

# 1 功能要求

## 1.1 总则

4.1.1 配电终端应支持远程运维功能，支持进行远方调阅、修改装置的功能软压板、远方切换定值区、远方修改设备参数及定值、远方调阅录波、远方传动开关等操作。

4.1.2 配电终端应具备不少于 4 个定值区的设置，利于转供电运行，并在界面标示运行定值区，默认在 1 区。定值区定值应可整体复制，便于快速设置。装置应支持远程修改所有定值区定值的操作。

4.1.3 配电终端应满足《中华人民共和国网络安全法》、《中华人民共和国密码法》、《中华人民共和国数据安全法》、GB/T 22239-2019、国家发改委 14 号令、国能安全〔2015〕36 号、DL/T 1936-2018、Q/CSG 120499、Q/CSG 1204051 等网络安全防护相关要求，确保其网络安全。

4.1.4 配电终端应支持通过维护口及装置操作界面实现就地维护功能，支持通过远动通信通道实现远程维护功能，就地维护与远程维护功能应保持一致。

4.1.5 配电终端应有自保护恢复功能，维护过程中如出现异常应能自动恢复到维护前的正常状态。

4.1.6 配电终端应设置定值属性校验码，计算内容包含但不限于：所有定值项目的数量、信息体地址、名称、单位、最大值、最小值等。

4.1.7 配电终端宜设置与定值项目整定值有关的定值 CRC 校验码。

4.1.8 配电终端定值属性 CRC 校验码、定值 CRC 校验码的计算方法及上送方式参见附录 D。

4.1.9 配电终端应在上电后自动向主站发送定值属性校验码。

4.1.10 配电终端异常状态下（重启、死机或其他异常状态）不应误出口。

4.1.11 配电终端应具有开关拒动发信功能，当保护动作但开关拒动时能向主站发送开关拒动信号，使用智能分布式功能时支持 GOOSE 发信。

4.1.12 终端与主站通信规约符合 IEC60870-5-101、IEC60870-5-104 及 Q/CSG 1204035 南方电网配电自动化 DL/T634.5101 规约实施细则、Q/CSG 1204036 南方电网配电自动化 DL/T634.5104 规约实施细则等通信规约。

## 1.2 基本功能

### 4.2.1 功能模块配置

4.2.1.1 配电终端应包含三遥功能、常规保护、自动重合闸、就地馈线自动化、智能分布式、同期合闸、自动解列、小电流接地保护、线路断线告警、不停电传动等功能模块。差动保护模块可根据现场需求选配。

4.2.1.2 经终端 CPU 控制的就地合闸出口及遥控合闸出口应经检同期合闸功能控制，当关闭或退出检同期合闸功能时，应能实现就地及遥控不检同期合闸。

4.2.1.3 配电终端应具备开关控制回路断线告警功能。

4.2.1.4 有压及无压判断应同时判断所有线电压或相电压，有流及无流判断应同时判断三相电流。

#### 4.2.2 模拟量采集

应采集三相电流、零序电流、两侧电压，终端应具备接入开关两侧  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $3U_0$  的能力。终端两侧二次电压航插接口应分别标注电源侧、负荷侧。

#### 4.2.3 故障录波功能

4.2.3.1 支持录波数据循环存储不少于 64 组，并支持上传至主站。

4.2.3.2 录波功能启动条件至少包括保护启动、FA 动作、开关跳闸等。

4.2.3.3 录波应包括故障发生时刻前不少于 4 个周波和故障发生时刻后不少于 8 个周波的波形数据，录波点数不少于 80 点/周波，录波数据应包含电压、电流、开关位置等。

4.2.3.4 录波文件格式遵循 Comtrade1999 标准中定义的格式，只采用 CFG（配置文件，ASCII 文本）和 DAT（数据文件，二进制格式）两个文件。

#### 4.2.4 公共定值

装置设置公共定值提供给各功能模块共用，设置软压板以方便日常运维管理中投退相关功能模块。公共定值项目统一按表 4.2.4 的要求设置。

表 4.2.4 公共定值项目表

序号	名称	单位	定值范围	备注
<b>设备参数</b>				
1	CT 额定一次值	A		
2	CT 额定二次值	A		
3	零序 CT 额定一次值	A		
4	零序 CT 额定二次值	A		
5	电源侧 PT 额定一次值	V		

6	电源侧 PT 额定二次值	V		
7	负荷侧 PT 额定一次值	V		
8	负荷侧 PT 额定二次值	V		
9	电源侧零序 PT 额定一次值	V		
10	电源侧零序 PT 额定二次值	V		
11	负荷侧零序 PT 额定一次值	V		
12	负荷侧零序 PT 额定二次值	V		
<b>功能软压板</b>				
13	常规保护投入	/	1/0	1: 投入, 0: 退出
14	自动重合闸投入	/	1/0	1: 投入, 0: 退出
15	就地馈线自动化投入	/	1/0	1: 投入, 0: 退出
16	智能分布式投入	/	1/0	1: 投入, 0: 退出
17	同期合闸投入	/	1/0	1: 投入, 0: 退出
18	自动解列投入	/	1/0	1: 投入, 0: 退出
19	小电流接地保护投入	/	1/0	1: 投入, 0: 退出
20	线路断线告警投入	/	1/0	1: 投入, 0: 退出
21	不停电传动投入	/	1/0	1: 投入, 0: 退出
<b>运行软压板</b>				
22	自动化功能总投退软压板	/	1/0	1: 投入, 0: 退出
23	自动化功能总出口软压板	/	1/0	1: 投入, 0: 退出
24	重合闸软压板	/	1/0	1: 投入, 0: 退出
25	远程运维投入	/	1/0	1: 投入, 0: 退出

表 4.2.4 中：

(1) 软压板“常规保护投入”置“1”时,开放常规保护功能模块定值项的显示和整定,投入常规保护功能模块;软压板“常规保护投入”置“0”时,屏蔽常规保护功能模块定值项的显示和整定,退出常规保护功能模块。

(2) 软压板“自动重合闸投入”置“1”时,开放自动重合闸功能模块定值项的显示和整定,投入自动重合闸功能模块;软压板“自动重合闸投入”置“0”时,屏蔽自动重合闸

功能模块定值项的显示和整定，退出自动重合闸功能模块。

(3) 软压板“就地馈线自动化投入”置“1”时，开放就地馈线自动化功能模块定值项的显示和整定，投入就地馈线自动化功能模块；软压板“就地馈线自动化投入”置“0”时，屏蔽就地馈线自动化功能模块定值项的显示和整定，退出就地馈线自动化功能模块。就地馈线自动化功能模块不可与常规保护、智能分布式、自动重合闸中的任一功能模块同时投入。当软压板“就地馈线自动化投入”与“常规保护投入”、“自动重合闸投入”、“智能分布式投入”中的任一软压板同时置“1”时，配电自动化终端应闭锁并发出相应告警。

(4) 软压板“智能分布式投入”置“1”时，开放智能分布式功能模块定值项的显示和整定，投入智能分布式功能模块；软压板“智能分布式投入”置“0”时，屏蔽智能分布式功能模块定值项的显示和整定，退出智能分布式功能模块。

(5) 软压板“同期合闸投入”置“1”时，开放同期合闸功能模块定值项的显示和整定，投入同期合闸功能模块；软压板“同期合闸投入”置“0”时，屏蔽同期合闸功能模块定值项的显示和整定，退出同期合闸功能模块。

(6) 软压板“自动解列投入”置“1”时，开放自动解列功能模块定值项的显示和整定，投入自动解列功能模块；软压板“自动解列投入”置“0”时，屏蔽自动解列功能模块定值项的显示和整定，退出自动解列功能模块。

(7) 软压板“小电流接地保护投入”置“1”时，开放小电流接地保护功能模块定值项的显示和整定，投入小电流接地保护功能模块；软压板“小电流接地保护投入”置“0”时，屏蔽小电流接地保护功能模块定值项的显示和整定，退出小电流接地保护功能模块。

(8) 软压板“线路断线告警投入”置“1”时，开放线路断线告警功能模块定值项的显示和整定，投入线路断线告警模块；软压板“线路断线告警投入”置“0”时，屏蔽线路断线告警功能模块定值项的显示和整定，退出线路断线告警功能模块。

(9) 软压板“不停电传动投入”置“1”时，开放不停电传动功能模块定值项的显示和整定，投入不停电传动模块；软压板“不停电传动投入”置“0”时，屏蔽不停电传动功能模块定值项的显示和整定，退出不停电传动功能模块。“不停电传动”软压板仅允许远方投退，但可就地查看其状态。

(10) 自动化功能包括常规保护、自动重合闸、就地馈线自动化、智能分布式、同期合闸、自动解列、小电流接地保护及线路断线告警。“自动化功能总投退软压板”置“0”时，退出上述各功能模块。“自动化功能总出口软压板”置“0”时，禁止上述各功能模块出口跳闸。

(11) 软压板“远程运维投入”置“1”时，允许进行远方修改功能软压板、远方切换定值区、远方修改设备参数定值、远方修改保护定值等操作，软压板“远程运维投入”置“0”时，禁止进行远方修改功能软压板、远方切换定值区、远方修改设备参数定值、远方修改保护定值等操作。远程运维投入软压板仅允许就地更改。

### 1.3 各功能模块技术要求

#### 4.3.1 三遥功能

##### 4.3.1.1 遥信功能要求

a) 遥信状态量包括开关位置（常开、常闭二副触点送出）、开关储能状态、远方/就地转换开关位置、保护（包括过流、接地）动作、故障信息、配电终端异常或故障、工作电源异常、电池低压告警、遥测越限告警、开关动作（变位）原因、开关闭锁原因等信息，并向配电自动化主站发送，状态变位优先传送。

b) 遥信输入回路采用光电隔离，并具有软硬件滤波措施，防止输入接点抖动或强电磁场干扰误动，遥信防抖时间可设。

c) 具备事件顺序记录功能，保护/逻辑动作事件记录和装置自检记录分开存储，并可向配电自动化主站传送。

##### 4.3.1.2 遥测功能要求

a) 采集电压（电压互感器所有的线电压或相电压及零序电压）、电流（所有的相电流及零序电流），实现有功功率、无功功率、功率因数、交流频率计算。

b) 采集后备电源电压。

c) 支持遥测越限告警功能，判据应由越限阈值和越限延时两个条件组成。

d) 遥测采集死区与上送死区应独立，每个遥测上送死区可独立设置。

e) 采集容量：可采集开关两侧的 AB/BC/CA 线电压或 ABC 相电压及零序电压，A、B、C 相及零序电流，后备电源直流电压；

##### 4.3.1.3 遥控功能要求

a) 远方/就地转换开关置于远方时，配电终端可接收并执行配电自动化主站遥控命令。

b) 遥控保持时间可设置。

c) 遥控应严格按照预置、返校、执行的顺序进行。在预置返校后，在遥控预置时间（可设置）内未接收到配电自动化主站下达的执行命令，应自动取消本次遥控命令。

d) 同一遥控点不能同时接收两个不同主站的遥控命令。

e) 具备遥控异常自诊断功能，遥控过程中通信中断遥控自动取消。

### 4.3.2 常规保护功能

4.3.2.1 配电终端应具有过电流保护功能，可对保护动作时限、电流定值进行设定；分三段进行故障判断，每一段的动作时限、电流定值均可以由用户自由平滑设定，各段均可选择跳闸或告警，选择告警时，装置不出口跳闸。过电流保护功能不应设置开关位置闭锁条件。过流保护功能可通过控制字选择是否启动重合闸，过电流保护功能默认启动重合闸。

4.3.2.2 配电终端应具有零序电流保护功能，可对保护动作时限、电流定值进行设定；分两段进行故障判断，每一段的动作时限、电流定值均可以由用户自由平滑设定。各段均可选择跳闸或告警，选择告警时，装置不出口跳闸。零序电流保护功能不应设置开关位置闭锁条件。零序电流保护功能可通过控制字选择是否启动重合闸。

4.3.2.3 配电终端应具有零序过电压保护功能，动作电压及动作时间均可以由用户自由平滑设定，可选择投入或退出。零序过电压保护功能不启动重合闸。

4.3.2.4 保护功能应可通过软压板实现远方投退。

4.3.2.5 配电终端应具有开关合于故障后加速相间过流保护、零序过流保护的功能，加速段保护开放时间、后加速保护动作值及动作时间均可以由用户自由平滑设定，后加速不带方向。

4.3.2.6 配电终端应具有涌流闭锁功能，用户大容量变压器合闸时不误动。

4.3.2.7 配电终端的保护动作报文应详细罗列保护动作全过程各种闭锁信号的状态变化，并应包含录波数据。保护动作报文应按一次设备故障次数，动作后在终端面板显示：保护启动时间、保护动作时间、保护动作类型、故障相别、故障电流、零序电流或零序电压、重合闸动作时间、加速动作时间、加速动作故障电流和相别。其余信息不在面板轮显。

4.3.2.8 支持集中控制型功能。采用集中控制时，常规保护仅投告警功能，向配电自动化主站上送告警信息，接收并执行配电自动化主站遥控命令。

### 4.3.3 自动重合闸功能

4.3.3.1 配电终端应具备一次重合闸和二次重合闸功能，并可通过控制字选择投入一次或二次重合闸，应具备检无压（包括检电源侧无压负荷侧有压、检负荷侧无压电源侧有压、两侧无压）重合闸功能、检同期重合闸功能，并能通过控制字分别投退；检无压与检同期控制字均退出时，重合闸不检无压及不检同期。

4.3.3.2 设备生产厂家应在重合闸功能部分固化检无压重合闸的检无压定值和检同期重合闸的电压差定值，检无压重合闸定值固定取 40%额定电压，检同期重合闸的电压差定值固定取 20%额定电压、角度差定值固定取 30°，上述定值不开放整定。

4.3.3.3 配电终端应具备大电流闭锁重合闸功能。

4.3.3.4 重合闸开始充电的条件：检测到开关处于合位。

4.3.3.5 满足以下任一条件可给重合闸放电：

- a) 就地手分或遥分开关。
- b) 闭锁重合闸开入。
- c) 控制回路断线。
- d) PT 断线（检无压投入时）。
- e) 重合闸完成。
- f) 后加速保护动作。
- g) 自动解列动作。
- h) 弹簧未储能（重合闸启动前，收到弹簧未储能闭锁重合闸信号，经延时后放电；重合闸启动后，收到弹簧未储能闭锁重合闸信号，重合闸不放电）。

4.3.3.6 以下保护动作可选择启动重合闸：

- a) 常规保护动作。
- b) 智能分布式动作。
- c) 小电流接地保护动作。

4.3.3.7 重合闸开放时间（指从第一次重合闸启动到合闸功能整组复归的时间）应满足跳闸后开关两侧系统等待较长时间进行重合闸条件检测的要求，重合闸开放时间开放整定。

4.3.3.8 重合闸功能有关时间段的设置应满足图 4.3.3.1、图 4.3.3.2 及图 4.3.3.3 的时序要求。图中，重合闸开放时间从保护第一次跳闸（启动重合闸）开始计时，若装置在重合闸开放时间内完成整个重合闸过程，则装置重合闸功能在完成整个重合闸过程后经重合闸充电时间整组复归，若装置不能在重合闸开放时间内完成整个重合闸过程，则在到达设定的重合闸开放时间时装置终止重合闸过程，重合闸功能整组复归，重新充电准备下一轮重合闸。

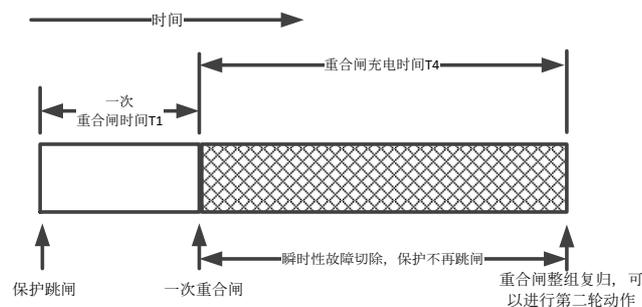


图 4.3.3.1 只投一次重合闸的时序图

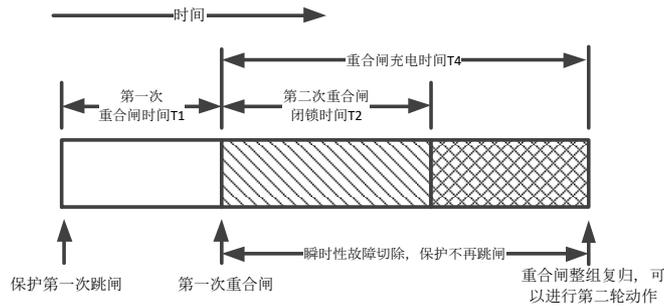


图 4.3.3.2 投二次重合闸时的一次重合闸（瞬时性故障）时序图

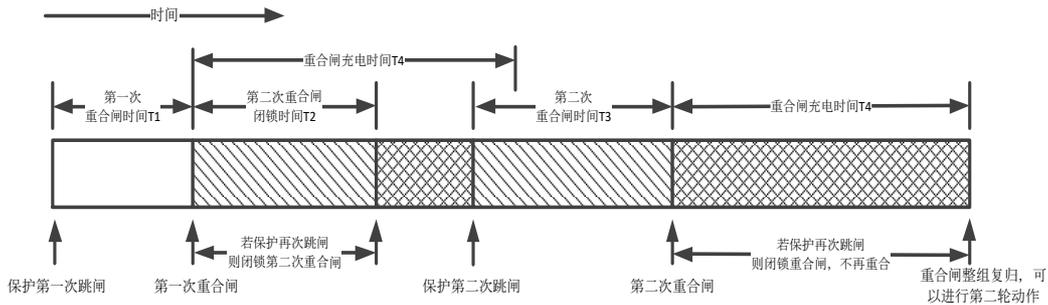


图4.3.3.3 投入二次重合闸时的二次重合闸（永久性故障）时序图

#### 4.3.3.9 投入一次重合闸时功能要求如下：

当馈线故障时，保护跳闸，经  $T_1$ （一次重合闸时间）延时后重合闸。重合后如在  $T_4$ （重合闸充电时间）内再跳，不再重合；若重合成功，经重合闸充电时间  $T_4$  完成充电，重合闸整组复归，准备进行第二轮重合闸；若保护第一次跳闸后在重合闸开放时间内重合闸未走完上述过程，在计时到达重合闸开放时间时重合闸功能整组复归。

#### 4.3.3.10 投入二次重合闸时功能要求如下：

当馈线故障时，保护跳闸，经  $T_1$ （第一次重合闸时间）延时后，第一次重合，若重合成功，经重合闸充电时间  $T_4$  完成充电，重合闸整组复归，准备进行第二轮重合闸。第一次重合后如在  $T_2$ （第二次重合闸闭锁时间）内再跳，不再重合。第一次重合后如在大于  $T_2$  小于  $T_4$ （重合闸充电时间）的时间内再跳，经  $T_3$ （第二次重合闸时间）延时后，第二次重合。第二次重合后如在  $T_4$  时间内再跳，则闭锁重合闸，不再重合，重合闸整组复归，准备进行第二轮重合闸。如第二次重合成功，则重合闸整组复归，准备进行第二轮重合闸。若保护第一次跳闸后在重合闸开放时间内重合闸未走完上述过程，在计时到达重合闸开放时间时重合闸功能整组复归。

4.3.3.11 重合闸充电时间  $T_4$  应大于本线路全部自动化负荷开关进行一次得电合闸操作的延时要求，并满足断路器额定操作顺序“分-0.3s-合分- $t'$ -合分”进行两次合分操作的间歇时间  $t'$  要求。

#### 4.3.4 就地馈线自动化功能

4.3.4.1 就地馈线自动化功能不应闭锁遥控及就地操作开关。

4.3.4.2 宜采取下述得失电判别逻辑：任一侧至少有两个线电压均满足条件才判得电，两侧线电压均满足条件才判失电；得电或失电必须判断电压变化的过程。

4.3.4.3 具有失电后延时（Z 时限，可整定）分闸功能，检测到双侧电压由有压降到无压、无流，失电延时时间到，控制开关分闸，并有相应的动作报文并上送主站，本功能动作后不应触发“保护总”信号。

4.3.4.4 具有电源侧、负荷侧得电延时（X 时限，可整定）后合闸功能（联络开关模式闭锁此功能），一侧得电、一侧无压，得电延时时间到，控制开关合闸，电源侧得电合、负荷侧得电合可分别通过控制字整定投退。

4.3.4.5 联络开关模式下具有单侧失压延时（XL 时限，可整定）后合闸功能。开关在分位且双侧电压正常持续 15s，单侧电压消失，延时时间到后，控制开关合闸，并有相应的动作报文并上送主站。本功能动作后不应触发“保护总”信号。装置应明确 A 侧与 B 侧指向，并可通过控制字选择 A 侧失压延时合闸、B 侧失压延时合闸、任一侧失压延时合闸（控制字“A 侧失压延时合闸”与“B 侧失压延时合闸”同时置“1”）。当控制字“A 侧失压延时合闸”与“B 侧失压延时合闸”同时置“0”时，退出失压延时合闸功能。

4.3.4.6 联络开关模式，开关分位，双侧均有电压时，经过 15s 进入联络模式充电状态。分段/联络模式软压板可通过远方投退。

4.3.4.7 具有闭锁合闸功能。

a) 遥控分或就地分应闭锁得电合闸，终端处于闭锁合闸状态下应有相应的动作报文并上送主站。

b) 电压时间型馈线自动化功能时：合闸之后在设定时限（Y 时限，可整定）之内失压，则不经延时自动分闸，并闭锁合闸。

c) 电压电流型馈线自动化功能时：①合闸之后在设定时限（Y 时限，可整定）内检测到故障电流（分为相间故障电流值、接地故障电流值）且小于非遮断电流，则经延时分闸，并闭锁合闸；②合闸之后在设定时限（Y 时限，可整定）之内失压，且检测到故障电流（分为相间故障电流值、接地故障电流值）且小于非遮断电流，则经 0.5 秒延时分闸，并闭锁合闸（若在 Y 时限之内失压但没有检测到故障电流，则不经延时自动分闸，但不闭锁合闸），其相间故障电流判据门槛值取本功能模块相间故障电流 II 段的定值。相间故障电流值分两段进行故障判断，每一段的动作电流、时间均可以由用户自由平滑设定。

d) 开关在单侧失电或失电分闸后，在一定时间内检测到故障残压时，闭锁无残压侧得电合闸（分段模式），或闭锁残压侧失电合闸（联络模式），检测故障残压定值固化设定为 $30\%U_n$ （无压定值不大于残压定值），装置应能识别持续时间大于 $20\text{ms}$ 小于 $Y$ 时间的残压，残压定值不开放整定。

e) 满足以下任一条件解除装置的合闸闭锁：

①开关在合位，开关两侧至少有一侧电压正常，持续 $3\text{s}$ 后解除闭锁。

②开关有流，开关两侧至少有一侧电压正常，持续 $3\text{s}$ 后解除闭锁，开关有流门槛值由厂家固化。

③开关分段模式下处于分位，双侧有压，持续 $3\text{s}$ 后解除闭锁。

④原出现残压侧得电，持续 $3\text{s}$ 后解除闭锁。

⑤遥控合或就地合开关解除闭锁。

4.3.4.8 具备短时失压闭锁分闸功能。若得电合闸之后在设定时限（ $Y$ 时限，可整定）之内未检测到故障（双侧不失压且没有检测到故障电流），则闭锁失压分闸，并在经过一定延时后解除该闭锁。开关分位解除该闭锁。终端处于闭锁分闸状态下应有相应的动作报文并上送主站。

4.3.4.9 具有非遮断电流保护功能。当开关合闸检测到电流，且电流超过负荷开关开断容量时，则启动非遮断电流保护，开关禁止分闸。

4.3.4.10 具备多次失压分闸闭锁得电合闸功能。当开关在 $8\text{min}$ 时间内连续感受到失压分闸动作达到 $3$ 次后，应闭锁第 $3$ 次及以后的得电合闸功能，通过遥控或就地操作合闸后解除闭锁。该功能通过控制字投退。

4.3.4.11 具有涌流闭锁功能，用户大容量变压器合闸时不误动。

4.3.4.12 具有采用电压电流复合判据的相间故障告警及接地故障告警功能，并将告警信息上送主站，其中告警定值和时限可整定。

4.3.4.13 具有合于接地故障保护功能，当开关合闸后 $Y$ 时间内检测到零序电压时，经延时动作，可通过控制字选择跳闸、仅发告警信号或退出。 $Y$ 时间外检测到零序电压则不动作。零序电压的动作值和动作时间均可以由用户自由平滑设定。

4.3.4.14 具有 PT 断线告警功能，并能将告警信号上送到主站。

4.3.4.15 发生 PT 断线时，应闭锁就地馈线自动化功能并发出相应告警信号。

### 4.3.5 智能分布式功能

4.3.5.1 终端分布式功能应满足 DL/T 1910 及《配电网智能分布式终端技术规范》的要

求。

4.3.5.2 终端宜支持 IEC61850 所规定的模型，满足终端互操作、即插即用的要求。终端之间通信优先采用满足 IEC61850 模型要求的 GOOSE 通信协议。

4.3.5.3 应具备防止涌流和负荷波动引起的误报警功能。

4.3.5.4 参与智能分布式组合的任一或多台装置通信异常时，组合内所有装置应自动退出智能分布式功能。

#### 4.3.6 同期合闸功能

4.3.6.1 具备检同期合闸功能，设置软压板控制同期合闸功能的投退，检同期合闸功能投入时，需满足开关两侧均有压（有压值固化为  $80\%U_n$ ）且两侧电压满足同期条件方可合闸。

#### 4.3.7 自动解列功能

4.3.7.1 自动解列功能包括电压越限自动解列与频率越限自动解列功能。该功能一般只应用于电源上网点。

4.3.7.2 宜采用三相电压判别，并具备电压断线闭锁功能。

4.3.7.3 电压越限自动解列功能包括 4 个分功能，具体要求如下：

a) 设置电压过低自动解列功能，当电压低于或等于“电压过低解列定值”时，经“电压过低解列时间”延时后自动分闸。

b) 设置电压过高自动解列功能，当电压高于或等于“电压过高解列定值”时，经“电压过高解列时间”延时后自动分闸。

c) 设置低电压自动解列功能，当电压介于（“电压过低解列定值”，“低电压解列定值”] 时，经“低电压解列时间”延时后自动分闸。

d) 置高电压自动解列功能，当电压介于[“高电压解列定值”，“电压过高解列定值”] 时，经“高电压解列时间”延时后自动分闸。

e) 应具备电压滑差闭锁功能。

4.3.7.4 频率越限自动解列功能包括 4 个分功能，具体要求如下：

a) 设置频率过低自动解列功能，当频率低于或等于“频率过低解列定值”时，经“频率过低解列时间”延时后自动分闸。

b) 设置频率过高自动解列功能，当频率高于或等于“频率过高解列定值”时，经“频率过高解列时间”延时后自动分闸。

c) 设置低频自动解列功能，当频率介于（“频率过低解列定值”，“低频解列定值”] 时，经“低频解列时间”延时后自动分闸。

d) 设置高频自动解列功能，当频率介于[“高频解列定值”，“频率过高解列定值”]时，经“高频解列时间”延时后自动分闸。

e) 应具备频率滑差闭锁功能。

#### 4.3.8 小电流接地保护功能

4.3.8.1 配电终端应具备小电流接地系统单相接地故障就地判别和隔离功能，在检测到开关下游出现单相接地故障时小电流接地保护经延时动作，可选择跳闸、告警或退出。小电流接地保护应满足接地等效阻抗 1000 欧时单相接地准确判别。

4.3.8.2 配电终端应具备 PT 断线功能，发生 PT 断线时，应闭锁小电流接地保护功能并发出相应告警信号。

4.3.8.3 小电流接地保护可启动重合闸。

4.3.8.4 配电终端应具备后加速接地保护功能，当小电流接地保护跳闸成功而重合于永久性接地故障时，可加速跳闸切除该接地故障；后加速小电流接地保护跳闸延时固定 1.5s。

#### 4.3.9 线路断线告警功能

4.3.9.1 线路断线告警指配网线路一次线路发生单相断线。满足线路断线故障特征时，经延时发出线路断线告警。

#### 4.3.10 不停电传动功能

4.3.10.1 不停电传动功能模块仅负责完成接收通信程序传动指令并操作出口接点，同时接收装置相关异常信息对传动进行闭锁处理。不停电传动仅允许远方操作。

4.3.10.2 不停电传动功能模块的参数设置及动作逻辑要求：

a) 不停电传动功能模块设置“不停电传动投入”软压板及“延时合闸时间”、“结束传动时间”2 个参数。

b) “不停电传动投入”软压板整定范围为“0”和“1”，置“0”为禁止接收遥控传动命令，置“1”为允许接收遥控传动命令，默认置“0”。“不停电传动投入”软压板仅允许远方投退，但可就地查看其状态。

c) “延时合闸时间”设置专用参数，默认设置 0.3s；“结束传动时间”默认设置 0.3s。

d) 不停电传动跳合闸脉冲宽度设置专用参数，与遥控脉冲参数分开，默认设置 0.2s。

e) 不停电传动命令通过遥控软压板实现，应采用选控模式。

f) 当“不停电传动投入”软压板置“1”并接收遥控传动命令后，装置执行以下逻辑进程：发出跳闸指令驱动保护分闸出口继电器→确认开关处于分闸位置→经“延时合闸时间”发出合闸指令驱动保护合闸出口继电器→装置发出合闸指令 0.3 秒延时后或发出跳闸指令

经“结束传动时间”延时后→无论传动成功与否均将“不停电传动投入”软压板置“0”并结束传动。

g) 传动完成后，应形成动作报文并上送主站。

4.3.10.3 不停电传动的过程中应对传动允许条件进行校验，当装置处于如下异常运行状态，应闭锁不停电传动的操作：

- a) 装置处于“装置异常”或“告警”状态。
- b) 装置处于继电保护启动、馈线自动化（FA）功能启动等状态。
- c) 装置收到“弹簧未储能”信号。

4.3.10.4 不停电传动过程中应闭锁自动重合闸功能，但常规保护功能、馈线自动化功能、同期合闸功能、自动解列功能等应仍处于正常运行状态，其逻辑功能不受影响。

4.3.10.5 不停电传动功能数据流及功能模块见附录 C 图 C.3。

4.3.10.6 配电终端应支持采用 DL/T 634.5104 规约或 DL/T 634.5101 规约实现远方不停电传动操作，相关基础规约与模型、遥信及遥控点表配置参见附录 C。

#### 4.3.11 网络安全防护要求

配电终端与主站信息交互应具备纵向加密认证功能，并通过安全模块等方式实现。安全模块应内置采用国产商用密码算法的安全芯片。安全模块可采用内嵌或外挂方式，优先采用内嵌方式；安全芯片可直接内置于配电终端本体内，提供数据加解密等服务，代替安全模块的安全功能。安全模块宜在应用层对控制命令和参数设置指令进行验签，实现指令合法性鉴别。安全模块应适应配电数据网、无线专网/无线公网等通信方式。

##### 4.3.11.1 功能要求

a) 采用安全模块方式时，应满足以下技术要求：

- 1) 采用国密 SM1、SM2、SM3、SM4 等密码算法对传输的数据进行保护，保证数据的真实性、机密性和完整性。
- 2) 具备基于电力调度数字证书的认证功能。
- 3) 具备与配电加密认证网关建立 VPN 隧道，实现双向身份认证、访问控制和传输数据的加密与解密的功能。
- 4) 支持透明工作方式与网关工作方式，支持 NAT。
- 5) 具有基于 IP、传输协议、应用端口号的综合报文过滤与访问控制功能。
- 6) 具备识别、处理路由协议等报文的功能。
- 7) 具备明文、密文的选择功能。

8) 具备对带有系统控制命令和参数设置指令的下行数据包进行识别，可对配电应用层认证装置的签名进行验签的功能。

9) 具备设备配置导入和导出功能。

10) 具备支持本地日志存取方式，日志包括事件日志和访问日志。

11) 支持加电自动上线、永远在线功能。

12) 在不具备外部时钟源的情况下，支持主站规约对时，实现时钟校对。

13) 采用内嵌（板卡）、外挂等连接方式以适应配电终端不同的应用场合；采用有线、无线等通信接口以适应配电数据网、无线专网、无线公网等通信方式。

b) 安全芯片直接内置于配电终端本体时，应满足以下技术要求：

1) 采用国密 SM1、SM2、SM3、SM4 等密码算法对传输的数据进行保护，保证数据的真实性、机密性和完整性。

2) 具备硬件真随机数发生器。

#### 4.3.11.2 性能要求

a) 采用安全模块方式时，应满足以下技术要求：

1) 支持的并发隧道数量应 $\geq 5$ 条。

2) 与主站安全防护设备密钥协商并成功建立隧道时间 $\leq 5$ 秒（不含网络延时）。

3) 网口双向明文数据包吞吐量 $\geq 2\text{Mbps}$ （1条安全策略，128字节报文长度）。

4) 网口双向密文数据包吞吐量 $\geq 0.8\text{Mbps}$ （1条隧道，1条策略，128字节报文长度）。

5) 串口双向明文数据包吞吐量 $\geq 7\text{Kbps}$ （1条安全策略，128字节报文长度）。

6) 串口双向密文数据包吞吐量 $\geq 7\text{Kbps}$ （1条隧道，1条策略，128字节报文长度）。

7) 明文转发平均时延 $\leq 10$ 毫秒（1条策略，128字节报文长度，90%明文数据包吞吐量，不含网络延时）。

8) 密文转发平均时延 $\leq 10$ 毫秒（1条隧道，1条策略，128字节报文长度，90%密文数据包吞吐量，不含网络延时）。

b) 安全芯片直接内置于配电终端本体时，应满足以下技术要求：

1) FLASH 可擦写次数不低于 10 万次。

2) SM1 算法支持 ECB/CBC 模式，数据加解密性能不低于 5Mbps。

3) SM2（256 位）算法签名和验证性能不低于：30 次/s。

4) SM3 算法数据加解密性能不低于 1Mbps。

5) SM4 算法支持 ECB/CBC 模式，数据加解密性能不低于 5Mbps。

#### 4.3.11.3 可靠性要求

a) 采用安全模块方式时，应满足以下技术要求：

- 1) 应采用与配电终端相同的 EMC 和 IP 防护等级。
- 2) 工作温度范围不小于：-40°C至+70°C。
- 3) 平均无故障工作时间应不低于 30000 小时。

b) 安全芯片直接内置于配电终端本体时，应满足以下技术要求：

- 1) 可抵御电压、温度、频率、光照异常。
- 2) 工作温度范围不小于：-40°C至+70°C。
- 3) 平均无故障工作时间应不低于 60000 小时。

#### 4.3.11.4 安全性要求

a) 采用安全模块方式时，应满足以下技术要求：

- 1) 采用具备商用密码产品型号的安全芯片。
- 2) 通过国家密码管理局的安全性审查和技术鉴定，获得商用密码产品型号证书。
- 3) 具有安全的密钥保护机制：密钥加密存储，断电情况下能长期保持，保持时间不短于 10 年。

4) 具备防御常见网络攻击的能力，包括 ARP Attack、Ping Attack、Ping of Death Attack、Smurf Attack、Unreachable Host Attack、Land Attack、Teardrop Attack、Syn Attack 等。

5) 支持设备密钥、工作参数的备份与恢复。

6) 具备防物理攻击设计。

b) 安全芯片直接内置于配电终端本体时，应满足以下技术要求：

- 1) 通过国家密码管理局的安全性审查和技术鉴定，获得商用密码产品型号证书。
- 2) 具有安全的密钥保护机制：密钥加密存储，断电情况下能长期保持，保持时间不短于 10 年。

3) 具有的逻辑和/或物理保护措施，通过 2 级及以上国密安全等级认证。

#### 4.3.11.5 配置要求

a) 采用安全模块方式时，应满足以下技术要求：

1) 配电终端安全模块应该根据配电终端的接口情况而配置不同的通信接口。有线型安全模块应至少配置 2 个 10M/100M 内网口和 1 个 10M/100M 外网口，宜同时具备 1 个 RS232/RS485 内网串口；无线型安全模块应至少配置 1 个 RS232/RS485 内网串口和 1 个 10M/100M 内网口，1 个无线通信模块。

2) 配电终端安全模块应具备 1 个配置串口。

b) 安全芯片直接内置于配电终端本体时，应满足以下技术要求：

采用国产安全芯片，具备 1 个或以上 10M/100M RJ45 以太网接口，芯片通过 SPI 接口与配电终端主控芯片交互。

#### 4.3.12 热插拔功能

采用机箱式结构的装置应支持分板热插拔功能。

#### 4.3.13 维护和调试功能

4.3.13.1 装置通过液晶显示屏进行人机对话，提供全汉化中文菜单，操作简洁，显示的信息必须具体清晰，便于现场维护。

4.3.13.2 人机对话模块与自动化功能模块的硬件和软件均应互相独立。液晶显示屏的遥测数据量显示应统一齐全，包含相电压和线电压及零序电压（区分电源侧和负荷侧）， $U_z$ （电池电压）， $I_a$ ， $I_b$ ， $I_c$ ， $I_0$ ， $P$ ， $Q$ ， $\cos \varphi$ 。

4.3.13.3 具备查询功能，可通过查询菜单查询和导出历史数据、定值、转发表、参数、故障录波等功能，在查询菜单下，禁止对定值、参数等进行修改的操作。

4.3.13.4 支持通过 101/104 规约进行在线修改、下装和上载定值、转发表（包括模拟量采集方式、工程转换量参数、状态量的开/闭接点状态、数字量保持时间及各类信息序位）、通信参数等、下装和上载程序等维护功能，支持远程调阅装置动作报文及录波数据。

4.3.13.5 具备监视各通道接收、发送数据及误码检测功能，可方便进行数据分析及通道故障排除。

4.3.13.6 通过维护口及装置操作界面可实现就地维护功能，通过远动通信通道实现远程维护功能，就地与远程维护功能应保持一致。

4.3.13.7 应至少可设置两级维护密码，可按权限分级开放维护功能。

#### 4.3.13.8 远程运维

a) 配电终端的通讯参数和远动通讯规约模型应满足配电自动化专业运维的要求。

b) 配电终端应满足国家信息安全的相关条例和规定。

c) 配电终端进行的适配性软件升级改造，应适应配网主站通过 DL/T 634.5101-2002 规约、DL/T 634.5104-2009 规约进行参数读取、参数整定，历史数据文件传输等远方操作业务应用。

d) 原则上配电终端应具备对远方指令的安全认证功能。

e) 配电终端应支持向主站转发软压板状态及相关确认信号、定值区号等信息。

f) 配电终端应能正确处理主站下发的相关远方操作指令。配电自动化 DTU 终端将主站下发的相关远方操作指令正确、完整的转发至被控继电保护装置，远方操作应以执行或者取消作为整个操作的结束。

g) 配电终端应具备查询和导出历史数据、定值、转发表、通信参数等功能，支持通过 DL/T 634.5—101/104 规约实施细则进行在线修改、下装和上载定值、转发表（包括模拟量采集方式、工程转换量参数、状态量的开/闭接点状态、数字量保持时间及各类信息序位）、通信参数等维护功能。

h) 配电终端应支持通过维护口及装置操作界面实现就地维护功能，支持通过远动通信通道实现远程维护功能，就地维护与远程维护功能应保持一致。

i) 配电终端与运维主站的交互数据规约应满足《Q/CSG 1204035-2018 南方电网配电自动化 DL/T 634.5101-2002 规约实施细则》及《Q/CSG 1204036-2018 南方电网配电自动化 DL/T 634.5104-2009 规约实施细则》中第 5.5 章节 参数设置的相关规定。

j) 配电终端应以规范的定值项目及信息体地址格式与运维主站实现定值与参数交互（见附录 A）。

k) 配电终端应支持运维主站对装置参数、文件的远方调阅操作。

l) 配电终端定值宜通过 DL/T 634.5101-2002、DL/T 634.5104-2009 规约完成与运维主站的调阅报文交互（参见附录 B）。

m) 配电终端应支持运维主站对终端的多项参数进行整组修改操作。

n) 对于多项参数的整组修改操作，配电终端应支持在同一帧规约报文中同时接收多项参数整组修改操作指令，也能支持接收多帧报文连续下发修改操作指令，并应根据主站和终端约定的方式正确进行解释并执行。

#### 4.3.14 通信接口及规约

a) 通信接口及规约技术要求：

1) 不少于两个 100M 以太网口和不少于 2 路串口，默认用于本地运维和通讯扩展；

2) 应支持光纤、无线等通信方式与主站或子站进行通信，实现故障信息和线路设备信息的实时上送。

3) 支持《南方电网配电自动化 DL/T634.5104-2009 规约实施细则》、《南方电网配电自动化 DL/T634.5101-2002 规约实施细则》规定的通信协议。

4) 应支持多链路要求，与多个主站和子站同时进行通信（至少与两个不同厂家不同型号主站同时进行通信，三遥信号同时上送两个主站，可同时接入主、备调度系统）。

5) 支持站端数据的统一远方交换功能，支持站端各专业完整数据的上传，能够传输的数据包括但不限于测控数据、保护数据、设备状态监测数据、环境监测数据、故障指示器数据等。

b) 无线通信技术要求：

1) 宜实现对中国移动、中国联通、中国电信、中国广电等四大移动运营商无线网络的全网通功能。应具备“双卡双待”、“双网络”同时接入、网络自动切换、静态 IP 地址、用户名/密码/SIM 卡号/设备序列号或 mac 地址的绑定认证、远程管理和异常告警等功能。

2) 无线通信模块应选用业界主流厂商工业级无线通信芯片，投标方应提供投标所采用的通信芯片生产厂商和型号。

3) 配套天线的阻抗应与无线通信芯片匹配，天线的增益应大于 5.0dBi。

4) 无线通信模块适用于工业环境，应满足以下条件：

——环境温度范围：-40℃~70℃；

——抗电磁干扰能力按 GB/T 15153.1 中的 IV 级标准执行；

——数据读写次数不低于 10 万次，MTBF≥50000 小时。

5) 可提供透明、双向、对等的数据传输通道，用户数据无需经过转换直接传输。

6) 支持永远在线：设备加电自动上线、通信链路保持。

7) 应提供配置管理接口用作本地和远程的管理，宜包括配置管理、安全管理、故障管理以及性能管理等功能。

#### 4.3.15 对时功能

具备主站时钟校时功能，应支持北斗和 GPS 对时功能。配电终端 24 小时自走时钟误差不大于 1 秒。

#### 4.3.16 其他功能

4.3.16.1 具备远方和本地操作切换功能，支持开关的就地操作。

4.3.16.2 应具备自诊断及自恢复功能。装置在正常运行时定时自检，自检的对象包括定值区、开出回路、采样通道、FLASH、RAM 等各部分。自检异常时，发出告警报告，通信中断或掉电重启应能自动恢复正常运行。

4.3.16.3 装置电源失电或通信中断后数据应自动保存，断电瞬间不应出现测量错误，配电终端初始化过程不能误发信息。电源恢复时，装置应自动恢复断电前的工作状态。

4.3.16.4 可根据需要扩展遥测、遥信和遥控量。

4.3.16.5 具有当地相应馈线故障指示和信号复归功能。

4.3.16.6 装置应具备通过操作菜单复归各种闭锁逻辑的功能。

4.3.16.7 当收到 SF6 气压低信号时，装置应发出告警信号并将告警信息上送主站。

4.3.16.8 功能硬压板应配置相应的遥信点，投退硬压板时，应有相应投退报文。

4.3.16.9 终端不可使用休眠功能。

4.3.16.10 具备开关电源侧、负荷侧反接软件调整功能，当开关电源侧、负荷侧反接时满足有功功率及无功功率测量需求。

4.3.16.11 具备装置检修状态开入接口，收到该开入量后，装置变化遥信、变化遥测不上送主站，总召时上送遥信及遥测，不响应主站遥控。