

茅台水源功能区不同植被类型的枯落物及土壤特征

周福健^{1,2}, 戴全厚¹, 聂林红¹, 喻理飞¹, 彭旭东¹

(1. 贵州大学 林学院, 贵阳 550025; 2. 贵州省水土保持科技示范园管理处, 贵阳 550002)

摘要:运用野外调查与室内分析的方法,对茅台水源功能区几种不同植被类型下的枯落物和土壤特征进行了研究,结果表明:不同植被类型的枯落物特征存在一定差异,其中柏木林的枯落物储量、有效持水量及最大持水量均最大,而撑绿竹林枯落物储量最小、白茅草丛枯落物有效持水量及最大持水量最小;不同植被类型枯落物吸水速度均随着吸水时间增加呈幂函数关系降低。不同植被类型土壤特征中针阔混交林的土壤养分含量普遍较高,马尾松林和白栎灌丛下的土壤养分含量普遍较低;柏木林、针阔混交林土壤层的渗透能力较强,白茅草丛的渗透能力最小。

关键词:茅台水源功能区; 植被类型; 土壤养分; 枯落物

中图分类号: S714.7

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2016)02-0023-05

The Litter and Soil Characteristics of Different Vegetation Types in the Maotai Water Function Areas

ZHOU Fujian^{1,2}, DAI Quanhong¹, NIE Linhong¹, YU Lifei¹, PENG Xudong¹

(1. College of Forestry, Guizhou University, Guiyang 550025, China; 2. Management Office of

Guizhou Science and Technology Demonstration Garden for Soil & Water Conservation, Guiyang 550002, China)

Abstract: Using the methods of field investigation and indoor analysis, we examined the litter and soil characteristics of several different vegetation types in the Maotai water function areas. Results showed that there were some differences in litter characteristics for different vegetation types, in which the litter storage, effective water holding capacity and maximum water holding capacity of cedar forests were the greatest, while the litter storage of *Bambusa pervariabilis* × *Dendrocalamopsis oldhami* Shelterbelt and the effective water holding capacity and maximum water holding capacity of imperata grass were the smallest; the water absorption rates of litter for different vegetation types decreased with a power function of time. As for the soil characteristics, nutrient contents of mixed forest were generally higher, and those of pine and white oak thickets were lower; the permeability of soil layer in cedar forests and mixed forest were stronger while that of imperata grass was the weakest.

Keywords: Maotai water function areas; vegetation type; soil nutrients; litter

森林枯落物作为森林生态系统的重要组成部分^[1],它不仅抑制土壤水分蒸发、减缓地表径流、防止土壤溅蚀、减少水流对土壤冲刷^[2-3],增强土壤抗蚀抗冲性^[4],而且枯落物还可以通过分解作用改善土壤结构,增加土壤养分,起到调节土壤肥力作用^[5],而土壤肥力状况对植被生长起着至关重要的作用。茅台水源功能区作为茅台酒厂重要生态功能区,其位于赤水河中上游,河谷区山高坡陡,土地贫瘠,且功能区植物多样性与森林群落结构呈退化趋势^[6]。近年来赤水河流域由于植被破坏严重,水土流失日益加剧,水土流失面积为 9 521.84 km²,年均土壤侵蚀量可达 2 732

t/(km² · a),生态环境日益恶化^[7]。目前国内对林地枯落物及土壤持水性能研究较多^[8-9],而针对贵州赤水河流域植被系统研究较少,尤其是作为重要的茅台水源功能区的研究则更少。为了美酒河上游的青山绿水,确保国酒茅台酒厂的水源安全、生态环境建设及可持续发展,我们对贵州省茅台水源功能区的几种主要植被类型的枯落物及土壤特征做了调查和研究,可为今后该流域的治理提供一定的理论依据。

1 研究区概况

研究区位于茅台水源功能区,104°45′—106°51′E,

收稿日期:2014-09-26

修回日期:2015-09-21

资助项目:贵州茅台科技联合基金(黔科合茅科联字[2009]7007);贵州省社发攻关项目(黔科合 SZ[2009]3003);贵州省应用基础重大专项(黔科合 JZ 字[2014]2002)

第一作者:周福健(1985—),男,贵州贵阳人,工程师,在职硕士研究生,主要从事水土保持工作。E-mail:297311534@qq.com

通信作者:戴全厚(1969—),男,陕西长武人,博士,教授,博导,主要从事水土保持与生态恢复重建研究。E-mail:qhdairiver@163.com

27°20′—28°50′N,该区属于南方亚热带区域的川黔湘鄂山地丘陵立地区的西部立地亚区^[10],主要河流为赤水河。气候属亚热带季风湿润,年平均气温 15℃左右,≥10℃的年积温在 5 000~5 500℃,无霜期达 340 d 左右^[11],年平均降雨量在 1 000 mm 以上,其中大于 80 mm 的降雨主要集中在 4—10 月份,最大降雨出现在 6 月,7 月份^[12]。森林土壤主要有紫色土、黄壤、石灰土、黄红壤等^[12]。

2 调查与研究方法

2.1 样地设置及采样

在对试验区所有植被类型实地踩踏了解的基础

上,选定需要调查的植被类型。样地的基本情况如表 1 所示。乔灌按 20 m×20 m,草坡按 10 m×10 m 为 1 个样地进行调查。枯落物在样地内按随机设定的 3 个 1 m×1 m 的小样方内分别进行收集和取样,并测定枯落物厚度和重量,土样则在样地内按随机选择的 3 个样点分别进行取样。

2.2 土壤指标测定

土壤测定项目包括自然含水率、饱和含水率、速效磷、速效钾、碱解氮、全磷、全钾、全氮、有机质、pH 值等,测定方法以《土壤分析技术规范》^[13]的试验方法为准;土壤初渗值、稳渗值,初渗速率、稳渗速率测定方法以《森林土壤渗透性的测定》(GB7838—1987)^[14]为准。

表 1 不同植被类型立地情况

植被类型	经纬度		立地条件				
	纬度	经度	海拔/m	坡向	坡位	坡度/(°)	土壤
柏木林	N27°47′24.9″	E106°19′13.3″	703	西坡	上	40	石灰土
针阔混交林	N27°47′17.8″	E106°19′3.9″	753	北坡	中上	65	黄壤
撑绿竹林	N27°47′6.1″	E106°19′6.3″	809	北坡	中上	45	紫色土
马尾松林	N27°47′40.3″	E106°18′42″	781	西坡	中上	40	砂壤
白栎灌丛	N27°47′41.1″	E106°18′45.8″	835	西坡	上	30	黄壤
白茅草丛	N27°47′41.9″	E106°19′7.7″	762	南坡	中上	30	黄壤

3 结果与分析

3.1 不同植被类型枯落物特征分析

试验结果(表 2)表明,不同植被类型下的枯落物特征存在一定差异,枯落物厚度中针阔混交林较大,数值为 5.57 cm,其次为柏木(*Cupressus funebris* Endl.)林、马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)林、白栎(*Quercus fabrei* Hance)灌丛和白茅(*Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv.)草丛,撑绿竹(*Bambusa pervariabilis*×*Dendrocalamopsis oldhami* Shelterbelt)

林的最小仅为 0.76 cm。枯落物储量以柏木林最大,数值为 8.34 t/hm²,针阔混交林和马尾松林次之,数值分别为 5.72,5.91 t/hm²,其他植被类型枯落物则较小,其中以撑绿竹林最小(1.48 t/hm²)。有效持水量和最大持水量以柏木林和针阔混交林的较大,分别在 26%以上和 29 t/hm²以上,其次是马尾松林,其有效持水量和最大持水量分别为15.18%,17.38 t/hm²,而其他植被类型较小。最大持水率以撑绿竹林最大,数值为 347.41%,白栎灌丛最小(135.58%),其他植被类型则在 200%~300%之间。

表 2 不同植被类型的枯落物特征

植被类型	枯落物厚度/cm	枯落物储量/(t·hm ⁻²)	有效持水量/%	最大持水率/%	最大持水量/(t·hm ⁻²)
柏木林	2.17	8.34	30.40	297.32	34.00
针阔混交林	5.57	5.72	26.94	281.21	29.30
撑绿竹林	0.76	1.48	7.01	347.41	7.33
马尾松林	2.13	5.91	15.18	202.74	17.38
白栎灌丛	2.40	3.29	7.86	135.58	9.26
白茅草丛	1.80	1.59	6.26	241.45	6.93

图 1 为不同植被类型枯落物不同间隔时段的吸水速度比较图,从图中可以看出,不同植被类型下枯落物吸水速度各不相同,但均表现出相同的趋势,随着吸水时间增加,不同间隔时段的吸水量在减少,且吸水速度

也越来越慢,随着时间不断增加枯落物吸水速度逐渐趋近于 0。其中各植被类型的枯落物在 1/12 h 到间隔 1/2 h 时吸水速度较快,且以 1/12 h 的吸水速度最大,间隔 2 h 后吸水速度开始减慢,并趋于稳定。

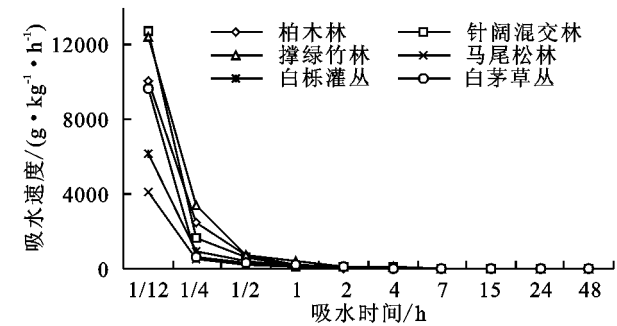


图 1 不同植被类型枯落物不同时段吸水速度

表 3 不同植被类型枯落物吸水速度回归模型

植被类型	方程模型	R	F	Sig.
柏木林	$Y=255.306t^{-1.432}$	0.990	400.787	0.000
针阔混交林	$Y=250.097t^{-1.384}$	0.987	299.490	0.000
撑绿竹林	$Y=366.600t^{-1.388}$	0.994	620.734	0.000
马尾松林	$Y=215.799t^{-1.182}$	0.986	280.077	0.000
白栎灌丛	$Y=114.003t^{-1.292}$	0.992	507.143	0.000
白茅草丛	$Y=196.211t^{-1.305}$	0.985	266.928	0.000

以枯落物不同间隔时段 t 为自变量,以枯落物不同间隔时段的吸水速度 Y 为因变量,对二者相关关系进行回归分析,相关参数及方程如表 3 所示。从表中可以看出,不同植被类型枯落物吸水速度回归方程的 Sig. 均为 0.000,且相关系数 R 均在 0.980 以上,表明方程的精确度均较高,各种植被类型枯落物吸水速度均可以利用幂指数曲线 $Y=a \cdot t^b$ 进行估测。

由以上分析可知,不同植被类型下的枯落物特征存在一定差异,柏木林、针阔混交林、马尾松的枯落物储量较大,其中柏木林的最大为 8.34 t/hm²,这种枯落物的储量差异与枯落物厚度、分解速度及植被种类密切相关。其次在有效持水量和最大持水量中以柏木林、针阔混交林的较大,分别在 26%和 29 t/hm² 以上,而在最大持水率中撑绿竹林最大达 347.41%,这种不同类型枯落物的持水能力差异与枯落物组成及吸水

性能密切相关。另外不同植被类型的枯落物不同间隔吸水速度也存在一定差异,但均表现出相同趋势,随着吸水时间增加,不同时段的吸水速度在减少,且越来越慢逐渐趋近于 0(表 3),这种不同时段的吸水速度均可以利用幂函数回归方程进行估测,且精确度较高。

3.2 土壤特征分析

调查测试结果(表 4)表明,不同植被类型其土壤石砾含量、根系含量、自然含水率、饱和含水率均有所差异。土壤石砾含量中其植被类型为针阔混交林、撑绿竹林和白茅草丛的含量较高,均在 20%以上,其他类型较小,均在 10%以下;土壤根系含量中,植被类型为白茅草丛的最大为 0.46%,马尾松林的最小仅为 0.01%,其他则在 0.1%~0.3%;土壤自然含水率和饱和含水量中植被类型为柏木林、针阔混交林、白茅草丛的较大,均在 18%和 30%以上,其中柏木林均为最大,数值分别为 22.13%,32.14%,其他植被类型的土壤自然含水率和饱和含水量则在 13%~16%及 19%~23%。

表 4 不同植被类型土壤特征

植被类型	石砾含量/%	根系含量/%	土壤自然含水率/%	饱和含水量/%
柏木林	1.84	0.20	22.13	32.14
针阔混交林	20.95	0.22	18.57	30.17
撑绿竹林	27.40	0.18	15.06	21.73
马尾松林	6.48	0.01	13.15	19.01
白栎灌丛	1.24	0.13	14.71	22.29
白茅草丛	24.59	0.46	19.92	31.94

室内测试分析结果(表 5)表明,不同植被类型的土壤养分及 pH 值存在一定差异,马尾松林的土壤呈酸性,白茅草丛的呈碱性,其他的呈中性,其 pH 值在 7.00 左右。

表 5 不同植被类型土壤养分特征

植被类型	速效磷/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)	碱解氮/ (mg·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	全钾/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	有机质/ (g·kg ⁻¹)	pH 值
柏木林	26.09	100.45	139.30	0.34	4.17	3.26	113.36	6.87
针阔混交林	24.50	95.17	228.20	0.70	3.60	4.27	132.64	7.25
撑绿竹林	32.14	71.68	48.65	0.41	6.10	2.31	37.17	7.38
马尾松林	20.16	57.10	27.07	0.06	1.53	0.98	15.61	4.91
白栎灌丛	23.70	40.46	48.77	0.13	1.27	1.71	24.93	6.56
白茅草丛	21.74	131.24	92.23	0.23	9.15	2.34	56.60	8.23

同时,图 2,图 3 和图 4 表明,在速效磷中,植被类型为柏木林、撑绿竹林的较大在 26 mg/kg 以上,其他植被在 20~25 mg/kg 之间。在速效钾中,柏木林、白茅草丛的较大在 100 mg/kg 以上,其次为针阔

混交林,其他植被则较小。在全钾中,白茅草丛的含量较高为 9.15 g/kg,其次为撑绿竹林为 6.10 g/kg,其他较小在 5 g/kg 以下。而在其他养分中,针阔混交林的碱解氮、全磷、全氮、和有机质的含量均较高分

别为 228.20 mg/kg, 0.70 g/kg, 4.27 g/kg, 132.64 g/kg。而马尾松的这几种营养成分则均较低, 其他居中。总体来看, 针阔混交林的土壤养分含量普遍较高, 马尾松林和白栎灌丛下的土壤养分含量普遍较低, 表明针阔混交林相对于单一林种及草坡对土壤养分具有明显的改善作用。

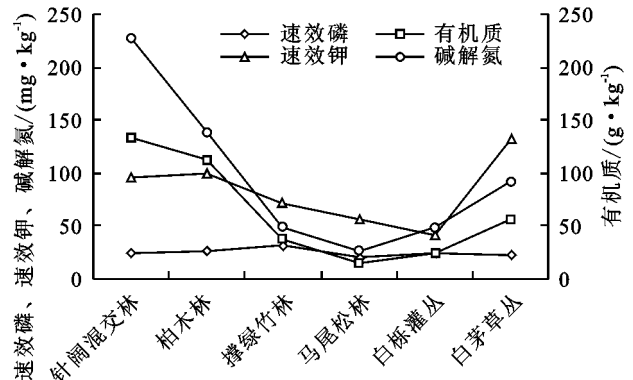


图 2 不同植被类型土壤养分

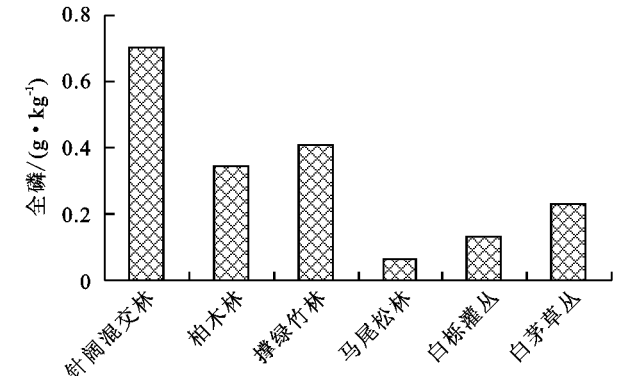


图 3 不同植被类型土壤全磷

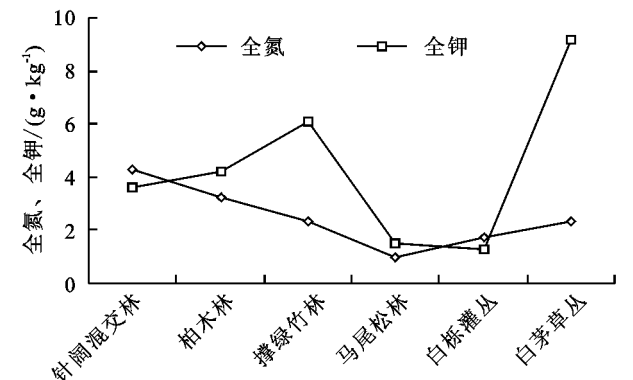


图 4 不同植被类型土壤全氮、全钾

不同植被类型土壤初渗值和稳渗值的差异较大(表 6), 其中针阔混交林的初渗值和稳渗值都较大, 分别为 8.19, 3.91 mm/min, 其次为撑绿竹林, 初渗值和稳渗值分别为 4.22, 2.05 mm/min, 其他类型的均较小, 初渗值和稳渗值均在 1.00 mm/min 以下。在渗透速度中, 各植被类型差异也较大, 针阔混交林的初渗速率和稳渗速率均较大, 分别为 18.60, 6.56 mm/min, 其次为撑绿竹林, 分别为 11.03, 5.35 mm/min, 柏木林、马尾松林、白栎灌丛和白茅草丛的则均较小。

表 6 不同植被类型土壤渗透性能

植被类型	渗透系数 K_{10} /		渗透速度 /	
	(mm · min ⁻¹)		(mm · min ⁻¹)	
	初渗值	稳渗值	初渗速率	稳渗速率
柏木林	0.90	0.58	1.44	0.93
针阔混交林	8.19	3.91	18.60	6.56
撑绿竹林	4.22	2.05	11.03	5.35
马尾松林	0.45	0.52	1.42	1.64
白栎灌丛	0.58	0.28	1.21	0.58
白茅草丛	0.29	0.13	0.46	0.21

综上分析, 不同植被类型中针阔混交林、撑绿竹林的土壤石砾含量较大, 这种土壤石砾含量的差别与土壤类型和土壤风化程度密切相关。在根系含量中, 白茅草丛的土壤根系含量较大, 而马尾松林最小。在土壤自然含水率和饱和含水量中柏木林、针阔混交林、白茅草丛的较高。在各植被类型土壤养分中, 针阔混交林的土壤养分含量普遍较高, 马尾松林和白栎灌丛下的土壤养分含量普遍较低, 表明针阔混交林相对于单一林种及草坡对土壤养分具有明显的改善作用。在土壤渗透能力中, 针阔混交林、撑绿竹林的渗透能力较强, 白茅草丛的渗透能力较弱, 这与土壤类别及特征有密切的联系。

4 结 论

(1) 不同植被类型下的枯落物特征存在一定差异, 柏木林、针阔混交林、马尾松的枯落物储量较大, 其中柏木林的最大为 8.34 t/hm², 这种枯落物的储量差异与枯落物厚度、分解速度及植被种类密切相关。其次在有效持水量和最大持水量中以柏木林、针阔混交林较大, 分别在 26% 和 29 t/hm² 以上, 而在最大持水率中撑绿竹林最大为 347.41%, 这种不同类型枯落物的持水能力差异与枯落物组成及吸水性能密切相关。

(2) 不同植被类型的枯落物不同间隔时段吸水速度存在一定差异, 但均表现出相同趋势, 随着吸水时间增加, 不同时段吸水速度在减少, 且越来越慢逐渐趋近于 0。另外不同间隔时段的吸水速度均可以利用幂函数 $Y=a \cdot t^b$ 回归方程进行估测, 且精确度较高。

(3) 不同植被类型中针阔混交林、撑绿竹林的土壤石砾含量较大, 土壤风化速度较慢, 其次, 柏木林、针阔混交林、白茅草丛的土壤自然含水率和饱和含水量均较高, 另外在各植被类型的土壤养分中, 针阔混交林的土壤养分含量普遍较高, 马尾松林和白栎灌丛下的土壤养分含量普遍较低, 表明针阔混交林相对于单一林种及草坡对土壤养分具有明显的改善作用。

(4) 不同植被类型中针阔混交林的土壤层渗透能力较强,其次为撑绿竹林,而白茅草丛的渗透能力最小,这与不同植被类型对土壤结构的改善作用及土壤本身的特性和结构有关。

参考文献:

- [1] 刘玉国,刘长成,李国庆,等. 贵州喀斯特山地 5 种森林群落的枯落物储量及水文作用[J]. 林业科学,2011,47(3):82-88.
- [2] 张振明,余新晓,牛健植,等. 不同林分枯落物层的水文生态功能[J]. 水土保持学报,2005,19(3):139-143.
- [3] 彭云. 不同森林类型水源涵养功能研究[D]. 贵阳:贵州大学,2008.
- [4] 戴全厚,喻理飞,薛蕊,等. 植被控制水土流失机理及功能研究[J]. 水土保持研究,2008,15(2):32-36.
- [5] 杨吉华,张永涛,李红云,等. 不同林分枯落物的持水性能及对表层土壤理化性状的影响[J]. 水土保持学报,2003,17(2):141-144.

- [6] 肖卫平,刘立斌,杨世海,等. 贵州茅台水源功能区植物群落的分类和排序[J]. 贵州农业科学,2012,40(6):34-38.
- [7] 邹翔,薛小红,赵健. 赤水河流域水土流失特点与分区防治研究[J]. 长江科学院院报,2010,27(8):12-15.
- [8] 曾丹娟,徐广平,黄玉清,等. 北部湾经济区枯落物及其林下土壤持水能力研究[J]. 水土保持研究,2015,22(4):210-213,220.
- [9] 唐洪辉,张卫强,严峻,等. 南亚热带杉木林改造对土壤及凋落物持水能力的影响[J]. 水土保持研究,2014,21(6):47-53.
- [10] 詹昭宁. 中国森林立地类型[M]. 北京:中国林业出版社,1995.
- [11] 冷茂芳. 仁怀市撑绿竹引种栽培研究[J]. 中国园艺文摘,2009,25(6):37-38.
- [12] 孙修贵. 中国主要城市降雨雨强分布和 Ku 波段的降雨衰减[M]. 北京:气象出版社,2004.
- [13] 杜森,高祥照,全国农业技术推广服务中心. 土壤分析技术规范[M]. 北京:中国农业出版社,2006.
- [14] 国家林业局. 森林土壤渗透性测定[S]. LY/T1218—1999.

(上接第 22 页)

参考文献:

- [1] 广西壮族自治区统计局. 广西统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2006.
- [2] 谭宏伟. 甘蔗施肥管理[M]. 北京:中国农业出版社,2009.
- [3] 李奇伟. 现代甘蔗改良技术[M]. 广州:华南理工大学出版社,2000.
- [4] 敖俊华,江水,黄振瑞,等. 加强甘蔗养分管理,降低甘蔗生长成本[J]. 广东农业科学,2011(23):31-34.
- [5] 张维理,武淑霞,冀宏杰,等. 中国农业面源污染形式估计及控制对策;I. 21 世纪初期中国农业面源污染的形式估计[J]. 中国农业科学,2004,37(7):1008-1033.
- [6] 何铁光,秦芳,苏天明,等. 不同栽培模式对氮磷钾养分径流流失的影响[J]. 水土保持研究,2014,21(1):95-103.
- [7] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000.
- [8] 李其林,魏朝富,李震,等. 三峡库区坡耕地氮磷径流特

征[J]. 土壤通报,2010,41(6):1399-1455.

- [9] 邢颖,江泽普,谭裕模,等. 不同基因型甘蔗氮磷钾积累与利用研究[J]. 甘蔗糖业,2013(1):10-13.
- [10] Mitsch W J, Horne A J, Nairn R W. Nitrogen and phosphorus retention in wetlands-ecological approaches to solving excess nutrient problems [J]. Ecological Engineering, 2000,14(1/2):1-7.
- [11] Casey R E, Taylor M D, Klaine S J. Mechanisms of nutrient attenuation in a subsurface flow riparian wetland[J]. Journal of Environmental Quality, 2001,30(5):1732-1737.
- [12] 劳秀荣,孙伟红,王真,等. 秸秆还田与化肥配合施用对土壤肥力的影响[J]. 土壤学报,2003,40(4):618-622.
- [13] 刘世平,张洪程,戴其根,等. 免耕套种与秸秆还田对农田生态环境及小麦生长影响[J]. 应用生态学报,2005,16(2):393-396.
- [14] 江永,黄忠兴. 我国蔗区土壤主要养分的分析研究[J]. 甘蔗糖业,2001(5):5-10.