

林溪猛, 郑小琴, 陈艺宏. 古雷石化基地区域雷电灾害风险评估与区划 [J]. 陕西气象, 2015 (1): 33-36.

文章编号: 1006-4354 (2015) 01-0033-04

古雷石化基地区域雷电灾害风险评估与区划

林溪猛, 郑小琴, 陈艺宏

(漳州市气象局, 福建漳州 363000)

摘要: 通过对福建古雷国家级石化基地建立区域雷电灾害风险评估模型, 计算各子区域内的雷电灾害风险值, 得出各子区域的风险分布情况和风险等级, 对区域进行雷电灾害风险区划; 在此基础上对项目现状及未来规划建设情况提出相应的雷电灾害风险管理建议, 确保防雷装置合理, 提高项目区域内人身安全, 减少因雷电灾害造成的经济财产损失。

关键词: 石化基地; 区域雷电灾害; 风险评估; 风险区划

中图分类号: P429

文献标识码: B

福建古雷石化基地是国家级重点石化产业园区, 地处厦门、汕头两特区之间, 位于东山湾东侧的漳浦县境内, 三面临海, 面积达 116.8 km²。

由于地处东南沿海强雷区地带, 该区域的雷电密度、雷电频数、雷电日均高于全国和全省的平均值, 对于石化产业基地的建立和生产建设存在一

收稿日期: 2014-08-13

作者简介: 林溪猛 (1975—), 男, 福建东山人, 汉, 本科, 工程师, 从事雷电防护技术研究与应用。

值在 22.5°~180°, 最多风向出现的频率新、旧站也完全不同。当出现大风天气现象时差异尤为明显, 新站 2013 年共出现大风 13 次, 而旧站全年未出现。新站位于郊区小山顶, 观测场地势较高, 四周开阔, 气流通畅。旧站位于延安市中心的繁华地段, 四周高大建筑密集, 减缓了空气流动。因此海拔高度和周围建筑物是造成新、旧站风向、风速差异的主要原因。

3 小结与讨论

(1) 通过对延安国家基本气象站新、旧站 2013 年同期气象资料对比分析可知, 新站气压、气温均低于旧站; 相对湿度差异不明显; 降水量大于旧站; 风速明显大于旧站, 月最多风向及出现频率完全不同, 极大风速差异较大; 平均地温、平均最低地温、月极端最低地温均比旧站偏低, 但平均最高地温和月极端最高地温秋冬季低于旧站, 春夏季高于旧站。

(2) 由于影响气象要素变化的因素较为复杂, 但延安新、旧站气压、空气温度差异明显原

因主要是海拔高度不同所致, 故在资料的延续使用中应将新站海拔高度订正到旧站高度。风向、风速差异较大已无序列使用意义; 降水量、相对湿度、地温等资料的延续性还有待于新站资料的序列增加, 再进一步研究。

参考文献:

- [1] 马润年, 孙智辉, 曹雪梅, 等. 热岛效应对黄土高原山地城市气温的影响 [J]. 气象科学, 2011, 31 (1): 87-92.
- [2] 国家级地面气象观测站迁建撤暂行规定 [S]. 北京: 中国气象局, 2012.
- [3] 袁云贵, 宋彦棠. 都匀市气象局迁站对比观测各气象要素差异分析 [J]. 贵州气象, 2008, 32 (2): 31-33.
- [4] 宁慧芳, 范邵华. 地面自动站气象观测记录异常数据分类 [J]. 陕西气象, 2013 (1): 41-42.
- [5] 黄文林, 赵菊香. 太阳紫外线与海拔高度关系的初步统计分析 [J]. 环境条件与试验, 1983 (4): 33-35.

定的雷击安全威胁,因此需要对整个园区开展区域性雷电灾害风险评估。目前国内还没有区域性雷电灾害风险评估与区划的统一规范或标准,关于区域性雷电灾害风险评估与区划方法的研究也不多。在福建古雷石化基地项目评估成果的基础上,对该石化基地进行分区,利用气象指标 G_1 、地理环境指标 G_2 、承灾体风险指标 G_3 、评估修正指标 K 等四个指标分别计算每个子区域的综合雷电灾害风险 R ,在此基础上进行风险划分。区划结果可作为基地内一些工程项目选址、功能分区与布局、应采取的防雷类别以及防雷措施的依据,从而为基地的雷电安全科学管理和雷电灾害防御提供参考。

1 雷电灾害风险评估

雷电灾害区域风险评估是综合考虑区域内雷电活动规律、人口状况、经济规模、社会发展程度以及孕灾环境、致灾因子、孕灾体特征等因素的相互影响,对可能导致的人员伤亡、财产损失程度与危害程度等方面的综合风险计算。根据福建古雷石化基地的地理环境以及区域内建筑物的形状、使用性质和功能等,并参照文献[1],将该基地划分为6个功能区域:预留发展区1、预留发展区2、物流仓储区、装备制造项目区、石化产业区以及大型公共罐区。根据灾害的理论分析,雷电灾害的发生是由区域内致灾环境的危险性和承灾体的易损性决定的,其风险值由气象指标 G_1 、地理环境指标 G_2 、承灾体风险指标 G_3 、评估修正指标 K 构成。[2] 分别对各子区域中各风险类别的危害程度、可能造成的损失程度进行计算分析。区域综合雷电灾害风险值 R 包含区域内人员伤亡风险 R_1 和建筑物遭受雷击损失风险 R_2 ,这里的 R 、 R_1 和 R_2 与 GB/T21714.2—2008/IEC 62305-2:2006《雷

电防护 第2部分:风险管理》中的 R 、 R_1 和 R_2 有所区别,前者反映的是不同子区域的风险值,后者反映的是建筑单体的风险值。[3]

1.1 G_1 的计算

气象指标 G_1 的取值主要考虑各子区域在整个区域中的大气雷电环境,本指标的取值根据闪电定位数据的结果,首先分别统计2004—2012年各子区域的落雷个数 N ,计算子区域的雷电密度 N_g ,其中, $N_g = N/(9A_c)$, A_c 为子区域的等效截收面积,根据各子区域的雷电密度占整个基地总雷电密度的百分比对该子区域气象指标 G_1 进行赋值。

1.2 G_2 的计算

1.2.1 环境因子 e_1 环境因子主要考虑子区域的周边环境、区域内环境影响,其计算公式为 $e_1 = k_0((P_b + H)/2)$,其中, k_0 为子区域周边环境影响因子, P_b 为子区域内建筑密度因子, H 为子区域内建筑物高度因子,各个因子取值标准参考表1~表3。根据对各子区域的现场环境勘查情况和区域规划设计说明对环境因子中各个参量进行取值并计算 e_1 。

表1 子区域周边环境影响因子 k_0 取值

区域周边环境	被较高建筑物包围	被等高或较低建筑包围	周边空旷没其他对象
k_0	0.8	1	2

表2 子区域内建筑密度因子 P_b 取值

建筑密度 P	$P \geq 60\%$	$60\% > P \geq 40\%$	$P < 40\%$
R_1 评估时取值	0.6	1	1
R_2 评估时取值	0.8	0.8	0.6

注: P 为各子区域内建筑物规划用地面积占所在子区域总面积的百分比

表3 子区域内建筑高度因子 H 取值

建构物平均高度 h/m	$h \geq 100$	$100 > h \geq 40$	$40 > h \geq 24$	$24 > h \geq 12$	$h < 12$
H	2	1.5	1	0.8	0.6

1.2.2 土壤电阻率 e_2 根据土壤电阻率 e_2 的计算公式, $e_2 = \rho_{\min}/\rho$, ρ_{\min} 为子区域土壤电阻率最小值, ρ 为子区域的平均土壤电阻率值。

1.2.3 地理环境指标 G_2 根据地理环境指标 G_2 的计算公式 $G_2 = 0.5e_1 + 0.5e_2$,分别计算各子区域的 G_2 。

1.3 G_3 的计算

载体风险指标 G_3 的计算主要从人员活动影响、建筑物类型、线路敷设以及经济密度情况考虑, G_3 标值分为 $G_3(R_1)$ 用于计算人员伤亡损失载体风险指标和 $G_3(R_2)$ 用于计算建筑物遭受雷击损失载体风险指标, 计算公式为

$$G_3(R_1) = 0.4V_1 + 0.3V_2 + 0.3V_3,$$

$$G_3(R_2) = 0.3V_2 + 0.3V_3 + 0.4V_4,$$

其中, V_1 为人员活动影响因子, $V_1 = 0.1P_{h(\text{建筑物内})} + P_{h(\text{建筑物外})}$, P_h 为各子区域内的环境因子; V_2 为建筑物类型因子; V_3 为线缆敷设因子; V_4 为经济密度。各个因子取值标准参考表 4 ~ 表 7。根据评估区域的各子区域的实际情况计算 G_3 。

表 4 各子区域内的环境因子 P_h 的取值

区域内人员流动密度	拥挤	密集	适中	稀疏
P_h	1	0.8	0.6	0.4

表 5 各子区域内建筑物类型因子 V_2 的取值

建筑物类型	居住建筑	农业建筑	公共建筑	工业建筑
V_2	0.4	0.6	0.8	1

表 6 各子区域内的线缆敷设因子 V_3 的取值

线缆敷设方式	架空	埋地
V_3	1	0.1

表 7 各子区域内的经济密度因子 V_4 的取值

各子区域内所有建筑物的总价值	极高	高	中	低
V_4	1	0.8	0.6	0.4

1.4 K 的计算

1.4.1 建筑物的雷电防护特性 K_1 K_1 的取值主要考虑建筑物雷电防护系统的类别, 取值主要根据各子区域的功能与性质, 统一按第二类防雷建筑物考虑确定, 取值为 0.1。

1.4.2 易损建筑物的修正系数 K_2 K_2 由各子区域的人员损失风险和经济损失风险确定, 各个

子区域的 K_2 值可由下式表示为 $K_2 = (N_1 + N_2 + \dots + N_n)/n$, 式中, n 为该子区域内所选取的单体雷电灾害风险评估建筑物的数量, $N_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 为单体建筑物雷电灾害风险评估结果的风险等级赋值, 从风险角度考虑本区域统一按高风险等级取值, 即 K_2 的取值均为 2。

1.5 R_1 和 R_2 的计算

雷电灾害风险值基本计算公式^[4] 为

$$R_{1,2} = K_1 K_2 \sum_{j=1}^3 Q_j G_j,$$

式中, $R_{1,2}$ 为子区域 $i (i = 1, 2, 3, 4, 5, 6)$ 的风险值, 分为 R_1 (人员伤亡损失风险) 及 R_2 (建筑物遭受雷击损失风险) 两类; Q_j 为第 j 个指标的作用权重; G_j 为第 j 个指标的指数值; 考虑项目现场多还处于规划阶段, 主要从大气雷电环境与土壤情况了解区域内的雷电灾害风险, 故权重设定为 Q_1 为 0.4, Q_2 为 0.4, Q_3 为 0.2。分别计算人员伤亡损失风险 R_1 和建筑物损失风险 R_2 。

1.6 R 的计算

根据公式 $R_{\text{总}} = R_1 Q_{R1} + R_2 Q_{R2}$ 计算各子区域的综合雷电灾害风险 R , 考虑人员伤亡损失风险重要性高于建筑物遭受雷击损失风险, 故 $Q_{R1} = 0.6, Q_{R2} = 0.4$ 。

2 雷电灾害风险区划

2.1 区域雷电灾害风险 R_1 分级及区划

采用五级分区法^[5] 将福建古雷石化基地六个子区域划分为人员伤亡损失极低风险区、低风险区、中等风险区、高风险区和极高风险区 5 个不同的风险等级区域。为使区划指标有序化, 确定分级标准为: $R_1 \geq 0.2$ 为极高风险区, $0.15 \leq R_1 < 0.2$ 为高风险区, $0.1 \leq R_1 < 0.15$ 为中等风险区, $0.05 \leq R_1 < 0.1$ 为低风险区, $0 \leq R_1 < 0.05$ 为极低风险区。根据 R_1 的计算结果, 可得福建古雷石化基地各个区域雷电灾害风险 R_1 级别(表 8)。由表 8 可见: 大型公共罐区为人员伤亡损失极高风险区, 石化产业区为人员伤亡损失高风险区, 预留发展区 1、预留发展区 2、物流仓储区、装备项目制造区为人员伤亡损失中等风险区。

表 8 福建古雷石化基地雷电灾害风险 R_1 评估结果

区域	预留发展区 1	预留发展区 2	物流仓储区	装备项目制造区	石化产业区	大型公共罐区
R_1	0.112	0.114	0.108	0.120	0.178	0.205
风险级别	中等	中等	中等	中等	高	极高

2.2 区域雷电灾害风险 R_2 分级及区划

采用五级分区法^[5]将福建古雷石化基地 6 个子区域划分为建筑物遭受雷击损失极低风险区、低风险区、中等风险区、高风险区和极高风险区 5 个不同的风险等级区域。确定分级标准为： $R_2 \geq 0.2$ 为极高风险区， $0.15 \leq R_2 < 0.2$ 为高风险区， $0.1 \leq R_2 < 0.15$ 为中等风险区， 0.05

$\leq R_2 < 0.1$ 为低风险区， $0 \leq R_2 < 0.05$ 为极低风险区。根据 R_2 计算结果，可得福建古雷石化基地各个区域雷电灾害风险 R_2 级别(表 9)：大型公共罐区、石化产业区为建筑物遭受雷击损失高风险区；预留发展区 1、预留发展区 2、物流仓储区、装备项目制造区为建筑物遭受雷击损失中等风险区。

表 9 福建古雷石化基地雷电灾害风险 R_2 评估结果

区域	预留发展区 1	预留发展区 2	物流仓储区	装备项目制造区	石化产业区	大型公共罐区
R_2	0.117	0.112	0.106	0.114	0.184	0.194
风险级别	中等	中等	中等	中等	高	高

2.3 区域雷击综合风险 R 分级及区划

采用五级分区法^[5]将福建古雷石化基地 6 个子区域雷击综合风险划分为极低风险区、低风险区、中等风险区、高风险区和极高风险区 5 个不同的风险等级区域。确定分级标准为： $R \geq 0.2$ 为极高风险区， $0.15 \leq R < 0.2$ 为高风险区， $0.1 \leq R < 0.15$ 为中等

风险区， $0.05 \leq R < 0.1$ 为低风险区， $0 \leq R < 0.05$ 为极低风险区。根据 R 计算结果，可得福建古雷石化基地各个区域雷电灾害风险 R (表 10)：大型公共罐区为综合损失极高风险区；石化产业区为综合损失高风险区；预留发展区 1、预留发展区 2、物流仓储区、装备项目制造区为综合损失中等风险区。

表 10 福建古雷石化基地雷击综合风险 R 评估结果

区域	预留发展区 1	预留发展区 2	物流仓储区	装备项目制造区	石化产业区	大型公共罐区
R	0.114	0.113	0.107	0.117	0.181	0.201
风险级别	中等	中等	中等	中等	高	极高

大型公共罐区与石化产业区雷电灾害风险非常高，人员应尽可能避免雷电发生时在这一区域作业，该区域建(构)筑物密集，且价值高，建筑物损失风险也相对较大，综合雷击损失风险最高，应加强防护；其他区域也存在一定的风险，也应注意采取合理的防护措施。

参考文献：

[1] 田依林, 杨青. 突发事件应急能力评价指标体系建模研究 [J]. 应用基础与工程科学学报,

2008, 16 (2): 200-208.

[2] 程向阳, 谢五三. 雷电灾害风险区划方法研究及其在安徽省的应用 [J]. 气象科学, 2012, 32 (1).

[3] GB/T21714.2—2008/IEC 62305-2: 2006, 雷电防护 第 2 部分: 风险管理 [S].

[4] 杨仲江. 雷电灾害风险评估与管理基础 [M]. 北京: 气象出版社, 2010.

[5] 郭虎. 北京市雷电灾害易损性分析、评估及易损度区划 [J]. 应用气象学报, 2008, (4): 35-40.