分类号： 单位代码：10019

密 级： 学 号：S20173111568

[](http://news.cau.edu.cn/upload/2005/caunews_20050711181514.jpg)

学术型硕士学位论文

我国粮食生产率与农地经营规模

关系的实证研究

**An Empirical Study on the Relationship between Grain Productivity and Land Scale in China**

研究生： 曾翠红

指导教师： 田志宏 教授

合作指导教师：

申请学位门类级别： 管理学 硕士

专业名称： 农业经济管理

研究方向： 农业经济理论与政策

所在学院： 经济管理学院

2019年6月

独 创 性 声 明

本人声明所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中已经注明引用和致谢的内容外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含本人为获得中国农业大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表达了谢意。

学位论文作者签名： 时间： 年 月 日

关于学位论文使用授权的说明

本人完全了解中国农业大学有关保留、使用学位论文的规定。本人同意中国农业大学有权保存及向国家有关部门和机构送交论文的纸质版和电子版，允许论文被查阅和借阅；本人同意中国农业大学将本学位论文的全部或部分内容授权汇编录入《中国博士学位论文全文数据库》或《中国优秀硕士学位论文全文数据库》进行出版，并享受相关权益。

**(保密的学位论文在解密后应遵守此协议)**

学位论文作者签名： 时间： 年 月 日

导师签名： 时间： 年 月 日

**摘 要**

近几年我国土地制度更加完善，农地流转更加便利，农村劳动力持续流出，带来我国人均耕地面积呈现上升的趋势。加上不同产业间劳动报酬的差异，适度规模经营的政策倡导，我国农地经营规模持续扩大成为未来农业发展的趋势。在这种局面下，我国土地生产率如何随着规模的扩大而变化值得关注。为更为客观的刻画我国农户生产种植结构和种植方式复杂的实际情况，本研究从种植制度出发，中国最为典型和普遍的一熟制和两熟制种植地区的代表性作物为对象进行研究。出于这种选择思路，本文基于全国农村固定观察点2011-2015年的数据，选择水稻、两熟小麦、两熟玉米和一熟玉米地区的农户样本为粮食生产率与规模的关系提供证据。

在深入研究土地生产率与规模关系文献和生产理论的基础上，对于相关概念和具体研究方法以及研究结果进行归纳总结，阐明分析框架。规模对粮食生产率有直接和间接作用，间接影响路径体现在规模变化导致劳动效应和机械效应的不同进而作用于粮食生产率。在分析时，从种植制度出发，利用聚类稳健标准误的固定效应回归模型实证得出水稻、两熟小麦、两熟玉米和一熟玉米的估计系数，进而计算规模和所有投入要素的产出弹性。实证结果表明，水稻和两熟小麦的粮食生产率随着规模的扩大而下降，两熟玉米和一熟玉米的粮食生产率随着规模的扩大表现为显著上升或者不显著上升的特点。基于规模对土地生产率的间接影响分析框架，结合农户样本特征，发现水稻和两熟小麦劳动力冗余，且机械化水平比较高，玉米劳动力没有过剩且机械化水平比较低。进而得出结论，粮食生产率与规模呈现何种关系取决于农户所处要素市场环境，亩均投工量和亩均机械投入水平的地位。亩均投工量减少带来的减产效应与亩均机械投入增加带来的增产效应相结合，构成粮食生产率与单产最终的关系。最后，从分析的结论出发，提出政府应关注农业技能培训，推动玉米耕种收的机械化水平，变革小麦和水稻机械技术，以及尽快完善土地制度的建议。

**关键词：**粮食生产率，经营规模，种植制度，产出弹性

**Abstract**

目 录

[第一章 绪论 1](#_Toc2121495)

[1.1 研究背景与意义 1](#_Toc2121496)

[1.2 研究目标与研究内容 3](#_Toc2121497)

[1.3 数据来源与研究方法 4](#_Toc2121498)

[1.4 技术路线图 5](#_Toc2121499)

[1.5 可能的创新 5](#_Toc2121500)

[第二章 概念界定与文献综述 6](#_Toc2121501)

[2.1 种植制度 6](#_Toc2121502)

[2.1 土地生产率与规模 8](#_Toc2121503)

[2.2 土地生产率影响因素 9](#_Toc2121504)

[2.3 经营规模对土地生产率的影响 11](#_Toc2121505)

[2.4 文献评述 14](#_Toc2121506)

[第三章 理论分析与统计性描述 15](#_Toc2121507)

[3.1 生产理论 15](#_Toc2121508)

[3.2 分析框架 16](#_Toc2121509)

[3.3 数据处理和变量选择 17](#_Toc2121510)

[3.4 样本描述 20](#_Toc2121511)

[3.5 本章小结 29](#_Toc2121512)

[第四章 粮食生产率与农地经营规模的实证分析 30](#_Toc2121513)

[4.1 实证分析模型 30](#_Toc2121514)

[4.2 相关性检验 31](#_Toc2121515)

[4.3 土地生产率与农地经营规模的实证分析 31](#_Toc2121516)

[4.4 本章小结 41](#_Toc2121517)

[第五章 结论与建议 42](#_Toc2121518)

[参 考 文 献 44](#_Toc2121519)

[致 谢 47](#_Toc2121520)

[附 录 48](#_Toc2121521)

[作者简介 49](#_Toc2121522)

第一章 绪论

1.1 研究背景与意义

土地生产率与农地经营规模的关系在农经学界争议已久，两者关系之谜充分体现了理论与现实的“矛盾”。历史数据和实证研究（速水佑次郎和拉坦，2014；Barret，1996；Lamb，2003）普遍支持了土地生产率与规模的负向关系，农业由于资源不可分性而具有规模效应的传统认识被推翻，农业生产的负向关系被认为是传统农业的典型特征。然而，舒尔茨（1983）发表了大部分农业资源是假不可分性的说法，大部分的投入品诸如良种、牲畜、机械等都很少属于不可分的要素，只有农民或者农场管理者为真不可分，这种真不可分性要素也并不必然需要大农场才更有效。从经济学的角度来分析，规模与生产率没有显著关系，在默认农业生产规模报酬不变的前提下，投入更多的土地并不会给额外提高农业产出。生产率与规模关系传统认识、现实和理论的不匹配吸引了一众学者深入研究，但多年来始终没有一个共同信服的结果，对不同规模间农户生产率差异的分析各执一词。由此，土地生产率与农地经营规模的关系变成了经典疑难问题。

中国经历了四十年的高速发展，产业结构转变带动劳动力结构调整，大量的农业劳动力流出至其他产业，农村劳动力规模持续降低。经济发展的规律解释了劳动力最终不会大量留在农业的道理，历史数据证明了我国劳动力结构处于持续调整的步伐中。建国初期，中国大力扶持重工业发展的政策和城乡户籍制度强烈的阻碍了农业劳动力的流动，形成了数量庞大的农村剩余劳动力。改革开放以后，轻工业受到重视以及沿海地区劳动密集型制造业的发展，大量的吸收农村剩余劳动力，推动劳动力的转移。直至现在，服务业部门远高于农业部门的报酬和对劳动力的强大吸纳能力，继续促进农村劳动力的转移。

加上政府近几年农村的土地制度的深刻改革，政府在宅基地和农用地方面持续发力，为农村劳动力转向非农行业、农民兼业化提供助力。推动宅基地使用权确权登记颁证工作，完善农民宅基地权益，帮助农民减轻进城顾虑。农地“三权分置”是一重要创新，在坚持农村土地集体所有的前提下，对土地所有权、承包权和经营权的分置。承包经营权的放活不仅极大的解放了农村生产力，生产力低，欲进城务工的农民避免了农地撂荒的局面，转移承包经营权也带来了一部分收益。另一方面，土地流转的便利性有助于细碎小规模的土地集中给高效率的农户管理，允许承包经营权担保融资为部分资金实力弱，无法有效的调整资源配置的农户提供了出路。总而言之，我国农用土地制度鼓励合理配置土地资源，推动低效率农户的土地向高相率农户转移。农村都不是多数人的选择。提高农业竞争力，缩小城乡居民收入差距，扩大经营规模才是未来农业发展方向。认识农业生产的规律，把握土地生产率与农地经营规模的关系，为保护和提升粮食产能的提供灵感，为我国选择农业发展方向，制定相关政策是提供依据。

**图1-1 我国农业劳动力和耕地基本情况**

数据来源：国家统计局。

但当前土地生产率与农地经营规模关系的研究结论尚有争议，主要观点集中在规模和生产率的负向、正向和复合型三种关系。支持传统农业观点，认为土地生产率随着经营规模扩大而降低的有李谷成等（2009）、郭庆海（2014）、任治君（1995）、陈海磊等（2014）、辛良杰等（2009）以及张悦和刘文勇（2016）等多名学者；也有部分学者认为今时不同往日，随着农业技术进步，更多精细化农具的发明以及农机服务的兴起，农业生产规律早已发生扭转，土地生产率随着农地经营规模呈现正向变化的趋势（王建英等，2015；钱龙和洪名勇，2016；范红忠和周启良，2016）。此外，另有少数学者认为，在不同规模范围内规模与生产率的正向或负向关系会发生扭转，在这个规模范围内，两者呈现正向变化的关系，在另一个规模范围内则呈现负向变化的关系，正负变化相结合形成了“倒U型”（罗丹等，2013）、“N型”（王嫚嫚等，2017）及“倒N型”（李文明等，2015）等。学者们的研究结果是如此的丰富多彩，以至于我们无法从中寻得统一的规律。

总结文献时可以注意到，学者们通常在农户层面的分析多数采用亩均产值或者亩均利润的指标表征土地生产率，年内播种面积（或许会经过复种处理）表征规模变量。这种处理方式可能会面临两个问题，第一，在不区分种植的作物的前提下分析农户家庭整体的投入产出情况，农户土地生产率的指标通常选择农产品总产出价值。但我们应当了解到，当选择价值量代指土地生产率时，农户选择何种农作物，如何将有限的土地分配给不同的农作物值会对农产品产出价值产生较大的影响。如果不关注农户的种植结构贸然进行分析会得到有偏差的结果。例如，经济作物与粮食作物的经济价值显然不同，稻谷还是棉花，粮食还是蔬菜的产品价值差异很大。不考虑农户种植结构，得到的分析规模与产值的关系是有偏的。

第二，中国幅员辽阔，跨越多个气候带，内含复杂地形，雨热分布不均孕育了多种多样的农作物，各具特色的种植制度。我国种植制度包括一年一熟、一年两熟、一年三熟和两年三熟，其中最为典型和最为普遍的是一年一熟和一年两熟的种植方式。在广阔的区域内，农户一年内种植多季作物是非常常见的。要客观的反映农户的规模产出情况，需要结合农户实际种植情况，将农户种植结构和种植方式考虑在内。这就面临复种地区如何处理规模变量的问题。采取年内平均、加总还是不予理会的处理方法？当前没有一个较好的解决办法。因此，选择研究对象时应尽可能将种植结构和种植制度考虑在内，分作物进行研究，得到的结果才会尽可能的减少偏差。以此视角为出发点，本文基于一年一熟地区和一年两熟地区的农户数据，选取这两种熟制代表性农作物为对象，挖掘我国农业生产的规律。

1.2 研究目标与研究内容

本研究的总体目标致力于探究不同种植制度下，生产率与规模是否存在显著的关系，生产率如何随着规模变化而变化。具体目标是识别影响土地生产率的主要因素，验证不同规模农户投入要素的差异及变化规律，谋求土地生产率与农地经营规模关系的经济学解释。基于上述出发点，本文总共分为五章，以下四章撰写结构安排如下。

第二章，概念界定及文献综述。在归纳和梳理国内外农户行为理论及与土地生产率相关的文献的基础上，界定土地生产率与农地经营规模的含义，阐述当前土地生产率指标可能的选择和规模的处理情况，并做出本文的选择。进一步识别影响土地生产率因素，阐明自然条件、农户异质性和市场环境如何影响土地生产率。细致归纳不同学者研究的研究结果，在实证分析生产率与规模的关系时使用了什么模型，得到了哪种结果及如何解释结果形成结论，最终鉴别当前研究的贡献与不足。

第三章理论基础与样本描述。阐述农业生产理论，掌握生产函数的特点，以认识农业生产规律，分析规模对土地生产率的作用机理。再利用全国农村固定观察点的数据，选择研究对象和筛选、清洗数据。明确研究需要的变量，选取和计算相关指标。处理完数据之后，分种植制度、作物种类和规模类型描述变量基本情况，利用方差检验分析不同规模间要素投入情况、家庭禀赋变量和市场环境变量的差异，计算不同规模农户产出弹性的差异以及不同年份农户产出弹性的变化趋势。

第四章粮食生产率和农地经营规模的实证研究。区分种植制度，选择粮食作物分别研究单产与规模的关系。首先对投入要素与规模变量进行简单回归分析，对单产和规模变量进行的相关性分析。最终，用聚类稳健标准误调整的固定效应模型进行实证研究。详细分析生产要素、家庭禀赋和市场环境变量对单产的影响，探寻粮食生产率和农地经营规模的关系，并结合农户生产投入的具体情况和家庭禀赋特征寻找关系形成的原因。

第五章结论与建议。在理论和实证分析的基础上，总结不同规模之间农户投入水平和要素产出弹性的差异和变化趋势，土地生产率与规模关系的形成原因。在分析结果的基础上，提出政府应关注农业人力资源培训。应推动玉米种植区机械化提高，推动和水稻种植区机械技术的变革。加快土地确权进度，为农户灵活调整土地经营规模分配创造良好条件，为小农户配置农业机械提供更多的支持。

1.3 数据来源与研究方法

本研究基于农业农村部农村经济研究中心全国农村固定观察点数据，研究土地生产率如何随着农户粮食种植面积的调整而变化的问题。该数据样本量大且覆盖面广，每年按统一口径收集农户信息，全面考察农业生产生活情况，数据包含了农户粮食作物分类别产量，劳动、肥料和机械的投入情况，农户家庭各成员基本情况等关键信息，是研究农村、农业和农民情况的首选。

研究主要采用统计分析、比较分析法（横向和纵向分别比较）和定量分析三种方法。首先，深入挖掘农户数据，详细描述农户数据基本情况和不同规模农户要素投入、家庭禀赋和市场环境基本情况。其次，将农户按照收获规模的大小划分为0-10亩的小农户、10-50亩的中等规模农户和50亩以上的大规模农户。利用方差分析法检验不同规模农户的生产行为是否存在显著差异。最后，利用定量分析的方法检验生产要素与规模变量的关系，单产与规模变量的关系。基于超越对数生产函数，生产要素与规模的回归分析中，规模变量以一次项和二次项的形式引入。单产与规模的回归分析中，规模变量以对数形式和一次项形式的形式引入。

1.4 技术路线图

单产与规模的相关性分析

单产与规模的实证分析

生产要素与规模变量简单分析

不同种植制度下粮食作物的实证研究

种植制度与农作物的选择

关键变量的选择与测算

样本描述与方差分析

粮食生产率和农地经营规模的分析框架

相关文献与理论梳理

结论与建议

研究背景

劳动力结构变迁

农地规模基本情况

1.5 可能的创新

（1）从种植角度视角探究土地生产率与农地经营规模的关系。中国幅员辽阔，气候差异大，农业种植在不同区域有着各自的特点。区别于其他以农户整体为对象，选择农产品产值为土地生产率，研究农业效率与规模的关系，本文从种植制度入手筛选农户数据，分别对不同粮食作物进行单产与规模的实证研究。

（2）种植制度和作物种类丰富，分别分类回归有助于解决因遗漏种植结构和种植方式带来的估计结果有偏的问题。本研究的具体做法是以单产作为土地生产率的指标，两种熟制，三种作物，总共进行四种回归分析。

（3）为土地生产率与农地经营规模的关系提供合理解释。学者们由于篇幅局限，研究的区域和品种往往较窄。本文基于全国农村固定观察点数据，筛选出区域分布更为广阔，作物种类更加丰富的农户数据，更加集中的研究不具体粮食作物的投入生产情况，得到更为一般的结论。并在此基础上，分析样本特征，谋求单产与规模关系形成的经济学解释。

第二章 概念界定与文献综述

进行研究前，进行已有研究的历史、现状和未来发展趋势的归纳总结工作。归纳总结文献，全面识别土地生产率的影响因素和整理已有研究成果。

2.1 种植制度

引用《中国农业百科全书》农业卷（1986）的定义，种植制度乃一个地区或生产单位农作物组成、配置、熟制与种植方式的总称，是耕作制度的主体。定义中农作物包括粮食作物、经济作物、饲料作物、蔬菜和果树等。

我国东临太平洋西处亚欧大陆，东西南北经纬跨度大，跨越了寒温带、中温带、暖温带、亚热带、热带和高原气候带6个温度带，包含了高原、山岭、丘陵、平原和盆地5种地形。各地农业生长面临各种各样的地形、土壤类型、水资源和热量分布，形成了具有中国特色的种植制度和农作物种类。我国熟制主要依据气候带的分布划分，中温带和高原气候地区适宜种植一年一熟的作物，南温带地区适宜种植一年两熟或两年三熟作物，亚热带地区适宜种植一年两熟或一年三熟作物，热带地区适宜种植一年三熟作物。五种气候类型孕育了四种种植制度，其中一年一熟和一年两熟的种植模式最为典型和广泛。

我国气候划分为热带、亚热带、暖温带、中温带、寒温带和青藏高原区，再结合光照和适度特征，全国划分为37个农业区。中国科学院资源环境科学的数据显示，适宜种植一熟作物的农业区域面积占比最大，超过70%，包括青藏高原喜凉作物一熟轮歇区、北部中高原半干旱喜凉作物一熟区、北部低高原易旱喜温作物一熟区、东北平原丘陵半湿润喜温作物一熟区、西北干旱灌溉一熟兼二熟区及黄淮海平原丘陵水浇地二熟旱地二熟一熟区6个区；其次是两熟区，农业区域面积占比近半，包括黄淮海平原丘陵水浇地二熟旱地二熟一熟区、西南中高原山地旱地二熟一熟水田二熟区、江淮平原丘陵麦稻两熟兼早三熟区、四川盆地水旱两熟兼三熟区、长江中下游平原丘陵水田三熟二熟区以及东南丘陵山地水田旱地二熟三熟区6个区；农业区域面积占比较低的是三熟区，约占25%，包括江淮平原丘陵麦稻两熟兼早三熟区、四川盆地水旱两熟兼三熟区、长江中下游平原丘陵水田三熟二熟区、东南丘陵山地水田旱地二熟三熟区以及华南丘陵沿海平原晚三熟热三熟区5个区。一年一季和一年两季的种植方式最为普遍。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
| **图2-1 我国气候带及熟制划分** | |
| 数据来源：中国科学院资源环境科学数据中心。 | |

一熟区主要种植作物有小麦、玉米、水稻、青稞、油菜、马铃薯、胡麻、高粱、大豆、甜菜和向日葵等。其中，玉米播种面积（占比超过35%）在各农作物中名列前茅；两熟作物又分旱地两熟和水田两熟作物，旱地两熟主要种植模式为小麦-玉米、小麦-大豆、小麦-甘薯以及小麦-谷子等，其中又以黄淮海平原小麦-玉米的种植模式最为普遍。分析国家统计局农业数据，可知该平原冬小麦产量占小麦产量99%以上，占全国小麦产量的75%以上，玉米产量也占全国玉米产量近30%。水田两熟作物种植区以水稻-水稻种植模式为主；三熟区主要种植模式为绿肥-稻-稻、麦-稻-稻、油菜-稻-稻以及薯-稻-稻等，以一季作物加两季稻的种植模式为主，水稻种植面积在其中占比最大（表2-1）。

**表2-1 2017年不同熟区农作物种植规模占比**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **农作物** | **一熟区** | **二熟区** | **三熟区** |
| 玉米 | 37.2% | 26.4% | 5.9% |
| 小麦 | 10.1% | 34.3% | 0.0% |
| 稻谷 | 10.9% | 11.1% | 36.0% |
| 豆类 | 9.3% | 3.0% | 1.9% |
| 薯类 | 5.2% | 1.0% | 5.1% |
| 油料 | 6.7% | 6.5% | 5.4% |
| 棉花 | 3.2% | 1.1% | 0.0% |
| 麻类 | 0.1% | 0.0% | 0.0% |
| 糖料 | 0.5% | 0.0% | 8.6% |
| 烟叶 | 0.7% | 0.3% | 0.7% |
| 蔬菜 | 7.0% | 11.9% | 27.4% |
| 数据来源：国家统计局。 | | | |

结合我国种植制度分布范围和不同种植制度下主要农作物种植的实际情况，我国最为普遍典型种植制度为一年一熟和一年两熟，一熟区内播种面积最为广阔的农作物为玉米，两熟区内最为普遍的种植制度为小麦-玉米。除此之外，水田种植区内稻谷是一个有特点的农产品，稻谷产品包括早稻、中稻和晚稻，在一熟、两熟和三熟种植区均被广泛种植。玉米、小麦和水稻在不同种植区域内为播种大头，同时又为我三大粮食作物。因此，本研究选取一熟区玉米、两熟区小麦、两熟区玉米和水稻为研究对象，实证分析粮食生产率与规模的关系（表2-1）。

2.1 土地生产率与规模

土地生产率与农地经营规模有多种定义。出于不同的研究目的，可以从多个维度选择土地生产率指标。考虑到研究对象的特点，农地经营规模也有着不同的处理方法。

（1）土地生产率的选择。衡量土地生产率的指标主要包括亩均产量、亩均产值、亩均利润和劳均利润。学者们根据各自的研究目的，使用不同的研究方法，选出适宜的指标代表土地生产率。亩均产量直观且本质的反映要素投入与回报的关系，土地生产率与农地经营规模关系的研究就是从发现亩均产量随着种植面积的扩大而降低开始的（Sen，1969）。而且对于许多土地资源匮乏、种植技术落后的发展中国家来说，保证粮食安全也必须关注亩均产量的变化；亩均产值与亩均产量类似，等于亩均产量乘以名义价格之和，易受粮食市场价格波动的影响。亩均利润和劳均利润代表农户从事农业获得的收入。亩均利润是农户种植收入扣除所有投入要素的成本后的剩余除以收获面积，劳均利润即农户种植收入扣除所有投入要素的成本后的剩余除以家庭劳动劳动人口数量。在计算利润时，对家庭劳动力成本不同的处理方法得到不同的利润，具体处理方法有三种。一是不存在劳动力市场时，将家庭劳动成本视为0；二是劳动力市场不完善时，家庭劳动力成本为影子工资，即家庭劳动力的边际产出；三是劳动力市场完善时，家庭劳动力成本为本地从业工资性收入。

（2）农地经营规模的处理。各文献在处理农地经营规模时主要的不同点在于是否对耕地面积进行复种处理，而对耕地面积的复种处理一般出现在以农户为单位研究家庭农业种植的总体效率时，处理方法往往是将耕地面积加总（Lamb，2003）或者在不同的季节中平均（Heltberg，1998）。其实，当以具体农作物为单位研究种植回报时，则不存在是否对耕地面积复种处理的问题，农地经营规模为具体粮食作物的播种面积或者收获面积。

为控制种植结构和种植制度对规模与土地生产率关系的影响，本研究从对具体种植制度，选取代表性农作物为研究对象分析，避免土地生产率和农地规模选择上可能出现的问题。因此以一季作物的亩均产量表征土地生产率，实际收获面积表征土地生产率，就不存在因种植结构和种植制度复杂需要整规模变量的问题。

2.2 土地生产率影响因素

土地生产率的影响因素是多方面的，对影响土地因素的认识不全，会产生不一致的研究结果。根据生产函数分析，农业生产要素包括土地、资本和劳动三大类，资本包括种子、肥料、农业机械及其他直接投入农业生产的要素。除此三类通过直接作用在土地生产率上之外，还有其他因素通过直接或间接的对土地生产率产生影响。从现有的研究来看，影响土地生产率的因素可分为自然因素和社会因素两大类，自然因素包括天气和地理状况，社会因素包括生产者特征、政府力量和市场环境。

2.2.1 自然因素

农作物因其生物性区别于其他产品的生产，在研究农产品时不能脱离农业的自然属性。农业生产讲究天时、地利和人和，要在农业生产上实现好的收成，需对自然规律有所了解，顺从并运用这些规律。

自然因素主要包括天气和地理状况。天气主要用降水、日照和积温衡量。种植业对土地的要求高，气候变化对土地生产率的影响有利有弊，总体上弊大于利（吴绍洪等，2014），具体情况应针对不同区域不同农作物分类而论（候麟科等，2015；周曙东等，2013）。土地状况主要用地形和土壤质量衡量，地形特征在一定程度上会影响农户种植品种和种植方式（郑旭媛等，2017；龚文峰等，2013），从而产生土地生产率的差异。比较常规的做法是用耕地坡度来衡量地形（龚文峰等，2013），或者根据当地地貌特点设置虚拟变量解决（周晶等，2013）。土壤质量对种植业的影响毋庸置疑，但土地质量较难观测或难以用数据衡量，所以一般用固定效应模型来解决这个问题（Heltberg R，1998）或默认同一区域内土地质量的差异是不明显的，无须处理（李谷成等，2009）。

2.2.2 社会因素

社会因素可分为生产者特征、政策因素和市场因素三个部分。与土地、资本和劳动三大要素对产出直接影响不同的是，社会因素对土地生产率的影响机理是间接的，它们通过影响农户的种植决策（要素投入）进而影响产出。

（1）生产者特征。即家庭特征变量，可分为家庭人口结构（年龄、性别、职业结构、文化程度）、家庭资产（土地、房屋等资产情况）和其他（技术培训、风险偏好等）三类量。（1）家庭人口特征可用年龄、性别、职业结构和受教育程度等来刻画。一般认为，家庭成员的年龄及性别往往对单产的影响不大（林本喜和邓衡山，2014）。文化程度对土地生产率的影响则存在不同见解，选取户主受教育年限时，文化程度正向影响土地生产率（王建英等，2015）。选取劳均受教育年限时，受教育程度对土地生产率的影响不确定，。学者们既有认为两者存在正向关系（高鸣等，2017；钱文龙和洪名勇，2016），也有认为两者关系不显著（苏小松和何广文，2013）。但家庭成员的职业结构与粮食生产有密切关系，劳动分工愈趋于稳定成熟，土地生产率越高（许恒周等，2012）；（2）农户家庭资产方面，财力相对雄厚的家庭一般更有能力调整要素投入。农户拥有的土地情况可通过细碎化程度、地形、土地质量和规模衡量。耕地细碎化程度、地形和土地规模，通过改变农户种植类型和种植方式影响他们的产出。学者们普遍认同耕地细碎化和地形坡度大阻碍机械设备的使用和技术的推广，不利于提高粮食产出（黄祖辉等，2014；李谷成等，2012）。但相对来说，同种程度土地细碎化情况下，小农户比大农户更能利用合理利用资源，带来更高效率（卢华和胡浩，2015）。（3）其他方面，如农户是否接受技术培训（李谷成等，2009），是否选择复种，风险偏好如何等对土地投入产生都有较大影响。

（2）政府力量。政府可通过实施相关农业政策改善农业生产情况，提高农户经营积极性。农业补贴涵盖了农户种植的各个环节，在有效的补贴传导机制下通过降低农户资源配置成本，刺激农户采取更先进的种植技术提高效率。例如，粮食直接补贴、脱钩收入补贴能够有效刺激农户种植和提高生产技术水平的意愿有效提高小麦生产率，良种和农机具的补贴有利于农户采取前沿技术提高小麦种植效率（高鸣等，2017）。但也有部分学者认为粮食直接补贴和农资综合补贴对农户的生产没有影响（黄季焜等，2011），只是发挥了提高农户收入的作用。此外，土地流转相关政策法规的完善有利于土地要素和劳动要素方面的效率的提高（李宁等，2017；夏玉莲等，2016），钱文龙和洪名勇则认为仅土地流入对土地产出率有显著影响。

（3）市场环境。市场经济的发展会影响农户的经营目标和投入产出行为。对粮食生产的第一种影响，降低种粮规模或者放弃种粮。在市场化程度相对较低的环境下，小农户种植的主要目的是满足家庭口粮。而在市场化程度较高的环境下，农户种植以赚取最大的利润为目的（高原，2011），那么就会根据市场情况调整生产结构，结果往往是降低粮食种植规模，扩大经济作物的种植规模。或者更为极端的，农户转向非农行业获取更高的收入，放弃种植粮食；对粮食生产的第二种影响，提高农户生产能力。例如，经济发达的地区，农户资金借贷相对容易，且销售渠道有保证，农户更有动力也更有能力调整资源配置，提高生产能力（许恒周等，2012）。

2.3 经营规模对土地生产率的影响

土地生产率为何随着经营规模的扩大而下降，究竟是什么原因导致的这一“违背”经济学原理的现象出现？农经学界的行家们做出了一系列的探索，试图解答这个问题。与此相关的文献研究方法大体是类似的，首先通过经验数据的统计性描述或者简单的相关性检验向我们展示表面的“事实”，接着对比有无关键解释变量的实证模型的规模变量系数的变化，寻找导致负向关系存在的原因，最终给出经济学的解释，具体如下。

2.3.1 规模对土地生产率影响的比较

有学者通过比较经验数据，简单分析了两者的关系。速水佑次郎和拉坦（2014）在比较各国1957－1962年农业生产率数据后，发现具有人地比率优势的国家具有较高的劳动生产率和较低的土地生产率（如美国、澳大利亚和新西兰等），人地比率处于劣势的国家具有较低的劳动生产率和较高的土地生产率。张悦和刘文勇（2016）、郭庆海（2014）、任治君（1995）等通过对比家庭农场案例、吉林农户粮食生产情况和法国农场的产值也发现小农户对比大农户在生产上具有优势。同时也存在非线性关系的一些证据，罗丹等（2013）利用3400份农户调查问卷的数据，观察到了水稻、小麦和玉米单产和种植规模分别呈“U型”、负向和“倒U型”关系。为更深入的挖掘农业生产规律，学者们用亩均产量/产值或利润相关的指标用定量分析的办法剖析数据。

（1）以亩均产量、亩均产值为土地生产率进行的实证研究。一些学者采取C-D生产函数分析农户单产价值和耕地面积的关系，得出了丰富结论，土地生产率随着规模变化呈现负向、正向和复合变化的趋势。负向关系研究结果如下，Barrett et al.（2010）基于马达加斯加2002年包含详细土壤信息的农户家庭的数据集，分析发现水稻单产和种植面积的逆向关系。李谷成等（2009）基于农户微观数据，分析了1999-2003年湖北省稻农的生产情况，结果表明，单产价值和耕地面积的负向关系确实存在，小农户的土地单产效率远大于大农户；正向关系研究结果如下，王建英等（2015）基于江西省325户水稻种植农户的面板数据发现，农户层面的单产和种植面积存在不显著的正向关系，地块层面的单产和种植面积存在显著的正向关系。范红忠和周启良（2014）基于中西部七县的农户调查数据，考察水稻、棉花和小麦的生产关系，却发现农户土地经营规模的扩大会增加单产；复合型生产关系研究如下，Helberg（1998）基于巴基斯坦农村家庭的生产数据，分析得到亩均产值与经营面积的“U型”关系。

还有部分的学者基于要素弹性的优越性，而采用超越对数函数进行研究。李文明等（2015）利用22个省1552个水稻种植户的调查数据，发现农户水稻单产随着耕地面积的扩大，呈现“先降-后升-再降”的变化趋势；王嫚嫚等（2017）基于江汉平原354个水稻种植户的调研数据，分析出与李文明等人的研究稍有差异的结果，即农户水稻的单产水平随着耕地面积的扩大，呈现“先升-后降-再升”的变化趋势。许庆等（2011）在考虑土地细碎化的影响后，实证发现小麦、水稻和玉米三种粮食作物总的规模报酬系数为1. 049，即总体来说，我国粮食生产中几乎不存在显著的规模收益递增，这意味着不同规模的农户可以共存。

（2）以亩均利润衡量土地生产率得到的结果。王建英等（2015）研究发现农户层面全年亩均利润与农户经营规模无显著关系，地块层面亩均利润随着地块面积的扩大而增加；李谷成等（2009）发现，是否考虑农户劳动力成本导致了截然不同的结果。包含劳动力成本的成本利润率与耕地规模之间存在显著的正向关系，不包含劳动力成本的成本利润率则与耕地规模无明显关系。Ayalew and Deininger（2014）基于非洲卢旺达300个村庄3600个农户家庭数据，发现包含影子价格的亩均利润与经营规模呈现显著的负向关系，包含市场工资的亩均利润与经营规模的负向关系消失。也有部分学者未分别核算面临不同劳动市场的利润，他们的研究结果如下。罗丹（2013）发现亩均利润和成本利润率随着经营规模的扩大呈现显著的递减特征；Lamb（2003）基于印度1975-1985年的农户数据，研究发现亩均利润与家庭耕地面积的负向关系。需要注意的是，基于利润的分析一般不具体细分种植类型，而是直接研究农户家庭整体的投入产出，并且亩均利润与规模的关系常常因利润的核算方式或分析方式的不同而存在差异。

2.3.2 土地生产率与规模负向关系的解释

为什么传统农业土地生产率和农地经营规模呈现负向关系的特征，相关文献给出了三种解释：要素市场不完善、土壤质量遗漏和测量误差。

（1）要素市场不完善。农户家庭异质性导致的要素市场不完善会改变农户种植决策的差异，可能的影响机制为：劳动力市场不完善限制农户根据用工价格及时调整劳动及其替代要素的配置情况，土地市场不完善不利于农户根据需要调整耕地规模，资本市场不完善使得农户无法灵活调整不同时期的资金投入而实现最优（Heltberg，1998；）。为控制农户家庭异质性，学者们可以使用固定效用模型。因此，可以通过对比使用固定效应前后耕地面积的系数，可以间接地检验是否要素市场的不完善导致了土地生产率与农地经营规模的负向关系。基于这种检验方法，Barrett et al.（2010）发现，要素市场不完善能解释负向关系的一小部分。

另外，将影子利润和市场价格核算的利润同时与耕地面积回归，对比回归结果，能够直接检验劳动力市场的完善程度对负向关系的影响。采取这种方法检验，许多学者们（李谷成，2009；Ayalew and Deininger，2014）都发现，影子利润与耕地面积的负向关系高于市场价格衡量的利润与耕地面积的负向关系，也就意味着小农户存在低于市场价格投入劳动力的情况，证明劳动力市场不完善的确存在于小农户之间。劳动力市场的不完善带来的影响是，小农户往往处于缺乏非农就业机会的市场环境之下，自由劳动力机会成本低，因此在劳作时往往存在不及自身劳动成本的“自我剥削”倾向，过度投入自身劳动力（李谷成，2009；黄宗智，1992）。同时，农户在面临耕地面积扩大的同时，家庭劳动力数量的限制只能允许农户由精耕细作转向粗放的种植方式，进一步扩大了不同规模农户间成产率的差异（王嫚嫚，2017；范红忠和周启良，2014；郭庆海，2014；曹东勃，2013）。结合起来可通俗的说明为：当农户经营的耕地面积较小时，农民不仅对自己的农场进行精细化管理，家中富余的劳动力也常常不计成本的投入到粮食耕作当中。在这种精耕细作的种植方式加上过度投入的劳动要素带来了小农户的高产。

（2）土壤质量。为验证土壤质量是否能够解释土地生产率和农地经营规模负向关系，学者们采取了各种方法收集土壤数据来实证分析，得到一些具有争议性的结果。Lamb（2003）使用包含土壤类型的数据集回归分析，在随机效应模型中引入土壤质量变量后，土地生产率与种植面积的负向关系消失，因此推断土壤质量可以解释土地生产率和种植面积部分的负向关系。而Barrett（2010）认为土壤质量变量的遗漏无法不能作为负向关系存在的原因，他使用了一个独特的数据集来研究这个问题，该数据集包括每个家庭多个地块的土壤质量测量，有详细的土壤组成数据（即碳、氮和钾的百分比，ph值以及淤泥、沙子和粘土的百分比），结果发现引入土壤变量后，负向关系没有发生任何变化。

（3）测量误差。Lamb（2003）认为统计上的测量不精确会导致有偏的研究结果，当测量误差与规模变量负相关时，实证得到的规模系数会偏小，当测量误差与规模变量正相关时，规模系数会偏大。他通过比较使用随机效应和固定效应分析土地生产率和种植面积的实证研究结果发现，固定效应模型的负向效应比随机效应模型的负向效应更加强烈，因此推测农场面积变量受到测量误差的影响，最终导致了负向关系的出现。

2.4 文献评述

本部分从土地生产率的影响因素和土地生产率与农地经营规模的关系两方面对已有的研究梳理和归纳总结，最后对当前研究的成果以及存在的不足进行评述。当前研究整体上有如下贡献。1）研究农户问题学者众多，全方位的研究了可能影响农业生产的因素，从自然环境、农户家庭特征、政策力量到市场环境等方面提供了稳定成熟的指标选择方案。2）既有文献给出了一套解释方法，可以从要素市场不完善、土壤质量遗漏和测量误差3个维度，诠释土地生产率与规模的正向、负向和复合型的关系。3）学者们采取了丰富的方法进行实证研究，针对不同的可能导致负向关系的因素提供可行的解决方案。比如固定效应模型可用于控制要素市场不完善导致的农户家庭异质性的问题。土壤质量遗漏问题可利用精确的土壤成分数据代理，或者以土地租赁价格作为土壤质量的代理变量等。

与此同时，也存在一些待解决的问题，值得进一步探讨。1）学者们多数采用亩均产值或者亩均利润的指标表征土地生产率，不区分种植的作物研究农户家庭整体的投入产出关系。不同种类的农作物间产品价值差异大，对使用价格计算的亩均产值的影响显见，不考虑种植类型可能会对最终结果产生有偏的影响。2）对关键变量的处理和遗漏不尽人意。当农户种植的农作物种类较多，并且一年内种植多季作物时，产出与规模变量指标的选取未考虑种植结构和种植制度的影响，实证得出的结果可能是有偏的。

第三章 理论分析与统计性描述

整个论文以生产理论为基础，选择合适的生产函数，拟合农户的生产决策行为。以生产理论为依据，阐明规模变量对土地生产率的作用机理。在全国农村固定观察点农户微观数据的基础上，从种植制度的角度切入，分作物类型研究具体农作物的土地生产率与规模的关系。

3.1 生产理论

生产理论试图解释一个厂商在技术约束和市场约束下如何投入要素获得产出，将产品销售给消费者以获得利润最大化。也就是说农户作为农业生产的主体，在农业生产过程中，需要结合当前的生产技术、预期产品价格和生产要素的价格考虑，才能对农作物种植的种类和种子、花费及机械等要素投入的数量做出决策。

农作物生产面临自然条件的约束，意味着即使将光照、温度、降雨和其他一切投入要素调到最适宜的情况，农业产出也存在生长极限，这就是农户种植面临的技术约束。技术约束背后的假设是要素的边际技术替代率是递减的，在现有资源和技术条件下，在土壤中植入农作物种子，获得的产出存在最优值，农户进一步调整生产要素的组合无法获得比最优值更高的产出。

不同投入和产出之间的组合称之为生产集，生产集的边界是给定投入要素的前提下能够获得的最大产出，也称之为生产函数。总量生产函数的基本表示形式为，其中*y*代表产出，一般用产值或产量表示。*Xi*分别代表投入的生产要素，为劳动、资本和土地。实证分析中一般使用集约化的生产函数，基本形式为，即。常见的生产函数形式有固定比例的生产函数（里昂惕夫生产函数）、完全替代的生产函数（线性生产函数）、Cobb-Douglas生产函数，这三者均为CES生产函数（常弹性函数）的特殊形式。CES生产函数具有不变的替代弹性，不论在哪个生产阶段，各种要素之间的替代程度始终相同，替代弹性的大小取决于函数中参数的大小，具体函数形式如公式（3-1）。

（3-1）

当*ρ*等于1时，替代弹性无穷大，CES函数等同于完全替代的生产函数。该种形式的函数替代弹性为无穷大，要素产出弹性恒为正；当*ρ*趋近于负无穷时，CES函数等同于固定比例的生产函数，该函数的替代弹性为0，这意味着生产要素必须以某种固定比例投入，产出只取决于较少的生产要素的数量。当要素恰好以适当的固定比例投入时，增加具体一种要素的产出弹性为0，减少具体一种要素的产出弹性为负无穷；当*ρ*趋近于0时，CES函数等同于Cobb-Douglas生产函数。该生产函数的等产量曲线近似于双曲线，是凸向原点的弧形，等产量曲线弧度越弯曲（越接近“L型”），要素间越难替代。等产量曲线越平坦（越接近直线），要素间替代效应越大。

当所有生产要素同比例增加时，产出如何变化用规模收益衡量。当产量按照相同比例增加，称该生产是规模收益不变的。当产量低于或高于规模收益不变的产量时，称该生产规模收益递减或规模收益递增。当前主流理论定义的农业生产函数是全局性规模收益不变的，即在各种规模和要素组合下农业生产中所有要素同比例增加，投入随之同比例增加，限制条件过于严格。因此，局部规模经济的研究更复合一般情况，适用于刻画寻常生产经营规模的收益特征。设为生产函数，，t为整数，代表生产规模系数。在原有规模（t=1）的基础上，扩大或缩小规模时，如何变化。当局部规模收益递增时，规模收益弹性大于1，规模收益递减时，规模收益弹性小于1。规模收益曲线通常是“倒U型”的，意味着厂商规模较小时，扩大规模采取更精良的设备、更专业的分工批量生产，节约单位产品的要素和设备投入，攫取规模经济。但当厂商处于较大规模时，进一步扩大经营规模可能会导致管理低效率，出现规模不经济，意味着更高的投入却带来较低的产出。

农业生产要素之间的替代作用导致各种规模和要素组合下产出弹性和规模收益弹性的变化丰富，因而在农业生产函数的选择上需结合农产品产出弹性和替代弹性的特点慎重考虑。

3.2 分析框架

规模对土地生产率的影响有直接和间接作用两种路径。直接作用路径表现为规模变量对土地生产率有直接显著的作用。农业生产技术本身存在局部的规模收益的变化，表明单位产品承担的成本在不同规模中表现不同，反过来说，投入相同的生产要素在不同的规模范围内可能导致土地生产率额外的变化。

间接作用有多条路径表现对土地生产率产生不同的影响，作用路径大致可分为劳动力数量和质量流失效应以及机械质量效应。实际的农业生产中，农户不会单一调整要素的投入，而是基于生产要素的替代、互补关系增加或减少其他要素的投入。进行农业生产的成员既有家庭劳动力也有雇佣劳动力，我国农户较少雇佣劳动力，大部分耕作依靠家庭成员。在耕地规模面积扩大时，仅依靠自家劳动力是不够的，才有了雇佣的需要。从道德风险的角度出发，雇佣劳动力因缺乏激励导致边际产出低而区别于家庭劳动力。因此，规模变量变化对亩均劳动投入的影响不仅有量的差别，还有质的差别。由于家庭劳动力数量和利润的有限性，当经营规模扩大时，亩均家庭投入量势必降低，人手不足时雇佣劳动力，因此对比起小范围的耕地情况，规模扩大时相同投工量生产的单产较低。当规模扩大程度较小时，亩均劳动力虽然下降，农户认为依靠家庭劳动力还可以照顾，但农户种植方式也不可能像小地块时那般精细，并且此时小农户且还没有足够的资金实力购置机械，导致单产急剧下降。当亩均劳动投入继续减少，农户就会购置农业机械以替代劳动力，此时亩均劳动投入虽然继续下滑，但使用机械耕作的高效率在一定程度上弥补了劳动的缺失，这个阶段表现为单产仍然有所下降，但下降趋势显著放缓。再继续扩大至更高的规模，使用机械的家庭劳动力也不足了，劳动机械由替代关系转向互补关系，农户考虑雇佣劳动力，小农具换为相对高效的先进农具，此时单产变化趋于平缓。

农户所处的投入要素结构、农村要素服务市场不同的阶段时，所面临的要素效应也是不同的。当农户处于家庭劳动力冗余的阶段时，精细化经营时，扩大规模面临着劳动力下降对单产的负效应显著，当粗放式经营时，进一步扩大经营规模对单产的负向效应则没那么明显。当农户处于机械化程度高，机械服务发展良好的环境中时，亩均机械投入的对提高单产的作用较小，当地机械化水平较低时，高效率农业机械的作用没有显现，当规模扩大时传统小农具转变为先进机械时，带来的增产效应很大。基于上述分析，我国农村土地经营规模小，机械化程度高的背景下，规模对单产的影响可能是类似双曲线第一象限的的形状，即小规模农户扩大经营规模将导致单产急剧下降，较大规模农户扩大规模单产下降的幅度区域平缓。

3.3 数据处理和变量选择

考虑到农户问卷信息的稳定性，本研究选取2011-2015年一熟玉米种植区和两熟小麦-玉米种植区和水稻种植区的农户数据，具体来说包括四种情况，一熟玉米、两熟玉米、两熟小麦和水稻，来提供关于粮食作物产量与农地经营规模之间关系的证据。

3.3.1 数据处理

农户原始数据经过了如下处理。1）异常值处理，即极端值以及缺失值的处理。由于可能存在调研报错数额和问卷录入错误的问题，需要对样本异常值进行一些必要的调整。处理的原则是，单产过高或过低的样本直接删除，控制变量（劳动、化肥、机械和其他农资投入，地块细碎化水平、政府补贴和农业保险等）的异常值用正常分布的最大值和最小值替代。2）计算指标。经过上述步骤处理的数据将包含本研究所需要的全部信息，需要处理的变量包括代表耕地细碎化、政府补贴、农业保险支出、家庭人口结构和兼业水平。亩均要素投入情况用实际收获面积以平均，地块细碎化水平、亩均政府补贴和亩均农业保险支出使用的面积变量，为年末实际耕地面积。家庭人口结构为家庭劳动力除以家庭常住人口，即家庭劳动力数量在家庭人口中所占的比例。兼业水平为非出售农产品的收入除以家庭全年总收入，数值越大着代表兼业化水平越高。

3.3.2 变量选择

生产函数中土地生产率分析模型包括劳动、资本和土地三种基本要素和随机误差项。基于土地生产率的影响因素，选取变量包括自然环境、投入产出情况、农户家庭特征和其他影响因素三类。具体指标的选择和处理情况如下

（1）自然环境变量。本研究引入省份虚拟变量控制不同区域下自然环境或者区域不可观测因素对农业生产带来的影响，或者使用固定效应模型中控制农户省份间的不可观测的差异。自然环境指标通常用具体村庄/省份的农作物受灾面积衡量。但此样本缺乏对应村庄的受灾数据，所以混合回归模型中采取省份虚拟变量，控制自然环境对农作物收成造成的影响。固定效应回归模型自动控制了不同省份农户间随时间不变的不可观测变量。

（2）投入产出变量。考虑土地投入的农业生产函数中的变量包括三大类，劳动、资本和土地。本研究进一步根据农业生产过程中的实际情况对农户投入的劳动、资本细分，选择合适的土地投入指标。土地生产率和规模变量是本研究关注的重点，土地生产率（yield），选择亩均产出为代理变量，农户玉米、小麦和水稻的总产量分别除以实际收获面积，产量最为本质的农户投入和产出关系的指标。在实证研究中以单产的对数形式引入（lnyield）。实际收获面积相比播种面积更能规避因为天气导致的产量异常的问题。土地投入情况用具体农作物的实际收获面积（land）表示。目前已有的对土地生产率与土地投入面积关系的研究丰富，运用不同品种和区域的样本回归分析时，得到的结果各不相同，认为土地生产率与规模变量呈负向、正向和复合型变化关系的皆有。

劳动投入（labor）为农户年内亩均投工量，投工量又分为家庭劳动力（flabor）和雇佣劳动力(elabor)。家庭劳动力为投工量减去雇工量得到。部分研究认为家庭劳动力与雇佣劳动力不可完全替代，这是由于他们与农场经营者关系的差异和道德风险导致他们耕作的努力程度不同，最终影响农作物的产量。简言之，家庭劳动者的劳作结果直接与其利润最大化的目标相关，雇佣劳动力的收入则并不与产量相联系，因而缺乏努力的激励，雇佣劳动力产出弹性低于家庭劳动力产出弹性。

农业资本投入包括每亩平均的肥料（fertile）、机械（machine）和其他农资投入（ot）。肥料投入包括农家肥和肥料，机械投入包括种植过程中农户使用的种子、肥料、农膜、农药、水电及灌溉、畜力、机械作业、小农具等。生产资料投入种类繁多，本研究将其综合为两类资本投入，机械包括机械作业、固定资产折旧和小农具购置费用，其他农资投入包括种子种苗、农家肥、肥料、农膜农药、水电及灌溉、畜力的费用及其他零散费用。各生产资料计量方式有多种，为便于计算和处理，本研究采取使用和购置的肥料和机械的价值量，其他投入部分通过农户种植花费的总费用减去花费和机械的花费得到。

（3）家庭禀赋变量。家庭禀赋变量包括年龄（age）、性别（sex）、文化程度（educ）、农业培训（train）、家庭人口结构（fstruct）、兼业水平（job）和家庭背景（status）。以下部分说明如何选择这些指标，并预期农户家庭特征如何对土地生产率产生影响。1）文化程度（educ）用农户在校学习的年限表示。通常，受教育时间越长的农户具有较强的学习能力，思维更加开拓，也更易于接受新技术、新方法，提高产量。因此，预期农户文化程度与土地生产率存在正向关系。2）受过农业技术教育和受过农业培训的农户都被认为参与了技术培训（train），取1，否则取0。农户是否参与过技术培训这个变量与文化程度变量较为相似，是人力资本投资的重要内容。在校学习属于通识教育，技术培训更接近于职业培训，根据从事的事物更有针对性的学习，提高个人的职业技能。是更为有效的让农户接受农业新技术、新方法的途径，从理论上预期，是否参与技术培训应能显著提高土地生产率。3）家庭人口结构（fstruct）为家庭劳动力所占比例，即家庭劳动力数量占常住人口数的比例。出于照顾家中老小和保证口粮的考虑，青壮年劳动力在闲暇时期回归农村，投入农业的时间更充裕，相对来说粮食产量可能更高。在当前农务的主力偏老龄化，农村老龄化和留守儿童情况严重的现实下，家庭人口构成是否会影响农户生产决策的目标值得关注。4）兼业水平（job）为家庭非农产品收入占总收入的比例。当家庭非农产品收入所占比例较高时，农户倾向于降低在农业生产中投入的时间和精力。家庭农产品收入高时，代表农业生产是农户的第一选择，提高收入的激励促使农户尽心尽力的照顾农作物。因此，预期兼业水平与土地生产率呈现负向关系。5）国家干部职工户、乡村干部户和党员户均被认为家庭背景良好（status），当家庭成员为其中一种身份时取1，否则取0。干部户的身份象征着该农户的为人处世能力得到多数人的认可，一般此类人的生活重点不在农业经营，而在处理社交事物上，因此相对于普通农户而言，干部户家庭的农业单产可能相对较低。

（4）其他外部环境变量。1）与土壤质量有关的指标——耕地细碎化水平（plots），为平均每块地的耕地面积，表示农户的地块分布情况。一般来说，地块数量多，分布分散不利于农户集中管理经营，限制农机具的使用，降低生产效率。但也有学者认为，细碎化的土地更有利于农户精耕细作。本研究更倾向于亩均地块规模越大，越有利于农业生产的说法，因此预期耕地细碎化水平与土地生产率成正比。2）农业保险支出（insurance）能够反映农户的风险意识。愿意交高农业保险费用的农户在种植方面更为专业，他们重视自己的劳动成果，寻求途径保障自己的收入。一方面，保险意识较高的通常是大农户，在总量产出上远远高于小农户，但在土地单产上可能低于小农户，呈现的结果可能是风险意识高的单产低于风险意识低的。但从另一方面分析，风险意识较高的农户也可能投入更多的自身劳动力或者其他要素诸如肥料等，以保障收成，稳定产量。综合这两方面的情况，风险意识对土地生产率的影响并不确定。3）能否得到正规机构的信贷（loan），农户存在正规借贷行为时取1，否则取0。与农户在生产周期内能否拥有充足的资金购置种子、肥料和机械等，是否有能力调整各要素投入比例，实现产量最大化，降低平均成本。因此，预期土地生产率与信贷虚拟变量正相关。4）政策环境指标选取农户得到的农业补贴（subsidy）衡量。农民种粮从政府得到的补贴包括粮食直接补贴、良种补贴、购买生产资料综合补贴、购置和更新大型农机具补贴。农业补贴涵盖了农户种植的种植、生长和销售环节，在有效的补贴传导机制下通过降低农户资源配置成本，刺激农户种植和提高生产技术水平，提高效率（高鸣等，2017）。预期土地生产率与农业补贴呈现正向关系。

3.4 样本描述

首先，对不同种植制度的农户总体数据统计性描述；其次，根据种植规模将农户分为0-10亩、10-50亩和50亩范围内的小规模农户、中等规模农户和大规模农户（以下简称小农户、中农户和大农户），分组统计性描述，报告方差检验结果。

3.4.1 水稻农户基本特征

删除信息不全的和单产数据异常的样本后，总共有9790条非平衡农户面板数据，涉及3132户农村家庭。区域覆盖浙江、安徽、江西、湖北、湖南、广东、广西和海南个省（自治区）。农户玉米的平均收获面积的为3.3亩，最高有227亩之多，最低只有0.1亩，但分布主要集中在中小规模农户之间。中小农户占比超过90%，0-10亩的截面数据占样本总数的83.7%；10-50亩的截面数据占比16.0%；50亩以上的仅有29条数据。

用方差检验不同规模农户要素投入水平和家庭禀赋的差别，发现三种规模农户家庭禀赋差异较小，所处市场环境确实存在显著的差异。家庭特征方面，组间存在显著差异的家庭特征包括耕地细碎化水平、兼业水平和农业培训，耕地细碎化水平和兼业化水平组间差异大，整体表现为规模越大的农户土地分布越集中，每块土地面积大（规模由小到大地块平均面积分别0.88亩、1.95亩和14.8亩）。非农收入占比越低，平均占比分别为71.8%、55.9%和25.2%。大农户中受培训的家庭占比更多，约为17.2%，中小农户受培训的家庭仅在5%左右。其余特征变量性别、家庭背景、健康状况和人力资源培训各规模农户情况相似。男性户主占60.1%，平均年龄为54.7，普遍健康状况优良，家庭人口结构相似（74.0%的人口为劳动力）。干部家庭占17.2%，平均受教育年限为6.6年。代表风险意识的农业保险变量来看，中小农户风险意识较低，交农业保险的在12%左右，大农户交保险的家庭占比超过20%。此外，农户所受农业补贴组间差异突出，规模越大的农户补贴水平越低，小规模和中等规模农户每亩补贴达到125.0元和98.9元，大农户仅有38.0元。

农户要素投入和产量差异都非常显著。样本总体平均单产为475.0千克，各规模每亩产出水平分别为477.6、461.7和476.0千克，简而言之，产出和规模之间呈现“U型”关系。在投入方面，平均劳动力每亩投入约20日，劳动力强度因规模而已，小农每亩投入的劳动力大约是大农的2.5倍，小农投入21日，中农11日，大农9日。投工量组成主要是家庭劳动力的投入，极少雇佣劳动力。肥料平均每亩投入水平大农户显著低于中小农户，大农户每亩肥料花费130元左右，中小农户大约为160元。机械投入平均每亩117.2元，中大型农户每亩机械花费显著高于小农户（分别是124.1元、133.4元和115.8元。其他农资投入平均每亩150元，各规模投入水平差异较小（表3-1）。

**表3-1 水稻种植区农户的基本特征和投入产出情况**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 变量 |  | 总体 | | |  | 小规模 | | |  | 中等规模 | | |  | 大规模 | | |  |
|  | 均值 | 最大 | 最小 |  | 均值 | 最大 | 最小 |  | 均值 | 最大 | 最小 |  | 均值 | 最大 | 最小 |  |
| 单产（千克/亩） |  | 475.0 | 833.3 | 285.8 |  | 477.6 | 833.3 | 285.8 | \*\*\* | 461.7 | 824.0 | 286.7 |  | 476.0 | 757.6 | 330.9 |  |
| 收获面积（亩） |  | 5.7 | 227.0 | 0.1 |  | 3.3 | 9.9 | 0.1 |  | 16.8 | 49.5 | 10.0 |  | 80.9 | 227.0 | 50.7 |  |
| 投工量（日/亩） |  | 19.8 | 83.3 | 2.2 |  | 21.5 | 83.3 | 2.2 | \*\*\* | 10.9 | 70.0 | 2.2 |  | 8.6 | 75.7 | 2.2 | \*\*\* |
| 家庭投工量（日/亩） |  | 19.5 | 83.3 | 0.0 |  | 21.2 | 83.3 | 0.0 | \*\*\* | 10.7 | 70.0 | 0.0 |  | 7.7 | 74.3 | 0.9 | \*\*\* |
| 雇佣投工量（日/亩） |  | 0.2 | 50.0 | 0.0 |  | 0.2 | 50.0 | 0.0 |  | 0.2 | 35.6 | 0.0 | \*\* | 0.8 | 3.3 | 0.0 | \* |
| 肥料投入（元/亩） |  | 165.1 | 462.5 | 33.3 |  | 167.1 | 462.5 | 33.3 |  | 155.1 | 462.5 | 33.3 | \*\* | 131.1 | 210.0 | 78.8 | \*\*\* |
| 机械投入（元/亩） |  | 117.2 | 422.7 | 0.0 |  | 115.8 | 422.7 | 0.0 | \*\*\* | 124.1 | 415.3 | 0.0 |  | 133.4 | 258.5 | 70.1 |  |
| 其他投入（元/亩） |  | 149.7 | 264.8 | 64.6 |  | 150.6 | 264.8 | 64.6 | \*\*\* | 144.6 | 264.8 | 64.6 |  | 158.9 | 253.9 | 64.6 |  |
| 政策补贴（元/亩） |  | 120.6 | 618.0 | 0.0 |  | 125.0 | 618.0 | 0.0 | \*\*\* | 98.9 | 618.0 | 0.0 | \*\*\* | 38.0 | 159.5 | 4.1 | \*\*\* |
| 农业保险 |  | 0.1 | 1.0 | 0.0 |  | 0.1 | 1.0 | 0.0 |  | 0.1 | 1.0 | 0.0 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 |  |
| 耕地细碎化（亩/块） |  | 1.1 | 297.0 | 0.0 |  | 0.9 | 9.0 | 0.0 | \*\*\* | 1.9 | 14.1 | 0.2 | \*\*\* | 14.8 | 297.0 | 0.8 | \*\*\* |
| 人口结构 |  | 0.7 | 2.5 | 0.0 |  | 0.7 | 2.5 | 0.0 | \*\*\* | 0.8 | 2.5 | 0.0 |  | 0.9 | 2.0 | 0.5 |  |
| 兼业化水平 |  | 0.7 | 1.0 | 0.0 |  | 0.7 | 1.0 | 0.0 |  | 0.6 | 1.0 | 0.0 | \*\*\* | 0.3 | 0.9 | 0.0 | \*\*\* |
| 性别 |  | 0.6 | 1.0 | 0.0 |  | 0.6 | 1.0 | 0.0 |  | 0.6 | 1.0 | 0.0 |  | 0.6 | 1.0 | 0.0 |  |
| 年龄 |  | 54.7 | 76.0 | 31.0 |  | 54.8 | 76.0 | 31.0 | \*\* | 54.2 | 76.0 | 31.0 |  | 52.3 | 65.0 | 39.0 |  |
| 文化程度 |  | 6.6 | 16.0 | 0.0 |  | 6.7 | 16.0 | 0.0 | \*\* | 6.5 | 13.0 | 0.0 |  | 5.6 | 8.0 | 3.0 | \*\*\* |
| 农业培训 |  | 0.0 | 1.0 | 0.0 |  | 0.0 | 1.0 | 0.0 | \*\*\* | 0.1 | 1.0 | 0.0 | \*\* | 0.2 | 1.0 | 0.0 | \*\*\* |
| 健康状态 |  | 4.2 | 5.0 | 1.0 |  | 4.2 | 5.0 | 1.0 | \*\*\* | 4.2 | 5.0 | 1.0 |  | 4.3 | 5.0 | 4.0 |  |
| 家庭背景 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 |  | 0.3 | 1.0 | 0.0 |  |
| 样本数量 |  | N=9790 | | |  | N=8198 | | |  | N=1563 | | |  | N=29 | | |  |

3.4.2 两熟区小麦农户基本特征

两熟区种植小麦的农户数据总共有有9275条，为非平衡面板数据，涉及2794户农村家庭。区域覆盖天津、河北、江苏、安徽、山东和河六个省（直辖市）。从表3-3可以看出，农户玉米的平均收获面积的为4.5亩，最高有95亩，最低只有0.2亩，耕种面积几乎全为50亩以下，50亩以上仅有4条数据。0-10亩的截面数据占样本总数的92.8%；10-50亩的截面数据占比8.5%。由于超过50亩耕种面积的农户数量太少，本小节对比和介绍仅限于中小农户，具体情况见表3-2.

用方差检验不同规模农户要素投入水平和家庭禀赋的差别，发现中小农户家庭禀赋差异较小，所处市场环境确实存在显著的差异。家庭特征方面，组间存在显著差异的家庭特征包括耕地细碎化水平和兼业水平，整体表现为规模越大的农户土地分布越集中，小农户平均地块面积为1.7亩，中型规模农户平均地块面积为3.4，非农收入占比越低，平均占比分别为73.7%和51.3%。其余特征变量性别、年龄、家庭背景、健康状况和人力资源培训各规模农户情况相似。男性户主占53.9%，平均年龄为54.4，受教育年限为7.0年，健康状况普遍优良，家庭人口结构相似（70%以上的人口为劳动力）。干部户家庭占21.7%，受过农业技能培训的家庭仅占4.0%。代表风险意识的农业保险变量来看，小农户风险意识低，仅有18.2%的家庭配置农业保险，仅为中型农户的一半（34.2%）。此外，农户所受农业补贴组间差异突出，规模越大的农户补贴水平越低，小规模和中等规模农户每亩补贴达到120.8元和99.5元。

要素投入和产量差异非常显著。样本总体平均单产为420.7千克，小农户单产为419.7千克，中型农户单产为432.2千克，产出和规模之间呈正向关系。在投入方面，平均劳动力每亩投入约10日，劳动力强度因规模而已，小农每亩投入的劳动力大约是中型农户的1.5倍，小农投入11日，中型农户7日。投工量组成主要是家庭劳动力的投入，极少雇佣劳动力。肥料、机械和其他农资投入水平差别小，肥料每亩投入花费平均175.1元，机械投入平均每亩129.5元，其他农资投入平均每亩116.7元（表3-2）。

**表3-2 两熟小麦地区农户的基本特征和投入产出情况**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 变量 |  | 总体 | | |  | 小规模 | | |  | 中等规模 | | |  | 大规模 | | |  |
|  | 均值 | 最大 | 最小 |  | 均值 | 最大 | 最小 |  | 均值 | 最大 | 最小 |  | 均值 | 最大 | 最小 |  |
| 单产（千克/亩） |  | 420.7 | 562.5 | 182.2 |  | 419.7 | 562.5 | 182.2 | \*\*\* | 432.2 | 560.0 | 182.5 |  | 348.9 | 400.0 | 300.0 |  |
| 收获面积（亩） |  | 4.5 | 95.0 | 0.2 |  | 3.6 | 9.9 | 0.2 | \*\*\* | 13.8 | 47.0 | 10.0 |  | 81.0 | 95.0 | 70.0 |  |
| 投工量（日/亩） |  | 10.3 | 33.3 | 1.0 |  | 10.7 | 33.3 | 1.0 | \*\*\* | 6.6 | 33.3 | 1.0 |  | 4.7 | 5.0 | 4.3 | \*\* |
| 家庭投工量（日/亩） |  | 10.3 | 33.3 | 0.0 |  | 10.7 | 33.3 | 0.0 |  | 6.6 | 32.9 | 1.0 |  | 3.1 | 3.6 | 2.1 |  |
| 雇佣投工量（日/亩） |  | 0.0 | 2.9 | 0.0 |  | 0.0 | 2.9 | 0.0 | \*\*\* | 0.0 | 2.0 | 0.0 |  | 1.7 | 2.1 | 1.4 | \*\*\* |
| 肥料投入（元/亩） |  | 175.1 | 345.0 | 62.5 |  | 175.3 | 345.0 | 62.5 |  | 172.8 | 345.0 | 65.0 |  | 149.0 | 157.1 | 134.3 |  |
| 机械投入（元/亩） |  | 129.5 | 306.3 | 0.0 |  | 129.2 | 306.3 | 0.0 |  | 133.5 | 258.5 | 0.0 |  | 143.3 | 217.3 | 105.2 |  |
| 其他投入（元/亩） |  | 116.7 | 200.0 | 50.0 |  | 116.6 | 200.0 | 50.0 |  | 118.0 | 200.0 | 50.0 |  | 151.2 | 174.3 | 133.6 |  |
| 政策补贴（元/亩） |  | 118.9 | 524.5 | 0.0 |  | 120.8 | 524.5 | 0.0 | \*\*\* | 99.5 | 524.5 | 0.0 |  | 14.9 | 16.9 | 12.7 | \*\* |
| 农业保险 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 | \*\*\* | 0.3 | 1.0 | 0.0 |  | 0.5 | 1.0 | 0.0 |  |
| 耕地细碎化（亩/块） |  | 1.8 | 15.0 | 0.0 |  | 1.7 | 14.1 | 0.0 | \*\*\* | 3.4 | 15.0 | 0.1 | \*\*\* | 9.9 | 9.9 | 9.9 | \*\*\* |
| 人口结构 |  | 0.7 | 3.0 | 0.0 |  | 0.7 | 3.0 | 0.0 | \*\* | 0.8 | 3.0 | 0.0 |  | 1.0 | 1.0 | 1.0 |  |
| 兼业化水平 |  | 0.7 | 1.0 | 0.0 |  | 0.7 | 1.0 | 0.0 | \*\*\* | 0.5 | 1.0 | 0.0 | \*\*\* | 0.0 | 0.1 | 0.0 | \*\*\* |
| 性别 |  | 0.5 | 1.0 | 0.0 |  | 0.5 | 1.0 | 0.0 |  | 0.5 | 1.0 | 0.0 |  | 0.5 | 1.0 | 0.0 |  |
| 年龄 |  | 54.4 | 75.0 | 31.0 |  | 54.6 | 75.0 | 31.0 | \*\*\* | 52.7 | 75.0 | 31.0 |  | 56.2 | 59.0 | 54.4 |  |
| 文化程度 |  | 7.0 | 17.0 | 0.0 |  | 7.0 | 17.0 | 0.0 |  | 7.0 | 14.0 | 0.0 |  | 5.0 | 7.0 | 3.0 |  |
| 农业培训 |  | 0.0 | 1.0 | 0.0 |  | 0.0 | 1.0 | 0.0 |  | 0.0 | 1.0 | 0.0 | \*\*\* | 0.5 | 1.0 | 0.0 | \*\*\* |
| 健康状态 |  | 4.3 | 5.0 | 1.0 |  | 4.3 | 5.0 | 1.0 | \* | 4.4 | 5.0 | 3.0 |  | 4.3 | 5.0 | 4.0 |  |
| 家庭背景 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 |  | 0.0 | 0.0 | 0.0 |  |
| 样本数量 |  | N=9275 | | |  | N=8487 | | |  | N=784 | | |  | N=4 | | |  |

3.4.3 两熟区玉米农户基本特征

两熟区玉米农户数据总共有有9713条，为非平衡面板数据，涉及3123户农村家庭。区域覆盖天津、河北、江苏、安徽、山东和河六个省（直辖市）。从表3-2可以看出，农户玉米的平均收获面积的为3.8亩，最高有52亩，最低只有0.1亩，耕种面积几乎全为50亩以下，50亩以上仅有2条数据。0-10亩的截面数据占样本总数的92.8%；10-50亩的截面数据占比7.1%。由于超过50亩耕种面积的农户数量太少，本小节对比和介绍仅限于中小农户，具体情况见表3-3.

用方差检验不同规模农户要素投入水平和家庭禀赋的差别，发现中小农户家庭禀赋差异较小，所处市场环境确实存在显著的差异。家庭特征方面，组间存在显著差异的家庭特征包括耕地细碎化水平和兼业水平，整体表现为规模越大的农户土地分布越集中，小农户平均地块面积为1.5亩，中型规模农户平均地块面积为3.1，非农收入占比越低，平均占比分别为67.9%和57.6%。其余特征变量性别、年龄、家庭背景、健康状况和人力资源培训各规模农户情况相似。男性户主占54.9%，平均年龄为54.7，受教育年限为7.2年，健康状况普遍优良，家庭人口结构相似（70%的人口为劳动力）。干部户家庭占20.8%，受过农业技能培训的家庭仅占5.4%。代表风险意识的农业保险变量来看，小农户风险意识低，仅有15.7%的家庭配置农业保险，仅为中型农户的一半（30.3%）。此外，农户所受农业补贴组间差异突出，规模越大的农户补贴水平越低，小规模和中等规模农户每亩补贴达到102.0元和84.7元。

要素投入差异非常显著，产量差异不显著。样本总体平均单产为459.1千克，小农户单产为458.8千克，中型农户单产为463.7千克，产出和规模之间呈正向关系。在投入方面，平均劳动力每亩投入约14日，劳动力强度因规模而已，小农每亩投入的劳动力大约是中型农户的2倍，小农投入14日，中型农户5日。投工量组成主要是家庭劳动力的投入，极少雇佣劳动力。肥料平均每亩投入水平中型农户显著低于小农户，每亩投入花费分别为121.6元和141.5元。机械投入平均每亩60.0元，小农每亩机械投入57.6元，中型农户投入91.2元。其他农资投入平均每亩94.9元，最高167.5元，最低为46.7元，中小农户投入水平差距相对较小（表4-1）。

**表3-3 二熟制玉米地区农户的基本特征和投入产出情况**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 变量 |  | 总体 | | |  | 小规模 | | |  | 中等规模 | | |  | 大规模 | | |  |
|  | 均值 | 最大 | 最小 |  | 均值 | 最大 | 最小 |  | 均值 | 最大 | 最小 |  | 均值 | 最大 | 最小 |  |
| 单产（千克/亩） |  | 459.1 | 650.0 | 200.0 |  | 458.8 | 650.0 | 200.0 |  | 463.7 | 650.0 | 200.0 |  | 440.4 | 480.8 | 400.0 |  |
| 收获面积（亩） |  | 3.8 | 52.0 | 0.1 |  | 3.1 | 9.8 | 0.1 |  | 13.9 | 40.0 | 10.0 |  | 51.0 | 52.0 | 50.0 |  |
| 投工量（日/亩） |  | 13.9 | 75.0 | 1.4 |  | 14.5 | 75.0 | 1.4 | \*\*\* | 5.3 | 50.0 | 1.4 |  | 3.3 | 4.8 | 1.8 |  |
| 家庭投工量（日/亩） |  | 13.8 | 75.0 | 0.0 |  | 14.5 | 75.0 | 0.0 | \*\*\* | 5.2 | 50.0 | 0.0 |  | 1.9 | 1.9 | 1.8 |  |
| 雇佣投工量（日/亩） |  | 0.1 | 12.7 | 0.0 |  | 0.0 | 12.7 | 0.0 | \*\* | 0.1 | 12.7 | 0.0 | \*\*\* | 1.4 | 2.9 | 0.0 | \*\*\* |
| 肥料投入（元/亩） |  | 140.1 | 350.0 | 10.0 |  | 141.5 | 350.0 | 10.0 |  | 121.6 | 267.4 | 10.0 | \*\*\* | 195.4 | 230.8 | 160.0 | \*\*\* |
| 机械投入（元/亩） |  | 60.0 | 250.0 | 0.0 |  | 57.6 | 250.0 | 0.0 | \*\*\* | 91.2 | 240.0 | 0.0 |  | 142.8 | 157.7 | 128.0 |  |
| 其他投入（元/亩） |  | 94.9 | 167.5 | 46.7 |  | 95.5 | 167.5 | 46.7 | \*\*\* | 86.5 | 167.5 | 46.7 |  | 69.5 | 76.9 | 62.0 |  |
| 政策补贴（元/亩） |  | 100.8 | 431.0 | 0.0 |  | 102.0 | 431.0 | 0.0 | \*\*\* | 84.7 | 431.0 | 0.0 |  | 11.6 | 14.8 | 8.4 |  |
| 农业保险 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 | \*\*\* | 0.3 | 1.0 | 0.0 |  | 0.0 | 0.0 | 0.0 |  |
| 耕地细碎化（亩/块） |  | 1.6 | 50.0 | 0.0 |  | 1.5 | 23.0 | 0.0 | \*\*\* | 3.1 | 15.0 | 0.2 | \*\*\* | 30.3 | 50.0 | 10.6 | \*\*\* |
| 人口结构 |  | 0.7 | 2.8 | 0.0 |  | 0.7 | 2.8 | 0.0 |  | 0.7 | 2.8 | 0.0 |  | 0.3 | 0.7 | 0.0 |  |
| 兼业化水平 |  | 0.7 | 1.0 | 0.0 |  | 0.7 | 1.0 | 0.0 | \*\*\* | 0.6 | 1.0 | 0.0 |  | 0.4 | 0.4 | 0.3 |  |
| 性别 |  | 0.5 | 1.0 | 0.0 |  | 0.5 | 1.0 | 0.0 |  | 0.6 | 1.0 | 0.0 |  | 0.5 | 1.0 | 0.0 |  |
| 年龄 |  | 54.7 | 76.0 | 31.0 |  | 54.8 | 76.0 | 31.0 | \*\*\* | 53.1 | 76.0 | 31.0 |  | 57.3 | 60.0 | 54.7 |  |
| 文化程度 |  | 7.1 | 17.0 | 0.0 |  | 7.1 | 17.0 | 0.0 |  | 7.2 | 15.0 | 0.0 | \*\* | 8.0 | 9.0 | 7.1 | \*\* |
| 农业培训 |  | 0.1 | 1.0 | 0.0 |  | 0.1 | 1.0 | 0.0 |  | 0.0 | 1.0 | 0.0 |  | 0.5 | 1.0 | 0.0 |  |
| 健康状态 |  | 4.3 | 5.0 | 1.0 |  | 4.3 | 5.0 | 1.0 | \*\* | 4.3 | 5.0 | 3.0 |  | 4.5 | 5.0 | 4.0 |  |
| 家庭背景 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 |  | 0.2 | 1.0 | 0.0 | \*\* | 1.0 | 1.0 | 1.0 | \*\* |
| 样本数量 |  | N=9713 | | |  | N=9022 | | |  | N=689 | | |  | N=2 | | |  |

3.4.4 一熟区玉米农户基本特征

删除信息不全的和单产数据异常的样本后，总共有17859条非平衡农户面板数据，涉及5294户农村家庭。区域覆盖山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、陕西、甘肃、宁夏和新疆九个省（自治区）。从表3-1可以看出，农户玉米的平均收获面积的为12.0亩，最高有241.8亩之多，最低只有0.1亩，但分布主要集中在中小规模农户之间。中小农户占比超过90%，0-10亩的截面数据占样本总数的近65%；10-50亩的截面数据占比超过30%；50亩以上的仅有765条数据，仅占样本总数的4.3%。

用方差检验不同规模农户要素投入水平和家庭禀赋的差别，发现三种规模农户家庭禀赋差异较小，所处市场环境确实存在显著的差异。家庭特征方面，组间存在显著差异的家庭特征包括年龄、耕地细碎化水平和兼业水平，农户平均年龄为52.4，组间差异大，具体表现为规模越大的农户户主越年轻。耕地细碎化水平和兼业化水平组间差异大，整体表现为规模越大的农户土地分布越集中，每块土地面积大（规模由小到大地块平均面积分别2.1亩、5.5亩和14.4亩），非农收入占比越低，平均占比分别为65.0%、41.4%和17.9%。其余特征变量性别、家庭背景、健康状况和人力资源培训各规模农户情况相似。男性户主占57.4%，健康状况普遍优良，家庭人口结构相似（70%的人口为劳动力）。干部家庭占17.7%，平均受教育年限为7.2年，受过农业技能培训的家庭仅占7.9%。代表风险意识的农业保险变量来看，小农户风险意识低，中等和大农户交保险的家庭占比近30%，比小农户家庭高10%。此外，农户所受农业补贴组间差异突出，规模越大的农户补贴水平越低，小规模和中等规模农户每亩补贴达到84.3元和77.4元，大农户仅有48.5元。

三种规模农户要素投入和产量差异都非常显著。样本总体平均单产为562.9千克，各规模每亩产出水平分别为537.9、612.2和587.1千克，简而言之，产出和规模之间呈现“倒U型”关系。在投入方面，平均劳动力每亩投入约11日，劳动力强度因规模而已，小农每亩投入的劳动力大约是大农的5倍，小农投入14日，中农6日，大农3日。投工量组成主要是家庭劳动力的投入，极少雇佣劳动力。肥料平均每亩投入水平大农户显著低于中小农户。机械投入平均每亩66.5元，中大型农户机械花费显著高于小农户（小中大农户每亩机械投入分别是64.6元、73.2元和68.7元。其他农资投入平均每亩104.6元，最高194.4元，最低为48.9元，农户投入水平分别为108.6、99.0和90.6（表3-4）。

**表3-4 一熟玉米种植区农户生产的基本描述**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **变量** | **Total** | | |  | **小规模** | | |  | **中等规模** | | |  | **大规模** | | |  |
| **mean** | **max** | **min** |  | **mean** | **max** | **min** |  | **mean** | **max** | **min** |  | **mean** | **max** | **min** |  |
| 单产（千克、亩） | 562.9 | 900.0 | 200.0 |  | 537.9 | 900.0 | 200.0 | \*\*\* | 612.2 | 900.0 | 200.0 | \*\*\* | 587.1 | 900.0 | 200.0 | \*\*\* |
| 面积 | 12.0 | 241.8 | 0.1 |  | 4.3 | 9.9 | 0.1 | \*\*\* | 19.9 | 49.9 | 10.0 |  | 73.3 | 241.8 | 50.0 |  |
| 投工量（日/亩） | 11.0 | 57.1 | 0.7 |  | 13.8 | 57.1 | 0.7 | \*\*\* | 6.2 | 57.1 | 0.7 | \*\*\* | 2.7 | 14.0 | 0.7 | \*\*\* |
| 家庭投工量（日/亩） | 10.9 | 57.1 | 0.0 |  | 13.7 | 57.1 | 0.0 |  | 6.1 | 57.1 | 0.0 | \*\*\* | 2.6 | 14.0 | 0.2 |  |
| 雇佣投工量（日/亩） | 0.1 | 14.0 | 0.0 |  | 0.1 | 14.0 | 0.0 |  | 0.1 | 14.0 | 0.0 |  | 0.1 | 6.3 | 0.0 |  |
| 肥料投入（元/亩） | 159.4 | 400.0 | 37.5 |  | 158.6 | 400.0 | 37.5 |  | 164.4 | 400.0 | 37.5 | \*\*\* | 136.0 | 339.9 | 37.5 | \*\*\* |
| 机械投入（元/亩） | 67.4 | 281.8 | 0.0 |  | 64.6 | 281.8 | 0.0 | \*\*\* | 73.2 | 281.8 | 0.0 |  | 68.7 | 230.0 | 0.0 |  |
| 其他投入（元/亩） | 104.9 | 194.4 | 48.9 |  | 108.6 | 194.4 | 48.9 | \*\*\* | 99.0 | 194.4 | 48.9 | \*\*\* | 90.6 | 194.4 | 48.9 | \*\*\* |
| 农业补贴 | 80.6 | 330.0 | 0.0 |  | 84.3 | 330.0 | 0.0 | \*\*\* | 77.4 | 330.0 | 0.0 | \*\*\* | 48.5 | 330.0 | 0.0 | \*\*\* |
| 农业保险 | 0.2 | 1.0 | 0.0 |  | 0.1 | 1.0 | 0.0 | \*\*\* | 0.3 | 1.0 | 0.0 |  | 0.3 | 1.0 | 0.0 | \*\*\* |
| 耕地细碎化（亩/块） | 3.7 | 90.0 | 0.0 |  | 2.1 | 69.0 | 0.0 | \*\*\* | 5.5 | 45.0 | 0.0 | \*\*\* | 14.4 | 90.0 | 3.1 | \*\*\* |
| 家庭人口结构 | 0.7 | 2.0 | 0.0 |  | 0.7 | 2.0 | 0.0 |  | 0.8 | 2.0 | 0.0 |  | 0.7 | 2.0 | 0.0 |  |
| 兼业化 | 0.6 | 1 | 0 |  | 0.6 | 1 | 0 | \*\*\* | 0.4 | 1 | 0 | \*\*\* | 0.2 | 0.9 | 0.0 | \*\*\* |
| 性别 | 0.6 | 1 | 0 |  | 0.6 | 1 | 0 |  | 0.6 | 1 | 0 | \*\*\* | 0.5 | 1 | 0 |  |
| 年龄 | 52.4 | 74.0 | 30.0 |  | 53.2 | 74.0 | 30.0 | \*\*\* | 51.3 | 74.0 | 30.0 | \*\*\* | 49.1 | 69.0 | 30.0 | \*\*\* |
| 文化程度 | 7.2 | 16.0 | 0.0 |  | 7.1 | 15.0 | 0.0 | \*\*\* | 7.2 | 15.0 | 0.0 |  | 7.2 | 16.0 | 2.0 |  |
| 农业培训 | 0.1 | 1 | 0 |  | 0.1 | 1 | 0 | \*\*\* | 0.1 | 1 | 0 |  | 0.1 | 1 | 0 |  |
| 健康状况 | 4.3 | 5 | 1 |  | 4.2 | 5 | 1 | \*\*\* | 4.4 | 5 | 1 |  | 4.3 | 5 | 1 | \*\*\* |
| 家庭背景 | 0.2 | 1 | 0 |  | 0.2 | 1 | 0 | \*\*\* | 0.1 | 1 | 0 |  | 0.2 | 1 | 0 |  |
| 样本数量 | 17859 | | |  | 11597 | | |  | 5497 | | |  | 765 | | |  |

3.5 本章小结

（1）本研究从种植制度出发，选择一熟和两熟种植制度，玉米、小麦和水稻三种粮食作物为研究对象。数据经过删除、缩尾和填充的处理，单产异常的样本直接删除，其他控制变量异常的情况用平均值、最大值或最小值补充。基于处理后的变量选取和计算指标，进行统计性描述。

（2）不同规模农户耕地细碎化水平、兼业水平和外部环境指标农业补贴水变量在显著差异。耕地细碎化水平与规模变量呈现正向关系，兼业水平和农业补贴额与规模变量负相关。即规模越大的农户土地分布更加集中，地块平均面积更大。大农户兼业水平越低，中小规模农户的兼业程度高（基本在50%以上）。政策补贴变量与规模变量负相关，规模越大每亩耕地拿到的农业补贴越低。除此之外，不同规模间农户的年龄、性别、文化水平、家庭人口结构和农业技术培训情况较为相似。

（3）劳动、肥料、机械及其他农资投入的差异。整体规律为劳动力随着规模的扩大显著下降，小农户亩均劳动力投入大大高于中大型规模农户的劳动力投入水平。肥料、机械和其他农资也随着规模的扩大而降低，但降低的速度远远小于劳动力缩减的速度。

（4）大中小农户生产要素和单产水平显著不同。从农户数据上看，一熟玉米单产与规模呈“倒U型”关系，两熟玉米和小麦的单产与规模大规模农户太少，但中型规模农户的单产水平均高于小农户。水稻单产与规模关系与玉米、小麦略有不同，表现为单产和规模的“U型”关系。

第四章 粮食生产率与农地经营规模的实证分析

基于超越对数生产函数的实证分析模型，对一熟玉米、两熟玉米、两熟小麦和水稻进行实证分析。首先对不同种植制度下的水稻、小麦和玉米土地生产率与农地经营规模的关系进行相关性分析，再利用聚类稳健标准误固定效应模型估计土地生产率和农地经营规模的关系，计算要素产出弹性和替代弹性。

4.1 实证分析模型

本章采用改造的超越对数生产函数研究农业生产特点。当前有关生产的文献普遍使用C-D，优势在于实证分析中不需要进一步计算即可获得要素的产出弹性。但许多生产过程是动态灵活的，要素不论是生产弹性、替代或互补关系保持不变并不现实。为了让模型能够更真实的反映生产情况，准确把握要素的投入产出关系、替代或互补关系，学者们（Kmenta，1967；Griliches & Rinstad，1971）对CES生产函数进行了一番改造，得到了超越对数生产函数。与原来的CES生产函数相比，超越对数函数具有易估计和包容性的优势（郝枫，2015），易估计性体现在只需要投入和产出的数量或价值数据即可利用线性模型方法得到估计参数，包容性体现在该函数可视作任意生产函数的二阶泰勒展开式，CES生产函数为其特例。多种生产要素的情况下，超越对数生产函数的对数形式如公式（3-2）所示。

（4-1）

其中，为产出，为投入要素，和具有对称性，=恒成立，因此习惯性将式（3-2）写为式（3-3）的形式。

（4-2）

0.5，其余参数不变。在式（4-2）的基础上，对超越对数函数生产进行改造。常规的生产函数形式不包括土地规模的变量，但可以在控制其他因素后，将农户单产差异形成的原因归结于种植规模。梳理既有文献研究结果，归纳总结土地生产率与规模变量可能呈现的关系，本研究将选取特殊的农地经营规模形式组合——将面积变量以一次项和对数的形式引入超越对数生产函数，得到包含农地经营规模变量的农业生产函数。对数-线性的组合类似于在模型中引入二次项，模拟规模与单产的非线性关系。但二次项估计的规模与单产关系严格为对称的，对数-线性组合因能够模拟非对称的非线性关系而更优越，并且计算得到的规模弹性更为灵活。本研究使用的农业生产函数具体形式如式（4-3）。

（4-3）

式中，*y*it表示粮食作物单位面积产量；*landit*表示农户实际经营的耕地面积；*xit*表示机械投入和其他农资投入；Zit为家庭禀赋和土壤细碎化、粮食补贴和农业保险支出变量等。*μit*为随机干扰项，服从N（0，σe2）分布。如式（4-2），规模变量可直接作用于土地生产率，或者通过影响其他投入变量、家庭禀赋变量、外部环境变量等其他影响因素的作用于土地生产率。基于式（3-3），要素产出弹性如式（4-4）。

（4-4）

4.2 相关性检验

在进行实证分析之前，先对四种种植情况三种作物的核心变量进行相关关系检验。结果证明，一熟制玉米的单产对数值与实际收获面积对数值的相关系数为0.25，1%的显著性水平上显著。二熟制玉米的单产对数值与实际收获面积对数值的相关系数为0.24，1%的显著性水平上显著。二熟制小麦的单产对数值与实际收获面积对数值的相关系数为0.14，1%的显著性水平上显著。水稻混种情况下的单产对数值与实际收获面积对数值的相关系数为-0.15，在1%的显著性水平上显著。

4.3 土地生产率与农地经营规模的实证分析

使用非平衡短面板数据研究，首先需要经过自助法检验，确定是使用聚类稳健标准误的混合回归、固定效应还是随机效应模型。检验结果拒绝了“不存在个体效应”和“个体效应与解释变量不相关”的假设，证明聚类稳健的固定效应估计方法适用于本样本数据。基于聚类稳健标准误固定效应模型的估计结果利用联合t检验进行二次项和交叉项，年份变量的联合检验，均在1%的显著性水平上拒绝了原假设，说明超越对数生产函数适用于本样本，且应该引入时间变量。方差膨胀因子检验证明规模的一次项和对数项形式不存在多重共线性。

4.3.1 水稻单产与规模的实证分析

两种形式的规模变量均显著。基于实证估计结果计算超越对数生产函数的产出弹性，两熟小麦总体规模弹性为-0.034，单产随着规模扩大而降低（图4-1），单产与规模的关系先急剧下降，而后下降速度放缓，最终区域平缓，复合预期的结果。投入要素与规模的估计结果表明，在合理规模范围内，水稻劳动投入和肥料变量与规模变量存在显著的负向关系，机械变量与规模变量存在显著的“倒U型”关系，表明着规模对单产的间接作用机制是成立的。

**图4-1 水稻规模与单产关系**

其他生产要素的产出弹性计算如下，1）劳动力投入变量总体产出弹性为0.032，分规模计算的劳动力产出弹性表明，劳动力产出弹性随着规模的扩大而降低，小农产出弹性为0.034，中等农户和大农户为0.016和0.010，产出弹性差异的主要原因是，大农户雇佣劳动力和小农家庭劳动力的异质性。2）化肥总体产出弹性为0.046，小农至大农户化肥弹性分别是0.047、0.043和0.041，弹性差异较小。3）机械总体产出弹性为0.012，产出弹性随着规模扩大稳步提升，小农至大农户产出弹性分别0.012、0.013和0.014。劳动力产出弹性随着规模的扩大而明显降低，机械产出弹性随着规模扩大略有上升，机械对劳动力的替代作用逐步提高。

从家庭禀赋与单产的实证估计结果估计看，健康状况、农业技能培训和兼业化水平变量对土地生产率有显著影响。1）健康状况和农业技能培训变量显著为正，符合人们的认识，身强力壮的人在体力劳作方面具有优势，受过农业技能培训的农户在掌握科学的种植方法后，可以有效提高产能。2）兼业化水平变量显著为负，兼业化水平为家庭非农产品销售收入的占比，该指标高代表着农户主业不是农业经营，他们花费较大部分时间和精力专注于非农产业，只有小部分时间用于耕作。

**表4-1 水稻农户数据估计结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **变量** | **（1）lnyield** | | **(2)lnlabor** | | | **(3)lnfertile** | | | **(4)lnmachane** | | | |
| lnland | -0.029\*\*\* | (0.009) | | -0.278\*\*\* | (0.03) | | -0.315\*\*\* | (0.037) | | 0.652\*\*\* | (0.228) | | |
| land | -0.001 | (0.001) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnland2 |  |  | | 0.006 | (0.011) | | -0.042\*\*\* | (0.012) | | -0.210\*\*\* | (0.065) | | |
| lnlabor | -0.046 | (0.069) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertile | -0.14 | (0.089) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnmachane | 0.021\*\* | (0.011) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnot | -0.243\* | (0.142) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlabor2 | 0.013\*\* | (0.005) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertile2 | 0.01 | (0.008) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnmachane2 | 0.001\*\* | (0.000) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnot2 | 0.023\* | (0.013) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlaborlnfert | 0.002 | (0.010) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlaborlnmach | -0.002 | (0.002) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlaborlnot | 0 | (0.011) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertlnmach | -0.002 | (0.001) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertilelnot | 0.016 | (0.012) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnmachlnot | 0 | (0.002) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| sex | 0.004 | (0.010) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| age | 0 | (0.000) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| educ | 0.001 | (0.001) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| train | 0.035\*\*\* | (0.011) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| health | 0.006\* | (0.004) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| status | 0.005 | (0.006) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| fstruct | 0 | (0.005) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| plots | 0.001 | (0.001) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| insurances | -0.001 | (0.007) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| loan | 0.001 | (0.010) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| job | -0.024\*\* | (0.012) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnsubsidy | 0.001 | (0.001) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| \_cons | 6.761\*\*\* | (0.416) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| 样本数量 | N=9790，n=3132 | | | | | | | | | | |

4.3.2 两熟小麦单产与规模的实证分析

两种形式的规模变量均显著。基于实证估计结果计算超越对数生产函数的产出弹性，两熟小麦总体规模弹性为-0.038，单产随着规模扩大先急剧降低后缓慢降低的过程（图4-2），结果符合预期。投入要素与规模的实证结果表明，在合理规模范围内，两熟小麦劳动投入和肥料变量与规模变量存在显著的负向关系，机械变量与规模变量存在显著的左偏的“倒U型”关系，证实了规模对单产的间接作用机制（表4-3）。

**图4-2 两熟小麦规模与单产关系**

其他生产要素的产出弹性计算如下，1）劳动力投入变量总体产出弹性为-0.011，分规模计算的劳动力产出弹性表明，劳动力产出弹性随着规模的扩大而降低，小农产出弹性为-0.012，中等农户和大农户为-0.007和-0.007，产出弹性差异的主要原因是，大农户雇佣劳动力和小农家庭劳动力的异质性。2）化肥总体产出弹性为0.022，产出弹性随着规模的扩大而提高，小农至大农户化肥弹性分别是0.022、0.019和0.015，弹性差异较小。3）机械总体产出弹性为0.015，产出弹性随着规模扩大稳步提升，小农至大农户产出弹性分别0.015、0.016和0.020。

从家庭禀赋与单产的实证估计结果估计看，只有家庭背景变量对土地生产率有显著影响。成员中具有干部身份的家庭接触的人群广泛，见识丰富，家庭新一代成员年龄小的出门求学，年龄合适的劳动力倾向于外出寻找更高报酬和更体面的工作，留在家中耕作的多是上了年纪无法转业的人。

**表4-3 两熟小麦农户数据估计结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **变量** | **（1）lnyield** | | **(2)lnlabor** | | | **(3)lnfertile** | | | **(4)lnmachane** | | | |
| lnland | -0.034\*\*\* | -0.01 | | -0.028\*\*\* | (0.221) | | -0.111\*\*\* | (0.019) | | 0.625\*\*\* | (0.221) | | |
| land | -0.001 | -0.001 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnland2 |  |  | | -0.011 | (0.072) | | -0.011\* | (0.007) | | -0.206\*\*\* | (0.072) | | |
| lnlabor | 0.063 | -0.069 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertile | 0.266\* | -0.158 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnmachane | 0.068\*\* | -0.031 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnot | 0.007 | -0.143 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlabor2 | -0.006 | -0.004 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertile2 | -0.009 | -0.015 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnmachane2 | 0.001\*\* | -0.001 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnot2 | 0.016 | -0.014 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlaborlnfert | 0.005 | -0.012 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlaborlnmach | -0.002 | -0.002 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlaborlnot | -0.013 | -0.009 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertlnmach | -0.013\*\* | -0.005 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertilelnot | -0.02 | -0.016 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnmachlnot | 0.001 | -0.003 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| sex | -0.009 | -0.007 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| age | 0 | 0 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| educ | 0 | -0.001 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| train | -0.005 | -0.009 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| health | -0.004 | -0.004 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| status | 0.009 \* | -0.006 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| fstruct | -0.005 | -0.004 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| plots | 0.007 | -0.004 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| insurances | 0.005 | -0.005 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| loan | 0.005 | -0.008 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| job | -0.002 | -0.013 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnsubsidy | 0.001 | -0.001 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| \_cons | 4.981\*\*\* | -0.546 | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| 样本数量 | N=9265，n=2792 | | | | | | | | | | |

4.3.3 两熟区玉米单产与规模的实证分析

规模变量对数项（lnland）显著，一次项（land）不显著。基于实证估计结果计算超越对数生产函数的产出弹性，两熟玉米总体规模弹性为0.034，单产随着规模扩大而增加（图4-3），与预期不相符。实证估计结果表明规模和单产通过生产要素作用的间接机制成立，在合理规模范围内，两熟玉米劳动投入和肥料变量与规模变量存在显著的负向关系，机械变量与规模变量存在显著的左偏的“倒U型”关系。两熟玉米估计结果与预期不符合可能的解释是，两熟玉米种植区农村不存在剩余劳动力，家庭耕作时劳动力冗余的现象较少，因而规模扩大亩均劳动力下降带来的减产效应低。同时，该地区机械化水平低，配置合适的农业机械带来的增产效应显著。因此扩大规模时，亩均投工量降低的减产效应与亩均机械投入增加的增产效应相抵消，导致土地生产率与单产关系不显著。

**图4-3 两熟玉米规模与单产关系**

其他生产要素的产出弹性计算如下，1）劳动力投入变量总体产出弹性为0.007，分规模计算的劳动力产出弹性表明，劳动力产出弹性随着规模的扩大而降低，小农产出弹性为0.007，中等农户和大农户为-0.005和-0.018，产出弹性差异的主要原因是，大农户雇佣劳动力和小农家庭劳动力的异质性。2）化肥总体产出弹性为0.081，产出弹性随着规模的扩大而提高，小农至大农户化肥弹性分别是0.081、0.082和0.094，弹性差异较小。3）机械总体产出弹性为0.030，产出弹性随着规模扩大稳步提升，小农至大农户产出弹性分别0.030、0.030和0.032。农户劳动产出弹性估计结果表明小麦和水稻种植过程中劳动力冗余，劳动力存在自我剥削行为，农业生产过程中偏向于精耕细作的种植方式。与两熟小麦的劳动力产出弹性相比，两熟玉米的劳动弹性转为正（0.007），机械产出弹性增加将近一倍。劳动产出弹性和机械产出弹性的计算结果也证明了上述解释的合理性。

从家庭禀赋与单产的实证估计结果估计看，健康状况、家庭背景、兼业水平和耕地细碎化对土地生产率有显著影响。耕地细碎化水平负向影响土地生产率，且力度较大，表明地块面积越大，单产率越低。当前既有的解释认为，规模小的土地有利于农户发挥精耕细作的比较优势，产生高的农业产出。

**表4-3 两熟玉米农户数据估计结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **变量** | **（1）lnyield** | | **(2)lnlabor** | | | **(3)lnfertile** | | | **(4)lnmachane** | | | |
| lnland | 0.029\*\* | (0.014) | | -0.32\*\*\* | (0.023) | | -0.071\*\*\* | (0.023) | | 0.643\*\*\* | (0.143) | | |
| land | 0.001 |  | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnland2 |  | (0.002) | | -0.018\*\*\* | (0.009) | | -0.014\*\*\* | (0.009) | | -0.113\*\*\* | (0.055) | | |
| lnlabor | -0.082 | (0.071) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertile | -0.12 | (0.095) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnmachane | 0.021\*\* | (0.01) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnot | 0.109 | (0.183) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlabor2 | 0.007 | (0.005) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertile2 | 0.013\*\* | (0.007) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnmachane2 | 0.002\*\*\* | (0) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnot2 | -0.023 | (0.02) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlaborlnfert | -0.007 | (0.011) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlaborlnmach | 0.002\* | (0.001) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlaborlnot | 0.017 | (0.012) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertlnmach | 0.001 | (0.001) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertilelnot | 0.019 | (0.016) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnmachlnot | -0.004\*\* | (0.002) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| sex | 0.018 | (0.012) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| age | 0 | (0) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| educ | -0.002 | (0.002) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| train | -0.03\*\* | (0.012) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| health | 0.014 \*\*\* | (0.005) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| status | 0.014\*\* | (0.007) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| fstruct | -0.009 | (0.006) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| plots | -0.009\*\*\* | (0.002) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| insurances | -0.007 | (0.009) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| loan | -0.035\*\*\* | (0.011) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| job | -0.041\*\* | (0.016) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnsubsidy | -0.001 | (0.001) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| \_cons | 5.881\*\*\* | (0.493) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| 样本数量 | N=9713，Cluster in id=3123 | | | | | | | | | | |

4.3.4 一熟玉米单产与规模的估计结果分析

基于实证估计结果计算超越对数生产函数的产出弹性，一熟玉米总体规模弹性为0.013，单产随着规模扩大略有增加（图4-4），无法拒绝系数等于0的原假设，表明一熟玉米单产与规模没有显著关系，与预期的负向关系不相符。进一步估计结果表明，在合理规模范围内，一熟玉米劳动投入和肥料变量与规模变量存在显著的负向关系，机械变量与规模变量存在显著的正向关系，意味着随规模对单产的间接作用机制是成立的。结合聚类稳健标准误固定效应模型的回归结果进行分析，一熟玉米劳动力产出弹性和机械产出弹性较高且为正，表明地区内较少剩余劳动力，过度剥削自我劳动力的小农特征不是常见的现象，扩大规模过程中增加机械的投入能够较好的代替劳动力，劳动减少和机械增加对单产的反向作用导致土地生产率与规模关系的不显著（表4-3）。

**图4-4 一熟制玉米规模与单产关系**

其他生产要素的产出弹性计算如下，1）劳动力投入变量总体产出弹性为0.045，分规模计算的劳动力产出弹性表明，劳动力产出弹性随着规模的扩大而降低，小农产出弹性为0.051，中等农户和大农户为0.029和0.004。2）化肥总体产出弹性为0.054，化肥产出弹性与劳动力产出弹性类似，随着规模的扩大而降低，小农至大农户化肥弹性分别是0.056、0.048和0.045，弹性差异较小。3）机械总体产出弹性为0.027，与化肥和劳动投入要素区别，机械产出弹性随着规模扩大稳步提升，小农至大农户产出弹性分别0.026、0.027和0.028。

从家庭禀赋与单产的实证估计结果估计看，年龄、文化程度、农业技能培训、健康状况、家庭人口结构、耕地细碎化和农业保险对土地生产率有显著影响。1）年龄和健康状况变量对土地生产率产生正面影响，年龄大种植经验更丰富，能够自如应对天气变化对单产带来的情况。2）文化程度和农业技能培训对土地生产率起正向作用，证明人力资源培训对于农业生产确有提升作用，在校学习年限长的农户拥有更优秀的学习领悟能力，在家庭经营过程中相对更快速的掌握农业生长规律和农业技术。农业技能培训更不必多言，农户可通过培训获得最新和最有效率的培育方法，提高耕作效率。对农业生产的影响。3）家庭人口结构变量对土地生产率起显著负向的作用，意味着劳动力比例越高的家庭单产越低。初步认为可能存在的解释为，样本劳动力衡量的并非具体到家中从事农业的劳动力，而仅是家庭内16岁以上60岁以下的人数。在农村，这部分青壮年人群多数出门求学或者工作，此时劳动力比例高反而代表着另外一种含义，能够用于耕作的劳动人数数量少且能力不足，导致劳动比例高反而土地生产率低。4）与两熟玉米估计结果一致，耕地细碎化水平负向影响土地生产率。5）农业保险变量系数显著为负。购置农业保险的多为大农户，他们倾向于通过调整种植结构来规避市场价格和天灾的风险，耕作时将更多的精力投入在经济价值高的作物上，因而粮食单产较低。

**表4-2 一熟玉米农户数据估计结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **变量** | **（1）lnyield** | | **(2)lnlabor** | | | **(3)lnfertile** | | | **(4)lnmachane** | | | |
| lnland | 0.014 | (0.008) | | -0.303\*\*\* | (0.023) | | -0.235\*\*\* | (0.021) | | 0.272\*\*\* | (0.149) | | |
| land | 0.000 | (0.000) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnland2 |  |  | | -0.018\*\*\* | (0.005) | | 0.03\*\*\* | (0.005) | | -0.034 | (0.031) | | |
| lnlabor | -0.026 | (0.048) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertile | 0.364\*\*\* | (0.098) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnmachane | 0.025\*\*\* | (0.009) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnot | -0.04 | (0.127) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlabor2 | 0.015\*\*\* | (0.004) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertile2 | -0.013 | (0.010) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnmachane2 | 0.002\*\*\* | (0.000) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnot2 | 0.035\*\*\* | (0.014) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlaborlnfert | 0.015\* | (0.008) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlaborlnmach | 0 | (0.001) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnlaborlnot | -0.016\* | (0.008) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertlnmach | -0.002 | (0.001) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnfertilelnot | -0.044\*\*\* | (0.014) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnmachlnot | -0.002 | (0.002) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| sex | -0.004 | (0.009) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| age | 0.001\*\*\* | (0.000) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| educ | 0.003\*\* | (0.001) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| train | -0.014 | (0.008) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| health | 0.023\*\*\* | (0.005) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| status | 0.001 | (0.006) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| fstruct | -0.012\*\* | (0.005) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| plots | -0.005\*\*\* | (0.001) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| insurances | -0.082\*\*\* | (0.008) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| loan | 0.005 | (0.009) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| job | 0.015 | (0.011) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| lnsubsidy | -0.004\*\* | (0.002) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| \_cons | 5.006\*\*\* | (0.393) | |  |  | |  |  | |  |  | | |
| 样本数量 | N=9265，n=2792 | | | | | | | | | | |

4.4 本章小结

（1）对关键变量规模的解释。两熟小麦和水稻土地生产率与规模变量呈显著负向关系，结果符合预期。两熟玉米土地生产率与规模变量呈显著的正向关系，一熟玉米土地生产率与规模变量关系不显著。可能的解释是，种植玉米地区的农户处于农村劳动力不那么丰富和机械化发展水平较低的地区，规模变化导致的劳动效应低，机械效应高，最终呈现出规模与单产关系不显著或者正向的结果。

（2）劳动产出弹性随着规模扩大而降低，机械产出弹性随着规模扩大而提高。两熟小麦和水稻劳动产出弹性为负，两种种植制度玉米的劳动产出弹性为正。在机械产出弹性方面，按机械弹性由大到小排序为两熟玉米、一熟玉米、两熟小麦和一熟水稻，机械弹性均大于0。

（3）生产要素与规模变量有显著关系，亩均投工量和亩均肥料使用量随着规模扩大而下降，亩均机械投入量随着规模的扩大呈现先增加后下降的趋势。

（4）文化程度和农业技能培训变量显著为正，说明对农户进行人力资源培训，提高农户学习和吸收能力，给予科学的农业技能培训，农户劳作时更快把握农业生产的规律，有效提高单产。

（5）耕地细碎化变量对单产造成显著的负向影响，说明规模化土地生产对于农户的优势并不体现在单产上，小块土地耕作下农户更能发挥小家庭的优势，产量更高。兼业水平对单产产生显著的负向影响，兼业水平从劳动时间和劳动质量上对单产产生影响，非农产品销售的收入越高，农户花费在种植上的时间和精力越低，导致农业产出下降。

第五章 结论与建议

本文运用全国农村固定观察点2011-2015年的数据，从理论上分析了土地生产率与农地经营规模之间的关系，并结合农户数据进行了实证研究。首先，本研究从种植制度出发，研究两种种植制度下，我国三大粮食作物的投入产出关系。确定研究对象后，选择以亩均产量衡量土地生产率，实际收获面积代表农地经营规模。接着，利用农户生产和家庭信息数据，对各规模农户的要素投入情况和家庭禀赋信息进行方差检验。最后对单产和实际收获面积的关系进行实证分析，分析使用的模型为改造的超越对数生产函数，以实际收获面积的对数和一次项形式引入，并逐步添加其他要素变量、农户家庭禀赋变量和时间变量，采用固定效应估计方法得到结果。并以引入时间效应和省份效应混合回归的混合回归模型为参照，对比两种不同估计方法系数的差异。基本结论如下：

（1）对关键变量规模的解释。两熟小麦和水稻土地生产率与规模变量呈显著负向关系，结果符合预期。两熟玉米土地生产率与规模变量呈显著的正向关系，一熟玉米土地生产率与规模变量关系不显著。具体关系受农户所处的要素市场环境控制，劳动产出弹性和机械产出弹性的联合作用决定了规模与单产最终的关系。

（2）发现亩均投工量和亩均肥料投入量与规模变量存在显著的负向关系，亩均机械投入量与规模变量呈“倒U型”关系。劳动产出弹性随着农户经营规模的扩大而降低，机械产出弹性随着农户经营规模的扩大而提高，

（3）不同规模农户耕地细碎化水平、兼业水平和外部环境指标农业补贴水变量各组间有显著差异。耕地细碎化水平与规模变量呈现正向关系，兼业水平和农业补贴额与规模变量负相关。除此之外，不同规模间农户的年龄、性别、文化水平、家庭人口结构和农业技术培训组间情况相似。

（4）文化程度和农业技能培训与单产显著正相关，耕地细碎化和兼业水平对单产有显著的负向影响。农地经营规模不能带来增产方面的效应，小块经营能够充分发挥小农户的比较优势。

基于上述实证结果，提出相关建议。农户所处劳动力市场和机械市场的环境是形成规模有单产关系的根本，家庭劳动力因其不可分性给小农经营创造了部分优势，机械的使用在不同规模农户间均具有显著的效率，但大农户使用机械更具有优势。

（1）人力资源培训对单产的提升作用是显见的，线上线下两开花帮助农户最快最有效的掌握农业知识和前沿生产技术，农业生产提质增效。线下可以通过开展农业技能培训活动，邀请专家向农户传递前沿的种植技术。线上可为广大农户搭建农业技术分享的网站，让农户随时随地掌握最新知识。

（2）进一步落实农机补贴政策的实施，侧重提高玉米耕种收环节的机械化水平，推动小麦和水稻农业机械的技术变革。小麦和水稻耕种收环节的机械化水平远远高于玉米，从农户平均投入水平来看，种植玉米的农户在机械上的花费仅有小麦、水稻农户的一半。小麦和玉米的负向关系一方面是劳动力冗余导致的，另一方面与玉米的机械产出弹性相比，水稻和小麦机械产出弹性较低，导致规模扩大过程中增加亩均机械的投入不能扭转负向关系。

（3）推动土地确权进度，减少农户流转土地需要办理的手续，让土地流转更加便利，将土地从低效率的大农户处流转到高效率的小农户手中，让农户经营的面积向适度规模的方向发展。

参 考 文 献

1. Benjamin D, Can Unobserved Land Quality Explain the Inverse Productivity Relationship?, Journal of Development Economics, 1995, 46(1): 51-84。
2. Heltberg R, Rural Market Imperfections and the Farm Size-Productivity Relationship: Evidence from Pakistan, World Development, 1998, 26(10): 1807-1826。
3. Sen A, An Aspect of Indian Agriculture, Economic Weekly, 1962, 14: 243-246。
4. Assunção, J. J. ，L. H. Braido, Testing Household-specific Explanations for the Inverse Productivity Relation⁃ ship, American Journal of Agricultural Economics, 2007, 89(4): 980-990。
5. 陈锡文，农业和农村发展：形势与问题．南京农业大学学报（社会科学版），2013，13（1）：1~10．
6. 仇焕广，刘乐，李登旺，张崇尚．经营规模、地权稳定性与土地生产率—基于全国4省地块层面调查数据的实证分析．中国农村经济，2017（6）：30~43．
7. 董旭光，李胜利，石振彬，邱粲．近50年山东省农业气候资源变化特征．应用生态学报，2015（1）：269~277．
8. 范红忠，周启良．农户土地种植面积与土地生产率的关系—基于中西部七县（市）农户的调查数据．中国人口、资源与环境，2014，24（12），38~45．
9. 方松海，王为农，黄汉权．增大农民收入与扩大农村消费研究．管理世界（月刊），2011（5）：66~80．
10. 高帆．结构转化、资本深化与农业劳动生产率提高—以上海为例的研究．经济理论与经济管理，2010（2），66~73．
11. 高鸣，宋洪远，Carter M．补贴减少了粮食生产效率损失吗？—基于动态资产贫困理论的分析．管理世界（月刊），2017（9）：85~100．
12. 高玉强．农机购置补贴与财政支农支出的传导机制有效性—基于省际面板数据的经验分析．财贸经济，2010（4）：61~68．
13. 高原．市场经济中的小农农业和村庄：微观实践与理论意义．开放时代，2011（12）：113~128．
14. 龚文峰，袁力，范文义．基于地形梯度的哈尔滨市土地利用格局变化分析．农业工程学报，2013，29（2）：250~259＋303．
15. 何秀荣．关于我国农业经营规模的思考．农业经济问题（月刊），2016（9）：4~15．
16. 侯麟科，仇焕广，汪阳洁，孙来祥．气候变化对我国农业生产的影响—基于多投入多产出生产函数的分析．农业技术经济，2015（3）：4~14．
17. 黄祖辉，王建英，陈志钢．非农就业、土地流转与土地细碎化对稻农技术效率的影响．中国农村经济，2014（11）：4~16．
18. 李谷成，冯中朝，范丽霞．小农户真的更加具有效率吗？来自湖北省的经验证据．经济学（季刊），2009，9（1），95~124．
19. 李宁，何文剑，仇童伟，陈利根．农地产权结构、生产要素效率与农业绩效．管理世界，2017（3）：44~62．
20. 李文明，罗丹，陈洁，谢颜．农业适度规模经营:规模效益、产出水平与生产成本—基于1552个水稻种植户的调查数据．中国农村经济，2015（3）：4~17＋43．
21. 李义，朱会义．河北省土地生产率的空间差异及其影响因素．地理科学进展，2011，30（9）：1173~1179．
22. 林本喜，邓衡山．农业劳动力老龄化对土地利用效率影响的实证分析—基于浙江省农村固定观察点数据．中国农村经济，2014（4）：15~25＋46．
23. 林万龙．农地经营规模：国际经验与中国现实的选择．农业经济问题（月刊），2017（7）：33~42．
24. 卢华，胡浩．土地细碎化、种植多样化对农业生产利润和效率的影响分析—基于江苏农户的微观调查．农业技术经济，2015（7）：4~15．
25. 冒佩华，徐骥．农地制度、土地经营权流转与农民收入增长．管理世界（月刊），2015（5）：63~74．
26. 钱龙，洪名勇．非农就业、土地流转与农业生产效率变化—基于CFPS的实证分析．中国农村经济，2016（12）：2~16．
27. 屈小博．不同规模农户生产技术效率差异及其影响因素分析—基于超越对数随机前沿生产函数与农户微观数据．南京农业大学学报（社会科学版），2009，9（3），27~35．
28. 石晓平，郎海如．农地经营规模与农业生产率研究综述．南京农业大学学报（社会科学版），2013，13（2），76~84．
29. 司伟，王济民．中国大豆生产全要素生产率及其变化．中国农村经济，2011（10）：16~25．速水佑次郎，弗农·拉坦．农业发展：国际前景（吴伟东等译）．北京：商务印书馆，2014．
30. 苏小松，何广文．农户社会资本对农业生产效率的影响分析—基于山东省高青县的农户调查数据．农业技术经济，2013（10）：64~72．
31. 王建英，陈志钢，黄祖辉，Thomas Reardon．转型时期土地生产率与农户经营规模关系再考察．管理世界，2015（9）：65~81．
32. 王嫚嫚，刘颖，陈实．规模报酬、产出利润与生产成本视角下的农业适度规模经营—基于江汉平原354个水稻种植户的研究．农业技术经济，2017（4）：83~94．
33. 魏巍，李万明．农业劳动生产率的影响因素分析与提升路径．农业经济问题（月刊），2012（10）：29~35．
34. 吴绍洪，黄季焜，刘燕华，高江波，杨军，王文涛，尹云鹤，栾浩，董婉璐．气候变化对中国的影响利弊．中国人口·资源与环境，2014（1）：7~13．
35. 辛良杰，李秀彬，朱会义，刘学军，谈明洪，田玉军．农户土地规模与生产率的关系及其解释的印证—以吉林省为例［J］．地理研究，2009，28（5）：1276~1284．
36. 夏永祥．农业效率与土地经营规模．农业经济问题，2002（7）：43~47．
37. 夏玉莲，匡远配，曾福生．农地流转、区域差异与效率协调．经济学家，2016（3）：87~95．
38. 许恒周，郭玉燕，吴冠岑．农民分化对耕地利用效率的影响—基于农户调查数据的实证分析．中国农村经济，2012（6）：31~47．
39. 杨万江，李琪．我国农户水稻生产技术效率分析—基于11省761户调查数据．农业技术经济，2016（1）：71~81．
40. 张红宇，张海阳，李伟毅，李冠佑．当前农民增收形势分析与对策思路．农业经济问题（月刊），2013（4）：9~14．
41. 张悦，刘文勇．家庭农场的生产效率与风险分析［J］．农业经济问题，2016（5）：16~21．
42. 赵阳．新形势下完善农村土地承包政策若干问题的认识．经济社会体制比较，2014（2）：1~4．
43. 郑旭媛，徐志刚．资源禀赋约束、要素替代与诱致性技术变迁—以中国粮食生产的机械化为例．经济学（季刊），2016，16（1）：46~66．
44. 周曙东，周文魁，林光华，乔辉．未来气候变化对我国粮食安全的影响．南京农业大学学报（社会科学版），2013（1）：56~65．
45. 朱满德，李辛一，程国强．综合性收入补贴对中国玉米全要素生产率的影响分析—基于省际面板数据的DEA-Tobit两阶段法．中国农村经济，2015（11）：4~14．

致 谢

附 录

作者简介