ICS 29.130.10
CCS K 43

T/CS

团 体 标 准

T/CS XXX—2026

一二次融合环网箱绿色性能检测规程

Code of practice for green performance testing of primary and secondary fusion distribution network enclosures

（征求意见稿）

2026 - XX - XX 发布　　2026 - XX - XX 实施

中国商品学会　　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 2
5 检测条件与检测仪器 3
6 绿色性能检测项目与技术要求 3
7 检测方法 5
8 检测报告 8

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。

本文件由长江电气集团股份有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：长江电气集团股份有限公司、扬州隆源电器有限公司、浙江南腾电气有限公司、安徽亨通智能电力设备有限公司、南京自强铁路车辆配件有限公司、湖南创业德力电气有限公司。

本文件主要起草人：辛建兵、贾旗、吴祖成、闫瑞好、徐强、范敏。

一二次融合环网箱绿色性能检测规程

1 范围

本文件规定了一二次融合环网箱绿色性能检测的总则、检测条件、检测项目与技术要求、检测方法和检测报告。

本文件适用于额定电压 12 kV、额定频率 50 Hz 的一二次融合环网箱的绿色性能检测。

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 2423.1 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 B：高温

GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法

GB/T 3906 3.6 kV～40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 7354 高电压试验技术 局部放电测量

GB/T 11022 高压交流开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB/T 16288 塑料制品的标志

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 第 3 部分：射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 20861 废弃产品回收利用术语

GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求

DL/T 404 3.6 kV～40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备

DL/T 721 配电自动化终端技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

一二次融合环网箱 primary and secondary fusion distribution network enclosure

由环网柜、外壳、站所终端（DTU）、线路保护、二次连接电缆及相关附件构成，一次高压回路与二次感知、控制、通信功能在结构或功能上实现一体化集成的配电开关设备成套装置。

3.2

绿色性能 green performance

一二次融合环网箱在绝缘介质环保性、运行能效、材料可回收性、电磁环境友好性及二次功能低功耗等方面对资源节约和环境友好的综合表现。

3.3

环保绝缘介质 environmentally friendly insulating medium

不含六氟化硫（SF_6）或全球变暖潜能值（GWP，100 年时间尺度）不大于 10 的绝缘气体或气体混合物。

3.4

年漏气率 annual leakage rate

在额定充气压力下，一二次融合环网箱的密闭气室或气箱在一年时间内泄漏的气体质量（或等效压力折算质量）占初始充气质量的百分比。

3.5

全球变暖潜能值 global warming potential; GWP

在 100 年时间尺度上，单位质量某种温室气体相对于等量二氧化碳的辐射强迫积分之比。

3.6

可拆解性设计 design for disassembly

在一二次融合环网箱的结构设计中，通过紧固件连接、插接式接口、标准化标识等方式，使不同材料或不同回收类别的零部件能够在报废阶段被分类分离的设计特征。

3.7

检测样品 test sample

用于本次绿色性能检测的一二次融合环网箱整机，或可独立完成指定检测项目的完整功能单元。

4 总则

4.1 检测目的

绿色性能检测用于验证一二次融合环网箱在环保绝缘介质应用、年漏气率控制、温升能效、材料可回收性、噪声与局部放电水平、二次终端低功耗及有害物质控制等方面是否满足本文件规定的技术要求，为绿色性能符合性判定提供可追溯的检测证据。

4.2 检测原则

4.2.1 检测应在具备相应资质的检测机构进行。检测机构应建立覆盖检测全过程的样品管理、仪器校准、数据记录和报告审核程序。

4.2.2 检测样品应为一二次融合环网箱整机或按检测项目要求制备的完整功能单元。样品状态应记录气室充气压力、二次终端软件版本、绝缘介质类型及标称 GWP 值。检测前受检样品的安装状态应符合产品出厂装配技术要求，不得临时改动密封结构或二次接线。

4.2.3 检测数据应可追溯。每项检测记录应至少包括样品编号、检测日期、环境条件、仪器名称及编号、校准有效期、检测方法条款号和原始数据。所有检测原始数据不得事后涂改，确需修正时应采用划改方式并由检测人员签字确认。

4.3 检测项目分类

绿色性能检测项目分为环保介质性能、运行能效、材料与可回收性、电磁环境友好性、二次功能绿色性能和有害物质控制六类，检测项目与技术要求按第 6 章的规定执行，检测方法按第 7 章的规定执行。检测实施时可根据样品结构特点，在不降低技术要求的前提下合并同类检测项目。

5 检测条件与检测仪器

5.1 环境条件

5.1.1 除另有规定外，检测环境条件应满足下列要求：

a) 环境温度：5℃～40℃；
b) 相对湿度：不大于 85%；
c) 大气压力：86 kPa～106 kPa；
d) 检测现场无明显影响测量结果的振动、电磁干扰和气流。

5.1.2 开展局部放电检测时，环境本底局部放电噪声应不大于 5 pC；本底噪声超出该限值时，应在检测报告中明确记录实际本底噪声水平。

5.2 检测仪器

5.2.1 检测仪器应满足下列要求：

a) 气体检漏仪：对检测用示踪气体或目标气体的最小可检漏率应不大于 1×10^{-6} Pa·m³/s，且在校准有效期内；
b) 回路电阻测试仪：测量范围应覆盖 0 μΩ～2000 μΩ，分辨力不大于 1 μΩ，准确度等级不低于 0.5 级；
c) 温度测量装置：采用热电偶或铂电阻，测量范围应覆盖 0℃～150℃，最大允许误差不超过±1℃；
d) 噪声测量仪器：应符合 GB/T 3768 中对声压级测量仪器的要求，且满足 2 级或以上精度；
e) 局部放电测量系统：应符合 GB/T 7354 中的要求，最小可测放电量不大于 5 pC；
f) 功率测量装置：用于二次终端功耗测量，电压测量最大允许误差不超过±0.5%，电流测量最大允许误差不超过±0.5%，功率测量最大允许误差不超过±1%；
g) 露点仪：测量范围应覆盖－60℃～＋20℃，最大允许误差不超过±2℃。

5.2.2 所有计量类检测仪器均应在法定计量机构出具的校准证书有效期内使用。

6 绿色性能检测项目与技术要求

6.1 环保介质性能

6.1.1 绝缘介质 GWP 核查

一二次融合环网箱采用的绝缘介质应为环保绝缘介质。受检样品应提供绝缘介质的化学成分声明及 GWP 值依据文件。绝缘介质的 GWP（100 年）应不大于 10。对于以干燥空气或氮气为绝缘介质的样品，GWP 按 0 计。

6.1.2 年漏气率

一二次融合环网箱各独立密闭气室或整体气箱的年漏气率应不大于 0.1%/年。对于采用干燥空气或氮气作为绝缘介质、且气箱采用激光焊接不锈钢结构的样品，年漏气率应不大于 0.05%/年。

6.1.3 气体露点

以干燥空气、氮气或合成环保气体为绝缘介质的样品，在额定充气压力下，气体露点应不高于－30℃。

6.2 运行能效

6.2.1 主回路电阻

一二次融合环网箱各相主回路直流电阻的实测值不应大于型式试验报告或设计文件规定值的 1.2 倍，且同一回路各相之间的电阻偏差不应大于平均值的 10%。

6.2.2 温升

6.2.2.1 在额定电流及 1.1 倍额定电流下进行温升检测，一二次融合环网箱各部件的温升不应超过 GB/T 11022 规定的限值。下列部位的温升应同时满足：

a) 铜-铜搭接面温升：不大于 65 K；
b) 绝缘材料表面温升：不大于 30 K；
c) 人体可接触的外壳表面温升：不大于 30 K。

6.2.2.2 温升检测完成后，设备外壳防护性能仍应符合 GB/T 4208 中产品标称的 IP 等级要求。

6.2.3 二次终端功耗

DTU 在额定工作电压、待机状态下的有功功耗应不大于 15 W；在正常监测与通信状态下的有功功耗应不大于 25 W。DTU 的功能配置应符合 DL/T 721 规定的基本功能要求，不得通过删减标准规定功能实现低功耗指标。

6.3 材料与可回收性

6.3.1 材料标识

一二次融合环网箱中质量大于 25 g 的塑料零部件，应按 GB/T 16288 的规定标注材料名称或回收标识。金属零部件应按其材质类别在铭牌或随行文件上予以标明。

6.3.2 可拆解性

6.3.2.1 一二次融合环网箱中下列连接方式应满足可拆解性设计要求：

a) 外壳与内部功能单元之间的连接应采用螺纹紧固件、插接件或卡扣式连接，不应采用不可逆的焊接或胶粘方式连接不同回收类别的材料；
b) 一二次融合接口（航空插头、二次电缆连接器）应可在不破坏一次回路的前提下分离；
c) 质量大于 500 g 的金属部件与塑料部件之间的连接应可在常规手工工具作用下分离。

6.3.2.2 可拆解性设计的相关术语定义应符合 GB/T 20861 的基础规则要求。

6.3.3 金属材料回收率

一二次融合环网箱中钢铁及铜、铝等金属材料的质量占设备总质量（不含绝缘气体）的比例应不低于 60%，且金属材料应可进入常规金属回收流程。

6.4 电磁环境友好性

6.4.1 噪声

一二次融合环网箱在额定电压、空载运行状态下，距外壳 1 m 处的 A 计权声压级应不大于 55 dB(A)。

6.4.2 局部放电量

一二次融合环网箱的一次回路在 1.1 倍额定电压下，局部放电量应不大于 20 pC；在 1.1 倍额定电压下预加电压后降至 1.1 倍额定电压 / √3 测量时，局部放电量应不大于 10 pC。

6.5 二次功能绿色性能

6.5.1 电磁兼容抗扰度

站所终端（DTU）及二次回路应满足下列抗扰度要求：

a) 静电放电抗扰度：按 GB/T 17626.2，接触放电±6 kV，空气放电±8 kV，性能判据 B

b) 射频电磁场辐射抗扰度：按 GB/T 17626.3，10 V/m（80 MHz～1 GHz），性能判据 A；

c) 浪涌（冲击）抗扰度：按 GB/T 17626.5，电源端口±2 kV（线-地）/ ±1 kV（线-线），性能判据 B。

6.5.2 通信模块待机功耗

无线通信模块在无业务数据传输的待机状态下，有功功耗应不大于 3 W。

6.5.3 环境适应性绿色要求

DTU 及二次电子部件的低温、高温运行性能应分别符合 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2 中规定的工业级设备运行要求，避免因环境适应性不足导致设备提前报废。

6.6 有害物质控制

一二次融合环网箱中电子电气部件（站所终端、通信模块、二次连接电缆及连接器）的有害物质限量应符合 GB/T 26572 的规定。样品应提供由具备资质的检测机构出具的有害物质检测报告或供应商符合性声明。

7 检测方法

7.1 绝缘介质 GWP 核查

查阅受检样品随附的绝缘介质化学成分声明文件、安全数据表及 GWP 值依据文件。对于声明为环保绝缘介质的样品，核对 GWP 值是否不大于 10。对于干燥空气或氮气，核查气体供应方的成分证书，确认不含 SF_6 及其他氟化温室气体。核查结果记入检测报告。

7.2 年漏气率检测

7.2.1 检测应在气室充气至额定压力并静置不少于 24 h 后进行。

7.2.2 采用扣罩法或示踪气体检漏法测定年漏气率。扣罩法按下列步骤进行：

a) 将独立气室或整体气箱置于密闭扣罩内，扣罩容积应经标定；

b) 在扣罩内设置气体浓度传感器，连续监测不少于 8 h，记录目标气体浓度—时间曲线；

c) 按式（1）计算年漏气率：

$$L = \frac{\Delta m}{m_0} \times \frac{365}{t} \times 100\% \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

L——年漏气率，%；

Δm——检测时段内泄漏的目标气体质量，g；

m_0——气室初始充气质量，g；

t——检测持续时间，d。

7.2.3 对于采用示踪气体检漏法的样品，示踪气体应与实际绝缘介质具有可追溯的等效泄漏关系，等效关系应在检测报告中说明。年漏气率按式（1）的原理折算。

7.2.4 年漏气率的判定应按 6.1.2 的规定执行。

7.3 气体露点检测

在气室额定充气压力下，使用露点仪从气室取样阀取样测量。取样前应以样品气体冲洗取样管路不少于 3 次。待露点仪读数稳定后记录测量值。测量应在环境温度不低于 5℃的条件下进行。露点的判定应按 6.1.3 的规定执行。

7.4 主回路电阻检测

7.4.1 采用直流压降法测量。测量电流宜为 100 A～600 A（直流），实际使用的测量电流值应记录。测量应在主回路各相分别进行，测量点应包括进出线端子及母线连接部位。

7.4.2 测量前应确认主回路连接螺栓的紧固力矩符合制造商技术文件的规定。每个测量点应在电流稳定后读数，同一测量点重复测量 3 次，取算术平均值作为该点电阻值。

7.4.3 各相主回路电阻按 7.4.2 的测量结果确定。相间偏差按式（2）计算：

$$\delta = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{avg}} \times 100\% \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

δ——相间电阻偏差，%；

R_{max}——最大相电阻，μΩ；

R_{min}——最小相电阻，μΩ；

R_{avg}——三相电阻算术平均值，μΩ。

7.5 温升检测

7.5.1 温升检测应按GB/T 11022中的规定进行。检测电流为额定电流的1.0倍和1.1倍。温度测量采用热电偶或铂电阻，测点布置应覆盖主回路连接部位、母线搭接面、绝缘材料表面及人体可接触的外壳表面。温升稳定条件按GB/T 11022中的规定确定。温升限值按6.2.2的规定判定。

7.5.2 温升检测完成后，应按GB/T 4208规定的IP等级试验方法对受检样品的外壳防护性能进行复核检查。

7.6 二次终端功耗检测

7.6.1 将站所终端（DTU）接入额定工作电压的直流电源，二次连接电缆按制造商规定的典型配置连接。分别测量下列状态下的有功功耗：

a) 待机状态：终端完成上电初始化后，无遥测、遥信变位，无远方通信业务，持续运行不少于 30 min 后测量；

b) 正常监测与通信状态：终端按额定采样周期采集模拟量、数字量，并与模拟主站保持通信连接，持续运行不少于 30 min 后测量。

7.6.2 功耗测量采用功率测量装置接入终端电源回路，取稳定运行时段内的算术平均值。检测前应确认DTU已加载DL/T 721规定的全部基础运行功能，不得在功能裁剪状态下开展功耗检测。

7.7 材料标识与可拆解性检查

7.7.1 材料标识检查采用目视检查和文档核查方式。逐一检查质量大于25 g的塑料零部件是否有按GB/T 16288规定的材料标识；核查随行文件是否标明金属零部件的材质类别。

7.7.2 可拆解性检查采用实际操作方式。使用常规手工工具（螺丝刀、扳手等）尝试分离6.3.2所列连接部位，记录分离所需的工具类型、操作步骤和分离结果。一二次融合接口的分离操作应在一次回路不带电、气室压力释放至表压为零的状态下进行。

7.7.3 可拆解性的判定逻辑应与GB/T 20861中回收利用的基础术语定义保持一致。

7.8 金属材料回收率核查

依据受检样品的设计文件或材料清单，统计钢铁、铜、铝等金属材料的质量，按式（3）计算金属材料质量占比：

$$\eta = \frac{m_{metal}}{m_{total} - m_{gas}} \times 100\% \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：

η——金属材料质量占比，%；

m_{metal}——钢铁、铜、铝等金属材料质量之和，kg；

m_{total}——设备总质量（含绝缘气体），kg；

m_{gas}——绝缘气体质量，kg。

无法从设计文件中直接获取金属材料质量时，可采用拆解称重法对一台代表性样品进行实测。拆解称重应在7.7.2可拆解性检查之后进行。

7.9 噪声检测

噪声检测按GB/T 3768的规定进行。测量表面采用包络受检样品主要噪声辐射面的矩形六面体测量面，测量点距外壳1 m。受检样品在额定电压下空载运行，所有通风、冷却装置按正常运行状态投入。背景噪声应比测量声压级低10 dB(A)以上；背景噪声修正按GB/T 3768中的规定执行。测量结果以A计权声压级表示。

7.10 局部放电检测

局部放电检测按GB/T 7354的规定进行，采用脉冲电流法。检测回路应经方波校准，校准脉冲注入点应靠近受检样品的高压端。施加电压程序按下列步骤进行：

a) 将电压升至 1.1 倍额定电压，保持 5 min，记录局部放电量；

b) 将电压降至 1.1 倍额定电压 / √3，保持 1 min，记录局部放电量；

c) 局部放电量（6.4.2 中定义的测量量）以视在放电电荷表示，单位为 pC。

检测环境的本底噪声应不大于5 pC。如本底噪声超过5 pC，应在检测报告中记录实际本底噪声水平，并对测量结果的可检出性作出说明。

7.11 电磁兼容抗扰度检测

静电放电抗扰度检测按GB/T 17626.2进行；射频电磁场辐射抗扰度检测按GB/T 17626.3进行；浪涌（冲击）抗扰度检测按GB/T 17626.5进行。受检二次设备在检测中应处于正常监测与通信状态，性能判据按6.5.1的规定执行。

7.12 通信模块待机功耗检测

在站所终端处于待机状态、无线通信模块已注册网络但无业务数据传输的条件下，采用功率测量装置测量通信模块电源输入端的直流有功功率。测量持续不少于15 min，取稳定时段的算术平均值。

7.13 环境适应性检测

DTU二次电子部件的低温运行试验按GB/T 2423.1规定的试验Ab方法开展，在-10℃环境下持续通电运行2 h后检查功能状态；高温运行试验按GB/T 2423.2规定的试验Bb方法开展，在+55℃环境下持续通电运行2 h后检查功能状态。试验过程中设备应无死机、数据丢失或通信中断现象。

7.14 有害物质核查

查阅受检样品中电子电气部件的有害物质检测报告或供应商符合性声明，核对检测项目是否覆盖GB/T 26572规定的限用物质，检测报告是否在有效期内。核查结果记入检测报告。

8 检测报告

8.1 报告内容

检测报告应至少包括下列内容：

a) 报告编号、检测日期、检测机构名称及资质标识；
b) 受检样品信息：型号、出厂编号、额定电压、额定电流、绝缘介质类型、标称 GWP 值、气室额定充气压力、站所终端型号及软件版本；
c) 检测依据：本文件编号及名称；
d) 检测项目、技术要求条款号和检测方法条款号的对应关系；
e) 每项检测的原始数据、计算过程和判定结论；
f) 检测环境条件；
g) 检测仪器名称、型号、编号及校准有效期；
h) 检测人员、审核人员和批准人员的签名及日期；
i) 本文件未规定的任何偏离或例外情况的说明。

8.2 判定规则

受检样品的全部绿色性能检测项目均符合第6章相应条款的规定时，判定该样品绿色性能检测合格。任一检测项目不符合时，判定该样品绿色性能检测不合格，检测报告应明确列出不符合项目及其检测数据。

8.3 数据可追溯性要求

检测报告中的每项检测数据应可在检测机构的原始记录中溯源。原始记录应保存不少于6年。年漏气率和局部放电量等关键参数的原始监测曲线或电子数据文件应作为检测报告的支撑材料一并归档。检测报告中所有判定结论不得使用模糊表述，仅可出具“符合”“不符合”两种明确判定结果。