

团 体 标 准

T/CCSA 530—2024

算力中心绿色等级技术要求和测评方法

Technical requirements and assessment methods for green grade of computational
power data center

2024 - 07 - 03 发布

2024 - 10 - 01 实施

中国通信标准化协会 发 布

版权声明

本技术文件的版权属于中国通信标准化协会，任何单位和个人未经许可，不得进行技术文件的纸质和电子等任何形式的复制、印刷、出版、翻译、传播、发行、合订和宣贯等，也不得引用其具体内容编制本协会以外各类标准和技术文件。如果有以上需要请与本协会联系。

邮箱：IPR@ccsa.org.cn

电话：62302847



目 次

前言 II

引言 III

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 分级技术要求概述 2

6 技术要求 2

 6.1 资源效率 2

 6.2 节能技术 3

 6.3 绿色管理 3

 6.4 绿色创新 4

7 测算方法 4

 7.1 资源效率测算 4

 7.2 绿色评级说明 4

附录 A（规范性） 算力中心绿色节能分级技术要求 5



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这些专利的责任。

本文件由中国通信标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、维谛技术有限公司、北京百度网讯科技有限公司、中国信息通信科技集团有限公司、中兴通讯股份有限公司、中通服咨询设计研究院有限公司、北京通和实益电信科学技术研究所有限公司。

本文件起草人：吴美希、李洁、郭亮、韩会先、李代程、周曼、阮迪、常金凤、贾明艳、温小振、杜希、袁振涛、陈月琴、翁建刚、陆光辉、白昊晨。



引 言

为适应信息通信业发展对标准文件的需求，由中国通信标准化协会组织制定“中国通信标准化协会团体标准”，推荐有关方面采用。有关对本文件的建议和意见，向中国通信标准化协会反映。



算力中心绿色等级技术要求和测评方法

1 范围

本文件规定了互联网数据中心、智能计算中心、超级计算中心在资源效率、节能技术、绿色管理和绿色创新方面的等级技术要求及能源效率测评方法。

本文件适用于互联网数据中心、智能计算中心、超级计算中心在绿色节能方面的规划、设计、建设、运维和评估。

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 40879-2021 数据中心能效限定值及能效等级

GB/T 43331-2023 互联网数据中心（IDC）技术和分级要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

算力中心 computational power data center

是以风火水电等基础设施和IT软硬件设备为主要构成，具备计算力、运载力和存储力的设施，包括互联网数据中心、智能计算中心、超算中心等。

3.2

互联网数据中心 internet data center; IDC

拥有完善的设备（包括高速互联网接入带宽、高性能局域网络、安全可靠的机房环境等）、开展互联网业务的数据中心。

3.3

智能计算中心 artificial intelligence data center

简称“智算中心”，指通过使用大规模异构算力资源，包括通用算力（CPU）和智能算力（GPU、FPGA、ASIC等），主要为人工智能应用（如人工智能深度学习模型开发、模型训练和模型推理等场景）提供所需算力、数据和算法的设施。智算中心涵盖、硬件、软件，并可提供从底层算力到顶层应用使能的全栈能力。

3.4

超级计算中心 supercomputing data center

简称“超算中心”，指为集中放置的超级计算机设备提供运行环境的建筑场所，可以是一栋或多栋建筑物，也可以是一栋建筑物的一部分。超算中心重点面向科研、高技术产业等领域的突出问题和核心技术，解决普通计算机不能完成的大型复杂课题。

3.5

IT设备 IT equipment

用于承载数据中心中运行应用系统的物理设备，并为用户提供信息处理和存储、通信等服务，同时支撑数据中心的监控管理和运行维护。

注：包括数据中心中的计算、存储、网络等不同类型的设备。

3.6

温控系统 temperature control system

为保证IT设备运行所需温、湿度环境而建立的配套设施。

3.7

供配电系统 power system

用于提供满足设备使用的电压和电流，并保证供电的安全性和可靠性。

3.8

电能利用效率 power usage effectiveness;PUE

数据中心全年消耗电量与数据中心IT设备全年耗电量的比值。

注：全球数据中心通用的一种衡量数据中心能效的综合指标，无单位。

3.9

水资源利用效率 water usage effectiveness;WUE

数据中心水资源全年消耗量与数据中心IT设备全年耗电量的比值。

注：衡量数据中心水资源使用效率的指标，单位是L/kWh（升/千瓦时）。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件：

IDC：互联网数据中心（Internet Data Center）

KVM：基于内核的虚拟机（kernel-based virtual machine）

PUE：电能利用效率（Power Usage Effectiveness）

UPS：不间断电源（Uninterrupted Power Supply）

WUE：水资源利用效率（Water Usage Effectiveness）

5 分级技术要求概述

本标准提出了对三种算力中心，即IDC、智算中心、超算中心在绿色方面的等级评估技术要求和测评方法。

按照资源效率、节能技术、绿色管理、绿色创新等对具体项目的绿色节能等级进行评估，得到算力中心对应的等级（第一级-第五级），其中第一级为最低等级，第五级为最高等级。评价类型按照算力中心运行情况进行划分，对于有一年PUE数据的算力中心为“运行类”；对于没有一年PUE数据算力中心为“设计类”；对于尚未建成设计方案确定的算力中心为“规划类”。

在对算力中心进行绿色等级评估前，首先需要对算力中心设计竣工图纸进行审查，确保算力中心满足国家对算力中心建设布局能源效率相关的政策要求。

6 技术要求

6.1 资源效率

6.1.1 PUE 指标

PUE计算公式见（1）：

$$PUE = P_{\text{Total}} / P_{\text{IT}} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

PUE——电能利用效率；

P_{Total} ——算力中心总耗电量，单位为千瓦时（kW·h）；

P_{IT} ——算力中心IT设备耗电量，单位为千瓦时（kW·h）。

6.1.2 PUE 质量

PUE质量方面，分级依据包括：

- a) 采样测量点位置与测试方法；
- b) 数据采集方式；
- c) 采集数据精度；

d) 检测数据偏差。

6.1.3 WUE 指标

WUE计算公式见（2）：

$$WUE = L_{Total} / P_{IT} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

WUE —— 水资源利用效率；

L_{Total} —— 算力中心所有用水设备消耗的总水量，单位为升（L）；

P_{IT} —— 算力中心IT设备耗电量，单位为千瓦时（kW·h）。

6.1.4 WUE 质量

WUE质量方面，分级依据包括：

- a) 用水计量方式；
- b) 测量和存储方式。

6.2 节能技术

6.2.1 IT 设备

IT设备方面，分级依据包括：

- a) 是否采用节能设备；
- b) 是否对 KVM 设备配置进行调整、部署并使用；
- c) 是否对机房整体布局及冷热分区、气流组织等进行部署、使用；
- d) 是否对各机架的用电量与制冷量的分布进行部署；
- e) 是否对机架内的线缆进行部署使用。

6.2.2 制冷设备

制冷设备方面，分级依据包括：

- a) 是否采用风冷空调室外机湿膜冷却节能技术或热管冷却技术及空调等；
- b) 是否采用模块化机房空调等设备；
- c) 是否使用节能节水冷却塔或间接蒸发冷却技术及机组等节能设备；
- d) 是否采用蒸发冷却式或磁悬浮变频离心式节能技术。

6.2.3 供配电设备

供配电设备方面，分级依据包括：

- a) 是否采用节能设备；
- b) 是否对线路路径进行设置；
- c) 是否采用节能型变压器、具备整流模块休眠技术的直流开关电源、高压直流供电技术；
- d) 是否能对变压器容量进行设置；
- e) 是否将 UPS 系统的负荷率控制在 40%~80%。

6.2.4 其他设备

其他设备方面，分级依据包括：照明设备、辅助设备等其他系统是否采用节能技术，如智能控制等。

6.3 绿色管理

绿色管理方面，分级依据如下：

- a) 在规划设计上：是否具备算力中心全生存周期的节能规划、方案及设计。
- b) 在管理体系上：
 - 1) 是否制定节能管理方面的工作制度；
 - 2) 是否有日志管理、能耗监测管理体系的设置，PUE 等指标定期统计、计算分析；

- 3) 是否把绿色节能纳入考核指标, 是否具备绿色节能分析周报、月报等报告, 以及持续改进措施文件。
- c) 在绿色推广上: 是否具备向业界公开绿色节能最佳实践的证明材料。
- d) 在智慧管控上:
 - 1) 是否设置能源管理平台, 对算力中心各类基础设施运行统一进行综合化、自动化、精细化、高效化管控, 并对机房的能耗、资源效率、节能等情况进行统计分析;
 - 2) 是否使用 AI 技术降低算力中心运行能耗;
 - 3) 是否具备完整的可视化页面展示机房的实时用能情况。

6.4 绿色创新

绿色创新方面, 分级依据如下:

- a) 在创新实践上:
 - 1) 是否有在国内率先使用某项绿色节能方面的新技术、新工艺和新产品;
 - 2) 是否采用新型节水设备和技术, 采取相关节水措施。
- b) 在绿色能源上:
 - 1) 是否采用自主可再生能源, 如太阳能、风能、水能、生物质能等进行供电;
 - 2) 是否采购绿色电力以及绿色电力的使用量;
 - 3) 是否有热能、雨污水、燃油等资源回收利用工作。
- c) 其他: 是否采用高效保温隔热外墙体系等绿色节能创新技术。

7 测算方法

7.1 资源效率测算

7.1.1 PUE 测算

对于尚未建成但设计方案确定的算力中心或已投产但运行没有一年 PUE 数据的算力中心, 资源效率评价的依据为设计PUE, 通过核算项目阶段对应的施工或竣工图纸、设计文档、设计PUE测算文件、设备技术文档等进行。

对于已有一年 PUE 数据的算力中心, 资源效率评价的依据为 PUE 的测量值及现场评估。PUE测算值的测量方法遵循GB40879-2021所规定“测试与计算方法”进行。

7.1.2 WUE 测算

对于尚未建成但设计方案确定的算力中心或已投产但运行没有一年 WUE 数据的算力中心, 资源效率评价的依据为设计WUE, 通过核算项目阶段对应的施工或竣工图纸、设计文档、设计WUE测算文件、设备技术文档等进行。

对于已有一年 WUE 数据的算力中心, 资源效率评价的依据为 WUE 的测量值及现场评估。最小测算周期需要12 个月的累积用水量。用于计算WUE 的年度用水量数据与算力中心IT设备耗电量必须涵盖相同的时间段。

注: 当算力中心处于混合建筑内, 其使用的水量和与其他功能部分用水量可以分项计量时, 方可计算该数据中心水资源使用效率。

7.2 绿色评级说明

本标准的绿色等级评估对象为三种算力中心, 即IDC、智算中心和超算中心。三类算力中心在建设目的、主要功能及应用领域等方面不同, 因此, 在绿色等级评估时对技术要求的侧重点也存在差异。为此, 本标准规定通用技术要求和专项技术要求, 当算力中心同时满足“X”级别下的通用技术要求和对应算力中心类型的专项技术要求时, 则认为该算力中心达到绿色第“X”级技术要求。算力中心绿色等级划分方法遵循附录A。

附 录 A
(规范性)
算力中心绿色节能分级技术要求

表A.1 算力中心绿色节能分级技术要求

指标		等级				
		第五级	第四级	第三级	第二级	第一级
通用要求—资源效率	PUE 指标	应满足第四级要求。	应满足第三级要求。	应满足第二级要求。	应满足第一级要求。	应统计除建筑办公设施外，IT 设备、制冷设备、供配电系统和其他基础设施的用电量，根据设计或实测形成全年电能利用效率计算文档。
	PUE 质量	应满足第四级要求。 采集数据精度应在 $\pm 0.5\%$ 内。 检测数据偏差应在 $\pm 0.5\%$ 内。	应满足第三级要求。 应采用自动采集方式。 采集数据精度应在 $\pm 1\%$ 内。 检测数据偏差应在 $\pm 1\%$ 内。	应满足第二级要求。 宜每天连续电量采集或者功率采集周期为每天，存储周期 $\leq 24\text{h}$ 。	应满足第一级要求。 应每天连续采集电量或者功率采集周期为 1 个月，存储周期 ≤ 1 个月。	采样测量点位置与测试方法应符合 GB40879-2021 中 6.2.1 和 6.3.2 的要求。 宜采用自动采集方式。 采集数据精度宜在 $\pm 1\%$ 内。 检测数据偏差宜在 $\pm 1\%$ 内。
	WUE 指标	应满足第四级要求。	应满足第三级要求。	应满足第二级要求。	应满足第一级要求。	应统计加湿给水、冷却塔补水、冷冻水补水等环节用水量，计算 IDC 全年累计水流量，根据设计或实测形成水资源利用效率计算文档。
	WUE 质量	应满足第四级要求。 测量和存储方式应采用电子系统定期存储数据或每日人工抄表记录。	应满足第三级要求。 测量和存储方式应采用电子系统定期存储数据或每周人工抄表记录。	要求同第二级。	要求同第一级。	用水计量方式宜采取分项计量不同设备用水。 测量和存储方式应采用电子系统定期存储数据或每月人工抄表记录。
通用要求—节能技术	IT 系统	应满足第四级要求。 设备应采用整机柜服务器技术或温水水冷服务器或冷板式液冷服务器等。 应能对 KVM 设备进行配置、部署并使用。 应对机架内的线缆进行部署使用。	应满足第三级要求。 设备应采用节能型服务器等。 应对机房整体布局及冷热分区、气流组织等进行部署、使用。 应对各机架的用电量与制冷量的分布进行部署。	应满足第二级要求。 宜采用液冷服务器等节能设备。 应对机房整体布局及冷热分区、气流组织等进行部署、使用。 宜对机架内的线缆进行部署使用。	应满足第一级要求。 宜对机房整体布局及冷热分区、气流组织等进行部署、使用。 宜对各机架的用电量与制冷量的分布进行部署。	设备宜采用节能技术； 宜能对 KVM 设备配置进行调整、部署并使用。
	温控系统	应满足第四级要求。 设备宜采用蒸发冷却式或磁悬浮变频离心式节能技术。	应满足第三级要求。 应使用节能节水冷却塔或间接蒸发冷却技术及机组等节能设备。	应满足第二级要求。 宜采用模块化机房空调等设备提升能效。	应满足第一级要求。 设备宜采用风冷空调室外机湿膜冷却节能技术或热管冷却技术及空调等。	设备采用技术宜具备控制机房设计温度的作用。

表 A.1 (续)

指标		等级				
		第五级	第四级	第三级	第二级	第一级
供配电系统	供配电系统	应满足第四级要求。 系统应采用高效不间断电源或模块化不间断电源等技术产品。 应能对变压器容量进行设置。 应将 UPS 系统的负荷率控制在 40%~80%。	应满足第三级要求。 应采用节能型变压器、具备整流模块休眠技术的直流开关电源、高压直流供电技术。 应能对线路路径进行设置。	应满足第二级要求。 宜采用节能型变压器、具备整流模块休眠技术的直流开关电源、高压直流供电技术。 宜能对变压器容量进行设置。 宜将 UPS 系统的负荷率控制在 40%~80%。	应满足第一级要求。 宜能对线路路径进行设置。	设备宜采用节能技术。
	其他系统	要求同第四级。	要求同第三级。	应满足第二级要求。 照明设备、辅助设备等其他系统应采用如智能控制等节能技术。	要求同第一级。	照明设备、辅助设备等其他系统宜采用如智能控制等节能技术。
通用要求-绿色管理		应满足第四级要求。 管理体系：应把绿色节能纳入考核指标；具备绿色节能分析周报、月报等报告，以及持续改进措施文件。 智慧管控：应使用 AI 技术降低算力中心运行能耗。应具备完整的可视化页面展示机房的实时用能情况。	应符合以下要求： a) 满足第三级要求。 b) 绿色推广：具备向业界公开绿色节能最佳实践的证明材料。 c) 智慧管控：设置能源管理平台，对算力中心各类基础设施运行统一进行综合化、自动化、精细化、高效化管控，并对机房的能耗、资源效率、节能等情况进行统计分析。	应符合以下要求： a) 满足第二级要求。 b) 管理体系：1) 制定节能管理方面的工作制度；2) 有日志管理、能耗监测管理体系的设置，PUE 等指标定期统计、计算分析。	应满足第一级要求。 设计规划：应具备算力中心全生存周期的节能设计、规划及方案。 智慧管控：宜设置能源管理平台，对算力中心各类基础设施运行统一进行综合化、自动化、精细化、高效化管控，并对机房的能耗、资源效率、节能等情况进行统计分析。宜使用 AI 技术降低算力中心运行能耗。宜具备完整的可视化页面展示机房的实时用能情况。	应符合以下要求。 a) 设计规划：具备算力中心全生存周期的节能设计、规划及方案。 b) 管理体系：1) 制定节能管理方面的工作制度；2) 有日志管理、能耗监测管理体系的设置，PUE 等指标定期统计、计算分析；3) 把绿色节能纳入考核指标；具备绿色节能分析周报、月报等报告，以及持续改进措施文件。 c) 绿色推广：具备向业界公开绿色节能最佳实践的证明材料。
通用要求-绿色创新		应满足第四级要求。 创新实践：应采用新型节水设备和技术，采取相关节水措施。 其他：应采用高效保温隔热外墙体系等绿色节能创新技术。	应满足第三级要求。 创新实践：宜采用新型节水设备和技术，采取相关节水措施。 绿色能源：应采购绿色电力以及绿色电力的使用量，应有热能、雨污水、燃油等资源回收利用工作。 其他方面：宜采用高效保温隔热外墙体系等绿色节能创新技术。	应满足第二级要求。 绿色能源方面，应采用自主可再生能源，如太阳能、风能、水能、生物质能等进行工供电。	应满足第一级要求。 创新实践：应有在国内率先使用某项绿色节能方面的新技术、新工艺和新产品。	应符合以下要求。 a) 创新实践：1) 有在国内率先使用某项绿色节能方面的新技术、新工艺和新产品；2) 采用新型节水设备和技术，采取相关节水措施。b) 绿色能源：1) 采用自主可再生能源，如太阳能、风能、水能、生物质能等进行供电；2) 采购绿色电力以及绿色电力的使用量；3) 有热能、雨污水、燃油等资源回收利用工作。c) 其他：采用高效保温隔热外墙体系等绿色节能创新技术。

表 A.1 (续)

指标	等级				
	第五级	第四级	第三级	第二级	第一级
专项要求- IDC	PUE 应不大于 1.2。 WUE 应不大于 1.5。	PUE 应不大于 1.3。 WUE 应不大于 2.0, 宜不大于 1.5。	应满足二级要求。 PUE 应不大于 1.4。	应满足第一级要求。 PUE 应不大于 1.5。	PUE 应不大于 1.8。 WUE 应不大于 2.5。
专项要求-智算中心	应满足第四级要求。 PUE 应不大于 1.15。 WUE 应不大于 1.5。 应采用自主可再生能源, 如太阳能、风能、水能、生物质能等, 通过储能、源网储荷一体化等技术进行供电。	应满足第三级要求。 PUE 应不大于 1.2。 应采用液冷服务器。	应满足第二级要求。 PUE 应不大于 1.3。 WUE 应不大于 2.0, 宜不大于 1.5。 机柜功率密度大于 20kW/m ² 时, 应采用液冷服务器。 应尽量利用自然冷源, 降低温控系统能耗。 应有热能、雨污水、燃油等资源回收利用工作。	应满足第一级要求。 PUE 应不大于 1.4。 设备采用技术应具备结合机房内的热量分布和散热需求控制机房设计温度的作用。 应部署自动化或智能化的智算中心运维管理系统。	PUE 应不大于 1.5。 WUE 应不大于 2.2。 应采用节能技术。 设备采用技术应具备结合机房内的热量分布和散热需求控制机房设计温度的作用。 宜尽量利用自然冷源, 降低温控系统能耗。 宜部署自动化或智能化的智算中心运维管理系统。 宜采用自主可再生能源, 如太阳能、风能、水能、生物质能等, 通过储能、源网储荷一体化等技术进行供电。
专项要求-超算中心	应满足第四级要求。 PUE 应不大于 1.15。 WUE 应不大于 1.5。 应采用自主可再生能源, 如太阳能、风能、水能、生物质能等, 通过储能、源网储荷一体化等技术进行供电。	应满足第三级要求。 PUE 应不大于 1.2。	应满足第二级要求。 PUE 应不大于 1.3。 WUE 应不大于 2.0, 宜不大于 1.5。 应采用液冷服务器。 应尽量利用自然冷源, 降低温控系统能耗。 应有热能、雨污水、燃油等资源回收利用工作。	应满足第一级要求。 PUE 应不大于 1.4。 设备采用技术应具备结合机房内的热量分布和散热需求控制机房设计温度的作用。 应部署自动化或智能化的超算中心运维管理系统。	PUE 应不大于 1.5。 WUE 应不大于 2.2。 应采用节能技术。 宜采用液冷服务器。 设备采用技术应具备结合机房内的热量分布和散热需求控制机房设计温度的作用。 宜尽量利用自然冷源, 降低温控系统能耗。 宜部署自动化或智能化的超算中心运维管理系统。 宜采用自主可再生能源, 如太阳能、风能、水能、生物质能等, 通过储能、源网储荷一体化等技术进行供电。
注1: 通用要求遵循《互联网数据中心 (IDC) 技术和分级要求》GB/T 43331-2023制定。 注2: 评价类型按照算力中心运行情况进行划分: 对于有一年PUE数据的算力中心为“运行类”; 对于没有一年PUE数据算力中心为“设计类”; 对于尚未建成设计方案确定的算力中心为“规划类”。					