

ICS 13.260

CCS K09

团 体 标 准

T/NXJX 025—2022

文物建筑雷击风险评估技术要求

Technical specification for lightning risk assessment of
historical and cultural relic buildings

2022 - 02 - 18 发布

2022 - 03 - 17 实施

宁夏机械工程学会 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 基本要求	2
4.1 资料真实可靠	2
4.2 推算科学合理	2
4.3 结论清晰可信	2
5 雷电环境评价	2
5.1 雷电活动时空分布特征	2
5.2 雷电流散流分布特征	2
5.3 雷电电磁环境风险	2
6 评估模型	2
6.1 模型构成	2
6.2 雷击风险等级及防雷措施	3
6.3 雷击风险评估指标及要求	3
7 风险分析计算方法	3
7.1 定量指标风险隶属度计算方法	3
7.2 定性指标风险隶属度计算方法	4
7.3 指标参量的权重分析	4
7.4 综合风险值计算方法	5
7.5 风险等级评判方法	5
8 评估过程	6
8.1 评估流程	6
8.2 受理评估申请	6
8.3 基础资料收集	6
8.4 现场勘察	7
8.5 风险分析和计算	7
8.6 评估报告编制	7
8.7 评估报告有效期	8
8.8 报告编制格式	8
附录 A（资料性附录） 评估指标	10

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。

本文件由宁夏机械工程学会提出并归口。

本文件起草单位：中科天际科技股份有限公司、北京大学考古文博学院、福建省气象灾害防御技术中心（福建省防雷中心）、湖南省气象灾害防御技术中心（湖南省防雷中心）、宁夏回族自治区文物保护中心、扬州大学、北京中科天际工程技术有限公司。

本文件主要起草人：高攀亮、张兵兵、曾金全、刘凤姣、徐怡涛、马建军、何启明、董娜、高筱刚、苏玉宗、史东东、任利斌、宋强、白丰鹏。

文物建筑雷击风险评估技术要求

1 范围

本文件规定了文物建筑雷击风险评估的术语和定义、基本要求、雷电环境评价、评估模型、风险分析计算方法、评估过程。

本文件适用于古建筑、近现代代表性建筑、革命旧址的单体文物建筑和多个单体文物建筑构成的建筑群的雷击风险评估。

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 21431—2015 建筑物防雷装置检测技术规范
- GB/T 21714.2—2015 雷电防护 第2部分：风险管理
- GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范
- GB 51017—2014 古建筑防雷工程技术规范
- QX/T 85—2018 雷电灾害风险评估技术规范
- QX 189—2013 文物建筑防雷技术规范
- QX/T 405—2017 雷电灾害风险区划技术指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

文物建筑 heritage buildings

各级文物保护单位中的古建筑或虽未明确作为文物保护单位但具有文物价值的古建筑。其中包括确定为文物保护单位的古墓葬、石窟寺和石刻、近现代重要史迹及代表性建筑。

[来源:文物保发(2010)6号,定义3.1]

3.2

雷击风险评估 lightning risk assessment

根据雷电特性及其致灾机理,分析雷电对评估对象的影响,提出降低风险措施的评价和估算过程。

[来源:QX/T 85—2018,定义 3.1.1]

3.3

单体建筑风险评估 single building risk assessment

对文物建筑物单体及附属设施进行的雷击风险评估。

3.4

四有档案 archives of cultural relics protection units

各级文物保护单位,分别由省、自治区、直辖市人民政府和市、县级人民政府划定必要的保护范围,作出标志说明,建立记录档案,并区别情况分别设置专门机构或者专人负责管理。

[来源:中华人民共和国文物保护法(2017修正)第十五条]

4 基本要求

4.1 资料真实可靠

雷击风险评估工作的基础是气象站资料及区域开发相关资料,应确保评估工作中所用资料的真实性及可靠性。其中气象资料须符合国家及气象行业标准,其他资料须符合文物行业的技术标准。

4.2 推算科学合理

雷击风险评估工作涉及的工程气象参数推算宜采用已有的标准或技术规范推荐的方法,若没有相关标准或规范,则宜采用多种方法进行推算,经分析比较后确定最适合的分析方法。

4.3 结论清晰可信

雷击风险评估工作的计算结果和分析判断结论,均应针对计算和分析过程中依据的基本资料以及各种参数,结合区域开发所在地的具体地形地貌特点进行分析取舍,保证评估结论合理性、可靠性、科学性、实用性。

5 雷电环境评价

5.1 雷电活动时空分布特征

根据评估对象所在地雷暴观测数据、闪电定位系统数据等历史资料,分析评估对象所在地的雷暴路径、雷电年变化、月变化、日变化规律及雷电的强度、密度、陡度分布等。

5.2 雷电流散流分布特征

根据评估对象所在地的地形、土壤状况等分析雷电流散流分布特征。

5.3 雷电电磁环境风险

根据评估对象所在地闪电定位系统历史资料,按照公式(1)计算评估对象所占平面区域内各点的最大雷击磁场强度,并应用插值法绘制评估对象雷电电磁环境分布图,应根据绘图精度需要确定评估对象所占平面区域内离散网格尺寸。

$$H = \frac{I}{2\pi D} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

H ——最大磁场强度,单位为安培每米(A/m);

I ——雷电流,单位为安培(A);

D ——雷击点与所需计算雷击引起的场强点(或建筑物)之间的距离,单位为米(m)。雷击点包括评估对象所占平面区域及其外延3 km范围内所有的落雷点。

6 评估模型

6.1 模型构成

模型由雷击风险等级、风险值、风险评估指标(指标等级、指标隶属度、指标要求)构成。

区域雷击风险评估考虑雷击风险、地域风险及承灾体风险三个一级指标。评估指标见附录A。

区域雷击灾害风险评估的递阶层次结构模型如图1所示,并根据图1可得到更高层级的指标(致灾因子)。

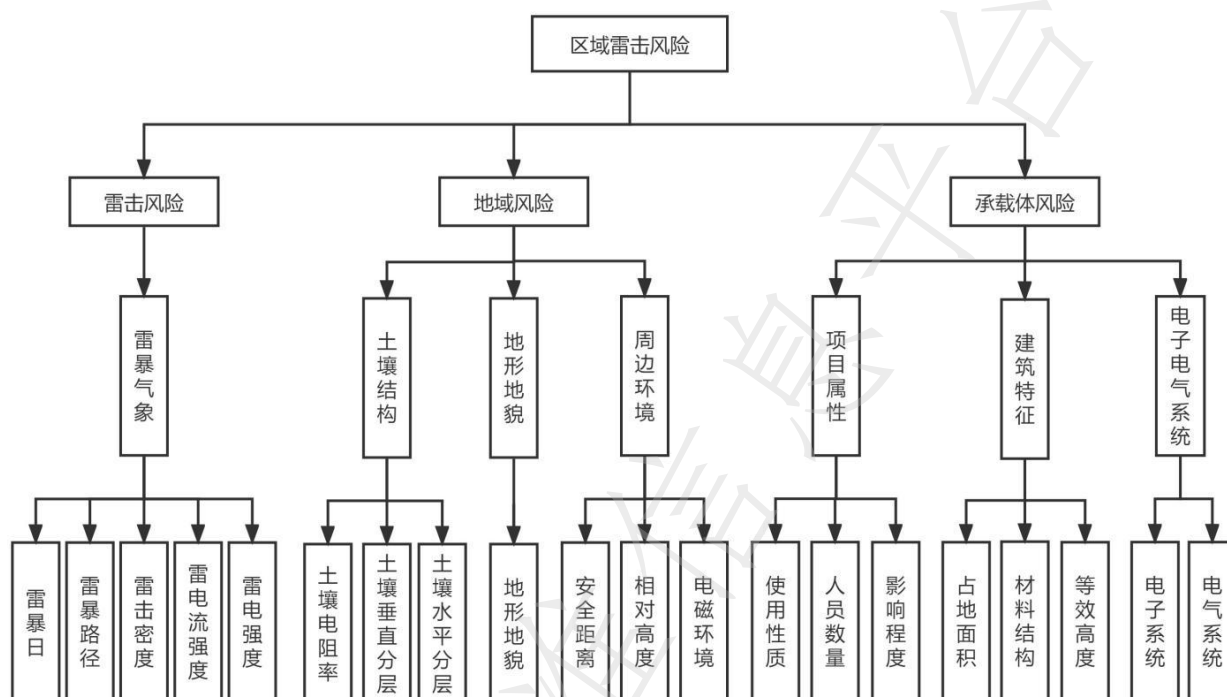


图1 区域雷击风险评估的层次结构模型

6.2 雷击风险等级及防雷措施

雷击风险等级由各指标等级隶属度通过计算得出风险值，在表5中比对得出对应风险等级和防雷措施。

6.3 雷击风险评估指标及要求

20个指标，分为可量化指标和定性指标，每个指标下分5个等级，根据各指标的要求，计算各指标等级下的隶属度。

7 风险分析计算方法

7.1 定量指标风险隶属度计算方法

定量指标参量即可量化指标参量，有雷暴日、雷击密度、雷电流强度、土壤电阻率、土壤垂直分层、土壤水平分层、电磁环境、人员数量、占地面积、等效高度。

以雷暴日为例，若评估对象的雷暴日参数为46.6，结合雷暴日的五个等级划分（见附录A表A.2），根据隶属函数和表A.2，令 v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 、 v_5 分别为10，30，50，75，100（取等级范围中间值）。根据极小型隶属函数处理方法，按照公式（2）和（3）计算雷暴日的隶属度。

$$r_2 = \frac{50 - 46.6}{50 - 30} = 0.17 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$r_3 = \frac{46.6 - 30}{50 - 30} = 0.83 \quad \dots\dots\dots (3)$$

可以得出雷暴日的隶属度如表1所示。

表1 雷暴日隶属度

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
隶属度	0	0.17	0.83	0	0

7.2 定性指标风险隶属度计算方法

定性指标参量包括：雷暴路径、地形地貌、安全距离、相对高度、使用性质、影响程度、材料结构、电子系统、电气系统。

定性指标的隶属度确定方法与定量指标的隶属度确定方法有所不同，定性指标不需要通过公式计算，只需要把搜集到的数据与分级标准对比，符合某一个危险等级的描述，则完全隶属于该风险等级，且隶属度等于1。

例如，根据被评估对象历史资料及现场勘测，地形地貌为丘陵，根据地形地貌的危险等级划分，则地形地貌完全隶属于II级，如表2。

表2 地形地貌隶属度

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
地形地貌隶属度	0	1	0	0	0

7.3 指标参量的权重分析

7.3.1 一般规定

权重是一个相对的概念，是针对某一个指标而言，某一个指标的权重是指该指标在整体评价中的相对重要程度，是对各评价指标在总体评价中的作用进行区别对待。本文件中所涉及到的评估指标权重均引用层次分析法来分析和计算。

7.3.2 构造判断矩阵

根据层次分析法原理，确定各指标参量权重的第一步需要专家客观的对同一层次各指标参量进行比较判断，构造该层次各指标参量的判断矩阵。

根据对拟建场地现场土壤电阻率实测值，计算土壤结构下属指标参量的隶属度，隶属度矩阵如表3所示。

表3 土壤结构的下属指标隶属度

土壤结构	I级	II级	III级	IV级	V级
土壤电阻率	0	0	0	0	1
土壤垂直分层	1	0	0	0	0
土壤水平分层	1	0	0	0	0

这三个同一级指标参量的风险次序为：土壤电阻率>土壤垂直分层=土壤水平分层，且差别较大。土壤结构下属三个指标参量之间的比较判断矩阵如表4所示。

表4 土壤结构的判断矩阵

土壤结构	土壤电阻率	土壤垂直分层	土壤水平分层
土壤电阻率	1	5	5
土壤垂直分层	0.2	1	1
土壤水平分层	0.2	1	1

7.3.3 计算最大特征值和特征向量

根据矩阵计算方法，矩阵计算出最大特征值 $\lambda_{\max}=3.00$ ，其对应的归一化特征向量为： $W=(0.7143, 0.1429, 0.1429)$ 。

7.4 综合风险值计算方法

$$Z = W \cdot R = [w_1, w_2, \dots, w_m] \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} = [z_1, z_2, \dots, z_n] \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- Z ——综合评价矢量；
- W ——评估指标的权重矢量；
- R ——评估指标的隶属度矢量。

可将雷电灾害风险分为五个危险等级，综合评价见公式（5）：

$$g = r_1 + 3 \times r_2 + 5 \times r_3 + 7 \times r_4 + 9 \times r_5 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- g ——目标的区域雷击风险；
- r_1 ——目标与危险等级I的隶属度；
- r_2 ——目标与危险等级II的隶属度；
- r_3 ——目标与危险等级III的隶属度；
- r_4 ——目标与危险等级IV的隶属度；
- r_5 ——目标与危险等级V的隶属度。

根据上述的区域雷击风险隶属度，计算得到I级、II级、III级、IV级、V级的隶属度 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 、 r_5 。最后，结合公式5，求出区域雷击风险 g 。

7.5 风险等级评判方法

区域雷电风险评估分级要求应符合表5的规定。

表5 区域雷电风险评估级别

风险值g	危险等级	风险	防雷级别	防雷措施
[0,2)	I级	低风险	E级	宜采取简易的防雷措施。
[2,4)	II级	较低风险	D级	宜安装防雷装置，包括防雷装置在线监测。
[4,6)	III级	中等风险	C级	应采取综合防雷措施，包括防雷装置在线监测，宜安装闪电定位监测预警系统。
[6,8)	IV级	较高风险	B级	应采取综合防雷措施，包括防雷装置在线监测，应安装闪电定位监测预警系统。
[8,10]	V级	高风险	A级	应采取综合防雷措施，包括闪电定位监测预警、防雷装置在线监测装置。

8 评估过程

8.1 评估流程

文物建筑（群）雷击风险评估流程，如图2所示。

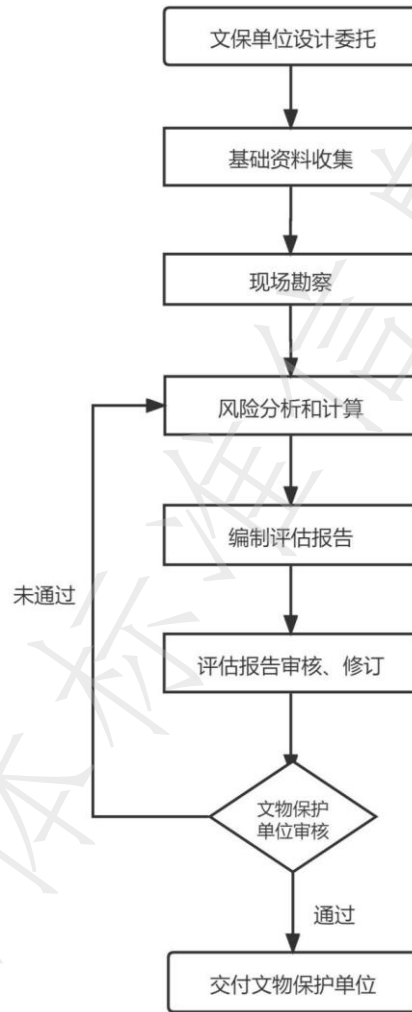


图2 文物建筑（群）雷击风险评估流程

8.2 受理评估申请

收到文保单位评估申请，1个工作日内由评估作业部门负责人联系申请单位，了解申请单位需求，3个工作日内签订评估委托书。

8.3 基础资料收集

8.3.1 资料内容

基础资料包括以下资料种类及内容：

- 评估文物建筑的结构类型、修建年代、修缮历史记录、保护规划、四有档案、总平面图、航拍图等基础资料；
- 评估文物建筑所在地地理、地质、土壤、水文等资料；

- 评估文物建筑所在地年均雷暴日、闪电监测等气象资料和雷电灾害、雷击史资料；
- 评估文物建筑的雷电防护、雷电灾害应急预案以及维护等防雷管理制度。

8.3.2 资料要求

评估单位在充分了解文物建筑所在区域气候特征、功能区划、雷电环境及防雷现状的基础上，收集基础资料。

8.4 现场勘察

8.4.1 勘察内容

勘察内容包括：

- 土质、土壤电阻率；
- 文物建筑周边地形环境勘测；
- 文物建筑外形尺寸及结构类型；
- 文物建筑周边高大树木及其它高大建筑（构筑）物外形尺寸及相对位置。

8.4.2 勘察要求

明确被评价对象和范围，进行现场勘察和资料收集，应收集但不限于以下资料：

- a) 项目资料：
 - 地形图；
 - 地下或架空管线综合图；
 - 地质勘察报告；
 - 其他相关资料。
- b) 现场和周边环境资料：
 - 防雷措施状况；
 - 现场土壤电阻率时空分布状况；
 - 影响雷击风险因子的周边环境资料；
 - 文物建筑所在区域地面设施情况；
 - 文物建筑周边是否存在持续影响土壤电阻率的生产建设活动。
- c) 气象资料：
 - 文物建筑气象及雷电环境资料；
 - 其他相关资料。

8.5 风险分析和计算

8.5.1 风险分析：

分析各建筑（群）雷击风险：

- 文物建筑（群）周边区域雷暴气象环境分析；
- 文物建筑（群）地域风险分析；
- 文物建筑（群）体承灾风险分析。

8.5.2 风险计算：

计算各单体建筑雷击风险：

- 计算年预计雷击次数；
- 单体建筑雷击风险值计算；
- 单体建筑雷击风险分级。

8.6 评估报告编制

8.6.1 评估目的

分析需保护文物建筑可能存在的雷电灾害风险，指出隐患，提出补充和完善的建议措施。

8.6.2 基础资料

主要包括项目概述、项目所在地气候特征、项目所在地雷电监测信息、项目防雷现状、项目地理坐标位置，应符合但不限于下列规定：

- 基础资料来源及其代表性、可靠性说明，通过现场探测所取得的资料，还应当对探测仪器、探测方法、探测环境和探测数据有效性进行说明；
- 雷击风险评估背景资料分析，主要包括项目概述、项目所在地气候特征、项目所在地雷电监测信息、项目防雷现状、项目地理坐标位置；
- 评估所依据的标准、规范和古建筑雷击风险等级计算，主要包括编制依据、雷击风险评估计算方法、雷击风险等级划分、各建筑单体雷击风险评估计算过程；
- 区域及周边历史雷击灾害情况分析、区域雷电易发区等级划分、区域典型建筑防雷类别及雷电防护等级分析。

8.6.3 计算指标

主要包括雷击风险评估计算方法、雷击风险等级划分、各建筑单体雷击风险评估计算过程。

8.6.4 评估依据

评估依据应包含但不限于下列文件：

- 《中华人民共和国文物保护法》（中华人民共和国主席令第28号）；
- 《中华人民共和国文物保护法实施条例》（中华人民共和国国务院令第377号）；
- 《文物建筑防雷工程勘察设计和施工技术规范(试行)》文物保发[2010]6号；
- GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范；
- GB 51017—2014 古建筑防雷工程技术规范；
- GB/T 21714.2—2015 雷电防护第2部分:风险管理；
- QX 189—2013 文物建筑防雷技术规范；
- QX/T 85—2018 雷电灾害风险评估技术规范；
- QX/T 405—2017 雷电灾害风险区划技术指南。

8.6.5 区域雷电灾害风险评估综合结论

区域雷电灾害风险评估综合结论应符合但不限于下列要求：

- 评估区域遭受雷击可能导致的损坏；
- 雷电防护设计指导意见；
- 施工过程中防雷安全指导意见；
- 评估区域项目选址、功能分区布局等防雷指导意见；
- 评估结论主要包括文物建筑防雷现状总结以及防雷建议，应遵循不改变文物原状、安全可靠、技术先进、经济合理、防雷装置耐久性原则，落实保护为主、抢救第一、合理利用、加强管理的文物保护方针。防雷装置安装主要由外部防雷系统、内部防雷系统和防雷监测预警系统组成。

8.7 评估报告有效期

评估报告有效期为5年，期满后应利用新的气象信息和雷电监测资料重新进行评估。若评估文物建筑区域内出现重大规划调整，应重新进行评估。

8.8 报告编制格式

A4幅面，报告中正文一律使用宋体四号字，一级标题二号字体居中，二级标题三号字体左对齐。单体文物建筑拍摄正立面照及背立面照各一张，如条件不允许只拍一张正立面照即可。报告封面应包含项目名称、照片、评估单位及评估日期。

全国团体标准信息平台

附 录 A
(资料性附录)
评估指标

A.1 评估指标

A.1.1 雷暴日

雷暴日应取近30年的地面站人工观测数据进行整理分析。当文物建筑所处位置距离某观测站不超过10 km时,可直接使用该观测站数据作为年雷暴日的基础数据进一步分析。当文物建筑所处位置距离观测站超过10 km时,应将项目周边至少三个站点进行插值处理,从而获取到更为精确的雷暴日数。

当文物建筑所处位置具有闪电定位预警监测系统覆盖时,雷暴日应取近不少于3年的闪电定位监测数据进行整理分析。

A.1.2 雷暴路径

通过对历史人工雷暴观测数据或闪电定位预警监测数据进行统计分析,判定雷暴主导方向与次主导方向。

A.1.3 雷击密度

雷电资料的基础数据选取应以经过标定的闪电定位监测的数据为准。可根据评估需要取项目中心位置为原点,5 km~10 km半径内的闪电资料。

A.1.4 雷电流强度

雷电流强度的数据选取应参考雷击密度的选取规则或依据雷电流监测仪记录的数据为依据。

A.1.5 雷电强度

结合雷击密度和雷电流强度综合形成。

A.1.6 土壤电阻率

土壤电阻率应以文物建筑现场实测为准,该数据的取值还应考虑温度、湿度和季节等因素。

A.1.7 土壤垂直分层

文物建筑区域不同深度的土壤电阻率差值。

A.1.8 土壤水平分层

文物建筑区域不同电阻率的土壤交界地段的土壤电阻率最大差值。

A.1.9 地形地貌

现场勘测、调查、了解文物建筑区域地形地貌的特征。

A.1.10 安全距离

通过实地勘察和工程规划图确定评估对象区域外是否存在易燃易爆场所及其距离。

A.1.11 相对高度

通过实地勘察确定勘查范围内是否存在其他可能接闪点,并如实记录该可能接闪点名称、与评估对象的相对高度、距离等信息。

A.1.12 电磁环境

根据评估对象的雷电流强度、典型网格宽度、结构钢筋规格等具体数据，结合项目周边环境，进行分析计算。

A. 1. 13 使用性质

包含评估对象的规模、重要程度以及功能用途等信息。

A. 1. 14 人员数量

人员数量可根据评估对象的使用性质等情况综合考虑。

A. 1. 15 影响程度

包含评估对象区域毗邻文物建筑是否存在危化危爆场所及其危化危爆场所的性质、规模和对周边环境的影响程度。

A. 1. 16 占地面积

指四有档案中的保护范围。

A. 1. 17 材料结构

包含评估对象的建（构）筑材料类型及项目的外墙设计、楼顶设计等可能被雷电直接击中的结构属性。

A. 1. 18 等效高度

等效高度为建筑物的物理高度外加顶部具有影响接闪的设施高度，其计算方法如公式A. 1：

$$H_e = H_1 + H_2 \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中：

- H_e ——建筑物等效高度；
- H_1 ——建筑物物理高度；
- H_2 ——顶部设施最大高度。

A. 1. 19 电子系统

包含评估对象工程项目内电子系统规模、重要性及发生雷击事故后产生的影响。

A. 1. 20 电气系统

包含评估对象电力系统的电力负荷等级、室外低压配电线路敷设方式。

A. 2 评估指标的危險等级

A. 2. 1 危險等级

每个评价指标的综合评价可以用g判断，将文物建筑区域雷电灾害风险分为五个危險等级，那么g值可以通过公式 $g=r_1+3\times r_2+5\times r_3+7\times r_4+9\times r_5$ 计算得出。g值越小代表区域内雷电灾害风险越低，g值越大代表区域内雷电灾害风险越高。依据g值将评估指标划分为I、II、III、IV、V五个等级。五个等级描述如表A. 1所示。

表A.1 评估指标的危險等级

危险等级	g	说明
I级	[0,2)	低风险
II级	[2,4)	较低风险
III级	[4,6)	中等风险
IV级	[6,8)	较高风险
V级	[8,10]	高风险

g值与对应风险（用色标表示）的关系如下：

综合评价（g值）及对应风险

A.2.2 雷电风险的等级

A.2.2.1 雷暴日

雷暴日分五个等级，如表A.2。

表A.2 雷暴日等级

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
雷暴日 d/a	[0, 20)	[20, 40)	[40, 60)	[60, 90)	[90, 365)

A.2.2.2 雷暴路径

雷暴路径越集中、锐度越大，则危险等级高。雷暴路径分五个等级，V级的雷暴路径仅为一个方向，IV级的雷暴路径可以为一个或两个值，III级、II级、I级的雷暴路径可依次从两个方向过渡到三个方向。因此，雷暴路径五个等级依次为：

I级（雷暴最大3个移动方向百分比之和小于40%）；

II级（雷暴最大3个移动方向百分比之和大于40%，小于50%）；

III级（雷暴最大2个移动方向百分比之和大于40%，小于45%；或者最大3个移动方向百分比之和大于50%）；

IV级（雷暴路径主方向的百分比大于30%，小于35%；或者最大2个移动方向百分比之和大于45%）；

V级（雷暴路径主方向的百分比大于35%）。

A.2.2.3 雷击密度

雷击密度分五个等级，如表A.3。

表A.3 雷击密度等级

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
雷击密度 次/(km ² a)	[0, 1)	[1, 2)	[2, 3)	[3, 4)	[4, ∞)

A.2.2.4 雷电流强度

雷电流强度分五个等级，划分如表A.4所示。

表A.4 雷电流强度等级

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
雷电流强度 kA	[0, 10)	[10, 20)	[20, 40)	[40, 60)	[60, ∞)

A.2.2.5 雷电强度

雷电强度结合雷击密度与雷电流强度分为五个等级，划分如表A.5

表A.5 雷电强度等级

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
雷电强度	[0, 10)	[10, 40)	[40, 120)	[120, 240)	[240, ∞)

A.2.2.6 雷击史

雷击史分五个等级，划分如表A.6所示。

表A.6 雷击史等级

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
雷击史	无雷击记录	周围有雷击记录	区域有雷击记录，如树木等	出入建筑线路有雷击记录	本体有雷击记录

A.2.3 地域风险的分级标准

A.2.3.1 土壤结构

A.2.3.1.1 土壤电阻率

土壤电阻率分五个等级，划分如表A.7所示。土壤电阻率的测量应使用GB/T 21431—2015 中附录B规定的土壤电阻率四点法测量。

表A.7 土壤电阻率等级

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
土壤电阻率 $\Omega \cdot m$	[3000, ∞)	[1000, 3000)	[300, 1000)	[100, 300)	[0, 100)

A.2.3.1.2 土壤垂直分层

土壤垂直分层分五个等级，划分如表A.8所示。

表A.8 土壤垂直分层等级

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
垂直分层 $\Omega \cdot m$	[300, ∞)	[100, 300)	[30, 100)	[10, 30)	[0, 10)

A.2.3.1.3 土壤水平分层

土壤水平分五个等级，划分如表A.9所示。

表A.9 土壤水平分层等级

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
水平分层 $\Omega \cdot m$	[300, ∞)	[100, 300)	[30, 100)	[10, 30)	[0, 10)

A. 2. 3. 2 地形地貌

地形地貌危险分五个等级，依次为：

- I级（平原）；
- II级（丘陵）；
- III级（山地）；
- IV级（河流、湖泊以及低洼潮湿地区、山间风口等）；
- V级（旷野孤立或突出区域）。

A. 2. 3. 3 周边环境

A. 2. 3. 3. 1 安全距离

安全距离分五个等级，划分原则：

- I 级（不符合 II 级、III 级、IV 级、V 级的情况）；
- 其它等级的划分如表 A. 10。

表A. 10 安全距离等级（II级-V级）

危险等级	安全距离 m				
	0/20区	1/21区	储存火（炸）药及其制品的场所	2/22区	具有爆炸危险的露天 钢制封闭气罐
II级	[0,1000)	[0,1000)	[0,500)	[0,500)	[0,500)
III级	[0,500)	[0,500)	[0,300)	[0,300)	[0,300)
IV级	[0,300)	[0,300)	[0,100)	[0,100)	[0,100)
V级	[0,100)	[0,100)	[0,100)（易引起爆炸且后果严重）	—	—

A. 2. 3. 3. 2 相对高度

相对高度分五个等级，依次为：

- I级（评估区域被比区域内项目高的外部建构筑物或其它雷击可接闪物所环绕）；
- II级（评估区域外局部方向有高于评估区域内项目的建构筑物或其它雷击可接闪物）；
- III级（评估区域外建构筑物或其它雷击可接闪物与评估区域内项目高度基本持平）；
- IV级（评估区域外建构筑物或其它雷击可接闪物低于区域内项目高度）；
- V级（评估区域外无建构筑物或其它雷击可接闪物）。

A. 2. 3. 3. 3 电磁环境

电磁环境分五个等级，如表A. 11。

表A. 11 电磁环境等级

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
电磁环境 GS	[0, 0.07)	[0.07, 0.75)	[0.75, 2.4)	[2.4, 10)	[10, ∞)

A. 2. 4 承灾体风险的分级标准

A. 2. 4. 1 项目属性

A.2.4.1.1 使用性质

使用性质分五个等级，如表A.12。

表A.12 使用性质等级

I级	II级	III级	IV级	V级
未定级	市县级重点文物保护的建(构)筑物。	省级重点文物保护的建(构)筑物。	全国重点文物保护单位的建(构)筑物。	世界文化遗产重点文物保护的建(构)筑物；有雷击史的文物建筑。

A.2.4.1.2 人员数量

人员数量分五个等级，如表A.13。

表A.13 人员数量等级

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
人员数量(人)	[0,10)	[10,30)	[30,100)	[100,300)	[300,∞)

A.2.4.1.3 影响程度

爆炸、火灾危险场所的影响程度(以下简称影响程度)分五个等级，如表A.14。

表A.14 影响程度等级

危险等级	I级
I级	区域内项目遭受雷击后一般不会产生危及区域外的爆炸或火灾危险。
II级	区域内项目有三级加油加气站，以及类似爆炸或火灾危险场所。
III级	区域内项目有二级加油加气站，以及类似爆炸或火灾危险场所。
IV级	区域内项目有一级加油加气站，四级/五级石油库，四级/五级石油天然气站场，小型、中型石油化工企业，小型民用爆炸物品储存库，小型烟花爆竹生产企业，危险品计算药量总量小于或等于5000kg的烟花爆竹仓库，小型、中型危险化学品企业及其仓库，以及类似爆炸或火灾危险场所。
V级	区域内项目有一级/二级/三级石油库，一级/二级/三级石油天然气站场，大型、特大型石油化工企业，中型、大型民用爆炸物品储存库，中型、大型烟花爆竹生产企业，危险品计算药量总量大于5000kg的烟花爆竹仓库，大型、特大型危险化学品企业及其仓库，以及类似爆炸或火灾危险场所。

A.2.4.2 建(构)筑物特征

A.2.4.2.1 占地面积

占地面积分五个等级，如表A.15。

表A.15 占地面积等级

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
占地面积 m ²	[0,250)	[250,500)	[500,750)	[750,1000)	[1000,∞)

A.2.4.2.2 材料结构

材料结构分五个等级，依次为：

- I级(建(构)筑物为木结构)；
- II级(建(构)筑物为砖木结构)；
- III级(建(构)筑物为砖混结构)；

- IV级（建（构）筑物屋顶和主体结构为钢筋混凝土结构）；
- V级（建（构）筑物屋顶和主体结构为钢结构或安装有避雷装置）。

A. 2. 4. 2. 3 等效高度

等效高度分五个等级，划分如表A. 16所示。

表A. 16 等效高度等级

危险等级	I级	II级	III级	IV级	V级
等效高度 m	[0,30)	[30,45)	[45,60)	[60,100)	[100,∞)

A. 2. 4. 2. 4 内部环境变化

内部环境变化分为五个等级，划分如表A. 17所示。

表A. 17 内部环境变化等级

I级	II级	III级	IV级	V级
—	正常环境	较潮湿，年久失修、木结构进水	存在金属构建	存在电子系统

A. 2. 4. 3 电子电气系统

A. 2. 4. 3. 1 电子系统

电子系统分五个等级，如表A. 16。

表A. 18 电子系统等级

I级	II级	III级	IV级	V级
未定级	市县级重点文物保护的建(构)筑物。	省级重点文物保护的建(构)筑物。	全国重点文物保护单位的建(构)筑物。	世界文化遗产重点文物保护的建(构)筑物；有雷击史的文物建筑。

A. 2. 4. 3. 2 电气系统

电气系统分五个等级，依次为：

- a) I级（电力负荷中仅有三级负荷，室外低压配电线路全线采用电缆埋地敷设）。
- b) II级（电力负荷中仅有三级负荷，符合下列情况之一者）：
 - 1) 室外低压配电线路全线采用架空电缆，或部分线路采用电缆埋地敷设；
 - 2) 室外低压配电线路全线采用绝缘导线穿金属管埋地敷设，或部分线路采用绝缘导线穿金属管埋地敷设。
- c) III级（符合下列情况之一者）：
 - 1) 电力负荷中有一级负荷、二级负荷，室外低压配电线路全线采用电缆埋地敷设；
 - 2) 电力负荷中仅有三级负荷，室外低压配电线路全线采用架空裸导线或架空绝缘导线。
- d) IV级（电力负荷中有一级负荷、二级负荷，符合下列情况之一者）：
 - 1) 室外低压配电线路全线采用架空电缆，或部分线路采用电缆埋地敷设；
 - 2) 室外低压配电线路全线采用绝缘导线穿金属管埋地敷设，或部分线路采用绝缘导线穿金属管埋地敷设。
- e) V级（电力负荷中有一级负荷、二级负荷，室外低压配电线路全线采用架空裸导线或架空绝缘导线）