

ICS

点击此处添加中国标准文献分类号

Q/GDW

国家电网公司企业标准

Q/GDW XXXXX—XXXX

# 交直流混合配电网规划设计指导原则

The guide for planning and design of AC/DC Hybrid Power

Distribution Network

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家电网公司

发布



目 次

前 言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 2

4 总则 ..... 2

5 电压等级 ..... 3

6 网架结构 ..... 3

7 主要设备 ..... 4

8 系统二次 ..... 6

9 电源及用户接入 ..... 7

附录 A（资料性附录） 中低直流配电距离推荐表..... 9

附录 B（资料性附录） 中压交直流混合配电网直流侧电网结构示意图..... 10

# 前 言

为规范公司交直流混合配电网规划设计与建设,有效指导国家电网公司开展交直流混合配电网规划设计建设工作,规范规划设计流程,明确规划设计方法,制定本标准。

本标准由国家电网公司发展策划部提出并解释。

本标准由国家电网公司科技部归口。

本标准起草单位: ××××、××××、××××。

本标准主要起草人: ×××、×××、×××。

本标准首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至国家电网公司科技部。

# 交直流混合配电网规划设计指导原则

## 1 范围

本标准规定了交直流混合配电网电压等级、网架结构、主要设备、系统二次、电源及用户接入等方面的相关技术原则。

本标准适用于国家电网公司所属各区域电网公司、省（区、市）公司及下属供电公司交流110kV/直流±100kV及以下各电压等级交直流混合配电网规划设计的有关工作。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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  | 156     | 标准电压                     |
| GB/T  | 12326   | 电能质量 电压波动和闪变             |
| GB/T  | 12325   | 电能质量 供电电压偏差              |
| GB/T  | 13498   | 高压直流输电术语                 |
| GB/T  | 14285   | 继电保护和安全自动装置技术规程          |
| GB/T  | 14549   | 电能质量 公用电网谐波              |
| GB/T  | 15543   | 电能质量 三相电压不平衡             |
| GB/T  | 15945   | 电能质量 电力系统频率偏差            |
| GB/T  | 20234.3 | 电动汽车传导充电连接装置 第3部分：直流充电接口 |
| GB/T  | 24337   | 电能质量 公用电网间谐波             |
| GB/T  | 30553   | 基于电压源换流器的高压直流输电          |
| GB/T  | 33593   | 分布式电源并网技术要求              |
| NB/T  | 32015   | 分布式电源接入配电网技术规定           |
| DL/T  | 1193    | 柔性输电术语                   |
| DL/Z  | 1697    | 柔性直流配电系统用电压源换流器技术导则      |
| DL/T  | 5003    | 电力系统调度自动化设计技术规程          |
| DL/T  | 5709    | 配电自动化规划设计技术导则            |
| DL/T  | 5729    | 配电网规划设计技术导则              |
| T/CEC | 107     | 直流配电电压                   |
| Q/GDW | 382     | 配电自动化技术导则                |
| Q/GDW | 480     | 分布式电源接入电网技术规定            |
| Q/GDW | 11147   | 分布式电源接入配电网技术规范           |
| Q/GDW | 11178   | 电动汽车充换电设施接入电网技术规范        |
| Q/GDW | 11358   | 电力通信网规划设计技术导则            |
| Q/GDW | 11360   | 调度自动化规划设计技术导则            |
| Q/GDW | 564     | 储能系统接入配电网技术规定            |

### 3 术语和定义

下列术语和定义以及GB/T 13498、DL/T 1193规定的术语和定义适用于本标准。

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

从电源侧（输电网、发电设施、分布式电源等）接受电能，并通过交直流配电设施就地或逐级分配给各类用户的电力网络。其中， $\pm 100\text{kV}$ 电网为高压直流配电网， $\pm 3\text{kV} \sim \pm 50\text{kV}$ 电网为中压直流配电网， $\pm 1500\text{V}$ 以下电网为低压直流配电网。

#### 3.2 供电可靠性 reliability of power supply

配电网向用户持续供电的能力。

#### 3.3 电压源换流器 voltage source converter (VSC)

由采用可关断阀器件的阀及其监控设备、相关辅助设备等组成的成套换流装置。

#### 3.4 两电平换流器 two-level converter

交流侧输出相电压波形中电平数为2的电压源换流器。

[GB/T 30553—2014，定义3.4.4]

#### 3.5 三电平换流器 three-level converter

交流侧输出相电压波形中电平数为3的电压源换流器。

[GB/T 30553—2014，定义3.4.5]

#### 3.6 多电平换流器 multi-level converter

交流侧输出相电压波形中电平数大于3的电压源换流器。

[GB/T 30553—2014，定义3.4.6]

#### 3.7 模块化多电平换流器 modular multi-level converter

每个VSC阀由一定数量的独立单相电压源换流器串联组成的多电平换流器。

[GB/T 30553—2014，定义3.4.7]

#### 3.8 直流变压器 DC transformer

采用变压器、电力电子器件及其监控设备、相关辅助设备等，实现直流电压变换的一种成套装置。

#### 3.9 直流微电网 DC micro-grid

由分布式电源、用电负荷、配电设施、监控和保护装置等组成，采用直流供电的小型发配电系统（必要时含储能装置）。

### 4 总则

4.1 交直流混合配电网涉及输电网以及高、中、低压交直流网络四个层级的协调与配合，应将其作为整体进行规划及设计，综合考虑电压等级的优化设计、网架结构的协调发展、主要设备的合理选择、二次系统的整体融合以及电源用户的便捷接入。

4.2 交直流混合配电网的规划设计应进行技术经济比较，合理选择直流配电或交流配电方式。

- a) 高压交直流混合配电网宜以交流供电为主，有大容量或远距离电力输送需求的电力孤岛、海岛电网等可采用直流供电。
- b) 分布式电源、直流负荷、电压敏感负荷、储能等接入需要较大的供电区域可采用中、低压直流供电。

4.3 交直流混合配电网的规划设计应具有前瞻性，应充分体现直流技术的可控性优势，具备负荷转移能力、应急处理能力、故障自愈能力、潮流控制能力和分布式电源、各类负荷的接纳能力。

4.4 交直流混合配电网的规划设计应着重加强交直流电网间影响及交直流运行方式的计算和分析。

## 5 电压等级

5.1 交直流混合配电网应优化配置电压等级序列，避免重复降压。

5.2 交直流混合配电网中交流电压等级的选择应符合 GB/T 156 和 DL/T 5729 的规定。

5.3 交直流混合配电网中直流电压等级的选择应符合 T/CEC 107 的规定，同时应考虑网架发展需求、供电能力约束、设备发展水平、工程运行经验、投资经济性、分布式电源及各类负荷接入需求等因素。

5.4 同一供电区域内的交直流混合配电网直流侧，高、中压层级宜选取 1~2 个直流电压等级，低压层级可根据用户、分布式电源等实际接入需求选取多个直流电压等级。

5.5  $\pm 10\text{kV} \sim \pm 50\text{kV}$  等级供电电压正向允许偏差值不大于 5%，负向允许偏差值不小于 -15%； $\pm 750\text{V}$ （ $1500\text{V}$ ） $\sim \pm 6\text{kV}$  等级的供电电压正向允许偏差值不大于 7%，负向允许偏差值不小于 -17%； $1500\text{V}$  以下等级的供电电压正向允许偏差值不大于 10%，负向允许偏差值不小于 -20%。

## 6 网架结构

### 6.1 一般要求

6.1.1 交直流混合配电网网架结构应综合考虑供电可靠性、运行安全稳定性、调度操作灵活性、电能质量要求以及经济性等因素确定，高、中、低压配电网三个层级应相互匹配、强简有序、相互支援。

6.1.2 交流侧电网结构应满足 DL/T 5729 的要求。

6.1.3 交流侧电能质量应满足 GB/T 12326、GB/T 14549、GB/T 24337、GB/T 15543、GB/T 15945、GB/T 12325 的要求。

6.1.4 直流侧电网可通过换流器与本层级对应电压等级交流电网互联，也可通过直流变压器实现直流电网各层级互联。

6.1.5 直流侧电网接入分布式电源时，可配置储能装置，储能容量应根据技术经济分析确定。

6.1.6 直流配电线路供电半径应根据实际负荷和线路条件满足末端电压质量要求。中、低压直流配电网的供电半径推荐值参考附录 A。

6.1.7 在电网建设的初期及过渡期，应根据供电安全准则要求及目标网架，合理选择过渡电网结构。

## 6.2 高压交直流混合配电网

6.2.1 直流侧的网络结构应综合考虑功率交换、电网稳定、新能源并网等需求，可参照 DL/T 5729 中 110~35kV 电网结构的要求开展规划设计。

## 6.3 中压交直流混合配电网

6.3.1 同一地区的同类供电区域电网结构应尽量统一。

6.3.2 网架结构设计应遵循不交叉供电原则，形成相对独立的供电区。

6.3.3 根据规划区域特点，直流侧电网结构可选择辐射式结构、单端环式结构、双端式结构、多端式结构、多端环式结构等，但不限于以上结构。

6.3.4 中压交、直流配电网互联时应合理选择交流接入点，宜优先接入上级交流变电站的中压侧母线。

6.3.5 直流线路应根据主干线路长度和负荷分布情况进行分段，按供电安全标准要求每段负荷不宜超过 2MW。

6.3.6 高可靠性供电区域的配电网结构应具备网络重构能力，便于实现故障自动隔离。

## 6.4 低压交直流混合配电网

6.4.1 直流侧电网宜采用辐射式结构，并根据供电区域、直流负荷水平、分布式电源接入容量进行分层分区供电。

6.4.2 低压直流配电线路可根据实际情况通过电力电子变换设备合理选择接入中压直流母线或中压交流主干线。

# 7 主要设备

## 7.1 一般要求

7.1.1 设备容量配置应综合考虑负荷密度、空间资源条件、上下级电网的协调和整体经济性等因素确定。

7.1.2 直流设备及线路容量应留有合理裕度，保证设备在负荷波动或转供时满足运行要求，同时应考虑功率反送的需求。

7.1.3 设备选择应坚持安全可靠、经济适用及差异化原则，采用技术成熟、少（免）维护、低损耗、节能环保、具备可扩展功能的设备，所选设备应通过具备相应资质机构的检测。电能质量要求较高区域宜适当提高设备的配置标准。

7.1.4 交直流混合配电网交流侧设备配置应满足 DL/T 5729 的要求。

7.1.5 低压换流器、直流变压器的配置应尽量靠近负荷中心，其容量应根据负荷需求进行选取。

7.1.6 各级换流器、直流变压器等配电设备宜户内配置。

## 7.2 换流器



7.2.1 用于接入直流负荷和无功率外送需求的直流微电网宜采用单向换流器，用于接入有功率交换需求的直流储能系统和直流微电网宜采用双向换流器。

7.2.2 换流器的选择应考虑换流器的性能、可靠性、损耗、占地、体积、安装条件、综合造价等因素。

7.2.3 换流器宜选择电压源型(VSC)，根据接入电压等级不同可选用两电平换流器、三电平换流器或模块化多电平换流器。高、中压直流配电网宜选择模块化多电平换流器，低压直流配电网宜选择三电平换流器或两电平换流器。

7.2.4 换流器的交流侧可配置换流变压器，提供站用电源，实现电压调节和故障隔离。

7.2.5 在交流系统发生单相短路故障时，换流器应具备交流故障穿越能力。

7.2.6 换流器应满足 DL/T 1697 中相关技术规定。

### 7.3 直流变压器

7.3.1 用于接入直流负荷和无功率外送需求的直流微电网宜采用单向直流变压器，用于接入有功率交换需求的直流储能系统和直流微电网宜采用双向直流变压器。

7.3.2 对可靠性要求较高的直流负荷供电时，可配置两台及以上直流变压器，当任意一台换流器或直流变压器退出运行，其余换流器或直流变压器的容量应满足负荷的供电要求。

7.3.3 综合考虑设备制造能力和技术经济合理性，可装设多台直流变压器并联运行。

7.3.4 高、中压直流变压器应具备电气隔离功能。

### 7.4 直流断路器

7.4.1 直流断路器应根据负载情况和故障处理的要求，对额定直流电压、额定直流电流、额定冲击耐受电压、开断电流与开断时间等主要参数进行选择。

7.4.2 直流断路器的型式可选择空气式、机械式、电力电子式和混合式等方案，选择时应考虑直流断路器的指标性能、可靠性、损耗、占地、体积、安装条件、综合造价等因素。

7.4.3 基于电压源型换流器(VSC)的直流系统中，直流断路器应具有快速动作功能，开断时间宜小于5ms。

7.4.4 若直流断路器不具备故障限流功能，可根据需要配置电力电子限流设备。

7.4.5 依据不同的应用场景、负荷电流等情况分别选择机械式、混合式或全固态直流断路器。高、中压交直流混合配电网直流侧电网宜采用混合型直流断路器，当混合型直流断路器的开断时间无法满足故障处理的需求时，可采用全固态直流断路器。

### 7.5 直流电缆

7.5.1 直流线路可选用直流电缆或架空方式。

7.5.2 直流线路的选型应综合考虑电压等级、载流量、电压偏差、故障运行方式及供电裕度等因素确定导线截面。

7.5.3 针对交流配电网改造区域，在保证安全可靠供电的前提下，直流侧可利用已有交流电缆运行。

## 8 系统二次

### 8.1 配电网保护配置

8.1.1 交直流混合配电网应结合自身特点，根据就近就简、分区重叠的原则配置保护装置，且应符合下述要求：

- a) 保护装置应满足可靠性、选择性、灵敏性、速动性的基本要求，并据此进行保护原理的设计。
- b) 任一单一元件故障都不应引起保护装置误动或拒动，在任何运行工况下都不应存在保护死区。
- c) 应能根据网络运行方式，对保护功能和定值进行动态配置和调整。
- d) 配电网设备本身应装设异常运行监控和保护装置。各类故障的保护应有主保护和后备保护，可根据需要增设辅助保护。

8.1.2 交直流混合配电网的保护宜按照下述分区进行配置：

- a) 交流侧保护区域：包括交直流混合配电网交流侧的变电站、配变、线路、母线及各类配电设备。
- b) 交直流互联设备保护区域：包括换流变压器、换流器、联接电抗器等交直流互联设备。
- c) 直流侧保护区域：包括交直流混合配电网直流变压器、直流母线、直流线路和直流开关设备设施等。

8.1.3 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。

8.1.4 交直流互联设备保护区域的换流变压器应采用差动保护、本体保护；换流器应配置过流保护，并可根据需要增设桥臂电抗差动保护等。

8.1.5 直流侧保护区域的直流变压器应配置差动保护； $\pm 10\text{kV}$  及以上直流母线应采用差动保护，直流线路应配置直流欠压过流保护、直流电压不平衡保护。

8.1.6 不同保护区域的配合应遵循如下原则：

- a) 交流侧发生故障时，应由交流侧保护选择性切除故障，尽量避免交直流互联设备保护动作，且不应引起直流侧保护误动。
- b) 交流线路后备保护应确保线路末端故障时具有足够的灵敏度，并应与交直流互联设备保护配合。

### 8.2 自动化控制

8.2.1 交直流混合配电网规划设计与建设应在一次方案基础上考虑自动化与信息化的相关需求，实现交直流数据的交互与一二次业务的融合。

8.2.2 交直流混合配电网的自动化控制系统宜采用“主站+设备”的两层构架，若需配置子站，应根据配电网结构、通信方式、实时信息接入量等合理配置。

8.2.3 自动化控制主站应与一次、二次系统同步规划与设计，且应符合下述要求：

- a) 自动化控制主站的规划与设计应考虑未来 5-15 年的配电网规模和应用需求，合理确定自动化控制主站的系统功能与硬件配置方案。
- b) 应能够通过接收各配电设备的遥信与遥测信号，进行系统优化调度及运行方式的计算，并能够在电网故障状态下与保护装置配合，对配电网各类事件、故障、状态进行研判与分析，获取各配电设备的遥控及遥调参考指令，从而保证配电网的安全稳定运行。

- c) 应能够实现换流器、断路器、分布式电源、储能装置等配电网电源及设备的便捷接入、稳定运行、安全退出的管理，具备相应的优化控制策略，并保证应用接口的标准化与功能的可拓展性。
- d) 自动化控制系统与各配电设备间、配电网各换流站间应能够通过系统通信，实现完整的控制功能。
- e) 自动化控制主站与现有 PMS 系统、电网 GIS 平台、营销 95598 系统等其他信息系统之间应统筹规划，通过信息交互实现数据共享，为交直流混合配电网的管理提供技术支撑。

8.2.4 各配电设备应能接收来自自动化控制主站的参考指令，并完成相应的整定值调整、断路器分合、控制方式转换、变压器分接头调节、顺序控制等操作。还应满足以下要求：

- a) 交流变电站应根据 DL/T 5003 的要求对自动化设备及相应控制系统进行设计；交流环网单元、开关站等交流设备应按 Q/GDW 382 的要求配置配电自动化终端。
- b) 直流变压器、换流器应实现“四遥”，并能够实现控制方式的在线切换。
- c) 高、中压交直流混合配电网的直流开关设备设施应实现一、二次成套化设计，关键分段开关及联络开关应实现“三遥”功能。

### 8.3 系统通信

8.3.1 交直流混合配电网的通信系统用于在自动化控制主站与各配电设备之间传送控制和保护信息，应采用先进、成熟、适用的通信技术，满足电网安全生产和公司经营管理的业务需求，并保持适度超前。

8.3.2 通信系统应作为一个整体进行规划，协调发展、资源共享，防止网络重复建设和资源浪费。

8.3.3 通信系统应与配电网一次网架同步规划、同步设计，在一次网架规划时预留相应位置和通道。

8.3.4 交流侧通信网规划设计应符合 Q/GDW 11360、Q/GDW 11358 和 Q/GDW 1738 的相关要求。

8.3.5 直流侧可参照 Q/GDW 11360、Q/GDW 11358 和 Q/GDW 1738 的要求进行通信网规划和设计，但宜采用光纤通信，并适度增加光缆纤芯裕量。

## 9 电源及用户接入

### 9.1 电源接入

9.1.1 交直流配电网应满足国家鼓励发展的各类电源及新能源微电网的接入要求，逐步形成能源互联、能源综合利用的体系。

9.1.2 交流电源接入应符合 GB/T 33593 的规定。

9.1.3 直流侧接入单条线路的电源总容量不应超过线路的允许容量；接入本级直流侧配电网的电源总容量不应超过上一级直流配电设备的额定容量以及上一级线路的允许容量。

9.1.4 分布式电源并网点应安装易操作、可闭锁、具有明显开断点、带接地功能、可开断故障电流的开关设备。

9.1.5 在分布式电源接入前，应对接入的配电线路载流量、交直流配电设备容量进行校核，并对接入的母线、线路、开关等进行短路电流和热稳定校核，如有必要也可进行动稳定校核。

9.1.6 分布式电源接入应符合 NB/T 32015、Q/GDW 11147 和 Q/GDW 480 中相关技术要求。

## 9.2 用户接入

9.2.1 交直流用户接入应符合 DL/T 5729 的规定及电网规划，不应影响电网的安全运行及电能质量。

9.2.2 直流用户的接入电压等级应根据当地电网条件、用电负荷、用户报装容量，经过技术经济比较后确定。

9.2.3 重要电力用户应自备应急电源，电源容量至少应满足全部保安负荷正常供电要求，并应符合国家有关技术规范和标准要求。

9.2.4 电动汽车充换电设施接入直流侧配电网时应进行论证，分析各种充放电方式对配电网的影响。

9.2.5 电动汽车充换电设施接入应符合 Q/GDW 11178 中相关技术规定。

## 9.3 储能接入

9.3.1 储能系统接入交流配电网应符合 Q/GDW 564 中相关技术规定。

9.3.2 储能系统接入直流配电网后公共连接点处的电能质量，在纹波、电压偏差等方面应满足国家相关标准的要求。

9.3.3 储能系统可通过双向电力电子设备接入直流配电网，其容量和接入点的电压等级：200kW 以上储能系统宜接入 $\pm 10$ kV 及以上电压等级配电网；200kW 及以下储能系统宜接入低压直流配电网。

9.3.4 在储能系统与公用电网的连接点处应采用易操作、可闭锁、具有手动和自动操作的断路器，同时安装具有可视断点的隔离开关。

附 录 A  
(资料性附录)  
中低直流配电距离推荐表

A.1 中压直流配电距离推荐表

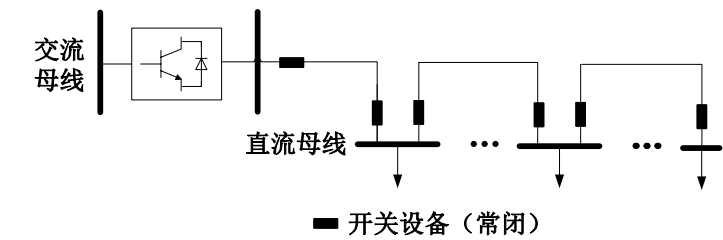
| 电压等级<br>(kV) | 导线截面积<br>(mm <sup>2</sup> ) | 最大载流量<br>(A) | 最大输送容量<br>(MW) | 配电容量<br>(MW) | 供电半径<br>(km) |
|--------------|-----------------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| ±50kV        | 240                         | 500          | 50             | 35~50        | 150          |
| ±35kV        | 240                         | 500          | 35             | 20~35        | 100          |
| ±20kV        | 240                         | 500          | 20             | 10~20        | 70           |
| ±10kV        | 240                         | 500          | 10             | 7.2~10       | 35           |
| ±6kV         | 300                         | 600          | 7.2            | 3.6~7.2      | 20           |
| ±3kV         | 300                         | 600          | 3.6            | 1.8~3.6      | 10           |

A.2 低压直流配电距离推荐表

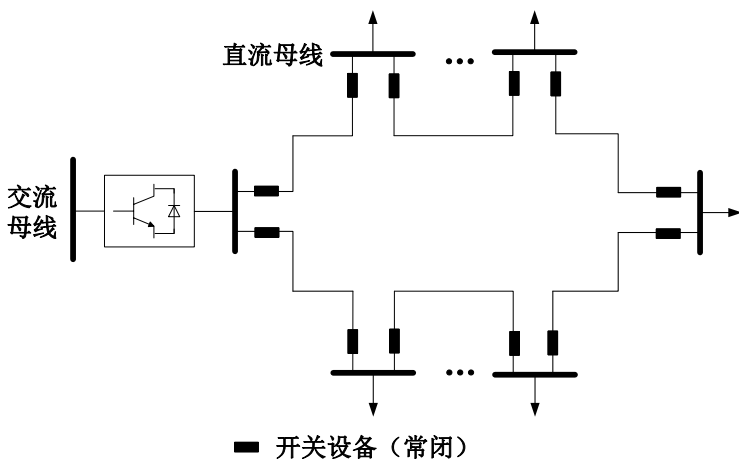
| 电压等级<br>(V) | 导线截面积<br>(mm <sup>2</sup> ) | 最大载流量<br>(A) | 最大输送容量<br>(MW) | 配电容量<br>(MW) | 供电半径<br>(km) |
|-------------|-----------------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| ±1500V      | 120                         | 310          | 0.93           | 0.41~0.93    | 5            |
| ±750V       | 120                         | 310          | 0.47           | 0.24~0.47    | 2.5          |
| ±380V       | 120                         | 310          | 0.24           | 0.08~0.24    | 1.2          |
| ±110V       | 150                         | 350          | 0.08           | 0.02~0.08    | 0.4          |
| 48V         | 150                         | 350          | 0.02           | 0~0.02       | 0.15         |

附录 B  
(资料性附录)  
中压交直流混合配电网直流侧电网结构示意图

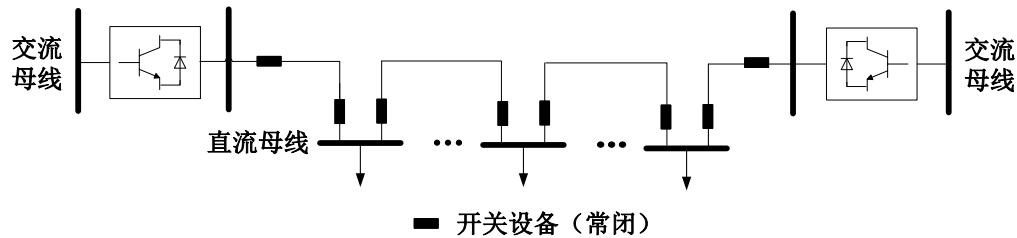
B.1 辐射式结构



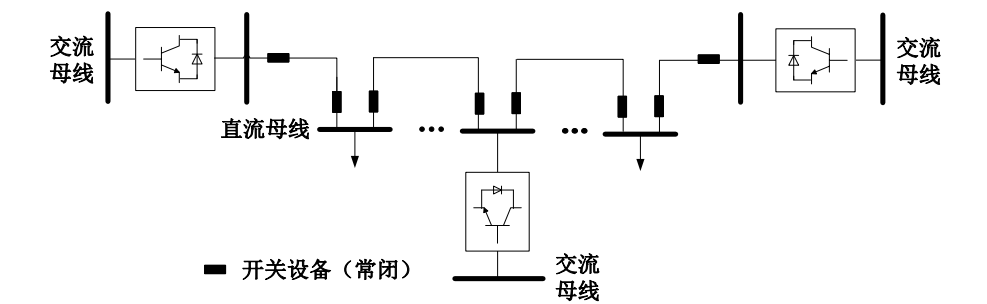
B.2 单端环式结构



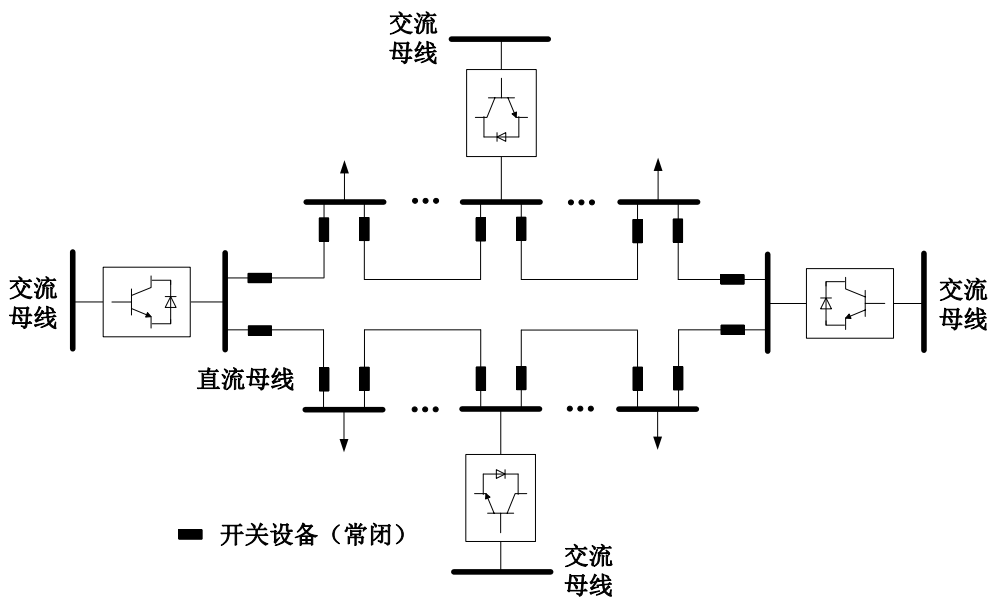
B.3 双端式结构



B.4 多端式结构



B.5 多端环式结构



# 交直流混合配电网规划设计指导原则

## 编制说明



目 次

1 编制背景..... 14

2 编制主要原则..... 14

3 与其他标准文件的关系..... 14

4 主要工作过程..... 15

5 标准结构和内容..... 15

6 条文说明..... 16

## 1 编制背景

随着新能源、新材料、信息技术和电力电子技术的长足发展和广泛应用，以及城市负荷需求的不断提高，用户对电能稳定性、高效性和经济性的要求日益增高，兼具可靠性、安全性、稳定性的交直流混合配电网将成为未来配电网发展的一种重要形式。

为充分发挥规划的龙头作用，强化技术标准的指导作用，提高配电网发展质量，根据《国家电网公司关于下达2017年度公司第一批技术标准制修订计划的通知》（国家电网科〔2017〕72号）相关要求开展本标准编制工作。

## 2 编制主要原则

本标准根据以下原则进行编制：

- a) 贯彻国家有关方针、政策、法律和法规，严格执行国家标准和行业标准，保证与国家电网公司其他技术标准之间协调一致，充分继承已有成果；
- b) 立足于国家电网公司配电网及相关技术发展现状，充分吸收和利用国内外交直流混合配电网领域的先进方法和研究成果，做到技术先进、经济合理、安全实用，体现作为指导原则的前瞻性、引领性、实用性；
- c) 广泛征求各方面意见，通过充分协商，共同确定交直流混合配电网电压等级、网架结构、主要设备、系统二次和电源及用户接入等各方面的指导性技术原则，交直流混合配电网交流侧已经落实到现行规程中的一般性技术内容原则上不予赘述。

## 3 与其他标准文件的关系

本标准与相关技术领域的国家现行法律、法规和政策保持一致。

本标准不涉及专利、软件著作权等使用问题。

本标准的结构、编写规则、规范性技术要素等，符合GB/T1.1《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》、GB/T1.2《标准化工作导则 第2部分：标准中规范性技术要素内容的确定方法》、DL/T600《电力标准编制的基本规定》及DL/T800《电力企业标准编制规则》等的要求。

本标准涉及的技术内容较为广泛，在对其制订过程中，依据的标准如下：

|      |         |                          |
|------|---------|--------------------------|
| GB/T | 156     | 标准电压                     |
| GB/T | 13498   | 高压直流输电术语                 |
| GB/T | 12326   | 电能质量 电压波动和闪变             |
| GB/T | 14549   | 电能质量 公用电网谐波              |
| GB/T | 24337   | 电能质量 公用电网间谐波             |
| GB/T | 15543   | 电能质量 三相电压不平衡             |
| GB/T | 15945   | 电能质量 电力系统频率偏差            |
| GB/T | 12325   | 电能质量 供电电压偏差              |
| GB/T | 14285   | 继电保护和安全自动装置技术规程          |
| GB/T | 20234.3 | 电动汽车传导充电连接装置 第3部分：直流充电接口 |
| GB/T | 30553   | 基于电压源换流器的高压直流输电          |
| GB/T | 33593   | 分布式电源并网技术要求              |

|       |       |                     |
|-------|-------|---------------------|
| NB/T  | 32015 | 分布式电源接入配电网技术规定      |
| DL/T  | 1193  | 柔性输电术语              |
| DL/Z  | 1697  | 柔性直流配电系统用电压源换流器技术导则 |
| DL/T  | 5003  | 电力系统调度自动化设计技术规程     |
| DL/T  | 5729  | 配电网规划设计技术导则         |
| DL/T  | 5709  | 配电自动化规划设计技术导则       |
| T/CEC | 107   | 直流配电电压              |
| Q/GDW | 382   | 配电自动化技术导则           |
| Q/GDW | 480   | 分布式电源接入电网技术规定       |
| Q/GDW | 11147 | 分布式电源接入配电网技术规范      |
| Q/GDW | 11178 | 电动汽车充换电设施接入电网技术规范   |
| Q/GDW | 11360 | 调度自动化规划设计技术导则       |
| Q/GDW | 11358 | 电力通信网规划设计技术导则       |
| Q/GDW | 564   | 储能系统接入配电网技术规定       |

4 主要工作过程

本标准编制过程中，国家电网公司发展策划部组织多次会议，对本标准的编制给予指导、协调，并多次组织专家对本标准提出修改完善意见。

2017年2月，正式启动本标准编制工作，确定承担单位，成立编制工作组。

2017年2月~5月，编制工作组开展交直流混合配电网规划设计专题研究工作，梳理本标准大纲，提出编制工作要求，明确标准适用范围，确定本标准基本框架。

2017年6月~9月，编制工作组汇编整理相关技术资料，开展标准编制工作。

2017年9月18日，编制工作组召开汇稿会，对各承担单位提交的章节进行组稿，经过研讨，修改完善标准框架，形成标准初稿。

2017年9月~10月，编制工作组对标准初稿进行完善，形成本标准征求意见稿。

2017年10月30日，编制工作组在北京召开征求意见稿专家讨论会，根据与会专家意见对标准征求意见稿进行修改完善。

2017年11月X日，完成标准征求意见稿修改，采用发函、会议方式多次在国家电网公司范围内广泛征求意见。整理反馈意见XX条（采纳XX条、适当采用和补充说明XX条、不采纳XX条）。

2017年11月X日，公司规划设计技术标准专业工作组在北京组织召开了标准审查会，听取了编写组汇报，审查结论为：经审查专家组协商一致，同意修改后报批。

2017年12月X日，修改形成标准报批稿。

5 标准结构和内容

本标准的主要内容共九部分，并附有两个资料性附录。

第1部分为“范围”，概述了本标准的适用范围及用途。

第2部分为“规范性引用文件”，列出了本标准引用的26项标准。

第3部分为“术语和定义”，主要说明了本标准所涉及的术语及定义。

第4部分为“总则”，主要说明了交直流混合配电网规划设计应遵循的基本原则。

第5部分为“电压等级”，主要明确了交直流混合配电网电压等级选取的主要技术原则。

第6部分为“网架结构”，明确了网架结构的主要设计原则，提出了高、中、低压交直流混合配电网

典型网架结构。

第7部分为“主要设备”，提出了换流器、直流断路器、直流电缆等主要设备选型、布点与容量配置的技术规定。

第8部分为“系统二次”，主要明确了配电网保护配置、自动化控制及系统通信的主要技术规定。

第9部分为“电源及用户接入”，主要明确了电源、用户及储能接入的相关技术规定。

## 6 条文说明

本标准的主要条文分析和说明如下：

第3.1条 本条款首次明确了交直流混合配电网的定义，以及高、中、低压直流配电网的电压等级界限。

第3.8条 本条款首次明确了直流变压器的定义。

第3.9条 本条款主要参考国家能源局《微电网管理办法》的相关规定，首次明确了直流微电网的定义。

第4.1条 本条款明确了对交直流混合配电网规划的总体要求，即应遵循整体最优的原则，电网各部分应协调配合、合理高效。

第4.2条 本条款首次明确了交直流配电的选取方式，以及高、中、低压直流配电网主要应用场合。

第4.4条 本条款明确了交直流混合配电网规划与设计重点以及下一步的研究方向。

第5.1条 本条款提出了交直流混合配电网中电压等级优化配置总体原则。

第5.2条 本条款给出了交直流混合配电网中交流电压等级的选取原则。

第5.3条 本条款给出了交直流混合配电网中直流电压等级的选取原则。

第5.4条 本条款明确了同一供电区域内交直流混合配电网高中低压层级直流电压等级选取原则。

第6.1.4条 本条款明确了交直流混合配电网直流侧电网联网一般要求，可与本层级交流电网互联，也可与上下层级的直流电网互联。

第6.1.5条 考虑到分布式电源出力的间歇性和不确定性，大规模分布式电源接入对电网影响较大，本条款明确了分布式电源接入时可配置储能装置。

第6.1.6条 本条款提出了各电压等级直流线路末端电压偏差要求，并给出了中低压直流配电网供电半径推荐值。

第6.1.7条 本条款明确了电网建设初期及过渡期对电网结构一般要求，可根据电网建设阶段、供电安全水平要求和实际情况，在发展初期及过渡期可采用过渡电网结构，通过建设与改造，逐步实现推荐的目标电网结构。

第6.3.1条 考虑运行管理需要，降低运维成本，同一地区的同类供电区域电网结构应尽量统一。

第6.3.2条 本条款明确了中压交直流混合配电网网架结构设计应依据变电站（换流站）的位置、负荷密度和运行管理的需要，分成若干个相对独立的分区。

第6.3.3条 本条款提出了中压交直流混合配电网直流侧电网典型网架结构。不同供电区域可根据可靠性要求选择合适的电网结构，可靠性要求较高的区域可选择双端式结构、多端式结构、多端环式结构。

第6.3.4条 综合考虑换流站容量和交流线路匹配程度，充分发挥直流供电容量优势，中压换流站宜通过专线接入上级交流变电站的中压侧母线。

第6.3.5条 本条款依据《城市电网供电安全标准》（DL/T256）中配电网供电安全水平要求相关规定，明确了中压直流线路的分段原则。

第6.4.1条 综合考虑经济性和安全性，低压交直流混合配电网直流侧电网应结构简单，宜采用辐射式结构。

第6.4.2条 综合考虑换流站容量和交流线路匹配程度，本条款明确了低压直流配电线路可根据实际情况合理选择接入中压直流母线或中压交流主干线。

第7.1条 本条款给出了交直流混合配电网中各类配电设备选型、布点和检测的一般要求。

第8.1.4条 本条款明确了交直流互联设备保护区域主要设备的保护配置。

换流变压器可根据工程需要选择配置以下保护：过流保护、过负荷保护、交流欠压保护、交流过压保护、交流频率保护、阀侧中性点偏移保护、中性点电阻热过载保护、大差保护、绕组差动保护、引线差动保护、过激磁保护、零流保护、零序差动保护、阻抗保护等。

换流器可根据工程需要选择配置以下保护：桥臂电抗差动保护、阀差动保护、桥臂谐波保护、交流过流保护等。

第8.1.5条 本条款明确了直流侧保护区域主要设备的保护配置。

直流母线可根据工程需要选择配置直流过压保护及直流低压保护等。

直流变压器内部换流装置应配置桥臂过流保护。

$\pm 10\text{kV}$ 及以上直流线路可根据工程需要选择配置直流线路纵差保护、直流低压保护、直流过压保护、直流过流保护及谐波保护； $\pm 10\text{kV}$ 以下直流线路可根据工程需要选择配置直流低压保护、直流过压保护、直流过流保护及谐波保护。

第8.2.3条 本条款明确了交直流混合配电网自动化控制主站的主要功能及建设原则。

a) 优化调度和网络重构方案的计算应采用合适的模型，计及分布式电源、电动汽车、储能装置等新型电源或负荷的影响。可采用分布式优化理论和方法，根据分布式电源就近消纳的原则，对分布式电源、储能装置进行联合出力优化，并根据计算结果进行交直流混合配电网整体优化调度，以实现能量的广域优化配置。

b) 自动化控制系统计算所得的各配电设备遥控与遥调的参考指令包括但不限于：换流变压器分接头位置、换流站的控制方式、直流电压参考值、有功功率参考值、无功功率参考值；储能设备的充电电流参考值、放电电流参考值；保护装置的投切状态、整定参考值；交流断路器、直流断路器的位置信息；直流变压器的遥调指令；为无源网络供电的换流器的交流电压参考值。

c) 自动化控制系统应能够通过优化计算，选择某一换流站作为唯一的定直流电压控制换流站，以保证交直流混合配电网的直流电压稳定性。对于直流侧规模较大的交直流混合配电网，可适当增加采用定直流电压控制的换流站个数，以便优化调度，但需对该网络的运行方式进行深入论证，在配电网负荷较低时应切换为定有功功率控制方式运行。

第8.2.4条 换流器的控制系统应具备定直流电压控制和定有功功率控制功能；换流器、直流变压器所输出的直流电压值、交流电压值、有功功率值、无功功率值的误差应低于主站参考指令的1%。

各换流器、换流站上送主站的参数包括但不限于：换流变压器分接头位置、换流站的控制方式、直流电压实测值、有功功率实测值、无功功率实测值；储能设备的充电电流、放电电流；保护装置的投切状态、整定值；直流变压器的直流电压实测值、有功功率实测值、分接头位置；为无源网络供电的换流器的交流电压实测值。

第9.1.1条 本条款依据《配电网规划设计技术导则》DL/T 5729第10.2.1条制定，明确了交直流混合配电网应满足各类电源及新能源微电网发展要求。

第9.1.3条 本条款依据《配电网规划设计技术导则》DL/T 5729第10.2.5条制定。

第9.1.4条 本条款依据《配电网规划设计技术导则》DL/T 5729第10.2.6条制定，明确了分布式电源并网点开断设备的安装要求。

第9.1.5条 本条款依据《配电网规划设计技术导则》DL/T 5729第10.2.4条制定。

第9.2.1条 本条款依据《配电网规划设计技术导则》DL/T 5729第10.1.1条制定，明确了交直流用户接入电网的一般性要求。

第9.2.2条 本条款依据《配电网规划设计技术导则》DL/T 5729第10.1.2条制定，明确了直流用户的接入电压等级选取原则。

第9.2.3条 本条款依据《配电网规划设计技术导则》DL/T 5729第10.1.6条制定，明确了重要用户自备应急电源配置原则。

第9.2.4条 本条款依据《配电网规划设计技术导则》DL/T 5729第10.1.8条制定。

第9.3.2条 本条款依据《储能系统接入配电网技术规定》Q/GDW 564第4.2条制定，明确了储能系统接入直流配电网的电能质量要求。

第9.3.3条 本条款明确了储能系统接入直流配电网的方式及电压等级选取原则。

第9.3.4条 储能系统必须在接入点设置易于操作、可闭锁、具有明显断开点的并网断开装置，使电力设施检修维护人员能够目测开关位置，确保人身安全。

---