

# 内蒙古东部近54年气候变化 对生态环境演变的影响

白美兰<sup>1</sup> 郝润全<sup>2</sup> 邱瑞琦<sup>1</sup> 高建国<sup>2</sup>

(1. 内蒙古气候中心, 呼和浩特 010051; 2. 内蒙古气象科技开发中心)

**提 要:** 利用4个代表站1951—2004年温度和降水资料, 通过气候统计诊断分析方法, 从气候要素变化趋势、基本气候状态特征以及生态环境演化趋势等方面, 研究气候变化对生态环境演变的影响。结果表明: (1) 近54年来东部区温度呈显著的升高态势。降水量波动性较大, 总体上呈缓慢的增加趋势, 但趋势不明显, 属于气候自然波动的范围, 而1998年至本世纪降水量呈下降趋势, 并存在11年和22年的周期性变化。(2) 无论是温度还是降水, 目前都处于高的气候基本态和高气候变率时期, 致使极端气候事件呈增加趋势。气候的变干、变暖以及变率的增大, 加剧了内蒙古东部地区干旱化的程度。由此引起一系列生态环境问题, 如湿地萎缩、草场退化等。(3) 从示范区卫星遥感资料获悉, 固定沙地面积的增加, 说明科尔沁沙地沙漠化整体出现生态良性好转, 但各类沙地图斑数的增加, 表明在目前的气候条件下, 沙地破碎化程度加剧, 沙漠化局部有所恶化。

**关键词:** 气候变化 极端气候事件 生态环境

## Effects of Climatic Changes in Eastern Inner Mongolia on Eco-environmental Evolution in Last 54 Years

Bai Meilan<sup>1</sup> Hao Runquan<sup>2</sup> Di Riqi<sup>1</sup> Gao Jianguo<sup>2</sup>

(1. Climatic Center of Inner Mongolia, Huhahaote 010051;

2. Meteorological Science & Technology studies Center of Inner Mongolia)

**Abstract:** The effects of the climatic changes on eco-environmental evolution are studied by using of the temperature and precipitation data at 4 typical stations from 1951 to 2004. The

results show that (1) For the recent 54 year, the temperature rises notably in eastern region. The precipitation fluctuation is great and takes on a large increase trend, but the trend is not notable and in the range of climatic fluctuation. The precipitation is decreases since 1998 and has periodicity change of 11-year and 22-year. (2) Either the temperature or the precipitation is in high climatic essential state and climatic variability period at present, so the extreme climatic events increase. The climate becomes dry and warm, and its variability increases to intensify the extent of drought damage in eastern Inner Mongolia. Therefore, a series of eco-environmental problems is caused. For example, the area of the wetland will reduce, the grassland will degenerate and so on. (3) The results from the satellite remote data of the demonstration region reveal that the increase of stationary sands area illustrates the whole Horqin Sands improves benignly in the ecological aspect. But the increase of all kinds of sands class shows that the extent of cracked sands intensifies and local desert worsens in the present climatic condition.

**Key Words:** climatic change extreme climatic event eco-environment

## 引 言

内蒙古东部是自治区粮食和优良牧草的主产区。过去该地区水草丰美, 植被覆盖较好。但近年来, 由于气候变暖, 尤其是 20 世纪 90 年代以来干旱化趋势加重, 湿地萎缩变干, 泡沼干涸, 地下水位下降以及极端气候事件的增多, 致使草场退化、沙化、树木死亡等, 导致生态环境有局部恶化的趋势<sup>[1-3]</sup>。造成这一现象的原因很多, 既有自然因素, 又有人为因素。一方面近年来不利的气候条件的变化, 如气温的升高、降水量的减少等, 导致生态缺水现象明显, 干旱化趋势加剧; 另一方面人类活动引发的生态环境问题, 随着农牧业人口、牲畜头数等的逐年增多, 使土地利用的压力加大, 人类利用自然资源的强度升级, 如开荒、过度放牧、乱砍乱伐等对下垫面的干扰加剧, 使生态环境恶化的步伐加快。此前许多专家分析研究过气候变化对沙漠化、水资源等生态影响问题<sup>[4-7]</sup>, 但主要考虑的是人类活动和气候要素自身变化趋势的影响, 从气候基本态特征方面研究的较少, 而生态环境的演变是基本

气候状态特征变化的反映。本文尝试着从此方面, 分析探讨气候变化与生态环境演化的关系, 而未考虑人为活动的情况。

## 1 资料的分析处理与研究方法

选用内蒙古东部地区 4 个资料年代较长的代表站: 海拉尔、乌兰浩特、通辽和赤峰, 1951—2004 年的历年平均气温、平均最高气温、平均最低气温、降水量等资料, 并按年代际对资料作相应的处理。

气候变化是指气候平均状态和离差两者中的一个或两个一起出现了统计意义上显著的变化<sup>[8]</sup>。气候变化是由气候平均值或离差的变化引起, 因此研究一地的气候变化, 必须既考虑平均值的变化, 又考虑气候变率的变化。

为了解气候要素的长期变化趋势, 计算了气候趋势系数, 用来比较不同地区、不同要素长期趋势变化的大小。一般来说用样本资料计算的趋势系数总不会为零, 但这并不说明气候要素有了变化。因为气候变化本身含有气候的自然波动, 所以必须采用统计学检验将自然波动以外的异常变化识别出来,

只有当趋势系数大于或等于某一临界值标准时, 这种长期变化才认为是超过自然变率的一种气候异常变化<sup>[8]</sup>。

通常将气象要素30年的平均值作为气候平均值, 30年以上的慢变过程定义为“气候基本态”<sup>[8]</sup>。本文通过计算30年滑动平均来研究温度和降水气候基本态的变化特征, 而通过滑动均方差来分析气候要素变率的长期变化。均方差等气候变率的变化能更密切地反映旱涝、寒暑等极端气候事件。

生态监测资料选定科尔沁沙地东部作为相对微观研究的实验区, 范围是 $42^{\circ}33'43'' \sim 43^{\circ}46'16''N$ 、 $119^{\circ}43'16'' \sim 121^{\circ}39'38''E$ , 总面积 $21360.2\text{km}^2$ 。通过对实验区1986年、2002年的陆地卫星资料进行处理, 分析其各土地类型的面积变化。

## 2 内蒙古东部地区主要气候要素变化趋势分析

### 2.1 近54年来温度的变化趋势及气温的基本态特征

在全球气候变暖的背景下, 内蒙古东部地区各年代际平均气温也呈明显的上升态势。从20世纪50年代开始, 气温在逐渐回升, 到90年代升温幅度均在 $1^{\circ}\text{C}$ 以上, 尤其从80年代开始, 增温幅度进一步加大, 进入90年代后的平均气温远远高于历史均值, 气候变暖趋势明显(见图1)。气温的升高, 将大大增加土壤的蒸发量, 使生态需水量增大, 干旱危害加剧。

从内蒙古东部地区各年代际平均最低气温、平均最高气温的变化来看, 其总体趋势也呈显著升高态势, 并且平均最低气温增温幅度最大, 为 $1.7 \sim 3.1^{\circ}\text{C}$ , 年平均气温增温幅度次之, 为 $1.4 \sim 2.4^{\circ}\text{C}$ , 平均最高气温增温幅度最小, 仅为 $0.9 \sim 1.9^{\circ}\text{C}$ 。进一步说明内蒙古东部地区气候变暖主要是平均最低气温增高所引起的, 即冬季增暖的贡献最大。

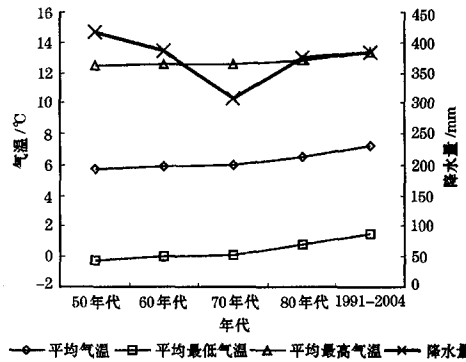


图1 内蒙古通辽地区各年代平均气温、平均最低气温、平均最高气温和降水量

气温的增高使作物和牧草生长期延长, 农事和牧事活动时间变长, 霜冻危害减轻, 应该说是有利于生态环境的恢复与建设。但是最低气温的大幅度升高, 使地表蒸发量加大, 生态需水量增加, 干旱化趋势加剧; 同时使得日较差趋于减小, 作物和牧草呼吸作用减弱, 营养成分等干物质积累减少, 影响植物的品质。而加之冬季偏暖, 非常有利于危害农作物、森林、牧草的害虫及病原菌越冬, 增加来年的虫口密度和增强病菌的繁殖能力, 加快蔓延速度, 这不仅使农作物、牧草受害几率增多, 而且牲畜的疾病也将增多。如近年来该地区草原蝗虫、森林松毛虫的危害加重, 就是一个典型的例子。

图2给出内蒙古通辽地区逐年平均气温的变化, 由图2看到, 近54年来内蒙古东部地区气温呈逐年波动式的上升, 尤以海拉尔市气温的增高最为显著, 增温率为 $0.55^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ , 从1951—2004年气温增幅在 $2^{\circ}\text{C}$ 以上; 其次是乌兰浩特市, 从1951—2004年增温 $1.8^{\circ}\text{C}$ 左右, 增温率为 $0.43^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ; 相比之下, 内蒙古东部地区的赤峰市、通辽市气温增幅较小, 增温率为 $0.32^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。其线性拟合值与实况值的相关系数均达0.3以上, 通过0.05的可信度检验, 并且目前正处于升温的高值区域。说明内蒙古东部地区气温的变化趋势呈逐年显著的增高态势, 尤其是从1986年以后, 增温幅度

明显加大, 远远超过其多年均值。相应地从 30 年的滑动平均值的变化来看, 总体也呈显著的上升趋势, 目前正处于高的气候基本态下。

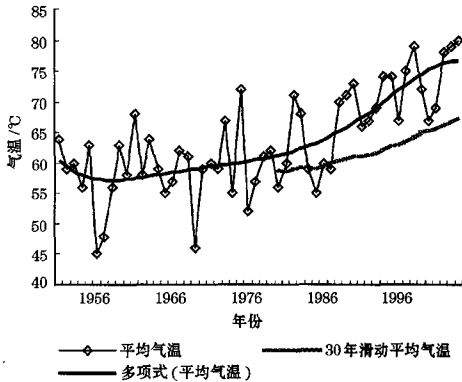


图 2 内蒙古通辽地区逐年平均气温的时间变化、线性趋势及 30 年滑动平均

而气候变率或均方差的大小往往与极端气候事件相联系, 在低气候平均值上的大气候变率, 易造成严寒天气; 在高气候平均态下, 易造成高温天气。

从平均气温 30 年的滑动均方差变化趋势来看 (见图 3), 20 世纪 80 年代中后期为低值区, 随后从 90 年代开始, 一直处于高值区。由于 80 年代末期一直处于高的温度基本态下, 因此大的气候变率易导致高温酷热天气的出现。如 2004 年内蒙古东部区呼伦贝尔市夏季出现日最高气温  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  日数

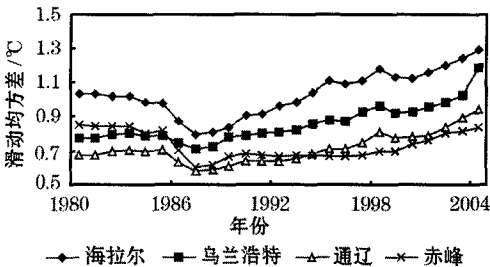


图 3 内蒙古东部地区平均气温 30 年滑动值随时间的变化

30~45 天, 大部分地区的高温值和高温持续时间之长, 创有气象纪录以来的历史新高。受高温酷热少雨天气的影响, 2004 年东部地区牧草、作物长势很差。同时通过分析历史记录, 得知东部大部分地区 1985 年发生严重的初霜冻, 1986 年盛夏出现严重低温冷害等, 这些都可以从图 3 中滑动均方差的变化趋势得到证实。

### 2.2 近 54 年来降水量的变化趋势及基本态特征

从图 1 中内蒙古东部地区各年代际降水量的变化来看, 波动性较大, 大部分地区 20 世纪 50、60 年代降水量相对较多, 70 年代开始降水量明显减少, 而 80 年代又进入多雨期, 并且一直持续到 1998 年松嫩流域的特大洪水时期, 从 1999 年以后, 降水逐渐减少。从趋势看 90 年代初至今的降水量未出现明显的减少, 反而部分地区降水量有所增加, 其主要的贡献者是 1998 年的特大洪水。如去掉 1998 年的特大洪水量, 降水量的减少趋势是显著的。

通过与多年平均值的对比分析, 20 世纪 50 年代到 70 年代的降水量基本低于多年的均值, 但从 80 年代至今, 降水量与多年值相当或高于多年均值, 说明自然降水量并没明显减少, 反而有增加态势。但进入 90 年代以后, 极端气候事件增多, 暴雨或特大暴雨出现几率增大, 绝大多数台站一日的降水量占全年总降水量的 50% 左右<sup>[9]</sup>。降水变率的增大, 使水分的利用效率降低, 水资源亏缺现象严重, 进一步增大了干旱发生的几率, 使得该地区生态环境面临更为严重的考验。

通过内蒙古东部地区逐年降水量的变化趋势 (图 4) 分析, 呈现明显的波动式变化。通过功率谱分析, 其显著周期为 11 年和 22 年, 从上图的趋势分析也可看出, 呈现增加—减少—增加—减少的周期性变化趋势。从 1999 年以后, 降水量明显下降, 目前正处于降水量减少的干期。而从降水量的

趋势变化倾向率来看，除通辽市为 -8.8 mm/10a 以外，其余台站降水量均呈增加态势，乌兰浩特、赤峰市为 10.6mm/10a，海拉尔为 11.9mm/10a，但未通过可信度检验，说明东部地区降水量的变化，属于气候本身自然波动的结果。因此对于内蒙古东部地区特殊的地理区位和脆弱、复杂的生态系统来说，1999 年后降水量的减少，直接影响近年来该地区生态环境的恢复。

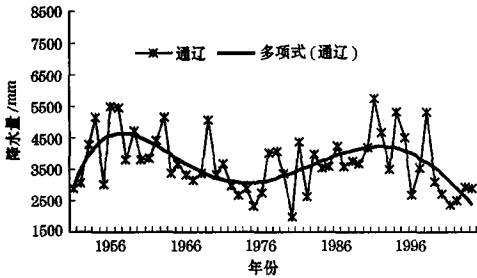


图 4 内蒙古通辽地区逐年降水量

从 30 年的滑动平均状态来看（见图 5），年降水量处于由低基本态向高基本态过渡时期，峰值出现在 1998 年，随后有缓慢的下降趋势，但仍高于多年的平均值，可以说目前是处于高气候基本态下。

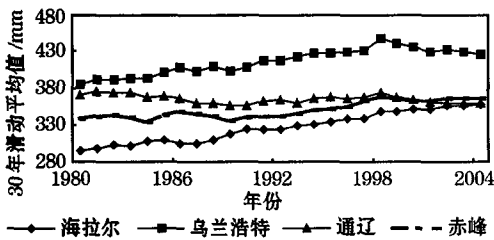


图 5 内蒙古通辽地区降水量 30 年滑动平均值

进而通过年降水量 30 年的滑动均方差的变化趋势来看（图 6），20 世纪 80 年代初、中期处于缓慢的下降阶段，从 80 年代后期大部分台站开始逐渐增大，90 年代后期达到峰值，目前仍处于较高气候变率下。众所周知，降水变率大是导致旱涝发生的直接原因。统计近 50 多年的旱涝灾情资料，发现降水的极端气候事件有增多的趋势。如

1998 年松嫩流域发生百年一遇的特大洪涝灾害，在随后这几年里，东部地区一直干旱

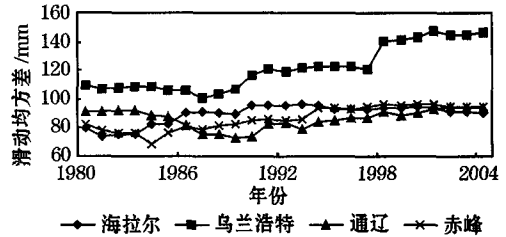


图 6 内蒙古东部地区降水量 30 年滑动均方差

少雨，但局地强对流天气增多，雷雨冰雹灾害呈增多趋势，2003 年夏季东部区持续干旱少雨，但通辽市奈曼旗 6 月 23 日 1 小时降雨量达 100 多毫米，造成局地性洪涝灾害，损失较大。这说明干旱的背景下，洪涝等极端气候事件仍时有发生。

### 3 内蒙古东部地区气候变化对生态环境的影响

生态环境的演变是特定气候变化的反映。据最近的卫星遥感监测资料显示，内蒙古东部地区的科尔沁沙地整体出现生态良性好转，位于通辽市境内的六大沙带都在萎缩，大面积流动沙丘正向有植被覆盖的半流动和固定沙坨子转变，明沙趋于减少<sup>[10]</sup>。此外，由于近年实施禁牧舍饲、划区轮牧和季节性休牧，目前沙地植被恢复较快，但专家称尽管科尔沁沙地生态出现逆转，但生态环境还很脆弱，仍需加大保护和治理的力度。

为了进一步验证东部地区生态环境的演变趋势，在科尔沁沙地选用 42°33'43"~43°46'16"N、119°43'16"~121°39'38"E 区域作为示范区，用 1986、2002 两年的陆地卫星资料，对土地类型变化情况作对比分析，根据地面状况，将土地划分为居民地、水域、固定沙地、基本固定沙地、半固定沙地和流动沙地 6 个土地类型（表 1）。

从表 1 中可看出, 2002 年比 1986 年固定沙地、流动沙地和居民地面积有所增加, 而基本固定沙地、半固定沙地、水域面积却有所减少。值得注意的是, 示范区土地类型的岛屿化趋势明显, 除水体图斑数减少 15 个外, 其它 5 类图斑数均有增加, 尤其是固定沙地图斑数增加幅度最大。相应地在面积变化方面, 除人口的增加, 引发居民地面积的剧增外, 固定沙地面积也明显增加, 而其余

地块面积均减少或基本未变。这进一步说明, 在 90 年代以来, 国家加大生态环境治理工程的力度, 科尔沁沙地在近几年气候条件不利的情况下, 经过围封、禁牧、飞播牧草作业、小流域治理等技术措施的实施, 科尔沁沙地在总体上生态环境得到了治理与恢复, 但从流动沙地面积和图斑数的增加, 说明局部地区仍在恶化, 后续的生态治理工作仍很艰巨。

表 1 科尔沁沙地示范区土地类型

类型	1986 年		2002 年		1986—2002 年	
	图斑数/个	面积/km <sup>2</sup>	图斑数/个	面积/km <sup>2</sup>	图斑数增减/个	面积增减/%
居民地	464	171.7640	481	212.0620	17	23.46
水域	298	406.6770	283	348.9690	-15	-14.19
固定沙地	447	12573.0837	5956	14814.7627	5509	17.83
基本固定沙地	214	2399.1580	391	1168.6600	177	-51.29
半固定沙地	363	1514.3250	372	403.3490	9	-73.36
流动沙地	478	4295.2120	606	4347.2620	128	1.21

#### 4 小 结

(1) 生态环境的演变虽涉及到许多人为因素的影响, 但气候条件的变化是其中的重要原因之一。

(2) 生态环境的发展过程与大气状态的长期变化密切相关。近年来气候的变干、变暖以及变率的增大, 加剧了内蒙古东部地区干旱化的程度, 由此引起一系列生态环境问题, 如湿地萎缩、草场退化等。

(3) 本世纪初气温和降水均处于高气候基本态下, 变率较大, 致使极端气候事件呈增加趋势。

(4) 从多年的试验可以看出, 内蒙古东部地区的生态环境总体正在好转, 但局部仍有恶化的趋势。

#### 参考文献

1 张庆云, 卫捷, 陶诗言. 近 50 年华北干旱的年代际和年际变化及大气环流特征 [J]. 气候与环境研究,

2003, 8 (3): 307-318.

- 2 潘华盛, 张桂华, 徐南平. 20 世纪 80 年代以来黑龙江气候变暖的初步分析 [J]. 气候与环境研究, 2003, 8 (3): 348-355.
- 3 符淙斌, 温刚. 中国北方干旱化的几个问题 [J]. 气候与环境研究, 2002, 2 (1): 22-29.
- 4 王涛. 我国沙漠化研究的若干问题 [J]. 中国沙漠, 2003, 23 (5): 477-482.
- 5 李林, 朱西德, 周陆生等. 三江源地区气候变化及其对生态环境的影响 [J]. 气象, 2004, 30 (8): 19-23.
- 6 高歌, 李维京, 张强. 华北地区气候变化对水资源的影响及 2003 年水资源预评估 [J]. 气象, 2003, 29 (8): 27-31.
- 7 赵艳霞, 裘国旺. 气候变化对北方农牧交错带的可能影响 [J]. 气象, 2001, 27 (5): 4-8.
- 8 Livezey. R. E, Chen W Y. . Statistical field significance and its determination by Monte Carlo techniques [J]. Mon. Wea. Rev, 1983, 111 (1): 46-59.
- 9 白美兰, 沈建国, 裴浩等. 气候变化对沙漠化影响的评估 [J]. 气候与环境研究, 2002, 7 (4): 457-464.
- 10 张自学. 二十世纪末内蒙古生态环境遥感调查研究 [M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 2001.