

# 不同土地利用方式下渭一库绿洲土壤盐渍化特征分析

王雪梅<sup>1,2</sup>, 康璇<sup>1</sup>, 赵枫<sup>1,2</sup>

(1. 新疆师范大学 地理科学与旅游学院, 乌鲁木齐 830054;

2. 新疆师范大学 新疆维吾尔自治区重点实验室“新疆干旱区湖泊环境与资源实验室”, 乌鲁木齐 830054)

**摘要:**基于渭干河—库车河三角洲绿洲土壤盐渍化现象发展的趋势,采用经典统计分析方法,对研究区不同土地利用方式下的土壤电导率、总盐量和 pH 值进行描述性统计分析,通过单因素方差方法对不同土地利用方式下土壤盐分指标进行差异显著性检验,并利用最小显著极差法(LSD)进行多重比较。研究表明:在不同土地利用方式和土层深度下,土壤电导率和总盐量的平均水平差异显著( $p < 0.05$ ),其含量由高到低依次为:荒漠灌丛>盐碱草地>耕地>林地,而土壤 pH 值则无显著差异,土壤盐分呈现出明显的表层富集现象。本研究的结论对于提高此区域农业生产潜力和盐碱地综合治理具有重要的理论和实际意义。

**关键词:**不同土地利用方式;土壤盐渍化特征;渭干河—库车河三角洲绿洲

中图分类号:S156.4<sup>+</sup>1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2016)01-0160-05

## Analysis on Characteristics of Soil Salinization in the Weigan-Kuqa River Delta Oasis Under Different Land Use Patterns

WANG Xuemei<sup>1,2</sup>, KANG Xuan<sup>1</sup>, ZHAO Feng<sup>1,2</sup>

(1. College of Geographic Science and Tourism, Xinjiang Normal University,

Urumqi 830054, China; 2. Xinjiang Uygur Autonomous Region Key Laboratory—Xinjiang

Laboratory of Lake Environment and Resources in Arid Zone, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China)

**Abstract:** Based on the trend of soil salinization development of the Weigan-Kuqa river delta oasis, using the methods of classical statistics analysis, descriptive statistics analysis on the soil electric conductivity, the soil total salt and the pH value under the different land use patterns in the study area was performed. Further the single factor variance method was used to carry out the difference significance test to the index of soil salt under different land use patterns, and the method of least significant difference (LSD) was used to perform multiple comparison. The research results showed that under different land utilization way and soil depth, the averages of the soil electrical conductivity and total salt had significant difference ( $p < 0.05$ ), the soil electric conductivity and content of total salt decreased in the order: desert shrub>alkaline grassland>cultivated land>forest. Nevertheless, the pH value had no significant difference. The soil salt of surface layer presented the obvious enrichment phenomenon. The conclusion of this study is helpful to improve agricultural production potential in this region and also has important theoretical and practical significance to comprehensive improvement of the saline-alkali land.

**Keywords:** different land use patterns; characteristics of soil salinization; Weigan-Kuqa river delta oasis

在全球土地利用/土地覆盖变化剧烈的背景下,研究土地利用变化对土壤质量的影响则显得尤为重要<sup>[1]</sup>。众多研究表明,不合理的土地利用和管理方式将造成严重的水土流失和土地质量下降,甚至导致土

壤盐渍化加重<sup>[2-5]</sup>。而土壤盐渍化的加重反过来又限制土地利用的方式和结构,导致土地退化和肥力下降。盐渍土是我国重要的障碍性土壤资源类型之一,在我国从湿润地区到极端干旱荒漠区均有大量分

布<sup>[6]</sup>。尤其在干旱和半干旱区,土壤盐渍化严重制约了该地区土地生产力的发展与可持续利用,是土壤肥力降低的重要标志之一,也是土地退化的重要表现形式,是一个世界性的生态问题。因此,为提高盐渍土资源的利用潜力和效率,需要加强土壤盐渍化监测研究,深入研究盐渍土的空间分布规律,是合理利用盐渍土资源,促进农业可持续发展的重要基础。目前,关于土地利用变化对土壤理化特性影响的研究已有很多报道,主要涉及不同土地利用变化对土壤侵蚀、土壤特性、土壤质量、土壤污染等方面的影响<sup>[7-10]</sup>,而研究土地利用变化对土壤盐渍化特性的影响则相对较少,且大多从土地利用产生的土壤盐渍化效应入手<sup>[11-13]</sup>,而有关不同土地利用方式下土壤盐渍化特征的研究相对较少。

在描述土壤盐渍化特征和盐分状况时,常用的指标是土壤浸提液电导率和土壤总盐量。近年来土壤学的研究表明:在研究土壤盐渍程度与植物生长之间的关系时,土壤浸提液电导率这一参数可反映在一定水分条件下土壤盐分的实际状况,并且包含了水分含量、土壤盐分及离子组成等丰富信息<sup>[14]</sup>。特别是土壤溶液中几种盐类间的比值比较固定时,用电导率值测定总盐分浓度的高低则相当准确。与土壤含盐量的测定相比,电导率的测定可靠、经济、快速,而且土壤电导率也是国际上通用的评价土壤盐渍度的指标之一,因此使用电导率表征土壤盐分含量多寡也更利于盐渍土研究的国际交流与合作<sup>[15-16]</sup>。土壤总盐量(土壤水溶性盐总量)是盐碱土的一个重要属性,是限制作物生长的障碍因素,对了解土壤盐分动态变化及对作物生长的影响和拟订改良措施具有十分重要的意义。在一定浓度范围内,土壤总盐量与电导率呈正相关。土壤 pH 值是土壤理化性质的综合反映,受土壤母质、生物、气候、人为措施以及盐基饱和度的影响较大,对土壤肥力和作物生长具有重要影响。本文拟通过电导率、土壤总盐量和土壤 pH 值这 3 个盐分指标来反映渭干河—库车河三角洲绿洲土壤盐渍化特征,以典型土地利用方式为研究对象,通过探讨不同土地利用方式对土壤盐渍化性质的影响,研究不同土地利用方式下的盐渍化特征及其变化规律,以期为该地区盐碱地的改良和区域土地资源的合理开发利用提供参考<sup>[17]</sup>。

1 试验材料与方法

1.1 研究区概况

渭干河—库车河三角洲绿洲(简称渭—库绿洲)位于塔里木盆地的北缘,地理位置为 80°37′—83°59′E,

41°06′—42°40′N,隶属阿克苏地区管辖,辖区范围包括库车、沙雅和新和 3 个县,是我国西北干旱区生态脆弱带的重要组成部分。

渭—库绿洲属于大陆性暖温带干旱气候,蒸发强烈,降水分布不均,平原区多年平均降水量为 46.5 mm,山区多年平均降水量为 243.0 mm,随海拔上升降水增加,在海拔 2 800~3 400 m 达最大,可达 500 mm 以上。平原区年蒸发势为 1 374 mm,是降水的 29.6 倍,山区蒸发势随海拔上升而减少。在土地利用方面,该三角洲绿洲为典型的绿洲农业区,以农业、经济林及小规模渔业为主。主要作物以主要作物以玉米(*Zea mays* L.)、棉花(*Gossypium hirsittum* L.)、苹果(*Malus pumila* Mill.)、红枣(*Zizyphus jujuba* Mill.)、核桃(*Juglans regia* L.)等为主,另有旱生芦苇(*Phragmites australis*)、猪毛菜(*Salsola collina* Pall.)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia* Shap.)、花花柴(*Karelinia caspica*)、怪柳(*Tamarix ramosissima*)和胡杨(*Populus euphratica*)等荒漠植被。

1.2 调查取样

于 2013 年 10 月中下旬在渭—库绿洲选取不同土地利用类型进行 GPS 定位采样。根据研究需要,选取的典型土地利用方式主要为耕地、林地、荒漠灌丛和盐碱草地。在采样过程中,根据田块的土地利用方式和面积确定样地的布局 and 采样点数,并依据样点选择的典型性和代表性原则,共选取 78 个样点。采样点涵盖了主要土地利用方式(表 1)。同时,对每个土地利用类型设置多个取样点,每个取样点设 3 个重复,并在 0—20 cm 和 20—40 cm 深度土层分层取样,共取得土壤样品 468 份。在采样的同时,采用实地测量和农户走访等多种形式,详细调查该样点的坡度、坡向、土层厚度、土地利用方式、植被类型、耕作制度及人为干扰情况等信息,并填写土壤调查表<sup>[18]</sup>。

表 1 土地利用类型及样点分布

土地利 用类型	样点 数/个	植被 类型	面积 比/%
耕地	48	以玉米、棉花为主的农作物	25.66
林地	10	苹果、核桃、红枣等经济林	10.54
荒漠灌丛	14	怪柳、骆驼刺、花花柴和胡杨等	17.09
盐碱草地	6	芦苇、猪毛菜等盐生植被	15.41
其他	—	—	31.30

1.3 室内处理与分析

在实验室将采集的土样自然风干,剔出土壤以外的侵入体(如植物根系,石块和一些可见的植物残体等杂质)后,适当磨细过筛,充分混合均匀。室内分析参照中国科学院南京土壤研究所编写的《土壤理化性

质分析》<sup>[19]</sup>,采用经典土壤农化分析方法测定土壤样本的电导率、土壤总盐量和 pH 值。土壤样品采用土水比 1:5 浸提,土壤 pH 值用 pH 计测定,电导率和土壤总盐量用电导仪测定。

1.4 统计分析

运用 SPSS 20.0 统计分析软件,对研究区不同土地利用方式下的土壤浸提液电导率、总盐量和 pH 值进行描述性统计分析。常用的统计指标主要有以下几项:(1) 变幅表明地理数据的变动范围;(2) 平均值是地理数据平均水平的反映;(3) 标准差从平均概况衡量一组地理数据与水平均值的离散程度;(4) 变异系数表示了地理数据的相对变化(波动)程度。进一步通过 SPSS 20.0 统计分析软件中的单因素方差(one-way ANOVY)方法,对不同土地利用方式下土壤各盐分指标进行差异显著性检验,并利用最小显著

极差法(LSD)进行多重比较确定不同土地利用方式下土壤浸提液电导率、总盐量和 pH 值在平均水平上的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 土壤盐分总体特征描述

对不同土地利用方式下 0—40 cm 土层深度的土壤盐分指标进行统计分析,结果见表 2。从土壤盐分指标的变动幅度来看,电导率和总盐量在 4 种土地利用方式下的变幅分别为 0.03~2.73 mS/cm 和 7.2~23.2 g/kg,在林地利用方式下电导率和总盐量有最小的变幅,而在耕地利用方式下均具有最大的变幅。土壤 pH 值则在耕地利用方式下具有最大的变幅,其值在 7.41~9.10 范围内变动,而盐碱草地的 pH 值变幅则最小。

表 2 0—40 cm 下土壤盐分指标的统计特征

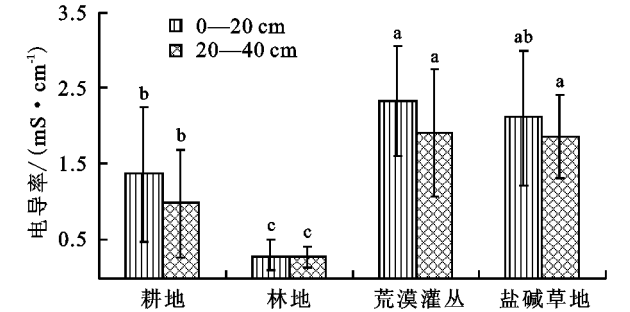
土地利用 类型	电导率				总盐量				pH 值			
	变幅/ (mS·cm <sup>-1</sup> )	平均值/ (mS·cm <sup>-1</sup> )	标准差/ (mS·cm <sup>-1</sup> )	变异 系数/%	变幅/ (g·kg <sup>-1</sup> )	平均值/ (g·kg <sup>-1</sup> )	标准差/ (g·kg <sup>-1</sup> )	变异 系数/%	变幅	平均值	标准差	变异 系数/%
耕地	0.03~2.67	1.18	0.82	69.52	7.2~22.8	14.0	4.8	34.34	7.41~9.10	8.31	0.36	4.39
林地	0.09~1.15	0.30	0.31	104.80	7.6~13.9	8.8	1.8	20.42	7.96~8.93	8.53	0.29	3.40
荒漠灌丛	0.17~2.73	2.12	0.80	37.48	8.1~23.2	19.6	4.6	23.55	7.86~8.75	8.22	0.24	2.96
盐碱草地	1.35~2.69	2.16	0.49	22.82	15.0~23.0	19.8	2.8	14.06	7.81~8.79	8.28	0.31	3.79

从平均水平来看,在不同土地利用方式下,电导率和总盐量的平均水平则在 0.30~2.16 mS/cm 和 8.8~19.8 g/kg 范围内变动,其中,林地的电导率和总盐量的平均值最小,盐碱草地的电导率和总盐量的平均含量最高。pH 值在 4 种土地利用方式下的平均值差异不大,在 8.22~8.53 范围内变动,其中荒漠灌丛的 pH 值平均含量最低,林地的 pH 值平均含量最高,可看出土壤均呈弱碱性,符合我国西北干旱区土壤大多呈碱性的特征。从电导率、总盐量和 pH 值在不同土地利用方式下的标准差和变异系数来看,电导率在耕地、荒漠灌丛和盐碱草地这 3 种利用方式下具有中等的空间变异性,而在林地下具有较强的空间变异性;总盐量和 pH 值在 4 种土地利用方式下均分别具有中等和弱空间变异性。从上述分析结果可看出,在不同土地利用方式下,电导率和总盐量较 pH 值具有更强的空间变异性。

2.2 土壤电导率的均值比较

在不同的土地利用方式下,土壤电导率的含量在 0—20 cm 和 20—40 cm 土层均呈现出以下规律(图 1):荒漠灌丛>盐碱草地>耕地>林地。通过最小显著极差法(LSD)分析可知:在 0—20 cm 土层深度上,电导率在 4 种不同土地利用方式下均具有显著的差异性( $p<0.05$ );而在 20—40 cm 土层深度上,

荒漠灌丛与盐碱草地之间的电导率无显著差异( $p>0.05$ ),而与耕地和林地的电导率有差异显著( $p<0.05$ )。通过进一步分析认为:在不同的土地利用方式下,土壤电导率均呈现出明显的表层富集现象,且荒漠灌丛和盐碱草地的盐分表层富集能力明显强于耕地和林地。



注:同一土层深度中,不同小写字母代表差异显著( $p<0.05$ ),相同字母表示在此水平下无显著差异( $p>0.05$ ),下同。

图 1 不同土地利用方式下的土壤电导率

2.3 土壤总盐量的均值比较

通过采用最小显著极差法(LSD)分析可知(图 2):在不同的土地利用方式下,土壤总盐量在 0—20 cm 和 20—40 cm 土层均呈现出以下规律:荒漠灌丛>盐碱草地>耕地>林地。在 0—20 cm 和 20—40 cm 土层深度上,土壤总盐量在荒漠灌丛和盐碱草地之间均无显著差异( $p>0.05$ ),而与耕地和林地的

土壤总盐量均呈现出显著差异( $p < 0.05$ )。同时,在0—20 cm 土层深度上,土壤总盐量在耕地与林地之间具有显著差异( $p < 0.05$ ),而在20—40 cm 土层深度上两者则表现为无显著差异( $p > 0.05$ )。

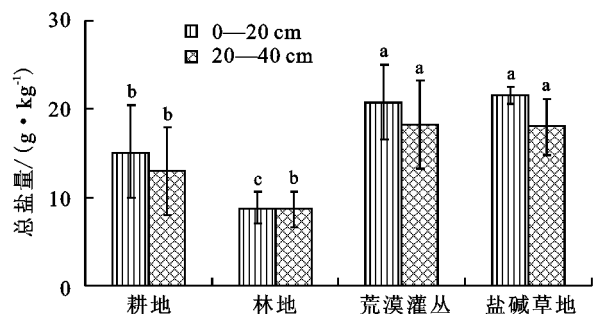


图2 不同土地利用方式下的土壤总盐量

通过进一步分析认为:土壤总盐量在不同的土地利用方式下均呈现出明显的表层富集现象,即在同一土地利用方式下,0—20 cm 土层深度的土壤总盐量均高于20—40 cm 土层深度的值,且荒漠灌丛和盐碱草地对盐分的富集能力明显强于耕地和林地。

#### 2.4 土壤 pH 值的均值比较

通过单因素方差分析中最小显著极差法(LSD)对不同土地利用方式下的0—20 cm 和20—40 cm 土层深度的土壤 pH 值进行分析,结果表明(图3):在不同土地利用方式下,土壤 pH 值存在一定的差异。在0—20 cm 土层深度,土壤 pH 值在不同土地利用方式下无显著差异( $p > 0.05$ ),而在20—40 cm 土层深度,林地的土壤 pH 值与耕地以及荒漠灌丛和盐碱草地的土壤 pH 值之间具有显著的差异性( $p < 0.05$ )。随着土层深度的增加,不同土地利用方式下的土壤 pH 值差异越显著,且在耕地和林地利用方式下有增加趋势,而在荒漠灌丛和盐碱草地下 pH 值略有下降。

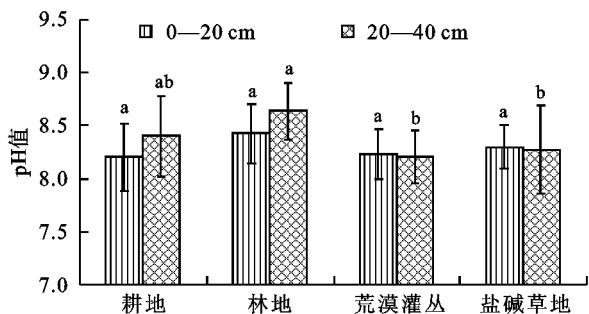


图3 不同土地利用方式下的土壤 pH 值

### 3 讨论与结论

#### 3.1 讨论

近几十年来,随着人类活动干扰强度的增大,资源与环境之间的矛盾日益突出,土地利用变化对区域土壤特性产生的影响也越来越重大<sup>[20]</sup>。在渭一库绿洲,由于水土资源的匮乏加之人类对水土资源的不合

理利用,土壤盐渍化现象十分普遍,土壤质量低下,盐碱胁迫已成为影响该地区农业生产和土地生产力的最主要胁迫因子<sup>[21]</sup>。土壤盐渍化可以导致土壤性状和土地生产力改变,对农业的可持续发展有着十分重要的影响。反之,不同的土地利用方式对土壤盐渍化也会形成显著的差异。由于不同土地利用方式对土壤性质的影响具有显著的区域差异性,在经济利益的驱动下,研究区当地农民热衷于发展经济林产业和棉田,对于农业生态系统投入较多,通过盐碱地的科学改良使得耕地和林地的土壤盐渍化程度相对较低并有所改善。对经济效益低下的荒漠灌丛和盐碱草地,当地缺乏对该类土地的改良和保护,稀疏的植被覆盖下土壤盐渍化现象十分严重。由此可见,在不同的人类活动干扰下,土壤盐渍化特征呈现出显著差异。因此,今后渭一库绿洲应考虑加强防护林体系的建设,建立荒漠植被保护区以及开展盐碱土改良措施,从而有效缓解土壤荒漠化压力,防治土地进一步退化。

#### 3.2 结论

(1) 在0—40 cm 的土层深度,耕地的土壤电导率、总盐量和 pH 值均具有最大变幅,盐碱草地的 pH 值变幅最小,林地的电导率和总盐量有最小的变幅。在4种土地利用方式下,土壤 pH 值具有较弱的空间变异性,而电导率和总盐量则具有相对较强的中等以上空间变异性。

(2) 在不同的土地利用方式和土层深度下,土壤电导率和总盐量由高到低依次为:荒漠灌丛>盐碱草地>耕地>林地。土壤电导率和总盐量在荒漠灌丛和盐碱草地之间均无显著差异( $p > 0.05$ ),而与耕地和林地的电导率和总盐量均呈现出显著差异( $p < 0.05$ )。在不同土地利用方式下,20—40 cm 土层的 pH 值较0—20 cm 的 pH 值差异显著( $p < 0.05$ ),土壤盐分呈现出明显的表层富集现象。

通过对上述结果分析认为,人类活动的干扰对土壤盐分的富集具有显著作用。在有人类活动干扰的土地利用系统中,人类活动干扰的时间越长,改良土壤盐碱化和提高土壤肥力的强度越大,土壤表层盐分含量变化越显著,这一结论与他人的研究结果较为一致<sup>[22]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 后立胜,蔡运龙.土地利用/覆被变化研究的实质分析与进展评述[J].地理科学进展,2004,23(6):96-104.
- [2] Turner M G. Landscape ecology: The effect of pattern on process[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1989, 20: 171-197.
- [3] 傅伯杰,陈利顶,马克明.黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响:以延安市羊圈沟为例[J].地理

- 学报,1999,54(3):51-56.
- [4] 吴文斌,杨鹏,唐华俊.土地利用对土壤性质影响的区域差异研究[J].中国农业科学,2007,40(8):1697-1702.
- [5] 阿斯耶姆·图尔迪,李新国,靳万贵,等.开都河流域下游绿洲土壤盐渍化影响因子分析[J].水土保持研究,2014,21(2):82-86.
- [6] 王遵亲,祝寿全,俞仁培,等.中国盐渍土[M].北京:科学出版社,1993.
- [7] 冯广京,林坚,胡振琪,等.2013 年土地科学研究重点进展评述及 2014 年展望[J].中国土地科学,2014,28(1):3-19.
- [8] 潘佩佩,杨桂山,苏伟忠.土地利用变化对土地生产力的影响研究进展[J].地理科学进展,2012,31(5):539-550.
- [9] 李生,任华东,姚小华.土地利用方式对桂西北石漠化地区土壤理化性质的影响[J].水土保持通报,2013,33(3):58-62,19.
- [10] 胡江玲,张高,赵枫,等.新疆精河流域不同土地利用方式对土壤质量的影响[J].水土保持研究,2010,17(4):92-95,99.
- [11] 王燕,赵哈林,潘成臣.土地利用方式对盐渍化农田土壤理化特性的影响[J].干旱区资源与环境,2014,28(2):149-154.
- [12] 王玉刚,李彦,肖笃宁.土地利用对天山北麓土壤盐渍化的影响[J].水土保持学报,2009,23(5):179-183.
- [13] 李晓军,李取生,刘长江.松嫩平原西部不同土地利用方式盐渍化效应研究[J].土壤通报,2005,36(5):654-658.
- [14] 孙宇瑞.土壤含水率和盐分对土壤电导率的影响[J].中国农业大学学报,2000,5(4):39-41.
- [15] 关志华,齐文虎,张红旗.渭干河灌区水盐平衡及盐分运移[J].资源科学,2004,26(2):74-79.
- [16] 付秋萍,张江辉,王全九等.塔里木盆地土壤盐分变化特征分析[J].自然科学进展,2007,17(8):1091-1097.
- [17] 王雪梅,柴仲平,塔西甫拉提·特依拜.干旱区绿洲土壤盐分空间异质性及人为驱动力分析[J].干旱区资源与环境,2012,26(3):111-115.
- [18] 刘光崧.土壤理化分析与剖面描述[M].北京:中国标准出版社,1996.
- [19] 中国科学院南京土壤研究所.土壤理化性质分析[M].上海:上海科学技术出版社,1978.
- [20] 桂东伟,穆桂金,雷加强,等.干旱区农田不同利用强度下土壤质量评价[J].应用生态学报,2009,20(4):894-900.
- [21] 乔木,周生斌,卢磊,等.新疆渭干河流域土壤盐渍化时空变化及成因分析[J].地理科学进展,2012,31(7):904-910.
- [22] 李宝富,熊黑钢,张建兵,等.古尔班通古特沙漠与绿洲交错带土地利用变化对土壤特性的影响[J].冰川冻土,2012,34(3):573-582.

(上接第 159 页)

- [13] Bakker J P, Olff H, Willems J. H, et al. Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics[J]. Journal of Vegetation Science,1996,7(2):147-155.
- [14] 孙睿,朱启疆.中国陆地植被净第一性生产力及季节变化的研究[J].地理学报,2000,55(1):36-45.
- [15] 朱文泉,潘耀忠,张锦水.中国陆地植被净初级生产力遥感估算[J].植物生态学报,2007,31(3):413-424.
- [16] 高国栋,陆渝蓉,缪启龙.气候学教程[M].北京:气象出版社,1996.
- [17] 李继由,张道光.中国农业气候资源[M].北京:中国人民大学出版社,1993.
- [18] 刘纪远,张增祥,庄大方.20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J].地理研究,2003,22(1):1-12.
- [19] 朱冬亮.集体林改与新农村生态文明建设:以福建省为例[J].福建江夏学院学报,2012,2(1):5-9
- [20] 庄晨辉,徐炜,张惠光,等.福建省非规划林地造林绿化树种的选择与应用研究[J].林业勘察设计,2011(2):1-4.
- [21] 刘志勇,赖格英,潘少明.赣江源头流域植被变化的水文响应模拟研究[J].长江流域资源与环境,2009,18(5):446-452.
- [22] 彭珂珊,徐宣斌.生态环境恢复和退耕还林之研究[J].环境保护,2002(8):18-20.
- [23] 李鑫,欧阳勋志,刘琪璟.江西省 2001—2005 年森林植被碳储量及区域分布特征[J].自然资源学报,2011,26(4):655-665.
- [24] 张星,陈惠,林秀芳.近 45 年闽江流域气候变化特征分析[J].水土保持研究,2009,16(1):107-110.
- [25] 曹茜,刘锐.基于 WPI 模型的赣江流域水资源贫困评价[J].资源科学,2012,34(7):1306-1311.
- [26] 李德成,梁音,赵玉国,等.南方红壤区水土保持主要治理模式和经验[J].中国水土保持,2008(12):54-56.
- [27] 江海.开发新城区,建设新赣州[J].江西政报,1995(13):31-32.
- [28] 文玉钊,陈文峰,钟业喜,等.赣南原中央苏区中心城市的选择与培育[J].热带地理,2014,34(4):568-576.
- [29] 陆文英,陈红萍,陆朝梁,等.“一大四小”生态工程实证调研[J].江西林业科技,2013(6):24-26.