



# 以“电算协同”助力数字经济蓬勃发展

## 服务国家战略 深化改革创新



■ 胡荣

算力是数字经济时代的新型生产力,更是推动构建新型电力系统和新型能源体系的关键引擎。党中央、国务院高度重视发展数字经济,将建设数字经济作为推进国家现代化的重要引擎,推动数字经济和实体经济深度融合。

目前,国家数据局作出加快构建全国一体化算力网系列部署,明确要求以算力高质量发展,赋能经济高质量发展为主线,着力构建算力资源“网络化、普惠化、绿色化”新发展格局,积极打造中国式现代化的数字底座。

加快实现“电算协同”海量泛在、高效调度、绿色低碳、灵活供给、服务智能,对数字经济高质量发展意义重大。“电算协同”作为新时代电力、算力高质量发展的必由之路,必将推动一场深彻的系统性变革。

### ■ 政策支持与产业发展

2023年12月25日,国家发改委、国家数据局、中央网信办、工信部、国家能源局联合印发《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》,强调统筹算力和绿色电力协同建设,促进绿电消纳和数据中心节能降耗,建设一体化数据中心集群,进一步推动建设新型能源体系。《“十四五”数字经济发展规划》《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》等文件,也明确提出促进数据中心节能降耗,创新算力电力协同机制,统筹推进算力与绿色电力的一体化融合。

随着大数据产业蓬勃发展,全球越来越关注算力

产业,算力规模也持续扩大。美国发布《芯片与科学法案》,巩固其半导体和前沿计算领域的全球领导地位;日本出台《半导体、数字产业战略》,提出“提高数据中心算力水平”目标;欧盟实施《数字欧洲工作计划》,加大数据与算力资金投入。从全球看,算力规模年均增速超30%,预计2025年将达3000EFLOPS。

中国在算力领域取得显著成就,但同时面临诸多挑战。根据《算力基础设施高质量发展行动计划》,2023年中国算力总规模达到230EFLOPS,智能算力占比30%;预计到2025年,这一数字将增至300EFLOPS,智能算力占比提升至35%。

快速发展背后,数据中心能耗问题日益突出。据统计,数据中心能耗占全社会用电量的比例持续上升,预计2030年我国数据中心年能耗约占国内社会用电量的3%—4%,总量可达4800亿千瓦时。因此,构建更加绿色、高效的算力体系迫在眉睫。

### ■ 科学内涵与应用价值

电力算力协同发展,重在以电力与算力技术深度融合创新为基础,以数据要素为纽带,有效融合能量流、数据流和价值流,实现电力能源大范围实时互济、算力资源的跨区域调配的市场化资源配置新范式,继而促进算力绿色高效、节能降碳的新技术、新装备和新业态,以电力支撑算力,以算力赋能电力,实现高水平电力供需平衡。

从算力中心运营阶段成本分析,电力成本占比较高,要解决因算力建设导致的局部区域、时段电力供应挑战,可以通过电力市场价格机制,引导计算任务的合理布局。新能源富集区域(如西部),交易价格较东部明显偏低,部分时段可能出现0电价结算。

东部用电密集地区电价较高,部分时段可能出现超高价。在局部地区用电紧张的情况下,根据电力现货市场出清价格,将计算任务调度到满足延时要求,价格相对较低的算力节点。这种任务调度模式,既提高推理计算任务的可靠性和经济性,也有缓解局部地区局部时段用电紧张状况。

由此可见,国家推行的“东数西算”工程,就是利

用西部的绿色能源优势,引导算力在全国范围内,进行更合理的布局,降低算力中心用电成本,提升整体算力和效率。

一体化算力网的建设,使得计算任务调度成为可能,可以使我国在全球算力规模和质量竞争中占据有利地位。一方面,更低的价格和更高的性价比,会吸引更多的国内外企业和用户选择我国的算力服务,从而迅速扩大我国算力产业的规模,提高全球市场份额。另一方面,有了成本优势和规模效应,可以投入更多资源,用于算力技术的研发和创新,提升算力的质量和性能。例如在芯片制造、算法优化等关键领域取得突破,逐步缩小与欧美国家的差距,甚至实现弯道超车。

### ■ 技术创新与稳定可靠

众所周知,“电算协同”的核心技术创新主要集中在能源管理、计算架构优化和智能调度三个方面。而在能源管理方面,通过智能电网技术和可再生能源的高效利用,数据中心能够实现更加绿色、低碳的运行。

例如,采用太阳能、风能等清洁能源供电,并结合储能系统,可以有效平滑电力供应的波动,降低对传统化石能源的依赖。同时,液冷技术的应用也显著降低了数据中心的能耗,提高了散热效率。在计算架构优化上,边缘计算与云计算相结合的方式被广泛应用,这种混合计算模式不仅能够减少数据传输延迟,还能根据实际需求灵活分配计算资源,提高整体处理效率。

“电算协同”在电力领域的应用前景广阔,通过将先进的计算技术和智能调度算法与电力系统深度融合,可以实现对电力资源的高效管理和优化配置。例如,利用大数据分析和人工智能技术,电网能够实时监测和预测用电需求,动态调整发电计划和输电策略,从而提高电力系统的稳定性和可靠性。

此外,“电算协同”还支持可再生能源的大规模接入和灵活调度,有助于提升清洁能源的利用率,促进绿色低碳发展。通过智能化的能源管理系统,不

仅可以降低电力损耗,还能为用户提供更加个性化、经济的服务,推动整个电力行业的数字化转型和可持续发展。

### ■ 创新探索与深化布局

“电算协同”对电力、算力高质量发展意义重大、价值显著、前景可期。近年来,南方电网大力落实国家关于数字中国、区域协调发展等重大战略,深化业务布局、优化资源配置、强化服务支撑,结合新型电力系统和新型能源体系建设,积极融入全国一体化算力网,努力打造东西区域协同发展新格局。

南方电网通过制定“3+1+X”数据中心总体规划,在贵州枢纽节点建设南方能源大数据中心、粤港澳大湾区枢纽节点建设广州数据中心集群、惠州数据中心3大网级节点,在香港建设1个海外数据中心节点,同时在南网所辖区域5个省市部署近200+边缘节点,构建跨区域、多层次算力高速直连网络,推动算力资源高效供需匹配。

南方电网通过对“电算协同”的深入理解与研究,明确提出以“充裕瓦特”支撑“规模比特”,以“高效瓦特”助力“能效比特”,以“清洁瓦特”催生“绿色比特”的电算协同三大研究方向。2024年8月29日,南方电网在贵阳市举办的2024中国国际大数据产业博览会上,正式发布《南方电网电力算力协同行动计划》,明确提出通过电力与算力深度融合,共同驱动数字经济高质量发展,加快构建“电算协同+电力鸿蒙+通感算控+边缘计算”整体解决方案。有效发挥电力保障促进作用,拓展算力服务边界,以高质量电力、算力支撑高质量发展。

随着技术的不断进步,“电算协同”将进一步整合大数据、人工智能、物联网和区块链等前沿技术,实现电力生产和消费的精细化管理。通过智能电网和分布式能源系统的深度融合,“电算协同”将支持更高效、灵活的能源调度,提升可再生能源的接入和消纳能力。

(作者系南方电网数字电网研究院股份有限公司党委委员、副总经理)

# 贯彻落实《能源法》 保障天然气安全稳定供应

■ 周淑慧

11月8日,《中华人民共和国能源法》(以下简称《能源法》)由十四届全国人大常委会第十二次会议表决通过,自2025年1月1日起施行,填补了长期以来我国能源领域法律顶层设计的空白,为我国能源高质量发展和绿色低碳转型奠定了坚实的法治基础。

《能源法》涵盖能源规划、能源开发利



用、能源市场体系、能源储备和应急、能源科技创新、监督管理六大方面内容。保障能源安全是重中之重,实施推动“四个革命、一个合作”能源安全新战略是各项能源工作必须坚持的基本原则。法律明确了煤炭、石油、天然气等化石能源,以及风电、光伏等可再生能源发展方向,勾勒了我国未来能源体系发展版图。天然气作为最清洁、灵活高效的化石能源,在“清洁低碳、安全高效”新型能源体系建设中不可或缺,相关部门和油气企业应以《能源法》颁布为契机,重点从以下四方面发力推动行业高质量发展。

一是一以贯之加大国内资源勘探开发力度,增强天然气保供能力。《能源法》第二十九条提出“国家采取多种措施,加大石油、天然气资源勘探开发力度,增强石油、天然气国内供应保障能力”。我国天然气资源禀赋总体较差,增储上产难度大、成本高,2013年至2023年天然气产量从1072亿立方米增加到2324亿立方米,年均增加115亿立方米,而同期消费量年均增加225亿立方米,不得不通过扩大进口满足快速增长的需求,由此带来的安全焦虑不断上升。从资源潜力看,国内常规天然气、页岩气、煤层气技术可采资源平均探明率分别为19.3%、3.1%、3.2%,仍然具有保持高位增储上产的资源基础。面对日益复杂的勘探开发对象,建议总结分析“油气勘探开发七年行动计划”的成效和经验,面向中长期加快制定新一轮增储上产战略和行动方案,加大财税政策支持力度;油气企业将“增储

上产”作为第一要务,持续加大勘探开发投入,集中优势资源,多部门、多学科协同攻关,突破制约增储上产的关键理论技术和装备,不断增强我国天然气供应安全保障能力。

二是发挥用能场景、技术装备和天然气资源优势,积极开发利用新能源。《能源法》第五条提出,“国家建立能源消耗总量和强度双控向碳排放总量和强度双控全面转型新机制,加快构建碳排放总量和强度双控制度体系”。近两年,国家出台了一系列政策文件逐步强化能源消费碳排放双控制度,2023年7月中央深改委审议通过《关于推动能耗双控逐步转向碳排放双控的意见》,同月国务院印发《加快构建碳排放双控制度体系工作方案》,“十五五”时期碳排放将作为各级政府、企业考核的约束性指标。油气企业要充分发挥油田、炼厂、工程建设等用能场景、技术装备和天然气资源优势,加大可再生能源开发利用,建设“气电+新能源”多能融合互补大基地,宜电则电、宜气则气、宜热则热、宜氢则氢,在向社会奉献绿色低碳能源的同时,不遗余力推动自身用能的清洁替代。

《能源法》第二十六条和第三十三条分别提出国家鼓励合理开发利用生物质能,积极有序推进氢能开发利用。生物质能是全球公认的负碳排放可再生能源,2023年全国生物沼气产量约26亿立方米,提纯生产天然气约5亿立方米,秸秆、林业废弃物、畜禽粪污资源化利用率仅为5%—7%。氢能有“人类终极能源”的美誉,绿氢及其衍生物绿氨、绿

甲醇等在未来零碳交通、零碳航空、绿色化工等领域将起到关键作用。天然气与氢气、生物甲烷等可再生燃气在储运工艺、利用方向、设施设备方面具有高度兼容性。油气企业可以发挥炼油、化工、储运等行业优势和经验,积极开发生物质天然气技术;同时,结合各地资源条件,产业园区建设,布局生物天然气、风光发电及制氢等类型项目,积极开展燃气掺氢配输和利用试点,打造零碳或负碳排放示范区。

三是按照“一结合、两统筹”要求,认真履行储备责任。世界百年未有之大变局加速演进,新旧能源加速更替,局部冲突、恐怖袭击、自然灾害等高度不确定性突发事件多发连发,加强能源储备具有十分重要的现实意义。《能源法》设置专章对能源储备提出要求,确立了能源储备的“战略储备、宏观调控和应急需求”功能定位,其中第四十七条提出“国家建立健全高效协同的能源储备体系,科学合理确定能源储备的种类、规模和方式”,第四十八条提出“能源储备实行政府储备和企业储备相结合、实物储备和产能储备、矿产地储备相统筹”。在天然气储备方面,2018年8月《国务院关于促进天然气协调稳定发展的若干意见》提出构建多层次储备体系,要求供气企业到2020年形成不低于其年合同销售量10%的储气能力(油气体制改革后其中的5%由国家管网分担),城镇燃气企业形成不低于其年用气量5%的储气能力,各地区形成不低于保障本行政区域3天日均消费量的储气能力,没有涉及国家储

备。接下来,需要根据《能源法》及相关法律法规政策要求,按照“大储备、一盘棋”理念,深入研究制定可落地、可量化、可操作的实施方案。首先,明确总体储备规模及实物储备、产能储备、矿产地储备等各类方式的储备要求,特别是对产能储备、矿产地储备的配套支持政策。其次,进一步明确国家、地方政府及各类企业的储备责任,特别是要明确国家储备的功能定位并进行规划布局。再次,建立健全国家储备的收储、动用、回补等管理机制及储备的市场调节机制,确保应急情况下能够快速调度应急储备资源。

四是加强能源保供应急管理,建立健全应急管理体制和预案体系。国家高度重视应急管理,2024年6月新修订的《中华人民共和国突发事件应对法》第十六条和第二十六条明确,国家建立统一指挥、专常兼备、反应灵敏、上下联动的应急管理体制,建立健全突发事件应急管理体系。《能源法》第五章用780余字对能源应急管理进行规划,其中第五十二条提出“国家建立统一领导、分级负责、协调联动的能源应急管理体制”;第五十三条提出“国务院能源主管部门会同国务院有关部门拟定全国的能源应急预案……规模较大的能源企业和用能单位应当按照国家规定编制本单位能源应急预案”。具体到天然气应急管理,对比国际经验和《能源法》要求还存在诸多不足,如适应各种风险情景的保供应急预案尚不健全、预测预警体系建设还不完善、各层级预案编制缺乏规范性引导文件,“左右协同、上下一般粗”现象普遍存在,国家层面综合各类能源的保供应急预案体系也待建设等。建议重点从以下几方面考虑补短板:一方面,树立全面应急理念,实现由单一类型突发事件的防范应对向多风险事件综合治理转变,由传统单一能源品种应急向传统与新型能源并重、多能协同的综合应急转变,由重处置向防风险与强应急并重转变。另一方面,贯彻极限思维理念,以“情景—任务—能力”为主线,分析极端情景应急能力需求,明确保供应急任务,针对性补短板。同时,开展包括天然气、石油、煤炭、电力等在内的能源应急预案体系顶层设计,充分考虑潜在极端情况,针对性制定完善天然气产运储销应急保供子预案。此外,运用大数据、云计算、人工智能等技术手段建立天然气安全保供预测预警体系。

(作者系中国石化规划总院首席专家)