

分类号：
密 级：

单位代码：10019
学 号：

中國農業大學

学位论文

我国粮食单产与农地经营规模 关系的实证研究

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

研 究 生：_____

指 导 教 师：_____

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 03 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,我国人均耕地面积呈上升的趋势。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,选取我国最为典型和普遍的一熟和两熟的种植制度,以该地区的代表性作物为研究对象。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,选择一熟玉米、两熟玉米、两熟小麦和稻谷地区的农户样本数据为土地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、研究方法以及获得的结果归纳总结,提出分析框架。规模影响土地生产率有 3 条路径,分别是规模效应、劳动效应和机械效应。规模效应即农户规模扩大过程中体现的技术进步,劳动和机械效应为规模扩大过程中亩均劳动和亩均机械数量和质量的变化,进一步作用在土地生产率上。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,实证得出一熟玉米、两熟玉米、两熟小麦和稻谷的估计系数,进而计算规模和所有投入要素的产出弹性。实证结果表明,两熟玉米和一熟玉米的土地生产率随着规模的扩大表现为显著上升或者不显著上升,稻谷和两熟小麦的土地生产率随着规模的扩大而下降的特点。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,发现稻谷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,土地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对单产的贡献。扩大规模过程中,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,构成土地生产率与单产最终的关系。最后,从结论出发,提出政府应关注农业技能培训,提高玉米耕种收的机械化水平,变革小麦和稻谷机械技术,以及尽快完善土地制度便利土地流转的建议。

关键词: 土地生产率, 经营规模, 种植制度, 超越对数生产函数, 产出弹性

Abstract

In recent years, Chinese land system has been more perfect and the farmland circulation has become more convenient. Rural labor has continued to flow out and the per capita cultivated land area in China has shown an upward trend. In addition to the differences in labor compensation between different industries and the policy advocacy of moderate scale operation, the scale of Chinese agricultural land management continues to expand into a trend of future agricultural development. In this situation, the changes of Chinaese land productivity with the expansion of scale is worthy of attention. In order to more objectively describe the complex situation of the production structure and planting methods of farmers in China, this study starts from the planting system and selects the most typical and common cropping system in China. The subject of this study is representative crops in the region. Based on this idea and the data from 2011-2015 that is the national rural fixed observation point. The paper selected the data of rice, two-ripe wheat, two-ripe corn and one-ripe corn region based on the farmer households to provide evidence for the relationship between grain productivity and scale.

On the basis of deep study of the relationship between land productivity and scale literature and production theory, the paper summarized relevant concepts, research methods and the results obtained and then proposed an analytical framework. The scale has direct and indirect effects on food productivity. The direct impact is reflected in the scale effect in different scales. The indirect impact is reflected in the difference in labor effect and mechanical effect caused by the scale change, and then acts on grain productivity. In the analysis, based on the cropping system, using the fixed-effect regression model of clustering robust standard error, the paper estimated coefficients of rice, two-wheat wheat, two-ripe corn and one cooked corn. Then the scale and production of all input factors were calculated. The empirical results show that the grain productivity of rice and two-wheat wheat declines with the expansion of scale. The grain productivity of two-ripe corn and one-ripe corn is characterized by a significant increase or no significant increase with the expansion of scale. Based on the indirect impact analysis framework of scale on land productivity, the paper combined with the characteristics of farmer samples and found that rice and two-wheat wheat labor redundancy. And the mechanization level is relatively high. The corn labor force is not excessive and the mechanization level is relatively low. Furthermore, it is concluded that the relationship between grain productivity and scale depends on the factor market environment in which the farmer is located, the contribution per mu and the contribution of the per-mu mechanical input level to the yield. In the process of expanding the scale,

the effect of reducing production caused by the decrease in the average amount of investment per mu combined with the effect of increasing production caused by the increase in the per-capita mechanical input constitutes the final relationship between grain productivity and yield. Finally, starting from the conclusion, it is proposed that the government should pay attention to agricultural skills training, improve the mechanization level of corn cultivation, change wheat and rice machinery technology, and improve the land system as soon as possible to facilitate land transfer.

Keywords: Grain Productivity, Operation Size, Planting System, Tranlog Production Function, Output Elasticity

目 录

摘 要	I
Abstract	II
第一章 绪论	1
1.1 研究背景与研究意义	1
1.2 研究目标与研究内容	3
1.3 数据来源与研究方法	4
1.4 技术路线图	5
1.5 可能的创新	5
第二章 文献综述与理论基础	6
2.1 概念界定	6
2.2 文献综述	8
2.3 理论基础	14
2.4 本章小结	16
第三章 研究方案与数据描述	17
3.1 研究方案	17
3.2 数据来源	18
3.3 基本特征描述	19
3.4 本章小结	28
第四章 粮食单产与农地经营规模的实证分析	29
4.1 分析框架	29
4.2 变量选择	30
4.3 规模对粮食单产的影响分析	33
4.4 研究结果的对比	42
4.5 粮食单产变化成因的讨论	43
4.6 本章小结	44
第五章 结论与建议	46
5.1 研究结论	46
5.2 政策建议	47
5.3 进一步研究的建议	47
参考文献	48
致谢	52
作者简介	53

第一章 绪论

1.1 研究背景与研究意义

土地生产率与农地经营规模的关系在农经学界的争议由来已久,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^[1-3]。然而,舒尔茨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^[4]。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,农户完全可以通过调整生产要素让各地块间土地生产率一致。土地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令人共同信服的结果,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成为了农经学界的经典疑难问题。

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,大量农业劳动力流出至工业和服务业,农村劳动力规模持续降低。经济发展的生产报酬的差异解释了劳动力最终不会大量留在农业的道理,历史数据也证明了我国劳动力结构的确处于持续调整,农业劳动力不断流出的步伐中。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^[5]。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相关政策方面持续发力,为农村劳动力转向非农行业、农民兼业化提供助力^[6, 7]。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。在农业用地方面,“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耕地撂荒的局面,且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更为部分资金实力弱,无法有效调整资源配置的农户提

供了出路。总而言之，我国农用地制度鼓励合理配置土地资源，激励低效率农户的土地向高效率农户转移。农村不是多数人的选择，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，为农业生产理论提供更为丰富的证据，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。

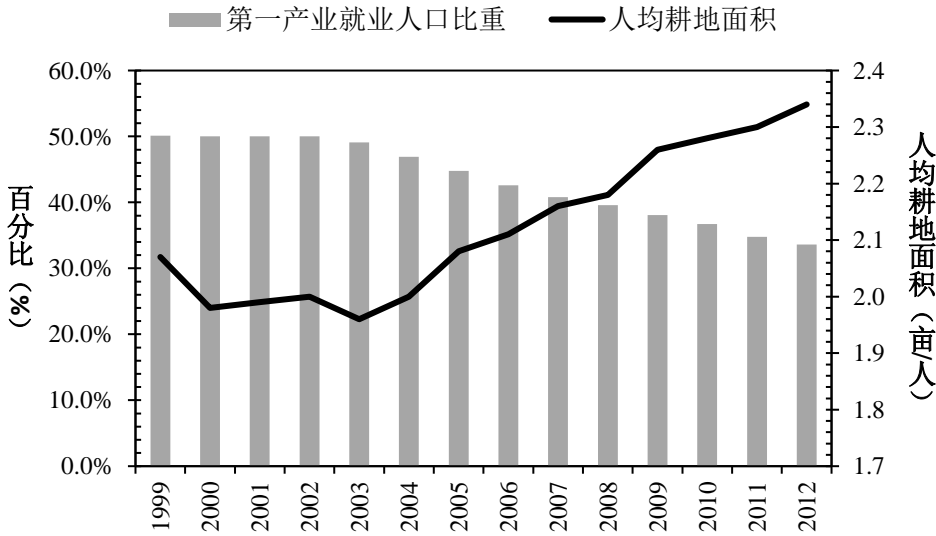


图 1-1 我国农业劳动力和耕地基本情况

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、郭庆海、任治君、陈海磊等、辛良杰等多名学者^[8-20]；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^[21-25]。此外，另有少数学者认为，在不同规模范围内种植的模式收益情况大相径庭，即土地生产率与规模的正向或负向关系会发生扭转，呈现在这个规模范围内，两者呈现正向变化的关系，或许在另一个规模范围内两者则呈现负向变化的关系，不同规模范围内的变化相结合形成了“倒 U 型”、“N 型”或“倒 N 型”的趋势等^[26-31]。

总结文献时可以注意到，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。但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选择农产品总产出价值，无法正确反映农户种植结构的差异，导致实证结果的有偏。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，回归中没有提出种植制度/种植方式给农户总产值和规模变量带来的影响。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，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失误。以种植制度的视角为出发点，本文基于一熟地区和两熟地区的农户数据，选取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，检验规模对土地生产率的作用机制，进而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，认识理论条件下农业生产的规律，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，土地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，探寻土地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，推动和稻谷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、国家统计局和中国科学院资源环境科学数据中心的数据，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。固定观察点的农户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。国家统计局和中科院的数据提供我国粮食种植结构和熟制区划的数据，为样本筛选提供依据。

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

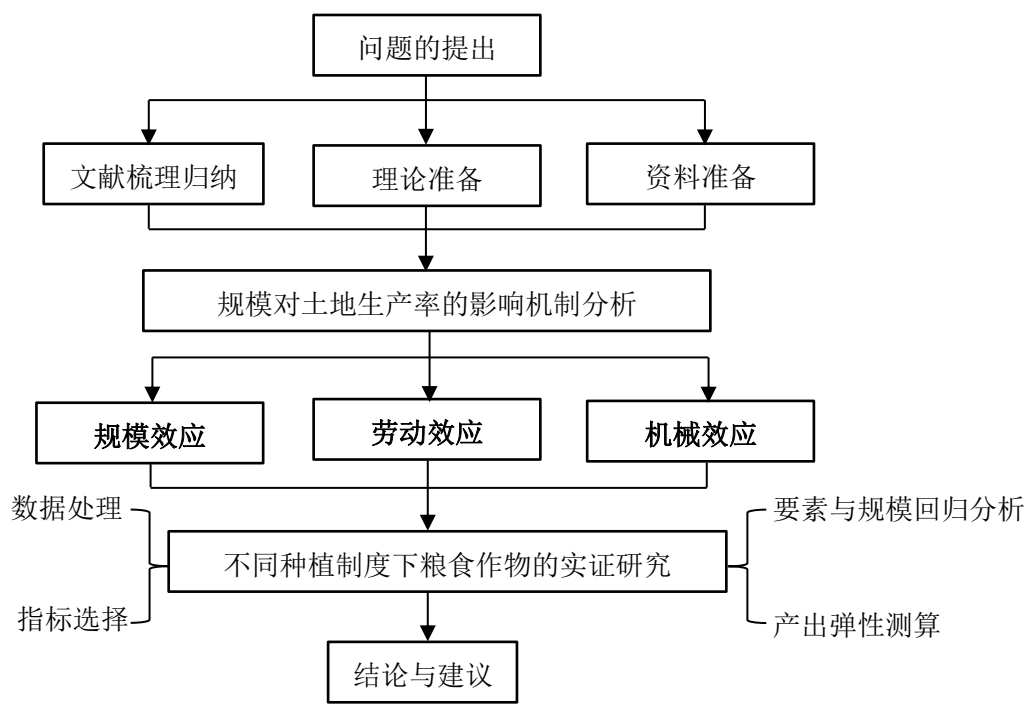


图 1-2 技术路线

1.5 可能的创新

(1) 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，本文从从种植角度视角探究粮食作物土地生产率与农地经营规模的关系，根据熟制筛选主产区，结合区域下播种面积最广的农作物，最终选取稻谷、两熟小麦、两熟玉米和一熟玉米为研究对象，从源头上剔除了种植制度和种植结构对分析造成的影响。

(2) 规模变量以对数-线性组合的形式引入，规模弹性更为灵活，更好的拟合农业生产中的非对称关系。区别于其他研究，以规模变量的对数形式或者二次项形式引入规模变量，本研究使用的对数-线性组合能够模拟出非对称的曲线，相比于对数形式，计算得出的规模弹性更为灵活，相比于二次项形式，对数-线性组合更包容。

第二章 文献综述与理论基础

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,对种植制度、土地生产率和经营规模三个关键概念进行界定,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 概念界定

研究涉及的关键概念有种植制度、土地生产率和农地经营规模。种植制度阐明本文所用定义来源以及我国熟制区划情况,土地生产率和农地经营规模整理了既有研究的使用概况,以及本研究的选择。

2.1.1 种植制度

引用《中国农业百科全书》农业卷的定义,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^[32]。

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^[33, 34]。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。

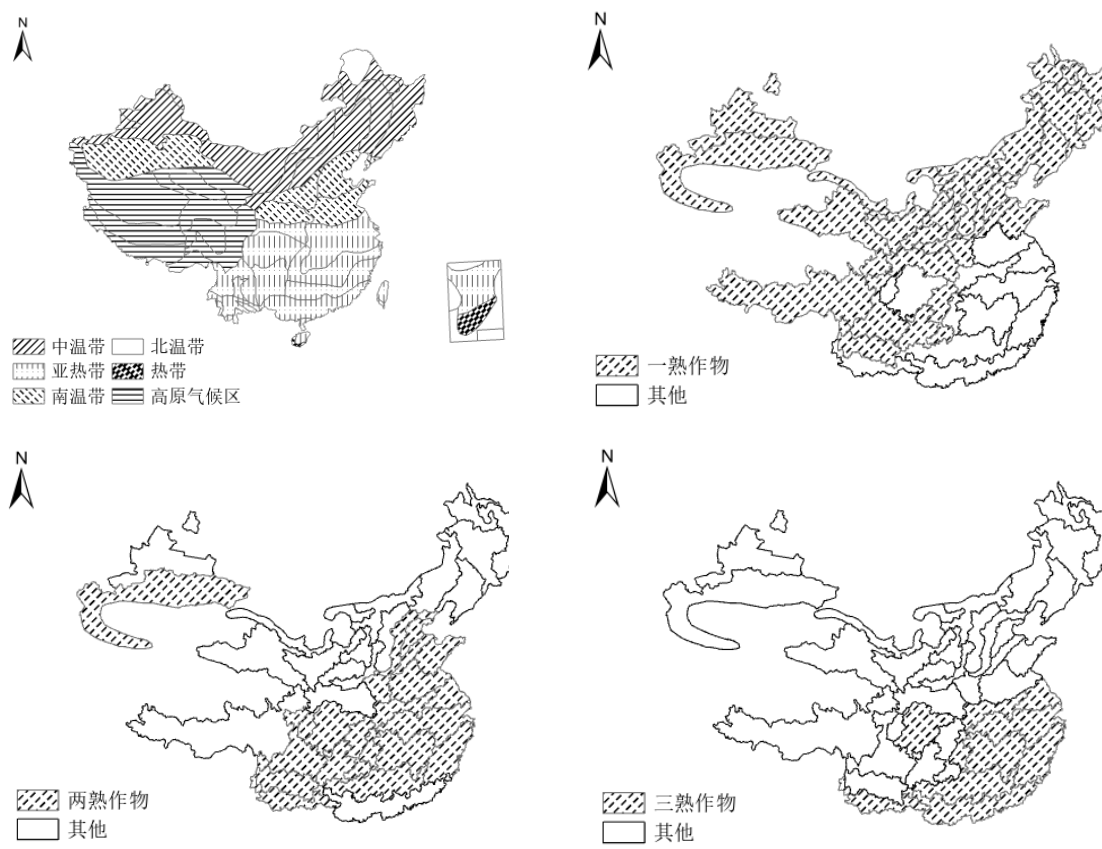


图 2-2 我国气候带及熟制划分

数据来源：中国科学院资源环境科学数据中心。

2.1.2 土地生产率

衡量土地生产率的指标主要包括亩均产量、亩均产值（或亩均农业经营收入）、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，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。多数学者采用亩均产值表征土地生产率，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。

2.1.3 农地经营规模

各文献在处理农地经营规模时主要的不同点在于从农户层面还是地块层面选择规模变量，以及对规模变量是否进行复种处理。地块层面以农户连片不分割的土地面积为研究个体，农户层面以农户粮食的全部播种/收获面积为研究个体^[35, 36]。对耕地面积的复种处理一般出现在以农户农业总产值为单位研究家庭农业种植的总效率的情况下，处理方法往往是将耕地面积加总^[36, 37]或者在不同的季节中平均^[38]。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。

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处理规模变量的问题。

2.2 文献综述

梳理既有文献对影响农业生产的因素的选择方法，归纳总结当前学者们对生产率与规模关系的看法，以及他们如何对两者呈现的特征进行解释。

2.2.1 土地生产率的影响因素

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,会产生有偏的研究结果。根据农业生产函数,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。除直接投入要素之外,影响土地生产率的因素具体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、政府力量和其他外部环境。

(一) 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^[39],具体情况应针对不同区域不同农作物分类而论^[40]。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,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^[41],或者根据当地地貌特点设置虚拟变量解决^[42]。土壤质量对种植业的影响毋庸置疑^[43, 44],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或默认同一区域内土地质量的差异是不明显的,无须处理^[16]。

(二) 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,可分为家庭人口组成(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) 家庭人口组成可用年龄、性别、职业结构和受教育程度等来刻画^[45]。一般认为,家庭成员的年龄及性别往往对单产的影响不大^[46]。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^[23]。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^[22],也有认为两者关系不显著。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^[47]。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^[48, 49]。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^[16, 50]。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合理利用资源,带来更高效率^[51]。3) 其他方面,如农户是否接受技术培训,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。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,只是发挥了提高农户收入的作用^[52]。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^[6, 14],或者则认为仅土地流入对土地产出率有显著影响^[22]。

(3) 外部市场环境。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,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^[47]。

2.2.2 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。

（一）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^[3]。郭庆海和任治君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^[15, 17]。同时也存在非线性关系的一些证据,罗丹等利用 3400 份农户调查问卷的数据,观察到了稻谷、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^[27]。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.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,分析发现稻谷单产和种植面积的逆向关系^[1]。李谷成等基于农户微观数据,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^[16];正向关系研究结果如下,王建英等基于江西省 325 户稻谷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^[23]。范红忠和周启良基于中西部七县的农户调查数据,考察稻谷、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^[21];复合型生产关系研究如下,Helberg 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^[53],陈杰和苏群基于全国农村固定观察点的农户数据发现单产与规模存在“倒 U 型”关系^[30, 31]。

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。李文明等利用 22 个省 1552 个稻谷种植户的调查数据,发现农户稻谷单产随着耕地面积的扩大,呈现“先降-后升-再降”的变化趋势^[26];王嫚嫚等基于江汉平原 354 个稻谷种植户的调研数据,分析出与李文明等人的研究稍有差异的结果,即农户稻谷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^[28]。许庆等在考虑土地细碎化的影响后,实证发现小麦、稻谷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^[54]。

(2) 以亩均利润衡量土地生产率得到的结果。王建英等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^[23];李谷成等发现,是否考虑农户劳动力成本导致了截然不同的结果。包含劳动力成本的亩均利润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亩均利润则与耕地规模无明显关系^[16]。Ayalew and Deininger 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^[55]。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^[27]。Lamb 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^[2]。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。

(二) 负向关系可能的解释

为什么传统农业认为土地生产率和农地经营规模呈现负向关系,相关文献给出的解释可以总结为三类,即要素市场不完善、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,具体说来,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结构,土地市场不完善阻碍农户根据生产效率调整耕地规模,资本市场不完善导致农户资金不足以灵活调整不同时期的要素结构到最适比例^[53]。当前研究多数通过对比使用固定效应前后的估计结果,间接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.发现,要素市场不完善能解释负向关系的一小部分^[1],但也有学者认为这不是原因^[56]。

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^[16, 55, 56]。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。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^[15, 21, 28]。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^[43]。Lamb 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^[2]。而 Barrett 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^[1]。

(3) 测量误差^[57]。Lamb 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^[2]。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。

2.2.3 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) 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。

2.3 理论基础

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。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。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。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 $Y = f(X_1, X_2, X_3)$,其中 y 代表产出,一般用产值或产量表示。 X_i 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 $Y/X_3 = f(X_1/X_3, X_2/X_3)$,即 $y = f(x_1, x_2)$ 。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)。

$$y = f(x_1, x_2) = A(ax_1^\rho + (1-a)x_2^\rho)^{\frac{1}{\rho}} \quad \text{公式(3-1)}$$

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，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^[58]。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。

$$\ln y = \ln f(x_1, x_2, \dots, x_i) = a_0 + \sum_i a_i \ln x_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j a_{ij} \ln x_i \ln x_j \quad \text{公式（3-2）}$$

其中， y 为产出， x_i 为投入要素， a_{ij} 和 a_{ji} 具有对称性， $a_{ij}=a_{ji}$ 恒成立，因此习惯性将式（3-2）写为式（3-3）的形式。

$$\ln y = \ln f(x_1, x_2, \dots, x_i) = a_0 + \sum_i a_i \ln x_i + \sum_i \widetilde{a}_{ii} (\ln x_i)^2 + \sum_{i < j} \sum_j a_{ij} \ln x_i \ln x_j \quad \text{公式（3-3）}$$

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 $f(\mathbf{x})$ 为生产函数， $y(t) = f(\mathbf{x})$ ， 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， $y(t)$ 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。

2.4 本章小结

(1) 定义研究中的种植制度的概念，借助中国科学院资源环境数据中心的数据，描述全国气候区划，阐明种植制度形成的原因以及我国种植制度主要包含的类型。

(2) 归纳当前已有研究对土地生产率变量的选取情况，农地经营规模变量的处理办法。鉴别不同定义下土地生产率和规模变量在选择和处理过程中的可行性，明确本研究的概念选取和变量处理方法。

(3) 文献综述从土地生产率的影响因素以及土地生产率与规模的关系两个方面进行归纳总结。总结得出土地生产率的影响因素分为两大类，农地经营规模与土地生产率呈现正向、负向或复合型的关系，负向关系的形成原因有三大类，最终鉴别既有研究的贡献与存在的不足。

(4) 借助生产理论，选取合适的生产函数刻画农户的生产行为，生产函数是理性农户综合要素市场和产品市场考量后投入产出的组合，不同组合的投入都是有效率的。

第三章 研究方案与数据描述

当前研究土地生产率与规模关系的文献诸多，多数是选取一个村、一个省或者以全国农户数据为样本进行研究。本研究处理办法与它们不同，本章从种植制度视角出发，阐明文中样本的区域和作物选择的依据，并描述不同情况下样本的基本特征。

3.1 研究方案

我国复杂的气候和地形环境孕育了多样的种植方式和种植结构，不同区域农业生产面临的技术约束截然不同，农户规模分布特征和生产要素产出弹性差别较大。加上各区域的经济发展水平不一致，农户面临的要素市场和产品市场大相径庭。在理性生产者的假定下，农户投入要素的基本原则是各要素边际产出价值相等，在生产条件和市场环境大不同的情况下，要素替代关系自然不同，最终形成的农户生产行为也就是要素投入组合各具特色。因此，在错综复杂的背景下，进一步细分区域进行分析农作物投入产出的关系是值得提倡的。

基于上述考虑，本研究通过分种植制度分作物分析单产与规模的关系，探索我国不同种植制度下农作物单产的变化规律。我国最为典型和普遍的种植制度为一年一熟和一年两熟，较少地区为一年三熟或者两年三熟。一熟区分布在气温寒冷和无霜期较短的地区，多位于我国北部和西南地区，主要种植作物有玉米、小麦、稻谷、青稞、油菜、马铃薯、胡麻、高粱、大豆、甜菜和向日葵等。因此，一熟区内本文选取播种最为普遍的玉米为研究对象。一熟玉米主要集中在北方春播玉米区和西北灌溉玉米区，包括河北、陕西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、陕西、甘肃、宁夏和新疆 10 个省（自治区），根据国家统计局的农业数据，这些省份的玉米播种面积占全国播种面积的 59.8%。产量占全国的 63.2%。

两熟作物又分旱地两熟和水田两熟作物，旱地两熟区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。因此，两熟区内本文选择小麦和玉米为研究对象，小麦-玉米的种植制度主要分布在北京、天津、河北、江苏、安徽、山东和河南 7 个省（直辖市）。根据国家统计局的农业数据，该区域小麦播种面积占全国播种面积的 71.5%，产量为全国产量的 79.7%。玉米播种面积占全国 31.8%，产量占全国玉米产量的 30.7%。水田两熟作物种植区以稻谷-稻谷种植模式为主。

三熟区主要种植模式为绿肥-稻-稻、麦-稻-稻、油菜-稻-稻和薯-稻-稻等，以一季作物加两季稻的种植模式为主。稻谷作为三大粮食作物之一，在一熟、两熟和三熟区域内均普遍种植，所以同样将稻谷纳入本研究的范围。但具体农户是种植一季稻、两季稻还是三季稻在区域上无法进一步划分，因此稻谷农户样本筛选时以主产区为依据选择。稻谷主产区包括浙江、安徽、福建、江西、湖北、湖南、广东、广西和海南 9 个省(自治区)。稻谷播种面积占全国稻谷播种面积的 58.0%，产量占全国产量的 53.9%（表 3-1）。

表格 3-1 2017 年样本区域粮食种植占全国比重

	一熟玉米	两熟玉米	两熟小麦	稻谷
播种结构	59.8%	31.8%	71.5%	58.0%
产量分布	63.2%	30.7%	79.7%	53.9%

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。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、小麦和稻谷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，本研究选取一熟玉米、两熟小麦、两熟玉米和稻谷为研究对象，实证分析土地生产率与规模的关系。

3.2 数据来源

本研究数据来源于全国农村固定观察点的数据，考虑到农户问卷信息的稳定性，未选取所有年份，而是选取 2011-2015 年的农户数据，总共约有 8 万余条数据。在这 5 年的数据基础上筛选省份，最终得到 4 个样本库，即稻谷、两熟小麦、两熟玉米和一熟玉米的农户数据，来提供关于粮食作物单产与经营面积关系的证据。在经过如下数据处理后，一熟玉米最多，每年约有 3500 户，5 年内总共 5294 户。两熟玉米每年近 2000 户，5 年内总共 3123 户。两熟小麦每年约有 1800 多户，5 年内农户总共 2794 户。稻农每年约有 2000 户，由于为非平衡面板数据，5 年内参与的农户总共有 3132 户。

原始数据经过了如下处理。首先，匹配农户家庭信息。农研中心农户投入产出数据和家庭成员构成情况分两个不同的表录入，因此需要合并两表数据，形成完整的农户样本；其次，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；最后，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，需要处理的指标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 基本特征描述

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。

3.3.1 一熟玉米农户基本特征

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，农户所受农业补贴的组间差异突出，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。投工量的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 3-2）。

表 3-2 一熟玉米种植区农户生产的基本描述

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）	562.9	900.0	200.0	537.9	900.0	200.0	612.2	900.0	200.0	587.1	900.0	200.0
收获面积	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	N=17859, n=5294			N=11597			N=5497			N=765		

注：***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。

3.3.2 两熟玉米农户基本特征

两熟区玉米农户数据总共有 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、山东和河南六个省(直辖市)。从表 3-3 可以看出,农户玉米的平均收获面积的为 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。

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 3-3)。

表 3-3 两熟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	***
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
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
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（元/亩）	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
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
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
健康状况	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
样本数量	N=9713, n=3123			N=9022			N=689			N=2		

注：***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。

3.3.3 两熟小麦农户基本特征

两熟区种植小麦的农户数据总共有 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、山东和河南六个省（直辖市）。从表 3-4 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。

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。样本总体平均每亩产量为 420.7 千克，小农户每亩产量为 419.7 千克，中型农户每亩产量为 432.2 千克，单产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 3-4）。

表 3-4 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（元/亩）	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
健康状况	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=2794			N=8487				N=784			N=4		

注：***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。

3.3.4 稻谷农户基本特征

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 8 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。

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,农户所受农业补贴的组间差异突出,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。投工量的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 3-5)。

表 3-5 稻谷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（元/亩）	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
健康状况	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=3132			N=8198				N=1563			N=29		

注：***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。

3.4 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下的粮食作物为研究对象, 即以一熟玉米、两熟玉米、两熟小麦和稻谷为研究对象。数据在删除、缩尾和填充处理的基础上, 分总体、小规模、中等规模、大规模农户进行统计性描述。

(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, 兼业水平和政策补贴变量与规模变量负相关。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情况较为相似。

(3) 不同规模农户每亩劳动、肥料、机械及其他农资投入的差异较大。整体规律表现为亩均投工量随着规模的扩大显著下降, 小农户亩均劳动投入大大高于中大型规模农户的劳动投入水平。亩均肥料、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) 不同规模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平均高于小农户。稻谷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 粮食单产与农地经营规模的实证分析

剖析规模对单产的作用机制，进而基于超越对数生产函数的实证分析模型，明确实证的估计方法，对一熟玉米、两熟玉米、两熟小麦和稻谷样本分别实证回归，获得估计结果。在结果的基础上，模拟单产与规模的关系，计算规模弹性和要素产出弹性。

4.1 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。直接作用路径表现农户在规模扩大过程中，经营组织形式发生转变，生产技术改变带来规模收益的变化，单位产品承担的成本在不同规模中表现不同，即投入相同的生产要素在不同的规模范围内土地生产率各异。间接作用通过两条路径对土地生产率产生不同的影响，包括劳动效应和机械效应，具体作用机制如下。

劳动效应表现为亩均劳动投入数量和下降和质量的下降。农业生产的劳动投入既有家庭劳动力也有雇佣劳动力，在耕地规模面积扩大时，仅依靠自家劳动力是不够的，因此需要少量雇佣劳动。从道德风险的角度出发，雇佣劳动力因缺乏激励导致对产量的贡献相对低而区别于家庭劳动力。因此，农户在规模扩大过程中亩均家庭投工量单调下降，亩均雇佣量有所提升，亩均投工数量以及耕作过程中劳动质量下降的双重作用导致单产急剧下降。机械效应表现为亩均机械投入增加的增产效应，和小农机械替换为更高效的大农具，耕作效率更高导致的增产效应。机械效率的提升空间取决于种植地区的机械化水平。当农户所处环境机械化水平较低时，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。当农户处于机械化程度高，机械服务发展良好的环境中，农业机具高度可分，大农和小农使用的机械没有明显的效率差异，整体上亩均机械投入的增加对提高单产仍然具有作用，但小农机械转换为大农机械时耕作质量提升空间有限（如图 4-1）。

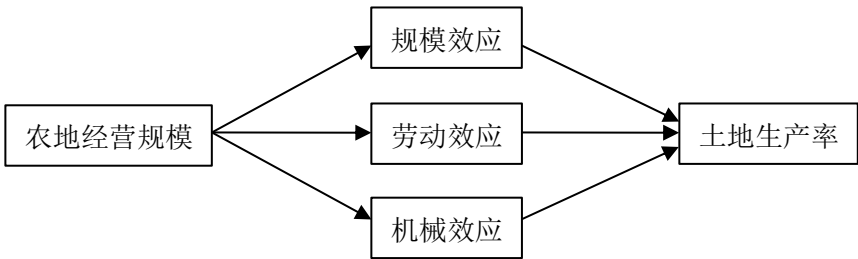


图 4-1 规模对土地生产率的影响机制

无论是增加投工量还是机械配置,对单产的影响都是正面的。但在农业生产的过程中,农户不会单独的调整某种要素,而是基于生产要素的替代、互补关系全方面的改变要素的配置。劳动和机械在农业生产初期常常表现为互为替代的关系,农户扩大经营规模的过程中亩均投工量通常表现为单调下降的趋势,亩均机械投入通常先上升后下降,也就意味着在规模扩大过程中劳动效应和机械效应对单产的作用方向相反,进而导致最终单产的变化规律难以确定。

实证分析选择使用集约型的超越对数生产函数构建面板模型,研究农业生产特点。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——将规模变量以对数-线性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。但二次项估计得到的单产与规模的关系严格对称,对数-线性组合则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灵活。本研究使用的面板模型具体形式如公式(4-1)。

$$\ln y = a_0 + a_1 \ln land_{it} + a_2 land_{it} + \sum_i \beta_i \ln x_i + \sum_i \widetilde{\beta}_i (\ln x_i)^2 + \sum_{i < j} \beta_{ij} \ln x_i \ln x_j + \gamma_i Z_{it} + \mu_{it} \quad \text{公式(4-1)}$$

式中, y_{it} 表示粮食作物单位面积产量; $land_{it}$ 表示农户实际经营的耕地面积; x_{it} 表示机械投入和其他农资投入; Z_{it} 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。 μ_{it} 为随机干扰项,服从 $N(0, \sigma_e^2)$ 分布。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。要素产出弹性 ϵ_i 如式(4-2)。

$$\epsilon_i = \frac{\partial \ln y}{\partial \ln x_i} = a_i + \frac{1}{2} \sum_j a_{ij} \ln x_j \quad \text{公式(4-2)}$$

4.2 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,自然环境用固定效应加以控制,其他控制变量包括投入产出情况、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。

4.2.1 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。

土地生产率选择亩均产量为代理变量，农户玉米、小麦和稻谷的总产量分别除以农地经营规模。在实证分析中以单产对数 ($\ln yield$) 的形式引入。

规模 ($land$) 选取具体农作物的实际收获面积表示，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。在实证分析中引入线性 ($land$) 和对数 ($\ln land$) 形式。

劳动投入为农户年内亩均投工量，在实证分析中以亩均投工量对数 ($\ln labor$)、平方项和交叉项的形式引入。

农业资本投入包括每亩平均的肥料 ($fertile$)、机械 ($machane$) 和其他农资投入 (ot)。肥料投入包括农家肥和化肥，机械投入包括机械作业、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。在实证分析中均以对数、平方项和交叉项的形式引入。

4.2.2 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。

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。

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农业技能培训 ($train$)，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。

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。

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。

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。

4.2.3 其他变量

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。

能否得到正规机构的信贷 (*loan*) 代表农户所处信贷市场环境, 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。

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。

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^[59]。预期土地生产率与农业补贴呈现正向关系。

4.3 规模对粮食单产的影响分析

对土地生产率与规模变量的对数形式进行相关性检验, 结果证明, 一熟玉米、两熟玉米和两熟小麦单产与规模正相关, 稻谷单产与规模负相关。一熟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。两熟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。两熟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。稻谷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。

使用非平衡面板数据研究, 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对数-线性不存在多重共线性。

4.3.1 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 4-1), 但无法拒绝系数等于 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, 一熟玉米亩均劳动和肥料投入与收获面积存在显著的负向关系, 小农户每亩劳动和肥料投入远远高于中大规模的农户。亩均机械投入与收获面积存在显著的正向关系, 规模越大, 农户不仅机械总体投入水平越高, 亩均机械投入水平也越高 (表 4-1)。

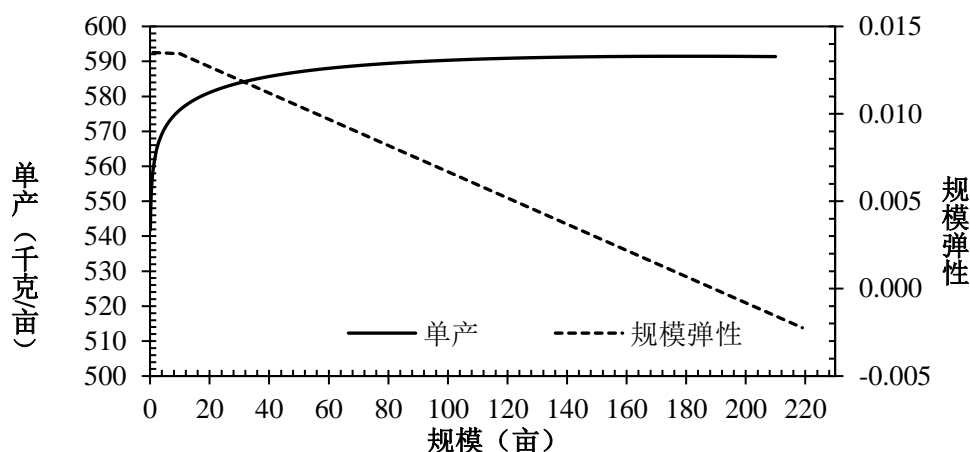


图 4-1 一熟制玉米规模与单产关系

一熟玉米劳动、肥料和机械产出弹性较高且为正，劳动和肥料产出弹性随着规模的扩大而降低，机械产出弹性随着规模的扩大而提高，具体计算结果如下。劳动总体产出弹性为 0.045，小农产出弹性为 0.051，中等农户和大农户为 0.029 和 0.004；肥料的总体产出弹性为 0.054，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；机械的总体产出弹性为 0.027，小农至大农户产出弹性分别 0.026、0.027 和 0.028。说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 4-1）。

从家庭禀赋与单产的实证估计结果来看，年龄、文化程度、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玉米单产产生正面影响，符合预期。年龄大意味着农业经验丰富，身体健康良好意味着更能适应高强度的耕作。2）文化程度对玉米单产起正向作用，证明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。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而且能力不足，导致劳动比例高反而土地生产率低。4）耕地细碎化水平负向影响土地生产率，意味着在一熟玉米种植区，在小块土地上耕作的效率更高，小规模农户精耕细作的优势得到了体现。5）农业保险变量系数显著为负。研究推测购置农业保险的多为大农户，大农户农作物种类丰富。因而在

种植过程中，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 4-1 一熟玉米农户数据估计结果

变量	(1) <i>lnyield</i>	(2) <i>lnlabor</i>	(3) <i>lnfertile</i>	(4) <i>lnmachane</i>
<i>lnland</i>	0.014 (0.008)	-0.303*** (0.023)	-0.235*** (0.021)	0.272*** (0.149)
<i>land</i>	0.000 (0.000)			
<i>lnland2</i>		-0.018*** (0.005)	0.03*** (0.005)	-0.034 (0.031)
<i>lnlabor</i>	-0.026 (0.048)			
<i>lnfertile</i>	0.364*** (0.098)			
<i>lnmachane</i>	0.025*** (0.009)			
<i>lnot</i>	-0.04 (0.127)			
<i>lnlabor2</i>	0.015*** (0.004)			
<i>lnfertile2</i>	-0.013 (0.010)			
<i>lnmachane2</i>	0.002*** (0.000)			
<i>lnot2</i>	0.035*** (0.014)			
<i>lnlaborlnfert</i>	0.015* (0.008)			
<i>lnlaborlnmach</i>	0 (0.001)			
<i>lnlaborlnnot</i>	-0.016* (0.008)			
<i>lnfertlnmach</i>	-0.002 (0.001)			
<i>lnfertilelnnot</i>	-0.044*** (0.014)			
<i>lnmachlnnot</i>	-0.002 (0.002)			
<i>sex</i>	-0.004 (0.009)			
<i>age</i>	0.001*** (0.000)			
<i>educ</i>	0.003** (0.001)			
<i>train</i>	-0.014 (0.008)			
<i>health</i>	0.023*** (0.005)			
<i>status</i>	0.001 (0.006)			
<i>fstruct</i>	-0.012** (0.005)			
<i>plots</i>	-0.005*** (0.001)			
<i>insurances</i>	-0.082*** (0.008)			
<i>loan</i>	0.005 (0.009)			
<i>job</i>	0.015 (0.011)			
<i>lnsubsidy</i>	-0.004** (0.002)			
<i>_cons</i>	5.006*** (0.393)			
样本数量	N=17859, n=5294			

说明：***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。

4.3.2 两熟玉米单产与规模的实证分析

基于实证估计结果计算超越对数生产函数的产出弹性，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 4-2），与预期不相符。结合估计结果和华北地区玉米的实际种植情况分析，该地区玉米户均耕地面积为 3.8 亩，单产为 459.1 千克/亩，扩大规模到中型规模农户时，每亩产量增加至少 45 千克。亩均生产要素投入水平与规模的实证估计结果表示，在合理规模范围内，两熟玉米劳动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。

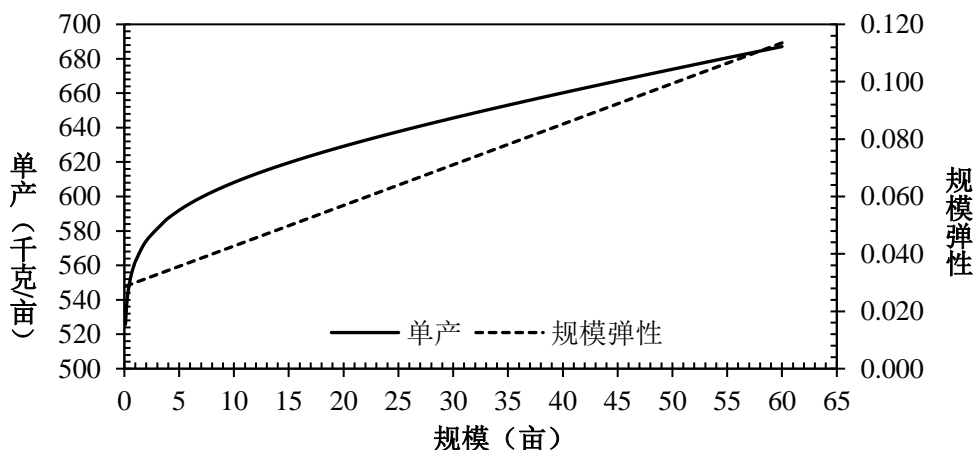


图 4-2 两熟玉米规模与单产关系

基于实证结果计算的生产要素产出弹性表明，劳动和肥料产出弹性大于 0，随着规模的扩大而降低，机械产出弹性大于 0，随着规模的扩大而提高，具体计算结果如下。劳动力投入变量总体产出弹性为 0.007，小农产出弹性为 0.007，中等农户和大农户为 -0.005 和 -0.018；肥料总体产出弹性为 0.081，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；机械总体产出弹性为 0.030，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稻谷种植过程中劳动力冗余，农业生产过程中偏向于精耕细作的种植方式。

从家庭禀赋与单产的实证估计结果估计看，农业技能培训、健康状况、家庭背景、是否贷款、兼业水平和耕地细碎化对土地生产率有显著影响。农业技能培训负向影响单产，与预期相反，也是不符合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。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 4-2 两熟玉米农户数据估计结果

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

说明：***、**和*分别表示 1%、5%和 10% 的显著性水平。

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 4-3），结果符合预期。当前小麦户均耕地面积为 4.5 亩，单产为 420.7 千克/亩，若小麦农户扩大耕地面积到中型农户规模，小麦每亩产量将下降至少 15 千克。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）。

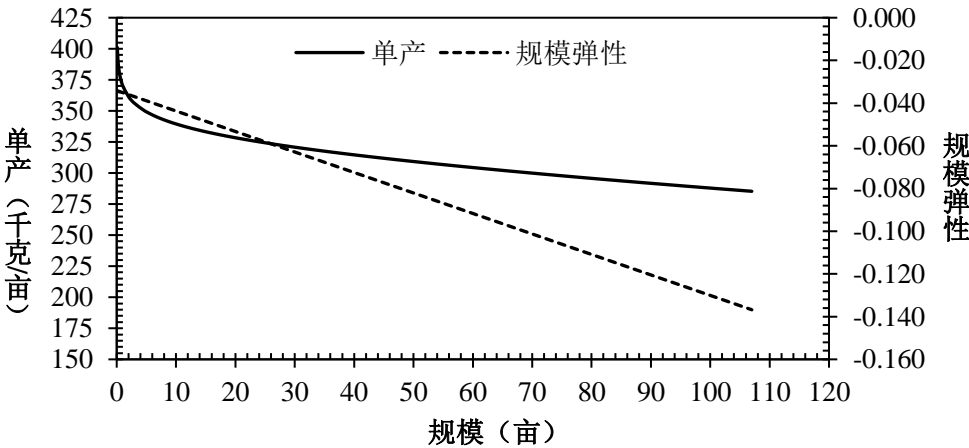


图 4-3 两熟小麦规模与单产关系

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，小农户产出弹性为-0.012，中等农户和大农户为-0.007 和-0.007。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) <i>lnyield</i>	(2) <i>lnlabor</i>	(3) <i>lnfertile</i>	(4) <i>lnmachane</i>
<i>lnland</i>	-0.034*** (0.010)	-0.028*** (0.221)	-0.111*** (0.019)	0.625*** (0.221)
<i>land</i>	-0.001 (0.001)			
<i>lnland2</i>	(0.000)	-0.011 (0.072)	-0.011* (0.007)	-0.206*** (0.072)
<i>lnlabor</i>	0.063 (0.069)			
<i>lnfertile</i>	0.266* (0.158)			
<i>lnmachane</i>	0.068** (0.031)			
<i>lnot</i>	0.007 (0.143)			
<i>lnlabor2</i>	-0.006 (0.004)			
<i>lnfertile2</i>	-0.009 (0.015)			
<i>lnmachane2</i>	0.001** (0.001)			
<i>lnot2</i>	0.016 (0.014)			
<i>lnlaborlnfert</i>	0.005 (0.012)			
<i>lnlaborlnmach</i>	-0.002 (0.002)			
<i>lnlaborlnnot</i>	-0.013 (0.009)			
<i>lnfertlnmach</i>	-0.013** (0.005)			
<i>lnfertilelnnot</i>	-0.02 (0.016)			
<i>lnmachlnnot</i>	0.001 (0.003)			
<i>sex</i>	-0.009 (0.007)			
<i>age</i>	0 (0.000)			
<i>educ</i>	0 (0.001)			
<i>train</i>	-0.005 (0.009)			
<i>health</i>	-0.004 (0.004)			
<i>status</i>	0.009 * (0.006)			
<i>fstruct</i>	-0.005 (0.004)			
<i>plots</i>	0.007 (0.004)			
<i>insurances</i>	0.005 (0.005)			
<i>loan</i>	0.005 (0.008)			
<i>job</i>	-0.002 (0.013)			
<i>lnsubsidy</i>	0.001 (0.001)			
<i>_cons</i>	4.981*** (0.546)			
样本数量	N=9275, n=2794			

说明：***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。

4.3.1 稻谷单产与规模的实证分析

基于实证估计结果计算超越对数生产函数的产出弹性，稻谷总体规模弹性为-0.034，单产随着规模扩大而降低（图 4-4），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，符合预期。结合稻谷主产区生产的实际情况，当前平均每亩稻谷耕地规模为 5.7 亩，单产平均为 475 千克/亩，意味着农户平均经营规模扩大到为中型农户以上时，稻谷每亩产量至少下降 16 千克。生产要素与规模的估计结果表明，在合理规模范围内，亩均稻谷劳动投入和肥料变量与规模变量存在显著的负向关系，亩均机械与规模变量存在显著的“倒 U 型”关系，表明着规模对单产的作用机制是成立的。

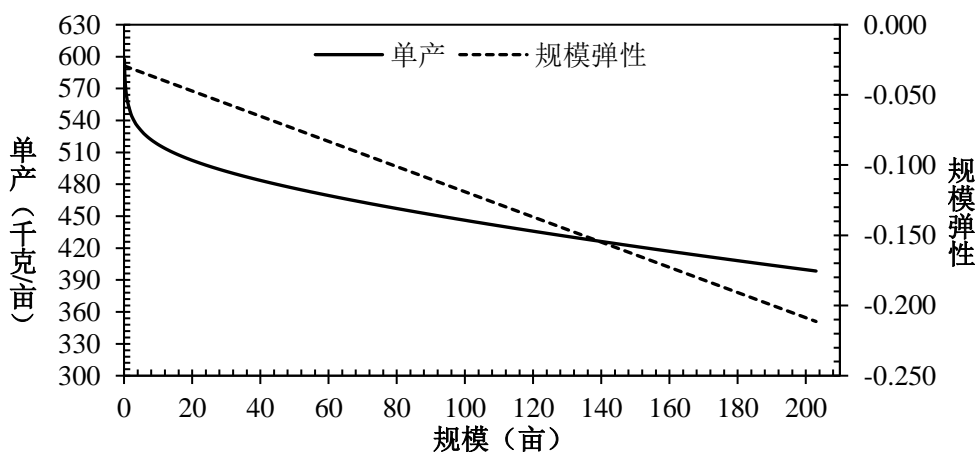


图 4-4 稻谷规模与单产关系

劳动力和肥料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，具体产出弹性计算如下，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。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。

家庭禀赋变量的实证估计结果表明，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。健康状况和农业技能培训变量显著为正，符合预期。受过农业技能培训的农户在掌握科学的种植方法后，可以有效提高种植效率。兼业化水平

变量显著为负，该指标数值高意味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 4-4 稻谷农户数据估计结果

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

说明：***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。

4.4 研究结果的对比

梳理当前以小麦、水稻和玉米为研究对象的文献，计算并对比各自的规模弹性，发现我们的共性与特性。本研究所得一熟玉米规模弹性不显著，两熟玉米产出弹性显著为正（0.034），与陈杰和苏群的研究结果为相似^[31]，其他文献中大多数玉米规模弹性均显著为负，与本文差别较大^[19, 54]。两熟小麦规模弹性显著为负（-0.038），与程申研究所得非常接近^[19]，且规模弹性都在-0.03 左右，其他研究也表明小麦规模弹性为负^[54, 57]，但具体数值存在较大差距。稻谷规模弹性显著为负（-0.034），与当前文献大多数研究结果近似^[19, 28, 31]，与少数文献差异较大^[23]（表 4-5）。

表 4-5 既有文献规模弹性整理

作者	数据时间	研究对象	函数形式	土地生产率指标	规模弹性
范红忠和周启良 (2014)	2012 年	小麦	C-D	亩均产量 (kg/亩)	0.124
		水稻	C-D	亩均产量 (kg/亩)	0.049
程申 (2018)	2010 和 2011 年	玉米	C-D	亩均产量 (kg/亩)	-0.096
		小麦	C-D	亩均产量 (kg/亩)	-0.030
		水稻	C-D	亩均产量 (kg/亩)	-0.123
陈杰和苏群 (2017)	2010 年	小麦	C-D	亩均产量 (kg/亩)	倒 U 型
		稻谷	C-D	亩均产量 (kg/亩)	-
		玉米	C-D	亩均产量 (kg/亩)	+
王建英等 (2015)	2007 和 2011 年	水稻	C-D	亩均产量 (斤/亩)	0.031
Carletto(2013)	2005 和 2006 年	小麦	C-D	亩均产量 (kg/英亩)	-1.036
王嫚嫚等 (2017)		水稻	Translog		-
许庆等 (2011)	1993-1995、	玉米	Translog		-
	1999 和 2000 年	小麦	Translog		-
		粳稻	Translog		-
本研究	2011-2015 年	一熟玉米	Translog	亩均产量 (kg/亩)	0.013
		两熟玉米	Translog	亩均产量 (kg/亩)	0.034
		两熟小麦	Translog	亩均产量 (kg/亩)	-0.038
		稻谷	Translog	亩均产量 (kg/亩)	-0.034

注：部分文献因变量和模型的选取难以进一步得到规模弹性，因而表中仅呈现单产与规模的方向关系，如王嫚嫚等（2017）和许庆等（2011）。

表中文献的农户数据要么统计口径不一致（部分来自于课题问卷调研，部分来自于全国农村固定观察点），要么样本区域跨度大，导致不同研究估计的系数值存在一定的差异。此外有更多学术研究的由于采用的模型不同，难以直观的得到规模弹性，只能认识到单产随着规模朝着哪个方向变化的信息。或者由于土地生产率选取的指标不同或者相同指标不同量纲，弹性值可比性不强，所以表中归纳的规模弹性方向具有一定参考作用价值，具体数值的差异不做进一步讨论。

4.5 粮食单产变化成因的讨论

我国人均耕地面积在 3 亩左右，传统观念认为小规模农户精耕细作的经营方式是我国粮食产量高的基础，如果朝着缩小城乡贫富差距，扩大农户经营规模以提高农民收入的目标前进，单产下降将是不可避免的局面。这种看法得到了一些学者的支持，也被一些学者反对。根据经济学原理，当生产者面临的要素市场和产品市场都是完全竞争市场时，不同规模农户的土地生产率应该是相等的。为检验单产具体如何随着规模的发展而变化，本研究做了一些探索，得出小麦和稻谷单产和规模存在显著负向关系，玉米负向关系消失的结论。为寻找其中原因，以下结合农产品种植特性、各自面临的机械和劳动市场发展情况加以分析。

我国农业机械化水平经历了高速增长阶段，当前农业机械总体水平较高，但仍然存在区域、农作物种类以及农业生产阶段机械化发展不平衡的情况。在粮食作物上体现为小麦和稻谷生产收获环节的机械化水平高于玉米^[60, 61]，小麦和稻谷种植户农业机械的“可分性”高于玉米种植户，农户在调整经营规模的过程中可以选择同样具有效率的机械。玉米种植户机械市场发展相对落后，小农在机械上的选择范围窄，大型农具比小农具先进有效率的的多，大农户也更容易从农业机械上攫取规模经济。通俗的说，就是小麦和稻谷相关的农机服务或者是农业机械市场都发展的更为完善，所以任何规模的农户使用的机械都是同等先进的，规模扩大过程中农业机械的变更并没有带来耕作效率的显著变化。而玉米种植户在扩大规模过程中将农机市场发展较为落后，小农具和大农具确实存在效率上的显著差异，种植玉米的大农户单产相对更高。此外，地区劳动力禀赋、经济发展水平和农作物种类的差异，导致不同区域农业劳动力冗余程度（边际产量）有所不同。仅从农作物耕作特性和地区机械化水平来看，小麦种植过程中对劳动的需求最低。稻谷虽然机械化水平高，但播种环节需要的人手多，对劳动的需求高。玉米机械化水平低，种植更依赖劳动的投入，对劳动的需求也比较高。三种粮食作物劳动冗余程度的区别意味着小农户精耕细作的程度存在着较大的差别，

因此农户扩大经营规模的过程中,每亩劳动数量和质量下降导致的单产下降的幅度大相径庭。

综合上述背景,结合农户样本特征、实证估计得出的规模弹性与要素产出弹性特点,进一步推测单产与规模关系形成的原因。对比农户基本特征和每亩要素投入水平,发现从年龄、性别、家庭人口结构、兼业化程度和家庭背景等方面分析,不管是一熟区还是两熟区的农户特征、亩均劳动投入和亩均肥料投入总体上非常相似的,最大的区别在于每亩机械投入水平上。玉米种植户每亩机械投入水平仅有小麦和稻谷每亩机械投入水平的一半,机械产出弹性是小麦和稻谷的一倍。比较要素产出弹性,仅有小麦劳动产出弹性小于0,即耕作过程中存在劳动冗余,过度的投入劳动力的现象。结合一熟玉米、两熟玉米、两熟小麦和稻谷机械和劳动投入的表现,发现单产与规模究竟呈现何种关系取决于地区机械发展水平,当机械化水平高时,扩大耕地规模很大概率上导致单产降低,单产降低的幅度取决于当地劳动力的冗余程度,反之亦反。机械和劳动在农业生产中呈现为替代关系,表现为农户扩大经营规模时,农户每亩投工量迅速降低,每亩机械投入先增后减。这是因为大规模农户增加劳动投工带来的增产效应很低,增加机械带来的增产效应高,扩大规模时增加机械投入能够有效缓解因为亩均劳动减少带来的减产效应。这也可以解释为什么规模扩大到一定程度时,不同的粮食作物单产下降趋势都趋于平缓。

回顾我国农业生产的现状,农业耕种收环节中机械化的进程不断推进和农业劳动力持续流出,预期未来小农户精耕细作的种植方式逐渐被粗放式经营的大农户取代。由此,推测未来我国粮食单产随着规模的扩大略微下降,但下降幅度小。尽管如此,增加机械投入能够提高农户整体的产出水平,尤其是大农户,增产效应更加显著,所以未来仍要不遗余力的坚持农机补贴政策,提高机械化水平,推进农业机械的技术变革。

4.6 本章小结

(1) 对关键变量规模的解释。两熟小麦和稻谷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。两熟小麦和稻谷劳动产出弹性为负, 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、两熟小麦和一熟稻谷, 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, 证实了规模对于单产的间接作用机制。

(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科学的农业生产办法, 有助于提高单产。

(5) 耕地细碎化变量对单产造成影响因机械化发展程度而变, 在机械化水平高的地方, 连片土地的产出更有优势, 机械化水平低的地方, 细碎化经营更合适。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

5.1 研究结论

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。确定以一熟玉米、两熟玉米、两熟小麦和稻谷为研究对象后,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,分析使用的模型采取超越对数生产函数,将实际收获面积的对数-线性形式引入,并逐步添加其他要素变量、农户家庭禀赋变量和时间变量,最终采用聚类稳健固定效应的估计方法得到结果。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。主要结论如下:

(1) 两熟小麦和稻谷土地生产率与规模变量呈显著负向关系,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。单产如何变化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,当地区机械化水平较高时,扩大耕地规模很大概率上导致单产降低,单产降低的幅度取决于当地劳动力的冗余程度,反之亦反。

(2) 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,验证了规模对单产作用机制的合理性。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。即规模越大的农户土地分布越集中,兼业水平越低,得到农业补贴额更少。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,耕地细碎化水平与规模变量的关系受到当地机械发展水平的影响,机械化程度高时,土地连片更有利于农户耕作。机械化程度低时,细碎的土地更适合发挥农户精耕细作的优势。兼业水平对单产有显著的负向影响。

5.2 政策建议

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增产作用,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,推动小麦和稻谷农业机械的技术变革。小麦和稻谷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、稻谷农户的一半。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,稻谷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集中到高效率的小农户手中,不仅有利于机械发挥更高的效率,更有利于解决农户农业收入低的问题,解决城乡居民收入差距。

5.3 进一步研究的建议

(1) 筛选稻谷农户样本时,由于一熟、两熟和三熟种植区域无法进一步区分,只能筛选出稻谷主产省份的农户数据进行研究,因此本研究中关于稻谷的估计结果可能存在些许的偏差。未来在这方面进一步细分的分析将会得到更加准确的结果。

(2) 本文所使用的样本中,只有稻谷和一熟玉米大于 50 亩的样本超过 500 户,冬小麦-夏玉米种植区的农户样本中,中大型农户非常少,导致目前的研究结果可能对于 10 亩以下农户经营更有参考意义。如果有更好数据样本,或许能够更好的捕捉到中大型规模农户单产如何变化的规律。

参考文献

- [1] Barrett, C.B., Bellemare, M.F., Hou, J.Y. Reconsidering Conventional Explanations of the Inverse Productivity–Size Relationship. *Social Science Electronic Publishing*, 2010(1): 88-97
- [2] Lamb, R.L. Inverse Productivity: Land Quality, Labor Markets, and Measurement Error. *Journal of Development Economics*, 2003(1): 71-95
- [3] 速水佑次郎. 农业发展的国际分析., 2001
- [4] 舒尔茨, 梁小民. 改造传统农业., 2009
- [5] 蔡昉. 改革时期农业劳动力转移与重新配置. 中国农村经济, 2017(10): 2-12
- [6] 冒佩华, 徐骥, 等. 农地经营权流转与农民劳动生产率提高:理论与实证. 经济研究, 2015
- [7] 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
- [8] 陈海磊, 史清华, 顾海英. 农户土地流转是有效率的吗?——以山西为例. 中国农村经济, 2014(07): 61-71
- [9] 郭庆海. 土地适度规模经营尺度:效率抑或收入. 农业经济问题, 2014(07): 4-10
- [10] 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(1): 95-124
- [11] 任治军. 中国农业规模经营的制约. 经济研究, 1995(6): 54-58
- [12] 辛良杰, 李秀彬, 等. 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. 地理研究, 2009(05): 1276-1284
- [13] 张悦, 刘文勇. 家庭农场的生产效率与风险分析. 农业经济问题, 2016(05): 16-21
- [14] 陈海磊, 史清华, 顾海英. 农户土地流转是有效率的吗?--以山西为例. 中国农村经济, 2014(7): 61-71
- [15] 郭庆海. 土地适度规模经营尺度: 效率抑或收入. 农业经济问题, 2014(7): 4-10
- [16] 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), 2010(1): 99-128
- [17] 任治君. 中国农业规模经营的制约. 经济研究, 1995(6): 54-58
- [18] 辛良杰, 李秀彬, 等. 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. 地理研究, 2009(5): 1276-1284
- [19] 程申. 农户土地经营规模与粮食生产率的关系. 中国农业大学, 2019
- [20] Ünal, F.G. Small is Beautiful: Evidence of an Inverse Relationship Between Farm Size and

Yield in Turkey. *Social Science Electronic Publishing*, 2008

[21] 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(12): 38-45

[22] 钱龙, 洪名勇. 非农就业、土地流转与农业生产效率变化——基于Cfaps的实证分析. *中国农村经济*, 2016(12): 4-18

[23] 王建英, 陈志钢, 等. 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

[24] Kimhi, A. Plot Size and Maize Productivity in Zambia: Is there an Inverse Relationship? *Agricultural Economics*, 2010(1): 1-9

[25] Li, G., Feng, Z., et al. Re-Examining the Inverse Relationship Between Farm Size and Efficiency. *China Agricultural Economic Review*, 2013(4): 473-488

[26] 李文明, 罗丹, 等. 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

[27] 罗丹, 李文明, 陈洁. 种粮效益: 差异化特征与政策意蕴——基于3400个种粮户的调查. *管理世界*, 2013(7): 59-70

[28] 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

[29] Chen, Z., Huffman, W.E., Rozelle, S. Inverse Relationship Between Productivity and Farm Size: The Case of China. *Contemporary Economic Policy*, 2011(4): 580-592

[30] 陈杰, 苏群. 土地流转、土地生产率与规模经营. *农业技术经济*, 2017(01): 30-38

[31] 陈杰, 苏群. 土地生产率视角下的中国土地适度规模经营——基于2010年全国农村固定观察点数据. *南京农业大学学报: 社会科学版*, 2016(6): 121-130

[32] 中国农业百科全书., 1991

[33] 高旺盛, Dept. Gao Wangsheng. 21世纪中国耕作制度发展展望. *中国农业大学学报*, 1995(s1): 65-69

[34] 刘巽浩, 牟正国. 中国耕作制度., 1993

[35] Kimhi, A. "Plot Size and Maize Productivity in Zambia: Is there an Inverse Relationship?". *Agricultural Economics*, 2010(1): 1-9

[36] 王建英, 陈志钢, 等. 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

[37] Lamb, Russell. Inverse Productivity: Land Quality, Labor Markets, and Measurement Error. *Journal of Development Economics*, 2003(1): 71-95

- [38] Heltberg, R. Rural Market Imperfections and the Farm Size— Productivity Relationship: Evidence From Pakistan. *World Development*, 1998(10): 1807-1826
- [39] 吴绍洪, 黄季焜, 等. 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
- [40] 侯麟科, 仇焕广, 等. 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
- [41] 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(2): 250-259
- [42] 周晶, 陈玉萍, 阮冬燕. 地形条件对农业机械化发展区域不平衡的影响——基于湖北省县级面板数据的实证分析. *中国农村经济*, 2013(9): 63-77
- [43] Benjamin, D. Can Unobserved Land Quality Explain the Inverse Productivity Relationship? *Journal of Development Economics*, 1995(1): 51-84
- [44] Bhalla, S.S., Roy, P. Mis-Specification in Farm Productivity Analysis: The Role of Land Quality. *Oxford Economic Papers*, 1988(1): 55-73
- [45] Carter, M.R. Identification of the Inverse Relationship between Farm Size and Productivity: An Empirical Analysis of Peasant Agricultural Production. *Oxford Economic Papers*, 1984(1): 131-145
- [46] 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*, 2012(4): 15-25
- [47] 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): 31-39
- [48] Bizimana, C., Nieuwoudt, W.L., Ferrer, S.R. Farm Size, Land Fragmentation and Economic Efficiency in Southern Rwanda. *Agrekon*, 2004(2): 244-262
- [49] Wan, G.H., Cheng, E. Effects of Land Fragmentation and Returns to Scale in the Chinese Farming Sector. *Applied Economics*, 2001(2): 183-194
- [50] 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
- [51] 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
- [52] 黄季焜, 王晓兵, 等. 粮食直补和农资综合补贴对农业生产的影响. *农业技术经济*, 2011(1): 4-12
- [53] Heltberg, R. Rural Market Imperfections and the Farm Size— Productivity Relationship: Evidence From Pakistan ☆. *World Development*, 2004(10): 1807-1826

- [54] 许庆, 尹荣梁, 章辉. 规模经济、规模报酬与农业适度规模经营——基于我国粮食生产的实证研究. *经济研究*, 2011(3): 59-71
- [55] Ali, D.A., Deininger, K. Is there a Farm Size-Productivity Relationship in African Agriculture?: Evidence from Rwanda. *Policy Research Working Paper*, 2014(2): 317-343
- [56] Assunção, J.J., Braido, L.H.B. Testing Household-Specific Explanations for the Inverse Productivity Relationship. *American Journal of Agricultural Economics*, 2010(4): 980-990
- [57] Carletto, C., Savastano, S., Zezza, A. Fact Or Artifact: The Impact of Measurement Errors On the Farm Size-Productivity Relationship. *Journal of Development Economics*, 2013(1): 254-261
- [58] 郝枫. 超越对数函数要素替代弹性公式修正与估计方法比较. *数量经济技术经济研究*, 2015(4): 88-105
- [59] 高鸣. 脱钩收入补贴对小麦生产率有影响吗?——基于农户的微观证据. *中国农村经济*, 2017(11): 47-61
- [60] 潘彪, 田志宏. 中国农业机械化高速发展阶段的要素替代机制研究. *农业工程学报*, 2018(09): 1-10
- [61] 潘彪, 田志宏. 购机补贴政策对中国农业机械使用效率的影响分析. *中国农村经济*, 2018(6): 23-39

致谢

作者简介