ICS XXXXXX
CCS X XXX

团　　体　　标　　准

T/CIECCPA XXX—20XX

光储一体化发电系统优化节能控制技术要求

Optimization and Energy-Saving Control Method for Integrated Photovoltaic and Storage Power Generation System

（征求意见稿）

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

中 国 工 业 节 能 与 清 洁 生 产 协 会　发布

目　　次

前言.....I
1　范围.....1
2　规范性引用文件.....1
3　术语和定义.....1
4　技术组成.....2
5　技术要求.....3
6　检验方法.....4
7　验收标准.....5
8　运行与维护.....5

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

光储一体化发电系统优化节能控制技术要求

1 范围

本文件规定了光储一体化发电系统在优化节能控制方面的系统组成、技术要求、检验方法、验收标准及运行与维护。

本文件适用于新建、改建和扩建的，以35kV及以下电压等级接入电网的光储一体化发电系统（以下简称“系统”），其他电压等级的系统可参照执行。

本标准主要面向系统集成商、运营商、设计单位及检测机构，用于指导其进行系统的设计、集成、控制策略开发、性能评估和验收。

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 12325 电能质量 供电电压偏差
GB/T 12326 电能质量 电压波动和闪变
GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡
GB/T 19939 光伏系统并网技术要求
GB/T 34120 电化学储能系统接入电网技术规定
GB/T 36547 电化学储能系统接入电网测试规范
NB/T 32016 光伏发电站功率控制技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光储一体化发电系统 PV-Storage Integrated Generation System

将光伏发电单元、储能系统（通常为电化学储能）、能量管理系统、变流器以及相关辅助设备通过物理和电气连接集成为一个协同运行的统一发电系统。

3.2

优化节能控制 Optimal Energy-Saving Control

以提高系统整体能效、降低运行成本、提升经济效益为目标，通过高级算法对光伏、储能、并网/离网功率进行实时或前瞻性调度与控制的技术。

3.3

能量管理系统 Energy Management System, EMS

具备数据采集、监视、控制和优化功能的软硬件平台，是实施优化节能控制的核心。

3.4

运行模式 Operation Mode

系统根据预设目标或调度指令所选择的工作状态。主要包括：最大自发自用模式、削峰填谷模式、需量控制模式、电网调度模式、离网运行模式等。

3.5

削峰填谷 Peak Shaving and Valley Filling

在电网负荷高峰时段利用储能放电以减少从电网的购电，在负荷低谷时段利用电网或光伏富余功率为储能充电的运行策略。

3.6

需量控制 Demand Control

通过预测和实时调节，将用户从电网获取的瞬时功率最大值（需量）控制在合同约定的阈值以下，以降低基本电费的运行策略。

3.7

平滑波动 Power Fluctuation Smoothing

利用储能的快速充放电特性，抑制因光照变化导致的光伏输出功率剧烈波动，使其满足并网技术要求。

3.8

状态 of 电荷 State of Charge, SOC

储能电池当前剩余容量与其额定容量的百分比。

4 系统组成

4.1 硬件层

硬件层应至少包括下列单元：

a) 发电单元：光伏组件、汇流箱、逆变器等。

b) 储能单元：储能电池、电池管理系统（BMS）、储能变流器（PCS）。

c) 控制与通信单元：能量管理系统（EMS）服务器、数据采集与监视控制（SCADA）系统、智能电表、通信网络（如以太网、工业总线、4G/5G 等）。

d) 保护与接入单元：并网点开关、保护装置、电能质量治理设备（可选）。

4.2 软件与算法层

软件与算法层应至少包括下列模块：

a) 预测模块：短期光伏发电功率预测、短期负荷预测。

b) 优化决策模块：基于预测数据、电价信号、设备状态等，以经济性最优或能效最高为目标，制定储能系统的日前/日内充放电计划。

c) 实时控制模块：接收优化决策指令，并考虑实时运行状态，对储能系统、PCS、光伏逆变器等设备下发精确的功率控制指令，实现优化目标。

d) 数据管理与人机交互模块：存储历史运行数据，提供系统状态监视、参数配置、报表生成等功能的图形化界面。

4.3 通信与接口

系统各组成部分之间应具备稳定、可靠的通信能力，支持 can、Modbus TCP/RTU、IEC 104、MQTT 等主流工业通信协议，确保数据交互的实时性和准确性。

5 技术要求

5.1 总体要求

系统应具备高可靠性、高效率和智能化运行能力。EMS 应能根据预设策略，实现系统内能量的最优分配。

5.2 优化节能控制策略要求

5.2.1 基于电价信号的削峰填谷策略

EMS 应能够根据预设的分时电价模型，自动生成并执行最优的充放电计划。

5.2.2 光伏功率波动平滑策略

EMS 应能设定平滑滤波时间常数，动态抑制光伏功率波动，并使并网点功率变化率不超过设定值，如每分钟变化不超过额定功率的 10%。

5.2.3 需量控制策略

EMS 应能实时监测用户总负荷，在功率峰值可能超过合同需量时，自动启动储能放电，抑制最大需量，降低基本电费。

5.2.4 孤岛运行与并离网无缝切换策略

EMS 应能在电网故障时快速检测异常并切换至离网模式，保证关键负荷不间断供电；电网恢复后，应能自动同步并平滑切换回并网模式。

5.2.5 多目标优化运行策略

EMS 应支持以用电成本最低、自发自用率最高或碳排放最低等为单一或多重目标的优化运行模式。

5.3 性能指标要求

5.3.1 系统综合能效

在额定工况下，系统从光伏输入端到并网或负载输出端的循环综合能效不应低于 88%。

5.3.2 控制响应时间

EMS 下发控制指令到 PCS/BMS 开始执行的响应时间应小于 500ms。

5.3.3 功率控制精度

PCS 的有功功率输出或输入控制偏差不应超过额定功率的±3%。

5.3.4 电能质量

系统并网点的谐波、电压偏差、频率偏差等应符合 GB/T 14549、GB/T 12325 及其他相关国家标准的规定。

5.4 安全与保护要求

5.4.1 储能系统保护

优化控制策略必须在储能系统安全运行边界内进行，严格遵守 BMS 提供的 SOC、温度、电压、电流等安全窗口，防止过充过放。

5.4.2 电网适应性

系统的运行不得恶化公共连接点的电能质量，电压偏差、谐波、闪变等指标应符合 GB/T 12325, GB/T 14549, GB/T 12326, GB/T 15543 的规定。

5.4.3 故障处理

当系统内任何设备发生故障或通信中断时，EMS 应能采取预设的安全策略（如停机、降额运行、切换到被动模式等），并发出告警信息。

5.5.4 电气安全

具备过压、欠压、过流、短路、绝缘故障等保护功能。

5.4.3 并网安全

必须具备防孤岛保护功能，并网/离网切换逻辑必须安全可靠。

6 检验方法

6.1 控制策略验证

6.1.1 削峰填谷策略测试

模拟分时电价信号，验证系统在谷时段充电、峰时段放电的行为是否符合预设逻辑，并记录充放电功率和电量。

6.1.2 波动平滑测试

使用可模拟云层遮挡的光伏模拟器，制造阶跃性光照变化，记录并网点功率输出曲线，计算其波动率，验证是否满足平滑要求。

6.1.3 需量控制测试

模拟负荷快速攀升至接近需量阈值，验证系统是否能及时启动储能放电，并将总需量稳定在阈值以下。

6.1.4 并离网切换测试

人工模拟电网故障，使用电能质量分析仪记录切换过程中的电压、频率变化和切换时间，验证是否实现无缝切换。

6.2 性能指标测试

6.2.1 系统综合能效测试

在系统稳定运行时，同时测量光伏输入端直流功率和并网交流输出端功率（或负载端功率），计算一段时间内的能量比值。

6.2.2 控制响应时间测试

通过 EMS 下发阶跃功率指令，使用高精度录波装置记录指令下发时刻与 PCS 功率开始变化的时刻，计算时间差。

6.2.3 电能质量测试

在并网点使用电能质量分析仪，按照国家标准 GB/T 12325、GB/T 14549 、GB/T 15543 规定的方法进行长时间测量和数据分析。

7 验收标准

7.1 功能验收

第 6.1 条中所有约定的控制策略功能测试必须全部通过，逻辑正确，动作无误。

7.2 性能验收

第 5.3 条中规定的各项性能指标必须在允许误差范围内。

7.3 安全验收

所有安全保护功能（电气、电池、并网）模拟测试必须 100%动作正确、可靠（可参考出厂报告或现场调试报告）。

7.4 可靠性验收

系统在典型工况下连续无故障运行时间不少于 72 小时，EMS 数据记录完整，各项参数稳定。

8 运行与维护

8.1 数据监控

系统应具备完善的运行数据记录功能，至少保存一年以上的历史数据，便于能效分析和故障诊断。

8.2 定期检查

应制定定期检查计划，包括但不限于：电池系统均衡性检查、连接端子紧固性检查、散热系统清洁与效能检查、保护功能测试等。

8.3 策略优化

应根据实际的负荷变化、电价政策调整和设备衰减情况，定期（如每季度或每半年）对 EMS 中的优化策略参数进行复核与优化。