

T/ACCEM

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX—XXXX

智能化电力系统安全稳定控制系统技术规范

Technical specifications for intelligent power system security and stability control systems

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国商业企业管理协会 发 布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 1

5 功能及配置要求 2

6 技术要求 2

 6.1 硬件配置 2

 6.2 软件平台 2

 6.3 数据管理 3

7 检测规则 3

 7.1 检测分类 3

 7.2 关键测试方法 3

8 运行与维护 3

 8.1 数据质量评估与监控 3

 8.2 维护规程 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》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。

本文件由北京立先标准技术有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

智能化电力系统安全稳定控制系统技术规范

1 范围

本文件规定了智能化电力系统安全稳定控制系统(装置)一般要求、功能及配置要求、技术要求、检测规则和运维指标。

本文件适用于电网调度机构、发电企业、变电站、系统集成商、设备制造商等相关主体。

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 7421 信息技术 系统间远程通信和信息交换高级数据链路控制(HDLC)规程
- GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T 14598.24 量度继电器和保护装置第24部分:电力系统暂态数据交换(COMTRADE)通用格式
- GB/T 20840.8 互感器 第8部分:电子式电流互感器
- GB/T 26399 电力系统安全稳定控制技术导则
- GB/T 31464-2022 电网运行准则
- GB/T 36572 电力监控系统网络安全防护导则
- GB 38755 电力系统安全稳定导则
- DL/T 667 远动设备及系统 第5部分 传输规约 第103篇 继电保护设备信息接口配套标准
- DL/T 860 变电站通信网络和系统
- DL/T 1092 电力系统安全稳定控制系统通用技术条件
- DL/T 1870 广域测量系统技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

安全稳定控制系统 security and stability control system

由两个或两个以上厂站的稳控装置通过通信设备联络构成的系统,实现区域或更大范围的电力系统的稳定控制。

注:简称为稳控系。[来源:GB/T26399-2011,3.2.6有修改]

3.2

智能控稳系统 Intelligent stabilization system

基于多源数据融合与人工智能算法,实现电网稳定状态自主评估、控制策略动态生成及执行的闭环控制系统。

3.3

失稳模式智能识别 Intelligent identification of instability modes

采用深度学习模型(如CNN-LSTM)在≤50ms内识别功角失稳、电压崩溃、频率越限等风险。

3.4

控制策略自主学习 Control strategy autonomous learning

通过强化学习(RL)在线优化切负荷量、机组出力调整策略,提升经济性与可靠性。

4 一般要求

4.1 稳控系统(装置)应在 GB38755 规定的合理的电网结构和电源结构基础上规划,设计与运行,并和一次系统同步设计、同步建设、同步投运。

- 4.2 稳控系统(装置)主要解决系统发生 GB38755 规定的第二级安全稳定标准对应的稳定问题, 依据电网、电源结构、负荷特性、系统运行特点等条件合理配置。
- 4.3 稳控系统宜按分层分区原则配置, 各类稳定控制措施及控制系统之间应相互协调配合。
- 4.4 稳控系统(装置)的控制策略和措施应安全可靠, 简单实用, 根据系统稳定需要和控制措施影响, 合理选用切机、新能源快速控制、直流紧急控制或抽水蓄能电站切机, 必要时可选用切负荷等措施。
- 4.5 稳定控制策略的制定应考虑稳控系统(装置)动作可能导致的系统风险, 对于无法采取稳定控制措施保持系统稳定的情况, 应通过完善网架方案、优化运行方式、完善第三道防线方案等综合措施, 共同降低并控制系统运行风险。
- 4.6 稳控装置新产品应按规定检测或鉴定合格, 并满足有关网络安全和信息安全规定, 方可推广应用。

5 功能及配置要求

5.1 稳控系统(装置)功能要求

应具备下列功能:

- a) 电流量、电压量、开关量等的采集与显示功能;
- b) 判断元件的投停状态, 识别一次系统的运行方式;
- c) 一次系统故障、元件跳闸或元件过载等判别功能;
- d) 根据控制策略表, 实时进行故障判别与控制决策分析, 并采取相应的控制措施;
- e) 通过通信通道实时交换运行信息, 传送控制命令等;
- f) 电压互感器(PT)断线、电流互感器(CT)断线、装置异常、通信异常等告警功能;
- g) 开关量变位、动作事件、故障录波等信息记录功能;
- h) 单站控制策略表逐项测试功能;
- i) 自复位功能;
- j) 与厂站监控系统、稳控信息管理系统接口功能;
- k) 接收外部授时和自动对时功能;
- l) 实时风险评估, 输入 PMU 量测、设备状态检测数据等进行 AI 模型评估。

5.2 配置要求

应满足下列要求:

- a) 稳控装置应独立配置, 不与厂站继电保护、监控系统等其他系统集成, 并符合 GB/T 14285、GB/T 26399 的规定;
- b) 220kV 及以上电力系统的稳控装置应双套配置;
- c) 对于双套配置的稳控装置, 两套装置的二次回路、通信通道、直流电源应完全独立, 每一套装置应具备完整、独立的功能, 其中一套装置退出运行时, 不应影响另一套装置的正常运行;
- d) 同一厂站有不同调度机构调度管理的稳控功能需求时, 宜分别配置稳控装置实现。

6 技术要求

6.1 硬件配置

6.1.1 计算设备

应满足下列要求:

- a) 调度中心层应采用分布式集群架构, 单节点计算能力不低于 32 核 CPU/128GB RAM, 支持 GPU 加速(如 NVIDIA A100, FP32 算力 ≥ 19.5 TFLOPS);
- b) 厂站执行层边缘装置需满足工业级环境适应性(温度: $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$, 湿度: 5%~95% RH), 配备硬件加密模块(支持 SM2/SM4 算法)。

6.1.2 时间同步系统

全网时钟同步误差 $\leq 1\mu\text{s}$, 主时钟需支持 IEEE 1588 PTP 协议(Class B 等级), 备用时钟源采用北斗/GPS 双模授时。

6.2 软件平台

6.2.1 基础环境

应符合下列要求：

- a) 操作系统：实时 Linux 内核（如 PREEMPT_RT），安全补丁更新周期 ≤ 24 小时；
- b) AI 框架：TensorFlow/PyTorch 版本需固化并通过 CVE 漏洞扫描，模型推理延迟 ≤ 10 ms（V100 GPU 平台测试）。

6.2.2 网络安全防护：

应符合GB/T 36572中规定：

- a) 生产控制大区部署入侵检测系统（IDS），规则库每周更新；
- b) 采用白名单机制控制 AI 模型访问权限；
- c) 数据传输启用 IPsec-VPN 隧道加密（密钥长度 ≥ 256 bit）。

6.3 数据管理

6.3.1 数据接口

外部系统数据交互遵循 IEC 61970 CIM/E模型规范，实时数据流采用Apache Kafka 消息队列（吞吐量 $\geq 50,000$ msg/s）。

6.3.2 数据质量

PMU量测数据丢包率 $\leq 0.1\%$ ，异常数据清洗延迟 ≤ 5 ms。

7 检测规则

7.1 检测分类

共分为三方面测试，包括：工厂测试、现场测试、定期测试。

- a) 在设备出厂之前，需要进行工厂测试，核心项目是对硬件的冗余切换和通信协议的一致性进行检查；
- b) 在系统投入运用前，进行现场测试，重点关注的是闭环控制的时延与策略执行的准确性；
- c) 在运行周期内的每年都需要进行定期检查，主要是对 AI 模型漂移的检测和网络安全渗透的测试。

7.2 关键测试方法

7.2.1 AI 组件专项测试

应符合下列要求：

- a) 鲁棒性测试：注入高斯噪声（SNR ≥ 20 dB）和随机数据缺失（缺失率 $\leq 15\%$ ），模型失稳识别准确率下降幅度 $\leq 3\%$ ；
- b) 可解释性验证：采用 SHAP（Shapley Additive exPlanations）方法解析控制决策逻辑，关键特征贡献度需提供可视化报告。

7.2.2 实时性测试

使用RTDS实时数字仿真系统构建以下场景：

- a) 场景 1：模拟 500kV 双回线故障跳闸，测量从故障发生至切负荷命令输出的全链路时延（要求 ≤ 150 ms）；
- b) 场景 2：注入 20%新能源功率波动，验证预防控制策略响应时间（要求 ≤ 5 s）。

7.2.3 网络安全测试

依据NIST SP 800-115 执行：

- a) 渗透测试：模拟 APT 攻击尝试篡改 AI 模型参数；
- b) 漏洞扫描：对操作系统、数据库、中间件进行 CVE 漏洞全覆盖扫描（高危漏洞数量=0）。

8 运行与维护

8.1 数据质量评估与监控

8.1.1 应建立涵盖准确性、完整性、一致性、及时性等维度的数据质量评估指标体系。通过定期抽样

检查、自动化校验工具等方式，对采集数据、处理后数据进行质量评估。如，通过比对多源数据校验准确性，通过检查数据字段完整性评估完整性，对评估结果进行量化评分，生成数据质量报告。

8.1.2 应部署数据质量监控工具，对数据采集、传输、存储、处理等全流程进行实时监控。设置异常数据预警阈值，当数据出现偏差或异常波动时，自动触发预警提示，通知相关人员及时处理，确保数据质量稳定可靠，为智能化电力系统安全稳定控制系统提供坚实的数据保障。

8.2 维护规程

8.2.1 模型更新

8.2.1.1 季度更新：基于新电网运行数据重训练模型，A/B 测试验证新模型准确率提升 $\geq 1\%$ ；

8.2.1.2 紧急更新：电网结构重大变更后 72 小时内完成模型适配，并通过沙箱环境仿真验证。

8.2.2 硬件维护

关键设备（如边缘计算装置）每2年进行除尘、端子紧固及电容寿命检测，MTBF（平均无故障时间） $\geq 100,000$ 小时。
