



阮冬燕, 周晶, 王娟. “创造性毁灭”: 农机装备升级引发的维修服务体系重构[J]. 中国农业大学学报, 2024, 29(01): 240-257.
RUAN Dongyan, ZHOU Jing, WANG Juan. “Creative destruction”: The reconstruction of maintenance service system incurred by upgrading of agricultural equipment[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2024, 29(01): 240-257.
DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2024.01.21

“创造性毁灭”: 农机装备升级引发的维修服务体系重构

阮冬燕¹ 周晶^{2*} 王娟³

(1. 武汉科技大学 法学与经济学院, 武汉 430065;

2. 华中农业大学 经济管理学院, 武汉 430070;

3. 中国粮食研究培训中心 北京 100834)

摘要 为探寻统计上中国农机维修服务能力随农机保有量增长而“反向衰退”的原因, 借助经济学“创造性毁灭”概念, 构建理论解释框架, 并利用2004—2020年主要粮食生产省份面板数据开展实证检验。结果表明: 1) 2004年以来, 中国农机装备制造科技水平实现质的飞跃, 农机装备从小型低端农机向大型高端农机转型升级, 驱动维修服务体系开启从传统向现代的转型重构; 2) 农机装备升级通过需求替代效应和技术门槛效应推动服务于小型低端农机的传统维修点大量退出, 传统维修服务体系因而走向瓦解; 3) 面向大型高端农机的现代维修服务体系开始形成, 农机制造企业、农机经销商、社会维修网点、农机专业合作社成为该体系的核心力量, 但现代维修服务体系面临维修服务需求季节性强、农机用户对维修及时性要求高、维修点运营成本倍增等挑战, 且部分新生维修点可能未被及时纳入统计范畴; 4) 表征农机装备升级程度的大中型拖拉机动力占比对统计上的维修点密度具有显著的负向影响, 且大中型拖拉机动力占比提高对维修点密度下降的贡献率达52.85%。最后, 从制度、政策和技术3个层面提出完善现代维修服务体系 and 保障农忙季节大型高端农机及时检修的政策建议。

关键词 农机维修服务; 农机装备升级; “创造性毁灭”

中图分类号 F323.22

文章编号 1007-4333(2024)01-0240-18

文献标志码 A

“Creative destruction”: The reconstruction of maintenance service system incurred by upgrading of agricultural equipment

RUAN Dongyan¹, ZHOU Jing^{2*}, WANG Juan³

(1. School of Law and Economics, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430065, China;

2. College of Economics & Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

3. China Grain Research and Training Center, Beijing 100834, China)

Abstract To explore the reasons for the statistical “reverse decline” of agricultural machinery maintenance service capacity with the increase of agricultural machinery inventory in China, this study uses the economic concept of “creative destruction” to build a theoretical explanation framework, and conducts an empirical test based on the panel data of major grain producing provinces from 2004 to 2020. The results show that: 1) Due to the leap of agricultural machinery manufacturing technology, China’s agricultural machinery equipment has been transforming from small-scale low-end machinery to large-scale high-end machinery since 2004, which initiated the transformation and reconstruction of maintenance service system from

收稿日期: 2023-04-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(72203068); 教育部人文社会科学基金项目(22YJC790186); 湖北省教育厅哲学社会科学研究项目(20Q018); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2662021JGPYG02)

第一作者: 阮冬燕(ORCID: 0009-0003-2006-882X), 讲师, 主要从事农业社会化服务和农业经济研究, dongyanruan@126.com

通讯作者: 周晶(ORCID: 0009-0003-2415-6798), 副教授, 主要从事农业机械化与劳动分工研究, zhoucejing@126.com

traditional to modern. 2) Upgrading of agricultural equipment has driven a large number of traditional maintenance points serving small and low-end agricultural machinery to withdraw through demand substitution effects and technology threshold effects, leading to the disintegration of the traditional maintenance service system. 3) The modern maintenance service system for large-scale high-end agricultural machinery has begun to take shape, with the agricultural machinery manufacturing enterprises, agricultural machinery distributors, social maintenance outlets, and agricultural machinery professional cooperatives becoming the core forces of the system. However, the modern maintenance service system faces challenges such as strong seasonal variations in demand for maintenance services, high requirements for timely maintenance by agricultural machinery users, and increasing operating costs for maintenance points and some of the new maintenance points may not be included in the statistical scope timely. 4) The percentage of large and medium-sized tractor power has a significant negative impact on the statistical density of agricultural machinery maintenance points, and the increase of percentage of large and medium-sized tractor power contributes 52.85% to the decrease in the density of agricultural machinery maintenance points. Finally, policy recommendations are proposed in this study to improve the modern maintenance service system and ensuring timely maintenance of large-scale high-end agricultural machinery during busy farming season from institutional, policy, and technical perspectives.

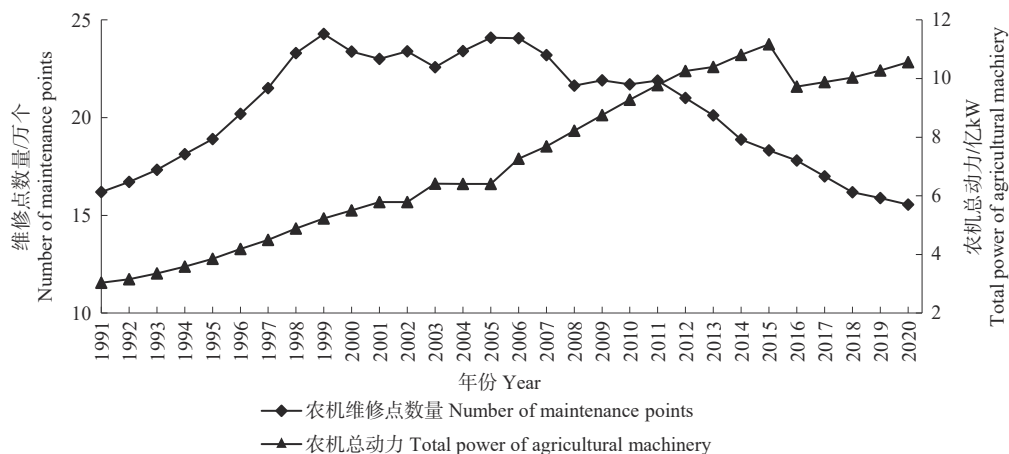
Keywords agricultural machinery maintenance services; upgrading of agricultural equipment; “creative destruction”

2004年以来,在农机具购置补贴政策等多种因素共同驱动下,中国农机行业整体走向繁荣,农机制造、农机流通、农机使用和农机作业服务蓬勃发展,但作为连通上游整机、零配件生产销售和下游农机作业重要环节的农机维修却成为农机全产业链中唯一在统计上表现为停滞不前甚至倒退的环节。根据《中国农业机械工业年鉴》^[1]公布的数据,2004—2020年,中国农机制造企业数量增加了84.4%,按当年价格计算的农机制造业资产总额从4 349万元飙升至2 190亿元,农机总动力从6.4亿kW跃升到10.6亿kW,农作物耕种收综合机械化率从32.4%提升至71.3%。至此,中国成为世界第一农机制造大国和农机使用大国。然而,出人意料的是,近十多年来,中国农机维修服务能力不仅没有随农机总动力和农机保有量的快速增长而显著提升,反而在统计上出现了以农机维修点数量持续减少和农机维修点平均规模长期不变为表征的“停滞和退化”趋势。由图1可知,在经历了1991—1999年持续增长和2000—2005年相对稳定这两个阶段后,中国农机维修点数量自2005年开始持续减少,到2020年降至15.5万个,降幅达35%。维修点数

量减少所造成的维修服务能力下降可由维修点结构调整(即高级别维修点比例提高)或留存维修点平均规模上升来弥补,但这些利好因素均未出现。统计数据显示,2005—2017年,中国一级、二级、三级和专项农机维修点数量均呈下降态势,分别减少40.87%、12.58%、27.92%和40.07%;另外,2004年以来中国农机维修点平均从业人员数量一直徘徊在2.5人左右。此外,微观调查数据还表明,中国农机维修点平均维修设备资产额自2004年以来基本保持不变^[2]。

随着农机维修服务业走向统计上的“凋敝”,生产实践中出现了一些农机“维修难”“难维修”现象^①,业界和学界一度对中国农机维修服务供给表示担忧^[2-9]。当然,由于缺乏全国性和直接的统计指标数据(如农机维修服务价格水平),本研究难以断定全国农机整体和各类农机都面临“维修难”“难维修”问题。但根据诸多案例资料可以推断,部分地区、部分农机、部分时段(特别是农忙季节)农机维修服务供需矛盾较为突出。2022年1月,农业农村部发布《“十四五”全国农业机械化发展规划》,指出“农机维修难、维修贵等问题有待改善”,并将“推动

^①例如,2016年6月14日,《中国农机化导报》以《农机好用维修难,修理工后继乏人》为题报道了江苏省盐城市盐都区农机手陈中良关于农机“看病难、看病贵”的抱怨:“去年六月,刚过‘三包期’的大马力拖拉机在麦田作业时突然趴窝。经销商告诉我维修工都在外蹲点服务,派不出人。我只好把机器弄到10公里外尚庄镇一个维修点求助。检查是变速箱坏了,关键是有个配件找遍盐城都买不到,好不容易在淮安找到。等机器修好,季节早过了。一季没挣钱,还赔上好几千。”另外,2020年5月29日,《中国农机化导报》还以《农机维修无地可用! 全国人大代表李祥斌:政府部门决不能“袖手旁观、无动于衷”!》为题,作了另一篇关于农机维修难的报道。



数据来源:历年《中国农业机械工业年鉴》^[1]。

Data source: *China Agricultural Machinery Industry Yearbook* over the years.

图1 1991—2020年全国农机维修点数量与农机总动力变化趋势

Fig. 1 Trends in the number of agricultural machinery maintenance sites and total power of agricultural machinery in China from 1991 to 2020

农机销售、维修及零配件供应产业发展”作为未来“做大做强农业机械化产业群产业链”的重要目标之一。农机装备是农业现代化的物质基础,而农机装备正常、高效运转离不开农机维修服务体系保驾护航。从发达国家的经验来看,美国、日本等世界农机制造强国和农机使用大国均以农机制造企业为依托,搭建了完善的农机维修服务体系,为农业机械化提供强有力的支撑^[10]。因此,中国要成为农机强国,不仅要提升高端农机和核心零部件自主研发能力,还需要弥补农机维修“短板”,搭建成熟、完善的现代农机维修服务体系。

可能因统计口径和统计制度的调整,统计上的“停滞和退化”并不一定意味着实际上的整体凋敝,但至少可以肯定,中国农机维修行业正在经历某种结构变化或者转型调整。那么,这种变化或调整的性质是什么?其驱动力又是什么?只有解答这些问题,才能寻找推进中国农机维修行业做大做强的思路和对策。然而,在中国农业机械化的相关研究中,学界普遍重视农机作业服务(特别是农户机械作业服务外包行为),对下游环节农机维修服务的关注严重不足^①。目前仅有少量研究探讨了中国农机维修服务体系现状^[2,6,9,11-13],进一步探讨和总结中国农机维修点数量减少和农机维修服务能力不足的成因的文献更是屈指可数。例如,孙俊华等^[14]

认为,收入低、劳动强度大、工作环境差是中国农机维修从业人员青黄不接、技术断档和服务能力不足的原因。戴继勇等^[10]和张耀春等^[15]指出,中国农机维修服务能力低下的原因分为3个方面:一是维修从业人员文化素质低,对农机故障的判断能力跟不上机具和技术变化的发展;二是受资金约束,维修设备简单且零配件储备不足;三是维修效益低,大多数维修点处于简单维持状态,增加投资的积极性不高。以上文献从不同角度对中国农机维修服务体系在统计上发展滞后的原因进行了有益讨论,但它们的分析多为总结性的评论,并没有就中国农机维修服务能力相关统计指标退化与农机具保有量持续扩张的反差现象的性质和成因提供直接解释和实证检验,也未能回答为何统计上中国农机维修点数量持续减少始于2005年这一问题。因此,中国农机维修服务体系变化或调整的性质及其驱动力有待进一步探讨。

经济学家熊彼特在其创新理论体系中指出,“每一次大规模的创新都淘汰旧的技术和生产体系,并建立起新的生产体系”,这就是经济学著名的“创造性毁灭”概念。2004年以来,中国农机装备从小型低端农机向大型高端农机转型升级^[16-18],这种转变的实质是中国农机制造业的一次“创造性毁灭”。2004年以来,中国农机制造业实施了大规模

①在中国知网以农机维修为关键词对2004年以来发表在核心期刊(北大核心、CSCD、CSSCI)上的相关文献进行了搜索,仅检索到23篇论文,其中工程领域13篇,人文社科领域10篇,而且这些论文大多发表在《农机化研究》和《中国农机化学报》期刊,很少发表在主流经济学和农业经济期刊上。

的科技创新,农机制造科技水平实现了质的飞跃,科技含量高的大型高端农机生产体系正逐步取代原有的小型低端农机生产体系。鉴于此,本研究借助“创造性毁灭”概念,剖析农机装备升级对维修服务体系的冲击机制,然后利用2004—2020年省级面板数据展开实证分析,以期统计上中国农机维修服务能力随农机保有量增长而“反向衰退”现象提供直接解释,并提出完善中国农机维修服务体系的思路。

1 改革开放以来中国农机装备结构与农机维修服务体系的演变

1.1 中国农机装备结构演变过程及特征

1.1.1 1978—2004年,中国农机装备以小型低端农机为主

新中国成立至改革开放前夕,中国农业机械化整体处于初级发展阶段,但在集体体制下,农机装备曾一度表现出明显的大型化趋势^[19]。随着家庭联产承包责任制的推行,农业基本经营单元从人民公社或生产队转变为单个农户,劳动力和耕地这两大要素禀赋也随之改变,导致改革开放初期役畜代替拖拉机浪潮的出现,农业机械化因此而倒退^[19]。1985年以后,中国农业机械化开始恢复,但中小型农业机械开始长期占主导地位^[18]。

在所有农机装备中,小型拖拉机(小四轮拖拉机和手扶拖拉机)具有举足轻重的地位。一方面,拖拉机可为多种配套农具提供牵引动力(包括机引犁、旋耕机、机引耙、播种机、深耕机、秸秆还田机、化肥深施机、地膜覆盖机),广泛应用于多个农艺环节;另一方面,小型拖拉机价格相对较低,广大农民买得起、用得起。此外,以三轮汽车、低速载重汽车为代表的农用运输车和以小型柴油机、小型水泵为代表的农用排灌动力机械也是广大农村地区最常用的农业机械之一,分别在农业运输和灌溉中发挥了重要作用。由表1可知,1991—2005年,中国小型拖拉机保有量增长了1倍左右,且小型拖拉机保有量几乎是同期大中型拖拉机保有量的10倍左右;农用运输车保有量增长了38.60倍。为适应农户对小型农机的需求,农机装备工业还适时开发研制了一系列其他小型机具,例如小型收割机、小农副产品加工机器等。

总体而言,2005年以前,小型拖拉机和农用运

输车这些小型低端农机在中国农机装备中始终占主导地位,这表现为1991—2005年小型拖拉机动力占拖拉机总动力的比重一直高于70%且呈缓慢上升趋势。

1.1.2 2004年以来,中国农机装备向大型高端方向转型升级

2004年以来,在农机具购置补贴政策实施、农机制造水平跃升、城市化和工业化进程加快、农业劳动力成本持续攀升、种粮大户等新型经营主体日益增多和农机作业社会化服务兴起等多重因素共同作用下,中国农机装备向大型高端方向转型升级^[2,16-18]。

农机装备转型升级的特征之一是农机大型化,具体表现为以下3个方面。其一,大中型拖拉机保有量持续增长。2005—2015年,中国大中型拖拉机保有量从140万台增加到607万台,年均增长15.8%。相比之下,2005年以来,小型拖拉机和农用运输车保有量增长缓慢,甚至一些年份出现负增长(表1)。同期,大中型拖拉机动力占拖拉机总动力的比重持续攀升,2020年已增至54.79%,这意味着大中型拖拉机逐渐成为拖拉机的主导机型。其二,谷物联合收割机保有量也以较快速度增长。2005—2020年,稻麦联合收割机保有量从48万台增加到161万台,15年间增长了2.5倍。其三,拖拉机、联合收割机等农机装备马力一直在升级。2000—2020年,大中型拖拉机单机平均功率从31 kW逐步提升到48 kW,稻麦联合收割机单机平均功率从26 kW增加到54 kW。近年来,大型轮式拖拉机受深松、深翻、秸秆还田作业需求拉动,由100~140马力(1马力=736.5 W)向140~160马力升级,且200马力以上轮式拖拉机销售量增长迅速^[20]。

农机装备转型升级的特征之二是农机多元化,新型农机不断涌现。根据统计数据,2020年中国各种新型农业机械保有量明显增长。其中,玉米联合收割机保有量达到58.9万台,大豆、油菜、马铃薯、花生收获机分别达到2.2万、2.3万、9.4万和19.8万台,谷物烘干机达到13.6万台,植保无人机达7.0万架,农产品初加工作业机械、畜牧养殖机械、水产机械保有量分别达到1 572万、811万和480万台^[20]。在销售端,2020年中国畜牧机械、水产养殖机械、打(压)捆机、秸秆粉碎还田机、薯类收获机、谷物烘干设备的销量分别为16.62万、15.82万、3.63万、

表1 1991—2020年中国拖拉机、联合收割机等农机保有量和动力变化趋势

Table 1 Changing trends of ownership and power of agricultural machinery such as tractors and combine harvester in China from 1991 to 2020

年份 Year	小型拖拉 机保有量/ 万台 Small tractor inventory	大中型拖 拉机保有 量/万台 Large and medium- sized tractor inventory	大中型拖拉 机单机平均 动力/ (kW/台) Average power per unit of large and medium- sized tractor	大中型拖 拉机动力 占比/% Power ratio of large and medium- sized tractor	农用运输 车保有量/ 万辆 Agricultural transport vehicle inventory	稻麦联合 收割机保 有量/万台 Rice and wheat combine inventory	稻麦联合 收割机单 机平均动 力/kW Average power per unit of rice and wheat combine	玉米联合 收割机保 有量/万台 Corn combine inventory	乘坐式水稻 插秧机保 有量/万台 Pedestrian rice transplanter inventory
1991	730	78	34.20	29.12	30	4	18.60	—	2.05
1995	919	67	35.81	22.36	50	8	21.97	—	2.45
2000	1 323	112	32.40	21.70	779	27	25.73	0.36	4.45
2005	1 540	140	30.83	22.58	1 199	48	31.51	1.00	5.00
2010	1786	392	28.47	39.26	1 361	99	40.75	12.97	13.35
2015	1 703	607	31.62	53.53	1 365	174	49.64	42.07	24.24
2020	1 728	477	48.36	54.79	-	161	54.19	58.85	29.36

注:数据来自历年《中国农业机械工业年鉴》^[1];由于统计口径调整,2020年大中型拖拉机保有量和动力占比比2015年有一定程度下降;2020年小型拖拉机配套农具和农用运输车保有量数据未公布;2005年插秧机为机动水稻插秧机,2010年及以后为机动乘坐式水稻插秧机。

Note: The data is adapted from the China Agricultural Machinery Industry Yearbook over the years. Due to the adjustment of statistical caliber, the ownership and power ratio of large and medium-sized tractors in 2020 decreased to a certain extent compared to 2015. Data on the ownership of small tractors, supporting agricultural tools, and agricultural transport vehicles in 2020 were not released; The rice transplanter was motorized rice transplanter in 2005 and replaced by pedestrian rice transplanter from 2010.

5.4 万、0.83 万和 1.11 万台,比上年分别增长 100.97%、62.42%、17.86%、18.16%、73.79% 和 29.63%^[20]。

农机装备转型升级的特征之三是农机高端化,农机具性能和作业效率显著提升。拖拉机大型化和柴油发动机功率不断向上延伸,在提供更大动力输出的同时,也为作业效率更高、作业精准度更高的高性能配套农机具的推广使用创造了条件。例如,近年来,玉米、大豆播种机从 4 垄播种机逐步过渡到 9 垄播种机,再升级到 12 垄播种机;配置非圆齿轮分插机构的 6~8 行乘坐式高速插秧机已投入农业生产实践,其机插速度是普通独轮乘坐式插秧机的 5 倍多,并且具备灵活转向、准确送秧的优点,插秧质量也比普通独轮式插秧机更高^[21]。2020 年,中国骨干企业累计生产水稻插秧机 6.7 万台,同比增长 24%。其中,6 行和 8 行高速插秧机分别同比增长 29% 和 22%^[20]。除播种机和插秧机外,谷物

联合收割机性能和作业效率也不断提升。中国轮式谷物联合收割机的主流喂入量在 2014 年为 6 kg/s,2019 年彻底从 7 kg/s 切换到 8 kg/s,2020 年则提升至 8~9 kg/s^[20]。2020 年,中国喂入量为 5 kg/s 以上的履带式水稻联合收割机产量占比为 78%,4 行玉米联合收获机产量约 1.80 万台,在玉米收获机中的占比为 65%^[20]。

农机装备转型升级的特征之四是农机复式作业趋势明显。2004 年以前,中国农机装备多以单项作业(如单纯的旋耕、播种)为主,但 2004 年以后高性能、多功能的复式作业农机具日益受农机手和农户欢迎。例如,2020 年,与大中型拖拉机配套且一次可完成灭茬、旋耕、深松、起垄、镇压等多项作业的联合整地机在中国的保有量已达 28.62 万台;集深松、旋耕、分层施肥和精量播种为一体的整地施肥播种机保有量已达 25.83 万台^[20]。还有研究显示,可同时实现旋耕、秸秆粉碎、秸秆还田、施肥、播

种、覆土(镇压)作业的秸秆还田施肥播种复式作业装备仅江苏连云港保有量就已达2.6万台^[22]。此外,一些乘坐式高速插秧机也可以在机插作业时实现施肥、除草和免耕等其他功能。

农机装备转型升级的特征之五是农机装备智能化。随着人工智能和大数据技术的引入,农机装备先进制造、农业物联网、农业大数据和农业机器人等高新技术逐步应用到农业生产各个领域,中国智能农机与智慧农业呈现出强劲的发展势头^[23]。近年来,农业机械企业借力国家军民产业融合政策,广泛应用北斗卫星导航系统、5G等信息技术,促使北斗卫星导航系统装置成为大中型动力农业机械(拖拉机、收获机、植保机械等)的标准前装配置。潍柴雷沃、中国一拖等不少企业推出无人驾驶拖拉机、无人驾驶收获机等高端智能产品。经过农机制造领军企业多年研发攻关,动力换挡拖拉机、无级变速拖拉机有望陆续进入市场,用于收获机的HMT无级变速器、拖拉机全动力换挡变速器、电控转向器等智能化产品开发都取得了突破^[20]。

1.2 中国农机维修体系演变趋势

1.2.1 2004年以前,中国建立了面向小型低端农机的传统维修服务体系

20世纪70—80年代,国家投资兴办国营农机站、农机修理厂,形成了县、社、队三级农机维修服务网络,基本实现了“大修不出县、中修不出社、小修不出队”的农机维修服务保障能力^[9]。到了80—90年代,顺应市场经济浪潮,中国逐步建立起了产业化、市场化运营的农机维修服务体系,这为农业机械化稳步推进起到了重要支撑作用^[2]。概而言之,为适应当时的农机装备结构,2004年以前中国农机维修服务体系主要面向小型低端农机,故可称之为传统维修服务体系。

传统维修服务体系第一个突出特点是维修服务供给主体数量众多且经营规模小。20世纪90年代,统计资料按照农机维修点所在地理位置将农机维修点划分为修理户、村、村民小组修理点、区、乡(镇)修理点,县城农机修造厂4类。1991—1999年,平均从业人员只有2人的修理户在中国农机维修服务体系中占主体地位,修理户数量占全部修理点(户、厂)数量的比重超过75%,修理户维修从业人员数量占全部农机维修从业人员数量的比重超过50%(表2)。2000年开始,统计资料调整了农机维

修点的统计分类标准,将农机维修点分为一级维修点、二级维修点、三级维修点和专项维修点。其中,维修规模最小(平均从业人员只有2~3人)、资金实力和维修技能相对较弱的专项维修点和三级维修点占据绝对主导地位。表3显示,2005年,中国三级维修点和专项维修点占全部维修点数量的比重分别达到49%和44%;两类维修点从业人员数量占全部维修点从业人员数量的比重分别为47%和42%。

传统维修服务体系的第二个突出特点是维修的农机具以小型、传统农机具为主。根据《中国农业机械工业年鉴》^[1]公布的数据,1991—1999年,除了其他农机具(主要是拖拉机配套机具)之外,中国县以下农机维修体系和修理户服务的主要对象是小型拖拉机,修理的小型拖拉机数量占修理的全部农机具数量的比重为20%左右,其他农机具如内燃机、小型水泵、农用运输车也占有一定比重。相应的,修理户承担了各类农机维修的主体任务。1999年,所有等级维修点中,修理户维修的总农机具数量占比达81%,其维修各类农机数量(包括大中型拖拉机、小型拖拉机、内燃机、小型水泵、汽车和其他农机具)占比均在80%左右。

1.2.2 2004年以来,各级农机维修点数量和维修从业人员数量持续下降

2004年以来,各级农机维修点数量和维修从业人员数量占比并没有出现明显变化(表3),但各级维修点数量和维修点维修从业人员数量均呈现持续下降趋势。根据《中国农业机械工业年鉴》^[1]公布的数据,2005—2017年,中国一级、二级、三级和专项维修点数量分别减少40.87%、12.58%、27.92%和40.07%,一级、三级和专项维修点维修从业人员数量分别减少29.83%、21.59%和35.57%,但二级维修点维修从业人员数量变化不明显。可见,从统计数据来看,2004年以来,表征中国农机维修服务能力的相关指标并没有随着农机保有量的增长而“上升”,反而出现“停滞甚至退化”。

随着中国农机维修服务体系的变化,中国调整了农机维修点分级管理和分类统计的管理办法和统计制度。2019年4月25日,农业农村部出台《农业农村部关于修改和废止部分规章、规范性文件的决定》,将2006年5月10日颁布和2016年5月30日修订的《农业机械维修管理规定》第八条予以删除,即取消“农业机械维修业务实行分类、分级

表2 1991—1999年中国各级农机维修点分布情况

Table 2 Distribution of agricultural machinery maintenance sitesat all levels in China from 1991 to 1999

年份 Year	指标 Target	县农机修造厂			
		County agricultural machinery repair factory	乡镇修理点 Township repair point	村级修理点 Village repair point	修理户 Repairer
1991	维修点(户、厂)数量占比 Percentage of maintenance points (households , factories)	1.03	14.66	8.84	75.47
	维修从业人员数量占比 Proportion of maintenance personnel	7.61	28.19	10.59	53.61
1995	维修点(户、厂)数量占比 Percentage of maintenance points (households , factories)	0.61	11.08	6.07	82.24
	维修从业人员数量占比 Proportion of maintenance personnel	3.25	21.72	7.14	67.89
1999	维修点(户、厂)数量占比 Percentage of maintenance points (households , factories)		8.38	5.59	86.03
	维修从业人员数量占比 Proportion of maintenance personnel		15.37	6.40	78.23

注:数据由笔者根据历年《中国农业机械工业年鉴》^[1]相关指标计算得到;1999年县农机修造厂相关指标数据未公布。
Note: The data is calculated by the author based on relevant indicators in the *China Agricultural Machinery Industry Yearbook* over the years; The relevant indicator data of the county agricultural machinery repair and manufacturing factory in 1999 were not published.

表3 2000—2017年中国各级维修点构成

Table 3 Composition of maintenance sites at all levels in China from 2000 to 2017

年份 Year	维修点数量占比				维修点从业人员数量占比			
	Percentage of maintenance points				Percentage of employees in maintenance sites			
	一级 Level 1	二级 Level 2	三级 Level 3	专项 Special point	一级 Level 1	二级 Level 2	三级 Level 3	专项 Special point
2000	1.24	3.60	48.35	28.83	3.08	5.78	46.30	25.17
2005	0.95	3.32	49.35	43.74	2.41	5.60	46.84	42.20
2010	0.73	3.77	51.68	38.89	1.74	6.03	48.73	38.23
2015	0.72	4.00	51.31	36.80	2.04	6.89	48.59	34.59
2017	0.80	4.11	50.41	37.15	2.18	7.17	47.34	35.04

注:数据由笔者根据历年《中国农业机械工业年鉴》^[1]相关指标计算得到;由于修理点汇总数据包含已开展维修业务但尚未审定定级的维修点,故各级维修点数量占全部维修点数量和各级维修点维修从业人员数量占维修点全部维修从业人员数量的比重加总不等于100%;自2019年起,《中国农业机械工业年鉴》^[1]停止公布各级农机维修点数量和维修从业人员数量数据。
Note: The data is calculated by the author based on relevant indicators in the *China Agricultural Machinery Industry Yearbook*^[1] over the years; Due to the fact that the summary data of repair points includes repair points that have conducted repair business but have not yet been approved for classification, the total proportion of the number of repair points at all levels to the total number of repair points and the number of repair practitioners at all levels to the total number of repair practitioners at the repair point is not equal to 100%; Since 2018, the *China Agricultural Machinery Industry Yearbook*^[1] has stopped publishing data on the number of agricultural machinery maintenance sites and maintenance personnel at all levels.

管理……”。同年,《中国农业机械工业年鉴》^[1]停止公布一级、二级、三级和专项维修点明细统计数据。

2 农机装备升级驱动维修服务体系重构的机理

本研究认为,统计层面中国农机维修点数量和平均规模停滞不前的本质是农机维修服务体系从传统向现代转型重构。那么,农机装备升级驱使维修服务体系重构的机理是什么?本研究认为,农机装备升级通过需求替代效应和技术门槛效应驱动传统维修服务体系开始解体,同时面向大型高端农机的由农机制造企业、社会化服务网点、农机专业合作社、农机经销商组成的现代维修服务体系开始形成,但部分农机专业合作社和农机经销商的维修点可能未能纳入统计范畴,最终使统计上农机维修点数量不断减少。接下来详细分析相应的作用机理。

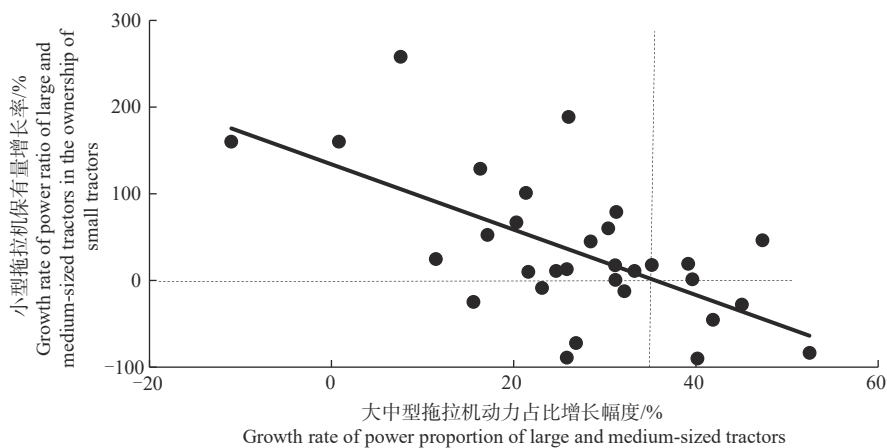
2.1 农机装备升级驱动传统维修服务体系瓦解

2.1.1 需求替代效应

在农机装备升级过程中,具有相同功能的大型高端农机具在一定程度上替代小型低端农机具,进而抑制小型低端农机具的维修服务需求扩张。大

型高端农机具功率大、作业速度快效率高,同等条件下可替代数台功能相同的小型低端农机具。在其他条件保持不变的情况下,大型高端农机具保有量越大,能够替代的小型低端农机具数量越多,相同功能小型低端农机具保有量增长速度相应减缓,甚至绝对量下降^①。

这种需求替代效应突出表现为大中型拖拉机对小型拖拉机(甚至是部分农用运输车)的替代。图2展示了中国31个省(自治区、直辖市)2004—2020年小型拖拉机保有量增长率和大中型拖拉机动力占比增长幅度这两个指标的相关关系(统计数据未含港澳台地区,下同)。从中可以看出,小型拖拉机保有量增长率与大中型拖拉机动力占比增长幅度呈明显的负相关关系,相关系数为-0.62;当大中型拖拉机动力占比增长幅度达到或超过30%,小型拖拉机保有量趋向于负增长。对以上2个指标进行一元线性回归,结果表明大中型拖拉机动力占比增长幅度每增加1个百分点,将引起小型拖拉机保有量增长率平均下降3.77个百分点,这可以解释2005年以后中国小型拖拉机和农用运输车保有量增长趋缓现象。另一种典型替代就是以电动深井潜水泵为代表的新型高性能农业排灌动力机械取代原有的小型柴油机和小型水泵。随着农村电力



数据来源:根据《中国农业机械工业年鉴》^[1]公布的拖拉机保有量和动力指标数据计算得到。

Data source: Calculated based on the tractor ownership and power index data published in the *China Agricultural Machinery Industry Yearbook*^[1]

图2 2004—2020年中国31个省份小型拖拉机保有量增长率与大中型拖拉机动力占比变化幅度散点图

Fig. 2 Scatter chart of growth rate of small tractor ownership and change range of power proportion of large and medium tractors in 31 provinces in China from 2004 to 2020

①除机具替代外,农村劳动力外出务工也会抑制小型低端农机具的维修服务需求扩张。小型低端农机具由于价格便宜、操作简便,在农村地区普及程度较高,且以农户自我使用为主。但随着操作小型低端农机的青壮年劳动力大量进城务工,许多小型低端农机长期被搁置,不再产生维修服务需求。统计数据显示,2004—2021年,中国农民工数量从1.3亿增加到2.9亿。

供应改善、机具制造技术进步、部分地区地表水或地下水水位下降,原来家家户户购买的小型柴油机、小型水泵被使用寿命长、故障率低的电动深井潜水泵替代,其维修业务相应取消^[13]。因此,在农机装备升级过程中,相同功能的小型低端农机在一定程度上被替代,其保有量增长速度放缓甚至负增长,相应的维修服务需求被同步抑制。

2.1.2 技术门槛效应

农机故障检修需要维修技术人员、检修设备(工具)、零配件3大要素紧密配合,这意味着,在维修技能水平、检修设备(工具)配置、零配件储备等方面,农机维修业务的正常开展存在特定门槛条件(本研究统称“技术门槛”)。在小型低端农机占主导地位的农机推广和使用阶段,农机维修的技术门槛相对较低。维修技术人员通过师傅与徒弟之间“传帮带”的方式即可学习和掌握相应的维修技能,一般的检修设备和零配件储备即可满足日常维修需要。因此,数量最多、规模最小的三级维修点和专项维修点(或修理户)就成为了传统维修服务体系的主力军。

农机具购置补贴政策实施以来,在跨国农机制造企业相继进入和市场竞争加剧等因素的共同影响下,中国农机装备行业特别是拖拉机行业引发了一场提升产品科技含量的革命。在这场革命中,节能环保多缸发动机、高性能离合器,组成式变速箱,各种液压、电控甚至全球定位系统等含高新技术的核心部件被广泛运用于各种大型高端农机装备中。中国农机装备转型升级本质上表现为农机装备产品高科技含量质的飞跃,这是典型的熊彼特所指的“创造性毁灭”。因此,与小型低端农机装备相比,大型高端农机装备存在更高的维修技术门槛^[5]。

为达到升级后大型高端农机装备维修的技术门槛,不仅维修技术人员需要系统掌握大型高端农机的内部结构、机械运动、工作原理等理论知识,通过系统培训和专业实践掌握大型高端农机装备各类故障的检测和维修技能;维修点还需要配备更丰富、精密也更昂贵的各类专业检修设备(工具),以及储备更精密、更昂贵、更多样的零配件。但是,中国传统维修服务体系的主体是规模最小的三级维修点和专项维修点(或修理户),其维修人员大多年龄偏大临近退休且知识结构老化,接受和掌握大型

高端农机装备检修技能的意愿和能力较弱^[15];且这些维修点大多资金实力有限,并未配置和储备适用于现代农机的精密检修设备和高端零配件^[14]。由于许多传统维修点在维修技能、检修设备、零配件储备、场地和人员数量^①等方面难以达到大型高端农机装备的技术门槛,难以为技术先进、功能强大、结构复杂、材料新颖的大型高端农机装备提供检修服务。很多传统维修点的维修技术人员既无法判断大型高端农机装备的故障点和故障原因,也不具备拆解和更换故障零部件的能力和工具,并且维修点也无相应的配套零部件储备。因此,大型高端农机装备保有量的增加和相应的维修服务需求的形成难以有效推动传统农机维修点维修业务量增长。

2.1.3 需求替代效应和技术门槛效应的综合作用

需求替代效应和技术门槛效应两者的合力最终导致小型低端农机装备的维修服务需求增长趋缓甚至绝对量下降,进而导致传统农机维修点之间的竞争加剧。与此同时,农村人工成本和消费水平快速上升。2004年以来,农村用工成本进入快速上升轨道,2003—2013年粮食生产中雇工的日工资以年均18%的速度增长^[24],同时农村居民收入水平和消费水平大幅度增加。农村用工成本和消费水平快速上涨意味着农村地区具有一定技能水平的维修工工资同步快速上涨,这就要求维修收益同步增长。因此,在需求替代效应和技术门槛效应导致小型低端农机装备维修服务需求整体增长趋缓甚至减少,以及农村人工成本和消费水平大幅度上升的综合作用下,许多传统维修点在激烈的竞争中选择停止营业、临时营业、转业或退出,导致以小型低端农机装备为服务对象的传统维修服务体系开始解体。

2.2 农机装备转型升级驱动现代维修服务体系开始形成

随着大型高端农机的推广和普及,为大型高端农机提供保养、检修服务的现代维修服务体系应运而生。中国也适时出台了大型高端农机维修法规文件,为现代维修服务体系形成提供法律基础和政策引导。2010年3月13日,农业、工商等多部门联合出台《农业机械产品修理、更换、退货责任规定》,在其中明确了农机产品实行谁销售谁负责三包的原则,规定了农机生产者的维修责任和农机销售者

①许多大型高端农机的核心部件需要多名专业维修技术人员相互配合才能拆解、养护和更换配件。

的维修义务^①。

基于此,中国以农机制造企业(含专门生产零配件的企业)为技术和零配件支撑,以农机经销商为维修沟通与协调枢纽,以现代社会维修网点(通常是农机制造企业和农机经销商的特约维修点)和农机专业合作社为维修骨干的现代维修服务体系正在形成。在这一体系中,农机制造企业是大型高端农机维修的根基,拥有雄厚且与时俱进的技术力量,一方面承担农机具返厂大修工作,另一方面可为企业外的农机维修人员提供技术培训指导,同时也为各类维修点供应零配件。农机经销商是农机维修沟通协调的中心节点,将农机手、特约维修点和农机制造企业连接起来,保证农机维修服务诉求能够得到满足。新成立或者由传统维修点改造升级而来的现代社会维修网点和农机专业合作社则成为农忙季节大型高端农机维修的骨干力量。接下来重点阐述以下3类大型高端农机维修力量:一是新成立或者由传统维修点升级而来的现代社会维修网点;二是开展自我保障式维修服务的农机专业合作社;三是农机经销商直接开设的维修点。

2.2.1 新成立或由传统维修点升级改造而来的现代社会维修网点

一些现代社会维修网点新成立或由具备一定技术和资金实力的传统维修点升级改造而来。现代社会维修网点通常以农机制造企业和农机经销商特约维修点的身份,为大型高端农机提供三包期内的大部分和三包期之外的部分维修服务。典型案例是位于江苏盐城市亭湖区的黄尖镇农机修配中心^②。黄尖镇农机修配中心的前身只是一个修理部,成立于1979年。随着农机装备升级,修理部负责人蔡永生选择与时俱进,于2000年注册成立公司,不断扩大修理规模,逐渐发展成拥有1名技师、2名高级工、3名中级工、6名初级工、1名电工和3名合同工的区域性农机维修中心。该中心拥有厂房1 650 m²,配件间240 m²,办公厂房5间;维修设备15余台套,其维修服务已覆盖射阳、建湖、阜宁、亭湖、大丰等5个县(区),有时甚至跨省域开展服务。

该中心主要维修机型包括东方红大拖、雷沃收割机、瑞泽大拖、清江大拖、沃得收割机等。整年可维修收割机600多台,大中小拖拉机700多台,配套农机具400多台。中心年营业额达100余万元,年利润超40万元。

2.2.2 农机专业合作社自我保障式维修服务

农机专业合作社已成为当前中国重要的农业新型经营主体。实践中,许多农机专业合作社为了保障农机作业的顺利进行,配置专业维修人员和检修设备,对合作社内农机实施作业前的检修、作业中的应急维修和作业后的维护保养,有条件时也针对合作社外的农机开展维修服务。这种合作社自我保障式维修服务已成为中国大型高端农机维修重要的新生力量^[2]。

一些农机专业合作社建设综合农事服务中心,对内外开展农机维修服务。典型案例是位于江苏省南通市如东县马塘镇的富民农机服务专业合作社^[25-26]。富民农机服务专业合作社不仅开展从种到收一条龙作业服务,还将业务拓展至农机维修、农机装备销售、电灌站经营、河道清淤、秸秆处理等。合作社建立起了由10余位专业技术人员组成的农机维修中心。依托作业服务、农机销售等业务所获得的收益,富民农机服务专业合作社能够留住维修人员,这确保了农机及时养护和维修,形成合作社、机手、维修人员、农户多头受益的良性循环。早在2011年,富民农机服务专业合作社就被评为“国家级农机维修示范点”。

还有一些农机专业合作社整合周边农机维修点或者本身从农机维修点发展起来,实现农机作业与农机维修共生共荣。典型案例是位于山东省菏泽市鄄城县的存站农机专业合作社^[27]。合作社在成立前只是当地一个农机修理站,为周边农机手提供农机保养和维修服务。为了将参加跨区作业的客户“抱团出征”的想法落实,修理店负责人牛存站牵头成立了存站农机专业合作社,以带机入社和带技入社两种方式吸纳会员。其中,农机手携农机入社,获得作业收益;农机维修人员带维修技能入社,

①《农业机械产品修理、更换、退货责任规定》第一章总则第四条规定,“农机产品实行谁销售谁负责三包的原则”;第二章第九条和第十一条规定,“生产者应当在销售区域范围内建立农机产品的维修网点,与修理者签订代理修理合同,依法约定农机产品三包责任等有关事项”;“生产者应当妥善处理农机用户的投诉、查询,提供服务,并在农忙季节及时处理各种农机产品三包问题”;第三章第十五条规定“销售者可以同修理者签订代理修理合同,在合同中约定三包有效期内的修理责任以及在农忙季节及时排除各种农机产品故障的措施”。

②引自中国农机化协会发布的《“农机维修服务优秀案例征集活动”获奖案例宣传(五)》,网址 <http://www.cama.org.cn/secondPage/getDetails/47/2028>, 2023年5月17日。

享受工资收入,无作业收入。在跨区作业服务过程中,每个跨区作业队伍配置一辆维修车辆和相应的维修人员,处理作业中的机器故障。合作社也对外提供农机维修服务,除收取所需更换的零配件费用外,还按照所需更换的零配件价格的15%作为维修费。通过维修与作业的合作共生,存站农机专业合作社社会化服务业务不断发展壮大,取得了良好的社会效益。

2.2.3 部分农机经销商直接提供维修服务

虽然农机经销商主要开展农机销售业务,但也一些农机经销商配置农机维修人员甚至成立维修中心,以农机维修服务促进农机销售。典型案例是位于江苏省镇江市句容市的亲蜻农机有限公司^①。亲蜻农机有限公司主营农机销售业务,是东方红、东风、洋马、沃得、约翰迪尔、大疆和玉柴发动机等国内外一线农机品牌的一级代理商。亲蜻农机有限公司同时也开展集中化农机维修服务,是约翰迪尔、东方红、东风、洋马、沃得、玉柴和大疆等一线农机的区域维修中心。尽管亲蜻农机有限公司的维修服务一直处于亏本运营状态(例如,2021年亏损约80余万元),但优质的维修服务促进了其整机销售,销售利润与维修亏损基本能达成平衡。

2.2.4 现代维修服务体系面临的挑战

但是,中国正在形成的现代维修服务体系面临维修服务需求季节性强、用户对维修及时性要求高、维修点运营成本倍增等多方面的挑战和约束,而这些挑战和约束的根源则在于农业、农机作业服务、农机维修3大行业各自的行业特性。

第一个挑战是维修服务需求季节性强。农业生产具有明显的季节性,导致单个农艺环节农机作业和相应的维修服务需求也具有很强的季节性。农机维修的季节性限制现代维修点的人员规模。固定且长期聘用的维修技术人员需要以全年的工作能力为标准支付工资,但维修服务需求季节性意味着他们在一年中实际工作时间可能只有有限的几个月。因此,一般的现代维修点只能全年长期雇佣数量不多的高技术维修人员,这会导致农忙季节维修人手不足以及维修人员工作强度大(许多维修技术人员要从早上6点持续工作到晚上11点)。在需要外出救援前往田间地头开展维修的时候,人手

不足问题将尤为突出,从而可能出现维修贵和维修不及时问题。另外,农机维修的季节性可能降低年轻人对农机维修这一职业的认同感,造成大型高端农机维修技术人才供应不足和“青黄不接”。

第二个挑战是农机用户对维修及时性要求高。在农机社会化服务兴起、农业新型经营主体不断涌现和土地规模化经营持续推进背景下,大型高端农机的用户已不再是小型低端农机时代以农机自我服务为目的的普通小农户,而是开展农业生产性服务或土地规模化经营的农机专业户、农民专业合作社、种粮大户、家庭农场、农业服务公司等主体和组织^[28-31]。农忙季节机器稳定运行是大型高端农机用户抢抓农时和确保农事活动及时完成的基础,而长时段的农机故障可能使农机用户作业服务收益或未来的农业经营收益受到较大损害。因此,农机用户最关心的问题之一是关键时刻故障农机能够及时得到维修,这对维修服务体系的农机故障检修能力提出了更高要求。

第三个挑战是维修点运营成本倍增。相较传统维修点,现代维修点面临来自3方面倍增的经营成本:其一,大型高端农机检修对维修人员的专业素养和技能水平要求更高,更高的人力资本需要匹配更高的工资水平,故而现代维修点相较传统维修点要担负更高的人工成本;其二,大型高端农机检修一般需要配备更大的维修车间,更宽阔的农机停放场地,更精密、更丰富也更昂贵的检修设备,因而场地租赁和设备购置等固定成本会倍增;其三,大型高端农机对应的零部件如前桥、后桥、离合器、发动机曲轴、散热器等技术更先进、价格也更高,储备这些更精密、更复杂和更多样的零部件将产生更高的储备成本并造成相应的资金沉没风险。因此,相较于传统维修点,现代维修点在人员工资、固定投资、零配件储备方面面临倍增的运营成本,这要求匹配更高的维修经营收益。虽然大型高端农机的维修服务价格也相应提升,但维系一定的总收益还需要一定的农机密度。这意味着,既定区域现代维修点形成和持续经营存在特定农机保有量门槛。在大型高端农机保有量较低的区域,现代维修点可能难以持续经营。若为增加维修业务而拉长维修服务半径,又将提高大型高端农机维修难度和抑制

^①引自中国农机化协会发布的《“农机维修服务优秀案例征集活动”获奖案例宣传(三)》,网址 <http://www.cama.org.cn/secondPage/getDetails/47/2025,2023-05-17>。

维修及时性。

2.3 研究假说的提出

在小型低端农机占主导的时期,传统维修服务体系由遍布县乡村的数量众多的各级维修点所组成。尔后,农机装备升级通过需求替代效应和技术门槛效应对传统维修服务体系构成负向冲击,大量传统维修点退出或者转业兼业。

与此同时,面向大型高端农机维修的现代维修点应运而生。除却农机制造企业和品牌农机售后服务特约维修点,农机专业合作社和农机经销商成为大型高端农机维修服务重要的新生力量。但是,可能因为维修规模小,兼之农机专业合作社和农机经销商业维修业务本身是一个动态发展的过程,统计部门难以及时跟进并掌握相关指标数据,从而造成农机维修点数量统计上的“滞后”。另外,大型高端农机维修服务倍增的运营成本和维修服务突出的季节性可能使一些地区特别是农机保有量偏低的区域现代维修点发育迟缓。

以上多个因素综合作用的结果是,统计上农机维修点数量和维修点空间分布密度持续下降。据此,本研究提出以下待检验的研究假说:

H₁:农机装备升级驱动中国农机维修服务体系从传统向现代转型重构,这是2004年以来中国统计上农机维修点数量不断减少和农机维修点分布密度持续下降的主要原因。

3 计量检验

为了检验研究假说,本研究利用2004—2020年全国19个主要的粮食生产省份(自治区、直辖市)面板数据展开计量分析。为使指标具有可比性,本研究选取农机维修点密度作为回归模型的被解释变量,用农机维修点数量与耕地面积的比值表示。核心解释变量为大中型拖拉机动力占比,用大中型拖拉机动力占拖拉机总动力的比值来表示。本研究采用大中型拖拉机动力占比作为农机装备转型升级程度的代理变量的原因有以下3方面:第一,现有研究普遍将大中型拖拉机动力占比作为农机大型化的测量指标^[17-18];第二,前述已经指出,拖拉机为许多农机配套装备提供动力,在农机装备中占有重要地位,2020年中国拖拉机动力占农机总动力的比重高达39.88%,因此拖拉机大型化趋势大体上能够代表农机装备大型化趋势;第三,虽然农机装备

多元化、智能化和复式作业很难用现有统计指标数据进行直接测量,但这些变化趋势一般同步表现为农机装备特别是拖拉机大型化,因为一方面大中型拖拉机为多种农机装备和复式作业装备提供动力,另一方面大中型拖拉机本身也在朝智能化方向发展。系数 β_1 是本研究最关心的参数,如果其估计值显著为负,则说明农机装备升级显著推动统计上的农机维修点密度下降。

同时,本研究引入4个控制变量,它们分别是农村居民人均工资性收入、农机总动力密度(农机总动力与耕地面积的比值)、人均耕地面积(耕地面积与农村常住人口的比值)和复种指数(农作物播种面积与耕地面积的比值)。其中,农村居民人均工资性收入反映农机维修人工成本或机会成本的变化趋势,预期农村居民人均工资性收入对农机维修点密度具有负向影响;农机总动力密度、人均耕地面积、复种指数可能影响农机保有量和农机使用频率,预期它们对农机维修点密度具有正向影响。面板回归模型如下:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 Tr_{it} + \beta_2 Wag_{it} + \beta_3 Pow_{it} + \beta_4 Land_{it} + \beta_5 Crop_{it} + Pro_i + Year_t + \epsilon_{it} \quad (1)$$

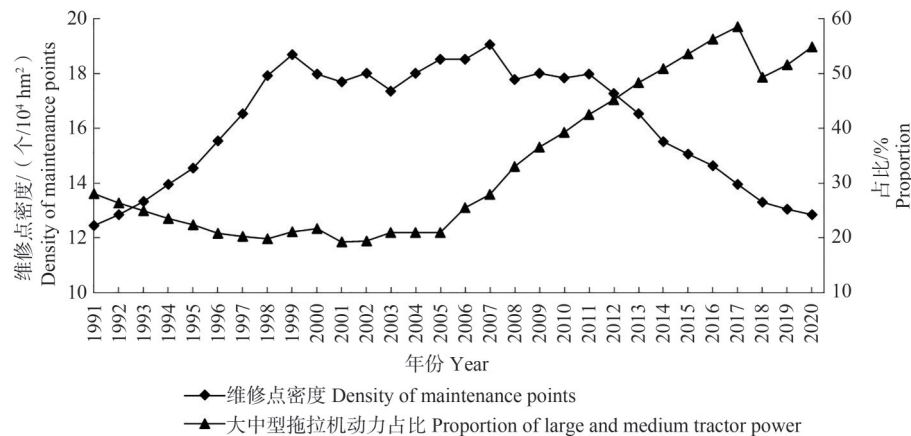
式中: i 为省份; t 为年份; Y_{it} 为农机维修点密度;; Tr_{it} 为大中型拖拉机动力占比; Wag_{it} 、 Pow_{it} 、 $Land_{it}$ 、 $Crop_{it}$ 和 ϵ_{it} 分别为农村居民人均工资性收入、农机总动力密度、人均耕地面积、复种指数和误差项; Pro_i 是省份虚拟变量,用来捕捉那些不随时间变化,但与各地区直接相关的影响农机维修点密度但未被测度的因素,如地形条件等; $Year_t$ 是年份虚拟变量,用来捕捉那些与时间趋势有关且直接影响农机维修点密度的因素,如政策等因素的冲击。农机维修点数量、拖拉机动力、农机总动力指标来自历年《中国农业机械工业年鉴》^[1],耕地面积、农村居民人均工资性收入、农村常住人口数量、农作物播种面积指标来自历年《中国农村统计年鉴》^[32]。其中,农村人均工资性收入按照居民消费价格指数进行了调整,并进行对数处理。各变量定义和描述性统计见表4。

首先对农机维修点密度和大中型拖拉机动力占比这两个指标进行相关性分析。由图3可知,1991—2020年,中国农机维修点密度与大中型拖拉机动力占比的变动趋势在时间上是吻合的。20世纪90年代,中国农机装备以小型低端农机为主,大中型拖拉机动力占比持续缓慢下降,同期维修点密

表4 变量定义及描述性统计

Table 4 Variable definition and descriptive statistics

变量类型 Variable type	变量 Variable	变量说明 Variable description	均值 Mean	标准差 SD	最小值 Min	最大值 Max
被解释变量 Explained variable	农机维修点密度 Y	农机维修点数量与耕地面积的 比值/(个/10 ⁴ hm ²)	17.632	9.123	1.034	42.711
核心解释变量 Core explanatory variables	大中型拖拉机动力 占比 Tr	大中型拖拉机动力占拖拉机 总动力的比重/%	42.376	19.068	5.223	83.938
控制变量 Control variable	农村居民人均工资性 收入 Wag	农村居民人均工资性收入对数值	7.723	0.786	4.882	9.281
	农机总动力密度 Pow	农机总动力与耕地面积的比值/ (千瓦/hm ²)	7.684	3.993	1.626	17.768
	人均耕地面积 Land	耕地面积与农村常住人口数量的 比值(hm ² /人)	0.108	0.063	0.025	0.315
	复种指数 Crop	农作物播种面积与耕地面积的比值	0.930	0.231	0.335	1.415



数据来源:根据历年《中国农业机械工业年鉴》^[1]和《中国农村统计年鉴》^[32]公布的农机维修点数量、耕地面积、拖拉机动力等指标数据测算得到。
Data source: Calculates the number of agricultural machinery maintenance sites, cultivated land area, tractor power, and other indicators published in the *China Agricultural Machinery Industry Yearbook*^[1] and *China Rural Statistical Yearbook*^[32] over the years.

图3 1991—2020年中国农机维修点密度与大中型拖拉机动力占比变化趋势

Fig. 3 Changing trend of the density of agricultural machinery maintenance sites and the proportion of large and medium-sized tractor power in China from 1991 to 2020

度不断上升,从12个/10⁴ hm²增加到19个/10⁴ hm²。2000—2005年,大中型拖拉机动力占比徘徊不前,维修点密度则相对稳定,始终在18个/10⁴ hm²附近小幅度波动。2005—2020年,随着大中型拖拉机动力占比从22.58%持续、快速上升到54.79%,维修点密度不断下降,从18个/10⁴ hm²减少到12个/10⁴ hm²。从图4省级面板数据散点图来看,维修点密度与大中型拖拉机动力占比之间呈明显的负相关关系。

进一步借助面板回归模型对假说H₁进行检验。表5面板OLS模型回归结果显示,β₁的估计值为-0.112,且在1%的水平上显著。未添加任何控制变量但控制地区固定效应的回归结果显示,β₁估计值为-0.101,且在1%水平上显著。同时控制地区差异和时间趋势,但未加入控制变量的固定效应模型的估计结果显示,β₁的估计值为-0.043,且在5%水平上显著。在此基础上加入一系列控制变量,回归结果显示,β₁的估计值为-0.061,且在5%

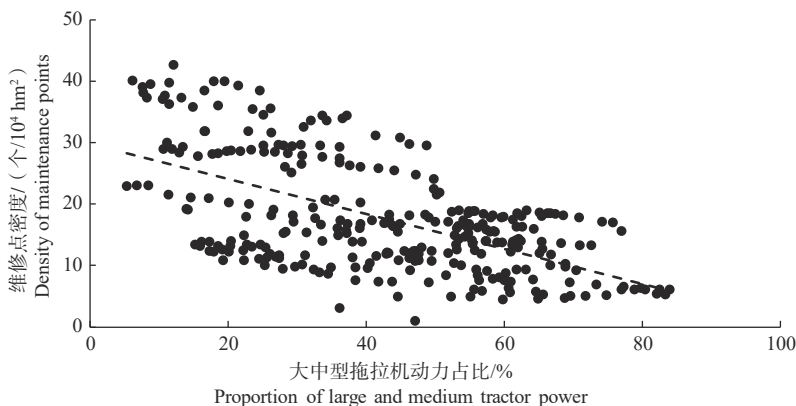


图 4 农机维修点密度与大中型拖拉机动力占比散点图

Fig. 4 Scatter chart of agricultural machinery maintenance point density and proportion of large and medium tractors power

表 5 农机维修点密度面板回归结果

Table 5 Panel data regression results of agricultural machinery maintenance point density

解释变量 Explanatory variable	模型 1 Model 1 OLS 模型	模型 2 Model 2 地区固定效应模型	模型 3 Model 3 未加入控制变量的 双向固定效应模型	模型 4 Model 4 加入控制变量的 双向固定效应模型
大中型拖拉机动力占比 Tr	−0.112*** (0.021)	−0.101*** (0.020)	−0.043** (0.022)	−0.061** (0.030)
农村居民人均工资性收入 Wag				−0.078 (0.078)
农机总动力密度 Pow				0.007 (0.016)
人均耕地面积 Land				−0.028 (0.024)
复种指数 Crop				0.473 (0.355)
是否控制地区固定效应 Fixed effects of Control regional or not	否	是	是	是
是否控制时间趋势 Fixed effect of control time trend or not	否	否	是	是
常数项 Constant	22.123*** (1.584)	21.710*** (0.743)	18.562*** (1.003)	27.183*** (8.211)
R ²	0.530	0.530	0.523	0.495
样本量 Sample size	323	323	323	323

注：***、**、*分别表示 1%、5% 和 10% 的统计显著性；括号内的数值为标准误。

Note: ***, ** and * respectively represent statistical significance of 1%, 5%, and 10%. The values in parentheses are standard errors.

水平上显著。根据该模型的估计结果,大中型拖拉机动力占比每提高 10 个百分点,主要的粮食生产省份农机维修点密度平均下降 0.6 个单位。以上模型估计结果支持了研究假说 H₁,说明 2004 年以来中国农机装备升级显著推动了统计上农机维修点数量的减少和密度的下降。

回归结果还表明,农机总动力密度和复种指数对农机维修点密度具有显著的正向影响,说明维修需求越大,维修点密度越大。人均耕地面积的回归系数与预期相反,这可能是因为它与农机总动力密度和复种指数存在多重共线性。

根据模型 3 中 β_1 的估计结果,可测算出 2004—2020 年大中型拖拉机动力占比均值的变化对农机维修点密度均值的变化贡献率。结果表明,2004—2020 年,大中型拖拉机动力占比上升可解释中国主要粮食生产省份农机维修点密度下降的 52.85%。可见,农机装备升级是统计上中国农机维修点数量不断减少和维修服务体系“整体停滞甚至衰退”的主要原因。

4 结论与启示

2004 年以来,中国农机装备制造业发生“创造

性毁灭”,制造科技水平实现质的飞跃,农机装备结构从以小型低端农机占主导向大型高端农机装备逐渐成为主流转变,农机装备大型化、高端化、多元化、智能化和复式作业趋势明显。本研究考察中国农机装备升级对维修服务体系冲击,发现上游农机装备制造业的“创造性毁灭”同样引发了下游维修服务业的“创造性毁灭”,维修服务体系开启了从传统向现代的转型重构。农机装备升级通过需求替代效应和技术门槛效应驱动主要服务于小型低端农机的传统维修点大量退出,进而导致传统维修服务体系走向瓦解。相应地,面向大型高端农机的现代维修服务体系开始形成,农机制造企业、农机经销商、社会维修网点、农机专业合作社成为该体系的核心力量。但是,一部分农机专业合作社和农机经销商设立的现代维修点可能未被及时纳入统计范畴,并且在一些农机保有量偏低的区域,现代维修点也可能发育迟缓。在多重因素的综合影响下,中国统计层面的农机维修点数量和维修点分布密度持续下降。本研究进一步利用2000—2020年全国主要粮食生产省份面板数据进行实证分析,发现表征农机装备升级的大中型拖拉机动力占比对统计上的维修点密度具有显著的负向影响,并且大中型拖拉机动力占比上升对维修点密度下降的贡献率达52.85%,证明了农机装备升级是维修服务体系重构的主要驱动力。此外,本研究还发现,大型高端农机维修面临维修服务需求季节性强、用户对维修及时性要求高、维修点运营成本高等多方面的挑战和约束,农忙季节一些地区可能出现大型高端农机“看病难”“看病贵”困境。

通过前述分析,本研究从制度、政策和技术3个层面提出完善中国现代维修服务体系的政策建议。在制度方面,一是完善以农机制造企业为根基,以农机经销商为纽带,和以特约维修点和部分农机专业合作社为骨干的大型高端农机三包制度和三包期以外的维修服务制度。在《农业机械产品修理、更换、退货责任规定》的基础上,加强农机制造企业维修的责任和义务,并将农机专业合作社作为维修服务主体之一纳入三包制度范畴。农机制造企业在先进制造技术的代表,拥有大型高端农机最雄厚的维修技术力量和零配件储备基础,应加强对特约维修点和农机专业合作社维修技术人员的技术指导,定期为农村一线维修技术人员开展技术培训,

培训费用由其农机销售收入来弥补。二是多举措构建和完善农忙季节大型高端农机抢修服务体系。在农机作业社会化服务和土地规模化经营背景下,保障农忙季节故障检修的及时性是大型高端农机维修服务的核心,但维修服务季节性导致维修点无法全年雇佣大量固定高技术维修人员,以致农忙季节容易出现人手不足(特别是田间现场检修对时间和人员的占用)和既有人手工作强度大的双重困境。因此,可对已退出传统维修点的部分传统维修人员开展技术培训,以合同制形式将其吸纳为现代维修点的季节性维修人员。这些季节性维修人员熟悉当地路况,能在最短时间内抵达故障农机现场。固定高技术维修人员与在现场的季节性维修人员通过远程视频方式,通力协作诊断农机故障。互补合作的方式使两类维修人员的比较优势得到最大限度发挥,并以最小的时间成本和人工成本实现农机具故障快速诊断和零配件快速更换。此外,还需相应构建区域性农机零配件快速配送体系。打造类似于“拼多多”“货拉拉”“运满满”的网络平台,将农机制造企业、零配件供应商、农机经销商、农机手、物流快递公司、农村客运班车、乡镇集市物资供应车辆、出租车、网约车等囊括在内,形成一个覆盖县域内各乡镇的农机零配件配送体系,实现零配件以最快速度抵达故障农机所在地点。三是完善农机维修点分类统计制度。中国已于2019年废止了原有的农机维修点分级管理规定和分类统计制度,接下来需顺应新的形势,将农机维修点划分为农机制造企业直营维修点、社会化特约维修点、农机专业合作社维修点、农机经销商直营维修点这几类,并及时开展数据普查工作,提高农机维修数据统计的及时性、准确性和完整性。

在政策方面,一是优化农机补贴政策,将农机维修大型精密检修设备购置纳入补贴范围,合理制定补贴范围、补贴标准和补贴方式,降低大型高端农机维修点的运营成本。二是对农机专业合作社开展农机维修业务提供政策支持。在农民专业合作社的系列扶持措施中,可增设农机维修资金支持专项,合理制定资金补贴标准和条件,通过以奖代补的形式扶持农机专业合作社维修业务发展壮大。三是多方位支持和培养年轻一代农机维修人才。结合教育部一流专业建设“双万计划”“卓越农林人才教育培养计划”和国家“大众创业万众创新计

划”，鼓励、引导和支持农业大学和涉农高等职业技术学院增开设农机维修专业，与农机制造企业、农机经销商、特约维修点、农机专业合作社联合办学，培养通用型农机维修人才。年轻一代农机维修人才须掌握各类大型高端农机构造和工作原理的理论知识，并通过反复练习掌握相应的核心部件拆解、故障诊断、故障零部件养护和更换的实际操作技能。“多机型”维修技能可帮助维修人才在未来的就业或创业中有效克服农机维修的季节性约束，能在不同季节都获取农机维修业务和收入，最终实现职业、收入和家庭的契合。

在技术方面，一是借力智能农机发展浪潮，以农机制造企业为核心，研发农机核心零部件性能和故障智慧监测预警系统，打造农机性能大数据中心，实时监测每一台售出农机作业过程中的性能指标，将数据实时与农机经销商、特约维修点和农机手共享，并及时制定农机保养和故障检修最优方案。二是农机制造企业、农机经销商、区域性品牌农机特约维修点、农机专业合作社可利用北斗导航系统对跨区作业农机时空流量进行实时监测，根据农机时空流量大数据制动相应的跨区农机动态跟踪维修服务方案，合理调配维修资源，保障农机跨区作业高效进行。

值得指出的是，囿于数据可获得性，本研究无法对农机装备升级的需求替代效应、技术门槛效应展开计量检验，也无法开展稳健性检验，这有待后续的研究在拥有相关数据资料的基础上展开进一步的讨论和分析。

参考文献 References

- [1] 中国农业机械工业年鉴编辑委员会, 中国农业机械工业协会. 《中国农业机械工业年鉴》(1991—2020) [M]. 北京: 机械工业出版社, 1991—2020
Editorial Committee of China Agricultural Machinery Industry Yearbook, China Agricultural Machinery Industry Association. *China Agricultural Machinery Industry Yearbook* (1991-2020) [M]. Beijing: China Machine Press, 1991-2020 (in Chinese)
- [2] 温芳. 全国农机维修服务能力研究[J]. 中国农机化学报, 2015(11): 296-299
Weng F. Research on repairing ability of national agricultural machinery[J]. *Journal of Chinese Agricultural Mechanization*, 2015 (11): 296-299 (in Chinese)
- [3] 张桃林. 在全国农业机械化工作会议上的讲话(摘要) [M]. // 中国农业机械化年鉴编辑委员会. 《中国农业机械化年鉴》, 北京: 中国农业科学技术出版社, 2015: 1-4
Zhang T L. Speech at the national conference on agricultural mechanization (abstract) [M]. In: Editorial Committee of China Agricultural Mechanization Yearbook. *China Agricultural Mechanization Yearbook*. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2015: 1-4 (in Chinese)
- [4] 姚春生. 全国农业机械化发展综述 [M]. // 中国农业机械工业年鉴编辑委员会. 中国农业机械工业年鉴, 北京: 机械工业出版社, 2009: 83-85
Yao C S. Summary of the development of agricultural mechanization in China [M]. In: Editorial Committee of China Agricultural Machinery Industry Yearbook. *China Agricultural Machinery Industry Yearbook*. Beijing: China Machine Press, 2009: 83-85 (in Chinese)
- [5] 国彩同. 加快构建新型农机维修服务体系促进农业机械化持续健康发展: 在中国农机学会维修分会委员会的发言 [J]. 农机使用与维修, 2013(10): 3
Guo C T. Accelerating the construction of new agricultural machinery maintenance service system to promote the sustainable and healthy development of agricultural mechanization: Speech at the maintenance branch committee of China agricultural machinery society [J]. *Agricultural Machinery Using & Maintenance*, 2013(10): 3 (in Chinese)
- [6] 王扬光, 温芳, 田金明, 叶宗照. 我国农机生产企业维修服务能力现状分析 [J]. 中国农机化学报, 2015(3): 302-304
Wang Y G, Weng F, Tian J M, Ye Z Z. Present situation analysis of repairing ability for agricultural machinery manufacturers [J]. *Journal of Chinese Agricultural Mechanization*, 2014, 35(3): 302-304 (in Chinese)
- [7] 孔祥智, 周振, 路玉彬. 我国农业机械化道路探索与政策建议 [J]. 经济纵横, 2015(7): 65-72
Kong X Z, Zhou Z, Lu Y B. Exploration and policy suggestions for agricultural mechanization in China [J]. *Economic Review Journal*, 2015(7): 65-72 (in Chinese)
- [8] 李伟国. 农业部农业机械化管理局局长李伟国在2017年全国农业机械化工作会议上的总结讲话 [R]. [2023-03-10]. <http://www.jlnj.gov.cn/1/22/2017-02-08/68799.html>, 2017
Li G W. Summary speech by Li Guowei, director of the department of agricultural mechanization management of the ministry of agriculture, at the 2017 national conference on agricultural mechanization [R]. [2023-03-10]. <http://www.jlnj.gov.cn/1/22/2017-02-08/68799.html>, 2017 (in Chinese)
- [9] 王扬光, 田金明, 陶珽, 董洁芳. 基于数据包络分析的农机维修企业技术效率研究 [J]. 中国农学通报, 中国农学通报, 2021, 37(2): 134-139
Wang Y G, Tian J M, Tao J, Dong J F. Analysis of technical efficiency of agricultural machinery repairing enterprises based on DEA model [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2021, 37(2): 134-139 (in Chinese)
- [10] 戴继勇, 霍家佳, 云振宇. 基于现代农业视角下的农机维修服务标准探析 [J]. 标准科学, 2016(4): 52-55
Dai J Y, Huo J J, Yun Z Y. Analysis of the standard on agricultural machinery maintenance service based on modern agriculture [J]. *Standard Science*, 2016(4): 52-55 (in Chinese)
- [11] 赵全慧, 曹晓春. 黑龙江省农机维修体制的现状及对策 [J]. 农机化研究, 2008(3): 251
Zhao Q H, Cao X C. Current situation and countermeasures of agricultural machinery maintenance system in Heilongjiang province [J]. *Journal of Agricultural Mechanization Research*, 2008 (3): 251 (in Chinese)

- [12] 郑锐禹,王海林,尹鸿超,王浩,李晟,邓若玲. 广东省果园机械维修服务现状及发展对策[J]. 中国农机化学报, 2017, 38(6): 114-117
- Zheng R Y, Wang H L, Yin H C, Wang H, Li S, Deng R L. Maintenance service status and development counter measures of orchard machinery in Guangdong Province [J]. *Journal of Chinese Agricultural Mechanization*, 2017, 38(6): 114-117 (in Chinese)
- [13] 童红欣,江光华. 河北省农机维修网点现状及发展分析[J]. 农机使用与维修, 2014(6): 3-4
- Tong H X, Jiang G H. Analysis on the current situation and development of agricultural machinery maintenance network in Hebei Province [J]. *Agricultural Machinery Using & Maintenance*, 2014(6): 3-4 (in Chinese)
- [14] 孙俊华,陆桂良. 我国农机维修行业发展的对策分析[J]. 农机使用与维修, 2009(5): 70-74
- Sun J H, Lu G L. Analysis of countermeasures for the development of agricultural machinery maintenance industry in China [J]. *Agricultural Machinery Using & Maintenance*, 2009(5): 70-74 (in Chinese)
- [15] 张耀春,张赤戈,单梅,李亦,荆和平. 加强农机维修能力建设提升农机服务保障水平[J]. 农机使用与维修, 2016, 233(1): 30-31
- Zhang Y C, Zhang C G, San M, Li Y, Jing H P. Strengthen the construction of agricultural machinery maintenance capacity and improve the service guarantee level of agricultural machinery [J]. *Agricultural Machinery Using & Maintenance*, 2016, 233(1): 30-31 (in Chinese)
- [16] 方师乐. 中国农业机械化的发展历史:资源禀赋、路径变迁和政策取向[J]. “三农”决策要参, 2017(33): 1-13
- Fang S L. The development history of agricultural mechanization in China: Resource endowment, path changes, and policy orientation [J]. *Strategic Decision Consultation on Agriculture, Rural Areas and Farmers*, 2017(33): 1-13 (in Chinese)
- [17] 方师乐,卫龙宝,伍骏骞. 农业机械化的空间溢出效应及其分布规律:农机跨区服务的视角[J]. 管理世界, 2017(11): 65-78
- Fang S L, Wei L B, Wu J Q. The spatial spillover effect of agricultural mechanization and its distribution pattern: The perspective of interregional-service of agricultural machinery [J]. *Management World*, 2017(11): 65-78 (in Chinese)
- [18] 方师乐,黄祖辉. 新中国成立70年来我国农业机械化的阶段性演变与发展趋势[J]. 农业经济问题, 2019(10): 36-49
- Fang S L, Huang Z H. 70th anniversary of the founding of the PRC: The transition, influence factor and trend of China's agricultural mechanization [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2019(10): 36-49 (in Chinese)
- [19] Chen S, Lan X. Tractor vs. animal: Rural reforms and technology adoption in China [J]. *Journal of Development Economics*, 2020, (147): 1-10
- [20] 中国机械工业年鉴编辑委员会,中国农业机械工业协会.《中国农业机械工业年鉴》(2020)[M]. 北京:机械工业出版社, 2020
- Editorial Committee of China Machinery Industry Yearbook, China Agricultural Machinery Industry Association. *China Agricultural Machinery Industry Yearbook* (2020) [M]. Beijing: China Machine Press, 2020 (in Chinese)
- [21] 周豪基. 水稻插秧机发展综述[J]. 农机与农艺, 2022(12): 84-85
- Zhou H J. Review on the development of rice transplanter [J]. *Agricultural Machinery and Agronomy*, 2022(12): 84-85 (in Chinese)
- [22] 李宗岭,刘芹,王琪玲,林祥飞. 连云港复式作业装备现状与发展思考[J]. 农机科技推广, 2019(2): 37-38
- Li Z L, Liu Q, Wang Q L, Lin X F. Current situation and development considerations of duplex operation equipment in Lianyungang [J]. *Agricultural Technology and Promotion*, 2019(2): 37-38 (in Chinese)
- [23] 罗锡文,廖娟,胡炼,周志艳,张智刚,臧英,汪沛,何杰. 我国智能农机的研究进展与无人农场的实践[J]. 华南农业大学学报, 2021, 42(6): 8-17
- Luo X W, Liao J, Hu L, Zhou Z Y, Zhang Z G, Zang Y, Wang P, He J. Research progress of intelligent agricultural machinery and practice of unmanned farm in China [J]. *Journal of South China Agricultural University*, 2021, 42(6): 8-17 (in Chinese)
- [24] 钟甫宁. 正确认识粮食安全和农业劳动力成本问题[J]. 农业经济问题, 2016(1): 4-9
- Zhong F N. Understanding issues regarding food security and rising labor costs [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2016, 37(1): 4-9 (in Chinese)
- [25] 朱小林. 江苏如东县马塘富民农机合作社荣获“国家级农机维修示范点”称号:小站点何以挂上“金字招牌”[J]. 农业开发与装备, 2011(3): 11.
- Zhu X L. Matang Fumin agricultural machinery cooperative in Rudong County, Jiangsu Province was awarded the title of “National Agricultural Machinery Maintenance Demonstration Point”: Why small stations are listed as “Golden Sign” [J]. *Agricultural Development & Equipments*, 2011(3): 11 (in Chinese)
- [26] 双槐. 需求就是市场:记江苏如东县马塘镇富民农机服务专业合作社[J]. 中国农民合作社, 2016(3): 63-65
- Shuang H. Demand is the market: A record of Fumin agricultural machinery service professional cooperative in Matang, Rudong county, Jiangsu Province [J]. *China Farmers Cooperative*, 2016(3): 63-65 (in Chinese)
- [27] 左赞. 以维修奠基的农机专业合作社:郾城县存站农机专业合作社发展纪实[J]. 当代农机, 2014(10): 40-41
- Zuo Y. A professional cooperative for agricultural machinery based on maintenance: A record of the development of Juancheng County Cunzhan agricultural machinery professional cooperative [J]. *Contemporary Agricultural Machinery*, 2014(10): 40-41 (in Chinese)
- [28] Yang J, Huang Z H, Zhang X B, Reardo T. The rapid rise of cross-regional agricultural mechanization services in China [J]. *American Journal of Agricultural Economy*, 2013, 95(5): 1245-1251
- [29] Zhang X B., Yang J, Reardon T. Mechanization outsourcing clusters and division of labor in Chinese agriculture [J]. *China Economic Review*, 2017, 43(1): 184-195
- [30] 罗必良. 论服务规模经营:从纵向分工到横向分工及连片专业化[J]. 中国农村经济, 2017, 395(11): 2-16
- Luo B L. Service scale management: Vertical division of labor, horizontal division of labor and specialization of connected farmland [J]. *Chinese Rural Economics*, 2017(11): 2-16 (in Chinese)
- [31] 仇叶. 小规模土地农业机械化的道路选择与实现机制:对基层内生机械服务市场的分析[J]. 农业经济问题, 2017, 38(2): 55-64

Qiu Y. The way to realize small land agricultural mechanization and its mechanisms: An analysis of the grass-roots mechanical services market[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2017, 38(2):55-64 (in Chinese)

[32] 中国农村统计年鉴编辑委员会,国家统计局农村社会经济调查司.《中国农村统计年鉴》(1991—2019)[M]. 北京:中国统计出版社,1991—2019

Editorial Committee of China Rural Statistical Yearbook, Department of Rural Socioeconomic Investigation, National Bureau of Statistics. *China Rural Statistical Yearbook* (1991-2019) [M]. Beijing: China Statistics Press, 1991-2019 (in Chinese)

责任编辑:王岩



第一作者简介: 阮冬燕,博士,讲师,现为武汉科技大学法学与经济学院国际经济与贸易专业专任教师。主讲《政治经济学》《国际贸易实务》等本科课程和《中级微观经济分析与应用》等硕士课程。主要从事农业经济问题研究,特别是农户生计问题、农业生产性服务、农机跨区作业和农机维修等相关问题。主持完成湖北省中小企业研究中心一般项目、湖北省教育厅哲学社会科学研究项目等研究项目,参与国家自科、国家社科和教育部人文社科等多项课题研究。曾经在《中国农村经济》《中国农业大学学报》《农业现代化研究》等期刊上发表相关论文多篇。



通讯作者简介: 周晶,博士,副教授,华中农业大学经济管理学院农林经济管理系专任教师。主讲《农业经济思想史》《经济学说史》《STATA应用》《STATA应用实验》《统计学原理》等本、硕课程。主要从事农业经济和经济思想史研究,特别是农业机械化与劳动分工相关问题。主持国家自然科学基金项目、教育部人文社科青年基金项目 and 中央高校基本科研业务费专项资金项目等多项课题。近年以第一作者或通讯作者身份在《中国农村经济》《农业技术经济》《资源科学》《中国农业大学学报》《华中农业大学学报(社会科学版)》《经济地理》等期刊发表论文 20 余篇。