

江汉平原水土资源结构与产能时空分异特征

嵇莹^{1,2}, 杨倩^{1,2}, 林爱文^{1,2}, 邱丽娟^{1,2}

(1. 武汉大学 资源与环境科学学院, 湖北 武汉 430079; 2. 武汉大学 地理信息系统教育部重点实验室, 湖北 武汉 430079)

摘要: [目的] 揭示江汉平原水土资源结构与农业产能时空分异特征, 为保障区域可持续发展和国家粮食安全提供理论支持。[方法] 以江汉平原 8 个市为研究区域, 利用农业水土资源匹配分析模型测算江汉平原 2004—2012 年水土资源匹配系数并结合区域农业产能进行空间耦合分析。[结果] 江汉平原人均水土资源低于全国平均水平, 属于水土资源约束型区域; 研究区多年平均水土匹配系数为 1.00, 低于同期全国平均值 1.30, 年际波动范围较小但整体呈下降趋势; 根据水土资源匹配状况与农业产能的差异性, 将江汉平原划分为 4 个区域。[结论] 江汉平原地区水土资源匹配程度较差, 并长期落后于全国平均水平, 总体呈现出“东西高, 中部低”的格局。降水的分布不均和社会经济高速发展引起的水土资源供求矛盾对水土匹配具有明显的影响作用。

关键词: 水土资源匹配系数; 农业产能; 可持续发展; 江汉平原

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)02-0320-06

中图分类号: F323.21

文献参数: 嵇莹, 杨倩, 林爱文, 等. 江汉平原水土资源结构与产能时空分异特征[J]. 水土保持通报, 2016, 36(2): 320-325. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.02.059

Spatial-temporal Variation of Land and Water Resource Structure and Farmland Productivity in Jianghan Plain

JI Ying^{1,2}, YANG Qian^{1,2}, LIN Aiwen^{1,2}, QIU Lijuan^{1,2}

(1. School of Resource and Environment Science, Wuhan University, Wuhan, Hubei 430079, China;

2. Key Laboratory of Geographic Information System, Ministry of Education, Wuhan University, Wuhan, Hubei 430079, China)

Abstract: [Objective] Studying the spatial-temporal variation of land and water resource structure and farmland productivity in Jianghan plain in order to provide a support for guaranteeing national food security and promoting sustainable development. [Methods] The agricultural water-land matching model was used to calculate the agricultural water-land resources matching coefficients during 2004—2012 of the 8 cities in Jianghan plain, and the spatial-coupling of land and water resources and farmland productivity was analyzed. [Results] Jianghan plain was deficient in land and water resources in terms of per capita unit, whereby, it belongs to resource-restraint area. The averaged matching coefficient of land and water resources of the study area was 1.00, lower than the national level of 1.30 of the same period. Which means the coupling of land and water resources had a downward trend with small annual fluctuation. According to the variation of the coupling state of land and water resources and farmland productivity, Jianghan plain were sub-zoned into 4 parts. [Conclusion] There is a disparity between land and water resources of Jianhan plain and it is below the national average in a long time. The spatial matching state of the land and water resources, on the whole, shows “high in the west and east, low in the middle”. The uneven spatial distribution of rainfall and discrepancy between land-water supply and demand resulted from social and economic development significantly affect the matching pattern of land and water resources.

Keywords: matching pattern of land and water resources; farmland productivity; sustainable development; Jianghan plain

收稿日期: 2015-01-19

修回日期: 2015-03-18

资助项目: 国家自然科学基金项目“农业干旱和水文干旱对气象干旱的预警响应模拟研究”(41301586)

第一作者: 嵇莹(1990—), 女(汉族), 江西省抚州市人, 硕士研究生, 研究方向为资源环境与区域可持续发展。E-mail: ying_ji2013@163.com.

通信作者: 林爱文(1963—), 男(汉族), 湖北省黄冈市人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事区域发展与土地利用方面的研究。E-mail: awlin@263.net.

水土资源是区域生态经济系统中的基础性、敏感性、战略性因子,不仅是人类赖以生存和发展的必需自然资源,而且是区域社会经济发展的支撑和保障条件^[1-3]。二者的利用方式、强度和空间上的匹配程度将直接影响区域农业生产发展、资源的可持续利用和生态环境的有效保护^[3-5]。在 20 世纪 90 年代之前,国内外学者大多将水、土资源分开评价,进入 90 年代后才开始将水土资源视为统一的自然资源组合进行深入研究;21 世纪后,对于区域水土资源的评价开始从定性评价进入到半定量分析阶段,近年来区域水土资源分布格局、承载力分析及其耦合成为水土资源研究的热点^[6-10],水土资源作为农业生产的核心要素,其匹配程度对地区农业发展以及国家的粮食安全具有重要意义,但目前对水土资源的研究鲜有结合农业产能进行分析。

江汉平原是我国重要的商品粮、棉生产基地和重要开发区域之一,其农业生产总量约占全国的 5%~10%。但是,随着城市化、工农业现代化进程的不断加快以及人类经济活动和气候变化的影响,江汉平原地区水土资源的数量、质量及其空间匹配状况发生了明显变化。根据已有研究成果发现,一方面,从表面上看江汉平原水资源丰沛,然而在水资源总量中,过境水量大、自产地表水资源量小,过境客水及降水大多以洪水的形式流失,加之在时间和空间上分布不均匀,给水资源的有效供给带来很大困难^[11];另一方面,江汉平原耕地面积从 20 世纪 90 年代开始持续减少,新世纪以来随着国家开始重视耕地资源的保护,虽然耕地面积略有增加但是减少总趋势并没有改变,人均耕地逐年减少,耕地质量没有得到有效保障,耕地的可持续利用较弱^[12-13]。因此,研究江汉平原水土资源结构、水土匹配的时空变化及其与农业产能之间的关系,对于提高区域水土资源利用率,强化水土要素的生产和生态功能,提高土地生产能力,保障区域可持续发展和国家粮食安全具有重要意义^[6]。

1 研究区概况

江汉平原位于长江中游,汉江中下游,湖北省的中南部,平原区土壤肥沃,物产丰富,地势平坦,交通便利,是湖北乃至全国重要的粮食产区和农产品生产基地,素有“鱼米之乡”之称。江汉平原,有广义和狭义之分。狭义的江汉平原是以荆州为主体,涵盖武汉、孝感、荆门、宜昌、仙桃、天门和潜江的 26 个县市区,地理位置介于 111°30′—114°32′E,29°26′—31°13′N,总面积 36 000 km²。广义的江汉平原以行政区划为依据,包括了武汉、荆州、荆门、孝感、宜昌以及天门、仙桃、潜

江 3 个省直辖市,是湖北省的经济、政治和文化中心。截至 2012 年底,行政区域面积 72 123 km²,区域内常住人口 3 112 万人,占湖北省总人口的 53.85%,人口密度 431.49 人/km²,远超出湖北省平均水平(310.42 人/km²),该区 GDP 总额逼近 1.5×10⁴ 亿元,占湖北省 GDP 的 64.63%,高度密集的人口和高速发展的经济活动使得区域能源、资源与环境面临更大的压力。本研究区域为广义江汉平原。

江汉平原水资源主要由江河流域、降水和地下水 3 部分组成,2012 年江汉平原水资源总量为 2.77×10¹⁰ m³,以地表水为主,约占总水资源量的 93%。过境客水丰富,年均过境客水资源 5.50×10¹¹ m³^[14],年均降水 1 045 mm,其中 4—9 月的降水量约占全年降水总量的 65%~75%。境内地势平坦,除边缘海拔约 50 m 的平缓岗地和 200 m 的低丘外,其余地区海拔 35 m 左右,耕地集中连片,适宜耕作,常用耕地面积为 1.73×10⁶ hm²,平均垦殖率约为 29%,其中旱地约占耕地总面积的 52%,水田约占 48%。

2 研究方法数据来源

2.1 水土资源匹配系数

农业水土匹配系数,是反映特定区域农业生产可供的水资源和耕地资源时空适宜匹配的量比关系^[1]。目前我国学者对水土资源匹配系数的计算主要有两种方法,基尼系数法^[15-17]和单位面积耕地所拥有的水资源量法^[1-2,4,6]。本研究采用刘彦随^[1]建立的农业水土资源匹配分析模型对江汉平原各市水土资源匹配程度进行测算,测算模型为:

$$R_i^{wt} = W_i \alpha / L_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

式中: R_i^{wt} —— i 市(县)水土资源匹配系数(10⁴ m³/hm²); W_i —— i 市(县)水资源量(10⁸ m³); L_i —— i 市(县)耕地面积(10⁴ hm²); α ——区域农业用水占总用水比重; n ——研究区内市(县)的数量。 R_i^{wt} 的值越大说明单位面积耕地拥有的农业水资源量越多,水土资源匹配程度也就越高,反之越低。

根据各市(县)年度水资源公报和土地资源详查变更数据,计算各市(县)农业水土资源匹配系数,农业水资源量是根据各市(县)多年用水结构中农业用水的比重确定的。江汉平原地区水土资源匹配系数取武汉、宜昌、荆州、荆门、孝感、仙桃、天门和潜江这 8 个市的平均值。

2.2 数据来源

水资源数据来自《湖北省水资源公报(2004—2012 年)》和《中国水资源公报(2004—2012 年)》。耕地资料和人口、GDP 等社会经济数据来自《湖北统计

年鉴(2004—2013年)》《湖北农村统计年鉴(2004—2012年)》《国土资源公报(2004—2013年)》。

3 结果与分析

3.1 水土资源构成及现状

江汉平原水资源以地表水为主,地表水约占水资源总量的94%。江汉平原多年平均水资源计算量详见表1。该区水资源总量为 $3.30 \times 10^{10} \text{ m}^3$,人均水资源占有量为 $1\ 088.41 \text{ m}^3$,低于全省平均水平($1\ 587.79 \text{ m}^3$),不到2012年全国人均水资源占有量的50%,属于水资源脆弱区域,其中半数以上地区属于水资源紧缺区和贫水区(国际缺水分区标准:丰水区 $2\ 000 \text{ m}^3$ 以上,脆弱区 $1\ 000 \sim 2\ 000 \text{ m}^3$,紧缺区 $500 \sim 1\ 000 \text{ m}^3$,贫水区500以下^[18])。2004—2012

年,江汉平原年均总用水量为 $1.54 \times 10^{10} \text{ m}^3$,其中以农业用水为主,占总用水量的53%,平均农业灌溉单位面积用水量($5.80 \times 10^7 \text{ m}^3$)低于该省($6.30 \times 10^7 \text{ m}^3$)和全国($6.10 \times 10^7 \text{ m}^3$)平均水平。2012年年末江汉平原土地面积为 $72\ 123 \text{ km}^2$,农用地用地结构中耕地、园地、林地的比重分别为39.1%,1.5%和10.2%,土地利用具有农林业用地为主的结构特点。2012年江汉平原人均耕地 $0.064 \text{ hm}^2/\text{人}$,同期全国人均耕地面积约为 $0.089 \text{ hm}^2/\text{人}$,低于全国平均水平。已有研究表明,随着城市化进程的不断加快,江汉平原耕地面积从20世纪90年代开始持续减少,15 a间减少幅度最大达16.6%,与此同时后备耕地资源不足,耕地补充与流失难以达到平衡,耕地压力逐年加大趋势愈发明显^[13,19-20]。

表1 江汉平原多年平均水土资源状况

地区	区域面积/ km^2	水资源总量/ 10^8 m^3	人均水资源量 ($\text{m}^3/\text{人}$)	总用水量/ 10^8 m^3	农业用水量/ 10^8 m^3	农业灌溉单位面积 用水量/ 10^8 m^3	常用耕地面积/ 10^3 hm^2
武汉市	8 494	39.46	455.00	38.29	0.33	0.66	205.89
荆州市	14 067	75.12	1 196.33	34.91	25.17	0.61	458.15
宜昌市	21 084	110.54	2 747.78	14.70	4.47	0.50	232.34
孝感市	8 910	31.80	617.22	24.61	14.37	0.67	255.44
荆门市	12 404	39.38	1 322.00	18.91	11.10	0.60	256.10
仙桃市	2 538	12.94	883.33	9.13	5.48	0.53	90.45
天门市	2 622	11.05	693.22	7.82	5.52	0.61	108.14
潜江市	2 004	9.76	973.67	5.28	2.21	0.50	68.73
江汉平原	72 123	330.06	1 088.41	153.65	140.72	0.58	1 675.25

3.2 水土资源匹配状况分析

水土资源匹配是农业生产的先决条件,垦殖率是耕地面积占土地面积的比重,可以反映区域耕地资源的丰度。若区域单位面积水资源与耕地资源分布一致性越高,说明其水土匹配程度越高,农业生产的基础条件也就越优越^[1]。以江汉平原8个市为基本地域单元,以各市多年平均单位面积水资源量和垦殖率为度量指标划分3个不同等级进行类型分区(图1)。从图1可以看出,江汉平原多年平均单位面积水资源空间分布呈现“东(天门、仙桃、武汉)西(宜昌)多,南(荆门、孝感)北(潜江、荆州)少”的特点,而垦殖率则呈现“腹地(天门、潜江、仙桃)丰,东西欠”的分布特点。江汉平原45%以上的水资源量集中在宜昌市和武汉市,而这两市的垦殖率均不足25%,垦殖率在35%以上的地区集中在江汉平原腹地,其水资源量不足全区水资源总量的11%。由此可见,江汉平原区域水资源与耕地资源的空间分布存在明显的错位现

象,水土资源的不匹配将制约江汉平原农业的可持续发展,成为粮食生产不安全的重要原因之一。

根据江汉平原2004—2012年水资源和耕地资源统计数据,运用农业水土资源匹配分析模型测算出江汉平原各市历年水土资源匹配系数。根据表2可知,江汉平原2004—2012年的水土资源匹配系数为0.72~1.42,年际波动范围较小,多年平均值为1.00,低于同时期全国平均值(1.30),表明江汉平原地区水土资源匹配程度较差,并长期落后于全国平均水平。研究期内,除宜昌市R值始终高于全国平均水平,其余各地区的值均低于全国平均水平。同时区域内各市水土匹配状况差异显著,其中,天门市的多年平均匹配系数最低,宜昌市最高,天门市多年平均水土资源匹配系数不足宜昌市的25%,除宜昌市水土资源匹配系数较高,其余各市多年平均值均低于全国平均值。水土资源匹配程度整体呈现“东西高,中部低”的格局。

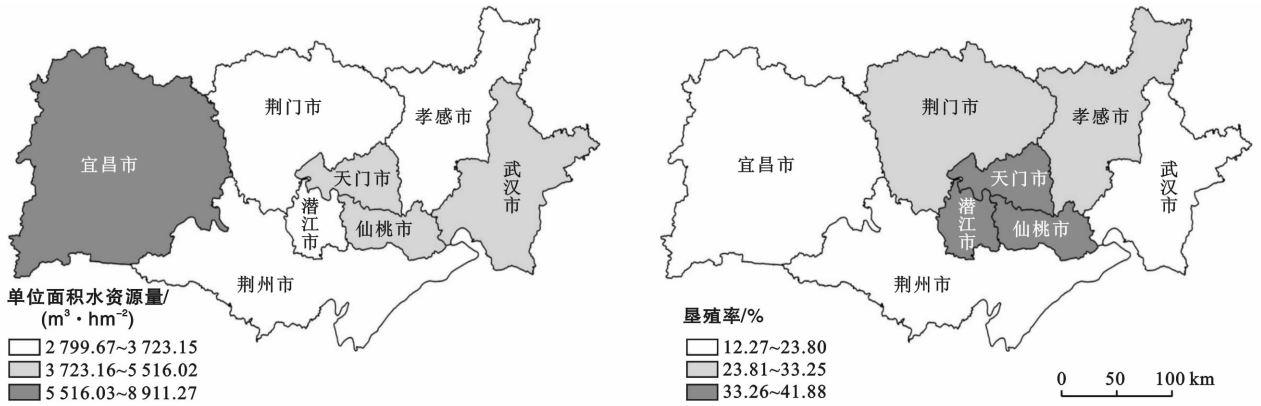


图 1 江汉平原单位面积水资源空间分布和垦殖率空间分布

表 2 全国及江汉平原各地区水土资源匹配系数 R 计算结果

区域	水土资源匹配系数 R									
	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	
武汉市	1.21	0.89	0.59	0.79	0.93	0.91	1.99	0.71	1.17	
荆州市	1.09	0.75	0.76	0.79	0.82	0.81	1.37	0.66	0.83	
宜昌市	2.55	2.23	1.94	3.42	3.42	2.45	3.05	1.97	1.90	
孝感市	0.72	0.69	0.46	0.95	0.98	0.53	0.92	0.32	0.40	
荆门市	0.91	0.57	0.64	1.51	1.21	0.77	0.85	0.52	0.40	
仙桃市	0.89	0.70	0.60	0.54	0.76	0.81	1.32	0.60	0.65	
天门市	0.59	0.47	0.45	0.60	0.72	0.53	0.79	0.35	0.40	
潜江市	0.99	0.76	0.71	0.65	0.83	0.66	1.04	0.60	0.59	
江汉平原	1.12	0.88	0.77	1.16	1.21	0.93	1.42	0.72	0.79	
全国	1.24	1.44	1.30	1.30	1.41	1.12	1.43	1.07	1.37	

3.3 水土资源与农业产能的空间耦合

水土资源作为农业生产的核心资源,其在空间上的匹配程度直接影响着区域农业的发展^[4],水土资源匹配系数反映了一定区域水土资源空间分布的均衡度^[1]。随着产业结构的调整以及农业种植结构的转变,粮食产量已经不能完全作为耕地生产效益的衡量指标,因此本文选用农业产值与耕地面积的比值即单位面积土地产值来表示区域的农业产能。利用 2012 年江汉平原各市的单位面积土地产值和水土资源匹配系数进行空间耦合分析,利用 SPSS 进行聚类分析将江汉平原划分为 4 个区域:高匹配高效益区、高匹配中效益区,中匹配高效益区和低匹配低效益区。根据表 3 可知,宜昌市和武汉市水土资源匹配系数和单位面积土地产值远高于其他地区,属于高匹配高效益区,该区域地理位置优越,水资源丰富,农业生产禀赋明显高于其他地区。荆州市和仙桃市水土资源匹配系数较大但单位面积产值一般,属于高匹配中效益区,该区位于江汉平原南部,地势平坦,虽然水土资源相对丰富,但农业科技投入比例不高且栽培模式落后,而且分散的家庭经营制度制约了土地集约化经营,导致农业比较效益不高。潜江市和孝感市属于中匹配高效益区,潜江市耕地质量高,水域较为广阔,农

业生产能力较高,孝感市虽然受地形约束水资源较为短缺,但长期以来大力发展节水灌溉,产生良好的社会效益。荆门市和天门市水土资源匹配系数和单位面积土地产值均低于多数地区,属于低匹配低效益区,荆门市的农业发展主要受降水时空分布不均和地理环境的制约,天门市长期以来耕地经营粗放,农业用水浪费,农业生产效益不高。因此针对不同区域,可以采取一定的工程措施提高区域水资源的利用率,加强农业科技投入比例和土地集约化经营,对改善江汉平原水土资源匹配程度和提高农业产能具有重要意义。

表 3 2012 年江汉平原水土资源匹配系数及农业产能

区域	单位面积 水资源量/ ($m^3 \cdot hm^{-2}$)	垦殖率/ %	单位面积 土地产值/ ($10^4 \text{ 元} \cdot hm^{-2}$)	水土资源 匹配系数/ ($10^4 m^3 \cdot hm^{-2}$)
武汉市	4 645.15	23.80	11.15	1.17
荆州市	3 562.92	12.27	5.19	0.83
宜昌市	8 911.27	21.37	10.29	1.90
孝感市	3 569.16	29.44	6.95	0.40
荆门市	2 799.67	33.25	5.64	0.40
仙桃市	5 100.39	35.67	5.29	0.65
天门市	5 516.02	35.97	4.52	0.40
潜江市	3 723.15	41.88	6.87	0.59

3.4 水土资源匹配时空差异性原因分析

3.4.1 降水时空分布不均 通过江汉平原 2004—2012 年的水土资源匹配系数与年降水量的变化趋势(图 2)对比发现,江汉平原地区水土资源匹配系数的年际波动范围较小,与年降水量的变化规律基本一致。江汉平原地处北亚热带季风区,虽然年降水比较丰沛,但是降水季节变化明显,地表水年内有 70%~85%集中在 4—9 月^[21],这使得水资源的供给与农作物的需水在时程上存在差异,此外,受江汉平原的河流湖泊分布以及地形地貌的影响,区域降水空间分布差异明显,2012 年荆门市单位面积降水量为 $7.4 \times 10^7 \text{ m}^3$,不足宜昌市单位面积降水量的 25%,由此决定了区域水土资源匹配的差异性。从图 2 可以看出,江汉平原年降水量变化有两个明显转折点,分别是 2010 和 2011 年,水土资源匹配系数在这两年分别达到了 2004—2012 年内的最大值和最小值。根据历史资料显示,2010 年梅雨期间江汉平原出现了近 20 a 来最持续的强降水过程,该区降水较往年偏多 10%~40%,而 2011 年湖北全境降水异常偏少,出现历史少见的冬春连旱,降水量创 1978 年以来最少。图 2 中降水量出现转折处与匹配系数出现转折处一致,可见江汉平原水土资源匹配程度受区域降水影响非常明显。

3.4.2 社会经济发展迅速,水土资源供求矛盾加剧

随着城市化、工农业现代化进程的不断加快以及人类经济活动和气候变化的影响,有限的水土资源难以持续支持社会经济进一步发展的需求。为研究社会经济发展对区域水土资源匹配程度的影响,选取人均 GDP、万元 GDP 用水量、万元工业增加值用水量、年

降水量、人口自然增长率、人均总用水量、人均水资源占有量 7 个指标与水土资源匹配系数进行相关性分析。江汉平原水土资源匹配系数与其主要影响因子之间的相关系数详见表 4。由表 4 可以看出,水土资源匹配系数与人均 GDP、人均水资源占有量、年降水量 3 项指标呈正相关关系,且均大于 0.6,其显著性程度较高。说明经济发展与气候变化与水土资源匹配系数在同步加大。水土资源匹配系数与年降水量的相关系数大于其他因子的相关系数,也在一定程度上说明了雨水的丰沛程度与水土资源匹配程度密切相关,很好地解释了 2010 和 2011 年的水土资源匹配系数异于其他年份的原因。水土资源匹配系数与万元 GDP 用水量、人口自然增长率、人均总用水量、万元工业增加值用水量 4 项指标成负相关。随着经济、技术和人口的快速增长,人均总用水量不断提高,水资源浪费严重,用水效率不高,导致水土资源匹配程度下降。近几年,江汉平原的水土资源匹配程度整体呈下降趋势,水资源利用效率亟待提高。

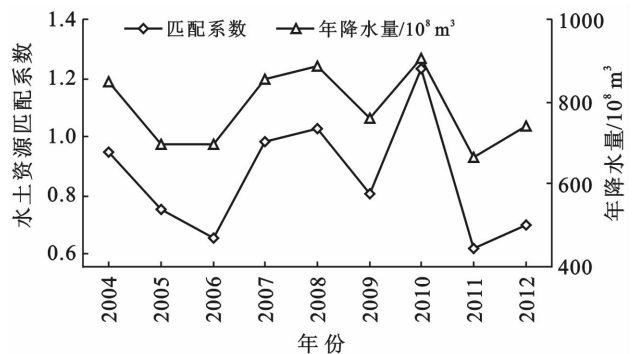


图 2 江汉平原水土资源匹配系数与年降水量变化趋势

表 4 水土资源匹配系数与社会经济指标相关系数分析

相关性	人均 GDP	万元 GDP 用水量	人口自然增长率	人均水资源占有量	年降水量	人均总用水量	万元工业增加值用水量
Pearson 相关性	0.677	-0.777*	-0.572	0.792*	0.802*	-0.880**	-0.737*
显著性	0.065	0.023	0.138	0.019	0.017	0.004	0.037

注: * 表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关; ** 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

4 结论

(1) 江汉平原人均水土资源紧张,属于水土资源约束型区域。研究期内人均水资源和耕地资源均小于全国同期水平,人均耕地面积不足全国平均水平的 60%,半数以上地区人均水资源量低于 $1\ 000 \text{ m}^3/\text{人}$ 。

(2) 江汉平原水土资源总体匹配状况较差,且区域内差异较大。2004—2012 年水土匹配程度整体呈下降趋势并长期低于全国平均水平。天门市水土匹

配系数常年处于区域最低水平,水土资源匹配程度整体呈现“东西高,中部低”的格局。

(3) 研究区根据水土资源匹配程度与农业产能的差异可划分为“高匹配高效益、高匹配中效益,中匹配高效益和低匹配低效益”4 个区域,针对不同区域通过改变水土资源利用方式,提高农业科技投入比例等措施以缓解水土资源时空不匹配给区域农业生产带来的制约。

(4) 降水的分布不均和水土资源供需不平衡是

导致江汉平原水土资源匹配空间差异的主要因素。因此,因地制宜地采取相应的措施,如加大农田水利投入力度,发展高效的现代灌溉农业,提高水资源利用效率等是增强江汉平原水土资源匹配程度,提高区域农业综合生产能力,保障水土资源的可持续利用性的重要手段。

[参 考 文 献]

- [1] 刘彦随,甘红,张富刚. 中国东北地区农业水土资源匹配格局[J]. 地理学报, 2006, 61(8): 847-854.
- [2] 王国强,毋黎明. 河南省农业水土资源空间匹配格局对产能的影响[J]. 河南理工大学学报:自然科学版, 2012, 31(2): 225-231.
- [3] 杨艳昭,张伟科,封志明,等. 土地利用变化的水土资源平衡效应研究:以西辽河流域为例[J]. 自然资源学报, 2013, 28(3): 437-449.
- [4] 姜秋香,付强,王子龙,等. 三江平原水土资源空间匹配格局[J]. 自然资源学报, 2011, 26(2): 270-277.
- [5] 张晶,封志明,杨艳昭. 宁夏平原县域农业水土资源平衡研究[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(2): 60-65.
- [6] 王薇,吕宁江,王昕,等. 黄河三角洲水土资源空间匹配格局探析[J]. 水资源与水工程学报, 2014, 25(2): 66-70.
- [7] Melloul A J, Collin M L. A hierarchy of groundwater management, land-use, and social needs integrated for sustainable resource development[J]. Environment Development & Sustainability, 2001, 3(1): 45-59.
- [8] 侯薇,刘小学,魏晓妹. 陕西关中地区农业水土资源时空匹配格局研究[J]. 水土保持研究, 2012, 19(1): 134-138.
- [9] 王滨,张发旺,陈立,等. 基于熵值赋权的黑龙港地区水土资源综合质量评价[J]. 水土保持通报, 2012, 32(6): 268-272.
- [10] 申立莹,徐东瑞,李楠. 黄骅市水土资源耦合研究[J]. 国土与自然资源研究, 2013(3): 67-69.
- [11] 黄文佳,吴秋君,董利民. 江汉平原水资源保护机制研究[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(9): 1755-1758.
- [12] 曹隽隽,周勇,叶青清,等. 江汉平原耕地资源空间格局变化分析[J]. 经济地理, 2013, 33(11): 130-135.
- [13] 何国松,钟儒刚,刘成武,等. 2001—2007年湖北省耕地安全演化分析[J]. 中国农学通报, 2011, 27(3): 476-480.
- [14] 李凌宜,彭婵,田原,等. 江汉平原水污染防治的国外经验借鉴[J]. 价值工程, 2012, 31(8): 318-320.
- [15] 吴宇哲,鲍海君. 区域基尼系数及其在区域水土资源匹配分析中的应用[J]. 水土保持学报, 2004, 17(5): 123-125.
- [16] 姜宁,付强. 基于基尼系数的黑龙江省水资源空间匹配分析[J]. 东北农业大学学报, 2010, 41(5): 56-60.
- [17] 陶国芳,蒋兆恒,秦丽杰. 基于基尼系数的通化地区水土资源匹配分析[J]. 中国农业资源与区划, 2012, 33(4): 67-71.
- [18] 王磊,章光新. 吉林省中部水资源承载力研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(5): 224-228.
- [19] 胡贤辉,杨钢桥. 江汉平原耕地数量变化驱动机制分析:以仙桃市为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(1): 32-35.
- [20] 聂艳,罗毅,于婧,等. 基于空间自相关的湖北省耕地压力时空演变特征[J]. 地域研究与开发, 2013, 32(1): 112-116.
- [21] 许素,吴宜进,周勇. 江汉平原降水变化趋势的气候分析[J]. 华中师范大学学报:自然科学版, 2007, 41(3): 480-483.