ICS 29.020
CCS F 21

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2190—2020

中长期电力交易安全校核技术规范

Technical specification for security assessment of mid-long term electricity trade

2020-10-23 发布　　2021-02-01 实施

国家能源局　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　基础数据 ……3
5　安全校核原则 ……4
6　安全校核内容 ……5
7　安全校核流程 ……6
附录A(规范性)　安全校核方法和模型 ……7

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。

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：中国南方电网电力调度控制中心、国家电网有限公司国家电力调度控制中心、广东电网有限责任公司、国网四川省电力公司、云南电网有限责任公司、国网西南分部、国网江苏省电力有限公司、国网福建省电力有限公司、国网新疆电力有限公司、中国电力科学研究院有限公司、南方电网科学研究院有限责任公司、国电南瑞科技股份有限公司、北京清能互联科技有限公司、北京清大科越股份有限公司。

本文件起草人：苏寅生、杨军峰、孙大雁、李智勇、张宏图、吴洋、罗卫华、林建熙、王岗、周文俊、刘春晓、郑晓雨、董时萌、王滔、丁强、涂孟夫、李利利、汪洋、刘俊磊、杨银国、匡洪辉、宋少群、杨永利。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心(北京市白广路二条一号，100761)。

中长期电力交易安全校核技术规范

1 范围

本文件规定了中长期电力交易安全校核技术要求，包括基础数据、校核原则、校核内容、校核流程、方法及建模等内容。

本文件适用于电力调度机构对年、季、月、月内多日等日以上(不含日前)电力交易的安全校核工作。

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 26399 电力系统安全稳定控制技术导则

GB/T 31464 电网运行准则

GB 38755 电力系统安全稳定导则

DL/T 1711 电网短期和超短期负荷预测技术规范

DL/T 1773 电力系统电压和无功电力技术导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

中长期电力交易 mid-long term electricity trade

年、季、月、月内多日等日以上(不含日前)电力交易。

3.2

安全校核 security assessment

按照国家相关政策、法规及相关技术标准，根据设备并网(退运)计划、停电计划、试验计划、负荷预测、水库发电调度计划、可再生能源发电预测、外购(送)电计划等基础数据，分析评估中长期电力交易(3.1)计划是否满足电力系统各类运行约束条件。

3.3

机组运行约束 unit operation constrains

机组物理特性的约束，主要包括有功出力上下限约束、爬坡速率约束、最小持续开机/停机时间约束、限制运行区约束、启停过程出力曲线约束等。

3.4

电网安全约束 power grid security constrains

确保电力系统安全稳定运行的约束，包括短路电流、潮流和电压、直流多馈入短路比、静态安全、暂态稳定、动态稳定、静态电压稳定、暂态电压稳定、频率稳定、过电压及谐波振荡、三道防线适应性、电力安全事故(事件)风险等约束。

3.5

断面功率限额 section power limit

为满足电力系统安全稳定标准、输变电设备安全及供用电可靠性要求的断面传输功率上/下限。

3.6

强制运行机组(群) must-run units

某一或某些时段为满足系统安全稳定运行的需要,不管其是否交易成功都必须强制运行的机组(群)。

3.7

强制运行出力 must-run units output power

强制运行机组(群)(3.6)对应的发电功率为强制运行出力(下限)。

3.8

强制运行电量 must-run electricity energy

强制运行机组(群)(3.6)的强制运行出力(3.7)对应的电量为强制运行电量(下限)。

3.9

机组(群)电量上/下限 upper and lower limits of unit electricity

在履行系统辅助服务义务条件下,单台或多台机组发电出力全部或部分经过同一约束断面时,在一定时间范围内满足各类约束的上/下限电量。

3.10

电力用户电量上限 upper limit of electric power customers

特定时间段内,电力用户(群)在输电能力等电网约束范围内,可参与交易的电量上限。

3.11

安全约束机组组合 security-constrained unit commitments; SCUC

在满足机组运行约束(3.3)、电网安全约束(3.4)运行条件下,优化决策不同时段下机组开停机组合的过程。

3.12

无约束交易出清结果 outcome of unconstrained transactions

根据交易规则,交易机构组织形成的年度、月度及月内各项交易初步结果。

3.13

可用输电容量 available transfer capacity; ATC

电网在已有交易或合同基础上可进一步用于交易的剩余输电容量(可包括电力和电量)。

3.14

可用传输容量利用率 available transfer capacity utilization rate

在中长期交易阶段,为了应对不确定性,不将可用输电容量(3.13)全部占满,留出一部分可用输电容量在现货交易或短期运行方式中利用,中长期电力交易阶段每个输电通道已经占用的输电容量占该通道全部可用输电容量的比例称为该输电通道的可用传输容量利用率。

3.15

可中断交易 interruptible transaction

当送端电网按照清洁能源消纳最大化原则开机,导致交易周期内部分时段送端电网可能因为可再生能源发电不足而出现限电时,需要调减或取消部分时段交易份额,该交易由调度机构认定为可中断交易。可中断交易在送端电网视为可调出力,受端电网不视为可调出力。

3.16

分布系数 coefficient of distribution

在可用输电容量(3.13)校核中,电厂/机组发电量对相关主体(机组、机组群、支路、稳定断面、全网)电量的影响因子。

4 基础数据

4.1 来源和内容

4.1.1 基础模型参数

电网公司、发电厂、电力用户等单位根据 GB/T 31464 的规定提供基础模型参数，包括线路、主变压器、母线、直流设备、无功补偿设备、机组、负荷等设备的模型及参数。

4.1.2 机组运行参数

发电厂提供机组运行参数，包括机组额定容量、最低技术出力、厂用电率、升出力速率、降出力速率、开停机曲线、最小持续开机/停机时间、水电机组振动区等参数。

4.1.3 负荷预测

调度机构提供系统负荷预测、母线负荷预测数据，包括下一个预测周期（年、月、月内多日）负荷预测曲线，原则上每小时一个数据点。供电企业、售电企业、负荷集成商提供本经营范围内的负荷预测数据，包括每个电网接入点的负荷预测曲线。负荷预测数据应符合 DL/T 1711 的要求。

4.1.4 可再生能源发电预测

非水可再生能源发电企业提供下一个预测周期（年、月、月内多日）的预测电量、最大技术出力（考虑发电能力衰减）和负荷预测曲线（原则上每小时一个数据点）。

径流式水电的要求相同。

4.1.5 发电能力

发电企业提供发电能力，应根据一次能源供应情况、水库发电调度计划、停电计划、并网计划、设备缺陷或老化等，确定电厂（机组）年度、月度、月内多日发电能力（实际最大技术出力及电量）。

4.1.6 优先发电计划

政府主管部门提供优先发电计划，相关单位根据政策要求和规则将优先发电计划折算到月计划。

4.1.7 跨省跨区送受电计划

交易机构提供跨省跨区送受电计划，包括各类跨省跨区及网外年度、月度送受电计划，含已确定计划和需要校核的计划。

4.1.8 停电计划

停电计划包括因为基建、修理、技术改造等原因而安排的发、输、变电设备停电计划（包括影响电力系统运行约束的一、二次设备），停电计划数据包括停电设备名称、设备类型、停电起止时间等。

4.1.9 并网计划

建设单位提供并网计划，包括电网发、输、变电设备并网计划数据（包括影响电力系统运行约束的一、二次设备），应有设备名称、类型、电压等级、拓扑关系、物理参数等。

4.1.10 退役计划

设备运行维护单位提供退役计划，应包括设备名称、设备类型、退役时间等。

4.1.11 限额信息

调度机构提供限额信息，包括输电断面定义、限额。

4.1.12 中长期电力交易计划

交易机构提供需校核的中长期电力交易计划，包括交易主体、交易类型、交易标的(电量、买卖双方根据交易规则约定的电力交易曲线、交易起止时间)等。

4.2 电力系统建模要求

4.2.1 电网模型建模要求

为满足中长期电力交易安全校核的计算需求，电网模型建模应考虑校核周期内的现有模型和校核周期内的未来态模型，应符合以下要求：

a) 当前电网模型包括系统220 kV及以上电压等级元件的电网模型。根据实际需要，模型可扩展至220 kV以下电压等级电网。

b) 未来态电网模型应以校核时间范围为主线，以当前电网模型为基础，考虑元件的投产、改造、退役和停电计划等导致电网拓扑和模型参数变化情况，建立相应时段的电网模型。

4.2.2 负荷建模要求

母线负荷可建模在220 kV/330 kV变电站，根据实际需要，母线负荷建模可扩展至220 kV以下电压等级。用户、分布式电源等应等值至电网节点(220 kV/330 kV电网等级)。

4.2.3 发电机组建模要求

应包括电网模型建模范围内的机组和所有市场化机组模型信息。如有机组并网电压等级低于电网模型的电压等级的，可根据实际需要，等值到电网模型所包含的电压等级元件上。

5 安全校核原则

5.1 电网安全原则

安全校核应依据国家、行业关于电网安全的法律法规、技术标准进行，确保校核结果满足GB 38755规定的安全标准。所有交易结果必须通过安全校核方能进行调度执行。

5.2 节能低碳原则

按照节能低碳原则确定中长期电力交易安全校核的基础开机组合和初始潮流；按照清洁能源消纳最大化原则保障调峰调频容量的充裕度。

考虑可再生能源间歇性和不确定性，在组织中长期电力交易时可将可再生能源交易份额设置为可中断交易，送端省份视为可调出力，受端省份不视为可调出力，以弥补可再生能源发电能力不足导致的限制用户用电。

5.3 逐步逼近原则

考虑电力系统运行的各种不确定性，在进行年、月安全校核时，应留出一定的通道传输能力空间，剩余的通道能力空间留在月内使用。中长期电力交易安全校核阶段省间通道和省内通道的通道传输能力利用率如下：

a) 年度安全校核阶段的省间通道可用传输容量利用率上限在80%～90%之间取值，月度安全校核阶段省间通道可用传输容量利用率按不大于95%控制。

b) 年度安全校核阶段的省内通道可用传输容量利用率上限在70%～80%之间取值，月度安全校核阶段省内通道可用传输容量利用率上限在80%～90%之间取值。

c） 应根据省间通道和省内通道的潮流关联关系，统筹确定省间通道和省内通道在中长期电力交易阶段的利用率。

5.4 统一校核原则

在一个交易周期内对区域内不同交易机构、不同交易品种的无约束交易出清结果由相关调度机构联合进行全电量校核。

6 安全校核内容

6.1 电网安全校核

6.1.1 电网安全校核内容应包括3.4中各项电网安全约束。

6.1.2 电力系统稳定计算的基础数据、边界条件、稳定判据按照GB 38755、GB/T 26399、GB/T 31464、DL/T 1773的规定执行。

6.1.3 电力系统稳定相关要求应转换为对机组(群)出力、断面功率限额的安全约束，用于安全校核。

6.2 发电侧校核

6.2.1 机组运行约束

包括有功出力上下限约束、爬坡速率约束、最小持续开机/停机时间约束、限制运行区约束、启停过程出力曲线约束等。

6.2.2 发电能力约束

发电机组交易总量不能超过发电机组的最大发电能力。

6.2.3 机组(群)电量上/下限约束

发电机组(群)交易总量不能超过机组(群)电量上/下限。

6.2.4 强制运行机组(群)约束

安全约束的强制运行机组(群)满足开机要求，强制运行机组(群)电量下限不低于强制运行电量。

6.2.5 交易总量约束

所有交易总量不超过市场范围内市场化电力用户用电量总和。

6.3 用电侧校核

电力用户(含售电公司、负荷集成商)的交易电量不超过电力用户电量上限。

6.4 备用及调峰校核

备用容量应满足备用容量相关标准、电力系统安全稳定运行、可靠供电、新能源消纳等要求。备用要求可按全网、分省、分地区设置。

发电厂应根据规则提供调峰服务，其交易电量应满足系统调峰要求，或通过购买调峰服务等其他方式满足系统调峰需求。

6.5 清洁能源优先消纳

对于交易结果可能导致可再生能源吸纳能力下降、弃水(弃风、弃光)增多的情况，调度机构可对化石能源交易电量进行调减。

7 安全校核流程

7.1 基础数据收集

各单位按 4.1 的要求，根据调度机构要求的时间提前量提供相关基础数据。

7.2 断面/支路可用输电容量评估

调度机构根据 7.1 收集的基础数据，进行断面/支路可用输电容量评估，并得出交易分布系数；涉及省间、省内交易共用断面/支路时，由多级调度联合评估。

7.3 发电可调电量评估

调度机构对各发电企业申报的发电能力进行合理性评估，确定发电可调电量；根据电网稳定分析结果，确定机组群约束电量。

7.4 交易组织

交易机构进行交易组织，并将交易电量、交易曲线（如有）提供给调度机构进行安全校核。

7.5 安全校核

7.5.1 校核方法

采用“基于可用输电容量”方法或“基于安全约束机组组合”方法进行安全校核，校核方法应符合附录 A 的规定。

7.5.2 基于可用输电容量（ATC）的安全校核

基于 ATC 的安全校核流程包括：

a） 根据电网潮流分布，将各类交易分解到断面/支路，并与可用传输容量进行比较。
b） 将超出可用输电能力的相关交易及超出量提交交易机构、市场主体进行调整。
c） 发布安全校核结果。
d） 交易机构、市场主体根据交易规则，按断面/支路提供各交易成分优先级用于实时运行中的调整。如未提供，则由调度机构在实时运行中按等比例原则调整。

7.5.3 基于安全约束机组组合（SCUC）的安全校核

基于 SCUC 的安全校核流程包括：

a） 对全部交易结果进行详细电量安全校核，通过SCUC计算，确认交易结果是否能够得出满足安全约束的机组组合。
b） 针对求解所得机组组合及机组出力结果，选取全部或者部分方式断面形成未来态交流潮流断面，进行交流潮流静态安全校核。
c） 若不满足安全约束，则应定位越限原因并计算相关交易调整的灵敏度系数，提交交易机构。
d） 交易机构须按照越限量及灵敏度系数进行调整，以满足安全校核要求。
e） 发布安全校核结果。
f） 交易机构、市场主体根据交易规则，按断面/支路提供各交易成分优先级用于实时运行中的调整。如未提供，则由调度机构在实时运行中按等比例原则调整。

附 录 A
（规范性）
安全校核方法和模型

A.1 ATC及发电可调电量评估及校核方法

A.1.1 目的

ATC评估及校核方法是通过对电网未来运行断面进行ATC评估、电量校核等计算分析，判断电量计划的可行性，发现未来电网运行的危险点，以指导电网中长期电力交易安全校核相关工作。

A.1.2 总体要求

基于ATC的安全校核，考虑网络安全、机组特性和运行方式等约束，以安全约束机组组合为技术基础，计算未来电网中电量相关主体（机组、机组群、支路、稳定断面、全网）的ATC，并以此作为依据对中长期电力交易进行安全校核。

A.1.3 断面/支路可用输电容量评估方法

A.1.3.1 断面ATC评估方法

断面ATC评估根据断面限额及影响断面限额的开机方式、停电计划，按照时间积分的方式确定最大可传输电量。

A.1.3.2 支路及直流ATC评估方法

支路及直流ATC评估根据设备运行限额，按照时间积分的方式确定最大可传输电量。

A.1.3.3 分布系数评估方法

分布系数评估根据校核周期内的负荷预测，按照节能低碳原则并考虑电网约束，采用SCUC技术确定基础开机方式，计算初始潮流。根据初始潮流确定发电及负荷节点送出/受入电力在相关断面/支路分布系数。

A.1.4 发电可调电量评估方法

发电可调电量评估应满足以下要求：

a) 所有发电厂可交易电量根据最大技术出力按照时间积分方法，并考虑70%～80%负荷率确定中长期可交易电量。
b) 水电厂原则上按照丰、枯期分别进行整体校核，其中枯水期可调电量原则上不大于近5年同期的最大实发电量（考虑弃水恢复）的1.1倍，丰水期可调电量按照装机容量确定。
c) 风力发电、光伏发电等新能源电厂的发电能力原则上不应大于近5年该电厂同期最大利用小时数（考虑弃电恢复）的1.1倍，新投运的新能源电厂可参考同地区已投产电厂的平均利用小时数测算发电能力。
d) 机组群可交易电量上/下限综合其送出各级通道中的断面约束和就地负荷预测进行确定。

e) 安全约束强制运行机组(群)电量是根据电压支撑、断面约束、保护灵敏度、直流运行支撑等要求确定的最小开机,按照最低技术出力确定的发电量。

A.2 基于 SCUC 的校核方法

A.2.1 方法

以电网未来模型与数据为基础,综合考虑系统平衡约束、电网安全约束和机组运行约束,采用考虑安全约束的机组组合优化算法,对全部交易电量进行一体化的安全校核计算,判断交易电量的可执行性。

经过校核计算后,若存在安全约束越限,则分析越限原因,定位至相应机组/机组群,并计算相关机组/机组群调整对越限量的灵敏度,提交给相应交易机构进行交易调整。

A.2.2 数学模型

A.2.2.1 优化目标

可采用各类约束越限量最小为优化目标。

A.2.2.2 网络模型

网络模型应满足4.2的要求。

A.2.2.3 约束条件

应综合考虑第6章的各种校核内容和约束条件。

A.2.2.4 输出结果

输出结果包括以下内容:

a) 安全约束下的最优机组组合、机组出力计划、支路潮流。

b) 电量安全校核结果,包括交易结果的可执行性、受约束的关键设备、导致越限的交易成分及其对越限量的灵敏度。