

区域雷电灾害风险评估技术规范

Technical specification of risk assessment of regional lightning
disaster

2021 - 09 - 22 发布

2021 - 10 - 22 实施

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 评估对象和资料	1
5 评估流程	2
6 评估技术方法	2
7 评估报告要求	4
附录 A （资料性） 特征分析方法及图表样式	5
附录 B （资料性） 雷暴日有效观测距离估算	9
附录 C （资料性） 评估报告要求	10

前 言

本标准按照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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由浙江省气象局提出。

本标准由浙江省气象标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：浙江省气象安全技术中心。

本标准主要起草人：张卫斌、张祎、王康挺、顾媛、崔雪东、邢天放、郑文佳、李剑、史海锋、刘敏。

区域雷电灾害风险评估技术规范

1 范围

本标准规定了开展区域雷电灾害风险评估的评估对象和资料、评估流程、评估技术方法、评估报告要求。

本标准适用于高新技术产业开发区、工业园区、开发区、产业集聚区、特色小镇以及县级以上人民政府确定的其他区域的区域雷电灾害风险评估。

2 规范性引用文件

本标准没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

区域雷电灾害风险评估 risk assessment of regional lightning disaster

在对指定区域雷电活动规律进行分析的基础上，根据雷电致灾机理，分析雷电对区域内评估对象的影响和危害，为项目选址和功能分区布局、防雷类别（等级）与防护措施确定提出针对性意见的过程。

3.2

雷暴日 thunderstorm day

一天中听到一次及以上的雷声即为一个雷暴日，单位为天。

3.3

落雷日 cloud-to-ground lightning day

一天中闪电定位仪监测到一次及以上的云对地闪电即为一个落雷日，单位为天。

4 评估对象和资料

4.1 评估对象

以区域建设范围内根据规划要求拟建项目为评估对象。应对区域内所有规划用地类型拟建项目分别做相应分析。

4.2 评估资料

评估单位宜收集以下（但不限于）资料：

- 评估对象的控制性规划；
- 评估对象所在地地理、地质、地貌、气候、土壤等资料；
- 评估对象所在地雷暴观测、闪电定位系统数据等气象资料；
- 相关雷电灾害资料。

5 评估流程

区域雷电灾害评估流程见图1。

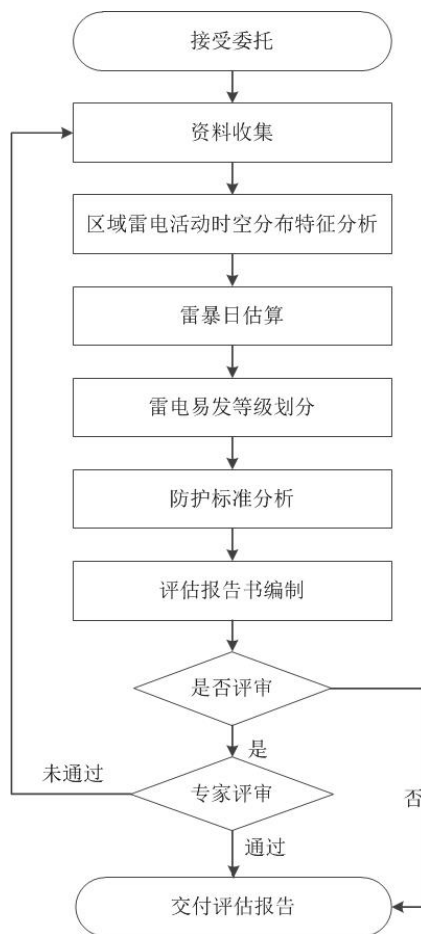


图1 区域雷电灾害风险评估流程图

6 评估技术方法

6.1 区域雷电活动时空分布特征分析

6.1.1 应依据闪电定位系统数据资料，统计分析评估区域的地闪年际变化、月际变化、日变化规律及地闪的强度、密度、陡度等分布情况，统计分析方法及图表样式见附录A。

6.1.2 用于统计分析的闪电定位系统数据应满足以下要求：

- 选用的地闪资料应剔除定位方式为二站振幅的数据；

- 资料时间序列不宜少于 10 年，且最新数据应在近 5 年内。若某年 4 月~10 月期间系统连续缺失 30 天以上时，则不应使用该年数据；
- 数据选取的地域范围为评估区域及向外扩展一定宽度的区域，扩展宽度不宜小于所选地域范围内的闪电定位精度，当无法确定该定位精度时，扩展宽度可取 1 km~2 km。地域范围宜介于 75 km²~300 km² 之间。评估区域可为一个或若干个子区域。

6.2 区域雷暴日估算

6.2.1 区域雷暴日应基于评估区域的闪电定位数据，结合最近气象台（站）的闪电定位数据及人工观测的雷暴日数据的关系综合考虑确定。

6.2.2 依据闪电定位系统及人工观测雷暴日资料，确定距评估区域中心最近的气气象台（站）人工观测雷暴日的有效观测距离，方法见附录 B。

6.2.3 若以最近气象台（站）为中心，以有效观测距离为半径的区域可涵盖整个评估区域，则以该气象台（站）年平均观测雷暴日数作为评估区域年平均雷暴日数。

6.2.4 若以最近气象台（站）为中心，以有效观测距离为半径的区域不足以涵盖整个评估区域，则按照公式（1）计算评估区域年平均雷暴日数：

$$T_{d2} = \frac{T_{d1}}{T'_{d1}} T'_{d2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

T_{d2} ——待确定的评估区域年平均雷暴日数，单位为天每年（d/a）；

T_{d1} ——最近气象台（站）年平均观测雷暴日数，数据观测时间为近 30 年，单位为天每年（d/a）；

T'_{d1} ——以 6.2.2 中确定的有效观测距离为半径范围内的气象台（站）年平均落雷日数，单位为天每年（d/a）；

T'_{d2} ——以 6.2.2 中确定的有效观测距离为半径范围内的评估区域年平均落雷日数，单位为天每年（d/a）。

6.3 雷电易发等级划分

6.3.1 将评估区域划分为 1km×1km 的网格，统计各网格内地闪密度、年平均落雷日数。

6.3.2 按表 1 将网格地闪密度划分为 4 个等级，并确定各等级对应百分位数。

表 1 地闪密度分级标准

地闪密度 N_g 区间 次/（km ² ·a）	$N_g \leq 2.5$	$2.5 < N_g \leq 4.0$	$4.0 < N_g \leq 9.0$	$N_g > 9.0$
地闪密度等级	1 级	2 级	3 级	4 级

6.3.3 将所有网格年平均落雷日数进行排序（若年平均落雷日数相同，则根据对应网格地闪密度大小调整年平均落雷日数顺序），再按照地闪密度分级确定的百分位数进行年平均落雷日等级划分，分为 4 级。

6.3.4 雷电易发等级指数按照公式（2）进行计算。

$$L = \frac{L_g + L_d}{2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

L——单位网格雷电易发等级指数；

L_g ——单位网格地闪密度等级指数，按照 6.3.2 等级划分，从低至高赋值为 1、2、3、4；

L_d ——单位网格落雷日数等级指数，按照 6.3.3 等级划分，从低至高赋值为 1、2、3、4。

6.3.5 依据 6.3.4 计算的雷电易发等级指数，雷电易发区等级划分为四级：

a) 极强易发区：雷电易发等级指数为 3.5 及 4.0；

b) 强易发区：雷电易发等级指数为 2.5 及 3.0；

c) 中易发区：雷电易发等级指数为 1.5 及 2.0；

d) 一般易发区：雷电易发等级指数为 1.0。

6.4 防护标准分析

6.4.1 应根据规划用地类型和拟建项目，收集相关标准规范。

6.4.2 应在了解各拟建项目的项目属性、建筑特性、电气电子系统等因素的基础上，对可选标准进行适用性分析，评估标准规定的措施是否满足拟建项目雷电防护需求。

6.4.3 若规划拟建项目存在没有对应雷电防护标准的内容时，则应根据雷电物理理论和相应雷电灾害案例进行专项分析，结合评估区域雷电易发等级，给出相应的防护措施建议。

7 评估报告要求

区域雷电灾害风险评估报告要求见附录C。

附 录 A
(资料性)
特征分析方法及图表样式

A.1 地闪年际变化

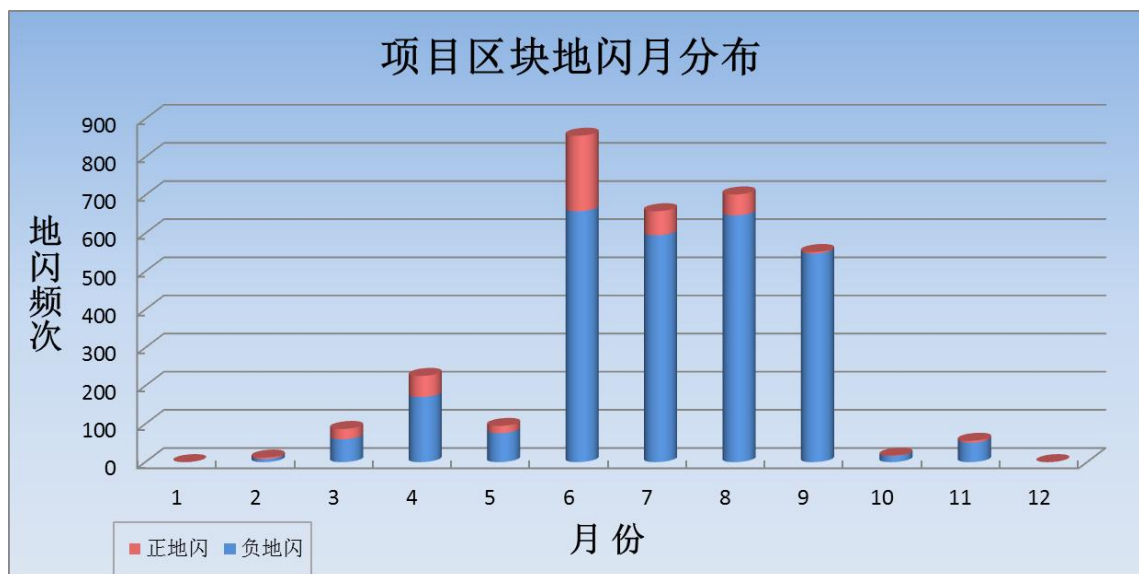
统计逐年地闪密度及历年地闪密度的算术平均值，并以表格形式列出，表格样式见表A.1。

表A.1 项目区块范围地闪密度统计

年份	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
地闪密度 次/ (km ² ·a)	2.896	2.472	8.41	8.402	5.572	8.197	2.079
年份	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均值
地闪密度 次/ (km ² ·a)	0.511	0.208	2.503	1.713	2.083	0.578	3.51

A.2 地闪月际变化

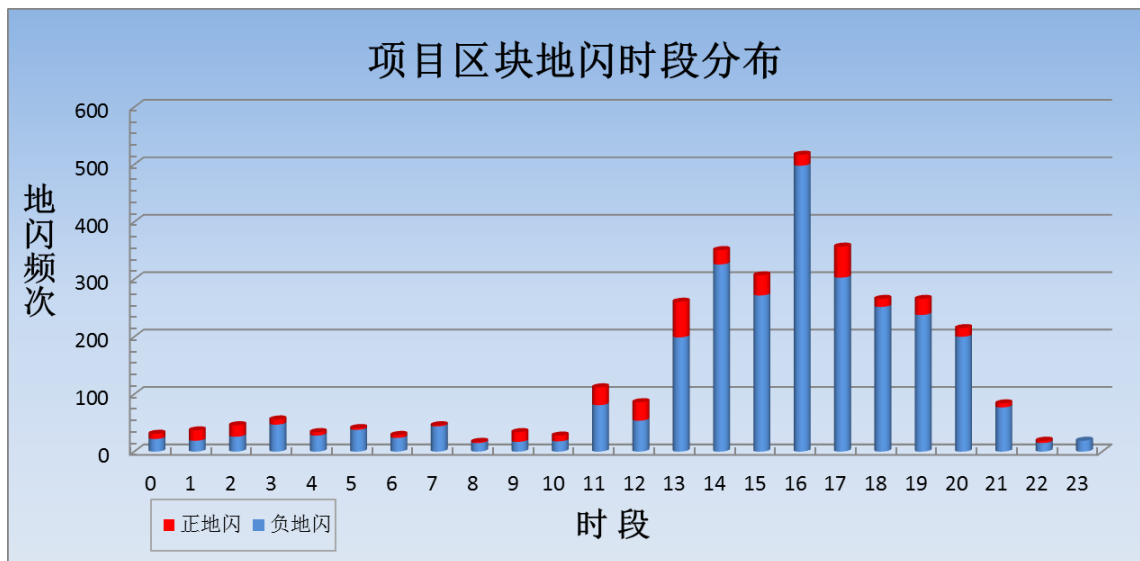
分别统计正、负地闪的逐月频次，绘制地闪月际分布图，宜采用柱状图形式，应以不同颜色区分正地闪和负地闪。画图样式见图A.1。



图A.1 地闪月分布

A.3 地闪日变化

分别统计正、负地闪的逐小时频次，绘制地闪时段分布图，宜采用柱状图形式，应以不同颜色区分正地闪和负地闪。画图样式见图A.2。



图A.2 地闪时段分布

A.4 地闪强度特征

统计地闪总数，以及正、负地闪雷电流幅值绝对值的最大值和算数平均值。将地闪的雷电流幅值绝对值由小到大进行排序，统计第90、95和99百分位的雷电流幅值绝对值。以上内容均以表格形式列出，表格样式见表A.2。

表A.2 项目区块范围地闪强度特征

地闪总数	最大正闪强度 (kA)	最大负闪强度 (kA)	90% (kA)	95% (kA)	99% (kA)	平均正闪强度 (kA)	平均负闪强度 (kA)
11610	255.6	397.1	≤60.3	≤73.9	≤116	53.68	37.79

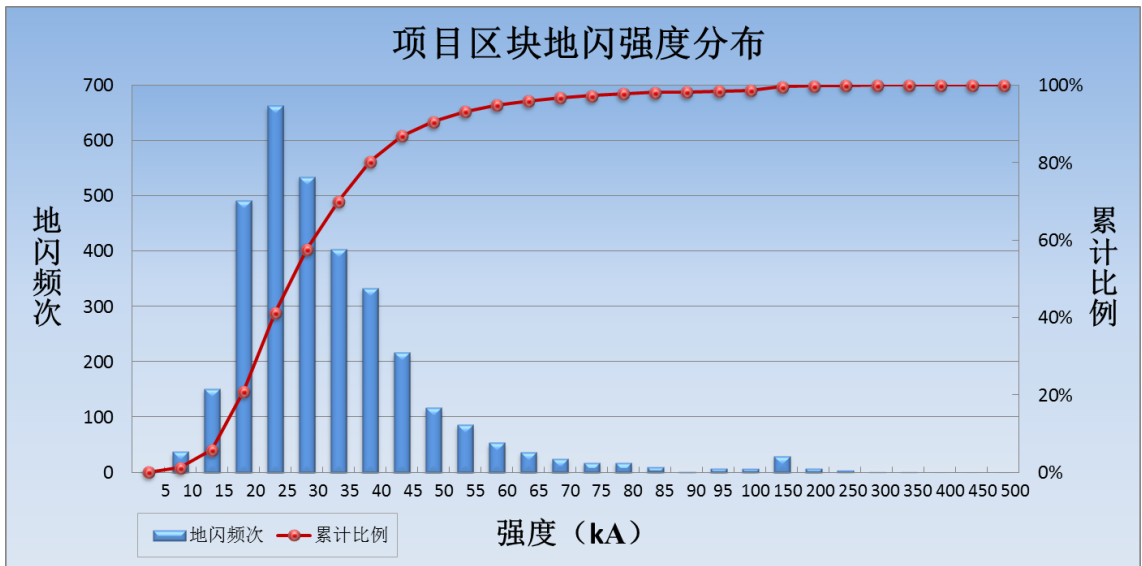
按照公式A.1统计地闪强度的概率密度分布，绘制地闪强度分布柱状图及累积概率分布曲线图，画图样式见图A.3。

$$F_j = \begin{cases} F_{(j \times 5 < i \leq (j+1) \times 5)}, & j = (1, 2, \dots, 19) \\ F_{[(j-18) \times 50 < i \leq (j-17) \times 50]}, & j = (20, 21, \dots, 27) \end{cases} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

F ——地闪频次，单位为次；

i ——地闪强度，单位为千安（kA）。



图A.3 地闪强度分布

A.5 地闪陡度特征

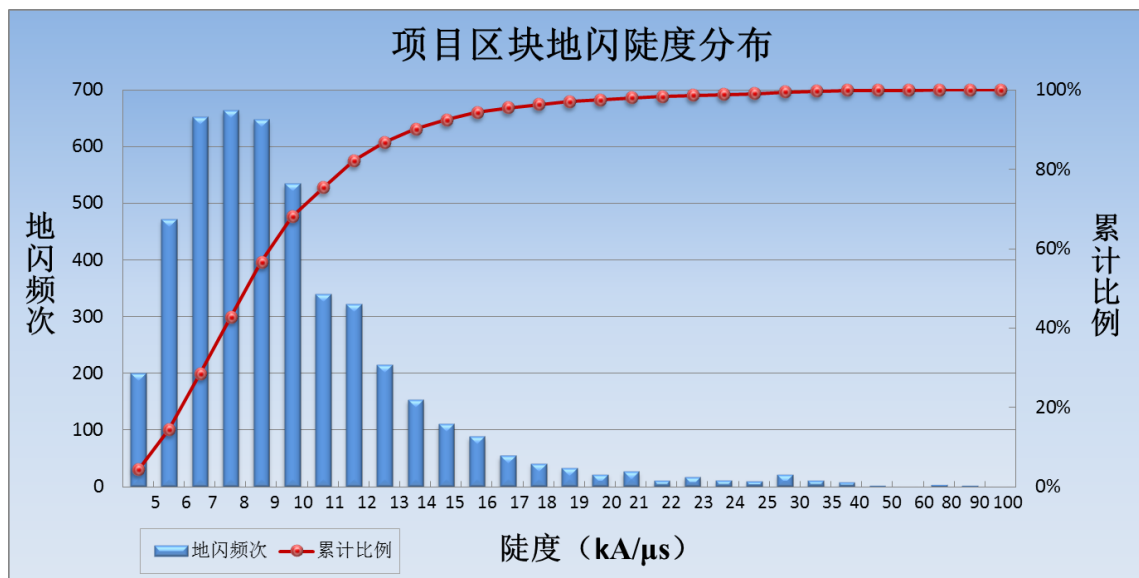
按照公式A.2统计地闪陡度的概率密度分布，绘制地闪陡度分布柱状图及累积概率分布曲线图，画图样式参见样图A.4。

$$F_j = \begin{cases} F_{(j < s \leq j+1)}, & j = (1, 2 \dots 24) \\ F_{[(j-20) \times 5 < s \leq (j-19) \times 5]}, & j = (25, 26, 27) \\ F_{[(j-24) \times 10 < s \leq (j-23) \times 10]}, & j = (28, 29 \dots \infty) \end{cases} \dots \dots \dots (A.2)$$

式中：

F——地闪频次，单位为次；

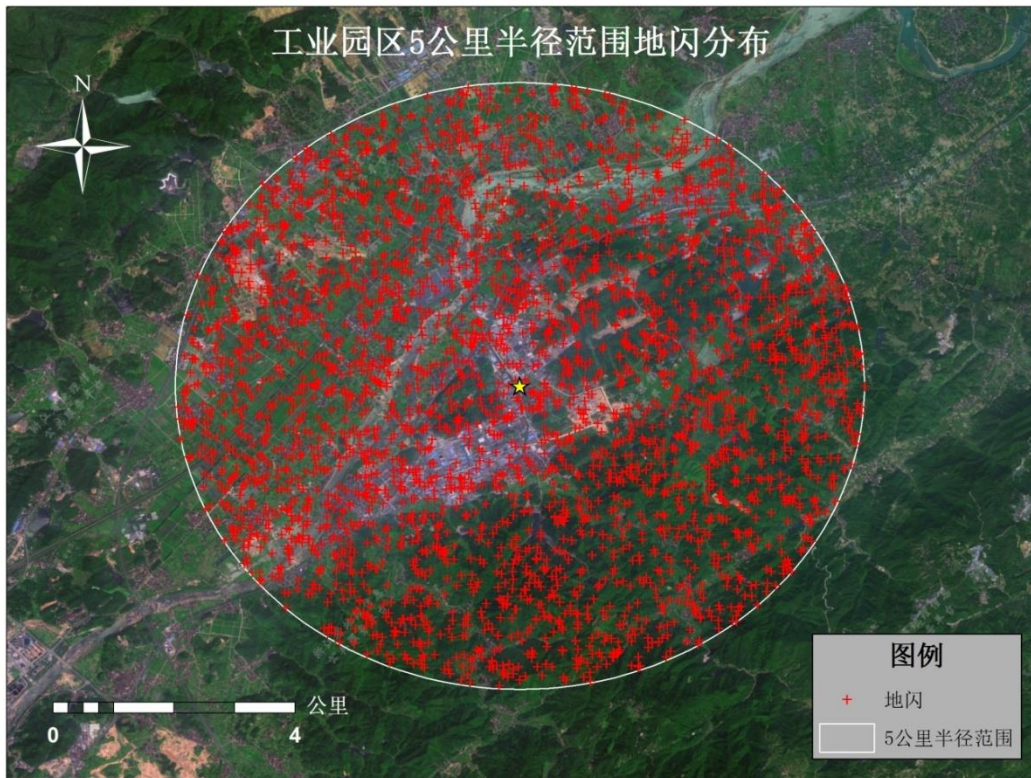
S——地闪陡度，单位为千安每微秒（kA/μs）。



图A.4 地闪陡度分布

A.6 地闪空间分布特征

基于地闪资料的空间位置信息（经纬度），绘制评估区域范围内地闪空间分布图。宜以清晰卫星影像图像作为底图，标注评估区域几何中心点位置并将其置于图片中心。宜以圆或多边形标明评估范围边界，并用红色十字标注地闪落点。画图样式见图A.5。



图A.5 地闪空间分布

A.7 分析软件选用

区域雷电活动时空分析可选用Microsoft Excel、Microsoft Access、Arc GIS或其他成熟可靠的统计绘图工具及数据处理软件。

附 录 B
(资料性)
雷暴日有效观测距离估算

B.1 数据选取

选择2007年~2013年气象台站逐年人工观测雷暴日数和闪电定位系统地闪监测数据。

B.2 计算步骤

雷暴日有效观测距离计算步骤为：

- a) 以气象台站为中心, 5 km~30 km 为半径, 基于地闪监测数据统计逐公里半径区域内年落雷日数;
- b) 分别计算逐公里半径区域地闪监测年平均落雷日数与人工观测年平均雷暴日数均方根误差;
- c) 人工观测雷暴日数与地闪监测年平均落雷日数均方根误差最小值所对应的公里数为有效观测距离。

附录 C (资料性) 评估报告要求

C.1 引言

应包括区域雷电灾害风险评估的评估背景、任务来源、总体要求和工作目标等。

C.2 雷电形成机制

宜包括雷暴云起电机制和地闪形成机理等。

C.3 雷电危害

应包括雷电致灾机理、雷电致灾种类、雷电灾害统计和典型历史雷电灾害事例等。

C.4 区域雷电灾害风险评估概述

应包括评估目的、评估方法、评估流程、评估依据（相关法律法规及规范性文件；区域有关技术和工作文件；现行有效的雷电灾害防御相关标准、规范；相关雷电物理理论）。

C.5 区域规划和建设项目概况

应包括规划方案涉及到的区域规划范围、规划建设用地布局、规划土地利用类型、区域高度控制原则、规划产业布局、防灾规划等相关内容，引用的规划文件应最新有效。

C.6 数据采集与分析

应包括区域气候特征分析、区域地理地貌特征分析、周边历史雷灾数据分析等。

C.7 项目可能遭受的雷击

宜包括区域建设项目可能存在的导致经济损失、人员伤亡的雷击类型。

C.8 区域雷电灾害风险评估

应包括区域雷电环境分析、雷暴日估算、雷电易发等级划分和防护标准分析等。

C.9 评估结论

应包括评估区域的年平均雷击大地密度、年平均雷暴日数、雷电易发等级、防护标准分析结果。

C.10 雷电防护设计指导意见

应包括接闪器、引下线、接地装置、防闪电电涌侵入、防雷电电磁脉冲等防护措施的设计指导意见。

C.11 施工过程中防雷安全指导意见

应包括区域建设过程中人员安全保护措施、设备安全保护措施和防雷安全管理制度等指导意见。
