

中华人民共和国能源行业标准

NB/T XXXXX—202X

高压直流断路器控制保护技术导则

Technical guidelines for control and protection of HVDC circuit breakers

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

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 控制功能要求.....	3
5.1 配置原则.....	3
5.2 控制功能.....	3
6 保护功能要求.....	4
6.1 配置原则.....	4
6.2 保护功能.....	4
7 监测功能要求.....	5
7.1 监测信息.....	5
7.2 监测功能.....	5
8 通信与接口.....	6
8.1 一般要求.....	6
8.2 与直流控制保护设备接口.....	6
8.3 与故障录波器接口.....	6
附 录 A （资料性） 高压直流断路器典型一次结构.....	7

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》给出的规则起草。

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国度量继电器和保护设备标准化技术委员会(SAC/TC154)归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

高压直流断路器控制保护技术导则

1 范围

本文件规定了可直接开断故障电流的高压直流断路器控制保护的总体原则及控制功能、保护功能、监测功能和通信接口的主要技术要求。

本文件适用于直流160 kV及以上电压等级工程的高压直流断路器控制、保护、监测设备，作为设备设计、研制、验收的指导性规范，其他电压等级可参照执行。

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 14598.24—2017 量度继电器和保护装置 第24部分：电力系统暂态数据交换 (COMTRADE)通用格式

GB/T 26216.1—2019 高压直流输电系统直流电流测量装置 第1部分：电子式直流电流测量装置

GB/T 38328—2019 柔性直流系统用高压直流断路器的共用技术要求

NB/T 42107—2017 高压直流断路器

IEC 60870-5-1 Telecontrol equipment and systems Part 5: Transmission protocols Section 5.1 Transmission frame formats

3 术语和定义

GB/T 38328—2019、NB/T 42107—2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高压直流断路器 high-voltage direct current circuit-breaker

能够关合、承载和开断直流运行电流，并能在规定的时间内关合、承载和开断异常回路条件(如短路条件)下的电流的开关装置。

注1:直流断路器一般包括:主通流支路、电流转移支路和能量吸收支路。主通流支路用于承载直流运行电流，并在转移支路配合下，具有开断主通流支路电流的能力；电流转移支路用于将主通流支路电流转移至能量吸收支路；能量吸收支路用于吸收系统中储存的能量。

注2:直流断路器按照开断元件的类型，可分为机械式直流断路器、电力电子式直流断路器和混合式直流断路器。

[来源：GB/T 38328—2019，定义3.1.1，有修改]

3.2

机械式直流断路器 mechanical DC circuit-breaker

为机械开关装置提供人工过零振荡电流，从而实现直流电流开断的直流断路器。

注:典型结构为:主通流支路为机械开关装置,电流转移支路为电感和电容(有源或无源),能量吸收支路为避雷器。见附图A.1。

[来源:GB/T 38328—2019,定义3.1.2]

3.3

电力电子式直流断路器 power electronic DC circuit-breaker

完全利用电力电子器件实现直流电流开断的直流断路器。

注:典型结构为:主通流支路和电流转移支路是由电力电子器件组成的同一支路,能量吸收支路为避雷器。见附图A.2。

[来源:GB/T 38328—2019,定义3.1.3]

3.4

混合式直流断路器 hybrid DC circuit-breaker

结合机械开关装置和电力电子器件实现直流电流开断的直流断路器。

注:典型结构为:主通流支路含有机械开关装置,电流转移支路为电力电子器件,能量吸收支路为避雷器。见附图A.3。

[来源:GB/T 38328—2019,定义3.1.4]

3.5

主通流装置 main conduct device

直流断路器中用于承载和分合主通流支路中电流的装置。

[来源:GB/T 38328—2019,定义3.1.7]

3.6

电流转移装置 current transfer device

直流断路器中用于将主通流支路电流转移到能量吸收支路中的装置。

[来源:GB/T 38328—2019,定义3.1.8]

3.7

能量吸收装置 energy absorption device

直流断路器中用于吸收系统中储存的能量的装置。

[来源:GB/T 38328—2019,定义3.1.9]

3.8

供能装置 power to potential device

用于给主通流装置、电流转移装置供能的装置。

[来源:GB/T 38328—2019,定义3.1.11]

3.9

本体保护 ontology protection

保护高压直流断路器本体设备的非电量保护和部分电气量保护。

4 总则

- 4.1 高压直流断路器的控制保护应与其主回路结构和运行方式相适应，以保证高压直流断路器安全可靠运行。
- 4.2 高压直流断路器控制保护宜根据功能划分为若干独立装置。
- 4.3 应具备与换流站直流控制、直流保护、直流站控、故障录波器的通信接口，与直流控制设备、直流保护设备、交直流站控设备的通信接口宜采用通用接口规约。
- 4.4 控制保护设备的软硬件宜采用模块化设计，具备开放式的结构和良好的可扩展性，符合易扩展、易升级、易改造、易维护的工业化应用要求。
- 4.5 控制保护设备应冗余配置，冗余配置的各套设备相互独立。
- 4.6 控制保护设备中的任意一台设备因故障、检修或其他原因退出运行时，应不影响整台高压直流断路器的正常运行。
- 4.7 应具备完善的高压直流断路器一、二次设备监测、告警功能。
- 4.8 控制保护设备应具备全面的自诊断功能。
- 4.9 配合使用的电流互感器选型、采样频率、延时应满足高压直流断路器控制保护性能要求。高压直流断路器各支路电流采集宜采用电子式互感器，直流电流互感器测量技术要求应符合 GB/T 26216.1-2019 的规定。
- 4.10 若高压直流断路器配置冷却系统，控制设备应能接收冷却设备异常或故障信号。

5 控制功能要求

5.1 配置原则

- 5.1.1 控制设备应采用主备冗余配置，由两套功能完全相同且相互独立的控制装置构成。其中一套装置值班运行，另外一套备用运行。
- 5.1.2 控制设备与保护设备之间的通信宜采用交叉连接方式。
- 5.1.3 控制设备与换流站直流控制、直流保护之间的通信宜采用交叉连接方式，见图 1。

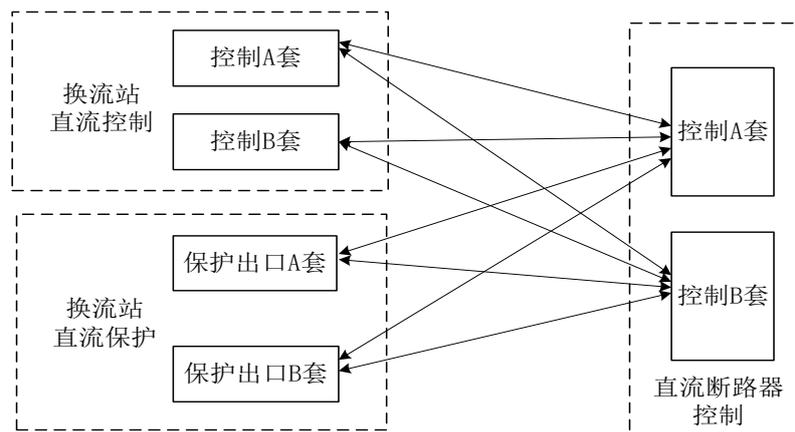


图 1 高压直流断路器控制设备与换流站直流控制保护的连接方式

5.2 控制功能

- 5.2.1 应具有状态指示功能，表明控制设备的运行状态。
- 5.2.2 应能接收并响应收到的直流断路器控制分闸指令、控制合闸指令、保护分闸指令和重合闸指令等，并根据指令完成相应的高压直流断路器各关键部件的控制。

- 5.2.3 应能正确发送高压直流断路器的设备状态，包括分位状态、合位状态、分闸允许状态、合闸允许状态、失灵状态、自分断状态等。
- 5.2.4 应能自诊断检测出控制设备故障，并根据设备状态进行自动切换，切换过程不对高压直流断路器的运行产生扰动。
- 5.2.5 应具备转检修功能。
- 5.2.6 应能实现完整的联锁、闭锁和顺序控制功能，实现高压直流断路器安全可靠运行。
- 5.2.7 应具备防止高压直流断路器跳跃的功能。
- 5.2.8 当出现一次设备故障导致不能够正常分合时，应采取高压直流断路器禁分、禁合或旁路措施，以保护高压直流断路器设备安全。
- 5.2.9 对于对称单极结构的直流输电系统，正极和负极直流断路器应具备同步分合闸功能。
- 5.2.10 控制设备应具备高压直流断路器本体保护功能，根据不同形式的一次设备结构至少配置主通流支路快速开关冗余保护、转移支路子模块冗余保护等。高压直流断路器本体故障时（主通流装置、电流转移装置、能量吸收装置和供能装置等元部件冗余丢失）发送报警信号，并根据故障严重程度分级采取处置措施，以保障设备安全。
- 5.2.11 能量吸收装置冷却时间内应闭锁高压直流断路器分闸或合闸操作。
- 5.2.12 应具有顺序事件记录功能，记录信息应包括事件名称及产生事件的时间。在设备电源消失时，不应丢失事件记录，最大事件记录数应不小于 1 000 条。

6 保护功能要求

6.1 配置原则

- 6.1.1 保护设备应采用冗余配置，宜采用三重化配置。当采用三重化配置时，各保护功能按照三取二原则出口，三取二装置双重化配置。
- 6.1.2 每一重保护设备均应具备独立的测量回路、电源回路、输入输出回路和网络接口等，且保护设备并列运行。
- 6.1.3 保护设备与控制设备之间宜交叉连接。当采用双重化配置时，高压直流断路器保护设备与控制设备之间的连接方式见图 2a)，当采用三重化配置时，高压直流断路器保护设备与控制设备之间的连接方式见图 2b)。

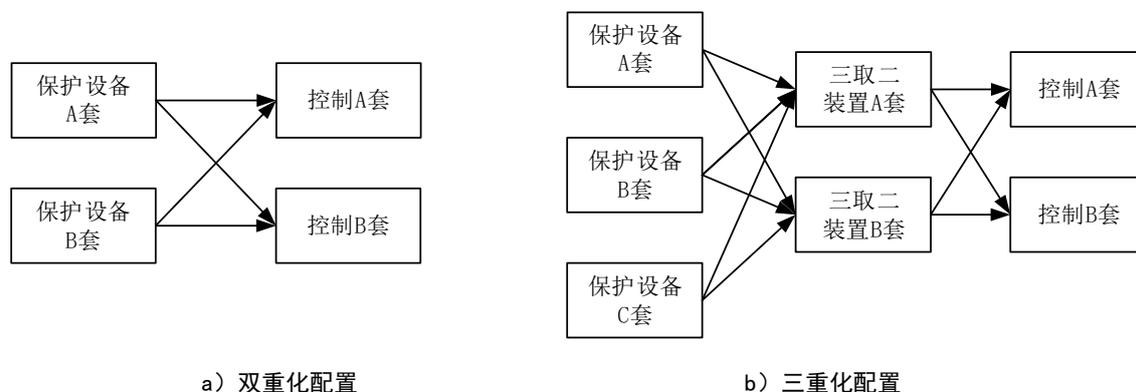


图 2 高压直流断路器保护设备与控制设备的连接方式

6.2 保护功能

- 6.2.1 应具有状态指示功能，表明设备的运行状态。

- 6.2.2 保护设备应能够保障高压直流断路器的设备安全，根据需要配置电气量保护和非电气量保护。
- 6.2.3 电气量保护应满足以下要求：
- a) 为了防止高压直流断路器开断超过极限，应设置主支路过流保护；主支路过流保护动作后，闭锁高压直流断路器分闸；
 - b) 为了防止高压直流断路器开断超过极限，应设置转移支路过流保护；转移支路过流保护动作后，转移支路子模块快速开断；
 - c) 为了应对高压直流断路器合闸于故障时的过电流，应设置合闸过流保护；合闸过流保护动作后，转移支路子模块快速开断。
- 6.2.4 供能变压器采用 SF₆ 气体绝缘时，应配置 SF₆ 压力异常保护。
- 6.2.5 保护设备应具备安全可靠的转检修功能。
- 6.2.6 保护设备有动作信号时，不应由试验状态切换至运行状态。
- 6.2.7 保护设备中的单一元件故障，不应造成保护误动或拒动。
- 6.2.8 保护装置不应依赖于外部对时系统实现其保护功能。
- 6.2.9 应具有对应的人机界面，可方便的查看设备的状态、定值、产生的事件；可在保证安全的情况下修改定值。
- 6.2.10 应具有顺序事件记录功能，记录信息应包括事件名称及产生事件的时间。在设备电源消失时，不应丢失事件记录，最大事件记录数应不小于 1 000 条。
- 6.2.11 应具有录波功能，应能记录整个故障过程，录波的内容应包括原始量、必要的中间量以及开关量等。保护装置记录的所有数据应为 GB/T 14598.24—2017 中规定的电力系统暂态数据交换通用格式（Common Format for Transient Data Exchange，简称 COMTRADE）。

7 监测功能要求

7.1 监测信息

- 7.1.1 应对高压直流断路器的主通流装置、电流转移装置、能量吸收装置、供能装置等主设备进行监视，宜包括以下信息：
- a) 主通流装置中快速机械开关位置状态、故障状态、分合允许状态、冗余信息、驱动电容电压等；
 - b) 电流转移装置中电力电子开关的状态信息、冗余信息；
 - c) 能量吸收装置的可用状态、动作次数；
 - d) 总回路电流、主支路电流、转移支路电流（若有）、耗能支路电流。
- 7.1.2 应能实现对供能系统、冷却系统（如有）的监视，宜包括以下信息：
- a) 供能系统中 UPS 负载率、电压、电流和频率等参数；
 - b) 供能变压器的压力、温度等参数及状态；
 - c) 冷却系统的温度、流量、电导率等参数。

7.2 监测功能

- 7.2.1 应具备人机界面，具有图形展示、报警信息显示、报表和打印功能。

7.2.2 应具备顺序事件记录功能：

- a) 应能汇总事件记录，送至数据库存储和显示；
- b) 应具有事件数据过滤、自动统计和归档功能；
- c) 事件至少应包括产生时间、事件对象、事件描述、事件等级等信息；
- d) 事件记录应能按照事件类型、事件发生时间、事件等级、描述文字等项目进行检索。

8 通信与接口

8.1 一般要求

8.1.1 与换流站直流控制设备、直流保护设备、故障录波器的通信链路层宜采用 IEC 60870-5-1 规定的 FT3 格式，宜使用光接口。

8.1.2 应具有与外部标准授时源的校对接口，宜采用 IRIG-B 格式。

8.1.3 快速保护的分闸命令（如有）应采用高频调制信号。

8.2 与直流控制保护设备接口

8.2.1 上送换流站直流控制保护设备的信号应至少包括但不限于：值班状态、检修状态、分/合闸状态、允许分闸、允许合闸、断路器失灵、自分断状态。

8.2.2 接收换流站直流控制保护设备的信号应至少包括但不限于：值班状态、控制分闸指令、保护分闸指令、合闸指令、重合闸指令。

8.3 与故障录波器接口

上送故障录波器的信号应至少包括但不限于：与换流站直流控制保护设备接口的信号、直流断路器内部电流信号、直流断路器控制保护设备自检信号。

附录 A

(资料性)

高压直流断路器典型一次结构

机械式直流断路器典型一次结构如图A.1所示，一般由开断装置(CB)、换流电容器(C)、换流电抗(L)、触发装置(G)和避雷器(MOV)组成，见图A.1虚线框中部分。

电力电子式直流断路器典型一次结构如图A.2所示，一般由电力电子器件(S)和避雷器(MOV)组成，见图A.2虚线框中部分。

混合式直流断路器典型一次结构如图A.3所示，一般由快速隔离开关(FD)、辅助直流开关(FS)、主直流开关(MS)和避雷器(MOV)组成，其中主直流开关和辅助直流开关都为电力电子器件，见图A.3虚线框中的部分。

图A.1、图A.2和图A.3中的DB1和DB2均为剩余电流开断装置(如有)，用于开断剩余电流。

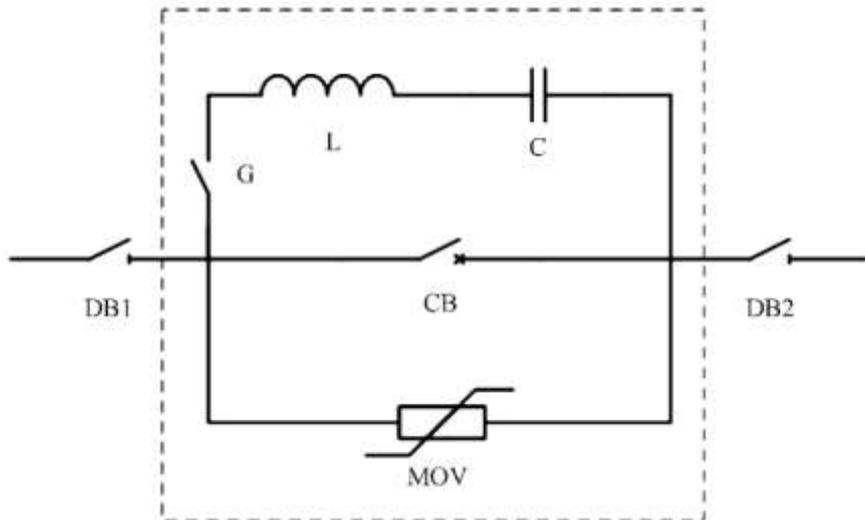


图 A.1 机械式直流断路器典型一次结构示意图

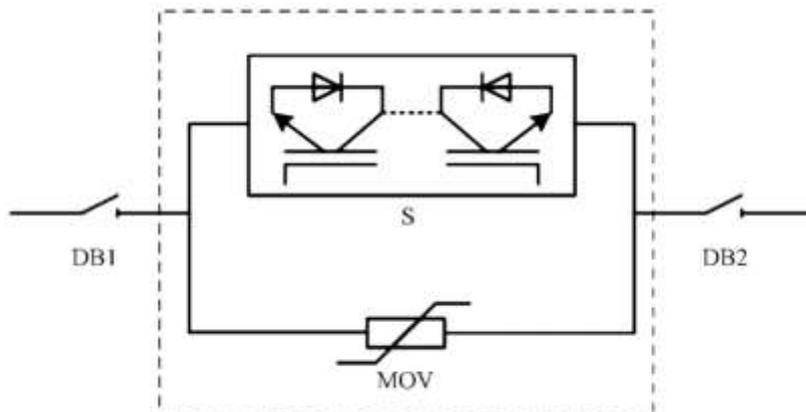


图 A.2 电力电子式高压直流断路器典型一次结构示意图

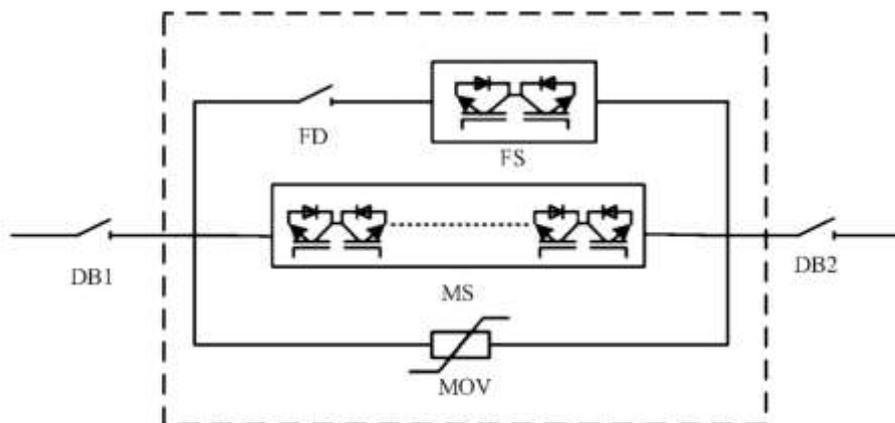


图 A.3 混合式高压直流断路器典型一次结构示意图