

吴清, 张丹丹, 梁亚峰, 等. 海南省雷电流幅值概率分布研究 [J]. 陕西气象, 2015 (4): 24-27.

文章编号: 1006-4354 (2015) 04-0024-04

海南省雷电流幅值概率分布研究

吴清¹, 张丹丹², 梁亚峰¹, 黄飞鹏², 黄松¹, 周志强²

(1. 海南电力技术研究院, 海口 570125; 2. 华中科技大学, 武汉 430074)

摘要: 雷电流幅值概率分布是防雷计算中的重要参数。以海南电网雷电定位系统 2009—2013 年相关数据为基础, 对海南省雷电流幅值进行统计分析, 比较海南省雷电流幅值累积概率曲线与规程法、电气电子工程师协会 (IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers) 推荐曲线之间的差别。另外, 分别依据规程法和 IEEE 推荐的雷电流幅值累积概率公式对海南省雷电流幅值累积概率曲线进行了拟合并比较其优劣, 分析海南各地区的雷电流幅值分布之间的差异, 总结海南 4 个方位代表地区的雷电流幅值累积概率公式, 对海南地区防雷计算和防雷装置配置等工作的科学开展具有重要意义。

关键词: 雷电定位系统; 雷电流幅值; 累积概率分布; 海南

中图分类号: P429

文献标识码: B

雷电流幅值概率分布是表征雷电活动强弱的重要特征参数, 在反击和绕击防雷计算中占据重要位置^[1]。不同地区的雷电活动有较大的差异性^[2-4], 对某个地区的雷电流幅值概率分布进行研究, 对该地区的输电线路防雷计算、防雷装置配置等工作的开展具有重要意义。

受地理气候环境的影响, 海南省雷电活动非常频繁, 年平均雷暴日 100 多天, 每年因雷击造成人员伤亡、财产损失为全国之最^[5-7]。以海南电网雷电定位系统 (Lighting Location System, LLS) 2009—2013 年数据为基础, 研究海南省雷电流幅值概率分布规律, 并拟合出海南省雷电流幅值概率分布公式, 为海南地区防雷工作的科学开展提供参考依据。

1 雷电活动数据的来源

分析海南省雷电流概率分布的原始数据来源于海南电网雷电定位系统。海南电网雷电定位系统共设 1 个中心站, 位于海南电力技术研究院, 7 个探测站, 分别位于文昌、万宁、儋州、屯昌、五指山、三亚、东方。雷电定位系统能够监

测雷电活动的参数包括地闪发生的时间、地点、雷电流幅值、雷电的极性、回击次数等, 本文主要使用其中的雷电流幅值、雷电极性等数据。

共收集了海南电网雷电定位系统 2009—2013 年所记录的原始雷击数据共 723.2 万条 (次), 其中 2009 年 212.0 万条 (次), 2010 年 234.6 万条 (次), 2011 年 106.7 万条 (次), 2012 年 86.3 万条 (次), 2013 年 97.6 万条 (次)。需要说明的是, 通常气象站记录的雷电资料不区分云闪和地闪, 而雷电定位系统只记录其中的地闪信息^[8], 地闪也是给人畜、电网造成雷电灾害的主要雷种, 本文提到的雷电活动均指地闪部分。

2 常用的雷电流累积概率公式

为满足线路防雷计算的需要, 我国曾对雷电流概率分布公式进行过几次修订, 目前所采用的公式为 1997 年修订, 依据的是新杭线 1962—1987 年的磁钢棒检测结果, 用 97 个雷击塔顶负极性雷电流幅值总结得到^[9]。国际上, 电气电子工程师协会 (IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers) 工作组通过对 Anderson-

收稿日期: 2014-12-21

作者简介: 吴清 (1971—), 男, 汉族, 海南海口人, 硕士, 高级工程师, 从事电力企业管理工作。

Erikson、Popolansky、Sargent 等人归纳出的雷电流幅值累积概率表达式进行总结, 推荐了 Anderson 依据 Berger 等人的实测数据提出的雷电流幅值的概率分布的近似对数正态分布式^[10]。

2.1 规程法推荐的雷电流幅值累积概率公式

电力行业规程 DL/T 620—1997《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》推荐的雷电流幅值累积概率公式为

$$\lg P_1 = -I/a, \quad (1)$$

式中, I 为雷电流幅值, 单位为 kA; P_1 为雷电流大于 I 的概率; a 为雷暴日不同地区所采用的参数。《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》规定, 在进行防雷计算时, 一般地区 a 取 88, 除陕南之外的西北地区、内蒙古自治区的部分地区 (这类地区的平均年雷暴日数一般在 20 d 及以下) 由于雷电流幅值较小, a 取 44。

2.2 国际组织推荐的雷电流幅值累积概率公式

IEEE 推荐的雷电流幅值累积概率公式为

$$P_1 = 1 / (1 + (I/b)^c), \quad (2)$$

式中, 参数 b 表示中值电流值, 即电流幅值大于 b 的概率为 50%; 参数 c 反映了曲线变化程度: c 值越大, 表示幅值概率曲线下落程度越快, 电流幅值集中性越强。IEEE 推荐的公式中, $b = 31$, $c = 2.6$ 。

相比于国内规程法推荐的雷电流幅值累积概率公式, IEEE 推荐的公式中的参数具有具体的意义, 能够更为直观地反应雷电流幅值概率的分布特征。

3 海南雷电流幅值分布统计

3.1 正、负极性雷电流幅值累积概率分布

与其他地区相同, 海南省的地闪以负极性为主, 比例达 95.15%。对海南省的正、负极性地闪的雷电流幅值分别进行统计, 得到的累计概率曲线如图 1 所示。可以看出, 正极性雷电流幅值累积概率曲线相对负极性更加平缓, 雷电流幅值分散性相对较大, 出现高幅值雷电流的概率相对较大。另外, 由于负极性地闪在总的地闪次数中所占的比例较高, 所以正负极性综合后的雷击概率曲线与负极性的累积概率曲线基本重合。

根据 DL/T 620—1997《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》的要求, 有避雷线的

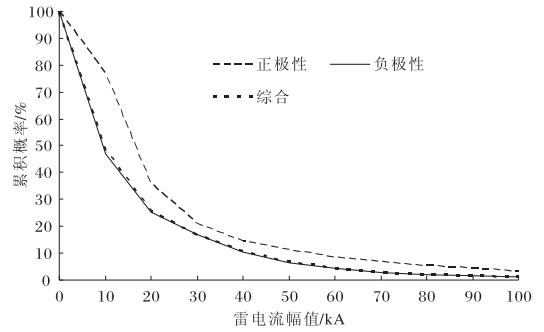


图 1 海南省雷电流幅值雷击概率曲线

35 kV、110 kV、220 kV 线路的耐雷水平应分别到达 30 kA、75 kA、110 kA。对照雷电流累积概率分布曲线, 海南省雷电流大于 30 kA、75 kA 和 110 kA 的概率分别是 14.68%、3.92%、2.19%。

3.2 雷电流幅值累积概率曲线与推荐曲线的对比

为了说明通过对雷电定位系统的数据进行统计得到的海南省综合正负极性后的雷电流幅值累积概率曲线与规程法推荐曲线、IEEE 推荐曲线之间的区别, 将三者绘制到一幅图中进行比较 (图 2)。从图 2 可以看出, 海南省雷电流幅值累积概率曲线与规程法推荐曲线、IEEE 推荐曲线均有较大区别, 海南省的曲线与另外两者之间没有交点, 与 IEEE 推荐曲线的最大偏差达到 50%, 对应 22 kA 处。海南省的曲线下落更早, 这说明海南省的雷电流分布较为集中, 且更多的集中于低幅值的区间。

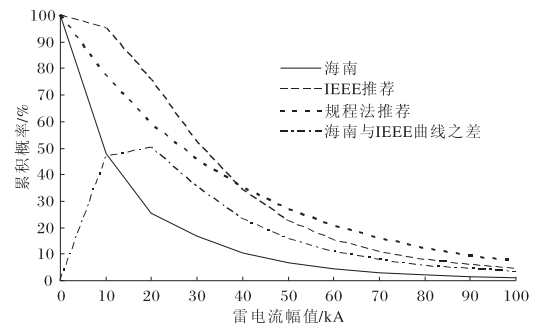


图 2 海南省雷电流幅值累积概率曲线与推荐曲线的对比

3.3 雷电流幅值累积概率曲线的拟合

分别用公式 (1) 和公式 (2) 对海南省综合正负极性后的雷电流幅值雷击概率曲线进行拟

合,结果如图3所示。从图3来看,两种形式的公式均能够较好拟合海南省的雷电流累积概率曲线。但从数学的角度分析,公式(2)拟合出的公式的误差平方和(Sum of Squares Due To Error)更小,确定系数(Coefficient of Determination)更高,因此公式(2)拟合出的公式要稍优于公式(1),而且,公式(2)拟合出的公式中的 b 、 c 具有更为明确的统计意义,所以防雷计算推荐使用公式(2)拟合出的公式。两公式拟合出的公式分别为

$$\lg P_1 = -I/36.136, \quad (3)$$

$$P_1 = 1/(1 + (I/9.788)^{1.571}). \quad (4)$$

从公式(4)可以看出,海南省的雷电流幅值的中值电流为9.788 kA,即电流幅值大于9.788 kA的概率为50%。大部分(超过50%)地闪的雷电流幅值集中于0~10 kA的区间。而IEEE推荐的曲线中的中值电流高达31 kA,与海南的实际情况有较大的差距。可见,如果防雷计算和防雷设计采用IEEE推荐的曲线将会引起较大的误差。

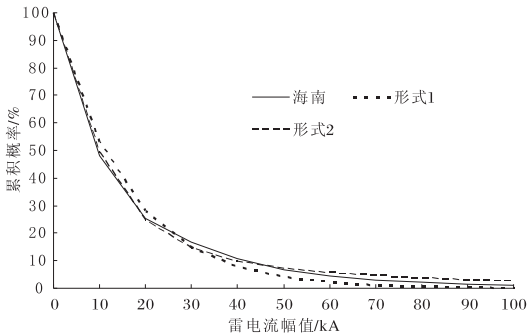


图3 海南省雷电流幅值累积概率曲线拟合

3.4 不同地区的雷电流幅值概率分布

考虑到海南省不同地区的雷电流幅值概率分布可能不同,选取琼海、三亚、儋州、海口四个地区分别作为海南省东、南、西、北四个方位的地区代表,研究雷电流强度分布的地域差异。四个地区的雷电流累积概率密度分布曲线如图4所示。

从图4可以看出,四个地区的雷电流幅值累积概率分布并无明显的差异,除了海口地区的曲线分布比另外三个地区略为平缓,即较大幅值的

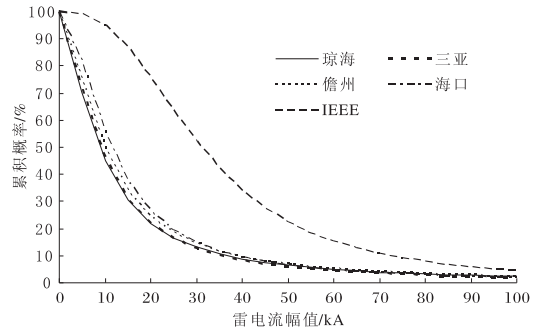


图4 四个地区的雷电流累积概率分布曲线

雷电流出现的概率相对略高。选用公式(2)分别对四个地区的雷电流幅值累积概率曲线进行拟合,得到下列公式

$$\text{琼海 } P_1 = 1/(1 + (I/8.753)^{1.539}), \quad (5)$$

$$\text{三亚 } P_1 = 1/(1 + (I/9.509)^{1.61}), \quad (6)$$

$$\text{儋州 } P_1 = 1/(1 + (I/9.955)^{1.618}), \quad (7)$$

$$\text{海口 } P_1 = 1/(1 + (I/11.4)^{1.814}). \quad (8)$$

4 结论

(1) 海南省的地闪以负极性为主,比例达95.15%;正极性雷电流幅值累积概率曲线相对负极性更加平缓,雷电流幅值分散性相对较大,出现高幅值雷电流的概率相对较大。

(2) 海南省综合正负极性后的雷电流幅值累积概率曲线与规程法推荐曲线、IEEE推荐曲线有较大的区别,海南省的曲线与另外两者之间没有交点,与IEEE推荐曲线的最大偏差达到50%。

(3) $\lg P_1 = -I/a$ 和 $P_1 = 1/(1 + (I/b)^c)$ 均能够很好表达海南省的雷电流累积概率曲线,但后者更优。海南省雷电流累积概率曲线的拟合公式为 $P_1 = 1/(1 + (I/9.788)^{1.571})$,雷电流幅值的中值电流为9.788 kA,即电流幅值大于9.788 kA的概率为50%。

(4) 海南的琼海、三亚、儋州、海口四个地区的雷电流幅值累积概率分布并无明显的差异,除了海口地区的曲线分布比另外三个地区略为平缓,即较大幅值的雷电流出现的概率相对略高。

参考文献:

- [1] 豆朋,黄松波.佛山地区雷电流幅值概率分布研究[J].电瓷避雷器,2011(3):43-45.

赵晓萌, 毛明策, 雷杨娜, 等. 陕北沙漠边缘区风速均一性检验及其重现期计算 [J]. 陕西气象, 2015 (4): 27-30.
文章编号: 1006-4354 (2015) 04-0027-04

陕北沙漠边缘区风速均一性检验及其重现期计算

赵晓萌¹, 毛明策¹, 雷杨娜¹, 白水成², 张文静¹

(1. 陕西省气候中心, 西安 710014; 2. 陕西省气象局, 西安 710014)

摘 要: 以陕北沙漠边缘区 6 个气象站自建站至 2013 年的年平均风速和最大风速序列为研究对象, 分析了各序列的线性倾向趋势, 采用 t -检验法以及对台站历史沿革的详查, 对各站点风速序列进行均一性检验, 并对非均一序列应用方差法和比值法等数理方法进行订正, 分析了重现期最大风速变化和序列的频率分布。结果表明: 陕北沙漠边缘区各气象站年最大风速全部呈显著递减趋势; 定边站、靖边站、横山站和榆阳区站年平均风速于 2003—2004 年间分别出现了间断, 并且与其更换测风仪器时间同步; 订正后年最大风速在间断点后较原始序列都有较大幅度的增大, 定边站订正前、后年最大风速主要分布区间增大, 主要集中在 (18, 22] m/s 区间; 订正的序列与原始序列的 50 年一遇风速差别不大, 但是在大型工程设计和工程气象专题评估时, 应考虑适合工程应用的气象站测风资料和订正方法。

关键词: 最大风速; 均一性检验; 重现期; 陕北沙漠边缘区

中图分类号: P425.47

文献标识码: A

由于观测站探测环境变化、探测仪器变更等原因, 对长期气象数据序列带来一定的不均一性, 国内外许多学者对气象要素序列均一性检验和非均一性序列订正方法做了大量研究^[1-4], 我

国学者关于气温、降水、风速等要素的均一性检验做了分析研究^[5-7], 并对不同的气象要素提出了多种检验方法, 但主要是针对气象数据序列自身的统计分析, 很少涉及到均一性订正前后工程

收稿日期: 2014-11-05

作者简介: 赵晓萌 (1985—), 女, 陕西西安人, 硕士, 工程师, 从事气候变化和气候可行性论证。

基金项目: 陕西省气象局科技创新基金计划项目 (2014M-6)

- [2] 刘任翔, 许伟彬, 李会玲. 三水近 50 a 雷暴气候特征统计分析 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (1): 98-101.
- [3] 刘波, 李性太, 丁旻, 等. 贵州省雷电流幅值的累积概率分布 [J]. 陕西气象, 2011 (4): 47-48.
- [4] 杨碧轩, 高菊霞, 王洁, 等. 2013 年陕西省雷电流活动特征分析 [J]. 陕西气象, 2014 (5): 41-43.
- [5] 郭冬艳, 姜涛, 陈红, 等. 海南岛雷电灾害特征及易损性分析区划 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (2): 78-81.
- [6] 辛吉武, 许向春, 蔡杏尧. 海南儋州雷暴天气气候特征分析 [J]. 气象, 2008, 34 (1): 100-106.
- [7] 张敏锋, 刘欣生, 张义军, 等. 广东地区雷电活动的气候分布特征 [J]. 热带气象学报, 2000, 16 (1): 46-53.
- [8] 陈家宏, 冯万兴, 王海涛, 等. 雷电参数统计方法 [J]. 高电压技术, 2007, 33 (10): 6-10.
- [9] 余宏桥, 周强明, 邵立政, 等. 湖北电网雷电流幅值概率分布特性分析 [J]. 陕西电力, 2014, 42 (7): 49-51.
- [10] 陈家宏, 童雪芳, 谷山强, 等. 雷电定位系统测量的雷电流幅值分布特征 [J]. 高电压技术, 2008, 34 (9): 1893-1897.