工业4.0与汽车产业的转型升级

■赵福全

德国工业4.0是对制造业永恒追求的极致实践

德国工业4.0自提出以来就广受关注，它代表着老牌工业强国应对新一轮科技革命的前瞻思考与战略布局。其内涵可以用一句话概括：以数据驱动的互联、互动的智能制造体系。

“智能制造”实际包含了“智”和“能”两个层面的内容。“智”是智慧，意味着工业4.0时代的机器具有了“IQ”，能够像人一样聪明地感知、记忆、判断和决策，将实现人类智慧在机器上的最大延伸；“能”指能力，是适应机器“智慧”的有效执行，使机器的能力达到最大化的拓展。机器的“智”与“能”有效结合，共同实现智能制造。同时，数据将成为工业4.0的核心与基础。海量、有效的数据将成为互联、互动的“血液”。使智能制造成为动力强劲的机体，不断创造出消费者高度认可的个性化产品。

在工业4.0的体系下，智能制造可分解为三大要素：智能工厂、智能生产和智能物流。其中智能生产和智能物流分别面向生产链（B2B）和物流链的整合。而智能工厂则面向全产业生态，有着更为重要和广泛的内涵，它既是一个总体概念，也是一个实施平台。智能工厂指的是智能化制造的整个系统及其实现方式，它代表着将需求、设计、生产、物流与服务等各个环节融合而成的一个智能整体，既包括智能制造的基本架构、标准接口、基础设施，也包括实现信息与物理相连交互的信息物理系统（CPS）。

制造业一直将“最低成本、最高质量、最快速度、最大化地满足消费者的个性化需求（灵活性）”作为永恒的追求。工业4.0在追求制造业本质内涵方面，与上一次影响制造业变革的精益生产相比，有异曲同工之处。但细细比较可以发现，精益生产面向的是单个企业信息化程度与管理水平的提升，强调让人像机器一样精准工作，以此将人为差异对产品制造的影响降至最低；而工业4.0则是整个产业理念、模式、技术的全面变革，要求以智慧的机器取代人完成判断和重复劳动，人只做综合性的管理决策，从而把人为因素对制造的不利影响彻底消除，并将人的智慧在制造中发挥到极致。由此可见，工业4.0有望真正实现大规模制造与个性化定制生产的有效统一。在本质上工业4.0是对制造业永恒追求的一种极致实践。工业4.0的有效落地将标志着人类制造业在新技术变革支撑下实现跨越，迈向“理想主义”境界。

德国工业4.0的战略意图与突破口选择

德国提出工业4.0绝非一时兴起，其背后有着深刻的战略思考，源于德国政府与工业界的危机意识、机遇意识和领先意识。

在错失前一轮互联网产业发展先机、低成本制造的发展中国家（包括中国）崛起、以及互联网产业巨大的美国提出制造业“回流”等诸多压力下，德国产生了强烈的危机意识。而新一轮科技革命方兴未艾，万物互联、大数据、云计算、人工智能、机器学习、增材制造等技术预期都将在前所未有的广度上深入到制造业之中，使德国意识到制造业转型升级的巨大机遇正在到来。德国工业基础雄厚，经验积累充分、核心技术领先、产品质量过硬，希望以此为基础，抓住历史机遇，为制造业插上互联、智能的腾飞之翼。更重要的是，德国计划以工业4.0引导本国产业转型升级，进而主导全球制造业的发展演进方向，掌握未来产业标准、体系的话语权，成为未来全球制造业的方案提供者、设备供应者、市场主导者。其战略意图深远，领先意识超前。因此可以说，德国提出工业4.0，既是无奈之举，也是应对新技术变革的应战之举，更是谋求继续称霸制造业的战略之举。

在推行工业4.0的进程中，德国选取了汽车产业作为突破口，构建了以德国工程院为政府主管、弗劳恩霍夫协会为智囊、宝马等为整车制造商、博世等为汽车零部件制造商、西门子等为设备提供商，并以核心大企业带动中小企业的综合示范体系。在这一框架下，德国政府、行业、企业和智库分工明确、各司其职、凝聚合力，共同推进工业4.0。显然，这是一个经过深思熟虑的战略性选择与布局：一方面，工业4.0在越复杂的产业上实现，就越能产生更大的效果和价值。而产业链长、涉及环节多、个性化消费需求强烈的汽车产业，既是工业4.0应用最难的产业，又是工业4.0应用效果最大的产业。另一方面，德国具有全球领先的国际化汽车企业和众多品质一流的中小企业，能有提供了强大的产业基础和升级4.0的主导性力量，后者则可以在个性化生产中发挥重要作用。将中小企业有效集成于工业4.0的体系之中，也是工业4.0成败的重要实践和关键举措之一。

中国应以汽车产业为龙头推行工业4.0

新一轮科技变革下，全球制造业的转型升级乃大势所趋。德国工业4.0已成为全球制造业转型浪潮的旗帜，其他国家的战略举措，如美国的工业互联网计划、日本的智能机器人计划等，也都是实现制造业网联化、智能化转型升级的不同路径。

工业4.0所描述的“智能制造”，对于中国制造而言至关重要，是做强制造业的必由之路和战略制高点。国务院刚刚印发的“中国制造2025”，明确提出了建设制造强国的战略目标和“三步走”的行动计划，其内涵与德国工业4.0异曲同工。从这个意义上讲，“中国制造2025”已被视为中国版的工业4.0，它的有效推广和实施将决定中华民族未来制造业的核心竞争力。

要在中国推行工业4.0，我们必须直面比发达国家更多的严峻挑战：研发能力弱、技术水平低、产品质量差、生产效率高、工业基础薄弱、技术积累较少、人力成本增长等，都是不容回避的现实困难，也是实现工业4.0必须逾越的短板。但同时我们也有自己独特的优势：全球首屈一指的本土市场、完全可以自成一级；制造业体量庞大、体系健全；互联网产业发达，网络创新意识强；此外还有后发优势。这些都将为中国实现工业4.0提供有力的支持。因此，只要坚定战略目标，选准突破方向，做好顶层设计，集举国之力，加快落地实施，中国面向工业4.0的制造业转型升级大有可为。

在突破口选择方面，汽车具有产业规模大、带动效应强、涉及产业多、影响范围广、产品数量众、质量要求高、需求多元化、资源技术资金人才密集等特点，作为制造业的“集大成者”，是“中国制造2025”的最佳载体，理应成为最佳切入点。汽车产业如能实现工业4.0，将带动中国制造业整体实现4.0，引领中国制造业成功转型，助力突破中产阶级陷阱，实现实体经济的健康可持续发展。因此，我认为在中国制造业转型升级的征途中，汽车产业既是抓手，也是载体，更是龙头。中国应该选择汽车产业作为突破口，引领制造业转型升级，这对于中国建设制造强国具有深远的战略意义。

对工业4.0的理解和努力不可“跑偏”

正确的理解是有效推行工业4.0的前提。我们要充分认识到工业4.0有三大特征：第一是其整体性，工业4.0不是产业的4.0，也不是企业的4.0，更不是车间的4.0，而是国家工业的4.0，它将体现一国制造业的总体水平；第二是其充分性，既要充分网联（互联网、物联网和业联网），更要充分智能，使机器能真正像人一样聪明地工作、有效地互动；第三是其互动性，和以往工业革命中由技术变革带动生产模式变革的升级方式不同，工业4.0的升级，要求技术进步与商业模式创新互为促进、共同支撑，全新的模式完全有可能以意想不到的方式推动技术加快成熟与普及。因此两者不可偏废，应当齐头并进。

令人担忧的是，当前我国对于进入工业4.0时代的理解和关注有较为明显的偏颇，即严重偏向销售和服务端，尝试销售、服务、合作等商业模式的创新过多，研究制造高质量产品的探索不足。因此，应该清醒地认识到，仅仅建立电商网络绝不是工业4.0，更无法解决制造业如何提供优质产品的根本问题。缺少以质量为基础、技术与创新为支撑，工业4.0将成为无本之木。

反观德国，更重视生产和物流端，在国家层面研究架构、标准，在企业层面关注互联终端、通讯设施和控制软件，如传感器、通讯接口、工业软件以及技术难题的远程解决等，踏踏实实向着智能制造的方向努力。这种“接地气”的务实行动，值得我们深刻反思和认真学习。我国在践行工业4.0的征途中要尽快摒弃浮躁的“小商贩”思维，必须对高质量制造和高技术创新抱有极强的“敬畏之心”，真抓实干地加快积累。当然，德国工业4.0中鲜有提及消费者和工厂的互动，如何更好地把握用户的个性化需求令人存疑。这也可能是德国工业4.0需要完善之处，尚待发展和检验。

工业4.0背景下汽车产业的“变”与“不变”

我认为，工业4.0时代下，汽车及相关产业必将产生今方位的诸多改变：

1.汽车产品形态和能力的改变。未来的汽车在技术、材料、造型、布置等诸多方面都将发生巨大变化，具有“IQ”、能够像人一样思维的智能汽车将成为行业发展的战略制高点。汽车不仅担当移动工具，更将成为人类的亲密伙伴。智能汽车将在理解人、解放人、帮助人方面将人的能力最大化延伸，而正是智能制造使真正的智能汽车成为可能。

2.使用模式的改变。未来汽车的使用模式一定是以“轻拥有、重使用”的汽车共享为主，使兼顾百姓用车需求和节约型汽车社会建设成为可能。特别是自动驾驶将推动全天候的汽车共享，使“无需拥有、按需使用、随用随叫、随用随还”的用车“共产主义”变成现实。汽车共享将成为一种新的汽车文化，走进我们的生活。

3.产业链条的改变。智能制造将使汽车这种大宗、复杂商品的真正个性化定制生产成为可能，“需求端”与“生产端”直接连通，消费者与工厂直接对话的c2B（消费者to制造商）模式将成为主流，c2B将使消费者的个性化需求以最低的成本、最快的速度、更准确地反馈给汽车制造商。消费者与制造商的长期有效互动，将催生和促进智能服务的有效发展，使智能制造向智能服务自然延展，而B2C（制造商to实体营销店，如汽车4S店）和C2c（实体营销店或电商to消费者）模式将失去意义。同时，B2B（制造商与供应商）的协作互动将空前紧密。在此背景下，中小企业如何有效融入到智能制造体系中，将成为实现个性化生产的关键要素，大有潜力；而游离于此体系之外的中小企业将难以生存，成为未来产业升级的“受害者”。

4.产业格局的改变。目前互联网产业风起云涌，多领域的新技术发展日新月异，汽车产业将被颠覆还是重塑，一时成为广受热议的话题。对此我认为，从满足人类点到点的移动需求出发，汽车产业本身不会被颠覆，但思维惯化、不能有效利用新技术进步、转变缓慢的汽车企业，很可能在快速变革的时代被颠覆或取代。汽车产品需求与互联网时代的技术进步相结合，一定会催生全新的商业模式和产业生态，车联网、智能汽车等完全可能以意想不到的模式“突然”得到产业化普及，以实现人类点到点的更安全、更快速、更便捷、更舒适地移动。从这个意义上讲，汽车产业将被重塑，而最终主导重塑全新汽车产业的未必一定是传统汽车企业。

5.互联网企业同样面临挑战与变革。如前所述，在工业4.0时代，c2B将取代B2C和C2c成为主流。而中国互联网产业当前的主流业务和商业模式，与工业4.0的方向（c2B及B2B）并不相符，未来极易受到冲击，甚至被取代。毕竟工业4.0是以实体经济的制造业为主体，互联网本身并不产生优质产品。因此，中国互联网企业也必须进行转型升级，重新定位自己在工业4.0中的位置和作用。

最后我想特别强调的是，尽管即将面对诸多深刻变革，仍必须清醒地认识到一个“不变”，那就是汽车的本质属性不会改变。汽车的功能可以简单表示为：自由移动的工具+α，前者是汽车的本质属性，而后面这个α代表其他功能，这些功能属于锦上添花。汽车产品永远必须首先解决点到点的移动问题，与此相比，其他卖点无论多么绚丽，都只是辅助。从这个意义上讲，互联网只是汽车企业推进繁荣合作、有效分工、深度融合的手段和工具。简言之，对于汽车产业来说，要做的事没有变，做事的方法必须变。“变”意味着必须用互联网思维来审视如何把汽车造得更好、用得更好；“不变”则是指切不可用互联网的要求和标准去理解汽车。因此，对于汽车产业的升级转型而言，必须充分发挥网联技术的优势，并将其用到极致，更快、更好、更便宜、更灵活地向客户提供优质汽车产品。而不开放、墨守成规的企业家，也将因理念僵化而被淘汰或取代。当然，把α做好，做到极致也很重要，这将使汽车的本质属性得到更好发挥，同时这个α也孕育着无限商机和潜力。

中国汽车产业将迎来前所未有的历史机遇

展望未来的中国汽车产业，我有两个基本判断：

其一，未来的汽车产业难以预料。但一定与今天大不一样。汽车的设计、制造、销售、使用，以及相关的交通、管理、维护、服务、备件、回收与再利用、金融、信用等或许都将完全不同，新的模式中孕育着无数种可能和无限的商机。这需要每一个从业者以更开放的心态去拥抱新X（思维、模式、技术……）。

其二，如果说过去十年世界改变了中国汽车产业，那么未来十年中国市场将引领世界汽车产业潮流。中国庞大的市场规模、复杂的使用环境、不断升级的法规标准和本土消费者对智能互联技术的追捧，将迫使所有征战中国市场的世界车企加大本土开发的力度，随之以此为基础来反哺其他市场，从而将“中国特色”推向世界。

因此，新一轮科技革命带来的全新变局和中国大市场的引领作用，将为中国汽车产业的转型升级，创造前所未有的历史性战略机遇。

中国实现汽车产业转型升级、加快推进工业4.0的战略思考

推行工业4.0，实现以汽车产业为龙头的中国制造业转型升级，是一项复杂的系统工程，需要国家、行业、企业与科研机构各方的通力协作、各司其职。对于国家来说，必须充分认识到实施工业4.0对中国制造业未来的深远意义，切实做好顶层设计，并担负起标准制定、基础建设、安全与保密、人力资源培育和创新激励等各方面重任；对于行业而言，应积极构建行业内和跨行业的平台，推动相关措施落地；企业则要以龙头产业的若干核心企业为中心，凝聚连接相关的中小企业，形成集成创新、智能制造的有机整体；高校、科研院所及第三方智库，则要为国家战略、行业标准献计献策，深入研究转型期的模式、装备、技术等，做好高参，同时承担起具体培养合适人才的重要任务。

针对工业4.0的特性，在汽车产业转型升级的过程中，应坚持三个并重：即传统汽车技术与电气化、智能化、信息化技术并重；技术变革与商业模式并重；国家主导与企业跨界并重。同时要下大力气尽快补课，力争早日在高质量制造、基础创新上有所突破，为工业4.0的顺利实施打好基础。

实现中国制造的转型升级是一个异常艰难而痛苦的过程，需要面对阵痛的勇气和持续坚持的耐力。相信我们一定能够把握住难得的战略机遇，实现“中国制造2025”的宏伟蓝图，通过汽车产业的转型升级，引领整个中国制造业达到工业4.0的境界，实现制造强国的战略目标。

（作者系清华大学汽车产业与技术战略研究院院长）

中国汽车报 CHINA AUTOMOTIVE NEWS 中国汽车社会舆论领袖
人民日报社 主管 主办
□出版：中国汽车报社 □国内统一刊号：CN11-0056 □邮发代号：1-129
□社长：李庆文 □总编辑：李春雷 □社址：北京市海淀区阜成路115号1号楼2门4层 □邮编：100142
□新闻热线：010-88133814 □广告热线：010-88134033 □发行热线：010-88132430 □举报电话：010-88137533
□总发行：北京报刊发行局 □国外总发行：中国国际图书贸易总公司（北京399信箱） 电话：010-68413167 □国外发行代号：D4467
□广告经营许可证号：京海工商广字第8038号 □每周一出版 □印刷：人民日报印刷厂 □零售价：6元 □全年定价：288元
微博 微信
□本版责编 李卿 □版式 史海霞 □校对 张捷 □电话(010)88134183 □E-mail:liqingha@126.com