**CES**

中 国 能 源 研 究 学 会 标 准

T/CES XXXX-XXXX

云数据中心温室气体“避免排放量”计算

技术规范

XXXX-XX-XX 发布 XXXX-XX-XX 实施

XXXXXXXX 发 布

前  言

本标准的附录A为资料性附录。

本标准按照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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由\*\*\*提出。

本标准由\*\*\*归口。

本标准起草单位：\*\*\*等。

本标准主要起草人：\*\*\*等。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至\*\*\*。

引  言

云数据中心，基于大型数据中心与云技术使用，相较于普遍使用的企业内部数据中心，以整合计算需求，动态配置计算容量，多租户和提高服务器利用率的优势，可显著提高数据中心的能效，从而为全社会提供“避免排放”的数据中心解决方案。

动态配置计算容量：本地数据中心通常会过度配置IT设备，以确保满足峰值业务需求。云数据中心能够动态调配计算资源，从而优化服务器容量与实际需求的匹配。

多租户：由于云数据中心同时为多个用户提供服务，需求模式变得扁平化，因此需要较少的额外容量来满足整体峰值需求，从而减少了平均每个用户的额外支出。

提高服务器利用率：云数据中心使服务器能够以高利用率水平运行，这意味着与本地等效服务器相比，相同的需求可以由更少的服务器完成。尽管每台服务器的功耗可能会随着利用率的提高而增加，但与在低利用率下运行更多数量的服务器相比仍然更节能，因为服务器消耗的功率与其利用率不完全成正比，并且在低利用率甚至在空闲期间仍然需要电力。

云数据中心温室气体“避免排放量”计算 技术规范

1. 范围

本标准规定了评估云数据中心的温室气体“避免排放”的技术规范，包括术语及定义、基本原则、核算边界、核算方法、监测与数据质量管理、披露与报告。

本标准适用于评估中华人民共和国境内的云数据中心的温室气体“避免排放”。

考虑到当前的实际情况是低碳电力（绿电）使用率较低，本技术规范中基准线情景暂不考虑低碳电力的使用。

1. 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 32150 工业企业温室气体排放核算与报告通则

GB/T 32910.1 数据中心 资源利用 第1部分：术语

GB/T 33760 基于项目的温室气体减排量评估技术规范通用要求

GB 40879-2021 数据中心能效限定值及能效等级

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

* 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。

[来源：GB/T 32910.1-2017，2.1]

* 1. 云数据中心 internet data center (IDC)

通过整合计算需求，将大型数据中心与云技术相结合，通过动态配置、多用户及提升服务区利用率等方式，达到更高能效水平的数据中心。

* 1. 云数据中心情景 internet data centers scenario

指在使用云数据中心的情况下发生的温室气体排放情况。

* 1. 内部数据中心 internal data center

企业和机构拥有并为自身提供服务的数据中心设施，如：服务器机柜、服务器机房、本地化数据中心、中端数据中心和高端数据中心。

* 1. 基准线情景 baseline scenario

指在没有解决方案的情况下最有可能发生的温室气体排放情况。基于现有技术水平和经济条件，根据中国的云计算渗透率最普遍的实际情况，计算中国境内云数据中心的温室气体避免排放时，选取内部数据中心情景作为基准线情景。

* 1. 生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或自然资源中获取原材料，直至最终处置。

[来源：GB/T 24044-2008，3.1]

* 1. 温室气体 greenhouse gas

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成份。

如无特别说明，本标准中的温室气体包括二氧化碳（CO2）、甲烷（CH4）、氧化亚氮（N2O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF6）与三氟化氮（NF3）。

[来源：GB/T 32150-2015，3.1]

* 1. 温室气体排放 greenhouse gas emission

在特定时段内释放到大气中的温室气体总量（以质量单位计算）。

[来源：GB/T 32150-2015，3.6]

* 1. 温室气体“避免排放”avoided greenhouse gas emission

将已经或将要采用云数据中心解决方案产生的温室气体排放量与不使用该解决方案的基准线情景产生的温室气体排放量进行比较，二者的差值。对解决方案和基线场景的温室气体排放量的评估应涵盖其整个生命周期 。

[来源：2023年3月由世界可持续发展工商理事会（WBCSD）和净零倡议（NZI）联合发布]

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

数据中心电能利用效率 power usage effectiveness of data centers (PUE)

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]

1. 基本原则
	1. 相关性

选择适应目标用户需求的温室气体源数据和方法。

* 1. 完整性

包括所有相关的生命周期环节的温室气体排放，如有未纳入的任何明显的温室气体排放要指出并说明理由。

* 1. 一致性

能够对有关温室气体信息进行有意义的比较。

* 1. 准确性

减少偏见和不确定性。

* 1. 透明性

发布充分适用的温室气体信息，使目标用户能够在合理的置信度内做出决策。

* 1. 保守性

明确使用的假定、数值和方法不高估温室气体“避免排放”量。

* 1. 代表性

 在计算基准线情景与云数据中心情况的温室气体排放时，要最大程度确保技术、时间、地理代表性。

1. 核算边界

考虑到大多数材料生命周期阶段优先级，以及数据可用性的情况，云数据中心温室气体避免排放的计算边界分为上游服务器生产制造与数据中心基础设施、云数据中心使用和下游服务器处置回收三个阶段的温室气体排放。

1. 避免排放核算方法与评估程序

1）使用云数据中心温室气体“避免排放”等于基准线情景温室气体排放减去云数据中心情景温室气体排放的差值。

$$E\_{避免排放}=E\_{基准线}-E\_{云数据中心}$$

2）逐年核算和评估云数据中心产生的避免排放。

1. 基准线情景温室气体排放量核算方法
	1. 基准线情景使用阶段排放

在中华人民共和国境内，基准线情景确定为内部数据中心排放情景。

* 1. 基准线情景碳排放核算方法
		1. 基准线情景下服务器使用阶段耗能产生的排放

$E\_{服务器, 基准线}=N\_{服务器, 基准线}×P\_{服务器,基准线}×t\_{服务器,基准线}×EF\_{电力}$…………（1）

式中：

$E\_{服务器, 基准线}$ ——基准线情景下服务器使用阶段耗能产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$N\_{服务器,基准线}$ ——基准线情景下满足相同算力的服务器数量，单位为个，由公式（2）获得；

$P\_{服务器, 基准线}$ ——基准线情景下单台服务器的平均功率，单位为千瓦（kW），由公式（3）获得；

$t\_{服务器,基准线}$ ——基准线情景下单台服务器的总运行时长，单位为小时（h）；

$EF\_{电力}$ ——电力的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO2e/kWh）。

$N\_{服务器,基准线}=\frac{\left(u\_{云}-u\_{0}\right)}{u\_{基准线}}×\frac{1}{R\_{基准线}}×N\_{云}$…………………………（2）

式（2）中：

$u\_{云}$ ——云数据中心情景下的服务器平均使用率（见附录A表A.2）；

$u\_{0}$ ——服务器整合的电力损耗比例；

$u\_{基准线}$ ——基准线情景下的服务器平均使用率（见附录A表A.2）；

$R\_{基准线}$ ——基准线情景下的上电服务器数量占总服务器数量的比例；

$N\_{云}$ ——云数据中心情景下提供相同算力的服务器数量。

$P\_{服务器,基准线}=P\_{max, 基准线}-P\_{max, 基准线}×\left(1-\frac{P\_{idle, 基准线}}{P\_{max,基准线}}\right)×\left(1-u\_{基准线}\right)$…………（3）

式（3）中：

$P\_{max, 基准线}$ ——基准线情景下服务器最大功率，单位为千瓦（kW）；

$P\_{idle, 基准线}$ ——基准线情景下服务器空转功率，单位为千瓦（kW）；

$u\_{基准线}$ ——基准线情景下的服务器平均使用率（见附录A表A.2）。

* + 1. 基准线情景下外部存储设备使用阶段耗能产生的排放

$E\_{存储, 基准线}=N\_{存储, 基准线}×P\_{存储,基准线}×t\_{存储,基准线}×EF\_{电力}$…………（4）

式（4）中：

$E\_{存储, 基准线}$ ——基准线情景下外部存储设备耗能产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$N\_{存储,基准线}$ ——基准线情景下外部存储设备数量，由公式（5）获得；

$P\_{存储, 基准线}$ ——基准线情景下外部存储设备平均功率，单位为千瓦（kW），由公式（6）获得；

$t\_{存储,基准线}$ ——基准线情景下外部存储设备的总运行时长，单位为小时（h）；

$EF\_{电力}$ ——电力的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO2e/kWh）。

$N\_{存储, 基准线}=N\_{HDD, 基准线}+N\_{SSD,基准线}$ ……………………（5）

式（5）中：

$N\_{HDD, 基准线}$ ——基准线情景下的硬盘驱动器数量，单位为个；

$N\_{SSD,基准线}$ ——基准线情景下的固态驱动器数量，单位为个。

$P\_{存储,基准线}=Per\_{HDD,基准线}×P\_{HDD,基准线}+Per\_{SSD,基准线}×P\_{SSD,基准线}$ ………（6）

式（6）中：

$Per\_{HDD,基准线}$ ——基准线情景下硬盘驱动器数量占比（见附录A表A.2）；

$Per\_{SSD,基准线}$ ——基准线情景下固态驱动器数量占比（见附录A表A.2）；

$P\_{HDD,基准线}$ ——基准线情景下硬盘驱动器平均功率，单位为千瓦（kW）；

$P\_{SSD,基准线}$ ——基准线情景下固态驱动器平均功率，单位为千瓦（kW）。

* + 1. 基准线情景下基础设施使用阶段耗能产生的排放

$E\_{设施,基准线}=\left(E\_{服务器,基准线}+E\_{存储,基准线}\right)×\left(PUE-1\right)$………………（7）

式（7）中：

$E\_{设施, 基准线}$ ——基准线情景下数据中心基础设施使用耗能产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$PUE$ ——数据中心电能利用效率。

* + 1. 基准线情景使用阶段排放的计算

$E\_{使用,基准线}=E\_{服务器,基准线}+E\_{存储,基准线}+E\_{设施,基准线}$………………（8）

式（8）中：

$E\_{使用,基准线}$ ——基准线情景下使用阶段的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）。

* 1. 基准线情景上游排放
		1. 基准线情景下数据中心服务器的上游排放

$E\_{服务器上游,基准线}=N\_{服务器,基准线}×E\_{单服务器,基准线}×Per\_{服务器上游,基准线}$……（9）

式（9）中：

$E\_{服务器上游,基准线}$ ——基准线情景下数据中心服务器的上游温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$E\_{单服务器,基准线}$ ——基准线情景下单个服务器全生命周期温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e），由公式（10）获得；

$Per\_{服务器上游,基准线}$ ——单个服务器上游温室气体排放占全生命周期排放总量的比例，包括服务器生产阶段和运输阶段的温室气体排放，数据可通过调研或参考文献获得（见附录A表A.2）。

$E\_{单服务器,基准线}=\frac{E\_{单服务器使用,基准线}}{Per\_{服务器使用, 基准线}}$ ………………………………（10）

式（10）中：

$E\_{单服务器使用,基准线}$ ——基准线情景下单个服务器使用阶段的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$Per\_{服务器使用,基准线}$ ——单个服务器使用阶段的温室气体排放占比，数据可通过调研或参考文献获得（见附录A表A.2）。

* + 1. 基准线情景下的数据中心建筑的上游排放

$E\_{建筑上游,基准线}= E\_{使用,基准线}×Per\_{建筑上游,基准线}$ ……………………（11）

式（11）中：

$E\_{建筑上游,基准线}$ ——基准线情景下数据中心建筑的上游温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$Per\_{建筑上游,基准线}$ ——数据中心建筑的上游温室气体排放与使用阶段排放的比值，数据可通过调研或参考文献获得（见附录A表A.2）。

7.3.3 基准线情景上游排放的计算

$E\_{上游,基准线}=E\_{服务器上游,基准线}+E\_{建筑上游,基准线}$ ……………………（12）

式（12）中：

$E\_{上游,基准线}$ ——基准线情景下数据中心的上游温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）。

* 1. 基准线情景下游排放

$E\_{下游,基准线}=N\_{服务器,基准线}×E\_{单服务器,基准线}×Per\_{服务器下游,基准线}$……（13）

式（13）中：

$E\_{下游,基准线}$ ——基准线情景下数据中心的下游温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$E\_{单服务器,基准线}$ ——基准线情景下单个服务器全生命周期温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e），由公式（10）获得；

$Per\_{服务器下游,基准线}$ ——单个服务器下游温室气体排放占全生命周期温室气体排放的比值，包括服务器最终处置阶段的温室气体排放，数据可通过调研或参考文献获得（见附录A表A.2）。

* 1. 基准线情景数据中心排放

$E\_{基准线}=E\_{使用,基准线}+E\_{上游,基准线}+E\_{下游,基准线}$ ………………（14）

式（14）中：

$E\_{基准线}$ ——基准线情景下数据中心的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）。

1. 云数据中心情景温室气体排放量计算方法
	1. 云数据中心情景使用阶段排放
		1. 云数据中心情景下服务器使用阶段耗能产生的排放

$E\_{服务器,云}=N\_{服务器,云} × P\_{服务器,云 } ×t\_{服务器,云}×EF\_{电力}$ ………………（15）

式（15）中：

$E\_{服务器,云}$——云数据中心服务器使用阶段产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$N\_{服务器,云}$——云数据中心服务器数量，单位为个；

$P\_{服务器,云}$——云数据中心单台服务器平均功率，单位为千瓦（kW），由公式（16）获得；

$t\_{服务器,云}$——云数据中心单台服务器的总运行时长，单位为小时（h）；

$EF\_{电力}$——电力的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO2e/kWh）。

$P\_{服务器,云}=P\_{max,云}-m×(1-u\_{云})$ ………………（16）

式（16）中，

$P\_{max,云}$——云数据中心服务器最大功率，单位为千瓦（kW）；

$m$——云数据中心服务器平均功率计算参数，是服务器使用率对服务器总耗电量的参数，由公式（17）获得；

$u\_{云}$——云数据中心服务器平均使用率（见附录A表A.1）。

$m=P\_{max,云}×(1-DR)$ …………………………（17）

式（17）中，

$DR$*——*负载调节参数，即服务器空转效率与最大负载量功率的比值。

* + 1. 云数据中心情景下外部存储设备使用阶段耗能产生的排放

$E\_{存储,云}=(N\_{HDD,云}×P\_{HDD,云}×T\_{HDD,云}+N\_{SSD,云}×P\_{SSD,云}×T\_{SSD,云})×EF\_{电力}$……………（18）

式（18）中，

$E\_{存储,云}$——云数据中心外部存储设备耗能产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$N\_{HDD,云}$——云数据中心硬盘驱动器（HDD）数量，单位为个；

$P\_{HDD,云}$——云数据中心硬盘驱动器平均功率，单位为千瓦（kW）；

$T\_{HDD,云}$——云数据中心硬盘驱动器总运行时长，单位为小时（h）；

$N\_{SSD, 云}$——云数据中心固态驱动器（SSD）数量，单位为个；

$P\_{SSD,云}$——云数据中心固态驱动器平均功率，单位为千瓦（kW）；

$T\_{SSD,云}$——云数据中心固态驱动器总运行时长，单位为小时（h）。

* + 1. 云数据中心情景下基础设施使用阶段耗能产生的排放

$E\_{设施,云}=\left(PUE-1\right)×\left(e\_{服务器,云}+e\_{存储,云}\right)×EF\_{电力}$………（19）

式（19）中，

$E\_{设施,云}$——云数据中心基础设施使用耗能产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$PUE$——云数据中心的电能利用效率；

$e\_{服务器.云}$——云数据中心服务器使用阶段能耗，单位为千瓦时（kWh）；

$eE\_{存储,云}$——云数据中心存储设备使用阶段能耗，单位为千瓦时（kWh）。

* + 1. 云数据中心情景使用阶段排放的计算

$E\_{使用,云}=E\_{服务器,云}+E\_{存储,云}+E\_{设施,云}$ ………………………（20）

式（20）中，

$E\_{使用,云}$——云数据中心使用阶段产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）。

* 1. 云数据中心情景上游和下游阶段隐含温室气体排放

$E\_{隐含,云}=E\_{上游,云}+E\_{下游,云}=N\_{服务器,云}×E\_{单服务器,云}×\left（Per\_{上游,云}+Per\_{下游,云}\right）$…（21）

式（21）中，

$E\_{上游,云}$—和$E\_{下游,云}$在本文件中合并为隐含温室气体排放$E\_{隐含,云}$，统一计算；

$E\_{上游,云}$——云数据中心服务器和基础设施的上游温室气体排放，包含服务器生产阶段和运输阶段产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$E\_{下游,云}$——云数据中心服务器最终处置阶段的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$N\_{服务器,云}$——云数据中心服务器数量，单位为个;

$E\_{单服务器,云}$——云数据中心情景下单个服务器全生命周期温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e），由公式（22）获得；

$Per\_{上游,云}$——云数据中心情景下单个服务器上游的温室气体排放占全生命周期排放总量的比例，包括服务器生产阶段和运输阶段的温室气体排放；

$Per\_{下游,云}$——云数据中心情景下单个服务器下游的温室气体排放占全生命周期排放总量的比例

$E\_{单服务器,云}=E\_{单服务器使用,云}×\frac{1}{Per\_{服务器使用,云}}$………………（22）

式（22）中，

$E\_{单服务器使用,云}$——云数据中心情景下单个服务器使用阶段的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$Per\_{use}$ ——云数据中心情景下单个服务器使用阶段排放量与全生命周期排放量之比。

* 1. 云数据中心情景排放

$E\_{云数据中心}=E\_{使用,云}+E\_{上游,云}+E\_{下游,云}$ ………………（23）

式（23）中：

$E\_{云数据中心}$——云数据中心情景下的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）。

1. 监测与数据质量管理

1）云数据中心温室气体避免排放评估的监测计划应按照GB/T 33760—2017 第5.10制定和执行。需要引用的排放因子及参数应采用国家公布的或主管部门认可的相关数据。如涉及难以获取或无法获取的数据，可采用类似项目主体或行业普遍公认的数据，并详细记录数据来源并形成文件。

2）测量仪器/表精度应满足相关要求，定期检定和校准，检定和校准机构应具有测量仪器/表检定资质。检定和校准相关要求应依照国家相关计量检定规程执行。

3）在项目实施中，项目主体应确保监测计划有效实施，通过各类测量仪器/表的监测获得温室气体排放数据，记录、汇编和分析有关数据，并对数据存档，保证测量管理体系符合质量和规范要求。

1. 披露与报告

1）云数据中心的温室气体避免排放不应被用于宣称企业碳中和、净零排放或任何其他暗示企业对气候没有影响的声明。

2）在解决方案层面进行披露和报告时，公司应简述该解决方案及其对应的基准线情景在全生命周期的温室气体排放量。

3）应说明避免排放是否经第三方机构核证。

1. （资料性附录）
基准线情景温室气体排放量核算相关参数推荐值

表A.1 不同情景下的服务器利用率[[1]](#footnote-2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **参考情景** | **基准线情景下的服务器平均利用率** $u\_{基准线}$ | **云数据中心情景下的服务器平均利用率** $u\_{云}$ |
| **内部数据中心** | 15% | 70% |

表A.2 基准线情景下的计算参数

|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 推荐值 |
| $$u\_{基准线}$$ | 15% |
| $$u\_{云}$$ | 70% |
| $$Per\_{HDD,基准线}$$ | 52.21% |
| $$Per\_{SSD,基准线}$$ | 47.79% |
| $$Per\_{服务器使用,基准线}$$ | 79.51% |
| $$Per\_{服务器上游,基准线}$$ | 20.32% |
| $$Per\_{建筑上游,基准线}$$ | 10% |
| $$Per\_{服务器下游,基准线}$$ | 0.17% |

1. Shehabi 等人（2016 年）。《美国数据中心能源使用报告》。Ernest Orlando Lawrence Berkeley 国家实验室。 [↑](#footnote-ref-2)