

团体标准《12kV 交流传感器内置式户外固封极柱技术条件》编制说明

本文件针对 12kV 交流传感器内置式户外固封极柱的特点，明确了固封极柱与传感器一体化设计的原则，并规定了具体的额定值、技术要求、试验方法和判定标准。针对内置不同传感模块的固封极柱，提出了差异化的试验方法，包括但不限于型式试验、例行试验和特殊试验，以确保不同配置的固封极柱都能满足相应的性能和安全要求，以便提高固封极柱的整体性能，增强其在配电网中的应用效果。

本文件规定了额定电压 12 kV、额定频率 50 Hz 的户外高压交流真空开关设备用交流传感器内置的户外固封极柱的使用条件、技术性能要求、设计与结构、试验要求、包装、运输、储存和安装等方面的技术要求。本文件适用于额定电压 12 kV，频率 50 Hz 架空线路户外交流真空开关设备用交流传感器内置的户外固封极柱。

一、任务来源

本标准根据 2024 年 07 月 09 日《关于 2024 年中国电工技术学会标准立项（第二批）的通知》（电技学字[2024]第 110 号）编写，由中国电工技术学会归口，由许继德理施尔电气有限公司负责牵头。

二、工作简况

1. 2023 年 10 月，成立以许继德理施尔电气有限公司为牵头单位的起草工作组，在湖北省武汉市针对《12kV 智能配电柱上开关用固封极柱技术条件》标准提案进行了专题研讨，形成第一版大纲和草稿；

2. 2023 年 10 月—12 月，系统分析了 JB/T 11203 等现行标准适用性。2023 年 12 月 19 日，组织国内行业专家对该标准草稿进行评审，对大纲和内容提出了建设性的意见；

3. 2023 年 12 月—2024 年 4 月，调研行业内多个厂家的产品结构形式和一二二次融合设备应用需求，组织行业专家线上视频的方式对修改后的第一版讨论稿进行了评审，并提出该标准的侧重点；

4. 2024 年 5 月—6 月，对第一版讨论稿进行了修改，形成第二版讨论稿。

5. 2024 年 6 月 5 日, 组织行业专家在河南许昌对第二版讨论进行评审, 并编写立项材料。

6. 2024 年 7 月 9 日在中国电工技术学会立项, 项目编号: CESBZ2024024。

7. 2024 年 8 月-2025 年 1 月, 对标准中的技术参数和试验方法进行了测试和验证, 形成了第三版讨论稿。

8. 2025 年 1 月 21 日, 组织编写单位及行业专家对第三版讨论稿进行了评审。评审后对讨论时提出的附录 A 进行了调整, 重新对术语 3.1 进行了细化, 并做了编辑性修改, 形成了第四版讨论稿。

9. 2025 年 4 月 21 日, 组织编写单位及行业专家对第四版讨论稿进行了评审, 一致认为该标准已经具备征求意见的条件。

10. 送审阶段:

11. 报批阶段:

三、标准编制原则和主要内容

1、标准编制原则

1) 科学性与先进性原则。基于最新科研成果、技术数据和实践经验, 确保内容科学可靠, 同时考虑技术发展趋势, 适度超前, 避免标准短期内过时。

2) 协调性与统一性原则。与现有国家标准、行业标准保持一致, 避免冲突, 同时与 T/CES 018、T/CES 033、T/CES 064 等团体标准衔接, 确保标准体系的层次性和连贯性。

3) 实用性与可操作性原则。结合国内电网实际需求, 考虑技术、经济等差异, 技术参数清晰易懂, 量化指标便于实施和检测。

4) 公开透明与广泛参与原则。起草阶段广泛吸收电力用户、科研院所、部件制造单位、成套制造商、检测机构, 广泛征求意见, 确保编制过程公正透明。

5) 不限定具体实现形式。12kV 交流传感器内置式户外固封极柱发展正处于初步成熟期, 当前各技术方案并行, 不同实现方式共存。本标准强调交流传感器内置式户外固封极柱功能要求与技术指标, 不限定具体的实现方式, 鼓励不同技术方案与实现方式之间的对比验证。

2、标准主要内容

1) 范围

本文件规定了额定电压 12 kV、额定频率 50 Hz 的户外高压交流真空开关设备用交流传感器内置的户外固封极柱的使用条件、技术性能要求、设计与结构、试验要求、包装、运输、储存和安装等方面的技术要求。

本文件适用于额定电压 12 kV, 频率 50 Hz 架空线路户外交流真空开关设备用交流传感器内置的户外固封极柱。

经供需双方协议, 本文件的部分适用于额定电压 24 kV, 频率 50 Hz 的户内、户外型交流传感器内置的固封极柱。

本文件适用于单独生产和销售的固封极柱。构成柱上开关的一部分且不能按本文件试验的固封极柱, 应随该柱上开关一起试验。

2) 技术性能要求

本部分主要限定了固封极柱的额定参数, 因交流传感器内置于固封极柱中, 在额定绝缘水平中, 引入截断雷电冲击耐受电压的参数, 增加电压传感器、电流传感器、电容取电装置的相关要求, 同时结合检测机构前期试验验证情况和电力用户的反馈, 细化了在不同电压下局部放电的允许水平, 主要侧重于正常及操作过电压(相电压、1.2 倍额定电压、1.2 倍额定电压/ $\sqrt{3}$), 保证设备的绝缘性能, 为后期绝缘在线监测奠定基础。同时为了降低该产品对现有保护算法的影响, 增加了三相分布参数不平衡泄露电流的技术要求。在温升限值和温升部分, 结合 GB/T 11022-2020、GB/T 20840 系列标准的相关要求, 确定了固封极柱中各部件、材料和绝缘介质的温度和温升限值, 同时明确出海拔对温升影响的关系。

3) 设计与结构

该章节按照功能对交流传感器内置式户外固封极柱进行了基本分类, 主要分为电压型、电流型、取电型、电压-电流型、电压-取电型、电流-取电型、电压-电流-取电型等 7 类, 在满足常规固封极柱设计结构的基础上, 明确和细化了内置组件、固化物、外绝缘、合格证、端子、绝缘拉杆、接口等相关要求。

4) 试验要求

明确出固封极柱的试验项目如表 1 所示。

表 1 固封极柱的试验项目

| 序号 | 试验项目 | 出厂试验 | 型式试验 | 特殊试验 | 标准条文 | 规范性标准 | 备注 |
|----|------------|----------|------|------|-------------|-----------------------|---------------------------|
| 1 | 外观检查 | √ | √ | / | 6.1、7.4.1 | | |
| 2 | 绝缘试验 | 交流耐受电压试验 | √ | √ | / | 5.2.4、7.4.2 | GB/T 16927.1-2011 4.4、6.3 |
| 3 | | 局部放电试验 | √ | √ | / | 5.3、7.4.3 | GB/T 7354-2018 4.3 |
| 4 | 雷电冲击耐受电压试验 | / | √ | / | 5.2.4、7.4.4 | GB/T 16927.1-2011 7.3 | |

| 序号 | 试验项目 | | 出厂试验 | 型式试验 | 特殊试验 | 标准条文 | 规范性标准 | 备注 |
|----|-------------------|------------|------|------|------|-----------------------------------|-------------------------------|---------|
| 5 | | 截断雷电冲击耐受电压 | / | √ | / | 5.2.4、7.4.4 | GB/T 16927.1-2011 7.3 | |
| 6 | | 二次回路绝缘耐压试验 | √ | √ | / | 5.2.9、 5.2.10、 5.2.11、7.4.5 | GB/T 11022-2020 8.3.4 | |
| 7 | 误差试验 | 电压传感器误差试验 | √ | √ | / | 5.2.9、7.4.6 | T/CES 018-2018 7.4.4 | |
| 8 | | 电流传感器误差试验 | √ | √ | / | 5.2.10、7.4.6 | T/CES 018-2018 7.4.4 | |
| 9 | 电流传感器复合误差试验 | | / | √ | / | 5.2.10、7.4.7 | T/CES 018-2018 7.4.4 | |
| 10 | 运行变差试验 | | / | √ | / | 5.2.10、7.4.8 | T/CES 018-2018 7.4.6 | |
| 11 | 额定短时耐受电流和峰值耐受电流试验 | | / | √ | / | 5.2.5、5.2.6、 5.2.7、7.4.9 | GB/T 11022-2020 7.6 | 随柱上开关试验 |
| 12 | 电容分压式取电装置性能试验(如有) | | √ | √ | / | 5.2.11、 7.4.10 | T/CES 064-2021 | |
| 13 | 回路电阻测量 | | √ | √ | / | 7.4.11 | JB/T 8738-2008 6.4 | |
| 14 | 机械试验 | | √ | √ | / | 5.4、5.5、 7.4.12 | GB/T 1984-2014 6.101 | 随柱上开关试验 |
| 15 | 温升试验 | | / | √ | / | 6.2、7.4.13 | GB/T 1984-2014 6.5 | |
| 16 | 关合和开断试验 | T10~T100 | / | √ | / | 5.2.12、 7.4.14 | DL/T 402-2016 6.102~6.106 | 随柱上开关试验 |
| 17 | | 电寿命试验 | | | / | | DL/T 402-2016 6.112 | |
| 18 | | 异相接地故障试验 | | | / | | DL/T 402-2016 6.108 | |
| 19 | | 失步关合和开断试验 | | | / | | DL/T 402-2016 6.110 | |
| 20 | 容性电流开合试验 | | / | √ | / | 5.2.13、 7.4.15 | DL/T 402-2016 6.111 | 随柱上开关试验 |
| 21 | 户外型产品交变湿热试验 | | / | / | √ | 7.4.16 | GB/T 2423.4-2008 | |
| 22 | 户外型产品盐雾试验 | | / | / | √ | 7.4.17 | GB/T 2423.18-2012 严酷等级(3)到(6) | |
| 23 | 户外型产品日照辐射试验 | | / | / | √ | 7.4.18 | GB/T 2423.24-2013 | |
| 24 | 防护等级试验 | | / | / | √ | 6.7、7.4.19 | GB /T 4208-2017 | 随柱上开关试验 |
| 25 | 防火阻燃试验 | | / | / | √ | 7.4.20 | GB/T 5169.16-2017 | |
| 26 | X射线检查 | | √ | / | / | 7.4.21 | JB/T 11203-2011 7.4 | |

| 序号 | 试验项目 | 出厂试验 | 型式试验 | 特殊试验 | 标准条文 | 规范性标准 | 备注 |
|----|--------|------|------|------|--------|------------------------|----|
| 27 | 低温试验 | / | √ | / | 7.4.22 | GB/T 2423.1 | |
| 28 | 高温试验 | / | √ | / | 7.4.23 | GB/T 2423.2 | |
| 29 | 温度变化试验 | / | √ | / | 7.4.24 | GB/T 2423.22 | |
| 30 | 机械振动试验 | / | √ | / | 7.4.25 | GB/T 2423.10 | |
| 31 | 机械强度试验 | / | √ | / | 7.4.26 | GB/T 1985-2023 7.102.4 | |
| 32 | 热稳定性试验 | / | √ | / | 7.4.27 | JB/T 11203-2011 6.8 | |

规定试验顺序,为验证大电流高电压对内置组件的影响,规定在一系列型式试验项目之前和之后应测量局部放电量、传感器的相关误差试验和取电装置的性能试验,以检查是否发生了损伤。同时明确出相关试验项目的方法,特别需要说明的是温升试验是依据固封极柱的功能分类来开展,其施加条件不仅仅是电流,如果配置的有电压传感器或电容取电装置,还应施加电压,传感器二次应接额定负荷。同时固封极柱是否配置有电流传感器,其试验电流也有较大差别,如果无电流传感器,按照 $1.1I_r$ 施加电流,如果配置有电流传感器按照 720A 电流施加。

5) 附录

附录 A 作为资料性附录,示意出固封极柱的布局,同时对接口定义进行了细化。附录 B 为固封极柱的选用导则,为用户选用固封极柱提供了指导。附录 C 为应随订货单、投标书和询问单一起提供的资料,明确出该产品需要提供的资料,便于后期规范产品的推广。

3、主要技术差异

相较 JB/T 11203, 该标准主要侧重新增交流传感器、电容取电装置之后固封极柱的技术新增要求,设计与结构中明确内置组件应一体化设计,将固封极柱、传感器、电容取电装置、成套开关的标准中的相关要求进行了融合,便于理解,并结合该产品在电网系统中应用场景,增加了三相分布参数不平衡泄露电流的要求。在试验部分,依据固封极柱内置组件配置情况,明确出试验顺序及差异化的试验方法。

4、解决的主要问题

1) 标准缺失与依据不足

本标准旨在解决交流传感器内置式固封极柱产品在试验验证过程中缺乏直接标准依据的问题。目前,针对该类集成化产品的整体性能评估尚无统一的技术规范,相关试验只能参考分立组件的标准,导致检测要求不明确,适用性受限。

2) 组件标准间参数与要求的冲突

a. 额定电流与温升电流不匹配

现行电流传感器标准（如 GB/T 20840 系列）规定额定一次电流为 600A，温升试验电流为 720A（1.2 倍）；而现有固封极柱产品的额定电流为 630A，温升电流为 693A（1.1 倍）。两者参数体系不一致，导致集成产品在试验验证时出现技术冲突，影响判定结果的科学性。

b. 组件检测标准的分立性

当前检测中，传感器依据 T/CES 018 和 GB/T 20840 系列标准，电容取电装置依据 T/CES 064 标准，均未考虑二者集成于固封极柱后的协同工作特性。

3) 多组件集成下的交互影响未被覆盖

在传感器与电容取电装置共存的配置下，电磁兼容性、热稳定性、绝缘配合等关键性能可能因组件间相互作用而发生变化。然而，现有标准仅针对独立组件制定测试方法，未涉及集成状态下的相互影响评估，存在技术盲区。

本标准的核心定位：统一集成产品的性能参数体系，协调额定电流、温升限值等关键指标，避免组件间技术要求矛盾。建立针对固封极柱整体结构的试验方法，补充传感器与取电装置交互影响的评估条款（如复合工况下的温升、绝缘强度等）。明确兼容性要求，确保标准与现有组件标准（T/CES、GB/T 系列）的衔接，同时填补集成化产品的技术空白。

四、主要试验（或验证）情况

为验证团体标准的科学性和适用性，在国内主流厂商的产品基础上，委托独立第三方检测机构开展了摸底测试。测试对象涵盖了不同结构设计的 12kV 交流传感器内置式户外固封极柱样品，评估其在绝缘性能、测量精度、温升特性等方面的能力。

试验严格依据标准规定的技术要求，重点关注以下关键性能测试（表 2 所示）：

表 2 12kV 交流传感器内置式户外固封极柱关键性能测试汇总表

| 试验项目 | 测试标准/ 方法 | 测试结果 | 符合性分析 |
|------------------------------------|-----------------------------|--|------------------------------------|
| 绝缘试验（工频耐压、雷电冲击耐压、截断雷电冲击耐受电压、局部放电等） | 5.2.4、5.3、7.4.2、7.4.3、7.4.4 | 多数产品满足标准要求的工频 42kV/1min、雷电冲击 75kV（峰值）、截断雷电冲击 85kV 和局部放电的要求。部分含有电容取电装置的产品在相电压下局放超标，而 1.2Ur 下局放满足要求。 | 主要问题：电容取电装置内部的保护电路产生的高频对局部放电测试有影响。 |
| 误差试验（比差、相位差） | 5.2.9、5.2.10、 | 多数产品均满足 0.5 级电压、0.5S 级电流要求，部分含有电容取电装置的产品，电容取电工作与否影响电压传 | 主要影响因素：部分电容 |

| 试验项目 | 测试标准/ 方法 | 测试结果 | 符合性分析 |
|--------------------|----------------------|--|-------------------------|
| | 7. 4. 6 | 感器的精度。 | 取电产生杂散电容会对传感器精度有影响。 |
| 复合误差试验(含谐波影响) | 5. 2. 10、 7. 4. 7 | 在 5 次、7 次谐波叠加时，部分产品的复合误差超出限值，部分厂家产品表现良好。 | 关键问题：抗干扰设计需增强。 |
| 运行变差试验(磁干扰、温变影响) | 5. 2. 10、 7. 4. 8 | 部分产品误差超限，需增加磁屏蔽设计。 | 改进点：优化传感器的抗电磁干扰能力及结构布局。 |
| 温升试验(额定电流、1.1 倍过载) | 6. 2、7. 4. 13 | 多数产品满足温升限值要求，部分在 720A 时温升接近上限。 | 需关注：传感器-极柱集成结构的热计。 |

结论：当前国内市场部分主流厂家的 12kV 传感器内置式固封极柱能够满足标准要求的绝缘试验、复合误差、误差试验、温升试验等核心项目，但具备电容取电装置时，误差容易受影响，部分具备电流传感器的极柱在 720A 下，温升接近限值，热平衡设计仍有优化空间。

五、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

六、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

1. 社会效益

将显著提升电力设备的安全性与可靠性，减少因技术参数不统一导致的设备故障风险，进而降低电网运维成本和社会停电损失。内置式传感器的标准化设计有助于实现智能配电网的高效监测和数据互通，为“双碳”目标下的能源数字化转型提供技术支撑。同时，该标准可推动相关产品的质量一致性，保障电力用户用电安全，增强公众对智能电力设备的信任度，形成社会节能环保意识与技术创新的正向循环。

2. 对产业发展的作用

填补技术空白：本标准首次系统规范了 12kV 交流传感器内置式固封极柱的技术要求，解决了行业缺乏统一技术规范的问题，为产品研发、检测认证提供了明确依据，避免低水平重复开发。

促进标准化与协同创新：通过统一绝缘性能、机械强度、环境适应性等关键指标，推动产业链上下游协同，加速高可靠性、智能化产品的规模化应用，提升产业整体竞争力。

推动产业升级：标准的先进性与前瞻性（如兼容智能化功能接口）引导企业技术升级，优化生产线和工艺设计，促进高附加值产品占比提升，助力产业结构向高端化、绿色化转型。

增强国际竞争力：通过积极采标国际先进经验，提升国产设备的技术对标能力，为相关产品“走出去”提供标准保障，拓展国际市场空间。

七、与国际、国外对比情况

国内外无直接对应标准，技术指标为国内先进水平。

八、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行法律、法规、规章、GB/T 11022、DL/T 593、JB/T 11203 等标准保持一致。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为团体标准。

十一、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准批准发布 2 天后实施。

十二、废止现行相关标准的建议

无。

十三、其他应予说明的事项

无。

《12kV 交流传感器内置式户外固封极柱技术条件》标准编写工作组

2025 年 5 月 6 日