



团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

中压配电网多端差动保护互操作检测 规范

Technical specification for interoperability inspection of multi-
terminal Differential protection in Medium Voltage distribution
networks

（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

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

3 符号、代号和缩略语 1

4 总体要求 1

5 试验要求 1

6 试验模型 3

7 检测项目 3

8 其它检测要求 5

附 录 A （规范性） 配电网多端差动保护互操作系统的典型检测接线 6

附 录 B （资料性） 配电网多端差动保护互操作系统的典型检测用例 8

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》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会分布式电源运行与控制工作组归口。

本文件起草单位：广东电网有限责任公司电力调度控制中心、江苏金智科技股份有限公司、长园深瑞继保自动化有限公司、国电南瑞南京控制系统有限公司、广东电网有限责任公司中山供电局。。

本文件主要起草人：卢建刚、刘玮、王峰、赵瑞锋、黄亮亮、张佑鹏、李鹏、李今宋、李蔚凡、李小伟。

本文件为首次发布。

中压配电网多端差动保护互操作检测规范

1 范围

本文件规定了 10kV（含 6kV、20kV）中压配电网多端差动保护互操作检测的总体要求、试验要求、试验模型、检测项目及其他检测要求。

本文件适用于 10kV（含 6kV、20kV）中压配电网多端差动保护互操作设备的出厂检测、实验室系统整组检测以及系统现场检测，电网企业和用户以及从事配电系统产品检测的科研、设计、制造和运行等单位参照执行。

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 20840.1 互感器 第 1 部分：通用技术要求

GB/T 35732-2025 配电自动化终端技术规范

DL/T 721-2024 配电自动化远方终端

DL/Z 860.2 变电站通信网络和系统 第 2 部分：术语

DL/T 860.5 变电站通信网络和系统 第 5 部分：功能的通信要求和装置模型

DL/T 860.72 电力自动化通信网络和系统 第 7-2 部分：基本信息和通信结构 抽象通信服务接口（ACSI）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

配电网多端差动保护 multi-terminal differential protection for distribution networks

通过一定方式连接的三端及以上交流配电线路的纵联电流差动保护。

3.2

互操作 interoperation

多个家之间互联互通，实现纵联电流差动保护。

3 符号、代号和缩略语

下列符号、代号和缩略语适应于本文件：

PT：电压互感器（Potential Transformer）

CT：电流互感器（Current Transformer）

HSR：高可用性无缝冗余（High-availability Seamless Redundancy）

4 总体要求

4.1 配电网多端差动保护互操作系统中的配电终端应满足 GB/T 35732-2025 和 DL/T 721-2024 的技术要求。

5 试验要求

5.1 基本要求

5.1.1 配电网多端差动保护互操作试验环境宜采用物理动模系统、注入式功率源、计算机仿真模拟、开关状态模拟设备、通信控制设备等。

5.1.2 配电网多端差动保护互操作系统的出厂检测、实验室检测和现场检测采用的模型参数应与实际应用场景一致；试验应能在不同场景下满足配电网多端差动保护互操作的功能与性能指标；典型应用场景参考附录 A。

5.1.3 配电网多端差动保护互操作系统的试验环境应符合 DL/T 721-2024 的技术要求。

5.1.4 被试产品检验所使用的仪器、仪表必须经过检验合格，符合有关计量管理的要求。

5.1.5 试验环境应能提供足够容量的交流电源，以满足被试二次设备及辅助设备正常运行的全部要求，直流源电压调整范围为-20%~+15%。

5.1.6 在试验环境中接入的二次额定交流电压值应与在实际目标系统中接入的二次额定交流电压值相同。

5.1.7 试验条件应能提供足够容量的交流电源，以满足被试二次设备及辅助设备正常运行的全部要求，交流源频率为 50Hz，空载电压偏差为-15%~+10%，电压波形为正弦波，电压纹波系数不大于 5%。

5.1.8 试验环境应具有有人机界面，能够进行试验参数设置、观测记录检测数据。

5.1.9 试验环境可按照用户需求，与继电保护、调度自动化等现场运行装置或系统配合试验。

5.1.10 实验环境应能适应不同的通信条件，以测试被测系统的通道适应性，具体要求见 DL/Z 860.2、DL/T 860.5 和 DL/T 860.72。

5.2 故障检测能力

5.2.1 试验环境在不同的故障点应能分别试验金属性和过渡电阻发生的单相接地、两相短路接地、两相短路、三相短路以及三相短路接地故障，并能试验瞬时性和永久性故障，接地故障过渡电阻可以调整。

5.2.2 试验环境在不同的故障点应能试验开关、互感器、终端异常的非正常响应，包括开关拒动、开关延时动作、开关误动作、终端拒动、PT 断线、CT 断线、CT 饱和。

5.3 其它要求

5.3.1 试验条件在被试系统及设备的正常工作条件范围内。

5.3.2 试验环境应具有供分析用的储存试验量（数字量）、开关量和被试系统动作情况的故障录波装置或功能，能够调用查看存储的试验信息。

5.3.3 试验环境应配备时钟对时系统，成功对时后，守时精度 $\leq 1\text{s}/24\text{h}$ 。

5.3.4 试验环境应配备开入开出节点和电流电压输出通道，故障时适应于配电网多端差动保护数字量检测。

5.3.5 现场配电网多端差动保护互操作系统检测要求如下：

- a) 检测线路上应部署相应安全措施，防止开关接收模拟信号进行遥控操作；
- b) 断路器或负荷开关的拒动误动故障信号产生可由试验仪器模拟产生；
- c) 断路器跳闸信号可由试验仪器模拟产生，也可实际跳闸产生；
- d) 负荷电流和故障电流，可由试验仪器模拟产生；
- e) 线路上所有的开关状态量应正确接入试验仪器，为模拟逻辑提供所需环境；
- f) 现场通信状态可由试验仪器或配电终端产生；
- g) 现场联络开关可由试验仪器模拟，实现开关位置切换，也可实际产生；
- h) 多个配电站所模拟故障电流、电压、开入量信号应同步输出；

- i) 现场检测受限于运行方式，可不执行 5.2.1 规定的全量故障类型模拟，允许采用模拟量注入方式验证保护逻辑及动作正确性，但必须确保不影响一次系统安全运行。

6 试验模型

6.1 试验环境中应包括检测对象的各种网络接线，至少包括电源、开关、负荷之间的连接关系，变电站出线保护的定值信息，线路的最大负荷等特征，可由物理动模、计算机仿真等方式实现。

6.2 交流配电线路参数特性应与实际目标线路相符，在线路中所通过的零序电流与三相线零序电流之和相等，可由物理动模、计算机仿真等方式实现。

6.3 试验环境模型的最大短路电流值，可按现场运行目标系统的最大短路容量考虑，模拟设备及线路采参数推荐值见表 1。

表 1 模型设备及线路参数推荐值

模型设备名称	原型线路参数
系统短路容量 MVA	100~1000
馈线长度 km	0~20
馈线负荷 MVA	0~10

6.4 试验环境中模拟变压器以二绕组变压器为主，模拟变压器在空投时其励磁涌流应足够大。

6.5 当一次模拟系统发生短路故障时，试验环境所提供的电流互感器和电压互感器暂态特性应能正确反映实际系统的稳态和暂态特性，宜符合 GB/T 20840.1。

6.6 试验环境应为被试品提供足够的辅助触点位置信号，并为被测系统提供分闸和合闸的控制接入点。模拟断路器在进行合闸或者分闸时，三相触头闭合时间之差应小于 5ms，三相触头分离时间之差应小于 3.3ms。对于特殊试验，模拟断路器三相合闸时，可根据需要增大时差。

6.7 试验环境应能模拟实际配电网中各种不同的中性点接地方式。

6.8 试验环境模拟负荷的各类负荷的比例应与实际目标网架相适应，以保证有相同的功率因数和负荷特性。

7 检测项目

7.1 配电网差动保护逻辑启动前，检测项目要求如下：

- 7.1.1 被试配电终端的硬压板和软压板均可投退，具备差动通道、环 1 或环 2 差动参数配置功能；
- 7.1.2 具备就地数据环网转发功能；
- 7.1.3 跨设备厂商的差动保护互操作协议一致性检测验证；
- 7.1.4 跨设备厂商的差动保护同步一致性检测验证；
- 7.1.5 差动环网内最大支持间隔数量；
- 7.1.6 差动通道时延、采样延时、误码率、丢帧数；
- 7.1.7 环网通信异常告警；
- 7.1.8 所有模拟开关均处于可遥控状态；
- 7.1.9 系统初始化应对开关开出信号无影响；
- 7.1.10 与模拟主站通信正常；
- 7.1.11 差动通道连接及运行方式切换相关检测验证。

7.2 逻辑执行过程中，容错能力检测项目要求如下：

- 7.2.1 下述任一条件成立时，考核配电网多端差动保护应闭锁或退出功能，并报警：
 - a) 配电网多端差动保护功能的投入条件中的任一项不满足；
 - b) 所在馈线回路中任一开关的操动机构、分合位置及绝缘状态异常信号动作；
 - c) 逻辑执行过程中环网两个及以上通道异常；

- d) 同一个环网内出现 2 台及以上相同的间隔编号。

7.2.2 下述条件成立时，考核配电网多端差动保护正常动作：

- a) 逻辑执行过程中环网两个节点间通信故障；
- b) 支路间隔退出差动保护不再计算该支路电流；
- c) 支路检修压板投入，环网差动不计算该支路模拟量；
- d) 零序 CT 极性反接或 CT 极性参数反向，可自适应处理。

7.3 故障类型要求

在不同的故障点逻辑执行过程中，开展以下故障类型：

- a) 两相短路故障；
- b) 两相短路接地故障；
- c) 三相短路故障；
- d) 单相接地故障。

7.4 故障点要求

7.4.1 常规工况故障，故障点要求如下：

- a) 区内/区外金属性短路故障；
- b) 区内/区外发展及转换性故障；
- c) 区内/区外经过渡电阻短路；
- d) 弱馈区内故障测试；
- e) 配变空充区内/区外故障；
- f) 手合于区内/区外故障；
- g) 区内故障 CT 抗饱和测试；
- h) 区外故障 CT 抗饱和测试；
- i) 被测系统覆盖线路的其他可能故障。

7.4.2 异常工况故障，故障点要求如下：

- a) 单侧 CT 断线；
- b) 单侧 PT 断线；
- c) 单侧采样异常；
- d) 通道延时异常；
- e) 单帧/多帧数据异常；
- f) 通道误码率大于阈值；
- g) 间隔编号配置重复或越限；
- h) 环内任意一台设备差动保护软硬压板退出。

7.5 检测条件要求

7.5.1 在不同的故障点逻辑执行过程中，开展通信故障试验；

7.5.2 在不同的故障点逻辑执行过程中，开展 PT 断线、CT 断线试验；

7.5.3 在不同的故障点逻辑执行过程中，开展配电终端异常闭锁试验；

7.5.4 在不同的故障点线路轻载 20%、中载 60%、满载情况下开展 7.1、7.2、7.3 所述的各种故障试验；

7.5.5 在线路中一次设备检修情况下，在不同的故障点开展 7.1、7.2、7.3 所述的各种故障试验；

7.5.6 线路运行方式改变情况下，在不同的故障点开展 7.1、7.2、7.3 所述的各种故障试验；

7.5.7 在不同的故障点逻辑执行过程中，开展差动保护动作特性和动作时间试验；

7.5.8 在不同的故障点逻辑执行过程中，开展差动保护互操作功能和性能试验；

7.5.9 根据试验委托人的特殊要求确定相应的试验项目。

7.6 保护选择性检测

7.6.1 在进行配电网多端差动保护互操作检测时，除验证保护动作正确性外，还应检测其与上下级保护的配合能力。

7.6.2 区内故障检测时，应验证故障区段准确隔离，非故障区段（包括上游电源侧和下游负荷侧）不应误动作。

7.6.3 区外故障检测时，应验证本区段差动保护可靠闭锁或返回，由相邻区段或上级保护动作切除故障。

8 其它检测要求

8.1 配电网多端差动保护逻辑启动后，配电终端应向主站及时上传所有动作信息；

8.2 配电终端支持主站对终端基本参数与故障动作整定参数的在线远程调阅及下装；

8.3 配电终端应能接收并自动适应主站下发的动作定值等其他参数；

8.4 差动保护动作情况不影响原智能分布式馈线自动化的故障隔离与负荷转供；

8.5 具备内部远跳功能。

附 录 A
(规范性)
配电网多端差动保护互操作系统的典型检测接线

表 A.1 文中图元含义如下说明

图元	含义
	断路器合闸

表 A.2 典型检测接线的规范性要求如下说明

图元	含义
通则	本附录规定了实验室及现场检测时的标准接线方式，检测环境应按本附录配置
含分段开关的典型检测接线要求	对应图 A.1，应满足以下要求： a) 差动保护环 1 应包含开关 1、2、3、4； 差动保护环 2 应包含开关 4、5、6； b) 分段开关 4 应同时参与两组差动计算； c) 各终端采样值输入应取自对应间隔的 CT/PT 二次侧。
不含分段开关的典型检测接线要求	对应图 A.1，应满足以下要求： a) 差动保护环 1 应包含开关 1、2、3、4； b) 各终端采样值输入应取自对应间隔的 CT/PT 二次侧。
环网通信连接规范	所有多端差动保护装置应采用双绞线或光纤构成环形网络，确保单点故障不影响通信。

A.1 配电网多端差动保护互操作检测典型应用一次图（含分段开关）

图 A.1 中光纤环网内分为电流差动保护 1 和电流差动保护 2。当电流差动保护 1 内部发生故障时，通过跳开开关 1、开关 2、开关 3 和开关 4 实现故障隔离。当电流差动保护 2 内部发生故障时，通过跳闸开关 4、开关 5 和开关 6 实现故障隔离。

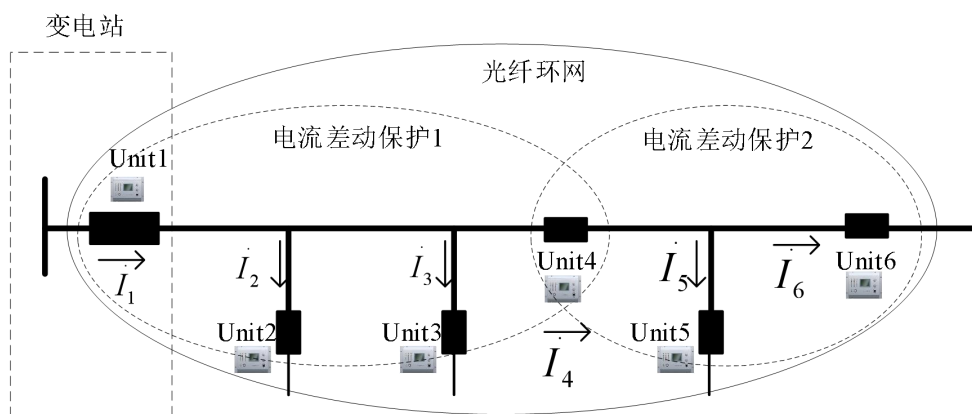


图 A.1 含分段开关的配电网差动保护配置

A.2 配电网多端差动保护互操作检测典型应用一次图（不含分段开关）

图 A.2 中当电流差动保护内部发生故障时，通过跳开开关 1、开关 2、开关 3、开关 4、开关 5 和开关 6 实现故障隔离。

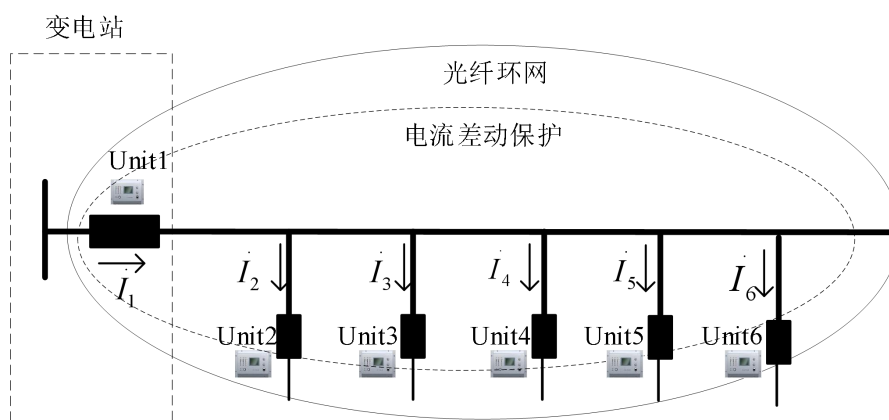


图 A.2 不含分段开关的配电网差动保护配置

A.3 配电网多端差动保护互操作检测典型应用环网通信连接图

配电网多端差动保护互操作检测典型应用环网通信连接图见图 A.2，所有多端差动保护装置采用 HSR 环网进行连接，所有多端差动保护装置都通过 2 个网口进行依次连接，一般的，分支的多端差动保护装置只参与一组差动保护计算，分段的多端差动保护装置需要参与两组差动保护计算。

附 录 B
(资料性)
配电网多端差动保护互操作系统的典型检测用例

表 B.1 文中图元含义如下说明

图元	含义
	断路器合闸
	故障模拟点

B.1 检测目的

验证配电网多端差动保护互操作系统中的配电终端配置、参数、互操作性、动作逻辑与投运要求的匹配程度。

检测对象线路选取典型含分段开关的配电网多端差动典型应用一次图，包括 1 个电源点，3 个分支开关，2 个分段开关，环网内开关全部为断路器，见图 A.1。

B.2 检测要求

- a) 检测仪器必须经具备相关资质的单位检测合格，并在有效期内，检测设备须安全可靠、操作便捷、显示直观，需安装的设备应固定牢靠；
- b) 参加测试的设备应具备相关资料包括单台设备试验报告样张等，并提供各种试验方式动作策略和闭锁逻辑条件；
- c) 检测人员应如实记录试验过程、试验结果，并出具试验报告，试验报告还应记录被测设备型号、软件版本号、试验仪器、试验时间、试验人员、试验结论等有关信息；
- d) 每个实验可选择做 IA、IB、IC 或零序，模拟电流施加在配电终端的二次端子上或者直接施加在一次设备上；
- e) 多个站所的故障电流、电压信号、开关信号应能够同步触发产生，信号时序逻辑正确；
- f) 若针对现场检测，不宜对开关进行遥控操作，线路上所有未接入测试仪或模拟开关的开关遥控投入连接片断开，以保证测试时线路能够正常供电，不影响用户。

B.2 检测方案

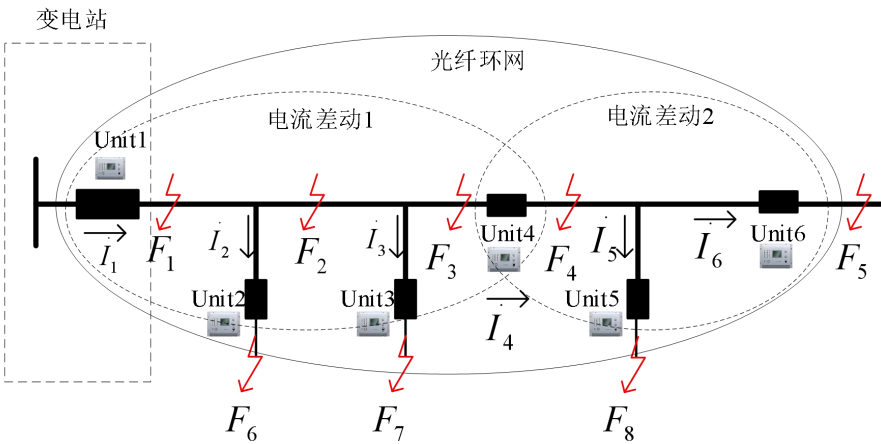


图 B.2 含分段开关的配电网查差动保护故障点模拟

a) 见图 B.2 分别模拟故障点 F1~F8,可进行下列检测:

- 1) 区内/区外金属性短路故障;
- 2) 区内/区外发展及转换性故障;
- 3) 区内/区外经过渡电阻短路;
- 4) 弱馈区内故障测试;
- 5) 配变空充区内/区外故障;
- 6) 手合于区内/区外故障;
- 7) 区内故障 CT 抗饱和测试;
- 8) 区外故障 CT 抗饱和测试。

以上测试用例同样不含分段开关的配电网差动保护互操作系统检测，将故障类型和故障点匹配形成检测项目组合如下表所示

表 B.2 模拟故障点检测项目

故障类型	区内/区外金属性短路	区内/区外发展及转换性故障	区内/区外经过渡电阻短路	弱馈区内故障测试	配变空充区内/区外故障	手合于区内/区外故障	区内故障 CT 抗饱和测试	区外故障 CT 抗饱和测试
F1								
F2								
F3								
.....								
F8								

b) 如图 B.2 选择开关 1 为模拟故障点,进行下列检测，并记录开关动作情况和动作时间，要求动作时间小于 40ms。

- 1) 单侧 CT 断线;
- 2) 单侧 PT 断线;
- 3) 单侧采样异常;
- 4) 通道延时异常;
- 5) 单帧/多帧数据异常;
- 6) 通道误码率越限（10e-3，10e-5，10e-7，10e-9）;
- 7) 间隔编号配置重复或越限（大于 16）;
- 8) 环内任意一台设备差动保护软硬压板退出。

以上检测用例同样不含分段开关的配电网差动保护互操作系统检测，将故障类型和故障点匹配，模拟不同故障点，查看装置动作情况，形成检测项目组合如下表所示

表 B.3 单个开关检测项目

故障类型	单侧 CT 断线故障	单侧 PT 断线	单侧采样 异常	通道延时 异常	单帧/多帧 数据异常	通道误 码率越 限	间隔编号配 置重复或越 限（大于 16）	环内任意 一台设备 差动保护 软硬压板
开关 1								
开关 2								
开关 3								
.....								
开关 6								

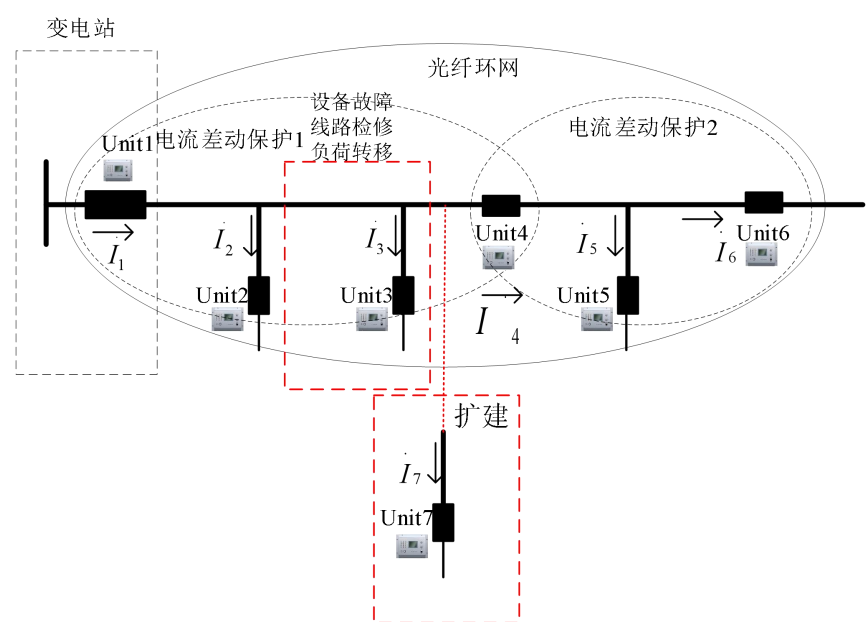


图 B.3 配电网差动保护运行方式变化

- c) 见图 B.3 运行方式变化如设备故障、线路检修、负荷转移和线路扩展等 4 种方式的检测：
- 1) 设备故障情况下差动保护软压板退出，全线差动保护功能退出；
 - 2) 分支线检修情况下差动保护自动配置后，检修设备退出差动保护，环内其它设备收到检修标志后，自动将差动逻辑内的检修设备退出差动计算模块，执行 1) 和 2) 检测。
 - 3) 分支线负荷转移情况下环内设备删除该设备自动配置完成后，可执行 1) 和 2) 检测。
 - 4) 线路扩建情况下环内设备自动增加扩展设备配置完成后，可执行 1) 和 2) 检测。