

农业减量化：农户经营的规模逻辑及其证据*

张露^{1,2} 罗必良²

摘要：本文将农户分为五种类型，并将农地规模分解为地块规模、经营规模与连片规模，由此构建“农户类型—规模形式—减量化行为”的分析框架，进而阐明农户减量化的规模逻辑。基于农户问卷的实证分析表明：①对于所有样本农户来说，地块规模越大，减施量越高。其中，追求产量最大化的生产型小农，减施量与经营规模呈“倒U”型变化，而追求多元化经营的功能型小农，减施量随经营规模的扩大而增加；②农户连片规模扩大，减施量就增高，并且能够增强地块规模扩大以及经营规模扩大对减施的促进作用；③农户社会服务卷入程度加深，能够增强地块规模、经营规模和连片规模扩大对减施的促进作用。据此，农业减量化，应鼓励农户开展连片种植，形成生产性服务的市场容量，然后诱导服务供应商提供专业化服务，进而实现服务规模经营对农地规模经营的替代。

关键词：地块规模 经营规模 连片规模 纵向分工 农业减量化

中图分类号：F325.2 **文献标识码：**A

一、引言

农业发展的目标与模式由国家或地区要素禀赋特征所决定。基于人少地多的资源禀赋特征，美国现代农业基于机械化的资本投入替代劳动力投入，以降低土地生产率为代价，致力于劳动生产率的提升；与之相反，日本的资源禀赋呈现人多地少特征，其现代农业发展表现为用高密度的现代要素投入以弥补耕地不足，以降低劳动生产率为代价，着眼于土地生产率的提升（黄宗智，2014）。同日本类似，中国同样面临人多地少的要素失衡局面，并且迫于人口高速增长压力，中国提升土地生产率的需求远胜于日本。由此造就单极化追求产量增长的发展模式。

由产量目标导向所决定的农业发展模式，特别是化肥、农药等农业化学品的密集施用，已经取得卓越成就并解决了中国近十四亿人口的粮食安全问题。然而，持续过量农业化学品的施用引致了严重的资源环境危机，包括土壤板结酸化，水源富营养化和温室气体排放增加等（魏后凯，2017）。更为严重的是，环境的恶化反向威胁农产品的产量与品质安全（如镉大米事件），由此形成负反馈循环（叶兴

*本文受到国家自然科学基金政策研究重点支持项目“农地确权的现实背景、政策目标及效果评价”（编号：71742003）和中国博士后科学基金特别资助项目“长江经济带农业绿色发展模式仿真、结构优化与主体博弈”（编号：2019T120736）的资助。本文通讯作者：罗必良。

庆, 2016)。为此, 2015 年农业部出台了《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》和《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》, “两减”受到学界普遍重视。

农业减量化的关键在于降低农业生产中化肥、农药和兽药等的施用量(纪龙等, 2018)。已有关于减量路径的探索包括三方面: 一是生产者层面, 通过对生产决策行为之心理动因的干预以提升减量偏好, 如行为惯性改变(项诚等, 2012)、技术信息传递(Huang et al., 2015)、风险规避控制(仇焕广等, 2014)和经济激励刺激(褚彩虹等, 2012)等; 二是消费层面, 通过引导消费者对绿色及有机农产品的偏好(如健康信息沟通、社交网络影响), 倒逼生产方式转型, 实现生产减量化(Goetzke et al., 2014); 三是农业经营组织层面, 通过农业劳动力非农转移带动土地流转, 或通过新型农业经营主体带动合作经营, 实现农地规模化生产, 以达到减量化(Wu et al., 2018)。中国农业的经营主体是农户。由此, 本文重点关注农户生产要素配置与减量化之间的关联机理及其效果。

已有文献集中于讨论农户的农地经营规模与农业减量化的关系(主流文献的农地经营规模通常是指农户实际耕种的耕地总面积。本文将强调, 农地经营规模仅仅是农地规模的一种形式)。多数已经表明, 农地经营规模与化学投入品施用量呈现显著的负向相关性。Wu et al. (2018) 测算指出, 农户经营的农地规模每增加 1%, 则化肥和农药的用量能够分别下降 0.3% 和 0.5%。一直以来, 鼓励农地流转与集中, 扩大农户的农地经营规模, 发育规模化的农业经营主体, 被认为是实现减量化的重要路径(蔡颖萍、杜志雄, 2016; Wu et al., 2018)。值得注意的是, 近期研究却发现, 二者间的关系可能并非线性的, 而是存在农地规模阈值。诸培新等(2017)分析认为, 水稻生产的亩均化肥投入随经营规模扩大呈现“U”型变动趋势。纪龙等(2018)也证明, 随农地经营规模扩大, 农户合理施用化肥概率有所改善, 但改善幅度随规模扩张呈逐级递减趋势。甚至有研究指出, 随着规模的扩张, 人工要素过度投入趋势得以缓解, 然而化肥过度投入现象并未改善(张晓恒等, 2017; 张聪颖等, 2018)。可见, 已有关于农地经营规模对农业减量化影响的研究, 并未形成一致性结论。

之所以如此, 本文认为源于两个原因: 一是缺乏对农户农地规模多样性的理解。事实上, 农地规模有不同的表现形式, 包括农户经营的农地总面积、地块数或地块面积、播种面积乃至连片种植面积等等, 不同的规模形式隐含着不同的行为经济学含义(沈涵等, 2011)。由于已有研究所表达的规模概念主要针对于农户经营面积, 因而忽视了不同规模情景减量化效果的实证分析。二是缺乏对农户要素配置行为的有效甄别。不同类型的农地规模, 使得具有不同比较优势的农户有着不同的行为目标偏好, 进而诱发不同要素配置行为与技术匹配策略, 由此会导致不同的减量化效果(杨泳冰等, 2016; 郭晓鸣等, 2018)。已有研究尚未对此予以重视。

本文试图基于农地规模的概念梳理, 从农户经营的层面揭示不同情景下农地规模、要素匹配与农业减量化的关系, 进而突破土地经营规模的单向思维, 揭示农户卷入分工经济, 以迂回交易方式实现农业减量化的可行策略及其内在机理。本文的边际贡献在于: 将农地规模区分为总面积规模(即农地经营规模)、地块规模与连片种植规模三种情形, 分别辨析不同情形对农业减量化的影响, 从而分类刻画农地规模与减量化的关联关系; 特别是突破以农地规模经营促进减量的单向思维, 通过分析连片规模、社会化服务卷入与地块规模、经营规模的交互作用, 揭示出以服务规模经营实现农业减量化的

内在机理与可行策略。本文分为六个部分：除引言外，第二部分主要是厘清不同情形的农地规模及其经济学含义；第三部分讨论不同规模农户的情景依赖、行为目标及其减量化策略，并据此提出假说；第四部分是数据来源与统计描述；第五部分是模型选择与计量结果分析；最后是结论与讨论。

二、农地经营规模：概念、评论及拓展

（一）基本事实：农地经营规模与农户行为

尽管国家政策一直着力推进农地的流转与集中，全国农地流转率也从2005年的4.5%上升至2016年的35.1%，但依然没有诱导小农经营格局发生根本性改观。1996年，中国经营土地规模在10亩以下的农户占家庭承包户总数的76.0%，2018年的比重则高达85.2%^①。与小规模相伴的，是土地的细碎化。农业农村部公布的数据显示，1986年农户户均经营耕地9.2亩，分散为8.4块；2008年下降到7.4亩，分散为5.7块。农地经营的小规模及其细碎化，可能引发一系列的问题。

第一，农民的自由择业与劳动力非农转移，使得农户经营不断呈现出农业的兼业化与副业化。本课题组2015年对全国9省区2704个样本农户的调查结果表明，农户兼业已经成为普遍现象，纯农户的占比仅为8.5%，表明农民已经不以农为业。农户纯收入中来自农业的占比由1985年的75.02%下降到2013年的26.61%，则表明农民已不再以农为生（罗必良，2017）。据此，小规模格局难以激发农户的农业经营热情，导致显著的离农化倾向。第二，农地的小规模及细碎化，必然导致规模不经济。1990~2014年，中国三种粮食（稻谷、小麦和玉米）按现值计算的亩均产值年均增长13.6%，但亩均成本增长达15.5%。其中，物质与服务费用年均增长12.2%，人工成本年均增长16.9%，土地成本年均增长24.6%（叶兴庆，2016）。不仅如此，农地细碎化在劳动力非农转移与经营成本不断攀升的情形下更易引发撂荒。研究表明，农地的细碎化程度每提升1%，农地撂荒的可能性增加0.17%（罗必良、洪炜杰，2019）。第三，由非农就业的比较收入优势形成的农户离农，与农业经营的比较成本劣势所形成的粗放经营，必然导致农业减量化步履艰难。1978~2018年，全国农用化肥施用折纯量从884.0万吨增加至5653.4万吨，年均增长率为4.7%；而单位农作物播种面积的化肥用量从58.9千克/公顷增加至340.8千克/公顷，年均增长率为4.5%。与化肥用量的显著增长趋势类似，农药的施用量也从1991年的76.53万吨，增加至2015年的178.3万吨，年均增长率为3.6%^②。

（二）农业减量化的农地规模逻辑：一个评论

由于机械资本等现代农业生产要素的引入存在农地规模门槛（如大型机械与无人机），借鉴美国大规模、机械化的“大农业”经验，实现农地规模经营就被直观地理解为提升农业生产率的必然出路，也被认为是农业减量化的重要途径（黄宗智，2014）。为此，两个方面的问题必须受到重视。第一，尽管推进农地规模经营已成为基本的政策主线，但基于前述的政策绩效，可以认为，在能够预期的较长

^①参见农业农村部农村合作经济指导司、农业农村部政策与改革司（编），2019：《中国农村经营管理统计年报（2018年）》，北京：中国农业出版社。

^②数据来源：中华人民共和国国家统计局年度数据库，<http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>。

时期内，寄希望于通过扩大农户经营规模来实现减量化不具备现实可行性；第二，考察农户特性及其农业生产所依托的要素市场环境演变是讨论农业减量化问题的逻辑起点，孤立地审视农户的农地经营规模与减量化的关系，忽视其差异化的关联机理与作用机制，可能造成对二者关系的误判。

1.减量化行为解释的孤立性：忽略要素匹配的关联性。当农户的经营规模超出家庭农业经营能力时，会形成劳动力要素的刚性约束，经营主体或者通过要素市场补充劳动力，或者引入机械化的生产要素替代劳动力（王建英等，2015）。由此可能存在三种不同类型的农业化学品施用模式，即完全人工施用、人工与机械结合施用以及完全机械施用。一方面，由于人工投入与机械资本的组合投入不同，其农业化学投入品的施用量与利用率在不同规模乃至同等规模的农户间，均可能形成较大差异。另一方面，人工与机械均可以实现减量化，但机理不同。其中，人工施肥的机动性更强，可以根据局部作物生长情况灵活地进行现场处理，但缺乏标准化；机械施肥则可进行定量化与标准化控制，能够保证施用量的均匀和精准性并避免施用损耗，但存在土地规模匹配与机械利用效率的约束。可见，忽略生产要素的匹配特征来讨论农地经营规模与减量化的关联，可能存在较大误差。

2.减量化行为解释的静态性：忽略农户经营目标转换的行为影响。长期以来，农业人口增长与耕地的刚性约束，造成了中国农业发展的内卷化，即通过高度密集的劳动力投入提升耕作的精细度与复杂度，消解劳动力的增长并避免收入降低（黄宗智，1986）。由此，农地规模小、以自给自足为目标的生存型小农大量形成。然而，20世纪80年代起，非农产业的发展诱导了农业的去内卷化，使得生存型小农出现分化。部分农户开展家庭内部的代际分工，以老龄或妇女劳动力留守务农，发展成为追求生活体面感、幸福感的生活型小农；部分具备经营能力的小农，通过农地转入，发展成为以追求产量最大化为目标的生产型小农；部分农户甚至转型为旨在拓展农业食品供给功能、发挥其多元化价值的功能型小农（贺雪峰、印子，2015；郭晓鸣等，2018）。生产目标转型会引发小农化学投入品施用量的行为差异。显然，忽视农户的务农目标及其行为动机，难以准确把握其减量化的内在机理。

3.减量化行为解释的同质性：忽略农地流转及经营规模所隐含的差异性。地权均等以及考虑灌溉条件、土壤肥力以及距居住点远近等多重因素所决定的农地分配方式，使得同一家庭所得的地块亦不连片，造成严重的农地细碎问题。所以，即便是经营着同等规模耕地的农户，其地块数与地块面积均存在差异，随之可能带来农业化学品施用量的差异（王建英等，2015）。与此同时，农户对耕地的经营决策不同，化学品的施用量亦可能不同。首先，发生劳动力非农转移的家庭可能选择撂荒或将土地转出；而以农为业的农户则可能通过土地转入扩大经营规模。实际经营的农地规模发生变化，可能造成农户化学投入品施用量的差异（Wu et al., 2018）。此外，农民的行为决策具备显著的从众倾向，例如，多个农户通过地块的连片种植，可在保留小农土地经营权的基础上，获得规模经济性，从而改变化学品的施用行为（罗必良，2017）。据此，农地规模有着不同的表达形式，而仅仅以地块规模或总量规模来判定减量化的机理，可能有失偏颇。

（三）逻辑拓展：农户类型、规模匹配与减量化的分析线索

在微观经济学中，厂商的规模经济是指扩大生产规模引起经济效益增加的现象，是长期平均总成

本随产量增加而减少的特征（即图 1 中的平均成本曲线从 s_1 移动到 s_2 ），与之相对应的概念是规模不经济（从 s_2 移动到 s_3 ）。图 1 中， s_2 为最佳生产规模。

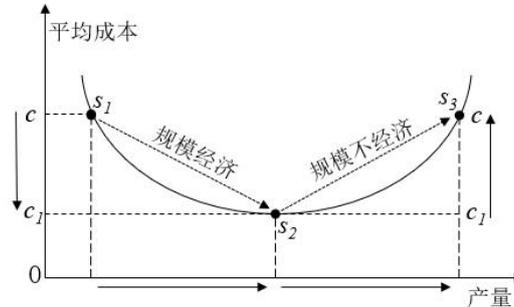


图 1 厂商规模经济示意图

与工业中用产量表达生产规模不同，在农户的农业经营中，农业生产规模通常由农地规模或者作物的种植面积来表达，所以，图 1 中的横轴所代表的“产量”可以替换为农地规模。问题的复杂性在于，农户经营的农地存在多种情形，决定着不同的资源配置方式，因而隐含着不同的规模经济性含义。而农户的转型分化，则可能引发包括农地规模在内的一系列生产要素配置改变，并衍生出截然不同的农业减量化的行为倾向。所以，在物质获取层面，本文用务农收入表征农户通过农业生产获得的物质丰裕度；在精神获取层面，本文用生活满意度表征农户通过农业生产获得的精神满足水平。由此，本文将小农户划分为四种类型，即生存型、生活型、生产型和功能型。

农户的农地规模亦具有不同的情形。本文将农地规模细分为三个层面：一是地块规模。地块规模越大，越有利于机械施用技术与装备的采纳，从而通过保证作业的连续性而改善施用效率（纪龙等，2018）。二是经营规模。农户经营的农地面积规模越大，越有助于农户进行测土配方施肥并在规模化的肥料采购中进行信息收集与质量甄别（褚彩虹等，2012）。三是连片种植规模。连片规模越大，越有助于通过生产性服务外包而进行专业化、精准化的减量作业（罗必良，2017）。基于上述，本文试图构建“农户类型—规模形式—减量化行为”的分析框架，并由此阐明农户减量化的规模逻辑。

第一，对于以兼业为主的农户来说，其家庭收入通常由务工收入主导，倾向于通过农地要素市场转出部分或全部耕地，缩小农地经营规模或减少地块数量，转型为追求劳动价值感与生活幸福感的生活型农户（贺雪峰、印子，2015）。这类农户往往选择节省劳动力的作物品种与耕作方式。为了降低劳动强度，生活型农户可能以增加单次施用量的方式来减少施用频数（即俗称的“一炮轰”）。相应地，缓释肥和长效肥等能够减少施肥次数的减量化技术与该类农户的要素禀赋特征具有良好的匹配性。

第二，对于以农业为主的农户而言，因其农业生产能力的不同亦可能出现分化。对生产能力有限的农户而言，在小规模经营情境下，其可能选择精耕细作以提高土地生产率来满足家庭的消费需求，从而成为追求自给自足的生存型农户（罗必良，2017）。由于化肥作为外部要素投入会产生购置成本，因而这类农户会依靠劳动力的“无限投入”，栽培绿肥或制作农家肥，以替代化肥投入来降低生产成本。由此，通过家庭内部生态圈的构造，以内部有机肥替代外部化肥投入，更为契合生存型农户的要素禀赋条件。对生产能力突出的农户，其可能通过农地转入扩大经营规模以实现与其生产能力的匹配。由

此，农户因农业经营目标不同将进一步分化为追求产量最大化的生产型农户和追求产值最大化的功能型农户。其中：（1）生产型农户受产量目标驱使，可能倾向于以密集的化肥投入来提升土地生产率（张晓恒等，2017）。无论是耗费人工成本的有机肥，还是存在肥效风险的生物肥，均与生产型农户的产量目标导向相冲突。由此，根据土壤肥力状况配制的测土配方肥，一方面通过精准施用减少用量并降低成本，另一方面又可以享受政府补贴以弥补肥料价格上升的潜在损失。因此，生产型农户的减量化往往偏好以化肥养分元素的配比改变来降低用量、提高效率。为了降低测土配方的成本，生产型农户往往倾向于减少地块数而扩大地块面积。（2）功能型农户偏好于高附加值的产品（如绿色农产品）或服务（休闲、体验与观光）来谋求产值最大化（魏后凯，2017）。这类农户会自发地减少化肥施用量，采用生物炭基肥等基于天然原料生产的肥料，以确保产品或服务契合目标消费群体的亲环境偏好。所以，功能型农户的减量化偏好以低残留、低污染要素替代高残留、高污染要素，以降低肥料的毒性危害。

第三，鉴于农地小规模与细碎化的禀赋约束，交易能力突出的农户可能选择大规模转入土地，实现农地规模经营，从而成为追求利润最大化的新农业经营主体（蔡颖萍、杜志雄，2016）。考虑到农业劳动工资不断提升的基本趋势，尤其是大规模经营所决定的“农忙”用工约束以及农业特性所内含的高昂劳动监督成本，这类主体往往倾向于通过购置农机等资本替代劳动的方式，以提升劳动生产率。由于农户装备技术的采用与农地规模具有依存性，例如大型植保机械或无人机施肥往往存在一定的门槛（包括大规模生产与连续性作业以改善资本利用效率），利用迂回投资与迂回交易的方式进行植保的外包服务，既能够通过精准化施用降低损耗，又能够缓解施肥的劳动力约束。此时，农业规模经营表达为服务规模经营，农户可从分工与专业化生产获得规模经济收益（罗必良，2017）。

可见，生存型、生活型、生产型和功能型农户并不必然被排除在减量化的新工具、新方法之规模门槛之外。若农户能够与周围地块农户种植同类作物品种，则可以突破农地产权交易的困境，实现连片化种植规模的提升。尤其是，连片规模的扩大能够形成充足的市场容量，吸引服务供应商进入，提供专业化的生产性服务。因此，多个农户种植的一致性行动将能够获取农业减量的规模经济和分工经济。特别地，伴随众多农户的卷入、连片规模的扩大、外包主体的进入以及服务市场竞争格局的形成，迫于成本压力的服务供应商可能自主进行工具与技术革新，从而实现农业减量的市场化。

图2刻画了不同类型农户在不同规模情景下的要素配置及其减量化的基本趋势。

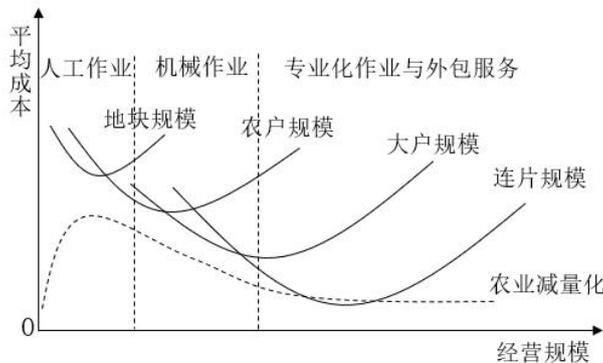


图2 不同经营规模情景下的要素配置及其减量化

三、农地规模与减量化：行为机理及假说

如前所述，农户的农地规模可表达为地块规模、经营规模与连片规模。不同的规模类型，隐含着化学品施用的不同行为机理及减量逻辑。

1. 地块规模引致的施用量差异。地块规模表达为最大地块面积（王建英等，2015）。当农户所拥有的地块规模较小时，意味着单位面积农地的化学投入品施用需要耗费更高的人工成本，因为携带施用物资在不同地块间转场会耗费体力和工时。然而劳动力非农转移引致的雇工价格提升，以及作物品种不连片引致的机械化作业障碍，造成家庭剩余劳动力有限的农户采用粗放式的施用方式（如不按照化肥说明书规定计量、次数施用），从而可能增加施用量。反之，当农户所拥有的地块规模较大时，不仅可以节省转场所需的人工成本，为机械化作业提供可能，而且可以通过连续性的施用提升行为的熟练程度、增强行为惯性，从而由作业精准度提升来降低施用量。

假说 1：农户地块规模越大，则化肥减施量越高。

2. 经营规模引致的施用量差异。经营规模表达为农户实际经营总面积（诸培新等，2017）。农户经营规模在一定程度上能够表达农户的农业经营目标。实际经营面积等于确权面积的生存型农户追求自给自足，而实际经营面积低于确权面积的生活型农户追求生活价值感，囿于土地或人力等要素限制，二者的农产品商品率相对有限。而实际经营面积高于确权面积的农户，因土地转入而扩大经营规模，被认为是未来农业发展的中坚力量（贺雪峰、印子，2015）。因此本文重点对生产型和功能型农户做进一步的细致考察。若其务农的目标为追求产量最大化，其可能通过密集施用化学投入品获取产量的提升，造成初期规模扩张的减量效用逐渐被抵消；若其务农的目标是拓展农业食品供给功能、发掘农业多功能价值，则其可能采纳绿色生产模式以降低化学投入品施用。因此，这两类农户在减量化的规模逻辑上具有代表性。

假说 2a：追求利润最大化的生产型小农，化肥减施量与经营规模呈倒 U 型变化。

假说 2b：追求多元化经营的功能型小农，化肥减施量随经营规模的扩大而增加。

3. 连片规模引致的施用量差异。连片规模表达为邻近地块种植的作物品种的一致性（罗必良，2017）。若农户卷入横向分工，即采纳连片化种植，对内提升家庭不同地块种植品种的集中度，对外同邻近地块的种植品种保持一致，就能够形成生产性服务外包的市场容量。由此，一方面农户连片种植而卷入纵向分工，分享服务规模经济性；另一方面服务规模的扩张则可以通过机械化、自动化提升作业操作的精准程度，降低施用损耗。

假说 3：种植连片规模越大，化肥减施量越高。

4. 三种规模的交互作用引致的施用量差异。对扩大农地规模的农户来说，其转入的土地必然也以细碎化的形式存在，故而可能加剧其既定经营规模的细碎化程度。这表明，地块规模小对减量化的消极影响，可能随着经营规模的扩张而被放大，从而削弱甚至抵消经营规模扩张潜在的减量绩效。但是，对地块规模小和经营规模小的农户而言，若在分散的地块种植同类作物，则可以获得连片规模扩大带来的减施效应。需要说明的是，农地规模策略，如扩大地块规模和经营规模，具备减量的可能性，但

并不具备可行性，因为现阶段无论是兼业还是非兼业农户而言，农地的生存保障与风险抵御功能仍客观存在。连片规模的扩大则截然不同，其并不触及敏感的人格化财产及产权交易问题，仅需要通过对所种植作物的种类进行相机决策来分享规模经济与分工经济，因而更具现实可行性。

假说 4a：地块规模的扩大，可能增强经营规模对减施量的促进作用。

假说 4b：连片规模的扩大，可能增强地块规模对减施量的促进作用。

假说 4c：连片规模的扩大，可能增强经营规模对减施量的促进作用。

5.纵向分工与规模交互引致的施用量差异。连片规模的扩大会形成充足的市场容量，诱导服务供应商进入，提供专业的喷施服务，生成服务规模经营。服务规模经营对农业减量化的促进作用主要表现在降低交易费用与改善分工效率两个维度。一方面服务供应商具备更强的肥效信息采集与甄别能力，从而可能克服化学投入品作为经验性产品的品质判断困境，以及可能由市场信息不对称引发的供需双方败德行为阻碍，实现交易费用的降低。另一方面服务供应商具备更强的融资和研发实力改进减量技术或工具，由此降低减量成本和提升减量效果，继而通过纵向分工的深化反向刺激横向分工，吸引更多的农户卷入社会化服务，实现分工效率的改善（罗必良，2017）。若农户社会化服务卷入程度越深，表现为采纳农业专业化服务的类型越多，为社会化服务支付的成本越高，则其生产的设施化、专业化、标准化和精准化程度越强，施用的损耗就越低、吸收效率就越高。

假说 5：社会服务卷入程度越深，可能增强三类规模对减施量的促进作用。

四、数据来源与统计描述

（一）数据来源

中国是水稻生产与消费大国，水稻种植面积和产量分别占世界的 20%和 33%^①。针对中国水稻生产环境影响的研究发现，氮肥产生的碳排放量占水稻全生命周期碳排总量的比例高达 53%~57%，原因在于化肥的过量施用与低效利用（Cheng et al., 2011）。据此，本文对水稻生产中的化肥投入展开研究。

湖北省是中国重要的水稻产区。国家统计局数据显示，2017 年该省稻谷产量为 1927.16 万吨，占全国总量的 9.08%。本文采用课题组于 2018 年底完成的对湖北省水稻主产区的农户抽样调查数据展开分析。具体抽样范围覆盖湖北省三大稻区，即鄂中丘陵、鄂北岗地单季籼稻板块，江汉平原、鄂东单季双季籼稻板块，以及鄂东北粳稻板块。然后考虑各板块的播种面积确定样本县个数，并依据各县种植面积随机抽取 2~3 个乡镇，每个乡镇随机抽取 2 个行政村，每个村随机抽取 45 个农户，共发放问卷 1800 份，满足本文研究的问卷为 1752 份，问卷有效率 97.33%。

（二）描述统计

本文以经营规模 35 亩为阈值，区分小农户和新农业经营主体；然后根据务农收入和生活满意度将经营规模在 35 亩及以下的小农户分为生存型、生活型、生产型和功能型。表 1 所示，生存型农户的地块规模最小，生活型农户次之，生产型和功能型农户的大体相当，而新农业经营主体的地块规模最

^①数据来源：Rice knowledge for China, <http://www.knowledgebank.irri.org/country-specific/asia/rice-knowledge-for-china>.

大。经营规模从小到大顺次为生存性、生活型、生产型、功能型和新农业经营主体。值得注意的是，随着经营规模扩大，地块个数也随之增多。连片种植方面，新农业经营主体的连片比例最高，生存型农户其连片比例高于生产型和功能型农户。

表1 不同类型农户的地块规模、经营规模与连片规模统计

农户类型	占总样本比例 (%)	地块个数 (块)	最大地块 (亩)	地块规模 (亩/块)	经营规模 (亩)	连片比例 (%)
生存型	20.66	7.14 (24.94)	4.24 (5.22)	3.23 (4.79)	14.17 (37.22)	82.00 (0.39)
生活型	26.66	6.69 (11.85)	5.70 (23.60)	4.11 (18.34)	22.75 (149.70)	77.00 (0.42)
生产型	17.12	16.77 (42.20)	8.20 (20.28)	9.49 (36.25)	52.79 (125.90)	68.00 (0.47)
功能型	20.09	19.11 (68.40)	11.23 (33.88)	8.38 (23.24)	62.14 (182.50)	70.00 (0.46)
新主体	15.47	44.44 (102.80)	23.87 (57.99)	21.97 (53.07)	176.40 (327.30)	86.00 (0.35)

注：①地块规模为经营面积除以地块数；②连片比例为进行连片种植的农户在各类样本农户中所占比例；③括号内数值为标准差。

要素投入与产出方面（见表2），与前文一致，化肥亩均用量最高为生产型农户，其次为新农业经营主体、生活型农户和功能型农户，最低为生存型农户。生存型农户主要依靠人工作业，所以机械服务采纳最少；新主体自行购置机械，所以机械服务采纳也相对较低；生活型农户依靠机械弥补劳动力不足问题，因而机械服务采纳高于生存型农户；生产型和功能型农户机械化采纳比例最高。人工雇佣方面，由于功能型农户追求的绿色化、有机化生产对劳动力要求高，例如需要人工除草代替除草剂，故而其人工雇佣最多；新农业经营主体用机械化缓解部分劳动力要求，人工雇佣次之。农户收入方面，生活型农户的兼业收入主导家庭收入，所以在四类小规模农户中总收入最高，功能型农户因为产品附加值最高，因此农业收入居于首位。此外，在农作物产量方面，生产型和功能型农户的产量最高。

表2 不同类型农户的要素投入与产出

农户类型	化肥用量 (斤/亩)	机械服务 (项)	人工雇佣 (人)	农户总收入 (万元)	农业收入 (万元)	作物产量 (斤/亩)
生存型	107.63 (59.82)	1.49 (0.89)	4.17 (30.16)	6.92 (7.44)	1.44 (1.90)	1390.00 (500.80)
生活型	123.45 (62.64)	1.76 (0.91)	3.19 (18.37)	11.13 (93.94)	2.60 (25.62)	1392.00 (493.00)
生产型	175.00 (67.03)	1.87 (0.95)	4.36 (24.50)	7.52 (15.76)	6.46 (14.14)	1441.00 (496.10)
功能型	113.53 (48.87)	1.83 (0.91)	7.67 (41.90)	8.82 (25.10)	7.91 (23.82)	1450.00 (529.80)
新主体	140.57 (70.17)	1.55 (0.86)	5.47 (17.99)	30.27 (140.40)	19.32 (48.96)	1411.00 (533.50)

注：括号内数值为标准差。

五、模型、变量与计量结果分析

（一）模型设置

1. 减量测算模型设定。已有对于农业减量的研究，多直接以化学品用量为被解释变量（Huang et al., 2015）；部分研究采用化肥利用效率为被解释变量（邹伟、张晓媛，2019）。与之不同，仇焕广等（2014）和孔凡斌等（2018）利用柯布-道格拉斯生产函数（C-D 生产函数），进一步表达了减量化效果。参考后者，本文首先构建 C-D 生产函数测算化肥投入最优量；然后根据农户实际投入量与最优量之间的差值判断其减量程度。其中，C-D 生产函数的设置如下：

$$\ln y_i = \alpha_0 + \beta_1 \ln(Fertilizer_i) + \beta_2 \ln(Labor_i) + \beta_3 \ln(Machine_i) + \beta_4 \ln(Other_i) + \varepsilon_i \quad (1)$$

（1）式中， y_i 表示农户 i 亩均水稻产量， $Fertilizer_i$ 、 $Labor_i$ 、 $Machine_i$ 和 $Other_i$ 分别表示农户 i 亩均化肥、劳动力、机械和其他投入， α_0 和 β 表示待估参数， ε 表示随机误差项。

基于效用最大化理论，当边际成本等于边际产出时农户实现收益最大化，即化肥对产量的边际收益等于化肥价格与产出（水稻）价格的比值。其数学表达式为：

$$\frac{y}{Fertilizer} = \frac{P_{Fertilizer}}{P_y} \quad (2)$$

进一步地，基于（1）式测算的化肥产出弹性 β_1 ，化肥对产出的边际收益可表达为：

$$\frac{y}{Fertilizer} = \beta_1 \frac{y}{Fertilizer} \quad (3)$$

根据（2）式和（3）式，农户单位面积化肥经济最优施用量可表达为：

$$Fertilizer_{optimal} = \frac{\beta_1 \times y}{(P_{Fertilizer} / P_y)} \quad (4)$$

2. 减量行为影响因素模型设定。本文主要关注地块规模、经营规模、连片规模和社会化服务卷入对农户化肥减量施用决策的影响，据此构建的实证模型如下：

$$Fertilizer_{reduce} = \eta_0 + \gamma_1 X_i + \gamma_i Control_j + \mu_i \quad (5)$$

（5）式中，因变量为农户化肥减量施用 $Fertilizer_{reduce}$ ， X_i 表示地块规模、经营规模、连片规模和社会化服务卷入等核心解释变量， $Control_j$ 代表一组控制变量（包括农户个体特征、家庭特征、生产特征和外部条件）。 η_0 、 γ_1 和 γ_i 为待估参数， μ_i 为随机扰动项。农户化肥减量施用行为是二分类变量，因此利用二值选择 Probit 模型对（5）式进行估计。

（二）变量选择

1. 被解释变量。如前所述，本文利用农户化肥最优施用与实际施用量间的差值表征其化肥减施量。具体在计量模型中，本文将实际化肥施用量处于最优量及其水平以下的农户赋值为 1，表示其减量施

用化肥；反之赋值为0，表征其未减量施用化肥。

2.核心解释变量。①地块规模，用农户实际经营最大地块的面积表征；②经营规模，用农户实际耕种耕地面积表征；③连片规模，用最大地块种植品种与周围地块品种是否一致进行表征；④社会化服务卷入，用农户在整地、插秧和收割环节是否采纳农机服务进行加总以考察其纵向卷入程度。

3.其他控制变量。①农户个体特征，包括性别、年龄、受教育年限、健康状况、兼业状况（参见诸培新等，2017）；②家庭特征，包括生产型农户、功能型农户、收入水平、农业劳动力占比和家庭住房面积（参见褚彩虹等，2012）；③生产特征，包括土壤肥力、地块距离、商品化率（参见仇焕广等，2014）；④外部环境，包括灌溉条件、市场距离、田间交通条件、合作社服务、政府补贴和通讯状况（参见张聪颖等，2018）；⑤区域虚拟变量，包括区域地形、气温、降水、病虫害等自然特征及区域水稻生产技术传统、管理观念等人文因素的影响（参见杨泳冰等，2016）。变量描述如表3所示。

表3 变量含义、赋值与描述性统计

变量	含义与赋值	均值	标准差
投入—产出变量			
产量	水稻产量（斤/亩）	1415.00	505.80
化肥投入	化肥投入量（斤/亩）	132.04	63.50
劳动力投入	劳动力投入量（人/亩）	0.79	4.40
机械投入	机械投入费用（元/亩）	218.90	114.90
其他投入	种子、农药投入量（元/亩）	199.80	186.80
被解释变量			
化肥减量施用	化肥施用是否减量：是=1，否=0	0.29	0.45
核心解释变量			
地块规模	最大地块的面积（亩）	7.19	23.67
经营规模	经营总面积（亩）	35.83	138.60
连片规模	相邻地块是否种植水稻：是=1，否=0	0.75	0.43
社会化服务卷入	整地、插秧和收割环节服务外包类型加总，0-3	1.73	0.92
其他控制变量			
性别	经营决策者性别：女=1，男=0	0.10	0.30
年龄	经营决策者实际年龄（周岁）	58.25	9.93
受教育年限	经营决策者受教育年限（年）	6.30	3.49
健康状况	决策者是否经医疗机构诊断患有重要疾病：是=1，否=0	0.47	0.50
兼业状况	经营决策者是否兼业：是=1，否=0	0.17	0.37
收入水平	农户家庭总收入（万元）	8.84	54.87
劳动力占比	劳动力占家庭人口比重	0.44	0.24
住房面积	农户家庭住房实际面积（平方米）	180.40	91.22
生产型农户	高农业收入且低生活满意度农户：是=1，否=0	0.16	0.37
功能型农户	高农业收入且高生活满意度农户：是=1，否=0	0.27	0.44
商品率	2017年水稻销售量占水稻总产量的比重	0.88	0.33

农业减量化：农户经营的规模逻辑及其证据

土壤肥力	土壤肥力差=1, 肥力中等=2, 肥力高=3	2.21	0.65
地块距离	最大地块距离农户住房实际距离(米)	724.30	1248.00
田间交通条件	田间道路是否适合机械通行: 是=1, 否=0	0.89	0.32
灌溉条件	农田灌溉是否便利: 是=1, 否=0	0.68	0.47
合作社服务	农户是否获得合作社提供的服务: 是=1, 否=0	0.18	0.38
政府补贴	2017年农业生产获得政府补贴数额(元/户)	1469.00	9897.00
市场距离	到距离最近集镇的时间(分钟)	21.58	12.58
通讯条件	是否连接网络宽带: 是=1, 否=0	0.44	0.50
地区虚拟变量	以县级为单位设置地区虚拟变量	—	—

(三) 计量结果及分析

1. 化肥减量测算。表4的C-D生产函数估计结果表明, 化肥对水稻产量具有显著的正向影响, 其生产弹性为0.063。这说明, 在化肥最优施用量以下, 化肥投入增加10%, 水稻产量增加0.63%。此外, 劳动力、机械和其他要素投入对水稻产量均具有显著的正向影响。

表4 C-D生产函数估计结果

变量	水稻产量	
	系数	标准误
化肥投入(对数)	0.063***	0.015
劳动力投入(对数)	0.085***	0.025
机械投入(对数)	0.066***	0.009
其他投入(对数)	0.024**	0.011
常数项	6.380***	0.084
观测值	1752	
R ²	0.067	

注: **、*表示在1%、5%及10%的水平上显著。

由(3)式测算的结果表明, 平均化肥最优经济施用量为86.15斤/亩, 户均过量施用45.89斤/亩。实际施用量等于或低于经济最优量的农户为510户, 占全部样本的29.11%(见表5)。

表5 水稻生产化肥经济最优施用量测算结果

选项	实际施用量 (斤/亩)	最优施用量 (斤/亩)	化肥过量施用量 (斤/亩)	减量施用农户数 (户)	减量施用农户占比 (%)
总体样本	132.04 (63.50)	86.15 (50.20)	45.89	510	29.11
生存型	107.63 (59.82)	82.72 (49.08)	24.91	108	29.83
生活型	123.45 (62.64)	84.46 (54.70)	38.99	94	31.45
生产型	175.00 (67.03)	82.11 (45.61)	92.89	107	22.84
功能型	113.53 (48.87)	91.26 (52.99)	21.27	135	38.36
新主体	140.57 (70.17)	90.20 (57.40)	50.37	66	24.23

注: 括号内数值为标准差。

2. 减量施用的影响因素。Probit模型分析结果表明, 地块规模、连片规模与社会化服务卷入程度对

化肥减量均存在显著正向影响，系数分别是 8.909、0.824 和 0.175，且在 1%的水平上显著（见表 6）。可见，伴随地块经营规模扩大、连片规模和社会化服务卷入程度的加深，农户更倾向于减少化肥用量。其中，对生产型农户而言，其经营规模一次项和二次项的系数分别为 1.937、-0.399，且均在 1%的水平上显著。这表明，生产型农户经营规模与化肥减量呈倒 U 型关系。以经营规模为 70 亩为临界值^①，化肥减量施用随着经营规模的扩大呈先上升后下降的趋势。功能型农户其经营规模系数为 0.818，同样在 1%的水平上显著，但二次项未通过显著性检验。这表示，功能型农户减量施用概率随经营规模的扩大显著增加。由此，实证结果与前文推论一致，假说 1、假说 2a、假说 2b 和假说 3 均得到验证。

表 6 不同规模维度与化肥减量施用

变量	(1) 总体样本	(2) 生产型农户	(3) 功能型农户	(4) 总体样本	(5) 总体样本
地块规模 (对数)	8.909*** (0.713)	—	—	—	—
经营规模 (对数)	—	1.937*** (0.357)	0.818*** (0.175)	—	—
经营规模平方项 (对数)	—	-0.228*** (0.061)	0.137 (0.440)	—	—
连片规模	—	—	—	0.824*** (0.114)	—
社会化服务卷入	—	—	—	—	0.175*** (0.043)
性别	0.354 (0.295)	1.055** (0.426)	0.340 (0.333)	0.236* (0.134)	0.347*** (0.134)
年龄	-0.011 (0.011)	-0.014 (0.015)	0.009 (0.009)	-0.009* (0.005)	-0.009** (0.004)
受教育年限	0.024 (0.029)	-0.035 (0.044)	0.032 (0.024)	0.026** (0.013)	0.029** (0.013)
健康状况	0.401** (0.182)	0.075 (0.250)	0.002 (0.170)	-0.072 (0.083)	0.020 (0.079)
兼业状况	0.534** (0.226)	0.937*** (0.325)	-0.087 (0.233)	0.033 (0.109)	0.145 (0.107)
家庭收入 (对数)	0.028 (0.118)	-0.446 (0.315)	0.125 (0.144)	0.219*** (0.052)	0.242*** (0.058)
劳动力占比	0.865** (0.363)	0.827 (0.517)	0.115 (0.323)	0.101 (0.179)	0.091 (0.177)
住房面积 (对数)	-0.149 (0.188)	0.697** (0.292)	-0.267 (0.167)	0.010 (0.090)	0.001 (0.088)
生产型农户	-0.042 (0.216)	—	—	0.273** (0.115)	0.205* (0.108)
功能型农户	-0.383* (0.219)	—	—	0.400*** (0.095)	0.307*** (0.096)
商品化率	0.907*** (0.333)	0.047 (0.490)	0.620* (0.342)	0.463*** (0.144)	0.231 (0.147)
土壤肥力	0.069 (0.143)	0.067 (0.170)	0.207* (0.111)	-0.028 (0.064)	0.026 (0.061)
地块距离 (对数)	-0.000*** (0.000)	0.000** (0.000)	-0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
田间交通条件	0.153 (0.250)	-0.033 (0.343)	0.299 (0.285)	0.104 (0.131)	0.094 (0.132)
灌溉条件	-0.488*** (0.189)	0.827*** (0.267)	0.120 (0.183)	0.136 (0.089)	0.123 (0.088)
合作社服务	-0.041 (0.231)	0.808*** (0.288)	-0.049 (0.194)	0.283*** (0.104)	0.242** (0.098)
政府补贴	-0.021 (0.033)	0.070 (0.047)	0.008 (0.029)	0.005 (0.013)	0.001 (0.014)
市场距离	-0.448*** (0.150)	-0.203 (0.229)	0.170 (0.163)	-0.053 (0.069)	-0.074 (0.073)
通讯条件	0.078 (0.186)	0.288 (0.273)	0.026 (0.179)	0.145* (0.085)	0.131 (0.082)
常数项	-15.594*** (1.960)	-10.634*** (2.216)	-5.619*** (1.401)	-2.817*** (0.667)	-2.029*** (0.618)
观测值	1752	300	352	1752	1752

^① $e^{1.937/0.228^2}=70$ 。

R ²	0.877	0.580	0.421	0.372	0.352
----------------	-------	-------	-------	-------	-------

注：①***、**、*表示在 1%、5%及 10%的水平上显著；②括号内为稳健标准误；③其他变量的估计结果略。

地块规模与经营规模交互项显著且系数为正（见表 7）。其中，地块规模在经营规模和化肥减量施用之间具有显著的调节作用，即地块规模的扩大增强了经营规模扩张对化肥减量施用的积极影响，假说 4a 得到验证。连片规模与地块规模交互项同样显著且系数为正，说明连片种植水平的提高显著增强地块规模扩大对化肥减量施用的正向影响，假说 4b 得到验证。同样地，连片规模与经营规模交互项显著且系数为正。这表明，伴随连片化种植水平的提高，经营规模扩大对化肥减量施用的正向影响得到显著增强。据此，假说 4c 得到验证。

表 7 化肥减量施用：不同规模维度的交互影响

变量	(1)	(2)	(3)
地块规模	2.468 (6.052)	4.991** (2.086)	—
经营规模	0.219** (0.096)	—	0.161*** (0.057)
连片规模	—	1.842*** (0.518)	0.626*** (0.085)
地块规模×经营规模	0.813* (0.424)	—	—
连片规模×地块规模	—	3.078** (1.329)	—
连片规模×经营规模	—	—	2.178*** (0.078)
常数项	-5.685 (10.373)	-9.927*** (3.805)	-2.031*** (0.518)
观测值	1752	1752	1752
R ²	0.375	0.420	0.387

注：①***、**、*表示在 1%、5%及 10%的水平上显著；②括号内为稳健标准误；③控制变量的估计结果略。

社会化服务卷入与地块规模、经营规模和连片规模交互项均显著，且系数为正（见表 8）。这表明，农户生产环节社会化服务卷入越深，其地块规模、经营规模扩大，以及连片规模提高对化肥减量施用的正向影响显著增强。社会化服务卷入在地块规模、经营规模、连片规模与化肥减量施用之间具有显著的正向调节效应。据此，模型估计结果与前文理论预期一致，本文假说 5 得到验证。

表 8 化肥减量施用：社会化服务卷入的交互影响

变量	(1)	(2)	(3)
地块规模	2.494 (2.080)	—	—
经营规模	—	0.265 (0.230)	—
连片规模	—	—	0.330* (0.171)
社会化服务卷入	0.059 (0.061)	0.086 (0.061)	0.039 (0.052)
社会化服务卷入×地块规模	1.158*** (0.271)	—	—
社会化服务卷入×经营规模	—	0.737*** (0.235)	—
社会化服务卷入×连片规模	—	—	3.890*** (0.069)
常数项	-5.532 (3.610)	-2.905*** (0.898)	-1.054* (0.615)
观测值	1752	1752	1752
R ²	0.635	0.305	0.412

注：①***、**、*表示在 1%、5%及 10%的水平上显著；②括号内为稳健标准误；③其他变量的估计结果略。

3.稳健性检验。考虑到基于 C-D 生产函数测算农户最优化肥投入量可能忽视不同农户类型的异质性冲击，由此引起的测量误差问题。据此，本文借鉴 Huang et al. (2015) 的处理方法，利用实际化肥投入量替换被解释变量，进一步检验前文估计结果的稳健性。表 9 估计结果显示，地块规模、连片规模与社会化服务卷入对农户化肥使用量均具有显著的负向影响。对于生产型农户而言，其化肥施用量伴随经营规模的扩张呈“先下降后上升”趋势，而对于功能型农户而言，经营规模的扩张则显著降低其化肥施用量。由此可见，前文的基本结论具备稳健性。

表 9 不同规模维度与化肥施用量：替换被解释变量

变量	化肥施用量				
	(1) 总体样本	(2) 生产型农户	(3) 功能型农户	(4) 总体样本	(5) 总体样本
地块规模 (对数)	-0.887** (0.408)	—	—	—	—
经营规模 (对数)	—	-0.550* (0.288)	-0.183*** (0.033)	—	—
经营规模平方 (对数)	—	0.056* (0.034)	0.045 (0.031)	—	—
连片规模	—	—	—	-0.120*** (0.045)	—
社会化服务卷入	—	—	—	—	-0.038*** (0.010)
常数项	5.351*** (0.598)	3.877*** (0.702)	-0.526 (0.378)	4.490*** (0.304)	0.001 (0.138)
观测值	1752	300	352	1752	1752
R ²	0.103	0.093	0.272	0.106	0.104

注：①***、**、*表示在 1%、5%及 10%的水平上显著；②括号内为稳健标准误；③其他变量的估计结果略。

表 10 的估计结果表明，地块规模与经营规模交互项显著且系数为负，说明地块规模的扩张能够显著降低经营规模扩张对化肥施用量的正向影响效应。连片规模与地块规模、连片规模与经营规模交互项同样显著且系数为负，这表明连片种植可以显著增强地块规模对化肥施用量的负向影响，并降低了经营规模扩张对化肥施用量的正向影响。

表 10 不同规模经营维度、社会服务卷入的交互影响：替换被解释变量

变量	化肥施用量		
	(1)	(2)	(3)
不同规模维度的交互影响	—	—	—
地块规模×经营规模	-0.910*** (0.098)	—	—
连片规模×地块规模	—	-2.272** (0.113)	—
连片规模×经营规模	—	—	-3.603*** (1.210)
常数项	0.032 (0.550)	-0.023 (0.051)	-0.027 (0.124)
观测值	1752	1752	1752
R ²	0.646	0.354	0.628
社会化服务卷入的交互影响	—	—	—
社会化服务卷入×地块规模	-0.883*** (0.063)	—	—
社会化服务卷入×经营规模	—	-0.552** (0.083)	—

农业减量化：农户经营的规模逻辑及其证据

社会化服务卷入×连片规模	—	—	-3.874*** (0.243)
常数项	0.024 (0.055)	-0.113 (0.100)	-0.075 (0.050)
观测值	1752	1752	1752
R ²	0.220	0.626	0.214

注：①***、**、*表示在 1%、5%及 10%的水平上显著；②括号内为稳健标准误；③其他变量的估计结果略。

不可观测因素可能会同时影响农户不同维度规模经营与化肥施用决策，即模型潜在的内生性问题将导致前文估计有偏。据此，本文利用控制方程方法（control function, CF）缓解上述问题。由表 11 与表 12 的估计结果可知，CF 估计结果与前文估计结果具有一致性，由此，本文的基本结论稳健。

表 11 不同规模维度与化肥减量施用：CF 估计法

变量	化肥减量施用				
	(1) 总体样本	(2) 生产型农户	(3) 功能型农户	(4) 总体样本	(5) 总体样本
地块规模（对数）	16.470*** (1.472)	—	—	—	—
经营规模（对数）	—	3.439*** (0.716)	1.505*** (0.337)	—	—
经营规模平方（对数）	—	-0.671*** (0.144)	-0.253 (0.801)	—	—
连片规模	—	—	—	1.472*** (0.212)	—
社会化服务卷入	—	—	—	—	0.323*** (0.078)
常数项	-29.236*** (3.889)	-18.226*** (4.207)	-10.170*** (2.587)	-4.618*** (1.194)	-3.405*** (1.121)
观测值	1752	300	352	1752	1752
R ²	0.849	0.353	0.254	0.157	0.118

注：①***、**、*表示在 1%、5%及 10%的水平上显著；②括号内为标准误；③其他变量的估计结果略。

表 12 不同规模经营维度、社会服务卷入的交互影响：CF 估计法

变量	化肥减量施用		
	(1)	(2)	(3)
不同规模维度的交互影响	—	—	—
地块规模×经营规模	0.066*** (0.008)	—	—
连片规模×地块规模	—	0.050* (0.027)	—
连片规模×经营规模	—	—	0.080*** (0.022)
常数项	0.158 (0.159)	-0.437*** (0.108)	-0.328** (0.154)
观测值	1752	1752	1752
R ²	0.168	0.254	0.621
社会化服务卷入的交互影响	—	—	—
社会化服务卷入×地块规模	0.022** (0.010)	—	—
社会化服务卷入×经营规模	—	0.068*** (0.013)	—
社会化服务卷入×连片规模	—	—	0.194*** (0.023)
常数项	-0.042 (0.149)	0.006 (0.144)	-0.042 (0.139)
观测值	1752	1752	1752
R ²	0.202	0.153	0.193

注：①***、**、*表示在 1%、5%及 10%的水平上显著；②括号内为标准误；③其他变量的估计结果略。

另外，考虑到不同地区的耕地资源与人口密度存在较大差异，本文分别增加以 25 亩及以下和 45 亩及以下作为小农户划分标准的稳健性检验。表 13 的估计结果显示，无论是以 25 亩及以下还是以 45 亩及以下作为小农户划分标准，模型估计结果均支持前文的结论。

表 13 农户类型与化肥减量施用：不同划分标准的估计结果

变量	25 亩划分标准		45 亩划分标准	
	(1) 生产型农户	(2) 功能型农户	(3) 生产型农户	(4) 功能型农户
经营规模（对数）	2.205*** (0.873)	0.833** (0.337)	1.748*** (0.356)	0.929*** (0.198)
经营规模平方项（对数）	-8.940** (2.720)	-0.225 (0.363)	-0.877** (0.359)	0.129 (0.196)
常数项	-6.552** (2.851)	-9.590*** (1.816)	-8.370*** (2.247)	-6.278*** (1.585)
观测值	120	290	324	375
R ²	0.331	0.211	0.396	0.267

注：①***、**、*表示在 1%、5%及 10%的水平上显著；②括号内为稳健标准误；③其他变量的估计结果略。

六、结论与讨论

本文将农户分为不同类型，将农地规模分解为地块规模、经营规模与连片规模，并据此揭示减量的内在逻辑及其实证证据。

本文主要的研究结论是：①农户所拥有的地块规模越大，化肥减施量越明显；②追求利润最大化的生产型小农，化肥减施量与经营规模呈倒 U 型变化；追求多元化经营的功能型小农，化肥减施量随经营规模的扩大而增加；③种植的连片规模越大，化肥减施量越高；④地块规模的扩大，能够增强经营规模扩大对减施的促进作用；连片规模的扩大，能够增强地块规模扩大以及经营规模扩大对减施的促进作用；⑤农户的服务外包或社会服务卷入程度加深，能够增强地块规模、经营规模和连片规模扩大对减施的促进作用。

本文主要的理论贡献是：①不同类型的农户，因经营目标、要素投入组合等不同，以及经营规模形式的不同，有着不同的农业减量化逻辑；②将农地规模区分为地块规模、经营规模与连片规模，一方面分别揭示出三类规模实现减量的内在机理，另一方面揭示出三类规模内部的交互性以及纵向分工卷入同三类规模的交互性，由此加深对农地规模内涵的理解，并拓展农业分工理论及其运用。

本文隐含的政策含义是：①通过土地整理扩大农户的地块规模，有助于农业的减量化；②在农地流转过程中，鼓励农户土地的连片流转或连片经营，能够改善农业的减量效果；③鼓励农户卷入横向分工推进农业的区域专业化，能够突破小规模、分散化与细碎化的小农经营对减量化的制约，从而改善减量绩效；④发育农业生产性社会化服务市场，鼓励农户通过服务外包卷入农业的纵向分工，能够通过服务规模经营方式进一步实现农业减量及其市场化。

参考文献

- 1.蔡颖萍、杜志雄, 2016:《家庭农场生产行为的生态自觉性及其影响因素分析——基于全国家庭农场监测数据的实证检验》,《中国农村经济》第12期。
- 2.诸培新、苏敏、颜杰, 2017:《转入农地经营规模及稳定性对农户化肥投入的影响——以江苏四县(市)水稻生产为例》,《南京农业大学学报(社会科学版)》第4期。
- 3.褚彩虹、冯淑怡、张蔚文, 2012:《农户采用环境友好型农业技术行为的实证分析——以有机肥与测土配方施肥技术为例》,《中国农村经济》第3期。
- 4.郭晓鸣、曾旭晖、王蕾、骆希, 2018:《中国小农的结构性分化:一个分析框架——基于四川省的问卷调查数据》,《中国农村经济》第10期。
- 5.贺雪峰、印子, 2015:《“小农经济”与农业现代化的路径选择——兼评农业现代化激进主义》,《政治经济学评论》第2期。
- 6.黄宗智, 1986:《略论华北近数百年的小农经济与社会变迁——兼及社会经济史研究方法》,《中国社会经济史研究》第2期。
- 7.黄宗智, 2014:《“家庭农场”是中国农业的发展出路吗?》,《开放时代》第2期。
- 8.纪龙、徐春春、李凤博、方福平, 2018:《农地经营对水稻化肥减量投入的影响》,《资源科学》第12期。
- 9.孔凡斌、郭巧苓、潘丹, 2018:《中国粮食作物的过量施肥程度评价及时空分异》,《经济地理》第10期。
- 10.罗必良, 2017:《论服务规模经营——从纵向分工到横向分工及连片专业化》,《中国农村经济》第11期。
- 11.罗必良、洪炜杰, 2019:《农地调整、政治关联与地权分配不公》,《社会科学战线》第1期。
- 12.仇焕广、栾昊、李瑾、汪阳洁, 2014:《风险规避对农户化肥过量施用行为的影响》,《中国农村经济》第3期。
- 13.沈涵、吴文庆、赵铮, 2011:《农民种粮收益影响因素与土地经营规模研究综述》,《经济学动态》第4期。
- 14.王建英、陈志钢、黄祖辉、Thomas Reardon, 2015:《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》第9期。
- 15.魏后凯, 2017:《中国农业发展的结构性矛盾及其政策转型》,《中国农村经济》第5期。
- 16.项诚、贾相平、黄季焜、胡瑞法、张福锁、崔振岭, 2012:《农业技术培训对农户氮肥施用行为的影响——基于山东省寿光市玉米生产的实证研究》,《农业技术经济》第9期。
- 17.杨泳冰、易福金、胡浩, 2016:《农业环境对粮食生产收益的新挑战——以近地面臭氧污染下的冬小麦种植为例》,《中国农村经济》第9期。
- 18.叶兴庆, 2016:《演进轨迹、困境摆脱与转变我国农业发展方式的政策选择》,《改革》第6期。
- 19.张聪颖、畅倩、霍学喜, 2018:《适度规模经营能够降低农产品生产成本吗——基于陕西661个苹果户的实证检验》,《农业技术经济》第10期。
- 20.张晓恒、周应恒、严斌剑, 2017:《农地经营规模与稻谷生产成本:江苏案例》,《农业经济问题》第2期。
- 21.邹伟、张晓媛, 2019:《土地经营规模对化肥使用效率的影响——以江苏省为例》,《资源科学》第7期。
- 22.Cheng K., G. Pan, P. Smith, T. Luo, L. Li, J. Zheng, X. Zhang, X. Han, and M. Yan, 2011, “Carbon Footprint of China's Crop Production—An Estimation Using Agro-statistics Data over 1993–2007”, *Agriculture Ecosystems & Environment*, 142(3):231-237.

23.Goetzke, B., S. Nitzko, and A. Spiller, 2014, “Consumption of Organic and Functional Food. A Matter of Well-being and Health?”, *Appetite*, 77:96-105.

24.Huang, J., Z. Huang, X. Jia, R. Hu, and C. Xiang, 2015, “Long-term Reduction of Nitrogen Fertilizer Use Through Knowledge Training in Rice Production in China”, *Agricultural Systems*, 135:105-111.

25.Wu, Y., X. Xi, X. Tang, D. Luo, B. Gu, S. K. Lam, P. M. Vitousek, and D. Chen, 2018, “Policy Distortions, Farm Size, and The Overuse of Agricultural Chemicals in China”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(27):7010-7015.

(作者单位：¹华中农业大学经济管理学院；

²华南农业大学国家农业制度与发展研究院)

(责任编辑：何 欢)

Agricultural Chemical Reduction: The Logic and Evidence Based on Farmland Operation Scale of Households

Zhang Lu Luo Biliang

Abstract: This article categorizes rural households into 5 groups, and divides their farmland scale into plot scale, operation scale and joint planting scale. It further constructs an analytical framework including “household type-scale form-chemical reduction behavior”. The empirical analyses based on a rural household survey indicate that, first of all, for the full sample, the amount of chemical use reduction increases with plot scale expansion. For production-oriented households pursuing the maximum yield, an inverted u-shaped relationship between chemical use reduction and operation scale can be found. However, for function-oriented households pursuing diversified operation, their amount of chemical use reduction increases when operation scale expands. Secondly, the increase in joint planting scale would promote the reduction of chemical use, and enhance the positive effects of expanding plot and operation scales on reduction. Thirdly, the increasing adoption of agricultural social services could increase plot scale, operation scale and joint planting scale. Therefore, for agricultural chemical reduction, it is of great importance to encourage the joint planting among households and form enough market capacity of production services. This would inspire service providers to provide specialized services and replace farmland scale operation with service scale operation.

Key Words: Plot Scale; Operation Scale; Joint Planting Scale; Vertical Division of Labor; Agricultural Chemical Reduction