

要素相对价格、土地资源条件 与农户农业机械服务外包需求*

蔡 键¹ 唐 忠² 朱 勇²

摘要: 本文基于河南、河北和山东三省的实地调查数据,在构建理论框架的基础上运用多元 Logistic 回归模型分析了农户产生农业机械服务外包需求的动因。研究表明:①农户家庭农业劳动力富余程度和务工经历引发的要素相对价格变化是农户产生农业机械技术需求的根本原因;②农户经营规模过小的土地资源条件则是农户产生农业机械服务外包需求的根本原因。

关键词: 要素相对价格 农业机械 土地资源条件 服务外包

中图分类号: F323.3 **文献标识码:** A

一、引言

农业机械化是目前中国农业产业内发展较快的领域,也是现阶段推动农业经济快速发展、实现粮食生产十二连增的主要动力之一。进入 21 世纪以来,中国农业机械化在整体进程不断加快的同时,还呈现出区域差异特征。其中,华北平原地区(以河北、河南、山东三省为主)粮食作物生产的机械化进程发展最快,且最具特色。该地区地形平坦,人口较多,人均农作物播种面积约 0.25 公顷^①。本文研究课题组调查发现,在小规模经营条件下,华北平原地区仍有超过 80%的粮农在耕地和播种环节采用大型(功率在 60 马力以上)或超大型(功率在 90 马力以上)农业机械,超过 95%的粮农在收割环节采用大型或超大型农业机械。可见,华北平原地区农业机械化的实践有效化解了小农户分散经营与大马力农业机械之间的矛盾。这是传统经济理论所不能解释的现象,也是中国这一农业大国探索出来的成功经验。

*本文研究为国家自然科学基金重点项目“农村土地与相关要素市场培育与改革研究”(编号:71333004)、华南农业大学青年科技人才培育项目“农地确权背景下流转方式演变对农地质量的影响研究”(编号:201619)和国家社会科学基金项目“资产专用性、声誉效应与农村互联性贷款自我履约的机理研究”(编号:16AJY015)的阶段性成果。唐忠系本文通讯作者。

^①《中国统计年鉴 2014》(国家统计局编,中国统计出版社出版,2014 年)相关数据显示:2013 年,河北省、河南省和山东省人均播种面积分别为 0.23 公顷、0.27 公顷和 0.24 公顷。

本课题组进一步调查发现，农业机械服务外包市场的出现，正是华北平原能在小规模经营条件下实现大马力农业机械化的直接原因。那么，引起课题组研究兴趣的是：农户为什么会有农业机械服务外包需求？其背后的动因又是什么？

二、现状描述：小农户与大马力农业机械化

（一）数据来源与说明

本文以河北、河南、山东三省小麦种植户为研究对象。冀豫鲁三省是华北平原地区粮食主产省份，小麦为该地区主要粮食作物之一。为了更加准确地把握小麦机械化生产情况，本课题组于2014年6~8月选择具有相似家庭收入构成、经济发展水平和农作模式的冀南、鲁西南和豫北3个地区10个县（市）作为样本框，在此基础上以一对一问卷访谈的方式进行农户随机抽样调查。样本在很大程度上代表了华北平原小麦主产区农户的基本情况。

课题组最后完成了对850个农户的实地调查，获得有效问卷779份，问卷有效率达91.65%，样本分布情况见表1。同时，为了深入了解农业机械服务外包的供给情况，课题组也在冀豫鲁三省跟踪采访了50名农机手^①，最终获得有效样本45个，并详细记录了农机手的组织化程度和服务供给情况等信息。

省份	相关县数（个）	发放问卷数（份）	有效问卷数（份）	有效回收率（%）
河南省	3	340	309	90.88
河北省	4	240	217	90.42
山东省	3	270	253	93.70
合计	10	850	779	91.65

（二）小农户实现大马力农业机械化的途径：农业机械服务外包

1. 华北平原地区农业生产现状：小农户分散经营。如表2所示，2013年，华北平原冀豫鲁三省样本农户平均经营8.17亩耕地，平均持有3.32块耕地，平均每块耕地面积仅为2.46亩。

省份	户均耕地面积（亩）	户均地块数（块）	地块平均面积（亩）
河北省	8.85	4.25	2.08
河南省	10.30	2.75	3.74
山东省	5.11	3.20	1.60
平均	8.17	3.32	2.46

^①农机手是指专门为农户提供有偿农机服务的人员，多来自拥有农业机械的农户。

2.八成以上的小农户通过农业机械服务外包实现小麦生产机械化。如表 3 所示, 实现小麦生产机械化的样本中, 有 83.98%的农户通过农业机械服务外包来完成耕地, 有 81.52%的农户通过农业机械服务外包来完成播种, 有 96.27%的农户通过农业机械服务外包来完成收割。由此可见, 农业机械服务外包已经成为目前华北平原地区实现农业生产机械化的主要方式。

表 3 2013 年冀豫鲁三省小麦生产机械化实现方式

	机械化户数(户)	农业机械服务外包		使用自有或者亲朋的机械	
		户数(户)	比例(%)	户数(户)	比例(%)
小麦机耕	699	587	83.98	112	16.02
小麦机播	698	569	81.52	129	18.48
小麦机收	697	671	96.27	26	3.73

3.大马力农业机械是农机手提供农业机械服务的主要工具。本文通过调查农机手提供服务所用的机械型号来说明农户实现农业机械化作业所依托农机的马力大小。如表 4 所示, 45 个受访农机手正在使用的农业机械合计 68 台。其中, 功率在 60~90 马力之间的大型机械占比为 39.71%, 功率在 90 马力以上的超大型机械占比为 38.24%。

表 4 农机手使用农业机械的功率范围

农业机械的马力范围	农机数(台)	比例(%)
20 马力以下(含 20 马力)	5	7.35
20~60 马力(含 60 马力)	10	14.71
60~90 马力(含 90 马力)	27	39.71
90 马力以上	26	38.24
合计	68	100.00

综上, 华北平原地区能在小规模经营条件下实现大马力农业机械化, 主要得益于农业机械服务外包市场。那么, 华北平原地区农户为什么会有农业机械技术需求? 农户为什么会选择以服务外包的形式来实现农业机械技术需求? 对此, 可在诱致性技术变迁理论的基础上, 基于华北平原农业资源现状进行分析。

三、理论分析: 农户农业机械服务外包需求

(一) 劳动力与农业机械相对价格和农业机械技术需求

1.理论解释: 劳动力与农业机械相对价格上升诱发农户的农业机械技术需求。农业机械服务外包是农业机械技术需求的一种实现方式, 农业机械服务外包需求产生的前提是农户有使用农业机械替代人工作业的需求。由诱致性技术变迁理论可知, 随着劳动力与农业机械相对价格的不断上升,

农业生产者对农业机械技术的需求也不断提升。一方面，农业剩余劳动力大量外流，青壮年农业劳动力越来越稀缺，而农民工在城市高强度、长时间工作，获得较高的工资收入，间接抬升了农业劳动力价格。另一方面，2004年农业机械购置补贴政策实施以来，补贴力度和补贴范围逐年扩大，这在一定程度上降低了农业机械购置成本。这两方面的共同作用导致农业劳动力与农业机械的相对价格不断上升，进而诱使越来越多的农业生产者选择使用农业机械替代劳动力，因而农户的农业机械技术需求随之加大。

2.数理推导。为简化分析，本文设定农户只种植小麦这一种作物，农户有两种种植方式可以选择：一是人工作业，二是机械化作业。另外，本文设定产出是投入的线性函数，机械化作业与人工作业在产出方面没有显著差异。机械化作业的优势在于节约劳动力，使农户获得潜在收益；其劣势则是需要额外付出一笔购买农业机械（或农业机械服务）的资金。

首先，本文假设农户只存在采纳农业机械技术与否的决策，不存在多大范围以及通过何种方式采纳农业机械技术的决策。对于理性经济人而言，是否采纳农业机械技术是农户追求利润最大化的直接结果（Rayner and Cowling, 1967; Penson et al., 1981）。只有当采用机械化作业时的利润高于采用人工作业时的利润，农户才会采纳农业机械技术。因而农户产生农业机械技术需求的条件可描述为：

$$p_m y_m - c_m - c \geq p_h y_h - v_m - c \quad (1)$$

(1) 式中， p_m 为机械化作业时的小麦价格； y_m 为在单位土地上进行机械化作业所收获的小麦产量； v_m 为在单位土地上进行机械化作业时节约劳动力所获得的潜在收益； c_m 为在单位土地上进行机械化作业时所产生的额外成本（即购买农业机械或农业机械服务的成本）； c 为在单位土地上进行小麦生产除了农业机械投入以外的其他所有成本； p_h 为人工作业时的小麦价格； y_h 为在单位土地上进行人工作业所收获的小麦产量。

如前文所述，假定机械化作业不会带来产出方面的差异，则有： $p_m = p_h$ ， $y_m = y_h$ 。则(1)式可进一步简化成：当 $v_m - c_m < 0$ 时，农户不采纳农业机械技术；当 $v_m - c_m \geq 0$ 时，农户采纳农业机械技术。即农户的农业机械技术需求可表示为：

$$D_m = d(v_m, c_m) \quad (2)$$

(2) 式中， D_m 表示农户的农业机械技术需求。

由(2)式和前文分析可知，农业机械技术需求是由单位土地上进行农业机械化作业时节约劳动力所获得的潜在收益与机械化作业所产生的额外成本共同决定的。并且， D_m 随着 v_m 的增大而增大，随着 c_m 的增大而减小。Jasny (1935) 认为，农户采纳农业机械技术的主要动力在于农业机械技术有助于节约劳动力。而节约出来的劳动力可通过从事其他工作获得收益，这也正是农户采纳农业机械技术的潜在收益 v_m 。对此，纪月清、钟甫宁 (2011)，纪月清等 (2013) 和 Jasny (1935) 指出，在农业机械服务外包逐渐市场化的前提下，农户家庭成员的务工经历、务工工资水平和家庭农业劳

动力富余程度都是决定和影响潜在收益 v_m 的关键因素。其中, 务工经历越丰富、务工工资水平越高, 农户使用农业机械的潜在收益就越高 (纪月清、钟甫宁, 2011); 家庭农业劳动力富余程度越高, 农户使用农业机械的潜在收益就越低 (纪月清等, 2013)。

在单位土地上进行机械化作业时节约劳动力所获得的潜在收益可表示为:

$$v_m = f(L, w, g) \quad (3)$$

(3) 式中, L 为农户家庭农业劳动力富余程度, 与 v_m 呈负相关关系; w 为务工工资水平, 与 v_m 呈正相关关系; g 为农户家庭成员的务工经历, 与 v_m 呈正相关关系。

结合 (2) 式和 (3) 式, 农户的农业机械技术需求可进一步表示为:

$$D_m = d\left(\frac{w}{C_m}, L, g\right) \quad (4)$$

(4) 式中, w/C_m 是从市场价格角度直接衡量劳动力与农业机械的相对价格。 L 和 g 则是从潜在务工收入水平的角度来间接衡量劳动力与农业机械的相对价格。即家庭农业劳动力较富余的农户, 获得的潜在务工收入水平较低, 对于该农户而言, 劳动力与农业机械的相对价格也较低; 家庭成员务工经历丰富的农户, 获得的潜在务工收入水平较高, 对于该农户而言, 劳动力与农业机械的相对价格较高。

(二) 土地资源条件与农业机械服务外包需求

1. 理论解释: 土地资源条件决定农业机械技术的实现方式。由传统农业生产理论可知, 农业机械与土地要素之间存在一定的匹配关系, 这种关系决定了土地资源条件是影响农业机械化实现方式的主导因素。从理论上讲, 土地资源条件包括多个维度的属性, 影响农业机械化实现方式的属性主要有二: 一是地貌类型, 二是农户经营规模。

地貌类型决定了一个地区以什么型号 (马力) 的农业机械来实现机械化最具效率。具体而言: 平原地区地形平坦广阔, 可通过大马力机械来获取规模经济; 丘陵地区地形稍有起伏, 大马力机械使用不方便, 中小马力机械更有效率; 山区地形高低起伏, 大马力、中等马力机械都不合适, 只有小马力机械才能有效作业。可见, 地貌类型决定一个地区最具效率的农业机械型号 (马力)。

另外, 农户经营规模也是影响一个地区农业机械化实现方式的重要因素。当平原地区农户的经营规模较小时, 经营规模就是限制一个地区农业机械化能否实现以及如何实现的另一个关键因素。平原地区平坦广阔, 适合发展大马力的农业机械; 但是, 该地区的农业经营方式却是农户小规模经营, 不利于大型农业机械的推广。即从机械马力与地貌类型相匹配的角度而言, 大马力机械更具效率; 但是, 从农户个体的角度而言, 他们并不具备购买大马力机械的经济条件与作业条件。此时, 农户一家一户如果都购买小马力农业机械, 则会增加生产成本并降低整个地区的农业生产效率。上述两难处境, 正是华北平原地区产生农业机械服务外包市场的动因。因此, 华北平原地区的农户都有以服务外包的形式来实现大马力机械化作业的强烈需求 (蔡键、唐忠, 2016)。

2. 数理推导。从中国农业机械化发展模式来看, 农户采纳农业机械技术可以有两种方式: 一是

购买农业机械；二是农业机械服务外包。农户在这两者之间的选择会受到家庭收入的影响（曹光乔等，2010；张宗毅等，2009），因为农业机械属于固定资产，当农户家庭收入较低时，他们由于无法一次性支付农业机械购置成本而选择农业机械服务外包。Rayner and Cowling（2001）明确提出，农户关于农业机械的投资决策，除了受到风险因素的影响，还受到可用资金的限制。

除此之外，理性的农户在购买农业机械与农业机械服务外包之间的选择，主要是基于成本收益的考虑（Lew，2000）。假设农业机械服务外包的作业质量与农户自己使用农业机械的作业质量无差异，理性农户将选择成本较低的方式。换言之，如果农户在市场上购买农业机械服务的单位土地成本低于自己使用农业机械的单位土地成本（包括折旧成本、燃油成本和人工等其他成本），农户就会产生农业机械服务外包需求（Yang et al.，2013）。所以，农户农业机械服务外包需求可表示为：

$$D_s = d(c_{mz}, c_{ms}, h) \quad (5)$$

(5) 式中， D_s 表示农户农业机械服务外包需求； c_{ms} 为在单位土地上选择农业机械服务外包的成本，与 D_s 呈负相关关系； c_{mz} 为在单位土地上农户自己使用农业机械的成本，与 D_s 呈正相关关系； h 为农户家庭收入水平，与 D_s 呈负相关关系。

课题组发现，农机手提供农业机械服务的难度随着地块面积的增大而降低，相应地，服务费也会随着作业地块面积的增大而有一定的折扣或优惠。因而，农业机械服务外包的单位土地成本可进一步表达为：

$$c_{ms} = j(n) \quad (6)$$

(6) 式中， n 为农户经营的地块面积，与 c_{ms} 呈负相关关系。

另外，农户自己使用农业机械的单位土地成本将受到农户耕地总面积的影响。因为随着耕地面积的增大，农户使用农业机械的规模经济效应将不断提升，机械使用的平均成本将随之降低。即耕地面积越大，单位土地上农机的折旧成本、燃油成本和人工成本就越小。因而，单位土地上农户自己使用农业机械的成本可进一步表达为：

$$c_{mz} = k(gn) \quad (7)$$

(7) 式中， gn 为农户耕地面积，与 c_{mz} 呈负相关关系。

结合 (5) ~ (7) 式，农户农业机械服务外包需求可进一步表示为：

$$D_s = d(n, gn, h) \quad (8)$$

(三) 研究假说

综合 (4) 式和 (8) 式，农户农业机械服务外包需求的产生应该包括两个层面：一是要素相对价格达到一定条件促使农户产生农业机械技术需求；二是土地资源条件促使农户以服务外包的形式来实现机械化作业。即：

$$D_s = d\left(\frac{w}{C_m}, L, g, n, gn, h\right) \quad (9)$$

据此，本研究提出如下假说。

假说一：农户的农业机械技术需求受到劳动力与农业机械相对价格的影响。

假说二：农户农业机械服务外包需求则受到农户的经营规模和地貌类型等土地资源条件的影响。

四、实证分析

（一）模型构建和变量设置

本文的实证检验将按照如下步骤展开。首先，本文将小麦作业方式划分为三类，所有环节（耕地、播种和收割）都采取人工作业、所有环节都以服务外包形式实现机械化作业和介于上述两种类型的中间状态（即人工作业+自有机械+服务外包）。其次，本文通过对比第一种作业方式和第三种作业方式，来验证要素相对价格是农户产生农业机械技术需求的主要原因。最后，本文通过对比第二种方式和第三种方式，来验证土地资源条件是农业机械服务外包需求的主要影响因素。对此，可将第三种方式设为对照组，使用多元 Logistic 模型进行计量回归。具体模型如下：

$$\ln \frac{p(Z_1)}{p(Z_3)} = \alpha_1 + \sum_{k=1}^K \beta_{1k} x_k + e \quad (10)$$

$$\ln \frac{p(Z_2)}{p(Z_3)} = \alpha_2 + \sum_{k=1}^K \beta_{2k} x_k + e \quad (11)$$

(10) 式和 (11) 式中， p 为农户选择某种作业方式的概率； Z_1 为“所有环节都采取人工作业”， Z_2 为“所有环节都以服务外包形式实现机械化作业”， Z_3 为“中间状态”； x 为解释变量； e 为随机误差； α 为常数项； β 为回归系数。

根据数理模型，(10) 式的解释变量包括劳动力与农业机械相对价格、家庭农业劳动力富余程度和务工经历；(11) 式的解释变量则是农户经营规模。考虑到农户经营规模和农户耕地面积具有较高的相关性，家庭收入和劳动力与机械相对价格也具有较高的相关性，为避免多重共线性，本文舍去农户耕地面积和家庭收入这两个变量。另外，参考前人关于农户技术采纳行为的研究，个体特征对农户行为产生一定的影响，因而本文在模型中加入户主受教育程度作为控制变量，以控制农户个体特征差异。变量赋值见表 5。

表 5 变量及其赋值说明

变量	赋值说明	均值	标准差	变量类型及预期符号	
				方程一	方程二
小麦作业方式	人工作业=1；服务外包=2；中间状态=3	2.199	0.437	被解释变量	被解释变量
要素相对价格	劳动力与机械相对价格	3.466	0.221	解释变量 (-)	控制变量

要素相对价格、土地资源条件与农户农业机械服务外包需求

	家庭农业劳动力富余程度	家庭成员外出务工平均工资水平来衡量(单位:元/月)				
	务工经历	2013年家庭农业劳动力人数	2.496	1.221	解释变量(+)	控制变量
		以农户家庭近3年有外出务工的劳动力数来衡量	1.992	1.620	解释变量(-)	控制变量
土地资源条件	农户经营规模	以2013年农户经营的平均地块面积来衡量:平均地块面积=耕地面积/地块数(单位:亩)	3.356	12.288	控制变量	解释变量(-)
个体特征(户主受教育程度)	是否小学	是=1;否=0	0.267	0.442	控制变量	控制变量
	是否初中	是=1;否=0	0.487	0.500	控制变量	控制变量
	是否高中	是=1;否=0	0.172	0.378	控制变量	控制变量
	是否大学及以上	是=1;否=0	0.014	0.118	控制变量	控制变量

注:①户主受教育程度的参照组为“没有上过学”;②劳动力与机械相对价格以务工平均工资水平作为衡量指标,由于该变量数值较大,可能导致系数较小,故取对数。

须补充说明的是,由理论分析可知,农业机械服务外包需求产生过程可细分为两个环节:一是要素相对价格变化促使农户产生农业机械技术需求;二是土地资源条件促使有农业机械技术需求的农户选择以服务外包的形式来实现机械化作业。本文试图通过多元 Logistic 模型同时检验这两个环节,选择“人工作业+自有机械+服务外包”的中间状态作为参照组。但是,这种做法没有完全准确地将农户划分为有农业机械技术需求和没有农业机械技术需求两类,故检验农户的农业机械技术需求时,须加入土地资源条件作为控制变量;检验农户农业机械服务外包需求时,须加入要素相对价格作为控制变量。

(二) 模型估计与结果说明

1.估计结果。本文研究利用软件 SPSS21.0 对样本数据及上述多元 Logistic 模型进行回归拟合,拟合结果如表 6 所示。表 6 中,该模型的-2 倍对数似然值为 777.677,卡方统计值为 63.444,显著性水平为 0.000。这说明,模型能较好地拟合样本数据。

表 6 农业机械技术需求与农业机械服务外包需求模型的拟合结果

	方程一			方程二		
	系数	标准误	Exp(B)	系数	标准误	Exp(B)
截距	-24.403***	4539.818	—	5.388***	1.574	—
家庭农业劳动力富余程度	0.416*	0.218	1.516	-0.094	0.079	0.910
务工经历	-0.604*	0.318	0.547	0.195***	0.072	1.215

要素相对价格、土地资源条件与农户农业机械服务外包需求

农户经营规模	0.016	0.011	1.016	-0.101**	0.040	0.904
劳动力与机械相对价格	1.383	1.090	3.985	-1.089**	0.427	0.337
是否小学	16.621	4539.816	16541426.534	0.299	0.451	1.349
是否初中	16.521	4539.816	14960223.331	-0.269	0.418	0.764
是否高中	15.558	4539.816	5711816.706	-0.467	0.449	0.627
是否大学及以上	0.462	0.000	1.587	0.646	1.132	1.907
-2 倍对数似然值				777.677		
χ^2				63.444		
显著性水平				0.000		

注：***、**、*分别表示 1%、5%、10%的显著性水平。

2.估计结果分析。(1) 方程一估计结果。第一，通过显著性检验的解释变量有家庭农业劳动力富余程度和务工经历。由表 6 可知，家庭农业劳动力富余程度的回归系数为 0.416，其比例优势系数大于 1。这表明，随着家庭农业劳动力富余程度的提高，农户在小麦生产的全部环节都使用人工作业的概率增大。务工经历的回归系数为-0.604，其比例优势系数小于 1。这表明，随着务工经历的增加，农户在小麦生产的全部环节都使用人工作业的概率减小。这两个解释变量的估计结果都与理论预期相符，从而验证了假说一。即对于家庭农业劳动力富余的农户而言，劳动力与农业机械的相对价格较低，因而这类农户对农业机械技术的需求也较低；对于家庭成员务工经历丰富的农户，劳动力与农业机械的相对价格较高，因而这类农户对农业机械技术的需求也较高。可见，通过农户家庭农业劳动力富余程度和务工经历间接衡量的劳动力与农业机械相对价格发生变化，是现阶段导致华北平原地区农户产生农业机械技术需求的主要动因。从产业发展的角度来看，这是诱致性技术变迁过程。华北平原地区农业劳动力不断外移从事非农产业，进一步提高了劳动力成本，而农业机械购置补贴政策则在一定程度上降低了农业机械购置成本。因此，劳动力与农业机械相对价格不断提高诱发了农业生产者对劳动力节约型技术——农业机械技术的需求。从农户微观角度来看，这是农户用低成本的机械化作业替代高成本的人工作业的理性选择。

第二，未通过显著性检验的解释变量是劳动力与机械相对价格。从理论上说，劳动力与农业机械相对价格越高的农户，其对农业机械技术的需求也越高。然而，通过市场价格直接衡量的劳动力与农业机械相对价格，一定程度上代表农户家庭的实际收入水平，该指标高低还将影响农户的土地流转决策和兼业化程度。即随着劳动力与农业机械相对价格的提升，农户转出土地和从事非农产业的可能性增加，农户对农业的投资力度将减小，从而不利于农户对农业机械技术的采纳。这两方面的共同作用是市场价格直接衡量的劳动力与农业机械相对价格不显著的可能原因。

(2) 方程二估计结果。第一，农户经营规模通过了显著性检验。由表 6 可知，该变量的回归系数为-0.101，其比例优势系数小于 1。这表明，随着农户经营规模的增大，小麦种植户将全部生产环节的农业机械作业都外包的概率降低。该估计结果与理论预期相符，从而验证了假说二。这可理解为：华北平原地形平坦广阔，在农户具有农业机械技术需求的前提条件下，经营规模较小的农户通

过服务外包的形式实现机械化作业，将有助于他们分摊高昂的农业机械购置成本，农户的理性选择就是以农业机械服务外包替代购买农业机械。因此，农户有较高的农业机械服务外包需求。可见，土地资源条件是导致他们以服务外包形式实现机械化作业的主要原因。

第二，通过显著性检验的控制变量有务工经历和劳动力与农业机械相对价格。家庭成员务工经历越丰富，农户选择农业机械服务外包的概率就越大。可能的原因是：农户家庭成员的务工经历增加，意味着大部分青壮年劳动力都外出打工，留在农村从事农业生产的多为年迈的老年劳动力，他们缺乏使用农业机械的能力与知识，因此，他们更倾向于以服务外包的形式实现机械化作业。另外，劳动力与农业机械相对价格越高，农户选择农业机械服务外包的可能性越低。

五、结论

本文研究课题组实地调查发现，华北平原地区小农户与大马力机械之所以能够有效相容，是因为该地区农户强烈的农业机械服务外包需求促使当地形成了农业机械服务外包市场。因此，本文重点研究了华北平原地区农户为什么有强烈的农业机械服务外包需求。对此，本文在前人研究的基础上构建理论分析框架，并利用课题组在河北、河南、山东三省的实地调查数据通过多元 Logistic 模型进行了实证检验。研究结果表明：

第一，农业机械服务外包是农户小规模经营条件下实现大马力机械的直接原因。2004 年实施农业机械购置补贴政策以来，冀豫鲁三省农业机械服务外包市场化程度不断提升，推动了当地农业机械化快速发展，实现了小农户分散经营与大马力机械的有效相容。

第二，农业机械技术需求产生是农业机械服务外包市场快速发展的前提条件，而农户家庭农业劳动力富余程度和家庭成员务工经历所引发的要素相对价格变化，则是农业机械技术需求产生的根本原因。

第三，农户小规模经营促使农业机械服务外包市场在地形平坦广阔的华北平原快速形成，即农户经营规模过小的土地资源条件是他们产生农业机械服务外包需求的根本原因。

参考文献

1. 蔡键、唐忠，2016：《华北平原农业机械化发展及其服务市场形成》，《改革》第 10 期。
2. 曹光乔、周力、易中懿、张宗毅、韩喜秋，2010：《农业机械购置补贴对农户购机行为的影响——基于江苏省水稻种植业的实证分析》，《中国农村经济》第6期。
3. 纪月清、王亚楠、钟甫宁，2013：《我国农户农机需求及其结构研究——基于省级层面数据的探讨》，《农业技术经济》第7期。
4. 纪月清、钟甫宁，2011：《农业经营户农机持有决策研究》，《农业技术经济》第5期。
5. 张宗毅、周曙东、曹光乔、王家忠，2009：《我国中长期农机购置补贴需求研究》，《农业经济问题》第12期。
6. Jasny, N., 1935, "Tractor versus Horse as a Source of Farm Power", *The American Economic Review*, 25(4): 708-723.
7. Lew, B., 2000, "The Diffusion of Tractors on the Canadian Prairies: The Threshold Model and the Problem of

Uncertainty”, *Explorations in Economic History*, 37(2): 189-216.

8.Penson, J. B., R. F. J. Romain, and D. W. Hughes, 1981, “Net Investment in Farm Tractors: An Econometric Analysis”, *American Journal of Agricultural Economics*, 63(4): 629-635.

9.Rayner, A. J. and K. Cowling, 1967, “Demand for a Durable Input: An Analysis of the United Kingdom Market for Farm Tractors”, *The Review of Economics and Statistics*, 49(4): 590-598.

10.Yang, J. , Z. Huang, X. Zhang, and T. Reardon, 2013, “The Rapid Rise of Cross-regional Agricultural Mechanization Services in China”, *American Journal of Agricultural Economics*, 95(5): 1245-1251.

(作者单位: ¹华南农业大学经济管理学院;
²中国人民大学农业与农村发展学院)
(责任编辑: 何 欢)

The Relative Price of Factors, Land Resources Condition and Farmer's Demand on Agricultural Mechanical Service Outsourcing

Cai Jian Tang Zhong Zhu Yong

Abstract: This article builds a theoretical framework and uses a multiple logistic regression model to explore the reason why farmers have a strong demand on agricultural mechanical service outsourcing. It employs survey data collected from Henan, Hebei and Shandong provinces. The results show that, firstly, the change in relative price of factors owing to the surplus labor of farmer households and their working experience is the root cause of farmers' demand on agricultural machinery technology. Secondly, the land resources conditions of a small scale of operation are the root cause of farmers' demand on agricultural mechanical service outsourcing.

Key Words: Relative Price of Factor; Agricultural Machinery; Land Resources Condition; Service Outsourcing