

Analysis of Energy saving Construction Issues and Countermeasures in Green Data Centers

Yongsuo Wang

Beijing Branch, China Telecom Company Limited, Beijing, 100032, China

Abstract

With the development of science and technology, digital development has become the current development trend, and data is one of the most valuable assets of enterprises. As the infrastructure supporting mass data storage, processing and distribution, the strategic position of data center is becoming increasingly prominent. The data center is a global collaborative network of specific equipment, the "heart" of information technology, which can help enterprises achieve digital development, promote modern business decisions, and accelerate enterprise transformation and upgrading. Data centers provide convenience for enterprises at the same time, the problem of energy consumption has become increasingly prominent, how to solve the problem of high energy consumption of data centers, the establishment of green data centers has become a problem to be solved. Based on this, this paper will deeply analyze the factors of data center energy consumption, talk about the current status and challenges of green data center energy conservation in combination with the actual situation, and propose targeted measures to help data center energy conservation and emission reduction, to achieve green and low-carbon operation.

Keywords

green data center; energy-saving construction; green development; energy-saving technology; countermeasure

简析绿色数据中心节能建设问题与对策

王用锁

中国电信股份有限公司北京分公司, 中国·北京 100032

摘 要

随着科学技术的发展, 数字化发展成为当下发展趋势, 而数据是企业最宝贵的资产之一。数据中心作为支撑海量数据存储、处理和分发的基础设施, 其战略地位日益凸显。数据中心是全球协作的特定设备网络, 是信息技术的“心脏”, 可以助力企业实现数字化发展, 推动现代商业决策, 加快企业转型升级。数据中心为企业提供便利的同时, 能耗问题也日渐凸显, 如何解决数据中心高能耗的问题, 建立绿色数据中心成为有待解决的难题。基于此, 论文将深入分析数据中心能耗的因素, 结合实际谈一谈当前绿色数据中心节能现状和挑战, 并提出针对性举措, 助力数据中心节能减排, 实现绿色低碳运营。

关键词

绿色数据中心; 节能建设; 绿色发展; 节能技术; 对策

1 引言

随着云计算、大数据、物联网、人工智能等技术的兴起, 数据中心的作用变得更加关键, 但是伴随着数据中心的发展, 机架数量快速增长, 高能耗问题日益凸显^[1]。根据《数据中心全生命周期绿色算力指数白皮书》(下称《白皮书》)显示, 预计到 2030 年, 中国数据中心能耗总量将超过 4000 亿千瓦时, 若不加大可再生能源利用比例, 2030 年中国数据中心二氧化碳排放或将超 2 亿吨。《白皮书》认为, 随着电能利用效率及评价数据中心的核心指标的优化空间不断

缩小, 数据中心耗电量不断增加。一方面是数据中心的市场需求持续增长, 建设规模不断扩大, 另一方面是能耗巨大, 不利于中国绿色可持续发展, 如何破局成为关键^[2]。

2 数据中心能耗的因素

数据中心是由物理基础设施、IT 基础设施组成, 多个系统集成, 结构复杂, 其中影响数据中心能耗的因素较多, 尤其是数据中心 IT 设备数量多, 这些设备的使用需要消耗大量能源^[3]。据相关数据统计, 数据中心 IT 基础设施在数据中心总耗电占比约为 45%~50%; 制冷设备占比约为 30%~45%, 供配电设备约占 10%~15%, 具体如下。

2.1 设备效率

在数据中心中, 设备效率是能源消耗的关键因素之一。其中服务器、存储设备、网络设备等硬件的能效比直接影响

【作者简介】王用锁 (1982-), 男, 中国江苏人, 硕士, 工程师, 从事数据中心建设、智算中心建设、节能减排、绿色节能研究。

到整体能耗水平。服务器是数据中心的核心设备,随着服务器处理能力不断提升,服务器能耗也在不断增长,已占据总能耗的二分之一。存储设备是数据中心的核心功能,数据中心需要存储大量的数据,传统的磁盘阵列所消耗的能源高,且占面积,现多采用固态硬盘,尽管采用能耗比高的固态硬盘,但还是难以满足不断增长的数据需求。网络设备主要为交换机、路由器等设备,很多数据中心受资金限制,还在采用老旧的设备,在运行过程中,这些设备存在老化的现象,导致能效提高。

2.2 设备设计与布局

数据中心设计与布局也是影响能源消耗的重要因素之一,很多数据中心在设计时没有考虑设备布局对能耗的影响,缺乏对线路合理规划,导致运行中出现能耗^[4]。

2.3 冷却系统

设备使用过程中电力会转化为热量,数据中心在给 IT 设备供电的同时要准备冷却设备对环境进行温控,保障数据中心可以安全稳定地运行,制冷系统能源消耗与设备运行时间、运行次数、设备功率有关,也与数据中心室内环境、气候变化有关。为了维持数据中心室内恒定温湿度,很多数据中心保持全天空调,能耗巨大。

2.4 电源与配电系统

供配电系统能源消耗与供电效率、设备效率有关。数据中心配电系统由 UPS(不间断电源)、变压器、配电柜、发电机、电池、机柜配电等电源设备单元构成,在转换电能的过程中会浪费一定能源。

3 当前绿色数据中心节能现状和问题

3.1 对节能技术的认识和普及不到位

绿色低碳发展已成为所有行业重点改革方向,从技术层面看,虽然高效能设备、液冷散热、智能环境监控系统等先进技术逐步运用在绿色数据中心建设中,为数据中心实现绿色低碳发展提供强有力的技术支持,但是在技术推广普及过程中,经常会遇到资金不足、人才匮乏、技术滞后等问题^[5]。新技术设备的应用需要资金的投入,而且具有一定的技术门槛和人力支持,一些大企业背后有雄厚的财力支撑、遥遥领先的科技技术、经验丰富的人才资源才得以实现,而偏远地区的中小型数据中心却难以承受,造成节能工作推进缓慢,能效提升困难的局面。这种分化不仅会加剧企业之间的距离,还会阻碍绿色数据中心建设的全面深化。

3.2 能效整体提升不明显

能效(PUE)是数据中心总能源消耗/IT设备能源消耗的比值,PUE值越低,能源利用率越高^[6]。尽管近些年国家政策的扶持、新技术的应用为数据中心节能提供有利条件,但是从能耗水平看,数据中心能效整体提升不明显,根据相关数据显示,2016—2018年,中国大型数据中心 PUE 平均值从 1.8 下降到 1.55 左右,超大型数据中心 PUE 平均值从

1.5 下降到 1.3 左右。从结构上看,2012—2019 年,PUE 值大于 2.0 的数据中心占比从 34.6% 下降到 2%,PUE 小于 1.5 的数据中心占比从 2.7% 上升到了 12.9%。虽然中国数据中心 PUE 值有所下降,但是较全球数据中心 PUE 平均值相比,中国大部分数据中心 PUE 值仍处于下风,高于全球数据中心 PUE 平均值 1.65,留有优化余地。

3.3 能效评估体系的有待完善

在数据中心能效计算中没有统一的标准,能效评估体系无法进行量化评价,导致不同数据中心之间能效无法进行公正、客观的横向对比,不利于未来政策规范、技术创新与市场监管。能效评估体系的不完善不仅降低节能政策制定的准确性与有效性,还为数据中心添加安全隐患和信任危机,部分数据中心存在提供虚假数据信息的情况,导致能效评估数据准确性存疑,为接下来开展的工作带来不确定性。

3.4 不同类型数据中心能效差别显著

不同的数据中心,其设计、建造时间、功能等方面各不相同,导致中国数据中心发展和能效质量参差不齐,早期建设的中小数据中心数量众多且 PUE 值偏高,根据调查显示,目前中国中小型数据中心数量占总数据中心的 26%,如果按照占比面积分类,中国中小型数据中心数量占总数据中心的 40%,能效较为分化,不利于中国数据中心绿色改革。

3.5 绿色能源的局限

太阳能、风能、水能等绿色能源在数据中心的应用成为当下破局的关键,因其具有清洁可再生的特性为数据中心节能减排提供源源动力。中国数据中心集中分布在东部地区,高耗能导致北、上、广、深等一线城市能源消耗指标异常紧张,东部地区庞大的能源需求难以支撑,制约数字经济的发展。而绿色能源所处于西部地区,受绿色能源地域性、间歇性分布特性限制,使得部分城市数据中心能源不能得到良好保障。此外,绿色能源价格波动大且储存、转换等技术成本高昂,增加了数据中心的运营负担和投资风险。

3.6 运维管理智能化转型的迫切需求

数据中心运维管理层面的问题也不容忽视,运维管理是个复杂而系统的工程管理,其管理水平直接关联数据中心能耗效率及稳定运行^[7]。目前,还有很多中小型数据中心采用人工运维的方式,存在监测不准确、监管不及时、制度不健全等问题,存在能源浪费的情况,严重还会引发安全事故。因此,需要加大运维管理智能化转型,建立完善的运维管理体系。还要提高数据中心运维管理人员专业素养及节能意识,帮助员工更好地适应绿色数据中心的发展需求。

4 绿色数据中心节能建设具体措施

4.1 设备选型及优化

数据中心设备选型和优化可以很好地从根源上降低能源的消耗,减少对环境的污染,在设备选择上要综合考虑设备的先进性、能效比、可扩展性、环保性,优先考虑能效

率高,功率低的服务器、存储设备、网络设备、电源设备。在服务器选择上,可以重点看服务器的处理器和芯片,是否具备智能电源控制功能,根据负载情况动态调整能源消耗。在储存设备选择上,应选择高效能、低功耗的存储介质,如固态硬盘。根据数据中心需求,是否引入新型技术存储虚拟化技术,存储虚拟化技术可以提高存储资源利用率,降低整体能耗。在网络设备选择上,应关注其能效比和散热性,网络设备运行中会散发一定热量,在设计方案时不仅要考虑机架之间的距离,还要考虑网络设备中是否有散热设计,降低网络设备的能源消耗。在电源设备选择上,应选择高效率的电源转换设备,如高效能 UPS 电源和电源分配单元(PDU)等,减少电能转换过程中的能量损失,提高能源利用率。另外,在绿色数据中心节能建设中还要注意设备维护与优化,确保设备一直维持最佳运行状态,避免因设备老化导致的能源浪费,及时换新老化设备。

除了设备选型外,数据中心的合理布局也是提升能效的重要手段。在数据中心建设方案中,不能凭借主观臆断设计,而是根据数据中心面积规划主机房内可安装的 IT 机架数,不能以机架平均功率容量为参考设计,而是应参考平均机架功率密度和最大机架功率密度,其中平均机架功率密度是用来计算主机房或数据中心整体总容量的,最大机架功率密度是用来规划制冷系统和供电系统的。分布情况可参考:低功率密度机架: < 1kW, 平均 0.4W, 占机架总数的 10%; 一般功率密度机架: 1~3kW, 平均 1.5W, 占机架总数的 40%; 高功率密度机架: 2~5kW, 平均 3W, 占机架总数的 40%; 特高功率密度机架: 8~20kW, 平均 12kW, 占机架总数的 10%。通过合理的设备布局和气流组织设计,可以减少热岛效应和冷风旁通现象的发生,提高散热效率,降低能源消耗。

4.2 构建集成度高的数据中心能源管理系统

为实现数据中心节能减排绿色可持续发展目标,数据中心应对当前能耗使用情况进行充分了解,针对性制定数据中心能源管理系统,满足数据中心对所有能源消耗进行数据统计、分析、管控的要求,实现精准降能。数据中心能源管理系统由能耗监管中心、通讯系统、能源数据采集系统、能源控制系统组成,能源数据采集系统精准捕捉数据中心内各类设备的能耗数据,并将采集到的数据通过通讯系统传输至能源监管中心进行汇总、统计、分析,提供给管理人员人机界面、数据报表,管理人员可以根据提供的数据对能耗展开针对性干预,制定决策。系统支持智能化自动化管理,当出

现能源消耗异常时,精准定位异常点,根据异常数据判断控制措施,由能耗监管中心下达指令至控制系统自动开展。同时,系统支持多平台对接,支持与智能温湿度监控系统、智能照明系统等系统进行对接,形成监管合力,共同推动绿色数据中心节能建设。

4.3 强化绿色能源的应用

算力是数据中心的核心功能,也是新质生产力,人工智能技术的发展,对数据中心能源提出更高的要求。在“东数西算”规划布局下,数据中心高能耗问题亟待解决,想要加快“东数西算”建设,首先要强化绿色能源的应用,推广绿色能源在数据中心的应用,提高绿电使用比例,提升绿色算力供给水平。从运营经济性的角度看,数据中心通过购买绿电可以降低运营成本。根据相关调研显示,电费支出约占数据中心运营成本的 60%~70%。以大电网为支撑,购买绿电并配套小规模储能、热能梯次利用和热泵等,可以有效降低数据中心的运行成本,同时还可以减少温室气体排放。

5 结语

综上所述,绿色数据中心节能建设仍面临诸多挑战与难题,想要推动节能减排绿色发展要从多方面入手,通过设备选型及优化、构建集成度高的数据中心能源管理系统、强化绿色能源的应用等综合措施降低能源消耗,提高能源利用率,实现节能减排的目标,确保数据中心高效运行的同时促进数据中心绿色可持续发展。此外还需要政府、企业及社会各界的共同努力,科技创新,为绿色数据中心节能建设提供持续动力。

参考文献

- [1] 范松,任庚坡.浅析数据中心节能降碳绿色发展的挑战与对策[J].上海节能,2023(6):708-716.
- [2] 曾彬.浅析数据中心节能降碳绿色发展的挑战与对策[J].文渊(高中版),2023(4):307-309.
- [3] 陈晓朋,许可欣,梁宇栋.人工智能促进数据中心绿色节能研究[J].信息通信技术与政策,2024,50(2):33-39.
- [4] 卜昆.“碳中和”驱动下能源大数据中心建设的问题与对策[J].信息系统工程,2023(12):56-59.
- [5] 郭亮,齐旭,刘水旺,等.基于机器学习的数据中心参数自动优化关键技术研究[J].信息通信技术与政策,2020,46(6):21-24.
- [6] 胡进贤,周起如,谷国栋.数据中心能耗现状与节能方向的探索与研究[J].电脑编程技巧与维护,2019(4):93-95.
- [7] 曹学勤,张玲,王娟.数据中心先进节能技术的发展与分析[J].中国信息化,2023(12):91-92.