

土地利用功能分类及空间结构评价方法

——以燕沟流域为例

党丽娟^{1,2}, 徐勇¹, 高雅^{1,2}

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院大学, 北京 100039)

摘要: 优化国土空间格局是新时期我国生态文明建设的重要内容之一, 科学划分生活、生产和生态“三生”空间类型是优化国土空间格局的重要基础。通过对土地利用类型进行功能归类, 提出了包括生活、生产、生态以及生产—生态和生活—生态复合类型的 5 个一级类、20 个二级类和 61 个三级类的土地利用功能类型划分方案; 构建了由五形偏离度指标和结构视图表达的五形向量空间结构评价方法, 并在延安燕沟流域开展了实证应用。研究结果表明, 1988—2010 年期间燕沟流域的五形偏离度从 0.583 减少到了 0.567, 呈现出微弱的下降趋势; 14 个行政村的五形偏离度值保持在 0.55~0.59, 趋同性较强, 集中程度普遍较高; 从而揭示了五形向量空间结构评价方法可以从定量和结构图示两个方面有效刻画研究地域的土地利用功能结构变化及空间分异等特点的可行性。

关键词: 土地利用功能; 空间结构; 评价方法; 五形偏离度; 燕沟流域

中图分类号: F301.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2014)05-0193-05

Assessment Method of Functional Land Use Classification and Spatial System

— A Case Study of Yangou Watershed

DANG Li-juan^{1,2}, XU Yong¹, GAO Ya^{1,2}

(1. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China*; 2. *University of Chinese Academy of Sciences, CAS, Beijing 100039, China*)

Abstract: The essential of ecological civilization construction is the optimization of spatial patterns of geographical space, of which the basis is scientific division into 3 classes: living land, industrial land and ecological land. By classifying the functional land use type, this paper presented a classification scheme including 5 first-class land use types of living land, industrial land, ecological land, eco-industrial land and eco-living land, and 20 second-class land use types, as well as 61 third-class land use types. The paper also established an assessment method of spatial system with index of total departure from regular pentagon (TDRP hereafter) expressing by two-dimensional image, systemically applied for Yangou watershed in Yan'an City. The result showed that the TDRP declined from 0.583 to 0.567 during the year of 1988 to 2010 in Yangou watershed; and the TDRP of all 14 villages in the range of between 0.55 and 0.59, meant highly concentration and not significant difference. The case study also indicates the above method is feasible in functional land use classification.

Key words: functional land use; spatial system; assessment method; total departure from regular pentagon; Yangou watershed

改革开放 30 多年来,我国取得了持续高速经济增长和大规模城市化的辉煌成就,但与此同时,在资

源和生态环境方面也付出了沉重的代价^[1-2]。面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形

收稿日期: 2013-11-16

修回日期: 2013-12-15

资助项目: 国家自然科学基金项目“黄土高原半城镇化农民非农生计可持续性 & 农地流转和生态效应”(41171449); 中国科学院重点部署项目(KZZD-EW-06-01)

作者简介: 党丽娟(1988—),女,陕西神木人,博士研究生,主要研究方向为区域可持续发展。E-mail: danglijuan@gmail.com

通信作者: 徐勇(1964—),男,陕西榆林人,研究员,主要研究方向为区域可持续发展、土地利用与人地关系机理模拟。E-mail: xuy@igsnr.ac.cn

势,党的“十八大”报告明确提出了大力推进生态文明建设的国家战略,并将优化国土空间开发格局列为生态文明建设的首要任务,强调“要按照人口资源环境相均衡、经济社会生态效益相统一的原则,控制开发强度,调整空间结构,促进生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀,给自然留下更多修复空间,给农业留下更多良田,给子孙后代留下天蓝、地绿、水净的美好家园^[3]。”显然,科学界定“三生”空间(生产空间、生活空间和生态空间)的内涵、划分“三生”空间类型是进行空间结构调整的基础,也是目前迫切需要开展的研究工作。本文试通过对土地利用类型进行功能归类,形成拓展的“三生”空间土地利用功能划分方案,构建基于土地利用功能分类方案的五形向量空间结构评价方法,进而以延安燕沟流域为例开展实证应用研究,希望能对推进我国生态文明建设和优化国土空间开发格局提供一些基础性依据。

1 土地利用功能类型划分

土地利用是人类经济社会活动作用于资源和自然环境的综合反映,土地利用变化体现了人类适应、利用和改造自然的“人—地”相互作用进程^[4-5]。20 世纪 80 年代以来,随着全球环境变化和可持续发展研究热潮的兴起,不同学科背景的学者在执行跨学科合作项目的过程中逐渐认识到了土地利用和土地利

用变化在研究人类活动与资源环境变化关系中的“界面”性特点和“统筹”作用^[6-9],以土地利用类型为基础进行国土空间功能类型划分的研究成果开始见诸于文献和政府报告。从能检索到的文献看,早期关于土地利用功能分类的研究成果尚不多见。周宝同提出的土地功能分类方案将土地功能类型划分为生态功能、社会功能、经济功能、生产功能和负向功能 5 个大类,存在功能界定不清和类型重叠等问题^[10]。陈婧、史培军提出的生态功能、生产功能和生活功能 3 大类划分方案应该触及到了土地利用功能分类的实质问题,但未能将具有复合功能的类型单独列出,在大类划分方面尚显粗糙^[11]。2010 年国务院出台的《全国主体功能区规划》报告(国发〔2010〕46 号)在阐述优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类主体功能区时,提到了生态空间、农业空间、城市空间和工矿建设空间等概念,但未做系统性的表述。本研究遵从“三生”空间划分格局,试在陈婧、史培军土地利用功能分类方案的基础上,增加生产—生态和生活—生态 2 类,即将兼具生产和生态功能的耕地、园地、生产性林地、生产性草地、生产性水面归类为生产—生态用地类,兼具生活和生态功能的公园与绿地、风景名胜设施用地归类为生活—生态用地类,形成包括生产、生产—生态、生活、生活—生态、生态的 5 类划分方案(表 1)。

表 1 土地利用功能分类体系

国土空间	一级类	二级类	三级类
生产空间	生产用地	工矿用地	工业用地、采矿用地
		仓储用地	
		公共管理设施用地	机关团体、新闻出版社、科教机构、医卫慈善机构、市政公共设施
		交通运输设施用地	铁路、公路、街巷、农村道路、机场、港口码头、管道运输设施
		商服用地	批发零售用地、住宿餐饮用地、商务金融用地、其它商服用地
	生产—生态用地	其他生产用地	沟渠、水工建筑设施、设施农用地
		耕地	水田、水浇地、旱地
		园地	果园、茶园、其它园地
		生产性林地	苗圃、采伐林地
		生产性草地	人工草地、放牧草场
生活空间	生活用地	生产性水面	养殖水面
		居住用地	城镇住宅用地、农村住宅用地
		文体娱乐设施用地	
	生活—生态用地	特殊用地	军事设施、使领馆、监教场所、宗教场所、殡葬场所
		公园与绿地	
生态空间	生态用地	风景名胜设施用地	
		林地(扣除生产性林地)	有林地、灌木林、其它林地
		草地(扣除生产性草地)	天然草地、其它草地
		水面(扣除生产性水面)	河流、湖泊、水库、坑塘、沿海滩涂、内陆滩涂
		未利用地	冰川及永久积雪、田坎、盐碱地、沼泽、沙地、裸地、空闲地

2 土地利用功能结构评价方法

土地利用功能结构评价的目的旨在把握研究地域土地利用功能类型的总体格局。通常采用定性或定量方法对研究地域土地利用功能类型的组成、结构比例以及空间分布特点进行静态和动态评价。本研究试建立一种新的定量评价方法,即五形向量结构法。图 1 是一个正五形向量结构图。

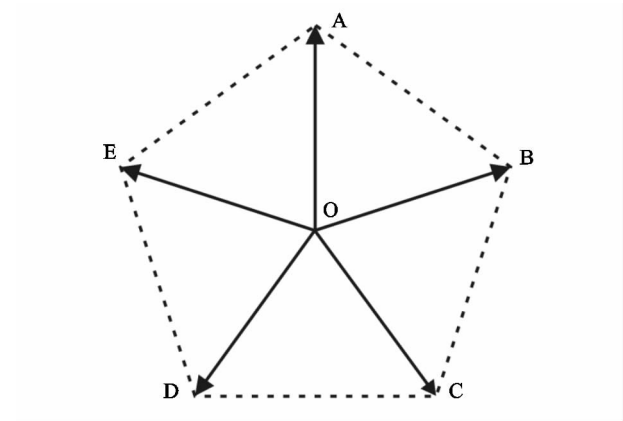


图 1 正五形向量结构图

注:O——正五形的中点;OA——生态功能用地向量;OB——生产—生态功能用地向量;OC——生产功能用地向量;OD——生活功能用地向量;OE——生活—生态功能用地向量。

对于特定的研究地域,若将各类功能用地向量的值定义为各类功能用地面积占研究地域总面积的百分比,在正五形条件下(即认为在研究地域内,5 类功能用地的面积是相等的),则存在:

$$Ec+EP+Pr+Li+LE=100,$$

$$\text{且 } Ec=EP=Pr=Li=LE=20$$

式中:Ec——生态功能用地向量;EP——生产—生态功能用地向量值;Pr——生产功能用地向量值;Li——生活功能用地向量值;LE——生活—生态功能用地向量值。

事实上,现实中很难找到土地利用功能类型符合正五形向量结构的地域,一般都会发生程度不同的偏离。现实五形向量结构相对于正五形向量结构发生的“这种偏离”(即“正五形向量结构偏离度”,简称“五形偏离度”)可以有效反映不同地域、或同一地域不同时间的土地利用功能类型结构差异状况。现实五形向量结构相对于正五形向量结构的五形偏离度(Total Departure from Regular Pentagon, TDRP)可被定义为正五形外向量值之和与正五形向量值之和的比。

不失一般性,一定地域中心点重合的现实五形向量结构与正五形向量结构如图 2 所示。现实五形向量结构存在:

$$Ec_x+EP_x+Pr_x+Li_x+LE_x=100$$
式中:Ec_x——现实五形生态功能用地向量;EP_x——现实五形生产—生态功能用地向量值;Pr_x——现实五形生产功能用地向量值;Li_x——现实五形生活功能用地向量值;LE_x——现实五形生活—生态功能用地向量值。

图 2 所示的现实五形向量结构与正五形向量结构对比,存在:Ec_x>Ec,EP_x<EP,Pr_x>Pr,Li_x>Li 和 LE_x<LE,则它的五形偏离度计算公式为:

$$TDRP=[(Ec_x-Ec)+(Pr_x-Pr)+(Li_x-Li)]/[Ec+EP+Pr+Li+LE]$$

理论上,当一个地域的五形向量结构与正五形向量结构重合时,即 5 类功能用地的向量值相等,其五形偏离度 TDRP 的值达到了最小,为零值;当只有一种功能类型时,即其它 4 类功能用地向量值都为零,其五形偏离度 TDRP 的值达到了最大,最大值为 0.8。也就是说,对于任何一个地域,存在:TDRP∈[0,0.8]。

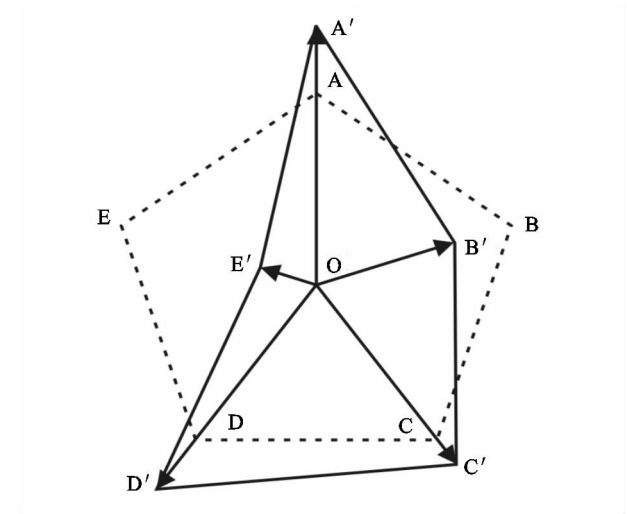


图 2 现实五形向量结构图

注:O——现实五形和正五形的中点;OA'——现实五形生态功能用地向量;OB'——现实五形生产—生态功能用地向量;OC'——现实五形生产功能用地向量;OD'——现实五形生活功能用地向量;OE'——现实五形生活—生态功能用地向量。

五形向量结构法的优点主要体现在三个方面:一是将复杂的多维空间问题转换成了二维平面问题,易于理解,便于掌握;二是所涉及到的参数、变量不仅数量少,且数据容易获取;三是用图形表达直观性更强。

3 应用实例

3.1 燕沟流域概况

燕沟流域位于 36°28′00″—36°32′00″N,109°20′00″—109°35′00″E,沟口距延安市 3 km,属延河二级支流,主沟长 8.6 km,呈东南—西北流向,流域面积约 48 km²。流域东南高、西北低,海拔 986~1 425 m。主

沟比降为 2.41‰,沟壑密度 4.8 km/km²,地形坡度构成以陡坡地为主,坡度大于 25°占 51.91%,15°~25°占 28.75%,15°以下为 19.34%,属于典型的黄土丘陵沟壑区。从 1997 年开始,随着世行贷款项目和国家科技攻关计划项目的实施,燕沟流域通过坡地改建梯田,土地利用结构发生了巨大的变化^[12],生态环境得到了显著改善。据实测资料^[13-14],1998 年燕沟河道常流水流量为 0.0 025 m³/s,年径流总量为 37.83 万 m³,其中洪水径流量占 79.3%,1998 年沟口泥沙总量为 133 950 t,流域输沙模数为 2 856 t/(km²·a);2007 年燕沟年径流总量为 5.134 万 m³,产生泥沙总量为 1 556.587 t,侵蚀模数为 33.12 t/(km²·a)。流域有 14 个行政村和一个隶属于柳林街道的沟口区。14 个行政村 2011 年总人口 3 459 人,人口密度为 72.1 人/km²。农村经济以种植业为主体,农果并举。2011 年流域农村经济总收入 1 938.24 万元,其中种植业占 71.25%,农民人均收入为 3 564 元/人。

3.2 数据及来源

研究中涉到 1988 年、1997 年和 2010 年 3 期土地利用图。1988 年土地利用图根据该年度采样带 SPOT 卫星影像图判读编制;1997 年的土地利用图根据航空照片结合实地调查编制而成,来源于中国科学院水利部水土保持研究所;2010 年土地利用图是在 1997 年的基础上利用遥感影像(来源于 Google

earth,从海拔 2 000 m 高空采集,分辨率<2.5 m)更新获得。土地利用类型包括耕地(川坝地、梯田、坡耕地)、园地(果园)、林地(人工乔木林地、灌木林地、天然次生林地)、草地(人工草地、荒沟坡草地)、水域和居民点共 6 个大类、11 个亚类。行政村界图来源于 1:1 万地形图。

3.3 土地利用功能结构评价

按照土地利用功能五大类划分方法,燕沟流域的土地利用功能类型(表 2)仅涉及到生态用地、生产—生态用地和生活用地 3 个大类,缺少生产用地和生活—生态用地 2 个大类。燕沟流域的生态用地包括林地(天然次生林地、人工乔木林地、灌木林地)、草地(荒沟坡草地)和水域等土地利用类型;生产—生态用地包括耕地(川坝地、梯田、坡耕地)、园地(果园)和人工草地等土地利用类型,流域内无生产性林地,生产性水面因面积较小予以忽略;生活用地为城镇用地和农村居民点用地,无特殊用地和文体娱乐设施用地。根据前述从土地利用类型到土地利用功能类型的归类方法,得到燕沟流域 1988 年、1997 年和 2010 年的土地利用功能类型结构如表 3 所示,相应的五形向量结构图如图 3 所示。表 4 反映的是 2010 年燕沟流域 14 个村土地利用功能类型构成及五形偏离度情况,图 4 为 2010 年燕沟流域 14 个村的生态用地、生产—生态用地和生活用地构成情况。

表 2 燕沟流域土地利用功能类型及构成

一级类	二级类	三级类
生态用地	林地	天然次生林地、人工乔木林地、灌木林地
	草地	荒沟坡草地
	水面	水域
生产—生态用地	耕地	川坝地、梯田、坡耕地
	园地	果园
	生产性草地	人工草地
生活用地	居住用地	城镇用地、农村居民点用地

表 3 燕沟流域土地利用功能类型结构变化

土地利用功能类型	1988 年		1997 年		2010 年	
	面积/hm ²	比重/%	面积/hm ²	比重/%	面积/hm ²	比重/%
生态用地	2786.36	59.10	2682.2	56.18	3193.28	66.59
生产—生态用地	1847.42	39.18	2005.2	42.00	1444.23	30.11
生活用地	81.13	1.72	87.32	1.83	158.33	3.30
合计	4714.91	100.00	4774.72	100.00	4774.72	100.00

燕沟流域土地利用功能类型构成以生态用地和生产—生态用地为主体,两者合计所占比重一直保持在 97%以上。1988—2010 年期间,结构变化的总体特点是:

(1) 生态用地先小幅下降、后快速上升。1988 年

生态用地面积为 2 786.36 hm²,占流域面积的比重为 59.1%,1997 年面积为 2 682.2 hm²,比重下降为 56.18%,到 2010 年面积增加到了 3 193.28 hm²,比重较 1997 年上升了 10 个百分点。(2) 生产—生态用地的变化与生态用地变化正好相反,先小幅上升,

后快速下降。1988 年生产—生态用地面积为 1 847.42 hm²,占流域面积的比重为 39.18%,1997 年比重为 42%,到 2010 年比重下降为 30.11%,较 1997 年下降

了近 12 个百分点。(3) 生活用地呈现为小幅持续增加。生活用地所占比重 1988 年为 1.72%,1997 年为 1.83%,2010 年上升到了 3.3%。

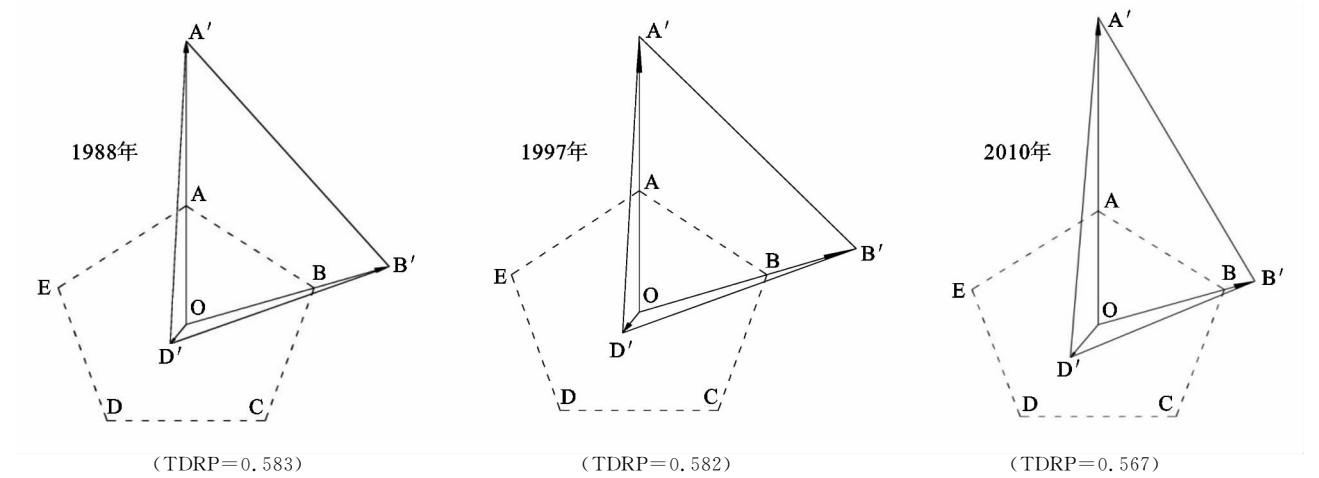


图 3 燕沟流域土地利用功能类型五形向量结构及变化

表 4 2010 年燕沟流域 14 个村土地利用功能类型数据				
村名	生态用地/%	生产—生态用地/%	生活用地/%	五形偏离度
赵庄	73.730	21.575	4.696	0.553
四岔铺	66.828	31.060	2.112	0.579
吴枣园	66.156	32.907	0.937	0.591
秋树塔	65.442	32.262	2.296	0.577
康圪崂	58.183	39.516	2.301	0.577
庙河	56.235	41.793	1.972	0.580
老庄坪	49.202	48.170	2.629	0.574
鸡蛋崂	63.216	34.704	2.081	0.579
揪沟	65.446	32.981	1.573	0.584
南庄河	73.788	24.735	1.476	0.585
稍源梁	66.014	32.886	1.100	0.589
麻塔	61.681	37.362	0.957	0.590
石头沟	68.299	28.322	3.379	0.566
杨家畔	73.695	24.826	1.479	0.585

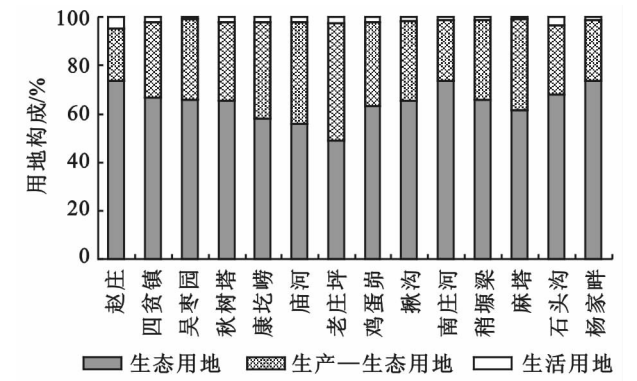


图 4 2010 年燕沟流域 14 个村的生态、生产—生态和生活用地构成

从土地利用功能类型结构的五形偏离度看,1988—2010 年期间,燕沟流域的五形偏离度呈现为先慢后快的下降趋势。1988 年的 TDRP 值为 0.583,

1997 年为 0.582,到 2010 年下降为 0.567。从各行政村的 TDRP 值看,各村土地利用功能类型结构的趋同性较强,差异程度不显著。2010 年 14 个村的 TDRP 值基本都在 0.55~0.59 之间,最高者为吴枣园,TDRP 值为 0.591,最低者是赵庄,TDRP 值为 0.553。总体来说,燕沟流域 TDRP 的值均在 0.55 以上,表明土地利用功能结构的集中程度较高。

4 结 论

科学划分生活、生产和生态“三生”空间类型是新时期推进生态文明建设的基础性工作,也是评判和优化调整国土空间格局的重要依据。本文通过对土地利用类型进行功能归类,提出了包括生活、生产、生态以及生产—生态和生活—生态复合类型的 5 个一级类、20 个二级类和 61 个三级类的土地利用功能类型划分方案。基于 5 个一级类构建的五形向量空间结构评价方法可以从定量和结构图示两个方面有效刻画研究地域的土地利用功能结构变化及空间分异特点。

实证应用显示,2010 年燕沟流域土地利用功能类型构成生态用地占 66.59%、生产—生态用地占 30.11%、生活用地占 3.3%;14 个行政村土地利用功能类型结构的五形偏离度值基本都在 0.55~0.59 之间,趋同性较强,集中程度普遍较高,差异程度不显著;1988—2010 年期间燕沟流域的五形偏离度从 0.583减少到了 0.567,呈现出微弱的下降趋势。

参考文献:

[1] 樊杰.我国主体功能区划的科学基础[J].地理学报,2007,62(4): 339-350.

坝地区),工业化与城镇化等成为耕地减少和影响粮食安全的主要原因。这些县域必须在减少工业化与城镇化对耕地占用的同时,加大土地整理的力度,稳定耕地面积总量不变或者变化较小。在地形起伏度大的山区县域(如美姑、昭觉等县),山高坡陡、耕地零星分散、后备耕地资源匮乏、农业生产条件差,开发利用难度大、效率低。受少数民族地区传统耕作方式的影响,坡耕地面积占耕地总面积的比例大。这些县为落实国家生态屏障建设的政策需要,退耕压力大成为耕地面积减少和影响粮食安全的主因。因此,在山区耕地压力较大的县,应通过加大水土流失的防治,改善农业生产条件,推广农业科技,实施科学种粮来保证耕地面积不减少和自身粮食安全;对于生态退耕面积大,自然环境十分脆弱、耕地压力突出的县域,政府应实施生态补偿,制定切实可行的区内粮食调运方案来解决其粮食无法自给的问题。

参考文献:

[1] 封志明,张蓬涛,宋玉. 粮食安全:西北地区退耕对粮食生产的可能影响[J]. 自然资源学报,2002,17(3):299-306.

[2] 曾科军,陈逸,高中贵,等. 长江三角洲土地利用变化与粮食安全分析[J]. 地理与地理信息科学,2006,22(6):58-61.

[3] 李智国,杨子生,王伟. 西南边疆山区耕地资源利用与粮食生产耦合态势:以云南省为例[J]. 山地学报,2008,26(4):410-417.

[4] 金姝兰,侯立春,徐磊. 长江中下游地区耕地复种指数变化与国家粮食安全[J]. 中国农学通报 2011,27(17):208-212.

.....

(上接第 197 页)

[2] 朱传耿,仇方道,马晓冬,等. 地域主体功能区划理论与方法的初步研究[J]. 地理科学,2007,27(2):136-141.

[3] 胡锦涛. 坚定不移沿着中国特色社会主义道路前进,为全面建成小康社会而奋斗[M]. 北京:人民出版社,2012:39-40.

[4] 黄秉维,郑度,赵名茶,等. 现代自然地理[M]. 北京:科学出版社,1999.

[5] 吴传钧,郭焕成. 中国土地利用[M]. 北京:科学出版社,1994:3-15.

[6] Miller R B, Jacobson H U. Research on the human components of global change[R]. CISS and ISSU, Universitat Aotnoma de Barcelona,1992.

[7] 李秀彬. 全球环境变化研究核心领域: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):53-557.

[8] Lambin E F, Baulies X, Bockstael N, et al. Land-use and land-cover change implementation strategy[R]. IG-

[5] 刘贤赵,王春芝. 烟台地区耕地资源态势及宏观驱动力研究[J]. 经济地理,2004,24(2):263-267.

[6] 尹世久,吴林海,张勇. 我国粮食产量波动影响因素的经验分析[J]. 系统工程理论与实践,2009,29(10):28-34.

[7] 刘笑彤,蔡运龙. 基于耕地压力指数的山东省粮食安全状况研究[J]. 中国人口·资源与环境,2010,20(3):334-337.

[8] 赵永敢,李玉义,逢焕成. 四川省耕地压力时空变化特征分析[J]. 中国农业资源与区划,2012,33(3):28-32.

[9] 李彬,武恒. 安徽省耕地资源数量变化及其对粮食安全的影响[J]. 长江流域资源与环境,2009,18(12):1115-1120.

[10] 石淑芹,陈佑启,姚艳敏. 中国区域性耕地变化与粮食生产的关系研究:以东北地区为例[J]. 自然资源学报,2008,23(3):361-368.

[11] 鲍超,方创琳. 长江流域耕地—粮食—人口复合系统的动态分析及调控途径[J]. 中国人口·资源与环境,2007,17(2):115-120.

[12] 张晶,封志明,杨艳昭. 洛伦兹曲线及其在中国耕地—粮食—人口时空演变格局研究中的应用[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(11):63-67.

[13] 刘彦随,王介勇,郭丽英. 中国粮食生产与耕地变化的时空动态[J]. 中国农业科学,2009,42(12):4269-4274.

[14] 陈国阶,方一平,陈勇,等. 中国山区发展报告[M]. 北京:商务印书馆,2004.

[15] 刘斌涛,刘邵权,陶和平,等. 基于 GIS 的山区土地资源安全定量评价模型[J]. 地理学报,2011,66(8):1131-1140.

[16] 何仁伟,刘邵权,刘运伟. 典型山区居民生活水平评价及空间差异:以四川省凉山州为例[J]. 山地学报,2012,30(3):264-275.

.....

BP Report, No. 48. Stockholm, IGBP, 1999.

[9] Parker D, Berger T, Manson S, et al. Agent-based models of land use and land cover change-Report and review of an international workshop[R]. 2002, Irvine, California, USA.

[10] 周宝同. 土地资源可持续利用基本理论探讨[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2004,29(2):310-314.

[11] 陈婧,史培军. 土地利用功能分类探讨[J]. 北京师范大学学报:自然科学版,2005,41(5):536-340.

[12] Xu Y, Tang Q. Land use optimization at small watershed scale on the Loess Plateau[J]. Journal of Geographical Sciences,2009,19(5):577-586

[13] 琚彤军,刘普灵,郑世清. 燕儿沟流域泥沙监测初报[J]. 水土保持研究,2000,7(2):176-178.

[14] 刘普灵,郑世清,琚彤军,等. 黄土高原燕沟流域生态环境建设模式及效益研究[J]. 中国生态农业学报,2007,15(3):175-178.