

德国“工业 4.0”： 内容、动因与前景 及其启示

丁 纯 李君扬

摘 要：“工业 4.0”是德国版的再工业化战略，以提高德国制造业的竞争力为主要目的，目前已经上升为德国的国家战略。它的主要内容可以概括为“1 个核心”、“2 重战略”、“3 大集成”和“8 项举措”。从实施动因上分析，在后危机时代德国日益感受到来自内部和外部的挑战，从而提出“工业 4.0”方案加以应对。其中，外部挑战可区分为短、中、长期，自身动因涉及德国制造业劳动力成本上升和竞争力下降的双重压力，以及制造业规模相对萎缩的现实。展望未来，由于德国具有多次产业升级的经验、良好的教育体系和发达的人力资源，以及雄厚的制造业基础，“工业 4.0”将会取得一定的成效，并给相关产业带来可观的收益。针对德国的再工业化，我国有必要居安思危，做到正视挑战，勇于迎接挑战，努力发展高端制造业，但同时低端制造业亦不可完全偏废。

关键词：工业 4.0；再工业化；工业革命；智能生产；德国；竞争力

作者简介：复旦大学 经济学院 教授 欧盟让·莫内教授 复旦大学 欧洲问题研究中心主任 上海 200433

复旦大学 经济学院 博士研究生 上海 200433

中图分类号：F151.60

文献标识码：A

文章编号：1005 - 4871(2014)04 - 0049 - 18

* 本文系国家社会科学基金一般项目“国际金融危机冲击下欧洲发展模式前景研究”(项目批准号: 11BGJ023)、中国人民大学欧洲问题研究中心教育部人文社科重点基地课题“经济全球化和欧盟东扩背景下的欧盟市场一体化研究: 规制、进展、问题、前景与借鉴”(项目编号: 08JJDGJW252)和 Jean Monnet Chair Program “The European economic integration and harmonization of social affairs in era of globalization” (Nr. 2012 - 2862)的阶段性成果。

一、引言

德国“工业 4.0”是由德国产、学、研各界共同制定、以提高德国工业竞争力为主要目的的战略。德国“工业 4.0”这一概念问世于 2011 年 4 月在德国举办的汉诺威工业博览会,成型于 2013 年 4 月德国“工业 4.0”工作组发表的名为《保障德国制造业的未来:关于实施“工业 4.0”战略的建议》的报告,进而于 2013 年 12 月 19 日由德国电气电子和信息技术协会细化为“工业 4.0”标准化路线图。目前,“工业 4.0”已经上升为德国的国家战略,成为德国面向 2020 年高科技战略的十大目标之一^①。

之所以称为“工业 4.0”,是因为德国认为迄今为止人类已经经历了三次工业革命^②:18 世纪末引入机械制造设备的“工业 1.0”,20 世纪初以电气化为基础导入大规模生产方式的“工业 2.0”,始于 20 世纪 70 年代建立在 IT 技术和信息化之上的“工业 3.0”。而支撑“工业 4.0”的则是物联网技术和制造业服务化倾向的兴起。

技术进步固然是“工业 4.0”发端的触发器,究其实质则是德国版的发达国家“再工业化”战略,是德国 2006 年提出的《德国高技术战略》和 2010 年《德国高技术创新战略 2020》的升级版。在全球制造业竞争加剧的背景下,尽管德国因其强大的制造业传统而表现较好,但依然能感受到产业空心化和传统制造业向外转移的威胁,因而未雨绸缪地提出了这一工业升级的战略。

二、德国“工业 4.0”的内容

解剖德国政府的“工业 4.0”规划^③,简单可以概括为“1 个核心”、“2 重战略”、“3 大集成”和“8 项举措”。

(一)1 个核心

“工业 4.0”的核心是“智能+网络化”,即通过虚拟-实体系统(Cyber-Physical System, CPS),构建智能工厂,实现智能制造的目的。CPS 系统建立在信息和通讯技术(ICT)高速发展的基础上。(1)通过大量部署各类传感元件实现信息的大量采集;(2)将 IT 控件小型化与自主化,然后将其嵌入各类制造设备中从而实现设备的智能化;(3)依托日新月异的通信技术达到数据的高速与无差错传输;(4)无论后

^① 德国政府下属高科技战略网站, <http://www.hightech-strategie.de/>, 访问日期:2014-07-31。

^② Henning Kagermann/Wolf-Dieter Lukas/Wolfgang Wahlster, *Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution*, <http://www.ingenieur.de/Themen/Produktion/Industrie-40-Mit-Internet-Dinge-Weg-4-industriellen-Revolution>, 访问日期:2014-07-31。

^③ 本小节内容主要参考 VDE/DKE, *Die Deutsche Normungs-Roadmap Industrie 4.0*, Frankfurt, 2013; BMBF, *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*, Berlin, April 2013; BMBA, *Zukunftsbild „Industrie 4.0“*, Berlin, 2014。

台的控制设备,还是在前端嵌入制造设备的 IT 控件,都可以通过人工开发的软件系统进行数据处理与指令发送,从而达到生产过程的智能化以及方便人工实时控制的目的。

(二)2 重战略

基于 CPS 系统,“工业 4.0”通过采用双重战略来增强德国制造业的竞争力。

一是“领先的供应商战略”,关注生产领域,要求德国的装备制造商会必须遵循“工业 4.0”的理念,将先进的技术、完善的解决方案与传统的生产技术相结合,生产出具备“智能”与乐于“交流”的生产设备,为德国的制造业增添活力,实现“德国制造”质的飞跃。该战略注重吸引中小企业的参与,希望它们不仅成为“智能生产”的使用者,也能化身为“智能生产”设备的供应者。

二是“领先的市场战略”,强调整个德国国内制造业市场的有效整合。构建遍布德国不同地区、涉及所有行业、涵盖各类大、中、小企业的高速互连网络是实现这一战略的关键。通过这一网络,德国的各类企业就能实现快速的信息共享、最终达成有效的分工合作。在此基础上,生产工艺可以重新定义与进一步细化,从而实现更为专业化的生产,提高德国制造业的生产效率。除了生产以外,商业企业也能与生产单位无缝衔接,进一步拉近德国制造企业与国内市场以及世界市场之间的距离。

(三)3 大集成

具体实施中需要 3 大集成的支撑:(1)关注产品的生产过程,力求在智能工厂内通过联网建成生产的纵向集成;(2)关注产品整个生命周期的不同阶段,包括设计与开发、安排生产计划、管控生产过程以及产品的售后维护等,实现各个不同阶段之间的信息共享,从而达成工程数字化集成;(3)关注全社会价值网络的实现,从产品的研究、开发与应用拓展至建立标准化策略、提高社会分工合作的有效性、探索新的商业模式以及考虑社会的可持续发展等,从而达成德国制造业的横向集成。

ICT 技术的不断发展,为 3 大集成的可实现性提供了保证。相关的技术包括:

(1) 机器对机器(Machine to Machine, M2M)技术,用于终端设备之间的数据交换。M2M 技术的发展,使得制造设备之间能够主动(而不是被动!)地进行通信,配合预先安装在制造设备内部的嵌入式软硬件系统实现生产过程的智能化;

(2) 物联网(Internet of Things, IoT)技术。其应用范围超越了单纯的机器对机器的互联,将整个社会的人与物连接成一个巨大的网络。按照国际电信联盟(ITU)的解释^①,这是一个无处不在(Omnipresent)与时刻开启(Always On)的普适网络社会(Ubiquitous Network Society)。知名的信息技术研究和分析公司——

^① 国际电信联盟网站, <http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings>, 访问日期:2014-07-31.