

# 气候变化和人类活动对呼伦湖 区域生态环境的影响

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

(1. 内蒙古气候中心, 呼和浩特 010051; 2. 内蒙古气象科技服务中心)

**提 要:** 利用呼伦湖区域近 48 年的气象、水文、社会经济以及遥感监测等资料, 分析了气候变化和人类活动对呼伦湖区域生态环境的影响。结果表明: (1) 气温呈显著的上升态势, 降水量波动性较大, 但总体呈缓慢的下降趋势, 并在 1998 年之后下降趋势显著, 目前正处于暖干化的气候期。气候的变干、变暖, 使得呼伦湖区域的生态环境呈不断恶化趋势。(2) 近年来呼伦湖地区降水强度增大, 干燥事件增多, 总雨日尤其是小雨日减少趋势明显, 降水变率较大, 致使极端气候事件呈增加趋势。这些因子的综合作用, 对呼伦湖地区生态环境的恢复与建设非常不利。(3) 通过对处于同一气候区的呼伦湖和贝尔湖区域湖面面积、周边植被等遥感监测, 发现人类活动对呼伦湖区域生态环境演化影响较大。(4) 呼伦湖区域生态环境的演化是气候变化和人类活动共同作用的结果。近年来人类活动对呼伦湖区域生态环境影响有不断加剧趋势, 特别是随着经济发展、人口增加以及对农牧业产品等物质需求的增加而引起的不合理经济活动的影响是不容忽视的。

**关键词:** 生态环境 呼伦湖区域 气候变化 人类活动

## 引 言

气候变化和人类活动对生态环境的影响已越来越受到人们的关注。近年来随着全球气候的变暖以及呼伦湖区域经济的快速发展, 人口资源的迅速增长, 牲畜头数的猛增, 人类对土地等资源的利用强度在不断升级, 气候变化和人类活动对该地区生态环境的影响变得尤为突出。这从内蒙古气象局遥感中心多年对呼伦湖区域生态环境变化进行的连续监测结果: 呼伦湖水域面积萎缩趋势明显, 在 2000—2005 年短短 5 年时间内,

呼伦湖面积缩减了 18.9%, 从呼伦湖附属的微型湖—哈达乃浩来的干涸以及呼伦湖水位下降、水质恶化、周边植被退化等生态问题中可看出, 近年来湖区周边生态环境发生了较为显著的变化, 退化严重。

此前, 有关专家从事过气候变化、人类活动与生态环境关系方面的研究, 但侧重点各有不同。在对呼伦湖区域方面的研究中, 侧重于湖面面积变化、水位变化、水质污染、周边草地退化等水文和生态方面的较多<sup>[2-5]</sup>, 气候及气候变化一般只作为研究背景。研究表明, 在生态环境演化的诸多因子当中, 气候是最为重要的影响因子。而有关人类活动对呼伦湖区域生态环境方面的研究

少有报道, 尤其是利用遥感监测手段, 来区分人类活动影响程度方面。众所周知, 生态环境的漫长演变过程是气候的自然变化和人类活动共同作用的结果, 并且近年来人类活动的影响所占的比重越来越大, 因此, 本文尝试着从气候变化和人类活动两个方面, 探讨对呼伦湖区域生态环境的影响, 为今后呼伦湖区域生态环境治理和保护提供可靠的科学依据。

## 1 资料与方法

呼伦湖位于呼伦贝尔市的新巴尔虎右旗境内, 因此, 呼伦湖区域气候变化和人类活动选用新巴尔虎右旗多年的气象资料、社会经济资料等作为代表。呼伦湖和贝尔湖位于同一气候区, 并同属于呼伦贝尔市新巴尔虎右旗所辖范围, 通过遥感监测手段, 来检测气候变化和人类活动对湖区生态环境演化贡献的大小。

### 1.1 资料来源

气象资料来源于呼伦贝尔市新巴尔虎右旗多年地面观测报表, 1957—2004 年的气温、降水和蒸发量等资料。

人类活动资料来源于内蒙古历年统计年鉴。呼伦贝尔市新巴尔虎右旗 1947—2004 年的耕地面积、有效灌溉面积、人口数量、牲畜头数等资料。

生态环境资料来源于内蒙古气象卫星遥感中心的监测结果和水文监测资料。包括呼伦湖区域 1959—2004 年的水体面积、水位深度、周边植被变化指数、水质情况等。

### 1.2 分析方法

#### 1.2.1 气候倾向率

趋势变化用一次线性回归方程表示:

$$y = a_0 + a_1 t$$

式中:  $t$  为年份,  $a_1$  为气候倾向率, 用于定量描述气候序列的趋势变化特征。

#### 1.2.2 气候突变累积距平检验方法

对于序列  $X$ , 其某一时刻  $t$  的累积距平表示为:

$$X_t = \sum (X_i - \bar{X})$$

式中:  $\bar{X}$  为多年平均值, 用于判断其长期显著的演变趋势及持续性变化, 并可诊断出发生突变的大致时间。

#### 1.2.3 雨日、雨强、小雨事件、暴雨事件和干燥事件

雨日定义为逐日降水量  $\geq 0.1\text{mm}$  日数的总和; 降水强度定义为降水总量与降水日数之比; 日降水量在  $0.1\sim 10\text{mm}$  的降水事件称为一个小雨事件;  $\geq 50\text{mm}$  的降水事件定义为暴雨事件; 最长连续无降水日称为干燥事件。

## 2 气候变化对呼伦湖区域生态环境的影响

### 2.1 气温

由于全球气候变暖, 从 20 世纪以来, 我国气温变化总趋势是呈逐年升高的态势, 但气温变化在地区分布上是不均匀的。就呼伦湖区域来看, 温度的变化虽然有一定的波动, 但总体呈显著的上升趋势。

从 1950 年代末到本世纪初的 40 多年, 呼伦湖区域年均气温上升了约  $2.8^\circ\text{C}$ , 增温率为  $0.7^\circ\text{C}/10\text{a}$ , 增温效果非常显著。说明呼伦湖区域近 40 多年来, 主要以增温为主, 温度的升高, 进一步加大了水分蒸发, 使该地区干旱化趋势加剧。

从图 1 呼伦湖年平均气温距平变化来看, 1970 年代至 2005 年基本上均是正距平。气温的大幅度增高, 加大了湖面的蒸发量和周边地区生态的需水量, 使该地区干旱化趋势加剧。同时从气温累积距平的变化趋

势来看, 1986 年是累积距平值由负变正的转折点, 也就是从 1986 年开始, 气温发生了突变, 增温速度加快。从图 1 也可明显看出, 进入 1990 年代后累积距平曲线更为陡直, 说明升温幅度进一步加大。这与呼伦湖生态监测的结果: 1990 年代后湖面面积急剧萎缩、水位显著下降、水质盐碱化等生态恶化的趋势相一致。说明气候的变暖尤其是 1980 年代后期气温突变后, 加剧了呼伦湖以及周边地区生态环境恶化。

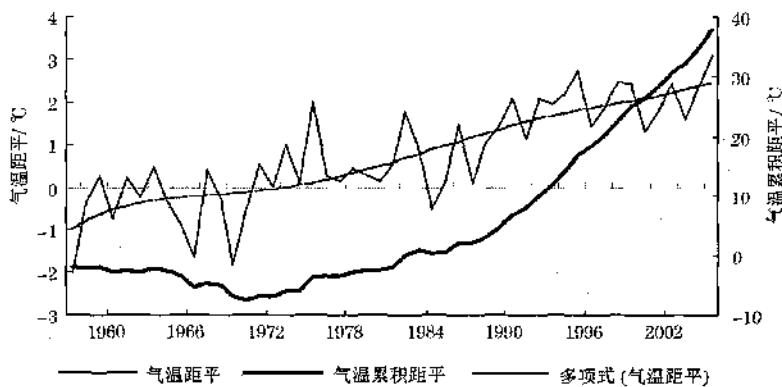


图 1 呼伦湖年平均气温距平和累积距平变化趋势

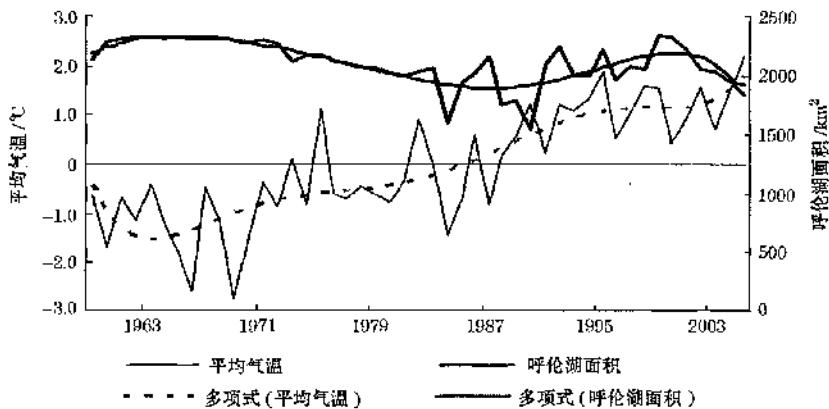


图 2 呼伦湖年平均气温与湖面面积的变化

## 2.2 降水量

呼伦湖区域降水量近 50 年来呈不断下降趋势, 10 年的气候趋势倾向率为  $-4.6$

进而从呼伦湖湖面积和气温的演变趋势(见图 2)进行分析, 年均气温与湖面面积之间存在负相关关系。从 1959 年以来年均气温和湖面积对应数组中, 进行相关统计分析, 相关系数达  $-0.56$  ( $n=47$ ), 存在显著负相关。年平均气温 10 年的增温率为  $0.8^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ , 湖面面积 10 年减少  $66.5 \text{ km}^2/10\text{a}$ , 说明气温的增高加速了湖面水体面积的缩小。

$\text{mm}/10\text{a}$ , 特别是 2000 以后, 下降趋势明显加快。从降水量的多年平均状况来看, 多年平均年降水量为  $283.2\text{mm}$ , 最高降水量为  $590.1\text{mm}$ , 出现在 1998 年, 最低降水量为

141.7mm, 出现在1986年, 变化幅度为 $-49.97\% \sim 108.35\%$ 。但近5年有明显的下降趋势。说明呼伦湖区域从1998年特大洪水之后, 降水量呈显著的减少趋势, 目前正处于干旱少雨期。

通过分析多年来降水量与湖泊水域面积变化之间的相互关系发现, 降水量对湖泊面积变化有较大的影响。特别是极端降水量对于湖面积扩张或缩小有显著的影响。例如, 1998年, 呼伦湖地区年均降水量为590.1mm, 是近50年来最大降水量; 而受强降水影响的第二年, 即1999年湖面积也扩张

到近50年来的最大面积为2339km<sup>2</sup>。而2000年后, 除2002年降水量达到301.3mm外(仍低于多年的均值), 其它年份均低于200mm; 该时期内湖面积呈现快速萎缩现象。

通过呼伦湖地区湖面面积和降水量资料分析(见图3), 两者相关关系比气温稍差一些, 其相关系数为0.31, 属于正相关。从变化趋势分析, 年降水量和湖面面积都呈不断减少趋势, 说明降水的减少和湖面面积的缩减是同步的。因此降水量的逐年减少引发了湖面面积的不断萎缩。

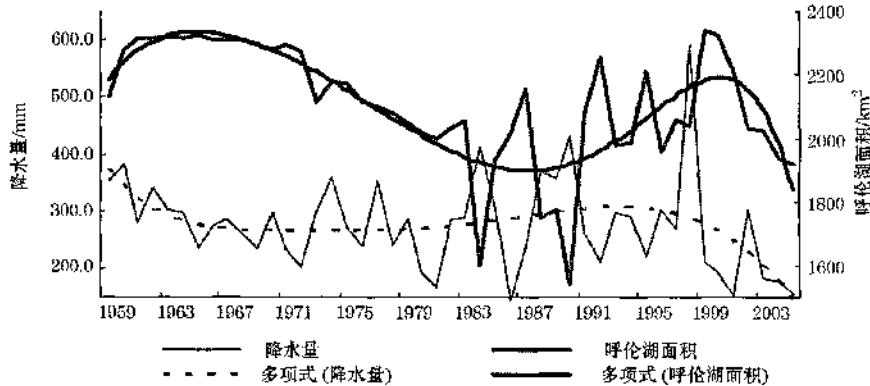


图3 呼伦湖年降水量与湖面面积的变化

### 2.3 极端降水事件

从呼伦湖地区总雨日、小雨日和暴雨日时间序列分布特征(图4)来看, 年总雨日、小雨日和暴雨日均呈现出减少的趋势, 但暴雨日数减少趋势不明显, 而小雨日以 $1.4d/10a$ 的趋势在减少, 本世纪为近年来小雨日数最少时期。可以说呼伦湖地区总雨日的减少主要体现在小雨日数的减少, 暴雨日数变化不大。通过计算降雨强度的变化(见图5), 发现总雨强变化不明显, 而小雨强度在逐年增加, 其气候趋势倾向率为 $1.1mm \cdot d^{-1}/10a$ , 尤其在1990年代后期至2004年小雨强度增强明显。在这种气候变

暖背景下, 降水总量具有减少的趋势, 且降水事件有向极端化发展的倾向(即降水分布不均匀), 从而引起更多、更强的旱涝灾害, 尤其是旱灾, 进而对呼伦湖的生态环境带来不利影响。

从图6可看出近年来呼伦湖区域干燥事件时频分布呈现波动式变化特征, 1970年代为干燥事件多发阶段, 1980年代前期为少发时期, 1980年代后期至1990年代初期为多发期, 1990年代后期为少发阶段, 而进入本世纪以来干燥事件呈高发时期, 目前正处于干燥事件多发期。这很可能是造成1998年以来呼伦湖地区干旱频繁发生和灾情较重的主要原因。

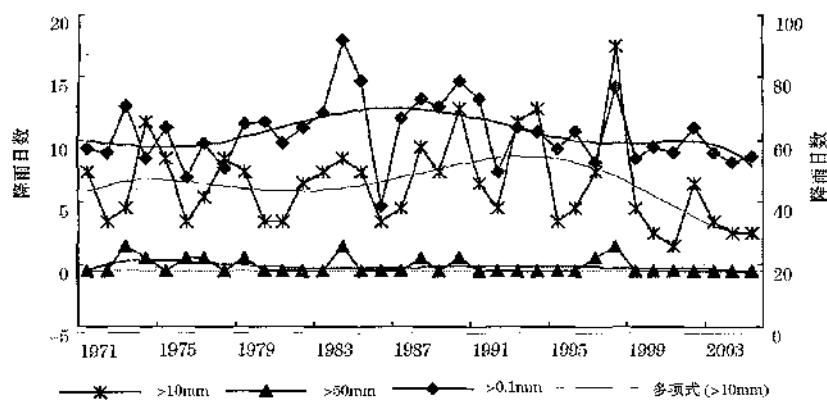


图 4 呼伦湖区域总雨日、小雨日和暴雨日变化特征

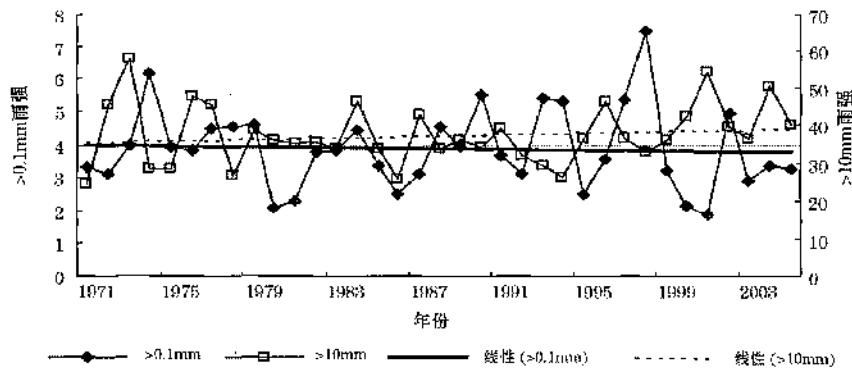


图 5 呼伦湖区域小雨事件强度的时频分布

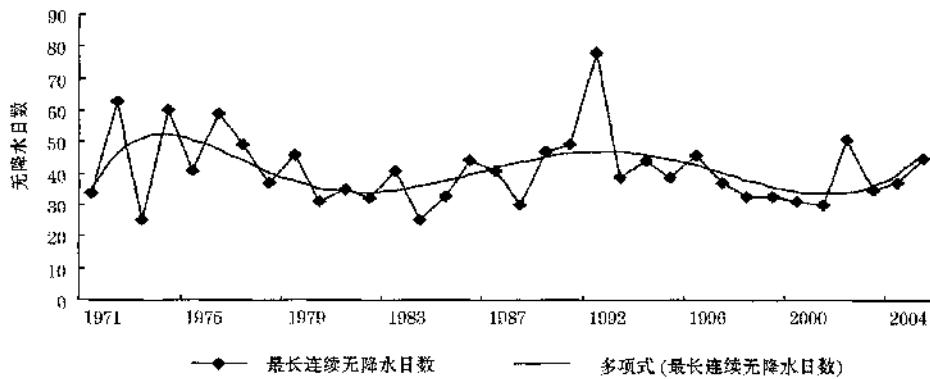


图 6 呼伦湖区域干燥事件的时频分布

综合所述,进一步说明从 1950 年代至 2004 年,呼伦湖地区气温在逐年增高,降水量的波动性较大,但从 1998 年以后降水量有逐渐减少态势,而总雨日尤其是小雨日减少趋势明显,降水强度增大,干燥事件增

多,并且气温和降水目前均处于高气候状态下,变率较大,致使极端气候事件呈增加趋势。这些因子的综合作用,对呼伦湖地区生态环境的恢复与建设非常不利。致使 1999 年以来呼伦湖地区高温酷热天气增多,干旱

化趋势加剧,水分亏缺现象更为严重,生态缺水矛盾突出,使该地区生态环境受到严重破坏,生态环境有局部恶化的趋势。

### 3 人类活动对呼伦湖区域生态环境的影响

人类活动是影响生态环境发展、演化与逆转过程的一个关键因素,并逐步被认为是生态环境演变的主要驱动力之一<sup>[6]</sup>。进入人类历史时期以来,由于人口增多、生产工具的革新、牲畜头数的逐年增多、人类农牧业等经济活动范围的拓展和强度的增强,在受气候变化等自然因素影响的生态环境变化的基础上,又叠加了人类活动过程,并且所占比重也越来越大。

一般而言,人类活动对生态环境的影响有正、反两方面的效应<sup>[8]</sup>。一方面,通过制止不合理的“六滥”(即滥垦、滥牧、滥采、滥用水资源、滥开矿等)活动,并采取有效的防沙治沙措施如植树造林、封禁轮牧、退耕还林还草以及退化草地的恢复与重建等人工措施,有利于减缓或抑制荒漠化的发生与扩展过程,促进荒漠化土地的逆转,使生态环境向良性循环的方向发展。另一方面,呼伦湖地区天然降水较少且时空分布极不均匀,植物生态系统非常脆弱。同时这里分布着大量的矿产资源、能源资源和生物资源。随着人口的增加和社会经济的发展,为了满足人类生存和社会经济发展的需要,不断进行土地垦殖、放牧、樵采、开矿、筑路、新修水利、新建工矿企业等,在缺乏合理与严格的生态保护措施的条件下,改变了植被状况,破坏了地表土层结构,扩大了裸地面积,为沙漠化的发生与扩展提供了得天独厚的条件,使生态环境恶化趋势加快。经对内蒙古呼伦湖区域的实地考察得知,呼伦湖周边除了天然草地外,还有人口较为集中的扎

赉诺尔煤炭工业区和满洲里市等城镇。据此判断,人类活动对呼伦湖生态环境的影响较大。在人口增加和经济快速发展的情况下,必然导致超载过牧,滥砍乱伐等不合理的开发利用水资源,土地资源,这将引起湖泊面积的缩小,湖面下降,生物多样性降低,使湖泊湿地失去原有的功能,将带来无法挽回的恶果。而呼伦湖正在承受上述人为压力,沿湖牧民药浴牲畜,草原杀虫灭鼠剂的残留物,部分厂矿排放的废气、废水、废渣对呼伦湖及流域造成污染。

表 1 呼伦湖流域社会经济变化情况

	1947	1958	1990	2004
耕地面积/ $hm^2$		120	573	320
人口数量/万人	0.56	0.91	3.17	3.45
牲畜头数/万头(只)	26.7	43.3	56.44	100.23

从表 1 可看出,近年来呼伦湖流域耕地面积急剧扩大,从 1958 年的  $120 hm^2$  猛增到 1990 年的  $573 hm^2$ , 增加了  $453 hm^2$ , 后由于国家实施退耕还林还牧工程,到 2004 年减少到  $320 hm^2$ ; 人口数量从 1947 年的 0.56 万人增加到 2004 年的 3.45 万人,增加了 5.2 倍多,人们为了生存,开始大量的开垦荒地,使耕地面积逐年增加,但有些土地是宜牧或宜林区,气候条件和土壤类型根本不适合农耕,因此,在开垦几年后就被弃耕,造成大量水土的流失和沙漠化的发展;牲畜头数从 1947 年的 26.7 万头(只)增加到 2004 年的 100.23 万头(只),增加了 73.53 万头(只),近 2.8 倍,牲畜头数的成倍增加,使草场超载过牧现象严重,进一步加重了草场的压力,加剧了草场的退化、沙化。据统计由于超载过牧、草原利用不合理等原因,周边退化草原面积占可利用草场的 21%,草原退化导致其调节气候、涵养水源、防风固沙的功能下降。

通过对地处同一气候区的呼伦湖和贝尔

湖湖泊水位的遥感监测,发现呼伦湖湖面面积呈逐年萎缩趋势,其10a气候趋势倾向率为 $-66.5\text{ km}^2/10\text{a}$ ,减少的趋势明显。并从1999年至2004年呼伦湖水面面积萎缩趋势更为明显,速度加快。在短短6年的时间里,湖面面积缩小了 $400\text{ km}^2$ ,萎缩率达 $-124.3\text{ km}^2/10\text{a}$ 。呼伦湖水位的涨落变化较大,但总体为下降趋势,10a呼伦湖水位下降率为 $-2.27\text{ m}/10\text{a}$ ,近年来由于干旱少雨,水位急剧下降,在2000—2005年短短5年时间内,水位连续下降了1.8m,下降趋势显著。随着湖水水位下降,湖边大面积芦苇和湿地消失,湖滨沼泽干枯,部分湖底裸露,表面覆盖松散沙砾已成为沙源,并向外扩展,出现沙化。同时由于沿湖草原超载过牧,造成湖区沿岸植被破坏、草场退化。初步调查表明,呼伦湖周边沙漠化面积已达100多 $\text{km}^2$ 。而贝尔湖水域面积随着年度和月份的变化虽也有一定的波动,但基本上维持在 $600\text{ km}^2$ 左右,2002年9月湖区面积与2005年同期相比,基本上无显著变化。从湖区面积与降水量的变化关系来看,贝尔湖有较好的吻合关系,在降水量充沛的年份,湖面面积趋于扩大,而在降水少,温度高的年份,湿地面积减少,因而可以认为降水的变化是影响贝尔湖湖泊面积和水位变化的主要因素。这也充分反映了位于同一气候区的两个湖泊,由于人类活动强度的不同,使湖泊水体及其区域生态环境的变化相差甚远。

究其原因,对贝尔湖区域来说,主体湖面位于蒙古国境内,只有极小部分在呼伦贝尔市境内。由于蒙古边界地区人烟稀少,在贝尔湖区域几乎属于无人区,相应人类活动对贝尔湖区域生态环境影响甚微,贝尔湖湖面及其周边地区生态环境的变化主要受气候条件的影响。而呼伦湖属于人口和工业聚集区,受人类活动的影响所占比重较大。因此,可以说人为因素对呼伦湖区域生态环境

的影响起着重要的作用。

#### 4 结语

气候变化和人类活动对生态环境都会产生显著的影响。目前,呼伦湖地区生态状况是气候变化和人类活动共同作用的体现。近年来呼伦湖地区生态环境总体好转,局部恶化的现状体现了在气候条件不利(暖干化趋势)的情况下,国家对生态建设和治理加大投入的成效。但同时应该看到,呼伦湖地区土地沙化、荒漠化趋势仍很严重,近几年来的连续干旱少雨,以及人类活动的加剧,水资源短缺矛盾突出,生态环境建设与保护的任务仍很艰巨。

#### 参考文献

- [1] 夏彭年,陈光明,沈建国,等.内蒙古自治区水资源可持续利用问题及对策[J].内蒙古大学学报,2000,32(3): 93-98.
- [2] 严登华,何岩,邓伟,等.呼伦湖流域生态水文过程对水环境系统的影响[J].水土保持通报,2001,21(5): 1-5.
- [3] 李亚威,韩天成.内蒙古湖泊水资源及主要环境问题[J].内蒙古环境保护,2000,2: 18-22.
- [4] 王文华.浅析呼伦湖水位变化对水质的影响[J].内蒙古水利,2005,3: 3-8.
- [5] 封建民,王涛.呼伦贝尔草原沙漠化现状及历史演变研究[J].干旱区地理,2004,27(3): 75-79.
- [6] 金良.呼伦贝尔市生态环境变化趋势及主要驱动因子分析[J].内蒙古财经学院学报,2005,14(3): 66-68.
- [7] 杨青,何清.塔里木河流域的气候变化、径流量及人类活动的相互影响[J].应用气象学报,14(3): 310-321.
- [8] 苏志珠,卢琦,吴波.气候变化和人类活动对我国沙漠化的可能影响[J].中国沙漠,26(8): 329-335.
- [9] 鞍晓苏,石广玉,董敏,等译.全球变暖.2001.