

商丘近40 a 蒸发量变化特征及原因分析

张艳玲, 王海艳, 熊 坤, 陈爱荣

(商丘市气象局, 河南 商丘 476000)

摘 要: 利用商丘1961—2000年小型蒸发皿蒸发量资料, 分析了商丘蒸发量的变化趋势及引起蒸发量变化的因子, 结果表明, 商丘年、季和月蒸发量均存在明显的下降趋势, 影响蒸发量变化的因子主要有风速、日照、相对湿度、水汽压等。

关键词: 蒸发量; 变化特征; 影响因子

中图分类号: P426.2

文献标识码: A

文章编号: 1673-7148(2007)02-0072-04

引 言

蒸发是水循环的重要组成部分, 蒸发量的变化影响着全球气候的变化^[1], 多年来人们对蒸发量进行了研究^[2-4]。通过商丘近40 a来蒸发皿蒸发量的观测发现, 近年来蒸发量呈现明显的下降趋势。本文讨论了商丘近40 a蒸发量的变化特征及原因。

这里讨论的蒸发量是指观测上使用的直径20 cm、高10 cm的蒸发皿测得的蒸发量。由于蒸发皿的口径小, 离地面70 cm, 体身完全暴露于空气中, 受气温、风等各种气象因素的影响较大, 用它所测得的蒸发量比实际蒸发量大。由于蒸发皿是气象常用仪器, 其观测资料累积序列长(1961年至今), 可比性好, 能反映出自然水体蒸发的一般规律, 故仍用它来讨论蒸发量的变化。

E-601B型蒸发器是一种器口面积为3000 cm²、离地面30 cm的测量蒸发的大型蒸发器, 由于它的口径较大, 四周有水圈, 用它测得的蒸发受自然因素的影响较小, 与自然水体的蒸发较接近。虽然其观测序列没有小型蒸发皿长, 但本文仍对1985—2000年的大型蒸发资料进行分析, 以便与蒸发皿的资料作比较。

1 蒸发量的年际变化

1.1 蒸发皿蒸发量

对商丘1961—2000年蒸发皿年蒸发量资料进行一元回归分析, 得到年蒸发量随时间变化的统计方程:

$$y = -13.747x + 1861.5$$

其中, y 代表年蒸发量, x 是时间序数, $x=0, 1, \dots, 39$ 。

从年蒸发量变化曲线(图1)中可以看出, 商丘近40 a年蒸发量呈波动式下降趋势, 下降趋势通过了 $\alpha = -0.6992$ 相关检验, 说明下降趋势非常明显, 平均每年约减少13.7 mm。蒸发量明显减少年份在1972年, 但仍在平均值(1579.7 mm)以上, 1977年以后的年蒸发量基本上都在平均值以下。1966年为最高值(2334.8 mm), 约超出平均值48%。1991年达到最低值(1268.1 mm), 约低出平均值20%。1997年之后略有回升。

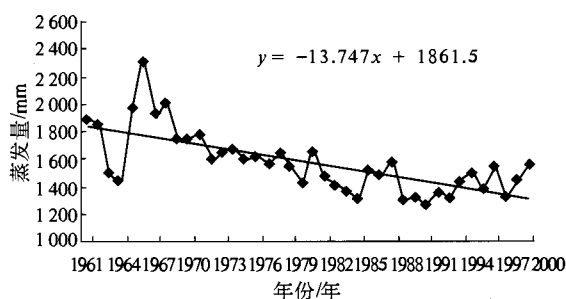


图1 商丘1961—2000年蒸发皿年蒸发量变化曲线

1.2 E-601B型蒸发器蒸发量

对商丘1985—2000年E-601B型蒸发器年蒸发量进行一元回归分析, 得到年蒸发量随时间变化的统计方程:

$$y = -9.7335x + 1032.3$$

其中, y 代表年蒸发量, x 是时间序数, $x=0, 1, \dots, 15$ 。

从E-601B型蒸发器年蒸发量随时间变化曲线(图2)可以看出,E-601B型蒸发器年蒸发量同样呈波动式下降趋势,下降趋势也很明显,通过了 $\alpha = -0.4056$ 相关检验,每年约减少9.7 mm,1991年为最低值(729.2 mm),约低出平均值23%,1997年以后略有回升,这些都和蒸发皿蒸发量的变化特征相一致。

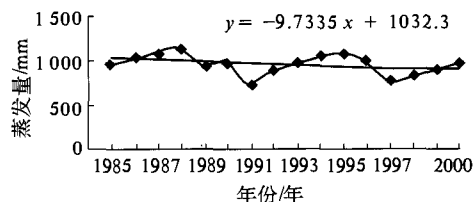


图2 商丘1985—2000年E-601B型蒸发器蒸发量变化曲线

2 蒸发量的年代际变化

对蒸发皿蒸发量的统计结果表明:商丘年代际之间的年蒸发量也是一直减少的,年蒸发量从20世纪60年代的年平均1845.6 mm一直减少到90年代的1414.7 mm,减少了430.9 mm。各年代间减少的幅度存在差别,以70年代减少的幅度最大,90年代减少的幅度最小(见图3)。

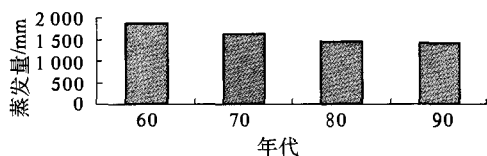


图3 商丘1961—2000年蒸发皿年蒸发量年代际变化

3 蒸发量的各季节变化

3.1 变化趋势

商丘1961—2000年40 a蒸发皿年平均蒸发量为1579.7 mm。其中,冬季为153.1 mm,约占全年的9.7%;春季为494.1 mm,约占全年的31.3%;夏季为620.0 mm,约占全年的39.2%;秋季为311.0 mm,约占全年的19.7%。可以看出夏季蒸发量最多,春季次之,冬季最少。从各季蒸发量的变化曲线图(图略)也可以看出,春季和夏季年平均蒸发量呈现非常明显的下降趋势。夏季平均每年减少7.1 mm,约占年蒸发量减少总量的52%;春季平均

每年减少4.4 mm;冬季的趋势线比较平缓;秋季略有下降。由此可见,年蒸发量的减少主要是由春季和夏季蒸发量的减少造成的。

3.2 年代际变化

对蒸发皿蒸发量的统计结果(见表1)表明,从60年代到90年代的40 a中,商丘各季节蒸发量都有不同程度的减少:夏季减少的幅度最大,蒸发量从60年代的767.0 mm减少到90年代的537.0 mm,占减少总量的53%;春、秋、冬季减少量分别占减少总量的32%、11%、2%。

各季节蒸发量总的变化趋势虽然相同,但不同季节在不同年代的变化却不尽相同。春季和夏季的变化趋势相同,60年代到90年代一直处于减少趋势;秋季90年代蒸发量基本维持在80年代水平;冬季蒸发量70年代和80年代一直缓慢下降,90年代开始有所增加。

表1 商丘蒸发皿蒸发量各年代季节变化 mm

年代	春季 (3—5月)	夏季 (6—8月)	秋季 (9—11月)	冬季 (12—2月)
60	575.0	767.0	337.3	159.0
70	499.3	626.7	329.1	154.7
80	464.4	549.1	288.9	146.5
90	437.6	537.0	288.7	151.8

4 蒸发量的月变化

4.1 月蒸发量气候特征

商丘市1961—2000年蒸发皿月平均蒸发量为131.6 mm,6月最多,为261.5 mm,约占全年的17%;5月次之,为211.9 mm,约占全年的13%;1月最少,为44.4 mm,约占全年的3%;从1月到6月逐渐增多,从6月到12月逐渐减少。其中,6月的蒸发量下降最快,平均每年约减少3.6 mm。

4.2 年代际变化

统计结果表明(见表2),从20世纪60年代到90年代的40 a中,商丘各月蒸发量都有不同程度的减少:6月减少的幅度最大,从60年代的332.4 mm减少到90年代的215.3 mm;2月、7月、10月和11月从60年代到80年代是逐渐减少的,从80年代到90年代略有增加;其他各月从60年代到90年代都是一直减少的。

表2 商丘蒸发皿蒸发量各年代月变化 mm

年代	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
60	52.1	67.7	124.7	166.3	232.6	332.4	239.6	190.0	139.3	119.3	78.6	51.3
70	44.3	60.5	118.0	163.3	218.0	273.2	190.4	163.0	136.6	115.8	76.6	51.0
80	41.4	55.8	114.4	161.0	189.0	225.2	176.5	147.3	126.0	100.7	62.0	47.6
90	39.7	69.9	104.6	147.6	185.2	215.3	181.1	140.6	123.6	100.9	64.1	41.6

5 影响蒸发量变化的原因分析

蒸发量受众多因素的影响,包括热力因子:平均气温、气温日较差、日照时数;湿度因子:平均相对湿度、降水量、水汽压;动力因子:平均风速。

计算表明,商丘 1961—2000 年年平均风速存在非常明显的下降趋势,以 $0.33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}/10\text{a}$ 的速率减少,通过了 0.01 的信度检验。春季、夏季、秋季和冬季平均风速的变化速率分别为 -0.34 、 -0.32 、 -0.33 和 $-0.35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}/10\text{a}$ 。商丘 1961—2000 年年平均日照时数下降趋势也非常明显,夏季日照时数减少率最大,平均每年减少 9.0 h;秋季次之,平均每年减少 5.7 h;春季平均每年减少 4.4 h;冬季减少率最小,平均每年减少 3.5 h。以上变化均通过信度为 0.01 的显著性检验。风速和日照时数的减少都将引起蒸发量的下降,由此可见风速和日照均为影响蒸发变化的重要因子。

商丘 1961—2000 年年平均气温存在明显的上升趋势,增加速率为 $0.12 \text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,通过了信度为 0.01 的显著性检验。从季节来看,夏季的气温略呈下降趋势,每 10a 下降不到 $0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$;春季和秋季的增温率

分别为 $0.15 \text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.06 \text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$;冬季的增温率最高,为 $0.44 \text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。气温升高有助于蒸发增加,显然气温不是蒸发减少的主要因子。

商丘 1961—2000 年平均相对湿度的变化速率为 $6.9\%/10\text{a}$,而降水量以 $8.3 \text{ mm}/10\text{a}$ 的速率下降,水汽压以 $0.2 \text{ hPa}/10\text{a}$ 的速率上升,相对湿度和水汽压的上升将使蒸发量减少,而降水量的减少将使蒸发量增加。

计算商丘蒸发量与各要素相关系数发现(见表 3),蒸发量与日照时数的相关系数最大,为 0.82,与平均风速的相关系数次之,为 0.74。蒸发量与日照时数、平均风速、平均气温、平均日较差呈正相关,与相对湿度、水汽压、降水量呈负相关。

经计算,商丘 1961—2000 年平均日最高气温几乎没有变化,而平均日最低气温却在以 $0.25 \text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速率增加,导致平均气温日较差以 $0.27 \text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速率减小,年蒸发量与气温日较差具有较好的线性关系^[5],而蒸发量与平均气温日较差呈显著正相关,相关系数为 0.73,这说明日较差也是使蒸发量减少的重要因子。

表 3 商丘蒸发量与各要素相关系数

时期	平均风速	日照时数	相对湿度	水汽压	降水量	平均气温	平均日较差
春季	0.68**	0.77**	-0.51**	-0.52**	-0.32*	0.23	0.65**
夏季	0.75**	0.68**	-0.69**	-0.28	-0.16	0.53**	0.68**
秋季	0.69**	0.53**	-0.3	-0.35*	-0.01	-0.10	0.25
冬季	0.66**	0.51**	-0.16	-0.31*	0.04	-0.44**	0.68**
年	0.74**	0.82**	-0.74**	-0.57**	-0.29	0.16	0.73**

注:**表示通过 $\alpha=0.01$ 相关检验,*表示通过 $\alpha=0.05$ 相关检验。

6 结 论

①商丘近 40 a 平均蒸发量呈显著下降趋势,其下降趋势通过了 $\alpha=-0.6992$ 的相关检验,其四季和年平均蒸发量变化特征基本一致。夏季和春季蒸发量显著减少,年蒸发量的变化主要是由春季、夏季蒸发量的变化引起的。

②蒸发量与平均风速、日照时数、平均气温、平均气温日较差呈显著正相关,而以上因素都是显著下降的,这说明它们是造成蒸发量减少的重要因子。

③蒸发量与相对湿度、水汽压呈显著负相关,而

这两个因子都是上升的,说明相对湿度和水汽压也是造成蒸发量减少的重要因子。

参考文献

- [1]王艳君,姜彤.长江流域 1961—2000 年蒸发量变化趋势研究[J].气候变化研究进展,2005(3):99—105.
- [2]黄英,王宇.云南省蒸发量时空分布及年际变化分析[J].水文,2003,23(1):36—40.
- [3]苏剑勤.河北气候[M].北京:气象出版社,1996:98—100.
- [4]顾延敏.华北平原气候[M].北京:气象出版社,1991:67—70.
- [5]郭军,任国玉.黄淮海流域蒸发量的变化及其原因分析[J].水科学进展,2005(5):666—672.

Research on the Variation Characteristics and Causes of Evaporation Capacity of Shangqiu in Recent 40 Years

Zhang Yanling, Wang Haiyan, Xiong Kun, Chen Airong

(Shangqiu Meteorological Bureau, Shangqiu 476000, China)

Abstract: Based on the evaporation capacity data of Shangqiu weather station from 1961 to 2000, the variation tendency and impact factors of the evaporation capacity were analyzed. The results showed the annual, seasonal and monthly evaporation capacity variation had the obvious downtrend in recent 40 years. The main impact factors were the wind speed, the sunlight radiation, the relative humidity and the water vapor pressure.

Key words: evaporation capacity; characteristics; impact factors