

基于 DEM 喀斯特山区小流域土地利用与地形因子的关系研究

——以大方县果木小流域为例

杨雪¹, 乐立², 周宇洋¹, 朱晓丝¹, 胥祥¹

(1 贵州师范大学地理与环境科学学院, 贵州贵阳 550001; 2 都匀市国土资源局, 贵州都匀 558000)

【摘要】以大方县果木小流域为例, 基于 Landsat7ETM+影像在 ArcGIS 技术的支撑下, 数字化后得到的土地利用与 DEM 模型进行空间叠加分析, 运用地形分布指数探索出小流域的土地利用空间分布与高程、坡度和坡向之间的关系, 研究表明: 坡度和高程对土地利用的影响具有相似性, 随着地形因子的增加, 林地整体的分布指数也呈现增加, 而水田和水域呈现递减的趋势, 对于旱地则表现为先随着地形因子的增加而增加达到一定临界值后出现递减的趋势, 相对坡向对土地利用的影响而言, 对于林地和草地, 坡向的整体影响则表现为阳坡>半阳坡>阴坡。

【关键词】DEM, 土地利用, 地形因子

【中图分类号】K903

【文献标识码】A

【文章编号】1003-6563(2018)02-0044-07

0 引言

土地是人类赖以生存、孕育和发展的物质基础, 土地利用方式折射出自然因素和社会因素, 随着全球环境的变化, 土地逐渐成为人们关注的焦点^[1]。地形因子在很大程度上决定着土地利用方式和人类土地是人类赖以生存、孕育和发展的物质基础, 对土地利用的难易程度, 同时它也影响着该区域内的物质转化过程, 近几年也有不少学者研究土地利用与地形因子之间的关系, 研究都表明地形因子在一定程度上影响着土地利用与土地利用方向, 流域内的土地利用方式将直接影响着小流域的土壤侵蚀情况及周边的社会经济情况^[2]。但是研究区选在喀斯特山区的较少, 所以本文选取了大方县的果木小流域为例, 探索出该流域内的人地关系, 为流域内的土地利用提供科学的依据, 有效的防止水土流失^[3]。

1 研究区概况

果木小流域位于大方县牛场苗族彝族乡, 地理坐标为东经 105° 33' 10" ~105° 37' 56", 北纬 26° 50' 02" ~26° 54' 45" 之间, 涉及新庄村、立新村、大营村 3 个行政村, 流域总面积 3864.60hm², 岩石主要为石灰岩、砂页岩等, 出露岩石主要是石灰岩, 小流域属长江流域乌江水系六冲河支流, 亚热带湿润季风气候, 植被属亚热带常绿阔叶林带, 流域内土壤类型为黄壤和水稻土。流域内年平均气温 12.8℃, 年极端最高气温 33.2℃, 极端最低气温为-9.5℃, ≥10℃的积温 5234℃·h, 无霜期 254 天。流域内多年平均降雨量 1118mm, 最大年降雨量 1623.5mm, 最小年降雨量 780mm。研究区林草覆盖率 38.87%。研究区的土地利用类型根据《土地利用更新调查技术》, 在结合实地调查将土地利用类型划分为草地、旱地、建设用地、水田、水域、未利用地和林地。

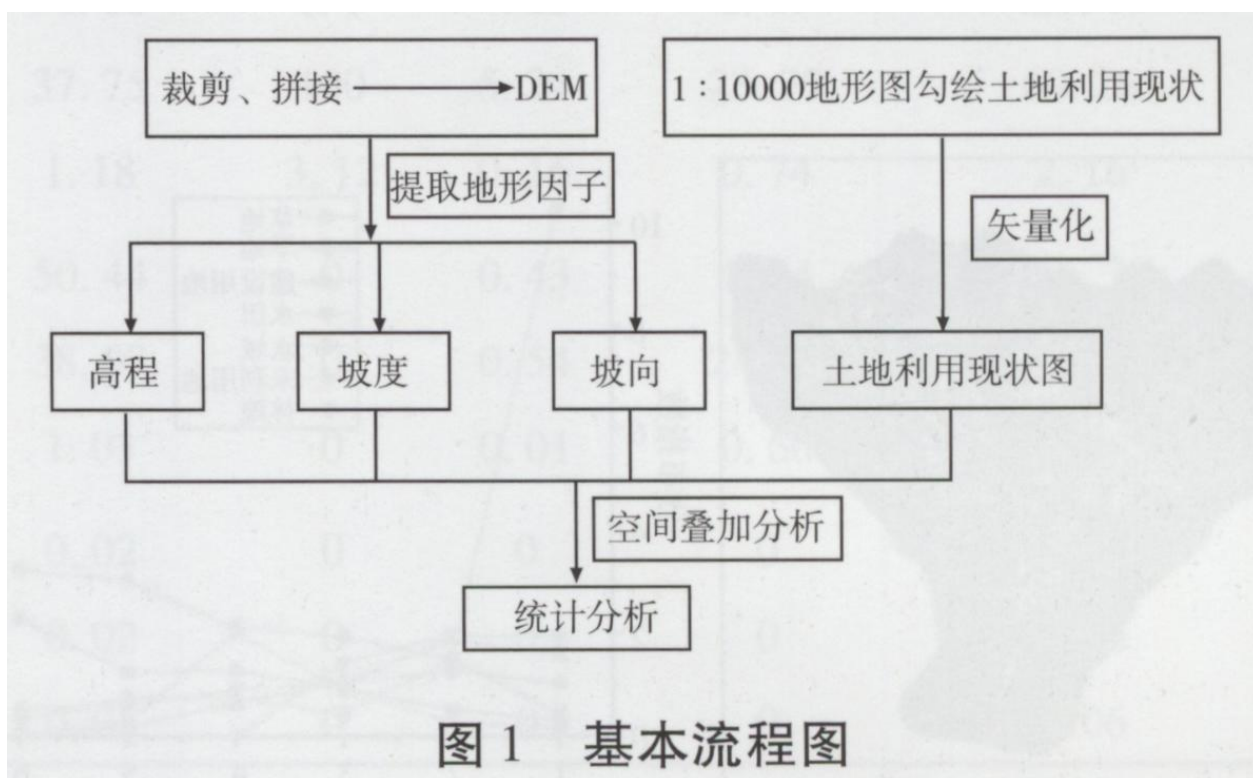
表 1 研究区土地利用现状表

特征参数	土地利用类型							合计
	草地	旱地	建设用地	水田	水域	未利用地	林地	
面积/hm ²	658.33	1755.93	132.65	1.10	78.73	7.12	1230.75	3864.60
比例/%	17.03	45.44	3.43	0.03	2.04	0.18	31.85	100

2 数据来源与处理

2.1 数据来源

本文的研究数据,土地利用主要来源:根据大方县水务局提供 1:10000 地形图(全国第二次土地调查),地理数据空间云 Landsat7ETM+影像(空间分辨率:30m),利用 ENVI5.1 对影像进行解译、监督分类,再结合实地进行校正,利用 ArcGIS10.1 将土地利用现状图进行矢量化;DEM 数据主要来源于 91 位图助手软件平台,分辨率为 8m,数据的格式为 tif 格式,利用 ArcGIS10.1 提取高程、坡度和坡向,再对其进行矢量化方便与土地利用进行空间叠加统计分析,对该研究区土地利用规划做出科学的指导依据,降低该流域的水土流失^[4]。



2.2 数据处理

本文采用的计算模型为土地利用分布指数,是指某一级别的地类面积占该级土地利用总面积的比值相比于该地类的总面积占整个研究区土地总面积的比值,公式为^[5]:

$$P = \left| \frac{S_{ie}}{S_i} \right| \times \left| \frac{S}{S_e} \right| \in [0, +\infty]$$

其中:P 表示分布指数,e 表示各种地形因子, S_{ie} 表示某种地形因子特定等级下某一地类的面积, S_i 表示某种地类的面积, S_e 表示特定等级下所有地形因子总面积, S 表示整个研究区的总面积, $P > 1$ 说明该种地类在某种地形因子的某种等级下处于优势状态, P 的取值越大表明某种地类的优势度越大, 说明该地类在这一等级下适于分布或发育^[2]。

3 结果统计和分析

3.1 地形因子分级下土地利用特征统计分布



图2 高程分级图
Fig. 2 Elevation

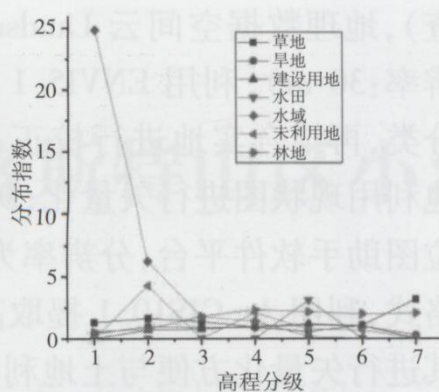


图3 高程分级指数图
Fig. 3 Elevation index

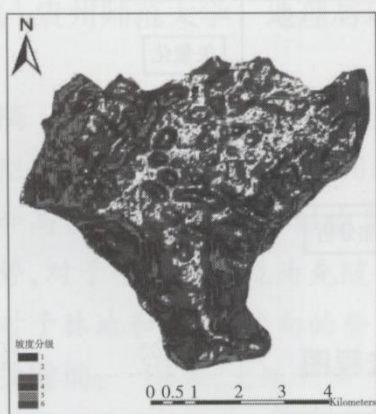


图4 坡度分级图
Fig. 4 Slope gradient

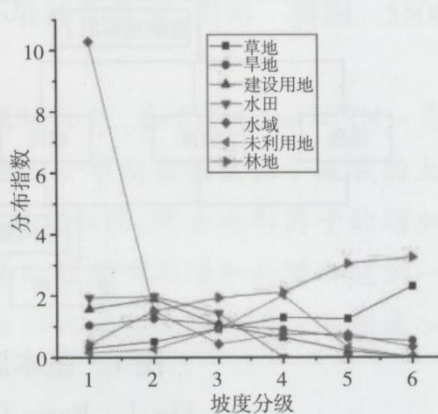


图5 坡度分级指数图
Fig. 5 Slope gradient index

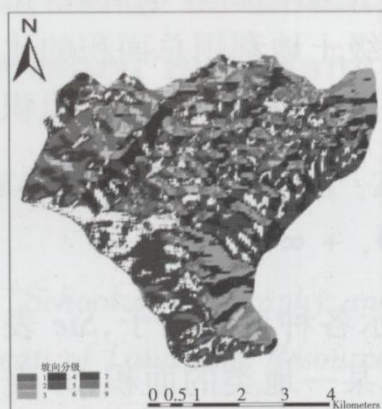


图6 坡向分级图
Fig. 6 Slope aspect

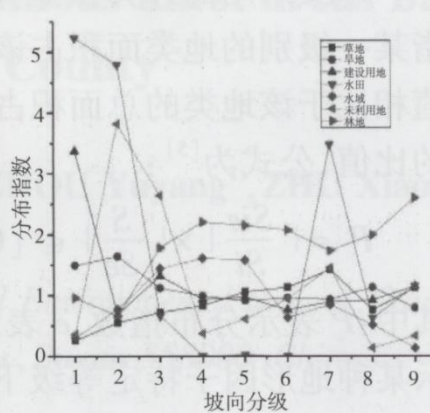


图7 坡向分级指数图
Fig. 7 Slope aspect index

3.2 地形因子下土地利用特征分析

3.2.1 高程分级下土地利用类型分析

研究区的最低高程为 1062m, 最高为 1661m, 研究区的高差为 599m, 高程的分级为:1100m 以下为一级, 此后高程每增加 100m 为一级, 大于 1600m 为一级, 因此高程共分为 7 级, 随着高程增加都会对地形和气温造成改变, 同时这两者的改变都会对人类活动及人们对土地利用方式造成改变^[6]。

从图 3 和表 2 中, 可以看出高程对草地的影响因素不是特别明显, 对旱地和和建设用地的影响为随着高程的增加分布指数也随着增加, 达到一定的值又呈现递减趋势, 说明高程对人类的生活活动有一定的影响, 地形和气温随着高程的增加呈现增加趋势, 在达到一定的临界值时又呈现递减的趋势, 所以人们对土地利用也表现出相同的趋势, 每一高程分级内都有旱地的分布, 体现人们广种薄收的思想理念, 旱地在 5 级 (1400~1500m) 和 6 级 (1500~1600m) 分布指数均大于 1, 表明旱地在这两个高程级内都处于优势状态, 在高程为 1400~1500m 分布指数达到最大, 为 36.3%、1.13。建设用地 4、5 和 6 级处于优势状态, 在范围为 1400~1500m 内优势状态达到最大, 分别为 37.75%、1.18。水田在 5 级处于优势状态, 而水域则是随着高程的增加呈现递减的趋势, 在高程小于 1100m 的范围内处于最佳的优势状态, 指数分别为 22.41%、24.85, 证明水往低处流的真理。高程对未利用的影响并不是特别明显。高程对林地的影响表现更加明显, 随着高程的增加, 林地呈现整体递增的趋势, 在高程范围在 1300~1400m 的范围内达到最优的优势分布状态, 指数分别为 29.48%、2.34。

表 2 高程分级下土地利用特征表

高程分级 / m	土地利用特征参数	土地利用类型						
		草地	旱地	建设用地	水田	水域	未利用地	林地
1(<1100)	面积 / hm ²	7.84	6.55	0	0	17.64	0	2.82
	比例/%	1.19	0.37	0	0	22.41	0	0.5
	分布指数	1.32	0.41	0	0	24.85	0	0.56
2(1100~1200)	面积 / hm ²	64.05	102.13	5.44	0	29.18	1.81	26.52
	比例/%	9.73	5.82	4.1	0	37.07	25.42	4.71
	分布指数	1.64	0.98	0.69	0	6.25	4.29	0.79
3(1200~1300)	面积 / hm ²	87.1	151.18	9.9	0	13.31	0	108.79
	比例/%	13.23	8.61	7.47	0	16.91	0	17.48
	分布指数	1.38	0.9	0.78	0	1.76	0	1.82
4(1300~1400)	面积 / hm ²	76.79	195.87	16.77	0	14.04	1.88	181.62
	比例/%	11.66	11.15	12.64	0	17.83	26.4	29.48
	分布指数	0.93	0.89	1	0	1.41	2.1	2.34
5(1400~1500)	面积 / hm ²	115.63	637.41	50.08	1.1	4.13	1.69	427.05
	比例/%	17.56	36.3	37.75	100	5.24	23.79	69.26
	分布指数	0.55	1.13	1.18	3.12	0.16	0.74	2.16
6(1500~1600)	面积 / hm ²	261.51	651.98	50.44	0	0.43	1.74	456.38
	比例/%	39.72	37.13	38.02	0	0.54	24.39	74.11
	分布指数	1.08	1.01	1.03	0	0.01	0.66	2.01
7(>1600)	面积 / hm ²	45.41	10.81	0.02	0	0	0	27.56
	比例/%	6.9	0.62	0.02	0	0	0	4.46
	分布指数	3.18	0.28	0.01	0	0	0	2.06

3.2.2 坡度分级下土地利用类型分析

根据小流域的实地考察分析,结合坡度对小流域土地利用的影响将研究区的坡度分为 6 级,0°~2° 为平地,2°~6° 缓平地,6°~15° 斜坡地,15°~25° 缓陡坡地,25°~35° 陡坡地,>35° 急陡坡地。

从图 5 和表 3 中可以看出,草地随着坡度的增加其分布指数也随着增加,在坡度>25° 时分布指数均大于 1,这也响应大于 25° 实施退耕还林有一定的关系,说明平地和缓平地主要被人们进行其他的生产活动;坡度对旱地的影响表现为随着坡度的增加分布指数整体呈现递减的趋势,坡度>25° 分布指数均<1^[7],说明坡度 25° 之后旱地并不处于优势状态,造成其影响因素为国家在坡度>25° 实施退耕还林政策有关,在小于 25° 旱地都处于优势发育状态,表明坡度对人类活动有一定的影响,人们主要选择在小于 25° 下进行农业生产活动,这也有助于人们生产生活,其次随着坡度的增加,土壤的水土流失程度增加,土壤保水、保土、保肥的效果较差,导致投入与产出达不到理想的效果,这也是人们不选择在大于 25° 下进行农业生产活动;坡度对建设用地的表现为:随着坡度的增加建设用地的分布指数呈现下降的趋势,在坡度小于 25° 这个临界值分布指数均小于 1,说明建设用地在该区域处于优势发展状态,表明了人类大多选在平地和缓平地进行居住和生产生活^[8];坡度对水田的影响表现为:随着坡度的增加水田的分布指数呈下降的趋势,在 25° 达到一个临界值,在大于 25° 之后水田的分布指数均小于 1,说明 25° 之后不适于水田的分布,综合坡度对几种地类的分布影响都表现为,在 25° 都达到一个临界值,说明选择在 25° 实施退耕还林是经过反复验证的选择,因为人们大多数选择在小于 25° 进行各种各样的活动;坡度对水域的影响为,随着坡度的增加水域的分布指数呈现下降趋势,表明坡度越高越不利于水域的发育;坡度对未利用的影响表现不明显;坡度对林地影响为随着坡度的增加林地的分布指数呈现一直增加的趋势,说明坡度越陡越利于林地的发育和分布。

3.2.3 坡度分级下土地利用类型分析

坡向对地类的影响主要体现在坡向对地貌及气候条件的影响,从而影响人们对土地利用方式的改变。

从图 7 和表 3 中可以看到坡向对草地整体的影响为:坡向对植物需要的阳关的影响直接导致草地在阳坡的分布指数大于阴坡大于无坡向;坡向对旱地的影响,所呈现出来的规律并不是很明显,这说明人们在研究区广泛种植经济作物,体现了一种广种薄收的思想理念,为取得更大的经济效益人们在进行农业生产时没有充足的考虑地形因子带来的影响;坡向对建设用地的影响也不是特别明显,主要原因是该研究区的建设用地大多数是交通用地;坡向对水域、水田和未利用地的影响并不是很明显;坡向对林地的影响则表现的很明显,林地在坡向地形因子影响下为阳坡大于半阳坡大于阴坡,在阳坡和半阳坡下分布指数均大于 1,说明林地对阳光的要求比较严。

表 3 坡度分级下土地利用特征表

坡度分级	土地利用特征参数						
		草地	旱地	建设用地	水田	未利用地	林地
1(0°~2°)	面积/hm ²	5.68	52.08	5.92	0.06	0.03	23.08
	比例/%	0.86	2.97	4.46	5.51	0.43	1.24
	分布指数	0.30	1.04	1.57	1.94	0.15	0.44
2(2°~6°)	面积/hm ²	55.37	367.63	41.92	0.36	0.32	158.20
	比例/%	8.41	20.94	31.60	33.06	4.54	24.98
	分布指数	0.51	1.26	1.90	1.99	0.27	1.50
3(6°~15°)	面积/hm ²	264.06	806.52	59.89	0.68	2.82	517.31
	比例/%	40.11	45.93	45.15	61.43	39.69	83.61
	分布指数	0.93	1.07	1.05	1.43	0.92	1.94

4(15° ~25°)	面积 / hm ²	221. 18	407. 28	22. 47	0. 00	3. 75	338. 10
	比例/%	33. 60	23. 19	16. 94	0. 00	52. 63	55. 20
	分布指数	1. 29	0. 89	0. 65	0. 00	2. 02	2. 12
5(25° ~35°)	面积 / hm ²	70. 27	96. 27	2. 39	0. 00	0. 19	156. 77
	比例/%	10. 67	5. 48	1. 80	0. 00	2. 71	26. 06
	分布指数	1. 25	0. 64	0. 21	0. 00	0. 32	3. 04
6(>35°)	面积 / hm ²	41. 78	26. 15	0. 06	0. 00	0. 00	37. 29
	比例/%	6. 35	1. 49	0. 05	0. 00	0. 00	8. 92
	分布指数	2. 31	0. 54	0. 02	0. 00	0. 00	3. 25

表 4 坡向分级下土地利用特征表

坡向分级	土地利用特征参数	土地利用类型						
		草地	旱地	建设用地	水田	水域	未利用地	林地
1（无坡向）	面积 / hm ²	2. 95	45. 72	7. 83	0. 10	0. 41	0. 04	10. 64
	比例/%	0. 45	2. 60	5. 90	9. 17	0. 52	0. 63	1. 68
	分布指数	0. 26	1. 49	3. 37	5. 23	0. 30	0. 36	0. 96
2（阴坡）	面积 / hm ²	10. 88	86. 04	2. 71	0. 16	1. 80	0. 81	12. 74
	比例/%	1. 65	4. 90	2. 04	14. 28	2. 29	11. 37	1. 96
	分布指数	0. 55	1. 64	0. 69	4. 79	0. 77	3. 82	0. 66
3（半阳坡）	面积 / hm ²	53. 24	220. 31	19. 56	0. 08	12. 72	2. 11	125. 25
	比例/%	8. 09	12. 55	14. 75	7. 40	16. 15	29. 62	19. 99
	分布指数	0. 72	1. 12	1. 32	0. 66	1. 44	2. 64	1. 78
4（半阳坡）	面积/hm ²	77. 43	246. 95	17. 43	0. 00	18. 03	0. 37	188. 49
	比例/%	11. 76	14. 06	13. 14	0. 00	22. 91	5. 20	31. 29
	分布指数	0. 83	0. 99	0. 93	0. 00	1. 61	0. 37	2. 20
5（阳坡）	面积 / hm ²	123. 30	282. 25	22. 76	0. 00	22. 06	0. 77	233. 77
	比例/%	18. 73	16. 07	17. 16	0. 31	28. 02	10. 79	38. 06
	分布指数	1. 06	0. 91	0. 97	0. 02	1. 58	0. 61	2. 15
6（阳坡）	面积 / hm ²	130. 20	295. 70	17. 71	0. 00	8. 72	1. 17	222. 15
	比例/%	19. 78	16. 84	13. 35	0. 05	11. 07	16. 49	36. 14
	分布指数	1. 13	0. 96	0. 76	0. 00	0. 63	0. 94	2. 07
7（半阳）	面积 / hm ²	138. 23	241. 53	17. 52	0. 57	9. 84	1. 53	163. 20
	比例/%	21. 00	13. 76	13. 21	51. 52	12. 49	21. 43	25. 59
	分布指数	1. 42	0. 93	0. 89	3. 48	0. 84	1. 45	1. 73
8（半阳坡）	面积 / hm ²	52. 45	207. 45	12. 75	0. 07	4. 16	0. 10	125. 66
	比例/%	7. 97	11. 81	9. 61	6. 41	5. 29	1. 37	20. 77
	分布指数	0. 76	1. 13	0. 92	0. 62	0. 51	0. 13	1. 99
9（阳坡）	面积 / hm ²	69. 65	129. 98	14. 38	0. 12	0. 99	0. 22	148. 85
	比例/%	10. 58	7. 40	10. 84	10. 86	1. 26	3. 10	24. 52
	分布指数	1. 12	0. 79	1. 15	1. 15	0. 13	0. 33	2. 60

4 结语

文章在 DEM 的基础上以 ArcGIS 和 ENVI 等软件为技术平台,对大方县果木小流域的土地利用类型与地形因子之间的研究进行探讨,果木小流域主要的地类以旱地为主,这也是造成研究区水土流失严重的一个原因,为指导人们合理地利用研究区的土地提供科学的依据,同时高程、坡度和坡向对土地利用的影响又各不相同:

高程对草地的影响不明显,对旱地和建设用地的影响:随着高程的增加逐渐递增,在高程为 1600m 达到一定临界值又出现递减的趋势,对水域的影响:随着高程的增加逐渐递减,在高程大于 1400m 之后不再呈现优势分布,高程对林地影响:随着高程的增加,林地的分布指数逐渐递增。

坡度对草地和林地的影响:随着坡度的增加,土地利用的分布指数呈现增加的趋势,对旱地、建设用地和水田的影响:随着坡度的增加土地利用分布指数增加,在坡度为 15° 这个临界值,分布指数呈现递减的趋势,同时在坡度分级为第三级时面积都达到最大,分别为:806.52hm²、59.89hm²、0.68hm²,水域主要分布在平地 and 缓平地,坡度对未利用地的影响不明显。

坡向对草地和林地的影响表现为:土地利用分布指数的值整体在阳坡大于半阳坡大于阴坡,对旱地、建设用地、水田、水域和未利用地的影响不明显^[9]。

参考文献

- [1] 杨婉,李鹏,于书霞.土地利用结构优化配置研究[J].安徽农业科学,2011,39(34):21143-21146.
- [2] 张会丹,孙虎,田广玉.陕北小流域土地利用空间分布与地形因子关系研究[J].江西农业学报,2015,27(10):15-18.
- [3] 严尔梅,欧阳力.生态清洁小流域水土保持监测探讨[J].水土保持应用技术,2015(3):25-27.
- [4] 赵莹莹,葛洁,王慧妮.3S 技术集成在土地利用更新调查中的应用[J].地理空间信息,2009,7(1):61-63.
- [5] 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.
- [6] 姜福林.基于 DEA 方法的黑龙江省城市土地利用效率研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2012.
- [7] 郭红,龚文峰,孔达.基于 DEM 的帽儿山地区土壤侵蚀定量分析[J].自然灾害学报,2009,18(3):139-145.
- [8] 欧照铿.Markov 约束下 ANN-CA 模型构建与闽侯县土地利用模拟研究[D].福建:福建农林大学,2014.
- [9] 郜红娟,韩会庆,张朝琼,等.乌江流域贵州段 2000—2010 年土地利用变化对碳储量的影响[J].四川农业大学学报,2016,34(1):48-53.

收稿日期:2017-10-30;修回日期:2017-11-08

作者简介:杨雪(1991-),女,硕士研究生,研究方向:水土保持与国土整治。