

# 国家标准《中低压直流配电网电压导则》

(征求意见稿)

## 编制说明

全国电压电流等级和频率标准化技术委员会 SAC/TC1

《中低压直流配电网电压导则》起草工作组

二〇一六年十二月二十六日

# 《中低压直流配电网电压导则》编制说明

## 一、任务来源

该项目为国家标准化管理委员会 2015 年下达的国家标准制修订计划（国标委综合 [2015]30 号），项目编号为 20150571-T-469，制定国家标准《中低压直流配电网电压导则》。

## 二、主要编制工作过程

1) 在公开征集工作组成员之后，全国电压电流等级和频率标准化技术委员会（以下简称 SAC/TC1）于 2015 年 8 月 13 日在南京组织召开了标准制订工作启动会，会议由全国电压电流等级和频率标准化技术委员会秘书长张莘主持，介绍了标准项目来源以及标准工作组成员征集情况，会议确定由中国科学院电工研究所唐西胜研究员担任标准起草工作组召集人，介绍了标准编制工作的初步设想。经公开讨论，确定了标准编制大纲和工作组成员分工，拟定了下一步工作计划，明确了编写任务的详细分工及进度要求。

2) 2016 年 10 月 19 日，标准制订电压工作组召开第二次会议，会议对标准初稿进行了逐条、逐句讨论，提出了对标准部分章节内容进行调整的修改意见，修改后形成征求意见稿。

会议针对《中低压直流配电网电压导则》主要内容进行了细致的讨论，对标准进行了讨论修改，明确了本标准制定的主要出发点和原则如下：

(1) 本标准制定的目的是针对中低压直流配电系统电压等级的制定，充分考虑了直流配电系统与现有交流配电系统的衔接（尤其是目前主流的电压源型变流器 VSC 作为交直流换流站对交直流侧电压要求），新能源发电、储能及直流负荷接入便利性等因素，在中压电压和部分低压电压等级的确定上对《GB/T 156 标准电压》具有补充作用。

(2) 由于《GB 156 标准电压》是对 IEC60038 的修改采用，以适应我国电力的实际情况，因此，本标准规范性引用文件中只引用《GB/T 156 标准电压》。

## 三、标准编制原则、依据

工作组工作原则：公平、公正、技术性、经济性综合考虑、不限制技术进步。

1) 在技术内容编制方面，形成开放的工作组；

2) 编制过程中，要求工作组成员广泛调研，仔细核实，接收各方代表随时的意见反馈；

3) 重点考虑经济性要求, 综合考虑各行业的实际应用和发展需求, 兼顾配电容量、可靠性和安全性、直流系统与交流系统的互联等要求, 由行业内专家协调统一确定中低压直流配电网电压等级序列和允许偏差。

本标准 of 推荐性国家标准, 依据国家标准《标准电压》(GB156)、国家标准《轨道交通牵引供电系统电压》(GBT1402-2010)、国家标准《电能质量 供电电压允许偏差》(GB 12325) 等进行编制。

## 四、 主要技术内容

### 4.1 关于标准框架

本标准框架包括范围、规范性引用文件、术语与定义、一般规定、中压直流配电系统、低压直流配电系统、电压偏差, 以中低压直流配电系统电压等级序列标准为主体, 分别规范了中压配电系统和低压配电系统的电压等级、电压偏差及相应的技术要求。

### 4.2 中压直流配电系统说明

#### 4.2.1 中压直流配电系统电压等级序列

中压直流配电系统电压等级序列优选值为 $\pm 35\text{kV}$ 、 $\pm 10\text{kV}$ 、 $\pm 3\text{kV}$ 。中压直流配电系统电压等级序列备选值为 $\pm 50\text{kV}$ 、 $\pm 20\text{kV}$ 、 $30\text{kV}$ 、 $24\text{kV}$ 、 $18\text{kV}$ 、 $12\text{kV}$ 、 $\pm 6\text{kV}$ 。

#### 1) 优选值 $\pm 35\text{kV}$

①便于与交流  $35\text{kV}$  电压的衔接。

#### 2) 优选值 $\pm 10\text{kV}$

①便于与交流  $10\text{kV}$  电压的衔接。

#### 3) 优选值 $\pm 3\text{kV}$

①《GBT 1402-2010 轨道交通 牵引供电系统电压》推荐值, 部分轨道交通采用  $3\text{kV}$  直流供电电压。

#### 4) 备选值 $\pm 50\text{kV}$

①便于与交流  $110\text{kV}$  电压的衔接 (变压器变比可以控制在合理范围之内)。

#### 5) 备选值 $\pm 20\text{kV}$

①便于与交流  $20\text{kV}$  电压的衔接, 我国部分配电网采用有交流  $20\text{kV}$  电压等级。

#### 6) 备选值 $\pm 6\text{kV}$

①便于与交流  $6\text{kV}$  的衔接。

#### 7) 备选值 $30\text{kV}$ 、 $24\text{kV}$ 、 $18\text{kV}$ 、 $12\text{kV}$

① 《IEEE Standard 1709-2010 Recommended Practice for 1 kV to 35 kV Medium-voltage DC Power Systems on Ships》针对大型船舶的推荐中压直流电压等级。

#### 4.2.2 中压直流配电容量

表 1 中压直流配电网配电负荷距

(单位: kW m)

电压等级	±50kV	±35kV	±10kV	±50kV	±35kV	±10kV
导线截面 (mm <sup>2</sup> )	电压损失 5%			电压损失 10%		
150	466659	228663	18666	933317	457325	37333
185	586169	287223	23447	1172337	574445	46893
240	769053	376836	30762	1538107	753672	61524
300	961317	471045	38453	1922633	942090	76905
400	1235625	605456	-	2471251	1210913	-

中压直流配电容量需要根据电压损失最大值和导线截面积的典型值开展计算。计算过程需考虑输送电流增加导致导线温度和直流电阻增大等因素，计算过程以 20℃时导线的单位直流电阻为基数，计算运行温度为 90℃时各典型截面积导线的配电容量。

#### 4.3 低压直流配电系统说明

##### 4.3.1 低压直流配电系统电压等级序列

低压直流配电系统电压等级序列优选值为 3000 (±1500) V、1500(±750)V、750(±375)V、220 (±110) V。低压直流配电系统电压等级序列备选值为 1000V、600V、440V、400V、336V、240V、48V。

##### 1) 优选值 3000 (±1500) V

- ① 《GBT 1402-2010 轨道交通 牵引供电系统电压》的推荐值；
- ②部分工业直流负载电压。

##### 2) 优选值 1500(±750)V

- ① 《GB 156 标称电压》推荐的直流牵引电压；
- ②便于与我国低压配电三相交流电压等级 660V 衔接；
- ③ 《GBT 1402-2010 轨道交通 牵引供电系统电压》的推荐值，我国部分地区地铁牵引电压；

④一些工业园区的直流工业负荷电压为 750V。

##### 3) 优选值 750(±375)V

- ① 《GB 156 标称电压》推荐设备直流电压；

②便于与我国低压交流配电电压等级 380V、220V 衔接。

4) 优选值 220(±110)V

①《GB 156 标称电压》推荐设备直流电压；

②兼容变频空调、变频洗衣机、变频冰箱等负荷的内部直流电压。

5) 备选值 1000V

①《GB 156 标称电压》推荐设备直流电压。

6) 备选值 600V:

①《GB 156 标称电压》推荐设备直流电压。

7) 备选值 440V:

①《GB 156 标称电压》推荐设备直流电压。

8) 备选值 400V

①国际电信联盟(ITU)标准 ITU-T L.1200 推荐的电压值之一。

9) 备选值 336V

①我国部分数据中心的直流供电电压为 336V；

②与电动汽车的接入电压接近。

10) 备选值 240V

①我国部分数据中心的直流供电电压为 240V。

11) 备选值 48V

①《GB 156 标称电压》推荐设备直流电压；

②通信类直流供电电压一般为 48V；

③大多户用型光伏、风电、燃料电池和电池储能的电压为 48V。

4.3.2 低压直流配电容量

表 2 低压直流±1.5kV-±0.75kV 配电负荷距

(单位: kW m)

电压等级	±1.5kV	±0.75kV	±1.5kV	±0.75kV
导线截面 (mm <sup>2</sup> )	电压损失 10%		电压损失 15%	
120	684	171	1026	256
150	840	210	1260	315
185	1055	264	1583	396
240	1384	346	2076	519

表 3 低压直流±750V-±400V 配电负荷距

(单位: kW m)

电压等级	750V	400V	750V	400V
导线截面 (mm <sup>2</sup> )	电压损失 10%		电压损失 20%	
95	34	10	68	19
120	43	12	85	24
150	52	15	105	30
185	66	19	132	38

低压直流配电容量需要根据电压损失最大值和导线截面积典型值开展计算。计算过程需考虑输送电流增加导致导线温度和直流电阻增大等因素，计算过程以 20℃时导线的单位直流电阻为基数，计算运行温度为 90℃时各典型截面积导线的配电容量。

#### 4.4 电压偏差说明

直流电压偏差的确定，综合分析了偏差大小的优劣势。电压偏差增大的优势如提高了供电半径和供电范围，调度运行更加简单，劣势如电压源型变流器 VSC 调制比制约、恒功率负载导致的系统稳定性下降、直流线路电压跌落本身较交流系统就小很多、电压偏差过大对接入设备设计要求更高，等。

其中，直流供电电压与对应等级交流电压的有效衔接作为 VSC 换流站稳定运行的约束条件，需要重点考虑。VSC 换流器的调制比：

$$m = \frac{\sqrt{2}V_{ac}}{V_{dc}}$$

式中， $m$  为 VSC 换流器调制比，根据 VSC 换流器工作原理， $m$  一般不大于 1； $V_{ac}$  为交流线电压有效值； $V_{dc}$  为直流正负母线间电压。

此外，与交流系统电压偏差类似，中低压直流配电系统供电电压偏差范围与电压等级相关，电压等级越低，允许偏差限值越大。

综合考虑技术性和经济性，本标准给出各电压等级下的电压偏差如下：

(1) 18kV (含) ~ ±50kV (含) 等级的供电电压偏差范围不大于 15%，线路最大允许电压损失不大于 10%。

18kV (含) ~ ±50kV (含) 供电电压偏差考虑了对应等级交流电压的偏差范围，并结合 VSC 换流器的调制比约束。依据《GBT 12325-2008 电能质量 供电电压偏差》，当直流配电系统线路电压损失 10%时，最大调制比约为 0.8，VSC 换流器可以正常工作，同时具有较好

的电压利用率和谐波含量指标。

(2) 1500V (含) ~±6kV (含) 等级的供电电压偏差范围不大于 20%，线路最大允许电压损失不大于 15%。

1500V (含) ~±6kV (含) 供电电压偏差考虑了对应等级交流电压等级偏差，并结合 VSC 换流器的调制比约束。依据《GBT 12325-2008 电能质量 供电电压偏差》，当直流配电系统线路电压损失 15% 时，最大调制比约为 0.9，VSC 换流器可以正常工作。

(3) 1500V 以下等级的供电电压偏差范围不大于 25%，线路最大允许电压损失不大于 20%。

1500V 以下等级的供电电压偏差范围的确定，除了考虑了上述因素外，还考虑到由于此电压等级多为负荷接入电压，而直流电气设备工作电压范围适应性较强，可以适当提高电压偏差，以提高直流供电范围。

## 五、 标准水平

本标准为国际领先水平。

## 六、 效益分析

近年来，随着电力电子技术的发展，以及分布式电源、储能和直流负荷的增多，对直流配电网的发展需求日益明显，直流配电在国内外得到了较快的研究和发展，并首先在轨道交通、数据机房、船舶等特殊领域得到了应用。标准的实施将对直流配电的产业带来可观的经济效益，同时取得巨大的社会效益。

## 七、 与现行的有关法律、法规和强制性标准的关系

本标准与现行的其他标准没有矛盾，与现行的法律、法规也无冲突和违背。

## 八、 作为强制性和推荐性标准的建议

建议本标准作为推荐性发布。

## 九、 贯彻本标准的要求和措施建议

建议在全国电压电流等级和频率标准化技术委员会的领导下，开展对本标准涉及的内容宣贯工作。