

# 上海市智算中心建设导则

## (2025 年版)

2025 年 1 月

## 目录

引言	IV
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	5
4.1 智算中心 Artificial Intelligence Data Center	5
4.2 边缘智算中心 Edge Artificial Intelligence Data Center	5
4.3 AI 服务器 Artificial Intelligence Server	5
4.4 AI 加速卡 Artificial Intelligence Accelerating Card	5
4.5 AI 加速模组 Artificial Intelligence Accelerating Module	5
4.6 训练 Training	5
4.7 推理 Inference	5
4.8 机器学习 Machine Learning	6
4.9 深度学习 Deep Learning	6
4.10 自然语言处理 Natural Language Processing (NLP)	6
4.11 计算机视觉 Computer Vision (CV)	6
4.12 IT 设备 IT Equipment	6
4.13 智算中心基础设施管理系统 Artificial Intelligence Data Center Infrastructure Management	6
4.14 主机房 Computer Room	7
4.15 不间断电源系统 Uninterruptible Power System (UPS)	7
4.16 布线 Cabling	7
4.17 算效 Computational Efficiency (CE)	7
4.18 水资源使用效率 Water Usage Effectiveness (WUE)	7
4.19 电能利用效率 Power Usage Effectiveness (PUE)	7
4.20 碳利用效率 Carbon Usage Effectiveness (CUE)	7
4.21 机架设计总功率 Total Design Power Capacity of Rack	8
4.22 平均机架设计功率 Average Rack Design Power	8
4.23 IT 设备上架率 IT Equipment Rack Utilization Rate (Rack <sub>on</sub> )	8
4.24 平均机架运行功率 Average Rack Operating Power (P <sub>rack</sub> )	8
4.25 碳排放强度 Carbon Intensity	8
4.26 用电强度 Power Intensity	8
4.27 分布式供能系统 Distributed Energy System	9
5 缩略语	9
6 规划与选址	10
6.1 空间布局	10
6.2 选址要求	10
6.3 报建主体	11

6.4 其他要求.....	12
7 建筑与配套.....	12
7.1 建筑与结构.....	12
7.2 供配电.....	13
7.3 暖通空调.....	13
7.4 机架与布线.....	14
7.5 安防与消防.....	15
7.6 智能化系统.....	16
7.7 给水排水.....	16
8 规模与功能.....	17
8.1 规模.....	17
8.2 功能.....	18
9 AI 基础设施架构.....	18
9.1 AI 硬件层.....	18
9.2 AI 平台层.....	21
9.3 AI 软件层.....	22
10 集约高效.....	22
10.1 资源调度与管理.....	23
10.2 计算能力.....	24
10.3 存储与处理.....	26
10.4 网络传输.....	27
11 安全可靠.....	28
11.1 安全要求.....	28
11.2 可靠性要求.....	30
12 绿色节能.....	32
12.1 等级要求.....	32
12.2 绿色清洁能源.....	32
12.3 先进节能技术.....	33
13 论证、评估与监测.....	35
13.1 一般要求.....	35
13.2 综合评估评价体系架构.....	36
13.3 指标要求.....	37
13.4 监测配套.....	38
14 边缘智算中心.....	38
14.1 一般要求.....	38
14.2 技术要求.....	38
附录A 智算中心 PUE 测量方法.....	40
A.1 概述.....	40
A.2 基准PUE 指标的计算公式.....	40
A.3 基准PUE的测量参数及测量点.....	41
A.4 综合PUE 指标的计算公式.....	44

A.5 综合PUE的测量参数及测量点.....	47
A.6 能耗的间接测量和估算.....	48
A.7 测量周期和频率.....	49
A.8 测量设备和系统.....	50
A.9 能效数据信息备注要求.....	50
附录 B 智算中心 WUE 测量方法.....	52
B1 WUE 指标的计算公式.....	52
B2 WUE 指标的测量参数及测量点.....	52
附录 C 智算中心 CUE 指标的核算方法.....	53
C.1 CUE 指标的计算公式.....	53
C.2 核算步骤.....	53
C.3 核算方法.....	54

## 引言

为进一步贯彻落实国家加快推进新型基础设施，赋能新型工业化，推动新质生产力发展的重要指示精神，根据工业和信息化部等部门联合印发的《算力基础设施高质量发展行动计划》、《关于推动新型信息基础设施协调发展有关事项的通知》和国家发展改革委等部门联合印发的《关于深入实施“东数西算”工程 加快构建全国一体化算力网的实施意见》、《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》，落实《上海市进一步推进新型基础设施建设行动方案（2023-2026年）》要求，构建新型智能算力生态体系，加快推进本市智能算力信息基础设施建设发展，形成本市智能算力高质量发展格局，助力上海打造国际数字经济标杆城市，特制定《上海市智算中心建设导则（2025年版）》（以下简称导则）。

本导则共分14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。其余部分对本市智算中心建设的规划与选址、建筑与配套、规模与功能、AI基础设施架构、集约高效、安全可靠、绿色节能，以及论证、评估与监测和边缘智算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。

# 上海市智算中心建设导则（2025年版）

## 1 总则

### 1.1 总体要求

统筹智算中心的规模、布局、用能，构建以多元异构、集约高效、安全可靠、绿色节能为特征的智能算力基础设施产业体系，为推动经济高质量发展、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。在本市建设智算中心应满足以下要求：

1、应用需求方面：重点推动人工智能大模型和区块链等创新应用，支撑万亿级参数大模型训练和推理需求，优先满足中小企业、科学研究等人工智能计算需求，在“5+6”垂直领域（智能终端、科学智能、在线新经济、自动驾驶、具身智能、金融、教育、医疗、文化传媒、智能制造、城市治理等），加速大模型新技术、新产品落地应用与迭代，聚焦计算功能、服务提升城市能级和竞争力的高端应用服务导向，深化推进本市智算中心健康有序发展，更好满足“十五五”期间持续增长的智能算力需求。

2、选址布局方面：本市新建智算中心原则上应在本市外环以外区域，既有工业区、发电厂区优先，采用先进节能技术集约建设，并兼顾区域经济密度要求；本市中环以内区域禁止新建智算中心，中环及外环之间区域严格限制建设智算中心；边缘智算中心的选址应靠近应用场景。

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：新建大型智算中心项目平均机架设计功率不低于12kW，机架设计总功率应不低于24 MW。将基准PUE作为新建智算中心

的准入要求，将综合 PUE 作为运营期评价的指标，基准 PUE 严格控制不超过 1.25，综合 PUE 准入值和先进值分别不高于 1.22 和 1.18。边缘智算中心平均机架设计功率不低于 6kW，机架设计总功率应控制在 1.2MW 内，基准 PUE 应不高于 1.4。

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、用电、碳排放强度方面：新建智算中心单位营收或增加值用电量、碳排放强度应符合本市相关要求。

7、满足本导则提出的其他要求。

## 1.2 适用范围

本导则规定，智算中心，即人工智能计算中心，是基于人工智能理论，采用人工智能计算架构，提供人工智能应用所需算力服务、数据服务和算法服务的一类算力基础设施，通过算力的生产、聚合、调度和释放，高效支撑数据开放共享、智能生态建设、产业创新聚集，有力促进 AI 产业化、产业 AI 化及政府治理智能化。

在本市范围内建设智算中心，包含资产自用和托管两种业务场景，原则上应按本导则要求执行。建设金融等特殊智算中心应参照本导则执行。建设边缘智算中心参照本导则第十四章的要求，管理办法参照本市相关政策要求。

## 1.3 符合性说明

在本市建设智算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智算中心建设的规划与选址、建筑与配套、规模与功能、AI基础设施架构、集约高效、安全可靠、绿色节能，以及论证、评估与监测和边缘智算中心等各方面的具体要求。



图 1 体系架构

## 3 引用文件

- GB/T 9813.3 《计算机通用规范 第 3 部分：服务器》
- GB/T 14295 《空气过滤器》
- GB 20052 《电力变压器能效限定值及能效等级》
- GB/T 22239 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》
- GB 30000 《化学品分类和标签规范》
- GB/T 33136 《信息技术服务 数据中心服务能力成熟度模型》
- GB/T 35273 《信息安全技术 个人信息安全规范》
- GB/T 39786 《信息安全技术 信息系统密码应用基本要求》
- GB 40879 《数据中心能效限定值及能效等级》

- GB/T 43331 《互联网数据中心（IDC）技术和分级要求》
- GB 43630 《塔式和机架式服务器能效限定值及能效等级》
- GB 50016 《建筑设计防火规范》
- GB/T 50050 《工业循环冷却水处理设计规范》
- GB 50084 《自动喷水灭火系统设计规范》
- GB 50174 《数据中心设计规范》
- GB 50222 《建筑内部装修设计防火规范》
- GB 50311 《综合布线系统工程设计规范》
- GB 50348 《安全防范工程技术标准》
- GB 50370 《气体灭火系统设计规范》
- GB 50736 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》
- GB 50898 《细水雾灭火系统技术规范》
- GB 51245 《工业建筑节能设计统一标准》
- YD/T 2441 《互联网数据中心技术及分级分类标准》
- YD/T 2584 《互联网数据中心（IDC）安全防护要求》
- DB31/T 1395 《绿色数据中心评价导则》
- T/CCSA 463 《智能计算中心总体技术要求》
- T/CECA-G 0284 《服务器和数据存储设备能效“领跑者”评价要求》
- 银监办发〔2010〕114号 《商业银行数据中心监管指引》
- 发改环资〔2024〕970号 《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》
- 沪府发〔2018〕51号 《上海市产业地图》
- 沪府发〔2023〕51号 《上海市进一步推进新型基础设施建设行动方案（2023-2026年）》

## 4 术语和定义

### 4.1 智算中心 Artificial Intelligence Data Center

指人工智能计算中心，是基于人工智能理论，采用人工智能计算架构，提供人工智能应用所需算力服务、数据服务和算法服务的一类算力基础设施。

### 4.2 边缘智算中心 Edge Artificial Intelligence Data Center

指位于网络边缘，介于用户端和集中式云智算中心之间，旨在减少数据传输距离和时间，提高数据处理速度和效率，具有规模小、部署位置灵活、计算和存储能力本地化等特点的新型的智算中心形式。

### 4.3 AI 服务器 Artificial Intelligence Server

指信息系统中能够为人工智能应用提供高效能计算处理能力的服务器。

### 4.4 AI 加速卡 Artificial Intelligence Accelerating Card

指专为人工智能计算设计、符合 AI 服务器硬件接口的扩展加速设备。

### 4.5 AI 加速模组 Artificial Intelligence Accelerating Module

指专为固定领域人工智能计算设计，部署在边缘计算场景中的扩展加速部件。

### 4.6 训练 Training

指利用数据，基于机器学习算法，建立或改进机器学习模型参数的过程。

### 4.7 推理 Inference

指计算机根据已知信息进行分析、分类或诊断，做出假设，解决问题

或者给出推断的过程。人工智能领域的推理包括逻辑推理、机器学习推理等。

#### 4.8 机器学习 Machine Learning

指通过计算技术优化模型参数的过程，使模型的行为反映数据或经验。

#### 4.9 深度学习 Deep Learning

指通过训练具有许多隐藏层的神经网络来创建丰富层次表示的方法，是机器学习的一个分支。

#### 4.10 自然语言处理 Natural Language Processing (NLP)

指人与计算机之间用自然语言进行有效通信的过程，是计算机科学领域与人工智能领域中的一个重要方向。

#### 4.11 计算机视觉 Computer Vision (CV)

指计算机从图像、视频和其他视觉输入中获取有意义的信息，并根据该信息采取行动或提供建议的能力，是人工智能领域的一个重要分支。

#### 4.12 IT 设备 IT Equipment

指智算中心中的计算、存储、网络等不同类型的设备，用于承载在智算中心中运行的应用系统，并为用户提供信息处理和存储、通讯等服务，同时支撑智算中心的监控管理、运行维护及算力输出。

#### 4.13 智算中心基础设施管理系统 Artificial Intelligence Data Center Infrastructure Management

指将 IT（信息技术）和设备管理结合起来对智算中心关键设备进行集中监控、容量规划等集中管理的系统。通过软件、硬件和传感器等，该系统提供一个独立的管理平台，对智算中心 IT 设备和基础设施进行实时

监控和管理。

#### 4.14 主机房 Computer Room

指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。

#### 4.15 不间断电源系统 Uninterruptible Power System (UPS)

指的是由变流器、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。

#### 4.16 布线 Cabling

指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。

#### 4.17 算效 Computational Efficiency (CE)

指智算中心算力与功率的比值，即“智算中心每瓦功率所产生的算力”，是同时考虑智算中心计算性能与功率的一种效率。数值越大，代表单位功率的算力越强，效能越高。

#### 4.18 水资源使用效率 Water Usage Effectiveness (WUE)

指智算中心水资源全年消耗量（本导则中扣除智算中心全年中水消耗量）与智算中心 IT 设备全年耗电量的比值，单位是 L/kWh。

#### 4.19 电能利用效率 Power Usage Effectiveness (PUE)

指智算中心全年耗电量与智算中心 IT 设备全年耗电量的比值，无单位。

#### 4.20 碳利用效率 Carbon Usage Effectiveness (CUE)

指智算中心 CO<sub>2</sub>总排放量与 IT 负载能源消耗的比值，单位是 kg/kWh。  
CUE 数值越小，代表智算中心碳排放强度越低。

#### 4.21 机架设计总功率 Total Design Power Capacity of Rack

指智算中心 IT 设备的设计总功率，单位是 MW。

#### 4.22 平均机架设计功率 Average Rack Design Power

指机架设计总功率除以总机架数，单位是kW。

#### 4.23 IT 设备上架率 IT Equipment Rack Utilization Rate ( Rack<sub>on</sub> )

指已上电标准机架数与已完成基础机电配置标准机架数的比值。假设已上电标准机架数为X，已完成基础机电配置标准机架数为Y，那么，IT 设备上架率为：

$$\text{Rack}_{\text{on}} = (X/Y) * 100\%。$$

#### 4.24 平均机架运行功率 Average Rack Operating Power ( P<sub>rack</sub> )

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：

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

#### 4.25 碳排放强度 Carbon Intensity

指智算中心的碳排放与营收或增加值的比值，单位是 tCO<sub>2</sub>/万元。碳排放强度的核算方法由相关主管部门另行发布。

#### 4.26 用电强度 Power Intensity

指智算中心的用电量与营收或增加值的比值，单位是万 kWh/万元。

用电强度的核算方法由相关主管部门另行发布。

#### 4.27 分布式供能系统 Distributed Energy System

指在用户现场或靠近用电现场配置较小的发电供电系统（如太阳能、风能等），以满足特定用户的需求，支持现存配电网的经济运行。

### 5 缩略语

AI	人工智能	Artificial intelligence
API	应用程序编程接口	Application Programming Interface
CFD	计算流体动力学	Computational fluid dynamics
CPU	中央处理器	Central processing unit
CUE	碳利用效率	Carbon usage effectiveness
FP16	16位半精度浮点数	16 bits half-precision floating point
FP32	32位单精度浮点数	32 bits single-precision floating point
GPU	图形处理器	Graphics processing unit
GWP	全球增温潜势	Global warming potential
INT4	4位八分之一精度整型	4 bits one-eighth-precision integer
INT8	8位四分之一精度整型	8 bits quarter-precision integer
IOPS	每秒读写次数	Input/Output operations per second
IPMI	智能平台管理接口	Intelligent platform management interface
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
PUE	电能利用效率	Power usage effectiveness
RDMA	远程直接内存访问	Remote direct memory access

SDK	软件开发工具包	Software development kit
SNMP	简单网络管理协议	Simple network management protocol
SOC	片上系统	System on a chip
UPS	不间断电源系统	Uninterruptible power system
VLAN	虚拟局域网	Virtual local area network
WUE	水资源使用效率	Water usage effectiveness

## 6 规划与选址

### 6.1 空间布局

本市建设智算中心，原则上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智算中心。

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智算中心。

6.1.4 新建大型和超大型智算中心应优先布局在全国一体化算力网络国家枢纽节点---长三角生态绿色一体化发展示范区数据中心集群范围内。

### 6.2 选址要求

本市建设智算中心，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 110kV 及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大于 0.5 小时。

6.2.2 应靠近干线通信线路，宜具备三路由及以上接入条件。

6.2.3 宜在直线距离 300 米范围有相应水源，水源应充足以满足智算中心冷却用水需求；宜从两个稳定可靠的独立水源各自引入一路供水，以确保用水安全。

6.2.4 应远离水灾隐患区域，在园区内选址时，智算中心不应设置在园区低洼处。新建智算中心首层建筑完成面宜高出当地洪水百年重现期水位线 1.0m 以上。

6.2.5 应远离人口稠密区域，避免噪音对居民区的不良影响。

6.2.6 应避免有害气体、粉尘、振动、电磁干扰等源头，机房位置与地铁、铁路等线路、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、铁路等线路	不宜小于 100m
距离加油站/加气站	不宜小于 400m
距离一级石油库	不宜小于 500m
距离五级石油库	不宜小于 250m

### 6.3 报建主体

本市建设智算中心，报建主体资格和资质应符合以下要求：

6.3.1 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。

6.3.2 应具备智算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。

6.3.3 应在本市具有长期稳定优秀运营和社会化服务能力，数据中心服务能力成熟度水平高，未发生过重大安全事故。

6.3.4 同一主体或相关主体前期批复数据中心/智算中心项目两年内 IT 设备上架率达到 75%及以上的，给予支持；同一主体或相关主体前期批复数据中心/智算中心项目两年内 IT 设备上架率低于 75%，原则上不予考虑。

## 6.4 其他要求

建设智算中心的用电强度、碳排放强度应符合本市相关要求。

## 7 建筑与配套

### 7.1 建筑与结构

本市建设智算中心，建筑应符合以下要求：

7.1.1 建筑和结构设计应符合现行国家标准 GB50174《数据中心设计规范》的有关规定。结构设计还应满足《中华人民共和国防震减灾法》、《建设工程抗震管理条例》、《上海市建设工程抗震设防管理办法》等国家、本市法律法规要求。

7.1.2 工艺设备及配套机电设备安装区域的结构设计应满足充分考虑地震作用的设备运行所需荷载要求，运输通道应满足充分考虑地震作用的运输荷载要求，否则应采取加固措施。核心机房区的荷载应根据机柜的摆放密度确定，满足设备安装要求。

7.1.3 主机房货运电梯入口净高宜不小于 2500mm，电梯宽度不小于 1800mm，承重不小于 3000kg。

7.1.4 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。

7.1.5 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 4m。

7.1.6 主机房建筑内不应设置员工宿舍。

7.1.7 机房室内装修材料的选用应符合 GB50222 《建筑内部装修设计防火规范》关于防火性能的要求。

7.1.8 主机房应选用气密性好、不起尘、易清洁、符合环保要求、在温度和湿度变化作用下变形小、具有表面静电耗散性能的装修材料，不应使用强吸湿性材料及未经表面改性处理的高分子绝缘材料作为面层。

## 7.2 供配电

本市建设智算中心，机房供配电应符合以下要求：

7.2.1 不间断电源系统的可靠性应满足实际业务需求，宜为不间断电源系统提供双路供电电源。

7.2.2 宜自建或接入分布式供能系统。

7.2.3 供配电系统应为智算中心电子信息系统的可扩展性预留备用容量，保障在未来扩容或升级时，避免对供配电系统进行大规模改造或增容。

## 7.3 暖通空调

本市建设智算中心，制冷与通风应符合以下要求：

7.3.1 制冷系统和末端空气调节系统的设计应符合运行可靠、经济适用、节能和环保的要求。

7.3.2 分期建设的智算中心，制冷系统和末端空气调节系统应具备可扩展性。

7.3.3 空调制冷设备应选用配置变频、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。

7.3.4 主机房区的新风系统应加装不低于 GB/T14295 《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。

7.3.5 空调制冷剂宜使用臭氧层破坏潜能值（ODP）为 0 且全球升温潜势（GWP）较低的产品；冷却液应采用 GB 30000《化学品分类和标签规范》中规定不需警示标签的类型。

7.3.6 智算中心的空气调节系统设计应满足设备运行工艺需求，不同功能区域的空气调节系统设计可按 GB 50174《数据中心设计规范》相关规定确定。

7.3.7 智算中心与其它功能用房共建于同一建筑内时应设置独立的空气调节系统。

7.3.8 采用冷却塔散热的智算中心空气调节系统应设置满足连续供冷运行需求的冷却水补水和储存设施。

7.3.9 采用冷冻水空气调节系统的智算中心有连续供冷要求的或计算节点设备有失电后延时冷却需求时应设置蓄冷设施，蓄冷时间应满足设备的冷却要求。

7.3.10 液冷智算中心冷却液为氟化液或醇类水溶液等挥发性物质的机房宜设置独立的送、排风系统。

7.3.11 当核心机房区内的管道夹层和核心机房区是两个独立的封闭空间时，核心机房区和管道夹层应分别设置送、排风系统。

7.3.12 液冷系统的冷却液不应直接排放。

## 7.4 机架与布线

本市建设智算中心，机架与布线应符合以下要求：

7.4.1 应符合现行国家标准 GB50174《数据中心设计规范》、GB50311《综合布线系统工程设计规范》的有关规定。

7.4.2 对设计功率 12kW 以上的机架宜采用就近的供配电部署方式。宜优先采用蓄电池供电以外的方式就近供电，若使用蓄电池就近供电应安

装电池失效报警装置。

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。

7.4.5 当为满足机电管线安装及维护需要设置技术夹层和技术夹道时，建筑设计应满足各种设备和管线的安装维护要求，当管线需穿越楼层时，宜设置技术竖井。

7.4.6 智算中心布线系统与网络系统架构密切相关，设计时应根据网络架构确定布线系统。

7.4.7 为防止电磁场对布线系统的干扰，避免通过布线系统对外泄漏重要信息，宜采用屏蔽布线系统、光缆布线系统或采取其他电磁干扰防护措施(如建筑屏蔽)。当采用屏蔽布线系统时，宜保证链路或信道的全程屏蔽和屏蔽层可靠接地。

## 7.5 安防与消防

本市建设智算中心，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 出入口控制系统、入侵报警系统宜与视频监控联动，当检测到非法入侵时，可联动相应区域摄像机并录像。

7.5.3 视频监控应实现无盲区监控。

7.5.4 智算中心不同耐火等级建筑相应构件的燃烧性能和耐火极限不宜低于 GB 50016《建筑设计防火规范》中 5.1.2 规定的一级。

## 7.6 智能化系统

本市建设智算中心，智能化系统应符合以下要求：

7.6.1 智能化系统应包括安全防范系统、环境和设备监控系统、建筑设备监控系统、火灾自动报警系统等，宜包括信息引导及发布系统及智算中心基础设施管理系统。

7.6.2 宜配置变配电监测管理系统，变配电监测管理系统宜具有电能质量监测分析、电气设备状态、智算中心电能分布、能效计算等数据分析功能。

7.6.3 宜配置分项计量能耗监测系统，对智算中心各项能耗数据进行实时采集、处理和分析。

7.6.4 智能化系统应具有先进性、可靠性、安全性、集成性、可扩展性，并应支持后期建设的升级改造和新系统的接入。

7.6.5 智能化系统宜集中设置在总控中心内。为了提高供电电源的可靠性，各系统宜采用独立的 UPS 电源。当采用集中 UPS 电源供电时，应采用单独回路为各系统配电。

7.6.6 智能化系统应支持各种传输网络和多级管理。

7.6.7 智能化系统应具备显示、记录、控制、报警、提示、时钟同步及趋势分析功能，宜通过集成平台形式统一监视、管理及展示。

7.6.8 智能化系统采用的操作系统、数据库管理系统、网络通信协议应采用通用的系统和协议。

7.6.9 智能化系统应支持 Webservice API、SNMP 等行业通用的标准化协议，开放数据供第三方系统调用与使用。

## 7.7 给水排水

本市建设智算中心，给排水应符合以下要求：

7.7.1 机房内不应有与主机房内设备无关的给排水管道穿过主机房，相关给排水管道不应布置在电子信息设备的上方。

7.7.2 采用水冷冷水机组的冷源系统应设置冷却水补水储存装置，储存时间不应低于当地应急水车抵达现场的时间。当不能确定应急水车抵达现场的时间时，智算中心可按 12 小时储水。

7.7.3 给排水系统设计应满足智算中心设备运行工艺需求，可按 GB 50174《数据中心设计规范》和 GB 50736《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》的相关规定确定。

7.7.4 智算中心循环冷却水处理宜符合 GB/T 50050《工业循环冷却水处理设计规范》的相关规定，冷却水宜采用物理或化学技术进行处理：采用化学药剂处理的冷却水排污水及冷却系统清洗废水不得直排屋面或者雨水管网，应纳入污水管网或经污水处理装置处理后达标排放。

7.7.5 智算中心的冷却水、冷冻水和给排水管道应采取防渗漏、保温和防结露措施。

7.7.6 机房内安装有自动喷水灭火设施、空调机、加湿器和水管的房间，地面应设置挡水和排水设施，相关给排水管道不应布置在智算设备的上方。

7.7.7 进入机房的给水管应加装阀门，穿过机房的给排水管道应暗敷或采取防漏保护的套管，管道穿过机房墙壁和楼板处应设置套管，管道与套管之间应采取密封措施。

## 8 规模与功能

### 8.1 规模

本市建设智算中心，规模应符合以下要求：

8.1.1 新建大型智算中心项目平均机架设计功率应不低于 12kW。

8.1.2 新建大型智算中心项目机架设计总功率应不低于 24 MW。

## 8.2 功能

本市建设智算中心，功能应符合以下要求：

8.2.1 聚焦计算功能、服务提升城市能级和核心竞争力的高端应用服务导向，深化推进本市智算中心健康有序发展，满足“十五五”期间持续增长的智能算力需求。

8.2.2 重点推动人工智能大模型和区块链等创新应用，支撑万亿级参数大模型训练和推理需求，优先满足中小企业、科学研究等人工智能计算需求。

8.2.3 重点支撑在“5+6”垂直领域（智能终端、科学智能、在线新经济、自动驾驶、具身智能等五个重点领域，以及金融、教育、医疗、文化传媒、智能制造、城市治理等六个重点行业），加速大模型新技术、新产品落地应用与迭代。

8.2.4 其他有助于提升城市能级和核心竞争力的重大项目应用。

## 9 AI 基础设施架构

### 9.1 AI 硬件层

宜采用自主可控的 AI 训练及推理加速卡、AI 服务器、高性能存储和智算网络等相关设备。

#### 9.1.1 AI 加速器

##### a) AI 训练及推理加速卡

- 1) 宜支持内存错误修复;
- 2) 应至少支持乘加运算加速;
- 3) 应能与至少一种深度学习或机器学习框架配套运行;
- 4) 应能执行至少一种场景模型的训练及推理, 包括但不限于计算机视觉、自然语言处理、声音处理等。

b) AI加速模组

- 1) 应含有至少 1 个人工智能加速处理器, 支持乘加运算加速;
- 2) 应支持至少一种计算精度, 满足高精度计算需求;
- 3) 应能执行至少一种场景模型的推理, 包括但不限于计算机视觉、自然语言处理、声音处理等。

### 9.1.2 AI服务器

a) AI训练服务器

- 1) 应符合 GB/T 9813.3 《计算机通用规范 第 3 部分: 服务器》中 4.4~4.11 的规定;
- 2) 应支持至少一种深度学习或机器学习训练框架;
- 3) 应能执行至少一种场景模型的训练, 包括但不限于计算机视觉、自然语言处理、声音处理等。

b) AI推理服务器

- 1) 应符合 GB/T 9813.3 《计算机通用规范 第 3 部分: 服务器》中 4.4~4.11 的规定;
- 2) 应支持至少一种深度学习或机器学习推理框架;
- 3) 应能执行至少一种场景模型的推理, 包括但不限于计算机视觉、自然语言处理、声音处理等。

### 9.1.3 存储设备

- a) 应支持 AI 全生命周期数据存储，如原始数据、数据集、模型训练和推理数据等；
- b) 应支持采用元数据的管理方式，进行数据分层管理；
- c) 应支持多种不同的存储类型，如对象存储、文件存储和块存储等；
- d) 应具备冗余存储能力，并支持容量扩展功能；
- e) 应支持主流的数据存储和传输协议；
- f) 宜具备高 IOPS 处理能力，支持 RDMA 技术，同时实现高聚合带宽；
- g) 宜支持可视化 WEB 管理界面和数据传输工具；
- h) 宜支持智能计算中心内全闪、混闪、冷存等不同存储池间形成统一命名空间和实现数据流动。

### 9.1.4 网络设备

- a) 智算中心网络系统应根据用户需求和人工智能技术发展进行规划和设计，可采用 IP 网络或其它网络；
- b) 智算中心机房的核心网络设备应采用容错配置，并具有可扩展性，相互备用的核心网络设备宜布置在不同的物理隔间内；
- c) 宜采用智能无损网络等新技术。在大规模训练应用场景下，应采用智能无损网络等新技术；
- d) 智算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。

### 9.1.5 高性能网卡

- a) 宜支持大带宽并具备高可靠性，保证长时间稳定运行；
- b) 宜支持多租户网络隔离，确保各用户间的数据传输安全且互不干扰；
- c) 宜具备加密和防火墙功能，保护网络安全和数据隐私；
- d) 宜支持智能化的网络管理工具，实时监控网络状态，提供故障诊断和修复功能；
- e) 宜兼容不同的网络环境和操作系统。

## 9.2 AI 平台层

### 9.2.1 专用操作系统

- a) 应与智算中心的硬件设备兼容，包括对加速器、存储器等硬件的原生支持；
- b) 宜具备对智算中心计算、存储、网络资源池的统一高效调度管理功能；
- c) 宜支持模块化设计，能够根据智算中心的需求灵活添加或移除功能；
- d) 应对身份鉴别、网络安全保护、资源利用、用户登录访问控制提供安全策略配置功能；宜具备高级的安全特性，包括隔离机制和加密措施。

### 9.2.2 算法开发框架

- a) 宜提供标准的算法开发接口；
- b) 宜允许开发者自定义适应不同 AI 应用场景的网络结构、层和参数；
- c) 应支持主流算法方向，包括计算机视觉、语音交互、自然语言处

理等；

- d) 宜支持超大规模图像生成模型、大规模文本生成模型、大规模声音生成模型等；
- e) 应支持多种算法的训练和测试，如计算机视觉、语音交互、自然语言处理等；
- f) 应具备对接开源领域预训练模型的能力。

### 9.2.3 AI 模型库

- a) 宜支持多种计算机视觉算法、多种语音交互算法、多种自然语言处理算法的训练和测试；
- b) 宜提供多个计算机视觉领域、语音交互领域、自然语言处理领域等可共享开放的预训练模型；
- c) 应具备对接开源领域预训练模型的能力。

## 9.3 AI 软件层

9.3.1 应支持多种主流 AI 加速芯片硬件适配，以人工智能算力为主（如 GPU、FPGA、ASIC 等），并配备通用算力（如 CPU）；

9.3.2 应兼容自主研发的训练框架或推理框架，并配置成熟易用的 AI 运行环境和基础工具，如常见的网络模型、AI 算子等；

9.3.3 应提供主流的人工智能语料集，用于模型的训练和验证；

9.3.4 宜具备用于数据预处理、增强、可视化和分析的工具；

9.3.5 宜具备确保 AI 应用符合安全和隐私标准的工具和措施。

## 10 集约高效

## 10.1 资源调度与管理

### 10.1.1 虚拟化弹性调度

- a) 应提供算力、网络等资源虚拟化和池化的能力；
- b) 应提供可动态调整通用算力和人工智能算力、内存、存储等资源以满足用户业务的弹性伸缩需求；
- c) 应支持异构芯片资源精细化管理，如负载感知、拓扑感知、算力切分等。

### 10.1.2 负载均衡策略

- a) 宜支持任务编排，包括任务解析、生成实例、重启策略、任务启动等；
- b) 宜支持任务资源的自动扩容与缩容；
- c) 宜支持计算资源多样化配置管理，包括集群资源管理、用户管理、节点管理、调度器队列管理等。

### 10.1.3 集群调优

- a) 应支持异构设备间的并行调度，如 CPU 和 GPU 并行推理；
- b) 宜具备任务的隔离与资源的限制能力，具备远程调用异构芯片的资源的能力；
- c) 宜提供标准的 API 接口，具备被集成能力；
- d) 宜支持按需纳管三方集群的能力，并支持 PBS、SLURM 等通用调度软件。

### 10.1.4 管理能力要求

#### a) 运营管理

- 1) 应具备客户需求的识别机制，并形成服务描述与服务质量计划；
- 2) 应建立智算中心的服务请求分级机制及实现流程；
- 3) 应建立智算中心的计费管理机制，如数据采集、预处理、费用计费、数据分发等。

#### b) 运维管理

- 1) 应建立服务连续性保障机制，服务可用性不低于 99.9%；
- 2) 应支持统一平台化的基础设施运维管理策略，开展多种运维服务，如预测性维护、预防性维护等；
- 3) 应支持硬件故障、风火水电失效等告警联动。

10.1.5 具备接入上海算力平台的能力，配合智算中心的登记工作，合力推动算力基础设施统筹监测的落实。

## 10.2 计算能力

### 10.2.1 一般要求

- a) 智算中心智能算力与算效应分别达到 GB/T 43331《互联网数据中心（IDC）技术和分级要求》中的第四级要求；
- b) 应提供人工智能算力服务和通用算力服务；
- c) 应支持多种主流操作系统；
- d) 应支持动态调整通用算力和人工智能算力、内存、存储等资源以满足用户业务的弹性伸缩需求。

### 10.2.2 训练

- a) 应支持一种或多种主流训练框架，如 PyTorch、TensorFlow、

SenseParrots、Paddle、MindSpore、OneFlow 等；

- b) 应支持多种训练方式，包括单机训练和分布式训练；
- c) 应支持自动学习的模式，如自动模型设计能力、自动超参数调优等；
- d) 应支持训练状态的可视化，如总体进度、子任务管理、参数调优、自动监控等；
- e) 宜支持多种常见网络结构的自动调优；
- f) 宜支持主流模型开源社区的模型训练；
- g) 宜支持一种或多种形式的 AI 加速，如 AI 加速卡、AI 加速指令集、SOC 等；
- h) 宜提供任务自动监控、自动容错、自动告警提示能力，并给予优先级无精度损失的弹性伸缩的能力。

### 10.2.3 推理

- a) 应支持一种或多种主流推理框架，如 Pytorch、Tensorflow、Triton 等；
- b) 宜提供接近无侵入的推理优化类库等；
- c) 应支持至少一种或多种精度推理，如 FP32、FP16、INT4、INT8；
- d) 应具备模型压缩工具，可根据用户定义参数完成模型压缩，包括模型量化、剪枝、蒸馏等；
- e) 应支持多级并行的部署策略，如任务、数据、指令等；
- f) 应具备模型推理调试工具，如性能分析诊断和单层/单 OP 运行结

果调试；

- g) 宜支持混合精度推理；
- h) 宜兼容主流算法开源社区的模型和算子能力；
- i) 宜提供模型服务的资源监报告警能力、自动弹性扩缩容能力、无中断版本更新和回退的能力。

## 10.3 存储与处理

### 10.3.1 数据存储功能

- a) 应支持分布式并行存储架构，例如支持毫秒级延时、百万级 IOPS；
- b) 应支持在线弹性扩展，满足容量需求和性能的线性增长；
- c) 应支持通过控制台、API、SDK、命令行方式进行存储资源操作，可以根据需求进行切换；
- d) 应支持标准的文件系统接口，如 POSIX。

### 10.3.2 数据接入功能

- a) 应支持结构化数据、半结构化数据和非结构化数据接入；
- b) 应支持包括视频、图像、音频、文本等数据类型，支持从本地大批量导入图像和视频数据集；
- c) 应支持主流压缩格式，并支持多个文件或者多个压缩包格式批量上传；
- d) 应支持按名称、类型、标签、状态等维度检索数据集；
- e) 应支持多种数据接入形式，包括 API 接入、离线传输等。

### 10.3.3 数据处理功能

- a) 应支持数据清洗、数据增强、数据脱敏、敏感数据分类等操作；
- b) 应提供软件工具，支持图片、视频、音频的标注，支持半自动化标注和预标注；
- c) 应支持对数据集发起单人或多人标注任务。

#### 10.3.4 数据管理功能

- a) 应提供数据全生命周期管理，可以对中间数据及产出数据进行增删改查及数据检索等操作；
- b) 应提供数据访问及权限控制，支持数据分类分级管理机制；
- c) 宜支持数据可视化分析、工作空间、版本管理等功能。

### 10.4 网络传输

10.4.1 机房网络布线应至少支持 1Gb/S(管理网)、10Gb/S(业务网)、100Gb/S(存储网)和 200Gb/S(计算网)网络的能力。

10.4.2 应支持节点间（以服务器为界限）数据通道或接口，通信速率不低于 200Gbps。

10.4.3 应支持存储和计算节点间采用高速通信网络，例如基于 RDMA 等，减少通信数据包重复拷贝。

10.4.4 应支持使用裸光纤、专线、VPN 等方式构建安全数据传输链路。

10.4.5 应支持高速管理网络，如 IPMI（智能平台管理接口）、Redfish 管理接口协议等，监视服务器的物理健康特征，如温度、电压、风扇状态、电源状态等。

## 11 安全可靠

### 11.1 安全要求

安全要求应符合现行国家标准 GB/T 39786 《信息安全技术 信息系统密码应用基本要求》的有关规定。

#### 11.1.1 物理安全

- a) 机房内应具备完整的门禁权限管理制度，并应设置人员门禁权限矩阵，定期稽核门禁是否按照规章执行；
- b) 建筑各出入口、楼层出入口、运营机房内应具备连续不间断、无盲点监控；
- c) 智算中心防火和灭火系统设计应符合现行国家标准 GB 50016 《建筑设计防火规范》、GB 50370 《气体灭火系统设计规范》、GB 50898 《细水雾灭火系统技术规范》和 GB 50084 《自动喷水灭火系统设计规范》的规定；
- d) 园区应具备有效的物理隔离手段，具备完善的巡逻频次及连续不间断值守制度；
- e) 室外安装的安全防范系统设备应采取防雷电保护措施，电源线、信号线应采用屏蔽电缆，接闪装置和电缆屏蔽层应接地。

#### 11.1.2 信息安全

- a) 符合 GB/T 35273 《信息安全技术 个人信息安全规范》中基本要求；
- b) 应实现对信息安全系统管理人员、操作人员、维护人员的身份认证和权限管理，根据不同的角色授予相应的权限，未经授权的用

户不得使用信息安全管理系统的相应功能；

- c) 应具备至少三项信息系统安全管理机制，如信息系统安全风险评价机制、信息系统安全风险识别机制、信息系统安全风险控制目标等管理机制；
- d) 应具备至少三项信息安全管理机制，如网络流量攻击的监控及预警机制、智算中心网络稳定性保障机制、网络攻击行为发现及屏蔽机制、网络敏感信息（涉黄、涉毒、涉赌、反动等）筛查及屏蔽等机制。

### 11.1.3 网络安全

- a) 业务方面，重要的业务系统应符合 GB/T 22239 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》中的三级要求，同时应符合 YD/T 2584 《互联网数据中心（IDC）安全防护要求》中相关规定；
- b) 网络架构方面，智算中心在生产运行、操作维护、系统管理等方面应采用网络设备如交换机、路由器、防火墙等对其内部网络进行安全域划分，划分方式包括但不限于 VLAN 划分、IP 网段划分、可信任域划分等；
- c) 网络管理方面，智算中心应具备跨安全域访问控制策略；
- d) 入侵防范方面，应对所有进出智算中心的流量进行防护；
- e) 网络监测方面，应在互联网接口处对所有进出智算中心的流量进行监控。

### 11.1.4 数据隐私保障

- a) 应采用密码技术保证重要数据在传输过程中的保密性，包括但不

限于鉴别数据、重要业务数据和重要个人信息等；

- b) 应采用密码技术保证重要数据在存储过程中的保密性，包括但不限于鉴别数据、重要业务数据和重要个人信息等；
- c) 含有存储介质的设备在报废或重用前，应进行完全清除或被安全覆盖，保证该设备上的敏感数据和授权软件无法被恢复重用；
- d) 宜建立规范的数据销毁流程和审批机制，数据不再需要时进行销毁处理，明确销毁的场景、对象、方式和要求，以及监督和记录控制环节。

## 11.2 可靠性要求

### 11.2.1 加速器可靠性

- a) 应支持加速器内部模块失效、加速器板供电模块失效、板掉电等故障的检测，并提供容错方案；
- b) 宜支持硬件唯一密钥，并提供密钥可靠存储机制；
- c) 宜支持不可靠算法的标识，及禁止不可靠算法执行的机制；
- d) 宜支持至少一种国密算法；
- e) 如具备物理资源的虚拟化能力，则宜实现任务级资源隔离。

### 11.2.2 节点可靠性

- a) 应支持异常掉电，操作系统崩溃，磁盘、内存、中央处理器出错造成节点不可用后的计算任务恢复执行（恢复可由配套软件辅助完成，配套软件可包含操作系统等）；
- b) 配备硬件模块（如 BMC），支持系统参数监控、警告触发和远程

管理；

- c) 单训练服务器节点应支持风冷或液冷散热，能在 5℃ ~ 35℃ 下工作，支持交流电模块热插拔，支持 N+N 冗余；
- d) 单推理服务器节点应至少支持风冷，能在 5℃ ~ 35℃ 下工作，支持交流电模块热插拔，支持 N+N 冗余。

### 11.2.3 网络可靠性

- a) 在参数面，至少支持交换机不工作、线缆连接阻断、网卡不工作等连接故障的检测，并提供容错方案；
- b) 在可实施的范围内，宜使用直连铜缆完成短距离传输，使用光纤完成长距离传输；
- c) 支持汇聚交换机、核心交换机的冗余组网设计，单台交换机故障不影响作业执行；
- d) 应支持 Overlay 层面的双活网关。

### 11.2.4 整体可靠性

- a) 应支持人工智能加速器、智算中心内部高速互联、节点故障等状态检查工具；
- b) 应支持训练现场的保存和恢复，实现无损训练；
- c) 应支持节点或通信不可用时，重调度新节点及配置集合通信，继续计算任务；
- d) 应支持集群模型恢复能力，能够寻找集群中模型相互冗余的节点，并在节点模型损坏时从其冗余节点上恢复模型；

- e) 宜支持集群统一分布式缓存，能在故障时不丢失数据；
- f) 应支持集群训练任务的断点续训，能自动检测、隔离故障资源，在故障时保存断点信息并能调度冗余资源从故障断点恢复训练，全过程实现自动化；
- g) 应具备故障分级，并实现基于故障级别的容错策略配置和实施。

## 12 绿色节能

### 12.1 等级要求

12.1.1 宜达到 GB/T 43331《互联网数据中心（IDC）技术和分级要求》中绿色节能的第五级要求，或者 DB31/T 1395《绿色数据中心评价导则》中绿色数据中心设计评价绿色等级的 AAAAA（5A）级要求；基准 PUE 严格控制不超过 1.25，综合 PUE 准入值和先进值分别不高于 1.22 和 1.18，长三角生态绿色一体化发展示范区数据中心集群内智算中心项目综合 PUE 应不高于 1.20。

12.1.2 应定期进行等级测评，发现不符合相应等级标准要求的及时整改，同时应确保测评机构的选择符合有关规定。

### 12.2 绿色清洁能源

12.2.1 新建智算中心绿电占比宜不低于 30%，长三角生态绿色一体化发展示范区数据中心集群内新建智算中心绿电占比应超过 80%。

12.2.2 鼓励智算中心通过参与绿电、绿证交易等方式提高可再生能源利用率。

12.2.3 应至少在园区风电、分布式光伏发电、余热回收利用、工业

废弃能源利用、分布式储能等绿色技术中采用 1 种技术实施应用。分布式光伏发电安装面积不低于建筑屋顶面积的 50%。

## 12.3 先进节能技术

### 12.3.1 建筑节能

本市建设智算中心，建筑节能应符合以下要求：

- a) 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；
- b) 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 GB 51245《工业建筑节能设计统一标准》及 GB 50174《数据中心设计规范》的相关要求；
- c) 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；
- d) 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。

### 12.3.2 供配电节能

本市建设智算中心，供配电节能应符合以下要求：

- a) 宜能对变压器容量进行设置，10kV 变压器能效等级宜满足 GB 20052 中规定的一级要求；10kV 以上变压器能效等级宜满足 GB 20052 中规定的二级要求。
- b) 宜通过供电新技术提高供电系统效率，包括但不限于高效不间断电源或模块化不间断电源、直流供电、专线直供、高压配电、10kV 交流输入不间断电源等技术；
- c) UPS 系统的负载率宜控制在 40%~80%，负载效率宜满足下表：

表 2 UPS 负载率和效率

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

### 12.3.3 制冷节能

本市建设智算中心，制冷节能应符合以下要求：

- a) 应充分利用自然冷源；
- b) 新建智算中心宜采用液冷技术满足高密算力散热需求，逐步提升液冷渗透率；
- c) 宜采用 AI 技术来进行智能预测和调控，通过精确控制制冷设备运行状态，优化能源使用效率；
- d) 空调制冷设备应选用配置变频、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；
- e) 宜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、热管技术、间接蒸发冷却等；
- f) 新风系统宜采用热回收方式或者独立预处理方式。

### 12.3.4 IT 设备节能

- a) 应具有电源智能管理及休眠技术；
- b) 宜采用经 80plus 金牌及同等或更高等级认证电源；
- c) 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；
- d) 宜采用高效节能、节水的信息通信设备；
- e) 宜通过 IT 设备状态采集和智能运维等手段，实现智算中心计算、存储资源的高效调度，提高智算中心算力和算效等级；
- f) 应采用能效达到 GB 43630 《塔式和机架式服务器能效限定值及能

效等级》和 T/CECA-G 0284 《服务器和数据存储设备能效“领跑者”评价要求》规定的节能水平及以上服务器产品；

- g) 宜采用全闪存、存算分离等存储技术，降低存储系统功耗，提升存储与计算设备利用率。

### 12.3.5 其他节能

- a) 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（如 LED 等）作为主要光源；
- b) 应设置先进自动能源管理系统，在分项计量的基础上对各类能源（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；
- c) 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；
- d) 宜部署高压直流等高效供配电系统、能效环境集成检测等高效辅助系统、智能监控运维系统等绿色管理系统；
- e) 应具备接入本市数据中心能效监测管理平台的能力。

## 13 论证、评估与监测

本市建设智算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。

### 13.1 一般要求

本市建设智算中心，流程上应符合以下要求：

13.1.1 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。

13.1.2 项目获批后，报建主体应在四个月内完成项目节能审查并做好开工建设准备，并确保两年内投入运行。

13.1.3 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，应接入本市数据中心能效监测管理平台，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（自用智算中心半年内），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。

## 13.2 综合评估评价体系架构

本市建设智算中心应进行综合评估评价，体系架构应包括以下内容：

13.2.1 衡量智算中心负载的 IT 设备上架率（ $Rack_{on}$ ）。

13.2.2 衡量智算中心电能利用效率的 PUE。

13.2.3 衡量智算中心机架负载的平均机架运行功率（ $P_{rack}$ ）。

13.2.4 衡量智算中心水资源利用效率的 WUE。

13.2.5 衡量智算中心碳利用效率的 CUE。

13.2.6 衡量智算中心节能综合水平的绿色等级。

13.2.7 衡量智算中心可用性水平的可用性等级。

13.2.8 衡量智算中心安全性水平的安全性等级。

13.2.9 衡量智算中心算力与算效水平的算力与算效等级。

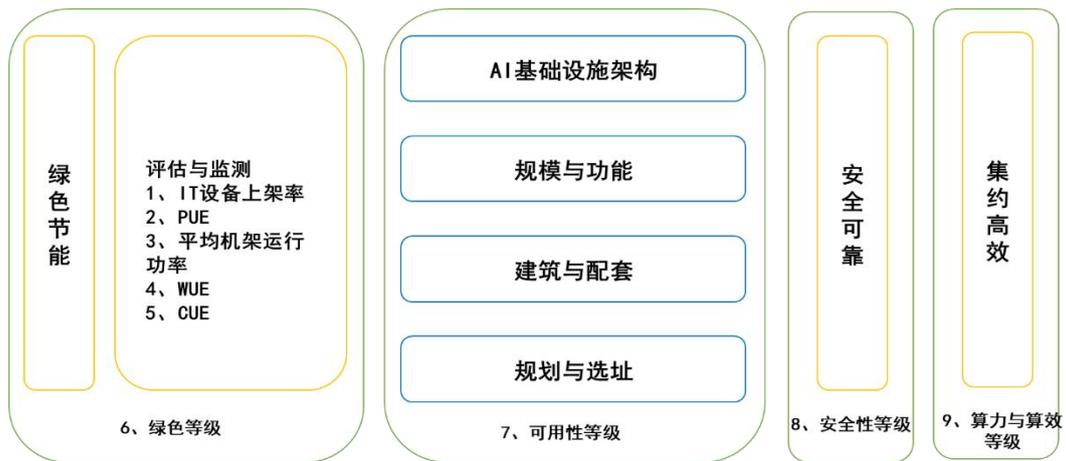


图 2 评估体系架构

### 13.3 指标要求

本市建设智算中心，投入运行后，关键指标应符合以下要求：

13.3.1  $Rack_{on}$ ：半年内应不低于 50%（仅针对自用的智算中心）；第一年应不低于 50%，第二年及以后应不低于 70%。

13.3.2  $P_{rack}$ ：第一年宜不低于上架机架的平均机架设计功率的 50%，第二年及以后宜不低于上架机架的平均机架设计功率的 70%。

13.3.3  $PUE_{综合}$ ：第一年应不高于 1.32，第二年及以后应不高于 1.22。

13.3.4 WUE：第一年宜不高于 2.2 L/kWh，第二年及以后宜不高于 2.0 L/kWh。

13.3.5 CUE：第一年宜不高于 1.2 gCO<sub>2</sub>/kWh，第二年及以后宜不高于 1.0 gCO<sub>2</sub>/kWh。

13.3.6 智算中心绿色等级宜达到 GB/T 43331 中第五级要求，或 DB31/T 1395 中绿色等级 AAAAAA（5A）要求。

13.3.7 智算中心安全性等级宜达到 GB/T 43331 中第五级要求。

13.3.8 智算中心可用性等级宜达到 GB/T 43331 中第五级要求。

13.3.9 智算中心算力与算效等级应达到 GB/T 43331 中第四级要求。

## 13.4 监测配套

本市建设智算中心，监测配套方面应符合以下要求：

13.4.1 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、总水耗、IT设备总电耗、可再生能源供应量及使用量、蓄电量、蓄冷量、余热回收量等，在线监测部署具体要求参见附录 A。

13.4.2 宜可利用智算中心提供的 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。

## 14 边缘智算中心

### 14.1 一般要求

14.1.1 边缘智算中心的选址应靠近应用场景，不受 6.1.3、6.2 节的约束。

14.1.2 边缘智算中心平均机架设计功率应不低于 6kW，规模上机架设计总功率应控制在 1.2MW 内。

14.1.3 边缘智算中心基准 PUE 应不高于 1.4。

14.1.4 边缘智算中心的主机房面积不宜超过（标准机架个数\*5）平方米。

### 14.2 技术要求

14.2.1 边缘智算中心宜采用一体柜和模块化部署方式。

14.2.2 边缘智算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。宜利用模块化氢燃料电池、太阳能板房等技术优化能源供给格局。

14.2.3 边缘智算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。空调制冷设备的选用应符合运行可靠、经济适用、节能环保的要求。

14.2.4 边缘智算中心的服务器和网络等设备应具有较宽的运行温度范围。宜采用业界公认的技术规范。宜采用安全可靠的 AI 加速芯片及 AI 服务器。智算设备宜自主可控，鼓励使用国产算力芯片及国产存储。

14.2.5 边缘智算中心的网络带宽应能满足业务需求，并有冗余线路。

14.2.6 边缘智算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。

14.2.7 边缘智算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 智算中心PUE测量方法<sup>1</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智算中心PUE，兼顾实际项目的可操作、可横向比较的要求，提出的对智算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。

为完善智算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智算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：

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

- 1) 公式中， $P_{\text{外供电}}$ 指保障被评价智算中心运行的所有外部供电，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， $P_{\text{外供油}}$ 指从被评价智算中心外部供入的保障智算中心建筑运行的所有油料，按表3折算为等效电，单位

---

<sup>1</sup> 参考 YD/T 2543《电信互联网数据中心（数据中心）的能耗测评方法》和 YD/T 4625《数据中心能耗管理系统技术要求》

为 $\text{kWh}_{\text{EE}}$ 。

- 3) 公式中,  $P_{\text{外供气}}$ 指从被评价智算中心外部供入的保障智算中心建筑运行的燃气, 按表3折算为等效电, 单位为 $\text{kWh}_{\text{EE}}$ 。
- 4) 公式中,  $P_{\text{外供冷}}$ 指从被评价智算中心外部供入的保障智算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 $\text{kWh}_{\text{EE}}$ 。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,  $P_{\text{IT}}$ 指被评价智算中心IT设备所消耗的电能, 单位为 $\text{kWh}$ 。

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 $\text{kWh}_{\text{EE}}$
电力	1 kWh	1
柴油	1 kg	7.812
汽油	1 kg	7.889
天然气	1 $\text{m}^3$	7.131
冷冻水 (7℃/12℃)	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智算中心建筑(或园区)的变压器高压侧及开关柜

中非智算中心用电的出线侧。如图3中M1标识和M5标识的位置。

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

- 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智算中心实际消耗气量。采用专用燃气表的读数或同等位置安装的燃气表读数。

- 4)  $P_{\text{外供冷}}$ 的测量参数为供智算中心消耗的冷量（单位MJ）。计量点为冷媒进入被评价智算中心建筑的位置。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（单位kWh/MJ）。

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

- 5)  $P_{IT}$ 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。被评价智算中心应完善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) 改造智算中心受条件限制, 缺乏较准确测量时 $P_{IT}$ 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 $P_{IT}$ 数值时, 应乘以修正系数 $\alpha_1$ 。

$$P_{IT} = \alpha_1 * \sum P_{\text{机柜}}$$

(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 $P_{IT}$ 数值时, 应乘以修正系数 $\alpha_2$ 。

$$P_{IT} = \alpha_2 * \sum P_{\text{UPS出}}$$

(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 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta$ 根据上海地区智算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

对于没有外供冷的智算中心，基准PUE计算公式为：

$$PUE_{\text{基准}} = (P_{M1} + P_{M2} + P_{M6} + P_{M7} - P_{M5}) / P_{M3}$$

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。

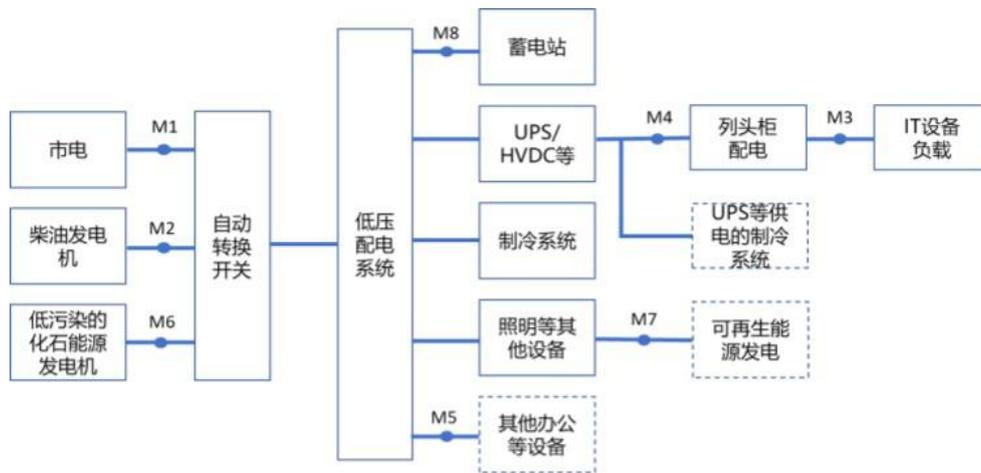


图 3 智算中心电能消耗测量点

#### A.4 综合PUE指标的计算公式

综合考虑若干技术对智算中心自身及城市整体能效提升的作用，鼓励先进技术及可再生能源的有效应用。在基准PUE指标基础上计算综合PUE指标，同时以基准PUE和综合PUE指标作为本导则对各智算中心的约束条件。

综合PUE的计算公式为：

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

其中，各调节因子 $\gamma_i$ 的取值如下所示：

- 1)  $\gamma_{\text{可再生}}$  因子衡量被评价智算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)  $\gamma_{\text{峰谷蓄电}}$  因子衡量被评价智算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)  $\gamma_{\text{错峰蓄冷}}$  因子衡量被评价智算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)  $\gamma_{\text{外供冷}}$  因子衡量被评价智算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)  $\gamma_{\text{液冷}}$  因子衡量被评价智算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)  $\gamma_{\text{能耗计量}}$  因子衡量被评价智算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智算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)  $\gamma_{\text{金融自用}}$  因子衡量被评价智算中心是否为金融自用智算中心。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。金融自用智算中心最高不超过0.15，其他智算中心最高不超过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1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智算中心累计总供冷量。需计量外供冷进出管道的冷量和智算中心总供冷量。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设计功率占实际运行机架总设计功率的比例。

## A.6 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

采用水冷空调的智算中心若与所在建筑的办公场所等共用冷水机组，为测量智算中心制冷所消耗的电能，可计量此类场所及智算中心的冷量，并根据冷量的比例关系将冷站消耗电能分配给智算中心。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，如果无法在智算中心变压器之前直接测量智算中心的总能耗，可根据变压器之后的实测值进行推算。

此外，当需要从智算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.7 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变化发生变化，因此为全面、准确了解智算中心的能效，应采用固定测量仪表，对智算中心能耗进行持续、长期的测量和记录。

若智算中心未安装固定测量设备，可采用钳形功率计等设备测量。

智算中心及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。

智算中心应根据连续或多次短时累计的智算中心总耗电、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，智算中心的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。智算中心如果选择

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.8 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.9 能效数据信息备注要求

智算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、准确的反映智算中心能效，在提供能效指标数值时，至少应包括以下相关信息：

- 1) 智算中心测试时的测量点信息、具体时间段、室内外温湿度等。
- 2) 智算中心规模、机架数量（个）、平均机架设计功率（kW）、机架设计总功率（kW）、智算中心设计总功率

(kW)，以及总市电供电容量(kVA)。

- 3) 智算中心IT设备上架率、平均机架运行功率。
- 4) 智算中心机房建筑形态。
- 5) 智算中心主要业务方向。
- 6) 智算中心供电和制冷方式。
- 7) 智算中心测量设备的完备程度。
- 8) 智算中心所采用的间接测量和估算方法等。

## 附录B 智算中心WUE测量方法

### B.1 WUE 指标的计算公式

WUE的计算公式为：

$$WUE=(W_{\text{总耗水}}-W_{\text{再生}}) / \sum P_{IT}$$

式中：

$W_{\text{总耗水}}$ 为统计期内（全年）输入智算中心的总水量，单位为L。

$W_{\text{再生}}$ 为统计期内（全年）智算中心使用的可再生水总量，单位为L。

$P_{IT}$ 为智算中心中IT设备耗电，单位为kWh，计算方式参照A.6。

WUE指标的单位为L/kWh，其值越低表明智算中心运营过程中水资源利用效率越高，在理想状态下WUE值可接近于零。公式通过扣除智算中心使用的可再生水量体现非饮用水源（如中水、雨水、废水回用水等）对缓解当地水资源压力所带来的收益。

### B.2 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智算中心的水表，从湖泊、河道等自然水网抽取水的管道的水表。

## 附录C 智算中心CUE指标的核算方法<sup>2</sup>

### C.1 CUE指标的计算公式

CUE的计算公式为：

$$CUE = E_{\text{总排放量}} / \sum P_{IT}$$

式中：

$E_{\text{总排放量}}$ 是指核算各个源头的能源（如电、天然气、柴油等）占比、碳排放因子、排放量，进行CO<sub>2</sub>当量转换，扣除应用其他方式获得的对应碳抵消量，最终获得碳排放量。各个源头的能源的CO<sub>2</sub>排放量的核算方面如下所示。

$P_{IT}$ 是智算中心中IT设备耗电，单位为kWh。

### C.2 核算步骤

包括以下步骤：

- a) 确定核算边界，识别温室气体排放源和温室气体种类；
- b) 收集活动数据；
- c) 选择和获取排放因子数据；
- d) 分别计算购入的电力和热力产生的排放量、天然气燃烧排放量、柴油燃烧排放量以及输出的电力和热力产生的排放量；
- e) 汇总计算报告主体温室气体排放量。

---

<sup>2</sup> T/EES 0001-2021《温室气体排放核算与报告要求 数据中心》

### C.3 核算方法

#### a) 概述

智算中心的温室气体排放总量等于智算中心消费的购入电力、热力所对应的排放量，核算边界内所有运行系统的天然气燃烧排放量，核算边界内所有运行系统的柴油燃烧排放量之和，同时扣除输出的电力、热力所对应的排放量。公式如下：

$$E = E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} + E_{\text{天然气}} + E_{\text{柴油}} - E_{\text{输出电}} - E_{\text{输出热}}$$

式中：

$E$ --温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2e</sub>）；

$E_{\text{购入电}}$ --购入的电力产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2e</sub>）；

$E_{\text{购入热}}$ --购入的热力产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2e</sub>）；

$E_{\text{天然气}}$ --天然气燃烧排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2e</sub>）；

$E_{\text{柴油}}$ --柴油燃烧排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2e</sub>）；

$E_{\text{输出电}}$ --输出的电力产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2e</sub>）；

$E_{\text{输出热}}$ --输出的热力产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2e</sub>）。

#### b) 购入和输出的电力产生的排放

##### 1) 计算公式

##### (1) 购入的电力产生的排放

智算中心消费的购入电力所产生的排放量按如下公式计算：

$$E_{\text{购入电}} = AD_{\text{购入电}} \times EF_{\text{电力}}$$

式中：

$E_{\text{购入电}}$ --购入的电力产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2e</sub>）。如果智算中心使用采购可再生能源或清洁能源的电量，则按照相应排放系数核算。

$AD_{\text{购入电}}$ --核算和报告年度内的外购电力，单位为兆瓦时（MWh）。

$EF_{\text{电力}}$ --电网年平均供电排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO<sub>2</sub>/MWh）。

购买绿电、绿证获得的碳抵消量按上式计算，其中， $AD_{\text{购入电}}$ 为购买的绿电电量。

## （2）输出的电力产生的排放

智算中心输出的电力所产生的排放量按如下计算：

$$E_{\text{输出电}} = AD_{\text{输出电}} \times EF_{\text{电力}}$$

式中：

$E_{\text{输出电}}$ --输出的电力产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2e</sub>）；

$AD_{\text{输出电}}$ --核算和报告年度内的输出电力，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_{\text{电力}}$ --电网年平均供电排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO<sub>2</sub>/MWh）。

## 2) 活动数据获取

购入和输出电力的活动数据以智算中心电表记录的读数为准，如果没有，可采用供应商提供的电费发票或者结算单等结算凭证上的数据。

## 3) 排放因子数据获取

电网年平均供电排放因子应选用生态环境部最近年份公布的相关区域（上海市）数据。

### c) 天然气燃烧排放

#### 1) 计算公式

天然气燃烧产生的排放量是智算中心核算和报告年度内天然气燃烧产生的二氧化碳排放当量的总和，按如下计算：

$$E_{\text{天然气}} = AD_{\text{天然气}} \times EF_{\text{天然气}}$$

式中：

$E_{\text{天然气}}$ --核算和报告年度内天然气燃烧产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2e</sub>）。

$AD_{\text{天然气}}$ --核算和报告年度内天然气燃烧的活动数据，单位为吉焦（GJ）。

$EF_{\text{天然气}}$ --天然气燃烧的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO<sub>2</sub>/GJ）。

注：本部分中的气体标准状况是大气压力为 101.325Kpa，温度为 273.15K（0℃）

## 2) 活动数据获取

### (1) 概述

天然气燃烧的活动数据是核算和报告年度内天然气的消耗量与平均低位发热量的乘积，按如下公式计算：

$$AD_{\text{天然气}} = NCV_{\text{天然气}} \times FC_{\text{天然气}}$$

式中：

$AD_{\text{天然气}}$ --核算和报告年度内天然气燃烧的活动数据，单位为吉焦（GJ）。

$NCV_{\text{天然气}}$ --核算和报告年度内天然气的平均低位发热量，单位为吉焦每万标立方米（GJ/10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>）。

$FC_{\text{天然气}}$ --核算和报告年度内天然气的净消耗量，单位为万标立方米（10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>）。

### (2) 天然气消耗量

天然气的消耗量应根据智算中心能源消耗的记录来确定。

### (3) 低位发热量

智算中心使用天然气的低位发热量可遵循 GB/T 22723-2008 等相关标准委托有资质单位进行实测，也可参考表 5 相关参数推荐值的推荐值。

## 3) 排放因子获取

### (1) 概述

天然气燃烧的二氧化碳排放因子按如下公式计算：

$$EF_{\text{天然气}} = CC_{\text{天然气}} \times OF_{\text{天然气}} \times \frac{44}{12}$$

式中：

$EF_{\text{天然气}}$ --天然气燃烧的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ $\text{tCO}_2/\text{GJ}$ ）；

$CC_{\text{天然气}}$ --天然气的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（ $\text{tC}/\text{GJ}$ ）；

$OF_{\text{天然气}}$ --天然气的碳氧化率，以%表示；

$\frac{44}{12}$ --二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

## (2) 单位热值含碳量

天然气的单位热值含碳量采用表 5 相关参数推荐值的推荐值。

## (3) 碳氧化率

天然气的碳氧化率采用表 5 相关参数推荐值的推荐值。

## d) 柴油燃烧排放

### 1) 计算公式

柴油燃烧产生的排放量是智算中心核算和报告年度内柴油燃烧产生的二氧化碳排放当量的总和，按如下公式计算：

$$E_{\text{柴油}} = AD_{\text{柴油}} \times EF_{\text{柴油}}$$

式中：

$E_{\text{柴油}}$ --核算和报告年度内柴油燃烧产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（ $\text{tCO}_2\text{e}$ ）；

$AD_{\text{柴油}}$ --核算和报告年度内柴油燃烧的活动数据，单位为吉焦（ $\text{GJ}$ ）；

$EF_{\text{柴油}}$ --柴油燃烧的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ $\text{tCO}_2/\text{GJ}$ ）。

## 2) 活动数据获取

### (1) 概述

柴油燃烧的活动数据是核算和报告年度内柴油的消耗量与平均低位发热量的乘积，按如下公式计算：

$$AD_{\text{柴油}} = NCV_{\text{柴油}} \times FC_{\text{柴油}}$$

式中：

$AD_{\text{柴油}}$ --核算和报告年度内柴油燃烧的活动数据，单位为吉焦（GJ）；

$NCV_{\text{柴油}}$ --核算和报告年度内柴油的平均低位发热量，单位为吉焦每吨（GJ/t）；

$FC_{\text{柴油}}$ --核算和报告年度内柴油的净消耗量，单位为吨（t）。

### (2) 柴油消耗量

柴油的消耗量应根据智算中心企业能源消耗的记录来确定。

### (3) 低位发热量

智算中心使用柴油的低位发热量可循 GB/T 384-1981 等相关标准委托有资质单位进行实测，也可参考表 5 相关参数推荐值的推荐值。

## 3) 排放因子获取

### (1) 概述

柴油燃烧的二氧化碳排放因子按如下公式计算：

$$EF_{\text{柴油}} = CC_{\text{柴油}} \times OF_{\text{柴油}} \times \frac{44}{12}$$

式中：

$EF_{\text{柴油}}$ --柴油燃烧的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ $tCO_2/GJ$ ）。

$CC_{\text{柴油}}$ --柴油的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（ $tC/GJ$ ）。

$OF_{\text{柴油}}$ --柴油的碳氧化率，以%表示。

$\frac{44}{12}$ --二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

## （2）单位热值含碳量

柴油的单位热值含碳量采用表 5 相关参数推荐值的推荐值。

## （3）碳氧化率

柴油的碳氧化率采用表 5 相关参数推荐值的推荐值。

## e) 购入和输出的热力产生的排放

### 1) 计算公式

#### （1）购入的热力产生的排放

智算中心消费的购入热力所产生的排放量按如下公式计算：

$$E_{\text{购入热}} = AD_{\text{购入热}} \times EF_{\text{热力}}$$

式中：

$E_{\text{购入热}}$ --购入的热力产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（ $tCO_{2e}$ ）。

$AD_{\text{购入热}}$ --核算和报告年度内的外购热力，单位为吉焦（ $GJ$ ）。

$EF_{\text{热力}}$ --年平均供热排放因子，单位为吨二氧化碳吉焦（ $tCO_2/GJ$ ）。

#### （2）输出的热力产生的排放

智算中心输出的热力所产生的排放量按如下公式计算：

$$E \text{ 输出热} = AD \text{ 输出热} \times EF \text{ 热力}$$

式中：

$E$  输出热--输出的热力产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2e</sub>）。

$AD$  输出热--核算和报告年度内的输出热力，单位为吉焦（GJ）。

$EF$  热力--年平均供热排放因子，单位为吨二氧化碳吉焦（tCO<sub>2</sub>/GJ）。

## 2) 活动数据获取

智算中心购入和输出的热力活动数据以企业的热力表记录的读数为准，也可采用供应商提供的热力费发票或者结算单等结算凭证上的数据。

## 3) 排放因子数据获取

热力排放因子优先采用供热单位的实测值，也可按 0.06tCO<sub>2</sub>/GJ 计算。

## f) 智算中心碳排放核算所需参数推荐值

智算中心碳排放核算所需参数推荐值如表 5 所示

表 5 智算中心碳排放核算所需参数推荐值

能源名称	计量单位	低位发热量 GJ/t或GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	单位热值含碳量 tC/GJ	碳氧化率
柴油	t	42.652 <sup>a</sup>	20.2 × 10 <sup>-3b</sup>	98% <sup>b</sup>
天然气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	389.31 <sup>a</sup>	15.3 × 10 <sup>-3b</sup>	99% <sup>b</sup>
<sup>a</sup> 数据取值来源为GB/T 32151.1-2015 温室气体排放核算与报告要求 第1部分：发电企业。 <sup>b</sup> 数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南》（试行）。				

