

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2019.01.008

基于粮食安全与生态安全的 省域耕地休耕规模测算^①

龙玉琴, 王 成, 杨庆媛, 张 伟, 李颖颖

西南大学 地理科学学院/岩溶环境重庆市重点实验室, 重庆 400715

摘要: 借鉴增量城镇用地区域配置的方法和原理, 运用最小人均耕地面积模型、趋势预测法及嫡权法, 基于粮食安全与生态安全测算中国 31 个省份(直辖市、自治区)休耕耕地规模。结果表明: 基于粮食安全与生态安全的中国 31 个省份(直辖市、自治区)可休耕耕地规模为 1 690.73 万 hm^2 , 各省(直辖市、自治区)耕地生态安全及休耕规模差异明显, 休耕规模在空间上呈现出西北、沿海地区休耕规模大, 西南、东北地区规模较小的分布格局。研究既突破了仅从宏观层面及粮食安全视角研究休耕规模的局限性, 丰富和完善了探究耕地休耕规模的视角和方法, 又为我国休耕规模分配和确定提供了科学依据及理论指导, 有利于实现耕地休耕效益的最大化。

关键词: 耕地; 休耕规模; 粮食安全; 生态安全; 省域

中图分类号: S344

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2019)01-0051-09

当前耕地轮作休耕试点实行过程中, 大多根据“自上而下”指标分配、逐级分解的方式确定休耕规模, 忽视了对区域的耕地资源禀赋及休耕现实条件的定量分析, 导致在休耕实践中出现盲目追求休耕指标、休耕区域错配等现象, 休耕效益受损, 制约了探索耕地休耕制度的成效。而耕地休耕规模测算作为国家提出耕地轮作休耕战略部署、开展耕地休耕制度试点工作的前提和基础, 基于区域水土资源禀赋, 利用科学合理的手段明确其休耕规模是现阶段探索耕地休耕制度相关研究的主要内容^[1-3]。当前, 随着城镇化、工业化进程加速推进, 耕地的高强度开发利用导致耕地地力严重透支, 耕地质量退化、耕地污染、地下水超采等问题尤为突出, 已严重制约了区域农业可持续发展^[4], 亟需针对耕地生态安全状况明确其休耕规模, 以满足现阶段生态文明建设的现实需求, 实现休耕效益的最大化。

为控制粮食产量, 保护环境, 欧美、日本等国家及地区对休耕的探索已有几十年的历史, 形成了相关制度及条例, 并取得积极成效。其中美国休耕一般由农民自愿提出申请, 美国农业部根据环境效益指数 (EBI) 对申请地块的潜在环境收益和成本进行评估, 并将最具有成本效益的环境脆弱型土地纳入休耕计划^[5-6]; 而日本及欧盟的休耕总规模均由政府确定, 但日本休耕区域及具体地块由农民自愿申请, 欧盟则要求接受价格补贴且粮食谷物作物产量超过 92t 的农户强制性休耕, 对粮食谷物产量低于 92t 的农户不予要求, 可自由申请^[7-9]。总的来说, 发达国家及地区休耕均对国家粮食安全及生态环境产生重要积极作用。其中, 日本、欧盟耕地休耕尽管考虑了国家粮食安全, 但忽视了耕地的质量, 违背了耕地休耕的生态意义, 而美国重视耕地休耕生态效益的同时, 忽视了粮食安全这一重要前提。我国幅员辽阔, 人地矛盾突出, 区域差异明显, 必须立足于我国国情, 再借鉴或汲取其他国家与地区休耕经验确定耕地休耕规模及区域。当

① 收稿日期: 2017-11-04

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(15ZDC032)。

作者简介: 龙玉琴(1993-), 女, 硕士研究生, 主要从事土地利用与乡村发展研究。

通信作者: 王 成, 教授, 博士研究生导师。

前我国已有学者从粮食安全视角对全国^[10-11]及单个区县^[12-13]的休耕规模进行了探讨,为中国耕地休耕的实施提供了一定的理论参考和借鉴.但忽视了区域耕地生态安全的休耕现实需求及耕地休耕规模的区域分配,违背了耕地休耕战略的重要生态意义,影响了耕地休耕规模结果的科学性及其合理性,而仅从耕地生态安全角度考虑,则生态环境退化区域耕地应全部休耕,以致休耕规模太大无法保证国家粮食安全,不利于区域乃至国家社会经济可持续发展.为此,杨庆媛等^[14]提出亟需基于粮食安全和生态文明建设要求合理确定耕地休耕规模,以引导耕地休耕的稳妥推进.但我国幅员辽阔,区域间耕地资源禀赋及生态环境问题差异明显,如何立足于区域现实情况,兼顾粮食安全及生态安全,以确定耕地休耕规模已成为现阶段探索实行耕地休耕制度亟待解决的关键问题.本文以省域为研究单元,借鉴增量城镇用地区域配置的方法和原理^[15],以粮食安全耕地休耕规模作为总量控制,尝试基于耕地生态安全构建耕地休耕规模分配指标体系,确定休耕规模分配权重,据此测算 31 个省份(直辖市、自治区)可休耕耕地规模,为科学、合理的耕地休耕规模测算提供新的思路和方法,以期对耕地休耕规模指标分配、休耕效益的最大化发挥提供一定的科学依据及借鉴意义.

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究思路

粮食安全事关国民经济与社会发展全局,是实现社会稳定、经济可持续发展的前提,同时也是实行耕地休耕的重要前提,因此,首先,依据耕地规模预测值及粮食安全耕地需求量确定中国粮食安全耕地休耕规模;其次,基于耕地生态安全构建耕地休耕规模分配指标体系来确定休耕规模分配权重,并以粮食安全耕地休耕规模作为总量控制,以各省份(直辖市、自治区)耕地资源禀赋为制约因素,测算基于粮食安全及生态安全的耕地休耕规模(图 1).

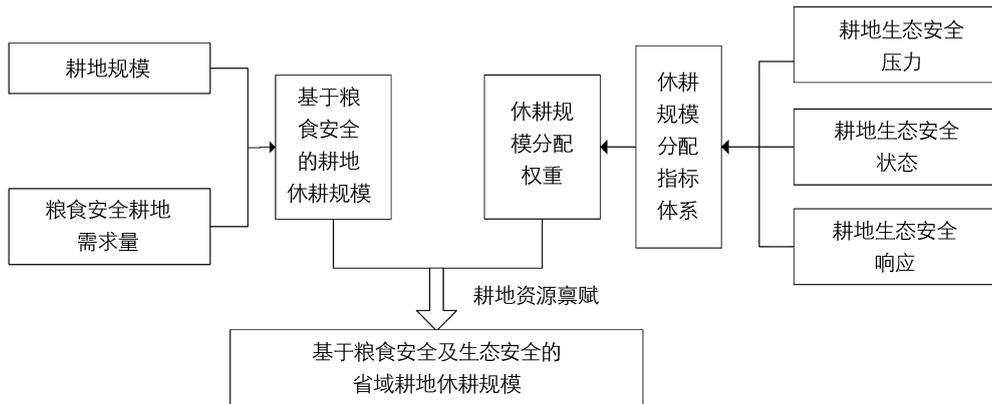


图 1 研究技术路线图

1.2 研究方法

1.2.1 基于粮食安全的耕地休耕规模

粮食安全作为实行耕地休耕的重要前提,耕地休耕必须确保区域粮食需求所必需的耕地面积.因此,基于粮食安全的耕地休耕规模是指在一定的粮食自给率及粮食生产能力条件下,在满足区域粮食安全前提下可用来实行休耕的耕地规模,从供需角度而言,是耕地可供给的休耕规模.其中,运用最小人均耕地面积模型^[16-17]确定目标年基于粮食安全的耕地需求量,测算粮食安全耕地休耕规模,即:

$$F_j = \beta \times \frac{G_r}{p \times q \times k} \times P \quad (1)$$

$$Q_j = E_j + \Delta E'_j - \Delta C'_j \quad (2)$$

$$S = \sum_{j=1}^{31} Q_j - \sum_{j=1}^{31} F_j \quad (3)$$

式中: F_j 为目标年 j 省粮食安全保障下所需耕地规模(hm^2); P 为各省(直辖市、自治区)常住人口数(人); β 为各省(直辖市、自治区)粮食自给率(%); G_r 为各省(直辖市、自治区)人均粮食需求量($\text{kg}/(\text{人} \cdot \text{a})$);

p 为各省(直辖市、自治区)粮食单位面积产量(kg/hm^2); q 为各省(直辖市、自治区)粮食作物播种面积占农作物总播种面积的比例(%); k 为各省(直辖市、自治区)复种指数(%); Q_j 为目标年 j 省耕地规模预测值(hm^2); E_j 为 j 省(直辖市、自治区)基期年耕地规模(hm^2); $\Delta E'_j$ 为基期年到目标年新增耕地规模(包括耕地补充及农业结构调整所增加耕地规模)(hm^2); $\Delta C'_j$ 为基期年到目标年耕地减少规模(包括农业结构调整、建设用地占用、灾害损毁及生态退耕减少耕地规模)(hm^2); S 为全国粮食安全保障下耕地休耕规模(hm^2). 其中, 粮食自给率作为衡量区域粮食安全水平的指标之一, 是一定区域内粮食产量占当年粮食消费量的百分比. 而我国地域辽阔, 地貌类型复杂, 耕地资源禀赋, 粮食生产能力不同, 导致粮食自给率在区域上表现出显著差异性, 因此, 为保证结果的合理性, 借鉴《中国经济周刊》中采用的经验估算法计算得出粮食自给率^[18]. 为减少数据波动性引起的影响, 31 个省(直辖市、自治区)粮食自给率取 2005—2015 年平均值, 其余各指标值均运用灰色预测法、趋势预测法等方法计算求得. 新增耕地规模及耕地减少规模结合各省(直辖市、自治区)历年耕地增减变化情况得以确定.

1.2.2 基于粮食安全及生态安全的耕地休耕规模

(1) 基于耕地生态安全的耕地休耕规模分配权重

基于生态安全的耕地休耕规模是指在一定数量的休耕规模总量控制下, 按照区域间耕地生态安全的相对程度进行科学、合理分配, 使得休耕规模向生态环境问题更严重的区域倾斜, 实现耕地休耕规模的优化配置和休耕效益的最大化. 耕地生态安全是指人类赖以生存和发展的耕地资源所处的生态环境状态, 通常包括人类活动的干扰程度、耕地受干扰后的状态以及人类社会在政策管理方面的响应. 因此, 按照典型性、可得性、可定量性及独立性等原则, 结合探索实行耕地休耕制度试点的背景和目的, 参考已有研究成果^[19-23], 借鉴压力—状态—响应(PSR)模型构建基于耕地生态安全的耕地休耕规模分配指标体系, 通过极差标准化法对各项指标的原始数据进行初步处理, 并运用熵值法计算各指标的权重(表 1).

耕地生态安全压力是反映对耕地具有一定压力的人类活动类型的指标. 已有研究表明^[24], 土壤污染物主要来源于工业废水、污水、农药化肥的使用以及地膜使用, 导致土壤重金属污染加重, 成为耕地主要生态环境问题. 因此, 本文选取单位耕地化肥负荷、单位耕地农药负荷、单位耕地地膜负荷、单位土地废水排放量反映耕地生态安全压力. 另外, 由于我国水资源分布不均, 加之农业灌溉用水、工业用水剧增, 局部地区水资源严重缺乏, 因此, 以地均水资源量作为反映耕地生态安全压力的另一指标.

耕地生态安全状态是指人类活动施加压力后, 环境改变了原有的状态或自然资源的数量. 本文选取水土流失率、粮食单产及自然灾害成灾率反映耕地生态安全状态. 同时, 沙漠化是沙质荒漠化的简称, 是指非沙漠地区出现以风沙活动为主要标志的类似沙漠景观的环境变化过程, 可导致生产量降低, 可利用耕地资源丧失, 一般以土地沙化比例作为衡量区域土地沙化程度的指标^[25-26], 因此将其作为评价耕地生态安全的指标具有一定的个性特征.

耕地生态安全响应是指人类社会采取一定的措施对环境或耕地的改变所作出的反应, 以防止环境进一步退化或农业产量的减少^[27]. 森林覆盖率、复种指数及灌溉保证率可作为衡量耕地生态安全响应结果的指标, 而农民人均非农纯收入比例反映了农民对耕地生态安全压力所作出的反应, 即耕地生态安全压力越大, 农民对耕地依赖程度越小, 越倾向于参与非农活动, 非农收入比例越大, 休耕规模越大, 因此, 将农民人均非农纯收入比例作为耕地生态安全响应的另一指标, 反映耕地休耕规模的分配权重大小(表 1).

各省(直辖市、自治区)耕地休耕规模分配权重是耕地休耕规模分配的基础与前提, 一方面, 受休耕规模分配指标权重的影响, 另一方面, 也受到各省(直辖市、自治区)耕地生态安全压力及状态情况的制约, 为实现各指标在各省(直辖市、自治区)的可比性, 对各指标值在各省(直辖市、自治区)的情况进行无量纲处理, 具体如下:

逆向指标:

$$x'_{ij} = x_{ij} / \sum_{j=1}^m x_{ij} \quad j = 1, \dots, m \quad (4)$$

正向指标:

$$x'_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}/x_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{j=1}^m x_{ij}/x_{ij}} \quad j=1, \dots, m \quad (5)$$

$$\omega_j = \sum_{i=1}^n \omega_i x'_{ij} \quad j=1, \dots, m \quad (6)$$

式中: x_{ij} 为指标 i 在第 j 省(直辖市、自治区)的实际值; x'_{ij} 为 x_{ij} 无量纲化后的值; m 为省(直辖市、自治区)的数量; ω_j 为第 j 省(直辖市、自治区)的耕地休耕分配指标权重; ω_i 为指标 i 的权重; n 为指标个数.

无量纲化后, 各指标满足公式 $\sum_{j=1}^m x'_{ij} = 1$.

表 1 基于耕地生态安全的耕地休耕规模分配指标及权重

目标	系统	指标	指标含义	权重值	指标类型
耕地休耕规模分配指标体系	耕地生态安全压力	单位耕地化肥负荷/(kg·hm ⁻²)	化肥施用量/耕地总面积	0.080 6	逆
		单位耕地农药负荷/(kg·hm ⁻²)	农药使用量/耕地总面积	0.088 8	逆
		单位耕地地膜负荷/(kg·hm ⁻²)	地膜使用量/耕地总面积	0.091 2	逆
		单位土地废水负荷/(kg·hm ⁻²)	废水排放量/土地总面积	0.084 6	逆
		单位土地水资源/(m ³ ·hm ⁻²)	水资源量/土地总面积	0.016 9	正
耕地生态安全状态		水土流失率/%	水土流失面积/土地总面积	0.088 0	逆
		自然灾害受灾比例/%	受灾面积/耕地总面积	0.072 3	逆
		土地沙化比例/%	土地沙化面积/土地总面积	0.095 3	逆
		粮食单产/(kg·hm ⁻²)	粮食总产量/耕地总规模	0.077 2	正
耕地生态安全响应		森林覆盖率/%	—	0.074 6	正
		复种指数	—	0.079 8	正
		灌溉保证率/%	有效灌溉面积/耕地面积	0.059 9	正
		农民人均非农纯收入所占比例/%	人均非农纯收入/人均纯收入	0.090 8	逆

(2) 耕地休耕规模测算

基于耕地生态安全的休耕规模分配权重, 以粮食安全保障下耕地休耕规模作为总量控制, 并综合考虑各省(直辖市、自治区)耕地资源禀赋, 对耕地休耕规模分配权重进行修正, 最终确定各省(直辖市、自治区)基于粮食安全及生态安全的耕地休耕规模, 计算模型如下:

$$E_j = S \times \omega_j \quad (7)$$

$$\omega'_j = \omega_j / (1 - \sum_{j=1}^{31-a} \omega_j) \quad (8)$$

$$S_j = \begin{cases} (S - \sum_{j=1}^a Q_j) \times \omega'_j & Q_j > E_j \\ Q_j & Q_j < E_j \end{cases} \quad (9)$$

式中: E_j 表示第 j 省(直辖市、自治区)基于生态安全的耕地休耕规模(hm²); S_j 为 j 省(直辖市、自治区)基于粮食安全与生态安全的耕地休耕规模(hm²); a 为基于生态安全耕地休耕规模大于省域内耕地规模的省份(直辖市、自治区)数量; ω'_j 为第 j 省(直辖市、自治区)的休耕规模分配指标修正权重.

1.3 数据来源

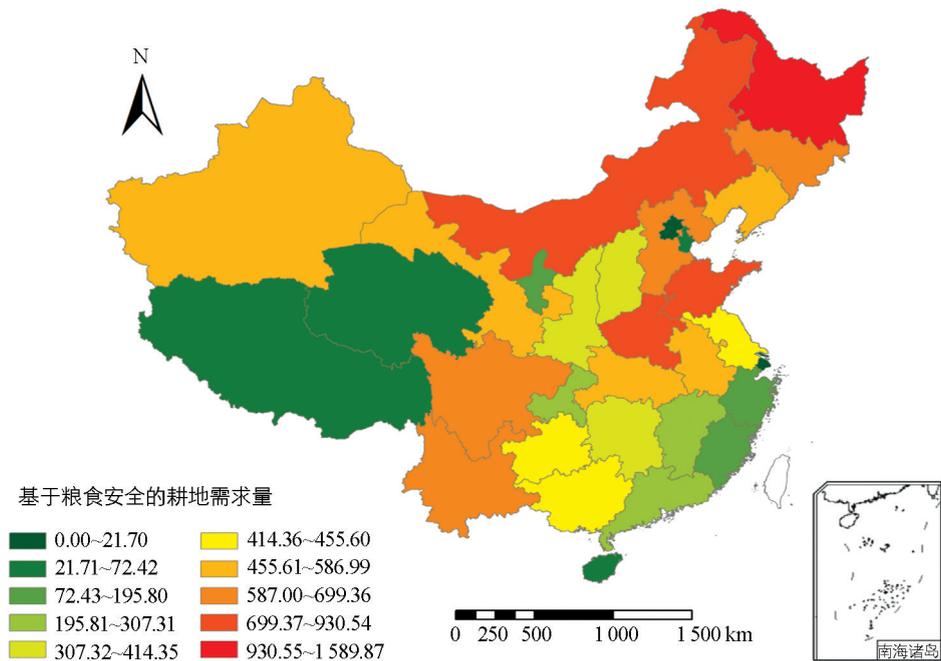
基于以上耕地休耕规模测算的相关方法, 鉴于数据的可获取性和及时性, 以我国 31 个省级行政区域(香港、澳门及台湾除外)为研究对象, 以 2015 年为基期年核算 2018 年耕地休耕规模. 其中, 粮食单产、播

种面积、人口、水资源量、森林覆盖率及农村人均非农收入等数据来源于《中国统计年鉴》, 2015 年耕地规模、2006—2015 年新增耕地规模及耕地减少规模来源于《中国国土资源年鉴》, 化肥施用量、农药使用量、地膜使用量、有效灌溉面积及农作物受灾面积等数据来源于《中国农村统计年鉴》, 工业废水排放量、土地沙化数据来源于《中国环境统计年鉴》, 水土流失面积来源于《流域水土保持公报》。

2 结果与分析

2.1 基于粮食安全的耕地休耕规模

《国家粮食安全中长期规划纲要(2008—2020 年)》^[28] 提出, 2020 年人均粮食需求量不低于 395 kg。根据国家食物与营养咨询委员会提出的我国人民食物消费和营养的基本目标, 到 2020 年, 城乡全面达到小康水平, 人均粮食消费量为 472 kg/人。综合以上结果, 本文将各省(直辖市、自治区)人均粮食需求量统一确定为 470 kg。将各参数代入公式(1)–(3), 预测得到我国 31 个省(直辖市、自治区)通过耕地补充及农业结构调整新增耕地 71.18 万 hm^2 , 农业结构调整、建设用地占用、灾害损毁及生态退耕等减少耕地 90.18 万 hm^2 。但上海市经济发展迅速, 若按照现有耕地减少及补充情况, 上海市耕地规模预测值将严重突破耕地保有量 18.89 万 hm^2 ^[29], 因此, 为不突破上海市耕地保有量指标, 以耕地保有量为耕地最小规模, 测算出 2018 年中国耕地总规模达 13 475.07 万 hm^2 , 粮食安全耕地需求量总计 11 784.34 万 hm^2 , 基于粮食安全的耕地休耕规模为 1 690.73 万 hm^2 。通过 ArcGIS 10.2 软件将粮食安全耕地需求量测算值与矢量格式的空间分析单元进行空间链接, 运用自然断裂法划分等级, 形成 2018 年中国 31 个省(直辖市、自治区)粮食安全耕地需求量空间分布图(图 2)。



本图行政边界仅为示意, 不作为划分依据。

图 2 2018 年中国 31 个省份(直辖市、自治区)基于粮食安全的耕地需求量

各省(直辖市、自治区)粮食安全耕地需求量区域差异显著, 整体上呈现东北、华北高, 华南低的空间分布特征。黑龙江、内蒙古等粮食主产区地域辽阔, 耕地资源丰富, 加之优越的气候条件及充足的劳动力市场, 成为全国重要的粮食生产地及商品粮基地。粮食生产在自给自足基础上, 向外省大量输出, 一定程度上缓解了区域粮食压力, 粮食自给率相对较高, 粮食安全耕地需求量随之增加。西北及部分经济发达地区粮食安全耕地需求量较少, 其主要原因是, 青海、西藏等西北地区省份(自治区)处于高纬度和高海拔地理位置, 水、热、肥条件较差, 复种潜力受限^[30], 加之耕地资源禀赋较差, 粮食自给率较低; 北京、上海、天津等地区人口密集, 经济发展迅速, 建设用地扩张势必造成对耕地的占用, 粮食生产无

法自给自足,多从外部输入,导致粮食自给率低,进而粮食安全耕地需求量较少.可见,耕地粮食需求量与粮食自给率关系密切.

2.2 基于粮食安全与生态安全的耕地休耕规模

综合考虑各省(直辖市、自治区)耕地生态安全确定其耕地休耕规模分配权重.以粮食安全耕地可休耕规模为总量控制,以耕地资源禀赋为制约,确定研究区基于粮食安全及生态安全的耕地休耕规模(表 2),并运用 ArcGIS 10.2 的自然断裂法将耕地休耕规模划分为 5 个潜力区.总的来看,耕地休耕规模区域差异明显,呈现出西北、沿海地区耕地休耕规模大,西南、东北地区规模较小的空间分布格局.

表 2 基于粮食安全与生态安全的耕地休耕规模

万 hm^2

省(直辖市、自治区)	S_j	省(直辖市、自治区)	S_j	省(直辖市、自治区)	S_j	省(直辖市、自治区)	S_j
北京市	21.70	上海市	18.89	湖北省	51.34	云南省	49.78
天津市	42.27	江苏省	57.56	湖南省	51.34	西藏	35.51
河北省	65.34	浙江省	62.23	广东省	60.67	陕西省	51.34
山西省	62.23	安徽省	42.00	广西	40.45	甘肃省	79.34
内蒙古	80.90	福建省	63.78	海南省	60.67	青海省	58.90
辽宁省	62.23	江西省	48.23	重庆市	51.34	宁夏	74.68
吉林省	49.78	山东省	63.78	四川省	48.23	新疆	105.79
黑龙江	37.34	河南省	49.78	贵州省	43.31		

I 级潜力区休耕总规模达 266.03 万 hm^2 , 主要分布在西北地区, 包括内蒙古、新疆、甘肃等. 受大气环流、海陆分布及大地貌格局制约, 西北地区生态系统简单, 生态环境极其脆弱, 且土壤的抗蚀力、透水性及抗风化能力弱直接影响了土地沙化的发生; 另一方面, 受地理环境及气候条件等自然因素制约, 西北地区降雨量少, 且分布极不平衡. 农业生产呈现广种薄收、以丰补欠的显著特征, 而人口压力的增加, 人类不断乱砍滥伐, 过度开垦以扩大耕地面积, 为土地沙化的发生提供了有利条件, 加之农业生产技术落后, 只种不养的粗放式经营方式进一步导致土地沙化的恶化, 导致西北成为我国土地沙化最严重的地区, 耕地休耕规模较大. 同时, 由于西北地区内部自然条件禀赋不同, 生态问题也呈现出差异性. 为农业生产过程中增温保墒、防病抗虫和抑制杂草, 新疆大面积推广使用地膜覆盖技术, 地膜使用量、覆盖面积逐年递增, 已成为中国乃至世界上“白色污染”最严重的区域之一^[31], 加之缺乏有力的治理措施, 废旧地膜在农田土壤中残留量增多, 污染持续加剧, 已成为农业可持续发展和农民持续增收的重要制约因素, 进一步增加耕地休耕规模分配权重, 导致新疆耕地休耕规模位居全国第一.

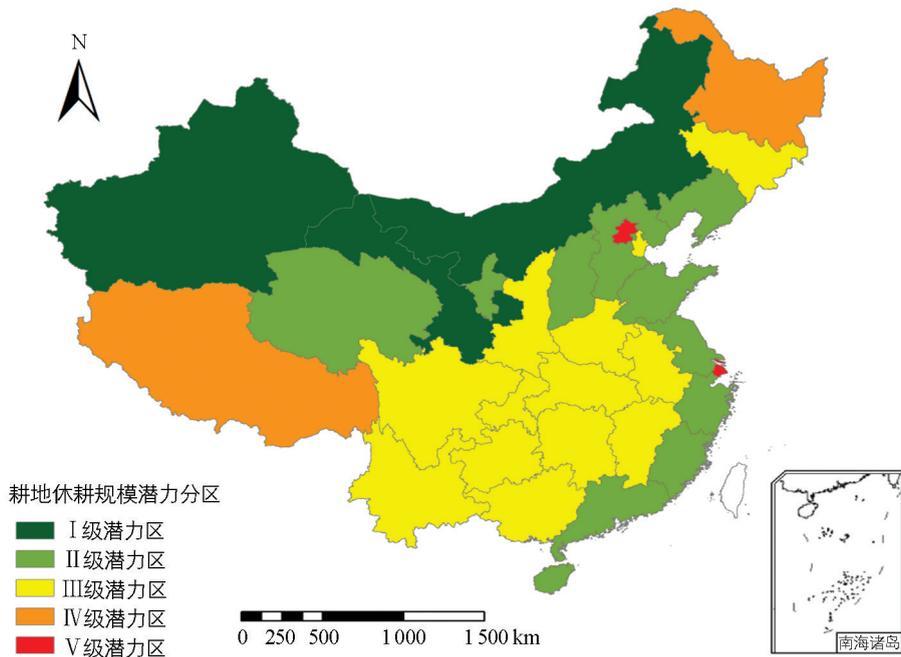
II 级潜力区休耕耕地总规模 692.07 万 hm^2 , 主要涉及河北、山西、辽宁、江苏、青海及宁夏等省(自治区), 主要分布在华北及沿海地区. 其中, 华北地区以水资源缺乏为主要生态环境问题, 受自然条件限制, 河北干旱少雨, 水资源严重缺乏, 加之农业用水量以及不合理的水资源利用方式, 单位土地水资源量较少, 仅有 71.98 m^3/hm^2 . 山西多年的煤炭开采, 加上农业、工业和人畜用水, 造成对地下水资源的根本性破坏, 山西资源型与工程型缺水并存, 河北、山西地下水超采严重, 区域内已形成深浅不一的地下水漏斗区, 一定程度阻碍了区域农业可持续发展. 沿海地区依托优越的地理条件及区位优势, 二、三产业发展迅速, 地均工业废水排放量均超过 100 t/hm^2 , 一定程度加剧了耕地污染程度, 而农药、化肥、地膜的大量使用, 导致土壤板结、酸化, 土质恶化, 进一步加剧了耕地生态安全压力, 导致耕地休耕规模较大. 另外, 社会经济的快速发展, 农民人均非农收入的增加, 导致农户对耕地依赖程度降低, 为耕地休耕的开展提供了一定的有利条件. 由于海南气温高、湿度大, 导致病虫害种类繁多且常年发生, 杀虫剂、杀菌剂等使用量相应增加, 单位耕地农药负荷位居全国第一, 达到 54.83 kg/hm^2 , 亟需休耕以实现耕地休养生息, 增强耕地地力, 休耕耕地规模较大, 达到 55.79 万 hm^2 . 而宁夏干旱少雨, 水资源分布极不平衡, 加之工业用水所占比例日益增多, 水资源供需矛盾进一步加剧, 呈现出资源型、工程型、水质型缺水并存的局面, 其单位土地水资源量最少, 仅 13.86 m^3/hm^2 , 一定程度制约了农业可持续发展, 综合来看, 耕地休耕规模较大.

III 级潜力区总规模 619.19 万 hm^2 , 涉及吉林、河南、湖北、湖南、陕西、重庆、云南等地区, 主要分布

在西南地区及中部地区. 西南地区喀斯特地貌分布广泛, 森林覆盖率较低, 降水季节性分布不平衡导致水土流失严重, 同时, 区域内水资源分布不均, 水利基础设施较为薄弱, 农业生产呈现“靠天吃饭”的局面, 灌溉保证率较低, 一定程度制约了粮食产量的提高, 耕地休耕规模分配权重较大, 而四川省作为西部唯一的粮食主产区, 在保障西部粮食安全方面起着重要作用, 大规模的地膜使用加剧了耕地生态安全; 而中部粮食主产区在保障我国粮食安全、缓解区域粮食不平衡方面具有重要意义. 由于中部地区有色金属矿产资源十分丰富, 镉等重金属元素的基础含量高, 加之化肥、农药以及工业废水的大量投入, 土壤重金属污染严重, 进一步导致局部粮食产量降低, 对人类健康构成极大威胁, 但工业废水排放量较沿海地区小, 一定程度降低了其耕地生态安全, 因此耕地休耕规模分配权重较沿海地区小, 耕地休耕规模均小于 38.89 万 hm^2 .

Ⅳ级潜力区总规模达到 72.85 万 hm^2 , 主要涉及黑龙江、西藏. 黑龙江自然条件优越, 生态环境保持良好, 区域内化肥农药利用率相对较低, 农业成灾率低, 仅水资源相对匮乏, 灌溉保证率仅 35%, 一定程度影响区域粮食产量, 耕地休耕规模相对较小. 而西藏作为重要的国家安全屏障及生态安全屏障, 在国家战略全局和生态文明建设中具有非常重要的地位. 地处青藏高原, 因海拔高、气候寒冷、森林植被缺乏等原因, 土地沙漠化严重, 其他生态问题并不突出, 耕地休耕分配指标权重低, 仅占 1%, 进而导致其休耕规模较小.

Ⅴ级潜力区休耕总规模达到 40.59 万 hm^2 , 包括北京、上海. 北京在城镇化建设过程中, 由于生产建设项目的扰动, 地表土壤、植被被破坏, 土壤裸露面积增大, 加剧了区域水土流失, 人口、资源、环境矛盾突出. 上海市产业集聚, 工业废水排放量大, 2015 年地均工业废水排放量为 74.04 万 kg/hm^2 , 一定程度加剧了耕地污染程度. 由于北京、上海耕地资源少, 按照耕地生态安全状况, 其休耕规模远远超过区域耕地资源, 因此, 以区域耕地所有耕地资源作为耕地休耕最大规模, 即 21.70 万 hm^2 和 18.89 万 hm^2 .



本图行政边界仅为示意, 不作为划分依据.

图 3 2018 年中国 31 个省份(直辖市、自治区)耕地休耕规模潜力分区

3 结 论

1) 借鉴新增城镇用地配置的方法和原理, 以保障全国粮食安全为前提, 综合考虑区域耕地生态安全状况测算耕地的休耕规模, 既丰富和完善了探究耕地休耕规模的视角和方法, 也可为省域耕地休耕规模的确定提供一定的理论基础及科学依据.

2) 基于粮食安全与生态安全的耕地休耕规模为 1 690.73 万 hm^2 , 基于此, 综合考虑各省(直辖市、自治区)耕地生态安全状况, 将研究区耕地休耕规模划分为 5 个休耕潜力区. I 级潜力区休耕总规模

266.03 万 hm^2 , 包括内蒙古、新疆、甘肃。Ⅱ级潜力区可休耕规模 692.07 万 hm^2 , 主要分布在华北地区及沿海地区, 包括河北、浙江、宁夏、青海等; Ⅲ级潜力区耕地休耕规模 619.19 万 hm^2 , 涉及江西、河南、四川、云南等, 主要分布在西南地区及中部地区; Ⅳ级潜力区总规模达到 72.85 万 hm^2 , 仅涉及黑龙江、西藏; 而Ⅴ级潜力区包括北京、上海, 休耕耕地总规模仅有 40.59 万 hm^2 。

如何兼顾粮食安全及生态安全, 明确适于轮作休耕的范围及规模已成为稳妥推进耕地休耕制度试点的关键。本文首先以保障国家粮食安全为前提, 基于耕地生态安全状况从省域层面测算基于粮食安全及生态安全的耕地休耕规模, 并划分休耕潜力区, 为科学、合理的耕地休耕规模测算及耕地休耕规模指标分配提供新的思路和方法。与李凡凡等^[11]基于粮食安全的耕地休耕潜力相比, 突破了仅从宏观层面及粮食安全视角测算耕地休耕规模的局限性, 为揭示各省耕地生态安全状况及生态环境问题, 科学、合理确定耕地休耕规模, 进一步实现耕地休耕效益的最大化提供科学依据及理论指导; 其次, 与当前国家耕地休耕制度试点方案相比, 研究结果均能满足国家下达指标, 且休耕规模都较之更大。可见, 在保证国家粮食安全, 并考虑各省耕地生态安全基础上, 可适当增加耕地休耕制度试点规模, 促进耕地休耕制度试点的进一步推广实施。然而省域内部自然条件禀赋、社会经济发展差异明显, 导致区域间耕地生态安全程度不一, 生态环境问题不同, 因此, 针对中观尺度及微观地块尺度识别区域主要生态环境问题, 诊断可休耕耕地范围与规模, 并开展空间布局及时序研究是下一步研究的重点与关键。

参考文献:

- [1] 赵其国, 滕 应, 黄国勤. 中国探索实行耕地轮作休耕制度试点问题的战略思考 [J]. 生态环境学报, 2017, 26(1): 1—5.
- [2] 黄国勤, 赵其国. 江西省耕地轮作休耕现状、问题及对策 [J]. 中国生态农业学报, 2017, 25(7): 1002—1007.
- [3] 杨庆媛. 协同推进土地整治与耕地休养生息 [J]. 中国土地, 2017(5): 19—21.
- [4] 沈仁芳, 陈美军, 孔祥斌, 等. 耕地质量的概念和评价与管理对策 [J]. 土壤学报, 2012, 49(6): 1210—1217.
- [5] 向 青, 尹润生. 美国环保休耕计划的做法与经验 [J]. 林业经济, 2006(1): 73—78.
- [6] 朱文清. 美国休耕保护项目问题研究 [J]. 林业经济, 2009(12): 80—83.
- [7] 王永春, 王秀东. 日本的农业补贴——水稻 [J]. 世界农业, 2009(12): 27—29.
- [8] REN T, JUN L I. Exploitation and Utilization of Summer Fallow Farmland on Main River Valley Areas in Tibet [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2008, 26(4): 105—108.
- [9] 揣小伟, 黄贤金, 钟太洋. 休耕模式下我国耕地保有量初探 [J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 2008, 23(3): 99—102.
- [10] 王礼力. 论农业的外部性与农业政策目标 [J]. 陕西农业科学, 1998(3): 39—41.
- [11] 李凡凡, 刘友兆. 中国粮食安全保障前提下耕地休耕潜力初探 [J]. 中国农学通报, 2014, 30(Z): 35—41.
- [12] 赵雲泰, 黄贤金, 钟太洋, 等. 区域虚拟休耕规模与空间布局研究 [J]. 水土保持通报, 2011, 31(5): 103—107.
- [13] 杨庆媛, 毕国华, 陈展图, 等. 喀斯特生态脆弱区休耕地的空间配置研究——以贵州省晴隆县为例 [J]. 地理学报, 2018, 73(11): 2250—2266.
- [14] 杨庆媛, 信桂新, 江娟丽, 等. 欧美及东亚地区耕地轮作休耕制度实践: 对比与启示 [J]. 中国土地科学, 2017, 31(4): 71—79.
- [15] 洪建国, 样刚巧, 苗 欣, 等. 增量城镇用地区域配置研究——以湖北省为例 [J]. 中国土地科学, 2008, 22(12): 39—45, 67.
- [16] 蔡运龙, 傅泽强, 戴尔阜. 区域最小人均耕地面积与耕地资源调控 [J]. 地理学报, 2002, 57(2): 127—134.
- [17] 施毅超. 基于粮食安全、经济发展和生态安全的长江三角洲地区耕地保护研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2007.
- [18] 王红茹, 郭 芳, 李 雪. 中国粮食地图: 从“南粮北运”到“北粮南运” [EB/OL]. <http://paper.pecople.com.cn/zgjjzk/html/2013-07/01/content-1263888.htm>.
- [19] 吴大放, 刘艳艳, 刘毅华, 等. 耕地生态安全评价研究展望 [J]. 中国生态农业学报, 2015, 23(3): 257—267.
- [20] 王 千, 晓 斌, 周寅康. 河北省耕地生态安全及空间聚集格局 [J]. 农业工程学报, 2011, 27(8): 338—344.
- [21] 徐 美, 朱 翔, 刘春腊. 基于 RBF 的湖南省土地生态安全动态预警 [J]. 地理学报, 2012, 67(10): 1411—1422.
- [22] 赵宏波, 马延吉. 东北粮食主产区耕地生态安全的时空格局及障碍因子——以吉林省为例 [J]. 应用生态学报, 2014,

25(2): 515-524.

- [23] 朱康文,雷波,何君,等.重庆市生态保护红线空间管理系统研究与应用[J].三峡生态环境监测,2017,2(2): 1-8.
- [24] 王文兴,童莉,海热提.土壤污染物来源及前沿问题[J].生态环境,2005,14(1): 1-5.
- [25] 朱震达,刘恕.关于沙漠化的概念及其发展程度的判断[J].中国沙漠,1984,4(3): 2-8.
- [26] 董光荣,申建友,金炯,等.关于“荒漠化”与“沙漠化”的概念[J].干旱区地理,1988,11(1): 58-61.
- [27] 张锐,郑华伟,刘友兆.基于PSR模型的耕地生态安全物元分析评价[J].生态学报,2013,33(16): 5090-5100.
- [28] 新华社.国家粮食安全中长期规划纲要(2008-2020年)[EB/OL].http://www.gov.cn/test/2008-11/14/content_1148698.htm.
- [29] 国土资源部.《全国土地利用总体规划纲要(2006-2020年)》调整方案[EB/OL].http://jiuban.moa.gov.cn/zwillm/zcfg/qtbmzg/201606/t20160630_5191305.htm.
- [30] 谢花林,刘桂英.1998-2012年中国耕地复种指数时空差异及动因[J].地理学报,2015,70(4): 604-614.
- [31] 哈尔克木,张新华.新疆生态农业发展问题及对策研究[J].新疆科技论坛,2015(6): 77-82.

Measurement of Fallowing Scale of Provincial Cultivated Land Based on Food Security and Ecological Safety

LONG Yu-qin, WANG Cheng, YANG Qing-yuan,
ZHANG Wei, LI Hao-ying

School of Geographical Sciences, Southwest University/

Chongqing Key Laboratory of Karst Environment, Chongqing 400715, China

Abstract: According to the methods and principles of regional allocation of newly increased construction land in urban areas, and adopting the minimum area of per capita cultivated land model, the trend analysis approach and the entropy weight method, this study measures the fallowing scale of provincial cultivated land of China based on food security and ecological security. The results show that the nationwide cultivated land fallowing scale based on food security and ecological safety is $1\ 690.73 \times 10^4 \text{ hm}^2$; that the ecological security and the cultivated land fallow scale are significantly different among different provinces; and that the fallowing scale exhibits a spatial pattern of “large in the northwest and the coastal areas of the country and smaller in the southwest and northeast areas”. This study estimates the cultivated land fallowing scale based on food security and ecological safety; it not only breaks through the limitations of studying fallowing scale only from the perspective of national level or food security, enriches the perspective and methods of exploring cultivated land fallowing scale, but also provides a scientific evidence and theoretical direction for the allocation of cultivated land fallowing scale in China, which is beneficial for achieving the maximum of cultivated land fallowing effectiveness.

Key words: cultivated land; fallowing scale; food security; ecological safety; provincial

责任编辑 包颖