

# 电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源

# 北方农牧交错带全新世湖泊演变特征

刘清泗 汪家兴 李华章

## 一、引言

北起呼伦贝尔，向南延伸，经内蒙东南、冀北、晋北、鄂尔多斯直至陕北的广阔地带，是从半干旱地区向干旱地区过渡的地带，也就是历史上农牧交错的地带。从地貌和沉积物判断，这一地带在第四纪地质历史时期曾经有过湖泊发育的极盛时代，但后来湖泊萎缩了，一些湖泊消失了；现存的少数湖泊也都处在萎缩和消亡过程中。由于它们所处的地区不同，所在的地貌部位不同，湖泊发展的阶段不同，湖泊大小悬殊，性质各异，其中有淡水湖、半咸水湖、咸水湖，还有已经干涸了的盐碱湖等。但是它们都表现出发展过程和发展趋势的一致性。

## 二、湖泊演变的一般过程

湖泊演变的标志主要是从野外地质、地貌和水文等方面的考察中获得，从岩性、岩相和沉积物的分析中获得古水文和环境演变的信息。其中对岱海、黄旗海、达来诺尔、泊江海子和红碱淖尔等湖泊作过较详细的分析研究。以岱海为例，作为古水文标志的古湖岸线、湖岸阶地，在湖区边缘多处发现。有人提出岱海有 4-5 级湖积阶地，经过多次野外调查，发现至少有三级阶地是有可靠证据的。经过  $^{14}\text{C}$  年代测定，其中的一、二级阶地是全新世湖泊作用的结果。譬如，岱海东岸苜花河北岸的二级湖积阶地淤土堡剖面，其下部湖相层  $^{14}\text{C}$  年代为距今 11615 年左右，该剖面大部分为早全新世沉积，上部有中全新世沉积。岱海西岸弓沟沿二级阶地剖面，中部  $^{14}\text{C}$  年龄为距今 8000 年左右，也主要是早全新世沉积，其上部为中晚全新世沉积。岱海东岸苜花河口一级阶地剖面和北岸的老洼营芦苇场剖面为中晚全新世沉积。对这些剖面进行系统采样分析，根据岩性、岩相、孢子花粉组合、微体古生物组合(主要是介形类化石)、微量元素含量及扫描电镜石英颗粒表面形态分析等，发现岱海地区全新世以来的气候曾有 10-11 次温湿、干凉，凉湿、干温阶段的交替变化。用孢子花粉、微体古生物和微量元素的定性、半定量和定量分析，作出一条反映一万年以来气候变化的曲线(刘清泗等，1989)，如图 1 所示。这条曲线与史培军在 1988 年的博士论文中所作的岱海淤土堡剖面多年平均降水值曲线和鄂尔多斯地区干湿期频率距平值曲线有较好的对应相似性(图 1)，它们从不同角度证明了本区气候变化阶段的客观性。

研究湖区的气候变化是为了更好地研究古湖水文变化及其湖泊演变的原因。湖相沉积物提供了大量的气候变化证据，同时也提供了丰富的古水文信息，及古泊演变的证据。上述剖面中出现的浅湖相和湖边沼泽相层位的高程以及一、二级阶地的高程位置，可以认为它们是代表不同时期的湖面高程(没考虑全新世以来构造运动的影响)。又根据岱海周围的各主要剖面  $^{14}\text{C}$  年代数据(淤土堡剖面下部距今 11615 年、弓沟沿二级阶地剖面顶部距今  $8005 \pm 100$  年、东河沿剖面下部冻融褶曲层距今  $6030 \pm 85$  年以及芦苇场剖面下部冻融褶曲层距今 1500 年左右)，用剖面对比和沉积速率推测的方法，确定了

各主要阶段相应的湖面高程的年代,建立起距今 11000-1000 年之间主要湖面高程序列。用所得到的各湖面高程数,在 1:50000 比例尺的湖区地形图上内插等高线,然后用 KP-80N 电子求积仪沿每条不同等高线进行量测,得到各个不同湖面高程的湖水面积。再结合湖底、湖岸地形特点,把整个湖泊分割成数十块大小不同的梯形,求其各块体积并累加而得到各时期古湖水的近似体积。用湖水体积除以湖水面积得到各时期的平均湖水深度。各时期的湖面高程与湖底最低点高程之差,便是最大湖水深度。根据这些计算而获得岱海湖区距今 11000-1000 年之间湖面变化数据(表 1)。

表 1 岱海距今 11000-1000 年湖面变化数据表

时期(年)	湖面高程(米)	最大深度(米)	平均深度(米)	湖水面积(平方公里)
距今 1000	1229	22.5	10.24	234.5
距今 1500	1227	20.0	9.22	189.6
距今 2000	1228	21.5	9.64	216.3
距今 3500	1227	20.0	9.22	189.6
距今 4000	1228	21.5	9.64	216.3
距今 5000	1227	20.0	9.22	189.6
距今 8000	1253	46.5	22.34	391.2
距今 9000	1250.5	44.0	21.52	333.6
距今 10000	1247	40.5	19.45	320.4
距今 11000	1245	38.5	18.06	311.6

根据考古资料和文献记载,获得 1880-1929 年各时期的湖面水位高程或湖水面积数值,又据水文观测资料查得 1935-1986 年之间各时期的湖面高程或湖水面积。利用这些湖面高程或湖水面积资料进一步推算出湖水平均深度和湖水最大深度等数据(如表 2)。

表 2 1881-1986 年岱海湖面变化数据表

从表 1 可以看出距今 11000 年以来岱海的水位变化情况:早全新世前半期为高水位期,湖面高程由 1245 米 1247 米 1250.5 米 1253 米,大约在距今 8000-9000 年达到全新世最高湖面。从距今 8000 年以后湖面高程急剧下降,大约在距今 7000 年左右湖面高程降低到 1228 米。此后在距今 7000-1000 年之间湖面高程又有若干次升降波动,但基本上都是在 1227-1229 米之间,变化幅度较小。大约在距今 1000 年以来湖面又一次明显下降,其波动幅度一般在 1212-1224 米之间,特别是近百年来湖面波动明显,下降较快。大致从 1881-1930 年湖泊水位下降,湖面明显收缩,1929 年湖面高程降到 1212.5 米,是历史上的最低湖面,当时岱海的面积仅有 50 多平方公里。从 1931-1970 年湖泊水位回升,湖面扩大;到 1970 年湖面回升到 169 平方公里。从 1971 年至今湖面又呈下降趋势,如图 1 所示。

与岱海相邻的黄旗海,它在全新世以来的变化情况与岱海相似。在黄旗海东岸八台沟剖面下部(根据本剖面中部  $^{14}\text{C}$  年龄,推测大约距今 10000 年左右)的古湖面高程为 1349 米,可算出当时湖面达 690 多平方公里。在湖东南

岸小孤山上，海拔 1360 米处，发现一层在古湖水长期作用下形成的水平条带状的白色石灰华和盐类物质，分布于玄武岩岩块表面和岩石裂隙中，<sup>14</sup>C 年代测定为距今 7605 年左右，说明这一时期湖面高程曾达到 1360 米高度。根据这一高程求出当时湖水面积达 830 多平方公里，这是黄旗海地区发现的全新世最高湖面位置。此后湖面开始下降，在八台沟剖面中下部发现一层黑色淤泥质湖边缘相沉积物，推算当时湖面高程为 1352 米，<sup>14</sup>C 测定年代为距今 7175 年左右，求出当时湖水面积约为 750 平方公里。以后湖面继续下降，在黄旗海北岸赞达营剖面发现 1300 米的湖面高程(根据层位对比，推算年代为距今 4000-5000 年)，这时湖面已经缩小到 393.3 平方公里。1000 年以来湖面急骤下降，现在湖边至少有两级湖积阶地面比赞达营湖相层低 5-7 米。特别是近百年来黄旗海水面下降更快，1929 年前后黄旗海曾经干涸变为沼泽。从 30 年代到 50 年代黄旗海水面又表现波动回升，到 50 年代末黄旗海湖面扩展到 130 多平方公里，60-70 年代黄旗海已收缩到只有 70 多平方公里，但水质还较好，曾以盛产体肥肉美的“官村鲫鱼”闻名京津一带，官村鲫鱼运往北京作为国宴佳肴。1974 年以后黄旗海水位又开始下降，现在的湖面仅有 68 平方公里。由于湖面缩小，湖水迅速浓缩而咸化，并遭到严重污染水质日趋恶化，到 70 年代末，湖里的淡水鱼已全部死光。当地人到青海湖弄来鲤鱼放养，由于水质盐度高，又加人为污染，鲤鱼也只能生长而不能繁殖，几年之后鲤鱼也全部死光，现在的黄旗海已经成为一潭死水，仅在其北岸河口处有一些人工栽培芦苇。观测记录，1964 年黄旗海中的氯离子浓度为 1222.0 毫克/升，到 1979 年就升高到 4946.1 毫克/升，含盐量从 1972 年的 7.79‰ 上升到 1973 年的 9.040‰，1974 年的 11.68‰，1977 年的 18‰。

表 3 达来诺尔全新世演变数据

时 代	湖面高程(米)	湖水平均深度(米)	湖水面积(平方公里)	水面收缩率(%)
晚更新世晚期	1295	75.5	1547.92	—
B.P.7000 年	1262	42.5	770.06	49.75
B.P.3500 年	1241	21.5	428.88	55.69
50 年代	1227	7.5	266.70	51.19
80 年代	1226	6.5	< 200	91.10

注：据耿侃等，1988。

位于农牧交错带东部的达来诺尔全新世以来也是处在不断的收缩过程中(如表 3 所示)。整个农牧交错带各主要湖泊，如呼伦池、乌梁素海、泊江海子、红碱淖尔、库尔查干诺尔和吉兰泰盐湖等都表现出不断收缩和不同程度的咸化过程，特别是近代的变化趋势比较一致(如表 4、表 5)。

表 4 内蒙古自治区主要湖泊面积变化表

湖泊名称	湖泊面积变化(平方公里)		
	50年代统计面积	60-70年代航测面积	70年代以来卫星像片量测面积
呼伦池	2667	—	1968
达来诺尔	266.7	245.5	210.8
乌梁素海	466.7	232.8	—
岱海	200	152.5	140.3
黄旗海	133.3	71.9	68.0
库尔查干诺尔	—	111.2	93.9

注：据王洪道等，1988。

表5 吉兰泰盐池全新世演化阶段

时期	湖泊水面积(平方公里)	湖泊水质	盐湖发展阶段
现代	55	晶间卤水	氯化物型盐湖阶段
全新世晚期	102.4	卤水	硫酸盐-氯化物型盐湖阶段
全新世中期	224	卤水-咸水	硫酸盐型盐湖阶段
全新世早期	600	咸水	咸水湖

注：据耿侃等，1989。

### 三、全新世以来本区湖泊演变的主要特征

(1)本区全新世以来湖泊演变特征，表现出总体发展趋势的收缩性，以及发展过程的波动性和阶段性特点。

上述各湖泊全新世以来的主要变化是水位高程不断降低、湖面不断缩小，多数湖泊向着咸化方向发展。但这种发展变化不是均匀的，也不是直线式的，而是表现出明显的阶段性和波动性特点，如图1中岱海水位高程曲线所示，大体可分为10000—8000年前的高水位阶段和7000—1000年前的中水位波动阶段以及1000年以来的低水位波动阶段，特别是近百年来水位波动变化更为明显。

据F·A·斯特里特等人的研究，非洲大陆地区湖泊水位的变化也具有明显的阶段性特点，大约距今11000—12000年前湖泊水位多数为中水位，少数出现高水位；距今8000—9000年前各湖泊普遍出现高水位；距今3000—4000年前湖泊多数为中水位或低水位；而目前的湖泊普遍为低水位。这种湖泊水位阶段性的变化与岱海和整个农牧交错带湖泊发展的阶段性比较一致。这种一致性不应是偶然的巧合，这可能是因为全球性气候变化在时间上的同步性间接地表现在湖泊水位变化阶段上的一致性。

(2)本区全新世以来湖泊演变的另一个突出特征是表现在湖面变化与气候变化的一致性。

从图1可以看出，岱海水位高程变化曲线与气候变化曲线、降水变化曲线和干湿期频率变化曲线具有很大的相似性，这说明本区湖泊发展演变的主要原因是气候变化引起的。值得注意的是岱海湖面高程变化曲线还与全球10000年来冷暖变化曲线(H.H.Lamb, 1972)有较好的同步性，与北非地区12000年以来<sup>14</sup>C测年频率分布干湿变化曲线(Gerh等, 1974)也有较好的相关性。这种不同地区远距离的变化相似性和可比性，也不是偶然的，这说明

农牧交错带的湖泊演变不仅受本区气候变化的直接影响，而且这种变化也与全球性大气气候变化背景相一致的。

### 参考文献

刘清泗等，1989，岱海盆地全新世环境演变及其开发利用，干旱区资源与环境，第3卷，第3期。耿侃等，1988，内蒙古达拉诺尔地区全新世湖群地貌特征及其演化，北京师范大学学报(自然科学版)，第4期。

王洪道等，1988，干旱、半干旱地区湖泊水资源及其保护，中国干旱半干旱地区自然资源研究论文集，科学出版社。

耿侃等，1989，吉兰泰盐湖的演化趋向，北京师范大学学报(自然科学版)，第3期。

F·A·斯特里特，A·T·格罗夫，1987，非洲第四纪晚期湖泊水位振动反映的环境和气候含义，国外地理资料(湖泊研究专辑)，第1期(总第6期)。

H.H.Lamb，1977，Climate：Present，Past and Future，Vol.2，Climatic History and the London。

### Evolutional Characters of Holocene Lakes in the Transitional Agriculture-Animal Husbandry Zone in North China

Liu Qingsi Wang Jiaying Li Huazhang

### ABSTRACT

Taking depositional lake terraces, shore bars, lake-cutclifs, shallow lake and swampy sediments as the paleohydrological indicators, We have deduced the lake levels of different stages during Holocene for the Daihai Lake, the Dalai Nur Lake, etc. Based on the terrain contours below and above the lake, the volume and the area of the Daihai Lake have been calculated. Also with the help of the hydrological records since 1880, along with the above mentioned data, figures and curves of the lake level changes of the Daihai Lake during the Holocene were obtained. As showed in the table and the chart, the level of the lake ten ded to change as follows. It rose from 1245 to 1247 m.a.s.l. from 11000 to 10000 a.B.P. and rose again from 1250.5 to 1253 m from 9000 to 8000 a B. P. Afterwards, it fell obviously to 1228 m near 7000 a.B.P. and then changed between 1227 m and 1229 m a.s.l. during the period from 7000 to 1000 a B.P. It fell again later on, especially quickly in the last 100 years. From 1881 to 1930 was the period when the lake level dropped and the lake area reduced. In 1929, the lake level reached its lowermost altitude (1212.5 m a.s.l.) with an area of only more than 50 km<sup>2</sup>. From 1931 to 1968, the

level rose to increase the lake area to 169km<sup>2</sup>.From1971on , thelakehastendedtofall.The above situation indicates that the Holocene lakes as a total have contracted and fallen in al-titude , with some fluctuations.

It is found that the Holocene climate in the Daihai area has undergone changes for eleven times between warm humid , cool dry ,coolhumidandwarmdry, and accordingly, the curves of the Holocene change and the mean annual precipitation are plotted. These two curves correlatewith the lake level curve quite well , showing the direct relation between the climatic changes and the lake evolution.

# 内蒙古农牧交错地带土地利用与土壤侵蚀研究

赵济 王静爱

内蒙古农牧交错地带(下称农牧交错带)是北半球环境危机带(Environment Critical Zones)的组成部分。它的范围大致相当于内蒙古自治区境内的半干旱地区,呈东北-西南延伸,东南-西北更替(图1),面积约有26万平方公里<sup>[1]</sup>。其地貌以山地丘陵为主,间有高平原和平原,植被以森林-灌丛草原、草原为主,土壤则为黑钙土、栗钙土、黄绵土及潮土。本文在分析研究区的环境与资源特征基础上,着重讨论土地利用与土壤侵蚀的特征及其相互关系问题。

## 一、环境与资源特征

农牧交错地带正处在我国东部季风区与西北内陆干旱区之间,内蒙古高原与华北和东北山地,蒙古族居住区与汉族居住区,牧区与农区的过渡地带。年降水量450-250毫米,且由东南向西北更替,空间递变率8-8.5毫米/100平方公里。降水集中夏季,七、八两月降水占全年降水量的45-55%,年际降水变率20-50%。在降水主导下,地貌对水热再分配的作用,使得研究区的环境与资源具有如下特征。

(1)地理环境地域分异明显。宏观地理环境呈东北-西南延伸,东南-西北更替的带状分异规律,即由西北高原、丘陵牧农交错的地理环境,经中部山地丘陵林牧农交错的地理环境,向东南更替为丘陵、黄土台地、沙地农牧交错的地理环境。

(2)环境演变敏感。水分条件的不稳定性导致整个地区环境演变非常敏感,突出表现在气候、植被、土壤地带的空间分布不相吻合上,即显示出时间上的后滞现象。在研究区西端的鄂尔多斯高原,草原与荒漠草原的分界地段,土壤地带较相应的气候带偏西50公里以上。水分条件的不稳定,使第一性生产力具有明显的波动性,农牧交错地带空间摆动幅度达90-100公里<sup>[2]</sup>。

(3)农牧交错的土地利用方式。土地利用现状表现为农田、草地、林地在空间上交错,在时间上时农时牧,自仰韶文化以来,曾经历过5次明显的农牧交替。此外,民族也具有明显的蒙汉交错分布特征,研究区东部的哲里木盟和赤峰市蒙汉人口所占比例分别为36.39%和61.03%、11.10%和86.81%。

(4)生态环境脆弱,多灾,灾情严重。植物、动物群落单调,深受降水多寡影响,显示出不稳定的易变特征。研究区中西部(呼和浩特及邻近地区),1850-1950年的100年中,共发生各类灾害221次,灾情达到5-6级的占20%左右,在众多灾害中旱灾和水灾出现的频率最高,其次是霜灾和雹灾<sup>[3]</sup>。

(5)地下资源相对丰富,地表资源相对不足。这一地带矿产资源以煤、有色金属为主,是我国重要的能源基地之一,业已大规模开发的有东胜、准格尔煤田,霍林河矿区和元宝山矿区等。其中东胜、准格尔煤田800米以浅保有储量达1212亿吨。水资源在东部地表径流相对多,赤峰市为31.02亿立方米,哲里木盟为8.18亿立方米,人均占有量前者825.2立方米,后者330

立方米，均低于全国人均占有量 2500 立方米的平均水平。土地资源中，河谷平原、河湖平原占有量赤峰为 24436.8 平方公里，人均 0.65 公顷，哲里木盟为 26300 平方公里，人均 1.06 公顷。

## 二、土地利用特征

农牧交错地带土地面积约 26 万平方公里，大致包括 43 个旗、县、市，人口约 1400 万。土地类型多样，例如哲里木盟和赤峰市山地、丘陵、台地、高平原、平原和沙地分别占各盟市面积的 12.6%和 23.59% ,7.75%和 25.36% , 1.46%和 6.50% , < 1.0%和 0.27% , 45.67%和 30.89% , 32.52%和 13.39% ; 土地类型分布具有水平方向的分带性和垂直方向的成层性 ; 土地自然生产力地带性差异和非地带性差异叠加十分突出。在长期的土地利用过程中，形成下述特征。

### 1. 不同空间尺度上农牧用地交错

图 2 概略地显示了研究区土地利用的宏观分布结构。由于受降水与土地类型条件的限制，一方面表现为西北部的牧农交错，中部的林牧农交错，东南部的农牧交错的带性分布；另一方面还表现出不同地貌单元，次一级的农牧用地的交错特征。图 3 分别显示出土石质山地丘陵(图 3a 赤峰地区)、黄土丘陵(图 3b 清水河地区)、高平原(图 3c 阴山北部地区)和沙地(图 3d 科尔沁地区)四种主要地貌类型区的土地利用交错分布特征。这种农牧交错特征在更次一级地貌部位上亦有明显反映。

研究区土地利用的空间结构，总体上看，是符合区域土地资源分布规律的，是长期以来人-地关系协调的结果。但黄土丘陵区连片过度开垦，造成不合理的空间结构。

### 2. 初步形成乔灌结合的防护林体系

“三北”防护林体系在研究区初见成效，形成了斑点状乔木林与条块分割的灌丛、草地交错的乔灌草相结合的防护体系，由东北向西南断续成带。该防护林带对耕地防护、水土保持和防风固沙有明显效果。

### 3. 旱耕地、放牧草地占优势，工矿用地甚少

研究区土地利用构成(见表 1)平均为 6 草 1 林 2 分田。耕地比例远远高于纯牧区，而低于纯农区；草地比例则低于纯牧区，而高于纯农区。整体看，林地比例偏小，其它用地中的工矿用地甚少，不足 0.1%。

表 1 内蒙古农牧交错地带土地利用数量结构

项目 地区	土地利用数量(%)				人均土地利用类型(公顷)			
	耕地	林地	草地	其它	土地	耕地	林地	草地
农牧交错区	31.15	11.72	51.20	5.93	1.24	0.39	0.15	0.64
牧农交错区	18.96	13.14	62.51	5.39	3.43	0.65	0.45	2.14
整个交错区	24.21	12.50	57.69	5.60	1.94	0.47	0.25	1.12

耕地、草地及林地的内部类型结构比例如表 2 所示。耕地中以旱地为主，水浇地比例甚小；草地中天然放牧草地和兼用(放牧与割草兼用)草地为主，割草地极少；林地中灌木林较多，乔木林较少。总体看，多旱地、多天然草地，这就回答了为什么研究区大农业生产的不稳定性受降水波动的制约关系。

表 2 内蒙古农牧交错地带土地利用内部结构

项目 数量 地区	耕地			草地				林地	
	总量 (平方公里)	水浇地所占比例 (%)	旱地所占比例 (%)	总量 (平方公里)	放牧草地所占比例 (%)	割草地所占比例 (%)	兼草用地所占比例 (%)	总量 (平方公里)	天然乔木所占比例 (%)
东部区 (赤峰)	17033.24	15	85	50713.37	49	< 1	48	14611.02	37
中部区 (商都县)	2024.3	7	93	1902.1	59	3.6	37.4	268	—
西部区 (准格尔旗)	1041.9	1	99	3588.1	82	8.5	9.5	130.2	—

#### 4. 土地生产力低而不稳，土地生产力的提高取决于提高水分的有效利用

研究区土地生产力的高低，主要取决于有效降水的多少。研究认为<sup>[4]</sup>，温带半干旱地区，旱作和乔木生长要求的基本降水量为 400 毫米，低于这个值就被草原放牧业所取代。研究区土地的气候生产力平均为 5250-10500 公斤/公顷，而土地的现实生产力平均为 750-1500 公斤/公顷。现实土地生产力东南大于西北，与降水量的地带差异相似。气候生产力与现实生产力相差 7 倍，这个值高于纯牧区和纯农区。现实生产力的区域差异极大，灌溉农田最高达 15000-30000 公斤/公顷，旱坡耕地最低不足 150 公斤/公顷，二者相差上百倍，这个值也高于纯农区和纯牧区。由此看到，本区土地开发潜力很大。在防治土地退化的基础上，实现土地生产潜力，提高土地生产力，其关键在于水分的有效利用和土壤肥力。

对清水河县的土地现实生产力研究表明<sup>[5]</sup>，耕地利用中的粮食产量排序，水浇地最大，为 3.18 吨/年·公顷；梯田、坝地次之，为 1.16 吨/年·公

顷；坡旱地最小 0.63 吨/年·公顷。草地利用中可食鲜草人工草地最高 4.06 吨/年·公顷，天然放牧草地最低 0.83 吨/年·公顷。研究区内土地现实生产力的高值区是两大灌区，即西辽河灌区和呼包平原灌区；低值区在天然草地与旱坡地交错分布的地段。

### 5. 不同时间尺度上农牧交替频繁，地带摆动明显

研究区西北界是旱作农业的界限，随着降水量的年际变化，土地利用农牧更替十分频繁。在鄂尔多斯地区有“三年两种，三年两不种”的情况，反映出弃耕地、草地与旱耕地轮换的时变规律。在同一土地单元上农牧用地的轮换也比较频繁，一般是种一年歇一年，或种两年歇一年，或种一年歇两年，不同地区这种轮歇周期不一样。这充分表明，利用“丰欠互补”调整土地利用结构是符合时变规律的。

从更长时间尺度看，研究区历史上的农牧更替总的规律是：随着干湿气候段的更替，农牧交错带在空间上摆动，即表现为农牧区与牧农区的空间界线摆动。该界线在干燥段向东南移动，在湿润段向西北移动。鄂尔多斯地区第四纪全新世环境演变的研究表明，历史上的每一个干燥时期，物质文化以牧业为特色，而每一个的湿润时期，物质文化以农业为特色，而干湿转换时期为农牧交错文化。这种更替存在 2000 年的准周期。目前研究区正处在湿润段中由湿向干转换时期，据此认为，农牧交错带未来可能向东南方向移动。

## 三、土壤侵蚀特征

### 1. 土壤侵蚀现状

农牧交错地带土地退化相当普遍，主要有水土流失、风蚀沙化和草场退化等，集中表现为土壤的加速侵蚀，此外还有灌区的次生盐渍化。土壤侵蚀是影响本区现实土地生产力低而不稳的一个重要方面。从宏观上看，土壤侵蚀具有明显的地域分异，且与环境分异息息相关，自山地水力侵蚀向内、外依次为水力侵蚀为主、水、风复合侵蚀和风力侵蚀为主，风、水复合侵蚀相交错的格局(图 4)。土壤侵蚀强度分布见表 3<sup>[6]</sup>。农牧区水力侵蚀强度大于风力侵蚀强度，牧农区则相反。对上述土壤侵蚀基本状况进行分析，可以概括为如下特征。

#### (1)、农牧区以风力侵蚀为主，风水两种侵蚀相交织

研究区的广大沙地、覆沙梁地或高平原地区，风力侵蚀相当剧烈，在一些严重地段风

表3 内蒙古农牧交错地带土壤侵蚀强度分布

地区	类型 等级 面积%	水力侵蚀 %						风力侵蚀 %				
		1	2	3	4	5	6	小计	1	2	3	4
		农牧交错区 (东胜)	—	10.75	20.02	25.13	16.42	2.20	74.52	—	2.54	2.80
牧农交错区 (察右后旗)	7.67	20.17	1.00	—	—	—	28.83	4.36	5.66	16.98	10.25	8
全部交错区	17.30	24.60	10.00	5.77	2.41	0.59	59.99	6.92	6.93	11.15	5.7	3

蚀模数可达 20000 吨/(年·平方公里以上)。在牧农区河谷两侧、低缓丘陵和坡丘则以风、水两种侵蚀为主,侵蚀模数一般大于 20000 吨/(年·平方公里)。例如阴山北麓的武川县水力侵蚀面积占 48%,且以中度、轻度侵蚀为主;风力侵蚀面积占 52%,且以强度、剧烈侵蚀为主;总的土壤侵蚀为强度侵蚀。图 5b 为牧农区典型地段土壤侵蚀状况。

## 2. 农牧区以水力侵蚀为主,水、风两种侵蚀相交织

在研究区的广大黄土丘陵及披砂丘陵,水力侵蚀相当严重;在一些严重地段,水蚀模数可达 18000 吨/(年·平方公里)以上,河谷阶地和覆沙丘陵则明显表现为水、风两种侵蚀,侵蚀模数一般大于 18000 吨/(年·平方公里)。例如准格尔旗水力侵蚀面积占 84%,且以强度、剧烈侵蚀为主;风力侵蚀面积占 16%,且以强度、剧烈侵蚀为主;总的土壤侵蚀是剧烈的,成为整个交错带土壤侵蚀最严重的地段。图 5a 是农牧区典型地段土壤侵蚀状况。

## 3. 土壤侵蚀危害严重

研究区内的沙带和南部黄土丘陵是风力侵蚀和水力侵蚀强度最大的地带,而在这两条带之间的广大低山丘陵是风、水两种侵蚀的严重地段,造成严重的危害。据内蒙古土壤侵蚀研究,农牧交错地带的土壤侵蚀危害程度是全自治区最高的地带,形成了明显的土壤侵蚀危害带,对工农业生产造成严重危害。

土壤水蚀危害主要表现在强烈的面蚀造成土地生产力下降。准格尔旗五步进沟观测资料表明,坡旱耕地上每公顷年流失土壤以最低值 10 吨计,一年将流失有机质和氮肥 20-30 千克,全旗水蚀坡耕地(6 万公顷)约损失有机质和氮肥 1500 吨,折合尿素 3000 吨,接近全旗年化肥用量的一半。土壤水分处于作物需水的临界状态,平均产量 592.5 公斤/公顷(1971-1980),坡地天然草量不足 750 千克/公顷。土壤风蚀最突出的危害是可资土地资源丧失。例如科尔沁沙地的科左后旗中长台一带,50 年代末期 4、5 级风蚀占该地的 55.2%,70 年代末期扩展达 70.5%<sup>[7]</sup>,乌兰察布盟后山一带,开垦 30-50 年之后,明显风蚀面积已占到开垦总面积的 43%<sup>[8]</sup>。土壤侵蚀对河流泥沙、居民

及工矿用地、交通建设均有重大影响。严重的水土流失和风蚀沙化，在许多地段造成铁路与公路运输中断、居民地埋压、水利设施失效等危害。

#### 四、土地利用与土壤侵蚀相关特征

从宏观上看，土地利用类型组合分异与土壤侵蚀类型组合分异相一致。山地西北侧为牧农土地利用交错带与风蚀为主、风水两种侵蚀交织相对应；山地林牧农交错用地与水力侵蚀相对应；山地东南侧则为农牧交错用地与水力侵蚀为主、水风两种侵蚀相交织对应。造成这一一对应关系的主要原因是水分条件与地貌条件综合的地域差异。从次一级的空间尺度看，土地利用类型与土壤侵蚀强度的对应关系为：坡旱地是同等侵蚀环境下水蚀最为严重的地段；而沙质旱地是同等侵蚀环境下风蚀最为严重的地段；天然林地和平原水浇地是土壤侵蚀最轻微的地段。对东部地区的研究表明<sup>[8]</sup>，土壤侵蚀危害程度与旱耕地面积比例、人口密度、草场载畜量都有一定的正相关关系，而且复合侵蚀地段的相关曲线较单相侵蚀地段的相关曲线陡。因此，控制研究区的旱地数量、人口数量和载畜头数，是防治土壤加速侵蚀必须重视的问题。

为了表明土地利用和土壤侵蚀组合关系的地域差异，合理利用土地的同时防治土壤侵蚀，图 6 给出了二者相关的区域划分网格。各区域在土地利用与土壤侵蚀的空间结构、数量对比、时间对应性、开发与治理、形成与发展诸方面的关系是相辅相成的，只有在开发利用中加强治理，治理中促进开发，才能收到良好的经济、生态和社会三项效益。

土地利用与土壤侵蚀在时间上的相关关系，从年内变化看，水力侵蚀集中在夏、秋季，而风力侵蚀集中于冬、春季；前者主要对大秋作物种植带来危害，而后者主要对夏作种植带来危害，尤其对春播影响深刻，常常由于风蚀而毁苗露根，造成低产。此外，一年内如果偏干，不仅风力侵蚀增强，而且暴风雨常造成强烈的水力侵蚀，从而使土地生产力大大下降，酿成灾害；而遇偏湿，则不仅风力侵蚀减弱，也往往由于植被长势好，而使水力侵蚀得到控制，有利作物生长。

由以上特点可以看出，研究区土地利用与土壤侵蚀结构及利用水平与侵蚀强度，在时空两个方面均有相互对应的关系。

#### 五、区域开发对策

##### 1. 制定波动农牧业政策

研究区旱耕地和天然草地面积广大，降水的年内和年际波动性直接影响粮食产量和牧草生长的稳定性。因此，必须改过去的线性农牧业政策为波动农牧业政策。

在空间上应保证各类用地，特别是耕地和草地有基本稳定田和草场，以及有一定的随降水波动而利用上变化的地块，即有一定的空间摆动幅度的时农时牧土地。这样既可以有效利用土地，又不至使环境问题加剧。在时间上

土地利用数量结构也应视降水的波动，而保证每年的基本数量比例和随降水变化的浮动数量比例，以水定田，以草定畜。农业税收、农产品收购等一系列政策都应有相应的波动幅度。只有这样，才能在波动中求其稳定和增长，形成农牧互补，丰欠互补的经济模式。

## 2. 建立地下资源补地上资源的区域开发模式

研究区具有丰富的煤炭资源，是中国北方重要的优质煤产地。加强煤炭资源的开发，大力发展交通运输业，积累资金，以工补农，从而增加对旱作农业和放牧畜牧业的投资。改善交通条件以及转移部分靠天吃饭的人口，相对可以减低土地人口压力，利于农副产品转化，从而建立资源异地商品转化的产-供-销经济模式。另外，矿区的兴起相对加强了区域发展的“极核增长”因素，也有利于研究区农牧业经济的发展。

## 3. 分区开发与治理，建立不同土地类型单元的开发与治理模式

(1)在低山丘陵区，发展与完善喀喇沁旗模式，即以小流域为开发与治理基本单元，乔灌草长中短相结合，软硬相间并重的生物与工程技术。

(2)在黄土丘陵区，发展与完善清水河模式，以提高水分利用率为重点，建设三田，强化旱作农业的基础，发展放牧与饲养相结合的畜牧业。

(3)在沙区，进一步推广乌审旗模式，即建立以水为核心的、治理风蚀沙化土地的家庭牧场。

(4)在平原区，强化发展灌溉农业，以水定田，防治次生盐渍化，建立良好的排灌工程体系。

## 参考文献

- [1]王静爱、史培军，1988，论内蒙古农牧交错地带土地资源利用及区域发展战略，地域开发与研究，第1期。
- [2]史培军，1989，中国北方农牧交错地带降水变化与“波动农牧业”，干旱区资源与环境，第3期。
- [3]方修琦，1989，内蒙古呼和浩特及邻区历史灾情序列的初步研究，干旱区资源与环境，第3期。
- [4]李世奎等，1988，中国农业气候资源和农业气候区划，科学出版社。
- [5]王静爱，1989，内蒙古清水河县现实土地生产力研究，干旱区资源与环境(增刊)。
- [6]赵羽等，1989，内蒙古土壤侵蚀研究，科学出版社。
- [7]朱震达、刘恕，1981，中国北方地区的沙漠化过程及其治理区划，中国林业出版社。
- [8]金争平、王静爱，1989，内蒙古东部地区土地利用与土壤侵蚀，干旱区资源与环境，第3期。

Farming and Animal Husbandry in Inner Mongolia , China  
Zhao Ji Wang Jingai

Abstract

The crisscross area of farming and animal husbandry in Inner Mongolia , China , is apart of the environmental critical zone in the northern hemisphere. In this area , the mean precipitation ranges from 250 to 450mm and more than 45-55% of it falls between June and July . The population in this area is about 14 000 000 people.

The results of this study show that :

1. The land use of this area is characterized by farming and animal husbandry. Two subregions can be classified in this area , i.e. , the western part where animal husbandry is the dominant form of production and the southeastern part where farming is the main form. Grassland takes up 57.69% and cultivated land 24.21% of the whole area , whereas the grassland and cultivated land constitutes 62.51% and 18.96 % respectively in northwestern part and the former constitutes 51.20 % , the latter 31.15% in the south eastern part.

2. In the study area , the climatic productivity is about 5250-10500kg/ha and the land productivity is about 750-1500kg/ha. Land productivity of irrigated farms is about 1500-3000kg/ha and that of non irrigated is less than 150kg/ha.

3. Due to the fluctuation of annual or seasonal precipitation, the boundary between farming area and animal husbandry area has been shifting frequently. Land degradation exists commonly. Wind erosion occurs over the northwest subregion and water erosion occurs in the southeast subregion. The soil erosion modules are about 10 000-18 000t/km<sup>2</sup>.

4. Soil erosion intensity depends on the structure of land use and the carrying capacity of the land, whereas the land productivity in various parts of the study area depends on the intensity and type of soil erosion to a large extent.

# 内蒙古草原区风蚀灾害 危险性评价及防治措施

史培军 赵焯 王静爱 金争平

内蒙古草原区包括呼伦贝尔草原区、科尔沁草原区、锡林郭勒草原区、乌兰察布草原区、巴彦淖尔草原区及鄂尔多斯草原区，面积共计 430, 890 平方公里。该研究区是我国重要的畜牧业基地，所产畜产品名列全国前茅。气候生产力和土地生产力分析表明：畜牧业增产增值潜力很大。由于研究区严重的自然灾害影响畜牧业的发展，其中，不仅风暴、雪灾、干旱等困扰着草原畜牧业生产，而且与年俱增的生态灾害对草原畜牧业影响更为突出，特别是风蚀灾害，最为明显。土壤风蚀灾害不仅严重危害草场及畜牧业生产，而且对交通、城市建设及人民生活带来许多困难。因此，对研究区风蚀灾害进行深入研究，并进行危险性评价，从而寻找减灾途径，有着重要的理论意义和实践意义。

## 一、影响风蚀灾害的环境因子分析

风蚀灾害是生态灾害 (ecology hazard) 或环境灾害 (environment hazard) (非突发性灾害) 的组成部分。影响风蚀灾害的环境因子主要有侵蚀性风力、植被盖度、土壤抗蚀性状及土层厚度、地貌结构、人类开发利用方式和程度。本研究拟用下列参数定量(或半定量)地表征了这些环境因子对风蚀过程的影响：风力侵蚀力指数  $T_e$  (即特定地面上一年内起沙风持续的时间) 表示侵蚀性风力；植被覆盖度  $F(\%)$  表示植被状况；土壤机械组成和土壤层厚度  $H$  分别表示土壤抗蚀力及风蚀过程所作用的土壤体；应用地貌图和土地利用图的制图单元分别表征各种类型的地貌形态及土地利用方式和利用程度。

### 1. 风力侵蚀力指数 $T_e$

风力侵蚀包括风蚀和风积两个过程，它是风力与地表(面)物质相互作用的气-固两相流体系统的动态过程，而且风蚀灾害主要发生在松散沉积物分布地区。

冬春季在蒙古高压控制之下，研究区冷气团侵袭频繁，寒潮大风次数多，尤其春季平均 3-5 天就有一次大风过境，其中在呼伦贝尔草原西部、锡林郭勒、乌兰察布及鄂尔多斯草原西部风速较大，年平均风速超过 4 米/秒，不少地区还超过 5 米/秒。根据我们在大青沟地区进行的实地观测结果表明，在一般情况下起沙风速为 7.0-8.0 米/秒之间<sup>[1]</sup>，这里以起沙风速 7.0 米/秒为标准估测，在大青沟地区风力侵蚀力指数  $T_e$  为 76 小时以上；在研究区中部地区  $T_e$  为 90 小时以上；在研究区中西部沙区  $T_e$  为 240-360 小时；在研究区西南部沙区  $T_e$  为 160-240 小时。由此可见，侵蚀性风力在大兴安岭、阴山山体

---

此项研究是霍英东教育基金会资助项目。

工作单位为内蒙古自治区水利科学研究所。

西北侧的广阔草原、荒漠草原区由东向西增强，在西辽河流域、鄂尔多斯高原区侵蚀性风力也较强。

## 2. 植被类型及土地利用现状

植被是控制风蚀灾害的主要因子之一，植被一是通过增加气-固界面粗糙度而减少侵蚀性风力，二是通过改变土壤水分状况，促使表层土壤稳固性结构体的形成而增加土壤抗蚀力，最终达到减轻风蚀灾害过程的目的。研究区包括干草原和荒漠草原两个亚带，其中呼伦贝尔草原及锡林郭勒东部草原区是以羊草、大针茅、克氏针茅为优势种群的高草草原，其特征是草群比较繁茂，植被覆盖度在 45-60%。在土地利用上以牧业为主，并有不同程度的过牧；锡林郭勒西部草原区、乌兰察布草原区是以戈壁针茅为主的草原，草群较稀，盖度一般在 20-35%之间，在利用上以牧业为主，并且草场超载较为严重；在乌兰察布南部及鄂尔多斯东部草原区是以本氏针茅、百里香为优势种群的草原，这里草群更为稀疏，植被覆盖度在 15-25%之间，在利用上以牧业为主，旱耕地交错分布，草场超载、土地开垦过度极为普遍；鄂尔多斯西部及巴彦淖尔草原区，是以小针茅和小半灌木组成的矮草草原，草群低矮稀疏，盖度在 10-25%之间，利用上以放牧山羊和骆驼为主。

连片分布的大面积沙地的出现是内蒙古草原区的景观特征之一，草原区的沙地以固定沙地和半固定沙地为主，多以蒿属沙生半灌木为建群植物。植被盖度受人为影响变化较大，固定沙地植被盖度一般在 50%以上，半固定沙地在 25-50%之间，半流动沙地在 5-25%之间，流动沙地小于 5%。在利用上以放牧(冬季牧场)为主，仅在部分沙区低湿滩地辟为农田。

土地利用方式及其强度也是影响风蚀灾害的重要因子之一。研究区土地利用方式以牧业为主，局部地区有旱耕地，过度地开垦导致地表裸露和土层松散，而过度放牧，导致秋后草场植被盖度降低，表土因牲畜过频践踏而松散，使易蚀性增强，而且此时正是强风盛行时期，结果增大土壤风蚀量。

## 3. 土被及其抗蚀力

风蚀灾害的直接对象是土壤个体(polypcdon)，因此，土被结构单元(土壤地貌单元)及土壤性状是影响风蚀灾害的重要因子，它们通过多种方式改变土壤抗蚀力来实现对风蚀灾害的增减作用。土壤层厚度影响风蚀灾害的抗蚀年限。土层厚度愈大，抗蚀年限愈长；土壤机械组成一方面反映被蚀体——土壤表层物质的粗细状况，因为在相似条件下，土壤粒径大小与风蚀速率有相关关系，另一方面土壤机械组成和有机质含量与表土层稳固性结构体的多少相关，从而与土壤抗蚀力相关。土被结构单元即与气候地貌单元相联系的土壤群体，其类型及其部位与风向的配合对风蚀灾害性质及强度有明显影响，据实地观测，一般在迎风坡的中上部以风力侵蚀为主，背风坡则以风积为主。

研究区广泛分布有栗钙土、棕钙土，其中呼伦贝尔草原区以层状覆沙高平原栗钙土、暗栗钙土、波状高平原栗钙土及起伏沙地风沙土单元为主；锡林郭勒草原广泛分布有覆沙低丘陵暗栗钙土、波状高平原栗钙土、低山丘陵栗钙土、丘陵淡栗钙土、层状覆沙高平原