团体标准

发 布

中国电机工程学会

20XX—XX—XX实施

20XX—XX—XX发布

基于电网拓扑瞬态重构的短路电流抑制

系统技术规范

第4部分 短路电流抑制系统现场调试及运维

Technical specification for short circuit current restrain system based on transient reconfiguration of grid topology

Part IV: Onsite commissioning, operation and maintenance of short circuit current restrain system

（征求意见稿）

T/CSEE XXXX—YYYY

代替 T/XXXX

ICS 19.020

CCS K85

目 次

前 言 4

1 范围 5

2 规范性引用文件 5

3 术语和定义 5

4 现场交接试验 5

4.1 快速检测控制装置试验 6

4.2 全冗余智能快速断路器试验 7

4.3 一、二次联合传动试验 9

5 系统调试 9

5.1 试验前应具备的条件 9

5.2 系统调试项目及要求 9

6 运行维护 10

6.1 巡视 10

6.2 传动操作 11

6.3 维护 12

前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准化管理办法》、《中国电机工程学会标准化管理办法实施细则》的要求，依据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。

本文件是T/CSEE XXXX《基于电网拓扑瞬态重构的短路电流抑制系统技术规范》的第4部分。

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。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会XXXXXXXXXX标准专业委员会技术归口和解释。

本文件起草单位：、、、。

本文件主要起草人：、、、。

本文件首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条1 号，100761，网址：http：//www.csee.org.cn，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

基于电网拓扑瞬态重构的短路电流抑制系统技术规范
第4部分 短路电流抑制系统现场调试及运维

1. 范围

本文件规定了基于电网拓扑瞬态重构的短路电流抑制系统应用的现场交接试验、系统调试、运行维护要求等。

本文件适用于设计安装在运行电压220kV及以上、频率50 Hz的电力系统。

1. 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 50150—2016 电气装置安装工程电气设备交接试验标准

GB/T 1984—2014 高压交流断路器

GB/T 11022—2020 高压开关设备和控制设备标准的共同技术要求

GB/T 7261—2016　 继电保护和安全自动装置基本试验方法

DL/T 402—2016 高压交流断路器

DL/T 593—2016 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

DL/T 664—2008 带电设备红外诊断应用规范

1. 术语和定义

DL/T 402界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

电网拓扑瞬态重构

系统发生故障后，在常规断路器动作前，瞬态改变电网拓扑结构，增大故障点等值短路阻抗或改变短路电流分布，从而抑制短路电流的一种方法。

快速检测控制装置

一种通过采集电网电压、电流进行短路故障快速识别和同期检测并控制全冗余智能快速断路器分合闸以实现电网拓扑瞬态重构与恢复的装置。

全冗余智能快速断路器

一种用于短路电流抑制系统、由两个独立智能快速断路器串联一体化设计组成的快速断路器。

短路电流抑制系统

由快速检测控制装置及一组或多组快速断路器组成的，用于实现短路故障后电网拓扑瞬态重构，从而抑制短路电流的系统。

1. 现场交接试验
	1. 快速检测控制装置试验
		1. 现场试验项目

本条款是装置现场检验过程中应遵守的基本原则，其没有涉及的内容按照DL/T 995的规定进行：

外观及接线检查；

人机界面检验；

数据采集检验；

光纤通信检验；

限流功能检验；

监控系统检验；

故障录波功能检验；

双系统掉电试验。

* + 1. **外观及接线检查**

装置的硬件配置，电缆、光缆的接线及标识等应符合要求；

装置的外观应完好，无明显损坏及变形；

装置及其二次回路的绝缘应符合产品技术条件规定；

装置的端子排、光回路和电气回路应连接正确可靠，且标识清晰准确；

按键、压板等应操作灵活；

光纤、光缆、电缆应无断裂、破损。

* + 1. **人机界面检验**

对人机界面的检验分别按照三类功能进行：操作类、显示类、定值修改和设置类；

对于操作类，主要检查通过人机界面的模拟传动功能分合快速断路器，此试验可与光纤通信检验结合进行；

对于显示类，主要检查人机界面上显示的电压和电流测量值、快速断路器状态信号与实际值是否一致，此试验可与数据采集检验、光纤通信检验结合进行；

对于定值修改和设置类，主要检查装置参数设置、控制定值、功能投退等。

* + 1. **数据采集检验**

准确度检验，利用标准信号源或其他试验装置在互感器的二次侧或者一次侧加入指定的电压、电流量值，通过人机界面观察显示的测量值，偏差是否符合设计要求；

零漂检验，按照DL/T 995中的规定进行；

线性度检验，采用和标准测量系统相比对的试验方法进行。

* + 1. **光纤通信检验**

上行通信检验，根据通信协议中的状态定义模拟快速断路器状态信号，检查装置接收到的状态信号是否与实际一致；

下行通信检验，通过模拟传动分合快速断路器，快速断路器动作行为应与指令一致，状态信号变化应符合设计要求。

* + 1. **限流功能检验**

快速分闸功能检验，通过数据采集系统向装置加入指定的电压、电流量值，记录装置动作情况，检查定值准确度、分闸功能的闭锁与投退等应符合设计要求；

自动恢复功能检验，通过数据采集系统向装置加入指定的电压、电流量值，记录装置动作情况，检查同期条件、充放电条件、自动恢复功能的闭锁与投退等应符合设计要求。

* + 1. **监控系统检验**

检查监控系统上的电压、电流显示值与输入值应一致，偏差不应超过±5%，此试验可与数据采集检验结合进行；

通过监控系统上的光字牌和事件顺序记录验证遥信量应正确，此试验可与光纤通信检验结合进行；

通过监控系统上的光字牌验证告警事件应正确，此试验可与光纤通信检验结合进行；

通过监控系统上的动作报文验证动作事件应正确，此试验可与动作逻辑功能检验结合进行。

* + 1. **故障录波功能检验**

手动启动录波，录波文件中的模拟量和开关量与实际的模拟量和开关量应一致；

对装置动作启动录波功能进行检验，此试验可与限流功能检验结合进行；

通过保护信息子站调用录波文件，装置通信应正常。

* + 1. **双系统掉电试验**

限流系统正常运行，断开一套装置的直流供电电源，然后再合上，检查装置无误动；同时对另一套装置重复试验。

* 1. 全冗余智能快速断路器试验
		1. **现场试验项目**

全冗余智能快速断路器的现场试验项目，应包括下列内容:

1. 主回路电阻测量；
2. 密封性试验（SF6）；
3. 六氟化硫气体含水量测量；
4. 碟簧机构压力整定值检查；
5. 断路器机械特性测试；
6. 交流耐压试验；
7. 智能监测装置测试；
8. 并联电容器电容量测量；
9. 电流互感器试验。
	* 1. 主回路电阻测量

应符合以下规定：测量主回路电阻值，宜采用电流不小于100A 的直流压降法，测试结果应符合产品技术条件规定值，同时不得超过出厂试验值的120%。

* + 1. 密封性试验

应符合以下规定：密封性试验可采用灵敏度不低于1×10-6 (体积比)的检漏仪对各气室密封部位、管道接头等处进行检测，检漏仪不应报警，必要时可采用局部包扎法进行气体泄漏测量；

密封试验应在产品充气24h 以后，且操动试验后进行，以24h 的漏气量换算，断路器气室年漏气率不应大于0.5%。

* + 1. 六氟化硫气体含水量测量

应符合以下规定：测量六氟化硫气体含水量，应按现行国标GB 7674《额定电压72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》和GB/T8905《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》的有关规定执行; 气体含水量的测量应在产品充气24h 后进行，且不应大于150μL/L。

* + 1. 碟簧机构压力整定值检查

碟簧液压机构操作油压整定值（碟簧压缩量）应满足产品技术条件要求。

* + 1. 断路器机械特性测试

应在额定、最低电源电压和操作压力条件下分别进行5次机械特性分合闸测试。记录断路器主、辅触头的分、合闸时间，分、合闸同期性，实测数值应符合产品技术条件的规定；记录断路器机械特性行程曲线，并与出厂试验时的行程曲线进行对比，不得超出参考机械特性行程特性±5%包络线范围内；

模拟液压机构二级阀电磁斥力脱扣器的储能电容的充电电源失电情况，在失电后半小时，进行一次分闸操作，分闸时间仍满足技术条件要求。

* + 1. 主回路交流耐压试验

全冗余智能快速断路器交流耐压试验应在SF6气压为额定值时进行，并应进行合闸对地和断口间耐压试验，耐压试验的试验程序和方法参考GB 50150《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》的有关规定执行，考虑气体绝缘金属封闭开关设备全电压进行交流耐压试验要求，试验电压值应为出厂试验电压的100%，同时在1. 2Ur/√3电压下，应进行局部放电检测。

* + 1. 智能监测装置测试

全冗余智能快速断路器如配备智能监测装置包括SF6气体密度监测、局部放电监测、脱扣器线圈电流及电容电压监测、储能电机电流监测、液压机构油压监测、机械特性监测等；

需单独或结合断路器本体对各传感器组件的规定功能、检测精度、动作值等进行测试，满足工程要求。某些测试项目现场不具备条件，经用户同意，可在制造厂出厂前进行。

* + 1. 并联电容器电容量测量

依据GB 50150《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》进行并联电容器电容量测量，实测电容值的允许偏差应为额定电容值的±5%。

* + 1. 电流互感器试验

断路器电流互感器应做如下试验：

1. 应测量一次绕组对二次绕组及外壳、各二次绕组间及其对外壳的绝缘电阻，绝缘电阻值不低于1000MΩ，测量电压为2500V；
2. 励磁特性曲线测量，与同类型电流互感器特性曲线或制造厂的特性曲线比较，应无明显差别；
3. 误差和变比测量，与铭牌标志相符，比值和相位差与制造厂试验值比较无明显变化，并符合等级规定；
4. 极性测量应与铭牌标志相符；
5. 交流耐压试验试验程序和方法，应按产品技术条件有关规定执行，试验电压值应为出厂试验电压值的80%，耐压持续时间为60s。
	1. 一、二次联合传动试验

快速断路器和快速检测控制装置应进行联调试验，确保短路电流抑制系统高可靠性，应开展如下试验：

1. 检查双套快速检测控制装置开出端口和全冗余智能快速断路器汇控柜二次控制回路接线正确，标识清晰，确认快速控制装置接收显示的分合闸位置信息与快速断路器本体实际分合闸状态保持一致，确保快速控制装置上无异常及故障信息；
2. 操作监控后台经快速检测控制装置远方控制快速断路器进行3次分合闸传动操作，检查监控后台显示分合闸状态与断路器本体分合闸状态一致；
3. 操作快速检测控制装置界面手动远方控制快速断路器进行3次分合闸传动操作，检查装置不同功能信号灯是否正常，断路器状态信息是否正常；
4. 采用继保仪状态序列功能模拟故障信号，输入快速检测控制装置，控制快速断路器分合闸传动，检查整个流程是否正确动作；
5. 采用继保仪模拟故障信号，输入快速检测控制装置，同时开出分闸命令，控制快速断路器分闸传动，检查整个流程是否正确动作；
6. 采用一次回路施加电流，模拟故障电流下，短路电流抑制系统的保护策略、快速检测控制装置、全冗余智能断路器、监控后台等是否正确动作。
7. 系统调试
	1. 试验前应具备的条件
8. 短路电流抑制系统用快速检测控制装置、全冗余智能快速断路器已完成现场交接试验和传动试验，通过工程验收，具备带电试验条件；
9. 电网运行方式具备开展系统调试试验条件。
	1. 系统调试项目及要求
		1. 断路器带电操作试验
10. 对全冗余智能快速断路器进行带电合闸、分闸操作；
11. 有多组全冗余智能快速断路器时，应分别进行试验；
12. 试验方式可根据快速短路安装位置及接线确定，宜分别开展断路器空载合分闸操作、以及合环\解环操作试验；
13. 试验过程中，快速断路器状态正常，断路器动作符合预期。
	* 1. 人工短路接地试验
14. 电网条件允许的情况下，宜开展人工短路试验，对短路电流抑制系统的动作性能进行考核；
15. 人工短路试验地点和试验方式应结合系统分析计算确定；
16. 人工短路方式宜选择单相接地短路，必要时可进行三相短路试验；
17. 所选择短路点短路时故障电流不低于短路电流抑制系统动作电流定值；
18. 试验过程中，检查快速检测控制装置、快速断路器状态正常；
19. 短路电流抑制系统动作行为应符合预期。
	* 1. 无故障下拓扑重构及恢复试验
20. 系统不具备人工短路试验条件时，应开展无故障下拓扑重构及恢复试验；
21. 试验前，短路电流抑制系统正常投入，快速断路器合闸状态；电网正常运行方式下，通过模拟短路故障信号等方式，使得短路电流抑制系统动作，实现电网拓扑重构和拓扑恢复；
22. 试验过程中，检查快速检测控制装置、快速断路器状态正常；
23. 快速检测控制装置、快速断路器动作行为应符合预期。
24. 运行维护
	1. 巡视
		1. 快速检测控制装置

本条款是装置运行维护过程中应遵守的基本原则，其没有涉及的内容按照DL/T 587规定进行。

运行状态：装置电源开启，检修压板退出，解列功能压板、自动恢复功能压板投入，至少有一个快速断路器出口压板投入；

信号状态：装置电源开启，解列功能压板、自动恢复功能压板投入，全部快速断路器出口压板退出；

退出状态：装置电源开启，解列功能压板、自动恢复功能压板退出，全部快速断路器出口压板退出；

d） 快速断路器送电前，应检查装置处于正常运行状态，快速断路器状态变更前应按规定变更

装置的状态；

e） 某一快速断路器退出运行时，宜退出装置中关于该快速断路器的状态信号和电流采样信号，

并退出该快速断路器的出口压板，使装置能够仍然保持在运行状态。该快速断路器重新投入运

行时，恢复装置相关操作；

f） 装置电流、电压、开关量输入回路或装置内作业前，应向调度申请将该装置退出，恢复

时，运行人员在检查各部分正确无误后，恢复装置状态；

g） 装置动作（解列或自动恢复）后，运行值班人员应按要求做好记录并将动作情况向主管调

度汇报，及时通知继电保护人员，继电保护人员应通过故障录波、动作报文等信息分析限流系统和相关保护的动作逻辑、动作时序是否正确并评估限流效果；

h） 装置出现异常时，运行值班人员应根据装置的现场运行规程进行处理，并立即向主管调度

汇报，及时通知继电保护人员。异常情况包括但不限于：

闭锁，即装置运行灯熄灭，此时通常是由于软硬件严重错误引起的故障，应停机检修；

告警，即装置告警灯点亮，包括PT断线、CT断线、快速断路器本体异常以及装置自身的异常等，此时应根据异常信号定义进行针对性检查；

1. 装置端和快速断路器端均应设置光纤通道监视手段，当上行通道或者下行通道异常告警时，

继电保护人员和一次设备维护人员应共同查找原因，及时消除缺陷。

* + 1. 全冗余智能快速断路器
1. 巡视包括快速断路器外观检查和机构状态检查，巡视基准周期为3个月，其中外观检查要求声音无异常，高压引线、接地线连接正常，套管外绝缘无破损、无异物附着；机构状态检查要求气压、油压正常，机构分合闸位置显示正确，记录快速断路器分合闸次数；
2. 重点特巡液压机构及电磁斥力脱扣器，巡视基准周期为3个月，其中液压操动机构应确保油位正常，无渗漏，油泵及各储压元件无锈蚀，电磁斥力脱扣器本体无锈蚀卡滞，储能电容供能正常；
3. 端子排无锈蚀、裂纹、放电痕迹，二次接线无松动、脱落，绝缘无破损、老化现象，备用芯绝缘护套完备，电缆孔洞封堵完好；
4. 应加强红外热成像测温，检测周期为半年，检测各单元及进、出线电气连接处，红外热像图显示应无异常温升、温差和/或相对温差。分析时，应该考虑测量时及前3小时负荷电流的变化情况，测量和分析方法参考行标DL/T 664；
5. 测量快速断路器主回路电阻，测量周期为3年，与交接试验值差应小于30%，自上次试验之后进行100次以上分、合闸操作，也应进行本项目；
6. 如配置了特高频局部放电检测，检测周期为2年，检测前应尽量排除环境的干扰信号。检测中对干扰信号的判别可综合利用特高频法典型干扰图谱、频谱仪和高速示波器等仪器和手段进行。进行局部放电定位时，可采用示波器（采样精度至少1GHz以上）等进行精确定位，必要时也可通过改变电气设备一次运行方式进行，异常情况应缩短检测周期。
	1. 传动操作
		1. 总原则
7. 鉴于短路电流抑制系统的重要性，应结合负荷低位运行的春检合理制定停电计划，确保三年基准周期内未检修的快速断路器针对性开展停电带快速检测控制装置进行传动，同时开展本体、操作回路、操动机构、电磁斥力脱扣器检查维护等项目；
8. 如变电站3年基准周期内，停电安排较困难，应充分评估站内负荷运行水平，可进行带载传动试验，进行电网拓扑瞬态重构，期间重点监测快速检测控制装置和全冗余智能快速断路器分合闸技术参数，观察快速断路器外观及机构是否正常；
9. 传动操作确认无误后，方可送电操作。当检修涉及继电保护、控制回路等二次回路时，还应由继电保护人员进行传动试验、确认合格后方可送电。
	* 1. 传动前状态确认
10. 传动操作前应检查控制回路和辅助回路的电源正常，检查操作机构已储能，检查电磁斥力脱扣器外观无异常、合分位置正确，储能电容电压正常，无欠压告警；SF6气体压力在规定的范围内；各种信号正确、表计指示正常；
11. 快速断路器气体压力、液压（气动）操动机构压力异常导致断路器分、合闸闭锁时，不准擅自解除闭锁，进行操作；
12. 快速断路器检修传动前，应检查接地线（接地刀闸）是否全部拆除（拉开），防误闭锁装置是否正常。
	* 1. 传动后状态检查
13. 传动操作后的位置检查应以机械位置指示、电气指示、仪表及各种遥测、遥信等信号的变化来判断。具备条件时应到现场确认本体和机构（分）合闸指示器以及拐臂、传动杆位置，保证断路器两个独立快速开断单元同时已正确（分）合闸，同时检查断路器本体有无异常；
14. 使用电磁斥力脱扣器间接驱动断路器进行快速分合闸操作时，应注意观察储能电容回路所监测的欠压指示的变化情况，连续操作电磁斥力脱扣器的断路器后，应注意电压变化，发现异常及时进行调整；
15. 传动后，观察快速检测控制装置是否接收到快速断路器的故障告警信号，同时确认接收的快速断路器分合闸位置信息与快速断路器本体实际分合闸状态是否相符；
16. 采用液压操动机构的快速断路器，在分闸、合闸就地传动操作时，现场人员应尽量避开高压管道接口。
	1. 维护
		1. 汇控柜维护
17. 结合设备停电进行清扫。必要时可增加清扫次数，但必须采用防止设备误动的可靠措施；
18. 加热装置在入冬前应进行一次全面检查并投入运行，发现缺陷及时处理；
19. 驱潮防潮装置应长期投入，在雨季来临之前进行一次全面检查，发现缺陷及时处理；
20. 汇控柜体消缺及柜内驱潮加热、防潮防凝露模块和回路、照明回路作业消缺。
	* 1. 高压带电显示装置维护
21. 高压带电显示装置显示异常，应进行检查维护；
22. 对于具备自检功能的带电显示装置，利用自检按钮确认显示单元是否正常；对于不具备自检功能的带电显示装置，测量显示单元输入端电压：若有电压则判断为显示单元故障，自行更换；若无电压则判断为传感单元故障，联系检修人员处理；
23. 更换显示单元前，应断开装置电源，拆解二次线时应做绝缘包扎处理，维护后，应检查装置运行正常，显示正确。
	* 1. 指示灯更换
24. 指示灯指示异常，应进行检查；
25. 测量指示灯两端对地电压：若电压正常则判断为指示灯故障，自行更换；若电压异常则判断为回路其他单元故障，联系检修人员处理；
26. 更换指示灯前，应断开相关电源，并用万用表测量电源侧确无电压；
27. 更换时，运维人员应戴手套，拆解二次线时应做绝缘包扎处理；维护后，应检查指示灯运行正常，显示正确。
28.

**━━━━━━━━━━━**