



团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

电化学储能电站有功功率控制系统技术 要求

Technical Requirements for Active Power Control System of Electrochemical
Energy Storage Power Station

（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 次.....	I
前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 系统架构.....	2
4.1 参考架构	2
4.2 架构层级	3
5 主要功能.....	3
5.1 站控层主要功能	3
5.2 间隔层主要功能	4
6 技术要求.....	4
6.1 站控层技术要求	4
6.2 间隔层技术要求	4

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》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：国网山东省电力公司电力科学研究院、华北电力大学、西安交通大学、国网山东省电力公司济南供电公司、国网山东省电力公司枣庄供电公司、国网山东省电力公司济宁供电公司、积成电子股份有限公司。

本文件主要起草人：王毓琦、孙其振、廖大鹏、洪烽、梁博洋、李军、高嵩、阚常涛、贾玉健、秦昆、张海、张英彬、揭一鸣、徐俊、郭喆晨、杨坤龙、李嫣然、陶旋旋、王冲。

本文件为首次发布。

电化学储能电站有功功率控制系统技术要求

1 范围

本文件规定了电化学储能电站有功功率控制系统的架构、主要功能及技术要求。

本文件适用于 35kV 及以上电压等级接入公用电网的电化学储能电站。其他电压等级并网的储能系统可参照执行。

2 规范性引用文件

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

GB/T 34120 电化学储能系统储能变流器技术要求

GB/T 34131 电力储能用电池管理系统

GB/T 36547 电化学储能电站接入电网技术规定

GB/T 36548 电化学储能电站接入电网测试规程

GB/T 40095 智能变电站测控装置技术规范

GB/T 40595 并网电源一次调频技术规定及试验导则

GB/T 42313 电力储能系统术语

DL/T 2246.2 电化学储能电站并网运行与控制技术规范第 2 部分：并网运行

DL/T 2246.7 电化学储能电站并网运行与控制技术规范第 7 部分：惯量支撑与阻尼控制

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

储能变流器 power conversion system; PCS

连接电池系统与电网(和/或负荷)，实现功率双向变换的装置。

3.2

电池管理系统 battery management system; BMS

监测电池电压、电流、温度等参数信息，并对电池的状态进行管理和控制的装置。

3.3

惯量响应 inertia response; IR

当电力系统频率快速变化时，电化学储能电站响应于电力系统频率变化率调整有功功率的控制功能。

3.4

荷电状态 state of charge; SOC

电池实际(剩余)可放出的瓦时容量与额定的可放出最大瓦时容量的比值。

3.5

紧急功率支撑装置 emergency power support device; EPSD

电力系统突发功率缺额或频率波动时，储能快速注入/吸收功率以维持电网稳定运行的装置。

3.6

能量管理系统 energy management system; EMS

用于监控、管理及优化能源流动和能源消耗，集软硬件于一体的计算机管理系统。

3.7

一次调频 primary frequency control; PFC

当电力系统频率偏离目标频率时，电化学储能电站响应于电力系统频率偏差自动调节有功功率的控制功能。

3.8

自动发电控制 automatic generation control; AGC

在电化学储能电站在规定的出力调整范围内，跟踪电力调度指令，按照一定调节速率实时调整电站出力，以满足电力系统频率和联络线功率控制要求的服务。

3.9

主动支撑装置 active support device; ASD

可实时感知电网运行状态，通过主动调节有功、无功功率，为电化学储能电站提供一次调频、惯量、快速调压的电力控制设备。

4 系统架构

4.1 参考架构

4.1.1 电化学储能电站有功功率控制系统架构包括 AGC 子站、主动支撑装置、紧急功率支撑装置、EMS、协调控制器、PCS 等设备/系统。参考架构有 2 种。推荐方案一架构适用于 EMS 和协调控制器分立的系统，见图 1。推荐方案二架构适用于无协调控制器的系统，见图 2。

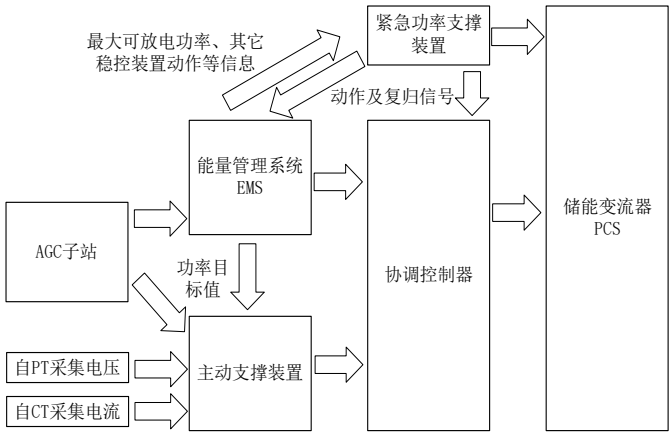


图 1 方案一架构

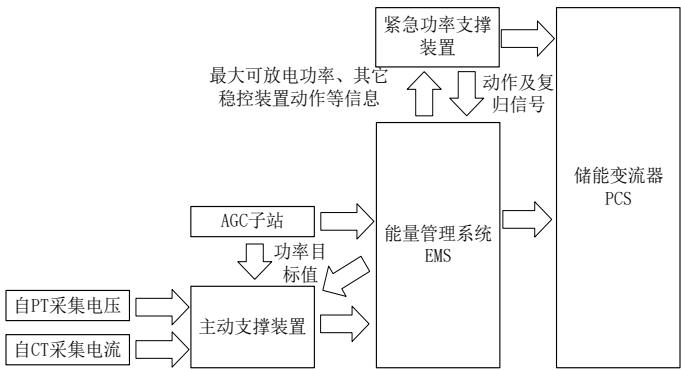


图 2 方案二架构

4.1.2 方案一适用于 EMS 无法满足一次调频响应滞后时间、上升时间、调节时间和惯量响应时间要求的场景。方案二适用于 EMS 满足一次调频响应滞后时间、上升时间、调节时间和惯量响应时间要求的场景。

4.1.3 方案一有功功率响应流程如下：

- a) 未触发一次调频、惯量响应、紧急功率支撑时，AGC 子站将场站目标有功功率指令发送至 EMS 和主动支撑装置。EMS 将场站有功功率目标值发送至协调控制器。协调控制器实现有功功率分配，并将分配后的有功功率指令发送至各 PCS。
- b) 触发一次调频或惯量响应时，主动支撑装置将场站功率目标值或调节量给协调控制器。协调控制器实现指令仲裁和有功功率分配，并将分配后的有功功率指令发送至各 PCS。
- c) 触发紧急功率支撑时，紧急功率支撑装置发送信号给 PCS 和协调控制器。协调控制器闭锁有功功率下发，不向 PCS 发送有功功率指令。

4.1.4 方案二有功功率响应流程如下：

- a) 未触发一次调频、惯量响应、紧急功率支撑时，AGC 子站将场站目标有功功率指令发送至 EMS。EMS 实现功率分配，并将分配后的有功功率指令发送至各 PCS。
- b) 触发一次调频或惯量响应时，主动支撑装置将场站功率目标值或调节量给 EMS。EMS 实现指令仲裁和有功功率分配，并将分配后的有功功率指令发送至各 PCS。
- c) 触发紧急功率支撑时，紧急功率支撑装置发送信号给 PCS 和 EMS。EMS 闭锁有功功率下发，不向 PCS 发送有功功率指令。

4.2 架构层级

4.2.1 站控层由 AGC 子站、EMS、协调控制器、主动支撑装置、紧急功率支撑装置、远动工作站、工程师站等构成，面向全站进行运行管理。

4.2.2 间隔层由保护测控装置、PCS、BMS、间隔层网络设备、网络接口设备等构成，面向单元设备进行就地测量和控制。

5 主要功能

5.1 站控层主要功能

5.1.1 总体功能

5.1.1.1 站控层应具备指令接收与预处理功能，对接电网调度层，接收远程总功率指令及控制模式指令，精准跟踪调度计划，将调度指令转化为设备可执行的功率调节信号。

5.1.1.2 站控层应具备独立监测电网频率变化，触发一次调频响应并输出调频功率指令，提供虚拟惯量支撑以维持电网频率稳定，按规范完成各类指令的校验、滤波及预处理工作，确保指令有效性。

5.1.2 设备功能

5.1.2.1 EMS 应具备全站能量管理功能，负责独立储能电站全站能量管控，接收 BMS 反馈的电池电压、温度、SOC 等相关参数，对功率指令进行安全约束，避免电池过充、过放、过温等情况发生，确保功率调节符合电池运行安全要求及全站能量优化目标。

5.1.2.2 AGC 子站应包括主站遥调、计划曲线和电厂控制三种模式：

- a) 主站遥调：子站应能接受并仅执行主站通过基点调节、实时调节和自由发电模式下发的遥调指令；
- b) 计划曲线：子站接收并仅执行主站下发的计划曲线；
- c) 电厂控制：此模式下，场站有功功率控制目标由子站自行设置。

主站遥调、计划曲线和电厂控制三种控制模式为互斥关系，同一时刻仅能投入其中一种控制模式。

5.1.2.3 主动支撑装置功能包括：

- a) 应具有一次调频功能，调节速率和控制精度应满足电网调度机构的要求。当电力系统频率下降且超过调频死区时，装置应根据一次调频曲线增大放电有功功率或减少充电有功功率。当电力系统频率上升且超过调频死区时，电化学储能电站应根据一次调频曲线减小放电有功功率或增大充电有功功率。装置应将一次调频的投退信号、动作状态信号上传至电网调度机构。
- b) 应具备惯量响应功能，调节速率和控制精度应满足电网调度机构的要求。当系统频率偏差值超过死区时，装置应提供惯量支撑，根据频率的变化率，改变其有功功率输出，包括需切换充放电状态的情况。装置应将惯量响应的投退信号、动作状态信号上传至电网调度机构。
- c) 应具备防误告警功能。装置处于非动作状态时，校核自身计算的功率与接收到的 AGC/EMS 等系统当前功率目标值偏差，若偏差超过额定功率的 10%且持续 1min 应告警。报警宜采用声、光等提示方式。

5.1.2.4 紧急功率支撑装置应具备紧急功率支撑的能力，在规定时间内达到最大可放电或可充电功率。

5.2 间隔层主要功能

5.2.1 总体功能

间隔层主要功能是接收站端控制层指令、执行有功功率调节、保障设备安全运行及能量高效转换。

5.2.2 设备功能

5.2.2.1 BMS 功能包括：

- a) 应具有电压、电流、温度、压力、流量、气体浓度、液位、绝缘电阻的采集功能，其采集误差和采样周期应符合 GB/T 34131 的相关规定。
- b) 应具有通信、报警和保护、控制、状态估算、参数设置、数据存储、数据统计、自诊断和时间同步等功能，并符合 GB/T 34131 的相关规定。

5.2.2.2 PCS 功能包括：

- a) 充放电、功率控制、并离网切换、保护、通信、自检等功能应符合 GB/T 34120 的相关规定。
- b) 应具备故障诊断功能，应能在异常情况时进行报警，报警宜采用声、光等提示方式。报警内容应包含极性反接、交流进线相序错误、直流电压异常、过电流、过温、通信异常和冷却系统异常等故障。储能变流器发出报警信号后，应进入异常运行或故障保护状态。

6 技术要求

6.1 站控层技术要求

6.1.1 站控层应统筹考虑各类控制装置/系统动作优先级顺序，执行高优先级命令时应闭锁低级指令，确保各项功能可靠协调。应在协调控制器（方案一）或 EMS（方案二）实现优先级功能。第一优先级为紧急功率支撑装置，第二优先级为主动支撑装置，第三优先级为 AGC 或 EMS 内的稳态调节功能。

6.1.2 采用方案二时应确保 EMS 的响应时间能够达到协调控制器的同等技术性能。

6.1.3 AGC、一次调频、惯量、紧急功率支撑性能符合 GB/T 36547 的相关规定。

6.1.4 紧急功率支撑装置动作时，应向协调控制器和 EMS 发送动作标志，动作结束后应发送复归标志。协调控制器和 EMS 接收到动作标志后、未接收到复归标志前，不下发指令，不执行其他装置/系统发来的指令。协调控制器和 EMS 接收到复归标志后，恢复接收所有命令的功能。

6.1.5 主动支撑装置技术要求如下：

- a) 主动支撑装置动作时，应向协调控制器或 EMS 发送功率指令，并同步发送动作标志；动作结束后，应发送复归标志。协调控制器或 EMS 接收到动作标志后、未接收到复归标志前，执行当前功率指令或更高优先级装置发来的指令，不得执行更低优先级装置发来的指令。协调控制器或 EMS 接收到复归标志后，恢复接收所有命令的功能。
- b) 主动支撑装置复归后，应根据 AGC 模式和指令将电站功率调整到位，再交还控制权。
- c) 应具备频率防抖功能。频率第一次越过动作死区后，应持续 150~200ms 始终越过死区方才确认频率越限；频率返回死区后，应持续 150~500ms 在死区之内方才确认频率恢复正常。
- d) 应直采场站并网点电压、电流，计算频率、频率变化率、功率等指标，不得采用 AGC、EMS 等系统发送的功率值；采样指标应满足：
 - 1) 频率测量误差不大于 0.005Hz；
 - 2) 计算频率的时间窗口应为 150~250ms；
 - 3) 频率采样周期不大于 20ms。

6.2 间隔层技术要求

6.2.1 BMS 技术要求如下：

- a) 电压、电流、温度、压力、流量、气体浓度、液位、绝缘电阻的采集误差和采样周期应符合 GB/T 34131 的相关规定。

- b) 电压、电流、温度、压力等保护设定值应满足安全运行要求。

6.2.2 PCS 技术要求如下：

- a) 充放电、功率控制、并离网切换、保护、通信、自检等功能应符合 GB/T 34120 的相关规定。
 - b) 电压、电流、温度等保护设定值应满足安全运行要求。
-