

广东省数据中心“十四五” 能效对标指南

广东省循环经济和资源综合利用协会

2021 年 6 月

前 言

近两年来，我省数据中心建设规模呈爆发性增长。截至 2019 年底，我省已投产标准机架数量为 21.8 万个，到 2020 年底，全省已投产标准机架数量猛增到 48.5 万个，已经超过 2022 年建成 47 万个标准机架的规划目标¹；而我省数据中心能效水平整体有待提高，两极差异明显，电能使用效率（EEUE）最优水平在 1.2~1.3，最差水平在 1.9 左右，平均水平在 1.77 左右。因此，我省数据中心应积极参加能效对标活动，全面提升数据中心能效水平。

我协会受广东省工业和信息化厅委托，特编制《广东省数据中心“十四五”能效对标指南》，作为各数据中心在开展能效对标活动时的参考依据。

¹ 按照《广东省 5G 基站和数据中心总体布局规划（2021-2025 年）》规划目标，到 2022 年底，规划建设在用折合标准机架数累计约 47 万个。

目 录

一、能效对标概述.....	- 1 -
二、数据中心开展能效对标的意义.....	- 3 -
三、数据中心能效对标指标体系.....	- 6 -
3.1 数据中心能耗构成.....	- 6 -
3.2 数据中心能耗指标选择.....	- 7 -
3.3 数据中心能耗指标定义与计算.....	- 7 -
四、能效对标工作的要求.....	- 13 -
4.1 建立能效对标管理机构.....	- 13 -
4.2 建立能效对标管理制度.....	- 13 -
4.3 建立能效指标数据库和最佳实践数据库.....	- 14 -
五、数据中心能效对标实施步骤.....	- 15 -
5.1 现状分析.....	- 15 -
5.2 选择对标类型及标杆.....	- 15 -
5.3 制定实施方案.....	- 16 -
5.4 对标评价.....	- 17 -
5.5 持续改进.....	- 17 -
六、数据中心提高能效的技术产品.....	- 18 -
6.1 高效系统集成技术产品.....	- 18 -
6.2 高效制冷/冷却技术产品.....	- 19 -

6.3 高效 IT 技术产品.....	- 21 -
6.4 高效供配电技术产品.....	- 23 -
6.5 运维管理技术产品.....	- 25 -
附录 1 某数据中心能效对标案例.....	- 26 -
附录 2 《数据中心 资源利用 第 3 部分：电能能效要求和 测量方法》	- 32 -

一、能效对标概述

能效对标，是将用能单位或用能设备的能效指标与相关能效标准或先进能效水平进行对比分析，采取管理和技术措施，提高能效水平的活动。能效对标的主要内容包括现状分析、选定标杆、制订方案、对标实践、指标评估、改进提高。

对于企业来说，能效对标是一种科学、系统、规范的对自身能效水平进行评价分析的方式，通过与国内外同行业先进企业的能效指标进行对比分析，确定能效标杆，再通过节能管理和技术改进措施，达到提升自身能效水平的目的。

开展能效对标行动有两个关键要素，即“最佳节能实践”和“能效度量标准”。“最佳节能实践”是指同行业中节能先进企业在能源管理方面所推行的最有效的节能管理方式和技术措施；“能效度量标准”则指能真实客观地反映企业能源管理绩效的一套能效指标体系以及与之对应的作为标杆的一套基准数据，如单位产品综合能耗指标、重点工序能耗指标等。

企业开展能效对标行动是对最优能源管理模式的一次探索。一般来说，企业开展能效对标可分为**内部对标**和**外部对标**两种方式。**内部对标**是指在企业内部开展的能效对标工作，可以是企业自身能效指标的不断超越，也可以是将企业内部能源管理工作更具绩效的某一部门的做法当作其他部门学习标杆的对标方式。内部对标活动的基本目标，是找出一个企业的内部能效绩效标准，通过内部节能信息分析，找出最佳内部节能实践，内部对标的能效指标可以选择以设计值和历史最好能效水平作为对标基准。**外部能效对标**是指将能效对标的范围

扩大到全国乃至全球，与同行业中节能先进企业的相应能效指标进行对比分析，从而学习先进企业的节能技术及有效的管理手段，来提升本企业能效水平。企业能否成功地开展外部能效对标行动，关键的一点在于选择并确定适当的标杆。

二、数据中心开展能效对标的意义

数据中心作为信息化产业的基石，一直备受社会各界关注，随着新基建的概念被提出，数据中心迎来了更大的发展机遇，各地纷纷部署、规划数据中心的建设，一时间数据中心得到了迅猛的发展。与此同时，数据中心能耗量居高不下，能效水平偏低，给各地节能工作带来不小的压力。

在发展规模方面，截至 2019 年底，全国范围内在用数据中心机架总规模达到 315 万架²，近 5 年年均增速超过 30%；在广东省范围内，截至 2020 年底，全省已投产 48.5 万个机架，按照《广东省 5G 基站和数据中心总体布局规划（2021-2025 年）》，全省 2022 年规划建设数据中心标准机柜 47 万个，2025 年 100 万个。截至 2020 年底，我省已投产和已通过节能审查的在建拟建标准机柜高达 150 万个，已经远远超过 2025 年规划建设总规模。

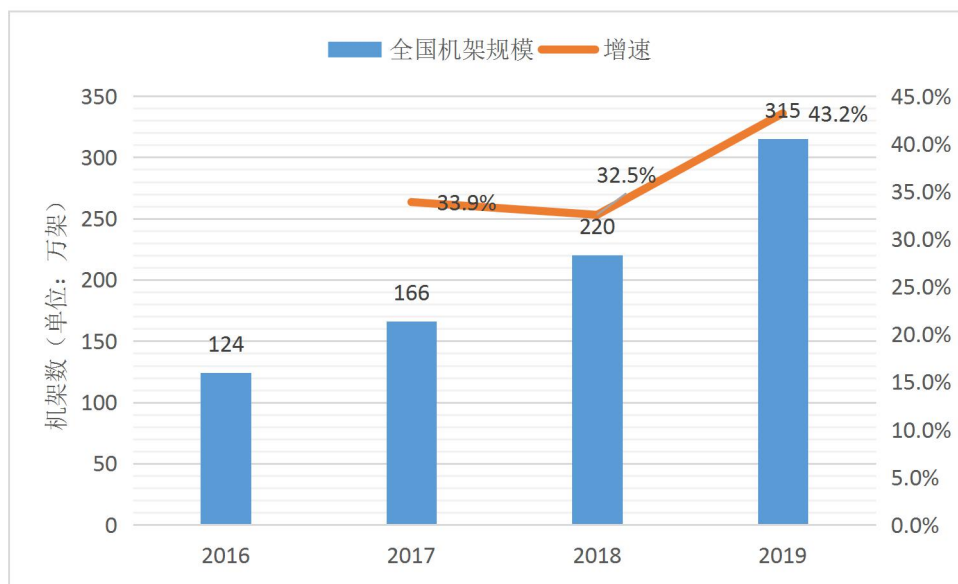


图 2-1 “十三五”期间全国数据中心规模及发展趋势

在能耗方面，2018 年我国数据中心总耗电量超过 1600 亿千瓦时，

²数据来源：中国信通院

高于上海市 2018 年全社会用电量（1567 亿千瓦时）；2019 年广东省已投产使用的数据中心年耗电量达 50 亿千瓦时，约占全省全社会用电量的 0.75%（2019 年广东省全社会用电量为 6695.85 亿千瓦时）。

在如今资源、能源日益紧缺的形势下，对于数据中心具有如此庞大的发展规模和巨量电能消耗的现状，提高数据中心能源利用效率、促进数据中心绿色发展显得尤为重要。根据中国信通院数据显示，截至 2019 年底，全国对外服务型数据中心平均 PUE 值约为 1.60，而我省已投产使用的数据中心平均 PUE 值为 1.77²，可见我省数据中心能效水平还未达到全国平均水平，我省数据中心的“节能提效”压力更为明显。

实施能效对标活动，有利于企业学习和借鉴国内外先进企业的管理理念，有利于企业制定适合自身发展的中长期发展规划，有利于促进企业建立动态的能效管理机制，有利于形成持续学习的企业文化，从而实现不断提高企业能效管理水平的目的。具体可从五个方面来分析：

（1）能效对标能够帮助企业了解自身能源利用状况，发现与同行业优秀企业在能源利用效率方面的差距，从而有针对性地制定适合本企业发展的中长期发展战略规划。

（2）通过对标杆企业先进节能理念和典型经验的借鉴与学习，可以确定要达到或赶超的目标，有效改进企业的管理水平，提高经营绩效，可以充分地发挥员工的积极性和主观能动性，进而提高企业的凝聚力和向心力。

（3）能效对标通过精细化管理，可以使企业明确今后的工作重

点和改进方向，合理安排工作计划，促进企业整体能效管理水平的提高。

（4）能效对标与绩效管理有机结合，为企业进行能效考核提供了一项管理工具，可以帮助企业制定能效考核标准，制定、改进绩效管理辦法。

（5）持续长期的能效对标活动，能够促使企业节约能源费用，降低生产成本，增强企业的竞争力。

三、数据中心能效对标指标体系

3.1 数据中心能耗构成

数据中心能耗主要来源于五个部分：

- IT 及通信基础设备；
- 制冷系统；
- 供配电系统；
- 照明、安防及消防系统；
- 其他辅助设施。

关于数据中心能耗构成的比例，国内外很多企业和学者都做了大量的调查与研究，研究结果中各部分占比不尽相同，但能耗结构及比重排序基本相同，根据美国采暖制冷与空调工程师学会（ASHRAE）技术委员会（TC9.9）的统计报告，数据中心 IT 及通信基础设备耗电量占比约 46%，制冷系统耗电量占比约 31%，供配电系统耗电量占比约 8%，照明、安防及消防系统耗电量占比约 4%，其他辅助设施耗电量占比约 11%。

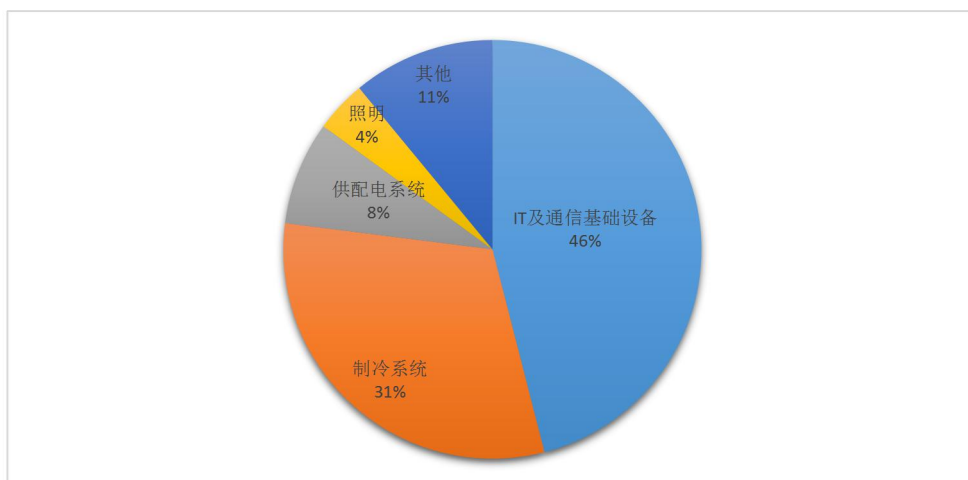


图 3-1 数据中心能耗结构示意图

3.2 数据中心能耗指标选择

根据《数据中心资源利用第二部分：关键性能指标设置要求》（GB/T32910.2-2017），数据中心关键性能指标主要有：

- 电能使用效率；
- 可再生能源利用效率；
- 制冷负载因子；
- 供电负载因子；
- 数据中心基础设施效率；
- 局部电能使用效率；
- 水资源使用效率；
- 碳使用效率；
- 能源再利用效率；
- IT 设备能源利用效率；
- IT 设备利用率。

考虑到数据中心实际运行情况和能耗数据测量的易操作性，选取电能使用效率、制冷负载因子、供电负载因子等 3 项能耗指标作为参考。企业在实际开展对标活动时，一般选择电能使用效率指标进行对标。

3.3 数据中心能耗指标定义与计算

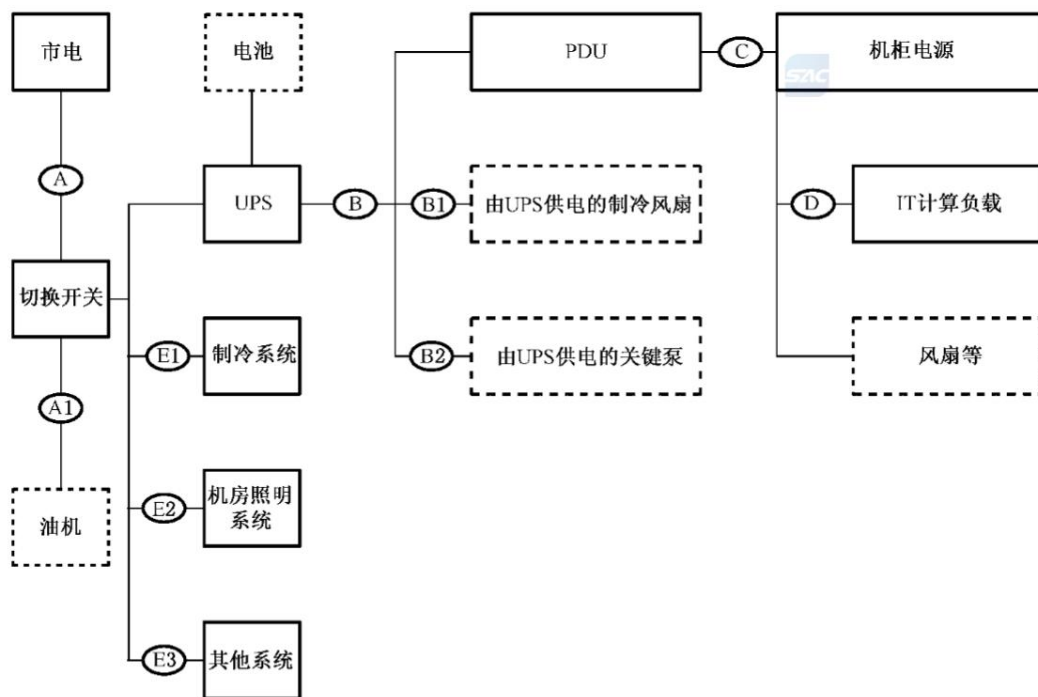
3.3.1 数据中心能耗的测量方法

数据中心能耗的测量方法参照《数据中心 资源利用 第 3 部分：

电能能效要求和测量方法》（GB/T 32910.3-2016）中“第7点：数据中心能耗的测量方法”，下面仅列出其中对测量位置的相关要求以作示例参考。

数据中心应至少在以下位置安装设置电能计量仪表或选为测量点：

- a. 数据中心总电能消耗的测量位置应为变压器低压侧（见图 3-1 中 A 点）。
- b. 当 PDU 无隔离变压器时，数据中心信息设备电能消耗的测量位置应为 UPS 输出端供电回路（见图 3-1 中 B 点）。
- c. 当 PDU 带隔离变压器时，数据中心信息设备电能消耗的测量位置应为 PDU 输出端供电回路（见图 3-1 中 C 点）。
- d. 当采用机柜风扇作为辅助降温时，数据中心信息设备电能消耗的测量位置应为 IT 负载供电回路（见图 3-1 中 D 点）。
- e. 当信息设备能耗测量点为 UPS 输出端供电回路，且 UPS 负载还包括 UPS 供电的制冷、泵时，制冷、泵能耗应在 IT 能耗中扣除（扣除图 3-1 中 B1 点、B2 点测得的电度量）。
- f. 当进行标准能效测量时（1 年）且数据中心设有柴油发电机时，所有柴油发电机馈电回路的电能（如图 3-1 中 A1 点测得的电度量）应计入总输入电量。
- g. 大型数据中心，对能效要求监控要求较高的数据中心，宜采用对各主要系统的耗电量分别计量的方法（如图 3-1 中 E1 点、E2 点和 E3 点测得的电度量）。



注：图中的“其他系统”能耗主要指室外照明,办公区能耗。

图 3-2 数据中心电能消耗测量点

3.3.2 电能使用效率

（1）定义

电能使用效率（EEUE）是数据中心总电能消耗量与数据中心信息设备电能消耗量之间的比值，EEUE 按如下公式计算：

$$EEUE = E_{\text{Total}} / E_{\text{IT}}$$

E_{Total} —数据中心总电能消耗量，单位为千瓦时（kW·h）；

E_{IT} —数据中心信息设备电能消耗量，单位为千瓦时（kW·h）。

（2）EEUE 调整值

根据《数据中心 资源利用 第 2 部分：关键性能指标设置要求》（GB/T32910.2-2017）中要求,对不同数据中心 EEUE 值进行比较时,需要考虑数据中心所处的地理气候环境、安全等级和 IT 设备使用负

荷率的影响以及 EEUE 测量方法选择的一致性；同时，在对我省数据中心进行实地调研走访的过程中，我们发现不同数据中心的 IT 设备负荷率存在较大差异，这在很大程度上影响了数据中心 EEUE 的测算结果，因此，不同数据中心在使用电能效率（EEUE）这个能效指标进行对标时，需要对 EEUE 值进行调整修正。

EEUE 调整值是根据影响数据中心的 EEUE 的因素（包括安全等级、所处气候环境、空调制冷形式和负荷使用率）的不同而制定的用于平衡上述因素差异的调整值，差异因素及其对应调整值见下表 3-1。

表 3-1 EEUE 调整值

调整因素		压缩机调整值	加湿调整值	新风调整值	UPS 调整值	供电调整值	照明调整值	其他调整值	单一条件变化的 EEUE 调整值
安全等级	A 级	0	0	0.02	0.06	0	0	0.02	0.1
	B 级	0	0	0	0	0	0	0	0
	C 级	0	-0.04	-0.08	-0.016	-0.004	0	-0.01	-0.15
气候环境 (水冷)	严寒、水冷	-0.13			0	0	0	0	-0.13
	寒冷、水冷	-0.11			0	0	0	0	-0.11
	夏热冬冷、水冷	-0.04			0	0	0	0	-0.04
	夏热冬暖、水冷	0.03			0	0	0	0	0.03
	温和、水冷	-0.05			0	0	0	0	-0.05
	严寒、风冷	-0.03			0	0	0	0	-0.03
	寒冷、风冷	0			0	0	0	0	0
	夏热冬冷、风冷	0.04			0	0	0	0	0.04
	夏热冬暖、风冷	0.07			0	0	0	0	0.07
信息设备 负荷使用率	温和风冷	0.03			0	0	0	0	0.03
	25%	0	0.18	0.38	0.7	0.06	0.06	0.06	1.44
	50%	0	0.06	0.1	0.22	0.02	0.02	0.02	0.44
	75%	0	0.02	0.03	0.09	0.007	0.007	0.007	0.161
	100%	0	0	0	0	0	0	0	0

注：调整值可以选择性使用，在计算时根据实际情况进行选择，例如对其中的一项不予以考虑等。

(3) EEUE 计算方法

数据中心的能耗测量按照标准要求进行测量时，其电能使用效率最终取值（ $EEUE_{修正值}$ ）为 $EEUE_{实测值}$ 与 $EEUE_{调整值}$ 的相减值。

根据数据中心所处地理位置的气候环境、空调制冷形式、安全等级、信息设备负荷使用率等分类类型在表 3-1 中查找对应的单一条件变化的 EEUE 调整值。对于信息设备负荷使用率为大于或等于 25%，小于或等于 100% 的数据中心，其调整值根据表 3-1 中对应的单一条件变化的 EEUE 调整值进行等比例差值计算而得。对于信息设备负荷使用率为小于 25% 的数据中心，其调整值直接使用表 3-1 中 25% 对应的单一条件变化的 EEUE 调整值。 $EEUE_{修正值}$ 的披露要求按照《数据中心资源利用第二部分：关键性能指标设置要求》（GB/T32910.2-2017）附录 B 要求执行。

EEUE 调整值取值示例如下：

示例 1：某数据中心位于广州，使用水冷空调，安全等级为 A 级，负荷使用率为 50%，则其单一条件变化的 EEUE 调整值分别为：0.03，0.1，0.44。

示例 2：某数据中心位于广州，使用风冷空调，安全等级为 C 级，负荷使用率为 70%，则其单一条件变化的 EEUE 调整值分别为：0.07，-0.15，0.22。

3.3.3 制冷负载因子

制冷负载因子（CLF: CoolingLoadFactor）定义为数据中心制冷设备电能消耗与信息设备电能消耗的比值，按如下公式计算：

$$CLF=E_c/E_{IT}$$

CLF—制冷负载因子；

E_c —数据中心制冷系统电能消耗，单位为千瓦时（kW·h）；

E_{IT} —数据中心信息设备电能消耗，单位为千瓦时（kW·h）。

3.3.4 供电负载因子

供电负载因子（PLF：PowerLoadFactor）定义为数据中心供配电系统电能消耗与信息设备电能消耗的比值，按如下公式计算：

$$PLF=E_p/E_{IT}$$

PLF—供电负载因子；

E_p —数据中心供配电系统电能消耗，单位为千瓦时（kW·h）；

E_{IT} —数据中心信息设备电能消耗，单位为千瓦时（kW·h）。

四、能效对标工作的要求

4.1 建立能效对标管理机构

企业应建立能效对标工作的管理机构，直接对本企业的能效对标工作进行全面负责，落实管理机构中各人员的责任范围，确保对标工作稳步推进。能效对标管理机构职责包括但不限于以下各项：

- （1）领导、推进、协调能效对标工作；
- （2）主持、确立能效对标的具体工作目标和工作内容；
- （3）建立能效对标管理制度；
- （4）建立对标实施方案和相关的指标体系；
- （5）对标指标的过程控制管理和考核评价；
- （6）提出阶段性的能效改进技术和管理措施；
- （7）组织解决能效对标工作实施中遇到的问题。

4.2 建立能效对标管理制度

合理、有效的管理制度是高效高质完成工作的前提。在能效对标工作开展前，应当建立起相应的管理制度，可从以下几方面进行参考：

（1）建立过程控制制度。具体包括目标保证措施、过程管理控制要求以及考核评价管理要求等。

（2）建立信息交流制度。企业内部定期交流和通报各部门/过程能效对标工作的进展情况，分享工作开展过程中的经验体会，分析、解决能效对标工作中的问题。

（3）建立信息发布制度。定期考查/考核各部门/过程能效对标工

作成效，将各能效指标数据与考核评价结果、能源管理经验、最佳节能实践等进行宣传、发布，充分发动有关人员积极参与到能效对标工作中。

4.3 建立能效指标数据库和最佳实践数据库

为推动能效对标工作的高效开展，同时便于在能效对标活动中及时掌握、分析能效指标数据，参与对标活动企业应当建立能效指标数据库和最佳实践数据库。能效指标数据库的数据可来源于企业自身的历史数据、政府及行业协会发布的能效领先企业及指标、国标及地方标准能耗限额的指标值，以及企业收集到的国内外能效先进的能效指标值等；最佳实践数据库的数据可来源于政府及行业协会等发布的有关数据中心节能技术的推荐目录或案例，如《国家绿色数据中心先进适用技术产品目录》、《“能效之星”产品目录》等，以及企业收集到的国内外或企业自身的节能实践案例等。

五、数据中心能效对标实施步骤

5.1 现状分析

（1）对数据中心能源利用状况进行分析，充分掌握信息设备、制冷系统、供配电系统等历史电能消耗情况、电能利用效率以及节能改造情况，结合企业自身节能规划、中长期发展规划等资料，掌握信息设备、制冷系统、供配电系统等能耗指标数据，确定能效现状基准值。

（2）编制《能效对标工作计划》，主要包括：

- 能效对标的目的；
- 能效对标的边界；
- 能效对标的类型；
- 能效对标的周期及起止时间；
- 能效对标的成果形式；
- 能效对标的指标或指标体系；
- 能效对标的数据来源等。

5.2 选择对标类型及标杆

选择内部对标、外部对标或者内部对标和外部对标相结合的对标方式。选择能效标杆时应以国内外领先的能效水平为导向，对潜在的能效标杆进行研究分析，根据工作需要和工作目标，并结合自身实际，确定能效标杆。

5.3 制定实施方案

5.3.1 调研与分析

对标的数据中心要对自身能源利用状况进行客观、全面的分析，通过对各耗能环节的计量设备进行检测校准，为准确统计各环节的能耗做好准备工作。

在进行外部能效对标活动时，可与能效标杆企业开展交流，总结标杆企业在能效指标管理方面的先进做法、措施手段及最佳节能实践，全面分析本企业在能源管理水平、技术改进、设备运转及维护保养等方面与标杆企业存在的差异，剖析标杆企业产生优秀绩效的过程，有针对性地制定出切实可行的能效对标方案。

5.3.2 制定方案

能效对标活动开展后，应分析目前数据中心运行时的能耗情况与标杆值存在差距的原因，主要分析工艺技术的改进情况、节能技术的应用效果以及节能工作管理制度等，从而制订出相应的能效指标改进方案和具体实施计划。方案应包括但不限于以下内容：

- 对标指标和目标；
- 可采用的节能措施，包括技术措施和管理措施；
- 实施部门及其人员职责和权限；
- 对标实施时间和进度；
- 资源和相关控制要求；
- 节能效果验证。

5.4 对标评价

在上一步找出与标杆值的差距后，确定企业改进能效的潜力，根据不同对标类型的实施方案，将改进指标的措施和能耗指标目标值分解落实到相关负责人，把提高能效的压力和动力传递到企业中每一层级的管理人员和员工身上，体现对标活动的全面性。

企业应定期就某一阶段能效对标活动的结果进行评估，组织评估小组验证、审核能效对标的成果，对比采取能效改进措施和方案前后能耗的变化情况，检查各项能效指标是否达到标杆或目标值，并将此次能效对标工作的情况汇总分析，编制对标评估报告，报告应包括但不限于以下内容：

- （1）对标工作成效评估，包括各项能效指标的节能量及达标情况；
- （2）对标管理机制评估；
- （3）对标过程的经验及启示。

5.5 持续改进

总结并提炼能效对标实践过程中各种行之有效的措施、方法和制度，并进行固化，便于推广和复制；同时企业对标所选取的标杆值也并不是一成不变的，随着对标活动的深入，企业能效水平的提高，对标的标杆值也随之发生变化，因此要适时制定下一阶段更高层次的能效对标计划，将能效对标活动深入持续地开展下去。

六、数据中心提高能效的技术产品

数据中心能效提升技术产品的类型可分为系统集成技术产品、制冷技术产品、IT 设备技术产品、供配电技术产品以及运维管理技术产品等几大类。以下从《国家绿色数据中心先进适用技术产品目录（2020）》中节选部分技术产品以供参考。

6.1 高效系统集成技术产品

6.1.1 预制式微模块集成技术及产品

（1）适用范围：新建数据中心、在用数据中心改造。

（2）技术原理：在模块内集成了机架系统、供配电系统、监控管理系统、制冷系统、综合布线系统、防雷接地系统和消防系统等数据中心各核心部件。可通过工厂预制保证现场交付质量与进度。具有界面清晰，建设简单特点，可根据需求分期部署。

（3）主要节能指标：与传统数据中心相比，可以节电约 15%，PUE 值可达 1.3 以下。

（4）应用实例：某数据中心采用智能微模块，工厂预制，快速部署，采用行级近端制冷技术提高机柜功率密度。可实现 PUE 降至约 1.3。

6.1.2 微型浸没液冷边缘计算数据中心

（1）适用范围：新建数据中心、在用数据中心改造。

（2）技术原理：微型液冷边缘计算数据中心由微型液冷机柜、热交换器、二次冷却设备、电子信息设备、硬件资源管理平台等组成。IT 设备完全浸没在注满冷却液的液冷机柜中，通过冷却液直接散热，

冷却液再通过小功率变频循环泵驱动，循环到板式换热器与制冷系统进行冷量交换。

(3) 主要节能指标：①系统年均 PUE 最低可降至 1.1；②2.单机柜 IT 可用空间 13-42U，可用 IT 功率密度 5-50kW。

(4) 应用实例：某数据中心选用直膨式制冷方案，年均降至 PUE=1.4，全年节电量 8.76 万 kW·h。

6.1.3 喷淋液冷边缘计算工作站

(1) 适用范围：新建数据中心、在用数据中心改造。

(2) 技术原理：整个系统主要由冷却塔、冷水机组、液冷 CDU、液冷喷淋机柜构成。工作过程为：低温冷却液送入服务器精准喷淋芯片等发热单元带走热量，喷淋后的高温冷却液返回液冷 CDU 与冷却水换热处理为低温冷却液后再次进入服务器喷淋。冷却液全程无相变。

(3) 主要节能指标：①PUE 值可低至 1.07；②2.单机架功率集成可达 50kW 以上；③3.2U 标准机架式喷淋液冷服务器功率密度可达 2kW 以上。

(4) 应用实例：某数据中心整体电功率达到 120kW。机房室外设备采用集装箱式整机模块，数据中心整体 PUE 值降低至 1.07。

6.2 高效制冷/冷却技术产品

6.2.1 蒸发冷却式冷水机组

(1) 适用范围：新建数据中心、在用数据中心改造。

(2) 技术原理：通过蒸发冷却和闭式冷却水塔相结合的方式，充分利用空气流动及水的蒸发潜热冷却压缩机制冷剂，实现对自然冷源的充分利用。

(3) 主要节能指标：①能效比（COP）： ≥ 15 ；②与传统的水冷式冷水机组相比，可以节电 15%以上，节水 50%以上；③与风冷式冷水机组相比，节能 35%以上。

(4) 应用实例：某数据中心应用后，年节能量约 104MW·h；年节水量：40824m³；补水量：0.8m³/h。

6.2.2 磁悬浮变频离心式冷水机组

(1) 适用范围：新建数据中心。

(2) 技术原理：磁悬浮压缩机采用电机直接驱动转子，电子转轴和叶轮组件通过数字控制的磁轴承在旋转过程中悬浮运转，在不产生磨损且完全无油运行情况下实现制冷功能。

(3) 主要节能指标：与常规变频离心机组及螺杆机组相比，可节电约 10%-15%。

(4) 应用实例：某数据中心应用后，季节综合 COP 可高于 14，运行费用约为传统冷水机组的 47.6%。

6.2.3 集成自然冷却功能的风冷螺杆冷水机组

(1) 适用范围：新建数据中心、在用数据中心改造。

(2) 技术原理：风冷螺杆冷水机组集成自然冷却功能，具有压缩机制冷、完全自然冷却制冷、压缩机制冷+自然冷却制冷三种运行方式。

(3) 主要节能指标：①综合能效：大于 6.0；②与常规风冷螺杆冷水机组相比，可节能 36%以上。

(4) 应用实例：某数据中心安装自然冷却风冷全封闭螺杆冷水机组 4 台（3 用 1 备），年节省电力约 200 万 kW·h。

6.2.4 风墙新风冷却技术

(1) 适用范围：新建数据中心。

(2) 技术原理：将室外自然新风经过处理以后引入机房内，对设备进行冷却降温。

(3) 主要节能指标：与传统精密空调系统相比，系统可节电约 60%。

(4) 应用实例：北方某数据中心建设容量 10 万台服务器，充分利用自然冷源，配合高效供电系统，可实现 PUE 低至 1.1。

6.3 高效 IT 技术产品

6.3.1 温水水冷服务器

(1) 适用范围：新建数据中心。

(2) 技术原理：采用 45℃的温水作为 IT 设备制冷的冷媒工质，采用间接式液冷方式对计算机服务器进行冷却。在大多数地区可直接采用自然冷源，大规模应用下可进行热回收。

(3) 主要节能指标：PUE 可低于 1.1。

(4) 应用实例：某数据中心进水温度 40-45℃，冷却用水由自然冷却系统提供，系统 PUE 值为 1.1。

6.3.2 冷板式液冷服务器

(1) 适用范围：新建数据中心。

(2) 技术原理：利用液体作为中间热量传输的媒介，通过液冷板等高效热传导部件将芯片热量传递到冷媒中。可有效解决中高密度服务器的散热问题，降低冷却系统能耗且降低噪声。

(3) 主要节能指标：①与同等配置的风冷服务器相比，服务器可节电 46.8%；②噪音可降至 45dB。

(4) 应用实例：某数据中心应用后，与传统风冷服务器相比，节电率约 45%，年节电量 275.6 万 kW·h。

6.3.3 基于 GPU 加速的异构计算技术

(1) 适用范围：新建数据中心

(2) 技术原理：基于高速总线互联架构将计算解耦，将 GPU/FPGA/AI 加速卡池化设计，实现 1 机单卡，1 机多卡，多机单卡和多机多卡灵活资源配置。

(3) 主要节能指标：对比传统 GPU 服务器，功耗可降低 7%以上，TCO 优化 5%以上。

(4) 应用实例：某数据中心应用 43 个机柜，年节电约 35.9 万 kW·h。

6.3.4 长效大容量光盘库存储技术

(1) 适用范围：新建数据中心、在用数据中心改造。

(2) 技术原理：充分利用蓝光光盘可靠长效存储的特点构造高

密度光盘库库体，并通过机电一体化调度技术对光盘进行科学智能化管理，实现海量信息数据的长期安全存储、快速调阅查询和专业归档管理以及智能化离线管理。

(3) 主要节能指标：存储设备可节电约 80%。

6.4 高效供配电技术产品

6.4.1 模块化不间断电源（UPS）

(1) 适用范围：新建数据中心、在用数据中心改造。

(2) 技术原理：UPS 各个功能单元采用模块化设计，整机具有数字化、智能化等特点，可实现网络化管理。

(3) 主要节能指标：整机系统效率可达 95%以上。

(4) 应用实例：某数据中心负载 890kW，效率达到 96%。相比传统工频 UPS 可节电约 5%，年节电约 39 万 kW·h。

6.4.2 10kV 交流输入的直流不间断电源系统

(1) 适用范围：新建数据中心

(2) 技术原理：将原有配电链路中的中压隔离柜、变压器柜、低压配电柜组、HVDC 柜四类设备优化整合为一套电源，在电路拓扑上将模块五个变换环节优化为两个环节。从而简化配电链路，提高了供电效率。

(3) 主要节能指标：10%-100%负载下模块效率>97%，模块最高效率>98%，整机最高效率>97.5%。

(4) 应用实例：某数据中心建筑面积 2 万平米，外市电容量

25MW，共采用 1.8MW 电源 8 台，年节电约 443 万 kW·h。

6.4.3 SGB13 型敞开式立体卷铁芯干式变压器

(1) 适用范围：新建数据中心、在用数据中心改造。

(2) 技术原理：铁芯由三个完全相同的矩形单框拼合而成，拼合后的铁芯的三个心柱呈等边三角形立体排列。磁力线与铁芯材料易磁化方向完全一致，三相磁路无接缝。

(3) 主要节能指标：①容量：2500kVA；②空载损耗：2.438kW；③空载电流：0.13%。

(4) 应用实例：某数据中心应用 2 台敞开式立体卷铁芯干式变压器，年节约用电 8 万 kW·h。

6.4.4 飞轮储能装置

(1) 适用范围：新建数据中心、在用数据中心改造。

(2) 技术原理：从外部输入的电驱动电动机带动飞轮旋转储存动能。当外部负载需要能量时，旋转的飞轮带动发电机发电，再通过电力电子变换装置变成负载所需要的各种频率、电压等级的电能，以满足不同的需求。

(3) 主要节能指标：①输出功率： $\geq 100\text{kW}$ ；②放电电压：360-550VDC；③放电时间： $\geq 15\text{s}$ （100%负载）；④待机充电电压：400-600VDC。

6.5 运维管理技术产品

6.5.1 数据中心能耗监测及智能运维管理系统

(1) 适用范围：新建数据中心、在用数据中心改造。

(2) 技术原理：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，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。

(3) 主要节能指标：与常规数据中心相比，节电可达 30%以上。

(4) 应用实例：某数据中心建筑面积 18921 平米，机柜数量 3196 个，平均每年节约电量 51.9 万余 kW·h。

6.5.2 机房环境参数测量分析及 AI 节能优化技术

(1) 适用范围：新建数据中心、在用数据中心改造。

(2) 技术原理：采用可移动便携式测量平台或机器人搭载传感器，短时间内完成机房空间内的温湿度和空气流量等环境参数测量，通过建立气流模型形成温度云图进行热点分析和室内气流能效优化。另可结合动环监控系统以及 BA 系统的历史数据，通过机器学习模型训练，优化数据中心节能运维管理。

(3) 主要节能指标：①提高测试效率 100%以上；②指导数据中心提高能效利用率 10%以上。

(4) 应用实例：某数据中心应用该技术进行测量分析及改造后，仅半年时间即节约电能约 19.31 万 kW·h。

附录 1 某数据中心能效对标案例

某数据中心能效对标案例

对标案例是企业开展能效对标活动以来的实施方案和初步实施结果的粗略描述，仅作为各数据中心开展能效对标工作的参考。

1.数据中心简介

某数据中心于 2017 年建成投产，机房建筑面积约为 1 万平方米，机房楼共 5 层，其中地下 1 层。地下楼层设置冷水机房、发电机房、蓄水池等功能用房；地上首层设置模块机、配电室等，共建设约 2000 个机柜，单台机柜功率为 4kw。

2.组建能效对标组织机构

为确保能效对标活动顺利开展，保证各项措施得到有效落实，该数据中心成立了能效对标活动领导小组和工作小组，明确个部门的工作职责。能效对标组织机构及职责见下表 7-1。

表 7-1 数据中心能效对标组织机构及职责

组织	主要职责
组长	组织制定《能效对标工作计划》，确定能效标杆
	跟进能效对标工作进度，定期组织工作总结会议
	指导并监督能效对标工作
副组长	听取对标工作汇报
	指导对标工作
	协调各部门开展对标工作
组员	制定《能效对标工作计划》，选定能效标杆
	建立能效对标指标体系

	编制《能效对标分析报告》和《能效改进实施方案》
	收集对标资料，开展信息交换
	编制《能效对标评估报告》
	总结对标工作，提出建议。向领导汇报

3.能效现状分析

经过对该数据中心能效现状分析并结合实际情况，领导小组决定选取 EEUE（电能使用效率）和 CLF（制冷负载因子）为本次能效对标的指标，并选择本省同行业中能效水平排名较前的数据中心作为能效标杆进行对标。

4.能效对标工作计划

为保证能效对标活动顺利实施，对标领导小组征求了各组员的对标工作建议，并结合该数据中心能效现状及能效对标潜力分析，制定了《能效对标工作计划》。具体内容见下表 7-2。

表 7-2 能效对标工作计划

序号	阶段	工作安排	完成时间
1	组织准备	组建能效对标组织机构	2020 年 1 月
		制定《能效对标工作计划》，部署对标工作	
2	现状分析阶段	检查设备运行现状	2020 年 2 月 1 日~2 月 10 日
		收集历史数据，开展现状分析	
3	建立标杆阶段	建立能效指标数据库	2020 年 2 月 11 日~2 月 20 日
		收集国内外数据中心先进技术及应用实例，建立最佳实践数据库	
		建立能效对标指标体系	
4	指标对比阶段	开展与能效标杆的对比分析，编制《能效改进实施方案》	2020 年 2 月 21 日~2 月 28 日
		开展能耗影响因素分析	
		提出整改措施及建议，编制《能效改进实施方案》	
5	能效改	将能效改进目标及措施分解落实到责任部门和对	2020 年 3 月~10 月

	进实践阶段	指定的负责人	
		全面落实《能效改进实施方案》中各项节能改造措施及要求	
6	对标活动评估阶段	对能效对标活动进行阶段性总结	2020年11月1日~11月10日
		编制《能效对标评估报告》	
7	持续改进阶段	总结经验，制定下一阶段《能效对标工作计划》	2020年11月11日~20日

5.能效对标指标体系

根据该数据中心能效现状及对本省同行业中能效水平较高的能效标杆数据中心分析结果，对标小组建立了能效指标数据库和最佳节能实践库。结合相关资料，建立了能效对标指标体系，具体内容见下表 7-3。

表 7-3 能效对标体系

序号	指标分类	指标
1	综合性指标	EEUE（电能使用效率）
2	制冷系统指标	CLF（制冷负载因子）/%
3	运维管理指标	系统监控形式
4	设备指标	空调形式
5		空调末端供冷形式
6		冷水机组控制方式

6.开展对标分析

2019 该数据中心总耗电量为 2400 万 kWh，其中信息设备耗电量为 1147 万 kWh，制冷系统耗电量为 597 万 kWh，信息设备负荷使用率为 50%；EEUE_{实测值} 为 2.09，制冷负载因子为 52.5%，EEUE_{实测值} 较设计值 1.5 高出 10%。根据“表 3-1 EEUE 调整值”可知当信息设备负荷使用率为 50%时，EEUE_{调整值} 为 0.44，则 EEUE_{修正值} 为 1.65。该数据中心与能效标杆各指标对比情况如下表 7-4。

表 7-4 能效指标与能效标杆对比情况

指标	数据中心现状	能效标杆
EEUE _{修正值} (电能使用效率)	1.65	1.27
CLF (制冷负载因子)	52%	16%
系统监控形式	传统监控形式，实时监测系统运行状况	AI 智能监控系统，根据设备历史运行状况自动调控至最佳水平
空调形式	水冷空调系统	水冷空调系统
空调末端供冷形式	密闭通道级供冷	密闭通道级供冷
冷水机组控制方式	传统形式	冷机及其附属设备采用变频控制，末端风机采用直流调速控制，根据末端负载温度，调节冷机输出功率，降低流体节流损耗

通过与标杆数据中心的能效对比分析，对标工作小组认为导致能效水平较低的原因是制冷系统电能使用效率较低，耗电量较大；其次还有系统的运维管理方式过于依赖传统的人工调控方法，导致能效水平较低。

根据与能效标杆的对标情况，对标小组明确了与能效标杆的差距和原因，编制了《能效对标分析报告》。

7.制定能效改进实施方案

根据《能效对标分析报告》并结合实际情况，对标领导小组组织制定了《能效改进实施方案》，主要能效改进措施分为引进“AI 智能监控系统”，冷水机组设备优化改造等。具体内容见下表 7-5。

表 7-5 主要能效改进实施措施

改进类型	主要能效改进措施
设备方面	冷水机组设备优化改造，引进变频技术，加大电能利用效率。
	提高设备可靠性，保证机组安全稳定运行。
	深化设备点检定修，加强设备维护管理，提高设备运转效率。
运维管理方面	引进“AI 智能监控系统”，提升智能监控系统自动化水平，保障设备最佳运转状态。

	数据中心改用回廊型机构，外置玻璃幕墙，可有效阻隔热辐射，降低冷量损耗。
	严格执行各项节能措施，做到科学、经济用能，杜绝能源浪费。

8.落实改进措施

2020 年 3~10 月，该数据中心全面落实《能效改进实施方案》，将能效改进目标及措施分解落实到各责任部门和相应负责人，扎实推进各项能效改进措施。

9.初步能效对标结果

2020 年 6 月，该数据中心对能效对标活动进行了阶段总结。2020 年 1 月~6 月，该数据中心电能使用效率 EEUE 平均值降至 1.49，同比 2019 年 1~6 月降低 0.16；制冷负载因子降至 41%。

10.能效对标评估总结

在能效对标活动领导小组的指导下，能效对标工作小组对本次能效对标工作开展情况开展了阶段性评估，编制了《能效对标评估报告》，对此次能效对标结果进行了分析。由对标结果可知，该数据中心能效水平与标杆企业还存在较大差异，分析认为差距产生的主要原因有机架上架率偏低、设备老化、设备参数与实际运转所需功耗不匹配等，但因数据中心的特殊性，短时间内难以进行大范围设备更新改造。

11.对标活动存在的问题与建议

（1）存在的主要问题

➤ 电能计量器具配备不完善，造成部分耗电数据测量不准确，

不能精确计量各部分用电状况；

➤ 数据中心运营信息机密性较高，难以收集到完整、全面的数据信息；

（2）建议

➤ 加强能源计量器具配备，完善计量体系建设，精准掌握用能情况。

➤ 加强能效对标指南技术、方法培训，熟练掌握对标统计方法。

➤ 对标数据中心与标杆企业在满足保密性要求的前提下相互之间加强交流与沟通，定期召开能效对标会议，提高能效对标实效性，使能效对标活动对提高企业能源使用效率起到真正的指导作用。

附录2 《数据中心 资源利用 第3部分：电能能效要求和测量方法》

ICS 35.020
L 04



中华人民共和国国家标准

GB/T 32910.3—2016

数据中心 资源利用 第3部分：电能能效要求和测量方法

Data center—Resource utilization—Part 3: Electric energy usage
effectiveness requirements and measuring methods

2016-08-29 发布

2017-03-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

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 数据中心电能能效分级和要求 2

6 数据中心电能能效的影响因素分类 3

 6.1 数据中心电能能效影响因素的分类依据 3

 6.2 数据中心安全等级 3

 6.3 数据中心的使用性质 3

 6.4 数据中心信息设备负荷使用率 3

 6.5 数据中心所处气候环境 3

 6.6 数据中心内空调的制冷形式 4

7 数据中心能耗的测量方法 4

 7.1 概述 4

 7.2 测量设备 4

 7.3 测量位置 4

 7.4 测量的条件要求 5

 7.5 标准能耗测量方法 5

 7.6 短时能耗测量方法 6

8 数据中心 EEUE 的计算 6

 8.1 数据中心 EEUE 的定义 6

 8.2 数据中心 EEUE 调整值 6

 8.3 采用标准能耗测量方法的 EEUE 的计算方法 7

 8.4 采用短时能耗测量方法的 EEUE 的计算方法 7

附录 A (资料性附录) 全国主要城市气候类型 8

附录 B (资料性附录) $EEUE_{修正值}$ 和 $EEUE_{实测值}$ 的披露要求 9

前 言

GB/T 32910《数据中心 资源利用》已经或计划发布以下部分：

- 第1部分：术语；
- 第2部分：关键性能指标要求；
- 第3部分：电能能效要求和测量方法；
- 第4部分：可再生能源利用率；
- 第5部分：资源监控管理系统数据格式；
- 第6部分：分布式能源建设总体要求；
- 第7部分：能效管理规范。

本部分为 GB/T 32910 的第3部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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。

本部分由全国信息技术标准化技术委员会(SAC/TC 28)提出并归口。

本部分起草单位：中国电子技术标准化研究院、国家电网公司信息通信分公司、国家发展和改革委员会能源研究所、北京科计通电子工程有限公司、浪潮电子信息产业股份有限公司、华为技术有限公司、清华大学、中国科学院计算技术研究所、中电华通通信有限公司、中国移动通信集团公司、国家能源局信息中心、中国国家标准化管理委员会标准信息中心、北京林业大学、国家机关事务管理局、万国数据服务有限公司、中兴通讯股份有限公司、北京纳源丰科技发展有限公司、武汉大学(国家多媒体软件工程技术研究中心)、北京通和实益电信科技技术研究所有限公司、中科赛能(北京)科技有限公司、北京长城电子工程技术有限公司。

本部分主要起草人：高麟鹏、王力坚、吕俊峰、冯升波、李震、刘宇、黄群骥、赵吉志、黄涛、陈杰、徐志伟、林立、冯剑超、陈洁云、胡雄伟、王玮、朱荣、赵辉、申其辉、刘晓辉、叶世超、程小丹、田守辉、余雷、胡捷。

数据中心 资源利用
第 3 部分：电能能效要求和测量方法

1 范围

GB/T 32910 的本部分给出了数据中心的电能能效等级及影响电能能效的因素，规定了数据中心电能能效的测量方法和计算方法。

本部分适用于数据中心电能能耗的测量及电能使用效率的计算，也可用于分析数据中心电能能效状况，供数据中心设计、建设、运维、改造参考，可作为数据中心电能能效水平评级的依据。

2 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 2887—2011 计算机场地通用规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数据中心电能使用效率 data center electric energy usage effectiveness

为同一时间周期内数据中心总电能消耗量与信息设备电能消耗量之比。

3.2

数据中心总电能消耗 data center total electric energy consumption

维持数据中心正常运行所消耗所有电能的总和，包括信息设备、制冷设备、供配电系统和其他辅助设施的耗电量。

3.3

数据中心信息设备电能消耗 data center information equipment electric energy consumption

数据中心内各类信息设备所消耗电能的总和。

3.4

数据中心信息设备日能耗波动 daily fluctuation of data center information equipments energy consumption

数据中心信息设备随每日负荷使用的变化而产生能耗变化的现象。

3.5

数据中心供配电系统电能损耗 data center electric energy supply system electric energy loss

数据中心中供配电系统在进行电压、电流变换，交直流变换和电能输送过程中所消耗的电能，包括高压配电、变压器、线缆传输、转换开关、各级低压配电、UPS、谐波治理等设备的电能消耗。

3.6

数据中心制冷系统电能消耗 data center cooling system electric energy consumption

数据中心制冷设备所消耗的电能，包括空调主机、室内终端、新风系统等设备的能耗。

3.7

数据中心制冷能耗季节性波动 seasonal fluctuation of data center cooling system energy consumption

数据中心制冷设备的能耗随季节性变化而产生变化的现象。

3.8

数据中心照明能耗 data center lighting electric energy consumption

数据中心照明设备所消耗的电能,包括日常照明、应急照明等照明设备的电能消耗。

3.9

数据中心其他能耗 data center other system electric energy consumption

数据中心除信息设备电能消耗、供配电系统电能损耗、制冷系统电能消耗、照明能耗外,其他基础设施设备包括安防设备、消防灭火设备、传感器以及数据中心的管理系统等的电能消耗。

3.10

数据中心电能使用效率实测值 actual measurement value of electric energy usage effectiveness

根据数据中心各组成部分电能消耗测量值直接得出的数据中心电能使用效率。

3.11

调整值 adjustment value

在 $EEUE_{修正值}$ 计算过程中,考虑采用制冷技术、负荷使用率、数据中心等级、所处地域的气候环境不同产生的差异,而用于调整电能使用效率实测值以补偿其系统差异的数值。

注:由于系统误差不能完全获知,因此这种补偿并不完全。

3.12

数据中心电能使用效率修正值 modified value of electric energy usage effectiveness

对于条件不同的数据中心,用数据中心电能使用效率实测值与考虑到其系统变化条件而得的调整值相减得到的数值。

3.13

数据中心信息设备负荷使用率 data center information equipments load rate

数据中心信息设备实际用电负荷与数据中心信息设备设计用电负荷之比。

3.14

数据中心安全等级 data center security level

根据数据中心内计算机系统运行中断后,会对国家安全、社会秩序、公共利益造成损害的程度而定义的级别。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

EEUE;电能使用效率(electric energy usage effectiveness)

$EEUE_{实测值}$;电能使用效率实测值(actual measurements of electric energy usage effectiveness)

$EEUE_{修正值}$;电能使用效率修正值(amended measurements of electric energy usage effectiveness)

PDU;列头配电柜(power distribution unit)

UPS;不间断电源(uninterrupted power supply)

5 数据中心电能能效分级和要求

数据中心按其 $EEUE_{修正值}$ 可分为一级、二级、三级、四级、五级 5 个等级,每个等级的 EEUE 指标见表 1。

表 1 数据中心电能能效要求分级表

分级名称	分级要求
一级(节能)	$1 < EEUE_{\text{修正值}} \leq 1.6$
二级(较节能)	$1.6 < EEUE_{\text{修正值}} \leq 1.8$
三级(合格)	$1.8 < EEUE_{\text{修正值}} \leq 2$
四级(较耗能)	$2 < EEUE_{\text{修正值}} \leq 2.2$
五级(高耗能)	$2.2 < EEUE_{\text{修正值}}$

注：表 1 中 $EEUE_{\text{修正值}}$ 的计算方法见第 8 章。

6 数据中心电能能效的影响因素分类

6.1 数据中心电能能效影响因素的分类依据

数据中心电能能效和能效与很多因素有关,依据对能耗和能效影响最大的因素,如:安全级别、使用性质、负荷使用率、所处气候环境和使用空调的制冷形式。

6.2 数据中心安全等级

按照数据中心内计算机系统运行中断的影响程度,将计算机机房所处的数据中心分为 A、B、C 三级。数据中心安全等级越高,数据中心内的各系统的冗余度越高,则能耗越大:

- a) A 级:计算机系统运行中断后,会对国家安全、社会秩序、公共利益造成严重损害。
- b) B 级:计算机系统运行中断后,会对国家安全、社会秩序、公共利益造成较大损害。
- c) C 级:不属于 A 级、B 级的情况。

注:数据中心的安全等级划分规范见 GB/T 2887—2011。

6.3 数据中心的使用性质

数据中心内计算机系统运行业务具有周期性,如连续稳定运行类业务和随机间断运行类业务:

- a) 连续稳定运行类:常年承担运行任务,用电量变化有规律可循,数据中心信息设备日能耗波动相对较小,例如互联网数据中心等。
 - b) 随机间断运行类:承担阶段性运行任务,用电量起伏较大,例如超算数据中心等。
- 运行随机间断运行类业务的数据中心其能耗突变较大。

6.4 数据中心信息设备负荷使用率

数据中心信息设备的负荷使用率分为:轻载、半载、重载、满载:

- a) 轻载:数据中心信息设备负荷使用率小于 25%。
- b) 半载:数据中心信息设备负荷使用率大于或等于 25%,小于 50%。
- c) 重载:数据中心信息设备负荷使用率大于或等于 50%,小于 75%。
- d) 满载:数据中心信息设备负荷使用率大于或等于 75%,小于或等于 100%。

6.5 数据中心所处气候环境

数据中心所处地理位置的气候类型分为:严寒地区数据中心、寒冷地区数据中心、夏热冬冷地区数据中心、夏热冬暖地区数据中心、温和地区数据中心。

我国针对一般建筑热工设计可以分为 5 个气候区,分区名称及指标见表 2。

表 2 我国气候分区表

分区名称	分区指标			
	主要指标		辅助指标	
严寒地区	最冷月平均温度	$<-10\text{ }^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\leq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数	$\geq 145\text{ d}$
寒冷地区	最冷月平均温度	$\geq -10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim<0\text{ }^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\leq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数	$\geq 90\text{ d}\sim<145\text{ d}$
夏热冬冷地区	最冷月平均温度	$\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim<10\text{ }^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\leq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数	$<90\text{ d}$
	最热月平均温度	$\geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim\leq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数	$\geq 40\text{ d}\sim<110\text{ d}$
夏热冬暖地区	最冷月平均温度	$\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数	$\geq 100\text{ d}\sim\leq 200\text{ d}$
	最热月平均温度	$\geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim\leq 29\text{ }^{\circ}\text{C}$		
温和地区	最冷月平均温度	$\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim\leq 13\text{ }^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\leq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数	$\leq 90\text{ d}$
	最热月平均温度	$\geq 18\text{ }^{\circ}\text{C}\sim\leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$		

6.6 数据中心内空调的制冷形式

数据中心所用空调系统的主要制冷形式可分为风冷式系统和水冷式系统：

- a) 风冷式系统：数据中心制冷系统的冷凝器完全不需要冷却水，只利用空气为冷源（或者通过二次冷媒循环）使气态制冷剂冷凝。
- b) 水冷式系统：数据中心制冷系统的冷凝器是采用水冷却高压气态制冷剂而使之冷凝的设备。冷却水可以是地下水、地表水、经冷却后再利用的循环水。

7 数据中心能耗的测量方法

7.1 概述

数据中心能耗的测量方法是指运用统一的方法，对数据中心及其子系统耗电进行测量，包括测量范围、测量点的选择、测量参数的处理和测量设备要求等。

因为大多数数据中心负载电功率特性为非恒定功率，所以用电量数据的标准取得方法是使用电能计量仪表统计的方式而不是使用功率表以抽样法测量的方式获得。

数据中心制冷能耗是数据中心除信息设备能耗外最大的能耗，也是影响 EEUE 的最重要因素，由于存在数据中心制冷能耗季节性波动，所以 EEUE 统计以一年为一个标准周期。

数据中心电能能效统计范围应包括 GB/T 2887—2011 中规定的主要工作房间和第一类辅助房间，不包括第二类辅助房间和第三类辅助房间。

7.2 测量设备

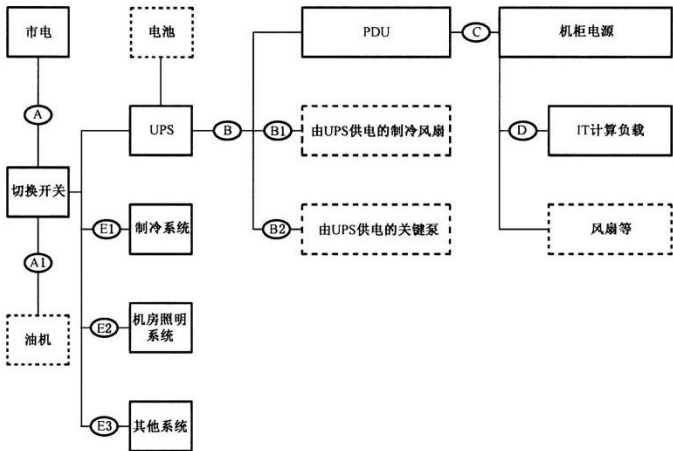
电能计量仪表：精度为 1 级。

7.3 测量位置

数据中心应至少在以下位置安装设置电能计量仪表或选为测量点：

- a) 数据中心总电能消耗的测量位置应为变压器低压侧（见图 1 中 A 点）。
- b) 当 PDU 无隔离变压器时，数据中心信息设备电能消耗的测量位置应为 UPS 输出端供电回路

- (见图 1 中 B 点)。
- c) 当 PDU 带隔离变压器时,数据中心信息设备电能消耗的测量位置应为 PDU 输出端供电回路(见图 1 中 C 点)。
 - d) 当采用机柜风扇作为辅助降温时,数据中心信息设备电能消耗的测量位置应为 IT 负载供电回路(见图 1 中 D 点)。
 - e) 当信息设备能耗测量点为 UPS 输出端供电回路,且 UPS 负载还包括 UPS 供电的制冷、泵时,制冷、泵能耗应在 IT 能耗中扣除(扣除图 1 中 B1 点、B2 点测得的电度量)。
 - f) 当进行标准能效测量时(1 年)且数据中心设有柴油发电机时,所有柴油发电机馈电回路的电能(如图 1 中 A1 点测得的电度量)应计入总输入电量。
 - g) 大型数据中心,对能效要求监控要求较高的数据中心,宜采用对各主要系统的耗电量分别计量的方法(如图 1 中 E1 点、E2 点和 E3 点测得的电度量)。



注：图中的“其他系统”能耗主要指室外照明，办公区能耗。

图 1 数据中心电能消耗测量点

7.4 测量的条件要求

具体测量条件如下：

- a) 测量时机房内温湿度、照度应符合 GB/T 2887—2011 中相关要求。
- b) 应充分利用原设计已有的配电设施和低压配电监测系统,结合现场实际合理设计计量系统所需要的计量仪表、计量表箱和数据采集器的数量及安放位置。
- c) 数据中心电能计量仪表不应与供电部门计量表共用互感器,不应与计费电能表串接。
- d) 电能计量仪表应具有数据输出接口。
- e) 仪表采样周期宜为 15 min 或 1 h。
- f) 宜建设能效管理系统,实现对能耗数据的统计、分析和能效指标的自动计算。

7.5 标准能耗测量方法

标准能耗测量方法是指对用于计算数据中心 EEUE 的各系统的电能能耗进行周期为一年的连续

不断的测量。

标准能耗测量步骤如下：

- a) 根据数据中心的实际情况，依据测量计划，按 7.3 规定选定测量点。
- b) 在选定的测量点放置符合 7.2 要求的电能计量仪表。
- c) 当电能计量仪表具有数据远传功能时，确定所有安装的电能计量仪表可与能效管理系统通信。
- d) 启动能效管理系统中各组成设备，开始对数据中心的电能能耗进行实时采集。
- e) 能效管理系统对采集得到的数据中心电能能耗数据进行分析计算得出 EEUE 值。

7.6 短时能耗测量方法

短时能耗测量方法是指应使用移动式电表或有电能计量功能的电表对用于计算数据中心 EEUE 的各系统的电能能耗进行每季节不少于两次的测量，测量各点的时间起始点及测量周期应同步一致。

短时能耗测量步骤如下：

- a) 根据数据中心的实际情况，依据测量计划，按 7.3 规定选定测量点。
- b) 在选定的测量点放置符合 7.2 要求的电表。
- c) 测量人员在保证各测量点的时间起始点及测量周期同步一致的情况下开始测量。
- d) 测量结束时，测量人员及时准确地记录测量数据。
- e) 将测量而得的数据中心电能能耗数据进行分析计算得到 EEUE 值。

8 数据中心 EEUE 的计算

8.1 数据中心 EEUE 的定义

EEUE 为数据中心总电能消耗与数据中心信息设备电能消耗之间的比值，EEUE 按如下公式计算：

$$EEUE = E_{Total} / E_{IT}$$

式中：

- E_{Total} ——数据中心总电能消耗，单位为千瓦时(kW·h)；
- E_{IT} ——数据中心信息设备电能消耗，单位为千瓦时(kW·h)。

8.2 数据中心 EEUE 调整值

EEUE 调整值是根据影响数据中心的 EEUE 的因素(包括安全等级、所处气候环境、空调制冷形式和负荷使用率)的不同而制定的用于平衡上述因素差异的调整值，差异因素及其对应调整值见表 3。全国主要城市气候类型参见附录 A。

表 3 EEUE 调整值

调整因素		压缩机 调整值	加湿调 整值	新风调 整值	UPS 调 整值	供电调 整值	照明调 整值	其他调 整值	单一条件 变化的 EEUE 调 整值
安全等级	A 级	0	0	0.02	0.06	0	0	0.02	0.1
	B 级	0	0	0	0	0	0	0	0
	C 级	0	-0.04	-0.08	-0.016	-0.004	0	-0.01	-0.15

表 3 (续)

调整因素		压缩机 调整值	加湿调 整值	新风调 整值	UPS 调 整值	供电调 整值	照明调 整值	其他调 整值	单一条件 变化的 EEUE 调 整值
气候环境 (水冷)	严寒、水冷	-0.13			0	0	0	0	-0.13
	寒冷、水冷	-0.11			0	0	0	0	-0.11
	夏热冬冷、 水冷	-0.04			0	0	0	0	-0.04
	夏热冬暖、 水冷	0.03			0	0	0	0	0.03
	温和、水冷	-0.05			0	0	0	0	-0.05
	严寒、风冷	-0.03			0	0	0	0	-0.03
	寒冷、风冷	0			0	0	0	0	0
	夏热冬冷、 风冷	0.04			0	0	0	0	0.04
	夏热冬暖、 风冷	0.07			0	0	0	0	0.07
	温和、风冷	0.03			0	0	0	0	0.03
信息设 备负荷 使用率	25%	0	0.18	0.38	0.7	0.06	0.06	0.06	1.44
	50%	0	0.06	0.1	0.22	0.02	0.02	0.02	0.44
	75%	0	0.02	0.03	0.09	0.007	0.007	0.007	0.161
	100%	0	0	0	0	0	0	0	0

8.3 采用标准能耗测量方法的 EEUE 的计算方法

数据中心的能耗测量按照 7.5 规定的标准能耗测量进行时,其 $EEUE_{修正值}$ 为 $EEUE_{实测值}$ 与 $EEUE_{调整值}$ 相减之值。

注:调整值可以选择性使用,在计算时根据实际情况进行选择,例如对其中的一项不予以考虑等。

根据数据中心所处地理位置的气候环境、空调制冷形式、安全等级、信息设备负荷使用率等分类类型在表 2 中查找对应的单一条件变化的 EEUE 调整值。对于信息设备负荷使用率为大于或等于 25%,小于或等于 100%的数据中心,其调整值根据表 2 中对应的单一条件变化的 EEUE 调整值进行等比例差值计算而得。对于信息设备负荷使用率为小于 25%的数据中心,其调整值直接使用表 2 中 25%对应的单一条件变化的 EEUE 调整值。 $EEUE_{修正值}$ 的披露要求参见附录 B。

示例 1:某数据中心位于上海,使用水冷空调,安全等级为 A 级,负荷使用率为 50%,则其单一条件变化的 EEUE 调整值分别为:-0.04,0.1,0.44。

示例 2:某数据中心位于南京,使用风冷空调,安全等级为 C 级,负荷使用率为 70%,则其单一条件变化的 EEUE 调整值分别为:0.04,-0.15,0.22。

8.4 采用短时能耗测量方法的 EEUE 的计算方法

数据中心的能耗测量按照 7.6 规定的短时能耗测量进行时,其所得 $EEUE_{实测值}$ 不适宜使用 8.1 规定的调整系数进行计算,因此该数值仅能适用于指导数据中心自身能效提升活动,不适用于不同数据中心的电能能效比较和能效等级评定。 $EEUE_{实测值}$ 的披露要求参见附录 B。

附 录 A
(资料性附录)
全国主要城市气候类型

我国各气候分区所包含的主要城市的气候类型见表 A.1。

表 A.1 我国各气候分区所包含的主要城市

气候类型	对应城市	气候类型	对应城市
严寒	西宁	夏热冬冷	南京
	长春		成都
	哈尔滨		合肥
	呼和浩特		上海
	乌鲁木齐		杭州
	沈阳		长沙
寒冷	拉萨		武汉
	银川		重庆
	兰州		南昌
	太原		桂林
	青岛		宁波
	北京	夏热冬暖	福州
	天津		广州
	郑州		南宁
	西安		海口
	大连		厦门
	济南		深圳
	石家庄		台北
温和	昆明		香港
	贵阳		澳门

附录 B
(资料性附录)
EEUE_{修正值}和 EEUE_{实测值}的披露要求

B.1 披露的一般要求

当披露数据中心的 EEUE_{实测值}和 EEUE_{修正值}时,宜至少同时披露以下内容:

- a) 数据中心的地理位置和安全等级;
- b) 该值覆盖的时间周期,如:年度、季度、月度、周;
- c) EEUE 值的类别,如:EEUE_{实测值}、EEUE_{修正值}。

在披露时,用 EEUE-R 表示 EEUE_{实测值},用 EEUE-X 表示 EEUE_{修正值}。

B.2 EEUE_{修正值}的要求

在披露 EEUE_{修正值}EEUE-X 时,应同时公布包括该数据中心所处地理位置的气候环境类型、空调制冷形式、安全等级、信息设备负荷使用率的辅助信息详见表 B.1。

表 B.1 EEUE_{修正值}的辅助信息

辅助信息	内容
所处地理位置的气候环境类型	
空调制冷形式	
安全等级	
信息设备负荷使用率	

示例:某数据中心的 EEUE_{修正值}EEUE-X 的披露方式见表 B.2。

表 B.2 1.72 EEUE-X 的辅助信息

辅助信息	内容
所处地理位置的气候环境类型	夏热冬冷
空调制冷形式	水冷
安全等级	B
信息设备负荷使用率	75%

表 B.2 表示该数据中心用所测量得到的 EEUE_{实测值}根据该数据中心所处地理位置的气候环境类型、空调制冷形式、安全等级、信息设备负荷使用率的特性,迭加对应的调整值,最终其 EEUE_{修正值}EEUE-X 为 1.72。

B.3 EEUE_{实测值}的要求

在披露 EEUE_{实测值}EEUE-R 时,应以 EEUE-Ra 方式表明,其中:a 用以表示 EEUE_{实测值}的覆盖的时

间周期;当覆盖周期为年时, a 为 Y;当覆盖周期为若干月时, a 为 nM ,其中 n 为测量值覆盖的月数;当覆盖周期为周时, a 为 nW ,其中 n 为测量值覆盖的周数。

示例:某数据中心的 $EEUE_{\text{实测值}}$ $EEUE-R$ 为:1.67 $EEUE-R_{5M}$,表示该数据中心测量覆盖 5 个月,所测量得到的 $EEUE_{\text{实测值}}$ 为 1.67。

B.4 $EEUE_{\text{实测值}}$ 披露示例

表 B.3 中列出了某些数据中心公布的其 $EEUE_{\text{实测值}}$ $EEUE-R$ 的范例和含义。

表 B.3 $EEUE_{\text{实测值}}$ 示例

$EEUE_{\text{实测值}}$	含义
1.67 $EEUE-R_Y$	测量覆盖周期为年
1.5 $EEUE-R_{8M}$	测量覆盖周期为 8 个月
1.92 $EEUE-R_{5W}$	测量覆盖周期为 5 周
1.86 $EEUE-R_{6M}$	测量覆盖周期为 6 个月