



中部六省第三届 暨安徽省第一届防雷论坛 论文集

周柏林 / 主 编
程向阳 王业斌 王 凯 / 副主编

中部六省第三届暨安徽省第一届 防雷论坛论文集

主 编 周柏林

副主编 程向阳 王业斌 王 凯



 气象出版社
China Meteorological Press

内 容 简 介

本书收录了中部六省第三届暨安徽省第一届防雷论坛的部分论文。论文内容主要包括雷电物理研究、雷电监测与预警、防雷检测、评价及评估、防雷减灾管理和雷电工程防护等。

本书可供从事雷电研究、雷电监测与预警、防雷检测、评价及评估、防雷减灾管理和雷电工程防护等相关部门人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中部六省第三届暨安徽省第一届防雷论坛论文集/周柏林主编.

—北京:气象出版社,2013.3

ISBN 978-7-5029-5683-7

I. ①中… II. ①周… III. ①防雷—文集 IV. ①P427.32-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 041450 号

Zhongbu Liusheng Disanjie ji Anhuisheng Diyijie Fanglei Luntan Lunwenji

中部六省第三届暨安徽省第一届防雷论坛论文集

周柏林 主编

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:林雨晨

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京京华虎彩印刷有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:390 千字

版 次:2013 年 3 月第 1 版

定 价:48.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:黄润恒

责任技编:吴庭芳

印 张:15.125

印 次:2013 年 3 月第 1 次印刷

《中部六省第三届暨安徽省第一届防雷论坛论文集》

编 委 会

主 编：周柏林

副主编：程向阳 王业斌 王 凯

编 委：王学良 卢广建 林景辉 覃彬全 贾绽云

周倍顺 储万江 程向阳 王业斌 王 凯

前 言

由安徽省防雷中心、安徽省气象学会雷电防护委员会承办的中部六省(市)(湖北、湖南、重庆、河南、江西、安徽)第三届暨安徽省第一届防雷减灾论坛,已于2012年5月14日在安徽省合肥市召开。本届论坛得到了中部六省(市)广大防雷科技工作者的高度关注和踊跃参与,短时间内征集到论文90余篇,论坛会议以后,我们及时将本次论坛征集到的论文进行了分类整理和筛选,并邀请有关专家对每一篇论文进行了严格审查和把关,最终确定了38篇文章汇编成《中部六省(市)第三届暨安徽省第一届防雷论坛论文集》。期望“论文集”的出版,能对中部六省(市)防雷事业持续健康发展起到积极推动作用。

本着忠实原稿、文责自负的原则,我们在编辑“论文集”时对部分文章进行了适当删减和处理,如有不妥之处,敬请作者和广大读者批评指正。

在此感谢中部六省(市)防雷中心、安徽省16个地市气象局和气象出版社对本届论坛的大力支持。

中部六省第三届暨安徽省第一届防雷论坛组委会

2012年5月

目 录

前言

基于云重心理论的危爆场所雷击风险评估·····	徐永胜	王智刚	赵景昭等(1)
浅析基于 IEC62305 雷电灾害风险评估方法的局限性 ·····	王智刚	吴 敏	吴 岚等(5)
我国中部五省雷暴日时空分布特征研究·····	王学良	余田野	朱传林等(9)
雷击杆塔的等效模型研究·····	糜 翔	覃彬全	刘青松等(21)
信息系统雷电防护智能化设计实现方法·····	易高流	李玉塔	(27)
黄山风景区雷电监测预警系统·····	刘安平	杨 彬	胡正光等(31)
“7. 23”天柱山雷击事件天气成因分析及防护对策·····	程向阳	姚叶青	刘 岩(47)
区域雷电灾害风险评估方法研究与应用·····	王智刚	杨加艳	曹俊峰等(53)
土壤电阻率测试方法探析·····	刘景洪	刘凤姣	程小芳等(59)
省级防雷产品测试中心建设·····	王业斌	孙 浩	(65)
探索索道钢索防直击雷措施·····	苗连杰	程丽丹	杨美荣(71)
安徽省 6 月 9—11 日强降水过程与闪电特征分析·····	王秀丽	周 坤	卢逢刚(76)
基于闪电定位系统的安徽地区雷电流幅值分布特征·····	朱 浩	郝增政	(84)
天柱山风景区雷电灾害风险区划·····	刘 岩	王 凯	王业斌等(91)
闪电产生 NO _x 研究进展 ·····			刘姝媛(97)
亳州市雷电灾害风险区划研究·····	胡允勤	余彦龙	戴灿星(103)
九华山雷暴天气的特征分析和预警思路·····			汪学军(112)
GENIUS 5080E 仪器在防雷装置检测中的应用 ·····	张立新	陈晓军	丁 勇(119)
建筑防雷设计图纸审查问题探讨·····			傅盈盈(125)
防雷检测接地电阻异常原因分析和对策·····	贾金楼	程云峰	郭贺奇(129)
建筑物年预计雷击次数 N_d 的取值探讨 ·····			徐子健(134)
钢结构建筑物的防雷装置设计评价探讨·····	段振中	段 弢	(139)
解析《建筑物防雷装置设计规范》在实践中的应用·····	周丽雅	蒙文昌	(143)

临涣苯加氢项目雷击风险分析及防御对策·····	邱明江	董平安	姚志坚(147)
浅谈马钢苯加氢工程雷评与防雷设计·····	胡敬喜	周俊	王亚坤等(158)
浅析雷电灾害风险评估中的客观影响因素·····	戴灿星	胡允勤	余彦龙等(166)
浅谈基础接地装置的防雷检测要求及存在问题·····	厉从明	祁凯	宋文军(170)
防雷装置检测中的一些问题探讨·····			胡秋实(176)
火力发电厂雷电灾害风险区域划分·····	汪开斌	王大永	刘勇等(186)
建筑物雷击电磁脉冲分析·····			林涛(192)
浅谈事故树分析法在汽车加油站防雷评估中的应用·····	李黎	胡莉	林涛等(195)
浅谈光气项目雷电灾害风险评估·····	侍瑞		左宗国(199)
建筑场所火灾危险等级与缩减因子关联性·····	余谟全	刘明金	张磊(211)
浅谈 CORS 系统的综合防雷设计·····	李燕峰	严学锋	郝增政(215)
山岳型景区雷电防护技术的探讨·····		刘继龙	余谋彦(219)
六安新奥天然气储气站雷电防护的探讨与研究·····	陈东		代先进(222)
通信基站防雷与接地技术探讨·····	王翔		王龙生(226)
变压器隔离法作为防雷措施在现代化综合通信系统应用·····			张家生(230)

基于云重心理论的危爆场所雷击风险评估

徐永胜 王智刚 赵景昭 吴 岚 刘越屿

(湖南省防雷中心, 湖南长沙 410007)

摘 要:区域的雷击风险由多个因素构成,包括语言性描述因素和部分量化指标,判断各个因素的影响程度,计算综合雷击风险程度,是个复杂的过程,必须构建一定的评判模型,本文对云重心理论进行了探讨,给出了云重心评判法的基本步骤,并将其应用到危爆场所的雷击风险评估,为有效地控制该类场所雷击风险提供了有效的途径。

关键词:关键词:雷击风险;危爆场所;云重心理论

0 引言

近年由于雷击事故多发且严重,各地气象部门都在履行防雷减灾的职责中,逐步加强了开展雷击风险评估工作的力度,但由于雷击风险的构成因素众多,各类项目属性存在较大差异,现有评估标准并不能放之四海而皆准,这给准确开展各类项目的雷击风险评估工作增加了难度。此前有研究者将层次分析法和模糊数学理论应用到雷击风险评估中,通过消除指标的模糊性对其进行定量的计算,取得了一定的效果。云理论是用语言值表示的某个定性概念与其定量表示之间的不确定性转换模型,其把模糊性和随机性完全集合到一起,相比层次分析法和模糊数学的方法,基于云理论的云重心评判法可更多体现项目本身的真实风险程度,为弥补此方法在雷击风险评估中的应用空白,本文选取危爆场所作为实例开展其雷击风险评估。

1 云重心评判法

1.1 云理论

云是语言值表示的定性概念和定量数值之间的不确定性转化模型,云的数字特征用期望值 E_x 、熵 E_n 、超熵 H_e 三个数值表征,它构成了定性与定量相互间的映射。其中 E_x 表示云的重心位置; E_n 反映了定性概念的不确定性,表示定性概念模糊度的度量; H_e 表示的是熵的不确定性度量,反映了云的离散程度。一组定量数值可以用一个云模型来表示,同样一个定性概念也可以用云模型来表示。

1.2 云重心评判法步骤

1.2.1 确定评估的指标体系

评估目标可用 D 表示

$$D = (D_1, D_2, \dots, D_m)$$

式中, $D_i (i \in [1, m])$ 是目标 D 的第 i 个指标,有

$$D_i = (D_{i1}, D_{i2}, \dots, D_{in})$$

式中, $D_{ij} (j \in [1, n])$ 是 D_i 的第 j 个指标, 依次类推, 确定多层评估指标体系结构。

1.2.2 求各指标的云模型表示

对于精确数值型的指标, 提取 n 组样品组成决策矩阵, 其中

$$E_x = (E_{x1}, E_{x2}, \dots, E_{xm})/n \quad (1)$$

$$E_n = [\max(E_{x1}, E_{x2}, \dots, E_{xm}) - \min(E_{x1}, E_{x2}, \dots, E_{xm})]/6 \quad (2)$$

对于定性指标, 将 n 个语言值用一个一维综合云来表示, 其中

$$E_x = (E_{x1}E_{n1}, E_{x2}E_{n2}, \dots, E_{xm}E_{nm})/(E_{n1} + E_{n2} + \dots + E_{nm}) \quad (3)$$

$$E_n = E_{n1} + E_{n2} + \dots + E_{nm} \quad (4)$$

用一个 p 维综合云 (p 可以是 j 也可以是 k 值, 根据确定的指标体系确定) 表示具有 p 个性能指标所反映的系统状态。

p 个性能指标可以用 p 个云模型来刻画, 那么 p 个指标所反映的系统状态就可以用一个 p 维综合云来表示。综合云的形状随着 p 个指标反映的系统状态的变化而变化, 同时相应的云重心也将发生改变, 重心向量表示为

$$T = (T_1, T_2, \dots, T_p)$$

其中

$$T_i = a_i \times b_i \quad (i = 1, 2, \dots, p)$$

式中, a, b 表示云重心的位置和高度。

1.2.3 确定各指标的权重

用如下公式确定各指标权重

$$W_i = \begin{cases} \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{-2\ln\left[\frac{2(i-1)}{n}\right]}}{6} & 1 \leq i \leq \frac{n+1}{2} \\ \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{-2\ln\left[\frac{2(i-1)}{n}\right]}}{6} & \frac{n+1}{2} < i \leq n \end{cases} \quad (5)$$

其中

$$W_i = 1$$

式中, n 为指标数, i 为排队等级, 不同指标的排队等级可以相同, 表示不同指标的重要程度相同或相近。

再将 W_i 归一化处理得到各指标权重 T_i^* 。

1.2.4 用加权偏离度来衡量云重心的改变

一个系统理想状态下各指标值是已知的。假设理想状态下 p 维综合云重心位置向量为 $a = (E_{x1}^0, E_{x2}^0, \dots, E_{xp}^0)$, 云重心的高度向量为 $b = (b_1, b_2, \dots, b_p)$, 则理想状态下云重心向量为 $T^0 = a \times b^T = (T_1^0, T_2^0, \dots, T_p^0)$ 。同理, 求得某一状态下系统的 p 维综合云的重心向量 $T = (T_1, T_2, \dots, T_p)$ 。用加权偏离度 (θ) 来衡量两种状态下云重心的差异, θ 值越小表示差异越小。

首先将综合云重心向量归一化得到 $T_G = (T_1^G, T_2^G, \dots, T_p^G)$, 其中 T_i^G 用下式求得

$$T_i^G = \begin{cases} (T_i - T_i^0)/T_i^0 & T_i < T_i^0 \\ (T_i - T_i^0)/T_i & T_i \geq T_i^0 \end{cases} \quad (6)$$

加权偏离度为

$$\theta = \sum_{i=1}^p (W_i^* T_i^G)$$

(7)

式中, W_i^* 为第 i 个指标归一化后的权重值, T_i^G 为第 i 个指标归一化后的重心向量。

2 云重心评判法在危爆场所雷击安全性评估中的应用

2.1 确定评估指标体系

云重心评判法局限于对危爆场所雷击安全程度进行评判, 设定雷击安全的理想状态为 1, 则相应的雷击风险可用“1-雷击安全程度”求出。根据对危爆场所雷电灾害形成规律的统计, 结合其他专家对雷电的研究, 确定危爆场所雷击安全性评估指标体系如图 1 所示。

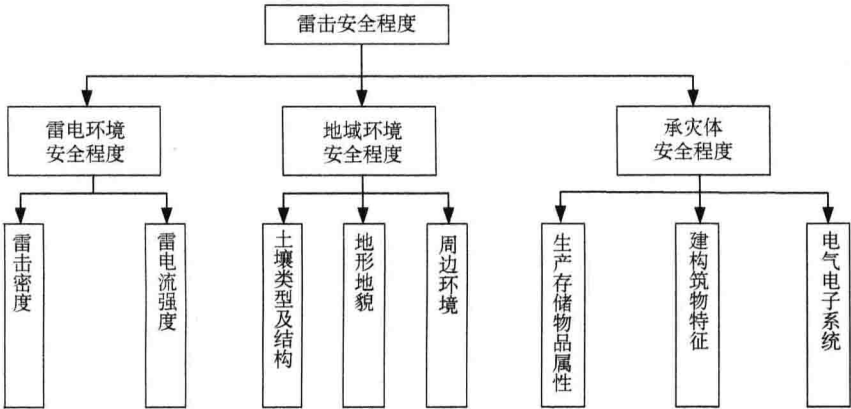


图 1 危爆场所雷击安全程度指标体系

2.2 确定各指标权重

首先根据各指标的重要程度对各指标雷击安全贡献量进行排队打分, 然后根据公式(5)求出各指标的权重 W_i , 如表 1 所示。

表 1 承载体安全程度各指标排队等级及权重

指标名称	生产存储物品属性 D_{31}	建筑物特征 D_{32}	电气电子系统 D_{33}
排队等级 (i)	3	1	2
W_i	0.35	1	0.65
$W^* i$	0.18	0.5	0.32

2.3 确定各指标安全度的期望值

根据各指标对危爆场所的雷击安全程度贡献量, 定义其安全度贡献量等级及分值区间, 对应关系为: 极高——1; 非常高——0.9; 很高——0.8; 较高——0.7; 高——0.6; 一般——0.5; 较差——0.4; 差——0.3; 很差——0.2; 非常差——0.1; 极差——0。

对各指标进行评判, 得到各单项指标对雷击安全贡献量的评估结果(表 2)。

表 2 各指标状态表

	D_{31}	D_{32}	D_{33}
1	0.20	0.60	0.50
2	0.30	0.50	0.40
3	0.10	0.80	0.50
4	0.45	0.70	0.40
5	0.40	0.75	0.60

由表 2 和公式(1)计算各指标的期望值,如表 3 所示。

表 3 各指标权重值

	D_{31}	D_{32}	D_{33}
E_{3i}	0.29	0.67	0.48

2.4 确定云重心向量

理想状态下各指标对安全贡献量为 1(极高),则理想状态指标安全度贡献量向量 $L = (1, 1, 1)$,根据云重心定义,理想状态三维加权综合云重心向量 $T^0 = (0.18, 0.5, 0.32)$ 。同理代表危爆场所设计安全状态的三维加权综合云重心向量 $T = (0.052, 0.335, 0.1536)$,按公式(6)将其归一化后为 $T^G = (-0.71, -0.33, -0.52)$ 。

2.5 求加权偏离度

依据公式(7)可得到加权偏离度为 $\theta = \sum_{i=1}^p (W_i^* T_i^G) = -0.4592$,由等级区间可知距离理想状态下的加权全力度为 0.4592,根据 2.3 节中确定的云发生器评语集区间,可知介于“差”和“一般”两个云对象之间,更接近“一般”,即载体安全程度指标的最终评定值为 0.5408。

同理,可求得雷电环境和地域环境安全程度指标的评定值,对于两层指标体系,可利用公式 $E = \sum_{i=1}^3 \left[W_i \sum_{j=1}^n (W_{ij} \times C_i) \right]$ (C_i 为第 i 个一级指标的基本评定值)即可求得危爆场所雷击安全程度,雷击风险大小即知。

3 结束语

基于专家经验的云重心理论,对各指标进行评判,适合任何复杂形势的指标体系,对于解决区域性的雷击风险大小问题具有实际的指导意义,对某系统可通过细化其指标体系得到更加客观且具有针对性的评判结果,可依此对系统的防雷效果进行完善。

参考文献

- [1] 戴祖赠,孙玉.模糊(Fuzzy)数学及其应用[M].武汉:武汉大学出版社,2007.
- [2] 姜启源.数学模型[M].北京:高等教育出版社,1993.
- [3] 曹珏,王巨海,等.云重心理论在防控 CI 系统效能评估中的应用[J].武汉装备自动化,2007,(1).
- [4] 覃德泽,蒙军全.基于云重心理论的校园网安全风险评估[J].贺州学院学报,2010,26(4).

浅析基于 IEC62305 雷电灾害风险评估方法的局限性

王智刚 吴 敏 吴 岚 刘越屿 龙 杨

(湖南省防雷中心,长沙 410007)

摘 要:国内雷电灾害风险评估的主流方法是基于 IEC62305 的雷电灾害风险评估方法,该方法的主要优点是适用于大部分的普通单体建筑,实践时间长,方法的算法建立在丰富的经验基础上。本文结合笔者自身的工作实际体会,总结并讨论了 IEC62305 的雷电灾害风险评估方法在适用范围、发现因子涉及面有所缺失、因子取值不合理、致灾因子体现不明显等方面的问题,并对雷电灾害风险评估工作进行了展望,提出了改进该方法以及引进新的更有效的雷评方法的思路。

关键词:IEC62305;风险评估;局限性

0 引言

近年来,雷评工作在各个地区开展的风风火火,雷评业绩屡创新高,社会认可度也越来越高。基于 IEC62305 的评估方法由于其实践时间长,方法较为成熟,成为国内主流的雷评方法,但在实际的操作中,笔者发现该方法具有不少局限性,并不能完全满足目前雷评工作的需求。

1 基于 IEC62305 的雷评方法介绍

基于 IEC62305 的雷评方法是指基于国际标准 IEC62305《雷电防护》发展出来的雷评方法,对建构筑物单体进行信息搜集并通过一定算法,得出该建构筑物的单体风险值,将单体风险值与设定的风险容许值进行对照,并根据对照结果以及数据分析得出雷评指导意见,从而实现对对象的雷电灾害风险评估。

2008 年 4 月 24 日发布的《雷电防护》(GB 21714—2008)主要是对 IEC62305 进行调整和更新(见该规范前言),其核心算法及评估模型并没有本质的改变。此外,《雷电灾害风险评估技术规范》(QXT 85—2007)亦属于此列。可以说,目前全国主流雷评方法都是依据上述规范进行的,都是基于 IEC62305 的雷评方法。

2 基于 IEC62305 的雷评方法的优越性

该方法之所以被广泛采用,得益于其在单体风险评估实践方面的经验丰富,方法较为完善,算法及因子取值清晰,并在国内、外均有实践经历,具有普遍适用性。从笔者的工作经验来

看,其在大部分普通单体的雷评中,有很大的优越性。但是,在实际的工作中,该方法也有不少的局限性^[1]。

3 基于 IEC62305 的雷评方法的局限性

3.1 适用范围

IEC62305—1 总则

本部分对下列雷电防护提供了相关依据:

- 建筑物包括其中的装备和设备,也包括人身;
- 进入建筑物的公共设施。

IEC62305—2 风险管理

本标准适用于由雷击导致的建筑物内或公共设施内的风险评估^[2]。

从引用文件可知,并非所有的风险评估都能依靠该方法进行评估。在特殊行业,例如铁路、桥梁、航空等行业急需引入其他的雷评思路和方法。

笔者以为,方法的适用范围是由方法的核心算法决定的,其之所以不适合以上特殊行业,是因为其算法本身在这些行业中应用时,不能完全考虑到对象的特点,使评估结果偏离客观值。科技的发展带来的行业的创新,行业的特点也日新月异,在使用该方法的之前,应当明确评估对象是否属于评估范围内,否则其评估结果将很可能不正确。

3.2 因子涉及面有所缺失

基于 IEC62305 的雷评方法引入了近 30 个建筑物特征因子,涉及建筑物的物理、建筑、电气、消防等各个方面,但是其在建筑物与周边环境的关系中所进行的处理比较简单,只是引入了位置因子 C_d 。

笔者认为,这是由于该方法本身决定的,以建筑物为评估对象,依据其特征参数引入因子。因此,在引入因子时,必然弱化其对周边环境的影响^[3]。但如果跳出这个视角,站在区域的角度来讲,建筑物与周边环境的关系应该体现在两个方面:建筑物对周边环境的影响以及环境对建筑物的影响。具体在雷电灾害方面,体现在建筑物与周边环境的接闪概率比较、建筑物与周边环境的雷电易损性比较、建筑物与周边环境的雷击后果比较、建筑物遭受雷击对周边环境的影响、周边环境遭受雷击对建筑物的影响这几个方面。

另外,该方法中反映雷电环境的参数只有雷击大地密度,简而言之,只引入了闪电数量,而没有引入闪电强度、极性 etc 闪电参数,不能完全表达闪电对评估对象的危害。根据闪电的形成机理及损害机理分析,闪电对建构物及人员的威胁次数由年预计雷击次数体现,但是威胁程度则由闪电强度决定。一次强度很小的闪电过程,可能不会对建筑物及内部人员、设备造成威胁,但是它仍然会反映在年预计雷击次数上。因此,单纯用雷击大地密度来反映雷电环境,是存在缺陷的。

3.3 因子的取值分级标准不合理

该评估方法由于其普遍性,不能对所有情况进行细化,在因子的取值方面,只能根据普遍情况进行大致的分级。但是在实际过程中,笔者发现,存在不少的因子分级标准不合理的情况。以下以 r_p 因子为例进行说明, r_p 因子取值及说明见表 1。

表 1 r_p 因子取值及说明

措施	r_p
无措施	1
以下措施之一：灭火器、固定配置人工灭火装置，人工报警装置，消防栓，防火分区。留有逃生通道	0.5
以下措施之一：固定配置自动灭火装置，自动报警装置*	0.2

*：如果同时采取了多项措施， r_p 应取各相应措施中的最小值。具有爆炸危险的建筑物，任何情况下， $r_p=1$ 。

r_p 因子为火灾风险的损失缩减因子，顾名思义，其取值是为了量化降低火灾风险造成的损失，火灾损失降低得越多，取值越小。

而要明确火灾损失的降低值，需要明确以下两个问题：第一，火灾损失类型及后果；第二，降低火灾损失的手段。很显然，损失类型及后果决定于防护手段，第一个问题的答案对第二个问题具有决定性作用。因此，不考虑评估对象自身的损失类型，仅仅以火灾防护的硬件设施来确定该值是不合理的。表 2 以 3 个机房为代表进行比较说明。

表 2 不同建筑物中同一消防设施 r_p 因子取值及说明

建筑物性质	损害类型	可能后果	消防措施	正常 r_p 取值	笔者取值
油库中控机房	人身伤亡损失	油库运行失控可能引起严重事故	火灾自动报警	0.2	1
	经济损失				
普通机房	人身伤亡损失	无严重后果	火灾自动报警	0.2	0.2
	经济损失				
天然气供气中控机房	人身伤亡损失	天然气供气中断	火灾自动报警	0.2	根据影响范围及程度确定 r_p 值 ($0.2 < r_p < 1$)
	经济损失				
	公众服务中断损失				

在不同行业的机房中，设置相同的火灾防护措施，但是由于火灾造成的损害类型及后果不同，取值也应有所不同。损害类型越多，火灾后果越严重，其防护措施等级就越高；在同等防护措施的条件下，火灾损失的降低值就应该越低，因此 r_p 就应该越高。

其次， r_p 的取值不应拘泥于规范，应根据实际情况选取更符合实际情况的值。表 3 以住宅为例，进行比较说明。

表 3 同种建筑物中不同消防设施下 r_p 因子取值及说明

建筑物性质	消防措施	正常 r_p 取值	笔者取值
住宅 1	防火分区、灭火器	0.5	0.5
住宅 2	防火分区、灭火器、人工报警装置	0.5	$0.2 < r_p < 0.5$
住宅 3	防火分区、灭火器、人工报警装置、留有逃生通道	0.5	$0.2 < r_p < 0.5$ 且小于住宅的 $2r_p$ 值

在建筑物性质相同，并排除其他影响因子的情况下，防护措施越多，火灾造成损失就越小，火灾损失的降低值越多，因此 r_p 值越大。

本文中仅以 r_p 值举例说明，在实践运用中，类似的因子诸如 h_z 、 r_a 等因子，其分级标准均有待商榷。

根据评估对象自身的情况，不拘泥于规范，对评估对象进行合理的取值，不仅更能准确地

反映评估对象的风险值,对行业的规范性也具有更好的诱导作用。

3.4 致灾因子体现不明显,评估结论针对性不强

经多年实践总结,该方法的结论涉及的致灾因子主要有:LPS 等级、电力和信号 SPD 等级、线路的走线和屏蔽、土壤电阻率、消防措施、地表类型。评估方法只能通过风险的计算,确定改变各个致灾因子是否能达到将风险降低至容许值以下,而不能对致灾因子的重要性做出区分。因此,结论的针对性不够强,依据评估结论得出的整改方案可能并非最优方案,造成经济上的浪费。

4 结论及对策

4.1 局限性分析的结论

基于 IEC62305 的评估方法虽然已运行多年,但在实践运用中,暴露出了不少的局限性。如果仅依靠该方法开展雷评工作,这些局限性将不可避免地成为雷评工作的阻碍和桎梏。

4.2 局限性分析的对策

方法的局限性是由其核心算法决定的,在其核心算法不变的情况下,适用范围、因子分级标准和结论的针对性方面的局限性不会改变。因此,提出新的雷评思路,开发新的雷评方法,引入新的技术手段,是雷评工作的新趋势。在牢固掌握已有方法的基础上,开发出新的更有效的评估方法,是雷评工作可持续发展的关键所在。

参考文献

- [1] 叶蜚誉. 雷击风险评估方法探讨[D]. 浙江大学, 2009.
- [2] 国家质量监督检验检疫总局. GB/T 21714—2008/IEC 62305:2006 雷电防护[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [3] 赵继峰. 浅谈环境因素对区域性雷击风险评估的影响[D]. 兰州资源环境职业技术学院, 2011.

我国中部五省雷暴日时空分布特征研究

王学良¹ 余田野¹ 朱传林¹ 杜良敏² 刘学春¹

(1. 湖北省防雷中心, 武汉 430074; 2. 武汉区域气候中心, 武汉 430074)

摘要:为研究中五省雷暴日时空分布特征,以满足雷电灾害防御工作需要,利用1961—2010年中五省85个气象台站雷暴日资料,采用小波分析和EOF分析等数理统计方法,对中部五省雷暴日时空分布特征进行了统计分析。结果表明:近50年来,初雷日期和终雷日期没有提前或推迟的趋势,年平均雷暴日整体呈下降趋势,夏季雷暴日的减少是影响年雷暴日减少的主要原因。中部五省平均年雷暴日41天,其中春季占全年雷暴日的30.3%,夏季占57.6%,秋季占8.5%,冬季占3.6%;五省平均初雷日期在3月1或2日,从南至北初雷日期依次推迟,南北最大相差近3个月;终雷日期在10月4或5日,终雷日期是南晚北早,南北最大相差近2个月;雷暴日的月变化曲线呈双峰型,主峰在7月,次峰在4月;通过小波分析,年平均雷暴日主要有11年、17年和6年、4年左右的周期振荡;长江以北地区,年平均雷暴日在40天以下,20天以上,属多雷暴地区;长江以南地区,年平均雷暴日在40天以上,属于高雷区或强雷区,其中赣南和湘南部分地区年平均雷暴日在60天以上,属强雷区。根据EOF分析,将五省年平均雷暴日空间分布划分为:一致型、南北反相型、梅雨型和局地型四种类型。年平均雷暴日整体呈下降趋势的原因,可能与夏季风的强弱和大气环流突变有关,具体原因有待进一步研究。

关键词:中部五省;雷暴日;时空分布;小波分析;EOF分析

0 引言

雷暴是产生于强烈发展的积雨云中、云间或云地之间的放电现象,常伴随有强烈的雷电活动以及冰雹、大风和暴雨等灾害性天气发生,是我国主要气象灾害之一。雷电特别是云对地间的放电对国民经济建设有较大的危害,常对农林、交通、通信、航空航天及地面建筑物或其他设施造成雷电灾害,甚至人员伤亡。雷电灾害已经被联合国列为“最严重的十种自然灾害之一”,被国际电工委员会称为“电子时代的一大公害”。据有关统计,全球每年因雷电造成的人员伤亡超过1万人,所造成的经济损失在10亿美元以上^[1]。近年来,我国中部五省平均每年因雷击造成人员伤亡数在220人以上。随着社会和经济的发展,雷电所造成的损失日趋严重,尤其对计算机网络、通信系统等各类微电子设备已造成较为严重威胁。因此,雷暴起电机制、雷电发生发展及其时空分布特征和雷电防护技术等一直是大气电学领域的重要研究内容^[2]。张敏锋等^[3]根据我国104个台站30年来历年的雷暴日资料,对我国年平均雷暴日的时空分布特征及其异常变化进行了研究,结果表明,近30年来,我国大部分地区平均雷暴频数在波动中减少;徐桂玉等^[4]根据我国南方62个气象观测站1971—1995年月雷暴日数资料,研究了雷暴的气候特征,指出我国南方雷暴日年变化的总趋势是逐渐减少的,并具有2年、4年、9年较短周期和21年长周期变化;李照荣等^[5]统计西北地区186个气象站点33年历史雷暴资料发现,从20世纪70年代开始,西北地区雷暴日呈减少趋势。王学良等^[6~15]国内不少研究人员分别对

湖北、广东、辽宁、北京、江苏、成都等地区的雷暴活动气候特征及时空变化规律进行了研究。结果显示,年平均雷暴日除北京城区呈现波动式增加趋势外,其他各地区均有明显减少趋势。但针对我国中部地区长序列的雷暴日时空分布特征研究较少。为此,本文利用 1961—2010 年近 50 年雷暴日资料,对我国中部五省雷暴日时空分布特征进行了统计分析,以了解雷暴发生的集中时间段、重要分布区域及其变化规律,为编制区域雷电灾害防御规划、开展雷电预警服务和防雷减灾工作提供参考依据。

1 资料来源与方法

本文选取由湖北省气象信息与技术保障中心提供的湖南(湘)、江西(赣)、湖北(鄂)、河南(豫)和安徽(皖)中部五省 24 小时值守班的 85 个气象台站地面观测雷暴日资料,其资料年限为 1961—2010 年。根据上述各站历年雷暴初、终日期统计其距 1 月 1 日的累计天数,即为各站历年雷暴初、终日天数,并计算其平均天数及初、终日期;由各站历年月雷暴日资料,分别统计各站历年月、季、年平均雷暴日,本文用 3—5 月,6—8 月,9—11 月和 12 月到翌年 2 月分别代表春、夏、秋、冬四个季节。

雷暴日的气候趋势系数(r_{xt})由公式(1)求得^[13],该系数可以了解雷暴日在长期气候变化中升降的定量程度。

$$r_{xt} = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})(t - \bar{t})}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2 \sum_{t=1}^n (t - \bar{t})^2}} \quad (1)$$

式中, x_t 表示第 t 年雷暴日, n 为年数, $\bar{x}$ 表示年雷暴日平均值, $\bar{t} = (n+1)/2$, r_{xt} 的正(负)值表示该要素在此时间序列中升(降)趋势的大小。若 $r_{xt} > 0$,表明年雷暴日有上升趋势, r_{xt} 越大上升趋势越强;若 $r_{xt} < 0$,表明年雷暴日有下降趋势, r_{xt} 值越小下降趋势越强。

采用最小二乘法求取雷暴日线性回归趋势方程,其回归方程表达式为

$$Y = ax_t + b \quad (2)$$

式中回归系数 a 表示雷暴日的气候趋势倾向, $a > 0$ 说明随时间增加呈上升趋势, $a < 0$ 说明随时间增加呈下降趋势, a 的大小反映了上升或下降的速率,本文把 $10a$ 称为气候倾向率。通过 $F = r_{xt}^2(n-2)/(1-r_{xt}^2)$,查表确定这种趋势是否显著^[16]。

采用 Morlet 小波对中部五省雷暴日时间变化进行小波分析,根据文献[17]对雷暴日空间分布进行 EOF 分析。

2 时间变化

2.1 雷暴初日、终日变化

统计 1961—2010 年中部五省 85 个气象台站历年平均雷暴初、终日期,可得到图 1,从图 1 线性趋势线可以看出,近 50 年来,中部五省地区平均初雷日期和终雷日期没有提前或推迟的趋势。五省平均初雷日期在 2 月 14 日至 3 月 29 日,最早年份是 1969 年、1998 年 2 月 14 日,最晚年份是 2008 年 3 月 29 日,平均在 3 月 1 或 2 日。湘、赣、鄂、豫、皖平均初雷日期分别在 2