

小浪底水库蓄水前后雷暴气候变化特征分析

张姣姣, 介玉娥, 陈兴周, 胡玉梅, 张艳玲, 王双霞, 周丹丹, 郭丽敏

(济源市气象局, 河南 济源 454652)

摘 要: 利用小浪底库区及周边地区具有代表性的 12 个气象站蓄水前后共 20 a 逐日雷暴资料, 采用数理统计方法对各站雷暴日数、初日、终日及其空间分布特征等进行统计, 结果表明: 小浪底水库蓄水后, 因水域面积增大, 对小浪底库区及周边雷暴气候特征等有较大影响, 库区和周边东部年雷暴日数和初终日数呈增加趋势, 周边南部呈减少趋势; 雷暴日数秋季增加, 夏季减少; 库区和周边雷暴初日均呈明显的提前趋势, 终日多呈推迟趋势。

关键词: 小浪底水库; 雷暴日数; 雷暴初日; 雷暴终日; 变化特征

中图分类号: P461+.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-7148(2010)01-0052-05

引 言

雷暴(Thunderstorms)是伴有雷击和闪电的局地对流性天气, 产生在强烈的积雨云中, 常伴有强烈的阵雨或暴雨, 有时伴有冰雹和龙卷风, 属强对流天气系统。雷暴不仅影响飞机、导弹的飞行安全, 干扰无线电通讯, 而且可以击毁建筑物、输电设施、通讯线路和电气机车, 击伤击毙人畜, 引起火灾等。雷电灾害是严重威胁人民生命财产安全的气象灾害, 被国际电工委员会(IEC)称之为“电子时代的一大公害”。随着城市现代化程度的提高和电子设备的广泛应用, 雷电灾害发生的频率、次数和严重程度逐年上升, 因建筑物防雷不完善造成办公、通信设备、计算机系统遭雷击损失数以亿计。小浪底水利枢纽是黄河干流三门峡以下唯一的大库容控制性工程, 既可较好地控制黄河洪水, 又可利用其淤沙库容拦截泥沙, 进行调水调沙运用, 减缓下游河床的淤积抬高。小浪底水库于 1997 年 10 月开始截流, 工程坝址控制流域面积 69.42 万 km², 占黄河流域面积的 92.3%。水库总库容 126.5 亿 m³, 调水调沙库容 10.5 亿 m³。小浪底水库建成后, 水域面积的扩大, 势必对其周边的气候变化造成一定的影响。叶殿秀等^[1]对三峡库区雷暴气候变化特征进行了分析, 认为“三峡整个库区年雷暴日数的变化均存在不同程

度的减少趋势, 大部地区雷暴初日有推后的变化趋势, 库区大部雷暴期呈缩短的变化趋势”。由于小浪底水库与三峡库区处于不同的气候区, 存在一定的地域差异, 参考王丽华等^[2-6]对雷暴变化规律的研究分析, 拟对小浪底库区和周边雷暴的空间分布特点及其演变规律进行探讨。

1 资料及处理

本文利用小浪底库区及周边地区具有代表性的 12 个气象观测站 1988—2007 年的逐日雷暴资料, 采用数理统计的方法对库区和周边雷暴的空间分布特点及其演变规律进行统计分析。

1.1 要素定义

雷暴日表征不同地区雷电活动的频繁程度, 是指某地区一年中有雷电放电的天数, 一天中只要听到一次及以上的雷声就算一个雷暴日。

雷暴的初、终日期, 是指从当年(1 月 1 日至 12 月 31 日)天气现象记录中挑取, 最早出现的日期即为初日, 最晚出现的日期即为终日。

雷暴的初终日数, 是指包括初日和终日在内的初、终日期之间的日数, 即:

$$\text{初终日数} = \text{终日累计日数} - \text{初日累计日数} + 1$$

1.2 时段划分

小浪底水库 1997 年 10 月截流开始蓄水, 形成水

收稿日期: 2009-07-08; 修订日期: 2009-09-14
作者简介: 张姣姣(1978-), 女, 河南沁阳人, 助理工程师, 从事防雷管理、行政执法等工作. E-mail: zjjsh@sohu.com

库,资料分析则以 1997 年为界,1988—1997 年为小浪底水库蓄水前 10 a(以下简称蓄水前),1998—2007 年为小浪底水库蓄水后 10 a(以下简称蓄水后)。

1.3 区域划分

小浪底水库淹没区的济源、孟津、新安、渑池 4 个站称为库区,将距离小浪底库区 70 km 以内的孟州、温县、沁阳、博爱、巩义、偃师、宜阳、伊川 8 个站称为周边(见图 1)。



图 1 小浪底库区和周边资料取值范围

1.4 分析方法

在评估水库蓄水前后共计 20 a 雷暴的变化趋

势时,采用了距平百分率对比法,即计算出蓄水后 10 a 雷暴的某一特征要素值的净增加(或减少)的百分率。公式为

雷暴日净增加(减少)百分率 = $\frac{X_2 - X_1}{X_1} \times 100\%$

式中, X_1 为蓄水前 10 a 的要素平均值, X_2 为蓄水后 10 a 的要素平均值。

2 结果与分析

2.1 年雷暴日数的空间分布

图 2 为蓄水前后雷暴日空间分布图。从图 2 可以看出:库区蓄水前雷暴日数在 16.4—22 个/10a 之间,其中孟津最多,为 22 个/10a;蓄水后雷暴日数在 16.8—23.4 个/10a 之间,较蓄水前有所增加,其中孟津最多,为 23.4 个/10a。周边蓄水前雷暴日数在 18.3—23.9 个/10a 之间,其中孟州最大,为 23.9 个/10a;蓄水后雷暴日数在 15—23.3 个/10a 之间,呈略减少趋势,其中孟州和温县最大,为 23.3 个/10a。从地理方位来看,小浪底水库蓄水后,年雷暴日数的大值和小值区变化明显,水库东北部 4 个站点集中出现最大值,南部出现最小值,且大值与小值区界线明显,呈西北至东南走向。

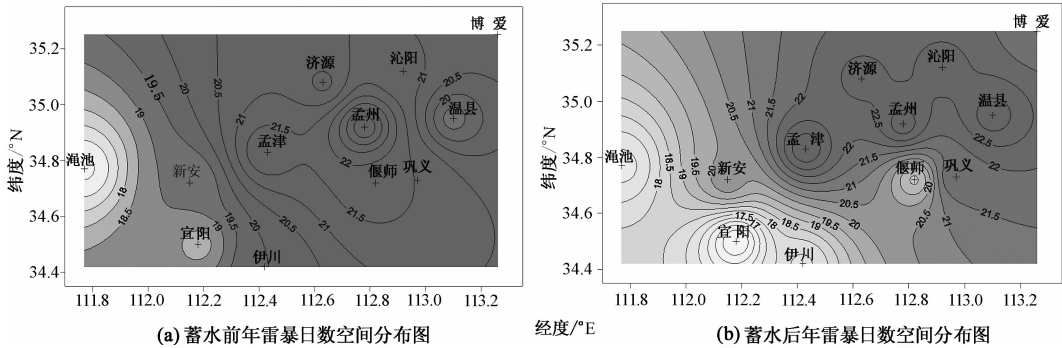


图 2 蓄水前后库区和周边年雷暴日数空间分布图

2.2 雷暴日数的时间变化

2.2.1 月变化

统计(表 1)发现:库区和周边地区蓄水前后雷暴日数集中出现在 4—9 月;库区和周边地区蓄水后增幅最大的为 6 月,降幅最大的为 7 月。库区蓄水前后 1 月、12 月均未出现雷暴,4—9 月占全年的 97.4%—96.5%,7 月最多,为 74—61.5 个/10a。蓄水后库区雷暴日数增加的月份为 2—6 月和 8—9 月,7 月和 10 月减少,1、11 和 12 月持平。周边蓄水前 1 月未出现雷暴,蓄水后 12 月未出现雷暴;4—9 月雷暴日占全年的

97.7%—95.3%,7 月最多,为 77.9—61.4 个/10a;蓄水后雷暴日数增多的月份为 1—3 月、6 月、9—11 月,4—5 月、7—8 月和 12 月雷暴日减少。

2.2.2 季节变化

统计结果(表 2)表明,小浪底水库库区及周边蓄水后较蓄水前雷暴日数均有明显的季节变化。其中,库区春季、秋季蓄水后较蓄水前雷暴日数增加,秋季增加最为明显,平均增幅为 75.45%;周边蓄水后较蓄水前春季、夏季雷暴日数减少,秋季呈增多趋势,平均增幅为 62.79%。

表 1 蓄水前后库区和周边雷暴日数的月变化 个

月份/月	库区						周边						
	济源	新安	孟津	渑池	孟州	偃师	温县	巩义	沁阳	博爱	伊川	宜阳	
1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/2	0/2	0/1	0/1	0/0	0/0	
2	0/2	1/1	0/2	0/0	0/2	0/0	0/2	0/2	0/2	0/1	1/0	1/0	
3	2/1	2/6	2/5	2/3	3/6	3/7	1/5	3/6	1/1	1/2	3/3	1/5	
4	9/13	8/10	10/14	8/10	14/11	8/5	7/10	8/9	18/11	12/7	12/10	10/5	
5	28/24	25/23	28/26	14/23	27/27	21/24	20/24	21/20	28/26	31/21	25/18	20/18	
6	36/49	29/40	31/44	30/31	40/49	41/40	35/50	39/43	41/51	32/51	27/37	25/31	
7	68/67	70/61	86/70	72/48	83/65	88/58	77/71	88/70	70/65	66/66	76/53	75/43	
8	50/45	45/47	47/53	31/37	58/50	48/37	42/44	45/47	40/47	47/45	39/35	40/30	
9	9/20	9/15	11/17	4/16	12/19	7/15	10/21	9/18	12/18	16/18	12/16	6/16	
10	2/4	1/0	3/3	3/0	2/3	2/1	1/2	2/1	1/3	1/3	2/1	3/2	
11	0/2	0/0	2/0	0/0	0/1	1/2	0/2	0/2	0/2	0/1	3/1	1/0	
12	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/0	

注:斜线上下数字分别为蓄水前后雷暴日数。

表 2 蓄水前后库区和周边雷暴日数的季节变化

区域	春季			夏季			秋季		
	蓄水前	蓄水后	增长率	蓄水前	蓄水后	增长率	蓄水前	蓄水后	增长率
	/个	/个	/%	/个	/个	/%	/个	/个	/%
库区平均	3.45	3.95	14.49	14.88	14.80	-0.54	1.10	1.93	75.45
周边平均	3.73	3.51	-5.90	15.78	14.73	-6.65	1.29	2.10	62.79

2.2.3 年际变化

小浪底水库蓄水后年雷暴日数增减区域明显。库区蓄水前年均雷暴日数为 19.5 个,蓄水后为20.8 个,库区内站点的年均雷暴日数均增加,增加明显的是济源,增长率为 11.27%;其次是新安和孟津,增长率分别为 6.84% 和 6.36%;渑池变化不大。周边蓄水前年均雷暴日数为 20.8 个。蓄水后为20.5 个。周边站点的年均雷暴日数变化有增有减,雷暴日数增加的区域位于水库的东部。其中,温县增长率最大,为 20.7%;其次是沁阳,增长率为 7.58%;孟州、博爱、巩义变化不大。雷暴日数减少的站点位于水库东南部,即偃师、伊川、宜阳,降幅为13%—18%。

由此表明,小浪底水库蓄水后距离水库较近的区域雷暴日数增多,而远离水库的区域雷暴日数减少。

此外,小浪底水库蓄水后逐年雷暴日数的倾向率变化明显。从小浪底水库蓄水前后库区和周边逐年的年平均雷暴日数变化的倾向率(图 3)看,蓄水前库区和周边逐年平均雷暴日数的变化倾向率分别为 -0.1818 个/10a 和 -0.1545 个/10a,表明小浪底水库蓄水前库区和周边年平均雷暴日数呈减少趋势,且库区较周边减少明显。而蓄水后库区的逐年平均雷暴日数变化倾向率为 0.0242 个/10a,周边则为 -0.4121 个/10a,表明年雷暴日数库区呈增长趋势,周边呈减少趋势。

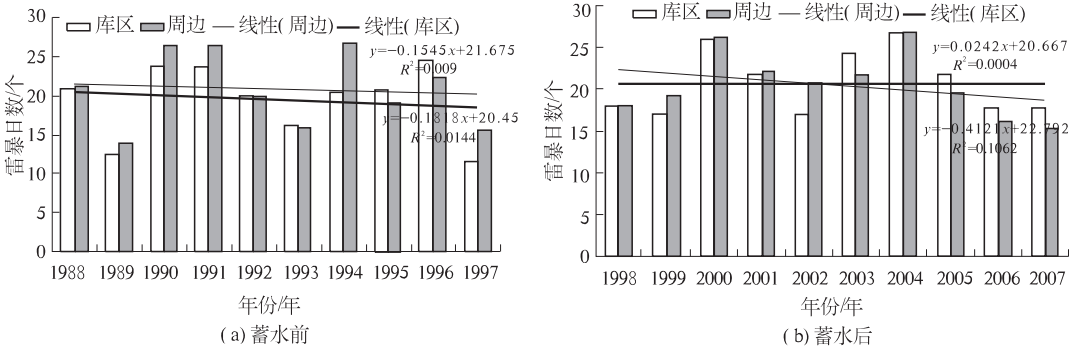


图 3 蓄水前后库区和周边年均雷暴日数倾向率变化

2.3 雷暴的初终日数及初日、终日变化

2.3.1 初终日数

统计结果(表 3)显示,小浪底水库蓄水后较蓄水前雷暴初终日数多呈增长的趋势。其中,库区蓄水后较蓄水前雷暴初终日数均增长,增长最明显的是济源,增长率为 25.26%;其次是新安和孟津

增加明显,增长率分别为 15.23%、12.69%。周边蓄水后较蓄水前雷暴初终日数增长的区域位于库区的东部。其中,温县增长率最大,为 39.08%;其次是巩义、沁阳、博爱,增长率为 24.68%—27.90%。而雷暴日数减少的区域位于库区的南部,即伊川、宜阳的变化率为 -4.77%、-9.01%。

表 3 蓄水前后库区和周边雷暴初终日数变化情况

区域	库区					周边						
	济源	新安	孟津	渑池	孟州	偃师	温县	巩义	沁阳	博爱	伊川	宜阳
蓄水前/d	135.0	137.9	147.4	138.9	151.2	144.9	128.2	138.7	132.9	136.0	165.5	166.5
蓄水后/d	169.1	158.9	166.1	152.2	160.5	146.7	178.3	177.4	165.7	169.8	157.6	151.5
增长率/%	25.26	15.23	12.69	9.58	6.15	1.24	39.08	27.90	24.68	24.85	-4.77	-9.01

2.3.2 初日分析

小浪底水库蓄水后,库区和周边雷暴初日均明显提前,平均提前日数为 20 d。库区蓄水后较蓄水前雷暴初日平均提前 16.5 d,其中孟津初日提前最明显,为 26 d。周边蓄水后较蓄水前雷暴初日平均提前 23.5 d,其中温县、巩义、宜阳、伊川初日提前最明显,平均为 33.5 d(见表 4)。

和雷暴系统会逐渐减弱,这与小浪底水库蓄水后库区夏季雷暴日数呈减少趋势相一致。

秋季白天水体相对为一热源,当对流云团或雷暴系统移近库区时,遇到水体后对流云团和雷暴系统会增强,这是造成小浪底水库蓄水后秋季雷暴日数增多和雷暴终日推迟的主要原因。由此表明,水域面积的增大影响了雷暴日数的增多或减少。

4 小 结

(1)小浪底水库蓄水后库区和距离库区较近的区域年雷暴日数呈增多趋势,远离库区的区域年雷暴日数呈减少趋势。

(2)小浪底水库蓄水对雷暴日数的季节变化影响明显,蓄水后较蓄水前雷暴日数秋季增加,夏季减少。

(3)小浪底水库蓄水后较蓄水前雷暴初终日数多呈增加的趋势,雷暴初日提前明显,终日多呈推迟趋势。

(4)小浪底水库蓄水后,水域面积的增大,对雷暴系统有增强(减弱)作用。

参考文献

[1]叶殿秀,张强,邹旭恺.三峡库区雷暴气候变化特征分析[J].长江流域资源与环境,2005,14(3):381-385.
[2]王丽华.长江三峡坝区的雷暴规律[J].气象,1998,24(2):45-48.
[3]景元书,申双和,李明.江苏省雷暴气候特征分析[J].灾害学,2000,15(1):27-30.
[4]张敏锋,冯霞.我国雷暴天气的气候特征[J].热带气象学报,1998,14(2):156-162.
[5]徐桂玉,杨修群.我国南方雷暴的气候特征研究[J].气象科学,2001,21(3):299-307.
[6]刘庆伟,张丽娟,林径春.洛阳地区雷暴活动规律和雷灾分析[J].气象与环境科学,2007,30(增刊):120-122.

表 4 小浪底库区及周边站点蓄水前后雷暴初日统计

站点	蓄水前平均初日	蓄水后平均初日
济源	4 月 25 日	4 月 12 日
新安	4 月 20 日	4 月 3 日
孟津	4 月 26 日	3 月 31 日
渑池	4 月 21 日	4 月 11 日
孟州	4 月 14 日	4 月 8 日
偃师	4 月 22 日	4 月 17 日
温县	4 月 30 日	3 月 24 日
巩义	4 月 26 日	3 月 26 日
沁阳	4 月 24 日	3 月 31 日
博爱	4 月 21 日	4 月 2 日
伊川	5 月 14 日	4 月 12 日
宜阳	5 月 15 日	4 月 11 日

2.3.3 终日分析

资料统计显示,小浪底水库蓄水后库区和周边雷暴终日多呈推迟趋势。库区蓄水后较蓄水前雷暴终日除孟津站提前外,其余均为推迟,推迟日数为 3—4 d;周边位于水库东部区域蓄水后较蓄水前雷暴终日推迟 3—13 d,而处于水库东南部区域雷暴终日提前了 3—18 d。

3 小浪底水库蓄水对雷暴的影响分析

小浪底水库建成后,水域面积扩大,夏季白天水体相对为一冷源,在水体上空形成一稳定层,当对流云团或雷暴系统移近库区时,遇到水体后对流云团

Analyze of the Thunderstorm Climatic Variation Characteristics of the Xiaolangdi Reservoir Before and After Impounding

Zhang Jiaojiao, Jie Yu'e, Chen Xingzhou, Hu Yumei,
Zhang Yanling, Wang Shuangxia, Zhou Dandan, Guo Limin

(Jiyuan Meteorological Office, Jiyuan 454652, China)

Abstract: By using the 20 years' daily thunderstorm data that are from the 12 representative stations of Xiaolangdi reservoir and it's surrounding areas before and after impounding, the number of thunderstorm days, the initial day, the ending day and its characteristics of space distribution are gathered with the mathematical statistical methods. It is found that after Xiaolangdi reservoir impounding, the characteristics of the thunderstorm climate have been influenced by the increasing of the waters area. The annual number of thunderstorm days and the days between the initial and ending days of thunderstorm of the reservoir and the eastern part of its surrounding areas have an increasing trend; the southern part of the surrounding areas have a decreasing trend; the number of thunderstorm days are increased in autumn, decreased in summer; the initial days of the thunderstorm of Xiaolangdi reservoir and the surrounding areas have the ahead trend, and the ending days have the delay trend.

Key words: Xiaolangdi reservoir; thunderstorm days; the initial day of thunderstorm; the ending day of thunderstorm; variation characteristic