

基于 QuickBird 影像的艾比湖及周边土壤风蚀研究

崔龙¹, 陈平², 张红忠¹, 董文明¹, 黄静¹

(1. 新疆农业大学 水利与土木工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆水利厅 头屯河流域管理处, 新疆 昌吉 831100)

摘要: 近年来,艾比湖湖面发生严重萎缩,造成湖泊大面积裸露,为沙尘暴提供了大面积沙源。通过对高分辨率 QuickBird 影像数据的处理,分析了艾比湖湖域的风蚀现状。在湖岸周边强度以上的风蚀面积约占 63%,主要分布在无植被覆盖的东部和西部;微度风蚀和中度风蚀面积约占 37%,主要分布在有植被覆盖的南北两岸。湖泊裸露的干涸湖底,位于湖泊的西北部,面积达 430 km²。影像的色调、形状和纹理变化上反映了干涸湖底的地貌形态和风系的方向。结合实地测量数据的分析发现,湖泊西北向东南方向形成宽约 4.5 km,长约 10 km,坡度为 1/5 000 的带状坡面,为沙尘暴的发生创造了有利的条件。要改善艾比湖流域生态环境,主要依靠增加入湖水量以减小干涸湖底的沙源,达到控制艾比湖地区风蚀的目的。

关键词: 艾比湖; QuickBird 影像; 干涸湖底; 风蚀

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)05-0060-04

中图分类号: S157.1

Soil Erosion by Wind in Aibi Lake and Surrounding Areas Based on QuickBird Image

CUI Long¹, CHEN Ping², ZHANG Hong-zhong¹, DONG Wen-ming¹, HUANG Jing¹

(1. College of Water Conservancy and Civil Engineering, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

2. Tou Tun River Basin Management Division, The Department of Xinjiang Water Conservancy, Changji, Xinjiang 831100, China)

Abstract: With the heavily shrink of the Aibi Lake level in recent years, a large area of the lake has become bare land which provides sand for sandstorm. The wind erosion status of the Aibi Lake is analyzed through the process of high resolution QuickBird image data. The strong wind erosion area occupies 63% of the total lake area and is mainly distributed in the east and west part of the lake without vegetation cover. The micro-degree and moderate wind erosion areas occupy 37% of the total area and are mainly distributed in the south and north part of the lake with vegetation cover. The area of bared lake bottom is 430 km² and is located in the northwest of the Aibi Lake. From the hue, shape and texture changes of image, the landform and wind direction of bared lake bottom are reflected. From the measured data analysis, the band sloping area with a width of 4.5 km, length of 10 km and 1/5 000 gradient forms in northwest to southeast direction, creating favorable condition for forming sandstorm. In order to improve the ecological environment of the Aibi Lake basin, the main method adopted is increasing the input water of the lake to reduce bared lake bottom and control wind erosion.

Keywords: Aibi Lake; QuickBird image; bared lake bottom; wind erosion

风力侵蚀(简称风蚀)是地球表面的一种重要的土壤侵蚀形式。日照强烈、气温日较差年较差大、物理风化盛行、降水量少、蒸发量大、土壤干燥,地表径流贫乏、流水作用微弱,植被覆盖率低、疏松的砂质地表裸露的地区是风力侵蚀严重的区域,强劲、频繁、持续的大风是风蚀荒漠化形成主要营力,是塑造沙漠地表形态的动力^[1]。地处新疆著名的阿拉山口下风口的艾比湖,由于近些年来湖面发生严重萎缩,湖底大

面积裸露,特别是每年春天,来自阿拉山口的强劲大风吹起艾比湖的裸露沙尘,直上 1 000 m 的高空,这股沙尘在新疆天山北坡经济带、青海、甘肃、内蒙古、北京等地缓缓降落,成为上述地区沙尘暴的主要策源地之一^[2]。因此,对艾比湖湖泊区域应用遥感的多波段、多时相特点研究其风蚀强弱程度,可为土壤风蚀的研究工作,进而区域的水土流失治理和可持续发展规划提供参考依据^[3-4]。本文基于高分辨率的 QuickBird

收稿日期:2012-02-21

修回日期:2012-11-27

资助项目:国家高等学校博士点专项科研基金课题(200807580007);新疆水利水电工程重点学科资助项目(XJZDXK-2002-10-05)

作者简介:崔龙(1962—),男(汉族),新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市人,硕士,副教授,主要从事遥感技术应用方面的研究工作。E-mail:cuilong@xjau.edu.cn。

影像数据研究艾比湖湖泊及周边的风蚀程度,为艾比湖确定保障水位,减小干涸湖底的沙源提供科学依据。

1 研究区概况

艾比湖位于北纬 $44^{\circ}34'$ — $45^{\circ}08'$,东经 $82^{\circ}35'$ — $83^{\circ}16'$,新疆博尔塔拉蒙古自治州精河县境内,湖泊呈西北—东南走向,长度约 35 km,宽度约 18 km。全年约有 165 d 出现大风,常年干旱少雨,气候干燥,降水稀少,光热充足,蒸发量大,年均气温 8.3°C ,年均降水 90.9 mm,而艾比湖的入湖水量基本依靠博尔塔拉河、精河和部分地下水补给,引发湖泊干缩、荒漠化速度加剧,导致干涸湖底转向湖区的西北部,直接暴露于风口之下,为风沙天气创造有利条件^[5]。据遥感监测结果,艾比湖地区的土壤侵蚀类型是以风力侵蚀为主^[6],特别是近年来受全球气候变化和人类活动的影响,分布在湖四周地表的盐渍土和芒硝等大面积裸露,沦为盐漠,地下水位下降,湖滨周边植被衰败,土地荒漠化面积增加,为沙尘暴营造了丰富的沙源^[7-10]。风蚀已成为困扰艾比湖地区的严重问题,就风蚀本身而言,风蚀的成本无疑大于控制风蚀的成本^[11]。

2 研究方法

2.1 数据选用

QuickBird 影像的分辨率高,同时费用也较为昂贵。为满足本次研究,选购覆盖整个艾比湖湖泊及湖岸周边 1 km 左右区域的影像数据,并考虑判读和分析的需要,选择能见度较高,植被发育好的时间段采集影像数据。数据主要来源:(1) 2009 年 8 月 30 日的编程数据和 2008 年 6 月 2 日存档数据,分辨率为 0.6 m 的全色数据,分辨率为 2.4 m 的多光谱数据;(2) 2007,2008 年的艾比湖湖泊周边 GPS 控制测量数据和断面测量数据。

2.2 影像处理

为满足研究工作,需要对不同时相的两期 QuickBird 影像数据进行处理。首先利用外业实测的 61 个像控点,应用遥感软件 Erdas Imagine 9.1 的相关模块工具对影像进行纠正、配准,制作能够直观、逼真表示地物及其平面位置,详尽反映各类地物的形状、性质和相互关系的正射影像;为使影像反差适中,色彩丰富,对影像进行增强处理,获得接近实际色调、目视效果较好的真彩色正射影像图,以便于影像分析;因艾比湖湖域含盐量高,影像色调差异小,植被不易判读,为提高植被的解译精度,对多波段 Quick-Bird 影像数据进行融合,获得假彩色影像。

2.3 土壤风蚀强度现状

已有的研究成果证明,艾比湖地区的土壤侵蚀以风力侵蚀为主。为进一步证实该结论,利用艾比湖湖岸周边的地形测量数据进行了统计分析,结果表明,研究区内 80% 的地面坡度在 0.1% 以内,大约 98% 以上的地面坡度在 0.5% 以内,均为非耕地,植被覆盖度很低。根据水利部行业标准中水蚀强度分级指标:地面坡度 $<5\%$,非耕地林草覆盖度在 75% 以下,均为微度侵蚀。艾比湖湖岸的坡度、植被覆盖度远小于该指标,发生水蚀的可能性很小,而艾比湖所具有的风力大,刮风日数多和干旱少雨等气候特点,为风力侵蚀的营造条件。

坡度和植被覆盖度与土壤风蚀强度的相关性很显著,因此,对于坡度非常平缓的艾比湖湖岸周边,土壤风蚀强度的调查可以转化为对地面植被覆盖度的间接指标调查。应用遥感技术进行艾比湖湖岸周边土壤风蚀现状的调查,获取信息量大,数据覆盖范围广。

2.3.1 植被图 采用 QuickBird 数据融合后的假彩色影像,提取不同类型植被的图斑,为提高植被的判读精度,通过野外实地调查与人工解译相结合,获取植被信息(表 1)。

表 1 植被解译标志

种类	色调	形状	分布特征
芦苇	浅品红色	片状	分布均匀、水域附近
红柳	鲜品红色	大颗粒、片状	主要分布在北岸
胡杨	暗品红色	团状	间隔较大、分布在北岸
梭梭	品红色	小颗粒、片状	分布在两岸
防护林	品红色	条状	分布道路两侧,形状规则

与正射影像进行叠加生成植被图(附图 5)。研究区内植被覆盖度最高的为芦苇(大于 95%),其次为胡杨(60%)、梭梭和防护林(50%~30%)、红柳(25%)和无植被覆盖的区域。

2.3.2 土壤风蚀现状图 艾比湖湖岸周边风蚀强度,依据水利部行业标准风蚀强度因子匹配模型(表 2)进行分级。

表 2 风蚀强度因子匹配模型

级别	床面形态(地表形态)	植被覆盖度(非流沙面积)
微度	固定沙丘、沙地和滩地	$>70\%$
轻度	固定沙丘、半固定沙丘、沙地	$70\% \sim 50\%$
中度	半固定沙丘、沙地	$50\% \sim 30\%$
强度	半固定沙丘、流动沙丘、沙地	$30\% \sim 20\%$
极强度	流动沙丘、沙地	$<10\%$
剧烈	大片流动沙丘	$<10\%$

根据风蚀强度的分级标准,结合实际调查,研究区域是以沙地为主的地表形态,但没有大片流动沙丘。因此,不考虑剧烈侵蚀,将艾比湖湖岸周边的风蚀强度分为极强度、强度、中度、轻度和微度 5 个级别,根据植被图和相应植被的覆盖度,制作完成艾比湖湖岸周边土壤风蚀现状图(附图 6)。

3 结果与分析

3.1 艾比湖湖岸周边风蚀现状分析

艾比湖湖岸周边土壤风蚀现状图反映出湖岸的风蚀程度相当严重,强度以上的风蚀约占 63%,主要分布在湖域的东部和西部的无植被覆盖区域,处于阿拉山口的风向方向。而湖泊西北部的地面多为砾石层,QuickBird 影像呈颗粒状的浅黑色调,均为面状分布;西南地面多为砂砾石层,呈均匀的深灰色调。这是由于含沙质的砾石和不含沙质的砾石对光谱的反射不同,色调上产生差别。湖泊东部地面沉积大量的盐粒,呈现浅灰色到白色色调的变化;东北部受到风力吹蚀作用大,影像呈现明暗相间条状纹理;东南沉积的盐层较厚,光谱反射强烈,呈现均匀的白色色调,此区域成为主要的积盐地。通过对高分辨率影像上地貌形态的色调、纹理变化分析可知,艾比湖湖岸的北部受到风力影响较南部要大。

微度风蚀和中度风蚀面积约占 37%,主要分布在湖泊南北两岸有植被覆盖区域。在湖泊南岸精河和博河的入湖段植被的覆盖度相对要高,特别是博河两岸地下水位较高,生长大面积的芦苇,土地盐碱化程度严重;北岸有地下水补给,呈现带状的植被覆盖区;西南角由于灌渠的尾水流入形成一片湿地,植被较为集中。

艾比湖湖岸的整体情况反映植被覆盖度较低,植被相对集中于水源区附近。由此看来,水是艾比湖植被恢复的关键因素,只要有水,就能为植被提供良好的生存环境,减小风力侵蚀的影响。

3.2 艾比湖干涸湖底的土壤风蚀分析

2009 年艾比湖湖泊的 QuickBird 正射影像图显示出西北部裸露的干涸湖底,其面积达到 430 km²。从影像的色调、形状和纹理发生的变化,反映了干涸湖底的地貌形态和风系的方向。西北是裸露区最低洼的地带,由于沉积大量淤泥,影像呈现暗灰色色调,色调均匀,表明低洼处的地势较为平坦;坡脚地带的地形发生变化,造成风对地面吹蚀的变化,影像呈现不规则锯齿状的灰白色调;到达坡面后,由于受风的吹蚀较为均匀,影像上呈现较均匀、面状的灰白色色调(图 1a),说明坡度缓、坡面长;坡顶边缘,由于风向的变化,影像从灰白色过渡到白色色调;到达坡顶后风的强度发生变化,影像由片状白色色调变为长条状的白色色调(图 1b),靠近北部条带长而宽,向南部逐渐由短、窄变为线条状,表明北部受到风力的影响相比南部要大,同时在坡顶有一条边界明显、南北走向的浅灰色色调的条带,表明坡的顶部较为宽敞,而在其南侧,由于靠近博乐火车站,地表水的渗入,影像呈现暗灰色色调;背风的坡面上,顺坡而下的水流,在风力作用下,形成了犹如河道漫滩中相互交织的小沟壑和心滩,充足的阳光照射下,水分蒸发、盐碱沉积,影像呈现为白色的树枝状(图 1c)。

为验证通过影像纹理分析所反映出干涸湖底的地貌形态变化,根据实际测量的数据,由湖泊西北向东南方向提取干涸湖底的纵向断面图(图 2)。

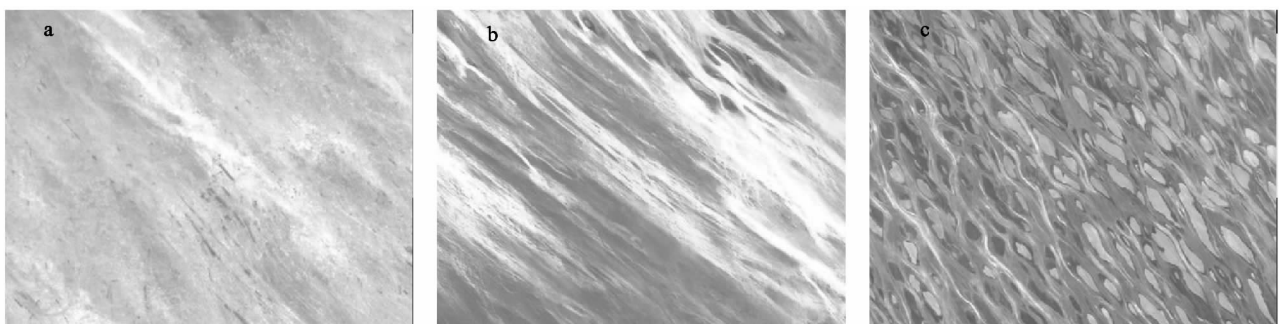


图 1 艾比湖干涸湖底的风蚀影像

由图 2 可以看出,湖底低洼处地势平坦,宽度在 4.5 km 左右;迎风面为长度约 10 km 的 1/5 000 平缓的坡面;坡顶明显凸起,宽度约 0.5 km;背风面坡度趋于平缓,坡度约为 1/10 000。由此说明,艾比湖

的湖底地形整体趋于平缓,裸露后的干涸湖底易于盐漠的发育。因此,以阿拉山口持久的强劲大风为动力条件,干涸湖底的盐漠造就丰富沙源地为物质条件,艾比湖干旱区域的不稳定空气为热力条件,三者的同

时出现,为沙尘暴的发生创造了有利的条件。保证艾比湖有充足水量,是有效控制沙尘,抑制沙尘暴的重要因素,而水位控制的关键位置是此干涸湖底最高处的高程。

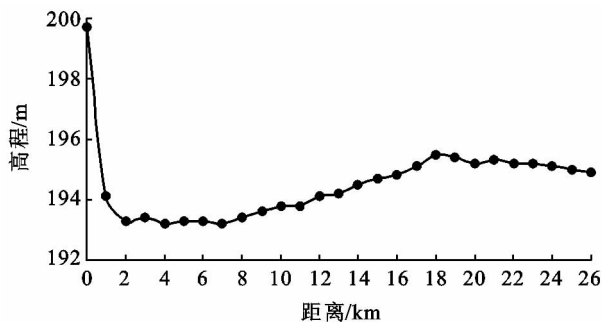


图 2 艾比湖干涸湖底断面

4 结论

高分辨率 QuickBird 数据丰富的影像信息、细腻的纹理变化等,对于自然环境恶劣、采用常规方法难以调查的艾比湖土壤风蚀状况,显示出独特的优势。

(1) 艾比湖的干涸湖底是这一地区形成风蚀的主要沙源地。沉积的盐尘颗粒直径多在 0.001~0.5 mm(粉砂和中细砂)^[11],在风力的作用下悬浮于空气中,形成悬移运动,漂浮在几百米甚至上千米的高空。

(2) 艾比湖干涸湖底在风力作用下形成了具有一定起伏的地形,若干涸湖底长期处于裸露状态,随着风的吹蚀,干涸湖底的中部必然会抬升,势必造成艾比湖湖底暴露,扩大沙源地面积。

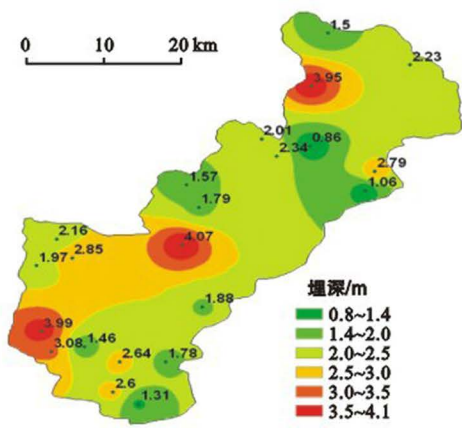
(3) 减小风蚀沙源地是控制风力侵蚀的关键。针对艾比湖干涸湖底的现状,关键要保障艾比湖有充足的入水量,使干涸湖底完全处于水下。所以要从根

本上解决艾比湖的水量问题,应以艾比湖流域为单元,作为一个整体生态系统,进行综合治理^[12]。

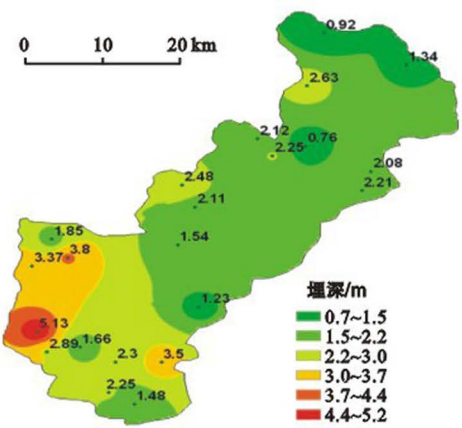
(4) 湖岸周边要逐步恢复梭梭、红柳等适应于该地区的耐盐植被,坚决抑制人为对原始地貌扰动,以真正达到减少风蚀程度的目的。

[参 考 文 献]

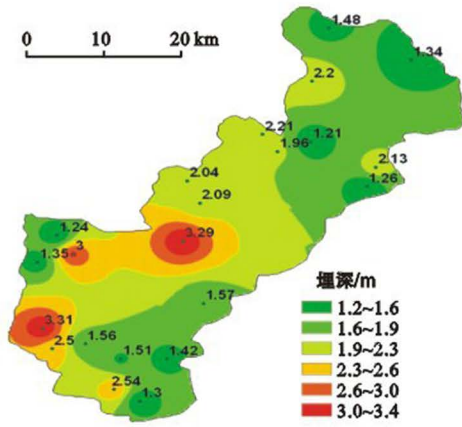
- [1] 张洪江.土壤侵蚀原理[M].2版.北京:中国林业出版社,2008.
- [2] 刘惠英,陈磊.基于 MODIS 的艾比湖湖面遥感监测研究[J].南昌工程学院学报,2007,26(4):57-61.
- [3] 马洁,徐静.中国北方土壤风蚀问题研究的进展与趋势[J].科技信息,2007(17):263.
- [4] 武文一,刘瑛,梁继业,等.基于 GIS 和 RS 的荒漠区土壤侵蚀研究[J].水土保持研究,2011,18(5):10-13.
- [5] 杨青,何清,李红军,等.艾比湖流域沙尘气候变化趋势及其突变研究[J].中国沙漠,2003,23(5):503-508.
- [6] 赵晓丽,张增祥,刘斌,等.艾比湖地区 30 多年来土壤侵蚀时空变化规律研究[J].水土保持学报,2009,23(5):44-50.
- [7] 高翔,黄宗亮.艾比湖湖面萎缩与流域生态环境恶化之间的关系[J].新疆师范大学学报,2006,25(1):83-86.
- [8] 刘月兰.新疆艾比湖干缩的生态响应[J].资源调查与环境,2008,29(2):126-130.
- [9] 周长海,雷加强.艾比湖地区风沙危害趋势及对欧亚大陆桥的影响[J].干旱区地理,2005,28(1):98-102.
- [10] 樊亚辉,塔西甫拉提·特依拜,王宏,等.艾比湖地区土地沙漠化遥感动态监测[J].干旱区资源与环境,2011,25(7):161-167.
- [11] 布莱恩·麦康奇,盖·拉冯德,马克·斯塔伯格.风蚀控制[J].农村牧区机械化,2006(4):81-83.
- [12] 冯伟,张兴昌,高照良.风力侵蚀对西气东输(甘肃段)工程影响分析[J].水土保持研究,2008,15(2):244-247.



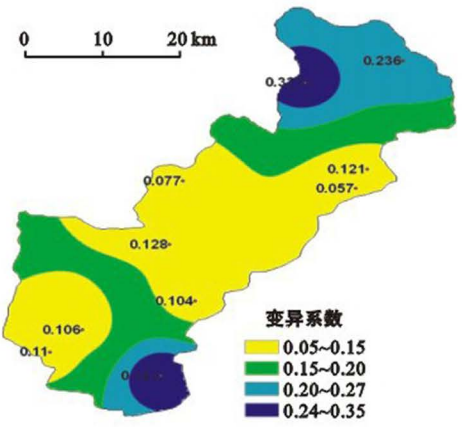
附图1 山东省齐河县2000年地下水埋深分布



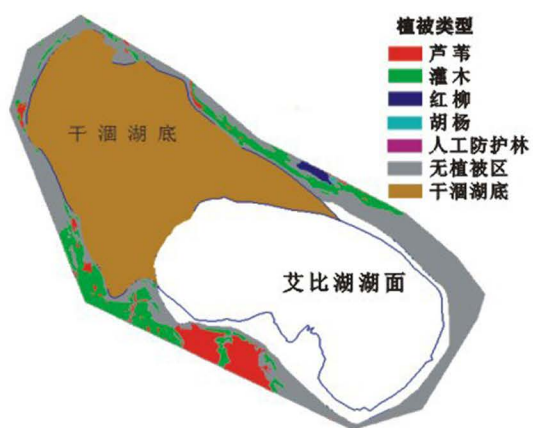
附图2 山东省齐河县2005年地下水埋深分布



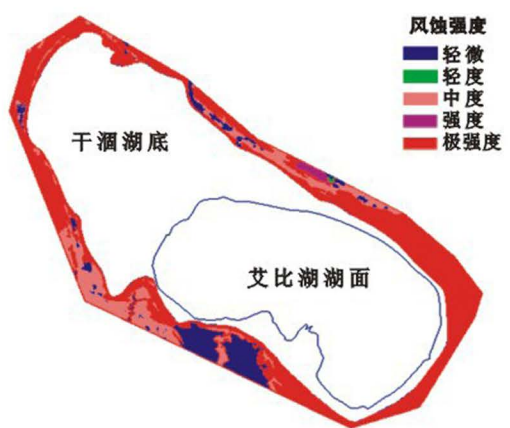
附图3 山东省齐河县2009年地下水埋深分布



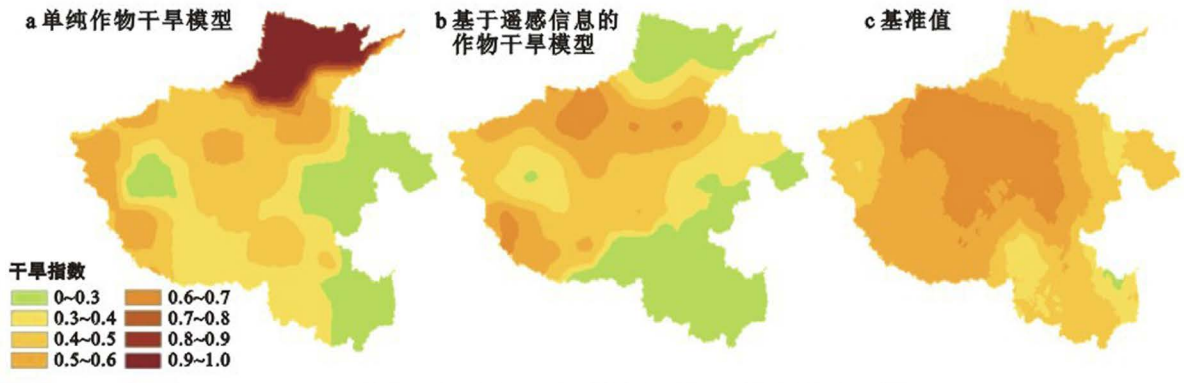
附图4 山东省齐河县地下水埋深变异系数空间插值



附图5 艾比湖湖岸周边植被分布



附图6 艾比湖湖岸周边土壤风蚀现状



附图7 河南省2004年5月中旬区域农业干旱模拟与验证