

基于 RS 和 GIS 的滨州城区土地利用变化研究

卫宝立¹, 王琳¹, 展二鹏²

(1. 中国海洋大学 环境科学与工程学院, 山东 青岛 266100; 2. 青岛市规划局, 山东 青岛 266071)

摘要: [目的] 研究山东省滨州城区在城市化过程中的土地利用变化规律, 为城区土地合理规划和利用提供参考。[方法] 以 Landsat 影像为主要数据源, 获取滨州城区 1996—2014 年 5 期土地利用分类信息, 引入土地利用动态度、转移矩阵和土地利用空间重心, 定量分析城区土地利用时空变化规律。[结果] 1996—2014 年, 耕地以平均 3.63%/a 的速率减少, 林地、水体和建设用地表现出增加的趋势, 变化率分别为 5.43%/a、0.79%/a 和 5.70%/a。林地和水体以转出为主变为转入量大于转出量, 2005—2009 年时段林地转入量出现峰值, 2001—2005 年时段水体转入量达到峰值。耕地和建设用地重心分别位于市政广场的西南侧和东侧, 耕地重心往西南方向远离市政广场, 建设用地重心往西迁移逐渐靠近市政广场。[结论] 城区土地利用变化表现为耕地面积不断减少, 林地和水面面积先减后增, 建设用地面积不断增加的总体趋势, 土地利用转移主要发生在耕地和建设用地之间, 林地和水面转移受城区水利工程和绿化工程实施的影响较大, 建设用地重心迁移与西城区的开发建设密切相关。

关键词: 土地利用; 动态度; 转移矩阵; 空间重心; 迁移

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2017)04-0138-05

中图分类号: F301.24

文献参数: 卫宝立, 王琳, 展二鹏. 基于 RS 和 GIS 的滨州城区土地利用变化研究[J]. 水土保持通报, 2017, 37(4):138-142. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.04.023; Wei Baoli, Wang Lin, Zhan Erpeng. Research on land use changes in central Binzhou city based on RS and GIS[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(4):138-142. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.04.023

Research on Land Use Changes in Central Binzhou City Based on RS and GIS

WEI Baoli, WANG Lin¹, ZHAN Erpeng²

(1. Ocean University of China, College of Environmental Science and Engineering, Qingdao, Shandong 266100, China; 2. Qingdao Municipal Urban Planning Commission, Qingdao, Shandong 266071, China)

Abstract: [Objective] The aim of this research was to examine the characteristics of land use change in central Binzhou City of Shandong Province so as to provide reference for the proper land planning and utilization. [Methods] Based on the Landsat images from 1996 to 2014, dynamic index, conversion matrix and spatial center of land use were used to quantitatively analyze the spatial-temporal change trend of land use in central area of Binzhou City. [Results] From 1996 to 2014, the average decrease rate of cropland was 3.63%/a, the increase rates of forestland, water body and construction land were 5.43%/a, 0.79%/a and 5.70%/a. The transferred-in area of forestland and water body was more than the transferred-out area. The transferred-in area of forestland reached the peak value in the period of 2005 to 2009, the transferred-in area of water body peaked in the period of 2001 to 2005. The spatial centers of cropland and construction land were respectively located on the southwest side and east side of the city square. The spatial center of cropland was moving away from city square toward the southwestern part. The spatial center of construction land was moving west toward the city square. [Conclusion] Cropland area decreased constantly, forestland and water body area decreased in the beginning and then increased, construction land area increased constantly in the central city. The major trend of land use change was the transfer from cropland to construction land. The implementations of

收稿日期: 2016-11-28

修回日期: 2016-12-13

资助项目: 山东省省级水利科研项目“基于地理信息技术城市雨水综合利用研究”(SDSLKY201312); 山东省气象科学技术研究项目“基于遥感技术滨州热岛效应及水体温度调控作用研究”(2016SDQXM20)

第一作者: 卫宝立(1988—), 男(汉族), 山东省临沂市人, 博士研究生, 研究方向为遥感与 GIS 技术应用、水资源利用与规划。E-mail: weibaoli10@126.com.

通讯作者: 王琳(1966—), 女(汉族), 黑龙江省哈尔滨市人, 博士, 教授, 主要从事水资源利用与规划方面的研究。E-mail: lwangouc@126.com.

hydraulic engineering and landscape engineering had great impacts on the transfers of forestland and water body. The spatial center movement of construction land was closely related to the development and construction of west urban area.

Keywords: land use; dynamic index; conversion matrix; spatial center; movement

土地利用是人类对土地自然属性有目的和有意图的利用,是自然与社会过程交叉最密切的问题^[1-2]。随着人口、资源和环境之间的矛盾日益加剧,土地利用/覆被变化作为全球环境变化与可持续发展的重要内容,受到了越来越多的关注。基于此,IGBP(国际地圈与生物圈计划)和 IHDP(人与环境计划)于 1995 年开始拟定《土地利用/土地覆被变化科学研究计划》,提出“土地利用和土地覆被变化”研究计划,逐渐使其成为全球变化研究的热点领域^[3-6]。土地利用变化特征研究根本目标在于深入了解土地利用与土地利用在区域尺度上的互动与变化^[7]。土地利用变化研究有助于了解土地利用变化的原因与机制,在调整人类社会活动的基础上,使土地利用更加合理,达到可持续利用土地资源的目的。遥感技术(RS)和地理信息技术(GIS)为快速、准确和动态监测土地利用变化提供了有效手段,已成为土地利用变化研究的重要方法。史利江和代晨阳等^[8-9]基于 RS/GIS 技术对上海市和厦门市的土地利用动态变化进行研究,王佳和张忠辉等^[10-11]分析了北京和松原市等地的土地利用景观格局动态变化。城区是土地利用变化最剧烈的地方,越来越多的学者针对城区土地利用变化进行研究,并取得了一系列的研究成果^[12-16]。山东省滨州市近 20 a 经历了快速城市化过程,城市建设对城区土地利用产生了深刻影响。因此,本文以滨州城区为研究单元,运用 RS 和 GIS 技术,定量分析研究区土地利用变化的类型、强度和方向,研究滨州城区在城市化过程中土地利用变化规律,为城区土地合理规划和利用提供参考。

1 研究区和数据来源

1.1 研究区概述

滨州城区位于滨城区,地理坐标介于东经 117°52'56"—118°4'27",北纬 37°17'27"—37°26'09",占地总面积 178.96 km²,占滨城区面积的 17.21%。城区分为东城区、西城区和开发区。研究区属温带季风气候,气候温和、四季分明,光照充足,雨热同期。年平均气温为 12.5 ℃,年平均降雨量为 583.2 mm,年内降雨主要集中在汛期(6—9 月),汛期降雨量占年降雨总量的 75.6%。

1.2 基础数据

所用的基础数据包括滨城区 1:1 万地形图,

Landsat 影像、Quickbird 影像、Spot5 影像和利用 GPS 的实地调查数据;滨州市城市总体规划(2005—2020 年);滨州城区土地利用现状图(2004 年);滨城区统计年鉴。其中,Landsat 遥感影像用于土地利用分类,包括 1996,2001,2005,2009 和 2014 年 5 个年份的遥感影像,通过对比选取云量和降水干扰很少的共 15 幅遥感影像用于研究区土地利用分类。数据处理软件包括 ArcGIS 9.3,ENVI 5.1。

2 研究方法

2.1 土地利用分类

利用 ENVI 5.1 和 ArcGIS 9.3 软件,以地物光谱特征和现场调查分析为依据,采用分层分类法^[17,18]进行土地利用分类。根据国家标准《土地利用现状分类标准(GB-T21010-2007)》分类体系,参考滨州城区土地利用特征,将城区土地利用类型分为耕地、林地、水体和建设用地共 4 个一级类别。最终得到滨州城区土地利用分类结果如附图 3 所示。经过精度检验,1996,2001,2005,2009 和 2014 年 5 期分类图的总体精度分别为 91.15%,93.22%,92.83%,90.15%和 93.66%,可满足本研究精度要求。

2.2 土地利用变化指数

2.2.1 土地利用动态度 土地利用动态度是指一定时间内,某种土地利用类型的数量变化情况。动态度可反映土地利用变化的剧烈程度,对于未来土地利用变化趋势预测具有积极作用^[19]。其计算公式为:

$$K = \left(\frac{U_b - U_a}{U_a} \right) \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中:K——研究时段内某用地类型动态度;U_a——研究期初某用地类型面积;U_b——研究期末某用地类型面积;T——研究时间跨度。

2.2.2 转移矩阵 转移矩阵可从结构分析的角度全面描述研究区土地利用变化的特征和各用地类型的变化方向,它不但反映静态的某时间点的各地类面积数据,而且包含期初各地类转出和期末各地类转入信息。土地利用转移矩阵的形式为^[20]:

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中:S——面积;i,j(i,j=1,2,⋯,n)——转移前与

转移后的土地利用类型; S_{ij} ——土地利用从类型 i 变化为 j 的面积; n ——转移前后土地利用类型数。

2.2.3 土地利用空间重心迁移 土地利用类型重心的迁移可以反映研究区土地利用变化的总体特征,各用地类型重心计算方法如下:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot X_i)}{\sum_{i=1}^n C_i} \quad (3)$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot Y_i)}{\sum_{i=1}^n C_i} \quad (4)$$

式中: X, Y ——某用地类型重心坐标; C_i ——该用地类型第 i 个斑块面积; X_i, Y_i ——第 i 个斑块的重心坐标。

3 结果与分析

3.1 土地利用变化基本特征及动态度分析

统计研究区 5 期土地利用数据,得到 1996, 2001, 2005, 2009 和 2014 年研究区耕地、林地、水体和建设用地 4 种用地类型的面积(如表 1 和图 1 所示)。

表 1 研究区各期土地利用统计

用地类型	面积/km ²				
	1996年	2001年	2005年	2009年	2014年
耕地	106.01	90.77	77.90	63.92	36.79
林地	7.46	6.75	8.86	14.52	14.76
水体	6.15	3.96	5.68	7.15	7.02
建设用地	59.43	77.57	86.58	93.46	120.39

研究区土地利用构成以耕地和建设用地区为主,以 1996 年为例,耕地和林地面积占比分别为 59.21% 和 33.19%,两种用地占总面积的 92.40%,林地和水体仅占 7.60%。如图 2 所示,城区土地利用变化表现为耕地面积不断减少,林地和水体先减后增,建设用地面积不断增加的总体趋势。从土地利用变化数量上来看,耕地变化量最大,研究时段内减少了 69.22 km²,占研究区比例由 59.21% 减少到 20.56%;建设用地变化量仅次于耕地,研究时段内增加了 60.96 km²,面积占比由 33.19% 增加到 67.27%;林地面积增加,由 1996 年的 7.46 km² 增加到 14.76 km²,所占比例由 4.17% 变为 8.25%;水体变化较小,增加了 0.87 km²,所占比例由 3.43% 增加到 3.99%。耕地年平均减少最大量出现在 2009—2014 时段,年均减少 5.43 km²,年均减少量排在第 2—4 位的依次是 2005—2009, 2001—2005, 1996—2001 时段。建设用地 2009—2014 时段内年均增加量最大,为 5.39 km²/a,与耕地年均减少最大量出现在同一时段,年均增加量处于第 2 位的是 1996—2001 年时段,为 3.63 km²/a,说明 2009—2014 年时段是城市扩张速度最

快的时段,且远高于其他 3 个阶段。水体在 1996—2001 时段年均减少 0.44 km², 2001—2005, 2005—2009 时段年均增加分别为 0.43 和 0.37 km², 2009—2014 时段水体面积小幅减少。林地面积变化与水体有相似的规律, 1996—2001 时段林地面积减少, 2001—2005, 2005—2009 时段林地面积增加, 2009—2014 时段林地面积基本不变。

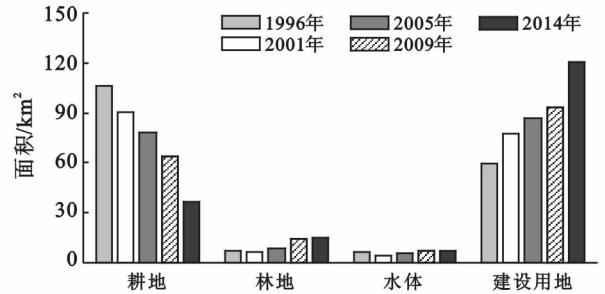


图 1 研究区各期土地利用类型柱状图

根据公式(1)计算研究区 4 个时段内土地利用变化动态度(表 2),对比分析不同时段土地利用变化速度。从土地利用动态度来看,1996—2014 年,耕地以平均 3.63%/a 的速率减少,林地、水体和建设用地表现出增加的趋势,变化率分别为 5.43%/a, 0.79%/a 和 5.70%/a。耕地面积减少速率逐渐增加,由 1996—2001 时段的 -2.88%/a 变为 2009—2014 时段的 -8.49%/a,主要有 2 个原因,耕地不断转出导致耕地基数减少,另外,随着城市不断扩张,耕地转为其他用地的量也在增加。林地 1996—2001 年减少速率为 1.91%/a, 2005—2009 时段变化率最大,达到了 15.95%/a, 2009—2014 时段林地增速放缓。水体增速最快的时段是 2001—2005 年,该时段是水利工程建设初始阶段,表明水利工程建设在水体恢复中的作用显著, 2005—2009 时段水体面积增速放慢,到 2009—2014 年,水体面积有缓慢的减少,表明这一时段水体面积基本稳定,受蒸发、用水等影响会有一些变化。

表 2 研究区土地利用变化动态度

年份	动态度/%			
	耕地	林地	水体	建设用地
1996—2001	-2.88	-1.91	-7.11	6.11
2001—2005	-3.54	7.82	10.84	2.90
2005—2009	-4.49	15.95	6.45	1.99
2009—2014	-8.49	0.33	-0.36	5.76

3.2 土地利用变化过程分析

将 5 期土地利用图输入 ENVI 5.1, 计算不同时段土地利用转移矩阵,结果详见表 3。分析不同时段

土地利用转移矩阵,得到城区土地利用类型变化规律:耕地在1996—2001年转出面积为34.22 km²,转出去向主要以建设用地为主,转为建设用地面积占耕地转出面积的82.90%,东城区周边耕地转移为建设用地,建设用地向四周蔓延是这一阶段的主要特征;其他用地转入耕地的面积为18.97 km²,建设用地转入耕地面积占比为64.73%,主要位于东城区以北和东北方向。农村居民点归并和整理是建设用地转为耕地的原因,另外,耕地和建设用地交界范围广,有一部分转移量由转移分析误差所致。2001—2005年,耕地转出面积为33.56 km²,转为建设用地的比例为75.01%,主要以大斑块分布在东城区西侧,耕地转移为水体,出现了“中海”和“南海”两个大型水体,西城区开发和水利工程的建设和造成这一现象的原因,转为林地部分以小斑块分散在整个研究区。2005—2009年耕地转为林地的面积增加,转为建设用地的面积减少,耕地转出面积为29.19 km²,转为林地和建设用地的比例分别为33.73%和62.24%。2009—2014年耕地转出面积为37.44 km²,林地和建设用地占比分别为23.42%和72.49%。

林地在1996—2001年主要与耕地转入与转出,林地转出面积为6.22 km²,其中有84.26%转为耕地,转为耕地的部分以小斑块零散的分布于研究区西南部;林地转入总面积为5.51 km²,耕地转入量占比为85.87%,主要分布于东城区周边,少量分布于西南部。2001—2005年,林地主要转出为耕地和建设用地,两者分别占林地转出总面积的59.50%和37.72%,林地转为耕地主要发生在研究区南部和东部,转为建设用地出现在东城区周边;转入林地的总面积为7.56 km²,耕地占78.73%,在西城区内部和周边出现较大的林地斑块,西城区的绿化占用耕地。建设用地转为林地出现在新立河和环城河沿线,由河道绿化引起。2005—2009年,林地转出总面积为5.34 km²,转为耕地和建设用地的比例分别为59.85%和39.19%,转为耕地部分分布在西北部和西南部,转为建设用地部分在东城区周围。2009—2014时段,林地转为其他用地的总面积为10.01 km²,转为建设用地的面积超过耕地,占比分别为54.15%和44.46%;林地转入面积为10.25 km²,耕地转入面积占比85.59%,分布在研究区周边,在西南部较为集中。

水体在1996—2001年转出总面积为3.57 km²,转出水体的主要去向为建设用地,占比为51.92%,转为耕地部分占比为40.35%,转为建设用地的水体位于东城区周边,主要为小面积水体,转为林地的水

体主要位于东城区西北方向;水体转入面积为1.39 km²,耕地转入量占比为80.73%。2001—2005年水体转出面积为2.00 km²,主要去向为耕地和建设用地,占比分别为54.21%和42.45%;耕地和建设用地转为水体,出现了四环河、新立河、“中海”和“南海”等水体,该阶段水体变化主要特点是小面积分散的水体大量减少,这与西城区建设占用水体有关。2005—2009年,水体转出为其他用地的面积较小,转出总面积为1.52 km²,分布在水体周边,主要由水位变化和配准误差导致;水体转入面积为2.97 km²,耕地和建设用地分别占39.53%和58.75%,耕地和建设用地转为大面积的水体斑块,增加了白莲湖、白鹭湖、彩虹湖和太阳湖等水体。2009—2014年,水体转出去向主要是建设用地,水体转出面积2.52 km²,建设用地占88.09%,主要分布在大型水体周边,由水位下降引起;水体主要由耕地转移而来,“南海”东侧的耕地转为水体。

建设用地在1996—2001年转出总面积为13.04 km²,主要去向为耕地;建设用地转入面积为31.18 km²,其中耕地转入28.37 km²,占比90.99%。2001—2005年建设用地转出19.06 km²,按转移量排序为耕地、林地和水体;转入28.07 km²,其中耕地转入占比89.67%。2005—2009年建设用地转出和转入量均有所减少,分别为13.92、20.80 km²,转入和转出以耕地为主。2009—2014年,建设用地转出量减少,而转入量明显增加,分别为7.84和34.78 km²,转入和转出仍以耕地为主。

表3 不同时段土地利用转移矩阵

时段	项目	转移矩阵/km ²			
		耕地	林地	水体	建设用地
1996—2001	耕地	71.79	4.73	1.12	28.37
	林地	5.24	1.24	0.01	0.96
	水体	1.45	0.27	2.58	1.85
	建设用地	12.28	0.51	0.25	46.38
2001—2005	耕地	57.19	5.95	2.44	25.17
	林地	3.24	1.30	0.15	2.05
	水体	1.08	0.07	1.95	0.85
	建设用地	16.38	1.54	1.14	58.50
2005—2009	耕地	48.71	9.85	1.18	18.17
	林地	3.19	3.53	0.05	2.09
	水体	0.86	0.12	4.16	0.54
	建设用地	11.15	1.02	1.75	72.65
2009—2014	耕地	26.45	8.77	1.53	27.14
	林地	4.45	4.51	0.13	5.42
	水体	0.27	0.03	4.60	2.22
	建设用地	5.64	1.44	0.76	85.60

3.3 土地利用空间变化特征

根据以上分析可知,研究区土地利用主要由耕地和建设用地构成,而土地利用转移主要发生在两种用地之间,因此利用 ArcGIS 软件根据公式(3)—(4)计算不同年份耕地和建设用地的空间重心,输出两种土地利用类型空间重心分布图。耕地和建设用地分别位于市政广场西南侧和东侧。研究时段内,耕地重心往西南方向远离市政广场,建设用地重心向西迁移,逐渐靠近市政广场。1996年,建设用地主要集中在研究区东部的东城区,到2001年,建设用地向东城区周边扩张,同时东城区以西建设用地面积增加,2005年位于东城区以西的西城区初具规模,2005—2014年西城区面积不断增加,导致建设用地重心不断向西迁移。

4 结论

(1) 1996—2014年,城区土地利用变化表现为耕地面积不断减少,林地和水体先减后增,建设用地面积不断增加的总体趋势。耕地以平均 $3.63\%/a$ 的速率减少,林地、水体和建设用地表现为增加的趋势,变化率分别为 $5.43\%/a$ 、 $0.79\%/a$ 和 $5.70\%/a$ 。

(2) 耕地不断转出为其他用地,耕地转出量远高于转入量;其他用地转为建设用地的面积远高于建设用地转出量;林地和水体的转入、转出受重点工程实施影响较大,随着城区水利工程和绿化工程的开展,林地和水体以原来的转出为主变为转入量大于转出量,2005—2009年林地转入量出现峰值,2001—2005年水体转入量出现峰值。

(3) 耕地和建设用地重心分别位于市政广场的西南侧和东侧,耕地重心往西南方向远离市政广场,建设用地重心往西迁移逐渐靠近市政广场。建设用地重心往西迁移与西城区的开发建设密切相关。

[参 考 文 献]

- [1] 刘纪远,张增祥,庄大方,等. 20世纪90年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J]. 地理研究,2003,22(1):1-12.
- [2] Turner B L, Lambin E F, Reenberg A. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability [J]. Proceedings of the national academy of sciences of United States of America, 2007,104(52):20666-20671.
- [3] Suzanne S. Priority questions for land use/cover change research in the next couple of years[J]. LUCC Newsletter, 2001,61(4):339-348.
- [4] 卓静,郭伟,邓凤东,等. 基于 GIS/RS 的榆林市土地利用时空格局动态分析[J]. 水土保持通报,2013,33(1):271-274.
- [5] Wan Luhe, Zhang Yuwei, Zhang Xinyi, et al. Comparison of land use/land cover change and landscape patterns in Honghe National Nature Reserve and the surrounding Jiansanjiang Region, China[J]. Ecological Indicators, 2015,51:205-214.
- [6] 王鹤融,余明,曹雨晴. 基于 RS/GIS 的闽西土地利用变化分析[J]. 福建师范大学学报:自然科学版,2016,32(2):84-91.
- [7] 陈佑启, Verburg P H. 中国土地利用/土地覆盖的多尺度空间分布特征分析[J]. 地理科学,2000,20(3):197-202.
- [8] 史利江,王圣云,姚晓军,等. 1994—2006年上海市土地利用时空变化特征及驱动力分析[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(12):1468-1479.
- [9] 代晨阳,余明. 基于 RS/GIS 技术的厦门市土地覆盖变化研究[J]. 厦门理工学院学报,2009,17(3):42-47.
- [10] 王佳,熊妮娜,董斌,等. 基于 RS 的近 20 年北京市土地利用景观格局变化分析[J]. 北京林业大学学报,2008,30(S1):83-88.
- [11] 张忠辉,杨雨春,谢朋,等. 松原市近 20 年土地利用景观格局动态变化[J]. 中国农学通报,2014,30(2):222-226.
- [12] 陈志云,林媚珍,杨木壮,等. 湛江市城区土地景观格局动态变化分析[J]. 福建林业科技,2008,35(4):87-92.
- [13] 渠爱雪,卞正富,朱传耿,等. 徐州城区土地利用变化过程与格局[J]. 地理研究,2009,28(1):97-108.
- [14] 范科红,李阳兵. 1986—2007年重庆主城区土地利用变化及其驱动因素研究[J]. 水土保持研究,2012,19(1):168-173.
- [15] 曾强国. 长株潭融城区土地利用及景观格局变化研究[D]. 湖南湘潭:湖南科技大学,2012.
- [16] 郭砾,杜世宏,孙皓铭,等. 珠海市城区景观空间格局特征分析[J]. 地球信息科学学报,2013,15(2):307-313.
- [17] 欧立业,何忠焕,马海州,等. 基于知识的分层综合分类法在土地利用/土地覆盖遥感信息提取中的应用[J]. 测绘科学,2008,33(1):173-175.
- [18] 胡召玲,李志江,杜培军. 分层信息提取法在县域土地利用/覆被遥感中的应用[J]. 地理研究,2009,28(2):409-418.
- [19] 刘保晓,黄耀欢,付晶莹,等. 天津港区土地利用时空格局变化与驱动力分析[J]. 地球信息科学学报,2012,14(2):270-278.
- [20] 朱会义,李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. 地理学报,2003,58(5):643-650.