

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50061—2010

66kV及以下架空电力线路设计标准

Standard for design of 66kV or under overhead
electrical power transmission line

(2025年版)

2010—01—18 发布

2010—07—01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

66kV 及以下架空电力线路设计标准

Standard for design of 66kV or under overhead
electrical power transmission line

GB 50061—2010

(2025 年版)

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:2010年7月1日

中国计划出版社

2025 北 京

局部修订说明

本次局部修订是根据住房城乡建设部《关于印发〈2019 年工程建设规范和标准编制及相关工作计划〉的通知》(建标函〔2019〕8 号)的要求,由国网辽宁省电力有限公司、国网辽宁省电力有限公司经济技术研究院会同有关单位共同完成。

本次局部修订的主要内容包括:

1. 增加了劳动安全和职业卫生、环境保护章节;
2. 为了有利于国家各种设施的协调建设,补充了对跨越高速铁路、高速公路区段的 66kV 架空电力线路的特殊要求;
3. 增加了基本风速的相关内容;
4. 补充了减少覆冰的新型导线和特殊导线的使用原则;
5. 补充了 10kV 及以下架空电力线路裸导线的线间距离;
6. 根据现行国家标准修订并补充了常用的钢材种类;
7. 增加了钢管塔和焊接塔的相关内容;
8. 增加了混凝土杆基础的设计内容,对基础作用力计算的风振系数进行了调整。

本标准中下划线部分为修订的内容;以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本标准起草单位:国网辽宁省电力有限公司(地址:辽宁省沈阳市和平区宁波路 18 号,邮政编码:110006,邮箱:6421106@qq.com)

国网辽宁省电力有限公司经济技术研究院

中国能源建设集团辽宁电力勘测设计院有限公司

中国电力科学研究院有限公司

华北电力大学

国网经济技术研究院有限公司

沈阳电力勘测设计院有限责任公司

本标准主要起草人员: 黄连壮 鲍星辉 马 强 叶永明

鲁先龙 胡 博 黄 浩 潘连武

王 勇 王璋奇 顾洪群 王 涛

王东星 刘 岩 金 鹏 赵奇志

金 强 黄晓祚 房正刚 吴兴林

吕忠华 周为华

本标准主要审查人员: 崔鸣昆 李宏男 李红军 莫 娟

祝志祥 董思兵 李永祥 张伯非

屈 武 李志鹏 张亚富 江文强

刘弘景 李国胜 李 宁

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈二〇〇四年工程建设国家标准制定、修订计划〉的通知》(建标〔2004〕67号)的要求,由主编单位会同有关单位对国家标准《66kV及以下架空电力线路设计规范》GB 50061—97的基础上修订而成的。

在修订过程中,规范修订组开展了各类专题研究,进行了广泛的调查分析,总结了近年来我国的实践经验,与相关的标准规范进行了协调,与国际先进的标准规范进行了比较和借鉴。在此基础上以多种方式广泛征求了全国有关单位的意见,对主要问题进行了反复修改,最后经审查定稿。

本规范共分13章和2个附录,主要内容包括:总则,术语,路径,气象条件,导线、地线、绝缘子和金具,绝缘配合、防雷和接地,杆塔形式,杆塔荷载和材料,杆塔设计,杆塔结构,基础,杆塔定位、对地距离和交叉跨越,附属设施等。

本次修订的主要内容有:

1. 对章节进行了调整,增加了术语章。
2. 增加了有利于环境保护和资源综合利用的要求。
3. 为了有利于国家各种设施的协调建设,减小了架空电力线路跨越架空弱电线路的交叉角度。
4. 根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的规定,对架空电力线路与有关建筑物等设施的安全距离进行了调整。
5. 增加了35kV和66kV线路不宜通过经过国家批准的自然保护区的核心区和缓冲区内的要求。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,

中国电力企业联合会负责日常管理,辽宁电力勘测设计院负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,积累资料,随时将意见和建议反馈给辽宁电力勘测设计院(地址:沈阳市和平区太原南街 224 号,邮政编码:110005),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、参加单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 辽宁电力勘测设计院

参 编 单 位: 沈阳电力勘测设计院

大连理工大学

参 加 单 位: 北京电力设计院

沈阳电业局

主要起草人: 黄连壮 寿祝昌 鲍星辉 李宏男 李朝顺

李昌松 张亚富 张 义 汪 唯 王永红

主要审查人: 赵连歧 崔鸣昆 刘永东 郭亚莉 祖一泓

谭会斌 牛 莉 王涣瑾 詹 源 程景春

薛 健 刘寅初 贾 凯 王润元

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 路 径	(4)
4 气象条件	(7)
5 导线、地线、绝缘子和金具	(9)
5.1 一般规定	(9)
5.2 架线设计	(10)
5.3 绝缘子和金具	(11)
6 绝缘配合、防雷和接地	(13)
7 杆塔形式	(17)
8 杆塔荷载和材料	(20)
8.1 荷载	(20)
8.2 材料	(23)
9 杆塔设计	(26)
10 杆塔结构	(28)
10.1 一般规定	(28)
10.2 构造要求	(29)
11 基 础	(31)
12 杆塔定位、对地距离和交叉跨越	(34)
13 附属设施	(39)
14 <u>劳动安全和职业卫生</u>	(40)
15 <u>环境保护</u>	(41)
附录 A 弱电线路等级	(42)
附录 B 架空电力线路环境污秽等级	(43)

本标准用词说明	(45)
引用标准名录	(46)
附：条文说明	(47)

1 总 则

1.0.1 为使 66kV 及以下架空电力线路的设计做到供电安全可靠、技术先进、经济合理,便于施工和检修维护,有利于环境保护和资源的综合利用,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于 66kV 及以下交流架空电力线路(以下简称架空电力线路)的设计。

1.0.3 架空电力线路设计应认真贯彻国家的技术经济政策,符合发展规划要求,积极地采用成熟可靠的新技术、新材料、新设备、新工艺。

1.0.4 架空电力线路的杆塔结构设计应采用以概率理论为基础的极限状态设计法。

1.0.5 本标准规定了 66kV 及以下架空电力线路设计的基本技术要求,当本标准与国家法律、行政法规的规定相抵触时,应按国家法律、行政法规的规定执行。

1.0.6 架空电力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 (本条删除)

2.0.2 架空电力线路 overhead power line

用绝缘元件和杆塔等支撑物将导线架设于地面上的电力线路。

2.0.3 (本条删除)

2.0.4 导线 conductor

通过电流的单股线或不相互绝缘的多股线组成的绞线。

2.0.5 地线 overhead ground wire

在某些杆塔上或所有的杆塔上接地的导线,通常悬挂在线路导线的上方,对导线构成一保护角,防止导线、绝缘子等受雷击。

2.0.6 档距 span

两相邻杆塔导线悬挂点间的水平距离。

2.0.7 弧垂 sag

一档架空线内,导线与导线悬挂点所连直线间的最大垂直距离。

2.0.7A 基本风速 reference wind speed

根据当地空旷平坦地面上 10m 高度处 10min 平均最大风速观测数据,经概率统计得出 30 年一遇最大值后确定的风速。

2.0.7B 平均运行张力 everyday tension

年平均气温情况下,弧垂最低点的导线或地线张力。

2.0.8 爬电距离 creepage distance

绝缘子正常承载运行电压的两部件间沿绝缘件表面的最短距离或最短距离的和。

2.0.9 机械破坏荷载 mechanical failing load

在规定的试验条件下(绝缘子串元件应独立经受施加在金属附

件之间的拉伸荷载),绝缘子串元件试验时所能达到的最大荷载。

2.0.10 杆塔 pole and tower of an overhead line

通过绝缘子悬挂导线的装置。

2.0.11 基础 foundation

埋设在地下的一种结构,与杆塔底部连接,稳定承受所作用的荷载。

2.0.12 易舞动区 galloping region

冬春季节,在冰、风的作用下,线路易于发生舞动的地区。

2.0.13 少雷区 less thunderstorm region

平均年雷暴日数不超过 15d 或地面落雷密度不超过 0.78 次/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$)的地区。

2.0.14 中雷区 middle thunderstorm region

平均年雷暴日数超过 15d 但不超过 40d 或地面落雷密度超过 0.78 次/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$)但不超过 2.78 次/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$)的地区。

2.0.15 多雷区 more thunderstorm region

平均年雷暴日数超过 40d 但不超过 90d 或地面落雷密度超过 2.78 次/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$)但不超过 7.98 次/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$)的地区。

2.0.16 强雷区 strong thunderstorm region

平均年雷暴日数超过 90d 或地面落雷密度超过 7.98 次/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$)以及根据运行经验雷害特殊严重的地区。

2.0.17 人口密集地区 densely populated area

工业企业地区、港口、码头、火车站和城镇等地区。

2.0.18 人口稀少地区 sparsely populated area

人口密集地区以外的地区。

2.0.19 交通困难地区 difficult transport area

车辆、农业机械不能到达的地区。

3 路 径

3.0.1 架空电力线路路径的选择,应认真进行调查研究,综合考虑运行、施工、交通条件和路径长度等因素,统筹兼顾,全面安排,并应进行多方案比较,做到经济合理、安全适用。

3.0.2 市区架空电力线路的路径应与城市总体规划相结合,路径走廊位置应与各种管线和其他市政设施统一安排。

3.0.3 架空电力线路路径的选择应符合下列规定:

1 (本款删除)

2 架空弱电线路等级划分应符合本标准附录 A 的规定。

2A 架空电力线路宜避开洼地、冲刷地带、不良地质地区、原始森林区、易舞动区,以及影响线路安全运行的其他地区。

2B 应减少与其他设施交叉;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部。

3 架空电力线路跨越架空弱电线路的交叉角,应符合表 3.0.3 的要求。

表 3.0.3 架空电力线路跨越架空弱电线路的交叉角

弱电线路等级	一级	二级	三级
交叉角	$\geq 40^\circ$	$\geq 25^\circ$	不限制

4 3kV~66kV 架空电力线路,不应跨越储存易燃、易爆危险品的仓库区域。架空电力线路与甲类生产厂房和库房、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 等的有关规定。

5 (本款删除)

6 (本款删除)

7 架空电力线路与甲、乙类厂房(仓库),可燃材料堆垛,甲、

乙、丙类液体储罐，液化石油气储罐，可燃、助燃气体储罐，水运装卸码头的最近水平距离应符合表 3.0.3A 的规定。35kV 及以上架空电力线路与单罐容积大于 200m^3 或总容积大于 1000m^3 的液化石油气储罐(区)的最近水平距离还不应小于 40m。35kV 及以上架空电力线路与水运装卸码头、石油库的铁路罐车和汽车罐车装卸设施以及其他易燃、可燃液体设施的安全距离不应小于 30m。

**表 3.0.3A 架空电力线路与甲、乙类厂房(仓库)、
可燃材料堆垛等的最近水平距离**

名称	架空电力线路(m)
甲、乙类厂房(仓库)，可燃材料堆垛，甲、乙类液体储罐，液化石油气储罐，可燃、助燃气体储罐，水运装卸码头	杆塔高度的 1.5 倍
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	杆塔高度的 1.0 倍
直埋地下的甲、乙类液体储罐和可燃气体储罐	杆塔高度的 0.75 倍
丙类液体储罐	杆塔高度的 1.2 倍
直埋地下的丙类液体储罐	杆塔高度的 0.6 倍

3.0.4 架空电力线路不宜通过林区，当确需经过林区时应结合林区道路和林区具体条件选择线路路径，并应尽量减少树木砍伐。10kV 及以下架空电力线路的通道宽度，不宜小于线路两侧向外各延伸 2.5m。35kV 和 66kV 架空电力线路宜采用跨越设计，特殊地段宜结合电气安全距离等条件严格控制树木砍伐。

3.0.5 架空电力线路通过果林、经济作物林以及城市绿化灌木林时，不宜砍伐通道。

3.0.6 耐张段的长度宜符合下列规定：

- 1 35kV 和 66kV 架空电力线路耐张段的长度不宜大于 5km；
- 2 10kV 及以下架空电力线路耐张段的长度不宜大于 2km。

3.0.7 35kV 和 66kV 架空电力线路不宜通过国家公园和省级及以上自然保护区的核心保护区。

3.0.8 66kV 架空电力线路跨越高速铁路、高速公路的区段应提高线路安全水平。线路跨越点宜避开覆冰严重地区,并宜按稀有覆冰工况进行验算。

4 气象条件

4.0.1 架空电力线路设计气象条件应根据沿线气象资料和附近已有线路的运行经验确定,应根据当地 15 年~30 年气象记录中的统计值确定,设计气象条件重现期宜取 30 年。

4.0.2 架空电力线路设计采用的年平均气温应按下列方法确定:

1 当地区的年平均气温在 3°C ~ 17°C 之间时,年平均气温应取与此数邻近的 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,应将年平均气温减少 3°C ~ 5°C 后,取与此数邻近的 5 的倍数值。

4.0.3 架空电力线路设计采用的导线或地线的覆冰厚度,在调查的基础上可取 5mm、10mm、15mm、20mm,冰的密度应按 $0.9\text{g}/\text{cm}^3$ 计;覆冰时的气温应采用 -5°C ,风速宜采用 $10\text{m}/\text{s}$ 。

4.0.4 安装工况的风速应采用 $10\text{m}/\text{s}$,且应无冰。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 ;

5 最低气温为 0°C 及以上的地区,宜采用最低气温。

4.0.5 雷电过电压工况的气温可采用 15°C ,当基本风速折算到导线平均高度处的风速值在 $35\text{m}/\text{s}$ 及以上时,雷电过电压工况的风速可采用 $15\text{m}/\text{s}$;当基本风速折算到导线平均高度处的风速值在 $35\text{m}/\text{s}$ 以下时,可采用 $10\text{m}/\text{s}$ 。

4.0.6 架空电力线路设计采用的最高气温宜为 $+40^{\circ}\text{C}$ 。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。

4.0.7 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的风速值的 50%,并不宜低于 15m/s,且无冰。

4.0.8 基本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 及以下的地区,应采用 -5°C ;

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

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

4.0.10 长期荷载工况的风速应采用 5m/s,气温应采用年平均气温,且无冰。

4.0.11 基本风速应根据当地气象资料和运行经验确定,当无可靠资料时,可采用现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 全国基本风压分布图中的数值折算成 30 年一遇基本风速。基本风速不应低于 23.5m/s,并应符合下列规定:

1 (本款删除)

1A 山区架空电力线路当无可靠资料时,基本风速可按附近平地风速增加 10%,且不应低于 25m/s。

2 架空电力线路位于河岸、湖岸、山峰以及山谷口等容易产生强风的地带时,其基本风速应较附近一般地区适当增大;对易覆冰、风口、高差大的地段,宜缩短耐张段长度,杆塔使用条件应适当留有裕度。

3 架空电力线路通过市区或森林等地区时,两侧屏蔽物的平均高度大于杆塔高度的 $2/3$,其基本风速宜比当地基本风速减小 20%。

4.0.12 断联工况,对于有冰区,气温应采用 -5°C ,且无风、无冰;对于无冰区,气温宜采用 5°C ,且无风、无冰。

4.0.13 长期荷载工况的风速应采用 5m/s,气温应采用年平均气温,且无冰。

5 导线、地线、绝缘子和金具

5.1 一般规定

5.1.1 架空电力线路的导线宜采用钢芯铝绞线或铝绞线。在沿海和其他对导线腐蚀比较严重的地区,可采用铝包钢芯铝绞线等耐腐蚀导线;电力负荷较大的区域或利用原有杆塔增容的线路,宜采用节能导线、低弧垂导线;覆冰地区可采用型线同心绞架空导线。

5.1.2 市区 10kV 及以下架空电力线路,遇下列情况宜采用绝缘导线:

- 1 线路走廊狭窄的地段;
- 2 高层建筑邻近地段;
- 3 繁华街道或人口密集地区;
- 4 游览区和绿化区或林区;
- 5 空气严重污秽地段;
- 6 建筑施工现场。

5.1.3 导线的型号应根据电力系统规划和工程技术条件综合确定。

5.1.4 (本条删除)

5.1.5 导线截面宜按经济电流密度或允许电压降选择,并按机械强度和允许发热条件进行校验。

5.1.6 对于 66kV 架空电力线路,计算导线允许载流量时,导线的允许温度应按下列规定取值:

- 1 钢芯铝绞线和钢芯铝合金绞线宜采用 70℃,也可采用 80℃;
- 2 铝包钢芯铝绞线可采用 80℃;

3 耐高温大容量导线可根据具体导线类型的长期使用允许温度和工程技术条件确定。

5.1.7 架空地线宜采用镀锌钢绞线或铝包钢绞线。地线截面应根据防雷设计和工程技术要求确定。

5.1.8 直接与导线相接触的金具宜采用非铁质节能金具。

5.2 架 线 设 计

5.2.1 在各种气象条件下,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。地线的张力弧垂计算可采用最大使用张力、平均运行张力和导线与地线间的距离作为控制条件。

5.2.2 (本条删除)

5.2.3 (本条删除)

5.2.3A 导线、地线在弧垂最低点张力的设计安全系数不应小于2.5,悬挂点最大张力的设计安全系数不应小于2.25。地线张力的设计安全系数不应小于导线张力的设计安全系数。

5.2.4 导线或地线的平均运行张力上限及防振措施应符合表5.2.4的要求。

表 5.2.4 导线或地线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(瞬时破坏张力的百分数)(%)		防振措施
	钢芯铝绞线	镀锌钢绞线	
开 阔 地 区 档 距<500m	16	12	不需要
非开阔地区档距 <500m	18	18	不需要
档距<120m	18	18	不需要
不论档距大小	22	—	护线条
不论档距大小	25	25	防振锤(线)或 另加护线条

5.2.5 35kV 和 66kV 架空电力线路的导线或地线的伸长应通过

试验确定,塑性伸长对弧垂的影响可采用降温法补偿。导线或地线的塑性伸长和降温值可采用表 5.2.5 所列数值。

表 5.2.5 导线或地线的塑性伸长和降温值

绞线类型	铝钢截面比	塑性伸长	降温值(℃)
钢芯铝绞线	4.29~4.38	3×10^{-4}	15
	5.05~6.16	$3 \times 10^{-4} \sim 4 \times 10^{-4}$	15~20
	7.71~7.91	$4 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-4}$	20~25
	11.34~14.46	$5 \times 10^{-4} \sim 6 \times 10^{-4}$	25(或根据试验数据确定)
铝绞线 JL	—	8×10^{-4}	35
铝合金绞线 JLHA1、JLHA2	—	5×10^{-4}	22
铝合金芯铝绞线 JL/LHA1、JL/LHA2	—	7×10^{-4}	30
镀锌钢绞线	—	1×10^{-4}	10

注:铝钢截面比小的钢芯铝绞线应采用表中的下限数值;铝钢截面比大的钢芯铝绞线应采用表中的上限数值。

5.2.6 10kV 及以下架空电力线路的导线塑性伸长对弧垂的影响可采用减少弧垂法补偿。弧垂减小率应符合下列规定:

- 1 铝绞线或绝缘铝绞线应采用 20%;
- 2 钢芯铝绞线或绝缘钢芯铝绞线应采用 12%;
- 3 铜绞线或绝缘铜绞线应采用 7%~8%;
- 4 可根据试验确定。

5.3 绝缘子和金具

5.3.1 绝缘子和金具的机械强度应按下式验算:

$$KF < F_u \quad (5.3.1)$$

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)。

5.3.2 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 5.3.2 的规定。

表 5.3.2 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
盘形悬式绝缘子	2.7	1.8	1.5
棒形复合绝缘子	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
蝶式绝缘子	2.5	1.5	1.5
瓷横担绝缘子	3.0	2.0	—
柱式瓷绝缘子	2.5	1.5	—
柱式复合绝缘子	3.0	1.8	—
金具	2.5	1.5	1.5

5.3.3 35kV 和 66kV 架空电力线路经过易舞动区时，应提高绝缘子和金具的安全系数，宜采取或预留防舞动措施。

5.3.4 66kV 架空电力线路跨越高速铁路、高速公路的区段，导线悬垂绝缘子串应采用独立双串；山区高差大的线路宜采用单挂点双联悬垂串；耐张绝缘子串应采用双联，单联强度应满足正常运行工况下的受力要求。

6 绝缘配合、防雷和接地

6.0.1 架空电力线路环境污秽等级应符合本标准附录 B 的规定。污秽等级可根据审定的污秽分区图并结合运行经验、污湿特征、外绝缘表面污秽物的性质及其等值附盐密度等因素综合确定。

6.0.2 35kV 和 66kV 架空电力线路绝缘子的形式和数量,应根据绝缘的单位爬电距离确定。瓷绝缘的单位爬电距离应符合本标准附录 B 的规定。

6.0.3 35kV 和 66kV 架空电力线路宜采用悬式绝缘子。在海拔高度 1000m 以下空气清洁地区,悬垂绝缘子串的绝缘子数量宜采用表 6.0.3 所列数值。

表 6.0.3 悬垂绝缘子串的绝缘子数量

绝缘子型号	绝缘子数量(片)	
	线路电压 35kV	线路电压 66kV
XP-70	3	5

6.0.4 耐张绝缘子串的绝缘子数量应比悬垂绝缘子串的同型绝缘子多一片。对于全高超过 40m 有地线的杆塔,高度每增加 10m,应增加一片绝缘子。

6.0.5 6kV 和 10kV 架空电力线路的直线杆塔宜采用针式绝缘子或瓷横担绝缘子,也可采用柱式绝缘子;耐张杆塔宜采用盘形悬式绝缘子串、复合绝缘子或蝶式绝缘子和悬式绝缘子组成的绝缘子串。

6.0.6 3kV 及以下架空电力线路的直线杆塔宜采用针式绝缘子或瓷横担绝缘子;耐张杆塔宜采用蝶式绝缘子。

6.0.7 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。海拔高度为 1000m~3500m 的地区,绝缘

子串的绝缘子数量应按式确定：

$$n_h \geq n[1 + 0.1(H - 1)] \quad (6.0.7)$$

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(km)。

6.0.8 通过污秽地区的架空电力线路宜采用防污绝缘子、复合绝缘子或采用其他防污措施。

6.0.9 海拔高度为 1000m 以下的地区,35kV 和 66kV 架空电力线路带电部分与杆塔构件、拉线、脚钉的最小间隙,应符合表 6.0.9 的规定。

表 6.0.9 带电部分与杆塔构件、拉线、脚钉的最小间隙

工 况	最 小 间 隙(m)	
	线路电压 35kV	线路电压 66kV
雷电过电压	0.45	0.65
内部过电压	0.25	0.50
运行电压	0.10	0.20

6.0.10 海拔高度为 1000m 及以上的地区,海拔高度每增高 100m,内部过电压和运行电压的最小间隙应按本标准表 6.0.9 所列数值增加 1%。

6.0.11 3kV~10kV 架空电力线路的引下线与 3kV 以下线路导线之间的距离不宜小于 0.2m。10kV 及以下架空电力线路的过引线、引下线与邻相导线之间的最小间隙应符合表 6.0.11 的规定。采用绝缘导线的架空电力线路,其最小间隙可结合地区运行经验确定。

表 6.0.11 过引线、引下线与邻相导线之间的最小间隙

线路电压	最小间隙(m)
3kV~10kV	0.30
3kV 以下	0.15

6.0.12 10kV 及以下架空电力线路的导线与杆塔构件、拉线之间的最小间隙应符合表 6.0.12 的规定。采用绝缘导线的架空电力线路,其最小间隙可结合地区运行经验确定。

表 6.0.12 导线与杆塔构件、拉线之间的最小间隙

线路电压	最小间隙(m)
3kV~10kV	0.20
3kV 以下	0.05

6.0.13 带电作业杆塔的最小间隙应符合下列规定:

1 在海拔高度 1000m 以下的地区,带电部分与接地部分的最小间隙应符合表 6.0.13 的规定。

表 6.0.13 带电作业杆塔带电部分与接地部分的最小间隙(m)

线路电压	10kV	35kV	66kV
最小间隙	0.4	0.6	0.7

2 对操作人员需要停留工作的部位应增加 0.3m~0.5m。

6.0.14 架空电力线路可采用下列过电压保护方式:

1 66kV 架空电力线路:中雷区及以上的地区,宜沿全线架设地线。

2 35kV 架空电力线路:进出线段宜架设地线,地线长度宜为 1.0km~1.5km。

3 3kV~10kV 混凝土杆架空电力线路:在多雷区可架设地线或加装防雷装置,当裸导线采用铁横担时宜提高绝缘子等级。

4 10kV 架空电力线路采用绝缘导线时,在多雷区应采取防雷击断线措施。

6.0.15 杆塔上地线对边导线的保护角宜采用 20° ~ 30° 。山区单根地线的杆塔可采用 25° 。杆塔上两根地线间的距离不应超过导线与地线间垂直距离的 5 倍。高杆塔或雷害比较严重的地区,可采用零度或负保护角或加装其他防雷装置。对多回路杆塔宜采用减少保护角等措施。

6.0.15A 导线与地线在档距中央的距离,在气温+15℃、无风无冰条件下,应满足下式要求:

$$S \geq 0.012L + 1 \quad (6.0.15A)$$

式中: S ——导线与地线在档距中央的距离(m);

L ——档距(m)。

6.0.16 中性点非有效接地系统的设计应符合下列规定:

1 无地线的杆塔在人口密集地区应接地;

2 有地线的杆塔应接地;

2A 位于耕地中的杆塔,其接地体应埋设在耕作深度以下;

2B 位于人口密集地区和水田中的杆塔,其接地体应敷设成环形;

3 在雷季,当地面干燥时,接地杆塔工频接地电阻不宜超过表 6.0.16 所列数值。

表 6.0.16 杆塔的最大工频接地电阻

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

6.0.17 架空电力线路的钢筋混凝土杆接地时,其铁横担和地线支架、导线横担与绝缘子固定部分之间,应有可靠的电气连接并与接地引下线相连,并应符合下列规定:

1 预应力钢筋混凝土杆中的预应力钢筋不可兼作接地引下线,部分预应力钢筋混凝土杆的非预应力钢筋可兼作接地引下线;

2 利用钢筋兼作接地引下线的钢筋混凝土杆,其钢筋与接地螺母和铁横担间应有可靠的电气连接;

3 外敷的接地引下线可采用镀锌钢绞线,其截面不应小于 $25mm^2$;

4 接地体引出线的截面不应小于 $50mm^2$,并应热镀锌。

7 杆塔形式

7.0.1 架空电力线路不同电压等级线路共架的多回路杆塔,应采用高电压在上、低电压在下的布置形式。山区架空电力线路宜采用全方位长短腿的铁塔。

7.0.2 35kV~66kV 架空电力线路单回路杆塔的导线可采用三角排列或水平排列,多回路杆塔的导线可采用鼓形、伞形或双三角形排列;3kV~10kV 单回路杆塔的导线可采用三角排列或水平排列,多回路杆塔的导线可采用三角和水平混合排列或垂直排列;3kV 以下杆塔的导线可采用水平排列或垂直排列。

7.0.3 架空电力线路导线的线间距离应结合运行经验,并按下列要求确定:

1 35kV 和 66kV 杆塔的线间距离应按下列公式计算:

$$D \geq 0.4L_k + \frac{U}{110} + 0.65\sqrt{f} \quad (7.0.3-1)$$

$$D_x \geq \sqrt{D_p^2 + \left(\frac{4}{3}D_z\right)^2} \quad (7.0.3-2)$$

$$h \geq 0.75D \quad (7.0.3-3)$$

式中: D ——导线水平线间距离(m);

D_x ——导线三角排列的等效水平线间距离(m);

D_p ——导线间水平投影距离(m);

D_z ——导线间垂直投影距离(m);

L_k ——悬垂绝缘子串长度(m);

U ——系统标称电压(kV);

f ——导线最大弧垂(m);

h ——导线垂直排列的垂直线间距离(m)。

2 使用悬垂绝缘子串的杆塔,其垂直线间距离应符合下列规定:

1)66kV 杆塔不应小于 2.25m;

2)35kV 杆塔不应小于 2m。

3 3kV 以下架空电力线路,靠近电杆的两导线间的水平距离不应小于 0.5m;10kV 及以下架空电力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,应按照下列规定确定:

1)10kV 及以下架空电力线路采用裸导线时,导线最小线间距离可按表 7.0.3-1 确定。

表 7.0.3-1 裸导线最小线间距离(m)

线路电压 档距(m)	40 及以下	50	60	70	80	90	100
3kV~10kV	0.60	0.65	0.70	0.75	0.85	0.90	1.00
3kV 以下	0.30	0.40	0.45	—	—	—	—

2)10kV 及以下架空电力线路采用绝缘导线时,导线最小线间距离可按表 7.0.3-2 确定。

表 7.0.3-2 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
1kV~10kV	0.40	0.50	0.60	0.65	0.75	0.80	0.90	0.95	1.05
1kV 以下	0.30	0.40	0.45	—	—	—	—	—	—

3)1kV 及以下沿墙敷设的绝缘导线,两个导线支持点之间的距离不宜大于 6m。垂直排列支持点间距离为 6m 及以下时最小线间距离应为 0.15m,水平排列支持点间距离为 3m 及以下时最小线间距离应为 0.1m。

7.0.4 采用绝缘导线的多回路杆塔,横担间最小垂直距离,可结合地区运行经验确定。10kV 及以下多回路杆塔横担间最小垂直距离应符合表 7.0.4 的规定。

表 7.0.4 杆塔横担间最小垂直距离(m)

组合方式	直线杆	转角或分支杆
<u>1kV~10kV 与 1kV~10kV</u>	0.8	0.45/0.6
<u>1kV~10kV 与 1kV 以下</u>	1.2	1.0
<u>1kV 以下与 1kV 以下</u>	0.6	0.3

注：表中 0.45/0.6 是指距上面的横担 0.45m，距下面的横担 0.6m。

7.0.5 设计覆冰厚度为 5mm 及以下的地区，上下层导线间或导线与地线间的水平偏移，可根据运行经验确定；设计覆冰厚度为 20mm 及以上的重冰地区，导线宜采用水平排列。35kV 和 66kV 架空电力线路，在覆冰地区上下层导线间或导线与地线间的水平偏移，不应小于表 7.0.5 所列数值。

表 7.0.5 覆冰地区上下层导线间或导线与地线间的最小水平偏移

设计覆冰厚度 (mm)	最小水平偏移(m)	
	线路电压 35kV	线路电压 66kV
10	0.20	0.35
15	0.35	0.50
≥20	0.85	1.00

7.0.6 采用绝缘导线的杆塔，不同回路的导线间最小水平距离可结合地区运行经验确定；3kV~66kV 多回路杆塔，不同回路的导线间最小距离应符合表 7.0.6 的规定。

表 7.0.6 不同回路的导线间最小距离(m)

线路电压	3kV~10kV	35kV	66kV
线间距离	1.0	3.0	3.5

7.0.7 66kV 与 10kV 同杆塔共架的线路，不同电压等级导线间的垂直距离不应小于 3.5m；35kV 与 10kV 同杆塔共架的线路，不同电压等级导线间的垂直距离不应小于 2m。

8 杆塔荷载和材料

8.1 荷 载

8.1.1 风向与杆塔面垂直情况下杆塔塔身或横担风荷载的标准值,应按下式计算:

$$W_s = \beta \mu_s \mu_z A W_0 \quad (8.1.1)$$

式中: W_s ——杆塔塔身或横担风荷载的标准值(kN);

β ——风振系数,按本标准第 8.1.5 条的规定采用;

μ_s ——风荷载体型系数;

μ_z ——风压高度变化系数;

A ——杆塔结构构件迎风面的投影面积(m^2);

W_0 ——基本风压(kN/m^2)。

8.1.2 风向与线路垂直情况下导线或地线风荷载的标准值,应按下式计算:

$$W_x = \alpha \mu_{sd} d L_p W_0 \quad (8.1.2)$$

式中: W_x ——导线或地线风荷载的标准值(kN);

α ——风荷载档距系数,按本标准第 8.1.6 条的规定采用;

d ——导线或地线无冰时的外径或覆冰时的计算外径之和(m),对于分裂导线,不应考虑线间的屏蔽影响;

μ_{sd} ——风荷载体型系数,当 $d < 17mm$,取 1.2;当 $d \geq 17mm$,取 1.1;覆冰时,取 1.2;

L_p ——杆塔水平档距(m)。

8.1.3 各类杆塔均应按以下三种风向计算塔身、横担、导线或地线的风荷载:

1 风向与线路方向相垂直,转角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。

8.1.4 风向与线路方向在各种角度情况下,塔身、横担、导线或地线的风荷载垂直线路方向分量和顺线路方向分量应按表 8.1.4 采用。

表 8.1.4 风荷载垂直线路方向分量和顺线路方向分量

风向与线路 方向间 夹角($^\circ$)	塔身风荷载		横担风荷载		导线或地线风荷载	
	X	Y	X	Y	X	Y
0	0	W_{sb}	0	W_{sc}	0	$0.25W_x$
45	$0.424(W_{sa} + W_{sb})$	$0.424(W_{sa} + W_{sb})$	$0.35W_{sc}$	$0.70W_{sc}$	$0.50W_x$	$0.15W_x$
60	$0.747W_{sa} + 0.249W_{sb}$	$0.431W_{sa} + 0.144W_{sb}$	$0.40W_{sc}$	$0.55W_{sc}$	$0.75W_x$	0
90	W_{sa}	0	$0.45W_{sc}$	0	W_x	0

注:1 X 为风荷载垂直线路方向的分量,Y 为风荷载顺线路方向的分量;

2 W_{sa} 为垂直线路方向的塔身风荷载标准值;

3 W_{sb} 为顺线路方向的塔身风荷载标准值;

4 W_{sc} 为顺线路方向的横担风荷载标准值。

8.1.5 拉线高塔和其他特殊杆塔的风振系数 β ,宜按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定采用,也可按表 8.1.5 的规定采用。

表 8.1.5 杆塔的风振系数

部 位	杆塔总高度(m)		
	<30	30~50	>50
塔身	1.0	1.2	1.5
基础	1.0	1.0	1.2

8.1.6 风荷载档距系数 α 应按表 8.1.6 采用。

表 8.1.6 风荷载档距系数

基本风速 $\underline{V}(\text{m/s})$	$\underline{V} < 20$	$20 \leq \underline{V} < 30$	$30 \leq \underline{V} < 35$	$\underline{V} \geq 35$
α	1.0	0.85	0.75	0.7

8.1.7 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，附加荷载，活荷载等。

8.1.8 各类杆塔均应计算线路的运行工况、断线工况和安装工况的荷载。

8.1.9 各类杆塔的运行工况应计算下列工况的荷载：

- 1 基本风速、无冰、未断线；
- 2 覆冰、相应风速、未断线；
- 3 最低气温、无风、无冰、未断线。

8.1.10 直线型杆塔的断线工况应计算下列工况的荷载：

- 1 单回路和双回路杆塔断 1 根导线、地线未断、无风、无冰；
- 2 多回路杆塔，同档断不同相的 2 根导线、地线未断、无风、无冰；
- 3 断 1 根地线、导线未断、无风、无冰。

8.1.11 耐张型杆塔的断线工况应计算下列两种工况的荷载：

1 单回路杆塔，同档断两相导线；双回路或多回路杆塔，同档断导线的数量为杆塔上全部导线数量的 1/3；终端塔断剩两相导线、地线未断、无风、无冰；

2 断 1 根地线、导线未断、无风、无冰。

8.1.12 断线工况下，直线杆塔的导线或地线张力应符合下列规定：

- 1 单导线和地线按表 8.1.12 的规定采用；
- 2 分裂导线平地应取 1 根导线最大使用张力的 40%，山地

应取 50%；

3 针式绝缘子杆塔的导线断线张力宜大于 3000N。

表 8.1.12 直线杆塔单导线和地线的断线张力

导线或地线种类		断线张力(最大使用张力的百分数)(%)		
		混凝土杆、 钢管混凝土杆	拉线塔	自立塔
地线		15~20	30	50
导线	截面 95mm ² 及以下	30	30	40
	截面 120mm ² ~185mm ²	35	35	40
	截面 210mm ² 及以上	40	40	50

8.1.13 断线工况下,耐张型杆塔的地线张力应取地线最大使用张力的 80%,导线张力应取导线最大使用张力的 70%。

8.1.14 重冰地区各类杆塔的断线工况应按覆冰、无风、气温为一5℃计算,断线工况的覆冰荷载不应小于运行工况计算覆冰荷载的 50%,并应按所有导线及地线不均匀脱冰,一侧覆冰 100%,另一侧覆冰不大于 50%计算不平衡张力荷载。对直线杆塔,可按导线和地线不同时发生不均匀脱冰验算。对耐张型杆塔,可按导线和地线同时发生不均匀脱冰验算。

8.1.15 各类杆塔的安装工况应按安装荷载、相应风速、无冰条件计算。导线或地线及其附件的起吊安装荷载,应包括提升重力、紧线张力荷载和安装人员及工具的重力。

8.1.16 终端杆塔应按进线档已架线及未架线两种工况计算。

8.2 材 料

8.2.1 型钢铁塔及钢管杆的钢材强度设计值和标准值应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定采用。钢结构构件的孔壁承压强度设计值应按表 8.2.1-1 采用。普通螺栓和地脚螺栓的强度设计值应按表 8.2.1-2 采用。

表 8.2.1-1 钢结构构件的孔壁承压强度设计值(N/mm²)

钢材材质		Q235	Q355	Q390	Q420
孔壁承压 强度设计值	厚度≤16mm	375	510	530	560
	厚度 17mm~25mm	375	490	510	535

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 8.2.1-2 普通螺栓和地脚螺栓的强度设计值(N/mm²)

材料	等级或材质	标准直径 (mm)	抗拉强度设计值	抗剪强度设计值
普通 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
地脚 螺栓	4.6 级	≥16	160	—
	5.6 级	≥16	200	—
	8.8 级	≥16	310	—

8.2.2 环形断面钢筋混凝土杆的钢筋宜采用 HPB300、HRB400 钢筋;预应力混凝土杆的钢筋宜采用预应力钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋。

8.2.3 环形断面钢筋混凝土杆的混凝土强度不应低于 C30;预应力混凝土杆的混凝土强度不应低于 C40。其他预制混凝土构件的混凝土强度不应低于 C20。

8.2.4 混凝土和钢筋的材料强度设计值与标准值应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定采用。

8.2.5 拉线宜采用镀锌钢绞线,其强度设计值应按式计算:

$$f = \Psi_1 \Psi_2 f_u \quad (8.2.5)$$

式中: f ——钢绞线强度设计值(N/mm²);

Ψ_1 ——钢绞线强度扭绞调整系数,取 0.9;

Ψ_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/mm²)。

8.2.6 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。

9 杆塔设计

9.0.1 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,均采用荷载标准值。

9.0.2 杆塔结构构件的承载力设计,应采用下列极限状态设计表达式:

$$\gamma_0(\gamma_G C_G G_K + \Psi \gamma_Q \sum C_{Qi} Q_{iK}) \leq R \quad (9.0.2)$$

式中: γ_0 ——杆塔结构重要性系数,一般杆塔取 1.0, 66kV 架空电力线路跨越高速铁路、高速公路等区段时取 1.1;

γ_G ——永久荷载分项系数,宜取 1.2,对结构构件受力有利时可取 1.0;

γ_Q ——可变荷载分项系数,宜取 1.4;

C_G ——永久荷载的荷载效应系数;

C_{Qi} ——第 i 项可变荷载的荷载效应系数;

G_K ——永久荷载的标准值;

Q_{iK} ——第 i 项可变荷载的标准值;

Ψ ——可变荷载组合值系数,运行工况宜取 1.0;耐张型杆塔断线工况和各类杆塔的安装工况宜取 0.9;直线型杆塔断线工况和各类杆塔的验算工况宜取 0.75;

R ——结构构件抗力设计值。

9.0.3 杆塔结构构件的变形、裂缝和抗裂计算,应采用下列正常使用极限状态表达式:

$$C_G G_K + \Psi \sum C_{Qi} Q_{iK} \leq \delta \quad (9.0.3)$$

式中: δ ——结构构件的裂缝宽度或变形的限值。

9.0.4 杆塔结构正常使用极限状态的控制应符合下列规定:

1 在长期荷载作用下,杆塔的计算挠度应符合下列规定:

- 1) 无拉线直线单杆杆顶的挠度:混凝土杆不应大于杆全高的 5‰,钢管杆不应大于杆全高的 8‰,钢管混凝土杆不应大于杆全高的 7‰;
- 2) 无拉线直线铁塔塔顶的挠度不应大于塔全高的 3‰;
- 3) 拉线杆塔顶点的挠度不应大于杆塔全高的 4‰;
- 4) 拉线杆塔拉线点以下杆塔身的挠度不应大于拉线点高的 2‰;
- 5) 耐张型塔塔顶的挠度不应大于塔全高的 7‰;
- 6) 单柱耐张型杆杆顶的挠度不应大于杆全高的 15‰。

2 在运行工况的荷载作用下,钢筋混凝土构件的计算裂缝宽度不应大于 0.2mm,部分预应力混凝土构件的计算裂缝宽度不应大于 0.1mm;预应力钢筋混凝土构件的混凝土拉应力限制系数不应大于 1.0。

10 杆塔结构

10.1 一般规定

10.1.1 钢结构构件的长细比不宜超过表 10.1.1 所列数值。

表 10.1.1 钢结构构件的长细比

钢结构构件	钢结构构件的长细比
塔身及横担受压主材	150
塔腿受压斜材	180
其他受压材	220
辅助材	250
受拉材	400

注：柔性预拉力腹杆可不受长细比限制。

10.1.2 拉线杆塔主柱的长细比不宜超过表 10.1.2 所列数值。

表 10.1.2 拉线杆塔主柱的长细比

拉线杆塔主柱	拉线杆塔主柱的长细比
单柱铁塔	80
双柱铁塔	110
钢筋混凝土耐张杆	160
钢筋混凝土直线杆	180
预应力混凝土耐张杆	180
预应力混凝土直线杆	200
空心钢管混凝土直线杆	200

10.1.3 无拉线锥型单杆可按受弯构件进行计算，弯矩应乘以增大系数 1.1。

10.1.4 铁塔的造型设计和节点设计，应传力清楚、外观顺畅、构造简洁。节点可采用准线与准线交会，也可采用准线与角钢背交

会的方式。受力材之间的夹角不应小于 15° 。

10.1.5 钢结构构件的计算应计入节点和连接的状况对构件承载力的影响,并应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

10.1.6 环形截面混凝土构件的计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB /T 50010 的有关规定。

10.1.7 焊接铁塔应在工厂加工焊接。

10.1.8 钢管杆杆段之间的连接可采用法兰、插接或焊接。

10.2 构造要求

10.2.1 钢结构构件宜采用热镀锌防腐。大型构件采用热镀锌有困难时,可采用其他防腐措施。

10.2.2 型钢钢结构中,钢板厚度不宜小于 4mm,角钢规格不宜小于等边角钢 $L40 \times 3$ 。节点板的厚度应大于斜材或横材肢厚度的 20%,当斜材长细比不大于 120 时,节点板应加厚 1mm~2mm。

10.2.3 用于连接受力杆件的螺栓,直径不宜小于 12mm。构件上的孔径宜比螺栓直径大 1 mm~1.5mm。

10.2.4 主材接头每端不宜小于 6 个螺栓,斜材对接接头每端不宜少于 4 个螺栓。

10.2.5 承受剪力的螺栓,其承剪部分不宜有螺纹。

10.2.6 铁塔的下部距地面 4m 以下部分和拉线的下部调整螺栓应采用防盗螺栓。

10.2.7 环形截面钢筋混凝土受弯构件的最小配筋量应符合表 10.2.7 的要求。

表 10.2.7 环形截面钢筋混凝土受弯构件最小配筋量

环形截面的外径 (mm)	200	250	300	350	400
最小配筋量	8 ϕ 10	10 ϕ 10	12 ϕ 12	14 ϕ 12	16 ϕ 12

10.2.8 环形截面钢筋混凝土受弯构件的主筋直径不宜小于

10mm,且不宜大于 20mm;主筋净距宜采用 30 mm~70mm。

10.2.9 用离心法生产的电杆,混凝土保护层不宜小于 15mm,节点预留孔宜设置钢管。

10.2.10 拉线宜采用镀锌钢绞线,截面不应小于 25mm^2 。拉线棒的直径不应小于 16mm,且应采用热镀锌。

10.2.11 跨越道路的拉线,对路边的垂直距离不宜小于 6m。拉线柱的倾斜角宜采用 $10^\circ\sim 20^\circ$ 。

11 基 础

11.0.1 基础的形式应根据线路沿线的地形、地质、材料来源、施工条件和杆塔形式等因素综合确定。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形式。

11.0.2 基础应根据杆位或塔位的地质、水文资料进行设计。现场浇筑钢筋混凝土基础的混凝土强度等级不应低于C25。

11.0.3 基础设计应考虑地下水位季节性的变化。位于地下水位以下的基础和土壤应考虑水的浮力并取有效重度。计算直线杆塔基础的抗拔稳定时,对塑性指数大于10的黏性土可取天然重度。黏性土应根据塑性指数分为粉质黏土和黏土。

11.0.4 岩石基础应根据有关规程、规范进行鉴定,并宜选择有代表性的塔位进行试验。

11.0.5 原状土基础在计算上拔稳定时,抗拔深度应扣除表层非原状土的厚度。

11.0.6 基础的埋置深度不应小于0.5m。在有冻胀性土的地区,埋深应根据地基土的冻结深度和冻胀性土的类别确定。有冻胀性土的地区的钢筋混凝土杆和基础应采取防冻胀的措施。

11.0.7 设置在河流两岸或河中的基础应根据地质水文资料进行设计,并应计入水流对地基的冲刷和漂浮物对基础的撞击影响。

11.0.8 基础设计时,基础作用力计算应计入杆塔风振系数。当杆塔全高超过50m时,风振系数取1.2;当杆塔全高未超过50m时,风振系数取1.0。

11.0.9 基础底面压应力应符合下列公式的要求:

$$P \leq f \quad (11.0.9-1)$$

式中: P ——作用于基础底面处的平均压力标准值(N/m²);

f ——地基承载力设计值。

当偏心荷载作用时,除符合公式(11.0.9-1)要求外,尚应符合下式要求:

$$P_{\max} \leq 1.2f \quad (11.0.9-2)$$

式中: $P_{\max}$ ——作用于基础底面边缘的最大压力标准值(N/m^2)。

11.0.10 基础抗拔稳定应符合下式要求:

$$N \leq \frac{G}{\gamma_{R1}} + \frac{G_0}{\gamma_{R2}} \quad (11.0.10)$$

式中: N ——基础上拔力标准值(kN);

G ——采用土重法计算时,为倒截锥体的土体重力标准值;
采用剪切法计算时,为土体滑动面上土剪切抗力的
竖向分量与土体重力之和(kN);

G_0 ——基础自重力标准值(kN);

γ_{R1} ——土重上拔稳定系数,按本标准第 11.0.12 条的规定
采用;

γ_{R2} ——基础自重上拔稳定系数,按本标准第 11.0.12 条的
规定采用。

11.0.11 基础倾覆稳定应符合下列公式的要求:

$$\gamma_s \cdot F_0 \leq F_j \quad (11.0.11-1)$$

$$\gamma_s \cdot M_0 \leq M_j \quad (11.0.11-2)$$

式中: F_0 ——作用于基础的倾覆力标准值(kN);

F_j ——基础的极限倾覆力(kN);

M_0 ——作用于基础的倾覆力矩标准值($\text{kN} \cdot \text{m}$);

M_j ——基础的极限倾覆力矩($\text{kN} \cdot \text{m}$);

γ_s ——倾覆稳定系数,按本标准第 11.0.12 条的规定
采用。

11.0.12 基础上拔稳定计算的土重上拔稳定系数 γ_{R1} 、基础自重上拔稳定系数 γ_{R2} 和倾覆计算的倾覆稳定系数 γ_s 应按表 11.0.12 采用。

表 11.0.12 上拔稳定系数和倾覆稳定系数

杆塔类型	γ_{R1}	γ_{R2}	γ_S
直线杆塔	1.6	1.2	1.5
直线转角或耐张杆塔	2.0	1.3	1.8
转角或终端杆塔	2.5	1.5	2.2

11.0.13 混凝土杆基础应进行下压及倾覆稳定计算,应根据计算结果设置底盘、卡盘及拉线盘。底盘、卡盘及拉线盘材料可采用钢筋混凝土或石材,并应进行验算。

12 杆塔定位、对地距离和交叉跨越

12.0.1 转角杆塔的位置应根据线路路径、耐张段长度、施工和运行维护条件等因素综合确定。直线杆塔的位置应根据导线对地面距离、导线对被交叉物距离或控制档距确定。

12.0.2 10kV 及以下架空电力线路的档距可采用表 12.0.2 所列数值。市区 66kV、35kV 架空电力线路,应综合考虑城市发展等因素,档距不宜过大。

表 12.0.2 10kV 及以下架空电力线路的档距(m)

区 域	档 距	
	线 路 电 压	
	3kV~10kV	3kV 以下
市 区	45~50	40~50
郊 区	50~100	40~60

12.0.3 杆塔定位应考虑杆塔和基础的稳定性,并应便于施工和运行维护。不宜在下述地点设置杆塔:

- 1 可能发生滑坡或山洪冲刷的地点;
- 2 容易被车辆碰撞的地点;
- 3 可能变为河道的不稳定河流变迁地区;
- 4 局部不良地质地点;
- 5 地下管线的井孔附近和影响安全运行的地点。

12.0.4 架空电力线路中较长的耐张段,每 10 基应设置 1 基加强型直线杆塔。

12.0.5 当跨越其他架空线路时,跨越杆塔宜靠近被跨越线路设置。

12.0.6 导线与地面、建筑物、树木、铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路间的距离,应符合下列规定:

1 导线应根据最高温度情况或覆冰情况求得的最大弧垂、最大风速情况或覆冰情况求得的最大风偏进行计算;

1A 导线按允许温度 70℃ 设计时,最高温度应取 40℃;导线按允许温度 80℃ 设计时,最高温度应取 50℃;

2 计算上述距离应计入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;

3 当架空电力线路与标准轨距铁路、高速公路和一级公路交叉,且架空电力线路的档距超过 200m 时,最大弧垂应按导线允许温度计算。

12.0.7 导线与地面的最小距离,在最大计算弧垂情况下,应符合表 12.0.7 的规定。

表 12.0.7 导线与地面的最小距离(m)

线路经过区域	最小距离		
	线路电压		
	3kV 以下	3kV~10kV	35kV~66kV
人口密集地区	6.0	6.5	7.0
人口稀少地区	5.0	5.5	6.0
交通困难地区	4.0	4.5	5.0

12.0.8 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 12.0.8 的规定。

表 12.0.8 导线与山坡、峭壁、岩石间的最小距离(m)

线路经过地区	最小距离		
	线路电压		
	3kV 以下	3kV~10kV	35kV~66kV
步行可以到达的山坡	3.0	4.5	5.0
步行不能到达的山坡、峭壁、岩石	1.0	1.5	3.0

12.0.9 导线与建筑物之间的垂直距离,在最大计算弧垂情况下,应符合表 12.0.9 的规定。

表 12.0.9 导线与建筑物间的最小垂直距离(m)

线路电压	3kV 以下	3kV~10kV	35kV	66kV
距离	3.0	3.0	4.0	5.0

12.0.10 架空电力线路在最大计算风偏情况下,边导线与城市多层建筑或城市规划建筑线间的最小水平距离,以及边导线与不在规划范围内的城市建筑物间的最小距离,应符合表 12.0.10 的规定。架空电力线路边导线与不在规划范围内的建筑物间的水平距离,在无风偏情况下,不应小于表 12.0.10 所列数值的 50%。

表 12.0.10 边导线与建筑物间的最小距离(m)

线路电压	3kV 以下	3kV~10kV	35kV	66kV
距离	1.0	1.5	3.0	4.0

12.0.11 导线与树木(考虑自然生长高度)之间的最小垂直距离,应符合表 12.0.11 的规定。

表 12.0.11 导线与树木之间的最小垂直距离(m)

线路电压	3kV 以下	3kV~10kV	35kV~66kV
距离	3.0	3.0	4.0

12.0.12 导线与公园、绿化区或防护林带的树木之间的最小距离,在最大计算风偏情况下,应符合表 12.0.12 的规定。

表 12.0.12 导线与公园、绿化区或防护林带的树木之间的最小距离(m)

线路电压	3kV 以下	3kV~10kV	35kV~66kV
距离	3.0	3.0	3.5

12.0.13 导线与果树、经济作物或城市绿化灌木之间的最小垂直距离,在最大计算弧垂情况下,应符合表 12.0.13 的规定。

表 12.0.13 导线与果树、经济作物或城市绿化灌木之间的最小垂直距离(m)

线路电压	3kV 以下	3kV~10kV	35kV~66kV
距离	1.5	1.5	3.0

12.0.14 导线与街道行道树之间的最小距离,应符合表 12.0.14 的规定。

表 12.0.14 导线与街道行道树之间的最小距离(m)

检 验 状 况	最 小 距 离		
	线 路 电 压		
	3kV 以下	3kV~10kV	35kV~66kV
最大计算弧垂情况下的垂直距离	1.0	1.5	3.0
最大计算风偏情况下的水平距离	1.0	2.0	3.5

12.0.15 10kV 及以下采用绝缘导线的架空电力线路,除导线与地面的距离和重要交叉跨越距离之外,其他最小距离的规定,可结合地区运行经验确定。

12.0.16 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,应符合表 12.0.16 的规定。

表 12.0.16 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)	通航河流	不通航 河流	架空线路弱电 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	标准轨距: 不得接头 窄轨:不限制	高速公路和一级、 二级公路及城市 一、二级道路;不得接头 三、四级公路和城市 三级道路;不限制	不得接头	不得接头	不限制	一、二级: 不得接头 三级:不限制	35kV 及 以上:不得接头 10kV 及 以下:不限制	不得 接头	不得 接头
交叉档导线 最小截面	—								
交叉档距绝缘 子固定方式	双固定	高速公路和一级、 二级公路及 城市一、二级道路 为双固定	双固定	双固定	不限制	10kV 及以下 线路跨一、二级 为双固定	10kV 线路跨 6kV~10kV 线路为双固定	双固定	双固定
最小 垂直 距离 (m)	线路 电压	至承 至 标准 轨顶 轨顶	至承 至 力索 或接 触线	至路面 至路面	至最高航 行水位的 桅杆	至被 跨越线	至被 跨越线	至管道 至任何部分	至管道 至任何部分
	35kV~ 66kV	7.5 7.5 3.0	10.0 3.0 3.0	6.0 2.0 3.0 5.0	3.0 5.0	3.0	3.0	4.0	3.0
	3kV~ 10kV	7.5 6.0 3.0	9.0 3.0 3.0	6.0 1.5 3.0 5.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0
	3kV 以下	7.5 6.0 3.0	9.0 3.0 3.0	6.0 1.0 3.0 5.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5

续表 12.0.16

项目	铁路	公路和道路	电车道 (有轨及无轨)	通航河流	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
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	边导线至斜坡上缘 (线路与拉纤小路平行)	边导线间	至坡跨越线	边导线至管道、 索道任何部分	边导线至管道、 索道任何部分	边导线至管道、 索道任何部分
最小水平距离 (m)	交叉	平行	交叉	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘
35kV~66kV	30	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘
3kV~10kV	5	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘
3kV以下	5	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘	杆塔外缘至 路基边缘
其他要求	35kV~66kV 不宜在铁路出站 信号机以内跨越	在不受环境和规划 限制的地区架空电 力线路与国道的距离 不宜小于 20m,省道不宜 小于 15m,县道不宜小于 10m,乡道不宜小于 5m	—	最高洪水水位时,有抗洪抢险 船只航行的河流,垂直 距离应协商确定	电力线应架设在 上方;交叉点 应尽量靠近杆 塔,但不应小于 7m(市区除外)	电压高的线路 应架设在电压 低的线路上方; 电压相同时 公用线应在 专用线上方	与索道交叉,如索道 在上方,下方索道应 装设保护措施;交叉点 不应设在管道检查井处; 与管道、索道平行,交 叉时,管道、索道应接地	与管道、索道交叉,如索道 在上方,下方索道应 装设保护措施;交叉点 不应设在管道检查井处; 与管道、索道平行,交 叉时,管道、索道应接地	与管道、索道交叉,如索道 在上方,下方索道应 装设保护措施;交叉点 不应设在管道检查井处; 与管道、索道平行,交 叉时,管道、索道应接地

注:1 特殊管道指架设在输送易燃、易爆物的管道;

2 管道、索道上的附属设施,应视为管道、索道的一部分;

3 常年高水位是指 5 年一遇洪水水位,最高洪水水位是指百年一遇洪水水位,对 10kV 及以下架空电力线路是指 50 年一遇洪水水位;

4 不能通航河流指不能通航,也不能浮运的河流;

5 对路经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。

13 附属设施

13.0.1 杆塔上应设置线路名称和杆塔号的标志。35kV 和 66kV 架空电力线路的耐张型杆塔、分支杆塔、换位杆塔前后各一基杆塔上,均应设置相位标志。

13.0.2 新建架空电力线路,在难以通过的地段可修建人行巡线小道、便桥或采取其他措施。

14 劳动安全和职业卫生

14.0.1 架空电力线路设计应满足国家有关防火、防爆、防尘、防毒等劳动保护与安全卫生的要求。

14.0.2 架空电力线路高杆塔可采取高空作业人员防坠落安全保护措施。

14.0.3 架空电力线路在施工时,针对由邻近电力线路产生的电磁感应电压应落实好劳动安全措施。

14.0.4 架空电力线路杆塔及拉线位于市区和人口密集地区时,应有禁止攀爬的安全警示装置。

15 环 境 保 护

15.0.1 山区架空电力线路设计应采取减少山体开挖的措施,有条件的地区应采用原状土基础、高低柱基础和长短腿铁塔。

15.0.2 架空电力线路经过经济作物或林区时应减少树木砍伐,35kV 和 66kV 架空电力线路宜采用跨越设计。

附录 A 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、自治区、直辖市人民政府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；重要的国际线路和国防线路；铁道部与各铁路局及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、自治区、直辖市人民政府所在地与各地(市)、县及其相互间的通信线路，相邻两省(自治区)各地(市)、县相互间通信线路，一般市内电话线路；铁路局与各站、段及站相互间的线路，铁路信号闭塞装置的线路。

三级——县至区、乡人民政府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 架空电力线路环境污秽等级

表 B 架空电力线路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	盐密 (mg/cm^3)	瓷绝缘单位爬电距离 (cm/kV)	
				中性点直接接地	中性点非直接接地
E1	很少有人类活动,植被覆盖好,且距海、沙漠或开阔干地 $>50\text{km}^{\text{①}}$; 距大、中城市 $>30\text{km}\sim 50\text{km}$; 距上述污染源更短距离以内,但污染源不在积污期主导风上	a 很轻 ^②	0~0.03 (强电解质)	1.6	1.9
E2	人口密度 $500\text{人}/\text{km}^2\sim 1000\text{人}/\text{km}^2$ 的农业耕作区,且距海、沙漠或开阔干地 $>10\text{km}\sim 50\text{km}$; 距大、中城市 $15\text{km}\sim 50\text{km}$; 距重要交通干线沿线 1km 以内; 距上述污染源更短距离以内,但污染源不在积污期主导风上; 工业废气排放强度 <1000 万标 m^3/km^2 ; 积污期干旱少雾少凝露的内陆盐碱(含盐量小于 0.3%)地区	b 轻	0.03~ 0.06	1.6~1.8	1.9~2.2
E3	人口密度 $1000\text{人}/\text{km}^2\sim 10000\text{人}/\text{km}^2$ 的农业耕作区,且距海、沙漠或开阔干地 $>3\text{km}\sim 10\text{km}^{\text{①}}$; 距大、中城市 $15\text{km}\sim 20\text{km}$; 距重要交通干线沿线 0.5km 及一般交通线 0.1km 以内; 距上述污染源更短距离以内,但污染源不在积污期主导风上; 包括乡镇工业在内工业废气排放强度 ≤ 1000 万标 $\text{m}^3/\text{km}^2\sim 3000$ 万标 m^3/km^2 ; 退海轻盐碱和内陆中等盐碱(含盐量 $0.3\%\sim 0.6\%$)地区	c 中	0.03~ 0.10	1.8~2.0	2.2~2.6

续表 B

示例	典型环境的描述	现场污秽度分级	盐密 (mg/cm^2)	瓷绝缘单位爬电距离 (cm/kV)	
				中性点直接接地	中性点非直接接地
E4	距上述 E3 污染源更远的距离 (在 b 级污区的范围以内), 但: • 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 E3 类地区; • 灰密为等值盐密 5 倍~10 倍及以上的地区	c 中	0.05~0.10	2.0~2.6	2.6~3.0
E5	人口密度 >10000 人/ km^2 的居民区和交通枢纽; 距海、沙漠或开阔干地 3km 以内; 距独立化工及燃煤工业源 0.5km~2km 以内; 距乡镇工业密集区及重要交通干线 0.2km; 重盐碱 (含盐量 0.6%~1.0%) 地区	d 重	0.10~0.25	2.6~3.0	3.0~3.5
E6	距上述 E5 污染源更远的距离 (与 c 级污区对应的距离), 但: • 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; • 灰密为等值盐密 5 倍~10 倍及以上的地区	d 重	0.25~0.30	3.0~3.4	3.5~4.0
E7	沿海 1km 和含盐量 $>1.0\%$ 的盐土、沙漠地区; 在化工、燃煤工业源区以内及距此类独立工业源 0.5km; 距污染源的距离等同于 d 级污区, 且: • 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 很重	>0.30	3.4~3.8	4.0~4.5

注: 计算瓷绝缘单位爬电距离的电压是最高电压。

① 大风和台风影响可能使距海岸 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, 我国中东部地区电网不宜设“很轻”污秽区。

③ 取决于沿海的地形和风力。

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

《建筑结构荷载规范》GB 50009

《混凝土结构设计标准》GB /T 50010

《建筑设计防火规范》GB 50016

《钢结构设计标准》GB 50017

中华人民共和国国家标准

66kV 及以下架空电力线路设计标准

GB 50061—2010

(2025 年版)

条文说明

修 订 说 明

根据原建设部《关于印发〈二〇〇四年工程建设国家标准制定、修订计划〉的通知》(建标〔2004〕67号)的要求,编制组开展修订《66kV及以下架空电力线路设计规范》GB 50061—97(以下简称“原规范”)的工作。

本次修订的主要内容:

1. 增加了术语。

2. 增加了有利于环境保护和资源综合利用的要求。

3. 为了有利于国家各种设施的协调建设,对原规范第 2.0.3 条进行了修改,减小了架空电力线路跨越架空弱电线路的交叉角度。

4. 根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定,对原规范第 2.0.3 条关于架空电力线路与有关建筑物等设施的安全距离进行了调整。

5. 根据国家标准《污秽条件下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 16434 对附录 B 进行了修订。

6. 根据来函意见反映张力要求过大,将原规范第 7.1.12 条“针式绝缘子杆塔的导线断线张力不应小于 3000N”改为“针式绝缘子杆塔的导线断线张力宜大于 3000N”。

7. 依据《架空送电线路基础设计技术规定》DL/T 5219—2005,在本规范中增加第 11.0.5 条“原状土基础在计算上拔稳定时,抗拔深度应扣除表层非原状土的厚度”的规定。

8. 依据《架空送电线路基础设计技术规定》DL/T 5219—2005,在本规范中增加第 11.0.8 条“基础设计(包括地脚螺栓、插

入角钢设计)时,基础作用力计算应计入杆塔风荷载调整系数。当杆塔全高超过 50m 时,风荷载调整系数取 1.3;当杆塔全高未超过 50m 时,风荷载调整系数取 1.0”的规定。

9. 根据《中华人民共和国自然保护区管理条例》第三十二条“在自然保护区的核心区和缓冲区内,不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内,不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施”的规定,增加了第 3.0.7 条“35kV 和 66kV 架空电力线路不宜通过国家批准的自然保护区的核心区和缓冲区内”的要求。

为了广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能理解和执行条文规定,本规范编制组按章、节、条顺序编制了条文说明,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,并着重对强制性条文的强制性理由做了解释。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)
2 术 语	(54)
3 路 径	(55)
4 气象条件	(58)
5 导线、地线、绝缘子和金具	(59)
5.1 一般规定	(59)
5.2 架线设计	(61)
5.3 绝缘子和金具	(62)
6 绝缘配合、防雷和接地	(63)
7 杆塔形式	(64)
8 杆塔荷载和材料	(66)
8.1 荷载	(66)
8.2 材料	(67)
9 杆塔设计	(69)
10 杆塔结构	(71)
10.1 一般规定	(71)
10.2 构造要求	(71)
11 基 础	(72)
12 杆塔定位、对地距离和交叉跨越	(75)
14 <u>劳动安全和职业卫生</u>	(78)
15 <u>环境保护</u>	(79)
附录 B 架空电力线路环境污秽等级	(80)

1 总 则

1.0.2 本标准确定为 66kV 以及下交流架空电力线路的设计。

1.0.3 架空电力线路设计包括线路安装和线路杆塔结构设计两大部分。线路安装设计包括路径设计、杆塔定位设计、架线设计、防雷设计和附属设施设计。线路杆塔结构设计包括杆塔及其基础的设计。条文中的共性要求,即针对上述设计内容制定。对新技术应持既积极又慎重的态度,这是根据电力线路不同于其他建筑设施的特点而制定的。

1.0.4 以概率理论为基础的极限状态设计法是当前国际上结构设计较先进的方法。这种方法以结构的失效概率来定义结构的可靠度,并以与其对应的可靠指标来度量结构的可靠度,能够较好地反映结构可靠度的实质,使概念更科学和明确。按照现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的要求,本标准杆塔结构设计采用概率极限状态设计法。

架空电力线路架线设计是以导线或地线的最大使用张力和平均运行张力同时作为控制条件进行计算的;而连接导线或地线的绝缘子和金具是以安全系数设计法进行选型计算的。这些均属于定值设计法。

1.0.5 增加了术语和定义章节。

1.0.6 增加了有利于环境保护和资源的综合利用的要求。

2 术 语

2.0.8、2.0.9 这两条引用现行国家标准《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 1001.1 中的术语。

2.0.13~2.0.16 这四条引用现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 中的相关术语。

3 路 径

3.0.1 架空电力线路路径的选择是一项非常重要的工作,对架空电力线路的造价、安全性和适用性影响至关重要。近年来由于工农业设施和市政设施的不断发展,线路路径的选择越来越困难。因此在选择线路路径时,应认真进行调查。

对各种影响因素,如地理条件、地形条件、交通条件、运行和施工条件等,应进行综合比较。对影响路径选择的重要环节,应在选线时进行比较深入的技术经济比较。

3.0.2 市区线路路径的选择具有与一般地区完全不同的特点,其中最首要的依据就是规划。城市的总体规划均包括电力线路走廊及各种管线位置的安排,旧市区改造和电力负荷增长受各种因素的限制,很难做到同点规划,因此,作为电力设计部门,应及时报出电力建设的近期和远景规划,积极与规划部门配合,避免反复改建临时性线路,尽量争取做到统一规划。

3.0.3 科学合理的选择架空电力线路路径,是架空电力线路安全运行、施工方便、造价合理的基本保证,也能提高架空电力线路的综合经济技术效益和社会效益。本条提出的要求是基本原则,在具体工程设计中应根据实际情况贯彻执行。

影响路径的主要因素概括起来为下述三个方面:

- (1)与规划布局的关系,工程环境条件等自然因素;
- (2)线路施工、运行和其他设施的相互影响及交通条件;
- (3)远、近期的结合。

因此,应在正确处理好上述因素的基础上,统筹兼顾、经济合理地选出路径方案。《电力设施保护条例》规定现有电力线路保护区内不得兴建建筑物、构筑物,并规定新建架空电力线路一般不得

跨越房屋,且不得跨越储存易燃、易爆物品仓库的区域。

本条第 7 款根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定了架空电力线路与甲、乙类厂房(仓库),可燃材料堆垛,甲、乙、丙类液体储罐,液化石油气储罐,可燃、助燃气体储罐的最近水平距离要求。

实践证明,高压架空电力线路与储量大的液化石油气储罐的最近水平距离为杆塔高度的 1.5 倍,为了确保安全,需要适当加大。因此,根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016, 35kV 及以上的高压架空电力线路与单罐容积大于 200m^3 或总容积大于 1000m^3 的液化石油气储罐(区)的最近水平距离不应小于 40m。

表 3.0.3A 根据现行国家标准《石油库设计规范》GB/T 50074 补充了架空电力线路与水运装卸码头及石油库的铁路罐车、汽车罐车装卸设施和其他易燃、可燃液体设施的最小水平距离要求。

根据线路运行经验,架空电力线路应避免洼地、不良地质地区等可能引起杆塔倾斜、沉陷的地段,当无法避让时,应对杆位和塔位场地的稳定性进行评估;本条增加了架空电力线路宜避开易舞动区等内容,当无法避让时,宜对铁塔、金具等适当加强设计,并安装或预留防舞装置。

3.0.4 线路通过林区,为防止树木触及线路和导线,影响线路安全运行或造成其他事故,同时便于线路施工和维护,应留有通道。考虑到保护森林资源,不应砍伐更多的树木,本条提出线路通道的具体规定。

调查中,少数地区由于树木倾倒,砸断导线的事故时有发生,有的受到树枝影响,危及安全供、用电,应该引起重视。

3.0.5 果林、经济作物林有较大经济价值和效益,线路应尽量避开。必须通过时,应考虑生长高度并保持一定距离。不砍伐通道的主要目的是保护经济作物林,设计人员对此应充分考虑。

3.0.6 耐张段长度的规定,是针对大多数施工单位和运行单位的现状提出的。如果施工和运行条件允许,可以不受此限。

3.0.7 根据中共中央办公厅、国务院印发的《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》第三章第十四条“实行自然保护地差别化管控。根据各类自然保护地功能定位,既严格保护又便于基层操作,合理分区,实行差别化管控。国家公园和自然保护区实行分区管控,原则上核心保护区内禁止人为活动,一般控制区内限制人为活动。自然公园原则上按一般控制区管理,限制人为活动。结合历史遗留问题处理,分类分区制定管理规范”的规定,35kV 和 66kV 线路不宜通过国家公园和自然保护区的核心保护区。

3.0.8 中国铁路总公司《铁路技术管理规程(高速铁路部分)》第七章第 184 条规定,35kV 及以下的电线路(包括通信线路、广播电视线路等)不得跨越接触网,应由地下穿过铁路。66kV 架空电力线路跨越高速铁路、高速公路的区段需提高线路安全水平,并应满足相关建设管理单位和产权单位的要求,必要时需按稀有覆冰厚度进行验算。稀有覆冰厚度可按历史上有记录的稀有覆冰资料选定。

4 气象条件

4.0.1 多年运行、施工等工程实践证明,本条中的规定是合适的。

4.0.4 根据本次修订的调研、搜资意见反馈情况,本条中安装工况的风速和覆冰要求仍沿用原规范的相关取值。补充了最低气温为 0°C 及以上的地区安装工况的设计气温值。

安装工况设计气温主要用于设计杆塔时控制导线和地线的张力水平。通常情况下当地最低气温在一年中持续的时间很短,在此温度施工的概率很低。所以,综合考虑杆塔设计和施工的可能性,安装工况的设计气温通常取能够施工的最低温度偏上一些。对于 -40°C 及以下的地区,冬季施工环境极为恶劣,因为一般在低于 -15°C 时就停止施工了。对于当地最低气温为 0°C 及以上的地区,施工不受环境温度的制约。

4.0.11 偏远地区 66kV 及以下电力线路收集沿线基本风速资料比较困难,当无可靠资料时,可采用现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中的基本风压分布图或基本风压表作为基本风速的设计依据。但应注意,重现期应折算成 30 年一遇。

4.0.12 根据现行行业标准《架空输电线路荷载规范》DL/T 5551 和综合技术分析,补充了断联工况的设计气温、风速和覆冰要求。

5 导线、地线、绝缘子和金具

5.1 一般规定

5.1.1 近 20 年,各种新型低弧垂大容量导线(如殷钢芯铝合金导线、间隙型导线以及碳纤维复合芯导线等)相继国产化,并广泛应用于 66kV 和 35kV 电力线路上,为提高输电能力发挥了重要的作用。因此,在电力负荷较大的电力线路使用低弧垂大容量导线是解决输电能力不足的一种新选择。

殷钢芯铝合金导线和碳纤维复合芯导线等低弧垂大容量导线均由两种材料复合而成,其特点是芯线的线膨胀系数很低(通常在 $1.6 \times 10^{-6} \sim 3.6 \times 10^{-6}$ 左右),由于承载张力的芯线和载流的外层铝线二者的线膨胀系数相差很大,当导线的温度升高时,铝线长度随温度升高的伸长量大于芯线,铝线所承载的导线张力将逐渐向芯线转移,当导线温度升高到一定程度时,铝线完全松弛,所承载的张力降至零,导线的张力全部由芯线承担,我们将此时的温度称为“过渡点温度”。在计算导线弧垂和张力时,如低于过渡点温度,导线张力由外层铝线和芯线共同承担;如高于过渡点温度,导线张力仅由芯线承担;这种计算弧垂和张力的理论和方法与目前所采用的“弹性伸长模型”加等效温升是不同的。通常,在计算这类导线的弧垂和张力时,可根据生产厂家提供的有关试验数据和工程试验数据进行计算,也可采用国际大电网委员会 B2-12 *Sag-tension Calculation Methods for Overhead Lines* 中所推荐的“试验塑性伸长模型”和工程试验数据计算。

型线同心绞架空导线采用钢芯和梯形(或 S/Z 形)铝(合金)型线同心绞合而成,这种导线的表面比圆线更光滑、密实,导线表面不容易结冰,因此,在覆冰地区采用型线同心绞架空导线有利于

减小导线的覆冰厚度。

5.1.3 影响导线型号选择的因素比较多,因此本条规定根据电力系统规划和工程技术条件综合确定。

5.1.5 66kV、35kV 架空电力线路宜按经济电流密度选择导线截面,10kV 及以下架空电力线路可按允许电压降选择导线截面。导线截面也可根据 5 年~10 年的电力发展规划进行选择。导线截面都应按机械强度和允许发热条件进行校验。

5.1.6 本条规定 66kV 架空电力线路采用钢芯铝绞线和钢芯铝合金绞线的允许温度可采用 80℃,是根据有关工程实践和试验研究成果确定的。

1 绞线的允许温度是由其强度损失决定的,而强度损失取决于外层铝绞线的退火温度。试验结果表明,铝线退火的起始温度为 93℃。在 80℃ 下长期运行,硬铝线的强度损失可以忽略不计,铝合金的强度损失最大也不超过 3%。同时,强度损失的量还取决于温度和持续时间,且影响是累积的,在相同温度下,40 年间每年 10h 与连续 400h 对导线产生的效果是基本相同的。我国辽宁等地的工程实践证明,硬铝线和铝合金线在 80℃ 下长期运行是安全的。美国、日本、法国、德国、意大利等许多国家将钢芯铝绞线和钢芯铝合金绞线的允许温度限制在 80℃、85℃,甚至 90℃。

根据有关的研究计算,导线允许温度按 80℃ 设计,载流能力较 70℃ 可提高 23%~27%,这有利于在不改变导线规格的情况下提高载流量。

当导线允许温度按 80℃ 设计时,计算弧垂的最高温度应在当地最高气温的基础上提高 10℃。

2 基于本条第 1 款的条文说明,铝包钢芯铝绞线的允许温度提高至 80℃。同时,建议铝包钢绞线的允许温度也为 80℃。

3 耐高温大容量导线(如钢芯软铝导线、殷钢芯铝合金导线、间隙型导线以及碳纤维复合芯导线等),导线运行的允许温度较高。可根据具体工程要求的载流量确定最高运行温度,为安全起

见,导线最大弧垂宜采用最高运行温度计算。

5.1.7 根据我国电力线路运行经验以及国外对雷击试验的总结,材料股线的抗雷击性能与其直径成正比,与其导电率成反比。因此,架空地线宜选用单股直径较大的地线。

5.1.8 为减少金具的磁滞损耗和涡流损耗,直接与导线相接触的金具宜采用非铁质节能金具。

5.2 架线设计

5.2.1 以最大使用张力、平均运行张力和导线与地线之间的距离作为架线设计计算的控制条件,是比较成熟的设计方法。特别是平均运行张力这一控制条件,在导线或地线的运行过程中尤为重要,因为断股是威胁导线或地线安全的重要因素,而平均运行张力又是能否发生断股的内在因素。导线或地线的安全运行是受最大使用张力和平均运行张力两个条件控制。自1964年由电力部修订导线或地线的平均运行张力上限以来,各地的导线和地线运行状况良好,本标准仍予保留。

5.2.3A 以往66kV架空电力线路导线的安全系数大多采用2.75或以上,悬挂点导线张力不受控制。近些年,66kV架空电力线路导线的安全系数采用2.5已成趋势,对高差较大的架空电力线路,悬挂点导线安全系数控制在不小于2.25很有必要。

5.2.5 塑性伸长对导线或地线弧垂的影响常采用降温法补偿。表5.2.5中对钢芯铝绞线的降温值做了细分,根据现行国家标准《同心绞架空导线性能计算方法》GB/T 36551补充了铝绞线和铝合金绞线的降温值。对于铝包钢绞线等不在表5.2.5范围内的绞线的塑性伸长和降温值要根据实际工程中导线或地线制造厂家的试验数据确定。

5.2.6 考虑到10kV及以下架空电力线路档距较小,导线张力较小,许多地区采用减小弧垂法已有多年,故10kV及以下架空电力线路仍沿用减少弧垂法补偿塑性伸长对弧垂的影响。

5.3 绝缘子和金具

5.3.1 为了与有关规程、规范协调一致,本标准把按机电破坏荷载计算,改为按机械破坏荷载计算。机械破坏荷载:在规定的试验条件下,绝缘子串元件试验时所能达到的最大荷载(试验条件:绝缘子串元件应逐个施加工频电压,并同时在金属附件之间施加拉伸荷载,试验中保持该电压)。

5.3.2 66kV 及以下架空电力线路绝缘子和金具的安装设计采用安全系数设计法,经过多年工程实践检验是合适的。绝缘子和金具的强度设计采用安全系数法,其荷载为标准值。根据调研反馈意见,表 5.3.2 中补充了柱式绝缘子等的安全系数值。

我国多年工程实践和有关试验研究证明,复合绝缘子的机械强度存在蠕变现象,即机械强度会随施加荷载时间的延长而下降。我国的有关标准在这方面做出了规定和处理方法,国际标准 IEC 61109 *Insulators for Overhead Lines—Composite Suspension and Tension Insulators for A. C. Systems with a Nominal Voltage Greater than 1000V—Definitions, Test Methods and Acceptance Criteria* 也规定,复合绝缘子机械强度每 10 年的最大衰减量不应超过 8%。考虑到蠕变的影响,复合绝缘子的安全系数通常比瓷绝缘子大 10%~20%。为避免产生歧义,将针式绝缘子和柱式绝缘子分为瓷、复合两类,分别规定其安全系数。

5.3.3 新建电力线路应尽可能避开易舞动区,当无法避开时,根据线路走向与春夏季主导风向的夹角和工程特点采取适当的防止导线舞动措施。

5.3.4 66kV 架空电力线路跨越高速铁路、高速公路的区段,为降低导线断联落线的可能性,导线悬垂绝缘子串应采用双串。山区线路,当导线悬挂点高差较大时,若采用独立双串,可能会导致两个悬垂串的受力不均甚至只有一个悬垂串受力,因此,宜采用单挂点双联。地线悬垂宜采用双串,耐张串连接金具宜提高一个强度等级。

6 绝缘配合、防雷和接地

6.0.5 耐张杆塔采用一个蝶式绝缘子加一个悬式绝缘子组成耐张绝缘子串,是多地的设计经验。

6.0.9 本条为强制性条文,是海拔 1000m 以下地区 35kV 和 66kV 架空电力线安全距离的基本要求,必须严格执行。

6.0.10 本条为强制性条文,是海拔 1000m 及以上地区 35kV 和 66kV 架空电力线安全距离的基本要求,必须严格执行。

6.0.13 本条为强制性条文,是架空电力线带电作业安全距离的基本要求,必须严格执行。

6.0.14 架空电力线路绝缘导线雷击断线的概率较裸导线大幅增加,在多雷区,10kV 架空电力线路绝缘导线应采取防雷击断线措施;在少雷区,可根据本地区具体工程条件决定是否采取防雷措施。

6.0.15A 本条是导线与地线在档距中央安全距离 S 的要求,在某些特殊情况下 S 值可能小于带电部分与杆塔构件、拉线、脚钉的最小间隙,因此在设计中要确保 S 值大于带电部分与杆塔构件、拉线、脚钉的最小间隙要求。

6.0.16 位于人口密集地区和水田中的杆塔,其接地体应敷设成环形,主要是为了防止跨步电压对人身伤害。

对杆塔接地电阻的测量应在雷雨季节的晴天进行,测量时应将杆塔的接地引下线与所测杆塔断开。如果接地体未与杆塔断开,则接地体通过杆塔上地线与相邻杆塔有电气连接,所测得的接地电阻将是多基杆塔并联接地电阻。

7 杆塔形式

7.0.1 一般情况下,架空电力线路高电压的导线、地线、杆塔等的荷载和电气安全距离比低电压的要大,为了使架空电力线路设计科学合理、安全可靠,制定了本条规定。

7.0.3 35kV 及以上架空电力线路导线的线间距离计算公式,存在与大多数国家采用的公式不一致的问题,即大多数欧洲国家将绝缘串长度看成电线弧垂的一部分,以德国为例,其公式的形式如下:

$$D = \frac{U}{150} + 0.62 \sqrt{f + L_k} \quad (1)$$

而美国与苏联的公式与我国公式的形式相似。如:

美国的公式:

$$D = 0.7L_k + \frac{U}{132} + K\sqrt{f} \quad (2)$$

苏联的公式:

$$D = 1 + \frac{U}{110} + 0.6\sqrt{f} \quad (3)$$

我国的公式是在长期工程实践和试验研究的基础上提出的。与外国相比,除奥地利和美国外,我国较其他国家的线间距离大,但也不能仅仅据此修改线间距离的计算公式。这一问题有待于积累更多的经验后再进行更加深入的讨论。

10kV 及以下架空电力线路在档距中的水平线间距离与线路运行电压和档距等因素有关,一般根据运行经验确定。本条所规定的数值是以各地提供的资料为依据,经过分析比较得出的。

10kV 及以下架空电力线路采用绝缘导线的线间距离,各地情况和规定不一。本标准 10kV 及以下架空绝缘配电线路导线的

最小线间距离要求与现行国家标准《架空绝缘配电线路设计标准》GB 51302 中的相关规定保持一致。

380V 及以下低压线路,采用绝缘导线,有沿墙架设的方式。上海某小区为分相架设,其档距和线间距离较裸绞线的小,运行以来尚未发生不良情况,选择的架设方式有推广意义。需注意的是绝缘导线的技术条件,要符合国家已颁发的有关标准的规定。绝缘导线的排列形式可多样。

7.0.4 10kV 及以下架空电力线路多回路杆塔的横担间垂直距离,除考虑运行电压、档距、导线覆冰等因素外,还应满足杆上作业时对安全距离的要求。

一些地区的同杆共架 10kV 线路杆塔横担间垂直距离为 0.8m~1.0m。另有一些城市在旧有 6kV 线路升压为 10kV 线路时,其距离保持原有 0.77m 的垂直距离,运行是安全的。结合各地运行经验,本条规定了同杆共架上下横担间垂直距离的数值。

各地的 10kV 线路,分支或转角型横担主干线横担垂直距离一般在 0.4m~1.0m 范围内。本条在总结各地运行经验后规定距离为 0.45m~0.6m。当 10kV 线路为一排布线时,分支或转角横担中心距主干线横担中心的垂直距离为 0.6m。10kV 线路为双排布置时,分支或转角横担中心距上排主干线横担中心为 0.45m,距下排主干线横担中心为 0.6m。

10kV 线路与 380V 线路同杆共架的线路,在 380V 线路检修时,10kV 线路一般是不停电的,只切除 380V 线路工作范围内的 380V 电源。这样,在 10kV 和 380V 导线间需要有足够的安全距离,此距离规定除考虑运行电压外,还要根据有关安全要求和检修人员活动范围而定。

7.0.7 本条为强制性条文,是 66kV 与 10kV 架空电力线路同塔共架安全距离要求,必须严格执行。

8 杆塔荷载和材料

8.1 荷 载

8.1.2 导线或地线的“风荷载体型系数”符号修改为 μ_{sd} 。导线或地线的“风荷载调整系数”取值为 1.0,对计算结果没有影响,因此本条中直接省略。

8.1.3 本条为强制性条文,是杆塔荷载的基本安全要求,必须严格执行。

8.1.4 角钢塔的塔身和导线或地线的风荷载规定均以表格的形式表现出来,目的是使规定更明确,使用起来更方便。本次修订中,横担风荷载分配比例按照现行行业标准《架空输电线路荷载规范》DL/T 5551 进行调整。

8.1.5 风振系数是考虑风的脉动对结构的作用而给定的,这一作用的大小与结构的自振周期有关。电力线路杆塔的自振周期与其整体的刚性有关。柔性较大的杆塔,其自振周期较大,风的脉动作用也较大。本标准按杆塔高度做出的规定是在原规范和设计经验的基础上制定的,适用于根部开度与高度之比不小于 1/7 的刚性较大的铁塔。对于柔性较大的窄基塔,应属于条文中的“其他特殊杆塔”,不能只根据其高度确定风振系数。

8.1.6 “风荷载档距系数”指在档距内由于平均风速的不均匀性而将导线或地线上的风荷载进行适当折减所需的系数。66kV 及以下架空电力线路的档距较小,本表系数取值可同时满足杆塔荷载和杆塔风偏的计算。本次修订将设计风速修改为基本风速,对应的系数值未做修改。

8.1.8 线路的“运行工况”“断线工况”和“安装工况”都是指在相应的“工况”下,可能出现的对杆塔结构产生控制作用的荷载组合

情况。这种组合不一定是严重的组合情况,也不一定能够包容错综复杂的具体情况。荷载组合是在分析总结设计、运行经验的基础上,对杆塔结构设计约定的标准之一。

8.1.9 本条为强制性条文,是杆塔运行工况荷载的基本安全要求,必须严格执行。架空电力线路运行工况包括基本风速工况、覆冰工况和最低气温工况。基本风速工况下为无冰、未断线;覆冰工况下为有冰、相应风速、未断线;最低气温工况下为无风、无冰、未断线。多年的设计和运行实践证明,这些组合标准是合适的。

8.1.10~8.1.13 断线工况是杆塔结构纵向承载力和抗扭力标准的规定。无论是断线的根数、相数、断线张力值的规定,都是设计标准。本标准对直线杆塔“地线不平衡张力”工况,改称为“断1根地线”工况。事实上断线也是一种不平衡张力,两者不必区分。

耐张型杆塔断线的规定是不论多少回路的杆塔,均按断两相导线设计。这一规定的对于双回路杆塔,其纵横承载力不匹配。对于更多回路的杆塔,矛盾更加突出。因此,对双回路以上杆塔规定按断全部导线数量的1/3相计算,即三回路塔应按断三相,四回路塔应按断四相,六回路塔应按断六相进行计算。

断线张力的值,仍沿用原规范的规定,这与很多国家所采用的方法是一致的。至于规定值的大小,无法进行单项的比较,杆塔设计的标准需要综合衡量。

8.2 材 料

8.2.1 杆塔采用钢材的强度设计值和标准值参照现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017。“Q345”钢材牌号修改为“Q355”。

钢材的孔壁承压强度,国际上采用钢材抗拉强度的1.5倍,国内规范则采用钢材抗拉强度的1.0倍~1.085倍,普遍小于国际规范取值。经过收资、调研,并根据以往计算和运行经验,原规范孔壁承压强度设计值应用多年,适合实际情况,因此本次修订未进行修改。

螺栓的强度设计值,本条应用了现行行业标准《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》DL/T 5154 的成果,增加了 Q420 钢材。Q420 钢材作为新材料在近年来的输电线路工程上逐渐应用推广,高强钢的使用能有效降低塔重指标,缩小根开,减少占地面积,从而降低造价。根据有关标准,表 8.2.1-2 中“粗制螺栓”修改为“普通螺栓”,“锚栓”修改为“地脚螺栓”,并按等级选取。

8.2.2 本条中钢筋规格型号参照现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 中的规定修改。“混凝土电杆”修改为“混凝土杆”。

8.2.5 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,拉线张力主要由风力和导线张力等可变荷载产生,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公式(8.2.5)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公式(8.2.5)计算的强度设计值,相当于安全系数为 $2.8(1.4/0.9/0.56)$ 的计算结果。采用本标准公式(8.2.5)计算的强度设计值,在设计拉线时,可不再对拉线拉力乘以 1.05 的经验系数,其结果对应安全系数即为 2.3 和 2.7 左右。

9 杆塔设计

9.0.1 本条为强制性条文,是杆塔结构可靠度设计的基本安全要求,必须严格执行。

9.0.2 荷载效应系数,指结构或构件中的作用效应(内力、变形、应力、应变等),与产生该效应的荷载的比值。现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中荷载效应值即为荷载效应系数和荷载标准值的函数。

杆塔结构设计按现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的规定采用概率极限状态设计法。概率极限状态设计法,是以结构失效概率 P 定义结构的可靠度,并以与其相对应的可靠指标 B 来度量结构的可靠度。这种方法能够较好地反映结构可靠度的实质,使概念更为科学和明确。概率极限状态设计法,必须采用统一的荷载计算参数、材料计算指标以及构件抗力计算方法。例如,采用极限状态设计法中的材料指标而不采用其分项系数,或者随意采用其他规范中的荷载计算方法,都是不允许的。本标准目前还无法单独进行可靠度分析,有关结构规范按现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 执行。本标准中一般杆塔结构的安全等级为二级,属于“一般工业建筑物”,其结构重要性系数 $\gamma_0 = 1.0$, 66kV 架空电力线路跨越高速铁路、高速公路等区段时,为了增加安全裕度,杆塔结构重要性系数 $\gamma_0 = 1.1$ 。

9.0.4 单柱耐张型杆挠度的限值,是根据近些年来单柱钢管杆的设计实践确定的。有些国家对单柱钢管杆的挠度没有定量限制,只提出以不影响美观为度。按我国的习惯和经验,定出限值为好。辽宁省的设计实践证明,15‰的限值是适宜的。杆塔的设计挠度

不包括基础和拉线点的位移。

根据现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010, 钢筋混凝土构件的计算裂缝宽度不应大于 0.2mm 是适宜的。调查结果表明, 处于露天环境的钢筋混凝土构件, 裂缝宽度小于或等于 0.2mm 时, 裂缝处钢筋上只有轻微的表皮锈蚀。原规范对预应力混凝土构件用抗裂安全系数控制裂缝。由于不同形式的构件, 混凝土边缘有效预应力和混凝土抗裂强度的比例不同, 同一抗裂安全系数的两种构件, 其实际抗裂保证率并不相同, 因此, 用抗裂安全系数来控制构件的抗裂不够合理, 而采用混凝土拉应力限制系数。预应力混凝土构件的混凝土拉应力限制系数不应大于 1.0 与抗裂安全系数不应小于 1.0 相当。

架空电力线路杆塔建造场地按照现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 分为有利、一般、不利和危险地段。当线路位于基本地震烈度较高的地区, 对于杆塔高度较高的杆塔宜进行抗震验算, 具体方法可参照现行国家标准《电力设施抗震设计规范》GB 50260 和国家其他有关的规程规范。为了与有关标准一致, 将“水泥杆”修改为“混凝土杆”。

10 杆塔结构

10.1 一般规定

10.1.1、10.1.2 预应力混凝土直线杆长细比的规定是根据现行行业标准《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》DL/T 5154 确定的；空心钢管混凝土直线杆长细比的规定是根据辽宁省新彰线的经验确定的。

10.1.4 本条所强调的是塔型设计和节点设计的重要性。节点交会的方式和受力材之间夹角的规定，均吸收了国外的成功经验。

10.1.7 根据本次修订调研和征求意见，以及南方电网等单位的工程需求，提出焊接铁塔规定。

10.1.8 根据本次修订调研和征求意见，以及工程需求，提出钢管杆的规定。

10.2 构造要求

10.2.1 钢结构构件宜采用热镀锌防腐，也可采用其他的防腐措施，如喷镀锌、喷镀铝、粉末镀锌等。根据近年的技术成果，本条提出大型构件可采用其他防腐措施。

10.2.2 杆塔结构设计技术规定中的要求，节点板的厚度应大于斜材或横材肢厚。斜材受力较大时，连接节点板的稳定是一个较突出的问题，设计者应特别注意当斜材长细比不大于 120 时，节点板应加厚 1mm~2mm，设计者可根据经验和具体情况确定。

10.2.3 本条是多年设计经验的总结。由于设备和技术的进步，有些工厂对孔距的绝对误差已经能达到小于 0.1mm。因此，保留原规定。

10.2.4 本条也是多年设计经验的总结。主要是为了避免由接头引起过大的挠度。

11 基 础

11.0.1 66kV 及以下架空电力线路杆塔形式多样,基础也有多种形式,需根据杆塔形式、施工条件、地形地质条件等选用,大体分为五种类型:

(1)原状土基础,包括岩石基础、掏挖基础、钻(挖)孔桩基础等,能充分发挥原状土的承载性能,承载力大、变形小、用料省。原状土基础对环境的破坏较小,符合环保理念。

(2)开挖类基础,主要分为钢筋混凝土板式基础和混凝土台阶式基础,钢筋混凝土板式基础由带配筋的底板及主柱组成,混凝土量较小、钢筋量较大,在一般地质条件下,用于受力较大的铁塔基础;混凝土台阶式基础由带数个台阶的底板及主柱组成,每个台阶应满足刚性角等要求,不需要配筋,施工简单,适用于一般地质条件下受力较小或考虑地下水位影响的铁塔基础,由于钢筋混凝土板式基础和混凝土台阶式基础具有较好的适用性,方便施工,因而使用范围较广。

(3)短桩类基础,这类基础通常用于钢管杆基础,其竖向荷载较小、水平荷载较大,为限制水平位移、增强水平承载力,局部需采取增大桩径、设置桩帽等措施。需要指出的是,钢管桩对施工方式及施工机械有要求,钢材耗量较大、造价高,应只在其他基础形式在技术上不能满足要求时采用。

(4)预制装配类基础,这类基础通常应用于混凝土杆,主要由底盘、拉线盘及卡盘组成。

(5)新型环保型基础,在条件合适的新建工程中积极应用,包括螺杆桩、螺旋锚和微孔桩等基础形式。

11.0.2 本条为强制性条文,必须严格执行。取得地质、水文资料

是基础设计的基本安全要求。根据现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的相关规定,对基础混凝土最低强度做出相应要求。近年来,随着强度等级 400MPa 及以上钢筋的普及,按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的要求,采用强度等级 400MPa 及以上的钢筋时,混凝土强度等级不应低于 C25。

11.0.3 地下水对基础设计的影响很大,对于塑性指数 $I_p > 10$ 的黏性土,其渗透系数 $K = 6 \times 10^{-8} \sim 10^{-6} \text{ m/s}$,属于相对不透水性和弱透水性的土质,根据华东电力设计院和东北电力设计院的试验结果,在短期荷载作用下不考虑地下水浮力的影响是安全的。《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001 第 3.3.5 条塑性指数大于 10 的土应定名为黏性土。黏性土应根据塑性指数分为粉质黏土和黏土。

11.0.4 根据工程实践,受勘察手段及地形限制,工程地质人员难以对岩石地基的岩性和完整程度进行准确鉴定,所以,对配置岩石基础的塔位,必须在岩石基础的范围内开坑,进行逐基鉴定。

岩石基础根据岩性及岩石覆盖层厚度,可采用直锚式锚桩、承台式锚桩、复合式锚桩、嵌固式锚桩等,需要指出的是,承台式锚桩因开坑面积大、锚桩数量多、造价高,应进行技术经济比较后方可采用。

11.0.5 原状土基础在计算上拔稳定时,抗拔深度如果不扣除表层非原状土的厚度,对基础上拔稳定影响较大,尤其是基础埋深浅时,设计人员应特别注意。

11.0.6 本条参照现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的相关规定,除岩石地基外,基础埋置深度不应小于 0.5m。当基础埋置在非冻胀土中时,其埋深可以不考虑冻土层厚度,并宜选用适合冻土地区的基础形式,基础作用力宜考虑冻胀力的影响,可参照现行行业标准《冻土地区建筑地基基础设计规范》JGJ 118 执行。

11.0.7 根据现行国家标准《防洪标准》GB 50201 的相关规定,

35kV~220kV 架空输电线路的防洪标准重现期为 20 年~10 年,设计人员可根据线路重要程度,适当选择重现期。

11.0.8 基础设计时,参照本标准第 8.1.5 条的规定,杆塔基础作用力计算应计入杆塔风振系数,当杆塔全高超过 50m 时风振系数取 1.2,当杆塔全高未超过 50m 时,风振系数取 1.0。根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的相关条文,对于架空电力线路杆塔结构,将原规范“风荷载调整系数”修改为“风振系数”更为准确。

11.0.9~11.0.12 这四条是保证架空电力线路基础安全稳定的基本设计安全要求,其中第 11.0.12 条为强制条文,必须严格执行。

11.0.13 本条为新增条文,主要考虑 66kV 及以下架空电力线路为降低造价,采用小导线时较多使用电杆,基础形式也习惯采用底盘、卡盘、拉线盘等。

12 杆塔定位、对地距离和交叉跨越

12.0.1 66kV 及以下架空电力线路杆塔位置确定受到多种因素影响,在路径选择的时候就应该考虑杆塔位置的合理性,尤其是转角杆塔,因为其位置确定后修改难度较大。

12.0.2 市区 10kV 及以下架空电力线路的档距,主要依据下述经验确定:

(1)市区架空电力线路多采用 10kV 与 380V 及路灯线同杆共架方式,因此,多按低压线路的特点确定档距。

(2)由于转角杆荷载的限制,要求导线张力不宜太大,对地距离和对建筑物距离的限制即确定了档距的经验值。

郊区 10kV 及以下架空电力线路很少采用同杆共架方式,且导线多采用三角形排列,线间距离较大,同时没有市区线路要求减小导线张力的要求。因此,郊区线路的档距可适当放大。

本条规定均指一般情况的线路,特殊线路可不受本条规定的限制。

12.0.3 杆塔应设置在地质稳定,能保证线路安全的地点。本条仅规定了 5 款应避免设置杆塔的不良地域,对其他影响杆塔和基础安全的地点,定位时也应注意避开。

12.0.4 耐张段的长度除受地形条件限制外,主要受施工水平的限制。对较长的耐张段,为了提高线路的可靠性,规定每 10 基直线型杆塔应设置 1 基加强型直线杆塔。

12.0.5 为了减少跨越杆塔的高度,减少因导线初伸长、覆冰、过载温升和短路电流过热而增大弧垂的影响,确保长期运行中交叉距离符合要求,本条特别强调交叉点尽量靠近杆塔。

12.0.6 本条为强制性条文,是架空电力线路设计电气安全距离

的要求,必须严格执行。根据本次修订的调研和征求意见,原规范确定的导线与地(水)面、建筑物、树木以及各种工程设施距离的计算方法,在对地距离和交叉跨越方面,运行情况是好的,各地认为是合适的。

由于技术上和设备工具上的原因,往往使计算所得的导线弧垂数值与竣工后的数值之间存在一定的差距。其原因概括为测绘误差、定位误差和施工误差三种情况。测绘误差又包括断面测量和制图展点两种误差。定位误差有模板刻制和在图纸上排杆杆位两方面的问题。施工误差则是由于刻印压接等产生的误差,耐张绝缘子串量度误差以及温度计指示的气温数值不能代表导线的温度等原因产生的。因此,杆塔定位时必须考虑导线弧垂误差裕度。该裕度值应视档距大小、地形条件、断面图比例大小而定。

高速公路大量出现后,线路与其交叉跨越时,如交叉档距超过200m,最大弧垂应按导线允许温度计算。

12.0.7 本条为强制性条文,是架空电力线路设计电气安全距离的要求,必须严格执行。人口密集地区是指工业企业地区、港口、码头、火车站和城镇等地区;人员密集地区以外的地区即为人口稀少地区。

各地运行经验证明,原规范规定的导线与地面的距离值是可行的,故本条未做变动。

12.0.8 本条为强制性条文,是架空电力线路设计电气安全距离的要求,必须严格执行。

12.0.9 本条为强制性条文,是架空电力线路设计电气安全距离的要求,必须严格执行。本条对导线与建筑物的垂直距离做出了规定,这是杆塔定位工作的需要。

据运行单位反映,导线与建筑物垂直距离偏小,且架空电力线路跨越建筑物乃属不能避让时才采用的方案,故此种情况不宜太多。为保证线路安全运行,定位时可适当加大导线与建筑物间的垂直距离。

12.0.10 本条为强制性条文,是架空电力线路设计电气安全距离

的要求,必须严格执行。城市多层建筑物的增多,其楼上坠物对架空电力线安全的直接威胁更大。为尽量避免线路受到影响,有条件时宜适当加大边导线与建筑物间的水平距离。

12.0.11~12.0.14 这四条均为强制性条文,是架空电力线路设计电气安全距离的要求,必须严格执行。

12.0.15 10kV 及以下架空电力线路采用绝缘导线,是近十几年来发展较快的新现象。针对这种情况,各地均各自制定了有关设计、安装和运行方面的技术规定。采用绝缘导线的线路,其导线的相间距离,事实上较裸导线间的距离已经大大减小。除对地面距离和重要交叉跨越距离外,绝缘导线对建筑物或树木之间的最小距离均可以减小。但是由于经验较少,目前尚不具备统一规定的条件。经过调查,有关单位反映比较多的是采用架空绝缘导线的电力线路遭受雷击烧断导线的现象,各地应注意采取必要防范措施。国家电网公司在反事故措施中提出,防止架空绝缘配电线路雷击断线,郊区是架空绝缘配电线路雷击断线多发区,可采用架空地线防雷或采用绝缘子并列放电间隙;市区重要绝缘线路、重要跨越或人口稠密地区可适量装设复合绝缘氧化锌避雷器,防止雷击断线感电伤人。

12.0.16 本条为强制性条文,是架空电力线路设计电气安全距离的要求,必须严格执行。

14 劳动安全和职业卫生

14.0.2 本条规定是为了保护架空电力线路高杆塔高空作业人员的劳动安全。

14.0.3 本条规定是为了避免架空电力线路施工对邻近的石油化工设施、燃气、通信等产生影响,确保安全。

14.0.4 本条规定要求架空电力线路杆塔及拉线位于市区和人口密集地区时,设置禁止攀爬的安全警示装置,是为了保护人员安全。

15 环 境 保 护

15.0.1 本条规定了山区架空电力线路设计需采取的环境保护措施。

15.0.2 本条规定是为了保护经济作物和林区树木,减少砍伐。

附录 B 架空电力线路环境污秽等级

架空电力线路典型环境污湿特征与相应现场污秽度评估参照现行国家标准《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,表B中各级现场污秽度所对应的爬电距离范围根据现行国家标准《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第2部分:交流系统用瓷和玻璃绝缘子》GB/T 26218.2 和《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第3部分:交流系统用复合绝缘子》GB/T 26218.3 等有关标准编制,表1 为典型环境污湿特征与相应现场污秽度评估示例。

表1 典型环境污湿特征与相应现场污秽度评估示例

示例	典型环境的描述	现场污秽度分级	污秽类型
E1	很少有人类活动,植被覆盖好,且距海、沙漠或开阔干地$>50\text{km}^{\text{①}}$; 距大中城市$>30\text{km}\sim 50\text{km}$; 距上述污染源更短距离以内,但污染源不在积污期主导风上	a 很轻^②	A A A
E2	人口密度$500\text{人}/\text{km}^2\sim 1000\text{人}/\text{km}^2$的农业耕作区,且距海、沙漠或开阔干地$>10\text{km}\sim 50\text{km}$; 距大、中城市$15\text{km}\sim 50\text{km}$; 重要交通干线沿线$1\text{km}$以内; 距上述污染源更短距离以内,但污染源不在积污期主导风上; 工业废气排放强度$<1000\text{万标 m}^3/\text{km}^2$; 积污期干旱少雾少凝露的内陆盐碱(含盐量小于0.3%)地区	b 轻	A A A A A

续表 1

示例	典型环境的描述	现场污秽度 分级	污秽类型
E3	人口密度 1000 人/km²~10000 人/km² 的农业耕作区,且距海、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 以内; 距上述污染源更短距离以内,但污染源不在积污期主导风上; 包括乡镇工业在内工业废气排放强度≤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	A A A A A
E4	距上述 E3 污染源更远的距离(在 b 级污区的范围以内),但: - 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 E3 类地区; - 灰密为等值盐密 5 倍~10 倍及以上的地区	c 中	A/B B A
E5	人口密度>10000 人/km² 的居民区和交通枢纽; 距海、沙漠或开阔干地 3km 以内; 距独立化工及燃煤工业源 0.5km~2km 以内; 乡镇工业密集区及重要交通干线 0.2km; 重盐碱(含盐量 0.6%~1.0%)地区	d 重	A A/B A/B A/B A
E6	距上述 E5 污染源更远的距离(与 c 级污区对应的距离),但: - 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; - 灰密为等值盐密 5 倍~10 倍及以上的地区	d 重	A/B B A

续表 1

示例	典型环境的描述	现场污秽度 分级	污秽类型
E7	沿海 1km 和含盐量>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； 距污染源的距离等同于 d 级污区，且： • 直接受到海水飞溅或浓盐雾； • 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 很重	A/B A/B B A/B

注：计算瓷绝缘单位爬电距离的电压是最高电压，如 66kV 的最高电压为 72.5kV。

①大风和台风影响可能使距海岸 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，我国中东部地区电网不宜设“很轻”污秽区。

③取决于沿海的地形和风力。