

信息通信行业的 碳排放分析及脱碳关键举措研究

Analysis of Carbon Emissions and Research on Key Decarbonization Measures in Information and Communication Industry

赵国瑞¹,王 蕾²,王 琰¹,阮 勇¹,平晓航¹(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)

Zhao Guorui¹,Wang Lei²,Wang Yan¹,Ruan Yong¹,Ping Xiaohang¹(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:

随着数字经济的蓬勃发展,信息通信行业的用能及碳排放逐年快速增长,为信息通信行业按期按量完成碳达峰碳中和目标带来挑战。综合分析信息通信网络的发展现状、趋势、外部挑战等因素,同时面向无线网、数据中心两大场景进行能耗和碳排放的量化测算,研究行业的碳达峰时间、峰值,并提出了行业的碳达峰碳中和路径建议。

关键词:

碳达峰;碳排放;数据中心;5G基站

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2023.12.005

文章编号:1007-3043(2023)12-0020-05

中图分类号:S210.4

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

With the vigorous development of the digital economy, the energy consumption and carbon emissions of the information and communication industry are increasing rapidly year by year, which pose challenges for the information and communication industry to achieve carbon peak and carbon neutrality goals on time and in quantity. It comprehensively analyzes the development status, trends, external challenges, and other factors of information and communication networks. At the same time, it quantifies the energy consumption and carbon emissions of wireless networks and data centers, and the peak time and peak value of carbon in the industry are studied, then suggestions for the carbon peak and carbon neutrality path of the industry are proposed.

Keywords:

Carbon peak ; Carbon emission ; Data center ; 5G base station

引用格式:赵国瑞,王蕾,王琰,等. 信息通信行业的碳排放分析及脱碳关键举措研究[J]. 邮电设计技术,2023(12):20-24.

1 政策背景分析

在后疫情时代,“数字化”和“绿色化”成为全球经济复苏的主旋律。近年来中国数字化进程加速,数字经济逐步成为驱动中国经济增长的核心力量。在双碳背景下,数字基础设施的蓬勃发展将带来更多的能源需求与碳排放的快速增长,为行业乃至国家实现碳中和带来巨大挑战。如何实现“数字化”与“绿色化”

相协同,让数字技术与基础设施最大化服务于中国的碳中和转型,亟须被关注。

信息通信行业作为国民经济的战略性、基础性、先导性行业,是数字中国建设的“主力军”。随着国家双碳政策体系的持续完善,对信息通信行业绿色低碳发展要求以及实现路径也逐渐明晰。2021年11月以来,国资委、发改委、工信部等部委陆续印发《贯彻落实碳达峰、碳中和目标要求推动数据中心和5G等新型基础设施绿色高质量发展实施方案》《“十四五”信息通信行业发展规划》《信息通信行业绿色低碳发展行

收稿日期:2023-11-16

动计划(2022—2025年)》等文件,对行业绿色低碳高质量发展提出了明确的要求。公开资料显示,5G和数据中心将继续保持强劲发展趋势,能源需求及碳排放量将迅速攀升。网络基础设施的改造及建设将成为未来行业降碳工作的重点。

2 能耗及达峰的预测

据调研,通信运营商的能源消费以电力为主,其他分散性一次能源(包括煤、油、气)为辅,其中电力消耗占全量能源消费的比重达90%^[1],结合主要业务发展趋势,未来电力消耗量将会进一步提高。因此,电力消耗是分析和预测行业碳排放的主要研究对象。

假定电力排放因子按非化石能源占比的变化而同步线性变化,电力排放因子将由目前的0.581 tCO₂/MWh^[2]降低至0.54 tCO₂/MWh(2030年)。从降低完成达峰任务的风险考虑,本文基于某企业电力历史消耗情况及未来增长趋势,对达峰值进行测算,进而推算行业达峰值。

2.1 无线网测算

从移动通信的发展规律看,自从20世纪80年代初引入1G技术以来,移动通信技术大约每10年发生一次更新迭代^[3]。中国从2013年开始,历经10年时间,4G基站建设已基本完成;截至2023年7月底,全国5G基站总数达305.5万个,是全球规模最大、技术最先进的5G独立组网网络,5G基站数量将持续稳步增长,在2025年前后基本布局完成;已建设的2G、3G和4G将会逐步完成网络的精简和优化^[4]。

目前,通信运营商无线接入侧3G、4G、5G并存,且有少量2G用户;按照行业网络精简的整体推进情况,2G、3G将逐步完成退网,4G站点保持稳定,5G逐步完成全覆盖,6G将于2026年开始进行试点建设;因此,2G、3G和4G网络的能耗和碳排放将达峰前会逐步降低,而5G和6G网络的能耗呈上升趋势。

以某企业无线接入侧的能耗变化测算为例,其能耗变化趋势如图1所示。由图1可知,在2030年之前无线接入侧的能耗将会逐年增长,主要因为该时期5G网络的大量建设和6G网络建设正在起步。据调研,6G的商用建设预计于2028年启动^[5],将有5~10年的建设发展期,因此2030年后能耗和碳排放量因6G加速发展将会进一步增长。

2.2 数据中心测算

对于数据中心来说,影响其中长期能耗和排放预

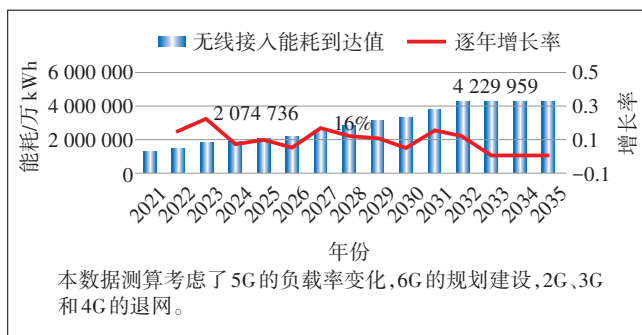


图1 无线接入侧能耗预估

测因素主要有未来的业务需求量、数据中心空间分布趋势和节能技术的发展情况等^[6]。公开资料显示:截至2020年,全国数据中心总机架数约为428.6万架。数据中心总机架数增长规律与总产值相似,均以相对稳定的增幅逐步上涨,预计至2035年,全国数据中心总机架数约为1491.1万架^[7](见图2)。

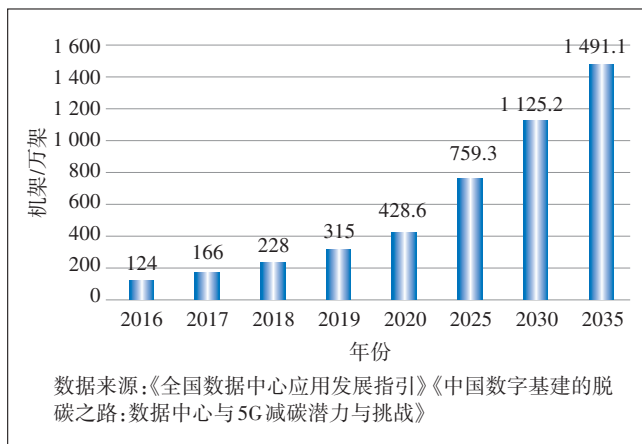


图2 数据中心机架数发展趋势

本文做以下假定:某企业未来中长期的数据中心布局与全国数据中心应用发展指引保持同样增长速度。因此,某企业在2021—2035年将会保持8.67%的增长速度。到2030年底和2035年底某企业的机架数分别达到33.81万架和51.25万架。综合考虑节能降碳等能耗增长缓冲因素,2021—2030年数据中心的能耗发展趋势预测如图3所示。

由图3可知,数据业务和能耗保持同步增长,但能耗增长率逐年下降。

根据无线接入侧、数据中心发展规划和能耗发展趋势,可知信息通信行业的能耗到达值将逐年递增,无线接入侧逐年增长率于2033年达到最低点,数据中心增长率呈逐年递减趋势。以上测算结果会受政策

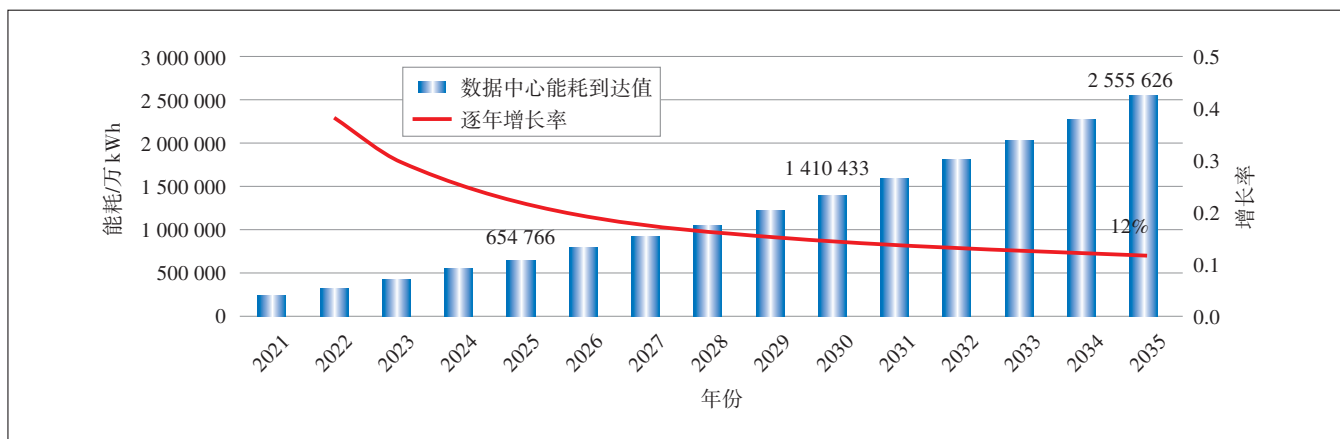


图3 数据中心能耗预估

倾斜力度、技术发展趋势、数字技术减排效应等多重因素的影响而发生变化。

2.3 碳达峰预测

基于数据业务发展、网络规划分析研判,对某企业总体排放情况进行测算:能源消费量始终呈增长趋势,二氧化碳排放量以约7%年均增幅持续增长,到2025年约达到1 951万t,较2020年增长82%;2030年约2 912万t,较2020年增长171%。可以看出,在2030年前完成碳达峰存在难度(见图4)。

2.4 外部挑战

信息通信行业属用电大户,据统计,电力消耗占能耗总量的90%以上^[8]。为了降低电力消耗带来的碳排放,行业正加大可再生能源的应用,如光伏发电、风力发电等。而目前国家对于可再生能源使用量认定机制尚不完善,从而影响企业自建可再生能源电站碳核减量的认证^[9]。可再生能源使用量的认定主要依靠电力交易合同以及绿色电力凭证。然而这些方式目前覆盖的电力用户主体、可再生能源品种以及证书的

交易灵活度均有一定局限性,未来可再生能源使用量认定机制需进一步完善。

3 碳达峰碳中和路径建议

为了按期按量完成国家碳达峰碳中和的目标,本报告重点从网络升级优化、低碳数据中心、应用新能源和构筑企业的低碳能力体系等4个方面展开研究,以期合理控制企业碳排放量的增幅。而信息通信行业的碳中和更多地依赖于未来的固碳和负碳技术的演进,将提出较为宏观的路径。

3.1 建立健全企业绿色低碳管理制度

建立健全碳数据、碳足迹、碳交易三大碳指标管理体系。建立总量与强度双控为目标的碳数据管理体系,建立碳数据平台,实现核心机房、数据中心等应用场景下碳数据、能耗数据、PUE的在线采集、统计和分析;完善企业双碳指标考核制度,建立绿色采购、绿色制造、绿色办公、绿色运维、节能改造等管理办法和规章制度,持续完善企业碳足迹关键节点,增强节约

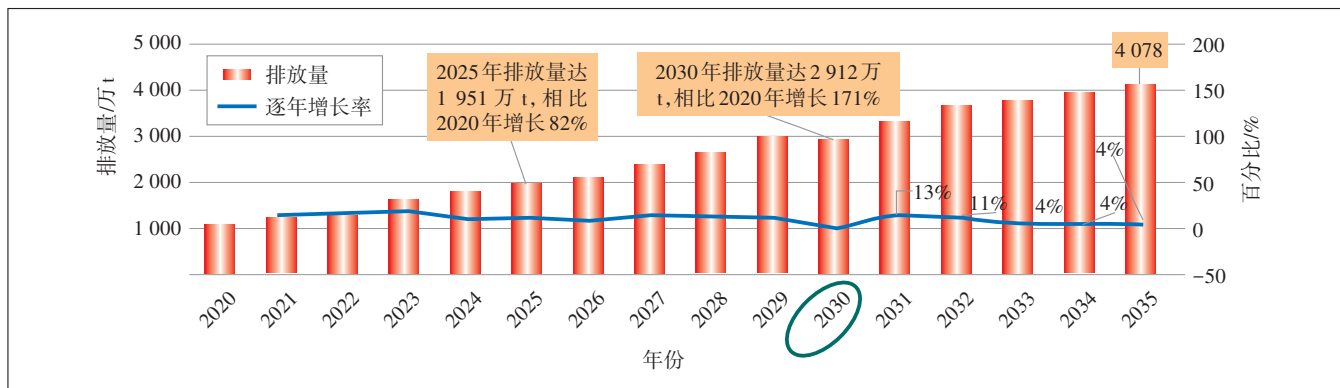


图4 某企业碳达峰预测

意识;积极关注碳交易市场和政策发展情况^[10],提前部署,择机参与。

3.2 加快新能源的应用,优化用能结构

现阶段,发展光伏、风电等清洁能源,降低对煤炭的消耗是国家在能源供给侧的主要控排措施^[11]。目前,可再生能源项目在全国建设已非常广泛,未来风电、光伏将进一步成为电力供应的主力军,信息通信服务类企业应该充分利用本地风光资源,优先考虑可再生能源的就近消纳。对于企业来说,随着数字基础设施能耗的持续增长,未来节能技术可能存在瓶颈,无法帮助企业实现碳达峰和碳中和。应用可再生能源是最有效的解决方案。

3.2.1 积极参与市场化可再生能源交易

在部分电力市场中,用电企业可直接(或间接通过售电公司)与发电企业签订购电合同,采购和使用可再生能源。中国可再生能源交易市场现主要以中长期交易为主,现货为辅^[12]。未来,随着电力市场化改革的深入以及可再生能源技术的发展,风电和光伏必将更多地参与到电力市场交易中,市场化采购也将成为企业消纳绿电的重要手段。

3.2.2 购买绿色电力证书

绿色电力证书是由国家可再生能源信息中心颁发的非水可再生能源发电量的确认和属性证明以及消费绿色电力的唯一凭证^[13]。2017年1月,国家发改委、财政部、能源局三部委联合发布了《关于试行可再生能源绿色电力证书核发及自愿认购交易制度的通知》,标志着我国绿色电力证书制度正式试行。

当前,我国核发的绿证主要包括补贴绿证和无补贴绿证2类,绿证核发总体平稳有序,且已实现与绿色电力交易试点的有效衔接。未来,绿证作为绿色电力消费的唯一凭证,随着政策机制和应用场景不断完善和拓展,将继续在绿色低碳发展中发挥更重要的作用。

3.2.3 完善管理体制

可再生能源采购不属于信息通信服务企业的传统业务范围。故需要建立相关的人才岗位,储备知识与能力,主动与能源企业开展深度合作,依据企业特点形成多元化绿电采购方案,深度参与企业、行业能源绿色化转型。

3.3 加快推动网络能力能效升级优化

提升4G低效能站点能效,打造5G极简网络,加速推进2G退网,3G精简。随着通信行业的快速发展,

2G/3G/4G/5G多模式并存的现象普遍存在^[14],现有网络架构复杂,一种模式一套系统,无线网络存在多模式和多频段共存的情况,天线也存在多运营商、多系统共存的情况。

持续推进网络架构优化,精简网络层级和设备节点数量,逐步形成以数据中心为核心的扁平化、云网融合、云边端协同的网络架构和算力设施体系,推动实现异构云集中管理和协同共享。推动网络功能虚拟化(NFV)、人工智能等新技术规模应用,提高网络和算力资源智能调度能力。

加快推进老旧通信设备、老旧光缆及老旧动力配套设备退网。按照“由点及面”的原则加速推进2G退网。通过3G网络SDR化改造和U2100设备关停等方式加速3G精简。推进语音业务向4G/5G网络迁移。推进IP承载B网、DCN骨干网、产业互联网(CULL)三网整合统一承载。推进新建云网业务平台全部云化,持续推进传统业务平台下线退网或集约化、云化改造。打造5G极简精品网络,持续开展5G接入网共建共享,深入推进管道、杆路、室分等网络基础设施共建共享共维。充分利用已有各类资源,优化网络架构,提高能源利用效率。

3.4 加快推进绿色低碳数据中心建设

3.4.1 开展数据中心PUE专项优化

加强对新建数据中心在IT设备、机架布局、制冷和散热系统、供配电系统以及清洁能源利用系统等方面的绿色化设计指导。加快“老旧小散”存量数据中心资源整合和节能改造。推广节能节水技术,积极采用液冷、分布式供电、高压直流、微模块机房以及虚拟化、云计算等技术方案,充分考虑动力环境系统与IT设备运行状态的精准适配,积极采用智能化系统和平台优化数据中心整体能效,持续降低数据中心PUE。优化减配冗余设施,在有条件的地区的自由场所建设自然冷源、余热、自有系统余热回收利用和可再生能源发电等系统。提高IT设施能效水平,积极应用液冷型^[15]、高温型IT设备,将基础设施运行情况纳入监控和管理范围,实现全方位节能。

3.4.2 提高可再生能源应用比例

坚持资源环境优先原则,充分考虑资源环境条件。新建大型数据中心选址优先考虑能源相对富集、气候条件适宜、自然灾害较少的地区,充分利用风能、太阳能等可再生能源,提高数据中心清洁能源应用比例,推进绿色数据中心建设。在光照资源丰富、绿电

资源丰富以及自然冷源适宜的区域,充分利用碳中和的资源和工具,率先打造一批零碳数据中心,为行业持续推进零碳数据提供示范。

探索投资分布式和集中式供电系统的建设。在有条件的地区建立分布式、集中式可再生能源供电系统,可自发自用,实现可再生能源就地消纳。

积极购买绿电,为数据中心绿色供电。当前,随着风能发电、光伏发电等可再生能源发电技术的快速发展,市场化绿电交易的价格优势已逐步在我国部分地区凸显,光伏发电在多数地区已经具备与新建燃煤发电竞争的能力。在这样的背景下,加快推进数据中心市场化采购绿电势在必行。而对于无法直接采购可再生能源的数据中心,可通过采购绿证的方式来实现用能绿色化。

3.4.3 打造沟通合作机制,创新研发并推进应用新型节能减碳技术

加强企业、科研院所、行业间协同创新合作。加快氢能和冰蓄冷技术的应用,加快储能技术的研究,深入推进节能节水技术和产品的研发,构建产学研用、上下游协同的绿色数据中心技术创新体系,推动形成绿色产业集群发展。

3.4.4 建立健全数据中心低碳管理体系

建立健全覆盖设计、建设、运维、测评和技术产品等方面的绿色数据中心标准体系,加强标准宣贯,强化标准配套衔接。加强国际标准话语权,积极推动与国际标准的互信互认。

3.5 开展负碳技术研究

持续探索碳捕集、利用与封存技术(CCUS)。CCUS是一种非电零碳(负碳)技术,是支撑构建新型电力系统、应对全球气候变化推动降排减碳的关键技术手段之一。目前,CCUS在我国的技术发展阶段离大规模商用仍有较大的距离,发展潜力巨大。同时,持续跟踪林业碳汇发展动态和交易规则,积极购买林业碳汇,以抵消生产生活等过程产生的碳排放。

4 结束语

在对政策调研和分析的基础上,对信息通信行业的碳排放情况进行了分析。影响信息通信行业碳达峰的内部因素主要是5G基站和数据中心,外部因素主要来自可再生能源使用机制的完善。信息通信行业需要从建立健全企业绿色低碳管理制度、推动网络升级优化、推进绿色低碳数据中心建设、加快新能源应

用、开展负碳技术研究这五点发力。目前物联网、工业互联网、人工智能等新兴技术尚处于发展初期,在实际应用中渗透率较低。未来无线和数据中心发展、数字技术应用领域不断拓宽和节能技术的发展情况均影响着信息通信行业的能耗和碳排放量的预测结果。

参考文献:

- [1] 张涌. 通信运营商的碳达峰、碳中和之路探讨[J]. 邮电设计技术, 2021(6):1-4.
- [2] 生态环境部. 企业温室气体排放核算与报告指南发电设施[EB/OL]. [2023-08-29]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzjd/202212/t20221228_1008909.shtml.
- [3] 赵亚军,郁光辉,徐汉青. 6G移动通信网络:愿景、挑战与关键技术[J]. 中国科学(信息科学), 2019,49(8):963-987.
- [4] 相光辉,吴文东,桂瑾琛. 2G/3G网络精简及演进研究[J]. 邮电设计技术, 2021(5):55-60.
- [5] 刘光毅,王莹莹,王爱玲. 6G进展与未来展望[J]. 无线电通信技术, 2021,47(6):665-678.
- [6] 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.
- [7] 叶睿琪,袁媛,魏佳,等. 中国数字基建的脱碳之路:数据中心与5g减碳潜力与挑战[EB/OL]. [2023-08-29]. <https://www.163.com/dy/article/GFH8FM000538NBQK.html>.
- [8] 张明洲. 通信机房用电分析及节能方法[J]. 黑龙江科技信息, 2016(21):81.
- [9] 罗松. 促进可再生能源发展法律机制研究[D]. 重庆:西南政法大学, 2010.
- [10] 聂正标. “双碳”目标下促进碳排放权交易市场高质量发展[J]. 宏观经济管理, 2022(11):37-44.
- [11] 黄真. 中国的“双碳”路径[J]. 走向世界, 2022(3):16-17.
- [12] 王珂珂. 计及新能源的电力现货市场交易优化研究[D]. 北京:华北电力大学, 2021.
- [13] 张雪. 中国绿色电力消费认证评价体系建设进展[C]//第十三届全国太阳能硅及光伏发电研讨会论文集. 徐州:中国可再生能源学会,上海市太阳能学会, 2017:1-21.
- [14] 李晖晖. NSA组网下2G/3G/4G/5G系统协同策略的研究[J]. 移动通信, 2020,44(10):19-24.
- [15] 张家章. 一种液冷服务器漏液保护方法、装置、设备及存储介质: CN202211336495.6[P]. 2022-10-28.

作者简介:

赵国瑞,高级工程师,硕士,主要从事双碳政策、双碳理论及通信网络及通信电源的节能研究工作;王蕾,高级工程师,硕士,主要从事碳达峰碳中和、空调节能降碳技术管理及数据中心建设管理等工作;王琰,助理工程师,硕士,主要从事通信电源设计和双碳路径研究工作;阮勇,高级工程师,学士,主要从事通信电源规划支撑、设计工作。