

# 数据中心产业助力我国实现“双碳”目标

施懿宸 陈思锐 周洲

**摘要:** 伴随着数字经济的迅速发展,数据中心作为数字化发展的算力基础设施,其建设正在全国如火如荼地进行。当前,在碳中和、碳达峰目标之下,如何打造绿色低碳的数据中心已经成为未来产业发展的重点之一。本文将围绕数据中心产业的发展与改革,探讨其作为新型基础设施建设的一环如何助力中国实现“双碳”目标。

**关键词:** 数据中心;“双碳”目标;“东数西算”工程

**中图分类号:** F832      **文献标识码:** A

2022年2月,“东数西算”工程全面实施,标志着我国的数据中心建设步入了高质量发展的新阶段。2022年3月,第十三届全国人大五次会议和全国政协十三届五次会议在北京召开,会议期间,人大代表李家杰指出,在“双碳”目标指引下,做好绿色化与数字化工作,推动智慧减碳技术在高能耗产业的应用,有利于我国经济高质量发展。数据中心作为典型的高能耗产业,是实现碳达峰必须面对的挑战,而其兼具数字化与绿色化的发展要求,更是开发和实践智慧减碳技术的绝佳领域。

## 一、数据中心产业概况

### (一) 数据中心产业的发展

数据中心是提供数据相关服务的综合体,容纳了多个服务器和计算机设备,及相关的数据通信连接设备、冷却设备、监控设备和安全装置等。数据中心是新型基础设施中信息基础设施内容的重要一环,代表了数字化和信息化发展的算力基础。数据中心的起源最早可追溯至20世纪40年代,真正在本文探讨范围内的数据中心应始于20世纪90年代互联网和计算机的普及。在2000年前后,通信企业和IT企业都建立了属于自己的数据中心。此时,其能耗问题凸显,提效降耗成为必然要求。2007年左右,模块化数据中心出现,这种形式相较于传统数据中心拥有更低的建造成本和更高的灵活性。2013—2014年,我国发布多项政策,明确提出要重点发展信息基础设施建设。2015年3月,工业和信息化部、国家机关事务管理局、国家能源局联合印发了《关于国家绿色数据中心试点工作方案》,标志着绿色化将作为关键指标贯穿数据中心设计、建筑、运维的整个过程和上下游全覆盖的供应链之中。

**作者简介:** 施懿宸,中财绿指(北京)信息咨询有限公司首席顾问;陈思锐,长三角绿色价值投资研究院科研助理;周洲,中央财经大学绿色金融国际研究院研究员,长三角绿色价值投资研究院研究员。

2019年以后，扩展云计算技术商业运用的呼声越来越高，云计算数据中心成为数据中心产业发展的趋势之一。

### （二）数据中心发展面临的挑战

根据“双碳”目标，2030年中国将全面实现二氧化碳排放达到峰值。为此，各行业都在积极寻找低碳化发展之路，部分重点排放行业如钢铁、有色金属等，有望在2025年率先实现碳达峰。而数据中心产业在还未全面实现绿色低碳的情况下依然有巨大的增长预期，为碳达峰目标带来了更大的压力。2021年国际环保组织绿色和平与工业和信息化部第五研究所化学检测中心、广州赛宝计量检测中心发布的《中国数字基建的脱碳之路：数据中心与5G碳潜力与挑战（2020-2035）》报告预测，到2035年，中国数据中心和5G相关产业总用电量约是2020年的2.5~3倍，将达6951亿~7820亿千瓦时，将占中国全社会用电量5%~7%；此外，2035年中国数据中心和5G相关产业碳排放总量将达2.3亿~3.1亿吨，约占中国碳排放量的2%~4%，其中，数据中心的碳排放将比2020年增长103%，5G相关产业的碳排放将比2020年增长321%。面对碳排放快速增长的预期，数据中心提升能效、降低碳排放并全面向可再生能源转型的进程刻不容缓。

### （三）数据中心的四大特征

作为新型基础设施建设的一部分，数据中心与一般的基础设施相比具有诸多不同之处。数据中心起源于通信行业，后逐步扩展到金融、互联网和政府机构等领域，在不同的行业呈现出不同的特点。与交通、能源、水利、公共建筑等行业相比，其具有更多的商业属性，是我国对基础设施建设内涵的一次拓展。把握数据中心的特征有利于更好地把握产业发展的方向。本文围绕数据中心的产业发展脉络，将其特征总结为以下四方面。

一是高能耗。数据中心的电力消耗主要来源于通信和IT设备、制冷系统、供配电设备、照明和其他设备等。2020年数据中心用电量约占全社会总用电量的2.7%，随着数据中心的扩张，这一比重将继续上升。目前，衡量数据中心用电效率的主要指标

为电能利用效率PUE（数据中心总用电消耗/IT设备能源消耗），其理想水平为1.6~2.0，部分数据中心PUE高达2.0~2.5。数据中心的高能耗促进人们朝着可再生能源供给的方向发展。

二是集约化。随着数字化的发展，越来越多的行业都参与到了数据应用的浪潮之中。互联网行业、通信业、金融机构等都在积极建立自己的数据中心。数据中心的产业集聚能有效降低能耗成本，同时，数据中心也在向着大型和超大型规模发展。

三是绿色化。数据中心对电力需求巨大。绿色低碳是数据中心建设初期必须考虑的因素之一。绿色数据中心在各个环节提高用电效率的同时，争取100%利用可再生能源。此外，为了降低能耗，减少成本，部分大型和超大型数据中心地址选择将从东部转向气候和土地条件更为合适的中西部。

四是以租赁为主要经营方式。数据中心的租赁形式主要分为批发型和零售型。批发业务主要面向体量较大的客户，一般以模块为最小出租单位，提供场地和制冷供电设备，租期一般在5~15年。零售型又称主机托管业务，服务灵活且比较全面，租期时间短、单价利润高。目前来看，国内许多数据中心的零售业务占比较高。

## 二、数据中心产业低碳发展现状

极高的能耗是数据中心产业低碳发展的主因。在严峻的全球气候危机背景下，要大规模建设数据中心，发展的理念和方向必须与绿色低碳紧密结合。以下将围绕低碳目标，从国际和国内视角简述数据中心产业的发展现状，并指出其发展的不足之处。

### （一）全球绿色低碳数据中心建设发展迅速

从全球范围看，2019年全球数据中心产业规模约566亿美元，主要国家都承诺最晚于21世纪中叶完成碳中和目标。美国、欧盟等主要经济体都出台了数据中心低碳发展的相关政策，通过设定数据中心能源标准，细化和规范数据中心的相关指标，在保证用度的基础上减少数据中心的数量和能耗。

在能耗方面，2015—2020年全球数据中心耗电

量在 200Twh 上下，约占全球用电量的 1%，近年来能耗趋于稳定，且能源需求有一定的下降趋势。但在未来数据体量将大幅增长的预期下，数据中心产业的用电量或许只增不减。

在可再生能源利用方面，国际性的互联网企业都在积极推动全运营体系实现 100% 可再生能源使用。Google、Facebook 和 Apple 都实现了其数据中心 100% 使用可再生能源的目标，数据中心企业 Equinix 将可再生能源使用比重从 2015 年的 34% 提升到 2019 年的 92%。

## （二）国内绿色数据中心建设积极推进

2013 年 1 月 15 日，工业和信息化部、国家发改委等五部门联合发布了《关于数据中心建设布局的指导意见》，提出要分层建立超大型数据中心、大型数据中心、中小型数据中心和企业数据中心。2015 年后，数据中心作为数字经济发展的基础被纳入新型基础设施建设。随着监管引导和行业自律，数据中心运维逐渐采用可再生能源，数据中心也越来越呈现出集约化的趋势。

从我国数据中心发展的规模来看，截至 2019 年年底，我国在用数据中心机架总规模达到 315 万架，大型以上数据中心占比超 70%，并且保持持续增长态势；根据赛迪顾问公布的数据，我国各类规模的数据中心大约 7.4 万个，占全球数据中心总量的 23%；我国互联网数据中心（以下简称 IDC）行业收入规模约 878 亿元。根据国际数据公司发布的报告《Data Age 2025》，预测到 2025 年中国的数据总量将占全球数据总量的 27.8%。从数据中心的能源利用率看，截至 2019 年年底，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，并且将持续下降。

从节能减碳技术创新来看，数据中心产业在运维模式、管理系统、冷却系统、供配电系统等方面推出新型节能减碳技术，例如，电解水制氢储能技术、液冷技术、冰蓄冷技术等。在电力供给端，技术创新将降低发电企业的碳排放水平，例如，碳捕集与封存技术将使燃煤发电成为一种相对低碳的供电来源。国内多家数据中心在积极探索自身的减碳之路，产生了多样且高效的节能技术。

## （三）数据中心产业绿色发展存在的不足

### 1. 先进技术推广不足

数据中心产业绿色化迫在眉睫，尽管领域内出现了许多成熟的新型技术，但仍尚未大规模应用，其原因，一方面是改变模式需要资金和时间，导致已拥有数据中心的企业踌躇不前；另一方面，先进技术来源于发达的一线城市，无法辐射到全国其他地区的数据中心，技术交流不畅，阻碍了大规模普及。但鉴于近两年绿色低碳已经成为数据中心发展的关键指标，预计未来绿色数据中心的比例会持续上升。

### 2. 可再生能源利用前景不容乐观

尽管在碳达峰背景下，可再生能源是每个数据中心必须要考虑的用电来源之一，但根据业内共识，随着数字经济的持续发展，未来数据的维度和体量或许都将实现爆发式增长，可再生能源电力供给是否能满足数据中心持续走高的能耗需求是企业是否愿意实现 100% 可再生能源利用的主要影响因素之一。可再生能源电力市场的相关问题也将制约着数据中心行业对其的利用意愿。

### 3. 数据中心能效水平不高

根据中国电子学会《中国绿色数字中心发展报告（2020）》，我国数据中心的总体能效水平还有较大的上升空间，在充分利用机柜的前提下，大型和超大型数据中心的平均电能利用效率 PUE 较低，中小型数据中心平均 PUE 较高。全国存在较多的未被充分利用的数据中心，平均 PUE 在 2.67 左右，同时，许多建立在 2014 年前后、使用年限超过 5 年的数据中心普遍存在技术落后、设备陈旧和机柜利用率低的问题。

## 三、我国数据中心产业低碳发展路径

当前，我国数据中心建设存在布局建设不合理、算力能效不高、可再生能源利用率不足等问题，节能低碳技术虽有发展但推广不足。目前，我国已将数据中心高质量发展上升至国家战略，统筹规划引导数据中心建设，助力产业弥补短板。本文依据国家战略规划，从布局优化、技术推广和能源利用三个方面提出我国数据中心产业低碳发展的路径。

### （一）优化数据中心布局，缓解东部地区减碳压力

从整体上看，东部发达地区的数据中心数量最多，具有先进的技术和成熟的运维。中西部地区在自然环境、自然资源和租金方面都具有优势，在发展中获得了青睐。例如，贵州拥有华为旗下最大的数据中心，宁夏中卫市在 2014 年就落成了西部云基地数据中心。东北部地区由于市场需求较低，分布较少。选址已经成为数据中心绿色发展的重中之重，将一些大型数据中心布局在气候适宜、能源富集和资源丰富的地区能有效地降低建造和运营的能耗。全国数据中心布局宜继续优化，特此向条件适宜的地区转移，承接东部地区持续增长的数据加工、离线分析和存储需求。我国已经成功实施了如“西气东输”“西电东送”等运用西部丰富的资源来满足东部庞大需求的重大工程，这为优化数据中心布局提供了很好的思路。

### （二）推广数据中心先进技术，提效降耗

从数据中心本身的建设来看，位于核心地位的 IT 设备应从提高能效出发，间接地降低能耗；此外，还应重点推广制冷和供配电的新型节能技术，包括液冷技术、自然资源冷却技术等。这些技术目前拥有成熟的实践经验，适合进一步向全产业推广。模块化数据中心能解耦基础设施与机房环境的关系，提高整体运营效率，具有灵活性、标准化、易扩展性和节能性，这种部署模式能在短时间内同时满足数据中心增加规模和降低资源消耗的要求。加快数据中心下游的云计算产业的发展，将一部分对实体主机服务器需求转入云端，减少不必要的数据中心建设。

### （三）提高可再生能源利用率

目前，国内数据中心并未重视可再生能源的利用。数据中心使用可再生能源有多种方法，例如，选址于风能、太阳能资源丰富的地区，就近消耗当地的可再生能源。而对于那些需要在一线城市提供数据服务的中小型数据中心，政府可出台激励措施鼓励企业参与可再生能源电力市场，例如，通过可再生能源信用额度、可再生能源信用证和绿色电力证书等方式参与可再生能源市场。数据中心企业可

以不直接使用可再生能源，而是购买可再生能源或相关的信用额度，在无法保证使用可再生能源供电时，将其出售给电网，增加电网利用可再生能源的比例。继续加强碳交易市场建设，扩大碳市场的覆盖范围，放宽市场准入规则，创新设计碳金融产品，鼓励数据中心企业参与到碳交易当中去。

## 四、我国数据中心行业低碳发展案例：东数西算工程

### （一）东数西算工程简介

“东数西算”是继“东电西送”“南水北调”“西气东输”工程后的又一项国家工程，主要目的是通过合理布局数据中心来统筹协调全国的数字化发展，同时实现资源有效配置和行业转型升级。工程的核心在于数据和算力，数据是数字经济时代的关键生产要素，而算力则是赋予数据价值化的能力。长久以来，京津冀、长三角、粤港澳地区数字科技和经济发展最快，数据丰富庞大，数据中心集中，但受制于土地资源和能源压力，总体呈现出供不应求的市场现象。而西部地区能源富集、土地辽阔、气候适宜，且拥有一定的数据中心发展基础，非常适合发展数据中心，提供数据的加工、分析和存储服务。目前，我国设立了八个国家算力枢纽节点，分别是京津冀、长三角、粤港澳、成渝、川渝、内蒙古、甘肃和宁夏地区，每个枢纽节点设立一到两个数据中心集群，总计十个。数据中心建设依据绿色、低碳、集约和高效的原则，将可再生能源作为数据中心的主要供应来源，积极打造绿色数据中心。

### （二）在西部建设数据中心的意义

#### 1. 缓解东部地区资源紧张

数据中心的建设离不开土地资源和电力供应。随着数字化渗透进各个行业，除了互联网和信息科技企业拥有专门的数据中心之外，其他行业有实力的企业也都在加快打造自己的数据部门，数据中心建设将越来越成为雄厚企业的重要竞争资产之一。东部发达地区的数据中心呈现产业集聚的状态，给日趋紧张的城市建设用地增加了更大的压力。此外，由于数据中心由各种计算机硬件组成，除了自身的

日常运维、消耗外，冷却所需的电力需求也相当巨大。目前的冷却技术以风冷为主，成本低、效率高，缺点是噪音大、能耗高，随着数据中心行业竞争加剧，电力消耗越来越大，给本就缺少能源的东部地区增加了更多的压力。尽管目前以液冷为代表的新型节能冷却技术正在普及，但也无法及时有效地缓解东部地区的电力压力；此外在东部发达地区建设数据中心的企业，还面临着成本增加的问题。

## 2. 改善西部地区的能源结构

在西部建设云计算和大数据计算中心能有效分担东部地区的资源压力。从土地资源来看，西部地区相较于东部地区拥有更少的人口和更多的土地，非常适合建设大规模的数据中心集群；从气候来看，西部位于内陆，属温带大陆性气候，全年平均气温低于东部沿海地区，能有效降低冷却成本；从能源来看，西部地区有丰富的煤炭、石油和天然气等化石能源和风能、太阳能等可再生能源，电力来源丰富且廉价，数据中心总成本的60%来源于电力消耗，因此布局西部将大大减少成本。此外，依据绿色、低碳的原则，国家发改委等部门要求数据中心的电力供给来源需以绿色能源为主，这一导向将促进西部地区的能源结构，是对绿色能源的支持政策。在西部建设数据中心，企业能够降低生产维护的成本，当地能改善能源使用结构，实现双赢。

## 3. 促进西部地区经济发展

在西部建立数据中心，一方面，能带动数字技术和人才向西部地区转移；另一方面，数据中心能促进当地的行业数字化转型，通过数字基础设施建设赋能当地经济高质量发展。数据中心的建设涉及土木、电子信息、软件、空调等行业，因此在建设过程中能有效带动上下游行业共同发展。此外，在西部建立数据中心能为当地企业提供服务器租赁服务，企业能节省自己组建数据中心付出的巨大资金投入和日常维护的人工和电力成本，使企业能将更多的生产要素投入到自身的核心业务之中。

## 4. 助推全国实现“双碳”目标

首先，将一部分基础的数据加工、离线分析和存储工作从东部地区迁移至西部能缓解东部地区的用电紧张问题，减少能源消耗；其次，西部的能源能够就地消化，减少长距离运输的损耗，提高了能

源的利用率。国家提出要打造绿色的数据中心，使可再生能源成为数据中心的主要电力来源，这无疑将进一步改善西部地区的能源结构，提升可再生能源比重，从而降低碳排放。将东部地区拥挤的数据中心迁移至西部，对整个国家来说都是一件能够助力实现“双碳”目标的优秀工程。

## 五、结论与启示

数据中心产业是数字经济时代的重大基础性产业，决定了数据能否成为促进经济高质量发展的关键生产要素。在应对全球气候危机的大背景下，绿色数据中心建设的实践不仅能为其他产业转型升级提供宝贵经验，还将揭示出数字化是否是人类迈向可持续发展未来的正确方向。“东数西算”工程发挥了我国的制度优势，体现了我国一贯的高水平统筹协调能力。在全国范围内的数据中心合理布局之后，应当加快节能低碳技术从东部到西部的使用，加强西部地区的产业实力，为可能到来的数据产业井喷式发展做好充分的准备。

### 参考文献：

- [1] 庄贵阳. 我国实现“双碳”目标面临的挑战及对策[J]. 人民论坛, 2021(18): 50-53
- [2] 中商行业研究院. “十四五”中国数据中心行业市场前景及投资研究报告[EB/OL]. 2022-2-10
- [3] 艾瑞咨询研究. 2020年中国数据中心行业研究报告[EB/OL]. 2020-12-29
- [4] 前瞻产业研究院. 中国数据中心行业市场需求与投资战略规划分析报告[EB/OL]. 2022
- [5] 中国信通院. 数据中心行业图谱研究报告[EB/OL]. 2022-1-25
- [6] 中国信息通信研究院, 开放数据中心委员会. 数据中心白皮书(2020年)[EB/OL]. 2020-12-30
- [7] 蒋洪强、李勃、张伟. 推动数据中心绿色低碳发展. 中国环境[N], 2022.2.10
- [8] IBM. 绿色数据中心白皮书(2019)[EB/OL]. 2020-12-18
- [9] 中国信息通信研究院云大所. 低碳数据中心发展白皮书(2021年)[EB/OL]. 2022-2-22
- [10] 中国电子学会. 中国数据中心可再生能源应用报告(2020)[EB/OL]. 2020-12-30

(责任编辑:辛本胜)