

ICS 07.060

A 47

备案号:

DB46

海南省地方标准

DB 46/ T 465—2018

雷电灾害风险区划技术规范

Technical specifications for lightning disaster risk regionalization

2018 - 10 - 23 发布

2018 - 12 - 01 实施

海南省市场监督管理局 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由海南省气象局提出并归口。

本标准起草单位：海南省气象灾害防御技术中心。

本标准主要起草人：高焱、周方聪、蒙小亮、李敏、劳小青、余海、王明亮

雷电灾害风险区划技术规范

1 范围

本标准规定了雷电灾害风险区划指标、数据和资料、方法、等级、步骤和流程。

本标准适用于雷电灾害风险区划。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

孕灾环境 disaster-formative environment

由自然与人文环境所组成的综合地球表层环境以及在此环境中的一系列物质循环、能量流动以及信息与价值流动的过程-响应关系。

[MZ/T 027-2011, 定义3.4]

2.2

承灾体 hazard affected body

承受灾害的对象。

注：包括人类自身在内的物质文化环境。

[MZ/T 027-2011, 定义3.6]

2.3

灾情 disaster information

有关灾害发生的规模、强度、次数、灾害损失及影响的情况。

[GB/T 26376-2010, 定义4.4]

2.4

雷灾频数 lightning disaster frequency

给定区域内发生雷电灾害的年平均次数，用（次·a⁻¹）表示。

2.5

经济易损模数 economic vulnerability modulus

单位面积上潜在受灾经济量（GDP），用（亿元·km⁻²）表示。

2.6

生命易损模数 vital vulnerability modulus

单位面积上潜在受灾人数，用（万人·km⁻²）表示。

2.7

年平均雷暴日数 thunderstorm data

一个地区每年平均发生雷暴的天数，由各级气象台站人工观测得到，用（ $d \cdot a^{-1}$ ）表示。

2.8

地闪密度 ground lightning density

根据闪电定位网资料计算的单位面积上年平均地闪次数，用（次· $km^{-2} \cdot a^{-1}$ ）表示。

注：改写GB 50057-2010，附录A.0.1中 N_g 定义。

2.9

地闪强度 ground lightning intensity

给定区域内地闪雷电流幅值的平均值，单位：kA。

2.10

人员伤亡率 mortality rate

给定区域每年每百万人口平均伤亡人数，用（ 10^{-6} 人· a^{-1} ）表示。

2.11

农村人口密度 rural population density

单位面积上潜在受灾农村人口数，用（万人· km^{-2} ）表示。

2.12

R型聚类分析 R-Cluster analysis

基于样本对指标进行聚类，完成模糊分析的方法。

2.13

Q型聚类分析 Q-Cluster analysis

基于指标对样本进行聚类，完成模糊分析的方式。

3 区划指标

3.1 孕灾环境的主要指标包括但不限于：

- 年平均雷暴日数；
- 地闪密度；
- 地闪强度
- 50kA 以上地闪密度。

3.2 承载体的主要指标包括但不限于：

- 雷灾频数；
- 人员伤亡率
- 生命易损模数；
- 农村人口密度；
- 经济易损模数。

4 区划数据和资料

- 4.1 人工观测的雷暴资料应采用气象台站数据，各站年限长度不一时，应分别对各站建站至今进行统计计算平均值，乡镇数据可采用插值方法计算得到，平均雷暴日数统计格式参见附录 A。
- 4.2 收集雷电灾情数据应不少于 5 年，包括雷电灾害事故总数、人员伤亡雷灾事故数、财产损失雷灾事故数、人员伤亡总数、死亡人数和受伤人数，数据记录在时间或空间序列上存在缺失的应进行订正，灾情统计格式参见附录 B。
- 4.3 地闪数据采用海南闪电定位网资料，收集年限应不少于 5 年，宜剔除雷电流幅值小于 2kA 和大于 200kA 的闪电定位资料；地闪密度和地闪强度的计算区域宜不小于 5km×5km。
- 4.4 人口数、农村人口数、GDP 经济数据和区域面积应采用最近一次政府部门公布的数据，可查询统计年鉴或地方志。
- 4.5 基础地理信息数据空间分辨率应不低于 1:250000，涉密信息数据应有保密措施。
- 4.6 资料的量纲不一致的，应进行归一化处理。

5 区划方法

- 5.1 区划指标的分析处理应选取第 3.1 条和第 3.2 条的指标，采用离差平方和法进行 R 型聚类分析，得到聚类解，离差平方和法参见附录 C。
- 5.2 R 型聚类分析得到的聚类解应采用 Pearson 相关系数法进行验证，相关系数大于 0.6 的区划指标应剔除，相关系数计算方法参见附录 C。
- 5.3 区划样本的分析处理，应根据第 5.1 条和第 5.2 条选取的区划指标，采用离差平方和法进行 Q 型聚类分析得到聚类解，离差平方和法参见附录 C。
- 5.4 Q 型聚类分析得到的聚类解应采用迭代聚类分析法进行验证，迭代收敛准则宜选取 0.01，迭代聚类分析法参见附录 C。
- 5.5 区划风险等级数应根据离差平方和法计算得到的聚合系数，分析计算每两个聚合系数点之间的斜率，取一定范围内集中出现斜率较大值的点作为等级数。

注：等级数应为 3 至 5 级，当可选 3 或 4 级时，应选 4 级，当可选 4 或 5 级时，应选 5 级。

6 区划等级

6.1 风险等级的确定

- 6.1.1 根据第 5.2 条的计算结果选取相关系数较小且不超过 4 个指标作为类别的特征量，并分别计算类别的特征量平均值（简称类特征值）。
- 6.1.2 将每一类的类特征量进行归一化处理并求平均值，计算出该类的综合易损值，确定风险区划等级。综合易损值越大，雷灾发生导致的风险越大。

6.2 风险等级的表示

- 6.2.1 风险等级级数根据聚类结果确定，表示方法参见表 1-表 3

表 1 三等级风险表示方法

风险等级	说 明
I 级	高风险，产生雷击灾害事故的可能性大。
II 级	中等风险，产生雷击灾害事故的可能性中等。
III 级	一般风险，产生雷击灾害事故的可能性不大。

表 2 四等级风险表示方法

风险等级	说 明
I 级	极高风险，产生雷击灾害事故的可能性极大。
II 级	高风险，产生雷击灾害事故的可能性大。
III 级	中等风险，产生雷击灾害事故的可能性中等。
IV 级	一般风险，产生雷击灾害事故的可能性不大。

表 3 五等级风险表示方法

风险等级	说 明
I 级	极高风险，产生雷击灾害事故的可能性极大。
II 级	高风险，产生雷击灾害事故的可能性大。
III 级	较高风险，产生雷击灾害事故的可能性较大。
IV 级	中等风险，产生雷击灾害事故的可能性中等。
V 级	一般风险，产生雷击灾害事故的可能性不大。

6.2.2 风险等级可用不同颜色标识。

7 区划步骤和流程

7.1 步骤

- 选取影响区划的孕灾环境和承灾体指标，并对资料的可用性订正及插值。
- 对所选取指标数据进行归一化处理，将指标变量变换为标准化变量。
- 用 R 型聚类分析方式筛选区划指标。
- 计算 Pearson 相关系数对筛选指标进行验证。
- 根据选定的区划指标，采用离差平方和聚类分析法进行计算，得到聚类解和聚合系数，聚合系数用于确定等级数。
- 用迭代聚类分析法验证聚类解的稳定性。
- 选取特征量计算类特征值。
- 依据各类的综合易损值为各类强弱进行综合排序，再按照第 6.2 条确定雷电灾害风险等级。
- 根据雷电灾害风险等级，绘制行政区域的雷电灾害风险区划图。

注：详细步骤实例参见附录D。

7.2 流程

雷电灾害风险区划流程见图1。

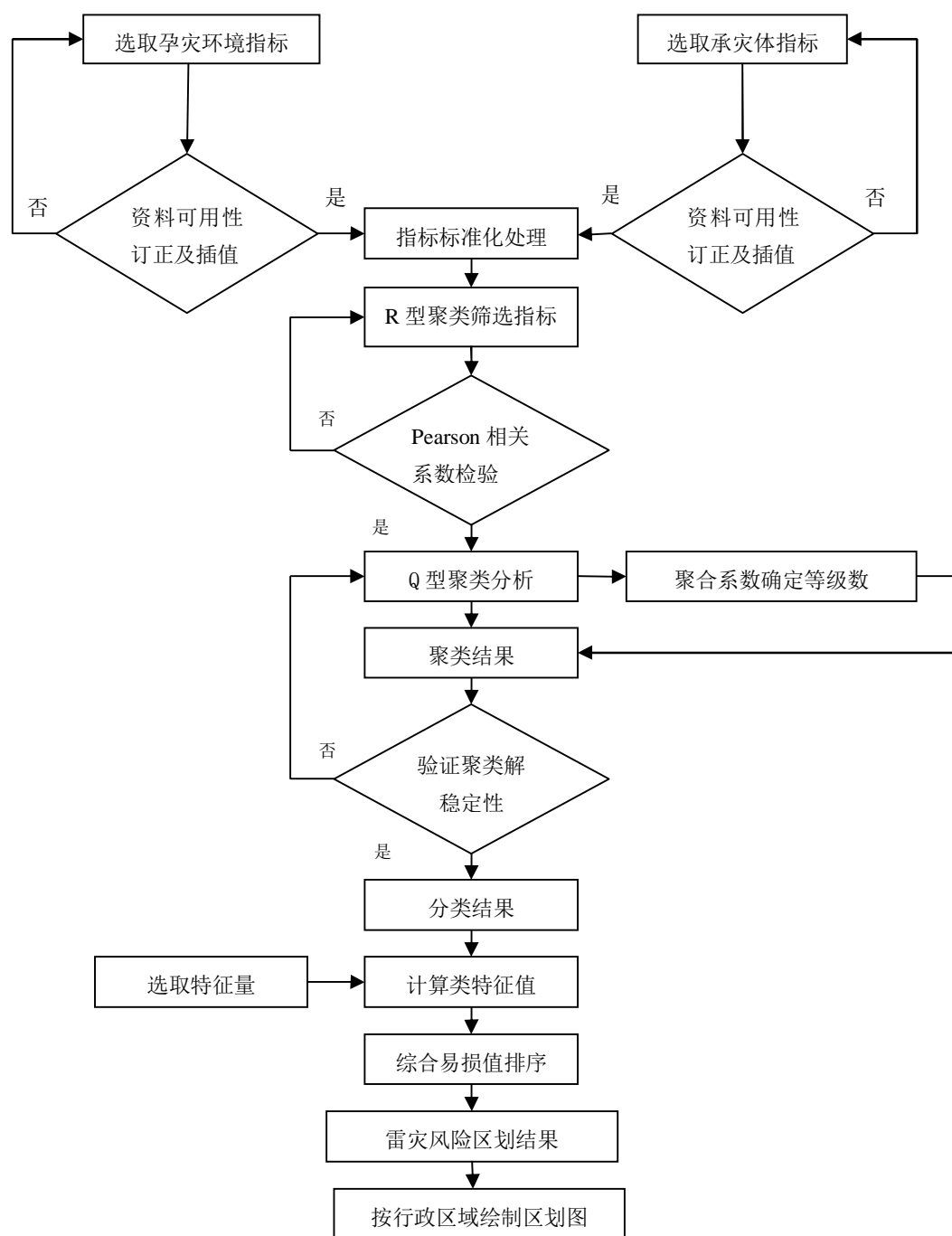


图1 雷电灾害风险区划流程图

附 录 A
(资料性附录)
海南岛雷暴日数

A.1 海南岛市县人工观测年平均雷暴日数参见表A.1。

表A.1 海南岛市县人工观测年平均雷暴日数

市县	年平均雷暴日数/d	资料年限
海口	98.3	1951-2013年
三亚	59.7	1961-2013年
文昌	89.1	1959-2013年
琼海	84.1	1953-2013年
万宁	67.5	1959-2013年
五指山	109.0	1959-2013年
东方	75.0	1963-2013年
儋州	111.6	1953-2013年
临高	95.3	1962-2013年
澄迈	121.0	1959-2013年
定安	109.0	1963-2013年
屯昌	109.7	1959-2013年
昌江	84.1	1966-2013年
白沙	111.9	1959-2013年
琼中	100.9	1956-2013年
陵水	79.8	1956-2013年
保亭	99.9	1966-2013年
乐东	86.8	1962-2013年

注：海南岛雷暴日人工观测于2014年1月1日正式停止。年平均雷暴日数的定量强弱可参考GB50343-2012第3.1条。

A.2 海南岛市县人工观测月平均雷暴日数参见表A.2。

表A.2 海南岛市县人工观测月平均雷暴日数

市县	月均雷暴日数/d											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
海口	0.1	0.6	2.1	7.9	18.1	18.7	17.5	17.3	11.8	3.7	0.5	0.0
三亚	0.0	0.2	0.7	2.7	8.3	9.5	9.2	12.3	11.7	4.6	0.5	0.0
文昌	0.1	0.7	1.7	7.4	16.1	15.4	13.7	17.6	12.0	3.7	0.7	0.1
琼海	0.0	0.4	1.7	6.9	15.4	14.2	12.5	15.9	12.1	4.4	0.6	0.1

万宁	0.0	0.3	0.9	4.5	11.0	11.4	10.1	13.5	11.1	4.1	0.6	0.0
五指山	0.0	0.4	1.9	8.2	17.6	17.4	18.8	20.5	17.0	6.3	0.9	0.0
东方	0.1	0.4	1.1	4.0	9.6	10.3	10.6	14.9	15.1	7.8	1.1	0.0
儋州	0.0	0.6	2.3	10.3	19.8	18.2	19.7	20.0	14.9	4.9	0.8	0.1
临高	0.0	0.4	1.7	7.3	16.4	16.8	17.8	17.5	12.6	4.3	0.4	0.0
澄迈	0.1	0.8	2.8	10.5	20.9	21.0	21.9	21.5	15.8	4.9	0.7	0.1
定安	0.1	0.6	2.3	9.7	19.4	18.9	19.0	20.0	14.1	4.2	0.6	0.0
屯昌	0.1	0.7	2.4	10.1	19.2	18.2	18.5	20.3	15.0	4.6	0.7	0.1
昌江	0.1	0.4	1.2	5.9	13.6	11.8	14.5	16.1	14.4	5.6	0.7	0.0
白沙	0.0	0.6	2.5	10.7	19.9	17.5	19.3	20.0	15.0	5.4	0.8	0.1
琼中	0.0	0.4	2.0	8.5	17.4	16.7	17.7	18.8	14.2	4.6	0.5	0.0
陵水	0.0	0.1	0.9	3.9	12.6	14.7	13.3	15.9	13.2	4.8	0.4	0.0
保亭	0.0	0.4	1.3	5.9	16.5	16.6	17.1	19.4	16.5	5.7	0.5	0.0
乐东	0.1	0.3	1.2	6.0	13.2	13.1	13.4	17.2	14.7	6.8	0.8	0.0

附 录 B
(资料性附录)
海南岛雷灾统计

表B.1 1999-2015年海南岛雷电灾害事故统计表

年份	雷电灾害事故总数/起	人员伤亡雷灾事故数/起	财产损失雷灾事故数/起	人员伤亡总数/人	死亡人数/人	受伤人数/人
1999	29	5	24	13	4	9
2000	21	10	11	24	9	15
2001	32	13	19	34	11	23
2002	61	21	40	55	28	27
2003	88	19	69	40	16	24
2004	63	27	36	70	25	45
2005	48	21	27	46	15	31
2006	44	11	33	22	9	13
2007	90	18	72	58	15	43
2008	107	12	95	19	13	6
2009	88	14	74	18	9	9
2010	47	4	43	5	2	3
2011	9	1	8	1	1	0
2012	5	3	2	5	3	2
2013	13	7	6	10	7	3
2014	5	2	3	3	2	1
2015	4	1	3	2	1	1
总计	754	189	565	425	170	255
注：人员伤亡雷灾事故是指造成了人员伤亡的雷灾事故，财产损失雷灾事故是指没有造成人员伤亡的雷灾事故。						

附 录 C
(资料性附录)
聚类分析方法

C.1 Pearson相关系数的计算方法

Pearson相关系数计算公式见式 (C.1) :

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - \bar{x}_i)^2 \sum_{k=1}^m (x_{jk} - \bar{x}_j)^2}} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

r_{ij} ——两个区划指标的相关系数;

x_{ik} ——样本 i 在指标 k 上的值;

x_{jk} ——样本 j 在指标 k 上的值;

\bar{x}_i ——所有指标在样本 i 上的均值;

\bar{x}_j ——所有指标在样本 j 上的均值;

m ——指标个数。

C.2 欧氏距离

聚类分析计算中, 相似性测度可采用欧氏距离进行计算, 公式见式 (C.2) :

$$\text{欧氏距离计算公式: } d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

d_{ij} ——样本 i 和样本 j 之间的欧氏距离;

x_{ik} ——第 i 个样本在第 k 指标上的值;

x_{jk} ——第 j 个样本在第 k 指标上的值;

m ——指标个数。

C.3 离差平方和法 (Ward's method, 简称: Ward's法)

应用 (C.1) 式计算得到两个距离矩阵后, 可以采用分层的办法进行聚类, 其原理是, 先将 n 个观测样本各自看成一类, 选择距离最近的两类样本合并成一个新类后, 剩下 $n-1$ 个类, 再计算这 $n-1$ 个类两两之间的距离, 将距离最近的两类合并, 剩下 $n-2$ 个类……每次合并减少一类, 直至所有样本都归成一类为止。聚类过程的每一步情况是由聚类进度表和二叉树聚类图来描述的, 每一步计算对应一个聚合系数, 可作为确定分类数的重要依据。

C.4 迭代聚类分析方法

给定分类数和初始聚类中心的情况下, 按照距离最近的原则, 把离初始聚类中心最近的样本点归类, 形成第一次迭代的类, 根据组成的每一类的观测量计算变量均值, 形成第二次迭代中心, 按照这种方法依次迭代下去。假如给定收敛准则为 0.01, 迭代聚类过程中, 迭代之间的最小类中心的变化距离小于初始类中心距离的 1% 时迭代停止, 完成迭代聚类。

附 录 D
(资料性附录)
区划实例

D.1 概况

本区划实例采用聚类分析统计软件SPSS，依据1998-2009年全国雷电灾害汇编资料、海南18个气象站的人工观测雷暴资料、海南闪电定位网的地闪观测资料和海南省统计年鉴的区域经济人口数据，选取表征海南岛雷电灾害孕灾环境和承灾体特征的指标变量，采用R型聚类分析方法对影响易损度的指标进行筛选和检验，确定雷暴日数、50kA以上平均地闪密度、雷灾频数、人员伤亡频数和区域经济易损模数5个指标为依据变量，用欧氏距离（Euclidean Distance）计算各样本的相似性测度，应用Q型聚类中的Ward's法（离差平方和法）进行层次聚类分析，并用Q型迭代聚类分析法进行聚类解验证，完成海南岛市县雷电灾害风险区划，绘制出海南行政区域风险区划图。

D.2 区划资料及处理

D.2.1 区划资料

- D.2.1.1 年平均雷暴日数据来源于海南省18个市县气象站建站至2009年人工观测雷暴资料。
- D.2.1.2 50kA以上地闪密度数据来源于近年闪电定位资料。
- D.2.1.3 雷灾频数数据来源于1998-2009年全国雷电灾害汇编资料。
- D.2.1.4 人员伤亡频数数据来源于1998-2009年全国雷电灾害汇编资料。
- D.2.1.5 区域人口数据来源于海南统计年鉴。
- D.2.1.6 区域面积数据来源于海南统计年鉴。
- D.2.1.7 区域GDP数据来源于海南统计年鉴。

D.2.2 资料处理

将海南省18个市县6个变量的数据进行标准化处理：运行SPSS“分析-描述统计-描述”，描述选项中将“标准化得分另存为变量”打钩，输出标准化数据，参见表D.1。

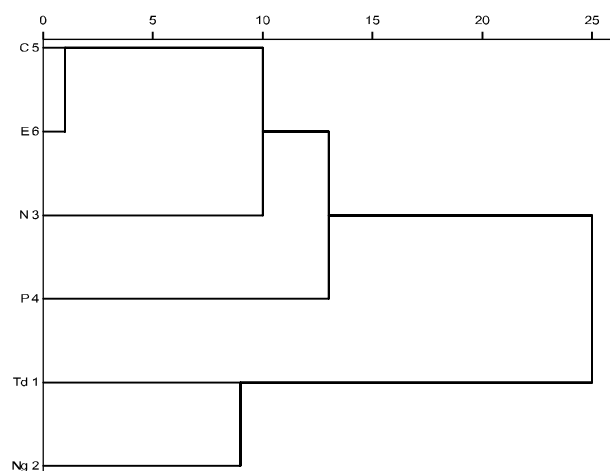
表D.1 评估指标变量标准化变换结果

序号	样本	年平均雷暴日数 $T_d / (d \cdot a^{-1})$	50KA 以上地闪密度 $N_g / (次 \cdot km^{-2} \cdot a^{-1})$	雷灾频数 $N / (次 \cdot a^{-1})$	人员伤亡频数 $P / (人 \cdot a^{-1})$	区域生命易损模数 $C / (万人 \cdot km^{-2})$	区域经济易损模数 $E / (亿元 \cdot km^{-2})$
1	海口	0.238	0.252	2.319	1.223	3.526	3.649
2	文昌	-0.287	0.505	0.010	1.840	-0.133	-0.064
3	澄迈	1.596	1.020	-0.199	2.008	-0.122	-0.064
4	临高	0.096	0.243	-0.507	-0.004	0.424	0.077
5	定安	0.799	1.283	-0.451	0.499	-0.050	-0.331
6	屯昌	0.893	2.368	-0.402	-0.903	-0.216	-0.418
7	儋州	1.029	0.062	-0.144	-0.508	0.209	-0.162

8	琼海	-0.582	0.912	0.626	0.103	0.209	0.186
9	琼中	0.439	0.559	2.522	-1.178	-1.015	-0.729
10	白沙	1.065	-0.327	-0.710	-0.903	-0.932	-0.681
11	五指山	0.935	-1.132	-1.123	-1.178	-0.860	-0.675
12	昌江	-0.594	-1.023	-0.556	-0.286	-0.579	-0.265
13	东方	-1.072	-1.051	-0.402	-0.004	-0.370	-0.232
14	乐东	-0.311	-1.331	-0.710	1.223	-0.447	-0.523
15	保亭	0.285	-0.942	-0.556	-0.843	-0.673	-0.598
16	万宁	-1.545	-0.119	0.878	-0.233	0.231	-0.033
17	陵水	-0.878	-0.363	0.010	-0.903	0.198	-0.180
18	三亚	-2.105	-0.915	-0.605	0.049	0.600	1.043

D.3 R型聚类筛选变量

采用离差平方和法对所选 6 个变量 (T_a 、 N_g 、 M 、 P 、 C 、 E) 进行 R 型模糊聚类：运行 SPSS “分析-分类-系统聚类”，将需要聚类分析的标准化的数据导入右对话框；“绘制”栏里的“树状图”选项打钩；“分群”菜单里选择“变量”；点击“方法”进入子项，聚类方法选择“离差平方和”法，度量标准选择区间里的“平方 Euclidean 距离（欧氏距离）”，得到离差平方和法二叉树变量聚类图，变量 E 和变量 C 归为一类。参见图 D.1。



图D.1 离差平方和法二叉树变量聚类图

D.4 相关系数检验

运行 SPSS “分析-相关-双变量” 进入菜单，相关系数选择“pearson”，得到皮尔逊相关系数检验表，变量 E 和变量 C 高度相关，去掉变量 C 。参见表 D.2。

表D.2 变量之间的皮尔逊相关系数检验表

	T_d	N_g	N	P	C	E
T_d	1					
N_g	0.434	1				
N	-0.060	0.301	1			
P	0.000	0.153	0.073	1		
C	-0.163	0.159	0.486	0.408	1	
E	-0.199	0.062	0.505	0.409	0.967	1

D.5 Q型聚类样本分析

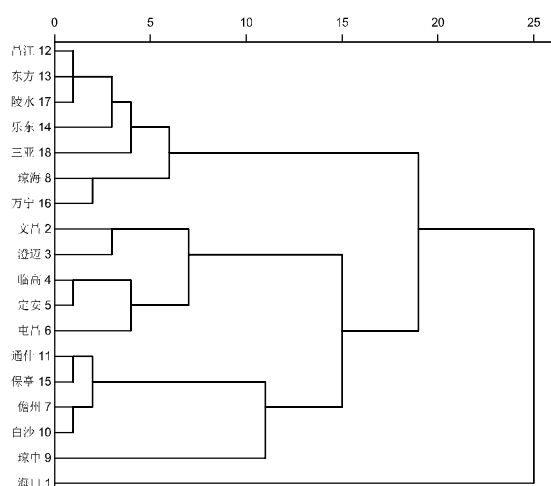
D.5.1 离差平方和法聚类过程进行17步，每聚合一次得到一个聚合系数，参见表D.3，分类数在4类以内各类之间的数值差较大，各类的距离测度较远，采用四级分类。

表D.3 聚合系数表

聚类层次	聚合系数
第1层	85.000
第2层	63.500
第3层	47.511
第4层	35.193
第5层	25.937
第6层	20.311
第7层	15.659
第8层	12.636
第9层	9.854
第10层	7.280
第11层	5.336
第12层	4.014
第13层	2.904
第14层	1.904
第15层	1.063
第16层	0.614
第17层	0.166

D.5.2 离差平方和法聚类

运行SPSS“分析-分类-系统聚类”，将需要聚类分析的标准化5个变量数据导入右对话框，样本导入“标注个案”“绘制”栏里的“树状图”选项打钩；“分群”菜单里选择“个案”；点击“方法”进入子项，聚类方法选择“离差平方和”法，度量标准选择区间里的“平方Euclidean距离(欧氏距离)”，得到离差平方和法二叉树样本聚类图，参见图D.2，从中取四类值得到下到结果：{海口}、{琼中，白沙，儋州，保亭，通什}、{文昌，澄迈，临高，定安，屯昌}、{琼海，昌江，东方，乐东，万宁，陵水，三亚}。



图D.2 离差平方和法二叉树样本聚类图

D.6 验证聚类解稳定性

验证以上聚类解的稳定性，选取以上分类结果为迭代聚类分析法的初始聚类中心，分别计算5个变量标准化的均值，参见表D.4，选取0.01的收敛准则运用迭代法进行聚类分析：运行SPSS“分析-分类-K均值聚类”，分类样本导入“个案标记依据”；聚类数选择4；方法选择“迭代与分类”；点击“迭代”，收敛性标准输入0.01；点击“选项-统计量-初始聚类中心及每个个案的聚类信息”，输出最终分类结果，参见表D.5，结果与ward's法聚类的结果基本一致，唯一的变化是将琼海分到了{文昌…}那一类，可以认为聚类解非常稳定，分类得到验证。

表D.4 迭代聚类的初始聚类中心

四类组合	T_d	N_g	N	P	E
{海口}	0.238	0.252	2.319	1.223	3.649
{文昌, 澄迈, 临高, 定安, 屯昌}	0.619	1.084	-0.310	0.688	-0.160
{琼中, 白沙, 儋州, 保亭, 通什}	0.750	-0.356	-0.002	-0.922	-0.569
{琼海, 昌江, 东方, 乐东, 万宁, 陵水, 三亚}	-1.013	-0.556	-0.108	-0.007	-0.001

表D.5 迭代聚类的聚类结果

样本号	样本	聚类	距离
1	海口	1	0.000
2	文昌	2	1.546
3	澄迈	2	1.844
4	临高	2	1.129
5	定安	2	0.587
6	屯昌	2	2.083
7	儋州	3	0.781
8	琼海	2	1.397

9	琼中	3	2.720
10	白沙	3	0.783
11	通什	3	1.403
12	昌江	4	0.720
13	东方	4	0.365
14	乐东	4	1.706
15	保亭	3	0.935
16	万宁	4	1.396
17	陵水	4	1.041
18	三亚	4	1.535

D.7 计算类特征值

以最终分类结果为样本，选取雷暴日数、经济易损模数、人员伤亡率及雷灾发生率为特征量，计算类特征值，参见表D.6。

表D.6 各区域所在类别的特征值

样本集	雷暴日数/ (天·a ⁻¹)	经济易损模数/(亿 元·km ⁻²)	人员伤亡率/(人· 10 ⁻⁴ ·km ⁻² ·a ⁻¹)	雷灾发生率/(次 ·10 ⁻⁴ ·km ⁻² ·a ⁻¹)
{海口}	100.2	0.207	16.269	26.753
{文昌, 澄迈, 临高, 定安, 屯 昌, 琼海}	103.3	0.035	17.002	13.046
{儋州, 琼中, 白沙, 通什, 保 亭}	108.9	0.014	2.650	11.563
{昌江, 东方, 乐东, 万宁, 陵 水, 三亚}	77.8	0.039	9.853	10.577

D.8 计算综合易损值

D.8.1 对第D.7条的特征值进行标准化处理，计算得到综合易损值，参见表D.7。

表D.7 各类别的综合易损值

类别	样本集	标准化处理				综合易损值
		雷暴日数	经济易损模数	人员伤亡率	雷灾发生率	
第一类	{海口}	0.1941	1.4887	0.72192	1.4865	3.89127
第二类	{文昌, 澄迈, 临高, 定安, 屯昌, 琼海}	0.4212	-0.43292	0.83158	-0.32172	0.4982
第三类	{儋州, 琼中, 白沙, 通什, 保亭}	0.8315	-0.66754	-1.3156	-0.51735	-1.6689
第四类	{昌江, 东方, 乐东, 万宁, 陵水, 三亚}	-1.447	-0.38824	-0.238	-0.64743	-2.7206

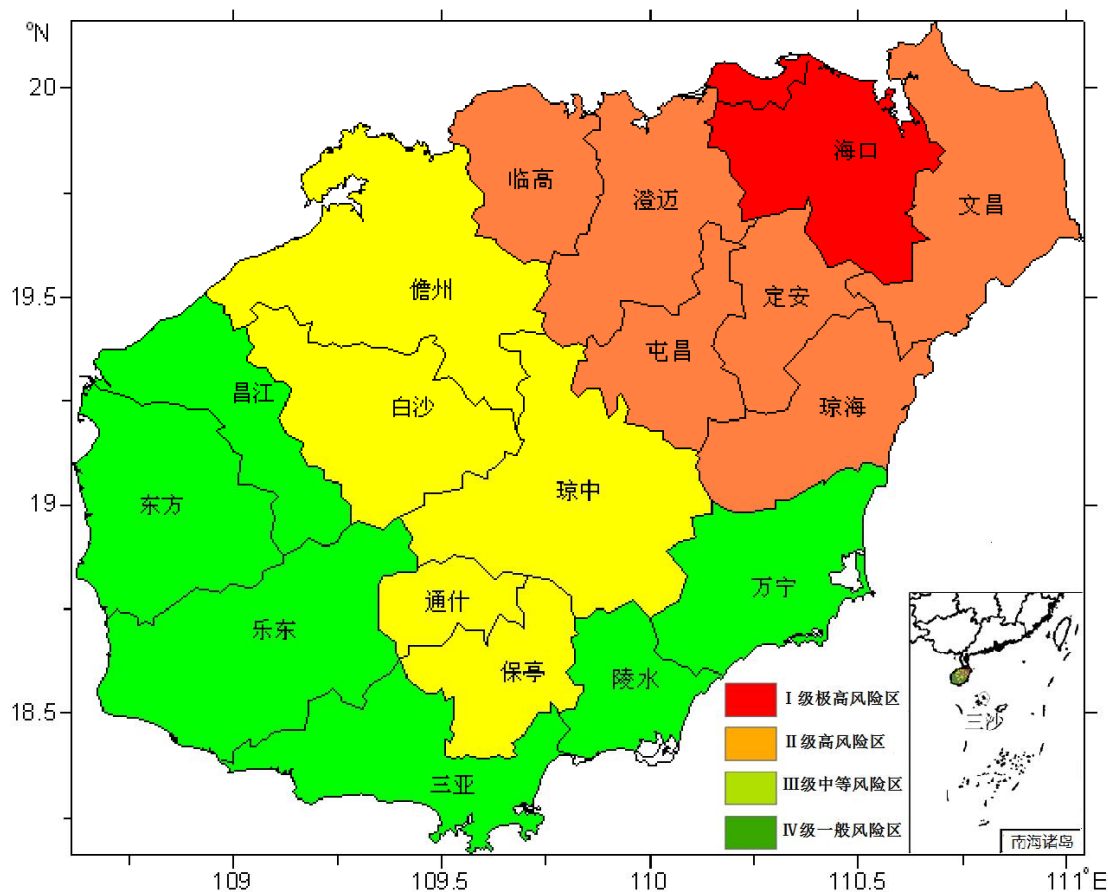
D.8.2 依据本标准第6.2条表2确定风险区划等级标识，参见表D.8。

表D.8 雷电灾害风险区划结果

风险等级	区域	风险标识	说明
I级	{海口}	极高风险	产生雷击灾害事故的可能性极大。
II级	{文昌, 澄迈, 临高, 定安, 屯昌, 琼海}	高风险	产生雷击灾害事故的可能性大。
III级	{儋州, 琼中, 白沙, 通什, 保亭}	中等风险	产生雷击灾害事故的可能性中等。
IV级	{昌江, 东方, 乐东, 万宁, 陵水, 三亚}	一般风险	产生雷击灾害事故的可能性不大。

D.9 风险区划图

D.9.1 海南岛市县雷灾风险区划图



图D.3 海南岛市县雷灾风险区划图

D.9.2 区划图说明

海南岛各市县雷灾风险区划由强到弱分为四个等级，红色范围为I级极高风险区域，产生雷击灾害事故的可能性极大；橙色范围为II级高风险区域，产生雷击灾害事故的可能性大；浅绿色为III级中等风险区域，产生雷击灾害事故的可能性中等；绿色为IV级一般风险区域，产生雷击灾害事故的可能性不大。

参 考 文 献

- [1] 章国材. 自然灾害风险评估与区划原理和方法[M]. 北京:气象出版社, 2014.
- [2] 张义军, 陶善昌, 马明, 等. 雷电灾害[M]. 北京:气象出版社, 2009.
- [3] 王春乙, 张雪芬, 赵艳霞. 农业气象灾害影响评估与风险评价[M]. 北京:气象出版社, 2010.
- [4] 王春乙. 海南气候[M]. 北京:气象出版社, 2014.
- [5] 郭志刚. 社会统计分析方法-SPSS软件应用[M]. 北京:中国人民大学出版社, 1999.
- [6] 高焱, 张义军, 张文娟, 等. 我国雷击致人伤亡特征及易损度评估区划[J]. 应用气象学报, 2012, 23(3): 298- 303.
- [7] 高焱, 蒙小亮, 劳小青. 基于聚类分析的海南岛雷电灾害易损度风险区划[J]. 自然灾害学报, 2013, 22(1): 175-182.
- [8] 高焱, 周方聪, 劳小青. 1999-2011年海南岛雷电灾害特征分析[J]. 自然灾害学报, 2014, 23(5): 253-262.
- [9] 马明, 吕伟涛, 张义军, 等. 1997-2006年我国雷电灾情特征[J]. 应用气象学报, 2008, 19(4): 393- 400.
- [10] 马明, 吕伟涛, 张义军, 等. 我国雷电灾害及相关因素分析[J]. 地球科学进展, 2008, 23(8): 856-865.
- [11] 郭虎, 熊亚军. 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, 19(1): 35-40.
- [12] Gao Y, Zhou F C, Wei C X. Characteristic and Relevant Factors Analysis of Lightning Disaster in Hainan Island[M]. Published by Atlantis doi: 10.2991/CAS-15. 2015. 33
- [13] Ronald L H, Raul E L. Lightning casualties and damages in the United States from 1959 to 1994 [J]. Journal of Climate, 2000, 13(19): 3448-3464.
- [14] Lopez R E, Holle R L. Changes in the number of lightning deaths in the United States during the twentieth century[J]. Journal of climate, 1998, 11(8): 2070-2077.
- [15] Dlamini W M. Lightning fatalities in Swaziland: 2000-2007[J]. Natural Hazards, 2009, 50(1): 179-191.
- [16] MZ/T 027-2011 自然灾害风险管理基本术语
- [17] GB/T 26376-2010 自然灾害管理基本术语
- [18] GB 50057-2010 建筑物防雷设计规范
- [19] GB 50343-2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范
-