

浅析数据中心节能降碳绿色发展的挑战与对策

曾彬

广东科华乾昇云计算科技有限公司

摘要：我国数据中心的建设规模和数量呈现快速增长趋势，能耗与碳排放问题日益凸显。“双碳”背景下，节能低碳是数据中心可持续发展的必然选择。数据中心绿色低碳发展应通过创新节能技术提升设备的能效，充分利用可再生能源降低碳排放，驱动社会实现节能降碳的目标。为进一步发挥标准在实现“双碳”目标过程中的引领和规范作用，基于数据中心行业绿色低碳标准化工作进展，本文主要对数据中心节能降碳绿色发展的挑战与对策进行分析，仅供参考。

关键词：数据中心；节能降碳；绿色发展

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.04.103

引言

随着全球分布的数据中心大量部署和云计算服务需求激增，其高运行能耗和碳污染问题日益严重。针对这种新兴的高能耗负荷，如何缓和数据中心碳足迹的有害影响，实现碳达峰、碳中和“3060”目标成为一项重要挑战。建立绿色节能高效的数据中心是提高能源利用效率、降低运营商能耗成本的根本解决途径。从企业角度出发，电能开销是数据中心运营的重要成本之一，从环境角度出发，保护环境，降低能源消耗也是每个企业应尽的社会责任。数据中心是新型基础设施节能降耗的关键环节，也是促进全社会降碳增效的有力抓手。近年来，我国数据中心规模不断壮大，推进数据中心绿色化转型升级势在必行。

一、数据中心节能降碳技术概述

为从源头上杜绝能源资源浪费，在数据中心方案设计阶段，应从数据中心建设整体规划角度考虑，主要通过应用自然冷源降低项目能耗，选用高密度、高效主设备；采用液冷先进、热源快速冷却等措施；对不同方案进行技术经济测算比较，最终确定绿色、集约、经济适用的设计方案。从目前数据中心发展现状看，数据中心节能降碳技术发展趋势主要包括自然冷源利用、液冷技术应用、运营维护和模块化等。

（一）数据中心自然冷源利用

数据中心为维持室内恒定的温湿度，消耗了巨额的电能资源，自然冷源的充分应用能够起到节能降碳的效果。目前，数据中心利用自然冷源方法主要有间接冷却和直接冷却两种。在气候适宜的地区，数据中心建设采用自然冷源，降低使用传统压缩机空调的时间，不仅实现高效散热降温，还大幅降低制冷能耗水平，从而减少

由排放引起的大气污染。数据中心自然冷源利用已经得到了世界上各个国家和业内的普遍认可和实践，取得了优良的效果。

（二）数据中心液冷技术应用

随着设备的不断增加，服务器越发的密集，研究发现传统风冷降温已经开始不能满足冷却需求，这个时候液冷技术得以发挥出自己的优势。所谓液冷技术，就是直接将液体冷却系统导入服务器内部散热，或者把服务器等需要散热的设备直接放入冷却液中，IT设备散热通过液冷方式传递给水循环，再通过室外冷却塔将热量散发到室外空气中。ResearchAndMarkets数据显示，到2023年，全球液冷数据中心市场规模将达45.5亿美元，年复合增长率将达27.7%。国内外主流厂商都在推进液冷技术研究，除了美国的部分公司外，国内以曙光数创、阿里巴巴为代表的厂商也已经推出了系列液冷产品。

（三）数据中心模块化

为了应对云计算、虚拟化、集中化、高密化等服务器发展的趋势，数据中心引入了模块化设计理念，最大限度地降低基础设施对数据中心环境耦合。模块化数据中心（MDC）相比传统数据中心集成度更高，各系统匹配运行更高效。模块化数据中心带来了高效快捷的可管理性，便捷的容量扩展可以随时解决数据中心的容量需求。模块化数据中心主要包括了一系列采用模块化设计的基础设施设备，如空调系统、UPS电源和电池、安全系统、供电单元、模块机架、安防系统等，通过相关模块的匹配组合形成一个完整的数据中心。模块化数据中心支持即插即用，数据中心只要10余周即可完成从设计到部署。与传统的数据中心项目进行比较，模块化数据

中心所占面积最多可减少50%，相应节约30%的成本。

二、节能降碳绿色发展面临的挑战

（一）指标资源稀缺，短期内存在上架率不足现象

一系列严格的政策和标准文件对数据中心的绿色发展起到了保驾护航的作用，但同时也提高了数据中心的准入门槛，尤其是在北上广深等这些资源稀缺的一线城市，数据中心的建设指标已经成为稀缺资源。一些通信和互联网企业为了争夺市场资源，超前进行布局，在没有足够的客户资源的情况下，依然大刀阔斧地建设数据中心，这就造成部分数据中心存在空置、利用率不高的现象。此外，由于企业初期建设定位并不明确、产业生态也不够完善，机柜资源与客户资源以及销售模式不匹配等原因，导致有些新建的数据中心上架率不能达到设计指标的要求。根据《2021年中国数据中心市场报告》数据，在整体上架率方面并非像我们想象的那样乐观，华东、华北、华南地区上架率约在60%~70%，其他地区只有30%~40%，造成了能源与资源的浪费，不利于数据中心的绿色发展。

（二）节能降碳难推进，技改难度与投资风险并存

一方面是新建数据中心蓬勃建设，却存在上架率不高、空置、能源浪费等问题，另一方面是小规模数据中心面临着节能改造难度大和可能被关停或重组的双重困境。在数据中心发展初期阶段，由于金融、通信、科技等发展的需要，我国建设了一些小规模的数据中心（目前机架数量约有100万架）。这些数据中心大多散点分布，具有规模较小、设备老化、PUE值高的特点，其所承担的业务种类也不尽相同，比如涉及金融证券，电力调度、政务中心、电商服务等多个领域。近年来，迫于政策压力与自身发展需要，这些数据中心不得不尽快进行节能改造，可由于建设时间早，普遍存在计量器具不完备、场地空间受限、改造成本高昂、改造周期长等各种问题。此外，由于数据中心是信息技术高度集中的场所，对系统运行的稳定性、连续性具有严格的要求，如果要进行节能改造还必须要征得用户的许可，否则稍有不慎就可能给企业造成重大损失，继而导致客户资源流失，这也间接增加了数据中心进行节能改造的难度。

（三）东西部算力供需不匹配，资源整合有待提高

上升到全国一体化大数据中心体系的层面看，2022年8个国家算力枢纽新建的数据中心近70个，机架数量达150万架，其中西部超过60万架，规模同比翻了一

番。随着“东数西算”工程进入全面建设阶段，会有更多的数据中心将向资源丰富的西部地区转移，数据中心的规模化、集约化、绿色化也将逐渐显现，但对照“东数西算”的预设目标，面对更广域、更多方参与和更高品质要求下的数据和应用流动场景，现有的技术能力、建设水平、市场供需等方面仍面临着大量挑战，比如算力和网络、末端应用的融合，算力与供给的匹配等。相关研究显示，西部地区的数据中心上架率明显偏低，其中，西南地区平均为41%，西北地区平均上架率只有34%。由于东西部地区科技与经济差异，东部地区对数据处理的需求和对数据中心的算力需求明显高于西部地区，而跨省传输数据存在费用高、网络带宽小、延时长等诸多不利因素，加之不同地区的数据中心和算力网络建设标准和法规并不完全统一，地域之间的高速网络通道并不完备，这使得东西部地区的算力资源不能有效整合，算力需求和供给也不相匹配。

三、节能降碳绿色发展的对策分析

（一）深挖节能潜力，推广先进节能技术应用

数据中心的用能结构主要分为信息设备系统、电气系统、通风和空调系统，其中信息设备系统约占总能耗的42%，通风和空调系统约占40%。节能降碳的改造重点在于信息设备系统和通风空调系统。在信息设备系统方面，较为先进的有基于ARM64位架构低功耗服务器技术、基于CPU加速的异构计算技术、长效大容量光盘库存技术以及磁光电融合存储技术等。在通风制冷系统方面，较为先进的有间接蒸发冷却技术、顶置自然对流零功耗冷却技术、无机相变储能蓄冷技术以及单相浸没式液冷技术等。对于新建数据中心而言，国家和地方政府都有严格的建设标准和能效指标约束，加之新建项目不受场地条件限制等，在前期论证、指标获取和设计阶段往往都能按照相关标准执行，但仍需加强对建设和运营环节的管理和评估，从而杜绝建而不用浪费现象，同时通过财政补贴、指标获取等多种优惠方式，鼓励企业开展先进节能技术的研发与尝试，鼓励企业使用太阳能、地热能、风能等新能源替代传统能源。对于小规模数据中心，应充分利用第三方服务机构，逐一开展节能诊断，深度挖掘节能潜力，根据各个数据中心的具体情况“量身定制”节能整改方案，并限期进行整改，推进数据中心优化升级。

（二）加强执法监察，提升能效约束作用

近年来,随着数据中心产业的不断发展和其能源消耗的持续增长,数据中心也成了节能监察的重要领域之一。根据工信部《数据中心能效专项监察工作手册(2021)》,我国数据中心主要监察内容包括电能利用效率、总用电量、IT设备用电量、能源计量器具配备情况等。我国《节约能源法》对重点用能单位超出限额标准用能的有明确处罚措施,但对于数据中心领域尚未明确(尤其是用能总量未达到重点用能单位要求的),从全国范围来看,也鲜有超标数据中心的处罚案例。节能监察是政府部门贯彻落实节能法律法规、促进产业绿色发展的重要抓手,也是倒逼企业开展节能降碳、优化升级的重要法律举措。应加大能耗限额强制性标准的执法力度,充分利用节能监察的工作成果,对数据中心进行分类管理,制定黑白名单,将PUE较高、规模较小、投产时间长、经济效益差的数据中心逐步纳入产业限制和淘汰目录,引导鼓励企业积极开展节能技术改造或者进行合并重组,从而推动全行业的绿色发展。

(三) 多措并举持续发力,推动“东数西算”全面建设

随着我国“东数西算”工程的全面建设,国家级超级计算中心与基础服务已经取得了令世界瞩目的成就,有些领域也进入了国际先进行列。但在技术能力、统筹布局、市场化匹配等方面仍需持续发力。在技术层面,可以借鉴数据网格、数据中心网络、广域与分布式文件系统的技术经验,推动新一代分布式数据访问协议、存储系统和基础软件的研发应用,建立健全算网融合、算力融合、数据共享安全等相关技术标准体系,加快建设统一开放的应用创新平台。在政策层面,鼓励和支持各地出台优惠配套政策,为迁移的企业提供更多实惠,降低算力使用成本和门槛,吸引更多企业和用户向西部搬迁,着力解决东西部算力供需不匹配的问题。在统筹建设布局上,要加快算力向规模化、集约化方向升级,加快高速网络的建设,逐步完善云资源的接入和一体化调度机制,合理规划网络的安全区域以及不同区域之间的访问权限,严格做好网络安全态势监测。总体而言,我国的“东数西算”工程是一项规模庞大、系统复杂、应用多的重大工程,需要东西部协同联动,从统筹布局、顶层设计、法规政策、技术创新等多个方面努力。

四、未来标准化工作建议

(1) 持续优化数据中心“双碳”标准体系。注重贯穿数据中心全生命周期低碳标准预研,数据中心实现

“双碳”目标,不能简单地理解为通过广泛清洁能源,更应该从设计、建设,投产运营到测评和技术产品全生命周期角度建立数据中心双碳标准体系,为实现数据中心“双碳”目标,贡献标准化的政策支撑和引领产业的力量。(2) 制定数据中心碳排放统计、核算、核查、报告相关标准,引导企业、第三方核查机构规范开展碳排放统计和报送工作,提高数据中心碳排放数据的准确性、统一性、可比性、科学性,从而提升碳排放权交易的公平性和交易市场的规范性。(3) 在数据中心碳排放管理领域制定相关标准:一是制定数据中心碳排放评价、标识标志、建设指南等标准,并在标准发布实施后从企业、项目、产品等不同层面开展标准化试点示范工作,规范数据中心的认证与标识及低碳产品评价。引导数据中心企业披露其碳排放信息,并指导企业开展碳资产管理,不断提升数据质量及碳排放管理能力;二是制定数据中心碳排放权交易管理标准,规范数据中心碳排放权登记、交易、结算、碳排放报告与核查等活动,保障数据中心碳交易市场运行的规范性、公平性和有效性。

五、结束语

我国数据中心产业绿色发展已经取得了初步成效,但整体发展仍面临着多方面的挑战,一方面是新建数据中心规模不断扩大,数量不断增加,但仍存在上架率不足、指标资源浪费的现象,另一方面是“小老散旧”数据中心依然存在,且节能改造存在一定难度,急需加快产业结构调整。总而言之,数据中心产业的绿色发展是一个长期的过程,涉及多方面的因素,必须要将先进技术应用、产业结构调整、全局统筹设计以及法规政策完善等多方面有机结合起来共同推进。

参考文献

- [1] 工业和信息化部信息通信发展司. 全国数据中心应用发展指引(2020)[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2021.
- [2] 孙亮, 林翎, 李鹏程. “双碳”目标要求下的标准体系建设[J]. 中国能源, 2022, 44(5): 56-62, 55.
- [3] 郭楠. 绿色数据中心建筑评价体系[J]. 建筑技术开发, 2022, 49(9): 133-136.
- [4] 唐文倩, 蓝滨, 周杰, 等. 新型绿色数据中心团体标准的制定研究[J]. 中国标准化, 2019(S1): 91-95.