

中华人民共和国能源行业标准

NB/T XXXX—202X

交直流混合配电网继电保护技术要求

Technical requirements for relay protection of AC-DC hybrid distributed
network

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家能源局 发布

目 次

| | |
|------------------------------|-----|
| 前言 | III |
| 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 保护分区 | 3 |
| 5.1 交流侧保护区域 | 3 |
| 5.2 交直流连接保护区域 | 3 |
| 5.3 直流侧保护区域 | 3 |
| 6 故障类型 | 3 |
| 6.1 交流侧保护区域故障 | 3 |
| 6.2 交直流连接区域故障 | 3 |
| 6.3 直流侧保护区域故障 | 3 |
| 7 功能配置 | 4 |
| 7.1 交流侧保护区域 | 4 |
| 7.2 交直流连接保护区域 | 4 |
| 7.3 直流侧保护区域 | 4 |
| 7.4 不同保护区域的配合 | 5 |
| 8 保护装置技术要求 | 5 |
| 8.1 环境条件 | 5 |
| 8.2 额定电气参数 | 6 |
| 8.3 测量精度要求 | 6 |
| 8.4 采样频率要求 | 6 |
| 8.5 电磁兼容性能 | 6 |
| 8.6 自诊断功能 | 7 |
| 8.7 独立启动元件 | 7 |
| 8.8 输入/输出隔离 | 7 |
| 8.9 交流回路自检 | 7 |
| 8.10 故障记录 | 7 |
| 8.11 事件记录 | 8 |
| 8.12 记录输出 | 8 |
| 8.13 通信接口 | 8 |
| 8.14 辅助软件 | 8 |
| 8.15 软件安全防护 | 8 |
| 8.16 时钟和时钟同步 | 8 |
| 8.17 设备稳定性要求 | 8 |
| 附录 A（资料性） 交直流混合配电网保护分区 | 9 |

| | | |
|-----------|------------------------|----|
| 附录 B（资料性） | 交直流混合配电网接线形式..... | 11 |
| 附录 C（资料性） | 交直流混合配电网接地方式..... | 12 |
| 附录 D（资料性） | 交直流混合配电网直流侧典型故障类型..... | 14 |

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：

交直流混合配电网继电保护技术要求

1 范围

本文件规定了交直流混合配电网继电保护在保护分区、保护功能和性能等方面的技术要求。

本文件适用于直流±10 kV (DC 20 kV) 及以下电压等级直流配电网和与直流配电网相连的交流10 kV (20 kV) 及以下电力设备的继电保护, 覆盖交流侧保护区、交直流连线保护区、直流侧保护区(直流线路和母线保护区)。

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 2887—2011 计算机场地通用规范
- GB/T 2900.1 电工术语 基本术语
- GB/T 2900.17 电工术语 量度继电器
- GB/T 2900.33 电工术语 电力电子技术
- GB/T 9361—2011 计算机场地安全要求
- GB/T 11287—2000 电气继电器 第21部分: 量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第1篇: 振动试验(正弦)
- GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T 14537—1993 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验
- 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 14598.26—2015 量度继电器和保护装置 第26部分: 电磁兼容要求
- GB/T 14598.27—2017 量度继电器和保护装置 第27部分: 产品安全要求
- DL/T 667 远动设备及系统 第5部分: 传输规约 第103篇: 继电保护设备信息接口配套标准
- DL/T 860(所有部分) 电力自动化通信网络和系统
- DL/T 1193—2012 柔性输电术语
- IEC 60044-8:2002 互感器 第8部分: 电子式互感器 (Instrument transformers - Part 8: Electronic current transformers)

3 术语和定义

GB/T 2900.1、GB/T 2900.17和 GB/T 2900.33界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

交直流混合配电网 AC/DC hybrid distribution network

直流配电网与交流配电网通过一处或多处电力电子装置形成互联关系并协调运行的配电网。

3.2

交直流连接区 AC/DC connection area

交流配电网与直流配电网相连接的交流电力设备构成的区域，包括联结变压器、线路、母线等电力元件。

3.3

换流 conversion

变流

利用功率半导体器件将交流电能转换为直流电能，或将直流电能转换为交流电能，或者二者的组合。

注：在柔性输电领域内，“换流”为惯用术语；在电力电子领域，更多的使用术语“变流”。

[来源：DL/T 1193—2012，3.3.1]

3.4

换流器 converter

变流器 power electronic converters

能实现完整换流功能的电气装置。

[来源：DL/T 1193—2012，3.3.4]

3.5

直流线路纵联保护 DC line longitudinal protection

指直流线路两侧保护装置将判别量借助通道传送到对侧，并分别按照对侧与本侧判别量之间的特定关系来判别区内故障或区外故障。

3.6

直流侧非有效接地运行方式 DC non-effectively earthed operation mode

指直流侧经钳位电阻、钳位电容接地或不接地的运行方式。

3.7

直流侧有效接地运行方式 DC effectively earthed operation mode

指直流侧直接接地的运行方式。

4 总则

4.1 交直流混合配电网继电保护应在合理的配电网结构、接地方式和运行方式下，保障配电网和电力设备的安全运行。在交直流混合配电网一次规划设计阶段要充分考虑继电保护适应性要求。

4.2 交直流混合配电网保护配置应满足不同故障隔离方式的技术要求。

4.3 交直流混合配电网继电保护应符合可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。如果由于配电网运行方式、一次设备性能、系统配置等原因，不能兼顾选择性、灵敏性和速动性要求时，应按如下原则合理取舍：

- a) 局部配电网服从主配电网；
- b) 保护电力设备的安全；

c) 保障重要用户供电。

4.4 交直流混合配电网直流侧保护和交流侧保护相互配合，应考虑交流侧保护和直流侧保护互为后备的保护方案。交直流混合配电网保护配置应按照不同的保护分区配置。典型的交直流混合配电网保护分区参见附录 A 中图 A.1。

4.5 交直流混合配电网保护配置应按配电网拓扑、电压等级、运行方式、供电可靠性、电能质量和经济性等要求，明确保护配置原则、功能和性能指标要求。

4.6 换流器等电力电子设备自身的（本体）保护宜在其控保系统中实现，外部交流侧或直流侧保护宜作为电力电子设备的后备保护。

4.7 保护用电压、电流传感器配置应考虑电磁干扰及长距离传送可靠性的要求。当装置模拟量、开关量输入/输出采用数字化接口时，应符合 DL/T 860 或 IEC 60044-8:2002 中 5.3 和 5.4 的规定。

4.8 交直流混合配电网保护可考虑与控制系统一体化配置，不同主设备保护在不影响运维的情况下可一体化配置。当保护与测控为一体化装置时，其采样、控制、接口等应满足应用需求。

4.9 交直流混合配电网保护功能宜结合配电网接线形式（参见附录 B）、接地方式（参见附录 C）进行配置，对不同保护分区的保护功能进行合理的分配。

5 保护分区

5.1 交流侧保护区域

交流侧保护区域的保护范围包括交流侧的配电变压器、交流线路、交流母线等。

5.2 交直流连接保护区域

交直流连接保护区的保护范围是从交流母线到换流器桥臂电抗器网侧之间的所有设备，包括交流连接线、联结变压器、启动电阻、旁路设备等。典型的交直流连接保护区如图 A.2 所示。

5.3 直流侧保护区域

5.3.1 直流侧保护区域包括直流线路保护区域和直流母线保护区域。

5.3.2 直流线路保护区域的保护范围包括直流线路两端测点之间的线路本体、限流设备（如有配置）及其两端的附属开关设备。典型的直流线路保护区参见附录图 A.3 所示。

5.3.3 直流母线保护区域的保护范围包括直流母线各线路出口电流传感器之间的所有设备。典型的直流母线保护区参见附录图 A.4 所示。

6 故障类型

6.1 交流侧保护区域故障

主要包括相间短路、单相接地故障。

6.2 交直流连接区域故障

主要包括接地、短路、开路。

6.3 直流侧保护区域故障

6.3.1 直流线路故障

直流线路故障主要包括以下类型，参见附录图D.1：

- a) 直流线路单极接地、双极短路故障；
- a) 正/负极与金属回线间短路故障；
- b) 直流线路、金属回线断线故障。

6.3.2 直流母线故障

直流母线故障主要包括以下类型：

- a) 直流母线单极接地、双极短路故障；
- b) 极母线开路故障；
- c) 中性母线接地、开路故障。

7 功能配置

7.1 交流侧保护区域

交流侧保护区域应按 GB/T 14285 的要求配置继电保护和安全自动装置。

7.2 交直流连接保护区域

对交直流连接保护区域的电力设备或线路相间短路和单相接地故障，可根据工程情况选择配置如下保护功能：

- a) 交流连接线过流保护；
- b) 联结变压器纵联差动保护；
- c) 联结变压器过流保护；
- d) 中性线电阻热过载保护；
- e) 接地过流保护；
- f) 启动回路热过载保护；
- g) 交流低电压保护；
- h) 交流过电压保护。

7.3 直流侧保护区域

7.3.1 可通过多点比对判别或就地识别等方式实现故障判断，完成故障精准定位，并与电力电子设备配合完成故障隔离。

7.3.2 对于直流线路双极短路、单极对地和单极对金属回线短路故障，可根据工程情况选择配置如下保护功能：

- a) 直流线路纵联保护；
- b) 低压（方向）过流保护；
- c) 直流线路差动保护；
- d) 直流电压不平衡保护；
- e) 横差保护。

7.3.3 对于直流母线双极短路、单极对地和单极对金属回线故障，可根据工程情况选择配置如下保护功能：

- a) 直流母线差动保护；
- b) 直流电压不平衡保护；

- c) (方向) 过流保护;
- d) 横差保护。

7.3.4 直流侧保护区域中母线或线路的保护动作时序与一次设备配置直接相关,根据一次设备配置(包括换流器类型、限流器、电抗器、直流断路器等)和直流母线或线路的保护装置与换流器控制保护动作的时序,可分为换流器控制保护先于直流母线或线路保护动作和直流母线或线路保护先于换流器控制保护动作两种情况。

7.3.5 在直流母线或线路保护先于换流器控制保护动作情况下,直流侧母线或线路发生双极短路故障后,直流母线或线路保护应能定位出故障线路,并快速可靠切除故障。

7.3.6 在换流器控制保护先于直流母线或线路保护动作情况下,对于直流母线或线路双极短路、单极对地和单极对金属回线故障,保护用于故障区段隔离。

7.3.7 在直流侧非有效接地方式下,对于直流母线或线路单极对地和单极对金属回线故障,应至少具备绝缘监测功能。

7.3.8 直流母线或线路故障响应考虑交直流混合配电网的接地方式(参见附录D)和故障类型,包括以下内容:

- a) 在直流侧有效接地方式下发生单极或极间短路故障时,直流母线或线路保护应能定位出故障线路,给出故障跳闸信号;
- b) 在直流侧非有效接地方式下发生极间短路故障时,直流线路保护应能定位出故障线路,给出故障跳闸信号;
- c) 在直流侧非有效接地方式下发生单极接地或单极对金属回线故障时,直流线路保护应能定位出故障线路,给出故障告警信号;

7.3.9 在直流线路高阻接地故障情况下,直流线路保护宜定位出故障线路,给出故障告警信号。

7.4 不同保护区域的配合

交直流混合配电网应考虑相邻保护区域互为备用的保护方案,相邻保护区域交叉重叠,保证无死区。不同保护区域的配合应符合下列规定:

- a) 交流侧发生故障时,应由交流侧保护选择性切除故障或隔离故障;
- b) 交直流连接区故障时,应由交直流连接区保护选择性切除或隔离故障,由相邻区域的保护作远后备;
- c) 在直流侧发生故障时,应由直流侧保护选择性切除或隔离故障,在换流器由不可控器件构成且没有配置直流断路器时,可由交流开关切除故障。

8 保护装置技术要求

8.1 环境条件

8.1.1 正常工作大气条件

正常工作大气条件要求如下:

- a) 环境温度:室内-10℃~+55℃;室外-40℃~+70℃;
- b) 相对湿度:5%~95%(装置内部既无凝露,也不应结冰);
- c) 大气压力:80kPa~110kPa。

8.1.2 其他环境要求

装置使用地点其他环境要求应符合以下要求:

- a) 应遮阳、挡雨雪，防御雷击、风沙，通风；
- b) 电磁环境应符合 8.5 的规定；
- c) 使用地点不应有超过 GB/T 11287—2000 中 3.2 规定的严酷等级为 1 级的振动，运输贮存过程不应有超过 GB/T 14537—1993 中 4.2 和 4.3 规定的严酷等级为 1 级的冲击和碰撞；
- d) 无爆炸危险的介质，周围介质中不应含有能腐蚀金属、破坏绝缘和表面镀覆及涂覆层的介质及导电介质，不允许有明显的水汽，不允许有严重的霉菌存在；
- e) 场地安全要求应符合 GB/T 9361—2011 中 4.2 B 级的规定，接地应符合 GB/T 2887—2011 中 5.8 的规定；
- f) 外壳防护应符合 GB/T 14598.27—2017 中 7.5、7.6 和 7.9 的规定。

8.1.3 特殊使用环境

如使用条件超过上述规定，由用户与制造厂商协商确定。

8.2 额定电气参数

8.2.1 交流供电电源要求

交流供电电源要求如下：

- a) 额定电压：220 V，允许偏差-20%~+20%；
- b) 频率：50 Hz，允许偏差±1 Hz；
- c) 波形：正弦，畸变因数不大于 5%。

8.2.2 直流供电电源要求

直流供电电源要求如下：

- a) 额定电压：220 V、110 V、48 V、24 V，允许偏差-20%~+15%；
- b) 纹波系数：不大于 5%；
- c) 直流供电电源消失时，应输出告警接点。直流电源恢复时，装置应能自动恢复工作。

8.2.3 功率消耗

对装置的功率消耗要求如下：

- a) 交流电流回路：当额定电流为 5 A 时，每相不大于 1 VA；
当额定电流为 1 A 时，每相不大于 0.5 VA；
- b) 交流电压回路：当额定电压时，每相不大于 1 VA；
- c) 供电电源回路：由产品标准或制造商产品文件规定。

8.3 测量精度要求

电流量测量误差≤1.0%或绝对误差不大于 $0.01I_N$ 。

电压量测量误差≤1.0%或绝对误差不大于 $0.002U_N$ 。

注1： I_N 为额定电流； U_N 为额定电压；

注2：采用其他的标称值可由用户和制造商协商确定。

8.4 采样频率要求

交流保护采样频率不小于1.2 kHz；直流线路与直流母线保护采样频率不小于10 kHz。

8.5 电磁兼容性能

8.5.1 抗扰度要求

8.5.1.1 外壳端口抗扰度要求

装置的外壳端口抗扰度应符合GB/T 14598.26—2015中表3的抗扰度规定。

8.5.1.2 辅助电源端口抗扰度要求

装置的辅助电源端口抗扰度应符合GB/T 14598.26—2015中表4的规定。

8.5.1.3 通信端口抗扰度要求

装置的通信端口抗扰度应符合GB/T 14598.26—2015中表5的规定。

8.5.1.4 输入/输出端口抗扰度要求

装置的输入/输出端口抗扰度应符合GB/T 14598.26—2015中表6的规定。

8.5.1.5 功能接地端口抗扰度要求

装置的功能接地端口抗扰度应符合GB/T 14598.26—2015中表7的规定。

8.5.2 电磁发射要求

装置外壳端口的辐射发射值应符合GB/T 14598.26—2015中表1的规定，辅助电源端口发射值应符合GB/T 14598.26—2015中表2的规定。

8.6 自诊断功能

自诊断功能应能覆盖从测量二次线圈开始包括电源、测量回路、输入输出回路、通信回路以及所有的硬件和软件模块在内的整个设备和接口。应根据故障情况采取相应措施，确保单一元件故障不引起保护的不正确动作。

8.7 独立启动元件

保置应具有独立的启动元件，只有在电力系统发生扰动时，才允许开放跳闸回路。

8.8 输入/输出隔离

装置的输入/输出回路应具有隔离措施。

8.9 交流回路自检

8.9.1 装置在电压二次回路发生断线、失压时，应发告警信号，并闭锁可能误动作的保护。

8.9.2 装置在电流二次回路不正常或断线时，应发告警信号。

8.10 故障记录

装置应具有故障记录功能，以记录保护的動作过程，为分析保护動作行为提供详细、全面的数据信息，但不要求代替专用的故障录波器。

装置故障记录的要求是：

- a) 故障记录应包括保护启动及動作过程中的输入模拟量、时间、動作事件报告、動作采样值数据报告、开入、开出和内部状态信息、定值报告等。故障记录输出格式应符合GB/T 14598.24—2017的规定；

- b) 在被保护对象发生故障时，应可靠记录故障信息；
- c) 应保证在装置电源消失时，不丢失已记录信息；
- d) 应至少能保存最新 8 次启动及动作的波形信息。

8.11 事件记录

装置应以时间顺序记录的方式记录正常运行的操作信息，如开关量变位、压板切换、定值修改、定值区切换等，记录不低于256条。

8.12 记录输出

装置应能输出事件记录和故障记录。

8.13 通信接口

装置应具备与监控系统通信接口，通信协议宜采用DL/T 860或DL/T 667规定的相关通信协议。

装置与直流协控系统的连接方式可以采用点对点光纤连接或网络连接，通信协议应符合通用规范要求。

8.14 辅助软件

宜配套提供必要的辅助功能软件，如通信及维护软件、定值整定辅助软件、故障记录分析软件、调试辅助软件等。

8.15 软件安全防护

装置应设有安全防护措施，防止出现不符合要求的更改。

8.16 时钟和时钟同步

装置应具有硬件时钟电路，装置在失去直流电源时，硬件时钟应能正常工作。

装置应具备与外部标准授时源对时的IRIG-B、脉冲或网络对时接口。

装置时钟对时精度：误差不大于1 ms。

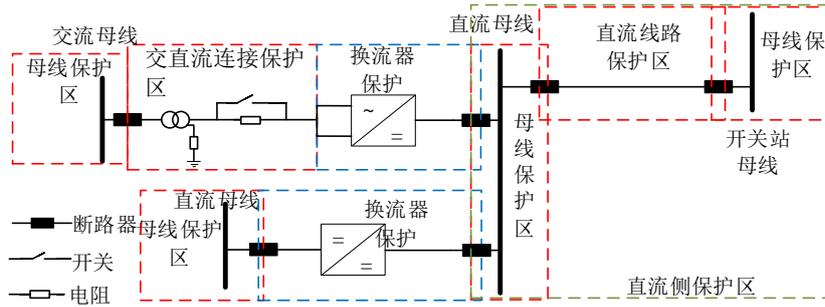
装置时钟守时精度：24 h误差不大于±2 s。

8.17 设备稳定性要求

平均无故障间隔时间（MTBF） $\geq 100\ 000$ h。

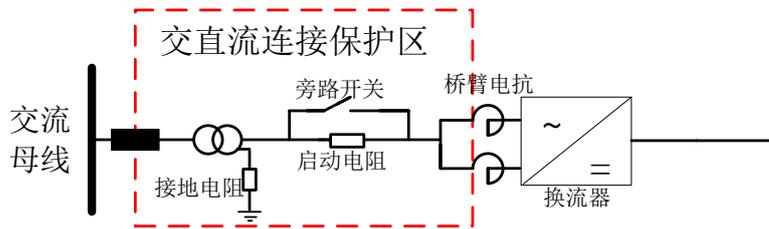
附录 A
(资料性)
交直流混合配电网保护分区

交直流混合配电网典型的保护分区如图A.1所示。



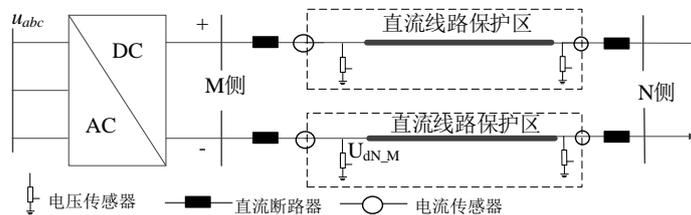
图A.1 交直流混合配电系统典型的保护分区

典型的交直流连接保护区如图A.2所示。



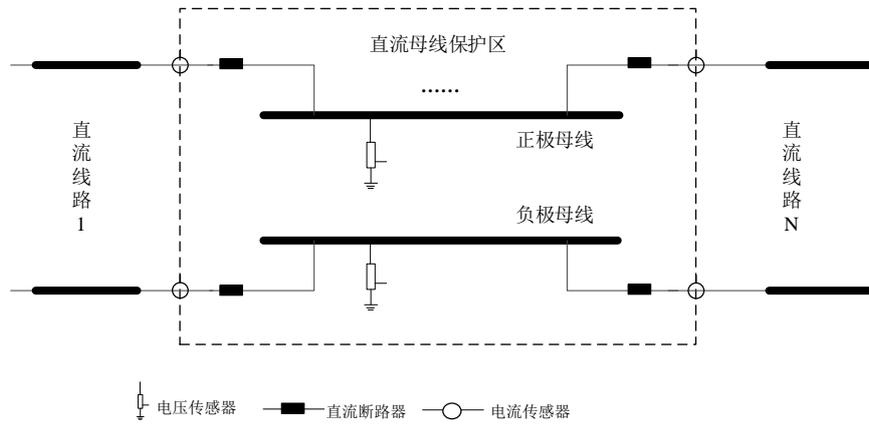
图A.2 交直流连接保护区

典型的直流线路保护区如图A.3所示。



图A.3 直流线路保护区

直流母线保护区域的保护范围包括直流母线各线路出口电流传感器之间的所有设备。典型的直流母线保护区如图A.4所示。



图A.4 直流母线保护区

附 录 B
(资料性)
交直流混合配电网接线形式

交直流混合配电网接线形式包括单极结构，双极结构，其中双极结构根据换流器类型可分为基于中点电压控制功能换流器结构的交直流混合配电网和基于双换流器结构的交直流混合配电网。

交直流混合配电网单极结构示意图如图B.1所示。

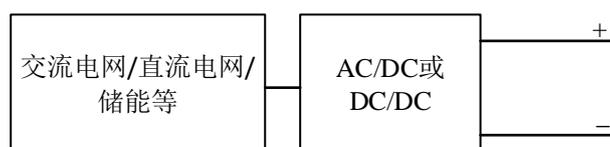
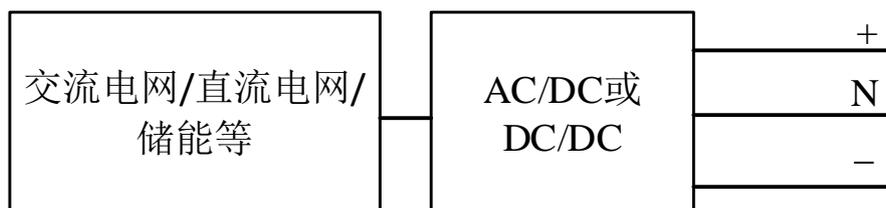
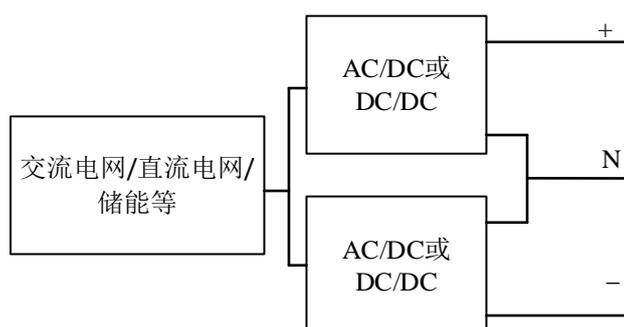


图 B.1 单极结构示意图

基于中点电压控制功能换流器的交直流混合配电网双极结构示意图如图B.2 a)，基于双换流器的交直流混合配电网双极运行结构示意图如图B.2 b)。



a) 基于中点电压控制功能换流器结构示意图



b) 基于双换流器结构示意图

图 B.2 双极结构示意图

附 录 C
(资料性)
交直流混合配电网接地方式

交直流混合配电网的接地方式可分为交流侧直接接地方式、交流侧经电阻接地方式、直流侧直接接地方式、直流侧不接地方式、直流侧经钳位电阻接地方式和直流侧经钳位电容接地方式。
交直流混合配电网交流侧直接接地方式示意图如图C.1所示。

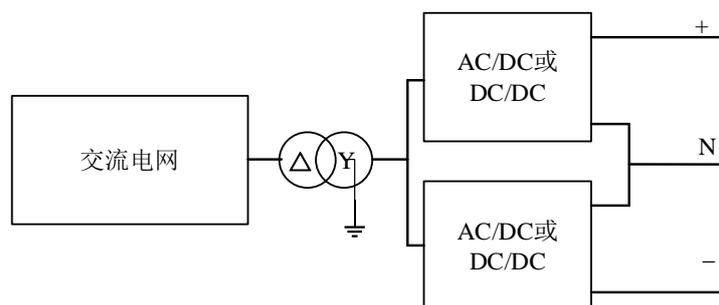


图 C.1 交流侧直接接地方式示意图

交直流混合配电网交流侧经电阻接地方式示意图如图C.2所示。

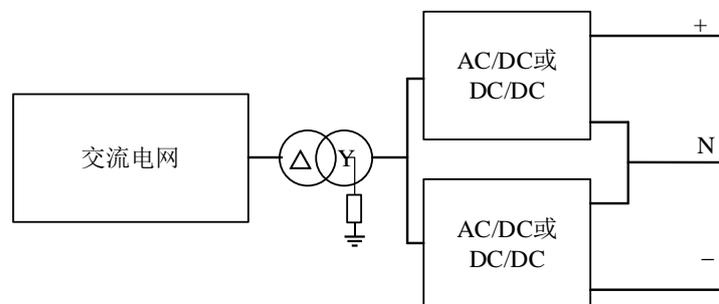


图 C.2 交流侧经电阻接地方式示意图

交直流混合配电网直流侧直接接地方式示意图如图C.3所示。

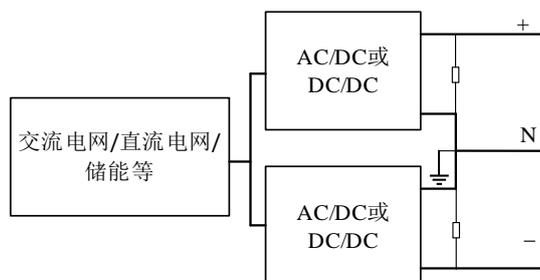


图 C.3 直流侧直接接地方式示意图

交直流混合配电网直流侧经电阻接地方式示意图如图C.4所示。

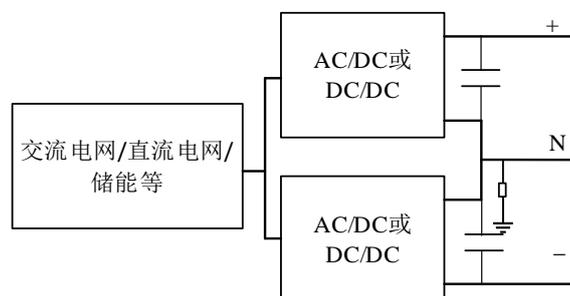


图 C.4 直流侧经接电阻接地方式示意图

交直流混合配电网直流侧不接地方式示意图如图C.5所示。

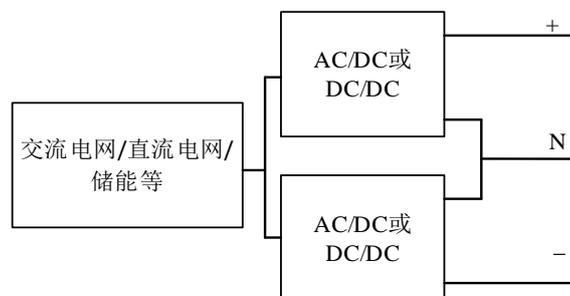


图 C.5 直流侧不接地方式示意图

附录 D

(资料性)

交直流混合配电网直流侧典型故障类型

交直流混合配电网的直流侧典型故障类型示意图如图D.1所示：

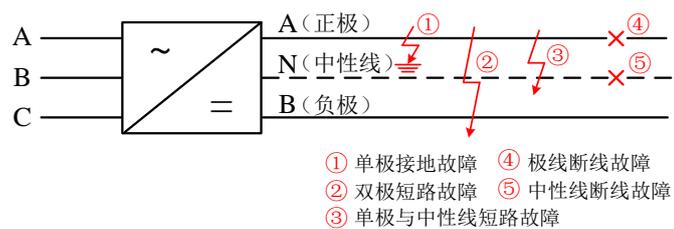


图 D.1 直流侧典型故障类型示意图