

团 体 标 准

T/ZIUR XXXX—2026

智能变电站设备互联技术规程

Technical Specification for Equipment Interconnection Technology in Smart
Substations

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
5 一次设备互联	2
6 二次设备互联	4
7 辅助设施互联	5
8 通信网络与协议	6
9 时间同步	7
10 配置管理	8
11 互联调试与验收	10

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XXX提出。

本文件由浙江省产学研合作促进会归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

智能变电站设备互联技术规程

1 范围

本文件规定了智能变电站设备互联技术的术语和定义、总则、一次设备互联、二次设备互联、辅助设施互联、通信网络与协议、时间同步、配置管理、互联调试与验收。

本文件适用于新建、改建、扩建智能变电站的设备互联工作。

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 1094.1 电力变压器第1部分：总则
- GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T 1984 高压交流断路器
- GB/T 17626（所有部分） 电磁兼容 试验和测量技术
- GB/T 19826 电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求
- GB/T 20840（所有部分） 互感器
- GB/T 26866 电力时间同步系统检测规范
- GB/T 30155 智能变电站技术导则
- GB/T 33591 智能变电站时间同步系统及设备技术规范
- GB/T 40773 变电站辅助设施监控系统技术规范
- DL/T 478 继电保护和安全自动装置通用技术条件
- DL/T 860（所有部分） 变电站通信网络和系统
- DL/T 1875 智能变电站即插即用接口规范
- DL/T 5149 变电站监控系统设计规程
- DL/T 5202 电能量计量系统设计规程
- DL/T 5210（所有部分） 电力建设施工质量验收规程
- DL/T 5222 导体和电器选择设计规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能变电站 smart substation

采用可靠、经济、集成、节能、环保的设备与设计，以全站信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化、系统功能集成化、结构设计紧凑化、高压设备智能化和运行状态可视化等为基本要求，能够支持电网实时在线分析和控制决策，进而提高整个电网运行可靠性及经济性的变电站。

[来源：GB/T 30155，3.1.1]

3.2

设备互联 equipment interconnection

智能变电站内一次设备、二次设备、辅助设施之间，以及各类设备与通信网络、站控系统之间，通过规定的通信协议、接口规范实现信息交互、数据传输及协同控制的过程。

3.3

设备状态信息 equipment status

电网设备的运行状态、控制状态和负载能力状态的监测或/和评估信息。

[来源：GB/T 30155, 3.1.5]

3.4

智能电子设备 intelligent electronic device; IED

一个或者多个处理器协调工作的设备，可与外部设备通信，接收和发送数据/控制信息（例如电子式多功能表计、数字继电器、控制器）。

[来源：DL/T 860.1, 3.1.6]

3.5

一次设备 primary equipment

直接参与电力系统电能传输、变换、控制的核心设备，主要包括主变压器、断路器、隔离开关、互感器、接地开关等。

3.6

二次设备 secondary equipment

用于对一次设备进行测量、监视、控制、保护和通信的辅助设备，主要包括保护装置、测控装置、合并单元、智能终端、故障录波装置、计量设备等。

3.7

监测单元 monitoring unit

具备时间同步监测功能的模块，可监测授时设备及被授时设备；可部署于时间同步装置内部，也可作为独立装置。

[来源：GB/T 26866, 3.2]

3.8

时间同步装置 time synchronizing device

能同时接收至少两种外部时间基准信号，具有内部时间基准，按照要求的时间准确度向外输出时间同步信号和时间信息，并具备本体监测管理功能的装置。

[来源：GB/T 26866, 3.4]

4 总则

4.1 设备互联应遵循安全可靠、技术先进、经济合理、易于扩展的原则，兼顾设备兼容性与未来技术升级需求。

4.2 设备互联应符合 GB/T 30155、DL/T 860 系列标准及 DL/T 1875 的相关规定，设备互联施工应符合 DL/T 5210 系列标准。

4.3 智能变电站设备互联应实现以下功能：

- a) 全站信息数字化；
- b) 通信平台网络化；
- c) 信息共享标准化；
- d) 支撑设备状态监测；
- e) 远程控制；
- f) 智能调控。

4.4 设备互联接口应采用标准化设计，优先选用国际、国家及行业现行标准接口，减少专用接口的使用，确保不同厂商、不同类型设备的互联互通。

4.5 互联系统应具备抗干扰、防误动、防篡改能力，遵循“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的安全原则，保障电网运行安全与数据安全。

4.6 互联设备应具备自诊断、自恢复能力，能实时反馈互联状态，便于运维人员及时发现并处理互联故障。

5 一次设备互联

5.1 主变压器

- 5.1.1 主变压器互联应涵盖本体、冷却系统、调压装置及状态监测设备的信息交互，其互联接口应符合 GB/T 1094.1 的规定。
- 5.1.2 主变压器本体应与智能终端、状态监测设备实现互联，传输油温、油位、绕组温度、瓦斯动作信号、油中溶解气体含量等状态信息。
- 5.1.3 主变压器冷却系统应与测控装置、智能终端互联，支持冷却器投切控制信号的传输，反馈冷却器运行状态、故障信息，互联响应时间不应大于 100 ms。
- 5.1.4 有载调压装置应与保护装置、测控装置互联，传输调压档位、调压动作状态及故障信号，接受远程调压控制指令，指令传输应采用加密方式。
- 5.1.5 主变压器互联数据应采用 DL/T 860.71 标准进行封装，采样频率宜为 50Hz，数据传输误码率不应大于 1×10^{-9} 。
- 5.1.6 主变压器与二次设备的互联应采用光纤通信方式，光纤芯数应预留不少于 20% 的备用量，接口类型宜选用 LC 型。

5.2 断路器

- 5.2.1 断路器互联应实现位置状态、操作状态、故障信息的传输及远程控制指令的接收，其互联技术要求应符合 GB/T 1984 的规定。
- 5.2.2 断路器应与智能终端、保护装置、测控装置互联，传输分合闸位置、储能状态、操作次数、SF₆ 气体压力（气体绝缘断路器）、机械故障等信息。
- 5.2.3 断路器远程控制指令应通过智能终端转发，互联链路应采用双冗余配置，任一链路故障时，另一链路应能无缝接管。
- 5.2.4 断路器操作状态反馈信号应实时传输，反馈延迟不应大于 50 ms，故障信号应优先传输，优先级高于普通状态信号，符合 DL/T 1875 的相关要求。

5.3 隔离开关

- 5.3.1 隔离开关互联应重点实现位置状态监测与远程控制，其互联接口应符合 DL/T 5222 的要求。
- 5.3.2 隔离开关应与智能终端、测控装置互联，传输分合闸位置、操作状态、闭锁状态及故障信息，位置状态识别准确率应达到 100%。
- 5.3.3 隔离开关远程控制应与断路器实现闭锁互联，未满足闭锁条件时，不应接收控制指令，闭锁信号互联应采用硬接线与网络通信双重冗余方式。

5.4 互感器

- 5.4.1 互感器互联分为电流互感器、电压互感器，应实现采样数据的数字化传输，其互联要求应符合 GB/T 20840 系列标准。不同类型互感器采样频率和同步精度应符合表 1 的要求。

表 1 互感器采样频率及同步精度

互感器类型	采样频率	同步精度
电子式电流互感器	≥ 200 Hz	$\leq 1 \mu\text{s}$
电磁式电流互感器	≥ 100 Hz	$\leq 1 \mu\text{s}$
电子式电压互感器	≥ 200 Hz	$\leq 1 \mu\text{s}$
电磁式电压互感器	≥ 100 Hz	$\leq 1 \mu\text{s}$

- 5.4.2 电流互感器应与合并单元互联，传输二次侧电流采样数据。
- 5.4.3 电压互感器应与合并单元互联，传输二次侧电压采样数据，采样数据应包含幅值、相位、品质标识等信息。
- 5.4.4 电子式互感器应直接与合并单元实现光纤互联，电磁式互感器应通过信号转换模块与合并单元互联，转换模块的误差应控制在允许范围内。
- 5.4.5 互感器互联应具备采样同步功能，同步精度不应低于 $1 \mu\text{s}$ ，确保同一间隔内电流、电压采样数据的时序一致性。
- 5.4.6 互感器故障信息应与保护装置、测控装置互联，故障信号传输应快速、准确，便于保护装置及

时动作。

5.5 接地开关

5.5.1 接地开关互联应实现位置状态监测与闭锁控制，其互联要求应符合 DL/T 5222 的相关规定。

5.5.2 接地开关应与智能终端、测控装置互联，传输分合闸位置、操作状态及故障信息，位置信号应清晰、准确，无误报、漏报现象。

6 二次设备互联

6.1 保护装置

6.1.1 保护装置互联应实现采样数据接收、保护指令传输、故障信息交互，其互联技术要求应符合 GB 14285、DL/T 478 的规定。

6.1.2 应与合并单元互联，接收电流、电压采样数据，采样数据应经过品质校验，不合格数据应拒绝接收并发出告警信号。

6.1.3 应与智能终端互联，下发跳闸、合闸控制指令，接收智能终端反馈的操作结果，指令传输应采用点对点 GOOSE 通信方式，传输时延不应大于 10 ms。

6.1.4 不同间隔的保护装置之间应实现信息互联，用于实现跨间隔保护功能，互联信息应包含启动信号、闭锁信号、动作信号等。

6.1.5 应与故障录波装置、测控装置互联，传输故障动作信息、保护定值、动作报告等数据，便于故障分析与运维管理。

6.1.6 保护装置互联应采用双冗余通信链路，任一链路故障时，应能自动切换至备用链路，确保保护功能不中断。

6.2 测控装置

6.2.1 测控装置互联应实现一次设备状态监测、远程控制、数据采集与上传，其互联要求应符合 DL/T 5149 的规定。

6.2.2 应与合并单元互联，采集电流、电压等电气量数据，采集周期宜为 1 s~5 s，可根据需求调整。

6.2.3 应与智能终端互联，下发远程控制指令，接收设备操作状态反馈，控制指令应经过防误校验。

6.2.4 应与站控层设备互联，上传采集的电气量数据、设备状态信息、故障告警信息，数据上传应实时、准确，上传周期不应大于 10 s。

6.2.5 测控装置之间应实现必要的信息互联，用于实现间隔间的闭锁控制、数据共享。

6.3 合并单元

6.3.1 合并单元互联应实现互感器采样数据的汇总、同步、转发，其互联技术要求应符合 DL/T 860.92 的规定。

6.3.2 应与互感器互联，接收电流、电压采样数据，对采样数据进行同步处理。

6.3.3 应与保护装置、测控装置互联，转发同步后的采样数据，数据转发应满足实时性要求，转发时延不应大于 2 ms。

6.3.4 应具备数据缓存功能，缓存时间不应小于 10 min，当互联链路中断恢复后，应能补传缓存数据，确保数据的完整性。

6.3.5 多个合并单元之间应实现互联，用于实现采样数据的冗余备份与交叉校验，当一个合并单元故障时，其他合并单元应能替代其完成采样数据转发。

6.3.6 应与站控层设备互联，上传自身运行状态、故障信息、采样数据品质等信息，便于运维人员监控合并单元运行情况。

6.3.7 合并单元互联接口应采用光纤接口，接口速率宜为 1000 Mbps，支持热插拔，便于设备检修与更换。

6.4 智能终端

6.4.1 智能终端互联应实现一次设备控制指令的接收与执行、状态信息的采集与反馈，其互联要求应

符合 DL/T 1875 的规定。

6.4.2 应与保护装置、测控装置互联，接收控制指令，执行一次设备的分合闸操作，反馈操作结果及设备状态信息，操作响应时间不应大于 50 ms。

6.4.3 应与一次设备（断路器、隔离开关、接地开关等）互联，采集设备的位置状态、故障信息，采集精度应达到 100%，无误采集、漏采集现象。

6.4.4 应具备闭锁功能，与测控装置、保护装置实现闭锁信息互联，未满足闭锁条件时，不应执行控制指令，确保设备操作安全。

6.5 故障录波装置

6.5.1 故障录波装置互联应实现故障数据的采集、存储、上传与分析。

6.5.2 应与合并单元互联，采集电流、电压等电气量波形数据，录波采样频率宜为 1000 Hz~2000 Hz，录波时长应满足故障分析需求。

6.5.3 应与保护装置互联，接收保护动作信号，触发录波功能，录波数据应包含保护动作信息、故障发生时间、电气量波形等内容。

6.5.4 应与站控层设备互联，上传录波数据、录波报告，支持远程调取录波数据，便于故障分析与排查。

6.6 计量设备

6.6.1 计量设备互联应实现电能数据的采集、传输、存储，其互联要求应符合 DL/T 5202 的规定。

6.6.2 应与合并单元互联，接收电流、电压采样数据，进行电能计量。

6.6.3 应与站控层设备、远方计量主站互联，上传电能数据、计量状态信息、故障信息，上传周期宜为 15 min~60 min。

7 辅助设施互联

7.1 状态监测设备

7.1.1 状态监测设备互联应覆盖主变压器、断路器、互感器等一次设备的状态监测单元。

7.1.2 应与站控层监控主机、二次设备互联，传输设备运行状态、监测数据、故障告警等信息，数据传输应实时、准确。

7.1.3 状态监测设备互联数据应包含以下内容：

- 主变压器油中溶解气体、油温、绕组温度等监测数据；
- 断路器机械特性、SF₆ 气体压力等监测数据；
- 互感器绝缘状态、局部放电等监测数据；
- 监测设备自身运行状态及故障信息。

7.1.4 应支持与保护装置、测控装置的联动，当监测数据超出阈值时，应及时向相关设备发送告警信号，触发相应的预警机制。

7.1.5 状态监测设备互联应采用光纤或工业以太网通信方式，通信速率不宜低于 100 Mbps，数据传输误码率不应大于 1×10^{-9} 。

7.1.6 状态监测数据的存储周期宜不少于 1 年，互联系统应支持监测数据的查询、统计与分析，便于设备状态评估与运维决策。

7.1.7 状态监测设备互联应具备抗电磁干扰能力，符合 GB/T 17626 系列标准的抗扰度要求，确保在变电站复杂电磁环境下稳定运行。

7.2 安防监控设备

7.2.1 安防监控设备互联应包括视频监控、入侵检测、门禁控制等设备，其互联要求应符合 GB/T 40773 的规定。

7.2.2 视频监控设备应与安防监控主机、站控层设备互联，传输实时视频流、录像数据、设备运行状态等信息。

7.2.3 入侵检测设备应与安防监控主机、声光告警设备互联，发生入侵告警时，应及时传输告警信号，

并联动视频监控设备调整至告警区域。

7.2.4 门禁控制设备应与安防监控主机、站控层设备互联，传输门禁开关状态、刷卡信息、故障告警等内容，支持远程授权与解锁操作。

7.2.5 安防监控设备互联应采用安全加密通信方式，防止视频数据、门禁信息被篡改或泄露，符合“安全分区、横向隔离”的原则。

7.3 环境调控设备

7.3.1 环境调控设备互联应涵盖以下设备：

- a) 温湿度监测；
- b) SF₆ 气体监测；
- c) 水浸监测；
- d) 通风空调、排水。

7.3.2 温湿度、SF₆ 气体、水浸等监测设备应与环境调控主机、站控层设备互联，传输监测数据、告警信息，监测数据采样周期宜为 1 min~5 min。

7.3.3 通风空调、排水设备应与环境调控主机、测控装置互联，接收控制指令，反馈运行状态与故障信息，支持自动调控与远程手动控制。

7.3.4 环境调控设备应实现智能联动，SF₆ 气体浓度越限时联动通风设备启动，水浸告警时联动排水设备运行，温湿度超标时联动空调调节。

7.4 电源设备

7.4.1 电源设备互联应包括直流电源、UPS 电源、蓄电池组、交流电源等，其互联技术要求应符合 GB/T 19826 的规定。

7.4.2 直流电源设备应与站控层设备、测控装置互联，传输输出电压、电流、充电状态、故障告警等信息，支持远程监控与参数调整。

7.4.3 UPS 电源应与站控层设备、负载设备互联，传输输入输出电压、电流、运行模式、故障信息等，发生供电异常时应及时发出告警信号。

7.4.4 蓄电池组应与直流电源设备、站控层设备互联，传输单体电池电压、组端电压、充放电电流、内阻等监测数据，预判电池老化状态。

7.4.5 交流电源设备应与测控装置、站控层设备互联，传输三相电压、电流、频率、功率等电气量数据，反馈电源运行状态与故障信息。

7.4.6 电源设备互联应采用双冗余通信链路，确保供电异常时信息传输不中断，便于运维人员及时处置故障，保障站内设备供电安全。

7.4.7 电源设备互联数据上传周期不应大于 10 s，故障信息应优先传输，响应时间不应大于 50 ms。

8 通信网络与协议

8.1 站控层网络

8.1.1 站控层网络应采用双星形拓扑结构，由核心交换机、接入交换机、通信介质等组成。

8.1.2 站控层网络应连接站控层设备与间隔层设备，实现全站数据的汇总、处理与上传，支持与远方调度中心的通信。

8.1.3 站控层网络通信速率宜采用 1000 Mbps，核心交换机应采用双冗余配置，任一交换机故障时，另一交换机应能无缝接管，确保网络不中断。

8.1.4 站控层网络应采用以太网通信方式，通信介质优先选用光纤，光纤芯数应预留不少于 20% 的备用量，接口类型宜选用 LC 型。

8.1.5 站控层网络应具备网络管理功能，支持网络状态监测、故障告警、流量控制等，便于运维人员排查网络故障，保障网络稳定运行。

8.1.6 站控层网络与外部网络互联时，应采用防火墙、正向隔离装置等安全防护设备，防止数据泄露与网络攻击。

8.2 间隔层网络

- 8.2.1 间隔层网络应采用星形拓扑结构，每个间隔配置独立的接入交换机，实现间隔层设备之间及与站控层、过程层设备的信息交互。
- 8.2.2 间隔层网络应连接保护装置、测控装置、故障录波装置等间隔层设备，传输保护动作信号、电气量数据、设备状态信息等。
- 8.2.3 间隔层网络通信速率宜采用 1000 Mbps，接入交换机应支持冗余备份，间隔内设备与交换机之间采用光纤或屏蔽双绞线连接，确保通信可靠性。
- 8.2.4 间隔层网络应实现间隔内设备的信息共享，支持跨间隔保护功能的实现，数据传输时延不应大于 50 ms，数据传输误码率不应大于 1×10^{-9} 。

8.3 过程层网络

- 8.3.1 过程层网络应分为采样值（SV）网络和面向通用对象的变电站事件（GOOSE）网络，分开独立配置，避免相互干扰。
- 8.3.2 过程层网络应采用星形拓扑结构，每个间隔配置过程层交换机，连接合并单元、智能终端、互感器等过程层设备，实现采样数据与控制指令的传输。
- 8.3.3 SV 网络通信速率宜采用 1000 Mbps，支持采样值数据的实时传输，传输时延不应大于 2 ms。
- 8.3.4 GOOSE 网络通信速率宜采用 1000 Mbps，用于传输控制指令、设备状态反馈等信息，传输时延不应大于 10 ms，确保控制指令的快速响应。
- 8.3.5 过程层交换机应采用双冗余配置，SV 网络与 GOOSE 网络的交换机分开部署，避免网络拥堵，保障采样数据与控制指令的可靠传输。

8.4 设备间通信协议

- 8.4.1 智能变电站设备间通信协议应优先采用 DL/T 860 系列标准，确保不同厂商、不同类型设备的互联互通；各网络层级应满足表 2 的规定。

表 2 智能变电站设备间通信协议要求

网络层级	拓扑结构	通信速率	主要协议	传输时延
站控层网络	双星形	1000 Mbps	MMS	≤100 ms
间隔层网络	星形	1000 Mbps	MMS、GOOSE	≤50 ms
SV网络	星形	1000 Mbps	DL/T 860.92	≤2 ms
GOOSE网络	星形	1000 Mbps	DL/T 860.81	≤10 ms

- 8.4.2 站控层设备之间及与间隔层设备之间的通信，应采用制造报文规范（MMS）协议。
- 8.4.3 过程层 SV 网络应实现合并单元与保护装置、测控装置之间采样值数据的传输，数据格式应符合标准规定。
- 8.4.4 过程层 GOOSE 网络应实现保护装置、测控装置与智能终端之间控制指令、状态信号的传输，支持信号的优先级设置。
- 8.4.5 时间同步设备与各层设备之间的通信，应采用精确时钟同步协议（PTP）或网络时间协议（SNTP），PTP 协议用于过程层设备，SNTP 协议用于站控层、间隔层设备。
- 8.4.6 辅助设施设备之间的通信，宜采用 DL/T 860 系列标准，不支持该标准的设备应通过协议转换单元实现互联，协议转换单元应符合 GB/T 40773 的规定。

9 时间同步

9.1 时钟源配置

- 9.1.1 智能变电站应配置独立的时间同步系统，包括主时钟、备用时钟及从时钟，主时钟应采用北斗卫星导航系统（BDS）与全球定位系统（GPS）双模接收方式，优先选用北斗信号。
- 9.1.2 主时钟应具备不少于两种外部时间基准信号接收能力，内置高精度晶体振荡器，当外部时钟源失锁时，应能依靠内部振荡器维持时间同步，守时精度应符合 GB/T 33591 的规定。

9.1.3 时间同步系统应采用双主时钟冗余配置，两台主时钟互为备用，当一台主时钟故障时，另一台主时钟应能自动接管，确保时间同步不中断。

9.1.4 从时钟应部署在各间隔层、过程层设备区域，接收主时钟发送的同步信号，为区域内设备提供时间同步服务，从时钟数量应根据站内设备分布合理配置。

9.1.5 时钟源设备应与站控层设备互联，传输时钟源运行状态、锁相状态、故障告警等信息，便于运维人员实时监控时钟源运行情况。

9.2 时钟同步方式

9.2.1 时间同步方式应根据设备类型与精度要求分类选择。

9.2.2 站控层设备、间隔层设备可采用 SNTP 协议进行时间同步，也可采用 PTP 协议，同步方式应统一。

9.2.3 时间同步信号传输应采用光纤或屏蔽双绞线作为通信介质，PTP 协议同步链路应采用双冗余配置，确保同步信号传输可靠，避免单一链路故障导致同步失效。

9.2.4 时间同步系统应支持手动校时与自动校时功能，自动校时周期宜为 1 min~5 min，手动校时应具备权限管理功能，防止误操作。

9.3 同步精度要求

9.3.1 不同类型设备的时间同步精度应符合相关标准要求，确保全站设备时间统一，为故障分析、事件追溯提供准确的时间依据。

9.3.2 时间同步系统的主时钟与标准时间的偏差不应大于 $1\ \mu\text{s}$ ，从时钟与主时钟的偏差不应大于 $10\ \mu\text{s}$ 。

9.3.3 不同设备类型同步精度和方式应符合表 3 的规定。

表 3 不同设备类型同步精度及方式

设备类型	同步精度	同步方式
合并单元、智能终端	$\leq 1\ \mu\text{s}$	PTP协议
保护装置、故障录波装置	$\leq 10\ \mu\text{s}$	PTP协议或SNTP协议
测控装置、计量设备	$\leq 1\ \text{ms}$	SNTP协议
辅助设施设备	$\leq 10\ \text{ms}$	SNTP协议
站控层监控设备	$\leq 100\ \text{ms}$	SNTP协议

9.3.4 时间同步精度应定期校验，校验周期宜为 1 年，校验方法应符合 GB/T 26866 的规定，校验结果应记录存档。

9.3.5 当时间同步精度超出允许范围时，时间同步系统应及时发出告警信号，运维人员应及时排查故障，确保时间同步精度符合要求。

10 配置管理

10.1 全站系统配置

10.1.1 应基于智能变电站分层架构，结合一次设备、二次设备及辅助设施的互联需求，明确全站设备的互联关系、网络架构及功能配置。

10.1.2 配置应符合 DL/T 860.6 的规定，采用标准化配置描述语言（SCL）进行编制。

10.1.3 应明确站控层、间隔层、过程层的网络拓扑结构，包括交换机部署、通信链路配置、IP 地址分配及网络冗余方案。

10.1.4 应明确各层设备的互联范围，包括一次设备与二次设备、二次设备之间、辅助设施与站内其他设备的互联关系，明确数据交互的方向与内容。

10.1.5 应包含安全配置要求，明确安全分区、访问控制、加密方式等内容。

10.1.6 全站系统配置方案应经过审核确认后实施，审核内容包括配置的合理性、规范性、兼容性及扩展性，审核记录应留存归档。

10.1.7 全站系统配置发生变更时，应履行变更审批流程，明确变更原因、变更内容及影响范围，变更后应重新进行一致性校验，保障变更后配置的完整性与一致性。

10.2 设备模型配置

10.2.1 设备模型配置应采用标准化的逻辑节点、数据对象及数据集建模。

10.2.2 各类设备的模型配置应符合其自身技术规范，确保模型能够准确反映设备的功能、参数及互联需求，实现设备信息的标准化交互。

10.2.3 二次设备的模型配置，应包含逻辑节点、数据属性、服务接口等内容。

10.2.4 一次设备的模型配置，应关联其状态监测、控制操作等相关数据，实现一次设备状态信息与二次设备控制指令的标准化交互。

10.2.5 辅助设施设备的模型配置，宜采用标准化模型，不支持标准化模型的设备，应通过协议转换单元实现模型适配，保障与站内其他设备的互联互通。

10.2.6 设备模型配置应包含版本信息，版本变更应同步更新配置文件，明确版本变更记录，保障模型版本的可追溯性。

10.2.7 设备模型配置应包含以下核心内容：

- 设备基本信息（型号、参数、生产厂商等）；
- 逻辑节点及数据对象定义；
- 数据交互接口及通信协议；
- 模型版本及变更记录。

10.3 配置文件管理

10.3.1 配置文件应采用 SCL 语言编制，基于可扩展标记语言（XML）1.0 版，确保配置文件的标准化与兼容性，便于不同厂商工具之间的交互。

10.3.2 配置文件主要应包括以下类型：

- a) 全站配置描述文件（SCD）；
- b) 智能电子设备配置描述文件（ICD）；
- c) 配置后的智能电子设备描述文件（CID）；
- d) 网络配置文件。

10.3.3 不同配置文件类型应满足表 4 的要求。

表 4 不同配置文件类型相关要求

配置文件类型	文件扩展名	核心用途	管理要求
全站配置描述文件（SCD）	.SCD	汇总全站设备配置、互联关系及网络参数	定期备份，修改需审批，留存全版本
智能电子设备配置描述文件（ICD）	.ICD	描述智能电子设备的能力与初始配置	随设备交付，妥善归档，禁止随意修改
配置后的智能电子设备描述文件（CID）	.CID	描述设备配置后的最终状态	与设备实际配置一致，同步更新版本
网络配置文件	.cfg	配置网络参数、拓扑结构及安全策略	加密存储，权限管理，备份留存

10.3.4 SCD 文件应汇总全站设备的配置信息，包括设备模型、互联关系、网络参数等，是全站设备互联配置的核心文件。

10.3.5 ICD 文件应描述智能电子设备的能力与配置，由设备生产厂商提供，应配套设备一同交付；

10.3.6 配置文件的生成、修改、删除应履行审批流程，明确操作人、审批人及操作时间，操作记录应留存归档，保障配置文件的可追溯性。

10.3.7 配置文件应定期备份，备份周期不应超过 1 个月，备份文件应存储在安全可靠的存储设备中，

支持备份文件的恢复与校验，防止配置文件丢失或损坏。

10.4 配置一致性校验

10.4.1 校验范围

10.4.1.1 配置一致性校验范围应覆盖全站设备互联相关的所有配置，包括全站系统配置、设备模型配置、配置文件及实际设备配置。

10.4.1.2 校验范围应包括 SCD 文件与各设备 CID 文件的一致性，设备模型与实际设备功能的一致性，网络配置与实际网络部署的一致性。

10.4.1.3 校验范围应涵盖一次设备、二次设备及辅助设施的互联配置，保障各类设备的配置相互兼容，无冲突、无遗漏。

10.4.2 校验内容

10.4.2.1 配置文件一致性校验，应核对 SCD 文件与 ICD、CID 文件的版本一致性、模型一致性及参数一致性，确保文件内容无篡改、无错误。

10.4.2.2 设备模型一致性校验，应核对设备模型的逻辑节点、数据对象、服务接口等与标准规定及设备实际功能的一致性，确保模型能够准确反映设备特性。

10.4.2.3 网络配置一致性校验，应核对 IP 地址、子网掩码、网关等网络参数与实际网络部署的一致性，核对网络拓扑结构与配置方案的一致性。

10.4.3 校验方法与频次

10.4.3.1 配置一致性校验可采用自动校验与手动校验相结合的方式，优先采用标准化校验工具进行自动校验，提高校验效率与准确性。

10.4.3.2 自动校验应采用符合 DL/T 860 系列标准的校验工具，对配置文件的格式、模型、参数等进行批量校验，生成校验报告，明确校验结果及异常项。

10.4.3.3 配置一致性校验应在设备投运前、配置变更后、定期维护时进行，定期校验周期宜为 1 年，可结合设备运维周期调整，宜满足表 5 的规定。

表 5 配置校验方法及频次

校验时机	校验频次	重点校验内容	校验方法
设备投运前	1次/投运前	全范围配置，含文件、模型、网络、互联关系	自动校验+手动校验
配置变更后	1次/变更后	变更内容及关联配置	自动校验为主，手动校验为辅
定期维护	1次/年	全范围配置，重点核查参数与实际一致性	自动校验+现场手动核查

11 互联调试与验收

11.1 单体设备调试

11.1.1 单体设备调试应在设备互联前完成，针对一次设备、二次设备及辅助设施的各类设备，逐一进行功能与性能调试，确保单台设备运行正常。

11.1.2 一次设备单体调试应重点检查设备的电气性能、控制接口及状态反馈功能。

11.1.3 二次设备单体调试应核查设备的采样精度、保护功能、通信接口及模型正确性，确保设备能够正常接收与发送数据。

11.1.4 辅助设施设备单体调试应检查设备的监测精度、控制响应及通信能力，确保设备能够正常采集数据、响应控制指令。

11.1.5 单体设备调试过程中，应记录设备的调试参数、调试结果，发现故障或异常时，应及时整改，整改完成后重新调试，直至调试合格。

11.1.6 单体设备调试合格后，应出具单体调试报告，明确调试内容、调试方法、调试结果及合格结论，作为后续互联测试的依据。

11.2 设备互联测试

11.2.1 分层互联测试

11.2.1.1 过程层设备互联测试应重点测试合并单元与保护装置、智能终端的采样数据传输及控制指令交互，传输时延与数据精度应符合规定要求。

11.2.1.2 间隔层设备互联测试应测试保护装置、测控装置之间的信息共享及跨间隔联动功能，确保互联逻辑正确、响应及时。

11.2.1.3 站控层与间隔层、过程层设备互联测试应测试数据汇总、指令下发的准确性，确保站控层能够全面监控全站设备运行状态。

11.2.2 测试要求

11.2.2.1 设备互联测试应采用符合标准的测试工具测试数据应真实、完整记录。

11.2.2.2 互联测试过程中，应模拟各类正常及异常工况，测试设备互联的稳定性与容错能力，发现互联故障时，应排查原因并整改，重新测试。

11.2.2.3 设备互联测试合格后，应出具互联测试报告，明确测试范围、测试内容、测试结果及合格结论，作为互联验收的核心依据。

11.3 互联验收

11.3.1 互联验收应在设备互联测试合格后进行，由建设单位、运维单位、施工单位及监理单位共同参与，按照验收标准逐项进行验收。

11.3.2 应核对设备互联配置与设计方案的一致性，检查设备互联的完整性、正确性，确保无互联遗漏、无配置错误。

11.3.3 应重点检查数据交互的准确性、实时性，网络通信的可靠性，时间同步的精度，以及设备互联的联动功能，符合相关标准要求。

11.3.4 验收过程中发现的问题，应明确整改责任方、整改要求及整改期限，整改完成后重新验收，直至验收合格。

11.3.5 互联验收合格后，应签署验收合格文件，明确验收结论，验收不合格的设备不得投入运行，需限期完成整改并重新验收。

11.4 验收文档

11.4.1 互联验收文档应规范编制、完整归档，涵盖调试与验收全过程的相关文件，作为设备运维、检修及追溯的重要依据。

11.4.2 验收文档应包括以下核心内容：

- 单体设备调试报告、设备出厂合格证及说明书；
- 设备互联测试报告、测试记录及故障整改记录；
- 互联验收报告、验收记录及验收合格文件；
- 全站配置文件（SCD、ICD、CID等）及配置变更记录；
- 设备互联架构图、接线图及相关技术资料。

11.4.3 验收文档应采用电子化与纸质化双重归档方式，纸质文档应签字确认，电子化文档应加密存储，保存期限不应少于设备使用寿命。

11.4.4 验收文档应规范整理、分类存放，便于查阅与追溯，运维单位应妥善保管验收文档，确保文档的完整性与安全性。