

水土资源承载力区域差异与影响因素

周智¹, 黄英², 黄娟²

(1. 河北农业大学 国土资源学院, 河北 保定 071001; 2. 武汉工程科技学院 经济与管理学院, 湖北 武汉 430200)

摘要: [目的] 探究当前我国各区域水土资源承载力的异质性变化规律, 为现阶段我国宏观水土流失治理提供实证建议。[方法] 基于 2011 年的省际面板数据选用多指标评价体系运用因子分析法进行了水土资源承载力的综合评价, 在此基础上, 结合各区域经济发展水平构建综合评价矩阵对 31 个省区进行聚类分析。[结果] (1) 河北、山东和河南省的综合分值位于全国前 3 位; 青海省、天津市和上海市位于后 3 位。(2) 河北、山东和湖北等 8 个地区属于“承载力强—经济强”型。河南、四川、黑龙江等 7 个地区属于“承载力强—经济弱”型, 吉林、陕西、福建等 7 个地区属于“承载力弱—经济强”型, 而云南、新疆、海南等 9 个地区属于“承载力弱—经济弱”型。[结论] 地区第一产业生产总值、农村改水累计受益人口、废水排放总量等是导致我国水土资源承载力状况存在一定程度区域差异的主要因素。

关键词: 水土资源承载力; 综合评价; 区域差异; 影响因素

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)02-0344-06

中图分类号: S157

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.02.064

Regional Differences and Influencing Factors of Soil-water Resources Carrying Capacity

ZHOU Zhi¹, HUANG Ying², HUANG Juan¹

(1. College of Land Resource, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001, China;

2. College of Economics and Management, Wuhan University of Engineering Science, Wuhan, Hubei 430200, China)

Abstract: [Objective] To analyze regional differences in soil-water resources carrying capacity in order to provide empirical suggestions on controlling soil and water loss at present stage in our country. [Methods] The article selected panel data of 2011 to make up multi-index evaluation system of soil-water resources carrying capacity. Further more, we clustered 31 regions by constructing evaluation matrix on level of economic development. [Results] (1) Hebei, Shandong and Henan Provinces are the national top three, while Qinghai Province, Tianjin City and Shanghai City are located in national final three. (2) Eight areas including Hebei, Shandong, Hubei Provinces belong to “strong carrying capacity, strong economy” areas, seven areas including He’nan, Sichuan and Heilongjiang Provinces belong to “strong carrying capacity, weak economy” areas, seven areas including Jilin, Shanxi and Fujian Provinces belong to “weak carrying capacity, strong economy” areas, nine areas including Yunnan, Xinjiang and Hainan Provinces belong to “weak carrying capacity, weak economy” areas. [Conclusion] There are some differences on soil-water resources carrying capacity in different regions of China because of the differences between gross domestic product of primary industry, cumulative benefit population of water improvement in rural, total volume of waste water discharged and so on.

Keywords: soil-water resources carrying capacity; comprehensive evaluation; regional differences; influencing factors

随着经济发展速度的不断加快, 全球生态环境面临着更大的挑战和威胁。水土流失和荒漠化是全球绝大部分国家面临的重大环境危害之一^[1], 我国也不例外。相较其他国家, 我国水土流失形势十分严

峻^[2], 水土流失治理是当前我国环境治理和保护的必要措施, 党和政府都非常重视。在党的十八大报告中实施水土流失综合治理被强调指出, 作为良好生态环境构建的重要举措之一。而水土资源的演变特征

收稿日期: 2014-07-06

修回日期: 2014-08-26

资助项目: 保定市哲学社会科学规划研究项目“保定市农户居住空间行为选择的现状与引导对策研究”(20140503); 河北省社会科学基金项目(HB14GL039)

第一作者: 周智(1979—), 男(汉族), 湖北省大悟县人, 博士研究生, 讲师, 主要从事土地利用工程研究。E-mail: zhouzhi797825@163.com。

正是各地进行水土流失治理的决策基础, 水土资源承载力作为反映水土资源演变的主要指标, 是衡量经济发展形势下水土资源可持续发展的重要标志。目前, 新形势下全国水土流失的变化和治理已经成为了广大学者研究的热点和焦点, 关于水资源承载力、土地资源承载力以及水土资源承载力的实证研究成果较多, 具体可归纳为微观评价、宏观调控以及两种融合等 3 大方面, 微观评价一般结合具体区域的水土资源状况构建指标体系进行评价^[3-4], 而宏观调控则以对水土资源承载力评价和治理进行技术指导的成果居多^[5-6], 两者的融合一般首先进行技术路线设计, 然后结合具体区域进行验证^[7-8]。通过这些研究, 对具体区域结合水土流失现状进行针对性地治理及减轻日益加重生态威胁的必要性已经得到了共识, 但是针对我国不同区域水土资源承载力异质化的比较实证研究却并不多见。不少学者针对具体省市地区的水土资源承载力运用指标体系进行了评价研究, 可结合多项指标对不同省市地区之间水土资源承载力的空间异质性比较却相对较少。为了探讨水土资源承载力受地区条件影响呈现的异质性变化规律, 本研究首先基于 2011 年的省际面板数据选用水土资源承载力的多指标评价体系进行综合评价, 然后以区域水土资源承载力综合评分和区域经济发展水平为切入点, 构建了区域水土资源承载力的综合评价矩阵^[9], 并对 31 个地区进行了聚类分析, 力求能为现阶段我国水土流失状况的宏观治理和改善提供有效的实证建议。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

研究的原始数据为 2011 年结果, 数据来源皆来自 2012 年的《中国统计年鉴》、《中国农村统计年鉴》、《中国国土资源统计年鉴》和《中国环境年鉴》, 其中部分指标是在原始数据的基础上计算所得。为了消除因数据大小以及单位不同对分析结果造成的影响, 针对原始数据进行了标准化处理, 具体计算公式为:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$$

式中: z_i ——各指标标准化后的标准分; x_i ——各指标的原始值; \bar{x} ——所选样本数据的均值; s ——样本数据的标准差。

1.2 指标体系构建

资源承载力一般是指一定空间范围的资源对被承载人口及经济发展的支撑能力^[10-11], 而水土资源承载力的空间异质性则来源于各个区域水土资源承载力反映变量随着空间位置变化呈现多方面属性差异

的综合测度。但多方面属性差异大小不一, 且每个反映变量对综合异质性测度所起的重要性并不相同。因此需要将多方面反映区域水土资源承载力的变量进行指标体系构建, 然后采用科学的定量方法进行空间异质性综合测度。综合国内外学者的观点, 水土资源承载力空间异质性的评价指标体系可从 3 个方面进行划分: (1) 从提供承载的基本构成和系统理论角度, 指标体系可划分为水资源、土地资源和水土资源耦合 3 个子系统; 其中, 水土资源耦合系统主要体现为以保障生态安全和可持续发展为前提, 在以水土资源空间异质性为基础, 对水土子系统辅以各种社会经济手段的干扰, 提高区域水土资源的系统耦合效应, 维持水土生态系统的相对平衡, 同时实现水土资源的可持续利用和社会、经济、生态 3 方面的综合效益最大化^[12]。(2) 从资源影响的效应来看, 一般包括正面效应和负面效应两个层次, 其中正面效应可体现在资源带来的对人口和经济发展的可持续承载容量优势, 而负面效应一般则表现为资源变化和社会经济活动带来的生态威胁^[13];(3) 指标体系还可从静态和动态角度进行划分, 静态指标一般指持有状态的指标, 而动态指标更强调变化。基于数据的可获得性、指标的可操作性、主导性和科学性等原则, 研究选用的指标体系综合了上述 3 种划分层次: 首先根据资源构成角度进行划分, 然后各种资源下面再进一步根据动静变化和正负效应进一步细分。具体的水土资源承载力评价指标体系详见表 1, 正负相关性分别以“+”和“-”来表示。其中“+”代表该项指标与区域水土资源承载力为正相关关系, 一般而言指标数值越大, 区域水土资源承载力越优;“-”代表该项指标与区域水土资源承载力为负相关关系, 一般而言指标数值越大, 区域水土资源承载力越劣。另外, 土地利用效率是根据所选区域耕地、林地、园地、牧草地和其他农用地面积之和除以区域土地总面积计算所得, 植被覆盖率则是采用区域内林地、草被、疏林、果园以及灌丛等植被面积之和除以土地总面积计算所得^[14], 年降水量选取的是 31 个地区中的主要代表城市的全年降水量; 湿地面积包括天然湿地面积和人工湿地面积, 而天然湿地一般由近岸及海岸、河流、湖泊和沼泽组成。

1.3 研究方法

要分析区域水土资源承载力的异质化规律, 就必须结合上述指标体系对各地区的水土资源承载力进行综合评价。因指标之间可能相互相关, 且各个指标所起的重要性并不相同, 因此必须采用定量分析的方法来分析指标之间的相关关系, 根据相关关系减少变量个数, 并根据单项指标与综合得分之间的关系客观

地确定权重。这些分析步骤可以通过常见的因子分析法来达到。因子分析法的一般步骤为：(1) 原始数据的标准化处理；(2) 是否适合做因子分析的判定；因子分析一般要求所选的变量之间呈现较强的相关关系，以方便提取公共因子。(3) 采用主成分分析法提取公共因子；(4) 计算各样本的公共因子得分；(5) 运用公共因子构建综合评价的计算模型；其中计算模型中一般选取因子的方差贡献率作为权重，采用因子加权计算出各样本的多指标综合评价得分^[15]。此处的综合评价得分即可视为各地区水土资源承载力的综合评价表现。最后，为了实现地区经济发展与水土资源承载能力的协调发展，研究基于地区的经济发展水平构建水土资源承载力综合评价矩阵，来对地区进行合理聚类。地区经济发展水平方面一般选择选择地区生产总值做为评断指标，为了消除各地区因人口多少带来的影响，此处构建的水土资源承载力综合评价矩阵采用了人均地区生产总值进行综合评价，具体构造详见表 2。根据表 2 所示，水土资源承载力的综合评价分别根据综合评价得分和人均地区生产总值进行两段划分，因区域个数为 31 个，所以将排序后的第 1—15 名定位为较优的位置，排序后第 16—31 名定位为较劣的位置，因为有两项评价依据，两两组合之后，可将 31 个地区划分为 4 类，如“承载力强—经济强”型地区，即水土资源承载力强且地区经济发展水平较高的地区，划分依据为水土资源承载力综合得分和人均地区生产总值均位于全国前 15 名的地区，其他 3 类依此类推。

表 1 水土资源承载力评价指标

类别	评价指标	作用方向
水 资 源	湿地占辖区面积比重/%	—
	人均水资源量/ m^3	+
	年降水量/mm	—
	人均用水量/ m^3	+
	废水排放总量/t	—
	人均主要水产品产量/kg	+
	城市用水普及率/%	+
	农村改水累计受益人口	+
土 地 资 源	地下水监测点个数	+
	人均耕地/ m^2	+
	森林覆盖率/%	+
	土地利用/%	+
	植被覆盖率/%	+
	土地复垦/ hm^2	+
	人口密度	—
水 土 资 源 耦 合	地区第一产业生产总值/亿元	+
	第一产业贡献率/%	+
	有效灌溉面积/ hm^2	+
	粮食单位面积产量/ $(kg \cdot hm^{-2})$	+
	人口增长率/%	+
	除涝面积/ hm^2	+
	水土流失治理面积/ hm^2	+
	环境污染治理投资总额/万元	—
水灾受灾面积/ hm^2	—	
水灾成灾面积/ hm^2	—	
沉降区面积/ hm^2	—	

表 2 水土资源承载力综合评价矩阵

项 目	地区经济发展水平		
	第 1—15 名	第 16—31 名	
水土资源承载力	第 1—15 名	承载力强、经济强地区	承载力强、经济弱地区
	第 16—31 名	承载力弱、经济强地区	承载力弱、经济弱地区

2 结果与分析

2.1 水土资源承载力的空间异质性

因子分析的综合评价结果如表 3 所示。从表 3 可以看出，我国 31 个省、直辖市和自治区水土资源承载力存在一定程度的区域差异，河北省的水土资源承载力综合评价分值最高，以些许的优势排名第 1；山东、河南、湖北和四川省位列第 2—5 名，其中山东和河南的分值相对第 4—5 名优势比较明显；内蒙古、黑龙江、湖南、江苏和广西位等省位列第 6—10 名，且分值差距较小；青海省、天津市和上海市分值最低，位列最后 3 位，尤其是上海市承载力综合分值居最后 1 名。

根据地域划分，水土资源承载力较强的省份多位于华北地区，华东和华中地区有部分省份，东北，华南和西南有少量省份，而水土资源承载力较弱的地区则多半位于西北地区；华北和西南有部分省份，华南，青藏和华东有少量省份。从与经济协调的协调能力来看，承载力较强的省份中约有 1/2 同时具备了较高的经济发展水平，说明经过对水土流失的重视和治理改善，一部分省份皆实现了经济发展与水土资源保护的协同路径且取得一定的成效^[16]，而经济发展处于弱势的省份中约有 1/2 其水土保持形势并不乐观，更需要在加速经济发展的同时，高度注重水土流失治理和水土资源保护等举措与经济的协调可持续发展^[17]。

表 3 各地区水土资源承载力评价结果

地区	水土资源承载力		人均地区生产总值排名	地区类型
	综合分值	排名		
河北	0.598	1	14	承载力强—经济强
山东	0.559	2	10	承载力强—经济强
河南	0.473	3	23	承载力强—经济弱
湖北	0.400	4	13	承载力强—经济强
四川	0.376	5	24	承载力强—经济弱
内蒙古	0.372	6	6	承载力强—经济强
黑龙江	0.352	7	17	承载力强—经济弱
湖南	0.296	8	20	承载力强—经济弱
江苏	0.203	9	4	承载力强—经济强
广西	0.197	10	27	承载力强—经济弱
安徽	0.157	11	26	承载力强—经济弱
江西	0.153	12	25	承载力强—经济弱
浙江	0.093	13	5	承载力强—经济强
辽宁	0.090	14	7	承载力强—经济强
广东	0.078	15	8	承载力强—经济强
云南	0.078	16	30	承载力弱—经济弱
吉林	0.014	17	11	承载力弱—经济强
陕西	0.013	18	15	承载力弱—经济强
福建	-0.089	19	9	承载力弱—经济强
新疆	-0.120	20	19	承载力弱—经济弱
海南	-0.156	21	22	承载力弱—经济弱
甘肃	-0.201	22	29	承载力弱—经济弱
贵州	-0.204	23	31	承载力弱—经济弱
山西	-0.221	24	18	承载力弱—经济弱
重庆	-0.223	25	12	承载力弱—经济强
西藏	-0.231	26	28	承载力弱—经济弱
宁夏	-0.376	27	16	承载力弱—经济弱
北京	-0.456	28	3	承载力弱—经济强
青海	-0.623	29	21	承载力弱—经济弱
天津	-0.758	30	1	承载力弱—经济强
上海	-0.845	31	2	承载力弱—经济强

2.2 水土资源承载力综合评价的聚类结果及成因分析

基于人均地区生产总值和水土资源承载力综合分值所处位次构建的综合评价矩阵对 31 个省、自治区、直辖市进行聚类的结果如图 1 所示,原始数据如表 3 所示;而根据主成分分析得到各指标影响区域水土资源承载力的重要程度排序如表 4 所示。从 4 种水土资源承载力类型的分布结合影响因素来看,首先,河北、山东、湖北、内蒙古、江苏、浙江、辽宁和广东 8 个省区属于“承载力强—经济强”型地区,其中河北和山东省较强的水土资源承载力归功于表 4 中起主要作用的各项指标的综合优势,如在地区第一产业生产总值、农村改水累计受益人口、环境污染治理投资

总额和有效灌溉面积等指标上的绝对优势,其中,河北省按人均 GDP 排名在全国仅列第 14 位,其经济优势并不明显,该地区在经济发展上仍有一定的上升空间;内蒙古自治区和辽宁省较强的水土资源承载力分别主要得益于区域内土地资源和水资源上的资源优势;江苏、浙江、广东省因本身具有一定的资源优势加上区域内对水土资源环境治理的重视使它们能跻身“承载力强—经济强”型地区之列,湖北地区由于多项指标的些许均衡优势使其位列“承载力强—经济强”型地区。其次,河南,四川,黑龙江,湖南,广西,安徽和江西省 7 地虽然同属水土资源承载力强的区域,但这些地区的经济发展水平相较于其他地区而言处于劣势,因此在以后要注重提高经济发展水平的同时,继续保持区域内水土资源承载力的优势地位。尤其是河南省在水土资源承载力综合分值排名第 3,其主要原因在于该地区在第一产业生产总值、农村改水、除涝和有效灌溉等指标上的优势,但该地区的人均 GDP 在全国排名靠后,这与该地区人口规模庞大有一定的关系,但同时也说明该地区要加快经济发展的步伐,但也要注意不能走以环境破坏换取经济发展的老路。另外,吉林、陕西、福建省、重庆、北京、天津和上海市 7 地虽然经济发展水平较高,但区域内水土资源承载力较弱,以后应加大区域内水土流失治理力度^[18]。而云南、新疆、海南、甘肃、贵州、山西、西藏、宁夏和青海省 9 个地区皆属于“承载力弱—经济弱”型地区,这同时也再次印证了我国水土资源面临的严峻形势。

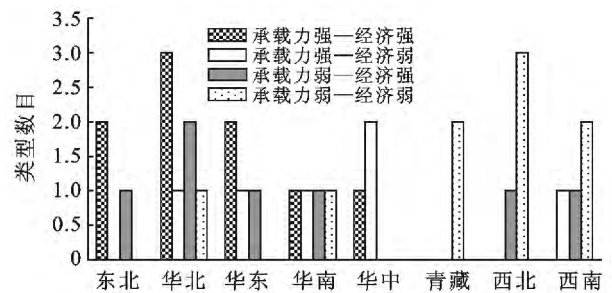


图 1 4 种水土资源承载力类型在各地域的分布

3 结果讨论

区域水土资源承载力是水土治理的重要决策基础,首先构建了评价区域水土资源承载力的多指标评价体系,然后运用因子分析法计算了各区域的水土资源承载力综合分值,并结合人均地区生产总值构建了综合评价矩阵,将 2011 年我国 31 个省(市、区)划分为“承载力强—经济强”,“承载力强—经济弱”,“承载力

弱—经济强”，“承载力弱—经济弱”4 种类型，同时针对 4 种类型在不同地区的分布进行了比较和成因分析，其研究结论客观真实地展现了当前我国水土资源承载力的区域分布现状并可为水土流失状况的了解和治理对策的制定提供实证参考。通过上述实证研究可知，我国水土资源承载力状况存在一定程度的区域差异，承载力较强的一部分省份同时具备了较高的经济发展水平，说明这些区域比较注重经济发展和水土保持的协同进步，但与此同时，经济发展迅速但水土资源承载处于劣势的地区仍然存在，说明这些地区面临着强大的水土流失威胁，必须予以高度重视。另外经济发展处于弱势的一部分省份其水土保持形势反而并不乐观，这些区域需要高度注重水土资源保护与经济的协调可持续发展。从地域分布来讲，水土资

源承载力强且经济发展水平较高的地区多半分布于我国华北地区，东北和华东有部分省份，水土资源承载力和经济发展皆弱的省份多位于我国西北地区，青藏和西南地区有部分省份，这也说明地区间资源优势的差异，因影响水土资源承载力综合评价的主要因素是水土耦合的效益指标和水土资源优势，另外环境的治理也起到了一定程度的主要作用，重视环境治理的新型水土保持模式无疑能实现与经济的协调发展，而罔顾水土资源环境的经济发展模式势必会对地区的可持续发展造成威胁^[19]。因此，华北地区要在保持资源优势的同时进一步巩固环境治理，继续加速两者与经济的协调发展，而西北地区必须改变现有传统观念，加强水土资源环境治理，早日实现“承载力强—经济强”型的发展目标^[20]。

表 4 反映水土资源承载力的各个指标的因子载荷量

萃取构面	指标	因子载荷量	特征值	解释比例/%
水土资源特征	植被覆盖率	0.831	4.670	17.963
	土地利用度	0.795		
	森林覆盖率	0.667		
	湿地占辖区面积比重	-0.638		
水土资源耦合的 经济效益及环境治理	地区第一产业生产总值	0.869	6.470	24.884
	农村改水累计受益人口	0.824		
	废水排放总量	0.811		
	环境污染治理投资总额	0.735		
	除涝面积	0.680		
	有效灌溉面积	0.673		
	水灾受灾面积	0.612		
水土资源耦合的 生态效益及用水效益	年降水量	-0.751	3.650	14.039
	人均耕地	0.736		
	人均主要水产品产量	-0.638		
	水土流失治理面积	0.544		
水土资源耦合的 社会效益及水资源特征	人口增长率	0.609	2.560	9.845
	人均用水量	0.548		
	人均水资源量	0.610		
	人口密度	0.557		

4 结论

(1) 根据 2011 年 31 个省区面板数据分析，影响水土资源承载力的前 7 位主要因素依次是地区第一产业生产总值、农村改水累计受益人口、废水排放总量、环境污染治理投资总额、除涝面积、有效灌溉面积和水灾受灾面积。

(2) 根据多指标体系综合评价的结果，多指标共同作用突显出我国不同地区的水土资源承载力存在

一定程度的空间异质性，其中，河北省以较高分值位居首位，山东、河南、湖北和四川省分列 2—5 位，青海、天津和上海分列倒数 1—3 位。总体而言，华北和华东地区在水土保持和经济协调发展方面效果较优，而受资源条件和环境治理等因素的影响，水土资源承载力较弱的地区则多半位于西北地区。

(3) 结合综合评价矩阵对 31 个省区进行聚类分析的结果显示，河北、山东、湖北、内蒙古、江苏、浙江、辽宁和广东省 8 个地区属于“承载力强—经济强”型

区域,河南,四川,黑龙江,湖南,广西,安徽和江西省属于“承载力强—经济弱”型区域,吉林、陕西、福建省、重庆、北京、天津和上海市属于“承载力弱—经济强”型区域,云南、新疆、海南、甘肃、贵州、山西、西藏、宁夏和青海 9 个省区属于“承载力弱—经济弱”型区域。当然,因数据可获得性的限制和作者自身水平的不足,研究设计的综合评价指标体系难免存在一定程度的欠缺,同时研究主要针对水土资源承载力的空间异质性展开分析,对于承载力的时空分析没能有机结合,该问题将在今后进行进一步研究。

[参 考 文 献]

- [1] Okubo S, Takeuchi K, Chakranon B, et al. Land characteristics and plant resources in relation to agricultural land-use planning in a humid tropical strand plain, Southeastern Thailand[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2003, 65(3): 133-148.
- [2] 田卫堂,胡维银,李军,等.我国水土流失现状和防治对策分析[J]. *水土保持研究*, 2008, 15(4): 204-209.
- [3] 吕添贵,吴次芳,游和远.鄱阳湖生态经济区水土资源与经济发展耦合分析及优化路径[J]. *中国土地科学*, 2013, 27(9): 3-10.
- [4] 孙才志,陈玉娟.辽宁沿海经济带水资源承载力研究[J]. *地理与地理信息科学*, 2011, 27(3): 63-68.
- [5] 陈晓安,谢颂华,张磊,等.生产建设项目水土保持综合评价[J]. *水土保持通报*, 2012, 32(5): 286-295.
- [6] 李智广,曹炜,刘秉正,等.我国水土流失状况与发展趋势研究[J]. *中国水土保持科学*, 2008, 6(1): 57-62.
- [7] 任守德,付强,王凯,等.基于 RAGA—PPPCA 模型的区域农业水土资源承载力综合评价[J]. *水土保持研究*, 2011, 18(1): 116-120.
- [8] 盖美,赵晓梅,田成诗.辽宁沿海经济带水资源—社会经济可持续发展研究[J]. *资源科学*, 2011, 33(7): 1225-1235.
- [9] 田云,张俊飏,李波.中国农业低碳竞争力区域差异与影响因素研究[J]. *干旱区资源与环境*, 2013, 27(6): 1-6.
- [10] Feng Lihua, Zhang Xingcai, Luo Gaoyuan. Application of system dynamics in analyzing the carrying capacity of water resources in Yiwu City, China[J]. *Mathematics and Computers in Simulation*, 2008, 79(3): 269-278.
- [11] 李鹤,张平宇,程叶青,等.东北地区水土资源承载力区域差异及空间组合[J]. *农业系统科学与综合研究*, 2008, 24(1): 26-35.
- [12] 潘宜,佘小伟,金苗,等.城市化进程中水土资源系统耦合配置研究[J]. *水土保持通报*, 2010, 30(5): 216-220.
- [13] 张晓青,李玉江.山东省水土资源承载力空间结构研究[J]. *资源科学*, 2006, 28(2): 13-21.
- [14] 刘纪根,张平仓,喻惠花.水土流失治理率综合评价指标体系框架研究[J]. *长江科学院院报*, 2008, 25(3): 82-85.
- [15] 简明,黄登源.市场研究定量分析方法与应用[M].北京:中国人民大学出版社,2009:178-207.
- [16] 范辉,刘卫东,吴泽斌.河南省县域耕地非农化的时空演变:基于水系流域的视角[J]. *水土保持通报*, 2014, 34(1): 207-213.
- [17] 曾小梅.1998 年以来金华市环境与经济协调发展定量分析[J]. *水土保持通报*, 2014, 34(2): 1-5.
- [18] Kavian A, Azmoodeh A, Solaimani K. Deforestation effects on soil properties, runoff and erosion in Northern Iran[J]. *Arabian Journal of Geosciences*, 2014, 7(5): 1941-1950.
- [19] 张艳红.从国内外水土保持发展趋势看彰武县水土流失治理[J]. *中国水能及电气化*, 2014(3): 53-56.
- [20] 南彩艳,粟晓玲,佟玲.关中地区水土资源承载力复合指标体系及综合评价[J]. *干旱地区农业研究*, 2011, 29(6): 164-172.