



团 体 标 准

T/BFIA 025—2023

金融数据中心能效管理指南

Guidelines for financial data center energy efficiency management

2023 - 12 - 08 发布

2023 - 12 - 08 实施

北京金融科技产业联盟 发布



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构，除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版、影印版，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可与发布机构获取。

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 能效指标	2
6 规划建设	4
7 管理运营	7
参考文献	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由北京金融科技产业联盟归口。

本文件起草单位：北京金融科技产业联盟、中国工商银行股份有限公司、北京国家金融科技认证中心有限公司、深圳壹账通智能科技有限公司、中国人民银行清算总中心、中国人民保险集团股份有限公司、中国信息通信研究院、中央国债登记结算有限责任公司、中金金融认证中心有限公司、招商银行股份有限公司、新华三技术有限公司、华为技术有限公司、蚂蚁科技集团股份有限公司。

本文件主要起草人：聂丽琴、黄本涛、祝军、吴志成、龚慧钦、李宏琛、姜隽彦、张海燕、赵春华、葛金磊、王妍娟、张浩然、李捷、徐胜平、张士煜、马继燕、贾雪芹、王红峰、张硕、姚远、朱佑虹、王月、张一星、赵文江、邹嘉麟、叶梓杰、王飞宇、王韬、王大晓、王旭东、汪宏、李培、李宝宇、周胡根、吴嘉瑜、何征宇、黄挺、陆碧波、周豫齐、李明艳、李璐。

金融数据中心能效管理指南

1 范围

本文件给出了金融数据中心的能效指标、规划建设和管理运营等能效提升指导内容。
本文件适用于指导金融数据中心在建设及运营方面的能效管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件，不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 19761—2020 通风机能效限定值及能效等级
- GB 19762—2007 清水离心泵能效限定值及能效等级
- GB 20052—2020 电力变压器能效限定值及能效等级
- GB/T 32910 数据中心资源利用
- GB 40879—2021 数据中心能效限定值及能效等级
- GB 55015—2021 建筑节能与可再生能源利用通用规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数据中心 data center

由计算机场地（机房），其他基础设施、信息系统软硬件、信息资源（数据）和人员以及相应的规章制度组成的实体。

[来源：GB/T 32910.1—2017，2.1]

3.2

金融数据中心 financial data center

支持金融服务的数据中心。

[来源：JR/T 0265—2023，3.2]

3.3

数据中心电能比 ratio of electricity consumption of data centers

统计期内，数据中心在信息设备实际运行负载下，数据中心总耗电量与信息设备耗电量的比值。

[来源：GB 40879—2021，3.4]

3.4

不间断电源 (UPS) uninterruptible power system

由变流器、开关和储能装置组合构成的系统，在输入电源正常或故障时，输出交流或直流电能，在一定时间内，维持对负载供电的连续性。

[来源：GB 50174—2017，2.1.40]

3.5

ECO 模式 ECO mode of operation

交流输入正常情况下UPS通过静态旁路向负载供电，当交流输入异常时UPS切换至逆变器供电的工作模式。

[来源：YD/T 1095—2018，3.12]

3.6

余热利用 waste heat utilization

将数据中心运行过程中IT设备产生的热能进行回收利用。

3.7

液冷技术 liquid cooling

一种采用液体带走发热器件热量的数据中心产品，适用于需提高计算能力、能源效率、部署密度等应用场景。

注：液冷分为接触式及非接触式液冷两种，接触式液冷是指将冷却液体与发热器件直接接触的一种液冷实现方式，包括浸没式和喷淋式液冷等具体方案。非接触式液冷是指冷却液体与发热器件不直接接触的一种液冷实现方式，包括冷板式等具体方案。

[来源：T/CCSA 270—2019，3.1.2]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

APF：全年性能系数 (Annual Performance Factor)

COP：制冷性能系数 (Coefficient Of Performance)

IPLV：综合部分负荷性能系数 (Integrated Part Load Value)

SEER：季节能效比 (Seasonal Energy Efficiency Ratio)

WUE：水资源利用效率 (Water Use Effectiveness)

5 能效指标

5.1 电能比与能效等级

根据GB 40879—2021，金融数据中心能效等级不低于3级、电能比不大于1.50，新建大型和超大型金融数据中心宜满足能效等级不低于2级、电能比不大于1.30。

5.2 水资源利用效率

数据中心水资源使用效率 (WUE) 计算宜参照如下公式¹⁾：

1) 数据中心水资源使用效率 (WUE) 计算公式由绿色网格 (The Green Grid, TGG) 在 2009 年提出。

$$WUE = \frac{W_{TOTAL}}{E_{IT}}$$

式中：

- a) W_{TOTAL} 为数据中心消耗总用水，单位为升（L）；
- b) E_{IT} 为信息设备消耗电能，单位为千瓦时（kW·h）。

统计周期内（一般取一个年度内），数据中心水资源使用效率（WUE）宜小于 1.6L/kW·h，且符合数据中心所在地区相关标准规定。

5.3 碳利用效率

指数据中心CO₂总排放量与IT负载能源消耗的比值，单位为kg/kW·h。CUE数值越小，代表数据中心碳排放强度越低。计算宜参照如下公式²：

$$CUE = \frac{E_{\text{排放量}}}{\sum P_{IT}}$$

式中：

- a) $E_{\text{排放量}}$ 为核算各个源头的能源（如电、天然气、柴油等）占比、碳排放因子、排放量、进行CO₂当量转换，获得碳排放总量，单位为（kg）；
- b) P_{IT} 为数据中心中 IT 设备耗电，单位为（kW·h）。

5.4 IT 设备上架负载率

IT 设备上架负载率计算宜参照如下公式³：

$$Rack_{on} = \frac{\sum (A_i \times M_i)}{L}$$

式中：

- a) $Rack_{on}$ 指 IT 设备上架负载率；
- b) A_i 指第 i 类机柜设计功率，单位为千瓦（kW）；
- c) M_i 指第 i 类机柜投入使用的机架数，单位为个；
- d) L 指设计总功率，单位为千瓦（kW）。

新建数据中心机房模块启用三年以后，平均 IT 设备上架负载率不宜低于 65%。

5.5 平均单机架运行功率

平均单机架运行功率计算宜参照如下公式⁴：

$$P_{rack} = \frac{\sum B_i}{\sum M_i}$$

式中：

- a) P_{rack} 指平均单机架运行功率，单位为千瓦（kW）；
- b) B_i 指第 i 类机柜总运行功率，单位为千瓦（kW）；
- c) M_i 指第 i 类机柜投入使用的机架数，单位为个。

2) 《算力基础设施高质量发展行动计划》提出。

3) IT 设备上架负载率计算公式参照 DB31/T 1216—2020 提出。

4) 平均单机架运行功率计算公式参照 DB31/T 1216—2020 提出。

6 规划建设

6.1 场地节能

6.1.1 选址

选址建议从如下几方面进行考虑。

- a) 数据中心宜优先考虑布局在全国一体化算力网络国家枢纽节点。
- b) 可根据数据中心不同的功能定位确定数据中心的区域布局：
 - 1) 对时延敏感、交互频繁业务宜就近部署；
 - 2) 对离线大数据、训练等时延非敏感业务宜部署在资源丰富的区域，为打造存算分离，云边协同的高效应用系统架构提供基础支撑。
- c) 为充分考虑数据中心建成后运营阶段的能效水平，选址宜考虑自然低温冷源使用和可再生能源消纳。

6.1.2 建筑布局

建筑布局建议参考如下：

- a) 金融数据中心机房布局宜统筹考虑应用架构和设备用能特点，满足资源灵活调配，实现资源充分利用；
- b) 大型、超大型金融数据中心布局设计宜适应业务发展的长期性和阶段性特点，整体规划，分期建设数据中心基础设施；
- c) 不同温度敏感性设备和不同功率设备宜根据不同的制冷、散热、保温等要求，聚类布局；
- d) 变配电、UPS 等设备宜设置在用电负荷中心，缩短供电半径，降低线路损耗；
- e) 冷源系统设计时，考虑更加合理的设备管路布局可以实现更好的运行参数，宜采用更短的管路设计、更合理的运行压差设计和更合理的高度差设计；
- f) 采用余热利用技术时，生活办公配套区域宜就近规划选址，避免余热利用的管道热力损失和传输损耗。

6.1.3 建筑围护结构

建筑围护结构建议参考如下：

- a) 数据中心围护结构的材料选择宜满足保温、隔热、防火、防潮、少产尘等要求，外墙、屋面热桥部位的内表面温度不可低于室内空气露点温度；
- b) 当数据中心主机房相邻房间的使用功能或使用时间与主机房不同时，宜按防结露要求采取必要的保温措施；
- c) 主机房及辅助区宜采用无窗密闭围护，避免和减少进入室内的太阳辐射以及窗或透明幕墙的温差传热。

6.2 通风空调系统

6.2.1 通风空调系统节能架构设计

通风空调系统节能架构设计建议从如下几方面进行考虑。

- a) 通风空调系统宜考虑当地全年气候条件，选择合理架构，尽可能多地使用自然低温冷源，可采用蒸发冷却、风墙技术、氟泵空调、板式换热器等技术。
- b) 空调冷水系统架构宜根据系统规模、复杂度、阻力等因素选取一次泵或者二次泵系统。

- c) 对空调水系统，可适当提高冷冻水供水温度及供回水温差，提升系统效率：
 - 1) 新建水冷系统，其设计冷冻水供/回水温度宜不低于 15℃/21℃，可采用大温差冷水系统，并结合风墙、行级空调等高温水末端空调使用；
 - 2) 宜采用板式换热器，在温度较低时，冷冻水侧回水直接通过板式换热器降温后直接送到主机房内的空调末端，或经过冷水机二次降温后送到主机房内的空调末端。
- d) 冷冻水系统宜设置蓄冷罐，蓄冷罐体积可以适当放大，充分利用蓄冷罐的动态调峰作用进行动态蓄放冷调节，使制冷设备运行在负载高效区间，以及充分利用夜间自然低温冷源进行蓄冷，日间放冷，提高自然冷却技术利用率。
- e) 对于新建或改扩建高功率密度机柜的数据中心，可采用液体冷却技术方案。

6.2.2 通风空调系统节能设备

通风空调系统节能设备建设方面建议如下：

- a) 采用电机驱动的蒸气压缩循环冷水机组，其制冷性能系数（COP）宜优于 GB 55015—2021 规定值；
- b) 采用单元式空气调节机组、风管送风式和屋顶式空气调节机组，其制冷季节能效比（SEER）和全年性能系数（APF）宜优于 GB 55015—2021 规定值；
- c) 采用多联式分体空调机组，其综合部分负荷性能系数（IPLV）宜优于 GB 55015—2021 规定值；
- d) 通风机设备宜优先选用满足 GB 19761—2020 规定的 1 级能效等级产品；
- e) 水泵设备宜优先选用满足 GB 19762—2007 规定的 1 级能效等级产品；
- f) 宜选用节水节电型冷却塔，耗电比宜小于 0.030kW/h·m³，飘水率不大于 0.01%；
- g) 采用水冷系统架构的数据中心可根据末端管路的具体形式（环网/放射式）配备水力平衡的调节措施，可在每层总的供、回水主管安装静态或动态平衡阀，提升末端冷冻水流量稳定性；
- h) 冷水机组冷却侧可支持低温运行功能，同时宜考虑过渡季混合制冷模式下冷水机组的安全稳定运行；
- i) 末端空调宜采用高效、无级调速的 EC 风机。

6.2.3 气流组织与机房环境

气流组织与机房环境方面建议如下：

- a) 空机架及机架内无设备部分宜采用盲板或类似技术优化气流组织；
- b) 宜采用精确送风或冷热通道封闭技术；
- c) 针对下送风的场景，宜增加可调通风地板，灵活调整冷量分配；
- d) 在机房层高允许，强电采用上走线布局的情况下，机房送风可采用弥漫式送风或静压箱优化气流组织；
- e) 加湿系统宜采用湿膜恒湿设备；
- f) 在主机房区域配置独立的新风系统的情况下，新风机应具备空气调节、过滤和处理功能。

6.2.4 空调自控系统

空调自控系统建设方面建议如下：

- a) 宜根据室外气象参数和末端需求进行冷源站冷冻水和冷却水温度的优化调节，能按累计运行时间进行设备的轮换使用；
- b) 宜对机房内各台空调设备进行远程监视，并根据负荷需求及变化情况，运用自适应技术进行空调设备启停、轮巡、温度设置等实时调控；
- c) 宜引入人工智能技术，通过大数据，提高机器学习能力，优化控制系统；

- d) 宜采集 IT 设备精确进风温度，结合 IT 设备的耐受温度和功率，在成本合理的条件下对机房内各台空调设备进行送风温度、风量等精细化调控。

6.3 电气系统

6.3.1 电气系统节能架构设计

电气系统节能架构设计方面建议如下：

- a) 新建数据中心可根据业务规划需求及当地电力资源确定容量及电压等级；
- b) 可根据机房等级及功能用途，合理选择配电架构；
- c) 金融数据中心可建设园区分布式新能源项目，增加能源多样性。

6.3.2 电气节能设备

电气节能设备选择方面建议如下：

- a) 采用的变压器宜满足 GB 20052—2020 的要求，其能效等级为 1 级；
- b) 宜选用高效节能 UPS，其在不同负载下的运行效率可参考表 1；
- c) 大型金融数据中心，可选用模块化 UPS，利用模块化冗余提升系统可用性，选用模块化 UPS 可通过分阶段投用或模块休眠等技术实现“按需扩展”；
- d) 变压器设备和 UPS 设备选型时，宜优先选择电气架构负载率对应运行效率最优的设备。

表 1 UPS 在不同负载下的运行效率

技术要求			
	额定输出≤10kVA	10kVA<额定输出<100kVA	额定输出≥100kVA
100%负载时效率	≥90%	≥94%	≥95%
50%负载时效率	≥88%	≥92%	≥93%
30%负载时效率	≥85%	≥90%	≥91%

6.3.3 电气节能运行

金融数据中心的电气节能运行建议从如下几方面进行考虑。

- a) 配电系统功率因数宜控制在 0.9~1 经济效益区间，宜保持三相平衡。
- b) 根据不同的服务等级协议，采用合理的 UPS 节能运行模式：
 - 1) 可选用市电直供、ECO 模式、模块休眠节能模式和高压直流技术；
 - 2) 采用 ECO 模式运行的 UPS，宜选择具有快速切换功能，ECO 模式转换时间小于 1 毫秒，保障系统供电的稳定性。
- c) 可采用多种智能电池管理技术（例如电池均浮充管理（均浮充控制）、充电温度补偿、智能放电终止电压控制等）提升后备蓄电池使用效率。
- d) 照明宜采用 LED 光源，且照明系统宜采取分区、定时、感应、智能照明控制等节能控制措施。

6.4 IT 系统

6.4.1 计算与存储节能技术

金融数据中心在选择计算与存储节能技术时建议从如下几方面进行考虑。

- a) 宜选用高效电源模块服务器设备：
 - 1) 电源模块转换效率宜不低于 90%；
 - 2) 电源模块宜支持主备供电模式和负载均衡模式，模式之间可以自动切换，实现不同负载下的供电效率提升。

- b) 服务器风扇宜具备节能调速机制，用户可以按照需求选择风扇调速模式。
- c) 宜选用具备处理器智能动态能耗管理功能的服务器，其支持关核等节能特性，服务器整机支持功耗封顶节能技术。
- d) 针对高功率密度场景，宜采用液冷技术，宜从方案成熟度、供应可靠性、可维护性、成本、碳排放等多种因素考虑选择相应的液冷方案。
- e) 宜选用全闪存技术，实现存储设备节能。全闪半导体介质有高密度、高可靠、低延迟、低能耗等特点，促使了计算机系统处理能力的大幅提升，优化了数据中心算力与存力的基础能力结构。

6.4.2 网络节能技术

金融数据中心在网络节能技术应用方面建议如下：

- a) 宜减少使用双绞线，采用光纤电缆替代可减少线路电力消耗；
- b) 宜禁用非在用交换机端口，特别是相关 PoE 供电设备，可以节省设备功耗。

6.4.3 系统平台节能技术

金融数据中心在系统平台节能技术方面建议如下：

- a) 为实现 IT 设备集约化，宜采用服务器虚拟化技术，容器化技术；
- b) 加快研究资源调度编排技术，宜将能耗因素列入调度算法中。

7 管理运营

7.1 能效监测

金融数据中心在能效监测方面建议如下：

- a) 数据中心宜设置能耗在线监测系统，对数据中心进行持续、长期的测量和记录，为优化设备运行、加强能耗管理、进行能效分析、便于为数据中心电能比等计算提供真实、可靠的数据支撑；
- b) 电气系统、空调系统和水系统信息采集测量点安装位置及采集信息可参照《数据中心能耗在线监测技术规范》配置安装；
- c) 数据中心宜部署有碳排放监测管理系统，具备碳排放量计算、统计、分析功能，能展示数据中心碳排放量、可再生能源使用率、碳汇交易量；
- d) 通过对数据中心基础设施动力环境及 IT 基础架构的全面监控及分析，宜采用人工智能技术，制定出最优策略对各系统进行实时控制，实现数据中心能效最优。

7.2 水资源利用

金融数据中心的水资源利用建议从如下几方面进行考虑。

- a) 宜设置用水远传计量系统，并利用计量数据进行管网漏损自动检测、分析与整改。
- b) 对采用水冷系统的数据中心：
 - 1) 宜采用加大集水盘、设置平衡管或平衡水箱等节水方式，避免冷却水泵停泵时冷却水溢出；
 - 2) 二次供水系统的水池、水箱应设置超高水位联动自动关闭进水阀门的装置。
- c) 数据中心用水设计时宜考虑采用非传统水源，宜使用中水、再生水，推进水资源循环利用，并应对不同水源、不同用途进行水资源分项计量。

7.3 余热利用

金融数据中心在余热回收利用方面建议如下：

- a) 各类新建数据中心设计时，宜规划热源利用，采用余热回收利用措施；
- b) 具备条件的存量数据中心可采用余热回收利用措施，通过自用、对外供热等方式加强余热资源利用。

7.4 租赁机房能效管理

金融数据中心在租赁机房能效提升方面建议如下：

- a) 承租方宜在技术服务需求中对租赁方设计能效水平进行限定；
- b) 承租方可通过优化对服务器、存储设备和网络设备的选型和部署，实现更高的能效；
- c) 承租方宜配合租赁方运营商进行节能改造，提升能效水平。

7.5 绿色采购

宜建立绿色采购制度，积极选用《国家绿色数据中心先进适用技术产品目录》所推荐技术产品或类似功能及性能技术产品。

7.6 组织架构与人员培养

金融数据中心在组织架构与人员培养方面建议如下：

- a) 可建立专业能效监测和分析团队；
- b) 对于纳入能源计量审查的数据中心，宜对人员进行相应培训，具备能源计量从业资格，参与计量审查相关工作。

7.7 节能诊断与节能改造

数据中心宜定期开展节能诊断，并依据诊断结果开展节能、节水、节碳等技术改造。

7.8 节能评估

金融数据中心在节能评估与节能认证方面建议如下：

- a) 新建数据中心在报建前，宜做好节能评估工作；
- b) 在数据中心建成（包括改建）后，宜按 GB/T 32910 和 GB/T 40879—2021 等标准衡量数据中心节能综合水平；
- c) 正式运行投产的数据中心宜根据行业要求，开展节能自评价工作。

参 考 文 献

- [1] GB 19576—2019 单元式空气调节机能效限定值及能效等级
- [2] GB 19577—2015 冷水机组能效限定值及能效等级
- [3] GB 50174—2017 数据中心设计规范
- [4] GB 50189—2015 公共建筑节能设计标准
- [5] JR/T 0265—2023 金融数据中心能力建设指引
- [6] YD/T 2441—2013 互联网数据中心技术及分级分类标准
- [7] YD/T 1095—2018 通信用交流不间断电源（UPS）
- [8] YD/T 2165—2017 通信用模块化交流不间断电源
- [9] DB11/ 687—2015 公共建筑节能设计标准
- [10] DB31/T 1216—2020 数据中心节能评价方法
- [11] DB31/T 1302—2021 数据中心能耗在线监测技术规范
- [12] T/CCSA 270—2019 数据中心冷板式液冷服务器系统技术要求和测试方法
- [13] 国家发展改革委. 关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见[R]. 2021
- [14] 国家工业和信息化部. 中华人民共和国工业和信息化部公告 2020 年第 40 号[R]. 2020
- [15] 国家发展改革委. 全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案[R]. 2021
- [16] 中国人民银行. 金融科技发展规划（2022-2025 年）[R]. 2022
- [17] 国家工业和信息化部. 《算力基础设施高质量发展行动计划》工信部联通信（2023）180 号[R]. 2023