

ICS 29.240

Q/GDW

国家电网公司 企业标准

Q/GDW 10829—2020

代替 Q/GDW 1829—2012

架空输电线路防舞设计规范

Anti-galloping design code for overhead transmission line

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

国家电网有限公司 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	1
4 防舞设计基本规定	2
5 防舞设计方法	2
6 线路路径	2
7 导线	3
8 金具、绝缘子串	3
9 杆塔	3
9.1 杆塔荷载	3
9.2 杆塔型式	4
9.3 杆塔构造	4
9.4 杆塔防松措施	4
10 基础	4
11 防舞装置	5
11.1 防舞装置安装原则	5
11.2 防舞装置安装方法	5
12 在线监测	6
附录 A (资料性附录) 舞动分区划分原则	7
附录 B (规范性附录) 防舞装置安装要求	8
附录 C (资料性附录) 双摆防舞器布置说明和组合防舞器安装示意	10
编制说明	12

前 言

为了给输电线路防舞动设计工作提供标准和依据，制定本标准。

本标准代替 Q/GDW 1829—2012，与 Q/GDW 1829—2012 相比，主要技术性差异如下：

- 增加了导线舞动椭圆轨迹，“三跨”区段的防舞设计要求，大于 500m 档距段或微地形、微气象区及临近水库、湖泊等水域附近的线路段的防舞设计要求，舞动区内防护金具紧固件配套螺栓的防松要求；
- 修改了规范性引用文件、2 级和 3 级舞动区大跨越线路联接金具和盘型绝缘子的安全系数设计要求、舞动区内杆塔螺栓防松设计要求；
- 删除了舞动分区划分原则、3 级舞动区 500kV 及以上线路重要交叉跨越段耐张塔宜选用钢管塔的要求。

本标准由国家电网有限公司基建部、设备部提出并解释。

本标准由国家电网有限公司科技部归口。

本标准起草单位：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、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有限公司。

本标准主要起草人：李本良、李晋、李明、李东亮、鲁俊、程永锋、罗德塔、刘彬、王远、李健、史亚锋、刘泉、梁明、李丹煜、许正涛、冯衡、方晓明、李显鑫、黄兴、杨加伦、易黎明、吕健双、文永庆、田雷、刘翰柱、朱宽军、高彬、张友富、朱任翔、刘颢、刘炯、赵彬、李奥森、朱长青、田蔚光、刘翔云。

本标准 2013 年 6 月首次发布，2019 年 12 月第一次修订。

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。

架空输电线路防舞设计规范

1 范围

本标准规定了架空输电线路防舞设计的要求。

本标准适用于 110（66）kV 及以上架空输电线路（含大跨越）的防舞设计。其它电压等级的架空输电线路防舞设计可参照执行。

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 3098.2 紧固件机械性能 螺母
GB 50061 66kV 及以下架空电力线路设计规范
GB 50545 110kV~750kV 架空输电线路设计规范
GB 50665 1000kV 架空输电线路设计规范
GB 50790 ±800kV 直流架空输电线路设计规范
DL/T 5440 重覆冰架空输电线路设计技术规程
Q/GDW 10555 输电线路舞动监测装置技术规范
Q/GDW 11006 舞动区域分级标准和舞动分布图绘制规则
Q/GDW 11675 ±1100kV 直流架空输电线路设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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。

3.2

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。

3.3

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。

3.4

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。

3.5

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。

3.6

三跨 crossing high-speed railway, expressway and important transmission channel

跨越高速铁路、高速公路和重要输电通道的架空输电线路区段。

4 防舞设计基本规定

4.1 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。舞动等级划分原则见 Q/GDW 11006。

4.2 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。

4.3 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。

4.4 输电线路防舞设计，除应符合本标准规定外，尚应符合 GB 50061、GB 50545、GB 50665、DL/T 5440 等国家现行有关标准的规定。

4.5 1 级及以上舞动区，对大于 500m 档距段或经过山谷、垭口等微地形、微气象区及临近水库、湖泊等水域附近的线路档段，应考虑防舞设计。

5 防舞设计方法

5.1 输电线路防舞设计，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。

5.2 应根据舞动区域分布图，结合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。

5.3 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。

5.4 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。

5.5 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、计算，必要时开展相关的机电性能试验。

6 线路路径

6.1 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。

6.2 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° 。

6.3 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。

6.4 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。

6.5 “三跨”跨越点宜避开 2 级和 3 级舞动区，无法避开时以舞动区域分布图为依据，结合附近舞动发展情况，在原有防舞措施的基础上，适当考虑加强防舞措施。

6.6 在舞动区内，输电线路走向与冬季主导风向夹角大于 45° 的区段，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。

7 导线

7.1 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。

7.2 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或能减轻覆冰的导线型式。

7.3 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。

8 金具、绝缘子串

8.1 在 3 级舞动区，一般线路宜适当加大瓷或玻璃悬垂绝缘子串的联间距，110（66）~220kV 线路应不小于 450mm，330kV~750kV 线路应不小于 500mm，特高压线路应不小于 600mm。

8.2 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，宜采用水平方式布置。

8.3 在 1 级及以上舞动区，耐张塔跳线及跳线金具应考虑加强设计。采用硬跳线时，软跳线与硬跳线连接处强度应适当增加。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。

8.4 在 2 级和 3 级舞动区，一般线路联接金具的安全系数不宜小于 2.75，大跨越线路联接金具和盘型绝缘子的安全系数不宜小于 3.3。330kV 及以上电压等级线路悬垂及耐张联塔金具宜采用耳轴挂板或 GD 型联塔金具。

8.5 在 2 级和 3 级舞动区，导线悬垂线夹应采用预绞式或加装预绞丝护线条。

8.6 在 2 级和 3 级舞动区，V 型复合绝缘子串绝缘子端部与金具连接宜采用环环联接型式。

8.7 在 1 级及以上舞动区的“三跨”区段连接金具应选用耐磨型材料和连接方式。

8.8 “三跨”跨越档安装相间间隔棒等防舞装置时，安装位置应控制在高速铁路路基外 10m、高速公路护栏外。

8.9 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防松。

9 杆塔

9.1 杆塔荷载

9.1.1 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°C ，风向 90° ；组合系数应取 0.9。舞动纵向张力应按表 1 规定的导线最大使用张力的百分数计算。

表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

9.1.2 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。

9.2 杆塔型式

9.2.1 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；不应采用紧凑型等相间距较小的杆塔型式。

9.2.2 在3级舞动区，当导线非水平布置时，可参照附录A计算导线舞动幅值，并根据计算幅值适当增加相间距离。

9.3 杆塔构造

9.3.1 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。

9.3.2 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。

9.3.3 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。

9.3.4 在1级及以上舞动区，钢管塔的节点宜采用法兰连接或U型、C型、十字、槽型等插板连接；特殊节点可采用球节点。

9.3.5 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。

9.3.6 在2级和3级舞动区，横担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。

9.4 杆塔防松措施

9.4.1 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。双螺母应满足以下要求：

- 对新建杆塔，两个螺母厚度均应采用标准普通螺母厚度；
- 对进行防舞改造的已建杆塔，内螺母厚度应采用标准普通螺母厚度，抗拉螺栓的外螺母厚度应取标准普通螺母厚度，抗剪螺栓的外螺母厚度可取标准普通螺母厚度的一半；
- 标准普通螺母应满足GB/T 3098.2的相关规定。

9.4.2 螺栓宜采用镀后攻丝工艺。

9.4.3 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。

10 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。

11 防舞装置

11.1 防舞装置安装原则

防舞装置安装应满足以下原则：

- a) $\pm 800\text{kV}$ 及以上直流、 1000kV 及以上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。
- b) $330\text{kV}\sim 750\text{kV}$ 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。
- c) $110(66)\text{kV}\sim 220\text{kV}$ 输电线路相导线垂直或三角排列时宜采用相间间隔棒。

11.2 常用防舞装置安装方法

11.2.1 相间间隔棒安装应满足以下要求：

- a) 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。
- b) 为便于安装，宜采用间距可调节绞式或环式连接金具；
- c) 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 B 表 B.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。
- d) 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。

11.2.2 线夹回转式间隔棒安装应满足以下要求：

- a) 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节主导风向迎风侧。
- b) 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。

11.2.3 双摆防舞器安装应满足以下要求：

- a) 档距小于 700m 时，采用三点布置原则，分别置于： $2/9L$ 、 $1/2L$ 、 $7/9L$ 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： $2/9L$ 、 $7/16L$ 、 $9/16L$ 、 $7/9L$ 处，并分别以这四点为中心对称布置。
- b) 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 B 表 B.2。

11.2.4 失谐摆安装应满足以下要求：

- a) 摆锤总质量不应超过档内导线质量的 7%，摆长不应超过 600mm ，
- b) 安装位置可参考双摆防舞器布置方案。

11.2.5 偏心重锤安装应满足以下要求：

- a) 偏心重锤的重锤总质量应为档内导线质量的 8% 左右。
- b) 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。

11.2.6 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：

- a) 线夹回转式间隔棒的安装应满足 11.2.2 条要求。
- b) 相间间隔棒的安装应满足 11.2.1 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。

11.2.7 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：

- a) 相间间隔棒的安装应满足 11.2.1 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。
- b) 双摆防舞器的安装应以 11.2.3 为基础，设计质量可以较 11.2.3 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。

11.2.8 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：

- a) 线夹回转式间隔棒的安装应满足 11.2.2 条要求。
- b) 双摆防舞器的安装应以 11.2.3 为基础，设计质量可以较 11.2.3 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。

12 在线监测

12.1 舞动在线监测装置应结合输电线路状态监测中心建设需求，分区域选择典型线路，重点对舞动幅值、频率、半波数，以及风速、风向、气温、覆冰等气象参数，开展在线监测。

12.2 监测设备应选择技术成熟、可靠性高的产品，应满足 Q/GDW 10555 的要求。

12.3 同一走廊多条线路或线路参数、环境气象条件相近地区应统筹考虑，避免重复安装。

附录 A
(资料性附录)
导线舞动椭圆轨迹

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：

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

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，

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

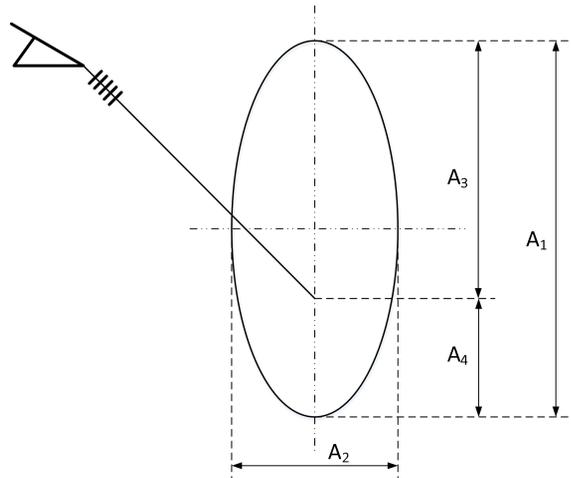


图 A.1 导线舞动椭圆轨迹图

附 录 B
(规范性附录)
防舞装置安装要求

相间间隔棒安装位置见附表 B.1~B.3。

表 B.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 B.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 $(L-40-2 \times X)/2 \in [50, 100]$	$(L-40-2 \times X)/2+10+X+10$	$(L-40-2 \times X)/2+10$ 、 $(L-40-2 \times X)/2+10+X+20$ 、 $(L-40-2 \times X)/2+10+2 \times X+30$
$500 < L \leq 700$	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	-	-	-
$700 < L \leq 1000$	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	-	-	-

表 B.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
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 B.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	$\frac{2}{5}L$ 、 $\frac{3}{5}L$	$\frac{2}{9}L$ 、 $\frac{1}{2}L$ 、 $\frac{7}{9}L$

附录 C (资料性附录)

双摆防舞器布置说明和组合防舞器安装示意

C.1 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。

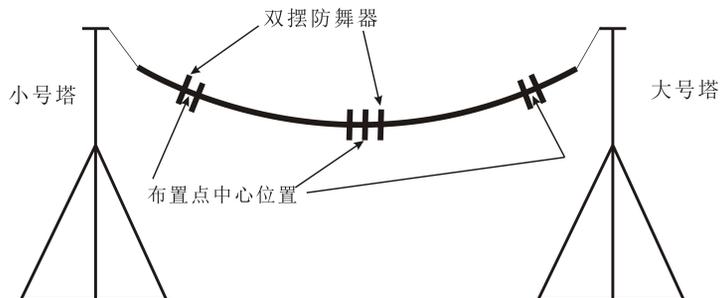


图 C.1 “2+3+2=7” 的双摆布置方式示例

C.2 组合防舞器安装示意图

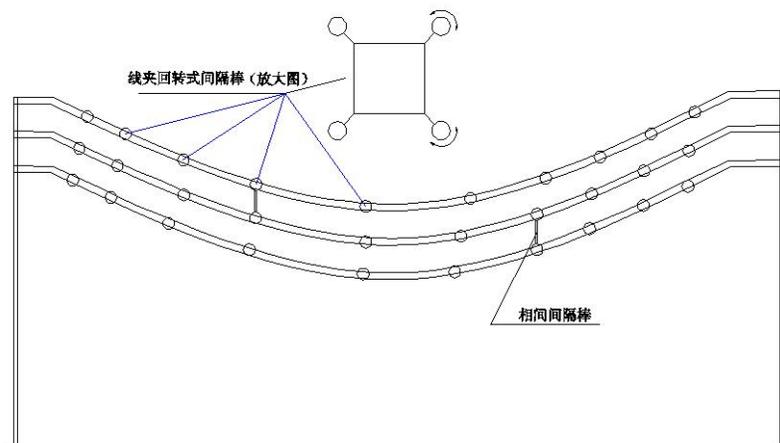


图 C.2 相间间隔棒与线夹回转式间隔棒组合示意图

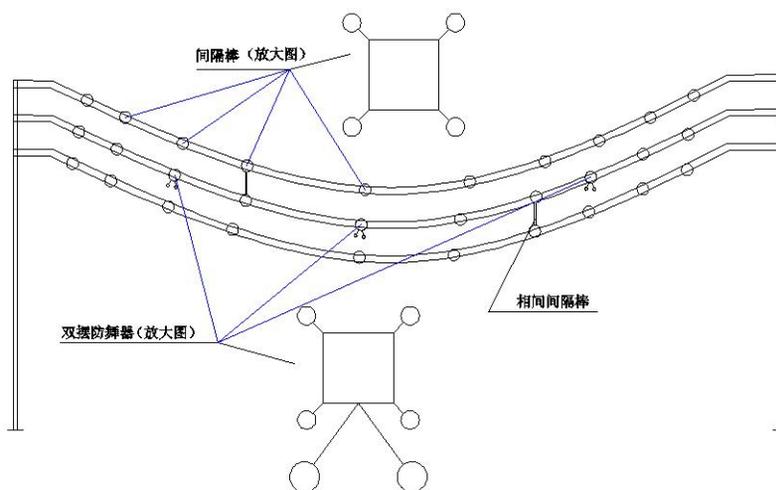


图 C.3 相间间隔棒与双摆防舞器组合示意图

架空输电线路防舞设计规范

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	14
5	标准结构和内容	15
6	条文说明	15

1 编制背景

本标准依据《国家电网有限公司关于下达 2019 年第一批技术标准制修订计划的通知》（国家电网科〔2019〕191 号文）的要求编写。

《架空输电线路防舞设计规范》自 2012 年颁布以来，通过对处于舞动区的线路开展防舞设计，增强线路抗舞性能，明显减少了舞动灾害造成的线路损失，经济和社会效益显著。但随着我国电网建设的大力发展，线路的走向、地形、地质条件等不可避免会位于一些特殊区域或微气象条件下，并且由于气候的演化使得灾害性气象条件的频繁出现，近几年架空线路也发生了一些舞动灾害事故。同时公司根据长期线路运行经验，出台了《舞动区域分级标准和舞动分布图绘制规则》（Q/GDW 11006—2013）、《输电线路舞动监测装置技术规范》（Q/GDW 10555—2016）、《国家电网有限公司关于印发十八项电网重大反事故措施（修订版）的通知》（国家电网设备〔2018〕979 号）等文件，对舞动区域的划分、舞动装置的技术特点、“三跨”区段的防舞设计等方面提出了详细的说明和要求。为了给防舞动设计工作提供更全面的标准和依据，结合近年舞动灾害及治理经验，需对原《架空输电线路防舞设计规范》（Q/GDW 1829—2012）进行修订。

本次修订结合近年来防舞设计运行经验，补充完善了公司有关防舞最新规定和要求。

2 编制主要原则

本标准是根据“避、抗、防”的防舞设计基本原则，针对不同舞动区，从合理选择输电线路路径，提高线路导线、金具、绝缘子、杆塔等机械及电气强度、加装防舞装置、舞动在线监测等方面，全面系统地梳理了输电线路防舞设计的成熟经验，并参考国家电网公司防舞关键技术研究取得的一系列成果，总结形成。

本标准制定过程中，编制工作组进行了广泛的调查，充分收集了电力行业标准化、信息化研究推广应用的成果，在分析和总结的基础上使好的经验形成规定进行推广。

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。

本标准不涉及知识产权问题。

4 主要工作过程

2010 年 4 月，国网北京经济技术研究院承担本标准编制工作，在国家电网公司基建部统一组织下，成立了标准起草工作组。

2010 年 4 月，为对经过舞动区域的在建工程尽快采取防舞措施，工作组配合公司基建部先期完成了《国家电网公司在建输电线路工程防舞设计要点》（国家电网基建〔2010〕536 号），并依据此文件对在建 198 项 110-500kV 线路工程进行设计校核和完善，有效提升了在建工程的抗舞能力。

2010 年 7 月，基建部组织工作组编制提出《国家电网公司新建输电线路防舞设计要求》（国家电网基建〔2010〕755 号），为新建输电线路防舞设计提供了技术依据。

2010 年 8 月-2012 年 8 月，在前期工作基础上，工作组多次召开专家评审会议，根据会议意见，多次进行修订。

2012 年 9 月，标准起草工作组形成了《架空输电线路防舞设计规范》（送审稿）。

2013年6月，本标准首次发布。

2019年2月，按照公司技术标准制修订计划项目启动。

2019年2月，成立编写组。

2019年2月，完成标准大纲编写，组织召开大纲研讨会。

2019年10月，完成标准征求意见稿编写，采用邮件等方式广泛、多次在设计院、省电力公司范围内征求意见。

2019年11月，修改形成标准送审稿。

2019年11月，国家电网公司科技部标准化专业工作组组织召开了标准审查会，审查结论为：同意修改后报批。

2019年12月，修改形成标准第一次修订报批稿。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《架空输电线路防舞设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

5 标准结构和内容

本标准代替 Q/GDW 1829—2012，与 Q/GDW 1829—2012 相比，本次修订做了如下结构和编辑性重大调整：

——删除了附录 B 舞动分区划分原则，舞动等级划分原则见 Q/GDW 11006。

——增加了附录 导线舞动椭圆轨迹，参照该附录可计算导线舞动幅值，合理调节相间距离。

——增加了“三跨”的定义，以及“三跨”的防舞设计原则。

本标准按照《国家电网公司技术标准管理办法》（国家电网企管〔2018〕222号文）的要求编写。

本标准的主要结构和内容如下：

本标准主题章分为 9 章：防舞设计基本规定，防舞设计方法，线路路径，导线，金具、绝缘子串，杆塔，基础，防舞装置，在线监测。其中第 4 章防舞设计基本规定，将舞动分区划分原则与《舞动区域分级标准和舞动分布图绘制规则》（Q/GDW 11006—2013）保持一致；第 8 章金具、绝缘子串，在《国家电网有限公司关于印发十八项电网重大反事故措施（修订版）的通知》（国家电网设备〔2018〕979号）的基础上，补充“三跨”区段金具的防舞设计要求和防舞装置安装位置的相关要求；第 9 章杆塔，根据 CIGRE “State of the art of conductor Galloping” 报告，引入导线舞动椭圆轨迹的概念，提出导线舞动峰值的计算公式，以便于更准确的计算相间距离；第 12 章在线监测，将监测设备相关技术和性能等要求与《输电线路舞动监测装置技术规范》（Q/GDW 10555—2016）保持一致。

原标准起草单位包括国网北京经济技术研究院、中国电力科学研究院、中国电力工程顾问集团公司、河南省电力勘察设计院、辽宁省电力勘察设计院、湖北省电力勘察设计院；原标准主要起草人包括文卫兵、齐立忠、张子引、李明、李本良、吕军、刘彬、陈大斌、孟华伟、朱宽军、侯中伟、郭咏华、黄连壮、唐炎、宋志昂、张世杰、谭蓉、卢明、田雷、李显鑫、卢飞。

6 条文说明

本标准适用范围。对于新建 110（66）kV 及以上单、双及多回的交、直流架空输电线路适用，低电压等级线路和已有架空输电线路的大修和技改工程，可参照本标准执行。大跨越线路较一般线路复杂，杆塔高度较高，易结冰、风速也较大，故大跨越线路的防舞，除遵循本标准原则外，还应作专题论证。

本标准第 2 章中，本标准中参考引用的标准文件名称及标准号。

本标准第3章中，为执行本标准条文规定时正确理解特定的名词术语含义，特列入了一些与本标准相关的名词术语，便于执行条文规定时查找使用。

本标准第3.2条中，舞动区分为4个等级与国家电网公司舞动分区图的绘制原则一致。

本标准第4.1条中，各级舞动区线路发生舞动的几率及强度有差别，应分别采取措施。各级舞动区特点如下：

- a) 3级区（强），综合气象、地理因素极易发生舞动的区域，例如：冻雨天气频次高的开阔地带。
- b) 2级区（中），综合气象、地理因素易发生舞动的区域，例如：冻雨天气频次较高的开阔地带。
- c) 1级区（弱），综合气象、地理因素不易发生舞动的区域。
- d) 0级区（非），综合气象、地理因素不会发生舞动的区域。

本标准第4.2条中，统计表明，走向与舞动季节主导风向夹角大于 45° 的线路，覆冰后受风激励强度较大，发生舞动的几率也较大，夹角小于 45° 发生舞动的情况也有，发生次数很少，多在山区，属微地形微气象区。根据国家电网公司检修运行部门统计资料，截至2011年3月全网范围内共发生舞动1299条次，其中仅有81条次舞动线路走向和风向夹角小于 45° ，占6%，夹角大于 45° 占94%。

本标准第4.3条中，舞动在线监测装置可以记录舞动时的气象条件及舞动幅值、张力等数据，安装在线监测装置对舞动资料的积累有益，但考虑到舞动发生的区域性特点，在线监测设备应该分区域，选择有代表性的工程安装。

对于加强防舞设计的要求，可按舞动区提高1级加强设计，对于3级舞动区进行专题论证。

本标准第5.1条中，导线舞动对线路安全运行所造成的危害较大，因此对于舞动多发区，应在选线阶段尽量避让。如果无法避让则应通过采取合理的加强措施提高线路的防舞、抗舞能力。

本标准第5.2条中，输电线路的舞动区划分应以舞动区域分布图为基础，并结合微气象、微地形的调查情况确定。对于舞动区域分布图尚未发布的地区，应通过对线路经过地区历年舞动发生情况的调查，根据舞动分区图绘制原则，结合线路运行经验合理划分舞动等级。

本标准第5.3、5.4条中，根据舞动相关统计资料，跳线金具受损和杆塔螺栓脱落较为常见，在1级舞动区应考虑跳线金具加强和杆塔防松措施；在2、3级较强舞动区还应考虑导线、绝缘子、金具、杆塔加强等措施。在1级舞动区，应根据当地运行经验和线路重要性等因素，通过分析确定是否加装或预留防舞装置。

本标准第5.5条中，统计资料表明，部分安装了防舞装置的线路，由于安装设计不当，防舞装置未能发挥应有的作用，防舞装置安装设计是否科学，与其能否达到最佳防舞效果有很大关系，设计时应进行必要的计算。

本标准第6.1条中，根据对以往舞动事故的分析，线路横穿风口、垭口时更容易发生舞动，因此应尽量避免。例如，华北电网紧凑型线路沽太一线53#~54#和沽太二线56#~57#为并行大档距，线路处于高山风口，属典型“两山夹一沟”地形，受微气象影响明显。工程投运后，该两档几乎每年都会发生线路覆冰舞动，多次造成相间闪络跳闸、相间间隔棒连接金具断裂、子导线间隔棒本体断裂和导线断股等电气和机械故障，严重影响线路安全运行。

本标准第6.2条中，在平原开阔地带，减少线路与覆冰时主导风向的夹角可有效减少风对导线的激励作用，从而降低发生舞动的概率。由于我国冬春季节风向以北风或偏北风为主，南北走向的线路很少发生舞动。但由于微地形微气象的影响，南北走向的线路也可能发生舞动。

本标准第6.3条中，在山区选线时，线路从不易覆冰的地区通过可降低发生舞动的概率。覆冰的产生与空气湿度有很大的关系，在山区应尽量远离河流、湖泊、沼泽、湿地等地方选择线路走廊。如无法避让，应选择水域的上风区通过。

本标准第6.4条中，在平原地区档距越大、杆塔越高，导线周围更容易形成持续风场，风、冰对线路影响更大，线路发生舞动的几率相应增大。随着档距的增加，舞动分阶的机率相应增加，将使舞动情况更加复杂，治理更加困难。在较强舞动区，缩小档距和耐张段长度，降低杆塔高度对抑制舞动有一定

作用，实践经验表明，档距小于 500m、耐张段长度小于 5km（2 级舞动区）和小于 3km（3 级舞动区），对于提升线路抵抗舞动破坏的能力有一定的作用。

本标准第 6.5 条中，目前舞动分布图主要反应区域内输电线路舞动的平均强度，但部分“三跨”区段微地形、微气象特征明显，舞动强度高于平均值，基于“三跨”的重要性要求，结合线路附近舞动发展情况，在原有防舞措施的基础上，适当考虑加强防舞措施。

本标准第 6.6 条中，由于耐张塔直接承受导线产生的张力，在发生舞动时，比直线塔更容易发生杆塔部件脱落、金具绝缘子损坏等故障。因此，重要交叉跨越物两侧宜采用直线塔。

本标准第 7.1 条中，舞动区导线的选择主要考虑技术性和经济性两个方面。除常规电气、机械性能外，舞动区导线选型还应适当考虑舞动发生时对导线机械性能的影响。在计算全寿命周期费用时还应计及防舞装置产生的费用。

本标准第 7.2 条中，近几年国内的舞动事故分析证明，多分裂导线扭转刚度大，更容易产生偏心覆冰，因此分裂导线比单导线容易产生舞动。型线由于表面光滑，不易积冰，对抑制舞动有一定作用。

本标准第 7.3 条中，安装双摆防舞者、相间间隔棒等常用防舞装置后，导线增加了集中荷载，对导线弧垂和应力都会产生影响，需校验导线安全系数及对地和交叉跨越距离。

本标准第 8.1 条中，由于舞动时造成双联或多联悬垂绝缘子串的不规则摆动，易发生联间碰撞，造成瓷或玻璃绝缘子的损坏。因此，可适当增加双联悬垂绝缘子串联间距离。根据绝缘子串长，一般较常规联间距增加 50-100mm，降低联间碰撞几率。

本标准第 8.2 条中，在大振幅舞动时，耐张绝缘子串垂直方向舞动幅值较水平方向摆动大，垂直布置耐张绝缘子串会发生上下碰撞，导致损坏。另外，虽然复合绝缘子用于耐张串时因舞动发生断串的故障较少，但考虑到复合绝缘子的芯棒抗弯强度相对较差，在 2 级和 3 级舞动区耐张串应谨慎采用复合绝缘子。

本标准第 8.3 条中，在舞动故障中，跳线及跳线金具损坏占有相当比例。导线舞动会引起跳线结构共振和绝缘子串振动，由于跳线系统相对质量较轻，在舞动时两侧耐张串不同步舞动，跳线系统更容易受到破坏，耐张线夹引流板也会受损断裂。尤其采用硬跳线时，由于硬跳线质量较大，并由跳线串或爬梯固定，在大幅舞动时软硬跳线连接处更容易受到破坏。据统计，在 2009-2010 年舞动季节舞动过程中，共造成金具、引流板、绝缘子等损坏 69 处，占全部机械损坏的三分之一。在 2018 年初舞动季节舞动过程中，共造成金具损坏、绝缘子破损等损坏 42 处，约占全部机械损坏的四分之一。在 500kV 输电线路防舞动治理过程中，通常采用强度较高的双板阻尼间隔棒代替以往的十字型跳线间隔棒，并采用四分裂悬垂联板与悬垂线夹组合的方式代替以往的跳线悬垂线夹，可有效增加整个跳线系统的强度，可有效降低舞动过程中跳线系统损坏的概率。

本标准第 8.4 条中，线路舞动时，大振幅使得导线的动态最大张力较正常情况时大幅增加。荷载的增大和舞动产生的金具疲劳，很容易造成连接金具变形或断裂。2012 版《架空输电线路防舞设计规范》提高了 2 级和 3 级舞动区联接金具的设计安全系数，有效防止了类似事故的发生。

本标准第 8.5 条中，导线悬垂线夹出口附近应力集中，又是导线振动的节点处，长时间的疲劳振动和磨损将造成导线断股。导线悬垂线夹采用预绞式悬垂线夹或加装预绞丝护线条，可有效减小线夹对导线的磨损。为防止线夹松动磨损导线及防振锤滑移。防振锤可采用预绞式或带阻尼的防滑型防振锤。

本标准第 8.6 条中，球碗联接的复合绝缘子用于 V 型串时，当导线受到较大水平力时易发生绝缘子串单肢受压现象，从而造成绝缘子球头与碗头脱落。舞动发生时，导线会发生水平和垂直方向的位移，V 型绝缘串也存在单肢受压的可能。目前，线路设计中多采用复合绝缘子端部与金具环环联接的型式避免球头与碗头脱落，并且取得了较好的运行经验。

本标准第 9.1.1 条中，根据日本奥日光特试验线段自 1979 年 12 月至 1981 年 5 月观测到的线路舞动情况，4 分裂 ACSR-810 钢芯铝绞线舞动时最大导线张力是静态张力的 1.66 倍。

本标准第 9.1.2 条中，辽宁地区线路舞动事故中，发现杆塔横担斜材有端部螺孔孔壁挤压损坏的现

象，因此，对于 2-3 级舞动区，可通过增加角钢肢厚或者增加螺栓数量等措施使横担斜材端部螺孔孔壁挤压强度留有一定裕度。

本标准第 9.2 条中，由于舞动过程中，导线纵向位移大于横向位移，因此导线非水平排列的线路更容易发生相间放电。对于导线非水平布置的线路，增加相间距离可减小因舞动发生相间放电故障的几率。

本标准第 9.3.1 条是为了避免舞动发生时横担与塔身连接处破坏而采取的加强措施，构造措施可采用在横担与塔身连接节点处外背一短角钢的方法。

本标准第 9.3.2 条中，舞动发生时考虑耐张塔导线横担上平面主材和地线支架下平面主材会成为受压杆件，因此应布置成稳定的支撑体系。

本标准第 9.3.5 条中，钢管塔塔身主材一般采用法兰连接。横担主材、斜材和辅助材的连接可采用插板连接、相贯连接、球节点等，考虑到舞动荷载的动态特性，结合目前国内钢管塔加工和安装的实际情况，推荐采用法兰连接（塔身主材）和插板连接（其它构件），避免采用相贯连接和球节点。插板连接根据具体节点特点采用 U 型、十字、槽型等型式，不宜采用一型插板。

本标准第 9.3.7 条中，河南和辽宁地区线路舞动事故中，导地线挂点附近和横担主要节点螺栓的松动和缺失现象较为普遍，尤其是一些端部单螺栓构件，由于其螺栓松动直接导致了杆塔横担的损坏，因此 2 级和 3 级舞动区杆塔，横担部位受力材宜避免采用单螺栓连接。

本标准第 9.4.1 条中，考虑到耐张杆塔是舞动发生时承受纵向交变荷载的受力结点，而紧邻耐张塔的直线杆塔也因此受荷较大，舞动时的交变荷载易使螺栓松动，因此这些杆塔的全部螺栓应采取防松措施。根据河南省大量舞动破坏现场调查结果，等厚双螺母螺栓（含耐张杆塔挂线板处）防松效果较好，未发生螺母松动和脱落现象，因而建议前述杆塔采用等厚双螺母防松。对于已建成需要进行防舞改造的杆塔，其单螺母螺栓改造为双螺母时，抗剪螺栓的外螺母厚度降低为普通螺母的一半，主要是考虑减少螺栓的更换量。内螺母的安装扭矩取施工规范值的 100%，外螺母的安装扭矩取施工规范值的 40%~50%，是因为随着外螺母扭矩值的增大，外螺母丝扣与螺栓丝扣的挤压力同步增大，内螺母丝扣与螺栓丝扣的挤压力同步减小，螺栓的拉应力则保持不变，当外螺母的安装扭矩达到施工规范值的 50%时，内、外螺母丝扣与螺栓丝扣的挤压力达到相同，此时内外螺母均有效工作，防松效果最好。

本标准第 9.4.2 条中，螺母采用镀后攻丝技术可减小螺栓和螺母的配合间隙，提高螺栓的防松性能，螺栓丝扣上的锌层能对螺母未镀锌的丝扣起到良好的防腐作用。向家坝~上海±800kV 特高压直流输电工程中已采用镀后攻丝技术，国际上输电线路杆塔螺母多年来大量采用镀后攻丝技术，运行良好。

本标准第 10.1 条中，舞动条件下，耐张塔及大跨越塔承受较大的动荷载，使基础承受交变上部作用，在 3 级舞动区，增加箍筋的直径或数量，可提高基础柱抵抗循环动荷载的能力。

湖北省输电杆塔舞动调查及相关研究表明，架空输电线路的舞动频率一般在 0.1~3Hz，周期在 0.3s~10s 之间。舞动一旦发生则持续时间较长，动荷载循环次数可达在 500~50000 次之多（与气象、地形地貌、导地线参数及空间构型等多种因素有关）。根据舞动校验工况校验耐张塔、大跨越塔地基及基础的强度和稳定性是有必要的。

本标准第 10.3 条中，河南省输电杆塔舞动破坏调查结果表明，耐张塔在持续舞动条件下单螺母螺栓松动和脱螺母现象较多，致使较多横担损毁，甚至造成个别杆塔整体破坏。为方便整体破坏后的抢修，宜采用地脚螺栓式基础。

本标准第 10.4 条中，根据湖北省内线路运行资料，舞动区发生因舞动导致杆塔事故不仅限于 3 级舞动区，在 2 级舞动区也有出现。深基础较浅基础抗舞动及循环荷载能力强，扩展基础较窄基础抗舞动及循环荷载能力强，整体现浇式基础较装配式基础抗舞动及循环荷载能力强。

本标准第 10.5 条中，地脚螺栓与塔脚板地螺孔之间的空隙填充密实有利于提高地螺与基础连接处抗冲击荷载的能力，降低基础与地螺连接面的损害。

本标准第 11.1 条中，考虑到特高压线路的重要性，选择防舞装置时推荐采用我国应用广泛、技术成熟、运行经验丰富的线夹回转式间隔棒、双摆防舞器。由于特高压线路导线分裂数多，导线重量较大，

采用组合式防舞装置可能会对线路产生较大影响，因此在开展深入应用研究之前应谨慎使用。

应用在我国 330~750kV 线路上的防舞装置主要有双摆防舞器、线夹回转式间隔棒和相间间隔棒，其中相间间隔棒主要应用于同塔双（多）回常规线路和紧凑型线路。舞动区内的同塔双回路和两条单回路，可根据具体情况采用差异化防舞措施。

舞动时垂直方向的振动幅度要大于水平方向，因此垂直或三角排列较水平排列更容易引起相间闪络。对于 110（66）及 220kV 线路，由于其相间距离相对较小，垂直或三角排列时采用防舞效果更好的相间间隔棒从技术上更易实现。而水平排列时更适合在单相导线上加装防舞器。舞动区内的同塔双回路和两条单回路，可根据具体情况采用差异化防舞措施。

本标准第 11.2 条中，防舞装置安装方法由中国电力科学研究院根据设计、运行经验及相关研究成果得出。

a) 相间间隔棒

相间间隔棒（单导线、分裂导线均可）是在相间或回路之间使用的一种具有绝缘性能和机械强度的间隔棒，它将各导线机械地连接起来，使各导线的运动相互制约，以达到抑制舞动的目的。相间间隔棒是由玻璃钢芯棒和硅橡胶护套构成的合成绝缘结构。它具有抗拉强度高、重量轻、并有一定柔韧性；抗撞击性好，不破碎；耐污闪电压高等特点。

相间间隔棒既可抑制舞动，又可防止脱冰跳跃，还可一定程度上防止风偏，其防舞功能是现有各类防舞器中效果最好的。相间间隔棒已广泛应用于 220 千伏及以下电压等级的输电线路的防舞工作中，对于 220 千伏以上电压等级的紧凑型输电线路也已越来越多地采用相间间隔棒进行防舞，相间间隔棒最适合应用于相导线为垂直排列的同塔多回线路的防舞。当然相间间隔棒存在劣化、抗弯刚度小等问题，其使用寿命有待检验，相间间隔棒的防舞造价较高。

相间间隔棒的金具联接方式包括两点式联接和四点式联接，根据运行经验，四点式联接方式稳定性相对较好。

b) 线夹回转式间隔棒

线夹回转式间隔棒（适用于分裂导线）是近年来我国新研制的一种防舞装置。其特点是间隔棒部分线夹可自由（或在一定角度范围内）回转，部分线夹与普通夹头相同，不能自由转动。活动夹头部分可以改变覆冰导线的覆冰形状，从而改变了覆冰导线的空气动力系数。因这种防舞装置兼具间隔棒和防舞器的双重作用，且不会额外增加输电线路上的集中载荷，对线路的运行应力基本没有影响。其布置方式主要考虑次档距振荡、翻转自恢复等的影响。线夹回转式间隔棒比普通间隔棒造价稍高。线夹回转式间隔棒已经大量应用于我国架空输电线路的防舞工作。

c) 双摆防舞器

双摆防舞器是基于稳定性机理研制开发的一种具有良好防舞性能的防舞装置，旨在提高导线系统的动力稳定性，同时也兼具压重防舞的功能。目前双摆防舞器已经大量应用于我国多条分裂导线线路上，取得了较好的防舞效果，积累了丰富的经验，是我国架空输电线路应用最为广泛的防舞装置。双摆防舞器属刚性防舞器，从应用经验来看，如果设计合理，则能有效防舞，如果设计不合理（实际冰风条件超过设防范围），则线路仍可能发生舞动，但从总体情况来看，双摆防舞器基本能防止或一定程度上抑制舞动。双摆防舞器还具有造价较低、安装方便等特点。双摆防舞器具有一整套完整的设计计算方法，必须具体问题具体分析，不经过设计计算而盲目应用或照搬照抄会大大降低其防舞效果，甚至给线路的安全运行带来负面影响。

d) 失谐摆

失谐摆（适用于单导线）是在导线下方装一质量为 M 、臂长为 R 的重锤的一种机械装置。失谐摆是基于扭振激发机理，运用失谐摆来调整扭振固有频率，使之与横向振动的高阶固有频率分离，从而防止其耦合而诱发舞动。失谐摆在防舞方面存在争议，有些地区有效，有些地区则无效。国内有所应用，但应用范围较小。

e) 整体式偏心重锤

这种防舞装置具有提高动力稳定性、提供扭转反馈控制、扰乱沿档气流分布等综合防舞功能，而造价比较低廉，是一种经济有效的防舞装置。

整体式偏心重锤已经应用于我国输电线路的防舞实践中。防舞设计中应注意重锤质量的设计，避免质量过大，导致线路微风振动超标。

本标准第 12 章中，在线监测装置应按照经济合理的原则，根据实际需要进行安装。安装的舞动监测装置、气象监测装置应满足输电线路状态监测系列标准的要求，并通过具有检验资质的权威部门的型式试验。

本标准第 12 章中，确定在线监测装置安装位置时，对于同一走廊的多条线路或线路参数、环境气象条件相近地区应统筹考虑，避免不必要的浪费。而为保证监测数据的准确性和可靠性，监测设备应选择技术成熟、可靠性高的产品。
