

国家“东数西算”枢纽节点绿色 算力指数研究报告

清华大学全球产业研究院
和林格尔绿色算力发展研究中心

2024年6月

课题组

组长：李东红 王青

成员：王强 韩雪娇 李鸿昌 杨主格

目 录

一、国家“东数西算”枢纽节点绿色算力指数内涵	2
(一) 研究背景和意义.....	2
(二) 指数定义	3
(三) 指数设计原则.....	4
二、国家“东数西算”枢纽节点绿色算力指数评估体系	5
(一) 算力设备高效性指标	6
(二) 算力设施节能性指标	7
(三) 算能协同清洁性指标	9
(四) 算用协同集约性指标	10
三、国家“东数西算”枢纽节点绿色算力指数评估	12
(一) 绿色算力发展总指数	12
(二) 算力设备高效性评估	16
(三) 算力设施节能性评估	20
(四) 算能协同清洁性评估	23
(五) 算用协同集约性评估	27
四、区域绿色算力发展展望	32
(一) 加快计算存储网络融合，稳步提升算效能力.....	32
(二) 推进新兴节能产品应用，多点发力促进能效提升.....	32
(三) 提升绿色用能比例，打造算能协同标杆示范.....	33
(四) 深化算力赋能支撑，打造算用协同标杆示范.....	33

一、国家“东数西算”枢纽节点绿色算力指数内涵

(一) 研究背景和意义

2024年2月，习近平总书记在中央全面深化改革委员会第四次会议上强调，“把绿色发展理念贯穿于经济社会发展全过程各方面”。绿色是高质量发展的底色，新质生产力本身就是绿色生产力。坚持绿色发展之路，是立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局的必然要求。算力作为一种新质生产力，已成为推动数字经济发展的核心力量，但是算力带来高价值驱动力的同时，也不能忽视背后的高能耗问题，因此绿色算力应运而生。

绿色算力致力于推动包括算力设备、算力设施、算能协同、算用协同等全生命周期各环节的绿色化、低碳化，这是在持续高能耗形势下算力高质量发展的必然选择。随着绿色算力发展受重视程度的提高，全国各地对绿色算力发展水平进行量化评估变得日益迫切。在2023年在内蒙古和林格尔新区召开的中国绿色算力大会上首次发布《和林格尔绿色算力指数研究报告》，提出了以指数发起地区命名的全国性绿色算力发展水平评估指数体系。2023年底，五部委联合发布《关于深入实施“东数西算”工程加快构建全国一体化算力网的实施意见》提出，要建设统筹通用算力、智能算力、超级算力协同计算，东中西地区及大中小城市协同布局，算力、数据、算法协同应用，算力

和绿色电力协同建设，算力发展和安全协同保障，构建联网调度、普惠易用、绿色安全的全国一体化算力网。在此背景下，为更好地在绿色发展理念的指导下探索算力高质量发展道路提供实证依据，本次报告在去年的基础上，对绿色算力发展的重点区域——全国一体化算力网络国家枢纽节点片区开展评估，形成国家“东数西算”枢纽节点绿色算力指数。

通过构建国家“东数西算”枢纽节点绿色算力指数，总结和分析绿色算力发展特点及经验，挖掘绿色算力发展先进经验案例，将有助于从三方面推动我国绿色算力发展。一是对于国家层面，有助于引导产业发展方向，通过构建绿色算力发展指数，鼓励并引导产业朝着节能减排、高效利用资源的方向发展，推动算力产业向绿色低碳转型。二是对于地方层面，指数作为评估工具，能够系统性地评估不同区域在绿色算力实践上的成效，有助于各地区之间互相借鉴、取长补短、相互合作，推动地区绿色算力更好发展。三是对于园区和企业层面，指数的推出激励园区和企业探索和采用更先进的节能技术、可再生能源解决方案以及优化的运维管理措施，推动算力技术和服务的创新，加速绿色技术的应用落地。

(二) 指数定义

国家“东数西算”枢纽节点绿色算力指数，是以推动

区域算力绿色化发展为基本出发点，聚焦算力设备、算力设施两大算力生产载体，算能协同、算用协同两类算力协同生态，针对绿色算力发展的高效性、节能性、清洁性、集约性进行量化评价，是衡量算力产业高质量、可持续发展能力的综合统计测度。该指数既是反映区域层面践行双碳战略成效的标志性指数，也是绿色算力支撑数字中国建设成效的结构性指数。

（三）指数设计原则

为全面贯彻落实新时代算力高质量发展要求，助推新质生产力加速形成，提升指数反映区域绿色算力特征、未来趋势的能力，国家“东数西算”枢纽节点绿色发展指数遵循以下原则进行优化完善。

一是引导算力供给侧高质量发展。算力供给侧高质量发展是新质生产力的重要组成部分和核心支撑力量。突出算力设备的高效性与算力设施的节能性，引导算力生产载体主动使用更多绿色节能产品，助力算力供给侧结构优化。

二是引导算力产业协同发展。算能协同是算力产业绿色化发展的关键命题，推进算力与能源侧的协同发展，将有效降低算力碳排。算用协同是算力产业绿色化可持续发展的必由之路，推进算力与需求侧的协同发展，将有效推进算力对千行百业的提质增效节能。

三是引导地方区域重视算力绿色化发展。当前业界已

推出围绕绿色算力的评估研究，着重于评估评价单体数据中心及服务器层面的能效、碳效，缺乏针对区域层面算力绿色化发展的综合性评估。区域层面是算力产业落地赋能的承载体，绿色算力发展指数将站位区域，重点评估东数西算枢纽节点区域层面算力绿色化发展的整体水平。

二、国家“东数西算”枢纽节点绿色算力指数评估体系

根据上述指数设计原则，重点依托绿色算力发展 ECCI 框架搭建国家“东数西算”枢纽节点绿色算力指数评估体系，涉及算力设备高效性、算力设施节能性、算能协同清洁性、算用协同集约性 4 个一级指标，以及 19 个二级指标。针对形成评价体系的一级、二级指标，通过基于专家打分法的层次分析法（AHP）方法，得到评价指标体系中每个一级、二级指标之间的相对权重。如图 1 为国家“东数西算”枢纽节点绿色算力指数评估体系。



图表 1 国家“东数西算”枢纽节点绿色算力指数评估体系

(一) 算力设备高效性指标

算效 CE，即数据中心算力与功率的比值，即“数据中心每瓦功率所产生的算力”，是同时考虑数据中心计算性能与功率的一种效率，单位为 GFlops/W。数值越大，代表单位功率的算力越强，效能越高。该名词来源于工业和信息化部发布的关于印发《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》的通知。

能效 SE，即数据中心存储规模与功率的比值，即“数据中心每瓦功率能支持的存储规模”，是同时考虑数据中心存储性能与功率的一种效率，单位为 **GB/W**。数值越大，代表单位功率的存力越强，效能越高。

先进计算利用情况，指区域当前智能计算、高性能计算布局占比情况。通用计算能力、超级计算能力和智能计算能力共同构成了数据中心计算力的指标。区域内先进计算规模越大、比例越高，代表区域部署智能计算和超级计算的规模比例越高，提供高效智能的算力支撑能力越强，即算力设备绿色化程度越高。

先进存储利用情况，指应用全闪存阵列、SSD 等先进存储部件，采用存算分离、高密等先进存储技术的整体情况。区域内先进存储规模越大、比例越高，代表区域先进存储技术的部署应用越广泛，算力设备绿色化程度越高。先进存储这一名词来源于工业和信息化部等六部门关于印发《算力基础设施高质量发展行动计划》的通知。

(二) 算力设施节能性指标

年均电能利用效率(PUE)，数据中心关键能效考核指标，即能源使用效率，指数据中心总设备能耗与 IT 设备能耗的比值。其中数据中心总设备能耗包括 IT 设备能耗和制冷、配电等系统的能耗，PUE 越低表示能效水平越好，PUE 越接近 1，表明数据中心的电越多地用于数据中心的

算力生产中。按照全国一体化算力网络国家枢纽建设要求，八大算力枢纽区域 PUE 要达到 1.3 以下，十大集群节点 PUE 要达到 1.25 以下。该名词来源于国家发布的强制性标准 GB 40879-2021《数据中心能效限定值及能效等级》。

年平均算力水资源利用率 (WUE)，数据中心总耗水量与数据中心 IT 设备耗电量的比值，单位为 L/kWh，一般用年均 WUE 值。WUE 数值越小，代表数据中心利用水资源的效率越高。该名词来源于工业和信息化部等六部门关于印发《算力基础设施高质量发展行动计划》的通知。

绿色数据中心第三方认证情况，指区域内获得第三方评价机构绿色数据中心认证情况。区域内获得绿色认证的数据中心数量越多、占数据中心项目总量的比重越大，代表该区域更加注重数据中心的能效提升和绿色低碳发展，算力设施绿色化程度越高。

数据中心上架率，即以一年为周期，统计区域内所有数据中心实际使用机架数与总机架数的比值，反映数据中心的利用水平，又称数据中心利用率。该指标的最大值理论上为 100%，表示数据中心所有已建成机架都已投入使用。目前，国家有关部门对数据中心上架率有明确要求。工业和信息化部印发的《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》中指出，到 2021 年底全国数据中心平均上架率力争提升到 55%以上，到 2023 年底力争提升到

60%以上。该指标来源为工业和信息化部信息通信发展司编制出版的《全国数据中心应用发展指引》所建立的全国数据中心建设发展情况评价指标体系。

(三) 算能协同清洁性指标

区域可再生能源发电量比例，即区域电网可再生能源发电量占比，是算能协同清洁性的关键指标。该指标的最大值为 1，表示区域电网电能 100%来自可再生能源。区域电网可再生能源发电量占比越高，可再生能源富集度越高，算能协同绿色化程度越高。

数据中心绿电采购应用比例，即以一年为周期，区域内数据中心绿电采购应用规模占区域内数据中心总用电量的比值，是算能协同清洁性的重要指标之一。绿电采购是数据中心等用电企业直接对接光伏、风电等发电企业，或售电企业、电网企业，购买绿色电能，并获得相应的绿色电力消费认证。

数据中心绿证采购应用比例，即以一年为周期，区域内数据中心绿证采购应用规模占区域内数据中心总用电量的比值，是算能协同清洁性的重要指标之一。绿证是国家对发电企业每兆瓦时非水可再生能源上网电量颁发的具有独特标识代码的电子证书。绿色电力证书市场将电力市场未能体现的绿色电力清洁价值通过价格机制体现，实现绿色电力消纳责任权重市场化流转。

源网荷储一体化数据中心项目用电比例，即以一年为周期，区域内源网荷储一体化数据中心项目用电量占数据中心总用电量的比值，是算能协同清洁性的重要指标之一。

“源网荷储一体化”是一种可实现能源资源最大化利用的运行模式和技术，通过源源互补、源网协调、网荷互动、网储互动和源荷互动等多种交互形式，促进供需两侧精准匹配，提高电力系统综合效率。

数据中心自建自用可再生能源电站发电比例，即以一年为周期，区域内数据中心自建自用可再生能源发电量占数据中心总用电量的比值，是算能协同清洁性的重要指标之一。

数据中心电力使用成本，即区域内数据中心用电价格。数据中心用电价格因地区、数据中心规模、用电量、政府补贴等因素而异。由于各地资源禀赋不同，数据中心用电电力价格也有所差异。未来，通过降低绿电成本、提供更多的政府补贴、完善市场机制等方式可进一步降低用电价格。

(四) 算用协同集约性指标

区域企业上云率，是指该区域内，使用云计算服务的企业数量占该区域总企业数量的比例。该值越高，表明算力对于区域产业赋能作用更加明显，该区域企业在数字化转型、信息化建设以及业务创新方面积极性较高。上云率

是评估一个地区或行业数字化发展水平的重要指标之一，区域较高的上云率可以推动算力的需求和利用率的提高。

区域内应用服务平台建设情况，是指落地在区域的大型应用服务平台建设情况，通常用区域内应用服务平台数量来衡量。大型应用服务平台能够汇聚大量的用户和需求，形成规模化的算力需求，可以激发更为广泛的算力应用和创新，推动区域内算力资源的充分利用和优化配置。

龙头企业应用聚集情况，是指拥有显著的市场份额、技术优势或品牌影响力的企业在区域的集聚程度，通常用区域龙头企业数量来衡量。龙头企业应用集聚度越高，区域算力应用水平的提升带动能力越明显。

区域算力调度发展情况，是指区域内推进算力调度支撑区域内外算力应用的整体情况，是算用协同集约性的核心体现。主要涉及算力调度平台建设情况（数量、等级），以及可调度算力规模（含可支持区域内及跨区域业务的可调度算力）。区域已布局可用调度平台，则区域算用协同绿色化水平越高；已有投用调度平台的区域中，平台级别越高，算用协同绿色化水平越高。

算力赋能政策支持力度，是指区域内出台的算力赋能相关政策数量。该值越大，说明该区域对算力产业和数字经济发展的支持力度越大。算力赋能政策主要通过“算力券”补贴、模型训练成本补贴、电价补贴等方式支持区域

智能算力产业发展。

三、国家“东数西算”枢纽节点绿色算力指数评估

“东数西算”八大国家算力枢纽节点，汇聚了大规模的算力和存储大量数据，集聚算力和数据应用产业，成为我国算力基建与产业发展高地。推进八大枢纽节点区域算力绿色化发展水平评价，不仅可反馈当前我国全域范围绿色算力发展成效，更能引领其他区域逐步推进绿色算力发展。

通过政府统计公报即政府官网权威数据收集、政府部门访谈、数据中心运营商访谈等调研途径，获取各枢纽节点、集群以及下属片区绿色算力发展实际情况，得到每个指标的实际数值，并且对数据进行标准化处理，得到每个指标的赋值情况。最后根据指标的具体赋值情况和相应的权重最终形成各区域绿色算力发展指数。

（一）绿色算力发展总指数

综合来看，国家“东数西算”枢纽节点绿色算力指数均值为 4.73，和林格尔新区（6.72）、中卫工业园西部云基地（6.39）、集宁大数据产业园（5.99）、贵安新区贵安电子信息产业园（5.64）、张北县（5.57）位列 TOP5，绿色算力发展水平较高，显示出较强的算力可持续发展能力。从各一级指标得分均值看，算力设备绿色化指数 3.3，算力设施绿色化指数 6.6，算能协同绿色化指数 3.8，算用协

同绿色化指数 4.8。可以看出，当前东数西算集群片区在提升算力设施节能性与算用协同集约性方面卓有成效，而算力设备高效性与算能协同清洁性方面还有待加大投入。

表 1 各区域绿色算力发展总指数

枢纽	集群	片区	片区总指数
京津冀枢纽	张家口数据中心集群	怀来县	5.47
		张北县	5.57
		宣化区	3.90
长三角枢纽	长三角生态绿色一体化发展示范区数据中心集群	上海青浦区	4.37
		江苏省苏州市吴江区	4.25
		浙江省嘉兴市嘉善县	3.40
	芜湖数据中心集群	芜湖市鸠江区	3.99
		芜湖市弋江区	3.97
		无为市	3.01
粤港澳大湾区枢纽	韶关数据中心集群	韶关高新区	3.65
成渝枢纽	天府数据中心集群	成都市双流区	5.54
		成都市郫都区	5.15
		简阳市	4.38
	重庆数据中心集群	重庆市两江新区水土新城	4.99
		西部（重庆）科学城璧山片区	4.78
		重庆经济技术开发区	3.32
贵州枢纽	贵安数据中心集群	贵安新区贵安电子信息产业园	5.64
内蒙古枢纽	和林格尔集群	和林格尔新区	6.72
		集宁大数据产业园	5.99
甘肃枢纽	庆阳数据中心集群	庆阳西峰数据信息产业聚集区	4.90
宁夏枢纽	中卫数据中心集群	中卫工业园西部云基地	6.39

和林格尔新区：截至 2023 年底，内蒙古枢纽和林格尔集群和林格尔新区在运营数据中心项目 11 个，数据中心机架总计 17.7 万标准机架，上架率 60.9%，年平均电能利用效率为 1.21。和林格尔新区的区域电网可再生能源使用率为 20%，在新增可再生能源中，数据中心绿电采购应用占比高达 41.4%，自建自用可再生能源电站发电量占比 5.6%，数据中心电力使用成本为 0.32 元/kWh。该片区可再生能源资源丰富，积极建设“全国一体化算力网络”和

林格尔数据中心集群绿色能源供给示范项目。此外，蒙西电网电力价格较低，政府对于数据中心用电提供补贴，区域电价优势明显。依托良好配套条件，和林格尔集群已支持落地中国银行、中国农业银行、中国建设银行等多家金融机构灾备中心，同时吸引华为、腾讯、优刻得、阿里、快手等泛互联网应用企业业务部署。

中卫工业园西部云基地：截至 2023 年底，宁夏中卫集群的中卫工业园西部云基地拥有 14 个在运营数据中心项目，总计 8.7 万标准机架，上架率 89.6%，算力规模达 1620PFlops，数据中心年平均电能利用效率为 1.25。该地区拥有优良的基础设施环境、丰富的可再生能源和优惠的产业政策，为产业发展提供了有力支持。中卫市成功吸引亚马逊、中国移动等大型企业入驻，并培育了 200 多家云计算及配套企业，全力打造“西部数谷”。目前，中卫已建成运营亚马逊、美利云、中国移动、中国联通、浩云长盛等大型、超大型数据中心，中国电信、亚马逊二期、爱特云翔、中国联通二期等数据中心正在加快建设。区域内引进培育美团、亚信、新享等 200 多家云计算及配套企业。

集宁大数据产业园：截至 2023 年底，集宁大数据产业园运营 5 个数据中心项目，拥有 3.8 万标准机架，上架率 67.5%，算力规模达 607PFlops，数据中心年平均电能利用效率为 1.21。该产业园享有强大的政策支持，确保能

源、土地和电力供应，享有蒙西电网的低电价优势，为数据中心企业提供有力支持。目前，阿里、苹果、优刻得、快手、中联利信、中科同舟等数据中心已落户集宁大数据产业园。乌兰察布市对落地集宁大数据产业园的面向全国提供算力服务的数据中心企业，支持申报国家、自治区能耗单列指标，优先保障项目建设用地。

贵安新区贵安电子信息产业园：截至 2023 年底，贵安集群贵安新区贵安电子信息产业园在运营数据中心项目 19 个，数据中心机架总计 15.3 万标准机架，上架率 58%，算力规模达 1005PFlops，数据中心年平均电能利用效率为 1.3。目前，贵安新区已经吸引运营商中国电信、中国联通、中国移动，泛互联网头部企业华为、腾讯、苹果、网易，以及美的、富士康、气象局、贵州农信、国家电投等企业进行大规模布局。贵安集群基础设施优势明显。贵州气候条件优越，相较于周边省市气温低 5-6°C，空气质量优良，可为数据中心提供优质自然冷源。贵州电力资源充足，作为“西电东送”电力输出省份，“水火风光”四电并举，清洁能源资源丰富。

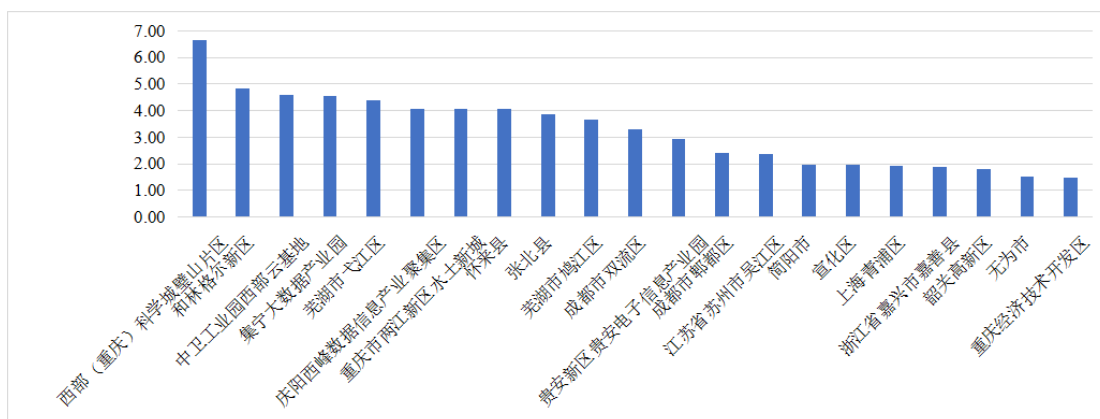
张北县：截至 2023 年底，张家口集群张北县片区在运营数据中心项目 11 个，数据中心机架总计 7.9 万标准机架，上架率 85%，总算力规模达 1360PFlops，数据中心年平均电能利用效率为 1.2。张北县风、光等可再生能源

丰富，为数据中心绿色发展提供可靠保障。算力应用层面，哈啰出行、蚂蚁花呗、小猪视觉（张北）短视频创作基地等项目已入驻数坝科技信息技术服务基地；中国网库、阿里巴巴客户体验中心、汽车之家等客服中心，中商传媒、中金联等公司已入驻大数据信息技术服务基地。此外，张北县积极承接北京市数据中心溢出需求，深度绑定阿里巴巴等头部行业客户。

（二）算力设备高效性评估

综合来看，算力网络国家枢纽节点集群片区算力设备高效性指标平均得分为 4.2 分，极差为 5.2 分，表明各个片区在集群片区在算力、存力方面存在着较大差距。西部（重庆）科学城璧山片区、和林格尔新区、中卫工业园西部云基地位居该指标前三名。西部（重庆）科学城璧山片区在营数据中心规模虽小，但较高的先进计算占比使其在众多片区中脱颖而出。和林格尔新区片区、中卫工业园西部云基地两片区均凭借着较高的存力规模，及先进计算占比也位居前列。无为市、重庆经济技术开发区片区当前在营数据中心规模较小，但未来随着数据中心建设的加速以及先进计算、先进存储技术的采用，两片区在该指标上得分具有较大进步空间。

图 2 算力设备高效性评估结果



西部（重庆）科学城璧山：截至 2023 年底，成渝枢纽重庆集群重庆市西部（重庆）科学城璧山片区在运营数据中心项目 1 个，数据中心机架总计 0.02 万标准机架，总算力规模 50PFlops。该片区着力打造高性能计算集聚区，先进计算占比达 100%，已建设中科曙光先进计算中心，采用浸没液冷系统，打造集通用计算、异构计算、智能计算于一体的先进数据中心，算效高达 106PFlops/MW。在存力方面，西部（重庆）科学城璧山片区总存力规模达 42PB，先进存储规模为 34PB，先进存储占比达 80%。曙光在该片区建成的存算一体数据中心，可支持多场景复杂算力需求，充分满足东数西存、东数西训等应用场景算力需求。

案例 1：特斯联中国超算中心

特斯联中国超算中心项目位于重庆，旨在推动城市智能化发展的重要基础设施。该项目在运营机柜 40 架，算力规模约 50

PFlops，提供端到端的一体化智能解决方案，助力城市在信息储存、运算、分析和决策等关键领域实现高效运作。同时，该项目为中小企业提供 AI 所需的算力、数据、算法模型等核心要素，将持续推动数据流通和价值挖掘，促进数据要素市场的发展，为城市经济发展注入新的动力。

和林格尔新区：在算力方面，截至 2023 年底，内蒙古枢纽和林格尔集群片区在运营数据中心项目 11 个，数据中心机架总计 17.7 万标准机架，总算力规模达 2553PFlops，先进算力规模为 600 PFlops，先进计算占比 37.5%，算效达 9.5PFlops/MW。在存力方面，和林格尔集群片区总存力规模达 33952PB，位居各个片区榜首。其中片区先进存储规模为 5019PB，先进存储占比达 44.3%。该片区网络条件良好，目前新区总出口带宽达 35.9T，与国内 18 个主要城市实现直连，与北京互访时延仅为 10ms 左右，已形成内联全国、外接俄蒙及欧洲的高速宽带网络和国际通信业务通道。

案例 2：东方超算云

东方超算云是一个融合高性能计算、大数据分析和人工智能服务的通用计算平台，已部署 2000 台服务器，理论计算能力超过 2PFLOPS。该平台采用了大规模算力集群+应用型算力中心的东数西算模式，通过一体化调度实现互联、互通、互计、互算，为公共服务、工业和学术领域提供高性能计算、大数据和人

工智能服务，支持材料计算、精准医学、工业设计、环境监测等多项应用。

中卫工业园西部云基地：中卫市当前建成了亚马逊、美利云、中国移动、中国联通等多个大型数据中心，吸引了 200 多家国内外互联网企业落户。截至 2023 年底，宁夏枢纽中卫集群中卫工业园西部云基地片区在运营数据中心项目 14 个，数据中心机架总计 8.7 万标准机架，总算力规模达 1620PFlops，先进算力规模为 566PFlops，先进计算占比 61.2%，算效达 8.3PFlops/MW。在存力方面，中卫工业园西部云基地片区总存力规模达 27174PB，先进存储规模为 2721PB，先进存储占比达 36.1%。整体来看，**中卫工业园西部云基地片区先进算力、存力发展并重**，云计算和大数据呈现出集聚式、规模化良好态势。

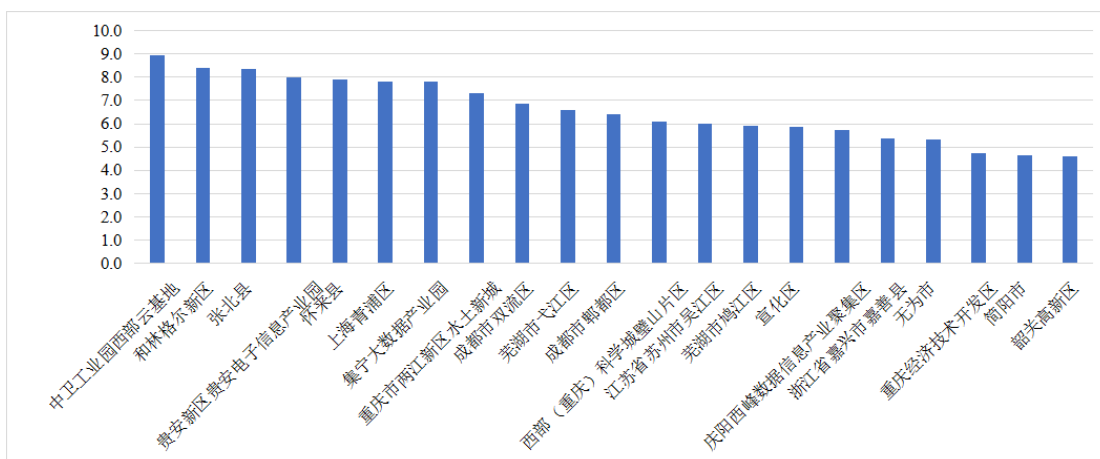
案例 3：浩云长盛宁夏一号云计算基地

浩云长盛宁夏一号云计算基地由浩云长盛与中国移动合作建设，机柜数 800 个。数据中心按照 GB50174A 级标准建设，采用集装箱式建筑方式，具备可复制性和扩容性，可实现服务器、机柜、微模块、基础设施的全方位监控。该数据中心选址在中卫，年均温度仅为 20°C 左右，全年冷机启动时间约为 3 个月左右，大幅降低了数据中心制冷能耗。该数据中心主要入驻客户包括 BAT（百度、阿里巴巴、腾讯）、工业互联网、金融、政府机构以及制造业等。

(三) 算力设施节能性评估

综合来看，算力网络国家枢纽节点集群片区算力设施节能性指标平均得分为 6.6 分，其中，年平均电能利用效率 PUE 单项指标平均得分为 8.6 分，极差为 2.9 分，表明在我国各项政策引导下，各个片区采用自然冷却、新型制冷技术等多种方式降低数据中心 PUE 取得较好的成效。在算力设施节能性得分前三名分别为中卫工业园西部云基地、和林格尔新区、张北县三个片区。**中卫工业园西部云基地片区**风电、光伏环绕，提供了充沛的绿色能源保障，数据中心集群上架率达 89.6%，并有多数数据中心集群获得绿色数据中心第三方认证，多项指标优异使其位列算力设施节能性指标得分首位。**和林格尔新区、张北县**两片区凭借较低的 PUE、WUE 分别位列第二名和第三名。韶关高新区、简阳市两片区在该指标上得分较低主要原因在于，当前数据中心上架率偏低，片区内暂无数据中心获得绿色数据中心第三方认证。

图 3 算力设施节能性评估结果



中卫工业园西部云基地：中卫市配套基础设施环境优良，地质较稳定，年平均气温 8.8℃，风速每秒 3.3 米，节能效果达到 50%以上，适宜全自然风冷数据中心建设。在自然资源禀赋优势下，中卫工业园西部云基地片区 PUE 达 1.25，WUE 为 1.80，片区内共有 6 家数据中心获得第三方绿色数据中心认证，占数据中心总量的 43%。目前，中卫已有多个数据中心围绕自然冷源进行了创新，其中西云数据在运营 AWS 宁夏区域数据中心的进程中，通过采用新风制冷，全年自然风冷时间超过 90%，可直接降低 24% 的电力消耗。通过充分发挥在能源上的优势，优化产业链，中卫数据中心集群持续向高效能、低碳化的方向发展，全力打造“西部数谷”。

案例 4：中国联通宁夏中卫云数据中心

中国联通中卫云数据中心是首批入驻中卫西部云基地的企业，项目总投资 40 亿元，规划占地 200 亩，总建筑面积 10 万

平方米，共 8 栋机房楼，分三期建设，建成后可部署 2 万架机柜，容纳服务器 30 万台。该数据中心综合考虑到宁夏中卫地区年平均气温低、干旱少雨等特点，不断提升制冷效率。一期项目采用了国际先进的自然新风制冷技术，实际运行的年均 PUE 值可控制在 1.1-1.2 之间；二期采用间接蒸发冷却技术，间接蒸发冷技术每年的工作时长可达 11 个月。

和林格尔新区：和林格尔新区气候凉爽，平均气温约为 5.4°C，有利于数据中心自然冷却。截至 2023 年底，内蒙古枢纽和林格尔集群和林格尔新区片区内数据中心上架率为 60.9%。和林格尔新区通过先进的规划设计以及节能技术的应用，围绕 IT 设备、机架布局、制冷散热、供水供电以及清洁能源利用等方面推进绿色节能，截至 2023 年底，使得 PUE 低至 1.21，WUE 为 1.65，在国家八大算力枢纽节点中能源效率走在前列。依托优越的自然禀赋，集群内有 5 家数据中心具有第三方绿色认证，占数据中心总量的 45%。

案例 5：中国移动呼和浩特数据中心

中国移动呼和浩特数据中心作为国家绿色数据中心，占地 1402 亩，总建筑规模 62.1 万平方米，基础设施总投资超 150 亿元，提供 20.4 万标准机架，具备 120 万台服务器装机能力。中国移动呼和浩特数据中心园区内 95%以上设备采用了新型空调末端，实现机柜级就近制冷；冬季，园区利用余热回收技术，降

低冷却水系统能耗。该数据中心还构建了一套数智化能耗管理平台，通过智能化管理进一步提高绿色节能优化水平。园区二、三期机房的 PUE（电源使用效率）值低于 1.3，能源利用效率高。

张北县：张北县立足资源禀赋，扬优成势，探索应用新技术推动数据中心能效提升。截至 2023 年底，张家口集群张北县片区内数据中心上架率高达 85%，其中共有 4 家数据中心具有第三方绿色认证，占数据中心总量的 36%。在气候方面，张北拥有得天独厚的优势，年均气温仅为 2.6℃，最低气温达零下 40 度，通过将室外温度适宜、空气质量良好的新风通过风墙技术输送至机房，直接为 IT 设备降温，可以实现全年 300 余天自然冷却，大大降低了空调系统的电力消耗，使得 PUE 低至 1.22，同时张北数据中心自建园区利用机房产生的余热对园区内和市政供热，实现低碳节能。

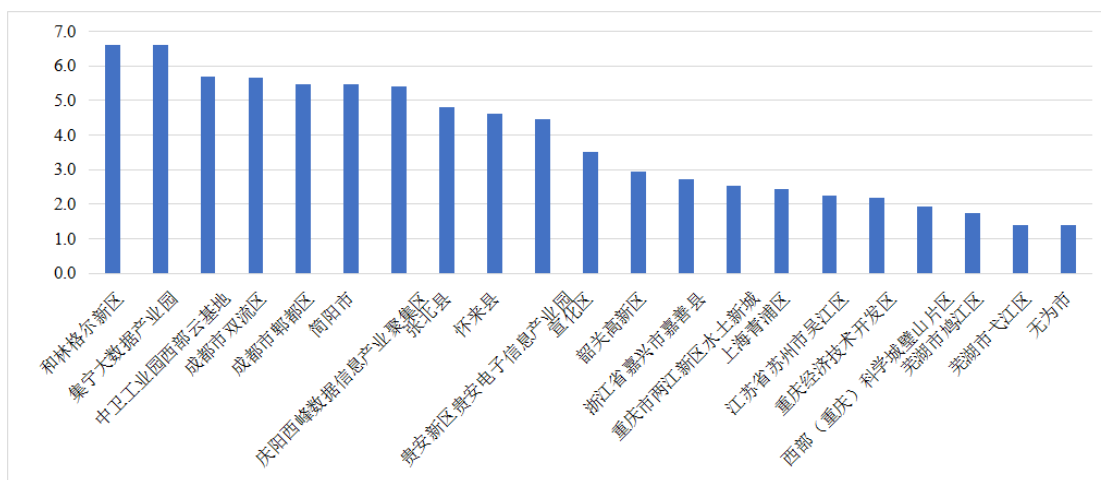
案例 6：数据港—阿里巴巴张北中都草原数据中心

数据港-阿里巴巴张北中都草原数据中心拥有两栋机房，提供 3000 架机柜，支持 37000kW 的 IT 负荷，配电容量达 51000 KVA。该数据中心凭借组合式空调箱(AHU)风墙技术、模块化设计和 AI 调温等创新手段，通过充分利用当地低温环境显著降低制冷能耗约 60%，大大降低了空调系统的电力消耗，年均 PUE 值低于 1.2，最低可达 1.09，实现高效能耗比。

(四) 算能协同清洁性评估

综合来看，算力网络国家枢纽节点集群片区算能协同绿色化指数平均得分为 3.8 分，极差为 5.2 分，表明当前各片区在算能协同方面推进差异较大。具体到各片区情况，和林格尔新区、集宁大数据产业园、中卫工业园西部云基地在片区数据中心用电使用可再生能源占比、片区数据中心电力使用成本上表现优秀，片区电网可再生能源装机率处于全国中上水平，算能协同绿色化指标位居前三。以成都市双流区、成都市郫都区、简阳市为代表的天府数据中心集群在区域电网可再生能源装机率指标上全国领先，但在片区数据中心可再生能源使用率和片区数据中心电力使用成本方面表现较弱。安徽省无为市、芜湖市弋江区和鸠江区、西部（重庆）科学城璧山片区、重庆经济技术开发区等东部片区的区域电网可再生能源使用率、片区数据中心可再生能源使用率、片区数据中心电力使用成本目前均处于较低水平，使得整体算能协同绿色化指数评分较低。

图 4 算能协同清洁性评估结果



和林格尔新区：该片区风能、太阳能资源丰富，配套多元化储能和综合能源供应系统等。截至 2023 年底，区域电网可再生能源使用率为 20%，数据中心用电使用可再生能源占比在各片区中首屈一指，数据中心绿电采购应用量与数据中心自建自用可再生能源电站发电量占总用电量高达 47%。与此同时，该片区接入的蒙西电网为自治区所属电网，通过电力多边交易以及政策补贴可大幅降低绿电使用成本。当前，该片区用电价格低至 0.32 元/千瓦时，全国最低。除此之外，为打造国家“东数西算”绿色算力样板，该片区谋划推进了一批绿色能源供电项目，包括规划建设工业园区可再生能源替代行动示范项目（低碳、零碳）、火电灵活性改造促进可再生能源消纳试点、源网荷储等一批可再生能源重点项目，持续夯实智能算力中心建设能源安全保障。

案例 7：中国移动（呼和浩特）数据中心

中国移动呼和浩特数据中心园区占地 1402 亩，总建筑规模 62.1 万平方米，基础设施总投资超 150 亿元，提供 20.4 万标准机架，具备 120 万台服务器装机能力。该数据中心结合政策指引、精准控制及电力市场动态调整，自 2019 年至 2022 年，将绿电使用比例从 41%提升至 58%，累计使用绿电 5.27 亿度，成为国家“东数西算”战略下绿色算力发展的典范。

集宁大数据产业园：该片区是风力发电和太阳能发电

的重要区域，绿色电力资源丰富。截至 2023 年底，该片区的区域电网可再生能源使用率为 20%，数据中心用电使用可再生能源占总用电量比例达 47%，其中数据中心绿电采购应用量占比 37.9%，数据中心绿证采购应用量占比 2.0%，数据中心自建自用可再生能源电站发电量占比 7.1%。另外，该片区对大型、超大型数据中心项目给予电价扶持，数据中心用电使用成本优势明显。

案例 8：iCloud 中国北方数据中心

苹果公司在中国北方建立的 iCloud 数据中心位于内蒙古乌兰察布市，于 2020 年正式投入运营，该数据中心是苹果公司在中国北方建立的第一个数据中心，旨在降低数据存储和传输成本，为中国用户提供更加便捷的服务。该数据中心实现 100% 使用可再生能源，积极响应了绿色能源使用的号召，推动节能环保和数据中心行业的可持续发展。

中卫工业园西部云基地：该片区区位、气候条件适宜，年平均气温约 8.8°C，数据中心可长时间用自然冷却。作为西电东送通道的重要电源点和输电节点，风、光等可再生能源充沛，截至 2023 年底，共拥有 12 座风电站、38 座光伏电站，区域电网可再生能源使用率为 23%。该片区数据中心用电使用可再生能源占总用电量的 30%，其中数据中心绿电采购应用占比高达 13.6%，自建自用可再生能源电站发电量占比 16.4%。与此同时，该片区积极对接协调

电力交易模式创新，叠加电价补贴政策加持，数据中心电力使用成本低至 0.345 元/kWh。

案例 9：美利云中卫数据中心

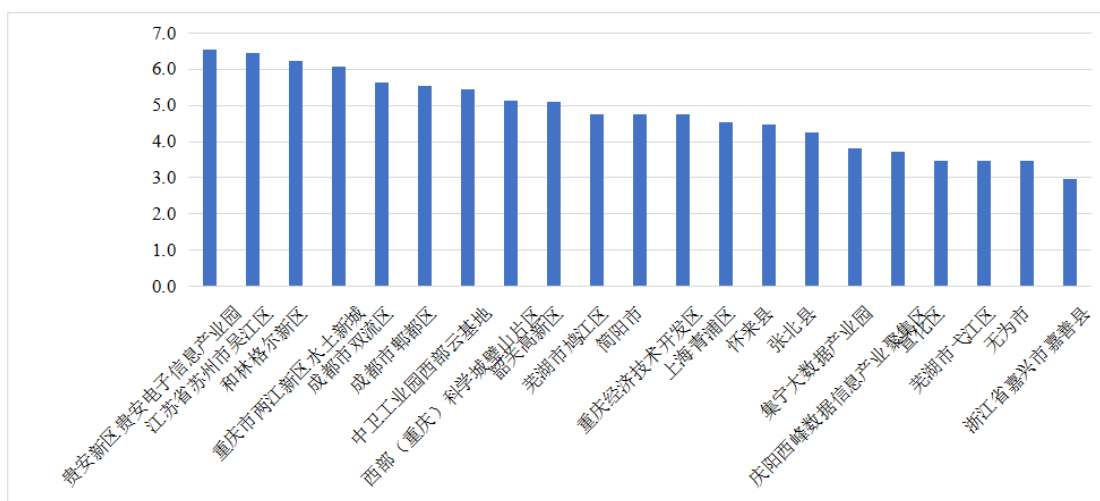
美利云中卫数据中心总占地面积 600 亩，计划投资总额 22.88 亿元，总建筑面积约 20 万平方米，规划建设数据中心机房 10 栋，分三期建设，可容纳高密机柜 2 万余个。为推进绿色化发展，该数据中心自建了 5.95MWp 的分布式光伏发电项目，预计年发电量 879.41 万 kWh，并委托宁夏综合能源公司进行区内电力交易，确保约 50% 的年度用电量来自新能源电力。

(五) 算用协同集约性评估

综合来看，算力网络国家枢纽节点集群片区算用协同绿色化指数平均得分为 5.7 分，极差为 3.5 分，表明各片区均大力度推进算用协同，差异较小。具体到各片区情况，贵安新区贵安电子信息产业园、江苏省苏州市吴江区、和林格尔新区在区域企业上云率、区域内龙头企业算力应用布局情况、区域内出台的推进算力使用的相关激励政策上表现优秀，区域算力调度发展情况处于全国中等水平，算用协同绿色化指标位居前三。以成都市双流区、成都市郫都区、简阳市为代表的天府数据中心集群在区域企业上云率、区域内龙头企业算力应用布局情况、区域内出台的推进算力使用的相关激励政策指标上全国领先，但在区域算力调度发展情况、区域内应用服务平台数量表现较弱。浙

江省嘉兴市嘉善县、安徽省无为市、芜湖市弋江区等东部片区的区域内龙头企业算力应用布局情况、区域算力调度发展情况、区域内出台的推进算力使用的相关激励政策目前均处于较低水平，使得整体算用协同绿色化指数评分较低。

图 5 算用协同集约性评估结果



贵安新区贵安电子信息产业园：该片区实施“万企融合”大赋能行动、“一市长一示范”数字应用场景建设行动，截至 2023 年底，建成融合示范项目 211 个、打造数字应用场景 311 个，区域企业上云率为 12%，具备 1 个区域内应用服务平台。该片区在运营的“全国一体化算力网络国家（贵州）主枢纽中心算力调度中心”，可调度全省算力规模达 770 PFlops，打通跨行业、跨地区、跨层级的算力通道，有效提升贵州算力服务品质和利用效率。在区域内出台的推进算力使用的相关激励政策方面，该片区基于省算力运营调度平台、数据流通交易平台实施算力券，

目前已向 72 家省内外企业发放首批“算力券”，可在其购买当地算力服务或数据交易产品时进行一定比例服务费用的抵扣，进一步降低企业综合算力使用成本。截至目前，该片区已吸引运营商中国电信、中国联通、中国移动，泛互联网头部企业华为、腾讯、苹果、网易，以及美的、富士康、气象局、贵州农信、国家电投等企业进行大规模算力布局。

案例 10：中国电信云计算贵州信息园数据中心

中国电信云计算贵州信息园具备 12 座机楼、1.2 万个机架、11 万台服务器的运行能力，是中国电信“2+4+31+X+O”云资源战略规划的核心基地。园区已启动的 1 期工程共交付了 1 万余机架，已入驻 BAT、iCloud、教育部、华为等一大批知名客户。同时，贵州信息园也以具备 120 万核云资源能力成为中国电信最大的云资源中心。

江苏省苏州市吴江区：该片区拥有较高集中度、较大规模的云计算基地，支撑互联网、政务、金融、制造、教育等多个领域发展。截至 2023 年底，该片区企业上云率为 19.3%，具备 6 个应用服务平台。在区域内出台的推进算力使用的相关激励政策方面，该片区专项政策聚焦鼓励算力服务、赋能城市建设和产业发展，设立了算力和人工智能相关产业基金，创新“算力券”供给机制，针对使用智算服务的企业制定奖补措施，降低算力使用门槛，加快

算力资源消纳和数据流通。除此之外，为推动算力应用，该片区在运营的“苏州市公共算力服务平台”，以及在建的“全国一体化算力网络长三角枢纽节点吴江算力调度中心”，共计可调度算力规模达 400 PFlops，助力推动苏州乃至三角地区算力资源高效利用。截至目前，该片区主要承接上海市数据中心溢出需求，在运营项目主要为基础电信运营商数据中心，服务于阿里、腾讯、百度、字节跳动、华为、网宿、金山等泛互联网头部企业。

案例 11：中国移动（苏州汾湖）云计算中心

中国移动（苏州）云计算中心是中国移动 IDC 业务核心节点，项目总投资预计 50 亿元，规划占地 206 亩，总规划 35000 千机柜，分三期建设。一期建设面积 56900 m²，含支撑用房共 5 栋建筑，合计机架数约 5800 架，二期建设面积 88120 m²，包括两幢机房楼，合计机架数约 10900 架，三期规划 18000 个机柜。该中心采用了业界最新的 1.6T 平台集群路由器和全光交叉传输设备，让苏南、苏中网络访问时延控制在 3 毫秒内，苏北网络访问时延控制在 5 毫秒内，为“东数西算”国家重大战略落地提供有力的技术支撑。

和林格尔新区：该片区围绕落实“自治区大数据与产业深度融合行动计划”，积极推进数字技术赋能自治区传统产业发展。截至 2023 年底，该片区已有包钢、神舟硅业、双奇药业、中拓铝业、京能电厂等十余家自治区级重

点工业企业实现“上云”，区域企业上云率为 14%。与此同时，随着数字化加速释放算力赋能作用，蒙牛全球电商平台、蒙草草原生态产业大数据平台、海芯华夏农业云平台等 6 个应用服务平台已上线运行。为推动产业从数据存储向算力服务转变，该片区推动大数据、云存储服务向数据高密度运算和人工智能运算能力方向转化，重点发展数据处理交易、模型训练、运维运营、软件开发等产业，一批重点算力服务平台陆续上线，推进算力服务。依托良好配套条件，该片区已支持落地中国银行、中国农业银行、中国建设银行、中国交通银行等多家金融机构数据中心，同时吸引华为、腾讯、优刻得、阿里、快手等泛互联网应用企业部署业务。

案例 12：中国移动呼和浩特数据中心

中国移动呼和浩特数据中心占地 1402 亩，总建筑面积 62.1 万平方米，基础设施总投资超 150 亿元，规划建设 18 栋数据机房，提供 20.4 万标准机架（120 万台服务器）的装机能力。目前已建成 8 栋数据机楼，可提供 2.14 万机架能力，已装机 1.53 万机架，已有 108 家党政军、金融证券单位和互联网企业客户入驻。一期项目总投资 14.1 亿元，已全面投入使用，整体装机率高达 89.88%。二期工程总投资 25.68 亿元，其中四栋机楼已投产运行，装机率为 55.24%。

四、区域绿色算力发展展望

(一) 加快计算存储网络融合，稳步提升算效能力

算效体现了数据中心在 IT 系统的选型和使用方面的节能水平，已成为衡量数据中心绿色发展程度的重要指标之一。地方算力中心的建设过程中应积极探索突破新型体系架构、硬件架构及设备、智能存算模式、高效资源协同调度等技术瓶颈，加快计算、存储、网络协同技术的应用助力算力中心集群算力高效生产，持续以应用推动软硬件技术协同创新优化，充分释放出硬件的多样性算力，发挥底层芯片的极致性能。建议设立一批围绕绿色算力发展、基地建设、创新应用等领域的重大科研课题，鼓励将研究成果接续开展产业化应用，加快科研成果转化落地。

(二) 推进新兴节能产品应用，多点发力促进能效提升

加强绿色先进节能技术产品应用提高能效利用。地方应严控服务低端、技术落后、业务需求不明确的低效数据中心建设，重点打造集智算、通算和服务平台为一体的新型绿色算力设施，鼓励建设 6KW 以上的高密化机架，采用风冷、液冷等适用技术，推进算力中心 IT 系统向高性能、高密度、高能效、低碳排方向发展，推动区域内算力中心全面达到高性能计算系统能效二级以上。支持加强国家绿色先进节能技术产品应用，不断提高地区电能利用效

率，积极争取纳入国家级绿色数据中心行列。

(三) 提升绿色用能比例，打造算能协同标杆示范

应深化清洁能源、算力中心、智能电网等各领域的交叉创新，有条件的地区可探索开展“清洁能源+绿色算力”型源网荷储一体化模式、自主可控绿色数据中心等试点示范、应用推广。探索开展新能源电力直供电试点，支持绿色微电网和源网荷储一体化项目建设，推进多能互补高效利用，提高终端用能的新能源电力比重。引导数据中心更多消纳绿色电力，综合施策推动降低绿色算力产业用电成本。研究制定支持算力中心绿证、碳证交易等相关政策措施，增加算力中心绿证交易、碳交易收益，着力推动算力中心共享绿电附加价值。探索建立区域算力可再生能源在线监测平台及可再生能源评价监管体系，打造零碳算力中心标杆。

(四) 深化算力赋能支撑，打造算用协同标杆示范

深入推动各地区产业数字化发展，加强算力在各行各业中的应用。充分挖掘绿色算力创新应用潜力，赋能智能制造、智慧农业、数字乡村、智慧交通、智慧医疗、智慧能源等行业领域数字化转型，打造技术先进的数字化应用服务平台。推动企业深度上云用云，全面深化行业各环节的数字化应用，培育新业态，培育数据驱动型企业，提升产业数字化转型能力。建议开展绿色算力应用试点活动，

遴选典型案例，适时发布创新产品与解决方案目录。完善公共算力设施建设，推动公共算力泛在应用，满足政务服务和民生需求，完善公共算力资源供给，优化算力服务体系，降低算力使用成本，增强算力服务调度和应用赋能支撑水平。