

“双碳”目标下新型绿色数据中心 高质量发展路径探讨

High-quality Development Path of New Green Data Center Under "Dual-carbon" Target

魏文豪¹, 韩振东², 杨 猛², 吴 帅²(1. 中讯邮电咨询设计院有限公司, 北京 100048; 2. 中国联合网络通信集团有限公司, 北京 100033)

Wei Wenhao¹, Han Zhendong², Yang Meng², Wu Shuai²(1. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd., Beijing 100048, China; 2. China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China)

摘 要:

随着新基建、东数西算国家战略的持续赋能, 新型数据中心建设迎来新机遇, 成为我国数字经济高质量发展的关键基础设施。随着双碳目标推进, 新型数据中心作为高耗能行业, 推动其碳排放的降低、逐步实现碳中和是实现高质量发展的必由之路。从分析我国数据中心现状和趋势出发, 结合双碳目标下面临的挑战, 从绿色规划、绿色设计、绿色建设、绿色运维、绿色用能等方面提出全方位的减碳路径, 多策并举, 全面降碳, 赋能新型绿色数据中心高质量发展。

关键词:

双碳; 新型绿色数据中心; 高质量发展; 绿色低碳
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2022.12.007
文章编号: 1007-3043(2022)12-0032-05
中图分类号: TP308
文献标识码: A
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Abstract:

With the continuous empowerment of the new infrastructure construction and the national strategy of "channel computing resources from the east to the west", the construction of new type of data centers has ushered in new opportunities and becomes the key infrastructure for the high-quality development of China's digital economy. With the advance of the dual-carbon goal, as a high-energy-consuming industry, to promote the reduction of carbon emissions of new data centers and gradually achieve carbon neutrality is the only way for its high-quality development. Based on the analysis of the current situation and trend of the development of data centers in China, combined with the challenges faced under the dual-carbon goal, it puts forward an all-round carbon reduction path from green planning, green design, green construction, green operation, green energy use and other aspects, to comprehensively reduce carbon and enable high-quality development of new green data center.

Keywords:

Dual-carbon; New green data center; High-quality development; Green and low carbon

引用格式: 魏文豪, 韩振东, 杨猛, 等. “双碳”目标下新型绿色数据中心高质量发展路径探讨[J]. 邮电设计技术, 2022(12): 32-36.

0 引言

在云计算、大数据、5G、AI等数字技术驱动下, 新型数据中心逐渐成为数字化时代的“新基建”和拉动数字经济发展的“助推器”, 成为承载技术革新的重要底座, 对新发展阶段推动高质量发展有着重要意义。一系列国家政策文件的陆续发布, “东数西算”工程的

全面启动, 使我国数据中心的发展获得了新动能, 预测在“十四五”期间仍将保持快速增长。作为信息基础设施中的耗能大户, 近10年数据中心的能源消耗以每年超过10%的速度递增, 随数量和体量的不断增长, 其能源消耗和碳排放问题会越来越突出。

2020年9月习近平总书记在第75届联合国大会上提出了我国“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值, 努力争取2060年前实现碳中和”的目标, 在此背景下国家近期发布了《信息通信行业绿色低碳发展行动

收稿日期: 2022-10-11

计划(2022—2025年)》《工业能效提升行动计划》等系列文件,明确提出数据中心绿色可持续发展的行动计划,因此面向双碳,亟需顺应绿色节能、低碳可持续发展趋势,探索新型绿色数据中心高质量发展路径,助力“3060”目标的实现。

1 新形势下数据中心发展现状与趋势

新基建的发展、东数西算工程的启动、十四五规划中数字中国建设目标的提出,为我国数字基础设施建设提供了重要指导,我国数据中心产业发展步入新阶段,低碳高质、协同发展的格局正在逐步形成。

1.1 数据中心机架规模稳步增长

近年来我国数据中心机架规模持续增长,其中大型以上数据中心机架规模增长迅速。如图1所示,按2.5 kW的标准机架进行统计,截至2021年底,我国数据中心在用机架规模已达520万架,近5年复合年均增长率超过30%。其中大型以上数据中心机架规模增长更为迅速,机架规模已达420万架,占比达80%^[1]。随着东数西算等国家战略的持续赋能,未来几年数据中心规模仍将保持平稳增长,预计2025年将达759万架,较2021年增长45%;2030年将达1125万架,较2021年增加116%^[2]。

1.2 双碳目标下绿色低碳政策陆续出台

随着双碳战略的纵深推进,国家近期密集发布一系列绿色低碳政策,进一步明确了数据中心的能效要

求,推动数据中心绿色、高质量、加速发展(见表1)。

1.3 绿色化、集约化、敏捷化、智能化为未来发展方向

绿色化:双碳目标的实现离不开数据中心的绿色建设运营,传统数据中心向新型绿色数据中心转型是大势所趋,作为典型耗能大户,绿色低碳已是数据中心建设的基本要求,通过全生命周期的绿色化可以让数据中心实现最大能源效率,同时做到对环境的影响最小。

集约化:近期国家政策文件明确提出新建大型、超大型数据中心原则上布局在国家枢纽节点集群范围内,推动集约化建设。集约化可以最大程度提高资源、能源、管理等多方面的效率,真正符合云时代的要求,是数据中心未来发展的必然趋势。

敏捷化:信息通信行业是技术、业务变化最快的行业,作为信息通信基础设施的数据中心,需具备灵活弹性和快速交付的能力,以适应未来业务的变化,实现对客户的业务承诺,敏捷化是数据中心本身作为重资产的快速价值变现,也是企业在未来竞争中领跑的关键能力。

智能化:数据中心运维从手工运维到自动化平台运维,目前正朝智能运营发展,业界提出了“自动驾驶网络”的概念,通过融合AI技术打造可看、可管、可控的数字孪生数据中心大脑,有效提高运维效率,降低运营成本,提升运行可靠性。智能化则将是未来发展的关键。



图1 我国数据中心机架规模^[1]

表1 近期发布的政策文件

发布时间	文件名称	主要要求	发布部门
2021年10月	关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见	新建大型、超大型数据中心电能利用效率(PUE)不超过1.3。到2025年,PUE普遍不超过1.5	国家发改委、工信部、国家能源局等五部门
2021年11月	深入开展公共机构绿色低碳引领行动促进碳达峰实施方案	新建大型、超大型数据中心全部达到绿色数据中心要求,绿色低碳等级达到4A级以上,PUE达到1.3以下	国家发改委、生态环境部等四部门
2021年12月	贯彻落实碳达峰碳中和目标要求推动数据中心和5G等新兴基础设施绿色高质量发展实施方案	到2025年,全国新建大型、超大型数据中心平均PUE降到1.3以下,国家枢纽节点进一步降到1.25以下,绿色低碳等级达到4A级以上	国家发改委、国家能源局
2022年6月	工业能效提升行动计划	到2025年,新建大型、超大型数据中心PUE优于1.3	国家发改委、工信部等六部门
2022年8月	信息通信行业绿色低碳发展行动计划(2022—2025年)	到2025年,新建大型、超大型数据中心PUE降到1.3以下	国家发改委、工信部、国家能源局等七部门

2 双碳目标下数据中心发展面临的挑战

根据国际化标准组织(ISO)发布的ISO14064标准,企业温室气体的排放可划分为3个范围:一是自身产生的碳排放,二是通过消耗电力能源产生的碳排放,三是产业价值链的碳排放。数据中心90%以上的碳排放属于范围二。由于当前中国发电量70%以上仍为燃煤发电,发电同时伴随着大量温室气体及其他污染物排放,因此数据中心既是高耗能产业,也是高排放产业^[4]。

据统计,2021年全国数据中心能源消耗约2166亿kWh,较2020年增加44%,占全社会用电量的2.6%左右;二氧化碳排放量约1.35亿t,较2020年增加3915万t,占全国的1.14%左右。十四五、十五五期间,数据中心机架规模将继续稳步增长,其能源消耗也将快速增长,预计十四五末,全国数据中心能源消耗将达3500亿kWh,较2021年增加62%,约占全社会用电量的4%;二氧化碳排放量2.1亿t,较2021年增加54%,全国占比接近2%;十五五末能源消耗总量将达5915亿kWh,占全社会用电量的5%以上,二氧化碳排放量约3.4亿t,较2021年增加152%,全国占比接近3%^[5]。在数字经济发展的背景下,数据中心二氧化碳排放量与机架规模、电力消耗紧密挂钩,短时间较难扭转其碳排放增长的态势,如果不改变大量消耗化石能源、高耗能、高排放的传统发展模式,数据中心行业2030年实现碳达峰的难度很大,必须进行绿色转型才能实现可持续高质量发展,逐步达到碳中和目标。

3 新型绿色数据中心高质量发展实施路径

面向双碳目标,新型数据中心建设应贯彻绿色发展理念,全方位全过程推进绿色规划、绿色设计、绿色建造、绿色运维、绿色用能等,使发展建立在高效利用资源、严格保护环境、有效控制碳排放的基础上,实现全面降碳和高质量发展。

3.1 绿色规划

规划是数据中心建设的源头,科学规划、合理布局对数据中心绿色发展来说至关重要,数据中心规划应统筹协调数据、网络、电力等方面,综合考虑政策导向、业务需求、气候条件、能源供给、基础设施、TCO成本等因素,合理选址。

目前东数西算工程已全面启动,国家一体化大数据中心体系总体布局形成了八大枢纽节点、十大集群

和十二个起步区,引导数据中心绿色集约化布局,近期发布的《信息通信行业绿色低碳发展行动计划(2022—2025年)》等政策文件均明确提出“加强数据中心统筹布局,推进东数西算工程,引导承载高时延业务的数据中心优先向气候适宜、可再生能源富集的国家算力枢纽节点布局”“新建大型、超大型数据中心原则上布局在国家枢纽节点数据中心集群范围内”等要求,进一步推进数据中心的集约化布局。

因此,数据中心规划选址应以国家政策为指引,充分考虑枢纽集群布局、充分考虑当地能源供应情况,充分考虑当地绿电资源、可再生能源分布情况,优先选择气候条件适宜、绿电供应充足的地区,从规划的源头实现绿色低碳。

3.2 绿色设计

绿色设计主要从绿色园区、绿色建筑、绿色机电几个维度出发,由大到小、由表及里,依据《绿色数据中心建筑评价技术细则》《数据中心绿色分级评估技术方法》《绿色数据中心评价指标体系》等要求,通过园区低碳化、建筑绿色化、机电高效化等手段,使PUE降到国家、地方标准以下,绿色低碳等级达到4A级以上,实现全方位的节能降碳。

3.2.1 绿色园区

数据中心绿色园区重点从海绵园区、绿色灌溉、雨水回收、再生水利用、余热回收、冷却水回收等方面着手,提升能源综合利用效率,最大限度降低碳排放,实现园区的绿色可持续发展。

3.2.2 绿色建筑

绿色建筑应结合规划条件对绿建等级的要求及国家“绿色低碳等级达到4A级以上”的要求进行设计,从节地、节能、节水、节材入手,采用部分或全预制装配式产品或方案提升建设效率、节约资源,通过充分利用自然采光和通风、维护结构的保温隔热等被动式建筑设计最大程度降低建筑供暖、空调、照明需求,通过采用高能效等级设备产品、楼宇自控等主动技术措施最大程度提高能源设备与系统效率,实现低能耗绿色建筑。

3.2.3 绿色机电

数据中心的能耗主要来自于IT设备、制冷系统、供配电系统和其他辅助设施(见图2)。IT设备包括服务器、存储、网络设备等数据中心的核⻝设备,是最主要的耗能大户;制冷系统作为保障IT设备稳定运行的环境控制系统,在非IT设备中能耗占比最大,其次是

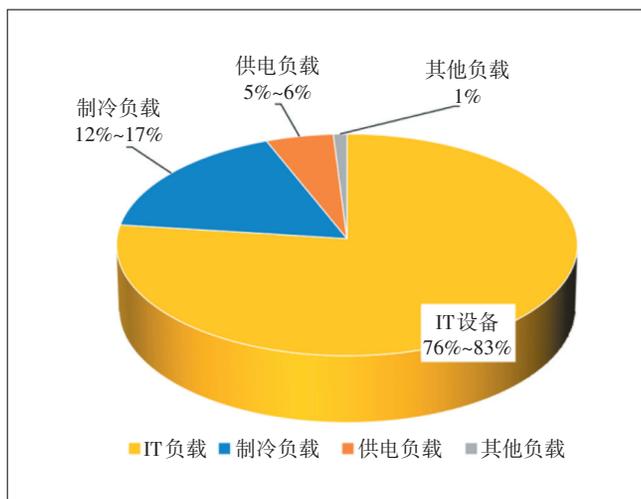


图2 数据中心能耗主要组成

作为动力心脏的供配电系统,照明、安消防系统等其他辅助设施占比最小。因此,为实现节能减碳,绿色机电设计应重点从IT设备、制冷系统、供配电系统的高效节能入手,不断提升能效水平。

3.2.3.1 IT设备高效节能

作为数据中心的核⼼,充分发挥IT设备的节能潜力尤为重要。目前IT设备的节能策略主要有3种:一是采用有自动休眠功能的IT设备,降低闲时能耗;二是采用服务器节能电源模块、风扇节能等技术,在保证处理能力的同时降低设备能耗;三是采用云计算和系统资源共享技术,通过优化调度提高服务器资源利用效率,降低能耗^[6]。数据中心IT设备应重点关注服务器的节能,结合行业新技术发展演进,积极采用节能高效服务器,如新型液冷服务器、高温型服务器、高密度集成服务器等,实现IT设备的高效能效。

3.2.3.2 制冷系统高效节能

制冷系统是PUE贡献占比最大的影响因素,其电能消耗受气候、制冷方案、设备性能、运维精细度等影响,浮动范围较大,是数据中心节能降碳的关键点,制冷系统节能主要从充分利用自然冷源、提高产品效率、优化运行控制3个方面着手,重点关注节能新技术的应用,因地制宜的选用制冷解决方案。

充分利用自然冷源方面,应结合建筑规模、空调负荷、气候条件、PUE目标等因素合理选择冷水机组+常规冷却塔/间接蒸发冷却塔、蒸发冷却冷水机组+新风补冷、风冷间接蒸发冷却空调、风冷氟泵相变空调系统等方案,并辅以提高供回水温度和大温差等手段,结合末端的冷/热通道封闭、列间、背板、风墙等技

术,实现高效节能。提高产品效率方面,可积极选用全变频氟泵空调(智能双循环多联模块化空调VRM等)、磁悬浮变频离心机组,节能节水型冷却塔、集成冷站、直流变频行级空调、高效末端等,以实现设备节能。优化运行控制方面,可采用智能控制手段如AI调优技术,提高与IT设备运行状态的动态适配性,实现最优PUE。通过以上措施,PUE的制冷负载因子可降低至0.1~0.24。同时液冷作为新型制冷技术,可有效解决超高热流密度的散热问题,在全国大部分地区实现自然冷却,随其成熟应用可积极采用液冷技术与上述措施合用,推动PUE进一步降低。

3.2.3.3 供配电系统高效节能

供配电系统作为PUE第二大影响因素,其电能消耗主要由电能输送、交直流变换和电压电流变换所产生,与供电线路、各级转换设备、配电设备及变压器的能效息息相关,因此其节能主要从优化配电结构、应用节能产品、运行节能3个方面出发,重点关注电源系统效率的提升,降低电源设备和线路损耗。

优化配电结构可从简化配电环节出发,一是通过平面布局的优化实现供电路由的简捷化、变压器深入负荷中心、提升高电压等级线路占比,尽可能降低线路损耗;二是采用预装式一体化电源系统代替传统的独立变配电系统,缩短供电距离,减少配电开关级数,节约占地面积,实现利用率的提升和能耗的降低。应用节能产品可积极选用节能型变压器,高压油机、新型UPS设备(高频UPS、模块化UPS)、智能小母线、高倍率蓄电池等。运行节能可从改变运行模式出发,一是将UPS系统从传统的在线双变换模式调整为ECO模式、智能在线模式等高效运行模式,实现大部分时间的市电直供,提升运行效率;二是可采用高压直流系统代替UPS系统,提升可靠性和系统效率。通过以上措施,PUE的供电负载因子可降低至0.05左右。

3.3 绿色建造

绿色建造主要从绿色采购和绿色施工出发,在工程建设的各个环节追求绿色。采购阶段加大对网络、IT、电源及空调等设备的用能效率、制造工艺、使用寿命等要求,强化环境管理体系认证要求,引导供应链绿色生产,采用绿色建材、绿色部品部件及《国家绿色数据中心先进适用技术产品目录》中的产品等。施工阶段采用BIM、物联网、机器人等智能建造手段,应用绿色施工新技术、新材料、新工艺、新设备,积极应用“建筑业10项新技术”,推进现场建筑垃圾减量化、废

弃物高效处理与再利用,实现建设阶段低消耗、低排放和高效益。

3.4 绿色运维

数据中心运维阶段是其全生命周期历时最长、耗能最多、节能空间最大的阶段,强化运维阶段的绿色管理能力,对数据中心节能降碳至关重要。随着人工智能、物联网、数字孪生技术的快速发展,基于数字孪生和AI技术的数字化智慧运营平台成为数据中心持续节能的有效手段。通过基础设施、传感器及算法算力的支持,收集负载、温湿度及能耗等参数,利用深度学习神经网络生成模型,并在算法学习中持续升级迭代,实现制冷、供电、网络等随负载、流量的动态调度,同时通过健康管理及多场景验证实现“基于规则的故障发现”到“基于AI机器学习的故障预知”,实现资源利用率、运维效率和整体效能的提升,由自动化走向智能智慧化的绿色运维。

3.5 绿色用能

实现双碳目标,还应从可再生能源利用、储能及外购绿电等绿色用能模式上优化用能。

一是开发利用清洁可再生能源。可利用光伏发电或风力发电的方式自备清洁可再生电厂,自发自用,降低碳排放。最新建筑节能规范已明确提出新建建筑应安装太阳能系统,因此建设中可充分发掘屋面及园区空余场地,部署分布式光伏发电,从供电侧最大限度开发利用清洁可再生能源,就地消纳新能源,实现数据中心与可再生能源的深度融合。

二是储能系统。储能作为灵活性调节资源,是优化用能结构、最大化清洁能源利用、提高供电可靠性的强有力手段,并可与供配电技术融合应用,如储能系统替代柴油发电机,取消蓄冷罐等,有效减少碳排放和污染物排放。对于峰谷电价差较大的地区,可采用储能节能技术和冷水储能节能技术,削峰填谷,降低运营成本。

三是市场化手段。随着电力系统市场机制的完善,可通过绿电交易或认购绿电证书等手段,购入风电、水电、光伏发电等“零碳绿电”,提升可再生能源利用占比,降低碳排放,同时结合国家政策采用碳交易等手段,购买CCER进行“碳抵消”,打造零碳数据中心。

4 结束语

随着双碳目标的逐步推进,作为数字经济底座的

新型数据中心建设应贯彻落实国家东数西算、双碳等新战略,践行新发展理念,以全生命周期绿色为主线、节能降碳为重点、清洁能源为方向、智能智慧为手段,从绿色规划源头抓起,采用绿色低碳化设计,推行全过程绿色建造,智慧化绿色运维,多维度绿色用能,多策并举,构建新型绿色数据中心高质量发展新格局。

参考文献:

- [1] 中国信息通信研究院,开放数据中心委员会.数据中心白皮书(2022年)[M].北京:中国信息通信研究院,2022:2-3.
- [2] 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.
- [3] 中国信息通信研究院.低碳数据中心白皮书(2021年)[M].北京:中国信息通信研究院,2021.
- [4] 张永泽,张诗雨,朱雨萌.“碳中和”数据中心的概念、特征与实现路径[J].通信世界,2021(16):28-30.
- [5] 蒋洪强,李勃,张伟.推动数据中心绿色低碳发展[EB/OL]. [2022-08-20]. <https://m.gmw.cn/baijia/2022-02/10/35508305.html>.
- [6] 李洁,郭亮,谢丽娜.数据中心发展综述[J].信息通信技术与政策,2021,47(4):13-18.
- [7] 金驰.我国数据中心绿色化发展趋势及思考[J].信息技术与标准化,2021(12):50-52.
- [8] 许幸荣,刘琪,夏俊杰,等.大型数据中心低碳解决方案的现状、趋势和对策建议[J].信息通信技术,2022,16(4):16-22.
- [9] 王慧钧,王庆德.聚焦“双碳”战略推进我国数据中心绿色高质量发展[J].产业创新研究,2022(3):5-7.
- [10] 王月,张一星,李洁.数据中心低碳发展分析与展望[J].通信世界,2021(15):42-44.
- [11] 王继业,周春雷,李洋,等.数据中心关键技术和发展趋势研究综述[J].电力信息与通信技术,2022,20(8):1-21.
- [12] 高书辰,潘京津.我国数据中心低碳发展现状与路径分析[J].信息技术与标准化,2021(12):53-54,58.
- [13] 车凯.数据中心“碳中和”的思考[J].通信世界,2022(9):36-39.
- [14] 孟月.大咖建言:探寻“双碳”路径实现创新增长[J].通信世界,2021(15):22-24.
- [15] 何宝宏.构建更高质量的新型数据中心产业生态[J].中国电信业,2021(S1):1-4.

作者简介:

魏文豪,毕业于北京工业大学,高级工程师,注册咨询工程师,硕士,主要从事数据中心、通信局房的规划、咨询、设计及标准制定、新技术研究等工作;韩振东,毕业于清华大学电子工程系,高级工程师,硕士,主要从事基础设施规划、建设及技术演进相关工作;杨猛,毕业于重庆建筑大学,高级工程师,主要负责数据中心规划布局、建设管理;吴帅,毕业于郑州大学,高级工程师,注册咨询工程师,注册造价工程师,硕士,主要从事数据中心规划、投资、经济评价、建设管理等方向的研究工作。