



“四新”“四化”绿皮书

“东数西算”工程算力保障报告

Report on the Computing Power Guarantee of the East-West Computing Transfer Project

(2023)



贵州省社会科学院



贵州省社会科学院
sky.guizhou.gov.cn

“东数西算”工程算力保障报告 (2023)

贵州省社会科学院

围绕“四新”主攻“四化”研究工程课题组

2023 年 12 月

“在实施数字经济战略上抢新机”

课题组成员

执行负责人：

陈应武 贵州省社会科学院副院长

课题组长：

罗以洪 贵州省社会科学院区域经济研究所副所长、研究员

课题副组长：

陈加友 《贵州社会科学》编辑部副主任、研究员

陈 涛 贵州师范大学经济与管理学院电子商务系主任、副教授

课题组成员：

王 彬 贵州省社会科学院区域经济研究所研究员

朱 薇 贵州省社会科学院区域经济研究所副研究员

王国丽 贵州省社会科学院区域经济研究所助理研究员

潘 一 贵州省社会科学院区域经济研究所助理研究员

余斌鑫 贵州省社会科学院区域经济研究所助理研究员

孙金良 贵州省社会科学院城市经济研究所助理研究员

袁 昕 贵州省社会科学院区域经济研究所研究实习生

钟奇宏 贵州省社会科学院图书信息中心工程师

卫肖晔 贵州省社会科学院图书信息中心副研究馆员

前 言

习近平总书记指出：“要促进数字技术和实体经济深度融合，赋能传统产业转型升级，催生新产业新业态新模式，不断做强做优做大我国数字经济”。算力作为数字经济时代的关键生产力要素，已经成为挖掘数据要素价值，推动数字经济发展的核心支撑力和驱动力，是各国战略竞争中高度重视的新焦点。加快优化算力保障水平，对推动国家算力产业高质量发展有重要意义。

随着新一代信息技术的飞速发展，数据成为关键生产要素，已渗透到人们生活的方方面面，成为驱动经济增长、社会进步的重要动力。在这一背景下，“东数西算”工程应运而生，对我国应对数据时代挑战、推动经济社会高质量发展具有重要意义。2022年2月，继“南水北调”“西电东送”后，国家级超级工程“东数西算”工程正式全面启动。国家发展改革委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局联合印发通知，同意在京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝、内蒙古、贵州、甘肃、宁夏等8地启动建设国家算力枢纽节点，并规划了贵安数据中心、庆阳数据中心、和林格尔数据中心、中卫数据中心、长三角生态绿色一体化发展示范区数据中心、芜湖数据中心、张家口数据中心、四川天府数据中心、重庆数据中心、韶关数据中心等10个国家数据中心集群。

“东数西算”工程，就是在西部大规模建设数据中心，既支撑东部算力需求，也带动西部发展。数据和算力，正在成为像水、电一样重要的生产力要素。从国家战略角度，充分发挥我国体制机制优势，发挥各个地区比较优势，一体化布局，通过“东数西算”工

程这个新时代超级工程，对全国算力资源进行有效配置，解决我国数据中心非规则化布局中能耗高、数据资源利用效率不足、区域发展不协调等问题。国家发改委等部门在《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》等文件中明确提出：原则上，对于在国家枢纽节点之外新建的数据中心，地方政府不得给予土地、财税等方面的优惠政策。国家枢纽节点以外的地区，统筹省内数据中心规划布局，与国家枢纽节点加强衔接，参与国家和省之间算力级联调度。可见，未来大型数据中心将主要布局在“东数西算”工程中国家圈定的八大枢纽节点和十大数据中心区域。

如何充分发挥国家算力保障节点及数据中心集群的比较优势，保障算力资源的稳定供应，平衡东西部地区的发展利益诉求，关系到我国数字经济发展的质量和水平。贵州省社会科学院牵头对我国“东数西算”工程中的 10 大数据中心集群算力保障比较优势做了研究，编写了《“东数西算”工程算力保障报告(2023)》。

本报告旨在提供一个全面、客观、科学的评估框架，评估“东数西算”工程的算力保障能力。报告构建了一个包含多个维度的指数体系，涵盖了算力保障相关的算力水平、基础条件、公共服务、自然环境、发展生态 5 个一级指标和 19 个二级指标。通过对这些指标的测算和分析，对“东数西算”工程的算力保障能力予以评估，评估结果为国家相关政策制定提供决策参考，为投资者提供决策借鉴。

“东数西算”工程是一项宏大的系统工程，需要全社会的共同参与和协同努力。我们相信，在全社会的共同努力下，“东数西算”工程一定能够为我国经济社会发展做出巨大贡献。期望本报告

能够为我国“东数西算”工程实施和发展提供有益参考，为加快中国式现代化建设进程贡献力量。同时，我们也期待与各界人士共同探讨和研究“东数西算”工程相关问题，不断完善和丰富本报告的相关内容。

不足之处，恳请各界批评指正。

贵州省社会科学院

《“东数西算”工程算力保障报告(2023)》编写组

2023年12月13日

目 录

前 言..... I

一、算力保障的重要价值..... - 1 -

 （一）满足我国算力发展旺盛需求..... - 1 -

 （二）支撑数字经济协同健康发展..... - 3 -

 （三）推进全球算力市场快速增长..... - 4 -

二、算力保障提升的主要内容..... - 5 -

 （一）提升算力水平..... - 5 -

 （二）夯实信息基础..... - 7 -

 （三）提高公共服务..... - 9 -

 （四）用好自然环境..... - 11 -

 （五）构建发展生态..... - 13 -

三、算力保障评价体系构建..... - 15 -

 （一）指标选择..... - 15 -

 （二）指标体系建立..... - 19 -

 （三）数据来源..... - 21 -

 （四）评价方法..... - 22 -

四、算力保障能力评价分析..... - 24 -

 （一）算力保障指数..... - 24 -

 （二）算力水平分指数..... - 25 -

 （三）基础条件分指数..... - 27 -

 （四）公共服务分指数..... - 29 -

 （五）自然环境分指数..... - 30 -

 （六）发展生态分指数..... - 32 -

五、算力保障存在问题..... - 34 -

 （一）政策执行不足，统一规划协调待完善..... - 34 -

 （二）基础配套不足，算力总体规模待提升..... - 35 -

 （三）安全存在隐患，算力安全保障待补足..... - 36 -

 （四）产业链不完整，上下游联动发展不足..... - 36 -

 （五）高端人才缺乏，科技创新能力待增强..... - 37 -

 （六）能源消耗较高，绿色节能发展压力大..... - 38 -

六、提升算力保障发展建议..... - 39 -

 （一）加强规划统筹协调布局..... - 39 -

 （二）优化算力保障资源配置..... - 40 -

 （三）加强安全保障能力建设..... - 41 -

 （四）产业联动赋能行业应用..... - 41 -

 （五）人才培养提升创新能力..... - 42 -

 （六）促进绿色低碳算力发展..... - 43 -

一、算力保障的重要价值

算力作为数字经济时代的关键生产力要素，已成为挖掘数据要素价值，是各国战略竞争中高度重视的新焦点。算力需求提升是“东数西算”工程有序推进、全球算力市场快速增长的有力保障。

（一）满足我国算力发展旺盛需求

随着大数据、云计算、区块链等新一代信息技术广泛应用到各行各业，尤其是人工智能大模型热潮的兴起，我国算力需求不断加大，算力规模持续扩大。在数字中国政策的推行下，我国数字化水平在全球范围内迅速提升。2021 年我国数据产量高达 6.6ZB，占全球数据总产量的 9.9%，仅次于美国（16ZB），位列全球第二，预计 2023 年将增至 9.3ZB。从中国数据量占全球占比看，呈现逐渐上升状态，预计从 2019 年的 9.29% 上升到 2023 年的 9.91%。

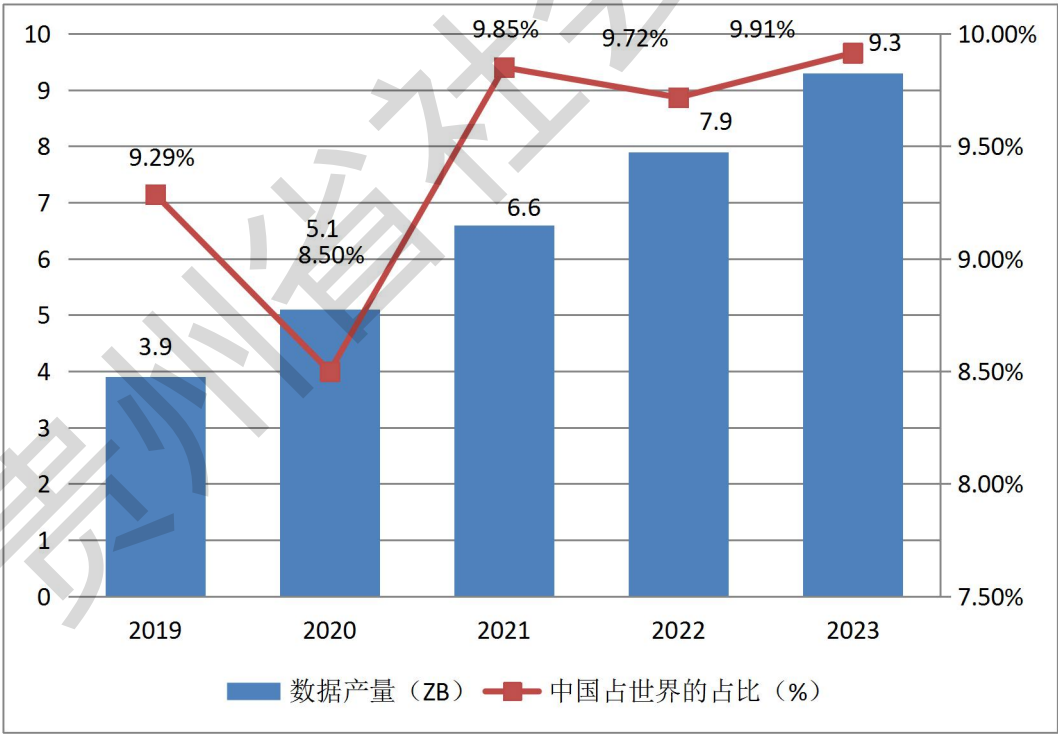


图 1-1 2019-2023 年中国数据产量发展趋势图

数据来源：中商产业研究院数据整理

作为算力基础，数据中心规模不断增大。2017 年至 2023 年，全国数据中心规模从 512.8 亿元增加到 2470 亿元，增长了 382%，年均增长 29.96%。

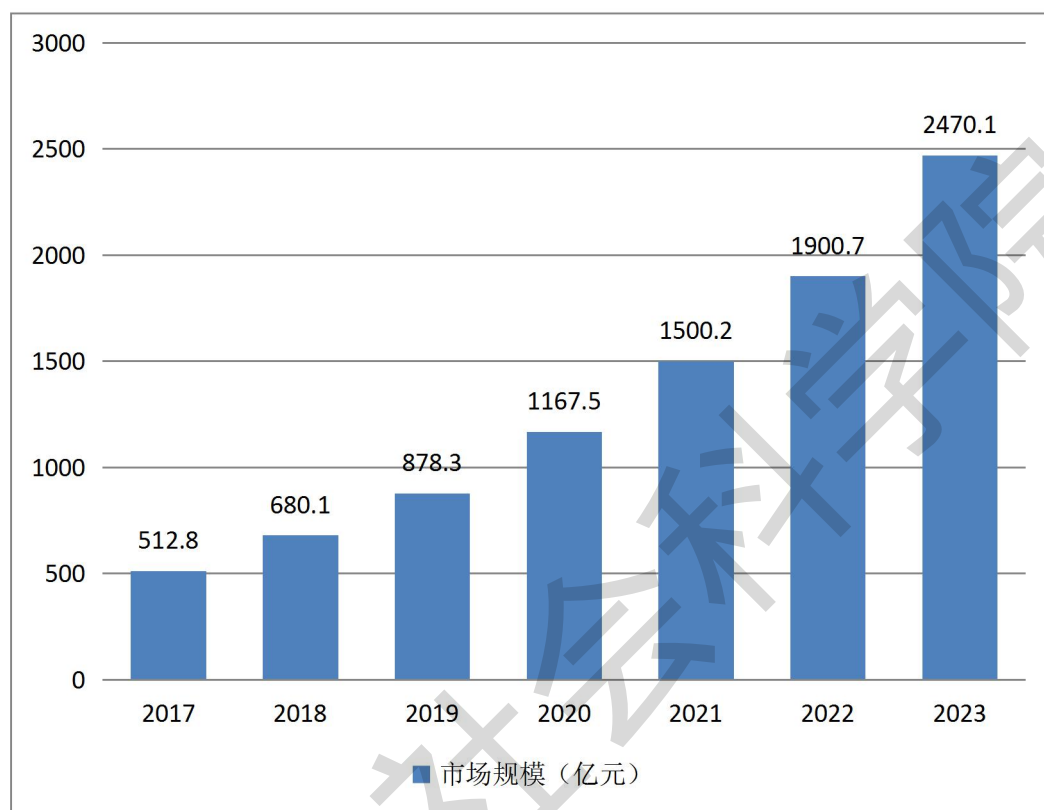


图 1-2 2017-2023 年中国数据市场规模发展趋势图

数据来源：中国信息通信研究院，中商产业研究院数据综合整理

从我国发展能力看，经中国信息通信研究院测算，2022 年我国计算设备算力总规模达到 302EFlops，全球占比约为 33%，连续两年增速超过 50%，高于全球增速。基础算力稳定增长，基础算力规模为 120EFlops，增速为 26%，在我国算力占比为 40%，其中 2022 年通用服务器出货量达到 384.6 万台，同比增长 3%，六年累计出货量达到 2091 万台。智能算力增长迅速，智能算力规模达到 178.5EFlops，增速为 72%，在我国算力占比达 59%，成为算力快速增长的驱动力。据预测，到 2026 年智能算力规模将进入每秒十万亿亿次浮点计算

(ZFlops) 级别。超算算力持续提升，超算算力规模为 3.9EFlops，连续两年增速超过 30%。同时，我国算力创新水平不断提升，基础软硬件持续突破，前沿计算技术在实验和产业多维度突破，新型计算平台系统加速布局，带动数字产业化、产业数字化转型和数字化治理加速发展。

(二) 支撑数字经济协同健康发展

新一轮科技革命和产业变革正在重塑全球经济结构。算力作为数字经济的核心生产力，成为全球战略竞争的新焦点。“东数西算”工程算力保障，通过构建数据中心、云计算、大数据一体化新型算力网络体系实现，将东部算力需求有序引导到西部，优化数据中心建设布局，促进东西部协同联动发展。

1. 算力保障推动“三个协同”。“东数西算”工程算力保障意义重大，主要体现在三个协同发展。一是数字经济和绿色经济之间协同。数字经济和绿色经济都是国家“十四五”和今后相当长一段时期内经济转型升级的动力，“东数西算”工程为两者提供了很好的结合“抓手”。二是促进东西部地区之间协同。我国东部地区和西部地区从经济结构、经济总量、人才储备等诸多方面发展还存在不平衡，算力保障能力提升将有效促进东西部之间协同。三是金融与产学研之间协同。“东数西算”工程不仅是高科技发展布局的工程，也是新型基础设施建设的工作，需要产学研之间，金融应用体系之间的有力协同，“东数西算”工程为这些协同提供了发展舞台。

2. 算力保障推进数字经济发展。“东数西算”工程的实施，提升了我国整体算力水平，实现了算力规模化集约化发展，为数字经济高质量发展奠定了坚实基础。一是数字经济对算力需求强劲。“东数西

算”工程夯实了数字经济底座，为进一步发展数字经济奠定了坚实基础。二是推进核心技术突破。将“东数西算”工程算力保障作为大舞台，对我国信息领域、数字经济领域核心技术突破提供了应用场景。三是推进数字经济全产业链发展。数字经济产业链长，通过“东数西算”算力保障能力提升，数字经济产业链得到更好融合，有效推进产业数字化进程。

（三）推进全球算力市场快速增长

在以万物感知、万物互联、万物智能为特征的数字经济时代，全球数据总量和算力规模呈现高速增长态势。当前，全球算力产业正处快速发展阶段，全球数据产量由 2019 年的 42ZB 增长至 2022 年的 81.3ZB，增长了 94%，年均增速 24.63%。物联网、电子商务、社会化网络等数字化需求增加，全球数据产量迅猛增长，有力推进了算力市场的快速增长。

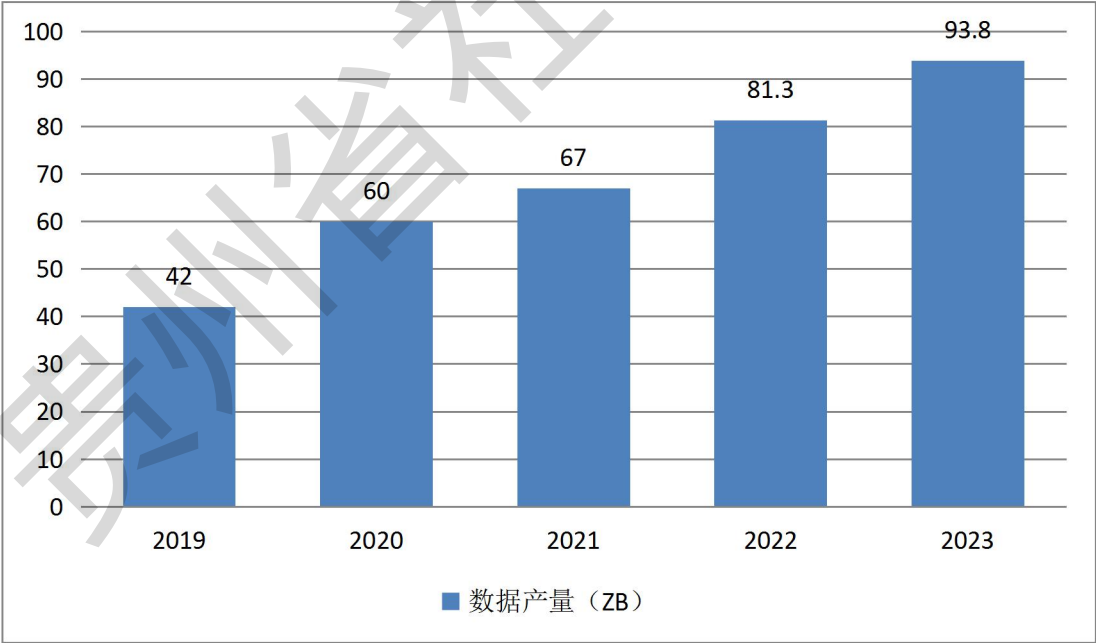


图 1-3 2019-2023 年全球数据产量发展趋势图

数据来源：中商产业研究院数据整理

据工信部数据,截至 2022 年底,全球算力总规模达到 650Efllops,增速 25%,以ChatGPT为代表的大语言模型产生的数据量和参数规模呈现“指数级”增长,带来智能算力需求爆炸式增加。

二、算力保障提升的主要内容

(一) 提升算力水平

提升算力水平是指提高一个地区或一个单位在数据处理和计算方面的能力和水平,包括硬件、软件、网络、人才、政策等多个方面,是衡量一个地区或一个单位在数据处理和计算方面的综合实力和竞争力的一个重要指标。算力水平可通过提升算力规模、上架率、PUE、数据中心规模,是否国家级超算中心等指标来体现。提升算力水平可以增加需求、降低成本、创造价值,从而激发供给、优化平衡、增加回报。算力水平与算力保障间存在相互依赖、相互促进、相互影响、相互制约、相互协作、相互优化的关系,共同推动数据处理和计算能力发展。

1. 提升算力规模。算力规模是反映一个地区或一个单位在数据处理和计算方面的总体能力和水平的重要指标。算力规模越大,说明对数据处理和计算的能力和水平越高,算力保障水平也越高。一个地区可以通过增加数据中心等算力设施数量和规模,提高数据处理和计算方面的硬件基础设施,以提升算力规模。一个地区还可以通过引进和开发新的数据处理和计算软件和算法,提高数据处理能力和软件处理效率,从而提升算力规模。

2. 提升上架率。上架率是反映一个地区或一个单位在数据处理和计算方面的资源利用率和效率的重要指标,上架率越高,说明对数据处理和计算资源利用率和效率越高,算力保障水平越高。一个地区可

通过优化数据中心等算力设施布局和设计，提高数据处理和计算空间利用率来提升上架率。一个地区还可通过优化数据处理和计算任务分配和调度，提高数据处理和计算时间利用率来提升上架率。沙利文发布的《中国数据中心行业独立市场研究》显示，截至到 2022 年底，我国在用数据中心机架规模已达 670 万架（按照标准机架 2.5kW 统计），数据中心平均上架率约为 58%。

3. 提升PUE。PUE是反映一个地区或一个单位在数据处理和计算方面的能耗效率和节能水平的重要指标，PUE值极限值为 1，PUE值越低，说明对数据处理和计算能耗效率和节能水平越高，算力保障水平越高。一个地区可通过采用新的算力设施冷却和供电技术，降低数据处理和计算能耗，提升PUE。还可通过采用新的数据处理、计算节能和低碳技术，减少数据处理和计算碳排放，提升PUE。据统计，2021 年全国平均的PUE为 1.49，为算力的提升提供了能耗效率和节能水平。

4. 提升数据中心规模。数据中心规模是反映一个地区或单位在数据处理和计算方面的集中度、规模效应的重要指标，数据中心规模越大，说明对数据处理、计算集中度、规模效应越高。一个地区可通过建设和运营大型数据中心，提高数据处理和计算集中管理和协同优化，提升数据中心规模。一个地区还可通过建设和运营云计算和边缘计算数据中心，提高数据处理计算分布式和智能化，提升数据中心规模。

5. 是否有国家级超算中心。国家级超算中心是反映一个地区或单位在数据处理和计算方面能力的重要指标，国家级超算中心越多，说明对数据处理和计算的能力高，算力保障水平越高。一个地区可通过建设和运营国家级超算中心，提高数据处理和计算极限性能和领先优

势，还可以通过建设和运营国家级超算中心，提高数据处理和计算创新性、引领性，提升地震、海洋、气候、科学计算等大规模超级计算能力。截至 2022 年底，全国共有 11 个国家级超算中心，其中 5 个超算中心进入了全球超算 500 强，为算力的提升提供了极限性能和领先优势。截至 2020 年，科技部批准建立的国家超级计算中心共有 9 所，分别是国家超级计算天津中心、国家超级计算广州中心、国家超级计算深圳中心、国家超级计算长沙中心、国家超级计算济南中心、国家超级计算无锡中心、国家超级计算郑州中心、国家超级计算昆山中心、国家超级计算西安中心。2021 年，国家超算成都中心纳入国家超算中心序列。2022 年 4 月，国家超级计算太原中心通过科技部审批。通过超算互联网建设，打造国家算力底座，促进超算算力一体化运营，助力科技创新和经济社会高质量发展。

（二）夯实信息基础

夯实信息基础就是要求推进 5G、IPv6、卫星互联网等新型基础设施建设，通过提升网络层级、建设区域间高速直连网络、完善超高速光纤网络，提升 5G 网络能力，促进算力枢纽基地与各行业深度融合，为算力枢纽基地发展提供强有力支撑和保障。

1. 提升网络层级。提升网络层级对夯实算力枢纽基地保障能力具有至重要意义。算力枢纽基地高效稳定运行离不开强大而可靠的网络支撑。提升网络层级，增强网络传输能力，更快速、更稳定传输数据，满足算力枢纽基地对实时、高效数据交互需求。提升网络层级不仅提升算力资源利用效率，还降低数据传输延迟、保障各类应用系统正常运行。高层级网络结构具备更强安全性和可扩展性，有效应对各类网络攻击和风险，确保算力枢纽基地稳定运行。提升网络层级，要

求有效降低全国各地传输时延，提升网间通信质量，扩容升级国家级互联网骨干直联点，提高国际数据专用通道使用率。建立数据中心网络监测平台，持续优化网络性能。推进IPv6 规模部署，加快基础电信网络、内容分发网络、数据中心IPv6 改造，提高IPv6 服务覆盖能力和移动网络流量，可有效提升网络层级。

2. 建设区域间高速直连网络。高速直连网络可大幅提升数据传输效率和速度。传统网络连接方式往往存在传输速度慢、延迟高等问题，高速直连网络可实现快速、稳定数据传输，确保算力枢纽基地内部及与其他地区数据交互实时高效。通过建设区域间高速直连网络，算力资源可在不同地区之间灵活调配，实现资源共享和高效利用，避免资源浪费和重复建设。建设数据中心直连网络，提升电信运营商和互联网企业互联互通质量，优化数据中心跨网、跨地域数据交互，可降低本地网络接入成本。

3. 完善超高速光纤网络。超高速光纤网络提供了巨大带宽和低延迟数据传输能力，对支撑算力枢纽基地大规模数据交互和实时计算需求至关重要。升级光纤网络，确保算力资源高效调度和利用，提升整体运算效率和响应速度。光纤网络具备较高抗干扰和抗攻击性能，能有效应对各类网络故障和恶意攻击，保障算力枢纽基地安全稳定运行。高速光纤网络作为信息传输主干道，连接多个算力枢纽基地，实现跨地区算力资源共享和协同工作，推动各行业数字化转型和创新发展。建设覆盖广泛、速度领先的光纤网络，使国家在全球信息流动和数据交互中占据有利地位，吸引更多国际合作伙伴和投资，推动数字经济蓬勃发展。完善超高速光纤网络，需要优化完善骨干网、城域网和接入网，实现“千兆家庭、万兆楼宇、T级园区”的光纤覆盖能力。

4. 提升 5G 网络能力。5G 网络具备高带宽、低延迟和大连接数等特性，能够满足算力枢纽基地对大规模数据传输和实时计算需求。通过提升 5G 网络能力，确保算力资源快速调度和高效利用，从而提升算力枢纽基地运算效率和响应速度。5G 网络切片技术可实现网络资源的灵活分配和定制化服务，为算力枢纽基地提供可靠、安全的网络连接。5G 网络与边缘计算结合可实现更高效的算力调度和分发。通过将部分计算任务下沉到网络边缘，减少数据传输延迟，提高处理效率，为应用提供更快速、更智能服务。提升 5G 网络能力可推动算力枢纽基地与各行业深度融合。5G 网络作为信息传输的纽带，实现算力枢纽基地与智慧城市、工业互联网、自动驾驶等各个领域的无缝对接，促进跨行业的协同创新和应用创新，推动数字经济高质量发展。

（三）提高公共服务

公共服务是指政府或社会组织为公众提供的各类服务，包括教育、医疗、社保、文化、交通等方面。提高公共服务是指提高公共服务质量、效率、覆盖率、创新度等方面，以满足公众不同需求，提升公众生活水平和幸福感。细化到地区算力保障上，提高公共服务具体到地区电价、人均发电量、土地价格、土地使用税等内容。提高公共服务是一个地区经济社会发展的重要目标 and 责任，也是一个地区核心竞争力和发展动力的重要体现。公共服务是算力保障的重要需求方、支持方和受益方，提高算力保障水平需要提高公共服务。

1. 利用公共服务数据需求，提高算力市场需求。公共服务是算力的重要需求方，公共服务的提高可增加对算力的需求和消费，激发算力的供给和发展。公共服务提高可增加对教育、医疗、社保等领域的数据分析、预测和优化需求，从而增加对算力的应用和消费，促进算

力生产和投入，提高算力规模 and 水平。据统计，全国共有约 2.5 万所学校和 5000 万名学生使用教育云平台，实现了 90% 的在线教学覆盖率，提高了 18% 的学习效果，缩小了 18% 的教育差距。新加坡共有 500 所学校和 100 万名学生使用教育云平台，实现了 95% 的在线教学覆盖率，提高了 20% 的学习效果，缩小了 10% 的教育差距。

2. 利用公共服务政策优惠提升算力成本竞争优势。公共服务是算力的重要支持方，公共服务提高可增加算力的政策和资源支持，降低算力成本和提高基础保障。公共服务提高可提供算力相关税收减免、财政补贴、信贷支持等政策优惠，降低算力生产和运营成本，提高算力利润和回报。根据相关分析，全国共给予公共服务相关的算力项目和企业 11% 的税收减免，7% 的财政补贴，4% 的信贷优惠，为算力提升提供了政策支持和引导。公共服务提高还可提供算力相关的电力、土地、网络等资源供给，保障算力的电力、空间、带宽等基础需求，提高算力可靠性和可用性。据统计，全国共为算力提升提供了 0.28 元/度的电价优惠，48 元/亩的土地价格优惠，9.5 元/兆的网络价格优惠，为算力提升提供了资源支持和保障。

3. 利用公共服务培养人才提高算力核心竞争力。公共服务是算力的重要受益方，公共服务提高可促进算力创新和发展，提高算力竞争力和影响力。公共服务提高可促进算力新技术、新模式、新业态探索和实践，提高算力技术和管理水平，提高算力价值和贡献。全国通过算力提升，实现对公共服务的数字化、智能化和创新化，推出了一系列新型和智能公共服务，如数字文化、智慧交通、环境监测等，为公众带来更多选择和体验，提高了公共服务水平和效率；同样通过算力提升，实现对公共服务的社会效益和公益性提升，如脱贫攻坚、文化

传承等，为公众带来更多福祉和幸福，提高公共服务满意度和认同度。公共服务提高还可促进算力人才培养，提高算力核心竞争力。

（四）用好自然环境

自然环境是指包括大气、水体、土地和生物等各种自然要素在地球表面的相互作用与相互关系构成的综合系统，其中的地形条件、气温离差值、地理区位等因素影响计算设备的运行效率、运营维护成本、数据中心的稳定性及整体算力保障水平。良好的自然环境能够有效提高算力保障水平，用好自然环境提高算力水平是“东数西算”工程的主要目的，也是建设面向全国算力保障基地的重要内容。

1. 良好气候条件降低数据中心成本。适宜的温度和湿度，凉爽的气候、优良的空气质量，有助于数据中心降温系统、空气除尘净化系统成本降低，减少数据中心和计算设备能源消耗，为建设和运营数据中心建立成本优势。良好的空气质量可减少设备污染和损耗，较少的灰尘、噪音、污染物及腐蚀性气体可减少设备故障损坏，延长设备使用寿命，降低设备更换和维护成本。适宜的温度和湿度能提供自然冷却条件，降低数据中心和计算设施能源消耗，提升算力效率。美国的亚利桑那州因为很少有恶劣天气和自然灾害，为数据中心建设提供了良好气候环境，谷歌、亚马逊、微软等美国多家大型科技公司选择在亚利桑那州建设数据中心。该州为数据中心建设提供了自然冷却有利条件，有助于降低冷却成本提高能效。爱尔兰温和的气候条件有助于提高设备冷却效率，微软在那里建设了多个数据中心。谷歌在芬兰建设的数据中心也是利用当地寒冷的气候条件，采用自然冷却技术，有效降低了数据中心能耗和温度。

2. 稳定的地质条件能确保算力保障基地持续健康发展。自然环境

稳定性对数据中心运行至关重要。数据中心设备对地质条件有一定要求，在布局选择数据中心位置时，需考虑当地地质条件，以确保数据中心安全。稳定的地质结构，较少的自然灾害（如地震、洪水、风暴等）可降低数据中心和计算设施遭受损坏的风险，提高数据中心稳定性和可靠性，有助于实施有效的灾害备份计划，以确保在主要数据中心发生问题时备用设施的数据和设备安全，提高业务连续性。云卓云计算中心位于葡萄牙里斯本，主要因为该地区相对稳定的地质结构，不太容易受到地震等地质灾害影响，保证了设备稳定性和可靠性。Google在芬兰建设了多个数据中心，阿里云在新加坡建设了多个数据中心，微软在爱尔兰建设了多个数据中心，Equinix在悉尼建设了国际业务数据中心，都是因为当地良好的地质条件提高了数据中心灾备安全性。

3. 较好的地理区位能有效提高算力效率和需求。数据中心为算力需求提供数据存储和运算，其地理位置也会影响数据中心与用户之间传输成本和经济距离，影响数据传输时间延迟，距离越近、数据传输所需时间越短，网络延迟越低，较低网络延迟将大大提高计算任务的响应速度和效率，有效提高地区算力需求。对需要团队协作工作的项目，较近距离会提高协同效率，沟通、协同和信息共享会更加便捷。Facebook在瑞典的吕勒奥（Lulea）建设大型数据中心，该地靠近北极圈，相对靠近瑞典的大城市斯德哥尔摩，既利用了地理上的稳定性，又使数据中心靠近主要城市，方便数据传输和维护。Amazon Web Services（AWS）在弗吉尼亚州北部阿什本等地区建设了多个数据中心，离美国首都华盛顿特区较近，同时也靠近其他东海岸大城市。Google Cloud在俄亥俄州的哈里森建设数据中心，该地距离俄亥俄州

首府哥伦布较近。这些数据中心距离大城市较近，不仅为数据传输和维护提供了便利，也紧靠算力服务需求。

（五）构建发展生态

构建发展生态是指构建一个有利于算力提升和发展的良好营商环境，包括环境安全、长期发展、政策支持、人才储备等多个方面，是衡量一个地区或单位在数据处理和计算方面发展潜力和优势的重要指标。构建发展生态可提供对算力保障支持和保障，降低对算力保障依赖和压力，形成自主发展和创新，促进算力保障提升，还可提高对算力保障的引导和激励，增加对算力保障需求和消费，形成良性循环和互动，促进算力保障提升，优化算力保障协调，提高算力保障效率和质量，促进算力保障平衡协作，提升算力保障水平。

1. 构建环境安全发展生态。环境安全是算力保障的重要前提和保障，环境安全发展生态为算力提升提供了安全、稳定和可持续发展的良好环境。算力所在地区可通过加强对数据中心、智算超算设施等的环境影响评估、监测和管理，减少对环境的污染和破坏，提高环境保护和修复，实现算力的绿色低碳发展。算力所在地区还可通过加强对数据中心等算力设施的安全防范、监控和应急管理，防止和应对各种自然灾害和人为事故，提高对算力的安全保障和风险管控，实现算力的安全发展和可靠性。据统计，全国数据中心中 90%的数据中心已达到了国家环境标准，95%的数据中心达到了国家安全标准，为算力的提升构建了环境安全发展生态。

2. 构建运营经验发展生态。运营经验发展年数是反映一个地区在数据处理和计算方面的历程和经验积累的重要指标。假设大数据发展年数越长，对数据中心建设、算力设施建设、数据应用保障等经验就

越丰富，经验沉淀有利于提高算力保障水平。算力所在地区可通过制定和实施长期大数据发展规划和战略，明确大数据发展目标和路径，保持大数据发展持续性和稳定性，实现算力长期发展和可持续发展。地区还可通过建立和完善大数据发展监测和评估体系，及时跟踪和反馈大数据发展进展和效果，不断调整和优化大数据发展措施和策略，实现算力的长期发展和优化发展。

3. 构建政策支持发展生态。政策力度是反映一个地区对算力发展重视和支持程度的重要指标，政策支持力度越大，说明对算力发展重视和支持程度越高，算力保障水平越高。算力所在地区可通过出台和实施一系列优惠和鼓励政策措施，如税收减免、财政补贴、信贷支持、奖励扶持、人才支持、企业扶持等，为算力提升提供政策支持和引导。一个地区还可通过建立和完善一个开放和包容的政策环境，如放宽市场准入、简化审批流程、保护知识产权、促进公平竞争等，为算力提升提供政策保障和激励。

4. 构建人才储备发展生态。人才储备是反映一个地区在数据处理和计算方面人力资源和人才素质的重要指标，人才储备越大，说明对算力人力资源和人才素质保障能力越高，算力保障水平就越高。算力所在地区可通过开展相关教育培训，培养和吸引一批专业算力人才，来提高算力技术和管理水平。算力所在地区还可通过提供公共服务，如给予人才良好的待遇、福利、发展等激励条件，留住和激励一批专业算力人才，提高算力效率和质量。据统计，全国共有约 100 万名从事数据处理和计算相关的专业人才，其中 60%具有本科以上学历，40%具有硕士以上学历，20%具有博士以上学历，80%具有相关专业证书和资格，90%具有相关工作经验和项目经验，这些人才为算力提升提供

了良好人才储备发展生态。

三、算力保障评价体系构建

（一）指标选择

算力一般是指计算机、服务器、GPU或其他硬件设备执行计算任务的速度和能力。《中国算力白皮书（2022年）》认为：算力是数据中心的服务器通过对数据进行处理后实现结果输出的一种能力。至于算力保障，可从两方面考虑，一方面是保障数据能够被处理的能力，另一方面是对数据处理过程及结果输出提供保障的能力。因此，本报告将算力保障定义为保障数据能被处理并对数据处理过程及结果输出提供保障的能力。基于该定义，本报告将从算力水平、基础条件、公共服务、自然环境、发展生态五个维度选取指标。

1. 算力水平。算力水平是数据中心的服务器处理数据并实现结果输出的能力水平，可用算力规模、上架率、PUE、数据中心规模、国家级超算中心数量等来衡量。算力规模是指数据中心或计算系统所具备的计算能力大小，是衡量一个国家或地区算力水平的重要标准，一般情况下，算力规模越大，算力水平越高。随着云计算、人工智能等技术的快速发展，对算力需求越来越大，扩大算力规模是满足业务需求、提升竞争力的关键，因此，算力规模是评估数据中心性能的重要指标。在算力枢纽保障基地建设中，不断扩大算力规模，提高算力效率，对于保障算力具有重要意义。上架率是指数据中心实际使用机架数与总机架数的比值，上架率的高低反映了数据中心设备利用情况和运营效率。高上架率意味着数据中心设备得到了充分利用，能够提供更多算力资源，从而满足更多业务需求。上架率也是衡量数据中心扩展能力的一个指标，通过提高上架率来增加数据中心算力密度，进一

步提高算力保障能力。因此，上架率是反映算力保障水平一个至关重要的指标，直接影响到数据中心的运营效率和盈利能力。PUE是数据中心消耗的所有能源与IT负载消耗的能源的比值，是用来评价数据中心能源效率的指标。PUE值越低，表示数据中心能效水平越高。优化PUE可降低数据中心能耗成本，提高算力资源利用效率，增强算力保障能力。降低PUE需优化供冷、供电等系统，确保在满足算力需求的同时，降低对环境的影响。关注并降低PUE是提升算力保障水平的重要途径之一。超算中心是算力枢纽保障基地的重要组成部分，是配备超级计算机的数据中心，具有强大的计算能力，能处理复杂、大规模的计算任务，代表着顶级的算力。超算中心能够提供强大算力资源，满足科研、工程、产业等多领域计算需求，代表一个地区或国家在高端计算技术和应用方面的实力，是提升整体算力水平、增强国家竞争力的重要支撑。

2. 基础条件。基础条件主要用国家级互联网骨干直联点、省际出口带宽、机架规模、数据中心网络时延测量。其中，国家级互联网骨干直联点是互联网网间互联的关键节点，负责疏通和汇聚全国网间通信流量，可用国家级互联网骨干直联点个数测量。国家级互联网骨干直联点对于提升网络通信速度和质量、加强网间流量疏通能力、优化互联网架构以及促进区域协调发展都具有重要意义。增设骨干直联点，有助于提升网络通信效率，推动大数据、云计算、物联网、人工智能等产业的快速发展，进一步保障算力稳定供应。省际出口带宽是指一个省份与其他省份以及国际互联网之间互联互通的网络带宽。由于算力需要高速、稳定的网络连接来支撑，省际出口带宽的扩大，能够保障海量数据顺畅传输，提升该地区的网络通达性和算力效率，使

得更多数据能够顺畅地传输和交换，促进云计算、大数据、人工智能等产业快速发展。因此，加强省际出口带宽建设是提升算力保障能力的重要举措之一。数据中心机架规模是衡量数据中心能力的重要指标之一，指数据中心内部所配备的机架数量，用于承载服务器、存储设备等IT基础设施。机架规模的大小直接关系到数据中心的计算能力和存储容量。随着对算力的需求越来越大，扩大机架规模是提升算力保障能力的重要途径之一。数据中心网络时延是指在数据中心内部，数据从源服务器传输到目标服务器所需的时间。网络时延越低，数据传输速度就越快，算力效率也就越高。对于需要快速响应和高并发处理的应用来说，如金融交易、自动驾驶等，网络时延的重要性不言而喻。优化数据中心网络架构、提升网络设备和服务器性能，都是降低网络时延的有效途径，可以提高数据中心的整体算力和应用性能，从而提升业务运行效率和用户体验。降低数据中心网络时延是提高算力保障能力的关键手段之一，也是数据中心持续发展的重要支撑。

3. 公共服务。公共服务是为数据中心算力提供服务保障的能力，可用电价、人均发电量、土地价格、土地使用税来衡量。电价对“算力”具有关键性影响。“算力”需要消耗大量的电，各数据中心的竞争往往是电价的竞争。数据中心经营成本，主要包括折旧、电费、水费、运维费、人员工资以及营销费用等。折旧、运维费等各地相差不大，水费、人员工资等有所差异但总量较小，电费则因为能源消耗较大占总成本的60%左右，从经济性角度看，对算力保障十分关键。人均发电量反映区域内发电能力对群众生活与生产的保障力度。在我国，电力保障具有优先秩序，当电力紧张时，会首先确保群众生活用电；电力保障又具有区域性，一个地方发电量越大，对当地的用电保

障能力也就越强。人均发电量越高，对群众生活的保障能力越强，越有能力和条件对数据中心进行供电。土地价格是指用于建设和运营数据中心等算力设施的土地的价格。土地价格是影响算力成本的一个重要因素，土地价格越低，算力成本越低，算力保障水平越高。土地价格也是反映一个地区或一个单位对算力发展的支持程度的一个重要指标，土地价格越低，说明对算力发展的支持程度越高，算力保障水平越高。因此，土地价格是算力保障评价指标体系中的一个重要指标，可以用来衡量算力成本和算力支持的水平。土地使用税是指用于建设和运营数据中心等算力设施的土地的使用税。土地使用税也是影响算力成本的一个重要因素，土地使用税越低，算力成本越低，算力保障水平越高。土地使用税也是反映一个地区或一个单位对算力发展的政策优惠程度的一个重要指标，土地使用税越低，说明对算力发展的政策优惠程度越高，算力保障水平越高。因此，土地使用税是算力保障评价指标体系中的一个重要指标，可以用来衡量算力成本和算力政策的水平。

4. 自然环境。自然环境是数据中心算力保障的外在条件，可用气温离差、空气质量、距离来衡量。数据中心的理想温度一般在 20℃ 到 25℃ 之间，在这个温度范围内，设备的散热效果最好。当温度高于这个范围，就需要通过水冷、通风、空调等其他手段降温。数据机房的电子通信设备对其场所的空气质量尤其敏感，能够影响数据中心工作的空气污染物有 2 种，颗粒物 (PM) 和酸性气体，颗粒物微尘可以堵塞机房的冷却设备风扇或者散热片，导致因设备过热而引发故障；而酸性气体污染和设备会产生化学作用，造成永久性的腐蚀，这将会对数据中心的设备造成不可挽回的故障和损失。距离是指算力需求方

与算力数据中心的距离。数据在光纤中的传输速度约为 20 万公里每秒，每跑约 209 公里需要耗时 1 毫米，数据中心越远，网络时延越长。一般情况下，算力需求方距离算力数据中心越远，其有关工作人员的交通通行时间越长、差旅费用越高，经济成本越高。

5. 发展生态。发展生态是数据中心算力保障的软基础，可用环境安全、发展年数、政策力度和人才储备来衡量。环境安全是指通过各种手段和措施，保护人类生活和生态环境不受自然灾害或人为活动的破坏。地质安全可以更好地保障算力基础设施的安全，因此选择地质安全替代环境安全指标。地质灾难指由自然产生和人为诱发的对环境及人民生命和财产安全造成危害的地质现象，包括地震、滑坡、泥石流等。地质安全对算力保障的重要性在于，地质灾害越少越能保证算力基础设施的稳定运行。算力保障发展年数的起步年份采用各省第一份明确提出发展大数据的政策文件的年份，这意味着从该年份开始，政府和相关部门开始重视大数据发展并制定了相应的政策措施，开始为算力保障搭建基础。时间越长，意识就越强，共识就越高，推动有关工作的力度就越大。政策力度是数据中心集群所在省份历年印发的算力经济、数字经济、数字经济、人工智能相关的政策文件数量，它直接体现各地对算力产业发展的重视程度与保障力度。人才储备反映数据中心集群的发展潜力与内生动力程度，一般情况下，人才储备越充足，该地算力保障越坚实，能够满足数据中心飞速发展的海量人力资源需求。

（二）指标体系建立

基于我国“东数西算”工程十大数据中心集群算力保障情况，在对企业和政府相关部门充分调研基础上，综合中国信通院等研究机构

对算力测度及相关指标体系研究，基于指标数据的可获得性及来源权威性，选取 19 个二级指标，从算力水平、基础条件、公共服务、自然环境、发展生态五个一级指标维度，全面客观地评价我国“东数西算”工程十大数据中心集群的算力保障水平。在确定二级指标数据时，本文尽可能地将总量指标转为比例指标、结构指标和强度指标等形式，以减少因度量造成的误差。

表 3-1 算力保障指标体系

一级指标	二级指标	计算口径	单位	属性
算力水平	算力规模	算力规模指数	\	+
	上架率	实际使用机架/机架数	%	+
	PUE	数据中心总能耗与 IT 设备耗电量的比值	\	-
	数据中心规模	数据中心数量	个	+
	国家级超算中心	国家级超算中心数量	个	+
基础条件	省际出口带宽	省际出口带宽	Gbps	+
	机架规模	机架数	万个	+
	数据中心网络时延	数据中心网络时延	ms	-
公共服务	电价	数据中心运营平均电价值	元/kWh	-
	人均发电量	发电量/人口数	kWh/人	+
	土地价格	工业用地平均地价	元/平方米	-
	土地使用税	工业用地土地使用税	元/平方米	-
自然环境	气温离差	全年每月最高气温与最适温度离差平均数	°C	-
	空气质量	空气质量指数	/	-
	距离	距离主要大城市的平均距离	kM	-
发展生态	环境安全	近 10 年地质灾害总数/省（市）面积	次/万平方米	-
	发展年数	现在-数据中心建设开始年份	年	+
	政策力度	政府出台的算力相关政策数量	个	+
	人才储备	规模以上工业企业 R&D 全时当量	人年	+

（三）数据来源

本报告选取 2022 年全国“东数西算”工程十大数据中心集群为研究样本，对其算力保障能力进行量化评估，其中，长三角生态绿色一体化发展示范区数据中心集群的数据用苏州的数据来替代。本报告各指标数据主要来源于《中国统计年鉴》、中国信通院、各地方官网、相关政策文件、网络公开数据综合整理等。

1. 算力水平数据。算力规模用算力规模指数表示，数据来源于《2023 中国算力发展指数白皮书》，上架率用实际使用机架/机架数来表示，数据来源于网络公开数据整理；PUE 为数据中心总能耗与 IT 设备耗电量的比值，数据来源于网络公开数据整理；数据中心规模用数据中心数量来表示，数据来源于网络公开数据整理；国家级超算中心用国家级超算中心来表示，数据来源于网络公开数据整理。

2. 基础条件数据。省际出口带宽数据来源于《2022 年通信业年度统计数据》；机架规模用机架数来表示，数据来源网络于公开数据整理；数据中心网络时延数据来源于网络公开数据整理。

3. 公共服务数据。电价统一采用两部制 35 千伏电度电价表示，数据来源于北极星售电网；人均发电量为发电量/人口数，发电量数据来源于北极星售电网，人口数数据来源于《中国统计年鉴》；土地价格用工业用地平均地价表示，数据来源于网络公开数据整理；土地使用税用工业用地土地使用税表示，数据来源于网络公开数据整理。

4. 自然环境数据。气温离差为全年每月最高气温与最适温度（22℃）离差平均数，数据来源于天气网官网数据整理；空气质量用空气质量指数表示，数据来源于《全国城市空气质量报告》及各城市生态环境局官网数据整理；距离用距离主要大城市的平均距离表示，

数据来源于ArcGIS测算整理。

5. 发展生态数据。环境安全用近 10 年地质灾害总数/省（市）面积表示，近十年地质灾害总数数据来源于国家统计局官网，各/省（市）面积数据来源于全国行政区划信息查询平台官网；发展年数用现在-数据中心建设开始年份表示，数据来源于网络公开数据整理；政策力度用政府出台的算力相关政策数量表示，数据来源于网络公开数据整理；人才储备用规模以上工业企业R&D全时当量表示，数据来源于《中国统计年鉴》。

（四）评价方法

1. 评价方法选择

算力保障指标体系作为多指标、多维度的综合评价指标体系，需要选取多指标综合评价方法将多项指标合成单一指数进行考察。将多项指标综合成算力保障综合指数，核心在于对各项指标进行赋权，进而使用加权函数法获得算力保障各级指数和综合指数。赋权方法主要分为主观赋权法和客观赋权法，主观赋权法主要有层次分析法、效用值法、均权法等，客观赋权法有熵权法、主成分分析法等。本文将采用客观赋权法—熵权法对算力保障指标体系的基础指标进行赋权，然后利用TOPSIS法对算力保障指数进行量化排序。与主观赋权法相比，熵权法是根据各指标的变异程度，利用信息熵计算出各指标的熵权，再通过熵权对各指标的权重进行修正，客观地确定每个指标的权重大小，这样可以避免主观赋权法的人为因素，得出的权重更客观、科学。TOPSIS法主要用于测算各项指标和理想点之间的相对距离，并对其作出量化排序。

2. 熵权法确定指标权重

(1) 标准化处理

$$\text{正向指标 } X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (1)$$

$$\text{负向指标 } X_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (2)$$

其中, x_{ij} 表示 i 集群 j 指标的原始值, X_{ij} 表示标准化后的指标值, $\max x_{ij}$ 和 $\min x_{ij}$ 分别表示 x_{ij} 的最大值与最小值, $i=1, 2, \dots, n$; $j=1, 2, \dots, m$ 。

(2) 计算指标比重 P_{ij} 。

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}} \quad (3)$$

(3) 计算指标信息熵 E_j 。

$$E_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n P_{ij} \cdot \ln P_{ij} \quad (4)$$

(4) 计算效用值 D_j 。

$$D_j = 1 - E_j \quad (5)$$

(5) 计算权重系数 W_j 。

$$W_j = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^m D_j} \quad (6)$$

其中, W_j 为二级指标的权重系数, 一级指标权重系数等于所属二级指标权重系数之和。

3. TOPSIS法确定算力保障指数

(1) 构建加权矩阵

$$Y_{ij} = W_j \cdot X_{ij} \quad (7)$$

(2) 计算与正、负理想解距离 D^+ 、 D^-

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \max Y_{ij})^2} \quad (8)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \min Y_{ij})^2} \quad (9)$$

(3) 计算与理想解的贴近程度相近接近度 C

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (10)$$

其中， C_i 代表算力保障指数得分， $0 \leq C_i \leq 1$ ， C_i 越大，代表*i*集群距离正理想解越近，距离负理想解越远，则*i*集群的算力保障能力越优。

四、算力保障能力评价分析

在第三部分评价体系构建方法体系下，从 5 个一级指标 19 个二级指标维度，以“东数西算”工程中 10 个数据中心集群为数据样本，对算力保障指数予以评价。

（一）算力保障指数

从整体上看，十大集群的算力保障能力均有待提升，算力保障指数普遍偏低，均低于 60 分，分布于四个梯队。贵安、中卫、和林格尔和庆阳的算力保障能力总体较高，位于第一梯队，算力保障指数达到 55 以上，张家口、韶关、长三角位于第二梯队，算力保障指数达到 50 以上，天府单独位于第三梯队，算力保障指数达到 40 以上，而重庆和芜湖位于第四梯队，算力保障指数为 30 以上。西部集群的算力保障指数普遍高于东部集群，这主要得益于西部地区得天独厚的自然环境和质优价廉的公共服务，这些因素为数据中心的高效稳定运行提供了有力保障，同时，这种优势为西部地区“东数西算”工程保障能力的发展提供了强有力的支撑。西部集群之间的差距相对较小，各集群均具有独特的优势。“东数西算”工程为西部地区提供了一个发挥其比较优势的机会，为推动“东数西算”工程战略的有效实施，西部集群可以通过相互协作，充分发挥各自优势，实现优势互补和互利共赢。

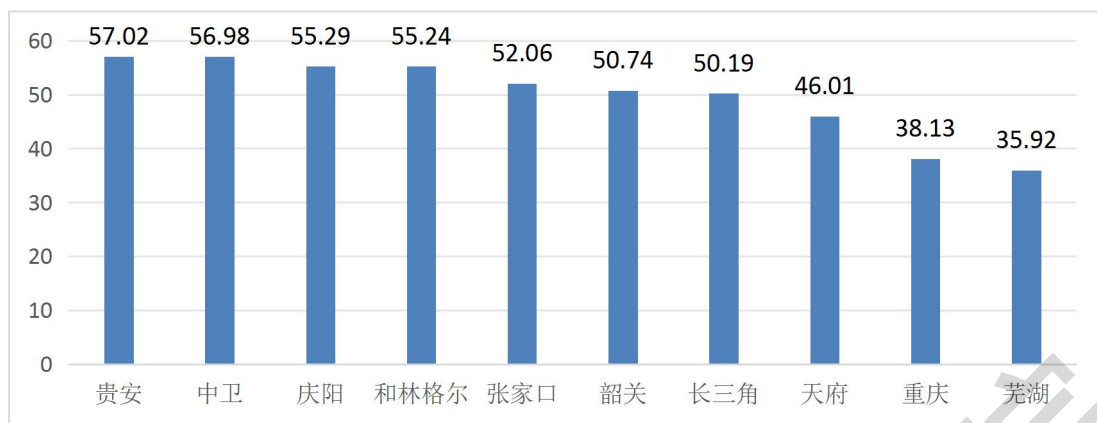


图 4-1 十大集群算力保障指数

对算力保障指数进行描述性统计分析，就平均值而言，十大集群算力保障指数平均值为 49.76，西部集群算力保障指数平均值为 56.13，高出平均水平 6.37，东部集群算力保障指数平均值为 45.51，比平均水平低了 4.25，与西部集群存在一个梯队的差距；就标准差来而言，十大集群算力保障指数标准差为 7.55，西部集群算力保障指数标准差为 1.00，各集群之间差距较小，发展较为均衡，东部集群平均算力保障指数为 6.91，均衡性相对较差。

由此可见，西部集群算力保障能力较好，且发展较为均衡，而东部集群算力保障能力较弱，且发展不均衡，导致十大集群算力保障发展不均衡。

表 4-1 算力保障指数描述性统计

地区	集群数	最大值	最小值	平均值	中位数	标准差
东部	6	52.06	35.92	45.51	48.10	6.91
西部	4	57.02	55.24	56.13	56.14	1.00
十大集群	10	57.02	35.92	49.76	51.40	7.55

（二）算力水平分指数

从算力水平分指数总体来看，韶关的算力水平处于领先地位，算力水平分指数达到 60 以上，单独位于第一梯队。中卫、重庆、长三角位于第二梯度，算力水平分指数为 40 以上，与韶关差距较大，具有较大的提升空间。天府、张家口、贵安位于第三梯队，算力水平分

指数为 30 以上，庆阳、和林格尔位于第四梯队，算力水平指数为 20 以上，芜湖位于第五梯队，算力水平指数仅达到 10 以上。在算力水平二级指标中，指标权重排名依次为PUE、国家级超算中心、上架率、数据中心规模、算力规模。韶关具有 2 个国家级超算中心，算力规模和数据中心规模在十大集群中都处于领先水平，其算力水平分指数自然处于遥遥领先位置，而芜湖没有国家级超算中心，PUE值大，算力规模小，导致其算力水平分指数极其低。PUE方面，排名前五的为重庆、中卫、韶关、贵安、张家口，其数值均不高于 1.3，其中重庆和中卫甚至不高于 1.2；国家级超算中心方面，十大集群中共有 6 个，其中韶关和长三角各 2 个，张家口和天府各 1 个，其他集群 0 个；上架率方面，排名前五的是中卫、重庆、天府、庆阳、贵安，数值均达到 60%以上，其中中卫上架率更是高达 85%，遥遥领先于其他集群；数据中心规模方面，排名前四的是天府、韶关、长三角、芜湖，数据中心数量均不低于 100 个，其中天府和韶关均达到 300 个以上；算力规模方面，排名前三的是韶关、长三角、张家口，其中，韶关的算力规模指数高达 70 以上，而排名第二的长三角仅达到 50 以上。

对算力水平分指数进行描述性统计分析，就平均值而言，十大集群算力水平分指数平均值为 37.93，西部集群算力水平分指数平均值为 32.17，比平均水平低了 5.76，东部集群算力水平分指数平均值为 41.77，高出平均水平 3.84，高出西部集群一个梯度；就标准差而言，十大集群算力水平分指数标准差为 14.22，西部集群算力水平分指数标准差为 11.04，东部集群平均算力水平分指数为 15.71，无论是从整体还是从分部来看，算力水平都发展不均衡。

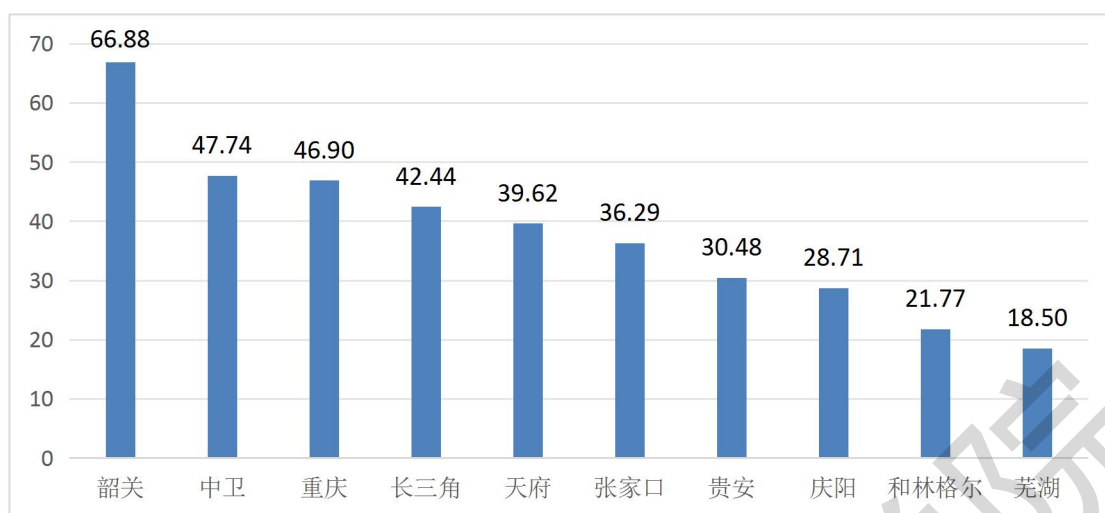


图 4-2 十大集群算力水平分指数

由此可见，西部集群算力水平相较于东部整体偏低，且发展都不均衡。

表 4-2 算力水平分指数描述性统计

地区	集群数	最大值	最小值	平均值	中位数	标准差
东部	6	66.88	18.50	41.77	41.03	15.71
西部	4	47.74	21.77	32.17	29.59	11.04
十大集群	10	66.88	18.50	37.93	37.96	14.22

(三) 基础条件分指数

十大集群的基础条件相对较好，基础条件分指数普遍较高。其中，天府、长三角位于第一梯队，基础条件分指数达到 70 以上，韶关、庆阳、贵安、张家口位于第二梯队，基础条件分指数达到 60 以上，重庆、中卫、和林格尔位于第三梯队，基础条件分指数达到 50 以上，芜湖位于第四梯队，基础条件分指数仅达到 10 以上，与其他九大集群存在较大的差距。基础条件的二级指标中，指标权重排名依次为数据中心网络时延、省际出口带宽、机架规模。天府的数据中心网络时延最小，长三角的机架规模最大，皆具有明显的基础条件优势，而芜湖的数据中心网络时延最大，省际出口带宽和机架规模也不具备优势，导致其基础条件分指数不正常地过小。数据中心网络时延方面，排名前三的是天府、庆阳和中卫，其数据均低于 20ms；省际出口带

宽方面，韶关、长三角省际出口带宽超过 100Tbps，位列前二，天府、张家口省际出口带宽超过 70Tbps，位于三、四名，中卫省际出口带宽仅超过 10Tbps，排在最后一名。机架规模方面，排名前三的是长三角、和林格尔和天府，机架数量均超过 15 万架，其中，长三角机架数量高达 35 万架，远高于第二名的 15 万架。

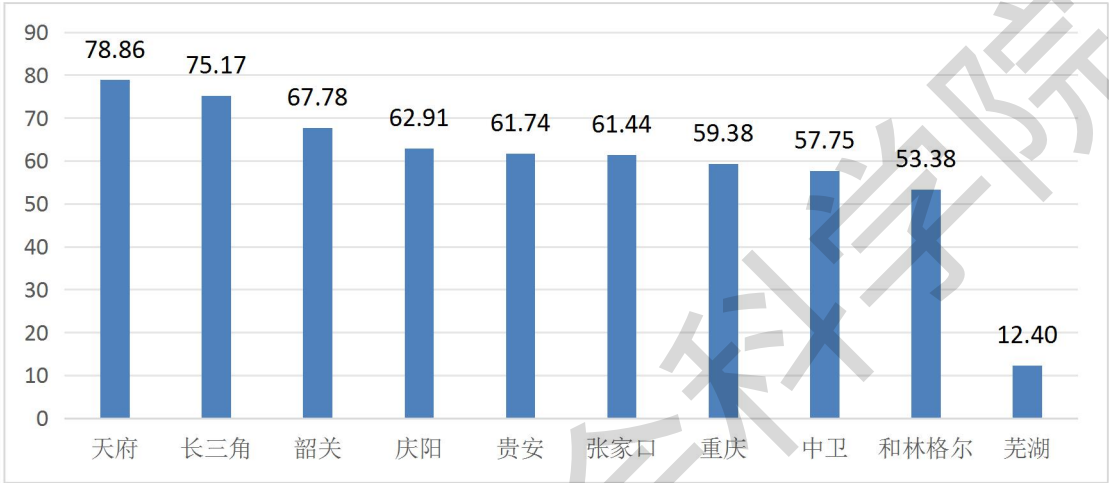


图 4-3 十大集群基础条件分指数

对基础条件分指数进行描述性统计分析，就平均值而言，东部集群和西部集群的基础条件分指数平均值差距不大；就中位数而言，东部集群基础条件分指数中位数为 64.61，而西部集群基础条件分指数中位数为 59.74，比西部集群低了 4.83；就标准差来而言，西部集群基础条件分指数标准差为 4.32，而东部集群基础条件分指数标准差为 24.13，远远大于西部集群。

由此可见，整体而言，东部集群基础条件略好于西部，但东部集群内部发展较不均衡，两极分化较为严重，而西部集群发展相对较为均衡。

表 4-3 基础条件分指数描述性统计

地区	集群数	最大值	最小值	平均值	中位数	标准差
东部	6	78.86	12.40	59.17	64.61	24.13
西部	4	62.91	53.38	58.94	59.74	4.32
十大集群	10	78.86	12.40	59.08	61.59	18.15

（四）公共服务分指数

西部集群的公共服务能力明显高于东部集群。其中，庆阳、中卫与和林格尔排名前三，公共服务分指数在 70 左右，位于第一梯度；芜湖、韶关、贵安、天府的公共服务分指数在 50 左右，位于第二梯队，与第一梯度有较大的差距；张家口、长三角、重庆的公共服务指数在 20 以上，位于第三梯度，与前两梯队存在明显的梯度差距。公共服务二级指标中，指标权重排名依次为土地价格、电价、土地使用税、人均发电量，庆阳、中卫、和林格尔的土地价格和电价均较低，其在公共服务方面则存在明显的竞争优势。土地价格方面，中卫、和林格尔、芜湖、庆阳、贵安的工业用地平均地价均不超过 300 元/平方米，其中中卫不超过 100 元/平方米，和林格尔和芜湖不超过 200 元/平方米；电价方面，中卫、和林格尔、庆阳排名前三，其电度电价分别为 0.4 元/kWh、0.42 元/kWh、0.44 元/kWh，韶关、天府、张家口位于 4-6 名，电度电价分别为 0.55 元/kWh、0.56 元/kWh、0.58 元/kWh，与前三存在较大的差距；土地使用税方面，十大集群的工业用地土地使用税平均价格差距不大，西部的集群略微低于东部集群；人均发电量方面，中卫和和林格尔排名前二，人均发电量均超过 2.5 万 kWh/人年，庆阳排在第三，人均发电量不到 1 万 kWh/人年。

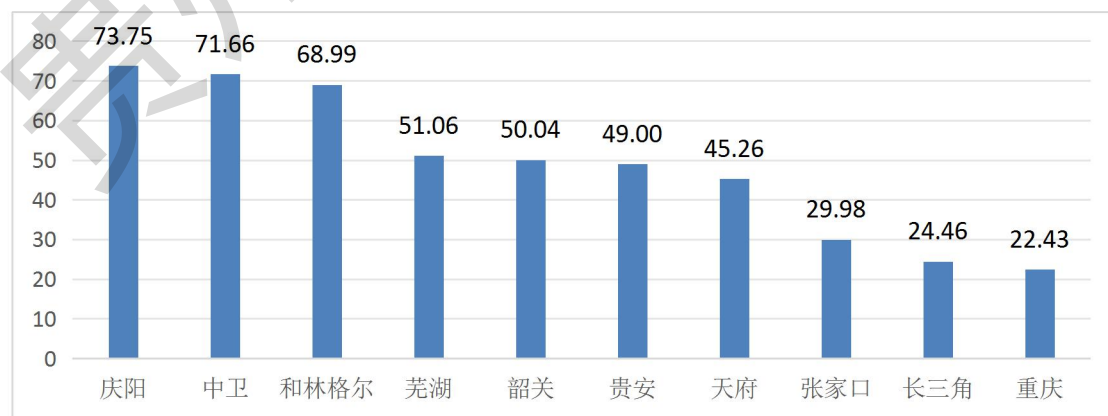


图 4-4 十大集群公共服务分指数

电价对市场主体的经营效益具有决定性影响、对用户的选择具有决定性作用。一些地方出台了支持算力发展的政策措施，给予了程度不等的优惠，电网公司所定电价对数据中心的影响被削弱了；当优惠政策得到完全及时的兑现时，电价差异带来的影响甚至可能消失。当然，依靠政策支持获得的电价必将给地方财政造成压力，易存在政策兑现不到位的情况，电价的重要影响也不能忽视。考虑到安全性、可持续等因素，在分析算力保障指标影响时，应充分考虑到各相关指标的均衡性，不宜将电价的权重定得过高。我们完全采用熵权法在算力保障中对电价赋予的权重。同时，必须强调的是，电价对“算力”用户选择的影响往往是压倒性的。

对公共服务分指数进行描述性统计分析，就平均值而言，十大集群公共服务分指数平均值为 48.66，西部集群公共服务分指数平均值为 65.85，高出平均水平 17.19，东部集群公共服务分指数平均值为 37.20，比平均水平低了 11.46，与西部集群存在两个梯度的巨大差距；就标准差而言，十大集群公共服务分指数标准差为 18.90，西部集群公共服务分指数标准差为 11.40，东部集群公共服务分指数标准差为 13.07，无论是从整体还是从分部来看，公共服务水平发展都不均衡。

由此可见，西部集群的公共服务水平高出东部集群两个梯度，但无论是东部集群还是西部集群，公共服务均衡性都较差。

表 4-4 公共服务分指数描述性统计

地区	集群数	最大值	最小值	平均值	中位数	标准差
东部	6	51.06	22.43	37.20	37.62	13.07
西部	4	73.75	49.00	65.85	70.32	11.40
十大集群	10	73.75	22.43	48.66	49.52	18.90

（五）自然环境分指数

贵安的自然环境处于领先水平，自然环境分指数高达 70 以上，

单独位于第一梯队；庆阳和张家口自然环境分指数为 60 以上，位于第二梯队；和林格尔自然环境分指数为 50 以上，单独位于第三梯度，长三角、韶关、芜湖的自然环境分指数为 40 以上，位于第三梯队；中卫、重庆、天府的自然环境指数为 30 以上，位于第四梯队。自然环境二级指标中，指标权重排名依次为气温离差、空气质量、距离，贵安、庆阳、张家口的气温离差和空气质量均较优，即使距离较远，但由于距离权重较低，其自然环境分指数也较高。气温离差方面，庆阳和贵安排名前二，全年每月最高气温与最适温度离差平均数均不超过 2℃，和林格尔、张家口紧随其后，全年每月最高气温与最适温度离差平均数均不超过 3℃，韶关表现最差，全年每月最高气温与最适温度离差平均数为 5.5℃；空气质量方面，排名前三的分别为韶关、贵安、张家口，其空气质量指数分别为 2.50、2.53、2.55，庆阳排在第四，其空气质量指数为 3.2，与前三有明显的差距；距离方面，东部集群占优，排名前五的分别是芜湖、长三角、重庆、韶关、庆阳，距离主要大城市的平均距离均不超过 1000 公里。

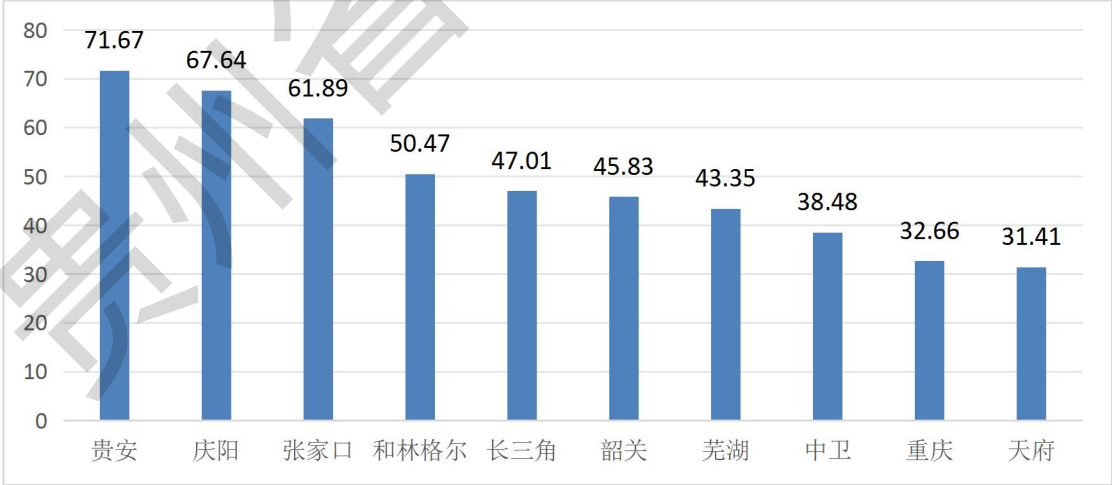


图 4-5 十大集群自然环境分指数

对自然环境分指数进行描述性统计分析，就平均值而言，十大集群自然环境分指数平均值为 49.04，西部集群自然环境分指数平均值

为 57.06，高出平均水平 8.02，东部集群自然环境分指数平均值为 43.69，比平均水平低了 5.35，与西部集群存在一个梯队的差距；就标准差而言，十大集群、西部集群、东部集群自然环境分指数标准差分别为 13.99、15.42、11.13，均衡性均相对较差，西部集群的均衡性相对更差。

由此可见，西部集群自然环境条件相对于东部集群表现较好，但就均衡性而言，都比较差，而西部集群均衡性更差。

表 4-5 自然环境分指数描述性统计

地区	集群数	最大值	最小值	平均值	中位数	标准差
东部	6	61.89	31.41	43.69	44.59	11.13
西部	4	71.67	38.48	57.06	59.06	15.42
十大集群	10	71.67	31.41	49.04	46.42	13.99

（六）发展生态分指数

十大集群的发展生态存在明显的梯度差距，和林格尔、长三角、中卫、贵安、张家口发展生态分指数均达到 60 以上，表现较好，位于第一梯队；庆阳和芜湖发展生态分指数为 30 以上，位于第二梯队，与第一梯队存在显著差距；韶关和天府发展生态分指数为 20 以上，位于第三梯队；重庆发展生态分指数为 10 以上，单独位于第四梯队。生态发展二级指标中，指标权重排名依次为环境安全、发展年数、政策力度、人才储备，和林格尔、张家口、中卫地质灾害较少，发展年份长，即使其人才储备不足，但由于人才储备权重较低，其发展生态指数也较高；长三角人才储备足，地质灾害少，其发展生态指数也较高；而重庆、四川、安徽、广东地质灾害频繁，导致其发展生态指数严重偏低。环境安全方面，排名前五的是和林格尔、张家口、长三角、中卫、贵安，近 10 年单位面积地质灾害数均不超过 50 次/万平方千米，其中和林格尔不超过 1 次/万平方千米，张家口不超过 10 次/万平方千米，长三角和中卫不超过 20 次/万平方千米；发展年数方面，

各集群的差距不大，其中，数据中心建设最早的是和林格尔，内蒙古自治区政府与中国电信集团于 2011 年签署战略合作协议，在呼和浩特市和林格尔县建设北方最大的云计算基地——中国电信云计算信息园；政策力度方面，出台相关文件最多的是贵安，已出台文件高达 40 份以上，具备比较完善的政策保障体系，其他各集群出台的相关文件一般为几份到 20 几份不等，与贵安存在明显的差距；人才储备方面，韶关、长三角排名前二，所在省规模以上工业企业R&D全时当量分别为 709119 人年、612676 人年，芜湖排名第三，所在省规模以上工业企业R&D全时当量为 170421 人年，与前两名存在巨大差距。

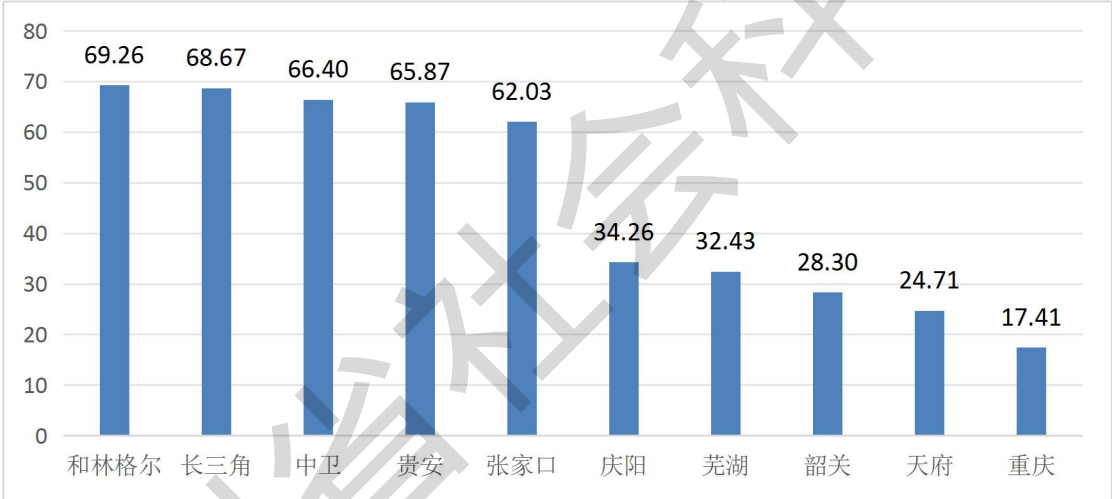


图 4-6 十大集群发展生态分指数

对发展生态分指数进行描述性统计分析，就平均值而言，十大集群发展生态分指数平均值为 46.93，西部集群发展生态分指数平均值为 58.95，高出平均水平 12.02，东部集群发展生态分指数平均值为 38.92，比平均水平低了 8.01，与西部集群存在两个梯队的差距；就标准差来而言，十大集群、西部集群、东部集群发展生态分指数标准差分别为 21.13、16.53、21.16，均衡性均相对较差，东部集群的均衡性相对更差。

由此可见，西部集群算力保障能力较好，但就均衡性而言，都比

较差，但东部集群均衡性更差。

表 4-6 发展生态分指数描述性统计

地区	集群数	最大值	最小值	平均值	中位数	标准差
东部	6	68.67	17.41	38.92	30.37	21.16
西部	4	69.26	34.26	58.95	66.13	16.53
十大集群	10	69.26	17.41	46.93	48.14	21.13

五、算力保障存在问题

“东数西算”工程持续推进，算力规模逐步扩大、创新能力不断增强、市场需求更加旺盛，但在算力产业迅速发展的同时，在顶层设计、政策支持、设施配套、安全保障、链条完整、人才储备、绿色发展等方面仍然存在制约性问题。

（一）政策执行不足，统一规划协调待完善

“东数西算”工程快速推进，但在顶层设计上统一协调部署还不足，各个地区算力及数据中心建设还存在一定乱象。

1. 数据中心建设面临无序竞争。相对于西部地区，东部地区在基础设施、产业基础、算力需求等方面都更为完善，租赁机房云服务商和需要算力资源的互联网头部企业大多分布在东部地区，但东部、中部许多省份和地区从自身经济发展、财政税收、数据安全、网络时延等利益出发，仍在各自区域建设数据中心，不仅导致数据中心重复建设，因规模不足、集聚不高、能源供应不集中等造成大量资金浪费、电力能源消耗、算力资源闲置，也有悖于国家“东数西算”工程战略布局，加剧了算力市场供需失衡和无序竞争。

2. 国家制度规范建设不统一。算力保障体系是科技含量较高的新兴产业体系，从国家到地方对其相关制度建设、规范标准制定明显滞后。一是**市场对算力概念混淆**。市场对超级计算机、智能计算机、普通计算机算力概念混淆，对智能计算机推理性能和训练性能概念模糊，导致部分区域建设方向和建设需求错位。二是**行业定价标准混乱**。

各个数据中心集群，特别是不在算力枢纽十大数据中心集群内的区域也有定位相同、功能相近的超级计算中心、智能计算中心等，建设投入甚至相差达 62 倍。

3. 数据中心建设存在同质化竞争。由于国家整体规划不足，各地区对数据中心建设存在各自为政、盲目跟风、重复建设、同质化竞争现象，导致各地区为谋求经济利益不断争夺数据存算市场，大量重复建设的数据中心综合使用效率较低，数据中心上架率不高，运营成本、算力成本增加，不仅无法为算力提供有效保障，反而成为各个地区算力发展的负担。同质化导致资本、技术、人才分散，无法形成算力发展规模效应、协同效应，难以精准满足算力市场多样化需求，保障能力更是无从谈起。

（二）基础配套不足，算力总体规模待提升

算力基础设施及其配套对算力保障能力提升具有较大影响，算力总体规模的提升使单位算力成本下降，当前算力设施建设差异化配置、边缘算力部署不足，规模效应没有得到很好体现。

1. 算力设施建设分布不均衡。普通计算存储的数据中心是当前规模最大的算力设施，占比最高，整体上存在供大于求情况，但超算中心、智算中心和边缘数据中心规模相对较小，区域分布不尽合理，导致专用算力不足、通用算力过剩，单位算力能耗成本过高等问题。

2. 边缘算力协同部署不足。边缘计算（边缘算力）通常指部署在设备本地的算力或者离用户距离较近的数据中心中计算算力，本质在于实现云端和终端算力负载均衡优化。由于边缘计算尚未规模化铺开，机架设施、服务器单位成本较高，大宽带需求拉高带宽总成本。东西部地区对算力需求不一致，各地区对算力协同部署力度不一致，

算力分散布局使运维成本高涨。

（三）安全存在隐患，算力安全保障待补足

“东数西算”工程推进对安全保障提出了更高要求，但算力安全保障还存在物理安全、制度安全、应用安全、数据安全、信息安全等算力保障风险。

1. **算网资源体系存在安全隐患。**算力资源从申请、使用再到结算清退过程中跨越了使用方和供给方边界。网络攻击手段不断迭代升级，数据信息在传输过程中，一旦出现安全风险，可能引发算力隐患给供给方，对整个算网资源体系带来运营风险。

2. **数据安全保障能力待提升。**在算力网络中流通的海量数据，涉及到医疗、金融、政务及个人信息等众多隐私数据，若有关数据遭到泄露、恶意篡改或非法盗取，可能导致难以估量严重后果。数据安全管理制度建设，数据安全风险的分析、研判、预警和处置能力影响数据安全保障。

3. **算力设施安全保障有待提升。**算网新型架构新增网元增加、庞大的算力用户群体、数量众多的多分布式资源节点、海量数据信息量增加使软硬件的保障能力需求增加，算力设施硬件保障、安全保护制度建立、自然灾害应急处理能力等有待提升，重要网络设施冗余配置备份建设保障能力有待加强。

（四）产业链不完整，上下游联动发展不足

算力产业链协同发展是提升算力保障的重要体现，由于算力产业链条上中下游之间缺乏有效联动，上游供应链断链、中游技术创新不足、下游重建设轻应用等影响算力产业链发展。

1. **上游供应链存在断链。**国内在芯片设计和制造、服务器硬件等

关键环节取得了一些进展，但与国际先进水平相比还存在较大差距，很多关键核心技术产品依赖于国外进口，核心操作系统、芯片、应用软件对国外有较大依赖，产业链供应链韧性较低，断链对算力产业竞争力提升影响较大。

2. 中游技术创新不足。我国在人工智能、大数据等应用领域已取得一些重要突破，但在核心系统、核心硬件、核心算法、系统优化、软件开发等方面投入和创新力度依旧不足，对开源代码和现有数学模型依赖性较大，许多核心技术、基础系统软件仍然依靠国外进口。

3. 下游重建设轻应用。算力产业链下游主要集中在云计算、人工智能等应用领域，一些传统行业特别是中小企业还未完成数字化转型，对算力需求尚未充分释放。部分地区重建设轻应用，应用场景不足无法覆盖不同场景需求，算力产业链下游应用普及不够。

（五）高端人才缺乏，科技创新能力待增强

数据中心和算力保障集中区域人才相对集中，对高端人才需求较大，高端人才缺乏使区域科技创新能力分布不均衡。

1. 核心技术仍然受制于人。在算力保障核心技术体系中，核心芯片、服务器、通信、软件系统等软硬件均受制于国外。国内芯片市场受到国外打压，面临严重的业务连续性障碍，存在供应链安全和严重的业务连续性障碍，芯片、服务器、通信、软件系统等软硬件均受制于国外。国内芯片仅能支持少数应用场景。

2. 东西部集群人才分布不均衡。从分析结果看，“东数西算”工程十大数据中心集群共有 1081 个数据中心，十大集群中人才分布呈现东西失衡状态。十大集群人才储备指标平均值为 182074，西部四个集群中只有贵安集群（26717）超过了平均值，东部六个集群中最

低储备长三角（苏州）集群（612676）也远超平均值。西部集群人才储备平均值为 16407，东部为 292519，是西部的 18 倍。

3. 数据中心人才储备西部严重不足。结合单位数据中心人才储备指标看，每数据中心平均匹配 1684 人年/个，贵安、庆阳、中卫、和林格尔、天府五个集群低于平均值，其中庆阳集群仅为 190 人年/个，重庆集群最高为 93316 人年/个。我国顶级研究人才总量只有美国的 1/5 左右，行业内“数字蓝领”供给最多，但需长周期培养的科学家型领军人才比较匮乏。十大集群高层次人才相对不足，与算力高质量发展中的尖端需求不匹配，难以满足算力快速发展需要。

（六）能源消耗较高，绿色节能发展压力大

数据中心成为整个社会的关注焦点，但数据中心也面临着巨大的能源消耗。十大集群上架率及 PUE 均优于全国平均水平，表明能源利用效率领先全国，但仍然面临节能压力大的困难。

1. 不同地区上架率不一致。工信部公布 2022 年全国数据中心平均上架率为 58%。十大集群上架率最低值为 55%（和林格尔集群、张家口集群），最高值为 85%（中卫集群），平均值为 64%，其中庆阳、中卫、芜湖、重庆、天府均高于平均值。上架率高意味着设备利用率高，算力能力增加，也意味着能源消耗更高。

2. 大型数据中心、计算中心能耗大、成本高。数据中心是高耗能产业，其中电力成本占总成本的 60%至 70%。《中国数据中心产业发展白皮书（2023）》指出，2021 年，全国数据中心用电量 937 亿度，占全社会用电量达到 1.13%，二氧化碳排放量约为 7830 万吨，占全国二氧化碳排放量比重为 0.77%。对十大集群分析，十大集群 PUE 最低值为 1.2（中卫集群），最高值为 1.45（天府集群、长三角集群），

平均值为 1.32，其中庆阳、中卫、张家口、韶关及重庆低于平均值，能源效率较高，PUE 再优化空间有限。

3. 西部及北部能源供给比东部更有竞争优势。十大集群电价从 0.4 元/kWh（中卫集群）到 0.63 元/kWh（芜湖集群）不等，平均值为 0.54 元/kWh，贵安、张家口、芜湖、长三角、韶关、重庆、成都均超过平均值，东部六个集群电价全部高于平均值，电价最低的中卫、和林格尔、庆阳人均发电量 2.99kWh/人、2.68kWh/人、0.73kWh/人也位列前三，东部六个集群人均发电量均高于西部四个集群。十大集群电价差异在 0.25 元/kWh 以内，人均发电量除中卫以及和林格尔均不足 1kWh/人。东部地区电价高、人均发电量低，能源供给优势不足。

六、提升算力保障发展建议

在“东数西算”工程正处于算力发展规划加速落地的关键阶段，“十大数据中心”集群所在地区要牢牢把握行业发展趋势，发挥比较优势、强化顶层设计、加强基础配套、提升算力供给、激发创新活力、优化发展环境、提高能源效率、促进绿色发展，构建我国算力保障发展新格局。

（一）加强规划统筹协调布局

充分发挥国家在算力设施建设制度设计、规划统筹、发展布局等方面的引导作用，科学合理的规划建设好算力设施。

1. 加强顶层设计政策引导。国家主管部门、地方政府加强算力设施顶层设计，站在全国“一盘棋”角度统筹规划，促进东西部协同联动，优化算力资源配置，促进产业链上下游共同发展，最大程度实现算力资源高效协同利用。各个地区根据区域产业特色，建设匹配的算力设施，推进算力应用。

2. 有序推进算力设施建设。按照因地制宜、统一规划、分布实施原则，在全国一体化算力网络国家枢纽节点布局，有序建设算力设施，协调推动全国数据中心布局，对在国家枢纽节点之外的地区，不再新建大中型数据中心，避免重复建设。推进贵州、内蒙古等节点提升算力设施利用效率，促进东西部高效互补和协同联动。

3. 推动算力设施规范建设。东西部地区加强协作协调，积极推动面向业务需求的算力设施、IT设备、智能运营等建设规范化，充分发挥规范化、标准化对算力产业发展的引领和推动作用，加强算力设施标准、规范等文件制定，有效支撑算网与产业融合发展。有效推动普算中心、智算中心规范化建设，加强算力价格监督，防止行业收费。

（二）优化算力保障资源配置

贯彻落实好工业和信息化部、中央网信办等联合印发的《算力基础设施高质量发展行动计划》，推动面向多元化应用场景的技术融合和产品创新，增强算力软硬件产品竞争优势优化资源配置。

1. 推动算力设施差异配置。结合我国人工智能产业发展趋势和业务发展需要，有效配置算力保障资源，在贵州、成渝算力枢纽开展集约化区域差异化智算中心、超算中心建设，合理提升西部地区智能算力占比。推动不同地区普算、智算、超算协同发展，满足各类算力业务用户的不同需求。

2. 促进边缘算力协同部署。加快边缘算力建设，灵活部署边缘数据中心，有效衔接大中型算力供给保障，以边缘计算推动算力提升，提升区域算力总体规模。建设以算力枢纽节点布局城市为中心的边缘算力保障体系，加快推进规模部署，降低运维成本。加强东部地区低时延行业应用需求向西部地区倾斜，有效支撑工业、农业、城市、能

源、金融、研究等算力应用，支撑传统行业数字化转型。

（三）加强安全保障能力建设

加强算力保障设施安全保障能力建设，确保网络、平台和数据安全建设和安全体系同步推进，建立中国优势的算力安全保障体系。

1. 增强网络安全保障能力。牢牢守住网络、数据、经济安全底线。强化安全技术手段建设，依托自主核心技术，建设自主安全可控的算力网络安全体系，建立威胁网络闭环处置和协同联动机制。提升新型数据中心可靠性，对承载重要信息的系统及影响经济社会稳定运行的数据中心加大投入、完善机制，推动算力网络威胁处置从事后处置向风险预警和事前预防转变。

2. 强化数据安全保护能力。筑牢数据安全保护与监管“底线”和“红线”。加速推动个人隐私、数据市场、数据服务、人工智能安全等领域立法，保障单一数字市场安全发展。加强数据安全治理，根据监管要求对重要和核心数据实行精准严格管理，将数据安全贯穿到数据要素市场化发展全过程。加强数据安全风险的分析、研判、预警和处置能力，有效防范数据安全风险。

3. 保障算力设施平稳安全运行。加强算力设施硬件保障，制定算力设施安全保护制度，建立健全应急预案，提高应急处置能力，增强对防火、防雷、防洪、抗震等灾害防治能力，及时消除安全隐患。强化供电、供气、供水、制冷等基础设施安全性、可靠性建设，对重要网络设施采用冗余配置备份，确保算力设施可靠运行。

（四）产业联动赋能行业应用

围绕算力上中下游产业链深化算力赋能行业应用，打造一批算力新业务、新模式、新业态，推进“算力+”在工业、农业、能源、交

通、教育、医疗等领域广泛应用。

1. 强化算力赋能推进融合应用。提高算力有效供给，充分发挥算力对行业的赋能作用，促进算力在教育、交通、医疗、卫生、能源等行业创新应用。实施算力企业主体梯度培育计划，在全国建设不同行业算力应用示范基地，培育 1000 个算力应用行业示范企业，打造千行百业应用标杆，引导中小算力应用企业“专精特新”发展，构建大中小企业融通发展、产业链上下游协同创新发展新格局。

2. 算力保障促进电子信息制造业发展。抢抓“东数西算”战略机遇，以工业现代化为引领，发挥各个算力枢纽节点算力资源综合应用优势，围绕算力产业链上下游，积极发展集成电路、服务器、新型电子元器件、通讯网络设备、智能终端、北斗导航产业、软件服务、虚拟现实、视听产业、智慧健康养老、智能光伏等产业，培育我国电子信息制造业竞争优势。

3. 加快发展“东数西存”“东数西算”“东数西训”。围绕算力枢纽节点建设，结合全国产业发展布局和地区特征，构建技术领先、绿色节能、自主可控、服务全国的绿色数据中心、普算智算中心、人工智能大模型训练服务中心。实施示范应用推进计划，建立特色化、差异化应用示范，打造标杆性存力、算力、运力产品和服务。

（五）人才培养提升创新能力

加强核心技术研发及创新性人才引进培育，以核心技术研发推进核心技术应用，以核心技术应用带动创新型人才发展，以优质企业、产业创新平台建设为依托，提升算力保障创新水平。

1. 加强算力关键技术及产品应用攻关。以国内算力保障核心企业为基础，根据各地创新资源比较优势，引进算力产业链相关机构在各

个枢纽节点设置研发总部和生产应用基地。加强数据中心服务器、CPU、GPU、NPU芯片核心技术研发，开展算力融合应用芯片与模组等关键技术及产品应用攻关，加速推进算力新技术、新工艺、新产品产业化研发。

2. 推进算力核心技术突破应用。依托“东数西算”工程建设机遇，进一步完善天文、航空航天、气象、地震等数据资源整合能力，按照各个枢纽节点的算力优势，协同非枢纽节点地区，建设相关领域算力应用示范基地。加快算法实验室建设，打造国际一流的先进计算实验室。加快算法领域产业“产学研”合作，建设算法研究与应用对接公共服务平台。

3. 培养算力保障人才队伍。加大培养本土算力人才，鼓励各地高校、职业院校优化和开设人工智能、大数据等专业，建立相关产业学院、研究院、联合实验室等。实施大数据算力人才引进计划，依托骨干企业、重大科研或工程项目，大力引进高层次人才。强化产业人才储备培优，建立完善产业专业人才和专家库，支持龙头企业、行业组织、研究机构等共同建立算力人才培养（实训）基地。

（六）促进绿色低碳算力发展

推动算力基础设施绿色低碳发展，统筹布局绿色智能的算力基础设施建设，推动传统算力基础设施绿色化升级，加快打造数网协同、数云协同、云边协同、绿色智能的多层次算力设施体系。

1. 推动数据中心绿色化发展。鼓励采用液冷、模块化电源、模块化机房等高效系统设计，光伏发电、余热回收等绿色节能措施，各个枢纽节点数据中心升级改造，多措并举降低PUE值，提高数据中心绿色水平。优先采用高效处理器、低能耗服务器、存储设备等IT设备，

降低单位算力能源消耗，提高数据中心用能效率，减少碳排放量。

2. 引导绿色低碳算力市场应用。大力推动数据中心运维、改造等，推广安全绿色全闪存储、制冷系统节能、新型机房精密空调等技术。优化能源结构，积极引入绿色能源，推动新型数据中心向新能源发电侧建设。完善电价直供电配售电机制，支持与风电、光伏等可再生能源与算力融合开发、就近消纳，提升算力设施绿电使用率，探索市场导向的绿色低碳算力应用体系。

3. 赋能行业绿色低碳转型。推动算力设施在工业、农业等重点行业应用赋能，以算力提升支撑行业数据分析、动态监测、工艺优化等生产环节创新，降低生产成本、提高产品服务质量，促进企业经营活动数字化、智能化，鼓励跨地区、跨企业建立算力碳排放权，依托算力助力“算力+”行业节能减排，建立算力地区“算力+绿色低碳”生态体系，减少社会碳排放总量。

贵州省社会科学院

地址：贵州省贵阳市南明区西湖路梭石巷 19 号

邮编：550002

电话：+86 (0851) 85934737

传真：+86 (0851) 85929673

网址：<http://sky.guizhou.gov.cn/>



