

T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXX—2026

110-550kV 气体绝缘金属封闭 开关设备 (GIS) 智能化技术规范

110-550kV gas-insulated metal-enclosed
Technical Specifications for Intelligent Switchgear (GIS)

(征求意见稿)

2026 - xx - xx 发布

2026 - xx - xx 实施

中国机电设备工程协会 发布

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	1
5 使用条件与额定值	3
6 技术要求	5
7 测试方法	5
8 检测规则	6
9 标识、包装、运输与贮存	6
10 产品对环境的影响	6

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。

本文件由开泰电力科技(河南)有限公司提出。

本文件由中国机电设备工程协会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

110–550kV 气体绝缘金属封闭 开关设备（GIS）智能化技术规范

1 范围

本文件规定了额定电压110kV~550kV气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）及其智能化组件的术语和定义、使用条件、额定值、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存等要求。

本文件适用于额定电压110kV~550kV、频率50Hz的户内和户外安装的智能化GIS和HGIS设备的设计、制造、试验、验收及运行维护。其他电压等级的智能化GIS设备可参照执行。

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 7674-2020 额定电压72.5kV及以上气体绝缘金属封闭开关设备
GB/T 11022-2020 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
GB/T 32890-2016 继电保护IEC 61850工程应用模型
DL/T 586-2025 电力设备监造技术导则
DL/T 860 电力自动化通信网络和系统

3 术语和定义

GB/T 11022、GB/T 7674、DL/T 860界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

智能化GIS intelligent GIS

集成传感、智能控制和信息交互单元，具备测量数字化、控制网络化、状态可视化、功能一体化和信息互动化特征，能够实现设备状态自感知、故障自诊断、操作自执行等高级功能的GIS设备。

3.2

智能组件 Intelligent components

安装于设备本体或就地，用于实现数据采集、处理、分析、控制及信息上传等功能的软硬件集合体。

3.3

数字孪生系统 digital Twin System

在虚拟空间构建的，能够与物理GIS设备实现全生命周期数据映射与同步的数字化模型系统，用于实现仿真模拟、状态评估、故障预测与决策支持。

3.4

环保绝缘气体 environmentally friendly insulating gas

全球变暖潜能值（GWP）显著低于六氟化硫（SF₆）的，用于绝缘和灭弧的气体介质或混合气体。

3.5

模块化设计 modular design

将产品分解为具有标准接口和独立功能的模块，通过模块的选配与组合构成不同产品变型，以实现快速定制、便捷维护和升级的设计方法。

4 总则

4.1 基本原则

智能化GIS的设计与制造应遵循以下原则：

4.1.1 安全可靠

智能化GIS必须在完全满足并优于GB/T 11022、GB/T 7674等标准对基础电气与机械性能要求的前提下进行开发。智能化功能的引入与集成，不得以任何形式降低设备本体的固有可靠性。所有智能组件应具备与主设备相匹配的环境耐受能力和寿命，并通过严格验证，确保其在电磁干扰、高低温、潮湿等严苛条件下仍能稳定工作，保障电网一次设备的安全运行基石不动摇。

4.1.2 技术先进性

应采用成熟、可靠并适度超前的传感、通信、数据融合及分析技术。鼓励采用数字原生、模块化等先进设计理念，从设计源头实现智能感知单元与设备本体的一体化融合，而非简单外挂。积极应用基于多源信息（如特高频、超声波、红外测温等）的协同诊断技术，提升状态评估的准确性。设备应具备功能升级的潜力，支持向更高级别的自主智能演进。

4.1.3 绿色环保

在保障绝缘与开断性能的核心前提下，积极研发、验证并推广应用环保绝缘气体（如干燥空气、氮气或SF₆混合气体等），以显著降低产品在全生命周期内的环境影响。设备设计应追求结构紧凑、材料可回收及制造工艺的低碳化，通过小型化设计减少土地和资源占用，通过卓越的密封技术降低气体补充需求，践行电力装备的绿色发展理念。

4.1.4 经济实用性

智能化配置应遵循必要性、适用性与全生命周期经济性相平衡的原则。提供模块化、可分级、可扩展的解决方案，允许用户根据实际需求和投资规划灵活选配。智能化价值的最终衡量标准应体现在提升运维效率、预防故障发生、延长设备服役寿命和降低总体拥有成本上，实现从被动检修到主动预测性维护的转变。

4.2 智能化典型特征

智能化GIS应至少具备以下一项或多项典型特征，以实现从被动执行到主动感知决策的转变。

4.2.1 状态全面感知

通过内置或深度集成的各类高精度传感器，对反映设备健康状态的关键参量进行实时或准实时的在线监测。典型监测范围应涵盖机械特性、电气性能、绝缘状态、气体介质、温度信息等，形成多维度、立体化的感知体系。具体监测参量示例参见表1。

4.2.2 信息数字互联

设备内外的信息交互应基于DL/T 860(IEC 61850)等标准通信协议与数据模型实现。智能组件(IED)应具备标准的网络接口，能够将采集的状态数据、事件信息等无缝上传至站控层或更高阶的系统，并能可靠接收并执行远程控制指令，打破信息孤岛，支撑系统级的分析与决策。

4.2.3 故障预警诊断

基于对多源监测数据的融合分析，运用阈值比较、趋势分析、模式识别或智能算法模型，实现设备健康状态的综合评估与早期故障预警。系统应能识别如机械卡涩、绝缘劣化、接触过热、气体泄漏等典型潜伏性缺陷，并提供分级（如提示、告警、紧急）预警信息，为精准运维提供依据。

4.2.4 控制智能高效

在具备必要的联锁和安全措施前提下，支持程序化控制、选相分合闸等高级操作功能。能够与变电站自动化系统、继电保护系统等进行智能联动，响应电网运行方式的调整，提升操作效率、系统可靠性与智能化水平。

表 1 智能化 GIS 典型状态监测参量示例

监测类别	核心监测参量	技术说明/目的
------	--------	---------

监测类别	核心监测参量	技术说明/目的
机械特性	分/合闸时间、速度、行程、线圈电流波形	评估操动机构状态，诊断机械故障。
电气绝缘	局部放电（特高频、超声波）、泄漏电流	检测早期绝缘缺陷，预防击穿故障。
绝缘介质	气体密度、压力、湿度、分解物（如SO ₂ ，H ₂ S）	监测绝缘气体状态，预警泄漏与内部故障。
温度信息	断路器触头温度、母线连接点温度、壳体温度	评估载流回路健康状况，预警过热风险。
其他参量	断路器动作次数（电寿命累计）、避雷器全电流与阻性电流	评估设备老化程度与性能趋势。

5 使用条件与额定值

5.1 正常使用条件

智能化GIS的正常使用条件应符合GB/T 11022中第4.1章的规定。其主要条件包括：

- 周围空气温度：上限不超过40℃，且在24h内测得的平均值不超过35℃；下限对于户内设备不低于-5℃，对于户外设备不低于-25℃；
- 海拔高度：不超过1000m；
- 环境条件：无明显的尘埃、烟、腐蚀性或可燃性气体、水蒸气或盐雾污染。

5.2 特殊使用条件

当设备预期在超出5.1条规定的正常使用条件下运行时，应在订货时予以明确，设备应具备相应的适应性设计。制造商应提供在此类条件下设备的修正系数或适用性声明。

- 高海拔：对于海拔高于1000m的地区，设备的额定绝缘水平应依据GB/T 11022进行修正；
- 极端气候：对于周围空气温度下限低于-25℃（如-30℃、-40℃）或上限高于40℃的极端环境，应对密封材料、润滑剂及电子元器件的选型提出特殊要求；
- 严酷环境：对于存在严重污秽、腐蚀性物质、频繁凝露、强风沙或地震高发区域，设备的外绝缘、外壳防护等级（IP代码）、防腐能力和机械强度应予以加强；
- 特殊应用场景：对于如海岛变电站等应用场景，设备应具备更强的防盐雾腐蚀能力。

5.3 额定值

除符合GB/T 11022和GB/T 7674规定的额定电压、额定电流、额定短路开断电流等参数外，制造商应明确产品的智能化相关额定值，如传感器测量范围、精度、智能组件工作电源等。

5.3.1 传统电气额定值

设备应至少标定以下额定值，其要求应符合GB/T 11022第5章及GB/T 7674的相关规定：

- 额定电压（Ur）；
- 额定绝缘水平（额定雷电冲击耐受电压、额定工频耐受电压等）；
- 额定频率（fr）；
- 额定电流（Ir）；
- 额定短时耐受电流（Ik）及额定峰值耐受电流（Ip）；
- 额定短路开断电流；
- 额定短路关合电流；
- 额定操作顺序；
- 额定气体压力（或密度）范围。

5.3.2 智能化相关额定值

制造商应在技术文件中明确以下智能化功能的核心额定参数，以量化其监测与控制能力。

表2 智能化功能额定值要求示例

参数类别	具体参数	要求或典型值示例	说明与参考
局放监测	检测频带	特高频(UHF)法: 0.3 GHz ~ 2.0 GHz	覆盖GIS内部典型局放信号频段。
	灵敏度	≤ 5 pC (或等效值)	高灵敏度监测能力。部分先进产品可实现整间隔局放量 ≤ 3 pC。
	通信接口与速率	以太网, 通信速率 ≥ 100 Mbps	保证监测数据, 尤其是故障录波数据的高速可靠传输。
F ₆ 气体监测	密度测量范围	对应于设备额定气压的0% ~ 150%	覆盖补气报警、闭锁及过压报警全范围。
	密度测量精度	$\leq \pm 1.0\%$ FS (满量程)	高精度测量, 支持状态精确评估。
	微水(湿度)测量范围	10 μ L/L ~ 1000 μ L/L (或按设备要求)	监测气体干燥度。
机械特性监测	行程测量精度	$\leq \pm 0.5\%$ FS	精确反映断路器触头运动特性。
	时间分辨率	≤ 0.1 ms	精确分析分合闸时间、速度。
智能组件	工作电源电压	DC 110V/220V 或 AC 220V, 容差范围 $\pm 20\%$	适应变电站直流/交流电源系统。
	防护等级	不低于IP55 (户外)或IP4X (户内)	与安装环境相适应。
	平均无故障时间(MTBF)	$\geq 50,000$ 小时	反映智能组件本体的可靠性。
系统集成	标准通信协议	应支持DL/T 860 (IEC 61850)	实现信息互联与互操作的基础。
	即插即用功能	支持 (可选高级功能)	传感器或模块更换时, 系统可自动识别、配置, 降低运维难度。

5.4 产品系列化要求与可靠性要求

5.4.1 系列化覆盖能力

制造商应具备覆盖110kV至550kV电压等级智能化GIS/HGIS产品的设计、制造与全套型式试验能力, 确保全系列产品技术路线的先进性与一致性。

5.4.2 结构紧凑化设计

产品设计应致力于结构紧凑化, 以减少变电站占地面积。例如, 145kV电压等级的三相共箱式GIS, 其间隔宽度可优化至不大于0.8米; 对于220kV电压等级的HGIS, 通过卧式等优化设计, 间隔宽度可严格控制在1.8米以内。

5.4.3 高可靠性设计要求

产品的设计与制造应追求卓越的可靠性指标，例如：

a) 密封可靠性：采用双道密封等先进密封结构，确保SF₆气体年泄漏率 ≤ 0.1%，显著降低气体补充频次与全生命周期运维成本；

b) 绝缘可靠性：通过精细化电场优化设计，控制设备在额定电压下的整体局部放电水平，先进产品可达到整间隔局部放电量 ≤ 3 pC的极高标准；

c) 操作寿命可靠性：断路器应采用先进灭弧技术与机构设计（如“双动触头结构+热膨胀+助吹”复合技术），电寿命与机械寿命应满足E2-C2-M2等高等级标准，以适应频繁操作或严苛工况。

6 技术要求

6.1 通用技术要求

GIS设备本体的设计、材料、工艺、绝缘、温升、短路性能等应符合GB/T 7674的规定。外壳防护等级户外不低于IP55，户内不低于IP4X。

6.2 智能化核心技术要求

6.2.1 智能化GIS应至少配置以下一种或多种在线监测功能，监测系统应满足相应精度、稳定性与长期可靠性要求。

表3 智能监测参量配置

监测类别	核心参量	性能要求（示例）
机械特性	分/合闸时间、速度、行程、线圈电流波形	行程测量精度 ≤ ±0.5%，时间精度 ≤ ±0.1ms
电气性能	局部放电（特高频、超声波）	灵敏度 ≤ 5pC，具备定位功能
绝缘介质	SF ₆ 气体（或环保气体）密度、压力、湿度、分解物	密度监测精度 ≤ ±1.5%FS，具备温度补偿
温度	断路器触头、母线连接点等关键部位温度	测量精度 ≤ ±1℃，支持连续监测
其他	断路器电寿命、避雷器状态、隔离开关分合闸位置	具备累计、评估与预警功能

6.2.2 智能组件与控制单元应采用模块化、一体化设计，便于安装、调试、维护与功能扩展。应具备数据集中处理、就地显示、本地存储与标准通信接口。环境耐受能力（防护、抗电磁干扰、温度等）应不低于其安装位置的GIS本体要求。

6.2.3 状态评估与诊断应内置或支持接入设备健康状态评估算法，能够融合多源监测数据，对机械特性劣化、绝缘缺陷、气体泄漏等典型故障进行诊断与预警。高级系统可支持基于数字孪生模型的故障预测与寿命评估。

6.2.4 信息模型与通信协议宜采用DL/T 860（IEC 61850）标准，实现互操作性。信息交互与通信方面应满足电力监控系统网络安全防护的相关规定。

6.2.5 环保与可持续发展方面，应鼓励采用环保绝缘气体（如SF₆混合气体、无氟气体）技术路线的研究与产品化应用。产品设计应考虑材料的可回收性与绿色制造工艺。

7 测试方法

7.1 型式试验

除完成GB/T 7674规定的全部型式试验外，还应增加以下智能化专项试验：

- 智能监测功能试验：验证各监测参量的测量范围、精度、响应时间；
- 智能组件性能试验：包括环境适应性、电磁兼容性、通信协议一致性及长期稳定性测试；
- 状态评估功能验证：通过模拟典型故障数据，验证诊断算法的准确性与有效性；

——数字孪生系统验证（如适用）：验证模型与物理设备的映射精度及仿真预测功能。

7.2 出厂试验

每台（套）设备出厂前，必须对所有智能化功能进行联调和测试，确保数据准确、通信正常、显示正确。

7.3 现场交接试验

设备现场安装后，应进行智能化系统的现场校验与整体联调，结果应符合技术要求，并作为设备投运的必要条件。

8 检测规则

8.1 检验分类

产品的检验分为出厂检验和型式检验，规则参照GB/T 7674，并将第7章规定的智能化功能试验项目纳入相应的检验类别。

9 标识、包装、运输与贮存

9.1 标志

智能化GIS或其智能组件应有明显的“智能设备”标识，铭牌上应包含主要智能化功能信息

9.2 包装、运输与贮存

除满足常规要求外，应确保智能组件、精密传感器在运输和贮存过程中不受损坏。随箱技术文件必须包括智能系统的详细说明书、软件备份、调试工具及接口文档。

10 产品对环境的影响

鼓励制造商在产品说明书中提供与环保相关的信息，如使用的环保气体类型、GWP值、可回收材料比例等，以支持绿色电网建设。
