

ICS 国际标准分类号
CCS 中国标准文献分类号



团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

电力虚拟仿真建模标准

The power virtual simulation modeling standard

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.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	4
4 符号、代号和缩略语.....	5
5 电力虚拟仿真建模标准的功能.....	6
5.1 设备仿真.....	6
5.2 设备分析.....	6
5.3 系统监测.....	7
6 电力虚拟仿真建模标准的模型.....	7
6.1 设备模型.....	7
6.2 系统模型.....	7
6.3 控制模型.....	7
7 安全与风险管理.....	7
7.1. 数据接入安全风险.....	7
7.2. 数据处理安全风险.....	8
7.3. 数据共享和治理安全风险.....	8
8 技术支持与服务.....	8
8.1 技术支持.....	8
8.2 培训服务.....	8
8.3 评估服务.....	8

前 言

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。

本文件由国网信息通信产业集团有限公司提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会能源智慧化工作组归口。

本文件起草单位：国网信息通信产业集团有限公司、北京国网信通埃森哲信息技术有限公司、国网湖北信通公司、国网河南省电力公司驻马店供电公司。

本文件主要起草人：李强、赵峰、赵林林、刘茂凯、许中平、谢可、罗弦、黄俊东、赵智勇、李卫军、王誉博、张朔、安丽丽、吴晓峰、邱镇、黄晓光、王兴涛、白景坡、李炳森等人。

本文件为首次发布。

电力虚拟仿真建模标准

1 范围

电力虚拟仿真建模标准是指在电力系统仿真建模过程中，对模型的建立、验证、优化和应用等方面提出的规范和要求，以确保电力系统虚拟仿真模型的可靠性和精度。

其中包括电力系统建模、人工智能模型等方面的定义和范围，以及标准的制定和落实对于电力运营和可持续发展的重要作用。电力虚拟仿真建模标准的范围需包括电力系统虚拟仿真模型的整个生命周期，以此提升模型的可靠性和精度，为电力行业的发展和管理提供更好的技术支持。

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 Standards: 《变电站工程标准设计规范》，《电力系统通信规程》等。

IEEE Standards: 《IEEE 标准 C37.04》、《IEEE 标准 C37.09》、《IEEE 标准 C37.010》等。

IEC Standards: 《IEC 61850》、《IEC 60050》、《IEC 60038》，《IEC 60694》等。

质量管理体系标准: ISO 9000 系列标准;

安全管理体系标准: ISO 14000 系列标准及相关国家标准;

网络安全标准: GB/T 20984、GB/T 35273 等。

电网工程设计规范: 用于电网工程设计的基础标准。

电力系统高级别仿真平台标准: 用于电力系统仿真平台的统一接口规范和应用要求，促进仿真应用的交互和共享。

电力系统负荷预测标准: 用于电力系统负荷预测的数据规范和分析方法。

电力系统状态估计标准: 用于进行电力系统运行状态估计的基本原理、流程和方法。

电力系统模型转换标准: 用于电力系统模型转换和协调的基本原理、规范和指导。

电力系统模型验证标准: 用于电力系统模型验证的基础原理、方法和步骤。

IEEE 标准: IEEE C37.1-2015 《IEEE 标准化与统一的高压开关设备术语、定义、标志、类别、系统化、英寸系统和相关建议实践》。

IEC 标准: IEC 61850 标准家族，包括 IEC 61850-3、IEC 61850-4、IEC 61850-5 等标准。

其他行业标准: 如中国电力行业标准等。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

设备模型 Device model

指用计算机语言描述实际设备特性和运行状态的数学模型。

仿真模型 Simulation model

指用计算机程序将设备模型转化为可被计算机识别的语言，以进行仿真分析的模型。

动态仿真 Dynamic simulation

指在一定时间范围内，在设定的运行工况下，模拟设备的运行状态和特性的仿真分析。

静态仿真 Static simulation

指对设备在稳态工况下的性能参数进行仿真分析。

故障仿真 Fault simulation

指通过设备模型，模拟设备发生各类故障时的运行状态，用于故障诊断和分析，以便提高设备维修效率和减少停运时间。

优化仿真 Optimize simulation

指在设备模型中调整相关参数，以达到最优化运行状态的仿真分析方法。

可靠性仿真 Reliability simulation

基于设备模型，通过仿真分析来评估设备的可靠性和安全性。

虚拟仿真系统 Virtual simulation system

指将设备模型进行集成和组合的、以计算机程序为主要手段的仿真系统。

数据采集系统 Data acquisition system

指在虚拟仿真系统中，负责采集模型、仿真和测试数据的传感器、控制器、采集器等系统。

电力系统 Power system

指由发电设备、变电设备、输变电设备组成的具有一定规模和电力分配功能的电能传输、分配系统。

仿真模型 Simulation model

指将电力系统的相关参数、设备、运行状态等信息进行抽象、模拟和建模的结果。

仿真工具 Simulation tools

指用于进行电力系统仿真建模的软件、硬件等工具，可以对模型进行构建、分析和优化等处理。

仿真验证 Simulation verification

指通过实际的数据、运行情况等方法验证建立的仿真模型的精度和可靠性。

对象模型 Object Model

指基于面向对象的设计方法，将电力系统的各种实体、属性和行为抽象出来，建立起来的模型。

仿真运行平台 Emulate the running platform

指进行电力仿真建模的计算机软硬件系统，提供仿真分析和数据处理的环境。

仿真应用 Simulation applications

指利用仿真模型和仿真工具，进行电力系统预测分析、控制和优化等方面的具体应用。

仿真结果 Simulation results

指仿真模型经过仿真运算处理后产生的结果，包括各种数据、曲线、图形和报告等。

4 符号、代号和缩略语

下列符号、代号和缩略语适用于本文件。

U: 电压 (Voltage)

I: 电流 (Current)

f: 频率 (Frequency)

- S: 视在功率 (Apparent Power)
- P: 有功功率 (Active Power)
- Q: 无功功率 (Reactive Power)
- R: 电阻 (Resistance)
- X: 电抗 (Reactance)
- Z: 阻抗 (Impedance)
- V: 电位 (Electric Potential)
- C: 电容 (Capacitance)
- L: 电感 (Inductance)
- SLD: 电力系统单线图 (Single-line Diagram)
- CT: 电流互感器 (Current Transformer)
- PT: 电压互感器 (Potential Transformer)
- GIS: 气体绝缘开关 (Gas Insulated Switchgear)
- AIS: 空气绝缘开关 (Air Insulated Switchgear)
- ABS: 差动保护 (Differential Protection)
- OC: 过流保护 (Overcurrent Protection)
- CB: 断路器 (Circuit Breaker)
- ATS: 自动切换开关 (Automatic Transfer Switch)
- SVC: 静止无功补偿器 (Static Var Compensator)
- EMTDC: 电磁暂态 (ElectroMagnetic Transient in DC) 仿真软件
- IEC: 国际电工委员会 (International Electrotechnical Commission)
- AC: 交流电 (Alternating Current)
- DC: 直流电 (Direct Current)
- AVR: 自动电压调节器 (Automatic Voltage Regulator)
- SPS: 同步电动机起动机 (Synchronous Motor Starting System)

5 电力虚拟仿真建模标准的功能

5.1 设备仿真

5.1.1 动态仿真

电力虚拟仿真建模标准以变电站设备虚拟仿真为例，可以进行动态仿真，即在设定时间范围内，模拟设备的运行状态和特性。通过动态仿真，可以分析设备在不同负载变化下的工作状态，及时掌握设备运行行为，提高设备的可靠性和稳定性。

5.1.2 故障仿真

电力虚拟仿真建模标准以变电站设备虚拟仿真为例，可以进行故障仿真，即通过虚拟仿真技术，在设备模型中模拟各种故障，如短路、接地等，并能分析出故障的位置和原因。通过故障仿真，可以提高设备故障的快速分析能力，优化设备的维修计划，减少停运时间。

5.2 设备分析

5.2.1 设备状态分析

电力虚拟仿真建模标准以电力设备虚拟仿真为例，可以对设备的状态进行分析，包括电压、电流、功率因数等参数的分析。通过设备状态分析，可以预判设备运行过程中出现的问题，并优化设备的运行条件，提高设备的可靠性和稳定性。

5.2.2 可靠性评估

电力虚拟仿真建模标准以变电站设备虚拟仿真为例，可以基于设备模型，进行可靠性评估。通过可靠性评估，可以确定设备的工作寿命，制定维护计划，提高设备的可靠性和稳定性。

5.3 系统监测

电力虚拟仿真建模标准以变电站设备虚拟仿真为例，可以对仿真系统进行监测与控制，确保虚拟仿真系统工作稳定可靠。并可以实时监测仿真过程中的数据，收集设备模型运行状态的信息，为实际工程提供实时数据参考。

6 电力虚拟仿真建模标准的模型

6.1 设备模型

6.1.1 理想模型

理想模型通常由电阻、电感、电容等基本元件组成，用于仿真设备的基本特性。通过简化模型，可以快速有效地分析设备的基本参数和特性。

6.1.2 等效模型

等效模型通常是在理想模型的基础上，考虑设备实际工作情况下的非线性特性、噪声、时变性等因素进行建模。通过等效模型，可以较为准确地预测设备的工作状态和运行参数。

6.2 系统模型

6.2.1 稳态模型

稳态模型通常是对电力系统在稳态工作状态下的原理进行建模，分析系统的基本参数和工作特性。可以对系统的稳态性能进行评估，为系统的优化设计提供重要依据。

6.2.2 动态模型

动态模型是对系统在瞬态和暂态条件下的流动方程和控制方程进行建模。可以对系统的瞬态和暂态性能进行评估，为系统的故障分析、仿真和优化提供重要依据。

6.3 控制模型

6.3.1 外部控制模型

外部控制模型通常是对电力系统的变量调节器、保护装置等外部设备进行建模。通过外部控制模型，可以模拟设备的控制过程和反馈控制机制，为设备的运行稳定性和可靠性提供基础支持。

6.3.2 内部控制模型

内部控制模型通常是对设备自身的控制设备进行建模。通过内部控制模型，可以模拟设备的内部控制和自动化机制，提高设备的维修效率和控制灵活性。

7 安全与风险管理

7.1. 数据接入安全风险

7.1.1. 身份认证和访问控制不当

缺乏合适的身份认证和访问控制机制，可能导致未经授权的用户或系统接入数据，造成数据泄漏、篡改等安全隐患。

7.1.2. 传输数据被监听和窃取

数据在传输过程中可能受到窃听和捕获，如未使用 SSL/TLS 等加密协议，可能导致数据被恶意方窃取和篡改。

7.2. 数据处理安全风险

7.2.1. 未经授权的人员或系统的访问

具有管理权限的人员滥用其权限，在未经许可的情况下访问数据，可能造成数据泄露或篡改。

7.2.2. 恶意软件和病毒攻击

恶意软件和病毒入侵系统，可能会破坏数据库或系统文件，从而影响数据完整性和可用性。

7.3. 数据共享和治理安全风险

7.3.1. 数据泄露

未经授权的第三方访问数据、操作数据或泄露数据，将会对数据安全造成威胁，如社交工程攻击可导致数据泄露风险增加。

7.3.2. 数据质量管理不当

数据质量管理不当，数据缺失、不一致、有错误或计算误差等问题，可能对数据的有效性、准确性和权威性产生影响，进而影响数据决策和计算的准确性。

7.3.3. 物理安全问题

物理安全问题包括有意或无意的破坏系统硬件、备份、混乱或干扰系统或其组件等问题，从而对数据的可用性造成影响。

8 技术支持与服务

8.1 技术支持

该标准的技术支持可由电力系统厂商和相关技术服务提供商提供。他们可以提供以下服务：

8.1.1 标准实施

提供标准的实施建议，帮助用户进行标准实施计划的制定，包括标准应用的详细技术介绍、标准化工具的选择、标准应用的测试和评估等。

8.1.2 实现与维护

提供标准实现和维护服务，帮助用户实施标准，可提供全流程的虚拟仿真建模和验证服务，提供系统设计、开发、部署和测试等支持。

8.2 培训服务

电力虚拟仿真建模标准的培训服务主要提供以下方面的支持：

8.2.1 标准培训

提供本标准应用培训课程，包括标准概念、标准体系结构、标准应用和实现等方面的技能培训。

8.2.2 技能培训

提供电力虚拟仿真建模技能培训，主要包括电气、控制、机械和多物理场等方面的仿真技能培训。

8.3 评估服务

电力虚拟仿真建模标准的评估服务主要包括以下几个方面：

8.3.1 评估报告

提供标准应用的评估报告，帮助用户了解标准在实践中的应用效果、实现难度和实施方案等，这可对用户进行标准的应用提供指导性意见。

8.3.2 规范更新

随着技术的不断发展，电力虚拟仿真建模标准也会不断更新和完善。相关技术服务提供商将对标准进行跟踪和分析，以确保标准的及时更新，为电力行业的数字化和智能化进程提供技术支持。