

ICS 29.240  
CCS K45

T/CEC

中国电力企业联合会标准

T/CECXXXXX—XXXX

## 高压直流断路器控制保护装置检验规范

Test specification for control and protection device of High voltage DC circuit  
breaker

（征求意见稿）

（在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上）

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国电力企业联合会发布

## 目 次

目 次 .....	I
前 言 .....	I
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 检验分类 .....	2
6 检验项目及周期 .....	2
7 检验前准备工作 .....	4
8 检验项目的标准及要求 .....	6
9 装置投运 .....	11
10 检验报告整理及存档 .....	11

## 前 言

本文件依据 GB/T1.1—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这些专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由电力行业继电保护标准化技术委员会（DL/TC 15）归口。

本文件起草单位：XXXX、XXXX。

本文件主要起草人：XXX。

本文件为首次制定。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市白广路二条一号，100761）。

# 高压直流断路器控制保护装置检验规范

## 1 范围

本文件规定了高压直流断路器控制保护装置的检验周期、内容及要求。

本文件适用于 160kV 及以上电压等级的混合式、机械式、负压耦合式高压直流断路器控制保护装置的现场检验。

## 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 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法

GB/T 13498 高压直流输电术语

GB/T 34118 高压直流系统用电压源换流器术语

DL/T 995—2016 继电保护和电网安全自动装置检验规程

DL/T 1780—2017 超（特）高压直流输电控制保护系统检验规范

DL/T 1831—2018 柔性直流输电换流站检修规程

NB/T 11052—2023 高压直流断路器控制保护技术导则

NB/T 42107 高压直流断路器

## 3 术语和定义

GB/T 13498、GB/T 34118、NB/T 11052-2023、NB/T 42107 界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 总则

4.1 本文件是高压直流断路器控制保护装置在检验过程中应遵守的基本原则。高压直流断路器控制保护装置的检验范围包括控制保护单体装置及相应的接口功能、配套的测量装置、相关的二次回路等。

4.2 高压直流断路器控制保护装置的检验应充分利用其“自检功能”，着重检查“自检”功能无法检测的项目。

4.3 运行维护单位应在本文件和有关技术资料的基础上，编制高压直流断路器控制保护装置现场检验的标准化作业指导书，依据主管部门批准执行的作业指导书开展现场检验工作。

4.4 检验使用的仪器仪表应定期校验，确保其准确及和技术特性符合有关要求。

4.5 检验中应按要求做好记录，检验结束后应将报告整理归档。

## 5 检验分类

### 5.1 验收检验

验收检验是指对新安装设备进行的全面的检验。

### 5.2 定期检验

定期检验是指按周期在停电期间对设备进行检验：

- a) 定期检验应根据本文件所规定的周期、项目及各级主管部门批准执行的标准化作业指导书的内容进行；
- b) 定期检验周期计划的制定应综合考虑输电需求和安全风险，在一般情况下应结合一次设备停电检修进行。

### 5.3 临时性检验

临时性检验是指针对设备已经存在的损坏、异常或存在故障隐患，进行的必要的检验。

## 6 检验项目及周期

### 6.1 验收检验

光式电流互感器验收检验项目及标准要求如表 1 所示。

表1 光式电流互感器验收检验

序号	检查项目	标准和要求
1	光式电流互感器检查	8.1
2	光式电流互感器二次回路检查	8.2

高压直流断路器控制保护装置验收检验项目及标准要求如表 2 所示。

表2 高压直流断路器控制保护装置验收检验

序号	检验项目		标准和要求
1	通用项目检查	外观检查	8.3.1
2		电源检查	8.3.2
3		上电检查	8.3.3
4		测量精度检查	8.3.4
5		开入开出检查	8.3.5
6		二次回路绝缘检查	8.3.6
7		软件版本检查	8.3.7

8		控制保护参数检查	8.3.8
9	接口功能检查	与直流控保系统的接口检查	8.4.1
10		与水冷却系统接口检查	8.4.2
11		与供能系统接口检查	8.4.3
12		与测量系统接口检查	8.4.4
13		与站内对时系统接口功能检查	8.4.5
14	保护功能检查	过流保护功能检查	8.5.1
15		供能变 SF <sub>6</sub> 压力保护功能检查	8.5.2
16		三取二功能检查	8.5.3
17	控制功能检查	遥控功能检查	8.6.1
18		冗余系统切换检查	8.6.2
19		组部件冗余不足保护检查	8.6.3
20		断路器转检修功能检查	8.6.4
21		漏水检测功能检查	8.6.5
22		故障录波功能检查	8.6.6
23	监控后台	监控系统检查	8.7

## 6.2 定期检验项目及周期

光式电流互感器定期检验项目、周期、标准要求如表 3 所示。

表3 光式电流互感器定期检验项目

序号	检查项目	检查周期	标准和要求
1	光式电流互感器检查	1 年	8.1

2	光式电流互感器二次回路检查	1 年	8.2
---	---------------	-----	-----

高压直流断路器控制保护装置定期检验项目、周期、标准要求如表4所示。

表4 高压直流断路器控制保护装置定期检验项目

序号	检验项目		检验周期	标准和要求
1	通用项目检查	外观检查	1 年	8.3.1
2		电源检查	1 年	8.3.2
3		上电检查	1 年	8.3.3
4		测量精度检查	1 年	8.3.4
5		开入开出检查	1 年	8.3.5
6		二次回路绝缘检查	2-4 年	8.3.6
7		软件版本检查	1 年	8.3.7
8		控制保护参数检查	2-4 年	8.3.8
9	保护功能检查	供能变 SF <sub>6</sub> 压力保护功能检查	2-4 年	8.5.2
10		三取二功能检查	2-4 年	8.5.3
11	控制功能检查	遥控功能	1 年	8.6.1
12		冗余系统切换检查	1 年	8.6.2
13		断路器转检修功能检查	1 年	8.6.4
14		漏水检测功能检查	1 年	8.6.5
15		故障录波功能检查	1 年	8.6.6
16	监控后台	监控系统检查	1 年	8.7

### 6.3 临时性检验要求

- 6.3.1 凡装置发生异常或装置不正确动作且原因不明时，均应根据事故情况有目的地拟定具体检验项目及检验顺序，进行事故后检验。检验工作结束后，应及时出具报告，按设备调度管辖权限上报备查。
- 6.3.2 因检修或更换一次设备(电力电子开关、快速机械开关、电流互感器、主供能变等)所进行的检验，应由运维单位根据一次设备检修(更换)的性质，确定其检验项目。
- 6.3.3 运行中的装置经过较大的更改或装置的二次回路变动后，应按其变动情况确定检验项目。
- 6.3.4 若控制保护软件需要对功能等进行较大的改动，必须要在相应的仿真平台完成仿真试验，并且改动后的软件必须得到相关技术管理部门的审批后方可在现场进行修改或升级。

## 7 检验前准备工作

### 7.1 资料准备

检修作业前查阅档案了解检修设备的工作原理、结构特点、性能参数、出厂试验报告、运行年限、例行检查、定期检查、历年检修记录、曾发生的缺陷和异常(事故)情况及同类产品的障碍或事故情况，并进行详细、全面的调查分析，以判定控制保护设备的综合状况，为现场具体的方案制订打好基础，具体资料分类包括：

- a) 设备使用说明书；
- b) 设备图纸、光纤链路表；
- c) 设备出厂试验报告；
- d) 设备运行记录；
- e) 缺陷情况记录；
- f) 最近一次检修、试验记录；
- g) 标准化作业指导书；
- h) 其它资料。

## 7.2 仪器仪表准备

7.2.1 装置试验所使用的仪器仪表必须经过检验合格，且满足 GB/T 7261 的规定。

7.2.2 应配置必要的仪器、仪表，包括但不限于：数字万用表、钳形电流表、兆欧表、阀组功能测试仪、红外测温仪、交直流电压源、网络测试仪、光源、光功率计、光时域反射仪、红光笔、光纤端面放大镜、光纤清洁器等。

7.2.3 若需要对纯光式电流互感器进行单独校验（与保护系统断开连接）时，需配置光电转换器、光纤测试工具、可调直流电源、直流发生器等。

7.2.4 根据不同厂家的高压直流断路器控制保护装置，试验时还需准备厂家提供的专用试验设备，以保证检验工作的完整性和正确性。

## 7.3 备品备件准备

检验前备品备件准备应满足如下条件：

- a) 根据现场检验实际所需要的备品备件应在现场作业指导书中列出；
- b) 换流站现场应配备足够的备品备件，防止备品不足影响系统安全稳定运行。

## 7.4 安全措施

安全措施包括：

- a) 在进行维护、试验和故障处理等工作时，若高压直流断路器处于运行状态，工作前首先确认另一冗余系统处于运行状态，并通过将目标系统切换至试验状态等方式将相应系统退出；
- b) 故障处理不得影响处于正常工作状态的另一冗余系统，且不得在该系统上进行任何工作；
- c) 高压直流断路器停电检验时，若直流输电系统处于运行状态，应将高压直流断路器投入检修状态，防止误触发断路器失灵逻辑；
- d) 高压直流断路器停电检验时，宜有防止断路器组部件检修导致主支路电力电子阀组旁路开关误动作的安全措施。

## 7.5 注意事项

注意事项包括：

- a) 避免因误碰、误动二次接线和端子，造成工作中运行系统误退出或高压直流断路器误闭锁（禁分禁合）、运行设备误跳闸；
- b) 拔插光纤时应注意带光纤保护头，避免用力过大损坏光纤；



- c) 触摸板卡或者主机内其它设备时，应戴防静电手环，以防设备静电损坏；
- d) 断开控制保护装置的电源后才允许插、拔板卡；
- e) 拆动二次接线如拆端子外侧接线，注意避免造成二次交、直流电压回路短路、接地；
- f) 典型安全技术措施及图纸应正确无误，避免做安全措施时运行系统误退出或引起运行设备误跳闸；
- g) 装载程序时应严格执行软件修改相关规定，避免未核对程序版本造成软件逻辑错误；
- h) 控制保护程序试验时临时更改，试验结束后应及时恢复。

## 8 检验项目的标准及要求

### 8.1 光式电流互感器检查

验收检验时，光式电流互感器的检验按照 DL/T 1780-2017 中 7.2.2 执行。定期检验时，光式电流互感器的检验按照 DL/T 1831-2018 中 7.6 执行。

### 8.2 光式电流互感器二次回路检查

光式电流互感器二次回路检查内容如下：

- a) 对光式电流互感器合并单元及采集单元进行外观检查。包括装置内、外部是否清洁，风扇转动是否正常，板卡是否固定良好，接线是否紧固，电源温度是否正常；
- b) 检查光纤敷设是否满足相关要求。光纤弯曲半径不宜小于 100mm。光纤自然悬垂长度不宜超过 30cm，超过此距离应使用可靠固定方式固定，光纤备用芯数量满足要求；
- c) 检查空载条件下光式电流互感器零漂、光通道参数是否满足技术规范书要求；
- d) 检查光式电流互感器光纤热备用通道完好；
- e) 更换光式电流互感器合并单元或采集单元后，应进行极性检查、准确度测量、光通道参数检查，也可通过与冗余系统对比确认是否工作正常。

### 8.3 控制保护装置通用项目检查

#### 8.3.1 外观检查

外观检查内容如下：

- a) 检查控制保护屏柜内各装置的内、外部是否清洁无尘；
- b) 检查控制保护装置的交直流电源小开关位置是否正常；检查控制保护装置的指示灯是否正常，有无异常报警；
- c) 显示屏是否清晰，无黑屏乱码或条纹；
- d) 检查各板卡、插件是否连接紧固，连线或插拔是否连接好；
- e) 检查屏柜上方有无凝露滴水问题；
- f) 检查装置按键、按钮功能正常，能够灵活使用。

#### 8.3.2 电源检查

电源检查内容如下：

- a) 检查控制保护装置、板卡工作电源接线。可使用红外测温仪确认是否存在异常发热点；
- b) 检查控制保护装置信号电源接线是否正确可靠；
- c) 双电源供电的装置，一路装置电源丢失，装置应能正常工作，并发出告警信息；
- d) 必要时测量电源输出电压值，测量结果应符合相关要求。

### 8.3.3 上电检查

上电检查内容如下：

- a) 控制保护装置上电后应能正常工作，无异常告警；
- b) 控制保护装置板卡、指示灯、继电器电源指示灯正确；
- c) 检查控制保护装置时间与对时装置时钟同步。

### 8.3.4 测量精度检查

测量精度检查的内容如下：

- a) 查看各控制保护装置模拟量零漂，要求零漂值在  $0.01I_n$  以下；
- b) 必要时，结合光 CT 注流试验对各控制保护装置模拟量采样精度进行检查，观察采样值满足装置技术条件的要求。

### 8.3.5 开入开出检查

开入开出检查内容如下：

- a) 对已投入使用的开关量输入回路依次施加、撤除激励量，控制保护装置能反映各开入量的  $0 \rightarrow 1$  或  $1 \rightarrow 0$  变化；
- b) 接通、断开连接片及转动把手，控制保护装置能反映各开入量的  $0 \rightarrow 1$  或  $1 \rightarrow 0$  变化。

### 8.3.6 二次回路绝缘检查

按照 DL/T 995—2016 中 5.3.2.4 执行。

### 8.3.7 软件版本检查

对软件的版本应进行核对检查，在程序修改或重载后，应核对程序的校验码值正确无误。

### 8.3.8 控制保护参数检查

逐一核对直流断路器控制保护装置参数（定值）单与控制保护装置的参数（定值）是否一致：

- a) 直流断路器本体保护参数（定值）检查，包括但不限于主支路过流保护定值、转移支路过流保护定值（如有）、合闸过流保护定值、断路器自锁时间参数、供能变 SF<sub>6</sub> 压力保护定值（如有）等；
- b) 直流断路器辅助设备保护定值检查，包括水冷系统保护定值（如有）、UPS 保护定值和供能开关柜保护定值（如有）等；
- c) 在程序修改或相关板卡更换后，应再次核对系统的控制保护参数（定值）是否正确无误，必要时需进行相关控制保护功能试验。

## 8.4 控制保护装置接口功能检查

#### 8.4.1 与直流控保系统的接口检查

8.4.1.1 检查直流断路器控制保护装置上送直流控保系统开关量信号（断路器合位状态、断路器分位状态、允许慢速分闸状态、允许快速分闸状态、允许合闸状态、断路器失灵状态、断路器自分断等）正确，并符合设计要求。直流断路器控制保护装置上送的开关量信号的检查可结合断路器本体保护功能检查进行。

8.4.1.2 检查直流断路器控制保护装置收到直流控保系统的开关量信号（快分指令、慢分指令、重合闸指令等）正确，并符合设计要求。

8.4.1.3 直流断路器控制保护装置与直流控保系统的通讯异常时，直流断路器控制保护装置报出故障等级及故障响应符合设计要求。

#### 8.4.2 与水冷却系统接口功能检查（如有）

8.4.2.1 检查直流断路器控制保护装置接收冷却系统开关量信号（值班状态、请求切换主泵和断路器投运等）正确，并符合设计要求。

8.4.2.2 检查直流断路器控制保护装置下发至冷却系统开关量信号（请求旁路、自检、具备运行条件和值班状态等）和模拟量信号（阀厅温度、室外温度和进出阀压力等）正确，并符合设计要求。

8.4.2.3 直流断路器控制保护装置与冷却系统的通讯异常时，直流断路器控制保护装置报出故障等级及故障响应符合设计要求。

#### 8.4.3 与供能系统接口功能检查

8.4.3.1 检查直流断路器控制保护装置接收供能变压器 SF<sub>6</sub> 压力（如有）和温度信息（如有）正确，并符合设计要求。

8.4.3.2 直流断路器控制保护装置与供能变压器数据采集装置通讯异常时，直流断路器控制保护装置报出故障等级及故障响应符合设计要求。

8.4.3.3 检查直流断路器控制保护装置接收供能 UPS 上送的开关量（UPS 报警、故障、旁路等信息）和模拟量（UPS 各支路电压、电流等信息）正确，并符合设计要求。

8.4.3.4 直流断路器控制保护装置与供能 UPS 通讯异常时，直流断路器控制保护装置报出故障等级及故障响应符合设计要求。

8.4.3.5 检查直流断路器控制保护装置下发至供能系统开关柜（如有）开关量信号（供能分闸等）正确，并符合设计要求。

8.4.3.6 检查直流断路器控制保护装置接收供能开关柜（如有）开关量信号（分位、合位、请求跳闸等）正确，并符合设计要求。

8.4.3.7 直流断路器控制保护装置与供能开关柜（如有）通讯异常时，直流断路器控制保护装置报出故障等级及故障响应符合设计要求。

#### 8.4.4 与测量系统接口功能检查

8.4.3.1 检查直流断路器控制保护装置接收直流线路、主支路、转移支路和耗能支路对应电流采集点位置、电流精度和极性正确，并符合设计要求。

8.4.3.2 直流断路器控制保护装置与测量系统通讯异常时，直流断路器控制保护装置报出故障等级及故障响应应符合设计要求。

#### 8.4.5 与站内对时系统接口功能检查

8.4.5.1 检查直流断路器控制保护装置接收对时系统信号解析正确，并符合设计要求。

8.4.5.2 直流断路器控制保护装置与对时装置通讯异常时，直流断路器控制保护装置报出故障等级及故障响应应符合设计要求。

### 8.5 控制保护装置保护功能检查

#### 8.5.1 过流保护功能检查

8.5.1.1 对于直流断路器主支路过流保护、转移支路过流保护和合闸过流保护试验，可输入1.05倍整定值电流，检查保护应可靠动作，输入0.95倍整定值电流，保护应可靠不动作。

8.5.1.2 进行过流保护试验时应检查断路器动作行为、发往直流控保信号、保护启动故障录波信号、监控信息等正确无误。

8.5.1.3 进行过流保护试验时应做好安全措施，防止误跳运行设备，工作完成后应做好措施的恢复，对采用软件置数方式的，应做好记录，装置投运前确认已恢复至正常状态。

8.5.1.4 过流保护试验过程中若发生异常应立即停止，查明原因并改正后再继续进行。

8.5.1.5 除上述直流断路器本体过流保护功能外，若配置供能开关柜还需核对开关柜输入输出过流保护逻辑与定值是否符合设计要求。

#### 8.5.2 供能变压器 SF<sub>6</sub>压力保护功能检查（如有）

模拟供能变压器 SF<sub>6</sub>压力低，检查供能变压器 SF<sub>6</sub>压力低告警值、SF<sub>6</sub>压力低跳闸值正确，SF<sub>6</sub>压力低跳闸逻辑正确。

#### 8.5.3 三取二功能检查

三取二逻辑功能检查的内容包括：

- a) 检查保护装置正常运行时，两套及以上保护动作，三取二逻辑对应的出口元件动作；
- b) 检查单套保护装置退出时，三取二逻辑变成“二取一”，有一套及以上保护动作，三取二逻辑对应的出口元件动作；
- c) 检查双套保护装置退出时，三取二逻辑变成“一取一”，有一套保护动作，三取二逻辑对应的出口元件动作。

### 8.6 控制保护装置控制功能检查

#### 8.6.1 遥控功能检查

遥控功能检查的内容包括：

- a) 直流断路器处于检修状态，在直流断路器监控后台分别执行直流断路器合闸、分闸操作，操作完成后检查直流断路器动作是否正确，位置上送是否正确；

- b) 若直流断路器控制保护装置具备就地分合闸功能，在直流断路器处于检修状态下，将控制保护装置远方/就地把手旋转至就地位置，操作控制保护装置的分合闸把手，分别执行直流断路器合闸、分闸操作，操作完成后检查直流断路器动作是否正确，位置上送是否正确；
- c) 退出直流断路器检修状态，在直流控保系统监控后台执行直流断路器合闸、分闸操作，操作完成后检查直流断路器动作是否正确，位置上送是否正确；
- d) 直流断路器处于检修状态，在直流断路器监控后台执行其他遥控功能（如供能开关柜的投入和退出、转移支路电容充电和放电、机械开关驱动回路充电和放电等），操作完成后检查动作是否正确。

#### 8.6.2 冗余系统切换检查

冗余系统切换功能检查的内容包括：

- a) 冗余系统故障切换检查，系统能够对轻微、严重、紧急故障正确响应，及时切换；
- b) 冗余系统手动切换检查，系统能够正确切换，切换过程不影响直流断路器的正常运行且符合相关要求。

#### 8.6.3 组部件冗余不足保护检查

8.6.4.1 应对主支路快速机械开关冗余不足保护、主支路电力电子开关冗余不足保护（如有）、转移支路电力电子开关冗余不足保护、耦合负压装置功率组件冗余不足保护（如有）等组部件冗余不足保护功能进行检查。

8.6.4.2 可通过断开组部件与控制保护装置之间的通讯光纤的方法模拟组部件冗余不足。

8.6.4.3 模拟组部件故障数小于或等于冗余数，直流断路器的正常运行，模拟组部件故障数大于冗余数，直流断路器禁分禁合。

#### 8.6.4 断路器转检修功能检查

断路器转检修功能检查的内容包括：

- a) 直流断路器本体断开及两侧隔离开关断开且接地开关闭合的条件下，将直流断路器控保主机装置的运行/检修把手旋转到检修位置，检查直流断路器应进入检修状态；
- b) 在断路器检修状态下，断开直流断路器控制保护装置与直流控制保护装置之间的通信光纤，直流断路器控制保护装置不报故障。

#### 8.6.5 漏水检测功能检查（如有）

漏水检测功能检查的内容包括：

- a) 检查漏水检测装置外观无异常；
- b) 模拟水冷却系统轻微漏水、严重漏水，查看直流断路器控制保护装置后台应上报相应等级的告警事件。

#### 8.6.6 故障录波功能检查

结合控制保护功能试验，检查开关量变化时，故障录波装置能够正确启动，且录波记录中，开关量、模拟量信号记录正确。

## 8.7 监控系统检查

监控系统检验内容如下：

- a) 检查监控系统软件版本号、校验码正确无误；
- b) 检查监控系统主机与系统中各测量、控制、保护装置通讯网络正常；
- c) 监控系统各种告警信号正确无误。

## 9 装置投运

9.1 检验结束后，工作负责人应检查试验记录有无漏试项目，试验数据、试验结论是否完整正确。

9.2 现场工作结束后，工作负责人应拆除在检验时使用的试验设备、仪表及连接线，清扫现场，所有被拆动的或临时接入的连接线应全部恢复正常，所有异常告警信号应全部复归。对必要的元件采取防尘措施。

9.3 应核对工作过程中的软件置位记录，确保所有置位均已恢复，并进行签字确认。

9.4 应逐条检查后台未复归的告警信息，确保无任何影响送电的告警。

9.5 应记录主要检验项目、传动试验结果，对变动部分及设备缺陷、运行注意事项应加以说明，并修改运行人员所保存的有关图纸资料。向运行负责人交代检验结果，并写明该装置是否可以投入运行。最后办理工作票结束手续。

## 10 检验报告整理及存档

10.1 直流断路器控制保护装置投运后一周内，应整理好检验报告，检验报告的内容应包括：检验设备的名称、型号、运行编号，检验类型，检验日期，检验项目及结果，存在的遗留问题，检验人员，使用的仪器仪表、检验记录应包含安全措施、检验试验方法、检验项目等内容，检验结论应明确。

10.2 书面报告应履行单位负责人签字流程后存档，并保存电子版。

10.3 应保存直流断路器控制保护设备从基建投产到退役期间的所有检验报告。对于纸质检验报告，至少应保留基建投产和最近一次的检验报告。