

# T/CIEP

中国工业环保促进会团体标准

T/CIEP XXXX—XXXX

## 一二次融合柱上开关运行维护技术要求

Technical requirements for operation maintenance of primary and secondary  
integrated pole-mounted circuit breakers

(征求意见稿)

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国工业环保促进会 发布

## 目 次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 运维基本要求 .....	2
5 产品技术要求 .....	2
6 试验、调试和验收 .....	4
7 运行监测 .....	6
8 维护检修 .....	6
9 故障处理 .....	7
10 安全防护 .....	8
附 录 A （规范性） 一二次配合配电设备特点和检测要点 .....	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。

本文件由中国工业环保促进会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

## 引 言

现行标准关注短路通断、绝缘、机械特性、准确度等传统项目，一二次融合柱上断路器关注高精度一体化量测、一体化电磁兼容、小电流接地故障识别、复杂馈线自动化逻辑功能等先进技术引入的检测项目；普通12 kV柱上断路器制造业入门门槛较低，市场需求量及需求前景较可观，短时间内生产厂家投入研发生产，导致市场产品质量水平良莠不齐。

一二次融合柱上断路器采用一体化设计理念，终端产品设计遵循小型化、标准化、即插即用的原则，通过提高配电一、二次设备的标准化、集成化水平，提升配电设备运行水平、运维质量与效率。通过运用物联网技术精准定位、快速隔离故障点，进而能够快速复电、改善用户体验、提升配调管理质效。

一二次融合柱上断路器能够解决一、二次设备接口不匹配，兼容性、扩展性、互换性差等问题；实现装置级更换、工厂化维修、自动化检测，减少现场运维工作量；支撑单相接地故障处理、智能分布式FA、光纤纵差保护等应用；配置线损管理模块，支撑中压配电网线损管理；解决遥信抖动、设备凝露等问题；一二次设备与传感器深度融合，实现一次设备状态监测；实现物联网向中压配电网的应用延伸。

# 一二次融合柱上开关运行维护技术要求

## 1 范围

本文件规定了10kV配电网一二次融合柱上开关（包括断路器和负荷开关）从安装调试、验收到运行监测、维护检修、故障处理及安全防护等方面的详细技术要求、操作流程及判断标准。

本文件适用于10kV电压等级配电网中投入运行的一二次融合柱上开关。

## 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 1984	高压交流断路器
GB 1985	高压交流隔离开关和接地开关
GB 3804	3.6 kV~ 40.5 kV高压交流负荷开关
GB/T 2900.20	电工术语：高压开关设备和控制设备
GB/T 11022	高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
GB 50150	电气装置安装工程 电气设备交接试验标准
GB/T 20840.1	互感器 第1部分：通用技术要求
GB/T 20840.3	互感器 第3部分：电磁式电压互感器的补充技术要求
GB/T 20840.4	互感器 第4部分：部分组合互感器的补充技术要求
GB/T 20840.7	互感器 第7部分：电子式电压互感器
GB/T 20840.8	互感器 第8部分：电子式电流互感器
GB/T 20840.9	互感器 第9部分：互感器的数字接口
DL/T 402	高压交流断路器
DL/T 403	高压交流真空断路器
DL/T 486	高压交流隔离开关和接地开关
DL/T 593	高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
DL/T 2859	12 kV一二次融合柱上开关
DL/T 721	配电自动化远方终端
DL/T 814	配电自动化系统技术规范
T/CES 018	配电网10 kV及20 kV交流传感器技术条件

## 3 术语和定义

GB/T 2900.20、GB/T 11022、DL/T 593、DL/T 2859界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 一二次融合柱上开关 (primary and secondary integrated pole-mounted circuit breakers)

一种将柱上断路器（或负荷开关）、馈线终端/控制器、供电电源、一二次设备连接电缆、互感器/传感器等进行一体化设计，实现在线监控、故障处理等功能的柱上断路器（或负荷开关）成套化设备。其特征是接口标准化、集成度高、可靠性强。

### 3.2 馈线终端/控制器 (FTU, feed terminal unit)

设备的核心处理单元，负责实时数据采集、保护逻辑判断、分合闸控制、数据存储及与主站通信。

### 3.3 运行监测 (operation monitoring)

通过远程（配电自动化主站）和就地（现场）方式，对设备电气参数、机械状态、通信状态等进行持续性的监视和测量。

## 4 运维基本要求

### 4.1.1 人员资质

运维人员需经专业培训并考核合格，应熟练掌握一次设备结构原理、二次保护配置、通信知识，能熟练使用继电保护测试仪、绝缘电阻表等仪器仪表。

### 4.1.2 管理制度

应建立完善的岗位责任制、巡视检查制度、定期维护制度、缺陷管理制度及技术档案管理制度。

### 4.1.3 技术资料

每台开关应建立全生命周期技术档案，包括出厂试验报告、安装竣工图、定值通知单、调试报告、巡视记录、检修记录、故障分析报告等。

### 4.1.4 工具仪器

应配备合格的专用工具、继电保护测试仪、绝缘电阻测试仪、红外热像仪等。

## 5 产品技术要求

### 5.1 设计原则

#### 5.1.1 协同设计

应采用一二次深度融合架构，通过优化互感器选型及精度匹配，保障开关快速动作可靠性；同步扩展开关状态与回路状态监测能力，依托全监测全感知技术体系，实现设备运行状态的精准捕捉与反馈。

#### 5.1.2 统一规范

应对产品外观形态、机械结构、接口形式及关键尺寸参数进行标准化统一规范，确保不同厂家、不同批次产品的兼容性与互换性，降低系统集成、运维更换的适配成本，支撑规模化应用与高效管理。

#### 5.1.3 功能集成

以参数配置为基础，明确产品类型及功能边界，实现测量、保护、控制、线损分析、物联监测（含设备状态监测）等功能的一体化集成；通过信息融合与深度交互共享机制，打破功能模块间的数据壁垒，提升系统协同响应效率。

#### 5.1.4 全流程保障

应覆盖检测、安装、调试、运维全生命周期环节，细化技术要求与操作规范；完善防误操作设计，统一保护动作逻辑标准；通过多级差选择性配合策略，实现全类型故障的主动精准隔离，保障系统安全稳定运行。

#### 5.1.5 技术集成

应集成电子式电压/电流互感器、开关侧就地数字化、开关状态监测等新技术应用，构建安全联锁防护机制；规划可持续演进路线，预留技术扩展接口与升级空间，适配未来电力系统智能化、数字化发展需求，确保产品技术先进性与生命周期延展性。

### 5.2 主要特征

在一二次深度协同、互补的基础上，简化种类和安装运维过程，支持自动检测，兼容新技术发展，支持技术升级，具体体现在：

#### 5.2.1 设计标准化

开关样式分为普通型支柱、融合型支柱、罐式3类断路器；操动机构可适配弹簧操动机构、永磁机构（或磁控机构）；采集方式有电磁式、电子式、数字式3种；主电源为取电TV，后备电源为铅酸电池、超级电容、锂电池；统一终端测点表和参数配置表；集中式、就地式FA模式可灵活选择，组合重合闸、短路/接地保护功能等。

### 5.2.2 模块化

开关本体电气回路、机械回路和馈线终端/控制器二次回路、连接接口及软件功能采用模块化设计，支持模块化组装和带电热插拔更换（即插即用），便于现场运维。

### 5.2.3 试验整体化

将一二次融合柱上断路器（含馈线终端/控制器、供电电源、一二次设备连接电缆、互感器/传感器等）作为一个整体，开展雷击、耐压、局放、对地绝缘和精度等试验，验证其功能和性能。

## 5.3 配置原则

一二次融合柱上断路器根据不同应用场景，可进行不同的配置，互感器/传感器及馈线终端/控制器可配置为电磁式、电子式、数字式等模式，开关根据不同操动机构可分为弹簧式、永磁式/磁控式，智能组件及隔离开关，根据应用需求进行选配。

### 5.3.1 配置清单（必配、选配）

一二次融合柱上断路器的配置，应采用（必配）馈线终端/控制器、互感器/传感器、供电电源、断路器本体、后备电源，宜采用（选配）智能组件。

### 5.3.2 馈线终端/控制器

馈线终端/控制器配置应满足《DL/T 721 配电自动化远方终端》要求，包括遥信（可选非遮断电流闭锁、开关操作机构的性能监测）、遥测、遥控（可选电池活化）、告警（可选线路断线信号报警）、跳合闸等功能。

### 5.3.3 互感器/传感器

详见《T/CES 018 配电网10 kV及20 kV交流传感器技术条件》。

### 5.3.4 供电电源

可采用电磁式电压互感器、电容分压取电等供电方式。

### 5.3.5 断路器本体

断路器本体与馈线终端/控制器采取一体化设计，本体可预留馈线终端/控制器插入式安装空间。

### 5.3.6 智能组件（选配）

智能组件主要包括主回路温度智能组件、机械状态监测智能组件、局部放电监测智能组件、气体状态监测智能组件、行波测距智能组件等。

### 5.3.7 后备电源

馈线终端/控制器分为FTU和后备电源两个模块。FTU模块和后备电源模块可采用插接式结构设计，以插入式安装于断路器本体；并配有专用操作工具，可在不停电工况下更换馈线终端（FTU）与后备电源模块。

## 5.4 产品使用环境条件

设备在以下环境条件下应能保证性能，运维时应重点关注极端条件后的设备状态：

### 5.4.1 环境温度

-40°C ~ +85°C（户外）。

#### 5.4.2 最大日温差

25K。

#### 5.4.3 相对湿度

5% ~ 100%（日平均 $\leq$ 95%，月平均 $\leq$ 90%）。

#### 5.4.4 海拔高度

$\leq$ 1000m（海拔增加时，绝缘性能及额定电流需按标准修正）。

### 5.5 技术性能要求（运维校验的基准）

#### 5.5.1 测量精度

电流/电压（相量）：误差不超过 $\pm 0.5\%$ 。

功率/功率因数：误差不超过 $\pm 1\%$ 。

#### 5.5.2 保护性能

动作值误差：不超过 $\pm 3\%$ 或 $\pm 0.01I_n$ （取最大值）。

动作时间误差：定时限保护不超过 $\pm 20\text{ms}$ 或定值的 $\pm 2\%$ 。

#### 5.5.3 遥控动作成功率

$\geq 99.99\%$ 。

#### 5.5.4 机械特性

机械寿命（空载操作次数）应符合规定，如断路器 $\geq 10,000$ 次，负荷开关 $\geq 5000$ 次。

### 5.6 安装调试

#### 5.6.1 安装前检查

开箱验收：核对产品型号、规格与技术协议一致；检查设备及附件有无破损、锈蚀、变形；技术文件齐全。

基础与杆塔检查：检查开关安装支架的强度、水平度和牢固性。确保接地扁铁已可靠敷设，接地电阻值 $\leq 10\Omega$ 。

#### 5.6.2 安装就位

吊装：使用专用吊具，轻吊轻放，严禁碰撞传感器、绝缘子及航空插头。

固定：使用规定规格的螺栓紧固，扭矩值应符合厂家要求。

接线：

一次引线：导线连接可靠，弧度自然，对地及相间距离满足安全距离要求。

二次接线：确认航空插头对接准确、锁紧可靠，防水措施完好。电源线、通信线缆引入端应做滴水弯。

## 6 试验、调试和验收

### 6.1 断路器本体试验

型式试验、送样检测、专项检测、到货检测项目见表1，断路器本体试验项目和方法依据GB/T 1984的相关规定执行，试验结果应满足本技术规范书相关条款要求。

表 1 检测项目及要求

序号	检测项目	型式试验	送样检测	专项检测	到货检测
1	绝缘试验	必选	必选	必选	必选
2	主回路电阻的测量	必选	必选	必选	可选
3	温升试验	必选	必选	必选	可选
4	短时耐受电流和峰值耐受电流试验	必选	可选	可选	可选
5	防护等级验证	必选	必选	必选	可选
6	密封试验	必选	必选	必选	可选
7	机械和环境试验	必选	必选	必选	可选
8	关合和开断试验	必选	可选	可选	可选
9	辅助回路和控制回路的附加试验	必选	必选	必选	可选
10	局部放电测量	必选	必选	必选	可选

## 6.2 智能组件试验

对智能组件进行功能调试、性能测试及信息交互测试等。

## 6.3 设备整体调试

各组件的功能调试、性能测试及信息交互测试，一二次融合柱上断路器的整体调试，检测配置的各项智能化功能。

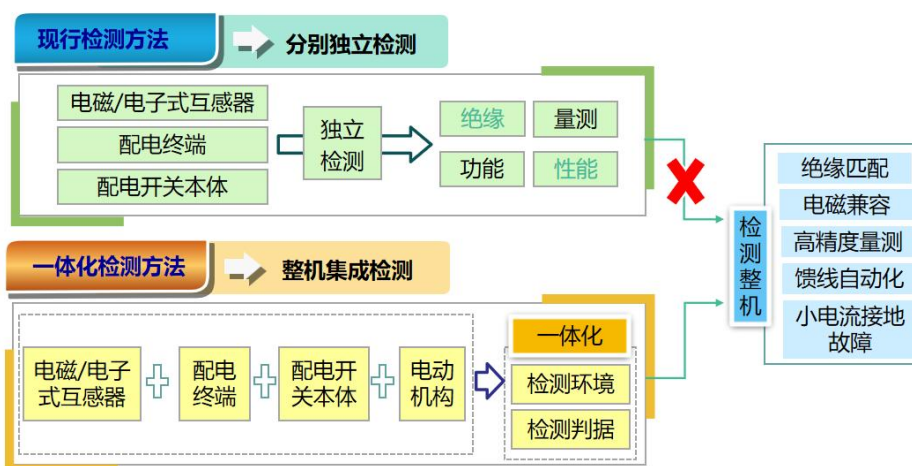


图 1 设备整体调试

调试与验收应形成标准化作业卡，如表2所示。

表2 调试与验收标准化作业卡

阶段	项目	技术要点与标准
一次设备调试	绝缘电阻测试	使用 2500V 兆欧表，断口间及对地绝缘电阻 $\geq 1000\text{M}\Omega$ 。
	主回路电阻测试	使用直流压降法，测量值 $\leq$ 厂家规定值的 120%（注意扣除引线电阻）。
	机械特性测试	测量合、分闸时间，速度，同期性等，符合厂家标准。

阶段	项目	技术要点与标准
二次系统调试	基本功能检查	终端上电，检查指示灯、显示屏正常，时钟准确。
	PT/CT 极性校验	检查极性是否正确，防止保护误动/拒动。
	保护功能校验	使用继保测试仪从端子排或航空插头侧通入电流、电压，逐项校验速断、过流、零序保护的動作值、时间，与定值单一致。
	“三遥”功能校验	遥测：通入标准量，主站显示误差在允许范围内。 遥信：手动触发各类信号，主站正确接收。 遥控：必须现场安全确认后，执行远程分合闸，动作可靠，位置信号正确。
系统联调	与主站联调	核对开关地址、通信规约、点表，确保数据上传、下行控制正常。

## 7 运行监测

### 7.1 远程监测（主站系统侧）

#### 7.1.1 SCADA 数据监视

每日监视三相电流、电压、有功/无功功率、功率因数等遥测数据，应刷新正常、数值在合理范围，无突变或缺失。

#### 7.1.2 状态与告警监视

遥信状态：实时核对开关分/合闸位置、储能状态与现场实际一致性。

告警信息：对“控制回路断线”、“储能超时”、“PT/CT断线”、“蓄电池异常”、“电源异常”等关键告警应立即分析、处理。

通信状态监视：监视终端在线率，对通信中断的站点，应结合运维系统查看信号强度，初步判断为通信通道问题或终端电源/设备故障。

### 7.2 就地监测（现场侧）

#### 7.2.1 周期性巡视

外观检查：外壳无严重锈蚀、变形、破损；标识清晰。

密封性检查：箱体密封条完好，无进水、凝露、异物。

绝缘子检查：无裂纹、无严重污秽、无放电痕迹。

电气连接检查：引线接头无松动、过热变色现象（可用红外热像仪测温，相对温差 $\geq 80\%$ 或绝对温度 $\geq 90^\circ\text{C}$ 为严重缺陷）。

接地检查：接地引下线连接牢固，无锈蚀。

#### 7.2.2 终端状态检查

指示灯：“运行”灯正常闪烁，“通信”灯闪烁，“电源”灯常亮。

本地界面：通过FTU液晶屏查看实时数据、定值、事件记录、对时状态。

## 8 维护检修

### 8.1 例行巡视

一般每季度至少一次，可根据设备重要性、运行环境等因素调整。

### 8.1.1 一次部分

检查开关外壳有无锈蚀、变形、破损；绝缘子有无裂纹、污秽、放电痕迹；引线接头有无松动、过热；操作机构是否正常，有无漏气、漏油；接地是否良好。

### 8.1.2 二次部分

检查终端箱体密封是否良好，有无进水、受潮；箱内是否清洁、无杂物；接线是否紧固；蓄电池状态是否正常。

## 8.2 预防性试验与维护

结合状态评价结果，一般每1至3年进行一次，或在故障跳闸后进行必要的检查。

### 8.2.1 一次设备检查

进行绝缘电阻测试、主回路电阻测量。

对操作机构进行润滑和紧固。

### 8.2.2 二次设备校验

保护功能校验：使用继电保护测试仪模拟故障，校验各保护功能的动作值、动作时间的正确性。

测量精度校验：校验电流、电压等遥测量的采集精度，误差应在规定范围（如 $\pm 3\%$ ）内。

遥控/遥信校验：进行远程及就地分合闸操作，验证遥控可靠性及遥信信号上传的正确性。

电源系统维护：检查蓄电池容量，进行充放电试验，对不合格的蓄电池进行更换。

## 8.3 缺陷管理

缺陷分为三类：

一般缺陷：对设备安全运行影响较小，可列入季度或年度检修计划处理。

严重缺陷：设备性能下降，已影响正常运行，需限时（如一周内）处理。

危急缺陷：随时可能造成设备故障或停电，必须立即停运处理。

## 9 故障处理

### 9.1 故障信息调取与分析

故障发生后，第一时间从主站调取并保存保护动作报告（含动作时间、相别、故障电流值）和故障录波数据（若有）。

根据故障电流大小、相别初步判断故障性质和故障区间。

### 9.2 现场排查与处理流程

遵循“先二次，后一次；先外部，后内部”的安全排查原则，典型故障排查详见表3。做好安全措施后，对故障开关进行外观检查，查看有无明显损坏迹象（如喷油、绝缘子爆裂等）。利用故障指示器、分段开关等设备，快速定位并隔离故障区段。

#### 9.2.1 二次回路排查

检查FTU有无告警指示灯（如“告警”、“异常”）。

查看FTU内部事件记录，分析故障前后数据。

检查操作电源空气开关、熔断器是否正常。

使用继电保护测试仪模拟故障，检验保护装置是否正常动作。

#### 9.2.2 一次设备排查

若二次系统正常，再排查一次设备。

检查开关外观有无绝缘损伤、电弧灼伤、喷油痕迹。

检查操作机构是否有机械卡涩、变形。

测量主回路电阻，判断灭弧室及触头是否正常。

表 3 典型故障快速对照表

故障现象	可能原因	排查步骤
遥控拒动	1. 通信中断； 2. 控制电源失电； 3. “就地/远方”切换开关在就地位； 4. 机构未储能或卡涩	查通信、查电源、查切换开关、查机构
保护误动	1. 定值设置错误； 2. CT 极性接反或饱和； 3. 终端采集板或 CPU 板故障	核对定值、检查二次回路、更换终端模块
数据不刷新或错	1. 通信中断或参数错误； 2. PT/CT 二次回路异常； 3. 终端采集模块故障	查通信、通标准源测精度、更换模块
蓄电池异常告警	1. 蓄电池寿命终结； 2. 充电模块故障	测试电池电压和容量、检查充电电压

### 9.3 故障处理与恢复送电

对确认故障的开关，进行更换或检修。

处理完毕后，必须进行必要的试验（如绝缘电阻、传动试验），合格后方可恢复送电。

详细记录故障现象、分析过程、处理方法和更换的部件，并归档。

## 10 安全防护

### 10.1 人身与设备安全

所有现场工作必须严格执行电力安全工作规程的相关规定，做好验电、挂接地线、设置围栏等安全措施。操作开关时，应确保现场人员处于安全位置。

**停电作业：**所有检修、调试工作必须严格执行“停电、验电、挂接地线”的安全技术措施，并在工作区域装设遮栏和标识牌。

**遥控测试安全：**进行遥控分合闸测试前，必须现场高声确认人员已撤离至安全位置。

**二次回路安全：**防止CT二次侧开路、PT二次侧短路。在电流回路上工作前，应先用短接片或导线可靠短接。

### 10.2 网络安全

智能终端应满足电力监控系统安全防护“四性”要求（安全性、可靠性、实时性、可用性），严禁非授权访问。

主站与终端间的通信应采用加密、认证等安全措施。

定期对终端进行安全漏洞扫描和加固，升级补丁。

严禁将非专用的个人电脑接入生产控制区的网络。

终端调试需使用经授权的加密KEY和专用调试软件，账号密码定期更换。  
终端软件版本升级需经审批，并做好记录和备份。

### 10.3 数据安全

定期备份智能终端的配置参数、定值和历史数据。  
对运维账户和密码进行严格管理，定期更换。

附录 A

(规范性)

一二次配合配电设备特点和检测要点

图A.1给出了一二次配合配电设备特点和检测要点。

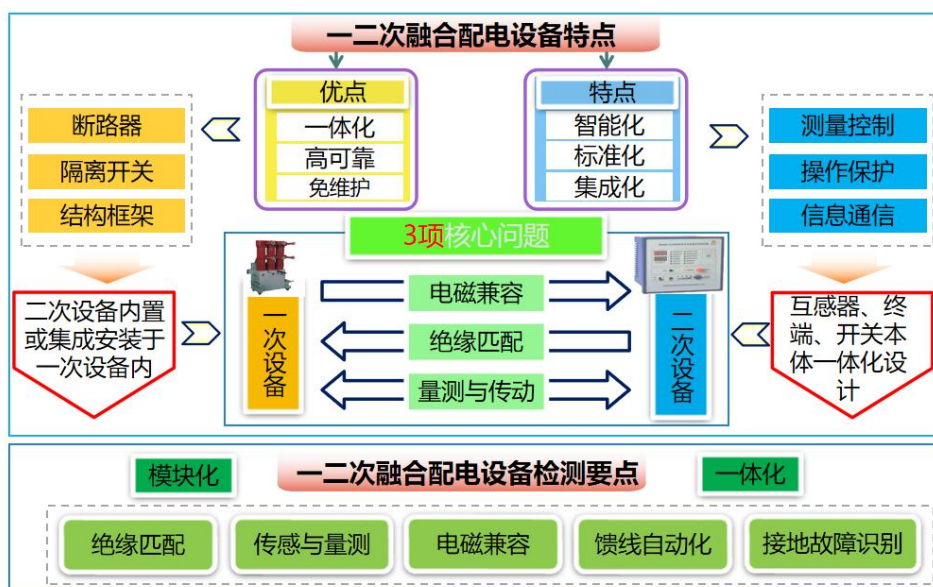


图 A.1 一二次配合配电设备特点和检测要点