

河北省怀来县宜耕未利用地开发适宜性及生态风险评价

贾启建¹, 何玲^{2,3}

(1. 河北农业大学 农村发展学院, 河北 保定 071000; 2. 河北农业大学 国土资源学院,
河北 保定 071000; 3. 国土资源部 环渤海土地利用 河北沧州野外基地, 河北 沧州 061000)

摘要:未利用地作为重要的耕地后备资源,研究其开发适宜性及开发生态风险是实现土地可持续利用的重要举措,对保障我国粮食安全、实现经济发展和生态文明建设均具有重要意义。在此背景下,以河北省怀来县为例,利用综合指数法对其他草地、裸地和内陆滩涂等未利用土地进行开发适宜性评价及开发生态风险评价,进而解决开发时序之间的权衡问题。研究表明:(1)其他草地宜耕开发可分为3个等级,呈中部高南北低趋势,主要为三级宜耕其他草地,面积为29 027.84 hm²,占全县其他草地面积的59.75%;(2)裸地宜耕开发可分为2个等级,集中分布在县中北部,主要为二级宜耕裸地,面积为1 994.39 hm²,占全县裸地面积的93.35%;(3)内陆滩涂全部为一级适宜性,面积为7 658.19 hm²,分布在县中部官厅水库周围;(4)生态风险区可分为5级,呈两端生态风险高中间生态风险低的格局,主要为高生态风险区,面积为20 975.10 hm²;(5)高生态风险区和中高生态风险区应以生态保护为主,中生态风险区尽量不用作第一开发时序用地,低生态风险区和中低生态风险区可用作首选开发用地。

关键词:未利用地;适宜性评价;生态风险评价;怀来县

中图分类号:F301.2; X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2017)04-0083-06

Arable Land Suitability and Ecological Risk Evaluation for Unutilized Land Resources in Huailai County, Hebei Province

JIA Qijian¹, HE Ling^{2,3}

(1. College of Rural Development, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China;

2. College of Land Resources, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China; 3. Cangzhou Field Research Station of Hebei Land Use of Circum Bohai Sea, Ministry of Land and Resources, Cangzhou, Hebei 061000, China)

Abstract: As an important reserve cultivated land resources, study of unutilized land's development suitability and ecological risk is an important measure to realize sustainable land use, and developing unutilized land is an important action to achieve food security, economic development and ecological civilization. We take Huailai County as a case to study the evaluation on suitability and ecological risk of unutilized land, and then solve the problems of development sequences. The results show that: (1) the arable exploitation suitability of other grassland includes three grades, the most suitability grade is in center of Huailai County and reduces gradually to the north and south sides, and the third grade which is 29 027.84 hm² has the largest areas, and accounts for 59.75% of the total area of other grass land; (2) the distribution range of arable exploitation suitability of bare land is small, it is located in north-central county, and the second grade has the largest areas, it is 1 994.39 hm² and accounts for 93.35% of the total area of bare land; (3) the arable exploitation suitability of inland beach is only one grade, it is 7 658.19 hm² and is located in the middle of the county, around the Guanting Reservoir; (4) there are five grades about ecological risk region, the high ecological risk regions are at both ends of Huailai County and low ecological risk regions are in the middle of the county. The largest region is the highest ecological risk region, it is 20 975.10 hm²; (5) ecological protection should be given priority to high ecological risk region and the high-middle ecological risk region; the middle ecological risk region should not be used as the first development land as far as possible; low ecological risk region and

middle-low ecological risk region can be used as the preferred development land.

Keywords: unutilized land; suitability evaluation; ecological risk evaluation; Huailai County

随着河北省城镇化战略实施以及新农村建设的稳步推进,土地资源合理开发及其可持续利用逐渐成为热点问题,同时因农业结构调整、建设用地占用和灾害损毁等原因,耕地和基本农田保护形势异常严峻。耕地减少势必会影响到粮食安全,进而影响社会稳定和经济发展。为破解国土资源管理中保障发展和保护资源的难题,未利用地将成为统筹经济发展与耕地保护、破解土地供需两难的重要途径。

近年来,在国土资源部门的组织引导下,未利用地开发工作在各地快速推进,对缓解土地供需矛盾,保障经济社会发展起到了积极的作用^[1-3],但在实施过程中也出现了很多的问题:耕地“占优补劣”现象普遍存在;不合理开发导致出现了生态问题,如土地沙化、水土流失及土壤盐渍化等^[4-6]。许多学者对上述问题进行了深入研究,如欧阳志云^[7]、刘忠秀^[8]、张彩霞^[9]等将不同数学模型引入土地评价领域,丰富了土地评价指标体系;张凤荣^[10]、关小克^[11]等从生态安全性角度提升了生态指标在评价指标体系中的比重;韦仕川^[12]、李春越^[13]等从生态安全性、自然适宜性、经济可行性角度构建未利用地宜耕评价指标体系,实现了未利用地宜耕评价与生态学和经济学较好的结合;类淑霞^[14]、袁磊^[15]等从生态安全角度对生态脆弱区宜耕未利用地进行了开发利用评价及潜力分区,拓展了宜耕未利用地的研究领域。然而,由于(1)上述问题的研究对象停留在未利用地整体,尚未对未利用地进行更细致的地类划分,评价指标体系和方法的针对性有待提高;(2)未利用地开发利用是一项综合性的系统工程,涉及地理学、生态学、经济学、农学和计算机科学等学科,当前的未利用地开发利用决策方法尚未做到多学科的有效融合;宜耕未利用地开发利用研究须从二级地类入手,从评价指标体系、开发生态风险体系等角度,利用多学科交叉研究方法,对开发利用目标及其风险进行评估,从而产生最大的经济、社会和生态效益。

在此背景下,本文以河北省怀来县为例,基于多学科交叉研究,采用综合指数法从评价指标体系、开发生态风险角度研究宜耕未利用地开发利用问题,对开发利用风险进行评估,以期有效利用国土资源,积极推进生态文明建设,保障国家粮食安全,缓解国土资源管理中保障发展和保护资源的“双保”压力提供技术和决策支持。

1 研究区概况

怀来县位于张家口市东南部,燕山山脉西南端,冀西北山间盆地地区,地处北纬 $39^{\circ}59'57''$ — $40^{\circ}37'46''$,东经 $115^{\circ}13'54''$ — $115^{\circ}59'43''$ 。怀来县属温带半干旱大陆性季风气候,年平均气温 9.6°C ,年降水总量 370 mm 左右,具有四季分明,光照充足,雨热同季,昼夜温差大等气候特点。该县紧邻北京市,区位优势明显,交通便利,是首都通往西北的锁钥之地,是张家口市通往首都和省会的重要通道。全县总面积 $1\,782\text{ km}^2$,辖6乡11镇、279个行政村,2012年底户籍总人口为35.7万人,未利用地资源共有 $58\,380.66\text{ hm}^2$,涉及地类主要有其他草地、裸地、内陆滩涂三种地类,各地类面积分别为 $48\,586.11\text{ hm}^2$, $2\,136.36\text{ hm}^2$, $7\,658.19\text{ hm}^2$ 。

2 数据与方法

2.1 数据来源

未利用地资源宜耕宜性及生态风险评价涉及生态和经济等多方面的诸多指标,研究数据部分来自180个样点实地调查,部分来自国土、水利、环保等部门。(1)国土资源局:1:1万最新土地利用变更调查成果;1:1万遥感影像;新一轮市乡两级土地利用总体规划;土地整治与基本农田规划;地质灾害防治规划;耕地后备资源调查资料。(2)水利局:水利志;水资源开发利用现状与综合评价;是否限制地下水开采的相关文件。(3)环保局:土壤污染状况调查项目资料;生态环境规划。(4)统计局资料:2014—2015年河北农村统计年鉴。

2.2 研究方法

2.2.1 宜耕未利用地开发适宜性评价方法 (1)未利用地宜耕评价指标体系。根据未利用地自然属性和地表形态对耕地利用的限制,分别对其他草地、裸地和内陆滩涂开展耕地适宜性评价^[16],不同地类选择不同指标体系进行评价,指标选取、指标分值及权重依据特尔斐法确定。特尔斐法是采用背对背的通信方式征询专家小组成员的预测意见,经过几轮征询,使专家小组的预测意见趋于集中,获得高准确率集体判断结果。本文经过开放式首轮调研、评价式第二轮调研、复审式第三轮调研和复核式第四轮调研,确定其他草地评价选取7项指标,裸地选取12项指标,内陆滩涂选取5项指标进行评价,各指标分值及权重见表1—3。

表 1 其他草地宜耕评价指标体系

| 分值 | 海拔 高度/m | 坡度/ (°) | 表土 质地 | 地下水 埋深/m | 地下水矿化 度/(g·L ⁻¹) | 地下水 开采限制 | 植被 覆盖度/% |
|-----|------------|------------|----------|-------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| 100 | 0~500 | 0~6 | 壤土 | 0~50 | 0~1 | 无 | >70 |
| 90 | 0~500 | 0~6 | 黏土 | 0~50 | 0~1 | 无 | 50~70 |
| 80 | 0~500 | 6~15 | 黏土 | 50~100 | 1~2 | 无 | 50~70 |
| 70 | 0~500 | 6~15 | 砂土 | 50~100 | 1~2 | 无 | 30~50 |
| 60 | 500~1000 | 15~25 | 砂土 | 100~200 | 1~2 | 限制 | 30~50 |
| 50 | 500~1000 | 15~25 | 砂土 | 100~200 | 2~5 | 限制 | 10~30 |
| 40 | 500~1000 | 15~25 | 砾质土 | 100~200 | 2~5 | 限制 | 10~30 |
| 30 | 1000~1500 | 15~25 | 砾质土 | >200 | 2~5 | 限制 | 10~30 |
| 20 | 1000~1500 | 25~35 | 砾质土 | >200 | 2~5 | 限制 | 10~30 |
| 10 | >1500 | 25~35 | 砾质土 | >200 | 2~5 | 限制 | 0~10 |
| 0 | >1500 | 25~35 | 砾质土 | >200 | >5 | 禁止 | 0~10 |
| 权重 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.1 |

表 2 裸地宜耕评价指标体系

| 分值 | 海拔 高度/m | 坡度/ (°) | 土层 厚度/cm | 表土 质地 | 砾石 含量/% | 基岩 类型 | 周边土源 类型 | 土源 距离/m | 地下水 埋深/m | 地下水 开采限制 | 可利用 地表水 | 地表水 采用限制 |
|-----|------------|------------|-------------|----------|------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| 100 | 0~500 | 0~6 | >100 | 壤土 | 0~15 | 岩浆岩、花岗片麻岩 | 洪积物 | 0~500 | 0~50 | 无 | 有 | 无 |
| 90 | 0~500 | 0~6 | >100 | 黏土 | 0~15 | 岩浆岩、花岗片麻岩 | 洪积物 | 0~500 | 0~50 | 无 | 有 | 无 |
| 80 | 0~500 | 6~15 | 60~100 | 黏土 | 0~15 | 岩浆岩、花岗片麻岩 | 洪积物 | 500~1000 | 50~100 | 无 | 有 | 无 |
| 70 | 0~500 | 6~15 | 60~100 | 砂土 | 15~30 | 石灰岩 | 洪积物 | 500~1000 | 50~100 | 无 | 有 | 无 |
| 60 | 500~1000 | 15~25 | 30~60 | 砂土 | 15~30 | 石灰岩 | 黄土台 | 1000~2000 | 100~200 | 限制 | 有 | 限制 |
| 50 | 500~1000 | 15~25 | 30~60 | 砂土 | 30~50 | 石灰岩 | 黄土台 | 1000~2000 | 100~200 | 限制 | 有 | 限制 |
| 40 | 500~1000 | 15~25 | <30 | 砾质土 | 30~50 | 其他岩类 | 黄土台 | 2000~3000 | 100~200 | 限制 | 有 | 限制 |
| 30 | 1000~1500 | 15~25 | <30 | 砾质土 | 50~75 | 其他岩类 | 黄土台 | 2000~3000 | >200 | 限制 | 有 | 限制 |
| 20 | 1000~1500 | 25~35 | <30 | 砾质土 | 50~75 | 其他岩类 | 黄土台 | 2000~3000 | >200 | 限制 | 有 | 限制 |
| 10 | >1500 | 25~35 | <30 | 砾质土 | >75 | 其他岩类 | 黄土台 | >3000 | >200 | 限制 | 有 | 限制 |
| 0 | >1500 | 25~35 | <30 | 砾质土 | >75 | 其他岩类 | 黄土台 | >3000 | >200 | 禁止 | 无 | 禁止 |
| 权重 | 0.6 | 0.14 | 0.14 | 0.7 | 0.8 | 0.5 | 0.7 | 0.11 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 0.6 |

表 3 内陆滩涂宜耕评价指标体系

| 分值 | 表土质地 | 砾石含量/% | 土体构型 | 周边土源类型 | 土源距离/m |
|-----|------|--------------|-----------------|--------|-----------|
| 100 | 壤土 | 0~15 | 通体壤,壤/黏/壤 | 洪积物 | 0~500 |
| 90 | 黏土 | 0~15 | 通体黏,黏/砂/黏,黏/黏/砂 | 洪积物 | 0~500 |
| 80 | 黏土 | 0~15 | 通体黏,黏/砂/黏,黏/黏/砂 | 洪积物 | 500~1000 |
| 70 | 砂土 | 15~30 | 砂/黏/砂 | 洪积物 | 500~1000 |
| 60 | 砂土 | 15~30 | 通体砂 | 黄土台 | 1000~2000 |
| 50 | 砂土 | 30~50 | 砂/黏/砂 | 黄土台 | 1000~2000 |
| 40 | 砾质土 | 30~50 | 通体砂,通体砾 | 黄土台 | 2000~3000 |
| 30 | 砾质土 | 50~75(花岗片麻岩) | 通体砂,通体砾 | 黄土台 | 2000~3000 |
| 20 | 砾质土 | 50~75(花岗片麻岩) | 通体砂,通体砾 | 黄土台 | >3000 |
| 10 | 砾质土 | >75(花岗片麻岩) | 通体砂,通体砾 | 黄土台 | >3000 |
| 0 | 砾质土 | >50(其他岩类) | 通体砂,通体砾 | 无 | >3000 |
| 权重 | 0.18 | 0.24 | 0.28 | 0.15 | 0.15 |

(2) 宜耕未利用地开发综合评价方法。根据以上单因子评价及各影响因子权重,进行各指标要素加

权叠加,采用综合指数法^[15-17]计算得到综合分值:

$$H = \sum_{j=1}^n \omega_j f_j \quad (1)$$

式中: H 为综合分值; ω_j 为第 j 个参评因素的权重; f_j 为第 j 个参评因素的质量分值; n 为参评因素总个数。

权重总和为1,综合分值为0~100分,运用 ArcGIS 10.0 自然间断法将综合分值按上述评价体系进行重分类,划分各土地利用方式适宜性等级分值区间,最终得出综合评价结果。

2.2.2 未利用地开发生态风险评价 未利用地开发

表4 生态风险评价指标体系

| 坡度分级 | | 植被覆盖度分级 | | 土层厚度分级 | | 海拔高度分级 | |
|------|---------|---------|---------|--------|-----------|--------|-------------|
| 20分 | <6° | 10分 | ≥70% | 20分 | ≥1 m | 20分 | 0~500 m |
| 40分 | 6°~15° | 30分 | 50%~70% | 40分 | 0.6~1 m | 40分 | 500~1000 m |
| 60分 | 15°~25° | 50分 | 30%~50% | 60分 | 0.3~0.6 m | 60分 | 1000~1500 m |
| 80分 | ≥25° | 70分 | 10%~30% | 80分 | <0.3 m | 80分 | ≥1500 m |
| | | 90分 | <10% | | | | |
| 权重 | 0.3 | | 0.25 | | 0.2 | | 0.25 |

3 结果与分析

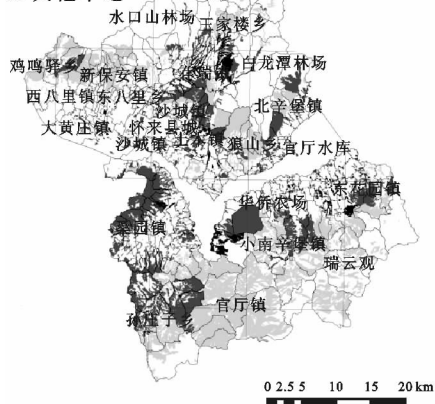
3.1 怀来县宜耕评价结果概述

根据测算结果,怀来县其他草地宜耕性可以划分为3个等级, H 值 ≥ 81 分为一级,58~81分为二级, <58 分为三级;裸地宜耕性分为2个等级, H 值 ≥ 58 分为一级, <58 分为二级;内陆滩涂宜耕评价单元综合分值差异较小,适宜性等级全部为一级。

表5 怀来县各地类未利用地资源宜耕评价结果

| 级别 | 其他草地 | | 裸地 | | 内陆滩涂 | |
|----|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|
| | 面积/hm ² | 比例/% | 面积/hm ² | 比例/% | 面积/hm ² | 比例/% |
| 一级 | 2020.18 | 4.15 | 141.97 | 6.65 | 7658.19 | 100.00 |
| 二级 | 17538.09 | 36.10 | 1994.39 | 93.35 | 0 | 0 |
| 三级 | 29027.84 | 59.75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 总计 | 48586.11 | 100.00 | 2136.36 | 100.00 | 7658.19 | 100.00 |

A 其他草地



B 裸地



C 内陆滩涂



图1 怀来县未利用地宜耕评价等级

在怀来县其他草地资源中,三级宜耕类型面积最大,一级宜耕面积最小(表5,图1A)。从空间布局上看,一级宜耕其他草地资源主要分布在怀来县中部区域,分布零散,面积为2 020.18 hm²;二级宜耕其他草地分布较均匀,主要位于中部区域,主要包括东花园镇、孙庄子乡、小南辛堡镇等镇,面积为17 538.09 hm²,占全县其他草地总面积的36.10%;三级宜耕其他草地主要分布在县域南部山地丘陵区,面积为

生态风险评价是利用土地科学、环境学、生态学、地理学、生物学等多学科综合知识,采用量化分析技术手段预测、分析和评价将要进行的未利用地开发生态系统及其组分可能造成的损伤,因而在确定评价指标时既要考虑未利用地特点,又要充分利用周边环境。本文结合未利用地开发生态风险评价特点,从坡度、植被覆盖度、土层厚度和海拔高度入手,不分地类构建评价指标体系(表4)。指标选取、指标分值及权重依据特尔斐法确定,评价过程采用综合指数法。

29 027.84 hm²,占全县其他草地面积的59.75%。

怀来县裸地宜耕分布范围较小。裸地资源中,一级宜耕裸地主要分布在怀来县北部,分布零散,主要涉及北辛堡镇、鸡鸣驿乡等乡镇,面积为141.97 hm²,占全县裸地面积的6.65%;二级宜耕裸地位于县中北部,主要包括北辛堡镇、新保安镇等乡镇,面积为1 994.39 hm²,占全县裸地面积的93.35%(表5,图1B)。裸地开发利用难度较大,需利用周边客土及

可用水源,采取工程措施,实施土地整治和土地开发整理,增加耕地后备资源,提升耕地质量。

怀来县内陆滩涂全部为一级适宜性,面积为 7 658. 19 hm²;主要分布在怀来县中部官厅水库周围区域,分布集中,主要涉及桑园镇、沙城镇、小南辛堡镇等乡镇(表 5,图 1C)。怀来县内陆滩涂分布集中、开发潜力大,是重要的后备耕地资源。围垦内陆滩涂造田,扩大耕地面积,利于土地占补平衡。围垦后的内陆滩涂多为盐碱地,改造

成耕地需要大量淡水冲洗才可用于种植,怀来县内陆滩涂紧邻官厅水库,为开垦创造了便利条件。

3.2 怀来县未利用地开发生态风险评价

根据生态风险估算结果,将怀来县分为高生态风险区、中高生态风险区、中生态风险区、中低生态风险区和低生态风险区。其中,高生态风险区不进行各种用途开发,其他生态风险区可依据实际情况用作耕地、林地、牧草地或保持现状地类。

表 6 怀来县各地类未利用地资源生态风险评价结果 hm²

| 风险等别 | 其他草地 | | | 裸地 | | 内陆滩涂 | 总计 |
|---------|----------|-----------|-----------|---------|----------|----------|-----------|
| | 一级宜耕面积 | 二级宜耕面积 | 三级宜耕面积 | 一级宜耕面积 | 二级宜耕面积 | 一级宜耕面积 | |
| 低生态风险区 | 2020. 18 | 4253. 21 | 2293. 29 | 67. 14 | 0 | 0 | 8633. 82 |
| 中低生态风险区 | 0 | 3014. 13 | 1415. 32 | 3. 55 | 0 | 0 | 4432. 99 |
| 中生态风险区 | 0 | 3087. 68 | 6485. 41 | 71. 28 | 96. 18 | 7658. 19 | 17398. 74 |
| 中高生态风险区 | 0 | 2014. 74 | 4498. 79 | 0 | 426. 48 | 0 | 6940. 00 |
| 高生态风险区 | 0 | 5168. 33 | 14335. 02 | 0 | 1471. 74 | 0 | 20975. 10 |
| 总计 | 2020. 19 | 17538. 09 | 29027. 84 | 141. 97 | 1994. 39 | 7658. 19 | 58380. 66 |

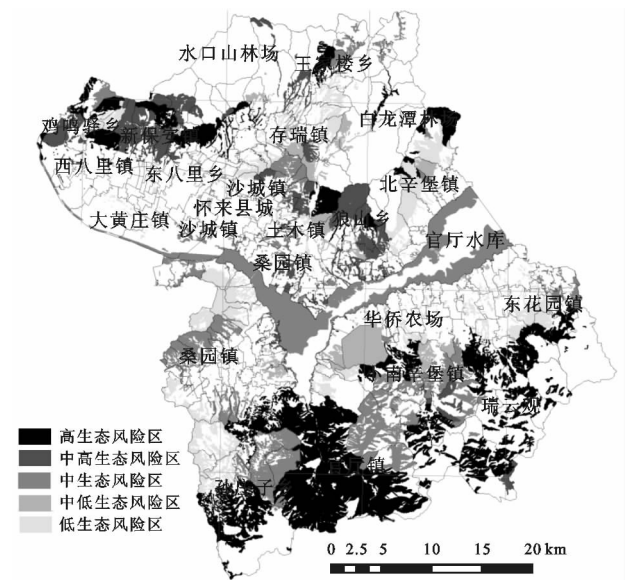


图 2 怀来县未利用地资源生态风险评价等级

测算结果表明,怀来县未利用地资源中,高生态风险区分布最广,中低生态风险区面积较小。低生态风险区、中低生态风险区、中生态风险区、中高生态风险区和高生态风险区的面积分别为 8 633. 82, 4 432. 99, 17 398. 74, 6 940. 00, 20 975. 10 hm²,分别占全县未利用地资源 14. 79%, 7. 59%, 29. 80%, 11. 89%与 35. 93%(表 6,图 2)。

怀来县未利用地生态风险呈现南北高中部相对较低的空间格局。高生态风险区主要分布在县域南部和北部地区;土地类型主要是其他草地,部分裸地,没有内陆滩涂。其中,其他草地主要为三级宜耕类别,面积为 14 335. 02 hm²,占高生态风险区面积的

68. 34%,有部分二级宜耕其他草地,没有一级宜耕用地类别。高生态风险区中的裸地全部为二级宜耕类别,占高生态风险区面积的 7. 02%。中高生态风险区主要分布在县域北部地区,土地类型主要是三级、二级宜耕其他草地和二级宜耕裸地,没有内陆滩涂。人类的开发活动会加剧对高生态风险区和中高生态风险区的生态环境破坏,不可用作第一开发时序用地或可适当开发为林地等生态服务价值较高的地类;该区域应以生态保护为主导,建立严格的生态环境保护制度和长效生态补偿机制,实施环境保护与生态治理,全面推进水土流失防治和环境绿化工作。

中生态风险区在全县各处均有分布,土地类型主要是全部内陆滩涂和其他草地,有少部分裸地。其中,内陆滩涂占中生态风险区面积的 44. 02%;其他草地主要为三级宜耕类别,面积为 6 485. 41 hm²,占中生态风险区面积的 37. 28%,二级宜耕其他草地占中生态风险区面积的 17. 75%,没有一级宜耕用地类别。中生态风险区中的裸地面积较少,一、二级宜耕裸地面积分别为 71. 28 hm², 96. 18 hm²。该区域中的开发活动会对生态环境产生影响,尽量不用作第一开发时序用地;也可通过客土法开发为耕地用地类型。

低生态风险区主要分布在县中部和北部,土地类型主要是其他草地,有少部分裸地,没有内陆滩涂。其他草地中,一级宜耕类别全部处于低生态风险区,占该区域面积的 23. 40%;二级宜耕类别面积大,分布广,占该区域面积的 49. 26%;三级宜耕类别占该区域面积的 26. 56%。低生态风险区中一级宜耕裸地面积为 67. 14

hm², 占总一级宜耕裸地的 47.29%。中低生态风险区主要分布在县中部与北部, 土地类型主要是其他草地。其中, 二级宜耕其他草地面积最大为 3 014.13 hm², 占中低生态风险区面积的 67.99%; 三级宜耕其他草地面积为 1 415.32 hm², 占该区域面积的 31.93%。中低生态风险区中裸地面积少, 仅有 3.55 hm²。低生态风险区和中低生态风险区内土地开发条件好, 可用作首选开发用地; 该区域宜采取工程措施, 实施土地开发整理工程, 增加耕地后备资源。

4 结论与讨论

(1) 其他草地宜耕开发分为 3 个等级, 呈中部高南北低趋势, 县域中部其他草地是首选开发时序用地; (2) 裸地宜耕宜耕开发分为 2 个等级, 主要位于县中北部, 可利用周边客土及可用水源, 采取工程措施, 适时增加耕地; (3) 内陆滩涂全部为一级适宜性, 集中分布在怀来县中部官厅水库周围区域, 可通过围垦适时增加耕地; (4) 各地类开发存在 5 级生态风险, 分别为高生态风险区、中高生态风险区、中生态风险区、中低生态风险区和低生态风险区, 总体呈两端生态风险高中间生态风险低的格局; (5) 高生态风险区和中高生态风险区应减少人类开发利用活动, 以生态保护为主, 仅用于最后开发时序用地; 中生态风险区可用于以耕地占补平衡为目的的第二开发时序用地; 低生态风险区和中低生态风险区可通过土地整治途径用作首选开发时序用地。

未利用地多宜性评价与分区方法在河北省怀来县进行样点试验, 并在河北省张北县、沽源县和阜平县等 12 县进行推广验证, 为国土资源部门缓解土地供需矛盾、保障经济社会发展提供了有效方法。未利用地适宜性评价和生态风险评价指标多年变化幅度不大, 具有较高稳定性, 因此在研究过程中只选取了 2014 年调研数据, 随着研究精度提高和技术进步, 今后可对研究区进行跟踪调查, 丰富和提高研究成果精度。

参考文献:

- [1] 党丽娟, 徐勇, 汤青, 等. 广西西江沿岸后备适宜建设用地的潜力及空间分布[J]. 自然资源学报, 2014, 29(3): 387-397.
- [2] 魏海, 秦博, 彭建, 等. 基于 GRNN 模型与邻域计算的低

丘缓坡综合开发适宜性评价: 以乌蒙山集中连片特殊困难片区为例[J]. 地理研究, 2014, 33(5): 831-841.

- [3] 唐常春, 孙威. 长江流域国土空间开发适宜性综合评价[J]. 地理学报, 2012, 67(12): 1587-1598.
- [4] 李猷, 王仰麟, 彭建, 等. 基于景观生态的城市土地开发适宜性评价: 以丹东市为例[J]. 生态学报, 2010, 30(8): 2141-2150.
- [5] 类淑霞, 郝晋珉, 王丽敏. 生态脆弱区宜耕未利用土地开发适宜性评价: 以山西省大同市为例[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(6): 1417-1423.
- [6] 韦仕川, 吴次芳, 杨杨. 黄河三角洲未利用地适宜性评价的资源开发模式: 以山东省东营市为例[J]. 中国土地科学, 2013, 27(1): 55-60.
- [7] 欧阳志云, 王如松, 符贵南. 生态位适宜度模型及其在土地利用适宜性评价中的应用[J]. 生态学报, 1996, 16(2): 113-120.
- [8] 刘忠秀, 谢爱良. 区域多目标土地适宜性评价研究: 以临沂市为例[J]. 水土保持研究, 2008, 15(1): 176-178, 181.
- [9] 张彩霞, 许丽, 周心澄. 阜新矿区煤矸石山植被恢复土地适宜性评价[J]. 水土保持研究, 2007, 14(3): 246-248.
- [10] 张凤荣, 郭力娜, 关小克, 等. 生态安全观下耕地后备资源评价指标体系探讨[J]. 中国土地科学, 2009, 23(9): 4-8, 14.
- [11] 关小克, 张凤荣, 郭力娜, 等. 北京市耕地多目标适宜性评价及空间布局研究[J]. 资源科学, 2010, 32(3): 580-587.
- [12] 韦仕川, 刘勇, 栾乔林, 等. 基于生态安全的黄河三角洲未利用地开垦潜力评价[J]. 农业工程学报, 2013, 29(22): 244-251.
- [13] 李春越, 谢永生. 黄土高原土地资源生态经济适宜性评价指标体系初步研究[J]. 水土保持通报, 2005, 25(2): 53-56.
- [14] 类淑霞, 郝晋珉, 王丽敏. 生态脆弱区宜耕未利用土地开发适宜性评价: 以山西省大同市为例[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(6): 1417-1423.
- [15] 袁磊, 赵俊三, 李红波, 等. 云南山区宜耕未利用地开发适宜性评价与潜力分区[J]. 农业工程学报, 2013, 29(16): 229-237.
- [16] 中华人民共和国质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 土地利用现状分类[S]. GB/T 21010—2007.
- [17] 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.