

内蒙古自治区多伦县不同林地枯落物持水性能研究

敖特根其木格, 秦富仓, 周佳宁, 杨振奇, 周美超, 牛晓乐

(内蒙古农业大学 沙漠治理学院, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘要: [目的] 探讨多伦县不同林分类型的枯落物持水性能差异, 为该区森林土壤持水性能提供基础数据理论。[方法] 以内蒙古自治区锡林浩特市多伦县为研究区, 选取代表性的 10 块林地, 收集林地地表枯落物, 测定其现存量、持水性能及拦蓄能力等, 旨在分析不同林分类型下枯落物持水性能的差异及其对表层土壤(0—20 cm)含水率的影响。[结果] (1) 乔木林的枯落物现存量、持水能力和拦蓄能力均高于灌木林。(2) 天然林的枯落物现存量、持水能力和拦蓄能力均高于人工林。(3) 各林地枯落物厚度显著影响表层土壤的含水率, 即枯落层越厚, 表层土壤含水率越高。[结论] 由于树种组成、年龄、林分密度及立地条件的影响, 不同林分类型的持水能力差异较大, 但变化规律为基本一致, 同时, 林地对土壤水分的影响高于草地。

关键词: 林地; 枯落物层; 持水能力; 拦蓄能力

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2017)04-0114-05

中图分类号: S715

文献参数: 敖特根其木格, 秦富仓, 周佳宁, 等. 内蒙古自治区多伦县不同林地枯落物持水性能研究[J]. 水土保持通报, 2017, 37(4): 114-118. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.04.019; Aotegenqimuge, Qin Fucang, Zhou Jianing, et al. Different forest litters water-holding performance in Duolun County of Inner Mongolia Autonomous Region[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(4): 114-118. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.04.019

Different Forest Litters Water-holding Performance in Duolun County of Inner Mongolia Autonomous Region

Aotegenqimuge, QIN Fucang, ZHOU Jianing, YANG Zhenqi, ZHOU Meichao, NIU Xiaole

(College of Desert Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot, Inner Mongolia 010010, China)

Abstract: [Objective] To investigate the difference of water holding capacity of litters in different stand types in Duolun County, and to provide basic data and relevant theory for forest soil water holding capacity in this area. [Methods] Duolun County in Xilinhaote City of Inner Mongolia was taken as the study area, in which 10 representative sites of woodland were selected. Weight of forest litter, water holding capacity and storage capacity were measured to analyze the differences of water holding capacity of litter among different forest types, the effect on moisture content as well. [Results] (1) Forest litter amount, water holding capacity and storage capacity were all higher than that of shrub. (2) The natural forest litter amount, water holding capacity and storage capacity were higher than the corresponding values of artificial forest. (3) The litter thickness significantly affected the water content of the surface soil, i. e., the thicker the litter layer, the higher the surface soil moisture content was. [Conclusion] Because of the influences of tree species composition, age, stand density and site conditions, the water holding capacity of different stand types varied greatly, but the change was basically the same. The influence of forest land on soil moisture was higher than that of grassland.

Keywords: woodland; litter layer; water holding capacity; storage capacity

收稿日期:

修回日期:

资助项目: 内蒙古应用研究与开发计划项目“半干旱区坡地资源高效利用技术集成”(20110709); 内蒙古高等学校科研项目(NJZZ11048; NJZY13070)

第一作者: 敖特根其木格(1990—), 女(蒙古族), 内蒙古自治区鄂托克旗人, 硕士研究生, 研究方向为城乡规划与管理。E-mail: 1989331017@qq.com。

通讯作者: 秦富仓(1966—), 男(汉族), 内蒙古自治区呼和浩特市人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事土地资源管理、水土保持与荒漠化防治、林地等方面的教学与科研工作。E-mail: qinfc@126.com。

枯落物是指覆盖在土壤表面的枯枝落叶^[1-2]、动物粪便及其残体等。枯枝落叶层是森林水文功能的第2层,具有避免雨水对地表的直接作用,防止土壤溅蚀、阻延地表径流、抑制土壤水分蒸发的作用,使森林更好地发挥涵养水源和保持水土的功能。有学者^[3-9]在不同区域对多种森林类型枯落物的特性做了研究。多数研究^[10-11]表明一般枯枝落叶层积累多,层次厚,枯落物的积累与分解取决于林分组成、密度、林况与环境条件(温度、湿度、通气条件)。多伦县林地群落结构简单、树种单一,加上不合理的利用和认为活动导致生态环境恶劣,风蚀沙化、水土流失严重,使草原退化、土地荒漠化加剧。目前多伦县退耕还林工程的实施,使可治理的沙化土地得到基本治理,生态环境明显改善。枯枝落叶层的形成为土壤—植被系统物质交换建立了介面,促进了流沙的成土过程,但是目前,关于该区域枯落物方面的研究很少,单单乔木林的枯落物持水性能而没有乔木林和灌木林比较。

基于此,本文分析多伦县10个代表性的林地的林分组成、密度及立地条件不同,导致林下枯落物的持水性能也有所差异,通过对不同树种起源的乔木林和灌木林下的枯落物层水文效应进行定量研究,分析不同林分类型的枯落物持水性能差异,为林地蓄水保水功能研究提供参考,为多伦县生态恢复中树种的栽植以及制定合理造林措施等提供理论及数据上的基础和科学依据。

1 研究区概况

多伦县位于内蒙古锡盟南部,地处内蒙古波状高原南缘,浑善达克沙地边缘,地理坐标为东经115°51′—116°54′,北纬41°46′—42°36′。海拔高度1150~1800 m。该区域属于中温带半干旱大陆性季风气候区典型草原带,半干旱向半湿润过渡地区,冬季严寒而漫长,春季干旱多大风,夏季不热多雷阵雨,秋凉霜雪早,年平均降水量400 mm左右,四季降水分配不均,多降水为夏季。多伦县林地种乔木25种,灌木62种,分属24科40属。主要树种有樟子松(*Pinus sylvestris* L. var. *mongholica litv*)、落叶松(*Larix gmelinii*)、沙地榆(*Ulmus pumila*)、赤杨(*Alnus japonica*)、山杨(*Populus davidiana*)、白桦(*Betula platyphylla*)、乌柳(*Salix cheilophila*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、山杏(*Armeniaca sibirica*)、虎榛子(*Ostryopsis davidiana*)、柄扁桃(*Prunus pedunculata*)、山荆子(*Malus baccata*)、秋子梨(*Pyrus ussuriensis*)、毛山楂(*Crataegus maximowiczii*)、稠李(*Padus racemosa*)、玫瑰(*Rosa rugosa*)、欧李(*Cerasus humilis*)、锦鸡儿(*Caragana*)等等。

2 研究方法

2.1 样地基本情况

选择10个具有代表性的林分样地,样地基本情况详见表1。

表1 研究区样地基本情况

样地编号	林地类型	树种来源	密度/(株·hm ⁻²)	立地条件			面积/hm ²
				坡度/(°)	坡向	海拔/m	
D ₁	山杏	天然林	432	0~5	西南	1 225	0.09
D ₂	沙地榆	天然林	436	5~8	向东	1 198	0.25
D ₃	二青杨	人工林	1 122	0~5	平地	1 276	0.09
D ₄	黄柳	人工林	2 233	0~5	平地	1 271	0.09
D ₅	沙地榆	人工林	1 388	0~5	平地	1 275	0.25
D ₆	沙柳	天然林	944	5~8	平地	1 279	0.09
D ₇	樟子松	人工林	236	0~5	向北	1 377	0.09
D ₈	山杏	人工林	4 500	5~8	向南	1 289	0.09
D ₉	赤杨	天然林	1 622	5~8	平地	1 270	0.25
D ₁₀	樟子松	人工林	677	5~8	西南	1 389	0.09

2.2 地表枯落物调查及收集

每个样地中随机选取规格为1 m×1 m的两个样方,分别记录样方内枯落物的总厚度、半分解和未分解的厚度,装袋称重,并带回实验室。

2.3 枯落物持水性能测定

将野外收集的枯落物,在自然晾干的情况下,分别

装入已知重量的细孔网袋内,分别称量样品干重(样品干重+细孔网袋重)后完全浸入水中,定时测定其重量变化。每次取出后静置至枯落物不滴水后称量枯落物的湿重。计算各时段枯落物的持水量和吸水速率。枯落物的有效持水量只能达到最大持水量的85%,因为最大持水率只是从试验中得到的数值,而在实际当中

枯落物也不可能长期浸泡在水里,降雨初期凋落物会吸取部分雨水,但随着降雨的延续,雨水会下渗到土壤或形成地表径流流走^[12],如果直接用最大持水率来推算有效拦蓄量的话则偏高,所以公式即为:

$$W = (0.85R_m - R_0)M$$

式中: W ——有效拦蓄量(t/hm^2); R_m ——最大持水率(%); R_0 ——自然含水率(%); M ——枯落物现存量(t/hm^2)^[13]

2.4 林地表层土壤含水率的测定

在已选取的样地内,取表层(0—20 cm)土壤样品装入铝盒,带回室内,通过烘干法,测定土壤含水率。

3 结果与分析

3.1 枯落物现存量

枯落物的蓄积量主要取决于枯落物的输入量、分解速度和累积年限,而林地的树种组成不同、林分所处的水热条件不同都对枯落物蓄积量有较大影响^[14]。根据样地收集的两个枯落物样品进行浸水试验并取平均值,进而求得样地的枯落物持水性能。表 2 为不同林分类型和枯落物厚度及现存量。不同林地类型枯落物各层次的厚度、现存量均存在较大的差

异。以赤杨的枯落物厚度和现存量最大,为 27.5 mm 和 1 313.70 t/hm^2 ,其次是樟子松;山杏林地最小。乔木林地的枯落物均大于灌木林地,天然林地的枯落物大于人工林地。

表 2 不同林下枯落物厚度及现存量

样地编号	林地类型	不同林分枯落物厚度/mm			现存量/ ($t \cdot hm^{-2}$)
		未分解	半分解	总厚度	
D ₁	山杏	0.2	0.0	0.2	14.65
D ₂	沙地榆	2.5	3.9	6.4	518.70
D ₃	二青杨	6.0	12.5	18.5	167.40
D ₄	黄柳	0.1	0.2	0.3	13.95
D ₅	沙地榆	0.5	1.2	1.6	114.10
D ₆	沙柳	2.1	4.2	6.3	112.00
D ₇	樟子松	3.9	7.0	10.9	275.35
D ₈	山杏	0.1	0.1	0.2	5.75
D ₉	赤杨	9.0	18.5	27.5	1 313.70
D ₁₀	樟子松	5.0	13.5	18.5	1 035.40

3.2 枯落物持水能力

3.2.1 枯落物持水过程 枯落物吸水量的大小取决于其自身的厚度、性质,枯落物的分解程度和组成种类直接影响着森林的持水能力。表 3 反映了不同林分在各时间段枯落物的持水量。

表 3 不同林分枯落物持水量

样地	林地类型	不同浸水时间枯落物持水量/g							
		1 h	2 h	4 h	6 h	8 h	10 h	12 h	24 h
D ₁	山杏	31.3	33.7	35.3	35.7	37.6	40.0	40.7	41.4
D ₂	沙地榆	728.8	833.2	842.8	855.5	871.6	887.3	906.3	988.6
D ₃	二青杨	468.9	494.8	500.1	509.1	516.3	534.0	554.4	579.1
D ₄	黄柳	215.9	225.9	230.6	232.9	234.6	239.8	242.6	248.5
D ₅	沙地榆	404.3	469.5	488.0	500.6	518.1	521.0	526.5	549.5
D ₆	沙柳	418.8	451.6	455.9	460.5	464.3	468.2	489.8	522.0
D ₇	樟子松	296.8	325.4	340.3	345.4	353.9	356.5	375.8	382.6
D ₈	山杏	66.7	69.5	71.2	73.2	76.0	77.0	78.5	82.7
D ₉	赤杨	2 117.1	2 326.8	2 382.3	2 397.0	2 412.9	2 443.2	2 453.7	2 516.9
D ₁₀	樟子松	997.4	1 210.6	1 265.6	1 286.0	1 302.4	1 324.0	1 361.6	1 464.8

在枯落物最初浸泡的 1 h 内,枯落物持水量均迅速增加,随着浸泡时间的延长枯落物的持水量呈现不断增加的趋势,且增加速度逐步放缓,枯枝落叶层持水量在浸泡时均达到饱和状态。赤杨林地的枯落物的持水量最大,为 2 516.9 g/m^2 。不同林分类型的枯落物持水量与浸泡时间的回归关系详见表 4。由表 4 可知,在 5 种林分类型的样地中,3 个乔木林样地枯落物持水量与浸水时间的关系式均为对数关系,而 2 个灌木林样地枯落物持水量与浸水时间的关系式为指数关系。

表 4 不同林分枯落物持水量与浸水时间的关系式

林分类型	样地	关系式	R
二青杨	D ₃	$y = 25.059 \ln x + 9.035$	0.962
赤杨	D ₉	$y = 55.548 \ln x + 1.035$	0.943
沙地榆	D ₂	$y = 22.991 \ln x + 217.694$	0.96
沙地榆	D ₅	$y = 27.973 \ln x + 279.696$	0.972
樟子松	D ₇	$y = 26.360 \ln x + 301.234$	0.982
樟子松	D ₁₀	$y = 31.778 \ln x + 263.859$	0.960
山杏	D ₁	$y = 0.094x^{31.211}$	0.973
山杏	D ₈	$y = 0.068x^{65.946}$	0.987
黄柳	D ₄	$y = 0.042x^{217.038}$	0.988
沙柳	D ₆	$y = 1.924x^{187.438}$	0.947

注: y 为枯落物持水量(g/m^2); x 为吸水时间(h)。

3.2.2 枯落物吸水速率 吸水速率是枯落物在某时间段内吸收水分的速度,随浸泡时间增加,逐步达到饱和状态,吸水速率降低。如图 1 所示,10 个样地枯落物的吸水速率趋势基本一致,虽然不同林分枯落物在浸入水中 1h 时吸水速率相差较大,但随着时间的延长都呈缓慢减小的趋势,从 1~6 h 急速下降,6 h 后吸水速度开始明显减缓,这主要是因为随着浸泡时间增长,枯落物持水量接近其最大持水量,这表明枯落物吸水量逐渐趋于饱和。

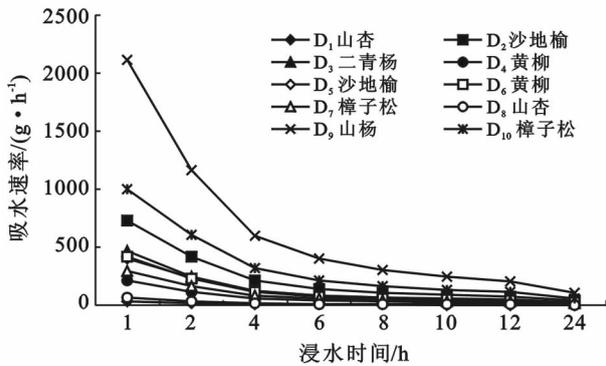


图 1 林下枯落物吸水速率与浸水时间的关系

3.2.3 枯落物最大持水量及持水率 最大持水量是指将枯落物吸水达到饱和时的吸水量。最大持水率是指枯落物充分吸水后的重量与干重的百分比。枯落物最大持水率是反映单位质量最大吸水量情况^[15]。不同林分枯落物最大持水量及持水率都有所不同,具体详见表 5。由表 5 可知,10 个林地的赤杨的持水量最大,为 2 214.30 t/hm²,相当于 221.4 mm 水深,其次是樟子松,最小为山杏,林分差异较大,这是由于每个林地的树叶及枯落物的组成不同,乔木林的枯落物在单位质量吸水量几乎大于灌木林。

表 5 不同林分枯落物最大持水量及最大持水率

样地	林地类型	最大持水量/mm	最大持水率/%
D ₁	山杏	4.1	2.9
D ₂	沙地榆	98.9	6.32
D ₃	二青杨	57.9	6.99
D ₄	黄柳	19.9	16.53
D ₅	沙地榆	54.9	2.99
D ₆	沙柳	52.2	9.15
D ₇	樟子松	28.3	2.48
D ₈	山杏	8.3	14.96
D ₉	赤杨	221.4	3.52
D ₁₀	樟子松	146.5	5.81

3.2.4 枯落物有效拦蓄量 枯落物的有效拦蓄量是用来估算枯落物对降雨的实际拦蓄量,它与枯落物数量、水分状况、降雨情况有关。如表 6 所示,各林分类

型有效拦蓄量值均较高,赤杨林的有效拦蓄量最大,为 2 926 t/hm²,有效拦蓄深度为 292.6 mm,它的有效拦蓄能力最强,这是因为赤杨厚度及现存量最大。天然山杏林和人工山杏林的最小,由于 2 个都是灌木林地,平均高度为 0.8 和 0.4 m,均为高度不大的幼龄林,枯落物较少,导致拦蓄量最小。

表 6 不同林分枯落物的拦蓄能力

样地编号	林地类型	现存量/(t·hm ⁻²)	含水率/%	最大持水率/%	有效拦蓄深/mm
D ₁	山杏	14.65	9.57	2.90	3.5
D ₂	沙地榆	518.70	71.87	6.32	253.3
D ₃	二青杨	167.40	14.86	6.99	96.9
D ₄	黄柳	13.95	24.76	16.53	19.3
D ₅	沙地榆	114.10	36.27	2.99	24.9
D ₆	沙柳	112.00	16.01	9.15	85.3
D ₇	樟子松	275.35	56.70	2.48	46.7
D ₈	山杏	5.75	59.01	14.96	7.2
D ₉	赤杨	1 313.70	111.86	3.52	292.6
D ₁₀	樟子松	1 035.40	43.54	5.81	210.5

3.3 枯落物对土壤水分的影响

森林土壤由于受到森林枯落物、树根及地上植被的影响,而具有不同的物理性质。由前述分析可见,乔木林地的枯枝落叶层厚度较大,导致枯落物具有较强的持水能力和有效拦蓄能力,其对表层土壤(0—20 cm)含水率也有一定的影响。由图 2 可见,不同林分类型的枯落物厚度对表层土壤的含水率有显著影响,枯落物厚度大,表层土壤的含水率也大,10 个样地中,赤杨林样地的土壤含水率为最高,这是因为此样地枯枝落叶层厚度最大。4 个灌木林样地的枯落物厚度都较小。与对照区(草地)对比后发现,各林地类型中表层土壤的含水率均明显大于对照区,进一步说明枯落物对表层土壤含水量有明显的贡献。因为林分结构、枯落物组成结构不同,人工林的林分结构单一,树种为简单,导致林下枯枝落叶层的组成成分低,厚度小。

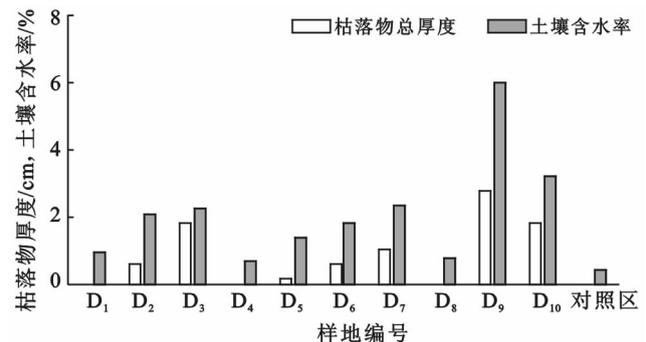


图 2 枯落物的厚度与 0—20 cm 土层的土壤含水率

4 结论

(1) 不同林地类型枯落物各层的现存量均存在较大的差异,其范围在 5.75~1 313.70 t/hm²。乔木林样地的枯落物厚度及现存量均比灌木林的大,同时天然林大于人工林。

(2) 5 种森林群落枯落物的最大持水量有所不同,其大小顺序与枯落物总储量排序一致,表明枯落物最大持水量与其蓄积量密切相关。枯落物最大持水量、最大持水率及有效拦蓄量最大的是赤杨林,分别为 221.4 mm,3.52%,292.6 mm。

(3) 枯落物厚度对表层土壤是有显著的影响,赤杨样地的土壤含水率为最高。4 个灌木林样地的土壤含水率为很低,而 6 个乔木林样地的很高。不同林分类型的天然林下的表层土壤的含水率高于人工林。

[参 考 文 献]

- [1] Kelliher F M, Lloyd J, Arneth A, et al. Evaporation from a central siberian pine forest[J]. Journal of Hydrology, 1998,205(3/4):279-296.
- [2] 刘春江,杨玉盛,马祥庆. 欧亚大陆地上森林凋落物的研究[J]. 林业研究,2003,14(1):27-34.
- [3] 周永文,黄文辉,陈红跃,等. 不同人工林分枯落物的土壤持水能力研究[J]. 生态环境,2003,12(4):449-451.
- [4] 张洪江,程金花,余新晓,等. 贡嘎山冷杉纯林枯落物含量及其持水特性[J]. 林业科学,2003,39(5):147-157.
- [5] 王佑民. 中国林地枯落物持水保土作用研究概况[J]. 水土保持学报,2000,14(4):110-115.
- [6] 申卫军,彭少麟,周国逸,等. 马占相思(*Acacia mangium*)与湿地松(*Pinus elliotii*)人工林枯枝落叶层的水文生态功能[J]. 生态学报,2001,21(5):846-850.
- [7] 卢洪健,李金涛,刘文杰. 西双版纳橡胶林枯落物的持水性能与截留特征[J]. 南京林业大学学报,2011,35(4):67-73.
- [8] 周祥,赵一鹤,张洪江,等. 云南高原典型林分林下枯落物持水特征研究[J]. 生态环境学报,2011,20(2):248-252.
- [9] 李良,翟洪波,姚凯,等. 不同林龄华北落叶松人工林枯落物储量及持水特性研究[J]. 中国水土保持,2010(3):32-46.
- [10] 张雷燕,刘常富,王彦辉,等. 宁夏六盘山南侧森林枯落物及土壤的水文生态功能研究[J]. 林业科学研究,2007,20(1):15-20.
- [11] 宋吉红. 重庆缙云山森林水文生态功能研究[D]. 北京:北京林业大学,2008.
- [12] 王卓,刘尚华. 鄂尔多斯退耕还林 6 种典型配置模式凋落物持水特性研究[J]. 内蒙古林业科技,2015,41(3):3-4.
- [13] 雷瑞德. 秦岭火地塘林区华山松林水源涵养功能的研究[J]. 西北林学院学报,1984(1):19-34.
- [14] 高人,周广柱. 辽宁东部山区几种主要森林植被类型枯枝落叶层持水性能研究[J]. 沈阳农业大学学报,2002,33(2):115-118.
- [15] 王士永,余新晓,贾国栋,等. 北京山区主要人工林枯落物水文效应[J]. 中国水土保持科学,2011,9(5):42-47.
- [9] 李京京,吕哲敏,石小平,等. 基于地形梯度的汾河流域土地利用时空变化分析[J]. 农业工程学报,2016,32(7):230-236.
- [10] 吴见,王帅帅,谭靖. 基于安徽省土地利用变化的地形梯度效应分析[J]. 长江流域资源与环境,2016,25(2):239-248.
- [11] 龚文峰,袁力,范文义. 基于地形梯度的哈尔滨市土地利用格局变化分析[J]. 农业工程学报,2013,29(2):250-259.
- [12] 许宁,张广录,刘紫玉. 基于地形梯度的河北省太行山区土地利用时空变异研究[J]. 中国生态农业学报,2013,21(10):1284-1292.
- [13] 薄广涛,牛志君,郭义强,等. 冀西北间山盆地土地利用变化地形梯度效应[J]. 水土保持研究,2017,24(1):1-6.
- [14] 陈学兄,张小军,常庆瑞. 陕西省地形起伏度最佳计算单元研究[J]. 水土保持通报,2016,36(3):265-270.
- [15] 喻红,曾辉,江子瀛. 快速城市化地区景观组分在地形梯度上的分布特征研究[J]. 地理科学,2001,21(1):64-69.
- [16] 陈楠,杨武年,李娟. 巴中市丘陵山区土地利用在地形梯度上的分布特征[J]. 水土保持通报,2012,32(1):185-188.
- [17] 庄逐舟,黄秋昊,石云. 黄土丘陵区土地利用变化与地形梯度关系研究[J]. 水土保持研究,2016,23(4):331-337.
- [18] 郭洪峰,许月卿,吴艳芳. 基于地形梯度的土地利用格局与时空变化分析:以北京市平谷区为例[J]. 经济地理,2013,33(1):160-166,186.
- [19] 王秀兰,包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展,1999,18(1):81-87.
- [20] 高彦净,巩杰,贾珍珍,等. 甘肃白龙江流域土地利用在地形梯度上的空间分布[J]. 兰州大学学报:自然科学版,2014,60(5):680-686.

(上接第 113 页)