ICS 29.020
CCS F 21

中华人民共和国国家标准

GB/T 40609—2021

电网运行安全校核技术规范

Technical specifications for operational security checking of power system

2021-10-11 发布　　2022-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

120.231.220.234 2026年10月9日 0:13:39

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　电网运行安全校核总体要求 …… 1
5　电网运行方式潮流计算 …… 2
6　电网运行安全校核 …… 3
7　安全校核辅助决策 …… 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。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国电网运行与控制标准化技术委员会(SAC/TC 446)归口。

本文件起草单位：国家电网有限公司国家电力调度控制中心、中国电力科学研究院有限公司、中国南方电网电力调度控制中心、国家电网公司华东分部、国家电网公司华中分部、国网安徽省电力有限公司、国网浙江省电力有限公司、内蒙古电力(集团)有限责任公司、南瑞集团有限公司。

本文件主要起草人：罗治强、胡超凡、吕颖、张勇、鲁广明、程芸、于之虹、杨军峰、冯长有、刘韶峰、戴红阳、耿琳、严剑峰、刘力华、程哲、冷喜武、王正风、周华锋、金一丁、高波、马超、史东宇、陆建宇、戴赛、周红阳、解梅、邓小元、李宏强、周海锋、汤卫东、康建东、肖艳炜、贾育培、张传成、郭剑。

电网运行安全校核技术规范

1 范围

本文件规定了电网运行安全校核的数据输入和输出、计算内容以及计算要求。

本文件适用于日前和日内电网运行方式的安全校核，并指导省级及以上电网安全校核功能的设计、研发和验收，各级发电、输电、供电企业和用户参照执行。

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 38755 电力系统安全稳定导则

DL/T 961 电网调度规范用语

3 术语和定义

DL/T 961 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电网运行安全校核 operational security check for power system

针对电网调度生成运行中的日前、日内调度计划和电力市场交易进行安全校核。

注：校核内容包括基态潮流校核、静态安全校核、短路电流校核、短路比校核和稳定计算校核。

3.2

静态安全校核 steady-state security check

针对电网运行方式数据，应用 N-1 原则及指定故障集逐个无故障断开线路、变压器等元件，检查其他元件是否出现设备过载和电压越限。

3.3

稳定计算校核 stability check

针对电网运行方式数据评估电力系统受到小扰动和大扰动后保持稳定运行的能力。

3.4

安全校核辅助决策 decision making for security check

根据安全校核计算结果，针对不安全或不稳定的电网运行方式数据，提供灵敏度分析信息和消除各类安全稳定问题的调整建议。

4 电网运行安全校核总体要求

在电网调度生产运行工作中，日前和日内的调度计划、电力市场交易结果应通过安全校核，对于不满足电力系统安全稳定要求的情况，应给出调整建议。

5 电网运行方式潮流计算

5.1 基础数据

5.1.1 获取检修计划、发电计划、电力市场交易、设备非计划停电或异常停电信息，结合新能源发电预测、系统负荷预测、母线负荷预测为后续计算提供计算基础。

5.1.2 安全校核计算的基础数据应包括：

a) 预测数据，包括母线负荷预测、系统负荷预测、新能源发电预测；
b) 调度计划数据，包括发电计划、联络线计划、设备检修计划；
c) 设备非计划停电或异常停电信息；
d) 电力市场交易数据。

5.2 电网模型及历史运行数据

为满足安全校核的计算需求，需要获取电网模型和历史运行数据，应满足以下要求：

a) 各级电网根据安全校核计算需求确定建模范围，电网模型应包括220 kV及以上电压等级电网的设备，根据实际需要模型可扩展至220 kV以下电压等级电网；
b) 获取电网状态估计数据作为历史运行数据。

5.3 拓扑生成

电网运行方式拓扑生成的要求如下：

a) 应在实时电网状态估计数据拓扑的基础上，叠加设备检修计划、设备非计划停电或异常停电信息，确定电网运行方式数据的拓扑；
b) 应支持未来投产的设备参与安全校核计算；
c) 应支持设备的停运和复役，能合理分合相应的开关和刀闸。

5.4 潮流计算

5.4.1 潮流计算应基于电网模型和调度计划等数据，计算确定电网运行方式的潮流分布。

5.4.2 潮流计算应采用支持交直流混联电网的交流潮流算法，应满足以下要求：

a) 支持交直流混联电网潮流计算，可自动设置各交流同步电网的平衡机；
b) 有功不平衡功率支持平均分配和按发电机剩余容量分配；
c) 潮流不收敛时给出提示。

5.4.3 潮流计算应根据有功功率变化自动调整无功补偿，以保证系统中各中枢点的电压满足规定要求：

a) 应根据直流有功功率自动投退换流站滤波器；
b) 有功功率和电压幅值给定(PV)节点电压可根据历史运行数据或人工经验确定；
c) 应参考历史运行数据，设定有功功率和无功功率给定(PQ)节点的无功功率；
d) 电网无功应以分层分区和就地平衡为原则，随负荷变化进行调整，避免经长距离线路或多级变压器传送无功功率。

5.5 输入和输出

5.5.1 电网运行方式潮流计算的输入数据应包括：

a) 负荷预测及新能源发电预测数据、调度计划数据、设备非计划停电或异常停电信息和电力市场交易数据；

b) 电网模型；

c) 电网历史运行数据。

5.5.2 电网运行方式潮流计算的结果应包括潮流计算收敛的电网运行方式数据。

6 电网运行安全校核

6.1 基态潮流校核

6.1.1 基态潮流校核针对电网运行方式数据进行统计分析，判断基态潮流下的设备过载及越限情况。

6.1.2 基态潮流校核包含如下内容：

a) 应将电网运行方式数据与设备限额比对进行越限检查，包括线路电流越限、输电断面潮流越限、变压器潮流越限和母线电压越限；

b) 应给出过载设备及其过载程度、越限设备及其越限程度，按过载程度、越限程度对设备进行排序。

6.1.3 基态潮流校核计算的输入数据应包括：

a) 电网运行方式数据；

b) 设备限额，包括线路电流限额、输电断面组成及稳定限额、变压器潮流限额和母线电压限额。

6.1.4 基态潮流校核计算的结果应包括：电网运行方式数据在基态潮流下的过载和越限设备、过载和越限程度。

6.2 静态安全校核

6.2.1 静态安全校核针对电网运行方式数据进行静态安全分析计算，分析 N-1 故障和指定故障集下的设备过载和越限情况。

6.2.2 静态安全校核包含如下内容：

a) 可按设备类型、电压等级和分区确定静态安全校核的计算范围；

b) 应根据 N-1 原则逐个开断全网设备，包括线路开断、主变开断、直流单极闭锁，必要时对直流双极闭锁故障、同杆并架线路同时故障进行分析计算，并判断其他元件是否出现越限；

c) 应能对指定故障集进行静态安全分析计算，并判断其他元件是否出现越限；

d) 应模拟安全自动装置动作，可根据电网运行方式自动匹配安全自动装置策略。

6.2.3 静态安全校核计算的输入数据应包括：

a) 电网运行方式数据；

b) 设备限额，包括线路电流限额、输电断面组成及稳定限额、变压器潮流限额和母线电压限额；

c) 静态安全校核故障集、安全自动装置动作策略。

6.2.4 静态安全校核计算的结果应包括：引起过载和越限的故障、过载和越限设备、过载和越限程度。

6.3 短路电流校核

6.3.1 短路电流校核计算针对电网运行方式数据进行短路电流计算，分析是否存在断路器短路电流超标的情况。

6.3.2 短路电流校核包含如下内容：

a) 应对全网或设定范围进行短路故障扫描，可按电压等级和分区选择计算范围；

b) 应进行单相接地故障扫描和三相短路故障扫描。

6.3.3 短路电流校核计算的输入数据应包括：

a) 电网运行方式数据；

b) 断路器和相关设备遮断电流；

c） 短路电流分析故障集。

6.3.4 短路电流校核计算的结果应包括：

a） 短路电流超标设备和超标程度；

b） 各母线、线路、变压器的短路电流。

6.4 短路比校核

6.4.1 短路比校核针对电网运行方式数据进行短路比计算，短路比应满足 GB 38755 的要求。

6.4.2 短路比校核应包含直流输电短路比、直流多馈入短路比以及新能源场站短路比。

6.4.3 短路比校核计算的输入数据应包括：

a） 电网运行方式数据；

b） 直流输电短路比、直流多馈入短路比和新能源场站短路比阈值。

6.4.4 短路比校核计算的结果应包括：不满足短路比要求的直流和新能源场站。

6.5 稳定计算校核

6.5.1 稳定计算校核针对电网运行方式数据，进行静态稳定、暂态功角稳定、动态功角稳定、电压稳定和频率稳定校核计算，稳定计算结果应满足 GB 38755 的要求。

6.5.2 稳定计算校核应包含如下内容：

a） 静态稳定校核针对电网运行方式数据进行静态稳定计算，检验电网运行方式数据的静态稳定储备是否满足要求；

b） 暂态功角稳定校核针对电网运行方式数据进行预想故障下的机电暂态仿真，校验给定继电保护和安全自动装置动作策略下是否满足暂态功角稳定判据要求；

c） 动态功角稳定校核针对电网运行方式数据进行小干扰稳定分析和预想故障的机电暂态仿真，校验阻尼比是否达到规定的要求；

d） 电压稳定校核针对电网运行方式数据进行静态电压稳定和暂态电压稳定计算，校验静态电压稳定裕度是否满足要求，分析预想故障后负荷母线电压能否恢复到规定的运行电压水平以上；

e） 频率稳定校核针对电网运行方式数据进行预想故障下的频率稳定计算，校验给定频率稳定控制措施下系统频率是否能迅速恢复到额定频率附近。

6.5.3 稳定计算校核的输入数据应包括：

a） 电网运行方式数据；

b） 静态稳定、暂态功角稳定、动态功角稳定、电压稳定和频率稳定计算故障集；

c） 安全自动控制装置动作策略。

6.5.4 稳定计算校核的结果应包括：

a） 不满足安全稳定约束的电网运行方式；

b） 静态稳定、暂态功角稳定、动态功角稳定、电压稳定和频率稳定校核结果。

7 安全校核辅助决策

7.1 灵敏度分析

7.1.1 根据电网运行安全校核的计算结果，针对设备越限、短路电流超标或不满足安全稳定要求的电网运行方式数据，进行灵敏度分析。包括如下内容：

a） 应进行发电机节点、负荷节点有功注入对支路或输电通道有功潮流的灵敏度分析；

b） 应进行发电机节点、电容电抗器节点无功注入对母线电压的灵敏度分析，变压器变比对母线电压的灵敏度分析；

c) 应进行支路开断分布因子计算，即计算线路或变压器支路开断后其他线路或变压器功率的变化情况；
d) 应进行投停设备、母线分列及线路出串等调整措施对短路电流的灵敏度分析；
e) 应进行发电机启停、直流功率调整等调整措施对短路比的灵敏度分析；
f) 应进行发电机启停及出力调整、直流功率调整等调整措施对暂态失稳故障的灵敏度分析；
g) 应进行发电机启停、发电机出力调整等调整措施对动态稳定中弱阻尼或负阻尼模式的灵敏度分析；
h) 应进行电压失稳临界点模态分析，并进行发电机启停及出力调整、负荷调整、电容电抗器投退等调整措施对薄弱节点和薄弱区域的灵敏度分析。

7.1.2 灵敏度分析的输入数据应包括：
a) 电网运行方式数据；
b) 电网运行方式安全校核结果；
c) 电网可调设备集合。

7.1.3 灵敏度分析的结果应包括设备调整措施对安全稳定约束的灵敏度或参与因子。

7.2 辅助决策方案制定

7.2.1 安全校核辅助决策根据安全校核计算结果，针对设备越限、短路电流超标或不满足安全稳定要求的电网运行方式数据，进行静态安全、短路电流、短路比、静态稳定、暂态功角稳定、动态功角稳定、电压稳定和频率稳定等辅助决策计算，并对决策结果进行分类汇总，综合处理后给出对调度计划或电力市场交易的调整建议。包括如下内容：
a) 静态安全辅助决策根据静态安全校核计算结果和越限设备的灵敏度分析信息，给出解决设备越限的调整方案；
b) 短路电流辅助决策根据短路电流校核计算结果和短路电流超标灵敏度分析信息，给出解决短路电流超标的调整方案；
c) 短路比辅助决策根据短路比校核结果和短路比灵敏度分析信息，给出短路比不满足要求的调整方案；
d) 静态稳定、暂态功角稳定、动态功角稳定、电压稳定和频率稳定辅助决策根据安全稳定校核计算结果和灵敏度分析信息，给出满足安全稳定约束的调整方案；
e) 应对各类辅助决策信息进行分类汇总，综合处理后给出统一的辅助决策调整方案；
f) 辅助决策应计及设备调整性能约束（包括发电机爬坡率、电容电抗器投切组数和容量等）和调整连续性（避免频繁上下调整同一设备）。

7.2.2 辅助决策方案制定的输入数据应包括：
a) 电网运行方式数据；
b) 电网运行方式安全校核结果；
c) 设备调整措施对安全稳定约束的灵敏度或参与因子；
d) 可调整设备集合及其可调整范围。

7.2.3 辅助决策方案制定的结果应包括针对调度计划、电力市场交易或电网运行方式的辅助决策调整方案。