

湖南省农作物种植结构演变及影响因素

安悦¹ 谭雪兰¹ 谭杰扬² 余航菱¹ 王振凯¹ 李文哲¹¹

(1. 湖南农业大学 资源环境学院, 中国湖南 长沙 410128;

2. 湖南省农业科学院 农业经济和农业区划研究所, 中国湖南 长沙 410125)

【摘要】: 以传统农区湖南省为研究区域,综合运用空间集聚分析、时序变化趋势分析等方法,结合GIS技术分析1986—2016年湖南省县域典型农作物种植结构的时空演变过程、格局及阶段性特征,从环境基础、社会发展、科技进步等方面探讨种植结构演变的影响因素。结果表明:①1986—2016年湖南省共出现29种农作物种植结构类型,有83个县市区进行农作物种植结构类型调整,主要调整方向为降低主粮作物的种植比例,增加经济作物和蔬菜类作物种植比例,类型丰富度呈先增后减的趋势。②从县域尺度上看,1986—2016年湖南省作物种植比例呈显著减少趋势的主要是早稻、晚稻;种植比例呈显著增加趋势的主要是中稻、蔬菜和油料,种植类型格局调整为中稻、玉米、蔬菜和油料等作物共存的种植类型格局。③农作物种植结构演化是区域自然环境基础与外部影响因素相互作用、交互影响的结果。社会发展与市场需求通过作物价格差异、劳动力价格上涨等因素影响地区种植面积,助推经济作物种植比例增加;科技进步通过农业技术推动地区种植面积增加;农业政策通过宏观调控与加大农业投入保证地区粮食种植面积;环境基础在一定程度上决定地区种植面积与规模;气候变化通过干预农户对作物种植类型与种植面积的选择,从而影响地区农作物种植结构。

【关键词】: 农作物种植结构 市场需求 粮食安全 劳动力价格

【中图分类号】: F326.1 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1000-8462 (2021) 02-0156-11

农作物种植结构是农业生产活动对土地利用的表现形式之一,也是对自然资源高效利用及田间科学管理的最终结果。农作物种植结构的时空分布和变化信息是农业种植结构调整的政策科学依据和农业可持续发展的重要研究内容^[1],也是农作物时空变化机制和模拟等研究的基础信息^[2-3],其历史变化规律对国家粮食安全保障等理论研究^[4-6]、国家农业种植结构调整政策制定有重要意义^[7-8]。改革开放前,中国农作物种植结构是长期执行计划经济体制及错综复杂的国际国内政治经济形势综合作用的结果^[9];改革开放以来我国城镇化与工业化快速推进,人民收入水平不断提高和对农产品质量要求不断提升,居民对农产品的需求不再局限于传统的粮食作物,而是趋于多元化和复杂化的发展态势,农作物的种植类型开始由单一向多元化转变。与此同时,耕地非农化与粮食安全、粮食作物与经济作物之间的矛盾日趋严重,农作物种植结构紊乱日益凸显,再加上我国农业生产总量与结构不合理、部分农业种植区环境污染严重、作物缺少连茬导致病虫害加重,给国家的粮食安全及国家新一轮农作物种植结构调整带来了巨大的冲击,严重制约着城乡统筹一体化进程的有序推进及乡村振兴战略的实施^[10-16]。因此,开展农作物种植结构演变研究是新时期乡村农业地理研究的重要课题。

作者简介: 安悦(1995-),男,湖南新化人,博士研究生,研究方向为城乡土地利用与乡村地理。E-mail:954221276@qq.com
谭雪兰(1978-),女,湖南茶陵人,博士/博士后,教授,博士生导师,研究方向为城乡规划、乡村地理及乡村土地利用。
E-mail:txl780120@163.com

基金项目: 国家自然科学基金项目(41971219、41601097);湖南省自然科学基金项目(2020JJ4372);湖南省哲学社会科学基金项目(18ZDB015);湖南省教育厅科学研究重点项目(18A102);湖南省研究生科研创新项目(CX20190521)

农作物种植结构的空间格局研究最早可追溯到 1826 年杜能的农业区位理论,而后国内外学者从空间分布变化上,分析主要粮食作物种植区域的变动、种植结构的交互变化关系以及相关因素对种植结构变化的影响^[17-21]。在国外,Imbach 等结合 1950—2012 年主要作物的历史统计数据、农业经济调查数据以及行政边界以地理空间的形式提供了一套亚马逊地区时空范围内以农作物和草场为分组类型的农业动态数据集^[22];Lobe11 等分析了气候变化影响下全球作物产量的时空分布特征^[23];Ostrowski 等分析了在未来气候情景下全球变暖对欧洲草属物种的地理分布影响,并且评估了这些物种与小麦种植分布的保护性问题^[24]。在国内,谭杰扬等基于作物空间分配模型(SPAM)分析东北三省春玉米种植面积与产量的时空分布特征^[25];刘珍环等从种植结构类型和种植比例变化趋势分析了 1980 年以来中国县域种植结构的时空格局及分布特征^[26];郭健等通过构建双向固定效应模型,分析了农业劳动力成本上升对中国主要农作物种植结构的影响^[27]。有关农作物种植结构的研究逐步由农作物产量的时空分布特征向农作物多样性组合模式、组合比例、空间布局演变规律等转变,呈现出由农作物的种植结构到空间格局、由静态的作物空间分异到动态的演化规律等方面的转变,并且对于快速城镇化背景下出现的新型影响因素及在这些因素作用下的农作物种植结构变化更为关注^[28-30]。但已有研究多是基于统计数据进行单一作物研究,近年来基于像元尺度进行多类作物的空间格局监测研究逐渐增多,但是由于遥感、雷达类数据无法进行长时间序列研究,更无法对行政区划之间的作物信息变化进行有效对比,因此,对多种农作物种植结构的动态变化研究较少。此外,对农作物种植结构变化的影响因素研究多侧重于气候、水文等自然因素,而相对忽略了作物价格、人均收入、居民消费习惯等社会经济因素对种植结构的影响;在研究尺度上,从全国、省域等宏观层面展开研究或从乡镇等微观层面的研究居多,而以县市区为地域单元、利用统计数据从中观尺度层面进行长时间序列研究相对较少;特别是针对粮食主产区,尤其是传统农区的相关研究成果较为缺乏。

“十九大”报告要求必须始终把解决好“三农”问题作为全党工作重中之重,坚持农业农村优先发展,确保国家粮食安全,把中国人的饭碗牢牢端在自己手中。湖南省是我国中部地区的重要经济增长极和我国传统粮食主产区,农作物种植结构特征长期受经济形势以及国家政治经济格局影响。近 30 年来,地区工业化、城镇化快速发展,人民收入水平的不断增加使得农作物种植结构趋向多元化,同时,生态环境破坏、农业水资源利用不合理和病虫害等问题加剧,给湖南省传统粮食主产区的地位产生巨大的威胁。本研究以湖南省 101 个县市区为基本研究地域单元,针对湖南省的水稻、玉米和豆类等主要粮食作物与蔬菜、油料和烤烟等经济作物,基于全省农作物统计数据库,分析农作物种植结构的演变规律、地域分异特征及其影响因素,为全省乃至全国种植结构调整和粮食安全保障提供科学基础。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

湖南省位于长江中游、洞庭湖以南,是我国的东南腹地,经纬度范围为 108° 47′ E~114° 15′ E、23° 38′ N~30° 08′ N,地形包括平原、丘陵和山地,地势西南三面环山,土地面积 21.18 万 km²,全省辖 13 个市、1 个自治州、122 个县市区。2016 年耕地面积 415.02 万 hm²,农作物种植面积为 879.33 万 hm²,粮食种植面积为 486.24 万 hm²,总人口 6860.20 万人,农村人口 3113.10 万人,农民人均可支配收入 12936 元。湖南自古以来就享有“九州粮仓”“鱼米之乡”的美誉,全省耕地、林地资源丰富,是我国几大传统农区之一。农作物类型多样,涵盖了水稻、玉米、烤烟、茶叶、油料、蔬菜等,农副产品产量均位居全国前列,稻谷总产量连续多年稳居全国首位,是中部地区乃至全国粮食作物和经济作物产品的有力提供者,肩负着国家粮食安全重任。因此以该地域进行农作物种植结构动态变化研究,具有较强的典型性和代表性,能够为全国其它农区农作物种植结构调整与优化提供借鉴和指导作用。

1.2 数据来源

通过查阅《湖南农村统计年鉴》^[31],1986—2016 年期间湖南省各县市区的农作物种植类型共有水稻、蔬菜、豆类等 15 大类,根据已有研究对农作物种类的选取,结合湖南省的实际情况与农作物种植面积的可研究性,选取水稻、玉米、豆类、薯类、油料、蔬菜、棉花和烤烟等 8 类主要典型农作物进行分析。湖南省是以水稻种植为主的粮食主产区,一季稻、双季稻以及水稻与

其它作物连茬的种植模式较为普遍，考虑结果的准确性与科学性，将水稻划分为早稻、中稻和晚稻进行研究。GDP、城镇化率、人均可支配收入数据来源于《湖南统计年鉴》^[32]。因近 30 年湖南省县市区行政边界的多次变化以及县市区的转换，本研究对所有市区进行合并，共 101 个研究单元，界线 and 名称均以 2013 年为准，部分行政单元变化的数据采用等比类推法处理。

1.3 研究方法

1.3.1 种植结构类型的划分

种植结构类型的选定采用作物种植面积占所有作物种植面积的百分比决定，可分为 3 种情况：(1)作物种植面积占所有作物种植面积超过 30%或前三位组合决定。例如某区只有蔬菜类占比超过 30%那么判定为单一蔬菜型，以此类推，若有蔬菜和油料作物两种超过 30%，则判定为蔬菜—油料型；若蔬菜、油料和棉花作物 3 种超过 30%，则判定为蔬菜—油料—棉花型。(2)当一个地域单元内所有作物均不超过 30%时，种植结构类型以占比的前三位组合决定，例如蔬菜占 23%，油料占 17%，棉花占 16%时，其种植结构类型判定为蔬菜—油料—棉花型。(3)由于早稻和晚稻的种植比例相差较小，所以早稻和晚稻中有一种作物比例超过 30%，或者所有作物占比均不超过 30%时，早稻和晚稻中有一种作物占比在前三位组合中，则判定为双季稻；若一个地区种植面积占比前三位的作物为早稻、中稻、和晚稻，则判定为单一水稻型。

1.3.2 类型丰富度指数

种植结构类型的变化趋势采用丰富度变化来表示，丰富度表示的是某一年份的种植结构类型数量与研究时段内全部出现的类型比例^[22]，具体公式如下：

$$R_t = m_t / m_{\max} \quad (1)$$

式中： R_t 为某一年种植结构类型的比重，其值为 0~1，该值越大则表示该年份农种植结构类型越丰富； m_t 为某一年种植结构类型的数量； $m_{\max}$ 是指研究时段内所有种植结构类型的数量。

1.3.3 种植结构变化趋势分析

为研究 1986—2016 年湖南省农作物种植结构变化的状况以及该结构的变化速率在空间上的差异，对湖南省 101 个县市区的某种农作物对应的比例按年份进行一元线性回归分析，得到斜率系数（b），用来表示某种作物种植比例状况的变化趋势。斜率为负值，表示该县的某种作物的种植比例呈减少趋势；斜率为正值表示该县的某种作物呈增加趋势，如果通过 0.05 的显著性水平（ $p < 0.05$ ），则认为某种农作物种植比例变化趋势增加或减少趋势显著。斜率公式计算如下：

$$Y = a + bX \quad (2)$$

$$b = \frac{n \sum_{j=1}^n XY_{xj} - \left(\sum_{j=1}^n X \right) \left(\sum_{j=1}^n Y_{xj} \right)}{n \sum_{j=1}^n X^2 + \left(\sum_{j=1}^n X \right)^2} \quad (3)$$

式中：b 表示某类作物种植比例的变化趋势线性斜率；X 为研究时期内的年份；n 为研究时段内的年份数； Y_{xj} 表示的是某年 j 作物的种植比例。为分析湖南省 1986—2016 年农作物种植类型的种植比例变化，将 b 用空间分布图展示。

1.3.4 农作物种植比例的空间聚集

本研究采用局部自相关分析（LISA）方法来研究长株潭地区农作物种植比例的空间集聚特征，其中 HH 聚集区表示该区域农作物种植比例高且被其他种植比例高的地区包围^[33]。Local Moran' sI 指数公式如下所示：

$$I_h = (x_h - \bar{x}) / s^2 \sum_k w_{hk} (x_k - \bar{x}) \quad (4)$$

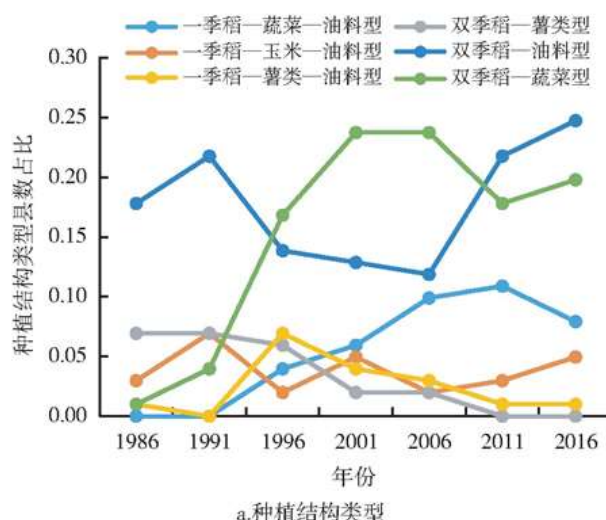
式中：I 表示的是局部自相关指数，其值越大，表明空间相关性越明显； $\bar{x}$ 为某类作物种植比例变化趋势线性斜率的平均值； x_h 指 h 区域某类作物种植比例变化趋势线性斜率；s 为某类作物种植比例的变化趋势线性斜率的标准差； x_k 是指 k 某类作物种植比例变化趋势线性斜率； w_{hk} 是指空间权重，表示地域单元 h 与 k 的相邻关系，根据邻接标准来反映。当区域 h 与区域 k 相邻时，空间权重取 1，否则取 0。

2 结果分析

2.1 湖南省农作物种植结构类型的年际变化

根据已有研究对农作物种植结构类型的划定与湖南省农作物种植的实际情况，1986—2016 年时期内湖南省农作物种植结构类型丰富，共出现了 29 种农作物种植结构类型，主要有双季稻型、双季稻—油料型、双季稻—蔬菜型、双季稻—薯类型、一季稻型、蔬菜型、一季稻—蔬菜—油料型等，如图 1a、1b 所示。从类型丰富度来看，1986—2016 年湖南省农作物种植结构类型丰富度指数呈先增后减、整体上升的趋势，如图 1c 所示。1986 年湖南省类型丰富度指数最小，为 0.41，最大值出现在 2001、2006 年，为 0.59。

2000 年以前，种植结构类型首位均为单一双季稻型，单一作物所形成的种植类型所占比例较大，而其他类型县数占比较小（表 1）。全省烤烟、玉米、薯类等作物种植比例相对较多，所形成的组合型种植类型县数占比分别为 14%、19%和 13%。2000 年以后种植结构类型首位分别为双季稻—蔬菜型和双季稻—油料型，多种作物组合形成的类型县数占比明显增加，且其他类型县数占比增加幅度较大，但玉米、薯类、烤烟等作物种植比例减少，所形成的作物类型县数占比逐渐减小，仅 3%、8%和 9%。由此可知，2000 年以后湖南省蔬菜、油料、中稻作物的种植比例有所增加，早稻、晚稻种植比例减少，种植结构趋于多元化且逐渐稳定。



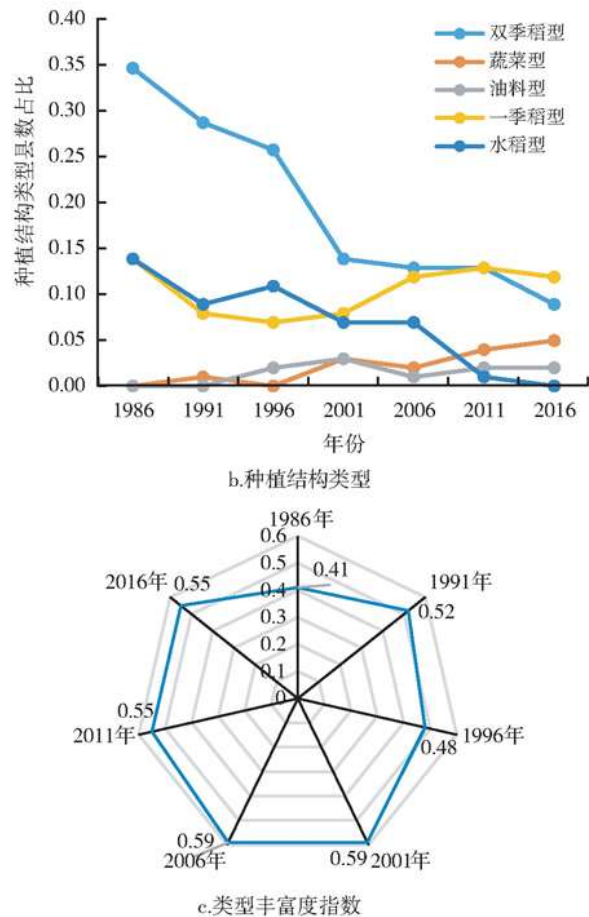


图 1 1986—2016 年湖南省主要农作物种植情况

2.2 湖南省农作物种植结构类型变化的地域分异

1986—2016 年种植结构类型空间变化明显，共有 83 个县市区农作物种植结构类型进行了变动，主要改变方向为降低主要粮食作物的种植比例，增加经济作物和蔬菜类作物种植比例（图 2）。1986—2016 年时期内仍有 18 个地区种植结构类型未发生变化，种植结构类型分别为一季稻型、双季稻型、双季稻—油料型和双季稻—蔬菜型，进一步凸显了水稻、油料和蔬菜三种作物在湖南省农作物种植结构中的主导地位。种植结构类型变动较大的主要是湘中、湘南以及长株潭城市群地区。长株潭地区种植结构类型由双季稻型转变为双季稻—蔬菜型、蔬菜型、一季稻型和一季稻—蔬菜—油料型；湘中地区由双季稻型、双季稻—薯类型和水稻型转变为双季稻—油料型、水稻—蔬菜型、双季稻—蔬菜型和双季稻—玉米型等；湘南地区由水稻型、双季稻—烤烟型和双季稻—薯类型转变为双季稻—蔬菜型等。

表 1 1986—2016 年湖南省农作物种植结构类型的数量和比例

排序·	类型	1986		1991		1996			
		县数(个)	比例(%)	类型	县数(个)	比例(%)	类型	县数(个)	比例(%)
1	双季稻	35	34.65	双季稻	29	28.71	双季稻	26	25.74
2	双季稻油料	18	17.82	双季稻油料	22	21.78	双季稻蔬菜	17	16.83
3	一季稻	14	13.86	水稻	9	8.91	双季稻油料	14	13.86

4	水稻	14	13.86	一季稻	8	7.92	水稻	11	10.89
5	双季稻薯类	7	6.93	双季稻薯类	7	6.93	一季稻	7	6.93
6	双季稻烤烟	4	3.96	一季稻玉米油料	7	6.93	一季稻薯类油料	7	6.93
7	一季稻玉米油料	3	2.97	双季稻烤烟	5	4.95	双季稻薯类	6	5.94
8	水稻油料	2	1.98	水稻油料	4	3.96	一季稻蔬菜油料	4	3.96
9	双季稻蔬菜	1	0.99	双季稻蔬菜	4	3.96	油料	2	1.98
10	其它	3	2.97	其它	6	5.94	其它	7	6.93
排序	2001			2006			2016		
	类型	县数(个)	比例(%)	类型	县数(个)	比例(%)	类型	县数(个)	比例(%)
1	双季稻蔬菜	24	23.76	双季稻油料	22	21.78	双季稻油料	25	24.75
2	双季稻	14	13.86	双季稻蔬菜	18	17.82	双季稻蔬菜	20	19.80
3	一季稻	12	11.88	双季稻	13	12.87	一季稻	12	11.88
4	双季稻油料	12	11.88	一季稻	13	12.87	双季稻	9	8.91
5	一季稻蔬菜油料	10	9.90	一季稻蔬菜油料	11	10.89	一季稻蔬菜油料	8	7.92
6	水稻	7	6.93	双季稻玉米	5	4.95	蔬菜	5	4.95
7	水稻蔬菜	5	4.95	蔬菜	4	3.96	一季稻玉米油料	5	4.95
8	一季稻薯类油料	3	2.97	水稻蔬菜	3	2.97	双季稻玉米	4	3.96
9	蔬菜	2	1.98	一季稻玉米油料	3	2.97	水稻蔬菜	3	2.97
10	其它	12	11.88	其它	9	8.91	其它	10	9.90

图 2 1986—2016 年湖南省县级行政区种植结构类型的空间分布

的多元化格局基本形成。从 1986—2016 年农作物种植结构类型的时空演变过程来看，全省蔬菜、油料等经济作物种植比例不断增加，油料种植面积增加近 1000hm²，蔬菜种植面积增加近 992hm²^[27-28]，说明近 30 年湖南省社会经济的发展和人民生活水平的提高，对农作物的需求不再局限于传统的粮食作物，朝着多元化、营养化的趋势转变。

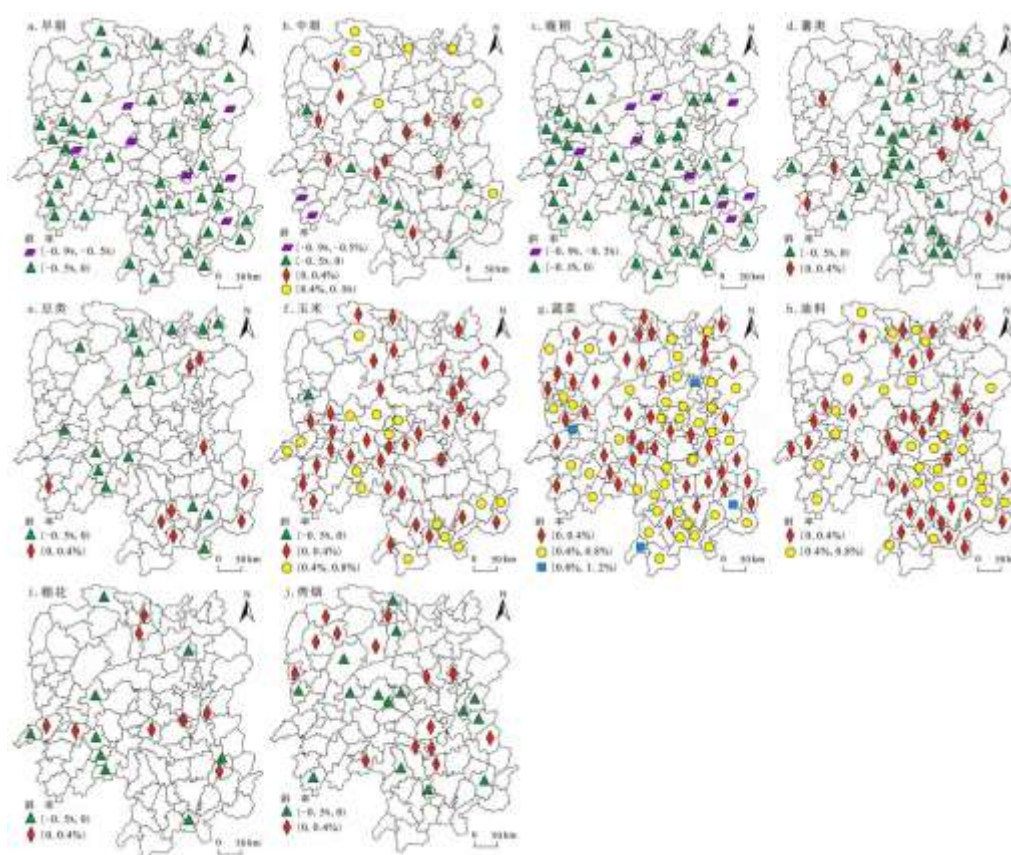


图 3 1986—2016 年湖南省 10 类农作物种植比例变化斜率的空间分布 ($p < 0.05$)

2.3 湖南省农作物种植比例变化的地域分异

1986—2016 年湖南省农作物种植比例变化的地域分异特征显著 (图 3)。水稻作为湖南省的主要粮食作物，从县级尺度上看，早稻、晚稻所占农作物的种植比例呈减少趋势，早稻、晚稻种植比例呈显著减少趋势的县数占比分别为 47%、55% ($p < 0.05$)。中稻种植比例整体呈增加趋势，但部分地区呈减少趋势，显著增加趋势的县数占比为 18%，显著减少趋势县数占比为 10%。结合种植结构类型来看，早稻和晚稻为主的种植格局调整为中稻、玉米、蔬菜和油料等作物共存的种植格局；油料、蔬菜和玉米等作物的种植比例呈现空间上的显著增加，并改变了其原始的种植结构类型。薯类作物种植比例呈显著减少趋势的县数占比为 28%，主要分布在永州、邵阳和娄底的丘陵地区，且种植结构类型发生变化；种植比例显著增加的县数占比为 9%，主要分布在炎陵、洪江等山区，种植结构类型无变化。玉米种植比例呈显著增加的县数占比为 50%，主要是怀化、邵阳和娄底的山地丘陵地区，种植结构类型也有较大调整，仅有吉首市呈显著减少趋势。豆类作物种植比例呈显著增加趋势的县数占比为 9%，包括邵阳、郴州的丘陵地区；种植比例显著减少的县数占比为 16%，包括岳阳、邵阳的平原丘陵地区，豆类作物相比其它作物种植比例较小，研究时期内均无种植结构类型变化。

与粮食作物相比，蔬菜、油料等经济作物种植比例变化更加显著。1986—2016 年蔬菜种植比例呈显著增加趋势的县数占比为 85%，主要集中于长株潭、湘中和湘南的丘陵地区，其它地区也有不同程度的增加，但以市区及市区周边县市为主，与食物消

费结构和作物价格差异密切相关。蔬菜种植比例的显著增加对种植结构类型改变较大，2016 年湖南省 36%的县级行政单元种植结构类型与蔬菜相关。油料种植比例变化呈显著增加趋势，县数占比为 65%，覆盖 14 个市州和 66 个县级行政单元，主要分布于湘南、洞庭湖的丘陵平原地区，集中围绕着长株潭等城市周边，与市场需求和城市化水平有显著关联性。油料种植比例的显著增加，改变了地区的种植结构类型，2016 年湖南省 38%的县级行政单元种植结构类型与油料相关。此外，棉花种植比例存在显著变化趋势的县数占比为 17%，显著增加趋势的县数占比为 8%；烤烟种植比例存在显著变化趋势的县数占比为 29%，显著增加的县数占比为 14%。棉花和烤烟两类作物呈现区域性，种植比例农户主观抉择和气候变化影响较大。棉花种植比例显著增加区域主要是常德和怀化的丘陵地区，不改变地区种植结构类型；烤烟种植比例显著增加区域主要是永州、衡阳等山地丘陵地区，且永州地区部分县市区的种植结构类型发生变动。

2.4 湖南省农作物种植比例空间集聚变化的地域分异

借助 GeoDa 软件对湖南省 1986—2016 年 10 种作物种植比例变化进行空间局部自相关分析，得到 10 种作物空间集聚特征图（图 4）。早稻种植比例增加的高值集聚区县数占比为 7%，主要分布在岳阳南部和益阳东部等地区；中稻高值集聚区县数占比为 11%，在常德、益阳地区连片分布，此外长沙部分县市区也出现了高值集聚；晚稻高值集聚区县数占比为 10%，主要分布在湘西州的西部、怀化南部等地区。薯类高值集聚区占 10%，连片分布在湘西州北部和郴州南部。玉米高值集聚区占 14%，在娄底、邵阳和怀化地区有显著的连片集聚区。9%的豆类高值集聚区主要分布于长沙和永州地区，以及郴州少数县市出现高值集聚。9%油料高值集聚区成片分布在常德、衡阳地区。蔬菜高值集聚区占 8%，分布较散，长株潭地区有显著的连片集聚区，以及永州和郴州南部地区出现高值集聚。9%的棉花高值集聚区成片分布在岳阳、常德地区。6%的烤烟高值集聚区主要成片分布于湘西州北部，此外永州地区也出现高值集聚区。

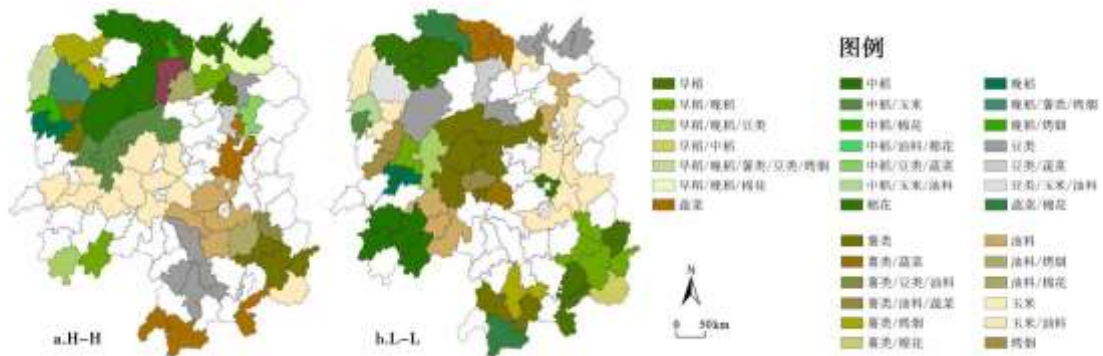


图 4 1986—2016 年湖南省农作物种植比例变化的空间集聚特征

早稻的低值集聚区主要分布在湖南省的东南地区，包括郴州的大部分县市区和株洲的炎陵县，此外邵阳的溆浦县和怀化的辰溪县也为低值集聚区，县数占比为 10%。8%的中稻低值集聚区主要分布在怀化南部，以及湘西州西部和郴州南部地区；8%的晚稻低值集聚区成片分布在郴州地区和邵阳与湘西的交界处。14%的薯类低值集聚区在湘中和湘南地区连片分布，包括娄底、邵阳和永州的大部分县市区。14%的玉米低值集聚区分布在湘西州、衡阳和长株潭周边地区，此外益阳也有少数地区存在低值集聚。8%的豆类低值集聚区分布较散，包括岳阳北部、常德市区、益阳的桃江县以及张家界市区、沅陵县等。9%的油料低值集聚区分布在长沙周边地区和湘西的北部和南部等地区。9%的蔬菜低值集聚区包括常德地区显著的连片集聚区，以及邵阳和衡阳地区等少数县市区。4%的棉花低值集聚区成片分布在张家界与常德地区。4%的烤烟低值集聚区主要分布于湘西和永州地区的部分县市区。

2.5 湖南省农作物种植结构变化的影响因素

农作物种植结构演化是区域自然条件与外部影响因素相互作用、交互影响的结果，其演化状态与结果主要取决于各因素综合作用的大小。已有研究认为，种植结构演变是政策变动、科学技术、社会发展、经济效益和自然条件等多因素综合作用的过程^[34-36]，区域种植结构演变结果表现为粮食作物与经济作物之间种植面积的相互转换与变动。我国是农业大国，农业结构调整以政策为导向，涉农政策与乡村发展战略影响着种植业的宏观布局与规划。建国之初，种植业以国家宏观调控为主，农业结构受其它因素影响较小。改革开放后，受市场需求与科技进步等因素影响，我国先后进行了三轮农业结构调整：1980年代，减少粮食作物种植面积和增加经济作物种植面积；1990年代初期，重点发展高产、优质、高效的种植业；1990年代末，再次减少水稻、玉米、小麦三大主粮作物的种植面积，其中湖南省水稻种植面积减少近 60 万 hm^2 。湖南省是水稻种植与产粮大省，农业结构的调整跟三农政策密切相关，但农户种植作物类型的选择不光受国家政策的影响，市场需求、价格导向、环境基础等其它因素对农户的选择影响更为深远。综合已有种植结构演变影响因素研究，结合湖南省实际特点与部分因素难以量化的原因，本研究从市场需求、科技进步、气候变化、农业政策、社会发展和环境基础 6 个方面来探讨分析各因素对湖南省湘西、湘中、湘南、长株潭和洞庭湖 5 个地区农作物种植结构演变的作用方向与作用程度（图 5）。

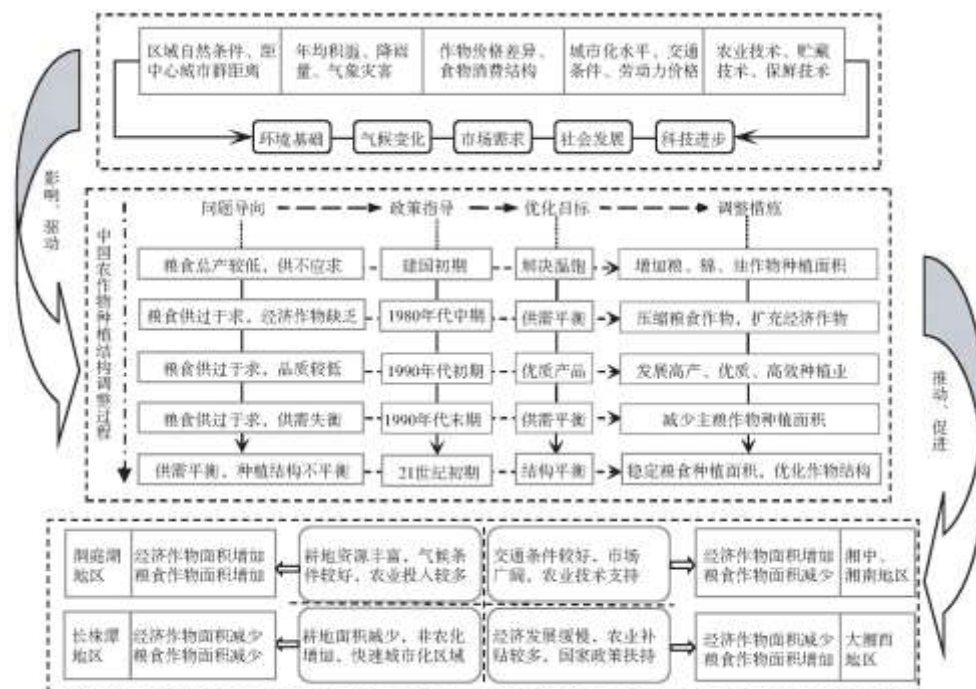


图 5 湖南省农作物种植结构演变的影响因素

(1) 环境基础。农业生产与环境因素关系密切，包括地理位置、地形地貌、土壤质地，耕地状况等，因地制宜、合理利用区域自然资源是农业发展的关键。耕地是农业生产的基础，区域耕地面积、地形坡度等条件在一定程度上决定了农作物的种植面积与规模^[37]。地理位置主要是指农产品产地与消费市场的距离，距中心城市的距离严重影响着农产品的销售，尤其是对于蔬菜、油料、豆类等城市消耗量较大的经济作物。受区位条件与自然资源状况的影响，农户会不断调整作物种植类型与面积，从而导致地区种植结构发生变化。

(2) 社会发展。社会发展是农业发展的重要推动力。伴随着经济的发展，劳动力价格不断增长，务农成本增加，劳动力非农化增加，土地非粮化程度增加，从而推动区域农作物种植结构发生变化。城市化水平提升改变了周边地区的种植结构，水稻、玉米等粮食作物种植面积减少，农作物种植类型以蔬菜和油料等经济作物为主。湘西地区经济发展缓慢，劳动力价格的增加驱

动农村劳动力外流，致使区域作物种植面积一定程度减少，作物种植类型以水稻、玉米等口粮作物为主；交通条件的改善，降低了运输成本与缩减了运送时间，加快产地到市场的产品输送，一定程度上推动了湘中、湘南地区蔬菜、油料等经济作物的种植面积的增加。

(3) 市场需求。市场需求能够引导农户对于农作物种植类型和面积的做出选择。城市化、工业化的快速推进，人民生活水平不断提升，食物消费结构也发生了很大的转变。同时，市场需求的变化，粮食作物与经济作物价格差距拉大，价格差异驱动农户将经济价值低的作物改种为经济价值高的作物，如玉米、水稻向蔬菜、油料等转变，在城市群或其周边地区效果较为明显，长株潭地区作物种植结构发生转变，以蔬菜、油料等经济作物种植为主，湘中、湘南地区减少粮食作物种植面积，增加经济作物种植面积。

(4) 科技进步。农业技术的不断发展提升了作物产量与种植面积，一定程度上改变了自然条件对农业的限制；贮藏技术与保鲜技术的发展解决了农作物区域销售易腐烂和不新鲜的限制，消除了蔬菜等作物不宜长时间运输的障碍。同时，科学技术的进步也改变了传统的农业发展模式，规模化种植与机械化得到推广，洞庭湖地区以平原为主，适合规模化与机械化农业，从而推动农作物种植面积的增加。湘中、湘南地区邻近城市群区域，拥有较好的市场环境，贮藏技术与保鲜技术的发展给蔬菜等作物运输带来了保障，从而有力推动湘中、湘南地区蔬菜等经济作物种植面积的增加，尤其以季节性和时令性蔬菜为主。

(5) 气候变化。已有研究表明，近 30 年中国的气候变化对作物产量和种植面积都有温和的正效应^[38-39]。湖南省为大陆性亚热带季风湿润气候，光、热、水资源丰富，适宜喜温作物种植，如水稻、玉米、棉花等。由于气候变暖，全省气候条件也在逐渐变化，积温增加，霜冻期缩减，喜温作物的产量在一定程度上有所增加。同时由于光照、降水等气候因素的不稳定性特征，农户进行作物选择时存在反复性与不确定性，不同类型作物会相互交替种植，作物种植类型与面积的变化，导致区域种植结构发生变化。洞庭湖地区农业基础较好，水源充足，灌排设施齐全，受气候年际变化影响，农户选择会偏向双季稻、棉花等喜温作物；湘南、湘中地区缺少湖泊与河流等稳定水源，无法保证降水量情况下，地区早稻与晚稻种植面积逐渐减少，以一季稻种植为主，并出现新型作物连茬模式，如烤烟+中稻等；湘西地区多山地、易干旱，玉米、薯类等旱地作物种植面积增加。

(5) 农业政策。政府进行宏观调控是湖南省农作物种植结构演变的重要驱动力。从整体上看，过去三轮农业结构调整促使湖南省粮食作物种植面积不断减少，经济作物种植面积持续增加。当前我国正经历第四次农业结构调整，解决新常态背景下结构性不平衡矛盾，优化口粮作物类型与提升品质。湖南省的主要任务在于稳定水稻、油料、蔬菜等作物种植面积，扩大果茶药材、杂粮作物种植面积。政府实施粮食保障政策进行农作物布局与规划，稳定水稻、玉米等粮食作物播种面积；增加对农业的投入，提高农业生产水平，满足经济发展和社会稳定对农业的客观需求，促进农民增收，调动农民生产粮食的积极性。洞庭湖地区是粮食生产基地，政府出台了粮食保护收购政策、提高粮食种植补贴，保障农民收益，稳定地区水稻种植面积；与经济作物收益相比，粮食作物收益较低，受作物价格差异冲击，经济作物种植比例不断增加，粮食作物种植面积减少，利用粮食保障政策对长株潭、湘中与湘南地区进行宏观调控，保证粮食播种面积，保障地区、国家粮食安全。

3 结论与讨论

3.1 结论

(1) 根据对种植结构类型的定义，1986—2016 年湖南省出现了 29 种农作物种植结构类型，共有 83 个县市区进行了农作物种植结构类型调整，主要调整方向为降低主要粮食作物的种植比例，增加经济作物和蔬菜类作物种植比例。单一双季稻型逐渐被多元组合型所替代，而组合型种植结构类型因双季稻种植比例减少和蔬菜、油料等作物种植比例增加变得更加多元化。从类型丰富度来看，湖南省类型丰富度指数呈先增后减、整体上升的趋势，1986 年湖南省类型丰富度指数最小，为 0.41，最大值出现在 2001、2006 年，为 0.59。

(2)从县级尺度上看,1986—2016年湖南省早稻种植比例呈显著减少趋势的县数占比为47%,晚稻为55%($p<0.05$),主要分布于湘西、湘南等地;中稻总体呈增加趋势,但少数地区呈减少趋势,呈显著增加趋势的县数占比为18%,主要分布在湘北地区。蔬菜种植比例呈显著增加趋势的县数占比为85%,油料为65%,主要分布在长株潭等大城市周边,与城市化和市场需求密切相关。结合种植结构类型来看,早稻和晚稻为主的种植类型格局调整为中稻、玉米、蔬菜和油料的种植区域共存的格局,并改变了其原始的种植结构类型。

(3)1986—2016年湖南省作物种植比例变化空间集聚特征明显。早稻种植比例增加的高值集聚区县数占比为7%,中稻为11%,晚稻为10%,薯类为10%,玉米为14%,豆类为9%,油料为9%,蔬菜为8%,棉花为9%,烤烟为6%。早稻低值集聚区县数占比为10%,中稻为8%,晚稻为8%,薯类为14%,玉米为14%,豆类为8%,油料为9%,蔬菜为9%,棉花为4%,烤烟为4%。

(4)农作物种植结构演化是区域自然环境基础与外部驱动因素相互作用、交互影响的结果。社会发展与市场需求通过作物价格差异、劳动力价格上涨等因素影响地区种植面积,助推经济作物种植比例增加;科技进步通过农业技术推动地区种植面积增加;农业政策通过宏观调控与加大农业投入保证地区粮食种植面积;环境基础在一定程度上决定了地区种植面积与规模、是否存在好的市场环境;气候变化通过干预农户对作物种植类型与种植面积的选择,从而影响地区农作物种植结构,推动地区农作物种植结构演变。

3.2 讨论

(1)主粮作物与粮食安全保障。本研究以湖南省101个县市区为研究单元,基于统计数据库与多种定量方法对湖南省农作物种植结构时空演变及影响因素展开研究,把握改革开放以来湖南省县域农作物种植结构的时空变化特征及规律,为全省乃至全国种植结构调整和粮食安全保障提供科学基础。农作物种植结构变化与粮食供给能力密切相关,粮食安全保障主要来源于主粮作物种植比例调整。我国主粮作物包括水稻、玉米和小麦等,湖南省粮食作物种植以水稻为主,小麦与玉米种植比例相对较小,对于粮食作物的研究存在局限性和缺乏系统性。保障粮食安全,解决粮食供给问题,对主粮作物种植比例调整研究有待进一步深入系统的研究。此外,水稻的种植一般以一季稻或双季稻为主,但新型作物连茬模式的出现,改变了传统水稻的种植模式,如何深入认识新型作物连茬对种植结构调整的影响,仍需进一步研究。

(2)种植结构演变的影响因素与调控路径。已有研究认为,种植结构演变是政策、科学技术、社会发展、经济效益和自然条件等多因素综合作用的过程。本研究中由于地区农作物种植结构变化的非线性特征以及部分县市区种植结构区域差异不大,种植结构类型与部分驱动因素尚难以量化,未能对农作物种植结构演变影响因素进行定量分析,未来的研究可立足于研究某种作物的时空演变特征及其驱动力进行定量分析,进而根据其演变规律与地域分异特征进行相应的调控路径分析,为农作物种植结构调整提供理论依据。因此,定量分析农作物种植结构演变的影响因素及相应的调控路径将是下一步研究的重点。

参考文献:

- [1]唐华俊,吴文斌,杨鹏,等.农作物空间格局遥感监测研究进展[J].中国农业科学,2010,43(14):2879-2888.
- [2]唐华俊,吴文斌,余强毅,等.农业土地系统研究及其关键科学问题[J].中国农业科学,2015,48(5):900-910.
- [3]胡琼,吴文斌,宋茜,等.农作物种植结构遥感提取研究进展[J].中国农业科学,2015,48(10):1900-1914.
- [4]杨明智,裴源生,李旭东.中国粮食自给率研究——粮食、谷物和口粮自给率分析[J].自然资源学报,2019,34(4):881-889.

-
- [5]Wu W, Yu Q, Peter V H, et al. How could agricultural land systems contribute to raise food production under global change?[J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2014, 13(7):1432-1442.
- [6]黄季焜, 杨军, 仇焕广. 新时期国家粮食安全战略和政策的思考[J]. *农业经济问题*, 2012, 33(3):4-8.
- [7]梁书民. 中国农业种植结构及演化的空间分布和原因分析[J]. *中国农业资源与区划*, 2006(2):29-34.
- [8]李天祥, 朱晶. 近十年来中国粮食内部种植结构调整对水土资源利用的影响分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2014, 24(9):96-102.
- [9]卞正瑶. 种植结构调整:我国世纪之交的一场粮食革命[J]. *中国粮食经济*, 2000(1):13-15.
- [10]钱龙, 袁航, 刘景景, 等. 农地流转影响粮食种植结构分析[J]. *农业技术经济*, 2018(8):63-74.
- [11]倪学志, 于晓媛. 耕地轮作、农业种植结构与我国持久粮食安全[J]. *经济问题探索*, 2018(7):78-88.
- [12]陈迪, 吴文斌, 周清波, 等. 亚洲耕地利用格局十年变化特征研究[J]. *中国农业科学*, 2018, 51(6):1106-1120.
- [13]He Yanhua, Zhou Guohua, Tang Chengli, et al. The spatial organization pattern of urbanrural integration in urban agglomerations in China:an agglomeration-diffusion analysis of the population and firms[J]. *Habitat International*, 2019, 87:54-65.
- [14]赵俊芳, 郭建平, 张艳红, 等. 气候变化对农业影响研究综述[J]. *中国农业气象*, 2010, 31(2):200-205.
- [15]刘彦随, 吴传钧, 鲁奇. 21 世纪中国农业与农村可持续发展方向和策略[J]. *地理科学*, 2002(4):385-389.
- [16]曾芬钰. 论中国农业结构的战略性调整[J]. *经济评论*, 2001(6):107-110.
- [17]林大燕, 朱晶. 从供应弹性的视角看我国主要农作物种植结构变化原因[J]. *农业技术经济*, 2015(1):33-41.
- [18]刘彦随, 陆大道. 中国农业结构调整基本态势与区域效应[J]. *地理学报*, 2003(3):381-389.
- [19]Sonobe R, Yamaya Y, Tani H, et al. Mapping crop cover using multitemporal landsat 8 OLI imagery[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2017, 38(15):4348-4361.
- [20]Chivasa W, Mutanga O, Biradar C. Application of remote sensing in estimating maize grain yield in heterogeneous African agricultural landscapes:a review[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2018, 30(23):6816-6845.
- [21]刘航, 吴文斌, 申格, 等. 1996-2016 年松嫩平原传统大豆种植结构的时空演变[J]. *应用生态学报*, 2018, 29(10):3275-3282.
- [22]Imbach P, Manrow M, Barona E, et al. Spatial and temporal contrasts in the distribution of crops and pastures across Amazonia:A new agricultural land use data set from census data since 1950[J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 2015,

29(6):898-916.

[23]Lobell DB, Schlenker W, Costa-Roberts J. Climate trends and global crop production since 1980[J]. *Science*, 2011, 333(6042):616-620.

[24]Ostrowski MF, Prosperi JM, David J. Potential implications of climate change on *Aegilops* species distribution: Sympatry of these crop wild relatives with the major European crop *triticum aestivum* and conservation issues[J]. *Plos One*, 2016, 11(4):1-27.

[25]谭杰扬, 李正国, 杨鹏, 等. 基于作物空间分配模型的东北三省春玉米时空分布特征[J]. *地理学报*, 2014, 69(3):353-364.

[26]Liu Zhenhuan, Yang Peng, Wu Wenbin, et al. Spatiotemporal changes in Chinese crop patterns over the past three decades[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2018, 28(11):1 659-1 671.

[27]郭健, 李谷成, 李欠男. 劳动力成本上升对中国主要农作物种植结构的影响——基于 1998-2014 年的省级面板数据[J]. *湖南农业大学学报:社会科学版*, 2017, 18(4):44-50.

[28]Kühling I, Broll G, Trautz D. Spatiotemporal analysis of agricultural landuse intensity across the Western Siberian grain belt[J]. *Science of The Total Environment*, 2016, 54(4):271-280.

[29]刘珍环, 唐鹏钦, 范玲玲, 等. 1980-2010 年东北地区种植结构时空变化特征[J]. *中国农业科学*, 2016, 49(21):4107-4119.

[30]张莉, 吴文斌, 杨鹏, 等. 黑龙江省宾县农作物格局时空变化特征分析[J]. *中国农业科学*, 2013, 46(8):3227-3237.

[31]湖南省统计局. 湖南农村统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社, 2017.

[32]湖南省统计局. 湖南统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社, 2017.

[33]谭雪兰, 安悦, 蒋凌霄, 等. 长株潭地区乡村多功能类型分异特征及形成机制[J]. *经济地理*, 2018, 38(10):175-183.

[34]王洋, 王新江. 吉林省种植结构演变的驱动机制研究[J]. *农业系统科学与综合研究*, 2005, 21(1):34-36.

[35]Li Zhengguo, Liu Zhenhuan, Anderson W, et al. Chinese rice production area adaptations to climate changes, 1949-2010[J]. *Environmental Science&Technology*, 2015, 49(4):2 032-2 037.

[36]王琛智, 张朝, 张静, 等. 湖南省地形因素对水稻生产的影响[J]. *地理学报*, 2018, 73(9):1792-1808.

[37]唐惠燕. 基于 GIS 江苏种植结构演变研究(1949-2011)[D]. 南京:南京农业大学, 2014.

[38]Ye Liming, Xiong Wei, Li Zhengguo, et al. Climate change impact on China food security in 2050[J]. *Agronomy for Sustainable Development*, 2013, 33(2):363-374.

[39]Liu Zhenhuan, Yang Peng, Tang Huajun, et al. Shifts in the extent and location of rice cropping areas match

the climate change pattern in China during 1980-2010[J].Regional Environmental Change, 2014, 15(5):919-929.