

菏泽市建站以来的气候特征分析

袁旗 李荷民 (山东省菏泽市气象局, 山东菏泽 274000)

摘要 利用菏泽市1957~2006年降水、温度、光照、湿度及蒸发资料对该地气候特征及变化进行统计分析。结果表明:降水及气温发生了气候突变现象;年降水、日照时数、蒸发量在减少,年平均温度和相对湿度在升高,其中冬季温度明显升高;冬春季降水在增加,干旱减轻,夏秋季降水在减少,旱情有加重趋势;这几种气候要素的变率及变异程度都不大。

关键词 菏泽;气候要素;气候突变;分析

中图分类号 S161 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)24-10573-04

研究证实,近100年来由于自然和人类活动的共同影响,造成全球和中国的气候正经历着1次以变暖为主要特征的显著变化^[1]。依据政府间气候变化专门委员会(IPCC)2001年气候变化评估报告^[2],在过去100年中全球气温平均上升了(0.6±0.2)。气候变暖不但对社会经济发展产生深远的影响,对已经十分脆弱的自然环境生态系统也产生了难以估量的影响,有些影响甚至是不可逆的。有关对气候变化及其应对措施方面的研究已经引起政府和有关学者的高度重视。气候变化初期的影响具有局地性,各地的气候变化程度是不同的,因而从大尺度的时空进行气候变化的研究对区域性地方气候变化的评估效果并不好。为此,笔者从菏泽市近50年来的气象资料着眼对其有关主要气候要素进行统计分析,从定量或定性角度揭示当地气候变化的特征,旨在为增强环保意识、加强环境保护、制定发展规划、改善耕作制度和生产布局及防灾减灾提供依据。

1 菏泽市降水状况及变化趋势

1.1 降水气候状况 取菏泽市8县1区平均降水量代表菏泽市降水量,资料长度为1957~2006年共50年。

菏泽市1957~2006年50年平均降水量为654 mm,最多为1 010 mm(1964年),最少为353 mm(1986年)。各月平均降水量见表1。

表1 菏泽市30年各月平均降水量 mm

月份	降水量
1	9
2	10
3	23
4	37
5	45
6	74
7	184
8	132
9	72
10	35
11	21
12	10
全年	652

从季节分配上看,降水集中在夏季(6~8月),夏季降水量占全年总降水量的59.8%,春、秋季各占16.1%和19.6%,冬季仅占4.4%。

1.2 菏泽市降水气候突变^[3]分析 气候突变是指在较短的时期内由一种气候状态很快转变到另一种气候状态,它是气候系统非线性性质的一种表现。近年来,突变理论飞速发展,并应用到气候研究中去,许多气候突变的事实不断被揭示。笔者应用这一理论对菏泽市降水气候变化特征进行探讨。采用目前认为理论基础和应用效果较好的Mann-Kendall方法^[4]。假定在稳定的气候假设下,连续的气候要素是独立的,并保持相同的概率分布。

对于1个具有n个样本量的时间序列 $x_i (i=1, 2, \dots, n)$,构造1个秩序列:

$$S_k = \sum_{i=1}^k (k=2, 3, \dots, n)$$

其中,当 $x_j > x_i$ 时,取 $r_i = 1$;否则 $r_i = 0 (j=1, 2, \dots, i)$ 。

定义统计量:

$$UF_k = [S_k - E(S_k)] / \sqrt{\text{Var}(S_k)}$$

$$E(S_k) = n(n-1)/4$$

$$\text{Var} = n(n-1)(2n+5)/72$$

应用上述算式求出与时间序列 x_i 顺序一致的 UF_i 统计量序列,它服从标准正态分布。

对于每个气候序列, UF_i 实质上反映了第i个要素值与总体序列一致性的特征。给出显著检验水平 $\alpha = 0.05$, UF_i 的临界值为 ± 1.96 。如果 $|UF_i| > 1.96$,则 $\alpha < 0.05$,原假设被拒绝,说明序列中存在着系统变化。

再把时间序列逆序 x_n, x_{n-1}, \dots, x_1 ,重复上述过程,求出 UB_k 统计序列,对 UB_k 取反数。

分析给出 UF_k 和 UB_k 的曲线图,如果2条曲线出现交点,且交点在临界线之间,交点前后的原序列数据特性有明显的变化,那么交点对应的时刻便是开始突变的时间。

按上述方法对菏泽市1957~2006年年降水序列进行统计,其结果见图1。

从图1可以看出,从1957~2006年菏泽市年降水发生1次气候突变,时间在1966年前后,1957~1965年为多雨时期,1966~2002年为少雨时期,1993年未达到气候突变标准,但可以看出,1993年至今,年降水量呈增多趋势,目前菏泽市正处于1个多雨气候时期内。这3个阶段年际降水平均值分别为752、586、672 mm。近几年来旱涝频繁,且降水量年际差别很大,2001、2002年年降水量不到400 mm,明显偏少,而2003年又特多,年降水量980 mm,仅次于最多年份1964年。有关研究表明,20世纪60年代北半球气候发生1次突变^[5-8],这与上述研究一致。各季降水气候检验结果如下。

春季:1983年发生1个突变。1957~1982年是春季降水

作者简介 袁旗(1959-),女,山东菏泽人,助理工程师,从事气象服务方面的工作。

收稿日期 2008-04-25

偏少时期,1983 年以后偏多,1983 年前后春季平均降水量分别为 98、122 mm, 目前正处于春季降水偏多时期。

夏季:1966 年发生 1 次突变。1957 ~1965 年夏季为多雨阶段,1966 年至今未发生突变, 一直处于夏季降水偏少的时期,1993 年以来夏季降水显著增加,但未达到突变的界线。突变前后的夏季降水量分别为 484、374 mm, 其中,1960 ~1992 年为 344 mm,1993 年至今为 449 mm, 现处于偏少时期的 1 个次多雨阶段内,夏季降水与全年降水 Mann-Kendall 检验曲线基本一致。可见,夏季降水的多少对全年降水的载荷量有举足轻重的作用。

秋季:1985 年发生 1 次突变。1957 ~1985 年为秋季多雨

时期,1986 年至今为秋季降水偏少时期。突变前后秋季平均降水量分别为 137、115 mm, 现正处于偏少时期。

冬季:发生 2 次突变,时间分别在 1969、1986 年。1957 ~1969 年和 1987 年至今为冬季多雨时期,平均降水量分别为 26、35 mm;1970 ~1986 年为冬季少雨阶段,平均降水量为 23 mm, 目前,菏泽市正处于冬季多雨时期,并且现处的多雨时期比上 1 个多雨时期势力要强。

从上述分析可以看出,近十几年来,冬春季菏泽市处于多雨时期,干旱程度在减轻;夏秋季节降水处于偏少时期,同时年际降水也处于少雨时期,但近 10 年来有增多的趋势。

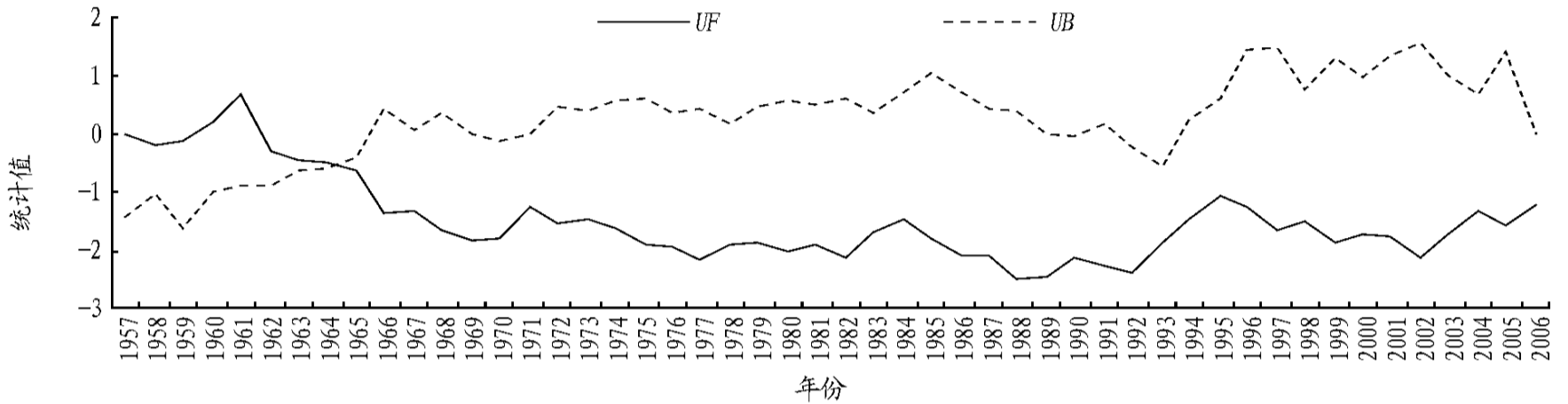


图1 鲁西南年际降水 Mann-Kendall 检验曲线

1.3 年降水量变化趋势分析 对菏泽市 1957 ~2006 年降水序列采用 5 点 3 次平滑方法^[4]进行平滑,很好地反映了降水序列的变化趋势(图 2)。图 2 中可见有 2 个降水峰值区,一个在 20 世纪 60 年代初,另一个在 90 年代中后期至今,与 Mann-Kendall 检验曲线反映的结果是一致的。把通过 5 点 3

次平滑以后的序列进行最小二次拟合,其趋势线表明近 50 年来菏泽市降水呈下降趋势,若以 1980 年为界,1981 ~2003 年年平均降水量比 1957 ~1980 年年平均降水量减少 13%,降水倾向率为 19 mm/10a,这与全国气候研究结果^[8]是吻合的。

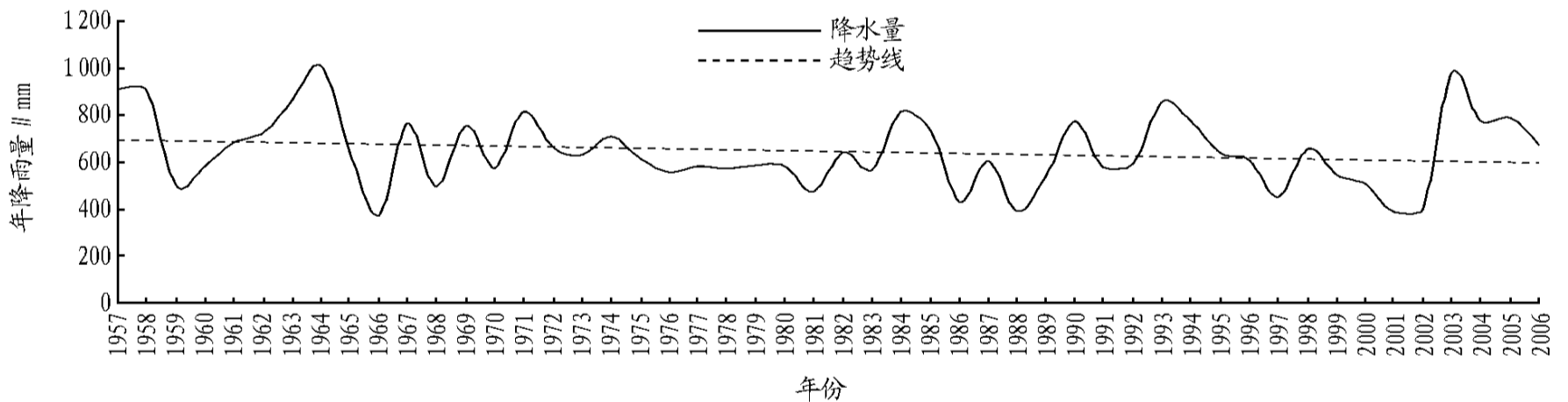


图2 菏泽市 1957 ~2006 年历年降水量

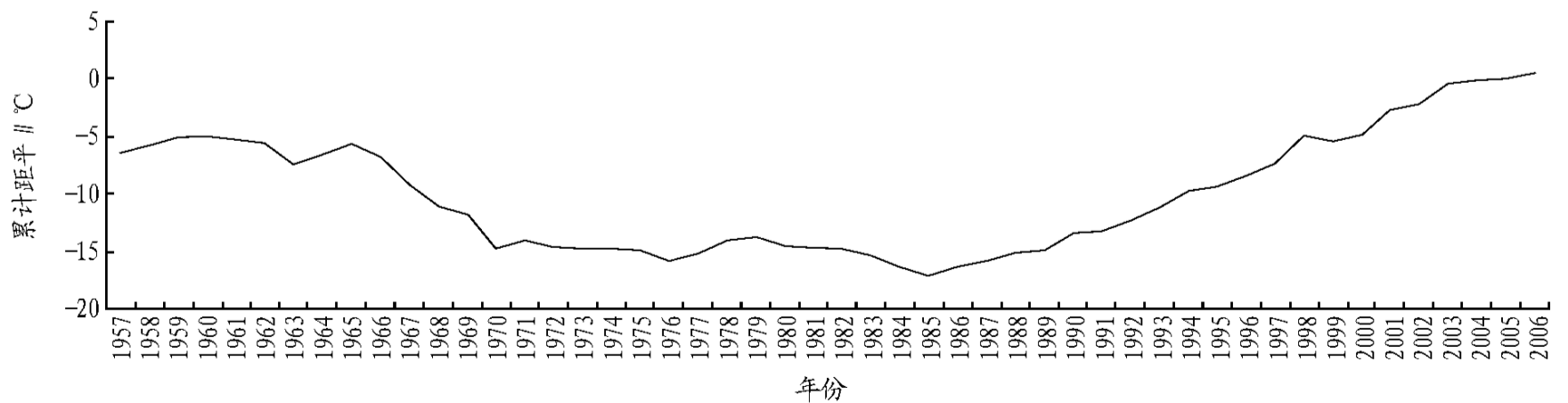


图3 菏泽市 1957 ~2006 年历年冬季平均气温累计距平曲线

2 气温状况及变化分析

对 1957 ~2006 年年平均序列进行最小二乘拟合,其直线斜率显示年际温度变化是上升的,温度上升倾向率为 0.21 /10 a, 上升速率较快。对春、夏、秋、冬季及年平均序列用

Mann-Kendall 方法进行分析,结果表明,春、夏、秋季温度变化不明显,没有发生温度气候突变,而冬季及年气温发生了气候突变,并且发生气候突变的时间是一致的。可见引发年气温发生气候突变主要是由于冬季发生温度变化所贡献的。

因此这里仅对冬季温度变化问题进行分析。

2.1 菏泽市冬季冷暖阶段分布 用累计距平方法考查冬季气温变化趋势, 样本长度 $n = 52$, 对于冬季平均气温序列 x_i , 某一时刻 t 的累计距平为:

$$X_t = \sum_{i=1}^t (x_i - \bar{x}) \quad (t = 1, 2, \dots, n)$$

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n$$

把 n 个时刻的累计距平值绘成曲线(图3)可以看出, 菏泽市冬季气温主要有2个阶段构成。第1阶段在1954~1985年, 该期间冬季气温距平累计值呈下降趋势, 下降速率为-46.0%, 表明该时期冬季气温负距平居多, 冬季气温多偏低; 第2阶段在1986~2005年, 该时期冬季气温距平累计值呈上升趋势, 且波动较小, 上升速率为94.0%, 可见这个阶段气温回升, 多暖冬。

2.2 菏泽市冬季温度气候突变 用 Mann-Kendall 方法对历

年平均气温进行统计计算, 其结果见图4。从图4可以看出, 近50年, 菏泽市冬季平均气温在1986年发生1次气候突变, 1954~1985年冬季平均气温较低, 多有冷冬出现; 1986年以后冬季平均气温较高, 多为暖冬。这与上述(图3)研究的冬季气温变化趋势相吻合。据统计, 1954~1985年菏泽市冬季平均气温为0, 而1986年以后的冬季平均气温为1.4, 突变后比突变前冬季平均气温升高1.4。菏泽市冬季气温气候变暖这一事实与全国气候研究结果^[9-11]是一致的。

分别对12月、翌年1、2月平均气温序列作 Mann-Kendall 分析, 发现12月没有发生显著变化, 而翌年1、2月均发生了气候突变, 突变开始时间与冬季平均气温基本一致。1、2月月平均气温属性变化相同的条件概率为85%, 而1、2月与上一年12月温度变化属性的条件概率分别为48%和42%, 1月气温与2月气温变化具有同步性, 而与上一年12月关系不明显。可见1、2月的温度状况大多决定了冬季气候的冷暖。

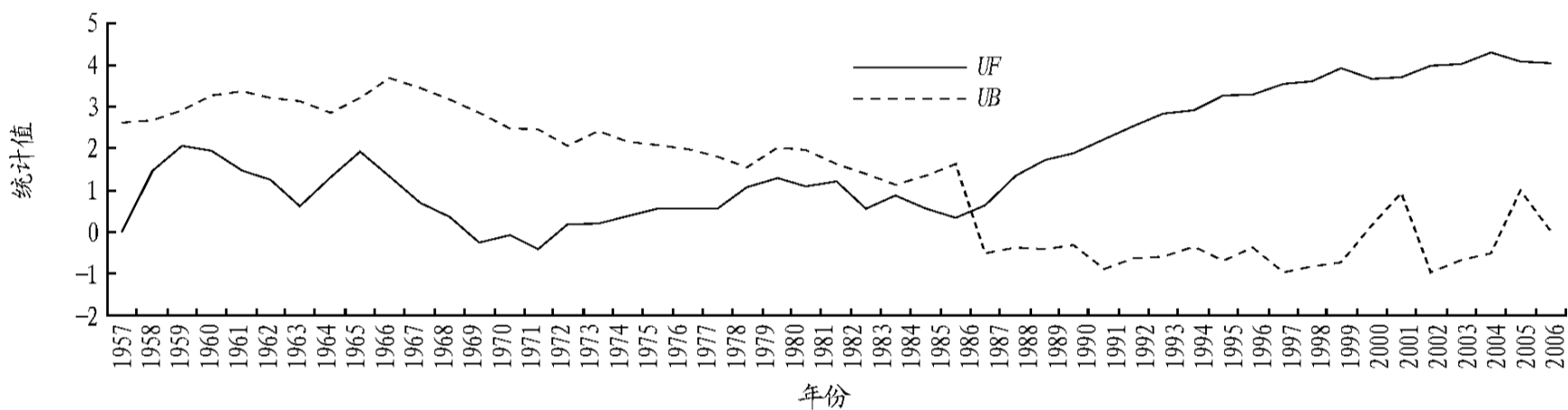


图4 菏泽市冬季平均气温 Mann-Kendall 统计量曲线

3 空气湿度、日照时数和蒸发量变化分析

气候变化导致菏泽市气温升高, 降水量减少, 同时也导致空气湿度、日照时数和蒸发量的变化, 这些气候要素互相制约和影响。空气湿度、日照时数和蒸发量虽然没有像降水、气温那样引起人们的关注, 但同样也会对环境、生活和工农业生产带来影响。图5~8给出了菏泽市1957~2006年历

年平均相对湿度、日照时数和蒸发量演变曲线。从图5~8可以看出, 1957~2006年年蒸发量和日照时数呈减少趋势, 其趋势线斜率 趋势线上任一点的纵坐标与横坐标的比值分别为-0.241和-0.160; 平均相对湿度呈减少的趋势, 其趋势线斜率为-0.041。这表明平均相对湿度趋势增减幅度比年蒸发量和日照时数趋势增减幅度远远偏小。

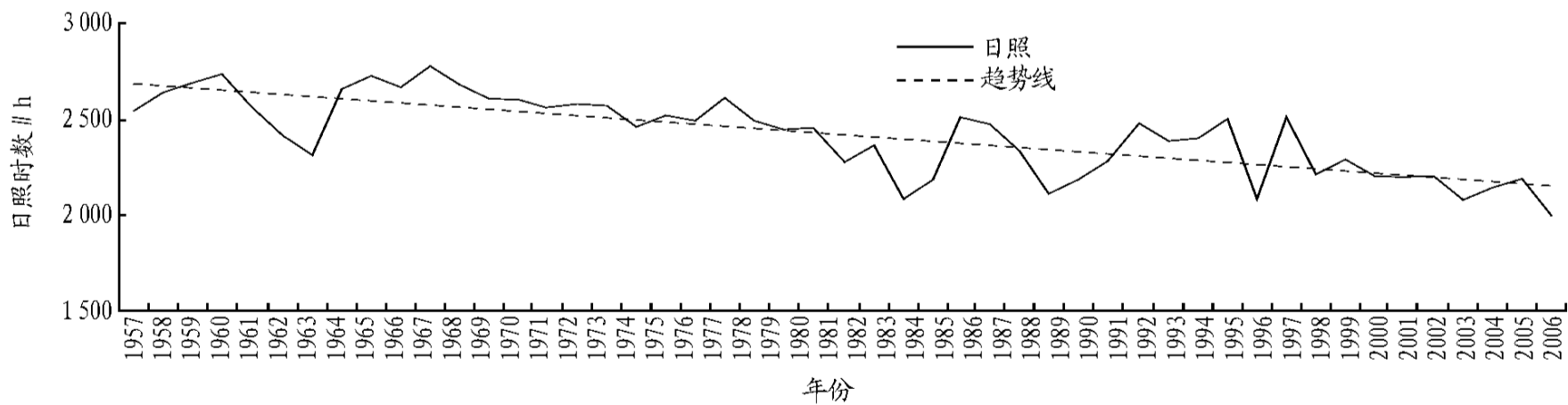


图5 菏泽市1957~2006年历年日照时数

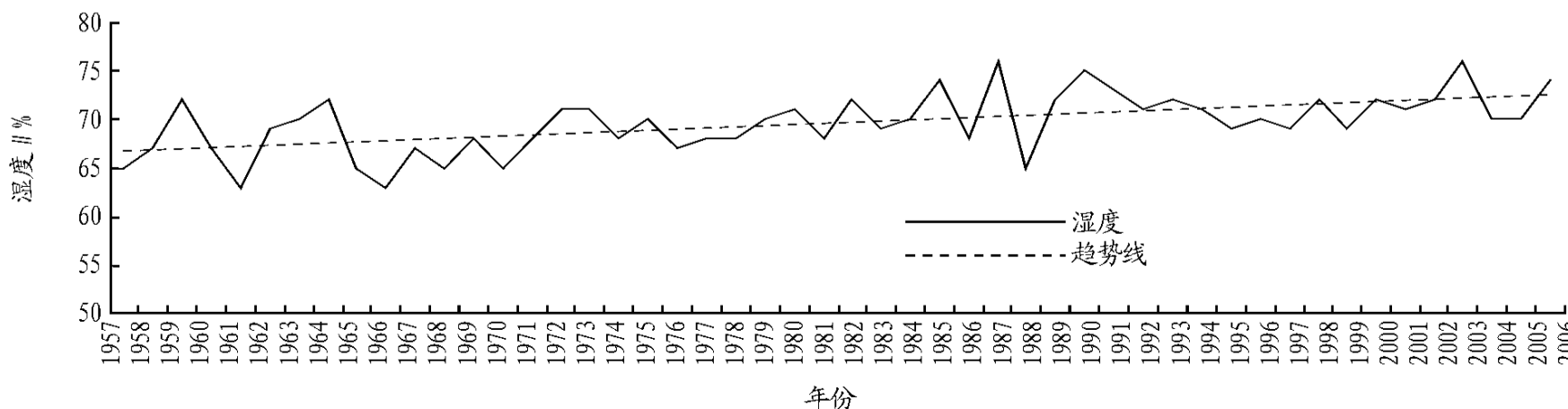


图6 菏泽市1957~2006年年平均湿度曲线

对全年及春、夏、秋、冬各季平均相对湿度、日照时数和蒸发量进行分析,计算其倾向率、变率及变异系数,其结果见表2。

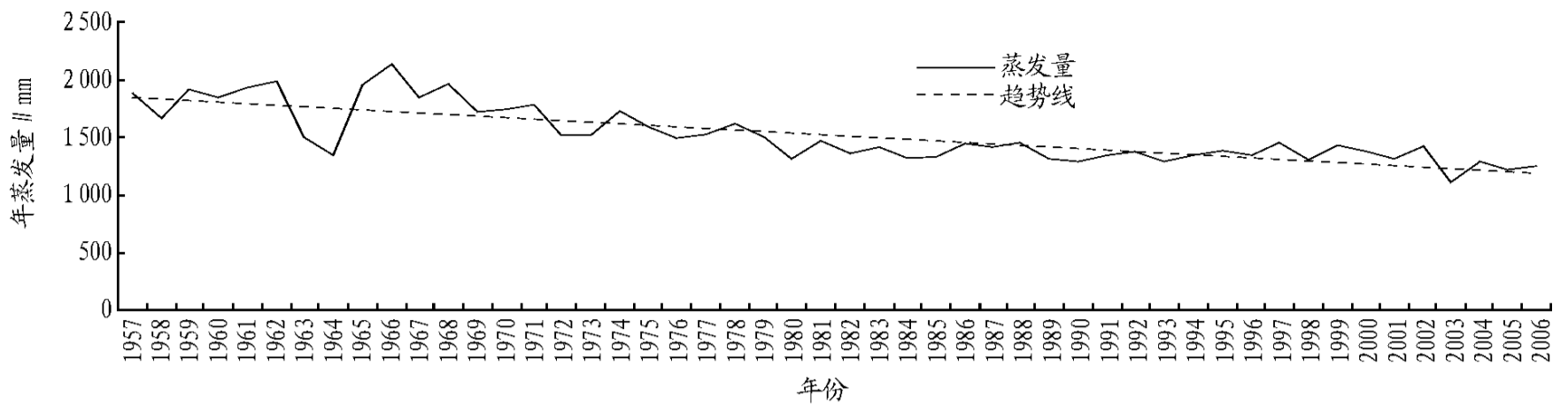


图7 菏泽市1957~2006年历年蒸发量曲线

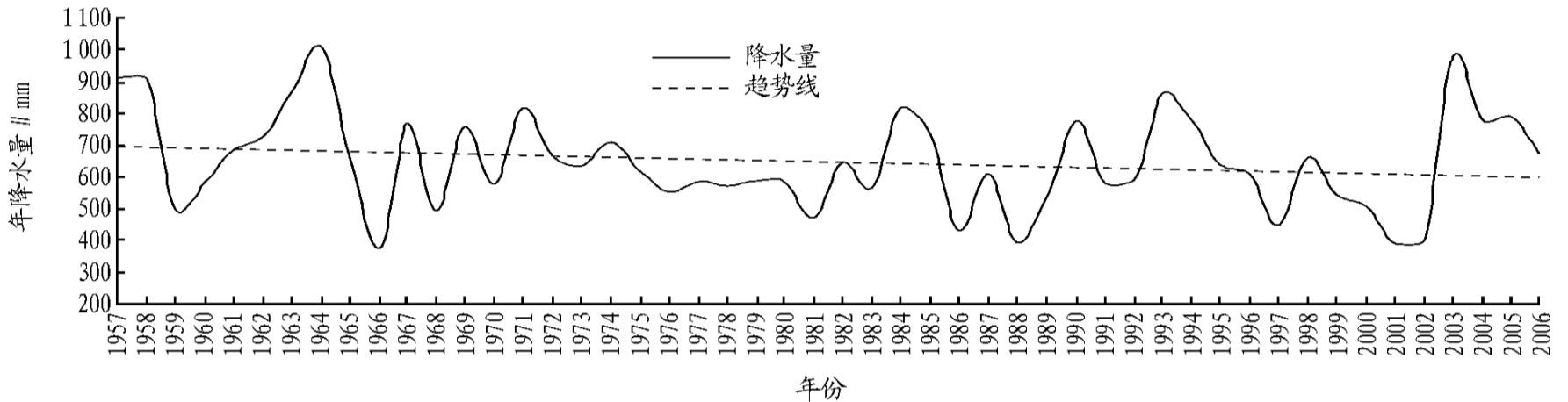


图8 菏泽市1957~2006年历年降水量

表2 菏泽市日照时数、湿度、年蒸发量气候变化参数统计

季节	日照时数				相对湿度				年蒸发量			
	倾向率	h/10a	变率	变异系数 %	倾向率	%/10a	变率	变异系数 %	倾向率	mm/10a	变率	变异系数 %
全年	-103	0.006	8.2	3.72	0.033	4.3	-126	0.125	15.7			
春	-8	0.002	10.4	0.95	0.072	9.3	-45	0.163	20.2			
夏	-46	0.003	13.3	1.27	0.041	4.8	-55	0.134	17.6			
秋	-35	0.002	22.9	0.93	0.047	5.9	-13	0.135	16.2			
冬	-14	0.002	15.7	0.95	0.076	9.0	-12	0.221	29.3			

倾向率用来显示任10年时间阶段内某气候要素值的增量。用最小二乘法求得某气候要素趋势,其一次项系数的10倍表示该气候要素的倾向率。

变率用来反映某气候要素值的稳定性,变率愈小该气候要素愈稳定,其值一般在0.1~0.3,其计算公式为:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

式中,n为样本数。

变异系数CV用来反映某气候要素值的变异程度,当CV 10%时,为弱性变异;当10% < CV < 100%时,为中性变异;当CV > 100%时,为强性变异。其计算公式为:

$$CV = s / \bar{x}$$

式中,s为标准差;̄x为均值。

从表2可以看出,日照时数和年蒸发量的倾向率无论是年度还是春、夏、秋、冬季都呈减少的趋势,尤其是夏、秋季减少幅度较大,而相对湿度的倾向率无论是年度还是各季中都呈增加的趋势,但增加幅度较小;从变率来看,空气相对湿度、日照时间和年蒸发量无论是年度还是各季中都是比较稳定的;从变异系数来看,空气相对湿度这一要素呈弱性变异,日照时数和年蒸发量呈中性变异。

4 小结

(1) 菏泽地区年降水量在1965年前后发生了1次突变,目前正处于降水偏少气候时期内,近50年内年降水量呈减

少趋势;年平均气温在1986年前后发生了1次突变,近50年内年平均气温呈升高趋势并且气温升高主要在冬季。

(2) 各季降水也都存在气候突变现象,冬、春季降水呈增多趋势,夏、秋季降水呈减少趋势。目前,冬、春季在多雨气候时期;夏、秋季在少雨气候时期。

(3) 最大蒸发量呈减少趋势,与降水同步。

(4) 日照时数呈减少趋势,相对湿度呈增加趋势,空气变得潮湿。

5 讨论及建议

上述分析表明,菏泽市年际降水处于减少的气候阶段,生活及工农业生产用水供求矛盾会加剧。而年蒸发量和日照时数在减少,相对湿度在增加,这些要素变化在一定程度上减少了水分的散失,使用水供求矛盾有削弱的趋势,但由于生活和工农业用水量在急剧增加,所以用水供求矛盾今后还会加剧。根据前面分析,冬春季降水在增加,夏秋季降水在减少,今后冬春季干旱会减轻,缺水干旱现象会向夏秋季转移;冬季降水在增多,温度明显升高,对冬季光热开发有利。建议如下。

(1) 未来的气候变化将导致菏泽水市资源短缺进一步加剧,长远规划中应充分考虑。同时社会各界应加强节水意识的宣传工作。

数据,因此可以将一个栅格单元做为一个元胞。由于TM影像数据的分辨率是30 m×30 m,为了与遥感影像数据的分辨率一致,将该元胞的大小定义为30 m×30 m。元胞状态。即为该元胞所代表区域的土地利用类型。参考中华人民共和国国家质量检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会于2007年8月发布的《土地利用现状分类》^[16],并结合招远市的实际情况,将土地利用类型划分为耕地、林草(园)地、建设用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、工矿仓储用地、其他用地7种类型,按照各类型进行编码,构成元胞状态集{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7},每个土地利用元胞的状态均取自此状态集。

邻域。根据土地利用类型变化的特点,土地利用元胞状态的变化,不仅取决于自身的状态,而且与周围元胞的状态也有关。该CA模型在处理邻域时采用摩尔型邻域的元胞空间,即1个元胞周围的8个元胞为该元胞的邻居。转换规则。元胞自动机的最核心部分就是定义转换规则。CA的整个模拟过程完全是受转换规则控制的。每一个元胞从t时刻到t+1时刻的状态转变,是根据转换规则来决定的^[17]。由于土地利用单元的动态演化十分复杂,其变化除受局部个体间相互作用的影响外,还受各种区域和政策因素的影响,因此,CA模型中状态的转换规则必须兼顾微观、区域和政策,不仅要考虑其邻居元胞的影响,还要考虑社会经济,国家和地区政策等的影响。不同用地类型其影响因素不同,因此规则的定义也不同。在此研究中转换规则的定义初步确定采用灰色局势决策和层次分析相结合的方法。时间。CA模型中的模拟时间必须和土地利用变化的真实时间建立对应关系,否则建立的模型就失去了利用价值。因此,模型时间的校准是土地利用变化模拟必须解决的关键问题。时间需要根据模型的模拟结果与实际数据进行对比,在大量、反复试验中确定。

4.3 GIS与CA的集成 研究中GIS与CA集成拟在ArcGIS桌面版环境中,利用ArcObjects组件,来开发CA模型。CA和GIS两者共用一个用户界面,CA主要进行模拟和预测,ArcMap进行数据可视化显示,统计并分析模拟结果。模型开发与运行使用的操作系统是Microsoft Windows XP;采用的开发

工具是ArcObjects;开发环境是Arcmap自带的VBA;开发语言是VB。

5 结语

以招远市为例的基于GIS与元胞自动机模型的土地利用变化前期研究,在阅读国内外大量文献的基础上,结合研究区的现状,确定了元胞自动机的元胞空间、元胞状态、邻域、定义转换规则的方法以及GIS与元胞自动机模型集成的开发环境、开发语言,为进一步的研究打下了坚实的基础。在此,只是一个前期研究,规则的具体定义及模型与GIS集成的实现将是下一步工作的内容,还有待深入研究。

参考文献

- [1] 路鹏,牛铮,苏以荣,等.亚热带典型区域土地利用变化预测分析[J].应用基础与工程科学学报,2007,15(3):294-301.
- [2] 陈佑启,PETER HVERBURG.中国土地利用覆被的多尺度空间分布特征分析[J].地理科学,2000,20(3):197-202.
- [3] 王良健,刘伟,包浩生.梧州市土地利用变化的驱动力研究[J].经济地理,1999,14(4):74-79.
- [4] 刘盛和,何书金.土地利用动态变化的空间分析测算模型[J].自然资源学报,2002,17(5):36-39.
- [5] 汤发树,陈曦,罗格平,等.新疆三工河绿洲土地利用变化系统动力学仿真[J].中国沙漠,2007,27(4):593-599.
- [6] 汤君友,杨桂山.试论元胞自动机模型与LUCC时空模拟[J].土壤,2003,35(6):456-460.
- [7] 黎夏.主成分分析与CA在空间决策与城市模拟中的应用[J].中国科学D辑,2001,31(8):683-690.
- [8] 闫丽洁.基于GIS与CA的城市扩展研究[D].郑州:河南大学,2007.
- [9] BATTY M,XIE Y.Possible urban automata[J].Environment and Planning B: Planning and Design,1997,24:175-192.
- [10] 刘继生,陈彦光.基于GIS的元胞自动机模型与人地关系的复杂性探讨[J].地理研究,2002,21(2):157-164.
- [11] 孙战利.空间复杂性与地理元胞自动机模拟研究[J].地球信息科学,1999,11(4):32-36.
- [12] BERRY J K.Beyond mapping concepts,algorithms,and issues in GISfor cellars[M].Fr6# Cellars:GIS World,1993:39-57.
- [13] 郭伦,马修军,田原.基于场模型的空间动态数据建模与空间动态模型语言设计[J].地理学与国土研究,2000,16(4):73-76.
- [14] 黎夏,叶嘉安.基于神经网络的元胞自动机及模拟复杂土地利用系统[J].地理研究,2005,24(1):19-27.
- [15] 曹银贵,王静,陶嘉,等.基于CA与AO的区域土地利用变化模拟研究——以三峡库区为例[J].地理科学进展,2007,26(3):88-95.
- [16] 中华人民共和国国家质量检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.土地利用现状分类[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [17] 黎夏,叶嘉安,刘小平,等.地理模拟系统:元胞自动机与多智能体[M].北京:科学出版社,2007:50-51.
- [3] 魏凤英,曹鸿兴.中国,北半球和全球的气温突变分析及趋势预测研究[J].大气科学,1995(2):140-148.
- [4] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,1999:42-28,62-75.
- [5] 符宗滨,王强.南亚夏季长期变化中的突变现象及其全球迅速增暖的同步性[J].中国科学,B辑,1996(6):666-672.
- [6] 江剑民,刘荣.对我国年、季大气干旱指数的气候跃变分析[J].大气科学,1993(2):663-673.
- [7] FUC B,FLEICHER J.Large signals of climatic variation over the Asian monsoon region[J].Adv Atmos Sci,1988(5):389-404.
- [8] 国家科学技术委员会.中国科学技术蓝皮书第5号——气候[M].北京:科学技术文献出版社,1990:130-150.
- [9] 魏凤英,曹鸿兴.中国北半球和全球的气象突变分析及其趋势预测研究[J].大气科学,1995,29(2):140-148.
- [10] 王绍武,叶瑾琳.近百年全球气候变暖的分析[J].大气科学,1995,1(5):546-553.
- [11] 刘莉红,郑祖光.近百年来我国气温变化的突变点分析[J].南京气象学院学报,2003,26(3):378-383.

(上接第10576页)

(2) 大力推广喷灌、滴灌等节水灌溉技术,逐步改变菏泽市大水漫灌的落后灌溉方式。

(3) 实践证明,开展人工增雨是开发新型水源的有效途径,这方面菏泽市有较大潜力。

(4) 近年来,地下水位持续下降,局部出现漏斗,地下水开采严重受限,应该科学规划,搞好水利建设,增强河道、水库、坑塘的储水功能。

(5) 积极发展冬暖大棚生产,开发利用冬季光热资源。

参考文献

- [1] 王绍武.近百年来我国及全球气温变化趋势[J].气象局,1990,16(2):11-15.
- [2] IPCC.Climate change 2001:Impacts,adaptation,and vulnerability[R].The Third Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate,2001.