T/CECSxxx-202x

**中国工程建设标准化协会标准**

**智能计算中心设计标准**

Design Standards for Intelligent Computing Centers

T/CECS XXX-202X

（征求意见稿）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

中国计划出版社

**中国工程建设标准化协会标准**

**智能计算中心设计标准**

Design Standards for Intelligent Computing Centers

**T/CECS×××-20××**

主编单位：中国移动通信集团设计院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年×月×日

中国计划出版社

20×× 北 京

**前言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发2023 年第一批协会标准制订、修订计划》通知（建标协字 (2023) 10 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准共分13章，主要技术内容包括：总则、术语与符号、总体要求、算力设施、选址与环境要求、建筑与结构、电气系统、空气调冷却系统、给排水系统、消防系统、机柜与布线系统、智能化系统、节能措施及能效监管系统等。

本标准由中国工程建设标准化协会信息通信专业委员会（CECS/TC13）负责日常管理，并负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国工程建设标准化协会信息通信专业委员会（地址：北京市西城区车公庄大街乙5号鸿儒大厦A座4层B-C室，邮政编码：100044,电子邮件:yuyanrong@cdcc2009.com）。

**主编单位：**中国移动通信集团设计院有限公司

曙光信息产业股份有限公司

**参编单位：**中讯邮电咨询设计院

烽火通信科技股份有限公司

曙光数据基础设施创新技术（北京）股份有限公司

华信咨询设计研究院有限公司

浪潮电子信息产业股份有限公司

施耐德电气（中国）有限公司

**主要起草人：**

**主要审查人：**

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc10179)

[2 术语和缩略语 2](#_Toc20540)

[2.1 术语 2](#_Toc19152)

[2.2 缩略语 5](#_Toc18098)

[3 基本规定 6](#_Toc30251)

[3.1 一般规定 6](#_Toc31256)

[3.2 分类 6](#_Toc28724)

[3.3 性能要求 7](#_Toc7525)

[4 算力设施 8](#_Toc26546)

[4.1 一般规定 8](#_Toc20957)

[4.2 业务域 8](#_Toc15386)

[4.3 管理域 10](#_Toc14167)

[5 选址与环境要求 12](#_Toc15160)

[5.1 选址 12](#_Toc9335)

[5.2 环境要求 12](#_Toc18691)

[5.3 设备布置 13](#_Toc15802)

[6 建筑与结构 15](#_Toc28403)

[6.1 一般规定 15](#_Toc22366)

[6.2 建筑形态的智能计算中心 15](#_Toc22100)

[6.3 预制化产品形态的智能计算中心 17](#_Toc7267)

[7 电气系统 18](#_Toc5393)

[7.1 一般规定 18](#_Toc20323)

[7.2 供配电系统 18](#_Toc25740)

[7.3 不间断电源系统 19](#_Toc1312)

[7.4 防雷与接地 20](#_Toc15848)

[8 空调冷却系统 21](#_Toc21496)

[8.1 一般规定 21](#_Toc24773)

[8.2 负荷计算 21](#_Toc23766)

[8.3 风冷系统设计 22](#_Toc4840)

[8.4 液冷系统设计 23](#_Toc31953)

[8.5 设备选择 24](#_Toc14826)

[8.6 通风设计 26](#_Toc29838)

[9 给水排水系统 27](#_Toc1928)

[9.1 一般规定 27](#_Toc31708)

[9.2 给水系统 27](#_Toc11055)

[9.3 排水及排液系统 27](#_Toc29345)

[10 消防系统 29](#_Toc12764)

[10.1 消防防火及疏散 29](#_Toc167)

[10.2 消防设施 29](#_Toc18244)

[11 机柜与布线系统 31](#_Toc4387)

[11.1 机柜系统 31](#_Toc30291)

[11.2 布线系统 31](#_Toc27273)

[12 智能化系统 33](#_Toc7679)

[12.1 一般规定 33](#_Toc8455)

[12.2 动力环境与设备监控系统 33](#_Toc5798)

[12.3 安全防范系统 35](#_Toc29912)

[12.4 智能化管理系统 36](#_Toc10372)

[13 节能措施及能效监管系统 37](#_Toc20604)

[13.1 能效要求及节能措施 37](#_Toc13738)

[13.2 能效监管系统 37](#_Toc78)

[附录A 智能计算中心算力设施技术要求 39](#_Toc15750)

[附录B 各级智能计算中心基础设施技术要求 40](#_Toc19303)

[用词说明 47](#_Toc14938)

[引用标准名录 48](#_Toc10286)

[条文说明 50](#_Toc24924)

Contents

1 General provisions 1

2 Terms and abbreviation 2

2.1 Terms 2

2.2 Abbreviation 5

3 Basic regulations 6

3.1 Basic regulations 6

3.2 Classification 6

3.3 Required features 7

4 Computing infrastructure 8

4.1 Basic regulations 8

4.2 Business Domain 8

4.3 Manage domains 10

5 Site selection and environmental requirements 12

5.1 Site selection 12

5.2 Environmental requirement 12

5.3 Equipment Layout 13

6 Architecture and Structure 15

6.1 General Requirements 15

6.2 Intelligent computing center for architectural form 15

6.3 Intelligent computing center for prefabricated product forms 17

7 Electrical systems 18

7.1 General Requirements 18

7.2 Power supply and distribution system 18

7.3 Uninterruptible power system 19

7.4 Lightning protection and grounding 20

8 Air conditioning cooling system 21

8.1 General Requirements 21

8.2 Load calculation 21

8.3 Design of air cooling system 22

8.4 Design of Liquid Cooling System 23

8.5 Equipment selection 24

8.6 Ventilation design 26

9 Water supply and drainage system 27

9.1 General Requirements 27

9.2 Water Supply System 27

9.3 Drainage and drainage system 27

10 Fire Protection System 27

10.1 Fire prevention and evacuation 27

10.2 Fire facilities 28

11 Cabinet and cabling system 31

11.1 Cabinet system 31

11.2 Generic cabling system 31

12 Intelligent system 33

12.1 General Requirements 33

12.2 Environmental and equipment monitoring system 33

12.3 Security and prevention system 33

12.5 Intelligent management system（DCIM） 36

13 Energy saving measures and energy efficiency supervision system 37

13.1 Energy efficiency requirements and energy-saving measures 37

13.2 Energy Efficiency Supervision System 37

Appendix A Technical Requirements for Computing Power Facilities of Intelligent Computing Center 39

Appendix B Technical Requirements for Infrastructure of Intelligent Computing Centers at All Levels 40

Word Description of this specification 47

Reference standard directory 48

Article description 50

1 总则

1.0.1 为规范智能计算中心工程的规划建设，确保智能计算设备系统安全、稳定、可靠地运行，做到技术先进、经济合理、安全适用、节能环保，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建和扩建的智能计算中心工程设计。

1.0.3 智能计算中心工程的设计应遵循近期建设规模与远期发展规划协调一致的原则。

1.0.4 智能计算中心工程的设计除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和缩略语

2.1 术语

2.1.1 智能计算中心 intelligent computer center

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

2.1.2 算力设施 computility facility

指具备计算力、运载力和存储力的设施， 信息通信（ICT ）设备为其主要构成。

2.1.3 AI加速卡AI Accelerator Card

也被称作AI加速器或计算卡，是专门设计用来处理人工智能应用中的大量计算任务的模块。这类设备通常由GPU、FPGA或ASIC等组成，它们能够提供比传统CPU更高效的计算能力，尤其是在进行深度学习、机器学习和其他需要大量并行处理的AI任务时。

2.1.4 集群 cluster

是指将多台独立的计算机（称为节点或服务器）连接在一起，以便作为一个整体来执行任务、处理工作负载或提供服务。这些计算机节点通过网络相互通信和协作，共享资源和工作负载，以实现更高的性能、可靠性和可扩展性。集群的目标是提高系统的性能、可用性、扩展性和容错性。

2.1.5 液冷 liquid cooling

一种适用于需提高计算能力、能源效率、部署密度、解决高热流密度热源散热冷却问题等场景，采用液体冷却工质带走热源热量，实现对热源温度控制的热控制技术。

2.1.6 液冷系统 liquid cooling system

液冷系统由液冷算力设施、液冷连接部件、CDU，以及室外冷却系统等构成。室外冷却系统主要采用冷却塔或干冷器供冷。

2.1.7 冷板 cold plate

由基板和封闭液体盖板形成的封闭腔体，内设流体通道，冷却工质经过该腔体内的通道将通道内的热量带走。

2.1.8 冷板式液冷 cold plate liquid cooling

通过冷板将发热器件的热量间接传递给封闭在循环管路中的冷却液体，通过冷却液体将热量带走的一种实现形式。

2.1.9 浸没式液冷 immersion liquid cooling

将发热元器件完全浸没在冷却液体中，通过直接接触带走热量的一种实现形式。

根据冷却介质吸热后是否发生相变，又分为单相浸没式液冷和相变浸没式液冷。单相浸没式液冷的冷却液体在热量传递过程中仅发生温度变化，而不存在相态转变，过程中完全依靠物质的显热传递热量。相变浸没式液冷的冷却液体在热量传递过程中发生相态转变，依靠物质的潜热传递热量。

2.1.10 二次冷却系统 primary liquid cooling system

简称“二次侧”， 液冷系统内负责将算力设施高热流密度元件的发热量带出机房，送抵与外循环系统做热交换的冷却介质循环系统。

主要由冷量分配单元（二次侧循环通道部分）、液冷算力设施、柜内配流管路、环网系统、连接管路、过滤装置等组成。

2.1.11 一次冷却系统 secondary liquid cooling system

简称“一次侧”，液冷系统内负责将二次冷却环路送抵的机房内高热流密度元件产生的热量排至室外大气环境，或通过热回收系统取热单元回收利用，同时实现介质冷却循环的冷却系统。

主要由冷量分配单元（一次侧循环通道部分）、自然冷却单元、热回收系统取热单元、外循环泵、补液装置、稳压系统、连接管路、过滤装置、水质控制模块等组成。

2.1.12 冷量分配单元 coolant distribution unit（CDU）

用于进行冷却液分配的单元，提供一、二次侧液体热交换、二次侧液体动力、流量分配、温度及压力控制、物理隔离、防凝露等功能。根据不同应用分为集中式CDU和分布式CDU两种形式。主要由冷却液循环泵、控制系统、换热器、流量调节阀、传感器、变频器等组成。

2.1.13 自然冷却单元 free cooling unit

可通过自然冷却的方式向外界环境释放热量的外部冷却单元。常采用的设计有闭式冷却塔、开式冷却塔、干冷器等。

2.1.14 液冷余热回收系统 liquid cooling heat recovery system

用于回收液冷系统的余热或废热，并把回收的热量通过直接转移或借助热泵的形式转移，作为供热或其他加热设备的热源而加以利用或存储的系统。

2.1.15 机柜分集水器 manifold

用于向机柜内各节点内的冷板分配冷却液，介于冷量分配单元（CDU）与冷板之间的冷却液集中分配装置。

2.1.16 双重电源

一个负荷的电源是由两个电源提供的，这两个电源及线路就供电而言被认为是相互独立的。

2.1.17 冗余

重复配置系统的一些或全部部件，当系统发生故障时，重复配置的部件介入并承担故障部件的工作，由此延长系统的平均故障间隔时间。

2.1.18 N+X冗余

系统满足基本需求外，增加了X个组件、X个单元、X个模块或X个路径。任何X个组件、单元、模块或路径的故障或维护不会导致系统运行中断（X=1~N)

2.1.19 容错

具有两套或两套以上的系统，在同一时刻，至少由一套系统在正常工作。按容错系统配置的基础设施，在经受住一次严重的突发设备故障或人为操作失误后，仍能满足电字信息设备正常运行的基本需求。

2.1.20 液冷占比 liquid performance efficiency（LPE）

液冷系统中直接通过液体带走的热量（功耗）与系统总热量（功耗）的比值。

2.1.21 电能利用效率 power usage effectiveness (PUE)

电能利用效率（PUE）是表征智能计算中心电能利用效率的参数，其数值为智能计算中心内所有用电设备消耗的总电能与所有电子信息设备消耗的总电能之比。

2.1.22 水利用效率Water Usage Effectiveness（WUE）

水利用效率（WUE）是表征智能计算中心水资源利用效率的参数，其数值为智能计算中心总耗水量与 信息通信设备耗电量的比值 （单位：L/kWh），一般用年均 WUE 值。

2.1.23 可再生能源使用率

可再生能源是指自然界钟可以不断利用循环再生的一种能源，主要包括太阳能、风能、水、生物质能、潮汐能等。可再生能源使用率是数据中心每年消耗可再生能源的总量与数据中心每年消耗总电能的比值。

2.1.24 算力 Computational Power （CP）

算力（CP） 是表征算力设施计算能力的参数。智算业务最常用的算力计量单位是每秒执行的浮点运算次数（flops，Eflops=1018 flops）

2.1.25 算效 Computational Efficiency （CE）

算效（CE）是智能计算中心每瓦功率所产生的算力，是算力设施计算性能与功率的比值，单位为Gflops/W。

## 2.2 缩略语

AI 人工智能 Artificial Intelligence

CFD 计算流体动力学 Computational fluid dynamics

COP 制冷能效比 Coefficient of performance

IPLV 综合部分性能系数 Integrated part load valuε

DR 分布式冗余 Distributed Redundancy

RR 后备式冗余 Reserve Redundancy

CUE 碳利用率 Carbon Usage Effectiveness

3 基本规定

## 3.1 一般规定

3.1.1 智能计算中心应满足算力设备安全运行的需要，应为算力设施提供建筑空间（或机房空间）、电力供应、空调环境、网络传输和安全保障。

3.1.2 智能计算中心工程，应以安全运行、节能低碳、满足信息社会和数字经济发展为目标，遵循近期建设规模与远期发展规划协调一致的原则进行建设。

3.1.3 智能计算中心架构体系由“三层两域”构成，分别是设施层、智算平台层、应用使能层、 智算运维域和智算运营域。其中，设施层包括算力设施和基础设施两类。



**图3.1.3 智能计算中心技术体系架构**

3.1.4 智能计算中心应提供数据服务、算法服务、算力服务等全面服务，注重运营管理，全面绿色节能，实现可持续发展。

3.1.5新建智能计算中心，应结合需求和算力设施、基础设施的技术演进趋势，进行统筹规划、柔性设计。

## 3.2 分类

3.2.1 按照承担的智能计算任务分类，智能计算中心可分为通用大模型训练中心、行业大模型/场景大模型训练中心、智能推理中心。一个智能计算中心可同时承载多种计算任务。

3.2.2 按照AI加速卡部署规模分类，智能计算中心可分万卡级、千卡级、百卡级规模的智能计算中心。

3.2.3 按基础设施建设方式分类，智能计算中心分为新建智能计算中心和已建数据中心升级两类。

3.2.4 按机房空间形态分类，智能计算中心分为建筑形态和预制化产品形态两类。

## 3.3 性能要求

3.3.1 按数据丢失或服务中断在经济或社会上造成的损失或影响程度分类，智能计算中心的基础设施等级可分为A级、B级、C级三类。各等级对应要求应符合下表规定：

**表3.3.1 智能计算数据中心基础设施等级划分要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 等级 | 划分依据 |
| A 级 | 1）数据丢失或服务中断将造成重大的经济损失； |
| 2）数据丢失或服务中断将对社会秩序和公共利益造成严重损害，或对国家安全造成损害。 |
| B 级 | 1）数据丢失或服务中断将造成较大的经济损失； |
| 2）数据丢失或服务中断将对社会秩序和公共利益造成损害。 |
| C 级 | 不属于 A 级或 B 级的数据中心应为 C 级。 |

3.3.2 A 级智能计算数据中心中涉及电子信息系统安全运行的基础设施应具备容错功能，应允许在线维护和检修；在发生操作失误、设备故障和主用电源中断等一次意外事故后，电子信息系统应正常运行。

3.3.3 B 级智能计算数据中心的基础设施应具备冗余能力，在冗余能力范围内，应能保证电子信息系统正常运行。

3.3.4 在正常情况下，C 级智能计算数据中心的基础设施应满足电子信息系统运行的基本要求。

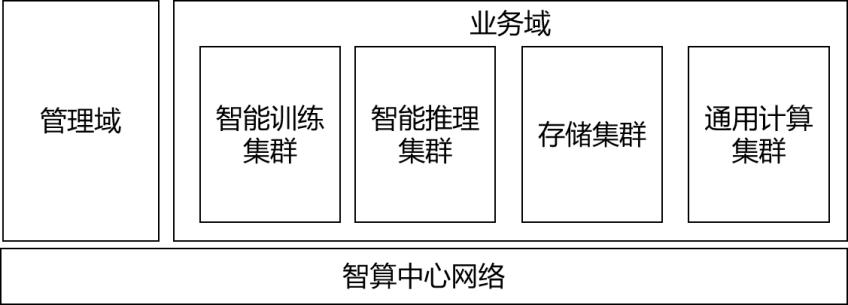
4 算力设施

## 4.1 一般规定

4.1.1 智能计算中心的算力设施建设时，从硬件到软件、从芯片到架构等各层面应遵循统一的标准规范，具备互联互通和互操作性。

4.1.2 智能计算中心应支持CPU、GPU、DPU以及其他异构计算资源部署，提供多样化的算力。

4.1.3 智能计算中心算力设施由业务域和管理域等组成。业务域用于提供训练所需的智算能力与存储能力，并按需部署服务器对训练数据进行预处理，包括训练集群、推理集群、存储集群和通用计算集群；管理域用于对整个资源池和训练任务进行控制管理。智能计算中心算力设施分区分域示意如下图所示：



**图4.1.3 智能计算中心算力设施分区分域示意图**

4.1.4 智能计算中心算力设施技术要求，按本规范附录A执行。

4.1.5 智能计算中心设计应结合业务连续性保障要求，合理评估电源、冷却系统等关键基础设施的稳定性和可靠性，确定机房等级需求。

4.1.6 智能计算中心设计应结合算力设施配置情况、预期利用率与运行峰值等因素，合理测算算力设施设备耗电需求。

## 4.2 业务域

4.2.1 智能计算中心应至少设置一个训练集群，训练集群设置应满足如下要求：

1 训练集群布局宜集中部署。

2 训练集群大小的划分，应根据拟训练的模型参数量大小、预定训练时长、拟采用的AI加速卡性能、参数网络交换机的性能等因素确定。

3 训练集群内所有智算服务器应由一个参数网络互联，实现模型训练时的高效并行计算。训练集群之间相互独立，位于不同的智能训练参数网络之中。

4 训练集群内智算服务器主要搭载扣卡模组的AI加速卡。

4.2.2 智能计算中心可配置多个不同的推理集群，推理集群设置应满足如下要求：

1 推理集群的设置，应考虑推理业务的时延要求及覆盖范围需求。对于推理时延敏感的业务，应就近建设推理资源。

2 智能推理集群的大小应按照业务访问量设置。

3 推理集群内智算服务器主要搭载PCIe型AI加速卡，针对较大模型的推理，必要时可配置扣卡模组AI加速卡。

4.2.3 智能计算中心设置存储集群时，应满足如下要求：

1 文件存储为训练任务提供训练数据访问、训练任务保存等服务，文件存储以集群的方式为智算服务器提供存储服务。根据存储介质不同，可分为全闪型文件存储与混闪型文件存储。

1）全闪型文件存储全部配置SSD硬盘，且需要支持RDMA，通过无损网络为训练任务提供高速数据访问服务。

2）混闪型文件存储配置SSD与HDD硬盘，通过普通的存储网络为训练任务提供训练任务归档保存服务。

3）文件存储集群与训练集群应在同一个业务域之内，确保训练过程的存储效率。

2 对象存储用来保存原始的训练数据以及训练完成的模型，可使用云上资源，可不与训练集群在同一个业务域之内，应支持S3接口访问。

3 块存储应为智能计算中心的通用计算提供云硬盘服务，用来进行数据预处理、任务调度等。

4.2.4 智能计算中心应按应用软件部署和数据预处理、承载AI相关业务应用等需求配置通用计算集群。

4.2.5 智能计算中心的业务域组网，应围绕其核心功能和目标进行设计，为AI应用提供一个强大、高效、可靠的运行环境。

1 同一个智能计算中心的智能推理集群、训练集群及通用计算集群，可共享业务、存储、管理网络，通过统一的资源池出口网络对外提供服务。

2 智能计算中心网络需要具备高性能和低时延的通信能力，支持分布式训练和实时数据处理。

3 智能计算中心的参数网络必须提供足够的带宽来处理大量数据的传输，应为不低于100G带宽的无损网络。

4 智能计算中心网络应具备高可靠性、高稳定性，确保在关键操作期间的稳定运行。智能计算中心的网络需要能够支持集中式的管理和监控，以便于维护和故障排除。

5 智能计算中心网络应实现动态负载均衡、优化资源利用。网络设计应使用冗余路径和设备，避免单点故障，保证高可用性。

6 智能计算中心的网络需要有强大的安全保障措施，保护数据和算法不被未授权访问。网络设计应支持多租户隔离，确保不同用户或业务之间的逻辑分离。

7 网络架构应保持开放性与可扩展性，兼容多种硬件和软件平台，适应发展需要。

4.3 管理域

4.3.1 智能计算中心管理域是对算力资源进行集中管理和调度的一个逻辑或物理区域，管理域应能根据任务需求动态调整计算、存储和网络带宽等网络资源，支持不同的工作负载，优化资源使用效率。

4.3.2 智能计算中心管理域，应具备如下功能：

1 硬件资源纳管，应具有支持CPU、GPU等异构资源、分布式存储、网络及安全等设备纳管的能力，监控资源使用状态、性能、告警、日志等数据。

2 异构资源池化、调度、分配，对CPU、GPU等资源进行汇聚、切分、动态调配，支持GPU细粒度分配、GPU远程挂载和零散资源整合，支持GPU QoS，对池化资源按需调度、分配、装载和回收；

3 网络管理，适配传统网络、RoCE/Infiniband等高速无损网络，提供容器POD逻辑网络的自动化开通功能。管理域网络应采用先进的安全措施，保护数据和防止未授权访问，实现网络安全和数据安全；网络管理工具应能够监控网络性能，包括带宽使用、延迟和丢包率，并根据实时数据进行优化；

4 存储管理，支持块存储、通用/专用文件存储管理及对象存储适配。代理智算任务对存储的访问请求，支持按容器VPC方式对块存储（iSCSI）、共享文件存储（标准化NFS客户端）进行编排，支持对象存储（HTTPS方式）统一接入，支持传统网络、高速无损网络环境下的存储管理；

5 任务生命周期管理，应具有基本虚拟化能力，承载使能软件，提供容器化（裸机容器方式）的能力，承载智算任务。

6 管理域网络应考虑能效比，采用节能技术，如休眠未使用的网络接口，以降低能耗。

7 网络管理策略应包括灾难恢复计划和备份机制，以应对可能的网络故障或数据丢失。

4.3.3 管理域的硬件形态，一般为通算服务器与块存储设备。管理域应与业务域高速互联。

5 选址与环境要求

5.1 选址

5.1.1 智能计算中心选址应结合集群分布、外部环境、基础设施、服务应用的能力综合考虑。

5.1.2 智能计算中心应优先选址在供电、供水、交通道路、通信管道等条件较好的地段。

5.1.3 智能计算中心不应选址在易燃、易爆的建筑物和堆积场附近，应避开断层、土坡边缘、古河道和可能塌方、滑坡或古迹遗址的地方。

5.1.4 智能计算中心不应选择在易受洪水淹灌的地区; 无法避开时，可选在场地高程高于计算洪水水位 0.5m以上的地方；仍达不到上述要求时，应符合《防洪标准》GB 50201的要求。

5.1.5 智能计算中心应根据保障等级合理确定防洪标准。A 级、B 级智能计算中心防洪标准等级为 I级，重现期(年)为 100年；C级为Ⅱ 级，重现期(年)为50年。

5.1.6 智能计算中心应远离高压走廊、强电磁干扰和环境污染等区域，不宜选择在生产过程中散发有害气体、较多烟雾、粉尘、有害物质的场所附近。

5.1.7 与其他功能用房共建的智能计算中心选址时，应考虑安全防护、物理隔离、设备运输、管线敷设、结构荷载、水患及室外设备的安装位置等问题，进行综合分析和经济对比后选定，应满足以下要求：

1 应具备对周围环境影响的防护对策。

2 应根据其使用功能、耐火等级、消防现状及设施等因素综合比较后选定。

3 在选择房屋、楼层及房间位置时，应根据其使用年限、外观质量、结构形式、平面位置等因素综合比较后选定。

5.1.8 其他选址要求应满足《数据中心设计规范》GB 50174、《互联网数据中心工程技术规范》GB 51195相关要求。

5.2 环境要求

5.2.1 主机房间内的温、湿度应满足机房内设备的正常运行需求，当无特殊需求时，ICT设备进风温度要求为18℃-27℃，进风区域的露点温度宜为 5.5℃~15℃，同时相对湿度不宜大于 60%。采用浸没式液冷系统的主机房环境温度，应以满足人员维护和设备运行需求为准。

5.2.2 主机房间的空气含尘浓度，每立方米空气中粒径大于或等于0.5μm的悬浮粒子数宜少于17,600,000粒。算力设施服务器有特殊要求时，参照服务器要求执行。

5.2.3 智能计算中心内的无线电骚扰环境场强在80MHz～1000MHz和1400MHz～2000MHz频段范围内不应大于130 dB（μ v/m）；工频磁场场强不应大于30A/m。

5.2.4 智能计算中心内绝缘体的静电电压绝对值不应大于1kV。

5.2.5 集装箱等预制化产品智算中心的安装环境，应满足下列要求：

1 预制化产品在室内部署时，应保证预制化产品的接口能与外部电源、冷源、上端动环监控(或者电气监控和暖通监控)、安防、消防系统可靠连接。

2 采用室外预制化产品部署时，应保证预制化产品与外界直接接触的通风口采取防尘措施，通风口防护等级应达到《外壳防护等级（IP代码）》GB 4208中IP5X级。当预制化产品包含室外散热组件时，散热组件所处位置应具备良好的通风条件。

5.3 设备布置

5.3.1 智能计算中心内的算力设施设备应根据工艺设计进行布置，满足系统运行、人员操作和安全、设备和物料运输、设备散热、安装和维护的要求。

5.3.2 智能计算中心宜按主机房区、支持区等进行分区布置。主机房区为ICT设备布置区域，支持区为机电配套设备区域。

5.3.3 主机房区内，算力设施宜按集群功能、设备功能等分类原则分架分列集中设置，方便维护和跳线。对于大规模训练集群的建设需求，主机房面积宜满足最大集群的部署要求。

5.3.4 当单个训练计算集群需要跨主机房部署时，可选择相邻主机房部署，相邻主机房之间应具备光纤最短路径直通条件。

5.3.5 风冷和冷板式液冷机柜布置和间距等宜满足GB 50174《数据中心设计规范》的相关要求。

5.3.6 浸没式液冷机柜宜采用 “面对面、背对背” 的排列方式，通道间距应根据设备搬运、安装、维护等需求，并结合机柜形态确定。

1 卧式浸没式液冷机柜，服务器等IT设备需要从机柜顶部进出，机柜顶部空间应根据服务器深度和运维（吊装）工具使用等要求确定，机柜正面间距应满足运维（吊装）工具和人员通行等要求，机柜背面间距应满足管线布置、背面设施维护等要求。

2 立式浸没式液冷机柜，服务器等IT设备需要从机柜正面进出，机柜正面间距应根据服务器深度和运维（吊装）工具使用等要求确定，机柜背面间距应满足管线布置和背面设施维护等要求。

5.3.7 安装室内微模块的机房，微模块之间的距离不宜小于1.2米，微模块与墙的距离不宜小于1.2米。

5.3.8 集装箱等预制化产品形态的智能计算中心设计时，应根据预制化产品的规格、尺寸、搬运需求等，规划好运输、卸载区域及流线。安装室内集装箱和室外集装箱的数据中心，集装箱之间的距离，应根据采购的集装箱规格、型号、开门方式、场地情况等设计合理距离，满足搬运设备装卸、运送需求。

6 建筑与结构

6.1 一般规定

6.1.1 智能计算中心的设计工作年限应符合下列规定:

1 新建智能计算中心建筑的设计工作年限不小于50年。

2 对既有建筑改建为智能计算中心时，改造后的设计工作年限宜维持建筑的工作年限并按不小于30年考虑。

3 对集装箱等预制化产品形态的智能计算中心设计工作年限宜为15年。

6.1.2 抗震设防

1 A级智能计算中心的抗震设防类别不应低于重点设防类，B级和C级智能计算中心的抗震设防类别不应低于标准设防类。

2 在地震区，智能计算中心应避开抗震不利地段；当条件不允许避开不利地段时，应采取有效措施；对危险地段，严禁建造重点设防类（乙类）智能计算中心，不应建造标准设防类（丙类）智能计算中心。

6.1.3 新建A级智能计算中心建筑的安全等级为一级，其他类型和级别智能计算中心的安全等级为二级。

6.1.4 新建A级数据中心首层建筑完成面应高出当地洪水百年重现期水位线1.0m以上，并应高出室外地坪0.6m以上。

6.2 建筑形态的智能计算中心

6.2.1 智能计算中心园区规划是宜结合业务发展需求预留预制模块化变电站、预制冷站、集装箱发电机等设施的室外布放条件。

6.2.2 新建智能计算中心平面布局要求应满足以下要求：

1 机房平面应具有灵活性、通用性和兼容性，满足ICT设备安装要求，并预留未来机架向更高密度演进的条件。

2 搬运通道的宽度及门的尺寸应满足设备和材料的运输要求，通道净宽不应小于 1.5m。多层和高层数据中心应设置货梯，货梯额定载重不宜低于 3 吨，货梯门净高不宜小于 2.4m，净宽不宜小于 1.5m。其他楼梯、电梯、走道设计应符合《民用建筑通用规范》GB 55031、《建筑防火通用规范》GB 55037 、《数据中心基础设施工程技术规范》YD/T 5235相关规定。

6.2.3 利用现有机房改造的智能计算中心，场地布局应满足以下要求：

1 统筹现有建筑周边场地和屋面空间，合理部署因智算需求增加的设备；

2 优先考虑使用屋面空间布设室外制冷设备。

6.2.4 利用现有机房资源改造的智能计算中心平面布局应满足以下要求：

1 充分利用现有机房资源，统筹考虑后续功能定位和装机需求，遵循机房使用规划制定具体改造方案，避免重复改造；

2 结合现有机房的柱网合理部署智算机柜，柱子不宜影响通道的通行和管道的布设；

3 主机房宜靠近室外制冷设备布置，减少管线布设带来的影响。

6.2.5 当抗震设防类别为标准设防类、材料性能较好且符合抗震相关规范对结构体系要求的建筑改建为规模较小的智能计算中心时，在使用荷载满足要求且原的条件且，允许按标准设防类处理，可不做其他结构加固。

6.2.6 主机房层高，除应满足机柜高度、管线安装、建筑条件等因素外，还应满足气流组织的需要。主机房净高不宜小于4.25米，对于达不到4.25米的机房需结合综合布线、管道、机架高度、消防等因素进行层高分析后确定合理方案。

6.2.7 楼面等效均布活荷载取定

1 智能计算中心的楼面等效均布活荷载标准值，应根据设备重量、底面尺寸、安装排列方式以及建筑结构梁板布置等条件，根据《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012 附录C规定按内力等值的原则计算确定。

2 工程建设时，应结合设备密集安装和分散供电等情况，综合考虑将来可能发生的变化，对各类楼面等效均布活荷载值进行协调统一，以提高智能计算中心的通用性。

3 新建智能计算中心，主机房楼面等效均布活荷载标准值不宜低于12kN/m2，电力电池室楼面等效均布活荷载标准值不宜低于16kN/m2。

4 利用现有机房资源改造的智能计算中心设计时，应根据所采用的设备重量、底面尺寸、排列方式及原有楼面的梁板布置和配筋等情况核算楼面等效均布活荷载。

5 智能计算中心建筑主机房和电力电池室等用房的楼面活荷载组合值系数取0.9、频遇值系数取0.9，准永久值系数取0.8；计算地震作用时，可变荷载的组合值系数取0.8。

6.2.8 应结合智能计算中心机房内用水设备及管道，合理设置防止水漫溢和渗漏的措施。

6.2.9 应选用气密性好、不起尘、易清洁、符合环保要求的装修材料。

6.2.10 应统筹考虑出屋面房间、设备、管线和太阳能系统等因素合理进行屋面空间布局。

6.3 预制化产品形态的智能计算中心

6.3.1 室外集装箱等预制化智能计算数据中心安装时，宜与室外绿化景观结合，与环境相融合。

6.3.2 预制化智能计算数据中心的安全性应满足防火防盗要求。

6.3.3 集装箱箱内布置和箱间部署应考虑人机安全、运维及疏散逃生要求。

6.3.4 集装箱内ICT设备区域应做保温处理，保温材料的阻燃等级不应低于GB 8624中的B1级。

6.3.5 集装箱体机柜密实、无漏水，应满足GB/T 4208中IP55防护等级要求。

6.3.6 集装箱等预制产品材质、地基或基础承载能力、自身承载力、节点连接、整体倾覆等性能应满足业务需求要求的承载能力，同时应符合现行结构设计规范、标准等相关规定。

6.3.7 集装箱等预制化产品内部设备设施的安装，应按照GB 50981的相关要求进行设计；安装工程构件材料应满足现行相关材料标准的相关要求；设备安装应固定牢固、满足抗震要求，与集装箱整体预制设备的固定，尚应满足运输、吊装时的荷载要求，保证不被破坏。

6.3.8 集装箱等预制化产品形态的智能计算中心应通过抗震认证。

6.3.9 集装箱式智能计算中心其他应满足《集装箱式数据中心机房通用规范》GB/T 36448中的相关要求。

7 电气系统

7.1 一般规定

7.1.1 智能计算中心用电负荷等级及供电要求应根据智能计算中心的等级要求，按本规范附录B执行，并应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052的相关规定。

7.1.2 算力设施的供电质量应满足设备本身的需求，采用交流供电时：电压偏移范围为-10%--7%；频率偏移范围为-0.5-0.5 Hz;允许断电持续时间为10ms以内； 采用直流供电时，电压偏移范围满足设备供电要求。

7.1.3 机房照明的照度与功率密度值应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《建筑照明设计标准》GB/T 50034-2024的相关规定要求；机房内备用照明的照度不应低于正常照明照度的1/10。

7.1.4 智能计算中心的最大平均负荷宜采用需要系数法进行测算。智算中心算力设施器的需要系数宜按不高于0.7计取，并结合实际承载业务情况计取同时系数，同时系数宜按不高于0.9计取。

7.1.5 电力、电池室设计宜采用专业的规划软件在早期优化占地面积，集约规划预留空间。

7.2 供配电系统

7.2.1 智能计算中心的供配电系统应满足业务运行的需求，相关配置按本规范附录B有关规定执行：

1 A级智能计算中心的供配电系统宜按容错系统配置，供配电系统应在一次意外事故后或单系统设备维护或检修时仍能保证算力设施正常运行。

2 B级智能计算中心的供配电系统应按冗余要求配置，供配电系统在冗余能力范围内，不得因设备故障而导致电子信息系统运行中断。

3 C级智能计算中心的供配电系统应按基本需求配置，在供配电设施正常运行时，应保证电子信息系统运行不中断。

7.2.2 智能计算中心的低压配电系统设计应满足《低压配电设计规范》GB 50054的规定。智能计算中心的低压配电系统，应具备可扩展性，预留备用容量。

7.2.3 智能计算中心应由专用配电变压器或专用回路供电，变压器宜采用干式变压器，变压器宜靠近智算主机房布置。

7.2.4 A级智能计算中心应由双重电源供电，并应设置备用电源。备用电源宜采用独立于正常电源的、可快速启动的发电机组或燃料电池等设施，也可采用供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路。当正常电源发生故障时，备用电源应能承担数据中心正常运行所需要的用电负荷。  
7.2.5 B级数据中心宜由双重电源供电，当只有一路电源时，应设置可快速启动的发电机组或燃料电池等设施作为备用电源。

7.2.6 后备柴油发电机组的性能不应低于G3级。A级智能计算中心发电机组应连续和不限时运行，发电机组的输出功率应满足数据中心最大平均负荷的需要。B级智能计算中心发电机组的输出功率可按限时500h运行功率选择。

7.2.7 柴油发电机组、燃料电池等备用电源应设置现场燃料储备装置，燃料的供应时间应按本规范附录B执行。

7.2.8 算力设施的配电可用配电列头柜或专用配电母线。

1 采用配电列头柜时，配电列头柜应靠近用电设备安装。

2 专用配电母线应通过插接箱的调整灵活匹配需求，其安装位置应便于后期的使用与维护。

**7.3 不间断电源系统**

7.3.1 智能计算中心配置的不间断电源系统应留有余量，并满足后期扩容需求。

7.3.2 智能计算中心设置的蓄电池应满足电源切换时间或算力设施备份时间的需求。采用发电机组或燃料电池作为备用电源时，A级智能计算中心设置的全部蓄电池的总备用时间不宜小于15分钟，B级智能计算中心设置的全部蓄电池的总备用时间不宜小于7分钟。

7.3.3 采用不间断电源系统供电的空调设备与算力设施，不应由同一组不间断电源系统供电。

7.4 防雷与接地

7.4.1 智能计算中心的防雷和接地设计应满足人身安全及电子信息系统正常运行的要求，并应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343的有关规定。

7.4.2 电气设备的电源防电涌应由电涌保护器和电涌保护器的专用保护装置构成，宜采用专用保护一体式电涌保护器。

7.4.3 智能计算中心内所有设备的金属外壳、各类金属管道、金属线槽、建筑物金属结构等必须进行等电位联结并接地。

7.4.4 智能计算中心防静电设计应符合现行国家标准《电子工程防静电设计规范》GB 50611的有关规定。

# 8 空调冷却系统

8.1 一般规定

8.1.1 空调冷却系统应根据智能计算中心等级要求进行设计，同时还应符合现行国家规范《数据中心设计规范》GB 50174、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019的有关规定。

8.1.2 空调冷却系统应满足国家节能、环保的相关要求，并应根据高密算力规模、形态、设备散热量特点、所在地区气候条件等，通过技术经济比较确定形式，应兼顾安全性、节能性、适用性和运维便利性，积极采用适合的制冷技术。

8.1.3 智能计算中心空调冷却系统分为液冷系统和风冷系统。

8.1.4 单机架功率小于20kW且用户没有冷却形式的特殊要求时，宜采用节能风冷制冷技术方案；单机架功率20kW及以上的，宜优先采用解耦型冷板液冷或浸没液冷技术方案；无法采用液冷的高密机架，当机架、服务器具备条件时，可拆分为多个风冷机柜降低其发热密度后通过风冷解决。

8.1.5 当智算资源与通用算力资源合建在同一数据中心时，液冷系统宜单独建设冷源系统。

8.2 负荷计算

8.2.1 智能计算中心主机房需要全年制冷，应对需要供冷的房间、系统等进行冷负荷计算。

1 冷负荷主要包括风冷散热部分及液冷散热部分，两部分冷负荷应分别计算，以用于指导制冷、空调设备配置。液冷占比按照系统形式及服务器器件散热情况进行确定。

2 服务器风冷散热部分负荷计算参考现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174，对于液冷系统机房，还需要考虑液冷系统向房间的散热负荷。

3 服务器液冷散热部分负荷可根据机架液冷部分运行功率进行计算。

4 根据智能计算业务特点，计算冷负荷可考虑一定的同时使用系数。

8.2.2 智能计算中心内的电力设备发热负荷，可按效率损失转换成热能计算。

8.3 风冷系统设计

8.3.1 智能计算中心风冷空调系统应满足算力设施对运行环境的要求，同时应采用可以充分利用自然冷源的空调形式。

8.3.2 智能计算中心所采用的空调末端，宜采用送风温度控制，送风温度应在室内空气露点温度之上。

8.3.3 冷板液冷风冷侧采用独立冷源时，可采用常规机械制冷系统，宜采用列间空调、背板空调或近端风墙等高效空调末端，实现就近制冷、节省机房空间与能耗，也可采用间接蒸发冷却空调机组或氟泵空调等系统形式。在保证算力设施运行安全的情况下，空调末端应采用大风量、小焓差送风方式。

8.3.4 采用风冷氟系统空调时，在满足算力设施的散热要求的前提下，宜提高蒸发温度，宜采用带自然冷源利用技术的变容量机组。

8.3.5 采用风冷氟系统空调时，室内、外机的安装空间、室内机与室外机之间的最大管长和最大高差，均应符合产品的技术标准，同时兼顾能效比。

8.3.6 采用列间空调负责液冷服务器风冷部分散热时，列间空调与机架并排布置，采用前部出风，后部回风，机房应封闭冷或热通道，并优先封闭热通道，列间空调回风温度宜在35℃或以上。

8.3.7 采用背板空调负责液冷服务器风冷部分散热时，背板空调应与机架紧密结合，安装在机架后门。背板空调回风温度宜在35℃或以上。

8.3.8 当列间空调或背板空调采用冷冻水型时，机房内冷冻水供回水管宜采用地板下走管方式，并做好相关防水、漏水告警和排水设计及施工管理，避免水管或软管漏水后进入机架。

8.3.9 主机房的空调气流组织应满足房间内所有设备的散热要求，可通过气流组织CFD模拟进行方案比选。

8.3.10 机房设置冷热通道隔离时，冷热通道之间应避免孔洞缝隙，确实需要管线穿越处应设置毛刷或其他封堵方式。

8.3.11 冷板式液冷的主机房，应做好冷板液冷系统和风冷系统两套冷却系统管路的路由规划、标识，保证路由紧凑、合理，各管道能够清晰识别，具备检修空间。对于改造机房，原风冷系统供回水管路根据新的机架布置重新改造调整位置。

8.3.12 浸没液冷的主机房，应根据热量耗散情况设置保证人员运维环境要求的房间空调。

8.3.13 电力电池室采用房间级空调等传统冷却空调系统。

8.4 液冷系统设计

8.4.1 液冷技术主要包括冷板式液冷、浸没式液冷和喷淋式液冷技术三种，设计中应分别针对不同的系统特点，合理布置设备及设计管路系统形式。

8.4.2 智能计算中心液冷系统，宜分为冷却侧和使用侧两部分。冷却侧可采用风冷或水冷方式，主要由冷塔（或干冷器）、循环动力组件、管路系统构成；使用侧主要由液冷末端、管路系统、隔离换热单元CDU构成。

8.4.3 液冷冷源应综合考虑室外环境气象参数（干球温度、湿球温度），以及建筑物规模、当地水资源条件等因素确定，宜全年利用自然冷源。

1 优先采用开式塔+板换或闭式塔方案，不应直接使用开式冷却塔冷却水；

2 对于极端缺水地区、严寒地区可采用干冷器方案。为满足夏季冷却侧供水温度需求，可配置水喷雾冷却系统或进风侧湿膜加湿系统。

3 对于无法全年使用自然冷源的液冷系统应配置机械补冷装置，机械补冷装置与室外散热装置通过管路及阀件等连接应采用并联形式。

8.4.4 冷板液冷风冷侧与液冷侧不宜共用风冷侧低温冷源。

8.4.5 冷板液冷风冷侧与液冷侧共用液冷冷源时，风冷侧宜采用列间级或机柜级的空调末端，同时空调冷却系统结合高温服务器采用高水温设计参数。

8.4.6 液冷侧冷源建设规模较小或需求不明确时，可采用预制集成冷（泵）站，设置在机楼屋面或室外地面。

8.4.7 为提高液冷侧节能性，宜提高冷源系统一二次侧供回液温度，加大供回液温差，降低冷源设备的功耗。在保障液冷服务器用冷安全的前提下，中间换热单元CDU室外一次侧设计进水温度不宜低于 35℃，室内二次侧设计供液温度不宜低于 40℃，一二次设计供回水/液温差不宜低于 10℃。

8.4.8 浸没式液冷机柜内部冷却液与IT设备直接接触进行热交换，对于布置的IT设备热功耗差异较大的场景，宜通过CFD模拟机柜流场温度场以保证机柜内温度场分布均匀，按需分配冷却液流量，避免出现局部热点，导致设备过热宕机。

8.4.9 液冷系统应根据管道布置空间、液冷机柜建设规模、机柜上柜进度、维护难度、经济性综合对比分析后确定CDU形式，对于需求不确定需要分期启用的场景宜优先采用分布式CDU形式。

8.4.10 当液冷系统有防冻功能要求时，应在相应管路添加防冻液，防冻液宜选择乙二醇水溶液，乙二醇水溶液浓度应根据项目地冬季极端温度进行选取。

8.4.11 冷却水管进入液冷主机房时，水管应与算力、配电设施保持一定距离，确保算力、配电设施正常安全运行，并在机房内设有漏水报警，同时设置防止水漫溢和渗漏措施。

8.4.12 液冷二次侧水系统不平衡率应控制在10%以内。

8.4.13 液冷二次侧管路宜采用不锈钢材质，同时管路中管路管件、阀门等应采用相同材质，接液材质应与液体具备兼容性，同时二次侧管路施工方式宜采用预制化形式

8.4.14 液冷系统设备应通过不间断电源保障连续供冷，保障时间与服务器不间断电源配置时间一致。

8.4.15 液冷机房内可以设置隔墙作为主干管道独立空调区域。

8.4.16 液冷所需冷却塔、板换、水泵等宜采用 N+1 冗余备份设置。 CDU一次侧和二次侧管路宜采用双管路或环管形式。

8.4.17 液冷系统应设置物理及化学水处理设备保证系统水质。

8.4.18 液冷系统宜考虑余热回收，根据计算中心所在地的热源状况、供热需求，经技术经济比较后选取余热回收方案。

8.5 设备选择

8.5.1 空调冷却系统设备的选用应符合运行可靠、经济适用、节能和环保的要求。

8.5.2 空调冷却系统冷源设备的能效值应不低于现行《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 中各类冷源设备的性能系数（COP）和综合部分性能系数（IPLV）规定值。

8.5.3 机房宜采用温湿度独立控制，设置专用恒温机，加湿采用湿膜加湿等方式，不应采用电极加湿、红外加湿等能耗较高的方式。恒湿机宜与算力设施机柜并排布置或靠墙布置，恒湿机内部应有可靠防水措施，底部设集水盘及排水接口，机组下方配置漏水告警监测点。

8.5.4 冷却塔或干冷器依照室外空气参数选型时，宜符合如下要求：湿球温度宜采用近 30 年以来的极端湿球温度；夏季干球温度宜采用近 30 年以来的最高干球温度，冬季干球温度宜采用近 30 年以来的最低干球温度，统计年份不足30 年者，也可按实有年份采用，但不宜少于 10 年。

8.5.5 冷板液冷冷却液的选用应满足《数据中心液冷系统冷却液体技术要求和测试方法》（YD/T 3982-2021）中的技术要求。

8.5.6 选用浸没式液冷冷却液时，应考虑粘度、沸点、闪点、材料兼容性、对传输信号影响、绝缘性、环境影响、安全性、可维护程度、长期稳定性、清洁度、成本等参数。

8.5.7 冷量分配单元（CDU）

1 冷量分配单元应在一次侧管路系统配置流量调节装置，用以调节冷却水/冷冻水流量，控制二次侧供液温度。

2 冷量分配单元宜在二次侧管路系统配置变频泵和旁通电动阀门，用于自动调节二次侧冷却液的供液流量。

3 冷量分配单元应在一次侧、二次侧配置自动排气阀、排气口、排液口及过滤器，过滤器宜支持在线更换和维护。

4 冷量分配单元的额定冷却能力宜满足其液冷系统负荷的1.1倍。

5 液冷CDU宜支持双路电源输入；宜内置双泵，一用一备；电源切换时，水泵宜不停机运行。

8.5.8 浸没液冷冷却液不应随意排放，排液应有回收措施。

8.5.9 液冷系统一次侧、二次侧均应具备紧急补液系统，且两部分的补液系统互相独立。

8.5.10 浸没式液冷服务器可根据运行维护需要选择配置吊装机械臂，便于将服务器下架维护。

8.6 通风设计

8.6.1 主机房应维持正压。机房与其它房间、走廊的压差不宜小于5Pa，与室外静压差不宜小于10Pa。

8.6.2 设置了气体灭火的区域，应设置通风系统，通风换气次数不小于5次/小时，其排风口应避开人员密集场所或者经常有人经过的场所。

8.6.3 机房内空调系统用循环机组宜设置初效过滤器或中效过滤器。

# **9 给水排水系统**

9[.1 一般规定](#_Toc4941)

9.1.1 智能计算中心给水排水工程的防洪、防涝标准不应低于所在区域城镇设防的相应要求，并应适度加强防洪防灾设施。

9.1.2  智能计算中心建设和运行过程中产生的废水和废液不应对建筑环境和人身健康造成危害。

9.1.3 与主机房内设备无关的给排水管道不应穿越机房区域，主机房内相关的给排水管道不应布置在算力设施和供配电设备上方。冷冻水供回水管道进入主机房时，宜设置漏水报警。

[9.2 给水系统](#_Toc15612)

9.2.1 为保证生产供水安全性，采用水蒸发冷却原理制冷的A级智能计算中心供水应满足以下要求：

1 市政宜有不少于两条引入管向园区生产给水系统供水。当受限市政供水条件仅提供一条引入管时，可考虑备用水源。

2 设置储水设施，且储水设施上设置应急补水口。储水时间不应低于当地应急水车抵达现场的时间，无法确定时，容积不宜小于12小时用水量。

3 市政供水管网、生产加压给水系统管网室外应环状布置。

4 生产加压给水系统的水泵机组应设备用泵，备用泵的供水能力不应小于最大一台运行水泵的供水能力。

9.2.2 智能计算中心应根据空调冷源形式分质供水。

9.2.3 已建数据中心升级的智能计算中心原储水池容积不满足需求，可就近新增水箱及加压供水设备方式解决。

9.2.4 智能计算中心应设置水量计量装置，相关数据可上传至监控系统。

9.3 排水及排液系统

9.3.1 安装有自动喷水灭火设施、加湿器、采用冷冻水型列间空调或背板空调的机房区域应设置挡水和排水设施；设置水消防的走廊应设置消防事故排水设施。

9.3.2 液冷冷却液应配置冷却液专用地漏及冷却液排放管道，管道下方应设置围堰，设置回收措施；冷却液不应直接排入市政管网，经处理达到《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962水质要求方可排入。

10 消防系统

[10.1 消防防火及疏散](#_Toc17190)

10.1.1 智能计算中心的耐火等级不应低于二级。

10.1.2 智能计算中心防火间距与安全疏散应符合《建筑设计防火规范》GB 50016、《数据中心设计规范》GB 50174等相关要求。

10.1.3 当单罐柴油容量不大于50m3时，总柴油储量不大于200m3时，直埋地下的卧式柴油储罐与建筑物和园区道路之间的最小防火间距应符合《数据中心设计规范》GB 50174相关要求。

[10.2 消防设施](#_Toc29173)

10.2.1 A级智能计算中心主机房区域宜设置气体灭火系统，也可设置细水雾灭火系统。B级智能计算中心和C级智能计算中心主机房区域宜设置气体灭火系统，也可设置细水雾灭火系统或自动喷水灭火系统。

10.2.2 智能计算中心应设置室内消火栓系统，室内消火栓系统宜配置消防软管卷盘。

10.2.3 智能计算中心应配置灭火器。主机房宜设置二氧化碳灭火器。

10.2.4 智能计算中心应设置火灾自动报警系统，并应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116的有关规定。机房内可设置吸气式烟雾探测火灾报警系统。

10.2.5 智能计算中心采用锂电池时宜设在专用房间内，电池室内应设置可燃气体探测装置，当H2或CO浓度大于设定的阙值时，应联动断开设备间内直流开断设备，联动启动事故通风系统和报警装置。锂电池室宜采用防爆灯具。锂电池室应设置自动灭火系统，系统设计参数应根据产品认证检验时，国家授权的认证检验机构进行实体火灾模拟试验验证时获得的试验数据确定，且不应超出试验限定的条件。

10.2.6 智能计算数据中心给排水管道应进行防结露保温，管道保温材料防火等级不应低于B1级。

10.2.7 智能计算中心建筑采用预制化产品形态或采用新产品新技术时，宜设置与其规模、火灾特点、环境温度相适应的灭火设施。

10.2.8 贮藏冷却液的房间应根据冷却液化学品性质选择适应的自动灭火系统。

11 机柜与布线系统

11.1 机柜系统

11.1.1 机柜宜采用标准规格系列。同一机房内风冷和冷板式液冷机柜尺寸宜采用统一尺寸，方便机柜排列。

11.1.2 采用冷板式液冷机柜时，可采用解耦型液冷机柜，实现机柜与算力设备的独立部署。

11.1.3 采用浸没式液冷机柜时，应根据算力设备尺寸、功耗、散热、线缆布放、密封、机房承重、维护等要求进行选型。浸没式液冷机柜的应具备液冷池、供电单元、布线结构等组件。

11.1.4 机柜内应设计理线通道，线缆开孔位置和尺寸大小应利于线缆进出要求，信号和电力线缆通道应分别设置。

11.1.5 机柜配电单元应综合算力设备的功耗、供电接口、供电类型、端子数量等因素配置。

11.1.6 冷板式液冷机柜分集水器（manifold）与算力设备对接接口应匹配。

11.1.7 冷板式液冷机柜可选支持背板式液冷门,为机柜除冷板外的发热器件提供散热功能。

11.1.8 机柜安装抗震加固措施应符合《电信设备安装抗震设计规范》YD 5059-2005的有关规定和⼯程设计要求。

11.1.9 机柜安装时，应有良好接地，可采用2根不同长度的铜导线就近接入等电位联结网络。

11.2 布线系统

11.2.1 路由与空间设计

1 A级智能计算中心的市政通信线路引入不应少于2路。

2 主机房外容错配置的网络布线应沿不同路由敷设，主机房内容错配置的线路和网络布线应沿不同的桥架或线槽敷设， 桥架或线槽不得影响主机房的气流组织。

3 主机房弱电、光纤、强电等线缆应分隔排布，交流和直流线缆、弱电和强电线缆之间应保持一定距离间隔排布，最小间距应符合《数据中心设计标准》GB 50174等规范要求。

11.2.2 传输性能要求

1 网络布线线缆等级与对应的传输性能应符合现行国家标准《综合布线系统工程设计规范》GB 50311中的有关规定。

2 光纤连接器可采用双工LC、MPO连接器。当采用MPO连接器时，应综合考虑极性、可升级性。

3 承担数据业务的布线系统，应根据业务安全要求进行布线冗余设计。

4 当布线系统配置于浸没液冷散热环境中时，布线材料应与冷却液化学兼容，且光纤连接接口应采用防水设计。

11.2.3 智能计算中心宜采用智能布线管理系统对布线系统进行实时智能管理。

11.2.4 不同级别智能计算中心的布线要求应符合下表的规定；

**表11.2.4 不同级别机房在网络布线上的要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 技术要求 | | | 备注 |
| A级 | B级 | C级 |
| 主干和水平子系统 | 应采用OM4/OM5多模光缆、单模光缆或6类及以上对绞电缆，传输介质各组成部分的等级应保持一致，主干和水平子系统均应采用冗余配置 | 宜采用OM4/OM5多模光缆、单模光缆或6类及以上对绞电缆，传输介质各组成部分的等级应保持一致，主干和水平子系统均应采用冗余配置 | — | — |
| 进线间 | 不应少于2个 | 不应少于1个 | 宜为1个 |  |
| 智能布线管理系统 | 宜 | 可 | — |  |
| 线缆标识系统 | 应在线缆两端打上标签 | | | 配电电缆宜采用线缆标识系统 |
| 在隐蔽通风空间敷设的通信缆线防火要求 | 应采用CMP级或低烟 无卤阻燃电缆，OFNP或OFCP级光缆 | — | — | 也可采用同等级的其他电缆或光缆 |
| 公用电信配线网络接口 | 应为2个以上 | 宜为2个 | 宜为1个 | — |

12 智能化系统

12.1 一般规定

12.1.1 智能计算中心智能化系统应包括动力环境和设备监控系统、安全防范系统、智能化管理系统（DCIM）等。

12.1.2 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，宜支持手机 APP 或小程序登录。

12.1.3 智能化各系统主设备宜集中设置在总控中心内，各系统设备应集中布置，单独回路供电，且应由 UPS供电。

12.1.4 智能化系统应支持各种传输网络和多级管理，具有可对外互联等功能。

12.1.5 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。

12.1.6 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。

12.1.7 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。

12.2 动力环境与设备监控系统

12.2.1 动力环境与设备监控系统监控对象应包括但不限于供配电系统、空调冷却系统（含送排风系统）、建筑设备以及机房环境。

12.2.2供配电系统监控具体要求如下：

1 监控对象包括高低压变配电设备、UPS、高压直流、蓄电池、列头柜/机柜电源、发电机组（含燃油自控系统、油机并机系统）等；

2 应监测中压开关与低压开关的状态监视及故障报警、电能计量；

2 应监测变压器温度监测及超温报警；备用及应急电源的手动/自动状态、电压、电流及频率监 测；

3 应监测柴油发电机启停状态、手自动状态、远程本地状态、故障状态、输出电压、电流、 燃油液位、电池电压、发动机运行温度等）

4 应监测交流UPS及高压直流系统（电压，电流，功率因素，谐波率，有功功率、无功功率变化情况负载不平衡，输入中断， 电池放电状态，交流电源失效，逆变器状态，旁路状态，报警状态，电池端电压，电池 温度，电池内阻值等）

5 应监测IT设备的总功耗，其他用电设备的总功耗及各个能量表的功耗，每个机柜的总电流、总功耗、总电能等。

12.2.3 机房环境监控具体要求如下：

1 应监测和控制主机房和辅助区的温度、露点温度、相对湿度、氢气检测等环境参数，当环境参数超出设定值时，应报警并记录。

2 机房内有水患风险的部位应设置漏水检测和报警装置，设有强制排水设备的，其运行状态应纳入监控系统。

3 设置冷媒泄漏探测传感装置的场所，当发生冷媒泄漏时应报警并自动连锁开启事故送、排风机。液冷系统还应考虑漏液风险，宜采用多种漏液检测方式。

12.2.4暖通系统及建筑设备监控具体要求如下：

1 监控对象范围应包括冷源、通风和空气调节、给水排水、照明、电梯等。

2采用水冷空调或液冷式的智能计算中心应配置建筑设备监控系统；对于自带监控管理系统的如液冷机柜微环境（以CDU为界）、预制化式智能计算中心，主要参数和联动信号应通过标准通信协议纳入动力环境监控系统中。

3水冷空调宜配置水质在线监测设施，实时监控循环水系统水质处理。

4 水冷空调或液冷系统的监控对象包括冷却子系统的压力、温度及流量，包括室外侧、室内侧及系统管路；液冷子系统的功耗以及冷却子系统的冷却液状态。

5冷源及其末端系统应设有多种运行模式时，其监控系统应能根据室外气象条件选择并平滑切换运行模式。

6 冷源及其末端监控系统应明确系统的运行逻辑、监控点位、自控仪表的技术要求、控制阀门的类型等内容。

12.2.3其它

1 A级智能计算中心应配置 2 套系统主控制器和服务器，进行双机热备，BC级智能计算中心宜配置 1 套系统主控制器和服务器。

2 监控系统应具有与第三方系统集成的通讯接口或协议，能够将数据上传至智能化管理系统，保证平台数据库的安全性和网络安全性，防止其他网络读取和访问。

3 对有连续供冷需求智能计算中心机房，应采用 UPS 对监控系统设备进行不间断供电，UPS 后备时间不应小于服务器设备停机冷却需要时长。

12.3 安全防范系统

12.3.1 智能计算中心安全防范系统宜由视频监控系统、入侵报警系统和出入口控制系统组成。

12.3.2 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。

12.3.3 视频监控应实现无盲区监控； 图像存储时间不少于1个月。

安全防范系统的设置，既要严密有效，又要便于运维工作，系统配置预留发展容量。建筑形态及预制化形态智能计算数据中心的安全防范系统设置要求见详见下表：

**表12.3.3-1 智能计算中心安全防范系统设置简表-建筑形态**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **防护层级** | **功能区域** | **监控系统** | **备注** |
| 第一层 | 园区周界 | 周界报警、视频监控 | 独立园区时 |
| 第二层 | 室外区域 | 视频监控 |  |
| 第三层 | 建筑物出入口 | 视频监控、出入口控制 |  |
| 第四层 | 公共区域通道 | 视频监控 |  |
| 第五层 | 监控中心 | 视频监控、出入口控制 |  |
| 机房出入口 | 视频监控、出入口控制 |  |
| 机房区域 | 视频监控 |  |
| 电力机房、制冷机房出入口 | 视频监控、出入口控制 |  |
| 电力机房、制冷机房区域 | 视频监控 |  |

**表12.3.3-2 智能计算中心安全防范系统设置简表-室外预制化产品形态**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **防护层级** | **功能区域** | **监控系统** | **备注** |
| 第一层 | 集装箱等预制化产品室外 | 视频监控 | 必要性，可设置防盗系统等 |
| 第二层 | 集装箱等预制化产品出入口 | 视频监控、出入口控制 |  |
| 第三层 | 集装箱等预制化产品室内 | 视频监控 |  |

12.3.4 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。

12.4 智能化管理系统

12.4.1 智能化管理系统（DCIM）应能对数据中心的各个子系统实现统一的管理，实现各子系统间的联动控制、统一告警、统一展示和业务综合管控，实现7\*24小时不间断运行。

12.4.2 各子系统与智能化管理系统通过网络实现连接，各子系统均能够向上提供通用的标准接口和协议，并符合国家现行有关文件规定。

12.4.3 数据存储应至少满足RAID 5，存储设备主控器、电源等关键部件应冗余配置。

12.4.4 智能化管理系统宜具备监控视图功能、现场管理功能、日常运维管理功能、设备及资产管理功能、容量管理功能、能耗管理功能、运维分析功能。

[13 节能措施及能效监管系统](#_Toc2595)

[13.1 能效要求及节能措施](#_Toc6308)

13.1.1 能效要求

1 新建智能计算数据中心全年电能利用效率PUE设计值不宜大于1.25。

2 智能计算中心水资源使用效率WUE设计值不应超过1.8（L/kW·h）。

13.1.2 算力算效要求

新建智能计算中心的算力（Tflops（FP16）/架）应满足[600,十∞)，算效(Gflops（FP16)/W)应满足[100,十∞)。

13.1.3 智能计算中心应积极使用非化石能源产生的电力，因地制宜采用蓄冷、储能、余热回收、废能废水利用等技术，提高可再生资源利用水平，降低碳排放。

13.1.4 新建智能计算中心的可再生能源使用率不低于20%。

13.1.5 新建智能计算中心，宜采用预制化、模块化技术，满足提高资源利用、快速灵活部署和绿色可持续发展的要求。新建智能计算中心，采用建筑形态时，应积极采用装配式建筑，装配率满足政府相关要求，当地政府对预制率有要求时，应满足相关预制率的要求。新建智能计算中心，采用预制化模块数据中心形态时，供电系统、制冷系统等宜采用模块化预制化技术。

13.1.6 新建智能计算中心，产品选型应考虑高能效设备，有序推动用能产品设备和设施更新改造。

[13.2 能效监管系统](#_Toc1103)

13.2.1 能效监管系统设计应符合《 数据中心能效限定值及能效等级》

GB 40897、《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等的有关规定。

13.2.2 智能计算中心能效监管的范围宜包括智能计算中心范围内的算力设施、冷源、通风和空气调节、给排水、供配电、照 明、电梯等。

13.2.3 能效监管系统应支持不同类型的能耗计量装置的接入； 包括电、水、气、冷、油等多项能源消耗计量及分析，各种计量装置配置宜满足能耗分类、分项计量的要求。

13.2.4 能效监管系统的内容应能够记录和处理电量、水量、集中供冷耗冷量等相关数据，并应对电能使用效率（PUE/EEUE）、水资源使用效率（WUE）进行检测和计算。

13.2.5 能效监管系统通过互联网传输数据时，应采用数据加密措施。

13.2.6 能效监管数据应采取冗余和备份措施，数据保存时间不宜少于3年。

附录A 智能计算中心算力设施技术要求

| **项目** | **技术要求** | | | **部署方式** | **散热方式** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **计算** | **存储** | **网络** |
| 业务处理 | 通用计算 | 块存储 | 25G/100G以太网络，收敛比应不小于1:2.5 | - | 可风冷 |  |
| 智能训练 | 宜选取扣卡模组AI加速卡 | 对象存储、文件存储（全闪+混闪） | 100G/200G/400G无损网络，收敛比应不小于1:1 | 宜集中部署 | 宜液冷 | 扣卡模组服务器功率较大，考虑建设规模与配套改造成本，规模较大建议液冷散热，规模较小可考虑风冷散热 |
| 智能推理 | 可选取PCIe型AI加速卡 | 对象存储、文件存储（混闪） | 25G/100G以太网络，收敛比应不小于1:2.5 | 集中+分布式部署 | 可风冷 | 在部分大模型推理场景下，也需要搭建无损网络 |
| 资源池管理 | 通用计算 | 块存储 | 10G/25G/100G以太网络，收敛比应不小于1:2.5 | - | 可风冷 |  |
| 单机架算力 | 应不小于600（Tflops（FP16）/架） | | | | | 参见《互联网数据中心（IDC）技术和分级要求》（GB/T 43331- 2023） |
| 算效 | 应不小于100（Gflops(FP16)/W） | | | | |

附录B 各级智能计算中心基础设施技术要求

| **项目** | **技术要求** | | | | | **备注** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **A级** | **B级** | **C级** | | |
| 建筑与结构 | | | | | | |
| 抗震设防分类 | 不应低于丙类，新建不宜低于乙类 | 不低于丙类 | | | | 建筑形态边缘计算中心 |
| 防水 | 屋面防水等级 Ⅰ 级 | 屋面防水等级 Ⅰ 级 | 屋面防水等级Ⅱ 级 | | | 预制产品形态防水应满足GB/T 4208《外壳防护等级（IP代码）》中IP55防护等级要求 |
| 主机房楼面活荷载标准值(kN/m2) | 不低于10 | | | | | 新建智能计算中心 |
| 电力室（无不间断电源)、阀控式蓄电池室（四层单列摆放)、蓄电池室(一般蓄电池单层双列摆放)活荷载标准值(kN/m2) | 13 | | | | |  |
| 电力室（有不间断电源）、阀控式蓄电池室（四层双列摆放）的活荷载标准值(kN/m2) | 16 | | | | |  |
| 主机房吊挂活荷载标准值(kN/m2) | 1.2 | | | | |  |
| 环境要求 | | | | | | |
| 机柜进风温度 | 18-27℃ | | | | | 非液冷制冷方式 |
| 机柜进风相对湿度和露点温度 | 露点温度宜为 5.5C~15℃，同时相对湿度不宜大于 60% | | | | |  |
| 不间断电源电池室温度 | 20-30℃ | | | | |  |
| 主机房空气粒子浓度 | 应少于17600000粒 | | | | | 每立方米空气中粒径大于或等于0.5μm的悬浮粒子数 |
| 风冷侧空气调节系统 | | | | | | |
| 主机房设置空气调节系统 | 应 | 应 | | 可 | |  |
| 不间断电源系统电池室设置空调降温系统 | 宜 | 宜 | | 可 | |  |
| 主机房保持正压 | 应 | 应 | | 可 | |  |
| 液冷侧一次冷却系统 | | | | | | |
| 管网 | 应双供双回、环形布置 | 应双供双回、环形布置 | | 宜单一路径 | |  |
| 冷却塔、干冷器、循环泵、换热器等主要设备 | N+X冗余（X=1~N） | 宜N+1冗余 | | 满足基本需要（N） | |  |
| 采用不间断电源系统供电的设备 | 控制系统、循环泵、冷却塔或干冷器风机 | 控制系统 | | —— | |  |
| 采用不间断电源系统电池最小备用时间 | 15min | —— | | —— | |  |
| 补冷装置连续供冷时间 | 不应小于不间断电源设备的供电时间 | —— | | —— | |  |
| 冷却水补水储存装置 | 应设置 | 宜设置 | | —— | |  |
| 液冷侧二次冷却系统 | | | | | | |
| 管网 | 应双供双回、环形布置 | 应双供双回、环形布置 | | 宜单一路径 | |  |
| 循环泵、换热器、配流组件 | N+X冗余（X=1~N） | 宜N+1冗余 | | 满足基本需要（N） | |  |
| 采用不间断电源系统供电的设备 | 控制系统、循环泵 | 控制系统 | | —— | |  |
| 采用不间断电源系统电池最小备用时间 | 15min | —— | | —— | |  |
| 废液排液系统 | 应 | 应 | | 应 | |  |
| 供配电 | | | | | | |
| 供电电源 | 应由双重电源供电 | 宜由双重电源供电 | | | 应由两回路供电 |  | |
| 供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路 | 可作为备用电源 | - | | - | |  | |
| 变压器 | 应满足容错要求，可采用2N、DR、RR系统 | 应满足冗余要求，宜N+1冗余 | | 应满足基本需求（N) | |  | |
| 后备柴油机发电机系统 | 采用柴油发电机作为后备电源时，应满足（N+X）冗余（X=1~N） | 当供电电源只有一路时，采用柴油发电机作为后备电源时，宜按N+1冗余 | | - | |  | |
| 后备柴油机发电机的基本容量 | 应包含不间断电源系统的基本容量、空调和制冷设备的基本容量。连续和不限时功率可为COP、PRP、DCP功率。 |  | | | |  |
| 柴油发电机燃料存储量 | 满足12小时 | - | | - | | 1. 当外部供油有保障时，燃料储存量仅需大于外部供油时间。 2. 应防止柴油微生物滋生 | |
| 燃料电池 | 采用燃料电池作为后备电源时，应满足（N+X）冗余（X=1~N） | 当供电电源只有一路时，采用燃料电池作为后备电源时，宜按N+1冗余 | | - | |  | |
| 不间断电源系统配置 | 应满足容错要求 | 应满足冗余要求，宜按N+1冗余 | | 应满足基本需求（N） | |  | |
| 不间断电源系统自动转换旁路 | UPS系统应设置 |  | | | |  |
| 不间断电源系统手动转换旁路 | UPS系统应设置 |  | | | |  |
| 不间断电源系统电池最少备用时间 | 应满足电源切换时间或算力设施备份时间的需求 | 根据实际需求确定 | | | |  |
| 暖通系统配电 | 双路电源（至少一路为应急电源），应采用放射式配电系统，末端切换 | 双路电源供电，宜放射式配电系统，末端切换 | | 宜采用放射式配电系统 | |  | |
| 变配电所物理隔离 | 变配电设备及线路，应考虑物理隔离措施 | - | | - | |  | |
| 算力设施交流供电电源质量要求 | | | | | | |
| 稳态电压偏移范围（%） | +7——-10 | | | | | 交流供电时 |
| 稳态频率偏移范围（%） | ±0.5 | | | | | 交流供电时 |
| 输入电压波形失真度（%） | ≤5 | | | | | 电子信息正常工作时 |
| 允许断电持续时间（ms） | 0-10ms | | | | | 不同电源之间进行切换时 |
| 网络与布线系统 | | | | | | |
| 承担数据业务的主干和水平子系统 | 应采用OM4/OM5多模光缆、单模光缆或6类以上对绞电缆，传输介质各组成部分的等级应保持一致，主干和水平子系统均应采用冗余配置 | 宜采用OM4/OM5多模光缆、单模光缆或6类以上对绞电缆，传输介质各组成部分的等级应保持一致，主干和水平子系统均应采用冗余配置 | | — | | — | |
| 进线间 | 不应少于2个 | 不应少于1个 | | 宜为1个 | |  | |
| 智能布线管理系统 | 宜 | 可 | | - | |  | |
| 线缆标识系统 | 应在线缆两端打上标签 | | | | | 配电电缆宜采用线缆标识系统 |
| 在隐蔽通风空间敷设的通信缆线防火要求 | 应采用CMP级或低烟无卤阻燃电缆，OFNP或OFCP级光缆 | — | | — | | 也可采用同等级的其他电缆或光缆 | |
| 公用电信配线网络接口 | 应为2个以上 | 宜为2个 | | 宜为1个 | | — | |
| 给水排水 | | | | | | |
| 冷却水储水量 | 宜满足12h供水 | - | | - | | 范围为采用水蒸发冷却原理制冷系统补水 | |
| 补水水泵机组安全保障性 | 设置成套备用泵组 | 设置备用泵 | | | |  | |
| 冷却补水管网 | 应环状布置 | 宜环状布置 | | - | |  | |
| 与主机房无关的给排水管道穿越主机房 | 不应 | | | 不宜 | | 均不应布置在算力设施和供配电设备上方。 | |
| 主机房地面设置排水系统 | 应 | | | | | 用于空调冷凝水、加湿机排水、管道事故排水、消防排水。 | |
| 消防与安全 | | | | | | |
| 主机房自动灭火系统 | 宜设置气体灭火系统。可设置细水雾灭火系统。当数据中心互为备份时可设置自动喷水灭火系统。 | | | | | 宜设置气体灭火系统。可设置细水雾灭火系统或自动喷水灭火系统。 | |
| 变配电、不间断电源系统和电池室自动灭火系统 | 宜设置气体灭火系统；可设置细水雾灭火系统 | | | | |  | |
| 甲、乙、丙类冷却液储液间自动灭火系统 | 宜设置自动喷水灭火系统或气体灭火系统 | | | | |  | |
| 锂电池室自动灭火系统 | 宜设置水喷雾灭火系统或自动喷水灭火系统，可设置机柜级气体灭火系统。 | | | | |  | |

用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为 “应符合......的规定”或“应按......执行”。

引用标准名录

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

《建筑设计防火规范》 GB 50016

《建筑抗震鉴定标准》 GB 50023

《建筑照明设计标准》 GB 50034

《供配电系统设计规范》 GB 50052

《建筑物防雷设计规范》 GB 50057

《自动喷水灭火系统设计规范》 GB 50084

《火灾自动报警系统设计规范》 GB 50116

《建筑灭火器装置设计规范》 GB 50140

《汽车加油加气站设计与施工规范》 GB 50156

《石油化工企业设计防火规范》 GB 50160

《数据中心设计规范》 GB 50174

《公共建筑节能设计标准》 GB 50189

《建筑内部装修设计防火规范》 GB 50222

《综合布线系统工程设计规范》 GB 50311

《智能建筑设计标准》 GB 50314

《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 GB 50343

《安全防范工程技术标准》 GB 50348

《混凝土结构加固设计规范》 GB 50367

《气体灭火系统设计规范》 GB 50370

《视频显示系统工程技术规范》 GB 50464

《电子工程防静电设计规范》 GB 50611

《筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736

《细水雾灭火系统技术规范》 GB 50898

《混凝土结构通用规范》 GB 55008

《既有建筑鉴定与加固通用规范》 GB 55021

《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》 GB/T 7106

《电能质量 公用电网谐波》 GB/T 14549

《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流≤16A)》 GB 17625.1

《室内空气质量标准》 GB/T 18883

**中国工程建设标准化协会标准**

**智能计算中心设计标准**

**T/CECS XXX-202X**

条文说明

**目 次**

[3 基本规定 53](#_Toc11505)

[3.2 分类 53](#_Toc715)

[4 算力设施 54](#_Toc15662)

[4.2 业务域 54](#_Toc14054)

[5 设备布置 56](#_Toc30983)

[5.1 选址 56](#_Toc26358)

[5.2 环境要求 56](#_Toc31146)

[5.3 设备布置 57](#_Toc32698)

[6 建筑与结构 59](#_Toc30709)

[6.1 一般规定 59](#_Toc24883)

[6.2 建筑形态的智能计算中心 59](#_Toc7193)

[6.3 预制化产品形态的智能计算中心 60](#_Toc568)

[7 供配电系统 61](#_Toc23378)

[7.1 一般规定 61](#_Toc32210)

[7.2 供配电系统 61](#_Toc23641)

[8 空调冷却系统 62](#_Toc16475)

[8.1 一般规定 62](#_Toc24707)

[8.2 负荷计算 62](#_Toc31410)

[8.4 液冷系统设计 62](#_Toc24225)

[8.5 设备选择 63](#_Toc29705)

[9 给水排水系统 64](#_Toc9763)

[9.1 一般规定 64](#_Toc22288)

[9.2 给水系统 64](#_Toc21514)

[9.3 排水及排液系统 64](#_Toc15755)

[10 消防系统 66](#_Toc28841)

[10.2 消防设施 66](#_Toc5533)

[11 机柜与布线系统 67](#_Toc1102)

[11.1 机柜系统 67](#_Toc5697)

[11.2 布线系统 67](#_Toc8772)

[13 节能措施及能效监管系统 69](#_Toc25811)

[13.1 能效要求及节能措施 69](#_Toc9423)

[13.2 能效监管系统 70](#_Toc23444)

3 基本规定

## 3.2 分类

3.2.1 能计算中心可能承载多种计算任务，如通用大模型、行业大模型和场景大模型训练，智能推理等。

1 通用大模型，即模型预训练（Pre-Training），通过搭建算法架构，基于大数据集对模型进行自监督训练，生成大模型。

2 行业大模型，是基于行业数据集，实现特定行业或领域的行业基础大模型和垂类模型。

3 一个智能计算中心可能承载多种计算任务，如通用大模型、行业大模型和场景大模型训练，智能推理等。

3.2.2 通常情况，万卡级智能计算中心，算力设施需要供电规模达万kW级；千卡级智能计算中心，算力设施需要供电规模达千kW级；百卡级智能计算中心，算力设施需要供电规模达百kW级。

3.2.3 为推动传统数据中心向绿色高效、智能集约转型升级，可在已建数据中心进行改造，满足智能计算相关需求。智能计算中心建设应充分利用资源，优先通过现有容量提升，挖掘数据中心既有的供电和制冷能力，对于剩余容量不足、设施落后，无法满足要求时再进行工程新建或改造。

3.2.4 建筑形态智能计算数据中心是以建筑形态部署的智能计算数据中心，建筑类型有民用建筑和工业建筑。预制化产品形态智能计算数据中心有集装箱式、一体化、移动算力车等。

4 算力设施

## 4.2 业务域

4.2.1 一般情况下，结合业务需求、建设成本（如电费、机房租赁等要素）等要素进行训练集群布局。

4.2.2 智算服务器选用，主要考虑如下指标：

1 AI加速卡的算力指标。

2 AI卡显存配置以及访存带宽，扣卡模组智算服务器还要要考虑AI卡间点对点双向带宽。

3 服务器网卡的配置及数量。

4 节点模式，包含主备供电、关核、调频等功能，支持风冷或液冷散热，能在5℃～35℃下工作。

5 是否支持非系统硬盘热插拔； 支持交流电源模块热插拔， 支持电源模块冗余；风冷训练服务器应支持风扇模组热插拔，N+1冗余； 液冷训练服务器应与机柜解耦。

4.2.3 存储设备选用主要考虑如下指标：

1 应支持多种协议（S3、HDFS、NSF、CIFS），多协议应支持互通，减少数据拷贝。满足AI训练全流程中原始数据存储、数据预处理、样本数据高速读取、Checkpoint高速读写、模型文件可靠存储的需求。

2 应支持无损网络，避免网络丢包和存储性能不足导致AI训练资源空闲。

3 存储系统应能提供全局统一命名空间、热冷数据自动分级能力，存储系统架构应提供极高的可靠性。

4 高效读取，存储应支持NVMe盘框，支持通过内存直接读写如硬盘。

5 高能效，支持全闪存、大容量盘、数据重删、数据压缩、增量快照等功能。

6 根据“工信部联通信〔2023〕180号 工业和信息化部等六部门关于印发《算力基础设施高质量发展行动计划》的通知”，先进存储指应用全闪存阵列、 SSD 等先进存储部件， 采用存算分离、高密等先进技术， 单位容量数据操作能力达到万 IOPS（ 每秒读写次数） 以上的存储模块。

7 对象存储的S3接口指的是Amazon S3（Simple Storage Service）兼容的应用程序接口（API）。Amazon S3是一种广泛使用的云存储服务，它提供了一个对象存储服务，用于存储和检索任意数量的数据。

8 块存储是一种数据存储虚拟化方法，它将存储资源呈现为一个或多个逻辑块设备，这些设备可以被操作系统视为本地磁盘。在块存储系统中，数据被分成固定大小的块，每个块都有唯一的地址或标识符，允许主机系统直接访问这些块。

5 设备布置

5.1 选址

5.1.1 智能计算中心选址应综合考虑：

1 集群分布方面，从区域分布看，综合考虑潜在市场区域、建设成本、人才分布等因素，目前我国已建成的和拟建的智能计算中心主要选址于京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝双城经济圈等区域，与人工智能产业集聚区分布高度一致。

2 外部环境方面，AI 产业、智能计算中心、双碳等相关智算政策，将影响智能计算中心选址的具体位置。城市的商业电价、太阳能／风能／水等绿色发电能力决定了智能计算中心建设的总体成本，对智能计算中心的发展区域选择有较大影响。员工薪资、GDP 等是经济发展水平高低的体现，对智算建设能力有一定影响。

3 基础设施方面，网络高带宽、低延迟是提升智能算力性能的重要因素，如光宽用户数、每万人 5G 基站数、IPV6 渗透率等网络基础能力作为智能计算中心算力、数据互通的基础，将影响智算对大模型等 AI 业务的训练推理速度、处理能力和结果的准确性。IDC 机架规模、总算力规模影响智能计算中心的建设和服务能力。

4 服务应用方面，大模型数量、AI 企业数量、AI 发明专利数等是衡量每个区域 AI研发能力的关键，企业上云率、互联网网站数等体现了数字化能力，将影响智算服务未来的发展潜力。数字城市百强渗透率、人工智能产业园区数促进产业实践，影响智算服务应用能力。

5.1.4 城市已有防洪设施，并能保证建筑物的安全时，可不采取防洪措施，但应防止内涝对生产的影响。

5.2 环境要求

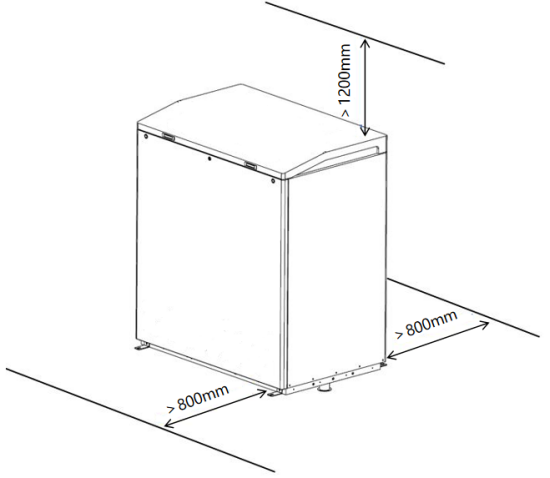
5.2.2 本条标准要求的悬浮粒子数可以满足大多数服务器要求，但仍存在一些智算服务器有更高的空气含尘浓度要求，例如有服务器要求满足ISO 14644-1 Class8，因此当服务器有更严格要求时，应遵照执行。

5.3 设备布置

5.3.4当单个训练计算集群需要跨主机房部署时，优选相邻主机房且主机房之间具备光纤最短路径直通条件，以方便ICT设备联线。

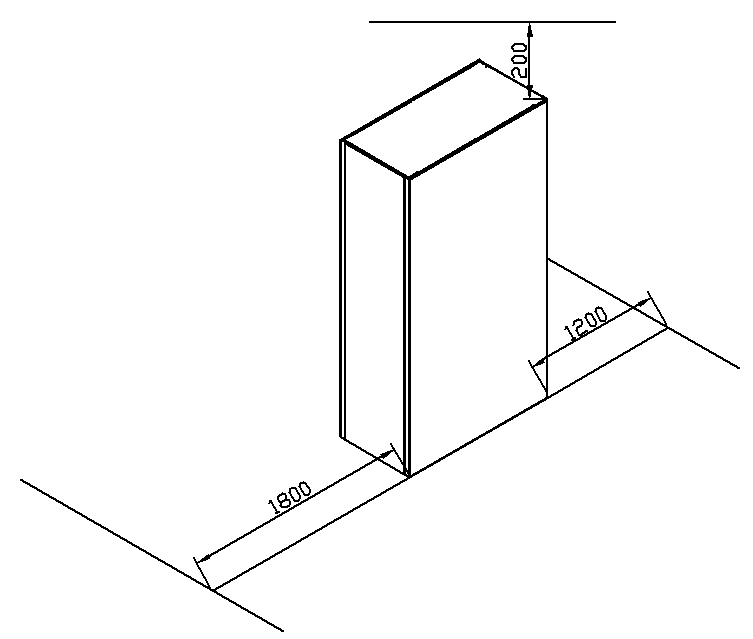
5.3.6 不同类型浸没式液冷机柜布置方式：

1 卧式浸没式液冷机柜正面间距宜不小于800mm，背面间距宜不小于800mm，顶部间距宜不小于1200mm。机柜布置间距要求见下图：



**图1 卧式浸没式液冷机柜布置间距示意图**

2 立式浸没式液冷机柜正面间距宜不小于1800mm，背面间距宜不小于1200mm，顶部间距宜不小于200mm。机柜布置间距要求见下图：



**图2 立式浸没式液冷机柜布置间距示意图**

6 建筑与结构

6.1 一般规定

6.1.1 既有建筑改建后的使用年限，参照《既有建筑鉴定与加固设计通用规范》GB 55021中的有关规定，改建建筑宜维持建筑的工作年限并按不小于30年考虑，在超出30年以后，可以进行相应的技术鉴定，来判断是否能够继续使用。

6.1.5 按照《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153中的规定，对于抗震设防类别为乙类的智能计算中心，其结构的安全等级宜定为一级；其他智能计算中心的安全等级列入二级。集装箱等预制化产品形态的智能计算中心安全等级列入二级。

6.2 建筑形态的智能计算中心

6.2.1 智能计算中心功率密度较大，室外配套设施比通用数据中心多，需要在前期规划设计时做好室外配套设施的合理规划，保证智能计算中心安全运行的同时，确定合理的距离和位置。

6.2.2 主机房区、支持区等的设备配置与布局，应考虑目前系统的容量需求外，还应兼顾系统扩展与扩容、新技术应用的要求，做好空间上的预留。整机柜搬运时，机房如有坡道时，坡度小于等于10°

6.2.6 主机房净高考虑架空地板不宜低于0.70米，机柜高度2.2米，走线空间不低于1.2米，气体灭火管线0.15米，合计为4.25米。

6.2.7 建议楼面等效均布活荷载标准值取值宜取大值，以提高智能计算中心建筑的通用性、适用性，满足算力设备快速迭代需求。

1 目前智能计算中心的常用机柜单个重量约1.3T～1.7T，机柜通道间距常用宽度为1.2～1.8m不等，楼面等效均布活荷载标准值取10～16kN/m2，当考虑未来采用浸没式安装需求时，活荷载标准值可考虑20kN/m2。

2 电力室（有不间断电源的开间）、阀控式蓄电池室（蓄电池四层双列摆放）的楼面等效均布活荷载标准值取16kN/m2；当采用更加密集摆放形式时，楼面等效均布活荷载标准值宜大于16kN/m2。

3 智能计算中心主机房和电力电池室内部算力设备、机电设备较多，布置形式多样。取定楼面等效均布活荷载时，应在其设计控制部位上，根据需要按内力、变形及裂缝的等值要求来确定；一般情况下，可仅按内力的等值来确定。

4 智能计算中心算力设施安装后，位置基本固定，类似于藏书库、档案库。在计算地震作用时，活荷载的组合值系数可参照藏书库和档案库取0. 8，当按实际情况计算楼面活荷载时，活荷载的组合值系数取1.0。

6.3 预制化产品形态的智能计算中心

6.3.6 集装箱形态的智能计算中心不宜对基础埋深做强制要求，但其地基及基础承载能力应满足《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003的相关要求，采用钢结构的，其自身承载力、节点连接等性能应满足《钢结构通用规范》GB 55006的相关要求；采用其他材质的，其承载力及节点连接应满足相应规范的相关要求。

6.3.7 内部设备设施包括整体预装配的预制化产品内部设备。

7 供配电系统

7.1 一般规定

7.1.2 算力设施的电源质量影响设备正常运行，因此明确交流与直流供电的直流的质量要求。

7.1.3 机房的照明应满足工作功能需求与节能要求。

7.1.4 智能计算数据中心服务器的电源模块功率与实际运行功率有较大区别，因此计取需要系数时不应过高。智能计算业务可能同时达到高峰，因此在规划智能计算数据中心时，需根据承载的业务类型种类选取同时系数。

7.1.5 设计初期宜使用电气系统设计软件对智能计算中心配电系统进行建模，进行电击危险分析和电弧危险分析，合理选择系统架构，满足当前项目需求并统筹规划未来发展。

7.2 供配电系统

7.2.1 智能计算中心应综合分析承载业务类型，按不同等级进行保障，按规定配置匹配的基础设施，保障业务运行的连续性。

7.2.2 目前智能计算服务器发展比较迅猛，考虑应对未来发展需求，共配电系统应考虑一定的裕量应对业务发展需求。

7.2.8 由于智能计算中心机架密度高，单台功率大，柜顶安装空间有限，为保证系统的可靠性、可用性、灵活性和易维护，在选用配电母线供电时应预留操作维护空间。插接箱的安装位置宜位于机架进线位置附近，插接口可兼容不同电流等级的插接箱，以满足随时灵活调整负载，增减或更换插接箱的需求。插接箱具备在主干带电、负载断开情况下“即插即用”的功能，确保回路供电连续性的同时，实现维护的便利性。

8 空调冷却系统

8.1 一般规定

8.1.4 以20kW作为风冷和液冷的切换点，主要考虑综合经济性，具体采用风冷还是液冷应结合用户采购的服务器需求为主。

8.1.5 通常液冷系统与其他冷却系统运行参数不一致，为提高节能性，宜分别设置冷源系统，但对于一些超高密散热服务器，液冷系统也需要低温供冷，与其他冷却系统运行参数接近，此时通过技术比较，节能经济性较优时，也可合用冷源系统。

8.2 负荷计算

8.2.1 以浸没液冷为例，其机柜箱体内高温液体会向房间带来热传导和热辐射，此部分热量应在房间负荷计算中考虑。 除特殊要求外，由冷板液冷部分提供的冷量占比一般为所属机柜总制冷负荷的70-80%。浸没式冷源按液冷占比 100%考虑。

8.4 液冷系统设计

8.4.5 此条文主要考虑风冷侧与液冷侧共用冷却侧冷源直接供冷的场景，以冷却塔为例，液冷侧可以直接采用冷却水换热后供冷，风冷侧通常还需要压缩机进一步降温，但环境温度较低时，且采用高温服务器高水温设计时，风冷侧也具备采用冷却水供冷的可能，从而可进一步简化系统。

8.4.6 当需求不明确时，可以采用小颗粒度预制集成冷（泵）站形式，根据业务需求，按需快速部署，灵活“即插即用”，弹性适配液冷负荷的不确定性；对于规模较小时，如百卡级、千卡级智算中心，为减少土建建设成本及工程复杂度，同样可以采用预制集成冷（泵）站；对于规模较大且需求明确的场景，可通过建设土建冷（泵）站布置液冷冷源设备。

8.4.18 对于液冷余热回收，宜优先利用机房液冷侧余热供暖，余热回收时优先采用液冷一次侧水经换热器热交换后提供采暖热水，当液冷一次侧水温不满足供暖要求时，可通过冷板式液冷一次侧水与热泵机组进行热交换，提供采暖热水。

8.5 设备选择

8.5.5 冷板式液冷机柜冷却液宜采用去离子水、乙二醇水溶液或丙二醇水溶液，并添加缓蚀剂、抑菌剂等，乙二醇或丙二醇体积浓度宜为20%~30%。

8.5.8 冷却液轻度溢漏宜用惰性材料吸收，并用适当的清洁剂或吸收剂清理残留的溢漏液体；对于冷却液大量溢漏应进行围挡或采用其它恰当的防漏措施以免液体扩散，可以用泵抽排被围挡的液体，并将回收的液体存放在合适的容器中，防护要求符合YD/T 3979相关规定。

9 给水排水系统

9[.1 一般规定](#_Toc4941)

9.1.1 根据《防洪标准》规定 “遭受洪灾或失事后损失巨大、影响十分严重的防护对象，可提高防洪标准”；《城镇内涝防治技术规范》中规定，除应满足规划确定的内涝防治设计重现期外，还应考虑超过该重现期时的应对措施。智能计算中心建筑给水排水设施属于 “影响十分严重的防护对象”，因此要求建筑给水排水设施应在满足所服务城镇防洪防涝设防相应等级要求的同时，还应根据建筑给水排水重要设施和构筑物具体情况，适度加强设置必要的防止洪灾防涝的设施。

[9.2 给水系统](#_Toc15612)

9.2.1 采用水蒸发冷却原理制冷系统,现阶段主要包括水侧蒸发冷却空调系统、磁悬浮蒸发冷相变空调系统、液冷、水冷冷冻水空调系统等，考虑到该系统对冷源供水系统可靠性要求较高，对供水系统设计安全性进行要求。

9.2.2 智能计算中心较传统通用计算中心制冷形式更加多样化，其中水冷系统循环冷却水系统补水水质应满足《工业循环水冷却设计规范》GB/T 50102水质要求；风冷冷却系统喷淋补水水质可根据设备条件宜采用软化水或去离子水。直接蒸发冷却系统冷却补水水质、加湿补水水质还应符合卫生要求。

9.2.4 智能计算中心严格设置计量装置，可统计用水量，为提供运维期间WUE提供数据。同时可统计系统不同用途的用水量和分析渗漏量，达到随时监控系统供水安全性。

9.3 排水及排液系统

9.3.1 走廊设置有消火栓系统、自动喷水灭火系统，且有大量冷冻水供回水管道等，排水设施用于系统动作后的排水。当列间空调或背板空调采用冷冻水型时，冷冻水供回水管应采用地板下走管方式，并做好相关防水、漏水告警和排水，并设置挡水围堰，避免水管或软管漏水后进入机架。每4-6列机架设一组DN100地漏（用于冷凝水与事故排水）。

10 消防系统

[10.2 消防设施](#_Toc29173)

10.2.5 根据锂电池火灾特点，应考虑防火防爆措施，降低锂电池发生火灾影响范围。锂电池室宜设置在专用房间，与数据中心其他区域宜采用耐火极限不低于2.0h的防火隔墙、耐火极限不低于1.5h的楼板分隔，房间门采用甲级防火门。

10.2.8 参考《建筑设计防火规范》GB 50016，应根据不同类型冷却液闪点确定火灾危险性类别，从而合理选择自动灭火系统。

11 机柜与布线系统

11.1 机柜系统

11.1.1 同一机房内风冷和冷板式液冷机柜尺寸宜采用统一尺寸，方便机柜排列。冷板式液冷机柜一般承载高密度算力设备，机柜内供电、制冷、通信等空间要求较高，可通过集中供电或液冷盲插等方式节约机柜内空间，保持机房机柜尺寸统一性。

11.1.6 分集水器（manifold）与算力设备供液接口类型可分为手插快速接头和盲插快速接头。手插快速接头方式连接工作量大，手动插拔操作要求高，占用空间大，盲插快速接头便于业务快速部署，节省机架内空间，安全可靠，机柜和算力设备宜采用盲插快速接头。

11.2 布线系统

11.2.1 应根据算力设备互联线缆数量、机房层高等因素，确定通信线缆走线通道材质、规格、承重方式。智算中心主机房通信线缆较多，通信走线通道宽度宜根据线缆数量、走线架层数等因素进行设计。线缆量增大会导致走线通道重量增加，走线通道应制定合理吊挂方式，确保安全。如果采用网格走线架，需采取尾纤保护措施，如加保护板。

12 智能化系统

12.1.5 为便于智能化系统的统一规划和管理，系统采用集散或分布式网络结构，能够体现集中管理，分散控制的原则，可以实现本地或远程监视和操作，实现各系统之间的可靠联动。

12.2.2对于预制化产品形态（集装箱智能计算中心、微型一体化智能计算中心）供配电系统监控宜结合产品特性进行设置。

12.2.4 基于空调冷源系统的特殊性和重要性，空调冷源系统的监控和送排风系统、给排水等建筑设备的监控宜分系统设置。

12.4.4 智能化管理系统宜具备监控视图功能、现场管理功能、日常运维管理功能、设备及资产管理功能、容量管理功能、能耗管理功能、运维分析功能。

对于建筑形态智能计算数据中心，结合运维要求，其智能化监控系统宜与建筑智能化监控系统分开设置。

对于预制化产品形态智能计算中心，宜配置集成的智能化监控系统。系统配置应遵循开放性原则，各系统应提供国际标准的软件、硬件、操作系统和数据库管理系统等诸多方面的接口，使系统具备良好的灵活性、兼容性和可移植性。支持的接口协议包括但不限于：OPC、ODBC、API、TCP/IP、Socket、SMNP等各种协议。

[13 节能措施及能效监管系统](#_Toc2595)

[13.1 能效要求及节能措施](#_Toc6308)

13.1.1 国家发展改革委、工业和信息化部、国家能源局、国家数据局等部门联合印发的《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》 （发改环资〔 2024〕 970号） 提出到2025年，新建及改扩建大型和超大型数据中心电能利用效率降至 1.25 以内，国家枢纽节点数据中心项目电能利用效率不得高于 1.2。结合智能计算中心规模大小、所在区域条件、监管部门要求，建议智能计算中心电能利用效率设计值不宜高于 1.25，具体项目的电能利用效率设计值还应满足各地政府管控要求。

测算WUE时，应测算加湿给水、冷却塔补水、冷冻水补水等环节用水量,计算数据中心全年累计水流量,计算得出水资源利用效率。

13.1.4 智能计算中心用电量大。在“双碳”政策背景下，智能计算中心可结合资源条件，因地制宜采用光伏发电、风力发电、蓄冷、储能、余热回收、废能废水利用、中水、雨水等水资源利用等技术，积极提升资源利用率，为降低碳排做贡献。

13.1.5 《装配式建筑评价标准》GB/T 51129对装配率和预制率有明确的要求。装配率是单体建筑室外地坪以上的主体结构、围护墙和内隔墙、装修和设备管线等采用预制部品部件的综合比例。预制率是工业化建筑室外地坪以上主体结构和围护结构中预制构件的混凝土用量占对应部分混凝土总用量的体积比。地方标准对装配率有明确要求时，应按照地方标准计算，地方标准无要求时，按照《装配式建筑评价标准》GB/T 51129进行计算。

预制模块化供电技术产品有中压配电模块、低压配电模块、油机并机模块等，预制模块化制冷技术产品有集成冷站、氟泵变频空调、磁悬浮相变空调、热管空调、间接蒸发冷却空调等，根据具体场景情况，宜与预制化产品形态的智能计算中心结合应用。

13.1.6 智能计算中心内IT服务器、水泵、风机、变压器等应积极采用高效能设备。

[13.2 能效监管系统](#_Toc1103)

13.2.3 电能效监测宜利用智能仪表，实现各类分项计量，如ICT设备机架监测可通过列头柜（包括小母线始端箱）内智能仪表或智能PDU设备相关区域配置监控设备，具体监控类型见下表：

**表13.2.3 智算中心能源监测类型**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 监控类别 | 监控位置 | 监测设备 | 监测内容 |
| 机架 | 列头柜（包括小母线始端箱） | 智能仪表 | 电压、电流、功率 |
| 机柜 | 智能PDU | 电压、电流、功率 |
| 冷源设备 | 配电柜 | 智能仪表 | 电压、电流、功率 |
| 可再生能源 | 光伏计量装置 | 智能仪表 | 电压、电流、功率 |
| 余热回收 | 配电柜 | 智能仪表 | 电压、电流、功率 |
| 照明 | 照明配电箱 | 智能仪表 | 电压、电流、功率 |
| 水量 | 给水水管 | 远传智能水表 | 流量、压力 |
| 油、气 | 油罐、气罐 | 远传智能仪表 | 流量、压力 |

13.2.4 PUE\WUE测点参考《数据中心能效限定值及能效等级》（GB 40879-2021）、《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)、《电信和互联网数据中心（IDC）的能耗测评方法》（YD/T 2543-2013）标准。应逐步将碳效（CUE）监测和计算纳入能效监管系统。