

陈超,王建立,杨丰,等. 贵州人工草地-农田界面土壤水分的影响域[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):407-410.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.07.136

贵州人工草地-农田界面土壤水分的影响域

陈超,王建立,杨丰,刘洪来

(贵州大学动物科学学院/贵州大学草业科学研究所,贵州贵阳 550025)

摘要:以贵州人工草地-农田景观界面为研究对象,采用野外调查、室内统计分析等方法研究表层土壤(0~20 cm)水分变化特征及界面影响域。结果表明:研究区人工草地-农田界面土壤水分在空间上是变化的,草地表层土壤的平均水分含量约为 23.6%,农田表层土壤平均水分含量约为 11.8%;农田-草地界面的土壤水分含量平均约为 17.7%;通过移动窗口法对研究区界面影响域进行判定,结果发现,土壤水分在人工草地、农田的影响域分别为 12、14 m,总界面宽度为 26 m,属渐变型

关键词:南方农牧交错区;喀斯特山区;界面宽度;土壤水分;影响域;移动窗口法

中图分类号: S152.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)07-0407-04

生态交错带是指 2 个或 2 个以上生态系统之间的过渡地带,是生态系统功能密集区和压力敏感区,在生态系统结构、过程和功能上扮演重要角色,已引起国内外的高度重视并开展大量的研究工作^[1]。中国复杂的地理环境和多样的植被类型叠加人为干扰因素形成了多种类型的生态交错带,如森林草地交

错带、森林农田交错带、农牧交错带等,其中农牧交错带在我国分布最广,面积达到 81 万 km²,按照地理位置和成因可分为华北农牧交错带、新疆农牧交错带和南方农牧交错带^[2]。受亚热带季风性气候的影响,南方的水热条件优越于北方,加之人口的持续增长,导致南方大量草地被开垦为农田,形成南方农牧交错带。南方农牧交错带别称滇黔农牧交错带,主要分布在云南、贵州、四川等地,面积达 24 万 km²^[3]。然而,南方是我国喀斯特地貌的核心分布区,其生境的严酷性和生态的脆弱性使得该区域的植被不适于进行大规模开垦种植农作物。目前,关于农牧交错带的研究主要集中在土壤侵蚀、土地退化、土地生产力等方面,而关于生态交错带形成的生态界面方面的研究尚不深入。生态界面是指两侧分别是生物面和非生物面的物质薄层,相邻生态系统通过界面区域相互渗透、连接和区分^[4]。生态界面宽度指某种变化穿透到栖息地内的距离,是

收稿日期:2014-06-15

基金项目:国家自然科学基金(编号:31101751);贵州省优秀科技教育人才省长专项(编号:黔省专合字[2011]39号);贵州省科技项目(编号:黔科合 NY 字[2012]3011号、黔科合 J 字[2012]2162号、黔科合 J 字[2011]2325号)。

作者简介:陈超(1974—),男,贵州惠水人,博士,副教授,从事草学、畜牧学研究。Tel:(0851)8298001;E-mail:gzgyxgc3855218@163.com。
通信作者:刘洪来,博士,副教授,主要从事草学、生态学研究。
E-mail:lhonglai@126.com。

参考文献:

- [1] Ueno A, Ito Y, Yumoto I, et al. Isolation and characterization of bacteria from soil contaminated with diesel oil and the possible use of these in autochthonous bioaugmentation[J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2007, 23(12): 1739-1745.
- [2] Sathishkumar M, Binupfiya A R, Ho B S, et al. Biodegradation of crude oil by individual bacterial strains and a mixed bacterial consortium isolated from hydrocarbon contaminated areas[J]. Clean, 2008, 36(1): 92-96.
- [3] 姜 肸, 高 伟, 李 倩, 等. 南海高效石油降解菌的筛选及降解特性研究[J]. 环境科学学报, 2012, 32(7): 1572-1578.
- [4] 王彦杰, 毕思宁, 左豫虎, 等. 一株表面活性剂产生菌的分离及抑菌活性[J]. 微生物学通报, 2012, 39(3): 353-360.
- [5] 李 倩, 高 伟, 崔志松, 等. 不同剂型石油降解菌剂在模拟溢油岸滩修复中的中试应用[J]. 海洋环境科学, 2013, 32(5): 772-775.
- [6] 陈义光, 李铭刚, 徐丽华, 等. 新型物理诱变方法及其在微生物诱变育种中的应用展[J]. 长江大学学报: 自然版, 2005, 2(5): 46-50.
- [7] 马昕源. 微生物激光诱变育种应用研究进展[J]. 河北农业科学, 2008, 12(1): 75-77.
- [8] 刘 佳, 黄翔峰, 陆丽君, 等. 生物破乳剂产生菌的筛选及其方法研究[J]. 微生物学通报, 2008, 35(5): 690-695.
- [9] 崔丽虹, 郭 萍, 李宝明, 等. 石油烃降解菌的筛选与鉴定[J]. 生物技术通报, 2009(9): 143-147.
- [10] 布坎南 R E, 吉本斯 N E. 伯杰细菌鉴定手册[M]. 8 版. 北京: 科学出版社, 1984: 729-795.
- [11] 东秀珠, 蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 43-66.
- [12] Fani R, Bandi C, Bazzicalupo M, et al. Phylogeny of the genus *Azospirillum* based on 16S rDNA sequence[J]. FEMS Microbiology Letters, 1995, 129(2/3): 195-200.
- [13] Han J, Sun L, Dong X, et al. Characterization of a novel plant growth-promoting bacteria strain Delftia tsuruhatensis HR4 both as a diazotroph and a potential biocontrol agent against various plant pathogens[J]. Systematic and Applied Microbiology, 2005, 28(1): 66-76.
- [14] 付瑞敏, 韩鸿鹏, 张丽琴, 等. 葡萄霜霉病和白粉病拮抗菌的分离、鉴定和 He-Ne 激光诱变[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(8): 122-125.

研究界面各种生态效应的基础^[5]。目前,生态界面宽度的研究主要以风速、湿度、光照、温度等为参数^[6-9],而对土壤水分的关注不足。本试验以贵州人工草地-农田为研究对象,以土壤水分为参数,采用移动窗口法确定研究区界面影响域的位置和宽度,为区域退耕还草、草田间作和生态系统间物质迁移研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于贵州省贵阳市花溪区麦坪乡(26°20'N, 106°34'E, 海拔 1 050 m),地势北高南低,多为平缓耕地,属亚热带季风湿润气候^[10],水热同季但偶尔发生伏旱。年均气温 14.9℃,7 月平均气温 23.3℃,1 月平均气温 4.7℃,年极端最低气温 -4℃,年积温 5 448℃。年均降水量 1 102 mm,蒸发量 738 mm,降水集中在 6—8 月,占全年降水量的 70%,相对湿度为 82%。土壤类型为黄壤^[11]。研究区人工草地建植时间于 2008 年,优势种为白三叶(*Trifolium repens*)和黑麦草(*Lolium perenne*),伴生种为鸭茅(*Dactylis glomerata*),植被盖度约 80%,利用方式为围栏放牧,放牧强度约为 7 只/hm²(以羊的单位计)。研究区农田一般采用玉米(*Zea mays*)和油菜(*Blossikakapestris*)轮作,玉米于每年 4 月播种,9 月收获,产量约 8 250 kg/hm²;油菜于每年 10 月播种,翌年 4 月收获,产量约为 2 400 kg/hm²。农田土壤耕层深度约为 15 cm,草地与农田交界呈直线,边界为南北走向,长度约为 500 m^[12]。

1.2 试验设计与取样方法

以人工草地-农田交界处为 0 点,垂直于界面分别向草地和农田 50 m 设置样线,设置 3 条样线,每条样线间隔 10 m。在每条样线上采用等距离(1 m)进行数据采集,具体结果如图 1 所示。采用土壤水分测定仪,测定土壤(0~20 cm)的含水量,并记录数据。用环刀(体积 100 cm³)在农田和草地(距离景观界面 50 m 外)取土芯测定土壤容重,容重测定后用环刀内的土样测定毛管持水量,在此基础上计算土壤孔隙度^[13]。

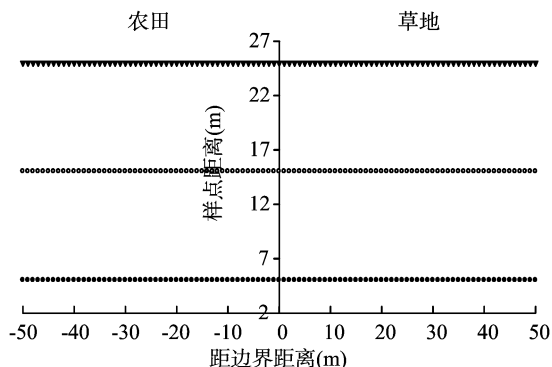


图1 人工草地-农田界面样点布设图示

1.3 数据处理

以土壤含水量(质量分数)为参数,取平方欧氏距离和(squared euclidean distance, SED)为相异系数,采用移动窗口法(moving split window technique, MSWT)判定土壤水分影响域^[14]。设置窗体平均分割为 2 个半窗体 a、b,计算 a 和 b 之间的相异系数的相异系数,直到右半窗端点达到最后一个取样点为止。计算公式为:

$$SED_n = \sum_{i=1}^m (\bar{x}_{iaw} - \bar{x}_{ibw})^2$$

式中: n 是 2 个半窗口的中点; a 、 b 分别为 2 个半窗口、窗口的停顿点; w 为窗口的宽度; m 是样点的变量数($m=1$); x 为所测定参数的数值,即土壤含水量。将相异系数系列沿取样点坐标轴作图,根据曲线的峭度和变异定量判断景观界面的类型、位置和宽度。陡峭的峰值出现区就是景观界面所在的位置,峰两边明显出现起伏的端点之间的距离(即峰宽)就是景观界面的宽度,峰宽的端点即景观界面和相邻生态系统的边界。距离函数的峰值越陡,峰宽越窄,景观界面过渡越明显;相反,峰值较低且峰宽较大。以 SED 为纵坐标,样线距离为横坐标作图,根据图像变化判断土壤水分影响域的范围。取 3 条样带中各对应取样点的平均值(\bar{x})进行分析。

变异系数(CV)是样本标准差与样本平均数的比值,计算公式为:

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%, s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}}$$

式中: s 表示样本标准差; \bar{x} 表示样本平均数; x 表示变量; n 表示样本个数。其中,草地的平均变异系数约为 3.4%;农田的平均变异系数为 3.2%。

数据采用 Excel 2007 和 SPSS 11.0 软件处理,采用 Sigma-Plot 10.0 软件作图。

2 结果与分析

2.1 土壤水分沿界面的空间变化

从图 2 可知,草地表层土壤(0~20 cm)的平均含水量约为 23.6%,农田表层土壤平均含水量约为 11.8%。导致草地土壤水分高于农田土壤水分,其主要影响因素如下:(1)由于草地生态系统种植的植被能够改善土壤结构,使土壤颗粒较细腻;而农田生态系统暴露在外面积较大,遭受风沙的侵蚀,逐渐形成较大的土壤颗粒。土壤颗粒的大小与土壤持水力显著相关^[15],通过计算得出研究区草地的土壤持水力约为 0.16,农田的土壤持水力约为 0.14。(2)在较大生产力的植物类型下,植物的覆盖度往往也较大,这使得植物的冠层或叶层截流降水量较多,又直接蒸发到大气中去,减少了降水向冠层下部土壤层再分配^[16]。在同样降水条件下,农田作物生育期的蒸发量约为 139 mm^[17],草地生长季的蒸发量约为 107 mm。因此,种植玉米的农田含水量低于草地。

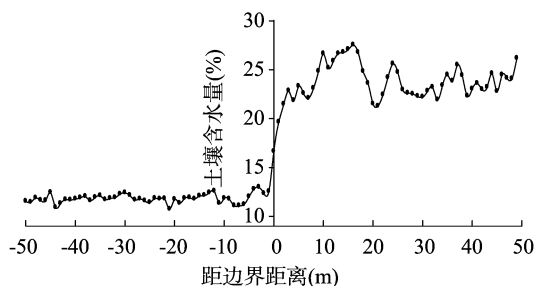


图2 研究区人工草地-农田界面土壤水分的空间变化

2.2 土壤水分影响域的确定

移动窗口法为定量判定交错带的位置和宽度提供了一个

特别有效和客观的方法^[18]。以 3 条样带各对应取样点土壤含水量的平均值为数量指标,依次计算窗口宽度为 4、6、8、10、12、14、16、18、20、22、24、26、28、30、32 时的 2 个半窗口间的相异系数,景观界面是较渐变的类型^[19]。由图 3 可知,当窗口宽度大于 20 时,能够清晰地看出主峰位置,但在农田系

统依旧存在 1 个小峰,继续移动该小峰逐渐变小;当窗口宽度移动到 30、32 时,农田生态系统的曲线已基本平缓,此时可以根据图像来判定界面宽度。由图 3 可见,草地-农田界面土壤水分影响域在农田为 14 m,草地为 12 m,总界面宽度为 26 m。因为峰宽跨度大,峰值较大,该界面属渐变类型。

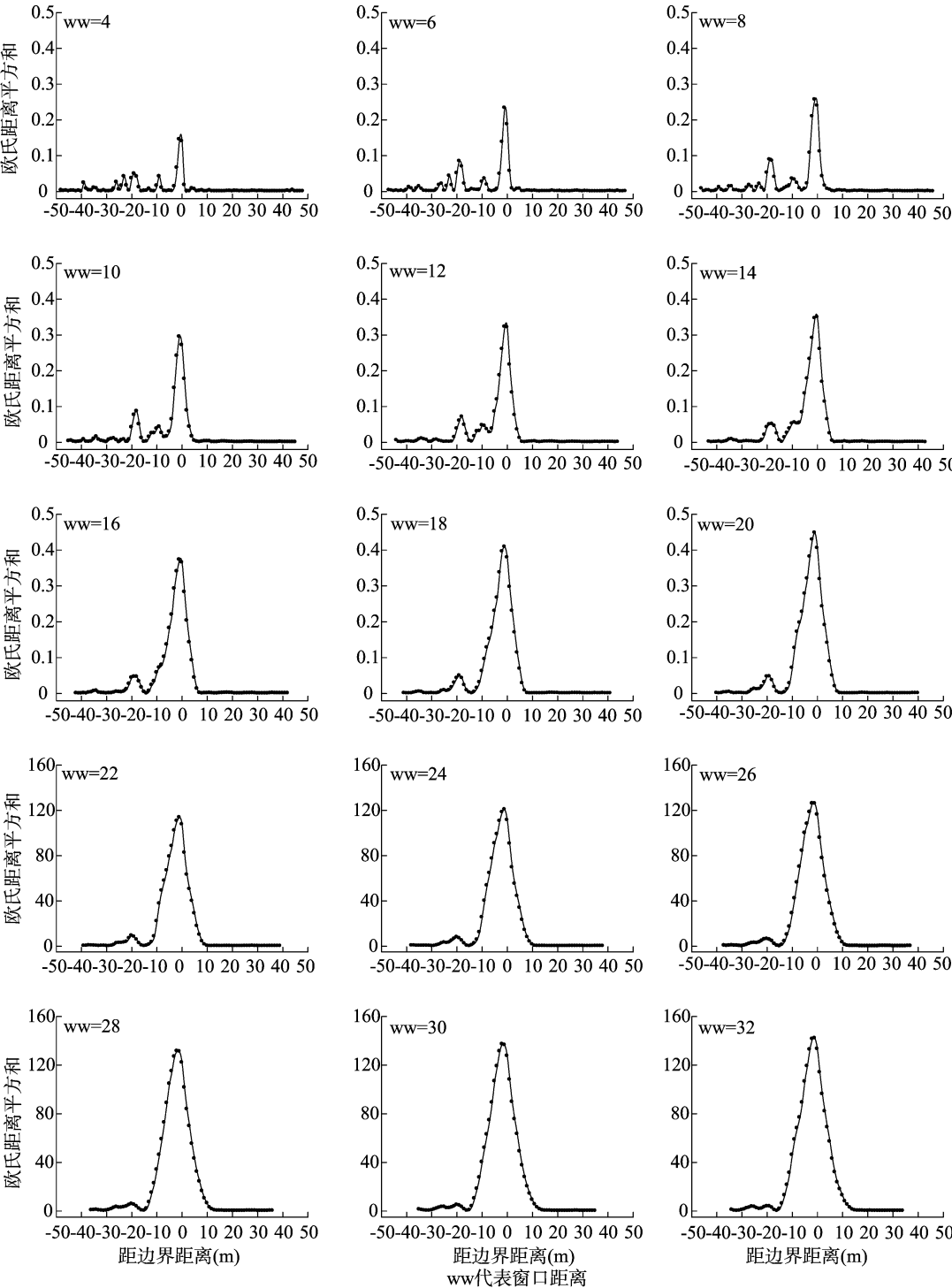


图3 研究区人工草地-农田界面土壤水分影响域

3 结论与讨论

贵州人工草地-农田界面的土壤水分在空间上是变化

的,即与农田生态系统相比,草地土壤表层含水量比农田平均高约 11.8%;农田-草地界面的土壤含水量平均约为 17.7%。农田生态系统和草地生态系统之间存在农田-草地

复合功能区,即界面影响域。该研究结果与 Davidson 等在美国东北部的马塞诸塞州所做的研究结果^[20]有所差异,其主要原因是气候类型不同,导致土壤含水量具有差异。草地土壤水分的平均变异系数约为 3.4%,农田土壤水分的平均变异系数为 3.2%,草地的变异系数比农田小 2%,说明草地土壤水分的差异小于农田土壤,含水量较为平均。

研究区草地-农田景观界面表层(0~20 cm)土壤水分影响域为草地 12 m 到农田 14 m,宽度为 26 m,属于渐变型界面;该结果与之前的界面影响域研究结果大致一致,例如,在岷江上游的西南生态界面上,基于植被多样性的界面宽度影响域在植被上为 4~26 m,在农田上为 10~31 m^[21]。但与我 国华北农牧交错带有 16 m 的差异^[22];这可能与气候条件、植被类型、土壤中的微生物及土壤类型等有关。

目前对生态界面影响域的研究主要集中于夏季,然而生态界面影响域在不同季节会发生变化;同时,对景观界面宽度判定的研究大多是基于单因素判定的^[23-26],但影响生态界面宽度的因素大多是多因素综合作用的结果,单因素的研究具有一定的局限性。由于其他因素的影响和制约,可能导致景观界面的宽度判断不精确,因此笔者提出以下建议:(1)在不同季节进行数据采集,从而能够动态掌握生态界面的变化;(2)采取双因素或多因素耦合来判定界面宽度影响域,能够更全面准确地对生态界面的宽度进行判定,从而对退耕还草和草田轮作的实践具有指导意义。贵州是典型的喀斯特地貌,由于“重粮轻草”观念的存在,在很大程度上影响了贵州省草地资源的开发和利用,采用牧草混播建植人工草地,草地和农田均采用轮作的方式,以提高草地载畜能力,加快畜牧业发展,改善和保护生态环境。

参考文献:

- [1] 佟玉权,龙花楼. 脆弱生态环境耦合下的贫困地区可持续发展研究[J]. 中国人口资源与环境,2003,13(2):47-51.
- [2] 赵哈林,赵学勇,张铜会,等. 北方农牧交错带的地理界定及其生态问题[J]. 地球科学进展,2002,17(5):739-747.
- [3] Kark S, Rensburg B V. Ecotones: marginal or central areas of transition[J]. Israel Journal of Ecology and Evolution, 2006, 52(1): 29-53.
- [4] 任继周,南志标,郝敦元. 草业系统中的界面论[J]. 草业学报, 2000, 9(1): 1-8.
- [5] Leopold A. Game management[M]. Washington D. C.: University of Wisconsin Press, 1987.
- [6] Ou X K, Liu X K, Zhang Z H, et al. Advances in ecotone width determination and its impact factors[J]. Ecological Science, 2011, 30(1): 88-96.
- [7] Brunt J W, Conley W. Behavior of a multivariate algorithm for ecological edge detection[J]. Ecological Modelling, 1990, 49(3/4): 179-203.
- [8] Harper K A, Macdonald S E, Burton P J, et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes[J]. Conservation Biology, 2005, 19(3): 768-782.
- [9] 刘洪来,黎琳,陈彦希,等. 农牧交错带农田草地界面土壤温度的影响域[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(9): 127-129, 133.
- [10] 李军,张崇玉,刘文拔,等. 贵阳市花溪区废弃煤矿周边土壤中重金属含量分析[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(4): 96-99.
- [11] 李非里,刘丛强,杨元根,等. 贵阳市郊菜园土-辣椒体系中重金属的迁移特征[J]. 生态与农村环境学报, 2007, 23(4): 52-56.
- [12] 杨丰,刘洪来,陈超,等. 贵州人工草地-农田界面土壤温度影响域研究[J]. 草地学报, 2013, 21(6): 1080-1084.
- [13] 韩晓增,颜春起. 中国东北农田土壤水分属性及调控[M]. 北京:科学出版社, 2005.
- [14] 石培礼,刘兴良. 游动分割窗技术在生态交错带定量判定中的应用:以四川巴郎山岷江冷杉林线为例[J]. 植物生态学报, 2002, 26(2): 189-194.
- [15] 李小刚. 影响土壤水分特征曲线的因素[J]. 甘肃农业大学学报, 1994, 29(3): 273-278.
- [16] 徐炳成,山仑,陈云明. 黄土高原半干旱区植被建设的土壤水分效应及其影响因素[J]. 中国水土保持科学, 2005, 1(4): 32-35.
- [17] 孙景生,康绍忠,王景雷,等. 沟灌夏玉米棵间土壤蒸发规律的试验研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(11): 28-32.
- [18] 周婷,彭少麟. 边缘效应的空间尺度与测度[J]. 生态学报, 2008, 28(7): 3322-3333.
- [19] 张永,宋西德,叶彦辉,等. 渭北黄土高原刺槐林-草地景观界面土壤水分影响域及其动态变化规律研究[J]. 水土保持学报, 2007, 21(3): 133-137.
- [20] Davidson E A, Belk E, Boone R D. Soil water content and temperature as independent or confounded factors controlling soil respiration in a temperate mixed hardwood forest[J]. Global Change Biology, 1998, 4(2): 217-227.
- [21] Li L G, He X Y, Li X Z, et al. Depth of edge influence of the agricultural-forest landscape boundary, Southwestern China[J]. Ecological Research, 2007, 22(5): 774-783.
- [22] 刘洪来,张卫华,王堃,等. 华北农牧交错带农田-草地界面土壤水分影响域分析[J]. 应用生态学报, 2009, 20(3): 659-664.
- [23] Chen J, Franklin J F, Spies T A. Vegetation responses to edge environments in old-growth Douglas-fir forests[J]. Ecological Applications, 1992, 2(4): 387-396.
- [24] Hester A J, Hobbs R J. Influence of fire and soil nutrients on native and non-native annuals at remnant vegetation edges in the Western Australian wheat belt[J]. Journal of Vegetation Science, 1992, 3(1): 101-108.
- [25] Camargo J L C, Kapos V. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central amazonian forest[J]. Journal of Tropical Ecology, 1995, 11(2): 205-221.
- [26] Laurance W F. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves[J]. Biological Conservation, 1991, 57(2): 205-219.