

湖北省耕地利用效率的区域差异及提升对策

单玉红, 朱枫, 柯新利

(华中农业大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430070)

摘要: [目的] 分析湖北省各县耕地利用效率的区域差异并探寻各研究单元(DMU)的优化空间, 提出区域差别化的耕地利用效率提升对策。[方法] 使用湖北省 78 个县域研究单元 1987—2012 年的耕地投入产出面板数据, 构建 CCR 模型和超效率数据包络分析(DEA)模型。[结果] 至 2012 年, 湖北省县域单元耕地利用效率逐年下降, 存在投入要素的冗余。(1) 该省 95% 的单元化肥投入存在 0%~87% 的冗余率; (2) 鄂西山区和鄂东南丘陵地区劳动力冗余率分别达到 42% 和 52%; (3) 农业机械投入同样在江汉平原与鄂西山区、鄂东南丘陵地区出现显著冗余, 分别达到 37%、45% 和 54%。[结论] (1) 该区域需减少化肥施用量; (2) 鄂西山区和鄂东南丘陵地区应着力采取推动劳动力转移的政策以释放剩余农业劳动力; (3) 鄂西山区和鄂东南丘陵地区应当控制农业机械的投入, 而适宜推广规模化种植的江汉平原可通过提高管理效率以提升农用机械利用效率, 减少冗余。

关键词: 湖北省; 耕地利用效率; 区域差异; 提升对策

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)02-0288-05

中图分类号: F301.24

文献参数: 单玉红, 朱枫, 柯新利. 湖北省耕地利用效率的区域差异及提升对策[J]. 水土保持通报, 2016, 36(2): 288-292. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.02.054

Comparison and Analysis of Cultivated Land Use Efficiency and Its Improving Proposals in Hubei Province

SHAN Yuhong, ZHU Feng, KE Xinli

(Public Management College of Huazhong Agriculture University, Wuhan, Hubei 430070, China)

Abstract: [Objective] By measuring and comparing the cultivated land use efficiency of each county in Hubei Province, this paper aimed to summarize their regional differences in order to explore the optimize space of each DMU(decision making units). [Methods] CCR model and super-efficiency DEA(data envelopment analysis) model were used based on the cultivated land use data of 78 county units of Hubei Province during 1987—2012. [Results] The study found that the redundancy of input factors was common in Hubei Province and the cultivated land use efficiency presented regional differences; (1) 95% of the units presented 0%~87% of fertilizer redundancy. (2) Western mountain area and southeast hilly area in Hubei Province presented 42% and 52% of labor redundancy separately. (3) The above two mentioned areas and the Jiangnan plain all presented agricultural machinery redundancy with about 40 percent. [Conclusion] (1) Fertilizer amount should be reduced in almost all counties. (2) Agricultural surplus labor should be appropriately transferred in western mountain area and southeast hilly areas of Hubei Province. (3) Agricultural machinery investment should be adjusted on the basis of the local environments and arable land using needs.

Keywords: Hubei Province; arable land use efficiency; regional differences; proposals

当前快速城镇化背景下,耕地日益减少而人口却持续增长,面对这一“人地矛盾”不断激化的现实问题,不断开发、提高、更新和恢复耕地生产力是当务之

急。分析城镇化进程开启以来耕地利用效率的区域表现、区域差异及其影响因素,并探寻当前技术条件下耕地效率的优化空间是解决这一问题的可行解,国

内外相关学者也注意到这一问题并从各个角度展开了研究。叶浩^[1]对中国省际层面耕地利用效率的时空测度表明,中国耕地利用仍以物资成本的投入为主;王良健^[2]研究认为,在当前的投入水平下,中国耕地的实际产出尚存在较大提升空间;张荣天^[3]的研究表明,中国位于耕地效率生产前沿面的省份比例较小且呈现空间集聚态势;对影响耕地利用效率因素问题的讨论上,刘玉海^[4]认为,城镇化、城乡收入差距对耕地利用效率有负影响,户均耕地面积、种植结构转换、农产品多样性则对耕地利用效率有正影响;周晓林等^[5]发现工业化以及城市化可对中国农业生产产生负影响;经阳^[6]的研究表明,对江西省耕地利用效率影响程度从大到小依次为单位面积机械动力、复种指数、有效灌溉面积和人均 GDP;李茗薇等^[7]的研究结果表明,耕地面积、农用机械总动力、农村人均纯收入是影响耕地利用效率的重要因素。也有研究提出了需根据不同区域的不同情况采取差别化的耕地效率提升对策,杨朔等^[8]研究认为,陕西省应结合当地现状对不同地区制定合理的投入规模以提高当地耕地生产效率;刘新平等^[9]研究认为,农业发展水平越高,DEA 有效值越高,因此需针对新疆各地区耕地生产要素配置的不合理程度采取相应对策。已有研究主要是从宏观的省际层面展开,而一省之内存在的巨大区域差异会导致决策的模糊性和不确定性。在我国的政治经济体制下,县域经济是构造地带经济、经济区、省区、城市等区域经济的基础,也是最具活力的经济主体^[10]。由于地区资源禀赋及社会经济发展阶段的不同,各地区的投入要素对农地利用效率的影响可能会存在时空上的多样性,而针对县级单元展开耕地利用效率的研究则具有较强的针对性和可操作性。基于此,本研究选择湖北省 78 个县域单元(调整后)为研究对象,自 1987—2012 年每隔 5 a 划分为一个时间段,构建超效率 DEA 模型,测算各时点上各县级单元的 DEA 有效性及其区域差异,依据产出固定最小化投入的优化标准提出差别化的耕地效率提升对策。

1 研究方法

使用数据包络分析 DEA (data envelopment analysis) 展开研究。数据包络分析方法是一种有效衡量多投入多产出变量的重要非参数方法,其利用线性规划方法构造生产前沿面,以计算同类型评价单元(DMU)资源利用的相对效率,并可以进一步分析相对无效的 DMU 的优化空间,其中最常用的是 CCR 模型。但是传统的 CCR 模型无法计量要素投入不足的现象,而且使用 CCR 模型测度会出现多单元同时

出现在效率前沿面的情况,不利于对这些有效单元的耕地利用效率差异进行评价和排序,而超效率模型可有效解决以上问题^[9,11-12]。

2 研究区概况和数据处理

2.1 研究区及研究单元

湖北省位于中国中部,省境内西、北、东三面被山地丘陵环绕,中南部为江汉平原,境内河流主属长江水系,水力资源丰富,是中国重要的粮食产区。该省共有 103 个县(市)级单元,出于模型运算可比较性的考虑,将武汉市的市辖区及各地级市下辖的市辖区进行合并后,共得到 78 个研究单元(DMU)。

2.2 指标选取

耕地利用效率主要是反映其投入产出效应,因此要围绕耕地的投入产出关系建立耕地利用测度的指标体系。张晓峰等^[13]、郭军华等^[14]和梁流涛等^[15]以耕地资源的经济效益和社会效益为产出指标,以土地、资本和农业劳动力为投入指标建立耕地利用效率评价体系;周晓林等^[5]和杨朔等^[7]将耕地置于种植业的生产系统中,根据生产理论构建耕地生产效率评价指标体系;龙开胜等^[16]根据土地用途、属性以及可承载的资本和技术水平分别构建了农用地和建设用地的投入产出评价体系。根据全面性、科学性和数据可获得性原则并参考以上文献,建立耕地投入产出指标体系。投入指标选择农业劳动力作为人力投入,农用机械总动力和化肥折纯量代表资本投入,自然资源投入以农作物播种面积计算;产出指标选择种植业总产值,并统一折算为以 1987 年为基期的实际产值。

3 各 DMU 的耕地利用综合效率测度与投入要素的冗余程度分析

3.1 各 DMU 耕地利用的综合效率测度

在 DEA Solver 5.0 软件环境下,计算得到各 DMU 的耕地利用综合效率(以下简称效率),并使用类平均聚类分析法将研究单元分为 4 类(图 1):效率值为 1 的前沿面区、效率值为 $[0.8 \sim 0.99]$ 的耕地利用高效率区、效率值为 $[0.6 \sim 0.8]$ 的中效率区和效率值低于 0.6 的低效率区。

对耕地利用效率水平的分梯段统计表明湖北省耕地利用效率逐步降低:处于 DEA 效率前沿面的 DMU 总体呈现逐渐递减趋势,而位于高效率区的 DMU 数量显著减少,中效率区的 DMU 数量维持相对稳定,低效率区 DMU 数量则持续增多。通过 CCR 模型测算的全省耕地利用效率均值也呈逐年递减的趋势,也证明了当地耕地利用水平降低的事实。

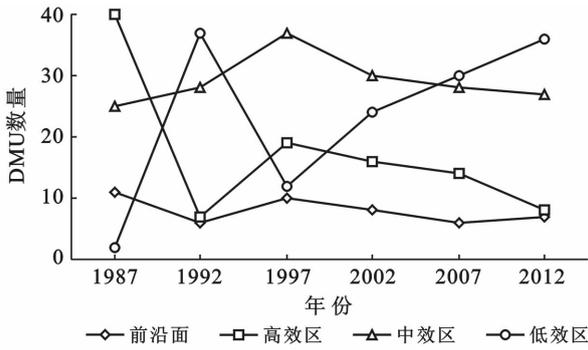


图 1 湖北省各年份县域单元技术效率测度分梯段统计

表 1 湖北省县级单元耕地利用效率投入要素冗余率分地区汇总

年份	项目	江汉平原	鄂东北大别山区	鄂西山区	鄂东南丘陵区
1987	农业劳动力冗余率	(-51~20)17	(-38~57)20	(11~54)29	(-1~50)19
	农用机械冗余率	(2~71)28	(-38~20)7	(-25~45)20	(-15~48)19
	化肥投入冗余率	(-40~42)18	(-38~21)8	(-25~45)21	(-15~49)16
	播种面积冗余率	(-51~42)21	(-38~25)7	(5~45)23	(-0.3~35)17
1992	农业劳动力冗余率	(-21~68)45	(-43~74)42	(31~79)66	(31~80)57
	农用机械冗余率	(-18~82)48	(-46~44)24	(-44~62)35	(11~62)33
	化肥投入冗余率	(-67~62)44	(-20~50)27	(21~63)41	(11~62)33
	播种面积冗余率	(-67~68)46	(-46~52)31	(48~76)63	(42~79)58
1997	农业劳动力冗余率	(-17~62)29	(-44~54)26	(8~73)42	(-25~80)40
	农用机械冗余率	(-3~70)34	(-44~56)11	(-10~73)32	(-25~58)26
	化肥投入冗余率	(-33~72)26	(-2~78)18	(-10~73)30	(-25~48)25
	播种面积冗余率	(-33~56)28	(-44~36)9	(8~73)37	(-22~73)40
2002	农业劳动力冗余率	(-44~59)31	(-11~65)21	(6~44)41	(-0.6~62)31
	农用机械冗余率	(-1~57)32	(-27~43)11	(6~54)35	(-0.6~53)27
	化肥投入冗余率	(-83~74)33	(-27~69)21	(6~90)38	(1~53)38
	播种面积冗余率	(-83~60)31	(-11~43)16	(6~60)40	(26~74)51
2007	农业劳动力冗余率	(-63~67)28	(-3~53)26	(14~61)43	(8~58)38
	农用机械冗余率	(-58~67)31	(-25~52)22	(14~64)39	(8~58)38
	化肥投入冗余率	(-84~91)41	(-25~78)32	(14~78)39	(16~58)39
	播种面积冗余率	(-84~73)36	(3~66)29	(14~73)42	(18~61)46
2012	农业劳动力冗余率	(-67~62)27	(-13~49)23	(19~55)42	(21~66)52
	农用机械冗余率	(-76~62)37	(-13~49)27	(22~76)45	(40~72)54
	化肥投入冗余率	(-98~76)29	(-8~56)29	(18~68)46	(21~87)56
	播种面积冗余率	(-98~75)34	(-13~79)40	(18~79)56	(32~84)67

注:括号内的值表示投入要素冗余率区间,括号外为冗余率的均值,正值表示投入冗余,负值表示投入不足。

由表 1 可知,每一时点上 4 类区域的投入要素的冗余状况概述为:1987 年各类地区的各类投入要素的冗余率均在 20%左右,表明当时的农业生产条件和农业生产要素结构下尚不存在大幅的投入要素冗余;1992 年的数据显示,4 类区域的各项投入要素的冗余程度大幅攀升至 30%以上,这种整体规模上投入要素的大幅度冗余直接导致了湖北省总体耕地利用效率的低下,综合效率测度结果也表明研究期内 1992 年湖北省县际层面的耕地利用效率均值最低;1997 年各投入要素的冗余率开始全面回落,该省除江汉平原的农业劳动力冗余达到 41.6%,其他地区的各项投入指标的冗余率均在 25%~35%的范围内波动;2002 年各投入要素的冗余率表现与 1997 年相似,但是开始

3.2 各投入要素冗余率的时空分异特征分析

以“固定产出最小化投入”为 DEA 有效的优化标准,借助超效率 DEA 模型对各 DMU 进行效率改进。测度各地区的要素投入冗余率,若冗余率为正表示该要素存在投入冗余,反之则投入不足。依据耕地类型和自然地理地貌,本文将湖北省划分为鄂东北大别山区、鄂西山地、鄂东南丘陵区以及中部的江汉平原 4 个区域,概括这 4 个区域在 1987,1992,1997,2002,2007,2012 年共 6 个时间点上各投入要素冗余率的区域差异,结果详见表 1。

出现等级分化趋势。投入要素冗余率之间的区域差异日渐显著;2007 和 2012 年的要素投入冗余表现大致相似,均表现出等级分化加剧的趋势,要素投入冗余率不断增大,而且这种增长更多地表现在鄂东南丘陵区 and 鄂西山区。

根据表 1 数据绘制 4 类区域在 6 个时点上各投入要素冗余率的动态演化(图 2)。由图 2 可知,4 类区域中相比较而言鄂东北大别山区的投入要素冗余率一直处于相对最低位,江汉平原其次,而鄂西山区和鄂东南丘陵地区的投入要素冗余率一直处于相对高位,且各要素的投入冗余率呈现出一定程度的空间聚类态势。每一时间点上,在播种面积、农业劳动力、化肥和农业机械这 4 个投入要素之中,化肥投入冗余

率的区域差异最小,表明单位用量化肥的产出具有共性,不存在显著区域差异;农业劳动力和播种面积这 2 个要素的表现较为一致,1987 年 4 个区域的农业劳动力和播种面积要素的冗余率表现都较为一致,但随着时间的推移,鄂西山区和鄂东南丘陵地区的这 2 个要素的冗余率快速上升;农业机械要素的投入冗余率表现比较特殊,在 2002 年之前江汉平原地区的农业机

械投入冗余率一直最高,2002 年之后鄂西山区和鄂东南丘陵地区成为农业机械投入冗余率最高的区域。对于各投入要素冗余率的测算充分表明了湖北省现有农业生产条件和生产要素结构中存在着大量的资源利用浪费情况,也印证了“当前我国农业生产各方面的条件尚不成熟导致存在大量的农业投入浪费”这一结论^[2]。

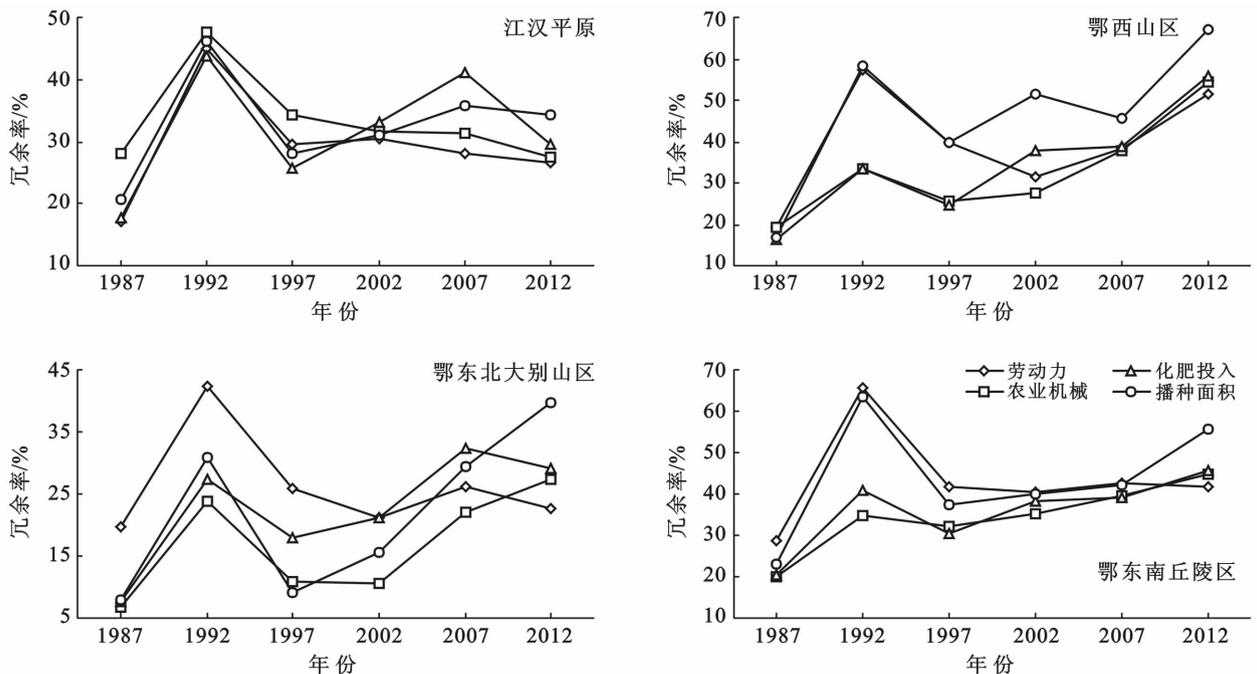


图 2 湖北省 1987—2012 年 4 类区域耕地利用投入要素的冗余率的动态演化

3.3 耕地利用效率提升的区域差别化对策

3.3.1 要素冗余率的涵义 针对 DEA 无效单元制定差别化的区域耕地利用效率提升对策之前,必须明确各投入要素冗余率的涵义。首先,冗余值的数学意义代表的是在实现 DEA 有效的前提下,既定的(粮食)产出所需要的各投入要素的优化量与实际投入量之间的差值,而资源学的角度来看,投入要素存在冗余率就表示资源浪费,这可以从两个方面予以解读:一是资源的投入过度造成的冗余,二则是资源利用效率过低造成的冗余,二者之间存在关联性。因此,需要对不同的生产要素,确定其冗余状况是缘于投入过度还是因为利用效率不高造成的。4 类要素中,农业劳动力冗余率明显表现为一种人口持续增长而耕地不断减少的这一特定背景下逐渐形成的投入过度型冗余;化肥要素的冗余率则可以从要素投入的边际规模效应递减的角度理解为一种投入过度型冗余;而农业机械动力的冗余需要结合投入过度和利用效率两方面的要素加以考虑;播种面积要素存在冗余则表示既定的粮食产出下并不需要当前这么多数量播种面

积,属于利用效率过低造成的冗余类型,而且是其他 3 类投入要素冗余的综合作用下造成的利用效率过低,其利用效率的提升依赖于其他 3 类要素效率的提升,因此,本研究的耕地利用效率提升对策主要基于劳动力、农业机械动力和化肥 3 类要素展开。

3.3.2 区域差别化的耕地利用效率提升对策 结合上文关于 4 类地区的 3 类投入要素冗余率的动态演化特征,以及最接近现实状况的 2012 年湖北省县域单元层面上的耕地利用过程中 3 类投入要素冗余率的空间分异特征(图 3),提出差别化的区域耕地利用效率的提升对策:提高种植业的管理效率,必须合理配置农业劳动力、资本、机械及其他生产要素的投入。2012 年,3 个投入要素中,各 DMU 的化肥要素冗余率具有最小的变异系数 C_v ,表明相对其他投入要素而言,化肥投入冗余具有较小的区域差异。

由表 1 及图 3 可知共有 74 个单元的化肥冗余率位于 $[0\%, 87.28\%]$ 的区间之内,表明湖北省全境均存在化肥投入的大幅冗余,因此应全区域减少化肥使用量,在有效提高耕地利用效率的同时减少对环境的

污染;农业劳动力冗余在鄂西山区和鄂东南丘陵地区表现得尤为突出,因此,这 2 个地区应着力于出台灵活的农业劳动力转移和配套的福利保障政策,以有效释放冗余农业劳动力,而从农业机械总动力要素来看,4 个区域中,江汉平原是最适宜于推广规模化种植经营的区域,因此,应适当调整该地区的播种习惯和种植方式,推进规模化管理经营和提高农业机械的利用率,以消除农业机械总动力的冗余,提高耕地利用效率,而鄂西山区和鄂东南丘陵地区农业机械要素投入的冗余率自 2002 年之后大幅攀升,到 2012 年已经分别攀升至 45% 和 54%,可能存在农业机械的过度投入,也表明可能由于自然地理条件的限制,农业机械在此类地区具有较低的利用效率,因此,此类地区需要适当调控农业机械方面的投入。

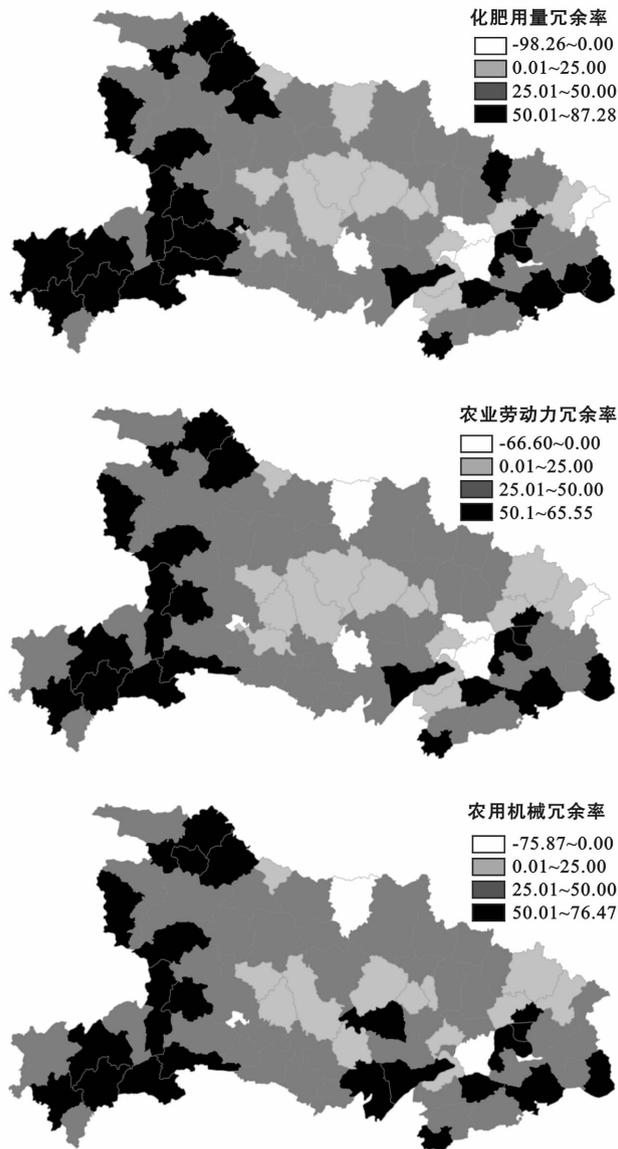


图 3 湖北省 2012 年县域单元层面上耕地利用各投入要素的冗余率

4 结论

选取种植业总产值为产出要素,播种面积、农业机械总动力、农业劳动力、化肥为投入要素,构建 DEA 模型测算了湖北省县域单元的耕地利用综合效率及各投入要素的冗余程度,并依据其时空分异特征提出了差别化的区域耕地利用效率提升对策。本研究投入要素的选取虽不全面,但涵盖了基本要素和关键要素,测算结果也可能存在由于数据收集误差造成的冗余率的精度问题,但不妨碍表现其总体趋势,满足对政策制定依据的精度需求。模型的测算结果表明当前湖北省县际层面的耕地利用效率两极分化和低效率区规模扩大导致耕地利用水平逐年降低,遵循了农业及经济发展水平越高,DEA 有效值越高的规律。

从投入要素的冗余度来看,耕地利用过程中,各生产要素的配置不尽合理,尚存在着大量的要素投入浪费,且存在显著的区域差异,因此有必要从微观层面深入探究耕地利用效率低下的原因,并采取差别化的耕地利用效率提升对策:① 湖北省全境内普遍存在化肥投入冗余,威胁到环境及农产品安全,需全区域减少化肥施用量;② 劳动力冗余情况较为严重,而且在鄂西山区和鄂东南丘陵地区表现更为显著,当地应采取合理的劳动力转移政策释放剩余农业劳动力;③ 农业机械要素表现出较强的区域差异性,江汉平原与鄂西山区、鄂东南丘陵地区交替出现显著冗余,对于适宜推广规模化种植的江汉平原建议提高管理效率以提升农用机械利用效率进而提高耕地利用效率,而对于受自然条件限制较高的鄂西山区和鄂东南丘陵区则应因地制宜,选用适合当地条件的专用农用机械,不宜盲目追求大农用机械的投入而忽视其真实利用效率;④ 播种面积的冗余主要是在前 3 类投入冗余综合作用下造成的利用效率低下,其提升也依赖于其他 3 方面因素的提升,因此在前 3 类投入的适当调节基础上结合地区生产条件合理安排耕作制度将是其最优解决方案。

[参 考 文 献]

- [1] 叶浩,濮励杰. 我国耕地利用效率的区域差异及其收敛性研究[J]. 自然资源学报, 2011, 26(9): 1467-1474.
- [2] 王良健,李辉. 中国耕地利用效率及其影响因素的区域差异:基于 281 个市的面板数据与随机前沿生产函数方法[J]. 地理研究, 2014, 33(11): 1995-2004.
- [3] 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[J]. 农业工程学报, 2015, 31(2): 277-287.

的变化进行了分析,未讨论极端降水的事件季节变化。因此,对于不同季节极端降水事件的变化特征以及极端降水的原因,有待于在今后的工作中进一步探讨。

[参 考 文 献]

- [1] 秦大河, Thomas S. IPCC 第五次评估报告第一工作组报告的亮点结论[J]. 气候变化研究进展, 2014, 10(1): 1-6.
- [2] 封国林, 侯威, 支蓉, 等. 极端气候事件的检测、诊断与可预测性研究[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [3] Zhai Panmao, Zhang Xuebin, Wan Hui, et al. Trends in total precipitation and frequency of daily precipitation extremes over China [J]. Journal of Climate, 2005, 18(7): 1096-1108.
- [4] 杨素英, 孙凤华, 马建中. 增暖背景下中国东北地区极端降水事件的演变特征[J]. 地理科学, 2008, 28(2): 224-228.
- [5] 陆虹, 陈思蓉, 郭媛, 等. 近 50 a 华南地区极端强降水频次的时空变化特征[J]. 热带气象学报, 2012, 28(2): 219-227.
- [6] 汪宝龙, 张明军, 魏军林, 等. 西北地区近 50 a 气温和降水极端事件的变化特征[J]. 自然资源学报, 2012, 27(10): 1720-1733.
- [7] 袁文德, 郑江坤, 董奎. 1962—2012 年西南地区极端降水事件的时空变化特征[J]. 资源科学, 2014, 36(4): 766-772.
- [8] 翟盘茂, 潘晓华. 中国北方近 50 a 温度和降水极端事件变化[J]. 地理学报, 2003, 58(S): 1-10.
- [9] 李小亚, 张勃. 1960—2011 年甘肃河东地区极端降水变化[J]. 中国沙漠, 2013, 33(6): 1884-1890.
- [10] 刘贤赵, 张定安, 李嘉竹. 地理学数学方法[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 190-192.
- [11] 李菲, 张明军, 李小飞, 等. 1962—2011 年宁夏极端降水的时空演变研究[J]. 自然灾害学报, 2013, 22(5): 171-180.
- [12] 李霞, 纪忠萍. 近 48 a 广东极端降水事件的变化特征[J]. 第 27 届中国气象学会年会灾害天气研究与预报分会场论文集, 2010.
- [13] 鲍名, 黄荣辉. 近 40 a 我国暴雨的年代际变化特征[J]. 大气科学, 2006, 30(6): 1057-1067.
- [14] 黄奇章. 广东降水气候特征及其成因分析[J]. 热带地理, 1990, 10(2): 113-124.
- [15] 谢毅文, 李粤安. 基于小波变换的广东省年降水量序列多时间尺度分析[J]. 人民珠江, 2013, 34(3): 32-34.

(上接第 292 页)

- [4] 刘玉海, 武鹏. 转型时期中国农业全要素耕地利用效率及其影响因素分析[J]. 金融研究, 2011(7): 114-127.
- [5] 周晓林, 吴次芳, 刘婷婷. 基于 DEA 的区域农地生产效率差异研究[J]. 中国土地科学, 2009, 23(3): 60-65.
- [6] 经阳, 叶长盛. 基于 DEA 的江西省耕地利用效率及影响因素分析[J]. 水土保持研究, 2015, 22(1): 257-261.
- [7] 李茗薇, 付强, 张军生, 等. 基于 DEA 的吉林省耕地利用效率及其影响因素研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(3): 3682-3684.
- [8] 杨朔, 于文海, 李世平. 基于 DEA 非有效改进的陕西省耕地生产效率研究[J]. 中国土地科学, 2012, 27(10): 62-38.
- [9] 刘新平, 孟梅, 罗桥顺. 基于数据包络分析的新疆农用地利用效益评价[J]. 干旱区资源与环境, 2008, 22(1): 40-43.
- [10] 赵玉芝, 董平. 江西省县域经济差异特征及其成因分析[J]. 人文地理, 2012, 27(1): 87-91.
- [11] 马占新, 马生昀, 包斯琴高娃. 数据包络分析及其应用案例[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [12] 汪文雄, 余利红, 刘凌览, 等. 农地整治效率评价研究: 基于标杆管理和 DEA 模型[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(6): 103-113.
- [13] 张晓峰, 王宏志, 纵兆伟, 等. 中国农业劳动力转移与土地利用效率的空间耦合度研究[J]. 地理与地理信息科学, 2014, 30(3): 56-61.
- [14] 郭军华, 倪明, 李帮义. 基于三阶段 DEA 模型的农业生产效率研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2010(12): 27-38.
- [15] 梁流涛, 曲福田, 王春华. 基于 DEA 方法的耕地利用效率分析[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(2): 242-246.
- [16] 龙开胜, 陈利根, 占小林. 不同利用类型土地投入产出效率的比较分析: 以江苏省耕地和工业用地为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(5): 174-178.