



中华人民共和国国家标准

GB 40879—XXXX

数据中心能效限定值及能效等级

Maximum allowable values of energy efficiency and energy efficiency grades for
data centers

(征求意见稿)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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。

本文件由国家标准化管理委员会提出并归口。

本文件代替GB 40879-2021《数据中心能效限定值及能效等级》，与GB 40879-2021相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了数据中心的适用范围（见第1章）；
- b) 更改了数据中心的能效等级与技术要求（见第4章，GB 40879-2021的4.1）；
- c) 更改了数据中心的测试与计算方法（见第6章，GB 40879-2021的6.1）；
- d) 增加了数据中心算力能效技术要求及测算方法（见附录A）。

本文件为首次修订。

数据中心能效限定值及能效等级

1 范围

本文件规定了数据中心的能效等级与技术要求、统计范围、测试与计算方法。

本文件适用于新建及改扩建的数据中心，即对采用独立配电的通算数据中心、智算数据中心和超算数据中心，进行能耗计量、能效测算和验证。

本文件不适用于边缘数据中心。

注：新建数据中心，是指建设单位按照规定的程序立项，新开始建设的数据中心。改建数据中心，是指建设单位将现有建筑改建成数据中心，或者将现有数据中心重新改建成为新的数据中心。扩建数据中心，是指建设单位为了扩大数据中心的业务能力，对其进行增加数据中心机柜数量或提高机柜功耗等扩大业务能力建设的数据中心。边缘数据中心，是指为实现边缘计算场景而在网络边缘侧部署的可提供存储、计算、网络等资源的基础设施，在网络边缘执行计算任务，不仅仅包括计算机系统和与之配套的设备（例如通信和存储系统），还包含冗余的数据通信连接、环境控制设备、监控设备以及各种安全装置，单体规模不超过100个标准机架（以功率2.5千瓦为一个标准机架）。

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/T 32910.1 数据中心 资源利用 第1部分：术语

GB/T 32910.3 数据中心 资源利用 第3部分：电能能效要求和测量方法

GB 50174 数据中心设计规范

GB 50462 数据中心基础设施施工及验收标准

3 术语和定义

GB/T 32910.1和GB/T 32910.3界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数据中心 data center

由信息设备场地（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。包含三种类型：以 CPU 架构服务器为核心，承载政务云、企业业务、网站存储、通用信息化业务的通算数据中心；基于 AI 架构，采用 GPU/NPU 算力集群，提供大模型训练、推理、机器视觉等 AI 算力、数据、算法服务的智算数据中心；以及依托高性能计算集群搭建，面向航天、气候模拟、生物医药、油气勘探等高精度科研工程仿真场景的超算数据中心。

[来源：GB/T 32910.1-2017, 2.1，有修改]

3.2

数据中心总耗电量 total electricity consumption of data center

维持数据中心运行所消耗电能的总和。

注：包括信息设备、冷却设备、供配电系统和其他辅助设施的电能消耗。

3.3

数据中心信息设备耗电量 electricity consumption of data center information devices

数据中心内各类信息设备所消耗电能的总和。

3.4

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

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，表征数据中心电能利用效率。

3.5

数据中心算力能效 computing power and energy efficiency of data center

数据中心在一定时间周期内，通过各类计算设备（如 CPU、GPU、NPU 等）执行计算任务而呈现一定的综合计算能力时的单位算力能耗。

3.6

数据中心能效限定值 maximum allowable values of energy efficiency for data centers

在规定的测试条件下，数据中心电能比的最大允许值。

4 能效等级与技术要求

4.1 能效等级

数据中心能效等级分为 3 级，1 级表示能效最高。各能效等级数据中心电能比数值应不大于表 1 的规定。

表 1 数据中心能效等级指标

类型		能效等级		
		1 级	2 级	3 级
电能比 PUE 设计值（数据中心未投产使用）		1.15	1.25	1.40
电能比 PUE 运行值	数据中心投产后不到 2 年	1.20	1.30	1.50
	数据中心投产后 2 年及以上	1.15	1.25	1.40

注：投产是指数据中心机电设备（含 5.3 所规定的设备范围）初验后、试运行期满，完成终验和第一批 IT 设备上架通电的时间节点。

4.2 技术要求

4.2.1 数据中心能效限定值

数据中心能效限定值为表 1 中能效等级 3 级。

4.2.2 数据中心算力能效

负责提供算力服务的数据中心建设或使用单位应依据附录 A 开展数据中心算力能效测算，并对外公开相关指标数据。

5 统计范围

5.1 数据中心应符合GB 50174中的相关要求，建筑形态可以是一栋或几栋建筑物，也可以是一栋建筑物的一部分。测量和评价的最小单元应采用独立配电、空气冷却、电动空调的数据中心建筑单体或模块单元。对于几栋建筑物组成的数据中心，应按单体建筑，分开测量和评价。分期建设的数据中心至少应按已建成可评价最小单元测量。

5.2 统计范围为用于保障本数据中心运行的所有电能消耗量，包括信息设备、空调制冷设备，以及数据中心的其他所有辅助设施的耗电量，无论其来自市电、备用电源、可再生能源发电、燃气发电及其它单位和设备所供应。

5.3 应采用测量仪器仪表对测算期内数据中心的信息设备、冷却系统、供配电系统和其他辅助设施耗电量进行测量：

- a) 信息设备包括但不限于：
 - 数据计算处理设备：如服务器、工作站、小型主机、信息安全设备等；
 - 数据网络处理设备：如交换机、路由器、防火墙、网络分析仪、负载均衡设备等；
 - 数据存储处理设备：如磁盘存储阵列、光盘库存储设备、磁带存储设备等；
 - 辅助电子设备：如算力监控与调度系统、网络管理系统、可视化显示和控制终端等安装在主机房或总控中心内的电子设备。
- b) 冷却系统包括但不限于：
 - 空气冷却末端设备（风冷体系）：房间级、行级、机柜级空气精密空调、机房温湿度调控设备；
 - 液冷末端设备（液冷体系）：机柜冷板式液冷单元、浸没式液冷槽、芯片直冷散热模组、液冷分配单元 CDU；
 - 室外换热与制冷主机：风冷冷水机组、水冷冷水机组、蒸发冷却机组、液冷室外干冷器、制冷介质输送管路、循环泵、储液罐等输送配套设备；
 - 通风新风系统：新风机、送回风机组、风阀、空气过滤、余热排风装置等。
- c) 供配电系统包括但不限于：
 - 变压器、配电柜、发电机、不间断电源（UPS 或 HVDC）、电池、机柜配电单元等设备。
- d) 其他辅助设施包括但不限于：
 - 照明设备、安防设备、灭火设备、防水设备、传感器、数据中心建筑的管理系统等。

6 测试与计算方法

6.1 测试条件

6.1.1 测试环境

测试时数据中心内温度、相对湿度和照度应符合GB 50174中的相关要求。

6.1.2 仪器仪表精度

测量设备的准确度等级或最大允许误差应满足以下要求：

- 电能测量仪表：准确度等级1级；
- 电流互感器：准确度等级0.5级；
- 功率测量表：准确度等级0.5级；
- 电压互感器：准确度等级0.5级；
- 温度测量仪表：最大允许误差 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；
- 相对湿度测量仪表：最大允许误差 $\pm 5\%\text{RH}$ ；
- 照度测量仪表：准确度等级1级，即相对示值误差 $\leq \pm 4\%$ 。

6.2 测试位置

6.2.1 耗电量测量点位置

应采用测量仪器仪表对耗电量进行测量，数据中心耗电量测量点的设置应按图1-图3对应各测量点的位置要求。所安装测量仪器仪表的位置应便于对数据中心进行耗电量数据的采集和管理，应便于获取数据中心电能比所需的数据。

同时，为了简化测量工作，根据数据中心的不同规模和类型，分为独栋机房楼、独立变压器的混用型（一）机房和没有独立变压器的混用型（二）机房三大类，分别规定对应的耗电量测量点。

（1）整栋楼机房测量点位置

整栋楼机房通常用电容量较大，整栋楼均为数据中心使用。此种情况下，测量点位置如下：

- a) 数据中心总耗电量的测量点应取大楼变电室的变压器输入端，即图1中的测量点3。
如需要分析冷却系统、照明系统及监控系统等辅助建筑及配套设备的耗电情况，其电能测量点应设置于配电系统中相应的各个回路。汇总测量点4、测量点5、测量点6，可用于分析各部分耗电情况。
当整栋大楼内设有与数据中心没有直接关联的展示中心等区域时，需要单独测量，即图3中的测量点10。
- b) 数据中心信息设备耗电量的测量位置为不间断电源（例如 UPS、HVDC 等）输出端供电回路，即图1中的测量点7的汇总值。
- c) $\text{PUE} = \text{总耗电量} / \text{IT 总耗电量} = (\Sigma 3 - \Sigma 10) / \Sigma 7$ 。

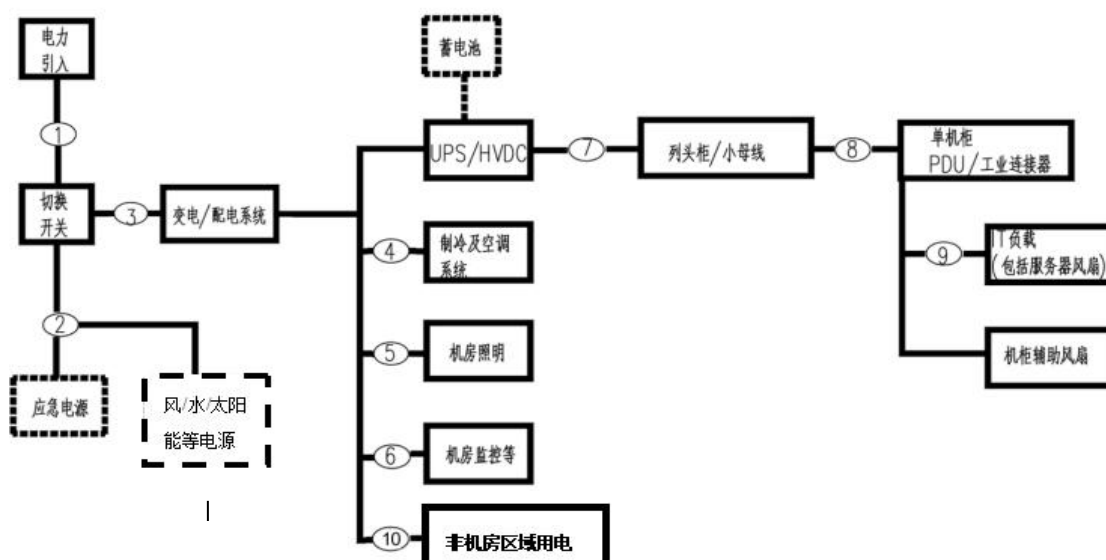


图1 独栋机房楼测量点位置

(2) 混用型机房测量点位置

混用型机房（一）当机房区用电容量较大，通常由大楼为机房区提供专用变压器。

混用型机房（二）指数据中心机房区位为整栋大楼的部分楼层或者部分区域，机房区和整栋大楼其他区域共用市电高压进线，当机房区容量较小，没有单独的变压器时，通常由大楼为机房区提供低压总配电柜。

此两种情况下，测量点位置如下图2、图3：

a) 混用型机房（一）数据中心总耗电量的测量点应取大楼为机房区提供的变压器输入端，即图2中的测量点3。

b) 混用型机房（二）数据中心总耗电量的测量点应取大楼为机房区提供的总配电柜输入端，即图3中的测量点3。

如需要分析冷却系统、照明系统及监控系统等辅助建筑及配套设备的耗电情况，其电能测量点应设置于配电系统中相应的各个回路。汇总测量点5、测量点6、测量点7，可用于分析各部分耗电情况。

c) 数据中心信息设备耗电量的测量位置为不间断电源（例如 UPS、HVDC 等）输出端供电回路，即图2图3中的测量点9的汇总值。

d) $PUE = \text{总耗电量} / \text{IT 总耗电量} = \Sigma 3 / \Sigma 9$ 。

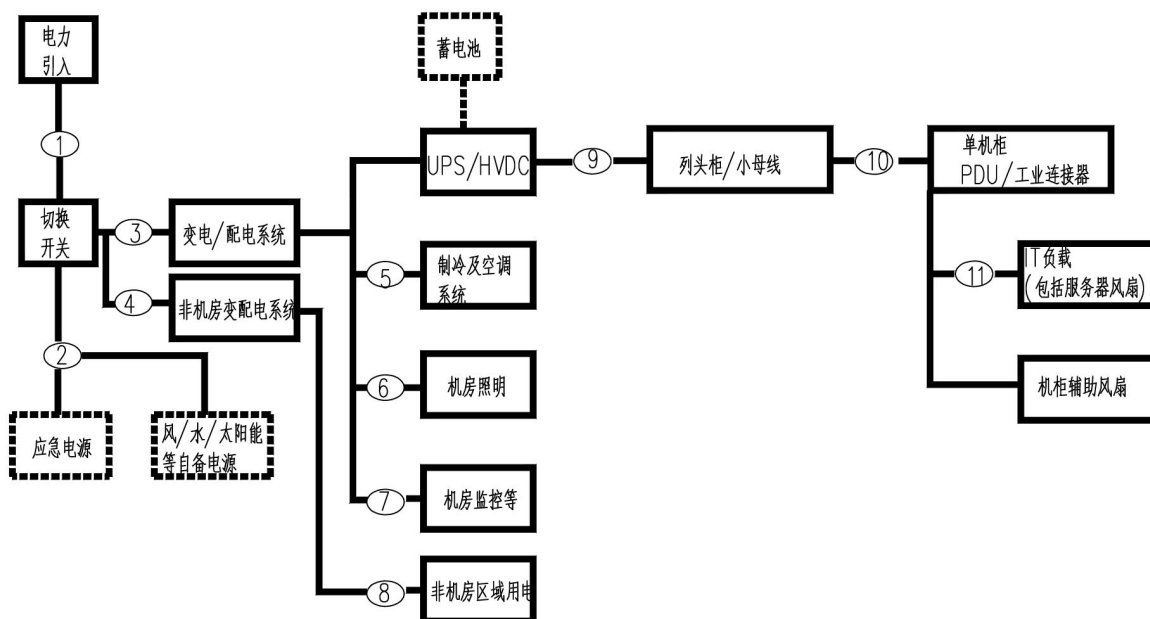


图2 混用型（一）机房测量点位置

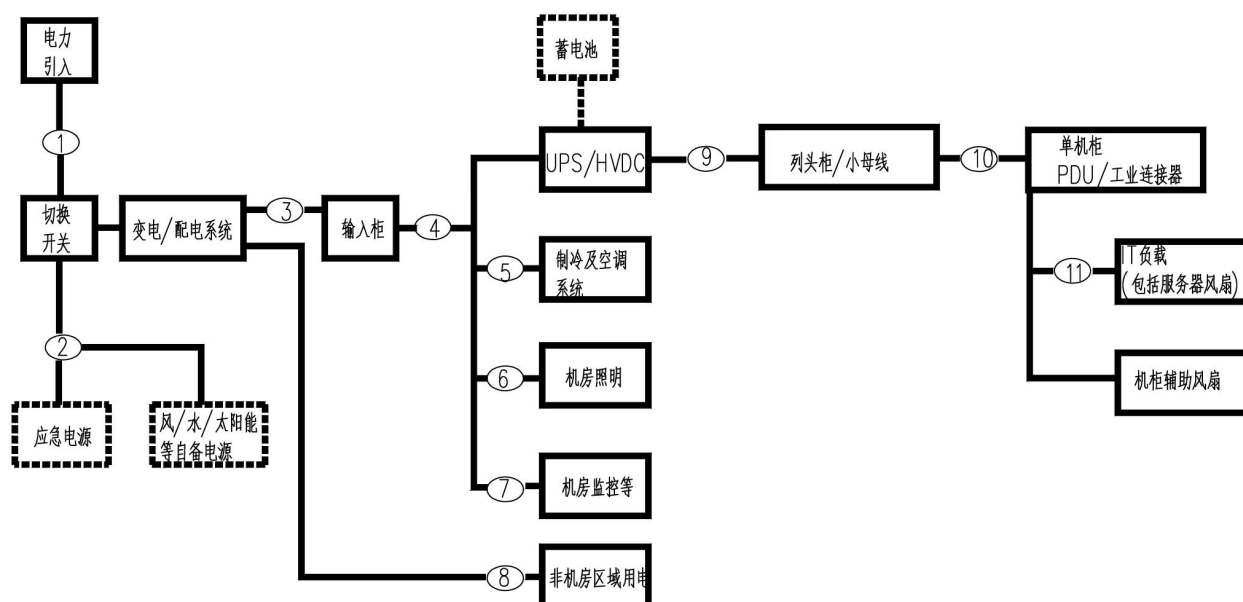


图3 混用型（二）机房测量点位置

6.2.2 温度、相对湿度测量点位置

6.2.2.1 数据中心室内测量点位置

数据中心室内的温度、相对湿度和照度测量点位置应按照GB 50462中的相关要求选择。

6.2.2.2 数据中心室外测量点位置

数据中心室外的温度测点位置选择距影响冷却性能设备的迎风面1米的中心位置，如果有多台室外机，室外温度为在多台室外机测得的温度的平均值，同时应避免冷却设备对温度测量的影响。

6.3 测算方法

6.3.1 数据中心电能比设计值

数据中心电能比设计值测算方法按以下规定进行：

a) 设计值的测算应满足以下要求：

1) 气象条件参照中国气象局标准值典型气象年8760h气象参数；

2) 在公布数据中心电能比设计值时，应同时披露以下信息：

数据中心机电系统架构设计方案、覆盖5.3所规定设备范围的主要设备清单（含设备的额定功率、需求系数、使用功率等用能信息）、测算结果及过程数据。

b) 设计值计算公式

数据中心电能比设计值按照公式（1）计算：

$$R_D = \frac{E_D}{E_{DIT}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

R_D ——数据中心电能比设计值，无因次；

E_D ——总耗电量的规划设计值，单位为千瓦时（kW·h）；

E_{DIT} ——信息设备耗电量的规划设计值，单位为千瓦时（kW·h）。

6.3.2 数据中心电能比运行值

数据中心电能比运行值测算方法按以下规定进行：

- a) 对于建有全年耗电量数据监控系统，并配备有与本文件所要求精度相当监测设备的数据中心，应在本文件所要求的测量点测量并记录全年耗电量数据，是用全年耗电量数据按公式（2）计算的数据中心电能比全年测算值。

数据中心电能比运行值按照公式（2）计算：

$$R_{M2} = \frac{E}{E_{IT}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R_{M2} ——按全年耗电量测算的数据中心电能比全年测算值，无因次。

E ——全年耗电量测量值，单位为千瓦时（kW·h）。

E_{IT} ——信息设备全年耗电量测量值，单位为千瓦时（kW·h）。

- b) 对于未建设全年耗电量数据监控系统的数据中心，电能比运行值采用特性工况测算法，具体方法和示例见附录 B。

7. 判定

7.1 检测

各等级数据中心的判定应同时满足以下条件：

- a) 已完成建设但尚未投产使用的数据中心，应符合表 1 中电能比设计值的相应等级规定。已投产使用，且自投产之日起不足 2 年的数据中心，应符合表 1 中电能比运行值的相应等级规定。已投产使用，且自投产之日起达到或超出 2 年的数据中心，应符合表 1 中电能比运行值的相应等级规定。
- b) 在测算数据中心电能比运行值之前，应在数据中心的本文件要求的测量点位，对固定测量仪表进行现场校验。
- c) 现场校验方案应符合下列规定：

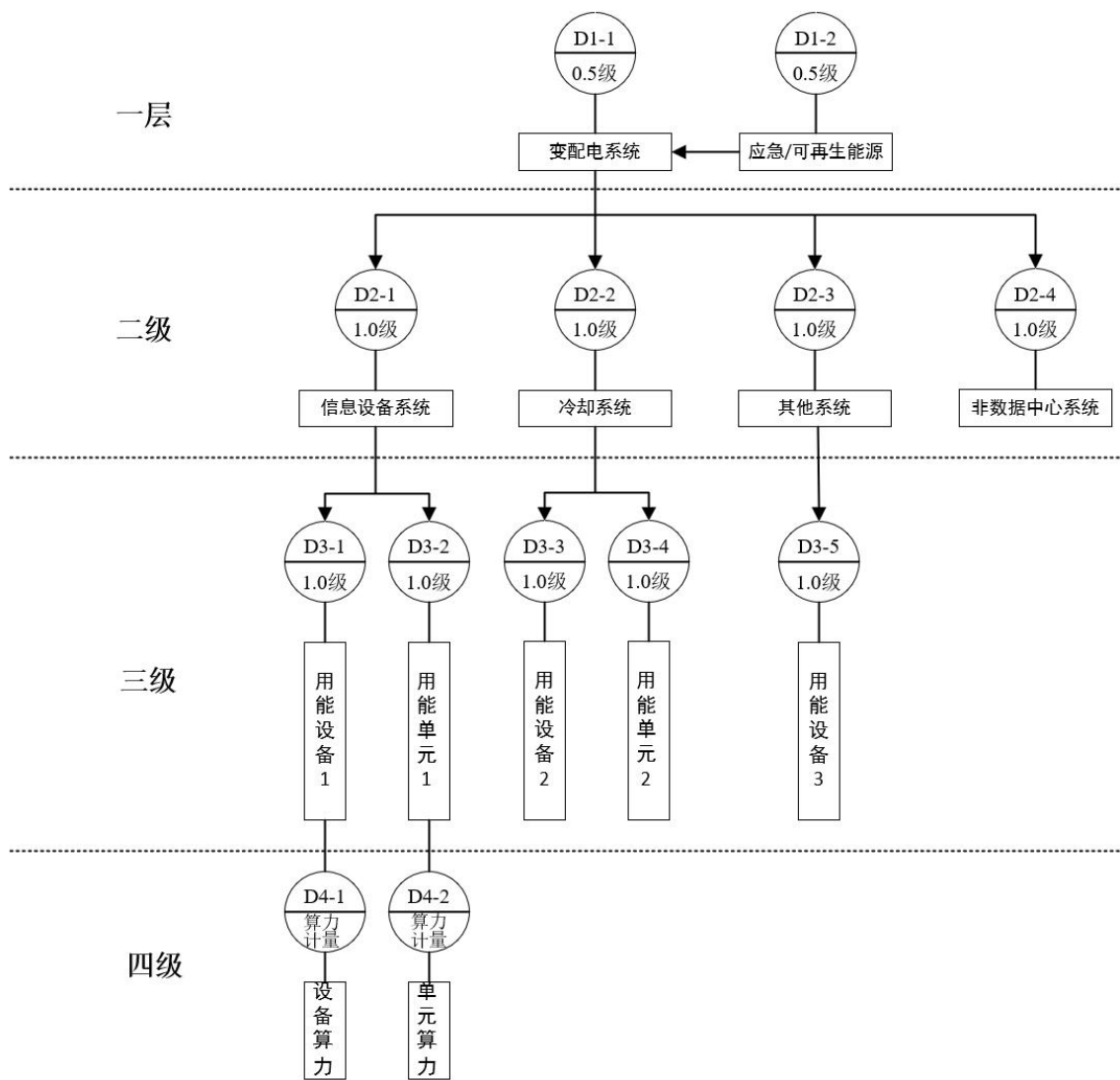


图4 数据中心电力和算力网络图

- 1) 根据数据中心情况梳理测量仪表的台账，并绘制数据中心能源流向图；
- 2) 使用比被校验仪表准确度等级高一级的校验仪器进行校验，且精度不低于 0.5 级；
- 3) 每一相负荷电流不低于被校仪表基本电流的 5%；
- 4) 网络图中与测算数据中心电能比相关的一级、二级仪表应全部校验；
- 5) 网络图中与测算数据中心电能比相关的三级仪表校验比例宜不低于 30%。

7.1 判定

结果判定：

$$D_{\%} = \frac{(x-X)}{X} \times 100 \% \tag{3}$$

式中，

x 为被测仪表电量累计结果；

X 为校验装置电量累计测量结果；

$D_{\%}$ 为相对偏差。

相对偏差不应大于 1.5%。

附录 A

(规范性)

数据中心算力能效技术要求及测算方法

A.1 基本技术要求

针对数据中心管理能力宜具备以下基本技术要求：

- (1) 支持 CPU、GPU、NPU、FPGA 等主流算力单元的理论算力基准值（按精度区分 FP64/FP32/FP16/BF16/FP8/INT8/INT4）的计算输出。
- (2) 支持 IT 硬件监控信息采集，如实时芯片频率、芯片利用率、显存利用率、芯片温度等指标的记录和导出（API/日志）。
- (3) 支持精细化能耗采集能力。部署机架级 PDU（针对新建、扩建数据中心）、芯片级功耗传感器，实现“数据中心-机房-机柜-服务器-单卡”的五级能耗计量。
- (4) 支持数据中心统一监控平台。集成算力、负载、能耗的监测数据。支持多维度利用率计算，如：单卡、单服务器、集群或任务级。
- (5) 支持高频率数据采样。算力利用率采样频率 ≥ 1 次/秒，常规运营的数据中心各级能耗采样频率 ≥ 1 次/15 分钟，短期测试的数据中心能耗采样频率 ≥ 1 次/秒，确保算力波动与能耗变化的同步性。
- (6) 支持采样数据带时间戳存储。

A.2 计算方法

面向算力输出的数据中心算效用于表征数据中心算力层的能源利用效率，通过实际算力与对应时段总能耗的比值进行计算；通算数据中心和智算数据中心分别基于本文件中各对应负载类型进行测量和计算。针对数据中心内包含不止一种类型的算力时，针对各类型算力分别统计并进行求和，作为数据中心的整体算力。

$$CEE = \frac{C}{E} = \frac{TCP * P}{E} = \frac{\sum_{k=1}^m (TCP_k * \sum_{i=1}^n \eta_{k,i} * \Delta t)}{E}$$

此处：

CEE：为被测数据中心算力能效（Computing Energy Efficiency），单位为 GFLOPs/Wh，等效单位 TFLOPs/kWh 等；

C：为统计周期内完成的累计浮点运算量，单位为 GFLOPs，等效单位 TFLOPs 等，即浮点数计算个数，通常智算采用 FP16，通算采用 FP32；

TCP：为被测数据中心的理论算力（Theoretical Computing Power），与服务器型号相关；进一步， TCP_k 为数据中心第 k 个计算芯片的理论算力；

U：为被测对象被测期间的实际算力利用率，通常通过监测方式获取；

m : 为被测数据中心的计算芯片总个数, 此处, 智算对应 AI 芯片, 通用算力对应 CPU 处理器芯片;

U_n : 为总采样点数, 总测试时长 $T = n * \Delta t$;

$\eta_{k,i}$: 为第 k 个芯片在第 i 个采样周期的平均利用率;

Δt : 为统一采样周期, 采样间隔可按需自定义, 相关设置须纳入测试文档予以载明;

E : 为被测对象整体能耗, 即统计算力利用率期间内对应的数据中心整体能耗, 单位为瓦时 (Wh)。

A.3 测算方法

A.3.1 测试环境要求

测试环境要求及测量设备按照本文件 6.2.2 的规定执行。

A.3.2 理论算力计算方法

A.3.2.1 单芯片算力计算方法

单芯片算力按设备厂商提供的技术参数取值, 通用计算场景以 FP32 精度算力为统一基准, 智算计算场景以 FP16 稠密算力为统一基准, 超算高性能计算场景以 FP64 精度算力为统一基准。

A.3.2.2 单服务器算力计算

单服务器总算力为服务器内所有算力卡算力的算术和, 单卡算力取值按 A.3.2.1 执行。

单服务器理论算力 = $\sum_{i=1}^n$ 单卡算力

其中, n 为单服务器中的总卡数。

A.3.2.3 数据中心总算力计算

数据中心总算力为数据中心内所有类型服务器算力的算术和, 服务器算力取值按 A.3.2.2 执行。

理论集群算力 = $\sum_i^n \sum_j^m$ 单服务器算力 _{ij}

其中, n 为服务器类型, m 为某一类服务器的服务器个数。

A.3.3 算力利用率测试方法

A.3.3.1 数据中心验收阶段利用率测试方法

采用适配数据中心场景的负载, 实际运行负载并采样实际利用率, 相关利用率测试方法如下。

A.3.3.1.1 测试环境要求

测试时数据中心内温度、相对湿度和照度应符合 GB 50174 中的相关要求。

被测对象应关闭非测试负载任务。

A.3.3.1.2 测试方法

验收阶段利用率测试根据服务器类型分别选择通算、智算或超算三类数据中心基准负载运行，采集实时算力利用率输出与额定算力数据，先计算单类型负载利用率，再按算力占比加权得到平均利用率。具体步骤如下：

步骤一：测试准备。数据中心算力设备预热至额定工况，部署与设备算力类型匹配的测试负载，确保测试环境符合标准要求。

步骤二：负载运行与数据采集。启动测试负载，持续稳定运行一定时长；同步采集测试周期内，算力设备的实时算力利用率（或算力输出值），采集频率不低于 1 次/秒。

步骤三：数据计算。对负载运行期间的实时利用率进行计算，再根据负载的算力占比，加权计算得出验收阶段数据中心算力平均利用率。

重复上述实测流程 3~5 次，剔除异常值。

A.3.3.1.3 通算数据中心负载

对于通算服务器，采用 CPUBench、SPEC CPU 等基准工具，运行计算密集型任务，记录连续不少于 3 次的测试利用率平均值作为算力利用率，需在测试报告中严格注明负载类型。

A.3.3.1.4 智算数据中心负载

对于智算服务器，可采用但不限于 MLPerf 等 AI 基准测试套件，或选取面向数据中心需求的特定任务，本文件按照 AI 模型技术路线推荐测试负载（见表 A.1 和表 A.2），涵盖自然语言处理、计算机视觉、商业应用等领域，需在测试报告中严格注明负载类型。

测试应在算力节点满负载且无降频的稳定状态下开展，稳定状态可量化为关键运行参数波动不超过 $\pm 5\%$ ；记录连续不少于 3 次测试利用率的平均值作为算力利用率。

表 A.1 训练测试工具

领域	子方向	模型	训练目标	数据集
计算机视觉 (CV)	图像分类	resnet-50	ACC: 75.9%	Imagenet
	目标检测	Retinanet	mAP: 34.0%	OpenImages
自然语言处理 (NLP)	自然语言编码	bert-large	ACC: 72.0%	Wikipedia 2020/01/01
	大模型	llama2-70b (LLama2 70B-LoRA finetuning)	交叉熵损失:0.925	SCROLLS GovReport
		llama2-7b	交叉熵损失: 5.0 左右	openwebtext, 如无特殊说明, 训练前 1 亿个 token
		DeepSeek		
商业应用 (CA)	推荐系统	DLRM-dcnv2	AUC: 80.31%	Multihot Criteo Terabyte

表 A.2 推理测试工具

领域	子方向	模型	推理目标	数据集
计算机视觉 (CV)	图像分类	resnet-50	ACC: 76.0%	imagenet2012 validation
	目标检测	Retinanet	mAP: 37.5%	OpenImages mlperf validation
自然语言处理 (NLP)	自然语言编码	bert-large	F1: 90.0%	SQuAD v1.1 validation set
	大模型	llama2-70b (LLama2 70B-LoRA finetuning)	Rouge1: 45.0% Rouge2: 22.0% RougeN: 28.0%	1M-GPT4-Augmented.parquet
		llama2-7b	ACC: 46.0%	MMLU
		DeepSeek		
商业应用 (CA)	推荐系统	DLRM-dcnv2	ACC: 81.0%	Multihot Criteo

A. 3. 3. 1. 5 超算数据中心负载

对于超算服务器，采用 HPL 等基准工具，运行大规模矩阵乘、向量运算等纯计算任务，记录连续

不少于 3 次测试的利用率平均值作为算力利用率，需在测试报告中严格注明负载类型。

A. 3. 3. 2 数据中心运行阶段利用率测试方法

数据中心运行阶段算力利用率测试应依托现有利用率采集可视化平台及各厂商级监控工具开展，各芯片厂商利用率数据均由其专属硬件监控工具采集生成，不同品牌芯片需使用对应原厂配套采集程序。监控平台应支持算力利用率的实时采集与记录，采集频率不低于 1 次/秒，数据累计存储周期不少于 1 年，且采用本文件规定方法开展测试时，应保证系统连续运行时段不低于 12 个月，数据中心运行时间较短可采用验收阶段利用率测试方法进行计算。测试数据通过平台 API 或日志完成数据导出，基于导出数据计算运行阶段算力平均利用率。

A. 3. 4 能耗测量方法

被测对象优先支持平台管理，并能稳定输出相关能耗采样信息。

被测对象为物理机时，能耗测量位置参考本文件中电能消耗测量点示意图执行；被测对象为虚拟机时，应支持输出服务器的即时功率。

服务器单机功率或能耗可采用外接功率计直接测量，或通过设备配套软件采集工具在任务运行期间实时采集。对于机柜或多机柜部署场景，可通过机架 PDU 或计量电表直接读取整机柜功率及能耗数据。当采集数据仅为功率时，应通过功率积分计算得到总能耗。

附录 B

(资料性)

数据中心电能比运行值特性工况测算法方法及示例

B.1 测算方法

应在数据中心实际运行负载条件下，在一年内选取若干不同时段，该时段应至少包含1个表2所规定的a~e特性工况点，分别连续测量数据中心用电量、总功率和信息设备用电量、功率。在制冷和信息系统稳定状态下，连续测量不小于24h，其间多次测量的时间间隔不应小于5min。测试期间，所测数据中心服务器数量以及冷却和配电等基础设施设备不得做变更，制冷模式不做切换。选取稳定在表2的a~e特性工况点±2℃范围内测试条件下测得的用电量和功率为有效数据，对每小时总用电量和信息设备每小时用电量进行平均功率换算，得到各工况点的有功功率值。用测算的特性工况点功率值按公式（4）计算数据中心电能比特性工况法测算值。

表2 数据中心电能比测试工况

特性工况点		a	b	c	d	e
数据中心内侧	干球温度℃	18~27				
数据中心外侧	干球温度℃	35	25	15	5	-5
注：若某一特性工况点对应的温度分布系数为0，则无需测量该特性工况点下的功率数据。						

B.2 测算公式

B.2.1 总耗电量的校准值

总耗电量的校准值按照公式（2）计算：

$$E_c = 8760 \times T_a P_a + 8760 \times T_b P_b + 8760 \times T_c P_c + 8760 \times T_d P_d + 8760 \times T_e P_e \cdots \cdots (2)$$

式中：

E_c ——总耗电量的校准值，单位为千瓦时（kW·h）。

$P_a \sim P_e$ ——在表2中a~e工况条件下测算的数据中心总功率，单位为千瓦（kW）；

$T_a \sim T_e$ ——温度分布系数，无因次；具体数值按附录B取值；

8760——全年小时数，单位为小时（h）。

注：温度分布系数 $T_a \sim T_e$ 表示每个特性工况点所代表的温度区间在某地区全年温度分布的时间占比。

B.2.2 信息设备耗电量的校准值

信息设备耗电量的校准值按照公式（3）计算：

$$E_{cIT} = 8760 \times T_a P_{aIT} + 8760 \times T_b P_{bIT} + 8760 \times T_c P_{cIT} + 8760 \times T_d P_{dIT} + 8760 \times T_e P_{eIT} \cdots \cdots (3)$$

式中：

E_{cIT} ——信息设备耗电量的校准值，单位为千瓦时（kW·h）。

$P_{aIT} \sim P_{eIT}$ ——在表2中a~e工况条件下测算的数据中心信息设备功率，单位为千瓦（kW）；

$T_a \sim T_e$ ——温度分布系数，无因次；具体数值按附录B取值；

8760——全年小时数，单位为小时（h）。

注：温度分布系数 $T_a \sim T_e$ 表示每个特性工况点所代表的温度区间在某地区全年温度分布的时间占比。

B.2.3 数据中心电能比运行值

数据中心电能比测算值按照公式（4）、公式（5）计算：

$$R_{M1} = \frac{E_c}{E_{cIT}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

R_{M1} ——按5个特性工况点方法测算的数据中心电能比运行值，无因次。

E_c ——总耗电量的校准值，单位为千瓦时（kW·h）。

E_{cIT} ——信息设备耗电量的校准值，单位为千瓦时（kW·h）。

B.3 主要试验参数的采集及处理

按A.1的测试方法进行测试，应采集的主要参数和处理方式见表B.1。

表 B.1 主要实验参数的采集及处理

序号	参数	测量时间	测量间隔	数据处理
1	数据中心外侧干球温度/℃	≥24h	≤5min	对采集得到的数据满足表2中某个特性工况点（±2℃之间）的所有采集数据的平均值
2	数据中心外侧湿球温度/℃	≥24h	≤5min	对应数据中心外侧干球温度同时采集得到的数据的平均值
3	数据中心内侧干球温度/℃	≥24h	≤5min	对应数据中心外侧干球温度同时采集得到的数据的平均值
4	数据中心内侧湿球温度/℃	≥24h	≤5min	对应数据中心外侧干球温度同时采集得到的数据的平均值
5	数据中心信息设备实际运行负载/%	≥24h	≤5min	对应数据中心外侧干球温度同时采集得到的数据的平均值
6	信息设备消耗功率/kW	≥24h	≤5min	对应数据中心外侧干球温度同时采集得到的数据的平均值
7	数据中心总消耗功率/kW	≥24h	≤5min	对应数据中心外侧干球温度同时采集得到的数据的平均值
注：表中的特性工况点指表2中对应数据中心外侧干球温度a、b、c、d、e对应下的工况点；对于a和e两个特性点，当所在城市温度达不到35℃或-5℃的情况时，数据中心外侧干球温度为采集数据中“≥30℃”或“<0℃”所有数据的平均值。				

B.4 测算示例

以上海某一数据中心采集的数据为例，其测试数据如表B.2。

表 B.2 上海某数据中心特性工况点下的测试数据

序号	参数	a工况采集时间	b工况采集时间	c工况采集时间	d工况采集时间	e工况采集时间
		2020.07.21 00:00:00~2020.07.22 00:00:00	2020.07.10 00:00:00~2020.07.11 00:00:00	2020.11.04 00:00:00~2020.11.05 00:00:00	2021.01.08 00:00:00~2021.01.09 00:00:00	2020.12.14 00:00:00~2020.12.15 00:00:00
1	数据中心外侧干球 温度℃	34.98	25.19	14.79	5.32	-1.05
2	数据中心外侧湿球 温度℃	30.04	21.14	12.27	3.89	-2.13

(续表B.2)

序号	参数	a工况采集时间	b工况采集时间	c工况采集时间	d工况采集时间	e工况采集时间
		2020.07.21 00:00:00~2020.07.22 00:00:00	2020.07.10 00:00:00~2020.07.11 00:00:00	2020.11.04 00:00:00~2020.11.05 00:00:00	2021.01.08 00:00:00~2021.01.09 00:00:00	2020.12.14 00:00:00~2020.12.15 00:00:00
3	数据中心内侧干 球温度℃	24.16	23.79	24.10	23.89	23.88
4	数据中心内侧湿 球温度℃	17.98	16.89	17.99	17.75	17.85
5	数据中心信息设 备实际运行负 载%	75	75	74	75	73
6	信息设备消耗功 率 kW	5177	5161	5144	5174	5065
7	数据中心总消耗 功率kW	7392	7112	6656	6948	6252

依据公式(2)计算数据中心总电能消耗量:

$$E_c = 8760 \times 0.084 \times 7392 + 8760 \times 0.341 \times 7112 + 8760 \times 0.288 \times 6656 + 8760 \times 0.266 \times 6948 + 8760 \times 0.021 \times 6252 = 60816370(\text{kW} \cdot \text{h})$$

依据公式(3)计算数据中心信息设备年总电能消耗量:

$$E_{CIT} = 8760 \times 0.084 \times 5177 + 8760 \times 0.341 \times 5161 + 8760 \times 0.288 \times 5144 + 8760 \times 0.266 \times 5174 + 8760 \times 0.021 \times 5065 = 45191876(\text{kW} \cdot \text{h})$$

依据公式(4)计算数据中心电能比特性工况法测算值:

$$R_{M1} = \frac{E_c}{E_{CIT}} = \frac{60816370}{45191876} = 1.35$$

B.5 数据中心电能比运行值采用特性工况法测算值数据记录的要求

在公布数据中心采用特性工况法测算的电能比运行值时，应同时披露以下信息：

- 数据中心所在地理位置，精确到城市；
- 测试的具体时段，以及该时段内所有有效数据点对应的数据中心内外侧干球温度平均值、湿球温度的平均值、信息设备实际运行负载平均值、信息设备消耗功率平均值和数据中心总功率平均值。

附 录 C
(规范性)
全国部分城市温度分布系数表

全国部分城市的温度分布系数如表C. 1所示。

表 C. 1 全国部分城市的温度分布系数

项目	温度区间/°C				
	≥ 30	20~<30	10~<20	0~<10	<0
温度分布系数	Ta	Tb	Tc	Td	Te
兰州	0.033	0.205	0.301	0.257	0.204
贵阳	0.008	0.331	0.373	0.282	0.006
石家庄	0.093	0.272	0.245	0.249	0.142
哈尔滨	0.022	0.191	0.227	0.187	0.374
长春	0.006	0.191	0.248	0.185	0.371
沈阳	0.041	0.222	0.235	0.216	0.287
呼和浩特	0.036	0.198	0.26	0.185	0.321
西宁	0.007	0.086	0.295	0.287	0.325
银川	0.016	0.209	0.281	0.227	0.267
太原	0.014	0.239	0.282	0.259	0.205
成都	0.037	0.33	0.394	0.235	0.004
拉萨	0	0.086	0.412	0.345	0.156
乌鲁木齐	0.04	0.228	0.224	0.171	0.337
昆明	0	0.219	0.525	0.239	0.017
合肥	0.082	0.343	0.273	0.28	0.023
北京	0.072	0.281	0.231	0.21	0.206
福州	0.087	0.447	0.362	0.104	0
广州	0.127	0.54	0.283	0.051	0
桂林	0.07	0.427	0.324	0.179	0
南宁	0.123	0.544	0.29	0.043	0

(续表 C.1)

项目	温度区间/°C				
	≥ 30	$20 \sim < 30$	$10 \sim < 20$	$0 \sim < 10$	< 0
温度分布系数	T_a	T_b	T_c	T_d	T_e
海口	0.128	0.632	0.224	0.016	0
郑州	0.069	0.296	0.255	0.23	0.15
武汉	0.128	0.331	0.278	0.25	0.013
长沙	0.115	0.333	0.271	0.262	0.019
南京	0.077	0.298	0.269	0.276	0.079
南昌	0.129	0.349	0.273	0.241	0.008
济南	0.108	0.284	0.248	0.27	0.09
西安	0.06	0.278	0.288	0.267	0.108
天津	0.066	0.269	0.246	0.238	0.18
上海	0.084	0.341	0.288	0.266	0.021
杭州	0.06	0.373	0.288	0.266	0.013
重庆	0.094	0.324	0.405	0.177	0
乌兰察布	0	0.092	0.292	0.214	0.402
河源	0.124	0.538	0.283	0.055	0
中卫	0.025	0.202	0.277	0.218	0.278
清远	0.085	0.551	0.326	0.038	0
廊坊	0.069	0.275	0.239	0.224	0.193
张家口	0	0.092	0.292	0.214	0.402
怀来	0.047	0.231	0.248	0.232	0.242
深圳	0.087	0.629	0.268	0.016	0
注：数据来源于中国气象局气象信息中心气象资料室和清华大学建筑技术科学系编著的《中国建筑热环境分析专用气象数据集》，该数据集以全国270个地面气象站从1971年到2003年共30年的实测气象数据为基础。本文件没有涵盖的城市可参照《中国建筑热环境分析专用气象数据集》中直线距离最近，且海拔差不超过300米的城市气象数据，确定该城市的温度分布系数。					