

架空绝缘配电线路设计标准

Standard for design of
overhead distribution line with insulated conductor

2018 – 11 – 08 发布

2019 – 05 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

架空绝缘配电线路设计标准

Standard for design of
overhead distribution line with insulated conductor

GB 51302 - 2018

主编部门：中 国 电 力 企 业 联 合 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 9 年 5 月 1 日

中国计划出版社

2018 北 京

中华人民共和国国家标准
架空绝缘配电线路设计标准
GB 51302-2018

☆

中国计划出版社出版发行

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 3 印张 73 千字
2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 155182·0334

定价: 18.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

2018 年 第 291 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《架空绝缘配电线路设计标准》的公告

现批准《架空绝缘配电线路设计标准》为国家标准,编号为 GB 51302—2018,自 2019 年 5 月 1 日起实施。其中,第 5.0.8、9.1.4、9.1.7、13.0.1、13.0.2、13.0.3、13.0.4、13.0.5、13.0.10 条为强制性条文,必须严格执行。

本标准在住房和城乡建设部门户网站(www.mohurd.gov.cn)公开,并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2018 年 11 月 8 日

前 言

根据住房城乡建设部《关于印发〈2015 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2014〕189 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,进行了有关试验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准共分 13 章和 4 个附录,主要内容包括:总则,术语,路径,气象条件,架空绝缘导线,绝缘子和金具,绝缘配合、防雷与接地,导线的布置方式,杆塔,拉线与基础,柱上设备,接户线,对地距离及交叉跨越等。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本标准由住房城乡建设部负责管理,由中国电力企业联合会负责日常管理,由国网北京市电力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,请寄送国网北京市电力公司电力科学研究院(地址:北京市丰台区南三环中路 30 号,邮政编码:100075),以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、参加单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国电力企业联合会

国网北京市电力公司

参 编 单 位:国网北京市电力公司电力科学研究院

南通电力设计院有限公司

国网浙江省电力公司嘉兴供电公司

金华电力设计院有限公司

福建永福电力设计股份有限公司

国网甘肃省电力公司经济技术研究院
恩施永扬水利电力勘测设计有限责任公司
远东智慧能源股份有限公司
中国电力科学研究院有限公司
国网经济技术研究院有限公司
湖南送变电勘察设计咨询有限公司
鹰潭和中电力勘察设计有限公司
新疆昌正工程科技有限责任公司

参 加 单 位:中国南方电网有限责任公司

主要起草人:李洪涛 宗 强 杜瑞明 王建中 庞明远
于志军 黄达洋 徐 静 张孝雷 沈海滨
李红军 聂 峰 周 骏 牛 萌 饶 强
顾 颐 金羽乔 王智聪 周宇轩 黄 干
李有铖 冯瑞发 贺子鸣 郝 良
主要审查人:崔鸣昆 鲍星辉 杨铁荣 张翠霞 陈光华
宋发兴 吴才彪 陈石川 叶瑞军 区家辉

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	路 径	(4)
3.1	路径原则	(4)
3.2	路径要求	(4)
4	气象条件	(6)
4.1	确定原则	(6)
4.2	设计气温	(6)
4.3	设计风速	(6)
4.4	设计覆冰厚度	(7)
4.5	各种工况气象条件	(7)
5	架空绝缘导线	(9)
6	绝缘子和金具	(12)
6.1	选型	(12)
6.2	机械强度校验	(13)
7	绝缘配合、防雷与接地	(14)
7.1	绝缘配合	(14)
7.2	防雷和接地	(15)
8	导线的布置方式	(18)
9	杆 塔	(20)
9.1	杆塔荷载	(20)
9.2	杆塔材料	(22)
9.3	杆塔设计	(23)
10	拉线与基础	(24)

10.1	拉线设计	(24)
10.2	基础设计	(25)
11	柱上设备	(26)
11.1	柱上变压器台与开关设备	(26)
11.2	绝缘防护	(27)
12	接户线	(28)
13	对地距离及交叉跨越	(30)
附录 A	弱电线路等级划分	(34)
附录 B	导线的性能参数	(35)
附录 C	架空绝缘导线的长期允许载流量及 温度校正系数	(37)
附录 D	污秽度等级划分	(40)
	本标准用词说明	(45)
	引用标准名录	(46)
	附:条文说明	(48)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Route	(4)
3.1	Principles	(4)
3.2	Planning requirements	(4)
4	Meteorological conditions	(6)
4.1	Principles	(6)
4.2	Design temperature	(6)
4.3	Design wind speed	(6)
4.4	Design radial thickness of ice	(7)
4.5	Meteorological conditions under different working conditions	(7)
5	Overhead insulated conductors	(9)
6	Insulators and fittings	(12)
6.1	Type selection	(12)
6.2	Mechanical strength check	(13)
7	Insulation coordination, lightning protection and grounding	(14)
7.1	Insulation coordination	(14)
7.2	Lightning protection and grounding	(15)
8	Conductor arrangement	(18)
9	Pole and tower	(20)
9.1	Loads	(20)
9.2	Material	(22)

9.3 Design	(23)
10 Pole guy and foundation	(24)
10.1 Pole guy design	(24)
10.2 Foundation design	(25)
11 Pole-mounted equipment	(26)
11.1 Pole-mounted transformer platform and switchgear	(26)
11.2 Insulation protection	(27)
12 Service line	(28)
13 Clearance to ground and crossings	(30)
Appendix A Classification of telecommunication line	(34)
Appendix B Performance parameters of conductors	(35)
Appendix C Continuous current-carrying capacity and temperature correction factor of overhead insulated conductors	(37)
Appendix D Classification of pollution grade	(40)
Explanation of wording in this standard	(45)
List of quoted standards	(46)
Addition:Explanation of provisions	(48)

1 总 则

1.0.1 为规范 10kV 及以下交流架空绝缘配电线路的设计,做到安全可靠、技术先进、经济合理、环境友好,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于 10kV 及以下电压等级架空绝缘配电线路的设计。

1.0.3 架空绝缘配电线路设计应满足发展要求,积极稳妥地采用成熟可靠的新技术、新设备、新材料和新工艺。

1.0.4 设备及材料选型应根据地区气象条件、地理环境、负荷特性等进行合理配置。

1.0.5 下列地区在不具备电缆线路供电条件时,应采用架空绝缘配电线路:

- 1 人口密集、繁华街道区;
- 2 高层建筑群地区;
- 3 绿化地区及林带。

1.0.6 变电站侧中性点经低电阻接地的 10kV 线路,在不具备电缆线路供电条件时,宜采用架空绝缘配电线路。

1.0.7 架空绝缘配电线路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

2.0.1 架空绝缘配电线路 overhead distribution line with insulated conductor

用杆塔、金具和绝缘子等将绝缘导线架设于地面之上的配电线路。

2.0.2 低压 low voltage

用于配电交流电力系统中 1kV 及以下的电压等级。

2.0.3 耐张段 strain section

两耐张杆塔间的线路部分。

2.0.4 架空绝缘导线 overhead insulated conductor

包覆有耐候型绝缘材料且用于架空敷设的导线。

2.0.5 中强度铝合金芯架空绝缘导线 intermediate strength aluminum alloy core aerial insulated conductor

以中强度铝合金为线芯的架空绝缘导线。

2.0.6 架空平行集束绝缘导线 bundled parallel insulated conductors

用于 1kV 及以下架空线路的 2 根、3 根或 4 根绝缘导线平行连接在一起的导线束。

2.0.7 窄基铁塔 steel tower with narrow foundation

根开较小的铁塔。

2.0.8 绝缘塔头 insulation tower head

为提高导线对地绝缘水平以耐受更严重的雷电感应过电压，采用绝缘部件组成的杆塔顶部导线支撑部分。实现形式包括绝缘横担、绝缘横担与绝缘子组合、绝缘支柱与绝缘子组合等。

2.0.9 耦合地线 coupling ground wire

与导线平行架设并接地、利用线间耦合作用以降低导线上雷电感应过电压幅值为主要目的的地线。

2.0.10 绝缘接地线夹 insulated earthing clamp

用于检修时验电和接地的装置,又称验电接地环。

2.0.11 交通困难地区 difficult transport area

车辆、农业机械不能到达的地方。

2.0.12 接户线 service line

从架空配电线路到用户外第一支持物或室外计量装置的供电线路。

3 路 径

3.1 路径原则

3.1.1 城镇架空绝缘配电线路路径规划应与地区总体规划相结合,与各类管线、电缆通道及其他市政设施协调。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。

3.1.2 线路路径的选择应综合考虑地质水文条件、交叉跨越、路径长度和施工运维等因素,宜靠近现有国道、省道、县道或乡镇公路,统筹兼顾,做到安全可靠、经济合理。

3.1.3 发电厂、变电站等进出线密集区域,线路路径应统一规划,在走廊拥挤地段可采用同杆塔架设。

3.1.4 路径选择宜避开不良地质地带和采动影响区,宜避开重冰区、导线易舞动区。

3.2 路径要求

3.2.1 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,交叉点不宜选在被跨越线路的杆塔顶上。

3.2.2 架空绝缘配电线路与弱电线路交叉时,应符合下列规定:

1 架空绝缘配电线路与弱电线路的交叉角应符合表 3.2.2 的规定。架空弱电线路等级划分应符合本标准附录 A 的规定。

表 3.2.2 架空绝缘配电线路与弱电线路的交叉角

交叉跨越物	弱 电 线 路		
	一级	二级	三级
交叉角	$\geq 40^\circ$	$\geq 25^\circ$	不限制

2 架空绝缘配电线路宜架设在弱电线路上方,电杆宜接近交叉点。

3 架空绝缘配电线路与光缆线路交叉时,交叉角可没限制。

3.2.3 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。

3.2.4 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现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

3.2.5 杆塔位置应避开洼地、冲刷地带、易塌方区、易塌陷区。当无法避让时,应采取必要的措施。

3.2.6 架空绝缘配电线路不应跨越电气化铁路。

3.2.7 10kV 架空绝缘配电线路耐张段的长度应符合下列规定:

1 在城镇地区不宜大于 1km,接入负荷较多的线路段宜缩小耐张段长度;

2 在农村地区不宜大于 1.5km,在山区或重冰区等环境条件较差的地段,耐张段长度宜缩小。

4 气象条件

4.1 确定原则

4.1.1 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。

4.1.2 最大设计风速、设计冰厚重现期应取 30 年。

4.2 设计气温

4.2.1 设计气温应根据当地 15 年~30 年气象记录中的统计值确定。最高气温宜采用 $+40^{\circ}\text{C}$ 。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。

4.2.2 设计用年平均气温应按以下方法确定:

1 当地区的年平均气温在 $3^{\circ}\text{C}\sim 17^{\circ}\text{C}$ 之间时,取与年平均气温值邻近的 5 的倍数值;

2 当地区的年平均气温小于 3°C 或大于 17°C 时,分别按年平均气温减少 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 后,取与此数邻近的 5 的倍数值。

4.3 设计风速

4.3.1 架空绝缘配电线路的最大设计风速应采用当地空旷平坦地面上离地 10m 高,统计所得的 30 年一遇 10min 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 ,在山区可按附近平坦地区风速增加 10%,且不应低于 25m/s 。

4.3.2 架空绝缘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%。

4.3.3 河岸、湖岸以及山谷口等容易产生强风地带的最大设计风

速应较附近平地风速增大 20%。

4.3.4 架空绝缘配电线路通过市区或森林等地区,两侧屏蔽物的平均高度大于杆塔高度的 $2/3$ 时,其最大设计风速宜比当地最大设计风速减少 20%。

4.4 设计覆冰厚度

4.4.1 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的运行经验确定,导线覆冰厚度宜取 5mm 的倍数,在调查基础上可取 5mm、10mm、15mm、20mm,冰的密度应取 0.9g/cm^3 。

4.4.2 根据当地 30 年气象记录,最低气温大于 0°C 的地区为无冰区,覆冰厚度可取 0。

4.5 各种工况气象条件

4.5.1 安装工况风速应采用 10m/s ,无冰,气温应按下列规定采用:

- 1 最低气温为 -40°C 的地区,应采用 -15°C ;
- 2 最低气温为 -20°C 的地区,应采用 -10°C ;
- 3 最低气温为 -10°C 的地区,宜采用 -5°C ;
- 4 最低气温为 -5°C 的地区,宜采用 0°C 。

4.5.2 最大风速工况下应按无冰计算,气温应按下列规定采用:

- 1 最低气温为 -10°C 的地区,应采用 -5°C ;
- 2 最低气温为 -5°C 的地区,宜采用 $+10^{\circ}\text{C}$ 。

4.5.3 覆冰工况的风速宜采用 10m/s ,气温应采用 -5°C 。

4.5.4 带电作业工况的风速宜采用 10m/s ,气温可采用 15°C ,且无冰。

4.5.5 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。

4.5.6 雷电过电压工况的气温宜采用 15°C 。当最大设计风速大

于或等于 35m/s 时,雷电过电压工况的风速宜取 15m/s ,否则取 10m/s 。

4.5.7 内部过电压工况的气温可采用年平均气温,风速可采用最大设计风速的 50% ,但不宜低于 15m/s ,且无冰。

5 架空绝缘导线

5.0.1 架空绝缘导线的技术性能应符合国家现行有关标准的规定。架空绝缘导线性能参数可按本标准附录 B 确定。

5.0.2 1kV~10kV 架空绝缘导线选型应符合下列规定：

1 平原地区宜采用铝芯架空交联聚乙烯绝缘导线，沿海及严重化工污秽区域可采用铜芯架空交联聚乙烯绝缘导线；

2 当需减小弧垂来满足对地(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。

5.0.3 1kV 及以下架空绝缘导线选型应符合下列规定：

1 平原地区宜采用铝芯架空交联聚乙烯绝缘导线，档距小于 50m 时可采用架空平行集束绝缘导线；

2 沿海及严重化工污秽区域可采用铜芯架空交联聚乙烯绝缘导线。

5.0.4 架空绝缘导线的截面选择应考虑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。

5.0.5 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℃，交联聚乙烯绝缘导线的长期允许载流量可按本标准附录 C 的有关规定执行。

5.0.6 采用允许电压降校验导线截面时，应符合下列规定：

1 1kV~10kV 的架空绝缘线路，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%；

2 1kV 及以下的架空绝缘线路，自配电变压器出口至线路末端(不包括接户线)的最大允许电压降应为线路额定电压的 4%。

5.0.7 公用配电网中 1kV 及以下三相四线制的零线截面,应与相线截面相同。

5.0.8 架空绝缘导线弧垂最低点的设计安全系数不应小于 2.5,导线固定点的设计安全系数不应小于 2.25。

5.0.9 在各种气象条件下,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。

5.0.10 架空绝缘导线的平均运行张力上限及防振措施应符合表 5.0.10 的规定。有多年运行经验的地区可不受表 5.0.10 限制。

表 5.0.10 架空绝缘导线的平均运行张力上限及防振措施

档距和环境状况	平均运行张力上限 (导线拉断力的百分数)(%)			防振措施
	铝芯	铝合金芯	硬铜芯	
档距<120m	17	18	25	不需要
档距<500m 非开阔地区	—	18	—	不需要
不论档距大小	—	25	—	防振锤 或阻尼线

5.0.11 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:

1 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 应采用降温法补偿,降温值和减小弧垂率应根据表 5.0.11 确定。

2 铜芯架空绝缘导线可采用减小弧垂率 7%~8% 进行补偿。

3 线路档距小于 50m 时可不补偿。

表 5.0.11 降温值和减小弧垂率数值表

补偿方法	降温值 (°C)		减小弧垂率(%) (档距<80m)	
	15%RTS	25%RTS	15%RTS	25%RTS
导线年平均 运行张力				
铝芯	20	25	15	20
铝合金芯 (中、高强度)	15	20	10	15

6 绝缘子和金具

6.1 选 型

6.1.1 架空绝缘配电线路绝缘子、金具的使用应符合下列规定：

1 1kV~10kV 架空绝缘配电线路应符合下列规定：

- 1) 直线杆塔宜采用柱式绝缘子、针式绝缘子、瓷横担绝缘子，或悬式绝缘子串和悬垂线夹；
- 2) 耐张杆塔宜采用悬式绝缘子串、瓷拉棒绝缘子或蝶式绝缘子和悬式绝缘子组成的绝缘子串，并应采用耐张线夹。

2 1kV 及以下架空绝缘配电线路应符合下列规定：

- 1) 直线杆宜采用低压针式绝缘子、低压蝶式绝缘子或瓷横担绝缘子；
- 2) 耐张杆宜采用悬式绝缘子或瓷拉棒绝缘子，并应采用耐张线夹；
- 3) 架空平行集束绝缘导线应采用专用金具，不宜采用穿刺型线夹。

6.1.2 人口密集区及耕作区不宜采用玻璃绝缘子。

6.1.3 悬垂线夹、耐张线夹、接续金具和接触金具应采用节能金具。

6.1.4 设备连接线夹宜采用端子压接型。导线与设备为铜铝连接时，应采取可靠的铜铝过渡措施。

6.1.5 绝缘导线的承力型接续宜采用液压型接续管，非承力型接续宜采用依靠线夹弹性或变形压紧导线的接续金具。

6.1.6 绝缘导线耐张线夹应结合悬挂点张力和地区施工运行经验等进行选型，握力不应低于绝缘导线计算拉断力的 65%。

6.2 机械强度校验

6.2.1 绝缘子和金具的安装设计宜采用安全系数设计法。绝缘子和金具机械强度应按下式验算：

$$K \cdot F < F_u \quad (6.2.1)$$

式中：K——机械强度安全系数；

F——设计荷载(kN)；

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

6.2.2 绝缘子和金具的机械强度安全系数应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 绝缘子和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	1.5
柱式复合绝缘子	3.0	1.8	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
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
蝶式瓷绝缘子	2.5	1.5	1.5
瓷拉棒绝缘子	2.5	1.5	1.5
瓷横担绝缘子	3.0	2.0	—
金具	2.5	1.5	1.5

注：表中柱式瓷绝缘子不包括瓷横担绝缘子。

7 绝缘配合、防雷与接地

7.1 绝缘配合

7.1.1 线路的现场污秽度等级应根据污湿特征、运行经验、外绝缘表面污秽性质及其等值附盐密度等确定,等级划分可根据本标准附录 D 确定。

7.1.2 线路绝缘子型式和片数应根据现场污秽度等级,经统一爬电比距计算确定。

7.1.3 高海拔地区的线路绝缘设计应按下列方法修正:

1 海拔高度为 1000m~3500m 的地区,架空绝缘配电线路采用柱式、针式等绝缘子时,绝缘子干弧距离可按下式确定。

$$L_h \geq L[1 + 0.1(0.001H - 1)] \quad (7.1.3-1)$$

式中: L_h ——海拔高度为 1000m~3500m 地区的绝缘子干弧距离(m);

L ——海拔高度为 1000m 以下地区要求的绝缘子干弧距离(m);

H ——海拔高度(m)。

2 海拔高度为 1000m~3500m 的地区,架空绝缘配电线路采用绝缘子串的绝缘子数量可按下式确定。

$$n_h \geq n[1 + 0.1(0.001H - 1)] \quad (7.1.3-2)$$

式中: n_h ——海拔高度为 1000m~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)。

3 海拔高度超过 3500m 的地区,绝缘子的干弧距离、绝缘子串的绝缘子数量可根据运行经验确定。

7.1.4 通过严重污秽地区的线路宜采用防污绝缘子、复合绝缘子

或采用其他防污措施。

7.1.5 过引线、引下线与邻相导线之间的最小间隙应符合表 7.1.5 的规定。1kV~10kV 架空绝缘配电线路的引下线与 1kV 以下线路导线之间的距离不宜小于 0.2m。

表 7.1.5 过引线、引下线与邻相导线之间的最小间隙(m)

线 路 电 压	最 小 间 隙
1kV~10kV	0.30
1kV 及以下	0.15

7.1.6 导线与电杆构件、拉线之间的最小间隙应符合表 7.1.6 的规定。

表 7.1.6 导线与电杆构件、拉线之间的最小间隙(m)

线 路 电 压	最 小 间 隙
1kV~10kV	0.20
1kV 及以下	0.05

7.1.7 1000m 及以上的高海拔地区的 1kV~10kV 架空绝缘配电线路要求的最小空气间隙,由海拔不超过 1000m 地区最小空气间隙和雷电冲击电压海拔校正系数确定。10kV 架空绝缘线路要求的最小空气间隙应符合表 7.1.7 的规定。

表 7.1.7 10kV 架空绝缘线路要求的最小空气间隙(m)

海 拔		1000	2000	3000	4000	5000
间 隙	相对地	0.200	0.226	0.256	0.288	0.327
	相间	0.300	0.326	0.356	0.388	0.427

7.2 防雷和接地

7.2.1 强雷区的 1kV~10kV 线路、距变电站电气距离 1km 内的进出线路段、易受雷击的线路段、向重要负荷供电的线路,防雷措施宜采用带外串联间隙金属氧化物避雷器。

7.2.2 多雷区、中雷区以感应雷击为主的 1kV~10kV 线路段,防雷措施宜采用带外串联间隙金属氧化物避雷器、绝缘塔头、架空

地线或耦合地线等。

7.2.3 易遭受直击雷的 1kV~10kV 线路段,宜采用架空地线与带外串联间隙金属氧化物避雷器联合措施。

7.2.4 当采用带外串联间隙金属氧化物避雷器时,宜对被保护线路段逐基杆塔逐相安装。

7.2.5 1kV~10kV 线路设置架空地线时,宜采用单根且截面积不小于 25mm² 的钢绞线,地线对边相导线保护角不宜大于 45°。

7.2.6 架空地线和耦合地线应逐基杆塔接地。有架空地线时杆塔接地电阻不宜超过表 7.2.6 的规定值。

表 7.2.6 有架空地线时杆塔接地电阻限值

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

注:表中电阻值为在雷雨季节,当地面干燥时,不连架空地线时测量的杆塔工频接地电阻值。

7.2.7 采用小电流接地系统的无架空地线的 1kV~10kV 线路,其位于居民区的钢筋混凝土电杆宜接地,金属杆塔应接地,接地电阻不宜超过 30 Ω 。

7.2.8 配电变压器的高压侧和低压侧应分别装设一组无间隙金属氧化物避雷器,其安装位置在满足电气距离要求前提下应靠近变压器出线套管。各避雷器接地端应与变压器金属外壳相连并接地。

7.2.9 容量 100kV·A 以上的配电变压器,其接地装置的接地电阻不应超过 4 Ω ,每个重复接地装置的接地电阻不应超过 10 Ω ;容量 100kV·A 及以下的配电变压器,其接地装置的接地电阻不应超过 10 Ω ,每个重复接地装置的接地电阻不应超过 30 Ω ,且重复接地不应少于 3 处。

7.2.10 柱上断路器、负荷开关应在电源侧装设一组无间隙金属氧化物避雷器。经常开路运行且带电的柱上断路器、负荷开关,应在两侧分别装设一组无间隙金属氧化物避雷器。避雷器接地端应

与柱上断路器、负荷开关的金属外壳相连并接地,接地电阻不应超过 10Ω 。

7.2.11 柱上无功补偿设备应装设一组无间隙金属氧化物避雷器,避雷器接地端应与设备金属外壳相连并接地,接地电阻不应超过 10Ω 。

7.2.12 1kV 及以下架空绝缘配电线路的接地应按现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 的规定执行,线路进入建筑物部分应按现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定设置雷电侵入波防护措施。

7.2.13 钢筋混凝土电杆在易受雷击的区域,宜将横担接地。非预应力电杆可通过主筋接地,电杆杆身宜预埋与主筋相连的接地螺母。

7.2.14 接地体垂直敷设时可采用圆钢、角钢、钢管,水平敷设时可采用圆钢、扁钢,并应采取热镀锌等防腐措施。接地体和接地线的规格不应小于表 7.2.14 的规定。严重腐蚀地区的接地体截面宜加大。

表 7.2.14 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
镀锌钢绞线截面(mm ²)		25	50

7.2.15 架空绝缘配电线路通过耕地时,接地体应埋设在耕作深度以下,且埋设深度不宜小于 0.6m。

8 导线的布置方式

8.0.1 1kV~10kV 架空绝缘配电线路导线的排列方式可采用水平、垂直、三角排列方式。多回路杆塔的导线可采用三种排列方式的组合,并宜满足带电作业的需求。

8.0.2 1kV 及以下架空绝缘配电线路导线的排列方式宜采用水平排列或垂直排列方式。架空平行集束导线宜采用专用金具固定在电杆或墙壁上。

8.0.3 不同电压等级的架空绝缘配电线路同杆共架时,应符合下列规定:

1 应采用高电压等级线路在上、低电压等级线路在下的布置方式;

2 低电压等级线路电源应来自于高电压等级线路,且不应穿越后者的分段开关。

8.0.4 1kV 及以下架空绝缘配电线路的零线应靠近电杆或靠近建筑物侧。同一回路的零线不应高于相线。

8.0.5 1kV 及以下路灯供电导线在电杆上的位置,不应高于其他相线和零线。

8.0.6 架空绝缘配电线路的档距宜符合表 8.0.6 的规定。

表 8.0.6 架空绝缘配电线路的档距(m)

电压 区域	1kV~10kV	1kV 及以下
城镇	40~50	40~50
空旷地区	50~80	40~60

注:采用架空平行集束绝缘导线的 1kV 及以下线路档距不宜大于 50m。

8.0.7 架空绝缘配电线路导线的线间距离,应结合地区运行经验

确定,无可靠资料时,可按照下列规定确定:

1 架空绝缘配电线路导线最小线间距离可按表 8.0.7 确定。

表 8.0.7 架空绝缘配电线路导线最小线间距离(m)

档距 线路电压	40 及 以下	50	60	70	80	90	100	110	120
1kV~10kV	0.40	0.50	0.60	0.65	0.75	0.80	0.90	0.95	1.05
1kV 及以下	0.30	0.40	0.45	—	—	—	—	—	—

2 1kV 及以下沿墙敷设的绝缘导线,两个导线支承点之间的距离不宜大于 6m。垂直排列支持点距离为 6m 及以下时最小线间距离应为 0.15m,水平排列支持点距离为 3m 及以下时最小线间距离应为 0.10m。

8.0.8 10kV 及以下多回路杆塔横担间的最小垂直距离应符合表 8.0.8 的规定。

表 8.0.8 多回路杆塔横担间的最小垂直距离(m)

杆型 组合方式	直线杆	分支和转角杆
1kV~10kV 与 1kV~10kV	0.80	0.45/0.60
1kV~10kV 与 1kV 及以下	1.20	1.00
1kV 及以下与 1kV 及以下	0.60	0.30

8.0.9 架空绝缘配电线路靠近电杆的两导线间的水平距离不应小于 0.5m。

8.0.10 1kV 及以下沿墙敷设的绝缘导线在最大风偏情况下至相邻建筑(建筑物实墙或无门窗)的最小间距不应小于 0.2m。

9 杆 塔

9.1 杆 塔 荷 载

9.1.1 杆塔的荷载可分为下列两类：

1 永久荷载：导线、地线、绝缘子及其附件的重力荷载，杆塔构件及杆塔上固定设备的重力荷载，土压力和预应力等；

2 可变荷载：风荷载、导线或地线张力荷载、导线或地线覆冰荷载、附件荷载、活荷载等。

9.1.2 档距不大于 80m 时，杆塔应计算运行工况和安装工况的荷载，并结合施工运行经验确定是否计算断线工况。安装工况应按安装荷载、相应风速、无冰条件计算。

9.1.3 档距大于 80m 时，杆塔应计算运行工况、安装工况和断线工况的荷载，并应符合现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 的规定。

9.1.4 各类杆塔均应计算下列运行工况的荷载：

1 最大风速、无冰、未断线；

2 覆冰、相应风速、未断线；

3 最低气温、无冰、无风、未断线。

9.1.5 风向与线路垂直情况的导线风荷载标准值应按下列公式计算：

$$W_x = \alpha \cdot W_0 \cdot \mu_{sc} \cdot d \cdot L_p \quad (9.1.5)$$

式中： W_x ——垂直于导线方向的水平风荷载标准值(kN)；

α ——风压不均匀系数，应根据设计基准风速按照表 9.1.5 的规定确定；

W_0 ——基本风压(kN/m²)；

μ_{sc} ——导线的体型系数，线径小于 17mm 或覆冰时(不论线径大小)应取 $\mu_{sc} = 1.2$ ；线径大于或等于 17mm 时，

$$\mu_{sc}=1.1;$$

d ——导线的外径或覆冰时的计算外径(m);

L_p ——杆塔的水平档距(m)。

表 9.1.5 风压不均匀系数

风速 V (m/s)		$V < 20$	$20 \leq V < 27$	$27 \leq V < 31.5$	$V \geq 31.5$
α	计算杆塔荷载	1.00	0.85	0.75	0.70
	校验杆塔电气间隙	1.00	0.75	0.61	0.61

9.1.6 风向与杆塔面垂直情况的杆塔身或横担风荷载标准值,应按式计算:

$$W_s = W_0 \cdot \mu_z \cdot \mu_s \cdot \beta_z \cdot A_s \quad (9.1.6)$$

式中: W_s ——杆塔塔身或横担风荷载标准值(kN);

μ_z ——风压高度变化系数;

μ_s ——风荷载体型系数,塔架取 $1.3(1+\eta)$ (η 为塔架背风面荷载降低系数,应按表 9.1.6-1 采用),环形混凝土电杆、钢管杆杆身取 0.7;

β_z ——杆塔风振系数,应按表 9.1.6-2 采用;

A_s ——杆塔结构构件迎风面的投影面积(m^2)。

表 9.1.6-1 塔架背风面荷载降低系数 η

$\frac{A_s}{A}$ b/a	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
≤ 1	1.00	0.85	0.66	0.50	0.33	0.15
2	1.00	0.90	0.75	0.60	0.45	0.30

注:1 A 为塔架的轮廓面积; a 为塔架的迎风面宽度; b 为塔架迎风与背风面之间的距离。

2 中间值可按线性插入法计算。

表 9.1.6-2 杆塔风振系数 β_z

部 位	杆塔总高度 H (m)		
	< 30	$30 \sim 50$	> 50
杆塔	1.0	1.2	1.5
基础	1.0	1.0	1.2

9.1.7 各类杆塔的塔身、横担、导线和地线的风荷载计算均应按以下三种风向取值：

- 1 风向与线路方向垂直，转角杆塔应按转角等分线方向；
- 2 风向与线路方向的夹角成 60° 或 45° ；
- 3 风向与线路方向相同。

9.1.8 风向与线路方向在各种角度情况下，杆塔、横担、导线、地线的风荷载计算应符合现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 的规定。

9.2 杆塔材料

9.2.1 钢材的强度设计值和标准值应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。钢结构构件的孔壁承压强度设计值应按表 9.2.1-1 采用。螺栓和锚栓的强度设计值应按表 9.2.1-2 采用。

表 9.2.1-1 钢结构构件的孔壁承压强度设计值 (N/mm^2)

钢材材质		Q235	Q345
孔壁承压强度设计值	厚度 $\leq 16\text{mm}$	375	510
	厚度 $16\text{mm} \sim 25\text{mm}$	375	490

注：表中所列数值的条件是螺孔端距不小于螺栓直径的 1.5 倍。

表 9.2.1-2 螺栓和锚栓的强度设计值 (N/mm^2)

材料	等级或材质	标准直径 (mm)	抗拉、抗压和抗弯强度设计值	抗剪强度设计值
粗制螺栓	4.8 级	≤ 24	200	170
	5.8 级	≤ 24	240	210
	6.8 级	≤ 24	300	240
	8.8 级	≤ 24	400	300
锚栓	Q235	≥ 16	160	—
	35# 优质碳素钢	≥ 16	190	—

9.2.2 环形混凝土电杆的技术要求应符合现行国家标准《环形混凝土电杆》GB 4623 的有关规定。钢筋混凝土电杆的混凝土强度不应低于 C40, 预应力、部分预应力电杆的混凝土强度等级不应低于 C50。

9.2.3 混凝土和钢筋的材料强度设计值与标准值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

9.2.4 采用复合材料杆塔、绝缘横担、绝缘塔头等新材料构件时, 应满足强度、刚度、绝缘、阻燃、耐候、耐腐蚀等性能的要求。

9.3 杆塔设计

9.3.1 杆塔类型选择应符合下列规定:

1 架空绝缘配电线路杆塔可采用钢筋混凝土、部分预应力或预应力钢筋混凝土电杆, 在行车道路路边、覆冰较严重区域不宜采用预应力混凝土电杆;

2 在条件受限的区域, 可采用钢管杆、高强度钢筋混凝土杆或窄基塔, 档距较大的跨越杆塔宜选用联杆、铁塔或钢管杆。

9.3.2 杆塔结构构件及连接的承载力、强度、稳定计算和基础强度计算, 应采用荷载设计值; 变形、抗裂、裂缝、地基和基础稳定计算, 均应采用荷载标准值。

9.3.3 杆塔结构构件的承载力计算和变形、裂缝和抗裂计算均应符合现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 的规定。

9.3.4 无拉线锥型单杆可按受弯构件计算, 弯距应乘以增大系数 1.1。

9.3.5 架空绝缘配电线路采用的横担应按受力进行强度计算。采用钢材横担时, 其规格不应小于 $\angle 63\text{mm} \times \angle 63\text{mm} \times 6\text{mm}$ 。钢材横担及附件应采取热镀锌等防腐措施。

10 拉线与基础

10.1 拉线设计

10.1.1 拉线装设应根据电杆受力情况确定。拉线与电杆的夹角宜采用 45° 。当受地形限制时可适当减小,但不应小于 30° 。

10.1.2 跨越道路的水平拉线对路边缘的垂直距离不应小于 6m,拉线柱的倾斜角宜采用 $10^\circ \sim 20^\circ$;跨越电车行车线的水平拉线对路面的垂直距离不应小于 9m。

10.1.3 拉线应采用镀锌钢绞线,其截面应按受力情况计算确定,且不应小于 25mm^2 。

10.1.4 钢筋混凝土电杆设置拉线绝缘子时,在断拉线情况下拉线绝缘子距地面处不应小于 2.5m。拉线临近地面的部分宜设置保护套。

10.1.5 拉线棒的直径应根据计算确定,且不应小于 16mm。拉线棒应采用热镀锌等防腐措施。腐蚀地区拉线棒直径应加大 2mm~4mm。

10.1.6 镀锌钢绞线拉线强度设计值应按下列公式计算:

$$f = \phi_1 \cdot \phi_2 \cdot f_u \quad (10.1.6)$$

式中: f ——钢绞线强度设计值(N/mm^2);

ϕ_1 ——钢绞线强度扭绞调整系数,取 0.9;

ϕ_2 ——钢绞线强度不均匀系数,对 1×7 结构取 0.65,其他结构取 0.56;

f_u ——钢绞线的破坏强度(N/mm^2)。

10.1.7 拉线金具的强度设计值应按金具的抗拉强度或金具试验的最小破坏荷载除以抗力分项系数 1.8 确定。

10.2 基 础 设 计

10.2.1 基础的型式应根据线路沿线的地形、地质、材料来源、施工条件和杆塔型式等因素综合确定。在有条件的情况下,应优先采用原状土基础、高低柱基础等有利于环境保护的基础型式。有占地、工期等要求时,可采用预制装配式等基础型式。

10.2.2 钢筋混凝土电杆埋设深度应计算确定。单回路架空绝缘配电线路电杆埋设深度宜采用表 10.2.2 所列数据。

表 10.2.2 单回路架空绝缘配电线路电杆埋设深度(m)

杆高	8.0	9.0	10.0	12.0	13.0	15.0	18.0
埋深	1.5	1.6	1.7	1.9	2.0	2.3	2.6~3.0

10.2.3 基础应根据杆位或塔位的地质资料进行设计。架空绝缘配电线路验算杆塔基础底面压应力、抗拔稳定、倾覆稳定时,应符合现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 的规定。

10.2.4 现场浇筑钢筋混凝土基础,混凝土电杆的底盘、卡盘、拉盘的混凝土强度等级不应低于 C20;预制装配式混凝土基础的混凝土强度等级不宜低于 C30。

11 柱上设备

11.1 柱上变压器台与开关设备

11.1.1 柱上变压器台宜设置在负荷中心。变压器宜选用节能型,容量宜为 $400\text{kV}\cdot\text{A}$ 及以下。

11.1.2 下列类型电杆不宜装设变压器台:

- 1 转角、分支电杆;
- 2 设有 $1\text{kV}\sim 10\text{kV}$ 接户线或电缆头的电杆;
- 3 设有柱上开关设备的电杆;
- 4 低压接户线较多的电杆;
- 5 交叉路口的电杆;
- 6 人员密集地段的电杆;
- 7 严重污秽地段的电杆。

11.1.3 柱上变压器台底部距地面高度不应小于 2.5m 。变压器台的设置应考虑带电部分的周围环境。落地式变压器台应装设固定围栏,围栏与带电部分间的安全净距应符合现行国家标准《 $3\sim 110\text{kV}$ 高压配电装置设计规范》GB 50060 的规定。

11.1.4 柱上变压器台的一次侧熔断器对地垂直距离不应小于 4.5m ,二次侧熔断器或断路器对地垂直距离不应小于 3.5m 。一次侧各相熔断器水平距离不应小于 0.5m ,二次侧不应小于 0.3m ,绝缘封闭型熔断器的相间距离可降低。柱上变压器台的熔丝选择应符合下列规定:

1 容量在 $100\text{kV}\cdot\text{A}$ 及以下,高压侧熔丝应按变压器一次侧额定电流的 2 倍~3 倍选择;

2 容量在 $100\text{kV}\cdot\text{A}$ 以上,高压侧熔丝应按变压器一次侧额定电流的 1.5 倍~2.0 倍选择;

3 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。

11.1.5 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 。

11.1.6 $1\text{kV}\sim 10\text{kV}$ 架空绝缘配电线路较长或负荷较集中的主干线、分支线应装设分段或分支开关。在不同线路的联络点宜装设开关。柱上开关宜配套装设隔离开关。

11.1.7 柱上变压器台和开关设备宜安装在安装运输便捷、运行维护方便的场所。

11.2 绝缘防护

11.2.1 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。

11.2.2 绝缘护罩、绕包材料应防积污、防进水,并应满足阻燃要求。

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

11.2.4 下列位置宜装设绝缘接地线夹:

- 1** 分段(联络)开关两侧相邻的电杆;
- 2** 分支杆受电侧;
- 3** 电缆引下杆受电侧。

12 接 户 线

12.0.1 1kV~10kV 接户线的档距不宜大于 30m。档距超过 30m 时,应按 1kV~10kV 架空绝缘配电线路设计。1kV 及以下接户线的档距不宜大于 25m,超过 25m 时应按 1kV 及以下架空绝缘配电线路设计。

12.0.2 接户线应选用绝缘导线,绝缘导线截面面积应根据允许载流量选择,且不宜小于表 12.0.2 的取值。

表 12.0.2 绝缘导线截面面积

绝缘导线		截面面积(mm ²)
1kV~10kV 接户线	铜芯绝缘导线	25
	铝芯绝缘导线	35
1kV 及以下接户线	铜芯绝缘导线	10
	铝芯绝缘导线	16

12.0.3 1kV~10kV 接户线的线间距离不应小于 0.4m。1kV 及以下接户线的最小线间距离应符合表 12.0.3 的规定。1kV 及以下接户线的零线和相线交叉处,应保持一定的距离或采取加强绝缘措施。

表 12.0.3 1kV 及以下接户线的最小线间距离

架设方式		档距(m)	线间距离(m)
自电杆上引下		25 及以下	0.30
沿墙敷设	水平排列	3 及以下	0.10
	垂直排列	6 及以下	0.15

12.0.4 接户线受电端的对地面垂直距离应符合下列规定:

- 1 1kV~10kV 不应小于 4.0m;
- 2 1kV 及以下不应小于 2.7m。

12.0.5 跨越街道的 1kV 及以下接户线至路面中心的垂直距离应符合下列规定：

- 1 通车街道不应小于 6.0m；
- 2 通车困难的街道、人行道不应小于 3.5m；
- 3 不通车的胡同(里、弄、巷)不应小于 3.0m。

12.0.6 1kV~10kV 接户线至地面的最小距离,在人口密集地区为 6.5m,人口稀少地区为 5.5m,交通困难地区为 4.5m。

12.0.7 1kV 及以下接户线与建筑物有关部分的距离应符合下列规定：

- 1 与接户线下方窗户的垂直距离不应小于 0.30m；
- 2 与接户线上方阳台或窗户的垂直距离不应小于 0.80m；
- 3 与阳台或窗户的水平距离不应小于 0.75m；
- 4 至墙壁和构架的距离(挑檐下除外)不应小于 0.05m。

12.0.8 1kV 及以下接户线与弱电线路的交叉距离应符合下列规定,当不能满足要求时,应采取加强绝缘措施：

- 1 1kV 及以下接户线在弱电线路的上方不应小于 0.6m；
- 2 1kV 及以下接户线在弱电线路的下方不应小于 0.3m。

12.0.9 1kV~10kV 接户线与弱电线路的交叉,应符合本标准第 3.2.2 条的规定。

12.0.10 1kV~10kV 接户线与道路、管道的交叉或接近,应符合本标准第 13.0.10 条的规定。

12.0.11 1kV 及以下接户线不应从高压引下线间穿过。

12.0.12 不同金属、不同规格的接户线,严禁在档距内连接。跨越通车街道的接户线,不应有接头。

12.0.13 接户线与线路导线、设备为铜铝连接时,应采取可靠的铜铝过渡措施。

12.0.14 各栋门之前的接户线沿墙敷设时,应采取保护措施。

12.0.15 1kV 及以下单相用户接户线可采用两芯平行集束绝缘导线,1kV 及以下三相用户接户线可采用四芯平行集束绝缘导线。

13 对地距离及交叉跨越

13.0.1 架空绝缘导线与地面、建筑物、构筑物、树木、铁路、道路、河流、管道、索道及其他架空线路的距离,应按下列规定计算:

1 应根据最高气温情况或覆冰情况下的最大弧垂和最大风速情况或覆冰情况下的最大风偏进行计算,计算时应计入绝缘导线架线后塑性伸长的影响和设计、施工的误差,但不应计入由于电流、太阳辐射、覆冰不均匀等引起的弧垂增大;

2 当架空绝缘配电线路与标准轨距铁路、高速公路和一级公路交叉,且线路档距超过 200m 时,架空绝缘导线的最大弧垂应按绝缘导线最高长期允许工作温度计算。

13.0.2 架空绝缘导线与地面的最小距离,在最大计算弧垂情况下,应符合表 13.0.2 的规定。

表 13.0.2 架空绝缘导线与地面的最小距离(m)

线路经过地区	线 路 电 压	
	1kV~10kV	1kV 及以下
人口密集地区	6.5	6.0
人口稀少地区	5.5	5.0
交通困难地区	4.5	4.0

13.0.3 架空绝缘导线与山坡、峭壁、岩石之间的最小距离,在最大计算风偏情况下,应符合表 13.0.3 的规定。

表 13.0.3 架空绝缘导线与山坡、峭壁、岩石之间的最小距离(m)

线路经过地区	线 路 电 压	
	1kV~10kV	1kV 及以下
步行可以到达的山坡	4.5	3.0
步行不能到达的山坡、峭壁、岩石	1.5	1.0

13.0.4 架空绝缘配电线路不应跨越屋顶为易燃材料做成的建筑,对非易燃屋顶的建筑,如需跨越,在最大计算弧垂情况下,架空绝缘导线与该建筑物、构筑物的垂直距离不应小于 3m。

13.0.5 架空绝缘配电线路与邻近建筑间的最小距离应符合下列规定:

1 边导线与多层建筑或规划建筑线之间的最小水平距离,以及边导线与不在规划范围内的建筑物、构筑物间的最小净空距离,在最大计算风偏情况下,应符合表 13.0.5 中数值的规定;

2 边导线与不在规划范围内的建筑物、构筑物间的最小水平距离,在无风偏情况下,不应小于表 13.0.5 中规定数值的 50%。

表 13.0.5 边导线与建筑间的最小距离(m)

线 路 电 压	1kV~10kV	1kV 及以下
距 离	1.5	1.0

13.0.6 架空绝缘导线与树木(考虑自然生长高度)之间的垂直距离不应小于 3m。

13.0.7 架空绝缘导线与公园、绿化区或防护林带的树木的最小距离,在最大计算风偏情况下不应小于 3m。

13.0.8 架空绝缘导线与果树、经济作物或城市绿化灌木,在最大计算弧垂情况下,最小垂直距离不应小于 1.5m。

13.0.9 架空绝缘导线与街道行道树之间的最小距离,应符合表 13.0.9 的规定。

表 13.0.9 架空绝缘导线与街道行道树之间的最小距离(m)

<div> <div>线路电压</div> <div>距离</div> <div>检验状况</div> </div>	1kV~10kV	1kV 及以下
最大计算弧垂情况下的垂直距离	1.5	1.0
最大计算风偏情况下的最大水平距离	2.0	1.0

注:校验绝缘导线与树木之间的垂直距离,应考虑树木在修剪周期内的生长高度。

13.0.10 架空绝缘导线与铁路、道路、河流、管道、索道、人行天桥及其他架空线路交叉或接近的要求,应符合表 13.0.10 的规定。

表 13.0.10 架空绝缘配电线路与铁路、道路、河流、管道、

项目	铁路			公路		电车道	河 流				
	标准 轨距	窄轨	电气 化 铁路	高速公路, 一、二级 公路	三、四级 公路	有轨及 无 轨	通航		不通航		
交叉档绝缘 导线最小截面	铝芯和铝合金芯绝缘导线为 35mm ² , 铜芯绝缘导线为 16mm ²										
绝缘导线 在跨越档内 的接头	不应 接头	不 限制	—	不应接头	不限制	不应接头	不应接头		不限制		
交叉档直线 杆塔绝缘子 固定方式	双固定		—	双固定	不限制	双固定	双固定		不限制		
最小垂直 距离 (m)	项目 线路 电压	至轨顶		— 至路面		至承力索或 接触线	至常年 高水位	至最高航 行水位的 最高 船桅顶	至最高 洪水位	冬季至 冰面	
					至路面						
	1kV~ 10kV	7.5	6.0	—	7.0	$\frac{3.0}{9.0}$	6.0	1.5	3.0	5.0	
	1kV 及以下	7.5	6.0	—	6.0	$\frac{3.0}{9.0}$	6.0	1.0	3.0	5.0	
最小水平 距离 (m)	项目 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 路基边缘	与拉纤小路平行的线路,边导线至斜坡上缘				
					杆塔外缘至 轨道中心						
	1kV~ 10kV	交叉:5.0	平行	0.5		$\frac{0.5}{3.0}$	最高杆塔高度				
		平行:杆高	杆高			$\frac{3.0}{3.0}$					
1kV 及以下	+3.0	+3.0	$\frac{0.5}{3.0}$								
备注	最高洪水位时,有抗洪抢险船只航行的河流,垂直距离应协商确定										

注: 1 架空绝缘配电线路不应跨越电气化铁路, 表中仅给出接近的基本要求。

2 500kV 以上电压等级的电力线路交叉或接近的要求应满足相应电压等级的规范规程的相关要求。

3 特殊管道指架设在地面上输送易燃、易爆物的管道。

4 管道、索道上的附属设施应视为管道、索道的一部分。

5 常年高水位指 5 年一遇洪水位, 最高洪水位指 50 年一遇洪水位。

6 不能通航河流指不能通航也不能浮运的河流。

7 对路径受限地区的最小水平距离的要求, 应计及架空绝缘配电线路绝缘导线的最大风偏。

索道、人行天桥及各种架空线路交叉或接近的基本要求

弱电线路		电力线路(kV)						特殊管道	一般 管道、 索道	人行天桥
一、 二级	三级	1 及 以下	1~10	35~ 110	154~ 220	330	500			
—										
不应 接头	不限制	不限制	不限制	—	—	—	—	不应 接头	不应 接头	不应 接头
双固定	不限制	不限制	双固定	—	—	—	—	双固定	双固定	双固定
至被跨越线		至导线						至 管道 任何 部分	至 索道 任何 部分	至 天桥 任何 部分
2.0		2.0	2.0	3.0	4.0	5.0	8.5	3.0	2.0	4.0
1.0		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	8.5	1.5	1.5	3.0
在路径受限 地区,两线路 边导线间		在路径受限地区,两线路边导线间						在路径受限地区,至 管、索道任何部分		绝缘导线边 线至人行天桥 边缘
2.0		2.5	2.5	5.0	7.0	9.0	13.0	2.0		4.0
1.0								1.5		2.0
(1)两条平行 线路在开阔地 区的水平距离 不应小于杆塔 高度; (2)弱电线路 等级见附录 A								(1)在开阔地区,与管道、索道的水平距 离不应小于杆塔高度; (2)与索道交叉,如索道在上方,索道的 下方应装设保护措施; (3)交叉点不应选在特殊管道检查井 (孔)处; (4)与管道、索道平行、交叉时,管道、 索道应接地		

附录 A 弱电线路等级划分

表 A 弱电线路等级划分

等 级	等 级 划 分
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;由国务院信息产业主管部门指定的其他国际线路和国防线路;国务院铁路主管部门与各铁路局及各铁路局之间联系用的线路;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 B 导线的性能参数

B. 0. 1 铝线的弹性模量和线膨胀系数应按表 B. 0. 1 取值。

表 B. 0. 1 铝线的弹性模量和线膨胀系数

单 线 根 数	最终弹性系数 (GPa)	线膨胀系数 (1/℃)
7	59. 0	$23. 0 \times 10^{-6}$
19	56. 0	$23. 0 \times 10^{-6}$
37	56. 0	$23. 0 \times 10^{-6}$
61	54. 0	$23. 0 \times 10^{-6}$

B. 0. 2 LHA1、LHA2 和 LHA3 铝合金线的弹性模量和线膨胀系数应按表 B. 0. 2 取值。

表 B. 0. 2 铝合金线的弹性模量和线膨胀系数

单 线 根 数	最终弹性系数 (GPa)	线膨胀系数 (1/℃)
7	59. 0	$23. 0 \times 10^{-6}$
19	55. 0	$23. 0 \times 10^{-6}$
37	55. 0	$23. 0 \times 10^{-6}$
61	53. 0	$23. 0 \times 10^{-6}$

注:1 LHA1、LHA2 型铝合金线应符合现行国家标准《架空绞线用铝-镁-硅系合金圆线》GB/T 23308 的有关规定。

2 LHA3 型铝合金线应符合现行行业标准《架空绞线用中强度铝合金线》NB/T 42042 的有关规定。

B. 0. 3 铜线的弹性模量和线膨胀系数应按表 B. 0. 3 取值。

表 B.0.3 铜线的弹性模量和线膨胀系数

导线种类	最终弹性系数 (GPa)	线膨胀系数 (1/℃)
硬铜线	127.0	17.0×10^{-6}
软铜线	98.0	17.0×10^{-6}

B.0.4 中强度铝合金芯架空绝缘导线的性能参数应按表 B.0.4 取值。

表 B.0.4 中强度铝合金芯架空绝缘导线的性能参数

导体标称 截面 (mm ²)	导体最少单线根数		导体直径(参考值) (mm)		20℃时导体 直流电阻 不大于 (Ω/km)	导体 拉断力 不小于 (kN)
	型线绞合	紧压圆形	型线绞合	紧压圆形		
25	4	6	5.9	6.1	1.200	5.70
35	4	6	6.9	7.1	0.868	7.89
50	6	6	8.1	8.5	0.641	10.68
70	8	12	9.9	10.2	0.443	15.46
95	10	15	11.4	11.8	0.320	21.39
120	12	18	12.8	13.3	0.253	27.06
150	15	18	14.2	14.9	0.206	33.23
185	18	30	15.9	16.5	0.164	41.74
240	24	34	18.3	18.8	0.125	54.77
300	30	34	20.3	21.0	0.100	68.46

B.0.5 弹性系数值的精确度为 $\pm 3000\text{N/mm}^2$,弹性系数适用于导线受力在15%~50%的导线计算拉断力时。

附录 C 架空绝缘导线的长期允许载流量及 温度校正系数

C.0.1 额定电压 1kV 及以下架空绝缘导线的长期允许载流量应按表 C.0.1 取值。

表 C.0.1 额定电压 1kV 及以下架空绝缘导线的长期允许载流量

芯数	单芯			二芯			三芯(四芯)		
导体	铜	铝(或 中强度 铝合金)	高强 度铝 合金	铜	铝(或 中强度 铝合金)	高強度 铝合金	铜	铝(或 中强度 铝合金)	高強度 铝合金
绝缘	交联聚乙烯绝缘(XLPE)								
截面(mm ²)	载流量(A)								
10	82	64	61	70	54	51	54	42	39
16	110	87	82	95	73	69	74	47	54
25	145	115	110	125	98	92	100	77	73
35	180	140	135	155	120	110	125	97	91
50	220	175	165	190	145	135	150	120	110
70	280	220	215	235	185	170	195	150	140
95	345	270	255	290	225	215	240	185	175
120	405	315	300	340	265	245	280	220	205
150	465	365	345	385	305	285	320	255	240
185	535	425	400	445	350	330	375	295	280
240	640	505	475	525	415	390	445	355	335
工作温度	90℃								
环境温度	40℃								

注:1 中强度铝合金导体由 LHA3 型中强度铝合金线绞合而成。

2 高强度铝合金导体由 LHA1 型或 LHA2 型高强度铝合金线绞合而成。

C.0.2 额定电压 10kV 架空绝缘导线的长期允许载流量应按表 C.0.2 取值。

表 C.0.2 额定电压 10kV 架空绝缘导线的长期允许载流量

导体	铜	铝(或中强度 铝合金)	高强度 铝合金	铝(或中强度 铝合金)	高强度铝合金
绝缘	交联聚乙烯绝缘(XLPE)				
绝缘厚度	3.4mm			2.5mm	
截面(mm ²)	载流量(A)				
16	120	94	88	93	87
25	155	120	115	120	115
35	190	150	140	150	140
50	230	180	170	180	170
70	285	225	210	225	210
95	350	275	260	275	260
120	405	320	300	320	300
150	465	365	345	365	345
185	535	420	395	420	395
240	635	500	470	500	470
300	735	580	560	585	565
工作温度	90℃				
环境温度	40℃				

注:1 中强度铝合金导体由 LHA3 型中强度铝合金线绞合而成。

2 高强度铝合金导体由 LHA1 型或 LHA2 型高强度铝合金线绞合而成。

C.0.3 当环境温度不是 40℃时,应将表 C.0.1 及表 C.0.2 中架空绝缘导线的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应按表 C.0.3 取值。

表 C.0.3 架空绝缘导线长期允许载流量的温度校正系数

$t_0 \backslash t_1$	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃	45℃	50℃	55℃
90℃	1.32	1.26	1.21	1.16	1.11	1.05	1.00	0.93	0.89	0.80

注： t_0 为导线周围环境温度； t_1 为导线长期允许工作温度。

C.0.4 载流量计算方法及参数取值。

载流量计算公式应符合现行行业标准《电缆载流量计算 第 11 部分：载流量公式（100% 负荷因数）和损耗计算 一般规定》JB/T 10181.11 和《电缆载流量计算 第 21 部分：热阻 热阻的计算》JB/T 10181.21 的规定。载流量计算参数取值如下：

- 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 $1000\text{W}/\text{m}^2$ ；
- 3 单芯绝缘导线间距取 200mm；
- 4 架空绝缘导线表面吸收系数取 0.4。

附录 D 污秽度等级划分

D.0.1 现场污秽度宜用等值盐密和灰密表示,对于 B 类污秽,也可用现场等值盐度即人工污秽盐雾法试验时的盐度值或绝缘子表面电导率表示。

D.0.2 现场污秽度宜在运行的悬垂带电参照绝缘子上测量,也可在悬挂于运行绝缘子串附近的悬垂不带电绝缘子上测量。现场污秽度应在参照绝缘子经连续 3 年至 5 年积污后测量其表面等值盐密和灰密(现场污秽度趋于饱和),污秽取样时间应选择在年积污期结束时进行。如测量其他型号绝缘子的现场污秽度,应将现场污秽度做必要的修正。带电测量值与不带电测量值之比(即带电系数 K_1)要根据各地实测结果而定。

污区图应根据等效带电测量数据结果绘制。现场污秽度的取值应符合下列规定:

1 等值盐密和灰密不是同时出现时,现场污秽度应取其最大值的组合;

2 测量期间有降水时,等值盐密和灰密的最大值可根据以预期降雨频度的对数为函数的积污密度曲线进行估算;

3 当有足够有效数据时,最大值可由统计值(如 1%、2%、5%)代替。

D.0.3 现场污秽度从非常轻到非常重分为 5 个等级:

a——非常轻;b——轻;c——中等;d——重;e——非常重。

注:该字母表示的等级与现行国家标准《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 1 部分:定义、信息和一般原则》GB/T 26218.1 一致。

D.0.4 现场污秽度的评估可根据置信度值递减,按以下顺序进行:

- 1 邻近线路和变电站绝缘子的运行经验与污秽测量资料；
- 2 按图 D. 0. 4 评估现场测量的等值盐密和灰密；
- 3 按气候和环境条件模拟计算的污秽水平；
- 4 根据典型环境的污湿特征(见表 D. 0. 4)预测现场污秽度。

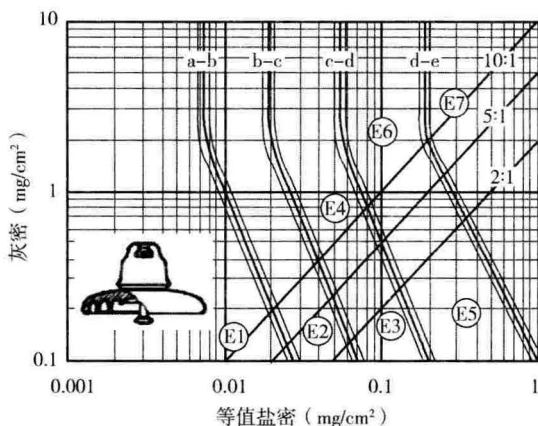


图 D. 0. 4 普通盘形绝缘子现场污秽度与等值盐密/灰密的关系

注:1 E1~E7 对应表 D. 0. 4 中的 7 种典型污秽示例,a-b、b-c、c-d 和 d-e 为各级污区的分界线。

2 三条直线分别为灰密/等值盐密比值为 10 :1、5 :1 和 2 :1 的灰盐比线。

3 现场污秽度从一级变到另一级不发生突变。

表 D. 0. 4 典型环境污湿特征与相应现场污秽度评估

示例	典型环境的描述	现场污秽度 分级	污秽 类型
E1	<p>很少人类活动,植被覆盖好,且:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 距海、沙漠或开阔干地$>50\text{km}^{\text{①}}$; • 距上述污染源更短距离内,但污染源不在积污期主导风向上; • 位于山地的国家级自然保护区和风景区(除中东部外) 	<p>a</p> <p>非常轻$^{\text{②}}$</p>	<p>A</p> <p>A</p> <p>A</p>

续表 D.0.4

示例	典型环境的描述	现场污秽度 分级	污秽 类型
E2	<p>人口密度 500 人/km²~1000 人/km² 的农业耕作区,且:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 距海、沙漠或开阔干地 10km~50km; • 距大中城市 15km~50km; • 重要交通干线沿线 1km 内; • 距上述污染源更短距离内,但污染源不在积污期主导风向上; • 工业废气排放强度小于 1000 万标 m³/km²; • 积污期干旱少雾少凝露的内陆盐碱(含盐量小于 0.3%)地区; • 中东部位于山地的国家级自然保护区和风景区 	b 轻	<p>A</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>A</p>
E3	<p>人口密度 1000 人/km²~10000 人/km² 的农业耕作区,且:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 距海、沙漠或开阔干地 3km~10km^③; • 距大中城市 15km~20km; • 重要交通干线沿线 0.5km 及一般交通线 0.1km 内; • 距上述污染源更短距离内,但污染源不在积污期主导风向上; • 包括地方工业在内工业废气排放强度为 1000 万标 m³/km²~3000 万标 m³/km²; • 退海轻盐碱和内陆中等盐碱(含盐量 0.3%~0.6%)地区 	c 中	<p>A</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>A</p>
E4	<p>距上述 E3 污染源更远(距离在“b 级污区”的范围内),但:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 在长时间(几星期或几月)干旱无雨后,常常发生雾或毛毛雨; • 积污期后期可能出现持续大雾或融冰雪的 E3 类地区; • 灰密在 5 倍~10 倍的等值盐密的地区 	c 中	<p>A/B</p> <p>B</p> <p>A</p>

续表 D. 0. 4

示例	典型环境的描述	现场污秽度 分级	污秽 类型
E5	人口密度大于 10000 人/km ² 的居民区和交通枢纽； <ul style="list-style-type: none"> • 距海、沙漠或开阔干地 3km 内； • 距独立化工及燃煤工业源 0.5km~2km； • 地方工业密集区及重要交通干线 0.2km 内； • 重盐碱(含盐量 0.6%~1.0%)地区； • 采用水冷的燃煤火电厂 	d 重	A A/B A/B A/B A
E6	距上述 E5 污染源更远(与“c 级污区”对应的距离),但: <ul style="list-style-type: none"> • 在长时间(几星期或数月)干旱无雨后,常常发生雾或毛毛雨； • 积污期后期可能出现持续大雾或融冰雪的 E5 类地区； • 灰密在 5 倍~10 倍的等值盐密的地区 	d 重	A/B B A
E7	沿海 1km 和含盐量大于 1.0%的盐土、沙漠地区； 在化工、燃煤工业源区内及距此类独立工业源 0.5km； 距污染源的距離等同于“d”区,且: <ul style="list-style-type: none"> • 直接受到海水喷溅或浓盐雾； • 同时受到工业排放物如高电导废气、水泥等污染和水汽湿润 	e 非常重	A/B A/B B A/B

注:1 大风和台风影响可能使 50km 以外的更远距离处测得很高的等值盐密值。

2 在当前大气环境条件下,除草原、山地国家级自然保护区和风景区以及植被覆盖良好的山区外的中东部地区电网不宜设 a 级污秽区。

3 取决于沿海的地形和风力。

D. 0. 5 对于 B 类污秽,参照绝缘子的现场等值盐度测量与现场污秽度等级的关系可由图 D. 0. 5 表示。图中,E2、E3、E5、E7 与表 D. 0. 4 中的示例相对应。

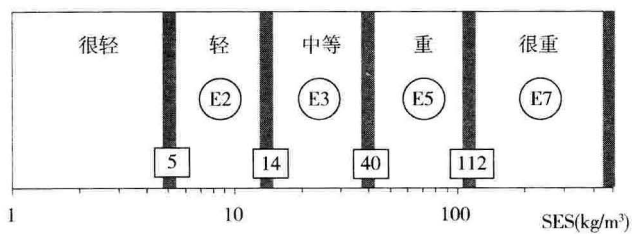


图 D. 0. 5 B类污秽现场等值盐度与现场污秽度等级的关系

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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:

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:

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:

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 条文中指明应按其他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

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《建筑设计防火规范》GB 50016

《钢结构设计标准》GB 50017

《建筑物防雷设计规范》GB 50057

《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060

《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061

《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065

《环形混凝土电杆》GB 4623

《架空绞线用铝-镁-硅系合金圆线》GB/T 23308

《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第1部分：定义、信息和一般原则》GB/T 26218.1

《电缆载流量计算 第11部分：载流量公式(100%负荷因数)和损耗计算 一般规定》JB/T 10181.11

《电缆载流量计算 第21部分：热阻 热阻的计算》JB/T 10181.21

《架空绞线用中强度铝合金线》NB/T 42042

中华人民共和国国家标准

架空绝缘配电线路设计标准

GB 51302 - 2018

条文说明

编制说明

《架空绝缘配电线路设计标准》GB 51302—2018,经住房和城乡建设部 2018 年 11 月 8 日以第 291 号公告批准发布。

本标准制订过程中,编制组进行了全国范围内供电企业架空绝缘线路设计及施工运行等方面的调查研究,总结了我国工程建设(架空绝缘配电线路设计专业领域)的实践经验,同时参考了国外先进技术法规、技术标准,通过试验(铝绝缘导线蠕变试验、工频耐压试验、耐磨试验、拉伸绝缘层变形等)取得了蠕变量、绝缘水平和泄漏电流、耐磨性能、变形等方面的重要技术参数。

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,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,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。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。

目 次

1	总 则	(53)
3	路 径	(54)
3.1	路径原则	(54)
3.2	路径要求	(54)
4	气象条件	(57)
4.1	确定原则	(57)
4.2	设计气温	(57)
4.3	设计风速	(57)
4.4	设计覆冰厚度	(58)
4.5	各种工况气象条件	(58)
5	架空绝缘导线	(59)
6	绝缘子和金具	(62)
6.1	选型	(62)
6.2	机械强度校验	(63)
7	绝缘配合、防雷与接地	(65)
7.1	绝缘配合	(65)
7.2	防雷和接地	(65)
8	导线的布置方式	(69)
9	杆 塔	(72)
9.1	杆塔荷载	(72)
9.2	杆塔材料	(73)
9.3	杆塔设计	(73)
10	拉线与基础	(75)
10.1	拉线设计	(75)

10.2 基础设计	(76)
11 柱上设备	(77)
11.1 柱上变压器台与开关设备	(77)
11.2 绝缘防护	(78)
12 接户线	(79)
13 对地距离及交叉跨越	(81)

1 总 则

1.0.1、1.0.2 这两条阐述了本标准的制订目的、总体要求及适用范围。

1.0.3 架空绝缘配电线路设计应符合地区发展规划。相关领域的新技术、新设备、新材料及新工艺不断发展,既要积极采用,又要注意经过实践检验,以提高线路建设经济性和运行可靠性。

1.0.4 气象条件、地理环境是设计的外部条件和依据。负荷特性等是线路供电范围、网络结构的设计依据。

1.0.5 本条阐明了应使用架空绝缘配电线路的范围。第1款、第2款所列的地区人员活动密集,需降低安全风险;绿化地区及林带的应用是为了减少树线矛盾造成的线路故障。

1.0.6 10kV 架空线路中单相接地故障约占 70%~80%,多为永久性故障。10kV 系统中性点经低电阻接地方式的架空线路宜采用绝缘导线,防止异物搭挂、侵入等造成的频繁跳闸。

3 路 径

3.1 路径原则

3.1.1 《中华人民共和国电力法》第十一条规定城市电网的建设与改造规划,应当纳入城市总体规划。

线路路径应与地下管线尤其是煤气管道、天然气管道、热力管道等避免冲突,城市化地区的路径需考虑与 10kV 出线电缆管道衔接。农村地区路径选择注意防洪、防自然灾害。

3.1.2 线路路径尽量靠近各级道路,是为了便于施工运输、线路检修抢修和人员巡视。

3.1.3 发电厂、变电站进出线较多,设计时要统一规划各路径方向。多回路不同期建设时,杆塔设计要统一提前考虑。

3.1.4 不良地质带、矿场采空区易发生地质灾害,引起杆塔倾斜、沉陷。

舞动是导线覆冰形成非圆截面后所产生的一种低频、大振幅的自激振动,会造成金具损坏和断线,严重的会发生线路倒塔事故。一般在导线表面有覆冰的情况下,就易产生舞动现象。

舞动的形成主要取决于三方面的因素,即覆冰、风的激励和线路结构及参数。从 10kV 到 750kV 线路都有可能发生舞动。绝缘导线表面光滑,较裸导线不易舞动,但随着绝缘导线的普及,郊区、山区使用也越来越多,绝缘导线截面较大、弧垂较大,增大了舞动风险。为稳妥起见,路径选择中要注意避开导线易舞动区域。

3.2 路径要求

3.2.1 本条规定是考虑被跨越线路在检修时,人员登杆或杆塔上作业不受影响。

3.2.2 本条根据现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061—2010 的第 3.0.3 条制定。当不能满足表 3.2.2 的要求时,可参考现行行业标准《输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》DL/T 5033 进行计算,满足要求后,适当减小或采用计算的交叉角。对于光纤通信线缆,可不考虑交叉角的限制。

3.2.3、3.2.4 根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 第 10.2.1 条的规定,甲类厂房、库房,易燃材料堆垛,甲、乙类液体储罐,液化石油气储罐,可燃、助燃气体储罐与架空电力线的最近水平距离如下:

(1)规定上述厂房、库房、堆垛、储罐与架空电力线的水平距离不小于杆(塔)高度的 1.5 倍,主要是考虑架空电力线在倒杆断线时的危害范围。

(2)储存丙类液体的储罐,其闪点不低于 60°C ,在常温下挥发可燃蒸气少,蒸气扩散达到燃烧爆炸范围的可能性小。对此,可按不小于 1.2 倍电杆(塔)高度的距离确定。

(3)实践证明,高压架空电力线与储量大的液化石油气储罐保持 1.5 倍杆(塔)高度的水平距离,尚不能保障安全,需要适当加大,可参见 35kV 以上电压等级架空线路的规定,即电力架空线与单罐储量超过 200m^3 或总容积超过 1000m^3 的液化石油气储罐的最近水平距离不应小于 40m。

对于地下直埋的储罐,无论其储存的可燃液体或可燃气体的物性如何,均因这种储存方式有较高的可靠性,不易大面积散发可燃蒸气和气体,该储罐与架空电力线路的距离可以在相应规定距离的基础上减半。

3.2.5 杆(塔)位应选择在地势较高、地质较好的地带。不良杆(塔)位根据具体情况采取加护坡(防坍塌)、做挡水墙(防冲刷)、加强基础等措施处理。

3.2.6 配网线路杆塔设计强度较低,且电压等级低于电气化铁路

供电电压,原则上不应跨越电气化铁路。特殊情况需通过电气化铁路时应选择桥梁下方穿越或采用电缆穿越。若受到条件限制,只能从上方跨越时,应提高线路杆塔设计强度,直线杆采用双固定,跨越档不得接头,跨越段耐张段不应大于4基。

3.2.7 耐张段长度的规定是综合实际工程和运行情况提出的。现行国家标准《66kV及以下架空电力线路设计规范》GB 50061中规定10kV线路耐张段长度不宜大于2km,使用绝缘导线时杆塔荷载增加,进行适当缩减。其中城区的线路分支多、负荷大,为方便运行维护、带电作业和线路改造,耐张段长度不宜大于1km。

4 气象条件

4.1 确定原则

4.1.1、4.1.2 设计气象条件应根据沿线气象资料的数理统计结果,参考现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中的风压图以及附近已有线路的运行经验确定。

110kV~330kV 输电线路(含大跨越)的重现期取 30 年,以前 10kV 及以下线路设计没有提出重现期的概念,考虑配网的加强是电力建设的一个方向,且绝缘导线线径较大,受风荷载影响明显,所以重现期也采用 30 年。

4.2 设计气温

4.2.1、4.2.2 这两条根据现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061—2010 的第 4.0.1 条、第 4.0.2 条制订。

4.3 设计风速

4.3.1 本条根据现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061—2010 的第 4.0.11 条制订。10kV 及以下线路导线的平均高度一般取 10m,高度与现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 风速样本的基准高度一致,无需高度折算。

4.3.2 由于城市高层建筑物增多,高层建筑物之间有出现风速增大的现象。2001 年有关人员曾对甘肃某市高层建筑周围进行了三处两次最大风速的实测,并将观测结果与同期气象观测站 10m 风速进行对比分析。不同时间,现场在 12m 处观测风速平均增大 22.75%,13m 处增大 34.5%,15m 处增大 27.15%,三组平均增大 28.16%,最大风速差可达到 2.5m/s。根据现行国家标准《建筑结

构荷载规范》GB 50009 的规定,风荷载与大风方向一致的谷口、山口对风压值要乘以 1.2~1.5 的调整系数。城市高层建筑物之间的通道可类似山口和谷口,在无资料时,应按附近平地风速增加 20%。

4.3.3 线路周边可能有河、湖及山谷口,这些地段容易产生强风,绝缘导线线径较大,风速影响要加以注意。根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定,最大设计风速按附近平地最大风速增加 20%。

4.3.4 本条根据现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061—2010 的第 4.0.11 条制订。

4.4 设计覆冰厚度

4.4.1、4.4.2 根据覆冰的形成机理,气温一直高于 0℃时覆冰不具备形成条件,覆冰厚度可取 0。

4.5 各种工况气象条件

4.5.1~4.5.7 各种设计工况采用的气温和风速是线路设计的主要依据。杆塔和导线的风压根据最大设计风速计算。本标准采用现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 对各种工况应采用的气温、覆冰和风速的规定,各地区可根据具体情况,合理地确定设计气象条件。

5 架空绝缘导线

5.0.1 目前国家颁布的架空绝缘标准为《额定电压 10kV 架空绝缘电缆》GB/T 14049 和《额定电压 1kV 及以下架空绝缘电缆》GB/T 12527。导线的导体有铝芯、铝合金芯(高强度铝合金芯)和铜芯 3 种金属材料,按其绝缘层厚度又可分为普通绝缘导线(绝缘层厚度 3.4mm)和轻薄型绝缘导线(绝缘层厚度 2.5mm),选型时可按绝缘导线运行中与接触树木的频繁程度确定。

导线标准中未包含钢芯铝绞线芯架空绝缘导线,GB/T 14049 标准在 1993 版编制时,因为该产品结构较落后,国外已不再生产等原因没有加入标准,在 2008 版编制时又因其导体结构、直流电阻和成品拉断力等存在争议,没有在修订中编入标准。鉴于此种导线实际应用较多(多用于档距、高差较大的线路),该标准也提出了:企业生产时可参照 GB/T 14049 标准的有关绝缘结构和技术要求生产,导体的机械性能应分别符合导体材料的有关国家标准。但各企业的制造因没有统一标准而各有差异,因此,编制中没有提供钢芯铝绞线芯架空绝缘导线的技术参数。

5.0.2 导线的绝缘宜采用交联聚乙烯材料。铝合金芯绝缘导线的拉重比大于铝芯绝缘导线和钢芯铝绞线芯绝缘导线,其外径和质量比钢芯铝绞线芯绝缘导线小。中强度铝合金绝缘导线的载流量已等同于铝芯绝缘导线,在档距较大的导线选型中,中强度铝合金绝缘导线有较大优势;在重覆冰地区的架空绝缘线路的导线选型中,高强度铝合金绝缘导线有优势,可通过经济技术比较后确定。

5.0.3 现行国家标准《额定电压 1kV 及以下架空绝缘电缆》GB/T 12527 中的产品型号有铝芯、铝合金芯和铜芯 3 种绝缘导

线,因低压线路档距较小,铝合金芯低压绝缘导线应用较少。平行集束导线具有占用空间小、阻抗低等优点,得到了广泛应用,适用于档距小于 50m 时。

5.0.7 三相四线制零线截面应与相线截面相同,是由于三相负荷往往不平衡,民用负荷中谐波成分较高,零线截面与相线相同,可避免零线过负荷,有利于安全使用。当仅应用于工矿企业电机为主的负荷供电时,可不受此限制。

5.0.8 本条为强制性条文。架空绝缘配电线路的安全系数是关系到线路安全运行的主要参数,与档距选择、导线弧垂、杆塔选型等密切相关,故列为强制性条文。

架空绝缘配电线路的导线弧垂与安全系数选取关系很大。安全系数不小于 3.0 时,如外荷载较大(严重覆冰或大风),导线弧垂会随档距增加而急剧增大,这样会严重限制常规杆塔的使用档距。考虑到架空绝缘线路到达大风、覆冰等工况的时间是短期的,常年处于年平均运行张力附近状态,其年平均运行张力对应的安全系数不小于 4.0,所以规定安全系数不宜小于 3.0,控制最小不应小于 2.5 较为合理。

5.0.9 导线的张力和弧垂随导线的荷载而变化,由于出现大风、覆冰工况的时间较短,大部分时间接近平均运行张力工况,实践证明,减小平均运行张力可以有效控制导线运行中发生断股的概率。所以计算导线张力弧垂时,除采用最大运行张力控制外,还应考虑平均运行张力的控制条件。

5.0.10 目前国内尚未有架空绝缘导线和裸导线的振动疲劳对比分析数据,一般实际应用中参照裸导线的平均运行张力来控制绝缘导线振动疲劳程度。国内 1959 年的《架空送电线路设计技术规程》DL/T 5092 和 1960 年国际大电网会议中在大量的线路振动调查基础上总结出的平均运行张力上限与防振措施的建议,一直沿用至今。鉴于架空绝缘配电线路档距一般较小,且安全系数较大,实际运行结果表明,档距小于 100m 时很少会有微风振动发

生,目前也没有架空绝缘导线防振的定型产品,因此,架空绝缘导线应按表 5.0.10 控制平均运行张力上限,可避免采取防振措施。

5.0.11 本条规定了架空绝缘配电线路塑性伸长补偿方法。

1 本标准编制过程中,搜集了主要架空绝缘导线的性能参数,做了深入的比较计算,线路档距超过 80m 时,导线的弧垂将随档距增加快速增大,采用减小弧垂法计算的数值与实际发生塑性伸长误差很大,会大大超过导线的实际塑性伸长所需要的补偿量,甚至会超过最大使用张力,影响线路施工和运行安全。为此,编制组委托国家电线电缆质量监督检验中心对常用的 120mm² 截面 10kV 铝芯和中强度铝合金导体架空绝缘导线做了“蠕变试验”检测,通过检测结果和计算结果分析,归纳计算出了采用降温法补偿导线蠕变伸长的降温值,供设计计算参考。

当线路档距小于 80m 时,导线安全系数较大,实际平均运行张力均小于 15%RTS(导线最小拉断力),蠕变伸长量对应的降温值应取 15%RTS 值;当档距大于 80m 时,导线安全系数减小,实际平均运行张力接近 25%RTS 时,蠕变伸长量对应的降温值应取 25%RTS 值。

在以往的架空配电线路中,因为线路的设计档距一般不超过 80m,导线设计的安全系数较大,平均运行张力也都较低,在此基础上应用减少弧垂法不会超过实际蠕变伸长的数值,且减小弧垂法方便施工架线时计算,因此,在档距不超过 80m 时,本标准仍保留该方式。具体降温值及减小弧垂率参见表 5.0.11。

2 铜芯架空绝缘导线因应用较少,没有蠕变数据可参考,且应用场景的档距一般不超过 100m,使用时仍采用减小弧垂的方法。

3 在实际工程施工中,档距小于 50m 时由于设计弧垂很小,对交跨的安全距离不起控制作用,即使不采取补偿,蠕变产生的弧垂增大也很小,且小档距在低温环境中架线施工容易产生过牵引的问题。

6 绝缘子和金具

6.1 选 型

6.1.1 本条规定了架空绝缘配电线路绝缘子、金具的使用要求。

(1)目前国内架空绝缘配电线路绝缘子的主要类型有柱式绝缘子、针式绝缘子、悬式绝缘子、蝶式绝缘子、瓷拉棒绝缘子、瓷横担绝缘子等,根据污秽等级标准均可供采用。其中悬式绝缘子类须配合线夹使用;针式瓷绝缘子属可击穿型绝缘子,且采用了瓷包铁的结构,已经暴露出绝缘子损坏、易击穿等问题,采用时应当慎重;按照瓷横担绝缘子的荷载能力和安装方式,一般适用于导线线径和档距较小的地点;各类复合绝缘子应结合地区运行经验选用。

(2)根据国网上海市电力公司反映,低压架空绝缘配电线路不使用绝缘子时有漏电现象发生,因此本标准推荐采用绝缘子配合线夹使用,以提高安全性。

(3)近年来发现架空平行集束绝缘导线使用普通绝缘导线穿刺型线夹运行一段时间后发生线夹松动、接触不良等现象,造成过热甚至短路,因此不宜采用穿刺型线夹。

6.1.2 根据调研,全国大部分 10kV 及以下架空绝缘配电线路中,一般采用的绝缘子以瓷和复合材料为主,少数地区(如广东电网公司)10kV 及以下配电线路中耐张串仍以玻璃绝缘子为主。由于架空绝缘配电线路穿越耕种地区或者人口密集区域的情况较多,玻璃绝缘子自爆状态为片状、粉末状或者其他形式,自爆后可能意外伤人或对耕种安全产生影响,本标准不推荐采用玻璃绝缘子。

6.1.3 为了减少线路运行中产生的磁滞损耗和涡流损耗,条文中所列金具应采用节能金具。

6.1.4 该条说明如下:

(1)端子压接型设备连接金具可通过专用工具使连接金具与导体产生永久变形,将连接金具与导体可靠牢固连接。

(2)为防止绝缘导线与设备连接处电化腐蚀引起接头发热,导线与设备为铜铝连接时,应采取可靠的铜铝过渡措施。

6.1.5 绝缘导线承力型接续采用液压型接续管接续可靠。运行经验表明,螺栓型并沟线夹螺栓容易松动,运行寿命短,导线非承力接续不宜使用,宜采用螺栓 J 型、螺栓 C 型、弹射楔形等依靠线夹弹性或变形压紧导线的线夹,线夹与导线在电流、温度影响下膨胀收缩量接近,保持握紧力,提高寿命周期。

6.1.6 根据远东电缆有限公司测试中心提供的绝缘导线《绝缘皮变形(应力)试验方案》结果显示,25℃±5℃室温条件下,使用不剥皮安装绝缘楔形耐张线夹的绝缘导线张力达到一定数值时,金具与绝缘导线接触区域的绝缘皮开始变形伸长,且导线标称截面越大,绝缘皮变形时的导线张力与计算拉断力比值越小。试验绝缘导线 JKLYJ-10/240 变形时张力值为计算拉断力的 40.3%,JKLYJ-10/50 变形时张力值为计算拉断力的 67.0%。该试验绝缘导线和金具产品均来自于特定厂家,试验数据仅作为导线张力控制参考。结合试验结果和施工运行经验,一般情况下,悬挂点张力不大于绝缘导线计算拉断力的 40%时,铝芯绝缘导线可采用绝缘楔形耐张线夹不剥皮安装。悬挂点张力大于绝缘导线计算拉断力的 40%时应剥皮安装,防止出现导线滑脱或者损坏现象。耐张线夹的最大握力值不应小于绝缘导线计算拉断力的 65%,当不满足要求时,应选择握力值更大的耐张线夹。

6.2 机械强度校验

6.2.1 本条引自现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 的规定,并补充了绝缘子的荷载类型。

6.2.2 根据现行国家标准《线路柱式绝缘子特性》GB/T 21206

的规定,柱式瓷绝缘子分为直立安装和水平安装型式。表 6.2.2 中所列柱式瓷绝缘子不包括水平安装的瓷横担绝缘子,瓷横担绝缘子安全系数单独列出。根据调研结果,柱式瓷绝缘子安全系数国网北京市电力公司、国网河北省电力公司取值为 2.5,国网福建省电力公司取值为 2.7,国网甘肃省电力公司取值为 3.0。国家绝缘子标准委员会意见是柱式瓷绝缘子结构与针式瓷绝缘子类似,安装应用条件及荷载水平类似,柱式瓷绝缘子安全系数可等同于针式瓷绝缘子,因此本标准柱式瓷绝缘子运行工况安全系数取值为 2.5。其他绝缘子和金具安全系数引自现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 和现行电力行业标准《架空绝缘配电线路设计技术规程》DL/T 601 的相关规定。

7 绝缘配合、防雷与接地

7.1 绝缘配合

7.1.1、7.1.2 这两条规定了线路环境污秽度等级确定和防污设计的基本要求。

7.1.3 海拔高度为 1000m~3500m 的地区,绝缘子串片数的确定参考了现行行业标准《(110~500)kV 架空送电线路设计技术规程》DL/T 5092—1999 第 9.0.5 条的公式。海拔高度为 1000m~3500m 的地区,配电线路采用柱式、针式等绝缘子时,绝缘子干弧距离根据该原理和方法确定。在海拔高度超过 3500m 的地区,绝缘子干弧距离可根据运行经验适当增加。

7.1.4~7.1.6 这几条参考了现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 中的相关条款。

7.1.7 本条引用了有关 IEC 标准进行了计算。《绝缘配合 第 2 部分:应用指南》IEC 60071-2-1996 中的海拔校正因数计算方法公式如下:

$$K_a = e^{m \frac{H-1000}{8150}}$$

IEC 推荐的 K_a 中指数 m 取值为:

对配合雷电冲击放电电压, $m=1.0$;

对空气间隙和洁净绝缘子短时工频放电电压, $m=1.0$ 。

1000m 以下地区在要求的相间最小间隙 0.2m 的基础上统一增加 0.1m 的安全裕度,取为 0.3m。1000m 及以上高海拔地区 10kV 架空绝缘配电线路的最小相间间隙在计算结果基础上根据海拔修正后再增加 0.1m。

7.2 防雷和接地

7.2.1~7.2.3 这几条规定了雷电防护措施的选择原则。强雷区

的 1kV~10kV 线路、距变电站电气距离 1km 内的进出线路段、易受雷击的线路段、向重要负荷供电的线路,应采取雷击断线防护措施,推荐选用带外串联间隙金属氧化物避雷器。选用避雷器的原因是理论上防护有效性可达 100%,而且线路雷击后不跳闸,综合防护效果佳,带外串联间隙的目的是大幅降低避雷器电阻片长期承担的工频电压幅值,提高运行寿命。多雷区、中雷区以感应雷击为主的 1kV~10kV 线路段,视运行需求采取雷击断线防护措施,推荐采用带外串联间隙金属氧化物避雷器、绝缘塔头、架空地线、耦合地线。易遭受直击雷的 1kV~10kV 线路段宜采取防护措施,推荐联合采用架空地线与带外串联间隙金属氧化物避雷器。架空地线和避雷器联合使用的目的是利用架空地线拦截直击雷,降低流过避雷器的冲击电流,解决避雷器在近区直击雷作用下容易损坏的问题。

7.2.4 本条规定了线路避雷器的安装原则。安装在本基杆塔上的避雷器对邻基杆塔的保护效果很有限,不推荐隔基安装方式。当预算有限时,可将被保护线路按雷击风险高低划分为不同特征区段,优先在雷击风险高的区段内逐基杆塔逐相安装。

7.2.5、7.2.6 这两条规定了配电线路设置架空地线的设计要求。根据现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 的规定,35kV 及以上电压等级架空线路为防止雷击地线档距中央时反击导线,应控制导地线间距满足 $S \geq 0.012L + 1$, 式中, S 为导线与架空地线间的净空距离(m), L 为档距长度(m)。

对 1kV~10kV 线路设置架空地线未给出导地线间距要求,主要是基于两点考虑:一是线路遭受感应雷击为主,二是在工程实施上存在困难。对于大档距线路防止直击雷时,按照现行国家标准《交流电器装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 中公式计算的导地线间距过大难以实施时,可以允许雷击地线档距中央时反击导线,但应控制工频续流电弧不建弧

燃烧,否则档距中央绝缘导线会烧断,按 6kV/m 起始建弧场强控制, 10kV 非有效接地系统允许的导线间距最小值为 $1.1 \times 12\text{kV}/(6\text{kV/m}) = 2.2\text{m}$ 。

7.2.7 本条根据现行行业标准《 10kV 及以下架空配电线路设计技术规程》DL/T 5220—2005 中的第 12.0.1 条制订。

7.2.8 本条根据现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064—2014 中的第 5.5.1 条和第 5.5.2 条制订。

7.2.9 本条根据现行行业标准《 10kV 及以下架空配电线路设计技术规程》DL/T 5220—2005 中的第 12.0.9 条制订。

7.2.10 本条根据现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064—2014 中的第 5.5.3 条制订。

7.2.11 本条根据现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064—2014 中的第 5.5.4 条制订。

7.2.12 本条规定了 1kV 及以下架空绝缘配电线路的接地设置和进入建筑物后线路的雷电侵入波防护设置,根据现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 和《建筑物防雷设计规范》GB 50057 制订。 1kV 及以下架空绝缘配电线路雷击闪络后线路工频续流建弧率理论上为零,雷击损坏线路设备的概率极低,因此未做雷电防护要求,运行单位可根据运行需要采取措施,对雷击闪络率高的线路安装带外串联间隙金属氧化物避雷器。

7.2.13 本条参照现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065—2011 中的第 5.1.4 条制订。本条规定的目的是防止雷击造成电杆混凝土层爆裂脱落,方法是可将金属横担与非预应力电杆内部钢筋做等电位连接,其他类型电杆的钢筋不一定能承受雷电流等的冲击。

7.2.14 本条根据现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065—2011 中的第 4.3.4 条,以及现行行业标准《 10kV 及以下架空配电线路设计技术规程》DL/T 5220—2005 中的第

12.0.13 条制订。其中,对于圆钢作地下接地体时的直径,参照工程实际情况,按 DL/T 5220 规定取为 10mm。

7.2.15 本条根据现行行业标准《10kV 及以下架空配电线路设计技术规程》DL/T 5220—2005 中的第 12.0.12 条制订。

8 导线的布置方式

8.0.1、8.0.2 架空绝缘配电线路排列方式是根据各地运行情况调研确定的,此外随着电力用户对供电可靠性需求的提高,在设计多回路杆头排列方式时宜充分考虑带电作业的需求。由于绝缘线路档距普遍较小,且覆冰工况下脱冰跳跃对临近导线影响较小,故可不考虑导线垂直排列时的水平偏移。

8.0.3 本条规定是为了保障人员登杆检修安全考虑的。在10kV线路分段停电检修时应保证同杆架设的低压线路也处于不带电状态。

8.0.4 为在线路运行时降低人身触电风险,对线路零线的安装位置进行了规定。

8.0.5 路灯装设于供电线路杆上时一般位于低压线路下方,为避免路灯电源线穿越供电线路引发安全事故,本条对其安装位置进行了规定。

8.0.6 导线档距是影响弧垂大小、最大风偏、杆塔选型等的主要因素。在城镇地区要求的对地距离往往更高,线路走廊空间受限,且负荷接入较密集,档距不宜过大。空旷地区由于线路走廊的条件较好、负荷接入较稀疏,为提高经济性,档距可以适当放大。考虑风偏和对地安全距离等方面,结合全国16个省市的绝缘线路档距应用情况及调研情况,规定了空旷地段1kV~10kV线路档距不宜超过80m。对于1kV及以下架空线路,考虑接户线连接可靠性、对地距离限制、负荷接入密度等因素,规定其档距不宜超过60m。

8.0.7 为掌握绝缘导线混线时泄漏电流值情况,远东电缆有限公司测试中心对多批次10kV普通绝缘交联聚乙烯绝缘导线开展了

10kV 工频耐压试验。结果显示,绝缘导线单相单独和双相相邻浸水耐压时,其泄漏电流值均较小(分别平均约为 224mA/km 和 214mA/km),不同厂家的绝缘导线性能接近,泄漏电流值差异不大。调研也表明,产品质量合格的绝缘导线在长期运行中绝缘性能稳定,说明在正常运行时绝缘导线不同相发生短时触碰时,泄漏电流值很低,不会导致事故发生,所以线间距较裸导线可做适当减小。

在对各地进行调研中,配电绝缘线路线间距大部分根据现行行业标准《10kV 及以下架空配电线路设计技术规程》DL/T 5220 制订,个别省份根据自身运行环境情况做了适当缩减(甘肃、陕西、宁夏三省规定 80m 档距下配电绝缘线路线间距为 0.6m),但考虑在短路事故等工况下可能发生线路混线等故障情况(上海市电力公司反映线路发生短路故障时故障点前出现过混线情况),只对线间距做适当缩减。

8.0.8 对 10kV 及以下配电线路多回路杆塔的横担间的最小垂直距离,除考虑电压水平、档距等因素外,还应满足杆上作业时安全距离的要求。为保障人身安全,架空绝缘配电线路带电作业和登杆作业时保持的安全距离应与裸线路相同,故本标准参考了现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 的调研成果,并进行了核实。

在对各地进行调研和核实中发现同杆架设的 1kV~10kV 线路横担间垂直距离多按照 0.80m 设定,目前运行安全,所以本条规定同杆架设的 1kV~10kV 线路横担间的最小垂直距离为 0.80m。各地区在分支或转角处与主横担垂直间距为 0.45m 或者 0.60m,目前运行安全,综合各地区运行经验将其垂直距离规定为 0.45m~0.60m。当线路为单回路时,分支或转角横担中心距主干线横担中心的垂直距离为 0.60m;当线路为双回路时,分支或转角横担中心距上排主干横担中心的垂直距离为 0.45m,距下排主干横担中心为 0.60m。

1kV~10kV 线路和 1kV 及以下线路同杆架设时,考虑 1kV 及以下线路检修时,1kV~10kV 线路一般是不停电的,表 8.0.8 中的距离考虑了检修作业的安全距离及人员活动范围。

1kV 及以下绝缘线路横担间垂直距离是为了保障检修人员安全,其数据是结合各地区的运行情况确定的。

8.0.9 本条是为了便于人员登杆作业和保障线间距离制定的,且与现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 的规定一致。

8.0.10 为保障 1kV 及以下线路在沿墙敷设方式下的运行安全,对其靠墙间距做了规定。

9 杆 塔

9.1 杆 塔 荷 载

9.1.1 本条对杆塔荷载的分类与现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 的规定相同。

9.1.2、9.1.3 针对 10kV 架空绝缘配电线路是否考虑断线工况,本次标准编写中进行了全国调研。根据调研结果,目前国内 10kV 架空绝缘配电线路档距大多数小于 80m,杆塔设计普遍未考虑断线工况,如按断线工况设计则现有杆塔设计普遍不能满足要求。调研表明,绝缘导线普遍架设安全系数较大,档距较小,普遍未发现在正常运行工况下断线,运行情况良好。这一点同现行行业标准《10kV 及以下架空配电线路设计技术规程》DL/T 5220 中的规定一致。考虑到全国应用范围较广,每个地区的运行环境、线路重要性等要求各不相同。因此,本次标准编写在档距不大于 80m 时,设计单位可根据施工运行经验,自行确定是否考虑断线。

近年来,随着绝缘导线的推广普及,绝缘线路中档距大于 80m 的情况增多,根据电线的力学特性计算,档距大于 80m 时电线的力学特性具有类似输电线路的特性。为保证满足对地距离等方面的要求,减少弧垂,需要加大导线的使用拉力,导线的安全系数裕度减小,杆塔荷载增大,断线概率增加,断线后杆塔损害可能性加大,危害也较大。杆塔断线荷载的计算按现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 的规定执行。

9.1.4 本条为强制性条文,是杆塔运行工况荷载的基本安全要求。多年的设计和运行实践证明,这些气象条件的组合作为标准是合适的。

9.1.5、9.1.6 这两条给出了导线、地线和杆塔荷载计算的公式,

公式参照现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 中的规定。式(9.1.5)中,配电线路导地线平均高度均按 10m 考虑,风压高度变化系数默认为 1.0。式(9.1.6)中,根据现行行业标准《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》DL/T 5154 中的规定,对杆塔的体型系数进行了说明。

9.1.7 本条为强制性条文。对导线、地线、杆塔等需计算的风荷载方向进行了规定。

1 一般情况下,悬垂塔垂直线路方向与耐张杆塔角平分线方向的风荷载是线路横向荷载的最大值。

2 杆塔荷载除了 0° 和 90° 风向的荷载工况外, 45° 和 60° 风向对杆塔控制杆件产生的效应很接近。因此,通常计算 0° 、 45° 及 90° 风向的荷载工况。

3 风向与线路方向相同时,出现线路纵向荷载的最大值。

9.1.8 本条说明了风向与导线、地线、塔身为不同角度时,垂直线路方向和顺线路方向风荷载的计算方法,参照了现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 中的规定。

9.2 杆塔材料

9.2.1 本条引用了现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 中的参数。

9.2.2 环形断面混凝土电杆的混凝土强度等级采用了现行国家标准《环形混凝土电杆》GB 4623 中的要求。

9.2.4 近年来随着材料技术的进步,配电线路中轻质、高强度材料的电杆运用越来越多,具有运输方便、施工快捷等优点,应用绝缘塔头、绝缘横担等新器材防雷效果也较好。本条规定了新材料应具有的性能。

9.3 杆塔设计

9.3.1 本条介绍了架空绝缘配电线路杆塔的选用原则。根据预

应力水泥杆的制作工艺,结合运行调研结果,预应力水泥杆在覆冰严重、汽车撞击等情况下,经常发生电杆脆性断裂倒杆等情况。为保证架空绝缘配电线路的可靠性,在覆冰较重、道路路边不推荐采用预应力混凝土电杆。

9.3.2、9.3.3 这两条是杆塔可靠度设计的基本安全要求。杆塔结构设计按现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的规定,采用以输电线路杆塔结构设计概率理论为基础的极限状态设计法。规定了结构或构件的强度、稳定和连接强度计算应按承载力极限状态的要求,采用荷载的设计值和材料强度的设计值进行计算;变形或裂缝采用正常使用极限状态表达式,采用荷载的标准值和正常使用规定限值进行计算。

9.3.4 按理论方法计算无拉线直线电杆地面处弯矩时,把电杆按固结支座考虑,不考虑电杆地面处的位移。而实际工程中,电杆地面处是有一定的位移的。因此,为保证线路运行的可靠性,无拉线直线电杆弯矩计算设 1.1 倍的增大系数。

9.3.5 本条规定了角钢的最小规格,主要目的是保证电杆横担的刚度,该规格能满足目前设计中通常的绝缘导线选型和档距选择要求。

10 拉线与基础

10.1 拉线设计

10.1.1 电杆拉线的作用主要是平衡导线水平荷载,拉线角度在约 45° 时便于施工,经济性也最优。当拉线对地夹角增大时承受的拉力快速增大,需要相应增加截面积;当拉线对地夹角较小时,拉线过长,占地范围大,难以实施。

10.1.2 本条参考了现行行业标准《10kV 及以下架空配电线路设计技术规程》DL/T 5220 中的条款,规定了拉线对道路的垂直距离,主要是保证通行和线路的安全。

10.1.4 本条主要是从安全方面考虑,避免拉线断线后触碰低压导线带电伤及过往人畜。在临近地面范围设置拉线保护套,避免过往行人、车辆被拉线刮伤。

10.1.5 本条规定了拉线棒的最小直径,是为了保证足够的安全性。拉线棒长期埋置在土壤中,雨水、土壤对拉线棒有一定的腐蚀性,在腐蚀地区更加严重。为保证运行安全,通过增加拉线棒的直径以满足运行周期内的截面积要求。

10.1.6 不同结构的镀锌钢绞线具有不同的不均匀性,其强度设计值也不一样,拉线张力主要由导线张力和风力等可变荷载产生,荷载系数应按 1.4 计算。对于 1×7 结构的钢绞线采用本标准式 (10.1.6) 计算的强度设计值,相当于安全系数为 2.4 ($1.4/0.9/0.65$) 的计算结果。对于其他结构的钢绞线采用本标准式 (10.1.6) 计算的强度设计值,相当于安全系数 2.8 ($1.4/0.9/0.56$) 的计算结果。采用本标准式 (10.1.6) 计算的强度设计值,在设计拉线时,可不再对拉线乘以 1.05 的经验系数,其结果对应安全系数为 2.3 或 2.7 左右。

10.2 基础设计

10.2.1 配电线路杆塔基础设计中型式选定是第一位的。原状土基础、高低柱基础等有利于水土保持,对环境影响较小。预制基础、装配式基础没有现场浇筑的工作量,可减小作业面,节约现场作业时间。

10.2.2 电杆在土壤中的埋置深度主要是为抵抗电杆的倾覆弯矩,本条参考了现行行业标准《架空绝缘配电线路设计技术规程》DL/T 601 中的规定。多回路电杆的埋深应根据地质情况计算确定。

10.2.3 在确定基础型式后,需结合杆位或塔位的地质条件进行基础设计和验算,应满足现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 中的规定。

10.2.4 现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定钢筋混凝土的混凝土等级不应低于 C20,运行经验也表明该规定是合理的。预制装配式基础在安装、运行过程中受力较复杂,为保证装配式基础吊装、构件连接等关键部位的强度要求,规定混凝土强度等级不宜低于 C30。

11 柱上设备

11.1 柱上变压器台与开关设备

11.1.1 将配电变压器设置在负荷中心,可以减小低压线路的供电半径,降低电流幅值,减少线损,提高电压水平,同时也减少了低压导线的投资,节约工程造价。

对变压器容量的限制是基于负荷需求和设备选型等方面考虑的。一般情况下,对于架空配电线路所在地区的负荷密度,400kV·A的变压器容量是能够满足要求的。变压器容量更大时,低压馈线截面和数量将过大,覆盖的供电半径过大,实施难度加大,经济性也将降低。容量过大时也会增加变压器台的整体质量,与其相匹配的槽钢、横担、螺栓等铁件、金具也需相应增加强度,难以实现标准化。

节能型变压器符合我国建设节约型社会的要求,建议使用。

11.1.2 本条规定了变压器台不宜设置的电杆类型,其中第1款、第2款、第3款、第4款规定的目的是变压器台安装方便、减少导线交叉、实现运维检修安全。第5款考虑到交叉路口车辆较多,防止因车辆撞击电杆使事故扩大。第6款是防止变台故障后影响周边人员安全。第7款是防止污秽引起绝缘闪络等故障。

11.1.3 根据一般人员举手后总高度不超过2.3m,另外考虑屋外配电装置施工安装误差0.2m,确定了变压器台距离地面的最低高度要求。当其处在积雪严重地区时,还应考虑积雪的影响,可根据地区积雪的实际情况,适当增加安装高度。落地式变压器台设置围栏的目的是防止人员临近或触碰带电部位。

11.1.4 一次侧熔断器对地垂直距离的限制是考虑避免非专业人员操作、误触引发事故,同时也为了防止车辆剐蹭。对各相熔断器

水平距离的最小值进行限制是出于防止异物搭挂的考虑。

11.1.5 本条中的引线最小截面选择主要考虑机械强度和短路动热稳定的要求。

11.1.6 本条根据实际设计和运行经验制订。柱上开关宜配套装设隔离开关,因部分类型柱上开关断开时存在击穿的可能,故需设置隔离开关做明显的断开点,保障操作人员的人身安全。隔离开关也可以单独使用,按其操作时的回路电流不应大于 0.5A 进行设计。

11.2 绝缘防护

11.2.1 架空绝缘导线具备绝缘性能,设备、金具与导线之间的连接部位是裸露的,存在异物侵入、接触导致短路的可能,需采取绝缘护罩或绝缘绕包等措施来实现线路的全面绝缘化。

绕包材料要求具有自粘性,在安装后在被绕包部位外形成一体化致密的防护,避免层间产生气隙或剥离,绝缘及防水性能保持长期稳定。

11.2.2 本条对设备、金具与绝缘导线之间连接的严密性提出要求。连接部位如进水后,易积存在导线内产生腐蚀,降低导线的电气和机械性能。另外强调了阻燃要求,避免因小故障引发次生火灾事故。

11.2.3 从设备结构设计上推荐采取自身绝缘封闭结构,这种方式优于外加绝缘罩的方式。

11.2.4 本条中列出了停电检修时需要挂接地线的位置。如不预设绝缘接地线夹,则需要到现场对绝缘导线剥皮,延长了作业时间,增加了安全风险,另外在剥皮过程中也可能会损伤导线。

12 接 户 线

12.0.1 接户线的特点为临近居民区或企事业单位,导线截面普遍小,档距小。当档距较大时,由于导线弧垂加大,为保障导线对地安全距离,避免导线混线,接户线应按同电压等级配电线路进行设计。

12.0.2 接户线最小截面选取应满足机械强度及导线载流量的要求。

12.0.3 线间距离和引下线距离与本标准第 8 章中表 8.0.7“架空绝缘配电线路导线最小线间距离”的规定一致。

本条规定的沿墙敷设的 1kV 及以下接户线最小线间距离,与现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054—2011 中表 7.2.4 规定的屋外布线时的导线最小间距一致。同时根据各地反馈的运行情况,1kV 及以下接户线采用水平排列沿墙敷设时,随着档距的增大,混线的风险增加,占用空间也加大了,因此当 $3 < \text{档距(m)} \leq 6$ 时,应采用垂直排列敷设的方式。

12.0.4 本条对接户线受电端的对地面垂直距离做出规定。

1 根据现行行业标准《高压配电装置设计规范》DL/T 5352—2018 中第 5 章“配电装置的类型与布置”的相关规定,1kV~10kV 接户线受电端对地垂直距离最小值取 4.0m,以满足人身安全要求。

2 本款根据现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054—2011 第 7.2 节中表 7.2.1 中的内容制订。1kV 及以下接户线受电端一般都固定在墙上,对地距离需满足不为人举手碰到的要求,一般取值 2.7m,且接户线档距小,各地运行中未发现问题。

12.0.5 本条对跨越街道的 1kV 及以下接户线至路面中心的垂直距离做出规定。

1 通车街道指汽车通行的街道,考虑载货汽车高度可达4.0m,该取值考虑了满足通车安全的要求。

2 通车困难的街道指因车道狭窄不通行汽车、可通行其他车辆的街道,需满足通行安全的要求。当1kV及以下接户线跨越人行道时,除了行人不能举手碰到外,也要满足一般行人携物所需高度的要求。

3 不通车的胡同(里、弄、巷)是指没有行车通道不能通行车辆、仅能行人通行的胡同,需不为行人举手碰到,并留出一定裕度。

12.0.7、12.0.8 根据调研情况,各地执行现行行业标准《架空绝缘配电线路设计技术规程》DL/T 601和《10kV及以下架空配电线路设计技术规程》DL/T 5220内的相关数值,在运行中未反映不安全事件发生,故采用。

12.0.11 本条主要是避免低压接户线与高压线碰线可能导致的人身触电或高压线路短路。

12.0.12 铜铝导体连接可能发生电化腐蚀,接头强度下降,导致断线。不同规格的导线接头处制安工艺不可控,承力弱,可能损坏造成接户线断开。跨越通车街道的接户线,不应有接头也是出于安全的考虑。

12.0.13 为防止铜铝导线连接不当造成铝线电化腐蚀,需采取可靠的铜铝过渡措施。

12.0.14 本条主要考虑保障弱电线(如有线电视线、通信线等)的运行安全。

12.0.15 平行集束绝缘导线的生产和应用已较为成熟,设计和施工方面可参考现行行业标准《架空平行集束绝缘线低压配电线路设计与施工规程》DL/T 5253,推荐设计选用。

13 对地距离及交叉跨越

13.0.1 本条为强制性条文,是对架空绝缘配电线路设计电气安全距离的要求。

1 架空绝缘导线的弧垂随环境温度和外部荷载影响而变化,在环境温度达到最高或者覆冰最大时,导线弧垂最大,应根据最高气温情况或覆冰情况下的最大弧垂进行计算。

导线在风的影响下会发生偏移,当导线覆冰时,虽然风速较小,风偏角较小,但绝缘导线的弧垂较大,发生的偏移距离也可能大于风速最大时绝缘导线的偏移距离,应依据最大风速情况或覆冰情况下的最大风偏进行计算。

2 塑性伸长和设计、施工的误差是稳定存在的因素,需要考虑。短路电流等大电流情况很少,与最大弧垂、最大风偏同时发生的概率很低,不需要考虑。

当架空绝缘配电线路与标准轨距铁路、高速公路和一级公路交叉时,为重要交叉跨越,当档距超过 200m 时,大电流引起弧垂大幅增加,为避免事故风险,应按照绝缘导线允许温度计算弧垂。

不同绝缘材料的绝缘导线允许温度取值依据现行国家标准《额定电压 10kV 架空绝缘电缆》GB/T 14049 和《额定电压 1kV 及以下架空绝缘电缆》GB/T 12527 等标准的规定。

13.0.2 本条为强制性条文,是对架空绝缘配电线路设计电气安全距离的要求。人口密集地区是指城镇、工业企业地区、港口、码头和火车站等地区;人口密集地区以外的地区包括“人口稀少地区”和“交通困难地区”,上述不同地区安全距离的规定主要是为满足车辆通行的需要。

13.0.3 本条为强制性条文。在山坡、峭壁、岩石地区,线路对地

距离的规定根据人体高度及可能携带物体的高度确定,并考虑一定的裕度。

13.0.4 本条为强制性条文。易燃材料指草、油毡纸或其他容易起火的材料,采用易燃材料的屋顶存在火灾隐患,架空绝缘配电线路不应跨越该类建筑。架空绝缘配电线路跨越房屋时,存在人员登上屋顶的可能,最小垂直距离要求应考虑人身高度及可能携带物体的高度,并留有一定裕度。

13.0.5 本条为强制性条文。建筑物和构筑物与人们的生产、生活密切相关,该条文为保障人身安全而制订。同时建筑物上落物对架空绝缘配电线路安全的威胁大,有条件时宜适当加大边导线与建筑物间的水平距离。

13.0.6~13.0.9 架空绝缘导线相较于常规裸导线增加了绝缘层,在一定程度上提高了线路运行的安全性,但表面仍不可直接接触。考虑线路运行中周边树木上存在人员活动的可能性,且有过工人在修剪行道树时触电的报道,为保障人身安全,减少安全事故发生的概率,仍严格执行现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061 的规定。

13.0.10 本条为强制性条文。参照现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061—2010 中的第 12.0.16 条编制,补充修改内容的有关说明如下:

(1)架空绝缘配电线路不应跨越建设等级及重要程度较高的电气化铁路,表 13.0.10 中仅给出架空绝缘配电线路与电气化铁路接近时的距离要求。

(2)随着电力行业的发展,高电压长距离电力线路的建设数量日益增多,表 13.0.10 中给出交跨距离要求的电力线路的电压等级扩展至 500kV。若与更高电压等级的电力线路交叉或接近,应符合现行的相应电压等级的电力线路相关规范规程的规定。

(3)增加了电车道杆塔外缘距轨道中心的距离要求。

(4)增加了架空绝缘配电线路与人行天桥的相关距离要求。

S/N:155182 · 0334



9 155182 033405

统一书号: 155182 · 0334

定 价: 18.00 元