

# 甘南高原雷暴的气候特征

王建兵

(甘肃省甘南州气象局, 甘肃 合作 747000)

**摘要:**利用甘南州 8 个气象站自建站到 2005 年的雷暴资料,对雷暴的时空分布特征进行了分析,发现甘南州雷暴多发区位于西南部的玛曲、碌曲到东北部的合作之间;从年际变化看,大部分地方的年雷暴天数呈明显下降趋势,特别是 1990 年代中期后,这种下降趋势更明显,但各地雷暴初终日数的变化并不明显;夏季雷暴天气出现最多,出现最多的月份是 7 月,雷暴次数约占全年雷暴次数的 20.2%。春末夏初 5 月下旬到 6 月上旬、6 月下旬和 7 月中下旬、8 月下旬是各月的雷暴高发时段;甘南雷暴 1 天中的盛发期在 12~20 时,14~15 时是雷暴出现的峰值时段。

**关键词:**甘南高原;雷暴;特征

**中图分类号:** P468.0<sup>+</sup>28

**文献标识码:** A

## 引言

雷暴是自然界中雷雨云之间的一种放电现象。其特点是瞬间电压很高、电流很大,能量释放时间短,危害性大。对雷暴活动的监测、预警以及起电机制探索是长期以来人们关注的对象。据不完全统计,我国每年因雷击造成人员伤亡达 3 000~4 000 人,财产损失在 50~100 亿元人民币<sup>[1]</sup>。甘肃省在 1989~2000 年共发生雷击灾害 50 多起,死亡 5 人,伤 23 人,造成经济损失达 740 多万元<sup>[2]</sup>。甘南藏族自治州位于甘肃西南部,地处青藏高原东北边缘,海拔在 1 200~4 800 m 之间,大部分地区海拔在 3 000 m 以上。境内山谷、河流、湖泊、草地纵横交错,地形复杂,地方性天气极为显著,是西北地区雷暴活动 3 大中心区的一部分<sup>[2]</sup>。甘南高原大部分地方的年平均雷暴日数在 40 d 以上,是甘肃省的冰雹和雷暴中心<sup>[3-4]</sup>,其中合作和玛曲年平均雷暴日数分别为 62 d、62.6 d。随着高层建筑物的不断增多和各种通讯电子设备的广泛应用,雷电灾害造成的损失也越来越严重。因此对甘南雷暴活动的气候特征进行分析和研究,对雷电的预测及防雷减灾具有重要作用。

## 1 资料与方法

利用甘南州 8 个气象站自建站到 2005 年的雷暴资料,对雷暴的时空分布特征进行了分析。由于甘南州 8 个气象站建站时间前后跨度大,资料年代长短不一(最早 1957 年,最晚 1976 年),故在分析时空分布特征时所用各站资料均为建站至 2005 年资料。

## 2 甘南州雷暴地理分布特征

甘南州雷暴日数明显随海拔高度升高而增加。从西南部的玛曲、碌曲到东北部的合作之间是雷暴

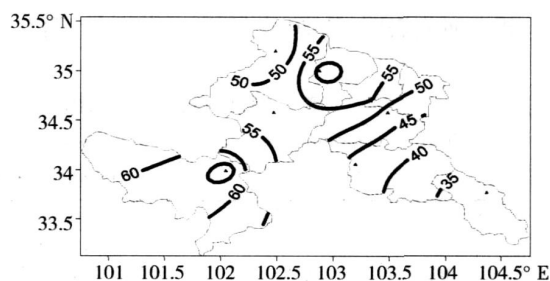


图 1 甘南州年平均雷暴日数分布(单位:d)  
Fig 1 The spatial distribution of annual mean thunderstorm days in Gannan(Unit: d)

收稿日期: 2007 - 07 - 02; 改回日期: 2007 - 08 - 06

基金项目: 甘肃省气象局“西北地区防雷消雹技术在甘南州冰雹、雷暴短时临近预报预警中的应用推广研究(2007 - 07) 课题资助

作者简介: 王建兵(1968 - ), 男, 甘肃甘谷人, 主要从事天气预报、气候研究。

多发区(图 1),最大雷暴中心位于海拔高度最高的玛曲,同时玛曲也是甘肃省的最大雷暴中心,年平均雷暴日数达 62.6 d;其次合作为 60 d,碌曲为 51.8 d。位于东南部的迭部、舟曲雷暴日数较少,其中迭部年平均雷暴日数为 40.3 d,舟曲是甘南州海拔高度最低的地区,也是雷暴日数最少区,年平均雷暴日数仅为 30.6 d。

### 3 甘南州雷暴的时间变化特征

#### 3.1 甘南州雷暴年际变化

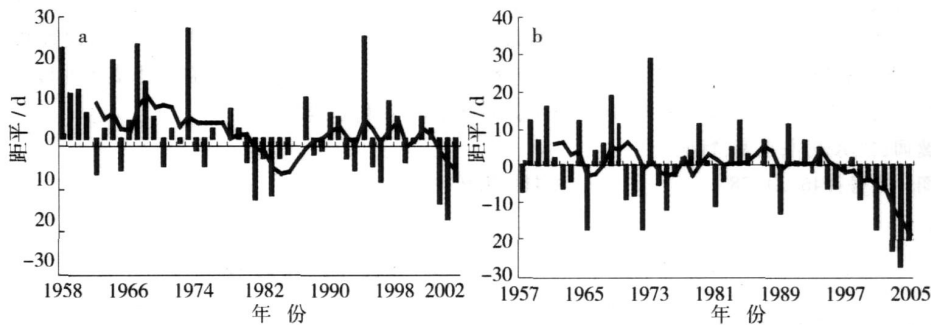


图 2 合作 (a)、临潭 (b)年雷暴天数的距平变化及 5 a 滑动平均 (单位: d)

Fig 2 The departure of annual thunderstorm days and five years moving average (Unit: d), a for Hezuo, b for Lintan

分析甘南州 8 个气象站自建站到 2005 年的年雷暴日数变化趋势,平均初、终日期及初终日数(表 1),年雷暴日数线性变化趋势(倾向率)用最小二乘法求得。结果表明,甘南州各站年雷暴日数均呈下降趋势,其中玛曲下降趋势最明显,减少趋势达 7.6 d/10 a,舟曲也呈减少趋势,但未通过显著性检验。相关研究表明,从 20 世纪 70 年代开始,西北地

区雷暴日数呈减少趋势<sup>[2]</sup>,陕西雷暴频数 20 世纪 80 年代和 90 年代也以偏少为主<sup>[5]</sup>,同时认为陕西雷暴频数的减少是发生在我国北方地区降水量减少的气候背景下;与甘南相邻的陇中地区在 1971 ~ 2000 年间,雷暴日数的年际变化呈阶段性的上升和总体下降趋势<sup>[6]</sup>。为了分析甘南雷暴日数变化与气候变化的关系,用合作、临潭 2 站 1961 ~ 2005 年

表 1 甘南州各地雷暴日数的线性变化趋势,平均初、终日期及初终日数

Tab 1 The thunderstorm days' linear trend, mean date for thunderstorm beginning and end, mean duration from thunderstorm beginning to end in Gannan

站名	线性趋势/(d/10a)	平均初日/最早	平均终日/最晚	平均初终日数/d
合作	-3.1**	3月27日/3月1日	10月20日/11月7日	207
夏河	-3.2**	4月8日/3月6日	10月10日/11月13日	184
临潭	-3.1**	3月28日/1月3日	10月18日/11月30日	206
卓尼	-4.2**	3月21日/2月18日	10月19日/11月15日	213
碌曲	-3.4**	3月27日/2月26日	10月23日/11月29日	211
玛曲	-7.6**	3月22日/1月14日	10月20日/11月6日	209
迭部	-2.4*	3月23日/2月5日	10月15日/11月17日	207
舟曲	-2.4	4月6日/3月3日	10月7日/11月11日	185

注: \*\*通过 0.01 信度检验, \*通过 0.05 信度检验

Note: \*\* significance at the 0.01 level, \* significance at the 0.05 level

的雷暴日数及温度、降水资料,分析甘南雷暴日数变化与温度、降水距平变化的关系。通过计算发现,甘南雷暴日数的变化与温度变化呈反相关(未通过显著性检验),与降水的变化呈明显的正相关(通过  $=0.01$  信度检验)。

通过分析雷暴日数与温度、降水的年代际变化

(表 2),发现在雷暴日数偏多的 20 世纪 60 年代,降水量偏多,气温偏低;之后随着气温升高,降水量减少,雷暴日数逐渐减少,但有一个明显的现象是在 2000 年以后虽然降水量有所增加,但雷暴日数减少最多,同时也是增温最明显的时期,气温升高对雷暴日数减少的影响更明显。

表 2 雷暴日数与气温、降水量的年代际变化

Tab 2 The decadal variation of thunderstorm days, temperature and precipitation

年代	1961~1970	1971~1980	1981~1990	1991~2000	2001~2005
降水量偏幅 / %	6.5	-0.1	1.5	-1.4	0.5
气温距平	-0.6	-0.3	-0.1	0.3	0.8
雷暴日数距平 / d	3.5	1.4	-1.2	-0.2	-13.2

甘南州各地雷暴的平均初、终日期及初终间日数也有很大差异,大部分地方的平均初日在 3 月下旬,终日在 10 月中旬;夏河、舟曲初终间日数较少,分别为 184.4 d 和 185.4 d,其余各地均在 200 d 以上。从各站最早初(终)日和最晚初(终)日的统计结果发现,甘南各地雷暴初日年际间差异很大,合作、夏河、舟曲最早雷暴初日与最晚雷暴初日相差 1~2 个月左右,其余各地相差 3~4 个月,相差最大的是临潭站,相差达 4 个月;终日年际间差异较小,大部分地方最早终日与最晚终日之间相差 1~2 个月。

通过对雷暴初终间日数变化趋势的分析发现,合作、夏河、临潭雷暴初终间日数没有明显变化,迭部、舟曲初终间日数有延长的变化趋势,其延长趋势为 2~4 d/10 a,卓尼、碌曲、玛曲雷暴初终间日数有缩短的趋势,缩短趋势为 1~3 d/10 a,但都没有通过显著性检验,说明甘南各地雷暴日数有减少的趋势,但甘南各地雷暴初终间日数的变化并不明显。

### 3.2 甘南州雷暴季节变化

甘南州的雷暴天气一般发生在春、夏、秋季,全年雷暴出现最多的季节是夏季,夏季雷暴次数约占全年雷暴总次数的 57.6%,春季和秋季雷暴次数分别占全年雷暴总次数的 25.9% 和 16.4%。

除舟曲外,春季各地雷暴日数均超过 10 d,最大雷暴中心位于玛曲,平均雷暴日数达 16.1 d,其次为合作和临潭,平均雷暴日数分别为 14.5 d、14.3 d,舟曲最少,平均雷暴日数为 9.4 d。迭部和舟曲春季雷暴次数占全年总次数的 30%、30.7%,其余各地在 22.4%~28.9% 之间。

夏季是甘南州雷暴多发季节,各地雷暴日数在

17.0~37.1 d 之间,最大雷暴中心位于合作,平均雷暴日数达 37.1 d,其次为玛曲、临潭、碌曲,雷暴日数分别为 35.1 d、30.9 d 和 30.6 d,舟曲最少,只有 17 d,各地夏季雷暴次数占全年总次数的百分比均超过 50%,其中夏河夏季雷暴次数占全年总次数的 63.1%,甘南各地的雷暴主要出现在夏季。

秋季各地雷暴日数在 4.2~11.7 d 之间,最大雷暴中心位于玛曲,平均雷暴日数达 11.7 d,其次为合作,雷暴日数为 10.4 d,其余各地均在 10 d 以下,各地秋季雷暴次数占全年总次数的百分比为 13.7% 到 18.4%。

### 3.3 甘南州雷暴的月变化和旬变化

甘南高原雷暴活动的月际变化表现为明显的单峰型,出现最多的月份是 7 月,7 月的雷暴次数约占全年雷暴总次数的 20.2%,其次是 6 月、8 月和 5 月,5~8 月的雷暴次数约占全年雷暴次数的 85.5%,3 月、10 月和 11 月的雷暴次数只占全年雷暴次数的 14.5% (图 3a)。青藏高原上 >91% 的闪电活动发生于 5~8 月之间,青藏高原闪电活动季节变化的单峰分布与空气的加热过程和湿度的年周期有关。在温暖季节,较高的地表温度和湿度为对流提供了充足的热动力和大气背景,有助于对流的形成和发展<sup>[7]</sup>。青藏高原强对流雷暴发生从 5 月起,6 月猛增加到 20 次左右,7 月最多达到 25 次以上,8 月在 20 次以上,9 月减少到与 6 月相似<sup>[8]</sup>。甘南高原的雷暴活动的季节变化与青藏高原雷暴和闪电活动相一致,说明位于青藏高原东北部边缘的甘南高原的雷暴活动与空气的加热过程和湿度的年周期也有密切关系。

从旬际变化(图 3b)可以看到在 5~8 月间,各

月都有一个雷暴高发时段。从 5 月上旬开始,甘南州雷暴次数开始明显增加,在春末夏初(5 月下旬到 6 月上旬)有一个明显的多雷暴时段;6 月中旬雷暴日数有所减少,6 月下旬和 7 月中下旬是一年中雷

暴高发时段,其中 6 月下旬和 7 月下旬的雷暴日数占全年雷暴次数的 7.1%,

8 月份的高发时段出现在 8 月下旬,9 月之后雷暴日数开始逐渐减少。

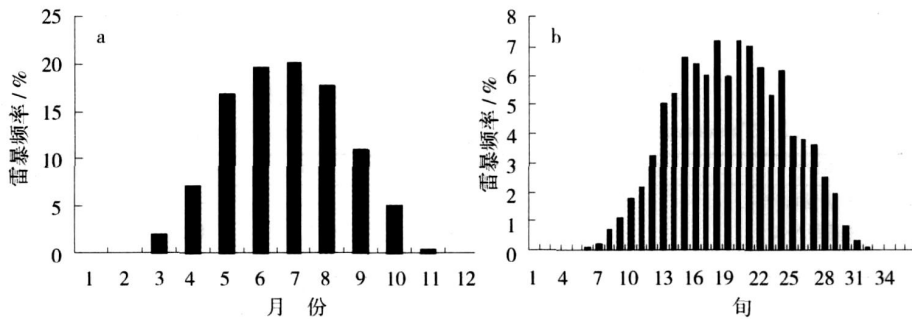


图 3 甘南州雷暴的月际变化 (a)和旬际变化 (b) (单位:%)

Fig 3 The monthly (a) and ten days' (b) variation of thunderstorm in Gannan (Unit %)

### 3.4 甘南州雷暴日变化

通过对日变化的分析(图 4),发现甘南州雷暴多在午后出现,盛发期<sup>[9]</sup>在 12~20 时,雷暴次数占全天总次数的 93%。从 12 时(北京时间)开始雷暴次数明显增加,14~15 时是雷暴出现的峰值时段,占全天总次数的 30.3%。

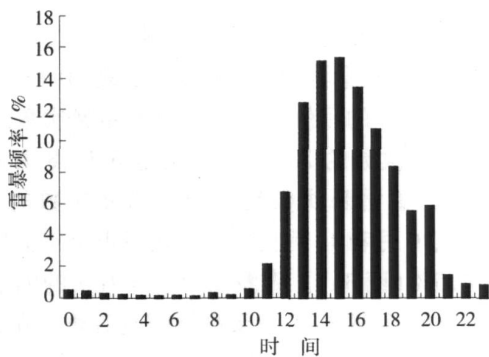


图 4 甘南州雷暴出现的逐时频率

Fig 4 The hourly frequency of thunderstorms in Gannan

## 4 小 结

(1)甘南州雷暴多发区位于西南部的玛曲、碌曲到东北部的合作之间,最大雷暴中心位于玛曲,同时玛曲也是甘肃省的最大雷暴中心,年平均雷暴日数达 62.9 d,其次合作为 60 d,碌曲为 51.8 d。

(2)从年际变化看,甘南州大部分地方的年雷

暴天数呈明显下降趋势,特别是 20 世纪 90 年代中期后,这种下降趋势更明显,雷暴天数下降与气温升高和降水量减少有密切关系;甘南各地雷暴初终日数的变化并不明显。

(3)甘南州的雷暴天气一般发生在春、夏、秋季,全年出现最多的季节是夏季。出现最多的月份是 7 月,雷暴次数约占全年雷暴次数的 20.2%,其次是 6 月、8 月和 5 月。5~8 月的雷暴次数约占全年雷暴次数的 85.5%,5 月下旬到 6 月上旬、6 月下旬和 7 月中下旬、8 月下旬是 1 雷暴高发时段。

(4)通过对日变化的分析,发现甘南雷暴的盛发期在 12~20 时,14~15 时是雷暴出现的峰值时段,占全天总次数的 30.3%。

### 参考文献:

- [1] 郑国光. 新时期我国防雷减灾工作的形势和任务之研究 [J]. 江西气象科技, 2001, 24 (2): 1 - 3.
- [2] 李照荣, 康凤琴, 马胜萍. 西北地区雷暴气候特征分析 [J]. 灾害学, 2005, 20 (2): 83 - 88.
- [3] 王锡稳, 冀兰芝, 张新荣. 甘肃冰雹天气个例分析与预报方法研究 [M]. 北京: 气象出版社, 2005. 5 - 16.
- [4] 张景平, 任国新, 乔艳君. 甘肃省雷电活动及雷灾预防措施 [J]. 甘肃气象, 2003, 21 (2): 34 - 36.
- [5] 蔡新玲, 刘宇, 康岚, 等. 陕西省雷暴的气候特征 [J]. 高原气象, 2004, 23 (增刊): 118 - 123.
- [6] 斐永成, 南洲. 陇中地区雷电的基本特征分析 [J]. 干旱气象, 2006, 24 (增刊): 69 - 71.
- [7] 鄒秀书, Ralf Toumi. 卫星观测到的青藏高原雷电活动特征 [J]. 高原气象, 2003, 22 (3): 288 - 294.

- [8] 张鸿发,郭三刚,张义军,等. 青藏高原强对流雷暴云分布特征 [J]. 高原气象, 2003, 22(6): 558 - 564.
- [9] 白肇烨,徐国昌,孙学筠,等. 中国西北天气 [M]. 北京:气象出版社, 1989. 258 - 283.

## Climatic Characteristics of Thunderstorms over Gannan Plateau

WANG Jianbing

(Gannan Meteorological Bureau, Hezuo 747000, China)

**Abstract:** By using the data of eight weather stations' records of thunderstorms over Gannan plateau from the beginning of each station's establishment to 2005, the temporal and spatial distribution features of thunderstorms were analyzed. The results show that thunderstorm occurred more frequently in Maqu, Luqu and Hezuo counties; The annual thunderstorm days presented descending trend and the trend is more obvious after the middle of the 1990s, but the variation of the duration days between the beginning and the ending time of thunderstorm occurring in Gannan plateau is not very distinct; Summer is thunderstorm season and July is the month in which thunderstorms occur most frequently, and the percentage of thunderstorm times in July is 20.2%. The late spring and early summer, the third ten-day of June, the second and third ten-day of July, the third ten-day of August are the peak periods for thunderstorms occurring in Gannan; The daily thunderstorm occurring peak time is 14:00 - 15:00, and the percentage of thunderstorm times is 30.3% in this period.

**Key words:** Gannan Plateau; thunderstorms; climatic characteristics