团体标准

发 布

中国电机工程学会

20XX—XX—XX实施

20XX—XX—XX发布

电网通道暴雨地质灾害分布图绘制

技术导则

Technical guidelines for drawing distribution maps of rainstorm geological hazards in power line channel

（征求意见稿）

T/CSEE XXXX—YYYY

代替 T/XXXX

Xx

xxx

目 次

前 言 3

1 范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 4

4 基础数据收集 5

4.1 气象数据 5

4.2 地质灾害历史数据 5

4.3 地理数据 5

4.4 电网信息数据 5

5 电网通道暴雨地质灾害危险性等级划分 5

5.1 地质灾害孕灾环境指数计算 6

5.2 电网通道地质灾害孕灾环境指数修正 6

5.3 暴雨地质灾害气象日数计算 6

5.4 电网通道暴雨地质灾害风险等级划分 6

6 电网通道暴雨地质灾害分布图绘制 6

6.1 一般规定 6

6.2 制图 7

6.3 图面和颜色 7

7 电网通道暴雨地质灾害分布图修订 7

附　录　A （规范性） 地质灾害历史数据收集表 8

附　录　B （资料性） 电网通道暴雨地质灾害危险性等级划分流程 9

附　录　C （资料性） 地质灾害孕灾环境指数计算 10

附　录　D （资料性） 不同的孕灾环境指数对应的降水阈值 12

编制说明 13

前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准管理办法（暂行）》的要求，依据GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会输电专业标准专业委员会技术归口和解释。

本文件起草单位：XXXXX 。

本文件主要起草人：XXXXX 。

本文件首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条1 号，100761，网址：http：//www.csee.org.cn，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

电网通道暴雨地质灾害分布图绘制技术导则

1. 范围

本文件规定了了电网通道内由降水直接诱发的对输电杆塔有影响的地质灾害危险性分级方法、绘图要求。

本文件适用于110kV（66kV）及以上电压等级电网通道绘制暴雨地质灾害危险性分布图时使用，35kV及以下架空电力线路参照使用。

1. 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 17296 中国土壤分类与代码

GB/T 17798 地理空间数据交换格式

GB/T 28592 降水量等级标准

GB/T 35228 地面气象观测规范 降水量

GB/T 40112 地质灾害危险性评估规范

DL/T 5219 架空输电线路基础设计技术规范

QX/T 487 暴雨诱发的地质灾害气象风险预警等级

SY/T 6894 岩性地层区带评价技术规范

DB23/T 2774 地貌遥感调查技术要求（1比50000）

DBJ/T13 城市及部分县域暴雨强度公式

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电网通道 power line channel

以输电线路为中心线，宽度在几十米到几百米的带状区域。

3.2

暴雨 rainstorm

指降水强度很大的雨，包含降水量和降水强度两个维度，可以用24小时或12小时内降水量表征或者用暴雨强度指数表征。参见GB/T 28592、DBJ/T13。

3.3

电网通道暴雨地质灾害 geological hazards

由暴雨诱发的、对输电杆塔有影响的滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等灾害。

3.4

暴雨地质灾害气象日 meteorological days of rainstorm geological hazards

符合诱发电网通道暴雨地质灾害发生的降水条件的日数。

3.5

评价单元 assessment cell

开展电网通道内暴雨地质灾害危险性程度分级的最小空间单元，一般不大于90m×90m。

1. 基础数据收集
	1. 气象数据

气象数据包括电网通道附近气象站点的经纬度数据、近10年及以上的逐小时降水量数据。符合GB/T 35228规定。

* 1. 地质灾害历史数据

地质灾害历史数据包括两类：

一是本地区近10年及以上的政府自然资源部门、应急部门记录的历史地质灾害数据，二是通过当地走访或电网企业运行过程中积累的电网通道内近10年及以上历史地质灾害数据。地质灾害历史数据包括地质灾害类型、发生时间、经纬度坐标、影响范围、主要诱发原因等。记录表见附录A。

* 1. 地理数据

地理地质条件数据包括地形高程数据、坡度数据、地貌数据、土地利用类型数据、土壤类型数据、岩性数据、植被类型数据、水系数据、地质灾害隐患点数据。

1. 地形高程数据应根据数字高程模型收集，符合GB/T 17798的规定，最小格点精度应达到90m×90m。
2. 坡度数据指斜坡的倾斜程度，最小格点精度应达到90m×90m。
3. 地貌数据包括中山、低山、丘陵、台地、平原等，符合DB23/T 2774 的规定。
4. 土地利用类型包括工矿用地、[建设用地](https://baike.so.com/doc/5571631-5786803.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)、耕地、林草地，荒地等土地利用方式。
5. 土壤类型数据包括砂质土、黏质土、壤土三类。
6. 岩性数据指地层岩石的分类，包括硬岩、次硬岩、软岩层、极软岩层等。
7. 植被类型数据指该区域内的主要植被型，包括林木和乔木、草原、灌丛、稀疏草木、栽培植物、无植被等。
8. 水系数据包含河流、湖泊、水库等水体的面状分布数据。
9. 地质灾害隐患点数据指自然资源部门调查查明的、目前处于发育过程中或已经发生但仍不稳定的、可能造成灾害性后果的不稳定斜坡、潜在滑坡、潜在泥石流、潜在崩塌、潜在地面塌陷等，包含地质灾害隐患点的经纬度位置、隐患类型、面积大小。
	1. 电网信息数据

电网基础数据包括输电线路名称、电压等级、杆塔号、杆塔类型、杆塔基础设计等信息，以及输电杆塔所处的地形、坡度，杆塔周围的土壤类型、植被类型、地质灾害隐患点分布情况。

1.
2. 电网通道暴雨地质灾害危险性等级划分

根据电网通道内每个评价单元的地质灾害孕灾环境条件和10年周期折算的暴雨地质灾害气象日数，将电网通道暴雨地质灾害危险性等级划分为0、I、II、III四个等级。具体流程参见附录B。

* 1. 地质灾害孕灾环境指数计算

地质灾害孕灾环境指数表征地质灾害发生的难易程度，可以根据每个评价单元内的高程、地貌、坡度、土地利用类型、土壤类型、地层岩性、植被类型数据、河流水系、地质灾害隐患点数据得到。计算方法参见附录C。

* 1. 电网通道地质灾害孕灾环境指数修正

根据输电杆塔所处的具体位置和杆塔基础设计进行电网通道地质灾害孕灾环境修正：

（1）如果输电杆塔处于斜坡、临崖山顶、山谷、河边等位置，或者与已知地质灾害隐患点距离小于500米，或者输电杆塔周围土壤以沙土为主，且植被覆盖低，孕灾环境指数等级可提升一级。

（2）如果输电杆塔处于平坦开阔地区，距离山坡、断崖、水系距离超过200米，且周围500米没有已知地质灾害隐患点，孕灾环境指数等级可降低一级。

（3）如果输电杆塔采用适用于地质条件较差区域的桩基础设计，孕灾环境指数等级可降低一级。符合DL/T 5219 的规定。

* 1. 暴雨地质灾害气象日数计算

降水是地质灾害发生的直接外在诱发条件，不同的孕灾环境指数对应的降水阈值不同，当降水条件满足累计降水阈值或降水强度阈值，为符合诱发电网通道暴雨地质灾害发生的降水条件。具体降水阈值参见附录D。

通过近10年及以上时间段逐小时降水量数据，统计每个评价单元内符合诱发暴雨地质灾害发降水阈值的天数之和，并折算成10年暴雨地质灾害气象日（总日数×10/资料总年数）。

* 1. 电网通道暴雨地质灾害风险等级划分

根据每个评价单元10年周期折算的暴雨地质灾害气象日数，将电网通道暴雨地质灾害等级从非地质灾害区到高地质灾害风险区分为0、I、II、III共4个等级。

表1 电网通道地质灾害风险等级划分

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 电网通道地质灾害风险等级 | 含义 | 地质灾害发生指数 |
| 0级 | 非地质灾害区  | 10年周期折算的暴雨地质灾害气象日数≤5 |
| I级 | 地质灾害低风险 |  5<10年周期折算的暴雨地质灾害气象日数≤20 |
| II级 | 地质灾害中风险 | 20<10年周期折算的暴雨地质灾害气象日数≤30 |
| III级 | 地质灾害高风险 | 无10年周期折算的暴雨地质灾害气象日数>30 |

1. 电网通道暴雨地质灾害分布图绘制
	1. 一般规定

电网通道暴雨地质灾害分布图一般以各省（自治区、直辖市）、市（自治州）电网公司为基本绘制单位，也可以以具体输电通道为基本绘制单位，根据电网通道地质灾害风险等级数据绘制输电通道暴雨地质灾害分布图。

* 1. 制图

根据电网通道地质灾害风险等级分级结果，利用地理信息软件进行绘图。

输电通道暴雨地质灾害分布图采用国家2000坐标系或WGS84坐标系。

图纸规格

1. 纸质电网通道暴雨地质灾害分布图一般采用0号图纸，也可以根据实际需要的大小来绘制。
2. 图面四周边框预留尺寸如下：上方6cm用于写标题，下方及左右分别为2cm，边框线外空白，图名统一为“XX电网通道暴雨地质灾害分布图”，XX为地区名称或线路名称。标题位于全图正上方，比例尺寸及图例等位于图的右下方。
3. 电网通道暴雨地质灾害分布图应附件版本信息。版本信息统一为“XX-20XX”。前符号为地区或线路名称拼音的大写字母，后四位阿拉伯数字为改图的年份。
	1. 图面和颜色

电网通道暴雨地质灾害分布图色彩层必须位于第一层图面，且电网通道暴雨地质灾害分布图色标要求如表2。

表2 电网通道地质灾害分布图色标要求

|  |  |
| --- | --- |
| 级别 | 颜色定义 |
| 0级（非地质灾害区） | 白色（R=255 G=255 B=255） |
| I级（低地质灾害风险） | 蓝色（R=0 G=0 B=255） |
| II级（中地质灾害风险） | 黄色（R=255 G=255 B=0） |
| III级（高低地质灾害风险） | 红色（R=255 G=0 B=0） |
| 注：R：英文red的缩写，红色成分的含量；G：英文green的缩写，绿色成分的含量；B：英文blue的缩写，蓝色成分的含量 |

根据对应的电网通道地质灾害风险分级颜色进行绘制。

1. 电网通道暴雨地质灾害分布图修订

电网通道暴雨地质灾害分布图一般每3-5年修订一次

1. （规范性）
地质灾害历史数据收集表

地质灾害历史数据收集表如A.1所示。

表A.1 地质灾害历史数据收集表

|  |
| --- |
|  地质灾害历史数据收集表 |
| 历史灾害发生时间 | 灾害类型 | 经纬度位置 | 影响范围 |
| 年 | 月 | 日 | 分 | 经度 | 纬度 | 省 | 市 | 县 | 乡镇 | 村 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 历史灾害数据来源 | 电网设备受影响情况 |
| 自然资源部门记录 | 应急部门记录 | 电力企业记录 | 走访当地居民 | 电压等级 | 线路名称 | 杆塔号 | 影响后果 | 治理情况 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 历史灾害主要发生原因 | 地质灾害点地貌 | 土地利用 |
| 降雨 | 人为活动 | 地震等自然活动 | 山区 | 丘陵 | 平原 | 台地 | 工矿用地 | 建筑用地 | 农用地 | 自然未开发 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 地质灾害点地形位置 | 土壤条件 | 距离水系距离 |
| 山顶 | 山坡 | 断崖 | 山脚 | 山谷 | 其他 | 砂质土 | 黏质土 | 壤土 | 其他 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 植被情况 | 坡度 | 山坡高差 | 海拔高度 | 其他情况 |
| 草木 | 灌木 | 树木 | 农作物 | 无植被 | 其他 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 注1：经度和纬度坐标使用小数表示，应保留四位小数。注2：灾害类型为滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等类型。注5：影响后果包括对当地生产生活影响、对电网设备安全影响等注6：治理情况包括是否治理，政府治理及治理方式、当地居民自行治理及治理方式、电力企业治理及治理方式、没有治理等。 |

1.
2. （资料性）
电网通道暴雨地质灾害危险性等级划分流程

电网通道暴雨地质灾害危险性等级划分流程如图B.1所示。



图B.1 电网通道暴雨地质灾害危险性等级划分流程图

1. （资料性）
地质灾害孕灾环境指数计算

地质灾害孕灾环境主要指本区域自身所处的自然环境条件，包括高程、地貌、坡度、岩性、土壤类型、植被覆盖、水系、土地利用类型、地质灾害隐患点等条件，是地质灾害发生的内在条件。

高程：统计发现，高程低于200m的平原地区地质灾害发生较少，高程200-500米的丘陵，高程500米以上的山区，地质灾害发生较多。

坡度：研究发现凸形与直线形坡是地质灾害最易发生区域，15°-45°坡度为地质灾害最易发生区域，山坡高差4.5-13m是地质灾害最易发生的区间。

地貌：研究发现，山地、丘陵、台地等地貌容易发生地质灾害，平原地貌地质灾害发生较少。

土地利用类型：工矿用地区域容易发生地质灾害，其次是住宅和耕地，自然未开发的土地类型最不利于地质灾害发生。

土壤类型：土壤中粉粒的含量越高（含沙量越高），越容易发生地质灾害；土壤中粘粒含量越高，越不容易发生地质灾害。

岩性：研究发现岩性对地质灾害的敏感性从高到低依次是次硬岩、硬岩、软岩层、极软岩层。

植被类型：植被根系能提高土壤的抗剪强度，不同植。

水系：受河流冲刷作用影响，距离水系距离越近，越容易发生地质灾害。

地质灾害隐患点密度：地质灾害隐患点是已经调查确定的发展中、容易发生地质灾害的地区，地质灾害隐患点越多，地质灾害隐患点密度越大，越容易发生地质灾害。

基于历史地质灾害数据与孕灾环境中各要素的统计关系，得到各类影响因子对灾害发生的影响权重，建立暴雨地质灾害孕灾环境评估指数，指数越高，表征暴雨地质灾害孕灾环境越差，越容易发生地质灾害。

暴雨地质灾害孕灾环境评估指数计算公式如下：



式中，为暴雨地质灾害孕灾环境评估指数；

为不同影响因子权重；

为不同影响因子条件程度系数。

暴雨地质灾害孕灾环境评估指数的范围在0.5-3之间，根据自然断点法，将孕灾环境划分为0-IV级，等级越高，表征孕灾环境越差，越容易发生地质灾害。

表C.1. 各自然环境影响因子的权重及条件程度系数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 影响因子 | 影响因子权重 | 影响因子条件程度 | 条件程度系数 |
| 高程（单位：m） | 0.05 | 0-50 | 0.5 |
| 50-100 | 1 |
| 100-200 | 1.5 |
| 200-500 | 2 |
| 200-500 | 2 |
| 500-1000 | 2.5 |
| >1000 | 3 |

表C.1. （续）【表跨页】

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 影响因子 | 影响因子权重 | 影响因子条件程度 | 条件程度系数 |
| 坡度（单位：°） | 0.15 | <15 | 0.5 |
| 15-35 | 2 |
| 35-45 | 2.5 |
| 45-60 | 1.5 |
| >60 | 1 |
| 地貌 | 0.05 | 台地 | 1 |
| 平原 | 0.5 |
| 丘陵 | 1 |
| 中起伏山地 | 2 |
| 高起伏山地 | 3 |
| 岩性 | 0.05 | 碎屑岩岩组 | 3 |
| 层块状板岩 | 1.5 |
| 侵入岩岩组 | 2 |
| 淤泥类土 | 0.5 |
| 层块砂砾岩 | 1 |
| 土地利用类型 | 0.15 | 工矿用地 | 3 |
| 住宅 | 2 |
| 耕地 | 1 |
| 自然土地 | 0.5 |
| 土壤类型 | 0.1 | 淋溶土 | 1.5 |
| 初育土 | 2 |
| 半水成土 | 1 |
| 人为土 | 2.5 |
| 铁铝土 | 3 |
| 湖泊水库 | 0.5 |
| 植被类型 | 0.1 | 林木、乔木 | 0.5 |
| 灌丛、草丛 | 1 |
| 稀疏草木 | 2.5 |
| 栽培植被 | 2 |
| 基本无植被 | 3 |
| 水系距离（单位：m） | 0.1 | <50 | 3 |
| 50-100 | 2.5 |
| 100-200 | 2 |
| 200-500 | 1 |
| >500 | 0.5 |
| 地质灾害隐患点密度（个/km2） | 0.25 | 0-0.02 | 0.5 |
| 0.02-0.06 | 1 |
| 0.06-0.10 | 1.5 |
| 0.10-0.15 | 2 |
| 0.15-0.25 | 2.5 |
| 0.25-0.50 | 3 |

1. （资料性）
不同的孕灾环境指数对应的降水阈值

降水条件是地质灾害发生的直接外在诱发条件，地质灾害发生与暴雨过程累积雨量、降水强度有密切关系。通常情况下，累积雨量或最大降水强度要达到一定阈值以后，才可能诱发地质灾害，且累积雨量越大或最大降水强度越强，诱发地质灾害的概率越高。不同的孕灾环境条件，对应的诱发灾害的降水阈值不同，背景孕灾环境条件越差，降水阈值越低。

表D.1. 不同孕灾环境发生地质灾害的累计降水阈值和降水强度阈值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 孕灾环境等级 | 72h过程累积雨量（毫米）  | 最大降水强度（毫米/小时） |
| 0 | / | / |
| I | 350 | 100 |
| II | 250 | 70 |
| III | 150 | 50 |
| IV | 75 | 30 |

**━━━━━━━━━━━**

电网通道暴雨地质灾害分布图绘制技术导则

编 制 说 明

目次

[1 编制背景 2](#_Toc290754139)

[2 编制主要原则 2](#_Toc1179517248)

[3 主要工作过程 2](#_Toc1886853169)

[4 标准结构和内容 2](#_Toc450196134)

[5相关标准对比说明 2](#_Toc513731114)

[6标准实施措施说明 2](#_Toc513731115)

1 编制背景

架空输电线路跨越各种地形，暴雨诱发的输电通道内地质灾害容易造成杆塔塔基裸露、受损，严重是发生杆塔倾斜甚至倒塌，特别是输电通道内线路密集，暴雨地质灾害对远距离、大功率输电影响尤为严重。为了解电网通道暴雨地质灾害风险情况，支撑电网暴雨地质灾害防范和应对工作，特制订本标准。

《电网通道暴雨地质灾害分布图绘制技术导则》根据《中国电机工程学会关于印发“中国电机工程学会2019年标准计划（第一批）”的通知》（电机咨〔2019〕47号）的要求制定，规定了基础数据收集、电网通道地质灾害发生指数确定和风险等级划分、分布图绘制等，适用于110kV（66kV）及以上电压等级电网通道绘制暴雨地质灾害分布图时使用。

2 编制主要原则

本标准根据以下原则编制：

a)以电网通道暴雨地质灾害发生原因分析和电网公司多年运行经验进行编制；

b)依据可靠实用、方便实施的基础性原则进行编制；

c)适应电网在暴雨地质灾害防灾减灾方面的当前要求和未来发展规划；

d)遵守现有相关法律、条例、标准和导则等，兼顾电网运行的要求。

3 主要工作过程

3.1 2019年3月13日，中国电机工程学会下发了《中国电机工程学会关于印发“中国电机工程学会2017年标准计划（第一批）”的通知》（电机咨〔2017〕178号），项目牵头单位国网湖南省电力有限公司防灾减灾中心组织各参编单位成立了编写组，正式启动编制工作。

3.2 2022年4月，完成标准初稿，召开了研讨会，形成征求意见稿。

4 标准结构和内容

本标准按照《中国电机工程学会团体标准管理办法（暂行）》的要求编写。

本标准的主要结构和内容如下：

本标准主题章分为3章，由基础数据收集、电网通道地质灾害发生指数确定和风险等级划分、电网通道暴雨地质灾害分布图绘制、电网通道暴雨地质灾害分布图修订等组成。

5相关标准对比说明

无。

6标准实施措施说明

无