

ZJSEE

浙 江 省 电 力 学 会 标 准

T/ZJSEE XXXX-YYYY

20kV 架空绝缘配电线路设计标准

Design standard for 20kV overhead distribution line with insulated
conductor

(征求意见稿)

2022-12-11 发布

2023-01-01 实施

浙 江 省 电 力 学 会 发 布

目 次

目 次	I
前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 路径	1
4.1 路径原则	1
4.2 路径要求	1
5 气象条件	3
5.1 气象条件的确定原则	3
5.2 设计气温	3
5.3 设计风速	3
5.4 设计覆冰	3
5.5 各种工况条件	3
6 绝缘子和金具	5
6.1 金具的选择和技术要求	5
6.2 绝缘子的一般规定	5
6.3 绝缘子和金具的强度校验:	5
7 绝缘配合、防雷和接地	7
7.1 绝缘配合	7
7.2 防雷	8
7.3 接地	9
8 架空绝缘导线	11
9 柱上设备	13
9.1 柱上变压器台	13
9.2 柱上设备	13
9.3 绝缘防护	13
10 交叉跨越距离	15
10.1 交跨距离计算规定	15
附 录 A (规范性附录) 架空电力线路与铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路交叉或接近的要求	16
附 录 B (规范性附录) 架空绝缘导线的长期允许载流量及温度校正系数	18
B.1 架空绝缘导线的长期允许载流量	18

B.2 架空绝缘导线的温度校正系数	18
附录 C (规范性附录) 弱电线路等级	19
附录 D (规范性附录) 架空线路与变电站污秽分级标准	20
附录 E (规范性附录) 雷电区域分级	21
E.1 落雷密度分级	21
E.2 雷区故障分级表	21
附录 F (规范性附录) 不同土壤腐蚀等级下不同金属材料的年平均腐蚀速率	22

前 言

本文件根据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》的要求，按照《浙江省电力学会技术标准管理办法》的规定起草。

为使20kV架空绝缘配电线路的设计做到供电安全可靠、技术适用、经济合理、环境友好，便于施工和运行检修，特制定本规范。

本标准（或本部分或本指导性技术文件）由浙江省电力学会××××提出并解释。

本标准（或本部分或本指导性技术文件）起草单位（包括第一承担单位和参加起草单位，按对标准的贡献大小排列）：

本标准（或本部分或本指导性技术文件）主要起草人（按对标准的贡献大小排列）：

本标准（或本部分或本指导性技术文件）首次发布（或本标准×年×月首次发布，×年×月第一次修订，×年×月第二次修订）。

20kV 架空绝缘配电线路设计标准

1 范围

本标准规定了20kV架空绝缘线路设计的基本技术要求。

本标准适用于20kV架空绝缘配电线路设计，做到安全可靠、技术先进、经济合理、环境友好，制定本规范。

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 50016 建筑设计防火规范

GB/T 1001.1 标称电压高于1000V的架空线路绝缘子 第1部分：交流系统用瓷或玻璃绝缘子元件定义、试验方法和判定准则

GB/T 1001.2 标准电压高于1000V的架空线路绝缘子 第2部分：交流系统用绝缘子串及绝缘子串组 定义、试验方法和接收准则

GB/T 20142 标称电压高于1000V的交流架空线路用线路柱式复合绝缘子 定义、试验方法及接收准则

GB/T 19519 架空线路绝缘子 标称电压高于1000V交流系统用悬垂和耐张复合绝缘子定义、试验方法及接收准则

GB/T 15166 高压交流熔断器第三部分

GB/T 1179 圆线同心绞架空导线

JB/T 10260 架空绝缘电缆用绝缘料

JB/T 13795 额定电压20 kV及以下中强度铝合金导体架空绝缘电缆

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 架空绝缘配电线路 overhead distribution line with aerial insulated cable

用杆塔、金具和绝缘子等将架空绝缘导线架设于地面之上的20kV电力线路。

3.2 统一爬电比距 unified specific creepage distance (USCD)

绝缘子的爬电距离与其两端承担最高运行电压(对于交流系统，为最高相电压)之比，mm/kV。

3.3 污秽等级 site pollution severity class

将污秽严重程度从非常轻到非常重按SPS的分级。

3.4 地闪密度 round flash density (GFD)

每平方公里、每年地面落雷次数，单位为次/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）。

3.5 金属氧化物避雷器 metal oxide arrester (MOA)

由非线性金属氧化物电阻片串联或并联组成、保护电气设备免受瞬态过电压危害、并抑制续流的一种防雷保护装置，结构上分有/无串联放电间隙两种。

3.6 绝缘接地线夹 insulated earthing clamp

又称接地环，是一种安装在绝缘导线电源侧、柱上变压器高压引线及其他适当位置，用于运行检修时验电和接地的装置。

4 路径

4.1 路径原则

4.1.1 架空绝缘配电线路的路径应取得政府支持性文件。市区、城镇架空绝缘配电线路路径应与城市总体规划相结合，路径走廊应与各种管线、电缆通道及其他市政设施统一规划，避免矛盾。乡村地区架空绝缘配电线路应与道路、河道、灌区等相协调，不占或少占农田。

4.1.2 线路路径的选择，应认真进行调查研究，综合考虑地质水文条件、交叉跨越和路径长度等因素，方便施工和运行维护，宜靠近现有道路，充分利用现有的交通条件，统筹兼顾，做到安全可靠、经济合理。

4.1.3 发电厂、变电站的进出线，两回或多回路相邻线路应统一规划，在走廊拥挤地段宜采用同杆塔架设。

4.1.4 选择路径宜避开不良地质地带，文物保护区、微气象地形灾害区；

4.2 路径要求

4.2.1 线路路径应减少与其他设施的交叉，当与其他架空线路交叉时，其交叉点不宜选在被跨越线路的杆塔顶上。

4.2.2 架空绝缘配电线路一般架设在弱电线路上方。配电线路的电杆应尽量接近交叉点，但不宜小于7米（城区的线路，不受7米的限制）。架空绝缘配电线路与弱电线路交叉时，应符合表4.2.2的规定。

表 4.2.2 配电线路与弱电线路的交叉角

弱电线路等级	线路类型	交叉角
一级	首都与省、自治区、直辖市人民政府及其相互间线路；重要的国际线路和国防线路；中国铁路总公司与各部门间联系线路及信号自动闭塞专用线路	$\geq 40^\circ$
二级	省、自治区、直辖市人民政府与各地、县及其相互间的通信线路，市内电话线路；铁路部门各站间线路及信号闭塞装置线路	$\geq 25^\circ$
三级	县至区、乡政府的线路；铁路地区线路及有线广播线路	不限制

注：弱电线路等级应符合附录C的规定。

4.2.3 架空绝缘配电线路不应跨越储存易燃、易爆危险品的仓库区域。

4.2.4 架空绝缘配电线路与有火灾危险性的生产厂房和库房、易燃易爆材料堆场以及可燃或易燃、易爆液（气）体储罐的防火间距应符合国家有关法律法规和现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

- 与甲、乙类厂房、库房，易燃材料堆垛，甲、乙类液体储罐，液化石油气储罐，可燃、助燃气体储罐的最近水平距离不应小于电杆（塔）高度的1.5倍；
- 与直埋地下的甲、乙类液体储罐和可燃气体储罐的最近水平距离不应小于电杆（塔）高度的0.75倍；
- 与丙类储油罐的最近水平距离不应小于电杆（塔）高度的1.2倍。

- d) 与直埋地下的丙类液体储罐最近水平距离不应小于电杆（塔）高度的 0.6 倍；
- e) 石油库的铁路罐车、汽车罐车装卸设施及其他易燃、可燃液体设施最近水平距离不应小于电杆（塔）高度的 1.0 倍。

4.2.5 杆塔位置应避开洼地、冲刷地带、不良地质区、采动影响区、易塌方、易塌陷区，当无法避让时，应采取必要的措施；

4.2.6 架空绝缘配电线路不应跨越电气化铁路和高速铁路，应采用下方穿越的方式。

4.2.7 20kV 架空绝缘配电线路耐张段的长度应符合下列规定：

- a) 在农村地区不宜大于 1.2km。高差悬殊的山区或重冰区等运行条件较差的地段，耐张段长度应适当缩小；
- b) 在城镇地区不宜大于 0.8km。负荷较多的线路段宜适当缩小耐张段长度，便于开展旁路带电作业等工作。

5 气象条件

5.1 气象条件的确定原则

5.1.1 设计气象条件应根据沿线的气象资料及附近已有线路的运行经验确定，设计气象条件应根据当地 30 年气象记录的统计值确定。

5.1.2 最大设计风速、设计冰厚重现期应取 30 年。

5.2 设计气温

5.2.1 设计气温应根据当地 30 年气象记录中的统计值确定。最高气温宜采用+40℃。在最高气温工况、最低气温工况和年平均气温工况下，应按无风、无冰计算。

5.2.2 设计用年平均气温，应按以下方法确定：如地区年平均气温在 3℃~17℃之内，取与年平均气温值邻近的 5 的倍数；地区年平均气温小于 3℃和大于 17℃时，分别按年平均气温减少 3℃和 5℃后，取与此数邻近的 5 的倍数。

5.3 设计风速

5.3.1 架空绝缘配电线路的基本风速应根据当地气象资料和运行经验确定，最大设计风速应采用当地空旷平坦离地面上 10m 高处、经概率统计所得的 30 年一遇 10 分钟平均最大风速。当无可靠资料时，在空旷平坦地区不应小于 23.5m/s，在山区可采用附近平坦地区风速的 1.1 倍且不应低于 25m/s。

5.3.2 架空电力线路通过市区时，两侧屏蔽物的平均高度大于杆塔高度的 2/3，基本风速宜比当地基本风速减少 20%。

5.3.3 配电线路临近城市高层建筑周围，其迎风地段风速值应较其他地段适当增加。当无可靠资料时，应按附近平地风速增加 20%。

5.4 设计覆冰

架空绝缘配电线路设计采用的导线覆冰厚度可根据气象资料和附近已有线路运行经验确定，导线覆冰厚度宜取 5mm 的倍数，在调查基础上可取 5mm、10mm、15mm、20mm，冰的密度取 0.9g/cm³；

5.5 各种工况条件

5.5.1 安装工况风速应采用 10m/s，无冰，气温应按下列规定采用：

- a) 最低气温为-40℃的地区，应采用-15℃。
- b) 最低气温为-20℃的地区，应采用-10℃。
- c) 最低气温为-10℃的地区，应采用-5℃。
- d) 最低气温为-5℃的地区，应采用 0℃。
- e) 最低气温为 0℃及以下的地区，宜采用最低气温。

5.5.2 基本风速工况下应按无冰计算，气温应按下列规定采用：

- a) 最低气温为-10℃及以下的地区，应采用-5℃。
- b) 最低气温为-5℃及以下的地区，应采用+10℃。

- 5.5.3 覆冰工况的风速宜采用 10m/s，气温应采用-5℃。
- 5.5.4 带电作业工况的风速可采用 10m/s，气温可采用 15℃，且无冰。
- 5.5.5 长期荷载工况的风速应采用 5m/s，气温应为年平均气温，且无冰。
- 5.5.6 雷电过电压工况的气温宜采用 15℃，当基本风速折算到导线平均高度处的风速值在 35m/s 及以上时，雷电过电压工况的风速可采用 15m/s，基本风速折算到导线平均高度处的风速值在 35m/s 及以下时，可采用 10m/s。
- 5.5.7 内部过电压工况的气温可采用年平均气温，风速可采用基本风速折算到导线平均高度处风速值的 50%，并不宜低于 15m/s，且无冰。
- 5.5.8 断联工况，对于有冰区应采用-5℃、无风、无冰；对于无冰区宜采用 5℃、无风、无冰。

6 绝缘子和金具

6.1 金具的选择和技术要求

6.1.1 金具的设计、制造、一般技术条件，应符合现行国家标准《电力金具通用技术条件》GB/T 2314 的规定。

6.1.2 悬垂金具、耐张金具、接续金具和接触金具宜选用与其连接型号相匹配的节能金具。

6.1.3 设备连接金具宜选用端子压接方式，导线与设备为铜铝连接时，连接金具应选用铜铝过渡金具。

6.1.4 导线的承力型接续宜采用液压型接续管，非承力型接续宜选用依靠线夹弹性或变形压紧导线的线夹。

6.2 绝缘子的一般规定

6.2.1 绝缘子应符合现行国家标准 GB/T 1001.1、GB/T 1001.2、GB/T 20142 和 GB/T 19519 的相关规定。

6.2.2 人类活动密集区及耕作区不宜选用钢化玻璃绝缘子。

6.2.3 直线杆宜选用柱式绝缘子、针式绝缘子。耐张杆宜选用瓷拉棒绝缘子、悬式绝缘子组成的绝缘子串及耐张线夹。

6.3 绝缘子和金具的强度校验：

6.3.1 绝缘子和金具机械强度应按下式验算：

$$KF < F_u$$

式中：K——机械强度安全系数；

F——设计荷载（kN）；

F_u ——悬式绝缘子的机械破坏荷载或柱式绝缘子、针式绝缘子、瓷横担绝缘子的受弯破坏荷载或蝶式绝缘子、金具的破坏荷载（kN）。

6.3.2 绝缘子和金具的安装设计可采用安全系数设计法。绝缘子及金具的机械强度安全系数，应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 绝缘子及金具的机械强度安全系数

类型	安全系数		
	运行工况	断线工况	断联工况
柱式瓷绝缘子	2.5	1.5	—
柱式复合绝缘子	3.0	1.8	—
悬式瓷绝缘子	2.7	1.8	1.5
悬式玻璃绝缘子	2.7	1.8	1.5
悬式复合绝缘子	3.0	1.8	1.5
瓷拉棒绝缘子	2.5	1.5	1.5

针式瓷绝缘子	2.5	1.5	1.5
针式复合绝缘子	3.0	1.8	1.5
棒型复合绝缘子	3.0	1.8	1.5
盘形悬式绝缘子	2.7	1.8	1.5
金具	2.5	1.5	1.5

7 绝缘配合、防雷和接地

7.1 绝缘配合

7.1.1 线路绝缘子型式和片数应根据经审定的污秽分区图划定的污秽度等级，经统一爬电比距计算确定。线路环境污秽度等级应根据污湿特征、运行经验，外绝缘表面污秽物质等值附盐密度确定。

7.1.2 高海拔地区的线路绝缘应进行海拔修正。海拔高度为1000~3500m的地区，配电线路采用柱式、针式等绝缘子时，绝缘子干弧距离可按式(7.1.2-1)确定。海拔高度超过3500m地区，绝缘子干弧距离可根据运行经验适当增加。

$$L_h \geq L[1+0.1(0.001H-1)] \quad (7.1.2-1)$$

式中：L_h—海拔高度为1000~3500m地区的绝缘子干弧距离，m；

L—海拔高度为1000m以下地区的绝缘子干弧距离，m；

H—海拔高度，m。

海拔高度为1000~3500m的地区，配电线路采用绝缘子串的绝缘子数量可按式(7.1.2-2)确定。海拔高度超过3500m地区，绝缘子串的绝缘子数量可根据运行经验适当增加。

$$n_h \geq n[1+0.1(0.001H-1)] \quad (7.1.2-2)$$

式中：n_h—海拔高度为1000~3500m地区的绝缘子数量，片；

n—海拔高度为1000m以下地区的绝缘子数量，片；

H—海拔高度，m。

7.1.3 20kV 架空线路可采用悬式绝缘子或支持式绝缘子，悬式绝缘子串的绝缘子宜不少于2片。通过污秽地区的架空线路，宜采用防污型绝缘子、有机复合绝缘子或其他防污措施。架空线路的防污等级应符合附录D的规定。

7.1.4 20kV 架空线路的引下线与1kV以下线路导线之间的距离不宜小于0.3m。20kV 架空线路的过引线、引下线与邻相导线之间的最小间隙不应小于0.35m。

7.1.5 20kV 架空线路的导线与杆塔构件等的最小间隙宜按照下表的规定取值。

表7.1.5 线路导体与杆塔构件等的最小间隙

^a 线路电压 (kV)	^b 过引线、引下线与相邻导线之间的最小间隙	^c 导线与杆塔构件、拉线之间的最小间隙	^d 带电作业杆塔带电部分与接地部分之间的最小间隙
^e 20	^f 0.5	^g 0.4	^h 0.6 (1.0)

7.1.6 对于20kV系统，考虑到其最小空气间隙是由雷电过电压决定的，而雷电过电压50%放电电压基本呈线性关系。由雷电冲击电压海拔校正系数和海拔不超过1000m地区最小空气间隙，确定高海拔地区要求的相对地最小空气间隙和相间最小空气间隙。

表7.1.6 20kV 要求的最小空气间隙

海拔 (m)	1000	2000	3000	4000	5000

间隙 (m)	0.3	0.326	0.356	0.388	0.427
--------	-----	-------	-------	-------	-------

7.1.7 对于 20kV 系统，在高海拔地区开展不停电作业时，3000m 以下地区与平原地区技术参数一致，3000m 及以上地区相地最小安全距离 0.6m，相间 0.8m。对于不便于开展绝缘斗臂车带电作业的线路，杆塔的带电部分与接地部分的最小间隙按 0.4m 考虑。对操作人员需要停留工作的部位应增加 0.3m-0.5m。

7.1.8 高海拔地区使用的绝缘子，在海拔不超过 1000m 地区进行外绝缘耐受电压试验时，应对试验电压按照公式 (6.1.8-1) 进行修正，海拔修正系数 K_a 按照公式 (6.1.8-2) 确定。

$$U = K_a U_0 \quad (7.1.8-1)$$

式中：U ——高海拔用绝缘子在海拔不超过1000m 地区试验时的外绝缘试验电压，kV；
U₀——绝缘子额定耐受电压，kV。

$$K_a = e^{m \frac{H-1000}{8150}} \quad (7.1.8-2)$$

式中：H ——设备使用地点海拔高度，m；
m ——海拔修正因子，雷电电压修正因子m=1.0。

7.2 防雷

7.2.1 雷电防护设计应根据线路重要程度、线路走廊区域地闪密度、地形地貌、土壤电阻率，以及当地线路运行经验，通过技术经济比较确定。目前采用雷电日作为雷电区域划分的主要参数，以后应利用雷电定位数据逐步过渡到采用雷电密度进行雷电区域划分。雷电区域等级划分见表 7.2.1。雷电区域分级原则和方法见附录 E。

表7.2.1 雷电区域等级划分

ⁱ 雷电分级		^j 雷电名称	^k 常见地理特征
^l I	^m A	ⁿ 少雷区	^o 西北地区的荒漠
^p II	^q B	^r 中雷区	^s 东北、华北、华中平原，长江中下游地区
^t III	^u C	^v 多雷区	^w 东南沿海地区
^x IV			^y 华北的山区，中南的山区，东南山区
^z V	^{aa} D	^{bb} 雷电活动特殊强烈区（强雷区）	^{cc} 南方热带地区，南岭以南，海南岛

7.2.2 20kV 架空电力线路，中雷区及以上的地区，宜沿全线架设地线；进出线段宜架设地线，地线长度一般宜为 1.0km-1.5km；当采用混凝土杆架设电力线路，宜架设地线或加装防雷装置；架空线采用绝缘导线时，应采取防雷击断线措施；在少雷区 20kV 绝缘架空电力线路可根据工程条件采用合适的过电压保护措施。

7.2.3 变电站出线架空线路 1 km 范围内宜逐基逐相安装线路防雷装置，变电站出线架空线路前 2 基的线路防雷装置应加装接地，其它杆塔条件允许情况下宜装设接地，必要时宜同时架设避雷线保护。

7.2.4 20kV 架空绝缘配网线路防雷不应采取独立避雷针、塔顶避雷针和不具有遮断工频续流能力的并联间隙类防雷产品。

7.2.5 杆塔上地线对边导线的保护角宜采用 20° - 30° 。杆塔上两根地线间的距离不应超过对边导线与地线间垂直距离的 5 倍。高杆塔或强雷区可采用零度或负保护角，也可加装其他防雷装置。多回路杆塔宜采用减小保护角等措施。

7.2.6 导线与地线在档距中央的距离，在气温 $+15^{\circ}\text{C}$ 、无风无冰条件时，应符合下式要求：

$$S \geq 0.012L + 1$$

式中：S-导线与地线在档距中央的距离（m）；

L-档距（m）

7.3 接地

7.3.1 中性点非有效接地系统的设计符合下列规定：

- a) 1 无地线的杆塔在人口密集地区应接地；
- b) 2 有地线的杆塔应接地；
- c) 3 位于耕地中的杆塔，其他接地体应埋设在耕地深度以下；
- d) 4 位于人口密集地区和水田中杆塔的接地体应敷设成环形；
- e) 5 在雷季，当地面干燥时，接地杆塔工频接地电阻不宜超过下表所列数值。

表 7.3.1 杆塔的最大工频接地电阻

土壤电阻率 ρ ($\Omega \cdot \text{m}$)	$\rho \leq 100$	$100 < \rho \leq 500$	$500 < \rho \leq 1000$	$1000 < \rho \leq 2000$	$\rho > 2000$
工频接地电阻 (Ω)	10	15	20	25	30

7.3.2 在居民区的 20kV 线路钢筋混凝土杆宜接地，金属杆应接地，接地电阻均不应超过 30Ω 。距变电站 1km 内的进出线路电杆接地电阻不宜超过 10Ω 。

7.3.3 20kV 线路交叉或与低压线路、通信线路交叉时，交叉档两端的电杆（上、下方线路共 4 基）应设置接地，其接地电阻不应超过 30Ω 。

7.3.4 防雷接地应充分利用电杆的自然接地作用，除多雷区、强雷区外，沥青路面上的钢筋混凝土杆和金属杆，以及有运行经验时，可不另设人工接地装置。

7.3.5 钢筋混凝土杆铁横担与绝缘子铁脚之间，宜有可靠的电气连接，并与接地引下线连通。接地引下线可采用截面积不小于 25mm^2 的铜绞线，预先埋设在电杆混凝土内部，并在靠近横担和地面位置分别设置引出连接螺孔，或者采用直径不小于 8mm 的圆钢沿电杆表面明敷设。电杆非预应力钢筋如已通过绑扎或焊接连成电气通路，可兼作接地引下线，宜在靠近横担部位预留引出连接螺孔。

7.3.6 接地体宜采用垂直敷设的角钢、圆钢、钢管或水平敷设的圆钢、扁钢。接地体和埋入土壤内接地线的规格，不应小于表 6.3.6 的规定。锈蚀严重地区的接地体宜加大 $2\text{mm} \sim 4\text{mm}$ 的圆钢直径或扁钢厚度，并采取防腐措施。

表 7.3.6 接地体和接地线的最小规格

名称	地上	地下
----	----	----

圆钢直径 (mm)		8	10
扁钢	截面 (mm ²)	48	48
	厚度 (mm)	4	4
角钢厚度 (mm)		2.5	4
钢管壁厚度 (mm)		2.5	3.5
镀锌钢绞线或铜绞线截面 (mm ²)		25	50

7.3.7 接地体应埋设在耕作深度以下，旱地耕地接地体埋深不应小于 0.6 米，水田耕地接地体埋深不应小于 0.8 米，防冻区接地体埋深应特殊考虑。接地体不应与地下燃气管、送水管接触。位于居民区和水田的接地体应围绕电杆基础敷设成闭合环形。

7.3.8 变台处配电变压器的高压侧和低压侧均应装设一组无间隙金属氧化物避雷器保护，避雷器安装点与变压器出线套管间的电气距离应尽量短，避雷器接地端、变压器低压绕组中性点与金属外壳，三者应相连在一起并接地。

7.3.9 经常开路运行又带电的断路器、负荷开关、隔离开关等柱上开关，应在两侧均装设无间隙金属氧化物避雷器；始终闭路运行的柱上开关，在负荷侧装设无间隙金属氧化物避雷器。避雷器接地端应与柱上开关的金属外壳连在一起接地，接地电阻不应超过 10 Ω。

7.3.10 柱上电容器、无功补偿设备应装设无间隙金属氧化物避雷器保护，避雷器在电气距离上应尽量靠近电容器安装，接地端应与电容器金属外壳连接在一起接地，接地电阻不应超过 10 Ω。

7.3.11 加强配电变压器、柱上开关、电缆头等柱上设备的防雷保护，可在相邻基电杆上加装带外串联间隙金属氧化物避雷器并设置接地，接地电阻不宜超过 10 Ω。

7.3.12 接地网的防腐设计，应符合下列要求：

- a) 1 计及腐蚀影响后，接地装置的设计使用年限，应与地面工程设计使用年限一致。
- b) 2 接地装置的防腐设计，宜按当地的腐蚀数据进行。
- c) 3 接地网可采用钢材，但应采用热镀锌。镀锌层应有一定厚度。接地导体（线）与接地极之间的焊接点，应涂防腐材料。接地材料的年平均腐蚀速率需满足附录 F 的要求。

8 架空绝缘导线

8.1.1 20kV 架空绝缘导线应符合 GB/T14049 的规定。钢芯铝绞线芯绝缘导线导体结构和拉断力应符合现行国家标准《圆线同心绞架空导线》GB/T1179 规定，绝缘结构、绝缘性能参数应符合现行国家标准《架空绝缘电缆用绝缘料》JB/T 10260 的规定。钢芯铝绞线芯绝缘导线应采用紧压圆形钢芯铝绞线导体。铝合金导体符合现行国家标准《额定电压 20kV 及以下中强度铝合金导体架空绝缘电缆》JB/T 13795 的规定。

8.1.2 一般区域宜采用铝芯交联聚乙烯架空绝缘导线，沿海及严重化工污秽区域可采用铜芯交联聚乙烯架空绝缘导线；当需减小弧垂满足对地（跨越）安全距离要求时，可选择中强度铝合金芯、高强度铝合金芯等拉重比大的架空绝缘导线。

8.1.3 20kV 架空绝缘导线的截面选择应综合根据地区负荷的发展和电网结构，按长期允许载流量、电压降等要求进行校验。

8.1.4 校验载流量时，交联聚乙烯绝缘导线的允许工作温度宜采用+90℃，聚乙烯、聚氯乙烯绝缘导线的允许工作温度宜采用+70℃，20kV 架空绝缘导线载流量可按附录 D 确定。

8.1.5 20kV 架空绝缘线路，采用允许电压降经济运行电流校验导线截面时，自供电的变电站出口至线路末端变压器或末端受电变电站（受电配电室）入口侧的最大允许电压降应为线路额定电压的 5%；

8.1.6 20kV 架空绝缘导线弧垂最低点的设计安全系数不应小于 3.0，导线固定点的设计安全系数不应小于 2.25。地线的设计安全系数不应小于架空绝缘导线的设计安全系数。地线选用镀锌钢绞线时与导线的配合不宜小于表 8.1.6 的规定。

表 8.1.6 地线采用镀锌钢绞线时与导线的配合

dd 导线截面		ee 185mm ² 以下	ff 185mm ² 及以上
gg 镀锌钢绞线最小标称截面 mm ²	hh 无冰区段	ii 35	jj 50
	kk 覆冰区段	ll 50	mm 80

8.1.7 在各种气象条件下，20kV 架空绝缘导线的张力弧垂计算应采用最大使用张力和平均运行张力作为控制条件。

8.1.8 20kV 架空绝缘导线的平均运行张力上限及防振措施应符合表 8.1.8 的规定。有多年运行经验时可不受表 8.1.8 的限制。

表 8.1.8 架空绝缘导线的平均运行张力上限及防震措施

档距和环境状况	平均运行张力上限 (导线拉断力的百分数) (%)	防震措施

	钢芯铝绞线芯	铝合金芯	硬铜芯	
档距<120m	17-18	18	25	不需要

8.1.9 20kV 架空绝缘导线弧垂塑性伸长对弧垂的影响宜采用下列补偿方式：

- a) 铝芯、中强度铝合金芯、高强度铝合金芯架空绝缘导线宜根据年平均运行张力进行初伸长补偿，档距小于 80m 时可采用减小弧垂法或降温法补偿，档距大于 80m 时应采用降温法补偿，降温值和减小弧垂率见表 8.1.9 确定；
- b) 铜芯绝缘导线采用减少 8%架线弧垂率；
- c) 钢芯铝绞线芯绝缘导线采用减少 12%架线弧垂率；
- d) 线路档距不大于 55m 时可不补偿。

表 8.1.9 降温值和减小弧垂率数值表

^{mm} 补偿方法	^{oo} 降温值 (°C)		^{pp} 减小弧垂率 (%)	
	^{ss} 15%RTS	^{tt} 25%RTS	^{uu} 15%RTS	^{vv} 25%RTS
^{qq} 导线年平均 ^{rr} 运行张力				
^{ww} 铝芯	^{xx} 20	^{yy} 25	^{zz} 15	^{aaa} 20
^{bbb} 铝合金芯 ^{ccc} (中、高强度)	^{ddd} 15	^{eee} 20	^{fff} 10	^{ggg} 15

9 柱上设备

9.1 柱上变压器台

9.1.1 20kV 柱上变压器台宜设置在负荷中心或附近便于更换和检修设备的地段。变压器容量宜为400kVA 及以下，宜选用节能型。

9.1.2 下列类型电杆不宜装设变压器台：

- a) 转角、分支电杆；
- b) 设有 20kV 接户线或电缆头的电杆；
- c) 设有柱上开关设备的电杆；
- d) 低压接户线较多的电杆；
- e) 交叉路口的电杆；
- f) 人员密集地段的电杆；
- g) 严重污秽地段的电杆。

9.1.3 20kV 变压器台架高度不应小于 2.5m，变台器台的一次侧熔断器装设的对地垂直距离不宜小于 5.0m，各相熔断器水平距离：一次侧不应小于 0.55m。配电变压器熔丝选择应符合下列要求：

- a) 高压侧熔丝按变压器一次侧额定电流的 2 倍选择。
- b) 变压器低压侧熔丝（片）或断路器长延时整定值应按变压器二次侧额定电流选择。

9.1.4 20kV 柱上变压器台的一、二次侧引线均采用绝缘导线（或电缆），其截面应按变压器额定容量选择，且一次侧引线铜芯不应小于 16mm^2 ，铝芯不应小于 35mm^2 。

9.2 柱上设备

9.2.1 20kV 配电线路较长或负荷较为集中的主干线、分支线应装设分段或分支开关设备。环形供电网络应装设联络开关设备，在不同线路联络点的分段位置宜装设开关设备。其中主干线的分段、联络开关，与主干线相连的、线路较长或负荷较为集中的一级分支线宜采用智能开关。

9.2.2 20kV 柱上开关设备宜安装在安装运输便捷、运行维护方便的场所。

9.2.3 柱上隔离开关一般辅助于柱上设备，可通过分断操作，为检修工作提供明显断开点，也可单独安装。

9.2.4 20kV 电压等级熔断器正常使用条件和额定参数应符合现行国家标准《高压交流熔断器第三部分》GB/T 15166 的规定。

9.3 绝缘防护

9.3.1 设备、金具与绝缘导线的连接部位应采用绝缘防护，可采用绝缘护罩或绝缘绕包等措施。绝缘护罩宜采用热缩或预制的绝缘材料，绕包材料应具有自粘性。绝缘护罩、绕包材料应防积污、防进水，并满足阻燃要求。

9.3.2 缘护罩、绕包材料在常规臭氧及紫外线环境下的异物搭接应符合表 9.3.2 的规定。

表 9.3.2 绝缘防护材料异物搭接要求

额定电压 kV	异物搭接电压 kV	施加时间 min	泄露电流 mA
20	40	1	≤ 2

9.3.3 架空绝缘配电线路柱上设备宜选用全绝缘封闭结构，其连接线宜采用一体化预装式绝缘导线。

9.3.4 下列位置宜装设绝缘接地线夹：

- a) 分段（联络）开关两侧相邻的电杆；
- b) 分支杆受电侧；
- c) 电缆引下杆受电侧；
- d) 耐张段长度较大（可视范围）时应增设接地线夹；
- e) 采用剥皮型绝缘接地线夹时宜安装于直线杆。

10 交叉跨越距离

10.1 交跨距离计算规定

20kV 绝缘导线对地面、建筑物、树木、铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路的距离，应根据最高气温情况或最大垂直比载求得的最大弧垂和最大风速情况求得的最大风偏计算。

计算上述距离，不应考虑由于电流、太阳辐射以及覆冰不均匀等引起的弧垂增大，但应计及导线架线后塑性伸长的影响和设计、施工的误差。

10.2 最大计算弧垂情况下导线对跨越物的最小垂直距离应不小于表 10.2 的要求。

表10.2 导线与跨越物的最小垂直距离

线路交跨地区	最小垂直距离
	20kV 电压等级
居民区	7.0
非居民区	6.0
交通困难区	5.0
建筑物和构筑物（无人居住且耐火屋顶）	4.0
林区、公园、绿化区（考虑树木自然生长）	3.5
城市绿化灌木以及街道行道树（考虑树木自然生长）	2.5

10.3 最大计算风偏情况下导线对邻近物体的最小水平距离应不小于表 10.3 的要求。

表10.3 导线与邻近物体的最小水平距离

线路经过地区	最小水平距离
	20kV 电压等级
城市多层建筑或城市规划建筑红线	2.5
林区、公园、绿化区（考虑树木自然生长）	3.0
城市绿化灌木以及街道行道树（考虑树木自然生长）	3.0

10.4 20kV 架空绝缘配电线路导线最小线间距离可按表 10.4 确定。

表 10.4 20kV 架空绝缘配电线路绝缘导线最小线间距离 (m)

线路电压 档距 (m)	40及 以下	50	60	70	80	90	100	110	120
	20kV	0.4	0.55	0.6	0.65	0.75	0.9	1.0	-

注：采用同杆多回路架设的线路，线间距离可根据杆塔结构适当压缩。

10.5 20kV 架空绝缘配电线路与铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路交叉或接近的要求应符合附录 A 的规定。

附 录 A
(规范性附录)

架空电力线路与铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路交叉或接近的要求

架空电力线路与铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路交叉或接近的要求见表A.1。

表 A.1 架空电力线路与铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路交叉或接近的要求

项目		铁路			公路和道路			电车道(有轨及无轨)	
导线或地线在跨越档接头		不得接头			一、二级公路及城市一、二级道路：不得接头			不得接头	
					三、四级公路和城市三级道路：不限制				
交叉档导线最小截面		20kV 绝缘导线截面不小于 35mm ² ；							
交叉档距绝缘子固定方式		双固定			高速公路和一、二级公路及城市一、二级道路为双固定			双固定	
最小垂直距离(m)	线路电压	至标准轨顶	至窄轨轨顶	至承力索或接触线	至路面			至路面	至承力索或接触线
	20kV	7.5	7	3.5	7			10	3.5
最小水平距离(m)	线路电压	杆塔外缘至轨道中心			杆塔外缘至路基边缘			杆塔外缘至路面边缘	
		交叉		平行	开阔地区	路径受限制地区	市区内	交叉	平行
	20kV	10		18	1	1	0.5	10	18

表 A.1 (续)

项目		通航河流(分级)		不通航河流		架空明线弱电线路		电力线路		特殊管道	一般管道、索道
导线或地线在跨越档接头		不得接头		不限制		一、二级: 不得接头		不得接头			
						三级: 不限制					
交叉档导线最小截面		20kV 绝缘导线截面不小于 35mm ² ;									
交叉档距绝缘子固定方式		双固定		不限制		跨越弱电线路一、二级为双固定		双固定			
最小垂直距离(m)	线路电压	至常年高水位	至最高航行水位的最高船桅杆	至最高洪水位	冬季至冰面	至被跨越物		至被跨越物		至管道任何部分	至索道任何部分
	20kV	6	2	3	5	3		3		4	3
最小水平距离(m)	线路电压	边导线至斜坡上缘(线路与拉纤小路平行)				边导线间		至被跨越线		边导线至管道、索道任何部分	
						开阔地区	路径受限制地区	开阔地区	路径受限制地区	开阔地区	路径受限制地区
	20kV					5	3.5	5	3.5	5	3

注:①特殊管道指架设在地面上输送易燃、易爆物的管道;

②管、索道上的附属设施,应视为管、索道的一部分;

③常年高水位是指5年一遇洪水位,最高洪水位对20kV线路是指50年一遇洪水位;

④不能通航河流指不能通航,也不能浮运的河流;

⑤对路径受限制地区的最小水平距离的要求,应计及架空电力线路导线的最大风偏;

⑥对电气化铁路的安全距离主要是电力线导线与承力索和接触线的距离控制,因此,对电气化铁路轨顶的距离按实际情况确定。

附 录 B
(规范性附录)

架空绝缘导线的长期允许载流量及温度校正系数

B.1 架空绝缘导线的长期允许载流量

架空绝缘导线的长期允许载流量见表B.1。

表 B.1 架空绝缘导线的长期允许载流量

导体	铝芯	铝合金	钢芯铝绞线
绝缘	交联聚乙烯绝缘 (XLPE)		
绝缘厚度	5.5mm		
截面 mm ²	载流量 (A)		
10	71	66	60
16	94	88	84
25	120	115	110
35	150	140	135
50	180	170	165
70	225	210	200
95	275	260	250
120	320	300	295
150	365	345	335
185	420	395	385
240	500	470	460
300	580	560	550
工作温度	90℃		
环境温度	40℃		

注：1. 空气自然对流，未考虑风速的影响。

2. 架空绝缘导线直接受太阳照射，日照强度取1000W/m²，单芯电缆间距取200mm。

3. 钢芯铝绞线导体载流量和LHA3型铝合金导体载流量与铝芯导体一致，铝合金导体为LHA1或LHA2。

B.2 架空绝缘导线的温度校正系数

当环境温度不是40℃时，应对长期允许载流量乘以校正系数，不同环境温度时的校正系数见表B.2。

表 B.2 架空绝缘导线的温度校正系数

t0	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
t1	1.32	1.26	1.21	1.16	1.11	1.05	1.00	0.93	0.89	0.80

注：t0--导线周围环境温度；t1--导线长期工作温度90℃时的温度系数。

附 录 C
(规范性附录)
弱电线路等级

弱电线路应按下列要求划分等级：

一级——首都与各省（市）、自治区所在地及其相互间联系的主要线路；首都至各重要工矿城市、海港的线路以及由首都通达国外的国际线路；由邮电部指定的其他国际线路和国防线路；铁道部与各铁路局及各铁路局之间联系用的线路；以及铁路信号自动闭塞装置专用线路。

二级——各省（市）、自治区所在地与各地（市）、县及其相互间的通信线路；相邻两省（自治区）各地（市）、县相互间的通信线路；一般市内电话线路；铁路局与各站、段及站段相互间的线路，以及铁路信号闭塞装置的线路。

三级——县至区、乡的县内线路和两对以下的城郊线路；铁路的地区线路及有线广播线路。

附 录 D
(规范性附录)
架空线路与变电站污秽分级标准

架空线路的防污等级分级标准见表D.1。

表 D.1 架空线路与变电站污秽分级标准

污秽等级	污秽特征	盐密 (mg/cm ²)		爬电比距 (cm/kV)	
		线路	变电站	线路	变电站
0	大气清洁地区及高海岸盐场 50km 以上无明显污秽地区	≤0.03	-	1.39 (1.60)	-
I	大气轻度污秽地区, 工业区和人口低密度区, 高海岸盐场 10km-50km 地区, 在污闪季节中干燥多雾(含毛毛雨)或雨量较多时	>0.03-0.06	≤0.06	1.39-1.74 (1.60-2.00)	1.60 (1.84)
II	大气中等污秽地区, 轻盐碱和炉烟污秽地区, 在污闪季节中潮湿少雾(含毛毛雨)或雨量较少时	>0.03-0.1	> 0.03-0.1	1.74-2.17 (2.00-2.50)	2.0 (2.30)
III	大气污染较严重地区, 重雾重盐碱地区, 近海岸盐场 1km-3km 地区, 工业和人口密度较大区, 离化学污染源和炉烟污秽 300m-1500m 的较为严重污秽地区	>0.1-0.25	> 0.1-0.25	2.17-2.78 (2.50-3.20)	2.5 (2.88)
IV	大气特别严重污秽地区, 离海岸盐场 1km 以内, 离化学污染源和炉烟污秽 300m 以内地区	>0.25-0.35	> 0.25-0.35	2.78-3.30 (3.20-3.80)	3.10 (3.57)

注：爬电比距 (cm/kV)：括号内为按标称电压计算，括号外为按系数最高电压计算。

附 录 E
(规范性附录)
雷电区域分级

E.1 落雷密度分级

鉴于不同雷电日的落雷数量相差悬殊，基于雷电定位的数据可以将上述参数精细化、合理化，在雷电区域分级中，也应该以落雷密度为主要划分依据，具体分级见表E.1。

表 E.1 落雷密度分级区间表

雷电分级	落雷密度 N_g 次/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	等值雷电日 日/a
I	$N_g < 3.0$	0-30
II	$3.0 \leq N_g < 5.0$	30-50
III	$5.0 \leq N_g < 8.0$	50-70
IV	$5.0 \leq N_g < 8.0$	70-90
V	$N_g \geq 11.0$	≥ 90

E.2 雷区故障分级表

根据雷电活动对配电网运行造成的影响，具有针对性防雷措施，数据收集或图形整理出的故障性，具体分级见表E.1。

表 E.2 雷区故障分级表

雷电分级	特征	判断依据
A	雷电活动较少且线路雷击跳闸率较低	处于反击雷害或绕击雷害第1级
B	雷电活动一般	处于反击雷害或绕击雷害第2级 处于反击雷害或绕击雷害中第1级，且近5年110kV及以上输电线路在本区域发生杆塔雷击跳闸，若安装有线路避雷器，线路避雷器有动作记录
C	雷电活动较多且易造成输电线路跳闸	处于反击雷害或绕击雷害第3级 处于反击雷害或绕击雷害第2级，且近5年110kV及以上输电线路在本区域发生杆塔雷击跳闸，若安装有线路避雷器，线路避雷器有动作记录
D	雷电活动较多且易造成输电线路跳闸	处于反击雷害或绕击雷害第4级 处于反击雷害或绕击雷害第3级，且近5年110kV及以上输电线路在本区域发生杆塔雷击跳闸，若安装有线路避雷器，线路避雷器有动作记录

附录 F
(规范性附录)

不同土壤腐蚀等级下不同金属材料的年平均腐蚀速率

接地材料的年平均腐蚀速率见表F.1。

表 F.1 不同土壤腐蚀等级下不同金属材料的年平均腐蚀速率

封腐蚀等级		微	弱	中	强	特强
金属腐蚀速率失重法 (mm/a)	碳钢	<0.01	0.010~ 0.035	0.035~ 0.065	0.065~ 0.090	>0.090
	热镀锌钢	<0.005	0.005~ 0.010	0.010~ 0.020	0.020~ 0.045	>0.045
	铜及铜覆钢	<0.001	0.001~ 0.003	0.003~ 0.007	0.007~ 0.012	>0.012

注：1. 考虑到天津大港、青海格尔木等卤量高的特殊重腐蚀地区，依据DL/T 1554多因子评级定义为强腐蚀，同时含盐量大于等于1.5%，定义为特强腐蚀。

2. 不锈钢及不锈钢复合材料防腐设计时，耐腐蚀性能应符合现行行业标准DL/T 1667的规定