

ICS 070.60
CCS A47

T/GZQXXH

贵州省气象学会团体标准

T/GZQXXH 0022—2025

电网工程气候可行性论证技术规范

Technical specification for climatic feasibility demonstration of power grid projects

2025 - 10 - 27 发布

2026 - 02 - 01 实施

贵州省气象学会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 调研和参证站的选取	3
5 资料收集和处理	3
6 论证内容及方法	4
7 论证结论及建议	8
附录 A（资料性） 室外空气计算参数及其统计方法	9
附录 B（资料性） 覆冰厚度估算参考计算方法	10
附录 C（资料性） 导线覆冰厚度绘图	12
附录 D（资料性） 《电网工程气候可行性论证技术报告》编写提纲	14
参考文献	16

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由贵州省气候中心提出。

本文件由贵州省气象学会归口。

本文件起草单位：贵州省气候中心。

本文件主要起草人：韦昕辰、向儒萱毅、赵宝筑、黄晨然、李霄、朱军、王星、曹蔚。

电网工程气候可行性论证技术规范

1 范围

本文件规定了电网工程气候可行性论证的术语与定义、参证站的选取、资料收集和处理、论证内容及方法、论证结论及建议等内容。

本文件适用于贵州省的电网工程气候可行性论证工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 24353 风险管理 指南
- GB/T 27921 风险管理 风险评估技术
- GB/T 35221 地面气象观测规范 总则
- GB/T 35227 地面气象观测规范 风向和风速
- GB/T 35706 电网冰区分布图绘制技术导则
- GB/T 36742 气象灾害防御重点单位气象安全保障规范
- GB 50014 室外排水设计标准
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50157 地铁设计规范
- GB 50545 110KV~750KV架空输电线路设计规范
- GB/T 50674 核电厂工程气象技术规范
- GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB/T 51357 城市轨道交通通风空气调节与供暖设计标准
- DL/T 5158 电力工程气象勘测技术规程
- QX/T 242 城市总体规划气候可行性论证技术规范
- QX/T 423 气候可行性论证规范 报告编制
- QX/T 436 气候可行性论证规范 抗风参数计算
- QX/T 449 气候可行性论证规范 现场观测
- QX/T 457 气候可行性论证规范 气象观测资料加工处理
- QX/T 465 区域自动气象站维护技术规范
- QX/T 469 气候可行性论证规范 总则
- QX/T 571 气候可行性论证报告质量评价

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电网 power network

由若干发电厂、变电站、输电线路组成的具有不同电压等级的输电网络。

3.2

气候可行性论证 climatic feasibility demonstration

对与气候条件密切相关的规划和建设项目进行气候适宜性、风险性及可能对局地气候产生影响的分析、评估活动。

[来源：QX/T 242，定义3.4]

3.3

参证气象站 reference meteorological station

气象分析计算所参照或引用的具有长年代（一般不少于30 a）气象观测数据的国家气象观测站，以下简称参证站。

[来源：QX/T 469，定义3.2，有修改]

3.4

区域自动气象站 regional automatic meteorological station

根据中小尺度灾害性天气预警、大中城市、特殊地区和专属经济区的气象和环境预报服务需求，在国家级观测站布局的基础上，根据当地经济社会发展需要采用自动气象站建设的观测站，是国家气象观测站的重要补充。

[来源：QX/T 465，定义3.1，有修改]

3.5

专用气象站 dedicated meteorological station

为工程项目选址或者其建设项目获取气象要素值而设立的气象观测站。

[来源：QX/T 469，定义3.3]

3.6

重现期 return period

某一事件重复出现的平均间隔时间。

[来源：QX/T 436，定义3.3]

3.7

高影响天气 high impact weather

直接影响论证对象实施的天气现象。

[来源：QX/T 423，定义3.4，有修改]

3.8

工程气象参数 engineering meteorological parameter

用于规划和建设电网工程设计的气象特征值。

[来源：QX/T 469，定义3.7，有修改]

3.9

气象灾害 meteorological disaster

由气象原因直接或间接引起的给人类和社会经济造成损失的灾害现象。

注：主要指台风、暴雨（雪）、寒潮、大风（沙尘暴）、低温、高温、干旱、雷电、冰雹、大雾和霾等造成的灾害。

[来源：GB/T 36742，定义3.2]

3.10

气象灾害风险 meteorological disaster risk

气象灾害造成人员伤亡、财产损失以及对社会和环境产生不利影响的可能性和量级。

[来源：GB/T 36742，定义3.4]

3.11

覆冰厚度 icing thickness

雨淞、雾淞、混合淞凝附在导、地线等物体上时，垂直于导、地线的截面上，冰层积结的最大尺寸。

[来源：GB/T 35706，定义3.8]

4 调研和参证站的选取

4.1 工作要求

参证站选取是科学开展气候可行性论证工作的重要内容，应当充分开展实地调研，全面了解项目选址环境特征及项目建设需求和设计的环境要求、周围气象风险、气象观测情况等来综合科学选取参证气象站，保证论证的科学性和参考性。

4.2 实地调研

对论证区域进行现场踏勘，了解其所在地及周边的地形地貌、下垫面特征、土壤特性和电磁环境等；拍摄现场不同方位照片；整理项目相关的气象要素和天气现象观测项。

4.3 参证站的选取

4.3.1 选取原则

4.3.1.1 应优先选用距离较近、具有类似气候特征的不少于 30 a 连续观测的国家气象观测站和不少于 10 a 连续观测的省级气象观测站作为参证气象站，若没有符合条件的参证气象站，可考虑用其他气象站代替，但应在基础建设、观测仪器选型和安装、观测方法等方面符合相关气象观测标准，且其观测资料经过严格审核。

4.3.1.2 参证气象站应与电网项目开发利用工程场区处于同一气候区，下垫面特征相似，对影响项目的关键气象因子具有最优代表性。如设有专用气象站，则应选取与专用气象站的关键气象因子相关性好的气象站作为参证气象站。可根据需要选择一个或多个参证气象站。

4.3.2 选取方法

4.3.2.1 选取周围较近的 2~4 个国家气象观测站和 1~3 个省级气象观测站作为备选参证站，收集其地理信息，绘制电网工程拟建区与周围气象站地理的相对位置示意图。

4.3.2.2 对备选参证气象站进行“代表性、一致性、可靠性”分析，选取综合代表性较好的国家气象观测站和省级气象观测站作为参证气象站。

4.3.2.3 若没有符合条件的参证气象站，可考虑用其他气象站代替，但应在基础建设、观测仪器选型和安装、观测方法等方面符合相关气象观测标准，且其观测资料经过严格审核。

4.4 专用气象站观测

4.4.1 参证气象站与场址地形、地貌、环境差异较大，参证气象站代表性不足时需开展专用气象站观测，专用气象站选址应具有区域代表性，周围环境应相对空旷平坦，应考虑施工建设的可行性、观测运行管理的可操作性等。

4.4.2 专用气象站观测应根据电网项目开发利用工程特性、相关规范要求及当地气候条件和气象灾害特征选取设置观测的气象要素，至少包括气温、降水、相对湿度、湿球温度、风速、风向、气压等。

4.4.3 观测场设置、气象仪器选型、检定、观测、记录方法、运维以及数据收集与处理等均须符合 GB/T 35221 和 QX/T 449 的相关技术要求和规定。观测时间宜不少于 1 a，观测时段资料代表性不足或有效数据完整率低于 90%时，应延长观测。

5 资料收集和处理

5.1 基本要求

应按照 QX/T 469 的要求进行资料收集。

5.2 气象资料

5.2.1 常规气象资料

5.2.1.1 论证区域内所有气象站点（国家站、区域站）的经纬度坐标和海拔；

5.2.1.2 国家站建站以来（资料不少于30 a）、区域站建站以来（资料不少于10 a）或专用气象观测站不少于1 a 或一个完整观测周期的逐日气压、气温、降水、相对湿度、风向、风速、日照、地面温度、雨凇、雾凇等数据。

5.2.1.3 工程区域及周边近10 a 及以上的输电线路舞动历史记录，包括舞动发生的时间和地点（经纬度）。

5.2.2 气象灾害资料

所在区域及周边的气象灾害资料及与项目相关的次生灾情资料，主要有极端气温、暴雨、凝冻、雷电、大风、冰雹、山火、地质灾害等相关灾情资料。

5.2.3 其他气象数据

上述资料无法满足评估需求时，可收集其他气象资料作为补充，如大气再分析资料、闪电定位资料、模式资料、卫星遥感、雷达探测及探空观测气象资料等。

5.3 工程相关资料

工程相关资料包括但不限于电网工程规划图纸、电网工程区域地形高度资料、电网工程沿线用地类型建筑图等。

5.4 全国自然灾害综合风险普查成果资料

收集项目所属县（市、区）暴雨、雷电、大风、高温、低温、冰雹、雪灾等灾种危险性区划资料。

5.5 资料处理

5.5.1 气象资料

应符合 QX/T 469 的规定，按照 QX/T 457 的规定开展气象资料的处理与质量控制，按照 QX/T 571 的规定开展资料合规性分析。

5.5.2 工程项目资料

对开采规划图纸、用地布局图纸等都应处理为带有地图投影的矢量数据，基础坐标系为2000国家大地坐标系（CGCS2000），结合遥感图像选择20个以上控制点进行空间几何校正。地形数据处理为基于2000国家大地坐标系（CGCS2000）且空间分辨率不低于15m的资料。

5.5.3 全国自然灾害综合风险普查成果资料

分灾种致灾危险性区划数据处理后坐标系为基于2000国家大地坐标系（CGCS2000）。

6 论证内容及方法

6.1 论证内容

论证内容主要分为气候背景、高影响天气、工程气象参数推算、气候变化对工程的可能影响评估四大类，其中，电网工程的不同设施建设（发电厂、变电站、输电线路）在工程气象参数推算部分有所不同，该部分论证内容宜符合表1的规定。

表1 发电厂、变电站和输电线路工程气象参数推算的论证内容和项目

论证内容	论证项目	设施		
		发电厂	变电站	输电线路
工程气象参数	暴雨强度公式	○	○	○
	重现期极端降水	○	○	○
	设计基准气温	○	○	○
	设计基准风	○	○	○
	通风与空气调节室外气象参数设计	○	○	
	供暖气象参数设计	○	○	
	导线覆冰厚度			○

注：“○”为设施建设应论证项目。

6.2 气候背景分析

6.2.1 应按照 QX/T 423 中 5.5 对电网工程设计、建设和运营有关的气象要素（气温、气压、降水、相对湿度、风速风向、日照、地面温度等）的时空变化规律进行分析，并绘制相应的变化曲线图，风向应绘制参证站四季和全年风向频率玫瑰图，并进行简要描述。

6.2.2 统计分析项目论证范围内气象灾害种类及灾害情况，重点关注与电网工程项目关联密切的气象灾害，对一些区域也要考虑山火、地质灾害等衍生气象灾害风险。

6.3 高影响天气分析

应按照 QX/T 423、GB/T 27921、GB/T 24353 中的要求进行高影响天气特征分析与风险评估，重点关注电网工程建设规划及运行有关的高温、降水、冰雹、雷电、大风、凝冻等灾害性天气的变化规律，分析其出现频率及强度特征，以图、表形式给出分析结果，并绘制项目所在地的灾害危险性区划图，给出项目的灾害危险性等级建议。

6.4 工程气象参数推算

6.4.1 暴雨强度公式推算

按照 GB 50014 和《城市暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型确定技术导则》中规定的年最大值法或年多个样法求得暴雨强度公式，公式见式（1）。

$$q = \frac{167A_1(1 + C \lg P)}{(t + b)^n} \dots\dots\dots(1)$$

式中： q ——设计暴雨强度[L/(hm²·s)]； P ——设计重现期（年）； T ——降雨历时（min）； A_1 、 C 、 b 、 n ——参数，根据统计方法进行计算确定。

计算抽样误差和暴雨公式均方差，宜按绝对均方差计算，也可辅以相对均方差计算。当计算重现期在 2~20 a 时，在一般强度的地方，暴雨强度平均绝对均方差不宜大于 0.05mm/min；在较大强度的地方，暴雨强度平均相对均方差不宜大于 5%。

6.4.2 不同历时重现期极端降水推算

6.4.2.1 选取参证站建站以来（不少于 30 a）记录的 10 min 降水量，滑动统计最大 10 min、1 h、3 h、6 h、12 h、24 h、72 h、120 h、168 h 降水量，重构各历时时间序列降水数据集，选取各历时历年最大值作为统计样本。

6.4.2.2 采用皮尔逊 III 型分布和耿贝尔分布对样本进行拟合，计算不同历时最大降水量不同重现期设计值。

6.4.2.3 采用柯尔莫洛夫-斯米尔诺夫 (Kolmogorov-Smirnov, K-S) 检验法进行拟合优度检验, 拟合结果需通过 0.05 显著性水平。

6.4.2.4 对比两种拟合方法得到的不同历时最大降水量重现期推算值, 选取合适的值作为设计推荐值。

6.4.3 设计基准气温

6.4.3.1 选取参证站建站以来 (不少于 30 a) 记录的历年极端最高、最低气温, 对最高、最低气温资料采用皮尔逊Ⅲ型分布和耿贝尔分布两种方法进行拟合, 计算得到最高、最低气温 50 a、100 a 一遇设计值, 对比不同方法下的拟合值选取合适值作为最高、最低气温设计值。

6.4.3.2 按照 GB 50545 的规定, 当地区年平均气温在 3~17℃ 时, 宜取与年平均气温值邻近的 5 的倍数值。

6.4.3.3 按照 GB 50545 的规定, 当地区年平均气温小于 3℃ 和大于 17℃ 时, 分别按年平均气温减少 3℃ 和 5℃ 后, 取与此数邻近的 5 的倍数值。

6.4.4 设计基准风

6.4.4.1 重现期: 发电厂、变电站包括换流站的基本风速设计重现期为 50 a; 110~330 kV 送电线路工程的基本风速设计重现期为 30 a, 500~750 kV、±500 kV 输电线路工程的基本风速设计重现期为 50 a, 1000 kV、±800 kV 输电线路工程的基本风速设计重现期为 100 a。

6.4.4.2 最大风速从 10 min 滑动平均风速值中挑取。当最大风速资料序列不足 30 a 时, 用年 2 min 最大定时风风速进行插补。2 min 定时观测年最大风速与 10 min 平均年最大风速换算方法有自相关法 (根据已有的最大风速与定时最大风速相关关系求得)、比值法 (参照《应用气候手册》P211) 和标准法 (参照《电力工程设计手册 工程水文气象》P338), 宜对比三种方法, 选取合适的方法对风速进行插补。

6.4.4.3 对于参证站测风高度不是标准 10 m 的资料, 需要将观测数据修正到 GB/T 35227 中规定的标准高度, 即地面上方 10 m 处高度, 订正公式见式 (2):

$$V_z = V_1 \left(\frac{Z}{Z_1} \right)^\alpha \dots\dots\dots (2)$$

式中: V_z ——高度为 Z 处的风速 (m/s); V_1 —— Z_1 高度处的风速 (m/s); Z ——设计高度 (m); Z_1 ——风速仪离地高度 (m); α ——地面粗糙度系数。

地面粗糙度系数首先应采用实测资料, 无资料时可按表 2 选用。气象台站在开阔平坦地区, 地面粗糙度可按 B 类考虑。

表 2 地面粗糙度系数

类别	α	地面特征	技术依据
A	0.12	近海海面、海岛、海岸、湖岸及沙漠地区	DL/T 5158
B	0.16	田野、乡村、丛林、丘陵及房屋比较稀疏的中小城镇和大城市郊区	
C	0.22	有密集建筑群的城市市区	
D	0.30	有密集建筑群且房屋较高的大城市市区	

6.4.4.4 宜采用皮尔逊Ⅲ型分布和耿贝尔分布两种方法进行拟合, 比较不同方法下的拟合值选取合适值作为最大风速设计值。10 m 高度下不同重现期极大风速值推荐参考 GB/T 50674 中规定的最大风速与极大风速的比值, 即 1.5 求得。

6.4.4.5 山区工程地点设计风速应按工程实际情况进行大风调查和对比观测，分析订正附近参证站设计风速至工程地点。当无实测资料时，可由参证站设计风速相应的风压值乘以表3所列调整系数，再反算得出设计风速。

表3 山区风压调整系数

山区地形条件	调整系数
山间盆地、谷地等闭塞地形	0.75~0.85
与大风方向一致的风口	1.20~1.50

6.4.5 通风与空气调节室外气象参数设计

按照GB 50019的有关规定和统计方法，以参证站近30 a的逐年、月、日、小时数据计算论证区域主要室外空气参数。主要工程设计气象参数名称和选取方法见附录A。

6.4.6 供暖气象参数设计

根据GB 50019的规定，累年日平均温度稳定低于或等于供暖室外临界温度（5℃）的总日数大于或等于90 d的地区，宜采用集中供暖。

符合下列条件之一的地区，有余热可供利用或经济条件许可时，可采用集中供暖：

- 累年日平均温度稳定低于或等于5℃的日数为60~89 d；
- 累年日平均温度稳定低于或等于5℃的日数不足60 d但累年日平均温度稳定低于或等于8℃的日数大于或等于75 d。

6.4.7 导线覆冰厚度估算

6.4.7.1 架空输电线路设计冰厚应采用以下标准：

- 重现期：110~330 kV 线路为30 a一遇，500 kV、750 kV、±500 kV 线路为50 a一遇，1000 kV、±800 kV 线路为100 a一遇。
- 各电压等级的线路标准离地高度均为10 m，线径均为26.8 mm。
- 轻冰区宜按照无冰、5 mm或10 mm覆冰厚度设计；中冰区宜按照15 mm覆冰厚度设计；重冰区宜按20 mm、30 mm、40 mm或50 mm覆冰厚度设计。

6.4.7.2 覆冰厚度计算应符合GB/T 35706的规定，采用附录B的连续雨（雾）淞日数的覆冰厚度计算方法或Jones系列模型法估算。对估算结果要进行合理性检查，剔除异常数据。

6.4.7.3 将导线覆冰厚度修正为标称覆冰厚度，即统一归算到导线离地平均高度10 m，线径为26.8 mm的状况，修正公式见式（3）：

$$\begin{cases} K_h = (Z / Z_0)^\beta \\ K_\phi = 1 - 0.126 \ln(\phi / \phi_0) \dots \dots \dots (3) \\ B = K_h K_\phi B_0 \end{cases}$$

式中： K_h ——高度修正系数； Z ——电线高度，取10 m； Z_0 ——实测或调查的电线高度（m）； β ——电线平均高度修正指数，一般取0.22； K_ϕ ——线径修正系数； ϕ ——标准电线直径，取26.8 mm； ϕ_0 ——实测或调查的电线直径（mm）； B ——标称等值覆冰厚度（mm）； B_0 ——最大等值覆冰厚度（mm）。

6.4.7.4 将区域划分为不小于0.1°的网格，基于反距离加权法IDW结合微地形修正系数进行空间插值。

6.4.7.5 对每个网格采用极值I型概率统计模型计算不同设计重现期的覆冰厚度，计算公式见式（4）：

$$b_T = \bar{b} - \frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.57722 + \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right] \right\} \sigma_{n-1} \dots \dots \dots (4)$$

式中：

b_T ——设计重现期标准冰厚（mm）； b ——冰厚平均值（mm）； σ_{n-1} ——标准方差（mm）； T ——规定的设计重现期，取 30 a、50 a、100 a。

6.4.7.6 覆冰厚度分级及绘图标准见附录 C。

6.5 气候变化对工程的可能影响

6.5.1 定性分析说明工程实施可能对局地气候产生的影响。

6.5.2 通过全球气候模式等数据分析气候变化特征及变化趋势及评估，分析气象因素对工程所在地未来的可能影响及风险。

7 论证结论及建议

7.1 编写原则

应简洁、准确地概括和总结全部论证工作，并客观地分析项目实施可能对局地气候产生的影响，从气候适宜性和灾害防护性的角度，提出减缓和防范的措施。

7.2 编写内容

7.2.1 简要描述论证范围的气候背景以及气象灾害情况；

7.2.2 给出高影响天气的危险性等级以及风险频率；

7.2.3 综合结论及建议。

7.3 报告大纲

报告编写大纲见附录D。

附 录 A
(资料性)
室外空气计算参数及其统计方法

通风与空气调节室外空气计算参数的推算按照表A.1的规定。

表 A.1 通风与空气调节室外空气计算参数推算

计算参数内容		技术依据
年平均温度 (°C)		
室外计算温、湿度	冬季供暖室外计算温度 (°C)	
	冬季通风室外计算温度 (°C)	
	冬季空气调节室外计算温度 (°C)	
	冬季空气调节室外计算相对湿度 (%)	
	夏季空气调节室外计算干球温度 (°C)	
	夏季空气调节室外计算湿球温度 (°C)	
	夏季通风室外计算温度 (°C)	
	夏季通风室外计算相对湿度 (%)	
	夏季空气调节室外计算日平均温度 (°C)	
	风向、风速及频率	夏季室外平均风速 (m/s)
夏季最多风向		GB 50736、
夏季最多风向的频率 (%)		GB 50157、
夏季室外最多风向的平均风速 (m/s)		GB/T 51357
冬季室外平均风速 (m/s)		
冬季最多风向		
冬季最多风向的频率 (%)		
冬季室外最多风向的平均风速 (m/s)		
年最多风向		
年最多风向的频率 (%)		
冬季日照百分率 (%)		
大气压力	冬季室外大气压力 (hPa)	
	夏季室外大气压力 (hPa)	
累年最热月平均相对湿度 (%)		

附 录 B
(资料性)
覆冰厚度估算参考计算方法

B.1 基于连续雨（雾）淞日数的覆冰厚度计算方法

当气象站点有雨（雾）淞观测记录，但缺少覆冰厚度、几何尺寸记录时，可采用该方法估算历史覆冰厚度，计算步骤如下：

- a) 对于气象站点无覆冰记录的年份，根据该气象站点的雨（雾）淞日记录，按照出现雨淞记为 1、雾淞记为 2、没有雨（雾）淞记为 0 的每日计算规则，计算出每个气象站点在每次电线覆冰过程中的雨雾淞日。
- b) 在每次电线覆冰过程中：当出现的雨（雾）淞日记录（记录为 1 或 2）时，则计算覆冰增长厚度（符号为正）；当无雨（雾）淞日记录（记录为 0）且平均温度大于 0℃ 时，则计算覆冰消融厚度（符号为负）；当无雨（雾）淞日记录（记录为 0）且平均温度不大于 0℃ 时，则覆冰增长厚度和消融厚度均为 0。覆冰增长和消融厚度具体计算公式如式（B.1）。
- c) 每次电线覆冰过程的初始覆冰厚度记为 0mm。在此覆冰过程中，将每日的覆冰增长厚度与覆冰消融厚度累加，如式（B.2），可计算出每日的覆冰厚度；当覆冰厚度计算值达到 0 时，停止计算。
- d) 利用气象站点有覆冰记录年份的计算覆冰厚度和实际覆冰厚度，采用最小二乘法对无覆冰记录年份的计算覆冰厚度进行误差修正。
- e) 根据经过误差修正后的计算覆冰厚度得出在无覆冰记录年份的最大等值覆冰厚度数据。结合气象站点有覆冰记录年份的最大等值覆冰厚度数据，得到气象站点所有年份的最大等值覆冰厚度数据。

基于雨（雾）淞的覆冰厚度计算公式如下：

$$\Delta R_i = \begin{cases} \sqrt{R_{i-1}^2 - 7.7 \times 10^{-5} \times T_i \left[6.03(U_i R_{i-1})^{0.2} + 186.86(U_i R_{i-1})^{0.61} \right]} - R_{i-1}, T_i > 0 \\ 0.00849 \sqrt{P_i^2 + (0.2412 U_i P_i^{0.846})^2}, T_i \leq 0 \end{cases} \dots\dots\dots (B.1)$$

$$R_i = R_{i-1} + \Delta R_{i-1} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

i ——出现连续雨（雾）淞日的编号； R_i ——当天覆冰厚度（mm）； ΔR_i ——当天覆冰厚度变化量（mm）； R_{i-1} ——前一天覆冰厚度（mm）； T_i ——平均气温（℃）； U_i ——垂直于导线的水平风速（m/s）； P_i ——降水量（mm/h）；

- f) 雨淞时间段的初始覆冰厚度为 0，即 $R_0=0$ ；当 $T_i>0$ 时， ΔR_i 为融化厚度， $T_i \leq 0$ 时， ΔR_i 为覆冰增加厚度。

B.2 Jones 系列模型法

当观测覆冰数据序列较短，没有雨（雾）淞记录，但有历史气象记录时，可采用 Jones 模型及其改进后的模型进行计算，模型包括 Jones 模型、CREEL 模型、改进型 Jones 模型，具体如下：

- a) Jones 模型

$$R_{eq} = \frac{1}{\rho_i \pi} \sum_{j=1}^N \sqrt{(\rho_0 P_j)^2 + (KV_j W_j)^2} \dots\dots\dots (B.3)$$

$$W_j = 0.067 P_j^{0.846} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中： R_{eq} ——等效覆冰厚度（mm）； N ——冻雨过程时间（h）； j ——时间变量（h）； P_j ——过程降水强度（mm/h）； ρ_0 ——水的密度，1 g/cm³； ρ_j ——雨淞雾淞的密度，0.9 g/cm³； K ——单位调整系数； V_j ——垂直于导线的水平风速（m/s）； W_j ——液态水含量（g/m³）。

b) CREEL 模型

$$R_{eq} = \frac{N}{\rho\pi} \sqrt{(\rho_0 P)^2 + (3.6WV)^2} \dots\dots\dots (B.5)$$

式中： R_{eq} ——等效覆冰厚度（mm）； N ——冻雨过程时间（h）； P ——过程降水强度（mm/h）； ρ_0 ——水的密度，1 g/cm³； ρ ——雨淞的密度，0.9g/cm³； V ——垂直于导线的水平风速（m/s）； W ——液态水含量（g/m³）；

c) 改进型 Jones 模型

$$R_{eq} = D_1 + D_2 \dots\dots\dots (B.6)$$

$$D_1 = \frac{1}{\pi\rho_i} \sum_{j=1}^n \sqrt{(0.1P\rho_w)^2 + (3.6WV)^2} \dots\dots\dots (B.7)$$

$$W_1 = a_0 - \frac{E_s}{R_v T} \dots\dots\dots (B.8)$$

$$D_2 = \frac{E}{\pi\rho_i} \sum_{j=1}^n 3.6W_1V \dots\dots\dots (B.9)$$

$$E = 1 / \left(1 + \frac{CDv}{Vd^2} \right) \dots\dots\dots (B.10)$$

式中： R_{eq} ——等效覆冰厚度（mm）； D_1 ——雨淞导致的冰厚（mm）； D_2 ——雾淞导致的冰厚（mm）； P ——过程降水强度（mm/h）； ρ_i ——冰的密度，0.9 g/cm³； ρ_w ——水的密度，1 g/cm³； n ——覆冰过程持续时数（h）； W ——液态水含量（g/m³）； V ——垂直于导线的水平风速（m/s）； W_1 ——过冷雾造成的液态含水量（g/m³）； a_0 ——地面近于饱和的湿空气中水汽含量（g/m³）； E_s ——某高度的实际饱和水汽压； T ——该处的热力学温度（K）； R_v ——水汽的比气体常数，461.51J/(kg·K)； E ——捕获系数； D ——包括覆冰情况导线的实际直径（mm）； C ——经验常数，1.64； v ——为空气的运动学黏度，13.2×10⁻⁶ m²/s； d ——液滴的中值体积直径（mm）。

附 录 C
(资料性)
导线覆冰厚度绘图


C.1 制图规范与图面要求

采用如下覆冰厚度范围与色调对覆冰厚度数据进行重分类。

表 C.1 覆冰厚度划分与颜色填充

覆冰厚度范围 (mm)	冰区	填充颜色	图例
(0,10]	轻冰区	R=212 G=241 B=249	
(10,20]	中冰区	R=93 G=138 B=168	
(20,50]	重冰区 I	R=0 G=51 B=102	
50 以上	重冰区 II	R=113 G=79 B=138	

表 C.2 输电线路图例

名称	图例
输电线路	

图中英文字体采用 Times New Roman，中文字体采用宋体，需包含比例尺（或经纬网）、指北针（或经纬网）、图例，图中标注可根据实际情况进行添加。

冰区色标按表 C.1（RGB 填充色）进行标注，输电线路色标按表 C.2 进行标注。

C.2 地理信息

坐标系：采用国家2000坐标系（EPSG:4490/4479）或WGS84坐标系（EPSG:4326）。

C.3 示例

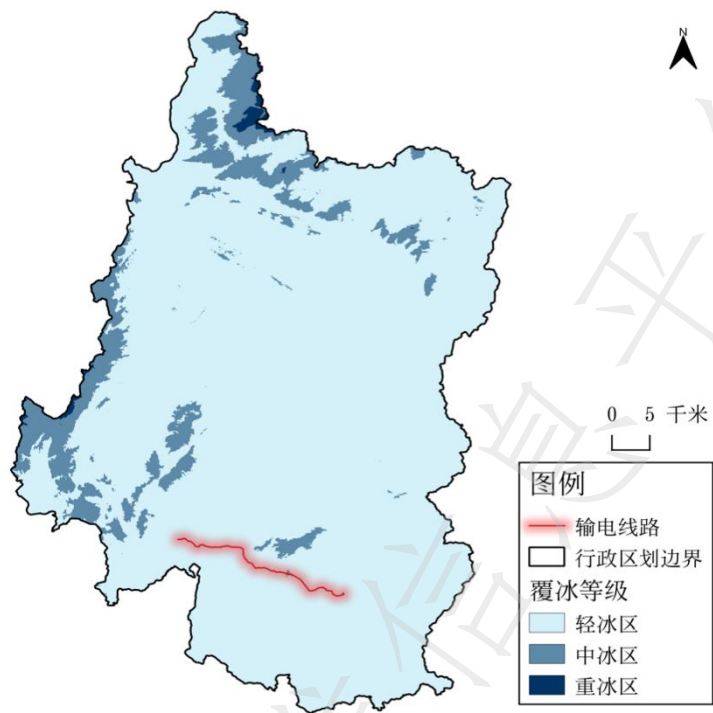


图 C.1 XX 输电线路 XX 年一遇覆冰厚度分布图

附录 D (资料性)

《电网工程气候可行性论证技术报告》编写提纲

气候可行性论证报告的编写提纲的示例见图 D.1。

1	总则
1.1	任务由来
1.2	论证依据
1.3	论证目的
1.4	论证原则
2	项目基本情况
2.1	项目概况
2.2	项目所处区域概况
2.3	高影响天气及关键气象因子选择
2.4	论证范围和内容
3	资料收集及参证站分析
3.1	资料来源
3.2	参证气象站选择及其三性分析
3.3	资料统计时段
4	区域气候特征分析
4.1	气候类型和特征
4.2	大气环流和天气系统
4.2.1	四季环流特征
4.2.2	影响项目区域的主要天气系统
4.3	影响项目区域的主要气象要素特征分析
4.3.1	降水
4.3.2	风向、风速
4.3.3	气温
4.3.4	气压
4.3.5	相对湿度

图 D.1 《电网工程气候可行性论证报告》编写提纲

4.4	影响项目运行安全的主要气象灾害事件分析
4.4.1	冰雹
4.4.2	大风
4.4.3	雷电
4.4.4	凝冻
4.4.5	暴雨
5	高影响天气分析
5.1	高温
5.2	暴雨
5.3	冰雹
5.4	大风
5.5	凝冻
5.6	雷电
6	工程气象参数推算
6.1	暴雨强度公式编制
6.2	重现期降水
6.3	重现期风速、风压
6.4	重现期气温
6.5	通风与空气调节室外空气计算参数（对发电厂、变电站进行分析）
6.6	供暖气象参数设计（对发电厂、变电站进行分析）
6.7	不同重现期导线覆冰厚度推算（对输电线路进行分析）
7	气候变化对工程的可能影响
7.1	电网运行对气候变化的可能影响
7.2	气候变化对电网运行产生的可能影响
8	结论与建议
8.1	拟建项目的气候适宜性
8.2	拟建项目的气象灾害风险评估
8.3	拟建项目的工程气象参数估计
8.4	防灾减灾的建议
8.5	拟建项目实施可能对局地气候产生的影响
8.6	论证结果的适用性分析及建议
9	图、表、其他补充说明内容等附录

图 D.1 《电网工程气候可行性论证报告》编写提纲（续）

参 考 文 献

- [1] GB/T 2900.51—1998 电工术语 架空线路
 - [2] 住房和城乡建设部,中国气象局.城市暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型确定技术导则[S],2014
 - [3] 朱瑞兆.应用气候手册[M].北京:气象出版社,1991
 - [4] 中国电力工程顾问集团有限公司.电力工程设计手册 工程水文气象[M].北京:中国电力出版社,2017
-

全国团体标准信息平台