

低碳经济和土地集约利用的脱钩分析体系研究

——以江苏省昆山经济开发区为例

王莉^{1,2}, 陈浮^{1,2}, 陈海燕³, 张绍良^{1,2}

(1. 中国矿业大学 国土环境与灾害监测国家测绘局重点实验室, 江苏 徐州 221116;

2. 中国矿业大学 低碳能源研究院, 江苏 徐州 221008; 3. 南京农业大学 土地管理学院, 南京 210095)

摘要: 低碳经济已经成为应对全球气候变化的必然选择。为深入分析低碳经济发展对土地集约利用水平的影响, 引入了 Tapio 脱钩指标评价手段, 选取了反映低碳经济和土地集约利用发展情况的评价指标用于定量分析, 在此基础上构建了低碳经济和土地集约利用的脱钩分析体系。以江苏省昆山经济开发区为例, 研究了该地区低碳经济和土地集约水平两者的脱钩关系, 并进一步进行脱钩关系分析。结果表明: 昆山经济开发区 2004—2009 年低碳经济和土地集约利用水平一直处于强脱钩状态, 低碳经济和土地集约利用两者的发展存在着显著的正相关关系, 低碳经济的增长十分有效地促进了土地集约利用水平的提高。说明低碳经济和土地集约利用可以实现有效结合, 共同发展的局面, 研究结果可为地区经济发展规划提供借鉴。

关键词: 低碳经济; 土地集约利用; 脱钩; 江苏省昆山经济开发区

中图分类号: F321.1; F062.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2012)04-0218-05

Study on Decoupling Analysis System of Low-carbon Economy and Intensive Land Use — A Case of Kunshan Economic Development Zone of Jiangsu Province

WANG Li^{1,2}, CHEN Fu^{1,2}, CHEN Hai-yan³, ZHANG Shao-liang^{1,2}

(1. Key Laboratory for Land Environment and Disaster Monitoring of SBSM, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221116, China; 2. Low Carbon Energy Institute, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008, China; 3. College of Land Management, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: Low-carbon economy has been an inevitable choice to address climate change. In order to analyze the low-carbon economy's influence on intensive land use, this paper introduced the Tapio decoupling index and choosed the indices which can reflect low-carbon economy and intensive land use for quantitative analysis. On this basis, decoupling analysis system has been built. Kunshan Economic Development Zone of Jiangsu Province was taken as an empirical case. The decoupling relationship between low-carbon economy and intensive land use has been investigated by using that decoupling analysis system. In addition, the decoupling relationship has been analyzed further. The result showed that the decoupling state of Kunshan Economic Development Zone has always remained strong from 2004 to 2009, this indicated that low-carbon economy was positive interrelated with intensive land use, and low-carbon economy can improve the level of intensive land use effectively. This result suggests that low-carbon economy and intensive land use supplement and complement each other. Through their effective combination, they can promote common development. It will be a reference for regional economic development plan.

Key words: low-carbon economy; intensive land use; decoupling; Kunshan Economic Development Zone of Jiangsu Province

随着二氧化碳排放量的增加和全球气候变暖的加剧^[1], 发展低碳经济作为应对全球气候变化的一个

全新的经济发展模式被提出。低碳经济^[2]是经济发展的碳排放量、生态环境代价及社会经济成本最低的

收稿日期: 2012-02-16

修回日期: 2012-04-16

资助项目: 国家自然科学基金(51074154); 江苏省高校优势学科建设工程资助项目(SA1102)

作者简介: 王莉(1986—), 女, 江苏连云港人, 硕士研究生, 研究方向为土地集约利用变化响应。E-mail: wlcumt_06@126.com

通信作者: 陈浮(1974—), 男, 江苏盐城人, 博士, 副教授, 研究方向为土地利用变化及生态响应。E-mail: chenfu@cumt.edu.cn

经济,是一种能够改善地球生态系统自我调节能力的可持续性很强的经济。低碳经济作为应对全球气候变化的必然选择,其发展会给土地利用带来的影响受到了越来越多学者的关注。城市建设中对土地的粗放利用是导致土地利用碳排放增加的重要原因,集约利用^[3]可以有效地降低单位土地利用的能源消耗和碳排放,并减少土地资源的消耗,从而减少碳排放。因此,深入研究低碳经济和土地集约利用之间可能存在的相辅相成的关系对于促进土地集约利用和低碳经济可持续发展具有重要意义。

鉴于此,本文选用 Tapio 脱钩指标为评价手段,选取合适的评价指标,以江苏省昆山经济开发区为研究对象,研究低碳经济与土地集约利用之间的脱钩关系,并以此为理论依据,为江苏省昆山经济开发区进一步提高土地集约利用水平和低碳经济发展提供理论指导。

1 研究方法

1.1 脱钩定义

“脱钩(Decoupling)”一词源于物理学领域,意为具有响应关系的两个或多个物理量之间的相互关系不再存在^[4]。经济合作与发展组织(OECD)将脱钩概念应用于农业政策领域分析农业政策与贸易和市场均衡之间的相互关系,同时将脱钩定义为经济增长与环境因素耦合关系的破裂或恢复。Tapio 将脱钩状态进一步细分为 8 大类,来研究交通业能源消耗及二氧化碳排放的关系,促进了脱钩指标构建的系统性。

1.2 脱钩指标

OECD 脱钩指标构建模式和 Tapio 脱钩指标构建模式是国际上通用的两种模式,本文碳排放脱钩分析系统基于 Tapio 脱钩指标^[5]:

$$DI_{t_0,t_1} = \frac{(EP_{t_1} - EP_{t_0})/EP_{t_0}}{(DF_{t_1} - DF_{t_0})/DF_{t_0}}$$

式中: DI_{t_0,t_1} ——脱钩指数; EP ——环境压力变量; DF ——经济驱动力变量; t_0, t_1 ——时间段的起止时刻。

将脱钩指数用于低碳经济发展和土地集约利用的研究,反映低碳经济发展的综合碳耗度是环境压力,土地集约利用作为经济驱动力,如果综合碳耗度增长率与土地集约利用增长率呈现不平行的现象,即称发生了脱钩现象。脱钩关系又分为相对脱钩和绝对脱钩。相对脱钩表现为二者的增长速度都为正且土地集约利用增长率高于综合碳耗度增长率;绝对脱钩表现为土地集约利用呈现稳定增长而综合碳耗度下降。

Tapio 根据脱钩弹性值的大小对其展开了更加细致地划分,定义了 8 种脱钩状态,如表 1 所示。从表 1 看出,将在土地集约利用程度增强的同时,综合碳耗度相应下降,即土地集约利用与综合碳耗度严格“脱钩”的情况称作“强脱钩”,这是实现土地集约利用和低碳经济互相促进发展的理想状态。而将土地集约利用程度下降的同时,综合碳耗度反而增加,即土地集约利用与综合碳耗度严格“反向脱钩”的情况称作“强负脱钩”,这是土地集约利用和低碳经济不合理的悖论状态^[6]。

表 1 脱钩状态划分

状态	环境压力	经济驱动力	脱钩指数	
负脱钩	扩张负脱钩	>0	>0	$DI > 1.2$
	强负脱钩	>0	<0	$DI < 0$
	弱负脱钩	<0	<0	$0 < DI < 0.8$
脱钩	衰退脱钩	<0	<0	$DI > 1.2$
	强脱钩	<0	>0	$DI < 0$
	弱脱钩	>0	>0	$0 < DI < 0.8$
连结	增长连结	>0	>0	$0.8 < DI < 1.2$
	衰退连结	<0	<0	$0.8 < DI < 1.2$

其他情况虽然也实现了土地集约利用规模的理性增长或综合碳耗度的下降,但伴随其变化出现了综合碳耗度的增长或土地集约利用规模的同时减少,两种状态的脱钩指数均大于零($DI > 0$),并未出现土地集约利用和综合碳耗度的“强脱钩”或“强负脱钩”状态。因此对不同状态进行进一步界定,利用 0.8 和 1.2 两个临界值,将其他不同状态进一步定量界定出 6 种状态,分别称为“弱脱钩”($0 < DI < 0.8$)、“增长连结”($0.8 < DI < 1.2$)、“扩张负脱钩”($DI > 1.2$)、“衰退脱钩”($DI > 1.2$)、“衰退连结”($0.8 < DI < 1.2$)和“弱负脱钩”($0 < DI < 0.8$)。这 6 种状态都不利于土地集约利用和低碳经济的可持续发展。

2 脱钩分析体系构建

2.1 低碳经济发展指标

低碳经济是近年来为应对全球气候变化而提出的一个全新经济发展模式,受到各国学术界和政府的普遍关注^[7]。一般认为低碳经济是在可持续发展理念指导下,通过技术创新、制度创新、产业转型、新能源开发等多种手段,尽可能地减少煤炭石油等高碳能源消耗,减少温室气体排放,达到经济社会发展与生态环境保护双赢的一种经济发展形态。低碳经济是以低能耗、低污染、低排放为基础的经济模式,是人类社会继农业文明、工业文明之后的又一次重大进步。低碳经济有两个基本点:一是包括生产、交换、分配、

消费在内的社会再生产全过程的经济活动低碳化,把二氧化碳(CO₂)排放量减少到最低限度乃至零排放,获得最大的生态经济效益;二是包括生产、交换、分配、消费在内的社会再生产全过程的能源消费生态化,形成低碳能源和无碳能源的国民经济体系,保证生态经济社会有机整体的清洁、绿色、可持续发展。

节能减排是低碳经济的重要组成部分^[8],电消耗强度反映了单位 GDP 的耗电量,集中体现了地区经济发展对能源的消耗程度。由于低能耗是低碳经济三大特征之一,所以该项指标可以作为研究区低碳经济发展的重要指标。低碳经济的低排放特征可以通过单位 GDP 的 COD 排放量衡量,反映的是研究区是否达到低碳经济低排放的特征。高新技术企业具备低耗低排低污染的特征,所以高新技术企业业务收入指标一定程度上可以反映该地区的低碳经济的发展现状及趋势。

选取电消耗强度、单位 GDP 的 COD 排放量和高新技术企业业务收入作为衡量低碳发展的三大指标,运用层次分析法,评价地区低碳经济发展状况,计算过程中,电消耗强度、单位 GDP 的 COD 排放量与低碳经济联系密切,所以两者的权重高于高新技术企业业务收入权重。

2.2 土地集约利用指标

土地集约利用的内涵可以总结为以下三点:(1)土地利用强度和投入水平的提高^[9];(2)土地产出效益的改善^[10];(3)土地利用结构和布局的优化^[11]。容积率、建筑密度、单位面积投资强度、单位面积产出强度可以有效反映上述三点的发展现状,是反映土地集约利用常用指标^[12]。江苏省国土资源厅从 2004 年开始对全省开发区进行集约利用评价试点,并建立了江苏省建设用地集约利用评价指标体系;2007 年国土资源部将开发区集约利用评价试点扩展至全部省级以上开发区。但由于省内试点时建立的评价指标体系与国土资源部开发区集约利用评价体系存在着较大的差异,2005 年、2008 年全省开展开发区集约利用评价时各项指标的阈值和权重均作过较大的调整。借鉴江苏省开展开发区集约利用评价的经验,根据土地集约利用的内涵,考虑分析的全面性,本研究提取综合容积率、建筑密度、单位面积投资强度、单位面积产出强度作为反映土地集约利用的指标^[13],分别与反映低碳经济发展状况的指标进行测算分析。

2.3 脱钩分析体系构建

根据评价土地集约利用水平和低碳经济发展的指标选取方法,结合 Tapio 脱钩指标,构建低碳经济

和土地集约利用的脱钩分析体系^[14](图 1)。

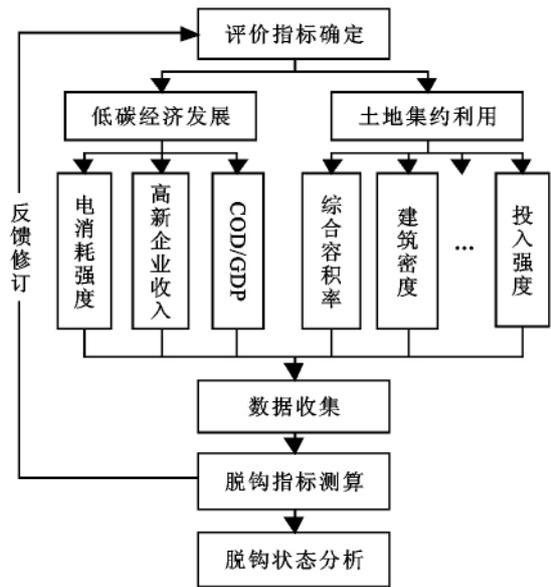


图 1 低碳经济和土地集约利用的脱钩分析体系

分析低碳经济和土地集约利用的脱钩关系,首先初步选取两者的评价因子,反映研究对象的发展状况,根据所选取的评价指标收集数据用于测算脱钩指标,对不同的评价因子计算的脱钩指标进行对比分析,反馈修订评价指标,对初步选取的评价因子过滤,筛选出合适的评价指标。针对筛选后的评价指标,得出低碳经济和土地集约利用的脱钩状态,并据此展开驱动力研究。

3 实例分析

3.1 研究区概况

昆山经济技术开发区是昆太路以南、吴淞江—黄浦江路—京沪高速铁路以北、柏庐路以东、花桥镇界以西的区域,占地 113.22 km²,人口规模达到 83 万人。

昆山经济技术开发区处于中国经济发展“T”轴线的核心点,占据沿海和沿江两个优势。昆山市是上海市辐射江苏省的重要联结点,同时亦是苏南经济带与上海市经济区的结合部,区位优势十分明显,交通十分便利,沿江高速、沿海高速、沪宁高速 3 条高速公路,G312 等两条国道和城际铁路、沪宁高铁等 3 条铁路贯穿全境,离上海虹桥机场、浦东国际机场 1 h 车程,完全融入上海市 1 h 都市生活圈,是江苏的“东大门”,浦东的“连接站”。

昆山经济技术开发区创办于 1985 年,1991 年 1 月被江苏省人民政府列为省重点开发区,1992 年 8 月经国务院批准成为国家级开发区。经过十多年的开发建设,昆山开发区已基本形成一个具有现代化气息的综合园区。2009 年实现 GDP 437.97 亿元,工业(物流)

企业总收入 978.99 亿元,财政收入达 83.91 亿元,累计完成工业(物流)企业固定资产投资 330.30 亿元。

3.2 数值分析

选取电消耗强度、单位 GDP 的 COD 排放量和高新技术企业业务收入作为衡量低碳发展的三大指标,根据低碳经济特征,运用层次分析法确定三者权重:电消耗强度(0.36) = 单位 GDP 的 COD 排放量(0.36) > 高新技术企业业务收入(0.28),测算该地区低碳经济发展水平(表 2)。因为低碳经济评价指标的电消耗强度和单位 GDP 的 COD 排放量都为逆向指标,而高新技术企业业务收入为正向指标,为保持一致性,用传统企业业务收入比重替代高新技术企业业务收入指标,同时低碳经济水平用综合碳耗度来表示,综合碳耗度越大,则低碳经济水平越低,反之则越高。

提取综合容积率、建筑密度、单位面积投资强度、单位面积产出强度 4 个指标作为反映土地集约利用的指标进行考核。通过建设用地集约利用评价报告和相关统计年鉴收集 2004—2009 年昆山地区的综合容积率、建筑密度、单位面积投资强度、单位面积产出强度 4 个技术指标值(表 3)。

表 2 低碳经济评价指标值

年份	电消耗强度 (kW·h/万元)	单位 GDP 的 COD 排放量 (kg/万元)	传统企业 业务收入 比重/%	综合 碳耗度
2004	742.67	0.5702	90.13	1.0000
2005	730.74	0.5697	86.76	0.9857
2006	725.91	0.572	84.34	0.9794
2007	623.08	0.4831	80.65	0.8534
2008	554.86	0.4012	75.45	0.7477
2009	437.32	0.2833	68.35	0.5859

表 3 土地集约利用评价指标值

年份	综合 容积率	建筑 密度/%	投入强度/ (万元·hm ⁻²)	产出强度/ (万元·hm ⁻²)
2004	0.41	32.06	5132.10	6225.10
2005	0.47	37.28	4520.75	6551.25
2006	0.51	36.51	5120.57	8923.47
2007	0.58	35.12	5523.48	10892.13
2008	0.60	35.24	6031.43	15407.71
2009	0.77	35.39	7320.21	21697.10

对指标数据进行整理计算,得到 2004—2009 年 6 a 间指标的变化率,按照本研究构建的脱钩分析体系,利用 Tapio 脱钩指标计算 6 a 间的低碳经济和土地集约利用的脱钩指标和脱钩状态(表 4)。

表 4 低碳经济和土地集约利用的脱钩指标序列

年份	综合碳耗度 变化率/%	综合容积率 变化率/%	脱钩 指标	状态	建筑密度 变化率/%	脱钩 指标	状态	投入强度 变化率/%	脱钩 指标	状态	产出强度 变化率/%	脱钩 指标	状态
2004—2005	-1.43	14.63	-0.10	强	16.28	-0.09	强	-11.91	0.12	衰退	5.24	-0.27	强
2005—2006	-0.64	8.51	-0.08	强	-2.07	0.31	衰退	13.27	-0.05	强	36.21	-0.02	强
2006—2007	-12.86	13.73	-0.94	强	-3.81	3.38	衰退	7.87	-1.63	强	22.06	-0.58	强
2007—2008	-12.39	3.45	-3.59	强	0.34	-36.26	强	9.20	-1.35	强	41.46	-0.30	强
2008—2009	-21.64	28.33	-0.76	强	0.43	-50.83	强	21.37	-1.01	强	40.82	-0.53	强

注:强——强脱钩;衰退——衰退连结。

从时间角度分析,2004—2009 年的 6 a 间,对于同一年份,4 个土地集约利用的评价指标中至少有 3 个指标呈现出综合碳耗度和土地集约利用指标的强脱钩状态,由此可以得出,2004—2009 年的 6 a 间,江苏省昆山经济开发区综合碳耗度和土地集约利用水平一直处于强脱钩状态。计算结果同时表明,将综合容积率和产出强度作为土地集约利用的评价指标时,2004—2009 年的 6 a 间,江苏省昆山经济开发区综合碳耗度和土地集约利用水平一直处于强脱钩状态,土地集约利用程度增强的同时,综合碳耗度相应下降,即低碳经济发展水平提高。而将建筑密度作为土地集约利用的评价指标时,2005—2006 年间和 2006—2007 年间综合碳耗度和土地集约利用水平呈现衰退连结,低碳经济发展水平提高的同时土地集约利用程度降低,相同的情况也出现在以投入强度作为土地集约利用水平评价指标的 2006—2007 年间。因此,较建筑密度和单位面积投入强度,综合容积率和单位面

积产出强度更能够准确地反映出土地集约利用的变化情况。从实际情况分析,由于需要考虑交通和绿化等因素,建筑密度本身存在上限,特别是从 2007 年以来,昆山地区致力于宜居城市的目标,建筑密度不能准确反映土地集约利用的真实水平;然而昆山经济开发区一直追求高投入高产出的目标,但是大多数情况下,单位面积投入强度和产出强度无必然关系,将单位面积投入强度作为评价指标也存在一定的局限性。

昆山地区从 2004—2009 年,反映低碳经济发展水平的综合碳耗度和反映土地集约利用水平变化的综合容积率和产出强度的脱钩关系一直处于强脱钩状态,说明低碳经济和土地集约利用二者的发展存在着显著的正相关关系,低碳经济的发展不仅没有阻碍土地集约利用水平的提高,相反,低碳经济十分有效地促进了土地集约利用。2004—2009 年昆山经济开发区的综合碳耗度逐年递减,该地区的低碳经济得到了有条不紊的发展,从 2006—2009 年间,综合碳耗度

年减少率超过了 10%，低碳经济呈现快速增长态势，通过这几年脱钩指标基本上小于 -1 可以看出，低碳经济的发展超过了土地集约利用水平的提高。

总体来看，2004—2009 年间，昆山经济开发区的低碳经济快速发展，土地集约利用水平逐步提高，两者起到了相互促进的作用。其所采取的措施概括为以下几点：

(1) 昆山经济技术开发区为了顺应低碳经济发展，颁布了“用地定额标准”、“投资强度”等一系列措施来控制开发区土地利用规模，提升土地集约利用水平。

(2) 2006 年至今，昆山经济开发区适度调整开发区内产业格局，提升商业和住宅用地比例，增加公园与绿地面积，大幅提升了区域碳汇能力，降低了单位面积碳排放强度，同时提高了土地的集约利用水平。

(3) 通过提高交通运输用地比例，优化产业布局，促进产业集聚，从而提升了资源利用效率，并降低了不必要的物质运输带来的碳排放效应，将住宅和商业插入工矿仓储用地中，达到适度混合利用的目的，从而减少不必要的人员通勤成本带来的碳排放。

(4) 近几年，昆山经济技术开发区致力于经济发展方式转变，对高消耗企业的“关停并转搬”，提高主导产业生产附加值和高新技术企业业务收入占整个 GDP 的比重，不断提升产业结构调整和产业集聚。

以上分析进一步验证，合理的政策引导，例如产业结构调整、经济方式转变，能够有效地调控土地集约利用水平和低碳经济的稳定发展，实现土地集约利用和低碳经济的双赢局面。

4 结论

本文利用 Tapio 脱钩指标为评价手段，选取综合容积率、建筑密度、单位面积投资强度、单位面积产出强度及电消耗强度、单位 GDP 的 COD 排放量、高新技术企业业务收入分别作为土地集约利用水平和低碳经济发展状况的评价指标，建立了低碳经济和土地集约利用的脱钩分析体系，研究了 2004—2009 年间江苏省昆山经济开发区低碳经济和土地集约水平二者的脱钩关系。

(1) 昆山经济开发区从 2004—2009 年，低碳经济和土地集约利用水平逐年增长，脱钩指标分析表明综合碳耗度和土地集约利用水平一直处于强脱钩状态，说明低碳经济和土地集约利用两者的发展存在着显著的正相关关系，低碳经济十分有效地促进了土地集约利用水平的提高；

(2) 2006—2009 年间，昆山经济开发区低碳经济的发展速度超过了土地集约利用水平的提高。说明

昆山经济开发区有效地利用低碳经济和土地集约利用相辅相成的关系，通过合理有效的政策引导，实现了二者的共同发展；

(3) 由于建筑密度和单位面积投入强度作为评价指标本身具有局限性，较建筑密度和单位面积投入强度，综合容积率和单位面积产出强度更能够准确地反映出土地集约利用的变化情况。

本文对于昆山经济开发区的研究进一步验证了实现低碳经济和土地集约利用共同发展的双赢局面是可能的，发展低碳经济会带动土地利用中科技投入、创新投入以及管理投入等的增加，使土地利用主体自觉养成节能减排、低碳生活的习惯，有利于推进土地集约水平的提高。

参考文献：

- [1] 杨雪梅, 石培基, 潘竟虎, 等. 甘肃省城市经济低碳度综合评价及其空间差异分析[J]. 水土保持研究, 2011, 18(5): 52-58.
- [2] 庄贵阳. 低碳经济: 气候变化背景下中国的发展之路[M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [3] 蔡昕, 曾维忠, 张华, 等. 中国南方经济开发区土地集约利用评价: 以浙江、四川、贵州、海南为例[J]. 中国农学通报, 2010, 26(14): 314-318.
- [4] 钟太洋, 黄贤金, 王柏源. 经济增长与建设用地扩张的脱钩分析[J]. 自然资源学报, 2010, 25(1): 18-31.
- [5] Tapio P. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and case of road traffic in Finland between 1970 and 2001[J]. Transport Policy, 2005, 12(2): 137-151.
- [6] 李效顺, 曲福田, 郭忠兴, 等. 城乡建设用地变化的脱钩研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(5): 179-184.
- [7] 刘再起, 陈春. 全球视野下的低碳经济理论与实践[J]. 武汉大学学报: 哲学社会科学版, 2010, 63(5): 770-775.
- [8] 胡大立, 丁帅. 低碳经济评价指标体系研究[J]. 科技进步与对策, 2010, 27(22): 160-164.
- [9] 彭浩, 曾刚. 上海市开发区土地集约利用评价[J]. 经济地理, 2009, 29(7): 1177-1181.
- [10] Saaty T L. How to make a decision: the analytic hierarchy process[J]. European Journal of Operational Research, 1990, 48(1): 9-26.
- [11] Taleaia M, Sharifib A, Sliuzasb R, et al. Evaluating the compatibility of multi-functional and intensive urban land uses[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2007, 9(4): 375-391.
- [12] 赵小凤, 黄贤金, 陈逸, 等. 城市土地集约利用研究进展[J]. 自然资源学报, 2010, 25(11): 1989-1996.
- [13] 江文亚, 郑新奇, 杨玲莉. 村镇建设用地集约利用评价研究[J]. 水土保持研究, 2010, 17(3): 166-170.
- [14] 陈百明, 杜红亮. 试论耕地占用与 GDP 增长的脱钩研究[J]. 资源科学, 2006, 28(5): 36-42.