

辛 展, 姜华君, 李 颖, 等. 泊江海子流域土壤有机质、全氮空间分布特征[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(3): 323–326.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.105

泊江海子流域土壤有机质、全氮空间分布特征

辛 展¹, 姜华君², 李 颖¹, 于向芝³

(1. 北京林业大学环境科学与工程学院, 北京 100083; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;
3. 鄂尔多斯国家级遗鸥自然保护区管理局, 内蒙古鄂尔多斯 017000)

摘要:以鄂尔多斯国家级遗鸥自然保护区所在的泊江海子流域为研究对象, 根据采集的土壤中有有机质、全氮含量的数据, 利用 ArcGIS 进行地理信息系统分析和并绘制了含量分布图, 分析了整个流域土壤中有有机质、全氮含量的水平、垂直分布特征及与土壤覆盖类型、pH 值之间的相关性。结果表明: 泊江海子流域表层土壤有机质含量均值为 6.67 g/kg, 全氮含量均值为 0.36 g/kg, 二者含量均偏低且存在显著正相关性 ($P < 0.01$); 在垂直方向上, 0~20、40~60、90~100 cm 土壤深度下的有机质含量均值依次为 10.46、8.86、7.06 g/kg, 全氮含量均值依次为 0.40、0.29、0.25 g/kg, 分布规律为随着土壤深度的增加, 有机质含量、全氮含量均逐步降低。在整个流域, 草本植物分布区的有机质含量、全氮含量相对较高, 土壤 pH 值和土壤中有有机质、全氮含量呈现负相关关系; 相比之下, 有机质含量更易受到 pH 值的影响, 而土壤覆盖类型是全氮含量分布的重要影响因素。

关键词:泊江海子流域; 土壤有机质; 土壤全氮; 空间分布

中图分类号: S153.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)03-0323-04

湿地是一种重要的、独有的、具有多种功能的生态系统, 在维持生态平衡中起着不可替代的作用, 被人们称为“自然之肾”“生物基因库”^[1-3]。有机质作为土壤的重要成分, 不但是土壤肥力高低和质量优劣的重要指标, 而且是陆地生态系统碳循环中的重要角色^[4-5]。此外, 由于土壤中有有机质的变化可以表征土地是否荒漠化、草场退化程度等重要生态环境问题而备受关注^[5-7]。氮作为作物生长的必需元素, 是影响农业生产力的关键因子, 它会形成对水体造成污染的物质, 同时易于形成温室气体^[8-10]。湿地的氮素既是反映湿地营养水平的指标, 又是导致富营养化的重要因素^[11]。有机质和氮均是湿地生态系统中重要的因子, 了解两者的分布状况及其空间变异规律的影响因素是掌握土壤质量的重要内容, 也是实现土壤保护及可持续利用的前提^[12]。

鄂尔多斯国家级遗鸥自然保护区位于青藏高原、内蒙古高原、黄土高原相交处的泊江海子流域, 是典型的高原干旱、半干旱区内陆湖泊湿地^[13]。该保护区于 2001 年被批准为国家级自然保护区, 2002 年被确定为第 1148 号国际重要湿地, 是目前世界上唯一把保护遗鸥及其生存繁殖的栖息地作为目的的国际重要湿地^[14-15]。目前, 人们已经对鄂尔多斯遗鸥保护区展开大量的相关研究。何芬奇等针对遗鸥的生存、繁殖, 从生态的角度进行研究^[16-18]; 刘文盈等分析了保护区湿地的生态需水量及水量平衡关系^[19]; 梁康等研究了水循环特征; 在保护区土壤方面, 目前资料极其匮乏^[13, 20]。本研究以鄂尔多斯遗鸥保护区湿地所在的泊江海子流域土壤有机质和氮素

的空间分布规律及分布影响因素作为主要的研究内容, 为土壤保护及可持续利用提供科学参考, 同时也可以对于干旱区湿地退化做出一定的指示作用, 为该地区的可持续发展、生态环境保护提供理论基础和决策依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

泊江海子流域属于温带大陆性气候, 位于鄂尔多斯波状高原, 地理坐标为 109.10°~109.58°E, 39.65°~39.95°N, 面积约 744.4 km², 为完整的闭合流域, 四周到中间海拔逐渐降低, 全区海拔在 1 360~1 590 m 之间(图 1)。研究区内主要湖泊包括位于保护区中央的桃-阿海子、面积相对较小的侯家海子和苏家圪卜海子。主要的季节性河流包括自西向东流入桃-阿海子的鸡沟河和自东向西汇入桃-阿海子的乌尔图河。

1.2 土壤采集与测定

为了准确研究泊江海子流域土壤有机质含量、全氮含量的空间分布特征及影响因素, 采样综合考虑了该流域的土地利用、地形特征等。2013 年 3—9 月, 在流域内 0~20 cm 表层土壤采集样品 54 份; 土壤剖面采集样品 14 份, 每个样点从下至上分层采样, 保证没有相互污染混染, 采样深度为 100 cm, 分为 A(0~20 cm)、B(40~60 cm)、C(90~100 cm) 3 层。土样去杂质、风干、研磨并过 100 目筛后备用, 采样点分布见图 2。

有机质测定采用重铬酸钾-硫酸消解法; 全氮检测利用德国 Elementar vario MAX CN 元素分析仪; pH 值采用电极法测定。每批样品在处理、消化、测定过程中, 设有 2~3 个空白样、标准物质及平行样品。试验误差在允许范围之内。

1.3 数据分析

利用 SPSS 20 对数据进行描述性分析和相关性分析; 利用 ArcGIS 10.1 进行地理信息系统分析和质量分数空间分布图的绘制。

收稿日期: 2014-05-19

基金项目: 国家科技支撑计划(编号: 2012BAC09B00)。

作者简介: 辛 展(1990—), 女, 辽宁东港人, 硕士研究生, 主要从事环境监测与评价研究。E-mail: xinzhan1990@163.com。

通信作者: 姜华君, 副研究员, 主要从事水文地质及环境地质研究。E-mail: louhuj@igsrr.ac.cn。

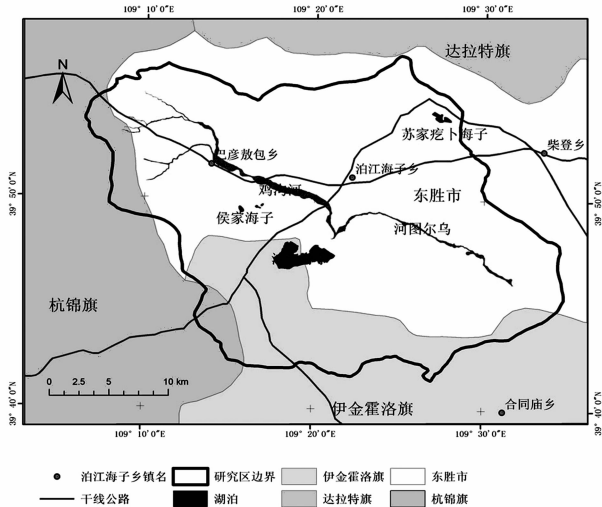


图1 研究区地理位置

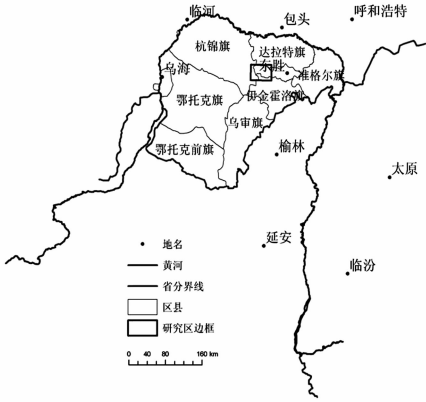


图2 采样点分布示意

2 结果与分析

2.1 表层土壤有机质、全氮描述性统计分析

表1 表层土壤有机质含量和全氮含量的统计结果

项目	分布类型	最小值 (g/kg)	最大值 (g/kg)	均值 (g/kg)	标准差 (g/kg)	峰度	偏度	变异系数
有机质	正态分布	0.81	18.32	6.67	4.01	0.68	0.45	0.60
全氮	正态分布	0.00	0.98	0.36	0.20	0.32	0.96	0.56

本研究利用 ArcGIS 10.1 地统模块分析了有机质含量、全氮含量在整个流域分布的变化趋势特征及意向性分布参数。图 3 中 X 轴上的曲线反映东西方向上的趋势变化,Y 轴显示的是南北方向趋势效应,Z 轴表示采样点对应元素含量的大小。结果表明,在南北方向上,有机质含量和全氮含量分布趋势均为二阶的抛物线形,呈现先增加后减少的趋势;在东西方向上,全氮含量呈现一阶直线变化,自西向东含量逐渐增加,有机质含量为二阶抛物线趋势,呈现先增加后减小的趋势,变化程度较小。

利用克里格插值分析获得泊江海子流域土壤中有机质含量、全氮含量空间分布图(图 4)。从整体上来看,该流域有机质含量均属于土壤养分分级的 4 级(10~20 g/kg)、5 级(6~9.99 g/kg)、6 级(<6 g/kg),含量相对较低,其中 5 级分布面积最大,约占整体流域面积的 2/3。流域东北部及中偏西部

利用 SPSS 对泊江海子流域内 54 份表层土样进行常规性统计分析,结果见表 1。该研究区土壤有机质含量、全氮含量分别为 6.67、0.36 g/kg,均偏低。根据土壤养分分级标准,有机质含量、全氮含量分别属于五级、六级水平。有机质含量最大值为 18.32 g/kg,最小值为 0.81 g/kg,氮含量最大值为 0.98 g/kg,最小值接近于 0。研究采用单个样本 K-S 检验和 Q-Q 图检验分析有机质含量和氮含量的分布类型,结果表明二者均为正态分布。由偏度值和峰度值可得,有机质含量和氮含量均为右偏态分布,且属于尖顶峰。变异系数反映的是 1 组数据的离散程度,有机质含量和氮含量的变异系数均在 0.1~1.0 之间,根据传统的统计学方法,有机质含量和氮含量均属于中等变异性。根据 SPSS 相关性分析的结果,表层有机质和全氮含量之间存在显著正相关关系($P<0.05$),相关系数为 0.550,说明泊江海子流域土壤中的有机质含量和全氮含量在空间分布上有较强的一致性。

有机质含量较低,均低于 6 g/kg;流域中部及南部含量主要在 6~10 g/kg 之间;在西北部海拔最高处有机质含量较高,在 6~20 g/kg;在流域中部存在高低相间的孔穴特征。全氮含量在整个流域变化较小,主要属于土壤养分分级的 6 级(<0.05%),在流域北部较高地区及中部的少量斑块含量处于 5 级(0.050%~0.074%),仅在西北部最高区的小部分区域全氮含量为 0.075%~0.100%,为 4 级。因此,泊江海子流域土壤有机质含量和全氮含量均属于中下水平,分布趋势总体一致,以西北角处含量最大。

2.2 土壤有机质含量、全氮含量剖面分布特征

根据 14 份土壤剖面各采样点的分析结果得出:土壤中不同深度的有机质、全氮含量存在明显不同。从均值来看,A 层(0~20 cm)、B 层(40~60 cm)、C 层(90~100 cm)有机质含量均值依次为:10.46、8.86、7.06 g/kg,全氮的含量均值依次

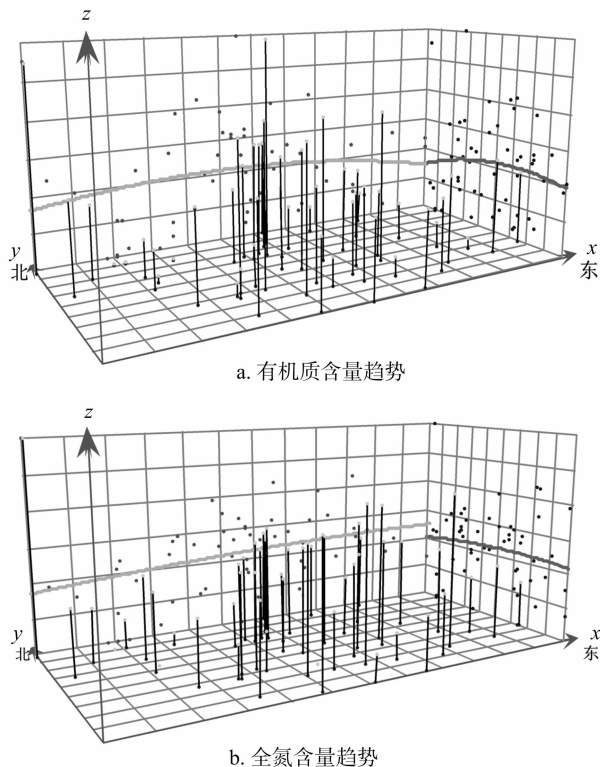


图3 土壤全氮含量和有机质含量趋势

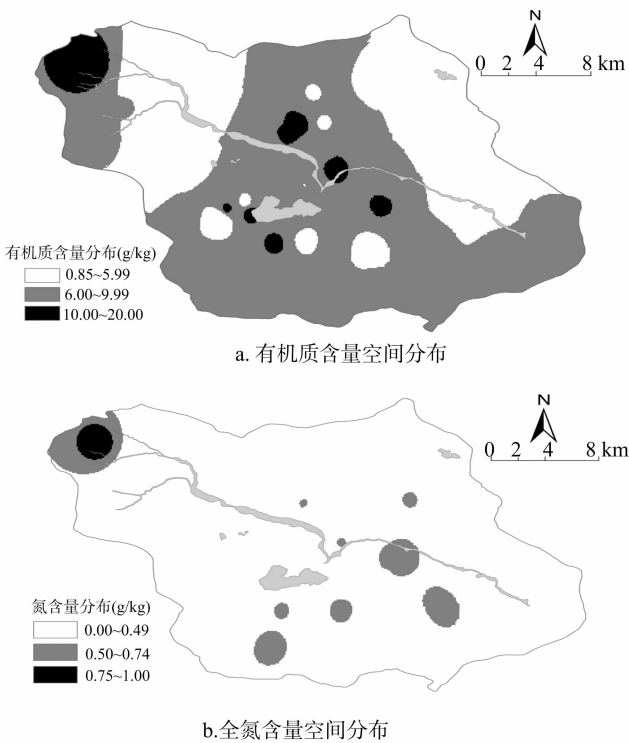


图4 表层土壤有机质和全氮含量空间分布

为:0.40、0.29、0.25 g/kg。随着深度的增加,土壤中有有机质和全氮的含量逐渐降低。有机质含量从土壤 A 层至 C 层,其最大值、最小值、均值均逐步降低,变化明显;全氮含量均值依次降低,最大值、最小值与土壤深度变化规律不明显。有机质含量在整个 0~100 cm 的土层中,0~20 cm 含量约占 40%,

40~60 cm 含量约占 33%,90~100 cm 含量约占 27%;全氮含量在整个 0~100 cm 的土层中,0~20 cm 含量约占 43%,40~60 cm 含量约占 31%,90~100 cm 含量约占 26%。植物的根系分布、枯枝落叶及微生物的活动是土壤有机质和全氮含量的重要影响因素。泊江海子流域植被根系主要分布在 0~20 cm,因此该研究区土壤的有机质含量、全氮含量随土壤深度的加深不断地降低。

表 2 土壤剖面有机质和全氮含量的统计结果

深度 (cm)	有机质含量(g/kg)			全氮含量(g/kg)		
	最大值	最小值	均值	最大值	最小值	均值
0~20(A 层)	18.32	6.55	10.46	0.58	0.00	0.40
40~60(B 层)	16.81	4.84	8.86	0.60	0.03	0.29
90~100(C 层)	11.40	4.38	7.06	0.43	0.00	0.25

2.3 有机质含量与全氮含量分布的影响因素

2.3.1 土地覆盖类型对有机质含量与全氮含量分布的影响

土地覆盖类型与陆地生态系统的碳氮贮量有着显著的相关性^[21]。不同的覆盖类型不但影响着土壤有机质和全氮的输入,同时影响着有机质的分解速率和氮的矿化速率^[22]。先前研究表明,相对于林地、草地,农田有机质含量最低^[22];朱霞等研究表明,自然状态下土壤被改造为农田,土壤全氮含量明显下降^[23]。

为了了解研究区表层土壤中有有机质含量、全氮含量与地表覆盖类型的相关性,本研究收集到该研究区的土壤覆盖类型,分辨率为 300 m,拍摄时间为 2009 年(图 5)。泊江海子流域的土壤覆盖类型主要包括 8 种,以植被和农田的混合区为主,占整个流域的 75% 以上,所占比例由东南向西北逐渐减少。

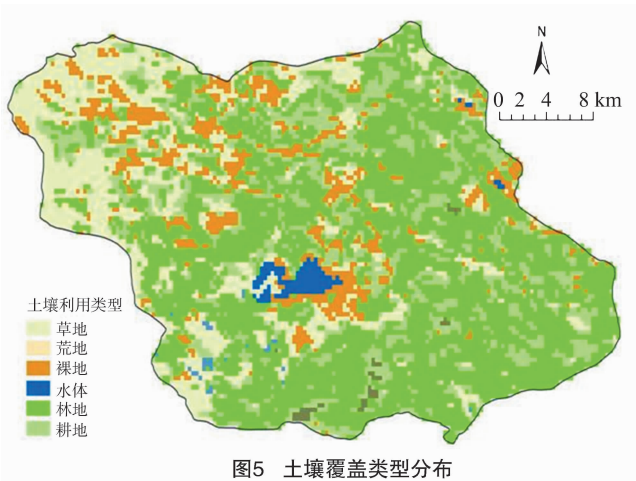


图5 土壤覆盖类型分布

由表层土壤有机质和全氮含量空间分布图与土壤覆盖类型分布图相比较,得出覆盖类型对两者的影响。全氮含量分布较高的地区与整个泊江海子流域的草本植物分布区基本一致,即研究区的草本植物区的含氮量明显高于其余土壤覆盖类型;相对于全氮含量的分布状况,有机质的含量分布规律清晰度较差,除了在草本植物区含量较高外,在林地含量偏高。2.3.2 pH 值对有机质含量和全氮含量空间分布的影响 酸碱性作为土壤的一个重要属性,是影响土壤中有有机质含量和全氮含量的重要因素^[24]。因此,弄清土壤 pH 值与有机质

含量、全氮含量相关性不仅有重要的理论意义,而且对土壤肥力的改良有重要的实际意义。

泊江海子整个流域表层土壤属于典型碱性土壤,pH 值分布在 8.90~9.66 之间,均值为 9.28(图 6)。由表 3 可知,pH 值与有机质含量、全氮含量之间呈极显著负相关关系,相关系数分别为 -0.572、-0.587,即泊江海子流域表层土壤的有机质含量和全氮含量受到 pH 值的影响明显。将有机质含量、全氮含量分布图与 pH 值分布图相对比表明,有机质含量与 pH 值呈现较高的相似性,在 pH 值较低区,有机质含量明显偏高。

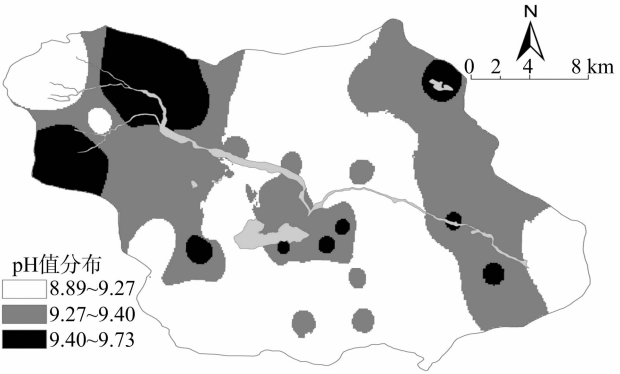


图6 表层土壤 pH 值空间分布

在泊江海子流域土壤中,各层土壤的 pH 值为:0~20 cm,9.23;40~60 cm,9.41;90~100 cm,9.53,总体来说随着土壤加深,pH 值不断提高。根据表 2 结果,随着土壤深度加大,有机质含量、全氮含量逐渐降低,而在垂直方向上,土壤的 pH 值与有机质、全氮含量也呈负相关,与上述结论一致。

表 3 表层土壤 pH 值与有机质、全氮相关性统计表

	有机质含量	氮含量	pH 值含量
有机质含量	1.000		
氮含量	0.550 **	1.000	
pH 值	-0.572 **	-0.587 **	1.000

注:“**”表示相关性极显著($P<0.01$)。

3 结论

泊江海子流域土壤有机质含量和全氮含量总体偏低,属于土壤养分分级中的 5 级和 6 级;变异系数均在 0.5~0.6 之间,属于中等变异;有机质含量、全氮含量在南北方向及有机质含量的东西方向上均为二阶趋势,全氮含量在东西方向上为一阶趋势;在整个流域的西北地区,有机质含量和全氮含量相对较高,在中部地区,存在斑块状含量较大区。土壤垂直方向的空间分布变化规律为:随着土壤深度加大,有机质含量及全氮含量总体呈现降低趋势。pH 值与有机质含量、全氮含量呈现极显著负相关;草本植物区的有机质含量和全氮含量明显高于其余土壤覆盖类型区。有机质含量变化与 pH 值变化规律一致性较高,而全氮变化受土壤覆盖类型的影响较大。

参考文献:

[1] 刘景双,杨继松,于君宝,等. 三江平原沼泽湿地土壤有机碳的垂直分布特征研究[J]. 水土保持学报,2003,17(3):5-8.
[2] 刘厚田. 湿地的定义和类型划分[J]. 生态学杂志,1995,14(4):73-77.

[3] 王勇辉,海米提·依米提,胡江玲,等. 干旱区湿地土壤有机质空间分布及关系研究——以艾比湖湿地为例[J]. 干旱区资源与环境,2012,26(11):98-103.
[4] Batjes N H. Total carbon and nitrogen in the soils of the world[J]. European Journal of Soil Science,2014,65(1,SI):10-21.
[5] 王合玲,张辉国,秦璐,等. 新疆艾比湖流域土壤有机质的空间分布特征及其影响因素[J]. 生态学报,2012,32(16):4969-4980.
[6] 王文静,魏静,马文奇,等. 氮肥用量和秸秆根茬碳投入对黄淮海平原典型农田土壤有机质积累的影响[J]. 生态学报,2010,30(13):3591-3598.
[7] 李启权,岳天祥,范泽孟,等. 中国表层土壤有机质空间分布模拟分析方法研究[J]. 自然资源学报,2010,25(8):1385-1399.
[8] 周卫军,王凯荣,张光远. 有机无机结合施肥对红壤稻田土壤氮素供应和水稻生产的影响[J]. 生态学报,2003,23(5):914-921.
[9] Peterjohn W T,Schlesinger W H. Nitrogen loss from deserts in the southwestern United States[J]. Biogeochemistry,1990,10(1):67-79.
[10] 宋云,李德志,李红,等. 崇明三岛土壤有机质和全氮的空间分布特征及影响因素分析[J]. 河南农业大学学报,2009,43(2):204-209.
[11] 白军红,邓伟,朱颜明,等. 湿地土壤有机质和全氮含量分布特征对比研究——以向海与科尔沁自然保护区为例[J]. 地理科学,2002,22(2):232-237.
[12] 张春华,王宗明,任春颖,等. 松嫩平原玉米带土壤有机质和全氮的时空变异特征[J]. 地理研究,2011,30(2):256-268.
[13] 梁康,娄华君,程传周. 鄂尔多斯泊江海子流域地下水流特征[J]. 资源科学,2011,33(6):1089-1098.
[14] 邢小军,于向芝,白兆勇,等. 鄂尔多斯遗鸥自然保护区湿地水量平衡分析[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(6):100-103.
[15] 张振国,贾铁飞,冯亚芬. 鄂尔多斯遗鸥自然保护区的生态环境影响研究[J]. 资源开发与市场,2009,25(4):340-341,380,封4.
[16] 何芬奇,Melville D,邢小军,等. 遗鸥研究概述[J]. 动物学杂志,2002,37(3):65-70.
[17] 张荫荪,何芬奇,陈容伯,等. 遗鸥繁殖生境选择及其繁殖地湿地鸟类群落研究[J]. 动物学研究,1993,14(2):128-135.
[18] 何芬奇,张荫荪,叶恩琦,等. 鄂尔多斯桃力庙-阿拉善湾海子湿地鸟类群落研究与湿地生境评估[J]. 生物多样性,1996,4(4):3-9.
[19] 刘文盈,张秋良,邢小军,等. 鄂尔多斯高原盐沼湿地底栖动物多样性特征与遗鸥繁殖期觅食的相关性研究[J]. 干旱区资源与环境,2008,22(4):185-192.
[20] 梁犁丽,王芳. 鄂尔多斯遗鸥保护区植被-水资源模拟及其调控[J]. 生态学报,2010,30(1):109-119.
[21] 杨景成,韩兴国,黄建辉,等. 土地利用变化对陆地生态系统碳贮量的影响[J]. 应用生态学报,2003,14(8):1385-1390.
[22] 李金芬,程积民,刘伟,等. 黄土高原云台山草地土壤有机碳、全氮分布特征[J]. 草地学报,2010,18(5):661-668.
[23] 朱霞,韩晓增. 不同土地利用方式下黑土氮素含量变化特征[J]. 江苏农业学报,2008,24(6):843-847.
[24] 师刚强,赵艺,施泽明,等. 土壤 pH 值与土壤有效养分关系探讨[J]. 现代农业科学,2009,16(5):93-94,88.