

# 中国数字化绿色化协同转型发展 进程报告（2023）

中国信息通信研究院  
2023年11月

## 摘 要

2022年11月，习近平主席在出席亚太经合组织第二十九次领导人非正式会议时提出，我们要加强经济技术合作，加速数字化绿色化协同发展，推进能源资源、产业结构、消费结构转型升级，推动经济社会绿色发展。当前，互联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等数字技术加速创新，日益融入经济社会发展各领域全过程，在赋能绿色化转型、助力实现碳达峰碳中和方面发挥了重要作用，数字化和绿色化日益成为全球经济社会转型发展的重要趋势。2022年，我国数字化绿色化协同转型发展（双化协同）工作推进机制初步构建，双化协同工作取得初步成效，并呈现出一些新特点新趋势，主要表现在：

### 一、双化协同成为落实国家数字化与绿色化战略的关键抓手

党的十八大以来，习近平总书记高度重视数字化绿色化转型发展。为贯彻落实习近平总书记重要指示精神和党中央国务院决策部署，《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030年前碳达峰行动方案》《贯彻落实碳达峰碳中和目标要求 推动数据中心和5G等新型基础设施绿色高质量发展实施方案》《数字

中国建设整体布局规划》等政策文件，都对数字化绿色化协同转型发展作出了部署安排。2021年9月以来，中央网信办会同有关部门组织实施双化协同行动计划，组建了多部门参加的双化协同部际联席会议和双化协同专家委员会，强化国家层面双化协同工作的统筹协调和决策咨询。2022年11月，中央网信办、国家发展改革委、工业和信息化部、生态环境部、国家能源局5部门联合印发通知，确定在10个地区首批开展数字化绿色化协同转型发展（双化协同）综合试点，以试点方式破解难题、总结经验、探索路径、促进发展，整体提升双化协同能力和水平。

## 二、数字产业以较少能耗支撑了较大的产业规模

数字产业用**4.5%**的耗电量产出**7.6%**的**GDP**，有力支撑了数字经济发展。中国信通院数据显示，2022年，我国数字经济规模达到50.2万亿元，数字产业化规模达到9.2万亿元，占GDP比重为7.6%。据测算，2022年，我国数字产业耗电量约为3700亿kWh，占全社会耗电量（86372亿kWh）的4.5%。数字产业以较少的耗电量带来较大的直接产出，有力支撑了数字经济发展。其中，数据中心、5G是能耗相对较高的细分领域，也是进一步提升能效的主要领域。

数据中心能效水平不断提高，芯片能耗占服务器设备能耗六成左右。据测算，截至2022年底，我国在用数据中心总耗电量达到766亿kWh，占全社会耗电量的0.9%。数据中心

与 2019 年相比能效进一步提升，平均电能利用效率（PUE）为 1.49，平均水利用效率（WUE）为 1.47。在数据中心设备中，主流通用计算存储型服务器和主流 AI 推理型服务器的处理器、DIMM 内存等主要芯片能耗占服务器设备总能耗 60% 左右，而在主流 AI 训练型服务器中，这一数值超过 75%。

**通信行业能耗中基站占比过半，合理搭配基站布局促进节能减排。**调研数据显示，2022 年，基站耗电量占通信业耗电电量的一半以上。据测算，我国通信基站能效为 4.5GB/kWh，同比提升 12.5%。从单站能源消耗量看，5G 基站的能耗比 4G 基站高，但 5G 基站可以实现更高的数据传输速度和传输量。对于在需要高传输速度和传输量的应用场景，5G 比 4G 有更好的能效表现。但是，4G 在传输距离等方面具有优势。因此，合理搭配部署 4G、5G 基站，可进一步控制总体能耗，提升总体能效。

**我国大型数字科技企业积极响应碳中和目标，率先推动双化协同发展。**企业财报和 ESG（环境、社会和公司治理）报告数据显示，2022 年，阿里巴巴、腾讯、京东、百度、快手、网易等 10 家大型数字科技企业每千瓦时电力消耗所带来的产值为 170 元，同比增长 20%。

未来，随着数字技术在各个行业的持续渗透，数字产业能耗将以较快速度增长，特别是大模型的发展可能会对数字产业能耗带来一定影响。据不完全统计，截至 2023 年 7 月，

我国累计已有超过 130 个 AI 大模型问世。我国当前出现的数量众多的 AI 大模型，存在重复训练的情况。当然，各类 AI 大模型也在不断地进行工程化调优，降低能源消耗。因此，随着 AI 大模型在各行各业的广泛渗透，有必要进一步关注其能源消耗发展趋势。

### **三、数字技术赋能行业绿色低碳成效明显**

数字技术在电力、工业、交通、建筑等传统行业的节能降碳中发挥了重要作用。中国信通院数据显示，相比于 2017 年，2021 年数字技术赋能电力、工业、交通、建筑行业减排总量分别增加了 12.3%、5.4%、18.3% 和 3.9%。至 2030 年，数字技术赋能全社会总体减排量将达 12% 至 22%。其中，赋能工业减碳比例约 13% 至 22%，赋能交通业减排 10% 至 33%，赋能建筑业减碳比例约 23% 至 40%。

**数字技术赋能电力行业绿色低碳成效明显。**数字技术助力可再生能源占比不断提高，根据国家能源局数据，截至 2022 年底，我国可再生能源发电装机占全部电力装机的 47.3%。数字技术促进电动汽车充电设施网络不断完善，助力电网服务业务节能减碳。中国充电联盟数据显示，截至 2022 年底，我国充电基础设施保有量超过 521 万台，充电网络规模位居世界第一。

**数字技术赋能工业绿色低碳发展成效不断凸显。**中央网信办“2022 年度数字科技企业双化协同典型案例”中，工业



行业案例最多，占比约为 50%。数字技术赋能工业绿色低碳发展主要场景包括能耗监测、能源调度、污染源管理与环境监测。数字技术赋能工业绿色低碳发展基础与效果较好的行业主要集中在机械、电子、化工行业。

**数字技术促进绿色智慧交通体系建设。**数字技术赋能交通运输行业向清洁能源转型，特别是智慧充电桩的建设为新能源汽车发展提供新的动能。根据中国汽车工业协会数据，2022 年，我国新能源汽车市场渗透率达到 25%，其中新能源乘用车市场渗透率达到 28%。数字技术助力交通领域多式联运发展，新型控制技术、自动驾驶技术有力地促进交通工具的智能化和低碳化。交通大数据调节出行需求和出行方式，减少交通拥堵的同时降低了碳排放。

**数字技术服务建筑行业全生命周期碳减排。**数字技术应用于建立建筑信息模型，智能推选低能耗建材和技术，实现精细化设计和精确建造，引导建筑的综合品质整体提升。通过智能控制、数据采集、统计计量等技术手段，可优化分配建筑内部供暖、制冷、照明、通风与空气调节等系统的能源资源，实现建筑经济绿色运行。

# 目 录

一、双化协同成为落实国家数字化绿色化战略的关键抓手	1
（一）我国双化协同发展顶层政策体系和工作推进机制初步构建	2
（二）碳达峰碳中和战略的实施为双化协同发展提供了良好契机	4
（三）数字中国建设的深入推进为双化协同发展创造了有利条件	5
二、数字产业以较少的能耗有力支撑了数字经济发展，能效水平持续提升	6
（一）数据中心 PUE 进一步优化，芯片能耗占服务器设备能耗六成	6
（二）通信基站能效水平提升幅度较大，合理搭配基站布局促进节能减排	9
（三）数字科技企业积极响应碳中和目标，率先推动双化协同发展	9
（四）人工智能大模型快速发展，未来可能会给数字产业能耗带来一定影响	11
三、数字技术赋能绿色化转型取得重要进展	11
（一）数字技术赋能电力行业节能减排	12
（二）数字技术助力工业绿色低碳发展	14
（三）数字技术促进绿色智慧交通体系建设	15

(四) 数字技术服务建筑行业全生命周期碳减排.....	17
四、各地积极推出双化协同发展关键举措 .....	20
(一) 各地区高度重视数字化绿色化顶层设计 .....	20
(二) 注重在双化协同发展中结合实际突出优势.....	21
(三) 构建支撑双化协同发展的碳管理数字化平台 ...	22
(四) 建立支持双化协同转型发展相关资金 .....	23
(五) 重视发挥第三方专业服务机构的作用 .....	24



党的二十大报告提出“加快建设网络强国、数字中国”，要求“加快发展方式绿色转型，发展绿色低碳产业，推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式”。数字技术加速创新，正全面融入经济社会发展各领域、全过程，在赋能行业绿色化转型、助力实现碳达峰碳中和方面发挥了重要作用。我国数字化绿色化协同转型发展（“双化协同”）工作主要围绕推动数字产业<sup>1</sup>的绿色低碳发展、加快数字技术赋能传统行业绿色转型、发挥行业绿色转型对数字产业的带动作用等三个方面展开。当前，我国双化协同工作取得初步成效，数字产业绿色低碳发展扎实推进，数字技术赋能传统行业绿色转型步伐加快，行业绿色化转型对数字产业的带动作用不断增强，双化协同政策法规持续完善，双化协同国际合作积极拓展。未来，应进一步加快双化协同相关工作，全面助力数字中国和美丽中国建设。

## 一、双化协同成为落实国家数字化绿色化战略的关键抓手

当前，我国正处于数字化与绿色化两大战略的历史交汇点，数字化与绿色化已成为我国经济社会转型的两大驱动力。数字化是推进数字技术与经济社会深度融合的过程，绿色化是把绿色低碳发展理念融入经济社会发展各个方面的过程。经济社会数字化发展的过程，也是提升资源利用效率、生产

---

<sup>1</sup> 数字产业包含通信业、电子信息制造业、软件和信息技术服务业、互联网和相关服务业。

运营效率、绿色管理效率的绿色化发展过程，两者既相互交织，又协同推进。因此，双化协同转型发展，正成为实现我国数字化与绿色化两大战略的关键抓手。

### （一）我国双化协同发展顶层政策体系和工作推进机制初步构建

习近平总书记高度重视数字化绿色化转型发展，强调要贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，推动传统产业高端化、智能化、绿色化，加快数字产业化和产业数字化。2022年11月，习近平主席在亚太经合组织第二十九次领导人非正式会议上的讲话指出“保护生态环境、应对气候变化是全人类面临的共同挑战。我们要加强经济技术合作，加速数字化绿色化协同发展，推进能源资源、产业结构、消费结构转型升级，推动经济社会绿色发展。”2022年1月，习近平总书记在主持中央政治局第三十六次集体学习时强调，要紧紧抓住新一轮科技革命和产业变革的机遇，推动互联网、大数据、人工智能、第五代移动通信（5G）等新兴技术与绿色低碳产业深度融合。习近平总书记的重要指示精神为我国双化协同发展指明了前进方向、提供了根本遵循。

2021年9月，《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》提出，加快推进工业领域低碳工艺革新和数字化转型。推动互联网、大数据、人工智能、5G等新兴技术与绿色低碳产业深度融合。提

升数据中心、新型通信等信息化基础设施能效水平。2021年10月，国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》，提出“推进工业领域数字化智能化绿色化融合发展，加强重点行业和领域技术改造”、“优化新型基础设施空间布局，统筹谋划、科学配置数据中心等新型基础设施，避免低水平重复建设”、“推动既有设施绿色升级改造，积极推广使用高效制冷、先进通风、余热利用、智能化用能控制等技术，提高设施能效水平”等一系列任务部署。《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》与《2030年前碳达峰行动方案》，在碳达峰碳中和“1+N”政策体系中发挥统领作用。在“双碳”顶层设计指引下，各有关部门出台了12份重点领域、重点行业实施方案和11份支撑保障方案。其中，《工业领域碳达峰实施方案》《贯彻落实碳达峰碳中和目标要求推动数据中心和5G等新型基础设施绿色高质量发展实施方案》《城乡建设领域碳达峰实施方案》《农业农村减排固碳实施方案》等一系列重要文件纷纷发布，31个省(区、市)也针对性地制定了本地区碳达峰实施方案，我国碳达峰、碳中和“1+N”政策体系已初步构建完成并将得到持续落实。

中央网信办、工业和信息化部等国家部门积极推进双化协同工作部署。中央网信办会同有关部门深入实施双化协同行动计划，建立了双化协同部际联席会议制度和专家委员会，组织召开了联席会议第一次会议，部署推进2022年双化协

同重点工作。随后开展了 2022 年度双化协同典型案例征集活动，并遴选河北省张家口市等 10 个地区首批开展双化协同综合试点，初步构建了双化协同领域顶层设计、统筹协调、整体推进和督促落实的政策体系和工作推进机制。工业和信息化部联合国家发展改革委、财政部、生态环境部、住房和城乡建设部、国务院国资委、国家能源局于 2022 年 8 月发布《信息通信行业绿色低碳发展行动计划（2022-2025 年）》，围绕数字产业自身绿色低碳发展、加快数字技术赋能全社会绿色转型两大方向部署了 15 项重点行动。同时，深入开展电信和数据中心节能监察、国家绿色数据中心评选、“新绿杯”创新大赛等活动，推动数字基础设施绿色化升级，开创数字技术赋能全社会绿色发展的新局面。

（二）碳达峰碳中和战略的实施为双化协同发展提供了良好契机

2020 年 9 月，我国在第 75 届联合国大会上正式提出碳达峰碳中和目标，并将其纳入经济社会发展和生态文明建设整体布局，“双碳”成为我国“十四五”时期乃至未来较长时间的战略方向。但我国作为全球最大的发展中国家，面临经济社会现代化和碳减排的双重挑战，从碳达峰到碳中和只有发达国家一半的时间，实现碳中和时间短、任务重。从发达国家的目标看，无论是自然达峰还是政策驱动达峰，由碳达峰到碳中和的过渡期普遍需要大约 50 至 70 年的时间。我



国在还未实现碳达峰的时候，提出用大约 30 年时间实现碳中和，意味着需要付出比发达国家更为艰苦卓绝的努力，需要结合我国能源禀赋、碳排放现状等实际情况，把数字化作为我国实现碳达峰碳中和的重要技术路径，紧紧抓住新一轮科技革命和产业变革的机遇，推动互联网、大数据、人工智能、5G 等新兴技术与绿色低碳产业深度融合，切实推动产业结构由高碳向低碳、由低端向高端转型升级。

（三）数字中国建设的深入推进为双化协同发展创造了有利条件

实践证明，数字技术能够与电力、工业、交通、建筑等重点碳排放领域深度融合，有效提升能源与资源的使用效率，实现生产效率与碳效率的双提升，数字化正成为我国实现碳中和的重要技术路径。世界经济论坛数据显示，到 2030 年，全球各行业受益于数字技术减少的碳排放量将达到 121 亿吨。近年来，数字中国深入推进，特别是党的十九大以来数字中国建设取得的历史性成就，为数字技术支撑行业绿色低碳发展提供了坚实基础。《数字中国发展报告（2022 年）》数据显示，截至 2022 年底，我国建成全球规模最大、技术领先的网络基础设施，5G 基站总量达 231.2 万个，占全球 60% 以上，数据产量和数字经济规模位居世界第二，数字技术加速向传统产业渗透，产业数字化转型加快推进，成为推动经济增长的主要引擎之一。数字技术的快速发展和数字化能力的持续



提升，对促进产业结构、能源结构调整和优化意义重大，为促进数字技术赋能绿色化转型发展提供了积极有利条件。

## 二、数字产业以较少的能耗有力支撑了数字经济发展，能效水平持续提升

中国信通院数据显示，2022年，我国数字经济规模达到50.2万亿元，占GDP比重达到41.5%。其中，数字产业规模9.2万亿元，占国内生产总值比重为7.6%。据测算，2022年，我国数字产业耗电量约为3700亿kWh，占全社会耗电量（86372亿kWh）的4.5%。数字产业用4.5%的耗电量产出7.6%的GDP，有力支撑了数字经济发展。与电力、工业、交通、建筑等行业相比，数字产业自身能耗和碳排放总量相对较低。随着数字技术的快速发展和数字产业规模的不断提升，数字产业能耗和碳排放量增速较快的趋势短期内将延续。其中，数据中心、5G是能耗相对较高的细分领域，也是进一步提升能效的主要领域。

### （一）数据中心PUE进一步优化，芯片能耗占服务器设备能耗六成

2022年，围绕优化数据中心基础设施建设布局、新型数据中心发展、数据中心绿色高质量发展等方面，国家层面密集出台多项政策和国家标准，促进数据中心能效水平较快提升。数据中心绿色技术加速涌现，液冷、蓄冷、高压直流、余热利用、蓄能电站等技术的应用，以及太阳能、风能等可

再生能源利用，进一步降低了数据中心能耗及碳排放。根据工信部数据，截至 2022 年底，我国在用数据中心机架规模达到 650 万标准机架。据测算，2022 年，我国数据中心总耗电量达到 766 亿 kWh，占全社会耗电量（86372 亿 kWh）的 0.9%，如图 1 所示。2022 年，我国数据中心平均电能利用效率（PUE）<sup>2</sup>为 1.49，其中大型超大型<sup>3</sup>数据中心平均 PUE 为 1.39，中小型数据中心平均 PUE 为 1.80，与 2019 年相比能效进一步优化<sup>4</sup>。我国数据中心平均水利用效率（WUE）<sup>5</sup>为 1.47。



图 1 2020-2022 年我国数据中心耗电量

<sup>2</sup> 数据中心平均电能利用效率（PUE）=所有数据中心总耗电量/所有数据中心 ICT 设备耗电量。

<sup>3</sup> 大型数据中心是规模大于等于 3000 个标准机架小于 10000 个标准机架的数据中心。超大型数据中心是规模大于等于 10000 个标准机架的数据中心。

<sup>4</sup> 《全国数据中心应用发展指引（2020）》显示，2019 年全国超大型数据中心平均 PUE 为 1.46，大型数据中心平均 PUE 为 1.55。

<sup>5</sup> 数据中心平均水利用效率（WUE）=所有数据中心用水量/所有数据中心 ICT 设备耗电量，单位：L/kWh。

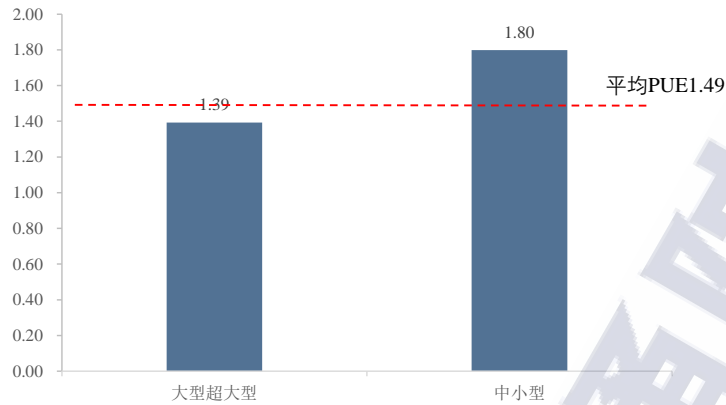


图 2 2022 年我国数据中心 PUE 情况

服务器、存储等设备中的各类芯片用能占设备能耗的主要部分，此外，风扇也是耗能较多的部件。2022 年对国内服务器设备厂商的调研显示，在主流通用计算存储型服务器中，处理器（CPU）、DIMM 内存<sup>6</sup>等主要芯片能耗占服务器设备总能耗近 60%，风扇、硬盘分别占约 20%和 15%左右；在主流 AI 推理型服务器中，处理器（CPU/GPU）、DIMM 内存等主要芯片能耗占服务器设备总能耗的 61%，风扇能耗高达 33%；在主流 AI 训练型服务器中，处理器（CPU/GPU）、DIMM 内存等主要芯片能耗占服务器设备总能耗的比重超过 75%，此外风扇能耗占比 18%左右。

<sup>6</sup> DIMM: 双列直插式内存模块

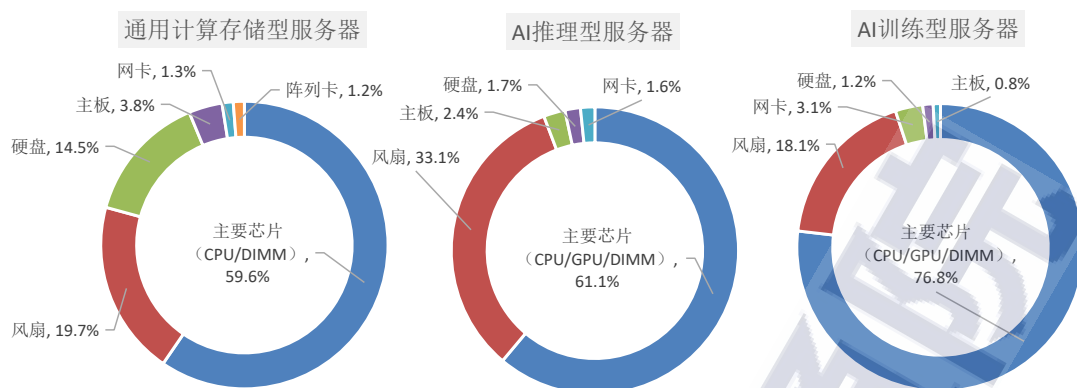


图3 我国数据中心主流服务器设备能耗构成

## (二) 通信基站能效水平提升幅度较大，合理搭配基站布局促进节能减排

根据基础电信企业社会责任报告或可持续发展报告披露数据，2022年，我国基础电信企业耗电量达到1080亿kWh，占全社会耗电量比例为1.25%。其中，通信基站耗电量占比过半。据测算，我国通信基站能效<sup>7</sup>为4.5GB/kWh，同比提升12.5%。从单站能源消耗量看，5G基站的能耗比4G基站高，但5G基站可以实现更高的数据传输速度和传输量。对于在需要高传输速度和传输量的应用场景，5G比4G有更好的能效表现。但是，4G在传输距离等方面具有优势。因此，合理搭配部署4G、5G基站，可进一步控制总体能耗，提升总体能效。

## (三) 数字科技企业积极响应碳中和目标，率先推动双化协同发展

<sup>7</sup> 基站能效为单位能耗传输的数据量，单位：GB/kWh。

国家“双碳”战略实施后，数字科技企业积极响应，纷纷加速推进企业绿色低碳发展。通过分析阿里巴巴、腾讯、京东、百度、快手、网易等 10 家大型数字科技企业的财报和 ESG（环境、社会和公司治理）报告，2022 年，上述 10 家企业总营收为 36315.5 亿元，总耗电量为 210 亿 kWh，每千瓦时电力消耗所带来的产值为 170 元，同比增长 20%。通过调查我国 50 家大型数字科技企业，从双化协同相关的战略或目标、绿电采购、可再生能源使用比例、数字化投入占营业额比例、产品可回收利用率、进入绿色化成果名单次数等方面分析发现，超过 90% 的企业将双化协同相关内容列入公司战略或提出双碳目标，每年发布 ESG 报告。48% 的企业采购绿电，大力发展可再生能源。企业积极投入开展绿色技术研究，例如，华为创新研发全闪存存储技术，基于闪存介质、融合架构、缩减算法，比传统磁盘阵列节约能耗 60%。京东依托自主研发的 5G 融合物流装备、5G 定制专网、5G+IoT+AI 以及云边协同等技术，实现京东北京亚洲一号物流园区每年减碳超过 3000 吨。

部分大型数字科技企业明确提出自身运营范围的碳中和目标。2022 年 2 月，腾讯宣布开始“净零行动”，承诺不晚于 2030 年，实现自身运营及供应链的全面碳中和；同时，不晚于 2030 年，实现 100% 绿色电力。根据腾讯 ESG 报告，2022 年，腾讯建成分布式光伏装机容量 19.6 兆瓦，年产生可



再生能源 2187 万 kWh，相比 2021 年，提升超过 8 倍。同时，使用绿色电力 3.36 亿 kWh，减少碳排放 24 万吨。可再生能源使用量占能源使用总量比例由 2021 年的 1.5% 提升至 2022 年的 7.2%。2023 年 3 月，抖音集团公布了碳中和目标，承诺 2030 年实现运营碳中和，将通过主动减排，减少不少于 90% 的运营排放，其余 10% 通过碳抵消的方式完成；同时还提出在 2030 年前实现全球运营 100% 使用可再生能源电力。抖音集团数据中心使用风能、太阳能电力超 1 亿度，并提出多项自研创新技术，解决高密度数据中心降温难问题。

**（四）人工智能大模型快速发展，未来可能会给数字产业能耗带来一定影响**

随着数字技术在各个行业的持续渗透，未来，数字产业能耗将以较快速度增长，特别是人工智能大模型的发展可能会对数字产业能源消耗造成一定影响。据不完全统计，截至 2023 年 7 月，我国累计已有超过 130 个人工智能大模型问世。我国当前出现的数量众多的人工智能大模型，存在重复训练的情况。当然，各类人工智能大模型也在不断地进行工程化调优，降低能源消耗。未来，人工智能大模型将会出现收敛，并且可能会逐渐变小。因此，随着人工智能大模型在各行各业的广泛渗透，有必要进一步关注其能源消耗发展趋势。

### **三、数字技术赋能绿色化转型取得重要进展**

数字技术为经济社会绿色发展提供网络化、数字化、智

能化的手段，赋能构建清洁低碳安全高效的能源体系，助力产业升级和结构优化，促进生产生活方式绿色变革。根据全球能源互联网发展合作组织《中国 2030 年碳达峰研究报告》，能源生产与转换（主要是电力行业）、工业、交通、建筑领域碳排放占全社会碳排放比重分别为 44%、34%、8%和 7%，四个行业占比达 93%。因此，报告主要围绕这四个行业展开。数字技术赋能上述行业节能减排成效差异较大。中国信通院数据显示，相比于 2017 年，2021 年数字技术赋能电力、工业、交通、建筑行业减排总量分别增加了 12.3%、5.4%、18.3%和 3.9%。至 2030 年，数字技术赋能全社会总体减排量将达 12%至 22%。其中，赋能工业减碳比例约 13%至 22%，赋能交通业减排 10%至 33%，赋能建筑业减碳比例约 23%至 40%。

### （一）数字技术赋能电力行业节能减排

电力行业是能源清洁低碳转型的关键领域。随着“双碳”进程加快与能源转型深入推进，传统电力系统正在向清洁低碳、安全可控、灵活高效、开放互动、智能友好的新型电力系统演进。

**数字技术赋能可再生能源占比不断提高。**基于大数据、物联网等数字技术收集分析风、光等可再生能源资源实时及历史大数据，智能安排发电时间及时长，可以提升可再生能源发电效率。数字技术助力提升我国可再生能源在电力总装机容量中的占比。根据国家能源局数据，截至 2022 年底，我

国电力装机容量增长至 25.6 亿千瓦，其中非化石能源发电装机容量 12.75 亿千瓦，占比提升至 49.6%，继 2021 年首次超过煤电装机比重后进一步增加 2.9 个百分点。可再生能源发电装机达到 12.13 亿千瓦，占全部电力装机的 47.3%，水电、风电、太阳能发电和在建核电装机规模均位列世界第一。

**数字技术助力电动汽车充电设施网络不断完善支撑绿色出行。**中国充电联盟数据显示，截至 2022 年底，新能源汽车保有量达 1310 万辆，呈持续高速增长趋势，充电基础设施保有量超过 521 万台，充电网络规模位居世界第一。国家电网建成全球覆盖范围最广、接入充电桩最多、车桩网协同发展的智慧车联网平台。国家电网数据显示，截至 2023 年 8 月，智慧车联网平台累计接入可启停充电桩超 43 万个，为超过 1000 万用户绿色出行提供便捷智能的充换电服务。浙江省、湖北省、重庆市等地依托智慧车联网平台聚合超 34.66 万根充电桩参与电网削峰填谷响应，支撑电网智能调度。南方电网通过数字化手段对南方五省区内的充电平台进行整合，2022 年底充电桩保有量 8.65 万根，县级及以上城市实现充电桩全覆盖、乡镇覆盖率达 91%。

**数字化平台助力电网服务业务节能降碳。**国家电网推出“网上国网”数字平台，2022 年底注册用户突破 2.64 亿，重庆、甘肃、黑龙江等省级国网公司线上办电率超 99%，南方电网建成“南网在线”智慧营业厅，2022 年互联网业务比例

突破 98.6%，可减少用户因往返营业厅在交通出行、业务办理等过程产生的碳排放。

## （二）数字技术助力工业绿色低碳发展

**数字技术赋能工业绿色低碳发展成效不断凸显。**数字赋能工业绿色低碳发展的基础不断夯实，数字技术助力行业绿色发展取得积极进展。**在钢铁行业**，据不完全统计，约有 80% 的钢铁企业正由自动化向智能化转变。2022 年，我国钢铁企业在智能制造方面投入超百亿元。例如，河钢集团研发了企业污染监测与环境预警、环境治理的“环保管控治一体化平台”，融合了在线监测、智能预警、智能质控、智能运维等系统，对企业污染物排放情况及污染处理设施运行情况进行全天候在线监控。**在化工行业**，《关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见》提出，到 2025 年，石化、煤化工等重点领域企业主要生产装置自控率达到 95% 以上，建成 30 个左右智能制造示范工厂、50 家左右智慧化工示范园区，大宗产品单位产品能耗和碳排放明显下降。中国石化推进产业智能化提升和数字化转型，建设“石化智云”工业互联网平台，建成中国石化智能运营中心，推进建设智能化“田厂站院”，实现油气勘探智能决策云应用。

**数字赋能工业绿色低碳的主要场景以能耗监测、能源调度、污染源管理与环境监测为主。**根据对工信部智能制造试点示范案例的统计数据显示，能源消耗与管理是数字技术赋



能制造业节能降碳的主要领域。2022年，能源消耗领域的主要协同场景为能耗数据监测、能源平衡与调度、能效优化，占比分别为62.5%、20.8%、16.7%。能源管理领域的主要协同场景为污染源管理与环境监测、排放预警与管控、碳资产管理、固废处置与再利用，占比分别为73.1%、11.5%、11.5%、3.8%。

数字赋能工业绿色低碳发展基础与效果较好的行业主要集中在机械、电子、化工行业。中央网信办“2022年度数字科技企业双化协同典型案例”中，工业行业案例居多，占比约为50%。从工信部公布的智能制造示范工厂看，数字化水平较高的行业主要集中在机械、电子、汽车、化工，合计占总数的61.7%左右。数字化程度较高的行业其数字赋能节能降碳的基础与成效也会相对较好，反之数字化水平较低的行业，其数字赋能节能降碳的效果也较为有限。

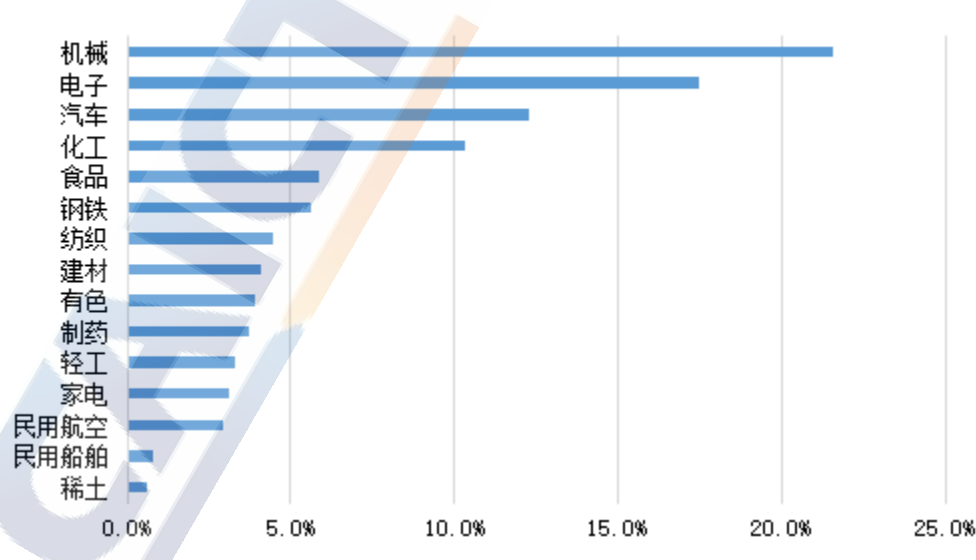


图4 工信部智能制造示范工厂行业分布

### (三) 数字技术促进绿色智慧交通体系建设



交通运输行业是我国能源消耗和温室气体排放的重点行业之一，碳排放量约占全社会总量的 8%。通过应用数字技术构建低碳、节能、高效、安全的绿色智慧交通体系，实现人、车、路密切配合，极大提高交通运输效率、保障交通安全、改善交通运输环境和提高能源利用效率，从而推动交通运输行业绿色低碳发展。

**数字技术赋能交通运输行业向清洁能源转型。**近年来，我国持续推进交通运输行业新能源和清洁能源应用，数字技术为新能源汽车在安全、舒适、节能、智能等方面提供技术保障，特别是智慧充电桩的建设，为新能源汽车发展提供新的动能，极大地促进了交通行业清洁化转型。根据中国汽车工业协会数据，2022 年，我国新能源汽车市场渗透率达到 25%，其中新能源乘用车市场渗透率达到 28%。根据国家发展改革委、商务部等部门数据，相比传统燃油乘用车，现有新能源乘用车每年在使用环节减少碳排放 1500 万吨左右。

**绿色智慧交通体系助力交通运输行业绿色化。**交通运输领域数字化绿色化协同发展的着力点主要在于通过大数据、车联网等先进数字技术进行运输结构优化、装备能效提升和运输组织效率提高，构建灵活、高效、经济和环境友好的智慧绿色交通体系。在优化运输结构方面，数字技术赋能多式联运发展，建立高效的陆-港-水综合调度体系，从通道、口岸等领域出发，建设智慧通道、智慧口岸、智慧平台，实现了

通道智能化、通关便利化、平台融合化，提升运输体系的整体效率，推动物流整体降本增效，减少了碳排放。在提升运输装备能效方面，新型控制技术、自动驾驶技术、先进驾驶辅助系统，促进交通工具的智能化和低碳化。例如，招商局集团以智慧航运和数字化运营为核心，运用信息化、数字化工具，提高船舶运营管理精细化水平。上线自主研发的智能船舶运行与维护系统后，船队年均节油量超 3%。在提高运输组织效率方面，围绕交通大数据建立先进出行信息系统和交通管理系统，对出行需求和出行方式进行调控。并线辅助、编队行驶、生态路径规划等数字技术应用提高了交通效率，减少交通拥堵的同时降低了碳排放。例如，基于数字化的“智慧公交”系统，实现“人-车-路-站-云”的有机协同，通过优化十字路口通行和超视距感知等应用功能，提升公交车的安全性和运行效率，降低了公交车的驾驶能耗。

#### （四）数字技术服务建筑行业全生命周期碳减排

建筑领域碳排放是城乡建设领域碳排放的重点，碳排放量约占全社会总量的 7%。根据中国建筑节能协会能耗专委会发布的《中国建筑能耗研究报告（2022）》显示，当前，建材生产运输阶段是建筑全过程碳排放总量最高的环节，占比为 55%，运行阶段碳排放占比 43%，施工阶段碳排放占比 2%。建筑领域的节能减排、低碳转型是我国实现“双碳”目标的关键一环。通过数字技术赋能建筑全生命周期过程，实

现建筑产业链高效生产和协同，助力建筑业碳减排，将成为建筑领域碳达峰、碳中和的有效途径。

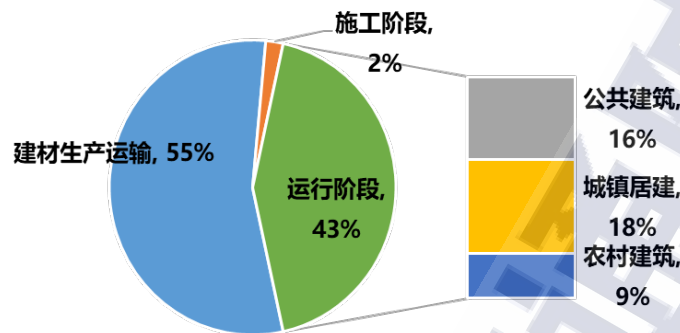


图5 建筑各阶段碳排放在建筑行业中的占比

我国建筑节能与绿色建筑规模快速发展。住建部数据显示，2022年全国新建绿色建筑面积20多亿平方米，新建绿色建筑面积占比超过90%，获得绿色建筑标识项目累计达2.5万个。可再生能源在建筑领域的应用规模持续扩大，太阳能光伏装机容量不断提升。

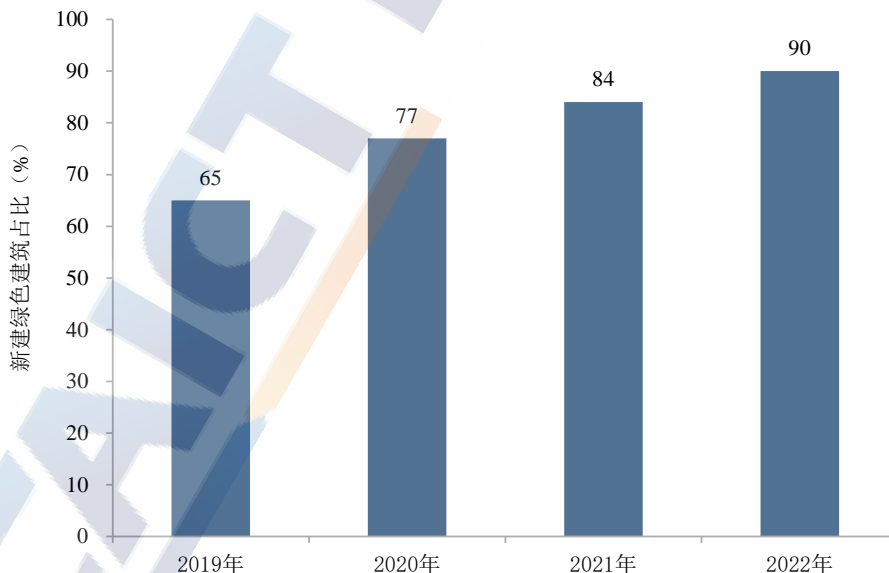


图6 我国新建建筑中绿色建筑面积占比

数字技术成为赋能建筑行业双碳战略的重要手段。建筑

领域数字化绿色化协同发展的着力点主要在于节能设计、运行阶段的能效提升。在设计施工阶段，应用数字技术建立建筑信息模型，充分考虑节能低碳等因素，智能推选低能耗建材和技术，通过精细化设计和精确建造，引导建筑的综合品质整体提升。例如，中建三局近零碳智慧公共建筑，通过最大限度利用可再生能源、最大限度提高围护结构热工性能等六大节能减碳专项设计，逐步完成从“绿建三星”到近零能耗、再到近零碳建筑的递进，助力推动低碳办公建筑产业化升级。在运行阶段，通过数字技术实现从传统建筑向绿色智慧建筑的转型升级。通过智能控制、数据采集、统计计量等手段，在线监测、分析与计算各项能源资源指标，通过对设备和环境的实时感知、智能决策和自我控制，优化分配建筑内部供暖、制冷、通风与空气调节、照明等系统的能源资源需求，实现建筑经济绿色运行。例如，中国联通大厦部署了能源管理系统及碳数据管理系统，对楼宇内的水、电、气、热等能源使用情况进行全面、实时的可视化监测，并分析楼宇内各个系统的能耗占比，给楼宇管理者提供更为有效的数据决策支持，以设定不同的能源策略，实现不同时段的能源合理分配，提高能源利用效率。此外，数字技术能够赋能建筑柔性用电，使建筑用电由目前的刚性负载转变为柔性负载，有效消纳建筑自身的光伏和远方风电光电，实现建筑零碳电力运行。例如，智能健康照明系统利用多源传感器、5G/物联



网、AI 等技术，智能采集建筑物分布式的环境光照度、温度、湿度、人员分布及轨迹数据，充分利用自然光，自动分区域实时调节灯具亮度、色温等，有效降低照明能耗。

#### 四、各地积极推出双化协同发展关键举措

各地积极推进双化协同转型发展，纷纷走出符合自身发展实际的双化协同发展路径。部分地区通过制定出台双化协同相关政策文件、打造双碳智慧服务平台、建立双化协同发展配套资金等，助推“双碳”目标实现。

##### （一）各地区高度重视数字化绿色化顶层设计

目前，全国有十几个地区制定出台了双化协同相关政策文件。湖南省制定出台《湖南省数字化绿色化协同转型发展行动计划(2022-2030年)》，加快数字湖南建设，为落实“三高四新”战略定位、加快建设社会主义现代化新湖南提供有力支撑。江苏省委省政府高度重视数字化和绿色低碳发展，把碳达峰、碳中和纳入经济社会发展整体布局，建立“双化协同”联席会议制度，召开了第一次全体会议，部署推进任务落地实施。福建省绘制“数字福建”、“美丽福建”新蓝图，重视推进双化协同与本地经济社会发展目标的融合发展。福建以占全国约 1.3%的土地、2.9%的能源消耗，创造了占全国约 4.4%的经济总量。近十年来，全省单位 GDP 能耗下降了 30.8%<sup>8</sup>。云南省印发《关于进一步做好数字化绿色化协同

---

<sup>8</sup> “牢记使命 奋斗为民”系列主题新闻发布会福建省发改委专场，2022年7月

转型发展标准化工作的通知》，明确了推动数字化绿色化标准化工作创新发展、加强数字化绿色化标准化工作保障、拓宽数字化绿色化标准化工作服务渠道 3 个方面重点工作。山东省委省政府印发《山东省建设绿色低碳高质量发展先行区三年行动计划（2023-2025 年）》，提出加快推进济南首批数字化绿色化协同转型发展综合试点工作。天津市印发《天津市财政支持做好碳达峰碳中和工作的实施意见》，提出推进工业领域数字化、智能化、绿色化融合发展，探索绿色制造新模式，全面推进高耗能行业节能技术改造，支持重大节能技改项目，提高重点行业、重点企业能效水平。

## （二）注重在双化协同发展中结合实际突出优势

各地区在双化协同发展中注意发挥自身特色优势找准目标和定位。宁夏利用丰富的可再生能源，大力发展数字产业。获批建设全国一体化算力网络宁夏枢纽，建成和在建美利云、中国移动、中国联通、中国电信等大型和超大型数据中心、开通直达北京上海广州等区域中心城市的传输链路。根据国家能源局数据，青海、河北等省份大力推动光伏发电，发电量分别达到 184.28 亿 kWh 及 176.44 亿 kWh；内蒙古、新疆、河北等省份大力推动风力发电，发电量分别达到 1019.9 亿 kWh、558.4 亿 kWh 及 551.6 亿 kWh。这些地区光伏和风力发电量位居全国前列，均大力发展数据中心等数字产业，充分利用当地丰富的清洁能源为数字产业发展提供了较好

的用电支撑。深圳利用数字技术优势，在每年 350-400 万平方米新建建筑中应用“光储直柔”建筑配电模式，预计直接碳减排量将达到 10 万吨/年，相当于 4 万亩森林的碳汇量，降低深圳市每年碳排放增量的 12-15%，节能减排效益显著。大连运用新一代节能高效蓝光存储技术及光磁电一体化智能混合存储应用系统，大幅降低数据存储的总耗电量。以 1000PB 全蓝光数据存储为例，相比磁存储，年总用电能耗节省 1482 万 kWh，相当于节省标准煤 1821 吨。公共交通智能化应用在上海、长沙、合肥等 37 个城市试点得到广泛推广。公交车安装了卫星定位、视频监控、安全监测系统，实时监测公交车辆运行动态，准点率达到 90% 以上，显著提高出行效率，降低碳排放水平。

### （三）构建支撑双化协同发展的碳管理数字化平台

一些地方探索建立支撑数字化绿色化协同发展的数字化公共服务平台。湖南省提出建立数字化碳管理体系，探索建设碳达峰碳中和综合服务平台，建立产品全生命周期碳排放基础数据库，深化重点行业碳排放实时监测。山东省打造双碳智慧服务平台，以碳数据为核心，以区块链、物联网等新一代信息技术为支撑，围绕碳排放监测、交易、履约清缴等环节，面向政府、企业、社会公众多方开展碳交易综合服务、碳数据监测和分析、碳资产管理、碳市场能力建设、双碳管理体系评估认证、碳普惠等服务。安徽省加快“双碳”

创新平台建设，明确要求建设数字化、智能化“双碳”管理平台，做好方案实施评估工作。重庆市提出要建设废旧资源信息服务平台、交通物流行业碳排放监管平台、建筑领域碳监测平台等项目，以加快数字技术赋能制造业、交通物流、建筑业等领域绿色化转型，发挥绿色化转型对数字产业的带动作用。上海市宝山区进一步完善智慧能源管理系统建设，对能源、环境、经济数据进行在线采集和发布，强化数据利用，实现能耗展示、对标管理、潜力挖掘三大功能，为企业和政府节能管理和服务提供支撑。江苏省南京市围绕纺织、化工、机电等重点出口行业，搭建碳核算服务平台，建立出口商品全生命周期碳排放计量系统和碳足迹溯源体系，试行出口商品“碳中和标识码”，探索建立低碳贸易标准和认证体系，推动企业参与碳排放交易。

#### （四）建立支持双化协同转型发展相关资金

部分地区为鼓励企业数字化绿色化转型发展提供相关资金支持。陕西省由省工业和信息化厅牵头负责，支持产业链企业开展智能化、绿色化、数字化改造提升，对产业转型升级技术改造项目最高给予500万元支持。陕西省咸阳市提出由市财政局负责整合市级数字化绿色化协同转型发展专项资金，将财政投资项目中涉及双化协同发展工作的资金统筹使用，根据财政收入增长逐年提高，为全市双化协同转型提供资金支撑。江苏省盐城市政府联合工商银行全资子公司



工银投资成立总规模 100 亿元的“盐城工融汇创新能源股权投资基金”，主要投向盐城市的优质新能源产业，助力绿色低碳发展、助推“双碳”目标实现。浙江省嘉兴市支持企业在数字化、绿色化和科技创新三个方面的改造，并对改造有所成果的企业给予一定的资金补助。重庆市高新区设立双化协同技术创新和融合应用专项资金，预计总投资 25.56 亿元，以政府资金撬动社会资本投资，高标准开展国家数字化绿色化协同转型发展综合试点建设工作。

#### （五）重视发挥第三方专业服务机构的作用

专业服务机构在推进数字化绿色化协同转型发展中发挥重要作用。北京市委托北京绿色交易所搭建一站式“北京市新能源轻型货车运营激励办理平台”，提供数字化技术和金融化服务，打赢“蓝天保卫战”。截至 2022 年底，北京市电动汽车保有量已超过 50 万辆，占全市汽车保有量的近 20%。浙江省宁波市提出“双化协同”领域科技企业“双倍增”行动，加强宁波新能源汽车产业创新服务综合体、宁波镇海绿色石化产业创新服务综合体建设，支持有条件的区（县、市）、龙头企业结合自身优势创建绿色低碳技术专业孵化器、众创空间，培育创新型企业梯队，形成有影响力的数字科技领先企业。山东省济南市提出将以碳数据为核心，结合区块链技术，建立连接政府部门、金融机构、企业、第三方机构的碳链体系。第三方机构协助企业完成具有工业互联网和区块链

标识的减排量核算报告、碳监测报告，并为生态环境部门减污降碳提供抓手，为金融机构开展绿色项目绿色企业的评估管理及差异化贷款利率扶持提供科学支撑。天津滨海新区以天津排放权交易所为载体，积极推动碳资产管理、碳中和服务、低碳咨询、合同能源管理等服务项目，强化企业能耗在线监测，动态评估各企业在碳中和目标下的碳排放水平，为企业用户提供智能减排服务，助力能源消费侧的低碳转型，并根据能耗在线监测系统的能耗数据，开展碳排放分析、深化碳交易。