

丘陵山区高标准基本农田建设时序与模式研究

刘慧敏, 朱江洪

(中国地质大学(武汉)公共管理学院, 武汉 430074)

摘要:合理的建设时序和科学的建设模式对高标准基本农田建设具有重要意义。以郧县为例,运用层次分析法和正理想点法,确定高标准基本农田的建设时序;从耕地质量、区位条件以及社会经济条件三个方面进行分析,提出高标准基本农田建设的三种模式。结果表明:郧县高标准基本农田建设时序安排上近期建设区、中期建设区、远期建设区建设面积分别占基本农田总面积的 12.88%,37.76%,49.36%;根据高标准基本农田建设的限制因素在各评价单元的限制级别,郧县高标准基本农田建设模式可分为三种类型:耕地质量提高型、区位优势型、社会倡导型三种建设模式。该研究结果可以有效指导丘陵山区高标准基本农田建设。

关键词:高标准基本农田;建设时序;模式;层次分析法;正理想点法

中图分类号:F301.21

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2015)02-0141-06

Study on Time Sequence and Mode of High-Standard Prime Farmland Construction in the Hilly and Mountainous Area

LIU Huimin, ZHU Jianghong

(School of Public Administration, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China)

Abstract: A reasonable schedule and scientific mode of high-standard prime farmland construction are of great significance. Taking Yun County as study area, this article used analytic hierarchy process(AHP) and 'Positive ideal point' to determine the time sequence of high-standard prime farmland construction. Three kinds of modes of high-standard prime farmland construction were put forward by analyzing the quality and location condition of cultivated land, the social and economic conditions. The results showed that high-standard prime farmland in Yun County could be divided into near-, mid-and long-term construction areas, and their area proportions of near, mid and long-term construction areas were 12.88%, 37.76% and 49.36%, respectively. According to the levels of the limiting factors of high-standard prime farmland construction in the evaluation units, the modes of high-standard prime farmland construction of Yun County were divided into three types including the mode of improving quality of arable land, optimizing location condition, social advocacy. The research results can effectively guide the construction of high-standard prime farmland.

Keywords: high-standard prime farmland; time sequence; mode; analytic hierarchy process(AHP); positive ideal point

2011 年颁布的《中华人民共和国第十二个国民经济和社会发展规划纲要》明确提出要大规模建设旱涝保收高标准基本农田,2012 年国土资源部印发的《高标准基本农田建设标准》指出高标准基本农田是在一定时期内,通过土地整治建设形成的拥有配套设施、良好的生态、高产稳产以及具有较强抗灾能力的基本农田,高标准基本农田必须适应现代化的农业生产方式和经营方式^[1]。高标准基本农田建设不同于一般的土地整治项目,大规模建设高标准基本农田,既可以提

升粮食安全保障能力,又可以加快推进农业现代化,还有利于农民收入持续增长,因此要综合考虑各方面影响因子,进行时序安排和建设模式的研究。

目前国内学者对高标准基本农田多从内涵、宏观政策、土地整治潜力的测算、时序安排和建设分区等方面进行研究,尚存在不足之处。李少帅、郧文聚等对高标准基本农田建设存在的问题进行了系统分析,并提出改进建议^[2];王新盼等采用多因素综合评价和逐级修正相结合的方法,划定高标准基本农田建设适

宜区域^[3];沈明等运用因素分析法和定量分析法进行高标准基本农田建设重点区域的划定研究^[4];李涛等通过 GIS 分析法和多目标综合评价法,分析了大都市边缘区高标准基本农田建设潜力,提出高标准基本农田建设模式^[5];冯锐等从耕地的自然禀赋、基础设施与工程施工条件三个方面选取指标,运用理想解逼近法和限制因素组合法对高标准基本农田建设时序与模式分区进行研究^[6];相关研究还有对高标准基本农田建设模式下的农用地整治潜力评价体系和方法的研究^[7]。国内学者的研究成果对于高标准基本农田的建设具有一定的指导意义,但是对于高标准基本农田建设时序与模式缺乏系统研究,评价指标较为单一,已无法满足高标准基本农田建设的实际需要。本文以丘陵山区为研究区域,把经费支持力度和民众意愿纳入高标准基本农田建设时序安排评价指标体系中,运用正理想点法对评价单元进行评价,从耕地质量、区位条件和社会经济条件三个方面对评价单元进行分级,针对限制因素的作用级别提出郧县高标准基本农田建设模式,具有现实指导意义。

1 研究区概况

郧县地处湖北省十堰市北部、秦岭南坡与大巴山东延余脉之间,汉水上游下段,是南水北调中线工程水源区;北部属秦岭余脉,南部属武当山,海拔多在 800 m 以上,中部汉江谷地为海拔 250~500 m 的丘陵区。全县辖 17 个乡镇(场),2 个国营农、林场;农业人口 41.92 万人,城镇人口 21.69 万人。全县属于亚热带湿润季风气候类型区,全年四季分明,具有典型的南北过度特征。全县土地总面积 3.83×10^5 hm^2 ,地形以低山丘陵为主,农用地面积 341 654.75 hm^2 ,占全县土地总面积的 89.20%;基本农田保护区内耕地面积 35 653.46 hm^2 ,占农用地面积的 10.44%。郧县耕地主要分布在中部和东北部地区,耕地地区分布差异较大。汉江流经郧县中部,据调查,汉江洪水期曾多次淹没河流两岸良田,农业生产环境不稳定,不利于高标准基本农田的建设。受山区地形的影响,郧县耕地图斑田块破碎,分布散乱,导致不能进行规模化作业,制约了现代化农业的发展,同时也对高标准农田的建设产生了极大的障碍^[8]。

2 研究方法及评价单元的划分

2.1 研究方法

本文是在研究区域的水源、农田产量、农业基础设施、社会经济及区位条件综合分析的基础之上,结合高标准基本农田建设标准,建立高标准基本农田建

设时序安排评价指标体系,采用层次分析法确定指标的权重系数,运用 ArcGIS 10.0 空间分析功能获取各评价单元的指标值,通过数学模型“正理想点法”对评价单元进行综合评价,并对评价结果进行排序,根据评价单元综合分值采用 ArcGIS 10.0 分级工具自然间断点法,结合高标准基本农田建设时序安排评价指标体系目标层和准则层,分别从整体和三个方面对评价单元进行分级,提出郧县高标准基本农田建设的时序安排和建设模式。

2.2 评价单元的划分

相关土地整治规划的评价单元一般市级为乡镇单元,区县级为行政村或者以地块为单元,本文研究县域尺度的高标准基本农田建设的时序问题,其实质是属于县域土地整治规划的一部分,因此,以行政村、地块等为单元的评价最为社会所接受^[9]。而在具体操作中,行政村一般是进行具体土地整治活动的最小单元,因此,文本以行政村为基本评价单元^[6]。以耕地图斑为单元提取耕地图斑指标信息,采用面积加权平均法汇总至行政村,以保证评价单元指标值符合实际情况。

3 评价指标体系的建立及数据来源

3.1 评价指标的选择

根据高标准基本农田的特征、《高标准基本农田建设标准》中对于高标准基本农田建设的重点区域、限制区域、禁止区域的明确规定以及丘陵山区自然条件的特殊性,并结合已有耕地整治潜力评价指标体系的研究成果,确定本研究的评价指标^[7,10-13]。

1) 耕地质量:有效土层厚度、土壤有机质含量、表层土壤质地、坡度级别、自然灾害影响力、耕地连片程度、灌溉保证率;

2) 区位条件:耕作半径、主干道影响度;

3) 社会经济条件:经费支持力度、民众意愿。

3.2 评价指标数据来源

本文所用数据来源于郧县第二次土地调查成果(2010 年)、郧县统计年鉴(2010 年)、郧县土地利用总体规划(2006—2020 年)、郧县国民经济和社会发展规划(2006—2020 年)、郧县农用地分等定级成果(2010 年)。耕地质量中的有效土层厚度、土壤有机质含量、表层土壤质地、坡度级别、灌溉保证率提取自郧县农用地分等定级成果,自然灾害影响力、耕地图斑连片程度是运用 ArcGIS 10.0 邻域分析功能获得;从第二次土地调查数据中提取农村居民点和交通干线,分别进行缓冲区分析,再与耕地图斑进行叠加,得到区位条件的指标数据;社会经济条件中的经费支持力度主要来源于国家及湖北省自 2011 年来对郧县土地整理

项目的投资力度,民众意愿指标值来源于外业调查中对民意情况的统计。

4 指标权重的确定、标准化处理及正理想点法的运用

4.1 权重的确定

指标权重是指选取的指标对整个研究的相对影

响程度。常用的确定权重方法有:主观赋权法、德尔非法和层次分析法等,本文采用的是层次分析法^[11,14]。邀请专家对郧县高标准基本农田建设时序安排的评价指标,两两比较进行赋值,构建指标体系的判断矩阵,根据判断矩阵采用方根法计算评价指标权重。郧县高标准基本农田建设时序安排的评价指标体系及指标权重如表 1 所示。

表 1 郧县高标准基本农田建设时序安排评价指标体系

目标层	准则层	指标层	权重	指标类型	指标含义
高标准基本农田建设时序安排评价	耕地质量	有效土层厚度 a_1	0.13	正向指标	有效土层是指具有肥力特征的土壤腐殖质层或耕作层。土壤环境以有效土层厚度为表现对土地生产力产生影响。一般来说,在一定环境下,有效土层厚度越大,土壤质量越优
		土壤有机质含量 a_2	0.08	正向指标	土壤有机质对土壤形成、土壤肥力、农业可持续发展方面的作用显著。通常在一定含量范围内,有机质的含量与土壤肥力水平呈正相关
		表层土壤质地 a_3	0.09	正向指标	土壤质地与土壤通气、保肥、保水状况及耕作的难易有密切关系。土壤质地一般分为砂土、黏土和壤土三类。砂土属性值赋值 0.5,黏土赋值 0.8,壤土赋值 1
		坡度级别 a_4	0.17	负向指标	坡度是地表单元陡缓的程度,耕地坡度级别越小,说明耕地条件越好,反之则越差。根据《高标准基本农田建设标准》中关于禁止建设区的规定,需去除坡度大于 25°的耕地
		自然灾害影响力 a_5	0.05	负向指标	易受自然灾害损毁的区域是高标准基本农田建设的限制区域,易受汉江洪涝影响的区域建设高标准基本农田的条件越差。被淹没图斑赋值为 1,其它赋值为 0
		耕地连片程度 a_6	0.15	负向指标	地块的连片性是指同一等级或等级区间地块的相连程度 ^[15] ,本文以相邻图斑与空间最短距离来表示耕地图斑的连片性。距离越小,耕地的连片性越好;反之越差
		灌溉保证率 a_7	0.12	负向指标	高标准基本农田建设的基础条件之一是:水源有保障。本文用耕地图斑的灌溉保证率的级别来衡量评价单元的灌溉条件,级别越小,耕地质量越优
	区位条件	耕作半径 a_8	0.06	负向指标	耕作半径通常指从聚落居民地到农耕作业区的空间距离 ^[16] ,耕地到居民点的距离可反映出耕地半径大小,耕地距离居民点越近,越有利于高标准基本农田的建设
		主干道影响度 a_9	0.06	负向指标	由农业区位论可知,耕地图斑到主干道的最近距离能够反映耕地的市场距离 ^[17] 。本文以评价单元到主干道的最近距离来衡量主干道的影响度,距离越近,越有利于高标准基本农田的建设
	社会经济条件	经费支持力度 a_{10}	0.04	正向指标	高标准基本农田是否能够建设好,与政府的财力支持有密切关系。郧县土地整理国家级项目有国家雄厚的财力支持,这些项目所在区域经费支持力度优于其它评价区域,指标值赋值为 1,其他区域为 0.75
		民众意愿 a_{11}	0.05	正向指标	农业与农民息息相关,农民参与意愿强烈,高标准基本农田的建设效果就越好;意愿强烈的区域赋值 1,其他为 0.75

4.2 指标数据的标准化处理

根据高标准基本农田建设时序安排的评价指标体系确定评价单元 m 个,评价指标 n 个,构造评价指标体系的指标矩阵 $X=(X_{ij})(i=1,2,3,\cdots,m;j=1,2,3,\cdots,n)$ 。由于实际问题中各种属性值的背景和量纲往往不一致,从而导致各决策对象之间的优劣难以比较,为使获得的指标数据具有可比性,需要对评价指标数据进行标准化处理。本文采用极差的标准化方法对指标值进行标准化处理。

正向指标计算公式:

$$V_i = \frac{X_i(j) - X_i(j)_{\min}}{X_i(j)_{\max} - X_i(j)_{\min}}$$
$$X_i(j)_{\min} \leq X_i(j) \leq X_i(j)_{\max} \tag{1}$$

负向指标计算公式:

$$V_i = \frac{X_i(j)_{\max} - X_i(j)}{X_i(j)_{\max} - X_i(j)_{\min}}$$
$$X_i(j)_{\min} \leq X_i(j) \leq X_i(j)_{\max} \tag{2}$$

中性指标(适度指标):

$$V_i = \begin{cases} 1 & X_i(j) = X_0 \\ \frac{|X_i(j) - X_0|}{\max(X_i(j)_{\max} - X_0, X_0 - X_i(j)_{\min})} & X_i(j) \neq X_0 \\ 0 & X_i(j) \leq X_i(j)_{\min}, X_i(j) \geq X_i(j)_{\max} \end{cases} \tag{3}$$

式中: V_i ——指标标准化之后的数值, 为第 i 个评价单元在第 j 个指标下的值; $X_i(j)_{\max}$ ——第 j 个指标的最大值; $X_i(j)_{\min}$ ——第 j 个指标的最小值。根据公式(1—3), 得到标准化指标数据矩阵 $R = (r_{ij})(i=1, 2, 3, \dots, m; j=1, 2, 3, \dots, n)$ 。

4.3 正理想点法

理想点法是对多因子进行综合评价决策的一种方法^[18], 它通过各组指标到理想点之间的距离来确定目标的类别。由于以正理想点为参照判断的方法进行判断分辨能力强, 选用以正理想点为参照计算理想点距离^[19]。

通过上述对指标数值的标准化处理, 可得到标准化后的矩阵 $R = (r_{ij})(i=1, 2, 3, \dots, m; j=1, 2, 3, \dots, n)$, 各指标值在 $[0, 1]$ 之间, 其值越大, 说明评价单元此属性越优, 因此正理想点的选取公式为:

$$X^* = (\max r_{i1}, \max r_{i2}, \max r_{i3}, \dots, \max r_{in}) \\ (i=1, 2, 3, \dots, m) \quad (4)$$

其中 X^* ——正理想点矩阵; $\max r_{i1}, \max r_{i2}, \max r_{i3}, \dots, \max r_{in}$ ——分别为第一个指标、第二个指标...第 n 个指标在所有评价单元中的最大值。依据公式(4), 高标准基本农田的正理想点为 $X^* = (1, 1, \dots, 1)^T$, 被评单元到理想点的欧式距离为^[20]:

$$d_i = \left[\sum_{j=1}^n \lambda_j^2 (1 - r_{ij})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

式中: d_i ——第 i 个评价单元到理想点的距离; λ_j ——第 j 个指标的权重值; r_{ij} ——第 i 个评价单元的第 j 项指标标准化后的数值。按照公式(5)计算 d_i 的值, d_i 的值越小, 说明评价单元离理想单元越接近, 耕地图斑质量越优^[20], 高标准基本农田建设的各项条件越好。

5 结果与分析

5.1 高标准基本农田建设时序的数量安排

依据《高标准基本农田建设标准》符合高标准基本农田建设条件的基本农田面积 31 869.47 hm^2 。运用 ArcGIS 10.0 分级工具中的自然间断点法, 依据评价单元的综合得分把评价单元级别分为 4 级, 根据级别划分近期、中期、远期建设区以及无关区。近期建设区为耕地条件最优区域, 建设区面积 4 103.43 hm^2 , 占基本农田总面积的 12.88%; 中期建设区为 12 033.38 hm^2 , 占总面积的 37.76%; 远期建设区为 15 732.66 hm^2 , 占总面积的 49.36%; 其他区域为无关区; 如图 1 所示。

5.2 高标准基本农田建设的空间布局

由高标准基本农田建设时序安排图来看, 郧县高

标准基本农田的近期建设区域主要分布在郧县北部, 中部汉江流域, 西南部鲍峡镇、叶大乡、胡家营镇等地区; 中期建设区分布在东北部和东南部; 远期建设区主要分布在郧县中部、东北部、南部等地区。

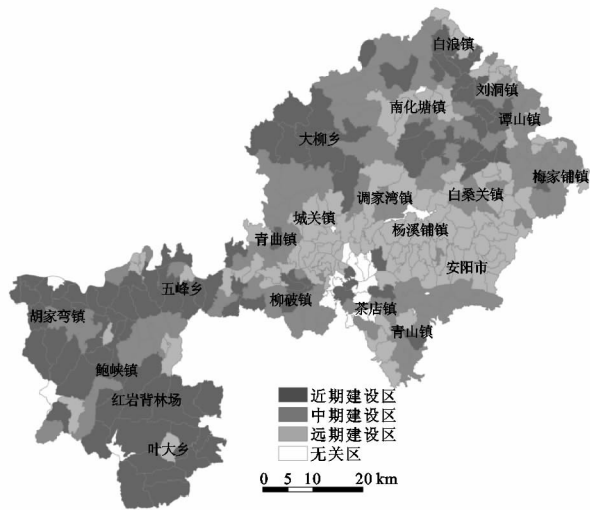


图 1 高标准基本农田建设时序安排

分别从耕地质量、区位条件和社会经济条件三个方面把评价单元的建设潜力分为三级; 如图 2A、图 2B、图 2C 所示。郧县东北部白浪镇、南化塘镇、刘洞镇, 中部杨溪铺镇、安阳镇、谭家湾镇、城关镇、白桑关镇和青曲镇大部分地区质量潜力级别最低, 是耕地质量潜力的受限区。耕地质量潜力受限区表层土壤质地多为砂土, 土壤质量较差; 坡度较高, 农业发展受到严重限制; 耕地图斑分散, 耕地连片性差; 耕地距离沟渠距离较远, 灌溉优势不明显; 是高标准基本农田建设条件较差的区域。从图 2B 得出郧县耕地区位条件较差的地区主要分布在安阳镇大部分地区, 杨溪铺镇东部。研究区域耕地一级和二级所占比重大, 全县大部分耕地有优越的区位条件; 小部分耕地区位条件优势不明显, 这些地区距离居民点和主干道较远, 基础设施不完善, 农业耕作受到限制。从高标准基本农田建设社会经济条件分级图可得: 除中部柳陂镇、茶店镇、安阳镇、青曲镇少量行政村潜力级别较低, 郧县大部分耕地属于一级和二级区, 这些地区有国家和省级重点项目分布, 土地整治资金支持力度大, 民众要求进行高标准基本农田建设的意愿强烈, 社会经济优势明显。

5.3 高标准基本农田建设模式分析

从图 2 可看出, 郧县各地区建设高标准基本农田的限制因素在各评价单元的限制强度, 根据限制因素作用情况把郧县高标准基本农田建设模式分为三种类型, 旨在使高标准基本农田建设立足区域特点, 结合不同区域耕地质量限制因子, 分类推进^[3]。

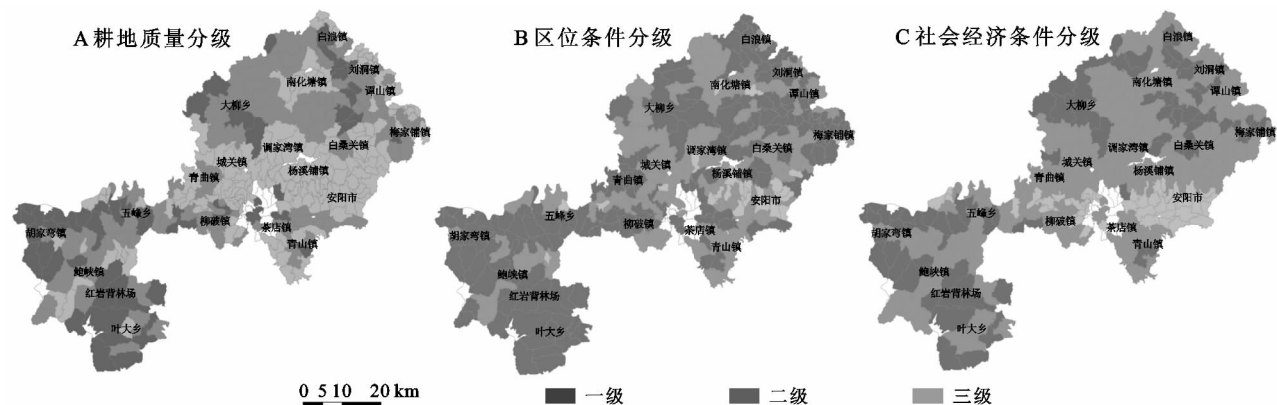


图2 高标准基本农田建设条件分级

耕地质量提高型。耕地质量条件三级区面积 20 873.16 hm^2 , 占基本农田面积的 65.50%; 二级区域 9 159.92 hm^2 , 占总面积的 28.74%, 须稍加改造; 一级区为耕地质量条件优越区, 面积为 1 836.39 hm^2 , 占总面积的 5.76%。耕地质量条件三级区域需全面整治, 主要分布在郧县中北部地区, 郧县中北部耕地自然等别较低、耕地质量较差, 需释放耕地潜力; 在高标准基本农田建设过程中要注重提高耕地质量, 以质量潜力挖掘为主, 注重水土保持, 因地制宜, 提高耕地级别。同时这些区域耕地连片性较差, 田块分布比较分散, 在建设高标准基本农田过程中需要注重增加耕地数量; 在不改变耕地用途, 依法自愿有偿的前提下, 对土地承包经营权进行适度流转; 在此基础上, 高标准基本农田建设能够真正做到降低田坎系数和田块破碎化程度, 建设集中连片的格网条田, 进而保障农业规模化作业和经营。

区位优势型。区位条件限制区面积 3 257.01 hm^2 , 占研究总面积的 10.22%; 须稍加改造的二级区面积 13 598.83 hm^2 , 占总面积的 42.67%; 一级区为基本具备优越区位条件的区域, 面积为 15 013.63 hm^2 , 占总面积的 47.11%。区位条件限制区分布在郧县东南部和西北部, 这些区域因丘陵山区地形条件的限制, 耕地的分布距离居民点和主干道较远, 区位优势不明显, 建设高标准基本农田时要注意相关配套设施的建设, 着重改善农村环境, 加强交通建设和村庄整治, 并密切结合农村建设用地整治, 提高区位优势。

社会倡导型。郧县社会经济条件限制区面积 5 305.39 hm^2 , 占研究总面积的 16.65%; 须稍加改造的二级区面积 21 750.00 hm^2 , 占总面积的 68.25%; 一级区为社会经济条件优越区, 面积为 4 814.08 hm^2 , 占总面积的 15.10%。郧县大部分地区社会经济条件优越, 西南部少数地区耕地的社会经济条件优势不明显。在土地整治过程中要加大政府对高标准基本农田建设的支持力度, 构建政府主导、

国土搭台、相关部门集中投入的高标准基本农田建设体系, 加大涉农资金在国家层面上的统筹力度, 提高国家财政转移支付能力^[2]; 并要保证社会各界广泛参与到规划实施中, 加强土地市场建设, 广泛吸收社会资金, 促进规划目标的实现; 结合优势农产品产业带建设, 建设旱涝保收、稳产高产基本农田, 充分发挥高标准基本农田的综合效益。

6 结论与建议

1) 文本运用了 ArcGIS 10.0 空间分析工具、层次分析法以及正理想点法, 对评价单元进行优劣排序, 并从耕地质量、区位条件、社会经济条件三个方面对高标准基本农田建设条件进行分级, 排序结果合理, 和实际符合; 且避免了高标准基本农田建设的盲目性和随意性, 为高标准基本农田建设时序和模式分析提供方法参考。

2) 文章选取耕地质量、区位条件和社会经济因素三个方面十一个指标, 对评价单元进行综合评价和排序; 尤其是对经费支持力度、民众意愿两个社会经济指标的选取, 充分考虑了耕地整治的影响因子, 弥补了其他研究者对评价指标选取较少的不足。评价指标的获取综合继承和考虑了基本农田划定、高标准基本农田建设标准、第二次土地调查成果、郧县土地利用总体规划以及郧县农用地分等定级成果, 数据资料齐全。

3) 运用正理想点为参照判断的方法进行判断, 分辨能力强, 区分度高, 评价单元的排序符合实际情况, 有利于提高高标准基本农田建设时序安排和布局的科学性。分别从耕地质量、区位条件和社会经济条件三个方面把评价单元的建设潜力分为三级, 根据级别把郧县高标准基本农田建设模式分为三种; 依据本文高标准基本农田建设模式的分析方法, 便于未来郧县高标准基本农田建设的分类推进, 有利于采取多种措施改良限制因子, 提高耕地质量。

虽在评价指标选取方面做出了较为全面的分析,但城镇化和生态安全等要求也会对高标准基本农田建设时序和布局产生影响,受条件的限制,本文未在此方面做出分析,今后要加强城镇化和生态安全方面的研究,使高标准基本农田建设评价体系更加完善,生态更加安全。

参考文献:

- [1] 张丽茜,赵国存,吴荣涛.对《高标准基本农田建设标准》的解读与建议[J].农学学报,2013,3(5):62-65.
- [2] 李少帅,郎文聚.高标准基本农田建设存在的问题及对策[J].资源与产业,2012,14(3):189-193.
- [3] 王新盼,姜广辉,张瑞娟,等.高标准基本农田建设区域划定方法[J].农业工程学报,2013,29(10):241-250.
- [4] 沈明,苏少青,陈飞香,等.广东省高标准基本农田建设重点区域划定[J].安徽农业科学,2012,40(20):10728-10730.
- [5] 李涛,廖和平,杨伟,等.大都市边缘区高标准基本农田潜力评价及建设模式研究:以重庆市渝北区为例[J].西南师范大学学报:自然科学版,2013,38(5):109-114.
- [6] 冯锐,吴克宁,王倩.四川省中江县高标准基本农田建设时序与模式分区[J].农业工程学报,2012,28(22):243-251.
- [7] 杨伟,谢德体,廖和平,等.基于高标准基本农田建设模式的农用地整治潜力分析[J].农业工程学报,2013,29(7):219-229.
- [8] 朱连奇,钱乐祥,刘静玉,等.山区农业土地利用模式的设计[J].地理研究,2004,23(4):479-486.
- [9] 潘瑜春,刘巧芹,陆洲,等.基于农用地分等的区域耕地整理规划[J].农业工程学报,2009,25(2):260-266.
- [10] 涂建军,卢德彬.基于GIS与耕地质量组合评价模型划定基本农田整备区[J].农业工程学报,2012,28(2):234-238.
- [11] 金贵,王占岐,胡学东,等.基于模糊证据权模型的青藏高原区土地适宜性评价[J].农业工程学报,2013,29(18):241-250.
- [12] 杨俊,王占岐,邹利林,等.基于村尺度的山区农村居民点用地现状及其整理时序研究[J].经济地理,2013,33(5):150-157.
- [13] 王建英,李江风,邹利林.基于生物多样性保护的耕地入选基本农田布局[J].水土保持研究,2013,20(1):235-239.
- [14] 唐平英,黄丽霞.基于GIS的永久性基本农田划定:以中方县为例[J].长沙理工大学学报:自然科学版,2013,10(1):61-67.
- [15] 周尚意,朱阿兴,邱维理,等.基于GIS的农用地连片性分析及其在基本农田保护规划中的应用[J].农业工程学报,2008,24(7):72-77.
- [16] 邹敏,吴泉源,逢杰武.基于DEM的龙口市土地利用空间格局与时空变化研究[J].测绘科学,2008,32(6):173-175.
- [17] 汤思阳,雷国平,张慧,等.基于耕地质量评价的基本农田划定方法[J].水土保持研究,2013,20(1):173-176.
- [18] 钱钢,徐泽水.三种基于理想点的不确定多属性决策优化模型[J].系统工程与电子技术,2004,25(5):517-519.
- [19] 陈沅江,尹进.基于AHP-TOPSIS的采矿方法优化[J].科技导报,2013,31(7):57-60.
- [20] 罗君君.基于熵权的公路建设项目排序多目标决策分析[J].华中科技大学学报:城市科学版,2006,23(3):62-64.

(上接第140页)

- [14] Markich S J, Brown P L. Relative importance of natural and anthropogenic influences on the fresh surface water chemistry of the Hawkesbury-Nepean River, south-eastern Australia[J]. Science of the Total Environment, 1998, 217(3):201-230.
- [15] Winter T C. Recent advances in understanding the interaction of groundwater and surface water [J]. Reviews of Geophysics, 1995, 33(S2):985-994.
- [16] 禹朴家,徐海量,乔木,等.玛纳斯河流域土壤类型空间分布格局分析[J].土壤学报,2010,47(6):1050-1059.
- [17] 吉力力.阿不都外力.干旱区湖泊与盐尘暴[M].北京:中国环境科学出版社,2012.
- [18] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会.生活饮用水标准检验方法[S].GB/T 5750.1—2006.
- [19] Piper A M. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses[J]. Eos, Transactions American Geophysical Union, 1944, 25(6):914-928.
- [20] 王文森.变异系数:一个衡量离散程度简单而有用的统计指标[J].中国统计,2007(6):41-42.
- [21] Karmegam U, Chidambaram S, Prasanna M V, et al. A study on the mixing proportion in groundwater samples by using Piper diagram and Phreeqc model[J]. Chinese Journal of Geochemistry, 2011, 30(4):490-495.
- [22] 吴喜之.统计学:从数据到结论[M].北京:中国统计出版社,2004.