

ICS XX. XXX. XX

K20

备案号: XXXX-20XX

DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T XXXX—XXXX

架空输电线路防舞设计规程

Anti-galloping design code for overhead transmission line

(征求意见稿)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国电力行业标准

架空输电线路防舞设计规程

Anti-galloping design code for overhead transmission line

DL/T XXXX-XXXX

主编部门：国网经济技术研究院有限公司

中国电力工程顾问集团西南电力设计院
有限公司

批准部门：国家能源局

施行日期：20XX 年 XX 月 XX 日

XXXX 出版社

20XX 北京

目 次

前言.....	1
1 总则.....	2
2 术语和符号.....	3
3 防舞设计基本规定.....	4
4 路径.....	5
5 导线.....	6
6 绝缘子串和金具.....	7
7 杆塔.....	8
8 基础.....	9
9 防舞装置.....	10
附录 A 舞动分区划分原则.....	12
附录 B 导线舞动椭圆轨迹.....	13
附录 C 防舞装置安装要求.....	14
本标准用词说明.....	18
引用标准名录.....	19
条文说明.....	20

前 言

根据《关于印发 2019 年度电网设计行业标准编制计划会议纪要的通知》（电网设标〔2019〕33 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结架空输电线路防舞设计、施工和运行维护经验，并在广泛征求意见的基础上制定本标准。

本标准共分 9 章和 3 个附录，主要技术内容包括总则、术语和符号、防舞设计基本规定、路径、导线、绝缘子串和金具、杆塔、基础、防舞装置等。

本标准由国家能源局负责管理和解释，由国网经济技术研究院有限公司、中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司提出，由能源行业电网设计标准化技术委员会负责日常管理，由国网经济技术研究院有限公司、中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送国网经济技术研究院有限公司（地址：北京市昌平区北七家未来科技城北区国家电网公司办公区，邮政编码：102209）。

本规程主编单位：国网经济技术研究院有限公司、中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司

本规程参编单位：中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司

湖北省电力勘测设计院有限公司

河南省电力勘测设计院有限公司

中国电力科学研究院

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

1 总则

1.0.1 为了确保电网安全稳定运行，加强抵御灾害能力，在架空输电线路的防舞设计中做到安全可靠、先进适用、经济合理、资源节约、环境友好，制定本标准。

1.0.2 本标准规定了架空输电线路防舞设计的要求。

1.0.3 本标准适用于 110（66）kV 及以上架空交直流输电线路（含大跨越）的防舞设计。

1.0.4 架空输电线路防舞设计，经技术经济比较后，可采用加强导线、绝缘子、金具、杆塔设计、加装防舞装置等措施。

1.0.5 架空输电线路防舞设计，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 舞动 galloping

不均匀覆冰导线在风的作用下产生的一种低频、大振幅的自激振动。

2.1.2 舞动区 galloping region

冬春季节，在冰、风的作用下，线路易于发生舞动的地区。舞动区等级由强到弱可分为3级、2级、1级、0级舞动区共四个等级。

2.1.3 舞动微气象、微地形地区 galloping micro-climate and micro-terrain region

由于地形、气象等原因而易于发生舞动的局部特殊地区。

2.1.4 防舞装置 anti-galloping device

对线路舞动有抑制作用的装置，如线夹回转式间隔棒、相间间隔棒、双摆防舞器、失谐摆、偏心重锤等。

2.1.5 组合防舞装置 combined anti-galloping device

多种防舞装置组合安装形成的防舞装置系统，主要有相间间隔棒与线夹回转式间隔棒、相间间隔棒与双摆防舞器及线夹回转式间隔棒与双摆防舞器等三种型式。

2.2 符号

本规程所用的符号：

L ——档距，m；

A_1 ——椭圆轨迹长轴，即舞动峰峰值，m；

A_2 ——椭圆轨迹短轴，m；

A_3 ——导线舞动时最大的上升幅值（以导线初始位置为参考原点），m；

A_4 ——导线舞动时最大的下降幅值（以导线初始位置为参考原点），m；

D ——导线直径，m；

f ——导线弧垂，m。

3 防舞设计基本规定

- 3.0.1 输电线路防舞设计应根据舞动区域分布图，结合工程特点，因地制宜地选择安全可靠、经济适用的防舞技术方案；应从合理选择线路路径、提高线路的机械及电气强度、加装防舞装置等方面综合考虑，减少舞动造成线路跳闸和机械损坏，提高输电线路抵御覆冰舞动的能力。
- 3.0.2 在舞动区内，输电线路走向与冬春季节主导风向夹角大于 45° 的区段，应按照本标准开展防舞设计。
- 3.0.3 应结合舞动区域分布图，考虑沿线运行经验和线路走向，调查舞动微气象、微地形地区，划分线路舞动等级。
- 3.0.4 在1级舞动区，应在跳线金具设计、螺栓防松、预留或加装防舞装置等方面采取措施。在2级和3级舞动区，应在导线、绝缘子、金具设计，杆塔加强，螺栓防松，加装防舞装置等方面采取综合措施。
- 3.0.5 防舞装置安装设计，应根据其使用方法和安装要求进行设计，必要时开展相关的机电性能试验。
- 3.0.6 应加强对线路舞动资料的积累，分区域、有选择地安装在线监测装置，开展输电线路舞动监测工作。

4 路径

- 4.0.1 选择线路路径时应加强舞动区域的勘测和调查，宜避免路径横穿风口、垭口等舞动微气象、微地形地带。
- 4.0.2 线路通过平原开阔地带，宜减小线路走向与冬春季节主导风向夹角，一般宜小于 45° 。
- 4.0.3 线路通过山区，宜沿覆冰背风坡或山体阳坡走线。经过水库、湖泊等水域附近，宜选择主导风向上风侧走线。
- 4.0.4 在 2 级和 3 级舞动区，宜适当缩小档距和耐张段长度，降低杆塔高度。
- 4.0.5 线路跨越高速铁路、高速公路等重要跨越物时，宜避开 2 级和 3 级舞动区，无法避开时宜适当考虑加强防舞措施。
- 4.0.6 线路跨越主干铁路、高速公路等重要跨越物时，应采用独立耐张段跨越方式，跨越物两侧的杆塔宜采用直线塔。

5 导线

5.0.1 在舞动区，线路导线选择应从允许温升、无线电干扰、电晕噪声等电气性能，结构、强度、阻尼性等机械性能，以及全寿命周期费用等方面综合考虑。

5.0.2 在3级舞动区，当满足输送容量、电磁环境等条件时可选择导线分裂根数少的组合方式及能减轻覆冰的导线型式。

5.0.3 安装或预留防舞装置时，应根据导线荷载增加情况校验导线安全系数及对地和交叉跨越距离。

6 绝缘子串和金具

- 6.0.1 在 3 级舞动区, 宜适当加大瓷或玻璃悬垂绝缘子串的联间距。
- 6.0.2 在 2 级和 3 级舞动区, 耐张绝缘子串采用双联及以上串型时, 宜采用水平布置。
- 6.0.3 在 1 级及以上舞动区, 宜适当加强耐张塔的跳线系统。采用硬跳线时, 应适当增加软跳线与硬跳线连接处的强度。导线耐张线夹引流板宜采用双板结构, 多分裂导线跳线间隔棒应采用抗舞性能较好的产品。
- 6.0.4 在 2 级和 3 级舞动区, 一般线路连接金具的安全系数不宜小于 2.75, 大跨越线路连接金具的安全系数不宜小于 3.3。
- 6.0.5 在 2 级和 3 级舞动区, 导线悬垂线夹宜采用预绞式或加装预绞丝护线条。
- 6.0.6 在 2 级和 3 级舞动区, V 型绝缘子串采用复合绝缘子时, 宜采用环环连接型式。
- 6.0.7 1 级及以上舞动区重要跨越区段的连接金具宜选用耐磨型材料。
- 6.0.8 相间间隔棒、双摆防舞器等防舞装置用于高速铁路、高速公路等重要设施的跨越档时, 其安装位置宜避开被跨越重要设施的上方。
- 6.0.9 在 1 级及以上舞动区, 防护金具紧固件配套螺栓应采用双螺母等防松措施。

7 杆塔

7.0.1 在 3 级舞动区，当线路按单回架设时，宜采用导线水平布置的杆塔型式，并参照附录 B 计算导线舞动幅值，当计算幅值较大时适当采取限制舞动幅值的措施；不应采用紧凑型等相间距较小的杆塔型式。

7.0.2 位于 3 级舞动区的杆塔横担设计时，宜校验覆冰舞动工况；气象组合为：风速 15m/s，冰厚 5mm，气温 5℃，风向 90°；组合系数应取 0.9。舞动纵向张力应按表 7.0.1-1 规定的导线最大使用张力的百分数计算。

表 7.0.1-1 舞动张力差与导线最大使用张力的百分数取值表 (%)

类别	耐张型杆塔		悬垂型杆塔	
	档距≤400m	档距>400m	档距≤400m	档距>400m
孤立档	80	100	/	/
非孤立档	40	50	12	15

7.0.3 在 2 级和 3 级舞动区，当校验重要交叉跨越段耐张杆塔横担部位螺栓孔壁挤压强度时，杆件内力宜计入 1.15~1.25 的增大系数。

7.0.4 在 1 级及以上舞动区，耐张塔横担与塔身连接处，宜采取构造措施，提高节点平面外刚度。

7.0.5 在 1 级及以上舞动区，耐张塔导线横担上平面和地线支架下平面的腹杆应布置成稳定的支撑体系。

7.0.6 在 3 级舞动区，杆塔横担部位受拉构件设计长细比限值不宜大于 320。

7.0.7 在 3 级舞动区，导线横担部位的节点采用焊接连接时，宜计算疲劳影响。

7.0.8 在 1 级及以上舞动区，杆塔螺栓直径不宜小于 16mm，螺栓级别不宜低于 6.8 级。

7.0.9 在 2 级和 3 级舞动区，受力材的螺栓数量不宜少于 2 个；耐张塔导地线挂点、横担与塔身连接处等重要节点的螺栓数量宜比计算值增加 1~2 个。

7.0.10 在 1 级舞动区，耐张塔、紧邻耐张塔的直线塔，重要交叉跨越段杆塔，应全塔采用双螺母防松螺栓；2 级及以上舞动区杆塔应全塔采用双螺母防松螺栓。

7.0.11 螺栓宜采用镀后攻丝工艺。

7.0.12 设计时应明确螺栓的紧固扭矩及复紧要求，施工时应逐个紧固杆塔螺栓，工程建成一年后和舞动发生后应复紧杆塔螺栓。

8 基础

- 10.1 在 3 级舞动区，应根据舞动校验工况对耐张塔、大跨越塔进行地基及基础的强度校验和稳定性校验。
- 10.2 在 3 级舞动区，对于重要交叉跨越和重要区段线路，宜适当提高耐张杆塔基础的设计裕度，增加基础箍筋的直径或数量。
- 10.3 在 2 级及以上舞动区，杆塔与基础的连接宜采用地脚螺栓型式。
- 10.4 在 2 级及以上舞动区，不宜采用装配式基础。
- 10.5 在 2 级及以上舞动区，地脚螺栓与塔脚板地螺孔之间的空隙宜用水泥砂浆填充密实。

9 防舞装置

9.0.1 防舞装置安装时应满足以下原则：

1 $\pm 800\text{kV}$ 及以上直流、 1000kV 交流输电线路宜采用线夹回转式间隔棒，或线夹回转式间隔棒加装双摆防舞器的组合防舞方案。

2 $330\text{kV}\sim 750\text{kV}$ 同塔双（多）回常规线路宜采用线夹回转式间隔棒、相间间隔棒、或相应组合防舞方案。单回常规线路宜采用线夹回转式间隔棒、双摆防舞器、或组合防舞方案。紧凑型输电线路宜采用相间间隔棒。

3 $110(66)\text{kV}\sim 220\text{kV}$ 输电线路相导线垂直或三角排列时可采用相间间隔棒。

9.0.2 相间间隔棒安装应满足以下要求：

1 相间间隔棒不宜安装在同一断面内，相邻相间间隔棒应错开安装。

2 为便于安装，宜采用间距可调节绞式或环式连接金具。

3 相间间隔棒安装位置 $\pm 10\text{m}$ 内的子导线间隔棒应移至相间间隔棒同一位置安装。相间间隔棒布置方式见附录 C 表 C.1。处于 3 级舞动区的 $110\text{kV}\sim 500\text{kV}$ 同塔双回输电线路，可对大档距、微地形微气象区段线路采取适当的加密布置。

4 当档距两侧导线挂点高差较大时，安装方案应依据导线弧垂最低点位置变化情况适当调整。

9.0.3 线夹回转式间隔棒安装应满足以下要求：

1 应将间隔棒的半数线夹采用回转式，安装时，应使得回转式线夹朝向冬春季主导风向迎风侧。

2 线夹回转式间隔棒的次档距布置应遵循以下原则：端次档距控制在 $25\sim 35\text{m}$ 之间，平均次档距控制在 $50\sim 65\text{m}$ 之间，采取不等距、不对称的布置方式。

9.0.4 双摆防舞器安装应满足以下要求：

1 档距小于 700m 时，采用三点布置原则，分别置于： $2/9 L$ 、 $1/2 L$ 、 $7/9 L$ 处，并分别以这三点为中心对称布置。档距大于 700m 时，采用四点布置原则，分别置于： $2/9 L$ 、 $7/16 L$ 、 $9/16 L$ 、 $7/9 L$ 处，并分别以这四点为中心对称布置。

2 双摆总质量应控制在档内导线总质量的 7% 左右。双摆防舞器布置方式见附录 C 表 C.2。

9.0.5 失谐摆安装应满足以下要求：

1 摆锤总质量不应超过档内导线质量的 7%，摆长不应超过 600mm 。

2 安装位置可参考双摆防舞器布置方案。

9.0.6 偏心重锤安装应满足以下要求：

- 1 偏心重锤的重锤总质量应为档内导线质量的 8%左右。
- 2 重锤安装在间隔棒上，交叉布置。布置方式可参考双摆防舞器的布置方式。

9.0.7 相间间隔棒与线夹回转式间隔棒组合防舞装置安装应满足以下要求：

- 1 线夹回转式间隔棒的安装应满足 9.0.3 条要求。
- 2 相间间隔棒的安装应满足 9.0.2 条要求，相间间隔棒应通过环式连接金具与线夹回转式间隔棒连接。

9.0.8 相间间隔棒与双摆防舞器组合防舞装置安装应满足以下要求：

- 1 相间间隔棒的安装应满足 9.0.2 条要求，相间间隔棒应通过环式连接金具与子导线阻尼间隔棒连接。
- 2 双摆防舞器的安装应以 9.0.4 为基础，设计质量可以较 9.0.4 条要求减少 20%。同塔多回线路，双摆防舞器应安装在中相导线；紧凑型线路，双摆防舞器应安装在下相导线。

9.0.9 线夹回转式间隔棒与双摆防舞器组合防舞装置安装应满足以下要求：

- 1 线夹回转式间隔棒的安装应满足 9.0.3 条要求。
- 2 双摆防舞器的安装应以 9.0.4 为基础，设计质量可以较 9.0.4 条要求减少 20%，安装双摆防舞器的间隔棒应是线夹回转式间隔棒。

附录 A 舞动分区划分原则

对历史序列逐日资料进行统计，当某日观测资料同时满足四个要素（日最低温度、日平均相对湿度、日最大风速及其对应的风向）的取值范围时，该日记为可发生覆冰舞动，统计每个气象台站历史上可发生覆冰舞动日数的总和，并将其换算为 10 年内的覆冰舞动总次数（总次数/资料总年数×10），然后绘出基于气象数据的舞动分布图。

根据区域内数字高程模型资料（DEM）计算区域内地形起伏度，根据舞动多发于地势平缓地区的特点，用地形起伏度数据将基于气象数据的舞动分布图进行地形修订，得到不同发生舞动概率的舞动分布图；再依据区域内输电线路舞动统计资料，对舞动分布图进一步修正；最终得到本区域内舞动分区图。

舞动区由强到弱划分为 3 级、2 级、1 级和 0 级舞动区，不足 30%发生概率的地区为 0 级舞动区，30%~60%发生概率的为 1 级舞动区，60%~90%发生概率的为 2 级舞动区，90%以上概率的为 3 级舞动区。

附录 B 导线舞动椭圆轨迹

B.0.1 一般情况下，导线舞动呈现椭圆轨迹，轨迹形状可参考图 B.1 所示，其中 A_1 为椭圆轨迹长轴，即舞动峰峰值； A_2 为椭圆轨迹短轴；以导线初始位置为参考原点， A_3 为导线舞动时最大的上升幅值， A_4 为导线舞动时最大的下降幅值。

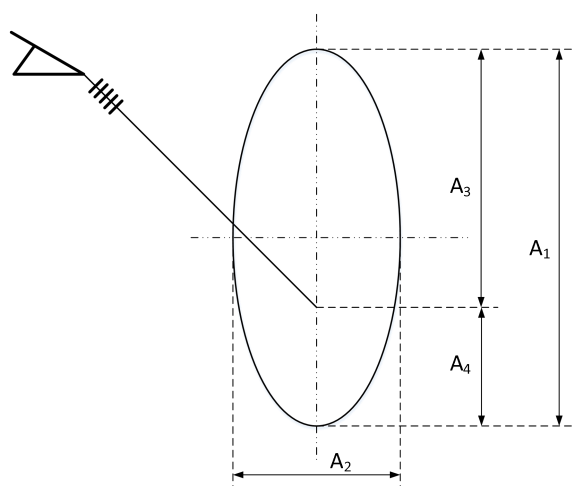
对于导线舞动峰峰值 A_1 可根据式 B.1 进行估算：

$$\begin{cases} \frac{A_1}{D} = 80 \ln \frac{8f}{50D}, & \left(0 < \frac{100D}{8f} < 1.1 \right), \text{ 单导线} \\ \frac{A_1}{D} = 170 \ln \frac{8f}{500D}, & \left(0 < \frac{100D}{8f} < 0.15 \right), \text{ 分裂导线} \end{cases} \quad (\text{B.1})$$

式中， A_1 为舞动峰峰值，m； D 为导线直径，m； f 为导线弧垂，m。

根据经验统计结果， A_2 、 A_3 、 A_4 可按式 B.2 估算。

$$A_2 = 0.4A_1; \quad A_3 = 0.7A_1; \quad A_4 = 0.3A_1. \quad (\text{B.2})$$



图B.1 导线舞动椭圆轨迹图

附录 C 防舞装置安装要求

C.0.1 相间间隔棒安装位置见附表 C.1~C.3。

表 C.1 500kV 同塔双回输电线路相间间隔棒布置方法

档距 (m)	数量 (只)	布置位置 (m) (与小号侧的距离)	
		上相-中相	中相-下相
$L \leq 300$	2	$\frac{1}{3}L$	$\frac{2}{3}L$
$300 < L \leq 500$	3	$\frac{1}{4}L, \frac{3}{4}L$	$\frac{1}{2}L$
$500 < L \leq 800$	5	$\frac{2}{9}L, \frac{1}{2}L, \frac{7}{9}L$	$\frac{2}{5}L, \frac{3}{5}L$
$L > 800$	7	$\frac{1}{7}L, \frac{2}{5}L, \frac{3}{5}L, \frac{7}{8}L$	$\frac{1}{4}L, \frac{1}{2}L, \frac{3}{4}L$

表 C.2 500kV 紧凑型输电线路相间间隔棒布置方法

档距 (m)	数量 (只)	依据	布置位置 (m) (从小号侧算起)		
			左上相-下相	左上相-右上相	右上相-下相
$L \leq 300$	2	一般情况	$1/3L$		$2/3L$
	3	微地形、微气象区	$1/4L$	$1/2L$	$3/4L$
$300 < L \leq 400$	3	一般情况	$1/4L$	$1/2L$	$3/4L$
	5	微地形、微气象区	$(L-170)/2$ 、 $(L-170)/2+160$	$(L-170)/2+80$	$(L-170)/2+10$ 、 $(L-170)/2+170$
$400 < L \leq 500$	5	一般情况	$2/9L, 3/5L$	$1/2L$	$2/5L, 7/9L$
	7	微地形、微气象区	$(L-40-2 \times X)/2$ 、 $(L-40-2 \times X)/2+10+X$ 、 $(L-40-2 \times X)/2+$ $10+2 \times X+20$ 注: $X \in [130, 150]$ 且满足 $(L-40-2 \times X)/2 \in [50, 100]$	$(L-40-2 \times X)/2+$ $10+X+10$	$(L-40-2 \times X)/2+10$ 、 $(L-40-2 \times X)/2+10+X+20$ 、 $(L-40-2 \times X)/2+10+$ $2 \times X+30$

表 C.2 (续)

档距 (m)	数量 (只)	依据	布置位置 (m) (从小号侧算起)		
			左上相-下相	左上相-右上相	右上相-下相
500<L≤ 700	5	一般情况	2/9L、3/5L	1/2L	2/5L、7/9L
	见备注	微地形、 微气象区	-	-	-
700<L≤ 1000	6	一般情况	1/7L、4/7L	1/4L、5/7L	2/5L、7/8L
	见备注	微地形、 微气象区	-	-	-
1000<L	7	一般情况	1/7L、4/7L	1/4L、1/2L、5/7L	2/5L、7/8L
	见备注	微地形、 微气象区	-	-	-

注：在微地形微气象地区，相间间隔棒应采取宏观集中、微观分散的布置原则：

- a) 每个集中布置位置都至少安装一组左上相-下相及右上相-下相；左上相-右上相整档数量为 1~5 支，具体数量视档距确定，从档中往两边对称布置，且一般布置在集中位置的中间。
- b) 最左端和最右端的相间间隔棒与杆塔距离在 60~100m 之间，相邻两个集中布置点的相间间隔棒最小距离控制 140~160m 之间，具体情况视档距和防舞要求进行确定。
- c) 每个集中布置点的相邻两只相间间隔棒微观安装距离控制在 10m 左右。

表 C.3 220kV 及以下电压等级双回输电线路相间间隔棒布置方法

档距 (m)	数量 (只)	布置位置 (m) (与小号侧的距离)	
		上相-中相	中相-下相
$100 \leq L < 300$	2	$\frac{1}{3}L$	$\frac{2}{3}L$
$300 \leq L < 500$	3	$\frac{1}{2}L$	$\frac{1}{4}L$ 、 $\frac{3}{4}L$
$500 \leq L < 600$	4	$\frac{2}{9}L$ 、 $\frac{3}{5}L$	$\frac{2}{5}L$ 、 $\frac{7}{9}L$
$600 \leq L < 700$	5	$\frac{2}{5}L$ 、 $\frac{3}{5}L$	$\frac{2}{9}L$ 、 $\frac{1}{2}L$ 、 $\frac{7}{9}L$

C.0.2 双摆防舞器布置说明

双摆防舞器布置方法采取宏观集中、微观分散的方式。示例：按三个集中布置位置，并取微观安装距离为 6m，方案中给出“2+3+2”的布置方式，三个数字从左到右表示从小号到大号双摆防舞器的安装数量，其中“2”表示这两套双摆分别位于该布置点中心位置左、右 3m 之处，“3”表示这三套双摆的分配方式为：该布置点中心位置 1 个，距该布置点中心位置左、右 6m 各一个； $1+1+1=3$ 的分配方式表示三套双摆分别位于三个布置点中心位置上； $3+4+3=10$ ，其中“4”表示，该布置点中心位置左右 3m 各一个，左右 9m 各一个，一共四个，其它数字依次类推。方案中给出的布置点中心位置距离小号塔的位置，表示该集中布置点的中心位置，根据该布置点的双摆防舞器个数，以该中心位置为对称中心进行分散布置。见图 C.1 所示。

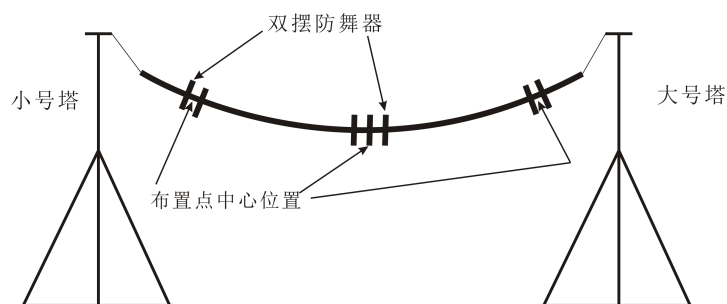


图 C.1 “2+3+2=7” 的双摆布置方式示例

C.0.3 组合防舞器安装示意图

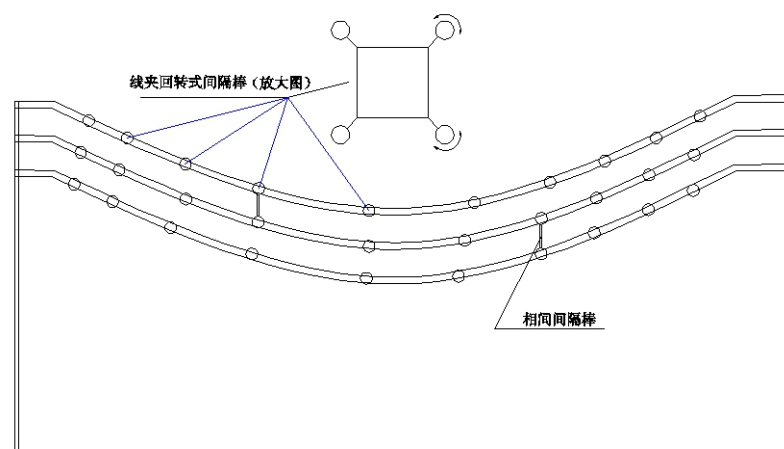


图 C.2 相间间隔棒与线夹回转式间隔棒组合示意图

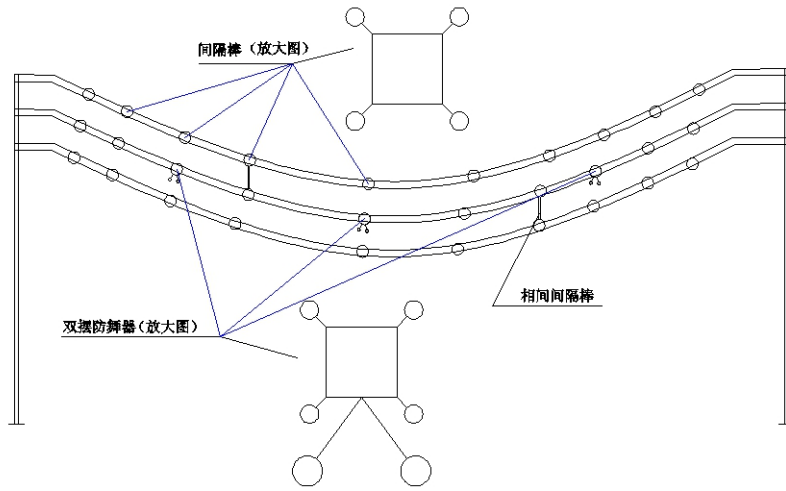


图 C.3 相间间隔棒与双摆防舞器组合示意图

本标准用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”

2 条文中指定按其它有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《紧固件机械性能 螺母》GB/T 3098.2

《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061

《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》GB 50545

《1000kV 架空输电线路设计规范》GB 50665

《±800kV 直流架空输电线路设计规范》GB 50790