

吉首市近 50 年蒸发量气候变化特征

欧爱松¹, 张金凯¹, 欧维², 田甜¹, 刘玥¹ (1. 湖南省吉首市气象局, 湖南湘西 416000; 2. 湖南省气象局, 湖南长沙 410007)

摘要 利用吉首市 1961~2001 年小型和 1984~2010 年大型蒸发量资料及 1961~2010 年平均气温、年平均总云量资料, 采用最小二乘法、相关分析、距平百分率等方法, 分析吉首市蒸发量年际、各年代、各基准年、四季的气候变化特征, 并分析其与年平均气温、年平均总云量的关系。结果表明, 吉首市 50 年来蒸发量随年际变化呈上升趋势, 尤以 2001~2010 年上升较明显, 年蒸发量无明显异常现象, 仅夏季出现 2 次异常偏多年份; 在各年代中, 20 世纪 60~70 年代为下降趋势, 70 年代后基本为上升趋势; 2001~2010 年蒸发量最大, 70 年代最小; 各基准年中以第 4 基准年最大, 第 2 基准年最小; 四季的年际变化均呈上升趋势, 以春季上升最明显, 夏季上升最小。与气温呈正相关关系, 与总云量呈负相关关系。

关键词 吉首; 蒸发量; 气候变化特征

中图分类号 S161 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)19-06311-03

城市的迅速发展、自然及人类活动的干扰、大气的污染、温室气体的升高, 加剧了气候变化的速度。各种气候要素均表现出不同程度的变化, 蒸发量与其他气候要素一样, 也显示出明显的历史变化。据有关资料分析许多地方在近 50 年中蒸发量存在下降趋势^[1], 蒸发量变化对社会经济发展、水资源的利用及民生安全有明显的影响, 特别是对农业生产条件脆弱、农业防灾减灾能力差、水源条件差的露天农业生产影响较大, 影响其农作物的布局、农作物的产量形成。笔者通过吉首市 1961~2010 年蒸发量资料分析, 研究该市 50 年来蒸发量的气候变化特征, 以期为吉首市的农作物布局、水资源利用、干旱规划提供指导作用。

1 资料与方法

1.1 资料来源 资料来自吉首市 1961~2001 年小型蒸发量、1984~2010 年大型蒸发量、1961~2010 年年平均气温和年平均总云量。按 1961~1970、1971~1980、1981~1990、1991~2000、2001~2010 年计算年代值; 按全国统一规定的基准年, 即 1961~1990 年称为第 2 基准年、1971~2000 年称为第 3 基准年、1981~2010 年称为第 4 基准年, 计算相应的平均值; 按 3~5 月、6~8 月、9~11 月、12 月~次年 2 月划分春、夏、秋、冬四季。

1.2 资料处理方法 因小型蒸发量仅观测到 2001 年, 在此首先进行大小型蒸发量的相关分析, 进行显著性检验后, 将逐年各月小型蒸发订正到 2010 年, 通过 5 年滑动平均处理后利用最小二乘法对逐年及四季平均蒸发量进行一元线性拟合, 作出倾向性曲线, 计算出倾向估计值^[2], 分析历年、四季蒸发量的气候变化特征; 用 5 个历史年代和 3 个基准年资料分析各年代、各基准年的演变情况。

1.3 小型蒸发量序列订正 通过对大小型蒸发量的相关性检验后, 结果表明大小型蒸发量年际变化趋势相同, 相关系数为 0.440 0, t 值为 1.960 1, 给定信度 $\alpha = 0.1$, 查的 t_{α} 值为 1.764, $t \geq t_{\alpha}$, 相关显著, 可以用直线性方程 $y = 0.619 0x + 705.81$ (其中 y 为小型蒸发量, x 为大型蒸发量) 将小型蒸发量资料进行序列延长使用。

2 结果与分析

2.1 蒸发量的气候变化趋势

2.1.1 年际变化。 从图 1 可以看出, 吉首市 50 年来年蒸发量呈上升趋势; 5 年滑动后的线性拟合方程为 $y = 4.649 6x - 8 128.2$ (y 为年蒸发量, x 为年份), 相关系数 r 为 0.885 8, t 值为 12.663, 给定信度 $\alpha = 0.001$, $t > t_{\alpha} = 3.551$, 相关显著; 上升幅度为 4.65 mm/a, 以 20 世纪 60 年代中期~90 年代中期相对较低, 其中 1967~1977 年连续 11 年在平均值以下; 1998 年开始明显上升, 其中 1997~2010 年连续 14 年在平均值以上。1988 年出现最高值, 为 1 301.6 mm, 1977 年出现最低值, 为 918.0 mm。正负振荡趋势以 60 年代较大, 60 年代后期~70 年代中期较小, 未出现异常年份。

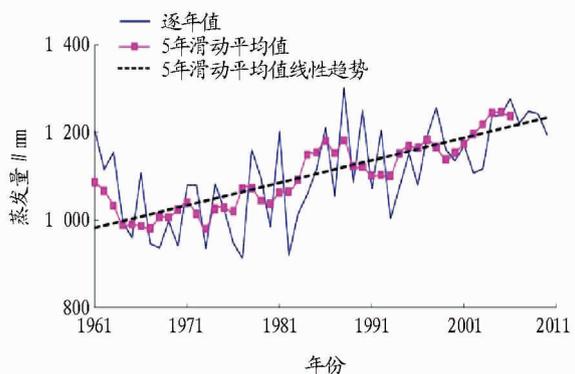


图 1 1961~2010 年吉首市逐年蒸发量变化

2.1.2 年代际变化。 由表 1 可见, 吉首市蒸发量在 20 世纪 70 年代最小, 2001~2010 年最高, 二者相差 175.5 mm; 60~70 年代为下降, 下降幅度为 5.9 mm, 70 年代后基本为上升趋势, 其中 80 年代比 70 年代上升 91.8 mm, 90 年代比 80 年代上升 11.5 mm, 2001~2010 年比 90 年代上升 72.2 mm; 其距平百分率以 20 世纪 60 年代最高, 90 年代最小。

表 1 1961~2010 年吉首市各年代平均蒸发量及平均距平百分率

年代	蒸发量/mm	距平百分率/%
60 年代	1 036.0	9.2
70 年代	1 030.1	7.8
80 年代	1 121.9	8.6
90 年代	1 133.4	5.9
21 世纪以来	1 205.6	9.1
平均	1 105.4	8.1

作者简介 欧爱松(1956-), 男, 湖南张家界人, 高级工程师, 从事农业气象服务和研究工作。

收稿日期 2014-06-05

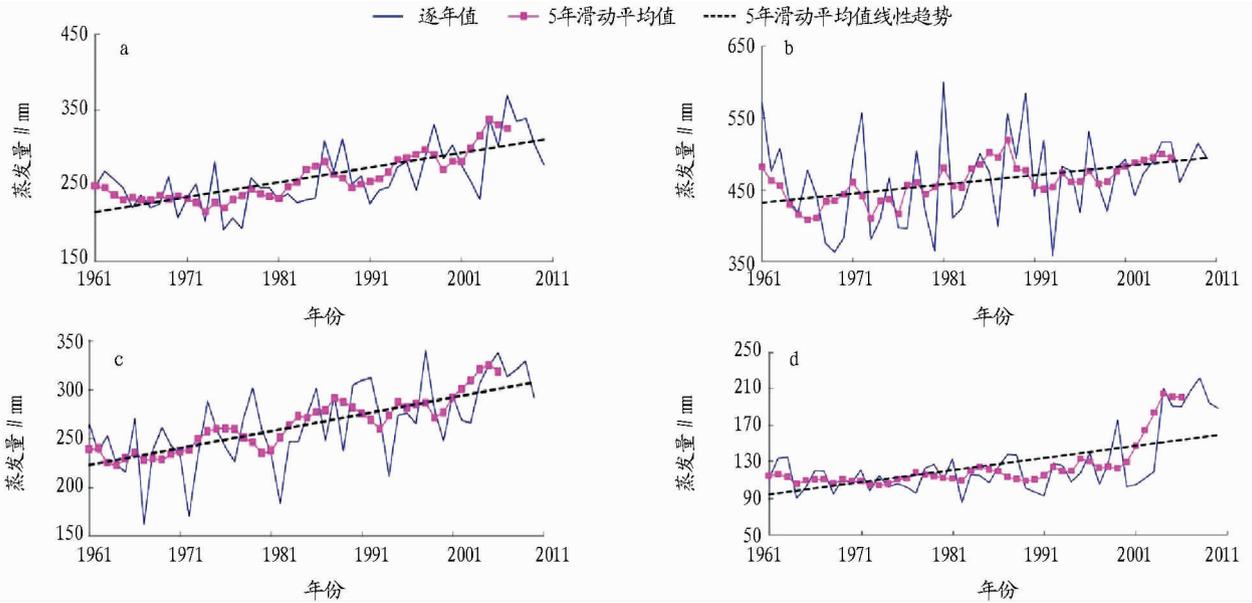
2.1.3 基准年变化特征。从表2可以看出,在3个基准年中以第4基准年蒸发量值最高,其年平均值比50年平均高出48.2 mm,比最低的第2基准年高出90.9 mm,变化幅度以第2基准年变化幅度最大,其距平百分率为8.5%。

表2 1961~2010年吉首市各基准年平均蒸发量及平均距平百分率

基准年	蒸发量//mm	距平百分率//%
2	1 062.7	8.5
3	1 095.1	7.4
4	1 153.6	7.9
平均	1 105.4	8.1

2.1.4 季变化。

2.1.4.1 逐年四季蒸发量气候变化。利用5年滑动后资



注:a.春季;b.夏季;c.秋季;d.冬季。

图2 1961~2010年吉首市逐年四季蒸发量变化

2.1.4.2 四季的年代变化。从各年代四季蒸发量平均值和距平百分率(表4)可以看出,吉首市四季平均蒸发量值以夏季最大,其平均值为464.7 mm,春季次之,其平均值为266.2 mm,冬季最小,其平均值为126.9 mm;距平百分率以冬季最大,为20.3%,说明最不稳定,春季次之,为12.2%,夏季最小,为10.3%。春季以21世纪以来为最大,其平均值为303.4 mm,比50年平均值多37.2 mm,比最少的20世纪70年代多71.2 mm;夏季以80年代最大,其值为491.5 mm,比50年平均值多26.8 mm,比最少的70年代多52.8 mm;秋季

料,采用最小二乘法求出线性方程作出线性拟合和相关分析,结果表明相关均显著(表3)。由表3和图2可见,1961~2010年吉首市所有季节中蒸发量均随年代变化而升高,以春季上升最明显,夏季上升最小。春、夏、秋、冬季上升趋势分别为19.5、12.7、17.4、13.3 mm/10a。

表3 1961~2010年吉首市四季线性拟合方程及检验

季节	方程	r	t	α	t_{α}
春季	$y = 1.948x - 3 605.0$	0.825 2	10.820 0	0.001	3.551
夏季	$y = 1.268 5x - 2 055.1$	0.689 2	5.513 1	0.001	3.551
秋季	$y = 1.736 1x - 3 181.1$	0.909 1	14.478 0	0.001	3.551
冬季	$y = 1.325 4x - 2 504.9$	0.697 1	6.449 2	0.001	3.551

以21世纪以来最大,其值为306.1 mm,比50年平均值多40.5 mm,比最少的60年代多68.7 mm;冬季以21世纪以来最大,其值为174.0 mm,比50年平均值多47.1 mm,比最少的70年代多63.9 mm。各年代距平百分率,春季21世纪以来最大,为18.8%,60年代最小,为8.7%;夏季80年代最大,为12.6%,21世纪以来最小,为6.4%;秋季21世纪以来最大,为15.1%,90年代最小,为10.4%;冬季21世纪以来最大,为47.2%,70年代最小,为13.3%。历年四季中出现异常年的不多,仅1981和1990年夏季出现2次异常偏多。

表4 1961~2010年吉首市各年代四季蒸发量及距平百分率

年代	春季		夏季		秋季		冬季	
	平均值//mm	距平百分率//%	平均值//mm	距平百分率//%	平均值//mm	距平百分率//%	平均值//mm	距平百分率//%
60年代	240.5	8.7	445.5	11.8	237.4	11.1	112.6	13.7
70年代	232.2	12.7	438.7	12.4	249.1	11.3	110.1	13.3
80年代	257.2	9.9	491.5	12.6	257.9	11.6	115.4	13.5
90年代	273.0	10.7	458.7	8.5	279.2	10.4	122.5	13.9
21世纪以来	303.4	18.8	489.1	6.4	306.1	15.1	174.0	47.2
平均	266.2	12.2	464.7	10.3	265.6	11.9	126.9	20.3

2.1.4.3 四季的各基准年变化。从各基准年的四季蒸发量及距平百分率比较(表5)可以看出,春、夏、秋、冬季均以第4

基准年最大,分别比50年平均值高11.6、14.7、15.5、10.4 mm;以第2基准年最小,分别比50年平均值少22.9、6.1、

17.5、14.2 mm,比最高的第 4 基准年分别低 34.5、20.8、33.0、24.6 mm。春、秋、冬季距平百分率均以第 4 基准年最大,夏季以第 2 基准年最大。

表 5 基准年四季度蒸发量及距平百分率

基准年	春季		夏季		秋季		冬季	
	平均值//mm	距平百分率//%	平均值//mm	距平百分率//%	平均值//mm	距平百分率//%	平均值//mm	距平百分率//%
2	243.3	10.4	458.6	12.3	248.1	11.3	112.7	13.5
3	254.1	11.1	463.0	12.2	262.1	11.1	116.0	13.4
4	277.8	13.1	479.4	9.1	281.1	12.8	137.3	23.8
平均	266.2	12.2	464.7	10.3	265.6	11.9	126.9	20.3

2.2 蒸发量与年平均气温及年平均云量的关系

2.2.1 与年平均气温的关系。经分析(图 3),吉首市年蒸发量与年平均气温呈正相关,相关系数 $R = 0.7688$, t 值为 8.3259,给定信度 $\alpha = 0.001$, $t > t_{\alpha} = 3.551$,说明相关显著;其拟合方程为 $y = 169.61x - 1727.1$,式中, y 为年蒸发量, x 为年平均温度。笔者在分析吉首市 44 年气温变化特征中指出该市受气候变化和城市建筑物的发展其年平均气温是上升的,所以年蒸发量逐年上升^[2]。如 2001 ~ 2010 年年平均气温均在 17 °C 以上,其年蒸发量也均在平均值 1105.4 mm 以上。

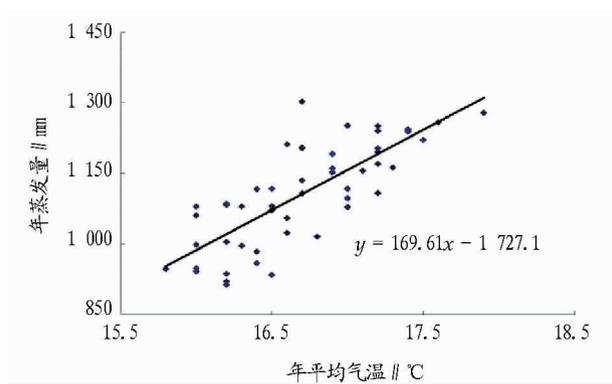


图 3 1961 ~ 2010 年吉首市年蒸发量与年平均气温关系

2.2.2 与年平均总云量的关系。由图 4 可见,吉首市年蒸发量与年平均总云量呈负相关,其相关系数 $R = -0.5237$, t 值为 4.2593,给定信度 $\alpha = 0.001$, $t > t_{\alpha} = 3.551$,说明相关显著,其拟合方程为 $y = -225.97x + 2843.5$,式中, y 为年蒸发量, x 为年平均总云量。分析吉首市 50 年总云量资料发现,吉首市年平均总云量随年代减少,其中 2001 ~ 2010 年连续 10 年低于 1961 ~ 2010 年的平均值,其蒸发量也连续 10 年高于历年平均值。

3 小结

(1) 吉首市 50 年来年蒸发量随逐年气候变化呈上升趋势,尤以 2001 ~ 2010 年上升较明显,1997 ~ 2010 年连续 14 年在平均值以上。1988 年出现最高值 1301.6 mm,1977 年出现最低值 918.0 mm。正负振荡幅度以 20 世纪 60 年代较大,60 年代后期 ~ 60 年代中期较小。50 年距平百分率为 8.1%,年蒸发量未出现明显异常现象。

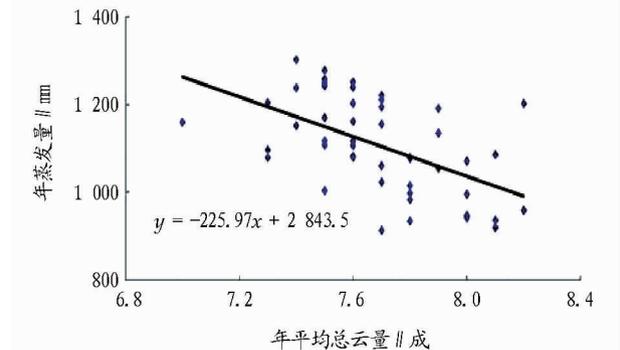


图 4 1961 ~ 2010 年吉首市年蒸发量与年平均总云量关系

(2) 各年代年蒸发量 20 世纪 60 ~ 70 年代为下降趋势,70 年代后基本为上升趋势。以 2001 ~ 2010 年蒸发量最大,70 年代最小,其振荡幅度以 60 年代最大,其距平百分率为 9.2%。

(3) 各基准年年蒸发量以第 4 基准年最大,第 2 基准年最小,其振荡幅度以第 2 基准年最大,其距平百分率为 8.5%。

(4) 四季中逐年变化均呈上升趋势,以春季上升最明显,夏季上升最小,四季上升趋势分别为 19.5、12.7、17.4、13.3 mm/10a,50 年距平百分率分别为 12.2%、10.3%、11.9%、20.3%。1981、1990 年夏季异常偏多;不同年代中各季蒸发量,春、秋、冬季以 21 世纪以来最大,夏季则以 80 年代最大。振荡幅度以冬季最明显;各基准年中的四季蒸发量均以第 4 基准年最大。

(5) 吉首市蒸发量与年气温呈正相关,即随年平均气温上升蒸发量增大,尤其是 2001 年后随着城市快速发展气温明显上升,蒸发量增加明显;与年总云量呈负相关,即随年平均总云量减少蒸发量增大,2001 年后连续 10 年年平均总云量低于 50 年平均值,蒸发量连续 10 年高于历年平均值。

(6) 吉首市 50 年来年、季蒸发量均上升,导致水循环发生变化,需加强农村水利和农业节水建设,科学调度水资源,强化人工增雨作业,尽量减少干旱对农业的损失。

参考文献

- [1] 唐凯,王让会,凌良新,等. 近 43a 潮州市蒸发变化特征及影响因素[J]. 南京信息工程大学学报,2014,6(2):135 - 143.
- [2] 欧爱松,王宏华,彭洁,等. 近 44 年吉首市气温变化统计分析[J]. 中国农业气象,2006,27(3):183 - 186.