

中国制造2025

国家战略、国际经验与上海发展

余南平◎主编 王德恒◎副主编



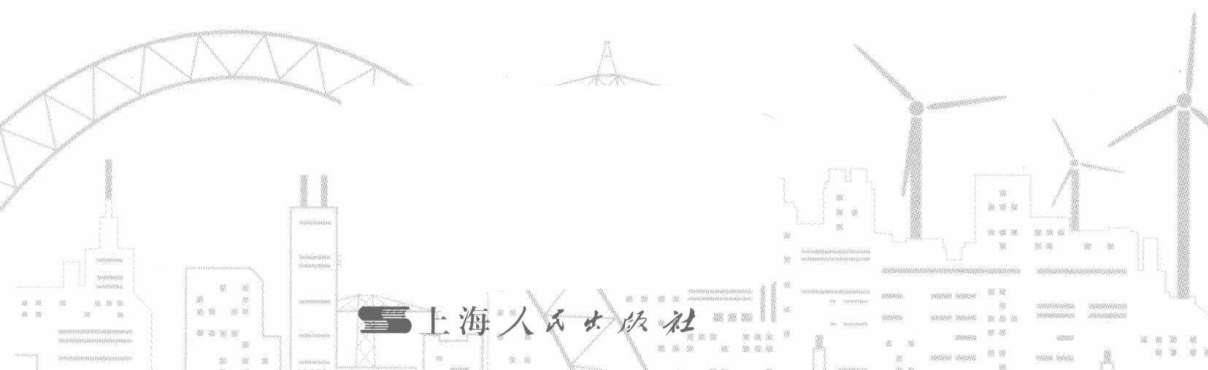
制造业是国民经济的主体，
是立国之本、兴国之器、强国之基。

没有强大的制造业，就没有国家和民族的强盛。

中国制造2025

国家战略、国际经验与上海发展

余南平◎主编 王德恒◎副主编



上海人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国制造 2025: 国家战略、国际经验与上海发展/
余南平主编. —上海: 上海人民出版社, 2017
ISBN 978-7-208-14761-4

I. ①中… II. ①余… III. ①制造业-工业发展-
研究-中国 IV. ①F426.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 217982 号

责任编辑 王舒娟

封面设计 零创意文化

中国制造 2025

——国家战略、国际经验与上海发展

余南平 主编 王德恒 副主编

世纪出版集团

上海人民出版社出版

(200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.co)

世纪出版集团发行中心发行 常熟市新骅印刷有限公司印刷

开本 720×1000 1/16 印张 14.25 插页 4 字数 186,000

2017 年 10 月第 1 版 2017 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-208-14761-4/F·2492

定价 52.00 元

本书为上海市人民政府决策咨询研究基地
余南平工作室2015年年度报告

序

本书为上海市人民政府决策咨询研究基地余南平工作室 2015 年年度报告。

进入 21 世纪以来,制造业面临着全球产业结构调整带来的机遇和挑战。特别是 2008 年国际金融危机之后,各国政府为了寻找促进经济增长的新出路,开始重新重视制造业。同时,随着工业机器人、3D 打印、虚拟现实、人工智能等技术的逐渐成熟,私人部门也在这些技术上看到了巨大的商业潜能。一场基于这些技术的制造业革命的萌芽已经出现。

2010 年,日本的互联网领军人物藤原洋先生出版了著作《第四次工业革命》,成为日本“工业 4.0”的首倡者;2012 年 2 月,美国国家科学技术委员会发布了《先进制造业国家战略计划》;2013 年 4 月,德国政府推出了《德国工业 4.0 战略》。一轮新的工业竞赛已经开始……

2015 年 3 月 5 日,国务院总理李克强在全国“两会”上作《政府工作报告》时首次提出“中国制造 2025”的宏大计划。“中国制造 2025”的战略目标是通过三步走实现我国从制造大国到制造强国的战略转型。另外,“中国制造 2025”的提出,也意味着我国正式加入到“工业 4.0”竞赛中。

如下几个问题摆在我们面前:

这场被称为“工业 4.0”的革命,将会如何改变我们的生活?

在“工业 4.0”竞赛中,中国面临的机遇和挑战有哪些?

中国应该如何借鉴国际上的经验？

本书认为，工业 4.0 对我们的影响将极其深远，它的影响不仅局限于经济领域。实际上，工业 4.0 除了将影响各国的经济实力，并进而影响全球的经济政治格局之外，它还将影响国家与市场的关系、中央与地方的关系、雇主与员工的关系等，对我们生活的方方面面产生极其深远的影响。

尽管近几年，中国制造大国的地位被印度、越南等国家超越的可能性似乎越来越大，但正如工业 4.0 竞赛很有可能会重新拉大中国与德国、日本、美国等国家之间的制造业水平差距一样，印度、越南等国家与中国的制造业水平差距也极有可能在一定程度上被拉大。考虑到目前这些国家与中国的制造业水平相差并不太大的事实，在工业 4.0 竞赛中，这些国家对中国的威胁尽管有变小的趋势，但仍不容我们忽视。因此，在工业 4.0 竞赛中，我国最需要考虑的是如何缩小与德国、日本、美国等制造强国的差距，同时也需要考虑如何才能保持我国的制造业相对于印度、越南等国家的优势。

不同的制造强国采取的工业 4.0 战略不同。例如，德国的“工业 4.0”战略采取以强化硬制造实力为核心，逐步打造融入互联网技术的智能工厂；美国的工业互联网战略则依托美国在互联网领域的优势和基础科研的结合，通过它的软服务和互联网开放的理念打造整个生态。考虑到中国的工业发展现状，中国与这些制造强国采取的战略也会有所不同，但中国仍需要研究分析德国、日本和美国的“工业 4.0”战略，并借鉴这些国家的有益经验。实际上，工业 4.0 竞赛是由多个国家共同参与的竞赛，因此在工业 4.0 竞赛的不同领域与不同“竞争者”开展合作有助于提升我国在该竞赛中的整体表现。本书认为，只有深入了解德国、日本和美国的战略，了解这些国家的竞争优势，我国才可以在正确的领域与正确的“竞争者”展开合作；只有充分借鉴德国、日本、美国的经验，并结合我国国情与经济发展现状，中国才能在“工业 4.0”竞赛中有出色且别具特色的表现。

本书认为,任何工业竞赛都不是一种“赢者通吃”的竞赛,工业4.0竞赛也不例外。工业4.0毫无疑问将引起全球产业结构的再次转型。但是,同样毫无疑问的是,工业4.0的成果将会被德国、日本、美国等主要参与者瓜分。因为,日本在工业机器人,美国在工业大数据和云计算,德国在智能工厂等与工业4.0竞赛相关的核心技术上的优势地位将保证其在该竞赛中能够分到“蛋糕”。因此,对中国以及其他国家而言,“工业4.0”竞赛不仅要在德国、日本、美国的优势领域与其展开合作,分享它们已经分得的那一部分“蛋糕”,还要在工业4.0这块“蛋糕”的尚未被分掉的部分寻找适合自己的“蛋糕”。只有如此,才能逐步提升我国的制造业水平,成为全球产业结构中重要的一环。

相比德国、日本和美国,我国制造业的区域发展更为不均衡。实际上,一般认为,德国和美国是通过不同的途径来实现制造业从工业3.0向工业4.0的转变,而我国则首先需要深化自动化和信息化在工业企业的应用,之后才能实现向工业4.0的转变。目前,我国工业和信息化部提出的“两化融合”以及“两化深度融合”的目的就在于加速制造业的工业2.0和工业3.0改造。但问题在于,目前“工业4.0”竞赛已经开始,我国需要尽快参赛。因此,我国能够做的是,鼓励、支持已经具备一定制造水平的地区率先参与到工业4.0竞赛中。

根据委内瑞拉演化经济学家卡萝塔·佩蕾丝(Carlota Perez)的观点,每一次技术革命都将带来巨大的财富,但这些技术革命只有在有一套相应的社会—制度框架(Socio-institutional Framework)建立之后才能高效地被社会消化。这也就意味着如果想在工业4.0竞赛中有优异的表现,一个地区必须同时具备先进的技术和完善的社会制度——包括法律制度、金融制度、教育制度等等。因此,本书认为经济发展领先、科技水平较高的上海应该承担起我国参与工业4.0竞赛的“排头兵”的角色。

上海在工业4.0竞赛中面临着一些机遇。原因在于,上海“十三五”期间的“四个中心”建设(国际金融中心建设、国际航运中心建设、

国际贸易中心建设、国际经济中心建设,现在也包括上海科创中心建设)对助推“中国制造 2025”是至关重要的。但这同时也意味着上海的责任重大:上海不仅承担着发展上海这座城市的责任,它还肩负着拉动长三角的区域发展、为我国其他地区提供发展经验的使命。

毋庸置疑,在工业 4.0 竞赛中,我国面临着极为严峻的挑战,“‘中国制造 2025’战略如何高效贯彻”、“如何参酌国际上的经验”、“上海的战略定位”等问题都关系到我国在“工业 4.0”竞赛中的表现,而为这些问题提供学理及智识指引,正是学者可以用力的方向。

本书采取集体讨论、分工研究、独立撰写和统一审校的方式完成。作为本书的主编,我确定了如“工业 4.0”概念、“工业 4.0”竞赛的主要选手、上海的优势等需要深入探讨的问题,确定了本书的框架、结构以及各个章节的编写成员。本书从 2015 年 3 月开始启动,到 2017 年 5 月最后定稿。华东师范大学硕士研究生王德恒、上海国际问题研究院助理研究员王玉柱博士、中共上海市委党校周静博士在本书的编写过程中做了大量的工作,本书的审校工作则由本人完成。

编写组具体分工如下(按章节排序):

第一章:王德恒、周静;

第二章:王德恒;

第三章第一节:周静、孙程程;

第三章第二节:王德恒;

第三章第三节:周静;

第三章第四节:周静、王德恒;

第四章第一节:周静;

第四章第二节:王德恒;

第五章第一节:王玉柱;

第五章第二节:周静。

研究工业 4.0 不仅需要对科技、金融、法律等有相当的了解,还

需要搜集、查阅和参考英文、德文和日文的第一手资料,华东师范大学硕士研究生姚森元、孙程程、张莹、孙莹、孟丹妮等同学为本书资料的搜集做了大量的工作。在本书的编写过程中,我们的工作还受益于诸多专家、学者的关心和支持。本书得以出版,还要特别感谢上海人民出版社的大力支持。在此,也对所有关心、帮助和参与此书编写和审校的同仁表示衷心的感谢。

是为序。

余南平

2017年5月30日定稿于上海

目 录

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 序 | 1 |
| 第一章 工业 4.0 | 1 |
| 第一节 工业 4.0 的定义 | 1 |
| 第二节 工业 4.0 的三个特点 | 5 |
| 第三节 工业 4.0 的发展阶段 | 8 |
| 第四节 工业 4.0 的关键技术支撑 | 10 |
| 第五节 工业 4.0 的驱动力 | 14 |
| 第六节 工业 4.0 的挑战 | 17 |
| 第七节 工业 4.0 的影响 | 23 |
| 第二章 工业 4.0 竞赛主要选手制造业现状 | 30 |
| 第一节 影响先进制造业竞争力的因素 | 30 |
| 第二节 经济实力 | 32 |
| 第三节 研发状况 | 35 |
| 第四节 企业运营环境 | 42 |
| 第五节 外商直接投资 | 52 |
| 第六节 总结 | 54 |
| 第三章 全球工业 4.0 发展现状 | 56 |
| 第一节 德国工业 4.0 战略 | 56 |

| | | |
|-------------|------------------------|------------|
| 第二节 | 美国先进制造企业 | 74 |
| 第三节 | 日本产业价值链主导权 | 87 |
| 第四节 | 各国发展战略的比较 | 89 |
| 第四章 | 中国制造 2025 | 91 |
| 第一节 | 中国智能制造战略与对策 | 91 |
| 第二节 | 中国制造 2025 制度分析 | 117 |
| 第五章 | 上海发展 | 144 |
| 第一节 | 上海的优势 | 144 |
| 第二节 | 上海的选择 | 197 |
| 参考文献 | | 212 |

第一章 工业 4.0

第一节 工业 4.0 的定义

一、历史上的工业革命

回望人类经济发展史,经济高速发展与社会快速进步往往都以工业革命作为背景,并以新兴技术作为重要支撑。根据一般经济学的知识,人们以生产设施的变迁为主要标志定义工业革命。依照经典的定义,人类历史上曾经发生过三次工业革命。

第一次工业革命以 1784 年瓦特发明蒸汽机为标志,产生于英国,该阶段的主要特点是机械化,以蒸汽机为标志,用蒸汽动力驱动机器取代人力,从此手工业从农业分离出来,正式进化为工业。蒸汽机与大机械相结合后,人动物不动,工人来回穿梭,生产效率大幅提高,生产推动消费,延续时间为 86 年。

第二次工业革命开始于 1870 年,产生于美国辛辛那提,以电力的发明为标志,该阶段的主要特点是电气化,用电力驱动机器取代蒸汽动力,从此零部件生产与产品装配实现分工,工业进入大规模生产时代。内燃机与电器相结合后,物动人不动,生产线将产品随时送到工作台,工人站定岗位,每人完成单一任务,以“一对多”规模生产,市场主导生产,以买方市场为主,该阶段延续了 99 年。

第三次科技革命产生在 1969 年的硅谷,该阶段的主要特点是自

自动化,以可编程的逻辑控制器(programmable logic controller, PLC)和个人电脑(personal computer, PC)的应用为标志,从此机器不但接管了人的大部分体力劳动,同时也接管了一部分脑力劳动,工业生产能力和消费能力也自此超越了人类的消费能力。自动化与网络化逐步相结合,人动物也动,灵活生产“一对一”产品,促进买方市场与卖方市场有机结合,到现在已经持续了 44 年,大概还会延续 10 年到 20 年。

表 1.1 经典定义下历史上发生的三次工业革命

| 工业革命 | 开始时间 | 产生地 | 标志 | 特点 | 延续时间 |
|---------|--------|-----|--------------|-----|--------|
| 第一次工业革命 | 1784 年 | 英国 | 蒸汽机的发明 | 机械化 | 86 年 |
| 第二次工业革命 | 1870 年 | 美国 | 内燃机和电器的结合 | 电气化 | 99 年 |
| 第三次科技革命 | 1969 年 | 美国 | PLC 与 PC 的应用 | 自动化 | 约 60 年 |

然而,美国华盛顿特区经济趋势基金会总裁杰里米·里夫金(Jeremy Rifkin)在其著作《第三次工业革命》中采取了新的方式定义工业革命。杰里米·里夫金以经济体系的变迁为主要标志定义工业革命。杰里米·里夫金认为,“在经济体系中,通信技术充当中枢神经系统,对经济有机体进行监管、协调和处理;与此同时,能源起到血液的作用,为将自然的馈赠转化为商品和服务这一过程提供养料,从而维持经济的持续运行和繁荣”^①。根据杰里米·里夫金的观点,人类历史上发生过两次工业革命:

第一次工业革命以 1830 年到 1890 年印刷业与蒸汽动力的结合为标志。蒸汽印刷术提高了印刷速度,降低了印刷成本,在美国和欧洲培养了大量具有文字读写能力、能够管理蒸汽动力驱动的工业世界的劳动人才。

第二次工业革命产生于美国,以 20 世纪的第一个 10 年电信技术与燃油内燃机的结合为标志。电话、收音机、电视机等通信设备的出现使得人类能够随时交流信息,成为人类管理这个由燃油内燃机

^① [美]杰里米·里夫金:《第三次工业革命》,张体伟、孙豫宁译,中信出版社 2012 年版,第 30 页。

驱动的工业世界的有效工具。

表 1.2 杰里米·里夫金定义下历史上发生的两次工业革命

| 工业革命 | 开始时间 | 产生地 | 经济体系 (通信技术+能源驱动) | 延续时间 |
|---------|----------|-------|---------------------|---------|
| 第一次工业革命 | 1830 年 | 美国与欧洲 | 印刷术+蒸汽机 | 约 80 年 |
| 第二次工业革命 | 约 1900 年 | 美国 | 电信技术+内燃机 | 约 100 年 |

二、新工业革命的到来

根据对工业革命的经典定义,德国认为第三次工业革命始于 20 世纪后半期通过电气和信息技术实现的制造业自动化,现在正在经历的是第四次工业革命。德国所谓的这次工业革命是指利用信息物理系统(cyber physical systems, CPS)将生产中的供应、制造、销售信息数据化与智慧化,实现产业链的组织与管理的进一步发展,最后达到快速、有效、个人化的产品供应的一次工业革命。这次革命被称为“工业 4.0”。“工业 4.0”这一概念在欧洲被广泛使用,尤其是在德国的制造业中。在美国以及其他英语世界国家中,一些评论者也使用“工业互联网”(industrial internet)等表达。而根据杰里米·里夫金的观点,互联网信息技术与可再生能源的深度融合将促使经济体系的再一次变迁,并让我们迎来了第三次工业革命。

虽然杰里米·里夫金对工业革命的定义与经典的观点不同,且杰里米·里夫金认为历史上发生过两次工业革命而非经典观点认为的三次,但杰里米·里夫金与经典观点都认为新的一次工业革命是先进制造与互联网的深度融合。换言之,这次工业革命是一场生产的基础设施与经济体系都发生变迁的革命——这次革命将会带来产能的巨大提升和世界人民生活方式的巨大转变,产生超过或者至少不小于以往发生的历次工业革命的影响。

考虑到不同的国家完成这次工业革命的方式不同——在德国,这次工业革命的完成方式是通过“对通信技术”的补课,完成先进制造与互联网的深度融合,实现经济体系的变迁;在美国,这次工业革

命的完成方式是通过“先进制造”的补课，完成先进制造与互联网的深度融合，实现经济体系的变迁——杰里米·里夫金对工业革命的定义似乎要更准确一点，但为了便于描述，本书仍采取对工业革命的经典定义，将这一次工业革命称为“第四次工业革命”或“工业 4.0”。

三、工业 4.0:从概念到现实

“工业 4.0”一词最早由德国人工智能研究中心执行总裁沃夫冈·瓦尔斯特尔(Wolfgang Wahlster)教授在 2011 年的汉诺威工业博览会的开幕致辞中提出。2013 年，德国信息技术、电信和新媒体协会(BIT-KOM)、德国机械设备及制造协会(VDMA)和电气电子行业协会(ZVEI)建立了“工业 4.0”研讨平台，这个平台极大地促进了“工业 4.0”在德国的发展。2013 年 4 月，德国政府设立的“工业 4.0”工作组在汉诺威工业博览会发布了小组最终报告《保障德国制造业的未来：关于实施工业 4.0 战略的建议》(Securing the Future of German Manufacturing Industry: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0)。^①2013 年 12 月，德国电子和信息技术协会将“工业 4.0”工作组的报告细化为“工业 4.0”标准化路线图(Zukunftsbild “Industrie 4.0”)。德国的“工业 4.0”战略迅速得到了德国政府、科研机构、企业的认同。例如，德国西门子公司开始将这一概念引入工业软件开发和生产系统——“工业 4.0”开始从概念演化为现实。

“工业 4.0”工作组

“工业 4.0”工作组由德国政府设立。工作组成员包括来自德国的企业、研究机构、大学的专家和从政府机构聘请的观察员。企业中的代表主要有：西门子公司、蒂森克虏伯公司、通快公司、宝马公司、罗伯特·博世有限公司。“工业 4.0”工作组由德国工程院的院长孔翰宁(Henning Kagermann)和罗伯特·博世有限公司监事会副主席西格弗里德·戴斯(Siegfried Dais)博士担任负责人。

^① 陈志文：《“工业 4.0”在德国：从概念走向现实》，载《世界科学》2014 年第 5 期。

“工业 4.0”标准化路线图

“工业 4.0”标准化路线图由德国电子和信息技术协会在“工业 4.0”工作组发布的小组最终报告《保障德国制造业的未来：关于实施工业 4.0 战略的建议》细化而成。路线图认为如西门子公司、库卡公司等提供关键产品技术的技术供应方，德国电信、罗伯特·博世有限公司、萨普公司等提供软件支持结构或服务的基础设施供应方，大众公司和巴斯夫公司等先进制造企业是工业 4.0 的重要参与者。

除传统的全球性制造企业之外，路线图还特别注意吸引中小企业参与进来，力图使工业 4.0 战略能够吸引德国包括大中小型在内的所有企业能够参与其中，为工业 4.0 战略贡献力量并成为该战略的受益者。

德国的“工业 4.0”战略提出后，迅速引起了全球的关注，美国、中国、英国、日本都分别出台了相应的战略规划，全球掀起了工业 4.0 的浪潮。

第二节 工业 4.0 的三个特点

工业 4.0 主要有三个特点：互联互通、实时数据和集成创新。

一、互联互通

工业 4.0 的第一个特点是互联互通。自信息技术革命以来，产业发展的一个基本特征和趋势就是产业融合。农业、制造业和服务业相互渗透和融合，今天的农产品、工业品和各种服务几乎都是在全产业链融合中生产出来的，这意味着全产业链融合将会从根本上改变产业体系。

在第一次工业革命以前，农业单打独斗，历经数千年，进步十分

缓慢。工业革命以后,农业生产工具和其他生产资料搭上了工业革命的快车,发生了革命性的变化,尤其在大规模农业的国家和地区,农业劳动生产率得到了极大提高。以全要素生产率提高为标志的制造业发展,是在信息技术革命以后,生产性服务业突飞猛进的裹挟下得以实现的。服务业一方面依赖国民收入提高,带来消费性服务业的发展;另一方面,随着分工和专业化水平的提高,生产性服务业成为异军突起的产业部门,并成为经济增长的主要动力。所以,三次产业的第一、第二和第三是序数词,本身就蕴含着产业演进的深意:首先是制造业提高了农业的劳动生产率,其次是服务业(主要是生产性服务业)提高了制造业的劳动生产率和全要素生产率,再次是以生产性服务业为关键变量,引发一、二、三产业的革命性融合,形成新的产业链、价值链架构,进而提高了全产业的劳动生产率和全要素生产率。因此,当前各产业、各行业间融合互联是普遍存在并符合客观规律的。

互联互通使传统的产业分类方法过时

根据传统的定义,世界各国将各种产业分为三大类:农业、制造业和服务业。但目前,产业之间的界限在逐渐变得模糊。例如,根据传统的定义,西门子公司毫无疑问是一家制造企业,因为过去西门子公司依靠将设备出售给顾客实现盈利。而现在,我们无法确定西门子是否还属于制造业,因为西门子似乎并不单纯依靠出售设备盈利。例如,当西门子公司将一台嵌有智能信息系统的高铁的牵引电机出售之后,它还需要通过嵌入的智能信息系统反馈的信息获取电机的运行情况,并对电机进行上门维修服务。在这种情况下,我们似乎也可以将这台嵌入智能信息系统的牵引电机看成是西门子公司出售维修服务的“工具”,并进而认定西门子公司为一家服务企业。

工业 4.0 把设备、生产线、工厂、供应商、产品和客户紧密地联系在一起。工业 4.0 的主要特征之一,是全产业融合,其实质在于,工业、工业产品和服务的全面交叉渗透。这种渗透借助软件,通过在互