



华为数字能源



数据中心能源十大趋势 白皮书

版权所有 © 华为数字能源技术有限公司 2023。保留一切权利。

非经华为数字能源技术有限公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

免责声明

本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

华为数字能源技术有限公司
深圳市福田区香蜜湖街道华为数字能源安托山基地
邮编: 518043
digitalpower.huawei.com

2023年03月



前言

数字化和低碳化，是世界发展的大趋势和大潮流。数字化技术正在重塑社会，AR/VR超级体验、汽车无人驾驶、智能制造、智慧医疗等新兴生活和生产方式让世界越来越便捷的同时，也推动着数字经济成为社会发展的主引擎。全球主要的47个国家数字经济统计数据显示，2021年数字经济占GDP总量的比值高达45%^①。未来5年的算力需求复合增长率达到50%^②，数据中心作为数字经济和智能世界的底座，也将迎来黄金发展期。

同时，“碳中和”成为全人类共识，已有130多个国家宣示了碳中和承诺。近年来，随着数据中心规模快速增长，其耗电量约占全球总用电量的2%，且还在急剧增加。《Uptime全球数据中心报告2022》指出，2014年以来，全球大型数据中心PUE连续8年维持在1.6左右，数据中心能效水平仍存在较大优化空间。为推动数据中心绿色发展，多个国家、国际组织发布相关政策，如中国要求到2025年新建大型、超大型数据中心PUE降到1.3以下^③，而“东数西算”工程对八大节点数据中心PUE的要求则更为严格：西部小于1.2，东部小于1.25；欧洲数据中心运营商和行业协会宣布在2030年实现数据中心碳中和^④；美国加大了老旧低效数据中心的腾退力度，并要求新建数据中心PUE低于1.4，老旧改造数据中心PUE低于1.5^⑤。

数据中心可用性和可靠性一直是行业的关键指标，能源利用效率（PUE）近年来也逐渐得到重视。随着数据中心的爆发式增长，以及碳中和目标的全面要求，数据中心产业正迎来前所未有的变化，在高可靠性和高效能源利用基础上，未来数据中心还需要高可再生能源使用率、高水平智能化管理，具备快速部署、弹性扩容，以及全面可持续发展能力。

华为数字能源与产业领袖、技术专家和行业客户基于深入研讨，并结合自身的深刻洞察和长期实践，发布《数据中心能源十大趋势白皮书》，希望为促进数据中心行业健康发展提供参考，贡献智慧。

注释：

①《全球数字经济白皮书》，中国信通院

②《中国算力发展指数白皮书》，中国信通院

③《信息通信行业绿色低碳发展行动计划（2022-2025年）》，由工业和信息化部等七部门于2022年8月联合印发

④《欧洲的气候中和数据中心公约》，Europe's Climate Neutral Data Centre Pact

⑤《数据中心优化计划（DCOI）更新》，Update to Data Center Optimization Initiative (DCOI)

目 录

01

前 言

05

趋势一：低碳化

源头绿色化，绿色清洁能源、园区/屋顶叠光将得到更普遍应用
用能高效化，PUE进入1.0x时代
能源回收比例逐步提升，余热再利用等新型节能技术加速应用
技术与应用

07

趋势二：可持续发展

高能源利用效率是可持续发展的必要条件
水资源利用效率正变得越来越重要
降低数据中心对周边环境影响
技术与应用

09

趋势三：快速部署

技术与应用

11

趋势四：高密化

数据中心供电系统向融合高密发展
高密化驱动液冷技术发展
技术与应用

13

趋势五：弹性扩容

一代数据中心基础设施需匹配2~3代IT设备
匹配不同密度灵活部署
技术与应用

15

趋势六：预制化

部件模块化，极简扩容和维护
产品预制化，设备快速安装交付
数据中心预制化，业务快速上线
技术与应用

17

趋势七：储备一体

技术与应用

19

趋势八：分布式制冷

技术与应用

21

趋势九：智能营维

数据中心基础设施进一步数字化，实现全链路可视可管可控
人工智能（AI）正在迅速成为数据中心运营和管理的关键工具
技术与应用

23

趋势十：安全可信

技术与应用

25

结语

26

缩略语

趋势一：低碳化

“碳中和”成当今世界最为紧迫的使命，世界主要经济体陆续做出承诺并付诸行动。其中，欧盟、日本、韩国等提出在2050年实现碳中和；中国提出2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和；印度提出在2070年实现碳中和。在“碳中和”目标的驱动下，数据中心行业将产生深刻变革，数据中心低碳化成为必然趋势，源头侧清洁能源的大规模应用，使用中高效节能技术的推广，以及回收阶段余热再利用等节碳技术在数据中心应用将普遍化。

趋势一：低碳化

◎ 源头绿色化，绿色清洁能源将得到更普遍应用

数据中心作为“高载能”产业，为实现“碳中和”，未来太阳能、风能等清洁能源将取代化石能源更普遍地应用于数据中心。中国发布了相关政策鼓励使用太阳能、风能等可再生能源，通过自建电站拉电力专线或双边交易，提升数据中心绿色电力使用水平，促进可再生能源就近消纳^⑥。对于“东数西算”工程，要求聚焦创新节能，在集约化、规模化、绿色化方面着重发力，鼓励自发自用、微电网直供、本地储能等手段提高可再生能源使用率，引导其向清洁低碳、循环利用方向发展。国外如Google、微软等科技巨头探索光伏+储能及燃料电池的方案替代油机，减少直接碳排放。在政策推动和“碳中和”大势下，未来绿色清洁能源的应用将愈加普遍。

◎ 用能高效化，PUE进入1.0x时代

PUE作为衡量用能效率的关键指标，根据Uptime Institute 2022年调查数据显示，当前全球存量大型数据中心的平均PUE高达1.55，而大部分新建数据中心PUE可以达到1.3-1.25左右，未来，伴随着政策的进一步收紧和技术的进一步发展，越来越多的先进节能技术将更广泛地应用到数据中心，推动PUE的进一步下降，预计到2027年，PUE将进入1.0x时代。

◎ 能源回收比例逐步提升，余热再利用等新型节能技术加速应用

在大型数据中心园区，热回收作为一种新型节能方案，已经逐步落地并得到成功实践。随着政策关注度的加强，越来越多的数据中心关注并重视回收废热价值，通过热通道将数据中心设备多余的热量定向用于其他设施，提高余热利用率，节省能源成本。

北京市发改委出台规定：数据中心应当充分利用自然冷源，通过自用、对外供热等方式加强余热资源利用。同时，规定的解读中更是明确指出了“鼓励数据中心充分利用机柜余热等技术。”^⑦

在余热回收应用相对成熟的欧洲，行业组织CNDGP列出欧盟绿色新政关键落地步骤，明确热回收是关键路径。北欧四国政府推荐新建数据中心接入热力管网，最高补贴75%热回收系统及其安装费用。

在政策加持下，随着技术方案成熟度提升和成本下降，作为数据中心节能降碳的重要手段，未来余热回收将加速应用。

◎ 技术与应用

阿联酋某大型数据中心，采用100%太阳能发电给数据中心供能以及华为FusionDC预制模块化解决方案进行建设，绿色能源&绿色建筑，将打造中东和非洲最大的绿色低碳数据中心。

注释：

⑥《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》，中国国家发改委等四部门联合发文，2021年11月30日

⑦《关于进一步加强数据中心项目节能审查的若干规定》，中国，北京市发改委，2021年



趋势二：可持续发展

可持续发展并不等于低碳或者零碳，广义的可持续发展还需从环境、社会和公司治理（ESG）三个方面综合考量。对数据中心而言，主要体现在对能源、资源的利用效率及对环境的影响等方面。在具体的衡量指标上，数据中心将从以往的唯PUE论，向PUE、可再生能源利用率、水资源利用效率（WUE）、碳利用效率（CUE）、空间利用效率（SUE）、市电利用效率（GUE）、材料回收率及全生命周期污染物排放等多维度综合指标评价转变。



趋势二：可持续发展

高能源利用效率是可持续发展的必要条件

数据中心耗电量超全球社会总用电2%，备受社会关注。自2007年，绿色网格（The Green Grid）提出“PUE”作为衡量数据中心能源效率标准的行业指标以来，它已逐渐被业界接受和认可。当前PUE仍长期高位运行，降低PUE能够在不影响数据中心算力的情况下，降低运营成本，在化石能源发电占主导地位的时代，还可显著降低碳排放，助力“碳中和”。值得一提的是，随着PUE越来越趋近于1，IT设备本身的能效水平也逐渐被重视，一些更精细的指标被相继提出，如单位算力的能耗水平。随着清洁能源使用比例的提高，CUE指标，即PUE叠加可再生能源系数，也越来越重要。

水资源利用效率正变得越来越重要

在数据中心可持续发展的趋势下，要建设运营一座数据中心，并实现价值利用最大化，供水、土地及市电容量等资源的高效利用也不可或缺，WUE、GUE和SUE等表征资源利用率的指标，也逐步得到重视。水作为生命之源，同时也是工业、农业所必需的资源，水资源利用效率（WUE）也被认为是当前最重要的指标之一。

传统数据中心耗水严重，在中国北方地区，如内蒙古乌兰察布等区域，禁止使用地下水冷却降温，禁止为新建的大数据企业提供自来水作为冷却水。在具体WUE指标上，要求丰水区小于1.4L/kWh，缺水区小于0.8L/kWh。因数据中心的耗水，主要是在制冷环节，所以未来无水或者少水的制冷技术，将备受青睐。

降低数据中心对周边环境的影响

评估数据中心对环境的影响，不能局限于运营中电能和水资源消耗，还要考虑数据中心从初期建设到最终回收整个过程的污染物排放及噪音污染等。

数据中心作为特殊建筑，其组成包括建筑主体材料和内部各种设备。针对建筑主体，当前，中国正在推广新型装配式绿色建筑，其中一个重要原因是，装配式建筑采用绿色建筑材料，标准化设计，材料回收率超过80%，同时建设过程少噪音和粉尘污染。另一方面对于内部设备，应采用对环境污染小的材料，比如锂电代替铅酸，不仅具备更好的性能，而且锂电池材料对环境更友好。

技术与应用

作为全国首个100%利用清洁能源运营的大数据产业示范基地，青海海南州大数据产业园区采用华为智能微模块解决方案FusionModule2000，该方案通过密闭冷通道+AI技术+高效模块化UPS等节能技术，较传统数据中心提升能效30%以上。



青海海南州大数据产业园

趋势三：快速部署

随着AI、HPC的发展，全球算力需求快速增长，未来5年复合增速超过50%。这部分的算力需求特征与传统完全不同，它会在短时间爆发式增长，要求数据中心更快部署，TTM从当前的12个月缩短到6个月，甚至更短。

趋势三：快速部署

数据中心是重资产投资，对于Colo行业，大型IDC先有租户，再建设数据中心成为主流。而互联网业务呈现短时间内快速爆发的特征，如ChatGPT推出仅两个月后，即2023年1月底时其月活用户已经突破了1亿，成为史上最快突破“1亿月活”的应用，相比之下，TikTok达到1亿用户用了9个月，Instagram则花了2年半的时间。为了应对这种业务突然爆发式增长的情况，很多租户要求千柜级的数据中心交付周期缩短到1年甚至更短。

因此我们认为，未来5年，在全球算力高速增长的驱动下，数据中心的建设速度将从当前平均9~12个月@1000柜，缩短到6个月，甚至更短。



技术与应用

武汉人工智能计算中心采用华为预制模块化数据中心解决方案FusionDC，将传统数据中心的串行建设模型转变为并行模型——结构箱体同供电、制冷等子系统同时部署，120天主体竣工，5个月实现从地基建设到业务投运，上线时间缩短50%以上。



武汉人工智能计算中心