

人工智能与实体经济融合的理论阐释

何玉长 方坤

摘要 人工智能深度融合实体经济是当前中国重要的经济战略。新一代人工智能体现了当代先进科技生产力，人工智能技术渗透于生产力各要素中，综合作用于生产劳动过程。中国人工智能技术和产业发展为人工智能融合实体经济创造了客观条件，实体经济转型升级和现代化经济体系建设亟需人工智能技术应用，人工智能深度融合实体经济，实体经济智能化乃客观必然。其运行机制为，人工智能技术应用实体经济，促进实体经济技术进步，带动产业升级和经济转型，从而促进经济常态化增长。人工智能深度融合实体经济，一方面在于人工智能技术升级实体经济，包括开发智能农业，制造业智能化升级，智能产业支撑体系和基础设施智能化建设，服务业和文化教育产业智能化。另一方面在于人工智能产业创新实体经济，包括人工智能产业链相关行业创新，工业机器人和服务机器人产业创新，物联网与智能商业模式创新。

关键词 人工智能 实体经济 深度融合 技术升级 产业创新

作者何玉长，上海财经大学经济学院教授（上海 200433）；方坤，上海财经大学经济学院博士研究生（上海 200433）。

中图分类号 F12

文献标识码 A

文章编号 0439-8041(2018)05-0056-12

以计算机为核心的人工智能是 21 世纪的前沿科技，也是当前和未来生产力发展和经济增长的强力引擎。中国计算机科学一直在追赶世界先进水平，但人工智能技术和人工智能产业却异军突起，“弯道超车”进入世界先进行列。当前中国经济正处在结构转型、产业升级和振兴实体经济的关键时期，亟需人工智能技术为之助推。人工智能开发和利用已经成为国家战略重点，中国正在积极抢占人工智能领域制高点，着力实现人工智能技术与实体经济的深度融合，以人工智能技术带动智能经济发展和促进经济社会进步。为此，有必要从理论上阐释人工智能与实体经济深度融合的相关问题。

一、人工智能与实体经济

（一）人工智能及其生产力要素

当前热议的人工智能（Artificial Intelligence, AI）是新一代人工智能，即 21 世纪初计算机与大数据、互联网等现代信息技术结合的新兴科学技术。早在 20 世纪 60 年代，计算机还只是作为高速运算工具，仅仅应用于高端科技、高等教育和国防领域。新世纪以来，随着计算机的升级换代，与互联网、大数据的结合，由此产生新一代人工智能，并广泛应用于国民经济和社会生活。由此，以人工智能为支撑的智能产业和智能经济也随之产生和发展，并带来了社会生活的深刻变化。加快人工智能与实体经济的深度融合，大力开发智能产业和智能经济，将对我国国民经济和社会发展产生深远的影响。

何谓人工智能？美国 MIT 的 Patrick Winston 认为：“人工智能就是研究如何使计算机去做过去只有人才

做的智能工作。”^①也有归类“人工智能既是计算机学科的一个分支，也是计算机科学与数学、心理学、哲学和语言学等学科的综合”。^②理解人工智能，先要认识到人类作为智能性动物，在感知、思维的基础上，可实施自主行动，在外界作用下可自我调节。人类正是凭借自身智能才创造出人工智能。人工智能科学，旨在运用计算机来模拟人的某些思维过程和智能行为，实现智能化的运行机制；也通过制造类人脑智能的计算机，并应用于经济社会领域，从而实现人类活动目的。

人工智能是当代先进的科学技术，是当之无愧的科技生产力。人工智能技术应用于国民经济活动，并非以独立要素加入生产劳动过程，而是通过渗透于生产力各要素综合作用于生产劳动过程。

首先，从生产力主体要素劳动者来看，人工智能的主体是具有人工智能专业技能与工作经验的智能劳动者（包括科技工作者和操作人员）。人工智能技术发明和应用的主体是人类本身，人工智能也是人类科技劳动的产物；反过来看，人工智能也是实现人类活动目的的手段，人类还是人工智能服务的对象。现代劳动力要熟练掌握人工智能相关技术，需要经过专门训练，方能胜任智能经济活动对劳动力的岗位技能要求。这种智能型劳动者正是人工智能生产力中最能动的要素。当然，这种智能劳动者也有层次差别，既有从事智能技术发明和设计的科技人员这类高端劳动者；也有从事人工智能设备运行、管理与维护工作的专业劳动者；还有人工智能工具操作层面的普通劳动者，但这也比传统生产条件下的普通劳动者的要求更高，其劳动也相对复杂化。从生产力主体要素来看，人工智能应用带来相关产业劳动力数量规模下降的同时，却对劳动力素质的要求大大提升。

其次，从生产力客体要素劳动工具来看，人工智能的客体是高科技的、智能化的生产工具和设备。人工智能工具和设备不同于普通生产工具就在于其智能特征，具有机器学习功能，部分代替人脑功能。人类制造出机器人，而机器人接受外界信息后可自主决策和调整行为。人工智能所涉及的计算机、互联网、机器人、大数据等，都是人们生产活动的工具或手段，这些智能工具比传统生产工具先进之处在于代替了部分人脑功能，在使用过程中比人力操作更准确和高效，智能工具的应用是对人类体力劳动的解放。目前，人工智能工具主要是专用型智能设备，尚无哪种机器人可以通用于各行业。人工智能技术代表着先进生产力，使用人工智能工具、设备和手段，比使用普通生产工具、设备和技术手段具有更高的生产效率。从狭义角度看，人工智能也就是生产力要素之一的劳动工具。本质上说，劳动工具是人手的延伸，人工智能本质上是工具而不是人力，是为人类所驱使的生产劳动工具，人工智能也是人手的延伸。即使在“无人工厂”“数字车间”，机器人背后还是由人力所控制。

再次，从生产力另一客体要素劳动对象来看，人们运用人工智能技术开发了新的经济活动领域，扩张了生产劳动对象的范围，创新了生产劳动对象。如，信息与数据就成为智能经济领域新的劳动对象，人们对信息收集和数据处理也是对劳动对象的加工过程。人工智能技术的运用，也使得劳动者在同等劳动时间内控制和使用劳动对象的规模更大了，劳动对象的空间范围也同时扩大。如果说在传统劳动方式下，人上和机器作用仅限于所及范围，对于地下深层、海洋深水、远程或高空，以及人类体内的微观部位等，往往是人力不可及的；而如今在人工智能条件下，劳动者大可运用人工智能工具和设备操作达到目的。人工智能工具和手段作用于劳动对象，具有远程遥控、定位操作的功能；操控者将人工智能工具作用于劳动对象，更具有靶向性和精准性。

根据马克思主义原理，科学技术也是生产力。人工智能技术广泛应用于国民经济活动，其运行机制是通过生产力要素的综合作用而实现的。人工智能作为先进生产力应用于国民经济具有独特的优势。一是人工智能具有数据收集和信

① 前瞻产业研究院：《2017年中国人工智能产业专题研究报告》2017-12-22，益智网。

② 何玉长、宗素娟：《人工智能、智能经济与智能劳动价值——基于马克思劳动价值论的思考》，《毛泽东邓小平理论研究》2017年第10期。

智能具有智能控制和精准管理功能。人工智能运用于经营管理活动,通过数据处理、方案筛选和自动纠错功能,使人们在经济活动中有效控制、精细化管理、精准操作,从而减少资源浪费。三是人工智能具有资源共享和溢出效应。通过互联网尤其是物联网的作用,可实现各类资源共享,促进产业协作、信息共享和产供销一体化,从而提高资源配置效率。产业智能化升级也会推动相关产业技术进步,以适应产业智能化的要求。四是人工智能运行具有节能减排优势。人工智能运行的动力源基本是电动能源,其运行过程碳排放少,具有节能环保、绿色低碳的效果。总之,人工智能就是一场新的科技革命,其对社会生产力提高的影响超过以往任何时代。正如麦肯锡全球研究院所认为,“人工智能正在促进人类社会发生转变。这种转变将比工业革命发生的速度快 10 倍,规模大 300 倍,影响几乎大 3000 倍”。^①

(二) 实体经济及其价值基础

人类历史表明,任何一次科技革命都带来社会生产力跨越式发展和经济加速增长。人工智能作用于国民经济和社会生活,与实体经济融合会产生出巨大经济效能,带来劳动生产率提升和经济增长。人工智能应用于经济活动,通过智能机器代替人力,使人类劳动力获得极大的解放。人工智能与实体经济融合的中间环节是互联网,而互联网就如同机器工业系统中的“传动机”,通过互联网的链接,方可将人工智能融合到各个行业,尤其是应用到实体经济各个生产环节中去。因此,互联网是人工智能应用的重要基础设施。

实体经济(Real economy)是国民经济的主体,实体经济创造的产品是人类社会生存和发展的基础。“实体经济是以实际资本运行为基础的社会物质产品、精神产品和劳务活动的生产、交换、分配和消费活动。金融、房地产、期货等是虚拟经济,但其提供的社会服务也创造 GDP,其虚拟部分是指脱离实际资本并以虚拟价值的形式表现出来的经济活动”。^② 社会物质产品生产和物质生产劳动是人类生存和一切历史的前提,传统的实体经济就是产业资本运行的经济活动,传统的生产性劳动就是物质生产部门的劳动。马克思说:“我们首先应当确定一切人类生存的第一个前提也就是一切历史的第一个前提,这个前提就是:人们为了能够‘创造历史’,必须能够生活。但是为了生活,首先就需要衣、食、住以及其他东西。因此第一个历史活动就是生产满足这些需要的资料,即生产物质生活本身。”^③ 随着社会生产力的发展,服务品和精神文化产品的创造,使实体经济和生产性劳动的外延进一步拓展。

实体经济部门创造社会产品价值,实体经济部门的劳动是生产性劳动。马克思在《资本论》第一卷中,分析了实体经济的产业资本运动,揭示了商品价值和剩余价值的创造过程。在现实经济生活中,从社会总产品及其价值创造来看,无论是第一部类生产资料的生产,还是第二部类生活资料的生产;无论是一次产业直接提供的最终产品,还是多环节产业链提供的中间产品,实体经济总可以以最终产品计算出总产值。现代经济中,最终产品当然也包括精神产品和服务品,故国内生产总值(GDP)包括农业、工业和服务业三大产业创造的价值。坚持实体经济为主体,并非产业结构低端化,先进装备业和新兴服务业也很“高大上”,人工智能融合实体经济就是升级实体经济。现代化经济体系要求产业均衡和结构合理,中国由于农业和工业比重较大,显得产业结构低端,与现代化经济体系有差距。但在中国这样的经济大国,在经济全球化时代,中国强大的内需市场加上广大的国际市场,已经为实体经济发展提供了广阔的市场空间。在发达国家长期“去工业化”和中国一度出现“弃实就虚”趋势的情况下,坚持实体经济为主体尤为重要。

实体经济创造的财富满足社会居民生活、国民经济活动与社会发展的需要。故作为先进生产力的人工智能技术,必须首先应用于实体经济,创造出最大价值的社会产品,才能最大限度地造福于民。所谓人工智能与实体经济深度融合,乃使人工智能技术应用于实体经济的关键领域,带来产业创新,促使产业升级和优化经济结构。人工智能技术应用于实体经济物质生产部门,可在现有资源条件下,创造更多的物质产品,智能制造以满足居民生活和国民经济的物质需要;人工智能应用于服务业,将促进传统服务业升级和

① 《乌镇指数:全球人工智能发展报告》(2017),乌镇智库出品,2017-07-27. www.iwuzhen.org.

② 何玉长、张沁悦:《实体与虚拟:二元经济之中美比较》,《深圳大学学报》2014年第3期。

③ 《马克思恩格斯选集》第1卷,北京:人民出版社,1972年,第32页。

新兴服务业发展，智能服务以满足居民生活和社会发展对服务消费的需要。

人工智能作为生产要素与实体经济其他生产要素融合，在生产过程中共同创造产品价值。在产品价值构成（C+V+M）中，C部分包含智能劳动资料的投入，V部分包含智能型劳动力的投入，M部分则包含智能型劳动者与智能劳动资料结合所创造的剩余价值或赢利。通过商品市场交换，产品价值得到实现，从而使人工智能要素所有权也得到补偿，在分配中也使各要素所有者各得其所，其中包括人工智能生产要素的回报。有人提出，鉴于机器人参与了产品制造，也应与劳动力一样得到报酬。这里应该明确的是，人工智能（包括机器人）的价值消耗是物化劳动的消耗，这种消耗也如固定资本消耗一样，其价值也是逐步转移到新产品中去，其价值补偿对象是智能型生产要素的产权所有者，即机器人的所有者。因此，所谓给机器人支付报酬问题其实是子虚乌有。如果说人工智能对国民收入分配确有影响，那就在于：一是智能型企业相对于普通企业，凭借其经营结果可获得高于平均利润的超额利润；二是智能型劳动者相对于普通劳动者，凭借其劳动结果可获得高于普通劳动报酬的高薪报酬。

实体经济采用人工智能技术的直接后果是解放劳动力和提高社会生产力。一方面，人工智能技术应用于实体经济，解放了大量普通劳动力。人工智能使产业生产劳动过程中智能设备代替人力，部分生产岗位由机器人代替劳动力，这是对劳动力的解放，不必担心人工智能造就失业人口。由于人工智能应用于产业，其结果也使得智能产业资本有机构成会进一步提高，智能设备替代人力会出现相关产业剩余劳动力现象。这个问题的解决，可采用改革工作日制度的办法，如缩短工作时间，或实施半天工作制，等等。另一方面，人工智能技术应用于实体经济，进一步提高了社会生产力。人工智能应用于实体经济，就是先进的科学技术在实体经济中的应用，这也是个复杂劳动过程，在等量劳动时间会带来产品总价值增加和单位产品价值降低；智能产业的固定资本相应增加，但随着生产规模的扩大，产品的边际成本会逐渐减少，产品平均成本趋于降低，产品边际收益趋于提高。因此，率先采用人工智能技术的企业将获得超额利润。随着人工智能技术广泛推广，竞争机制作用下智能产业普遍降低生产成本，必将提高生产效率和经济效益，促进社会生产力的提高。

二、人工智能融合实体经济的客观必然性

当前中国人工智能技术和人工智能产业发展已经处于世界先进水平，人工智能技术和智能产业发展规模都可与美国、欧洲、日本比肩。从目前中国人工智能技术及其应用状况，人工智能产业和智能经济发展状况来看，中国已经为人工智能与实体经济的深度融合，推进实体经济智能化和国民经济健康发展创造了良好的客观条件。

首先，中国人工智能产业规模居世界领先且呈加速增长趋势。“根据艾瑞咨询公开数据显示，中国人工智能产业规模加速增长，2016年达到100.6亿元，比上年增长43.3%，预计2017年增长率将提高至51.2%，产业规模达到152.1亿元，并于2019年增长至344.3亿元。据赛迪公开数据显示，2015年全球人工智能市场规模为1683.9亿元，预计2018年将逼近2700亿元，年复合增长率达到17%。另据麦肯锡预计，到2025年，人工智能应用市场总值将达到1270亿美元。”^①2012年以来，中国经济进入新常态，GDP年增长率6%—7%，而同期人工智能产业增长率却数倍于GDP增长率。中国人工智能技术及其产业发展已经与美国、欧洲和日本等国相近，处于全球先进水平。中国一些智能型企业和智能产品已经在国际市场上占有相当份额，尤其是互联网产业位于世界前列，这都为中国人工智能融合实体经济起到了引领作用。

其次，中国人工智能企业和融资规模处于全球第一方阵。从国际范围看，目前人工智能企业数居前几位的主要有美国、中国、欧洲、日本。“2012—2016年，全球人工智能企业新增5154家，是此前12年的1.75倍。全球人工智能融资规模达224亿美元，占2000—2016年累积融资规模的77.8%。仅2016年融资规模就达到92.2亿美元，是2012年的5.87倍，与2000—2013年累积融资规模相当。2000—2016年，美国

^①《乌镇指数：全球人工智能发展报告》（2017），乌镇智库出品，2017-07-27. www.iwuzhen.org.

累积新增人工智能企业数 3033 家, 占全球累积总数的 37.41%。但美国每年新增人工智能企业数占当年全球总数的比例在下降, 到 2016 年首次低于 30%。2000—2016 年, 美国人工智能融资规模累积达 207 亿美元, 占全球累积融资总额 71.8%。2016 年占比降至 64.49%”。^① 中国人工智能企业数量和融资规模, 新世纪以来发展迅速, “2000—2016 年, 中国人工智能企业数累积增长 1477 家, 融资规模累积达 27.6 亿美元。其中, 2014—2016 年三年是中国人工智能产业发展最为迅速的时期。三年里新增人工智能企业数量占累积总数的 55.38%, 融资规模占总量的 93.59%。”^② 在人工智能技术应用上先走一步的智能企业为中国人工智能与实体经济融合奠定了基础。

第三, 中国机器人产业发展已经处于世界前列。机器人是人工智能技术和装备的主要标志, 机器人制造和使用状况体现一国智能化水平。中国近年机器人产业发展迅速, 机器人制造和现役机器人使用的绝对数已经处于全球前列。根据中国电子学会的调查统计, “预计 2017 年中国机器人市场规模将达到 62.8 亿美元, 2012—2017 年平均增长率达到 28%。其中, 工业机器人 42.2 亿美元, 占 67%; 服务机器人 13.2 亿美元, 占 21%; 特种机器人 7.4 亿美元, 占 12%。中国工业机器人约占全球市场份额的三分之一, 是全球最大工业机器人应用市场。”^③ 机器人产业是人工智能产业的核心, 以机器人装备和应用于实体经济, 以机器人产业带动人工智能融合实体经济最为关键。中国机器人产业发展为人工智能融合实体经济创造了装备条件, 是实体经济智能化的技术和物质基础。

第四, 中国人工智能专利数年均增长率上升为全球之首。中国和美国人工智能专利数保持稳定的增长速度, 处于全球领先地位。“2000—2016 年, 中国人工智能专利数 34000 项, 美国人工智能专利数为 27000 项; 最近五年, 中国人工智能专利数年均递速为 43%; 超过美国的人工智能专利年均增速 (21.7%)”。^④ 人工智能专利数据状况既体现了中国在人工智能领域的应用研究成果处于世界先进水平, 也体现人工智能专利转化为现实生产力的发展潜力, 也为人工智能融合实体经济提供了技术条件。

表 1 中国、美国、欧洲及全球人工智能相关数据

类别	美国	欧洲	中国	全球
人工智能产业 (2016)	--	--	100.6 亿美元	1683.9 亿美元
人工智能产业融资规模 (2000—2016)	207 亿美元, 占全球 71.79%	25.7 亿美元, 占全球 8.91%	27.6 亿美元, 占全球 9.59%	287.9 亿美元
人工智能企业 (个, 2000—2016)	3033, 占全球 37.41%	1531, 占全球 18.88%	1477, 占全球 18.22%	8107
机器人市场规模 (2017)			62.8 亿美元	232 亿美元
工业机器人			42.2 亿美元	147 亿美元
服务机器人			13.2 亿美元	29 亿美元
特种机器人			7.4 亿美元	56 亿美元
机器人密度指数 (2016)	189 台 / 万人	99 台 / 万人 (2015)	68 台 / 万人	74 台 / 万人
人工智能专利 (项, 2000—2016)	27000	--	34000	22774

资料来源: 1. 《乌镇指数: 全球人工智能发展报告》(2017), 乌镇智库出品, 2017-07-27. www.iwuzhen.org; 2. 互联网智造, 全球机器人密度排名, 2018-03-02; 3. 中国电子学会:《中国机器人产业发展报告》(2017), www.100ec.cn. 2017-08-30, 中国电子商务研究中心网。

然而, 相对中国庞大的经济体量, 作为一个制造业大国和实体经济大国, 人工智能在中国实体经济的推广应用还非常有限。一方面, 中国存在人工智能技术开发与产业应用脱节的现象, 人工智能在企业中的应用程度较低, 广度有限。另一方面, 中国实体经济的智能化程度还较低, 尤其是制造业智能化水平和智能应用率不高, 农业智能化程度更低。面对人工智能科技带来的全球竞争, 中国新常态经济发展亟需开发新的经济增长点, 通过人工智能推动实体经济做实做强, 促进现代化经济体系建设, 实现人工智能与实体经济深度融合势在必行。

第一, 人工智能融合实体经济是现代化经济体系建设的需要。中国市场经济体制改革已经打造了较完

①②④ 《乌镇指数: 全球人工智能发展报告》(2017), 乌镇智库出品, 2017-07-27. www.iwuzhen.org.

③ 中国电子学会:《2017 年中国机器人产业发展报告》, www.100ec.cn 2017-08-30, 中国电子商务研究中心网。

备的市场经济体系，但还远够不上现代化水平，中国需要在实体经济的基础上建设现代化的经济体系。现代化经济体系要求市场机制完善和市场发育成熟，产业体系完备和产业结构高端，区域经济布局合理和注重经济增长质量，以及宏观经济健康发展和国家经济安全。其中产业体系完备是现代化经济体系的核心要求。当前强调人工智能融合实体经济，重点在于人工智能应用于现代农业、新兴制造业和新兴服务业，提升实体经济智能化水平。建设现代化经济体系，亟需完成产业结构由中低端到高端化的转型，由低附加值产业向高附加值产业转型；经济增长方式由注重规模到注重质量转型，由粗放型到集约化的方向升级；建设现代化经济体系，既坚持以我为主、产业结构合理，产业体系完备，又开放包容、融入全球化；建设现代化经济体系，关键要建立在先进生产技术和设备基础上。以实体经济为主体的现代化经济体系迫切需要人工智能、大数据、云计算、互联网为之提供技术支撑。

第二，人工智能融合实体经济是制造业转型升级的需要。中国传统制造业的技术装备总体上比较落后，传统制造业智能化普及率较低，传统制造业还面临调结构、去产能、降成本、增效益的压力，这都给传统制造业智能化升级带来很大困难。中国新兴制造业发展规模也较小，发展进程迟缓，新兴制造业装备智能化的任务还很艰巨。中国制造业以传统生产方式为主，以劳动密集型和粗放式经营为主，使之缺乏国际市场竞争能力。中国低端制造业存在耗能高、成本高和质量低、利润低的矛盾，多年积累下来的产业结构失衡和产能过剩的问题也很突出。由此造成中国整体产业结构低端化，工业制成品处于全球产业价值链的低端，制造业盈利能力较弱，在国际市场竞争中处于不利地位。从一定程度上说，制造业的智能化决定着实体经济的智能化。因而，人工智能融合实体经济的关键在于制造业的智能化升级，智能制造势必走在实体经济智能化的前列。

第三，人工智能融合实体经济是服务业智能化的需要。在中国服务业总量中，传统服务业比重较大，经营和服务手段较落后。目前中国商业零售业、餐饮酒店业、旅游业等，主要还是延续传统商品流通和经营方式，人工智能技术应用有限。中国金融、信息、物流、商务等新兴服务业占经济总量的比重较小，人工智能应用程度和智能化水平都不高。因而，新兴服务业亟待加速发展，有赖人工智能做技术支撑。中国物联网商业和共享经济虽然发展很快，但职业标准滞后，运营管理跟不上，相关法规也未跟进。这些都为人工智能融合服务业、提升服务业和打造智能服务提出了新要求。人工智能在服务业全行业应用是提高服务质量和提升服务品竞争力的客观要求，中国亟需传统服务业智能化升级和新兴服务业智能化装备。

第四，人工智能融合实体经济是智能技术功能扩散的需要。目前，中国人工智能产业主要集中在北京、上海、广州和深圳这些特大型城市，其他地区人工智能技术应用都发展滞后。人工智能技术开发在京、沪、广、深的聚集效应客观存在，但人工智能应用的普及程度却非常有限。各地区大量分散的中小企业不利于发挥智能设备应用的规模效应，由此抑制了人工智能技术的应用。由于人工智能技术与设备成本高、技术要求高，采用人工智能技术和设备客观上要求一定的规模效应，这对小企业来说是难以匹配的。中国人工智能技术尚处在弱智能化阶段，行业、企业、产品的多样性，使人工智能的推广应用受到相当的限制。人工智能设备通用性弱、小型化程度低，这远远满足不了应用的需要。此外，面对智能产业一哄而起，智能产品低端化现象时有发生，这就需要智能产业有序推进和均衡发展。人工智能与实体经济融合有赖智能产业的扩散效应。

综上所述，人工智能发展在中国既有逐渐成熟的客观条件，又有实体经济各产业对人工智能技术应用的主观需求，人工智能深度融合实体经济乃客观必然。

三、人工智能融合实体经济的运行机制

一定意义上说，实体经济决定一国的经济实力；实体经济与先进科学技术融合的程度，决定一国的经济增长率和核心竞争力。人工智能作为先进科学技术，只有融合于实体经济，才能对国民经济产生广泛影响。人工智能深度融合实体经济，就是人工智能设备广泛装备于实体经济各产业，人工智能技术应用于实体经济各环节，即实体经济的智能化。人工智能融合实体经济是科技生产力作用于社会经济活动的过程，

表现其内在的运行机制：人工智能技术应用实体经济—实体经济技术进步适应智能化要求—推动实体经济产业升级—促进实体经济结构调整与转型—实现国民经济常态增长（见图 1）。

图 1 人工智能融合实体经济的运行机制



1. 人工智能技术尤其是通用技术广泛应用于实体经济。任何先进的科学技术，只有实际应用于国民经济活动，才能成为现实的生产力；人工智能技术只有最大限度地应用于实体经济，才能发挥其作用，带来经济效益；而人工智能技术或设备越是通用性强，则适用范围越广，作用越大。人工智能技术和设备的发展方向正是通用性和小型化，实体经济的智能化程度取决于通用智能技术的应用程度。

2. 实体经济各产业自身技术进步以适应智能化要求。实体经济面对智能化的压力，迫使企业加快解决人工智能核心技术，增强智能设备系统集成能力；并从产品设计、生产工艺流程、配套设施等方面加强研发和技术改造；同时，激励企业大力建设智能人才队伍，提升劳动者的智能劳动技能，提高人力资源素质。

3. 人工智能融合实体经济促使相关产业和企业升级。人工智能应用于实体经济，将促进产业技术升级，尤其是制造企业设备数字化、运行自动化升级；企业应用人工智能技术，必将促进企业管理升级，智能经济运行尤其是机器人替代人力，更需要科学的管理方式，使生产要素优化配置和高效运行，企业管理信息化、高端化才能适应智能产业发展要求。实体经济智能化不可避免也带来企业规模升级，发展以人工智能技术为支撑的企业集群，淘汰一批落后的中小型传统企业。当前中国产业升级的关键是，传统制造业要向现代装备制造业升级，传统低端服务业要向新兴高端服务业升级。

4. 人工智能融合实体经济促进经济结构与转型。人工智能应用于实体经济，产业结构也将由中低端向中高端转型，虽然传统农业和制造业的比例会降低，但现代农业和智能制造会大大提升。随着实体经济智能化进程，生产方式由劳动密集型、传统型向技术密集型、智能型转化成为必然，尤其是技术密集型取代劳动密集型，传统产业普通劳动力被人工智能技术应用所“挤出”，大量剩余劳动力将在经济转型过程中逐渐消化。实体经济智能化必然带来经济增长由粗放式、高成本、高消耗向集约式、低成本、低消耗的转型。

5. 实体经济带动经济常态化增长。随着实体经济的智能化，必将带来实体经济整体劳动生产率和经济效益的提高；同时，在机器人产业、智能制造业和智能服务业必然出现新的经济增长点。随着智能产业和整个实体经济的发展，在产业升级和结构优化的基础上，实体经济的产业竞争力将大为增强，经济增长质量将大为提升，从而实现经济常态化增长，促进国民经济健康发展。

诚然，中国人工智能融合实体经济也面临一系列困难，需要引起人们高度重视和积极解决。一是人工智能领域的智能型劳动力严重短缺。目前中国人工智能产业的专业技术人员和技术工人的数量滞后于人工智能产业发展的要求，传统产业庞大的普通劳动力与人工智能技术操作的要求有相当差距；国民教育对人工智能人才培养跟不上智能产业发展步伐。智能型劳动力短缺成为制约中国人工智能融合实体经济的“短板”。当前迫切需要加快智能型劳动力培养，包括智能专业技术人才和智能产业操作人员的培养。二是与人工智能产业运行相关的法律法规建设滞后。人工智能创新与实体经济各行业的衔接，出现一些法律法规的真真空；人工智能应用具有共享性、外部性和不确定性，带来人工智能应用环节的生产责任事故和智能产品责任，还有隐私权保护和网络安全等，都需要加快立法立规。人工智能产权界定和产权保护亟需建章立制，以保障智能经济的市场运行有序，为智能产业健康发展营造良好环境。三是人工智能相关技术标准不完备。当前中国面对不断创新的人工智能+，不断面世的智能企业，不断上市的智能产品，亟需出台统一规范的人工智能技术标准、测试评估体系和评估方法，以保证人工智能融合实体经济可操作，使人工智能有效衔接实体经济各行业，推动行业合理开放数据和数据资源共享，促进人工智能产业健康发展。

四、人工智能技术升级实体经济

习近平在中共“十九大”报告中说：“建设现代化经济体系，必须把发展经济的着力点放在实体经济上，把提高供给体系质量作为主攻方向，显著增强中国经济质量优势。加快建设制造强国，加快发展先进制造业，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合，在中高端消费、创新引领、绿色低碳、共享经济、现代供应链、人力资本服务等领域培育新增长点、形成新动能。”^①“十九大”报告提出人工智能与实体经济深度融合，这与提高经济增长质量和转变经济增长方式的要求相一致，人工智能开发和应用已成为当前中国国家战略。

以人工智能为技术支撑，制造智能产品的相关产业是智能产业，智能产业本身就是实体经济。发展智能产业也是人工智能融合实体经济的主要方式，要把智能产业作为实体经济的重点产业来发展，必须加强对计算机、互联网、机器人、大数据等产业的支持。2017年中国政府颁布的《新一代人工智能发展规划》要求：“培育高端高效的智能经济，发展人工智能新兴产业，推进产业智能化升级，打造人工智能创新高地。”^②并提出，“在制造、农业、物流、金融、商务、家居等6大重点行业和领域开展人工智能应用试点示范”^③。以人工智能技术支撑的智能产业也是新兴产业，中国人工智能产业起点高、发展快，人工智能产业迅猛发展也是其他行业不可比拟的。“2016年中国人工智能产业规模增长率达到43.3%，突破100亿元，预计2017年达到152.1亿元，2019年增至344.3亿元”^④。尽管人工智能产业所创造价值在中国经济总量中还很小，但人工智能发展速度和前景却是非常可观的。随着人工智能技术和设备在实体经济的广泛应用，也会带来相关产业的资本重组和设备更新，以适应资源的优化配置和市场竞争要求，同时也将促进新一轮经济增长。

人工智能融合实体经济，既要有深度，又要有广度。从融合深度来看，就是人工智能技术与实体经济各产业结合，用人工智能技术和智能设备装备实体经济，应用于实体经济各产业和产品制造的全部环节；同时淘汰传统落后的生产工具、生产方法和经营模式，实现产业运行各环节的智能化升级，达到产业设备数字化、产业运行智能化、产业结构高端化，促进供给侧结构优化和宏观经济效益提升。从融合广度来看，就是将人工智能技术和设备拓展到实体经济各领域，实现人工智能+，以人工智能技术拓展新产业、新产品、新业态、新模式，重点推动智能技术在装备制造业、交通运输业和新兴服务业的集成运用，实现整体经济增长。通过融合，也必然使一些传统落后的行业和职业岗位逐渐退出历史舞台，这不仅导致部分产业转型，也会导致部分劳动力转岗。加快人工智能与实体经济的融合，实现实体经济各产业智能化升级，将覆盖国民经济和居民生活的诸多方面。

1. 运用人工智能技术，开发智能农业和促进农业现代化。智能农业就是以人工智能技术手段装备和应用的农业，包括农、林、牧、渔等广义农业。开发智能农业正在中国探索和试点之中，智能农业在运用现代生物技术、智能农业设施和新型农用材料的基础上，主要依托物联网平台，在农产品生产与加工、水产和牲畜养殖等方面运用大数据分析、决策和数字化控制，推行农产品定制化生产、工厂化经营和互联网销售，实现农业生产资源的优化配置，形成产供销一体化的现代农业经济。智能农业的基础条件要求互联网在广大乡村统一分布。在我们这样一个农业大国，智能农业大有可为，我们将从传统农业“靠天吃饭”，手工劳动和半机械劳动方式，快速跨越到智能农业劳动方式。当中国进入智能农业时代，职业农民将是令人羡慕的职业，农业机器人将走向田间地头。2015年，国务院发布《“十三五”国家科技创新规划》，提出了科技创新的12项指标，其中包括发展农业智能生产和智能农机装备。随着中国智能农业从试点到逐步的推广，必将带来农业劳动力的进一步解放、大批职业农民的涌现、农业生产成本的降低和农业经营效益的提升。

① 习近平：《决胜全面建成小康社会夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利》，在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告，2017年10月18日。

②③ 《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》，（国发〔2017〕35号）来源：http://www.gov.cn/jzhqce/content/2017-07/20/content_5211996.htm。

④ 《中国人工智能的发展现状与机遇》，CIO时代网，2017-05-31。

2. 运用人工智能技术, 加速制造业智能化升级与创新。当前要以人工智能带动中国制造强国、创新强国建设, 重点在于先进制造业中率先运用人工智能技术, 用人工智能技术设备装备制造业, 尤其是以工业机器人运用于先进制造业, 提高中国制造产品质量, 增强制造业的国际竞争力。制造业智能化还体现在产品智能化, 智能产品不同于一般产品, 就在于“产品内置了包括传感器、处理器、存储器、通信部件和相关软件的智能模块, 依托物联网和人工智能技术, 这就使产品具有感知外部变化、自我学习和自主决策的功能, 更好满足用户需求”。^① 为此, 要加强制造业产品设计信息系统、智能管理与智能制造执行系统、智能生产线管控系统、工业信息物理系统等建设。将智能化覆盖产品研发、生产制造和售后服务全过程。在制造业产品研发环节, 运用数字化、信息化手段, 建设产品智能设计平台, 输入相关需求数据, 由智能系统自主设计可选方案。在制造业生产环节, 建设机器视觉检测系统, 在流水线上快速准确分拣产品, 实行连续性生产, 实时监控产品生产过程, 保证产品质量。在制造业供应链运营环节, 建设机器学习模型, 发展定制化系统研发, 合理确定运货价格和计算利润。定制化系统研发应用在市场营销环节, 体现在机器学习模型将对产品供应客户高度负责, 对客户和销售商提供服务和建议。在制造业产品服务方面, 有效推行智能化售后服务, 以智能化辅助识别现场和智能技术支持售后运维。还要加快建设物联网支撑平台, 为制造业提供产业集成综合服务。中国工信部在《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划》中提出, “在装备制造、零部件制造等领域推进开展智能装备健康状况监测预警等远程运维服务”。^② 周济等提出, 迎接新一代智能制造的到来, 将首先界定智能制造的概念, “智能制造是新一代人工智能技术与先进制造技术的深度融合, 贯穿于产品设计、制造、服务全生命周期的各个环节及相应系统的优化集成, 不断提升企业的产品质量、效益、服务水平, 减少资源消耗, 是新一代工业革命的核心驱动力, 是今后数十年制造业转型升级的主要路径”。^③ 因此, 制造业智能化是振兴实体经济的关键环节。

3. 运用人工智能技术, 加快智能产业支撑体系和基础设施建设。一是加强基础设施网络建设。互联网分布如同广播电视、水电供应、交通运输一样覆盖全社会, 要将传统邮电通信提升为现代信息系统, 建设高度智能化的新一代互联网、高速率大容量的5G移动通信网、快速高精度定位导航网。建设人工智能基础资源公共服务平台, 尤其是建设云计算中心, 加快覆盖城乡社区的网络资源建设, 为人工智能推广应用奠定坚实的基础。二是加强公共信息网络平台建设。要尽快完成和实现公共信息数字化, 面向社会开放文献、语音、图像、视频、地图和行业数据, 可依法查询居民信用状况数据, 为基础资源社会共享提供便利。实现区域资源共享, 建设智能社区、智能城市 and 智能社会, 给城乡居民提供便捷的服务。三是加强和推广基础设施资源的智能化管理。大力发展互联网产业, 将互联网覆盖城乡, 提升互联网水平和质量, 将人工智能设备广泛用于公用事业和城乡社区基础设施建设, 将基础设施的智能化管理从城市推广到乡村。国家工信部提出, 未来3年“人工智能产业支撑体系基本建立, 具备一定规模的高质量标注数据资源库、标准测试数据集建成并开放, 人工智能标准体系、测试评估体系及安全保障体系框架初步建立, 智能化网络基础设施体系逐步形成, 产业发展环境更加完善”。^④ 随着人工智能产业支撑体系和网络设施的完备, 中国将逐渐提高人工智能的应用范围, 拓展人工智能通用化领域。

4. 运用人工智能技术, 加快服务业智能化进程。人工智能应用于服务业, 是智能社会的必然趋势, 智能服务将创新改善民生的新途径。为此, 一方面, 中国应大力推进传统服务业的智能化升级。应将大数据、互联网, 以及智能商务服务普遍应用于酒店管理、旅游服务、商品流通、金融服务等领域, 提高传统服务业的经营效率和服务质量。尤其是智能物流的迅猛发展, 将产生巨大的经济效益和社会效益。传统服务业要主动寻找人工智能技术的应用场景, 使生产与流通、经营与服务等环节有效衔接。另一方面, 新兴服务业直接采用智能技术。在智能医疗服务、智能运载工具、智能旅游服务、智能养老服务等领域, 人工智能应

① 国研中心课题组:《紧抓智能化机遇 力促企业转型升级》,《中国经济报告》2017(8)。

② 工业和信息化部:《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划》, 2017-12-13, 来源: 工信部网站。

③ 周济、李培根、周艳红、王柏村、臧翼原、孟柳:《走向新一代智能制造》, Engineering, 2018-02-09。

④ 《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》, (国发〔2017〕35号), http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm。

用前景广阔。此外，智能家居产业也大有可为。人工智能应用于新兴服务业，作用广泛。要大力推广智能厨房，发展智能汽车产业，开发智能无人服务系统，以及推广智能交互、智能翻译、智能穿戴设备等领域的开发，智能服务走向社会生活的方方面面，进入千家万户。

5. 运用人工智能技术，推进文化教育产业智能化。文化教育产业是广义服务业，但文化教育产业有其特殊性，即文化与教育具有一定社会公共服务功能，其产品是精神文化产品，体现社会的软生产力和国家的软实力。人工智能以数字化、网络化为主要手段，既对传统印刷、传媒、出版业带来极大挑战，也给现代文化教育事业带来难得的机遇。随着智能技术和设备的应用，文化产品的传统生产手段逐渐被人工智能手段所替代，文化产品载体的纸质化逐步被数字化所取代，中国新媒体异军突起，新闻传播、出版印刷行业率先智能化，已经走在智能社会前列。人工智能为文化产品、精神产品的开发和应用提供了技术手段和设备，智能化大大提升了文化产业的社会功能，为丰富群众精神文化生活发挥着巨大作用。人工智能技术应用于教育使传统教育手段极大提升，通过建设智能教育自主学习平台和智能教育网络系统，整合和充分利用优质教育资源，运用数字化、网络化教育手段，拓展新的高效的智能教育，提高智能教育的社会效益，提升全民族的文化教育水平和公民素养。

人工智能与实体经济各产业的融合，将形成“人工智能+”的新业态、新模式。中国政府《新一代人工智能发展规划》提出：“加快推进产业智能化升级。推动人工智能与各行业融合创新，在制造、农业、物流、金融、商务、家居等重点行业和领域开展人工智能应用试点示范，推动人工智能规模化应用，全面提升产业发展智能化水平。”^①制造业是国民经济的支柱，农业是国民经济的基础，其他新兴服务业也直接服务国计民生，人工智能技术在重点行业应用将辐射整个国民经济，尤其是制造业智能化将加快产业升级和结构优化，由智能制造带动实体经济各产业升级和优化。因此，抢占人工智能制高点已经成为国家战略竞争目标。

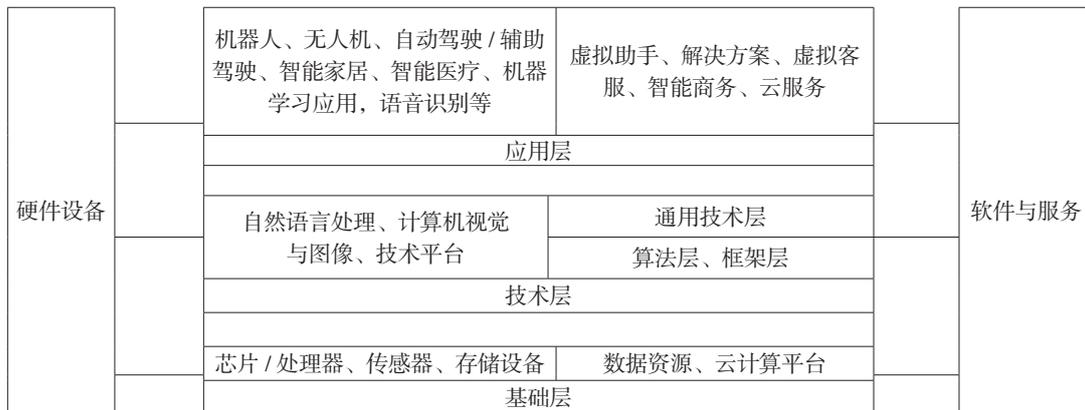
五、人工智能产业创新实体经济

人工智能是科技生产力，人工智能产业是制造智能产品先进科技产业，人工智能产业将直接创新实体经济。应用人工智能技术，开发新产业、研制新产品、发展新业态、构建新模式，将带动中国实体经济产业升级和经济结构转型。人工智能创新实体经济，将带来中国新的产业发展机遇，尤其是机器人产业的发展，将带来国民经济和居民生活根本性变化。人工智能相关产业将成为未来新的经济增长点。我们亟需将智能产业作为实体经济的重点产业来发展，加强对计算机、互联网、大数据、机器人等产业的支持。人工智能融合实体经济，人工智能创新高地就在其间，以人工智能产业为引擎，将带动国民经济一系列产业的创新。

首先，人工智能产业链相关行业创新。人工智能产业是由人工智能设备、软件和互联网构成的新兴产业。人工智能产业链包括人工智能基础层、技术层和应用层的有机衔接，各层均涉及到硬件设备与软件服务（见图2）。基础层是人工智能技术得以实现和应用到位的后台保障，基础层提供服务器和存储设备，以及数据资源和云计算；技术层是人工智能应用的技术手段，主要技术是机器学习、模式识别和人机交互；应用层是人工智能技术的实现的形式，包括专用应用和通用应用两种形式，通过应用层使得人工智能的功能得以发挥，也使之成为现实的生产力。围绕人工智能产业链建设，将创新出完全不同于传统产业的新兴产业，创造出前所未有的智能产品。人工智能产业创新带来相关硬件和软件产业开发，如芯片、存储器、互联网设备、语言处理、视觉和图像、技术平台、机器学习等硬件设备的提供；以及数据资源、计算平台、算法、商务智能、解决方案、云服务等软件与服务的提供。芯片和核心软件开发将是智能产业建设的重中之重。显然，人工智能硬件和软件的生产将成为中国新的经济增长点；人工智能产业链相关行业将成为中国实体经济发展潜力最大的行业。

^① 《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》（国发〔2017〕35号），http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm。

图 2 人工智能产业链结构图



其次，工业机器人产业创新推动智能制造业。工业机器人是机器人产业的主体，是制造业的智能化装备，也是先进制造业的标志。机器人是靠自身动力和控制能力来实现各种功能的一种机器，工业机器人是应用于工业领域的智能机器。在制造业批量生产的流水线上，或重复性强且疲劳操作的生产工序中，以机器人操作代替人力劳动，将大大提高生产经营效率。在特殊的生产环境下，如深水和井下作业、高空高寒和远程控制、地质勘察探测等恶劣环境下，采用工业机器人操作可克服人力对物理环境和人类生理的限制，达到预定目的，并保证安全生产；在有关产业领域处于险、脏、累、苦的重体力劳动的环节，更适合人工智能工具和机器人操作，也更有利改善生产环境。目前，中国工业机器人多在汽车工业、电子电气工业、造船工业等领域使用，在焊接、搬运、分拣、码垛、冲压、喷漆等生产环节较多采用。工业机器人应用是制造业智能化的重点，也是智能产业、智能经济发展的重点。工业机器人的特点就是解放劳动力，实现生产过程连续性，保证生产的安全性，实施操作的精准性与高效性。“据有关数据，目前中国正在服役的机器人已占全球总量的 10% 左右，根据 IFR 数据，2016 年中国工业机器人销售达 9 万台，保有量达 38 万台；工信部数据显示，2016 年中国工业机器人产量为 7.24 万台，同比增长 34.3%。”^① 发展工业机器人是中国制造业智能化的主要途径，也是促进产业升级的重要手段和经济增长的新动力。

再次，服务机器人产业创新推动智能服务业。人工智能技术尤其是智能服务机器人的应用，将直接改善国计民生。如医疗机器人、医学影像辅助诊断技术和医疗解决方案，将大大提高医疗诊治和医疗康复水平。人工智能对于教育培训、娱乐休闲、家庭服务场景等领域，也具有广阔的开发前景；人工智能在智能家居服务、智能养老服务，以及智能共享经济等方面都有广泛的应用价值。智能服务机器人的开发和利用，直接服务于居民生活，将极大改善民生，提高居民生活质量。开发视频图像身份识别系统，对于金融服务和安防也有重大作用。此外，人工智能还包括针对救援救灾、反恐防暴等特殊领域推广智能特种机器人，以满足社会公共服务领域的特殊需要。中国政府发布《中国制造 2025》提出服务机器人发展规划，重点在于：“围绕汽车、机械、电子、危险品制造、国防军工、化工、轻工等工业机器人、特种机器人，以及医疗健康、家庭服务、教育娱乐等服务机器人应用需求，积极研发新产品，促进机器人标准化、模块化发展，扩大市场应用。”^② 服务机器人产业创新直接满足居民生活所需，带动智能服务市场广大，服务机器人产业也必将成为中国新的经济增长点。

第四，物联网与商业智能推动商业模式创新。随着物联网商品流通方式的出现，在互联网商业急速膨胀的同时，中国传统商业经营方式逐渐萎缩。近年来，中国零售商业的实体店在“网店”和“快递”行业冲击下，日渐“瘦身”。随着互联网的发展，商务经营者居家分散工作逐渐替代公司集中工作，突破了生产要素的空间阻隔，互联网减少了商品流通环节和缩短了流通时间，从而节约了商务成本、时间成本、物理空

① 朱茜：《2017 年中国工业机器人行业发展现状与前景预测》，2017-11-29，前瞻网。

② 《中国制造 2025》（国发[2015]28 号），2015 年 5 月 8 日。

间资源和人力资源。如果说物联网主要是提供了商业服务的硬件，那么商业智能就是商业服务的软件。以提供软件服务的商业智能，主要是对现代数据仓库技术、线上分析处理技术、数据挖掘和数据展现技术进行数据处理，为商业经营服务，从而实现商业价值。物联网和商业智能带来商品流通的革命性变化，创新了商业模式，提高了交易效率。物联网对于缩短流通环节、创新交易媒介、加速商品流通、扩大商品交易、节约交易成本、对称交易信息都具有重大意义；而商业智能借助大数据手段，通过分析和处理市场数据，为商业经营决策提供专业性和高效的服务，为商务活动提供解决方案，这正是传统商业所不具备的。

人工智能融合实体经济，促进智能产业创新，有利实体经济转型升级和供给侧结构改革。人工智能产业创新覆盖实体经济整体，智能制造、智能服务伴随一系列智能产品问世，新的经济增长点正在其中。近年来，中国在整体经济进入新常态，经济增速放慢的大环境下，人工智能及相关产业的经济增速却呈加速状态，这正是产业结构和运行质量高端化的体现。人工智能相关产业加速增长趋势，促进了中国经济增长和新常态经济发展目标的实现。

六、结语

人工智能产业本身是实体经济的组成部分，人工智能技术应用也主要面向实体经济。在一个实体经济尤其是制造业占优势的中国，人工智能与实体经济融合对促进经济增长和国民经济持续健康发展至关重要。人工智能与实体经济融合的深度和广度，决定着中国由经济大国走向经济强国的进程，决定着中国由制造业大国走向创新强国的进程，也决定中国现代化经济体系建设的进程。当前中国坚持以人工智能技术升级实体经济，以人工智能设备装备实体经济，以人工智能产业创新实体经济，体现了实体经济作为国民经济的主体地位，生产性劳动作为国民经济的基础地位，这是国民经济健康发展和国家经济安全的保证。人工智能是当代先进的科技生产力，人工智能技术的应用带来生产方式和生活方式的深刻变革，也带来劳动力的进一步解放。人工智能产业带动智能经济发展，也将成为中国未来新的经济增长点，人工智能技术将成为中国国民经济和社会发展的强力引擎，人工智能产业将促进实体经济走向装备智能、结构优化、产业转型和质量提升。

（责任编辑：沈敏）

Theoretical Explanations of the Integration of Artificial Intelligence and the Real Economy

He Yuchang & Fang Kun

Abstract: The deep integration of artificial intelligence(AI) with the real economy is an important economic strategy in China. The new generation of AI embodies the modern advanced science and technology productivity, and the artificial intelligence technology penetrates into all the factors of the productivity, playing an all-around role through the production process. AI technology and industry development in our country created objective conditions for the deep integration of AI and the real economy. The transformation and upgrading of the real economy as well as the building of modern market system urgently calls for the application of AI technology. The deep integration of AI and the real economy, and the intellectualization of the real economy have their own impersonal necessities. The operation mechanism of deep integration appears in the application of AI on the real economy, promoting the progress of technology in the real economy, driving the industrial upgrades and the economic transformation, and facilitating the normalized economic growth. AI integrates the real economy in two ways: for one thing, AI technology upgrades the real economy; on the other hand, AI brings about new industries in the real economy.

Key words: artificial intelligence, real economy, deep integration, technology upgrades, industry innovation