

干旱半干旱区不稳定耕地分析及退耕可行性评估

赵爱栋¹, 许 实², 曾 薇², 曲福田¹, 马贤磊^{1*}

(1. 南京农业大学公共管理学院, 南京 210095; 2. 中国土地勘测规划院, 北京 100035)

摘 要: 受不利的自然条件等因素影响, 西北干旱半干旱地区耕地稳定生产和可持续生产能力较弱。基于全国不稳定耕地调查评价成果, 系统分析了地区不稳定耕地现状、成因, 并进一步以新疆尉犁县为典型案例, 建立基于生态约束强度的多情景模拟方法, 设置生态安全情景、综合协调情景和耕地保护情景三种不稳定耕地退耕情景, 模拟地区不稳定耕地退耕前后土地用途调整及退耕规模, 在此基础上评估不同情景下不稳定耕地退耕影响及退耕可行性。研究发现, ①西北干旱半干旱地区存在 510 021.53 hm² 不稳定耕地, 集中分布于新疆北部、甘肃中东部和宁夏中南部, 以旱地、水浇地为主的地类结构及较低的耕地质量导致不稳定耕地利用状况普遍不佳; ②土地荒漠化、沙化是地区不稳定耕地形成的主要原因, 草原、林区和内陆河道过度开垦也是造成地区耕地不稳定的因素; ③三种退耕情景下, 尉犁县棉花产量将分别下降 28.64%、20.34% 和 10.43%, 农民短期棉花种植收入虽受到严重影响, 但考虑到退耕后土地用途调整带来的林果业等长期收入, 农民总收入将分别增长 10.41%、12.01% 和 15.25%, 退耕也有利于改善地区生态环境, 地区生态系统服务总价值分别增长 26 743.05 万元、19 559.81 万元和 15 147.52 万元, 综合权衡下尉犁县不稳定耕地退耕具有可行性。西北地区需要制定严格的法律法规限制土地的无序开垦, 尽快出台区域生态红线等管制制度, 促进土地利用与生态保护达到协调一致。

关键词: 土地利用; 荒地开垦; 生态系统; 经济分析; 西北地区; 不稳定耕地; 退耕; 可行性评估

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2016.17.029

中图分类号: F301.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2016)-17-0215-11

赵爱栋, 许 实, 曾 薇, 曲福田, 马贤磊. 干旱半干旱区不稳定耕地分析及退耕可行性评估[J]. 农业工程学报, 2016, 32(17): 215—225. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2016.17.029 http://www.tcsae.org

Zhao Ai'dong, Xu Shi, Zeng Wei, Qu Futian, Ma Xianlei. Analysis of unstable farmland in arid and semi-arid regions and feasibility evaluation of its conversion[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2016, 32(17): 215—225. (in Chinese with English abstract) doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2016.17.029 http://www.tcsae.org

0 引 言

西北地区作为我国重要的“江河源”和“生态源”, 是重要的生态安全屏障。但是, 由于西北地区干旱和半干旱的自然条件, 加之工业化城镇化快速推进, 导致人地矛盾尖锐, 不合理的土地利用方式对当地生态环境造成严重威胁, 脆弱的生态环境已经影响了地区可持续发展。党的十八届三中全会提出要“划定生态保护红线、有序实现耕地、河湖等休养生息”, 同时, 习近平总书记也多次强调“耕地红线要严防死守、粮食安全要靠自己”。国家战略导向要求土地管理要协调好耕地保护、粮食安全与生态环境保护三者之间的关系。第二次全国土地调查显示, 截止 2009 年末全国共有耕地 1.35 亿 hm², 较 1.20 亿 hm² 耕地红线多出较大缓冲空间, 但其中有 996.3 万 hm² 耕地属于处于林区、草原以及河流湖泊最高洪水控制范围内或受沙化、荒漠化等因素影响的不稳定耕

地^[1]。不稳定耕地不仅使耕地保护工作复杂化, 同时也对国家粮食安全、生态安全造成隐忧。但是目前学界对这类耕地现状、成因及后续如何管理尚不完全清楚, 特别是对于西北干旱半干旱地区来说, 土地利用本来存在干旱缺水、盐碱化等多种限制因素, 不稳定耕地如果利用不当更容易对区域甚至全国造成不良的生态环境影响, 而退耕是缓解区域生态环境压力、实现土地可持续利用的重要途径。因此, 在国家大力提倡生态文明建设的背景下, 系统分析西北地区不稳定耕地现状及成因, 准确评估地区不稳定耕地退耕可行性及退耕影响意义重大。

目前, 已有个别学者开始关注不稳定耕地问题, 如杜国民等^[2]尝试对黑龙江省富锦市不稳定耕地类型进行划分, 并调查其规模和分布情况, 王宏亮^[3]介绍了呼和浩特市不稳定耕地调查上图数据库建设流程, 并总结了不稳定耕地产生的原因, 王志青等^[4]将不稳定耕地界定为边缘化耕地, 并介绍了天津市边缘化耕地的类别、数量和分布情况。围绕退耕可行性评估问题, 宋富强等^[5]、姚盼盼等^[6]构建综合指标体系系统分析了退耕还林(草)的综合效益, 也有学者从单一视角评价了退耕还林(草)对粮食安全^[7-9]、农户生计^[10-15]、农村经济结构^[16]的影响。关于退耕对区域生态环境带来的影响, 学者们主要侧重于分析退耕的生态效益^[17-20]或生态服务价值^[21-24], 还有研究从西北地区干旱半干旱区的自然条件出发研究了区域生态退耕带来的相关经济或生态效益^[16,25-28]。总体来看,

收稿日期: 2016-03-03 修订日期: 2016-05-04

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(71373127); 中国土地规划勘测院外协项目(20130517)。

作者简介: 赵爱栋, 男, 山西汾阳人, 博士研究生, 研究方向为土地利用与区域经济。南京 南京农业大学公共管理学院, 210095。

Email: 2012109004@njau.edu.cn

*通信作者: 马贤磊, 男, 江苏宿迁人, 博士, 教授, 博导, 研究方向为土地制度与资源经济。南京 南京农业大学公共管理学院, 210095。

Email: maxianlei@njau.edu.cn

少数研究虽已开始关注二次调查不稳定耕地, 却以个别地区不稳定耕地的特征属性及相关认定标准为研究主题, 对不稳定耕地后续如何利用及管理课题尚未深入研究, 而关于退耕可行性研究主要以退耕项目实施效果的事后评价为主, 从事前评估角度分析退耕实施可行性的相关研究较少, 且在评价退耕的经济、社会或生态效益时存在计算过程繁琐复杂、指标选择和数据获取难等问题, 同时研究成果未能落在具体图斑上也不能直接指导实际退耕工作, 限制了研究成果的应用。

基于此, 本文在全国不稳定耕地调查成果的支持下, 以中国生态环境最为脆弱的西北干旱半干旱地区为研究区域, 识别地区不稳定耕地现状, 剖析耕地不稳定成因; 选取新疆尉犁县为具体案例, 基于不稳定耕地生态约束强度设置不同的退耕情景, 系统评估不稳定耕地退耕对地区粮食产量、农民收入与生态环境的影响, 并提出符合地区实际的不稳定耕地退耕方案。以期对西北干旱半干旱地区不稳定耕地后续退耕决策提供依据, 同时为全国范围内不稳定耕地后续优化利用管理提供参考。

1 数据来源与研究方法

1.1 不稳定耕地概念界定

在第二次全国土地调查中, 部分省份以“土地利用现状认定地类”为原则, 将位于林区、草原、河流湖泊最高洪水位控制范围内和沙化荒漠化的“耕地”纳入了耕地范围调查统计。为了实现不稳定耕地落地上图, 2014 年 4 月, 国土资源部在二次调查成果基础上, 补充开展了不稳定耕地调查评价工作。国家提出不稳定耕地概念更多地侧重于强调由于耕地所受到的自然条件约束, 导致其后续维持耕种用途面临不确定性。《不稳定耕地调查评价工作技术方案》(简称《方案》) 将“二次调查成果中, 处于林区、草原以及河流湖泊最高洪水位控制范围内和受沙化、荒漠化等因素影响的耕地”界定为不稳定耕地。《方案》要求不稳定耕地不能标注在基本农田保护区和土地开发整理项目区内, 同时, 受污染和坡度大于 25° 的耕地也不能标注为不稳定耕地。不稳定耕地利用状况主要有三种, 分别是“不符合相关法律法规, 但常年保持高产稳产”、“经过一定工程改造后能达到常年稳定收获”、“继续耕种会影响生态环境或难以保证稳定收获”。

1.2 研究区域概况和数据来源

本文以西北干旱半干旱地区为研究区域, 在中国行政区划上包括陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区和新疆维吾尔自治区, 该地区因位于亚欧大陆内部, 距海较远, 受夏季风影响较小, 海洋湿润气流被山岭阻隔, 难以深入, 气候干燥, 属于干旱和半干旱地区。

在本区域内, 进一步选取新疆尉犁县作为典型案例对不稳定耕地退耕可行性进行具体评估。尉犁县位于新疆维吾尔自治区中部, 隶属于巴音郭楞蒙古自治州, 北倚天山山脉, 南临塔克拉玛干沙漠, 塔里木河贯穿全境, 是我国重要的商品棉生产基地, 但自然生态环境非常脆弱, 经济社会发展与生态环境的协调度较低, 是中国西部荒

漠生态景观的典型代表。另外, 尉犁县同西北广大地区一样, 不稳定耕地的成因主要是受土地荒漠化、沙化及其他因素影响。因此, 尉犁县情基本反映了西北地区脆弱的生态环境、不利的农业生产条件以及不稳定耕地概貌, 具有很强的代表性和典型性, 对西北干旱半干旱地区不稳定耕地后续管理具有重要的参考作用和借鉴意义。研究区域及案例区地理位置如图 1 所示。

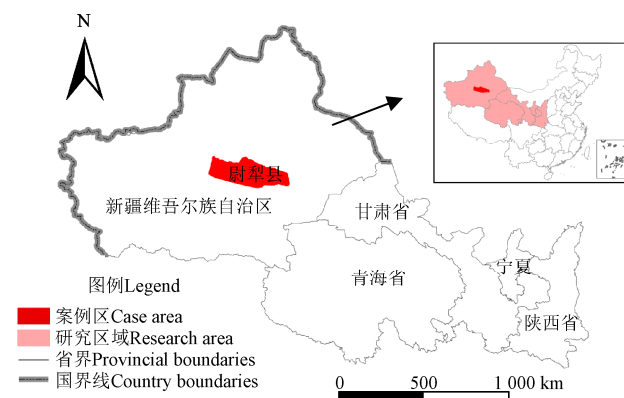


图 1 研究区域及案例区地理位置示意图

Fig.1 Geographical location of research area and case area

西北干旱半干旱地区不稳定耕地数据来自全国不稳定耕地调查评价成果数据库。经济社会数据来自《尉犁县统计年鉴》及实地调查补充。生态评价指标数据来自尉犁县土地利用总体规划(2009—2020)、2012 年土地变更调查数据、环保与自然生态资料等。

1.3 不稳定耕地退耕可行性评估方法

建立基于生态约束强度的多情景模拟方法, 设置生态安全情景、综合协调情景和耕地保护情景三种不稳定耕地退耕情景, 模拟地区不稳定耕地退耕前后土地利用变化过程, 然后构建指标评估不稳定耕地后续土地利用调整对地区粮食产量、农民收入与生态环境的影响。

1.3.1 退耕情景模拟方法

不稳定耕地退耕需要协调粮食安全、农民收入与地区生态环境等多目标冲突, 考虑到不稳定耕地不同程度地面临着生态条件约束, 我们借助地理信息系统(geographic information system, GIS)空间分析技术, 通过搜集地区自然保护区规划、土地利用总体规划、水利规划、林业规划、环保规划、城市规划等图件, 从中获取关于地区生态保护区和生态脆弱区的资料信息, 将不稳定耕地矢量数据与上述资料进行多源数据叠加, 判定不稳定耕地图斑所在地理位置可能存在的生态约束, 并将生态约束强度划分为强生态约束、中生态约束与弱生态约束三种等级。强生态约束指不稳定耕地分布在自然保护区等重要生态敏感区, 中生态约束指不稳定耕地虽不位于重要生态敏感区, 但继续维持耕种会对地区生态环境产生不利影响, 弱生态约束指不稳定耕地处于一般区域, 维持耕种用途不会对地区生态环境带来显著影响。在此基础上, 通过不稳定耕地面临的生态约束强度等级设定生态安全情景、综合协调情景和耕地保护情景三种情景方案, 来模拟研究不同情景方案下不稳定耕地未来

土地用途调整变化情况。

情景 1：生态安全情景。在此情景下，不稳定耕地后续利用重点考虑区域生态环境的改善、生态敏感区的合理布局和保护，强生态约束、中生态约束和弱生态约束不稳定耕地均需要退耕。

情景 2：综合权衡情景。在此情景下，不稳定耕地后续利用需要兼顾地区生态保护和耕地保护两种目标，除强生态约束和中生态约束不稳定耕地需要退耕外，弱生态约束不稳定耕地不需要退耕。

情景 3：耕地保护情景。在此情景下，不稳定耕地后续利用以尽可能地维持耕种用途为宗旨，从而保护珍贵耕地资源，仅有强生态约束不稳定耕地需要退耕，中生态约束和弱生态约束不稳定耕地均不需要退耕。

1.3.2 粮食产量影响评价方法

粮食产量影响用于表征不稳定耕地退耕对地区粮食产量水平的影响程度。考虑到耕地数量和质量上的变化必将影响到粮食生产的波动，从而影响到粮食有效供给及粮食安全水平^[31]。基于数据可获得性以及避免不必要的概念争论，遵循简单易行原则，参考已有文献^[32-33]，本文选用粮食产量波动率来衡量不稳定耕地退耕对粮食产量的影响

$$Q_i = \left(\sum_{i=1}^n A_i \cdot Q_i \right) / Q_A \quad (i=1,2,\cdots,15).$$
 (1)

式中 Q_i 表示试点地区粮食产量波动率，%； Q_A 表示试点地区粮食总产量，t； A_i 为第 i 等质量等级不稳定耕地退耕面积， hm^2 ； Q_i 表示第 i 等质量等级不稳定耕地单位面积粮食产量， kg/hm^2 ； $A_i \times Q_i$ 就表示不稳定耕地退耕导致的地区粮食产量变化量，t。

1.3.3 农民收入影响评价方法

不稳定耕地退耕对农民收入的影响应该考虑退耕前后土地用途改变对农民收入来源及水平的影响，即观察退耕前后土地用途改变导致的农民就业变化、种植结构与农业生产结构调整等，这种思路也被众多学者用来分析退耕还林的经济效益^[14-15,34]。因此，本文区分不稳定耕地退耕对农民收入的短期影响和长期影响。短期影响是指不稳定耕地退耕导致的粮食收入损失，长期影响是指农民因不稳定耕地退耕而获取的长期收益。不稳定耕地退耕对农民收入的影响即为短期影响和长期影响之和。

本研究中，短期收入影响定义为不稳定耕地涉及的农民因退耕导致的粮食收入损失

$$I_s = (Q_D \cdot W) / N.$$
 (2)

式中 I_s 表示农民因退耕导致的人均粮食收入减少额，元/人； Q_D 表示不稳定耕地退耕导致的粮食产量下降量，t； W 表示扣除生产成本、用工成本（包括家庭用工折价和雇工费用）、土地成本后的单位粮食利润额，元/t； N 表示不稳定耕地涉及的本地农民人数。

长期收入影响 I_L 定义为长期内农民因不稳定耕地退耕而获取的各项收入总和，包括退耕补贴、土地用途调整带来的收入、非农就业收入和其他收入等各项收入。

1.3.4 生态影响评价方法

西北干旱半干旱地区由于降水稀少，土地沙化、荒漠化较为严重，因此不稳定耕地后续利用会对当地生态系统产生重要影响。本文通过分析不稳定耕地退耕前后土地利用结构的变化对生态系统服务价值的影响来评估不稳定耕地退耕的生态影响。参考岳耀杰等人^[24]生态系统服务价值计算公式为基础，地区生态系统服务价值 (ecosystem services value, ESV) 为

$$ESV = \sum A_i \cdot V_i.$$
 (3)

式中 ESV 表示地区生态系统服务价值，元； A_i 表示地区第 i 种土地利用类型面积， hm^2 。本文按照谢高地^[35]“中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表”中确定的生态系统类型对地区土地利用类型进行合并划分，森林生态系统对应土地利用现状分类 (GB/T 21010-2007) 中的林地，草地生态系统对应草地、农田生态系统对应耕地，湿地生态系统对应滩涂、沼泽地，水体生态系统对应河流、湖泊、水库、坑塘水面和沟渠，荒漠生态系统对应沙地、裸地与盐碱地。对城镇建设用地按 Costanza^[36]的方法，不估算其生态系统功能价值。 V_i 表示第 i 种土地利用类型单位面积的生态系统服务系数，元/ hm^2 ，并可以进一步表示为

$$V_i = \sum_{j=1}^n C_{crop} \cdot f_{ij}.$$
 (4)

式中 C_{crop} 表示单位农田生态系统提供食物生产服务功能的经济价值，等于地区平均粮食单产市场价值的 $1/7$ ^[24]，元/ hm^2 ； f_{ij} 表示第 i 种土地利用类型第 j 种生态服务价值的当量因子，本文参考谢高地^[37]中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表； n 为土地利用生态服务项目数。

表 1 尉犁县不同土地利用类型单位面积生态服务价值系数
Table 1 Ecosystem services values of different land types in Yuli County

生态系统功能 Ecosystem function	农田 Farmland	森林 Forest	草地 Grassland	湿地 Wetland	水体 Water	荒漠 Desert
气体调节 Gas regulation/(元· hm^{-2})	851.91	5 963.35	1 363.05	3 066.86	0	0
气候调节 Climate regulation/(元· hm^{-2})	1 005.25	4 600.30	1 533.43	29 135.21	783.75	0
水源涵养 Hydrological regulation/(元· hm^{-2})	1 022.29	5 452.20	1363.05	26 409.11	34 723.72	51.11
土壤形成与保护 Keep soil/(元· hm^{-2})	2 487.57	6 644.87	3322.44	2 913.52	17.04	34.08
废物处理 Waste treatment/(元· hm^{-2})	2 794.25	2 232.00	2 232.00	30 975.33	30 975.33	17.04
生物多样性保护 Maintaining biodiversity/(元· hm^{-2})	1 209.71	5 554.43	1857.16	4 259.53	4 242.50	579.30
食物生产 Food production/(元· hm^{-2})	1 703.81	170.38	511.14	511.14	170.38	17.04
原材料 Raw materials/(元· hm^{-2})	170.38	4 429.92	85.19	119.27	17.04	0.00
娱乐文化 Provide aesthetic landscape/(元· hm^{-2})	17.04	2 180.88	68.15	9 456.17	7 394.55	17.04
合计 Total/(元· hm^{-2})	11 262.21	37 228.33	12335.61	10 6846.15	78 324.31	715.60

根据以上公式，我们可以计算地区不同土地利用类型单位面积生态服务价值，表 1 即为尉犁县单位土地面积生态服务价值系数，进一步结合地区不稳定耕地退耕前后土地利用类型的变化情况，即可计算不稳定耕地退耕对地区生态系统服务价值的影响。

2 地区不稳定耕地与退耕可行性结果分析

2.1 西北干旱半干旱地区不稳定耕地分析

2.1.1 地区不稳定耕地面积及特征

根据全国不稳定耕地调查评价成果数据，西北干旱半干旱地区存在不稳定耕地 510 021.53 hm²，占地区耕地总面积的比例为 4.11%。其中，新疆不稳定耕地面积最大，达到 281 686.09 万 hm²，占地区不稳定耕地面积的比例为

55.24%，陕西省境内无不稳定耕地分布（见表 2）。

从耕地利用状况看，地区不稳定耕地中“经过一定工程改造后能达到常年稳定收获”型占比最高，达到 51.33%，“继续耕种会影响生态环境或难以保证稳定收获”占 43.53%。从地类构成看，地区不稳定耕地中水浇地比例为 64.84%，旱地所占比例次之，水田面积所占比例最小，仅为 0.65%。从耕地质量等级看，地区不稳定耕地高等地（5~8 等）比例仅占 1.06%，而中等地（9~12 等）和低等地（12~15 等）累计比例达到 98.94%，无优等地（1~4 等）分布，其中 11 等地占地区不稳定耕地面积比例最大，达到 23.45%。从坡度级看，地区不稳定耕地中坡度≤2°面积所占比例达到 64.22%，坡度在（2°~6°]、（6°~15°]和（15°~25°]的比例分别为 11.99%、12.55%和 11.24%。

表 2 西北干旱半干旱地区不稳定耕地面积及特征

Table 2 Area and characters of unstable farmland in the northwest arid and semi-arid regions of China

省份 Province	面积 Area/hm ²	利用状况构成 Components of use condition/%			地类构成 Components of land type/%			质量等级构成 Components of land quality degree/%			坡度级构成 Components of slope grade/%			
		高产稳产 High and stable yield	工程改造 Land consolidation	影响生态 Impact ecosystem	旱地 Dry land	水浇地 Irrigated land	水田 Paddy field	高等地 High	中等地 Middle	低等地 Low	≤2°	(2°~6°]	(6°~15°]	(15°~25°]
甘肃 Gansu	152 844.19	1.90	51.24	46.92	60.80	39.27	-	-	23.36	76.64	18.88	21.18	54.44	75.41
青海 Qinghai	12 254.38	-	-	100.00	30.08	69.92	-	-	15.45	83.74	2.72	4.55	0.86	0.04
宁夏 Ningxia	63 236.88	0.16	0.79	99.05	96.20	2.53	1.27	0.47	33.39	66.14	4.56	22.11	32.64	24.21
新疆 Xinjiang	281 686.09	8.27	64.93	26.80	6.64	92.47	0.89	1.81	94.21	3.98	73.84	52.15	12.06	0.35
合计 Total	510 021.53	5.16	51.33	43.53	34.51	64.84	0.65	1.06	63.57	35.37	64.22	11.99	12.55	11.24

注：根据《中国耕地质量等级调查与评定》，优等地、高等地、中等地和低等地分别指 1~4 等、5~8 等、9~12 等、13~15 等耕地。西北干旱半干旱地区不稳定耕地质量等级共涉及 5 等至 15 等 11 个等级，限于篇幅，分质量等级信息未在表格显示。
Note: According to Survey and Evaluation of The Quality of Farmland in China, land quality degrees are divided into 1-4, 5-8, 9-12 and 13-15 group that used to refer to the top class land, high class land, middle class land and low class land, respectively. The land quality degrees of unstable farmland in the northwest arid and semi-arid regions of China range from 5 to 15, but the specific data is not displayed in the form due to space limitation.

2.1.2 地区不稳定耕地成因剖析

总体来看，地区不稳定耕地成因可以分为五种，分别是“位于河道防洪泄洪区”、“位于湖泊防洪泄洪区内”、“林区内林业职工自行开垦”、“草原过度开垦”、“受土

地荒漠化、沙化及其他因素影响”，其中，“受土地荒漠化、沙化及其他因素影响”形成的不稳定耕地占地区不稳定耕地面积的比例达到 69.82%，“位于湖泊防洪泄洪区”形成的不稳定耕地面积最少，仅有 924.90 hm²（见表 3）。

表 3 西北干旱半干旱地区不稳定耕地成因构成

Table 3 Components of causes of unstable farmland in northwest arid and semi-arid regions of China

省份 Province	位于河道防洪泄洪区 Located in river flood-relief area/%	位于湖泊防洪泄洪区 Located in lake flood-relief area/%	林区内林业职工自行开垦 Forestland reclamation by forestry staff /%	草原过度开垦 Grassland over reclamation/%	受土地荒漠化、沙化及其他因素影响 Influenced by land desertification and other factors/%
甘肃 Gansu	0.59	-	0.85	2.68	95.88
青海 Qinghai	0.81	-	-	-	99.19
宁夏 Ningxia	2.37	-	28.80	24.84	44.15
新疆 Xinjiang	18.42	0.32	1.10	19.95	60.21
合计 Total	10.67	0.18	4.43	14.90	69.82

从成因空间分布看，“受土地荒漠化、沙化及其他因素影响”形成的不稳定耕地主要分布于新疆中部（阿克苏地区）、北部（昌吉州、阿勒泰地区）和甘肃河西地区（武威市、金昌市）、陇中地区（白银市）等地，部分零散分布于青海柴达木盆地和环青海湖地区。“草原过度开垦”形成的不稳定耕地集中分布于宁夏中部（吴忠市）和新疆北部（博尔塔拉州、昌吉州）。“位于河道防洪泄洪区”的不稳定耕地主要分布在新疆中部（阿克苏地区）。“林区内林业职工自行开垦”形成的不稳定耕地分布在宁夏南部（固原市）（见图 2）。

分省来看，甘肃不稳定耕地成因主要受土地荒漠化、

沙化及其他因素影响。河西地区地处干旱荒漠地带，风大沙多，水资源极度匮乏，作物生长主要依靠人工灌溉，加上近年来祁连山冰川萎缩，地下水位下降，沙漠和沙尘源地扩大，致使正常农业生产活动开展，影响了耕地稳定性。陇中、陇东地区黄土高原沟壑发育，不稳定耕地多分布于偏远山区，周围无居民点，道路网络不完善，部分区域甚至无法通行，同时农业生产受制于天然降雨，干旱频繁，导致农民种地积极性不高，耕地撂荒现象较为明显。

青海不稳定耕地主要分布在环青海湖和柴达木盆地，成因主要是受土地荒漠化、沙化及其他因素影响。

近年来环青海湖地区土地沙化加剧、黑土滩现象加重, 加上河流干涸、和湖面退缩, 导致不再适宜发展农业生产。柴达木盆地气候环境恶劣, 荒漠化严重, 旱、风、沙等自然灾害频繁, 农业属于典型的灌溉绿洲农业, 但由于灌溉水源无法保证且灌溉设施损毁严重, 部分耕地处于长期撂荒状态, 适宜性和稳定性很差。另外, 玉树地震灾区还存在因地震灾毁或重建无法恢复的少量不稳定耕地, 面积为 $1\,395.16\text{ hm}^2$ 。

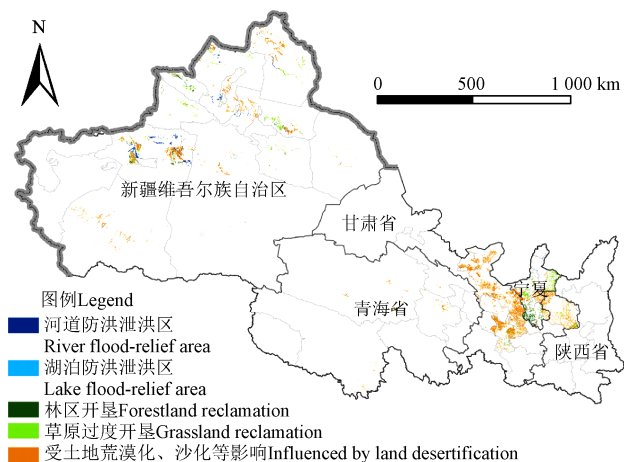


图 2 西北干旱半干旱地区不稳定耕地空间分布

Fig.2 Spatial distribution of unstable farmland in northwest arid and semi-arid regions of China

宁夏不稳定耕地成因多样, 其中受土地荒漠化、沙化及其他因素影响而形成的不稳定耕地占比 44.15% , 这部分耕地主要分布在中卫市腾格里沙漠南缘, 生态环境脆弱, 耕地安全生产和可持续生产能力较弱。林区林业职工自行开垦形成的不稳定耕地占比为 28.80% , 主要分布在六盘山林区和南华山林区, 这部分耕地缺少农业基础设施, 与周边耕地不能集中连片, 粮食产量较低, 同时存在一定的农林矛盾。草原过度开垦形成的不稳定耕地占比 24.84% , 主要分布在中部干旱区草地以及南部山区种植砾砂瓜形成的压砂地, 这些地区常年受干旱影响, 风沙大, 继续耕种容易造成草场退化, 影响地区生态环境。

新疆不稳定耕地首要成因是受土地荒漠化、沙化及其他因素影响, 这是由新疆干旱内陆荒漠、沙漠的自然环境决定的。近年来由于水利设施改善以及灌溉技术推进, 新疆部分荒滩沙漠被开垦为人工绿洲, 但是受土壤盐渍化、土地风沙化影响, 这部分耕地生产力水平并不稳定。不稳定耕地的次要成因是草原过度开垦, 新疆新增耕地很大部分来自于草地开垦, 草原置换耕地在增加耕地的同时对草地生态系统产生重要影响, 导致区域隐域性植被的衰败及生态系统退化。“位于河道防洪泄洪区”形成的不稳定耕地占比 18.42% , 新疆境内诸多内陆河流被渠道化, 原有的河滩、低阶地被开发成耕地, 但受常年水位变化及洪水的影响, 这部分耕地易被洪水淹没, 粮食生产并不稳定, 同时对河流生态功能及水源区产生影响。另有 4.43% 的不稳定耕地是林区内林业职工自行开垦形成的, 主要集中在南疆塔里木河干流等区域,

河流两岸毁林开荒导致原有天然林地生态系统受到蚕食, 同时影响河流中下游生态用水。

2.2 不稳定耕地退耕可行性评估——以尉犁县为例

不稳定耕地退耕可行性评估需要收集大量的经济、社会与生态环境资料, 鉴于全域相关数据收集面临的巨大困难, 我们仅在不稳定耕地集中连片的区域 (见图 2) 选取新疆自治区尉犁县为典型案例, 对不稳定耕地退耕可行性予以评估并提出退耕建议。

2.2.1 不稳定耕地退耕情景及退耕面积模拟

经调查评价, 尉犁县共有不稳定耕地 $16\,012.89\text{ hm}^2$, 占全县耕地总面积的 19.09% 。不稳定耕地成因均为受土地荒漠化、沙化及其他因素影响, 利用状况整体不佳, 继续耕种会影响生态环境或难以保证稳定收获的不稳定耕地占比达到 71.47% , 其余 28.53% 的不稳定耕地需要经过一定工程改造后才能达到常年稳定收获。由于气候干旱, 农业种植主要依靠河流灌溉, 因此尉犁县不稳定耕地全部为水浇地。从质量等级看, 尉犁县不稳定耕地土壤肥力较低, 其中 11 等地面积为 $6\,207.48\text{ hm}^2$, 占不稳定耕地总面积的 61.23% , 12 等地面积为 $9\,805.41\text{ hm}^2$, 占总面积的 38.77% 。

1) 不稳定耕地生态约束强度等级评价结果

从图 3 可以看出, 尉犁县不稳定耕地主要分布在塔里木河和孔雀河沿岸的喀尔曲尕乡、塔里木乡、墩阔坦乡与兴平乡等地。其中, 喀尔曲尕乡有 $5\,833.57\text{ hm}^2$ 不稳定耕地沿塔里木河呈带状分布于塔里木胡杨国家级自然保护区内, 塔里木胡杨国家级自然保护区是区域内生物多样性与特殊保护区, 对于绿洲生态的稳定、控制流沙外延和保持荒漠区域的生态具有关键作用, 属于禁止开垦区域, 且该地区濒临沙漠, 远离居民点, 缺少农业基础设施, 农业种植效益较低。因此, 该部分不稳定耕地未来均应逐步清理并实现退耕还林; 墩阔坦乡和塔里木乡分别有 $2\,151.52$ 和 $2\,033.4\text{ hm}^2$ 不稳定耕地处在塔里木河沿岸, 其中 $2\,651.36\text{ hm}^2$ 位于尉犁县牧业用地规划区, $1\,533.56\text{ hm}^2$ 位于尉犁县林业用地规划区, 该地区靠近塔里木河, 灌溉条件便利, 但土地盐碱化严重, 继续开垦不利于保护流域生态和保障中下游用水, 未来可以通过工程改造继续维持耕种用途或逐步纳入到生态退耕计划。另外, 墩阔坦乡和塔里木乡分别还有 $1\,951.97$ 和 $2\,409.30\text{ hm}^2$ 不稳定耕地处于尉犁县传统绿洲灌溉农业区, 该地区塔里木河河曲发达, 支流纵横交错, 是尉犁县绿色走廊地带, 农业生产条件良好, 未来可以通过加强农田基础设施建设继续维持耕种用途; 兴平乡有 $1\,356.73\text{ hm}^2$ 不稳定耕地处在尉犁县牧业用地区, 该区域虽不属于重要生态敏感区, 但考虑到濒临塔克拉玛干沙漠, 继续开垦牧草地容易加重地区隐域性植被衰败及生态系统的退化, 且该地区灌溉不便, 农业种植效益较差, 因此, 这部分耕地应逐步退耕还草或者发展草地产业; 位于尉犁镇、团结乡等地的 276.40 hm^2 不稳定耕地靠近县城中心, 人口密集, 水土条件较好, 属于尉犁县棉花集中种植区域, 应根据实际情况进行水利、农业、林业等土地整治工程, 维护农田生态环境。

境安全, 稳步提高耕地安全生产和可持续生产能力, 并作为基本农田予以保护。

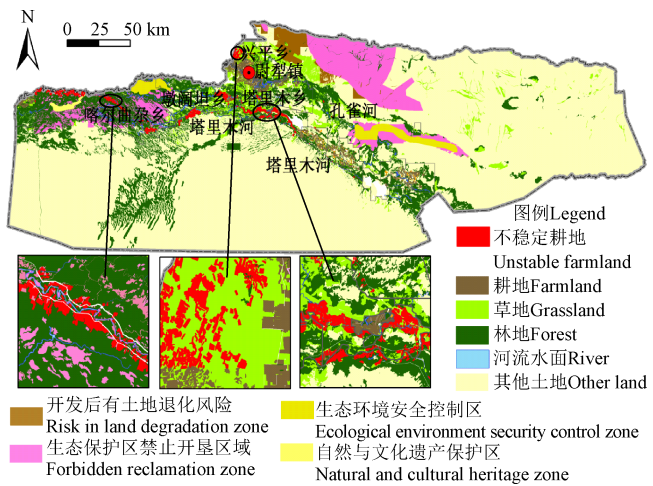


图 3 尉犁县不稳定耕地生态约束
Fig.3 Ecological constraints of unstable farmland in Yuli County

综合以上分析, 可以将尉犁县不稳定耕地分为三种不同等级的生态约束强度。其中, 强生态约束不稳定耕地集中分布在喀尔曲尕乡, 面积为 5 833.57 hm², 占地区不稳定耕地面积的 36.43%, 中生态约束不稳定耕地主要分布在墩阔坦乡和塔里木乡的塔里木河沿岸以及兴平乡, 面积共有 5 541.65 hm², 占不稳定耕地总面积的比例为 34.61%, 其余 28.96% 为弱生态约束不稳定耕地, 分布在墩阔坦乡、塔里木乡与尉犁镇等尉犁县传统绿洲灌溉农业区, 面积为 4 637.67 hm²。图 4 展示了尉犁县不稳定耕地生态约束强度分布情况。

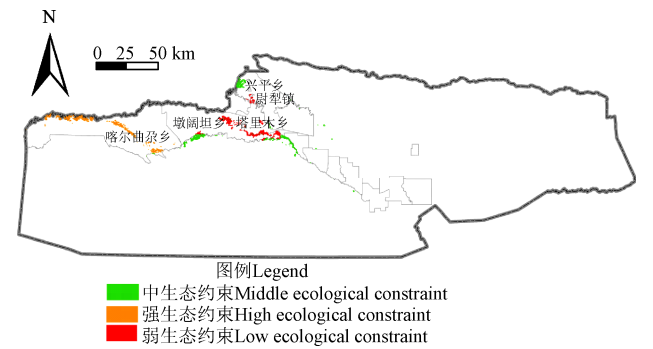


图 4 尉犁县不稳定耕地生态约束强度
Fig.4 Ecological constraints intensity of unstable farmland distribution in Yuli County

2) 不同情景下不稳定耕地退耕面积
基于以上分析, 可以得出不同退耕情景下尉犁县不稳定耕地退耕面积。生态安全情景下, 尉犁县不稳定耕地全部退耕, 退耕面积为 16 012.89 hm²。耕地保护情景下, 尉犁县仅有强生态约束不稳定耕地需要退耕, 退耕面积为 5 833.57 hm², 占地区不稳定耕地总面积的比例为 36.40%。综合权衡情景下, 尉犁县不稳定耕地面积中 11 375.22 hm² 强生态约束和中生态约束型“不稳地耕地”需要退耕, 占不稳定耕地总面积的比例为 71.04%, 剩余 4637.67 hm² 可以通过工程改造措施继续维持耕种用途。

2.2.2 不稳定耕地退耕影响评价结果分析

1) 粮食产量影响评价结果分析
尉犁县不稳定耕地主要种植棉花、小麦、玉米等作物, 其中棉花播种面积占到 95.78%。便于分析, 假定不稳定耕地全部种植棉花且复种指数为 1, 2012 年全县棉花作物总产量为 90 200 t。表 4 列出了不同退耕情景下尉犁县不稳定耕地退耕对作物产量的影响。生态安全情景下, 尉犁县棉花总产量将减少 25 829.27 t, 减幅为 28.64%。综合权衡情景下, 不稳定耕地退耕将导致地区棉花总产量减少 18 348.57 t, 减产 20.34%。耕地保护情景下不稳定耕地退耕对地区棉花生产影响较少, 棉花总产量仅减少 10.43%。总体上看, 由于尉犁县不稳定耕地面积较大, 不同退耕情景下当地棉花产量均会下降明显, 鉴于棉花是尉犁县最主要的农业作物, 退耕的经济影响较为严重。

2) 农民收入影响评价结果分析
首先计算不稳定耕地退耕的短期影响。经过实地调研统计, 尉犁县不稳定耕地涉及农民数量大约 12 113 人, 2012 年尉犁县农民人均纯收入为 13 197 元。结合不稳定耕地退耕的棉花产量减少量, 生态安全情景下, 尉犁县不稳定耕地如果全部退耕, 不稳定耕地涉及的农民棉花种植收入将平均减少 3 795.60 元, 短期内农民纯收入将减少 28.76%; 综合权衡情景下, 不稳定耕地退耕共涉及 6767 人, 退耕会导致农民棉花种植收入损失 4 826.43 元, 农民纯收入减少 36.57%; 耕地保护情景下, 不稳定耕地退耕涉及的农民数量最少, 但是对农民棉花种植收入损失影响最大, 农民人均收入损失将达到 6 947.04 元, 占地区农民人均纯收入的 52.64% (表 5)。耕地保护情景下农民收入损失之所以最高是因为不稳定耕地退耕集中在喀尔曲尕乡, 该地区人口稀少, 人均耕地面积达到 2.42 hm², 因此, 退耕对单个农民收入影响较高。

表 4 尉犁县不稳定耕地退耕的棉花产量影响				
Table 4 Impact of unstable farmland conversion on cotton yield in Yuli County				
退耕情景 Scenario of unstable farmland conversion	退耕规模 Area of conversion/hm ²	不稳定耕地棉花单产 Yield per unit unstable farmland/(kg·hm ²)	棉花减产量 Amount of cotton yield reduction/t	退耕对地区棉花产量影响程度 Impact of unstable farmland conversion on local cotton yield/%
生态安全情景 Scenario of ecological security	16 012.89	1 613.03	25 829.27	28.64
综合权衡情景 Scenario of tradeoff	11 375.22	1 613.03	18 348.57	20.34
耕地保护情景 Scenario of farmland protection	5 833.57	1 613.03	9 409.72	10.43

注: 尉犁县棉花单产数据通过实地调研获得。
Note: Cotton yield data of Yuli County was obtained through field research.

表 5 尉犁县不稳定耕地退耕对农民收入影响情况
Table 5 Impact of unstable farmland conversion on farmer income in Yuli County

退耕情景 Scenario of unstable farmland conversion	不稳定耕地涉及 的农民数量 Amount of farmers involved in unstable farmland	单位棉花种植利润 Profit of cotton per unit/(元·t ⁻¹)	退耕的农民 短期收入损失 Short-run farmer income loss in unstable farmland conversion/ (元·人 ⁻¹)	退耕的农民 长期预期收入 Anticipated long-run income in unstable farmland conversion/ (元·人 ⁻¹)	退耕导致的农民 收入总变动 Total farmer income change in unstable farmland conversion/ (元·人 ⁻¹)	退耕对农民收入 影响程度 Impact of unstable farmland conversion on farmer income/%
生态安全情景 Scenario of ecological security	12 113	1 780.00	-3 795.60	5 172.76	1 374.32	10.41
综合权衡情景 Scenario of tradeoff	6 767	1 780.00	-4 826.43	6 411.40	1 584.97	12.01
耕地保护情景 Scenario of farmland protection	2 411	1 780.00	-6 947.04	8 959.50	2 012.46	15.25

注：不同退耕情景下不稳定耕地涉及农民数量根据各乡镇人均耕地面积和退耕面积计算而得。尉犁县不稳定耕地作物利润由实地调研获取并采用全县平均值代替。根据《新一轮退耕还林还草总体方案》，退耕还林每亩补助 1 500 元，退耕还草每亩补助 800 元，本文假定不稳定耕地退耕补贴在五年内平均下达，平均每年补助 3 450 元/hm² 计算。尉犁县 2012 年林果业收入数据来自尉犁县人民政府网站（http://www.yuli.gov.cn）。
Note: Farmers involved in unstable farmland in different scenarios were calculated by per capita farmland area and total unstable farmland conversion area. The grain profit data of Yuli County was obtained through field research. We assume that the subsidy for unstable farmland conversion is 3 450 元/hm². The revenue data of fruit industry of Yuli County is from the website http://www.yuli.gov.cn.

尉犁县是我国库尔勒香梨、红枣的重要产区，不稳定耕地退耕可以加快地区特色林果业发展，优化农业结构和改善生态环境。同时，尉犁县属于少数民族聚集地，经济发展较为落后，大多数农民非农就业机会少，因此，本文假定不稳定耕地退耕的长期收入仅包括退耕补贴以及退耕后种植结构调整带来的林果业收入。不稳定耕地退耕补贴参照《新一轮退耕还林还草总体方案》退耕还林（草）补贴标准。退耕后的林果业收入参照 2012 年尉犁县林果业收入（612 元/人）计算。经过计算，生态安全情景下，尉犁县不稳定耕地退耕长期内可以使农民纯收入增加 5 172.76 元，较 2012 年农民人均纯收入增长 39.20%，综合权衡情景下可以增加农民人均收入 6 411.40 元，耕地保护情景下，不稳定耕地退耕的长期预期收入最高，农民人均收入可增加 8959.50 元，增长 67.89%。

不稳定耕地退耕虽然导致农民短期收入受到一定损失，但是土地用途调整带来的长期预期收入超过了短期的棉花种植损失。因此，综合短期和长期影响来看，生态保护情景下不稳定耕地退耕可以使不稳定耕地涉及的

农民收入增加 1 374.32 元，农民收入增长 10.41%；综合权衡情景下，农民人均收入增加 1 584.97 元，较 2012 年增长 12.01%；耕地保护情景下，农民人均收入增加最多，达到 2 012.46 元，对农民收入的影响程度达到 15.25%。总体来看，不稳定耕地退耕总体有利于农民收入增长，但是鉴于不稳定耕地退耕对农民短期收入影响较大，在后续退耕过程中应妥善处理农民生产生活的的影响。

3) 生态影响评价结果分析

表 6 反映了不同退耕情景下尉犁县不稳定耕地退耕前后土地利用类型变化情况。生态安全情景下，尉犁县不稳定耕地全部退耕，全县耕地面积减少 16 012.89 hm²，林地和草地面积分别增加 10 052.83 hm² 和 5 960.06 hm²；综合权衡情景下，尉犁县不稳定耕地退耕前后耕地面积减少 11 375.22 hm²，林地和草地面积分别增加 7 367.13 hm² 和 4 008.09 hm²；耕地保护情景下，不稳定耕地退耕导致全县耕地面积减少 5 833.57 hm²，林地面积增加 5 833.57 hm²。总体上看，不同不稳定耕地退耕情景下土地利用类型均表现为由生态服务价值较低的耕地转变为生态服务价值较高的草地和林地生态系统。

表 6 尉犁县不稳定耕地退耕前后地区土地利用类型变化情况
Table 6 Local land use types change before and after unstable farmland conversion in Yuli County

土地类型 Land types	退耕前地区土地利用类型 面积 Area of local land use types before unstable farmland conversion/hm ²	不同情景下不稳定耕地土地用途调整面积 Unstable farmland use types adjustment area/hm ²			退耕后地区土地利用类型面积 Local land use types after farmland conversion area/hm ²		
		生态安全情景 Scenario of ecological security	综合协调情景 Scenario of tradeoff	耕地保护情景 Scenario of farmland protection	生态安全情景 Scenario of ecological security	综合协调情景 Scenario of tradeoff	耕地保护情景 Scenario of farmland protection
耕地 Farmland	83 881.4	-16 012.89	-11 375.22	-5 833.57	67 868.51	72 506.18	78 047.83
林地 Forest	840 154.68	10 052.83	7 367.13	5 833.57	850 207.51	847 521.81	845 988.25
草地 Grassland	295 049.81	5 960.06	4 008.09	-	301 009.87	299 057.90	295 049.81
湿地 Wetland	4 269.04	-	-	-	4 269.04	4 269.04	4 269.04
水体 Water	52 188.59	-	-	-	52 188.59	52 188.59	52 188.59
荒漠 Desert	4 616 705.39	-	-	-	4 616 705.39	4 616 705.39	4 616 705.39

注：尉犁县土地利用类型面积数据来自 2012 年土地变更调查数据。
Note: Land data of Yuli County obtained from Land Change and Update Surveying of Yuli County in 2012.

结合尉犁县不稳定耕地退耕前后地类变化情况(表 6)和尉犁县不同土地利用类型单位面积生态服务价值系数(表 1)，表 7 展示了由不稳定耕地退耕前后土地利用类型变化驱动的地区生态系统服务价值变化情况。

生态安全情景下，不稳定耕地退耕导致尉犁县耕地生态服务价值减少 19.09%，林地和草地生态系统服务价值分别增加 1.20%和 2.02%；综合权衡情景下，耕地生态系统服务价值减少 13.56%，林地和草地生态系统服务

价值分别增加 0.88%和 1.36%；耕地保护情景下，耕地生态系统服务价值减少 6.95%的同时林地生态系统服务价值将增加 0.69%。总体来看，三种退耕情景下不同土地利用类型生态系统服务价值的增减变化均促进了尉犁县生态系统服务总价值增加（表 7 最后一列），地

区生态系统服务总价值分别增加了 26 743.05 万元、19 559.81 万元和 15 147.52 万元，增长率分别为 0.61%、0.45%和 0.35%，这表明不稳定耕地退耕对于干旱半干旱地区脆弱的生态系统改善是有利的，尉犁县土地资源均朝着可持续利用的方向发展。

表 7 尉犁县不稳定耕地退耕前后生态系统服务价值变化
Table 7 Change of ecosystem values before and after unstable farmland conversion in Yuli County

土地类型 Land types	退耕前（2012 年） Before farmland conversion/(10 ⁴ 元)	退耕后 After farmland conversion/(10 ⁴ 元)			价值变化率 Change rate of value/%		
		生态安全情景 Scenario of ecological security	综合协调情景 Scenario of tradeoff	耕地保护情景 Scenario of farmland protection	生态安全情景 Scenario of ecological security	综合协调情景 Scenario of tradeoff	耕地保护情景 Scenario of farmland protection
耕地 Farmland	94 468.97	76 434.93	81 657.97	87 899.09	-19.09	-13.56	-6.95
林地 Forest	3 127 755.28	3 165 180.28	3 155 181.87	3 149 472.68	1.20	0.88	0.69
草地 Grassland	363 961.95	371 314.04	368 906.17	363 961.95	2.02	1.36	0
湿地 Wetland	45 613.05	45 613.05	45 613.05	45 613.05	0	0	0
水体 Water	408 763.53	408 763.53	408 763.53	408 763.53	0	0	0
荒漠 Desert	330 372.22	330 372.22	330 372.22	330 372.22	0	0	0
总计 Total	4 370 935.00	4 397 678.05	4 390 494.81	4 386 082.52	0.61	0.45	0.35

综上所述，三种不稳定耕地退耕情景下均导致尉犁县棉花产量明显下降，农民短期棉花种植收入受到严重影响，但考虑到退耕后农业结构调整带来的长期收入，不稳定耕地退耕总体有利于农民收入增长，退耕后土地用途调整也有利于地区生态环境改善，地区生态系统服务总价值将有一定增长。因此，综合考虑不稳定耕地退耕影响，本文认为尉犁县不稳定耕地退耕是具有可行性的。

3 讨 论

目前，我国耕地面积在数量不断减少的同时还面临着土地沙化、盐碱化和土地污染等影响，耕地稳定生产和可持续生产能力受到严重威胁。特别是对于西北干旱半干旱地区，受不利的自然条件影响，耕地投入产出效益较低且农业安全生产条件较差，盲目开发利用耕地虽然可以带来短期的经济效益，同时也带来一系列生态环境问题。本文探索性地展开了不稳定耕地主题研究，就研究方法而言，在克服缺乏历时性评价指标的不利条件下，创新研究思路，在 GIS 技术支持下，通过不稳定耕地面临的生态约束强度设置了三种不稳定耕地退耕情景，并评估了不同不稳定耕地退耕情景下退耕对地区粮食生产、农民收入与生态环境的影响。该研究思路不仅符合当前国家对粮食安全、农民权益与生态安全的重视，也符合我国耕地资源保护向数量管控、质量管理和生态管护“三位一体”转变的战略导向精神。

尉犁县是我国西北干旱地区和沙漠绿洲的代表性区域，相关研究结果在一定程度上反映了西北干旱半干旱地区不稳定耕地的普遍现象。但是，本文主要从生态约束条件模拟了不稳定耕地后续不同土地用途情景，并在此基础上评估了退耕影响。对于其他地区来讲，也可以针对本区域特征选用其他约束条件进行不稳定耕地退耕情景模拟，并沿用本文提出的退耕可行性评估指标，在更多地区进行典型案例剖析，这样可以得到更加准确的

不稳定耕地退耕对地区经济、社会与生态影响的规律，这对于在更大范围内评估不稳定耕地退耕可行性，制定不稳定耕地相关管理政策无疑具有重要实践意义。

本文的不足在于对不稳定耕地退耕的影响内涵挖掘尚不够全面，仅考虑了退耕对地区粮食生产、农民收入与生态系统服务价值的影响，也尚未深入探讨具有可操作性地不稳定耕地后续管理配套政策。未来的研究需要结合不稳定耕地成因及后续土地用途变化，更为科学地分析不稳定耕地退耕影响及系统的后续管理方案。

4 结 论

全国不稳定耕地调查评价工作为西北干旱半干旱地区耕地保护和生态退耕等工作提供了科学依据。本文基于全国不稳定耕地调查评价成果，详细分析了西北干旱半干旱地区不稳定耕地现状、成因，并以新疆自治区尉犁县为典型案例，借助 GIS 空间分析技术，基于生态约束强度等级模拟了不稳定耕地后续不同土地利用情景，从粮食生产、农民收入与生态服务价值三个方面系统评估了案例区不稳定耕地退耕可行性及相关影响。得出以下结论：

1) 西北干旱半干旱地区存在 510 021.53 hm² 不稳定耕地，集中分布于新疆中北部、甘肃中东部和宁夏中南部地区，少量零散分布于环青海湖地区和柴达木盆地，以旱地和水浇地为主的结构导致耕地质量总体较低，51.33%的不稳定耕地需要工程改造才能达到稳定收获，43.53%不稳定耕地继续耕种会影响生态环境或难以保证稳定收获；

2) 土地荒漠化、沙化是地区不稳定耕地形成的主要原因，草原、林区和内陆河道过度开垦也是造成地区耕地生产能力不稳定的因素；

3) 生态安全情景下，尉犁县不稳定耕地退耕会导致地区棉花总产量下降 28.64%，农民收入增加 10.41%，地

区生态系统服务总价值增长 0.61%; 综合权衡情景下, 退耕会导致地区棉花产量下降 20.34%, 农民收入增加 12.01%, 地区生态系统服务价值增长 0.45%; 耕地保护情景下, 不稳定耕地退耕对地区棉花产量减少程度影响最小, 棉花总产量仅下降 10.43%, 但此情景下使农民收入增长最多, 达 15.25%, 而地区生态系统服务总价值仅增长 0.35%。综合考虑不稳定耕地退耕地区粮食生产、农民收入与生态环境的影响, 尉犁县不稳定耕地退耕是具有可行性的。

西北地区需要制定严格的法律法规限制土地的无序开垦, 严格禁止在荒漠、沙地边缘和重要生态系统周边继续开荒种植, 限制不稳定耕地的继续扩张。同时进一步细化国家主体功能区战略, 尽快出台区域生态环境功能区划、公益林保护、水资源红线等管制制度, 使得土地利用与生态红线、水资源红线达到协调一致。在合理评估不稳定耕地后续不同利用方式对区域经济、社会和生态环境影响的前提下, 妥善选择不稳定耕地后续处置方式, 从而既保障生态环境又实现土地资源的可持续利用。

[参 考 文 献]

- [1] 国务院第二次全国土地调查领导小组办公室. 关于第二次全国土地调查主要数据成果的公报[EB/OL]. 2013-12-30. http://www.mlr.gov.cn/zwgk/zytz/201312/t20131230_1298865.htm.
The State Council's Office for The Second National Land Survey. The bulletin about the data of the second national land survey[EB/OL]. 2013-12-30. http://www.mlr.gov.cn/zwgk/zytz/201312/t20131230_1298865.htm.
- [2] 杜国明, 刘国权, 陶军德. 富锦市不稳定耕地调查与处理对策[J]. 中国农业资源与区划, 2011(6): 22—25.
Du Guoming, Liu Guoquan, Tao Junde. Investigation and strategies on unsteady land in Fujin city[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2011(6): 22—25. (in Chinese with English abstract)
- [3] 王宏亮. 呼和浩特市不适宜不稳定耕地调查上图评价分析[J]. 西部资源, 2011(3): 68—71.
Wang Hongliang. Analysis on the survey on the unstable farmland in Hohhot City[J]. Resources, 2011(3): 68—71. (in Chinese with English abstract)
- [4] 王志青, 高振宇. 天津市二次调查中边缘化耕地分析及探讨[J]. 中国房地产, 2012(16): 48—52.
Wang Zhiqing, Gao Zhenyu. The analysis and investigation on marginalized arable land in the second survey in Tianjin[J]. China Real Estate, 2012(16): 48—52. (in Chinese with English abstract)
- [5] 姚盼盼, 温亚利. 河北省承德市退耕还林工程综合效益评价研究[J]. 干旱区资源与环境, 2013(4): 47—53.
Yao Banban, Wen Yali. Comprehensive benefits evaluation on the project of conversion of cropland to forest in Chengde, Hebei province[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2013(4): 47—53. (in Chinese with English abstract)
- [6] 宋富强, 杨改河, 冯永忠. 黄土高原不同生态类型区退耕还林(草)综合效益评价指标体系构建研究[J]. 干旱地区农业研究, 2007(3): 169—174.
Song Fuqiang, Yang Gaihe, Feng Yongzhong. Research and establishment of the multi-effect assessment index system of the returning farmland to forest in different ecological zones of Loess Plateau[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2007(3): 169—174. (in Chinese with English abstract)
- [7] 东梅. 退耕还林对我国宏观粮食安全影响的实证分析[J]. 中国软科学, 2006(4): 46—54.
Dong Mei. An empirical study on the impacts of grain for grass on Chinese food Security[J]. China Soft Science, 2006(4): 46—54. (in Chinese with English abstract)
- [8] 成六三, 吴普特, 赵西宁. 黄土丘陵区退耕还林工程对县域粮食安全的影响——以陕西省清涧、米脂、子洲、吴堡县为例[J]. 自然资源学报, 2010(10): 1689—1697.
Cheng Liusan, Wu Pute, Zhao Xining. The effects of grain for green project on the county-level food security in the Loess Plateau Hilly Region-A case study in Mizhi, Qingjian, Zizhou and Wupu Counties of Shaanxi Province[J]. Journal of Natural Resources, 2010(10): 1689—1697. (in Chinese with English abstract)
- [9] 刘忠, 李保国. 退耕还林工程实施前后黄土高原地区粮食生产时空变化[J]. 农业工程学报, 2012, 28(11): 1—8.
Liu Zhong, Li Baoguo. Spatial and temporal changes in grain production before and after implementation of grain for green project in Loess Plateau region[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(11): 1—8. (in Chinese with English abstract)
- [10] 李树苗, 梁义成, Feldman M W, 等. 退耕还林政策对农户生计的影响研究: 基于家庭结构视角的可持续生计分析[J]. 公共管理学报, 2010(2): 1—10+122.
Li Shuzhuo, Liang Yicheng, Feldman M W, et al. The Impact of grain for green program on rural livelihoods in China: Sustainable livelihoods analysis in a perspective of household composition[J]. Journal of Public Management, 2010(2): 1—10+122. (in Chinese with English abstract)
- [11] 刘璨, 张巍. 退耕还林政策选择对农户收入的影响: 以我国京津风沙源治理工程为例[J]. 经济学(季刊), 2007(1): 273—290.
Liu Can, Zhang Wei. Impacts of conversion of farmland to forestland program on household income: Evidence from a sand control program in the vicinity of Beijing and Tianjin[J]. China Economic Quarterly, 2007(1): 273—290. (in Chinese with English abstract)
- [12] 易福金, 徐晋涛, 徐志刚. 退耕还林经济影响再分析[J]. 中国农村经济, 2006(10): 28—36.
Yi Fujin, Xu Jintao, Xu Zhigang. Analysis of economic impact of converting farmland to forest[J]. Chinese Rural Economy, 2006(10): 28—36. (in Chinese with English abstract)
- [13] 郭欢欢, 李波, 于海跃, 等. 退耕还林工程对农户生产生活影响研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2011(12): 110—114.
Guo Huanhuan, Li Bo, Yu Haiyue, et al. Research on the impact of "Grain for Green Project" on households' production and living conditions[J]. China Population, Resources and Environment, 2011(12): 110—114. (in Chinese with English abstract)
- [14] 黎洁, 李亚莉, 邵秀军, 等. 可持续生计分析框架下西部贫困退耕山区农户生计状况分析[J]. 中国农村观察, 2009(5): 29—38+96.
Li Jie, Li Yali, Tai Xiujun, et al. On the rural households livelihood in the western poor areas after the slopping land conversion program within the sustainable livelihood analysis framework from the rural households survey in the Zhouzhi County, Shanxi Province[J]. China Rural Survey, 2009(5): 29—38+96. (in Chinese with English abstract)

- [15] 赵雪雁, 张丽, 江进德, 等. 生态补偿对农户生计的影响: 以甘南黄河水源补给区为例[J]. 地理研究, 2013(3): 50—61.
Zhao Xueyan, Zhang Li, Jiang Jinde, et al. The impact of ecological compensation on the farmers' livelihood: A case study of Huanghe River Water Supply Areas of Gannan[J]. Geographical Research, 2013(3): 50—61. (in Chinese with English abstract)
- [16] 李卫忠, 吴付英, 吴宗凯, 等. 退耕还林对农户经济影响的分析: 以陕西省吴起县为例[J]. 西北林学院学报, 2007(6): 161—164.
Li Weizhong, Wu Fuying, Wu Zongkai, et al. Analysis of returning farmland to forest on Farmers' economic impact-Taking Wuqi County in Shaanxi Province as an example[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2007(6): 161—164. (in Chinese with English abstract)
- [17] 韩洪云, 喻永红. 退耕还林的环境价值及政策可持续性: 以重庆万州为例[J]. 中国农村经济, 2012(11): 44—55.
Han Hongyun, Yu Yonghong. Environmental value and policy sustainability of returning farmland to forests-a case study of Wanzhou, Chongqing[J]. Chinese Rural Economy, 2012(11): 44—55. (in Chinese with English abstract)
- [18] Yong Zhongsu. Soil carbon and nitrogen sequestration following the conversion of cropland to alfalfa forage land in northwest[J]. China. Soil & Tillage Research, 2007, 92(1/2): 181—189.
- [19] Zhang Ke, Dang Han, Tan Song, et al. Change in soil organic carbon following the 'Grain-for-Green' programme in China[J]. Land Degradation & Development, 2009, 21(1): 13—23.
- [20] Huang Lin, Liu Jiyan, Shao Quanqin, et al. Carbon sequestration by forestation across China: Past, present, and future[J]. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2012, 16(2): 1291—1299.
- [21] 赖亚飞, 朱清科, 张宇清, 等. 吴旗县退耕还林生态效益价值评估[J]. 水土保持学报, 2006(3): 83—87.
Lai Yafei, Zhu Qingke, Zhang Yuqing, et al. Valuing ecological effects of land conversion project in Wuqi County[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2006(3): 83—87. (in Chinese with English abstract)
- [22] 赖元长, 李贤伟, 冯帅, 等. 退耕还林工程对四川盆地周低山丘陵区生态系统服务价值的影响: 以洪雅县为例[J]. 自然资源学报, 2011(5): 755—768.
Lai Yuanzhang, Li Xianwei, Feng Shuai, et al. Impact of grain for green project on ecosystem service values in the Hilly Region in Sichuan Basin: A Case study of Hongya County[J]. Journal of Natural Resources, 2011(5): 755—768. (in Chinese with English abstract)
- [23] 秦伟, 朱清科, 赖亚飞. 退耕还林工程生态价值评估与补偿: 以陕西省吴起县为例[J]. 北京林业大学学报, 2008(5): 159—164.
Qin Wei, Zhu Qingke, Lai Yafei. Evaluation and compensation of ecological value in the land conversion project :A case study of Wuqi County , Shaanxi Province[J]. Journal of Beijing Forestry University, 2008(5): 159—164. (in Chinese with English abstract)
- [24] 岳耀杰, 闫维娜, 王秀红, 等. 区域生态退耕对生态系统服务价值的影响: 以宁夏盐池为例[J]. 干旱区资源与环境, 2014(2): 60—67.
Yue Yaojie, Yan Weina, Wang Xiuhong, et al. Impacts of the ecological restoration program on regional ecosystem services[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2014(2): 60—67. (in Chinese with English abstract)
- [25] 马永欢, 樊胜岳. 沙漠化地区退耕还林政策的生态经济效益分析: 以民勤县为例[J]. 自然资源学报, 2005(4): 590—596.
Ma Yonghuan, Fan Shengyue. Analysis on the ecological and economic effects of the policy of returning farmland to forest in the desertification area[J]. Journal of Natural Resources, 2005(4): 590—596. (in Chinese with English abstract)
- [26] 封志明, 张蓬涛, 杨艳昭. 西北地区的退耕规模、粮食响应及政策建议[J]. 地理研究, 2003(1): 105—113.
Feng Zhiming, Zhang Pengtao, Yang Yanzhao. The scale of land conversion from farmland to forest or grassland , the grain response to it, and the relevant proposals in Northwest China[J]. Geographical Research, 2003(1): 105—113. (in Chinese with English abstract)
- [27] 雷敏, 曹明明, 郝静. 米脂县退耕还林的综合效益评价与政策取向[J]. 水土保持通报, 2007(3): 151—156.
Lei Min, Cao Mingming, Xi Jing. Comprehensive benefit assessment on converting farmland to forest and grassland in Mizhi County[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2007(3): 151—156. (in Chinese with English abstract)
- [28] 马海芸, 雍雅明, 刘宗盛. 干旱半干旱区退耕还林还草工程效益综合评价: 以榆中县为例[J]. 草业科学, 2012(9): 1359—1367.
Ma Haiyun, Yong Yaming, Liu Zongsheng. Comprehensive evaluation on the benefit of returning farmland to forest and grassland in arid and semi-arid area[J]. Pratacultural Science, 2012(9): 1359—1367. (in Chinese with English abstract)
- [29] 谭永忠, 吴次芳, 王庆日, 等. “耕地总量动态平衡”政策驱动下中国的耕地变化及其生态环境效应[J]. 自然资源学报, 2005, 20(5): 727—734.
Tan Yongzhong, Wu Cifang, Wang Qingri, et al. The change of cultivated land and ecological environment effects driven by the policy of dynamic equilibrium of the total cultivated land[J]. Journal of Natural Resources, 2005, 20(5): 727—734. (in Chinese with English abstract)
- [30] 于雷, 周勇, 郇文聚, 等. 基于农用地分等成果的耕地占补平衡按等折算[J]. 农业工程学报, 2009, 25(1): 244—248.
Yu Lei, Zhou Yong, Xun Wenju, et al. Cultivated land requisition-compensation balance by class conversion based on outcome of farm land classification[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2009, 25(1): 244—248. (in Chinese with English abstract)
- [31] 傅泽强, 蔡运龙, 杨友孝, 等. 中国粮食安全与耕地资源变化的相关分析[J]. 自然资源学报, 2001(4): 313—319.
Fu Zeqiang, Cai Yunlong, Yang Youxiao, et al. Research on the relationship of cultivated land change and food security in China[J]. Journal of Natural Resources, 2001(4): 313—319. (in Chinese with English abstract)
- [32] 姚成胜, 滕毅, 黄琳. 中国粮食安全评价指标体系构建及实证分析[J]. 农业工程学报, 2015, 31(4): 1—10.
Yao Chengsheng, Teng Yi, Huang Lin. Evaluation index system construction and empirical analysis on food security in China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(4): 1—10. (in Chinese with English abstract)
- [33] 张元红, 刘长全, 国鲁来. 中国粮食安全状况评价与战略思考[J]. 中国农村观察, 2015(1): 2—14.
Zhang Yuanhong, Liu Changquan, Guo Lulai. Appraisal and strategic consideration on food security status of China[J]. China Rural Survey, 2015(1): 2—14. (in Chinese with English abstract)
- [34] 胡霞. 退耕还林还草政策实施后农村经济结构的变化: 对

- 宁夏南部山区的实证分析[J]. 中国农村经济, 2005(5): 63—70.
- Hu Xia. The impact of farmland conversion program on rural economic structure based on the case of Southern Ningxia[J]. Chinese Rural Economy, 2005(5): 63—70. (in Chinese with English abstract)
- [35] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189—196.
- Xie Gaodi, Lu Chunxia, Leng Yunfa, et al. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau[J]. Journal of Natural Resources, 2003, 18(2): 189—196. (in Chinese with English abstract)
- [36] Costanza R. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253—260.
- [37] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J]. 自然资源学报, 2008, 23(5): 911—919.
- Xie Gaodi, Zhen Lin, Lu Chunxia, et al. Expert knowledge based valuation method of ecosystem services in China[J]. Journal of Natural Resources, 2008, 23(5): 911—919. (in Chinese with English abstract)

Analysis of unstable farmland in arid and semi-arid regions and feasibility evaluation of its conversion

Zhao Ai'dong¹, Xu Shi², Zeng Wei², Qu Futian¹, Ma Xianlei^{1*}

(1. College of Public Administration, Nanjing Agriculture University, Nanjing 210095, China;

2. China Land Surveying and Planning Institute, Beijing 100035, China)

Abstract: Due to the fragile natural conditions, the capacity of stable production and sustainable production of farmland is weak in arid and semiarid regions of Northwest China. The second national land survey shows that there is a large amount of unstable farmland in Northwest China. However, the existing studies have not yet paid enough attention to the status and causes of unstable farmland. Especially, how to conduct unstable farmland conversion program and assess the subsequently potential impact is still a problem. Based on the data of national unstable farmland survey, this paper analyzes systematically the present situation and causes of unstable farmland in arid and semiarid regions of Northwest China. Further, this paper divides the ecological constraint intensity of unstable farmland into 3 classes by the aid of GIS (geographic information system) spatial analysis methods: high ecological constraint, middle ecological constraint and low ecological constraint, and set 3 farmland conversion scenarios including ecological protection scenario, comprehensive trade-off scenario and farmland protection scenario based on the different ecological constraint intensity to simulate land use change and the areas of farmland conversion before and after unstable farmland conversion program. Then this paper develops a primary feasibility assessment method of unstable farmland conversion in social, economic and ecological dimensions, and impacting level of grain yield, impacting level of income of farmer involved in unstable farmland and ecosystem service value are selected to represent social, economic and ecological impacts respectively. Taking Yuli County in Xinjiang Uygur Autonomous Region as the example, this paper assess the feasibility about the unstable farmland conversion based on the quantitative analysis results about the grain yield, income of farmer and ecosystem service value impacts brought by unstable farmland conversion program. The results show that there is 510021.53 hm² unstable farmland in arid and semiarid regions of Northwest China that mainly locates in northern Xinjiang, central and eastern Gansu and central and southern Ningxia. As the land type is dominated by dry land and irrigated land as well as low-quality cultivated land, the utilization condition of unstable farmland is poor. If continuing to farming, 43.53% of unstable farmland in the region may affect regional ecological environment or be difficult to ensure stable harvest. The formation of unstable farmland in the region is mainly brought by desertification, accounting for 69.82% of unstable farmland. Over reclamations of the grassland, forest and continental river are also the causes for the unstable farmland. Unstable farmland conversion will result in the total grain output in Yuli County decreased by 28.64%, 20.35% and 10.43% respectively in 3 different scenarios. Although the short-run income of the farmers will be affected seriously due to unstable farmland conversion program, the long-run expected income brought by agricultural restructuring will compensate the loss of planting income, so the overall income of farmer will be increased by 10.41%, 12.01% and 15.25%, respectively. But if unstable farmland continues to farming, it will bring serious ecological impact. Unstable farmland conversion will improve the condition of regional ecological environment, and the ecosystem service value will increase by 26.74, 19.56 and 15.15 million yuan in 3 different scenarios respectively. Under the comprehensive balance, this paper thinks unstable farmland conversion program is feasible in Yuli County. Strict laws and regulations should be constituted to regulate the behavior of land reclamation in Northwest region, and local governments should properly handle the stock of unstable farmland and restrict the unstable farmland to continue to expand. At the same time, the regional functional zones and ecological red line control system should be promulgated as soon as possible, which can promote land use and ecological protection to achieve coordination.

Keywords: land use; land reclamation; ecosystems; economic analysis; northwest China; unstable farmland; farmland conversion; feasibility assessment