

# 数字经济赋能绿色发展的现实挑战与路径选择

韩晶 陈曦 冯晓虎<sup>1</sup>

**【摘要】** 蓬勃发展的数字经济能够引发从生产要素到生产力再到生产关系的全面绿色变革，实现对绿色发展的全方位赋能。数字经济为绿色发展夯实要素基础、扩展无限空间、提供根本保障。从动力机制来看，数字经济以技术创新为核心，为绿色发展提供不竭动力；从演化机理来看，数字经济对绿色发展的赋能效应主要表现为要素融合和精准匹配带来的企业成长和产业优化；从参与主体来看，数字经济能够为绿色发展推动形成以政府、企业和公众为主体的多元治理体系。然而，数字经济赋能绿色发展的过程中也面临诸多现实挑战，突出表现为：数字鸿沟与地区绿色发展水平差距相互交织，核心数字技术基础薄弱，传统产业数字化转型困难，新型基础设施建设风险溢出，数字流通体系运行不畅，数字治理能力不强。“十四五”时期，充分发挥数字经济赋能绿色发展的新优势，应积极推进数字中国建设、提升技术创新能力、推动传统产业转型、加强新型基础设施建设、加速建立现代流通体系、加快政府数字化转型。

**【关键词】** 数字经济 绿色发展 数字中国建设

**【中图分类号】** F124.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-7543 (2022) 09-0011-13

改革开放以来，中国经济长期保持高速增长，但与此同时也出现了一系列资源和环境问题。从能源资源来看，中国能源消耗总量巨大。2021年，中国能源消费总量高达52.4亿吨标煤，比2020年增长5.2%，原油和天然气的对外依存度分别达到72.2%和46%，能源安全担忧持续上升。从大气环境来看，中国空气质量达标的城市数量较少。2021年，中国339个地级及以上城市中仅有218个城市空气质量达标，城市空气质量达标率仅为64.3%。从温室气体排放来看，中国二氧化碳排放总量多年来居于世界首位。为应对气候变化，加快绿色低碳发展，中国提出力争于2030年前二氧化碳排放达到峰值、2060年前实现碳中和的远景目标，这既是立足于自身发展阶段和国际责任对世界作出的承诺，又是统筹谋划国内国际两个大局的重要战略决策。一方面，近年来中国二氧化碳排放量始终居于高位。《BP世界能源统计年鉴2021》数据显示，2020年中国二氧化碳排放量高达98.99亿吨，占世界二氧化碳排放总量的30.7%。另一方面，作为负责任的大国，中国陆续制定了一系列控制温室气体排放、应对气候变化的相关政策，并且始终坚持共同但有区别的责任原则，积极参与全球气候合作，为推动构建公平合理、合作共赢的全球气候治理体系贡献了中国方案。

面对日益趋紧的资源环境约束，推进绿色发展成为建设美丽中国的应有之义，对实现国家“十四五”规划纲要中提出的“生态文明建设取得新进步”意义重大，而数字经济正是赋能绿色发展的重要引擎<sup>[1]</sup>。数字经济是指以使用数字化的知识和信息为关键生产要素、以现代信息网络为重要载体、以信息通信技术的有效使用为效率提升和经济结构优化重要推动力的一系列经济活动，其高技术、高增长、高清洁的发展特性可为中国实现绿色发展提供新思路<sup>[2]</sup>。已有研究认为，数字经济能够对经济发展质量产生深刻影响，具体体现在以下方面：第一，数字经济可以实现生产要素的集中整合和高效利用。数字经济的发展能使数据要素通过物理载体实现技术要素、劳动力要素、资本要素、资源要素的网络化共享、集约化整合和高效化利用，最终促使经济社会运行效率成倍提升<sup>[3]</sup>。第二，数字经济改变了传统的生产方式和消费模式。一方面，数字经济实现了劳动对象、生产工具和劳动力的重大变革，推动生产力实现指数式增长。具体而言，在劳动对象层面上，数字经济使得劳动对象从传统的物质资料向海量数据要素转变；在生产工具层面上，数字经济使得生产工具由机器系统向信息物理系统转变；在劳动力层面上，数字经济使得劳动力

**作者简介：**韩晶，北京师范大学经济与资源管理研究院教授、博士生导师，对外经济贸易大学成都研究院清洁能源研究中心主任；陈曦（通信作者），北京师范大学经济与资源管理研究院博士研究生；冯晓虎，对外经济贸易大学成都研究院院长。

**基金项目：**教育部哲学社会科学重大课题攻关项目“习近平总书记的绿色发展理念研究”（20JZD002）

---

由产业工人向数字劳工转变<sup>[4]</sup>。另一方面，数字经济能够以经济价值网络为纽带，持续冲破行业信息不对称的壁垒，催生出平台经济、共享经济、“人工智能+”、“互联网+”等一系列新型经济形态和商业模式，推动“产消者”时代加速来临<sup>[5]</sup>。第三，数字经济能够有效提升政府治理能力。中国正处于开启全面建设社会主义现代化国家新征程的关键阶段，国际环境日趋复杂、国内经济下行压力加大等多重困难给政府治理带来了新的挑战，而数字经济能够通过推动政府数据共享开放和开展数字治理等方式揭示传统治理方式下事物之间难以展现的深层次关联，大幅提高政府管理效能。

从整体来看，现有文献普遍认为数字经济能够成为推动经济社会转型发展的主要动力，但专门探讨数字经济与绿色发展内在联系的研究尚不多见，在新发展阶段，数字经济的绿色价值必将持续凸显。因此，如何紧抓新一轮科技革命带来的重大发展机遇，通过数字经济为中国绿色发展提供强劲动能，是“十四五”时期中国经济发展亟须重点关注的问题之一。在此背景下，深度剖析数字经济赋能绿色发展的逻辑架构与实践路径，既有利于寻求理论层面的创新方向，又有利于进行实践层面的统筹谋划。

## 一、数字经济赋能绿色发展的基本机理

党的十八大以来，中国数字经济发展进入快车道，现已成为国民经济的核心增长点之一。蓬勃发展的数字经济能够引发从生产要素到生产力再到生产关系的全面变革，提供更加高效的运行方式、更加强劲的发展范式、更加绿色的生产方式、更加现代化的治理模式，全方位赋能绿色发展。

### （一）数字经济为绿色发展夯实要素基础

在数字经济时代，数据作为一种全新的生产要素，被纳入生产要素体系，这种禀赋独特的生产要素为绿色发展提供了新的可行性路径<sup>[6]</sup>。第一，数据要素是获得绿色发展信息的重要原材料<sup>[7]</sup>。数据要素现已成为经济社会绿色发展的基础性和战略性资源，数据要素采集、传输、计算、分析、共享、开放、交易与应用的过程都蕴藏着绿色发展的信息属性。基于数据要素生产的信息，人们可以更加准确地把握绿色发展进程中的堵点，从而采取更加有效的措施积极应对。第二，数据要素能够突破传统要素的供给约束<sup>[8]</sup>。与传统生产要素不同，数据要素的复制过程没有产生新的知识和信息，但这些复制后的数据仍具有原始数据的要素价值，即数据要素不仅对拥有数据的人具有要素价值，而且对其他开发和利用数据的人也具有同样的要素价值，这有助于推动形成规模报酬递增的经济发展模式。第三，数据要素能够显著提升其他生产要素的利用效率<sup>[9]</sup>。数据要素能够与劳动力、资本、土地、资源等传统生产要素高度融合，一方面通过数据分析获得其他传统生产要素所蕴藏的信息，部分替代其他传统生产要素投入生产过程，大幅节约生产成本；另一方面通过物理实体作用于其他传统生产要素，显著提升其他传统生产要素的投入产出效率，且常常具有倍增效应，最终带来绿色全要素生产率的快速增长。

### （二）数字经济为绿色发展提供广阔空间

数字产业化和产业数字化作为数字经济的核心组成部分，通过产业变革为绿色发展提供广阔空间<sup>[10]</sup>。

一方面，数字产业化通过产业替代和产业关联对经济社会发展产生巨大的正外部性，促使经济社会向更加高效、更加绿色、更高质量的方向转型<sup>[11]</sup>。第一，随着 ICT (Information and Communications Technology, 信息与通信技术) 产业规模的持续扩大，ICT 产品种类将极大丰富、产品价格将持续下降，从而能够在一定程度上实现对非 ICT 产品的替代，最终促进 ICT 产业通过“创造性破坏”部分或完全替代传统产业<sup>[12]</sup>。第二，ICT 产业对传统产业的替代不是简单的线性替代，而是通过持续加强自身与传统产业之间的技术关联、产品关联和结构关联实现二者之间的融合替代<sup>[13]</sup>。第三，ICT 产业作为典型的技术密集型产业，其高成长、高效率的特性也将吸引大量要素、企业和机构持续进入该行业，从而引起既有主导产业变迁，带动国民经济重心由劳动密集型和资本密集型行业向技术密集型行业转移，助力绿色发展<sup>[14]</sup>。

另一方面，产业数字化通过产业融合和产业创新催生出一系列新产业、新模式、新业态，促进传统产业加快转型升级步伐，

最终实现经济增长方式的转变与经济的集约式发展<sup>[15]</sup>。第一，立足于共同的数字技术基础，在 ICT 行业内部或边缘率先衍生出一些新的融合或交叉产业，这使得原本清晰的产业界限开始模糊，从而为产业初步融合奠定了基础。第二，随着各个产业数字化程度逐步加深，产业融合将不再局限于 ICT 产业内部或边缘，传统产业之间的界限将被彻底打破。通过数字技术对传统产业全方位、全角度、全链条的改造，数字经济对绿色发展放大、叠加和倍增的作用也得以充分释放<sup>[16]</sup>。第三，产业由初步融合走向高度融合的过程也是各类生产要素融合创新并催生新模式的过程<sup>[17]</sup>。在数字经济时代，各类“互联网+”“人工智能+”等数字服务的新模式持续涌现，传统产业由单一线下提供产品和服务的模式向线上线下一体化提供产品和服务的模式持续转变。与此同时，一些单一线上服务如在线教育、在线娱乐等新模式能够部分或全部取代单一线下服务，由此产生的能源消耗和污染排放也将随之减少。

### （三）数字经济为绿色发展提供根本保障

数字经济通过推动政府形成数字化治理模式为绿色发展提供根本保障<sup>[18]</sup>。第一，数字化治理能够充分缓解信息不对称导致的资源配置不均问题<sup>[19]</sup>。以智慧电网为例，智慧电网的建设以特高压电网为骨干网架、以各级电网协调发展为分支网架，以信息通信平台为支撑，涵盖电力系统发电、输电、变电、配电、用电和调度全过程。通过及时捕捉企业和公众的电力消费数据实现“电力流、信息流、业务流”的一体化融合，能够在满足企业和公众电力需求的同时，尽可能地减少资源损耗，有效提升资源利用效率。第二，数字化治理能够实现对生态环境的智能监测和高效防护。基于生物传感器、红外传感器、卫星遥感等数字技术，政府环境部门能够全面获取生态要素所蕴含的环境信息并及时有效地处理环境污染物，从而实现对生态环境的高效防护。此外，数字化治理还能够实现精准到厂、户、人的节能减排信息统计，在降低环境监管成本的同时有效提升环境治理的精准性<sup>[20]</sup>。第三，数字化治理能够推动完善生态环境的保护和治理机制。基于互联网、大数据等数字技术，政府能够全面感知企业和公众的环境需求，从根本上协调数字经济赋能绿色发展过程中不同主体的利益关系，为绿色发展制定切实有效的环境政策、人口政策、财政政策等，在制度层面保障绿色发展行稳致远。

## 二、数字经济赋能绿色发展的理论阐释

数字经济和绿色发展分别作为中国经济发展的重要推力和目标函数，二者之间存在着某种不容忽视的内在联系。从整体来看，技术创新是数字经济赋能绿色发展的核心动力，而要素融合和精准匹配带来的企业成长和产业优化则是数字经济赋能绿色发展的重要机理。此外，数字经济还能通过建立有效社会体系，让参与绿色发展的主体逐步多元化。与此同时，数字经济还是助力中国实现“碳达峰、碳中和”目标、构筑全球应对气候变化合作新模式的重要抓手。

### （一）动力转换：以技术创新为核心

技术创新是在生态环境容量和资源承载力有限的约束条件下实现绿色发展的根本途径。与传统粗放型发展模式下只考虑劳动力、资本等有形要素投入和有形经济产出不同，绿色发展模式下，要将环境要素投入和生态污染等非期望产出一同纳入发展框架，追求经济效益和环境效益的最大化<sup>[21]</sup>。Aghion & Howitt 将环境污染和不可再生资源约束引入熊彼特“创造性破坏”模型后发现：如果通过技术创新保持一个连续的创新流使得创新的生产率大于时间的贴现率，就可以在新的发展阶段推动经济均衡点向外移动，获得更多的经济产出，最终实现经济社会的可持续发展，即技术创新是绿色发展的核心动力<sup>[22]</sup>。

数字技术是数字经济时代最重要的技术创新，也是数字经济赋能绿色发展的核心动力<sup>[23]</sup>。一方面，数字技术是典型的共性技术 1。基于通用目的性、技术积累性和创新互补性的共性技术特征，技术创新主体能够在数字技术的基础上进行众多专有技术的开发，这不仅可以增加技术创新主体研发专有技术成功的可能性，而且可以节约技术创新主体研发专有技术的成本，最终实现全社会技术创新水平的整体提升。另一方面，数字技术本身就具有一定的绿色属性，且数字技术的能力提升遵循“摩尔定律”，从而能够为绿色发展形成大规模的“技术蓄水池”。比如 CAD（计算机辅助设计）、CAM（计算机辅助制造）以及 PDM（产品数据库管理）等在生产环节的应用能够在更大范围、更高层次上实现精准分工、精准协作和精准生产，在大幅提高劳动生产率的同时

---

有效降低要素耗损；ST（传感技术）能够实现对生产过程的实时监测与智能控制，推动环境治理模式由控制型的末端治理走向预防型的清洁生产；智慧托盘、条码技术以及 RFID（射频识别）等在流通环节的应用能够加速各类运输主体和商贸主体的数字化转型步伐，在最大程度上实现生产和消费的无缝衔接，为畅通绿色发展体系提供有力支撑；WLAN（无线局域网）、EDI（电子数据交换）、CTP（共享技术平台）以及 MPLS（多协议标签交换）等能够推动闲置交换、共享交通、废弃回收等绿色循环模式和回收模式持续涌现，推动经济运转由传统的“生产—流通—消费—废弃”线性模式向绿色的“生产—流通—消费—回收—再生产”闭环模式转变，最大限度地降低污染物排放甚至实现污染物的净零排放。

## （二）演化机理：要素融合与精准匹配

### 1. 要素融合与企业成长

数据要素能够通过和劳动力、资本、资源等传统生产要素紧密融合，推动传统要素发生深刻变革与优化重组，助力绿色发展<sup>[6]</sup>。智能机器人是数据要素和劳动力要素深度融合的典型代表。将智能机器人广泛应用于生产生活中，能够在低端领域替代部分简单、重复性高的体力劳动，在视觉信息处理、智能控制等高精尖领域，智能机器人的效率和精确度也远高于人工，这将更加凸显绿色发展的高效特征。Fintech（金融科技）是数据要素和资本要素深度融合的重要体现。基于物联网、大数据等数字技术，金融机构可以全面掌握企业的生产经营参数，并根据这些信息将信贷资金提供给资源节约、环境友好型企业，有效引导资本要素流向绿色发展领域。工业互联网则是通过数据要素和资源要素的深度融合，将生产过程中所涉及的资源要素进行更加合理的组合和分配，持续改善优化资源要素的使用和回收状况，大幅提升资源要素的使用效率。

要素融合显著提升了生产要素的经济效益和环境效益，为企业快速成长奠定了重要基础。一方面，数据要素与传统生产要素紧密结合能够推动传统生产要素数字化、网络化和智能化转型，为企业带来更大的利润空间。与传统工业经济范式下企业生产规模持续扩大、生产边际成本快速增加，从而最终形成确定性的规模空间不同，在数字经济时代，当产品用户规模达到临界容量后，正向因果累积循环的反馈机制能够实现“马太效应”，这将促使生产的边际成本持续降低。另一方面，数据要素与传统生产要素紧密结合能够显著减少企业要素损耗<sup>[25]</sup>。如前所述，数据要素与传统生产要素紧密结合能够持续提升传统生产要素的投入产出效率。在此基础上，数据要素与其他传统生产要素更深层次的融合还能够推动企业生产空间由传统大工厂的公共空间向多个工厂独立车间的转变、生产时间由集体时间向闲置时间的转变、组织方式由企业内部分工向平台生态协作的转变，有效激活全社会所有闲置资源。

### 2. 精准匹配与产业优化

数字经济的发展能够在一定程度上消除传统经济发展范式下时空错位引发的信息不对称，有效降低资源供需双方的交易成本，提升匹配效率，促进绿色发展系统流畅运行。在数字经济时代，消费者获取信息的能力显著增强，由此产生了一个新的经济现象：在供求关系中，需求逐渐替代供给占据主导地位，需求被收集后成为供给的决策依据，而这将对传统的标准化生产和大批量生产模式产生挑战，倒逼企业运用数据要素来分析消费者的消费能力和消费偏好，转向精准对接、完美匹配的生产模式，有效破除低端无效供给<sup>[26]</sup>。进一步地，这种以需求为核心的精准匹配模式将进一步凸显人民日益增长的美好生活需要，尤其是人民日益增长的优美生态环境需要在经济社会发展中的重要作用。这种新需求引致形成的新供给将持续推动三次产业优化，成为数字经济赋能绿色发展的重要内容。

第一，数字经济为农业绿色发展注入新动能<sup>[27]</sup>。

一方面，数字经济能够提高农产品的竞争力。数字农业能够显著增强农产品生产者 and 消费者之间的联系。以区块链溯源技术为例，消费者能够通过“扫码”等方式获悉自己所购买的产品种植（养殖）、生长、运输等各个环节的全部身份信息，生产者也能够通过这种方式更好地展示产品优势并通过收集消费者信息反馈持续改良产品，不断提高产品竞争力。另一方面，数字经济能

能够有效保护农业生态环境。数字农业能够实时监测农作物的生长环境及生长情况，生产者则能够利用实时传感数据和历史数据及时调控农作物生长所需的最宜温度、湿度等条件，推动农作物生产实现无须依赖其他任何外在辅助就能够最大限度地发挥生长潜力，从根本上减少农业发展对化肥、农药的依赖，显著提升农业发展的环境效益。

第二，数字经济为工业绿色转型升级提供无限空间。

一方面，工业数字化转型可以将制造优势与网络化、智能化优势叠加，形成新的数据变现模式，显著提高生产制造的灵活度与精细度，在安全绿色的基础上持续提高生产效率，通过流程优化减少无序生产造成的浪费。另一方面，借助于柔性电子、机器视觉、工业传感器等数字技术而建立起来的覆盖能源供给、生产、运输、消耗的全流程能源综合监测系统，能够实现能源生产和能源消耗的一体化优化和协同，大幅提高能源利用效率<sup>[28]</sup>。特别地，在中国能源消费和污染排放的主体工业部门，数字化转型正成为推动工业领域节能减排的重要渠道。随着工业数字化转型步伐的持续加快，数字经济必将逐步推进碳排放与经济发展脱钩，助力实现“碳达峰、碳中和”的远景目标。

第三，数字经济推动服务业发展模式发生根本变革。

基于自身智力要素密集度高、产出附加值高、资源消耗少、环境污染少的发展特性，服务业是与数字经济结合得最好的产业<sup>[29]</sup>。2020年，中国服务业数字经济占行业增加值的比重达到40.7%<sup>2</sup>，在三次产业中数字化水平最高，转型速度最快。从供给侧依靠技术创新和模式创新改变传统供给方式、提高供给质量，从需求侧适应消费者日益增长的个性化、多样化、柔性化需求，提升用户体验，正成为服务业以服务创新推动数字经济赋能绿色发展的重要抓手。具体来看，依托互联网、大数据、云计算等基础数字技术而日益兴起的电子商务、智慧物流、移动支付几乎从根本上改变了零售、物流、金融等领域的传统商业模式，而这些新型商业模式能够更加精准地对接消费者的实际需求，有效避免无效供给。

### （三）参与主体：政府治理、企业支撑、公众参与

不完全竞争、负外部性导致的市场失灵使得绿色发展对市场的依赖程度有所衰减，而政府恰好能在纠正资源配置扭曲、实现帕累托最优中发挥积极作用，因而绿色发展对政府有更深的依赖，而数字经济能够为政府深度参与绿色发展提供重要支撑，具体体现在三个方面<sup>[30]</sup>：第一，通过互联网、云计算和大数据等智能方式建立起来的数字监管和动态分析系统，能够助力政府实现智慧监管，尤其是关于能源消耗、污染排放等环境问题的实时监管。第二，借助数字技术再造的政府治理模式，能够有效推动政府对各类资源进行综合管理和统一调配，持续提高各类资源的使用和流通效率，全面助推绿色发展。第三，有效的制度供给能够对绿色发展产生事半功倍的效果。政府作为制度供给的主要主体，能够基于数字技术全面感知企业和公众切实的环境需求，建立健全能够切实保障绿色发展行稳致远的体制机制。

作为国民经济的细胞，企业直接承担着生产和流通的责任，因而企业必须充分借助市场的力量让要素有序流动、资源高效利用、产品自由流通。数字经济时代下的企业能够更加有效地畅通绿色发展的主动脉，系统推进绿色发展，具体体现在三个方面：第一，数字技术能够推动企业生产向以数字劳工、实时监测为特征的高效生产和智能管理的方向转型；第二，海量数据能够助力企业决策向以数据建模、深度学习、快速行动为特征的精准适配和动态调整的方向转型；第三，优质平台能够推动企业关联从要素集聚和组织赋权转变为资源整合与组织赋能，持续完善良好产业生态，推动全产业链的绿色转型。

相较于国家和企业，公众才是环境问题最直接的承受者，公众参与能够在最大程度上弥补绿色发展过程中的政府失灵和市场失灵，是绿色发展中不可或缺的组成部分<sup>[31]</sup>。但是，在传统的绿色发展尤其是绿色治理的进程中，往往忽视了公众参与的力量，这使得公众在绿色发展的进程中普遍面临功能缺位和主体缺位。数字经济的快速发展为公众在绿色发展的议题上实现了信息崛起，这将推动公众参与成为数字经济赋能绿色发展的重要力量，具体体现在以下方面：第一，数字媒介广泛宣传绿色发展理念，可以唤起公众尊重自然、保护自然的意识，进而引导公众主动参与到绿色发展中。第二，在线网站实时发布的空气、水等环

境质量信息能够有效保证公众的环境信息知情权，为公众参与绿色发展提供信息保障。第三，数字技术能够改善、优化公众投诉和公众监督机制，为公众根据自身环境诉求积极参与到政府决策过程中提供有效途径。

#### （四）“双碳”目标与气候合作

作为绿色发展的重要引擎，数字经济在中国实现“碳达峰”“碳中和”战略目标的过程中大有可为。一方面，数字经济的快速发展能够减少不必要的经济活动，减少碳排放。基于电子商务、电子政务、在线教育、在线医疗、远程办公等新业态，线上服务可以全部或部分取代线下服务，由此产生的碳排放量也将大幅度减少。另一方面，数字经济能够实现资源要素尤其是煤炭资源的优化利用，尽可能地减少碳排放。其一，数字技术能够通过数字技术外溢优化生产过程中的 APC 技术参数，减少能源过度消耗，提升能源利用效率。其二，数字技术尤其是区块链技术能够有效应对碳交易市场中诸如重复计算、透明度不高、可扩展性较低等问题，加快培育碳交易市场。

当今时代，没有一个国家能在全球气候变化的挑战中独善其身，世界各国应该携起手来共同应对，而在合作应对气候变化、建设全球生态文明的进程中，数字地球将成为全球气候合作的核心基础。数字地球是以地球空间信息为框架，依托对地观测技术、通信技术、计算技术、网络技术等数字技术综合集成空间对地观测数据、陆地数据、海洋数据、大气数据等与人类所有活动相关数据的一个系统平台。它能够通过海量的数据资源推动形成地球大数据与云服务平台，突破现有数据开放共享的瓶颈问题，还能够基于先进的数字技术，再现人类社会活动和气候变化各个参数的空间分布和时间动态，更深层次地揭示不同区域尺度下二者之间复杂耦合的相互作用。欧洲中期天气预报中心（ECMWF）、欧洲航天局（ESA）和欧洲气象卫星开发组织（EUMETSAT）联合构建的“数字孪生地球”就是数字地球的重要组成部分，该项目通过建立一个全方位、高精度的“数字孪生地球”，在空间和时间上精确监测和模拟气候变化、人类活动和极端事件等，能够帮助管理者更好地制定环境政策、促进欧盟地区 2050 年实现“碳中和”，未来将为世界各国应对全球气候变化合作提供更加清晰的可行性路径。这种合作的实质超越了对工业文明时代追逐私人利益最大化的偏好和工具理性的路径依赖，是一种迈向以高效、创新、生态、平等为基础的国际合作新模式。

### 三、数字经济赋能绿色发展的现实挑战

蓬勃发展的数字经济能够实现绿色发展的全方位赋能，但在具体的实践过程中，还存在数字鸿沟与地区绿色发展水平差距相互交织、核心数字技术基础薄弱、传统产业数字化转型困难、新型基础设施建设风险溢出、数字流通体系运行不畅、数字治理能力不强等诸多制约因素，影响数字经济对绿色发展赋能作用的充分发挥。

#### （一）数字鸿沟与地区绿色发展水平差距相互交织

受多重因素制约，数字经济的扩散程度从来都不是匀速、无差别的，其扩散路径普遍呈现从发达地区到欠发达地区、从城市到农村的特点，由此在地区间形成了显著的数字鸿沟<sup>[32]</sup>。第一，从数字经济发展水平的地区差距来看，北京、浙江、广东等相对发达的东部地区抢先布局了数字经济，而部分中西部地区在数字经济的浪潮面前则显得相对沉寂。截至 2020 年 6 月，东部地区千兆及以上宽带接入网络用户超 155 万户，占全国千兆及以上宽带用户总数的 58.1%；5G 基站总规模超 26 万个，占全国 5G 基站总规模的比重达 63.4%<sup>3</sup>。第二，从绿色发展水平的地区差异来看，中国东部地区的绿色发展水平也明显领先于中西部地区。2019 年，东部地区单位 GDP 能耗仅为 1.035 吨标准煤/万元，中部地区的单位 GDP 能耗为 1.326 吨标准煤/万元，而西部地区的单位 GDP 能耗则高达 2.009 吨标准煤/万元<sup>4</sup>。第三，从数字经济发展水平的地区差距和绿色发展水平的地区差距来看，一个地区的数字经济发展水平与经济发展水平、技术创新能力、区域经济协调程度有着密切的关系，而这些因素同时又会深刻地影响地区的绿色发展水平。数字经济发展红利的空间分配差距与地区绿色发展水平差距相互交织，可能会进一步加剧地区间绿色发展的不平衡、不协调。

#### （二）核心数字技术基础薄弱

技术基础薄弱是数字经济赋能绿色发展的核心约束。第一，关键数字技术掌握不足。现阶段，中国核心数字技术的自主研发创新力度不够，核心基础材料、先进技术基础相对匮乏且对国外的依赖程度较高。以本土电子设计自动化（EDA）为例，80%的规划软件、50%的制作软件长期被外企占据<sup>[33]</sup>。第二，企业的数字技术创新成果不足。企业作为创新活动的重要主体，在数字技术创新领域未能充分发挥创新主体的引领和示范作用。2019年，中国研究与发展试验（R&D）项目中，高等学校主持项目占比高达58.5%，而企业主持项目占比仅为33.7%。第三，数字技术与绿色技术融合发展动力不足。绿色技术创新的研发和运行周期长、产生直接经济效益慢，现阶段大多数技术创新主体仍将追求经济效益作为第一要务，缺乏利用数字技术对绿色技术进行升级改造的内在动力。

### （三）传统产业数字化转型困难

传统产业数字化转型困难是数字经济赋能绿色发展的重要障碍。第一，从外部环境来看，在全产业链协同数字转型的大背景下，部分拥有核心数字技术垄断优势产业的极化效应持续凸显，这将在一定程度上加剧部分传统产业长期被锁定在价值链中低端的风险。第二，从内部环境来看，部分传统产业自身发展观念滞后。产业转型是企业自主选择、自我发展的过程，而传统产业的生产技术、生产工艺、核心产品早已成熟，加之其市场表现依然活跃，故而往往不会主动追求数字化转型。第三，从发展实际来看，大部分传统产业数据资产积累与数据运用的水平较低。由于缺乏统一的技术平台和信息系统，覆盖全流程、全产业链、全生命周期的工业数据链也尚未构建，数据要素应用仅停留于市场营销、风险控制等有限场景，数字化转型带来的经济收益尚不明显。

### （四）新型基础设施建设面临风险

与其他新兴产业相比，新型基础设施建设在投入同等成本的条件下，提振经济的效率更高，改善环境的效益更明显，对绿色发展的引领作用也更加突出，但也必须清醒地看到，中国新型基础设施建设仍面临诸多风险。第一，新型基础设施建设容易引发产能闲置风险。一般来说，新型基础设施建设和使用需求与当地经济发展水平高度相关，因此部分欠发达地区容易出现超前投资、产能闲置问题。第二，资本逐利性容易加剧投资结构失衡风险。新型基础设施建设由于政策利好形成的强大吸管效应，将在一定程度上促使资本大量涌入短期回报率较高的投资项目，而忽视那些能够真正提升核心竞争力但短期收益较低、回报周期较长的项目，从而引发投资失衡风险。第三，仅依靠政府主导的投资模式容易引发财政负担风险。由于新型基础设施的市场应用前景不确定性较高、前期研发投入较大，部分项目需依靠政府主导才能顺利实施，但仅依靠政府主导的投资模式可能会加重地方政府债务，引发财政负担风险。

### （五）数字流通体系运行不顺畅

流通体系不顺畅是数字经济赋能绿色发展的重要堵点。流通作为连接生产与消费的桥梁，在经济发展中的基础性和先导性作用持续增强，但现阶段数字流通体系仍存在诸多短板亟待补齐。第一，大量新型的“数字+流通”模式难以实现持久盈利。当前，“数字+流通”模式主要依靠资本市场估值溢价吸引投资来维持企业的正常运转，但这种过度依赖资本市场融资输血的做法将引发商业模式的单一化和同质化，从而导致企业陷入“规模不经济”的发展怪圈。一旦资金链断裂，很容易引发整体崩盘。第二，流通基础设施建设的数字化水平整体不高。现有流通基础设施建设存在明显瓶颈，多数流通基础设施建设缺乏综合性及多式联运作业系统的有效支撑，物流信息、仓库中转、设备租赁等共性服务平台也十分匮乏，严重阻碍了流通体系的高速运转。第三，中国城乡、地区间流通基础设施建设水平参差不齐。与城市、东部地区相比，中国农村、中西部地区的流通基础设施建设水平相对落后，末端“最后一公里”的物流配送网络不健全，导致这些地区流通效率偏低，难以满足建设数字流通体系的必要条件。

### （六）数字治理能力不强

数字治理能力不强是数字经济赋能绿色发展的关键瓶颈。第一，政府汇集数据的意识相对淡薄。政府部门过去凭主观经验，

---

用抽样数据进行决策的单向思维模式在短时间内较难改变，导致数据采集的维度相对分散，难以对海量数据形成有效抓取。第二，“数字孤岛”与“数据滥用”现象广泛存在。在数据开放层面，部分政务信息在各个部门之间的联通、共享和业务协同水平较低，部门之间的数据缺乏有效整合，而在数据保护层面，个人数据概念及产权界限模糊、数据安全监管体系缺失等问题使得用户信息被过度采集和使用，数据安全面临较大风险。第三，多元主体参与绿色发展协同共治的积极性较低。目前，企业和公众对于政府主导的官方协同共治平台的参与意愿并不强烈，而对于企业和公众自身开辟的信息交流平台也存在参与度不高，提出的建议方案可实施性、规范性较低等问题。

## 四、数字经济赋能绿色发展的路径选择

将加快数字经济发展上升为国家战略，旨在充分发挥数字经济的效率优势和技术优势。与此同时，中国尚未实现经济增长与环境污染的完全脱钩，绿色发展仍然存在诸多短板。因此，中国绿色发展应充分利用好数字经济对绿色发展的赋能效应。

### （一）全面推进数字中国建设，探索绿色经济协调发展新路径

以数字经济推动绿色经济协调发展，应重点培育具有国际竞争力的空间载体，同时立足于地区资源禀赋和比较优势，以提高综合承载能力和数字经济发展水平为导向，探索新阶段区域协调发展新路径。

#### 第一，打造一批具有卓越数字竞争力的中心城市。

着力完善一线城市数字经济发展的各项软硬件，加快数字技术向生产、分配、交换、消费等环节的渗透，引领生产方式、组织方式、流通方式、商业模式、消费方式和治理模式的全方位绿色变革，逐步将其打造成为数字经济引领下的全球资源配置中心和国际化绿色大都市的典范。

#### 第二，有效发挥中心城市和城市群的引领作用。

一方面，积极推动城市群中心城市与外围城市就数字经济发展展开深度合作，充分释放中心城市的辐射效应，带动外围城市加快数字化转型进程；另一方面，以长三角、珠三角、京津冀等发展相对成熟的城市群为样本，以城市群城市规模调整与空间结构优化为重要抓手，在更大范围、更高质量上集聚数字经济与绿色经济发展的必备要素，加速数字经济与绿色发展协同发展进程。

#### 第三，因地制宜，鼓励数字经济的地区差异化发展。

东部地区可以充分利用技术优势、资金优势、人才优势等加快培育具有国际领先地位的数字技术研发和高精尖产业；中部地区可以依靠人口规模优势和地理位置优势推动数字消费模式持续创新和数字流通产业快速发展；西部地区可以依靠自身资源优势，在清洁能源和电网布局选址就近着力发展大数据产业，同时更多地开发和利用水力发电、光伏发电和风能发电等清洁能源，增加与大数据产业相适应的可再生能源供给。

### （二）提升技术创新能力，塑造数字经济赋能绿色发展新优势

面对数字经济赋能绿色发展中的技术约束，整体思路是要加强核心数字技术供给和加快绿色技术创新的整体布局，充分发挥数字技术在企业绿色技术创新中的基础性作用，破解目前数字技术与绿色技术脱节的困境，深入推进数字技术与绿色技术融合发展。

---

第一，政府要智慧地运用制度之手，为技术创新提供有力保障。

一方面，政府要完善科技成果奖励机制，对于参与技术创新活动的企业和机构给予必要的资金补贴和政策支持，充分缓解创新主体在科技创新中面临的各种压力和困难；另一方面，政府要深入实施科技成果保护机制，加强对知识产权的公共服务和市场监管，努力提升知识产权创造、运用、保护、管理和服务能力，积极营造公平公正、开放透明的法治环境和市场环境。

第二，企业及企业家要主动增强创新主体意识。

企业要以未来经济发展趋势为导向，改善企业内部机制，在持续增加研发投入的同时优化投入产出比例，确保自身经济绩效与社会环境绩效都能得到有效改善。在此基础上，企业要积极探索数字技术在绿色技术创新领域的应用场景，加快数字技术与能源挖掘、新能源开发、清洁技术、绿色制造、污染控制、资源回收等领域的深度融合，不断提升绿色技术中的数字含量。

第三，科研机构 and 高校要发挥科技创新主力军的作用。

一方面，围绕核心数字技术领域的基础理论、前沿理论和交叉学科，为核心数字技术研发提供充分的理论储备；另一方面，以人工智能、云计算、大数据、物联网、网络安全、芯片制造等领域为突破口，加快核心技术的攻坚，形成一批具有完全自主知识产权的重大成果。与此同时，高校要积极优化高等教育的学科专业体系，扩大国家“强基计划”试点范围，加快培育具有科学探索精神的研发型人才，为数字技术研发提供人才支撑，主动塑造人才红利。

### （三）推动传统产业数字转型，培育数字经济赋能绿色发展新动能

推动传统产业数字化转型，应加快数字技术在传统产业企业内部的扩散及应用，全面提升传统产业的自动化、网络化、智能化水平，同时依托数字化平台实现生产要素的横向高效组合，并以此为抓手带动整个产业数字化转型。

第一，以数字赋能为核心推动传统产业数字化转型。

一方面，要强化数字技术对传统产业的改造。积极引导大数据、人工智能等数字技术与传统产业融合发展，大力促进传统行业企业的机器设备、人员等硬件设施上网上线；另一方面，要推动数据要素深度嵌入传统产业企业生产经营的各个环节，切实将数据要素的优势运用到生产制造的核心过程中，打通生产设备、生产数据和生产网络之间的内在关联，推动形成万物互联的全新发展模式。

第二，以平台赋能为依托推动传统行业数字化转型。

鼓励具有先进技术和资金实力的龙头企业搭建数字化平台，促使龙头企业通过在线平台围绕采购、营销、设计等环节带动中小企业开展供需对接、物资流转、配套分工等应用，从而实现大、中、小企业在产业链不同环节的良性互动发展，加快推动形成完整的产业生态。

第三，以政策赋能为保障推动传统行业数字化转型。

一方面，政府要及时调整传统产业政策的发展方向。适当减少对传统产业的优惠政策和补贴政策，同时以“数字升级”“质量升级”“绿色升级”的政策导向积极引领传统产业数字化转型。另一方面，政府要加大对数字产品及数字服务需求侧的政策支持力度。通过税收减免、价格补贴等政策工具，为数字产品和数字服务创造更大的市场需求，在一定程度上对部分传统产业的市场空间形成挤压，倒逼其进行数字化转型。

#### （四）加快新型基础设施建设，引领数字经济赋能绿色发展新未来

推进新型基础设施建设，既要坚持全面系统，又要抓住关键，既要着眼于应对短期经济社会发展面临的风险挑战，又要立足于“十四五”时期和中国经济中长期发展的切实需要，充分释放新型基础设施建设对绿色发展的引领作用。

第一，政府要科学有序地布局新型基础设施，避免“大水漫灌”的风险。

中央政府要以提高新型基础设施的长效供给质量和效率为重点，注重长期战略与短期计划相结合，优先布局外溢效应大、带动性强的建设项目，而地方政府应立足于当地经济发展基础、产业需求与社会治理需要，优化布局规模与布局密度，尽可能地减少产能闲置与浪费。

第二，以市场机制为主导，加快建立多元化投融资模式。

对于新型基础设施建设中的经营性项目，要充分发挥市场机制的作用，合理运用政府和社会资本合作的模式来激发社会资本参与新型基础设施的积极性，适时引入债券、信托融资、私募投资等持续拓展投融资渠道。

第三，全面把握新型基础设施发展特征，分级分类推进实施。

对于以5G基站为代表的信息基础设施建设，要鼓励通信运营商强化合作，从竞争走向竞合，依靠市场竞争机制保持行业相对均衡发展；对于以智慧交通、智慧能源等领域为重点的融合基础设施建设，要积极探索数字技术在交通、能源领域中的传统基础设施建设运营模式，采用政府引导、企业主导相结合的方式重构更加高效、绿色、智能的服务供给模式；对于国家科技基础设施、教育基础设施等公共产品属性较强的创新性基础设施建设，在投资建设阶段依靠政府来确保项目有序落地，而在项目建成后的运营阶段则以市场为主导促进经营效率大幅提升。

#### （五）畅通数字流通体系，服务“双循环”新发展格局

畅通流通体系的核心在于以智能、绿色、高效为导向，以期能够充分发挥流通体系在国民经济中的基础性和先导性作用，从而实现生产和消费的有机衔接。

第一，促进“数字+”模式在流通领域的纵深发展。

立足于不同行业、不同环节、不同商品的发展特征和发展要求，加快“数字+流通”模式的创新探索。通过推进线上与线下的积极互动，持续提升服务能力、改善消费体验，有效培育广泛而又稳固的市场需求。

第二，加快推动流通基础设施数字化转型。

加快流通大数据平台建设，在更大范围内实现资源整合和数据共享，持续消除由于信息不对称导致的流通壁垒。与此同时，积极运用北斗导航技术、物联网技术等优化数字流通通道，加快数字仓储体系、智慧物流体系持续落地，大幅降低流通成本，提升流通效率。

第三，加快建立区域一体、城乡一体的流通基础设施。

中央政府要通过专项拨款或转移支付等方式加大对欠发达地区流通基础设施的改造力度，不断提高跨区域、城乡流通基础

---

设施的网络化水平和运输保障能力，持续深化区域、城乡间流通基础设施水平的横向协同发展能力，确保商品和要素能够在全国范围内自由流动。

#### （六）推进政府数字化转型，发挥数字治理在绿色发展中的保障作用

为充分发挥数字治理在绿色发展中的保障作用，政府要借助数字技术持续提升自身在管理公共事务、解决公共问题和维护公共利益等方面的履职能力，全面提升治理效能。

第一，将大数据作为提升治理能力的重要抓手。

各级政府要充分利用大数据技术处理和解决公共事务问题，特别是在自然灾害、社会突发事件和污染事件处理等领域，全面加强城市的动态监控，实现全域、全时段的无死角覆盖。与此同时，尝试建立基于大数据技术的决策分析机制，有效提升政府决策的科学性、预见性和准确性。

第二，在确保国家安全、商业机密和个人隐私的前提下加快推进数据要素开放共享。

各级政府要综合运用技术、法律、行政等手段，在坚守数据应用法律底线的基础上，明确数据资源的共享边界，加快推进数据资源跨层级、跨地域、跨系统、跨组织、跨业务的开放共享，创建高质量的数据生态和流通体系。

第三，调动多元主体参与治理的积极性。

各级政府要大力破除主体之间的横向交流堵点，使企业和公众能够真正参与到城市绿色发展的过程中来。在此基础上，探索建立城市绿色发展的协调机制和成果同享的激励机制，切实推进城市绿色发展的协同治理进程。

#### 参考文献：

- [1]许宪春，任雪，常子豪. 大数据与绿色发展[J]中国工业经济，2019(4):5-22.
- [2]韩晶，陈曦. 数字经济赋能绿色发展：内在机制与经验证据[J]. 经济社会体制比较，2022(2):73-84.
- [3]王谦，付晓东. 数据要素赋能经济增长机制探究[J]. 上海经济研究，2021(4):55-66.
- [4]戚聿东，肖旭. 数字经济时代的企业管理变革[J]. 管理世界，2020(6):135-152.
- [5]蓝庆新，赵永超. 双循环新发展格局下的数字经济发展[J]. 理论学刊，2021(1):24-31.
- [6]蔡跃洲，马文君. 数据要素对高质量发展影响与数据流动制约[J]. 数量经济技术经济研究，2021(3):64-83.
- [7]王俊. 创新驱动和绿色发展的体制机制改革研究[J]. 经济体制改革，2016(6):25-32.
- [8]唐要家，唐春晖. 数据要素经济增长倍增机制及治理体系[J]. 人文杂志，2020(11):83-92.
- [9]戚聿东，刘欢欢. 数字经济下数据的生产要素属性及其市场化配置机制研究[J]. 经济纵横，2020(11):63-76.

- 
- [10]宋冬林, 孙尚斌, 范欣. 数据成为现代生产要素的政治经济学分析[J]. 经济学家, 2021(7):35-44.
- [11]杜庆昊. 数字产业化和产业数字化的生成逻辑及主要路径[J]. 经济体制改革, 2021(5):85-91.
- [12]郭美晨, 杜传忠. ICT提升中国经济增长质量的机理与效应分析[J]. 统计研究, 2019(3):3-16.
- [13]黄群慧, 余泳泽. 互联网发展与制造业生产率提升: 内在机制与中国经验[J]. 中国工业经济, 2019(8):5-23.
- [14]左晖, 艾丹祥. ICT投资、偏向性技术变化与全要素生产率[J]. 统计研究, 2021(9):19-33.
- [15]李腾, 孙国强, 崔格格. 数字产业化与产业数字化: 双向联动关系、产业网络特征与数字经济发展[J]. 产业经济研究, 2021(5):54-68.
- [16]许宪春, 张钟文, 关会娟. 中国新经济: 作用、特征与挑战[J]. 财贸经济, 2020(1):5-20.
- [17]孟庆时, 余江, 陈凤, 等. 数字技术创新对新一代信息技术产业升级的作用机制研究[J]. 研究与发展管理, 2021(1):90-100.
- [18]余维臻, 刘娜. 政府如何在数字创新中扮演好角色[J]. 科学学研究, 2021(1):139-148.
- [19]李军鹏. 面向基本现代化的数字政府建设方略[J]. 改革, 2020(12):16-27.
- [20]陈少威, 贾开. 数字化转型背景下中国环境治理研究: 理论基础的反思与创新[J]. 电子政务, 2020(10):20-28.
- [21]林伯强, 谭睿鹏. 中国经济集聚与绿色经济效率[J]. 经济研究, 2019(2):119-132.
- [22]AGHION P, HOWITT P. A model of growth through creative destruction[J]. *Econometrica*, 1992, 60(2):323-351.
- [23]陈昌盛, 许伟, 兰宗敏, 等. “十四五”时期我国发展内外部环境研究[J]. 管理世界, 2020(10):1-14.
- [24]BASU S, FERNALD J. Information and communications technology as a general-purpose technology:evidence from US industry data[J]. *German Economic Review*, 2007, 8(2):146-173.
- [25]郭家堂, 骆品亮. 互联网对中国全要素生产率有促进作用吗? [J]. 管理世界, 2016(10):34-49.
- [26]荆文君, 孙宝文. 数字经济促进经济高质量发展: 一个理论分析框架[J]. 经济学家, 2019(2):66-73.
- [27]钟文晶, 罗必良, 谢琳. 数字农业发展的国际经验及其启示[J]. 改革, 2021(5):64-75.
- [28]焦勇. 数字经济赋能制造业转型: 从价值重塑到价值创造[J]. 经济学家, 2020(6):87-94.
- [29]李晓华. 数字经济新特征与数字经济新动能的形成机制[J]. 改革, 2019(11):40-51.

---

[30]王孟嘉. 数字政府建设的价值、困境与出路[J]. 改革, 2021(4):136-145.

[31]宋妍, 张明. 公众认知与环境治理:中国实现绿色发展的路径探析[J]. 中国人口·资源与环境, 2018(8):161-168.

[32]张勋, 万广华, 张佳佳, 等. 数字经济、普惠金融与包容性增长[J]. 经济研究, 2019(8):71-86.

[33]汪发元. 构建“双循环”新发展格局的关键议题与路径选择[J]. 改革, 2021(7):64-74.

**注释:**

1 除数字技术外, 典型的共性技术还有蒸汽机技术、纳米技术等<sup>[24]</sup>。

2 数据来源: 中国信息通信研究院。

3 数据来源: 《中国宽带发展白皮书(2020年)》。

4 数据来源: 《中国统计年鉴》。