

数字生产力的性质与应用

何玉长 王 伟

摘 要 数字生产力是人类应用数字技术于国民经济活动的生产能力，数字生产力为数字经济提供生产要素和发展动能。数字生产力是先进的科技生产力，是工业社会数字化阶段的标志，是信息科学与数字技术的综合体。数字生产力是生产力要素即劳动者、劳动资料和劳动对象“三位一体”的数字化；数字生产力应用是数字技术与生产力要素融合，实施数字化劳动的过程。数字生产力应用具有专用性和通用性、虚拟性和平台化、共享性和分享性、赋能性与节能性、预测性和精准性，以及“比特”与“原子”共存等特点。数字生产力的劳动应用，表现为数字技术与劳动者、劳动资料和劳动对象有机融合的数字化劳动和新价值创造过程。数字生产力的产业应用，表现为数字农业、数字工业和数字服务业兴起和价值创造。数字生产力的发展是经济增长和国际竞争的关键。

关键词 数字生产力 数字经济 性质与特点 劳动应用 产业应用

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

中图分类号 F06

文献标识码 A

文章编号 0439-8041(2021)07-0055-12

21 世纪以来，以数字生产力推动的数字经济在全球迅速成长。根据中国信通院对全球 47 个国家的数据统计，2018 年全球数字经济价值总量达 30.2 万亿美元，2019 年上涨到 31.8 万亿美元，全球数字经济价值占 GDP 的比重达 41.5%；发达国家数字经济超过 50%；中国 2019 年数字经济达 5.2 万亿美元，位居全球第二，占 GDP 的 36.2%。^① 即使 2020 年全球遭遇新冠疫情的打击，出现经济衰退趋势，但中国数字经济依然逆势上扬。以规模以上工业企业统计数据为例，2020 年 1—11 月工业经济同比增长率为 2.3%，其中计算机、通信和其他电子设备制造业同比增长率达到 7.2%。^② 如今，国民经济的数字化转型已经成为各国重要的经济发展战略，发展数字经济也成为全球疫后经济振兴的首要选择。面对数字经济大潮涌来，我们更需要探究推动其成长的力量——数字生产力。什么是数字生产力？数字生产力的性质和特点是什么？数字生产力如何应用？对这些问题需要做出科学解释，从而为数字经济实践提供理论指导。

一、数字生产力相关概念与文献

（一）生产力与数字生产力

数字生产力（Digital productive force）是新兴生产力，是通过数字技术融合其他生产要素，创造满足社

^① 中国信通院：《全球数字经济新图景（2020）》，2020 年 10 月，第 11—15 页。<http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bs/202010/P020201014373499777701.pdf>

^② 《11 月份国民经济恢复态势持续显现》，国家统计局 2020 年 12 月 15 日。http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/202012/t20201215_1809253.html

会需要的物质产品和精神产品，带动国民经济增长的能力。

生产力是经济学基本概念，经济学家们在探寻物质财富来源的过程中逐步凝练出生产力及其要素。从重农学派到古典经济学，再到现代经济学，已经涉及创造财富的劳动生产力、生产要素、生产力等概念，但却没有科学阐明生产力的内涵。较早表述财富创造来源“唯一要素论”的是法国重农学派的魁奈（Quesnay），他强调：“君主和人民绝不能忘记土地是财富的唯一源泉，只有农业能够增加财富。”^①英国古典经济学奠基人配第（Petty）的名言“土地为财富之母，而劳动则为财富之父和能动要素”，^②形象地表述财富来源的“两要素论”。魁奈和配第分别体现农业社会、农业向工业社会转型时期的财富源泉观。古典经济学家斯密（Smith）进而提出“劳动生产力”的概念：“劳动生产力上最大的增进，以及运用劳动时所表现的更大的熟练、技巧和判断力，似乎都是分工的结果。”^③斯密认为，“世间一切财富，原来都是用劳动购买而不是用金银来购买的。”^④劳动是价值创造的源泉，但劳动生产力提高是分工所致。“在制造业上，自然没做什么，人做了一切。”^⑤斯密意指自然力并不增加新价值，新增价值源于人的劳动。斯密的“劳动要素”创造价值比魁奈的“土地要素”创造价值更为客观，他也不否定在劳动创造财富过程中资本的作用，并阐述了流动资本和固定资本的作用。斯密体现了工业社会生产劳动创造财富的思想。政治经济学历史学派的李斯特（Friedrich List）明确提出生产力概念。“生产力是树之本，可以由此产生财富的果实，因为结果子的树比果实本身价值更大。”^⑥“财富的生产力比之财富本身，不晓得要重要到多少倍；它不但可以使已有的和已经增加的财富获得保障，而且可以使已经消失的财富获得补偿。”^⑦他认为“一个国家的发展程度……决定于它的生产力的发展程度”。^⑧但其生产力概念除了劳动力、自然力外，它包括制度力和精神力，“法律和公共制度虽然不直接生产价值，但它们是生产生产力的”。^⑨这使其“生产力”走入误区。庞巴维克（Böhm-Bawerk）提出了生产力“两因素论”，“在生产中我们所得到的的一切是两种（只有两种）根本的生产力——自然和劳动——的结果”。^⑩穆勒（Mill）是另一种“两分法论”：“最早阶段的劳动只使用在自然提供的物质上……联合起来进行商品生产的劳动和资本都可以都属于一个人或一伙人。”^⑪穆勒意指，在商品经济之前生产要素为劳动和自然力，而在商品经济社会就成了劳动和资本两要素。马歇尔（Marshall）主张：“生产要素通常分为土地、劳动和资本三类。……有时把组织分开来算作是一个独立的生产要素。”^⑫此后，西方学者把土地、劳动、资本和企业家精神归为“生产四要素”。在现代市场经济条件下，生产经营各项投入都是生产要素，都要在商品价值中得到补偿并增值。

科学阐释生产力涵义和要素的是马克思。根据马克思原理，生产力是人类征服自然、改造自然的能力。生产力与生产关系构成社会生产方式，生产力是生产关系乃至生产方式的决定性力量。人类社会活动的基础是物质资料的生产劳动，是劳动者借助劳动资料、作用于劳动对象，创造预期产品的经济活动。“劳动过程的简单要素是：有目的的活动或劳动本身，劳动对象和劳动资料。”^⑬因而，具有生产经验和劳动技能的劳动者与劳动资料、劳动对象构成生产力的“三要素”。生产力反映人与自然的关系，在此基

① 魁奈：《农业国经济统治的一般准则》，《魁奈经济著作选集》，吴斐丹、张草纫译，北京：商务印书馆，1997年，第333页。

② 配第：《赋税论》，陈冬野译，北京：商务印书馆，1963年，第71页。

③ 亚当·斯密：《国民财富的性质和原因的研究》（上卷），郭大力、王亚南译，北京：商务印书馆，1996年，第5页。

④ 亚当·斯密：《国民财富的性质和原因的研究》（上卷），第26页。

⑤ 亚当·斯密：《国民财富的性质和原因的研究》（上卷），第334页。

⑥ 李斯特：《政治经济学的国民体系》，陈万煦译，北京：商务印书馆，1997年，第47页。

⑦ 李斯特：《政治经济学的国民体系》，第118页。

⑧ 李斯特：《政治经济学的国民体系》，第127页。

⑨ 李斯特：《政治经济学的国民体系》，第127页。

⑩ 庞巴维克：《资本实证论》，陈端译，北京：商务印书馆，1995年，第108页。

⑪ 穆勒：《政治经济学要义》，吴良健译，北京：商务印书馆，2010年，第10—12页。

⑫ 马歇尔：《经济学原理》（上卷），朱志泰译，北京：商务印书馆，2010年，第157—158页。

⑬ 马克思：《资本论》第1卷，北京：人民出版社，1975年，第202页。

基础上,进而才有生产力各要素结合方式上表现出来的社会生产关系。“不论生产的社会形式如何,劳动者和生产资料始终是生产的因素。但是,二者在彼此分离的情况下只在可能性上是生产要素。凡要进行生产,就必须使它们结合起来。”^①将生产力置于市场经济环境下,与生产要素是等值的。然而,生产力比生产要素更为宽泛,生产力是任何社会条件下人类生产劳动的创造能力。

人类从农耕文明进入现代文明,从传统农业社会发展到现代工业社会,盖因生产力所推动,人类社会历史本身也是生产力发展史。正如列宁所言:“人类社会的发展也是由物质力量即生产力的发展所决定的。”^②在漫漫历史长河中,生产力发展持续前行。生产力持续渐进过程中总是会出现跨越式发展,这往往是由某个领域的科技发明创新为引擎,带动社会生产力的系统性革命和跨越式发展。如蒸汽机的发明带来工业机器化,而电力发明和应用带来工业电气化。故生产力的发展以科技革命为先导,科学技术本身是先进的生产力。社会生产力是社会经济发展的决定性力量,科学技术正是生产力发展的推进器,科技创新带动生产力发展后浪推前浪。数字生产力的出现为此提供了例证。

当下热议的数据要素、数字技术和数字经济等概念,与数字生产力概念直接相关,阐述数字生产力绕不开这些问题。数字生产力是现代信息科学发展的产物,数字技术是数字生产力的主要表现形式。数字生产力以大数据为基础,包括互联网、云计算、移动通信、区块链、3D打印、人工智能等数字技术及其相关硬件设备构成的体系。数字技术是信息科学应经济社会之需创新的结果。数字生产力是人类应用数字技术于国民经济活动的生产能力。这种能力的释放,创新数字产业,使数字产业成为经济增长的“领头羊”;这种能力的释放,使数字技术与各产业融合,实现农业、工业、服务业等实体经济的数字化升级。数字生产力成为当前国民经济增长和社会进步的决定性力量。数字技术作为一种新兴应用技术,使信息科学间接生产力转变为数字技术应用的直接生产力,给人类带来无可估量的福祉。

数字生产力应用于经济活动,既为数字经济提供生产要素,又为数字经济提供发展动能。如今,除了土地、资本等传统生产要素外,数据是数字经济最基本的生产要素。涂子沛揭示万事万物之中都蕴藏着能量,数据的能量就是数力,数力的普适记录会“掰弯”人性,从而影响人类行为。^③当然,与其说数据是生产要素,还不如说数字技术是生产要素。融入生产过程的是各种形式的数字技术,由于数字技术的基础是数据,故人们最终归结数据为新的生产要素。正是在数据基础上形成系统的数字技术,从而推动数字经济的发展。数字经济的发展依赖数字生产力的发展,数字生产力体现国家经济增长潜力和国家综合竞争力。在数字技术和数字经济大潮涌现的今天,数字生产力几乎未被世人提起,即使有人提出该概念却也未加阐释。笔者以为,有必要解释数字生产力的含义及性质,阐释数字生产力要素及应用价值,进而丰富和发展生产力理论,说明数字经济发展的生产力基础。

(二) 数字经济

数字生产力是数字经济的能动力,数字经济是以数字技术推动的国民经济活动。数字生产力的核心是数字技术(Digital technology),而数字技术是信息技术演变而来,由此也可以说明,数字经济(Digital economy)是从信息经济发展而来。20世纪中叶,计算机和集成电路的诞生带动了信息技术革命,到20世纪70—80年代,信息服务业兴起和信息技术的产业融合,促使信息经济逐渐形成;到20世纪90年代,“信息高速公路”的出现加快了信息技术的产业融合;21世纪以来,互联网、大数据、云计算、人工智能的兴起与应用,数字技术与信息技术结合,信息经济演变为数字经济。随着数字产业创新和产业融合加速,数字经济终于走上全球经济的前台。

数字经济的理论阐释,最早见于美国学者Negroponte在《连线》杂志介绍互联网和数字化问题的专栏文章,1995年阿尔弗雷德·A.克诺夫(Alfred A. Knopf)出版社以《数字化生存》结集出版,1996年由中

① 马克思:《资本论》第2卷,北京:人民出版社,1975年,第44页。

② 《列宁选集》第1卷,北京:人民出版社,1972年,第88页。

③ 涂子沛:《数文明》,北京:中信出版集团,2018年,第161页。

国海南出版社中译出版。该书以“数字化生存”(Being Digital)概括扑面而来的数字经济现象。几乎同时期,美国学者 Tapscott(1996)发表《数字经济:网络智能时代的希望与风险》,正式提出数字经济概念。如今,数字经济已成大势,人们对数字经济的理解也趋于共识。现实中对数字经济最具权威性解释的,可以算 G20 会议(2016)的界定:“数字经济是指以使用数字化的知识和信息作为关键生产要素、以现代信息网络作为重要载体、以信息通信技术的有效使用作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的一系列经济活动。”^①借鉴各方观点,笔者概言之:数字经济是劳动者将数字技术融入劳动和产业,创造数字产品和其他产品的价值创造活动或经济形态。如果从国民经济统计角度看,根据中国信通院(2017)的界定,数字经济包括数字产业化和产业数字化,前者指数字技术本身相关的产业,包括电子信息制造业、基础电信业、互联网和相关服务业、软件和技术服务业等所带来的增加值;后者指数字技术融入其他产业带来的经济增量,包括数字农业、数字工业、数字服务业等。数字经济的如此分类基本已成共识。

(三) 数字技术

数字技术是以大数据为基础,包括互联网、云计算、区块链、3D 打印、人工智能等综合作用的技术体系。数字技术又是数字经济的基础,《经合组织数字经济展望 2015》认为“互联网、宽带网络、移动应用、信息服务和硬件构成了数字经济的基础”。^②《经合组织数字经济展望(2017)》指出,“数字技术的生态系统推动着经济和社会的持续转型。这个生态系统的关键组成部分是:物联网、大数据分析、人工智能、区块链等”。^③可以说,数字技术是数字生产力的核心。

从数字技术体系来看,大数据作为数字技术的基础,渗透在整个数字技术体系中,而大数据又是以“比特”为基本单位,比特就是数字技术、数字生产力之“细胞”。在数字技术体系中,互联网是数据运行的载体,现代计算系统和云计算是数据分析的工具,数据是其工作对象,经数据采集和分析处理才能得出经济运行趋势及其规律,没有互联网和计算机,数据不能集成也就不能成为生产要素;而互联网和移动通信又为大数据提供海量数据。数据作为数字资产成为数字经济的主要生产要素,支撑着整个数字经济。互联网将分散的生产要素快速聚合为庞大的生产资源;“互联网带来的主要是供需对接的效率革命”。^④数据也为人工智能提供基础技术,人工智能在各领域的应用使劳动者从物质工具的束缚中解放出来。大数据、计算机、互联网的共同作用,为生产组织提供即时而真实的市场信号,合理预测市场供求,“供需两端通过数据化实现快速匹配”,^⑤高效率配置生产要素和组织企业生产,实现产供销一体化、生产和消费有机衔接。

数字技术正是数字生产力的标志。马克思说:“各种经济时代的区别,不在于生产什么,而在于怎样生产,用什么劳动资料生产。”^⑥生产工具是社会生产力发展的重要标志,正因为此,马克思说:“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。”^⑦数字技术正是数字经济时代的先进生产力。数字生产力实现了人类生产能力的极大突破,进一步解放和发展了社会生产力。一方面,数字生产力应用改变了劳动者与劳动资料的直接结合方式。大数据和互联网平台的使用,使劳动过程中劳动者和劳动资料的结合网络化、平台化,从而使资源配置加速、人手功能大大延伸,大量增加了劳动者操控生产要素的规模和提升了劳动产出的效能。另一方面,数字生产力应用大大减少了体能劳动方式,数字化、智能化劳动大大提升。云计算和现代计算系统的数字处理功能大大超过传统时代人工计算和早期单一计算机的功能;人工智能的研制和应用,机器学习、智能控制等功能部分替代了人脑功能,机器人的使用替代人力

① G20 杭州峰会:《二十国集团数字经济与合作倡议》,2016 年 9 月 29 日。http://www.cac.gov.cn/2016-09/29/c_1119648520.htm.

② OECD(2015), OECD Digital Economy Outlook 2015, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en.p83>.

③ OECD(2017). OECD Digital Economy Outlook 2017. OECD, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264276284-en>.

④ 涂子沛:《数文明》,第 29 页。

⑤ 涂子沛:《数文明》,第 28 页。

⑥ 马克思:《资本论》第 1 卷,第 204 页。

⑦ 《马克思恩格斯选集》第 1 卷,北京:人民出版社,1995 年,第 142 页。

使人类摆脱繁重、危险、枯燥重复的工作环境，劳动生产率大大提升。

二、数字生产力的性质与特征

（一）数字生产力是先进的科技生产力

“人猿相揖别，只几个石头磨过。”人类社会生产力的发展，是人类挑战自然、突破自然束缚，在认识和处理人与自然的关系上，由必然王国走上自由王国的演进过程。社会生产力的运动推动人类社会的进步，人类在农业社会之后，进入工业社会仅几百年光景，但却经历了多次由科技创新发明引发的工业革命，由此推动工业社会的进步。数字生产力是工业数字化时代的生产力，这是生产力发展的高级阶段。

数字生产力是工业社会数字化阶段的标志，也是生产力发展的必然结果。人类经历了漫长的传统农业社会之后，18世纪60年代开始进入工业社会，工业社会起步于蒸汽机应用的机器工业，历经电动机应用的电气化工业以及计算机应用的自动化工业等阶段，当下正在向数字化工业阶段转型。工业自动化起步于20世纪中叶，以计算机发明和应用带来信息技术的创新和应用，如今现代计算机系统的广泛应用，互联网覆盖国民经济各领域和城乡各角落，加速了生产要素配置和商品交易，由自动化工业转变为数字化工业不可避免。大数据、云计算和人工智能大量使用，数字技术已经广泛应用，数字产业迅速兴起，数据作为生产要素已经成为国民经济和社会经济生活的关键，人类已经置身于数字化工业时代，生产力发展已经进入数字生产力时代。

数字生产力的发展以科学技术为先导。马克思认为“生产力中也包括科学”。^①马克思还说：“劳动生产力是由多种情况决定的，其中包括：工人的平均熟练程度，科学的发展水平和它在工艺上应用的程度，生产过程的社会结合，生产资料的规模和效能，以及自然条件。”^②人类科学史和经济史表明，科学技术创新是生产力发展的先导，科学技术是先进生产力，数字技术也就是先进的数字生产力。正如李斯特所言：“科学与工业结合以后产生一种巨大的物质力量……这就是机械力量。”^③

科学技术是知识形态的生产力。科学技术是人类认识客观世界形成的知识体系，源于人类生产劳动实践和科学实验，科学技术应用国民经济成为直接的生产力。科学技术并不是生产力的独立要素，而是通过融入其他生产力要素中使之增加科技含量，具有综合作用的生产要素。如果说劳动者、劳动资料和劳动对象是传统生产力要素的话，数字技术就是新兴生产要素，数字技术与传统生产力要素融合才构成数字生产力。科学技术融入劳动者中，使劳动者科技素质得以提升；科学技术融入劳动资料中，使生产资料效能提升；科学技术融入劳动对象中，使劳动对象范围进一步扩大。总之，科技的应用带来生产效率的提升、生产成本的下降，生产成果更大程度上满足社会需求。

数字生产力是信息科学与数字技术的综合体。数字技术是现代信息科学发展基础上的新兴技术，是将分散的信息技术融合成系统的技术体系，并应用于国民经济的新兴技术。数字技术是建立在深厚的科学理论基础上的，在计算机科学、语言学、数学、力学、电子学、心理学、哲学等跨学科研究的基础上，才产生了大数据、互联网、移动通信、人工智能，以及芯片和软件服务等应用技术和硬件设备。如果说支撑数字技术的科学理论尚是间接生产力，那么数字技术应用就已经成为直接生产力。

（二）数字生产力是生产要素的数字化

数字生产力是生产力要素即劳动者、劳动资料和劳动对象“三位一体”的数字化，数字生产力的应用，就是数字技术与生产力三要素融合，实施数字化劳动的过程。

数字生产力的主体要素是掌握数字技术、具有数字技能的数字劳动者。数字劳动者具有数字技术知识素养和应用技能，能进行数字技术和设备研发，实际操作、控制、维护数字技术和设备，在数字化生产经

① 马克思：《经济学手稿》（1857—1858年），《马克思恩格斯全集》第46卷（下），北京：人民出版社，1980年，第211页。

② 马克思：《资本论》第1卷，第53页。

③ 李斯特：《政治经济学的国民体系》，北京：商务印书馆，1997年，第174页。

营平台和网络系统上从事数字产品和服务品的创造和交易活动。数字劳动者的这种技能来源于专业学习和职业培训，这种学习和培训的费用构成劳动力价值的一部分。

数字生产力的客体要素是数字化生产劳动的手段和对象。具体包括两个方面：一方面是数字技术设备和工具，即生产力中的劳动资料。包括互联网、物联网、基站等基础设施，云计算和现代计算中心，电子信息设备设施和各种通信工具，机器人和数控机器设备，等。这是数字生产力和数字技术的重要载体，体现数字生产力和数字经济的发展水平。当然，数字技术尚在不断创新和升级过程中。另一方面是数据、商业软件和生产劳动作用其上的自然物，即生产力中的劳动对象。数据成为新的生产要素，成为产业链条上的基础产品或中间产品，属生产成本的一部分；而劳动对象的其他自然物与传统劳动对象无本质差别，只是数字技术的应用，使劳动对象的广度和深度大大提高，人类掌控和应用劳动对象的规模大大拓展。

数字生产力是数字化生产要素的有机融合，是数字技术应用所产生的生产能力。其基本要素是数字劳动者、数字技术和由数字技术物化的生产设备。数字生产力不是数字技术与生产力三要素的简单相加，不是存在于生产力三要素之外的独立要素，而是融入生产力三要素中，并带来生产力升级的融入要素。

数字生产力=数字技术×(劳动者+劳动资料+劳动对象)；

或者表述为：DP=DT(L, M, O)。

概言之，数字生产力是大数据、互联网、云计算、区块链、3D 打印、人工智能等构成的数字技术体系与生产力三要素融合所产生的创造力。数字技术和数字生产力的基础是大数据，故所谓“无数据不经济”。作为生产要素的数据是现代意义的大数据，是经过数据集成和处理过的数据，既是数字生产力的基础，也是整个国民经济的基础；互联网是数字技术应用的网络链接系统，为数字经济运行提供链接平台，是数字生产力的重要载体；云计算、区块链是数字生产力的专门技术和设备；3D 打印、人工智能都是数字生产力的特殊应用模式。数字生产力是以数据为基础，包括基础网络平台、计算处理中心、互联网链接应用，以及人工智能、移动通信、软件服务等应用技术和工具构成的体系（图 1）。

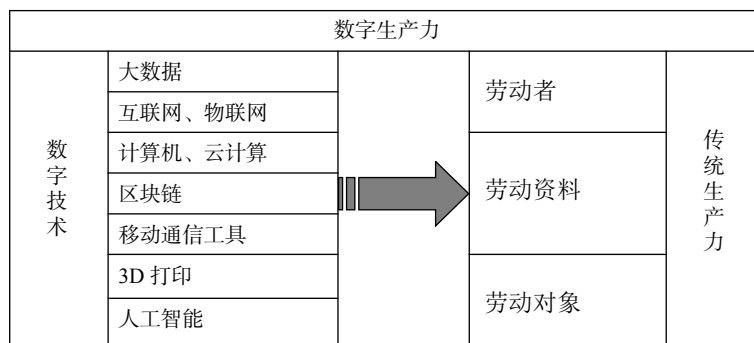


图 1 数字生产力结构

（三）数字生产力的特征

数字生产力通过作用于人类劳动、赋能于产业而释放其能量。数字技术以一系列软件和硬件形式直接应用于国民经济活动，不仅带来数字产业的兴起，而且以数字+的形式，融合各产业，促进产业升级。当这些数字技术应用于国民经济活动时，就表现为直接生产力。数字生产力的产业应用实际就是数字技术赋能产业。与传统生产力相比，数字生产力具有鲜明的特征。

1. 数字生产力的专用性和通用性。所谓专用性，是由于数字生产力由各种数字技术所构成，在数字技术基础上开发的各种商业软件、工具与硬件设施，具有不同的应用功能，适应于不同领域和不同行业，体现专用性特点。所谓通用性，是由于数字技术具有一般基础性功能，属于通用技术，如大数据、互联网、物联网等可普遍应用于各产业；云计算、人工智能等也融入各产业和生产劳动全过程，体现通用性特点。

2. 数字生产力的虚拟性和平台化。互联网技术的应用，生产组织的网络化，使得生产组织虚拟化和平台化。由于数据要素的虚拟状态，经济运行于网络平台，使得数字生产力表现为看不见、摸不着的线上虚拟

形式。但数字生产力本质上是服务线下实体经济的，为实体经济生产提供数字技术服务，为居民生活消费提供数字化、智能化服务。网络化、数字化虚拟平台是数字资源配置平台和交易渠道，商业互联网虽改变了传统营销模式，但网上交易离不开线下实物派送；虚拟平台依托实体经济运行，线上虚拟运行服务于线下实体经济真实运行，虚拟平台的数字要素运行与实体经济的资源配置高度协调。商业互联网和平台经济的兴起，商品交易买卖不见面模糊了商品交易关系。互联网平台经济出现松散型劳动雇佣模糊了劳资关系。如“骑手”劳动权益得不到保障，超长劳动时间、高度紧张的劳动过程、劳动安全不保，盖因劳动关系不清晰。

3. 数字生产力的资源共享性和分享性。数字技术应用于经济活动，提高了资源配置效率。一方面，依托互联网和数字物流的作用，将分散的生产要素快捷有效集聚起来，实现供需快速匹配，实现数字资源使用的开放和共享。另一方面，依托大数据和互联网的作用，为满足社会各方面需要，在完善数据要素产权界定基础上，实现数字资源的有效分享，创新分享经济的新模式、新业态。无论是数字资源的共享还是数字技术服务的分享，都会带来总体生产成本的节约和经济效益的提升。

4. 数字生产力的赋能性与节能性。数字生产力融合于劳动者、劳动资料和劳动对象，也就是数字技术赋能人类劳动过程；数字生产力融合国民经济产业，也就是赋能产业运行过程。数字生产力通过赋能使之劳动资料效能释放，数字经济时代工厂运行依然依赖动力机、传送机、工作机组成的机器体系，但数字赋能于传统制造业，使传统机器体系实现数字化升级。这种机器体系的数字化升级，不仅带来效率提高和经济效益提升，数字化、智能化机械操作也更加节约能源，节约人力和运输成本，减少碳排放和物质消耗，有利清洁生产，产生环保效益。

5. 数字生产力应用的预测性和精准性。大数据和互联网的应用，快速、高效处理海量数据，经数据分析处理可真实反映经济运行状况、预测经济活动趋势，为新产品开发、生产规划、市场交易、供需对接等决策提供可靠依据。大数据分析、云计算和人工智能应用于决策管理，有利于国家从宏观上精准决策国民经济发展战略、实施产业发展规划；有利于企业从微观上精准实施生产经营、工艺优化和全过程管理。

6. 数字生产力应用体现“比特”与“原子”的共存。作为大数据的基本单位，比特（Bit）是数字技术的微观基础，数字生产力和数字技术应用本质上都是比特的运动。但比特总归是虚拟的数据符号，它可以反映却不能代替实体经济的物质要素，即使数字技术的硬件设备依然离不开物质要素。物质世界原子的运动始终是社会经济活动的基础，数字生产力是数字技术和实体要素的融合，数字生产力总归服务于实体经济，比特替代不了原子，比特的运动本质上要服务实体经济的原子运动。数字生产力的应用是比特与原子有机结合的运动。

三、数字生产力的劳动应用

（一）数字生产力应用于生产劳动

数字生产力的应用，表现为数字技术与生产力三要素的有机融合，形成数字化劳动和新价值创造的活动。具体表现为数字技术应用于生产劳动过程中，使劳动者、劳动资料和劳动对象有机融合，创造出社会需要的物质产品和服务品的过程。如前所述，数字生产力是将数字技术融合于生产力三要素中使之产生的综合创造力，而不是数字技术与生产力三要素简单相加的结果。

数字生产力应用于生产劳动，带来生产成本节约和劳动效率提高。尤其是大数据分析用于市场分析，合理规划定制化生产，实现产销对接；人工智能技术应用于企业生产劳动管理，将有利于优化生产工艺流程，强化生产过程质量控制，完善产品售后服务和使用维护。平台化管理有利分散资源集中共享和分享，从而有利于节约生产成本和提高资源配置效率。数字技术的外溢性、数据资源的可复制、数据使用的共享性、大数据的分享性有利于资源优化配置和资源使用上的节约，数字化劳动大大降低生产成本和交易成本。如大数据应用降低了信息搜寻成本、物联网应用降低物流运输成本、人工智能应用降低了生产监督成本等。尤其是数字资源的重复使用带来的生产规模扩大，使其边际成本大大节约，甚至边际成本趋于零。

数字生产力应用于生产劳动,突破了传统的生产劳动与非生产劳动的界定。传统观点将创造价值的劳动视为生产性劳动,商业服务行业只实现价值而不创造价值,故为非生产性劳动。随着数字经济的发展,尤其是数字服务和数字消费一体,数字物流服务、数字客运服务等,已经突破了传统非生产劳动的含义,服务业劳动成为生产性劳动并创造价值已经成为共识。如今看来,一切依赖数字技术创造物质产品的和服务品的经济活动,都可以创造价值,都是生产性劳动。

数字经济条件下,“劳资关系”淡化的同时,“劳管关系”逐渐凸显。随着投资者分散,资本所有权稀释,老板更为虚化。管理者代表老板成为生产劳动管理的主体,代表资方监管企业雇佣员工的生产劳动,甚至代表资方与劳动者签订劳动合同。对劳动者而言,老板“天高皇帝远”,管理层却无处不在,似乎管理层主宰着劳动者的命运,员工和管理层之间的劳管矛盾更为明显。私人企业的高管虽然也是受雇佣阶层,但其作为企业老板代理人的角色更甚于作为雇佣劳动者的角色。数字经济环境下,调整和处理好企业生产关系,解决企业劳资矛盾的关键在于处理好“劳管”关系。

(二) 数字生产力提升劳动者技能

数字生产力的主体要素是数字劳动者。数字生产力融入生产劳动者,赋予劳动者数字化劳动技能。劳动者是最能动的生产力要素,数字技术为劳动者所掌握,将大大提升劳动者的生产劳动技能。没有数字劳动者对其他生产要素的主动结合,其他生产要素都是死物一堆。具有数字技术的劳动者,进一步将生产工具实行数字化升级,也就是数字技术赋能于劳动资料,将劳动资料与劳动对象实现数字化结合,从而高效地创造新的劳动产品。劳动者掌握和运用数字技术从事的劳动是数字化劳动,这种劳动主要属于脑力劳动和复杂劳动。数字化劳动相比较于传统劳动,在同等劳动时间内,可推动更大规模的物质要素运行,从而大大提升劳动生产率。

掌握数字技术的劳动者是数字劳动的主体,也是数字生产力应用和经济增长的关键。劳动者要成为数字化劳动力,需要经过专门学习和培训,掌握数字劳动技能。为此,一是要依托各类高等院校和职业技术学校培养高层次、专业化的数字劳动力;二是要在数字劳动实践中培养熟练的数字劳动力。数字劳动力一般属于数字专业的复杂劳动者,但也不排除一定层次的简单劳动力。数字化劳动力具有层次性:包括数字技术研发、数字产品开发、数字设备研制和运行控制、数字生产运营管理的高端劳动力;数字生产设备使用和维护、数字产品售后服务维护、数字劳动管理的专业劳动力;数字化生产流程或流水线上处于辅助环节的简单劳动力,如快递服务的“骑手”、共享单车的清运工,等。因此,数字化劳动力的多层次性也决定了数字劳动力市场的多元性。

数字经济条件下,劳动者队伍和结构发生变化。传统型劳动者已经不适应数字生产力发展要求,随着数字技术劳动者和白领阶层规模扩大,劳动力结构呈高端化、年轻化,传统低端体能型中老年劳动力被“挤出”劳动力市场。需要经过专门学习和专业训练的数字劳动者日益增加的同时,普通劳动者逐渐被挤于企业之外,数字要素替代劳动力要素的趋势越来越明显,由此引起劳动队伍结构高端化和就业市场对低端劳动力的“挤出效应”。

(三) 数字生产力升级劳动资料功能

数字生产力的主要客体要素是物质形态的劳动资料。这里的劳动资料是具有数字化、智能化功能的网络设施、机器设备和生产工具。

数字生产力升级劳动资料,表现在数字生产劳动的基础设备的网络化、数字化。这里包括与之配套的互联网网站、工业互联网和商业互联网系统、现代计算中心和数据处理中心,以及为高效配置数字生产资源和数字化应用提供的各类技术和设备条件。网络化、数字化基础设施不仅要满足社会生产的需要,也应满足社会公共服务和居民生活所需。网络化、数字化基础设施的应用,大大提高了劳动资料的配置效率,改善了生产劳动条件。随着中国加快推行“新基建”的进程,数字经济基础设施将进一步改善,数字化劳动资料将再度升级。

数字生产力升级劳动资料,也表现在数字生产劳动的机器和工具的数字化、智能化。数字生产劳动大

量应用现代通讯设备、计算机、服务器、数控机械、智能运载工具、机器人等。早在机器工业初期，先进机器和工具的使用，大大超过手工工具的生产效率。尽管如此，先进机器本质还是人手功能的延伸。如今数字化、智能化赋予机器和工具更先进的功能，进一步提升人类生产劳动的能力，将人手的功能进一步延伸，这也是数字经济劳动的关键条件，是提高经济效率的关键因素。互联网平台改变了传统集中劳动的组织形式，将集中劳动与分散劳动相结合，居家劳动和弹性劳动时间成为可能；资源配置和生产运行的线上和线下结合，有利相关企业间的合作，实现产供销一体、服务和消费一体，从而提高资源配置效率和企业经营效率。

劳动资料的数字化升级并没有改变其劳动手段的性质，数字劳动资料依然是创造财富的手段，只是由于数字化，带来人类生产劳动能力的进一步增强，人类生产劳动手段的进一步升级。正如马克思所说，“科学获得的使命是：成为生产财富的手段，成为致富的手段。”^①劳动资料尤其是劳动工具正是社会生产力发展的重要标志。

（四）数字生产力拓展劳动对象领域

数字生产力的另一个客体要素是劳动对象。劳动对象是人类劳动作用其上的物质对象，一般表现为土地、原材料、辅助材料，等。数字经济时代，数据成为新的生产要素，成为数据劳动对象的一部分。数据非自然物，是人类劳动加工过的基础产品，但对于产业链下游来说，相当于传统经济的原材料和中间产品。从本质上表现为数据劳动要素，作为生产资源在产业价值创造中发挥作用。

一方面，数据要素成为劳动对象，并成为数字经济的生产要素。数字经济时代，“无数据不经济”，由于数据资源广泛应用于经济领域，成为新的生产要素，数据收集、数据分析、数据集成、数据处理，或应用数据库、商业软件等形式，都成为劳动产品生产的加工对象，成为产业链上的中间产品或初级产品。劳动者将虚拟状态的数据要素与其他物质要素融合，在生产过程中创造出新价值。

另一方面，数字技术应用使得劳动对象的范围和领域进一步扩展。由于数字技术和其他技术的结合，进一步创新出合成材料、发现新能源，从而扩大劳动对象范围；由于大数据和人工智能的应用，过去人力所不及的宏观领域，如太空、深海、地下的自然资源得到开发；由于采用互联网技术，数字服务业如数字医疗健康、数字教育培训、数字旅游、数字文化创意、智能厨房等新兴服务业雨后春笋般涌现，这些行业的数字服务劳动与劳动资料、劳动对象融为一体，生产和消费融为一体。

四、数字生产力的产业应用

（一）数字生产力应用创新数字农业

数字生产力应用于国民经济，尤其在农业领域有广阔空间。目前，中国农业是产业数字化程度最低的领域，亟需通过数字技术融合于农业，创新数字农业。

一是数字生产力提供农业经营数字服务。通过大数据、现代计算中心和互联网的结合应用，搭建农业数字化公共服务平台，通过平台协调农业资源配置，解决由于土地分散、劳动方式落后、经营规模小等制约农业数字化应用瓶颈问题；为农业生产经营提供数据咨询服务、农业科技信息服务。尤其在种植业生产计划制定、农产品市场预测、农业集约化经营等，提供数据信息和数字技术支持。随着5G基站、计算中心、互联网平台的全面覆盖，数字农业范围将大幅拓展，数字农业应用技术将进一步提升，农业经营效率将大幅提升。

二是数字生产力推进农村市场网络化。随着农村数字设施建设的加快，互联网流通服务和互联网金融将覆盖每个村落。商业互联网和数字物流加快了农产品市场网络化，促进农业产供销一体化。农业数字化服务平台为农产品交易提供市场信息服务、金融服务、营销服务和物流服务。大数据和互联网技术服务农产品市场，促进城乡市场交易，农产品市场的数字化、网络化反过来改善农村居民消费、提升农业经营效率。

^① 马克思：《机器、自然力和科学的应用》，北京：人民出版社，1978年，第206页。

三是数字生产力推进农业机械智能化。数字技术应用于农业机械,实现包括农林牧渔业各类机械设备的数字化、智能化升级。为此,要加大信息技术装备在农业领域的应用,增加数字农业生产工具的使用,尤其要加快新型农业机器人的开发应用,从而提升数字农业生产效率。农业机械的智能化升级,也将加速农业集约化经营,促进农业规模化经营,进一步解放农业生产力。

四是数字生产力支持生态农业智能化。以数字技术促进现代农业智能化进程,促进生态农业、绿色农业的发展。随着互联网基础设施的乡村拓展,数字技术融入农业领域,进一步改善农田水利设施和优化农村生态环境。应用数字技术改善农业生态环境,促进循环经济在农业的推行,从而实现农业高质量发展,实现传统农业向现代化农业的转型。

目前,无论是全球还是中国,从三次产业比较而言,农业的数字化应用在总体来说还比较滞后,2019年中国农业数字化率(农业的数字经济增加值占行业新增价值的比重)为8.2%,^①在三大产业中处于最低水平,农业领域的数字生产力应用大有可为。数字生产力赋能农业,将加速推进中国农业和农村经济走向数字化、智能化和现代化。

(二) 数字生产力应用创新数字工业

数字生产力应用于国民经济,始于工业领域,重在工业领域。通过数字技术助推工业率先数字化、智能化,数字工业大有可为。

一是数字生产力装备基础产业。当前亟待实现能源、采掘、原材料、建筑等基础工业的数字化、智能化升级,使国民经济基础产业赋予新动能、注入新能量。加快数字技术在交通运输业的应用,加快数字交通业的发展,尤其在铁路、航空、航运等领域扩大机器人使用、数字运输、无人驾驶等数字技术应用;在城市轨道交通、高铁、公路、桥梁、隧道建设等领域广泛应用数字技术,提供互联网基础设施和智能工具,在改善生产运输条件的同时大大方便市民生活。数字生产力应用将使中国传统基础产业技术升级和基础设施功能大大提升。目前中国基础产业数字化已有快速发展,“基建狂魔”惊艳世界,但相对于数字化先进国家而言,中国基础产业数字化质量还有待提升。

二是数字生产力应用新兴制造业和装备业。数字技术应用并赋能工业制造业,大数据和人工智能融入工业制造业,为新兴制造业提供数控机器设备等条件,数据要素也为人工智能设备提供基础数字技术条件。数字技术应用于现代装备制造业,尤其在大型机械设备制造领域的数字化、智能化转型提供数字技术基础;大数据和人工智能应用于新能源汽车制造、轨道交通和高铁机车设备制造等领域,为生物制药、航天航空等领域的发展提供数据支持和智能工具,促进数字经济在新兴制造业的快速增长。

三是数字生产力升级传统制造业。以大数据和工业互联网等技术应用实现传统制造业的数字化、智能化升级;在农副食品加工、机械制造、纺织轻工、黑色和有色金属冶炼及压延加工、金属制品、工艺制品等传统制造业,实现机械设备工具智能化改造,拓展工业机器人应用领域;实现大数据、互联网、人工智能的协同作用,促进工业部门间的联动,提高综合生产效率;数字生产力升级传统制造业将为中国从制造业大国走向创新国家提供新动能。由于数字经济不断从网络虚拟空间向实体空间扩展边界,加快了传统行业的数字化、网络化转型。一方面,互联网平台企业从线上向线下拓展,将虚拟平台与实体经济融合。加快了实体制造业和商业的数字化升级。另一方面,传统行业加快从线下向线上延伸,通过数字化升级获得市场竞争和发展先机。传统制造业巨头借助网络平台实施企业扩张趋势明显。

目前中国工业的数字化率提升较快,但发展质量和水平还有待提高,尤其是关键技术有待突破。2019年中国工业的数字化率(工业的数字经济增加值占行业新增价值的比重)为19.5%,^②中国数字化工业还应加快发展。

① 中国信通院:《中国数字经济发展白皮书 2020》,2020年7月,第23页。<http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bs/202007/P020200703318256637020.pdf>

② 中国信通院:《中国数字经济发展白皮书 2020》,2020年7月,第23页。<http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bs/202007/P020200703318256637020.pdf>

（三）数字生产力应用创新数字服务业

数字生产力应用于国民经济，通过数字技术融合服务业，带来数字服务业蓬勃兴起。数字技术应用现代服务业，实现服务业数字化升级，促使服务业产业创新和效益提升。目前服务行业是数字生产力应用最广泛、涉及最深入的领域，数字服务业的经济增长大大快于数字农业和工业，数字服务业的新模式、新业态也最为显著。

一是数字生产力推动企业生产服务数字化。目前中国网络商业平台和物流服务体系已经覆盖全国城乡。数字技术基础设施加快建设，逐渐扩展到国民经济各领域和全国城乡各地，尤其是数字运输、数字金融和物联网的拓展，商业互联网广泛应用，加快了企业生产要素采购和产品销售的一体化发展。互联网“独角兽”企业通过并购传统零售和物流企业，打造线上线下一体化新零售模式。数字生产力应用为企业生产提供了高效率的数字化服务。

二是数字生产力推动居民生活服务数字化。随着互联网的拓展和技术升级，移动通信工具的普及，现代通信技术和数字物流直接提供居民信息消费服务，为居民提供智能厨房服务和智能运载工具；智能旅游、网上教育培训、线上医疗服务、体育休闲服务等数字技术应用日益普遍；数字技术应用于居民居家智能服务、家政和养老服务；创意文化产品为居民提供文化消费服务，以及以数字技术支撑的共享经济等也高质量地服务民生。

三是数字生产力推动公共服务数字化。互联网金融作为新兴服务业，是数字服务业发展最快的领域，随着 5G 基站布局的城乡覆盖，商业互联网已经将全国城乡市场连为一体，数字金融服务也覆盖全国城乡。公共交通服务数字化、智能化加快发展，大数据、互联网、物联网、人工智能等广泛应用于城市交通尤其是高铁和城际轨道交通服务，大大改善了居民出行条件。数字技术应用和赋能流通服务，创新了共享经济新模式、数字服务业新业态。

数字服务业的发展是中国国民经济最突出的领域。2019 年中国服务业的数字化率（数字服务业新增价值占同产业新增价值比重）达到 37.8%。^①虽然中国的数字服务业发展快于数字工业和数字农业，但中国数字服务业的质量还有待提高。

五、结论与展望

数字生产力是数字化工业时代的新兴生产力，数字生产力支撑的数字经济深刻改变了人类经济生活，数字生产力的应用价值不可限量。数字生产力能量的释放，直接作用于人类生产劳动过程和产业经济运行。从微观看，数字生产力体现在数字技术与传统生产要素的结合，在数字化劳动过程中带来更高的经济效率和更大的经济效益；从宏观看，数字生产力体现在数字技术与国民经济产业融合，创新数字农业、数字工业和数字服务业，使数字经济成为国民经济的新增长点，必将带动疫后经济振兴。

当今全球现代信息科学和数字技术正快速发展，数字经济先行国家都在着力实现数字技术升级和数字产业转型，发展数字经济成为国家竞争战略。中国在这场全球数字经济竞争中应抢占有利地位，应加快发展数字生产力，尤其要加强数字技术基础理论研究，实现关键核心技术的突破和创新；加强数字技术在生产劳动的应用，深化数字技术的产业融合。数字生产力和数字经济尚处于成长初期，还面临许多挑战、还需要解决许多难题。尤其是中国，发展数字生产力须加速追赶数字经济先行国家，实施数字经济的“弯道超车”。由此，必须解决数字生产力发展的若干问题，如，关键数字技术研发、数据产权确权、数据市场垄断、数字技术分类、数字产品标准、数字经济外部性、数字平台交易规范、数字经济法制建设，等问题。随着数字生产力的发展和数字技术升级，数字经济将日益走向成熟；同时，数字生产力发展倒逼经济结构调整、产业重塑、基础设施建设加速。2020 年，中国加快为数字经济提供基础设施的“新基建”进程，将带动新一轮固定资本更新，生产能量将进一步释放，中国经济面临发展的机遇和挑战。

^① 中国信通院：《中国数字经济发展白皮书 2020》，2020 年 7 月，第 23 页。<http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202007/P020200703318256637020.pdf>

最后，借用尼葛洛庞帝所言：“我请读者思考未来的数字化世界，它将滋养心灵抵御无明；分享繁荣；以合作取代竞争。”^①

（责任编辑：沈敏）

The Nature and Application of Digital Productivity

HE Yuchang, WANG Wei

Abstract: Digital productivity is the productivity of human beings that applies digital technology to economic activities. It provides production factors and stimulates development for digital economy. It also reflects advanced technological productivity, which is a combination of information science and digital technology and can be considered as a symbol of the digital stage of industrial society. Digital productivity is the trinity of productivity elements, that is, labor, materials and labor objects; The application of digital productivity is the process of integrating digital technology and productivity elements and shows the process of digital work. Its application also has the characteristics of specificity and universality, virtuality and platformization, participating and sharing, enabling and energy saving, predictability and accuracy, and the coexistence of “bit” and “atom”. The labor application is the process of digital labor and new value creation, which is the organic integration of digital technology, workers, labor materials and labor objects. The industrial application of digital productivity is the development and value creation of digital agriculture, industry and service. Moreover, the development of digital productivity is crucial for economic growth and international competition.

Key words: digital productivity, digital economy, nature and characteristics, labor application, industrial application

（上接第 54 页）

The Digital Transformation of China's Economic Development: New Stage, New Concept, New Pattern

ZHENG Jianghuai, ZHANG Rui, CHEN Yingwu

Abstract: China has entered a stage of digital development focused on the optimization of production and business data models. Through the injection of data elements and fusion expansion, the structural change effect of digital transformation will promote economic development into a new stage, highlighted by the increase in industrial concentration, the emergence of digital divides between industries, the formation of a new central peripheral structure characterized by digital density and a more transparent and open management method. Digital technology will reshape the domestic market structure and realize the “diversification” of sources of comparative advantage. At the same time, the rise of digital currency will promote the integration of internal and external cycles, promote China to form a new development pattern of “dual cycles”, and expand and maintain the country's digital sovereignty. China has a complete industrial system, abundant data resources, and significant advantages in digital transformation. Through a series of measures such as vigorously building new infrastructure, deepening digital investment, and breaking data islands, China will promote the in-depth development of digital transformation and move to become a strong manufacturing and trading country.

Key words: digital transformation, micro-mechanism, “dual cycle” new development pattern

① 尼古拉·尼葛洛庞帝：《数字化生存》（20周年中文纪念版），胡泳、范海燕译，北京：电子工业出版社，2017年，第7页。