

甘璐,叶宽,张德山,等. 北京市电网灾害的时空分布特征及与气象因素的关系[J]. 气象,2012,38(3):349-352.

北京市电网灾害的时空分布特征及 与气象因素的关系^{*1}

甘璐¹ 叶宽² 张德山¹ 丁谊¹

¹ 北京市气象局,北京 100089

² 北京电力试验研究中心,北京 100075

提 要: 根据北京电力试验研究院提供的北京市 1996—2009 年逐日电网灾害资料,采用统计分析的方法研究了该市电网灾害的时空分布特征及其成因,结果表明:电网灾害的灾种分布中雷暴造成电网灾害(后文简称雷害)的比例最大,占电网灾害总数的 71.3%,其次为风害和覆冰,三者之和占北京市电网灾害总数的 92.1%;从地域分布上看多发区主要集中西部的房山和北部的延庆、昌平、密云、朝阳等地区,而南部的大兴、通州的电网灾害则相对较少;从月分布可以看到电网灾害主要发生在 6—9 月,主要的几种电网灾害均呈现出不同的月变化特征。

关键词: 电网灾害, 统计分析, 分布特征

Temporal-Spatial Distributive Characteristics of Power Grid Disasters and Their Relation with Meteorological Factors over Beijing

GAN Lu¹ YE Kuan² ZHANG Deshan¹ DING Yi¹

¹ Beijing Meteorological Service, Beijing 100089

² Beijing Electric Power Testing Research Institute, Beijing 100075

Abstract: The spatio-temporal distributive characteristics of power grid disasters during 1996—2009 in Beijing are investigated based on the disaster cases of power grid supplied by Beijing Electric Power Testing Research Institute. The results showed that lightning disaster (hereafter, it means the power grid disaster caused by lightning) is the main disaster in this area, accounting for 71.3% of the total power grid disasters. Adding with the relative important contribution of wind damage and icing disaster, the contribution can reach to 92.1%. And power grid disasters present significant regional distribution and seasonal character in Beijing; high incidence areas are located in Yanqing District, Changping District and Miyun District which are mainly centralized in the north of Beijing while the low incidence areas are concentrated in the south of Beijing including Daxing District, Tongzhou District. The seasonal distribution of power grid disasters is mainly concentrated in the period of June to September. Furthermore, through analysis some advices are given for improving the power network.

Key words: power grid disasters, statistical analysis, distributive characteristics

* 北京市科委科技工作基础专项(Z090506016609001)和北京地区极端气象出现规律及分布区域研究项目(kj201006)共同资助
2011 年 3 月 18 日收稿; 2011 年 10 月 8 日收修定稿
第一作者: 甘璐,研究方向为专业气象服务. Email: zytganlu@163.com

引 言

电网是城市的生命线,随着社会经济的发展,输电线路总长度的扩展和传输容量的不断增长对电网的安全性和可靠性带来了严峻的挑战。特别是如何保障极端天气下电网的正常运行已经成为电力部门关注的重点。为了应对电网事故的发生,人们采取各种措施对配电线路进行保护,更多的新技术与新材料也越来越广泛的应用于电力系统。然而,伴随着新技术与新材料所带来的电网的高成本改造使其难以大面积的推广。另一方面,电力部门也需要了解本地区的电网灾害情况,以便有针对性地开展相关方面的技术研究工作。因此,电网灾害分布图的研究是电力部门所关注的重点之一。陈家宏等^[1-2]从地闪时空分布的角度对华北 500 kV 电网雷害危险事故密度分布进行了详细的分析,并对华北电网杆塔故障进行了分级评估。王剑等^[3]依据电网绝缘强度和雷电活动频度提出危险雷电分布图,给出了基于电网雷害分布图的防雷配置原则和方法。相关研究^[4-8]也有从电力负荷方面考虑气象因子所起的作用。然而,对电网灾害的分布及发生频次的认识还相对不足。本文根据北京市现有的电网灾害资料分析了该地区电网灾害的时空分布特征及该地区电网设备的易损情况,并结合电网的受灾情况进行了统计分析,为电力部门了解本地区电网灾害的特点和分布规律,以及开展电网灾害的防灾减灾和预测工作提供参考。

1 资料来源

电网灾害的资料由北京电力试验研究院提供,共收集了自 1996—2009 年北京市电网输电线路的受灾数据,包括了 35、110、220 和 500 kV 不同电压的输电线路的受灾情况,从受灾情况看它们分别占了电网灾害总数的 32.7%、45.9%、19.2%和 2.2%。主要灾种有雷害、风害、雾闪、覆冰、水害和低温六种,少部分灾害原因待查。受灾等级的记录分为一般设备事故和设备一类故障,为了统计方便并未进行细分。按照北京市 14 个区县分别统计了各地区的电网灾害。14 个区县站分别为:朝阳区、海淀区、丰台区、石景山区、延庆县、昌平区、怀柔区、密云县、平谷区、顺义区、门头沟区、房山区、大兴区、通州区。

2 电网灾害的时空分布特征

2.1 电网灾害的地域分布特征

电网灾害的发生频率主要与输电线路的杆塔结构、当地的下垫面性质,以及灾害性天气发生的频率等因素密切相关。表 1 统计了 1996—2009 年北京市各区县电网的受灾情况。从次数上看,14 年间北京市共发生电网灾害 341 起,其中由雷电引起的电网灾害达到 243 起,占总数的 71.3%,远高于因其他极端性天气引起的电网灾害的总和;加上所占比

表 1 1996—2009 年北京市各区县电网灾害统计

Table 1 Statistical power grid disasters in Beijing from 1996 to 2009

区县	雷害	风害	雾闪	覆冰	水害	低温	待查	合计	百分比/%
朝阳区	15	7	4	3	0	0	2	31	9.1
海淀区	15	5	1	1	1	0	1	24	7.0
丰台区	10	7	0	3	0	1	0	21	6.2
石景山区	5	0	1	0	0	0	0	6	1.8
延庆县	21	0	1	8	0	0	0	30	8.8
昌平区	39	6	5	1	1	0	1	53	15.5
怀柔区	19	0	1	1	0	0	0	21	6.2
密云县	43	1	1	0	0	0	0	45	13.2
平谷区	8	5	0	1	0	0	0	14	4.1
顺义区	10	3	0	3	0	0	1	17	5.0
门头沟区	21	3	1	1	0	0	0	26	7.6
房山区	20	3	2	5	0	0	0	30	8.8
大兴区	7	1	1	1	0	0	0	10	2.9
通州区	10	2	1	0	0	0	0	13	3.8
合计	243	43	19	28	2	1	5	341	100
百分比/%	71.3	12.6	5.6	8.2	0.6	0.3	1.4	100	

重相对较大的风害和覆冰,三者之和达到电网灾害的92.1%。雾闪、水害、低温和待查这四种极端性天气所引起的电网灾害之和为27起,仅占总数的7.9%。从地理分布上看,电网灾害的高发区集中在西边的房山和北部的延庆、昌平、密云和朝阳地区,这五个地区共发生电网灾害189起,占了电网灾害总数的55.4%。电网灾害低发区则主要是南边的大兴、通州和石景山等平原地区,这三个地区仅占总数的8.5%。从各灾种的地域分布看,昌平和密云发生的雷害次数共82起,占电网雷害总数的33.7%,最少的是南边的大兴和石景山,两个地区发生的电网雷害仅有12起;雾闪主要发生在朝阳和昌平;覆冰主要发生在延庆和房山。水害、低温和待查等电网灾害的样本量还相对较小。北京市电网灾害的发生频率受地形的影响较明显。北京市位于华北平原西北边缘,西部和北部山区居多,东南则是向渤海倾斜的平原地区。北部山区的地形抬升作用容易产生强烈对流运动的不稳定层结,从而使得北边的电网灾害高于南边的平原地区。

2.2 电网灾害的时间变化特征

2.2.1 电网灾害的年变化特征

图1给出了1996—2009年北京市电网灾害主要灾种年发生情况。北京市电网灾害的年平均发生次数在24起,2001年电网灾害出现极小值,仅发生了12起。2007年电网灾害出现极大值,达36起。电网雷害与电网灾害的变化曲线较为一致,二者的相关系数可达0.82。电网雷害极小值出现在2002年,仅发生6起;极大值出现在2006年,达27起。从电网灾害和电网雷害的年变化趋势看,2002年之前处于下降,之后又出现了明显的上升趋势。其他几种灾害的发生次数均在10起以下,年变化特征并不明显。

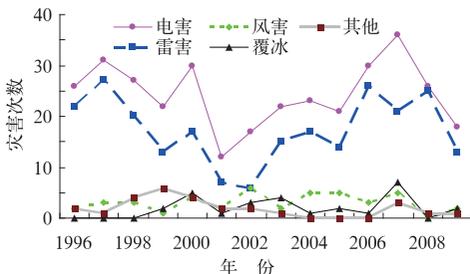


图1 北京市1996—2009年电网灾害及其主要灾种的次数统计

Fig. 1 Annual distribution of power grid disasters in Beijing from 1996 to 2009

2.2.2 电网灾害的月变化特征

图2给出了1996—2009年北京市电网灾害及主要灾种的逐月变化曲线。不难看出,电网灾害的月分布呈双峰型,主峰在6—9月之间;其中8月的电网灾害超过80起,6和7月次之,分别为55和64起;次峰在3月份,达到25起。雷害的月变化呈单峰型,高发期在6—8月,占全年的75.7%,这与夏季暖湿气流旺盛,对流性天气相对较多容易引起雷电现象有关;从11月到次年的3月基本没有雷害事故发生。风害的发生主要在春季和夏季,分别占了37.2%和30.2%。夏季是北京地区的汛期,雷雨大风天气容易引发电网灾害;另一个高发时段出现在春季,可能是由于北京地区春季大风日数相对较多有关。覆冰主要发生在11月到次年的3月,而4—10月基本上没有覆冰灾害的发生,覆冰引起的电网灾害的月变化与雷害相反。雾闪(图略)主要发生在2和3月,两个月共发生12起,占全年总数的63.2%。水害主要发生在夏季,这也是与北京地区汛期出现的时间密切有关。低温(图略)所引起的电网灾害仅发生了2次,分别是冬季和春季各一次。值得注意的是,尽管覆冰和低温所引起的电网灾害频度远不如其他极端性天气,但通常它们所造成的灾害程度、受灾面积还有持续时间通常要严重得多。

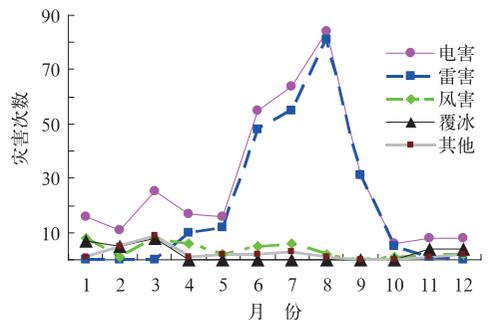


图2 北京市1996—2009年电网灾害及其主要灾种的月累计分布

Fig. 2 Monthly accumulated distribution of power grid disasters from 1996 to 2009 in Beijing

综上所述,电网灾害各灾种的时空分布特征与北京地区的主汛期和地形特征有关。地域分布上看,西部和北部的电网灾害占的比例相对较大。时间上看,70%以上的电网灾害主要发生在北京的汛期。从电网灾害的种类上看,雷害是造成该地区电网灾害的主要原因。

3 对策与建议

北京市电网灾害受灾原因主要是雷害和风害引起,前者容易引起大气过电压,导致闪络掉闸事件;风害主要是引起导线接地短路而发生短路掉闸事件,特别是当导线上有覆冰时。在对电网事故的统计分析时发现发生电网掉闸事故的受损设备主要是绝缘子和导线,它们分别占了总数的70.7%和18.8%。鉴于北京市电网灾害事件居高不下的现状,综合本文的分析结果给出以下建议:(1)继续加强电力部门与气象部门的合作,进一步研究引起电网灾害极端气象因素的分布及对电网的可能影响。(2)对各种防雷措施进行技术经济比较,在雷害频率较高的地区优先考虑安装技术含量高、抗雷能力强、投资较大的防雷技术设备。(3)继续加大研究合成绝缘子和优化导线机械性能的研究工作,提高绝缘子耐受闪络的能力。(4)收集和积累更长时间序列的资料对本文已有的结论进行修正,并形成北京地区电网灾害的易损性分布图。

4 小结

气象因素是影响电网灾害的重要原因,对于电力部门来说了解本地区电网灾害的分布特征是做好电网防灾减灾的前提。本文通过分析北京地区逐日的电网灾害资料,可以得到:

(1)北京市电网灾害的时空分布特征主要与北京地区汛期发生的时段和该地区的地形特征密切相关。从受灾比例来看,电网雷害占电网灾害总数的71.3%,其次是风害和覆冰,三者之和占了电网灾害

总数的92.1%。

(2)从地域分布看,电网灾害的高发区在西部的房山和北部的延庆、昌平、密云和朝阳等地区;低发区是大兴、通州和石景山等平原地区。从时间分布上看电网灾害的发生主要集中在6—9月,其他主要灾种的月变化特征与北京地区的气候特征密切相关。

(3)电网的易损设备主要是绝缘子的导线,两者占了灾害总数的89.5%,合成绝缘子和优化导线机械性能的研究工作可以有效降低电网灾害的发生。

北京地区各区县的面积大小不一样,电网布置的疏密程度和易损目标也有很大差别。因此,还需在现有的基础上综合考虑多个因素来形成各地区的电网综合易损度等级分布图,进一步指导电网的防灾减灾工作。

参考文献

- [1] 陈家宏,王剑,董学芳,等. 华北电网雷害分布图的研制与应用研究[R]. 武汉:国家电网武汉高压研究院,2007.
- [2] 陈家宏,王剑,董学芳,等. 电网雷害分布图研究[J]. 高电压技术,2008,34(10):2016-2021.
- [3] 王剑,刘亚新,陈家宏,等. 基于电网雷害分布的输电线路防雷配置方法[J]. 高电压技术,2008,34(10):2065-2069.
- [4] 胡江林,陈正洪,洪斌,等. 华中电网日负荷与气象因子的关系[J]. 气象,2002,28(3):14-18.
- [5] 罗慧,巢清尘,李奇,等. 气象要素在电力负荷预测中的应用[J]. 气象,2005,31(6):15-18.
- [6] 尤焕玲,丁德平,王春华,等. 应用回归分析和BP神经网络方法模拟北京地区电力负荷[J]. 气象科技,2008,36(6):801-805.
- [7] 钟利华,李勇,叶殿秀,等. 综合气象因素对广西电力负荷的影响[J]. 气象,2008,34(5):31-37.
- [8] 黄朝迎. 北京地区1997年夏季高温及其对供电系统的影响[J]. 气象,1999,25(1):20-24.