

王晓晴,牛志君,康 薇,等. 山地丘陵区未利用地生态风险评价及开发工程匹配——以河北省怀来县为例[J]. 江苏农业科学,2018,46(22):301-306. doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.22.070

山地丘陵区未利用地生态风险评价及开发工程匹配 ——以河北省怀来县为例

王晓晴¹,牛志君¹,康 薇¹,张立强²,张俊梅²

(1. 河北农业大学资源与环境科学学院,河北保定 071000; 2. 河北农业大学国土资源学院,河北保定 071000)

摘要:开发利用未利用地资源可以对有效利用国土资源,积极推进生态文明建设,切实保障国家粮食安全起到关键性的作用。首先对山地丘陵区未利用地进行要素特征分析和开发利用分类,并运用 ArcGIS 10.2 对怀来县未利用地资源进行生态风险评价,在此基础上针对不同生态风险条件提出相应开发工程配套措施。结果表明,怀来县未利用地生态风险 1 级、2 级、3 级的面积分别为 7 081.33、21 008.18、30 316.80 hm², 占全县未利用地总面积比例分别为 12.12%、35.97%、51.91%。生态风险较高的区域坡度较大,有效土层厚度偏薄,易发生水土流失、干旱等生态风险,故开发时尤其要注重其生态效益,根据实地情况配合石坎梯田、引水工程、生物护坡等工程进行开发。该研究结果为今后高效、合理地开发利用未利用地资源和保护生态环境提供了科学依据。

关键词:未利用地;开发利用;分类;生态风险;山地丘陵区

中图分类号: F301.24 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)22-0301-05

当前,河北省正处在工业化、城镇化快速发展的关键时期,经济发展和城市化建设迅猛,要求持续增加建设用地。这使资源与环境的矛盾日趋严峻,生态环境持续恶化,保障经济发展与保护耕地红线的“双保”压力不断增大。为破解国土资源管理中保障发展和保护资源的“两难”问题,拓展城乡用地空间,保护耕地,应积极引导开发使用未利用地。近年来,在国土资源部的组织引导下,未利用地开发工作在河北省各地快速推进,对缓解土地供需矛盾,保障耕地占补平衡和总量动态平衡,保障经济社会发展,推进河北沿海经济社会发展强省建设起到了积极作用,但在实施过程中也出现了很多的问题:由于缺少相应理论方法指导,导致补充耕地的质量难以保障;同时引发了一些生态问题,如土地沙化、水土流失、土壤盐渍化等。上述问题的出现,主要是由于缺乏一套系统的、精准的未利用地调查评价及影响评估的理论和方法体系。其中,未利用地的系统分类和适宜性评价是关键。一方面,虽然许多学者已经对未利用地开发适宜性评价及潜力评价方面做了大量研究,很多地区在未利用地开发实践中也进行了许多有益的探索和尝试,但大多注重分析土地的自然属性,或从方便农业生产的角度分析少量的区位因素,而较少系统地分析经济条件、社会因素等对未利用地开发的影响^[1-3]。另一方面,目前我国土地的利用管理的基础是土地利用现状分类体系,该体系的依据是土地的用途、经营特点、利用方式、覆盖特征^[4-6]。对于未利用地的开发利用而言,其开发利用方向未

定,此种分类方法概括性较强,无法为未利用地的精准开发利用提供服务。

因此,为严格保护耕地红线,有效利用国土资源,科学实施国土综合整治,积极推进生态文明建设,切实保障国家粮食安全,本研究以未利用地开发利用分类为突破口,以适宜性评价为依据,以生态风险防护为导向,以匹配工程为保障,以期对未来土地开发利用方向以及开发利用工程改造提供理论基础,为拓展城乡建设用地新空间提供新的突破口,为缓解国土资源管理中的保障发展和保护资源的“双保”压力提供技术和决策支持。

1 研究区概况和数据来源

1.1 研究区概况

河北省怀来县属于大陆性季风型气候,地形地貌特点南北高、中间低,呈现复杂多样的态势,分布有山地、丘陵、盆地、河川平原等,中间有官厅水库,形成两山夹一川的地形。该县地处冀西北间山盆地雨影区,降水稀少,天气干旱,生态环境敏感脆弱;地处北京上风上水,担负北京的生态屏障作用,这也制约了县域经济社会的可持续发展。河北省怀来县山地丘陵较多,土地承载能力低,黄土覆盖深厚,加上山地坡度大,水土流失较为严重,造成植被成活率较低;且该县未利用土地较多,共有 58 406.30 hm², 占全县土地总面积的 32.43%,开发潜力巨大。未来几十年将是怀来县快速发展时期,城市建设、工业发展等均需要大量的后备土地资源,因此这些未利用地是否能够有效开发将成为未来发展的关键因素。

1.2 数据来源

本研究所采用的基础数据主要来源是怀来县 2015 年土地利用现状图,高程数据为地理空间数据云下载的数字高程模型(digital elevation model,简称 DEM)数据(数据空间分辨率为 30 m × 30 m),植被覆盖度来源于归一化植被指数(normalized difference vegetation index,简称 NDVI)数据,以及

收稿日期:2017-06-20

基金项目:国土资源部公益性行业科研专项(编号:201311060);河北省科技支撑计划(编号:132276329)。

作者简介:王晓晴(1994—),女,河北沧州人,硕士,主要从事土壤与土地持续利用研究。E-mail:594585904@qq.com。

通信作者:张俊梅,硕士,教授,主要从事土地资源研究。E-mail:460590661@qq.com。

实地调查等数据,数据详实可靠。

2 研究方法

2.1 研究思路

本研究对山地丘陵区的未利用地进行要素特征分析,并结合开发利用限制因素及匹配工程类型对未利用地进行开发利用分类;针对特定开发利用方向,对区域内未利用地资源进行生态风险评价,并针对不同生态风险条件提出有针对性的开发工程配套措施,为高效、合理利用未利用地资源和生态环境保护提供依据。

2.2 未利用地开发利用分类

未利用地是指未施加人类影响、未被利用的土地,是除建设用地、农用地以外的土地;分为荒草地、盐碱地、沙地、裸地、滩涂等,此分类(称作现状分类)体系仅能反映地表状况,含义具有具有一定的概括性,无法根据未利用地的现状分类确定其开发方向及工程。因此,需要针对未利用地所处的自然条件和自身属性,结合开发方向和工程改造因素,进行未利用地开发利用分类(称为利用分类),为未利用地向精准开发迈进一步。

未利用地开发利用分类以未利用地开发利用方向确定和工程匹配为目的,所以未利用地自然条件和工程改造因素是未利用地分类的主要考虑因素,主要分为气象、地形、地貌、土壤、水文、植被等大类。在综合分析众多未利用地开发条件的同时,正确识别未利用地开发的主导因素尤为重要。

山地丘陵区地形起伏较大,未利用地一般土层较薄,具有相对较大的坡度,土壤植被状况受基岩类型影响较大,不同的基岩类型风化程度、风化层厚度、风化土壤中的养分含量差异较大,且植被覆盖情况也有很大不同。同时此区未利用地开发时一般受水源影响很大,水源保证程度决定了开发的难易程度和成本。因此本区在进行未利用地分类时选择基岩类型、坡度、土层厚度、水源情况这 4 个因素作为主要的分类因素。根据怀来县实地调查结果,结合专家判断,上述 4 个因素类型情况的分类情况如表 1 所示。

依据上述主要分类因素排列组合法进行类别划分,按照连续命名法进行命名,后面加“型”字。山地丘陵区共 4 个主要分类因素,故设 4 个字段,4 个字段依次说明“基岩类型”“坡度”“土层厚度”和“水源状况”,具体为各分类因素的其中 1 个类型,以其相应的字段名称(表 1)表示。如某块未利用地,其基岩类型为片麻岩,坡度 15°~20°,土层厚度小于 40 cm,水源状况为充分保障,则将此类命名为“片麻岩中陡坡中层富水型”,依此类推。

2.3 山地丘陵区未利用地开发生态风险评价

未利用地开发会对区域地形、土壤、水环境及生物多样性产生重要影响,进而影响到区域生态系统的结构和功能,引发生态风险^[7-8]。明确未利用地开发生态风险主导因子,评价其开发生态风险级别,并匹配相应的工程措施防范生态风险,对科学开发未利用地、保障区域资源环境的可持续发展具有重要的意义。

2.3.1 山地丘陵区主要生态风险状况 山地丘陵区地形起伏较大,未利用地一般土层较薄,具有相对较大的坡度,土壤植被状况受基岩类型影响较大,不同的基岩类型其风化程度、

表 1 山地丘陵区主要分类因素类型

类型区	分类因素	因素类型	字段名称
山地丘陵区	基岩类型	片麻岩	片麻岩
		花岗岩	花岗岩
		砂岩	砂岩
		石灰岩	石灰岩
		角岩	角岩
		砾岩	砾岩
	坡度	<3°	缓坡
		3°~<15°	中缓坡
		15°~25°	中陡坡
		>25°	陡坡
	土层厚度	>50 cm	厚层
		20~50 cm	中层
		<20 cm	薄层
	水源状况	充分保障	富水
		基本保障	少水
		一般保障	缺水

风化层厚度及风化土壤中的养分含量差异较大,且植被覆盖情况也有很大不同^[9-12]。受降水、地面稳固程度及土层厚度和植被状况的影响,本区容易发生水土流失、干旱和生物多样性等生态风险。

2.3.2 生态风险类型分级

2.3.2.1 水土流失 水土流失生态风险受坡度影响很大,一般坡度越大,发生水土流失的风险也越大;同时水土流失与地面的稳固程度有很大关系,一般土壤紧实、植被覆盖度好的地方,地面相对较稳固,其抵抗降雨侵蚀、保持土壤的能力相对较强,发生水土流失的风险相对更低。

根据怀来县实地调查情况,选择坡度和地面稳固度来计算水土流失风险的大小。其中地面稳固度与基岩类型、地面物质组成、指标覆盖状况等有密切的关系。水土流失生态风险可用如下公式进行计算^[13-15]。

$$W = S \times R。$$
 (1)

式中:W 代表水土流失的风险;S 表示坡度;R 为地面稳固度,表征地表物质抵抗水力冲刷的程度;地面稳固度分为 3 级,最稳固为 1 级,最不稳固为 3 级。

根据实地调查结果,将山地丘陵区的水土流失生态风险等级划分为 3 级,其中 1 级风险相对较低,3 级风险较高(表 2)。

2.3.2.2 生物多样性 生物多样性指在一定时间、地区内所有生物物种及其遗传变异和生态系统的复杂性总称。根据调查,动物、微生物的多样性与植被多样性具有很大的相关性,因此选择植被覆盖度与植被种类数作为表征生物多样性风险的指标。一般植被覆盖度越高,植被种类数越多,生物多样性风险越小^[16]。利用植被覆盖度和植被种类数来表征生物多样性风险的计算公式如下:

$$SW = 1 / (P \times N)。$$
 (2)

式中:SW 代表生物多样性风险;P 表示植被覆盖度大小;N 表示植被种类数,分为 3 级,乔灌组合为 1 级,草灌组合为 2 级,草本为 3 级。

根据调查结果,将生物多样性风险划为 3 级(表 2),用植被状况表示,S1 级代表风险最低,S3 级表示风险最高。

2.3.2.3 干旱 根据调查结果,山地丘陵区干旱生态风险与

表 2 山地丘陵区生态风险分级

级别	土层厚度	水土流失	植被状况
S1	>50 cm	坡度一般低于 15°, 地面稳固度高, 地表物质组成复杂, 紧实度高, 抵抗水力侵蚀能力较高	植被主要类型为乔灌组合, 植被种类数大于 9, 植被覆盖度大于 70%
S2	20~50 cm	坡度为 15°~25°, 地面稳固度一般, 地表物质组成较简单, 紧实度一般, 抵抗水力侵蚀的能力一般	植被主要类型为草灌, 植被种类数为 5~8 种, 植被覆盖度为 50%~70%
S3	<20 cm	坡度大于 25°, 地面稳固度较差, 地表物质组成简单, 紧实度低, 抵抗水力侵蚀的能力差	植被主要类型为草本, 种类数小于 5 种, 植被覆盖度小于 50%

土层厚度具有很大相关性, 一般土层厚度较厚的地区, 干旱的生态风险相对较小, 植被较茂盛, 而土层较薄的地区, 干旱的生态风险相对较大。

根据调查结果, 将土层厚度分为 3 级, 土层厚度大于 50 cm 的为 S1 级, 此级干旱风险相对较小; 在 20~50 cm 的为 S2 级; 小于 20 cm 的为 S3 级, 此级干旱风险最大。

2.3.3 生态风险评价 山地丘陵区某地块生态风险是该地块上述 3 种生态风险的总体反映。本研究采用以下方法确定各地块的生态风险等级^[17-19]。此方法共分 2 步。第 1 步: 采用因素加法和初步确定生态风险等级。(1) 将某地块水土流失、植被状况/土层厚度这 3 个因素根据所属等级分别赋予相应的等级数字, 如某地块水土流失、植被状况、土层厚度的风险等级分别为 S3 级、S2 级、S3 级, 则将其赋予数字 3、2、3。(2) 将该地块的上述 3 个因素等级数字相加, 作为总风险等

级评价依据。如上述地块风险等级加和为 8。(3) 根据 3 个风险等级加和结果初步划分该地块的生态风险等级。根据排列组合原则, 3 个因素加和后会得到 3、4、5、6、7、8、9 共 7 个数字。结合评价结果和实际情况, 定为指数值 3、4 为 1 级, 指数值 5、6 为 2 级, 指数值 7、8、9 为 3 级。第 2 步, 采用限制因子法对初步划分结果进行调整。上述 3 个生态风险中, 如果某 1 个生态风险达到 3 级, 即最大生态风险, 即使其他 2 个生态风险程度相对较低, 也应将其综合生态风险划分为高等级。即只要 3 个生态风险因子中有 1 个生态风险等级为 3, 则其总生态风险等级调整为 3 级。因此, 原本加和等于 5 的组合 (1、1、3)、(1、3、1)、(3、1、1) 及加和等于 6 的组合 (1、2、3)、(1、3、2)、(3、2、1)、(3、1、2)、(2、1、3)、(2、3、1) 均调整至 3 级。最终, 山地丘陵区总生态风险等级对应各生态风险等级组合如表 3 所示。

表 3 山地丘陵区总生态风险等级对应各生态风险等级组合

总生态风险级别	对应 3 种生态风险因子(水土流失、植被状况、土层厚度)等级组合
1 级	(1、1、1)、(1、2、1)、(2、1、1)、(1、1、2)
2 级	(2、2、1)、(1、2、2)、(2、1、2)、(2、2、2)
3 级	(2、2、3)、(2、3、2)、(3、2、2)、(1、1、3)、(1、3、1)、(3、1、1)、(1、2、3)、(1、3、2)、(3、2、1)、(3、1、2)、(2、1、3)、(2、3、1)、(1、3、3)、(3、3、1)、(3、1、3)、(2、3、3)、(3、2、3)、(3、3、2)、(3、3、3)

3 结果与分析

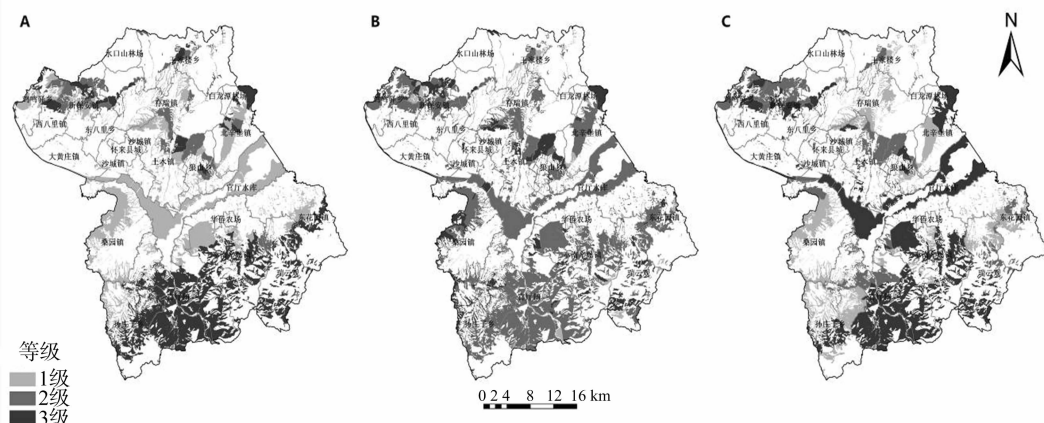
3.1 未利用地开发生态风险评价结果

根据上述生态风险因子分级标准及评价方法, 借助 ArcGIS 10.2 软件, 对怀来县未利用地进行各因子生态风险等级划分, 具体分布情况见图 1。

由图 1 可知, 怀来县南部未利用地极易出现水土流失状况, 坡度较大, 土层厚度较薄, 开发时限制较多。将怀来县未利

用地的生态风险等级别划分为 3 个等级, 即 1 级、2 级、3 级, 其中 1 级生态风险最低, 3 级生态风险最高, 具体分布情况见图 2。

怀来县各乡镇均有未利用地资源分布, 涉及地类主要有草地、裸地、内陆滩涂、沙地这 4 种地类, 各地类面积分别为 49 208.59、1 513.88、7 658.19、25.64 hm²。其中草地所占比例最大, 为全县未利用地面积的 84.25%, 沙地的分布面积最少, 仅占 0.04%。根据评价结果和图 2 可知, 怀来县未利用地生态风险评价结果划分为 3 个等级, 1 级、2 级、3 级生态风



A—水土流失; B—生物多样性; C—干旱
图1 怀来县未利用地各生态风险因子分级

险的面积分别为 7 081.33、21 008.18、30 316.80 hm², 占全县未利用地总面积的比例分别为 12.12%、35.97%、51.91%。生态风险等级较低的未利用地主要分布在县域中西部的桑园镇和东北部的北辛堡镇以及存瑞镇地区, 这些区域坡度较小、植被状况良好、有效土层偏厚, 合理开发利用时发生生态风险的可能性偏低; 生态风险中等的未利用地在该县各个乡镇均有分布, 以官厅水库分布最多, 占地面积高达 7 438.27 hm²; 而生态风险较高的地区主要集中在该县南部的小南辛堡镇和官厅镇等乡镇, 这些区域坡度较大, 有效土层厚度偏薄, 易发生水土流失和干旱等生态风险, 故开发时尤其要注重其生态效益。

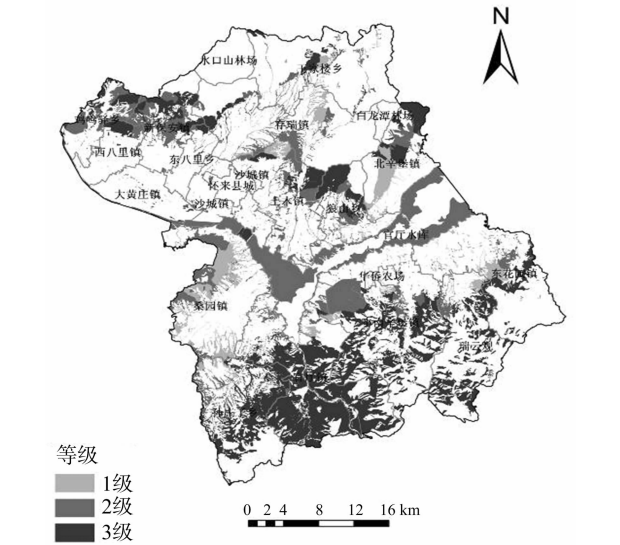


图2 怀来县未利用地资源生态风险评价分等布局

3.2 不同生态风险因子整治工程匹配

山地丘陵区未利用地开发时, 要同时考虑开发地块和其周边可利用的资源条件, 针对不同的生态风险因子等级及周边可供利用的生态资源和环境, 结合工程类型的特点, 确定工程类型。例如, 水土流失风险较大地块, 一般情况下坡度相对较大, 地面稳固度较低, 植被也较差, 开发工程就需要梯田砌石护坡、生物护坡、客土、引水这 4 种措施组合。这种情况下

实施工程, 要根据该类工程组合的需要调查该地块附近砌石、土源、水源、植物等资源的可利用程度。这些资源可供利用的程度越高, 实施工程越能达到高标准水平, 工程实施后生态风险越小。因此, 需要综合考虑原地块生态风险与该地块周边可利用的生态资源情况, 区分出工程实施后的生态风险等级。

根据调查分析和总结, 将山地丘陵区工程实施后的生态风险分为 2 级。1 级为低生态风险级别, 主要特征: 坡度一般低于 15°, 地面稳固度高, 地表物质紧实度高, 抵抗水力侵蚀的能力较高; 植被主要类型为乔灌组合, 植被种类数大于 9, 植被覆盖度大于 70%; 有效土层厚度大于 50 cm。2 级为中风险级别, 主要特征: 坡度为 15°~25°, 地面稳固度一般, 地表物质组成较简单, 紧实度一般, 抵抗水力侵蚀的能力一般。植被主要类型为草灌, 植被种类数为 5~8 种, 植被覆盖度处于 50%~70% 之间, 土层厚度在 20~50 cm。

工程实施后的目标风险等级与原风险等级及周边环境有密切关系。不同生态风险因子开发匹配工程及其所需周边环境如表 4 所示。根据自身风险等级及周边环境状况判断所需工程及开发后风险等级。以水土流失举例说明, 假设某地块原水土流失等级为 3 级, 周边环境为地下水埋深 100~200 m, 土源距离 2~5 km, 距地表水源有一定距离。此时因地下水埋深相对较深, 土源距离较远, 地表水引水不太方便, 因此可以将水土流失风险目标等级定为 2 级, 即开发完成后为中生态风险, 开发工程为石坎梯田和引水工程。同样地块, 假设周边环境变为土源距离小于 2 km, 地下水埋深浅 0~100 m, 地表水丰富, 距地表水源地近, 交通便利, 这时应将风险目标等级定为 1 级, 即低风险, 开发工程选择混凝土梯田、生物护坡、引水工程。未利用地开发时如果周边条件满足开发为 1 级生态风险级别, 则不能开发为 2 级生态风险级别。

工程实施后的生态风险级别须按照最小因子法则, 将各项工程中生态风险目标级别最差的作为实施工程后的生态风险级别。即如果某地块水土流失、植被状况、土层厚度 3 个生态风险因素工程实施后有一个因素风险等级为 2 级, 则此地块开发后的风险等级为 2 级。

表 4 山地丘陵区不同生态风险因子整治工程匹配

风险因子	原风险级别	目标级别	工程类型	需要周边环境
水土流失	S3	S2	石坎梯田、引水工程	土源距离 2~5 km, 距地表水源有一定距离; 交通便利
		S1	混凝土梯田、生物护坡、引水工程	土源距离 < 2 km, 地下水埋深浅 0~100 m; 地表水丰富; 交通便利; 距地表水源地近; 地下水或地表水无开采限制
	S2	S1	石坎梯田, 生物护坡	土源距离 < 2 km, 地下水埋深浅 0~100 m; 地表水丰富; 距地表水源地近; 地下水或地表水无开采限制
植被状况	S3	S2	利用边角地植草造林、土壤改良	土源距离 2~5 km, 地下水埋深 100~200 m; 有一定的地表水
		S1	生物护坡、生态道路、生态沟渠、利用边角地植草造林、节水灌溉、土壤改良	土源距离 < 2 km, 地下水埋深浅 0~100 m; 地表水丰富; 土源土质较好, 有机质含量高
	S2	S1	土壤改良、生态道路、生态沟渠、利用边角地植草造林、节水灌溉	土源距离 < 2 km, 地下水埋深浅 0~100 m; 地表水丰富; 土源土质较好
土层厚度	S3	S2	深翻耕、土地平整	基岩类型为片麻岩或其他易风化岩类, 交通便利
		S1	深翻耕、客土、土地平整	土源距离 < 2 km, 土源土量丰富, 交通便利
	S2	S1	深翻耕、客土	土源距离 < 2 km, 土源土量丰富, 交通便利

3.3 未利用地开发利用匹配工程

为科学快捷地匹配未利用地开发工程, 实现未利用地精

准开发, 在对未利用地开发利用分类和适宜性评价的基础上, 针对不同类型区未利用地开发主导影响因素及其分级类型,

结合开发易引发的生态风险类型及生态脆弱因子,提出未利用地开发的主要工程措施,如表 5 所示。

本研究中建议匹配的工程及其标准较传统工程更注重开发易引发生态风险降低,在山地丘陵区可有效防止水土流失、干旱、土壤沙化等生态风险。首先对未利用地进行开发利用分类,根据分类名称,就可以知道未利用地所处的状况,然后根据未利用地所处的条件,进行需求分析,匹配工程。如山地丘陵区的基岩类型若是“片麻岩”,说明基岩风化强烈,风化层较厚,可形成较厚土层,因此在利用时,可进行深翻耕,若坡度较大,需进行护坡处理,因此若是片麻岩基岩,则建议工程为“深翻耕”;若是“花岗岩”,则此类基岩风化程度较低,风化

层较薄,所形成土层薄,沙性强,植被覆盖较少,需加适量客土才能开发利用,同时需进行黏土土壤改良,或增施有机质进行改良,因此若是“花岗岩”,建议工程为“覆客土”“施用有机肥”;而若是“石灰岩”,说明其基岩风化层薄,风化物黏重,营养元素少,基本无植被覆盖,需大量客土才能开发利用,同时需增施有机肥,进行土壤改良。因此若是“石灰岩”,建议工程为“覆客土”“施用有机肥”。其他依此类推。

工程速查表使用时可根据未利用地利用分类的类型,通过查找对应影响因素的分级类型,找出需要的工程,然后进行组合使用即可。

表 5 未利用地开发利用类型与工程匹配

地貌类型	生态风险类型	开发利用分类主导因素	分级	建议配套工程措施
山地丘陵区	水土流失	有效土层厚度	土层厚度 ≥ 50 cm	土地平整工程
			$20\text{ cm}\leq$ 土层厚度 < 5 cm	深翻耕、土地平整工程
	生态退化		土层厚度 < 20 cm	客土法、深翻耕
	坡度	$15^{\circ}\leq$ 坡度 $< 25^{\circ}$	陡坡梯田或隔坡梯田、石坎梯田、坡顶挖排水沟	
		$3^{\circ}\leq$ 坡度 $< 15^{\circ}$	生物护坡、缓坡土坎梯田、坡顶挖排水沟、土地平整	
		坡度 $< 3^{\circ}$	土坎护坡、坡顶挖排水沟、土地平整	
	基岩类型	片麻岩或页岩	深翻耕	
		花岗岩玄武岩砂岩	客土法、增施有机肥	
		石灰岩、砾岩	客土法、增施有机肥	
	水源保证率	充分保证	引水工程、机井工程	
		基本保证	集水工程、机井工程、节水工程	
一般保证		集水工程、机井工程、节水工程		

4 结论与讨论

4.1 结论

本研究运用地理信息系统(GIS)和遥感(RS)技术,基于土地利用分类以及生态风险评价的理论与方法,分析河北省典型山地丘陵区怀来县的未利用地现状特征,主要结论如下:(1)未利用地开发利用分类以确定未利用地开发利用方向和工程匹配为目的,所以未利用地自然条件和开发工程改造因素是未利用地分类的主要考虑因素。综合考虑山地丘陵区的实际情况以及开发的难易,最终选择基岩类型、坡度、土层厚度、水源情况这 4 个因素作为主要的分类因素。(2)根据研究区的生态状况,选取水土流失、生物多样性、干旱这 3 个生态风险因子进行生态风险评价。然后采用因素加和法初步确定生态风险等级,再用限制因子法对初步划分结果进行调整。(3)怀来县未利用地生态风险评价 3 个等级的面积分别为 7 081.33、21 008.18、30 316.80 hm^2 ,各占全县未利用地总面积的比例分别为 12.12%、35.97%、51.91%。从空间分布上看,生态风险等别较低的未利用地主要分布在县域中西部的桑园镇和东北部的北辛堡镇以及存瑞镇地区;生态风险中等的未利用地在该县各个乡镇均有分布,以官厅水库分布最多;而生态风险较高的地区主要集中分布在该县南部的小南辛堡镇和官厅镇等乡镇,这些区域坡度较大,有效土层厚度偏薄,易发生水土流失和干旱等生态风险,故开发时尤其要注重其生态效益。(4)针对不同类型区未利用地开发主导影响因素及其分级类型,结合开发易引发的生态风险类型及生态脆弱因子,提出了未利用地开发的主要工程措施。采用陡坡梯田、

坡顶挖排水沟、生物护坡等工程降低开发时生态风险发生的概率。

4.2 讨论

本研究通过对山地丘陵区未利用地资源进行开发利用分类以及生态风险因子评价分析,为进一步确定未利用地开发方向及开发工程以及为区域土地资源合理规划利用,保护区域生态环境提供理论支撑。本研究丰富了未利用地的研究范围,对今后未利用地的开发利用与生态保护具有重要意义,但本研究成果为初步成果,对未利用地的开发工程匹配具体实施分析不够全面,今后将在此基础上继续更深层次的探索,以便更好地为区域未利用地的开发利用提供科学指导。

参考文献:

- [1] 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.
- [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] 王世东,慎 利,王新闯. 基于 RS 与 GIS 的生态用地评价——以辽宁省大洼县为例[J]. 中国生态农业学报,2013,21(5):628-637.
- [4] 岳 健,张雪梅. 关于我国土地利用分类问题的讨论[J]. 干旱区地理,2003,26(1):78-88.
- [5] 李建刚. 不同土地分类标准协调研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2012:27-31.
- [6] 魏继伟. 基于遥感图像的土地利用分类研究[D]. 长春:东北师范大学,2012:35-38.

肖芳,宋洋,杨再强.设施葡萄小气候预报模型的建立[J].江苏农业科学,2018,46(22):306-309.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.22.071

设施葡萄小气候预报模型的建立

肖芳^{1,2},宋洋¹,杨再强^{1,3}

(1. 南京信息工程大学气象灾害预报预警与评估协同创新中心,江苏南京 210044; 2. 内蒙古生态与农业气象中心,内蒙古呼和浩特 010051;
3. 江苏省农业气象重点实验室,江苏南京 210044)

摘要:2015 年 1 月至 2016 年 9 月,对南京市浦口区盘城现代农业园开展葡萄大棚小气候观测分析,以研究设施葡萄大棚内小气候变化规律,更好地为开展葡萄农业气象服务。结果表明,棚内日平均气温较棚外高 3.5℃左右;棚内日平均湿度与棚外温度呈线性负相关;建立的预测模型冬、春、夏季日均气温均方根误差分别为 0.590、0.580、0.432℃,日均湿度均方根误差分别为 2.07%、3.12%、1.30%;棚内日平均温度、湿度和棚外日平均气温、日最高气温及日平均湿度相关性达到极显著水平。

关键词:葡萄;塑料大棚;小气候;预报模型;温度;湿度

中图分类号: S162.4⁺1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)22-0306-04

近年来,气候变化加剧了气象灾害的发生,严重影响了农业的发展,而研究农业气象灾害监测预警系统已成为当务之急^[1]。葡萄(*Vitis vinifera* L.)为落叶藤本植物,是世界上最主要的水果之一,葡萄产量约占世界水果总产量的 1/4。近年来,中国葡萄设施栽培发展十分迅速,而其产量和品质受外界环境影响很大^[2]。

关于设施小气候特征和预报模型的研究国内外有一定报道^[3-5]。Ferreira 等利用神经网络方法模拟了温室大棚温度和棚外太阳辐射、温度、湿度、云量之间的关系^[6]。Walker 建立了一个温室的能量平衡模型,但这个模型有较大的计算误

差,模型也较为简单^[7]。储长树等分析了塑料大棚内温度、湿度的变化规律^[8]。近年来,不少学者对温室小气候的变化特征和预报模型也有了一些初步研究并取得一定成果。范辽生等利用逐步回归方法构建了一个大棚内日最低气温预报模型,以大棚外气温、相对湿度、地温、风速、日照时数、辐射等气象要素作为自变量,构建了基于 BP 神经网络的大棚内最高、最低气温预测模型及温湿度神经网络模拟^[9-11]。陈海生等对茶园塑料大棚内外温湿度的相关性进行了统计分析^[12]。符国槐等采用多元逐步回归统计方法,把大棚外空气温度、地面温度及大棚内空气温度作为模拟因素,对浙江省慈溪市设施葡萄大棚温度、湿度进行模拟,建立了温室大棚冬、春季室内气温预报模型^[13]。辛本胜等利用热平衡原理建立了日光温室环境预测模型,能够预测温室内温度和湿度^[14]。但是,目前对设施葡萄的小气候预报模型仍比较欠缺,尚未开展设施葡萄精细化气象服务,从而导致葡萄生长发育和果实品质受到一定影响。本研究分析构建设施葡萄小气候预报模型,以减轻设施葡萄因农业气象灾害造成的经济损失,有效增加设施葡萄种植的经济效益,并为设施葡萄的管理提供科学依据。

收稿日期:2017-06-27

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2014BAD10B07);江苏省科技支撑计划面上项目(编号:SBE2015740058)。

作者简介:肖芳(1988—),女,内蒙古锡林郭勒人,博士研究生,从事农业生物环境调控研究。Tel:(025)58731129;E-mail:xiaofang1230521@126.com。

通信作者:杨再强,博士,教授,从事应用气象、设施农业气象灾害、农业生物环境调控研究。Tel:(025)58731129;E-mail:yzq6751@163.com。

[7] 阳文锐,王如松,黄锦楼,等.生态风险评价及研究进展[J].应用生态学报,2007,18(8):1869-1876.

[8] 张思锋,刘晗梦.生态风险评价方法述评[J].生态学报,2010,30(10):2735-2744.

[9] 周婷,蒙古军.区域生态风险评价方法研究进展[J].生态学杂志,2009,28(4):762-767.

[10] 陈鹏,潘晓玲.干旱区内陆流域区域景观生态风险分析——以阜康三工河流域为例[J].生态学杂志,2003,22(4):116-120.

[11] 陈春丽,吕永龙,王铁宇,等.区域生态风险评价的关键问题与展望[J].生态学报,2010,30(3):808-816.

[12] 王志涛,门明新,崔江慧.沽源县未利用地生态重要性空间识别及其地形梯度特征分析[J].中国生态农业学报,2016,24(2):256-264.

[13] 贺奋琴.基于 RS 和 GIS 的水土流失因子提取与分析——以攀

枝花市为例[D].成都:成都理工大学,2004:27-36.

[14] 张瑞芳.基于 GIS 的山西省朔州市水土流失强度评价研究[D].乌鲁木齐:新疆师范大学,2006:15-17.

[15] 谢余初,巩杰,赵彩霞.甘肃白龙江流域水土流失的景观生态风险评价[J].生态学杂志,2014,33(3):702-708.

[16] 贾坤,姚云军,魏香琴,等.植被覆盖度遥感估算研究进展[J].地球科学进展,2013,28(7):774-782.

[17] 曾勇.区域生态风险评价——以呼和浩特市为例[J].生态学报,2010,30(3):668-673.

[18] 杨美玲,米文宝,李同昇,等.宁夏限制开发生态区生态系统重要性评价[J].地域研究与开发,2014,33(3):133-138.

[19] 巩杰,赵彩霞,谢余初,等.基于景观格局的甘肃白龙江流域生态风险评价与管理[J].应用生态学报,2014,25(7):2041-2048.