

十年来云贵两省水资源利用与经济发展脱钩关系研究

朱洪利¹, 潘丽君¹, 李巍¹, 鱼京善², 姚晓磊², 孙文超², 李占杰²

(1. 北京师范大学 环境学院 环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京 100875;

2. 北京师范大学 水科学研究院, 北京 100875)

摘要: 为了全面分析云贵两省水资源利用与经济发展之间关系的动态变化, 利用脱钩弹性模型评价了云贵两省2001年-2010年间用水总量与生产总值、农业用水量与农业增加值、工业用水量与工业增加值之间的脱钩关系。结果表明: 云贵两省水资源利用与经济发展脱钩关系整体较差; 其中农业用水脱钩关系最差, 两省均有50%的年份为强、弱耦合; 两省工业用水脱钩关系分别有30%和20%的年份为强耦合; 用水总量脱钩关系相对较好, 两省均有70%的年份为强、弱脱钩。经济增长缓慢、用水效率偏低、用水结构不合理是造成脱钩关系不佳的主要原因。对比发现, 西部大开发战略的深入对于改善水资源利用与经济发展间关系具有积极意义, 使两省在“十一五”期间的脱钩关系较“十五”期间有所好转。

关键词: 水资源管理; 脱钩关系; 脱钩弹性; 水资源; 经济发展

中图分类号: F205; X22 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-1683(2013)05-0001-05

Decoupling Relationship Between Water Use and Economic Development in Yunnan and Guizhou Provinces during the First Ten Years of the Great Western Development Strategy

ZHU Hong li¹, PAN Li jun¹, LI Wei¹, YU Jing shan², YAO Xiao lei², SUN Wen chao², LI Zhan jie²

(1. State Key Laboratory of Water Environment Simulation, School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. College of Water Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Based on a systematic summary of the studies on decoupling theory and relevant methods, the decoupling elasticity model was employed to investigate the decoupling relationships (DRs) between total water use (TWU) and provincial GDP, agricultural water use (AWU) and agricultural added value (AAV), and industrial water use (IWU) and industrial added value (IAV), respectively, which were used to analyze the dynamic relationship between water use and economic development of Yunnan and Guizhou Provinces from 2001 to 2010, the first ten years of the Great Western Development Strategy in China. The results indicated that the overall DR between water use and economic development is highly undesirable in both of the two provinces. Specifically, among the three groups of DRs, the DR of AWU was the worst with strong or weak coupling in half of the 10 years in the two provinces; the DR of IWU is slightly better with strong coupling respectively in 3 of the 10 years in Yunnan and in 2 of the 10 years in Guizhou; while the DR of TWU is the best with strong or weak decoupling in 7 of the 10 years in the two provinces. The slow economic growth, low water use efficiency, and unreasonable water use structure were the main factors to cause the unfavorable decoupling relationships. The five year based DR has been improved in the 11th FYP compared with that in the 10th FYP, which suggested the Great Western Development Strategy plays a positive role in coordinating the relationship between water use and economic development.

Key words: water resources management; decoupling relationship; decoupling elasticity; water resources; economic development

1 研究背景

脱钩 (Decoupling) 本质上是指两个相关变量之间不同

的变化趋势, 也有研究称之为解耦、脱耦或退耦, 所表达含义相同, 均为耦合 (Coupling) 的反义。将脱钩应用于资源和环境研究领域, 通常被定义为打破经济财富与资源消耗或环境

收稿日期: 2013-04-26 修回日期: 2013-08-13 网络出版时间: 2013-08-23

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20130823.1501.001.htm>

基金项目: 环境保护部西部大开发重点区域和行业重大发展战略环境影响评价项目 (1441302900002)

作者简介: 朱洪利 (1987-), 女, 山东济南人, 硕士研究生, 主要从事环境规划、管理与评价研究。E-mail: sdzhuhongli@163.com.

通讯作者: 李巍 (1969-), 男, 辽宁沈阳人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事环境经济政策和战略环境影响评价研究。E-mail: weil@bnu.edu.cn.

压力之间的耦合关系^[1]。Bruyn 等^[2]认为在经济增长的同时实现资源消耗减少或环境影响降低的现象即为脱钩，邓华^[3]从物质消耗角度将脱钩定义为用少于以往的物质消耗产生多于以往的经济财富。

脱钩分析就是对相关变量在给定时间范围内的脱钩关系及其程度进行定量评价和判断的过程。目前应用较广泛的分析方法主要有三种：一是世界经济合作与发展组织(OECD)^[4-5]提出的脱钩指数模型，OECD 用该模型评价了其 30 个成员国经济发展与环境压力的脱钩关系；二是 Vehmas^[6]在 2003 年研究欧盟 15 个成员国物质消耗与 GDP 的脱钩关系时，提出了基于变化量综合分析的脱钩分析方法，综合考虑环境压力、经济增长以及单位 GDP 环境压力等指标的变化量，将脱钩关系划分为六类；三是 Tapio^[7]提出的脱钩弹性模型，将脱钩关系细分为八类，以此研究了欧洲交通行业经济增长与运输量、温室气体排放 1970 年-2001 年间的脱钩情况。脱钩弹性不受统计量纲变化的影响，能够清晰界定和说明各种环境压力指标与经济驱动因子间的相关关系以及政策方案的实施效果^[8]。三种方法各有优缺点，但总体而言脱钩弹性模型应用较广，可应用性较强^[9]。

随着相关理论和分析方法的日趋成熟，脱钩分析在国内的研究和应用也日益增多。郭琳等^[10]和宋伟等^[11]使用脱钩指数评价了我国耕地占用与经济发展的脱钩关系；王远等^[12]采用 Vehmas 的脱钩分析方法研究了江苏省能源消费与经济发展的耦合关系，张蕾等^[13]使用同一方法研究了长江三角洲地区的环境污染与经济增长的脱钩关系；杨克等^[14]计算了河北省耕地占用与经济发展的脱钩弹性，刘怡君等^[15]使用脱钩弹性模型评价了我国经济 100 强城市 GDP 增长与能耗之间的脱钩关系，孙耀华等^[16]和彭佳雯等^[17]采用相同方法对我国各省区碳排放与经济发展脱钩关系进行了测度。

尽管脱钩分析已被广泛应用于经济发展与物质消耗、土地占用、能源利用、温室气体排放、环境污染等的脱钩关系研究中，但与水资源利用相关的脱钩研究仍相对较少。当前仅见汪奎等^[18]、谷学明等^[19]、于法稳等^[20]学者的相关研究。脱钩分析能够量化物质消耗与经济发展之间的内在联系，是研究和支撑区域可持续发展决策的重要方法^[21]。本文基于国内外研究现状，选用脱钩弹性模型作为主要分析方法，研究云南与贵州两省的水资源利用与经济发展的脱钩关系。

云南和贵州两省位于我国西南地区，是实施西部大开发战略的关键区域。该地区水资源较为丰富，但存在水资源可利用率低、时空分布不均及局部供需矛盾等问题^[22]。特别是近年来，严重干旱等不利天气频发，使得水资源对于两省可持续发展的重要性日益凸显^[23]。与此同时，随着两省重大战略规划的相继实施，两省经济面临新的发展机遇，水资源的开发利用也面临更大压力。因此，确保经济快速发展的同时实现控制用水总量和提高水资源利用效率的双重目标，是扎实推进两省区域可持续发展战略的关键问题和重大挑战。针对云贵两省地区生产总值、农业增加值、工业增加值与相关用水量在西部大开发战略实施以来近十年内的脱钩关系研究，分析其变化趋势、影响因素，讨论西部大开发战略对水资源利用及脱钩关系的影响，对于促进两省水资源可

持续利用具有重要意义。

2 研究方法

针对云贵两省水资源利用与经济发展利用特征，选取全省用水总量(TWU)、农业用水量(AWU)和工业用水量(IWU)作为相应的水资源利用分析指标；选取全省地区生产总值(GDP)、农业增加值(AAV)和工业增加值(IAV)作为经济分析指标。据此构建区域总用水脱钩弹性(GDC)、农业用水脱钩弹性(ADC)和工业用水脱钩弹性(IDC)，计算公式如下：

$$GDC = \frac{V_{TWU}}{V_{GDP}} \quad (1)$$

$$ADC = \frac{V_{AWU}}{V_{AAV}} \quad (2)$$

$$IDC = \frac{V_{IWU}}{V_{IAV}} \quad (3)$$

式中： V_{TWU} 、 V_{AWU} 、 V_{IWU} 分别为全省用水总量、农业用水量及工业用水量的年际变化率(%)； V_{GDP} 、 V_{AAV} 、 V_{IAV} 分别为GDP、农业增加值及工业增加值的年际变化率(%)。

参考 Vehmas 提出的分类体系，将脱钩关系划分为强脱钩(A)、弱脱钩(B)、衰退性脱钩(C)、扩张性耦合(D)、弱耦合(E)和强耦合(F)等六类。具体是将脱钩弹性等于“1”作为扩张性耦合与弱脱钩、弱耦合与衰退性脱钩的临界点，以此划分和说明主要水资源利用与经济发展指标间的脱钩关系。当处于脱钩状态时，经济发展消耗的水资源会随着时间而减少，其中强脱钩是水资源利用与经济发展脱钩关系的最佳状态；耦合则说明两者关系处于不利于可持续发展的状态，其中强耦合被认为是最不利状态。图 1 说明了 GDP 与 TWU 脱钩关系划分的标准和涵义，AAV 与 AWU、IAV 与 IWU 脱钩关系的测度方法与此相似。

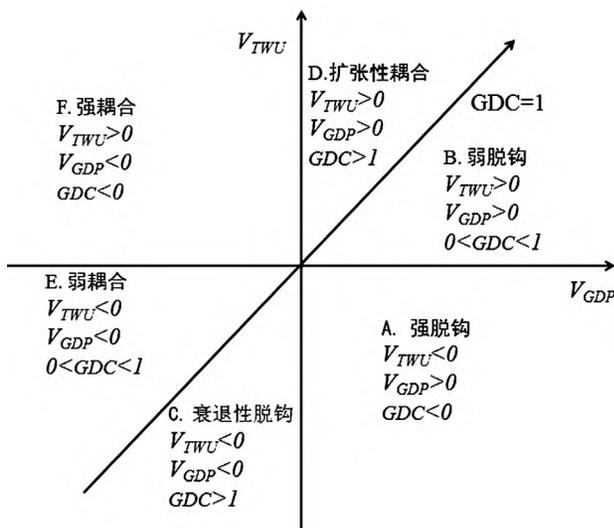


图 1 地区生产总值与用水总量脱钩关系划分示意图

Fig. 1 Schematic diagram of classifications of decoupling relationship between local GDP and TWU

3 研究结果与脱钩关系影响因素分析

下面通过逐年计算云贵两省 2001 年-2010 年间水资源利用与经济发展的脱钩弹性，以 5 年为一个计算周期，分析

和评价“十一五”和“十五”时期水资源利用与经济发展的脱钩状态及其变化趋势,并探讨对水资源利用与经济发展脱钩关系影响较大的因素。

3.1 计算结果

综合三组脱钩弹性计算及其脱钩关系评判结果来看(表1),云贵两省水资源利用与经济发展在所分析的十年间脱钩关系总体状况不佳,强脱钩年份相对较少。在共计60次脱钩关系评价结果中,强脱钩仅12次,占1/5,强、弱脱钩之和也只有53.4%;而强、弱耦合出现频率较高,其中强耦合12次,弱耦合6次,共占总数的30%。

分组对比来看,农业用水脱钩关系最差,两省均有50%

表1 云贵两省2001年-2010年期间水资源利用与经济发展脱钩关系评判

Table 1 Evaluation of decoupling relationships between water use and economic development from 2001 to 2010 in Yunnan and Guizhou Provinces

省区 Provinces	时段 Period	地区用水总量与生产总值脱钩关系 DR of TWU and GDP				农业用水与农业增加值脱钩关系 DR of AWU and AAV				工业用水与工业增加值脱钩关系 DR of IWU and IAV			
		V_{TWU}	V_{GDP}	GDC	结果	V_{AWU}	V_{AAV}	ADC	结果	V_{IWU}	V_{IAV}	IDC	结果
云南省	2001	< 0	< 0	1.290	C	< 0	< 0	0.357	E	> 0	< 0	-0.078	F
	2002	> 0	< 0	-1.987	F	> 0	< 0	-0.069	F	> 0	< 0	-9.106	F
	2003	< 0	> 0	-1.030	A	> 0	< 0	-0.842	F	< 0	> 0	-3.827	A
	2004	> 0	> 0	0.068	B	> 0	> 0	0.012	B	> 0	> 0	0.363	B
	2005	< 0	> 0	-0.021	A	< 0	> 0	-0.417	A	> 0	> 0	4.450	D
	2006	< 0	> 0	-0.424	A	< 0	< 0	1.320	C	> 0	> 0	0.304	B
	2007	> 0	> 0	0.542	B	> 0	> 0	0.243	B	> 0	> 0	2.476	D
	2008	> 0	> 0	0.258	B	> 0	> 0	0.045	B	< 0	> 0	-0.069	A
	2009	< 0	< 0	0.089	E	< 0	< 0	0.167	E	> 0	< 0	-0.184	F
	2010	< 0	> 0	-0.579	A	< 0	< 0	0.89	E	> 0	> 0	0.997	B
	2001-2005	> 0	> 0	1.05	D	< 0	< 0	0.06	E	> 0	> 0	1.50	D
2006-2010	> 0	> 0	0.09	B	< 0	> 0	-0.51	A	> 0	> 0	0.87	B	
贵州省	2001	> 0	> 0	1.172	D	> 0	< 0	-0.576	F	> 0	< 0	-20.045	F
	2002	> 0	> 0	6.676	D	> 0	< 0	-0.152	F	> 0	> 0	11.089	D
	2003	> 0	> 0	0.548	B	> 0	< 0	-0.564	F	> 0	> 0	1.012	D
	2004	> 0	> 0	0.113	B	< 0	> 0	0.000	A	> 0	> 0	0.158	B
	2005	> 0	> 0	0.315	B	< 0	< 0	1.898	C	> 0	> 0	0.327	B
	2006	> 0	> 0	0.625	B	> 0	< 0	-3.703	F	< 0	> 0	-0.378	A
	2007	< 0	> 0	-0.195	A	< 0	> 0	-2.879	A	> 0	> 0	3.572	D
	2008	> 0	> 0	0.340	B	> 0	> 0	0.383	B	> 0	> 0	0.528	B
	2009	< 0	< 0	0.736	E	< 0	< 0	0.219	E	> 0	< 0	-0.115	F
	2010	> 0	> 0	0.231	B	< 0	> 0	-0.870	A	> 0	> 0	0.067	B
	2001-2005	> 0	> 0	0.86	B	> 0	< 0	-0.37	F	> 0	> 0	1.75	D
2006-2010	> 0	> 0	0.22	B	< 0	< 0	1.35	C	> 0	> 0	0.65	B	

从以5年为一个周期的脱钩关系评判结果来看,“十一五”期间两省脱钩关系整体好于“十五”期间的脱钩关系,即呈现好转趋势。云南省总用水脱钩关系由扩张性耦合发展为弱脱钩,农业用水脱钩关系由弱耦合变为强脱钩,工业用水脱钩关系由扩张性耦合发展为弱脱钩;贵州省总用水脱钩关系在两个时期均为弱脱钩,但脱钩弹性由0.86降低到0.22,呈现好转趋势,农业用水脱钩关系由最不理想的强耦合变为衰退性脱钩,工业用水脱钩关系由扩张性耦合发展为弱脱钩。

3.2 水资源利用与经济发展的脱钩关系影响因素分析

根据脱钩分析模型,当经济增长为负值时,即 V_{GDP} 、

的年份呈现强、弱耦合等不利状态,且云贵各有2年和4年为强耦合状态;从达到强脱钩的年份所占比例来看,云南省为10%、贵州省为30%。工业用水脱钩关系稍优于农业,但整体来看也不理想,尽管云贵两省分别有3年和2年出现强耦合且无弱耦合状态,但达到强脱钩的年份却分别只有2年和1年,强、弱脱钩年份所占比例之和均为50%。相比之下,地区生产总值与用水总量的脱钩关系相对稍好,两省均有70%的年份出现了强、弱脱钩,其中云南省4年、贵州省有1年为强脱钩。但是用水总量脱钩关系并没有达到持续稳定的强脱钩状态,耦合状态时有发生,说明两省用水量与经济发展之间脱钩关系仍然不尽理想。

V_{AAV} 、 V_{IAV} 小于零时,脱钩关系主要表现为衰退性脱钩、弱耦合或强耦合。计算结果显示,云贵两省三组脱钩关系中这三种脱钩关系所占比例分别达到30%和10%、60%和60%、30%和20%,这表明相对较低的经济发展水平在一定程度上影响了两省水资源利用与经济发展的脱钩关系。据统计,云贵两省是西部12个省份中经济发展最落后的,以2000年不变价格折算后两省GDP、AAV、IAV增速均相对较低甚至出现个别负值。进一步分析发现,两省强、弱耦合等不利于可持续发展的状态多出现在西部大开发之初的2001年-2003年间和全球性金融危机爆发后的2009年。在这两个时段两省经济增速明显放缓,是造成两省脱钩关系较差的主要

原因。

水资源利用效率偏低是第二个主要影响因素。一方面,相对于其他地区尤其是北方地区,两省水资源丰富,社会节水意识相对淡薄,水资源综合利用效率偏低。2010 年云贵两省万元 GDP 用水量分别为 204 m^3 和 219 m^3 , 高于全国 151 m^3 的平均值。另一方面,农业是云贵两省的用水大户,农业用水分别占到两省生产用水的 78% 和 61%, 但两省农田水利建设缓慢,节水灌溉面积有限,2010 年两省灌溉用水量高达 $6\,720 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 和 $6\,150 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。工业虽不是用水大户,但近年来工业用水量显著增长,而水资源重复利用率和再生利用水平仍然偏低,万元工业增加值用水量分别为 98 m^3 和 233 m^3 , 高于全国平均值 (90 m^3)。两省的农业和工业节水潜力较大,是改善水资源利用与经济发展脱钩关系的一个重要突破口。

用水结构不合理是第三个主要原因,主要表现在两个方面,一是两省经济中产值贡献较低的农业其用水量却相对较大,严重制约了农业用水脱钩关系的改善。云贵两省农业欠发达,基数小、增速缓,但却是用水大户,使得两省农业用水脱钩关系在 60% 的年份呈现出衰退性脱钩、弱耦合或强耦合状态;二是近年来两省工业中化工、造纸、有色金属、火电、橡胶制品等高耗水行业发展强劲,直接造成工业用水量激增,由此给工业用水脱钩关系的改善带来了巨大压力。而且,这两方面也间接对用水总量脱钩关系的改善造成了不利影响。

综上所述,两省水资源利用与经济发展脱钩关系整体不佳,分析认为经济发展水平、水资源利用效率、用水结构是影响两省水资源利用脱钩关系不佳的主要原因。

3.3 西部大开发战略对云贵两省水资源利用的影响

西部大开发是促进西部地区快速、全面发展的重要战略,2001 年—2010 年云贵两省经济社会迅速发展,云南省 2010 年 GDP 为 7 220 亿元,是 2000 年的 3.6 倍;贵州省 2010 年 GDP 为 4 602 亿元,是 2001 年的 4.5 倍。但是,与经济的快速发展相伴随的是资源的大量消耗,与 2000 年相比,2001 年—2010 年云贵两省用水总量均呈较为明显的增长趋势。在用水结构方面,农业用水量减少而工业用水量增加。但是西部大开发战略对水资源利用效率的提高起到了积极的促进作用,并在一定程度上改善了用水结构不合理的状况。如贵州省灌溉用水量由 2000 年 $9\,165 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 下降至 2010 年 $6\,150 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 万元工业增加值用水量由 2000 年的 783 m^3 降至 2010 年的 219 m^3 , 万元工业产值用水量由 2003 年的 810 m^3 降至 2010 年的 233 m^3 ; 云南省灌溉用水量由 2005 年的 $8\,310 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 降至 2010 年的 $6\,720 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 万元 GDP 用水量由 2004 年的 496 m^3 降至 2010 年的 204 m^3 , 万元工业增加值用水量由 2004 年的 170 m^3 降至 2010 年的 98 m^3 。

水资源利用与经济发展脱钩关系与经济增长速度及用水量增长速度的相对大小有关,伴随西部大开发战略的逐渐深入,水资源利用与经济发展之间脱钩关系呈现逐渐好转趋势,尤其是“十一五”相对于“十五”而言,脱钩关系好转趋势较为明显。这说明,西部大开发战略对于促进当地水资源利用与经济发展实现脱钩具有积极的意义。

4 结论与建议

本文基于脱钩理论对云贵两省西部大开发以来近十年的水资源利用与经济发展之间的脱钩关系进行了研究,得到如下结论。

(1) 云贵两省水资源利用与经济发展之间的脱钩关系极不理想,强脱钩年份比例较小,且出现了较多年份的强耦合、弱耦合等不利于可持续发展的状态。

(2) 分析认为,经济发展依旧缓慢、水资源利用效率偏低以及用水结构不合理是导致两省强耦合、弱耦合等不利状态出现的根本原因。

(3) 从时间变化趋势来看,“十一五”期间比“十五”期间有所好转,说明西部大开发战略对于促进当地水资源利用与经济发展实现脱钩具有积极的意义。

根据研究结果,为了进一步改善云贵两省水资源利用与经济发展脱钩关系,建议云贵两省实施最严格的水资源管理制度,限制高耗水产业的过快增长,积极鼓励和支持低耗水、节水型产业的发展;逐步加强和完善水资源综合管理,推行总量控制和定额管理相结合的计划用水量、节约用水管理方式,综合运用工程措施、管理措施和经济措施提高农业用水效率;加快发展资源节约型、环境友好型产业,进一步强化以提高效率为目标的工业用水管理,严格执行以节水为目标的重点企业清洁生产审计,积极探索和发展循环经济,全面提高工业用水效率。

参考文献(References):

- [1] 曾少聪. 生态人类学视野中的西南干旱—以云南旱灾为例[J]. 贵州社会科学, 2010, 251(11): 24-28. (ZENG Shaocong, The Southwest Drought in the Perspective of Ecological Anthropology: A Case Study of Yunnan [J]. Guizhou Social Sciences, 2010, 251(11): 24-28. (in Chinese))
- [2] Bruyn S M, Opsehoor J B. Developments in the Throughout: Income Relationship: Theoretical and Empirical Observations[J]. Ecological Economics, 1997, 20(3): 255-268.
- [3] 邓华, 段宁. “脱钩”评价模式及其对循环经济发展的影响[J]. 中国人口·资源环境, 2004, 14(6): 44-47. (DENG Hua, DUAN Ning. Evaluation Mode of Decoupling and Its Impact on Circular Economy [J]. China Population, Resources and Environment, 2004, 14(6): 44-47 (in Chinese))
- [4] OECD. Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth [R]. Paris: OECD, 2002.
- [5] OECD. Environmental Indicators Development, Measurement and Use [R]. Paris: OECD, 2003: 13.
- [6] Vehmas J, Kaivora J, Luukkanen J. Global Trends of Linking Environmental Stress and Economic Growth [R]. Turku: Finland Futures Research Centre, 2003: 69.
- [7] Tapio P. Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road Traffic in Finland between 1970 and 2001 [J]. Transport Policy, 2005, 12(2): 137-151.
- [8] 李坚明, 孙一菱, 庄敏芳. 台湾二氧化碳排放脱钩指标建立与评估 [A]. 两岸环境保护与永续发展研讨会论文集 [C]. 台北: 中华发展基金管理委员会, 2005. (LI Jianming, SUN Yiling,

- ZHUANG Mierfang. Establishment and Evaluation of Decoupling Index about CO₂ Emission in Taiwan[A]. Symposium of Environment Protection and Sustainable Development in Chinese Main land and Taiwan Area[C]. Taipei: China Development Fund Management Committee, 2005. (in Chinese)
- [9] 钟太洋, 黄贤金, 韩立, 等. 资源环境领域脱钩分析研究进展[J]. 自然资源学报, 2010, 25(8): 1400-1412. (ZHONG Taiyang, HUANG Xiannan, HAN Li, et al. Review on the Research of Decoupling Analysis in the Field of Environments and Resource[J]. Journal of Natural Resources, 2010, 25(8): 1400-1412. (in Chinese))
- [10] 郭琳, 严金明. 中国建设占用耕地与经济增长的退耦研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(5): 48-53. (GUO Lin, YAN Jinming. Study on the Decoupling of Cultivated Land Occupation by Construction from Economic Growth in China[J]. China Population, Resources and Environment, 2007, 17(5): 48-53. (in Chinese))
- [11] 宋伟, 陈百明, 陈曦炜. 常熟市耕地占用与经济增长的脱钩(decoupling)评价[J]. 自然资源学报, 2009, 24(9): 1532-1540. (SONG Wei, CHEN Baoming, CHEN Xiwei. Decoupling Evaluation between Cultivated Land Occupation and Economic Growth in Changshu City[J]. Journal of Natural Resources, 2009, 24(9): 1532-1540. (in Chinese))
- [12] 王远, 陈洁, 周婧, 等. 江苏省能源消费与经济增长耦合关系研究[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(9): 979-984. (WANG Yuan, CHEN Jie, ZHOU Jing, et al. Linking between Energy Consumption and Economic Growth in Jiangsu Province[J]. Resources and Environment in the Yangze Basin, 2010, 19(9): 979-984. (in Chinese))
- [13] 张蕾, 陈雯, 陈晓, 等. 长江三角洲地区环境污染与经济增长的脱钩时空分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2011(S1): 275-279. (ZHANG Lei, CHEN Wen, CHEN Xiao, et al. Space-time Analysis on Delinkage between Environmental Pollution and Economic Growth in Yangtze River Delta[J]. China Population, Resources and Environment, 2011(S1): 275-279. (in Chinese))
- [14] 杨克, 陈百明, 宋伟. 河北省耕地占用与GDP增长的脱钩分析[J]. 资源科学, 2009, 31(11): 1940-1946. (YANG Ke, CHEN Baoming, SONG Wei. Decoupling Analysis between Arable Land Occupation and GDP Growth in Hebei Province[J]. Resources Science, 2009, 31(11): 1940-1946. (in Chinese))
- [15] 刘怡君, 王丽, 牛文元. 中国城市经济发展与能源消耗的脱钩分析[J]. 中国人口·资源环境, 2011, 21(1): 70-77. (LIU Yijun, WANG Li, NIU Wenyuan. Decoupling Research between Economic Development and Energy Consumption of China's Cities[J]. China Population, Resources and Environment, 2011, 21(1): 70-77. (in Chinese))
- [16] 孙耀华, 李忠民. 中国各省区经济发展与碳排放脱钩关系研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(5): 87-92. (SU N Yaohua, LI Zhongmin. Analysing on the Decoupling Relationship between Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth of Each Province in China[J]. China Population, Resources and Environment, 2011, 21(5): 87-92. (in Chinese))
- [17] 彭佳雯, 黄贤金, 钟太洋, 等. 中国经济增长与能源碳排放的脱钩研究[J]. 资源科学, 2011, 33(4): 626-633. (PENG Jiawen, HUANG Xiannan, ZHONG Taiyang, et al. Decoupling Analysis of Economic Growth and Energy Carbon Emissions in China[J]. Resources Science, 2011, 33(4): 626-633. (in Chinese))
- [18] 汪奎, 邵东国, 顾文权, 等. 中国用水量与经济增长的脱钩分析[J]. 灌溉排水学报, 2011(3): 34-38. (WANG Kui, SHAO Dongguo, GU Wenquan, et al. Decoupling Analysis between Water Consumption and Economic Growth in China[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2011(3): 34-38. (in Chinese))
- [19] 谷学明, 王远, 赵卉卉, 等. 江苏省水资源利用与经济增长关系研究[J]. 中国环境科学, 2012, 32(2): 351-358. (GU Xueming, WANG Yuan, ZHAO Huohui, et al. Linking between Water Resources Utilization and Economic Growth in Jiangsu Province[J]. China Environmental Science, 2012, 32(2): 351-358. (in Chinese))
- [20] 于法稳. 经济发展与资源环境之间脱钩关系的实证研究[J]. 内蒙古财经学院学报, 2009, (3): 29-34. (YU Fawen. Decoupling Analysis of Economic Development and Environments and Resource[J]. Journal of Inner Mongolia Finance and Economics College, 2009, (3): 29-34. (in Chinese))
- [21] Vehmas J, Luu Uanen J, Kaivo-Oja. Linking Analyses and Environmental Kuznets Curves for Aggregated Material Flows in the EU[J]. Journal of Cleaner Production, 2007, 15(17): 1662-1673.
- [22] OECD. Decoupling: A Conceptual Overview[R]. Paris: OECD, 2001.
- [23] 陈传友. 西南地区水资源及其评价[J]. 自然资源学报, 1992, 7(4): 312-328. (CHEN Chuanyou. The Water Resources of Southwest China and Their Evaluation[J]. Journal of Natural Resources, 1992, 7(4): 312-328. (in Chinese))