

ICS 29.240
K45

T/CEC

中国电力企业联合会标准

T/CECXXXXX—202X

配电网分布式保护自愈技术规范

Technical specifications for distributed protection and power supply restoration of
distribution network

（征求意见稿）

（在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上）

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中国电力企业联合会发布

目 次

前 言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 总体要求 3

5 功能要求 3

6 主要性能与技术指标 6

7 整定原则 8

8 功能检验 10

9 现场验收 10

附 录 A （资料性） 配电网保护自愈系统架构 12

附 录 B （资料性） 配电网保护自愈系统静态功能试验方法 14

附 录 C （资料性） 配电网保护自愈系统动态模拟试验方法 15

前 言

本文件依据 GB/T1.1—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这些专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由电力行业继电保护标准化技术委员会（DL/TC 15）归口。

本文件起草单位：XXXX、XXXX。

本文件主要起草人：XXX。

本文件为首次制定。

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中心（北京市白广路二条一号，100761）。

配电网分布式保护自愈技术规范

1 范围

本文件规定了配电网分布式保护自愈系统及其终端的总体要求、功能要求、主要性能与技术指标、整定原则、功能检验和现场验收等。

本文件适用于交流 3~20kV 电压等级配电网分布式保护自愈系统的规划、设计、建设、试验、验收和运行工作。

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 2900.1 电工术语 基本术语

GB/T 2900.17 电工术语 量度继电器和保护装置

GB/T 2900.49 电工术语 电力系统保护

GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法

GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程

GB/T 14598.2-2011 量度继电器和保护装置 第 1 部分：通用要求

GB/T 14598.151 量度继电器和保护装置 第 151 部分：过/欠电流保护功能要求

GB/T 14598.24-2017 量度继电器和保护装置 第 24 部分：电力系统暂态数据变换（COMTRADE）通用格式

GB/T 26864 电力系统继电保护产品动模试验

GB/T 50976-2014 继电保护及二次回路安装及验收规范

DL/T 478 继电保护及安全自动装置通用技术条件

DL/T 721-2013 配电自动化远方终端

DL/Z 790.11 配电网自动化系统体系结构

DL/T 872 小电流接地系统单相接地故障选线装置技术条件

DL/T 1406 配电自动化技术导则

DL/T 1442 智能配变终端技术条件

DL/T 1529 配电自动化终端设备检测规程

DL/T 1910 配电网分布式馈线自动化技术规范

DL/T 1936 配电自动化系统安全防护技术导则

DL/T 5781 配电自动化系统验收技术规范

3 术语和定义

GB/T 2900.1、GB/T 2900.17、GB/T 2900.49 和 DL/T 1406 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

配电网分布式保护 distributed protection for distribution network

不依赖外部系统，通过终端间实时数据交互，快速、有选择地隔离故障的配电网保护。

3.2

配电网分布式自愈 distributed power supply restoration for distribution network

不依赖外部系统，通过终端间实时数据交互、监视配电网故障隔离情况，确认故障隔离后快速恢复非故障区域供电。

注：下文简称自愈。

3.3

配电网分布式保护自愈系统 distributed protection and power supply restoration of distribution network

由包含配电网保护和自愈功能的终端构成的保护控制系统，不依赖外部系统，通过终端间数据交互，监视配电网的运行状况，快速识别配电网故障，有选择性地进行故障隔离，恢复非故障区域供电。

3.4

站所多间隔终端 distribution terminal unit of intervals

安装在配电网变电站、开关站、配电室、环网柜、箱式变电站等处，可同时接入母线上多个间隔信息的配电终端。

3.5

站所单间隔终端 distribution terminal unit of single interval

安装在配电网变电站、开关站、配电室、环网柜、箱式变电站等处，只能接入单间隔信息的配电终端。

3.6

馈线终端 feeder terminal unit

安装在配电网架空线路杆塔等处的配电终端。

3.7

主干线 trunk line

配电系统中承担着主要的电力输送和所在电网的支撑与联结作用线路。

3.8

分支线 branch line

连接在主干线路上的支路。

3.9

纵联开关量保护 longitudinal switching protection

配电网分布式保护的一种实现方式,通过终端间传递外部输入状态及逻辑判断结果实现故障定位与隔离的保护原理,可适应双端、多端配电线路等应用场景,可采用纵联过流(方向)保护、网络拓扑保护、数字过流保护等保护原理。

4 总体要求

4.1 配电网分布式保护自愈系统适用于 3~20kV 配电网主干线为环网等具备多电源供电的网络,应满足高可靠性供电和高比例分布式电源接入要求,自动适应开环运行、合环运行等各类运行方式。

4.2 配电网分布式保护自愈系统的保护功能和自愈功能应可以分别投退。系统保护功能退出后,也可接收其他保护故障隔离信号,实现自愈功能。

4.3 配电网分布式保护自愈功能应适用于断路器和负荷开关等不同的开关类型。

4.4 配电网保护自愈终端可以采用独立的保护自愈装置,或者具备保护自愈功能的配电自动化终端。当终端安装在开闭所时可采用单间隔终端或多间隔终端,当终端安装在环网柜时宜采用多间隔终端,当终端安装在架空线时,宜与馈线终端集成。

4.5 站所多间隔终端宜按配电站所母线配置;站所单间隔终端宜按间隔配置,主干线和分支线分别配置对应类型的终端;终端配置应符合 DL/T 1406 的相关要求。

4.6 配电网保护自愈终端通过高速通信网络,与同一供电环路内其他终端实现信息交互,形成快速主保护和故障自愈功能,当主干线(含母线)发生故障后通过协同配合快速隔离故障和恢复非故障区域供电。

4.7 配电网分布式保护自愈系统故障隔离及供电恢复功能应不依赖自动化主站系统,终端运行状态、故障处理过程及结果上送自动化主站系统。

4.8 配电网分布式保护自愈系统应具有良好的扩展性,互联终端数支持 10 个以上。应符合 DL/Z 790.11 的技术要求,当配电网架变化时,宜仅通过调整终端参数即可满足运行要求。

5 功能要求

5.1 故障隔离功能

5.1.1 系统应具备配电网主干线路、分支线路以及母线故障的隔离功能,故障隔离应满足可靠性、选择性、快速性和灵敏性要求。

5.1.2 电网因运行方式调整造成接地方式变化时,系统故障隔离功能应具备自适应能力。

5.1.3 主干线路故障隔离

- a) 主干线故障按各侧断路器(或负荷开关)构成的区间隔离,使故障隔离范围最小;
- b) 根据通道技术指标和通信流量等因素,宜支持选用电流差动保护、不完全差动保护或纵联开关量保护;
- c) 对于中性点低电阻接地系统,宜根据通道技术指标选用纵联零序差动保护或纵联零序过流保护;
- d) 对于中性点非有效接地系统,可利用线路本侧以及其他侧的电气量或判别结果,构成有选择性的单相接地保护;
- e) 应配置过流保护及零序过流保护作为后备保护;

- f) 纵联电流差动保护、纵联零序差动保护、纵联过流保护、纵联零序过流保护动作并且对应开关跳开后，应触发“故障隔离完成”信号。

5.1.4 母线故障隔离

- a) 母线故障隔离宜采用完全电流差动、不完全电流差动或电流闭锁式等母线保护原理，动作时，至少应跳该段母线上所有有源支路开关，可选择远跳线路对侧开关；
- b) 不完全电流差动保护可仅接入有电源支路的电流，当灵敏系数不符合要求时，可将一部分负荷较大的配电线路接入差动回路以降低保护的启动电流；
- c) 电流闭锁式母线保护由判别元件和闭锁元件两部分组成，闭锁元件用于识别非主供电源间隔故障，判别元件结合主供电源的相过流启动和非主供电源的闭锁信号识别母线故障。在母线保护区内发生故障时应正确动作，在保护区外故障时不应误动；
- d) 母线保护可选择经复合电压闭锁；
- e) 母线保护动作可触发远跳功能，跳开对侧开关，对侧开关远跳动作应经就地判据；
- f) 母线保护动作后且主干线开关正确跳开后，应触发“故障隔离完成”信号。

5.1.5 分支线故障隔离

- a) 应配置阶段式过流保护隔离分支线故障，当分支线为有源线路时，过流保护应带方向元件；
- b) 当分支线为有源线路、对供电可靠性要求较高或电流保护、零序电流保护整定难以配合时，可配置纵联保护作为主保护；
- c) 对于中性点低电阻接地系统，应配置零序过流保护；
- d) 对于中性点非有效接地系统，宜配置单端单相接地保护。

5.1.6 电源侧故障隔离

- a) 当变电站不配置终端时，与变电站开关相邻的配电网首开关应配置失压保护；
- b) 当变电站失电时，应通过首开关失压保护隔离故障；
- c) 首开关安装处三相 PT 断线或被系统保护区域内部故障时，首开关失压保护不应误动作；
- d) 当变电站开关在非故障情况下分闸时，应采取相应措施，防止首开关失压保护动作；
- e) 首开关失压保护动作并且对应开关跳开后，应触发“故障隔离完成”信号。

5.1.7 开关失灵故障隔离

- a) 用于开关拒动时扩大故障隔离范围，以满足开关拒动情况下的故障隔离要求；
- b) 当保护跳闸但开关拒动时，经延时联跳与该开关相连的所有间隔或有源间隔，可选择远跳主干线对侧开关，对侧开关远跳动作应经就地判据；
- c) 开关失灵保护动作后，应触发“故障隔离完成”信号。

5.1.8 负荷开关故障隔离要求

- a) 当终端安装处的开关为负荷开关时，保护动作后应发联跳命令至上一级的终端；
- b) 当终端安装处的开关为断路器，并收到负荷开关联跳命令后，应经就地判据判别跳开断路器，完成故障隔离；
- c) 当终端安装处的开关为负荷开关，并收到联跳命令后，不应跳闸，应转发联跳命令至上一级的终端；
- d) 当终端安装处的开关为负荷开关，保护动作应在本间隔无压无流后跳闸，完成故障隔离。

5.2 供电恢复功能

- 5.2.1 系统应具备配电网故障隔离后快速恢复供电的功能，包括重合闸和自愈，当两种功能同时采用时，应通过时间进行配合，优先使用重合闸恢复供电。
- 5.2.2 自愈功能应设置相应的充电、放电和动作逻辑，应在接收到“故障隔离完成”信号后开放动作逻辑。
- 5.2.3 对于多分段多联络的配电网架，自愈功能可通过时间定值级差配合。
- 5.2.4 当联络开关同时满足开关在分位、开关两侧均有压及无自愈放电条件后，经延时转为自愈充电状态，并判定该开关为联络点。
- 5.2.5 当满足联络点保护元件跳闸动作、自愈功能退出、自愈功能动作及其他可能导致自愈合于故障的情况任一条件后，立即转为自愈放电状态。
- 5.2.6 当联络点两侧任意一侧不满足有压条件后，经延时转为自愈放电状态。
- 5.2.7 联络点终端在自愈充电条件下，接收到“故障隔离完成”信号后，并且联络点一侧无压、另一侧有压，则经延时合联络点开关。
- 5.2.8 当开关拒跳但不影响恢复供电时，自愈合闸宜正常动作。
- 5.2.9 对于多联络点的网架，可通过整定供电恢复时限来确定不同联络开关的优先级。供电恢复时限定值小的联络开关，优先级高，反之则低。
- 5.2.10 联络点应根据电网运行状态自动识别，无需人工预设。
- 5.2.11 自愈功能应能够自适应运行方式改变引起的联络点变化，运行方式变化时不需要对定值和参数作修改。
- 5.2.12 当人工操作配网主干线路开关时，自愈不应动作。
- 5.2.13 自愈功能宜适应含分布式电源的配电网，充分考虑分布式电源对自愈合闸的影响，必要时在自愈动作前可切除分布式电源支路。
- 5.2.14 宜具备自愈合闸过载判别功能，若自愈合闸造成电源或线路过载时，应停止自愈动作或采用减载措施。

5.3 终端功能配置要求

5.3.1 站所多间隔终端

站所多间隔终端可选择配置以下功能。

系统中性点接地方式	低电阻接地系统	非有效接地系统
故障隔离功能	差动或电流闭锁式母线保护 分相电流差动保护 零序电流差动保护 纵联开关量保护 主干线路阶段式过流保护 主干线路阶段式零序过流保护 分支线阶段式过流保护 分支线阶段式零序过流保护 开关失灵保护 首开关失压保护	差动或电流闭锁式母线保护 分相电流差动保护 纵联开关量保护 主干线路阶段式过流保护 分支线阶段式过流保护 小电流单相接地保护 开关失灵保护 首开关失压保护
供电恢复功能	重合闸 自愈	重合闸 自愈

5.3.2 站所单间隔终端

安装于开闭所、环网柜、环网箱、变电站出线等场所的站所单间隔终端应符合 DL/T 1442 的相关技术要求，可选择配置以下功能。

系统中性点接地方式		低电阻接地系统	非有效接地系统
主干线路	故障隔离功能	电流闭锁式母线保护 分相电流差动保护 零序电流差动保护 纵联开关量保护 阶段式过流保护 阶段式零序过流保护 开关失灵保护 首开关失压保护	电流闭锁式母线保护 分相电流差动保护 纵联开关量保护 阶段式过流保护 小电流单相接地保护 开关失灵保护 首开关失压保护
	供电恢复功能	重合闸 自愈	重合闸 自愈
分支线路	故障隔离功能	电流闭锁式母线保护 阶段式过流保护 阶段式零序过流保护	电流闭锁式母线保护 阶段式过流保护 小电流单相接地保护

5.3.3 馈线终端

馈线终端应符合 DL/T 1910 的相关技术要求，可选择配置以下功能。

系统中性点接地方式		低电阻接地系统	非有效接地系统
主干线路	故障隔离功能	分相电流差动保护或不完全差动保护 零序电流差动保护 纵联开关量保护 阶段式过流保护 阶段式零序过流保护 开关失灵保护 首开关失压保护	分相电流差动保护或不完全差动保护 纵联开关量保护 阶段式过流保护 小电流单相接地保护 开关失灵保护 首开关失压保护
	供电恢复功能	重合闸 自愈	重合闸 自愈
分支线路	故障隔离功能	阶段式过流保护 阶段式零序过流保护	阶段式过流保护 小电流单相接地保护

5.4 其他要求

5.4.1 保护用互感器要求

- 保护用的电流互感器应满足 GB/T 14285 的要求，宜选用三相电流互感器；
- 宜使用专用的电流互感器和电压互感器二次绕组。电流互感器准确级宜采用 5P、10P，电压互感器准确级宜采用 3P 级。

5.4.2 二次回路技术要求

二次回路应符合 GB/T 14285 以及 GB/T 50976-2014 的要求。

6 主要性能与技术指标

6.1 故障隔离性能要求

- 主干线路、母线保护动作时间宜不大于 40ms(不含通信延时)；

- b) 对于中性点非有效接地系统，故障接地电阻不大于 $1\text{ k}\Omega$ 时，单相接地故障隔离准确率应不低于 90%，单相接地故障隔离功能应符合 DL/T 872 的相关技术要求；
- c) 当采用差动保护原理隔离故障时，应具有可靠的 CT 断线、CT 饱和判别功能，CT 断线或区外故障 CT 饱和时保护不应误动；
- d) 宜根据终端与终端之间的通信质量，选择故障隔离的保护原理。

6.2 供电恢复性能要求

故障隔离完成后，非故障区域恢复供电最短时间 $\leq 300\text{ms}$ 。

6.3 终端性能要求

- a) 电流定值误差不超过 $\pm 5\%$ 或 $\pm 0.02\text{IN}$ (额定电流)；
- b) 电压定值误差不超过 $\pm 5\%$ 或 $\pm 0.01\text{UN}$ (额定电压)；
- c) 时间定值误差不超过 $\pm 1\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$ (电流大于 1.5 倍整定值下)；
- d) 方向元件不应有死区，动作边界允许误差应不大于 3° ，最小动作电压应不大于 2V，最小动作电流应不大于 0.1IN ；
- e) 终端基本性能应符合 DL/T 478 的技术要求；
- f) 交流电流输入范围应不小于 $0\sim 20\text{IN}$ ；
- g) 终端的遥信及 SOE 状态变位支持实时上送自动化主站，其结果应符合 DL/T 721-2013 中 5.2.10 节要求。
- h) 终端的保护信息（遥测数据、故障录波、定值等）支持通过召唤方式上送自动化主站系统，其结果应符合 DL/T 721-2013 中 5.2.10 节要求。
- i) 保护及自愈动作信号上送主站系统时间不大于 3s；
- j) 应具有故障记录功能，能可靠记录保护及自愈动作的相关信息，记录最新信息数量不少于 8 条，如故障时的输入模拟量和开关量、输出开关量、动作元件、动作时间、返回时间、故障相别等；
- k) 应具有故障录波功能，每次录波至少包含故障前 2 个周波、故障后 6 个周波的数据，录波分辨率应不低于 20 点/周波。录波数据格式应按照 GB/T 14598.24-2017 要求转换及上传。

6.4 通信性能要求

- a) 终端之间的通信网络宜采用专用光纤网络或无线通信网络。其中，无线通信通道的带宽、传输时延、抗干扰能力应与系统的功能和性能要求相适应，宜优先选择带宽高、传输延时短、抗干扰能力强的无线通信技术；
- b) 当采用无线通信方式时，终端间信息交互通信传输延时宜不大于 60ms；
- c) 当采用无线通信方式时，宜采用可靠的流量控制技术，降低通信流量；
- d) 当采用无线通信方式时，应满足相关安全防护和可靠性要求，应避免单一通信参数设置错误造成通信错乱；
- e) 当采用无线通信方式时，正常运行方式下网络负载率不大于 10%，配电网发生故障时网络负载率不大于 30%；
- f) 通信通道发生故障或出现异常情况时，终端不应误动，在通道故障或通道异常达到规定阈值时应能发出告警信号。

6.5 同步时钟要求

- a) 当终端接受北斗或 GPS 卫星时钟的授时同步时，时钟同步精度为 $1\mu\text{s}$ ；
- b) 当终端接受无线网络授时同步时，时钟同步精度应不低于 $10\mu\text{s}$ ；
- c) 当终端接受自动化主站 IEC 60870-5-101、IEC 60870-5-104 通信规约对时命令时，精度为 1s；

7 整定原则

7.1 纵联差动保护

- a) 完全型分相电流差动保护定值应在本线路发生各类金属性故障时有灵敏度，灵敏系数大于 1.5；
- b) 不完全型分相差动保护定值除满足 7.1(a)的要求外，还应躲过分支线路最大负荷电流。当分支线配置保护时，差动保护动作时间应与分支线保护动作时间相配合；
- c) 零序电流差动保护为切除高电阻接地故障，定值一般整定为 300A~600A。对于电源较小的线路，可按实际可能发生的接地电阻阻值校核灵敏度，灵敏度系数不小于 1.2；
- d) 当发生 CT 断线时，可不闭锁差动保护，此时差动保护定值按躲过本线最大负荷电流整定。

7.2 纵联过流（方向）保护

- a) 纵联过流保护宜经方向元件控制，方向指向线路；
- b) 纵联过流保护按躲过本线最大启动电流和负荷电流整定，并保证线路末端各类故障有足够的灵敏度，灵敏系数大于 2；
- c) 纵联过流保护可经复合电压闭锁，闭锁值可以采用固定值或随时间变化，应躲过正常运行时最低电压及最大的负序、零序电压，并考虑大容量设备启动的影响。

7.3 相间过流保护

- a) 相间过流保护作为分支线的主保护以及主干线的后备保护，遵循级差配合的原则，同时应符合 GB/T 14598.151 功能要求；
- b) 当分支线接入分布式电源时，相间过流保护宜经方向元件控制，方向指向线路，未经方向元件控制应考虑与背侧保护配合问题；
- c) 相间过流 I 段，按躲过本线路末端最大三相短路电流整定，同时躲过线路接入配电变压器低压侧故障最大短路电流，对于短线路相间过流 I 段停用；
- d) 相间过流 II 段，应保证线路末端故障时有灵敏度，还应与相邻线路的相间过流 I 段或 II 段配合，时间定值按配合关系整定，时间级差不小于 0.2s；
- e) 相间过流 III 段，按躲过本线最大负荷电流整定，应保证线路末端故障时有足够的灵敏度，还应与相邻线路的相间过流 II 段或 III 段配合，时间定值按配合关系整定，时间级差不小于 0.2s；
- f) 相间过流保护可经复合电压闭锁，闭锁值可以采用固定值或随时间变化，应躲过正常运行时最低电压及最大的负序、零序电压，并考虑大容量设备启动的影响；
- g) 当变电站出线未配置终端时，变电站出线相间过流保护动作整定时间宜与系统故障隔离时间配合。

7.4 零序过流保护

- a) 零序过流保护作为低电阻接地系统分支线的主保护以及主干线的后备保护，遵循级差配合的原则；
- b) 零序过流 I 段应可靠躲过线路的电容电流，对本线路单相接地故障有灵敏度且与相邻线路零序过流保护 I 段相配合，时间定值按配合关系整定，时间级差不小于 0.2s；
- c) 零序过流 II 段应可靠躲过线路的电容电流，对本线路经电阻单相接地故障时有灵敏度且与相邻线路零序过流保护 II 段相配合，时间定值按配合关系整定，时间级差不小于 0.2s；
- d) 当变电站出线未配置终端时，变电站出线零序过流保护动作整定时间宜与系统故障隔离时间配合。

7.5 母线保护

- a) 当选用差动原理时，具备比率制动特点的母线保护的差动启动元件、母线选择元件定值，应保证母线短路故障在母联开关跳闸前后有足够的灵敏度，并尽可能躲过任一元件电流二次回路断线时由负荷电流引起的最大差电流。差电流启动元件、选择元件定值，按母线最不利的接线方式，最严重的故障类型，以最小动作电流为基准校验灵敏系数。灵敏系数一般不小于 2.0，以保证母线短路故障在分段开关跳闸前后有足够的灵敏度；若灵敏系数小于 2.0，可适当降低电流二次回路断线的动作条件；
- b) 当选用不完全差动原理时，保护定值应按躲过支路最大负荷电流整定，同时保证母线发生各类故障有足够的灵敏度，灵敏系数不小于 2；
- c) 母线保护宜经复合电压闭锁，闭锁值可以采用固定值或随时间变化，应躲过正常运行时最低电压及最大的负序、零序电压，并考虑大容量设备启动的影响。

7.6 远方跳闸保护

- a) 当终端保护动作开关失灵时，可向相邻终端发送远方跳闸信号。远方跳闸保护应经就地判别闭锁，就地判别应保证系统小方式下发生故障有足够的灵敏度；
- b) 当终端安装处采用负荷开关时，应向相邻终端发送跳闸信号，若接收跳闸命令终端为负荷开关则不跳闸，继续向相邻终端传递跳闸信号，直至识别为断路器，当满足就地判别则跳闸切断故障电流，就地判别应保证系统小方式下发生故障有足够的灵敏度。

7.7 首开关失压跳闸保护

- a) 首开关失压跳闸保护定值推荐取 0.3 倍额定电压；
- b) 首开关失压跳闸保护动作时间应与上级变电站低压侧备自投配合整定，按上级变电站低压母线备自投时间（跳闸时间、合闸时间之和）加时间级差整定。

7.8 单相接地保护

- a) 出口定值宜全线路一致，可作用于跳闸或者告警，跳闸与告警定值可不同，确保作用于跳闸时不误动；
- b) 告警定值应保证区内单相接地故障可靠动作，在 $1\text{k}\Omega$ 及以下过渡电阻接地故障情况具有灵敏度，同时区外故障、区内相间短路、PT 谐振、PT 断线、开关不同期操作、负荷扰动、三相不平衡、谐波干扰、电容器投切等非接地故障情况下不误动；
- c) 跳闸时间应综合考虑线路类型、网架结构、绝缘水平、人身触电、山火风险等因素确定，应躲过消弧设备（消弧线圈或主动干预型消弧装置）的消弧响应时间，与重合闸时间相配合。对于电缆线路或绝缘架空线路，应在确保选择性、可靠性的基础上尽量缩短跳闸时间，防止故障扩大；对于非绝缘架空线路，可适当延长跳闸时间，躲过瞬时性接地故障，但接地告警信号应在检测到之后立即上送。

7.9 重合闸

- a) 重合闸采用三相一次重合闸；
- b) 无源线路重合闸时间除应大于故障点断电去游离时间外，还应大于开关及操动机构复归原状准备好再次动作的时间；
- c) 有源线路宜采用检无压重合闸，电压可选用线路电压或对侧母线电压，选用对侧母线电压应将对侧母线电压和开关及手车位置传送至本侧参与判断。当不采用检无压方式时，重合闸动作时间应躲过分布式电源的解列时间。

7.10 自愈

- a) 为保证供电恢复成功率，自愈动作前宜联切小电源；
- b) 有压定值应能在所接母线电压正常时可靠动作，而在母线电压低到不允许自愈动作时可靠返回，电压定值一般整定为 0.6~0.7 倍额定电压；
- c) 无压定值应能在所接母线失压后可靠动作，而在电网故障切除后可靠返回，为缩小低电压元件动作范围，低电压定值宜整定得较低，一般整定为 0.15~0.3 倍额定电压；
- d) 自愈动作时间应与小电源联切时间相配合，动作时间 0.1~0.5s。

8 功能检验

8.1 静模检验

8.1.1 检验条件

除非另有规定，检验的标准大气条件不超过下列范围：

- a) 试验环境温度：+10℃~+30℃；
- b) 大气压力：86 kPa~106.0 kPa；
- c) 相对湿度：45%~75%。

8.1.2 功能检验

由质量检验部门按本文件定义的功能技术要求进行静态功能检验，检验应符合附录 B 及 DL/T 1529 的要求。

8.2 动模检验

由质量检验部门按本文件定义的功能技术要求进行动态模拟检验，检验应符合附录 C 及 DL/T 1529 相关要求。

9 现场验收

9.1 验收条件

- a) 终端、相关设备及二次回路已在现场完成安装接线工作；
- b) 安装调试单位已完成终端及二次回路的调试工作，并提供调试报告；
- c) 验收大纲已完成编制，并通过审核；
- d) 验收工作所需各项安全措施已完备，应符合 DL/T 1936 的相关要求。

9.2 现场验收内容及要求

9.2.1 资料验收

现场验收资料，包括且不限于以下内容：

- a) 终端技术说明书、出厂图纸、出厂试验报告及合格证书；
- b) 与现场安装一致的图纸及资料；
- c) 调试报告；
- d) 终端宜具备型式试验报告；
- e) 备品备件清单。

9.2.2 终端验收

9.2.2.1 终端（含站所多间隔终端、站所单间隔终端和馈线终端）现场验收测试应包括软硬件核查、

功能测试、性能测试和通信测试，应符合 DL/T 5781 的相关要求。

9.2.2.2 软硬件核查应包括以下内容：

- a) 终端设备本体标识及铭牌、电源电缆及通信电缆的标识应齐全、标准、清晰、正确；
- b) 终端设备现场安装后，设备本体、插件及屏体接地良好，接线及标识正确；工作电源及防雷抗干扰情况良好；
- c) 终端设备软件版本信息应与型式试验报告的版本信息一致；
- d) 终端设备的定值信息应与定值清单一致。

9.2.2.3 功能测试：对终端设备的各项功能进行测试，测试结果应满足本文件第 5 章节的相关要求。

9.2.2.4 性能测试：对终端设备的性能指标进行测试，测试结果应满足本文件第 6 章节的相关要求。

9.2.2.5 通信测试应包含信号强度、终端设备间通信传输延时、网络负载率等内容。

9.2.3 其他验收

9.2.3.1 电压互感器、电流互感器及二次回路验收：

- a) 电流互感器的极性应符合设计要求，安装后应进行极性校核，防止电流互感器的二次回路接线及极性错误；
- b) 电压互感器一次接线及二次回路连接应规范正确，电压互感器的铁芯应可靠接地；
- c) 电压互感器二次回路的三相电压引入线和开口三角电压引入线应采用各自独立的电缆，电压互感器的各二次回路应一点接地；
- d) 电流互感器的二次回路接地应符合 GB/T 50976-2014 中 4.6.7 的要求；
- e) 应通过传动试验检验跳合闸回路的正确性；
- f) 电缆和线芯标识应规范正确。

9.2.3.2 与自动化主站系统的配合检查：

- a) 终端与自动化系统之间的信息交互应正常，检查终端相关信号的配置应正确；
- b) 终端的动作、告警和状态变位等信息实时准确上送至自动化主站系统；
- c) 终端的遥测量、故障录波、定值等信息应支持通过自动化主站召唤后上送。

9.3 验收结论与报告

9.3.1 现场验收测试结束后，验收单位应编制现场验收报告，形成现场验收结论，验收结论应由验收单位和被验收单位共同签署。

9.3.2 验收报告包括但不限于以下内容：

- a) 现场验收大纲；
- b) 现场验收及测试记录；
- c) 现场验收结论。

附录 A

(资料性)

配电网分布式保护自愈系统架构

A.1 环网站所多间隔终端保护自愈系统架构

变电站端配置单间隔终端（选配），配电站所配置多间隔终端，终端间通过光纤或者无线通信，构成配电网分布式保护自愈系统，实现保护和自愈功能，见图 A. 1。

A.2 环网站所单间隔终端保护自愈系统架构

变电站端配置单间隔终端（选配），主干线和分支线配置对应的单间隔终端，主干线终端间通过光纤或者无线等方式通信，构成配电网分布式保护自愈系统，实现保护和自愈功能，见图 A. 2。

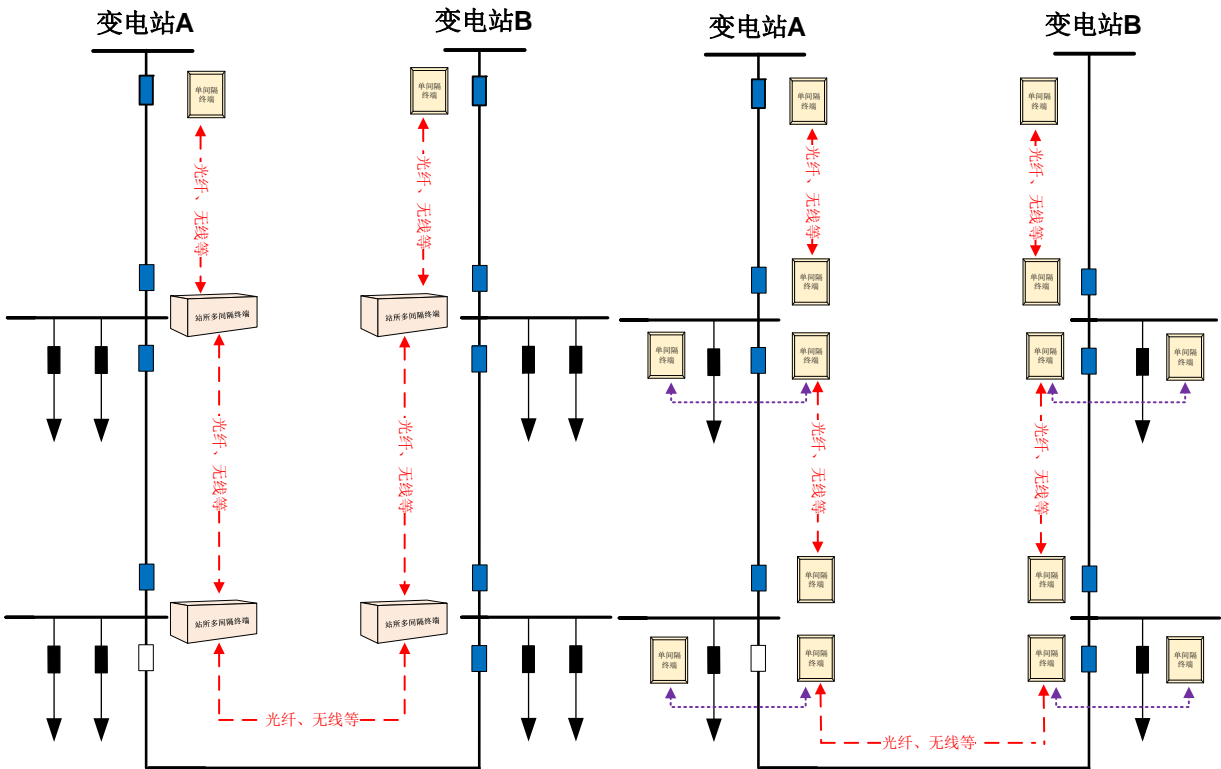


图 A. 1 环网站所多间隔终端保护自愈系统构架

图 A. 2 环网站所单间隔终端保护自愈系统构架

A.3 架空线保护自愈系统架构

变电站端配置单间隔终端（选配），主干线配置集成保护自愈功能的馈线终端，分支线配置集成过流保护功能的馈线终端，终端间通过光纤或者无线等方式通信，构成配电网分布式保护自愈系统，实现保护和自愈功能。其中，分支线与主干线保护配合包含依赖通信与不依赖通信两种方式，见图 A. 3 与图 A. 4。

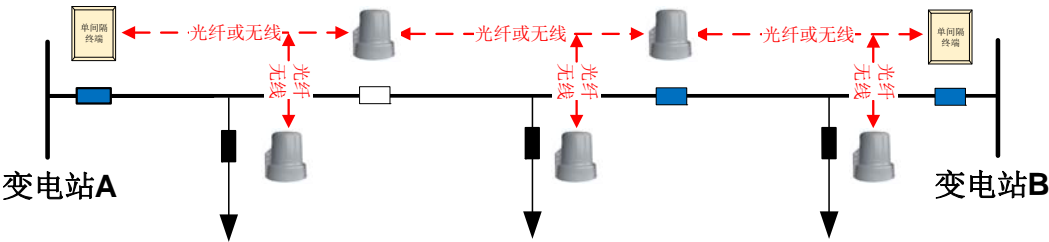


图 A. 3 架空线保护自愈系统构架（分支线保护依赖通信）

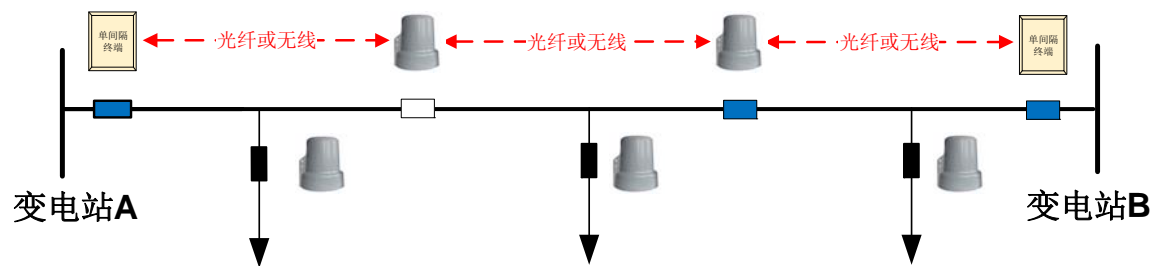


图 A.4 架空线保护自愈系统构架（分支线保护不依赖通信）

附录 B
(资料性)

配电网分布式保护自愈系统静态功能试验方法

B.1 静态功能试验平台

静态功能试验平台主要由一台模拟自动化主站的计算机、一台继电保护测试仪以及一台或多台被测终端组成（多台被测终端之间通过光纤、无线等方式交互数据），如下图 B.1 所示，静模试验应符合 GB/T 7261 的要求。

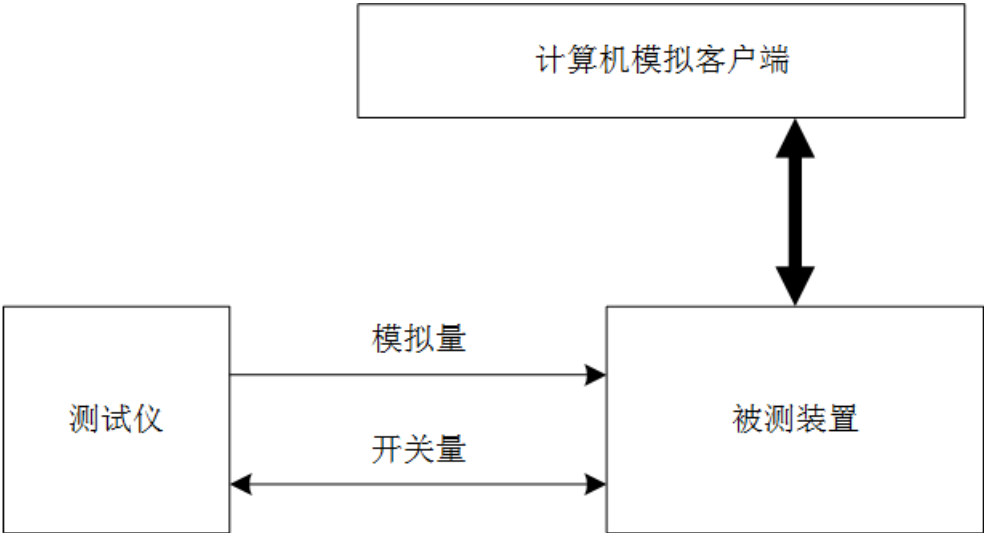


图 B.1 静态功能试验平台

B.2 数据采集功能检验

数据采集功能检验要求如下：

1、模拟量采集精度检验:使用继电保护测试仪产生电压、电流信号并经被测终端模拟量通道输入，然后在被测终端液晶界面（如有）及模拟主站读取被测终端显示及上送的电压、电流等模拟量数据，其模拟量采集精度应符合 GB/T 14598.2-2011 第 1 部分相关内容；

2、状态量采集检验:设定好被测终端开入量软件防抖时间后，使用继电保护测试仪产生两路数字量输入，两路数字量信号时间相差 2ms，依次产生脉冲宽度小于软件防抖时间和大于软件防抖时间的数字量脉冲输入；在被测终端液晶界面（如有）及模拟主站查看终端显示及主站接收到的状态量信息，应符合 GB/T 14598.2-2011 第 1 部分相关内容。

B.3 终端功能检验

被测在终端功能及性能应符合本文件 5.3 节和 6.3 节相关要求。

B.4 通信检验

被测终端的通信接口数量、无线通信模块（如有）、通信异常处理等应满足本文件 6.4 节相关要求。

B.7 时间同步检验

被测终端应能接受模拟主站或者其他时间同步装置发出的时钟同步命令,对被测终端本地时间进行校正，时间同步性能应符合本文件 6.5 节相关要求。

附录 C
(资料性)

配电网分布式保护自愈系统动态模拟试验方法

C.1 集成测试环境

在数字动模测试系统上搭建一个典型的配电系统模型, 在此环境中完成配电网分布式保护自愈系统的功能、性能的测试, 测试系统结构如下图所示, 动模试验应符合 GB/T 7261 的要求。

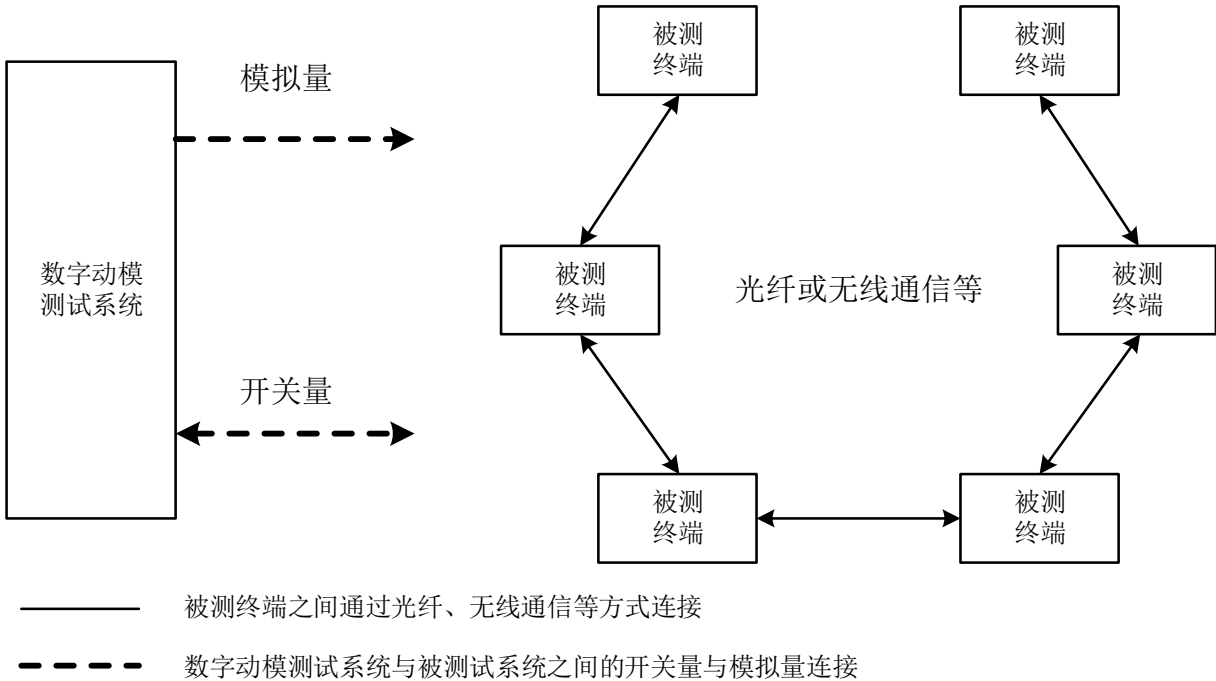


图 C.1 数字动模测试系统图

C.3 配电网分布式保护自愈系统测试

C.3.1 主干线保护

主干线保护动模测试应参考典型网架拓扑结构, 用终端搭建分布式保护自愈系统开展测试, 方法及要求应符合 GB/T 26864、DL/T 872 和本文件 5.1.3 节和 6.1 节相关要求, 测试应考虑终端通信异常、断路器拒动等异常情况影响。

C.3.2 母线保护

母线保护动模测试应参考典型网架拓扑结构, 用终端搭建分布式保护自愈系统开展测试, 测试方法及要求应符合 GB/T 26864 和本文件 5.1.4 节和 6.1 节相关要求, 测试应考虑断路器拒动等异常情况影响。

C.3.3 分支线保护

分支线保护动模测试应参考典型网架拓扑结构, 用终端搭建分布式保护自愈系统开展测试, 测试方法及要求应符合 GB/T 26864 和本文件 5.1.5 节和 6.1 节相关要求, 测试应考虑断路器拒动等异常情况影响。

C.3.4 其他保护

当系统配置首开关失压保护、开关失灵保护或现场装设负荷开关时，应参考典型网架拓扑结构，用终端搭建分布式保护自愈系统开展测试，测试方法及要求应符合 GB/T 26864 和本文件 5.1.6 至 5.1.8 节和 6.1 节相关要求，测试应考虑终端通信异常、断路器拒动等异常情况影响。

C.3.5 自愈功能

自愈功能动模测试方法及要求应符合 GB/T 26864 和本文件 5.2 节和 6.2 节相关要求，测试应考虑终端通信异常、断路器拒动等异常情况影响。
