

T/CCUA

中国计算机用户协会团体标准

T/CCUA 016—2021

超级计算数据中心设计要求

Design requirements of supercomputing data center

2021 - 10 - 11 发布

2021 - 11 - 11 实施

中国计算机用户协会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 总体要求	3
4.1 一般规定	3
4.1.1 超算中心组成	3
4.1.2 超算中心一般设计	3
4.2 超算中心的分类	3
4.2.1 超算中心分类	3
4.2.2 超算中心运算速度与基础设施配置对应关系	4
5 设备布置	4
6 建筑与结构	4
6.1 一般规定	4
6.2 围护结构与节能	5
6.3 装修	5
7 电气	5
7.1 一般规定	5
7.2 供配电系统规划与设计	6
7.2.1 电气系统电源质量	6
7.2.2 备用电源系统	6
7.2.3 不间断电源系统	7
7.2.4 空气调节系统配电要求	7
7.3 变配电监测管理系统	7
8 空气调节与给排水	7
8.1 一般规定	7
8.2 负荷计算	8
8.3 系统设计	8
8.3.1 采用冷冻水空气调节系统的超算中心	8
8.3.2 采用冷却塔散热的超算中心	8
8.3.3 其他设计	8
8.4 气流组织	9
8.5 管道敷设	9
8.6 设备选择	9
8.7 通风设计	9

8.8 空气调节系统的智能监测与控制系统..... 10

9 网络与布线系统..... 10

 9.1 网络系统..... 10

 9.2 布线系统..... 10

10 智能化系统..... 10

 10.1 一般规定..... 10

 10.2 安全防范系统..... 11

 10.3 环境和设备监控系统..... 11

 10.4 建筑设备监控系统..... 11

 10.5 能效监管系统..... 11

 10.6 智能化系统的网络安全..... 12

附录 A（规范性）超算中心基础设施配置要求..... 13

附录 B（资料性）变配电监测管理系统设计指南..... 19

 B.1 概述..... 19

 B.2 系统架构设计..... 19

 B.3 监测管理数据..... 20

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国计算机用户协会数据中心分会和北京科计通电子工程有限公司共同提出。

本文件由中国计算机用户协会归口。

本文件起草单位：中国计算机用户协会数据中心分会、北京科计通电子工程有限公司、中国科学院计算机网络信息中心、中国建筑设计研究院有限公司、北京电信规划设计院有限公司、北京国信天元质量测评认证有限公司、中国石油勘探开发研究院、北京中联云服数据科技有限公司、联想（北京）信息技术有限公司、恒华数字科技集团有限公司、浙江德塔森特数据技术有限公司、中国中元国际工程有限公司、华为技术有限公司、曙光数据基础设施创新技术（北京）股份有限公司、施耐德电气（中国）有限公司、中通服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、广东省节能中心、中国航空规划设计研究总院有限公司电子工程设计研究院、北京应用物理与计算数学研究所、润泽科技发展有限公司。

本文件主要起草人：黄群骥、蔡红戈、佟钊、劳逸民、张竹月、杨威、于庆友、王新芳、陈实、李大鹏、张瑾、张广河、郝京阳、师光福、浦廷民、井光磊、方明、崔吉顺、王克勇、李迎春、吉青、左力军、龚勋、张磊、田旭、江峰、阳必飞、周德文、袁旭、姚建强、刘东雪、高鸿娜、卢进、黄娜、李冲庆、陈立军、周英杰、范娟、李俊山、王红卫、马莉莎、陈兴华、范强、刘运雷、侯远见、邵京海、黄应刚、殷飞平、沈诚。

本文件为首次发布。

超级计算数据中心设计要求

1 范围

本文件规定了超级计算数据中心的总体要求和设备布置、建筑与结构、电气、空气调节与给排水、网络与布线系统、智能化系统等方面的设计要求。

本文件适用于新建、改建和扩建的超级计算数据中心的规划设计，也可适用于其他类型的高性能（高速、高密度）计算中心。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅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。

GB/T 7106 建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法
GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 18883 室内空气质量标准
GB/T 32910.3 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 38833 信息通信用240V/336V直流供电系统技术要求和试验方法
GB 50016 建筑设计防火规范
GB 50023 建筑抗震鉴定标准
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 50116 火灾自动报警系统设计规范
GB 50174-2017 数据中心设计规范
GB 50189 公共建筑节能设计标准
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 50370 气体灭火系统设计规范
GB/T 50378 绿色建筑评价标准
GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB 51251 建筑防烟排烟系统技术标准
GB/T 51409 数据中心综合监控系统工程技术标准
JGJ/T 285 公共建筑能耗远程监测系统技术规程

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

超级计算机 supercomputer

基于通用或专用的高性能硬件和软件组成的，为处理复杂的数据、算法和应用等提供算力的高性能计算平台。

注：也可简称为高性能计算机、并行计算机或巨型机。

3.1.2

超级计算数据中心 supercomputing data center

简称为超算中心，为集中放置的超级计算机设备提供运行环境的建筑场所，可以是一栋或多栋建筑物，也可以是一栋建筑物的一部分。

[来源：GB 50174-2017，2.1.1，有修改]

3.1.3

超级计算机房 supercomputing room

主要用于超级计算机安装和运行的建筑空间，包括核心机房区和通用机房区等功能区域。

3.1.4

核心机房区 core computing area

超级计算机房内放置计算节点的功能区域。

3.1.5

通用机房区 general computing area

超级计算机房内除计算节点以外的高速网络、存储和管理等功能区域。

3.1.6

高速网络 high speed network

超级计算机房内计算节点间和计算节点与高速存储节点联络用的内部网络。

3.1.7

辅助区 auxiliary area

用于超级计算机安装、调试、维护、运行监控和管理的场所，一般包括进线间、测试机房、超算中心监控中心、综合监控中心、消防和安防控制室、拆包区、备件库、IT设备维护间、冷媒充装间和维修室等区域。

3.1.8

支持区 support area

为超算中心提供动力支持和安全保障的区域，包括变配电室、柴油发电机房、电池室、空调设备机房、动力站房、不间断电源系统用房、消防设施用房等。

3.1.9

运营管理区 operation management area

用于日常行政管理及为客户提供服务的场所，包括办公室、会议室、门厅、值班室、盥洗室、更衣间和用户工作室等。

3.1.10

风冷式超算中心 air cooled supercomputing data center

计算节点服务器发热元件采用空气直接冷却方式构成的超算中心，即低温空气直接流过计算节点发热元件。

3.1.11

冷板式超算中心 cold plate supercomputing data center

计算节点服务器发热元件采用冷板式液体冷却方式构成的超算中心，冷却液不直接与服务器发热元件接触。

3.1.12

浸没式超算中心 submerged supercomputing data center

计算节点服务器发热元件采用完全浸没在冷却液中的方式冷却的服务器构成的超算中心，服务器主板完全浸泡于冷却液中，发热元件与冷却液直接接触。

3.1.13

喷淋式超算中心 spray supercomputing data center

计算节点服务器采用冷却液直接喷淋至主板上发热元件的散热技术构成的超算中心。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DCIM: 数据中心基础设施管理 (Data Center Infrastructure Management)

UPS: 不间断电源系统 (Uninterrupted Power System)

4 总体要求

4.1 一般规定

4.1.1 超算中心组成

超算中心的组成应根据系统运行特点及设备具体要求确定，应由超级计算机房、辅助区、支持区和运营管理区等功能区域组成。

超级计算机房由核心机房区和通用机房区组成，核心机房区与通用机房区宜布置在不同房间内，也可以布置在同一个房间内。

4.1.2 超算中心一般设计

超算中心的一般设计要求如下：

- 超算中心应根据超级计算机的性能和用户要求进行设计，用户要求不明确时，应按照附录 A 的要求进行设计；
- 超算中心监控中心和综合监控中心的布置应便于超算中心管理和使用人员的工作，室内环境温湿度应适宜，空气质量应达到 GB/T 18883 的要求；
- 超算中心的通道与出入口设置应符合人员疏散、设备搬运等要求，且应符合相关国家标准的规定；
- 超算中心内所选用装修材料的燃烧性能应符合 GB 50222 的有关规定；
- 超算中心消防系统设计应符合 GB 50016、GB 50084、GB 50370、GB 51251、GB 50116、GB 50174 和 GB/T 51409 的规定，必要时超算中心可配置吸气式感烟火灾探测报警系统；
- 超算中心应采取抗震措施，设备和系统的抗震能力应与建筑的抗震能力相适应；
- 改建的超算中心应根据荷载要求，按照 GB 50023 的规定进行抗震鉴定，新建超算中心的抗震设防类别不应低于乙类，其他超算中心的抗震设防类别不应低于丙类；
- 超算中心应采取减振、隔振措施，减少外界振动对设备的影响；
- 采用浸没式或喷淋式液冷的超算中心，液冷设备排放的气体 and 液体应符合国家相关环保要求；
- 存储、使用氟化液等特殊液体的房间应采取保障工作人员身体健康的措施；
- 超算中心应采取防鼠害和防虫害措施。

4.2 超算中心的分类

4.2.1 超算中心分类

超算中心可按表1分为以下三类：

- 超算中心可按照运算速度分为：I、II、III 三类；
- 超算中心可按照计算节点冷却方式分为：风冷式和液冷式两类，液冷式又可分为：冷板式、浸没式和喷淋式三种；
- 超算中心可按照超级计算机在建筑中的安装地点分为专用建筑安装和共用建筑安装两类。

表1 超算中心分类表

分类方式	类型		指标参数
运算速度	I		$\geq 100\text{Pflop/s}$
	II		$1\sim 99\text{Pflop/s}$
	III		$< 1\text{Pflop/s}$
计算节点冷却方式	风冷式		计算节点采用空气冷却方式
	液冷式	冷板式	发热元件与冷却液不直接接触，冷却液无相变
		浸没式	发热元件全浸泡于散热介质中，冷却液有相变
		喷淋式	发热元件半浸泡于散热介质中，冷却液有相变

表1（续）

分类方式	类型	指标参数
超级计算机安装地点	专用建筑	整体建筑物为超算中心服务，包括IT楼、动力楼等
	共用建筑	超算中心与其他计算设备共同安装在同一幢建筑物内

4.2.2 超算中心运算速度与基础设施配置对应关系

超算中心按运算速度的不同，基础设施宜选择不同的配置要求。超算中心运算速度与基础设施配置对应关系宜符合表2中的规定，其中S1和S2的具体内容应符合附录A的规定。

表2 超算中心运算速度与基础设施配置对应关系

类 型	配置要求	部分场景
I	S1	国家级超算、国家级实验室
II	S1、S2	人工智能试验区、区域超算
III	S2	气象、教育、制造、油气等行业超算

5 设备布置

超算中心的设备布置要求如下：

- 超级计算机设备应按工艺要求布置，满足系统运行、维护管理、操作安全、设备和物料安装运输、安装和维护的要求，其功能布局宜具有灵活性、满足超算中心的设备变化需求；
- 共用建筑的超算中心，在确定超级计算机房的位置时，应对安全、设备运输、管线敷设、雷电感应、结构荷载、水患及空气调节系统室外设备的安装位置等问题进行综合分析和经济比较；
- 超算中心的核心机房、存储机房及网络机房等区域根据技术要求可单独采用风冷式服务器，也可与液冷式（冷板式、浸没式或喷淋式）服务器混合使用；
- 计算节点柜与高速网络柜、存储柜的布置应按 IT 设备供应商提供的相对位置要求进行平面布局规划，当无明确要求时，高速网络设备宜就近均匀布置，高速存储设备宜临近计算节点和高速网络区域布置；
- S1 类超算中心通用机房区的供配电系统设备宜满足 GB 50174 关于双路供电备份及物理隔离的容错要求；
- 超级计算机用的近端冷却设备应靠近计算节点布置，气流组织应满足设备运行和节能要求。

6 建筑与结构

6.1 一般规定

超算中心的建筑与结构设计要求如下：

- 建筑、结构及装修设计应满足超级计算机的工作需求，包括平面布局、安装高度、运输通道等需求；
- 机电配套设施的位置宜靠近超级计算机，并满足超级计算机不同区域的保障要求；
- 工艺设备及配套机电设备安装区域的结构设计应满足设备运行所需的荷载要求，运输通道应满足运输荷载要求，否则应采取加固措施，核心机房区的荷载应满足设备安装要求，设备无明确规定时，宜符合表 3 中的规定，其他区域荷载应符合附录 A 中的规定；
- 核心机房区的机房净高应根据机柜高度、管线安装及通风要求确定，当无相关资料时，上述区域的机房净高不宜小于 3.0m，S1 类超算中心可设置技术夹层；
- 超级计算机房和配电区域不应布置在用水区域的正下方，不应与振动和电磁干扰源为邻；
- 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，建筑设计应满足消防要求、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；
- 新建超算中心不应建设在地下室最底层。

表3 核心机房区荷载要求

超算设备计算节点冷却方式	配置要求	荷载值/(kN/m^2)
风冷式	S1	≥ 12
	S2	≥ 8
液冷（冷板式）	S1	≥ 12
	S2	≥ 8
液冷（喷淋、浸没式）	S1	≥ 20
	S2	≥ 12
注：无设备资料参照此表。		

6.2 围护结构与节能

超算中心的围护结构与节能设计要求如下：

- 超算中心的建筑气候分区和围护结构热工设计应符合 GB 50189 的规定，当超级计算机房与外围护结构相邻时，对应部分外围护结构的热工性能宜根据全年动态能耗分析情况确定最优值，且全年不得结露；
- 超算中心围护结构的材料选型应满足保温、隔热、防火、防潮、少产生和环保等要求，外墙、屋面热桥部位的内表面温度不应低于室内空气露点温度；
- 超级计算机房不宜设置外窗，当设有外窗时，外窗的气密性不应低于 GB/T 7106 规定的 8 级要求或采用双层固定式玻璃窗，外窗应设置外部遮阳，遮阳系数按 GB 50189 确定，不间断电源系统的电池室设有外窗时，应避免阳光直射。

6.3 装修

超算中心的装修设计的要求如下：

- 超级计算机房室内装修材料的选用应符合 GB 50222 关于防火性能的要求；
- 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；
- 超级计算机房内墙壁和顶棚的装修应满足使用功能要求，表面应平整、光滑、不起尘、避免眩光；
- 超级计算机房地面设计应满足使用功能要求，当铺设防静电活动地板时，活动地板的高度应根据线缆及管道敷设、地板下送风等要求确定，并应符合附录 A 中的规定，当地板高度大于 600mm 时宜增加辅助支撑部件，辅助支撑部件应进行强度核算；
- 辅助区视觉作业环境内宜采用低光泽的表面材料；
- 当超级计算机房内设有用水设备及管道时，应采取防止水漫溢和渗漏措施；
- 门窗、墙壁、地（楼）面的构造和施工缝隙，应根据所在区域的密闭要求，采取防火、防尘和防水等密闭措施；
- 改建的超算中心当超级计算机房顶板已采用碳纤维加固时，应采取措施对碳纤维进行保护。

7 电气

7.1 一般规定

超算中心电气设计的一般要求如下：

- 供配电系统应按照超算中心业务特点、重要性、负荷性质及用电容量进行设计，设计应满足安全可靠、经济合理、减少电能损失、便于维护管理的要求；
- 电气系统的母线、电线电缆、配电柜和开关等设施应有明显标识；
- 电气系统电线电缆应满足阻燃和环保要求；
- 超算中心具有连续供冷需求的，供配电系统应满足连续供冷的要求；

- e) 采用双路电源供电的系统及设备应在末端切换，其开关柜等设备、电线电缆应按容错配置，相互备用的设备宜布置在不同的物理隔间内，相互备用的管线可沿不同路由敷设；
- f) 超算中心供配电系统宜根据极限测试工况及日常运行工况的负荷情况，进行用电负荷分期统筹设计，充分利用市政电力资源；
- g) 核心机房区应采用放射式供电，供电的电源应符合附录 A 中的规定；
- h) 高速网络、存储及通用机柜等通信设备的供配电应保证运行要求，并应符合附录 A 中的规定；
- i) 核心机房区多组计算节点的供电，宜均匀分配在不同电源母线上；
- j) 无特殊要求时，电气系统设计应符合现行国家标准 GB 50174 和行业标准的相关规定。

7.2 供配电系统规划与设计

7.2.1 电气系统电源质量

超算中心的电气系统电源质量设计要求如下：

- a) 电气系统电能质量要求应符合表 4 中的规定；
- b) 当计算节点的电能质量不能满足配电设计要求时，应在计算节点设备前端加装电能质量治理装置；
- c) 大功率变频设备宜在设备侧采取保证电能质量的措施；
- d) 直流供电系统应满足 GB/T 38833 的要求；
- e) 直流电源宜按模块化设计，整流模块应有冗余；
- f) 单一模块故障或负载阶跃变化时，直流母线电压波动均不应超过表 4 的要求；
- g) 直流电源输出电压应可在充电电压调节范围内连续可调。

表4 电气系统电能质量要求

项目	技术要求
电子信息设备（含发电机）	
交流输入稳态频率偏移范围	$\pm 0.5\text{Hz}$
交流输入稳态电压偏移范围	$+7\%\sim-10\%$
输入电压谐波畸变率	$\leq 3\%$
交流供电时非电子用电设备	
输入电压偏移范围	± 5
高压直流供电	
直流输出电压与输出电压整定值偏差 ^a	整定值 $\pm 0.5\%$
不间断电源	
输入端谐波电流总畸变率（满载）	$\leq 5\%$
输出端谐波电压总畸变率（线性负载）	$\leq 3\%$
输入功率因数	≥ 0.95
高压直流	
整流模块冗余数量	≥ 1 （当整流模块每超过 10 块时，再+1）
直流母线电压波动范围 ^b	电压整定值 $\pm 5\%$
恢复时间 ^b	$\leq 200\mu\text{s}$
^a 直流电源输入电压在额定值的 85%~110%之间和负载在 10%至 100%之间的任意组合	
^b 单一模块故障或负载阶跃变化	

7.2.2 备用电源系统

超算中心的备用电源系统设计要求如下：

- a) 超算中心的备用电源应符合附录 A 中的规定；
- b) 超级计算机房有连续供冷要求的，电源后备时间不应低于连续供冷时间要求；
- c) 柴油发电机组的功率选配应符合 GB 50174 及行业标准的相关规定。

7.2.3 不间断电源系统

超算中心的不间断电源系统设计要求如下：

- a) 超算中心不间断电源应符合附录 A 中的规定；
- b) 不间断电源的容量应根据负载的总容量和负载的功率因数确定，且应预留余量。

7.2.4 空气调节系统配电要求

超算中心的空气调节系统配电设计要求如下：

- a) 空气调节系统的配电应满足制冷系统的供电要求；
- b) 高温冷源配电不应低于计算节点设备的配电要求，当计算节点设备有失电后延时冷却需求时，空气调节系统的供电应满足需求；
- c) 核心机房区空气调节系统宜由双重电源供电，可配备 1 路不间断电源；
- d) 不同制冷方式的空调设备配电范围应包含表 5 中的内容。

表5 空气调节系统设备配电范围

制冷方式	配电范围
风冷系统	空调室内机、室外机等
冷冻水系统	蓄冷装置控制系统、电动阀门、冷冻水循环泵、冷却水循环泵、空调末端风机等
蒸发冷水机组	风扇、循环泵、阀门、喷淋泵等
液冷服务器系统	水泵、电动阀门、控制系统、冷源换热分配单元、制冷设备等

7.3 变配电监测管理系统

超算中心的变配电监测管理系统设计要求如下：

- a) 超算中心宜根据变配电系统的管理特点设置独立的变配电监测管理系统，其设计参照附录 B 进行，S1 类超算中心应设置独立的变配电监测管理系统，S2 类超算中心可设置变配电监测管理系统，也可将该系统纳入智能化系统中；
- b) 变配电监测管理系统范围宜从超算中心的市电电源进线至终端精密配电柜的全部配电系统，小母线配电系统的监测范围宜从始端箱开始，直至插接箱、电源分配单元（PDU）的全部配电系统；
- c) 变配电监测管理系统应采用冗余架构，在实时数据、历史数据、报警等重点环节应采用服务器冗余；
- d) 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、数据中心电能分布、能效计算等数据分析功能。

8 空气调节与给排水

8.1 一般规定

超算中心的空气调节与给排水系统一般设计要求如下：

- a) 超算中心的空气调节系统和给排水系统设计应满足超级计算机运行工艺需求，当超级计算机供应商未提供明确功能需求时，不同功能区域的空气调节系统设计可按 GB 50174 和 GB 50736 的相关规定确定；
- b) 超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；

- c) 空气调节系统和给排水系统的设计应符合运行可靠、经济适用、节能环保的要求；
- d) 分期建设的超算中心，空气调节系统应具备可扩展性；
- e) 空气调节系统设计时，应根据当地气候条件，充分利用自然冷源；
- f) 空气调节系统应根据不同超级计算机的散热方式和对散热介质的要求分别提供适宜的冷源并采用适当的气流组织方式；
- g) 超算中心运行负载率不恒定时，空气调节系统应具备随负载自动调节负荷的能力；
- h) 给水排水管道应使用耐腐蚀、耐久性好的管材、管件，避免管道漏损；
- i) 超算中心循环冷却水处理宜符合 GB/T 50050 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、再利用。

8.2 负荷计算

超级计算机房的负荷计算设计要求如下：

- a) 采用风冷或水冷的空调负荷计算应符合 GB 50174-2017 中 7.2 要求；
- b) 当采用高温冷源设备时，核心机房区应单独设置空气调节系统，空调负荷计算应包含设备外表面向房间内的散热，设备外表面散热量宜由设备供应商提供；
- c) 核心机房区同时使用系数无资料时应取 1.0，存储、网络等高热密度区的设备同时使用系数宜符合超算设备供应商提出的要求，当无要求时宜按 1.0 取值。

8.3 系统设计

8.3.1 采用冷冻水空气调节系统的超算中心

采用冷冻水空气调节系统的超算中心宜按下列要求进行设计：

- a) 当水源不能可靠保证超算中心运行需要时，可采用两种冷源供应方式；
- b) 冷冻水供回水管路宜采用环形管网或双供双回方式；
- c) 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，蓄冷时间应满足超算设备的冷却要求。

8.3.2 采用冷却塔散热的超算中心

采用冷却塔散热的超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。当空气调节系统采用冷却塔散热方式时，冷却水补水量可按下述原则计算：

- a) 核心机房区计算节点的散热补水量按满载运行时间 1h 以及最小负载运行时间不少于 3h 叠加计算，二者不应同时取较小值；
- b) 网络设备与存储设备的散热补水量按满载运行时间 3h 计算。

8.3.3 其他设计

超算中心的空气调节与给排水系统其他设计要求如下：

- a) 超算中心的风管和水管的保温、消声材料、粘结剂，宜选用非燃烧 A 级材料或难燃 B1 级材料，表面应作隔气、保温处理；
- b) 超级计算机房应维持正压，超级计算机房与其它房间、走廊的压差不宜小于 5Pa，与室外静压差不宜小于 10Pa；
- c) 当设备维护会产生工作介质挥发或泄露时，应采取通风措施，保障工作环境要求，宜设置专用的设备维护间；
- d) 超级计算机房的新风设计宜按照 GB 50174 的要求执行；
- e) 超级计算机房内空调设备宜设置中效过滤器；
- f) 电池室等易对空气造成二次污染的房间，应采取防止污染物随气流进入其它房间的措施；
- g) 有冻结结冰风险的地区，室外循环水系统应采取防冻措施；
- h) 超算中心宜采用余热回收措施；

- i) 超算中心布置在室外的风冷冷水机组、干冷器、冷却塔、风侧自然冷却设备等运行噪声应满足 GB 12348 的要求。

8.4 气流组织

超级计算机房的气流组织设计要求如下：

- 超级计算机房空气调节系统的气流组织形式，应根据超算设备本身的冷却方式、布置方式、设备散热量、室内送回风和建筑条件综合确定；
- 采用面对面放置的常规风冷服务器的机柜，气流组织形式宜符合表 6 中的规定；
- 单台机柜发热量大于 30kW、服务器可满足液冷冷却方式时，宜采用液冷、封闭式冷柜等更高效率的制冷模式；
- 可采用计算流体动力学软件对气流组织进行模拟验证。

表6 不同发热量机柜与气流组织形式推荐表

单机柜发热量 P (kW)	推荐的气流组织形式
$P < 4$	活动地板下送风，设置冷热通道
$4 \leq P < 10$	活动地板下送风或行间空调水平送风，冷热通道隔离
$10 \leq P < 15$	行间空调水平送风，冷热通道隔离
$15 \leq P < 50$	行间（机柜外循环）/背板空调水平送风，冷热通道隔离或行间（机柜内循环）空调水平送风

8.5 管道敷设

超算中心的空气调节与给排水管道敷设要求如下：

- 超算中心的冷却水、冷冻水和给排水管道应采取防渗漏、保温和防结露措施；
- 超级计算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超算设备的上方；
- 超级计算机房内不应有与超级计算机房设备无关的给排水管道或其他管道穿过；
- 进入超级计算机房的给水管应加装阀门，穿过超级计算机房的给排水管道应暗敷或采取防漏保护的套管，管道穿过超级计算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。

8.6 设备选择

超算中心的空气调节与给排水设备选择要求如下：

- 空气调节系统和设备应根据超级计算机的冷却方式、气候条件、建筑条件、设备的发热量等进行选择，并按附录 A 的要求执行；
- 直接蒸发式机房专用空调、行间制冷空调宜采用回风温度控制；
- 采用水系统的机房专用空调、行间制冷空调宜采用送风温度和回风温度分别控制水阀开度及风机变速；
- 空调设备应带有通信接口，通信协议和监控的主要参数应符合 GB/T 51409 的要求；
- 超级计算机房内的相对湿度可由机房专用空调、行间制冷空调进行控制，也可由恒湿机进行调节；
- 空调设备的空气过滤器和恒湿机应便于清洗和更换，设计时应预留维修空间。

8.7 通风设计

超算中心的通风设计要求如下：

- 采用浸没式或喷淋式直接液冷的超级计算机房应设置独立的送、排风系统；
- 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；

- c) 送、排风系统的通风量应根据冷媒特性和生产厂商的技术要求确定，当资料不全时，平时通风量不小于 1 次/h，事故通风量不小于 5 次/h，排风口下缘距地板应小于 0.3m；
- d) 超级计算机房的送、排风应在保证超级计算机房与其他相邻区域的正压值在 5~10Pa 的前提下保持平衡。

8.8 空气调节系统的智能监测与控制系统

超算中心空气调节系统的智能监测与控制系统设计要求如下：

- a) 空气调节系统宜建立智能监测与控制系统，可实现从冷源到传输分配单元、制冷末端的全系统自动调控运行，也可由环境和设备监控系统对空气调节系统进行集中监测和管理，并对空气调节系统的故障报警进行监测；
- b) 智能监测与控制系统应具有集成性、稳定性、时效性、准确性，应能保障制冷系统智能控制要求，并宜具有可视化智能控制功能。

9 网络与布线系统

9.1 网络系统

超算中心的网络系统设计要求如下：

- a) 超算中心网络系统应根据用户需求和超级计算技术发展进行规划和设计，可采用 IP 网络或其它网络；
- b) 超算中心网络应包括互联网络、计算网络、高速传输网络、存储网络和内部运维网络，计算网络、高速传输网络、存储网络可采用二层或一层架构；
- c) 超级计算机房的核心网络设备应采用容错配置，并应具有可扩展性，相互备用的核心网络设备宜布置在不同的物理隔间内。

9.2 布线系统

超算中心的布线系统设计要求如下：

- a) 超算中心布线系统主要包括各种网络对应的布线系统设计，设计内容除应符合本文件的规定外，尚应符合现行国家标准 GB 50174、GB 50311 的有关规定；
- b) 超算中心布线系统应根据超级计算架构和技术要求进行设计，应具备支持 10Gb/s、40Gb/s 和 100Gb/s 或更高的网络传输能力；
- c) 超算中心布线系统采用的线缆应满足阻燃和环保要求；
- d) 超级计算机房的计算设备、存储设备与网络设备的连接应采用 OM3/OM4 多模光缆、单模光缆、6A 类及以上对绞电缆或其它网络专用线缆，并应采用冗余配置；
- e) 超级计算机房的高速网络和存储网络的光缆布线系统宜采用 MPO/MTP 预连接系统或其它网络专用连接系统；
- f) 超级计算机房宜采用布线管理系统对布线系统进行实时管理；
- g) 超算中心布线系统与互联网络和内部运维网络互联时，接口配线设备的端口数量和线缆的敷设路由应满足超算中心的对外服务需求，并应保证网络出口安全；
- h) 超算中心计算节点与存储节点的布线距离应满足高速网络的传输性能要求。

10 智能化系统

10.1 一般规定

超算中心的智能化系统设计要求如下：

- a) 超算中心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、变配电监测管理系统、能效监管系统、火灾自动报警系统等，还宜包括信息引导及发布系统，也可包括数据中心基础设施管理系统（DCIM）；

- b) 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；
- c) 智能化各系统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；
- d) 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；
- e) 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；
- f) 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；
- g) 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。

10.2 安全防范系统

超算中心的安全防范系统设计如下：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 视频监控应实现无盲区监控；
- d) 一体化超算设施内部配置视频监控和出入口控制系统的，应接入安全防范系统统一管理；
- 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。

10.3 环境和设备监控系统

超算中心的环境和设备监控系统设计要求如下：

- a) 监测和控制超级计算机房和辅助区的温度、露点温度和相对湿度等环境参数，当环境参数超出设定值时，应报警并记录；
- b) 设有机柜微环境监控系统的，监控数据应纳入环境和设备监控系统；
- c) 超级计算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；
- d) 环境检测设备的安装数量及安装位置应根据运行和控制要求确定；
- e) 设备监控系统应对机电设备的运行状态进行监视、报警、记录，并进行集中管理，具体内容应符合附录 A 中的规定。

10.4 建筑设备监控系统

超算中心的建筑设备监控系统设计要求如下：

- a) 采用水冷空调或液冷式的超算中心应配置建筑设备监控系统；
- b) 监控的设备范围应包括冷源、通风和空气调节、给水排水、照明、电梯等；
- c) S1 类超算中心应配置 2 套建筑设备监控系统主控制器和服务器，进行双机热备，S2 类超算中心宜配置 1 套建筑设备监控系统主控制器和服务器；
- d) 建筑设备监控系统应具有与第三方系统集成的通讯接口或协议；
- e) 对有连续供冷需求超算中心机房，应采用 UPS 对建筑设备监控系统进行供电，UPS 后备时间不应小于服务器设备停机冷却需要时长；
- f) 监控系统应与建筑设备的运行模式相适应，应满足对实时状况监控、管理方式及管理策略等进行优化的要求；
- g) 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；
- h) 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。

10.5 能效监管系统

超算中心的能效监管系统设计如下：

- a) 能效监管系统设计应符合 GB/T 32910.3、GB/T 50378 和 JGJ/T 285 的有关规定；
- b) 能效监管的范围宜包括超算中心内的超算设备、冷源、通风和空气调节、给排水、供配电、照明、电梯等；
- c) 能耗监管系统应支持不同类型的能耗计量装置的接入；
- d) 能耗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）和水资源使用效率（WUE）进行检测和计算；
- e) 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；
- f) 能效监管数据应采取冗余和备份措施，数据保存时间不应少于 3 年。

10.6 智能化系统的网络安全

超算中心智能化系统的网络安全设计要求如下：

- a) 超算中心智能化系统的网络安全应满足国家《网络安全法》相关规定；
- b) 数据中心基础设施的智能硬件包括信号采集器、UPS、电池管理设备、智能配电柜/配电箱、智能电源分配单元（PDU）、空调设备、智能传感器、安防设备等，应至少通过利用防火墙技术，远程访问使用虚拟专用网络（VPN）加密通道，防暴力破解、防分布式拒绝服务（DDoS）攻击，简单网络管理协议（SNMP v3 默认），ModbusTCP 加密通道等手段，实现网络拦截；
- c) 智能硬件设备应至少通过集中认证控制，重要操作二次认证，挑战码认证，基于角色的权限管理等手段，实现认证授权；
- d) 智能硬件设备应至少通过数据范围校验，软件包数字签名校验，可信计算，去根用户（Root）化，操作系统（OS）加固，安全日志，进程服务最小化等手段，实现完整性校验；
- e) 智能硬件设备应至少通过敏感数据加密存储，敏感数据匿名化，安全通道传输数据、数据隔离等手段，实现数据保护；
- f) 系统应采用高安全设计，对操作系统、数据库、管理软件进行加固，管理软件与采集器之间传输通道须采用加密传输，对于敏感数据和密码等应加密保护；
- g) 系统应该对敏感数据进行保护，应对数据进行加密保护、加密传输，并不存储在应用程序的内存中；
- h) 系统应使用强密码策略与密码修改策略，宜包含长度限制、字符组合及弱密码检测等常规策略，系统的用户密码、手机号、邮箱等个人信息的存储须经过加密处理，不得明码存储；
- i) 系统应使用业界公认标准安全的协议来登录后台服务器或访问设备，安全协议参考安全外壳协议（SSH v2）、超文本传输安全协议（HTTPS）、文件传输安全协议（FTPS）、简单网络管理协议（SNMP v3）、安全传输层协议（TLS v1.1、TLS v1.2）；
- j) 日志应包含安全日志、系统日志和操作日志，涵盖系统内所有的用户活动和操作指令，且不得删除；
- k) 系统的安全事件、系统情况、操作指令应做到可追溯，可查，可诊。

附 录 A
(规范性)
超算中心基础设施配置要求

超算中心基础设施配置要求见表A.1。

表A.1 超算中心基础设施配置

项目	技术要求				备注
	S1		S2		
	计算节点	其他	计算节点	其他	
选址					
距离停车场	不应小于 20m		不宜小于 10m		—
距离铁路或高速公路的距离	不应小于 800m		不宜小于 100m		—
距离地铁的距离	不宜小于 100m		不宜小于 80m		—
距离甲、乙类厂房和仓库、垃圾填埋场	不应小于 2000m				—
距离火药炸药库	不应小于 3000m				—
距离核电站反应堆中心位置点	不宜小于 10000m				—
环境要求					
超级计算机房环境温度	26℃～32℃				—
冷通道或机柜进风区域的温度	18℃～27℃				设备特殊要求的，按设备要求
冷通道或机柜进风区域的相对湿度和露点温度	露点温度 5.5℃～15.5℃，同时相对湿度≤60%				—
机柜进风相对湿度	相对湿度≤60%				—
温度变化率	Δ t≤5℃/h				—
洁净度	每立方米空气中大于或等于 0.5 μm 的悬浮粒子数应少于 17600000 粒				—
设备布置					
采用液冷技术时，设置设备维护间	应				—
计算节点与内网传输、存储设备就近布置	应		宜		—
建筑与结构					
抗震设防分类	不应低于乙类		不应低于丙类		—
活荷载标准值	≥10 kN/m ² （组合值系数Ψ _c =0.9；频遇值系数Ψ _f =0.9；准永久值系数Ψ _q =0.8）				根据机柜的摆放密度确定荷载值
吊挂荷载	1.2kN/m ²				—

表A.1 (续)

项目	技术要求				备注
	S1		S2		
	计算节点	其他	计算节点	其他	
不间断电源系统 室活荷载标准值	>10kN/m ²				—
电池室活荷载标准值	>16kN/m ²				蓄电池组 4 层摆放
外墙采光窗	不宜				—
围护结构保冷隔汽及防潮措施	应				—
屋面防水等级	I 级				当工艺设备及配电设备用房位于顶层时
架空地板高度	>500mm				地板下空间作为送风静压箱使用。
架空地板高度	>800mm, 满足地板下管道安装与维护要求				地板下空间用作管道安装。
供冷与空气调节					
设置空气调节系统	应				—
空气调节系统是否配置冷机	应	宜	应	应	—
不间断电源系统电池室设置空调降温系统	宜				—
超级计算机房维持正压	应				—
超级计算机房设置排风系统	—	宜	—	—	采用浸没式或喷淋式液冷技术时，非连续运行要求
浸没式或喷淋式液冷排风要求	/	1 次/h	/	/	设备特殊要求的，按设备要求
IT 设备同时使用系数	1.0	1.0	1.0	0.8~1.0	负荷计算用
冷源及循环系统备份	N+X (X=1~N)	N	N+X (X=1~N)	N+X (X=1~N)	应满足运行维护需求
循环冷冻水供回水温差	5℃~8℃				包括冷却塔供冷方式
循环冷却水供回水温差	5℃~8℃				—
相变液冷的停机降温措施	可	—	可	—	不应小于工艺设备供应商提出的停机冷却最小时长。

表A.1 (续)

项目	技术要求				备注
	S1		S2		
	计算节点	其他	计算节点	其他	
设置连续供冷措施	可	应	可	应	不应小于服务器设备停机冷却需要时长，应遵循工艺设备供应商要求。
供冷循环水系统探伤要求（X 射线或超声波）	应	宜	应	宜	包括冷冻水及冷却水系统，按 IV 级管道探伤要求
超级计算机房保持正压	应				—
机房空调	N+1	当采用风冷空调、列间空调时	N + 1 冗余主机房中每个区域冗余 1 台	N+1	当采用风冷空调、列间空调时
空调水系统管网	主管环网+末端分区并行	满足连续运行及可在线维护需求。	分区域单路或双路环网	主管环网+末端分区并行	满足连续运行及可在线维护需求。
冷却水补水储存装置	宜				—
电气技术					
供电电源	宜由双重电源供电		应由双重电源供电		—
不间断电源	可	应	宜	可	—
直流电源	可	—	可	可	—
电池后备时间	7min	15min	15min	7min	根据设备运行要求
柴油发电机组	—	应	可	—	根据设备运行要求
柴油发电机燃料存储量	—	满足 12h 用油			当外部供油时间有保障时，燃料存储量仅需大于外部供油时间。
供配电设备与通信设备就近布置	应	宜	应	应	—
采用风冷直膨式空调系统供冷的空调系统	单路电源供电	应由双重电源供电，且单机柜 8kW 以上机房宜配备 1 路不间断电源空调室内机风扇供电	应由双电源供电，且可配备 1 路不间断电源	应由双重电源供电，且应配备不少于 1 路不间断电源为空调室内机风扇供电	—

表A.1 (续)

项目		技术要求				备注
		S1		S2		
		计算节点	其他	计算节点	其他	
采用冷冻水或冷却水系统供冷的空调系统		单路电源供电	由双重电源供电，且单机柜 8kW 以上机房宜配备 1 路不间断电源为蓄冷装置控制系统、电动阀门、冷冻水循环泵、冷却水循环泵、空调末端风机供电；	应由双电源供电，且可配备 1 路不间断电源	应由双重电源供电，且应配备不少于 1 路不间断电源为蓄冷装置控制系统、电动阀门、冷冻水循环泵、冷却水循环泵、空调末端风机供电；	—
采用蒸发冷却式冷水机组的空调系统		单路电源供电	由双重电源供电，且单机柜 8kW 以上机房宜配备 1 路不间断电源为风扇、循环泵、阀门、喷淋泵供电；	应由双电源供电，且可配备 1 路不间断电源	应由双重电源供电，且应配备不少于 1 路不间断电源配备 1 路不间断电源为风扇、循环泵、阀门、喷淋泵供电；	—
智能化系统						
综合监控系统		应配置 2 套综合监控系统服务器，进行双机热备		宜配置 1 套综合监控系统服务器		—
安全防范系统	发电机房、变配电室、电池室、动力站房	出入控制（识读设备采用读卡器）、视频监控				—
	安全出口	出入控制（识读设备采用读卡器）、视频监控、入侵报警探测器				包含通往屋面的出入口、可进入数据中心内部的电缆沟
	总控中心	出入控制（识读设备采用读卡器）或人体生物特征识别、视频监控、声光报警、总控中心连锁报警				—
	安防设备间	出入控制（识读设备采用读卡器）、视频监控				—
	主机房出入口	出入控制（识读设备采用读卡器）或人体生物特征识别、视频监控	出入控制（识读设备采用读卡器）、视频监控		—	
	主机房内	视频监控				—
	走廊等公共区域	视频监控、电子巡查设备				—

表A.1 (续)

项目		技术要求				备注
		S1		S2		
		计算节点	其他	计算节点	其他	
安全防范系统	建筑物周围和停车场	出入控制（识读设备采用读卡器）或人体生物特征识别、视频监控、电子巡查设备		出入控制（识读设备采用读卡器）、视频监控、电子巡查设备		适用于独立建筑的超算中心
环境和设备监控系统	空气质量	粒子浓度、温度、露点、相对湿度				—
	漏水检测报警	装设漏水感应器				—
	强制排水设备	设备的运行状态				—
	集中空调和新风系统、动力系统	设备运行状态、滤网压差				—
	机房空调	状态参数：开关、制冷、加热、加湿、除湿、水阀开度、水流量 报警参数：温度、相对湿度、传感器故障、压缩机压力、加湿器水位、风量				—
电力监控系统	变配电监测系统	应		宜		S1级超算中心应配置独立的电力监控系统。
	变配电系统	开关状态、电流、电压、有功功率、功率因数、谐波含量、电子信息设备用电量、数据中心用电量、电能利用效率				—
	不间断电源系统	输入和输出功率、电压、频率、电流、功率因数、负荷率； 电池输入电压、电流、容量； 同步/不同步状态、不间断电源系统/旁路供电状态、市电故障、不间断电源系统故障。				—
	电池	监控每一个蓄电池的电压、内阻、故障和环境温度				—
	柴油发电机系统	油箱（罐）油位、柴油机转速、输出功率、频率、电压、功率因数				—
建筑设备监控系统		应配置2套建筑设备监控系统主控制器和服务器，进行双机热备		应配置1套建筑设备监控系统主控制器和服务器		—
		采集的信息包括温度、湿度、流量、压力、压差、液位、照度、气体浓度、电量、冷热量等建筑设备运行基础状态信息				在靠近冷媒管路的位置，加探测器对冷媒进行监测，泄漏及时报警，并对机房环境进行排风并补充新风，避免冷媒泄露导致人员窒息。
能效监管系统		应				—

表A.1 (续)

项目	技术要求				备注
	S1		S2		
	计算节点	其他	计算节点	其他	
数据中心基础设施管理系统	应				—
总控中心	应				—
信息引导及发布系统	宜				—
网络与布线系统					
网络架构	宜采用 IB 网络，可采用 IP 网络		可采用 IB 网络，宜采用 IP 网络		—
计算网络、高速传输网络和存储网络传输速率	≥40Gb/s		≥10Gb/s		—
计算网络、高速传输网络和存储网络传输距离	应满足超算设备的最远传输距离要求				—
布线系统实时管理	—	宜	—	可	—
布线防火要求	—	宜采用 CMP 级或低烟无卤阻燃电缆，OFNP 或 OFCP 级光缆。	—	可采用 CMP 级或低烟无卤阻燃电缆，OFNP 或 OFCP 级光缆。	—
布线标识管理	线缆两端应采用标识系统，且标识应清晰、牢固。				—
给水排水					
冷却水储水量	4h	6h	2h	4h	服务器设备不要求时可不考虑
与 IT 设备机房无关的给排水管道穿越主机房	不应	不应	不宜	不宜	—
IT 设备机房地面设置排水措施	应	应	宜	宜	—
屋面雨水采用外排系统	宜				机房屋面雨水排放优先采用外排方式
机房加湿给水采用软化水	宜				具体是否采用软化水应结合当地水质情况及使用方要求而定

附 录 B
(资料性)
变配电监测管理系统设计指南

B.1 概述

超算中心属于供电可靠性要求特别高的场所，根据超算中心变配电系统的运行管理特点，本附录给出了变配电监控管理系统的设计指南。

B.2 系统架构设计

B.2.1 超算中心以数字化的硬件作为关键的监控对象，管理对象包括中压、低压的变配电设备，以及UPS和UPS后端配电柜。

B.2.2 超算中心采用成熟的数字化产品，对中低压变配电回路进行监测。选择智能断路器、多功能仪表、综合保护装置、保护设备等数字化设备完成相关回路的监测管理。

B.2.3 超算中心采用合理的电力监控系统架构，针对超算中心，选择能够进行分散的集群部署，在每个集群架构中支持热备架构，确保超算中心超大监测体量的有效监测管理。

B.2.4 超算中心采用灵活的部署方式，提供移动运维的管理平台，并根据系统的数据安全分析，灵活选择数据在移动运维端的同步方式。

B.2.5 针对超算中心的管理功能，变配电监控系统通常具有以下功能：

- a) 提供数据采集和汇总管理，通过解析设备协议，可采集各配电回路包括三相/线电压、电流、有功功率、无功功率、视在功率、有功电度、无功电度和总电度、功率因数、频率、谐波畸变率、最大值和最小值等电量参数等关键电量参数，对市电进线回路，能够采集电能质量信息，包括但不限于电压骤变、电压跌落、电压扰动方向判定，谐波含量，高次谐波含量等，对关键配电回路，对中低压断路器的运行报警信息、预警信息，以及设定参数进行数据监测；
- b) 提供全面集中监测配电系统的运行状态，通过配电系统单线图的方式，监测整个配电系统的运行状态监测，提供电力系统监测界面中，通过动态的画面着色清晰区分带电状态显示；
- c) 提供数据信息的全面监测管理，同时支持远程控制和自动控制功能，在必要的应用场景中开放远程控制管理和自动控制管理功能；
- d) 提供各参数的实时及历史曲线，可设置各参数的越限值，超过设置的阈值系统发出报警，且可在监控界面上变成红色并闪烁，可查询各参数的当前值、最大值、最小值；
- e) 提供报警和事件记录管理，并能够通过多种方式，对报警进行记录汇总；
- f) 提供报警和预警分析，通过及时获得预警信息，具备报警收敛功能，能够支持对断路器的报警分析管理，能够提前预警断路器设备的故障，可以自动分析故障影响，提供声光、短信等报警方式，对于连续发生的报警，基于时间参数进行报警收敛分析，对同一设备的报警，基于报警的频率进行基于设备的报警收敛分析；
- g) 提供历史数据的记录和保存分析功能，针对现场的运行参数，可定义不低于15min的数据保存间隔，历史数据的保存仅受硬盘的限制，在任何情况下，保证历史数据得到有效保存，数据保存时间不少于3年；
- h) 提供现场设备的波形捕捉管理功能，确保在故障情况下，现场的故障波形文件能够被系统记录，供系统分析管理使用，在电能质量出现偏差的情况下，现场的电能质量波形被记录，供系统进行电能质量影响的判定；
- i) 提供数据分析报告，包括配电系统的运行分析报告，电能质量的分析报告，PUE和能源分析报告，关键断路器的容量和老化性能分析报告，设定参数的追踪报告等，所有报告能够进行订阅，并按照需要进行PDF文件、Excel等格式的发布；
- j) 提供自动保存详尽的设备运行信息，结合设备的生产、整定、维护数据，计算分析断路器的磨损程度，分析断路器的机械老化信息，断路器的电气老化信息，相关的分析数据能按月定期分

析,并将分析结果通过设备运维报告呈现,指导具体的运行维护管理,确保设备运行效能和寿命,并追溯设备的运行历史;

- k) 提供电能质量监测分析功能,包括功率因数、电压偏差,不平衡度,频率偏差,功率因数,电压闪变,谐波含量,电缆温度等电能质量问题,评估电能质量是否符合标准以及判定电压的瞬变的扰动方向分析功能;
- l) 提供电能耗分析功能,包括能耗的数据拆解,每个机房模块的 PUE 分析,能流图分析,同比环比能耗分析,能源排名分析,以及帕累托图分析等分析功能;
- m) 提供基本的安全管理功能,基于角色进行用户管理,并支持群组定义,提供可靠的密钥算法和管理机制确保系统安全;
- n) 提供时钟同步管理,确保在系统内的智能设备在同一时间精度。

B.3 监测管理数据

B.3.1 高压配电柜的监测数据

B.3.1.1 监测进线回路的电流、电压、频率、有功功率、无功功率、功率因数和耗电量;监测数据如表 B.1 所示:

表B.1 高压配电柜监测

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
电流	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	±0.2%	—	监控机房界面	3s	300s	3年
电压	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	±0.2%	—	监控机房界面	3s	300s	3年
频率	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	±0.05%	—	监控机房界面	3s	300s	3年
有功功率	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	±0.2%	—	监控机房界面	3s	300s	3年
无功功率	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	±1%	—	监控机房界面	3s	300s	3年
功率因数	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	±0.01	—	监控机房界面	3s	300s	3年
耗电量	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	0.2s	—	监控机房界面	3s	900s	3年
电能质量	进线回路	—	—	连续量	—	—	—	—	—	—	—

B.3.1.2 监测馈线回路的电流、电压和耗电量;监测数据如表 B.2 所示:

表B.2 馈线监测

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
电流	馈线回路	—	—	连续量	0%~100%	±0.2%	—	监控机房界面	3s	300s	3年
电压	馈线回路	—	—	连续量	0%~100%	±0.2%	—	监控机房界面	3s	300s	3年
耗电量	馈线回路	—	—	连续量	0%~100%	0.2s	—	监控机房界面	3s	900s	3年

B.3.1.3 监测进线断路器、馈线断路器、母联断路器的分、合闸状态；监测数据如表 B.3 所示：

表B.3 断路器状态监测

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
配电回路	进线、馈线和联络	—	分合变化	通断量	—	—	分、合闸	监控机房界面	2s	每次变化	3年
断路器故障	进线、联络，关键馈线	—	报警/正常	通断量	—	—	故障及跳闸报警	监控机房界面	2s	每次变化	3年
断路器报警类型	进线、联络，关键馈线	—	报警/正常	通断量	—	—	故障全报警	监控机房界面	2s	每次变化	3年
断路器磨损	进线、联络，关键馈线	—	—	连续量	0%~100%	—	—	—	60s	每次变化	3年
断路器负载时长	进线、联络，关键馈线	—	—	连续量	0%~100%	—	报警/复归	监控机房界面	15m	每次变化	3年

B.3.1.4 监测进线断路器、馈线断路器和母联断路器的故障及跳闸报警状态。监测数据如表 B.4 所示：

表B.4 故障监测

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
进线 断路器	进线、馈线、	—	报警/正常	通断量	—	—	故障及跳闸报警	监控机房界面	2s	每次变化	3年
馈线 断路器	馈线	—	报警/正常	通断量	—	—	故障及跳闸报警	监控机房界面	2s	每次变化	3年
母联 断路器	母联	—	报警/正常	通断量	—	—	故障及跳闸报警	监控机房界面	2s	每次变化	3年

B.3.2 低压配电柜的监测数据

B.3.2.1 监测进线回路的电流、电压、频率，有功功率、无功功率、功率因数和耗电量，并监测进线回路的谐波含量。监测数据如表 B.5 所示：

表B.5 低压配电柜监测

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
电流	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	±0.5%	—	监控机房界面	3s	300s	3年

表B.5 (续)

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
电压	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	±0.5%	—	监控机房界面	3s	300s	3年
频率	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	±0.05%	—	监控机房界面	3s	300s	3年
有功功率	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	0.5	—	监控机房界面	3s	300s	3年
无功功率	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	2	—	监控机房界面	3s	300s	3年
功率因数	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	±0.01	—	监控机房界面	3s	300s	3年
耗电量	进线回路	—	—	连续量	0%~100%	0.5S	—	监控机房界面	3s	900s	3年

B.3.2.2 监测出线回路的电流、电压和耗电量。监测数据如表 B.6 所示：

表B.6 低压出线监测

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
电流	馈线回路	—	—	连续量	0%~100%	±0.5%	—	监控机房界面	2s	300s	3年
电压	馈线回路	—	—	连续量	0%~100%	±0.5%	—	监控机房界面	2s	300s	3年
耗电量	馈线回路	—	—	连续量	0%~100%	0.5S	—	监控机房界面	2s	900s	3年

B.3.2.3 监测进线开关、重要配出开关、母联开关的分、合闸状态。监测数据如表 B.7 所示：

表B.7 低压分合闸状态监测

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
分、合闸状态反馈	进线、联络开关	—	分合变化	通断量	—	—	分、合闸	监控机房界面	2s	每次变化	3年
分、合闸状态反馈	重要配出开关	—	分合变化	通断量	—	—	分、合闸	监控机房界面	2s	每次变化	3年

B.3.2.4 监测进线开关、重要配出开关和母联开关的故障及跳闸报警状态。监测数据如表 B.8 所示：

表B.8 低压故障监测

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
断路器故障	进线、联络、关键馈线	—	报警/正常	通断量	—	—	故障及跳闸报警	监控机房界面	2s	每次变化	3年

表B.8 (续)

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
断路器报警类型	进线、联络、关键馈线	—	报警/正常	通断量	—	—	故障全报警	监控机房界面	2s	每次变化	3年
断路器磨损	进线、联络、关键馈线	—	—	连续量	0%~100%	—	—	—	60s	每次变化	3年
断路器负载时长	进线、联络、关键馈线	—	—	连续量	0%~100%	—	报警/复归	监控机房界面	15m	每次变化	3年

B.3.3 干式变压器的监测数据

B.3.3.1 监测干式变压器的运行状态和运行时间累计。监测数据如表 B.9 所示：

表B.9 变压器监测

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
干式变压器运行状态反馈	高压变压器回路	—	分合变化	通断量	—	—	分合闸和故障启动计时器	监控机房界面	2s	每次变化	3年

B.3.3.2 监测干式变压器超温报警和冷却风机故障报警状态。监测数据如表 B.10 所示：

表B.10 变压器故障监测

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
温控器状态反馈	干式变压器	—	报警/正常	通断量	—	—	故障及跳闸报警	监控机房界面	2s	每次变化	3年

B.3.4 应急电源及装置的监测数据

B.3.4.1 监测柴油发电机组工作状态及故障报警和日用油箱油位。监测数据如表 B.11 所示：

表B.11 柴油发电机组监测

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
工作状态及故障报警和日用油箱油位	柴油发电机组	—	报警/正常	通断量	—	—	故障及跳闸报警	监控机房界面	2s	每次变化	3年

B.3.4.2 监测不间断电源装置（UPS）及应急电源装置（EPS）进出开关的分、合闸状态和蓄电池组电压。监测数据如表 B.12 所示：

表B.12 UPS&EPS 监测

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
分合闸状态	UPS	—	分合变化	通断量	—	—	分、合闸	监控机房界面	2s	每次变化	3 年
蓄电池组电压	UPS	—	—	连续量	0%~100%	±0.5%	—	监控机房界面	2s	300s	3 年
分合闸状态	EPS	—	分合变化	通断量	—	—	分、合闸	监控机房界面	2s	每次变化	3 年
蓄电池组电压	EPS	—	—	连续量	0%~100%	±0.5%	—	监控机房界面	2s	300s	3 年

B.3.4.3 监测应急电源供电电流、电压及频率。监测数据如表 B.13 所示：

表B.13 应急电源监测

监测点	安装位置	采样方式		数据				显示方式		记录方式	
		周期性	数变就发	类型	取值范围	测量精度	状态说明	显示位置	允许延时	记录周期	记录时长
电流	应急电源	—	—	连续量	0%~100%	±0.5%	—	监控机房界面	3s	300s	3 年
电压	应急电源	—	—	连续量	0%~100%	±0.5%	—	监控机房界面	3s	300s	3 年
频率	应急电源	—	—	连续量	0%~100%	±0.05%	—	监控机房界面	3s	300s	3 年

B.3.5 供配电的远程控制

实现开关控制。远程控制动作如表B.14所示：

表B.14 远程控制

被监控设备	操作位置	允许延时	记录时长
开关分合	监控机房界面	2s	3 年

B.3.6 供配电系统间联动控制功能

根据电能质量事件发生，设备状态变化，电网干扰，电气故障时触发并记录报警。系统报警时自动弹出报警画面，并通过电子邮件，短信，语音提示报警信息，与消防监控系统联网，实时数据传送到消防控制中心。子系统间联动控制算法如表B.15所示：

表B.15 联动控制

信息点	安装位置	数据			
		类型	取值范围	精度	状态说明
输入信息					
电流	进线开关	连续量	0%～ 100%	±0.2%	—

表B.15 (续)

信息点	安装位置	数据			
		类型	取值范围	精度	状态说明
电压	进线开关	连续量	0%~ 100%	±0.2%	—
电流谐波	进线开关	连续量	0%~ 100%	±2%	—
电压谐波	进线开关	连续量	0%~ 100%	±2%	—
输出信息					
电流骤升骤降	进线开关	通断量	—	—	电能质量报警
电压骤升骤降	进线开关	通断量	—	—	电能质量报警
不平衡电流	进线开关	通断量	—	—	电能质量报警
不平衡电压	进线开关	通断量	—	—	电能质量报警
电压中断	进线开关	通断量	—	—	电能质量报警
THDi	进线开关	通断量	—	—	电能质量报警
THDu	进线开关	通断量	—	—	电能质量报警