

湖南省雷电活动及雷灾特征分析

贺秋艳 刘越屿 杨加艳 郭斌

(湖南省气象灾害防御技术中心, 长沙 410007)

摘要: 基于湖南省各气象台站1956—2013年的雷暴观测资料和2008—2017年的ADTD闪电监测定位数据, 运用数理统计方法对湖南省雷电时空分布及雷电灾害进行了统计分析。分析结果表明: 湖南省年均雷暴日数为49.9 d, 总体上呈现出缓慢的递减趋势, 每10年减少约3.493 d; 全省平均每年观测到的地闪回击频次约34万次; 每年3月开始雷电活动逐步加强, 7月、8月是雷电活动高峰期; 雷电逐时分布呈现单峰型, 主要集中在15—17时; 岳阳、长沙、怀化、邵阳等地发生的雷电灾害偏多; 因雷击造成的人员伤亡大部分发生在农村, 农村防雷安全工作亟需加强。

关键词: 雷电活动, 雷电灾害, 分布特征, 农村防雷

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2019.06.007

Characteristics of Lightning Activity and Lightning Disaster in Hunan

He Qiuyan, Liu Yueyu, Yang Jiayang, Guo Bin

(Meteorological Disaster Prevention Technology Center of Hunan Province, Changsha 410007)

Abstract: Based on the thunderstorm observation data from 1956 to 2013 of meteorological stations in Hunan, the lightning monitoring data from 2008 to 2017, and lightning disaster data from 2002 to 2017, the spatial and temporal distribution characteristics of lightning activities and lightning disaster in Hunan were analyzed. The results showed that the annual average number of thunderstorm days in Hunan was 49.9; it decreased at a rate of 3.493 days /10 years. The CG lightning return stroke observed in the whole province was on average about 340,000 times per year, with July and August being the peak months of the lightning return stroke. Hourly distribution of lightning return stroke appeared as a single-peak which occurred mainly from 15:00 to 17:00. Yueyang, Changsha, Huaihua, and Shaoyang were the lightning disaster-prone areas. Most lightning casualties have occurred in rural. Therefore, lightning protection safety work of the rural needs to be strengthened.

Key words: lightning activity, lightning disaster, distribution characteristics, lightning protection of rural

0 引言

雷电是大气中强烈的超长距离放电过程, 通常伴随着强对流天气过程而发生, 是一种常见的自然现象。雷电因其强大的电流、炙热的高温、强烈的电磁辐射以及猛烈的冲击波等物理效应能够在瞬间产生巨大的破坏作用^[1-3], 造成严重的人员伤亡和经济损失。湖南位于长江中游之间、南岭以北, 地处云贵高原向江南丘陵和南岭山地江汉平原的过渡地带, 春季冷暖空气交绥频繁而剧烈, 夏季晴热高温, 多午后局地热对流, 这些气候特点加之复杂的地形地貌使其雷暴活动较多, 是全国多雷暴的省份之一, 造成的雷电灾害事故列全国第八位^[4]。

近年来, 国内对雷电活动和雷电灾害特征的研究

越来越多。黄肖寒、王学良、朱浩^[5-7]等众多学者分析了广西、湖北、安徽等地雷暴气候的统计特征, 总结了雷电活动的年际变化、季节变化及空间分布等特征; 陈涛等^[8]学者利用湖南省地面观测得到的雷暴资料(1971—2005年)及ADTD闪电监测定位数据(2006年4月—2007年7月), 研究了全省雷暴及闪电活动特征, 然而其历史资料时序性较短。为此, 本文基于全省97个地面气象观测站1956—2013年雷暴日观测资料、2008—2017年ADTD闪电监测定位数据及2002—2017年雷电灾害资料的基础上, 运用数理统计方法分析了湖南省雷电时空分布及雷电灾害特征, 同时对造成全省农村雷电灾害的成因进行了总结分析, 旨在能为以后的农村防雷提供参考。

1 数据和处理

雷暴日资料来源于湖南省97个地面气象观测站的1956—2013年(共58 a)雷暴观测数据。在研究中, 即在一天内(20时至次日20时), 只要听到1次或1次以

收稿日期: 2018年9月3日; 修回日期: 2018年12月13日
第一作者: 贺秋艳(1986—), Email: 512448568@qq.com
资助信息: 湖南省气象局科研课题(XQKJ18B069)

上的雷声就算是1个雷暴日，而不论该天雷暴发生的次数和持续时间^[9]。湖南省年均雷暴日数为全省97个台站历年平均雷暴日数的均值。

雷电灾害资料记录了每次雷灾发生的时段、地点、雷灾起数、人员伤亡及财产损失情况，以及引起雷灾的主要原因等。由于资料本身不全，如在某年部分区域缺失雷灾记录，同时某些农村地区存在封建迷信的思想和交通信息闭塞，还有部分雷灾未上报，因此本研究得到的是雷灾特征的不完全统计结果。

闪电监测资料源于湖南省ADTD型闪电监测网，该监测网由安装在长沙、常德、邵阳、永州及郴州等地的10台闪电定位仪组成，于2008年投入使用，监测覆盖全省，能够全天候、连续记录雷电发生的时间、位置、强度、极性 etc 参数。根据文献[10]结论：云闪中具有小峰值电流 (<10 kA) 可满足云地闪探测标准而被闪电定位仪接受，故导致闪电定位仪探测记录的闪电数量增多，因此要把电流强度小于10 kA的正地闪回击去掉。

2 湖南省雷电活动特征

2.1 雷暴日特征

据湖南省1956—2013年雷暴日观测资料，年均雷暴日数为49.9 d，运用最小二乘法计算年雷暴日数的趋势定量变化，得出其一次线性方程为 $y = -3.493x - 0.621$ ，其中气候倾向率为 $-3.493 \text{ d}/10\text{a}$ ，表明从1956年开始，湖南省年均雷暴日数在总体上呈现出缓慢的递减趋势，每10年减少约3.493 d。

雷暴出现最多的年份是1973年，为71.3 d，出现最少的年份是2011年，30.3 d。1989年之后，除1994年、1997—1998年雷暴日略高于年均雷暴日数以外，其他年份雷暴日数均低于年均雷暴日数（图1）。

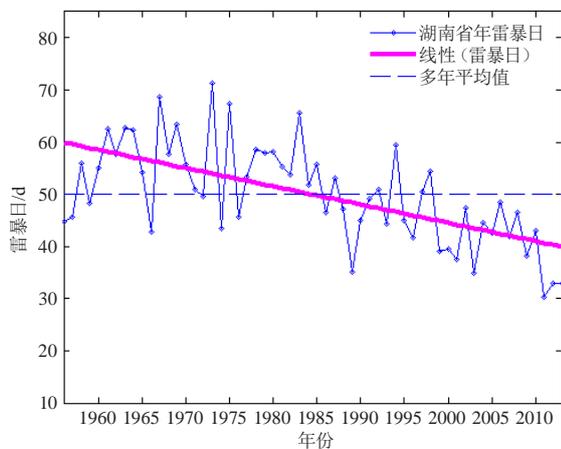


图1 湖南省1956—2013年雷暴日变化趋势

Fig. 1 The inter-annual variation of thunderstorm days in Hunan from 1956 to 2013

湖南省雷暴日空间分布总体上湘南多于湘北、湘西多于湘东（图2），湘北最低年均雷暴日为34.3 d，湘南最高达71.5 d。这种分布特征与地形关系密切，最强的雷暴活动带在南岭北部一线，次强雷暴活动带与雪峰山脉平行，基本与山脉走向一致。根据湖南省行政区域分析，郴州、永州、邵阳及怀化等地雷暴日数较高，多于全省年均雷暴日数，常德、益阳、岳阳、湘潭、湘西土家族苗族自治州等地雷暴日数较低，少于全省年均雷暴日数。

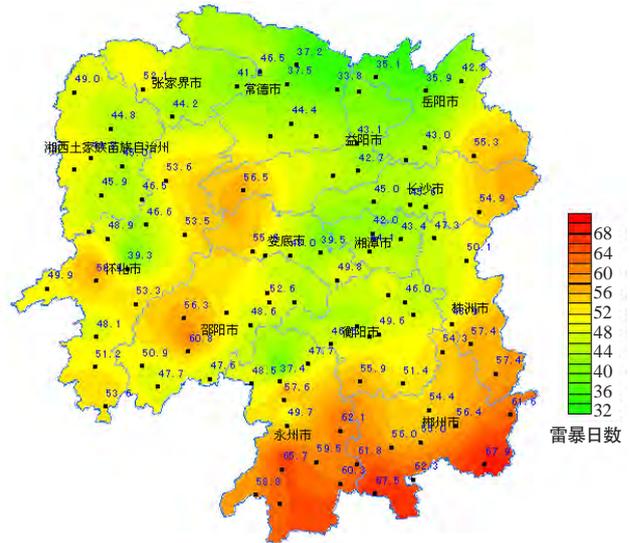


图2 湖南省雷暴日空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of the number of thunderstorm days in Hunan

2.2 闪电活动特征

根据湖南省2008—2017年的ADTD闪电监测定位数据，近10a观测到的地闪回击频次年际变化明显，全省平均每年观测到的地闪回击频次约34万次，其中2014年最多，达59万次，2009年最少，仅19万次（图3），前者比后者的3倍还多。

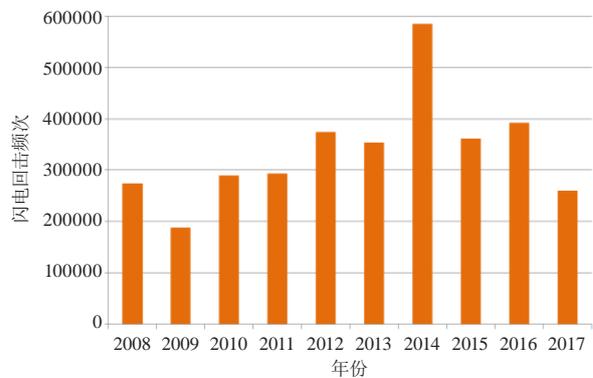


图3 湖南省2008—2017年地闪回击频次逐年分布

Fig. 3 Yearly distribution of CG lightning return strokes in Hunan from 2008 to 2017

每年3月至9月为湖南省汛期，雷电活动较频繁^[11]。据闪电监测资料分析，一年中每个月均有雷电活动发生，1月、11月和12月发生最少，2月、10月次之，从3月开始雷电活动逐步加强，4—9月为雷电多发时段，其中7月、8月是雷电活动高峰期（图4）。

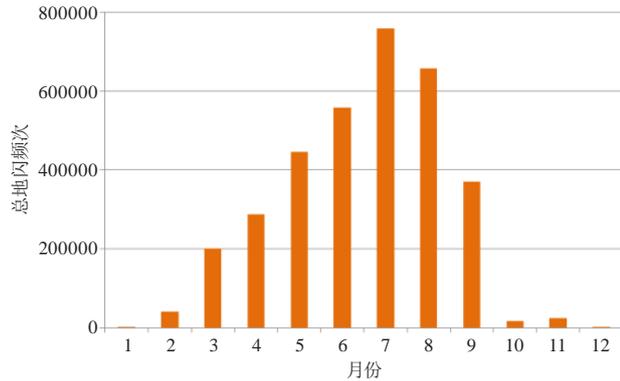


图4 湖南省2008—2017年地闪回击频次逐月分布
Fig. 4 Monthly distribution of CG lightning return strokes in Hunan from 2008 to 2017

气候定义每年3—5月为春季，6—8月为夏季，9—11月为秋季，12月至次年2月为冬季^[12]。对不同季节的闪电进行逐时分布统计，结果表明，春季雷电活动两个高峰值出现在02时、17时；夏季多集中在15—17时；进入秋季后，雷电活动相对于春、夏两季急剧减少，但9月份仍有雷电活动，高峰期集中在15—17时（图5）。

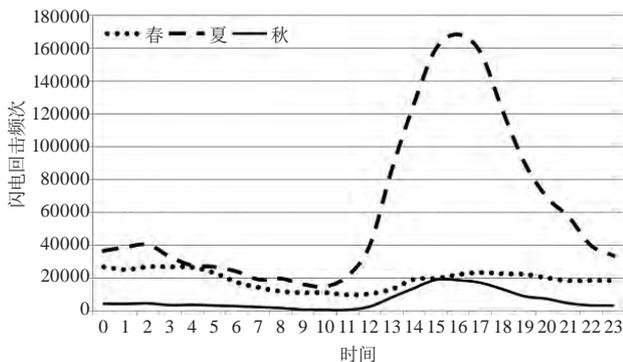


图5 湖南省2008—2017年地闪回击频次逐时分布
Fig. 5 Hourly distribution of CG lightning return strokes in Hunan from 2008 to 2017

根据观测到的地闪回击密度分布（图6）可见，湘北多于湘南、湘西多于湘东，常德、娄底、岳阳、邵阳及湘西土家族苗族自治州等地的地闪回击密度较为密集。

对比分析发现，全省地闪回击密度的空间分布与雷暴活动的空间分布存在较大的差异，造成这一差异的主要原因是两者的定义有所差别，因为根据地面观测规定，一天内（20时至次日20时）只要听到1次或1

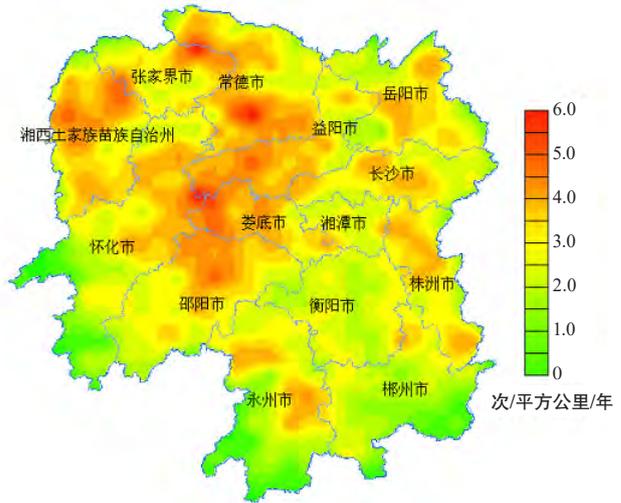


图6 湖南省地闪回击频次空间分布
Fig. 6 Spatial distribution of CG lightning return strokes in Hunan

次以上的雷声就算是1个雷暴日，而1个雷暴日中可能有数次、数百次甚至数万次闪电。

为了证实上述推测，本文基于ADTD闪电监测定位数据，定义一天内（20时至次日20时）只要观测到1次闪电，就为1个闪电日，进而得出闪电日的空间分布（图7）。通过对比发现，湖南省雷暴日活动高值区与闪电日高值区都集中在永州、郴州及怀化等地，两者的空间分布规律总体上比较一致。

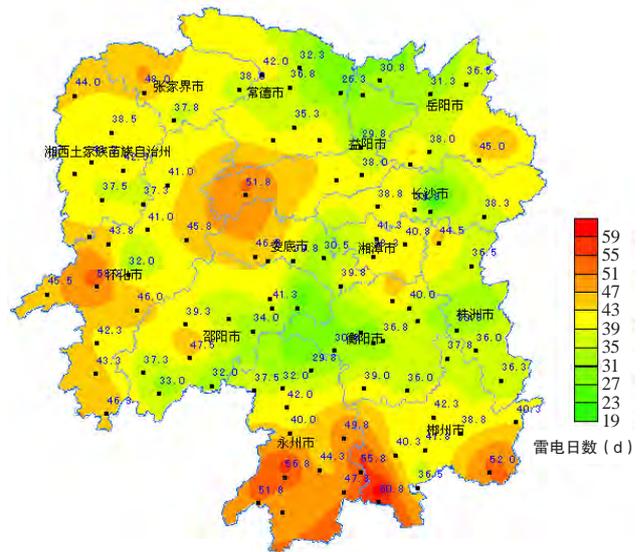


图7 湖南省闪电日空间分布
Fig. 7 Spatial distribution of lightning days in Hunan

3 湖南雷电灾害情况

3.1 湖南雷电灾害基本情况

据不完全统计，2002—2017年全省共计发生雷电

灾害事故2050起,造成人员伤亡共555人(其中城市因雷击伤亡167人,农村因雷击伤亡388人),直接经济损失合计达22457.2万元。其中2004年发生雷灾事故最多,达288起,共造成65人伤亡,直接经济损失3568.1万元(图8)。从全省雷电灾害变化走势看,2009年以来,全省因雷电灾害造成人员伤亡、财产损失明显减少。

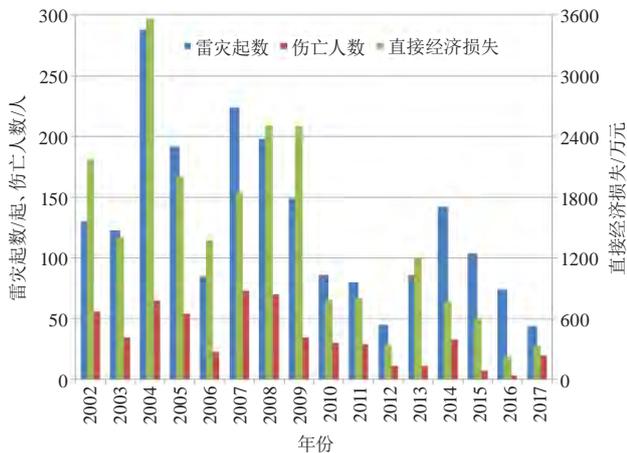


图8 湖南省2002—2017年雷灾统计

Fig. 8 Cases of lightning disasters in Hunan from 2002 to 2017

湖南省雷电灾害事故起数存在着明显的空间分布不均(图9),岳阳、长沙、怀化及邵阳等地发生的雷电灾害事故偏多,分别为23.7起/a、15起/a、11.5起/a及11.3起/a;湘潭和湘西土家族苗族自治州发生的雷电灾害事故相对较少。这与全省地闪回击密度的分布情况基本一致。根据雷电事故的发生地类型统计,雷灾多发生在城市,雷灾起数及经济损失远超过农村。

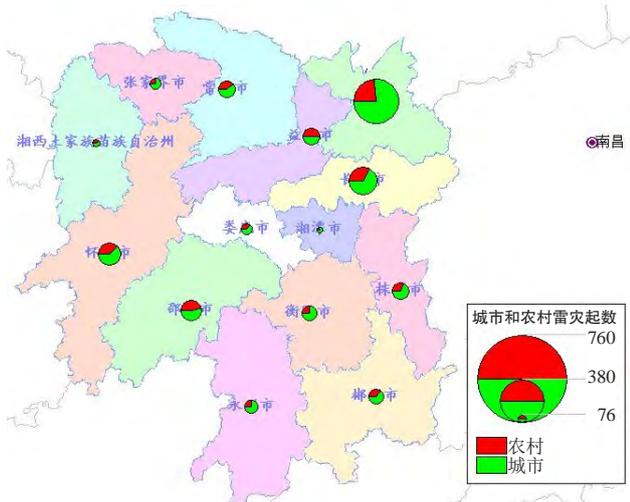


图9 湖南省城市和农村雷灾起数分布

Fig. 9 Distribution of number of lightning disasters in Hunan

但是,通过对全省2002—2017年城市和农村雷击

伤亡总人数进行对比发现(图10),农村因雷击伤亡人数为388人,占全省雷击伤亡总人数的70%;城市因雷击伤亡人数为167人,占全省雷击伤亡总人数的30%。由此可见,农村是雷灾事故中人身伤亡的重灾区,也是当前防雷减灾的薄弱环节^[13]。

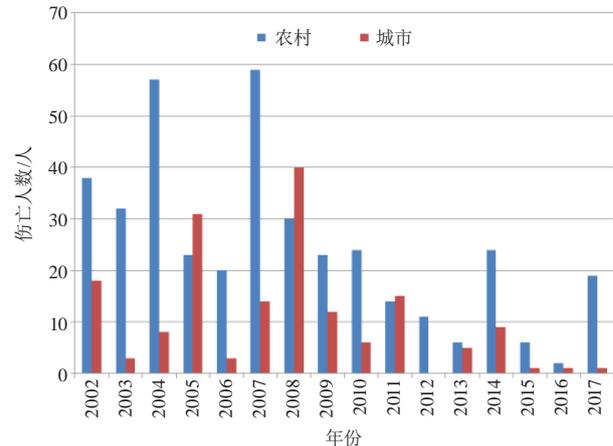


图10 湖南省城市和农村雷击伤亡人数对比

Fig. 10 Comparison of the number of lightning casualties in rural and urban in Hunan

3.2 湖南农村雷灾成因分析

通过对全省农村雷电灾害多发区域的走访、调查,结合历史农村发生的雷灾事故,分析湖南农村雷灾事故的原因,主要有以下几个致灾因素。

3.2.1 湖南农村建筑选址、结构特点与雷灾的关系

湖南农村建筑的选址上,摸索出了一个适合人们居住的“风水宝地”的环境模式,即以背山面水(或依山傍水),左右两边围护为理想格局的模式^[14]。这种山水相伴的自然环境里,水汽能源源不断的从周遭环境中得到补充,大气中水汽较周边环境更为充足,气候、气温、气压又随着山势变化显著,局部大气对流的强度比较大,对雷雨云的形成提供了足够多的条件。在湖区,由于水面的宽阔、平坦,水的良导电性,加大了农村民居的雷击发生概率;在山区,独有的立体小气候特征,特别是山地的抬升作用,很容易就导致了局部对流云系的发展,加大了雷击发生的概率。因此,湖南农村民居的选址为农村地区雷击多发埋下了种子。

其次,湖南农村建筑多为木质、砖混、钢混结构,多数有屋脊,屋脊部位高耸突出属于易遭受雷击部位,在农村雷灾中较为普遍。

3.2.2 农村生活习惯与雷灾的关系

湖南农村传统的“日出而作,日落而息”的农业生产和生活方式一直还在延续,人们大多数时间在田头田间、湖泊水边劳作。据文中图5分析,湖南春、夏

季节雷电活动多集中在15—17时，该时段正是农民在户外或田间进行劳作的时候，当雷雨天气发生时，农民来不及躲避，或在附近的树下、野外简易的工棚及草屋等地躲雨，极易遭受雷击造成伤亡。

3.2.3 农村经济发展与雷灾的关系

目前，湖南农村开始由“传统”走向“现代”，农村也开始追求“文明、健康、休闲、科学”的和谐新生活模式，电脑、电视、太阳能热水器等家用电器进入了寻常百姓家，但由于农村防雷基础设施投入不足，电力线、有线电视线、电话线及网络线等都是由较为空旷的农田里电杆架空支撑引入，一旦雷电击中这些架空线缆或是击中附近区域，雷电流以及感应过电流就会通过线缆引入到室内，严重威胁着室内电器设备和人员的安全。

4 小结

1) 湖南年均雷暴日数为49.9 d，总体上呈现出缓慢的递减趋势，每10年减少约3.493 d。

2) 湖南近10年观测到的地闪回击频次年际变化明显，全省每年观测到的回击频次平均约34万次，其中2014年最多，达59万次。

3) 每年3月开始雷电活动逐步加强，4月至9月为雷电多发时段，其中7月、8月是雷电活动高峰期。逐时分布呈现单峰型分布，多发生在下午时段，具体主要集中在15—17时。

4) 通过对比发现，湖南雷暴活动与地闪回击密度的空间分布存在较大差异，雷暴日空间分布总体上呈现湘南多于湘北、湘西多于湘东；地闪回击密度分布总体上呈现湘北多于湘南、湘西多于湘东，常德、

娄底、岳阳、邵阳及湘西土家族苗族自治州等地的地闪回击密度较为密集。雷暴日活动和雷电日分布规律总体上比较一致，高值区都集中在郴州、永州、邵阳及怀化等地。

5) 岳阳、长沙、怀化、邵阳等地发生的雷电灾害事故偏多，湘潭和湘西土家族苗族自治州发生的雷电灾害事故相对较少。

6) 全省因雷击造成的人员伤亡，大部分发生在农村。其主要原因是，农田附近缺乏必要的避险场所，以及农村的各类建（构）筑物缺少雷电防护措施。

参考文献

- [1] 陈渭民. 雷电学原理. 气象出版社, 2003.
- [2] 刘维成, 陶健红, 邵爱梅, 等. 雷电监测预警预报技术简述. 干旱气象, 2014, 32(3):446-453.
- [3] 黄嵘, 许广浩, 马宁. 义乌市雷电灾害特征分析. 浙江气象, 2011, 32(3):44-46.
- [4] 邓战满, 王智刚, 杨建友, 等. 湖南省农村雷电灾害情况探讨. 中华民居(下旬刊), 2014(9). 211-212.
- [5] 黄肖寒, 黄卓帆, 李有为, 等. 河池市雷电时空分布特征及雷击灾害风险区划. 气象研究与应用, 2016, 37(4):102-105.
- [6] 王学良, 王海军, 李卫红. 近45年湖北省雷电日数的时空变化特征分析. 暴雨灾害, 2007, 26(1):85-89.
- [7] 朱浩, 王凯, 程向阳, 等. 安徽省雷电灾害特征分析及区域灾情评估. 长江流域资源与环境, 2015, 24(1):162-168.
- [8] 陈涛, 吴岚, 韩波, 等. 湖南省雷电特征及闪电数据分析. 防灾科技学院学报, 2008, 10(3):38-42.
- [9] 肖稳安, 张小青. 雷电与防护技术基础. 气象出版社, 2006.
- [10] 彭治班, 廖晓农, 梁丰, 等. 国外雷电监测与预报研究. 北京: 气象出版社, 2003.
- [11] 邓战满, 谢露, 曾震, 等. 湖南省雷暴地闪特征初步分析. 价值工程, 2014(28):306-307.
- [12] 张静, 吕军, 项瑛, 等. 江苏省四季变化的分析. 气象科学, 2008, 28(5):568-572.
- [13] 吕海勇, 李文飞, 吴坚. 1995—2014年广东省雷电灾害事故的统计分析. 广东气象, 2015, 37(6):52-55.
- [14] 高波, 郭在华, 刘凤姣. 湖南农村民居雷灾风险浅析. 新农村(上半月), 2012(7):9.

利用AI推进NOAA需求驱动的任务优先级

张定媛



NOAA在一系列任务领域的人工智能(AI)应用方面的丰富经验已经证明了其性能和技能的改善，大大降低了成本和计算时间。NOAA发布的AI战略将通过提高整个机构AI开发和使用的效率和协作，极大地扩展AI在NOAA每一个任务领域的应用，并降低数据处理的成本，为社会提供高质量和更及时的科学、产品和服务。

新战略为AI技术的使用设定了组织程序目标：(1) 建立有效的组织结构和流程，以在整个NOAA中推进AI；(2) 推进AI研究和创新，以支持NOAA的使命；(3) 加快AI研究向业务能力的转变；(4) 加强和扩大AI合作伙伴关系；(5) 提高员工的AI水平。NOAA还计划建立一个NOAA人工智能中心来协调活动，在预算制定中优先考虑AI项目，并在领导层中促进对AI的关注。为了确保NOAA AI战略实现性能、技能和效率方面的变革性进步，NOAA正在制定AI战略实施计划或“路线图”，该计划定义了详细的行动项目、期限和职责。

(作者单位：中国气象局气象干部培训学院)