

# 中国空间规划耕地保护指标分配和优化 ——以2006—2020年省级土地利用总体规划为例

杜辰<sup>1</sup>, 刘涛<sup>2,3,4</sup>, 黄大全<sup>1</sup>, 朱世豪<sup>1</sup>, 田志强<sup>5</sup>, 刘云中<sup>6</sup>

(1. 北京师范大学地理科学学部, 环境遥感与数字城市北京市重点实验室, 北京 100875;

2. 北京大学城市与环境学院, 北京 100871; 3. 北京大学未来城市研究中心, 北京 100871;

4. 自然资源部国土空间规划与开发保护重点实验室, 北京 100871; 5. 中国国土勘测规划院, 北京 100035;

6. 国务院发展研究中心发展战略和区域经济研究部, 北京 100010)

**摘要:** 耕地保护指标是空间规划中约束耕地规模底线的核心政策工具。以2006—2020年省级土地利用总体规划为例, 运用粮食分区视角和多层线性模型等方法, 探究市级行政单元耕地保有量指标的空间分配格局和影响因素。结果表明: (1) 耕地保有量指标分配存在西北集聚、东南均衡的空间格局, “倒挂型”指标在总量指标要求下实现区域间分配调度。(2) 耕地资源和机械设施更丰富的市级单元承担更多耕地保护任务, 经济水平更高和开发投资更多的地区则相反。(3) 粮食主产区更倾向农业规模化生产和约束建设用地的分配导向, 粮食主销区更倾向机械化生产的耕地集约分配导向。同时, 结合国土空间规划体系对耕地指标分配策略的调整优化提出差异化的建议。

**关键词:** 耕地保护; 耕地保有量; 指标分配; 国土空间规划; 粮食分区

耕地保护是推动农业发展和筑牢粮食安全的基础, 是关系到中国和全球经济社会可持续发展的战略性问题<sup>[1,2]</sup>。2022年中央一号文件明确要求粮食主产区、主销区和产销平衡区都要保护耕地面积和粮食产量。然而耕地具有资源稀缺性和价值外部性, 粮食安全、生态保护和经济社会效益无法直接度量, 与政绩考核挂钩的经济发展效益驱动建设用地不断扩张, 耕地保护面临着优质耕地流失和空间错配的严峻挑战<sup>[3-5]</sup>, 因此, 中国实施了一系列的耕地保护政策, 对耕地实行空间分区管制和指标配额约束的双层管控<sup>[6-9]</sup>。其中, 1986—2000年、1997—2010年和2006—2020年三轮土地利用总体规划中都设置耕地保护指标, 通过政府调控对市场机制的引导, 优化耕地资源的空间配置并提升利用效率, 约束耕地规模底线, 是空间分区管制的基础<sup>[10,11]</sup>。2019年底, 中共中央和国务院出台了《关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》, 将土地利用规划、主体功能区规划和城乡规划等进行“多规合一”, 构建“五级三类”统筹综合布局的国土空间规划体系, 其继承了以往规划中的指标管控和用途管制方式, 并在此基础上构建支撑国土空间规划目标的规划指标体系<sup>[12,13]</sup>。在此体系中, 耕地保护指标仍是明确耕地保护责任和规范建设用地空间开发的基础与关键, 对促进土地资源可持续利用和落实国土空间规划具有重要意义<sup>[14-16]</sup>。

收稿日期: 2022-09-13; 修订日期: 2023-01-12

基金项目: 国家自然科学基金项目 (42271262)

作者简介: 杜辰 (2000-), 女, 山东青岛人, 硕士, 研究方向为城市与区域发展。

E-mail: 20221051050@mail.bnu.edu.cn

通讯作者: 黄大全 (1971-), 男, 福建三明人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为国土空间规划、城市与乡村发展。E-mail: huangdaqun@bnu.edu.cn

耕地保护指标是空间规划的核心政策工具，在不同层级政府土地利用规划之间“自上而下”分配，对耕地规模底线进行约束性管控<sup>[17,18]</sup>。目前中国已逐步形成“以土地利用总体规划为约束，以年度土地利用计划、永久基本农田保护为主要内容”的耕地保护指标体系<sup>[19]</sup>，在国土空间规划中也按照其性质划分为约束性、预期性和建议性指标，其中约束性指标贯彻最严格的底线思维。约束性指标中的耕地保有量指在土地利用总体规划中该区域必须保证的耕地总数量的底线规模，《土地管理法》中明确规定其不得低于上一级规划所确定的控制指标<sup>[20]</sup>。作为18亿亩（1亩 $\approx 667\text{ m}^2$ ）的耕地红线和粮食战略安全的基本保障，耕地保有量是耕地保护指标中最关键的指标<sup>[21]</sup>。在指标分配过程中，上级政府根据规划分区发展方向和差别化的区域土地利用政策，对经济建设发展和耕地资源保护进行调控，向下级政府分配耕地保护指标，统筹区域空间规划布局<sup>[22-24]</sup>。因此，如何进行耕地保护指标的有效分配是完善耕地保护政策和推进国土空间规划体系建设的关键问题。

现有针对耕地保护指标分配的研究主要从三个方面展开：耕地保护指标的分解预测方法优化、指标分配结果的绩效评价以及国土空间规划中指标体系的构建探讨。首先，以某个区域为例进行指标分解预测，运用德尔菲方法、熵权系数法和层次分析法等确定分解指标权重和优化分解方法<sup>[25-28]</sup>。但这些研究多聚焦于某个地理单元内耕地保护指标分配方法的更新和效应评估，缺乏对不同粮食战略分区之间政府决策偏好差异和不确定性的考虑<sup>[29,30]</sup>。其次，围绕耕地保护指标分配结果对保护耕地和限制城市扩张的绩效进行评估，通过规划指标与实际土地利用变化对比的实现指数和耕地压力指数探究指标分配的合理性<sup>[31,32]</sup>，或将规划指标作为回归模型变量探究其对城市土地利用变化的效用<sup>[33]</sup>，结果表明现有的指标分配结果存在失效现象。指标失效的一个重要原因是中央政府对于耕地保护的需求与地方政府对于经济发展的需求之间存在矛盾，但指标分配研究中较少考虑上下级政府间的目标差异，以及地区间指标空间分配的效率和公平问题<sup>[34-37]</sup>。最后，在新的国土空间规划背景下探讨规划指标的统筹协调，强调“多规合一”后多目标指标的协同治理，提出构建国土空间规划战略导向的指标体系<sup>[38-40]</sup>。但此类研究多为定性分析，尚未形成一个定量的指标分配体系。综上所述，现有指标分配研究所得到的结果具有较低的普适性，没有构建起一个在区域空间差异和政府目标差异综合影响下的，面向国土空间规划导向的耕地保护指标分配框架。

针对上述问题，本文以2006—2020年土地利用总体规划中，省级向市级政府分配的耕地保有量指标为例，面向国土空间规划体系构建耕地保护指标分配的分析框架。首先，结合粮食主产区、主销区和产销平衡区省份的战略定位，探讨不同粮食分区指标分配策略的差异性；其次，结合中央政府与地方政府的目标差异，基于多政府层级探究指标分配策略的影响因素，讨论指标分配策略的合理性和指标失效的原因。拟通过耕地保护指标分配的研究，优化耕地保护指标的空间分配格局，保护耕地资源和约束建设用地扩张，提升耕地保护规划政策的应用效果，推动国土空间规划体系建设。

## 1 研究方法 with 数据来源

### 1.1 分析框架

在中国上下级政府规划之间“自上而下”进行耕地保护指标分配的过程中，不同省

份指标分配策略的空间布局和偏好因素存在差异。本文将从市级行政单元、省级行政单元和政府交互作用三个维度构建分析框架,探究耕地保护指标分配策略的规律,讨论不同省份指标分配策略的同质性与差异性(图1)。

(1) 省级政府向市级政府分配指标时,首先需要明确各市级单元耕地资源禀赋供给的基准,在此基础上对农业发展、生态调节和建设开发三部分区域进行空间规划,赋予各市级单

元耕地保护的不同责任。在耕地总量动态平衡政策影响下,耕地保有量指标作为约束耕地保护底线的重要政策工具,应当以耕地资源禀赋的供给差异为依据进行分配<sup>[41,42]</sup>。在此基础上,国土空间规划中划定三区三线,统筹布局农业、生态、城镇等功能空间,划定落实永久基本农田、生态红线和城镇开发边界,因此省级政府必须权衡规划三种空间在不同市级行政单元的土地分配情况。在基期耕地资源规模的基准上,推动农业耕地集约利用能够最大限度提升有限耕地资源的综合效益,实质上会保护性地增加单位耕地的资本投入和劳动投入,因此不同市级行政单元耕地集约利用程度会使得该区域农业发展对耕地的需求存在差异<sup>[43,44]</sup>。一方面,虽然耕地具有农田生态系统的生态价值,但由于毁林复垦等行为,大量森林和草地被转换为耕地,导致原有的生态环境被破坏,造成水土流失和水资源短缺等问题,因此省级政府应结合当地的生态环境情况进行耕地指标分配<sup>[45,46]</sup>。另一方面,建设开发占用是区域内耕地流失最主要的形式,随着经济发展和城镇化进程的推进,建设用地不断向外扩张占用耕地<sup>[47,48]</sup>。因此省级政府需要明确各市级行政单元的城市优先发展权,以留足一定的土地开发空间,并以耕地保有量指标约束区域内建设用地的扩张,提升其集约利用水平<sup>[49]</sup>。

(2) 省级政府不仅考虑市级行政单元的耕地供给与空间竞争,同时考虑省级尺度耕地空间集聚分布格局和粮食生产区位。一方面,省级尺度的耕地空间格局能够反映基期耕地资源分布的集聚程度,不同省份之间存在耕地保护指标分配格局和策略的空间差异,而这种差异同时受地理经济指标和空间指标的影响<sup>[50,51]</sup>。另一方面,省级尺度的粮食生产功能能够反映其粮食生产的战略定位,从而影响其指标分配的空间策略。依据以往的主体功能区划,在国家和省区尺度上的地域功能区包括城市化、粮食安全、生态安全、文化和自然遗产区域共四大类,在此基础上又划分到县级尺度的四类主体功能区开发类型<sup>[52]</sup>。从主体功能区规划到国土空间规划保护新格局,耕地保护指标在五级行政区划之间自上而下逐级进行分配,在由省级向市级行政区进行指标分配时,省级尺度的粮食生产功能区划起到至关重要的作用。因此不同粮食生产集中度的省份,其耕地保有量指标的分配策略对经济发展和耕地保护的偏好也会存在差异<sup>[53]</sup>。

(3) 在指标“自上而下”传导过程中,不同省份根据基期现状和规划目标的差异产生对市级行政单元因素偏好的差异,由此产生跨层级的交互影响。由于上下级政府间信

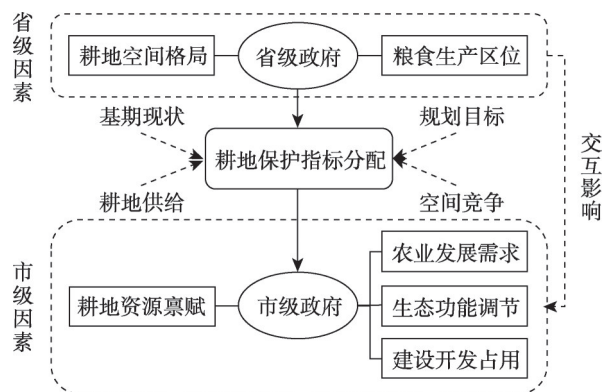


图1 分析框架

Fig. 1 Analytical framework



息不对称和规划理念的差异,指标分配博弈时下级政府会要求更多扩张性指标如新增建设用地规模等,减少约束性指标如耕地保有量等<sup>[54,55]</sup>。但这种博弈并不是省级政府与某个市级政府之间一对一的博弈,而是省级政府与各个市级政府的一对多博弈,以及各市级政府之间的综合博弈过程。博弈的最终结果也并不只是依靠地方政府的博弈能力,而是省级政府在各方主体多次博弈过程中,根据基期现状和规划目标寻求理性和均衡的最优解,最终体现在省份指标分配策略的异质性<sup>[56]</sup>。在不同政府层级的交互作用影响下,不同省份的耕地保有量指标分配策略出现差异,导致指标空间分配格局的异质性。

(4) 上述理论分析框架在粮食主产区、粮食主销区和产销平衡区可能会存在不同表现。不同粮食功能产区的粮食生产模式和影响因素都存在差异,在粮食生产空间网络中,粮食主产区占据核心的主导地位,具有粮食生产比较优势,需要不断提高粮食综合生产能力,以保障向其他地区的粮食供给;主销区和产销平衡区位于边缘区位,要稳定保证粮食自给率<sup>[57-59]</sup>。由于具有异质性的发展战略目标,在对农业、生态和建设空间进行规划布局时,不同粮食分区的因素选择和侧重点不同,耕地保护指标的分配策略也会产生区域性的差异。因此需要结合不同粮食分区进行差异化研究,探索耕地保护指标分配策略存在的规律性和异质性,在国土空间规划体系下建立不同层级和空间分区差异影响下的耕地保护指标分配体系。

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 洛伦兹曲线和基尼系数

为衡量全国范围和不同粮食分区的各市级单元2005年基期耕地和2020年耕地保有量指标的空间分配差异,本文采用洛伦兹曲线和基尼系数反映不同空间分区内耕地资源的集聚程度。洛伦兹曲线常用于表示空间收入分配的差距,其中斜率为45°的对角线曲线被称为绝对平等线,洛伦兹曲线位于绝对平等线以下。以行政区土地面积百分比为横轴,以耕地和指标面积百分比为纵轴,洛伦兹曲线凹度越大,说明耕地和指标空间分配的差异越大;反之说明耕地和指标空间分配比较平等<sup>[60,61]</sup>。为更准确地定量描述耕地洛伦兹曲线在规划期初末的变化,本文采用基尼系数对空间分配均匀程度进行计算<sup>[61]</sup>。计算公式如下:

$$G = \sum_{i=1}^n (M_{i-1}Q_i - M_iQ_{i-1}) \quad (1)$$

式中:  $G$  表示各省级单元基期耕地和耕地保有量的基尼系数;  $M_i$  表示各市级单元基期耕地和耕地保有量的累计百分比(%);  $Q_i$  表示各市级单元行政区土地面积的累计百分比(%)。基尼系数值越大,说明基期耕地和耕地保有量分配的空间差异越大;反之说明空间分配越均衡。

### 1.2.2 多层线性模型

为构建空间分配策略偏好差异和政府层级间交互作用影响下的耕地保护指标分配框架,本文采用多层线性模型对行政阶层结构的数据进行统计运算<sup>[62,63]</sup>。模型分别以市级和省级尺度作为层次1和层次2,以2006—2020年省级土地利用总体规划中2020年耕地保有量指标为因变量,通过空模型、市层级随机效应模型、省层级截距模型和省市层级交互完整模型,探究不同政府层级因素和跨层次交互作用对指标分配策略的影响,构建多层次的耕地保有量指标分配体系。同时对粮食主产区和主销区分别进行影响因素分析,探究不同粮食分区耕地保护指标分配策略的异同点,阐释粮食生产功能区划在指标分配

体系中的作用。为使数据尽可能满足经典线性模型假定和方便运算,数据进行了对数处理和中心化处理后再代入模型。

(1) 空模型。在空模型中输入预处理后的因变量耕地保有量指标,依据组内变异和组间变异计算组内相关系数  $ICC$  值,以检验耕地保有量指标的分配策略是否存在省际差异。

$$\text{层次1: } Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij} \quad (2)$$

$$\text{层次2: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \mu_{0j} \quad (3)$$

$$\text{总模型: } Y_{ij} = \gamma_{00} + \mu_{0j} + r_{ij} \quad (4)$$

$$\text{组内相关系数: } ICC = \tau_{00} / (\tau_{00} + \delta^2) \quad (5)$$

式中:  $Y_{ij}$  为市级因变量;  $\beta_{0j}$  为省级因变量的平均值;  $\gamma_{00}$  为因变量的总体平均值;  $r_{ij}$  和  $\mu_{0j}$  分别是层次1和层次2的随机效果,其方差分别为组内差异  $\delta^2$  和组间差异  $\tau_{00}$ 。若  $ICC > 0.138$ ,则组内高度相关,说明耕地保有量指标分配策略存在省际差异。

(2) 市层级模型(随机效应模型)。在层次1中加入市级自变量,计算新的组内变异,能够检验市级尺度因素对耕地保有量指标分配的影响。

$$\text{层次1: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + r_{ij} \quad (6)$$

$$\text{层次2: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \mu_{0j} \quad (7)$$

$$\text{层次2: } \beta_{1j} = \gamma_{10} + \mu_{1j} \quad (8)$$

$$\text{总模型: } Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}X_{ij} + \mu_{0j} + \mu_{1j}X_{ij} + r_{ij} \quad (9)$$

式中:  $X_{ij}$  为加入的市级自变量;  $\beta_{1j}$  为  $X_{ij}$  的回归斜率;  $\gamma_{10}$  为  $\beta_{1j}$  的平均值;  $\mu_{1j}$  为  $\beta_{1j}$  的随机效果。

(3) 省层级模型(截距模型)。在层次2中加入省级自变量,计算新的组间变异,能够检验省级尺度因素对耕地保有量指标分配的影响。

$$\text{层次1: } Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij} \quad (10)$$

$$\text{层次2: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_j + \mu_{0j} \quad (11)$$

$$\text{总模型: } Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_j + \mu_{0j} + r_{ij} \quad (12)$$

式中:  $W_j$  为加入的省级自变量;  $\gamma_{01}$  为  $W_j$  的回归斜率。

(4) 省市层级交互模型(完整模型)。分别在层次1和层次2中加入市级自变量和省级自变量,分析模型方差的变化,能够检验省级政府对市级政府分配因素偏好的交互作用在耕地保有量指标分配体系中的影响。

$$\text{层次1: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + r_{ij} \quad (13)$$

$$\text{层次2: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_j + \mu_{0j} \quad (14)$$

$$\text{层次2: } \beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}W_j + \mu_{1j} \quad (15)$$

$$\text{总模型: } Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_j + \mu_{0j} + \gamma_{10}X_{ij} + \gamma_{11}W_jX_{ij} + \mu_{1j}X_{ij} + r_{ij} \quad (16)$$

式中:  $\gamma_{11}$  为省级自变量与市级自变量交互作用的回归斜率。

根据研究分析框架,模型共选择了9项市级尺度变量和2项省级尺度变量(表1)。市级尺度变量:(1)耕地资源禀赋以耕地数量和质量为评价指标,分别以人均耕地面积

表1 多层线性模型变量  
Table 1 Variables of hierarchical linear model

层级	因素	评价指标	模型变量	变量含义	预期
市级	耕地保护指标	耕地指标	$Y$ 耕地保有量指标	2020年规划耕地保有量指标	/
		耕地数量	$X_1$ 人均耕地面积	2005年人均耕地面积	+
	耕地资源禀赋	耕地质量	$X_2$ 粮食单产	2005年单位粮食播种面积粮食产量	+
		农业基础	$X_3$ 第一产业占比	2005年第一产业产值占GDP占比	+
	农业发展需求	生产设施	$X_4$ 农业机械化总动力	2005年农业机械总动力	+
		农民生活	$X_5$ 农民人均纯收入	2005年农村居民人均纯收入	+
		生态功能调节	水资源	$X_6$ 人均水资源拥有量	+
	建设开发占用	经济水平	$X_7$ 人均GDP	2005年人均GDP	-
		开发投资	$X_8$ 人均固定资产投资	2005年人均全社会固定资产投资	-
		产业结构	$X_9$ 第三产业占比	2005年第三产业产值占GDP占比	-
省级	耕地空间格局	集聚程度	$X_{10}$ 基期耕地基尼系数	2005年耕地基尼系数	/
	粮食生产区位	粮食区位	$X_{11}$ 粮食生产集中度指数	2005年粮食生产集中度指数	/

和粮食单产来表示。一旦人均耕地面积低于最低水平，则触及了粮食安全的耕地底线；粮食单产越高，说明则该区域耕地的集约生产效率越高，因此耕地资源禀赋与指标分配预期正相关<sup>[64]</sup>。（2）农业发展需求以农业基础、生产设施和农民生活为评价指标，分别以第一产业占比、农业机械化总动力和农民人均纯收入来表示<sup>[28]</sup>。农业发展需求较大的地区，为实现农业的规模化经营，充分利用生产设施，提供更多农村劳动力就业机会，就需要更多的耕地保有量指标，因此农业发展需求与指标分配预期正相关。（3）生态功能调节以水资源为评价指标，以人均水资源拥有量来表示。由于粮食生产需要水资源供给，而毁林复垦等会引起水资源短缺，水资源越稀缺的地区越不便进行大规模的农业生产，因此生态功能调节与指标分配预期正相关<sup>[65]</sup>。（4）新增建设占用以经济水平、开发投资和产业结构为评价指标，分别以人均GDP、人均固定资产投资和第三产业占比来表示<sup>[27]</sup>。经济发展水平和三产占比越高，开发投资越多，则更容易发生建设用地扩张占用耕地的现象，因此新增建设占用与指标分配预期负相关。

省级尺度变量：“自上而下”的指标分配体系很大程度上受省级政府规划导向影响，因此省级因素会影响指标分配策略，导致其空间分配结果产生差异。（1）耕地空间格局以耕地资源的集聚分布程度为评价指标，以基期耕地基尼系数来表示。不同省级政府能够根据基期耕地空间分布结构和规划目标对耕地资源的空间分配进行调控，因此在分配策略上可能会存在一致性或差异性。（2）省级的粮食生产区位以粮食生产集中度指数来表示。粮食生产集中度指数能够定量评估省级单元粮食生产的农业区位，反映省级单元粮食产量对全国总产量的贡献情况，即省级空间尺度的农业专业化和粮食生产集聚程度，明确粮食生产的战略区位<sup>[66]</sup>。计算公式如下：

$$I=O_i/O \tag{17}$$

式中： $I$ 表示省级单元的粮食生产集中度指数； $O_i$ 为第*i*个省级单元的粮食产量（t）； $O$ 为全国粮食总产量（t）。粮食生产集中度指数越高，说明该省份在全国具有更集中化和专业化的粮食生产区位和战略目标；反之表示该省份不具备粮食集中生产的区位和战略。

### 1.3 数据来源

为了综合考虑不同地区间政府政策差异的影响,本文以2006—2020年土地利用总体规划中全国省级政府向市级政府分配的耕地保有量指标为例,对耕地保护指标的空间分配结果和分配策略进行研究。根据中国行政区划,共包括有34个省级行政区(23个省、5个自治区、4个直辖市、2个特别行政区)和333个地级行政区。国家发展改革委员会根据各省级行政区粮食生产与消费的定位,将其划分为粮食主产区、主销区和产销平衡区三类<sup>[67]</sup>(图2)。基于数据的可获得性,选用数据可得25个省级行政区及其下辖的326个地级及以上城市分别作为省级和市级行政单元的研究对象。山西省和海南省未能获取地级指标分配数据,直辖市内部城区间的耕地指标分配逻辑与省内地市区间不可比,因此本文的实证分析均不含这些省市及港澳台地区。样本量充足,涵盖不同粮食分区的省级单元,能综合考虑不同地理区域内耕地保有量指标分配的特征,研究结果具有可参考的意义。

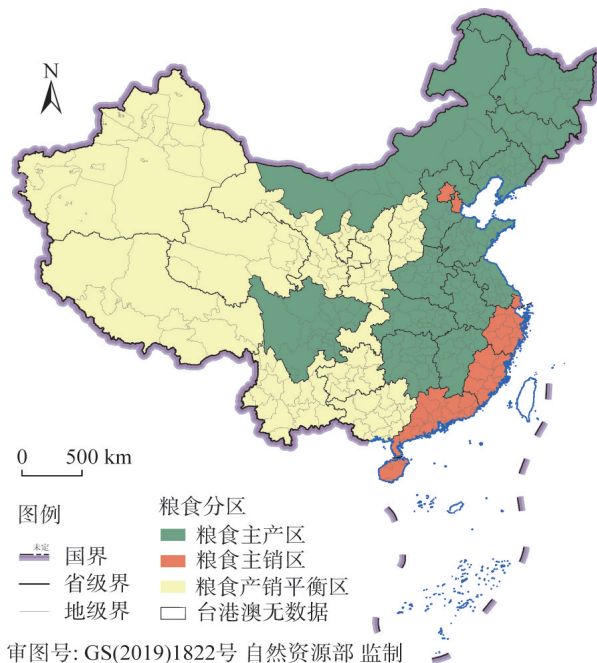
耕地保有量指标数据主要来自自然资源部(<http://www.mnr.gov.cn/gk/ghjh/>)和各省政府官网公布的各省《土地利用总体规划(2006—2020年)》;社会经济数据均来源于《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国区域统计年鉴》及各省统计年鉴;水资源数据来源于各省《水资源公报》等,研究数据的来源真实可靠。变量的描述统计见表2。

## 2 结果分析

### 2.1 耕地指标分配策略的空间分布特征

#### 2.1.1 粮食分区指标布局差异

从规模布局来看,粮食主产区存在明显的耕地指标规模优势,粮食主销区具有明显的规模劣势,而且这种差异正在逐渐扩大<sup>[68]</sup>。由图3a的统计结果表明,2005年粮食主产区和主销区的基期耕地分别占总量的68.40%和5.53%,2020年耕地保有量指标占比分别为68.75%和5.40%,与基期相比的变化量分别为0.35%和-0.13%,耕地保有量在主产区的占比增加,在主销区的占比减少。说明粮食生产越来越向主产区集中,以充分发挥主产区的规模生产优势,使其保持粮食生产的核心主导地位,承担更多的粮食保障任务<sup>[57,58]</sup>。在国土空间规划开发保护新格局中,耕地保护以粮食主产区为核心,不断加强高标准农



注：本图基于自然资源部标准地图服务系统下载的标准地图制作,底图无修改,下同。

图2 粮食分区

Fig. 2 Grain zone



表2 变量描述统计  
Table 2 Descriptive statistics of variables

变量	样本数/个	最大值	最小值	平均值	标准差
$Y$ 耕地保有量指标/(万 $\text{hm}^2$ )	326	221.59	0	34.3411	29.2125
$X_1$ 人均耕地面积/( $\text{hm}^2$ /人)	326	0.6318	0.0005	0.1102	0.0894
$X_2$ 粮食单产/( $\text{t}/\text{hm}^2$ )	326	103.4017	0	6.6924	10.723
$X_3$ 第一产业占比	326	0.6403	0.002	0.1955	0.1072
$X_4$ 农业机械化总动力/万 $\text{kW}$	326	1803.9	0	193.3623	216.9522
$X_5$ 农民人均纯收入/元	326	9842	0	3433.6595	1447.8468
$X_6$ 人均水资源拥有量/(万 $\text{m}^3$ /人)	326	147.1226	0.0022	1.0001	8.3305
$X_7$ 人均GDP/(万元/人)	326	15.1207	0.2422	1.4351	1.3359
$X_8$ 人均固定资产投资/(万元/人)	326	5.2748	0.0936	0.6728	0.6218
$X_9$ 第三产业占比	326	0.6959	0.0359	0.3669	0.0851
$X_{10}$ 基期耕地基尼系数	25	0.8437	0.0933	0.3207	0.1982
$X_{11}$ 粮食生产集中度指数	25	0.0947	0.0019	0.0378	0.0243

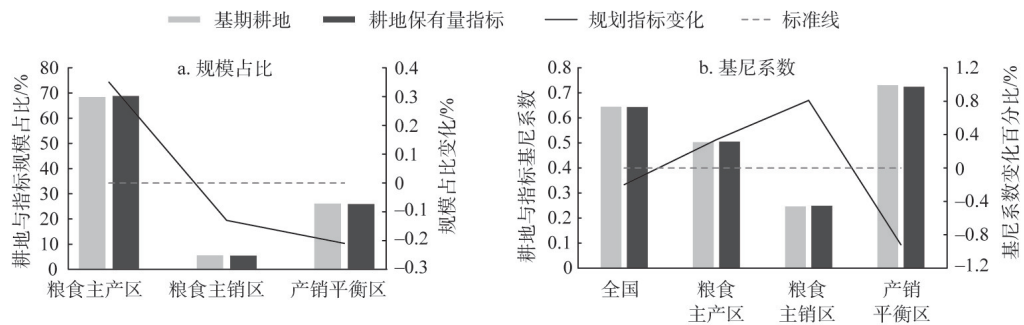


图3 基期耕地与耕地保有量的规模占比和基尼系数

Fig. 3 The scale share and Gini coefficient of cultivated land in the base period and the area of cultivated land reserved

田建设，稳定提高粮食生产能力，保障粮食安全和粮食产业高质量发展。

从空间集聚格局来看，粮食主产区呈现出更高的空间集聚性，粮食主销区的空间布局则更加均衡。由图3b和图4的基尼系数和洛伦兹曲线结果可知，无论是基期耕地还是耕地保有量指标，粮食主产区的基尼系数都要高于主销区，主销区的洛伦兹曲线凹度最小。这是由于粮食主产区大规模的集中耕地布局能够促进机械化生产和提升灌溉效率，从而提升耕地利用和粮食生产的效率<sup>[68]</sup>。在耕地保有量指标分配结果中，粮食主产区和主销区的耕地都呈现出更加明显的集聚化倾向，这是由于在现代农业生产技术不断进步的背景下，这种规模集聚化的生产模式普遍适用于主产区和主销区。在国土空间规划体系中，主销区也能够以促进农业生产集聚的方式，稳步发展产业化和机械化的生产示范基地，建设非粮作物优势区。

2.1.2 省内指标空间集聚程度

从省级尺度的空间格局上看，耕地保有量指标呈现出西北地区更为集聚，东南地区更为均衡的格局（图5a）。西北粮食产销平衡区的青海、新疆和西藏等地区耕地资源分布比较集聚，这是由于这些地区面临着耕地数量减少和水资源短缺问题，更多的耕地保护



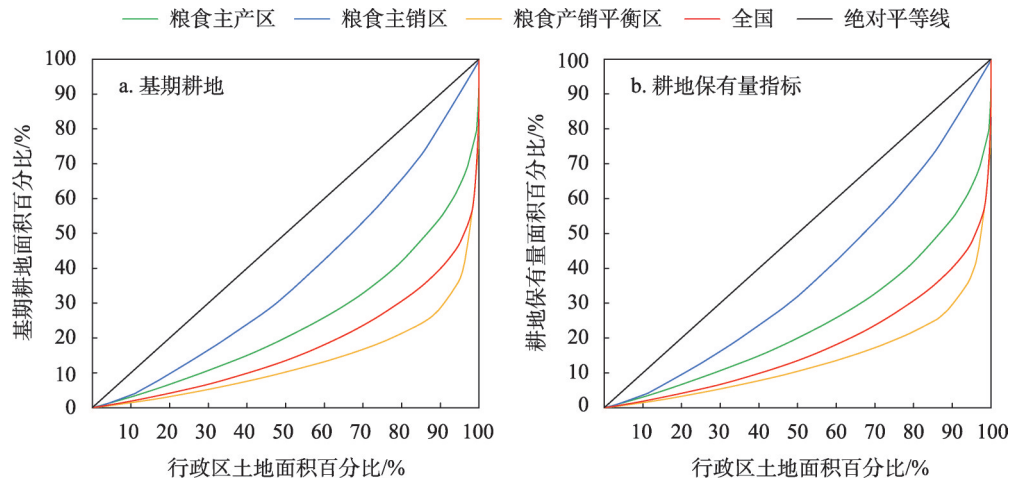


图4 基期耕地与耕地保有量的洛伦兹曲线

Fig. 4 Lorenz curve of cultivated land in the base period and the area of cultivated land reserved

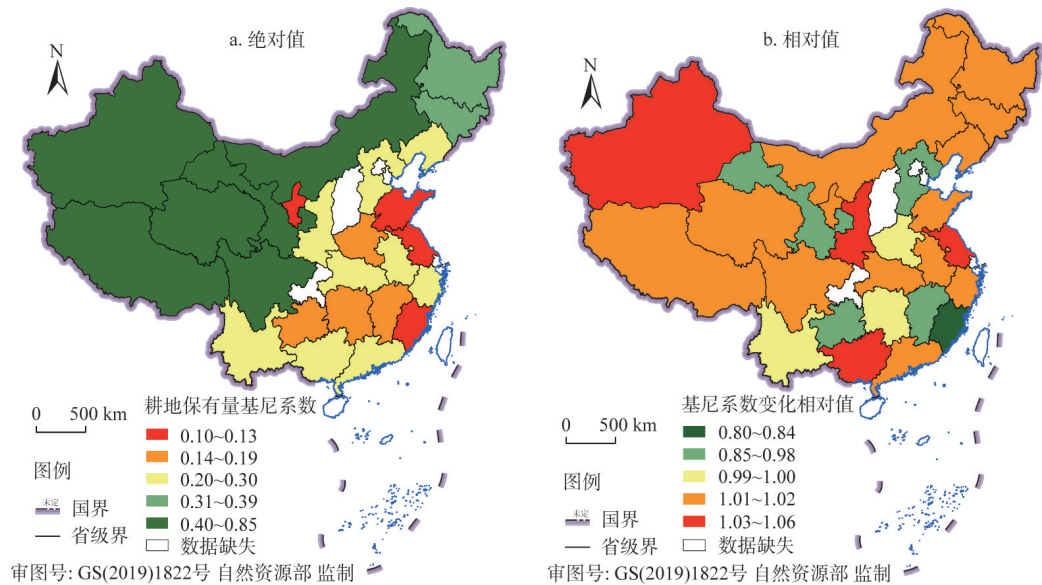


图5 耕地保有量基尼系数绝对值与相对值空间分布

Fig. 5 Spatial distribution of absolute and relative values of the Gini coefficient of the area of cultivated land reserved

指标能够加大耕地保护和农业投入力度,控制非农建设用地侵占耕地,促进完善农业水利设施和提升灌溉效率,改善农业生产条件和增加农民收入等<sup>[69]</sup>。而东部粮食主产区的山东和江苏、东南粮食主销区的福建等省份耕地资源分布比较均衡,主要由于各地区原有自然条件比较优越且具有一致性,能够公平性地向其分配耕地资源和耕地保有量指标。

与基期相比,耕地保有量指标空间分配格局呈现出更加集聚的趋势(图5b、图6),各粮食分区都存在空间分配集聚程度上升和下降的省份,但从整体来看,有17个省份的指标空间分配更加集聚,仅有8个省份的指标空间分配更加均衡。因此可以发现多数省份都倾向于规模集聚的生产模式,促进耕地集约利用效率提升,形成集约高效的粮食生

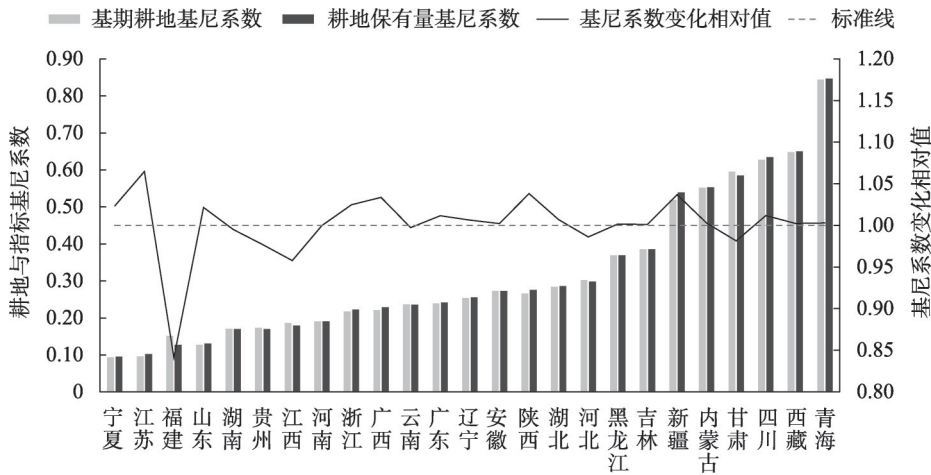


图6 各省级单元耕地保有量指标基尼系数及变化相对值

Fig. 6 Gini coefficients and relative values of changes in the area of cultivated land reserved by provincial units

产空间格局。

2.1.3 市级指标空间分配格局

从市级尺度来看，耕地保有量指标的绝对值能够反映至2020年的耕地资源空间配置和规划格局。指标分布最集中于黑龙江的齐齐哈尔市、哈尔滨市、绥化市、佳木斯市和黑河市、吉林的长春市和松原市、内蒙古的呼伦贝尔市和通辽市等粮食主产区省区城市，这9个城市的指标占总量的11.23%。各地区内部指标分布不均，除广西、吉林和辽宁三个地区的指标最集中分布在省会城市，其他省份都集中分布在非省会城市（图7a）。

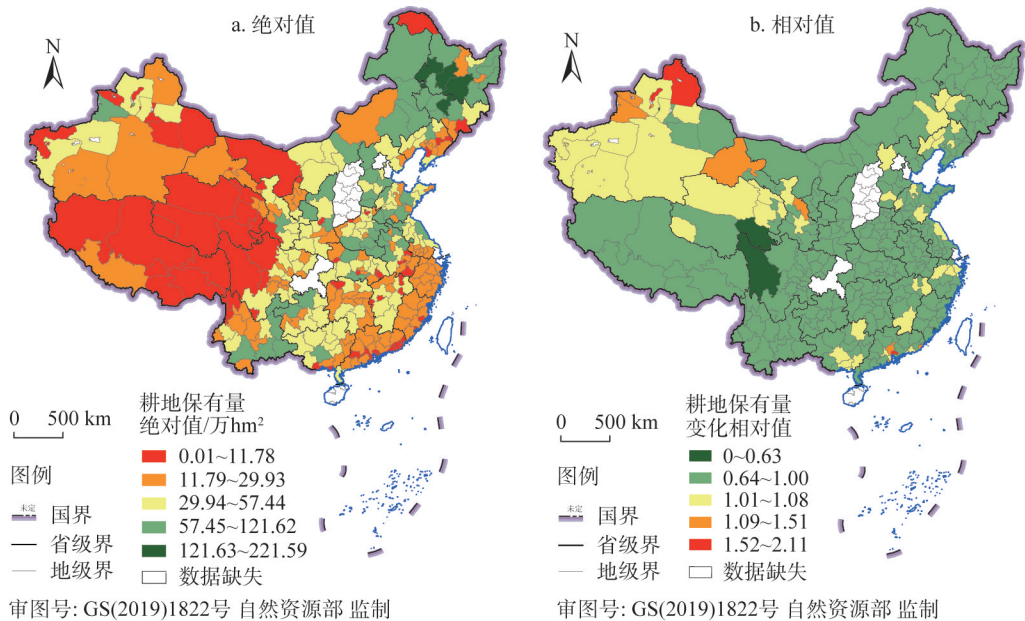


图7 耕地保有量指标绝对值与相对值空间分布

Fig. 7 Spatial distribution of absolute and relative values of the area of cultivated land reserved

耕地保有量指标的相对值是基于2005年基期耕地规模计算所得，其结果能够反映各省份耕地保有量指标的空间分配策略目标（图7b）。在指标分配过程中，若耕地保有量指标相对值大于1，则出现“倒挂型”指标，说明规划期末指标配额超过基期现有的耕地面积；反之则规划期末耕地规模将减小，以促进生态恢复和经济建设等<sup>[70]</sup>。结果表明，西北地区粮食产销平衡区的新疆、甘肃和青海等地区“倒挂型”耕地指标分布较多，这是由于在耕地生态保护需求之下，规模集聚的农业生产能够促进水资源利用效率提升，充分利用地区的土地和光照资源，促进农业发展，提升粮食产量<sup>[69]</sup>。此外，“倒挂型”指标也是对地区内各市级单元之间指标的分配调度，在达到耕地总量指标要求的前提下，赋予发达地区更多的土地发展权<sup>[3]</sup>。在国土空间规划的刚性管控要求下，这种区域间指标调控有助于实现区域资源最佳配置的公平与效率目标。

2.2 耕地指标分配策略的影响因素

2.2.1 全国范围

（1）省际差异检验

本文首先将全国范围内2006—2020年省级土地利用总体规划中向市级单元分配的耕地保有量指标引入空模型中进行估计分析，从而检验模型的适应性。空模型的结果表示（表3），耕地保有量指标分配的组内方差为1.355，组间方差为0.605，组内相关系数ICC为0.309>0.138，组内高度相关，符合模型要求。模型结果说明耕地保有量指标的分配结果确实存在省际差异，不同省份之间的指标分配策略存在差异。

表3 全国范围空模型的估计结果  
Table 3 Estimation results of nationwide empty model

空模型	固定效应			随机效应			
	参数	标准系数 $\beta$ (标准误差)	$t$ 值	参数	标准差	方差成分	$\chi^2$
Y耕地保有量指标	$\gamma_{00}$	3.038(0.166)	18.28***	$\mu_0$	0.778	0.605	131.82***
				$R$	1.164	1.355	

注：\*\*\*表示显著性为1%，下同。

（2）市层级尺度影响因素

市层级随机效应模型说明市级尺度因素能够对耕地保有量指标的分配策略产生影响。模型结果表示（表4），市级尺度的人均耕地面积、第一产业占比、农业机械化总动力、人均GDP和人均固定资产投资都与指标分配显著相关。模型中组内变异缩减比例为(1.355-0.064)/1.355=0.9528，因此随机效应模型中的市级因素能为耕地保有量分配策略的差异解释95.28%。

耕地保有量指标的分配与市级尺度耕地资源禀赋的数量显著正相关（ $\beta=0.886$ ， $P<0.01$ ），而与耕地质量不显著相关（ $\beta=-0.330$ ， $P>0.10$ ）。现有耕地保有量指标分配策略更倾向于在耕地总量动态平衡政策下对耕地数量进行分配，而对优质耕地资源保护的倾向性较弱。国土空间规划体系要大力发展区域优势农业，形成与耕地资源禀赋相匹配的现代农业生产空间结构布局，严守耕地红线，根据资源环境承载力评价结果，加大优质耕地的集中保护力度，实施耕地质量保护与提升行动<sup>[57]</sup>。

表4 全国范围市层级模型的估计结果  
Table 4 Estimation results of nationwide prefecture-level model

随机效应模型	固定效应			随机效应			
	参数	标准系数 $\beta$ (标准误差)	$t$ 值	参数	标准差	方差成分	$\chi^2$
	$\gamma_{00}$	3.022(0.175)	17.22***	$\mu_0$	0.893	0.797	979.62***
$X_1$ 人均耕地面积	$\gamma_{10}$	0.886(0.129)	6.85***	$\mu_1$	0.610	0.372	29.77**
$X_2$ 粮食单产	$\gamma_{20}$	-0.330(0.249)	-1.33	$\mu_2$	1.189	1.413	39.56***
$X_3$ 第一产业占比	$\gamma_{30}$	-0.381(0.101)	-3.77***	$\mu_3$	0.421	0.177	41.16***
$X_4$ 农业机械化总动力	$\gamma_{40}$	0.757(0.057)	13.20***	$\mu_4$	0.258	0.066	985.41***
$X_5$ 农民人均纯收入	$\gamma_{50}$	0.132(0.122)	1.08	$\mu_5$	0.412	0.169	45.82***
$X_6$ 人均水资源拥有量	$\gamma_{60}$	-0.033(0.046)	-0.71	$\mu_6$	0.208	0.043	42.29***
$X_7$ 人均GDP	$\gamma_{70}$	-0.242(0.079)	-3.09***	$\mu_7$	0.297	0.088	22.87
$X_8$ 人均固定资产投资	$\gamma_{80}$	-0.255(0.069)	-3.70***	$\mu_8$	0.299	0.090	31.18**
$X_9$ 第三产业占比	$\gamma_{90}$	-0.092(0.214)	-0.43	$\mu_9$	1.020	1.041	49.40***
				$R$	0.252	0.064	

注：“\*”表示显著性为5%，下同。

耕地保有量指标的分配与市级尺度农业发展需求 ( $\beta=-0.381, P<0.01$ ) 和农业生产设施 ( $\beta=0.757, P<0.01$ ) 显著相关, 而与农民生活不显著相关 ( $\beta=0.132, P>0.10$ )。随着农业现代化的不断发展, 农业基础优势较好的地区开展农业规模化和机械化生产, 发展区域优势农业, 农业基础薄弱地区也能够通过土地整理复垦开发等补充耕地, 稳定耕地面积。指标分配策略中对农民收入的偏向性较弱, 农民进行农业生产的积极性有所降低, 容易发生农业劳动力流失现象, 加速耕地撂荒等现象。在国土空间规划体系中, 应当对重要农产品优势产区加大耕地保护力度和加强高标准农田建设, 提升农业综合生产能力, 协调好农业生产、农民生活和农村发展之间的关系, 形成现代化农业空间开发格局<sup>[58]</sup>。

耕地保有量指标的分配与市级尺度生态功能调节不显著相关 ( $\beta=-0.033, P>0.10$ )。省级政府在进行指标分配过程中, 考虑水资源禀赋的倾向性较弱, 部分地区可能由于水资源缺乏而无法满足农业生产, 造成生产效率低下、耕地撂荒和土地退化等问题, 给耕地资源保护带来压力, 并可能对生态环境也造成破坏。在国土空间规划体系中, 耕地保护面积与水资源开发规模是重要的生存线, 因此需要严格落实水资源刚性约束机制, 贯彻“以水定城、以水定地、以水定人、以水定产”与山水林田湖草“生命共同体”理念, 统筹水资源与耕地资源的协调开发利用, 形成与水土资源相匹配的国土空间格局<sup>[46]</sup>。

耕地保有量指标的分配与市级尺度建设开发占用的经济水平 ( $\beta=-0.242, P<0.01$ ) 开发投资 ( $\beta=-0.255, P<0.01$ ) 显著相关, 而与三产占比不显著相关 ( $\beta=-0.092, P>0.10$ )。说明在耕地指标分配过程中, 经济发展水平和开发投资更多的市级单元承担更少的耕地保护任务, 而容易获得更多的土地发展权, 拓展建设用地空间进行开发建设。其中人均GDP变量的随机效应结果不显著, 说明各省份都将经济水平作为建设用地开发需求的重要影响因素。在国土空间规划体系中, 要合理拓展建设用地新空间和提升土地节约集约利用水平, 并根据产业结构调整空间开发结构和国土开发强度, 减少建设用地对耕地的占用和严格落实耕地占补平衡制度<sup>[71]</sup>。



表5 全国范围省层级模型的估计结果  
Table 5 Estimation results of nationwide province-level model

截距模型	固定效应			随机效应			
	参数	标准系数 $\beta$ (标准误差)	$t$ 值	参数	标准差	方差成分	$\chi^2$
	$\gamma_{00}$	2.989(0.093)	32.24***	$\mu_0$	0.336	0.113	46.83***
$X_{10}$ 基期耕地基尼系数	$\gamma_{01}$	-0.161(0.171)	-0.94				
$X_{11}$ 粮食生产集中度指数	$\gamma_{02}$	0.694(0.124)	5.62***				
				$R$	1.163	1.352	

(3) 省层级尺度影响因素

省层级截距模型说明省际尺度因素能够引起耕地保有量指标的空间分配策略差异。结果表明（表5），省级尺度中的粮食生产集中度指数对指标分配有显著影响。组间变异缩减比例为  $(0.605-0.113)/0.605=0.8132$ ，因此截距模型中的省级因素能为指标分配策略的差异解释81.32%。

耕地保有量空间分配结果的省际差异与粮食生产区位显著相关（ $\beta=0.694$ ， $P<0.01$ ），而与耕地空间格局不显著相关（ $\beta=-0.161$ ， $P>0.10$ ）。粮食生产集中度越高的省份，其承担着全国粮食生产重任，不断推进耕地经营规模化和农业发展产业化，不断提升粮食生产能力，因此这些省份的耕地保护指标分配策略可能会更强调耕地保护与农业发展。基期耕地基尼系数与指标分配不存在显著相关性，说明耕地保有量指标是在基期耕地资源的基础上进行细微的调整，省级耕地资源的地理空间集中或均衡格局并不会过多影响指标的空间分配策略。在国土空间规划体系中，也强调现代化农业生产布局要考虑不同粮食生产区位差异，因地制宜形成与资源禀赋相符合的农业生产结构与区域布局<sup>[59]</sup>。

(4) 省市层级交互作用

省市层级交互完整模型说明省级与市级因素存在交互作用，反映了指标分配“自上而下”进行空间规划的特征。交互模型中省级尺度选择粮食生产集中度指数，对市级尺度中随机效应显著的人均耕地面积、粮食单产、第一产业占比、农业机械化总动力、农民人均纯收入、人均水资源拥有量、人均固定资产投资和第三产业占比做交互。模型结果如下（表6、表7）：

粮食生产集中度指数越高的省份，指标分配对于耕地数量集聚的指向性有所减弱，而更偏向高质量耕地集聚、更具有农业生产基础优势的市级单元，且更关注水资源承载能力限制和约束建设用地开发对耕地的占用<sup>[59]</sup>。通过交互作用，省级粮食生产集中度指数削弱了人均耕地面积对指标分配的正向影响（ $\beta'=-0.450$ ， $P<0.05$ ），削弱了第一产业占比的负向影响（ $\beta'=0.349$ ， $P<0.01$ ），增强了农业机械化总动力的正向影响（ $\beta'=0.112$ ， $P<0.10$ ），削弱了人均固定资产投资的负向影响（ $\beta'=0.184$ ， $P<0.05$ ）。上述变量的随机效应方差分别减少了40.99%、31.61%、5.87%和59.99%，说明交互作用能够解释这些影响因素部分的省际差异。尽管粮食单产、人均水资源拥有量和第三产业占比本身与指标分配不显著相关，但都存在正向的交互效应（ $\beta=0.880$ ， $P<0.05$ ）（ $\beta=0.130$ ， $P<0.05$ ）（ $\beta=0.750$ ， $P<0.05$ ），且交互作用下变量方差分别减少了46.53%、29.68%和50.96%，由此可见粮食生产大省对耕地质量、水资源保护和减少建设占用耕地的偏向性。交互作用使得指标分配策略存在异质性，原本建设开发机会更多的区域也要承担相对更多的耕地保护责任，一方面能够保护优质耕地不被建设用地侵占，另一方面也能够

表6 全国范围省市层级交互模型的固定效应估计结果

Table 6 Estimation results of fixed effects of nationwide province-level and prefecture-level interaction model

完整模型		固定效应		
市级	省级	参数	标准系数 $\beta$ (标准误差)	t值
$X_1$ 人均耕地面积		$\gamma_{10}$	0.870(0.103)	8.48***
	$X_{11}$ 粮食生产集中度指数	$\gamma_{12}$	-0.450(0.181)	-2.48**
$X_2$ 粮食单产		$\gamma_{20}$	-0.327(0.200)	-1.64
	$X_{11}$ 粮食生产集中度指数	$\gamma_{22}$	0.880(0.376)	2.34**
$X_3$ 第一产业占比		$\gamma_{30}$	-0.385(0.088)	-4.35***
	$X_{11}$ 粮食生产集中度指数	$\gamma_{32}$	0.349(0.111)	3.16***
$X_4$ 农业机械化总动力		$\gamma_{40}$	0.761(0.057)	13.30***
	$X_{11}$ 粮食生产集中度指数	$\gamma_{42}$	0.112(0.058)	1.92*
$X_5$ 农民人均纯收入		$\gamma_{50}$	0.014(0.116)	0.12
	$X_{11}$ 粮食生产集中度指数	$\gamma_{52}$	0.154(0.144)	1.07
$X_6$ 人均水资源拥有量		$\gamma_{60}$	-0.029(0.040)	-0.72
	$X_{11}$ 粮食生产集中度指数	$\gamma_{62}$	0.130(0.049)	2.67**
$X_7$ 人均GDP		$\gamma_{70}$	-0.246(0.072)	-3.40***
$X_8$ 人均固定资产投资		$\gamma_{80}$	-0.227(0.060)	-3.77***
	$X_{11}$ 粮食生产集中度指数	$\gamma_{82}$	0.184(0.075)	2.47**
$X_9$ 第三产业占比		$\gamma_{90}$	-0.116(0.158)	-0.73
	$X_{11}$ 粮食生产集中度指数	$\gamma_{92}$	0.750(0.306)	2.45**

注：\*表示显著性为10%，下同。

表7 全国范围省市层级交互模型的随机效应估计结果及方差变化情况

Table 7 Estimation results of random effects and variance changes of nationwide province-level and prefecture-level interaction model

完整模型	随机效应				方差变化/%
	参数	标准差	方差成分	$\chi^2$	
	$\mu_0$	0.496	0.246	688.72***	-69.08
$X_1$ 人均耕地面积	$\mu_1$	0.469	0.220	27.22*	-40.99
$X_2$ 粮食单产	$\mu_2$	0.869	0.756	87.25***	-46.53
$X_3$ 第一产业占比	$\mu_3$	0.348	0.121	40.50***	-31.61
$X_4$ 农业机械化总动力	$\mu_4$	0.250	0.063	1024.07***	-5.87
$X_6$ 人均水资源拥有量	$\mu_6$	0.174	0.030	42.19***	-29.68
$X_8$ 人均固定资产投资	$\mu_8$	0.189	0.036	28.52**	-59.99
$X_9$ 第三产业占比	$\mu_9$	0.714	0.510	37.87***	-50.96
	R	0.253	0.064		0.46

促进粮食生产大省更好地达到耕地保护和粮食生产的目标。

2.2.2 不同粮食分区差异

对粮食主产区和主销区分别进行影响因素分析，能够进一步解释不同粮食生产战略区位内耕地保有量指标分配策略的差异。空模型的结果表明，粮食主产区耕地保有量指标分配的组内方差为0.789，组间方差为0.065，组内相关系数ICC为0.076<0.138，组内

相关度较低；粮食主销区耕地保有量指标分配的组内方差为0.790，组间方差为0.007，组内相关系数 $ICC$ 为 $0.009 < 0.138$ ，组内相关度也较低。模型结果说明粮食主产区和主销区各自内部不同省份之间的指标分配策略存在相似性，不存在省际尺度因素和交互作用影响差异，因此只做市级尺度的影响因素分析，通过主产区与主销区结果对比得到粮食分区的指标分配策略差异。

市层级随机效应模型结果说明（表8），农业机械化总动力在粮食主产区和主销区都与耕地保有量指标分配存在显著相关性，而人均耕地面积、第一产业占比、人均GDP、人均固定资产投资和第三产业占比明显在粮食主产区存在更高的相关性。农业机械化总动力在不同粮食分区都能够影响耕地保有量指标的分配，说明农业机械化生产已经成为全国范围内普遍的耕地生产目标，能够在有限的耕地空间上获得更多的粮食产量，提升耕地的集约利用效率，形成规模化生产和集约化经营的农业发展格局。与粮食主销区相比，人均耕地面积和第一产业占比仅与粮食主产区指标分配相关（ $\beta=0.665, P<0.01$ ； $\beta=-0.208, P<0.05$ ），说明粮食主产区比主销区更强调区域的耕地资源禀赋基准和农业发展需求，侧重于农业规模化生产的倾向。人均GDP和人均固定资产投资也仅与粮食主产区指标分配相关（ $\beta=-0.236, P<0.01$ ； $\beta=-0.146, P<0.01$ ），说明粮食主产区在保护耕地和输出粮食的战略定位下，更加需要平衡好耕地与建设用地的空间竞争。第三产业占比也仅与粮食主产区指标分配相关（ $\beta=0.441, P<0.01$ ），但与预测相关性系数相反，这是因为与第二产业相比，第三产业的建设用地占用耕地相对较少，更有潜力提升建设用地的利用效率，因此可以分配更多的耕地保有量指标。由此可见，耕地保有量指标分配策略在粮食主产区和主销区存在差异。在国土空间规划体系中，粮食主产区不断打造特色化粮食生产核心区，强化粮食供给保障能力；主销区更加侧重建设机械化生产基地，并提升非粮作物产业基地竞争力等<sup>[57-59]</sup>。

表8 粮食主产区和主销区市层级模型的估计结果

Table 8 Estimation results of the prefecture-level model of major grain-producing and grain-marketing areas					
随机效应模型	参数	粮食主产区固定效应		粮食主销区固定效应	
		标准系数(标准误差)	$t$ 值	标准系数(标准误差)	$t$ 值
	$\gamma_{00}$	3.430(0.096)	35.72***	2.486(0.134)	18.58***
$X_1$ 人均耕地面积	$\gamma_{10}$	0.665(0.059)	11.23***	0.964(0.589)	1.64
$X_2$ 粮食单产	$\gamma_{20}$	0.059(0.174)	0.34	-0.829(0.938)	-0.89
$X_3$ 第一产业占比	$\gamma_{30}$	-0.208(0.071)	-2.95**	-0.231(0.291)	-0.79
$X_4$ 农业机械化总动力	$\gamma_{40}$	0.859(0.028)	30.72***	0.703(0.121)	5.81***
$X_5$ 农民人均纯收入	$\gamma_{50}$	0.181(0.206)	0.88	0.379(0.354)	1.07
$X_6$ 人均水资源拥有量	$\gamma_{60}$	0.046(0.036)	1.29	0.297(0.173)	1.72
$X_7$ 人均GDP	$\gamma_{70}$	-0.236(0.069)	-3.41***	0.219(0.313)	0.70
$X_8$ 人均固定资产投资	$\gamma_{80}$	-0.146(0.041)	-3.61***	-0.243(0.211)	-1.15
$X_9$ 第三产业占比	$\gamma_{90}$	0.441(0.140)	3.14***	-0.321(0.759)	-0.42

3 结论与讨论

3.1 结论

耕地保护指标是对耕地规模底线进行约束性管控的关键空间规划政策工具，对国家

粮食战略安全 and 经济可持续发展具有重要意义。本文以全国2006—2020年省级土地利用总体规划中耕地保有量指标的分配结果为例，分析不同粮食分区耕地保有量指标的空间分配特征，构建理论分析框架和运用多层线性模型探究不同政府层级影响因素及交互作用，能够为现有的耕地保护指标分配和空间规划体系提供可借鉴的意义。主要研究结论如下：

(1) 耕地保有量指标规划调控策略存在空间差异。粮食主产区具有耕地规模生产优势和集聚分布格局，指标分配在空间上呈现出西北地区更集聚、东南地区更均衡的格局。“倒挂型”指标能够体现省级总量指标要求下的地区间指标分配调度，促进部分地区农业生产规模集聚，并赋予其他地区更多的土地发展权，实现区域资源最佳配置的公平与效率目标。

(2) 耕地保有量指标分配策略对耕地保护责任和土地发展权进行规划权衡。耕地资源和农业生产设施更丰富的市级单元容易承担更多的耕地保护任务，以促进耕地适度规模化生产；经济水平更高和开发投资更多的市级单元承担更少的耕地保护任务，以规划适度的土地发展权，但要注意约束建设用地的过度扩张。此外，指标分配的过程中可能对于耕地质量、水资源和农民收入等考虑不足，可能会加速优质耕地流失、水资源短缺和农民撂荒等问题。

(3) 不同粮食分区的指标分配策略存在差异。在交互作用下，粮食主产区省份更具有保护优质耕地和水资源、提升农业生产规模优势和控制建设用地占用耕地的分配导向，以承担耕地保护和粮食生产的战略任务；粮食主销区省份更具有机械化生产的集约分配导向，加强非粮作物优势生产基地建设等。

### 3.2 讨论

上一轮土地利用总体规划在制定时面临着土地利用和管理的严峻挑战，耕地保护与建设用地的供需矛盾十分突出，因此其实行最严格的土地管理制度，坚持严格保护耕地和节约集约用地的指导方针，围绕18亿亩耕地红线设置耕地保有量指标，严格控制非农建设用地占用耕地。从本文研究的指标分配结果中可以发现，耕地保有量指标分配过程具有经营规模化和生产机械化导向，但由于耕地保护空间与优质耕地和水资源空间的错配，容易产生优质耕地流失和农田灌溉水资源不足等问题。国土空间规划是将主体功能区规划、土地利用规划和城乡规划等空间规划融合为统一的规划体系，其继承和发展了原有土地利用总体规划的规划指标，并希望构建一个“多规合一”后多目标协同的规划指标体系。在国土空间规划背景下，耕地保护指标继续沿着“五级三类”的规划框架进行“自上而下”的传导，指标分配将进一步依托资源环境承载力评价和国土空间开发适宜性评价结果展开。“双评价”结果能够帮助科学认知自然地理国情和区域发展格局演变规律，以“一张图”的方式衔接各级规划，应对耕地保护指标与资源禀赋空间错配的问题，使指标分配结果更加具有科学性和有效性<sup>[24]</sup>。在此基础上，耕地保护指标分配经过省级政府与市级政府之间理性权衡的博弈过程，平衡区域内资源配置的公平与效率目标，构建高效协调可持续的国土空间开发格局<sup>[72]</sup>。

综上所述，本文提出以下政策建议：(1) 耕地保护指标分配应当继续坚持适度规模化经营导向，以促进农业生产要素投入，提升耕地的集约利用效率，充分发挥规模经济



效益<sup>[43]</sup>。(2) 不同粮食分区应当立足资源禀赋基础, 充分发挥区域比较优势<sup>[57]</sup>。粮食主产区、主销区和产销平衡区的上级政府应当结合基期现状和未来发展目标, 综合考虑规划导向和可执行程度, 因地制宜调整适合的规划指标分配策略, 促进规划政策执行落实。(3) 探索建立粮食主销区向主产区的横向利益补偿机制, 各粮食分区之间形成协调关联的粮食生产网络空间<sup>[58,59]</sup>。粮食主产区承担更多的耕地保护指标和粮食生产任务, 保障向主销区和产销平衡区的粮食输出, 但也牺牲了很多经济发展机会; 粮食主销区可以适当地将部分耕地保护指标转移给主产区, 但要完善向主产区的利益补偿政策, 引导主销区企业参与主产区粮食生产基地建设, 从“供需合作”向“供应链合作”转型, 形成现代化粮食产销合作新格局, 实现粮食安全与经济发展的双赢<sup>[73-75]</sup>。

本文以土地利用规划中耕地保有量指标的分配结果为例, 旨在建立一个综合地区空间差异和政府层级博弈的耕地保护指标分配体系, 为国土空间规划指标体系构建提供借鉴意义。但本文研究尚存在一定局限性, 并未探讨除耕地保有量指标之外的其他耕地保护指标分配策略的差异, 例如基本农田保护面积指标更加强调优质耕地的保护, 新增建设用地占用耕地指标更加强调耕地与建设用地之间的占补问题等, 结合不同指标之间的一致性与差异性将更有助于构建综合的耕地保护指标体系。此外, 除耕地保有量等刚性约束管控指标之外, 指标分配体系中也存在部分弹性指标, 并通过耕地占补平衡政策、城乡建设用地增减挂钩政策、土地发展权转移交易政策等实现“刚弹并济”的指标配置, 关于这些弹性指标政策在指标分配和执行过程中所发挥的作用, 也需要未来进一步的研究与探索。

## 参考文献(References):

- [1] 翟文侠, 黄贤金. 中国耕地保护政策运行效果分析. 中国土地科学, 2003, 17(2): 8-13. [ZHAI W X, HUANG X J. Analysis on the effect of policies operation of cultivated land protection in China. China Land Science, 2003, 17(2): 8-13.]
- [2] SONG X Q, OUYANG Z, LI Y S, et al. Cultivated land use change in China, 1999-2007: Policy development perspectives. Journal of Geographical Sciences, 2012, 22(6): 1061-1078.
- [3] 孙蕊, 孙萍, 吴金希, 等. 中国耕地占补平衡政策的成效与局限. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(3): 41-46. [SUN R, SUN P, WU J X, et al. Effectiveness and limitations of cultivated land requisition-compensation balance policy in China. China Population, Resources and Environment, 2014, 24(3): 41-46.]
- [4] DENG X Z, HUANG J K, ROZELLE S, et al. Impact of urbanization on cultivated land changes in China. Land Use Policy, 2015, 45: 1-7.
- [5] ZHANG Z X, WEN Q K, LIU F, et al. Urban expansion in China and its effect on cultivated land before and after initiating "Reform and Open Policy". Science China Earth Sciences, 2016, 59(10): 1930-1945.
- [6] LICHTENBERG E, DING C R. Assessing farmland protection policy in China. Land Use Policy, 2008, 25(1): 59-68.
- [7] LIU X W, ZHAO C L, SONG W. Review of the evolution of cultivated land protection policies in the period following China's reform and liberalization. Land Use Policy, 2017, 67: 660-669.
- [8] ZHONG T Y, QIAN Z, HUANG X J, et al. Impact of the top-down quota-oriented farmland preservation planning on the change of urban land-use intensity in China. Habitat International, 2018, 77: 71-79.
- [9] 牛善栋, 方斌. 中国耕地保护制度 70 年: 历史嬗变, 现实探源及路径优化. 中国土地科学, 2019, 33(10): 1-12. [NIU S D, FANG B. Cultivated land protection system in china form 1949 to 2019: Historical evolution, realistic origin exploration and path optimization. China Land Science, 2019, 33(10): 1-12.]
- [10] HE C F, HUANG Z J, WANG R. Land use change and economic growth in urban China: A structural equation analysis. Urban Studies, 2013, 51(13): 2880-2898.

- [11] LONG H L, QU Y. Land use transitions and land management: A mutual feedback perspective. *Land Use Policy*, 2018, 74: 111-120.
- [12] 孙施文. 从城乡规划到国土空间规划. *城市规划学刊*, 2020, (4): 11-17. [SUN S W. On the transformation from urban and rural planning to territory development planning. *Urban Planning Forum*, 2020, (4): 11-17.]
- [13] 张泉, 缪杨兵, 邓东, 等. 以目标和问题为导向构建规划指标体系: 市级国土空间总体规划指标体系构建探索. *城乡规划*, 2022, (3): 27-37. [ZHANG Q, MIAO Y B, DENG D, et al. A goal-oriented and problem-oriented approach of creating planning indicator matrix: Exploring the path to establish goals of the territorial planning at a municipal level. *Urban and Rural Planning*, 2022, (3): 27-37.]
- [14] 严金明, 陈昊, 夏方舟. “多规合一”与空间规划: 认知, 导向与路径. *中国土地科学*, 2017, 31(1): 21-27. [YAN J M, CHEN H, XIA F Z. Cognition, direction and path of future spatial planning based on the background of multiple planning integration. *China Land Science*, 2017, 31(1): 21-27.]
- [15] WU Y Z, SHAN L P, GUO Z, et al. Cultivated land protection policies in China facing 2030: Dynamic balance system versus basic farmland zoning. *Habitat International*, 2017, 69: 126-138.
- [16] 岳文泽, 王田雨. 中国国土空间用途管制的基础性问题思考. *中国土地科学*, 2019, 33(8): 8-15. [YUE W Z, WANG T Y. Rethinking on the basic issues of territorial and spatial use control in China. *China Land Science*, 2019, 33(8): 8-15.]
- [17] 林坚, 武婷, 张叶笑, 等. 统一国土空间用途管制制度的思考. *自然资源学报*, 2019, 34(10): 2200-2208. [LIN J, WU T, ZHANG Y X, et al. Thoughts on unifying the regulation of territorial space use. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(10): 2200-2208.]
- [18] 丁成日, 程智韬. 中国规划空间管制的评价. *城市发展研究*, 2018, 25(6): 37-45. [DING C R, CHENG Z T. Assessment of spatial planning and management of china's planning. *Urban Development Studies*, 2018, 25(6): 37-45.]
- [19] 赵扶扬, 陈斌开. 土地的区域间配置与新发展格局: 基于量化空间均衡的研究. *中国工业经济*, 2021, (8): 94-113. [ZHAO F Y, CHEN B K. Spatial allocation of land and new development pattern: Baesd on the analysis of quantitative spatial equilibrium. *China Industrial Economics*, 2021, (8): 94-113.]
- [20] CAI Y M, ZHANG W X, ZHAO Y W, et al. Discussion on evolution of land-use planning in China. *China City Planning Review*, 2009, 18(1): 32-37.
- [21] 张琳, 陈逸, 张群, 等. 基于基尼系数的耕地保有量分配优化模型. *经济地理*, 2012, 32(6): 132-137. [ZHANG L, CHEN Y, ZHANG Q, et al. Optimization model for cultivated land allocations based on the gini coefficient. *Economic Geography*, 2012, 32(6): 132-137.]
- [22] 蔡银莺, 张安录. 国土空间规划的规制效率及溢出效应研究进展. *中国土地科学*, 2011, 25(10): 89-94. [CAI Y Y, ZHANG A L. State of art on the regulatory efficiency and spillover effects of the spatial planning. *China Land Science*, 2011, 25(10): 89-94.]
- [23] 余亮亮, 蔡银莺. 国土空间规划管制与区域经济协调发展研究: 一个分析框架. *自然资源学报*, 2017, 32(8): 1445-1456. [YU L L, CAI Y Y. Research on spatial regulation of land use planning and coordinated development of regional economy: An analytical framework. *Journal of Natural Resources*, 2017, 32(8): 1445-1456.]
- [24] 张晓玲, 吕晓. 国土空间用途管制的改革逻辑及其规划响应路径. *自然资源学报*, 2020, 35(6): 1261-1272. [ZHANG X L, LYU X. Reform logic of territorial space use regulation and the response path of land spatial planning. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(6): 1261-1272.]
- [25] 陈文波, 赵丽红, 叶明珠, 等. 省级基本农田数量确定与指标分解方法初探. *中国土地科学*, 2006, 20(6): 45-51. [CHEN W B, ZHAO L H, YE M Z, et al. Approach to determination and allocation of prime farmland in provincial land use planning. *China Land Science*, 2006, 20(6): 45-51.]
- [26] 杨树佳, 郑新奇, 王爱萍, 等. 耕地保护与基本农田布局方法研究: 以济南市为例. *水土保持研究*, 2007, 14(2): 4-7. [YANG S J, ZHENG X Q, WANG A P, et al. The method research of cultivated land protection and basic farmland distribution: Taking Jinan for example. *Research of Soil and Water Conservation*, 2007, 14(2): 4-7.]
- [27] 柯新利. 改进熵权系数法在基本农田指标分解中的应用. *湖北农业科学*, 2008, 47(7): 779-782. [KE X L. Application of advanced entropic coefficient method to distribute basic farmland guideline. *Hubei Agricultural Sciences*, 2008, 47 (7): 779-782.]

- [28] 何俊鑫, 王秀兰. 基本农田保护指标分解研究: 以湖北红安县为例. 广东农业科学, 2011, 38(2): 178-181. [HE J X, WANG X L. Study on the decomposition of basic farmland protection indicators: Taking Hong'an county of Hubei province as an example. Guangdong Agricultural Sciences, 2011, 38(2): 178-181.]
- [29] VERBURG P H, TABEAU A, HATNA E. Assessing spatial uncertainties of land allocation using a scenario approach and sensitivity analysis: A study for land use in Europe. Journal of Environmental Management, 2013, 127: S132-S144.
- [30] LIU T, LIU H, QI Y J. Construction land expansion and cultivated land protection in urbanizing China: Insights from national land surveys, 1996-2006. Habitat International, 2015, 46: 13-22.
- [31] 孙晓莉, 赵俊三, 吴晓伟, 等. 云南省土地利用总体规划耕地保有量指标合理性分析. 中国土地科学, 2012, 26(8): 17-22. [SUN X L, ZHAO J S, WU X W, et al. Analyzing the reasonability of the minimum amount of cultivated land within the general land use planning in Yunnan province. China Land Science, 2012, 26(8): 17-22.]
- [32] SHAO Z N, SPIT T, JIN Z F, et al. Can the land use master plan control urban expansion and protect farmland in China? A case study of Nanjing. Growth and Change, 2018, 49(3): 512-531.
- [33] ZHONG T Y, ZHENG W, ZHAO Y T, et al. Farmland preservation policies in China and their impacts on urban expansion: A multilevel analysis. Journal of Environmental Planning and Management, 2021, 64(14): 2552-2572.
- [34] 孟晓晨, 赵星烁. 中国土地利用总体规划实施中主要问题及成因分析. 中国土地科学, 2007, 21(3): 19-25. [MENG X C, ZHAO X S. Analysis of problems and causes in the implementation of comprehensive land use planning in China. China Land Science, 2007, 21(3): 19-25.]
- [35] 李名峰, 曹阳, 王春超. 中央政府与地方政府在土地垂直管理制度改革中的利益博弈分析. 中国土地科学, 2010, 24(6): 9-13. [LI M F, CAO Y, WANG C C. Analysis on the benefit game between central and local governments in the reform of direct top-down land administration system. China Land Science, 2010, 24(6): 9-13.]
- [36] TAN R, ZHOU T X. Decentralization in a centralized system: Project-based governance for land-related public goods provision in China. Land Use Policy, 2015, 47: 262-272.
- [37] WANG J, CHEN Y Q, SHAO X M, et al. Land-use changes and policy dimension driving forces in China: Present, trend and future. Land Use Policy, 2012, 29(4): 737-749.
- [38] 欧名豪, 丁冠乔, 郭杰, 等. 国土空间规划的多目标协同治理机制. 中国土地科学, 2020, 34(5): 8-17. [OU M H, DING G Q, GUO J, et al. Multi-objective collaborative governance mechanism of territorial space planning. China Land Science, 2020, 34(5): 8-17.]
- [39] 田莉, 夏菁. 土地发展权与国土空间规划: 治理逻辑、政策工具与实践应用. 城市规划学刊, 2021, (6): 12-19. [TIAN L, XIA J. Land development rights and territorial spatial planning: Governance logic, policy tools and practical applications. Urban Planning Forum, 2021, (6): 12-19.]
- [40] 岳隽, 范朋灿. 新时期国土空间治理的价值传导与目标演进: 市县国土空间规划指标体系的响应. 热带地理, 2021, 41(4): 676-684. [YUE J, FAN P C. Value transmission and goal evolution of territorial spatial governance in the New Era: Response of the territorial spatial planning index system at the city and county scale. Tropical Geography, 2021, 41(4): 676-684.]
- [41] 蔡运龙, 汪涌, 李玉平. 中国耕地供需变化规律研究. 中国土地科学, 2009, 23(3): 11-18. [CAI Y L, WANG Y, LI Y P. Study on changing relationship of demand and supply of cultivated land in China. China Land Science, 2009, 23(3): 11-18.]
- [42] SONG W, PIJANOWSKI B C. The effects of China's cultivated land balance program on potential land productivity at a national scale. Applied Geography, 2014, 46: 158-170.
- [43] 张荣天, 焦华富. 中国省际耕地利用效率时空格局分异与机制分析. 农业工程学报, 2015, 31(2): 277-287. [ZHANG R T, JIAO H F. Spatial-temporal pattern differentiation and its mechanism analysis of using efficiency for provincial cultivated land in China. Transactions of the CSAE, 2015, 31(2): 277-287.]
- [44] 吕晓, 牛善栋, 李振波, 等. 中国耕地集约利用研究现状及趋势分析. 农业工程学报, 2015, 31(18): 212-224. [LYU X, NIU S D, LI Z B, et al. Present situation and trends in research on cultivated land intensive use in China. Transactions of the CSAE, 2015, 31(18): 212-224.]
- [45] LI F, QIN Z X, LIU X L, et al. Grain production space reconstruction and land system function tradeoffs in China. Geog-

- raphy and Sustainability, 2021, 2(1): 22-30.
- [46] 张永勋, 李先德. 水土资源匹配视角下中国省域农产品供需平衡分析及其政策启示. 自然资源学报, 2021, 36(6): 1573-1587. [ZHANG Y X, LI X D. Analysis of supply-demand balance of agricultural products in China and its policy implication. Journal of Natural Resources, 2021, 36(6): 1573-1587.]
- [47] 徐宪立, 蔡玉梅, 张科利, 等. 耕地资源动态变化及其影响因素分析. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(3): 75-79. [XU X L, CAI Y M, ZHANG K L, et al. Study on dynamic change of cultivated land resources and causes of the changes. China Population, Resources and Environment, 2005, 15(3): 75-79.]
- [48] ZHOU Y, LI X H, LIU Y S. Cultivated land protection and rational use in China. Land Use Policy, 2021, 106: 105454, Doi: 10.1016/j.landusepol.2021.105454.
- [49] JIANG L, DENG X Z, SETO K C. The impact of urban expansion on agricultural land use intensity in China. Land Use Policy, 2013, 35: 33-39.
- [50] 马林兵, 曹小曙, 牟少杰. 一种融合地理空间指标的土地需求量预测方法: 以佛山市南海区为例. 地理研究, 2011, 30(5): 854-860. [MA L B, CAO X S, MU S J. A method to forecast land demand by fusing geo-spatial indicators exemplified by Nanhai in Foshan. Geographical Research, 2011, 30(5): 854-860.]
- [51] 陈培阳, 朱喜钢. 基于不同尺度的中国区域经济差异. 地理学报, 2012, 67(8): 1085-1097. [CHEN P Y, ZHU X G. Regional inequalities in china at different scales. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(8): 1085-1097.]
- [52] 樊杰. 中国主体功能区划方案. 地理学报, 2015, 70(2): 186-201. [FAN J. Draft of major function oriented zoning of China. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(2): 186-201.]
- [53] 宋伟, 陈百明, 史文娇, 等. 2007 年中国耕地资源安全评价. 地理科学进展, 2011, 30(11): 1449-1455. [SONG W, CHEN B M, SHI W J, et al. Evaluation for cultivated land resources security of China in 2007. Progress in Geography, 2011, 30(11): 1449-1455.]
- [54] 朱红波. 中国耕地资源安全保障主体的行为倾向与博弈关系. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(1): 82-87. [ZHU H B. The behavior tendency and game relation about protectors of cultivated land resource security in China. China Population, Resources and Environment, 2009, 19(1): 82-87.]
- [55] 张绍阳, 刘琼, 欧名豪. 财政竞争, 引资竞争与土地约束性指标管控政策执行偏差. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(5): 123-131. [ZHANG S Y, LIU Q, OU M H. Financial competition, investment-attraction competition and implementation deviation of land binding index control policy. China Population, Resources and Environment, 2018, 28(5): 123-131.]
- [56] 刘灵辉, 陈银蓉. 土地利用总体规划修编指标利益冲突问题研究. 中国土地科学, 2009, 23(5): 37-40. [LIU L H, CHEN Y R. Research on interest conflicts concerning quotas in revision of land use planning. China Land Science, 2009, 23(5): 37-40.]
- [57] 李政通, 姚成胜, 梁龙武. 中国粮食生产的区域类型和生产模式演变分析. 地理研究, 2018, 37(5): 937-953. [LI Z T, YAO C S, LIANG L W. Analysis on regional types of grain production and evolution of grain production models in China. Geographical Research, 2018, 37(5): 937-953.]
- [58] 冯颖, 侯孟阳, 姚顺波. 中国粮食生产空间关联网络的结构特征及其形成机制. 地理学报, 2020, 75(11): 2380-2395. [FENG Y, HOU M Y, YAO S B. Structural characteristics and formation mechanism of spatial correlation network of grain production in China. Acta Geographica Sinica, 2020, 75(11): 2380-2395.]
- [59] 卢新海, 柯楠, 匡兵. 中国粮食生产能力的区域差异和影响因素. 中国土地科学, 2020, 34(8): 53-62. [LU X H, KE N, KUANG B. Regional differences and influencing factors of China's grain production capacity. China Land Science, 2020, 34(8): 53-62.]
- [60] 宋德勇, 刘习平. 中国省际碳排放空间分配研究. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(5): 7-13. [SONG D Y, LIU X P. Spatial distribution of provincial carbon emissions. China Population, Resources and Environment, 2013, 23(5): 7-13.]
- [61] 于莉, 宋安安, 郑宇, 等. “三生用地”分类及其空间格局分析: 以昌黎县为例. 中国农业资源与区划, 2017, 38(2): 89-96. [YU L, SONG A A, ZHENG Y, et al. The ecological-living-industrial land classification system and the analysis of its spatial distribution. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2017, 38(2): 89-96.]
- [62] JIANG L, DENG X Z, SETO K C. Multi-level modeling of urban expansion and cultivated land conversion for urban hotspot counties in China. Landscape and Urban Planning, 2012, 108(2-4): 131-139.



- [63] 黄大全, 朱世豪, 刘涛. 中国土地利用规划的指标分配逻辑: 兼论对国土空间规划的启示. 自然资源学报, 2022, 37(9): 2387-2402. [HUANG D Q, ZHU S H, LIU T. The distribution logic of land quotas in China's land use planning: Implications for territorial spatial planning. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(9): 2387-2402.]
- [64] 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. 地理学报, 2002, 57(2): 127-134. [CAI Y L, FU Z Q, DAI E F. The minimum area per capita of cultivated land and its implication for the optimization of land resource allocation. *Acta Geographica Sinica*, 2002, 57(2): 127-134.]
- [65] 于法稳, 李来胜. 西部地区农业资源利用的效率分析及政策建议. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(6): 35-39. [YU F W, LI L S. Efficiency analysis of the utilization of agricultural resources and policy suggestions in west regions of China. *China Population, Resources and Environment*, 2005, 15(6): 35-39.]
- [66] 邓宗兵, 封永刚, 张俊亮, 等. 中国粮食生产空间布局变迁的特征分析. 经济地理, 2013, 33(5): 117-123. [DENG Z B, FENG Y G, ZHANG J L, et al. Analysis on the characteristics and tendency of grain production's spatial distribution in China. *Economic Geography*, 2013, 33(5): 117-123.]
- [67] 朱新华, 曲福田. 不同粮食分区间的耕地保护外部性补偿机制研究. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(5): 148-153. [ZHU X H, QU F T. Study on the compensation mechanism of cultivated land conservation externalities among different food sub-regions. *China Population, Resources and Environment*, 2008, 18(5): 148-153.]
- [68] YU X, SUN J X, SUN S K, et al. A comprehensive analysis of regional grain production characteristics in China from the scale and efficiency perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 212: 610-621.
- [69] 刘锐, 李涛. 基于熵权集对分析的西北地区耕地生态安全水平差异比较. 干旱地区农业研究, 2019, 37(6): 274-282. [LIU R, LI T. Comparison of differences in cultivated land ecological security levels based on entropy weight set analysis in Northwest China. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2019, 37(6): 274-282.]
- [70] 刘敏, 赵雲泰, 钟太洋. “倒挂型”土地利用总体规划的耕地保护效果评价. 中国土地科学, 2020, 34(3): 84-92. [LIU M, ZHAO Y T, ZHONG T Y. Effect on cultivated land preservation from the "cap lower than existing amount" general land-use plan. *China Land Science*, 2020, 34(3): 84-92.]
- [71] 蒋瑜, 濮励杰, 朱明, 等. 中国耕地占补平衡研究进展与述评. 资源科学, 2019, 41(12): 2342-2355. [JIANG Y, PU L J, ZHU M, et al. Progress and review of research of farmland requisition-compensation balance in China. *Resources Science*, 2019, 41(12): 2342-2355.]
- [72] 张京祥, 夏天慈. 治理现代化目标下国家空间规划体系的变迁与重构. 自然资源学报, 2019, 34(10): 2040-2050. [ZHANG J X, XIA T C. The change and reconstruction of spatial planning system under the goal of modern national governance. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(10): 2040-2050.]
- [73] 吴玲, 刘腾谣. 粮食主产区实施利益补偿的价值判断与政策导向. 中国农业资源与区划, 2017, 38(7): 1-9. [WU L, LIU T Y. Value judgement and policy guidance of interest compensation in major grain-producing areas. *Journal of China Agricultural Resources and Regional Planning*, 2017, 38(7): 1-9.]
- [74] 王莉, 楚尔鸣. 基于粮食安全的区域强制分工与区际利益补偿. 经济地理, 2018, 38(4): 164-170. [WANG L, CHU E M. Regional compulsory division of labor and interregional interest compensation based on grain security. *Economic Geography*, 2018, 38(4): 164-170.]
- [75] 陈璐, 胡月, 韩学平, 等. 国家粮食安全中主产区粮食生产及其贡献的量化对比分析. 中国土地科学, 2017, 31(9): 34-42. [CHEN L, HU Y, HAN X P, et al. The quantitative comparative analysis of food production and contributions of major grain production areas in national food security. *China Land Science*, 2017, 31(9): 34-42.]

# The allocation and optimization of the area of cultivated land reserved in China's spatial planning: Taking the 2006-2020 provincial overall plans for land utilization as example

DU Chen<sup>1</sup>, LIU Tao<sup>2,3,4</sup>, HUANG Da-quan<sup>1</sup>, ZHU Shi-hao<sup>1</sup>, TIAN Zhi-qiang<sup>5</sup>, LIU Yun-zhong<sup>6</sup>

(1. Beijing Key Laboratory of Environmental Remote Sensing and Digital City, Faculty of Geographical Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China; 3. Center for Urban Future Research, Peking University, Beijing 100871, China; 4. Key Laboratory of Territorial Spatial Planning and Development-Protection, Ministry of Natural Resources, Beijing 100871, China; 5. China Land Surveying and Planning Institute, Beijing 100035, China; 6. Department of Development Strategy and Regional Economy, Development Research Center, State Council, Beijing 100010, China)

**Abstract:** The area of cultivated land reserved is a core policy tool to constrain the bottom line of cultivated land scale in spatial planning. Taking the 2006-2020 provincial overall plans for land utilization as example, this study explores the spatial distribution pattern and influencing factors of the area of cultivated land reserved in prefecture-level administrative units, using the food zoning perspective and hierarchical linear model. The results show that: (1) The area of cultivated land reserved shows a spatial pattern of concentrated in the northwest and balanced in the southeast, and the "cap lower than existing amount" quotas are distributed among regions under the requirement of the total quotas. (2) Prefecture-level administrative units with richer cultivated land resources and mechanical facilities undertake more tasks of cultivated land protection, while units with higher economic levels and more development investment do the opposite. (3) The main grain-producing regions are more inclined to the allocation orientation of large-scale agricultural production and constraint of construction land, while the main grain-marketing regions are more inclined to the allocation orientation of cultivated land intensification with mechanized production. Finally, this study proposes differentiated suggestions for the adjustment and optimization of cultivated land allocation strategies in the context of the territorial spatial planning system.

**Keywords:** cultivated land protection; the area of cultivated land reserved; quotas allocation; spatial planning; grain zones