡萄牙、奥地利、爱尔兰、比利时、丹麦、希腊、卢森堡、荷兰、芬兰、瑞典。

业为首的服务业依托信息产业的迅速发展而得以膨胀，并成为经济总量的重要“贡献者”。除少数发达国家(如德国、日本)依然重视制造业发展以外，大多数发达国家都“奉行”去工业化，使得制造业比重不断降低、服务业比重不断上升。

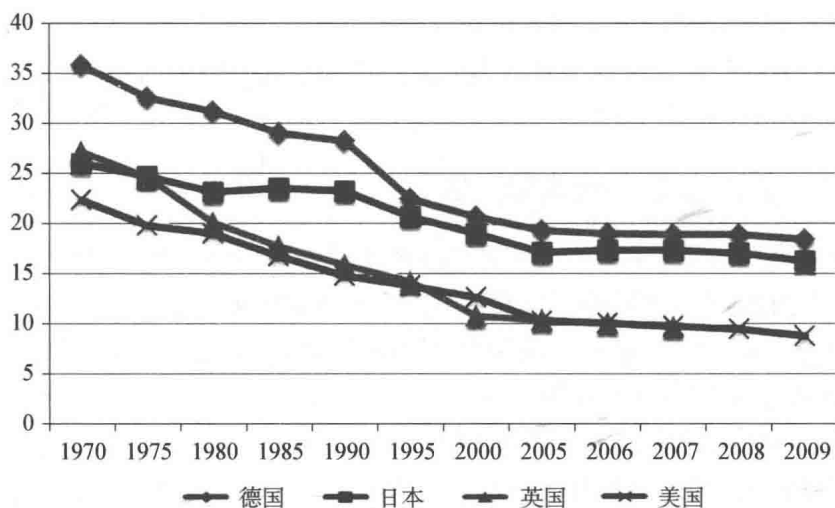


图 1-3 主要发达国家制造业就业份额(%)

数据来源：OECD 统计数据库, <http://stats.oecd.org/>。

在发达国家不断“去工业化”的过程中,一大批发展中国家和新兴经济体走上工业化道路,以低廉的要素成本吸引了发达国家跨国公司的投资和生产。“金砖四国”的出现,在很大程度上与去工业化导致的制造业转移有关。对于资源禀赋条件较好的国家来说,由于全球性的强劲增长推动了各种能源、矿产资源、粮食的价格的迅速提升,因而获得了大量发展资金,出现快速增长;即使是资源贫乏的国家,往往也因为具有廉价劳动力优势,可以发展劳动密集型产业生产和出口廉价产品,并吸引国际流动资本投入。

发达国家以“资产依赖型”和“服务依赖型”为特征的经济结构,与新兴经济体以“出口导向型”和“投资拉动型”为特征的经济结构,在特定时期形成了平衡。然而,发达国家缺乏实体经济支撑的虚假繁荣成为平衡中的薄弱环节,在金融危机的导火索下彻底暴露。危机的爆发,使得发达国家开始反省自身“去工业化”道路。去工业化和服务经济发展导致了发达国家制造业空心化,经济长期发展赖以维持的基础开始动摇。此时的发达国家需要新的载体和动力实现经济再次起飞。于是,制造业复兴成为开启危机后新时代的“钥匙”。

金融危机以来,在寻求危机解决方案的过程中,美、德、日等国政府和相关专业人士纷纷提出通过发展智能制造来重振制造业。2011年6月,美国正式启动包括工业机器人在内的“先进制造伙伴计划”;2012年2月又出台“先进制造业国家战略规划”,提出通过加强研究和试验(R&E)税收减免、扩大和优化政府投资、建设“智能”制造技术平台,以加快智能制造的技术创新。德国大力推动联邦政府、弗劳恩霍夫研究所和各州政府合作投资数控机床、制造和工程自动化行业应用制造研究。日本提出通过加快发展协同式机器人、无人化工厂,提升制造业的国际竞争力。

二、新产业革命的战略引领

新产业革命是工业 4.0 的重要战略背景,不仅包括新技术和新产业的重要突破,也包括新业态和新模式推动的生产方式和组织方式变革,实体物理世界与虚拟网络世界之间、产业领域和产业链环节之间的融合一体化,形成了工业 4.0 战略的技术基础和产业基础。

(一) 新技术和新产业的快速突破

以计算机与现代通信技术有机结合为标志的信息革命为发达国家的新一轮制造业战略提供了技术准备。一方面是信息技术本身加速发展,数据通信、数据共享得以实现。另一方面是信息技术的应用范围不断扩展,信息技术和手

段作为必不可少的“生产工具”成为现代产业的重要组成部分。尤其是信息化与工业化融合发展,极大地提升了制造业的生产效率。伴随着信息技术的不断发展,许多科技领域的关键技术得以突破,新的产业不断涌现,其中,以机器人为代表的智能制造就是其中典型的案例之一。同时,新的技术和新的产业也不断对信息技术提出了更高的要求,为满足先进制造业和现代服务业发展,大数据、云计算等已经成为新一代信息技术的发展方向。

当前许多发达国家制造业战略所涉及的一些核心技术概念已经在这个阶段被提出。例如,信息物理系统(Cyber-Physic System, CPS 系统),早在 2006 年,就被美国国家科学基金会(NSF)宣布为国家科研核心课题。物联网(Internet of Things, IoT)在大概 10 年前就被人提出,把服务加进去就成为物联网和服务联网(Internet of Things and Service, IoTS)。机器对机器通信(M2M)也是一个早就出现的概念,是指终端设备之间的数据交换。^① 这些技术准备为当前发达国家制造业战略奠定了重要基础。

全球来看,云计算、大数据、移动互联网等新一代信息技术飞速发展,并不断向制造业加速渗透,已经开始引发影响深远的产业变革,形成新的生产方式、产业形态、商业模式和经济增长点。基于信息物理系统(Cyber Physical System, CPS)的智能装备、智能工厂、人机交互等正在引领制造模式由自动化向智能化跃升;网络协同、规模化个性定制、C2B 供应链管理、电子商务等正在重塑产业价值链体系;智能汽车、智能家居、智能可穿戴产品等智能产品不断拓展制造业新领域。

(二) 产业形态模式创新引领新一轮的产业变革

新一轮产业革命的核心是产业形态模式创新引领技术创新——不是新的技术突破形成新的产业领域主导产业发展,而是技术整合、产业链整合基础上形成新业态和新模式主导产业竞争。原有制造业发展方向是以技术创新引领产业发展,新的技术创新推动产业发展,是一种技术引领型产业发展模式。新的制造业发展是以业态和模式创新引领技术创新。技术前沿领域直接推动产业发展的空间减少,以业态和模式创新整合技术创新,成为产业发展的重要方向,决定产业竞争优势的可能不是新的前沿技术创新,而是以新技术为支撑的新业态和新模式。

^① (德)乌尔里希·森德勒主编:《工业 4.0: 即将来袭的第四次工业革命》,机械工业出版社 2015 年,第 11—16 页。