团　　体　　标准

CET

T/CET2023A02

配电自动化智能终端即插即用试验规范

Test specification for plug and play of intelligent remote terminal unit of distribution automation

（征求意见稿）

20XX—XX—XX 发布　　20XX—XX—XX 实施

中国电力技术市场协会　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 1
3.1　一致性试验　conformance test 1
3.2 互换性 interchangeability 1
3.3 互操作性 interoperability 1
3.4 肯定测试 positive test 1
3.5 否定测试 negative test 2
3.6 自描述 self-description 2
4 缩略语 2
5 试验条件 2
5.1 一般要求 2
5.2 试验系统 2
6 信息模型试验 3
6.1 静态一致性试验 3
6.2 模型子集配置试验 3
6.2 模型兼容性试验 3
6.3 动态一致性试验 4
7 即插即用功能试验 4
7.1 自发现服务试验 4
7.2 终端注册服务试验 4
7.3 终端关联配置功能试验 5
7.4 拓扑同步功能试验 5
7.5 拓扑分析功能试验 5
8 基本功能试验 6
8.1 遥测试验 6
8.2 遥信试验 6
8.3 遥控试验 6
8.4 保护定值试验 6
8.5 故障录波试验 7
9 扩展功能试验 7
9.1 就地故障识别试验 7
9.2 分布式馈线自动化试验 7
9.3 通信服务质量（QoS）试验 7
9.4 互换性试验 9
附录 A：参数性能表（规范性附录） 10

附录 B：主站即插即用功能试验方法及要求（规范性附录）..... 11
附录 C：典型配电网接线方式（资料性附录）..... 12

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。
本文件由国网江苏省电力公司电力科学研究院提出。
本文件由中国电力技术市场协会归口。
本文件由 xxx 负责解释。
本文件起草单位：
本文件主要起草人：
本文件是首次制定。

配电自动化智能终端即插即用试验规范

1 范围

本文件规定了中压 10kV（含 6kV、20kV）配电自动化智能终端即插即用技术相关的试验条件、试验项目和试验方法，并明确了试验相关技术指标要求。

本文件适用于具备即插即用功能的配电自动化智能终端的设计、生产、使用、试验和验收。

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 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法

GB/T 28815 电力系统实时动态监测主站技术规范

GB/T 35732-2017 配电自动化智能终端技术规范

DL/T 721 配电自动化远方终端

DL/Z 860.2-2006 变电站通信网络和系统 第 2 部分：术语

DL/T 860.10 电力自动化通信网络和系统 第 10 部分：一致性测试

DL/T 890.552 能量管理系统应用程序接口 第 552 部分：CIMXML 模型交换格式

DL/T 1100.1 电力系统的时间同步系统 第 1 部分：技术规范

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 2057 配电网分布式馈线自动化试验技术规范

T/CET2023A03-202x 配电自动化智能终端即插即用技术规范

3 术语和定义

T/CET2023A03 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 一致性试验 conformance test

检验通信信道上数据流与标准条件的一致性，涉及到访问组织、格式、位序列、时间同步、定时、信号格式和电平、对错误的反应等。执行一致性测试，证明与标准或标准特定描述部分相一致。

[来源：DL/Z 860.2-2006，2.16，有修改]

3.2 互换性 interchangeability

用一个制造商提供的装置更换另一个制造商的同类装置，不用变更装置硬件接口和系统相关配置，新装置与原装置的功能和性能保持一致。

[来源：DL/Z 860.2-2006，2.60，有修改]

3.3 互操作性 interoperability

来自同一个或不同制造商的两个以上智能电子设备交换信息、使用信息以正确执行规定功能的能力。

[来源：DL/Z 860.2-2006，2.64]

3.4 肯定测试 positive test

确认按制造商定义的系统能力得到正确无误实现的测试。肯定测试具有已陈述、规定的响应。

[来源：DL/Z 860.2-2006，2.99]

3.5 **否定测试** negative test

验证装置或系统对下列标准给予否定响应为正确响应的测试：

a) 未在被测装置或系统中实现的 CET2023A03 标准一致性信息和服务；

b) 发送给被测试装置或系统的非 CET2023A03 标准一致性信息和服务。

[来源：DL/Z 860.2-2006，2.85，有修改]

3.6 **自描述** self-description

装置含有其自身配置信息，且这个信息表示必须标准化，并能通过通信进行访问。

[来源：DL/Z 860.2-2006，2.118，有修改]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DDS：数据分发服务（data distribution service）

QoS：服务质量（Quality of Service）

IED：智能电子设备（Intelligent Electronic Devic）

5 试验条件

5.1 一般要求

a) 试验用的配电自动化智能终端应按实际要求完成组装，设备处于正常工作状态；

b) 气候环境条件满足 DL/T 1529 气候环境条件的相关要求；

c) 电源条件满足 DL/T 1529 电源条件相关的技术要求；

d) 测量仪表准确度等级要求满足 DL/T 1529 测量仪器、仪表的要求。

5.2 试验系统

配电自动化智能终端即插即用试验系统主要由以下部分组成，见图 4-1 所示。系统试验参数见附录 A：参数性能表（规范性附录）。

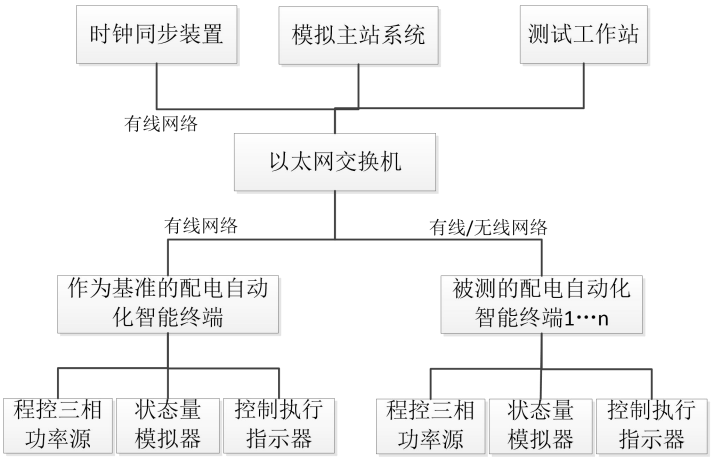

图 4-1 配电自动化智能终端即插即用试验系统示意图

a) 时钟同步装置：符合 DL/T 1100.1 时钟同步装置相关功能和性能要求。

b) 模拟主站系统：已部署即插即用应用程序，支持配电自动化智能终端即插即用接入，满足 T/CET2023A03 8.5 的要求，主站系统即插即用相关功能试验方法及要求可参照附录 B：主站即插即用功能试验方法及要求（规范性附录）。

c) 测试工作站：部署测试管理系统及必要的通用测试软件，测试管理系统用于测试用例管理，通用测试工具包括报文监视分析工具、通信性能测试工具、信息模型检查与配置工具、配电终端运维工具等。

d) 以太网交换机：100M/1000M 自适应管理型交换机。

e) 作为基准的配电自动化智能终端：用于进行被测设备的互操作性、互换性相关测试。

f) 程控三相功率源。

g) 状态量模拟器。

h) 控制执行指示器。

i) 其它附件：电缆连接线、有线通信连接线、无线通信 SIM 卡等。

6 信息模型试验

根据配电自动化智能终端的模型配置描述文件，对配置描述信息及其对象模型进行静态一致性测试、模型子集配置测试、模型兼容性测试、动态一致性测试。

6.1 静态一致性试验

试验内容：根据配电自动化智能终端的模型配置描述文件，对配置描述信息及对象模型进行静态检查，主要包括配置描述信息的语法检查、有效性检查和对象模型的完整性和一致性检查。

试验要求：符合 T/CET2023A03 配电自动化智能终端即插即用技术规范 的要求。

试验方法：

运行信息模型检查与配置工具对比被测终端和标准模型库的数据模型，通过模型校验测试无告警或错误信息；包括但不限于：

a）Schema 语法校验；

b）模型实例与模板一致性检查；

c）主题定义及数据有效性检查；

d）主题报告控制块配置有效性检查；

e）主题、发布者、订阅者 QoS 配置一致性检查；

f）文件和版本控制检查；

g）IED 名称、IP 地址、MAC 地址、主题、发布者、订阅者的唯一性、正确性和缺失校验。

6.2 模型子集配置试验

试验内容：满足静态一致性试验基础上，测试配电自动化智能终端信息模型的灵活配置性。

试验要求：根据现场实际需求，在符合模型子集配置原则的基础上通过信息模型检查与配置工具灵活配置终端模型；配置后的模型应进行模型校验。

试验方法：

a）用信息模型检查与配置工具读取配电自动化智能终端信息模型，按规则配置模型子集并下发至配电自动化智能终端，终端可通过模型校验；

b）模型校验时不符合配置规则应提示信息错误。

6.2 模型兼容性试验

试验内容：在满足静态一致性试验基础上，测试不同版本信息模型之间的兼容性

试验要求：配电自动化智能终端不同版本信息模型应具备兼容性。

试验方法：选取公开管理的不同版本信息模型，用发布者/订阅者模拟程序向被测终端发送已订阅主题，被测终端响应各种服务请求的结果应符合测试逻辑。

6.3 动态一致性试验

试验内容： 根据协议实现一致性描述和协议实现额外信息，动态一致性试验包括肯定测试和否定测试，试验以 DDS 通信服务为对象进行基本互连、能力和行为测试，对系统记录进行一致性检查，验证服务接口与协议栈的实现是否符合标准。

试验要求：依据 DL/T 860.10 电力自动化通信网络和系统 第 10 部分：一致性测试，包括肯定测试和否定测试。肯定测试表示正常条件下的验证，结果应为肯定响应；否定测试表示异常条件下的验证，结果应为否定响应。

试验方法：

a）对被测终端服务器、逻辑设备、逻辑节点、数据模型、数据集模型和报告控制模型等采用发布者/订阅者模式进行肯定测试，被测终端响应各种服务请求的结果应符合测试逻辑；

b）对被测终端服务器、逻辑设备、逻辑节点、数据模型、数据集模型和报告控制模型等采用发布者/订阅者模式进行否定测试，被测终端响应各种服务请求的结果应符合测试逻辑。

7 即插即用功能试验

即插即用功能试验主要测试配电自动化智能终端设备自发现和服务自发现功能与性能指标，终端的一二次设备关联配置功能，拓扑同步功能，拓扑分析功能。

7.1 自发现服务试验

7.1.1 设备自发现试验

试验内容：测试配电自动化智能终端自发现功能与性能指标。

试验要求：符合 T/CET2023A03 配电自动化智能终端即插即用技术规范 8.2 及表 9.1 相关要求。

试验方法：

a）操作配电自动化智能终端带电/断电来模拟在线/离线状态，反复操作 5 次，每次间隔时间不低于 90 秒，模拟主站系统能正确检测并显示终端的在线和离线状态，终端在线时显示终端 IP、端口与实际一致；

b）通过测试管理系统检查终端自发现消息格式和内容应符合 T/CET2023A03 8.2.1 的要求；

c）读取配电自动化智能终端日志记录，记录并比较终端投入运行事件时标与测试管理系统中设备在线事件时标，每次在线自发现时间均不应大于 30 秒；

d）记录并比较配电自动化智能终端退出运行事件时标与测试管理系统中设备离线事件时标，每次离线自发现时间应均不大于 60 秒。

7.1.2 服务自发现试验

试验内容：测试配电自动化智能终端设备服务自发现功能要求。

试验要求：符合 T/CET2023A03 配电自动化智能终端即插即用技术规范 8.2.1 相关要求。

试验方法：

a）完成设备自发现试验后，通过测试管理系统检查遥测、遥信、遥控、参数配置、文件服务等主题自发现及匹配情况，测试管理系统应能正确显示主题及 QoS 匹配情况，主题数据交互正常；

b）通过测试管理系统分别修改任一主题相关的信息模型、发布者/订阅者模式 QoS 参数，测试管理系统应提示信息模型及 QoS 匹配异常信息，主题数据无法正常交互。

7.2 终端注册服务试验

试验内容：测试配电自动化智能终端的自动注册和重新注册功能。

试验要求：符合 T/CET2023A03 配电自动化智能终端即插即用技术规范 8.3 相关要求。

试验方法：

a）分别模拟配电自动化智能终端无关联配置信息、关联配置终端 ID 信息与实际不符、开关 ID 与图模文件不匹配、图模文件损坏或丢失的情况，通过模拟主站系统检查是否收到注册消息；

b）模拟主站系统向配电自动化智能终端发送重新注册消息，配电自动化智能终端应正确响应并发送注册消息；

c）测试管理系统检查 a）、b）步骤中终端注册消息格式和内容应符合 T/CET2023A03 8.3 b)的要求。

7.3 终端关联配置功能试验

试验内容：测试配电自动化智能终端的一二次设备关联配置功能。

试验要求：符合 T/CET2023A03 配电自动化智能终端即插即用技术规范 8.3 f）、g）相关要求。

试验方法：

a）模拟主站系统收到配电自动化智能终端注册消息后，进行一二次设备关联配置操作并向终端下发一二次关联关系后，检查终端配置文件日期是否更新；

b）通过报文监视工具监视终端与模拟主站系统间关联关系验证报文和节点信息广播报文；

c）检查配电自动化智能终端配置文件一二次设备关联关系，确认终端 ID 和开关 ID 是否与实际匹配；

d）通过状态量模拟器触发开关变位信息，检查遥信变位消息中开关 ID 是否与实际配置一致。

7.4 拓扑同步功能试验

试验内容：测试馈线组内配电自动化智能终端拓扑同步功能。

试验要求：符合 T/CET2023A03 配电自动化智能终端即插即用技术规范 8.4 相关要求。

试验方法：

a）被测终端接入网络，关联配置操作下发前和手动下发目标馈线组拓扑后，终端文件系统中均没有目标馈线组最新拓扑文件；

b）完成关联配置操作后，终端文件系统收到目标馈线组最新拓扑文件，文件格式符合 DL/T 890.552 标准要求的格式和内容，典型测试拓扑如附录 C 所示；

c）手动更新模拟主站馈线组拓扑，检查终端拓扑文件是否及时更新，主站侧拓扑完成更新到终端拓扑文件完成更新的时间符合 T/CET2023A03 8.4 相关要求。

7.5 拓扑分析功能试验

试验内容：测试配电自动化智能终端拓扑分析功能。

试验要求：符合 T/CET2023A03 配电自动化智能终端即插即用技术规范 8.4 c）的要求。

试验方法：

a）被测终端完成即插即用接入及拓扑同步后，检查终端拓扑分析记录中开关性质、相邻开关等信息是否正确；

b）通过模拟主站向被测终端同步不同的拓扑模型，分别模拟开关无变化、开关拆除、开关更换或 ID 更改、开关安装位置变化、邻近开关变动等场景，检查终端运行状态是否符合试验要求并填写表 6.1。

表 6.1 配电自动化智能终端拓扑分析功能试验记录表

模拟情况	拓扑文件	预期结果	是否通过

开关无变化	无变化	被测设备应能保持正常业务数据交互	
开关拆除	异动后的图模中已关联开关 id 不存在且原拓扑位置无开关	被测设备应主动提示拓扑变化信息	
开关更换或 ID 更改	异动后的图模中已关联开关 id 不存在但原拓扑位置仍有开关	被测设备应提示拓扑变化信息并自动重发注册申请	
开关安装位置变化	异动后的图模中已关联开关拓扑位置变化	被测设备应提示拓扑变化信息并主动重发注册申请	
邻近开关变动	异动后的图模中已关联开关拓扑位置无变化，邻近开关 ID 变动	被测设备应能正确记录拓扑变化信息并主动上送	

8 基本功能试验

基本功能试验是配电自动化智能终端完成即插即用接入后的基本功能验证性试验，主要包括遥测、遥信、遥控、保护定值和故障录波试验等。

8.1 遥测试验

试验内容：配电自动化智能终端采集三相电压/电流，零序电压/电流，有功/无功功率功能试验。

试验要求：适用 DL/T 721 配电自动化远方终端、GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法、DL/T 1529 配电自动化终端设备检测规程的要求。

试验方法： 在配电自动化智能终端二次侧施加频率 50Hz、幅值为额定值或约定值的三相电压、三相电流、零序电压、零序电流，通过测试软件召测三相电压、三相电流、零序电压、零序电流、有功功率及无功功率的遥测量。

8.2 遥信试验

试验内容：配电自动化智能终端开关状态上传能力功能试验。

试验要求：适用 DL/T 721 配电自动化远方终端、GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法、DL/T 1529 配电自动化终端设备检测规程的要求。

试验方法：通过远方或就地改变开关运行状态，通过测试软件接收开关状态信息，并与实际开关状态一致，测试不少于 4 次遥信变位，不得误报和漏报。

8.3 遥控试验

试验内容：配电自动化智能终端接受远方遥控控制功能试验。

试验要求：适用 DL/T 721 配电自动化远方终端、GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法、DL/T 1529 配电自动化终端设备检测规程的要求。

试验方法：利用测试软件远方改变终端所控制开关的状态，通过测量软件接收的开关状态信息与实际开关状态一致，测试分合不少于 2 次。

8.4 保护定值试验

试验内容：配电自动化智能终端定值区召唤及修改、定值召唤及修改功能试验。

试验要求：适用 DL/T 721 配电自动化远方终端、GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法、DL/T 1529 配电自动化终端设备检测规程的要求。

试验方法：远程调阅终端固有参数，并判断与终端设定定值是否一致。

8.5 故障录波试验

试验内容：配电自动化智能终端故障录波功能试验。

试验要求：适用 DL/T 721 配电自动化远方终端、GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法、DL/T 1529 配电自动化终端设备检测规程的要求。

试验方法：下发包含录波启动条件的稳态波形，回采终端的录波文件，比较分析是否一致。

9 扩展功能试验

扩展功能试验为可选试验，主要包括就地故障识别试验、分布式馈线自动化试验、通信服务质量（QoS）试验和互换性试验等。

9.1 就地故障识别试验

试验内容：配电自动化智能终端接地故障识别功能试验。

试验要求：适用 DL/T 721 配电自动化远方终端、GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法、DL/T 1529 配电自动化终端设备检测规程的要求。

试验方法：输出预设接地波形，采集终端故障事件信息，进行比对是否与预设逻辑动作一致。

9.2 分布式馈线自动化试验

试验内容：测试不同配电自动化智能终端之间实现分布式馈线自动化功能，并验证与不同制造商配电自动化智能终端的互操作性。

试验要求：

适用 GB/T 35732-2017 配电自动化智能终端技术规范、DL/T 1910 配电网分布式馈线自动化技术规范、T/CET2023A03-202x 配电自动化智能终端即插即用技术规范的要求。并增加以下试验要求：配电自动化智能终端根据终端保护配置、自检状态、馈线组拓扑、馈线组内开关实时状态等信息,自动完成分布式馈线自动化功能配置，当相关信息变化时，分布式馈线自动化功能配置应实时自动调整，自动配置时间满足 T/CET2023A03 表 9.1 性能要求。

试验方法：

参照 DL/T 2057 配电网分布式馈线自动化试验技术规范、GB/T 35732-2017 配电自动化智能终端技术规范附录 F 相关规定执行。补充如下要求：

a) 为同步验证被测终端与其他制造商终端的互操作性，测试环境应至少包含 1 套作为基准的配电自动化智能终端；

b) 线路运行方式改变情况下，开展分布式馈线自动化功能试验时增加自动配置时间测试，记录终端检测到闭锁分布式馈线自动化功能到闭锁解除的时间不大于 20 秒；

c) 增加终端之间对等通信传输延时测试，统计分布式馈线自动化功能测试过程中故障定位、隔离及非故障区域恢复供电等信息交互传输的延时均不大于 20 毫秒。

9.3 通信服务质量（QoS）试验

试验内容：测试即插即用配电自动化智能终端配置可靠性、持久性、有效时间等不同 QoS 服务质量策略时的通信特性。

试验要求：符合 T/CET2023A03 7.2 相关要求。

试验方法：

a） 可靠性（ReliabilityQosPolicy）测试

表 8.1 可靠性测试要求记录表

测试编号	**QoS 配置**（发布方、订阅方）	试验方法	预期结果	测试结果	是否通过
1	遥信主题：ReliabilityQosPolicy kind=RELIABLE；ReliabilityQosPolicy MaxBlockingTime=5s	通过通信性能测试工具模拟网络闪断、网络拥塞等通信异常状态（异常状态持续不超过3s），利用对时源秒脉冲信号触发终端开关位置单点遥信变化，持续时间120s。	主站收到开关遥信变位次数与终端实际变位次数一致。		
			被测终端收到物联前置发送的确认报文，未收到确认报文的遥信变化报文会不断重发直至收到确认报文或超时。		
2	遥信主题：ReliabilityQosPolicy kind=BEST_EFFORT		主站收到开关遥信变位次数少于终端实际遥信变位次数。		
			被测终端不会收到物联前置发送的确认报文，所有遥信变化报文只发送一次。		

b） 持久性（DurabilityQosPolicy）测试：

表 8.2 持久性测试要求记录表

测试编号	QoS 配置（发布方、订阅方）	试验方法	预期结果	测试结果	是否通过
1	遥信主题：DurabilityQosPolicy kind=VOLATILE_DURABILITY_QOS	被测终端完成即插即用接入后，断开与主站间通信，通过程控三相功率源模拟过流保护故障然后恢复正常，完成后恢复与主站间通信。	恢复主站通信后，只能收到接入之后的遥信变位，无法收到历史过流保护动作数据。		
2	遥信主题：DurabilityQosPolicykind=TRANSIENT_LOCAL_DURABILITY_QOS		恢复主站通信后，可以收到完整的过流保护动作并恢复的 SoE 信息。		

c） 有效时间（LifespanQosPolicy）测试：

表 8.3 有效时间测试要求记录表

测试编号	**QoS 配置**（发布方、订阅方）	试验方法	预期结果	测试结果	是否通过
1	遥控主题：LifespanQosPolicy duration=1s	正常网络环境下，被测终端与主站完成对时且处于远方状态，主站分别执行控分、控合操作。	终端遥控分闸、遥控合闸操作成功。		

2		被测终端与主站完成对时且处于远方状态，模拟网络通信延时大于 1.2s，主站分别执行控分预置、控合预置操作。	主站侧返回终端遥控分闸预置、遥控合闸预置操作超时。		
			被测终端可以收到遥控预置操作命令报文，但因超出有效时间未处理。		

9.4 互换性试验

试验内容：测试不同制造商的配电自动化智能终端的互换性。

试验要求：不同制造商基于统一信息模型和相同通信协议的配电自动化智能终端宜具备互换性。

试验方法：

a）作为基准的配电自动化智能终端 A 和被测终端 B 已经完成即插即用接入，基本功能正常；

b）终端 A、B 分别导出标准格式的配置信息，包括设备 ID 信息、模型配置文件、图模文件、参数及定值配置信息等；

c）拆除终端 A，模拟主站观察到终端 A 离线后，无需其它配置或仅需配置模型文件即可将终端 A 的配置信息导入到终端 B 完成互换，导入过程无错误信息，通过模拟主站观察终端 A 的在线状态，模拟三遥、保护定值等功能正常；

d）拆除终端 B，模拟主站观察到终端 B 离线后，无需其它配置或仅需配置模型文件即可将终端 B 的配置信息导入到终端 A 完成互换，导入过程无错误信息，通过模拟主站观察终端 B 的在线状态，模拟三遥、保护定值等功能正常。

附录 A：参数性能表（规范性附录）

序号	性能项	性能子项	性能要求
1	设备注册	自注册	设备自检无异常后应在 30s 内完成注册上线
2	设备自发现	在线自发现	在线自发现时间应不大于 30s
3		离线自发现	离线自发现时间应不大于 60s
4	拓扑同步	关联配置	完成关联配置或主站拓扑更新时，配电自动化智能终端拓扑同步完成时间应小于 30s
5		拓扑增量更新	
6	分布式馈线自动化	分布式馈线自动化功能测试	分布式馈线自动化功能配置实时自动调整，自动配置时间不高于 20s
7		对等通信传输延时时间	配电自动化智能终端之间对等通信传输延时时间不大于 20μs

附录 B：主站即插即用功能试验方法及要求（规范性附录）

配电自动化主站系统应支持各类配电自动化智能终端的即插即用接入和运行状态管理功能，主站收到配电自动化智能终端注册消息并完成一二次关联配置操作后，自动在主站更新开关模型、新建或更新终端模型，并自动维护终端与开关之间的关联关系，支撑量测与控制、保护定值、故障录波等信息数据零配置接入，主要测试内容如下。

A.1 配电自动化智能终端即插即用接入功能试验

试验内容：主站收到终端注册消息后应能正确解析注册消息内容并可完成一二次关联配置操作、建立或更新终端信息模型。

试验要求：符合 T/CET2023A03 配电自动化智能终端即插即用技术规范 8.5 相关要求。

试验方法：

a）通过终端注册模拟新增终端接入主站，完成一二次关联配置操作后，检查主站侧终端信息表是否新增对应终端，检查主站系统中是否自动生成量测、保护、状态信息等，并检查开关与终端关联关系。

b） 修改终端信息模型，通过终端重复注册模拟已有终端重新接入主站，完成一二次关联配置操作后，检查主站侧终端信息表对应终端是否更新，检查主站系统中与逻辑节点修改相关的量测、保护、状态信息等是否相应变化，并检查开关与终端关联关系。

A.2 拓扑同步功能试验

试验内容：测试配电主站拓扑同步功能。

试验要求：符合 T/CET2023A03 配电自动化智能终端即插即用技术规范 8.5 d）相关要求。

试验方法：模拟主站图模异动，检查相应终端是否收到异动后的拓扑文件，检查拓扑文件是否符合 DL/T890.552 格式和内容要求。

A.3 业务数据交互功能试验

试验内容：测试主站系统与终端基本业务数据交互功能，包括遥测、遥信、遥控、保护定值、故障录波及历史数据记录等。

试验要求：符合 GB/T 28815 电力系统实时动态监测主站技术规范及 T/CET2023A03 配电自动化智能终端即插即用技术规范 8.5 e）的要求。

试验方法：按照 GB/T 28815 分别进行遥测、遥信、遥控、保护定值读写、故障录波文件读取及历史数据记录读取等测试。

附录 C：典型配电网接线方式（资料性附录）

B.1 10kV 架空线典型接线方式

B.1.1 三分段单辐射接线方式

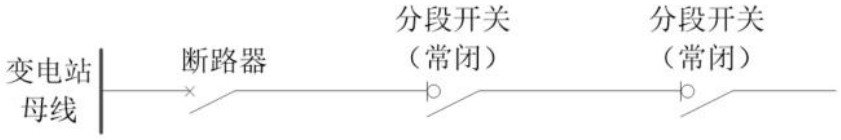

图 B.1 三分段单辐射接线方式

B.1.2 三分段单联络接线方式

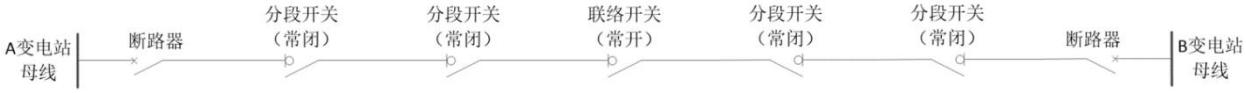

图 B.2 三分段单联络接线方式

B.1.3 三分段三联络接线方式

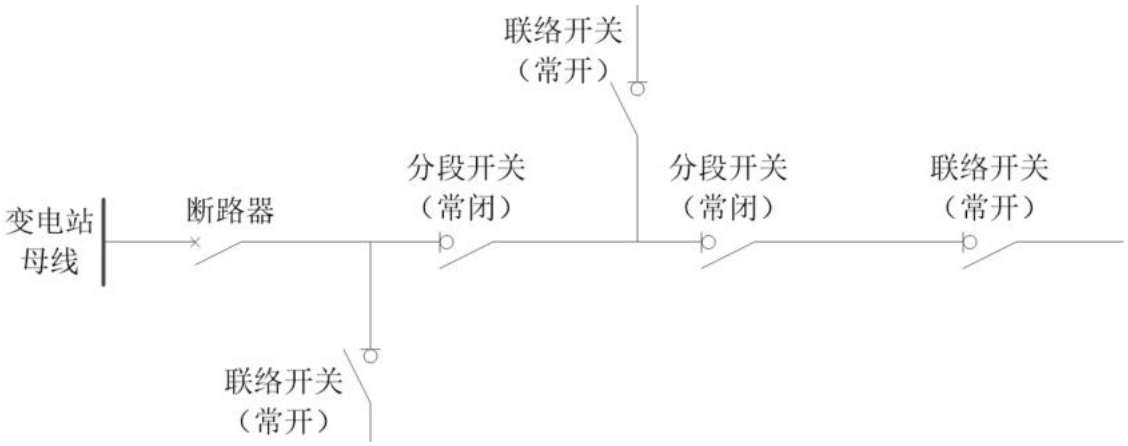

图 B.3 三分段三联络接线方式

B.2 10kV 电缆网典型接线方式

B.2.1 单环网接线方式

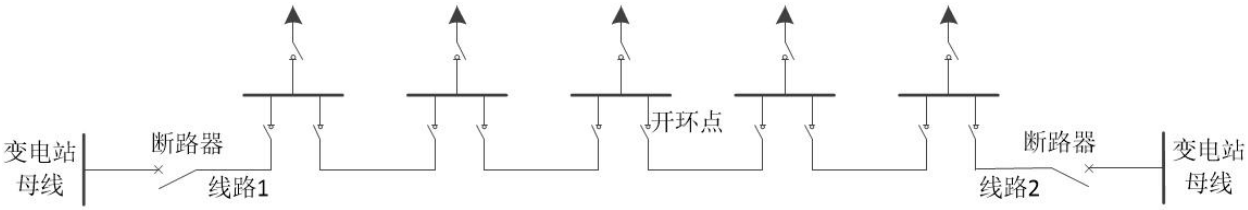

图 B.4 单环网接线方式

B.2.2 双射线接线方式

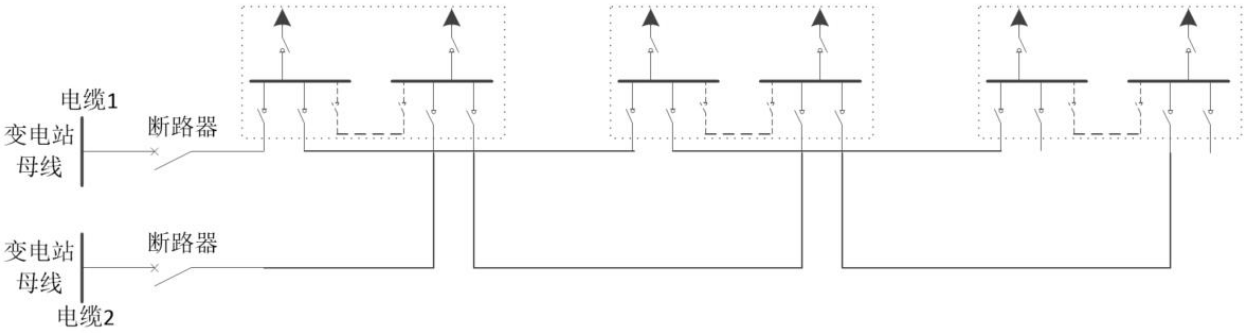

图 B.5 双射线接线方式

B.2.3 双环网接线方式

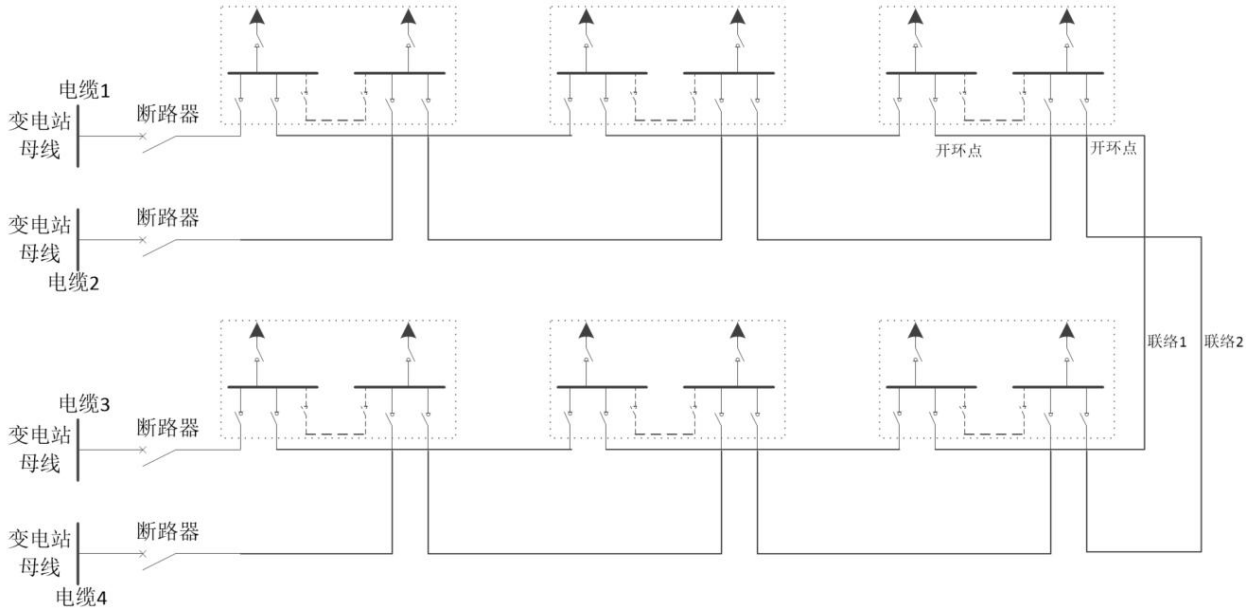

图 B.6 双环网接线方式

B.2.4 对射线接线方式

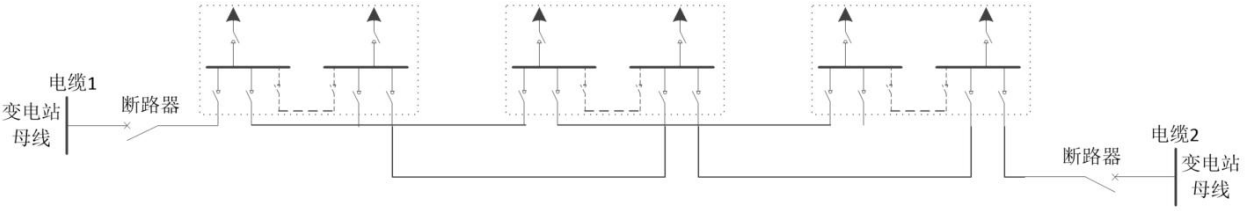

图 B.7 对射线接线方式

注：图中可根据需要采用断路器或负荷开关。

团体标准《配电自动化智能终端即插即用试验规范》编制说明

一、工作简介

（一）任务来源

制定本标准《配电自动化智能终端即插即用试验规范》（T/CET2023A02）的任务来源于中国电力技术市场协会《关于印发中国电力技术市场协会2023年第一批团体标准制定计划的通知》（中电技协〔2023〕20号），由国网江苏省电力公司电力科学研究院牵头编制。

（二）协作单位

科研院所、电网企业、检测机构、配电终端及关键元器件生产厂商等。

（三）编制背景

近年来，随着国内配电网的飞速发展，自动化覆盖率逐步提升，在配电自动化终端的辅助下，配电网运行可靠性得到了显著的提升。由于配电网发展时间短、发展速度快，带来了若干问题，主要体现在配电终端厂家多，没有统一的标准模型，导致各个厂家配电终端设备差异较大，不同厂家设备无法互联互通、维护手段差异大；同时导致运维效率低下，带来巨大的资源消耗。国内外众多研究机构针对基于面向对象建模和物联网通信协议的配电终端即插即用相关应用开展了部分研究，促进了配电终端即插即用和互操作能力的提升，但是由于即插即用型配电终端应用过程中缺乏即插即用与互操作能力测试依据，厂家和用户无法进行即插即用型配电自动化终端的试验和验收。

为减少配电自动化终端安装调试过程中的大量工作，规范配电终端的接入与更换工作，提升配电自动化终端标准化程度与互操作性，亟须制定《配电自动化智能终端即插即用试验规范》，实现配电自动化终端软件模型和协议上即插即用，将传统101、104配电点表的模式换成直接接入的即插即用，为不同厂家终端设备的接入与互换，提升配电自动化智能终端标准化程度与互操作性提供试验指导。可以有效减少配电自动化智能终端调试安装工作，有利于新型电力系统建设和实现电网的数字化转型。

（四）工作过程

1.2022年6月～12月，在行业内调研配电自动化智能终端安装调试工作中的痛点并收集即插即用相关标准资料，2023年1月至2月组织撰写标准文本初稿并完成内部讨论。

2.2023 年 3 月参加了中国电力技术市场协会组织的标准立项审查会，2023 年 3 月 24 日本标准获得立项批复，编号 T/CET2023A02。会议邀请了中国电力技术市场协会、国家电网有限公司、中国三峡国际股份有限公司、中铁电化局集团有限公司、国网电力科学研究院、中国南方电网深圳供电局有限公司等组织的 7 名专家进行立项评审。

3.2023 年 5 月 31 日，召开了标准编制启动会。会议邀请了中国电力技术市场协会配电与真型试验专委会、国网山东电科院，国网上海能源互联网研究院，上海交通大学，国网电力科学研究院，北京智芯微电子科技有限公司，南京渡易能源技术咨询有限公司等组织的 7 名专家以及配电与真型试验专委会 21 家会员单位 40 余名代表参加。

4.2023 年 8 月 31 日，召开了标准编制第一稿评审会，会议邀请了中国电力技术市场协会配电与真型试验专委会、山东理工大学智能电网研究院、国网电力科学研究院、国网浙江省电力公司、南京渡易能源技术咨询有限公司等组织的 5 名专家，与项目编写人员针对标准初稿进行了集中研讨，提出了相关修改意见，编制组成员根据评审专家和与会代表提出的意见和建议对初稿进行了修改完善。

5.2023 年 11 月 16 日，召开标准编制第二稿内审会，与会代表对标准进行了再一次集中研讨，对各方提出的修改意见进行了逐条讨论，并对多数问题形成了一致的修改意见。

6.2024 年 1 月 9 日，召开标准编制第三稿内审会，标准编写组根据专家审查讨论会修改意见，修改完善标准文本，在编写组内部征求修改意见。

7. 2024 年 2 月～5 月，编写组根据初稿讨论意见进行了修改完善，形成了标准征求意见稿。

二、标准编写原则和主要内容

（一）编制原则

本文件编写符合 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则》的规定。此外还主要遵循以下技术原则：

a） 坚持先进性与实用性、统一性与灵活性、可靠性与经济性相结合的原则，以标准化为引领，服务配电自动化设备领域技术发展；

b）采用分散与集中讨论的形式，充分调研行业内配电自动化智能终端使用现状，认真研究国内外相关的 IEC 系列国际标准、国家标准、行业标准、企业标准，明确配电自动化智能终端即插即用功能需求，体现最新技术发展；

c）坚持集中电力行业人才资源优势，整合、吸收电力行业各单位先进的管理要求和发展思路，规范配电自动化终端即插即用技术模型和通信协议要求，切实指导配电自动化智能终端设备的设计、开发、生产、试验和验收。

（二）标准主要内容

本标准主要内容包括前言、范围、规范性引用文件、术语和定义、缩略语、试验条件、信息模型测试、即插即用功能测试、基本功能试验、扩展功能测试等 9 个主要章节，并附有 3 个附录。

1.范围。规定了中压 10kV（含 6kV、20kV）配电自动化智能终端即插即用功能的试验条件、试验项目和试验方法，并明确了试验相关技术指标要求。适用于具备即插即用功能的配电自动化智能终端的设计、生产、使用、试验和验收。

2.规范性引用文件。罗列标准中引用的标准，将行业相关的国标、行标、IEC 国际标准进行引用。

3.术语和定义。对标准中涉及的术语一致性测试、静态一致性测试、动态一致性测试、实现、互换性、互操作性、肯定测试、否定测试、自描述等进行定义。

4.缩略语。涉及的英文缩写放在增加的 “缩略语”章节中，将英文全称和中文名称列出。

5.试验条件。对配电自动化终端即插即用试验系统的要求和配置进行了阐述，将试验环境的示意图与具体试验场景统一，其中试验参数性能表见附录 A，主站系统即插即用相关功能试验方法及要求可参照附录 B。

6.信息模型测试。根据智能终端的模型配置描述文件，对配置描述信息及其对象模型进行静态一致性测试，主要包括配置描述信息的语法检查、有效性检查和对象模型的完整性和一致性检查。满足静态一致性测试基础上，进行模型子集配置测试和模型兼容性测试，测试配电终端信息模型的可灵活配置性，测试不同版本信息模型之间的兼容性；之后进行动态一致性测试，确定 DDS 通信服务接口与协议栈的实现是否符合标准。

7.即插即用功能测试。主要测试配电自动化智能终端设备自发现和服务自发现功能与性能指标，测试配电自动化智能终端的一二次设备关联配置功能，测试馈线组内配电自动化智能终端拓扑同步功能，测试配电自动化智能终端拓扑分析功能。附录 B 中列出典型拓扑，并列出不同典型拓扑的测试方法、步骤，为厂商提供参考。

8.基本功能试验。主要为了测试模型完整性，对配电自动化终端的基本功能进行试验，主要包括遥测功能试验，遥信功能试验，遥控功能试验，保护定值试验，故障录波功能试验。

9.扩展功能试验。对配电自动化终端的扩展功能进行试验，主要包括就地故障识别试验、分布式馈线自动化试验、QoS 测试、互换性测试，其中 9.3 节 QoS 试验作为可选性测试，在选用 DDS 时需测试该项目。

三 、标准主要解决的问题

近年来，随着智能电网建设的深入开展，信息模型建模技术、物联网通信技术等新技术在新型配电系统建设中得到了初步应用，国内外众多研究机构针对基于面向对象建模和物联网通信协议的配电终端即插即用相关应用开展了部分研究，促进了配电终端即插即用和互操作能力的提升。但是目前对于即插即用和互操作能力测试方面的研究及技术标准相对较少，仅有配电自动化终端测试及验收方面的标准，例如 DL/T 1529-2016《配电自动化终端设备检测规程》、DL/T 5844-2021《配电自动化终端设备调试验收规程》、DL/T 2178-2020《配电自动化终端试验装置技术条件》，这些标准大多基于传统的 101/104 协议，无法适用于基于物联网通信协议的即插即用型配电终端的检测，导致即插即用型配电终端应用过程中缺乏即插即用与互操作能力测试依据。亟需研究制定统一的测试方法和指导文件，用于配套《配电自动化智能终端即插即用技术规范》，指导厂家和用户进行即插即用型配电自动化终端的试验和验收，提升配电终端标准化程度与互操作性，促进和引导新型配电系统领域高质量、科学发展。

团体标准《配电自动化智能终端即插即用试验规范》综合考虑全行业主流厂商技术能力和用户单位需求，按照目前配电自动化终端即插即用功能需求，规范了中压 10kV（含 6kV、20kV）配电自动化智能终端即插即用功能的试验条件、试验项目和试验方法，并明确了试验相关技术指标要求，确保不同厂商生产的配电自动化终端能够实现即插即用功能的试验，促使厂商遵循统一的标准和规范，推动行业健康发展，提升整个行业的发展水平和竞争力。

四、主要试验（或验证）的分析、综述报告与预期的经济效果

（一）主要试验（或验证）的分析、综述报告

本标准规定了中压 10kV（含 6kV、20kV）配电自动化智能终端即插即用功能的试验条

件、试验项目和试验方法，并明确了试验相关技术指标要求。

本标准面向国网公司、南方电网、地方电网等用户单位，开展了有关配电自动化终端即插即用应用试验需求的广泛调研征集，结合行业市场配电终端技术发展现状和未来趋势，通过组织开展分组编写、讨论分析、技术论证和集中决策等方式，形成本次标准征求意见稿。本标准的编制内容，编写组依托成员单位开展的理论研究、技术比对、实验数据和验证结果，并经过集中讨论取舍确定。

（二）预期的经济效果

面向配电设备数字化转型升级和智能化技术发展，配电自动化系统及设备正朝着可靠性、小型化、智能化、标准化、统一化等方向发展。本标准适应技术发展，制定了《配电自动化智能终端即插即用试验规范》，对配电自动化终端的试验条件、试验项目和试验方法进行统一规范，提高产品质量和互换通用，提升标准化程度，优化工作效率，大力发展统一运维方式，指导设计安装，方便运行维护，降低配电自动化运营和维护成本，保证配电自动化设备的安全、高效、可靠运行。

五、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机数据的对比情况

无。

六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本文件的编制，遵循现行的国家标准、行业标准及法律法规，编制过程中，充分考虑国内外现有相关标准的统一和协调。文件编制时，引用标准如下:

GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法

GB/T 28815 电力系统实时动态监测主站技术规范

GB/T 35732-2017 配电自动化智能终端技术规范

DL/T 721 配电自动化远方终端

DL/Z 860.2-2006 变电站通信网络和系统 第 2 部分：术语

DL/T 860.10 电力自动化通信网络和系统 第 10 部分：一致性测试

DL/T 890.552 能量管理系统应用程序接口 第 552 部分：CIMXML 模型交换格式

DL/T 1100.1 电力系统的时间同步系统 第 1 部分：技术规范

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 2057 配电网分布式馈线自动化试验技术规范

T/CET2023A03-202x 配电自动化智能终端即插即用技术规范

七、重大分歧意见的处理经过和依据

标准编制过程中充分征集了专家意见，所有意见均按照标准编制程序进行了是否采纳，不存在重大分歧意见。

八、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性团体标准。

九、贯彻国家标准的要求和措施建议

1、组织召开《配电自动化智能终端即插即用试验规范》标准宣贯会；

2、组织技术交流讲座，由当前处于技术领先地位的单位进行技术介绍，开展产品制造及使用的技术交流，提高产品设计、制造和使用水平；

3、联合检测单位开展产品检测，确保产品质量的同时，推进团体标准的实用化应用。

4、建议本标准批准发布 7 天后实施。

十、废止现行相关标准的建议

无。

十一、其他应予说明的事项

无。