中国工程建设协会标准

近零碳数据中心设计标准

Design standards for near zero carbon data centers

T/CECS XXX-2023

中国计划出版社

**中国工程建设标准化协会标准**

**近零碳数据中心设计标准**

Design standards for near zero carbon data 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：2024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《关于发印2022年第二批协会标准制订、修订计划的通知》（建标协字[2022］40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14章，主要技术内容包括：范围、规范性引用文件、术语与定义、基本规定、运行环境参数、规划选址、工艺设计、建筑与结构、暖通系统、电气系统、智能化控制系统、给水与排水、可再生能源应用、资源再利用等。

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

中国信息通信研究院

中国建筑科学研究院有限公司

**参编单位：**中国建筑技术集团有限公司

广东省电信规划设计院有限公司

中通服咨询设计研究院有限公司

维谛技术有限公司

施耐德电气（中国）有限公司

华为科技有限公司

中国电信股份有限公司苏州分公司

上海邮电设计咨询研究院有限公司

**主要起草人：**

**主要审查人：**

# 目次

[1 总则 1](#_Toc162)

[2 术语和符号 3](#_Toc6114)

[2.1术语 3](#_Toc13352)

[2.2 符号 5](#_Toc31479)

[3 基本规定 6](#_Toc20115)

[3.1 数据中心建筑形态 6](#_Toc10962)

[3.2 电能利用效率及水利用效率 6](#_Toc25423)

[3.3清洁能源使用 6](#_Toc6874)

[3.4能源、资源再利用 7](#_Toc14118)

[3.5其他 7](#_Toc10154)

[4 运行环境参数 8](#_Toc7002)

[5 规划选址 9](#_Toc28740)

[6 工艺设计 10](#_Toc8835)

[7 建筑与结构 11](#_Toc30205)

[7.1 一般规定 11](#_Toc1369)

[7.2 建筑与围护结构 11](#_Toc8345)

[7.3 建筑材料 11](#_Toc32466)

[8 暖通系统 12](#_Toc28780)

[8.1 一般规定 12](#_Toc25153)

[8.2空调冷源系统 12](#_Toc13958)

[8.3空调输配系统 13](#_Toc856)

[8.4空调末端系统 13](#_Toc11055)

[8.5 气流组织 13](#_Toc1844)

[8.6 液冷系统 14](#_Toc15671)

[8.7其他规定 14](#_Toc12003)

[9 电气系统 16](#_Toc2289)

[9.1 一般规定 16](#_Toc28419)

[9.2 数字化设计 16](#_Toc7115)

[9.3 供配电系统 16](#_Toc1385)

[9.4电气设备 17](#_Toc4577)

[9.5 照明系统 17](#_Toc1266)

[10 智能化设计 18](#_Toc17669)

[10.1 智能管理系统设计 18](#_Toc20716)

[10.2 配电智能化设计 19](#_Toc16646)

[11 给水与排水 20](#_Toc3259)

[12可再生能源应用 21](#_Toc3908)

[12.1 可再生能源接入 21](#_Toc27040)

[12.2可再生能源接入管理 21](#_Toc15314)

[13资源再利用 22](#_Toc19413)

[13.1余热回收 22](#_Toc18613)

[13.2再生水利用 22](#_Toc18768)

[附录A 近零碳数据中心基本要求表 23](#_Toc10235)

[附录B 近零碳数据中心设计要求表 24](#_Toc22517)

[用词说明 30](#_Toc23495)

[引用标准名录 31](#_Toc28158)

[条文说明 32](#_Toc4998)

# Contents

[1 General provisions 1](#_Toc162)

[2 Terms and symbols 3](#_Toc6114)

[2.1 Terms 3](#_Toc13352)

[2.2 Symbo 5](#_Toc31479)

[3 Basic regulations 6](#_Toc20115)

[3.1 Architectural form of data center 6](#_Toc10962)

[3.2 Electricity utilization efficiency and water utilization efficiency 6](#_Toc25423)

[3.3 Clean energy use 6](#_Toc6874)

[3.4 Energy and resource reuse 7](#_Toc14118)

[3.5其他 7](#_Toc10154)

[4 Operating environment parameters 8](#_Toc7002)

[5 Planning site selection 9](#_Toc28740)

[6 Technological design 10](#_Toc8835)

[7 Architecture and Structure 11](#_Toc30205)

[7.1 General requirements 11](#_Toc1369)

[7.2 Architecture and enclosure structure 11](#_Toc8345)

[7.3 Building materials 11](#_Toc32466)

[8 Electrical system 12](#_Toc28780)

[8.1 General requirements 12](#_Toc25153)

[8.2 Air conditioning cold source system 12](#_Toc13958)

[8.3 Air conditioning transmission and distribution system 13](#_Toc856)

[8.4 Air conditioning terminal system 13](#_Toc11055)

[8.5 Air distribution 13](#_Toc1844)

[8.6 Liquid cooling system 14](#_Toc15671)

[8.7 Other provisions 14](#_Toc12003)

[9 Electrical system 16](#_Toc2289)

[9.1 General requirements 16](#_Toc28419)

[9.2 Digital design 16](#_Toc7115)

[9.3 Power supply and distribution system 16](#_Toc1385)

[9.4 Electrical equipment 17](#_Toc4577)

[9.5 Lighting 17](#_Toc1266)

[10 Intelligent design 18](#_Toc17669)

[10.1 Design of Intelligent Management System 18](#_Toc20716)

[10.2 Intelligent design of power distribution 19](#_Toc16646)

[11 Water supply and drainage 20](#_Toc3259)

[12 Renewable energy applications 21](#_Toc3908)

[12.1 Renewable energy access 21](#_Toc27040)

[12.2 Renewable energy access management 21](#_Toc15314)

[13 Reuse 22](#_Toc19413)

[13.1 Waste Heat Recovery 22](#_Toc18613)

[13.2 Reclaimed water reuse 22](#_Toc18768)

[Appendix A:Table of Basic Requirements for Near Zero Carbon Data Centers 23](#_Toc10235)

[Appendix B:Design Requirements for Near Zero Carbon Data Centers 24](#_Toc22517)

[Explanation of wording 30](#_Toc23495)

[List of quoted standards 31](#_Toc28158)

[Addition：Explanation of Provisions 32](#_Toc4998)

# **1 总则**

1.0.1本文件对近零碳数据中心进行了定义，规定了近零碳数据中心节能设计相关的基本规定、规划选址、工艺设计、建筑与结构、暖通系统、电气系统、智能化控制系统、给水与排水、可再生能源应用和资源再利用等内容。

1.0.2本文所定义的近零碳数据中心，为支撑数据中心独立运行功能的建筑的一部分、单栋建筑或建筑建群以及数据中心功能对应的园区范围。

1.0.3本文件适用于近零碳数据中心的创建设计，也适用于数据中心节能改造设计。

# **2** **术语和符号**

## **2.1术语**

2.1.1碳中和Carbon neutrality

数据中心运营过程中的碳排放和碳消除达到平衡的状态。通过减少能源消耗、提高能源效率、使用再生能源等方式减少碳排放，同时也可以通过种植树木、投资碳捕捉和存储技术等方式消除碳排放。当一个数据中心的碳排放和碳消除达到平衡，即可称为实现了碳中和。

2.1.2低碳数据中心Low carbon data center

低碳数据中心是近零碳数据中心的初级表现形式，数据中心电能比PUE略高于近零碳数据中心，全生命周期内，在确保信息系统以及其支撑设备安全、稳定、可靠运行的条件下，能取得最大化的能源效率和最小化的环境影响的数据中心。温室气体排放核算边界内，在一定时间内（通常以年度为单位）生产、服务过程中产生的温室气体排放量，按照二氧化碳当量（CO2e）计算，在优先自主减排的基础上（PUE＜1.25，WUE＜2.0L/kW·h），排放量实现由数据中心自建绿电系统和（或）核算边界外的减排项目清除不低于50%，和（或）相应数量的碳信用抵消的数据中心。

2.1.3近零碳数据中心Near zero carbon data center

温室气体排放核算边界内，在一定时间内（通常以年度为单位）生产、服务过程中产生的温室气体排放量，按照二氧化碳当量（CO2e）计算，在优先自主减排的基础上（PUE＜1.20，WUE＜1.8L/kW·h），排放量实现由数据中心自建绿电系统和（或）核算边界外的减排项目清除不低于80%，和（或）相应数量的碳信用抵消的数据中心。

2.1.4零碳数据中心Zero carbon data center

零碳数据中心是近零碳数据中心的高级表现形式，是指对其在温室气体排放核算边界内直接或间接产生的温室气体排放总量，通过节能减排、清洁能源取代化石燃料、植树造林、二氧化碳捕集利用与封存、碳交易等方式进行正负抵消，实现总碳排放为零的数据中心，其电能比低于近零碳数据中心。温室气体排放核算边界内，在一定时间内（通常以年度为单位）生产、服务过程中产生的温室气体排放量，按照二氧化碳当量（CO2e）计算，在优先自主减排的基础上（PUE＜1.15，WUE＜1.6L/kW·h），排放量实现由数据中心自建绿电系统和（或）核算边界外的减排项目100%清除，和（或）相应数量的碳信用抵消的数据中心。

2.1.5自主减排行动Autonomous emission reduction actions

数据中心通过策划，应用先进适用的低碳技术，包括设备和工艺的更新迭代、管理措施的实施，所带来的的温室气体排放量减少的过程或活动。

23.1.6设计边界Design boundary

应以数据中心名称、地址和分期等确定数据中心项目的设计边界。数据中心名称应参考建设主管部分批文、地点、法人进行综合确定。

如果数据中心存在分期建设的情况（参考建设主管部门的批文），所有分期并未全部投入运行，则只考虑目前投产的分期。

2.1.7 电能利用效率 Power Usage Effectiveness

数据中心总耗电量与数据中心 IT 设备耗电量的比值， 一般采用年均 PUE 值。详细计算和测量要求参照 YD/T 2543《电信互联网数据中心（IDC）的能耗测评方法》 。PUE 数值大于 1，越接近 1 表明用于 IT 设备的电能占比越高，制冷、供配 电等非 IT 设备耗能越低。

计算公式为：PUE=PTotal/PIT

式中： PTotal—为维持数据中心正常运行的总耗电，单位为 kWh。 PIT—为数据中心中 IT 设备耗电，单位为 kWh。

2.1.8 水利用效率 Water UsageEffectiveness

数据中心总耗水量与数据中心 IT 设备耗电量的比值 （单位：L/kWh），一般用年均 WUE 值。WUE 数值越小，代表数据中心利用水资源的效率越高。

计算公式为：WUE=(ΣL 总耗水)/ΣPIT

式中： L 总耗水—为输入数据中心的总水量，单位是 L。 PIT—为数据中心中 IT 设备耗电，单位为 kWh。

2.1.10 可再生能源利用率Utilization of renewable energy

数据中心消耗的可再生能源电力总量与数据中心总用电量的比值。

## **2.2 符号**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| PUE | Power Usage Effectiveness | 电能利用效率 |
| WUE | Water Usage Effectiveness | 水利用效率 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# **3 基本规定**

## **3.1 数据中心建筑形态**

3.1.1数据中心建筑形态可以是一栋或几栋建筑物，也可以是一栋建筑物的一部分。最小单元应为采用独立配电或空气冷却的数据中心建筑单体或模块单元。对于几栋建筑物组成的数据中心，应按单体建筑分开确定其等级。分期建设的数据中心可按期确定其等级。

## **3.2 电能利用效率及水利用效率**

3.2.1新建、改建和扩建数据中心电能利用效率设计值应满足：低碳数据中心PUE＜1.25；近零碳数据中心PUE＜1.20；零碳数据中心PUE＜1.15。

3.2.2新建、改建和扩建数据中心水利用效率设计值宜满足：低碳数据中心WUE＜2.0L/kWh；近零碳数据中心WUE＜1.8L/kWh；零碳数据中心WUE＜1.6L/kWh。

## **3.3清洁能源使用**

3.3.1应采用一种或多种可再生能源直供电。

3.3.2对于无法完全采用清洁能源的，应采用绿电交易、购买绿证等方式，减少碳排放。

3.3.3应加入植树造林行动以增加碳汇。

3.3.4应设置分布式光伏系统，并通过优化措施提高发电量。分布式光伏系统应满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015中对可再生能源利用的相关要求。

3.3.5在清洁能源不稳定的场景，宜合理配置储能，增强清洁能源消纳能力，储能形式可采用化学储能、氢能等技术。

3.3.6应利用自然冷源降低冷水机组开机时间。

## **3.4能源、资源再利用**

3.4.1数据中心应积极开展余热回收后向外输送，或者供园区内数据中心辅助区或园区内有用热需求的建筑使用。

3.4.2水冷型数据中心应进行再生水回用，包含但不限于市政中水、循环冷却水系统排水、空调冷凝水排水、冷却蒸发水、雨水等。

## **3.5其他**

3.5.1在设计、施工、运维阶段，宜采用BIM（建筑信息模型）等技术，进行过程优化，减少人为失误，缩短施工周期，节省施工材料，提高设备运行使用效率，降低能耗，减少碳排放。

3.5.2近零碳数据中心宜采用预制化、模块化、标准化程度高的设计方案。

3.5.3 根据绿色低碳、可持续发展原则，宜按照《国家工业和信息化领域节能技术装备推荐目录》选用适宜的制冷技术、自然冷源利用、供配电设备节能等技术。

3.5.4 应与周边冷、热源及热需求点充分沟通，在设计中优化冷却系统方案实现免费冷、热量的综合优化利用。

3.5.5 数据中心碳排放计算宜参照《数据中心碳排放计算标准》的相关规定执行。

# **4 运行环境参数**

4.0.1主机房和支持区内的温度和湿度应满足机房内设备的正常运行需求。当无特殊需求时，主机房和电力电池室在设备运行时温湿度推荐参照表5.1。

**表4.1 温湿度推荐表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 机房类型 | 温度 | 湿度 | 备注 |
| 主机房冷通道或机柜进风区域 | 18~27℃ | 露点温度5.5~15℃且相对湿度不大于60% | 不应结露 |
| 电力室 | 5~35℃ | 相对湿度10%~90% | -- |
| 电池室 | 15~30℃（铅酸电池）  0~35℃（锂离子电池） | 相对湿度10%~90% | -- |

注：1 主机房温度，为机架进风温度；

2 对于海拔超过1000m以上的数据中心，最高环境温度每增加300m应降低1℃；

4.0.2主机房服务器在满足业务使用需求时，应优先选用耐高温服务器，长期稳定运行的耐受温度宜不低于35℃。

4.0.3主机房的空气含尘浓度，每立方米空气中粒径大于或等于0.5μm的悬浮粒子数应少于17,600,000粒。

# **5 规划选址**

5.0.1 宜选址在水力、风力、太阳能等可再生能源充足的地区。

5.0.2 宜选址气候适宜、环境空气清洁、能充分利用自然冷源的区域。自然冷源利用的技术方式，应满足环境容量承载力的要求。

5.0.3 宜充分利用闲置的仓库、厂房等实施，减少土建过程的碳排放。

5.0.4 宜充分发挥气候水文和地形地貌等自然条件天然优势，因地制宜促进节能降耗的山洞、山体间垭口、海底、河流湖泊沿岸等特殊地理条件建设数据中心。

5.0.5 选址应符合《数据中心设计规范》GB 50174的相关规定，并优先结合产业升级、工业转型规划，应充分利用电厂余热资源和工业废弃能源，合理选址建设。

5.0.6 宜优先选址在靠近电厂等电力充足的地区。

# **6 工艺设计**

6.0.1 应综合考虑数据中心的使用用途与发展规划，通过选择高算效ICT 硬件，统筹规划业务系统的冗余程度和基础设施的冗余程度，合理开展信息系统负载优化等，使数据中心能够长期处于高效运行状态。

6.0.2 应根据业务负载需求预估网络、计算、存储等IT设备运行功率，根据预估运行功率上架，并应采用密集部署方式上架，IT机柜平均运行功率宜达到设计功率70%以上，提升机架空间和电源利用率。

6.0.3 设备上架时应采取封堵措施。当机架内未装满设备时，未安装设备的位置前部应安装挡风盲板，机柜所有出线孔应该封闭处理。

6.0.4 应将信息设备的风扇、电源等运行情况及各类处理器、存储等资源利用情况纳入能耗监控和管理范围，利用智能化管控手段实现信息设备等算力设施全节点与数据中心基础设施联动节能。

# **7 建筑与结构**

## **7.1 一般规定**

7.1.1建筑应根据工艺需求，合理确定分期建设规模和节奏，不应大拆大建。

7.1.2 应充分利用既有建筑结构体系与设施资源，采用模块化、预制装配化建设模式，减少重复建设、翻新改造等工程量。

7.1.3建筑宜按照GB/T 50378或GB/T 50878二星级及以上标准建设。

7.1.4 应充分利用数据中心的屋面和立面设置光伏发电系统。立面宜采用光伏建筑一体化系统。屋顶安装光伏的面积比例不宜低于30%。

## **7.2 建筑与围护结构**

7.2.1 建筑应造型简洁、规整紧凑，体形系数不宜大于0.15。

7.2.2 除利旧建筑以外，宜满足单体预制率≥40%或单体装配率≥60%的要求。

7.2.3 近零碳数据中心应满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015中关于工业建筑的要求。

7.2.4 围护结构系统宜满足《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350规划与建筑方案设计、热桥处理和建筑气密性相关要求，应进行消除或削弱热桥，气密性和防结露的专项设计。

## **7.3 建筑材料**

7.3.1 近零碳数据中心宜采用符合工业化建造要求的结构体系与建筑构件，在建造阶段建筑应选用碳排放含量低的建材，建筑拆除时宜采用便于材料循环利用的措施。

7.3.2 建筑宜选用可循环建材、耐久性建材和本地材料，宜使用获得绿色建材标识（或认证）的或有明确碳足迹标签的材料。

7.3.3 合理选用混凝土材料，优先采用高强钢筋，钢材的牌号宜选用Q355钢、Q390钢等高强性能材料。

# **8 暖通系统**

## **8.1 一般规定**

8.1.1数据中心应遵循被动节能措施优先的原则，合理选择围护结构保温隔热和遮阳措施，最大限度降低建筑用能需求。

8.1.2数据中心空调系统设计PUE、WUE设计值应严格满足本标准第3章要求。

8.1.3主机房及支持区域宜采用无窗密闭围护，避免和减少进入室内的太阳辐射以及窗或透明幕墙的温差传热。

8.1.4空调系统规划设计时，应考虑数据中心全生命周期制冷需求特点，选择合适的制冷方式。

## **8.2空调冷源系统**

8.2.1数据中心设计方案中，应采用水侧自然冷、风侧自然冷及氟侧自然冷等利用自然冷源的方式，同时应优先选用绿色数据中心先进技术产品降低PUE。

8.2.2夏季空气调节室外计算湿球温度低、温度日差较大的地区，宜优先采用直接蒸发冷却、间接蒸发冷却或直接蒸发冷却与间接蒸发冷却相结合的二级或三级蒸发冷却的空调系统形式。

8.2.3当数据中心选址附近有江河湖水、海水等天然冷源利用的条件时，经过经济评价后，且不对自然环境造成较大不利影响时，宜利用其为数据中心降温。

8.2.4对于单机柜功率20kW以上的超高密数据中心，宜采用液冷技术提高制冷效率。

8.2.5数据中心采用全新风空调系统时，应对新风的温度、相对湿度、空气含尘浓度、污染物浓度等参数进行检测和控制。

8.2.6空调制冷剂应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。

8.2.7采用冷冻水空调系统时，冷冻水供水温度应不低于18℃，冷冻水回水温度应不低于24℃，同时具备条件时宜提升供水温度至不低于20℃。

8.2.8空调冷源系统应设置相应的控制装置，如气候补偿器、温度传感器、调节阀等，以实现按照实际空调负荷需求来调节冷量，实现变流量运行。

8.2.9对于使用多台冷源设备的空调系统，应采用负载均衡控制技术，实现各冷源设备的负载均衡，以提高系统的效率和稳定性。

## **8.3空调输配系统**

8.3.1在满足机房运行环境要求时，应尽量提高数据中心冷冻水供水温度，冷冻水供回水温度差不应小于6℃。技术经济合理时，宜进一步加大供、回水温差。

8.3.2空调输配系统应设置风量调节装置，如风量调节阀、自动控制阀等，以实现按照实际空调负荷需求来调节风量，实现变流量运行。

8.3.3冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔风机应采用变频调速，其中水泵效率应达到《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762中要求的节能评价值。

## **8.4空调末端系统**

8.4.1机房空调末端形式宜结合电子信息设备机架进出风形式、功率密度大小等因素，采用合适的房间级、列间级、机架级、芯片级的空调形式。

8.4.2对于空调冷源和末端分离的系统形式，主机房空调末端宜选择背板、前板、列间空调、顶置空调等靠近热源的方式，减少输配能耗。

8.4.3机房内应采用高能效精密空调。

8.4.4当满足信息设备运行环境要求时，空调系统宜加大送回风温差。送回风温差宜大于10℃。

8.4.5机房加湿方式应优先采用湿膜加湿等低能耗加湿方式。

8.4.6机房内精密空调应采用分布动态流量控制技术，对空调系统进行分区控制，通过优化水泵运行和调节阀门开度来节省能源。

## **8.5 气流组织**

8.5.1主机房的空调形式应与气流组织匹配。

8.5.2对于前后进出风形式的机架，应采用通道封闭技术。

8.5.3采用“面对面、背对背”的机架排列方式时，应采用冷、热通道封闭隔离的气流组织形式，避免冷热空气对流，以节约能源。

8.5.4空调冷风应直接送至冷通道或服务器进风口，回风应能直接回至空调机组，回风口不应布置在冷通道或空调送风射流区。

8.5.5机房气流组织设计后，宜采用计算流体动力学CFD对主机房气流组织进行模拟和验证。

## **8.6 液冷系统**

8.6.1液冷侧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，优先使用室外自然冷源进行散热，宜采用开式冷却塔+板式换热器、闭式冷却塔或干冷器，不应只采用开式冷却塔。采用干冷器时，为满足夏季一次侧供水温度需求，可配置水喷雾冷却系统或进风侧湿膜加湿系统。

8.6.2为提高液冷侧节能性，宜提高冷却塔供水温度及供回水温差，降低冷源设备的功耗，液冷一次侧进水温度不宜低于35℃，二次侧出水温度不宜低于40℃，供回水温差不宜低于10℃。

8.6.3冷板液冷风冷侧与液冷侧共用液冷冷源时，空调末端宜采用列间级或机柜级形式，同时结合高温服务器采用高水温设计参数。

8.6.4冷板液冷风冷侧与液冷侧不应共用风冷侧低温冷源。

8.6.5浸没式液冷设备内部冷却液与IT设备直接接触进行热交换，由于不同的IT设备热功耗不同，宜通过CFD流场模拟机柜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。

## **8.7其他规定**

8.6.1空调和制冷设备的选用应符合运行可靠、经济适用、节能和环保的要求。

8.6.2当建设地周边存在连续稳定、可以利用的废热和工业余热，且技术经济合理时，可采用吸收式冷水机组。

8.6.3除绿电资源较充足地区外，不应采用电能直接加热设备作为供暖空调系统的供热热源。

8.6.4空调系统宜采用人工智能等智能化的方式进行能效优化，根据IT负载和室外温湿度调节冷机、水泵、冷却塔、阀门、空调末端等，实现PUE最优化。

8.6.5如果采用冷冻水系统，宜采用高效节能部件，电冷源综合制冷性能系数宜优于《公共建筑节能设计标准》 GB50189 中的规定值的120%以上。

8.6.6对于存量数据中心改造场景，应优先选取技术成熟、安全可靠、经济可行的空调改造方案，同时根据各地区气候环境及现场条件制定，同一机房不限于一种节能措施，有条件的应多举措并行，力求改造后能效达到最优值。

8.6.7采用水系统或带喷淋功能的室外机时，水质标准不满足《采暖空调系统水质》GB29044T时，应设置水处理系统，避免设备因结垢等原因造成能效下降。

# **9 电气系统**

## **9.1 一般规定**

9.1.1电气系统应采用数字化设计工具。

9.1.2应在供配电系统设计过程中综合考虑系统架构、电气设备、照明系统、电力监控等在减碳方面的功能作用。

9.1.3所选用产品宜可提供碳足迹追溯证明文件。

## **9.2 数字化设计**

9.2.1 宜使用电气系统设计软件对数据中心配电系统进行建模，系统化管控设计参数，合理选择系统设计指标及设备裕量。

9.2.2 宜采用专业的低压配电柜规划软件在早期优化低压配电占地面积，精确把控馈线预留空间，集约规划支持区面积。

9.2.3 宜设置电力监控与一体化管理系统，将具有时效性的全链路数据集中采集、分析管理并直观有效地展示，帮助运维人员进行持续优化调整，提升能效。

## **9.3 供配电系统**

9.3.1 供配电系统的规划布置应靠近负荷中心，减小供电半径。

9.3.2 宜采用第三路市电或其他类型的低碳稳定电源作为备用电源。

9.3.3 宜采用高密、环保的备电方案，降低对数据中心承重和空间的要求。

9.3.4 应在设计阶段优化配电结构，建设适度可用性的供配电架构，综合考虑供配电系统，探索主动的综合能源管理理念，UPS 架构的选择，末端配电的选择等。

9.3.5 明确电网接入方案，合理确定配电规模、电压等级。综合规划近期远期负载变化，宜增加储能接入。

9.3.6应合理选择备用电源的方式，优先消纳风光储氢等绿色能源。

## **9.4电气设备**

9.4.1低压配电及不间断电源系统宜采用融合、预制化、交直流一体化方案。

9.4.2变压器的选用应满足 GB 20052《电力变压器能效限定值及能效等级》中2级以上能效要求。

9.4.3交流UPS宜采用高效率、低噪声、体积小的高频模块化 UPS。在满足负载运行要求的前提下，UPS运行在增强型ECO节能模式。

9.4.4油机宜进行无冗余设置。

9.4.5除应满足本节的要求外，还应优先选择绿色低碳的智能化产品：

1 在主要配电设备的选型上，应选择全新能效等级的节能变压器与具有节能认证的低压配电柜和母线；

2 应选择拥有更高运行效率（且在更宽负载率区间内）的 UPS 系统；

3 应优先选择使用可循环（绿色）设计的设备，选择环保型产品；可循环（绿色）设计包括产品本身使用材料的环境评价、使用年限、循环性及其包装的绿色性等。

## **9.5 照明系统**

9.5.1照明系统应选择智能照明系统。可以采用总线方式互联所有的元器件，每个元器件可独立工作，同时又可进行集中监视和控制，非工作时间熄灯节能。可以完成诸如开关、控制、监视等工作，又可进行不同组合，实现功能灵活改变。智能照明系统应符合ISO/IEC14543-3和GB/Z 20965-2007。

9.5.2应严格执行国家相关标准规定的“照明功率密度”限制值(LPD）中的目标值以及《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015中相关要求。

9.5.3应采用高效的照明光源设备。

# **10 智能化设计**

## **10.1 智能管理系统设计**

10.1.1数据中心应部署智能管理系统，具备碳排放量计算和统计功能，能展示数据中心碳排放量、绿电使用率、碳汇交易量。

10.1.2数据中心应能通过人工智能等智能化手段进行能效优化。

10.1.3智能化管理系统应具备替代或减少人员巡检工作的功能，减少运维过程碳排放。

10.1.4智能管理系统应能接入上级能效监测管理平台。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、蓄冷量及数据中心碳排放量等。

10.1.5将信息设备的风扇、电源等运行情况及各类处理器、存储等资源利用情况纳入数据中心能耗监控和管理范围，利用智能化管控手段实现信息设备等算力设施全节点与数据中心基础设施联动节能。

10.1.6应安装有能源、资源信息化监控系统，可实时监视各系统设备的运行状态及工作参数，可实时显示各系统及主要设备对能源、资源的使用情况，并提供智能化分析功能。

10.1.7监测点应符合《电信互联网数据中心（IDC）的能耗测评方法》YD/T2543的设置要求，计量仪表器具及其精度符合要求，平台呈现与现场计量一致。

10.1.8应能实现对各类能源使用情况进行监测、计量，能够连续记录和输出PUE值，并可将能耗能效数据上传相关动环设施集中运维管理平台。

10.1.9应结合气候环境、机房环境、负载等因素，对供电、制冷、通信设备等进行开合关闭、运行参数调整、电力资源分配等自动化控制，每个控制项至少覆盖此类硬件数量的40%以上。

10.1.10高低压配电系统设备、机房专用空调设备、冷水机组、柴油发电机组、不间断电源系统、供油系统等数据中心重要设备，应能通过电力监控系统、冷源群控系统、动环监控系统等，将设备运行状态数据上传至数据中心统一监控平台。

10.1.11应设置建筑设备管理系统，对建筑楼宇机电设备、给排水等众多分散设备的运行状态、安全状况、能源使用状况及节能管理实行集中监视、管理和分散控制。

## **10.2 配电智能化设计**

10.2.1应设置智能配电管理系统，实现用电设备运行状态的实时监测，数据综合分析，优化运行、弹性调度。系统构成、设备选型、功能配置应根据供电系统的特点、运营和管理要求、通信通道条件来确定，并考虑发展的需要。

10.2.2智能配电系统应由终端显示设备、系统主机、智能网络控制设备、终端数据采集设备组成，同时配备专用的管理平台软件。

10.2.3智能配电系统应具备设备数据的采集、存储、转发、分析处理和控制调节等功能，并直观反映现场配电系统的运行状态和过程。

10.2.4智能配电系统应符合电力系统标准的通信协议，提供开放式设备层数据地址表，采用现场总线、分布式I/O、网络、多路级联保护等技术。

10.2.5智能配电系统应具备运行维护管理、电气设备资产管理、能耗数据统计分析、电能质量分析、信息监测等功能。

10.2.6智能配电系统应确保良好的网络安全性，合理限制网络端口、防渗透攻击、对敏感传输消息进行加密和鉴权认证。

# **11 给水与排水**

11.0.1应按照不同用途配置用水计量装置，分项、分级安装满足使用需求和经计量检定合格的计量装置，用水应实现三级计量，宜将数据传送至园区智能管理系统。

11.0.2给水系统应使用耐腐蚀、耐久性能好的管件、阀门和相关附件等，减少管道系统的漏损，管网漏损率不应大于10%。

11.0.3贮水池（箱）的进水管宜设置电磁阀或电动阀，贮水池（箱）应设水位监测和溢流报警装置，信息传至园区智能管理系统。

11.0.4水泵选型应保证设计工况下水泵效率处在高效区，宜采用变频控制，宜为能效等级1级产品。

11.0.5冷却塔选用和设置，应符合以下要求：

1 成品冷却塔应选用冷效高、飘水少、噪音低、安装维护简单的产品；

2 空调系统宜采用飘水量小于0.01%，蒸发损失量小于1.2%的高冷效冷却塔；

3 成品冷却塔应按照生产厂家提供的热力特性曲线选定。设计循环水量不宜超过冷却塔额定水量，当循环水量达不到额定水量的80%时，应对冷却塔补水系统进行校核。

11.0.6循环冷却水系统的浓缩倍数应根据当地补水水质及处理工艺综合确定，并不宜低于3.0。

# **12可再生能源应用**

## **12.1 可再生能源接入**

12.1.1数据中心设计应考虑引入光伏、储能、氢燃料电池等能源作为补充供电系统。

12.1.2应使用电能管理控制系统EMS完成电能调度控制、优化系统能源运行策略、电能数据采集、整理、存储和收益展示。

## **12.2可再生能源接入管理**

12.1.1应分析新能源接入方案，在现场实施前确保方案的准确性，保证新能源平顺接入，避免新能源的接入对原有电力系统造成较大冲击，实现绿色低碳。

12.1.2应使用电力系统仿真分析软件提供从系统建模、仿真计算、设计规划、监控控制到操作员培训、优化和自动化的全生命周期管理的各种方案。

12.1.3应基于时间、辐照度对光伏发电的影响，应用时序潮流、地区辐照度等功能精确仿真分析光伏发电，确定光伏接入方案。

12.1.4应基于风机厂商/模型库，对不同规模的风电场进行稳态和暂态仿真分析，确定风电接入方案。

12.1.5应使用可再生能源设备模型，进行交直流混合潮流分析、仿真计算和设备选型验证。

# **13资源再利用**

## **13.1余热回收**

13.1.1应积极应用余热回收利用技术，可以采用热泵、涡轮机等余热回收技术来收集数据中心的余热。

13.1.2当数据中心辅助区或园区内有建筑用热需求时，应通过余热回收为其供热和提供生活热水。

13.1.3当园区外周边有用热需求时，经技术经济比较和可行性分析后，宜通过接入市政管网或独立建设供热管道等措施利用数据中心余热对外进行供热。

13.1.4 夏热冬暖地区数据中心可不设置数据中心余热回收系统。夏热冷地区与温和地区宜根据数据中心园区与数据中心周边园区用热需求设置余热回收系统。严寒地区和寒冷地区应设置余热回收系统，且总余热回收量宜大于IT发热量的5%以上。

## **13.2再生水利用**

13.2.1再生水利用应因地制宜，市政再生水输配管网覆盖范围内的数据中心优先利用市政中水。

13.2.2再生水优先用于循环冷却水系统补水，水质应符合现行国家标准《采暖空调系统水质》GB/T29044的规定。

13.2.3对再生水处理设施、设备运行状态、水量、pH值、浊度等常用控制指标应实现现场监测，有条件的可实现在线监测。

# 附录A 近零碳数据中心基本要求表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **指标** | **低碳数据中心** | **近零碳数据中心** | **零碳数据中心** |
| 碳抵消比例 | ≥50% | ≥80% | 100% |
| PUE | 1.25 | 1.20 | 1.15 |
| WUE | 2.0 | 1.8 | 1.6 |
| 绿色低碳等级 | ≥4A | ≥4A | 5A |
| 建筑预制化率 | - | 30% | 40% |
| 可再生能源利用率 | 20% | 50% | 80% |

# 附录B 近零碳数据中心设计要求表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标 | | 设计内容要求 | 低碳数据中心 | 近零碳数据中心 | 零碳数据中心 |
| 能源高效利用 | 高算效设备、算力共享系统 | （1）采用具备电源智能管理及休眠、高等级电源、耐高温、高能效比等技术的IT设备；  （2）通过 IT 设备状态采集、负载分担和智能调度等手段，实现IT资源的高效利用，提高数据中心算力和算效等级。 | 应采用 | 应采用 | 应采用 |
| 利用可再生能源 | 应考虑引入光伏、储能、氢燃料电池等能源作为补充 | 引入一种 | 引入一种 | 引入两种 |
| 利用储能技术 | 适当增加储能接入 | 宜设置 | 应设置 | 应设置 |
| 错峰蓄冷 |  | 宜采用 | 宜采用 | 宜采用 |
| 峰谷蓄电 |  | 宜采用 | 宜采用 | 宜采用 |
| 基础设施 | 选址和总平面布局 | 选址在水力、风力、太阳能等可再生能源充足的地区。 | 宜 | 宜 | 宜 |
| 选址气候适宜、环境空气清洁、能充分利用自然冷源的区域。自然冷源利用的技术方式，应满足环境容量承载力的要求。 | 宜 | 宜 | 宜 |
| 充分利用闲置的仓库、厂房等实施，减少土建过程的碳排放。 | 宜 | 宜 | 宜 |
| 充分发挥气候水文和地形地貌等自然条件天然优势，因地制宜促进节能降耗的山洞、山体间垭口、海底、河流湖泊沿岸等特殊地理条件建设数据中心。 | 宜 | 宜 | 宜 |
| 选址应符合GB 50174的相关规定，并优先结合产业升级、工业转型规划，充分利用电厂余热资源和工业废弃能源，合理选址建设。 | 宜 | 宜 | 宜 |
| 优先选址在靠近电厂等电力充足的地区 | 宜 | 宜 | 应 |
| 工艺 | 采用模块化，封闭通道方式部署；  采用封堵措施，避免冷量丢失和冷热空气混合。 | 宜采用 | 应采用 | 应采用 |
| 采用高密上架方式，提升机架空间和电源功率利用率。 | 应采用 | 应采用 | 应采用 |
| 建筑与结构 | 鼓励采用钢结构、预制化的建设方式，提升建筑材料回收率。  采用符合工业化建设要求的结构体系与建筑构件。  （1）主体结构采用钢结构；  （2）主体结构采用混凝土结构，地上部分预制构件应用混凝土体积占混凝土总体积的比例达到30% | 满足两者其一 | 满足两者其一 | 满足两者其一 |
| 鼓励提升数据中心建筑利用率，数据中心空间布局合理，机电设施与IT机房紧凑有序，单千瓦平均占用的建筑面积不超过10平米。 | 1.5平米 | 1.3平米 | 1.2平米 |
| 建筑体型规整紧凑，又避免空气渗透的措施，有热桥结露计算和防结露措施。建筑结构设计合理并考虑节能降耗。  （1）建筑体型宜规整紧凑，避免过多的凸凹变化，机房应有提高气密性，避免外界空气渗透的措施。体型系数小于0.15  （2）围护结构中的热桥部位应进行表面结露验算，并应采取保温措施，确保热桥内表面温度高于房间空气露点温度。 | 至少满足（2） | 至少满足（2） | 全部满足 |
| 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021中关于工业建筑的要求。 | 应满足 | 应满足 | 应满足 |
| 《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350-2019种规划与建筑方案设计、热桥处理和建筑气密性相关要求 | 宜满足 | 宜满足 | 应满足 |
|  | 屋顶安装光伏的面积比例 | 不小于30% | 不小于40% | 不小于50% |
| 空调 | 自然冷源利用技术 | 宜优先氟侧相变冷却技术、间接蒸发冷却技术、中温水技术 | 宜优先氟侧相变冷却技术、间接蒸发冷却技术、高温水技术 | 宜优先液冷技术、全新风冷却技术（直接蒸发冷却）、江河湖海等自然冷源利用技术 |
| 水冷系统供水温度 | ≥18℃ | ≥20℃ | ≥22℃ |
| 余热利用 | 宜 | 应 | 应大于服务器发热量的5% |
| 变频设备应用 | 应采用 | 应采用 | 应采用 |
| 制冷剂特性 | ODP=0  GWP＜10000 | ODP=0  GWP＜5000 | ODP=0  GWP＜1000 |
| 人工智能应用 | 可 | 宜 | 应 |
| 冷热通道封闭 | 应 | 应 | 应 |
| 水冷系统供回水温差 | ≥6℃ | ≥7℃ | ≥8℃ |
|  | 液冷 | 宜 | 宜 | 应 |
| 电气 | 宜采用第三路市电或其他类型的低碳稳定电源作为备用电源 | 宜 | 宜 | 应 |
| 应在设计阶段优化配电结构，建设适度可用性的供配电架构（比如用 N+1, DR，BR 来取代 2N 架构） | 宜 | 应 | 应 |
| 使用电气系统设计软件对数据中心配电系统进行建模，系统化管控设计参数，合理选择系统设计指标及设备裕量 | 宜 | 应 | 应 |
| 智能化 | 数据中心应部署智能管理系统，具备碳排放量计算和统计功能，能展示数据中心碳排放量、绿电使用率、碳汇交易量。 | 宜 | 应 | 应 |
| 数据中心应能通过人工智能等智能化手段进行能效优化。 | 宜 | 应 | 应 |
| 能够实现对各类能源（水、电以及绿色能源等）使用情况进行监测、计量，能够连续记录（记录周期满足15分钟要求）和输出PUE值 | 宜 | 应 | 应 |
| 给排水 | 采用节水器具的用水效率等级 | 全部达到2级 | 50%达到1级，其他达到2级 | 全部达到1级 |
|  | 管网漏损率 | 10% | 10% | 8% |
| 其他 | 鼓励采用其他先进使用技术和产品。采用政府相关部门“绿色数据中心先进适用技术产品目录”（或其他类似同等评估）中绿色节能技术产品 | 宜 | 宜 | 宜 |
| 采用具有自主知识产权的产品。包括微模块、智能运维平台等软硬件产品。 | 宜 | 宜 | 宜 |
| 能源和碳智能信息化管理系统 | 按照《数据中心能效限定值即能效等级》GB 40879的要求设置能耗测量装置 |  | 宜 | 应 | 应 |
| 设置集中监控系统，功能完善 |  | 应 | 应 | 应 |
| 能源和资源使用 | 光伏发电 |  | 应 | 应 | 应 |
| 风能发电 |  | 宜 | 宜 | 宜 |
| 再生水回用 |  | - | 20% | 40% |

# **用词说明**

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”；

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

# 引用标准名录

本文件引用下列标准。其中注日期的引用文件，仅对该日期对应的版本适用于本文件。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。

《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350

《数据中心能效限定值及能效等级》GB40879

中国工程建设标准化协会标准

**近零碳数据中心设计标准**

**T/CECS×××-20××**

# **条文说明**

# 目次

[3 基本规定 37](#_Toc23834)

[3.3清洁能源使用 37](#_Toc8901)

[3.4能源、资源再利用 37](#_Toc11827)

[7 建筑与结构 38](#_Toc2574)

[7.1 一般规定 38](#_Toc443)

[9 电气系统 38](#_Toc10216)

[9.3 供配电系统 38](#_Toc16632)

[9.4电气设备 39](#_Toc31091)

[10 智能化设计 39](#_Toc4528)

[10.1 智能管理系统设计 39](#_Toc24030)

[11 给水与排水 39](#_Toc27856)

[12可再生能源应用 40](#_Toc3833)

[12.1 可再生能源接入 40](#_Toc32566)

[13资源再利用 40](#_Toc8004)

[13.2再生水利用 40](#_Toc19959)

# **3 基本规定**

## **3.3清洁能源使用**

3.3.1 可再生能源包括风电、光伏、水电、地热、潮汐等，提供的电源需稳定，根据数据中心所在地周边条件选用。“直供电”是指不经由电网企业的输配电网络，而是建立“新能源专线”，直接向用户供电。

3.3.6 自然风冷、自然水冷、地下冷源等内容，自然风冷、自然水冷、地下冷源相应的开机时间的区别。

## **3.4能源、资源再利用**

3.4.1 数据中心有大量的热量需要排除至大气环境中，通过回收余热并利用余热，可间接降低数据中心碳排放，当周边有供热需求且经济合理时，应积极开展余热利用。

# **7 建筑与结构**

## **7.1 一般规定**

7.1.4 上海市人民政府办公厅印发《上海市资源节约和循环经济发展“十四五”规划》（沪府办发[2022]6号）的通知相关要求，工业厂房等建筑屋顶安装光伏的面积比例不低于50%。因数据中心屋面多安装各种大型设备，根据实际项目调研，无设备的屋面面积约30%，考虑检修、遮挡等因素，确定数据中心屋顶安装光伏的面积比例不宜低于20%。

# **9 电气系统**

## **9.3 供配电系统**

9.3.3 现阶段，我国普遍采用铅酸蓄电池作为备用电源，但其密度较低，导致重量较大，对数据中心承重以及空间要求较高，可适当采用锂电池、飞轮储能等备电方案，降低荷载以及空间上的需求，同时也能减少供电距离，从而降低碳排放。

9.3.4 A级数据中心应满足容错要求，可采用2N系统，也可采用其他避免单点故障的系统配置，如DR（Distributed Redundant）分布式冗余、RR（Reserve Redundancy）后备式冗余、BR（Block Redundant），我国现阶段满足容错要求的数据中心，使用最普遍的供电架构为2N，相对于2N系统，DR、RR、BR能有效减少电源设备用量，从而降低碳排放。

变压器阻抗对电力系统的稳定性、损耗、短路电流的大小均有影响，较高的阻抗百分比通常意味着更高的成本和较大的设备尺寸，增加了材料和制造成本。因此，在选择变压器时，需要权衡阻抗百分比与经济性、空间限制等因素之间的关系，在满足其他方面技术要求的情况下，尽量选择低阻抗规格的变压器。探索主动的综合能源管理理念如储能、电压的选择等。

9.3.5 根据园区用电规模规划园区自建变电站时，尽量选用直降至10kV的方式。比如220kV变电站，供电部门一般采用220kV降至35kV再降至10kV的方式，可在规划时与供电单位沟通，尽量采用220kV直降至10kV的方式，可减少中间一级的变配电设备，而且还可以减少此部分设备的安装空间，从而从机电设备、土建两方面降低碳排放。数据中心单体配电系统规划时，可根据规模合理规划配电系统，比如单路10kV容量尽量大一些，从而减少整楼的10kV配电设备用量，降低碳排放。储能的设置需根据峰谷电价、光伏容量、经济因素等综合考虑设置，否则反而因增加储能设备导致碳排放量增加。

9.3.6应合理选择备用电源的方式，优先消纳风光储氢等绿色能源。

## **9.4电气设备**

9.4.4 根据机房等级以及用户需求，在数据中心不做高等级认证的情况下，油机尽量采用N配置，不做冗余设计，减少电源设备。

# **10 智能化设计**

## **10.1 智能管理系统设计**

10.1.8 应能实现对各类能源如水、电以及绿色能源等，使用情况进行监测、计量，能够连续记录，记录周期满足15分钟要求。

# **11 给水与排水**

11.0.1数据中心用水量巨大，分项分级设置计量装置，监测供水系统漏损情况，便于企业用水管理，对节水有重要意义。数据中心用水主要包括生活用水、消防用水、生产用水。其中数据中心生产用水主要包括生产相关的循环冷却系统补水、加湿补水、冷冻水系统补水等。

一级计量设置区域:园区市政引入管；

二级计量设置区域：各建筑入户管；

三级计量设置区域：消防水池补水、生活给水、循环冷却系统补水、加湿补水、冷冻水系统补水等用水末端管道。

# **12可再生能源应用**

## **12.1 可再生能源接入**

12.1.1 将数据中心与新能源建设及其他应用场景如充电站运营、梯次电池利用等统一考虑，搭建综合性系统，各种应用之间互补，减少在备份系统上面如柴发的投资。

12.1.4 风机厂商/模型库包括传统异步电机，变转差异步电机，双反馈异步电机，直驱风力发电机等，同时可以使用自定义动态建模。

# **13资源再利用**

## **13.2再生水利用**

13.2.3 用于冷却水补水的再生水源包括市政中水、废水再生利用、雨水利用、海水利用等。由于市政中水具有水质及水量较稳定，处理成本较低，建议优先使用。