



团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

快速开关投切电抗器型故障电流限制器 接入电力系统技术规范

Technical Specifications for Integrating Fault Current Limiter Based on High-speed Switch Switching Reactor to Power System

(征求意见稿)

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.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总体要求.....	2
4.1 目的及可靠性总体要求	2
4.2 快速开关可靠性总体要求	2
4.3 接入电力系统稳定性总体要求.....	2
4.4 装置通信总体要求	3
4.5 装置策略总体要求	3
4.6 接入电力系统前现场试验及启动调试总体要求.....	3
5 接入方案及策略.....	3
5.1 安装位置	3
5.2 装置非限流模式转换至限流模式策略.....	3
5.3 装置限流模式转换至非限流模式策略.....	3
6 校核分析原则.....	3
6.1 校核总体原则	3
6.2 短路电流分析	3
6.3 电力系统安全稳定分析	4
6.4 自动重合闸影响分析	4
6.5 电力系统继电保护影响分析	4
7 现场试验及启动调试.....	4
7.1 现场试验	4
7.2 系统调试	5
7.3 人工短路试验	5
附 录 A（资料性附录） 装置接入电网示意图	6
附 录 B（资料性附录） 装置内部拓扑结构示意图	7

快速开关投切电抗器型故障电流限制器接入电力系统技术规范

1 范围

本文件规定了快速开关投切电抗器型故障电流限制器（以下简称装置）接入电力系统的总体要求、接入方案及策略、校核分析原则、现场试验及启动调试规范。

本文件适用于通过 110 kV 及以上交流系统连接的快速开关投切电抗器型故障电流限制器。对于通过其他电压等级交流系统连接的快速开关投切电抗器型故障电流限制器可参照执行。

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/T 1094.6 电力变压器 第6部分：电抗器
- GB/T 1984 高压交流断路器
- GB/T 11022 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
- GB/T 13729 远动终端设备
- GB/T 15544.1 三相交流系统短路电流计算 第1部分：电流计算
- GB/T 28811 高压开关设备和控制设备 基于IEC 61850的数字接口
- GB/T 31464 电网运行准则
- GB 38755 电力系统安全稳定导则
- GB 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准
- NB/T XXX1 高压交流故障电流限制器通用技术规范
- NB/T XXX2 基于高耦合分裂电抗器的高压交流故障电流限制器技术规范
- NB/T XXX3 基于高耦合分裂电抗器的高压交流故障电流限制器专用断路器技术规范

3 术语和定义

GB/T 1984、GB/T 11022、GB/T 15544.1、NB/T XXX1、NB/T XXX2 和 NB/T XXX3 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

快速开关 high-speed switch

用于高压交流故障电流限制器时，能够在 20ms 内使故障电流限制器从非限流模式切换到限流模式、分闸时间不大于 3ms 的断路器。

[来源：NB/T XXX3，3.2.1]

3.2

快速检测控制系统 fast detection and control device

一种通过采集快速开关所在支路电流、电压或其他相关支路电气量，进行短路故障快速识别和同期检测，并控制快速开关分合闸以投切电抗器的控制系统。

3.3

快速开关投切电抗器型故障电流限制器 fault current limiter based on high-speed switch switching reactor

是一种快速开关和电抗器并联的故障电流限制器，当系统发生短路故障时，快速开关开断后投入电抗器，将短路电流转移至电抗器并限制故障电流。故障解除后，快速开关关合。主要拓扑结构如附图 B1 所示。

3.4

非限流模式转换至限流模式的整定范围 setting range of transition from non current-limiting mode to current-limiting mode

装置由非限流模式转换至限流模式的短路电流整定范围，一般为以装置为中心的附近位置。

3.5

非限流模式转换至限流模式的电流整定值 current setting of transition from non current-limiting mode to current-limiting mode

在规定的使用性能条件下，装置由非限流模式向限流模式转换时，快速开关判断达到开断条件的电流值。

3.6

最大预期短路电流 maximum prospective short-circuit current

快速开关投切电抗器型故障电流限制器设计的最大预期故障电流。

[来源：NB/T XXX3, 3.2.10]

3.7

额定短时耐受电流 rated short-time withstand current

在规定的使用条件和性能要求下，规定的短时间内，装置中快速开关在合闸位置能够承载的电流有效值。

[来源：GB/T 11022, 5.6]

3.8

额定峰值耐受电流 rated peak withstand current

在规定的使用条件和性能要求下，装置中快速开关在合闸位置能够承载的额定短时耐受电流第一个大半波的电流峰值。

[来源：GB/T 11022, 5.7]

3.9

故障响应时间 t_1 fault response time

从故障电流出现时刻到装置进入限流模式时刻之间的时间间隔。

[来源：NB/T XXX2, 3.2.7]

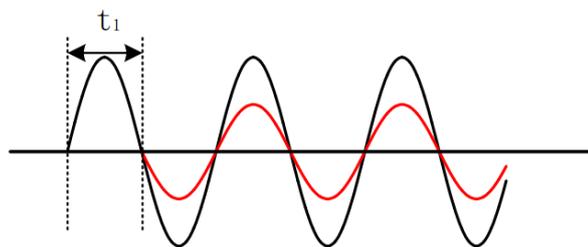


图 1 装置故障响应时间 t_1 示意图

4 总体要求

4.1 目的及可靠性总体要求

装置应满足 GB/T 1094.6 对限流电抗器的要求，宜用于限制所接母线或所接分支的短路电流，满足装置由非限流模式转换至限流模式的条件时，应能快速可靠动作。

4.2 快速开关可靠性总体要求

装置中快速开关宜采用全冗余设计，应能保障可靠开断。

4.3 接入电力系统稳定性总体要求

装置接入电力系统应满足 GB 38755 电力系统安全稳定运行的基本要求，分析其对电网暂态稳定性和继电保护影响，并应采取适当的应对措施。

4.4 装置通信总体要求

装置数字通信应满足 GB 28811 相关要求，通过 103 规约等接入变电站监控系统，具有故障录波等功能，满足变电站自动化规范要求，数据采集及计算精度满足 GB/T 13729 的要求。

4.5 装置策略总体要求

装置应具有非限流模式转换至限流模式策略、限流模式转换至非限流模式策略，具有自动重合闸功能、合闸失灵联跳、分闸失灵联跳、限流失效联跳、快速开关位置不一致联跳等策略。

4.6 接入电力系统前现场试验及启动调试总体要求

装置接入电网运行前应参照 GB 50150，完成装置的现场试验及启动调试。

5 接入方案及策略

5.1 安装位置

装置的安装位置应满足以下要求：

- a) 装置可装设在变电站线路或主变出线、母线分段等；
- b) 根据系统结构及变电站接线，可采用单台或多台装置满足限流需要；
- c) 装置额定参数包括额定电压、额定电流、最大预期短路电流、额定峰值耐受电流、额定短时耐受电流、故障响应时间等，应满足系统实际需要；
- d) 应分析不同安装位置限制短路电流的效果、对系统安全性及供电可靠性的影响，经技术、经济论证确定安装位置。

5.2 装置非限流模式转换至限流模式策略

故障发生后，装置判断满足动作条件后，命令快速开关开断并投入电抗器，装置非限流模式转换至限流模式策略应满足以下要求：

- a) 应采集快速开关所在支路电流、电压，或其他相关支路电气量进行计算，快速有效识别故障；
- b) 满足动作电流整定值条件时应能可靠动作，命令快速开关开断并投入电抗器。

5.3 装置限流模式转换至非限流模式策略

短路故障清除后，装置应控制快速开关关合并将电抗器旁路，装置限流模式转换至非限流模式策略应不影响线路重合闸功能。

6 校核分析原则

6.1 校核总体原则

对于 110 千伏及以上电压等级接入的装置，针对电网运行中实际可能出现的运行方式，应根据 GB 38755 的要求校核如下运行方式：

- a) 典型大负荷运行方式；
- b) 典型小负荷运行方式；
- c) 其他典型检修方式；
- d) 其他可能的不利运行方式及场景。

6.2 短路电流分析

装置接入后的系统短路电流水平应参照 GB 38755、GB/T 15544.1 的要求，考虑装置由非限流模式转换至限流模式动态过程对短路电流的影响，校核相关设备的短路电流耐受能力，应满足以下要求：

- a) 应校核不同故障位置下装置可能承受的最大短路电流水平，包括短路电流峰值、交流分量、直流分量等；
- b) 在装置定值整定阶段，装置短路电流交流分量、直流分量及开断电流应考虑装置由非限流模式转换至限流模式的动态过程影响，宜采用机电-电磁混合/电磁暂态仿真手段确定；

- c) 在装置定值整定阶段，应结合装置非限流模式转换至限流模式的整定范围，校核装置由非限流模式转换至限流模式过程中短路电流的上、下限，确定装置非限流模式转换至限流模式的电流整定值，并确保其满足对继电保护配合、系统稳定影响等因素要求。

6.3 电力系统安全稳定分析

应参照 GB 38755 的要求，校核装置接入后对系统安全稳定性的影响，应包括以下内容：

- a) 暂态稳定性校核应结合装置接入系统位置，设置多类型故障校核近区电网安全稳定特性；
- b) 暂态稳定性校核应考虑装置由非限流模式转换至限流模式动态过程的影响，宜采用机电/机电-电磁/电磁暂态程序进行分析；
- c) 暂态稳定性校核应考虑系统严重故障，校核装置分闸失灵与合闸失灵对电网暂态稳定性的影响。

6.4 自动重合闸影响分析

结合装置安装位置和策略，应校核装置接入对线路自动重合闸的影响，分析装置由非限流模式转换至限流模式动态过程对自动重合闸的影响。

6.5 电力系统继电保护影响分析

结合装置安装位置和策略，应分析装置接入对系统继电保护影响，应包括以下内容：

- a) 分析装置接入对系统继电保护影响，宜采用机电-电磁混合/电磁暂态仿真手段；
- b) 应校核其对继电保护“四性”的影响，包括但不限于输电线路纵联电流差动保护、距离保护、零序后备保护、母差保护以及变压器保护。

7 现场试验及启动调试

7.1 现场试验

为确保装置的可靠性，应分别进行快速开关及电抗器、快速检测控制系统现场试验，并完成快速开关及电抗器、快速检测控制系统的一、二次联合传动试验。

7.1.1 快速开关及电抗器现场试验项目

应包括但不限于以下项目：

- a) 主回路绝缘电阻测量；
- b) 装置供能变压器介质损耗测试；
- c) 快速开关单断口回路电阻测试；
- d) 快速开关单断口均压电容器容量测试；
- e) 六氟化硫气体含水量测量；
- f) 碟簧机构压力整定值检查；
- g) 快速开关机械特性测试；
- h) 快速开关合闸状态下主绝缘交流耐压试验；
- i) 快速开关分闸状态下装置内断口间交流耐压试验；
- j) 快速开关分合闸时间测试；
- k) 电抗器绕组绝缘电阻测量；
- l) 电抗器额定连续电流时的阻抗测量；
- m) 电抗器介质损耗测试；
- n) 电抗器耦合系数测量；
- o) 电流互感器精度测试。

7.1.2 快速检测控制系统现场试验项目

应包括但不限于以下项目：

- a) 外观及接线检查；
- b) 人机界面检验；

- c) 数据采集检验；
- d) 光纤通信检验；
- e) 快速检测控制系统非限流模式转换至限流模式功能检验；
- f) 快速检测控制系统限流模式转换至非限流模式功能检验；
- g) 快速检测控制系统自动重合闸功能试验；
- h) 快速检测控制系统合闸失灵联跳功能试验；
- i) 快速检测控制系统分闸失灵联跳功能试验；
- j) 快速检测控制系统限流失效联跳功能试验；
- k) 快速检测控制系统快速开关位置不一致联跳功能试验；
- l) 快速检测控制系统出口传动试验；
- m) 监控系统检验；
- n) 故障录波功能检验；
- o) 双系统掉电试验。

7.2 系统调试

装置启动调试过程中，为确保装置的可靠性，应逐台逐项完成相关试验项目，包括但不限于以下项目：

- a) 装置带电试验；
- b) 装置非限流模式转换至限流模式策略、装置限流模式转换至非限流模式策略测试；
- c) 装置自动重合闸功能测试；
- d) 装置合闸失灵联跳功能测试；
- e) 装置与所连接设备合环试验。

7.3 人工短路试验

装置启动调试期间，在电网条件允许的情况下，首台首套装置宜进行装置近区人工短路接地试验，试验地点和试验方式应结合系统分析计算确定，验证装置短路电流限制效果应符合预期。

附录 A
(资料性附录)
装置接入电网示意图

A.1 装置接入电网示意图

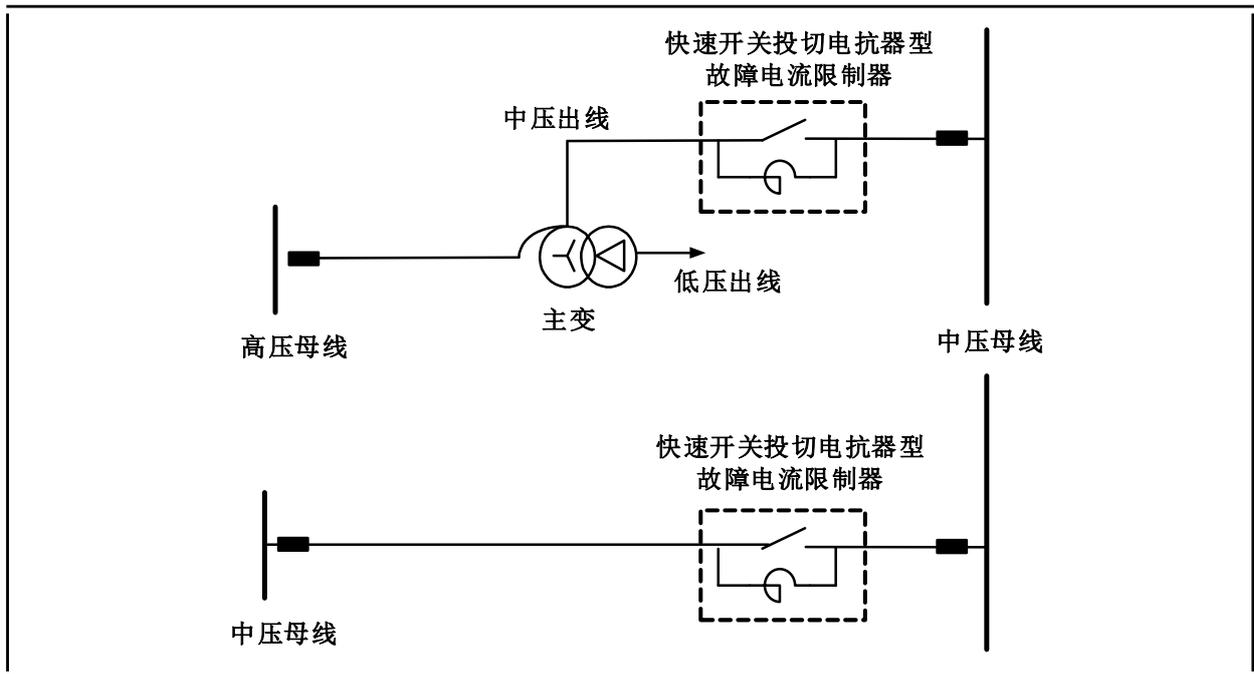


图 A.1 装置接入电网示意图

附录 B
(资料性附录)
装置内部拓扑结构示意图

B.1 装置内部拓扑结构示意图

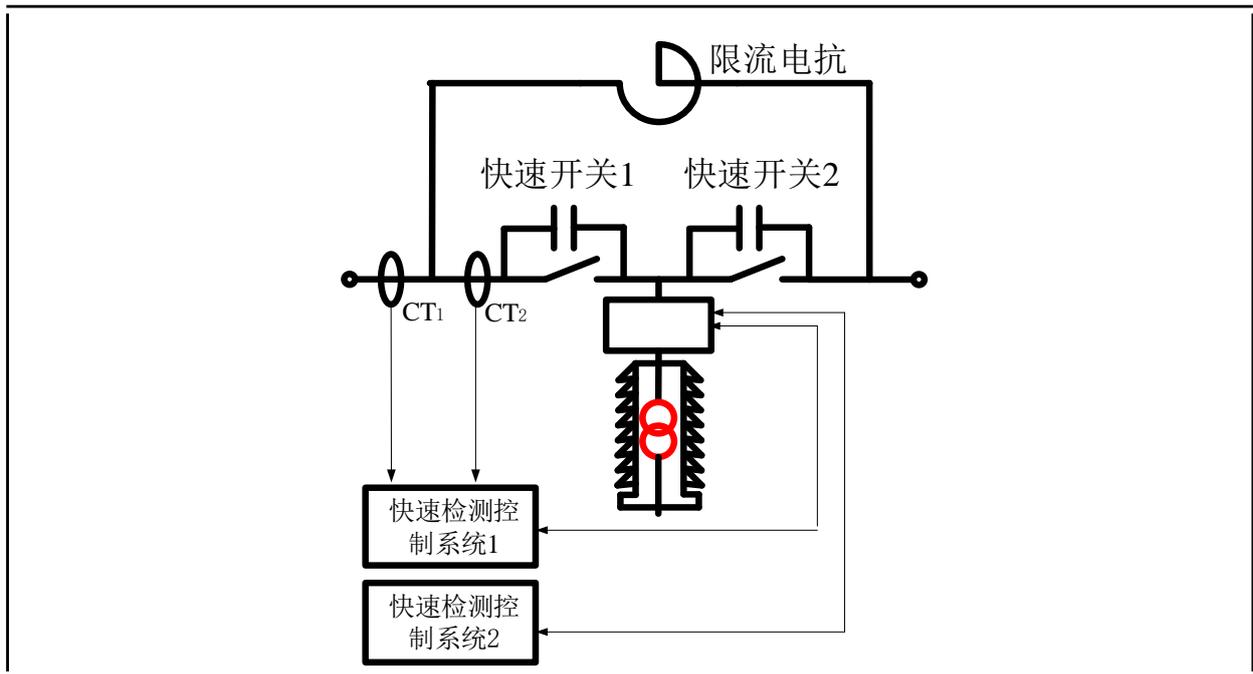


图 B.1 装置内部拓扑结构示意图