德国“工业4.0” 对我国制造业创新发展的启示

□ 高 歌

[摘要]“工业4.0”是德国高科技战略的重要组成部分。该战略蕴育于第四次工业革命大环境,体现了以制造业为产业体系基础的战略导向,以更高标准塑造高效有序优质市场、优化制造企业发展环境,是一种集思维创新、模式创新、技术创新、系统创新于一体的生产服务全过程创新。从宏观和微观两个层面对我国制造企业发展面临问题如发展环境不佳、核心技术缺失、企业生产设计能力差等进行分析,并探究这些问题的深层次原因。借鉴德国“工业4.0”战略,我国应积极优化制造业发展外部环境,建立具有全球竞争力的战略性新兴产业体系提升制造业发展整体水平,推动科技型制造类大企业、中小企业共同发力,构筑科技含量高、竞争力强、附加价值大的智能制造企业体系,提升制造企业智能化、高端化发展的能力和水平。

[关键词]智能制造;工业4.0;中国制造2025;制造企业;创新发展

[中图分类号]F112 [文献标识码]A [文章编号]1006-6470(2017)02-0041-07

[作者简介]高歌,北京化工大学经管学院讲师

引言

“工业4.0”是德国高科技战略的重要组成部分。针对欧洲在2000年提出建成世界最强智能领域、重回世界创新领导者行列的战略导向,德国在2006年制定了包括制造业在内17个领域的高科技战略。2010年,德国发布了《2020高技术战略》报告,按照人类需求5个方面提出5大主导市场。在德国工程院、西门子和博世两大公司及产业界建议推动下,2013年正式推出《德国工业4.0战略》。这一系列有关制造业的发展战略,凸显了制造业在德国整体发展战略中的基础性、先导性作用。

当前,我国向制造业强国迈进的历程中需要解决很多问题,制造业发展正处于由大到强的关键节点,是转变经济发展方式、调整优化产业结构的主战

场,是供给侧结构性改革的“排头兵”。在衔接宏观和微观层面,为了推动制造业向更高层次发展,我国出台了《中国制造2025》规划。但从制造业本身看,德国“工业4.0”同“中国制造2025”所立足的产业基础还存在诸多差异。制造业一直是德国最为倚重的产业,过去20多年,德国制造业增加值占GDP比重始终稳定保持在20%以上(尽管占比也呈下降趋势),主要集中在汽车制造、机械工程、电气工程和化学等高附加值战略产业,涌现出如巴斯夫、拜耳、欧司朗、大众汽车、奔驰、宝马、蒂森工业、纽伦堡机器公司等一批历史悠久、技术积淀深厚的大企业,创造了高附加值、高技术含量的产品,也为高附加值的服务业奠定了基础,其实体经济并不像英国、美国那样出现“空心化”现象。相比德国,中国制造业发展壮大经历了比较短的积累历程,由技术引进、产品加工

收稿日期 2017-03-10

逐步过渡到自主研发、自主生产,制造业发展质量效益逐步提升,但区域布局不平衡,长期依靠富余、廉价劳动力红利支撑的比较优势逐步丧失,正在从科技创新链、价值链的低端向高端爬升过程中,在国际上真正有竞争力、影响力的大型制造企业并不多。虽然中德两国制造业发展阶段和水平、在国民经济中的布局有差异,但是“工业 4.0”作为德国立足第四次工业革命,在指导思想、理念、对市场环境的塑造、推动科技和管理创新等方面,有很多方面是值得我国制造行业借鉴、加以本土化改造吸收的,这也正是本文研究的目的所在。

一、德国“工业 4.0”解析

理论上讲,德国“工业 4.0”是综合的战略体系,是一种在信息技术发展到新阶段产生的新工业发展模式。“工业 4.0”模式可以概括为:通过建设信息物理系统(CPS)融合虚拟网络世界与实体物理系统,将资源、信息、物体以及人员紧密联系在一起,创造物联网及相关服务,建设智能工厂、进行智能生产,促进价值链上企业间的横向集成、网络化制造系统的纵向集成、端对端工程数字化集成,实现生产由集中向分散、产品由大规模趋同向个性化定制转变。抛开技术和具体生产层面,从更高层次看,“工业 4.0”首先涵盖了通过竞争合作模式夯实制造业基础支撑实体经济的战略意图;其次是以更高标准塑造高效有序优质市场、优化制造企业发展环境、满足客户个性化需求;再次是一种集思维创新、技术创新、系统创新、模式创新于一体的生产服务全过程创新。

1. 蕴育于第四次工业革命大环境,体现了以制造业为产业体系基础的战略导向

企业界和学术界认为,处于领先阶段的发达工业国家已经进入了“第四次工业革命”时期,综合利用第一次和第二次工业革命创造的“物理系统”和第三次工业革命带来日益完备的“信息系统”,通过两者融合实现智能化生产。在第四次工业革命背景下,工业大国分别提出自身战略构架,如美国的“先进制造业国家战略计划”、日本的“科技工业联盟”、英国的“工业 2050 战略”等,核心都是强调制造业回归,以制造业为基础的先进产业支撑实体经济,刺激经济增长、带动就业、增进社会福利,在未来世界经济格局中占据一席之地。德国实业界普遍认为,前三次工业革命分别源于机械化、电力和信息技术,第四

次工业革命将数字技术、物理技术、生物技术有机融合在一起,模糊了实体、数字和生物世界的界限。推出“工业 4.0”是德国应对第四次工业革命、提升制造业国际竞争力的重大战略。面对美国、日本、英国等国工业跨越式竞争局面,德国“工业 4.0”体现了包容、开放的战略意图,在竞争中合作、在合作中竞争,进一步巩固其作为全球高端生产制造基地、设备供应商、互联网信息系统方案提供者的地位。

2. 树立标准、塑造外部环境成为“工业 4.0”的重要基础

第四次工业革命本质是争夺主导世界未来的工业标准,由德美等国按照自身逻辑路径、表述方法推进。谁能早日实现第四次工业革命发展战略,谁就拥有了标准制定者的地位。“工业 4.0”将实现技术标准化放在最优先地位,建议在八个关键领域采取行动,首先就是“标准化和参考架构”。通过标准化规范“工业 4.0”的具体部署,加快制定以智能化为特征的重大成套装备、自动化生产线系统标准,尽早确立相应的全套标准化体系,德国企业以此作为获利的主要驱动力,规范发展技术、研发和创新,降低研发成果向实际生产转化的费用,加快新产品投产速度。为推进“工业 4.0”,德国建立了各种规模企业的协同创新体系,出台了一系列技术创新计划、引导和支持产学研合作、优化融资环境的措施,形成企业协同合作的创新网络,在保持大企业创新优势的同时,激发中小企业创新活力,完善中小企业的教育培训体系和公共服务体系,如中小企业可以向政府申请研发补助,引进新技术时可以向政府申请补贴。制造主体在实践“工业 4.0”中,也面向未来市场将着力点放在新的工业革命对需求和供给面贡献上,而不是看成单纯工程技术,匹配智能时代消费个性化和定制化的特征,为不同需求客户提供专属产品。

3. 思维创新、模式创新、技术创新、系统创新的集成

“工业 4.0”模式创新同思维创新融和到一起,旨在利用互联网、物联网以及模块化技术,实现工业生产方式变革,从根本上改变传统工业由于地理位置导致的生产研发脱节,使工业生产技术创新升级不再依赖物理上的互相接触,以便德国在保持自己科技研发技术优势的同时,继续享受全球化生产的优势。在商业模式方面,德国为“工业 4.0”配套制定了

领先的供应商策略和市场主导策略,重点考虑将产品与恰当的服务相衔接,着力开发新的商业模式。在生产模式上,“工业 4.0”包含了由集中式控制向分散式增强型控制的基本模式转变,目标是建立一个高度灵活的个性化、数字化产品与服务生产模式,对产品的全制造生命周期进行集成和数字化,包括智能的生产机器、数据资料存储介质、数字化物流以及信息技术的端对端等多个子系统。由此,传统的行业界限逐渐消失,产业链分工被重组,创造新价值的过程正在发生改变,各种新的活动领域和合作形式也将产生。在技术和系统创新上,信息物理系统是“工业 4.0”的核心,它具有多层次、多维度与立体化特点,企业的智能化生产框架体系能够将“工业 4.0”战略落到实处。以信息物理系统为中心开展技术创新、施行智能制造,能够大幅缩减产品设计到生产的成本和时间,提升企业对市场的应变能力,技术进步能够促进高端材料、高端制造、机器人和 3D 打印等一系列战略性新兴产业发展。

概言之,德国“工业 4.0”所体现的基础性、策略性、创新性、前瞻性和市场性,构建的平台和网络体系,以及所采取的一系列创新举措,无论是对发达国家还是发展中国家来说,都具有很大的借鉴价值。

二、中国制造业创新发展面临的问题

中国已是制造大国,2010 年制造业增加值占全球比重达到 19.8%,超越美国跃居世界第一,截至目前一直占据该位置。德勤公司与美国竞争力委员会联合发布的《2016 全球制造业竞争力指数》显示,中国制造业竞争力依旧位于全球第一。改革开放以来,制造业连年保持较快增长,增速一直快于国民经济整体发展水平。数据显示,近年来我国制造业波动性明显减弱,2000 年至 2014 年增加值的同比增长率始终稳定在 8.6%之上,且维持在 8.6%至 16.6%的相对狭窄区间。制造业结构不断优化,高技术制造业增加值占工业增加值比重连年保持在 10%以上,装备制造业占工业增加值比重超过 30%,智能制造、高速轨道交通、海洋工程等高端装备制造业产值占装备制造业比重超过 10%。但与规模和增速不相匹配的是制造业“大而不强”,如劳动生产率不高、综合成本较高,附加值较低,制造业产品质量较低,低端产能过剩与高端产品有效供给不足并存,等等。所以要借鉴德国“工业 4.0”,是因为必须坚持问题

导向,解决制造业发展过程中很多根本性问题,使其符合未来潮流,质量、效益能够实现跨越式上升,夯实我国实体经济基础。本文从宏观和微观两个层面,运用理论和实证方法,分析中国制造业创新发展所面临的问题。

(一)制造业创新发展宏观层面面临的问题

1.发展环境对制造业竞争力提升产生制约,压缩了其上升的空间

当前我国金融和房地产业过度发展对包括制造业在内的实体经济带来了明显的负面影响,金融和房地产发展带来的行业间报酬结构失衡,出现了“金融和实体经济失衡以及房地产和实体经济失衡”。例如,2015 年上市银行新增贷款流向住房按揭的占了三成,2016 年达到六成,尤其以北京、上海一线城市为代表,最近两年商品房销售价格都以 20%~30%的幅度上涨,销售均价达到 4 万元/平方米左右。源于收入增速下降和服务价格不断上升,特别是叠加了部分城市房屋销售和租赁价格快速上涨因素,导致中低收入阶层制造业产品消费能力呈现降低趋势。此外,受全球经济放缓拖累和贸易壁垒影响,中国制造企业赖以生存的对外贸易已难以再继续支撑企业的利润来源。世界贸易组织贸易展望报告将 2017 年全球货物贸易增长预期下调到 1.8%~3.1%之间,这是世贸组织首次提出区间预测,意味着 2017 年全球贸易仍将难以回暖,不确定因素增大。原材料价格、人工和融资成本上升,导致企业运营压力加大。2010 年我国制造业人员平均工资为 30916 元,2015 年上升到 55324 元。牛津经济研究院的研究认为,中国制造对美国制造的单位劳动力成本只有 4%的优势。宏观税负大幅攀升。根据学者周天勇的测算,1995 年企业宏观税负率为 16.5%,2000 年为 21%,2005 年为 26%,2010 年骤增到 36%,2015 年已将近 37%。据世界银行《2017 年营商环境报告》,2015 年中国私人部门总税负(占税前利润比重)为 67.8%,在 G20 国家中仅低于阿根廷、巴西这两个长期处于高利率、高税负和资本外流的疲软经济体,显著高于主要竞争对手印度、墨西哥、印尼等国家。从生产链看,当前我国制造企业有相当一部分处于价值链低端的生产加工环节,其延续是依靠高强度消耗和高密集使用资源,环境压力和资源危机越来越严重。伴随着工业化进程生产排放加大,我国工业污染占比超 70%,约 1/3 的国土面积及 20 个省市发现了不

同程度的酸雨现象,工业垃圾量约为城市固体废弃物的 1/4。

2.制造业在质量效益、科技创新、人才培养、品牌效应等方面还同先进国家存在较大差距

在质量效益方面,《2015 年度中国制造强国发展指数报告》显示,规模发展指数在我国综合指数中占比最大,达到 50%左右;质量效益、结构优化和持续发展 3 项指数占比都在 15%左右,结构优化指数是我国各项指数中唯一呈下降态势的指数。相对而言,美日德等发达国家质量效益指数在综合指数中的比重占绝对优势。牛津经济研究院 2016 年发布报告显示,美国每名雇员制造业产出从 2003 年至 2016 年增长了约 40%,而同期德国和英国的增幅分别为 25%和 30%,尽管印度和中国的生产率均翻了一番,美国的生产率仍有 80%到 90%的有优势。制造业中很多行业较严重的产能过剩与制造业要素成本上升相伴,在行业未出现重大技术进步的情况下,行业平均收益和报酬率就会下降。依照公共部门和研究机构、企业发布有关产能利用率资料判断,我国大部分制造行业产能利用率在 70%~75%之间,有的甚至低于 70%,服装、家电、水泥、钢铁、电解铝、平板玻璃等大批企业形成巨量过剩产能,且有从中低端产业向高端产业不断渗透蔓延的趋势。我国制造业产品附加值低,增加值率比发达国家平均水平要低 10 个百分点以上。在科技创新方面,创新能力不足,创新链与产业链融合不够,以新型创新载体为关键节点的协同创新网络和制造业创新生态系统还没有真正建立起来,欠缺主导创新方向的龙头企业,技术对外依存度高、关键核心技术受制于人、产业共性技术供给不足、产学研互动协作不紧密、创新成果产业化不畅,缺乏实验室技术向产品技术转移的创新平台和中试系统。重要零部件、基础元器件、关键新材料自给率只有 20%,关键核心技术对外依存度高达 50%,而先进国家小于 30%。在以物联网、大数据和量子计算机技术为代表的新一代信息技术领域,美国专利量占比达 36%,在医疗健康领域,美国占比更是达到 43%,中国的占比则分别仅为 8%和 3%。在科技人才方面,一方面缺乏高端科技创新人才,另一方面缺乏具有精湛技艺的“工匠”。近年来,制造业人才培养同经济发展对制造业人才需求之间的矛盾突出,结构性过剩与短缺并存,制造业人才面临上升渠道窄和空间有限、行业平均待遇偏低吸引力差

等问题,人才缺口日益扩大。预计到 2020 年,新一代信息技术产业、电力装备、高档数控机床和机器人、新材料将成为人才缺口最大的几个专业,其中新一代信息技术产业人才缺口将会达到 750 万人,到 2025 年,新一代信息技术产业人才缺口将达到 950 万人,电力装备的人才缺口也将达到 909 万人,制造业高级蓝领工人的缺口将达 3000 万至 5000 万,特别是在操作层面缺乏众多文化素质高、技术精湛的优秀工程师和技术工人。在品牌效应方面,中国制造品牌效应没有在国际上树立起来。2016 全球品牌 TOP100 排名(由国际品牌集团权威发布)中国仅有华为(72 位)、联想(99 位)入选,在品牌作为提升企业利润空间、拓展销售渠道、打入国际市场重要途径的今天,中国制造品牌距离美国、德国等显然还有很大差距。

(二)制造业创新发展微观层面面临的问题

1.制造企业在实际运转中存在一定程度的系统性问题

工艺改进、工装设计、设备开发是制造企业技术升级的途径。在生产工艺方面,虽然我国制造企业已积累了一定工艺经验和技能,但无法灵活运用现有技术创造出高价值量的产品,企业缺乏合理构建技术平台并对若干技术进行综合运用能力。在设备应用方面,中国企业买设备还仅停留在标准机采购范畴,欠缺对设备的运用能力,这一缺陷实际上是由于生产工艺的欠缺导致的。在生产计划制定与实施方面,供应链管理不完整导致制造企业应变能力差,缺乏柔性制造系统,生产计划控制模式落后,生产线规模较大,跟不上市场订单的变化,生产线能力的增减不灵活,如果批量达不到相应规模,生产成本控制以及生产系统各方面的协调都难以达到最佳状态。此外,还存在服务应用平台体系建设不完善、成本控制差、人工管理信息分散、缺乏完善基础数据等问题。综合起来,在产品品质方面,中国制造业产品品质达标但品级不高,企业无法生产出性能更强、附加值更高的产品。

2.制造企业向智能化转型中在关键技术和软件积累等方面有很多制约

材料技术、工程技术、基础技术、大数据技术,与超大规模集成电路相关的芯片技术和传感器技术等缺乏长期沉淀和实践检验,这正是德日制造企业的巨大优势。设计软件、产品数据库软件、控制软件和

生产管理软件,还包括传统的企业资源计划软件(ERP)、供应链管理软件,这些支撑德美制造企业智能化的关键软件正推进其快速向云计算和大数据领域迈进,我国制造企业则基本不掌握。

依据结构理论,当一个国家工业化进展到一定阶段,制造业结构转化升级,其过程中由于资源要素配置及政策调整,以及伴生的显性和隐性成本,短时期内会拉低制造业既有整体收益水平。但从长期看,资源要素和政策供给由低附加值、低收益率产业转移到高附加值、高收益产业,以及引领需求和创新潮流的新产业出现,会由于结构转化收益将制造业效益提升到新的高度。我国制造业发展至今在宏观和微观层面存在的问题,根本原因在于其处于结构转化升级的进程中。具体原因是多方面的:制造业与经济快速发展伴生、对内对外粗放扩张型战略导向,利用资源和劳动力比较优势,长期以来在全球占据重要地位,等等,冲淡了对高端制造、智能制造同世界先进水平差距的重视,在制造业优化升级、淘汰落后产业、进行供给侧结构性改革等各方面是缓慢的。制造技术引进占重要位置,原始创新、自主创新、集成创新不足,“产学研用”难以一体化,既包括科技、产业、财税等政策因素,也有科教体系、评价制度与市场经济不兼容因素,还有资金短视难以真正进入制造业科技创新领域的问题。制造企业转轨,在现代化、国际化进程中遗存的历史问题,导致优化生产工艺、集成创新应用先进技术、流程控制、智能化提升等方面存在制约,尤其是可获得优势资源、在市场博弈中具有政策优势的制造企业,主动适应市场并进行长期基础性科技研发、调整产品结构、提升产品品质、树立领先标准、迈向智能制造的动力也就越差。此外,部分行业畸形扩张,挤占了大量资金、资源和劳动力,对依托科技创新带动高端制造的发展方式产生负面效应。笔者认为,制造企业问题及背后因素,都需要以系统性的手段解决。

三、借鉴“工业 4.0”助推中国制造业创新发展思路

中国制造业创新发展的思路,源于经济社会未来发展需求及破解自身困境的革新要求。笔者认为,其具体路径有两个方向:一是由上及下、由外向内的方式,依据未来趋势从宏观政策、发展规划层面对制造业、制造企业进行统筹布局,属于供给侧、需求

侧双重结构调整;二是由下及上、由内向外的方式,即在市场力量驱动下制造业企业通过科技创新、管理创新朝着智能化、信息化的高层次方向,以产品引领需求、创造需求。衔接这两种途径的手段就是制造业专项规划。

同样是瞄准未来高端领域,解决我国制造业大而不强、自主创新能力差、质量效益不佳、资源利用效率低等问题,实现工业转型升级、从中高级阶段向高级阶段迈进,《中国制造 2025》于 2015 年出台,围绕实现制造强国的战略目标,提出提升制造业创新能力、推进信息化与工业化深度融合等 9 项战略任务,发展新一代信息通信技术产业、高档数控机床和机器人、航空航天装备等十大重点领域。“中国制造 2025”与德国“工业 4.0”都是面对新一轮全球竞争和工业革命采取的国家战略,但由于德国已经跨越了“工业 2.0”与“工业 3.0”阶段,中国仍处于“工业 2.0”与“工业 3.0”并行发展阶段,二者除了技术和产业基础不同之外,还存在战略思想、外部环境等方面的明显差异——“工业 4.0”更加关注工业生产方式的“质的变化”,“中国制造 2025”注重运用互联网信息技术推进结构优化和制造质量提升;鉴于新技术可能会对制度产生颠覆性影响,德国政府为实施“工业 4.0”,更加重视对政策、制度等外部环境的评估调整。认真审视中国制造业发展状况及问题,依存的外部环境,笔者认为应在实施“中国制造 2025”基础上,认真学习借鉴“工业 4.0”理念和战略举措,将制造行业和制造企业发展质量效益提升至世界领先水平,走出一条“中国制造”独有路径,引领制造技术、标准、组织体系潮流。

1. 积极优化制造业发展外部环境,建立具有全球竞争力的战略性新兴产业体系提升制造业发展整体水平

一是针对能够带动经济社会进步、提升综合国力,产业链长、关联度大,在技术、产业化以及产业链分工合作复杂,可以围绕核心技术形成庞大产业集群,未来将演变成国民经济支柱的产业,打牢从“工业 2.0”“工业 3.0”并行阶段向“工业 4.0”迈进的产业基础,构建以高端制造为主的战略性新兴产业体系。建立高度开放、合作共享机制,完善针对资本、高素质劳动力、重要生产资料、科技创新成果的要害市场。瞄准高端前沿技术打造高水平开放式科技创新平台,构建产业技术研发转化机制、知识产权资本化

交易机制。健全覆盖全产业链和创新链的多元化投融资体系,培育战略性新兴产业创新创业投资基金。推进企业信用体系建设,为将社会资本引导到创新型企业提供制度基础。大幅降低战略性新兴产业整体赋税水平,完善制造业高素质劳动力的教育和培训体系,营造适应新业态、新模式的战略性新兴产业生态环境,加强其与优势传统产业融合发展,实现高端制造业企业从制造端到服务端的全过程创新。

二是国家应集中力量占领在世界范围内具有极强科技竞争优势的尖端制造领域。德国制造业强势领域集中在智能化、高端装备、物联网和新材料等,“工业 4.0”强调德国整个制造业市场的有效整合,构建遍布不同地区、所有行业、各类企业的高速互联网。美国制造业优势在于新信息技术、工业互联网和新能源等,再工业化也注重服务创新与技术创新的持续互动,强调制造业技术创新是未来经济增长和竞争力提升的基础。日本优势制造则集中于人工智能、机器人和 3D 打印等产业。在向第四次工业革命前进途中,我国应在完整布局战略性新兴产业体系的同时,顺应供给侧结构性改革大势,有选择性地将资金、资源布局于未来侧重培育、能够在全球具有竞争优势的领域,如高端医疗器械和药品、高端船舶和海洋工程装备、航空航天装备、高档数控机床和机器人,与涉及环保领域的清洁能源和新材料等。

2. 推动科技型制造类大企业、中小企业共同发力,构筑科技含量高、竞争力强、附加价值大的智能制造企业体系

一是以大型科技企业、制造企业牵头带动向“工业 4.0”的智能制造体系迈进,形成由点到线再到面的整体跨越。德国推进“工业 4.0”战略,来自机械制造、自动技术和信息通信、软件开发等领域的 10 多家领头企业,如西门子、库卡、SAP 等作为第三次工业革命的佼佼者,顺理成章地组成了第一梯队,自然成为该战略的研究者和践行者。美国再工业化进程也是以 GE 公司、IBM 这些公司为支持,侧重于从软件出发打通硬件。大型制造企业拥有中小型企业难以比拟的科技、人才、资金和影响力优势,更能在投入多、跨度久、风险高、难度大、凝聚未来科技优势的领先型项目中发挥重大作用,对市场趋势研究得更透彻,理应成为向“工业 4.0”努力的先驱。我国也应以政策倾斜、资金扶植和科研集中突破等方式培育

这样一批牵头企业,在制造业智能化方面实现以点带面的效果。

二是从科技、资金、产业集群化等方面激励中小科技型制造企业创新发展,储备向“工业 4.0”升级的潜在动能。建立各种规模企业的协同创新体系,整合科技资源、推进信息资源开放共享形成企业协同合作的创新网络,激发中小型制造企业创新活力,引导其开拓前沿领域,实验探索核心技术。针对富有潜力的中小制造企业,优化投融资环境,设立多种形式的中小企业发展支持基金,引导风险投资基金进入有潜力的中小科技型制造企业,解决融资难、融资贵等问题,将前沿科技创新成果应用与中小企业生存发展有效结合。支持中小型制造企业组建产业创新联盟,完善资源共享机制、构建合作平台,提升集群效应,促进中小型制造业企业与大型制造业企业在地理网络、虚拟网络上实现产品链、产业链有效衔接。

三是借鉴德国“工业 4.0”有意识地对制造企业进行培育,政府需要提供优质配套服务。针对技术能力强的大企业和有特殊创新优势的中小企业,政府应更多进行基础科技创新投资,扶植一批研究型高校和高水平科研机构,储备大量前沿性共性技术。对于其他符合智能制造产业潮流、有一定潜力和较强市场生存能力的中小企业,政府应主要完善公共服务体系,帮助其提升管理能力,培训一批技术精湛的高级蓝领和专业“工匠”,提高生产工业水平。

3. 提升制造企业智能化、高端化发展的能力和水平

一是推进制造企业智能化、信息化与设计、生产、服务过程深度融合,实现从中低端产品链向高端的跃升。制造企业融合智能化、信息化的路径在于:企业之间业务流程形成横向集成,企业内部流程形成纵向集成,二者交叉整合,实现制造业生产全程智能控制和产业价值链全面升级。横向集成要通过信息物理系统(CPS)将不同制造阶段和商业计划的各种信息整合在一起,实现信息、能源和材料在企业内部、企业之间合理配置,新旧技术之间、人机之间实现全方位深度融合,有效利用生产要素,大幅缩减产品从设计到生产的成本和时间,相应地提升企业对市场的应变能力。纵向集成则是将各种不同层次的信息系统整合在一起。实践中,关键是企业将智能化、信息化嵌入生产全程,将“互联网+”、物联网

和机器人技术等集集成系统性生产方式,促进智能技术与制造技术协同发展,广泛应用于产品研发、设计、生产和服务等环节,逐步取代传统生产模式和装备,推动生产方式向柔性化、精细化转变,实现智能企业生产智能产品。

二是优化提升制造企业智能化、高端化发展的组织体系。主要包括产学研管理体系、科技成果转化体系、知识产权体系、科技财务体系、人力资源体系和标准化工作机制。设立以技术标准为主体,包括管理标准和工作标准的标准体系作为生产、服务和质量控制依据,做好项目规划与定位,储备职业化的研发人才梯队,提高企业技术开发和工程化集成能力,使技术、研发和创新得到规范发展,完善科技企业财务风险评价体系,降低研发成果向实际生产转化的费用,保障科技成果不断实现商品化。

三是通过匹配个性化需求带动设计生产全流程智能化、高端化。制造企业需要借助大数据、“互联网+”和云计算等技术,运用基于网络的分析工具了解市场信息,将产品全生命周期的各种数据科学收集、分类和管理,预测客户需求,围绕消费者进行定制和柔性生产,将消费者需求与企业设计、研发、生产过程无缝对接,利用智能系统实现产品制造过程和服务智能化,满足消费者的多元化需求。同时,以小批量个性化、定制式生产逐步取代大批量流水线生产方式,根据数据实现企业内部运转和市场销售的目标。

四是制造企业要主动担负起打造“中国制造”品

牌的重任。制造企业要结合总体发展战略、文化传承等因素,制定适合自身、具有独创性和吸引力的品牌战略,将品牌制度和流程渗透到设计、研发、采购、生产、营销、售后服务等各个环节,系统推进。走出国门的中国制造企业,应坚持国际化视野和全球化战略,用国际标准建设自有品牌,借助国际媒体和参与具有全球影响力的活动,加快提升品牌全球知名度,得到国际社会的普遍认可。

注释:

罗文、乔标、何颖.全球新一轮技术创新对中国的影响及对策研究[J].重庆大学学报(社会科学版),2014(6).

李金华.德国“工业4.0”与“中国制造2025”的比较及启示[J].中国地质大学学报(社会科学版),2015(9).

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).

制造业人才队伍建设还存在一些突出问题[EB/OL].中国网,http://dz.china.com.cn/hy/2017-02-27/13250.html.郭台铭戳中国制造痛点:高级技工人才缺乏是最大短板[EB/OL].环球网,http://finance.huanqiu.com/chanjing/2017-03/10346177.html.

黄阳华.德国“工业4.0”计划及其对我国产业创新的启示[J].经济社会体制比较,2015(3).

杜传忠、杨志坤.德国工业4.0战略对中国制造业转型升级的借鉴[J].经济与管理研究,2015(7).

责任编辑 陈艳华