

青海省雷暴日数分布及其气候变化趋势

黄志凤¹, 张红亮², 黎峰³, 王军³

¹中国大气本底基准观象台, 青海 西宁

²青海省诺木洪气象站, 青海 格尔木

³青海省气象灾害防御技术中心, 青海 西宁

Email: 1322866198@qq.com

收稿日期: 2021年7月24日; 录用日期: 2021年8月20日; 发布日期: 2021年8月30日

摘要

利用青海省50个地面观测站常规雷暴观测资料, 分析了1981~2010年气候期的青海省年雷暴日数、雷暴初终日及夏季雷暴日数分布情况, 结果显示: 青海省年雷暴日数分布呈东南向西北阶梯式递减的分布, 最大值在东南部的玉树、果洛南部, 最小值在海西、格尔木西部; 雷暴初日在3月下旬至6月上旬, 由东南向西北推进, 终日在8月下旬至10月上旬并由西北向东南推迟; 主雷暴发生期的夏季雷暴日数分布和年雷暴日数分布基本一致。和1971~2000年气候期进行了对比分析, 结果表明在这前后两个气候期中, 青海省年雷暴日数均呈现减少的趋势, 东南雷暴多发地区减少幅度大于西北雷暴少发地区; 初、终日则表现为提前的变化趋势, 且终日的提前幅度较大; 夏季雷暴日数表现为也减少趋势, 但和年雷暴日数减少分布略有不同。

关键词

雷暴日数, 初、终日, 分布, 变化趋势

Thunderstorm Days Distribution and Climate Change Trend in Qinghai Province

Zhifeng Huang¹, Hongliang Zhang², Feng Li³, Jun Wang³

¹China Global Atmosphere Watch Baseline Observatory, Xining Qinghai

²Qinghai Nuomuhong Meteorological Station, Geermu Qinghai

³Qinghai Meteorological Disaster Defense Technology Center, Xining Qinghai

Email: 1322866198@qq.com

Received: Jul. 24th, 2021; accepted: Aug. 20th, 2021; published: Aug. 30th, 2021

Abstract

Based on the conventional thunderstorm observation data of 50 surface observation stations in Qinghai province, the distribution of annual thunderstorm days, thunderstorm beginning and ending days and thunderstorm days in summer in 1981~2010 climate period in Qinghai province were analyzed. The results showed that the annual thunderstorm days distribution in Qinghai province showed a stepwise decreasing distribution from southeast to northwest, with the maximum value in the south of Yushu and Guoluo in the southeast, and the minimum value in Haixi and Guoluo Western Golmud; the thunderstorm starts from late March to early June and advances from southeast to northwest, and ends from late August to early October and delays from northwest to southeast; the distribution of thunderstorm days in summer is consistent with that in a year. Compared with the previous climate period from 1971 to 2000, the results show that the annual thunderstorm days in Qinghai province show a decreasing trend, and the decreasing range in the southeast thunderstorm prone area is greater than that in the northwest thunderstorm prone area; the first day and the last day are ahead of time, and the last day is ahead of time; the number of thunderstorm days in summer also shows a decreasing trend, but the distribution is slightly different from that of annual thunderstorm days.

Keywords

Thunderstorm Days, First Day and Last Day, Distribution, Changing Trend

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

雷暴是自然界中雷云之间或雷云与大地之间的一种放电现象。在雷暴发生时放电电压高、电流大、能量释放时间短,具有很强的破坏力,是重大气象灾害之一。随着经济发展和信息网络的广泛应用,雷电灾害对各行各业特别是对建筑、电力、通讯等行业的危害更为严重。雷暴活动是一个地区的气候基本特征之一,对雷暴日数及其分布的研究对防雷减灾工作具有重要作用,因此许多学者对各地雷暴活动的气候特征及分布进行了大量研究[1]-[12]。

青海省位于青藏高原东北部,夏季受高原西南部的西南暖湿气流和 500 hpa 高原切变线影响,东南部雷暴日数较多,大部分地区雷暴日数大于 40 d/a,其中玉树南部和果洛南部地区在 65 d/a 以上。本文通过利用最新气候期的数据对青海省雷暴日数的分布及其与前一气候期的对比,分析雷暴日数、雷暴初、终日物候期分布以及在两个气候期间的变化趋势,以期在青海省雷电灾害防御工作和预警预测工作中提供参考。

2. 青海省 1981~2010 年气候期雷暴日数分析

2.1. 年平均雷暴日数分布

根据 1981~2010 年气候期的青海省 50 个地面测站的年平均雷暴日数绘制等值线图,如图 1 所示。由图可见,青海省年雷暴日数地域分布呈由东南向西北递减的分布趋势,玉树和果洛南部地区是全省年雷暴日数的大值地区,玉树全州各站年平均雷暴日数为 57 d/a,果洛州则是 56 d/s,而海西、格尔木西北地

区则是全省年雷暴日数的小值地区,海西州和格尔木各站年平均雷暴日数分别为 16 d/a 和 20 d/a,除却两州南部和东部的测站,西北部的各站年雷暴日数均在 10 d/a 以下;年雷暴日数最多测站的是玉树州南部的囊谦县,达到 70 d/a,次大值测站是果洛州东南部的久治站,年雷暴日数也达到了 67 d/a;而最少的测站则是冷湖站,年雷暴日数仅为 2 d/a,次小值测站是格尔木和其附近区域的小灶火测站,年雷暴日数为 3 d/a。青海省人口较为密集、经济较为发达的西宁、海东地区的年雷暴日数呈现北多南少的分布,靠近祁连山南侧的地区和青海湖东部的区域年雷暴日数要多于西宁及其以南的地区。

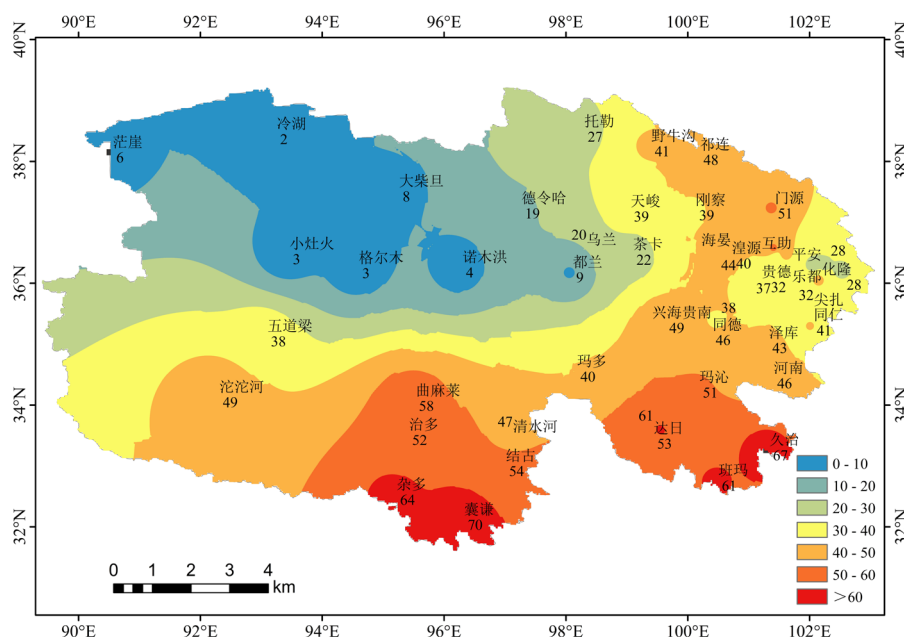


Figure 1. Distribution of mean thunderstorm days in Qinghai province from 1981 to 2010

图 1. 青海省 1981~2010 年平均雷暴日数分布图

青海省年雷暴日数的分布主要受高原夏季 500 hpa 切变线和副热带高压的影响。在雷暴的多发季夏季,青海省南部地区,既玉树、果洛地区 500 hpa 多有中尺度的切变和低涡发生,南支槽活跃,西南至东北向的水汽通道较为畅通,加之副热带高压经常在青海省东南部地区东西摆动、南北震荡,易引发对流天气发生发展,导致青南地区雷暴日数相对较多。而西宁海东地区北部雷暴日数多于南部的原因可能是北部山地地形影响,高空冷温槽过境时易形成高冷低暖的雷暴易发形势。青海省西北部雷暴日数少的原因主要是南部水汽无法输送至这一地区,夏季即使具备了相应的雷暴高低空层结条件,但水汽缺乏,难以支撑有效对流天气的发展。

2.2. 雷暴平均初、终日物候期分布

图 2 为 1981 年至 2010 年气候期青海省雷暴初日的空间分布情况。总体而言,青海省各站雷暴初日日期基本在 3 月下旬至 6 月期间,雷暴活动基本由东南地区向西北地区依次推进。3 月雷暴出现站点为 3 个,4 月为 33 站,5 月为 11 站,6 月为 3 站。雷暴最早于 3 月。

同样,对 1981 年至 2010 年气候期青海省雷暴终日的空间分布情况进行统计分析,如图 3 所示。雷暴终日的空间分布情况和初日恰好相反,雷暴活动最早结束与青海省西北地区,并向东南地区逐渐陆续结束。青海省各站雷暴终日日期基本在 7 月至 10 月期间,大部分地区于 10 月份结束雷暴活动。7 月为终日的站点为 3 个,8 月为 4 站,9 月为 12 站,10 月为 31 站。格尔木西北地区雷暴最晚发生的 3 个站点(冷

2.3. 夏季平均雷暴日数分布

夏季为青海省雷暴天气的多发季节，全年近 2/3 的雷暴天气发生在该季节内。对 1981~2010 年全省各测站的夏季雷暴日数进行统计分析绘制的等值线分析，由图 4 可见，青海省夏季雷暴日数也是呈由东南向西北递减的趋势，雷暴多发区域集中在祁连至沱沱河一线的东南地区，夏季雷暴日数在 20 d/a 以上，其西北地区雷暴日数相对较少，在 20 d/s 以下。

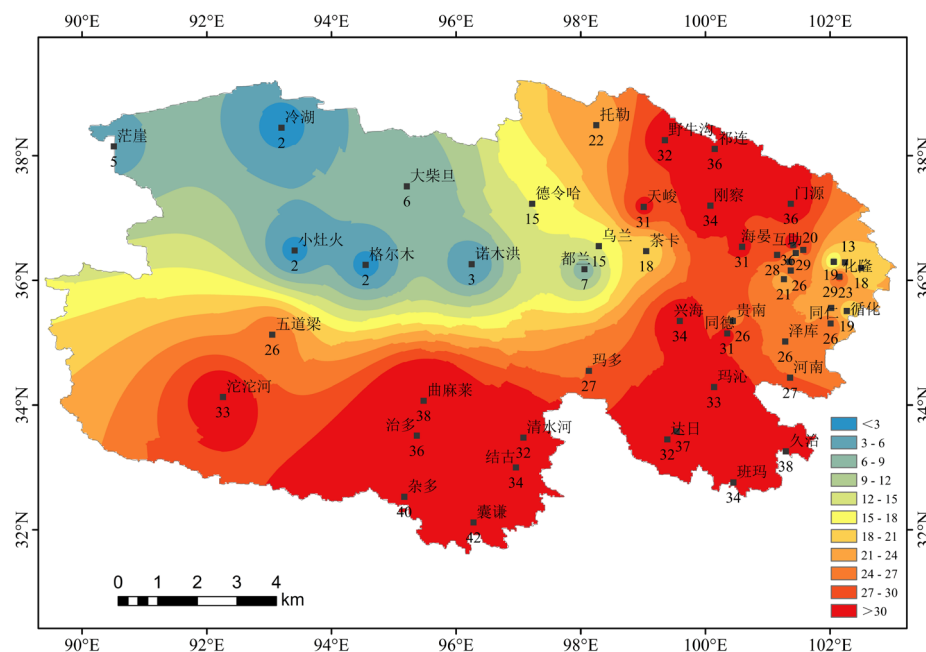


Figure 4. Distribution of mean thunderstorm days in summer of 1981~2010 in Qinghai province
图 4. 青海省 1981~2010 年夏季平均雷暴日数分布

最大值区域也是分布在玉树果洛两州，和年雷暴日数一致。夏季平均雷暴最多发生地区也是玉树州囊谦县，为 42 d/a，其次为杂多县(40 d/a)和曲麻莱县(37 d/a)、果洛州久治县(37 d/a)。在祁连山区也有一个夏季雷暴日数的相对大值区域，夏季雷暴日数在 35 d/a 左右，仅次于青南地区。夏季雷暴日数小值区域和年雷暴日数小值区域是对应的，还是海西、格尔木的西北地区，冷湖、小灶火和格尔木为全省夏季雷暴日数最少的地区，均为 2 d/a。这种夏季雷暴日数东南至西北的阶梯式分布原因与年雷暴日数的分布原因是一致的。

3. 1971~2000 气候期至 1981~2010 气候期雷暴日数变化分析

3.1. 年雷暴日数变化分析

对 1981~2010 年气候期和前一气候期 1971~2000 年的青海省年雷暴日数进行对比分析，其变化结果如图 5 所示。由图可见，在这两个气候期中，青海省各地年雷暴日数均有不同幅度的变化，总体平均是减少的趋势，全省平均减少了 3 d/a，但变化值的大小空间分布不均匀。

值得注意的是，与年雷暴日数的分布一样，年雷暴日数的变化值也是呈现了东南至西北的阶梯式变化分布，但是演变趋势恰好相反，年雷暴日数是由东南向西北递减，而气候期间的雷暴日数变化值却是由东南向西北递增。另外，年平均雷暴日数大值区域和年雷暴日数的减少最大值区域基本对应，既雷暴多发地区的雷暴日数减少趋势更为明显。全省除了海西西部、格尔木大部地区年雷暴日数略有增多外，基本均呈现减少的趋势，其中减少最为明显的区域是玉树大部、果洛南部、黄南南部及西宁以北的祁连

山区地带。年平均雷暴日数减少最多的是玉树州清水河站,较前一气候期减少了 12 d/a,其次是黄南州南部的河南站(8 d/a)和祁连山区的门源站(8 d/a)。全省有 6 个测站年雷暴日数较前一气候期略有所增加,都是处于青海省西北部的测站,相比与东南部减少的幅度,这些站增多的幅度可以忽略。增多最大的芒崖站和大柴旦站也仅增多了 1 d/a 左右。

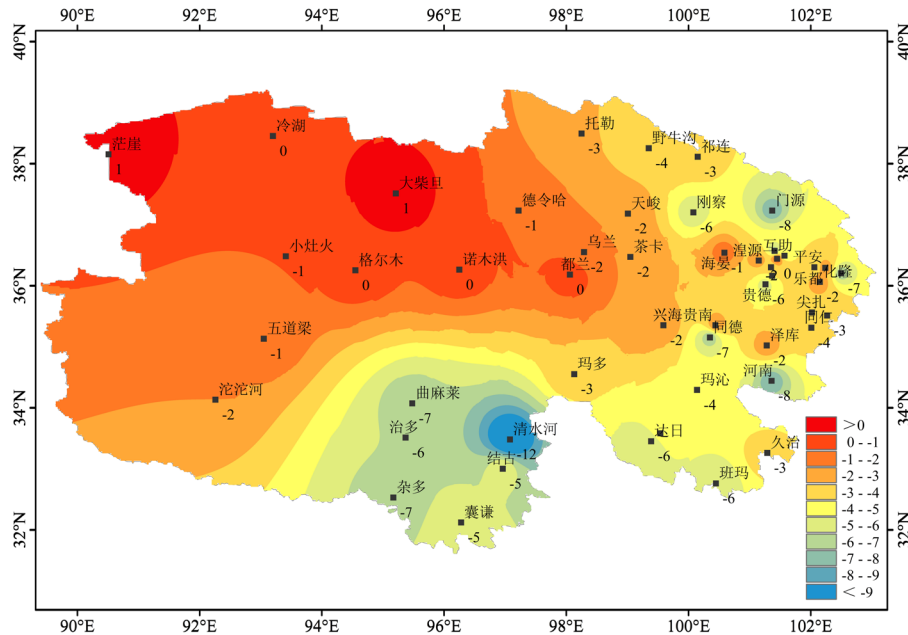


Figure 5. Distribution of variation of annual mean thunderstorm days from 1971~2000 to 1981~2010 in Qinghai province
图 5. 青海省 1971~2000 年至 1981~2010 年年平均雷暴日数变化值分布

3.2. 雷暴平均初、终日变化分析

1971~2000 年至 1981~2010 年青海省雷暴初、终日年平均变化值各地区也有所不同,如表 1 统计所示(正值为提前日数,负值为推迟日数)。总体而言,雷暴多发地区雷暴初日略延迟,而少发地区雷暴初日却有所提前;雷暴终日除海西外均有所提前。

Table 1. Statistics of annual average variation of thunderstorm initial and final days in Qinghai province from 1971~2000 to 1981~2010 (unit: number of stations)

表 1. 青海省各地区 1971~2000 年至 1981~2010 年雷暴初、终日年平均变化值统计(单位: 站次)

项目	地区	变化值							平均(d/a)
		10	5~9	1~4	0	-1~-4	-5~-9	-10	
初日	西宁		1	1		2			1.3
	海北			3	2	1			0.0
	海西	1	1	3	2	1			3.2
	海南			1	1	3			-0.6
	海东		1	2	1	2			1.0
	玉树			1	1	2	2		-2.1
	黄南			2		2			0.0
	果洛			3	2		1		-0.2
	格尔木		1	2		2			2.2
	合计站点		1	4	18	9	15	3	0

Continued

	西宁			3	1			1.3	
	海北			4		2		1.5	
	海西	2		2		2	1	1	-0.5
	海南			5					3.4
终日	海东			3	1	2			1.0
	玉树	1		4	1				2.3
	黄南			3	1				1.8
	果洛			5	1				1.5
	格尔木	1	1		1	2			1.6
	合计站点	1	4	29	6	8	1	1	

青海省雷暴初日在两个气候期中表现为提前的站点有 23 个, 没有变化的有 9 个, 推迟的站点有 19 个, 总体表现为雷暴初日略提前, 全省平均为 0.6 d/a。在两气候期雷暴初日各变化区间内, 表现为提前或者退后 1~4 天地站点基本持平且数量最对, 分别有 18 和 15 个站点。地区平均而言, 玉树、果洛和海南地区雷暴初日表现为推迟, 其余地区则表现为提前。玉树地区年平均雷暴初日推迟天数较大, 其辖区六站平均推迟了 2.1 d/a, 为全省雷暴初日推迟的中心, 其中囊谦站推迟了 5 天。果洛地区甘德站年平均雷暴初日推迟了 6 天, 是全省两气候期间雷暴初日推迟的极大值站点。西宁、海西和格尔木平均雷暴初日提前较为明显。但由于海西和格尔木地区年雷暴日数较少, 由于雷暴偶发因素影响, 雷暴初日变化的实际意义不大。西宁地区湟中和大通站的年平均雷暴初日表现为略推后, 而二十里铺和湟源站则表现为提前。

青海省雷暴终日在两个气候期中表现为提前的站点有 34 个, 没有变化的有 6 个, 推迟的站点有 10 个。雷暴终日提前 1~4 天的站点有 29 个站点, 是变化的主要代表趋势, 且雷暴多发区域的玉树、果洛及黄南等地的大部分站点雷暴终日均表现为提前的变化趋势, 三个地区平均提前了 2.3 d, 4.5 d 和 1.8 d。而雷暴日数较少发生地区的海西地区的站点雷暴日数略有推迟。总体而言, 雷暴终日提前趋势表现较初日明显, 全省平均提前约 1.4 d/a。综合青海省雷暴初终日的变化情况, 总体雷暴初终日数有减少的变化趋势, 全省平均减少了 2.4 d/a。其中海西天峻、玉树囊谦和治多 3 站平均年雷暴初终日数减少了 10 d 以上。

3.3. 夏季平均雷暴日数变化分析

对夏季两个气候期的各站雷暴日数进行对比统计分析, 其变化值绘图如图 6。青海省夏季雷暴日数在 1971~2000 至 1981~2010 的两个气候期变化过程中, 总体表现出了减少的趋势, 且减少幅度由东南雷暴多发区向西北雷暴少发区呈现阶梯式递减。

青海省夏季雷暴日数减少的站点的有 47 个, 没有变化的 2 个(大柴旦和诺木洪), 略微增多有 1 个(海西芒崖)。雷暴减少日数频次分布而言, 26 个站点减少日数在 3 天以内, 3~5 天的有 13 个站点, 5 天以上的有 8 个站点。相比于年雷暴日数减少只有一个大值区的分布, 夏季雷暴减少的大值区有三个, 即玉树北部、黄南南部和祁连山东部地区。且极大值出现在黄南河南站点(10 d/a), 其次是海东平安站点(9 d/a), 玉树清水河、治多站和西宁二十里铺、大通站点均减少了 7 d/a。对比年雷暴日数的减少幅度, 河南、平安和二十里铺站的夏季雷暴日数减少幅度大于年雷暴日数减少幅度, 而在雷暴少发的春、秋两季这三个站点的雷暴日数是增多的。而年雷暴日数减少最多的清水河站则呈现各雷暴发生季节均减少的趋势。

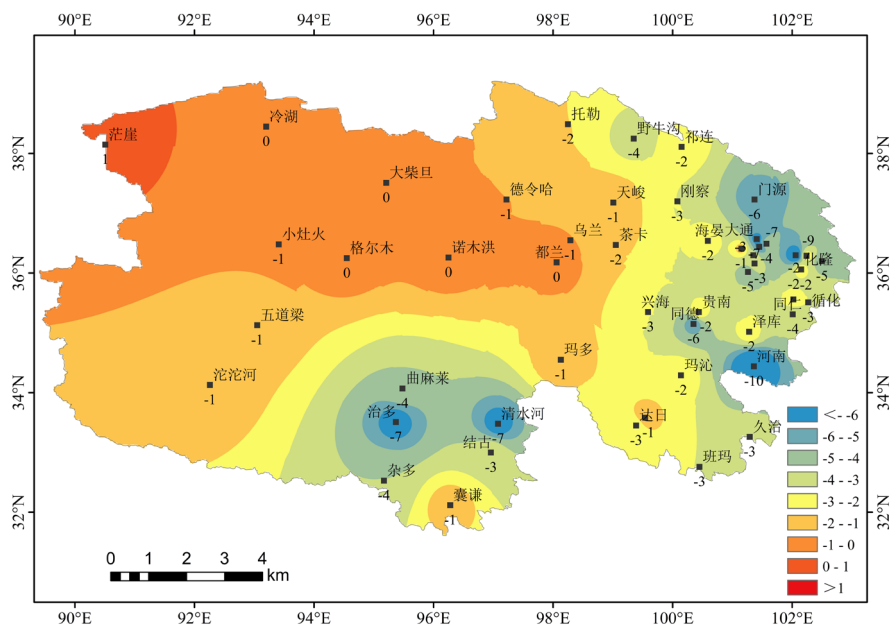


Figure 6. Distribution of mean thunderstorm days in summer of 1971~2000 to 1981~2010 in Qinghai province
图 6. 青海省 1971~2000 年至 1981~2010 年夏季平均雷暴日数变化值分布

4. 结论

1) 青海省最新气候期年雷暴日数地域分布呈由东南向西北递减的分布趋势，玉树和果洛南部地区是全省年雷暴日数的大值地区，而海西、格尔木西北地区则是全省年雷暴日数的小值地区，年雷暴日数最多测站的是玉树州南部的囊谦县，达到 70 d/a，而最少的测站则是冷湖站，年雷暴日数仅为 2 d/a。对比前一气候期，青海省各地年雷暴日数均有不同幅度的变化，总体平均是减少的趋势，全省平均减少了 3 d/a，但变化值的大小空间分布不均匀。与年雷暴日数的分布一样，年雷暴日数的变化值也是呈现了东南至西北的阶梯式变化分布。

2) 总体而言，青海省最新气候期各站雷暴初日日期基本在 3 月下旬至 6 月期间，雷暴活动基本由东南地区向西北地区依次推进，大部分站点在 4 月出现初雷；雷暴活动最早结束与青海省西北地区，并向东南地区逐渐陆续结束，大部分地区于 10 月份结束雷暴活动。对比前一气候期，雷暴多发地区雷暴初日略延迟，而少发地区雷暴初日却有所提前，全省平均为 0.6 d/a；雷暴终日除海西外均有所提前，全省平均提前约 1.4 d/a。

3) 青海省夏季雷暴日数也是呈由东南向西北递减的趋势，雷暴多发区域集中在祁连至沱沱河一线的东南地区。在 1971~2000 至 1981~2010 的两个气候期变化过程中，青海省夏季雷暴日数总体表现出了减少的趋势，且减少幅度由东南雷暴多发区向西北雷暴少发区呈现阶梯式递减。

参考文献

- [1] 包炳生, 丛黎强, 胡春良. 雷电灾害与防御[J]. 科技通报, 1995, 11(5): 285-288.
- [2] 吴志伟, 王镇江, 朱筱英. 镇江地区雷暴日的时空分布及雷暴日异常多年的特征分析[J]. 气象科学, 2003, 23(2): 245-252.
- [3] 吴恒强. 广两雷暴活动特点分析[J]. 热带地理, 2004, 24(2): 123-126.
- [4] 高留喜, 杨成芳, 冯桂力, 等. 山东省雷暴时空变化特征[J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(4): 239-242.
- [5] 李衍雄. 广东的雷暴及其分布[J]. 广东气象, 2001, 23(2): 20-22.

-
- [6] 张丽玲. 普宁市雷电灾害调查及其减灾对策[J]. 广东气象, 1998, 20(4): 41-42.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 易燕明, 杨兆礼, 万齐林, 蒙伟光. 近 50 年广东省雷暴、闪电时空变化特征的研究[J]. 热带气象学报, 2006, 22(6): 539-545.
- [11] 郟秀书, Toumi, R. 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.
- [12] 梅传义, 陈元昭, 王明洁, 陈云峰. 深圳市雷暴天气气候变化特征分析[J]. 广西气象, 2006, 27(3): 33-36.