

# 上海市数据中心建设导则

## (2021 版)

2021 年 4 月

# 目录

|       |                                                  |    |
|-------|--------------------------------------------------|----|
| 1.    | 总则.....                                          | 1  |
| 1.1.  | 总体要求 .....                                       | 1  |
| 1.2.  | 适用范围 .....                                       | 2  |
| 1.3.  | 符合性说明 .....                                      | 2  |
| 2.    | 体系架构.....                                        | 3  |
| 3.    | 引用文件.....                                        | 3  |
| 4.    | 术语和定义.....                                       | 6  |
| 4.1.  | 主机房 computer room.....                           | 6  |
| 4.2.  | 不间断电源系统 uninterruptible power system (UPS) ..... | 6  |
| 4.3.  | 布线 cabling .....                                 | 6  |
| 4.4.  | 水资源使用效率 (WUE) .....                              | 6  |
| 4.5.  | 电能利用效率 (PUE) .....                               | 6  |
| 4.6.  | 机架设计总功率 .....                                    | 7  |
| 4.7.  | 平均机架设计功率 .....                                   | 7  |
| 4.8.  | IT 设备上架率 (Rack <sub>on</sub> ) .....             | 7  |
| 4.9.  | 平均机架运行功率 (P <sub>rack</sub> ) .....              | 7  |
| 4.10. | 数据中心设计总功率 .....                                  | 7  |
| 4.11. | 能耗强度 .....                                       | 8  |
| 5.    | 缩略语.....                                         | 8  |
| 6.    | 规划与选址.....                                       | 9  |
| 6.1.  | 空间布局 .....                                       | 9  |
| 6.2.  | 选址要求 .....                                       | 9  |
| 6.3.  | 其他要求 .....                                       | 10 |
| 7.    | 建筑与配套.....                                       | 10 |
| 7.1.  | 建筑 .....                                         | 10 |
| 7.2.  | 供配电 .....                                        | 11 |
| 7.3.  | 制冷与通风 .....                                      | 11 |
| 7.4.  | 机架与布线 .....                                      | 12 |
| 7.5.  | 安防与消防 .....                                      | 12 |
| 7.6.  | 网络 .....                                         | 13 |
| 7.7.  | 给排水 .....                                        | 13 |
| 7.8.  | 液冷 .....                                         | 13 |
| 8.    | 规模与功能.....                                       | 14 |
| 8.1.  | 规模 .....                                         | 14 |
| 8.2.  | 功能 .....                                         | 14 |
| 9.    | 安全.....                                          | 15 |
| 10.   | 节能.....                                          | 15 |
| 10.1. | 建筑节能 .....                                       | 15 |
| 10.2. | 供配电节能 .....                                      | 16 |
| 10.3. | 制冷节能 .....                                       | 16 |
| 10.4. | IT 设备节能 .....                                    | 17 |
| 10.5. | 其他节能 .....                                       | 17 |

|       |                          |    |
|-------|--------------------------|----|
| 11.   | 报建主体.....                | 18 |
| 11.1. | 资格和资质 .....              | 18 |
| 12.   | 论证、评估与监测.....            | 18 |
| 12.1. | 一般要求 .....               | 19 |
| 12.2. | 综合评估评价体系架构.....          | 19 |
| 12.3. | 关键指标要求 .....             | 20 |
| 12.4. | 监测配套 .....               | 21 |
| 13.   | 边缘数据中心.....              | 21 |
| 13.1. | 基本要求 .....               | 21 |
| 13.2. | 技术要求 .....               | 22 |
| 附录 A  | 数据中心 PUE 和 WUE 测量方法..... | 1  |
| A.1.  | 概述 .....                 | 1  |
| A.2.  | 基准 PUE 指标的计算公式.....      | 1  |
| A.3.  | 基准 PUE 的测量参数及测量点.....    | 2  |
| A.4.  | 综合 PUE 指标的计算公式.....      | 5  |
| A.5.  | 综合 PUE 的测量参数及测量点.....    | 8  |
| A.6.  | WUE 指标的计算公式 .....        | 9  |
| A.7.  | WUE 指标的测量参数及测量点.....     | 9  |
| A.8.  | 能耗的间接测量和估算.....          | 9  |
| A.9.  | 测量周期和频率 .....            | 10 |
| A.10. | 测量设备和系统 .....            | 11 |
| A.11. | 能效数据信息备注要求.....          | 12 |
| 附录 B  | 数据中心规模定义.....            | 12 |
| B.1   | 标准机架 .....               | 12 |
| B.2   | 超大型数据中心 .....            | 13 |
| B.3   | 大型数据中心 .....             | 13 |
| B.4   | 中小型数据中心 .....            | 13 |
| B.5   | 边缘数据中心 .....             | 13 |

# 引言

为促进本市“五个中心”、卓越的全球城市和具有世界影响力的社会主义现代化国际大都市建设，落实《上海市推进新型基础设施建设行动方案(2020-2022年)》和《关于全面推进上海城市数字化转型的意见》要求，控制本市互联网数据中心建设和新增能耗，实现合理布局，2019年我委发了《上海市互联网数据中心建设导则(2019版)》。现根据应用需求和技术进展更新为《上海市数据中心建设导则(2021版)》(以下简称导则)。

本导则共分13章，总则部分阐述了总体要求、适用范围、符合性说明等，术语和定义部分汇总了主要的专用术语，并进行定义或说明。其余部分对本市数据中心建设的规划与选址、建筑与配套、规模与功能、安全、节能、报建主体，以及论证、评估与监测和边缘数据中心等方面进行了规范。

本导则执行过程中如有意见和建议，请寄送上海市经济和信息化委员会(世博村路300号5号楼1003室，邮编200125)，以便今后修订时参考。

本导则由上海市经济和信息化委员会组织编制，中国信息通信研究院具体承担。解释权归上海市经济和信息化委员会。

# 上海市数据中心建设导则（2021 版）

## 1. 总则

### 1.1. 总体要求

“十四五”期间，统筹全市数据中心规模、布局、用能，形成“满足必需、功能聚焦、布局均衡、高效绿色、性能突出”的数据中心发展格局。为推动高质量发展、创造高品质生活，提升城市能级和核心竞争力提供坚实有力的信息基础设施支撑。在本市建设数据中心应满足以下要求：

1、 应用需求方面：优先支持服务“五个中心”建设的功能性、枢纽型基础平台，服务先进制造业、现代服务业等重点聚焦的人工智能、大数据、工业互联网、智能网联汽车、金融服务、云计算等产业应用，以及其他聚焦计算功能、服务提升城市能级和核心竞争力的重大项目应用。

2、 选址布局方面：严禁本市中环以内区域新建数据中心，原则上应在外环外符合配套条件的工业区或发电厂厂区内，采用先进节能技术集约建设，并兼顾区域经济密度要求。

3、 资质资质方面：具备国家或本市颁发的数据中心运营许可，有专业的管理和运营团队，在本市有长期稳定服务能力。

4、 设计指标方面：新建大型数据中心单项目规模应不低于

3000 个标准机架，平均机架设计功率不低于 6 kW，机架设计总功率不小于 18 MW，综合 PUE 严格控制不超过 1.3；新建边缘数据中心单项目规模应控制在 100 个机架内，PUE 不应高于 1.5，平均机架设计功率不低于 6 kW。

5、 评估监测方面：报建主体应于立项前做好项目论证，并按本导则要求开展自评估。投入运行前应完成能效监测配套设施建设，并对接本市数据中心能效监测管理平台。

6、 满足本导则提出的其他要求。

## 1.2. 适用范围

本导则规定，数据中心是指拥有网络出口，能为服务器、存储等 IT 设备的部署和运行提供可靠安全的供配电和制冷等环境，实现对数据的存储、计算和转发等功能的场所，包括计算、存储等各种用途的数据中心，例如云计算数据中心、大数据中心、智能计算中心、人工智能超算中心等。

在本市范围内建设数据中心，原则上应按本导则要求执行；建设金融等特殊数据中心应参照本导则执行；建设边缘数据中心参照本导则第十三章的要求，管理办法参照本市相关政策要求。

## 1.3. 符合性说明

在本市建设数据中心除应符合本导则外，还应符合现行国家、行业 and 上海市相关标准和法律法规的规定。

## 2. 体系架构

本导则规定了上海市数据中心建设的规划与选址、建筑与配套、规模与功能、安全、节能、报建主体以及论证、评估与监测和边缘数据中心等各方面的具体要求。

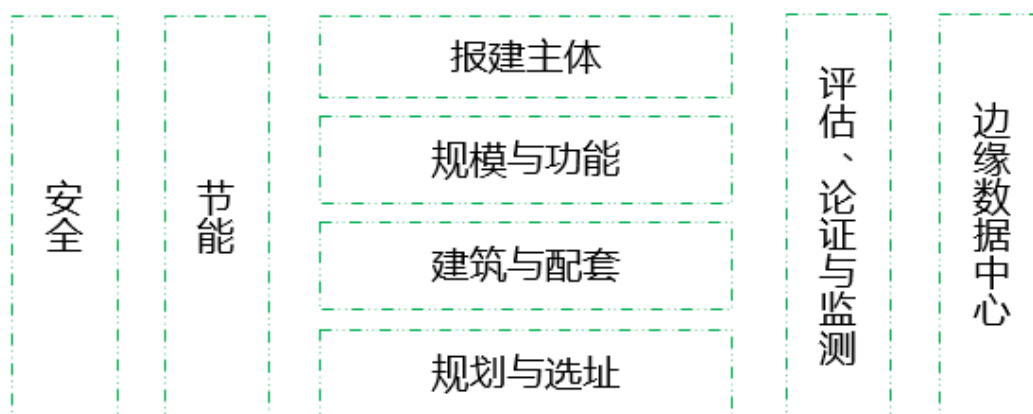


图 1 体系架构

## 3. 引用文件

|          |                   |
|----------|-------------------|
| GB 20052 | 电力变压器能效限定值及能效等级   |
| GB 50016 | 建筑设计防火规范          |
| GB 50019 | 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范 |
| GB 50116 | 火灾自动报警系统设计规范      |
| GB 50174 | 数据中心设计规范          |
| GB 50311 | 综合布线系统工程设计规范      |
| GB 50348 | 安全防范工程技术规范        |
| GB 50462 | 数据中心基础设施施工及验收规范   |
| GB 50736 | 民用建筑供暖通风与空气调节设计   |

|            |                            |
|------------|----------------------------|
| GB 51195   | 互联网数据中心工程技术规范              |
| GB 51245   | 工业建筑节能设计统一标准               |
| GB 7588    | 电梯制造与安装安全规范                |
| GB/T 14295 | 空气过滤器                      |
| GB/T 7106  | 建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法       |
| GB/T 32910 | 数据中心 资源利用                  |
| GB/T 34982 | 云计算数据中心基本要求                |
| GB/T 51314 | 数据中心基础设施运行维护标准             |
| GB/T 29328 | 重要电力用户供电电源及自备应急电源配置技术规范    |
| YD/T 2441  | 互联网数据中心技术及分级分类标准           |
| YD/T 2442  | 互联网数据中心资源占用、能效及排放技术要求和评测方法 |
| YD/T 2542  | 电信互联网数据中心（IDC）总体技术要求       |
| YD/T 2543  | 电信互联网数据中心（IDC）的能耗测评方法      |
| T/CCSA 269 | 数据中心液冷服务器系统总体技术要求和测试方法     |
| T/CCSA 270 | 数据中心冷板式液冷服务器系统技术要求和测试方法    |
| T/CCSA 271 | 数据中心喷淋式液冷服务器系统技术要求和测试方法    |
| T/CCSA 272 | 数据中心浸没式液冷服务器系统技术要求和测试方法    |



|                                      |                                                       |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                      | 试方法                                                   |
| T/CCSA 273                           | 数据中心液冷服务器系统能源使用效率技术要求<br>和测试方法                        |
| T/CCSA 274                           | 数据中心液冷系统冷却液体技术要求和测试方<br>法                             |
| DB31/652-2020                        | 《数据中心能源消耗限额》                                          |
| 沪委发〔2020〕30号                         | 《中共上海市委关于制定上海市国民经济和社<br>会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目<br>标的建议》 |
| 2021年1月27日市<br>第十五届人民代表大<br>会第五次会议批准 | 《上海市国民经济和社会发展第十四个五年规<br>划和二〇三五年远景目标纲要》                |
| 沪委发〔2018〕14号                         | 《关于面向全球面向未来提升上海城市能级和<br>核心竞争力的意见》                     |
| 沪委发〔2020〕35号                         | 《关于全面推进上海城市数字化转型的意见》                                  |
| 沪府〔2020〕27号                          | 《上海市推进新型基础设施建设行动方案<br>(2020-2022年)》                   |
| 国函〔2017〕147号                         | 《上海市城市总体规划（2017-2035年）》                               |
| 沪府发〔2017〕78号                         | 《上海市固定资产投资项目节能审查实施办法》                                 |
| 沪发改规范〔2018〕5号                        | 《上海市固定资产投资项目节能验收管理办法》                                 |
| 沪府发〔2018〕51号                         | 《上海市产业地图》                                             |
| 银监办发〔2010〕114号                       | 《商业银行数据中心监管指引》                                        |

## 4. 术语和定义

### 4.1. 主机房 computer room

主要用于数据处理设备安装和运行的建筑空间，包括服务器机房、网络机房等功能区域。

### 4.2. 不间断电源系统 uninterruptible power system (UPS)

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，在一段时间内，维持对负载供电的连续性。

### 4.3. 布线 cabling

能够支持电子信息设备相连的各种缆线、跳线、接插软线和连接器件组成的系统。

### 4.4. 水资源使用效率 (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，单位是 L/kWh。

### 4.5. 电能利用效率 (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，无单位。

#### 4.6. 机架设计总功率

机架设计总功率是指数据中心 IT 设备的设计总功率,单位是 MW。

#### 4.7. 平均机架设计功率

平均机架设计功率是指机架设计总功率除以总机架数,单位是 kW。

#### 4.8. IT 设备上架率 (Rack<sub>on</sub>)

IT 设备上架率是指实际上架机架的设计功率与机架设计总功率的比值。

假设机架总设计功率为 X kW,其中,M 个上架的机架设计功率为 A kW,N 个上架的机架设计功率为 B kW,那么,IT 设备上架率为:

$$\text{Rack}_{\text{on}}=[M*A+N*B]/X。$$

#### 4.9. 平均机架运行功率 (P<sub>rack</sub>)

平均机架运行功率是指实际已运行机架的平均功率。

假设实际运行的机架中,M 个机架的实际运行功率为 A kW,N 个机架的实际运行功率为 B kW,那么,平均机架运行功率为:

$$P_{\text{rack}}=(M*A+N*B)/(M+N) \text{ (kW)}$$

#### 4.10. 数据中心设计总功率

数据中心设计总功率是指满足所有机架在设计功率内满负荷正

常运行条件下，IT 设备、制冷系统、供配电系统以及照明等配套设施所需的全部功率，单位是 MW。

#### 4.11. 能耗强度

数据中心所有方及服务器所有者所承诺的在本市新建数据中心产生的经济增量与能耗增量的比值，单位是 万元/kW。

### 5. 缩略语

|      |              |                                   |
|------|--------------|-----------------------------------|
| AR   | 增强现实         | Augmented reality                 |
| CFD  | 计算流体动力学      | Computational fluid dynamics      |
| GWP  | 全球变暖系数值      | Global warming potential          |
| HVDC | 高压直流电源       | High-voltage direct current       |
| IDC  | 互联网数据中心      | Internet data center              |
| IGBT | 绝缘栅双极型晶体管    | Insulated gate bipolar transistor |
| IT   | 信息技术         | Information technology            |
| LED  | 发光二极管        | Light emitting diode              |
| ODP  | 臭氧层破坏潜能值     | Ozone depletion potential         |
| OTII | 开放电信 IT 基础设施 | Open Telecom IT Infrastructure    |
| PUE  | 电能利用效率       | Power usage effectiveness         |

|     |         |                              |
|-----|---------|------------------------------|
| UPS | 不间断电源系统 | Uninterruptible power system |
| VR  | 虚拟现实    | Virtual reality              |
| WUE | 水资源使用效率 | Water usage effectiveness    |

## 6. 规划与选址

### 6.1. 空间布局

本市建设数据中心，在空间上分为适建区、禁止区、限制区。

6.1.1. 适建区为本市外环以外区域，既有工业区、发电厂区优先。布局应符合城市总体规划和区域功能定位，与产业发展形态相结合，有效发挥信息基础设施支撑作用。

6.1.2. 禁止区为本市中环以内区域。在禁止区内不得新建数据中心。

6.1.3. 限制区为适建区和禁止区之外的区域。限制区内严格限制建设数据中心。

### 6.2. 选址要求

本市建设数据中心，选址基础条件应符合以下要求：

6.2.1. 应综合考虑市电接入的可靠性和扩展性，宜优先利用现有供电资源。宜靠近 110 kV 以上等级且配置冗余度高的电源点。宜引入一类市电，市电供电平均每月停电次数不应大于 1 次，平均每次故障时间不应大于 0.2 小时。

- 6.2.2. 应靠近干线通信线路，具备多路由接入条件。
- 6.2.3. 宜在直线距离 300 米范围有一路自来水管网，满足数据中心冷却用水需求。
- 6.2.4. 应避免有害气体、粉尘、洪水、振动、电磁干扰等源头，机房位置与化学工厂、垃圾填埋场、机场、铁路、高速公路等的距离应符合 YDT2441《互联网数据中心技术及分级分类标准》附录 B 中 R3 级的要求。机房位置与核电站、地铁线路、加油站和石油库等的距离具体要求如下：

表 1 选址距离要求

| 场所名称      | 距离         |
|-----------|------------|
| 距离地铁线路    | 不宜小于 100 m |
| 距离加油站/加气站 | 不宜小于 400 m |
| 距离一级石油库   | 应大于 500 m  |
| 距离五级石油库   | 应大于 250 m  |

### 6.3. 其他要求

建设数据中心的能耗强度应符合本市相关要求。

## 7. 建筑与配套

### 7.1. 建筑

本市建设数据中心，建筑应符合以下要求：

- 7.1.1. 主机房的楼面均布活荷载应不小于 12 kN/m<sup>2</sup>。

- 7.1.2. 主机房货运电梯入口净高应不小于 2300 mm，电梯宽度不小于 1000 mm，承重不小于 1500 kg，电梯内部与外部平面高度差、缝隙应不大于 10 mm。
- 7.1.3. 主机房内部各类通信设备布局在预留发展空间的前提下应相对集中。应采用矩形以提高面积有效利用率，不宜做隔断。
- 7.1.4. 主机房高度宜根据机柜、布线等确定，新建机房净高不宜低于 3.3 米。
- 7.1.5. 主机房建筑内不应设置员工宿舍。
- 7.1.6. 仓库宜设置在不含运行设备的附属建筑中；确需建设于机楼内时应设置耐火等级不低于一级。
- 7.1.7. 宜鼓励采用预制模块化等装配式建筑。

## 7.2. 供配电

本市建设数据中心，机房供配电应符合以下要求：

- 7.2.1. 油机宜进行无冗余设置。
- 7.2.2. UPS 供电系统（含 HVDC 等其他类型 UPS）的供电全程（从变压器输入配电设备到列头柜输入设备）可靠性不应低于 99.999%。
- 7.2.3. 宜自建或接入分布式供能系统。
- 7.2.4. 宜采用预制化电力模块解决方案。

## 7.3. 制冷与通风

本市建设数据中心，制冷与通风应符合以下要求：

7.3.1. 主机房区的新风系统应加装不低于 GB/T 14295 《空气过滤器》规定的粗效 2 类空气过滤器。宜进行防腐过滤，符合 GB50174 《数据中心设计规范》第 7.4.6 规定的过滤装置的要求。

7.3.2. 空调制冷剂宜使用臭氧层破坏潜能值（ODP）为 0 或者全球变暖系数值（GWP）较低的产品。

#### 7.4. 机架与布线

本市建设数据中心，机架与布线应符合以下要求：

7.4.1. 主机房宜采用模块化的部署方式。

7.4.2. 对设计功率 10 kW 以上的机架宜采用就近的供配电部署方式；使用蓄电池就近供电的，宜据实安装漏液检测装置。

7.4.3. 机架高度、宽度和深度宜按列统一并进行色彩管理。

7.4.4. 机房线缆布放宜选择开放式线架采用上走线方式，强电、弱电，光纤、铜缆宜分别布线。

#### 7.5. 安防与消防

本市建设数据中心，安防和消防应符合以下要求：

7.5.1. 安全防范应符合 GB 50348 《安全防范工程技术规范》第 5.1 节“通用型公共建筑安全防范工程设计”中的“一般规定”和“先进型安防工程设计”的技术要求。

7.5.2. 宜设置“极早期火灾报警系统”，机房、配电室等重点区域宜设置联动消防设备。



7.5.3. 耐火等级不宜低于 GB50016《建筑设计防火规范》中 5.1.2 规定的一级。

## 7.6. 网络

本市建设数据中心，网络应符合以下要求：

- 7.6.1. 网络的拓扑结构应无单点故障；应具备支持 IPv6 的能力。
- 7.6.2. 网络出口应直连运营商城域骨干网，每 1000 机架平均带宽不宜低于 50 Gbps，应能进行动态扩容。宜优先考虑多运营商接入。
- 7.6.3. 宜采用高性能低时延智能无损网络等新技术，支持存算一体型的数据中心建设。
- 7.6.4. 数据中心内部面向不同用户的机架间以及不同机楼间，宜具备高速网络连接和内部网络管理的能力。

## 7.7. 给排水

本市建设数据中心，给排水应符合以下要求：

- 7.7.1. 主机房地面应有排水系统；与主机房无关的给排水管道不应穿越主机房。
- 7.7.2. 冷却水储水量宜满足系统 12 小时用水。

## 7.8. 液冷

- 7.8.1. 本市建设液冷数据中心或部分使用液冷技术，其建筑参照本导则一般要求；其他部分，包括冷却液体、冷却及管路、管控、供

配电、安放消防、综合布线和运维等参照 T/CCSA 269《数据中心液冷服务器系统总体技术要求和测试方法》的要求。

7.8.2. 浸没式、冷板式和喷淋式等液冷服务器的技术要求参见相关标准。

## 8. 规模与功能

### 8.1. 规模

本市建设数据中心，规模应符合以下要求：

8.1.1. 单项目规模应在 3000 个标准机架以上，单机架功率不低于 6 kW，机架设计总功率不小于 18 MW。

8.1.2. 边缘数据中心规模应在 100 个标准机架以内，单机架功率不低于 6 kW。

### 8.2. 功能

本市建设数据中心，功能应符合以下要求：

8.2.1. 服务于本市“五个中心”、全球数据港等功能性、枢纽型基础平台和创新型平台建设。

8.2.2. 支撑先进制造业、现代服务业和现代农业重点聚焦的人工智能、大数据、云计算、工业互联网、智能网联汽车、金融服务、软件和信息服务、文化创意等产业发展。

8.2.3. 其他有助于推进城市数字化转型、提升城市能级和核心竞

争力的重大项目应用。

## 9. 安全

本市建设数据中心，安全应符合以下要求：

- 9.1.1. 网络与信息安全应符合国家网络与信息安全的相关规定，信息系统安全等级保护应达到三级。
- 9.1.2. 其他安全方面应符合上海和国家的相关规定。

## 10. 节能

### 10.1. 建筑节能

本市建设数据中心，建筑节能应符合以下要求：

- 10.1.1. 主机房应不设外窗，不宜设开敞式楼梯间和开敞式外廊；并在出入口处采取保温隔热节能措施。建筑体形应规整。
- 10.1.2. 建筑外墙、屋顶、直接接触室外空气的楼板和楼梯间的隔墙等围护结构的热工设计应符合 GB51245 的相关要求。
- 10.1.3. 建筑屋面设有空调室外机等各类设备基础及工艺孔洞时应采取有效的防水、防漏措施。
- 10.1.4. 建筑地面及楼板上铺设的保温层，应综合考虑防火、防水、耐老化等因素。

## 10.2. 供配电节能

本市建设数据中心，供配电节能应符合以下要求：

10.2.1. 变压器应采用 GB 20052 《电力变压器能效限定值及能效等级》中规定的二级以上产品。

10.2.2. UPS 宜采用 UPS 休眠、3N 架构、IGBT 整流技术等提升系统效率，负载效率应满足下表：

表 2UPS 负载率和效率

| 负载率 | 10%  | 25%  | 50%  | 75%  | 100% |
|-----|------|------|------|------|------|
| 效率  | ≥90% | ≥95% | ≥96% | ≥96% | ≥96% |

10.2.3. 宜采用各种供电新技术提高供电系统效率，包括但不限于直流供电技术、专线直供、高压配电、10kV 交流输入不间断电源、降低线路损耗等。

## 10.3. 制冷节能

本市建设数据中心，制冷节能应符合以下要求：

10.3.1. 空调制冷设备应优先选用配置变频、变容量冷却设备，冷却系统能效比应满足 PUE 指标控制的要求。

10.3.2. 应使用各种创新技术提高制冷效率，包括但不限于外供冷、蓄冷技术、冷热通道密封、盲板密封、余热利用、热泵技术、间接蒸发冷却等。

10.3.3. 新风系统宜采用热回收方式或者独立预处理方式。

10.3.4. 宜充分利用自然冷源，全年自然冷源使用时间不宜低于

3000 小时。

#### 10.4. IT 设备节能

本市建设数据中心，IT 设备节能应符合以下要求：

- 10.4.1. 应具有电源智能管理及休眠技术。
- 10.4.2. 宜采用经 80plus 金牌及同等或更高等级认证电源。
- 10.4.3. 宜采用高效定制化 IT 设备，包括但不限于多节点服务器、整机柜服务器和液冷服务器等。
- 10.4.4. 宜采用高能效比、耐高温、耐腐蚀、空气洁净度要求低的设备。
- 10.4.5. 宜通过 IT 设备状态采集和智能运维等手段，实现数据中心计算、存储资源的高效调度，提高数据中心算力和算效等级。

#### 10.5. 其他节能

本市建设数据中心，其他节能应符合以下要求：

- 10.5.1. 应根据机房功能需求设置可自动关停的照明设施，按满足无窗机房要求布置控制开关。机房内宜选用高效节能光源 LED 等作为主要光源。
- 10.5.2. 应设置先进自动能源管理系统，对各类能源（包括水、电、气以及绿色能源等）的使用进行监测管理，宜具有使用 AI 算法对能源进行持续优化的能力。
- 10.5.3. 宜采用计算流体动力学（CFD）对主机房气流组织进行模拟、

验证，加强动态管理。

10.5.4. 数据中心建筑或园区内宜采用利用太阳能、风能等可再生能源。

10.5.5. 宜采用蓄能电站实现峰谷负荷调整、宜采用蓄冷技术降低峰值电能负荷。

## 11. 报建主体

### 11.1. 资格和资质

本市建设数据中心，报建主体资格和资质应符合以下要求：

11.1.1. 应具备国家或本市主管部门颁发的运营许可，股权结构清晰，不存在违法失信行为。鼓励基础电信运营商、数据中心专业运营商、专业云服务商申报。

11.1.2. 应具备数据中心运维和营运的团队，主要技术人员应具备相关资格证书。

11.1.3. 应在本市具有长期稳定运营和社会化服务能力，未发生过重大安全事故，优先支持持有 3000 机架以上大型数据中心，且有 3 年以上运维经验的主体报建。

## 12. 论证、评估与监测

本市建设数据中心应实施全生命周期管理，报建主体应当按照本导则规定，做好论证、评估、监测。

## 12.1. 一般要求

本市建设数据中心，流程上应符合以下要求：

12.1.1. 报建主体应于立项前做好项目论证，编制符合性评估报告，明确项目选址规模、功能定位、技术方案、耗能工艺、服务对象等，制定项目方案和建设计划，确保关键指标的设计符合本导则的要求，符合节能审查的相关规定。

12.1.2. 项目获批后，报建主体应尽快开工建设，并确保两年内投入运行。

12.1.3. 报建主体在项目投入运行前，应完成符合本导则要求的能效监测配套设施建设，并应按照国家及本市相关规定完成项目的验收及机房运行安全测评等工作；项目投入运行之日起一年内（自用数据中心半年内），应对关键指标进行测评，并接受本市相关职能部门组织的综合评估评价。

## 12.2. 综合评估评价体系架构

本市建设数据中心宜进行综合评估评价，体系架构应包括以下内容：

12.2.1. 衡量数据中心负载的 IT 设备上架率（ $Rack_{on}$ ）

12.2.2. 衡量数据中心电能利用效率的 PUE；

12.2.3. 衡量数据中心机架负载的平均机架运行功率（ $P_{rack}$ ）；

12.2.4. 衡量数据中心水资源利用效率的 WUE；

- 12.2.5. 衡量数据中心节能综合水平的数据中心绿色等级<sup>1</sup>；
- 12.2.6. 衡量数据中心可靠性水平的数据中心可靠性等级；
- 12.2.7. 衡量数据中心安全性水平的数据中心安全性等级；

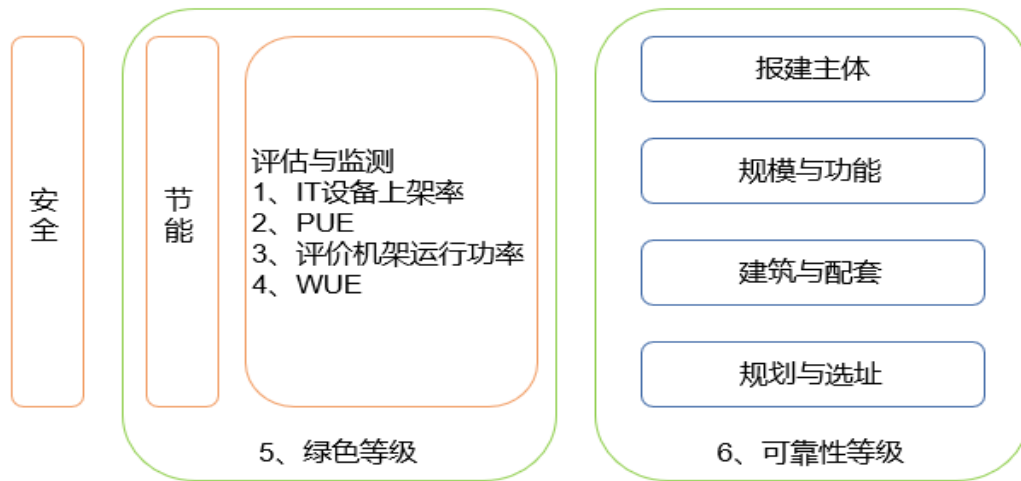


图 2 评估体系架构

### 12.3. 关键指标要求

本市建设数据中心，投入运行后，关键指标应符合以下要求：

- 12.3.1.  $Rack_{on}$ ：半年内不应低于 50%（仅针对自用的数据中心）；一年内不应低于 70%；第二年及以后不低于 90%。
- 12.3.2.  $PUE_{综合}$ ：第一年不应高于 1.4，第二年不应高于 1.3。
- 12.3.3.  $P_{rack}$ ：不应低于上架机架的平均机架设计功率的 80%。

其他指标宜符合以下要求：

- 12.3.4. WUE：第一年不高于 1.6，第二年不高于 1.4。
- 12.3.5. 数据中心绿色等级应达到 G4(YD/T 2441 中 G1-G5 对应绿色

1) <sup>1</sup>参考 YDT 2441 《互联网数据中心技术及分级分类标准》



等级评估 A-AAAAA), 宜达到 G5。

12.3.6. 数据中心可靠性等级宜达到 R3。

12.3.7. 数据中心安全性等级宜达到 S5。

## 12.4. 监测配套

本市建设数据中心, 监测配套方面应符合以下要求:

12.4.1. 报建主体应部署在线监测配套设施, 且具备对外开放接口, 并上联到本市数据中心能效监测管理平台。监测内容应包括且不限于总能耗、总耗水、IT 总耗电、可再生能源使用量、蓄电量、蓄冷量等, 在线监测部署具体要求参见附录 A。

12.4.2. 宜可利用数据中心提供的 IT 设备性能监控接口, 监测运行中的 IT 设备实际负载和单机柜实际负载。

## 13. 边缘数据中心

### 13.1. 基本要求

13.1.1. 新建边缘数据中心不应多于 100 个标准机架, PUE 不应高于 1.5。

13.1.2. 新建边缘数据中心平均机架设计功率不低于 6 kW。

13.1.3. 新建边缘数据中心的主机房面积不宜超过 (标准机架个数\*5) 平米。

## 13.2. 技术要求

- 13.2.1. 边缘数据中心的选址应靠近应用场景，不受 6.2 节的约束。
- 13.2.2. 边缘数据中心宜采用一体柜和模块化部署方式。
- 13.2.3. 边缘数据中心应至少实现一路市电和一路 UPS 的配置；具备条件的可配置柴油发电机。
- 13.2.4. 边缘数据中心的制冷应采用模块化制冷，室外机噪音应符合当地环境相关要求。
- 13.2.5. 边缘数据中心的网络带宽应能满足业务需求，并有冗余线路。
- 13.2.6. 边缘数据中心的服务器和网络等设备应具有较宽的运行温度范围（0℃-40℃）；宜采用业界公认的技术规范，如 OTII 边缘服务器、模块化交换机等。
- 13.2.7. 边缘数据中心的运维宜采用自动化和人工智能运维，减少人员干预并满足远程运维的需求。
- 13.2.8. 边缘数据中心建设主体应建设智能化管理系统，并接入本市数据中心能效监测管理平台。

## 附录 A 数据中心 PUE 和 WUE 测量方法<sup>2</sup>

### A. 1. 概述

本导则所提出的测量方法是为了便于科学计算数据中心PUE、WUE等指标，兼顾实际项目的可操作、可横向比较的要求，提出的对数据中心相关参数进行测量的方法，包括指标计算公式及测量参数、测量点的选择、测试设备要求等。

为完善数据中心综合能源利用率的评价，本导则在PUE指标计算时综合考虑数据中心的总能源消耗量，包括外供电、外供油、外供气、外供冷等。

### A. 2. 基准 PUE 指标的计算公式

基准PUE的计算公式为：

$$PUE_{\text{基准}} = (\sum P_{\text{外供电}} + \sum P_{\text{外供油}} + \sum P_{\text{外供气}} + \sum P_{\text{外供冷}}) / \sum P_{IT}$$

- 1) 公式中， $P_{\text{外供电}}$ 指从被评价数据中心外部供入的保障数据中心建筑运行的所有电力，包括市电、可再生能源发电、低污染的化石能源发电及其它单位供应的电能，单位为kWh。
- 2) 公式中， $P_{\text{外供油}}$ 指从被评价数据中心外部供入的保障数据中心建筑运行的所有油料，按表3折算为等效电，单位为kWh<sub>EE</sub>。

---

2) 参考 YDT 2543 《电信互联网数据中心（数据中心）的能耗测评方法》

- 3) 公式中,  $P_{\text{外供气}}$  指从被评价数据中心外部供入的保障数据中心建筑运行的燃气, 按表3折算为等效电, 单位为kWh<sub>EE</sub>。
- 4) 公式中,  $P_{\text{外供冷}}$  指从被评价数据中心外部供入的保障数据中心建筑运行的冷量, 根据外供冷量企业提供的第三方能效测试报告的数据折算为等效电, 单位为kWh<sub>EE</sub>。若外供冷量的企业无法提供有效报告, 则按表3折算为等效电。
- 5) 公式中,  $P_{\text{IT}}$  指被评价数据中心IT设备所消耗的电能, 单位为kWh。

表 3 主要能源按等效电法的换算系数

| 能源种类             | 实物量              | 等效电kWh <sub>EE</sub> |
|------------------|------------------|----------------------|
| 电力               | 1 kWh            | 1                    |
| 柴油               | 1 kg             | 7.812                |
| 汽油               | 1 kg             | 7.889                |
| 天然气              | 1 m <sup>3</sup> | 7.131                |
| 冷冻水 (7 °C/12 °C) | 1 MJ             | 0.02015              |

### A. 3. 基准 PUE 的测量参数及测量点

各能耗数据的测量参数及测量点要求如下:

- 1)  $P_{\text{外供电}}$  的测量参数为累计电能, 测量点为外部电能输入被评价数据中心建筑 (或园区) 的变压器高压侧及开关柜中非数据中心用电的出线侧。如图3中M1标识和M5标识的位置。

$$P_{\text{外供电}} = P_{\text{M1}} + P_{\text{M6}} + P_{\text{M7}} - P_{\text{M5}}$$

- 2)  $P_{\text{外供油}}$  的测量参数为评价时间段内的实际消耗油量。若外供油仅用于油机发电，可直接计量油机发电累计输出电能作为此数值，如图3中M2标识的位置。

$$P_{\text{外供电}} + P_{\text{外供油}} = P_{M1} + P_{M6} + P_{M7} - P_{M5} + P_{M2}$$

- 3)  $P_{\text{外供气}}$  的测量参数为评价时间段内的数据中心实际消耗气量。采用专用燃气表的读数或同等位置安装的燃气表读数。
- 4)  $P_{\text{外供冷}}$  的测量参数为供数据中消耗的冷量（单位MJ）。计量点为冷媒进入被评价数据中心建筑的位置。还需测量外供冷的制冷系统长期运行效率数据（单位kWh / MJ）。若无长期实测运行效率数据，则制冷系统效率取0.02015（kWh/MJ）。

$$P_{\text{外供冷}} = \text{冷量} * \text{制冷系统效率}$$

- 5)  $P_{\text{IT}}$  的测量参数为累计电能。
- (1) 最佳测量点为IT设备的进线侧，如图3中M3标识的位置。被评价数据中心应完善IT设备能耗计量尽可能实现准确计量。
- (2) 若IT设备的列头柜或机柜电源并未对IT设备外的其他设备供电，则也可采用列头柜或机柜电源的进线侧作为计量点，如图3中M4标识的位置。
- 6) 改造数据中心受条件限制，缺乏较准确测量时  $P_{\text{IT}}$  的近似计算

(1) 若机柜电源对制冷系统风扇供电但未能单独计量IT设备能耗(如图3中M3标识的位置)而只计量了机柜电源能耗(如图3中M4标识的位置),则在用机柜电源能耗 $\sum P_{\text{机柜}}$ 近似作为 $P_{\text{IT}}$ 数值时,应乘以修正系数 $\alpha 1$ 。

$$P_{\text{IT}} = \alpha 1 * \sum P_{\text{机柜}}$$

(2)若UPS对制冷系统供电但未能单独计量IT设备能耗(如图3中M3标识的位置)而只计量了UPS出线侧能耗,则在用UPS出线侧能耗 $\sum P_{\text{UPS出}}$ 近似作为 $P_{\text{IT}}$ 数值时,应乘以修正系数 $\alpha 2$ 。

$$P_{\text{IT}} = \alpha 2 * \sum P_{\text{UPS出}}$$

(3)若未能计量UPS出线侧能耗,而计量了UPS进线侧能耗,则在用UPS进线侧能耗 $\sum P_{\text{UPS进}}$ 近似作为 $\sum P_{\text{UPS出}}$ 数值时,应乘以修正系数 $\beta$ 。

$$\sum P_{\text{UPS出}} = \beta * \sum P_{\text{UPS进}}$$

(4)修正系数 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\beta$ 根据上海地区数据中心实测数据不定期进行调整。本导则初始修正系数数值按下表取值。

表 4 与全年平均 IT 负载率对应的修正系数取值表

| IT负载率   | 修正系数 $\alpha 1$ | 修正系数 $\alpha 2$ | 修正系数 $\beta$ |
|---------|-----------------|-----------------|--------------|
| 0~25%   | 0.93            | 0.61            | 0.6          |
| 25%~50% | 0.95            | 0.7             | 0.8          |
| 50%~75% | 0.96            | 0.8             | 0.9          |
| 75%以上   | 0.97            | 0.87            | 0.9          |

对于没有外供冷的数据中心，基准PUE计算公式为： $PUE_{基准} = (P_{M1} + P_{M2} + P_{M6} + P_{M7} - P_{M5}) / P_{M3}$

其中， $P_{M1}$  点为M1点测得的用电量，依此类推，具体点位见图3。

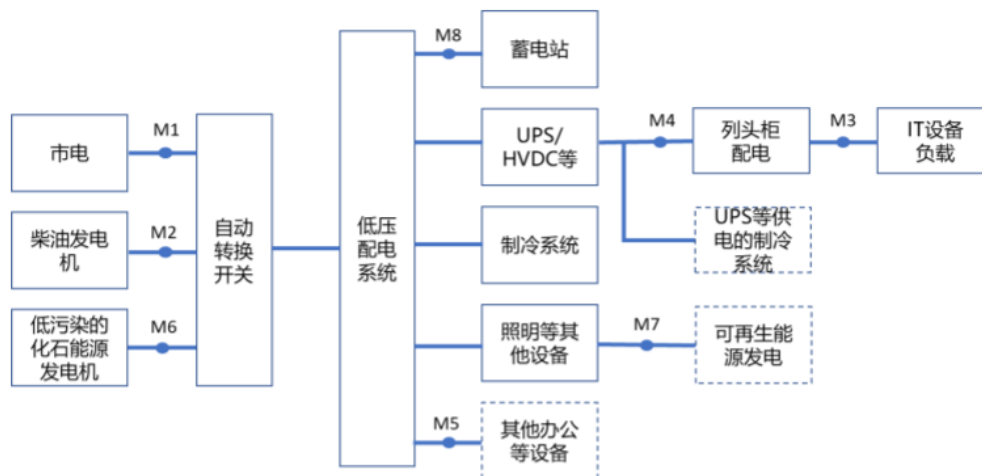


图 3 数据中心电能消耗测量点

#### A. 4. 综合 PUE 指标的计算公式

综合考虑若干技术对数据中心自身及城市整体能效提升的作用，鼓励技术的有效应用。在基准PUE指标基础上计算综合PUE指标，并以综合PUE指标作为本导则对各数据中心的约束条件。

综合PUE的计算公式为：

$$PUE_{综合} = PUE_{基准} - \sum \gamma_i$$

其中，各调节因子 $\gamma_i$ 的取值如下所示：

- 1)  $\gamma_{可再生}$  因子衡量在被评价数据中心建筑或园区内利用太阳能、风能等可再生能源的程度。根据全年可再生能源年发

电量达到总用电量的比例 $P_{M7} / (P_{M1}+P_{M2}+P_{M6}+P_{M7}-P_{M5})$  可取定不同的可再生因子:

| 全年可再生能源年发电量达到总用电量的比例 (X)    | $\gamma_{\text{可再生}}$ |
|-----------------------------|-----------------------|
| $0.005\% \leq X < 0.0075\%$ | 0.005                 |
| $0.0075\% \leq X < 0.01\%$  | 0.01                  |
| $X \geq 0.01\%$             | 0.02                  |

2)  $\gamma_{\text{峰谷蓄电}}$  因子衡量被评价数据中心采用蓄能电站实现峰谷负荷调整改善城市整体能效的程度。根据蓄能电站全年蓄能发电量达到总用电量的比例, 可取定不同的峰谷蓄电因子:

| 全年蓄能发电量达到总用电量的比例 (X)    | $\gamma_{\text{峰谷蓄电}}$ |
|-------------------------|------------------------|
| $0.5\% \leq X < 0.75\%$ | 0.005                  |
| $0.75\% \leq X < 1\%$   | 0.01                   |
| $X \geq 1\%$            | 0.015                  |

3)  $\gamma_{\text{错峰蓄冷}}$  因子衡量被评价数据中心采用蓄冷技术降低峰值电能负荷的程度。根据全年累计总放冷量达到总用冷量的比例, 可取定不同的错峰蓄冷因子:

| 全年累计总放冷量达到总用冷量的比例 (X)  | $\gamma_{\text{错峰蓄冷}}$ |
|------------------------|------------------------|
| $0.2\% \leq X < 0.4\%$ | 0.005                  |
| $0.4\% \leq X < 0.6\%$ | 0.01                   |
| $X \geq 0.6\%$         | 0.015                  |



- 4)  $\gamma_{\text{外供冷}}$  因子衡量被评价数据中心有效利用周边企业生产过程中产生的废弃冷、热源的程 度。根据全年利用废弃冷、热源制冷量达到总用冷量的比例，可取定不同的外供冷因子：

| 全年利用废弃冷、热源制冷量达到总用冷量的比例 (X) | $\gamma_{\text{外供冷}}$ |
|----------------------------|-----------------------|
| $20\% \leq X < 30\%$       | 0.005                 |
| $30\% \leq X < 40\%$       | 0.01                  |
| $X \geq 40\%$              | 0.015                 |

- 5)  $\gamma_{\text{液冷}}$  因子衡量被评价数据中心液冷系统的使用程度。采用浸没式液体冷却、冷板式液体冷却、喷淋式液体冷却方式等运行的机架功率占实际运行机架总功率的比例，可取定不同的液冷因子：

| 采用液冷方式运行的机架功率占实际运行机架总功率的比例 (X) | $\gamma_{\text{液冷}}$ |
|--------------------------------|----------------------|
| $5\% \leq X < 10\%$            | 0.003                |
| $10\% \leq X < 15\%$           | 0.005                |
| $15\% \leq X < 20\%$           | 0.01                 |
| $X \geq 20\%$                  | 0.02                 |

- 6)  $\gamma_{\text{能耗计量}}$  因子衡量被评价数据中心能耗计量细致化的程度。实现图3中M1、M3、M4、M5标识点详细计量的，加0.002；实现图3中所有标识点（如有）详细计量的，加0.002；实现冷站内各主要设备及系统能效详细计量的，加0.002；实

现共用冷水系统的数据中心与办公用房等其它区域的冷量分别计量的，加0.002；实现机房内温度场详细计量的，加0.002。以上取值合计得到 $\gamma_{\text{能耗计量}}$ 因子。

- 7)  $\gamma_{\text{金融自用}}$ 因子衡量被评价数据中心是否为金融自用数据中心。如果是，该系数为0.1。
- 8) 以上得分项分别评价，最后加总为调节因子取值。金融自用数据中心最高不超过0.15，其他数据中心最高不超过0.05。

#### A. 5. 综合 PUE 的测量参数及测量点

综合PUE的测量参数及测量点应在基准PUE基础上，增加要求如下：

- 1) 可再生能源发电量  
计量累计发电量。需在图3中标识M7位置进行计量。
- 2) 蓄能电站峰谷负荷调整电量  
计量累计放电量。需在图3中标识M8位置进行计量。当利用现有UPS作为蓄能电站时，应计量蓄电池组的放电量。
- 3) 错峰蓄冷量  
计量累计放冷量。需计量蓄冷罐供冷管道的冷热量。
- 4) 外供冷量  
计量累计外供冷量和数据中心累计总供冷量。需计量外供冷进出管道的冷量和数据中心总供冷量。若采用直接利用

室外新风等方式且可精确计量，则计入总冷量，若不能精确计量，则不计入。

#### 5) 液冷使用率

采用液冷方式运行的机架功耗占实际运行机架总功耗的比例。

### A. 6. WUE 指标的计算公式

基准WUE的计算公式为：

$$WUE = (\sum L_{\text{总耗水}}) / \sum P_{IT}$$

其中 $L_{\text{总耗水}}$ 为输入数据中心的水量（单位：升）。

$P_{IT}$ 定义及计算方式参见A. 2及A. 3。

$WUE$ 指标的最低值是0。

### A. 7. WUE 指标的测量参数及测量点

WUE指标需要测量全年累计水流量。测量点包括供入被评价数据中心的水表；从湖泊、河道等自然水网抽取水的管道的水表；雨水收集池及中水池抽取至数据中心的管道的水表。

### A. 8. 能耗的间接测量和估算

在实际测量中，部分需要的耗电量可能无法直接测量得到，而应通过一定的方法进行间接测量和估算。制冷设备和供配电系统能耗的间接测量和估算可采取如下方法：

### 1) 制冷设备能耗的间接测量和估算

采用水冷空调的数据中心若与所在建筑的办公场所等共用冷水机组，为测量数据中心制冷所消耗的电能，可计量此类场所及数据中心的冷量，并根据冷量的比例关系将冷站消耗电能分配给数据中心。若未能准确计量各自的冷量，则根据运行时间、冷负荷比例等参数进行估算。

### 2) 供配电系统能耗的间接测量和估算

在测量供配电系统能耗的过程中，如果指定的测量点难以安装测试设备，根据相关设备的能效因子进行间接推算。

例如，在PUE测量中，如果无法在数据中心变压器之前直接测量数据中心的总能耗，可根据变压器之后的实测值进行推算。

此外，当需要从数据中心总耗电中扣除办公等耗电时，也应采取按比例分摊的方式，将对应的供配电系统的损耗进行扣除。

## A.9. 测量周期和频率

能耗指标的数值受各种因素的影响，会随季节、节假日和每天忙闲时段的改变发生变化，因此为全面、准确了解数据中心的能效，应采用固定测量仪表，对数据中心能耗进行持续、长期的测量和记录。

若数据中心未安装固定测量设备，可采用钳形功率计等设备测量数据中心及IT设备等的短时用电量。测量的周期和频率如下：(a) 每

次测量不小于一小时；(b) 每天测量不少于2次，在业务忙时和闲时进行测量；(c) 每月不少于3天，可在5日、15日、25日进行测量。

数据中心应根据连续或多次短时累计的数据中心总耗电、IT设备耗电等测量值（单位为kWh）来计算PUE等能效指标。

如无特殊说明，数据中心的PUE等能效指标，是指采用固定测量仪表，在指定测量点测量并记录至少一年的数据。数据中心如果选择公布季度、月份、周、天或小时发布能效数据的，应对其能效周期加以说明。其中季度可按照春季（3月~5月）、夏季（6月~8月）、秋季（9月~11月）、冬季（12月~2月）划分。

#### A. 10. 测量设备和系统

测量设备和系统应满足以下要求：

- 1) 应在规定的对应测量点进行测量。可安装固定测量设备，也可以利用供电、空调或IT设备内置的测量功能；
- 2) 测量设备的精度要求0.5级精度；
- 3) 采用支持无线网络自动上报或者自动获取能耗数据的智能测量仪表，实现能耗远程、自动化采集；
- 4) 建设能效智能管理系统，实现对能耗数据的统计、分析和能效指标的自动计算。

## A.11. 能效数据信息备注要求

数据中心的能效可能会因为测量时间、功率密度、主要业务类型、IT设备上架率等不同而产生明显差异，为更加全面、准确的反映数据中心能效，在提供能效指标数值时，至少应包括以下相关信息：

- 1) 数据中心测试时的测量点信息、具体时间段、室内外温湿度等；
- 2) 数据中心规模，机架数量(个)、平均机架设计功率(kW)、机架设计总功率(kW)、数据中心设计总功率(kW)，以及总市电供电容量(kVA)；
- 3) 数据中心IT设备上架率、平均机架运行功率；
- 4) 数据中心机房建筑形态；
- 5) 数据中心主要业务方向；
- 6) 数据中心供电和制冷方式；
- 7) 数据中心测量设备的完备程度；
- 8) 数据中心所采用的间接测量和估算方法等。

## 附录 B 数据中心规模定义

### B.1 标准机架

标准机架指功耗以6 kW计的IT设备机架。

## B.2 超大型数据中心

是指规模大于等于5000个标准机架的数据中心。

## B.3 大型数据中心

是指规模大于等于3000个标准机架小于5000个标准机架的数据中心。

## B.4 中小型数据中心

是指规模大于等于100个标准机架小于3000个标准机架的数据中心。

## B.5 边缘数据中心

指部署在网络边缘靠近用户的数据中心，不超过100个标准机架。

---