

惠州地区雷电参数统计分析

谢 鹏¹, 魏 莱¹, 赵紫辉², 马御棠², 吴广宁²

(1 广东电网公司惠州供电局, 广州 惠州 516001; 2 西南交通大学电气工程学院, 四川 成都 610031)

摘 要:雷电定位系统在输电线路雷击故障查询中得到了广泛地应用,是研究雷电的先进手段。根据广东省雷电定位系统 1999—2007 年间积累的数据,利用 ArcGIS 软件,从整个广东省的雷电数据中筛选出惠州地区的数据,对该地区落雷次数、雷暴日、雷电流幅值等雷电参数进行统计分析,分析雷电参数随时间变化以及各行政区域之间的差异,建议提高惠州地区防雷设计标准,加强现有线路的防雷改造。

关键词:雷电参数;输电线路;雷电定位系统;惠州

Abstract Lightning location system has been widely used in finding lightning stroke fault in the transmission line and it is the advanced means to study lightning. Based on the data accumulated by the lightning location system in Guangdong province from 1999 to 2007, the lightning data of Huizhou region are selected using ArcGIS software. The statistic analyses for lightning parameters of Huizhou region from 1999 to 2007 are done such as the number of lightning thunderstorm days and lightning current amplitude and so on. The differences of lightning parameters changing with time and among the administrative areas are analyzed. It is recommended that the design standards of lightning protection should be improved and the transformation of lightning protection for the existing lines should be enhanced.

Key words lightning parameters; transmission line; lightning location system; Huizhou

中图分类号: TM863 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2010)05-0004-03

随着电力系统的不断发展,输电走廊越来越长,输电线路因雷击引起的事故越来越多,为快速实现雷击故障查询,雷电监测系统得到了广泛应用。雷电监测系统可实时探测云对地的雷击时间、位置、雷电流幅值、极性、回击次数等参数,在线路故障鉴别、快速查找雷击故障点等方面给运行部门提供了方便,但由于现有的雷电参数统计、雷害分区、雷电参数与输电线路雷击跳闸的相互关系还缺乏深入的研究,使得雷电监测系统的应用范围十分有限。

惠州地处低纬地区,是中国雷暴多发区之一,惠州供电局从 2004 年到 2007 年,110 kV 以上线路共发生雷击跳闸 99 次,其中 500 kV 输电线路 5 次,220 kV 输电线路 37 次,110 kV 输电线路 57 次,严重影响输电系统供电的可靠性。广东省雷电定位系统建立于 1997 年,该系统自建立以来积累了大量的数据^[1],根据 1999 年至 2007 年 9 年的惠州雷电定位系统数据,分析惠州地区雷电定位系统雷击次数、雷电极性、雷电流幅值分布规律等雷电参数,为准确评估惠州供电局雷击跳闸次数打下基础。

1 雷电基础参数及广东雷电定位系统

雷电基础参数主要包括雷电日 T_d 、雷电小时 T_h 、地闪密度 N_g 、雷电流极性和峰值 I_m 、概率分布 $P_{(1)}$ 等。其中 T_d 、 T_h 、 N_g 反映雷电活动的频度, I_m 、 $P_{(1)}$ 反应了雷电活动的强度。中国雷电参数比较匮乏,现行行业标准^[2]中雷电流幅值的累积概率分布公式是根据新杭线上的磁钢棒测量的测量结果拟合而来^[3];雷电日是气象观测站人工观测的结果;地闪密度过去一直无法直接测量,刘继等人在 20 世纪 60 年代根据对中国架空线路雷害事故统计,得出地面年落雷密度 N_g 与雷电日 T_d 关系的经验表达式^[4]。

雷电定位系统是大面积、全自动、实时监测雷电活动的计算机在线系统,是当今研究雷电活动最先进的手段。广东省雷电定位系统于 1997 年 4 月正式投入运行^[1]。目前主要包括 16 个定向定位和时差定位综合探测站、一个中央处理机和 29 个雷电信息分析显示终端等部分,其中惠州秋长有一个探测站。广东省雷电定位系统采用微波点对点实时专线通信方式,通过积累雷电参数、特殊的电路或者算法对定位误差

基金项目:广东电网公司重点科研项目(项目编号:JA2508005)

进行修正,目前惠州地区雷电定位精度可达到 0.92 km。通过保持一定站距,选择合理的增益和探测站位置,根据人工引雷试验和广东省雷电故障查询情况,表明目前广东雷电定位系统探测效率在 85%以上。

2 雷电参数统计软件选择

雷电监测系统测量到的雷电数据包含经度、纬度、时间等信息,属于典型的地理信息类数据,需要依靠成熟的地理信息系统平台来对数据进行统计分析。目前常用的 GIS 平台有美国环境系统研究所 (ESRI) ArcGIS、美国 GE 公司 Smallworld 平台,国内北京超图公司 SupperMap2000、深圳雅都公司 GROW、武汉吉奥信息工程技术有限公司 GeoStar 平台等。ESRI 公司是世界最大的地理信息系统技术提供商提供了复杂的制图、数据使用、分析以及数据编辑和空间处理工具,提供了良好的应用程序接口,方便二次开发,为处理海量的雷电定位系统数据提供了极大的方便,因此选择 ArcGIS 作为雷电参数统计分析的平台,对惠州地区雷电数据进行筛选^[5]。

3 雷电参数统计分析

3.1 落雷次数

惠州地区主要包括博罗县、惠东县、惠阳县、龙门县以及辖区五个行政区域,利用 ArcGIS 软件,将惠州地区落雷数据从广东雷电监测数据中筛选出来,对各年数据进行统计分析,从 1999 年到 2007 年惠州地区落雷次数如图 1 所示,由图 1 中可以看出,其中 2002 年落雷次数最少,只有 6 万次左右,2007 年落雷次数最高,达 27 万次,是最小年份的 4 倍多,各年落雷差距比较大。惠州平均雷击次数在 16 万次/年左右,负极性雷平均在 15 万次左右,负极性雷占 94.97%,负极性所占比例与规程描述相符合。同时根据图 1,可以近似地认为以三年为一个周期,落雷次数有一个从低到高的上升过程。

惠州地区每年各月的落雷情况如图 2 所示,其中图 2(a)为 4 月到 9 月落雷情况,图 2(b)为 10 月到 3 月落雷情况,由图 2 可以看出,每年落雷主要集中在 4 到 9 月,这几个月中平均每月落雷次数均在 1 万次以上,6 月落雷次数最多,1 月、2 月及 12 月落雷次数较

少,均少于 100 次。惠州地区每个月均有落雷,雷暴月为 12 个月。

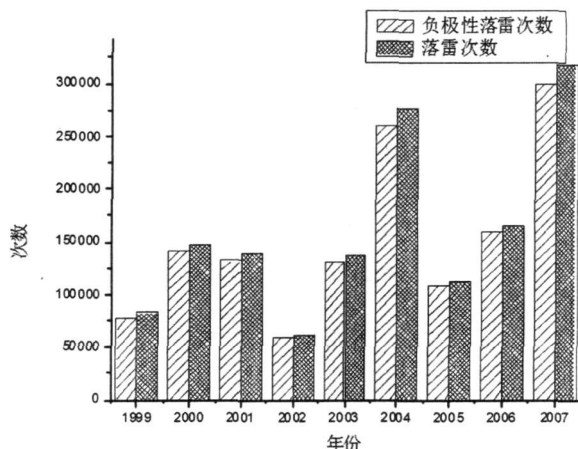
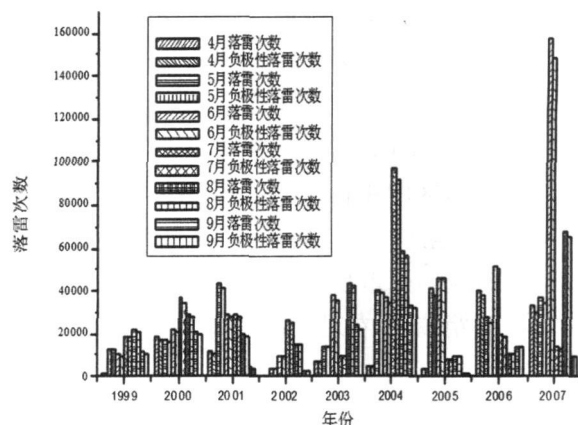
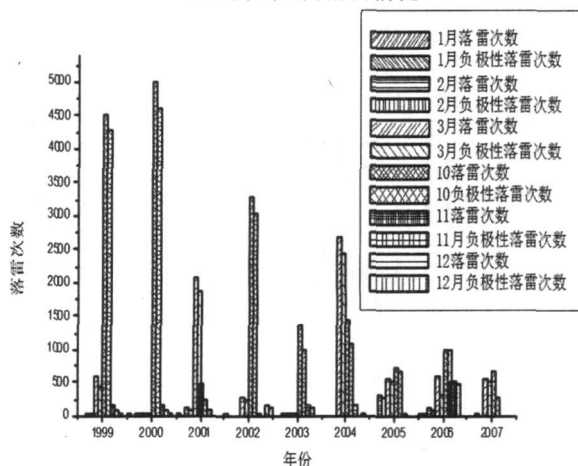


图 1 惠州地区各年落雷次数



(a) 4 月到 9 月落雷情况



(b) 10 月到 3 月落雷情况

图 2 各月落雷情况

各区域落雷次数如图 3 所示,由图 3 可以看出,辖区的落雷次数总是最低,惠阳县出现的落雷次数最多,其次是惠东县。主要原因是惠阳县雷暴日比较高,同时辖区面积比较小,惠阳县的年平均落雷次数达到 5 万余次,辖区面积仅 7 千余次,惠阳县落雷次

数是辖区的 7 倍,二者的差异与雷暴日成正相关。

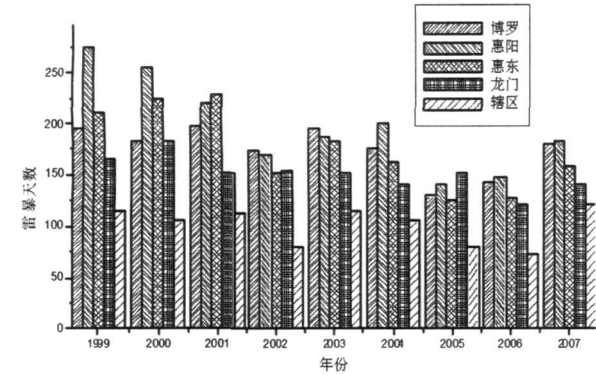


图 3 各区域落雷次数

3.2 雷暴日

各行政区域的雷暴日如图 4 所示。由图 4 可以看出,从 1999—2007 年之间,整个惠州地区的雷暴日天数均较高。辖区的雷暴日最少,最少的 2006 年雷暴日仍然达到 73 天。辖区的平均雷暴日为 100.4 d,惠阳县的雷暴日高达 197.6 d,惠东县与博罗县 175 d,龙门县 150 d,惠阳县 1999 年雷暴日最高,高达 274 d,基本为辖区的 4 倍,比辖区高出 200 d 左右。由此可见,惠州地区均属于特殊强雷区,输电线路经过惠州地区时应当采取更有效的防雷措施。由于各区域雷暴日差距较大,在对其雷击跳闸率进行评价时应当考虑其差异。

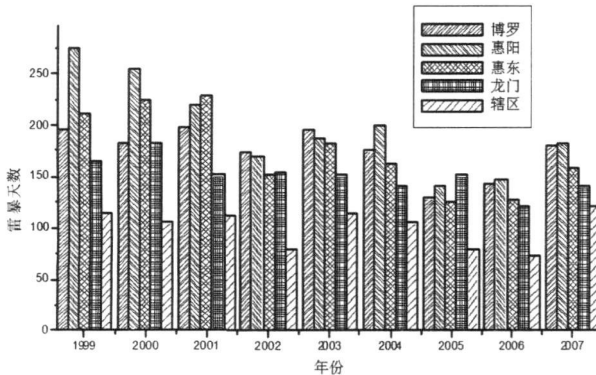


图 4 各区域雷暴日

3.3 落雷密度

采用网格法^[6]对惠州地区的落雷密度情况进行分析,网格大小为 10 km×10 km,其落雷密度情况如图 5 所示,由图 5 可以看出该地区的年落雷次数在 23.6 次/平方公里内,整体情况是由东到西落雷情况密度增加,落雷密度大的区域主要分布在博罗县,惠东县的落雷密度较小,因此对整个惠州地区而言,防雷的重点区域是博罗县。



图 5 惠州落雷密度

3.4 雷电流幅值分布

雷电流的幅值分布范围如图 6 所示,其中横坐标 1 到 9 分别对应区间 $[-800, -200]$ 、 $(-200, -100]$ 、 $(-100, -50]$ 、 $(-50, -40]$ 、 $(-40, -30]$ 、 $(-30, -20]$ 、 $(-20, -10]$ 、 $(-10, 0]$ 、 $(0, 800]$,由图 6 可以看出,雷电流大小主要集中在 -100 到 0 这个范围内,而且在 $(-40, 0]$ 这一范围更是占到 75% 以上,而行业标准 DL/T 620—1997 中雷电流幅值在此范围内为 65%,惠州地区的雷电流幅值小于 40 的概率比规程高出 10 个百分点,认为可能是两者测量方法不一致所引起。同时规程中对耐雷水平计算结果表明 110 kV 输电线路雷击杆塔时耐雷水平计算结果都不低于 41 kA,且雷电流幅值在小于 40 的范围内所占较大的比例,从这个角度出发,认为提高输电线路绕击耐雷水平,减少绕击发生的可能性,对输电线路整体跳闸率的提高效果更好。

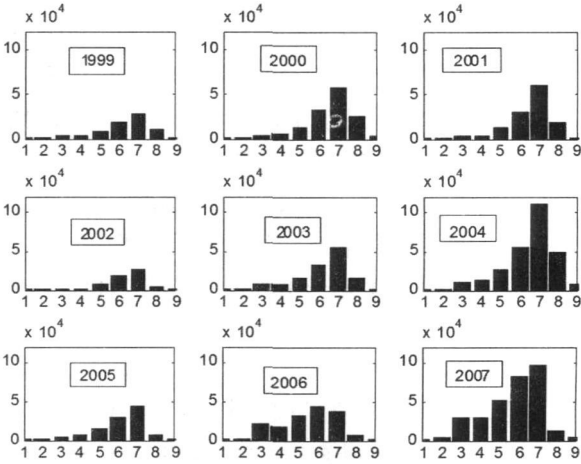


图 6 雷电流幅值分布

(下转第 30 页)

到自身目的同时,通过市场机制实现了水火电置换,水电资源得以充分利用,国家相关政策得到较好的实施。算例结果表明,所提出的模型简单可行,能较好的发挥市场调节功能,在中国电力市场改革初期具有一定的实用性。

参考文献

- [1] 四川省电力公司编.探索中的四川电力市场[M].北京:中国电力出版社,2000.
- [2] 国家电力监管委员会.华中电力市场建设研究报告[R].北京:国家电力监管委员会,2004.
- [3] 国家电力监管委员会供电监管部.东北区域电力市场试点工作理论与实践探索——两部制电价模式[R].北京:国家电力监管委员会,2004.
- [4] 王雁凌,张粒子,杨以涵.基于水火电置换的发电权调节市场[J].中国电机工程学报,2006,3(26):131—136.
- [5] 江岳春,姚建刚,周丽兰,等.基于“容量合同+效率置换+实时市场”模式的发电竞价系统研究[J].电工技术学报,2006,21(1):52—57.

- [6] 蔡兴国,林士颖,马平.现货交易中梯级水电站竞价上网的研究[J].中国电机工程学报,2003,23(8):56—59.
- [7] 马瑞,贺仁睦,颜宏文,等.考虑水火协调的多目标优化分组分段竞标模型[J].中国电机工程学报,2004,24(11):53—57.
- [8] 陈晓林,刘俊勇,宋永华,等.利用差价合同和金融输电权的组合规避电力市场风险[J].中国电机工程学报,2005,25(10):75—81.
- [9] Bialek J W. Transmission Charging and Growth of Renewables in the UK[C]. Power Engineering Society General Meeting 2007:1—6.
- [10] Soni A. Ozveren C S. Renewable Energy Market Potential in U. K. [C]. Universities Power Engineering Conference 42nd International 2007:717—720.

作者简介:

陈 岭(1971),女,成都人,成都电业局。

李 俊(1981),男,四川大学电气信息学院博士研究生,主要从事电力市场、电力经济评估等方面的研究工作。

(收稿日期:2010—05—27)

(上接第 6 页)

4 结束语

雷电活动具有很大的随机性和分散型,惠州地区的雷电参数统计结果表明,惠州地区属于特殊强雷区,雷电流极性的分布与现行规程分布一致,但是在雷电流小于 40 kA 出现的概率比规程推荐公式高 10 个百分点,认为应当加强 110 kV 以上高压输电线路绕击的防护。而落雷次数几乎以三年为周期呈上升趋势,雷电活动也有增强的趋势,同时惠州地区各行政区域的雷暴日均很高,属于特殊强雷区,落雷次数差异比较大,落雷次数与雷暴日正相关,建议加强现有线路的防雷改造,适当提高惠州地区的防雷设计标准,在防雷设计中应当考虑各区域雷电频度的差异。

参考文献

- [1] 陈水明,樊灵孟,何宏明,等.广东省雷电定位系统运行情况[J].中国电力,2001,34(12):43—47.
- [2] DL/T 62021997.交流电气装置的过电压保护和绝缘配

合[S].北京:电力工业出版社,1997.

- [3] 孙萍,郑庆均,吴璞三,等.220 kV 新杭线 1 回路 27 年雷电流幅值实测结果的技术分析[J].中国电力,2006(7):74—76.
- [4] 杜澍春.关于输电线路防雷计算中若干参数及方法的修改建议[J].电网技术,1996,20(12):53—56.
- [5] 李功新.基于 GIS 的电网生产管理系统建设与应用[M].北京:科学出版社,2008.
- [6] 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.

作者简介:

谢 鹏(1978)男,硕士,工程师,主要从事高电压技术及变电一次设备的管理与研究。

魏 莱,男,工作于广东电网公司惠州供电局。

赵紫辉(1985)男,硕士研究生,主要研究方向为过电压防护与接地技术。

马御棠(1986)男,硕士研究生,研究方向为架空线路防雷与接地技术。

吴广宁(1969)男,教授,博士生导师,主要从事高电压与绝缘技术方面的研究。

(收稿日期:2010—07—15)