

第三次工业革命与工业智能化*

贾根良

摘要：在批判性地考察 19 世纪美国学派关于“资本的能量生产率”理论，以及深入认识马克思关于机器大工业和科技革命理论的基础上，就第三次工业革命性质提出的“资本的信息—智能生产率”和工业智能化的理论认为，与前两次工业革命的核心以机器替代工人的体力劳动不同，第三次工业革命的核心是以人工智能系统替代人类的脑力劳动，以智能制造为核心的工业智能化是工业化的新类型及高级阶段，“资本的智能生产率”已经成为国际竞争的战略制高点。

关键词：美国学派 马克思 第三次工业革命 生产率 工业智能化

作者贾根良，中国人民大学经济学院教授（北京 100872）；中国特色社会主义经济建设协同创新中心研究员（天津 300071）。

科技创新和科技革命是推动人类社会持续发展的根本动力，是在新一轮科技革命的激烈国际竞争中，大国立于不败之地最重要的物质基础。把科技革命作为引领发展的基础性动力，必须研究和把握近代以来科技革命的世界性发展规律。生产力的发展变化总是在一定生产关系的制约下活动和展开的，新生产力诞生后的大发展总是发生在与其相适应的生产关系大变革之后，但生产力的自行发展有其内在的原因和发展规律。^① 本文的分析视角主要限于后者。

自 2008 年国际金融危机爆发以来，世界经济至今仍复苏艰难，各国纷纷把摆脱困境的终极希望寄托在新一轮科技革命的兴起，制造业正处于根本性的变革中。相关热点话题如发达国家的“制造业回流”和“再工业化”、“第三次工业革命”、“互联网+”、德国“工业 4.0”（在德文语境中又称“第四次工业革命”）、“互联网时代”等众说纷纭，急需理论层次的梳理和深入研究。中国是一个发展中大国，从欠发达国家崛

* 本文为国家社会科学基金重大项目“外国经济思想史学科建设的重大基础理论研究”（ZDB122）的阶段成果。

① 参见马昀、卫兴华：《用唯物史观科学把握生产力的历史作用》，《中国社会科学》2013 年第 11 期。

起和赶超的视角以及纵观工业革命史的方位,探讨科技革命的规律性发展和第三次工业革命的基本特征,对认识我国面临的严峻挑战和历史机遇极为重要。

本文通过批判性地考察19世纪美国学派的相关理论,特别是试图从马克思有关“工具机革命”在工业革命中的关键性作用,以及精神生产力未来将控制物质生产力的深刻洞察中获取灵感,提出第三次工业革命的“资本的信息—智能生产率”理论和工业智能化理论,为相关讨论提供新的理论观点和历史视野。美国学派“资本的能量生产率理论”,不仅为美国和德国在第二次工业革命中后来居上奠定了理论基础,而且也揭示了前两次工业革命的基础性特征。本文第一部分将集中论述该理论的创新之处。但是,美国学派“资本的能量生产率理论”只是适合前两次工业革命的特定工业化理论,它不能解释第三次工业革命的新现象。马克思有关工业革命的理论,为克服美国学派的理论缺陷指明了方向。本文第二部分将集中讨论马克思的相关理论对于理解信息革命时代工业化的深远意义。在对第三次工业革命与前两次工业革命进行比较的基础上,本文第三部分将遵循美国学派和马克思相关理论的研究传统,通过对信息革命、互联网和资本智能化等问题的讨论,提出“资本的信息—智能生产率”理论和工业智能化理论,为理解第三次工业革命提供理论洞察力,并对我国的工业化道路提出政策建议。

一、美国学派“资本的能量生产率”的工业化理论

从生产力发展质的飞跃看,人们一般将英国在18世纪下半叶开始的以机器生产替代手工劳动、以工厂取代手工工场和家庭作坊、以无机能源取代人力和畜力,进而从农业社会向工业社会的历史性转变称作“第一次工业革命”。机器(物化劳动或死劳动)对劳动(活劳动)的替代,在历次工业革命中都处于关键地位。在第一次工业革命中,其表现形式是以机器生产替代手工劳动。正如马克思所概括的:“劳动资料取得机器这种物质存在方式,要求以自然力来代替人力,以自觉应用自然科学来代替从经验中得出的成规。”^①“资本的已经发展的原则恰恰在于,使特殊技能成为多余的,并使手工劳动,即一般直接体力劳动,不管是熟练劳动还是筋肉紧张的劳动,都成为多余的;更确切些说,是把技能投入死的自然力。”^②

在对古典经济学庸俗成分及庸俗经济学的批判中,马克思发现,商品生产中的劳动具有具体劳动和抽象劳动的二重性,进而把古典经济学开创的劳动价值论奠定在科学的基础上。马克思坚持认为,经济范畴只是一定历史阶段生产关系的抽象,资本作为历史范畴,以劳动力商品的存在为决定性条件。资本乃是物化在生产资料、

^① 《马克思恩格斯文集》第5卷,北京:人民出版社,2009年,第443页。

^② 《马克思恩格斯全集》第30卷,北京:人民出版社,1995年,第590页。

生活资料、商品和货币中的生产关系，货币资本的自我增殖源于资本家在生产过程中剥削雇佣工人创造的剩余价值。在本文关于工业革命的文献中，流行着“资本”这一历史范畴非马克思主义的使用，其含义是指资本的“使用价值”或“物质存在”，^①即作为资本生产关系之基础的物质载体（生产资料或物化的具体劳动），包括除了投入的活劳动之外的其他生产要素。囿于叙述的便利，本文中“资本”概念的含义一般系指资本的物质存在，而非资本的社会形式。

马克思的政治经济学批判研究的主要对象是社会再生产过程的社会形式即生产关系属性，通过它与社会再生产的物质内容即生产力的矛盾运动，揭示一定社会形态的经济运动规律。关于生产力自身发展的“各个因素及其内在关系和主要结构”，“马克思提出了一些基本观点和构想，但还来不及进行系统的论述”。^②例如，马克思认为，考察促进生产的条件，“就得研究在各个民族的发展过程中各个时期的生产率程度”；“一个工业民族，当它一般地达到它的历史高峰的时候，也就达到它的生产高峰。实际上，一个民族的工业高峰是在这个民族的主要任务还不是维护利润，而是谋取利润的时候达到的。就这一点来说，美国人胜过英国人。”^③在始自18世纪末的一个世纪中，对于美国这样一个处于“谋取利润”时期的不发达资本主义国家，工业革命成为它赶超英国的利器，其相关理论值得格外关注。

在美国学派看来，资本系以机器设备等实物形态存在的资本品（capital goods）。从19世纪的美国学派、^④阿林·杨格一直到20世纪60年代末的经典发展经济学，其理论都是以这种资本概念为基础的。发展经济学的先驱之一拉格纳·讷克斯在其名著《不发达国家的资本形成问题》（1952）一书中所谓的“资本形成”，就是指各种各样能够大力增加生产力效果的资本品供给，而非金融意义上的货币资本供给。讷克斯批评了斯密定理（即“分工受市场范围的限制”）的缺陷，亚当·斯密“看到了分工同在生产过程使用资本一事有密切的联系。他实际上等于说使用资本的程度受到市场容量的限制，在这里他指出了一条十分重要的根本真理。但是这并不是全部真理。这个问题还有另外一面，那就是，市场的范围倒转过来又在很大程度上取决于分工”，“他避开了这样的循环关系，而提出了一种直线式的

① “在机器中，尤其是在作为自动体系的机器装置中，劳动资料就其使用价值来说，也就是就其物质存在来说，转化为一种与固定资本和资本一般相适合的存在”。（《马克思恩格斯文集》第8卷，北京：人民出版社，2009年，第184页）

② 陈筠泉：《马克思论科学在生产中的应用》，《哲学研究》1998年第4期。

③ 黑体字为马克思原文所标记，马克思提出各民族不同发展时期的“生产率程度”这个重要命题时，明确表示尚待展开阐述，详见《马克思恩格斯文集》第8卷，第10页。

④ 参见贾根良：《美国学派：推进美国经济崛起的国民经济学说》，《中国社会科学》2011年第4期。

因果关系”。^①马克思对生产、分配、交换和消费之间相互作用的一般关系作了辩证分析，“它们构成一个总体的各个环节，一个统一体内部的差别”，其中，生产起着支配作用，“交换的深度、广度和方式都是由生产的发展和结构决定的”，但交换对生产也有反作用，“当市场扩大，即交换范围扩大时，生产的规模也就增大，生产也就分得更细”。^②

亚当·斯密是英国工场手工业时期古典经济学的主要代表，在生产对交换起支配作用问题上的认识不足，源于他对工业革命尤其是物化为机器体系的固定资本作用在认识上的极大历史局限性。马克思指出，“生产方式的变革，在工场手工业中以劳动力为起点，在大工业中以劳动资料为起点。”^③“与资本相适应的生产方式，只能有两种形式：工场手工业或大工业”，“在第一种情况下，工人（积累的工人）数量同资本的数量相比应该很大；在第二种情况下，固定资本同大量共同劳动的工人人数相比应该很大。”^④因此，“关于分工，亚·斯密没有提出任何一个新原理。人们把他看做工场手工业时期集大成的政治经济学家，是因为他特别强调分工。他认为机器只起了从属作用，这种说法在大工业初期遭到罗德戴尔的反驳，在往后的发展时期又遭到尤尔的反驳。”^⑤

许多学者对亚当·斯密忽视机器生产对于资本主义发展的重要性也提出了批评。阿林·杨格在其1928年的经典论文中，针对亚当·斯密的分工理论指出，“他忽略了主要之点，即分工使一组复杂的过程转化为相继完成的简单过程，其中某些过程终于导致机器的采用”，^⑥结果必然是认识不到机器生产对工业革命的意义。亚当·斯密之所以忽视机器生产对于资本主义发展的重要性，原因之一就在于，“斯密未能预见到工业革命将会带来的变化”，因为亚当·斯密根本上“就没有意识到工业革命的存在”。^⑦这样，亚当·斯密的资本概念仅指社会产品中不用于消费而用于投资的“预储资财”，实际的代表是货币资本。他说，一个人“他所有的资财，如足够维持他数月或数年的生活，他自然希望这笔资财中有一大部分可以提供收入；他将仅保留一适当部分，作为未曾取得收入以前的消费，以维持他的生活。他的全部资财于

① 拉格纳·讷克斯：《不发达国家的资本形成问题》，谨斋译，北京：商务印书馆，1966年，第21页。

② 《马克思恩格斯文集》第8卷，第23页。

③ 《马克思恩格斯文集》第5卷，第427页。

④ 《马克思恩格斯全集》第30卷，第588页。

⑤ 《马克思恩格斯文集》第5卷，第404页注（44）。

⑥ 阿林·杨格：《报酬递增与经济进步》，《经济社会体制比较》1996年第2期。

⑦ 查尔斯·P·金德尔伯格：《世界经济霸权：1500—1990》，高祖贵译，北京：商务印书馆，2003年，第207—208页。

是分成两部分。他希望从以取得收入的部分，称为资本。另一部分，则供目前消费”。^① 迈克尔·赫德森曾对此评论说，“亚当·斯密与李嘉图在对价值进行讨论时，关于资本所列举的事例并未说明资本可以产生能量并替代劳动（例如，他们并不认为蒸汽机是一种提供劳动的独立生产个体），而是认为资本仅仅是辅助劳动的简单工具。根据这种观点，手动织布机与蒸汽织布机、铅笔与蒸汽机都是同质的资本形式。”^②

在经济思想史中，最早认识到机器生产对工业革命重要性的，是美国学派的先驱和美国第一任财政部长亚历山大·汉密尔顿（Alexander Hamilton）；最早明确地将资本视为一种可以替代劳动乃至成为自主生产要素的，是19世纪20年代的美国学派经济学家丹尼尔·雷蒙德（Daniel Raymond）。早在1791年，汉密尔顿就写道，“机器的使用，在国家总产业中具有极为重要的作用。它是一种用以支援人的自然力的人造力量，对劳动的一切目的来说，它是四肢的延伸，是力量的增强。”^③ 美国著名政治家和美国学派的早期代表人物亨利·克莱（Henry Clay, 1777—1852）继承和发展了汉密尔顿的思想。他以英国工业革命的事实说明，机器如何可以使劳动生产率提高200倍，并将直接将机器的使用与科学技术的进步联系在一起。“科学使一个人像二百人甚至一千个人那样强有力，它不靠自然力，因此科学将胜过也必将胜过依靠劳动力的数量。在其他条件相等的情况下，一个建立在科学基础之上，培育实用的、机械的和制造工艺优势的国家必将在力量上是优异的，并能保持这种优势地位。”^④ 基于对英国工业革命的观察，雷蒙德的《政治经济学原理》更明确地将资本看作是一种自主的或独立的生产要素，它可以完成人力无法做到的工作，如使产品标准化，因而可以进行互换零部件的大规模生产。^⑤

以促进国家生产力发展为目标美国学派，将其对资本研究的目光聚焦在激发自然生产力和开发大自然的作用上，将资本视作是构建人类可以更好地支配自然能量的生产体系。这一理论的重要发展就是由第二代美国学派代表人物之一帕申·史

① 亚当·斯密：《国民财富的性质和原因的研究》，郭大力、王亚南译，北京：商务印书馆，1972年，第254页。

② 迈克尔·赫德森：《保护主义：美国经济崛起的秘诀（1815—1914）》，贾根良等译，北京：中国人民大学出版社，2010年，第149页。

③ Alexander Hamilton, “Report on the Subject of Manufactures (1791),” in Frank W. Taussig, ed., *State Papers and Speeches on the Tariff*, Cambridge, MA: Harvard University, 1892, p. 17.

④ Calvin Colton, *The Life and Times of Henry Clay*, vol. 2, New York: A. S. Barnes & Co., 1846, p. 160.

⑤ Daniel Raymond, *The Elements of Political Economy*, Baltimore: F. Lucas, Jun. and E. J. Coale, 1823.

密斯 (Peshine Smith) 提出的、用工业开发的自然能量所测度的资本生产率学说,^①我们称其为“资本的能量生产率”理论。

正如赫德森指出的,早在18世纪晚期,汉密尔顿及其追随者就已经将工业制成品在国际间竞争的性质,抽象为一种唯一的共同要素投入,即生产中施加和利用的工业能量。^②利用德国著名有机化学家李比希等人在农业化学中有关土壤肥力的研究,史密斯发现,可将能量这种对共同要素投入的抽象推广到农产品的国际间竞争。美国学派认为,这种唯一的共同要素投入就是资本、劳动和土地在生产力性质上拥有的共同特征,即在提供类似的生产服务时,其贡献都可被还原为某种“工作作用力”,也就是推动工具做功或促进生物成长的能量。正是在能量提供及其效率这种共同要素投入的基础上,资本、劳动和土地之间存在着竞争。即资本可以创造本由体力劳动提供的能量产出,从而替代后者成为原始工作的提供者;以化学肥料和农业机械形式存在的资本可以增加土地生产率,从而部分地替代土地。以工业生产为例,蒸汽动力生产的每个人时“工作作用力”的成本,要比人类体力劳动提供同样能量所需要的成本低得多,因为给机器提供燃料和操作机器的成本,要比供养和维持人身体的成本低得多。资本的生产率在日益提高的程度上超过它的(劳动等)成本,这主要是由每个工人所能推动的能量日益增长所导致的。在第一次工业革命时期,蒸汽织布机比手动织布机的生产率之所以高十几倍,原因就在于人的肌肉作为动力来源,被动力程度高十几倍和单位成本更低的蒸汽动力所替代。

美国学派发现,19世纪一些拥有丰富体力劳动资源和肥沃土地的国家,其工农业产品却因价格过高,失去了世界市场的立足之地。原因就在于,工业化国家拥有的、由自然能量驱动的高质量资本,排挤了落后国家未经改良的土地和缺乏技能的劳动。正如史密斯指出的,工业革命使英国的机器生产力已经提高到相当于6亿人口的力量,对机器的使用是英国夺得世界经济霸权的关键,一国通过不断拓宽工业技术的使用边界,可以在商品贸易中击败那些过度依靠工人体力和土壤肥力来提供能量的过时生产方式。^③因此,美国学派认为,各国商品的国际竞争,实质上都是自然能量这一根本性生产要素的投入和开发水平的竞争。发达国家的资本—技术密集型工业和资本—肥力密集型农业,与落后国家的简单劳动密集型工业和肥力耗竭式农业展开竞争,前者拥有的国际贸易优势取决于其生产要素开发自然能量的绝对优势。正是资本的高能量生产率,使率先实现工业化的国家在国际贸易中拥有了绝对竞争优势。倡导自由贸易的比较优势理论及其衍生出的要素禀赋理论,避而不谈发达国家丰

① 迈克尔·赫德森:《保护主义:美国经济崛起的秘诀(1815—1914)》,“第二版导言”,第11页。

② 迈克尔·赫德森:《保护主义:美国经济崛起的秘诀(1815—1914)》,第330页。

③ E. Peshine Smith, *A Manual of Political Economy*, New York: G. P. Putnam & Son, 1853, p.72.

富的资本供给最初都是通过工业保护形成的。它们非历史性地假定，资本稀缺的落后国家天生就被赋予了劳动或者土地的比较优势，因而当继续在低质量的经济活动中消耗其体力劳动或土壤肥力。美国学派的理论锋芒穿透了自由贸易理论设置的重重迷雾，揭示出工业资本在开发自然能量方面的巨大作用，探究了国际贸易中生产要素相互竞争的真实机制。以此为基础，美国学派为李斯特的工业保护主义学说，提供了强有力的理论论证，更为马克思的民族发展阶段“生产率程度”论提供了依据，对当时美国、德国等后发国家经济发展战略和经济政策的制定产生了深远影响。

美国学派“资本的能量生产率”理论虽已被尘封了一个多世纪，但无法掩蔽其理论创新的强大生命力。首先，它清楚地揭示，前两次工业革命中生产力成功发展的根源在于，利用自然能量驱动的对体力劳动的替代，使人类根本摆脱了体力作为动力来源的限制，体力劳动再也无法与之相竞争。其次，它为理解后发国家在前两次工业革命时期成功的经济追赶提供了深刻的解释力。生产力理论是德国历史学派先驱李斯特经济学的基石，李斯特所谓的财富生产力是指创造财富的能力。他之所以使用“制造力”一词来表达制造业创造财富的能力远高于原材料生产和农业，原因就在于：在李斯特的时代，只有制造业才具有创新窗口大、规模经济效应和更高附加值的特征。简言之，它是高质量的经济活动：不同的经济活动在创造财富的能力上是不同的，只有高质量的经济活动才能富国裕民。但是，李斯特的生产力理论仍然保留在德国浪漫主义的传统之中，没有具体解释工业的“制造力”在提高生产力及其在国际竞争中如何起了决定性作用。美国学派突破性的贡献就是提出了“资本的能量生产率”理论，将利用高等级能量驱动的资本（如机器设备和化肥等）视作生产力发展的根本。^①在19世纪上半叶，虽然一些经济学家已经注意到资本正在替代劳动甚至替代土地，但只有美国学派独树一帜地强调并解释了这种替代对国家竞争力的深刻影响。在第二次工业革命开始时，美国和德国正是通过实施工业保护主义措施，从电力电气、内燃机和钢制品等新兴产业入手，率先开发了作为其核心生产力的“电力和石油密集型”资本，才一举跃迁至第一次工业革命拥有“煤炭密集型”资本绝对优势的英国之前列。按照美国学派的理论，正是日益扩大的、国家间自然能量密集型资本的生产率差距，成为富国愈富和穷国愈穷的物质基础；后发国家只有创造出本国资本自然能量生产率的绝对竞争优势，才能取得经济追赶的成功。这一理论已被世界经济史的史实所证明。

二、马克思的机器大工业理论及其当代意义

但是，美国学派“资本的能量生产率”理论存在两大缺陷，已不能解释生态

^① 贾根良：《新李斯特经济学作为一个学派何以成立？》，《教学与研究》2015年第3期。

经济文明和第三次工业革命的新现象。首先，它假定自然资源尤其是可供人类利用的能量是无限潜在的，所以不能为我们应对当代资源枯竭和环境污染问题提供理论指导，这与本文主题没有直接关系，暂且存而不论。其次，美国学派“资本的能量生产率”理论认为，经济增长的源泉在于人类开发自然能量以替代人类的肌肉力量，或替代人类体力劳动产生的能量，经济发展的关键在于开发出更高效利用自然能量的资本品。该理论只是一种资本替代体力劳动的工业化理论，无法解释作为第三次工业革命资本替代脑力劳动的新现象。由于这些严重缺陷，美国学派虽在关于前两次工业革命性质的理论方面，成为美、德、日、韩等后发国家经济追赶成功的重要推动力量，但在第三次工业革命时代，已不能为我国制定经济发展战略及其政策提供理论指导，需要创造新的工业化理论。本文第三部分提出“资本的信息—智能生产率”和工业智能化理论，旨在填补这一空白。但在补白之前还需高屋建瓴——回顾马克思关于工业化进程中生产力在科技革命条件下发展的基本理论，包括自动机器体系的建构。

关于资本替代劳动^①的一般性理论，马克思在《资本论》第一卷第十三章“机器和大工业”及其《经济学手稿（1857—1858年）》的相关论述中有过深入的阐述。“所有发达的机器都由三个本质上不同的部分组成：发动机，传动机构，工具机或工作机。”机器的前两部分“仅仅是把运动传给工具机，由此工具机才抓住劳动对象，并按照一定的目的来改变它。机器的这一部分——工具机，是18世纪工业革命的起点”。^②17世纪末发明的蒸汽机并没有引起工业革命，而是“工具机革命”对工业革命的诞生起了决定性作用。马克思把发动机与工具机二者的分离，追溯到手工工场工匠同时兼任的“作为单纯动力的人和作为真正操作工人的人之间的区别”，如在纺车上脚起动力作用，手在纱锭上做引纱和捻纱的工作。^③工匠作为操作工人，由于“人能够同时使用的工具的数量，受到人天生的生产工具的数量，即他自己身体的器官数量的限制，”所以，其功能“首先受到了工业革命的侵袭”，珍妮纺纱机发

① 我们在这里使用“资本替代劳动”的概念，而不使用马克思原著中的机器替代人类劳动力的概念，是因为当时技术进步主要表现为机械技术的革命，化学生物技术革命还处于萌芽状态。在化学生物技术革命的情况下，化肥和杀虫剂作为资本品或马克思所说的劳动资料，像机器一样可以替代劳动，正如马克思指出的，“机器的生产率是由它代替人类劳动力的程度来衡量的”。（《马克思恩格斯文集》第5卷，第449页）马克思已预见到，随着大工业的发展，现实财富的创造将越来越“取决于科学的一般水平和技术进步”，“例如，农业将不过成为一种物质变换的科学的应用，这种物质变换能加以最有利的调节以造福于整个社会体”。（《马克思恩格斯文集》第8卷，第196页）

② 《马克思恩格斯文集》第5卷，第429页。

③ 《马克思恩格斯文集》第5卷，第431页。

明的目的就是要克服人类操作活动所受器官的限制。^① 而工具机的革命又使蒸汽机的革命成为必要。一旦发动机摆脱了人力的限制，成为“自动的原动机”，就能同时推动许多工作机，并带动传动装置的扩展，“只需要人从旁照料”，于是“就有了自动的机器体系”。马克思写道：“只有在劳动对象顺次通过一系列互相连结的不同的阶段过程，而这些过程是由一系列各不相同而又互为补充的工具机来完成的地方，真正的机器体系才代替了各个独立的机器”；“当工作机不需要人的帮助就能完成加工原料所必需的一切运动，而只需要人从旁照料时，我们就有了自动的机器体系”。^② “通过传动机由一个中央自动机推动的工作机的有组织的体系，是机器生产的最发达的形态。”^③ 马克思强调，“机器生产是在与它不相适应的物质基础上自然兴起的。机器生产发展到一定程度，就必定推翻这个最初是现成地遇到的、后来又在其旧形式中进一步发展了的基础本身，建立起与它自身的生产方式相适应的新基础”，“尤其使社会生产过程的一般条件即交通运输手段的革命成为必要”。^④ 马克思分析了生产力内部不同生产要素及其结构之间在发生不同步的质变时，适应与不适应的矛盾运动，即生产力发展自身的内部矛盾运动。他还指出，“要解决这些任务到处都碰到人身的限制”，^⑤ 这尤其关乎“知识和技能的积累，社会智力的一般生产力的积累”，^⑥ “在这种情况下，发明就将成为一种职业”。^⑦ 对于马克思来说，上述自动机器体系的建立绝不是生产力发展的历史终结，科技革命条件下生产力发展的内在结构性矛盾将继续推动其新的飞跃发展。

马克思深邃地预见到，随着“资本唤起科学和自然界的一切力量”，从而一般社会知识变成直接的生产力，社会生活过程的条件本身将在更大的程度上“受到一般智力的控制并按照这种智力得到改造”。^⑧ 工人不再是站在机器之旁用眼看管机器和用手纠正机器的差错，“不再像以前那样被包括在生产过程中”，“不再是工人把改变了形态的自然物作为中间环节放在自己和对象之间”，“工人不再是生产过程的主要作用者”，“相反地，表现为人以生产过程的监督者和调节者的身份同生产过程本身发生关系”，“工人把由他改变为工业过程的自然过程作为中介放在自己和被他支配的无机自然界之间”，因而“是站在生产过程的旁边”，马克思还补充道，这些情况

① 《马克思恩格斯文集》第5卷，第430、431页。

② 《马克思恩格斯文集》第5卷，第436、438页。

③ 《马克思恩格斯文集》第5卷，第438页。

④ 《马克思恩格斯文集》第5卷，第439、441页。

⑤ 《马克思恩格斯文集》第5卷，第440页。

⑥ 《马克思恩格斯文集》第8卷，第186—187页。

⑦ 《马克思恩格斯文集》第8卷，第195页。

⑧ 《马克思恩格斯文集》第8卷，第197、198页。

“同样适用于人们活动的结合和人们交往的发展”。^① 马克思在这里指出，随着智力劳动特别是自然科学的发展，科学的社会智慧作为一般的社会生产力、知识形态最主要的精神生产力，其在未来将使整个生产过程都成为科学的应用，科学技术的发现和发明将引起生产力的变革，并进而改变生产关系和其他社会关系以及生活方式。在未来精神生产力控制和改造物质生产力的新科技革命中，社会智慧的智力劳动会不会如同自动的机器体系那般，通过其内部特有的“发动机、传动机构和工作机”三位一体相辅相成但先后错落的变革，实现马克思的科学预见呢？

马克思关于科技革命条件下生产力发展的基本理论，不仅为美国学派“资本的能量生产率”理论找到了寓于其中的历史及理论定位的依据，而且为认识当代第三次工业革命提供了历久弥新的基本理论分析框架。

马克思清楚地告诉我们，正是纺织机械这种工具机的革命而非蒸汽机的动力革命，才是第一次工业革命的起点和诞生的标志，纺织机械的发明是机器大工业与工场手工业相区别的根本性标志。罗斯托说，工业革命使“英国的发明者和革新者终于解决了用棉线作经线的问题，从而以机器同印度人的灵巧的双手展开了竞争”，^② 打败了印度原先领先的棉纺织业。但马克思也没有忽视蒸汽机这一动力革命的重要性，尤其是它对建构自动机器体系的基础性作用。动力革命或者说自然能量替代人体能量，对资本主义制度和前两次工业革命的重要性不可低估。正如马克思所强调的，“手推磨产生的是封建主的社会，蒸汽磨产生的是工业资本家的社会。”^③ 马克思指出，作为工业革命起点的工具机“还只是机器生产的简单要素”，工具机“要克服它本身的阻力，就必须有一种比人力强大的动力”。^④ 这就使发动机的革命成为必要。马克思分析了人力、畜力和水力所提供的能量无法适应纺织机械高速、“划一运动”连续运转所需要的驱动力困境，认为正是这个原因才促使瓦特发明了第二种蒸汽机即双向蒸汽机。^⑤ 蒸汽机成为工业城市兴起之母，利用自然能量驱动的对体力劳动的替代，最终导致了农业社会向工业社会的历史性转变。在这个意义上，美国学派“资本的能量生产率”理论，恰当地刻画了自然能量替代人体能量在前两次工业革命中的核心地位。这也是当前数字技术时代处于前沿的思想家，再三强调提供自然能量的蒸汽机、电动机、内燃机在克服人类肌肉力量限制上之重要性的原因。

在马克思看来，从动力和工具操作两方面摆脱人类生理器官的限制，以物化劳

① 《马克思恩格斯文集》第8卷，第196页。

② W. W. 罗斯托：《这一切是怎么开始的——现代经济的起源》，黄其祥、纪坚博译，北京：商务印书馆，1997年，第106页。

③ 《马克思恩格斯文集》第1卷，北京：人民出版社，2009年，第602页。

④ 《马克思恩格斯文集》第5卷，第432页。

⑤ 《马克思恩格斯文集》第5卷，第432—434页。

动不断取代活劳动，是工业革命的基本推动力。他还提出了人类以精神生产力控制和改造物质生产力这样具有远见卓识的重大命题。

按照马克思分析的逻辑，摆脱人类生理器官的限制，既包括人类肢体的四肢和五官等生理器官，也包括人类大脑思维的生理器官。在计算机发明之前的第一、二次工业革命中，机器替代的只是工人的四肢和五官等器官，即替代工人的肌肉力量及其高强度的紧张。计算机的发明酝酿了以人工智能系统替代脑力劳动的第三次工业革命，人类开始进入以科学的社会智慧替代个人大脑思维器官的时代。马克思提供了统一地分析科学在生产中的自觉应用，使体力劳动和脑力劳动先后被逐步替代的基本理论框架。反观美国学派，虽然他们将机器等资本看作是一种自主的生产要素，认为它可以完成人力无法做到的工作，但却没有进一步深究“机器使人类摆脱所受器官限制”的问题，也就不可能像马克思那样做出“作为单纯动力的人和作为真正操作工人的人之间的区别”，更不可能提出以“社会智慧的一般生产力”替代脑力劳动的问题。美国学派只集中在与“作为单纯动力的人”有关的、替代人类“工作作用力”的“能量生产率”理论，是仅适于前两次工业革命特定范围的科技革命理论。

马克思的理论对于澄清广泛流传和根深蒂固的一些错误看法，提供了最重要的经典文献来源，为厘清第三次工业革命的特征提供了基本思路。长期以来，人们将蒸汽机的广泛使用看作是第一次工业革命的标志，误以为第一次工业革命起源于发动机的改进。这种广泛流传的错误看法至今在关于第三次工业革命的论著中仍屡见不鲜。例如，美国学者杰里米·里夫金在其畅销书《第三次工业革命》中就认为，“通讯革命和能源革命的结合”是历次工业革命爆发的标志或原因。^① 又如在另一本畅销书中，埃里克·布莱恩约尔弗森和安德鲁·麦卡菲也认为，“第一次机器革命时代开始于以蒸汽机为特征的18世纪末。紧接着，电动机、内燃机以及很多其他创新技术的出现，使人们克服了肌肉力量的限制”，而第二次机器革命^②“这个时代不是以增强肌肉的机器为特征的，相反，它是增强人类思维能力为特征的。人工智能、大数据、创新网络、高能机器人、3D打印机和基因技术已经在使工作岗位、公司和整个行业发生巨大的变化。而以上这些仅仅是第二次机器革命时代的最初产物，我们非常自信地认为，更多的新生事物将会纷纷到来。”^③ 该书作者对于两次机器革命或者说第三次工业革命与前两次工业革命之本质区别的看法是正确的，但他们将发动机看作是机器革命或工业革命标志的看法却是错误的。

-
- ① 有关笔者对这种观点的批评参见贾根良：《第三次工业革命：世界经济史的长期视角》，《学习与探索》2014年第9期。
- ② 该书作者的这个说法相当于本文所讨论的第三次工业革命。
- ③ 埃里克·布莱恩约尔弗森、安德鲁·麦卡菲：《第二次机器革命：数字化技术将如何改变我们的经济与社会》，蒋永军译，北京：中信出版社，2014年，“中文版序”。

马克思为什么强调“工具机革命”在历次工业革命中的引领作用呢？原因就在于不同类型的“工具机革命”需要性质完全不同的动力类型。在第三次工业革命中，资本替代劳动的目标既不是“作为真正操作工人的人”的体力劳动器官，也不是替代“作为单纯动力的人”（由机器提供做工的能量）。马克思最初做出这种区分时针对的只是机器替代体力劳动，但在第三次工业革命中，“工具机革命”已表现为资本对人类脑力劳动器官的替代。与计算机、机器人和搜索引擎等替代人类脑力劳动器官的“工具机革命”相匹配的“动力革命”，只能是作为其驱动程序的软件和人工智能，而不可能是前两次工业革命中作为其动力源的自然能量。在当代生产力发展的历史条件下，马克思的科技革命理论有待深化。

首先，马克思在第一次工业革命条件下有关“自动机器体系”的理论需要创新。马克思的“自动机器体系”理论无疑是20世纪初流水线生产和20世纪中叶自动化生产的思想先驱，其清楚表达的系统论和控制体系的技术思想，又是20世纪50年代以后才得以发展的系统论技术观的先驱，但这一思想现在需要根据第三次工业革命的新发展予以创新。20世纪70年代中期，由于计算机可编程逻辑控制器的使用，生产的自动化取得了巨大进步。特别是随着互联网的发展，“软件不再仅仅是为了控制仪器或者执行某步具体的工作程序而编写，也不再仅仅被嵌入产品和生产系统里。产品和服务借助于互联网和其他网络服务，通过软件、电子及环境的结合，生产出全新的产品和服务。越来越多的产品功能无需操作人员介入，也就是说它们可能是自主的”。^①例如，“智能手机或者汽车通过GPS‘知道’自己在哪里。通过内置微型相机和传感器，一个系统可以‘辨认出’另一个系统。通过优秀的程序控制，一个系统能独立地对外界条件做出反应，也能做到‘自适应’——更准确地说，就是在一定程度上优化自己的行为。”^②在这种情况下，原来由人直接操纵的控制机器运作的机构，就变成了由智能机器自主操纵的自动机构。马克思解构的自动机器体系三大组成部分（发动机、传动机构和工具机），发展成为再加“智能控制装置”的四个组成部分，智能在第三次工业革命中突现为机器体系的基本特征。“在‘智能工厂’中，员工已从‘服务者’转换成了操纵者、协调者。未来的生产需要员工作为决策者和优化过程中的执行者”，^③马克思关于工人“站在生产过程的旁边”，通过精神生产力控制和改造物质生产力的实现线路图，已经开始呈现在当代人面前。

其次，马克思在第一次工业革命条件下有关社会生产过程的一般条件（或我们今天所说的基础设施）的分析框架需要创新。工业革命的不同类型对交通运输和信

① 乌尔里希·森德勒主编：《工业4.0：即将来袭的第四次工业革命》，邓敏、李现民译，北京：机械工业出版社，2014年，第9—10页。

② 乌尔里希·森德勒主编：《工业4.0：即将来袭的第四次工业革命》，第13页。

③ 乌尔里希·森德勒主编：《工业4.0：即将来袭的第四次工业革命》，第47页。

息通讯这两大基础设施革命提出的要求是不同的。马克思在出版《资本论》第一卷时，第二次工业革命还未发生，与第一次工业革命机器大生产相匹配的基础设施变革，集中在交通运输的革命。“工农业生产方式的革命，尤其使社会生产过程的一般条件即交通运输手段的革命成为必要。”^① 在当代，作为基础设施的信息通讯革命则尤为重要。工业革命史告诉我们，与前两次工业革命中资本替代体力劳动的工业化相适应，交通运输基础设施的革命占主导地位，在第一次工业革命中表现为运河、铁路和蒸汽船的开发，在第二次工业革命中表现为钢轨、钢制船舰、高速公路和机场的开发。在这两次工业革命中，信息通讯虽然经历了从电报、电话到无线电的革命性发展，但其相对于交通运输的革命来说都处于从属地位。^② 然而，在以人工智能系统替代脑力劳动为特征的第三次工业革命中，信息通讯基础设施革命的重要性，远远超过以往交通运输基础设施革命的作用，信息和数据的社会化程度已经成为“社会生产过程的一般条件”，“云计算”和“大数据”等互联网革命的不断推陈出新，对于本文第三部分将讨论的“资本的智能生产率”和工业智能化具有决定性的影响。

三、“资本的智能生产率”理论和工业智能化理论

在对第三次工业革命及其发展趋势进行分析之前，对三次工业革命及其每次工业革命的阶段性划分，进行简要说明是必要的。根据经济史学家图泽尔曼和钱德勒将第一次和第二次康德拉季耶夫长波合称为“第一次工业革命”的传统，^③ 笔者曾将第三次和第四次长波合称为“第二次工业革命”，将第五次和第六次长波合称为“第三次工业革命”。^④ 演化经济学家佩蕾丝以每次诱发技术革命浪潮的重大技术突破（“大爆炸”）作为起点，划分出五次技术革命浪潮，作了与康德拉季耶夫五次长波相类似的说明。^⑤ 据此，我们可以将每次工业革命划分为两个阶段，每个阶段都由一次技术革命浪潮构成，即每次工业革命含两次技术革命浪潮（见下图）。据此，笔者对第三次工业革命两阶段的讨论，将直接使用第五次和第六次技术革命浪潮的概念。

① 《马克思恩格斯文集》第5卷，第441页。

② 克利斯·弗里曼、弗朗西斯科·卢桑：《光阴似箭：从工业革命到信息革命》，沈宏亮等译，北京：中国人民大学出版社，2007年，第145—146页。

③ 克利斯·弗里曼、弗朗西斯科·卢桑：《光阴似箭：从工业革命到信息革命》，第150页。

④ 贾根良：《第三次工业革命与新型工业化道路的新思维——来自演化经济学和经济史的视角》，《中国人民大学学报》2013年第2期。

⑤ 卡萝塔·佩蕾丝：《技术革命与金融资本》，田方萌等译，北京：中国人民大学出版社，2007年，第67—75、29、40页。

三次工业革命与六次技术革命浪潮

工业革命	技术革命浪潮	核心及关键性投入	诱发技术革命的“大爆炸”	交通运输和信息通讯基础设施	该时期的流行名称	核心国家
第一次工业革命	第一次技术革命浪潮	生铁、棉花	阿克莱特在克隆福德设厂 (1771 年)	运河、收费公路、轮船	产业革命	英国
	第二次技术革命浪潮	铁、煤	蒸汽动力机车“火箭号”在利物浦到曼彻斯特的铁路试验成功 (1829 年)	铁路、电报、蒸汽船	蒸汽和铁路时代	由英国扩散到欧洲大陆和美国
第二次工业革命	第三次技术革命浪潮	钢铁、电力	卡内基酸性转炉钢厂在宾西法尼亚州的匹兹堡开工 (1875 年)	钢轨、钢制舰船	钢铁、电力和重化工业时代	美国和德国赶超英国
	第四次技术革命浪潮	石油、天然气、合成材料	第一辆 T 型车从底特律的福特工厂出产 (1908 年)	高速公路、机场、无线电	石油、汽车和大规模生产的时代	由美国扩散到欧洲
第三次工业革命	第五次技术革命浪潮	芯片、信息	在加利福尼亚州的圣克拉拉，英特尔的微处理器问世 (1971 年)	信息高速公路 (互联网)	信息和远程通讯时代	由美国扩散到欧洲和亚洲
	第六次技术革命浪潮	信息、数据、可再生能源	云计算、大数据 (2008 年前后?) 及可再生能源 (? 年)	新一代无线网络 (5G、Wi-Fi)、物联网和云计算 (云网络、智能电网等)	工业智能化时代?	美国、日本、欧洲和中国?

资料来源：第一次至第五次技术革命浪潮的内容根据克利斯·弗里曼、弗朗西斯科·卢桑《光阴似箭：从工业革命到信息革命》(沈宏亮主译，北京：中国人民大学出版社，2007 年，第 145—146 页)和卡萝塔·佩蕾丝《技术革命与金融资本》(第 18—19 页)的观点整理而成，第六次技术革命浪潮为作者补充。

上述讨论已阐明，第一次工业革命是人类生产力发展史无前例的突破和裂变，而第二次工业革命则与之存在着连续性，因为它们都是资本对体力劳动（包括人体四肢等操作活动和人类体能做动力）的替代。但第三次工业革命则发生了对第二次工业革命或前两次工业革命的新裂变，因为从机器替代体力劳动到人工智能系统替代脑力劳动是广义的机器性质的质变，是人类生产力发展的新飞跃，其意义只有第一次工业革命才能与之媲美。第三次工业革命在本质上是信息—智能密集的资本对脑力劳动的替代，这是第三次工业革命与前两次工业革命根本不同的特征。在前两次工业革命时期，人类通过操纵纸、笔和算盘等诸如此类的工具从事脑力劳动，智力工作仍具有手工劳动的特点。在第三次工业革命中，作为智力劳动工具机的计算机，操纵着作为信息处理工具的软件，替代了人类对纸、笔和算盘等手工工具的操作。计算机的发明使人类摆脱了思维器官和手工劳动在计算速度、信息收集和 Information 存储等诸多方面不可逾越的生理局限性，不仅使人类从繁重的简单脑力劳动中解放出来，而且也导致了智力劳动效率的极大提高。在前两次工业革命时期，机器是对人类体力劳动生理器官及其动力的替代；在第三次工业革命时期，凝聚了科学技术更大发展的新机器系统，则是对人类脑力劳动生理器官及其智能的替代。计算机、机器人、搜索引擎、手机、平板电脑和 3D 打印机等工具机制造业的发展，因而在第三次工业革命中具有基础性和先导性。这是信息技术硬件在移动互联网出现之前

的第三次工业革命上半段，即第五次技术革命浪潮中飞速发展的原因。

但正如许多信息技术专家指出的，近年来，支配信息技术硬件发展的摩尔定律正在逐渐逼近其物理极限。其实这反而意味着，信息技术革命正在酝酿更大的突变：当信息技术硬件的发展出现报酬递减迹象之时，作为其动力系统即驱动程序的软件和互联网的推陈出新，就开始主导第三次工业革命下半段的发展，软件和互联网的进一步革命对“资本的信息—智能生产率”越来越重要，越来越具有决定性作用。不同类型的“工具机革命”需要性质完全不同的动力类型。替代人类体力劳动的工具机，其驱动力是自然能量；替代人类脑力劳动的计算机、机器人和搜索引擎等的驱动力，只能是作为其驱动程序的软件和人工智能。如果说前两次工业革命生产力的发展水平是由“资本的能量生产率”决定的，那么，在第三次工业革命的下半段，生产力的发展水平则是由软件的智能程度即“资本的智能生产率”所决定的。正如在第一次工业革命中“工具机革命”最初只能在既有的旧物质基础或一般生产条件的缝隙中生长，而蒸汽机的改进和交通运输革命在那次工业革命的最终完成中起了决定性作用，软件和互联网的智能化革命将成为第六技术革命高潮的基本推动力量。

信息化是智能化的基础，智能化则是在信息化基础上涌现的生产力高级形态，它是随着移动互联网和大数据而到来的。对第三次工业革命史的考察发现，机器设备、软件等资本载体的智能化是一个在不断累积中产生突变的过程。例如，计算机未来发展的方向是智能计算机，但实际上，计算机一诞生就与一般的机器和计算装置不同，其人机对话的交互性就已具有初步的智能性，人们称它“电脑”。又如1959年，英格伯格和德沃尔联手制造的第一台工业机器人是没有感知能力的，更像一种精密的仪器。但第二代工业机器人已经具有一些对外部信息进行感知和反馈的能力，如触觉、视觉等，特别适合于完成矿井、海底、高温高压和高腐蚀环境下的勘探、操作和科学考察等任务，已经具备一定的智能性。目前，机器人的发展已经进入第三代，即“智能机器人”或称“仿人机器人”的发展阶段，这种机器人将具有类似人类的判断和处理能力。机器人的智能化虽不能完全代替人类的大脑，但某些功能却已远远超过人的大脑，无人驾驶汽车或在智力竞赛及棋类比赛中打败世界冠军的机器人和计算机就是例证。

虽然计算机和机器人的发明在信息革命中是关键性的，但对机器人的智能化具有决定性影响的，却是移动互联网的发明和大数据的创生。没有联网的计算机和机器人还只是“信息和知识的孤岛”，只有互联网才导致了“信息大爆炸”^①和知识的真正共享。特别是移动互联网的发展产生了大数据，并诱导了云计算技术的革命性发展，将来还会发生何种技术革命，我们现在尚无法预测。互联网导致了知识生产的

^① 目前“在全球范围内，数字信息的总量每五年会增长十倍”，参见乌尔里希·森德勒主编：《工业4.0：即将来袭的第四次工业革命》，第49页。

指数性增长和技术革命步伐的日益加快。这是因为，与物质交换及其生产遵循报酬递减规律不同，信息和知识交换及其生产遵循的是报酬递增规律。例如，甲用两把斧头等价交换乙的一只绵羊，交换结果并没有使双方的价值量得到增加，但如果甲乙双方交换两种知识，不仅使各自的知识增加一倍，而且由于知识的杂交，很有可能使一方或双方激发出新的知识。在芸芸众生的社会群体中，作为精神生产积累的社会智慧，其知识生产无不呈现链式反应的特征。

“信息大爆炸”和知识生产的链式反应，客观上要求机器设备在无人介入的情况下自动处理信息，并自主地执行人类越来越多的智能功能（“资本的智能生产率”）。目前，这一瓶颈已成为生产力发展最大的制约因素，因此，人类精神生产力通过资本智能化的大规模开发已势在必行。互联网发展经历了三个阶段。（1）人们通过计算机彼此联网，打开了任意多人构成的社交网络。（2）移动互联网使人们的交往不再局限于电脑旁。（3）人际交往可经任意具备万维网接口的设备互联，互联网进入物联网阶段。德国“工业4.0”实际上就是物联网发展计划，德国学者和工程师们称其为基于信息物理融合系统（Cyber-Physical System, CPS）的第四次工业革命。所谓信息物理融合系统是互联网与“机器对机器（M2M）通信”融合的结果，美国称其为“工业互联网”。“机器对机器（M2M）通信”系终端设备之间的数据传输和交换，它不依赖于互联网的网络化，只要通过电缆和传统的电路就可以顺利进行。与自动化一样，这种通信并非新鲜事物，但如果没有它的普及，机器人流水线和计算机控制的制造中心就不可能存在。所谓“工业4.0”就是在“机器对机器（M2M）通信”上添加了由无线服务和标准协议所建立的互联网。^①

在德国“工业4.0”中，借助于物联网，人、机器和资源如同在社交网络中进行的沟通协作，产品不仅能理解制造的细节以及自己将被如何使用，而且还能协助生产过程，回答诸如“我是什么时候被制造的”、“哪组参数应该被用来处理我”、“我应该被传送到哪里”等问题。由于物联网的发展，人们可以实现终端之间的实时信息交换，从生产到最后的产品回收服务，都能对其进行实时监控。物联网的发展对于国民经济体系的智能化是关键性的，“万物可联、处处可联”使无数个孤立的“人工大脑”实时连接起来，互联网成为一个与人类大脑高度相似的进化系统。基于互联网海量的“大数据”和每时每刻与现实世界的信息交互，人工智能从此进入一个新的时代——互联网人工智能时代。德国“工业4.0”旨在于通过“智能工厂”创新的成功，全面开启工农业生产乃至整个国民经济体系的智能化过程。

与信息化不同，智能化的基本特征是在上述机器替代体力劳动的基础上，通过资本的智能化实现对当今各种体力劳动的大规模替代，这是资本替代脑力劳动的高级形态。由于工业部门在可控程度、标准化、创新窗口和劳动的可替代程度等诸方

^① 乌尔里希·森德勒主编：《工业4.0：即将来袭的第四次工业革命》，第49页。

面的发展在国民经济各部门中是最高的，工业生产过程的智能化最容易进行。它的成功将最终打开机器人在越来越大的程度上“自主”从事工农业生产、仓储、流通和社会服务等领域多种体力劳动的大门，从而实现国民经济体系的智能化。^①因此，德国“工业 4.0”或工业互联网在资本的智能化过程中，处于纲举目张的地位。德国学者预测，到 2030 年，互联网和其他服务联网系统将使德国所有行业都实现智能化。^②但在笔者看来，即使在德国等发达国家，2030 年的智能化仍将处于初级阶段，整个国民经济体系的智能化可能需要半个世纪左右的时间。因为按照前述三次工业革命的理论，历次工业革命都是百年周期，第三次工业革命浪潮有可能至少要持续到 21 世纪 70 年代才会落幕，尽管资本智能化的发展不会就此终结。

针对第三次工业革命下半段长达半个世纪之久的经济发展，提出“资本的智能生产率”理论和工业智能化理论已具可能。在整个第三次工业革命过程中，生产力的发展水平都是由“资本的信息—智能生产率”所决定的。但在其上半段即第五次技术革命浪潮中，芯片作为信息技术硬件的核心投入决定了“资本的信息生产率”，这个阶段可以称为“信息化时代”（流行的术语是“信息和远程通讯时代”）；而在第三次工业革命的下半段即第六次技术革命浪潮中，生产力的发展水平则主要由“资本的智能生产率”所推动，可称之为“智能化时代”。

在第六次技术革命浪潮中，虽然能量密集的资本在目前国际竞争中仍发挥着重要作用，但随着资本智能化进程的展开，一国的国际竞争力将日益取决于“资本的智能生产率”。智能密集的资本正跨越国界，广泛地与劳动、物质和能量展开替代性竞争。机器人替代脑力劳动，进而实现对体力劳动的大规模替代，转基因作物部分地替代土地，智能材料等新材料替代传统材料，可再生能源替代传统能源，互联网创造的新型产业组织替代传统产业组织，简言之，工业化就是广义的机器替代人类器官并为之提供力量。在前两次工业革命时期，人类为替代体力劳动器官的机器提供的力量是自然能量，一国生产力的水平表现为“资本的能量生产率”，在今后约半个世纪的第六次技术革命浪潮中，人类为替代脑力劳动器官的机器提供的力量，则是对信息和大数据进行高效处理的人工智能系统。能量密集的资本是前两次工业革命国际竞争的战略制高点；智能密集的资本则是第六次技术浪潮国际竞争的战略制高点。

笔者针对第六次技术革命浪潮提出一个关键性概念——工业智能化即智能工业革命。从工业化的历史进程看，人们习以为常的工业化概念实际上只是工业化的特定类型，即资本替代体力劳动的工业化。但是，资本替代脑力劳动并进而大规模替代体力劳动难道不是工业化吗？信息化特别是工业智能化，无疑是工业化的新类型

① 贾根良：《第三次工业革命重新定义“新型工业化道路”》，《光明日报》2013 年 2 月 22 日，第 11 版。

② 乌尔里希·森德勒主编：《工业 4.0：即将来袭的第四次工业革命》，“前言”。

及高级阶段，是替代脑力劳动的工业化。在第六次技术革命浪潮中，信息化已经开始让位于以智能制造为核心的工业智能化。所谓工业智能化（或称“智能工业化”），就是开发人的智力资本，创造智能工具机（智能计算机、智能机器人等）、智能软件、智能材料和各种智能基础设施（智能电网和智能交通等），通过人机一体化的智能系统和基于互联网的分散式增强型控制，对所有传统产业和整个国民经济体系进行工业智能化改造的过程。其实质是人类通过发展自然科学的精神生产力对物质生产力进行的改造和控制。将来人们会发现，拥有丰富人力资源、自然资源和流水线生产，但尚未实现工业智能化的国家，其产品将因价格过高而在世界市场失去立足之地；而在“资本的智能生产率”上具有绝对竞争优势的国家，在国际贸易中将击败那些尚未实现工业智能化、在过时生产方式中挣扎的国家。

四、结 语

本文提出“资本的信息—智能生产率”和工业智能化理论，目的就在于梳理关于第三次工业革命性质的理论争议。从英国工业革命算起，传统工业化过程长达近两百年之久，经历了第一次和第二次工业革命两个阶段，与之比较，工业智能化仍处于幼年阶段。显而易见，本文上述理论还很不完善，有待于根据实践进一步发展。尽管如此，目前仍处于发轫时期的工业智能化，已经对尚未完成传统工业化的发展中国家特别是中国，提出了严峻挑战。本文的研究对于我国经济发展战略的选择具有重要的理论和现实意义，择其简要讨论如下。

第一，我国经济发展战略的首要目标仍是工业化，特别是以智能制造为核心的工业智能化。由于中国GDP的快速提升以及产能严重过剩，一些学者和专家以为，中国的工业化已经完成，未来面临的主要任务是产业转型升级，大力发展服务经济，着力于城镇化和金融化（所谓的“金融深化”）。面对第三次工业革命的严峻挑战，这种观点显然是站不住脚的。第三次工业革命对制造业或者说传统工业产生了三种主要影响。（1）创造新的工业部门，如新一代计算机、机器人、3D打印、软件工业、传感器制造业、新材料、新能源制造业，以及我们现在无法预测但将来有可能出现的新工业部门。工业化在相当长的时期内仍将继续向纵深发展。（2）服务业的工业化。服务业也不能幸免于工业智能化，服务业中的绝大部分工作将来都可由机器人替代，如清洁、家政、销售、厨师、邮递、照顾老人等，服务业很难说是未来劳动力就业的根本出路。（3）传统工农业的工业智能化改造。正如佩蕾丝指出的，“每次技术革命都使得整个生产体系得以现代化和更新，从而在每50年左右都使总的效率水平提高到一个新的高度，”^①智能工业革命更是如此。工农业正在发展中的

^① 卡萝塔·佩蕾丝：《技术革命与金融资本》，第14页。

信息化和“互联网+”，实质是对传统工农业生产过程的再工业化或工业智能化改造，目的在于激发其“潜在生产率的量子跃迁”。因此，坚定不移地迈进工业智能化道路、特别是高端装备制造业的智能化，是我国走新型工业化道路的关键选择。

第二，“资本的智能生产率”正在成为国家兴衰的决定性物质因素。中国经济在世界上曾处于领先地位，但当利用自然能量驱动的第一次工业革命兴起后，中国就迅速衰落了。西方列强先是用蒸汽动力推动的坚船利炮打败了腐败的清政府，日本帝国主义又凭借石油驱动飞机坦克发动了灭绝中国的侵华战争。中国在鸦片战争后的百年屈辱史，不啻是一部以“资本的能量生产率”为核心的生产力竞争败北的历史。自第一次工业革命开启资本替代劳动的工业化过程以来，劳动生产率就表现为资本的生产率并由其所决定，“资本的能量生产率”成为前两次工业革命时期国家兴衰的决定性物质因素。今天人类社会迎来了“资本的智能生产率”时代，“资本的能量生产率”在国际竞争中的作用，不仅日益由“资本的智能生产率”所决定，而且前者曾经的支配地位正在让位于“资本的智能生产率”。后者不仅将决定一国国民收入水平的高低，而且也是一国军事工业和国防安全的决定性物质因素。如果在工业智能化上不能取得国际竞争的绝对优势，中国的军事工业和国防安全就不能得到根本性的物质保障。受前两次工业革命落后的拖累，我国已经在第三次工业革命中失去先机，只有奋起直追，才能避免重蹈近代中国被动挨打的覆辙。

第三，世界经济史表明，虽然技术创新是经济发展的驱动力，但技术创新导致了领先技术的供应国与领先技术的使用国之间贫富差距的拉大，因为供应国能不断获取创新收益。工业智能化是先进智能技术体系对传统产业改造的过程，后者的市场在中国这样的发展中大国主要是国内市场。中国要在先进智能技术体系上处于国际领先地位，需要通过保护国内高端产品市场，创造独立自主的核心技术，充分利用正被智能化改造的国民经济具有广袤国内市场的大国优势，彻底改变我国“出口低端产品，进口高端产品”的传统对外经济发展方式。

第四，软件和互联网革命的推陈出新而非机器设备等硬件的创新，将成为第六次技术革命高潮的核心推动力。我国已经颁布了以智能制造为核心、以建设制造业强国为战略目标的纲领性文件《中国制造2025》，提出制造业需要在十大装备制造业重点领域取得突破性发展。美国工业互联网、德国“工业4.0”计划着重以数据、软件工业和物联网重新定义制造业，发展“智能装备+智能软件+网络互联”三位一体的智能制造架构。与之相比较，我国“重装备、轻软件”的局限性显得尤为突出。^①在前两次工业革命中，“工具机革命”和“动力革命”总是分别发生在每次工

^① 参见黄阳华：《工业革命中生产组织方式变革的历史考察与展望——基于康德拉季耶夫长波的分析》，中国社会科学杂志社“互联网与社会科学”跨学科论坛会议论文，沈阳，2015年9月。

业革命中的前后两个匹配阶段,^①我国制造业强国战略应该高度重视作为第三次工业革命之“动力革命”的软件和互联网的推陈出新。

第五,工业智能化道路为开发我国国际竞争的最大优势“人力资本”提供了前提条件。与要素禀赋理论和比较优势理论一样,在我国流行的“人口红利”说和比较优势发展战略也是一种静态理论。工业智能化时代依仗的是马克思所言,作为精神生产力的“社会智慧”。我国科技人员数量已居世界首位,人数将来还会迅速增加,13亿中国人口的人力资源优势在于其智力资本和科技创新潜在的巨大规模优势,而非从事劳动密集型产业的低廉人力成本,前者的开发以价值链高端生产和新兴产业为基础。由于接受发达国家产业转移时一度重数量轻质量,被锁入全球价值链低端,致使我国存在高层次人才就业困难、高等教育和科技资源浪费和人才大量外流的现象。只有抓住迈进工业智能化道路的重大历史机遇,并创造国民经济各产业价值链高端的国内领先市场,我国人力资本所蕴含的巨大科技创新潜力才能喷薄而出,以人民为中心的社会主义制度优越性才能充分展现。

第六,工业智能化道路将为我国“一带一路”对外经济发展战略的成功提供根本性物质保障。“走出去”战略绝不意味着,外资走进来占据我国价值链高端,而我们则走出去与其他发展中国家争夺价值链中低端市场,否则将使我国丧失第三次工业革命的历史机遇,也会不利于东道国工业的转型升级。英国在第二次工业革命中落伍的重要原因,就在于其试图通过全球化战略,使第一次工业革命的产品占领全世界的各个角落,却严重忽视了开创第二次工业革命的国内领先市场,在国内经济结构偏向金融化和贸易服务业的同时,其国内市场在相当大程度上却被美国和德国新兴产业的产品所占领。相反,德国成功地避免了工业空心化的“英国病”:在过去的20多年中,德国制造业在世界所占份额保持稳定,其原因就在于“德语区的工业尽可能地实现了自动化,而没有大规模外迁到工资和生活成本较低的国家去”。^②因此,必须抓住工业智能化的历史机遇,把创造第三次工业革命的国内领先市场作为“走出去”战略成功的物质基础。只有当我国在工业智能化道路上处于国际领先地位,并建立起全球高端价值链时,我们才有可能打破西方霸权主义的控制,通过技术转移为其他发展中国家经济的持续发展和转型升级,提供产业和市场发展的广阔空间,才有可能建立更加公平的国际经济新秩序。

工业智能化是践行习近平总书记提出的“创新、协调、绿色、开放、共享”新发展理念的关键之举。

〔责任编辑:许健康〕

^① 贾根良:《第三次工业革命:世界经济史的长期视角》,《学习与探索》2014年第9期。

^② 乌尔里希·森德勒主编:《工业4.0:即将来袭的第四次工业革命》,第5页。

technology that violates the integrity of the species, the application of the technology should be taken into consideration. To apply transgenic technology for immediate, narrow and non-essential interests and thereby damage the integrity of the species should be rejected more strongly on ethical grounds.

(4) The Third Industrial Revolution and Industrial Intellectualization

Jia Genliang • 87 •

On the basis of a critical examination of the “energy productivity” theory of the 19th century American School and an in-depth appreciation of Marx’s theory of modern machine industry and the technological revolution, theories on “information/intellectual productivity” and industrial intellectualization indicate that unlike the two previous Industrial Revolutions, which focused on replacing physical labor with machinery, the Third Industrial Revolution substitutes artificial intelligence for mental labor. Industrial intellectualization centering on intellectualized manufacturing represents a new type and advanced stage of industrialization, in which the “intellectual productivity of capital” seizes the strategic commanding heights in international competition.

(5) The Legal Regulation of the Risks in Citizen Participation in Administration

Wang Xu • 112 •

Citizen participation in administration is the product of complex social change and a deepened perception of the nature of administrative activities in modern society, as well as being a requirement for the self-emancipation of man. However, as it is affected by the dual logic inherent in civil society and the political state, the complex course of institutional change poses certain risks which to some degree damage both public and private interests. The precondition for effectively preventing such risks is to establish the logic of consultative democracy in the public realm at the theoretical level and on this basis build up a concrete system of rules centered on legal reservation, due process, transparency and accountability, thus avoiding “poor quality participation,” and genuinely realizing the dual modern goals of legitimate administration and good administration.

(6) Bringing Property Rights under the Constitution and Early Society-centered Legislation in China

Nie Xin • 133 •

Guarantees of property rights are a central element in private law, and the sanctity of

• 206 •