“东数西算”背景下甘肃公益性算力发展模式

王林柱[1,2]，何启芝[3]，崔 娟[1,2]，朱 玲[1,2]，吴亚乔[1,2]

（1.甘肃省计算中心，兰州 730030；2.甘肃省先进计算重点实验室，兰州 730030；3.甘肃省大数据中心，兰州 730030）

摘要：“东数西算”工程是中国应对数字化时代算力需求激增的重大战略布局，旨在通过优化全国算力资源配置，解决东西部算力供需失衡问题。甘肃作为国家算力网络的关键枢纽，其庆阳数据中心集群承担着建设国家算力保障基地的重任。深入探讨甘肃在“东数西算”背景下的公益性算力发展模式，分析其战略定位、实践创新、面临挑战及发展路径，为西部地区通过算力普惠化促进数字经济发展提供理论参考和实践借鉴，促进计算能力的普及和公平获取。

关键词：东数西算；公益性算力；庆阳集群；甘肃模式；算力普惠化

中图分类号：TP399；TP18 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)07－0117－09

随着全球数字化转型加速，算力已成为核心生产要素，与国家经济发展和竞争力密切相关。根据国家数据局发布的数据，截至2025年6月底，中国算力总规模位居全球第2，近5年年均增速近30%，算力每投入1元，将带动3～4元的GDP增长。然而，东部地区由于土地、能源资源紧张，难以支撑算力基础设施的持续扩张。为此，国家于2021年启动“东数西算”工程，通过构建数据中心、云计算、大数据一体化的新型算力网络体系，将东部算力需求有序引导至西部。这一工程首次将算力资源提升至与水、电、燃气同等地位的国家级资源调配战略。甘肃作为西部重要枢纽节点[1]，庆阳数据中心集群被赋予重要使命，重点服务京津冀、长三角、粤港澳大湾区等区域的算力需求[2]。庆阳集群的战略定位不仅限于构建算力基础设施，更旨在探索一种可持续的、普惠的算力发展模式，使算力服务能够惠及更多群体和领域，特别是那些难以承担高昂算力成本的中小企业、科研机构和公共服务部门。

1 文献综述

近年来，学者们围绕“东数西算”算力发展开展了许多研究。钱德沛等[3]认为面对“东数西算”的新任务，要认真总结中国国家网格（China National Grid，CNGrid）建设的历史经验，分析应用和技术发展的新趋势，定位亟待解决的瓶颈技术问题，探索新的应用模式和机制，更高效地构建新一代国家算力基础设施，实现“东数西算”的国家战略；王菊松等[4]提出算力并网成为提升算力利用率的有效解决方案，而商业模式创新成为决定其能否落地的关键；陈长流[5]认为甘肃节点算力运营的成功，关键在于实现“算力、运力、电力、能力”四要素的系统性协同与创新驱动；栗蔚等[6]指出算力服务将成为算力经济高质量发展的必经之路，算力经济将成为衡量数字经济活力的关键指标；朱敏和洪亮[7]认为“东数西算”战略实施后掀起了一波新型基础设施建设高潮，但大部分区域仍以传统数据中心集群建设与招商引资为主，人才、产业配套等因素影响使得传统数据中心建设并不能真正带动以数据为核心的配套产业链的迁移；汪玉凯[8]提出的数字经济的兴起极大地推动了“东数西算”战略架构的完善，“东数西算”战略也将在许多方面对数字经济的进一步发展产生重大影响。在实施“东数西算”战略时，必须解决体制机制创新、数据中心整合、降低算力成本、实现政府作用与市场力量的有机结合等关键问题；刘伯霞等[9]指出西部枢纽节点所在城市的政府围绕

收稿日期：2025-11-25

基金项目：甘肃省属科研院所创新能力专项（25CXTA002）；中央引导地方科技发展资金项目（22ZY2QC001）；甘肃省软科学专项-青年项目（23JRZA357）

作者简介：王林柱（1997—），男，甘肃平凉人，助理研究员，研究方向为高性能计算、人工智能；何启芝（1997—），女，甘肃天水人，硕士研究生，研究方向为大数据；崔娟（1995—），女，甘肃白银人，助理研究员，研究方向为人工智能；朱玲（1995—），女，四川成都人，硕士，研究实习员，研究方向为高性能计算、人工智能；吴亚乔（1996—），女，甘肃平凉人，硕士，研究实习员，研究方向为高性能计算。

土地、融资、人才保障等多方面提供了相应的优惠政策，却只能从数据中心企业的收益中直接或者间接受益，算力设施上运行的数据所产生的巨大收入大部分落在了东部地区，相对于庆阳等西部地区而言其收益远远小于投入；傅文军等[10]认为算力网络水平显著提升，网络质量明显优化，数网、数云、云边协同发展算力网络通过对网络架构和协议的优化设计，实现对计算和网络资源状态的感知，进而实现边缘计算资源的按需分配和计算服务请求的智能调度，从而提高用户的服务体验质量以及实现网络和计算资源的优化和高效利用，以有效市场和有为政府作为政策导向，市场有效以政府有为前提，政府有为以市场有效为依归，将“东数西算”的算力业务有序地推向市场。

综上所述，目前研究主要集中在算力运营及算力建设中的问题，对甘肃等西部省份公益性算力的具体发展模式研究尚不深入。基于此，从“东数西算”工程背景出发，系统分析甘肃发展公益性算力的基础条件、实践探索与创新模式，剖析面临的关键挑战，进而提出公益性算力发展的优化路径和政策建议，以期为甘肃乃至全国类似地区提供有益参考。

2 国内外公益性算力发展模式的比较与借鉴

2.1 国际公益性算力发展模式分析

当前全球主要国家已形成各具特色的公益性算力发展模式，其中美国的“国家实验室体系”和欧盟的“区域协同模式”最具代表性，为中国公益性算力发展提供了重要参考。

2.1.1 美国国家实验室体系模式：公共底座与开放创新

美国通过能源部下属的17个国家实验室构建了全球领先的公益性算力供给体系。这一体系的核心特征是以“政府所有、合同方运营”（government-owned，contractor-operated，GOCO）模式实现公共目标与市场效率的平衡。国家实验室作为公益性算力的核心载体，具有3大突出特点：①高强度公共投入。2025财年，17所能源部实验室年度经费合计约220亿美元，雇佣全职科研人员8万人，形成了规模空前的算力基础设施。以橡树岭国家实验室的“前沿”超级计算机为例，该系统建造成本达6亿美元，性能达到每秒超过110亿亿次浮点运算，为全社会提供高端算力支持。②开放共享机制。国家实验室将重型科研资源统一纳入“用户设施”体系，对社会有序开放。来自高校、企业和其他政府机构的研究人员均可按规定提交项目申请，通过严格的同行评审后获得使用资格。面向公开发表的非专有研究免收使用费，最大化公共投资回报。③高效协同网络。ESnet（energy sciences network）作为高性能科研专网，连接了包括全部国家实验室及其超算中心在内的50余个能源部站点。最新一代ESnet6具备46 Tbps骨干容量，实现了科研工作流跨站点无缝协同，形成分布式、规模化的算力供给网络[11]。美国主要国家实验室的算力资源与公益服务模式见表1。

2.1.2 欧盟区域协同模式：政策引导与跨国联动

欧盟算力资源布局注重政策协同和区域联动，通过统一的战略框架打破成员国之间的算力发展壁垒。2018年，欧盟发起《欧洲高性能计算共同计划》，旨在建设一体化的百亿亿次超级计算基础设施。这一模式的核心优势在于避免了各自为政的局面，有效促进了成员国之间的算力资源共享与协同发展。欧盟通过“多国项目”形式实施算力基础设施布局，由欧盟委员会牵头，动员和协调欧盟预算、成员国政府与私人部门投资建设数据中心和5G通信网络。这种模式在促进算力资源均衡布局的同时，也加强了区域间的数字化协调发展[12]。值得注意的是，欧盟正在推动建立“欧洲云”基础设施，旨在提升政府信息化服务能力，构建跨区域的算力资源共享平台。这一举措与“东数西算”工程有异曲同工之妙，均致力于实现区域间算力资源的配置优化。

2.2 国内公益性算力发展现状分析

2.2.1 国家算力网整体布局与实施进展

中国已初步形成“数网协同”“数算协同”“云网协同”的多层次算力基础设施布局。截至2023年底，中国提供算力服务的在用机架数达810万标准

表1 美国主要国家实验室的算力资源与公益服务模式

国家实验室	代表性算力设施	年度经费（估算）	公益服务模式	重点领域
橡树岭国家实验室	“前沿”超级计算机	约20亿美元	开放科学项目申请制	能源、材料科学
阿贡国家实验室	“极光”超级计算机	约15亿美元	产学研合作计划	人工智能、生物科学
劳伦斯伯克利国家实验室	ESnet6科研专网	约12亿美元	数据共享平台	网络技术、环境科学
桑迪亚国家实验室	先进计算中心	约18亿美元	关键领域专项访问	国家安全、能源技术

机架,算力总规模超 230 EFLOPS[13],东西部枢纽节点间网络时延已基本满足 20 ms 要求。这一成果主要源于 3 方面的工作:①顶层设计不断完善。从《关于加快构建全国一体化大数据中心协同创新体系的指导意见》到《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》,国家层面陆续出台系列政策文件,加快推进算力基础设施化。②通信网络加速升级。截至 2023 年底,中国规划建设超 180 条“东数西算”干线光缆,显著改善跨东西部数据传输质量。未来网络试验设施(China environment for network innovations,CENI)已覆盖全国 40 个核心城市节点以及沿途的 133 个城市节点,骨干光缆总长度达到 3.4 万 km[12]。③调度体系持续优化。产学研各方在跨区域算力调度的技术平台、运行机制等方面积极探索,形成了多种技术路线和实践应用,如中国科学院计算技术研究所提出的“信息高铁”、鹏城实验室的“中国算力网”研究计划等,均为公益性算力发展提供了技术支撑。

2.2.2 典型地区公益性算力实践模式

国内各地区结合自身资源优势,探索形成了各具特色的公益性算力发展模式:①贵州“算力券”模式通过“大衍”平台调度 33 个算力服务商、496 个需求方,累计交易 27.87 亿元,有效降低企业用算成本[14]。该模式的核心创新在于将算力资源转化为可流通的标准化凭证,实现了算力资源的市场化配置。②长三角“结对子”协同模式通过建立点对点协作机制,推动西部国家枢纽节点与东部算力需求旺盛城市开展算力协同调度,如上海搭建了多元异构算力调度平台,与联通云、有孚网等云服务商合作,实现了跨区域算力资源的配置优化。③庆阳“数算电融合”模式与郑州、哈密构建起以庆阳、哈密为“算力电力供给站”、郑州为“算力中继站”的“三角”数算电融合体系,打造全国首个横跨东西的算力调度通道。这一模式创新性地将算力调度与电力供应相结合,实现了能源与算力的协同优化。深圳市搭建了智慧城市算力统筹调度平台,汇聚全市多元异构算力资源,依托算网大脑实现弹性算力分配,构建具备公信力、安全性和普惠性的算力服务体系。作为“一超多强总调度”智能算力体系的核心节点,平台与鹏城云脑Ⅲ、粤港澳大湾区一体化算力服务平台形成协同布局,支撑深圳人工智能产业高质量发展。国内主要地区公益性算力发展模式比较见表 2。

2.3 国内外模式比较与启示

2.3.1 发展模式差异分析

对比中美欧算力发展模式,可发现明显差异:美国强调国家主导的公共投入,欧盟注重区域协同的政策引导,而中国则呈现“国家战略引领-市场主体推进”的混合模式。在投入机制上,美国依靠持续稳定的公共资金建设国家实验室体系,欧盟通过多国联合项目分摊成本,中国则更多引导社会资本参与算力基础设施建设。在运营模式方面,美国采用 GOCO 模式平衡公共利益与运营效率,欧盟依靠跨国协调机制实现资源共享,中国则鼓励多元主体参与市场竞争。

2.3.2 对甘肃公益性算力发展的启示

基于国内外比较,甘肃公益性算力发展可获得以下启示:①强化公共属性。可借鉴美国国家实验室经验,明确公益性算力的公共产品定位,加大政府在算力基础设施领域的投入,特别是在算力需求不足但具有战略价值的领域。②创新运营机制。参考 GOCO 模式,探索“政府所有、企业运营”的公益性算力中心建设模式,既保证算力资源的公共属性,又引入专业机构提升运营效率。③推动区域协同。学习欧盟经验,加强西北地区算力枢纽的协同发展,避免同质化竞争,形成分工明确、优势互补的区域算力体系。④促进算电协同。结合甘肃新能源优势,借鉴庆阳“数算电融合”经验,深度推进算力与绿色电力一体化融合,打造“绿色算力”品牌。综上,通过借鉴国内外先进经验,甘肃可探索出一条符合本地实际、具有特色的公益性算力发展道路,为全国算力资源普惠化提供示范。下一步,需从明确功能定位、创新运营机制、完善政策体系等方面深化改革,推动公益性算力高质量发展。

表 2 国内主要地区公益性算力发展模式比较

地区	代表性模式	核心机制	主要特点	适用场景
贵州	算力券模式	市场化配置机制	需求导向、价格透明	中小企业算力普惠
长三角	结对子协同模式	区域协作机制	优势互补、梯度布局	东西部算力协同
庆阳	数算电融合模式	能源算力协同	绿电优先、一体化调度	可再生能源富集区
深圳	多元异构调度模式	技术整合机制	兼容性强、灵活适配	多元化算力需求

3 “东数西算”工程与公益性算力的内涵

3.1 “东数西算”工程的战略意义

“东数西算”工程是中国优化数字基础设施布局、促进区域协调发展的重大举措。其核心内涵是通过构建一体化算力网络体系，将东部密集的算力需求有序引导到西部可再生能源丰富、气候条件适宜的地区，实现全国算力资源的优化配置[15]。这一工程有效解决了中国数据中心存在的东西部供给失衡问题，同时满足全社会数据总量爆发式增长的需求。从战略高度看，“东数西算”不仅是技术工程，更是系统性战略布局，可通过算力资源的空间置换，实现能源、经济、生态等多重效益。一方面缓解了东部资源压力，另一方面带动了西部经济发展，促进数字红利共享。此外，该工程还有助于降低全国总体能耗，推动绿色低碳发展。据测算，数据中心的电力成本占其运营总成本的60%～70%，中国数据中心年用电量已占全社会用电量的2%左右[16]。将数据中心布局在西部绿色能源富集区，可显著提升绿电消费比例，减少碳排放。

3.2 公益性算力的概念与特征

公益性算力是指以普惠可及为目标，面向公共服务、科学研究、中小企业创新等领域提供的低成本或补贴性算力服务。与纯商业化算力相比，公益性算力具有以下特征：①可及性。面向特定群体或领域提供可获取的算力服务，降低使用门槛。②非竞争性。在一定范围内，增加用户不会显著增加算力成本。③正外部性。算力应用产生的社会效益高于直接经济收益。④政府引导。通常需要政府政策或资金支持，以维持可持续运营。

公益性算力的供给模式多样，主要包括政府主导、政企合作、企业公益等多种形式。在“东数西算”背景下，甘肃探索的公益性算力模式本质上是通过机制创新，使西部丰富的算力资源能够以普惠方式服务全国，特别是支持东部地区的科技创新和公共服务，同时带动本地数字经济发展。公益性算力与商业算力的比较见表3。

表3 公益性算力与商业算力的比较

比较维度	公益性算力	商业算力
主要目标	社会效益最大化	经济利益最大化
服务对象	公共服务、科研、中小企业	所有付费用户
定价机制	成本补偿或补贴价格	市场供需定价
投资主体	政府主导，多元参与	企业自主投资
评估标准	使用广度、社会价值	投资回报率

4 甘肃在国家算力格局中的战略定位与优势

4.1 区位优势与战略地位

甘肃在国家算力网络布局中具有重要战略地位。2021年12月，国家发展改革委等四部委正式批复同意在甘肃省启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点，并在甘肃枢纽庆阳节点打造以绿色、集约、安全为特色的庆阳数据中心集群。甘肃枢纽重点服务京津冀、长三角、粤港澳大湾区等区域的算力需求，旨在打造面向全国的算力保障基地。

庆阳地处中国陆地版图的几何中心，这一地理位置使其与京津冀、长三角、粤港澳大湾区等主要算力需求区域的空间距离相对均衡，同时能全面辐射西部地区，为实现高效算力服务提供了天然的物理基础。更为重要的是，其稳定的地质结构（属于少震弱震区）与年均气温10.8 ℃、相对湿度55%的气候条件，共同为数据中心提供了极高的安全运营保障和显著降低散热能耗的自然条件，这是其区别于其他算力枢纽的基础性优势。

4.2 资源优势与算力潜力

相比于全国其他几个算力枢纽，甘肃庆阳枢纽拥有丰富的能源资源，庆阳在石油和煤炭资源规模上位居全国前列，是中国第二大能源资源大市（仅次于榆林市），为算力可持续发展提供了坚实基础。煤炭预测储量达2 360亿t，占全国总量的4.3%，庆阳已探明石油地质储量约20亿t，占鄂尔多斯盆地总资源量的40%；石油总资源量约78.8亿t，作为长庆油田的诞生地，2024年原油产量达1 215万t，占全国原油产量的5%左右[17]。同时还有丰富的风、光、电力资源，能源资源高效综合利用潜力巨大。特别是庆阳正在加快建设传统能源和新能源，世界首个由单一主体实施的千万千瓦“煤电风光储”多能互补和“网源荷储一体化”陇东国家级综合能源化工基地加快建设，这将为数据中心的供能提供有效支撑。甘肃的可再生能源资源与算力需求相结合，可形成“能源＋算力”的协同发展模式，通过可再生能源直接供电给数据中心，既降低了算力成本，又实现了绿色低碳发展。这种模式符合国家“双碳”目标，也为公益性算力提供了成本下探空间，使得更多公益性算力服务成为可能。据测算，庆阳数据中心集群的绿电占比已超过90%，这将显著增强甘肃公益性算力的成本优势和环保特性。

4.3 政策支持与制度保障

甘肃省委、省政府高度重视“东数西算”工程建

设,先后出台了《甘肃省“十四五”数字经济创新发展规划》《全国一体化算力网络国家枢纽节点(甘肃)建设行动计划》等一系列政策文件,特别值得一提的是,甘肃省政府办公厅印发了《关于支持全国一体化算力网络国家枢纽节点(甘肃)建设运营的若干措施》,从要素供给、人才支撑、资金支持、服务保障、监管机制等 5 方面提出 40 条支持政策[18]。这些政策包括能耗单列、电价优惠、用地保障等具体措施,如对大数据企业免收需量电费,采取“先租后让”方式供应工业用地等,这些政策为公益性算力发展创造了良好的制度环境。

5 甘肃公益性算力发展的实践与创新

5.1 基础设施建设与政策保障

截至 2025 年 12 月 6 日,庆阳数据中心集群已建成机架数量超过 10 万架,智算规模突破 10 万 PFLOPS,成为全国 8 大枢纽节点中算力增速最快、增量最大、智算占比最高、消纳最充分的标杆集群[19]。

庆阳市采取“政府引导+市场运作”模式推进算力设施建设,按照《国家数据中心集群(甘肃·庆阳)“东数西算”产业园区产业规划》,庆阳规划建设占地超 1.7 万亩(1 亩≈667 m^2)的“东数西算”产业园区,以“打造国内领先的大数据产业集聚中心”为发展目标,聚力建设以“智算”“智能”“智产”3 大板块为代表的数字新业态。园区的基础设施累计完成投资 9.2 亿元,建成“五纵四横”路网,布局“1+4+23”电网架构,首座 330 kV 变电站开工建设。“1+4+23”电网架构是庆阳市为支撑“东数西算”国家枢纽节点建设而规划的电力基础设施布局,旨在为产业园区提供稳定、高效、绿色的电力保障。该架构具体指 1 座 330 kV 长庆桥变电站、4 座分布在产业园区内的 110 kV 变电站、23 座服务于产业园区内各算力中心的 110 kV 变电站。在政策保障方面,庆阳市全面落实甘肃省支持全国一体化算力网络国家枢纽节点(甘肃)建设运营的若干政策,全力保障财政应支尽支、税费应免尽免、科研能奖尽奖、政务服务能简尽简。庆阳市专门编制了园区总体发展规划和控制性详细规划,高效批回园区用地 6 批次 2 796 亩,供应园区道路用地 31 宗 917 亩,供应工业用地 7 宗 818 亩。同时,开辟项目用地和规划许可绿色通道,对直接关系项目建设的“一书两证”资料齐全,一天即可拿证,尽最大努力用“一条龙”服务帮助企业节省时间成本。截至 2025 年 6 月,庆阳集群已签约数字经济企业 870 户,注册子公司 287 户,算力规模达 3.4 万 P,机架 3.1 万架。中国电信庆阳智能算力中心一期投资 33.7 亿元,部署 2.36 万张 GPU 卡,算力规模 2.07 万 PFLOPS(int8),设计电能使用效率(power usage effectiveness,PUE)低于 1.20[20]。这些基础设施的快速建设为公益性算力提供了坚实的物质基础。能源效率趋势如图 1 所示。

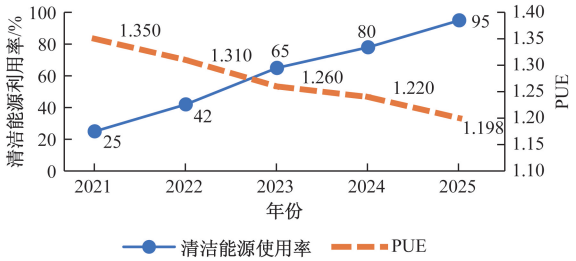


图 1 2021—2025 年庆阳数据中心能源利用效率趋势

5.2 绿色算力实践与能源协同创新

庆阳集群在能源效率方面表现突出,致力于打造全国首个“零碳”算力产业园,这一成果得益于“源网荷储一体化”能源协同模式:陇东国家级综合能源基地提供“煤电风光储”多能互补,具体项目如中国电信(国家)数字青海绿色大数据中心通过冷冻水加间接蒸发冷却技术,使机房一年中 314 d 可不开启空调压缩机,PUE 降至 1.2 以下。庆阳集群的清洁能源使用率从 2021 年的 30% 提升至 2025 年的 85%,PUE 从 1.35 优化至 1.20,优于国家规定的 1.20 阈值。这一能效提升显著降低了算力运营成本,为公益性算力提供了价格空间。庆阳还创新实施能源循环利用,数据中心产生的余热用于城市居民供暖,冷能则被输送至冷库,用于苹果等农副产品贮存。这种能源循环利用模式既降低了能耗,又促进了资源综合利用。在绿色电力方面,庆阳与京津冀、长三角、珠三角地区的直线距离均在2 000 km 以内,这里独特的区位优势和丰富的资源保障,是支持庆阳高质量满足东部算力需求的关键。环县的华能翼珍 C2 风光综合电站,规划总装机 600 万 kW,目前已投产 100 万 kW 风光项目,并在去年底并网发电。“绿电聚合”项目首批 100 万 kW加快实施[16],有效推动园区电价下降,为公益性算力提供成本优势。甘肃省计算中心也积极参与绿色算力实践,与上海超级计算中心等机构合作,共同推进绿色算力技术研发和应用。中心还承担甘肃省超级计算中心建设及计算技术应用基础研究工作,开展科学计算公共平台服务、国家科

研算力资源共享互通和科技合作，在绿色算力技术方面积累了丰富经验。

5.3 甘肃省计算中心的公益性算力服务实践

在甘肃公益性算力体系建设中，甘肃省计算中心发挥着核心作用。该中心是全国首批规划建设的省级计算中心之一，也是甘肃全省唯一面向社会提供公共算力服务的专业化科研院所，长期面向全省高校、科研院所和企业提供高质量的公共算力支持。2004年，甘肃省计算中心建成省内最早的高性能计算平台，并作为重大公共科研基础设施向社会开放共享，填补了甘肃省科学计算技术公共支撑空白。近年来，中心的高性能计算平台已服务省级以上科研课题263个，完成计算队列总数超22万个，CPU计算量超1亿核时，GPU计算量超26万卡时。近3年，中心支撑的计算服务用户获得甘肃省科学技术奖20项、专利奖励3项[21]，显著提升了甘肃省的科研效率和创新能力。同时，中心作为国家网络计算环境平台甘肃节点、中国国家网格兰州分中心、国家超级计算互联网甘肃区域中心，与上海超级计算中心等国内先进机构建立了紧密合作关系，共同打造“兰白张江科研创新高性能算力支撑及区域产业服务平台”，进一步增强了公益性算力的服务能力和范围。

5.4 公益性算力服务模式创新

庆阳在公益性算力分配方面进行了创新探索，初步形成“普惠共享、重点倾斜”的服务模式。一方面，通过算力券补贴等方式降低中小企业、科研机构用算门槛；另一方面，优先保障教育、医疗、公共服务等领域的算力需求。在医疗领域，类似宁夏回族自治区银川市第一人民医院的实践，人工智能辅助诊断系统大幅提升诊断效率。庆阳正探索将算力资源优先配置给公共卫生机构，推动优质医疗资源普惠共享。在政务领域，借鉴宁夏“希言”大模型经验，实现政务服务事项自动化办理，提升行政效能。此外，庆阳还与贵阳大数据交易所合作，在数据资源引流、交易等方面进行探索，布局数据要素交易市场，促进数据要素有序流通。庆阳还通过“结对子”方式加强与31个中部、东部城市开展算力协同调度和数字经济合作，目前已与南京、苏州、郑州、广州市黄埔区等地达成“结对子”协议，这种区域合作有利于打破算力资源壁垒，形成“算力共同体”。同时，庆阳签约加入中国算力网联盟，与贵阳、郑州、深圳、韶关等地共享算力、数据、应用，加快构建“西部陆海新通道”。甘肃省计算中心也积极利用政策优势，强化自身基础设施建设。中心现有高性能计算集群4套和智算集群1套，CPU双精度运算能力500 TFLOPS、GPU单精度运算能力1.7 PFLOPS、存储能力4.5 PB，为甘肃公益性算力发展提供了坚实的物质基础。

6 公益性算力发展的挑战与问题

6.1 需求匹配与可持续运营挑战

甘肃公益性算力发展面临的首要挑战是需求匹配问题。即如何准确识别公益性算力需求，确保有限的公益性算力资源投向最需要、最能产生社会价值的领域。目前，公益性算力的需求表达机制不健全，哪些领域、哪些机构真正需要算力补贴，缺乏科学评估标准。这可能导致算力资源错配，影响公益性算力的实际效果。其次，公益性算力的可持续运营也是重大挑战。公益性算力往往需要政府补贴或交叉补贴来维持运营，这对其长期财务可持续性构成压力，如果过度依赖政府补贴，可能随着政策变化而不可持续；如果完全由企业承担，又可能影响其参与热情。庆阳虽然通过绿色能源降低了一定成本，但如何建立公益性算力的长效机制仍需探索。此外，公益性算力的效果评估也缺乏成熟方法。算力的公益性如何量化评估？社会效益如何衡量？这些问题的模糊性影响了公益性算力政策的精准性和有效性。甘肃省计算中心近10年的服务成果虽然显著，但缺乏系统的社会效益评估指标和方法。因此，需要建立一套科学的评估体系，对公益性算力的投入产出、社会效益进行持续跟踪评估，为政策调整提供依据。

6.2 资金、人才与技术瓶颈

甘肃作为经济欠发达地区，在发展公益性算力过程中面临资金瓶颈，算力基础设施投资巨大，一台高性能计算集群设备的成本动辄数千万元，后期的运营维护成本也很高。虽然国家和省级层面有一定资金支持，但资金规模与算力发展需求之间仍存在差距，特别是公益性算力项目，因其盈利能力有限，吸收社会资本难度更大。人才短缺是另一大挑战。高端算力人才倾向于向东部发达地区聚集，甘肃在人才吸引方面存在明显劣势。尽管庆阳市积极谋划推动“政府＋企业＋高校＋智库”模式落地，但短期内难以弥补人才缺口，人才短缺不仅影响算力技术的研发应用，也制约了公益性算力模式的设计和创新。在技术层面，甘肃在算力调度、数据流通、隐私保护等关键技术方面还存在短板，特别是公益性算力往往涉及多源数据融合应用，对数

据安全、隐私保护要求更高,需要更强的技术保障。庆阳虽率先实践“东数西算”工程“数盾”体系建设,发布全国首个“数盾”体系团体标准,但技术体系的完善和成熟仍需时日。

6.3 算力赋能产业升级挑战

虽然庆阳在油气开采、煤炭清洁利用等方面有较好基础,但利用算力进行数字孪生、智能勘探、生产工艺优化和预测性维护等方面的深度应用仍显不足。在油田开采中,利用 AI 算力对地下储层进行更精确的建模和开采方案模拟,可以显著提高采收率;在化工生产中,通过智能算法优化生产参数,可以降低能耗和提高安全性。当下需要高性能计算和复杂算法支撑的深度融合应用案例还比较有限。算力在产品设计仿真(CAE)、工艺优化、数字样机等研发环节能大幅缩短开发周期,降低试错成本。例如,为“东数西算”工程配套的服务器制造、储能设备生产等企业,其产品研发本身就需要强大的算力支持。庆阳虽然引入了一些装备制造项目,但本土企业利用高性能计算进行自主研发和创新的能力依然较弱,算力资源更多服务于外部需求,对本地产业升级的支撑作用有待加强。

6.4 教育供给与产业需求的落差

理想的模式是产业技术需求直接反馈至教育环节,通过真实项目培养人才,让科研成果反哺产业。但现实常出现“两张皮”现象。高校和职业学校的课程设置、实训项目与本地算力产业发展的结合不够紧密,人才培养的针对性和实效性有待加强。虽然甘肃省已有兰州大学等超算团队在国际竞赛中取得佳绩,但如何将这种顶尖优势转化为支撑本地产业普遍升级的规模化人才红利,仍需机制创新。同时,企业深度参与人才培养的动力和渠道仍显不足,使得人才培养在一定程度上脱离了真实的产业创新场景。可以借鉴浙江等地的行动方案,系统设计并推进“人工智能+教育”,将算力素养融入各教育阶段。同时,创新平台共享和人才激励政策,吸引和留住既懂技术又懂行业的复合型人才与团队,让他们能够扎根当地,服务产业升级。

7 甘肃公益性算力发展的路径优化与政策建议

7.1 构建多元协同的公益性算力生态

甘肃发展公益性算力,首先需要构建多元协同的生态系统,改变政府单打独斗的局面。具体而言,可以采取以下策略。

(1)政企协同。明确政府与企业在公益性算力中的角色分工。政府主要负责规划引导、政策支持和效果监管,企业主要负责算力供给、技术支撑和服务创新。庆阳可探索“政府定义公益性目标、企业提供算力服务、第三方评估效果”的合作模式,既发挥企业效率,又确保公益性方向。甘肃省计算中心作为公益性算力服务核心机构,可以进一步深化与企业的合作,扩大服务范围和提高服务质量。

(2)区域协同。加强东西部区域在公益性算力领域的合作。庆阳已与 13 个城市结成算力供需对子,下一步可以深化这种合作,建立“东部需求+西部算力”的公益性服务联动机制。例如,东部地区提出公益性算力需求,庆阳提供算力支持,共同服务全国范围内的公益项目。甘肃省计算中心已经与上海超级计算中心建立了合作关系,可以进一步扩大这种跨区域合作。

(3)链式协同。推动算力产业链上下游协同共建公益性算力。引导算力设备供应商、数据中心运营商、云服务商等产业链各环节企业共同参与公益性算力建设,通过“链主”企业带动全链合作,形成公益性算力的产业链协同机制。

7.2 创新公益性算力运营模式

公益性算力的可持续发展需要创新运营模式,实现公益性与可持续性的平衡。庆阳可以探索以下模式。

(1)算力券模式。面向中小企业、科研机构、公共服务部门等发放算力消费券,补贴其使用算力服务的部分成本。这一模式可以直接降低用户成本,又能避免对算力市场造成过度干扰。庆阳已实施1亿元算力券补贴,可以进一步扩大规模和完善机制。

(2)交叉补贴模式。引导商业算力收益部分补贴公益性算力。例如,对高利润算力服务征收一定比例的“公益调节费”,用于支持公益性算力发展。这种模式可以实现算力行业内部的利益平衡,减少对外部补贴的依赖。

(3)公益创投模式。设立公益性算力创投基金,支持基于算力的社会创新项目。通过股权投资、收益共享等方式,支持那些具有社会效益但商业回报不确定的算力应用项目,既提供算力支持,也提供资金支持。

(4)梯度价格模式。对算力服务实行梯度定价,用量越大单价越高,超额部分产生的收益用于补贴基础性、公益性算力服务。这种模式可以实现用户之间的交叉补贴,保障基本算力需求的普惠可及。

7.3 完善制度保障与政策体系

公益性算力发展需要完善的制度保障。甘肃可以从以下几个方面完善政策体系。

(1)法律法规保障:争取国家层面支持,在甘肃开展公益性算力立法试点,明确公益性算力的法律地位、运行机制和支持政策。通过地方性法规形式,确立公益性算力在区域发展中的重要地位,保障其长期稳定性。

(2)标准规范体系:加快制定公益性算力的技术标准、服务规范和评估指标。庆阳可以依托"数盾"体系的基础,进一步完善公益性算力的标准规范,包括算力公益性的认定标准、服务质量标准、效果评估标准等。

(3)政策激励体系:完善支持公益性算力的政策激励组合。对参与公益性算力建设的企业给予用地、能耗、税收等方面的优惠;设立公益性算力发展专项基金;将公益性算力贡献纳入企业社会责任评价体系,等等。庆阳市税务部门已经做了有益探索,为"东数西算"产业园区入驻企业建立专属税务档案,提供定制服务,这种模式可以进一步推广完善。

(4)监管治理机制:建立公益性算力的多方监管机制。政府、行业组织、用户、第三方机构共同参与公益性算力的监管,确保其不偏离公益轨道。同时,建立公益性算力的动态调整机制,根据技术发展和需求变化及时调整政策方向。

8 未来展望

随着"东数西算"工程深入推进,甘肃公益性算力发展前景广阔。未来几年,随着全国一体化算力网加快形成,甘肃有望成为国家算力保障基地的重要组成部分,公益性算力服务范围和规模将不断扩大。特别是随着东西部数字合作深化,甘肃有望与更多东部地区建立算力协同机制,拓展公益性算力服务领域。

甘肃省计算中心作为全省公益性算力服务的核心机构,将继续发挥重要作用。目前已成为国家网络计算环境平台甘肃节点、中国国家网格兰州分中心、国家超级计算互联网甘肃区域中心等多个重要平台的建设运营单位。未来,可以进一步扩大算力规模,提升服务质量,为甘肃乃至全国提供更加优质的公益性算力服务。

从技术趋势看,算力技术持续进步将不断降低算力成本,为公益性算力拓展空间。人工智能、量子计算等新兴技术发展,将推动算力效率提升和成本下降,使公益性算力可以覆盖更广泛领域。同时,绿色能源技术进步将进一步加强甘肃的能源优势,为公益性算力提供更有竞争力的成本支撑。从应用前景看,公益性算力将在更多领域发挥重要作用。特别是在教育、医疗、科研、公共服务等领域,算力普惠化将催生新的应用场景和服务模式。甘肃可以结合本地优势产业,如现代农业、文化旅游等,开发特色公益性算力应用,形成差异化发展路径。总体而言,甘肃通过公益性算力发展,不仅能够为国家算力网络建设作出贡献,也能够为西部地区探索一条通过数字经济发展实现后发赶超的新路径。这种发展模式强调包容性、普惠性和可持续性,符合数字经济时代的发展方向,也为类似地区提供了可借鉴的经验。

参考文献

[1] 张晓娟,程锋,歧洁,等. 算力并网商业模式与定价体系[J]. 通信企业管理,2024(9):28-30.

[2] 马卫,张文. "东数西算"甘肃枢纽跑出扩容提质"加速度"[J]. 中国统计,2025(8):59-61.

[3] 钱德沛,栾钟治,刘轶. 从网格到"东数西算":构建国家算力基础设施[J]. 北京航空航天大学学报,2022,48(9):1561-1574.

[4] 王菊松,史莉桦,王卓,等. "东数西算"背景下非枢纽节点城市算力产业发展路径研究:以昆明为例[J]. 云南科技管理,2025,38(2):7-10.

[5] 陈长流. 探究"东数西算"甘肃节点算力运营路径[J]. 通信世界,2025(22):18-21.

[6] 栗蔚,王雨萌,立言,等. "东数西算"背景下算力服务对算力经济发展影响分析[J]. 数据与计算发展前沿,2022,4(6):13-19.

[7] 朱敏,洪亮. 算力飞地,推动"东数西算"战略落地的助推器[J]. 通信企业管理,2023(7):6-8.

[8] 汪玉凯. 东数西算:中国数字经济发展的重要引擎[J]. 国家治理,2022(13):47-53.

[9] 刘伯霞,谢晓娟,程婷,等. "东数西算"工程庆阳数据集群建设存在的问题及路径选择[J]. 发展,2024(12):27-33.

[10] 傅文军,张如,钱军波,等. 东数西算视角下算力业务的市场化逻辑研究[J]中国仪器仪表,2022(5):31-34.

[11] 李亚琦. 美国观察|构筑AI算力、科研和数据的公共底座:美国国家实验室建设的镜鉴[R]. 上海:全球人工智能创新治理中心,2025.

[12] 于施洋,马骁,郭明军,等. 国家算力大通道总体布局和推进策略研究[J]. 电子政务,2024(11):54-67.

[13] 中国新闻网. 中国在用数据中心机架总规模超过810万标准机架[EB/OL]. (2024-03-29)[2025-11-25]. https://www.chinanews.com.cn/cj/2024/03-29/10189816.shtml.

[14] 新华网. 贵州打造面向全国的算力保障基地:推动算力

交易,赋能产业发展[EB/OL].(2025-09-27)[2025-11-25]. https://paper. people. com. cn/hwbwap/html/2024-09/27/content_26083215. htm.

[15] 曹方,张鹏,何颖. 构建“东数西算”网络创新体系推动数字经济发展[J]. 科技中国,2022(3):5-8.

[16] 新华财经. 新时代中国调研行之看区域·西部篇|在“风”“光”无限中“算”出西部新机遇:甘青宁打造绿色能源算力保障基地观察[EB/OL].(2024-11-18)[2025-11-25]. https://www. cnfin. com/yw-lb/ detail/2024 1118 / 4140113_1. html.

[17] 陇东报. 甘肃庆阳:谋变焕“新”“能”动未来[EB/OL].(2025-04-11)[2025-11-25]. https://www. people- app. com/rmharticle/30048741061.

[18] 21世纪经济报道. 甘肃40条措施推进“东数西算”,强调数据中心统筹布局和审查管理[EB/OL].(2022-09-23)[2025-11-25]. https://finance. sina. cn/2022-09-23/detail-imqqsmrp0261757. d. html? from=wap.

[19] 央广网. 甘肃庆阳智算规模突破10万P荣膺全国算力园区20强榜首[EB/OL].(2025-12-06)[2025-11-25]. https://gs. cnr. cn/gsxw/kx/20251206/t20251206 _ 527451697. shtml.

[20] 中工网. 甘肃庆阳:加快建设“东数西算”国家数据中心集群[EB/OL].(2024-12-02)[2025-11-25]. https://www. workercn. cn/c/2024-12-02/8404900. shtml.

[21] 甘肃省计算中心简介[EB/OL].(2025-03-19)[2025-11-25]. https://www. cc. gs. cn/? pages_14/.

Development Model of Public-service-oriented Computing Power in Gansu under “East Data West Computing” Context

WANG Linzhu[1,2], HE Qizhi[3], CUI Juan[1,2], ZHU Ling[1,2], WU Yaqiao[1,2]

(1. Gansu Computing Center, Lanzhou 730030, China; 2. Gansu Key Laboratory of Advanced Computing, Lanzhou 730030, China; 3. Gansu Provincial Big Data Center, Lanzhou 730030, China)

Abstract: The “East Data West Computing” project represents a significant strategic initiative by China to address the surge in computing power demand during the digital era. It aims to resolve the imbalance in computing power supply and demand between the eastern and western regions by optimizing the allocation of computing resources nationwide. As a pivotal hub in the national computing network, the Qingyang Data Center Cluster in Gansu Province undertakes the crucial task of building a national computing power guarantee base. The development model of public-service-oriented computing power in Gansu was discussed within the context of this project. It analyzes its strategic positioning, practical innovations, challenges encountered, and development pathways, aiming to provide theoretical references and practical insights for promoting digital economic development in western regions through the universalization and equitable access to computing power.

Keywords: East Data West Computing; public-service-oriented computing power; Qingyang Cluster; Gansu model; computing power universalization