



10kV 一二次融合智能开关柜自动化成  
套设备

企业标准

广州南方电力集团电器有限公司

2021年5月



# Q/NFDQ

## 10kV 一二次融合智能开关柜自动化成套设备技术条件

### Q/NFDQ01-2020

#### 1 范围

本标准规定了 10kV 一二次融合智能开关柜自动化成套设备的技术要求、试验方法、标志、包装和安装。

#### 2 规范性引用文件

除本标准特殊规定外，均按规定的标准和规程的最新版本进行设计、制造、试验和安装。主要引用标准如下：

|              |                               |
|--------------|-------------------------------|
| IEC 62271    | 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求          |
| GB 3804      | 3.6kV~40.5kV 高压交流负荷开关         |
| GB/T 3906    | 3.6kV~40.5kV 交流金属封闭式开关设备和控制设备 |
| GB 16926     | 高压交流负荷开关-熔断器组合电器              |
| 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 12706.4 | 挤包绝缘电力电缆及附件试验要求               |
| GB/T 15153.1 | 远动设备及系统                       |
| GB 4208-2008 | 外壳防护等级（IP 代码）                 |
| GB/T 4728    | 电气简图用图形符号                     |
| GBT22239     | 网络安全等级保护基本要求                  |
| JB 8144.1    | 额定电压 26/35kV 及以下电力电缆附件基本技术要求  |
| JB/T 10840   | 3.6kV~40.5kV 高压交流金属封闭电缆分接开关设备 |
| DL/T 402     | 高压交流断路器订货技术条件                 |
| DL/T 403     | 12~40.5kV 高压真空断路器订货技术条件       |
| DL/T 404     | 3.6kV~40.5kV 交流金属封闭式开关设备和控制设备 |
| DL/T 486     | 高压交流隔离开关和接地开关                 |
| DL/T 596     | 电力设备预防性试验规程                   |



|                      |  |
|----------------------|--|
| DL/T 593             | 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求                                   |
| DL/T 621             | 交流电气装置的接地  |
| DL/T 630             | 交流采样远动终端技术条件   |
| DL/T814-2013         | 配电自动化系统技术规范  |
| DL/T721-2013         | 配电自动化远方终端  |
| DL/T 791             | 户内交流充气式开关柜选用导则   |
| Q/CSG 110006-2012    | 南方电网 DL/T634. 5104-2002 远动协议实施细则                       |
| Q/CSG 110007-2012    | 南方电网 DL/T634. 5101-2002 远动协议实施细则                       |
| Q/CSG 1203016-2016   | 南方电网公司 12kV 固体绝缘环网柜技术规范                                |
| Q/CSG1204009         | 中国南方电网电力监控系统安全防护技术规范                                   |
| Q/CSG 1204051-2019   | 配电自动化系统安全防护技术规范  |
| IEC 60870-5-101:2002 | 远动设备及系统_第 5-101 部分：传输规约_基本远动任务配套标准                     |
| IEC 60870-5-104:2006 | 远动设备及系统_第 5-104 部分：传输规约_采用标准传输协议集的 IEC60870-5-101 网络访问 |
|                      | 电力监控系统安全防护规定（国家发改委 14 号令）                              |
|                      | 电力监控系统安全防护总体方案等安全防护方案和评估规范（国能安全〔2015〕36 号）             |

### 3 术语、定义

GB/T 2900.5、GB/T 2900.8、GB/T 11022、GB/T 3906 所规定的定义和术语适用于本标准。

### 4 技术要求

#### 4.1.1 基本参数

10kV 一二次融合智能开关柜自动化成套设备技术参数除应满足国家和行业相关标准外，还应满足表 4.1.1 要求。



表 4.1.1 设备主要参数

| 序号   | 名称                   | 单位     | 技术要求                                     |
|------|----------------------|--------|--|
| 1    | 额定电压                 | kV     | 12                                       |
| 2    | 额定频率                 | Hz     | 50                                       |
| 3    | 额定电流                 | A      | 630                                      |
| 4    | 额定短路开断电流             | kA     | 20/25                                    |
| 5    | 额定短路关合电流             | kA     | 50/63                                    |
| 6    | 额定峰值耐受电流             | kA     | 50/63                                    |
| 7    | 额定短时耐受电流(有效值)        | kA     | 20/25                                    |
| 8    | 额定短路持续时间             | s      | 4  |
| 9    | 额定操作顺序               |        | 分-0.3s-合分-180s-合分<br>或 分-180s-合分-180s-合分 |
| 10   | 三相分、合闸不同期性           | ms     | ≤2                                       |
| 11   | 额定短路开断电流次数           | 次      | ≥30                                      |
| 12   | 电气寿命(开断额定电流次数)       | 次      | 10000                                    |
| 13   | 机械寿命                 | 次      | 10000                                    |
| 14   | 接地开关 2s 短时耐受电流       | kA     | 20/25                                    |
| 15   | 灭弧方式                 | —      | 真空                                       |
| 16   | 主绝缘气体                | —      | SF6 气体                                   |
| 17   | 额定绝缘水平               |        | 技术参数(海拔大于 1000m 时应按第一部分 4.2.3 进行修正)      |
|      | 1min 工频耐受电压<br>(有效值) | 断口间    | kV 48                                    |
|      |                      | 相间     | kV 42                                    |
|      |                      | 相间、相对地 | kV 42                                    |
|      | 雷电冲击耐受电压             | 隔离断口间  | kV 85                                    |
| 开关断口 |                      | kV 75  |  |



|                          |             |        |                             |                |
|--------------------------|-------------|--------|-----------------------------|----------------|
|                          | (峰值)        | 相间、相对地 | kV                          | 75             |
| 18                       | 操作机构        |        | —                           | 手动/电动          |
| 19                       | 操作电压        |        | V                           | DC48V          |
| 20                       | 操动机构工作及储能功率 |        | W                           | 工作电源及储能功率≤100W |
| 21                       | 开关合闸时间      |        | ms                          | ≤80            |
| 22                       | 开关分闸时间      |        | ms                          | ≤50            |
| 23                       | 气箱及带电部分防护等级 |        |                             | IP67           |
| 24                       | 外壳防护等级      |        |                             | IP4X           |
| 电 缆<br>附 件<br>技 术<br>参 数 | 冲击耐压        |        | 105kV, 正负极性各 10 次, 不击穿, 不闪络 |                |
|                          | 直流耐压        |        | 52kV (负极性), 15min, 不击穿, 不闪络 |                |
|                          | 局部放电        |        | 15kV 下放电量≤10pc              |                |

#### 4.1.2 结构设计

1) 开关柜结构型式为全金属封闭式, 应符合 GB/T 3906 规定要求, 结构设计应使其能安全地进行运行、检查、维护、操作, 并能安全地进行核相、连接电缆的接地检查、电缆故障的定位、连接电缆或其它装置的电压试验。

2) 母线系统应采用铜质母线, 接合处应有防止电场集中和局部放电的措施。

3) 开关柜之间的母线室应使用柜与柜间设接地金属隔板隔开, 母线在绝缘套管中穿过, 且其孔口密封的型式。应使用 XLPE 热缩性塑料套将母线的裸露部分完全包裹。

4) 开关柜面板应有清晰、可靠的开关(含隔离开关、接地刀闸)位置指示, 开关断开、合上、接地位置的指示器应清晰易见并有标志表示, 颜色符合要求。

5) 观察窗应在任意一工作位置下都能观察到隔离刀闸的工作状态; 采用机械强度与柜体相近的耐火透明材料制成, 并与高压导电体保持有足够绝缘强度的净空距离; 对不可见的触头, 开关柜应提供表示触头位置清晰而可靠的指示。

6) 电缆接头至电缆引入处(孔或固定箍)距离为 700mm, 保证所配的电流互感器可分相安装在电缆芯线上。柜内相对地、相间空气间隙必须大于 125mm, 柜



内套管、支持绝缘件采用阻燃材料。

7) 电力电缆隔室与电缆沟连接处应设置防止小动物进入的措施。

8) 在电缆不能与开关设备断开时，那些与电缆连接的部件应能按照电缆标准要求，耐受规定的电缆试验电压。

9) 提供可拆卸开关柜底部封板。高压电缆室面板可带电打开，用于探测电缆肘型头等部件的发热情况。

10) 带电传感器出线端子不得直接通过绝缘垫片与金属底板隔离，出线端子与金属底板不得形成水珠。

#### 4.1.3 箱体

1) 箱体外壳的材料应以厚度不少于 2mm 的 304 不锈钢、SMC（增强纤维不饱和聚酯型材料）或者 GRC 材料（玻璃纤维增强水泥）制造而成。外壳应有足够的机械强度，在起吊、运输和安装时不应发生变形或损伤。若选用带电动操作机构的开关，开关箱外壳可加宽，开关柜间隔顶部安装芯片化 DTU，PT 柜间隔上方安装综合通信单元及通信设备，且必须具备光缆接入孔及光缆线槽，孔径  $D > 60\text{mm}$ 。

2) 箱体外壳应有喷涂防护层，防护层为静电喷涂而成，涂层颜色为 RAL7035（工业灰色）或绿色，涂层部分不应小于  $150\ \mu\text{m}$  并应均匀一致。表面覆盖涂层应有牢固的附着力。箱壳至少 15 年不褪色、不生锈。

3) 外壳颜色应与周围环境相协调，箱壳表面应有明显的反光警示标志。

4) 户外开关箱的门开启角度应大于  $120^\circ$ ，并设定位装置。门应有密封措施，并装有把手、暗门和能防雨、防堵、防锈，铰链应采用内铰链，箱门应装设暗锁，并设外挂锁孔。门的设计尺寸应与所装用的设备尺寸相配合，当其关上时，应提供对外壳规定的防护等级。开关箱箱体应根据自动化附柜的位置在开列侧门，方便维护附柜内的电压互感器。

5) 箱体应设足够的自然通风口和隔热措施，减少箱内凝露的产生。

6) 箱体顶盖的倾斜度不应小于  $3^\circ$ ，并应装设防雨檐。

7) 箱门内侧应标出主回路的线路图，同时应注明操作程序和注意事项。

8) 箱体上部两侧面共装有 4 只起吊安装用吊环，安装完毕后可取下，并可用防锈螺丝密封，以防止进水及小动物进入。也可在箱体底部配装 4 根起吊销，起吊销必须完全满足起吊整台设备的需要。起吊安装完毕后四个销轴均可缩回箱体内部，不影响箱体外形，下次起吊安装时，又可方便拉出起吊销轴用于起吊安



装。

9) 箱体门应配置行程开关提供门状态辅助接点, 开门时接点闭合, 并通过有线方式传送给配电智能网关。

#### 4.1.4 开关设备

1) 户外开关箱箱内开关设备可配断路器、负荷开关。分支应全部带开关, 分支数不超过 6 分支。

2) 箱内断路器为真空断路器。柜内带电部分及开关气箱(若有)在电缆终端安装后防护等级应达到 IP67。

3) 断路器应配置一体化弹簧操作机构。柜内带电部分及断路器气箱(若有)在电缆终端安装后防护等级应达到 IP67。

4) 气箱箱体(若有)应采用大于 2mm 不锈钢板制造, 应能耐受在使用中遇到的正常和瞬态的压力, 并应带气体压力计和充气孔。

5) SF6 气体开关应带 SF6 气体压力监测装置, SF6 气体质量应满足相关标准的要求。

6) 开关操作机构需具备较高防污处理, 投标方应对处理方案进行说明。

7) 负荷开关以及接地开关操作孔应有挂锁装置, 挂上锁后可阻止操作把手插入操作孔。

8) 当采用电动操动机构时, 负荷开关应能在 85%~110% 额定操作电压范围内能可靠合闸; 在 65%~120% 额定操作电压的范围内应可靠分闸, 电压低于 30% 额定操作电压不应分闸。

9) 开关设备应具备完善的五防联锁功能, 有效防止恶性误操作事件发生。

10) 接地开关应具备完善的防误操作功能。

11) 开关状态位置应有“分”“合”符号及中文标识。

12) 应采用插拔式, 具有验电和二次对相功能的带电指示器, 其安装位置应便于观察。该带电指示器要求与各个分局现有微机五防系统兼容, 接受微机五防系统管理。

13) 负荷开关以及接地开关操作孔应有挂锁装置, 开关、地刀各用一个锁, 挂上锁后可阻止操作把手插入操作孔。可采用授权强制解锁方式, 在不分离地刀的条件下打开电缆室面板, 方便维护人员检测电缆头温度。

14) 开关设备应满足防污秽, 防凝露要求。



15) 开关柜(箱)体内电缆接线形式适用于三芯电缆。

#### 4.1.5 接地

1) 户外开关箱的接地系统应符合 GB50065《交流电气装置的接地设计规范》的要求,外壳、开关设备外壳等可能触及的金属部件均应可靠接地,接地导体和接地连接应能承受接地回路的额定短时和峰值耐受电流。

2) 规定或需要触及的各回路中所有部件都应能事先接地。

3) 户外开关箱的箱体应设专用接地导体,该接地导体上应设有与接地网相连的固定连接端子,其数量不少于两个,并应有明显的接地标志。

#### 4.1.6 内部故障

由缺陷、异常使用条件、元件内部故障或误操作造成的故障引发的内部电弧,在开关箱中应采取措施,为人员提供最高等级的切实可行的保护。

#### 4.1.7 铭牌

铭牌内容应符合 GB/T 11022 和 JB/T 10840 相关内容要求,铭牌应耐久清晰、易识别;正常运行器件,应能看请出各功能单元的铭牌。

#### 4.1.8 电缆附件要求

1) 电缆肘型头应选用屏蔽式(可触摸)硅橡胶电缆肘型头,可多次拆卸安装使用,并应满足动热稳定要求,固定单芯电缆用非磁性材料。

2) 开关设备的接线柱和肘型电缆头应满足安装强度和要求,从而防止接线柱受电缆头应力而发生密封损坏。电缆终端安装后,应达到与开关柜体相同的防护等级。

#### 4.1.9 零配件要求

1) 应注明主要零配件(负荷开关/断路器、开关操作手柄、全屏蔽可触摸式电缆插接头、电缆转接头、防尘绝缘帽、带电指示器、故障指示器、避雷器、电流互感器等)的生产厂家、型号等,零配件应符合有关的国家或行业标准。

2) 所有主要零配件均应有铭牌,并安装在容易看到的位置。

#### 4.1.10 电压互感器

应统筹考虑自动化设备、通信系统及开关操作电源的需求选择工作和后备电源。工作电源采用 V-V 接线电压互感器供电,容量 50/500VA、变比 10/0.1/0.22/kV,0.5 级,瞬时功耗达到 3000VA/1 秒,电压互感器一次侧应配置隔离刀闸。电压互感器采用硅橡胶密封结构,应具有较强的耐紫外线及耐户外气候能力,并且具



有阻燃、防爆、憎水等特点，产品应能承受长期户外运行，电缆室喷涂绝缘漆。

表 4.1.2 电压互感器性能参数表

| 项目                | 参数               |
|-------------------|------------------|
| 高压相间额定电压          | 10kV             |
| 低压侧相间额定电压(电源)     | 220V             |
| 低压侧相间额定电压(测量 Uab、 | 100V             |
| 测量级精度             | 0.5 级            |
| 额定频率              | 50Hz             |
| 相间输出额定容量          | 0.5kVA (测量-长期)   |
|                   | 3kVA (操作-短时)     |
| 阻 抗               | 15% (在 3kVA 时)   |
| 电压互感器容量           | 500VA            |
| 高压绕组工频耐压          | 35kV/60 秒        |
| 冲击耐压              | 75kV             |
| 感应耐压              | 150Hz, 28kV/40 秒 |

#### 4.1.11 电流互感器

每一开关单元应至少配置 2 只单相电流互感器和 1 只零序电流互感器，电流互感器采用开口式，固定安装于开闭所电缆上，高度和位置应满足电缆接线要求。开口式单相电流互感器变比应选用 600/5，容量为 5VA，精度应为 0.5/10P20 级。开口式零序电流互感器变比应选用 100/5 或 20/1，对应容量不小于 2.5VA 和 0.5VA，精度应达到 0.5 级。

#### 4.2 冷凝除湿器

每一开关单元的电缆室可配置 1 套冷凝除湿器。

- 1) 不应导致环境温度增加而影响周围设备元件寿命；
- 2) 整机厚度应不大于 50mm；
- 3) 除湿模块应自带智能控制器，同时应具备高温保护和低温防结霜设计；
- 4) 显示范围：温度：0℃~60℃，相对湿度：18%~98RH；
- 5) 误差：温度：±1℃，湿度：±3RH；
- 6) 排水方式：软管连续排水（标配长度 2 米）；
- 7) 外形尺寸（高×宽×厚）：应≤130mm×99 mm×50 mm；



- 8) 安装方式：固定式安装，除湿装置安装于柜内侧或底板。
- 9) 装置额定功率：小于 30W。
- 10) 噪音 $\leq 40\text{dB(A)}$ 。
- 11) 具备至少 1 路 RS-485 标准通信接口；支持 Modbus 等通信规约。

### 4.3 芯片化 DTU

开关单元电缆室应配置 1 套芯片化 DTU。

#### 4.3.1 结构及工艺要求

芯片化 DTU 应采用一体化机壳结构，外壳采用防锈铝材质，芯片化 DTU 终端的防护应达到 IP67。装置内部插件应全部采用涂覆工艺，接口使用航空插头，航空插头定义宜按附录 A 设计。装置的调试和维护接口应采用密封盖，密封条采用机械发泡工艺，内部金属附件、板材采用非金属钝化处理以减少凝露，终端线路板、连接件外露针需做三防绝缘处理（三防漆，绝缘漆，硅橡胶灌封），绝缘材料应为非易燃品。

芯片化 DTU 结构尺寸应不大于  $240\text{mm}\times 180\text{mm}\times 100\text{mm}$ ，应按开关间隔配置，可就地安装在开关间隔上端二次小室。芯片化 DTU 与外部接口方式应采用航空插头连接，装备应采用全封闭外壳，一体成型，完全尘密且符合水下 1m 设计和测试，防护等级应达到 IP67。芯片化 DTU 机箱应一体化成型、板卡一体化设计，应符合电磁兼容 4 级要求。

#### 4.3.2 遥信功能要求

1) 遥信量采集应包括断路器位置、刀闸位置、远方/就地选控开关位置、保护（包括速断、过流、接地）动作、重合闸动作、装置故障（终端异常或故障）、弹簧未储能等信号，并向配电自动化主站发送，应优先传送状态变位，且预留至少 5 个遥信开关量。

2) 遥信输入回路应采用光电隔离，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。

3) 应具备事件顺序记录功能，应记录装置变位遥信、事故遥信和事件 SOE，并可根据遥信点表要求上送配电自动化主站，供事故追忆。通信中断时未发送的事件顺序记录 SOE 应在通信恢复时补发，且不重发多发。应支持单点、双点遥信上送主站。



4) 遥信采集应采用无源空触点接入方式。

#### 4.3.3 遥测功能要求

5) 应具备三相电压及  $U_0$ 、电流 ( $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $3I_0$ ) 采集功能, 实现有功功率、无功功率、功率因数的计算。

6) 应采集馈线故障时的故障电流、故障电压、零序电流和零序电压。

7) 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。

8) 应能根据功率正负反映潮流的方向。

9) 应支持遥测越限报警功能。

#### 4.3.4 遥控功能要求

1) 应能够接收并执行配电自动化主站遥控命令。

2) 遥控应严格按照预置、返校、执行的顺序进行, 在预置返校后, 在设定时间内, 由于通信中断或执行命令未下达, 应自动取消本次遥控命令。

3) 应具备遥控防误动措施, 保证控制操作的可靠性。

4) 应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。

5) 同一遥控点不能同时接收两个不同主站的遥控命令。

6) 应区分主站和当地遥控记录并保存, 保存最近至少 256 次动作指令。

#### 4.3.5 智能分布式馈线自动化功能 (可选)

1) 宜具备高速对等通信功能, 可通过级联方式自身组建通信环网。当配电网节点发生变化, 仅修改变化节点处相邻的终端之间的拓扑参数关系, 而不允许对其他装置的拓扑参数进行更改。

2) 宜具备对等通信的网络保护功能。线路故障时相邻配电自动化终端通过对等通信交换线路上所有开关的位置、保护故障信息, 判断故障点位置, 实现高速的故障定位、故障隔离和恢复供电。

3) 宜具备故障隔离扩大化功能, 当任意一个开关发生保护拒动或开关拒动时, 快速发送高速报文请求最近的上游断路器跳闸, 使失电范围保持最小。

4) 宜具备闭锁功能, 当任意通信设备、通信通道发生故障时候, 导致对等通信中断, 具备闭锁局部关联的智能分布式馈线自动化功能。

5) 对等通信故障信息交互通信处理传输延时时间应  $\leq 20\text{ms}$ 。

6) 全断路器模式故障处理时间应满足: 故障上游侧开关隔离完成时间  $\leq 150\text{ms}$ ; 非故障区域恢复时间  $\leq 5\text{s}$ 。



7) 智能分布式馈线自动化功能可通过软压板或硬压板方式投退。宜具备“速动型”和“缓动型”两种模式，并且可通过定值灵活切换。

8) 具备智能分布式馈线自动化的相关信号反馈，动作过程和结果宜通过综合通信单元主动上传至主站，FA 信号应包括：FA 投退状态信号、FA 闭锁状态信号、FA 故障信号、FA 启动信号、FA 隔离信号、FA 恢复信号、FA 遥控拒动信号、FA 通信告警信号。

#### 4.3.6 常规保护功能

- 1) 常规保护功能应可通过控制字软压板进行投退。
- 2) 应具备相间过流保护功能，整定范围与技术要求见表 4.3.1。

表 4.3.1 相间保护定值配置参数表

| 定值内容          | 整定范围   | 步长    | 准确度                 | 备注            |
|---------------|--------|-------|---------------------|---------------|
| 过流 I 段定值 A    | 0~20In | 0.01A | 误差 1%以内             | 过流一、二段均能启动重合闸 |
| 过流 I 段延时时间 s  | 0-60s  | 0.01s | 0s: ≤40ms, 其它不超过±1% |               |
| 过流 II 段定值 A   | 0~20In | 0.01A | 误差 1%以内             |               |
| 过流 II 段延时时间 s | 0-60s  | 0.01s | 0s: ≤40ms, 其它不超过±1% |               |

3) 宜具备单相接地保护功能，单相接地保护算法和定值整定范围适应电网中性点不接地系统、经消弧线圈接地系统和经小电阻接地系统，整定范围与技术要求见表 4.3.2，具体出厂设置以用户要求为准，零序电流动作定值应根据用户内部电缆线路、架空线路长度确定。

表 4.3.2 零序保护定值配置参数表

| 定值内容       | 整定范围             | 步长    | 准确度                 | 备注                            |
|------------|------------------|-------|---------------------|-------------------------------|
| 零序电流定值 A   | 0.4~60A<br>(一次值) | 0.2A  | 误差 1%以内             | 零序保护投入时，用户可根据中性点接地方式，选择投“跳闸”或 |
| 接地动作延时时间 s | 0.02~60s         | 0.01s | 0s: ≤40ms, 其它不超过±1% |                               |



|  |  |  |  |                         |
|--|--|--|--|-------------------------|
|  |  |  |  | “告警”，<br>零序保护能<br>启动重合闸 |
|--|--|--|--|-------------------------|

4) 应具备一次重合闸和二次重合闸功能，整定范围与技术要求见表 4.3.3。

表 4.3.3 重合闸定值配置参数表

| 定值内容    | 整定范围    | 步长 | 准确度                                      | 备注                  |
|---------|---------|----|--|---------------------|
| 一次重合闸时间 | 0S-60s  | 1s | 0s: $\leq 40\text{ms}$ , 其它不超过 $\pm 1\%$ | 要求具备<br>重合闸闭<br>锁功能 |
| 二次重合闸时间 | 0S-180s | 1s | 0s: $\leq 40\text{ms}$ , 其它不超过 $\pm 1\%$ |                     |

5) 应具有保护启动重合闸功能，应具有外部开入闭锁重合闸功能，任何时候收到该信号重合闸即放电。重合闸启动前，收到弹簧未储能闭锁重合闸信号，应经延时后重合闸放电。重合闸启动后，收到弹簧未储能闭锁重合闸信号，重合闸应不放电。

#### 4.3.7 对时功能要求

应具备主站时钟校时功能。

#### 4.3.8 通信功能要求

1) 应具备 RS232 串口和 RJ45 网络接口，具备专用的 RS232 和网络维护接口，以太网口应不少于 2 个，串口应不少于 4 个。

2) 宜支持高速对等通信功能。

3) 应支持采用以太网方式接入综合通信单元，应支持有线、无线通信方式与主站进行独立通信，实现故障信息上报和线路设备信息的实时上送。

4) 应支持 IEC60870-5-101、IEC60870-5-104 通信规约和南方电网配电自动化 DL/T634.5 101-2002 规约实施细则、南方电网配电自动化 DL/T634.5 104-2009 规约实施细则规定的通信协议，支持与多个主站同时进行通信。

#### 4.3.9 数据处理及传送功能

5) 模拟量输入信号处理应包括数据有效性判断、越限判断及越限报警、死区设置、工程转换量参数设置、数字滤波、误差补偿（含精度、线性度、零漂校正等）信号抗干扰等功能。

6) 开关量输入信号处理应包括光电隔离、接点防抖动处理、硬件及软件滤



波、基准时间补偿、遥信取反、计算、数据有效性判断等功能。

7) 历史数据应至少保存最新 256 条事件顺序记录、最新 256 条遥信变位和最新 10 条故障电流信息。历史数据应支持由主站召测，失电或通信中断后数据应能够保存 6 个月以上。

8) 终端在故障、重启过程中不应引起误操作及数据重发、误发。

9) 支持逐点设置遥测死区值，以满足重要遥测的实时性要求。

10) 具备对遥信信息的逻辑组合功能。

#### 4.3.10 维护与调试功能

1) 应具备查询和导出历史数据、转发表和通信参数功能，应支持在线修改、下装和上载转发表（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）和通信参数，应具备下装和上载程序维护功能。

2) 宜具备监视各通道接收、发送数据及误码检测功能。

3) 应通过维护口及装置操作界面实现就地维护功能。宜通过远动通信通道实现远程维护功能。

4) 系统维护应有自保护恢复功能，维护过程中出现异常应能自动恢复到维护前的正常状态。

5) 应至少可设置两级维护密码，可按权限分级开放维护功能，不允许采用动态密码。

#### 4.3.11 其他功能

1) 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、E<sup>2</sup> PROM 等各部分。自检异常时，应发出告警报告、点亮告警指示灯，并且闭锁分、合闸回路，避免设备误动作。通信中断或掉电重启应能自动恢复正常运行。

2) 终端电源失电或通信中断后数据应自动保存。

3) 应具有当地相应馈线故障指示和信号复归功能。故障指示灯在故障后闪烁，延时 48 小时自动复归或手动按钮复位，或者故障处理完毕，开关合闸后，故障告警复归。

#### 4.3.12 技术指标

##### 4.3.12.1 模拟量采样



- 1) 交流采样容量应能够根据需要单独选择配置。
- 2) 交流采样电压、电流的测量精度应为 0.5 级。
- 3) 有功功率、无功功率的测量精度应为 1.0 级。
- 4) 频率测量误差不超过  $\pm 0.02\text{Hz}$ 。
- 5) 在标称输入值时，每一电压回路的功率消耗应小于 0.25VA，每一电流回路功率消耗应小于 0.5VA。
- 6) 故障电流输入范围应不小于 20 倍额定电流，故障电流总误差应不大于 5%。
- 7) 直流采样应支持 0V~60V，误差应不大于 0.5%。

#### 4.3.12.2 遥信采集

- 1) 应采用无源空触点接入方式，用一位二进制码表示时闭合对应二进制码为“1”，断开对应二进制码为“0”；用两位二进制码表示时闭合对应二进制码为“10”，断开对应二进制码为“01”。
- 2) 输入回路应有 DC500V 的光电隔离。
- 3) 遥信采集容量应可根据需要单独选择配置。
- 4) SOE 分辨率应不大于 2ms。
- 5) 软件防抖动时间应为 5ms~60000ms（步长 1ms）可设。

#### 4.3.12.3 遥控输出

- 1) 应通过继电器常开接点输出。
- 2) 遥控保持时间应为 10ms~1000ms（步长 10ms）可设。
- 3) 接点容量应为 AC220V/10A。

#### 4.3.12.4 信息响应时间

- 1) 当地遥信变位响应时间应不大于 50ms，遥信变位主动上送到主站时间应不超过 1s。
- 2) 当地变化遥测刷新时间应不大于 3s。
- 3) 其他响应时间参见 DL/T 630-1997 中 4.5.5 条表 7 中 P2 级规定。
- 4) 对等通信故障信息交互通信处理传输延时时间应不大于 20ms。

#### 4.3.12.5 信息通道

- 1) 应具备不低于 1200bit/s 的传输速率；
- 2) 比特差错率应不大于  $10^{-5}$ 。（信噪比  $S/N \leq 17\text{dB}$ ，观察时间大于 15min）

#### 4.3.12.6 装置功耗



装置正常工作时整机功耗应不大于 10VA（不含外部通信设备）。

#### 4.3.12.7 可靠性

平均无故障时间（MTBF）应不低于 50000 小时，年可用率大于 99.99%。

#### 4.3.12.8 时钟

24 小时自走时钟误差应不大于 1 秒。

#### 4.4 综合通信单元

每一户外开关箱成套设备应配置 1 台综合通信单元，综合通信单元汇集芯片化 DTU 采集的遥信、遥测信息，上传遥信、遥测信息至配电自动化主站，执行配电自动化主站下发的遥控命令，或将遥控命令转发至芯片化 DTU 单元执行。

##### 4.4.1 结构及工艺要求

综合通信单元应采用一体化机壳结构，外壳采用防锈铝材质，防护等级应达到 IP67。装置内部插件应全部采用涂覆工艺，接口使用航空插头，装置的调试和维护接口采用密封盖，密封条采用机械发泡工艺，内部金属附件、板材采用非金属钝化处理以减少凝露，终端线路板、连接件外露针需做三防绝缘处理（三防漆，绝缘漆，硅橡胶灌封），绝缘材料应为非易燃品。

综合通信单元结构尺寸应不大于 240mm\*180mm\*100mm，宜按户外开关箱成套设备配置，并就地安装在 PT 间隔上端二次小室。综合通信单元应采用航空插头与外部连接，采用全封闭外壳，装置一体成型，应符合完全尘密和水下 1 米设计、测试要求，应采用机壳屏蔽，电缆屏蔽，插件屏蔽技术，应满足电磁兼容 4 级要求。

##### 4.4.2 通信功能要求

1) 应具备 RS232 串口和 RJ45 网络接口，具备专用的 RS232 和网络维护接口，以太网口不少于 2 个，串口不少于 4 个。

2) 应支持以太网方式接入综合通信单元，并支持有线、无线方式与主站进行独立通信，实现故障信息上报和线路设备信息的实时上送。

3) 应支持 IEC 60870-5-101、IEC 60870-5-104 通信规约和南方电网配电自动化 DL/T 634.5101-2002、DL/T 634.5104-2002 规约实施细则。

4) 应支持接入汇集至少 12 台芯片化 DTU 设备。

5) 宜支持通过软接线通信方式采集户外开闭所内其他各类智能设备运行数



据，包括：测控数据、集抄数据、环境监测数据，设备状态监测数据、电缆头温度数据、故障指示器数据、基础设施数据等，同时宜具备新数据采集的扩展能力。

6) 宜支持终端数据的统一远方交换功能，支持终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、集抄数据、设备状态监测数据、环境监测数据、故障指示器数据，以及直流电源数据等基础设备数据。

#### 4.4.3 数据处理及传送功能

1) 历史数据应至少保存：最新的 256 条事件顺序记录和 256 条遥信变位，最新 10 条故障电流信息。历史数据可随时由主站召测，失电或通信中断后数据可保存 6 个月以上。

2) 终端在故障、重启过程中不应引起误操作及数据重发、误发。

#### 4.4.4 维护与调试功能

1) 应具备查询和导出历史数据、转发表、通信参数功能，应支持在线修改、下装和上载转发表（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）和通信参数，应具备下装和上载程序维护功能。

2) 应具备监视各通道接收、发送数据及误码检测功能。

3) 应通过维护口及装置操作界面可实现就地维护功能，宜通过远动通信通道实现远程维护功能。

4) 系统维护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。

5) 应至少可设置两级维护密码，可按权限分级开放维护功能，不允许采用动态密码。

6) 宜具备液晶显示，提供全汉化中文菜单，操作简洁，便于现场维护。

#### 4.4.5 其他功能

1) 应具备自诊断及自恢复功能。装置在正常运行时定时自检。自检异常时，发出告警报告，点亮告警指示灯。通信中断或掉电重启应能自动恢复正常运行。

2) 终端电源失电或通信中断后数据应自动保存。

3) 应具备当地相应馈线故障指示和信号复归功能。故障指示灯在故障后闪烁（延时 48 小时自动复归或手动按钮复位，或者故障处理完毕，开关合闸后，故障告警复归）。



#### 4.4.6 技术指标

##### 4.4.6.1 信息通道

- 1) 传输速率应不低于 1200bit/s 的传输速率。
- 2) 比特差错率应不大于  $10^{-5}$  (信噪比  $S/N \leq 17\text{dB}$ , 观察时间大于 15min)。

##### 4.4.6.2 装置功耗

装置正常工作时整机功耗应不大于 15VA (不含外部通信设备)。

##### 4.4.6.3 可靠性

平均无故障时间 (MTBF) 应不低于 50000 小时, 年可用率大于 99.99%。

##### 4.4.6.4 时钟

24 小时自走时钟误差应不大于 1 秒。

#### 4.5 工业以太网交换机

每一户外开关箱成套设备应配置 2 台工业以太网交换机。

##### 4.5.1 单台端口数量

单台工业以太网交换机应具备百兆电口不少于 8 个, 千兆 Combo 光电复用接口不少于 2 个, MAC 地址表应不少于 8K, 背板带宽应不少于 7.4Gbps。

##### 4.5.2 结构要求

应采用全金属外壳, 无风扇散热设计, 防护等级应不低于 IP40, 应支持壁挂式或 DIN 卡轨安装。

##### 4.5.3 适用环境

- 1) 环境温度范围:  $-40^{\circ}\text{C} \sim +75^{\circ}\text{C}$ ;
- 2) 抗电磁干扰能力按 GB/T15153.1-1998 中的 IV 级标准执行;
- 3)  $\text{MTBF} \geq 50000$  小时。

##### 4.5.4 存储转发模式

应具备不少于 1Mbit 的交换缓存, 应支持生成树、多生成树和快速生成树。

##### 4.5.5 VLAN 特性

应支持 4094 个并发 VLAN, 应支持 QinQ, 支持 TPID 设置, 支持单端口多个 VLAN 划分。

##### 4.5.6 环网协议

应支持单环、相切环、相交环, 宜支持 ITU-T G.8032 公有环网协议, 支持



单环、相切环、相交环。

#### 4.5.7 镜像功能

应支持多对一的端口镜像，即多个源端口，一个镜像端口，应支持端口输入和输出的分别镜像，应支持基于 VLAN 的镜像。

#### 4.5.8 QoS

应支持 802.1p CoS、DSCP 和端口优先级，应支持信任本地优先级、CoS 和 DSCP 优先级，应支持基于全局的队列调度。

#### 4.5.9 组播功能

应支持 IGMP Snooping (V1、V2、V3)，支持组播过滤和未知组播丢弃，支持静态组播组，支持 1024 个组播组，应支持 GMRP，GARP。

#### 4.5.10 安全特性

应支持抵御拒绝服务攻击，支持 Radius 认证、TACACS+认证，应支持 MAC 地址与端口绑定，应支持 dot1x 协议，支持保护端口（保护端口）。

#### 4.5.11 系统管理

应支持命令行接口（CLI）配置，支持中英文双语命令行帮助信息，支持通过 Console 口配置，支持多个 SSH V2 客户端远程配置，支持 RMON（Remote Monitoring）1、2、3、9 组 MIB，支持 SNMP V1/V2c/V3，支持系统日志，支持告警信息采用继电器输出方式、Trap 输出方式、Syslog 输出方式，支持 Keepalive 报告。

#### 4.5.12 集群管理

应支持设备发现协议、拓扑收集协议、集群管理协议和集群网管程序。

#### 4.5.13 管理特性

应支持自动配置、时区管理、SNTP 协议客户端和网络时间协议 NTP，应支持系统周期性或者指定时间运行任务，支持系统的错误报告。

### 4.6 后备电源

每一户外开关箱成套设备应配置 1 套后备电源，后备电源包含 1 套智能电池包及 1 台电源管理模块组成。

#### 4.6.1 智能电池包

智能电池包应包含 4 节 12V/24Ah 耐高温电池。



1) 直流蓄电池组

a) 应采用长寿命免维护蓄电池组，使用寿命不少于 3 年。

b) 单体应采用标称 12V/24Ah 的蓄电池，四块一组，串联运行，构成 DC48V/24Ah 电池组。

c) 交流电源失电以后，应支持二次设备及通信设备正常工作时间不少于 8 小时，应支持开关完成“分-合-分”动作次数不少于 5 次。

#### 4.6.2 电源管理模块

1) 交流电源。标称电压容差应为  $\pm 20\%$ ，标称频率为 50Hz，频率容差为  $\pm 5\%$ ，波形应为正弦波，谐波含量小于 10%。

2) 直流电源。标称电压容差应为  $\pm 15\%$ ，电压纹波应不大于 5%。

3) 应支持双交流输入方式，支持 PT 取电。正常情况下，交流电源优先供电，当一路交流电源中断，装置应在无扰动情况下切换到另一路交流电源，两路交流均中断时，切至后备电源供电，应支持交直流无缝切换。

4) 电源模块输入应为 AC 220V。额定输出为 DC 48V 或 DC 24V，电源模块功率应不小于 500W。

5) 应实现对供电电源的状态进行监视和管理，具备后备电源低压告警、欠压切除保护功能，可将电源供电状况以遥信方式上传到上级系统。

6) 应具有智能电源管理功能，应具备电池活化管理功能，能够自动、就地手动实现对蓄电池的充放电，且充放电间隔时间可进行设置。

7) 应支持宽电压输入，可适应 AC 110V 或 AC 220V 电网电压；

8) 宜具备完善的保护功能：过压保护、过流保护、智能化过温保护及输出短路保护；

9) 主要技术指标应满足 DL/T 721-2013 等行业标准。

## 5 试验

试验规则及试验方案按照 GB/T 11022、GB/T 3906 所规定的相关要求进行试验，以下规定了所需要试验的项目。

### 5.1 型式试验

#### 5.1.1 断路器柜



- 1) 绝缘试验, 包括雷电冲击试验; 1min 工频耐压试验; 人工污秽试验(包括凝露试验); 局部放电试验及直流耐压试验。
- 2) 机械试验, 机械操作试验; 常温下机械定性试验; 端子静力试验。
- 3) 主回路电阻测量。
- 4) 短时耐受电流和峰值耐受电流试验。
- 5) 长期工作时的发热试验(温升试验)。
- 6) 开合与关断能力试验。
- 7) 容性电流开合试验, 包括空载架空线路; 电缆的开合试验。
- 8) 小电感电流的开合试验, 空载、起动、制动时电动机的开合试验。
- 9) 环境条件下的试验, 包括高、低温试验; 湿度试验; 密封试验。
- 10) 内部电弧故障试验。
- 11) 局部放电测量。
- 12) 电池寿命试验。
- 13) 振动试验(必要时)
- 14) X 射线辐射当量检查(必要时)
- 15) 防护等级的检定。

#### 5.1.2 电流互感器

- 1) 短时电流试验;
- 2) 温升试验;
- 3) 雷电冲击试验;
- 4) 操作冲击试验;
- 5) 绝缘热稳定试验;
- 6) 误差测定;
- 7) 型式试验至少每五年一次。

#### 5.1.3 电压互感器

- 1) 温升试验;
- 2) 短路承受能力试验;
- 3) 额定雷电冲击试验和截断雷电冲击试验;
- 4) 操作冲击试验;



- 5) 励磁特性测量；
- 6) 误差测定；
- 7) 型式试验至少每五年一次。

#### 5.1.4 芯片化 DTU

- 1) 震动试验；
- 2) IP 防护等级试验；
- 3) 冲击电压；
- 4) 绝缘电阻试验；
- 5) 绝缘强度试验；
- 6) 交流工频输入量基本误差试验；
- 7) 状态量（遥信）输入试验；
- 8) 遥控试验；
- 9) SOE 分辨率试验；
- 10) 影响量测试（频率变化、波形畸变、功率因数变化、不平衡电流、超量限等）；
- 11) 高、低温，恒温湿热试验；
- 12) 电磁干扰试验（高频干扰、静电放电、工频磁场、阻尼振荡磁场、电压跌落、浪涌、电快速瞬变试验、辐射电磁场抗扰度、射频传导骚扰抗扰度、射频电磁场辐射抗扰度）；
- 13) 交流工频输入量通用要求试验；
- 14) 脉冲输入试验；
- 15) 信息响应时间试验；
- 16) 与主站通信正确性试验；
- 17) 型式试验至少每三年一次。

### 5.2 出厂试验

#### 5.2.1 断路器柜本体

- 1) 主回路的工频耐压试验；
- 2) 辅助回路和控制回路的工频耐压试验；
- 3) 主回路电阻的测量；



- 4) 机械性能、机械操作及机械防止误操作装置或电气连锁装置功能的试验;
- 5) 仪表、继电器元件校验及接线正确性检定;
- 6) CT 伏安特性试验、变比检测及绝缘耐压试验, PT 变比检测及绝缘耐压试验;

- 7) 局部放电测量(必要时);
- 8) 电动装置试验;
- 9) “五防”试验;
- 10) 防护等级检验;
- 11) 设计与外观检查。

#### 5.2.2 电流互感器

- 1) 端子标志检验;
- 2) 一次绕组和二次绕组工频耐压试验;
- 3) 匝间过电压试验;
- 4) 误差测定;
- 5) 一次绕组和二次绕组直流电阻试验。

#### 5.2.3 电压互感器

- 1) 端子标志检验;
- 2) 一次绕组和二次绕组工频耐压试验;
- 3) 一次绕组二次绕组直流电阻试验;
- 4) 误差测定;
- 5) 空载变比试验;
- 6) 阻抗百分比试验。

#### 5.2.4 芯片化 DTU

- 1) 交流工频输入量基本误差试验;
- 2) 交流工频输入量影响量试验;
- 3) 状态量(遥信)输入试验;
- 4) 遥控试验;
- 5) 通信功能试验;
- 6) 电源模块功能试验;



- 7) 无线通信功能试验;
- 8) 控制单元逻辑功能试验。

### 5.3 现场验收试验

- 1) 机械操作试验;
- 2) 主回路绝缘试验;
- 3) 测量和检测装置的校验;
- 4) 辅助回路绝缘试验。

## 6 包装、运输、安装

### 6.1 包装

1) 根据国家标准和招标方的实际运输条件, 将户外开关箱自动化成套(配套芯片化 DTU) 设备和所有零部件采用适合于长途运输的包装箱进行包装好, 并将全套安装使用维护说明书、产品合格证明书、产品外形出厂图、运输尺寸图、产品拆卸件一览表、装箱单、铭牌图或铭牌标志图以及备品备件一览表等应妥善包装防止受潮。

2) 大件和重件需在运输文件中附上尺寸图和重量, 并提供起吊图纸和说明, 包装箱上应有起吊标志。

3) 所需的备品备件及专用工具与仪器仪表应装在箱内, 在箱上注明“专用工具”、“仪器仪表”, 以与本体相区别; 并标明“防尘”、“防潮”、“防止损坏”、“易碎”、“向上”、“勿倒”等字样, 同主设备一并发运。

4) 包装箱应连续编号, 不能有重号。包装箱外壁的文字与标志应耐受风吹日晒, 不可因雨水冲刷而模糊不清, 其内容应包括:

- a) 合同号;
- b) 收货单位名称及地址;
- c) 户外开关箱名称及型号;
- d) 毛重和户外开关箱总重;
- e) 包装箱外形尺寸;
- f) 制造厂名称;



g) 包装箱储运指示标志：“向上”、“防潮”、“小心轻放”、“由此吊起”等字样。

5) 发货至收货期间，设备应完好无损。

## 6.2 运输

- 1) 设备单独运输的零部件应有标志，便于用户安装装配。
- 2) 整体产品或分别运输的部件，都要适合于运输及装卸的要求。
- 3) 制造厂应提供按全部解体检修用的备品备件和装用机具，随同产品发运。
- 4) 随同运输的产品应附有装箱清单，产品所需提供的技术资料应完整无缺。

## 6.3 安装指导

在安装和启动时应安排技术人员提供现场安装指导服务，提出技术建议。

设备在现场搬运、吊装就位和安装时，应按照 GB 26164.1《电业安全工作规程 第1部分：热力和机械》的要求进行。