



引用格式:阮小雪. 智能制造对我国劳动力需求的影响[J]. 郑州轻工业学院学报(社会科学版), 2017, 18(4): 63-69.

中图分类号: F421 文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1009-3729.2017.04.009

文章编号: 1009-3729(2017)04-0063-07

智能制造对我国劳动力需求的影响

The influence of intelligent manufacturing on China's labor demand

阮小雪

RUAN Xiao-xue

福建师范大学 经济学院, 福建 福州 350117

摘要:制造业、交通运输业和信息产业是我国智能制造的主要应用领域。智能制造对我国劳动力需求的影响具体表现在三个方面:一是推动产业链上劳动力转移;二是在减少一些工作岗位的同时会创造许多新的工作岗位,从而催生全新的就业机会;三是对劳动力素质提出新的要求。借鉴德国应对“工业4.0”经验,为应对智能制造对劳动力需求的变化,我国企业应加大技能型劳动力的培养力度,吸引高端人才,鼓励创新;教育机构应创新职业技术培养模式,更加注重智能制造所需技能的培训;政府部门应提供必要的基础设施,大力支持生产性服务业发展,营造良好的自主创业环境。

关键词:

智能制造;
工业4.0;
就业替代;
劳动力需求

收稿日期:2017-03-12

基金项目:教育部人文社会科学基金项目(12YJA790002)

作者简介:阮小雪(1991—),女,四川省资阳市人,福建师范大学硕士研究生,主要研究方向:西方经济学。

2008年金融危机后,发达国家纷纷制定以重振制造业为核心的再工业化战略,例如美国发布《先进制造业伙伴计划》,德国发布《工业4.0》,英国发布《英国工业2050战略》等,制造业重新成为全球经济竞争的焦点。一方面,高端制造业纷纷回归发达国家,同时,中低端制造业逐渐转移到发展中国家,我国制造业面临高端回流和中低端分流的双向挤压,外部形势严峻;另一方面,我国经济进入新常态,制造业发展的资源能源、生态环境、要素成本等都在发生动态变化,制造业原有的竞争优势逐渐消失。为了应对制造业面临的国内外严峻形势,我国在2015年提出制造业强国战略——《中国制造2025》,并把智能制造作为主攻方向,目标是使我国从制造大国变成制造强国,这一战略立刻引起了国内外的热烈讨论。智能制造既是技术革命也是产业革命,将对生产模式、制造方式、消费模式和商业模式等产生巨大影响,最终会带动原有的资源配置结构发生变化。劳动力作为社会生产最重要和最基本的投入要素,其需求将会受到智能制造怎样的影响?中国的智能制造到底是创造就业还是“摧毁就业”?这些问题目前还没有明确答案。历次工业革命的经验表明,新技术将对劳动力的需求结构带来重要影响,相适应的劳动力供给结构对新技术的成功推广也至关重要。鉴于此,本文拟基于德国“工业4.0”相关研究,重点分析智能制造的就业创造和就业替代作用,并建议政府提前做好人才储备,以便顺利实现由中国制造到中国智造的转变。

一、智能制造的内涵

智能制造最早由美国学者Wright和Bourne于1998年在其专著《Manufacturing Intelligence》一书中提出,认为智能制造是对信息工程和制造软件集成而形成的系统,以实现对机器进行

命令的无人操作生产过程。该定义为智能制造的研究奠定了理论基础。^[1]中国关于智能制造的理论研究相对滞后。宋天虎^[2]认为,智能制造是生产管理结构网络化、工作方式并行化、组织形式自主化和动态化、生产反应敏捷化的机器进化过程;杨叔子等^[3]认为,智能制造是集智能和技术的人机一体化系统,具备自我管理能力和柔性,并能对复杂的信息进行处理的过程;熊有伦等^[4]认为,智能制造可以理解为数字制造,具体体现为数字车间、数字企业和数字服务;卢秉恒等^[5]认为,智能制造是制造技术、信息技术、智能技术深度融合的制造系统,具备感知、分析、推理、决策、控制等功能。显然,当前智能制造的发展已经远远超越了上述定义。国内关于智能制造的专著《智能制造》于2016年正式出版发行,该书综合国内外对智能制造概念的研究,从三个维度对智能制造进行了定义:第一个维度是从生产技术出发对智能制造进行解读,认为智能制造是生产过程的智能化,通过各种智能技术(大数据、云技术、物联网、3D打印等)改进工艺流程,提高生产效率;第二个维度是根据产出物对智能制造进行解读,认为智能制造的最终目的是提供各类智能工业品和智能消费品,即实现最终产品的智能化;第三个维度是从产业链和创新链的角度对智能制造进行解读,认为智能制造是一个涵盖产业链和创新链所有环节、涵盖又超越传统硬件和装备的大系统,包含设计、制造、物流、销售、服务等关键环节的智能化。^[6-7]

二、智能制造的主要应用领域与发展趋势

1. 智能制造的主要应用领域

企业是否采用智能制造技术主要考虑三点:一是采用智能制造技术的成本是否小于雇佣劳动力的成本;二是劳动力的素质(技能)是

否达到了产品制造的精度、硬度等对其的要求,或劳动力是否能适应当前生产环境和条件;三是行业采用智能制造技术的难易程度。^[8-9]根据这三个标准,按照行业的固有特点可以初步预测各行业智能化推进程度。平均工资水平较高的行业主要有采矿业、制造业、水电等动力部门、交通运输业、信息产业和金融业,其中,采矿业和水电等动力部门由于生产条件受自然环境限制,采用智能制造技术的难度较大,因此行业智能化程度相对较低。金融业高素质劳动力占比较大,智能制造代替高素质劳动力的难度较大,因此智能制造技术进入的壁垒较高。农业部门拥有相对丰裕且廉价的劳动力,劳动力成本远低于智能制造技术成本,智能化推进程度最低。相比之下,制造业、交通运输业、信息产业的智能化推进程度远远高于其他行业。原因在于,首先,这三个行业属于物质生产部门,劳动力需求总量较大,仅仅制造业一个部门的劳动力需求总量就接近社会总就业人数的三分之一,劳动力总成本压力较大;其次,这三个行业所有生产环节基本上都需要机器协作生产,只需要采用智能装备或者智能系统就可以实现智能制造。因而这三个行业采用智能制造技术容易得多,这也与现实情况相吻合,即制造业、交通运输业、信息产业是我国目前智能制造技术运用最多、技术最成熟的行业,成为智能制造布局的主要应用领域。生物制药、精密仪器、高端装备等产业对生产环境和技术要求高,成为必须进行生产智能化的行业,而建筑业和批发零售、物流等服务业随着劳动力成本上升,将成为推进智能化潜力较大的行业。

2. 智能制造的发展趋势

智能制造作为一项系统工程,只有从企业装备智能化到整个智能生态系统完成才称得上是完整意义上实现了智能制造。由于世界各国技术水平的差异,各国各行业间智能化水平参

差不齐。美国波士顿咨询公司的一份研究报告显示,意大利智能化总体水平为14%~16%,但是化工和金属行业智能化程度只有1%;美国的交通工具产业智能化程度最大潜力是53%,但是目前智能化水平只达到8%^[10]。就连制造技术遥遥领先的德国,波士顿研究报告预测其实现“工业4.0”的完全转型至少需要20年之久^[11]。我国技术水平与发达国家还存在较大差距,因此智能化发展的速度和进程明显落后于发达国家。西方发达国家智能化发展是在“工业2.0”完全完成和“工业3.0”将要结束的时候开始布局“工业4.0”的,采取的是一种“串联式”的发展路径;而我国发展智能制造的背景是既要补课、以发展不完全的“工业2.0”,又要普及发展不充分的“工业3.0”,走的是“工业2.0”—“工业3.0”—“工业4.0”试点的“并联式”发展路径。根据智能制造发展阶段的重点内容和目标,可以将我国智能制造分为如下三个阶段。

第一阶段:2015—2020年,全面普及“数控一代”,推广数字化和信息化技术,传统行业基本实现数字化和自动化生产,并在部分行业部分地区开展智能制造试点。

第二阶段:2020—2025年,完成“数控一代”扫尾,大力推进数字化、网络化和智能化系统建设,智能制造体系基本建立,重点产业初步实现向智能制造的转型。

第三阶段:2025—2035年,建设智能制造标准体系,培育智能制造生态系统,使制造业从“第三方阵”进入到“第二方阵”。

目前我国的智能制造还处在试点阶段,试点的行业主要集中于装备制造业、新能源汽车、生物制药、交通工具等十大重点产业,试点产业的区域布局也主要集中在东部和中部城市,产业试点优先选择拥有较强工业基础,以及资本要素、人力资源等具有比较优势的沿海城市,西

部地区的城市基本上不在试点布局考虑之内。^[12]

三、智能制造对劳动力需求的影响

1. 推动产业链上劳动力转移

智能制造作为先进的制造技术,将彻底改变产品的设计、制造、运营和服务等整个生产系统,显著提高生产效率,进而推动经济转型和产业结构升级,从而改变就业结构。以德国为例,未来10年越来越多的制造企业将加入“工业4.0”,制造业生产效率将提升15%~25%,制造业总成本将节约5%~8%,约为900亿~1500亿欧元,效率提升预计每年将为企业带来新增收入300亿欧元,约占彼时年GDP的1%。^[11]智能制造带来的经济增长将带动就业人数提高6%,预计将创造39万个工作岗位,智能制造更加普及的行业就业创造效应更加明显,如装备制造业劳动力需求将增加10%左右。^[12]

中国和德国都是制造大国,但由于技术上的差距比较大,我国发展智能制造和德国推进“工业4.0”对生产效率的影响程度也会存在较大差异。一方面,因为我国目前还处于智能制造发展的第一阶段,即普及“数控一代”和智能

制造试点阶段,要达到德国未来10年“工业4.0”对生产效率和劳动力影响的效应水平,我国需要进入智能制造的第三阶段,即智能制造生态系统初步建立的阶段;另一方面,我国制造业劳动力就业结构与德国存在较大差异,我国制造业中劳动密集型产业占比较大,劳动力大多集中在加工、组装、零部件生产等技术含量低、增值空间小的价值链环节上,且这部分劳动力以农业转移人口为主,受教育程度和技能水平总体偏低,而德国制造业以装备制造业为主,高素质的技能型劳动力占比较大。因此,智能制造对我国制造业的就业创造效应短期内不甚明显,甚至还会有就业挤出效应发生。从短期看,自动化技术渗入会代替部分技术含量低、重复率高的人工劳作,智能制造技术的采用则会加速机器对人的替代。根据微笑曲线示意图(见图1),智能制造技术应用最多的是生产和组装环节,因此智能制造将对附加值低的生产、组装环节的劳动力产生较大的替代作用,大量劳动力将被挤出生产、组装岗位,而与此同时,智能制造将在附加值较高的研究设计和售后服务环节产生较大的就业创造效应。从长期看,制造业从业者、智能系统供应商、消费者都将受到智能制造的影响,智能技术带来的生产效率

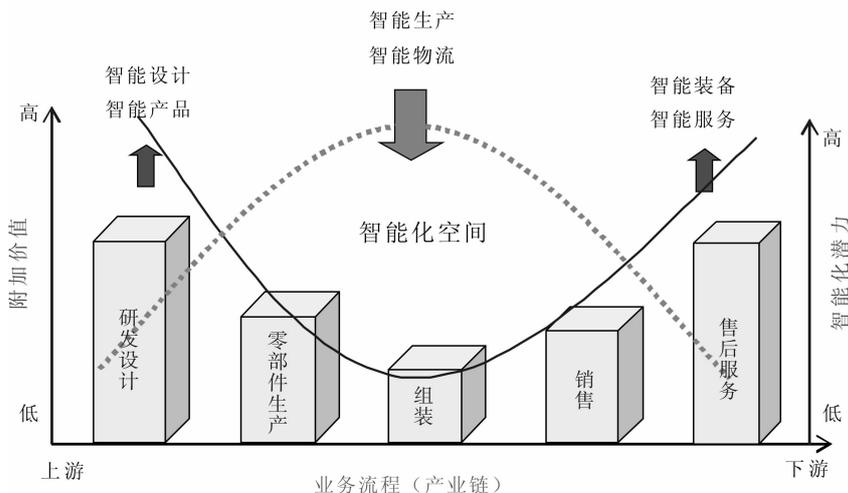


图1 智能制造微笑曲线示意图

的提高会促进企业进一步扩大投资,从而增加劳动力需求总量。

2. 在削减工作岗位的同时会催生全新的就业机会

智能制造技术的发展在带来生产效率提高的同时,减少了达到相同产量所需劳动力的耗费,尽管有些岗位会消失,但是人机合作会更加紧密。首先,企业会减少操作简单、重复率高的岗位的劳动力需求,此类岗位的减少主要源于机器人在生产车间的运用,机器人代替劳动力工作并实现标准化操作;其次,常规的认知型岗位也将减少,主要源于常规工作的管理实现计算机化操作。但是,智能制造在削减工作岗位的同时,更会催生出全新的工作岗位需求,如机器人协调员、工业数据分析师等。以德国为例,“工业4.0”带来的就业效应因行业和岗位不同会产生不同的结果,未来10年机器人和计算机技术的普及,预测将减少61万个组装和生产类岗位,其中生产类岗位将减少12万个,占生产类岗位的4%,质量管理类岗位将减少2万个,占质量管理类岗位的8%;但新增的96万个工作岗位将抵消掉工作岗位的减少数量,其中IT、分析、研发领域的岗位需求量将翻倍,预计新增就业岗位将会达到11万个,并额外需求21万个高技术人才,此外“工业4.0”带来的额外增长收入也将带来76万个消费领域岗位需求,这些都是新增就业机会的来源。^[13]智能制造对中国就业的影响与“工业4.0”对德国就业的影响类似,在削减工作岗位的同时也催生出全新的就业机会。至于智能制造尤其是工业机器人将在何种程度上替代劳动力仍然是目前讨论的热点,学术界存在较多的分歧,但是大家一致的观点是:企业尤其是制造型企业,将越来越多地采用机器人和其他智能系统来进行人机结合生产;智能制造技术主要是通过物理手段和软件系统来辅助人类提高生产力,而不是完全

取代人类,相反,那些需要灵活反应、具备个性化、定制化能力的工作岗位对劳动力需求将会增多。值得一提的是,智能制造技术还会使许多就业前景堪忧的工人从中受益,比如机器人辅助对体力要求高的岗位进行协作生产,这样年长的工人就可以适当延长工作年限,从而缓解未来人类老龄化带来的劳动力短缺压力。

3. 对劳动力素质提出新的要求

为了更好地在智能时代高效工作,智能制造对劳动力素质提出了新的要求。首先,引入智能制造技术以后,制造业的制造流程和管理方式随之会进行调整,制造业价值链低端的生产和组装环节的低技能工人将会被机器人替代,而机器人维护、调试、控制等技术性岗位需求增多,技术性工人要掌握多种硬技能,包括生产环节的具体工作或者生产流程的专门知识(主要指机器操作或者零部件更换)与计算机技能(包括最基础的电子表格、页面访问、高级程序编写、数据分析等)。其次,对劳动力多种硬技能的需求意味着软技能比以往任何时候都更加重要,尤其是智能制造技术带来的新岗位,如工业数据科学家和机器人协调员等,劳动者不仅需要具备数字化设备和软件的使用能力,还要有能力使用数字化知识库。最后,在产业层面,智能制造技术将带动产业升级,特别是制造业高级化将会大大增加知识型和高技术型人才需求,与此同时智能制造技术也会带动生产性服务业发展,增加对服务业人才的需求。

四、适应智能制造的劳动力培养对策

智能制造技术将进一步加剧人才的争夺,由于缺乏符合智能制造需要的专门人才,以及当前人口老龄化加快的趋势,无论是发达国家还是发展中国家都面临着技能型劳动力储备不足的问题。近年来,我国东部沿海城市频频出

现的技工荒,充分暴露了我国技能型劳动力存在严重的缺口。我国智能制造的发展对技能型劳动力需求将更加旺盛,智能制造试点城市尤甚。为了顺应智能制造对劳动力需求的变化,企业、教育机构和政府都应采取相应的措施,以应对人才储备不足问题,保证智能制造的顺利实施。

1. 企业应为智能制造“养兵买马”

我国制造业相对其他行业而言拥有强大的工业劳动力基础,劳动力就业规模也相当大(占总就业人口的1/3),智能制造的最新技术大多也被制造企业所掌握,因此制造业企业理应成为智能制造劳动力培养的中坚力量。鉴于我国制造业劳动力受教育水平参差不齐,且劳动力以初中和高中文化水平为主,加之农村转移至城市的劳动力占比较大,企业的在职培训环节应该根据劳动力素质情况因材施教。对于生产环节的低技能劳动力,企业应根据具体的工作技能要求设计相应的培训项目,把非技术人员培养成某个岗位的专业技术人员,以提高其应用技术的能力。考虑到智能技术更新换代较快,企业还应教育员工对技术变革持积极态度,鼓励员工自主学习,以适应新的工作流程和变革。对于技术人员或者专业人员,企业应当安排多种技能培训,尤其是互联网技术的培训,使这部分人具备完成多样化任务的能力;对于研发设计环节的高端人才,企业应制定全新的人才引进战略,为智能制造“招兵买马”,吸引高端人才流入,同时还应制定全新的管理策略,激励创新。

2. 教育机构应创新职业技术教育模式

根据波士顿咨询公司的研究,2030年德国仅制造业部门的技能型劳动力缺口就将达到580万~770万。我国智能制造当前还处在试点阶段,技工荒已经在东南沿海地区出现,随着智能制造的持续推进,我国技能型劳动力缺口

还将越来越大。这一现状要求我们必须重视职业教育。当前我国职业教育项目相对单一,不同领域教育机构之间缺乏交流,所培养的劳动力技能单一。为了满足智能制造对跨职能、跨专业、跨领域的多技能劳动力的需求,必须对传统的职业教育模式进行创新。在职业教育培养模式上,我们可以借鉴德国的“二元制”或者日本的“产学合作”职业教育模式,这两种模式是目前世界公认的培养技术型劳动力的最佳模式,尤其适合培育智能制造需要的技能型劳动力。在培训内容上,应更加注重智能制造新岗位所需的技能,根据智能制造技术的发展趋势调整课程设置,如融合更多的IT和工程学知识的跨学科项目等。此外,职业教育还应与企业的在职教育区别开来,着重传授企业在职教育培训缺少的知识和技能,包括理论和原理等;在培训工具上,智能制造时代要求工业劳动力随时随地进行知识“充电”,传统的教室和工厂定点授课已经不能满足智能制造时代劳动力受教育的需求,教育工具创新势在必行,如建立在线学习平台和开发手机学习应用软件等。

3. 政府应提供必要的基础设施

为了使智能制造技术创造尽可能多的就业岗位,协助劳动力提高技能以便更好地符合企业需求,政府应为智能制造“量身”提供基础设施。首先,应普及技术型基础设施,尤其是普及信息基础设施,以保证劳动力随时随地都能接触到信息技术并能享受到信息技术服务。其次,应大力支持服务业发展,尤其是生产性服务业,使生产性服务业具有较大的劳动力吸纳潜力,促进劳动力从生产部门进入生产性服务业,推动我国就业结构升级。最后,针对智能制造的就业替代效应,尤其是对农业转移劳动力的就业替代,政府应营造一个良好的自主创业环境,从创业培训、资金扶持等方面对下岗职工自主创业给予支持,尤其是对农民工返乡创业提

供支持。

参考文献:

- [1] Wright P K, Bourne D A. Manufacturing Intelligence [M]. New Jersey: Addison-Wesley, 1988: 35 - 50.
- [2] 宋天虎. 先进制造技术的发展与未来[J]. 机器人技术与应用, 1999(1): 6.
- [3] 杨叔子, 吴波. 先进制造技术及其发展趋势[J]. 机械工程学报, 2003, (10): 73.
- [4] 熊有伦, 王瑜辉, 杨文玉, 等. 数字制造与数字装备[J]. 航空制造技术, 2008(9): 26.
- [5] 卢秉恒, 李涤尘. 增材制造(3D 打印)技术发展[J]. 机械制造与自动化, 2013(42): 1.
- [6] 国家制造强国建设战略咨询委员会, 中国工程院战略咨询中心. 智能制造[M]. 北京: 电子工业出版社, 2016: 5.
- [7] 王喜文. 智能制造 中国制造 2025 的主攻方向[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016: 9.
- [8] 邓洲. 工业机器人发展及其对就业的影响[J]. 地方财政研究, 2016(6): 25.
- [9] 蔡秀玲, 高文群. 中国智能制造对农业转移劳动力就业的影响[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科学版), 2017(1): 68.
- [10] 波士顿咨询公司. How Robots Will Redefine Competitiveness [EB/OL]. (2016 - 05 - 17) [2017 - 01 - 20]. <https://www.bcgperspectives.com/content/articles/lean-manufacturing-innovation-robots-redefine-competitiveness>.
- [11] 波士顿咨询公司. 工业 4.0 未来生产力与制造业发展前景 [EB/OL]. (2016 - 05 - 17) [2017 - 01 - 20]. http://www.bcg.com.cn/export/sites/default/cn/files/publications/reports_pdf/BCG_Industry_40_Future_of_Productivity_May_2016_CHN.pdf.
- [12] 中投顾问产业研究中心. 2016—2020 年中国智能制造装备产业深度调研及投资前景预测报告 [EB/OL]. (2016 - 01 - 10) [2017 - 01 - 20]. <http://www.ocn.com.cn/chanye/201601/omuo25102443.shtml>.
- [13] 波士顿咨询公司. 工业 4.0 时代的人机关系 [EB/OL]. (2016 - 11 - 23) [2017 - 01 - 20]. <https://www.imxdata.com/archives/7537>.