

# 张家口市土地利用结构特征及其动态变化

郭洪峰, 许月卿, 田媛

(中国农业大学 资源与环境学院, 北京 100193)

**摘要:**以张家口市 1996—2008 年的土地利用变更调查数据为基础,采用土地利用变化贡献率、土地利用动态度、信息熵、优势度、均衡度、集中化、多样化等方法,对张家口市土地利用结构特征及其动态变化进行了系统分析。结果表明:(1)耕地、林地、草地、未利用地 4 种土地利用类型占张家口市土地面积的 92% 左右,构成张家口市土地利用结构的基本格局。(2)1996—2008 年,张家口市耕地和未利用地大幅度减少,林地、园地、草地、居民点及工矿用地、交通用地均在增加;各土地利用类型的动态度依次为:林地>耕地>园地>未利用地>交通用地>草地>居民点及工矿用地>水域。(3)土地利用结构信息熵、均衡度呈增加趋势,优势度指数呈减小趋势,土地利用结构向无序、均衡化方向演变。(4)土地利用结构集中化指数减小,多样化指数增大,表明张家口市土地利用结构趋于多样化。

**关键词:**土地利用结构;土地利用动态变化;景观生态学;张家口市

文献标识码:A

文章编号:1000-288X(2013)03-0259-06

中图分类号:F301.24

## Landuse Structure and Its Dynamic Change in Zhangjiakou City

GUO Hong-feng, XU Yue-qing, TIAN Yuan

(Department of Land Resources Management, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

**Abstract:** Based on the detailed survey data of landuse change from 1996 to 2008 in Zhangjiakou City, many models and methods including the contribution rate of landuse change, dynamic degree of landuse change, information entropy, equilibrium degree, degree of dominance, diversification and centrality degree were used to analyze the landuse structure characteristics and its dynamic change. Results show that: (1) The main landuse types in Zhangjiakou City were arable land, forestland, grassland and unutilized land, which accounted for about 92% of the total land area. (2) The landuse change was obvious in the city from 1996 to 2008. The areas of arable land, unutilized land and water body had a drastic reduction, while the areas of forestland, orchard, grassland, construction land and traffic land increased. In terms of the maximum dynamic degree of landuse change, the landuse types from high to low were in the order of forestland, arable land, orchard, unutilized land, traffic land, grassland, construction land and water body. (3) The information entropy, equilibrium degree of land use for Zhangjiakou City increased, while the degree of dominance decreased, which indicated that land use structure was changing to be disordered and equalization. (4) The centrality degree of landuse increased along with the diversification decreased, which shows that the landuse structure of Zhangjiakou City tended to be diversified.

**Keywords:** landuse structure; landuse dynamic change; landscape ecology; Zhangjiakou City

区域土地利用变化反映了人类在一定时间范围和空间区域内对土地の利用与使用方式的改变,深入认识和研究区域土地利用/土地覆被变化及其对区域生态环境的影响过程,对维持生态平衡和实现区域土

地可持续利用有着重要意义<sup>[1-4]</sup>。2005 年,国际地圈—生物圈计划(IGBP)和全球变化的人类因果计划(IHDP)提出了土地变化科学的概念,将“土地利用/土地覆被变化(land use and land cover change,

收稿日期:2012-05-02

修回日期:2012-07-25

资助项目:国家自然科学基金项目“环京津冀北贫困带土地利用变化及其优化利用调控研究”(41171088);国土资源部土地资源调查评价项目(DCPJ121504-01);中央高校基本科研业务费专项资金项目(2011JJS162)

作者简介:郭洪峰(1986—),男(汉族),山东省潍坊市人,硕士,主要研究方向为土地利用/覆被变化、土地可持续利用。E-mail:guohf1110@126.com。

通信作者:许月卿(1972—),女(汉族),河北省定州市人,副教授,主要从事土地利用变化与可持续利用、土地资源利用与评价等方面研究。E-mail:xmoonq@sina.com。

LUCC)”和“全球变化与陆地生态系统(global change in terrestrial ecosystems project, GCTE)”两个核心计划整合为“全球土地研究计划(global land project, GLP)”<sup>[5-9]</sup>,指出新时期土地利用/覆被变化集中研究土地系统变化的原因和性质、土地系统变化的后果、土地可持续性的综合分析和模拟,并开展典型区域案例研究,注重快速变化区和生态脆弱地区<sup>[10-12]</sup>。

张家口市生态环境脆弱,自然灾害频发,土地利用粗放,人地矛盾突出,经济发展水平低下,是土地利用变化科学最为关注的热点地区,是土地利用变化的敏感区域,也是全球环境响应比较突出的区域;同时该地区又地处京津上风向和上水源,是京津的生态屏障、供水水源地,与京津存在着密切的资源环境和发展关系。随着国家“十一五”规划对区域统筹的推进,京津冀一体化和区域协作发展成为区域统筹的焦点之一,张家口市迎来了前所未有的发展机遇,城市化和工业化进程加速,各业用地需求增加,土地资源供需矛盾进一步加剧。因此,本文以张家口市土地利用变更调查数据为基础,采用数理统计和景观生态学方法,系统分析张家口市 1996—2008 年土地利用结构及其动态变化特征,明确其变化的主要类型,揭示土地利用变化过程及其演化规律,为该区域土地管理决策和土地资源可持续利用供科学依据。

## 1 研究区概况

张家口市地处河北省西北部,总面积  $3.68 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。全市地势西北高、东南低,阴山山脉横贯中部,将全市划分为坝上、坝下 2 个自然地理区域。沽源、康保、张北、尚义 4 县为坝上高原,属内蒙古高原南缘,该区域海拔 1 300~1 600 m,南高北低,地势较平坦,草原广阔,多内陆湖泊(淖),岗梁、湖泊、滩地和草坡、草滩相间分布,是典型的波状高原景观。南部坝下 4 区 9 县,地处华北平原和内蒙古高原的过渡带,海拔 500~1 200 m,该区域地形复杂,山峦起伏,丘陵与河谷盆地相间分布,河川占 24.5%,丘陵占 18.7%,山区占 56.8%。张家口市属大陆性气候,全市年平均气温  $7.8 \text{ }^\circ\text{C}$ ,全市年平均降水量 349.7 mm。2008 年末总人口 459.67 万人, GDP 720.37 亿元。张家口市主要土地利用类型为耕地、林地、草地、未利用地,2008 年 4 种土地利用类型分别占张家口土地面积的 23.44%, 27.86%, 14.03% 和 25.89%。

## 2 研究方法

本文数据主要为张家口市 1996—2008 年土地利用变更调查数据。根据《土地利用现状调查技术规

程》分类标准,结合研究区土地利用方式和特点对数据进行处理和统一化,将张家口市土地利用类型分为耕地、园地、林地、草地、水域、居民点及工矿用地、交通用地及未利用地 8 个 1 级地类,48 个 2 级地类。

(1) 土地利用面积变化贡献率。土地利用面积变化贡献率是指某 2 级地类面积变化量占所对应的 1 级地类面积变化的比重<sup>[13]</sup>。其计算公式如下:

$$V = \frac{U'_{im} - U_{im}}{U'_i - U_i} \times 100\% \quad (1)$$

式中:  $V$ ——土地利用面积变化贡献率(%);  $U'_i$ ——研究期末  $i$  类 1 级地类的面积( $\text{hm}^2$ );  $U_i$ ——研究期初  $i$  类 1 级地类的面积;  $U'_{im}$ ——研究期末  $i$  类 1 级地类中第  $m$  种 2 级地类的面积;  $U_{im}$ ——研究期初  $i$  类 1 级地类中第  $m$  种 2 级地类的面积;  $m$ ——某 1 级地类中包含的 2 级地类;  $i$ ——某 1 级地类。下同。

$V$  取正值表示 2 级地类与对应 1 级地类面积变化正相关,反之,负相关;  $V$  取值大于 100%,表示该 2 级地类面积变化大于对应 1 级地类的面积变化。

(2) 土地利用动态度。综合土地利用动态度可描述土地利用变化总速度,是研究区土地利用变化的综合表现。单一土地利用动态度表示研究期内某一种特定土地利用类型的变化速度。综合土地利用动态度和单一土地利用动态度计算公式见文献<sup>[14]</sup>。

(3) 信息熵指数、均衡度、优势度指数。信息熵是系统复杂性与均衡性的测度,可度量土地利用系统的复杂程度和有序度。一般情况下,信息熵越小,系统越有序,反之系统就越无序<sup>[15]</sup>。土地利用结构信息熵一般采用以  $e$  为底的自然对数,其函数表达式为:

$$H = - \sum_{i=1}^N P_i \ln P_i \quad (2)$$

式中:  $H$ ——信息熵指数;  $P_i$ ——研究区内第  $i$  种 1 级地类土地面积占该区域土地总面积的百分比;  $N$ ——区域 1 级地类数量。下同。

土地利用信息熵不具有绝对的可比性,引入均衡度的概念动态模拟土地利用变化,其计算公式如下<sup>[15]</sup>:

$$J = H/H_{\max} = - \sum_{i=1}^N P_i \ln P_i / \ln N \quad (3)$$

式中:  $J$ ——土地利用均衡度;  $H$ ——信息熵;  $H_{\max}$ ——信息熵的最大值。下同。

因  $H \leq H_{\max}$ ,因此  $J$  的变化区间为  $[0, 1]$ ,  $J$  越大,表明该地区不同职能的土地利用类型越多,各类用地的面积相差越小,土地利用结构均衡性越强。

优势度指数用于测度不同时期土地利用结构中一种或少数几种土地利用类型占据支配地位的程度。优势度值越大,表示景观结构受一种或少数几种景观类型支配的程度越大,其计算公式如下<sup>[15]</sup>:

$$Q=1-J \quad (4)$$

式中:Q——土地利用优势度。

(4) 吉布斯·马丁多样化指数。吉布斯·马丁多样化指数( $GM_a$ )表示土地类型的齐全程度或多样化状况<sup>[16]</sup>,其计算公式如下:

$$GM_a = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N U_{ai}^2}{(\sum_{i=1}^N U_{ai})^2} \quad (5)$$

式中: $GM_a$ ——第 $a$ 年张家口市土地利用结构的多样化指数; $U_{ai}$ ——第 $a$ 年张家口市第 $i$ 类1级地类面积( $a$ 为1996,2000,2005,2006,2007,2008年)。

(5) 集中化指数。集中化指数是定量分析区域土地利用集中化程度的一个指标,用于反映不同时期研究区各类土地利用所处的区位优势状况,其计算公式如下<sup>[16]</sup>:

$$I_a = \frac{A_a - R}{M - R} \quad (6)$$

式中: $I_a$ ——第 $a$ 年研究区土地利用结构集中化指数; $A_a$ ——第 $a$ 年研究区各土地利用类型累计百分比之和; $M$ ——研究区土地利用类型完全集中为一种时累计百分比之和(本文为800%); $R$ ——基准年研究区各土地利用类型面积之和的累计百分比之和(本文基准年为2008年, $R$ 为962.96%)。

### 3 结果与分析

#### 3.1 土地利用结构特征

由表1可知,张家口市主要土地利用类型为耕地、林地、牧草地及未利用地,4种土地利用类型占到张家口市土地总面积的92%左右。其中耕地、林地、牧草地3者占土地总面积的比例由1996年的61.6%增加到2008年的66.3%,未利用地由1996年的30.31%减少到2008年的25.89%,园地、水域、居民点及工矿用地、交通用地4地类之和仅占张家口市土地总面积的8%左右。

表1 1996—2008年张家口市土地利用结构变化

土地利用类型	1996年末面积/ hm <sup>2</sup>	1996年末比例/ %	2008年末面积/ hm <sup>2</sup>	2008年末比例/ %	面积变化/hm <sup>2</sup>	比例变化/ %
耕地	1 132 308.73	30.76	862 810.07	23.44	-269 498.67	-7.32
园地	80 951.93	2.20	97 864.80	2.66	16 912.87	0.46
林地	661 025.47	17.96	1 025 622.73	27.86	364 597.27	9.91
草地	473 197.27	12.86	516 599.60	14.03	43 402.33	1.18
水域	78 935.93	2.14	76 773.40	2.09	-2 162.53	-0.06
居民点及工矿	103 096.68	2.80	107 776.47	2.93	4 679.79	0.13
交通用地	35 833.04	0.97	40 574.10	1.10	4 741.06	0.13
未利用地	1 115 495.40	30.31	952 823.20	25.89	-162 672.20	-4.42
合计	3 680 844.45	100.00	3 680 844.37	100.00	—	—

1996—2008年,园地、林地、草地、居民点及工矿用地、交通用地均在增加。耕地、水域和未利用地均在减少。期间,林地变化最为显著,林地面积增加了364 597.27 hm<sup>2</sup>,占张家口市面积比例增加9.91%;其次是耕地,耕地减少269 498.67 hm<sup>2</sup>,占张家口市面积比例减少7.32%;园地和草地分别增加16 912.87 hm<sup>2</sup>和43 402.33 hm<sup>2</sup>,所占比例分别增加0.46%和1.18%;居民点及工矿用地和交通用地面积增加较小,水域减少2 162.53 hm<sup>2</sup>,所占比例下降0.06%。

可见,1996—2008年张家口市土地利用结构特征为:(1)耕地、林地、草地和未利用地是张家口市主

要土地利用类型,构成张家口市土地利用的基本格局;(2)1996—2008年,张家口市土地利用结构变化特征主要表现为耕地和未利用地减少,生态用地(林地、草地)和建设用地(居民点及工矿用地、交通用地)增加;(3)未利用地面积较大,而居民点及工矿、交通用地面积较小。这与张家口市所处的山地、丘陵、河谷盆地的地貌类型以及较低的经济水平等因素密切相关。

#### 3.2 土地利用结构变化贡献率

基于对表1张家口市土地利用变化总体特征的分析,采用土地利用面积变化贡献率方法,对1级地类土地利用变化的贡献率进行了计算,结果见表2。

表 2 1996—2008 年张家口市 2 级地类面积变化及其贡献率

	2 级地类	灌溉水田	望天田	水浇地	旱地	菜地			
耕地	面积变化/hm <sup>2</sup>	-347.19	0.00	22 160.01	-292 100.27	788.80			
	贡献率/%	0.13	0.00	-8.22	108.39	-0.29			
	2 级地类	有林地	灌木林	疏林地	未成林造林地	迹地	苗圃		
林地	面积变化/hm <sup>2</sup>	17 398.85	39 102.21	464.47	307 603.91	-189.85	217.66		
	贡献率/%	4.77	10.72	0.13	84.37	-0.05	0.06		
	2 级地类	荒草地	盐碱地	沼泽地	沙地	裸土地	裸岩、石砾地	田坎	其他
未利用地	面积变化/hm <sup>2</sup>	-150 753.80	-2 969.03	0.00	-327.60	-411.69	-7 438.47	-908.01	136.41
	贡献率/%	92.67	1.83	0.00	0.20	0.25	4.57	0.56	-0.08
	2 级地类	铁路	公路	农村道路	民用机场	港口、码头	管道运输		
交通用地	面积变化/hm <sup>2</sup>	314.83	4343.63	80.41	0.00	0.00	2.19		
	贡献率/%	6.64	91.62	1.70	0.00	0.00	0.05		
	2 级地类	城市用地	建制镇	农村居民点	独立工矿	盐田	特殊用地	畜禽饲养地	晒谷场
居民点及 工矿用地	面积变化/hm <sup>2</sup>	416.99	1 386.57	428.32	1 940.49	3.60	102.84	381.57	19.43
	贡献率/%	8.91	29.63	9.15	41.47	0.08	2.20	8.15	0.42

由表 2 可见,1996—2008 年,旱地和灌溉水田面积在减少,与耕地面积变化呈正相关,而水浇地和菜地面积在增加,与耕地面积变化负相关。其中,旱地减少最多,对耕地变化贡献率最大,为 108.39%。水浇地增加 22 160.01 hm<sup>2</sup>,对耕地变化的贡献率为 -8.22%。菜地与灌溉水田对耕地面积变化贡献率较小,分别为 -0.29% 和 0.13%。可见,张家口市耕地面积减少主要是由旱地减少所致。

在林地组成中,有林地、灌木林、疏林地、未成林造林地、苗圃均在增加,仅迹地面积略有减小。期间,未成林造林地增加 307 603.91 hm<sup>2</sup>,对林地面积增加贡献率最大为 84.37%;其次是灌木林,灌木林增加 39 102.21 hm<sup>2</sup>,对林地面积增加贡献率为 10.72%。近年来,张家口市先后实施了退耕还林、京津风沙源治理、“三北”防护林低质林改造、森林抚育等国家和省重点生态工程项目,导致未成林造林地、有林地、灌木林、疏林地、苗圃等地类面积增加,而迹地面积在减小。期间林地的变化贡献率依次为:未成林造林地(84.37%)>灌木林(10.72%)>有林地(4.77%)>疏林地(0.13%)>苗圃(0.06%)>迹地(-0.05%)。

随着张家口市社会经济的发展,土地需求增加,未利用地被逐步开发,面积大幅度减少,其中荒草地减少面积最大,期间荒草地减少 150 753.80 hm<sup>2</sup>,占未利用地减少面积的 92.67%。裸岩、石砾地和盐碱地分别减少 7 438.47,2 969.03 hm<sup>2</sup>,对未利用地减少的贡献率分别为 4.57% 和 1.83%。沙地、裸土地、田坎减少面积均较小,对未利用地减少贡献率分别为 0.2%,0.25% 和 0.56%。

交通用地中公路对其变化贡献率最大为 91.62%;其次是铁路为 6.64%;农村道路与管道运

输分别为 1.70% 和 0.05%。近年来,随着张家口市社会经济的发展以及与京津冀周边地区联系的日益紧密,相继建成了京新、张石、张承、张涿等高速公路和张集、张唐铁路,并对部分国省干线公路进行了升级改造,导致公路、铁路面积增加,交通用地面积大幅度上升。

在居民点与工矿用地组成中,各 2 级地类面积均在增加,其中独立工矿和建制镇增加面积最大,对居民点及工矿用地的变化贡献率也最大,分别为 41.47% 和 29.63%。其次是农村居民点和城市用地,对居民点与工矿用地的变化贡献率分别为 9.15% 和 8.91%。张家口市地处内蒙地轴、华北陆台和山西地台 3 大稳定地块的接合带,孕育着丰富的矿产资源,采矿业是张家口市的重点产业。近年来,张家口市“4+3”现代产业矿产品精深加工规划的实施,导致采矿业开发力度不断加大,独立工矿所占面积不断扩大。此外,随着新农村建设的推进,通过县城扩容、中心镇扩大、中心村扩并等途径,张家口市城市化率不断提高,城镇面积不断增加。《张家口市国民经济与社会发展第十二个五年规划纲要》明确提出要将城市化率由现在的 45.5% 提升到规划期末的 54%,建制镇及城市用地将进一步增加。

### 3.3 土地利用变化动态度

1996—2008 年张家口市综合土地利用动态度为 0.98%,表明张家口市土地利用变化较剧烈。研究期内各种土地利用类型的土地利用动态度见表 3。林地、园地、交通用地、牧草地、居民点及工矿用地呈现正向变化速率,表明研究期内其面积呈现增加趋势,而耕地、未利用地、水域呈现负向变化速率,表明研究期内其面积在减少。其中林地的变化率与土地利用

动态度最大,分别为 55.16%和 4.60%;其次为耕地,分别为(-23.80%)和(-1.98%);园地位居第 3,期间增加 20.89%,土地利用动态度为 1.74%;水域的变化幅度最小,期间水域面积减小 2.74%,土地利用动态度为(-0.23%)。

### 3.4 土地利用结构信息熵、均衡度与优势度

由表 4 可见,1996—2008 年,张家口市土地利用结构信息熵总体上呈上升趋势,信息熵由 1996 年的 1.608 上升到 2008 年的 1.652。均衡度呈现出与信息熵同样的变化趋势,由 1996 年的 0.773 增加到 2008 年的 0.794。而优势度则呈现与信息熵与均衡度相反的变化趋势,由 1996 年的 0.227 减少到 2008 年的 0.206。可见,张家口市土地利用结构由有序向

无序方向发展,土地利用结构均衡性增强,土地利用优势度减小。

表 3 1996—2008 年张家口市各地类土地利用动态度 %

土地利用类型	变化率	动态度
耕地	-23.80	-1.98
园地	20.89	1.74
林地	55.16	4.60
牧草地	9.17	0.76
水域	-2.74	-0.23
居民点及工矿	4.54	0.38
交通用地	13.23	1.10
未利用地	-14.58	-1.22

表 4 张家口市土地利用结构及信息熵、均衡度、优势度

年份	土地利用类型								信息熵	均衡度	优势度
	耕地/ %	园地/ %	林地/ %	牧草地/ %	水域/ %	居民点及 工矿/%	交通 用地/%	未利 用地/%			
1996	30.762	2.199	17.959	12.856	2.145	2.801	0.974	30.305	1.608	0.773	0.227
2000	30.310	2.288	19.143	14.134	2.140	2.826	1.028	28.132	1.628	0.783	0.217
2005	23.718	2.674	27.004	14.231	2.108	2.869	1.085	26.310	1.653	0.795	0.205
2006	23.396	2.635	27.794	14.030	2.096	2.899	1.090	26.060	1.650	0.794	0.206
2007	23.422	2.634	27.834	14.029	2.094	2.913	1.100	25.973	1.651	0.794	0.206
2008	23.441	2.659	27.864	14.035	2.086	2.928	1.102	25.886	1.652	0.794	0.206

### 3.5 土地利用结构多样化与集中化

1996—2008 年张家口市土地利用结构多样化与集中化指数如图 1 所示。

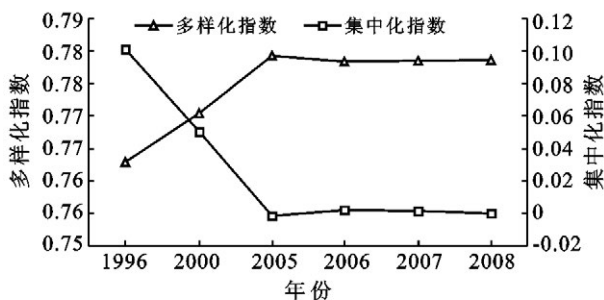


图 1 张家口市土地利用结构多样化与集中化指数变化

图 1 可知,从总体上看,1996—2008 年,张家口市土地利用结构多样化指数在增加,集中化指数在减小,多样化指数由 1996 年的 0.7692 增加到 2008 年的 0.7786,集中化指数由 1996 年的 0.1011 减小到 2008 年的 0,两者呈现相反的变化趋势。这表明研究期内张家口市土地利用结构趋于多样性,土地利用类型集中化程度在降低。这主要是随着张家口市社会经济的发展和国家相关生态工程项目的实施以及经济效益驱动,各种用地需求不断增加,导致耕地和未

利用地大幅度减少,园地、林地和草地大幅度增加,居民点及工矿用地、交通用地不断扩大,土地利用方式呈现多样化。

## 4 结论

(1) 耕地、林地、草地、未利用地是张家口市的主要土地利用类型,四者之和占张家口市土地面积的 92%左右,构成了张家口市土地利用结构的基本格局。1996—2008 年,张家口市耕地和未利用地大幅度减少,林地、园地、草地、居民点及工矿用地、交通用地均在增加。

(2) 从各种土地利用类型变化贡献率看,旱地对耕地变化贡献率最大,旱地大幅度减少是耕地减少的主要原因;在增加的林地面积中,未成林造林地对林地变化贡献率最大,其次为灌木林;未利用地减少面积中 92.67%来自荒草地。居民点及工矿用地面积的扩张主要是独立工矿用地和建制镇面积的增加,其次是农村居民点用地和城市用地。交通用地面积的增加主要是公路面积的增加所致,占交通用地面积增加的 91.62%。

(3) 林地、园地、交通用地、牧草地、居民点及工矿用地呈现正向变化速率,表明其面积呈现增加趋

势。而耕地、未利用地、水域呈现负向变化速率,表明其面积减少。土地利用年变化速率顺序依次为林地>耕地>园地>未利用地>交通用地>草地>居民点及工矿用地>水域。

(4) 张家口市的土地利用结构信息熵和均衡度总体上均呈上升趋势,优势度则呈现与信息熵与均衡度相反的变化趋势,表明张家口市土地利用结构由有序向无序方向发展,土地利用结构均衡性增强,土地利用优势度减小。

(5) 张家口市土地利用结构的多样化指数在增加,集中化指数在减小,表明研究期内张家口市土地利用方式趋向多样性,土地利用类型集中化程度在降低。

(6) 张家口市土地利用结构及其变化特征与其地形地貌、社会经济发展、经济效益驱动以及国家相关生态工程项目的实施等自然、社会、经济因素密切相关。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 郭旭东,陈利顶,傅佰杰. 土地利用/土地覆被变化对区域生态环境的影响[J]. 环境科学进展, 1999, 7(6): 66-75.
- [2] 索俊峰. 千岛湖镇土地利用变化的生态环境效应研究[J]. 土壤通报, 2011, 42(2): 267-272.
- [3] 赵锐锋,姜朋辉,陈亚宁,等. 塔里木河干流区土地利用/覆被变化及其生态环境效应[J]. 地理科学, 2012, 32(2): 244-250.
- [4] 张军岩,于格,于潇萌. 1980年至2000年胶州湾地区土地利用变化及其对区域可持续发展的影响[J]. 资源科

学, 2009, 31(9): 1607-1611.

- [5] 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.
- [6] 许月卿,罗鼎,冯艳,等. 西南喀斯特山区土地利用/覆被变化研究:以贵州省猫跳河流域为例[J]. 资源科学, 2010, 32(9): 1752-1760.
- [7] 万远,李霖,应申,等. 土地利用变化分析与决策系统的设计与实现[J]. 农业工程学报, 2011, 27(6): 313-318.
- [8] 李秀彬. 全球环境变化的核心领域:土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-557.
- [9] 史培军,陈晋,潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报, 2000, 55(2): 151-160.
- [10] 许月卿,彭建. 贵州省猫跳河流域土地利用变化及其对土壤侵蚀的影响[J]. 资源科学, 2008, 30(8): 1218-1225.
- [11] 彭建,王仰麟,张源,等. 滇西北生态脆弱区土地利用变化及其生态效应[J]. 地理学报, 2004, 59(4): 629-638.
- [12] 贾科利,张俊华,马正亮,等. 生态脆弱区土地利用变化与沙漠化响应研究[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(10): 98-103.
- [13] 姜广辉,张凤荣,吴建寨. 北京山区建设用地扩展及其耕地变化关系研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(10): 88-93.
- [14] 朱会义,李秀斌,何书金,等. 环渤海地区土地利用的时空变化分析[J]. 地理学报, 2001, 56(3): 253-260.
- [15] 林珍铭,夏斌,董武娟. 基于信息熵的广东省土地利用结构时空变化分析[J]. 热带地理, 2011, 31(3): 266-271.
- [16] 何淑勤,郑子成,陈华峰. 重庆市北碚区土地利用结构变化特征研究[J]. 水土保持研究, 2009, 16(3): 84-88.

(上接第 108 页)

(3) 2006年1月2日至2009年12月21日近4a时间,研究区内未新发生泥石流和崩塌灾害,原有的泥石流和崩塌也均未见明显复发,近4a来研究区内的泥石流基本处于停歇期,崩塌处于基本稳定状态,说明近4a来研究区内的泥石流和崩塌灾害已趋于缓和。

(4) 研究区内有4处滑坡在2006年1月2日至2009年12月21日近4a时间处于基本稳定状态,另有1处康乐村滑坡近4a一直持续发展,目前处于不稳定状态,还存在进一步发展的可能,建议加强监测。

(5) 磨西台地岸坡的冲蚀滑塌和浅层流滑近4a来一直持续发展,河流冲刷侵蚀可能是造成磨西台地岸坡冲蚀滑塌和浅层流滑持续发生的主要原因。磨西台地岸坡冲蚀滑塌和浅层流滑的持续发生、发展对磨西台地岸坡的稳定构成威胁,并将造成磨西台地面积的缩小,建议及早治理。

致谢:本文在写作过程中得到了国土资源部成都

地质矿产研究所陈智梁研究员的悉心指导和热情帮助,特此感谢!

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 陈晓清,崔鹏,陈斌如,等. 海螺沟 050811 特大泥石流灾害及减灾对策[J]. 水土保持通报, 2006, 26(3): 122-126.
- [2] 王治华. 滑坡、泥石流遥感回顾与新技术展望[J]. 国土资源遥感, 1999, 11(3): 10-15.
- [3] 吕杰堂,王志华,周成虎. 西藏易贡滑坡堰塞湖的卫星遥感监测方法初探[J]. 地球学报, 2002, 23(4): 363-368.
- [4] 王志华,徐起德. 西藏帕里河 2004-06-22 滑坡卫星监测[J]. 现代地质, 2008, 22(2): 281-287.
- [5] 郑本兴. 贡嘎山东麓第四纪冰川作用与磨西台地成因探讨[J]. 冰川冻土, 2001, 23(3): 283-291.
- [6] 关元秀,程晓阳. 高分辨率卫星影像处理指南[M]. 北京:科学出版社, 2008: 111-121.
- [7] 姚鑫,张永双,李宗亮,等. 四川泸定磨西台地第四纪冰水台地边坡地质灾害易发性研究[J]. 工程地质学报, 2009, 17(5): 597-605.