

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL —2026

智能环网柜一二次融合设备互联互通通用
规范

General Specification for Interconnection of Primary and Secondary Integrated
Intelligent Ring Main Units

(工作组讨论稿)

(本草案完成时间：2026 - 6 - 15)

2026 - - 发布

2026 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前 言	III
1 引言	1
2 范围	1
3 规范性引用文件	1
4 术语和定义	2
4.1 智能环网柜	2
4.2 一二次融合设备	2
4.3 互联互通	3
4.4 即插即用	3
4.5 智能电子设备	3
5 缩略语	3
6 总则	4
6.1 架构要求	4
6.2 等级要求	4
6.3 融合等级	4
7 接口通用要求	4
7.1 物理接口	5
7.2 标识与铭牌	5
8 电气互联要求	5
8.1 电压互感器接口	5
8.2 电流互感器接口	6
8.3 控制与信号接口	6
8.4 电源接口	6
9 通信互联要求	6
9.1 通信物理层	7
9.2 通信协议栈	7
9.3 通信性能指标	7
10 数据模型与信息交换要求	8
10.1 信息模型	8
10.2 命名规范	8
10.3 点表映射	8
11 电磁兼容与可靠性要求	8
11.1 电磁兼容性	9
11.2 气候环境适应性	9
11.3 防护等级	9
11.4 机械寿命与可靠性	9

12 试验方法.....	9
12.1 常规检查.....	9
12.2 绝缘试验.....	10
12.3 通信互操作试验.....	10
12.4 互换性测试.....	10

前 言

本文件依据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》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专利的责任。

本文件由广西产学研科学研究院提出。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

智能环网柜一二次融合设备互联互通通用规范

1 引言

为深入贯彻国家新型电力系统建设部署，落实《关于推进智能电网建设的指导意见》《配电网建设改造行动计划（2025—2030年）》核心要求，破解当前 12kV 智能环网柜一二次设备标准不一、接口差异、协议不兼容、互操作性弱等行业突出问题，解决设备通用性差、规模化推广难、运维成本偏高的痛点，助力配电网数字化、智能化、标准化转型升级，特制定本规范。

2 范围

系统性规定了智能环网柜一二次融合设备互联互通的术语定义、缩略语、总体设计总则、接口通用技术要求、电气互联性能指标、通信互联架构与协议要求、数据模型与信息交换规范、电磁兼容与环境可靠性要求及配套试验验证方法。核心适用于额定电压 12 kV、额定频率 50 Hz 的新一代智能环网柜新造一二次融合设备的标准化设计、集中化采购、模块化集成、出厂检验、现场验收及全生命周期运维管理。24 kV 等其他电压等级智能环网柜一二次融合设备可参照本规范执行，为全国配电网智能装备标准化建设提供统一依据。

3 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件；凡是不注日期的引用文件，其最新有效版本（包含所有修改单、增补文件）适用于本文件。

GB/T 2887—2011 计算机场地通用规范

GB/T 2900.1—2024 电工术语基本术语

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 7261—2016 继电保护和安全自动装置基本试验方法

- GB/T 11022—2020 高压交流开关设备和控制设备标准的共用技术要求
- GB/T 15149—2017 电力系统保护变电站通信网络与系统
- GB/T 17626.2—2018 电磁兼容试验和测量技术静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3—2023 电磁兼容试验和测量技术射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4—2018 电磁兼容试验和测量技术电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5—2019 电磁兼容试验和测量技术浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.8—2006 电磁兼容试验和测量技术工频磁场抗扰度试验
- GB/T 20004.1—2016 团体标准化第1部分：良好行为指南
- DL/T 402—2025 高压交流断路器
- DL/T 404—2023 3.6 kV~40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备
- DL/T 634.5101—2022 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
- DL/T 634.5104—2022 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 IEC 60870-5-101 网络访问
- DL/T 645—2021 多功能电能表通信协议
- DL/T 1403—2025 智能变电站监控系统技术规范
- DL/T 860.92—2025 电力自动化通信网络和系统第9-2部分：特定通信服务映射（SCSM）
- ISO/IEC 11801:2024 信息技术用户建筑群通用布缆系统（Information technology — Generic cabling for customer premises）

4 术语和定义

GB/T 2900.1—2024、DL/T 404—2023 界定的术语和定义适用于本文件，下列新增专用术语定义适配本规范智能融合、互联互通的核心技术定位。

4.1 智能环网柜

集成负荷开关、熔断器、断路器、母线、绝缘构件等一次主设备，搭载高精度传感器、配电终端、标准化通信模块等二次智能单元，具备状态全域感知、故障自主研判、就地智能控制、远程协同调度、数据实时交互功能的新一代智能化环网配电核心装置，是新型配电网感知层、控制层的关键基础设备。

4.2 一二次融合设备

打破传统一二次设备分体设计模式，将传感采集、智能测控、数据处理、网络通信等二次功能单元

嵌入式、集成化融合至一次设备本体，实现一次设备数字化赋能、二次设备小型化集成，具备状态自监测、数据就地分析、业务自主处置能力的一体化配电装备，是配电网数字化转型的核心载体。

4.3 互联互通

不同生产厂商、不同型号规格的智能环网柜一二次设备，依托统一标准化的机械接口、电气参数、通信协议与数据模型，无需定制化适配即可实现跨设备、跨系统的双向信息交互、数据共享、协同控制与联动运行，是设备通用化、电网规模化建设的核心基础能力。

4.4 即插即用

新增、替换的一二次融合设备接入配电系统后，依托标准化协议与数据模型，可实现系统自动识别、设备自动注册、参数自动适配、业务自动投运，无需人工复杂配置与接线调试，大幅降低电网建设、改造、运维成本的智能化接入能力。

4.5 智能电子设备

以微处理器为核心，集成数据高精度采集、故障逻辑研判、就地控制执行、远程通信交互、设备状态监测等多功能于一体的二次智能设备，主要包含配电终端单元（DTU）、保护测控一体化单元、智能传感终端等，是实现一二次深度融合的核心功能单元。

5 缩略语

下列缩略语适用于本文件全文，统一规范行业通用标识，保障技术文件、设备参数、系统交互的一致性。

DTU：配电终端单元（Distribution Terminal Unit）

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

IP：防护等级（Ingress Protection）

MTBF：平均无故障时间（Mean Time Between Failure）

RS-485：推荐标准 485（Recommended Standard 485）

SC：光纤连接器（Subscriber Connector）

SV：采样值（Sampled Value）

TCP/IP：传输控制协议/网际协议（Transmission Control Protocol/Internet Protocol）

TTL：晶体管-晶体管逻辑（Transistor-Transistor Logic）

6 总则

本章立足国家配电网标准化、数字化、智能化发展总体要求，明确一二次融合智能环网柜的总体架构、性能等级、融合分级核心原则，指导设备研发、设计、制造与工程应用规范化落地，适配新型电力系统源网荷储协同发展需求。

6.1 架构要求

一二次融合智能环网柜必须采用标准化接口、模块化设计、数字化通信、智能化赋能的总体技术架构，契合国家电网装备通用化、模块化、集成化发展导向。一次设备与二次智能单元物理层面采用分离式模块化布局，便于设备安装、检修、更换与运维升级；接口、协议、数据模型全面执行本规范统一标准，彻底破除设备兼容壁垒，实现全品类设备通用互联。

6.2 等级要求

所有一二次融合设备、功能模块需具备完全跨厂家互换性，同规格、同功能模块满足外形尺寸兼容、电气参数匹配、通信协议统一、数据模型一致的全域通用要求，支撑配电网设备规模化批量应用、标准化替换运维。设备整体平均无故障工作时间（MTBF）不低于 1×10^5 h，保障配电网长期安全稳定可靠运行，满足电网高供电可靠性的国家建设要求。

6.3 融合等级

结合国内配电网装备迭代升级节奏与技术发展趋势，根据一二次设备集成深度，将融合装备划分为三个等级，适配不同场景、不同阶段的电网建设需求：

6.3.1 A级（外挂集成）：二次设备为独立箱体结构，物理上与一次设备分离，电气接口采用固定连接方式，适配存量电网改造升级场景；

6.3.2 B级（嵌入式融合）：传感单元、智能控制单元嵌入式集成于一次设备内部，仅通过标准化航插、预制电缆对外统一接口，为现阶段电网新建工程主力应用形态；

6.3.3 C级（芯片式融合）：采用数字化传感芯片、一体化主控芯片，取消传统二次接线架构，实现全数字化、集成化深度融合，为未来智能电网高端装备迭代方向。

本规范聚焦国家新型配电网高质量建设核心需求，重点针对B级、C级中高端一二次融合设备制定全维度互联互通技术要求，引领行业装备升级。

7 接口通用要求

为实现设备通用互换、即插即用，统一规范智能环网柜一二次设备物理接口、接口标识标准，解决行业接口杂乱、防护不足、通用性差等问题，全面提升设备工程适配性与运维便捷性。

7.1 物理接口

7.1.1 二次航插接口：一二次设备电气连接优先选用高可靠性矩形、圆形军用级防水航插接口，实现强电、控制、信号回路标准化连接，适配户外复杂工况、长期运行的可靠性要求，核心指标如下：

a) 防护等级：接口连接完成后防护等级不低于 IP67，接口分离状态下保护端防护等级不低于 IP65，有效抵御雨雪、粉尘、潮湿等户外环境侵蚀；

b) 机械与电气性能：金属壳体航插插拔寿命不低于 500 次，长期运行绝缘电阻不低于 100 MΩ（500 V 兆欧表测试），保障电气绝缘安全、连接稳定；

c) 防误插设计：区分强电、弱电、通信各类信号接口，设置专属防误插结构，杜绝混插、错插引发的设备故障与安全隐患。

7.1.2 光纤接口：设备通信光纤接口统一采用 SC 型或 LC 型标准化适配器，工作波长优选 1310 nm、1550 nm 行业通用规格，保障光通信传输稳定、接口通用，适配配电网数字化高速传输需求。

7.1.3 天线接口：具备 4G/5G 无线通信功能的智能设备，统一采用 50 Ω 阻抗 SMA 型标准化天线接口，外置天线防护等级不低于 IP66，具备抗老化、防腐蚀、耐高低温性能，适配全域户外电网部署场景。

7.2 标识与铭牌

所有设备接口、功能端口需设置清晰、耐磨、耐腐蚀的永久性标识，实现全国统一标准化标识体系，便于工程施工、运维检修、设备溯源：电压通道标识为 U_a、U_b、U_c、U_n，电流通道标识为 I_a、I_b、I_c、I_o，严格遵循电力行业通用命名规则；通信端口统一标识为 COM1、COM2、ETH、OPT，区分串口、以太网、光口功能属性；所有标识文字高度不小于 3 mm，具备长期耐腐蚀、耐磨损能力，适配设备全生命周期运行需求。

8 电气互联要求

本章统一一二次融合设备互感器、开关量、控制回路、供电电源的电气参数标准，规范跨厂家设备电气匹配性能，保障设备电气互联安全、精准、可靠，满足配电网高精度计量、灵敏保护、稳定控制的国家运行标准。

8.1 电压互感器接口

电子式、电磁式电压互感器二次输出接口统一执行标准化参数，兼顾测量、计量、保护全场景应用需求：额定二次电压：测量回路 $100/\sqrt{3}$ V，开口三角保护回路 100 V；输出电压动态范围：0 V~120 V 相电压，适配电网电压波动工况；精度等级：测量级准确级不低于 0.5 级，计量级准确级不低于 0.2S 级，满足国家电网精准计量、精益运维要求。

8.2 电流互感器接口

电流互感器二次接口参数标准化、可配置化设计，适配不同容量、不同工况的配电线路需求：额定二次电流：支持 1 A、5 A 软件自适应配置，无需硬件改造即可适配不同场景；测量动态范围：0 I_n ~20 I_n ，覆盖线路轻载、额定、故障过载全工况；精度等级：保护级不低于 5P20，测量级不低于 0.5 级；罗氏线圈型传感单元输出灵敏度优选 22.5 mV/A、150 mV/kA 标准化规格，保障故障检测精准、测量数据可靠。

8.3 控制与信号接口

8.3.1 开关量输入：统一开关量输入电压阈值与逻辑定义，实现信号识别标准化、无偏差：额定工作电压：DC 24 V、DC 48 V 双制式兼容；逻辑阈值：DC 24 V 系统下，0 V~5 V 为逻辑 0（分闸/无效），18 V~30 V 为逻辑 1（合闸/有效）；DC 48 V 系统下，36 V~60 V 为逻辑 1（合闸/有效），阈值区间统一、无交叉干扰。

8.3.2 开关量输出：强化控制回路输出性能，保障开关动作精准可靠：接点容量不低于 DC 220 V、5 A 或 AC 250 V、5 A，满足各类开关设备驱动需求；动作响应时间不大于 10 ms，实现故障快速隔离、电网快速自愈，提升供电可靠性。

8.4 电源接口

标准化智能终端供电电源参数，适配电网不间断运行、故障保电需求，支撑配电网自愈控制：额定工作电压：支持 DC 24 V（18 V~36 V 宽幅适配）、DC 48 V（36 V~72 V 宽幅适配）；电源纹波系数不大于 5%，保障设备稳定运行、数据采集精准；设备功耗：待机功耗 \leq 15 W，最大运行功耗 \leq 50 W，契合电网节能低碳发展要求；后备电源配置：内置超级电容或锂电池后备供电单元，外部电源失电后，可保障设备本体、通信模块持续稳定运行不低于 4 h，满足故障研判、数据上传、远程处置的保电需求。

9 通信互联要求

立足配电网全域数字化通信、源网荷储协同交互的国家发展需求，统一设备通信物理层、协议栈、性能指标及安全规范，构建标准化、高速化、安全化的设备通信体系，实现终端、柜内设备、配电主站、

分布式电源的全域互联互通。

9.1 通信物理层

9.1.1 串行通信接口：设备与老旧终端、外置传感器对接时，统一采用 RS-485 串行通信接口，参数标准化可配置，保障存量设备兼容对接；波特率支持 9600 bps、19200 bps、115200 bps 自适应或手动配置；固定数据位 8 位、停止位 1 位，校验位支持无校验、偶校验适配多场景对接需求。

9.1.2 以太网接口：设备标配不少于 2 路电气隔离型 10/100/1000 Base-T 自适应以太网电口，接口隔离耐压不低于 1500 Vrms，具备强抗干扰、高稳定传输能力，适配电力工业严苛工况。

9.1.3 光口：针对变电站、工业园区等强电磁干扰场景，设备宜配置 100 Base-FX 光纤通信接口，以光代电彻底规避电磁干扰，保障关键业务传输零差错。

9.2 通信协议栈

遵循国家电力通信标准体系，分层规范设备与主站、柜内设备、分布式电源的通信协议，实现协议统一、数据互通、全域联动。

9.2.1 与主站通信：智能终端与配电自动化主站通信，必须兼容以下国家级通用协议之一，保障接入电网主站标准化、无适配成本：DL/T 634.5101—2022 串行链路远动传输协议；DL/T 634.5104—2022 网络远动传输协议。

9.2.2 内部设备互联：环网柜内部 DTU 终端、合并单元、智能传感器之间优先采用 DL/T 860 (IEC 61850) 电力通用标准协议，其中 SV 采样值传输严格契合 DL/T 860.92—2025 规范；受硬件条件限制的存量改造设备，可采用 Modbus TCP/Modbus RTU 协议，且必须执行本规范标准化寄存器地址映射规则，保障内部交互统一。

9.2.3 分布式电源交互：接入光伏、储能、风电等分布式电源的智能环网柜设备，支持 MQTT、IEC 60870-5-104 协议，实现源网荷储数据实时交互、协同调控，适配新型电力系统分布式能源并网发展需求。

9.3 通信性能指标

立足电网实时控制、精准调度、故障自愈的核心需求，制定严苛的通信延时、同步精度指标，保障电网智能化运行高效可靠。

9.3.1 传输延迟：GOOSE 事件报文传输延时 ≤ 4 ms，满足电网故障快速隔离、自愈联动需求；SV 采样值报文同步误差 $\leq \pm 1$ μ s，保障多设备、多点位数据时序统一、精准比对；遥控命令端到端传输延时 ≤ 100 ms，实现电网远程快速调控。

9.3.2 通信安全：严格落实国家电力网络安全等级保护 2.0 要求，构建全方位设备通信安全防护体

系，防范电网数据泄露、设备恶意入侵：支持 SM2/SM4 国密算法数据加密传输，保障电力数据安全可控；具备 MAC 地址过滤、IP 白名单访问控制功能，筑牢设备接入安全防线；全程开启日志审计功能，完整记录设备登录、参数配置、远程操作等全流程行为，实现安全事件可追溯、可管控。

10 数据模型与信息交换要求

为实现配电网数据标准化共享、全域融通、智慧应用，统一设备信息建模、命名规则与数据点表映射，构建全国统一的智能环网柜数据体系，支撑电网大数据分析、精益化运维、智能化调度。

10.1 信息模型

所有一二次融合设备严格基于 DL/T 860 (IEC 61850) 标准开展逻辑节点建模，统一设备数据架构，必备核心逻辑节点如下，覆盖设备状态、运行数据、控制功能全维度：LLN0：物理设备基础信息节点；LPHD：设备铭牌参数、健康状态监测节点；XCBR：断路器设备模型节点；XSWI：隔离开关设备模型节点；TCTR：电流互感器数据模型节点；TVTR：电压互感器数据模型节点；MMXU：电网电流量、电压量、功率等测量数据节点；CSWI：开关设备控制逻辑节点。

10.2 命名规范

统一全网 IED 设备命名规则，实现设备身份标准化、唯一化，便于电网全域管控、台账溯源、数据归类。设备命名采用“RBU_功能位置编号_设备类型”标准化格式，示例：馈线 1 路断路器设备命名为 RBU_F1_CB。

10.3 点表映射

采用 Modbus 协议的设备，必须公开标准化点表映射文档，核心遥测、遥信地址统一规范，杜绝自定义差异化映射，保障跨设备数据解析一致：

10.3.1 遥测保持寄存器核心地址：40001 对应 A 相电流（缩放因子 0.01 A）、40003 对应 B 相电流、40005 对应 C 相电流、40007 对应零序电流、40009 对应 AB 线电压（缩放因子 0.1 V）；

10.3.2 遥信线圈核心地址：00001 对应断路器分合位置（0-分、1-合）、00002 对应接地刀位置、00003 对应设备储能状态。

11 电磁兼容与可靠性要求

立足配电网设备户外长期运行、复杂电磁环境、宽域气候工况的应用特点，对标国家电力设备最高

可靠性标准，明确电磁兼容、环境适应性、防护等级、机械寿命指标，保障设备安全稳定、长效可靠运行，支撑配电网高可靠性供电目标落地。

11.1 电磁兼容性

设备电磁抗扰度全面满足 GB/T 17626 系列标准 4 级严酷等级要求，适配电网强电磁干扰复杂工况，杜绝电磁干扰引发的设备误动、数据异常：静电放电抗扰度：接触放电 ± 8 kV，空气放电 ± 15 kV（GB/T 17626.2—2018）；射频电磁场辐射抗扰度：80 MHz～2700 MHz 频段抗扰强度 10 V/m（GB/T 17626.3—2023）；电快速瞬变脉冲群抗扰度：电源端口 ± 4 kV，信号端口 ± 2 kV（GB/T 17626.4—2018）；浪涌冲击抗扰度：线-线 ± 2 kV，线-地 ± 4 kV（GB/T 17626.5—2019）。

11.2 气候环境适应性

设备具备宽温、耐湿、高海拔适配能力，覆盖全国绝大部分区域电网应用场景：工作环境温度：户外型 -40 °C～ $+85$ °C，适配严寒、高温极端气候；户内型 -25 °C～ $+55$ °C，满足室内配电场景需求；相对湿度适配范围 5%～95%（无凝露），适配南方高湿、北方干燥各类气候环境；额定适配海拔高度 ≤ 3000 m，海拔 1000 m 以上区域设备按规范降容使用，保障高海拔地区运行安全。

11.3 防护等级

分级规范设备防护标准，适配不同安装场景防护需求：一次仓内集成智能组件防护等级不低于 IP54，有效抵御柜内粉尘、湿气侵蚀；户外独立智能单元防护等级不低于 IP65，满足户外全天候运行防护要求。

11.4 机械寿命与可靠性

强化设备机械耐久性能与长期运行可靠性，降低电网设备更换频次、运维成本：断路器机械操作寿命不低于 10000 次，负荷开关机械操作寿命不低于 5000 次；设备平均无故障时间（MTBF）经试验或可靠性预计验证不低于 50000 h，保障配电网长期稳定运行。

12 试验方法

为严格把控设备质量，统一全国智能环网柜一二次融合设备检验、验收标准，规范常规检查、绝缘试验、通信互操作、设备互换性核心试验流程与判定准则，保障入网设备全面达标、性能一致。

12.1 常规检查

通过目视核查方式，全面检验设备接口规格、航插类型、端口标识、铭牌参数、外观结构的合规性与一致性，确保设备外观、接口、标识完全符合本规范标准化要求。

12.2 绝缘试验

严格按照 GB/T 11022—2020 标准开展设备绝缘性能试验，保障高压设备绝缘安全、杜绝绝缘隐患：主绝缘 1 min 工频耐压试验电压 42 kV，无击穿、闪络现象；雷电冲击耐压试验峰值 75 kV，设备绝缘性能满足高压电网运行安全要求。

12.3 通信互操作试验

搭建多厂家设备混合测试平台，接入至少两家不同厂商 IED 终端及标准化模拟配电主站，验证设备全域互通能力：遥测、遥信、遥控端到端数据交互准确率 100%，无错传、漏传、误控问题；100%网络满载工况下，关键 GOOSE 事件报文丢包率为 0，保障极端工况下电网控制业务稳定运行。

12.4 互换性测试

开展跨厂家模块互换试验，随机抽取同规格、不同厂商的智能功能模块替换接入试验环网柜，验证设备即插即用能力：设备上电后 10 s 内完成型号识别、设备注册、链路建立，自动进入正常运行状态；设备变比、端口配置等核心参数可自动加载或通过统一配置工具批量下载，无需改动硬件接线，完全实现跨厂家通用互换。
