引用格式:王东,陈英,杨润慈.黄土丘陵沟壑区耕地整治优先度及模式——以麦积区为例[J].资源科学,2017,39(2):231-239.
[Wang D, Chen Y, Yang R C. Priorities and modes of land consolidation in the Loess hilly and gully region of China[J]. *Resources Science*, 2017, 39(2): 231-239]. DOI: 10.18402/resci.2017.02.06

黄土丘陵沟壑区耕地整治优先度及模式 ——以麦积区为例

王东, 陈英, 杨润慈

(甘肃农业大学资源与环境学院, 兰州 730070)

摘要:耕地整治优先度和模式的科学合理性对土地整治工作有重要意义。本文系统讨论了丘陵沟壑区耕地整治优先度的原则,从自然资源条件、基础设施与工程施工条件、立地条件三方面构建黄土丘陵沟壑区耕地综合条件评价指标体系,以甘肃天水市麦积区为例,运用综合评价系数法和GIS标准分类法确定耕地整治优先度,并分析耕地整治模式。结果表明:①麦积区耕地整治优先度评价结果表明所构建的黄土丘陵沟壑区耕地综合条件评价体系具有一定的可行性;②根据耕地地块综合条件系数评价结果,划分麦积区耕地整治优先度为优先、一般和限制整治区;③运用因素组合法,将麦积区耕地整治模式划分为:“土坎梯地+经济林”、农田水利建设及优化和路林网密织三种模式。

关键词:耕地整治;优先度;模式;麦积区;黄土丘陵沟壑区

DOI: 10.18402/resci.2017.02.06

1 引言

随着中国工业化、城镇化速度加快,耕地资源的有限性和稀缺性问题愈加突出,土地整治工作扮演更重要的角色^[1]。自中国大规模开展农村土地整治工作以来,农村土地整治尤其是耕地整治已成为一项刻不容缓的工作^[2]。近几年,中国多将土地整治与“精准扶贫”政策相结合,将田土整治、农田水利等基础设施建设项目向贫困村倾斜。如甘肃省已启动东部百万亩土地整治重大项目,重点以黄土高原残塬区和丘陵沟壑区为主。耕地整治作为有序推进土地整治工作的主体内容,明确耕地整治重点区域、开展优先度评价等至关重要^[3,4]。

进入“十二五”以来,关于耕地整治相关研究多集中在整治潜力^[2,5]、整治项目评价^[6-8]、整治适宜性评价^[3,9]及整治模式^[10,11]等方面。对黄土高原地区的耕地资源也进行了多方面研究,如耕地数量变化^[12]、耕地地力^[13]及耕地整治分区^[11]等。在耕地整治优先

度方面,赵亮等基于降低施工难度提高整治效益的原则,考虑农用地整治项目的优先度,将研究区域依次划分为优选区、次优选区和整备区^[14];沈立宏等综合考虑耕地整治的潜力和难度,借助网格法研究县域尺度农田整治优先度^[4]。目前耕地整治优先度的研究主要以建设高标准基本农田为目标,大多首要考虑整治项目实施的容易度及耕地资源禀赋优势明显的区域,但对于丘陵沟壑区的耕地整治,由于区域耕地布局分散,整治难度较大,再加上整治资金的短缺,应优先从整治的迫切性和强烈性考虑。一方面,黄土丘陵沟壑区地形复杂,整治工程复杂,区域内资源禀赋优势较明显的耕地,土壤肥沃,若将其整治,整治后的效益不仅难以预测,也可能会降低原有耕地的肥力,整治不宜过早实施。另一方面,区域自然资源条件、区位条件等综合条件较落后的耕地,虽然整治投资额度较高,但其整治潜力较大,新增耕地潜力较大,整治后耕地生产能

收稿日期:2016-06-03;修订日期:2016-11-10

基金项目:国家自然科学基金项目(71263003,71563001)。

作者简介:王东,男,甘肃定西人,硕士生,主要研究方向为土地资产管理。E-mail: 1303963699@qq.com

通讯作者:陈英, E-mail: chenying@sau.edu.cn

力能得到有效提高^[15],并且该区域坡耕地比重大,水土流失时有发生,降雨利用率低下,整治的迫切性强,应优先整治。鉴于此,本文以甘肃天水市麦积区为例,构建黄土丘陵沟壑区耕地综合条件评价指标体系,运用综合评价系数法确定评价单元整治优先度,并选择关键性指标分析耕地整治模式,以期为黄土丘陵沟壑区土地整治项目遴选提供参考。

2 研究区概况与数据来源

2.1 研究区概况

麦积区(105°25'E-106°43'E, 34°06'N-34°48'N)地处黄土高原沟壑带,位于天水市东南部,辖区总面积3480km²,包括麦积镇、石佛乡、渭南镇等17个乡镇和3个街道办事处,2015年区内总人口63.59万,其中农业人口占71.4%。麦积区属大陆半湿润、半干旱气候,年均气温10.2℃,年均降水量600mm左右。麦积区境内山脉纵横,地势西北高,东南低,海拔介于748~2559m之间。2013年麦积区耕地总面积为59727.90hm²,包括旱地和水浇地,其中旱地占耕地总面积94%。根据麦积区土地利用总体规划,到2020年规划期末,麦积区基本农田面积不得少于39900hm²。

2.2 数据来源

(1)空间数据。从天水市国土资源局麦积分局收集2013年度耕地质量等别年度更新成果数据(包括土壤质地、有机质含量、pH值、灌排条件及耕地坡度等数据)、2013年麦积区土地利用变更调查数据库(1:1万)及2010年耕地质量等级成果补充完善成果数据,并以麦积区卫星影像图(<http://www.earthol.com>)、《麦积区土地利用总体规划(2009-2020年)》^[1]等为辅助数据。

(2)社会经济数据。主要包括《麦积区统计年鉴(2014)》^[16]、《天水市麦积区土地整治规划(2011-2015年)》文本和说明^[2]。

(3)其他数据。包括麦积区2013年路、林、沟渠等矢量数据(从2013年土地利用变更调查数据库提取)、天水市土壤侵蚀程度相关资料^[17]等。

3 研究方法

3.1 研究思路

耕地整治优先度就是在一定的生产力水平和

资金有限的前提下,按照一定的原则,运用科学方法,根据对区域耕地综合条件的评价结果,来确定耕地整治的优先顺序,以达到社会、经济和生态效益最佳的目的。本文拟从耕地自然条件、附属设施及区位等方面选取指标,评价耕地的综合条件,进而确定优先度。具体地,首先,需确定基础评价单元。耕地整治要求落实到地块,与实际建设要紧密结合,同时,每个地块能反映与之对应耕地的属性,因此,本文将地块作为评价基本单元。其次,根据区域实际和耕地自身自然经济社会特征,构建耕地综合条件评价指标,进而确定耕地整治优先度。最后,选择关键性指标分析并提出耕地整治模式。

3.2 耕地整治优先度评价方法

3.2.1 评价原则

为全面、客观、综合地确定麦积区耕地整治的优先次序,本文提出以下原则:

(1)整体综合评价的原则。在确定耕地整治优先度评价对象时,需将麦积区所有耕地图斑考虑在内,一方面,麦积区农业人口众多,人均耕地面积非常有限,在中国粮食安全、耕地红线政策背景下耕地整治必须以数量、质量、生态并重;另一方面,根据麦积区农用地分等结果显示,区域内部分自然条件或利用条件较差的耕地,其土壤质地较好,生产潜力较大,整治也相对容易,也应将其考虑在评价范围之内。

(2)耕地综合条件差异性原则。通过对耕地综合条件评价指标自上而下、逐级赋分量化,来反映耕地间的综合条件差异,为整治优先度评价提供基础。耕地间的差异性可以分析耕地利用的限制因素,为耕地整治模式提供参考。

(3)整治平衡性原则。通过耕地整治缩小耕地间综合条件的差距。区内资源禀赋优势明显的耕地土壤肥沃、基础设施条件好,若将其进行整治,会对区域的生态环境造成一定影响,再加上整治资金的有限性,整治不宜过早实施;耕地自然资源条件、区位条件等综合条件较差区域,受到社会关注低,长此以往,会造成较大的社会影响,农民生产积极性降低,弃耕、撂荒等现象将会加剧,整治应优先实施。

1)、2)资料均来自天水市麦积区国土资源局。

2017年2月

3.2.2 评价指标体系

为确定区域耕地整治优先次序,需先建立耕地综合条件评价指标体系。根据黄土丘陵沟壑区自身条件的特殊性 & 数据可获得性,在咨询相关专家意见的基础上结合已有的研究成果^[3,4,14,18],综合考虑耕地的数量、质量和生态的基础,拟从自然资源、基础设施与工程建设条件和立地条件三方面选取评价指标。相应指标及其效应见表1。

自然资源条件是表征耕地质量的重要因素。通过梳理相关文献,本文主要通过有效土层厚度、土壤质地、有机质含量、剖面构型、pH和土壤侵蚀等级等6项指标表征。土层厚度对作物生长及提高养分和水分作用巨大,一定程度上反映了耕地的肥沃程度;土壤质地能较好地表征土壤耕作性能,土壤有机质含量是重要养分容量指标,二者均能表征耕地的生产力状况;剖面构型能够表征土壤剖面结构及特征;土壤pH值对耕地肥力及作物生长影响很大;土壤侵蚀等级主要指区域土壤水力侵蚀或被破坏的强烈程度。

基础设施与工程建设条件是表征耕地附属设施、耕地利用水平的重要因素,在耕地基础设施相对不完备的地区需优先开展耕地整治。本文选取

灌排条件、与路林沟渠的距离等5项指标来表征耕地附属设施条件。排水条件体现耕地的抗涝能力;与路、林、沟渠的距离则分别反映耕地交通情况、防护和生态环境工程、灌溉排水情况。

立地条件是耕地质量的主要组成,也是入选基本农田的重要依据。本文通过地形坡度、田块规整度及暴雨灾害发生频率3项指标来表征。耕地坡度对耕地利用有明显的限制作用,麦积区山地与丘陵范围较广,坡度对农业生产影响较大;田块规整度能够反映耕地形状规则情况;暴雨灾害发生的频率可以反映耕地遭受自然灾害的程度高低。

3.2.3 评价因子分值、量化及权重

由于选取的评价指标性质差异较大,不具有直接比较的可行性,表1指标体系中,对于耕地与生产路的距离(B3)、与林带的距离(B4)、与沟渠的距离(B5),用耕地田块到最近道路、最近林带和最近沟渠的最短距离来表示。道路、林带和沟渠矢量图层以2013年麦积区土地利用调查变更库为准,计算最短距离时借助ArcGIS9.3空间分析NEAR工具完成^[19];田块规整度(C2)^[4]按公式(1)计算。另外,将所有指标按同一标准赋分,进行指标量化,赋值范围为[20, 100],即100分为各指标最高值,其余各级分值则按实际情况和数据分布采用等级赋分法赋予相应的作用分^[20],结合已有研究和专家咨询结果,最终确定其赋分结果,见表2。

田块规整度用来测度耕地斑块形状的复杂程度,其值越大,表明地块形状越复杂。计算公式为:

$$D = \frac{2 \ln (P/4)}{\ln (A)} \quad (1)$$

式中D为田块规整度;A为斑块面积;P为斑块周长。

评价因子分值和量化完成之后,确定评价因子权重。本文选用熵权法确定相关评价因子权重。熵权法确定权重时将会评估各评价因子承载的信息大小,对综合指标进行计算的方法,同时评价过程几乎不受主观因素影响的赋权方法。其原理是:信息熵越小,说明因子值最大值与最小值间的差距越大,相应权重也越大^[21]。最终权重值见表1。

3.2.4 耕地整治优先度评价步骤

(1)建立优先度决策矩阵。依次对表1确定的14项评价因子进行标准化处理,标准化后的数据集

表1 耕地综合条件评价体系及权重

Table 1 Evaluation system, weights of cultivated land comprehensive conditions

评价要素	评价指标	权重	指标效应
自然资源条件A	有效土层厚度A1	0.201 2	+
	表层土壤质地A2	0.056 8	+
	剖面构型A3	0.036 2	+
	土壤有机质含量A4	0.070 7	+
	土壤pH值A5	0.020 2	适宜
	土壤侵蚀等级A6	0.016 1	-
基础设施与工程建设条件B	排水条件B1	0.006 8	+
	灌溉保证率B2	0.102 8	+
	与生产路的距离B3	0.032 2	+
	与林带的距离B4	0.090 3	+
	与沟渠的距离B5	0.088 6	+
立地条件C	地形形坡C1	0.210 4	-
	田块规整度C2	0.047 6	+
	暴雨灾害发生频率C3	0.020 1	-

注:表中“适宜”指土壤pH值为4~8时,指标效应为“+”,当土壤pH值小于4或者大于8时,指标效应为“-”。

表2 耕地综合条件评价指标分级值

Table 2 Graded scores of indicators of cultivated land comprehensive conditions

评价指标	指标分值							
	20	30	40	50	70	80	90	100
有效土层厚度/cm				[30,45)	[45,70)		[70,90)	≥90
表层土壤质地			砾质土L		砂土S		黏土N	壤土R
剖面构型		通体砂	黏砂砂	砂黏砂	黏砂黏	砂黏黏	壤黏壤	通体壤
土壤有机质含量/%		<6	[6,10)		[10,20)	[20,30)	[30,40)	≥40
土壤pH值	<4.5或 ≥9.5		[4.5,5.0)或 [9.0,9.5)		[5.0,5.5)或 [8.5,9.0)		[5.5,6.0)或 [7.9,8.5)	[6.0,7.9)
土壤侵蚀等级	极强侵蚀		强度侵蚀		中度侵蚀		轻度侵蚀	微度侵蚀
排水条件			无		一般		基本完善	完善
灌溉保证率			无		一般		基本满足	充分
与生产路的距离/m		>5	(4,5]	(2,4]		(1,2]		≤1
与林带的距离/m		>10	(6,10]	(2,6]		(1,2]		≤1
与沟渠的距离/m		>8	(5,8]	(2,5]		(1,2]		≤1
地形坡度/°			(15,25]		(6,15]		(2,6]	≤2
田块规整度	>2		(1.5,2]		(1.2,1.5]		(1,1.2]	≤1
暴雨灾害发生频率			易发区		中发区		低发区	

注:对有效土层厚度<30cm的耕地,会影响农作物的正常生长,对其不做评价。排水条件指标中“无”指地块没有排水条件,在大雨后发生洪涝(田面积水≥3天);“一般”指地块排水条件一般,大雨后有洪涝发生(田面积水2~3天);“基本完善”指地块排水条件基本完善,暴雨后有短期洪涝发生(田面积水1~2天);“完善”指地块有健全的干、支、斗、农排水沟道,无洪涝灾害。灌溉保证率指标中:“无”指没有灌溉条件的旱地及望天田;“一般”指有灌溉系统,但在大旱年不能保证灌溉的水浇地;“基本满足”指有良好的灌溉系统,在关键需水生长季节有灌溉保证的水浇地;“充分”指能充分满足水资源,包括水田、菜地和可随时灌溉的水浇地。地形坡度指标,当地形坡度>25°时,不适宜作为耕地,对其不做评价。

形成矩阵 X , x_{mn} 为第 m 个评价单元的第 n 个因子的值。则标准化处理后形成如下矩阵:

$$X_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

(2)构造加权矩阵。构建加权矩阵 R ,其值等于熵权法测算的相应因子的权重与标准化数据集矩阵 X 乘积:

$$R = (r_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} \alpha_1 x_{11} & \alpha_2 x_{12} & \cdots & \alpha_n x_{1n} \\ \alpha_1 x_{21} & \alpha_2 x_{22} & \cdots & \alpha_n x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \alpha_n x_{m1} & \alpha_2 x_{m2} & \cdots & \alpha_n x_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中 $\alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_n$ 为上述确定的14个因子权重; r_{ij} 为通过加权之后相应的矩阵值。

(3)综合评价系数法确定耕地整治优先度。本文采用综合评价系数法评价麦积区耕地整治优先度,原理是由各评价指标的最佳值组合成一个理想值,然后比较每个地块各指标的累计值与理想值之

间的差值,差值越大表明该地块综合条件越差,优先进行耕地整治。计算公式如下:

$$C_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m \left(\left| r_j^* - r_{ij} \right| / \left| r_j^{\max} + r_j^{\min} \right| \right)^2} \quad (4)$$

式中 C_i 为地块综合条件评价系数; r_j^* 为各地块指标的最佳值; $r_j^{\max}$ 和 $r_j^{\min}$ 依次表示地块各指标的最大值、最小值。当指标为正相关指标时,最佳值为最大值 $r_j^{\max}$;当指标为负相关指标时,最佳值为最小值 $r_j^{\min}$ 。

根据 C_i 的值对麦积区所有耕地综合条件系数排序,综合评价系数越大的地块其综合条件等级越低,整治迫切性更强,优先进行耕地整治。麦积区评价地块单元共5257个,根据各地块的 C_i 值,采用标准分类法Natural Break将麦积区耕地整治优先度划分为优先整治区、一般整治区、限制建设区^[22]。

3.3 耕地整治模式分类

耕地整治作为一种系统建设工程,划分整治模式时主要考虑区域基础设施与工程建设条件的可

2017年2月

改造性及各种耕地整治限制因素的可消除性。整治模式可以为优先确定的整治区域的布局进行优化。考虑到麦积区坡耕地比重大、水资源区域时空分布不均以及土地生态环境脆弱等,本文从耕地综合条件评价要素基础设施与施工条件及立地条件二方面选用灌溉保证率($B2$)、耕地与生产路的距离($B3$)、与林带的距离($B4$)、地形坡度($C1$)4项关键性指标,运用因素组合法分析耕地整治模式。4项指标的限制作用通过 Natural Break 划分为强、中、弱3级,通过 $B2$ 、 $B3$ 、 $B4$ 、 $C1$ 各因素限制作用的强、中、弱相互组合划分不同的模式分组^[22]。依据上述指标对形如“强中弱弱”的模式分组进行汇总。理论上,4项限制因素划分的模式类别为81类,统计结果显示,麦积区实际为43类。其限制因素强弱组合类型划分标准如下:

(1)麦积区地处黄土丘陵沟壑区,地形坡度对当地农业生产的限制作用凸显,尽管区内投入大量资金通过“坡改梯”工程削弱坡度带来的不利影响,但工程改造难度较大,对资金需求量过大,同时工程改造中对土壤肥力、生态环境也有影响。因此将地形坡度因素限制作用为强的组合划入类型区I;当坡度因素限制为中同时其他为中或者弱时的组合也划入I类。

(2)农田水利建设是耕地整治不可或缺的一环,对田间灌排、水土资源利用要求较高。因此,将灌溉因素限制作用为强的组合划入类型区II;灌溉因素限制作用为中其他因素为弱的组合同样划为类型区II;当有灌溉指标和耕地与生产路的距离或与林带的距离指标同时为强或中时,优先考虑农田水利设施的建设。

(3)根据耕地与生产路、林地带的距离能够分析耕地的区位性、便利条件及农田生态环境。因此,将限制因素组合中仅耕地与生产路的距离或与林带的距离限制作用为强的组合划入类型区III;耕地与生产路的距离或与林带的距离的限制作用为中其他因素为弱的组合也划为III;同时将4个因素的限制作用全部为弱的组合划为III。

4 结果及分析

4.1 麦积区耕地整治优先度确定

土地利用变更调查显示,2013年末麦积区耕地

图斑共5257个,总面积为59 727.90hm²,占整个辖区面积的43.91%,地类为旱地和水浇地。本文借助ArcGIS平台采用自然断点法对地块的综合条件系数进行标准分类进而划分耕地整治优先度为优先整治区、一般整治区、限制建设区。结果如图1所示。

从研究区耕地整治优先度分布面积分析,优先整治区面积17 824.27hm²,占辖区耕地总面积的29.84%。该区耕地质量较差,无灌溉基础设施,主要依靠天然降雨,再加上地处丘陵沟壑区,道路坑洼不平,田间交通不便,整治需求强,应优先进行整治。一般整治区面积30 992.41hm²,整治面积比重较大,占辖区耕地总面积的51.89%,该区域大部分耕地坡度小于6°,少部分有缓坡存在。水土流失很少发生,虽然水资源较匮乏,但基本能保证区域农业发展的需求。因此,在后期耕地整治中除了对坡度较大的地块改造以外更要注重对其生态环境的保护,建设工程主要以坡改梯为主。限制整治区面积10 911.22hm²,是麦积区耕地综合条件较优的区域,占辖区耕地总面积的18.27%,区域土壤肥沃、地势平坦、基础设施条件好、生态安全程度高,再加上整治后耕地质量往往被“高估”^[23],村民对当前耕地状况满意,整治不宜过早实施。

从研究区耕地整治优先度分布乡镇分析,优先整治区域主要分布于各乡镇边界处。五龙乡分布面积最大,为3516.69hm²,占优先整治区面积的19.73%,三岔乡次之,面积为2198.95hm²,而距离中心城区较近的道北街道、社棠镇和马跑泉镇建设面积较小,三者面积之和仅占总建设面积的1.18%。一般整治区域,石佛乡整治面积最大,为4320.77hm²,甘泉镇和新阳镇仅次于石佛乡,分别为4063.41hm²、3139.01hm²,道北街道建设面积较小,其他乡镇分布相对均匀。限制整治区域,渭南镇整治面积最大,为2285.91hm²,占总建设面积的20.95%,花牛镇、马跑泉镇、甘泉镇、石佛乡和中滩镇的耕地整治面积分别为1650.80hm²、1627.84hm²、1453.54hm²、1410.68hm²和1000.34hm²,而远离中心城区的五龙乡和党川乡,其整治区域都分布在优先和一般整治区,限制整治区面积为零。

4.2 麦积区耕地整治模式分类

根据因素组合法及划分标准,最终将43种限值

因素组合类型划分为3类,类型区I、II、III分别为24种、12种、7种,所占比例依次为81.38%、8.39%、10.23%。具体见表3。

根据耕地整治模式的因素组合规则,麦积区共分3个整治模式类型区,如图2所示。

模式区I,即“土坎梯地+经济林”模式。I区面

表 3 耕地整治限制因素组合类型

Table 3 Factor combination types of cultivated land consolidation			
模式类型分区	因素组合类型	面积/hm ²	比例/%
I	强弱弱弱、强弱弱中、强强弱弱、强强弱强、强强弱中、强强强弱、强强强强、强强中弱、强强中强、强强中中、强中弱弱、强中弱强、强中弱中、强中强弱、强中强中、强中中弱、强中中强、强中中中、中弱弱弱、中弱弱中、中中弱弱、中中弱中、中中中弱、中中中中	48 604.04	81.38
II	弱强弱弱、弱强弱中、弱强强弱、弱强中弱、弱中弱弱、弱中弱中、弱中中弱、中强弱弱、中强弱强、中强弱中、中强强弱、中强中弱	5 009.52	8.39
III	弱弱弱弱、弱弱弱中、弱中弱弱、弱中强弱、中中弱弱、中中强弱、中中中强	6 114.34	10.23

图1 2013年麦积区耕地整治优先度分布

Figure 1 Priority of cultivated land consolidation in Maiji District in 2013

图2 麦积区耕地整治模式分布

Figure 2 Construction mode of cultivated land in Maiji District

2017年2月

积48 604.04hm²,整治规模最大,占辖区耕地总面积的81.38%,各乡镇均有分布。这也与麦积区地处丘陵沟壑区的实际相符,大部分乡镇地形结构主要为陡坡、沟壑,地形结构复杂,坡度较大,田块蓄水、保水能力弱。因此建议I区耕地整治以“土坎梯地+经济林”模式为主。“土坎梯地”整治工程较常见,造价低廉,工期快,适用于15°以下的坡耕地进行整治。为了保护土壤和经济效益,在土壤上可以栽种部分植物,如种植当地有名的花椒;而对于坡度大于25°、交通较便利的区域可以发展经济林模式,种植桃、核桃及部分药材。

模式区II,即农田水利建设及优化模式。主要以修缮和优化耕地基础条件为主的建设模式。II区耕地面积5009.52hm²,仅占辖区耕地总面积的8.39%,主要分布于中滩镇、五龙乡和石佛镇等。这些乡镇主要水源来自天然降雨,常年干旱,旱灾频发,因此灌溉水源、沟渠建设等农田水利基础设施有待进一步完善,进而优化农田水利设施条件。

模式区III,即路林网密织模式。主要以改善交通条件及生态环境为主的整治模式,主要分布于麦积区西北部和中部地区,面积为6114.34hm²,占辖区耕地总面积的10.23%。该区域地形限制作用较小,灌、排等农田水利设施情况较完善,通过优化区位布局,密织林网,提升交通便捷度,对防护林进行重点栽培,注重农田生态环境建设和保护。

5 结论与讨论

本文将耕地地块作为评价单元,从自然资源、建设条件和立地条件三方面构建黄土丘陵沟壑区耕地综合条件评价体系,以麦积区为例,结合综合评价系数法及GIS标准分类法确定耕地整治优先度,分析耕地整治模式。根据研究区耕地地块综合条件系数评价结果,划分耕地整治优先度为优先、一般和限制整治区,优先整治区主要分布于各乡镇边界或交汇处,耕地综合条件较差,优先整治。运用因素组合法,选用灌溉、路、林、坡度4个限制因素将研究区耕地整治模式划分为“土坎梯地+经济林”模式、农田水利建设及优化模式、路林网密织模式。

本文基于耕地综合条件优劣来评价耕地整治优先度并提出整治模式,研究结果说明所构建的黄土丘陵沟壑区耕地综合条件评价体系具有一定的

可行性。评价过程中选取“土壤侵蚀等级”、“暴雨灾害发生频率”等指标良好地体现了黄土丘陵沟壑区的特殊性,但仍有不足之处,考虑在后续的研究中引入如沟壑密度等反映区域特殊性的其它指标进行深入研究。由于耕地整治活动的最终目的是促进农民增产增收和改善农业生产条件,因此今后可从农户整治意愿方面入手分析评价耕地整治优先度,为新型城镇化进程中土地整治工作的开展提供更科学合理的指导。

参考文献(References):

- [1] 郑宛琪,朱道林,汤怀志. 中国土地整治战略重塑与创新[J]. 农业工程学报, 2016, 32(4): 1-8. [Yun W Q, Zhu D L, Tang H Z. Reshaping and innovation of China land consolidation strategy[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2016, 32(4): 1-8.]
- [2] 张瑞娟,姜广辉,周丁扬,等. 耕地整治质量潜力测算方法[J]. 农业工程学报, 2013, 29(14): 238-244. [Zhang R J, Jiang G H, Zhou D Y, et al. Calculation method of qualitative potential of farmland consolidation[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2013, 29(14): 238-244.]
- [3] 胡学东,王占岐,邹利林. 基于贝叶斯概率模型的鄂西北山区耕地整治适宜性评价[J]. 资源科学, 2016, 38(1): 83-92. [Hu X D, Wang Z Q, Zou L L. Suitability evaluation of arable land consolidation in mountain areas of Northwestern Hubei based on Bayesian Probability Modeling[J]. *Resources Science*, 2016, 38(1): 83-92.]
- [4] 沈立宏,张超,桑玲玲,等. 利用网格法确定县域农田整治优先度[J]. 农业工程学报, 2012, 28(18): 241-247. [Shen L H, Zhang C, Sang L L, et al. Determination of consolidation priority for farmland at county level using grid method[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2012, 28(18): 241-247.]
- [5] 王婉晶,陈艳华,黄锦东,等. 低山丘陵盆地农用地整理潜力分级研究[J]. 水土保持研究, 2011, 18(6): 136-140. [Wang W J, Chen Y H, Huang J D, et al. Study on classification of farmland consolidation potentiality in Low Mountain and hilly basin areas [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2011, 18(6): 136-140.]
- [6] 杨绪红,金晓斌,管栩,等. 2006-2012年中国土地整治项目空间特征分析[J]. 资源科学, 2013, 35(8): 1535-1541. [Yang X H, Jin X B, Guan X, et al. The spatial distribution of land con-

- solidation projects in China from 2006 to 2012[J]. *Resources Science*, 2013, 35(8): 1535–1541.]
- [7] 徐康, 金晓斌, 吴定国, 等. 基于农用地分等修正的土地整治项目耕地质量评价[J]. 农业工程学报, 2015, 31(7): 247–255. [Xu K, Jin X B, Wu D G, et al. Cultivated land quality evaluation of land consolidation project based on agricultural land gradation[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2015, 31(7): 247–255.]
- [8] 杨俊, 王占岐, 金贵, 等. 基于 AHP 与模糊综合评价的土地整治项目实施后效益评价[J]. 长江流域资源与环境, 2013, 22(8): 1036–1042. [Yang J, Wang Z Q, Jin G, et al. Post-benefit evaluation of land consolidation project implementation based on AHP and fuzzy comprehensive evaluation[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2013, 22(8): 1036–1042.]
- [9] 陈宁丽, 张合兵, 司朝霞. 基于 GIS 的耕地整治适宜性评价—以平顶山市为[J]. 河南农业科学, 2015, 44(7): 78–82. [Chen N L, Zhang H B, Si Z X. Suitable evaluation of cultivated land renovation based on GIS—A case study of Pingdingshan City[J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2015, 44(7): 78–82.]
- [10] 林忆南, 金晓斌, 郭贝贝, 等. 陇东台塬区双垄全膜集雨沟播土地整治模式研究[J]. 中国土地科学, 2014, 28(12): 56–62. [Lin Y N, Jin X B, Guo B B, et al. Study on land consolidation pattern of whole film mulching on double ridges and planting in catchment furrows in Longdong Tableland[J]. *China Land Sciences*, 2014, 28(12): 56–62.]
- [11] 黄晓阳, 金晓斌, 郭贝贝, 等. 黄土台塬区农用地整治分区研究[J]. 资源科学, 2014, 36(3): 438–445. [Huang X Y, Jin X B, Guo B B, et al. Land consolidation regionalization of the Loess Platform[J]. *Resources Science*, 2014, 36(3): 438–445.]
- [12] 方爱玲, 张丽萍. 陇中黄土高原地区耕地变化趋势及驱动力研究[J]. 测绘科学, 2012, 37(1): 60–63. [Fang A L, Zhang L P. Trend and driving factors of cultivated land use change in Longzhong Loess Plateau[J]. *Science of Surveying and Mapping*, 2012, 37(1): 60–63.]
- [13] 付金霞, 常庆瑞, 李粉玲, 等. 基于 GIS 的黄土高原地貌复杂区县域耕地地力评价—以陕西省澄城县为例[J]. 地理与地理信息科学, 2011, 27(4): 57–61. [Fu J X, Chang Q R, Li F L, et al. Evaluation of farmland productivity in complex topography regions of loess plateau based on GIS: A case study in Chengcheng County of Shaanxi Province[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2011, 27(4): 57–61.]
- [14] 赵亮, 龚健, 王文婷. 丘陵山区农用地整治区域优先度评价—以湖北省兴山县为例[J]. 国土资源科技管理, 2014, 31(2): 76–83. [Zhao L, Gong J, Wang W T. Priority evaluation of hilly agricultural land reclamation areas: A case study of Xingshan County, Hubei Province[J]. *Scientific and Technological Management of Land and Resources*, 2014, 31(2): 76–83.]
- [15] 唐秀美, 潘瑜春, 刘玉, 等. 中国耕地整治投资实施模式与路径分析[J]. 中国土地科学, 2016, 30(8): 56–62. [Tang X M, Pan Y C, Liu Y, et al. The investment and implementation model and path analysis of cultivated land consolidation in China[J]. *China Land Sciences*, 2016, 30(8): 56–62.]
- [16] 麦积区统计局. 麦积统计年鉴[M]. 麦积: 麦积区统计局, 2014. [Maiji District Bureau Of Statistics. Maiji Statistical Yearbook[M]. Maiji: Maiji District Bureau Of Statistics, 2014.]
- [17] 张伟, 李晶. 关中-天水经济区土地生态系统水土保持价值[J]. 干旱区研究, 2013, 30(6): 1136–1143. [Zhang W, Li J. Value of water and soil conservation in land ecosystem in the Guanzhong-Tianshui Economic Zone[J]. *Arid Zone Research*, 2013, 30(6): 1136–1143.]
- [18] 曲衍波, 张凤荣, 郭力娜, 等. 北京市平谷区农村居民点整理类型与优先度评判[J]. 农业工程学报, 2011, 27(7): 312–319. [Qu Y B, Zhang F R, Guo L N, et al. Evaluation of rural residential land consolidation classification and priority of Pinggu district in Beijing[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2011, 27(7): 312–319.]
- [19] 谢保鹏, 朱道林, 陈英, 等. 基于区位条件分析的农村居民点整理模式选择[J]. 农业工程学报, 2014, 30(1): 219–227. [Xie B P, Zhu D L, Chen Y, et al. Mode selection for rural residential land consolidation based on analysis of location condition[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2014, 30(1): 219–227.]
- [20] 谢保鹏, 朱道林, 蒋毓琪, 等. 基于多因素综合评价的居民点整理时序确定[J]. 农业工程学报, 2014, 30(14): 289–297. [Xie B P, Zhu D L, Jiang Y Q, et al. Consolidation schedule determination of rural residential area in Yumen based on multi-factor comprehensive evaluation[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2014, 30(14): 289–297.]
- [21] 余健, 房莉, 仓定帮, 等. 熵权模糊物元模型在土地生态安全评价中的应用[J]. 农业工程学报, 2012, 28(5): 260–266. [Yu J, Fang L, Cang D B, et al. Evaluation of land eco-security in Wanjiang district base on entropy weight and matter element model[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2012, 28(5): 260–266.]
- [22] 郭力娜, 张凤荣, 曲衍波, 等. 基于分等因素组合的农用地整理类型分区[J]. 农业工程学报, 2010, 26(9): 308–314. [Guo L N, Zhang F R, Qu Y B, et al. Farmland consolidation type zoning based on combination of grading factors[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2010, 26(9): 308–314.]
- [23] 唐秀美, 潘瑜春, 刘玉, 等. 基于耕地系数和预评价法的耕地整治潜力测算方法[J]. 农业工程学报, 2014, 30(1): 211–218. [Tang X M, Pan Y C, Liu Y, et al. Calculation method of cul-

tivated land consolidation potential based on cultivated land coefficient and pre-evaluation of farmland classification[J].

Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2014, 30(1): 211–218.]

Priorities and modes of land consolidation in the Loess hilly and gully region of China

WANG Dong, CHEN Ying, YANG Runci

(College of Resources and Environmental Sciences, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Scientific and rational prioritization and modes for cultivated land consolidation are important for land remediation in China. At present, most of the research on project priorities mainly considers the implementation of projects and the area of obvious advantage of cultivated land resource endowment. The urgency and intensity of backward areas of cultivated land resources are often ignored. Due to the quality of cultivated land, soil fertility declines and agricultural modernization from rural areas, to a certain extent exacerbated by the trend of abandoned land, these areas urgently need cultivated land consolidation. Here, we give a brief overview of previous research on cultivated land regulation priority. Evaluation indicators for cultivated land comprehensive conditions are established according to the three sides of natural resources, main facilities and engineering conditions, site conditions, taking Maiji as an example. We use comprehensive evaluation coefficients and GIS standards classification to evaluate priorities and analysis modes. Land regulation priority evaluation results show that construction of a hilly-gully land cultivated land comprehensive conditions system is feasible. Under conditions of land comprehensive coefficient and evaluation results, we divided the zone into three classes of priority and general and limited remediation areas. Using factor combination methods, we divided the mode of cultivated land consolidation into three types: earth-banked terrace and economic forest, farmland water conservancy construction and optimization, and road shelterbelt closely woven. Determining the priority and analysis pattern of cultivated land consolidation is conducive to decision-making regarding regional cultivated land regulation and promotion of land-related work.

Key words: cultivated land consolidation; priority; mode; Maiji district; the Loess hilly and gully region