

工业 4.0 浪潮下中国制造业 转型策略研究

赵福全, 刘宗巍

(清华大学汽车产业与技术战略研究院、汽车安全与节能国家重点实验室, 北京 100084)

摘要: 本文深入解读了德国工业 4.0 的内涵, 分析了工业 4.0 浪潮将给中国制造业特别是具有代表性的汽车产业所带来的深远影响, 指出了当前业界对工业 4.0 的理解普遍存在的偏颇之处, 明确建议应更多地从生产角度而非销售、服务角度来思考工业 4.0。在此基础上, 重点强调必须站在国家战略高度充分认识工业 4.0, 阐明了国家顶层设计的重要性, 并提出了各方共同努力、合力推进中国“智造”早日成为现实的具体建议。

关键词: 工业 4.0; 国家战略; 制造业; 转型升级

中图分类号: T-9 **文献标识码:** A

Industrial Transformation Strategy for the Manufacturing Sector of China in the Tide of Industry 4.0

Zhao Fuquan, Liu Zongwei

(Tsinghua Automotive Strategy Research Institute, State Key Laboratory of Automotive Safety and Energy, Beijing 100084, China)

Abstract: The paper carries out an in-depth interpretation of the connotations of Industry 4.0, analyzes the far-reaching implications that the tide of Industry 4.0 will bring to China's manufacturing sector, in particular the automotive industry, points out the universal misunderstandings of the Industry 4.0, and suggests clearly that we should think on Industry 4.0 more from the perspective of production rather than sales or service. On this basis, it stresses the necessity to thoroughly understand the notion from the national strategic height and expounds the importance of national top-level design. Finally, the paper puts forward concrete suggestions for all parties concerned to make joint efforts in a bid to promote the realization of "wisdom in China" at an early date.

Key words: Industry 4.0; National strategy; The manufacturing sector; Transformation and upgrading

1 引言

当前中国经济正在步入增长速度趋于平缓的“新常态”, 国内市场竞争日益激烈, 而由于自主研发能力薄弱、核心技术缺失、劳动力成本上涨

以及人民币总体逐步升值等原因, 中国制造业出口盈利的空间正在减小^[1-2]。不仅一大批原本依赖低成本优势、粗放经营的中小企业遭遇入不敷出的困难局面, 而且一些大型企业也面临着严峻的

生存挑战。要在这场大浪淘沙的竞赛中最终胜出,中国制造业必须加快转型升级,真正实现“提质增效”。

与此同时,以互联网、大数据、云技术、3D打印等新技术为代表的新一轮科技革命方兴正艾^[3],极有可能带来全球经济形态和竞争格局的巨大变化。在此背景下,世界各传统工业强国无不高度重视全面信息化对制造业已有和潜在的影响,思考及采取对策加速自身制造业的转型升级,以期占领未来国际较量的战略制高点^[4]。这其中尤以德国提出的“工业4.0”概念最为引人瞩目,被认为是德国吹响了新一轮工业革命的前进号角。

对于中国而言,制造业转型升级的最终目标同样指向智能制造。唯有如此才能通过“智慧”地调配、整合及利用资源,以更经济、便捷的生产方式,提供更多样、个性的产品与服务,从而在未来制造业的激烈竞争中赢得优势。但是,中国与德国的工业基础和发展阶段并不相同,中国自身的特点和优势也与德国差异明显。究竟应该如何看待德国工业4.0,如何借鉴其精髓,又应该怎样把握其中的机遇与挑战,加快中国制造业转型升级的进程,这些都是具有现实紧迫感和战略意义的重要话题。

2 德国工业4.0的内涵及理解

2.1 德国工业4.0的内涵

“工业4.0”是德国针对制造业发展进程的不同阶段给出的定义。在2013年德国联邦教育研究部发布的《工业4.0战略计划实施建议》中,定义了不同的工业阶段不同的内涵:工业1.0是机械化,其标志为机械装备在生产制造中得到广泛应用,人类告别了手工制作时代;工业2.0是电气化,电力驱动的机械使生产制造的规模化得到空前发展;工业3.0是自动化,主要是工厂大量应用电子信息技术,不断提升生产环节的自动化水平;而工业4.0的本质特征则是智能化,即以智能工厂为核心,建立起一整套规模化、定制化的产品设计、生产及服务模式,真正实现工业由制造向“智造”的转型升级^[5]。

与工业3.0仅仅以电子信息手段自动控制生产工艺及过程不同,工业4.0充分考虑了互联网巨大的现实和潜在影响,强调在网络条件下实现更高智能程度的生产,以及不同生产单元、环节之间的高效协作,以快速、高效地响应客户的需求^[6](在这里客户不只是最终的市场消费者,而

是把产业链上下序的各制造企业都彼此视为客户)。由此可见,如果说从工业1.0到3.0都是生产方式的变革,那么工业4.0则不仅仅是生产变革,更是从设计开发、生产制造到市场销售、售后服务以及需求反馈整个价值链条和产业生态的全面升级。概括而言,德国的工业4.0将体现在:以充分互联的智能工厂为核心的“智能制造”;集中式控制向分散式控制的商业模式转变;生产过程直接与消费者相互连接;信息系统技术与工业生产技术的高度融合、合为一体的信息物理系统(CPS)^[5]。

2.2 德国工业4.0战略意图及影响解析

作为传统的制造强国,德国充分认识到以互联网为代表的新一轮科技革命将对制造业产生重大影响,而自身在信息产业方面却没有明显优势^[7]。因此,德国提出工业4.0的概念,既是以工业3.0已经实现、制造业自动化程度极高的优势为基础和条件,更是德国对制造业未来转型升级的战略预判及方向明确^[8]。德国寄希望于通过实现工业4.0,为包括世界级大企业和众多优秀中小企业在内的德国制造业插上互联与智能的腾飞之翼,从而继续保持自己称霸国际制造业的竞争优势^[9]。

由此可见,一方面,德国提出工业4.0的战略意图十分清晰:即通过构建智能生产网络,把德国强大的制造业单元连接起来,构成一个信息和物理的网络系统,最终推动制造业由自动化进一步向智能化和网络化方向升级;另一方面,工业4.0对德国而言也还只是一个战略目标,德国计划到2030年最终实现工业4.0。显然在实践过程中,工业4.0的内涵还将继续逐渐丰富和明晰。

从上述分析中我们不难理解:工业4.0必然是整个国家整体工业水平的体现,而不是某一个产业或某一个企业的升级,更不是建设几个先进的工厂,即没有所谓的局部工业4.0。实际上,只有围绕工业产品的全生命周期,包含设计、生产、采购、销售、服务,以及消费者之间、消费者和厂商之间、厂商之间的互动等诸多环节在内的全面同步提升,才能真正构建起工业4.0。无疑,工业4.0的影响将波及一国制造业的方方面面,归纳起来主要有:单个企业生产过程和模式的纵向整合;同一产业不同企业间不同生产过程的横向整合;不同产业上下游企业之间的交叉整合。最终将实现制造业端口的全面标准化、联通化,彻底打通设计、生产、销售以及服务的全产业链和各个环节。

3 工业 4.0 对于中国的机遇与挑战

3.1 中国制造业水平现状

如前所述,德国的工业 4.0 是建立在其全球制造业的优势基础上的产业持续优化战略,目的在于发展基于互联网技术的制造业实体经济,保持其在全球制造业的领先地位。相比德国制造业,中国制造业目前总体上还处在工业 2.0 与 3.0 之间的水平,以汽车制造为例,不少本土企业的焊接、冲压车间还远未实现自动化。这不只是资金和设备投入方面的差距,更是生产管理、工艺技术以及上下游相关企业水平的差距,也可以说是中国制造业的整体差距。中国制造业总体的能耗、效率、质量、技术含量以及成本控制的人力依赖程度等,与德国的差距都非常明显,很难设想能将这样水平的制造业单元充分连接起来,并满足大批量和个性化的优质制造。

在这种情况下,工业 4.0 给中国制造业的转型升级提出了全新的、更为艰难的要求,使正在努力向工业 3.0 追赶进军的中国,面临更为严峻的挑战。一方面,工业 4.0 对制造业提出了更高的标准,中国制造业如果选择“跨越式”地迅速跟上,以现有水平来看难度很大;另一方面,如果选择暂时不跟进,未来则可能要面对更大的落后,处在一个两难的尴尬境地。

尤其需要注意的是,以智能制造为主要标志的工业 4.0,将使“中国制造”低成本的传统优势丧失殆尽。未来的智能工厂,是一个人工智能管理的、具有自我完善能力的制造体系,传统制造工人发挥作用的空間所剩无几。同时工业 4.0 还将带来商业模式的创新和变革,通过充分的物联网平台,消费者可以直接向工厂表达需求,智能工厂则经过大数据分析和云端处理后,及时组织各相关要素,按照消费者的需要进行产品的设计、生产及服务。因此不仅生产环节,而且销售和流通环节的人力成本所占比重都将显著降低。这些变化对中国制造业而言,将会产生巨大冲击。

工业 4.0 又是中国制造业未来发展的必然方向,因为互联网技术充分普及及其与制造业的深度交融乃大势所趋,中国没有可能避开工业 4.0、另辟蹊径来实现制造强国,而是必须基于现有水平,努力填平补齐,倾全国之力争取迎头赶上。

同时,中国在信息产业方面具有一定比较优势,全球顶级互联网企业基本都分布在美国和中国,这又是德国所不具备的,必须高度重视、充分利用这一条件。当前国家提出的“互联网+”

恰恰指向了这一战略方向——如果说此前提出的“两化融合”代表着中国向工业 3.0 快速迈进的努力^[10],那么刚刚发布的“中国制造 2025”战略规划,则以“互联网+”为基础,明确提出了与工业 4.0 同等境界的中国制造业未来发展目标:中国最终要跻身于世界制造强国前列。因此,对于中国制造业而言,工业 4.0 不仅意味着空前严峻的挑战,也将带来历史性的战略机遇。

3.2 对于工业 4.0 的理解不宜偏颇

当前中国工业界对于德国工业 4.0 的理解,表现出一些偏颇,主要表现在:

其一、概念广受关注,理解千差万别,行动较为有限。德国提出的工业 4.0 概念,目前还只是制造业转型升级的一种趋势性理念,也是根据其现有制造业水平和新技术发展态势提出的一种前瞻性战略思想,对此大可不必神话。实际上工业 4.0 的概念在德国受关注的程度远没有在中国高。但是,德国的确在为此做着国家指引、标准设计、企业尝试等多方面的切实工作。反观中国,工业 4.0 目前更多的还只是一个不断热议的概念,缺乏系统深入的研究,更缺乏国家顶层设计和企业实际行动,甚至有些理解得并不充分的观点在广为流传、混淆概念。

其二、中德两国工业界对工业 4.0 的关注点迥异,这非常值得深思。以汽车产业为例,德国更多的是从制造实现智能化的角度来看待,关注制造端的变革与升级。而中国企业则更多是从汽车销售、车载互联的角度思考工业 4.0,更关注销售服务端。销售和服务当然也很重要,但这不是中国制造业的主要症结所在。对于中国这样的大国,特别是在传统制造业先进程度不足的情况下,尤其要以制造业这样的实体经济为主导和依托。否则即使解决了怎样卖东西的问题,还是要面对怎样造出好东西的挑战。

以上这些认识将在实践中产生极其不利的影响:一是可能导致中国学习借鉴工业 4.0 趋于表面化、形式化、运动化。二是可能导致努力的重点倾向于营销和服务端,这对于现阶段的企业来说是比较易于实现并且能够短期见效的,因此容易形成跟风现象,造成全行业只顾眼前利益,只关注营销和服务,而较少考虑彼此合作,更忽视制造业本身的实质性升级,始终拿不出更优秀的产品(这些恰恰才是工业 4.0 的核心),却又自以为这就是在推行工业 4.0 了。长此以往,中国的互联网经济就将成为“无本之木”,网店销售的商品再

多、再便宜,也只能是低价劣质的产品,这对于中国长期竞争力的形成后患无穷。

总的来说,中国必须站在国家高度充分认识工业4.0的全局性和战略性,认真研究理解工业4.0的核心内容,关注如何让互联技术在制造业全产业链上都发挥作用,尤其要借鉴德国的发展思路 and 战略举措,重点关注和全面建设制造过程的系统化和标准化。中国的互联网产业体系完整,从业人员数量多,具备一定有利条件。这种优势不能只限于销售和服务领域应用,更要引入到制造领域,推动生产要素的互联,使之向“智能制造”的方向快速前进,这对于中国制造业的提升与赶超将是一个绝佳的机会。

3.3 工业4.0对于传统制造业的影响

以充分互联和充分智能为基础的工业4.0将给传统制造业带来战略性的重大变革,并孕育空前的挑战与机遇,这一趋势已逐渐为业界公认。而以产业链条长,涉及面广,资金、技术和人才高度密集著称的汽车产业,作为民用工业中最为复杂者,在传统制造业中具有代表性。下面就以汽车产业为例,分析工业4.0对传统制造业的影响。

在以往的工业革命中,汽车业都是技术进步的重要应用载体。一方面有大量先进的生产技术和模式在汽车制造中首创或得到广泛应用(如流水线、精益生产等),另一方面汽车产品本身也一直采用新技术、新材料、新工艺而不断进步,汽车制造和汽车产品的改进又彼此影响、互为因果。在工业4.0时代,汽车将按照“智能制造”的模式,大规模个性化地定制生产出来,从而节能、高效、优质地满足消费者的不同需求。同时,汽车产品本身也将发生巨大变化。预计未来的汽车将从“配备电子的机械产品”向“配备机械的电子产品”转变,成为可以安全、舒适、便捷移动的智能互联终端,充分融入通信、办公、娱乐等功能和更多其他的应用可能。这一转变既需要车载设备和技术的全面智能化、网联化,更需要汽车“智能制造”的有效支持。而汽车产业庞大的用户群体、多种多样的使用环境,也将衍生出自己的具有重要商业价值的大数据,从而影响产业链条的重组、价值实现方式的转变和商业模式的创新。由此整个汽车产业也将发生空前深度和广度的变化:传统的汽车使用、设计、制造、销售、售后、维护和管理模式将被彻底颠覆;汽车的制造者、拥有者、销售者、使用者、维护者和管理

者都可能与当前截然不同。从这个意义上讲,工业4.0将对汽车产业产生深远而广泛的影响。

我们认为,新能源和网联智能化将成为中国汽车产业未来发展的两大战略机遇。并且与只涉及动力问题的新能源汽车相比,网联智能汽车是工业4.0的产物,代表着充分互联模式下,汽车设计开发、生产制造、销售及服务等各个环节的根本性变革,这将带来更大的机遇。而两者的有效结合,或将支撑中国汽车产业实现由大到强的转变^[11]。当前,新能源可能带来的机遇已受到较为充分的认识,但整个社会尤其是汽车制造业,更应重视、研究并努力实现互联技术(也包括大数据、云计算等)在实体制造业转型升级中的重大价值。我们必须站在国家制造业转型升级的高度看待工业4.0,看待工业4.0进程中汽车产业的历史机遇,致力于打造设计、生产、销售及服务各环节一体化的汽车“智造”全新业态。

3.4 工业4.0对于高端制造业及能源产业的影响

“中国制造2025”已明确指出中国制造业转型升级的战略目标和前进方向,而制造业的转型升级,一方面在于传统制造业向产业链高端的延伸和转移,另一方面则必须努力发展和做强技术含量高、基础作用大的高端制造业。例如大规模集成电路,作为现代工业的基础元器件之一,不仅对于整个信息产业具有明显的支撑作用,而且在互联网和智能化时代将处于更加核心的重要地位。

当前中国集成电路产业在自主设计及产业化方面与国际先进水平相比,仍有一定差距,使未来向“智慧”制造的转型升级面临制约。与此同时,全球制造业与信息业的交融还处于加速发展的起始阶段,预计在这一过程中一方面对集成电路的需求将增长、要求将提高,另一方面也将孕育更多不同的应用可能,规模化与定制化的趋势将日趋明显,适应工业4.0标准和要求的集成电路将取得优势地位。而拥有庞大市场规模(即特殊的应用需求)的中国,具有先天的响应速度优势,并有足够的体量足以自定标准、自成体系,从而完全有可能借此契机后来居上,抢占未来产业竞争的制高点,这是中国高端制造业在工业4.0时代的重大机遇。

实际上,工业4.0的影响范围不仅限于制造业本身,按照“互联网+”的构想,这更是一次涉及基础设施建设、信息通信、能源、环保、材料、医疗、教育以及消费模式等领域的全方位革命,而这些领域的变革也将深刻影响制造业的发展。以

能源产业为例,“能源互联网”将使能源革命与互联网技术结合起来,各类能源生产和消费的终端真正联接而成为一个网络整体,形成信息采集、数据生成、智能处理、合理调配的分布式、自组织、自适应体系,以“智慧”的方式最合理地调配分散的能源供“智能制造”使用,从而为中国构建安全、清洁、高效、持续的全新能源结构奠定基础。这也将为中国化解能源问题挑战、实现制造业的可持续发展创造全新的可能。

4 中国如何加快推进工业 4.0

全面推行工业 4.0、加速制造业转型升级是一项复杂的系统工程,需要国家、产业、企业与科研机构的共同努力、通力协作。这其中,国家具有前瞻性的“顶层设计”和发展规划至关重要^[12]。新一轮科技革命正在到来,中国制造业现有水平不高,转型升级压力很大,更需要高瞻远瞩的战略构思指引方向,力争少走弯路。工业 4.0 不是某个行业的事情,更不是某个企业的事情,而是整个国家制造业及相关领域共同的任务,因此必须在国家高度上制定清晰的发展战略,在全社会范围内加深理解、凝聚共识,在全产业链上综合布局、构建平台,在各个行业、企业分解细化、激励实施。在这方面德国政府与产业界分工明确、真抓实干的态度及工作,非常值得中国学习和借鉴。

在推行中国版工业 4.0 的过程中,国家应率先培育一批示范性的重点产业和企业,而具有巨大产业关联度和带动性的汽车产业完全有条件也理

应成为尝试工业 4.0 的先导阵地。以车联网的发展为例,目前尚处于“人—车”互动这一比较初级的阶段,要实现“车—车”、“车—路”的全面互联还有很长的路要走。主要的瓶颈并不是技术滞后,也不是企业没有动力,而是国家缺乏顶层设计和有效引导,政府在总体规划、统一标准和激励实施等方面力度不够。如“车—车”互联需要企业间的协同,“车—路”互联更需要城市的交通管理系统的接纳,另外包括信号形式、传输标准、基础硬件设施建设等问题,如果政府不出手,都远非车企或者汽车行业自身力所能及。

在国家战略的指引下,工业 4.0 的各方参与者都需要各司其职、互相支持。从行业层面,应牵头成立相关领域的跨产业、跨企业联盟,组织研讨互动,搭建充分合作的有效平台;对企业而言,一是要围绕自身产品全生命周期的角度考虑和切实推进各环节的升级,二是要与上下序其他企业乃至跨行业企业寻求全新合作关系和模式,三是要以更变革性的创新思维,认识和迎接互联网时代和工业 4.0 背景下的产业变革;对于高等院校而言,既要与国家、行业和企业等一起肩负起培育适合新时代创新人才的重任,更要与科研院所、“智库”单位等,携手为国家理清发展战略、制定产业规划、形成统一标准献计献策,为企业加速提升制造水平和“互联”合作程度,提供技术和智力支持。最终通过全社会的共同努力,加速工业 4.0 所代表的先进制造业状态在中国早日成为现实。

参考文献:

- [1]黄顺魁. 制造业转型升级:德国“工业 4.0”的启示[J]. 学习与实践,2015(1):006.
- [2]董达善,俞浩. 中国制造业现状及发展研究[J]. 上海经济研究,2008(9):36-40.
- [3]缪学勤. 智能工厂与装备制造业转型升级[J]. 自动化仪表,2014,35(3):1-6.
- [4]裴长洪,于燕. 德国“工业 4.0”与中德制造业合作新发展[J]. 财经问题研究,2014(10):004.
- [5]KAGERMANN H, HELBIG J, HELLINGER A, et al. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: securing the future of German manufacturing industry[M]. Forschungsunion, 2013.
- [6]姜巍. “工业 4.0”时代的中国制造业升级[J]. 中国发展观察,2015(03):37-38.
- [7]吕铁,李扬帆. 德国“工业 4.0”的战略意义与主要启示[J]. 中国党政干部论坛,2015(3):36-39.
- [8]丁纯,李君扬. 德国“工业 4.0”:内容,动因与前景及其启示[J]. 德国研究,2014(4):005.
- [9]乌尔里希·森德勒. 工业 4.0[M]. 邓敏,李现民,译. 北京:机械工业出版社,2014.
- [10]罗文. 德国工业 4.0 战略对我国工业转型的启示[J]. 玻璃钢/复合材料,2014(11):049.
- [11]赵福全,刘宗巍. 我国建设汽车强国的战略判断[J]. 汽车工程学报,2014,9(5):318-323.
- [12]赵福全,刘宗巍. 我国建设汽车强国的行动方向[J]. 汽车工业研究,2014(10):4-7.