



# 团体标准

T/CES XXX-XXXX

## 地埋式储能系统技术规范

Technical Specifications for Underground Energy Storage Systems

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

目录

目 次..... II

前 言..... III

1 范围..... 4

2 规范性引用文件..... 4

3 术语和定义..... 4

4 技术要求..... 5

4.1 环境要求..... 5

4.2 结构设计..... 5

4.3 电气设计..... 5

4.4 DIEM 设计..... 5

4.5 去中心化架构..... 6

5 安全要求..... 6

5.1 通用安全..... 6

5.2 安装规范..... 7

6 试验与检验..... 7

6.1 试验方法..... 7

6.2 检验规则..... 8

7 标志包装运输及运维..... 9

7.1 标志..... 9

7.2 包装..... 9

7.3 运输贮存..... 10

7.4 运维..... 10

附 录 A..... 11

## 前 言

本文件按照 GB/T1.1—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》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会储能技术工作组归口。

本文件起草单位：浙江沃橙新能源有限公司。

本文件主要起草人：徐玉平、陈洪图、刘义宏。

本文件为首次发布。

# 地埋式储能系统技术规范

## 1 范围

本文件规定了地埋式储能系统的技术要求、安全要求、试验与检验及标志包装运输及运维等。  
本文件适用于额定能量≥5kWh 的地埋式储能设计、制造、检验及运维。

## 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，详情见表 1。

表 1 引用规范文件

|              |                      |
|--------------|----------------------|
| GB6067.1     | 起重机械安全规程第 1 部分：总则    |
| GB50057      | 建筑物防雷设计规范            |
| GB50311      | 综合布线系统工程设计规范         |
| GB/T3859.2   | 半导体变流器 第 2 部分：额定值的规定 |
| GB/T 4208    | 外壳防护等级（IP 代码）        |
| GB/T5237.2   | 铝合金建筑型材第 2 部分：阳极氧化型材 |
| GB/T6060.2   | 表面粗糙度按照检测。           |
| GB/T7307     | 55 度非密封管螺纹           |
| GB/T34131    | 电力储能用电池管理系统          |
| GB/T36276    | 电力储能用锂离子电池           |
| GB/T42288    | 电化学储能电站安全规程          |
| GB/T 50065   | 交流电气装置的接地设计规范        |
| GB/T 19292.3 | 金属和合金的腐蚀             |
| NB/T47003.1  | 钢制焊接常压容器             |
| TSG81        | 场（厂）内专用机动车辆安全技术规程    |

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 直流组网 DC networking

直流组网是一种基于直流（DC）配电的局部电力分配网络。

### 3.2 地埋式电池 Underground Battery

特指适应地下环境的电池单元或模块化电池组，仅包含电池本体及其必要附属部件。地埋式电池是地埋式储能系统的核心组成部分，一个地埋式储能系统可包含 $\geq$ 一个地埋电池模块。

### 3.3 分布式智能能量管理器 Distributed Intelligent Energy Management

分布式智能能量管理器(DIEM)是一种基于分布式计算和人工智能(AI)技术的能源管理系统，负责协调和优化电力生产、存储、分配和输出，适用于微电网、智能电网或工业能源网络等场景。

### 3.4 地埋式储能系统 Underground Energy Storage System

地埋式储能系统由地上和地下两部分组成，采用模块化设计且规模较大，可能整合多种储能技术。地下部分为地埋式电池单元，通过地下环境实现温度稳定性、物理防护和土地集约利用；地上部分为DIEM柜，两部分通过电气连接构成完整的中大型储能系统，共同完成能量的存储与释放功能。

## 4 技术要求

### 4.1 环境要求

土壤 pH 值：6.5-8.5（参考 GB/T 19292.3）；  
环境温度：-20 至+55℃（参考 GB/T 36276）；  
海拔高度：海拔 $\leq$ 1000m；（参考 GB/T3859.2）；

### 4.2 结构设计

防腐材料：不锈钢/合金铝材料（壳体）；  
壳体防腐时间 $\geq$ 10 年（参考 GB/T19292.3）；  
壳体机械强度：承压 $\geq$ 100kPa。

### 4.3 电气设计

容量 $\geq$ 5kWh；  
防护等级 IP68；  
电芯循环寿命 $\geq$ 6000 次；  
充放电倍率：满足 0.5C -3C（参考 GB/T 36276）；  
泄压设计：横向泄压装置，阈值 $\leq$ 50kPa；  
热管理：电池温度 15℃~35℃。  
BMS 从控温度采集：每个电芯配置一个温度传感器，包括动力线极柱；  
BMS 从控均衡：均衡电流：2A-5A， $\geq$ 92%@2A。

### 4.4 DIEM 设计

#### 4.4.1 直流保护

提供直流接地故障检测，防止直流侧漏电风险。  
接地故障检测：检测范围：0.5mA~10A（DC），响应时间 $\leq$ 200ms；  
断路器分断能力：额定电流 $\leq$ 250A 时，分断时间 $\leq$ 15ms；额定电流 $>$ 250A 时，分断时间 $\leq$ 30ms。

#### 4.4.2 交直流接口

每个电池模块配置独立的熔断保护与直流断路器连接 DIEM。（参考附录 A.2）  
热插拔性能：插拔次数 $\geq$ 3,000 次（额定电流下）；  
直流接口防护等级：IP65（插合状态）/IP54（分离状态）。

4.4.3 通讯协议

有线通信：CAN FD：传输速率≥5Mbps，Modbus-TCP：延迟≤50ms；  
无线通信：5G：支持 3GPP Release 16，NB-IoT：功耗≤0.1W（待机）；  
数据完整性：丢包率<0.001%，CRC 校验失败重传间隔≤100ms。

4.4.4 智能管理

AI 智能预测：基于负载数据和天气预报，优化充放电策略，充放电策略误差≤5%（24 小时预测）；  
SOH 估算：基于温度，电压、阻抗等参数记录，预测电池 SOH，容量衰减预测误差≤5%；  
电压均衡：自动平衡电压、维持直流母线电压稳定，防止过压、欠压或电流冲击，母线电压波动≤±1%额定值（动态负载下）。

4.4.5 实时监测

能量管理与优化要能够实现以下要求，见表 2：

表 2 实时监测功能

| 监测对象  | 监测参数          | 技术指标                  | 数据采集频率  |
|-------|---------------|-----------------------|---------|
| 储能电池  | 单体电压、温度、SOC   | 电压检测精度：±5mV，温度±1℃     | 0.5 秒/次 |
| 功率变换器 | 端电压、当前功率、桥堆温度 | ESR 检测误差≤3%           | 0.2 秒/次 |
| 系统环境  | 箱体形变、内部气压     | 形变检测分辨率 0.1mm，压力±50Pa | 5 秒/次   |

4.5 去中心化架构

根据地埋式电池规定的上下限及项目具体的装机容量需求进行掩埋，地埋式电池按照固化程序或云端下发的策略进行自动的切入或切出。当某一电池单元发生故障（如热失控）时，系统通过直流组网管理器（DIEM）快速切断该单元与母线的连接，无需中央控制器干预。

4.5.1 自主决策

故障诊断响应时间：≤2s（从传感器输入到 BMS 指令输出）；  
本地控制周期：≤200ms（电压/电流闭环调节）。

4.5.2 故障隔离

故障切除时间：≤2s（含 DIEM 动作+断路器分断）。

4.5.3 动态组网

功率调整延迟：≤2s（90%阶跃负载）；  
多源协同精度：有功功率分配误差≤±3%设定值。

5 安全要求

5.1 通用安全

绝缘电阻≥1MΩ；  
接地电阻≤4Ω（参考 GB/T 50065）；  
防火间距≥0.5m（参考附录 A.1）；  
开启压力≤50kPa；

热失控温度 $\geq 130^{\circ}\text{C}$ （参考 GB/T 36276）。

## 5.2 安装规范

埋深 $\geq 2.0\text{m}$ （参考附录 A.1）；

基层黄沙厚度 $\geq 0.5\text{m}$ （参考附录 A.1）；

上层黄沙厚度 $\geq 0.5\text{m}$ ；

左右间距 $\geq 0.5\text{m}$ （参考附录 A.1）；

高压电缆和通讯线缆需用颜色或标签区分；

埋入地下处需标明严禁挖掘。

## 6 试验与检验

### 6.1 试验方法

#### 6.1.1 防水试验

防水实验要求：表面无形变、内部无渗水、电器元件正常运行。

防水试验步骤：

1) 防水试验按照 GB/T 4208 进行，在 20m 水深浸泡 72 小时；

2) 72 小时内持续监测通讯信息；

3) 72 小时后出水后、检查表面是否形变，拆箱检查内部有无渗水，电器元件是否运行正常。

#### 6.1.2 盐雾试验

盐雾试验要求：表面无起泡、最大单边无扩蚀。

盐雾试验步骤：

1) 实验前处理：

试样表面清洁，去除油污、灰尘等杂志；

非测试区域采用耐腐蚀材料遮蔽。

2) 试验条件设置：

试验温度： $(35 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ；

盐水浓度： $(50 \pm 5)\text{g/L}$ ；

盐水 PH 值：3.1-3.3；

盐雾沉降率： $(1.5 \pm 0.5)\text{ml/h/80 m}^2$ 。

3) 试验执行：

连续喷雾 $\geq 240$ 小时，每 24 小时检查盐雾沉降量，调整至规定范围。

4) 试验后检测：

试样用去离子水冲洗，室温干燥 24 小时；

目视检查表面腐蚀状况（起泡、锈蚀、涂层剥落）；

测量最大单边扩蚀尺寸（游标卡尺精度 0.02 mm）。

#### 6.1.3 热失控测试

热失控测试要求：单模组触发不扩散。

热失控测试步骤：

1) 将地理式电池以额定功率与其标称电压的比值作为电流值对其进行恒流充电；

- 2) 设定连续监测到 3 个温升速率值均 $\geq 3^{\circ}\text{C/s}$  或起火或爆炸为发生热失控的判定条件;
- 3) 记录触发对象的电压、温度、温升速率, 记录试验现象, 包括膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸以及外壳破裂位置;
- 4) 当触发电池模块内最高温度达到  $300^{\circ}\text{C}$  或试验时间达到 4h 或任一电池单体达到发生热失控的判定条件时, 停止充电;
- 5) 观察 24h,记录触发电池模块与监测电池模块的电压、温度、温升速率, 记录试验现象, 包括膨胀、漏液、冒烟、起火、爆炸以及外壳破裂位置;
- 6) 断开埋地式电池与充放电装置的连接;
- 7) 按照 GB/T36276-2023 规定的方法对触发电池模块和监测电池模块进行绝缘性能试验, 记录测试电压、绝缘电阻数值。

6.2 检验规则

6.2.1 出厂检验

出厂: 每套产品均应进行出厂检验, 出厂检验项目应符合规定, 其中防护等级试验只需试验防水性能;

表 3 出厂检验内容:

| 检验内容     | 检验标准  |
|----------|---|
| 结构完整性    | 箱体外观无明显碰撞、裂痕、损伤   |
| 外观       | 外观漆层完整、无明显色差  |
| 标记       | 危险、注意操作的地方贴有安全标识、且清晰醒目<br>铭牌、标志、标记完整清晰  |
| 性能       | 充电运行是否正常<br>通讯连接是否正常 (内容是否正常显示、设备监控)  |
| 电池簇      | 初始电压, 测量电池簇总电压<br>检查 BMU 地址及标签与图纸要求一致<br>绝缘表在电池簇正极对地、电池簇负极对地间施加 DC1000V 电压, 持续时间 60s, 绝缘阻值 $\geq 1\text{M}\Omega$<br>耐压表在电池簇正极对地、电池簇负极对地间施加 DC1000V, 持续时间 60s, 耐压阻值 $\leq 1\text{mA}$ |
| BMU 上电检查 | 检查总电压, 单体电压值、单体温度值在正常范围内, 绝缘检测数值正常, 无告警状态   |
| 初次运行测试   | 电池簇以 0.5P 模式运行, 充电 30 分钟, 观察 BMS 通讯、单体电压、单体温度数据正常。BMS 运行正常后安排气密性测试, 无告警状态   |

6.2.2 型式检验

型式: 存在新产品投产、厂址变更、停产超过一年后复产、结构、工艺或材料有重大改变及合同约定情形时应当进行型式检验, 具体内容见表 4。

表 4 型式检验内容

| 检验类别/情形  | 检验内容与要求                                     |
|----------|---|
| 型式检验触发条件 | 新产品投产、厂址变更、停产超过一年后复产、结构/工艺/材料重大改变、合同约定时需进行。 |
| 检验目的     | 验证产品设计/工艺全面符合标准要求。                          |
| 检验范围     | 性能测试、安全性评估、环境适应性测试、破坏性测试。                   |
| 检验机构要求   | 第三方实验室或具备资质的企业实验室。                          |

|          |  |
|----------|--|
| 检验用途     | 作为产品认证、技术准入的依据。                            |
| 抽样方法（示例） | 连续生产抽样（CSP）：初始 100% 检验，连续 i 件合格后转为 1/n 抽样。 |
| 检验仪器要求   | 测量仪器技术指标需符合标准（见表 5）。                       |

表5 测量仪器

| 名称     | 精度     |
|--------|--------|
| 量具     | 0.2 级  |
| 温度计    | ± 1.0℃ |
| 湿度计    | ± 3%   |
| 电流传感器  | 0.2 级  |
| 电压传感器  | 0.2 级  |
| 数据采集装置 | 0.2 级  |
| 压力传感器  | 0.2 级  |

## 7 标志包装运输及运维

### 7.1 标志

铭牌应保证字迹在使用期内不易磨灭。铭牌宜放在显著位置，应包含但不限于以下内容：

a) 产品名称、编码、型号、商标；

b) 产品主要技术参数：

工作电压，单位为伏特(V)；

直流电压，单位为伏特(V)；

额定电量，单位为千瓦时或兆瓦时(kWh 或 MW · h)；

额定功率，单位为千瓦(kW)；

产品尺寸；

制造依据(标准号)；

重量，单位为千克或吨(kg 或 t)；

c) 散热方式；

d) 产品序号（出厂编号）；

e) 生产日期；

f) 生产厂名、厂址。

### 7.2 包装

随附文件：

包装内含产品合格证、产品使用说明书、检验报告等随行文件；

地理式储能系统提供的文件符合如下规定，见表 4。

表 5 规定

| 文件名称         | 内容/包括但不限于以下信息                                      |
|--------------|--|
| 储能系统型式出厂检验报告 | 产品型式检验报告   |
| 用户手册         | 产品特性的一般描述、安装前后准备事项和要求说明、调试说明、人机界面控制说明、维护等说明        |
| 产品合格证        | 出厂检验合格依据   |
| 个人防护装备指南     | 执行不同任务所需的个人防护装备的使用与维护<br>储能系统附件区域预防闪弧、电击的特殊防护措施的说明 |

### 7.3 运输贮存

运输电量 20%~50%;

贮存电量 30%~80%;

贮存环境温度 20℃~35℃;

空气相对湿度宜≤95%;

### 7.4 运维

所有运维操作需同步上传云端日志，数据保留周期≥5 年。

#### 7.4.1 运维人员培训要求

培训内容:

储能单元运行原理、BMS 系统操作、云端运维平台使用、安全防护策略、电压-温度关联性故障诊断;

培训考核: 通过理论考试 (≥80 分) 及实操测试 (100%合规操作) 方可上岗;

复训周期: 每 12 个月至少 1 次, 内容涵盖系统更新及新增风险点。

#### 7.4.2 工具与备件管理

专用工具: 独立存放、标识清晰, 使用后清洁消毒 (酒精擦拭), 禁止混用;

备件库存: 按资产清单保有最低库存 (≥2%系统关键部件数量), 每月盘点更新;

仪器仪表: 绝缘测试仪 (1000V/1GΩ)、红外热像仪 (±2℃)、接地电阻仪 (0.01Ω分辨率), 校准周期≤12 个月。

#### 7.4.3 技术文档管理

表 6 文档管理

| 文档类型 | 具体内容                            | 保存要求            |
|------|---------------------------------|-----------------|
| 设计文件 | 竣工图纸、改造记录、设备清单 (含 SN 码)         | 云端+本地双备份, 版本号管理 |
| 系统逻辑 | 自动组网拓扑图、DIEM 控制算法说明             | 加密存储, 权限分级      |
| 测试记录 | 验收报告、绝缘测试数据 (≥1MΩ)、点表 (含传感器 ID) | 至少保留 10 年       |

## 附录 A

## 参考示意图

## A.1 地埋式储能系统示意图

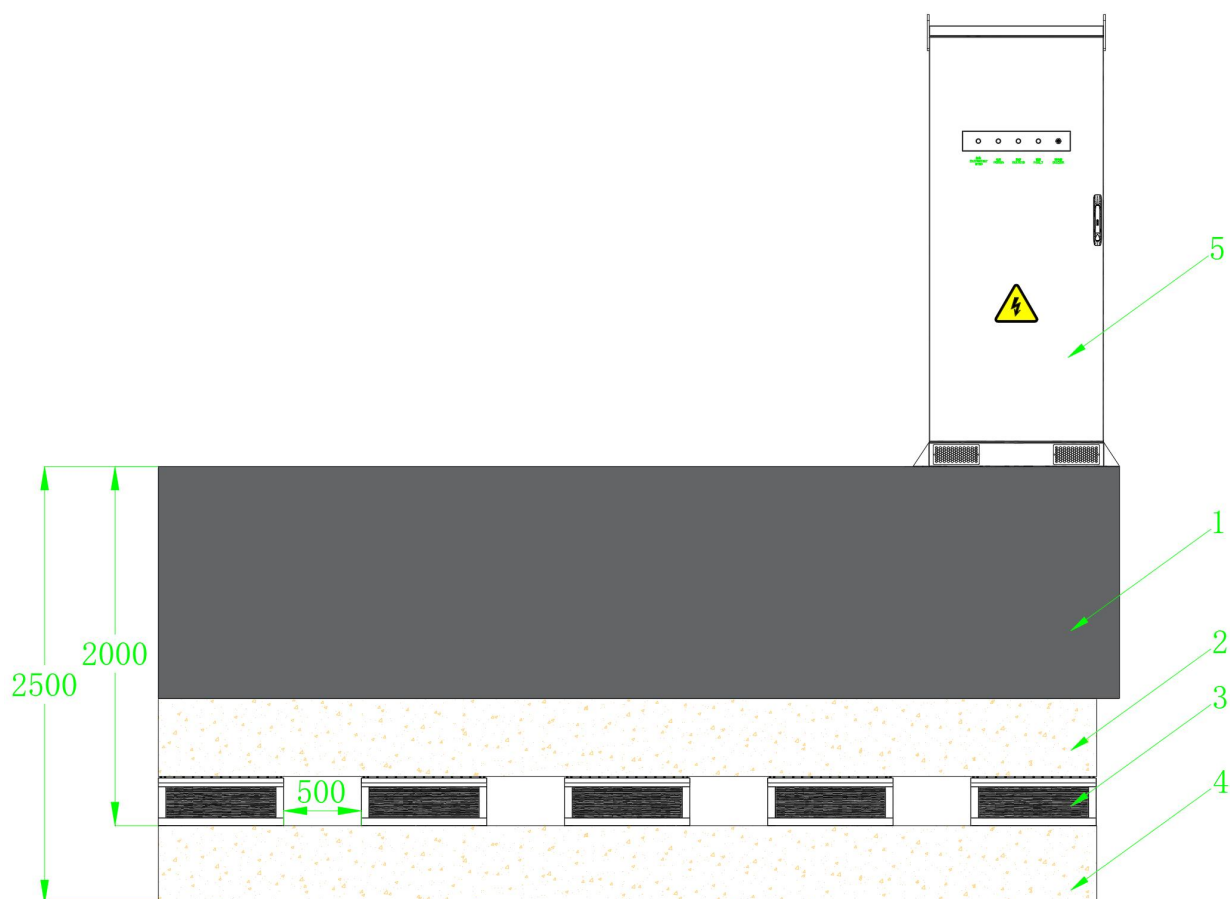


图 A1 地埋式储能系统布置示意图

附图说明如下：

标号 1：地埋回填土层；

标号 2：上层黄沙层；

标号 3：地埋储能电池；

标号 4：下层预埋黄沙层；

标号 5：DIEM 分布式智能能量管理器。

## A.2 DIEM 电气示意图

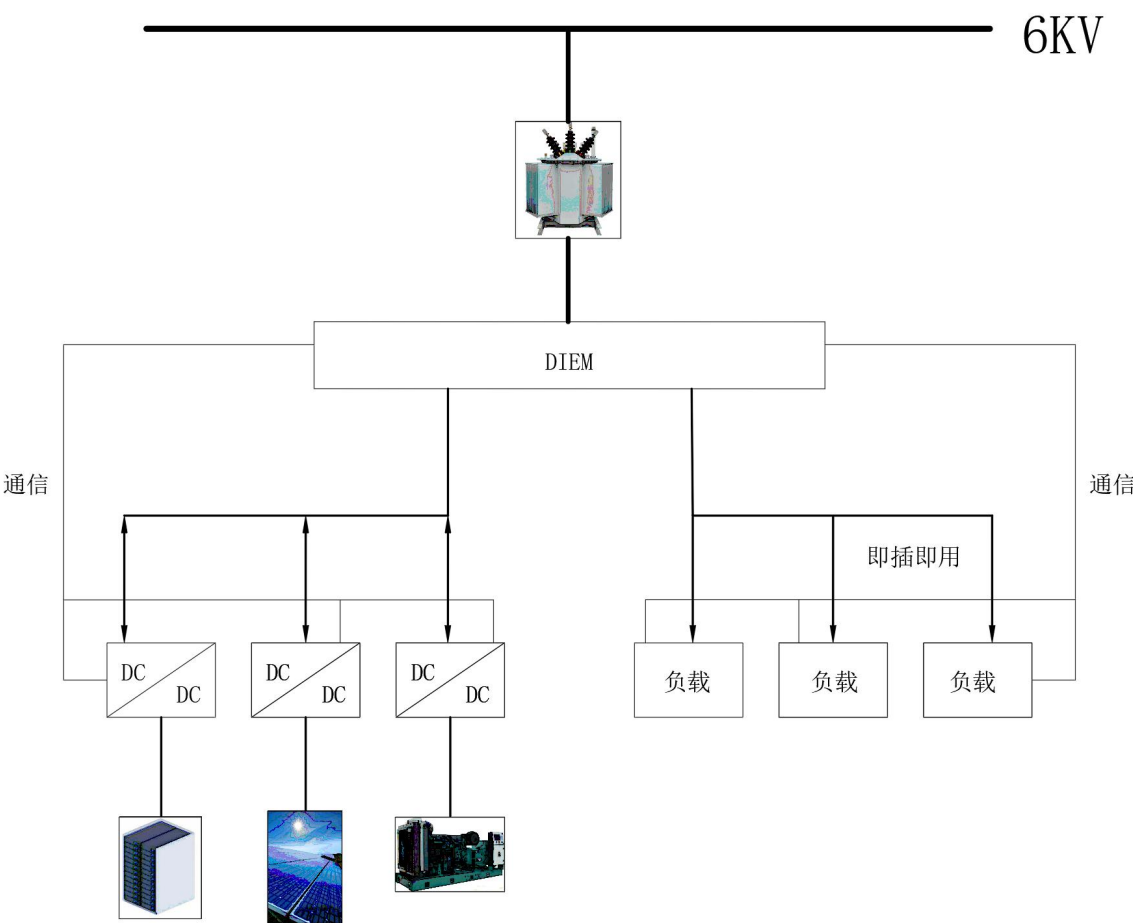


图 A2 DIEM 电气示意图