

大数据与决策研究

2022 年第 38 期（总第 148 期）

广西壮族自治区信息中心
广西壮族自治区大数据研究院

2022 年 10 月 18 日

广西数字新基建的脱碳之路

——数据中心与 5G 减碳机遇及挑战

在碳达峰、碳中和背景下，对我区数字新基建进行节能脱碳已成为推动广西完成“十四五”期间节能减排目标的重点工程之一¹。

一、数字基建碳中和政策下的机遇与挑战

（一）世界各国 ICT 碳中和政策

作为最早探索数字基建节能减排的国家，美国于 2010

¹ 广西壮族自治区人民政府《广西“十四五”节能减排综合实施方案》

年发布《FDCCI 联邦数据中心整合计划》，列出数据中心整合和提高效率的工作计划，制定数据中心总占地面积减少 40%、功率利用效率提升 20%、总 IT 能耗降低 60%、数据中心物理服务器数量减少 80% 等四个具体工作计划²。德国在 2016 年启动了“STEP up!”（用电能效提升）项目，作为《国家能效行动计划》的一个试点项目，该项目为旨在减少电力消耗的投资措施提供资金，这些特定的投资措施包括在数据中心推行节能措施等³。日本于 2021 年出台《2050 绿色碳中和增长战略》，提出要在电力、交通、工业、建筑等行业通过建设数字基础设施推动 2050 年碳中和目标的实现，其中以数字化推广来推动绿色数据中心国内选址，支持半导体、数据中心、信息通信基础设施的节能、高效、用能绿色化，在 2030 年之前，将新建数据中心的能耗降低 30% 以上⁴。

（二）数字技术助力传统行业减碳

数字技术不仅带动数字化产业高质量发展，同时可赋能传统排碳行业提质减碳。据全球电子可持续性倡议组织预测，到 2030 年全球 ICT 行业碳排放占全球碳排放的 1.97%。而 ICT 技术通过使能电力、能源、交通、工业、农业等其他行业，将帮助减少全球总碳排放的 20%。到 2030 年数字技术预计可帮助全球每年减少碳排放约 120 亿吨，届时数字技术实现的减碳量将是信息通信行业全生命周期（包括生产、

² 国家信息中心《“碳达峰、碳中和”背景下数据中心绿色高质量发展研究报告》

³ 中德能源与能效合作《碳中和背景下德国能效政策研究报告》

⁴ 日本经济产业省《2050 绿色碳中和增长战略》

运行和终端处理环节)碳排放的5—10倍⁵。据中国建筑设计研究院智能工程中心测算,从数据中心总耗电量中,可大约提取回收11.2%电力消耗产生的余热。而以我国2020年数据中心耗电量2000亿千瓦时估算,如果这些余热被完全利用将减少约2230万吨二氧化碳排放⁶。**5G赋能各行各业减碳节能。**全球移动网络运营商协会预测,到2025年5G将助力实现年均碳排放量减少3.308亿吨,相当于每年减少7190万辆乘用车,或每年减少163.9万平方千米美国森林的碳封存量⁷。**在建筑领域,**在建筑能源管理系统、空调控制系统和智能仪表中,通过5G连接温度和运动传感装置,对温度、空气质量和使用建筑物不同空间的人数进行实时检测,自动调整用电进而节约能源。**在能源领域,**将云计算、5G、物联网等技术应用到智能控制器、各类传感器与计量仪表,依托“互联网理念+互联网技术”搭建以互联网技术为基础,以电能为主体载体的绿色低碳、安全高效的现代能源生态系统——能源互联网,助力实现碳中和⁸。**在交通领域,**交通调度管理平台、5G、数字化监管设备等数字技术正在逐渐汇成一张数字交通网络,使用基于5G的导航应用程序可促进交通拥堵管理和公共交通出行、共享出行等,从提升清洁动力效率、优化交通运输模式和路线、自动驾驶等方面有效提升交通运行和管理效率,降低碳排放⁹。

⁵ 工业和信息化部电子第五研究所计量检测中心《中国数字基建的脱碳之路-数据中心与5G减碳潜力与挑战》

⁶ 国家信息中心《“碳达峰、碳中和”背景下数据中心绿色高质量发展研究报告》

⁷ 通信世界网《美国研究认为5G是助力碳减排目标实现的关键技术》

⁸ 前瞻碳中和战略研究院《碳中和背景下低碳科技关键技术发展与机遇》

⁹ 百度智能云《数智碳中和——以数智技术助力关键相关方实现碳达峰碳中和》

（三）数字新基建能耗和碳排放面临的挑战

1. 全球数字基础设施碳排放面临的挑战

数据中心耗电量不断上升，基站成为 5G 网络的“排碳大户”。相关数据显示，全球数据中心的耗电量占社会耗电总量预计从 2020 年的 2% 增长到 2025 年 4% 左右，这一增长速度在日益收缩碳排规模的传统行业中显得尤为突出¹⁰。对通信运营商来说，一般情况下无线网络、数据中心和基础通信网络能耗比约为 7:2:1，其中 5G 网络能耗主要是基站能耗。2018 年，德国在电信领域的总能耗同比增长了 3%，德国运营商沃达丰表示，移动网络约有 85% 的能耗来自基站，而其余部分则来自网络运营商的数据中心¹¹。

2. 我国数字基础设施的碳排放面临的挑战

据统计，2012—2017 年，我国 ICT 行业碳排放量增速为 61%，该增速高于其他细分行业位居第一¹²。数据中心 PUE¹³ 值依旧偏高。由于 ICT 设备的功耗随着性能的提高而上升，发热量上涨引发数据中心制冷所需耗电量增加、早期管理相对宽松等因素，2021 年我国数据中心平均 PUE 为 1.49，其中有相当数量的数据中心 PUE 超过 1.8 甚至 2.0¹⁴。5G 网络亟待降低基站能耗。2021 年我国 5G 网络整体能耗约 250 亿度，碳排放超过 1500 万吨。预计当 5G 基站达到 500 万座规

¹⁰ 国家信息中心《“碳达峰、碳中和”背景下数据中心绿色高质量发展研究报告》

¹¹ 新浪财经《5G 基站很耗电？德国运营商竟然这样说...》

¹² 中国信通院《数字碳中和白皮书》

¹³ 即电源使用效率，指数据中心消耗的所有能源与 IT 负载消耗的能源的比值。

¹⁴ 国家信息中心《“碳达峰、碳中和”背景下数据中心绿色高质量发展研究报告》

模时，每年 5G 网络整体能耗约 900 亿度，碳排放超过 4500 万吨，因此降低能耗对 5G 网络建设意义重大¹⁵。

3. 广西数字基础设施的碳排放面临的挑战

我区数据中心 PUE 值偏高，节能新技术的应用程度有待提高。在我国认定的三批共计 153 家绿色数据中心中，我区仅有柳州市城市管理信息中心、广西林业数据中心、广西北部湾银行五象总部大厦数据中心等 3 家数据中心入选国家级绿色中心名单¹⁶。此外，截至 2021 年底，我区 PUE 值在 1.8 以下的大型、超大型算力中心数量仅有 11 个，数据中心的绿色低碳化成为我区通过数字基建实现减碳节能面临的重要挑战¹⁷。

二、广西数字基建碳排放分析与预测

（一）重点数字产业发展分析与预测

5G 产业发展增速位居西部第一，在钦州市、南宁市产业聚集态势明显。从市场主体发展情况来看，2019—2021 年末，广西 5G 相关存续企业数量达到 5222 家，其中增速（104.23%）在西部地区省市排在第一。从产业聚集情况来看，注册登记地在钦州市、南宁市的 5G 相关企业占我区总相关企业数量的 80.79%，南宁市、钦州市在 5G 企业发展上领跑全区。有关研究预测，到 2025 年广西 5G 产业发展将直接带动经济增长 1000 亿元，间接拉动经济产出达 2500 亿元¹⁸。大数据、云计算等重点产业保持高速增长。2019—2021

¹⁵ 通信世界网《中国联通：创新驱动绿色节能，打造低碳 5G 网络》

¹⁶ 国家工业和信息化部网站公开资料

¹⁷ 广西各设区市上报材料

¹⁸ 广西壮族自治区信息中心《广西 5G 产业发展白皮书（2022 年）》

年，数字广西建设标杆引领行动共认定大数据重点项目 499 项、大数据产业园 11 个，大数据创新创业中心 11 个，大数据人才培育基地 11 个，大数据研发中心 10 个，大数据中心 11 个，大数据专业服务机构 10 个¹⁹。2022 年上半年，我区电信业务中的数据中心、大数据、云计算、物联网等新兴行业完成业务收入 16 亿元，同比增长 35.7%²⁰。

（二）数字基建碳排放分析与预测

数字基建碳排放规模随着数字广西建设的加快而不断提高。2020 年广西电网温室气体平均排放因子²¹为 0.55kgCO₂/kWh，接近全国平均水平的 0.56kgCO₂/kWh 排在全国 31 个省份的第 15 位，表示我区数字基建每单位耗电所产生的二氧化碳排放量略低于全国平均水平。5G 基站碳排放方面，我区 2020 年累计建成的 2.1 万座 5G 基站整年所需能耗近 12.35 万千瓦时，5G 基站能耗排在全国 31 个省市中的第 16 位，碳排放量约 68 万吨 CO₂²²。2022 年上半年，我区累计建成 5G 基站 50678 座²³，假设电网温室气体平均排放因子、5G 基站配置、5G 基站平均能耗等因素不变，推算得出 2022 年上半年我区 5G 基站碳排放量为 81.93 万吨 CO₂。此外，预计我区在 2021 年底建成 5G 基站 4.3 万座的基础上，完成 2022 年新建 5G 基站 1.5 万个目标²⁴，则根据估算 2022

¹⁹ 广西壮族自治区信息中心《广西数字经济发展白皮书（2022 年）》

²⁰ 广西壮族自治区通信管理局《2022 年上半年广西信息通信业加速高质量发展》

²¹ 表示当使用一度电时所产生的温室气体排放。

²² 工业和信息化部电子第五研究所计量检测中心《中国数字基建的脱碳之路-数据中心与 5G 减碳潜力与挑战》

²³ 广西壮族自治区信息中心《2022 年上半年数字广西建设势头良好》

²⁴ 广西壮族自治区大数据发展局《广西壮族自治区大数据发展局 2022 年年度工作计划》

年全区 5G 基站碳排放量在 187.35 万吨 CO₂。数据中心碳排放方面，2020 年，我区数据中心机架数约 6.1 万架，所需能耗约 15.33 万千瓦时，数据中心碳排放量约 84 万吨 CO₂。假设在电网温室气体平均排放因子、西部地区省份数据中心平均 IT 负荷使用率、西部地区省份数据中心平均 PUE 不变的情况下，当广西全区数据中心标准机架（功率 2.5kW）数量达到 29 万个的情况下²⁵，我区预计数据中心碳排放量达 200.43 万吨 CO₂。

三、5G 和数据中心的“零碳”探索

（一）5G 网络的“零碳”探索

一是加强基站可再生能源供给。5G 基站+分布式光伏+储能成为应用分布式光伏的新方式，光伏对基站能耗进行补充，在有市电情况下，光伏与市电互补为基站供电并给蓄电池充电，当光、电都无法满足时，由蓄电池向负载供电。中国移动采用太阳能光伏电源+一体化能源柜供电系统，打造了山东省东营市首个绿色节能基站，通过安装太阳能供电系统为 5G 设备供电的同时，也可为一体化能源柜蓄电池充电，太阳能 5G 基站较传统 5G 基站可降低约 30% 的能耗²⁶。二是推进基站节能技术研发应用。促进基站主设备节能技术应用，采用高集成、小体积的有源天线单元，优化设备装配方式，降低芯片能耗。促进基站供电节能技术应用，推广室外

²⁵ 广西壮族自治区大数据发展局《自治区大数据发展局 2021 年年度工作实施进展情况》

²⁶ 环球网《中国移动 5G 助力实现“双碳”目标》

型小型化电源系统。探索“网络优化+能耗管理”模式，在保证网络质量的前提下，应用智能协同深度休眠、智能符号关断等技术实现网络质量能耗双优化。天津移动采用数字化节能新技术，基于 AI 引擎、季节性自回归差分滑动平均算法、长短期记忆网络算法、前馈神经网络模型等 AI 算法进行调整适配，实现了天津多个小区 5G 基站通道关断功能的 24 小时自动调度，将每小区通道关断生效时长从 0.68 小时上升到 5.16 小时，预计全年节能 74 万度电，减少碳排放 616 吨²⁷。

（二）数据中心的“零碳”探索

一是提高数据中心效率。坚持数据中心建设选址时充分考虑在能源资源相对丰富、气候条件适宜、自然灾害较少地区，提高能源利用效率。同时鼓励使用液冷、高压直流、虚拟化、云计算等技术方案。移动公司有效利用西北温差等特点，采用大容量 10kV 冷水机组、开式逆流冷却塔、板式换热器等组成冷源系统，冬季与过渡季节利用自然冷源为机房供冷，冬季利用机房余热为办公区域供暖，大大提高了能效，实现园区数据中心 PUE、IT 负荷率均优于行业平均水平²⁸。

二是加强可再生能源的供给和使用。在数据中心能源供给端依托新能源发电技术、氢能技术与储能技术实现化石能源的替代，提升清洁能源比例，实现清洁能源“电中和”。加强可再生能源电力系统与数据中心布局协同，探索打造“分布式可再生能源+数据中心”试点示范项目。鼓励数据中心通

²⁷ 中国电子报《站点极简能耗极低，5G 绿色发展有了“新标尺”》

²⁸ 新华网《甘肃移动：打造绿色低碳新基建》

过可再生能源专线供电、开展可再生能源电力交易或可再生能源绿色电力证书交易等方式提高可再生能源利用比例²⁹。

三是**创新研发绿色减碳技术**。大力开展电解水制氢、冰蓄冷、可再生能源电池等储能技术研发应用，加快数据中心绿色低碳技术研发攻关。推动企业加快液冷、自然冷却、高压直流、余热回收等节能技术应用，降低数据中心设施层能耗³⁰。南京江北新区研创园能源站+绿色云计算中心项目通过高效余热回收和备份机组合理配置等节能增效举措，推动云计算中心零碳用能、服务“东数西算”战略布局。在冬季，利用高效的热泵系统回收机柜热量，用于能源站的区域供热；在夏季，数据中心利用能源站区域供冷后 15℃左右的低温水为机柜进行降温，传统电力制冷设备作为辅助制冷措施，有效降低电耗；在过渡季，利用冷却塔大幅提升自然冷却效率，进一步降低能耗水平³¹。

四、政策建议

（一）加强顶层设计

探索利用数字技术促进碳达峰碳中和的试点示范的顶层设计，明确领域方向、工作任务、遴选要求等内容，出台针对数字基础设施产业的“碳达峰、碳中和”路线图。要求进一步提升新能源和可再生能源应用比例要大幅提升，充分发挥数据中心、5G 的减排潜力。

²⁹ 中国信通院《数字碳中和白皮书》

³⁰ 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）》

³¹ 中国青年网《“能源站+数据中心”耦合技术助力绿色算力可持续发展》

（二）完善数字基建使用绿色能源的考核体系

持续完善数字基建能源统计体系和碳排放统计体系，重点构建和推广数据中心零碳操作系统，并通过数字化工具推进经验的积累和提升。从鼓励数据中心使用可再生能源、可再生能源优先本地消纳的角度出发，对广西各地区的可再生电力总量消纳责任权重预期目标的规定，对建在不同地区的数据中心提出类似的可再生能源电力与非水可再生能源电力消纳责任权重目标。

（三）强化数字赋能碳中和的技术支撑

以技术和模式创新为驱动，推动以智能化、电气化、低碳化为导向的数字基础设施建设，高标准、高质量地开展总体规划和实施，避免高碳增长。建设和完善创新基础设施，促进数智技术的应用。通过技术共享、产学研合作、信息共享等平台建设催生更多数智技术的零碳创新应用场景。通过加强市场监管和知识产权保护等，保障数智技术应用的持续发展。

（四）开展数字降碳示范和模式推广

面向重点领域开展一系列试点应用，厘清我区各行业利用数字技术开展碳达峰碳中和的着力点和典型应用场景，探索形成一批可复制、可推广的数字降碳解决方案和创新应用。搭建知识经验交流平台，完善试点经验传播和成果转化机制，充分发挥政府、行业协会、第三方智库等组织的横向整合能力，提高沟通效率，促进成果转化和知识传播，实现

从点到线再到面的牵引转化。完善政策支持，合理推动试点项目与重点工程、顶层规划的衔接，鼓励有条件的地方政府对试点项目给予土地、资金、用电等政策支持，降低示范项目和模式推广阻力。

（五）强化统筹布局

统筹电力网和数据网两张网协同布局，探索通过错峰供电、负载协同等方式降低数据中心用电成本及碳排放量。鼓励有条件的地区综合考虑可再生能源和电网布局选址，就近建设数据中心集群，更多开发和利用风能、光伏和水力发电等可再生能源，实现减少碳排放的同时进一步降低弃风、弃光、弃水电量。

（六）提高算力能效

推广应用数据中心节能降耗技术，包括供配电、制冷和IT设备节能降耗技术。加大在冷却技术上的研发投入和测试实验，高效利用自然冷却资源推进绿色数据中心优化升级。提高IT设备能效，提升算力算效水平。推广提高服务器电源转换效率、风扇节能扶持政策，将数据中心的发展与能源转型、气候云计算、算力平台优化、算力调度等技术研究和应用相结合。

（执笔人：叶圣銜）

广西壮族自治区信息中心
广西壮族自治区大数据研究院

编辑部地址：南宁市体强路 18 号广西信息中心 1412 号房

联系电话：0771-6113592

电子邮箱：dsjyjs@gxi.gov.cn

网址：<http://gxxxzx.gxzf.gov.cn/>



扫描二维码获取
更多决策参考信息