



T/CECS G: XXXX-2025

中国工程建设标准化协会标准

《数据中心电化学储能设计标准》
Standard for design of electrochemical energy
storage in data centers
(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026- XX-XX 实施

中国工程建设标准化协会 发布

前 言

《数据中心电化学储能设计标准》是根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2024 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2024〕15 号）的要求进行编制，编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外的先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本文件共分 11 章，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、技术架构、储能系统、电气系统、能源管理系统、储能电站平面布置、空气调节与给排水、消防、PUE 值修正等。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会电子工程分会归口管理，由中国建筑技术集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至中国建筑技术集团有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路 30 号，邮编：100013，邮箱：zhaochen@bjzjjf.com）。

主 编 单 位：XXXXXX、XXXXXX

参 编 单 位：XXXXXX

主要起草人：XXX XXX XXX XXX XXX

主要审查人：XXX XXX XXX XXX XXX

目次

1	总则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	基本规定	(4)
4	技术架构	(5)
5	储能系统	(8)
5.1	电池	(8)
5.2	电池管理系统	(9)
5.3	储能变流器	(9)
5.4	储备一体化 UPS	(10)
6	电气系统	(12)
6.1	接入方式	(12)
6.2	安防系统	(12)
6.3	电源及照明	(12)
6.4	绝缘及防雷接地要求	(12)
7	能源管理系统	(14)
7.1	基本规定	(14)
7.2	系统配置	(14)
7.3	数据采集和监控	(14)
7.4	数据分析及优化	(14)
7.5	控制功能	(15)
8	储能电站平面布置	(16)
9	空气调节与给排水	(17)
9.1	供暖通风与空气调节	(17)
9.2	给排水系统	(17)
10	消防	(19)

10.1	基本规定	(19)
10.2	建筑防火	(19)
10.3	自动灭火系统与灭火器	(20)
10.4	防烟排烟系统	(21)
10.5	火灾自动报警系统	(21)
11	PUE 值修正	(23)
	本标准用词说明	(24)
	引用标准名录	(25)
	附：条文说明	(27)

Contents

1	General Provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(4)
4	Technical architecture	(5)
5	Energy storage	(8)
5.1	Battery	(8)
5.2	Battery management system	(9)
5.3	Power conversion system	(9)
5.4	Integrated energy storage UPS system	(10)
6	Electrical systems	(12)
6.1	Access Method	(12)
6.2	Security system	(12)
6.3	Power Supply and Lighting	(12)
6.4	Requirements for Insulation, lightning protection and grounding	(12)
7	Energy management system	(14)
7.1	Genetal requirements	(14)
7.2	System configuration	(14)
7.3	Data acquisition and monitoring	(14)
7.4	Data analysis and optimization	(14)
7.5	Control function	(15)
8	Plan layout of energy storage power station	(16)
9	Air conditioning and water supply and drainage	(17)
9.1	Heating, ventilation, and air conditioning	(17)
9.2	Drainage system	(17)
10	Fire protection	(19)

10.1	General requirements	(19)
10.2	Building fire protection	(19)
10.3	Automatic fire extinguishing systems and fire extinguishers	(20)
10.4	Smoke prevention and smoke extraction	(21)
10.5	Automatic fire alarm system	(21)
11	PUE value correction	(23)
	Explanation of word usage in this standard	(24)
	List of quoted standards	(25)
	Addition:Explanation of provisions	(27)

1 总则

1.0.1 为规范数据中心电化学储能的设计，保障电化学储能电站质量和安全，促进数据中心绿色低碳发展，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建或改建的固定式数据中心电化学储能设计。

1.0.3 数据中心电化学储能设计除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关等标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 数据中心电化学储能电站 data center electrochemical energy storage station

数据中心采用电化学电池作为储能元件,可进行电能存储、转换及释放的电站。

2.1.2 峰谷套利 peak-valley arbitrage

在数据中心运营过程中,通过电化学储能系统在电网低谷时段进行电能存储,在电网高峰时段释放存储电能,以获取时段间电价差收益的系统性操作策略。

2.1.3 电池管理系统 battery management system (BMS)

监测电池的状态(电压、温度、充放电电流、剩余电量、内阻、健康状况和老化程度等),为电池提供通信接口和保护。

2.1.4 储能变流器 power conversion system (PCS)

实现储能电池与交流电网之间双向能量转换的系统。

2.1.5 储备一体化 UPS Integrated energy storage UPS system

集储能与备电于一体的不间断电源系统。

2.1.6 能源管理系统 energy management system(EMS)

是一套集监控、控制、分析和优化于一体的软硬件智能系统。

2.1.9 站房式储能电站 station-type energy storage power station

采用建筑物安装的储能系统。

2.1.10 集装箱式储能电站 containerized energy storage power station

采用集装箱、预制舱等形式安装的储能系统。

2.1.11 步入式集装箱储能电站 walk-in containerized energy storage power station

在箱内能进行安装、检修等作业,并具有逃生空间的集装箱储能电站。

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

表征数据中心电能利用效率的参数,其数值为数据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。

2.2 符号

SOC 电池电量状态 state of charge

SOH 电池健康状态 state of health

SCR 并网点短路容量比 short-circuit ratio at the point of common coupling

3 基本规定

3.0.1 储能系统接入方案应综合考虑数据中心的安全性、灵活性、当地电价政策、储能容量、接入条件及自身承受能力等因素，结合绿色能源应用需求开展技术经济论证。在满足技术可行性和经济合理性的前提下，可局部或全部替代现有数据中心架构中的部分设备。

3.0.2 数据中心电化学储能系统设计应确保不影响 IT 设备及配套设施的寿命，保障数据中心整体安全稳定运行。

3.0.3 数据中心电化学储能系统设计应为第三方检测、监测、评价等机构取证及接入设备数据采集提供相应接口，包括但不限于物理通信接口、数据采集接口及软件协议。

3.0.4 数据中心电化学储能系统发生影响系统安全故障时，应立即退出运行，不得影响数据中心供配电系统的正常运行。

3.0.5 数据中心电化学储能电站按照规模划分宜按照表 3.0.5 执行。

表 3.0.5 储能电站建设规模

序号	建设规模	电站功率或容量
1	小型数据中心储能电站	功率 $\leq 1\text{MW}$ 或容量 $\leq 1\text{MW} \cdot \text{h}$
2	中型数据中心储能电站	$1\text{MW} < \text{储能电站功率} \leq 30\text{MW}$ 或 $1\text{MW} \cdot \text{h} < \text{储能电站容量} \leq 30\text{MW} \cdot \text{h}$
3	大型数据中心储能电站	储能电站功率 $> 30\text{MW}$ 或容量 $> 30\text{MW} \cdot \text{h}$

4 技术架构

4.0.1 储能系统可作为数据中心的备用电源。其并网接入方式宜根据容量确定：容量 $>5\text{MWh}$ 时，宜采用中压并网方式接入电网；容量 $\leq 5\text{MWh}$ 时，宜采用低压并网方式接入电网。

4.0.2 储能系统与光伏等新能源系统结合，可作为数据中心的电源使用；其接入点可选择在中压侧或低压侧，供配电架构参见图 4.0.2-1、4.0.2-2。

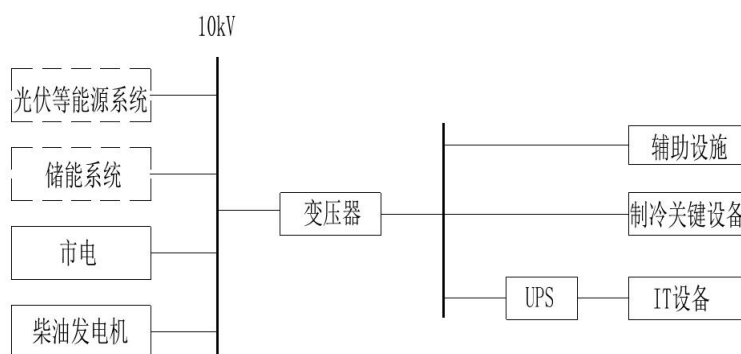


图 4.0.2-1 储能系统与新能源融合供配电架构 1

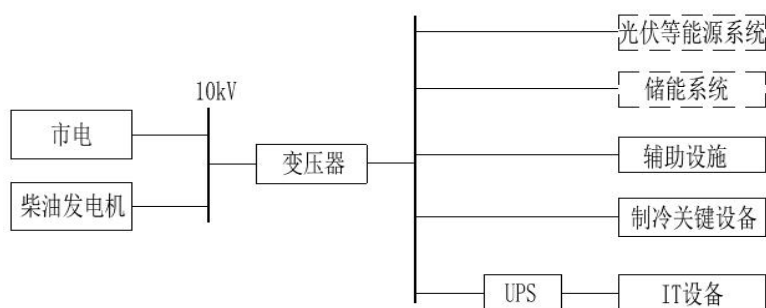


图 4.0.2-2 储能系统与新能源融合供配电架构 2

4.0.3 采用 2N 的 IT 配电架构时，可采用单路配置储备一体化 UPS 系统，或双路均配置储备一体化 UPS 系统，供配电架构参见图 4.0.3-1、4.0.3-2。储备一体化 UPS 系统应具备并离网切换功能，切换时间小于 10ms。

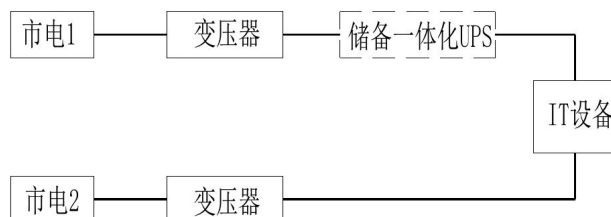


图 4.0.3-1 IT 设备单路配置储能一体化 UPS 供配电架构

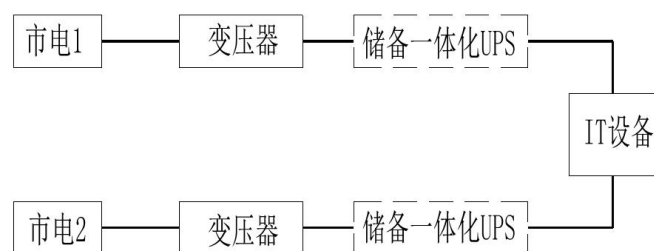


图 4.0.3-2 IT 设备双路配置储能一体化 UPS 供配电架构

4.0.4 采用 2N IT 配电架构时，可采用一路配置储能系统，另外一路配置 UPS 系统的方案，供配电架构参见图 4.0.4。储能系统应具备并离网切换功能，切换时间小于 10ms。

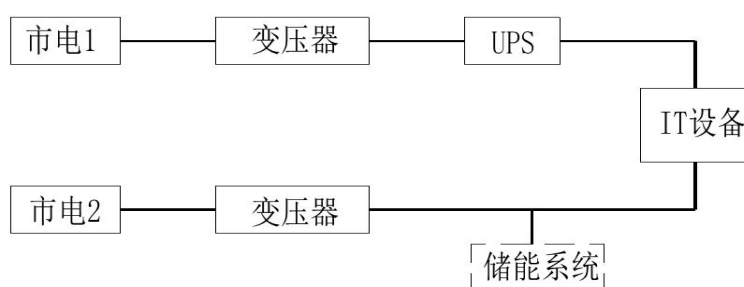


图 4.0.4 IT 设备单路配置储能系统供配电架构

4.0.5 采用 2N IT 配电架构时，可采用一路配置“储能系统+UPS 系统”，另外一路配置 UPS 系统，供配电架构参见图 4.0.5-1；或者两路均配置“储能系统+UPS 系统”，供配电架构参见图 4.0.5-2。此场景下的储能系统可采用不具备并离网切换功能的系统。

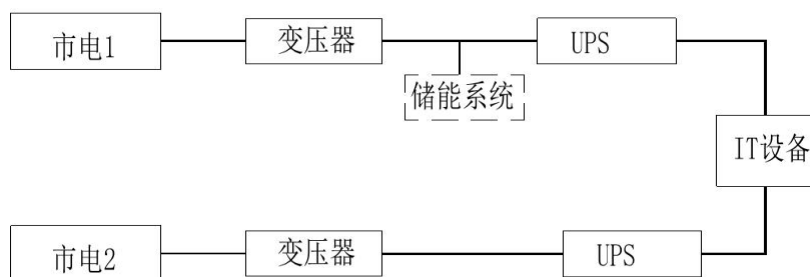


图 4.0.5-1 IT 设备单路配置储能系统+UPS 系统供配电架构

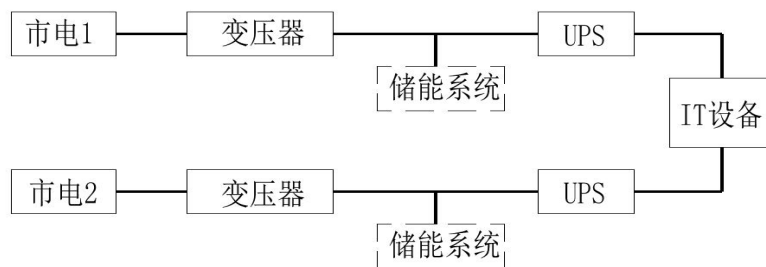


图 4.0.5-2 IT 设备双路配置储能系统+UPS 系统供配电架构

4.0.6 当制冷关键系统为一级负荷且需不间断运行时，宜采用末端切换方式。其中一路可配置储能系统作为不间断电源，制冷关键系统正常运行时由带储能系统的线路供电，供配电架构参见图 4.0.6。储能系统应具备并离网切换功能，切换时间应小于 10ms。

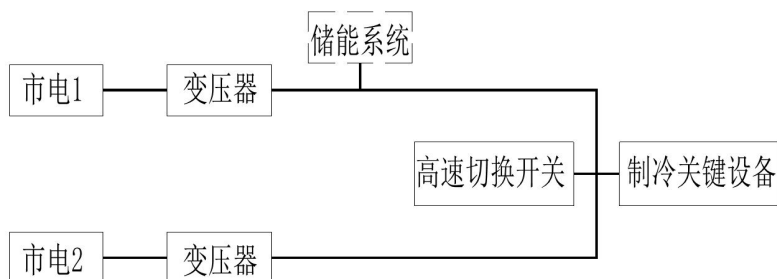


图 4.0.6 制冷关键设备单路配置储能系统供配电架构

4.0.7 储备一体化 UPS 系统宜配置 2 小时电池储能系统，其中备电时间不宜小于 0.25h。

5 储能系统

5.1 电池

5.1.1 数据中心电化学储能电池限于铅炭电池、磷酸铁锂锂离子电池和全钒液流电池等主流技术类型。选择磷酸铁锂锂离子电池时，应优先采用半固态或全固态结构，不得选用三元体系锂离子电池。对于大型数据中心储能电站，若需配置满足 8 小时及以上时长的储能系统，且场地具备容纳储液罐的空间条件时，可选用全钒液流电池系统。

5.1.2 铅炭电池作为储能介质时，其安全性能指标应符合现行国家标准《电力储能用铅炭电池》GB/T 36280 的有关规定，并应满足以下要求：

- 1 电池单体宜采用大容量规格，减少单体并联数量。
- 2 电池簇内单体电池正负极温差应小于 8℃。
- 3 铅炭电池的充放电倍率应不超过 0.25C。

5.1.3 磷酸铁锂锂离子电池作为储能介质时，其安全性能应符合现行国家标准《电力储能用锂离子电池》GB / T 36276 的有关规定，并应满足以下要求：

1 同一簇内各单体电池的开路电压、容量等影响电池安全与使用寿命的技术参数应具有良好一致性，相关参数的一致性指数应达到 3C 级及以上。

- 2 电池成组宜采用液冷散热方式，组内单体电池温差应小于 3℃。
- 3 电池成组后的充放电倍率不宜超过 0.5C。
- 4 电池在成组时，电芯之间应采用气凝胶进行隔热，且电芯间距应 $\geq 1.5\text{mm}$ 。
- 5 电池成组时，左右两侧端板宜采用铝制材料，上下端宜采用双钢带预紧。

模组组装后预紧力应不小于 50kN。

6 电池串联应采用一体集成方式，宜采用激光焊接工艺，确保连接强度与导电性。

7 电池模组内不应采用电芯并联连接方式。

8 电池成组后，其绝缘性能应按照系统设计要求进行测试。

5.1.4 全钒液流电池作为储能介质时，其安全性能指标应符合现行国家标准《全钒液流电池设计导则》GB/T 41986 中的有关规定，并应满足以下要求：

- 1 电池模块应采用模块化结构设计，具备灵活扩展能力与冗余配置功能。

- 2 设计使用寿命不低于 15 年，循环寿命不小于 20000 次，瓦时容量保持率不宜低于 95%。
- 3 单电池间温差宜小于 3℃。
- 4 电解液储罐应配置双层密封结构。
- 5 电解液储存罐宜设置电导率传感器和 pH 值监测装置，实时检测泄漏并报警。

5.2 电池管理系统

- 5.2.1 BMS 应符合现行国家标准《电力储能用电池管理系统》GB/T 34131 的有关规定。
- 5.2.2 BMS 的电量均衡管理功能应采用高效均衡控制策略，均衡电流不宜小于 2A，储能单元系统电量短板损失率不宜大于 5%，故障率不宜大于 0.01%。
- 5.2.3 BMS 应具备单簇管理能力，支持单簇独立充放电，且具备单簇故障退出功能及簇间均衡能力。
- 5.2.4 BMS 的平均无故障工作时间宜不小于 40000h。
- 5.2.5 磷酸铁锂锂离子电池的 BMS 应包括三级管理。第一级为电池模块监控单元，监测单体电池的电压、温度、充放电电流、剩余电量、内阻、健康状况和老化程度；第二级为电池簇管理，监测电池模块电压、温度、充放电电流、电压均衡，检测、记录电池模块的故障；第三级为多台电池簇的并机管理系统，监控电池簇的电压、电流、温度、功率分配、故障检测与记录、通信状态及故障信息。
- 5.2.6 BMS 系统宜具备独立接入数据中心网管系统和云管理系统的能力，支持数据实时上传、远程监控及智能管理。

5.3 储能变流器

- 5.3.1 储能变流器应符合现行国家标准《电化学储能系统储能变流器技术要求》GB/T 34120 和《储能变流器检测技术规程》GB/T 34133 的有关规定。
- 5.3.2 储能变流器应具有并网运行和离网运行两种模式。
- 5.3.3 当储能系统作为纯并网应用时，储能变流器应满足以下要求：
 - 1 具备持续高低电压穿越能力。
 - 2 支持频率调节功能。

- 3 支持电压调节功能。
- 4 支持惯量响应功能。
- 5 配置主动孤岛保护功能。

6 满足现行国家标准《电化学储能系统储能变流器技术要求》GB/T 34120中要求的持续高低电压穿越、频率调节、电压调节、惯量响应以及主动孤岛保护等功能要求。

5.3.4 并离网一体应用时，储能变流器应在电网电压幅度或频率变化超过允许范围时主动切换至离网运行，并应满足以下要求：

- 1 切换时间应 $\leq 10\text{ms}$ 。
- 2 切换过程中输出电压波动应 $\leq \pm 15\%$ 。
- 3 频率变化范围应 $\leq \pm 1\text{Hz}$ 。

5.3.5 储能变流器工作在离网模式时，在 100%不平衡阻性负载条件下，交流端口的电压不平衡度不宜大于 2%，短时（ $\leq 10\text{s}$ ）电压不平衡度不宜大于 4%。

5.3.6 储能变流器工作在离网模式且带平衡阻性负载时，当负载在 20%~100%范围内升降变化时，其输出电压瞬时峰值与额定电压峰值的偏差绝对值不宜大于 15%。

5.3.7 储能变流器宜具备并网点短路容量比不低于 3 的接入能力。

5.3.8 储能变流器宜具备以下功能：

- 1 本体故障保护日志记录功能。
- 2 故障前后 5s 的录波能力，录波数据至少包括接入点三相交流电压、三相交流电流及其电池端电压和电流。

5.4 储备一体化 UPS

5.4.1 储备一体化 UPS 宜采用高频隔离双变换架构，支持市电-电池-负载全链路电气隔离，电源效率不宜低于 96%。

5.4.2 储备一体化 UPS 的蓄电池应具备储能供电与备用电源双重功能，并应满足以下要求：

- 1 应具备削峰填谷运行能力，可设置充放电时段。谷时段或平时段，市电经整流逆变给负载供电的同时为蓄电池充电；峰时段或尖时段，通过蓄电池放电为负载供电。

2 当市电负荷小于负载需求时，系统应支持市电与蓄电池联合供电，且在功率范围内智能调整电池输出功率，与市电功率匹配。

5.4.3 市电模式与电池模式的双向切换时间应为 0ms，逆变旁路转换时间应小于 4ms。

5.4.4 当逆变器满功率为负载供电时，储备一体化 UPS 系统应支持满功率同步充电，且充电功率可在 0%~100%范围内动态调节。

5.4.5 采用锂离子电池的储备一体化 UPS，其系统应支持电池的无中线接线设计。

5.4.6 储备一体化 UPS 的监控系统应具有下列功能：

1 系统工作状态实时监控功能：UPS 模式、储备一体化模式的运行模式；正常供电、电池逆变供电、旁路供电的供电模式；市电故障、蓄电池欠压、系统过载的异常状态，及功率模块正常或故障退出状态。对控制电路故障、通信故障、硬件损坏等系统故障及上述异常状态，应能自动触发告警，并记录状态切换时间及持续时长。

2 系统运行参数采集与存储功能：包括主输入电压、旁路输入电压、输出电压、输出电流、输出频率、模块输出电流、单体蓄电池电压、蓄电池总电压、SOC、充/放电电流、蓄电池温度等参数。采集精度应符合《通信局（站）电源、空调及环境集中监控管理系统第 1 部分：系统技术要求》YD/T 1363.1 的相关规定。

3 经济效益分析：包括实时计算日充/放电量、充电费用、放电收益、净收益等；同时具备累计统计功能，包括总充/放电量、总充电费用、总放电收益、总净收益及总减少碳排放量等数据。

6 电气系统

6.1 接入方式

6.1.1 大型储能系统接入电网时宜采用环网电气连接方式。

6.1.2 当储能系统采用 5 台及以上 PCS 装置并联接入同一并网点时，宜在并网回路中配置工频隔离装置。

6.2 安防系统

6.2.1 电池室（舱）应配置具备以下功能的视频监控系统：

- 1 采用带防爆认证的摄像头，且支持红外夜视功能。
- 2 视频数据通过独立专用网络接入监控系统。

6.2.2 电化学储能系统应上传消防、门禁、视频监控等系统的信息至监控平台。

6.2.3 电化学储能系统的监控通信接口及协议，应符合现行国家标准《电化学储能电站监控系统技术规范》GB/T 42726 的有关规定。

6.3 电源及照明

6.3.1 电池室（舱）的照明应符合现行国家标准《发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T5390、《建筑照明设计标准》GB/T 50034、《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945 等的有关规定。

6.3.2 电池室（舱）内的照明灯具应为防爆型，且应布置在通道的上方；室内不应装设开关和插座，光源优先选用高效、长寿命光源。

6.3.3 数据中心电化学储能系统控制设备的电源应采用不间断电源供电，备电时间不宜低于 2h。

6.4 绝缘及防雷接地要求

6.4.1 数据中心电化学储能系统的防雷与接地应符合现行国家标准《系统接地的型式及安全技术要求》GB 14050、《建筑物防雷设计规范》GB 50057、《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 的有关规定。

6.4.2 数据中心电化学储能系统中电池集装箱和变流升压一体机四角设置接地

端子，接地材料规格不应小于 $48\text{mm}^2 \times 4\text{mm}$ 热镀锌扁钢。

6.4.3 数据中心电化学储能系统内的所有设备、部件及人员操作区域等均应进行等电位连接。

7 能源管理系统

7.1 一般规定

7.1.1 能源管理系统应在保证数据中心供电安全及储能系统安全稳定运行的前提下，以经济优化运行为核心目标。

7.1.2 能源管理系统应具备显示、记录、告警、控制、提示、分析和预测功能。

7.1.3 能源管理系统应具有集成性、开放性、可扩展性及对外互联能力。操作系统、数据库管理系统、网络通信协议等宜采用国内通用的标准。

7.2 系统配置

7.2.1 能源管理系统网络安全防护应符合现行国家标准《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239 和《电力监控系统网络安全防护导则》GB/T 36572 的有关规定，其等保等级应与数据中心信息系统的安全保护等级保持一致。

7.2.2 能源管理系统应配置实时数据库和历史数据库，系统存储容量宜不少于 3 个月的数据量。

7.2.3 应用软件应包括数据采集管理、数据库管理、网络通信管理、图形管理、报表管理、权限管理、计算统计等功能模块。+

7.3 数据采集和监控

7.3.1 能源管理系统的监控功能和技术要求应符合现行国家标准《电化学储能电站监控系统技术规范》GB/T 42726 的有关规定。

7.3.2 能源管理系统应实时监控储能设备中能源的产生、储存及消耗全过程。

7.3.3 风光储柴等多源融合应用时，能源管理系统应采集分布式发电装置及负荷的运行数据，包括电压、电流、功率等模拟量信号，以及越限、故障报警、开关机状态、设备运行模式、通信中断、保护装置动作等数字量信号。

7.4 数据分析及优化

7.4.1 能源管理系统应具备可视化的运行曲线分析、故障分析与定位等功能。

7.4.2 能源管理系统应具备储能系统健康状态自诊断和运维提醒功能，核心参数

应能实现自诊断，并支持多级预警及多渠道推送。

7.5 控制功能

7.5.1 大、中型储能电站的 EMS 系统宜具备以下功能：根据经济调度、需量控制、削峰填谷、备用电源等策略，结合电网调度计划和实时电价，自动优化储能充放电计划。

7.5.2 储能系统用作备用电源时，能源管理系统应具备离网运行的控制能力，提供调整备电容量的人机交互接口，并具备控制备用发电机组启停的接口和能力。

7.5.3 能源管理系统应具备与光伏、风电、燃油发电机组等其他供能子系统协同工作的能力。当光伏/风电出力大于系统额定功率的 30%时，应强制启用绿电模式，削峰填谷功能自动降级为辅助模式。

7.5.4 能源管理系统除应实现第 5.4.6 条规定的实时经济效益数据的分析外，还应整合储备一体化 UPS 监控系统数据，实现储能与供电全链路数据可视化，统一生成报表与多维度趋势分析曲线，全面反映系统的运行情况和经济效益。

7.5.5 能源管理系统宜具备离网运行条件下，储能系统低电量工况时自动切除非关键负荷的能力。

7.5.6 能源管理系统应具备防逆流控制能力。

8 储能电站平面布置

8.0.1 电化学储能站总平面布置应遵循安全、可靠、适用的原则，并满足设备安装、操作、搬运、检修和调试的便利性要求，不得对数据中心建筑及周边环境造成不利影响。

8.0.2 电化学储能电站的防洪、防涝及排水设施应与数据中心园区相关设施协调设计，防洪标准应符合园区总体规划要求。

8.0.3 电化学储能电站应靠近数据中心园区内的变电站等电网接入点，且宜临近消防水源。

8.0.4 大型电化学储能电站应独立设置于数据中心主体建筑之外，可采用集装箱式或站房式建筑形式；中小型电化学储能电站宜独立设置于数据中心主体建筑之外，若确需设置于主体建筑内部或贴邻，应设置独立电池室并靠外墙布置。

8.0.5 全钒液流电池应采用集装箱式集成布置。

8.0.6 集装箱式磷酸铁锂锂离子电池储能系统应采用单层布置。

8.0.7 电化学储能电站的箱体或建筑物与数据中心主建筑的防火间距，应符合现行国家标准《电化学储能电站设计规范》GB 51048 的有关规定。

8.0.8 室外电化学储能电站区域应设置环形消防车道；受场地条件限制时，可沿其长边两侧设置消防车道。尽头式消防车道应设置回车场地，且回车场地尺寸应满足消防车辆作业要求。

8.0.9 室外储能电站四周应设置高度不低于 2.3m 的围栏或围墙。

8.0.10 室外储能电站设备的防污、防盐雾、防风沙、防湿热、防水、防严寒等性能应与当地环境条件相适应，柜体装置外壳防护等级宜不低于现行国家标准《外壳防护等级(IP 代码)》GB 4208 规定的 IP54。

9 空气调节与给排水

9.1 供暖通风与空气调节

9.1.1 储能电站的供暖、通风与空气调节设计应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《建筑设计防火规范》GB 50016 及《电化学储能电站设计规范》GB 51048 的有关规定。

9.1.2 建筑物内的每个储能电池室应设置独立的事事故通风系统,通风装置宜采用 1+1 冗余方式设置。事故通风换气次数不应小于 12 次/h,事故通风的手动控制装置应在室内外便于操作的地点分别配置,且采用防爆型电气元件;排风口宜设置在建筑空间内上下各 1 处。

9.1.3 事故风机不应布置在地下室或半地下室。

9.1.4 事故通风装置应采用防爆型,防爆等级不应低于 Ex d IIC T1 Gb。

9.1.5 消防系统与事故通风联动控制应满足以下要求:

- 1 水灭火系统场景:水灭火系统启动时,应联动启动事故风机。
- 2 室外电池舱场景:室外电池舱发生火灾时,宜联动启动事故风机。
- 3 气体灭火系统场景:气体灭火系统启动时,应自动停止事故风机运行。

9.1.6 电池室(舱)内的空调系统及通风装置中的管道、风口、阀门等组件,应采用难燃或不燃材料制作。

9.1.7 当通风无法满足电池室(舱)设备的环境要求时,宜设置空调系统,且空调设施不宜少于 N+1 台。电池室内空调设备及送风口不应布置在电池设备正上方。

9.1.8 在技术经济合理的前提下,宜回收数据中心的热量作为储能电站的热源。

9.2 给排水系统

9.2.1 给水和排水设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 及《电化学储能电站设计规范》GB 51048 的有关规定。

9.2.2 采用水灭火系统的储能电池室(舱),应设置排水系统。

9.2.3 当采用重力排水时,应沿电池柜周边设置挡水围堰,其高度不宜小于

100mm；排水沟底部宜设置不小于 0.5%的纵向坡度，使水自然流向集水井或排水口。当电池室（舱）面积较大时，可划分多个排水区域，每区设置独立排水沟并汇入主排水管。

9.2.4 排水路径的最低点宜设置集水井，其容积按最大瞬时排水量计算。井内应安装不锈钢格栅过滤杂物，并连接至市政排水管或污水处理系统。

9.2.5 水喷雾、细水雾灭火系统的喷头宜避开排水沟上方 30cm 区域。

10 消防

10.1 一般规定

10.1.1 数据中心储能系统的防火设计应与建筑高度、层数、使用性质及储能系统的规模、火灾危险性等相适应。

10.1.2 数据中心储能系统的建筑防火设计应满足防止火灾蔓延、保障人员安全疏散及关键业务运营连续性的功能要求，从防火分隔、建筑构造、消防设施等方面构建防火安全体系。

10.1.3 数据中心储能系统的主动消防设施设计应实现火情快速探测、人员疏散合理组织、火灾有效控制或扑灭的功能要求，提升消防系统的综合响应效率与处置能力。

10.1.4 数据中心储能系统的防火设计应符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《消防设施通用规范》GB 55036、《建筑设计防火规范》GB 50016、《数据中心设计规范》GB 50174 及《电化学储能电站设计规范》GB 51048 等的有关规定。

10.2 建筑防火

10.2.1 储能系统火灾危险性可参照表 10.2.1 执行。

表 10.2.1 储能系统火灾危险性

序号	储能系统	火灾危险性
1	铅炭电池	戊
2	磷酸铁锂锂离子电池	丙
3	液流电池储能系统	戊

10.2.2 设有储能系统的数据中心建筑，其耐火等级不应低于二级，建筑构件的燃烧性能和耐火极限应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

10.2.3 储能系统与数据中心建筑合建时，应符合下列规定：

1 不应设置在建筑高度 24m 及以上的楼层，且不应布置于地下或半地下空间。

2 不应与人员密集场所（如办公区、休息室、会议室等）垂直相邻或水平贴邻布置。

3 不应与疏散楼梯间直接贴邻。

4 应设置在独立房间内，且该房间应靠外墙布置。

10.2.4 锂离子电池室外墙应设置消防救援口，并应符合下列规定：

1 救援口宜布置在电池室外墙中部区域。

2 救援口底边距电池室底部楼板高度不应大于 1.2m，净宽度与净高度均不应小于 1m。当利用门作为救援口时，其净宽度不应小于 0.8m。

3 室内外均应设置永久性的明显识别标志。

10.2.5 锂离子电池室应与室内其他区域进行分隔，并应符合下列规定：

1 隔墙耐火极限不应低于 3.00h，楼板耐火极限不应低于 1.50h。

2 隔墙上除开设向疏散走道及室外的门窗外，不应开设其他门窗洞口；当必须开设观察窗时，应采用甲级防火窗。

3 当设置泄压设施时，泄压设施应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定，且泄压口应避开疏散通道和安全出口，与上述部位的水平间距不宜小于 10m。

10.2.6 储能电站电池室和控制室的室内装修材料的燃烧性能等级应为 A 级。

10.2.7 储能电站的设备间、隔墙、隔板等的管线开孔部位和电缆进出口，应采用防火封堵材料严密封堵。防火封堵设计应符合现行国家标准《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410 的有关规定。

10.2.8 储能系统室内及进出电缆应采用阻燃电缆，且宜选用 A 级阻燃电缆。与储能系统无关的电线电缆不应穿过该系统所在区域。

10.3 自动灭火系统与灭火器

10.3.1 锂离子电池室（舱）应设置能有效灭火且抑制复燃的自动灭火系统，可采用细水雾灭火系统、水喷雾灭火系统或自动喷水灭火系统。自动灭火系统设计应符合现行国家标准《细水雾灭火系统技术规范》GB50898、《水喷雾灭火系统技术规范》GB50219 或《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084 的有关规定。

10.3.2 锂离子电池室（舱）设置自动喷水灭火系统时，宜采用预作用系统。

10.3.3 锂离子电池模块和电池柜（簇）宜配置自动灭火装置，且灭火介质应具

有良好的绝缘性和降温性能。其中电池柜（簇）内宜优先设置集成火灾探测与灭火功能的一体化柜级消防装置，并将该装置的火灾探测信号及灭火喷放信号传输至监控系统。

10.3.4 灭火器的配置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140的有关规定，其中电池室（舱）应按“严重危险级”配置灭火器，且宜选用洁净气体灭火器和水基型灭火器。

10.3.5 消防给水系统的设置应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974 的有关规定，其中室内消火栓系统的火灾延续时间不宜小于 3.0h。

10.3.6 锂离子电池室（舱）的室外消火栓设计应符合下列要求：

- 1 室外消火栓间距不应大于 60m。
- 2 同时使用的消防水枪数量不应少于 4 支。
- 3 室外消火栓设计流量不应小于 20L/s。

10.4 防烟排烟系统

10.4.1 储能系统涉及的下列场所应设置防烟设施：

- 1 封闭楼梯间、防烟楼梯间及其前室。
- 2 消防电梯间前室或合用前室。

10.4.2 储能系统涉及的下列场所应设置排烟设施：

- 1 长度大于 20m 的疏散走道。
- 2 建筑面积大于 50m² 且无可开启外窗的控制室。
- 3 采用水消防的电池室（舱）。

10.5 火灾自动报警系统

10.5.1 储能系统的变流器室、主控室、继电器室、通信室、配电装置室、电缆夹层及电缆竖井、变压器等建（构）筑物和设备，应设置火灾探测器。火灾探测器类型应符合《电化学储能电站设计规范》GB 51048 的相关规定。

10.5.2 储能系统的电池室（舱）及电池柜内应设置温感探测器、烟感探测器；充放电回路应设置电气火灾监控探测器，实时监测回路温度及故障电弧。锂离子电池室（舱）及电池柜还应设置可燃气体探测器，每个电池模块宜单独配置。锂

离子电池室（舱）的可燃气体探测器设置满足以下要求：

- 1 可燃气体探测器应采用防爆型产品。
- 2 一氧化碳探测器应布置在电池柜附近，当为柜级时应布置于电池柜内。
- 3 氢气探测器宜吸顶安装，并与最近通风口保持不小于 1.5m 的水平距离。
- 4 每种可燃气体探测器不应少于 2 个。

10.5.3 锂离子电池室（舱）的一氧化碳和氢气气体探测器应具备两级浓度阈值功能，探测器的爆炸下限（LFL）标定值应与电池厂商提供的热失控特性技术文件一致。电池室（舱）应实施两级浓度阈值联动控制：

1 第一级告警阈值：当气体浓度达到 10%LFL（爆炸下限）时，触发单点独立报警，报警信息上传至 BMS 系统，并联动一级火警声光报警装置发出提示。

2 第二级联动阈值：当气体浓度达到 25%LFL（爆炸下限）时，触发双点复合报警，联动启动事故通风系统，关闭防火阀及制冷空调，断开直流开断设备。

10.5.4 火灾自动报警系统接收到感烟探测器、感温探测器、气体探测器的第一级告警信号、手动报警按钮信号中任一个信号，触发一级火警，声光报警器启动；当系统接收到感烟探测器、感温探测器、气体探测器的第二级告警信号、手动报警按钮信号中任意两个及以上信号，或接收紧急启动信号，触发二级火警，启动灭火装置灭火，并同步输出反馈信号，通知人员及时处理。

10.5.5 BMS 的电池温度等报警信号，宜上传至火灾自动报警系统。

11 PUE 值修正

11.0.1 根据数据中心的用电特点和储能系统的运行特性，PUE 值的修正方法包括 PUE 因子调整法、分时段加权修正法和能量置换法。

11.0.2 PUE 因子调整法的 PUE 综合值按以下公式计算，其中调整因子 R 的取值宜按照表 11.0.2 执行。

$$PUE_{综合} = PUE_{基准} - R$$

表 11.0.2 R 取值表

序号	全年储能系统放电量达到总用电量的比例（X）	R
1	$0.5\% \leq X < 0.75\%$	0.005
2	$0.75\% \leq X < 1\%$	0.01
3	$X \geq 1\%$	0.015

11.0.3 分时段加权修正法应按以下步骤实施：

- 1 将全天划分为峰时段、谷时段和平时段；
- 2 分别计算各时段的 PUE 值；
- 3 按各时段权重加权平均，得到修正后的 PUE 值。

11.0.4 能量置换法的 PUE 综合值应按以下公式计算：

$$PUE_{综合} = (\text{数据中心总耗电量} - \text{储能系统总损耗电量}) / \text{数据中心信息设备总耗电量}$$

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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:

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:

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:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示允许有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

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

引用标准名录

- 《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019
- 《建筑照明设计标准》GB/T 50034
- 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065
- 《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
- 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
- 《数据中心设计规范》GB 50174
- 《水喷雾灭火系统技术规范》GB 50219
- 《民用建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
- 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974
- 《电化学储能电站设计规范》GB 51048
- 《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410
- 《发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T5390
- 《消防设施通用规范》GB 55036
- 《建筑防火通用规范》GB 55037
- 《外壳防护等级（IP 代码）》GB 4208
- 《系统接地的型式及安全技术要求》GB 14050
- 《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945
- 《电力储能用锂离子电池》GB/T 36276
- 《电力储能用铅炭电池》GB/T 36280
- 《电力监控系统网络安全防护导则》GB/T 36572
- 《电力储能用电池管理系统》GB/T 34131
- 《电化学储能系统储能变流器技术要求》GB/T 34120
- 《储能变流器检测技术规程》GB/T 34133

《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》 GB/T 22239

《电化学储能电站监控系统技术规范》 GB/T 42726

《全钒液流电池设计导则》 GB/T 41986

中国工程建设标准化协会标准

《数据中心电化学储能设计标准》

T/CECS G: XXXX-2025

条文说明

制订说明

本规范制订过程中，编制组进行了广泛、深入的调查研究，总结了我国在数据中心储能系统规划设计、设备选型、安全管理、运行维护以及与可再生能源协同应用等方面的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《数据中心电化学储能设计标准》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明。对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目次

1	总则	(30)
2	术语和符号	(31)
2.1	术语	(31)
3	基本规定	(32)
4	技术架构	(33)
5	储能系统	(35)
5.1	电池	(35)
5.2	电池管理系统	(40)
5.3	储能变流器	(44)
5.4	储备一体化 UPS	(45)
6	电气系统	(47)
6.1	接入方式	(47)
6.2	安防系统	(47)
6.3	电源及照明	(47)
7	能源管理系统 (EMS)	(48)
7.3	数据采集和监控	(48)
7.4	数据分析及优化	(48)
7.5	控制功能	(48)
8	储能电站平面布置	(50)
9	空气调节与给排水	(51)
9.1	供暖通风与空气调节	(51)
10	消防	(52)
10.1	一般规定	(52)
10.2	建筑防火	(52)
10.3	自动灭火系统与灭火器	(54)
10.5	火灾自动报警系统	(54)
11	PUE 值修正	(56)

1 总则

1.0.2 本标准未对数据中心电化学储能系统的最低容量作出限定,主要考虑到不同数据中心的规模、负荷特性、备电需求及能源管理目标存在显著差异。例如,某些数据中心可能仅需配置储备一体化 UPS,以满足备电和储能需求的小容量储能系统;某些数据中心则需配置大容量储能系统,以应对峰谷套利、新能源消纳等复杂场景。基于上述原因,本标准不设容量下限,旨在适配多样化的实际应用场景,确保标准的普适性与灵活性。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.2 峰谷套利通过储能系统的能量时空转移特性,实现电能在价格低谷与高峰时段的优化配置,同时辅助电网调峰、提升数据中心能源利用效率。

2.1.5 储备一体化 UPS 是一种集储能与备电于一体的不间断电源系统,基于交直流转换控制技术,配置蓄电池,通过电网峰谷时段动态释放电能,实现削峰填谷套利及电网调峰、新能源消纳等扩展应用。

2.1.6 能源管理系统是一套集监控、控制、分析和优化于一体的软硬件智能系统,通过对储能系统设备的数据采集、分析、展示以及能量调度,控制整个储能系统运行。

3 基本规定

3.0.1 数据中心储能系统方案设计需综合考量多维度因素：安全性方面，需保障电气系统、消防安全及数据传输的可靠性；灵活性方面，应支持模块化扩容，兼容“备电+储能”复合运行模式，并适配不同配电等级需求；经济与绿色维度方面，需结合当地峰谷电价政策、储能容量及接入条件，匹配数据中心投资运维能力，同时兼顾光伏、风电等绿色能源的消纳需求。在此基础上，应通过技术经济论证，验证系统兼容性 & 全生命周期成本的合理性，在不降低供电可靠性的前提下，可局部或全部替代现有设备（如部分 UPS、蓄电池、柴油发电机等），最终实现提升供电稳定性、降低运营成本及助力“双碳”目标的多重价值。

3.0.3 本条旨在保障系统全生命周期内的合规性验证、性能评估及安全监管的可实施性。第三方检测、监测、评价等机构在开展工作时，需获取系统运行数据、设备状态参数等关键信息，或接入专用检测设备进行性能核验。因此需明确预留物理通信接口（如以太网接口、RS485 接口等）、数据采集接口（支持电压、电流、温度等核心参数提取）及标准化软件协议（如 Modbus、MQTT 等），确保接口的开放性与兼容性。这些接口的设置，既为第三方机构提供了便捷的取证与数据采集通道，满足检测认证、运行评估、安全审计等工作需求；也通过外部监督机制推动系统设计的规范性与数据的真实性，最终保障储能系统运行的可靠性与合规性，符合数据中心对能源系统透明化、可追溯的管理要求。

3.0.4 数据中心供配电系统的连续稳定运行直接关系到核心业务的连续性。储能系统在出现任何故障时立即退出，以避免故障扩散至主供配电网络，确保数据中心原有供电架构不受影响，保障关键负荷的持续供电。

4 技术架构

4.0.1 数据中心通常采用柴油发电机组作为备用电源。结合我国实际电网运行情况，电网安全稳定，长时间停电现象极少，更多为电压暂降或短时停电。在此类场景下，柴油发电机无法快速启动以接管机房 IT 负荷和核心制冷设备，且多数柴发长期处于停机状态，往往数年不会实际投入运行，却仍需投入大量人力物力进行维护保养。

在经济性适宜地区，可采用长时储能系统代替柴油发电系统做备用电源，通过“备电+储能”的复合运行方式与市电组成并网或离网运行模式。长时储能系统既可以作为备用电源，又能利用峰谷电价差进行峰谷套利。

当储能系统容量 $\leq 5\text{MWh}$ 时，宜采用低压并网方式。从技术经济性角度考量，若 5MWh 储能系统按 0.5C 充放电倍率设计，其储能变流器 PCS 功率为 2.5MW ，该功率对应的电流处于合理范围，线路损耗低，低压元器件、线缆等成本相对低，整体经济效益较好。当储能系统容量大于 5MWh 时，随着功率等级提升，电流增大，会增加线缆损耗与设备选型难度，提高建设成本。此时采用中压接入方案更能平衡技术可行性与经济性，宜优先选择中压接入。

4.0.3 数据中心通常为 IT 设备的 UPS 配置不小于 15 分钟的后备蓄电池，蓄电池长期处于浮充状态，仅在市电断电时放电为 IT 设备供电。采用储备一体化 UPS，蓄电池可按照“储能+备电”的续航模式配置，既能利用峰谷电价差进行套利，又能发挥不间断供电作用；在极端情况下，还可实现较长时间的断电支撑。

4.0.4 在 2N 配电架构中，当其中一路配置储能系统时，可通过电网直供模式运行，不仅能简化配电架构，还可降低能耗；同时，储能系统可利用峰谷电价差实现套利。

4.0.5 在改扩建项目中，当 IT 配电系统采用 2N 架构时，可在不影响原有配电架构的前提下，选择其中一路增加储能系统，或在两路均增加储能系统。储能系统可利用峰谷电价差实现套利。

4.0.6 通常制冷关键设备的其中一路电源采用 UPS 供电，若以储能系统替代 UPS，其蓄电池可按“储能+备电”的续航模式配置，既能实现不间断供电功能，又可利用峰谷电价差进行套利。

4.0.7 储备一体化 UPS 系统整合了储能与备电功能。推荐配置 2 小时电池储能系统，可通过峰谷电价差实现套利，降低运行成本；其中 0.25 小时的备电容量作为应急电源，能在市电中断时保障 IT 设备或关键制冷系统不间断运行，满足一级负荷的供电连续性要求。

5 储能系统

5.1 电池

5.1.1 电化学储能系统的电池类型多样，包括铅酸电池、铅炭电池、锂离子电池、钠硫电池、液流电池等。其中，锂离子电池常见类型有磷酸铁锂电池、三元锂电池等；液流电池则涵盖全钒液流电池、铁铬液流电池、锌基液流电池等。数据中心作为支撑移动通信、大数据、云计算等产业的关键基础设施，其储能系统的电池技术路线选择需综合考虑以下因素：

（1）安全性是选型的首要原则，需优先选择热稳定性与化学稳定性优异的技术，以规避热失控、起火爆炸等风险。

铅炭电池由传统铅酸电池演进而来，通过在负极加入活性炭提升寿命，具有性能稳定、安全可靠、免维护、高低温适应性强、耐过充及充电接受能力优异等特点，适合作为数据中心储能选择。

锂离子电池中，磷酸铁锂电池正极材料（磷酸铁锂）化学性质稳定，耐高温能力强，其热分解温度通常在 600℃ 以上。正极材料不易分解，也不易与电解液发生剧烈反应，热失控的触发门槛更高。三元锂电池正极材料（镍钴锰/镍钴铝）化学性质较活泼，热稳定性差，热分解温度仅为 200-300℃。其中，高镍三元材料的热稳定性更差，在高温或机械损伤下，正极材料易分解并释放氧气，与电解液中的有机溶剂反应，快速引发热失控。热失控后三元锂电池的危害性更大。磷酸铁锂电池热失控时释放的气体主要 CO、H₂ 等，毒性较低，且燃烧速度较慢，火焰温度相对较低，火势易控制，很少发生爆炸。即使起火，也多为“冒烟小火”的缓慢过程，留给人员疏散的时间较长。三元锂电池热失控时会释放大量有毒气体（如氟化氢、一氧化碳、氰化氢等），且燃烧速度极快，火焰温度可达 1000℃ 以上，伴随剧烈爆炸风险。此外，三元材料分解产生的氧气会助燃，导致火势迅速蔓延，难以扑灭，对人员和环境的危害更大。行业数据显示，三元锂电池的火灾事故率远高于磷酸铁锂电池。故本标准从安全性考虑，当采用锂离子电池作为储能电池时，应选择磷酸铁锂锂离子电池，不得选用三元体系锂离子电池。

液流电池以水溶液为电解质，无爆炸或起火风险，安全性高，适配数据中心场景。

钠硫电池的工作温度较高，钠硫电池需在 300-350℃ 下运行，目的是让钠呈液态、电解质 β -氧化铝陶瓷导电。高温环境下，电池本身处于热不稳定状态，若散热系统失效，易引发温度失控。这种工作特点不仅要求外层使用防高温材料包裹，增加了成本和技术难度，还使电池在运行过程中面临更高的热管理挑战。此外，其电解质为脆性陶瓷材料，若因振动、冲击等导致破裂，液态钠和硫直接接触会发生剧烈放热反应，可瞬间产生 2000℃ 高温，极易引发火灾等安全事故。同时，钠化学性质活泼，遇水会剧烈反应生成氢气并放热，进一步增加了安全风险。故本标准从安全性上考虑，不推荐钠硫电池作为数据中心储能电池。

（2）空间与重量适配性：数据中心空间布局紧凑时，需重点关注电池能量密度，以平衡储能容量与场地约束；若场地充足，可优先满足长时储能需求。全钒液流电池循环次数超 1 万次，寿命可达 20 年以上，但依赖大型储液罐，能量密度偏低，需占用较大空间，适配场地充足、储能时长大于 8 小时的大型数据中心。磷酸铁锂电池尤其是半固态/全固态类型能量密度较高，适合空间紧凑场景；铅炭电池则在空间适应性上处于中等水平，可根据场地条件灵活部署。

（3）经济性：需综合评估初始采购成本、全生命周期循环寿命（影响更换与运维成本），实现投资收益与运营成本的平衡。

铅酸电池虽材料廉价、技术成熟，但循环寿命短、比能量低、充放电倍率有限，不适合作为储能电池；铅炭电池在其基础上提升了寿命，综合经济性更优。

磷酸铁锂电池循环寿命较长，全生命周期运维成本较低；全钒液流电池虽初始投资较高，但长寿命特性可降低长期更换成本，适合长时储能场景的经济性需求。

（4）环境友好性：应优先选择环保性能优异的电池技术，降低全生命周期环境影响。

磷酸铁锂电池不含贵金属，回收工艺成熟，环保压力小；全钒液流电池电解液可循环利用，对环境影响低。

三元锂电池电解液含氟化物等污染物，钠硫电池废料处理复杂、环保成本高，均不适合数据中心；铁铬液流电池存在电解液交叉污染、依赖高成本离子传导膜、需额外温控等问题，锌基液流电池则面临锌枝晶短路、储能容量受限、系统集成难度大等挑战，均暂不适配数据中心场景。

综上，数据中心电化学储能系统应在铅炭电池、磷酸铁锂电池、全钒液流电池中，结合项目实际需求选择适配技术路线。钠硫电池因安全性隐患高，暂不建议应用；若未来技术突破满足安全与可靠性要求，需重新评估论证。

5.1.2 铅炭电池作为储能介质时，其安全性能是保障储能系统稳定运行的核心，需在遵循《电力储能用铅炭电池》GB/T 36280 通用规定的基础上，并同时满足以下要求：

1 电池单体宜采用大容量电池。减少单体电池的并联数量可降低因电池单体性能差异（如容量、内阻不一致）导致的环流风险，减少局部过热、电池损耗加剧等问题，提升电池组的整体安全性和使用寿命。

2 电池簇内单体电池正负极温差过大会导致电池单体充放电不均衡，温度高的电池可能面临过充、过放风险，加速老化甚至引发热失控。将温差控制在 8℃ 以内，能保证电池簇内各单体工作状态的一致性，维持系统稳定运行。

3 铅炭电池的充放电倍率过高会使电池内部化学反应加剧，产生大量热量，可能超出电池的散热能力，导致温度骤升，影响电池结构稳定性和安全性。将充放电倍率限制限制在 0.25C 以内，是基于铅炭电池的材料特性和储能场景需求，平衡其充放电效率与安全性能的合理设定。

5.1.3 为确保数据中心储能用磷酸铁锂锂离子电池在实际运行中的安全稳定，除需符合《电力储能用锂离子电池》GB/T 36276 的有关规定外，并同时满足以下要求：

1 现行行业技术规范《电化学储能电站用锂离子电池技术规范》NB/T 42091 附录 B 对电池一致性作出了明确规定。同一簇内各单体电池的开路电压、容量等参数一致性，直接影响电池组的安全性与使用寿命。当组内单体参数差异较大时，容量偏低、内阻偏大的电池会在充放电过程中率先触及充放电极限，进而引发过充或过放问题，加速电池老化，甚至诱发安全风险。因此，数据中心储能用磷酸铁锂锂离子电池，其开路电压与容量的一致性指数需达到 3C 级及以上。这一要求可有效降低电池组内部的不均衡性，提升电池组的整体性能与安全可靠性。

2 磷酸铁锂锂离子电池在充放电过程中会产生热量，若不能及时有效散热，电池温度过高将加速电池内部化学反应，导致电池容量衰减、寿命缩短，严重时还可能引发热失控。液冷散热方式具有散热效率高、散热均匀等优点，能够快速

带走电池产生的热量。研究表明，采用液冷散热可使电池组内温度分布更均匀，与风冷相比，可将电池组内单体电池之间的温差降低 5℃ 以上。将组内单体电池之间的温差控制在 3℃ 以内，能够保证电池组内各单体电池工作环境相近，减少因温差导致的性能差异，提高电池组的稳定性和安全性。

3 电池的充放电倍率过高会使电池内部电流密度增大，导致极化现象加剧，电池发热严重，同时也会加速电池电极材料的损耗，影响电池的使用寿命和安全性能。以 0.5C 充放电倍率为例，在正常工作温度下，电池的充放电过程相对平稳，产热较少；而当充放电倍率提升至 1C 时，电池内部温度在短时间内可升高 10℃ 以上，不仅会使电池容量快速衰减，还可能引发电池鼓包、起火等安全事故。因此，限制电池成组后的充放电倍率在 0.5C 以下，能够在保障电池性能的同时，有效提升电池的安全可靠性。

4 电池在成组时，电芯之间应采用气凝胶进行隔热，且电芯间应 $\geq 1.5\text{mm}$ 。气凝胶具有优异的隔热性能，其热导率极低，能够有效阻止电芯之间热量的传递。当电池组内某一电芯发生热失控时，气凝胶可延缓热量向其他电芯扩散，为安全防护措施争取时间。同时，保持电芯间距 $\geq 1.5\text{mm}$ 的间距，有利于空气流通，辅助散热，进一步降低电芯之间因热传递导致的热积累风险，提高电池组的整体安全性。

5 电池成组时，左右两侧端板宜选用铝制材料。铝制端板具备质量轻、强度高、耐腐蚀等优势，既能确保电池组结构稳定，又能有效减轻整体重量。同时，采用双钢带形式对电池组上下端进行预紧处理，可使组内各部件紧密贴合，减少因振动、冲击等外力引发的电池松动、位移等问题。此外，标准明确模组组装后的预紧力不小于 50kN，这一要求旨在保证电池组在长期使用中，电芯之间始终保持良好接触，避免因接触不良导致电阻增大、发热加剧等安全隐患。

6 电池之间的串联采用一体集成方式可减少电池连接点，降低因连接点过多导致的电阻增加和接触不良风险。激光焊接工艺具有焊接精度高、连接强度大、导电性好等优势，能够使电池之间的连接更加牢固可靠。与传统的铆接、螺栓连接等方式相比，激光焊接的连接点电阻可降低 30% 以上，大大提高了电池组的充放电效率和安全性。在实际应用中采用激光焊接工艺连接的电池组，在经过 1000 次充放电循环后，连接点的电阻变化小于 5%，有效保障了电池组的长期稳定运

行。

7 磷酸铁锂电芯的内阻、容量等参数存在天然离散性，即使经过严格筛选，长期循环后仍会出现差异。当电芯并联时，电压差会导致环流产生，容量高的电芯会向容量低的电芯“反向充电”，造成局部过热，加速弱势电芯的老化。

8 磷酸铁锂电池组工作电压通常在数百伏以上，若绝缘失效（如电芯壳体与模组外壳导通），可能导致人员触电、设备短路，甚至引发电弧起火。电池成组后，其绝缘性能应按照系统设计要求进行测试。

5.1.4 为确保数据中心储能用全钒液流电池在实际运行中的安全稳定，除需符合《全钒液流电池设计导则》GB/T 41986 的有关规定外，并同时满足以下要求：

1 模块化结构设计便于电池系统的组装、维护和升级，使系统能够根据实际需求灵活增加或减少电池模块数量，以适应不同的储能容量和功率要求。冗余配置功能则是为了提高系统的可靠性，当部分电池模块出现故障时，冗余的模块可以及时投入使用，保证整个电池系统的正常运行，减少因故障导致的系统停机时间。

2 全钒液流电池的长寿命特性是其在储能领域的重要优势。由于电极不直接参与电化学反应，且反应过程中无相变发生，这使得电池在长期充放电循环中，内部结构和材料性能相对稳定，不易出现严重的老化和损耗。经实验和实际项目验证，满足设计使用寿命不低于 15 年以及循环寿命不小于 20000 次的要求，能够为储能项目提供长期可靠的服务，降低长期运营成本。同时，瓦时容量保持率不宜低于 95%，确保电池在长期使用中维持较高容量水平，保证储能系统稳定的能量输出，减少因容量衰减导致的性能下降和频繁更换情况。

3 全钒液流电池在充放电过程中会产生热量，若单电池间温差过大，会导致电池性能不均衡，影响电池的整体寿命和安全性。当温差较大时，温度高的电池化学反应速率加快，可能会出现过充或过放现象，加速电池老化；而温度低的电池反应速率慢，容量无法充分发挥。通过严格控制单电池间温差小于 3℃，可使电池组内各单电池的工作环境相近，保证电池反应的一致性，提高电池组的整体性能和稳定性。在实际应用中，通常会采用高效的热管理系统，如液冷、风冷等方式，对电池温度进行精确调控，确保单电池间温差在规定范围内。

4 全钒液流电池的电解液具有一定腐蚀性，部分成分可能危害环境和人体。

双层密封结构可为电解液储罐提供双重防护，有效防止电解液泄漏：内层密封直接与电解液接触，采用耐腐蚀材料确保密封效果；外层密封进一步增强防护，同时对可能的内层泄漏进行二次阻挡，降低泄漏风险，保障人员安全和环境不受污染。部分大型储能电站的电解液储罐双层密封结构还配备泄漏监测装置，可实时监测密封状态，发现异常时及时处理。

5 电导率传感器可实时监测电解液电导率变化，当电解液泄漏并与周围物质混合时，其电导率会明显改变，传感器能迅速捕捉变化并发出警报。pH 值监测装置用于监测电解液酸碱度，全钒液流电池电解液有特定 pH 值范围，若发生泄漏或污染，pH 值会偏离正常范围，通过监测可及时发现异常。例如，储罐出现微小裂缝导致电解液缓慢泄漏时，电导率传感器和 pH 值监测装置能第一时间察觉，将信号传输至监控系统并触发报警，提醒工作人员及时维修处理，避免泄漏恶化，保障储能系统安全运行。

5.2 电池管理系统

5.2.2 本条规定了 BMS 的电量均衡管理功能相关要求，主要原因如下：

(1) 传统均衡策略（如被动能耗均衡）通过电阻消耗多余电量实现均衡，能效低且易产生额外热量。高效均衡控制策略通常指主动均衡（如电容、电感或 DC/DC 转换式均衡），可将高电量电池的能量转移至低电量电池，能量利用率可达 80% 以上，既能减少能量浪费，又能降低系统散热压力，尤其适用于大容量储能场景。

(2) 储能系统电池数量多（成百上千节单体串联/并联），电量差异可能随循环次数快速累积。均衡电流不小于 2A 可缩短均衡时间，确保在单次充放电间隙内完成电量校准，避免差异持续扩大。储能电池单体容量通常为几十至几百安时，小电流均衡难以应对大容量电池的电量差异，而 2A 及以上的均衡电流可匹配储能系统的能量规模，保证均衡效率。

(3) 电量短板损失率指因电池一致性不足导致的系统可用容量损失比例，即实际可用容量与理论总容量的差值占比。该指标要求小于 5% 的原因如下：当某节电池因电量过低成为“短板”并触发保护机制时，整个系统需提前停止充放电过程，这会导致实际可用容量大幅缩水。5% 的阈值可确保系统容量利用率不低于 95%，避免因均衡能力不足造成的能量浪费。同时该指标间接反映均衡策略的有

效性，均衡越精准，“短板”电池对系统的影响越小，整体容量损失也越少。

(4) 均衡功能作为 BMS 的核心模块，其故障率需控制在小于 0.01%（即每 10000 次均衡操作中故障次数小于 1 次）。这一要求的原因在于：均衡模块一旦发生故障，可能导致均衡过程中断，进而引发过充或过放风险。低故障率可有效减少系统因维修导致停机次数，保障储能系统的连续运行能力。

5.2.3 本条对 BMS 的单簇管理能力提出了要求，原因如下：

(1) 储能系统多由多个电池簇并联构成，受制造工艺、使用环境等因素影响，不同电池簇在容量、内阻、衰减速度等方面易产生差异。BMS 具备单簇管理能力，即能独立监测每个电池簇的电压、电流、温度、SOC 等关键参数，并支持单簇独立充放电控制。这一设计的核心价值在于：一方面可避免某一电池簇因性能异常（如容量衰减过快）拖累整个系统的充放电效率；另一方面能根据电网调度需求或电池实时状态，灵活调度单个或部分电池簇参与充放电（如优先启用状态更佳的电池簇），优化系统运行策略，延长整体使用寿命。

(2) 当某一电池簇发生故障（如单体短路、温度异常升高、电压超出安全范围等）时，BMS 需具备快速识别并执行单簇故障退出的能力。通过及时断开故障簇与系统的连接，可有效阻止故障向其他电池簇或整个储能系统扩散。该功能是保障系统安全性的关键屏障：既能避免故障簇因过充、过放或热失控引发连锁反应（如火灾、爆炸），又能确保其他正常电池簇持续运行，减少系统整体停机时间，提升储能系统的可用性。

(3) 随着运行时间延长，电池簇间的性能差异（如 SOC 不一致）会逐步扩大。若长期处于不平衡运行状态，部分电池簇可能因过度充放电加速老化甚至失效。BMS 的簇间均衡能力通过动态调整各簇的充放电功率、时间等参数，可有效缩小簇间性能差距，实现双重目标：一是保证各电池簇在相近状态下运行，延长系统整体循环寿命；二是避免因某一电池簇提前达到寿命终点导致整个系统性能大幅下降，降低后期更换成本。

5.2.4 本条对 BMS 平均无故障工作时间（MTBF）提出了要求，原因如下：

(1) 保障系统长期稳定运行：40000h 约合 4.57 年（按每年 8760h 计算），意味着在设计寿命内，BMS 需具备极低的故障概率。储能系统通常用于峰谷套利、备用电源等关键场景，若 BMS 频繁故障，可能导致电池过充/过放、热失控风险

增加，甚至引发系统停机，影响电力供应稳定性。

(2) 降低运维成本：高 MTBF 可减少 BMS 的维修、更换频率，降低运维人员的工作量和备件成本。对于大型储能电站，单次 BMS 故障的排查和修复可能耗费大量时间，进而影响储能系统的可用性（如减少充放电收益）。

(3) 符合行业可靠性标准：在电力、储能等对安全性要求严苛的领域，关键控制设备的 MTBF 通常需达到数万小时级别。40000h 的要求与《电力储能用电池管理系统》等相关技术规范的可靠性指标相衔接，确保 BMS 在长期高频次充放电循环中保持稳定性能。

5.2.5 BMS 的三级架构及其监控内容具体如下：

(1) BMS 的第一级为电池模块监控单元（底层单体管理）。作为 BMS 的“神经末梢”，其直接对接单体电池，核心目标是实时采集最基础的电池状态参数，为上层管理提供原始数据支撑。具体监测内容包括电压、温度、充放电电流，这些是判断电池是否处于安全工作区间的核心指标，例如磷酸铁锂电池单体电压需严格控制在 2.5-3.65V，温度超过 60℃ 可能引发热失控风险，实时监测可触发保护机制以避免安全事故；同时还监测 SOC、内阻、SOH，其中 SOC 用于精准控制充放电深度以避免过充过放，内阻和 SOH 反映电池老化状态，为后期维护更换提供依据。该层级的技术意义在于，磷酸铁锂电池的单体一致性对成组性能影响极大，单体差异可能导致“短板效应”，而底层监控可及时发现性能异常的单体，为后续均衡控制（如主动均衡充电）提供明确靶点，保障整组电池的一致性和使用寿命。

(2) BMS 的第二级为电池簇管理（中层模块协同），聚焦于由多节单体组成的电池模块集群状态与协同控制，是连接底层单体与上层系统的关键环节，其功能设计的核心逻辑包括：模块级参数监测，即汇总模块内所有单体的电压、温度、电流数据，计算模块总电压、平均温度等，以此判断模块整体是否正常运行；电压均衡控制，即基于第一级上传的单体电压差异，启动均衡功能来调节单体电量，避免某节单体因电压过高/过低成为模块短板；故障检测与记录，即当模块内单体出现持续超温、电压越限等故障时，及时标记故障类型、时间及位置，为维修提供精准定位，若故障不可控，还可触发模块级保护。该层级的技术意义在于，由于电池柜通常包含多个电池模块，中层管理可防止单个模块的故障扩散至整个

柜体，同时通过均衡控制提升模块间的一致性，延长柜体整体寿命。

(3) BMS 的第三级为多台电池簇并机管理系统（顶层系统统筹），作为 BMS 的“中枢大脑”，该层级负责全局协调与系统级决策，适配大规模储能电站中多柜体并联运行的场景，其核心功能及必要性如下：通过汇总所有电池柜的电压、电流、温度数据，掌握系统总功率、总 SOC 等宏观参数，为调度提供依据；根据各电池柜的 SOH 和 SOC 动态分配充放电功率，避免部分柜体过度循环导致早衰；整合各级上传的故障信息，判断故障影响范围，并记录故障日志用于追溯分析；确保与 PCS、EMS 实时通信，实现“电池状态、功率控制、电网需求”的闭环联动。该层级的技术意义在于，多柜体并机是大规模储能的典型架构，顶层管理可通过全局优化提升系统效率，同时在故障时快速隔离风险，保障电站整体安全。

5.2.6 本条规定旨在通过数字化技术实现电池系统全生命周期的智能化管控，具体说明如下：

(1) BMS 独立接入强调电池管理系统（BMS）宜具备不依赖储能变流器（PCS）等其他设备的专属通信接口与协议，能够直接与本地监控数据中心网管系统和云管理系统建立连接，其核心原因在于：一方面，电池状态数据（如单体电压、内阻、热失控预警信号）需优先上传至管理系统，若依赖其他设备中转，可能因数据延迟或丢失影响决策时效性，比如热失控预警需毫秒级响应，而独立接入可保障数据完整性；另一方面，数据中心网管系统与云管理系统的通信协议、数据格式可能存在差异，BMS 通过内置多协议转换模块（如支持 Modbus、MQTT、OPC UA 等）实现独立接入，可达成双向兼容，避免因接口不匹配导致监控盲区。

(2) 实时上传的关键数据包括：单体/模块/柜体的电压、温度、电流、SOC、SOH、均衡状态、故障代码等。

(3) 远程监控通过云管理系统实现对电池系统的异地可视化管理，可实时查看运行参数、调取历史曲线、定位故障位置等。

(4) 基于云平台的智能管理是 BMS 功能的延伸，通过 AI 算法对上传数据进行深度分析，实现预测性维护。例如：根据电池内阻变化速率、容量衰减趋势，提前预测需要更换的单体或模块（如 SOH 低于 80%时预警），避免突发故障；结合电网负荷特性和电池健康状态，自动调整充放电计划，平衡寿命与收益等。

5.3 储能变流器

5.3.2 储能变流器的并网运行模式可实现与电网的实时能量交互，支持峰谷电价套利、新能源发电量消纳等经济性与环保性需求，通过灵活调节充放电策略提升能源利用效率；离网运行模式则能在电网突发故障，如停电、电压骤降等时快速切换至独立供电状态，保障数据中心关键负荷的电力供应连续性，这对维持业务不中断、避免因断电造成的数据丢失或设备损坏至关重要。两种模式的切换宜平滑无缝，确保切换过程中电压、频率波动控制在负载可承受范围内，避免对用电设备产生冲击，实际应用中可根据场景选择模式配置。

5.3.3 储能变流器具备“持续高低电压穿越能力”，是应对电网电压波动或短时故障的关键能力。通过在规定电压范围内持续稳定运行而不解列，为电网故障恢复争取时间，减少因储能系统退出导致的电网扰动；储能变流器具备“频率调节功能”“电压调节功能”“惯量响应功能”则直接服务于电网动态支撑，分别通过快速响应频率偏差、补偿电压波动、模拟旋转惯量特性，增强电网的调频调压能力和抗扰动韧性；储能变流器配置“主动孤岛保护功能”可在电网长时故障时快速检测并隔离，防止储能系统向故障电网反送电，避免对检修人员和设备造成安全风险。上述各项功能应符合现行国家标准《电化学储能系统储能变流器技术要求》GB/T 34120 的规定，确保性能指标的统一性和技术实现的规范性，最终实现纯并网场景下储能系统与电网的安全、高效协同。

5.3.5 供电电压不平衡会导致设备性能下降，影响数据中心的稳定运行，例如三相电机震动加剧、加速绝缘老化等，变频器或开关电源工作异常等。通过严格限制电压不平衡度，确保负载均衡，防止因电压波动引发的设备故障，保障数据中心的高效运作。

5.3.6 动态响应能力是储能变流器离网供电的关键指标，旨在保障负荷突变时的电压稳定，避免瞬间电压尖峰对设备造成损害及电压跌落导致设备停运，确保数据中心设备在负载变化时的安全运行。

5.3.7 SCR 是衡量电网强弱的重要指标，定义为并网点短路容量与接入设备的容量之比。该指标反映了系统对短路故障的承受能力，直接影响电网强度和设备运行稳定性。通常定义 SCR 小于 3 为弱网特征，该工况中过多的电力电子设备接入可能引发电压/频率振荡和同步失稳问题。数据中心负荷容量通常较大，且多采

用专用变电站，因此处于非弱网区域，但仍需通过对 PCS 的弱网接入能力进行限制，确保其多机并联接入时不会诱发电网震荡等问题，确保数据中心电力供应的电能质量。

5.3.8 储能变流器宜具有完备的日志记录和录波功能，这有助于快精准分析故障、定位故障原因，缩短维修时间，提高系统恢复效率，确保数据中心运行的连续性和可靠性。同时，录波数据的详尽记录为后续优化设计和预防类似故障提供重要参考依据。

5.4 储备一体化 UPS

5.4.2 储备一体化 UPS 具有储能供电与备用电源双重功能，其设计时根据实际情况确定。

1 储备一体化 UPS 可结合全国各省市电价在谷时段、峰时段、平时段及尖时段的差异，通过自定义设置实现电池充放电的灵活调控：在电费较低的谷时段或平时段对电池进行充电，将电能存储于电池中；在电费较高的峰时段或尖时段释放电池中存储的低价电能，为负载供电。

2 在部分用电高峰时段，若市电的输入功耗不足以满足机房内重要设备的用电需求，储备一体化 UPS 支持市电与电池联合逆变供电，且两者联合供电的比例支持软件可调，以保证机房供电的灵活性和可靠性。

5.4.4 由于全国各省市的峰、谷、平、尖时段划分存在差异，部分省市在首个峰时段后的谷段或平时段最短仅为 2 小时。虑到传统 UPS 蓄电池充电功率仅为额定功率的 15%，难以在短小时内完成充电以应对后续峰段或尖段，储备一体化 UPS 应具备超级快充功能，即为负载提供 100%满功率供电的同时，支持对电池组进行 100%满功率充电，确保 2 小时内将蓄电池充满电。对于谷段或平时段超过 2 小时的省市，可根据实际需求将充电功率在 0%~100%范围内灵活调节，降低对变压器容量的需求。

5.4.5 某些 UPS 常采用推挽式逆变电路设计，配套铅酸蓄电池时，需以中线作为参考电位来确定正、负极电压基准：当电池组串联升压时，中线连接在电池组中间位置作为 0V 的参考点，正弦波正半周由正极和中线供电，负半周由电池负极和中线供电，两者合并形成完整正弦波输出。但储备一体化 UPS 采用锂离子电池

组时，锂离子电池组由多个锂电池包组成，每个电池包内含多节电芯，若采用三线接线方式，会导致锂离子电池包内部结构及锂离子电池组的接线极为复杂。因此，储备一体化 UPS 应采用无中线技术，仅通过正、负极两根线实现所有电池包的串联，不仅结构简单、可靠性更高，相比三线方式还能节省电池连接线的成本。

6 电气系统

6.1 接入方式

6.1.1 环网结构通过多点连接形成冗余路径，当电网局部故障时，可快速隔离受影响区域，同时保障储能系统与其他节点间的电力互济能力，避免单一故障导致系统瘫痪。

6.1.2 当采用多台 PCS 并联接入同一并网点方案时，各 PCS 装置之间具备良好的同步性与均流性能，以避免因并联运行引发环流问题，影响系统的稳定性和效率。配置工频隔离装置，通过电气隔离作用，有效抑制环流产生，并解决系统绝缘问题，这是保障多 PCS 并联方案可靠运行的重要技术措施之一。

6.2 安防系统

6.2.1 本条旨在提高安防系统的安全性，具体要求如下：

1 储能电池出现故障或热失控时会释放可燃性气体，应采用防爆措施，避免引燃可燃气体。

2 视频数据通过独立专用网络接入监控系统，原因是考虑到视频流对带宽占用较高，若与其他网络共用，易造成网络拥堵，导致数据传输延迟、丢包，可能引发监控响应滞后或控制指令执行偏差等问题；独立网络可保障视频数据传输的稳定性与实时性。

6.3 电源及照明

6.3.3 不间断电源主要为 EMS、PCS、BMS 二次回路供电，涉及主控单元、辅助设备及执行机构（含断路器和接触器），以保证整个储能系统不会因为电网问题而无法启动。备电时间达到 2h，能够为储能系统提供充足的缓冲期，使其正常运行。

7 能源管理系统（EMS）

7.3 数据采集和监控

7.3.3 风光储柴等多源融合应用场景中，由于风电、光伏等分布式电源具有间歇性与波动性特征，储能系统作为核心调节单元，需通过 EMS 实时采集分布式发电装置、负荷的运行数据，动态掌握系统运行状态。EMS 需基于实时采集数据实现发电与用电的动态平衡调节，同步响应电源/负荷状态变更、故障报警、通信中断等异常事件，采取针对性调整措施保障系统稳定运行；针对并网型多源融合场景，还需进一步结合负荷与电源状态信息，制定并执行最优充放电策略，提升系统运行效率与经济性。

7.4 数据分析及优化

7.4.2 能源管理系统通过对储能系统核心参数实时监测与智能分析，可识别电池性能劣化、连接异常、热失控风险等潜在问题，为健康状态评估提供数据支撑；同步构建多级预警体系，按异常严重程度响应：参数接近阈值的轻微异常触发提醒，供运维提前排查；严重故障（如电芯热失控、绝缘失效等）自动停机，防止风险扩散。同时支持系统界面弹窗、短信、微信、邮件等多渠道推送预警信息，确保及时触达运维人员，缩短响应时间，提升运维效率。

7.5 控制功能

7.5.2 储能系统应具备以下控制功能：

(1) 当储能系统作为备用电源启动时，外部电源已断电，储能系统必须工作在离网运行模式，通过逆变输出为负荷供电。在离网运行前应确保电网已经脱开，避免电网恢复供电时的电压、相位冲突损坏系统。

(2) 由于数据中心储能系统在电网正常运行时主要承担并网功能（如峰谷套利、调峰等），其备电容量需独立预留以满足应急供电需求。不同应用场景（如日常备电、极端停电等）对备电容量的需求存在差异，因此为运维人员配置可调整备电容量的人机交互接口，以灵活适配实际需求。

(3) 储能系统的备电能力受限于自身容量，为避免因电量耗尽导致负荷供电

中断，能源管理系统需在储能电量临近耗尽前主动触发备用发电机组启动，通过平滑切换实现供电衔接，保障负荷持续稳定运行。

7.5.3 能源管理系统与光伏、风电、燃油发电机组等供能子系统协同工作，可实现多能互补与高效利用。光伏/风电受自然条件影响存在间歇性和波动性，需通过储能系统的充放电调节实现出力平滑化。当光伏/风电出力大于系统额定功率的 30%时，强制启用绿电模式并将削峰填谷功能降为辅助模式，旨在优先消纳可再生能源，减少弃风弃光，最大化绿电利用比例；此时储能系统主要承担平抑风光波动的任务，兼顾电网协同需求，以适配数据中心对能源低碳化与稳定性的双重要求。这种协同机制既确保了储能对风光能源的有效支撑，又通过模式动态调整平衡了绿电消纳与电网协同的双重需求，最终服务于数据中心能源系统的高效、低碳运行。

7.5.5 优先切除三级负荷，如景观照明、非生产性空调等。

7.5.6 能源管理系统具备防逆流控制能力，是保障微电网或并网系统安全经济运行的关键。当光伏/风电等分布式电源出力大于本地负荷需求时，若多余电能逆向流入电网，可能造成电网电压波动、影响电能质量，甚至违反电网运行规范。通过防逆流控制，能源管理系统可实时监测并网点功率流向，当检测到逆向功率时，及时调节储能系统充放电状态或限制分布式电源出力，确保从并网点流入电网的功率为零或正向，避免电能逆流，维护电网与本地供能系统的协调稳定。

8 储能电站平面布置

8.0.1 电化学储能站进行总平面布置时，要考虑储能站本身安全性和运行维护便利性的要求，同时遵守数据中心相关标准规范对平面布置的规定。

8.0.4 数据中心主体建筑之外的储能系统，按建设形式可分为站房式和集装箱式。站房式指采用建筑物安装的储能系统；集装箱式指采用集装箱、预制舱等形式安装的储能系统。

9 空气调节与给排水

9.1 供暖通风与空气调节

9.1.4 数据中心储能电池故障时可能释放氢气、一氧化碳等可燃气体，电池室（舱）通常划分为 2 区（2 区指正常运行时爆炸性气体混合物不太可能出现，仅在异常情况下短时间存在的区域）。

根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）附录 C，一氧化碳的爆炸性混合物分级为 IIA 级，温度组别为 T1；氢气的爆炸性混合物分级为 IIC 级，温度组别为 T1。由于氢气的爆炸危险性高于一氧化碳，事故通风装置的防爆等级应按氢气的要求确定。

综上，事故通风装置的防爆等级应不低于 Ex d IIC T1 Gb，其中“Ex”表示防爆声明；“d”为隔爆型防爆型式；“IIC”对应最高危险等级的可燃气体；“T1”表示设备最高表面温度不超过 450℃；“Gb”为设备保护级别，适用于 2 区爆炸性环境。

9.1.7 电池室内设计温度参照《电化学储能电站设计规范》GB 51048 的第 9.0.3 的规定执行。

9.1.8 数据中心在运行过程中，IT 设备产生大量余热；储能电站的电池在过渡季节和冬季需维持一定的温度，需要稳定的热源供给。在技术经济合理时，回收数据中心的余热作为储能电站的热源，可提高能源综合利用效率，降低储能电站对外部能源的依赖，减少运行成本和碳排放。

10 消防

10.1 一般规定

10.1.1 本条规定了数据中心储能系统防火设计的基本原则。建筑高度、层数、使用性质，以及储能系统的规模、火灾危险性，是影响建筑消防安全的主要因素，也是确定建筑防火性能和设防标准的重要依据。

10.1.2 本条规定了数据中心储能系统建筑防火设计的基本功能要求。发生火灾时，将火灾蔓延或影响范围控制在尽可能小的范围内，同时为人员疏散提供安全的疏散通道，是建筑防火设计的基本要求。为实现上述功能，除在建筑间保持足够的防火间距外，还应在建筑内合理划分防火分区，采用具有一定耐火极限的建筑构件和防火封堵进行分隔，将火灾控制在可接受范围；同时采取火灾自动报警系统、防排烟系统、自动灭火系统等消防设施，以实现保障人身和财产安全的设计目标。

10.1.3 本条规定了数据中心储能系统消防设施设计的基本功能要求。数据中心储能系统因电池组热失控引发的火灾具有蔓延速度快、难以扑灭的特点，因此在主动消防设施设计时，早期精准报警至关重要。除电池室的火灾探测系统外，通过电池模组和电池柜的火灾早期信息进行探测和预警，可在火灾初始阶段采取必要的防范措施，为后续的灭火救援以及人员安全疏散争取宝贵的时间，大幅提高灭火成功率。

10.1.4 本条规定了数据中心储能系统防火设计的主要依据。本文件消防部分针对数据中心储能系统的防火设计提出了针对性要求，同时明确了其他相关设计应遵循的规范。此外，相关消防系统的设计以及设计采用的产品、材料还要符合其他国家有关标准的规定。

10.2 建筑防火

10.2.1 锂离子电池火灾危险等级分类因涉及规范、应用场景及电池状态差异，存在不同规定。

(1) 不同规范的分类差异

《电化学储能电站设计规范》GB 51048—2014 规定：锂离子电池火灾危险

等级为戊类，耐火等级要求二级。中国化学与物理电源行业协会团体标准《锂离子电池企业安全生产规范》T/CIAPS0002 - 2017）对不同状态电池分类：合格成品电池、无安全缺陷的次废品电池（含浸泡盐水后电池），火灾危险性为丙类；有安全缺陷的次废品电池（如安全测试后产品、运行中发现安全缺陷产品、使用中被破坏的缺陷产品等），火灾危险性为甲类。

(2) 数据中心场景的适配性分析

数据中心储能系统推荐采用磷酸铁锂锂离子电池，其安全性相对更高。同时，数据中心对电池品牌选择、安全管控要求严格，本标准已从安全设计、消防措施等多维度，对磷酸铁锂锂离子电池的使用提出细化要求，以保障其安全存储与运行。

结合《数据中心设计规范》GB 50174）规定：当数据中心按厂房设计时，火灾危险性分类应为丙类，耐火等级不应低于二级。因此，本标准明确磷酸铁锂锂离子电池在数据中心场景的火灾危险性分类，统一按丙类执行（需满足本标准安全、消防等前置条件）。

10.2.2 本条规定了设有储能系统的数据中心建筑的耐火等级要求。具体要求参考了《数据中心设计规范》GB50174-2017 第 13.2.1 条和《电化学储能电站设计规范》GB51048-2014 第 11.1.3 条的规定。

10.2.3 本条规定了储能系统的平面布置要求。根据《电化学储能电站设计规范》GB51048-2014 第 11.3.1 条，“液流电池室宜采用单层建筑，其他类型电池室可采用多层建筑”，因此本条规定了设置储能系统的楼层高度不应大于 24m。同时，考虑到储能系统可能存在的火灾风险，以及人员安全疏散和灭火救援的需要，提出了相关要求。

10.2.4 本条规定了储能系统电池室消防救援口设置的要求。储能系统电池室火灾风险大，是灭火救援的重点区域，因此应设置便于外部直接进行灭火救援的消防救援口。

10.2.5 本条规定了储能系统电池室与室内其他区域的分隔要求。具体措施参考了《电化学储能电站设计规范》GB51048-2014 第 11.3.3 条的相关要求。

10.2.6 为了降低火灾发生和蔓延扩大的风险，有必要对电池室和控制室的室内装修材料提出严格要求。

10.3 自动灭火系统与灭火器

10.3.1 本条规定了锂离子电池室（舱）自动灭火系统的设置要求。为了防止锂离子电池复燃，应尽可能提高锂离子电池室自动灭火系统的持续灭火时间：采用水喷淋灭火系统时宜为 10.0h，采用水喷雾系统时宜为 7.0h，采用细水雾灭火系统时建议喷雾持续时间不小于 30min，最小喷雾强度为 $2.0\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。

消防水源除了市政给水和自身的消防水池外，可考虑天然水源和雨水清水池、中水清水池、水景及游泳池等作为补充水源。当周围建筑的消防水池具备室外取水条件时，也可作为补充水源。

10.3.2 为了防止漏水或误喷带来的灾害或设备损伤，建议采用预作用系统。

10.3.3 本条规定了锂离子电池模块和电池柜（簇）的自动灭火装置的设置要求。本条参考了《电化学储能电站安全规程》GB/T42288-2022 第 5.6.10 条的相关规定。通过在锂电池柜（簇）设置集成火灾探测与灭火功能的一体化柜级消防装置，并在锂电池模组内设置模组级消防装置，可构建起锂离子电池室“房间级—电池柜级—锂电池模组级”三级消防灭火系统，形成全方位安全防护方案，从而保障储能系统在数据中心场景中的安全应用。

10.3.6 锂离子电池室（舱）发生火灾时，为了尽快控制火势，需要快速铺设水带开展灭火救援。

10.5 火灾自动报警系统

10.5.1 本条规定了储能系统主要功能房间火灾探测器设置的要求。具体设计时，火灾探测器类型的选择应符合现行国家标准《电化学储能电站设计规范》GB 51048 的相关规定，其他设计还应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的规定。

10.5.2 本条规定了储能系统电池室（舱）火灾探测器设置的要求。具体设计时，火灾探测器类型的选择应符合现行国家标准《电化学储能电站设计规范》GB 51048 的相关规定，其他设计还应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的规定。

10.5.3 本条规定了气体探测器的两级浓度阈值的触发条件，具体如下：

- 1 第一级告警阈值（单点预警）：单个气体探测器检测到浓度 $\geq 10\%$ LFL

时触发，属于局部异常预警（非整体危险）。典型触发条件参考：氢气探测器 $\geq 0.4\%$ LFL（对应 LFL=4% 时的 10% LFL）、一氧化碳探测器 $\geq 10\text{ppm}$ （具体值需匹配电池热失控特征曲线）。

2 第二级联动阈值（双点确认）需满足以下任一复合条件：1）两个独立探测器均检测到浓度 $\geq 25\%$ LFL，且两次报警时间间隔 ≤ 5 秒；2）单个探测器在触发第一级告警（ $\geq 10\%$ LFL）后，浓度以 $\geq 10\%$ LFL/min 的增幅上升并达到 25% LFL（排除缓慢泄漏，仅针对快速扩散的危险场景）。

10.5.5 储能系统电池管理系统的电池温度等报警信号可作为火灾的预警信号，有助于及时发现和排除火灾隐患，防止火灾发生或蔓延扩大。

11 PUE 值修正

11.0.1 储能系统充放电过程中的能量损耗会增加数据中心总耗电量，但 IT 设备耗电量不变。若采用传统 PUE 计算方法，会导致 PUE 值升高，与储能系统提升能源效率的设计初衷相矛盾。因此，需通过修正方法准确反映储能系统对能源效率的实际影响。

11.0.2 本条文设定的 PUE 调整因子 R，其取值需根据储能系统全年放电量占数据中心总用电量的比例确定，并对应取定不同系数。调整因子 R 的核心功能，是量化数据中心通过配置储能系统实现峰谷负荷调节的实际成效：从运行机制看，储能系统可在电网用电低谷时段储存电能、高峰时段释放电能，一方面能平抑数据中心自身用电负荷波动，优化负荷特性，进而降低高峰时段对外部电网的供电压力，保障电网运行稳定性；另一方面可减少数据中心对高峰时段高电价电力的采购依赖，降低综合用电成本，同时通过电能的合理错峰调度提升整体能源利用效率，最终助力数据中心能效水平的改善与提升。

11.0.3 PUE 分时段加权修正方法是一种考虑了电力成本随时间变化的 PUE 计算方法。计算方法和步骤如下：

(1) 定义时间窗口：将一天划分为多个时间窗口，每个窗口有不同的电力成本。比如峰时段、平时段和谷时段，并为每个时间段分配相应的权重或系数。权重可根据电力成本、可再生能源比例等因素来设定。

(2) 测量各时间段能耗：分别记录每个时间段内数据中心的总能耗、充放电能耗和 IT 设备总能耗。

(3) 计算各时段 PUE。

(4) 峰时段 PUE （此阶段储能放电，减少电网购电量，需计入储能充电损耗）。

$$PUE_{peak} = (\text{总能耗}_{peak} - E_{\text{放电}_{peak}} + E_{\text{充电}_{peak}}) / E_{IT_{peak}}$$

a. 谷时段 PUE (此阶段储能充电)

$$PUE_{valley} = (\text{总能耗}_{valley} + E_{\text{充电}_{valley}}) / E_{IT_{valley}}$$

b. 平时段 PUE:

$$PUE_{normal} = \text{总能耗}_{normal} / E_{I_normal}$$

(5) 加权平均修正

计算加权 PUE：对于每个时间段 t，计算该时间段内的 $PUE \times W_t$ ，其中 W_t 是该时间段的权重。

$$\text{计算 } PUE_{综合} = PUE_{peak} \times W_{t_peak} + PUE_{valley} \times W_{t_valley} + PUE_{normal} \times W_{t_normal}$$

举例子：

假设峰时段权重为 0.4，谷时段权重为 0.3，平时段权重为 0.3，测量各时间段能耗总能耗和 IT 设备总能耗，分别为计算为 $PUE_{peak}=1.29$ ， $PUE_{valley}=1.31$ ， $PUE_{normal}=1.3$

$$\text{修正后的 } PUE_{综合} = 1.29 \times 0.4 + 1.31 \times 0.3 + 1.3 \times 0.3 = 1.299$$

11.0.4 在计算总用电量时，应明确区分储能系统的损耗电量 and 数据中心其他设备的用电量。储能系统的损耗电量可以通过测量储能系统充放电过程中的电量变化来得出。