

# 修路能否促进农业增长？\*

## ——基于农机跨区作业视角的分析

罗斯炫 何 可 张俊飏

**摘要：**本文基于农机跨区作业的视角，运用空间 Durbin 模型与门槛模型，检验了 1997~2015 年中国 13 个粮食主产省份公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应与门槛效应。本文研究发现：公路基础设施建设对农业增长具有空间溢出效应，且在短期内显著，但在长期内并不显著；该空间溢出效应主要是通过促进农机跨区作业这一路径来实现，而通过促进农村劳动力流动或农村产品市场与要素市场发展这两条路径并不显著。此外，本文还发现，农机跨区作业对农业增长有正向影响，且存在基于公路基础设施建设的门槛效应，这种影响在不同门槛区制下呈现先升后降的特征。以上结论表明，建设“四好农村路”要因地制宜，为农机跨区作业发展提供应有便利，以促进农业机械资源在区域间充分流动与合理配置，从而实现农业现代化的稳步推进。

**关键词：**农业增长 农机跨区作业 公路基础设施建设 空间溢出效应 门槛效应

**中图分类号：**F323.3 **文献标识码：**A

### 一、引言

20 世纪 80 年代以来，中国农村经济水平显著提高，其中一个重要原因在于政府对具有典型正外部性的交通基础设施的投资，尤其对于广大粮食生产地区而言，交通基础设施建设更是保障粮食供给、发展农业生产的重要基础条件之一。“要致富，先修路”这句朴实而鲜明的口号便是自这一时期流传开来，至今仍留存在广大农民心中。“路”对于提高农民收入水平、促进农村社会发展的重要性早已不言而喻，“修路”俨然成为了“修致富之路”“修小康之路”的代名词。

Lau and Zheng (2017) 指出，自改革开放以来，中国经济增长的动力主要来自有形物质投入增长、无形资产投入增长、技术进步、国外技术转移以及规模经济的实现与经济无效率的改善。而在

---

\*本文研究受到国家自然科学基金重点项目“现代农业科技发展创新体系研究”（编号：71333006）、国家自然科学基金青年项目“集约化畜禽养殖有机废弃物循环利用的减碳补偿机理及政策设计研究：基于‘养治统一’与‘养治分离’视角”（编号：71703051）、教育部哲学社会科学重大课题攻关项目“绿色化的重大意义及其实现途径研究”（编号：15JZD014）的资助。本文通讯作者：何可。

农村地区，以公路为代表的交通基础设施建设既包含了有形的物质投入增长，又为生产技术水平的提高提供了外部条件。具体而言：

一是公路基础设施建设通过改善交通运输状况以促进农业增长。公路基础设施建设打破了空间地理上的限制，极大地改善了当地交通运输状况，使得交通运输的货币成本与时间成本大大缩减，促进了农产品运输效率的提升（任晓红、张宗益，2013）。公路基础设施建设也拓宽了农村与外界市场的沟通渠道，削弱了地理区位对农业生产的不利影响（董晓霞等，2006），进而带动了农业增长。本文称上述效应为公路基础设施建设对农业增长的直接效应。

二是公路基础设施建设为更大范围内开展农业机械作业提供了可能性。由于农业产业的天然弱质性，加之近年来劳动力成本不断上升，大量农业劳动力“脱农入城”，农业机械对劳动力的替代是发展趋势。尤其是在农忙季节，因外流劳动力无法返乡，抢收抢种不及时的现象时常发生。为解决农村劳动力“长年有余，季节性不足”的矛盾，农机跨区作业应运而生。自1996年农业部等国家六部委正式推广农机跨区作业以来，这种作业方式已逐渐成为农业机械化、市场化的一种较为成熟的模式（高鸣、宋洪远，2014），既实现了机械对农业劳动力的替代，又满足了生产性季节对劳动力的大量需求（伍骏骞等，2017），农民工农忙时期无法返乡的困境得到了一定程度的纾解。而公路基础设施建设正好为大范围开展农机跨区作业提供了十分有利的条件，不仅可以催生依据农作物种植和收获的时空差异进行远距离、跨行政区域的大规模生产作业，还可以提高农业机械利用效率、减少农机重复投资，实现生产技术在空间上的溢出（高鸣、宋洪远，2014；伍骏骞等，2017）。而要解决农机跨区作业“能不能跨”“怎样跨”“跨多远”等问题的关键手段之一，便是建设较为完善的公路基础设施。并且，农机跨区作业不只是受本区域内公路基础设施建设水平的影响，其他区域的公路基础设施建设水平同样重要。由于公路基础设施建设助推了农机跨区作业的发展，各区域农村经济之间产生了相关性、互动性，在此视角下，本文称上述效应为公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应（spatial spillover effects）。

三是公路基础设施建设为促进农机跨区作业快速发展提供了可能性。实际上，公路基础设施建设是循序渐进的，随着公路基础设施的不断完善，农机跨区作业在方式、方向、距离、时间等方面都会发生调整，进而对目标区域农业增长的潜在影响也在发生变化。比如，早期农机流动作业可能只限于省内，1995年仅有山西、陕西、河北和河南等少数省份的约8000台联合收割机在各自省内开展流动作业，之后农机流动作业逐渐从北方地区扩展至南方地区，覆盖范围从区域发展到全国，而这一时期正是交通基础设施建设快速发展的时期。公路等交通基础设施建设延展了农机跨区作业的“足迹”，使其兴起、壮大，农机跨区作业对农业增长的必要性与经济贡献日益凸显。换言之，农机跨区作业对农业增长的影响可能是非线性的，而这种变化可能正是由于公路基础设施建设起到了“门槛变量”的作用，在空间上促成了农业机械化水平的空间外溢，本文称上述效应为公路基础设施建设对农业增长的门槛效应。

由此可见，公路基础设施建设对于本区域农业增长有着重要的促进作用，而在农机跨区作业的视角下，可能还存在本区域以外其他区域的公路基础设施建设对本区域农业增长产生的正向影响。

换言之，一个区域修路可能也会促进其他区域的农业增长，而农机跨区作业正是这种空间溢出效应的载体。然而，令人遗憾的是，鲜有研究对此给予较多关注，公路基础设施建设对农业增长是否存在空间溢出效应，尚未得到印证。

此外，在农机跨区作业的视角下，研究公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应及其作用机制，还需要排除农村劳动力、市场建设这两大因素的干扰。一方面，在广大农村地区，公路基础设施为农村劳动力向周边区域流动提供了有利条件，提高了农民前往周边区域开展承包经营、规模化种植等农业生产活动的可能性。另一方面，公路基础设施建设带动农村地区农产品市场与生产要素市场的发展，提高了地区间市场的连接程度，降低了生产要素的获取成本，使得各地农民可根据比较优势安排农业生产。因而，公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应也很有可能来自上述两方面的影响。

鉴于此，本文在农机跨区作业的视角下，运用空间 Durbin 模型，对 1997~2015 年中国 13 个粮食主产省份公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应展开因果识别与统计检验，并对公路基础设施建设对农业增长的门槛效应进行检验。在此基础上，本文进一步讨论除了农机跨区作业之外，公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应是否存在其他作用机制。

本文接下来的内容安排如下：第二部分，分析农机跨区作业视角下公路基础设施建设对农业增长的作用机制；第三部分，运用空间 Durbin 模型对本文重点探究的公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应、门槛效应进行统计检验；第四部分为结论与启示。

## 二、文献回顾与特征性事实

### （一）文献回顾

交通基础设施与经济增长之间的关系一直是发展经济学的研究重点。作为社会先行资本（social overhead capital），交通基础设施投资被认为是经济发展的前提条件，必须优先发展（Rosenstein-Rodan, 1943; Rostow, 1960）。Aschauer（1989）分析了交通基础设施对美国经济增长的产出弹性，掀起了关于交通基础设施资本对总产出与生产率增长影响的研究热潮。早期的研究多采用时间序列数据（例如 Merriman, 1991; Hulten and Schwab, 1984），但其研究结果也备受争议（例如 Bonaglia et al., 2000）。此后，面板数据的作用开始凸显，这一时期的研究结论与早期关于交通基础设施对经济增长所起积极作用的普遍认知有很大出入（例如 Cazzavillan, 1996; Garcia-Milà et al., 1996）。国内学者参考并借鉴了上述学者的思路，从不同层面或视角验证了交通基础设施对经济增长存在促进作用（例如张学良, 2012; 刘生龙、胡鞍钢, 2010）。

然而，现有研究仍然未能阐明交通基础设施以何种渠道、何种方式为经济增长提供动力（王晓东等, 2014），其可能原因在于建模时没有考虑到具有典型外部性的交通基础设施对经济增长的空间溢出效应（张学良, 2012），即交通基础设施可能会促使某一区域的经济活动转移至其他区域（Cantos et al., 2005）。所幸的是，空间计量经济学的兴起与发展，为检验和拓展区域经济增长理论提供了有效的分析工具。

虽然在农业领域，交通基础设施投资对本地区农业增长的影响已被证实，但从区域间相互依赖、互动的角度探讨交通基础设施对农业增长的空间溢出效应的研究较少。根据 Tobler (1970) 的地理学第一定律<sup>①</sup>，本文将空间因素纳入分析框架是必要且有意义的，亦是对补充既有研究的一种尝试。而这其中，通常假设各区域公路基础设施、农业增长之间相互独立的条件不再成立，取而代之的是可能存在本区域以外的其他区域的交通基础设施建设对本区域农业增长的正向影响。那么，公路基础设施建设的正外部性是如何作用于其他区域的？公路基础设施又为哪种要素的空间扩散提供了条件？切换至农机跨区作业的视角下，研究公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应与门槛效应有助于解答上述疑问。

现实中，交通基础设施建设正好为大范围开展农机跨区作业提供可能性与便利性。已有研究表明，发达的公路交通是农机跨区作业的重要前提（周晶等，2013）。在中国，农机跨区作业的实质是农机跨越地理区域作业的一种农机服务模式，即利用不同区域农作物成熟的时间差，组织联合收割机等农业机械跨区域流动作业服务（高鸣、宋洪远，2014），主要以跨纬度作业为主。农业机械在满足农户自家生产需要后，还能组织起来，面向社会服务，以求在短暂的农业生产季节内完成较多的作业量（梅成建，1998；纪月清等，2013）。农机跨区作业自兴起以来，对农业生产的贡献日益凸显（杨进等，2013）。一方面，农机跨区作业可以使本区域内小麦收割时间由 20 多天缩减至 5~7 天，以此节省了劳动力投入，还为农民增收提供了新的渠道（高鸣、宋洪远，2014）；另一方面，农机跨区作业不仅实现了第一产业专业化分工，产生了规模效应（伍骏骞等，2017），还在大量农村劳动力“脱农入城”的背景下，保证了农业产出的稳定增长（Yang et al., 2013）。理论上讲，中国各省份之间粮食生产技术存在空间收敛现象的重要原因在于，农机跨区作业将先进的农业机械技术推广至其他区域，从而成为技术溢出的途径与工具（高鸣、宋洪远，2014）。换言之，农机跨区作业正是农业机械化水平在空间上外溢的具体表现。在实证分析方面，伍骏骞等（2017）基于农机跨区作业的视角，证明了农业机械化水平对粮食产量增长的空间溢出效应，并发现这种空间溢出效应的变化契合了中国农机跨区作业的运行机制与演进历史。据此可认为，农机跨区作业的存在，使得各区域农业机械动力间产生了关联性，故传统研究中影响农业生产的因素在区域间相互独立、隔绝的假定不再适用。而交通基础设施是农机跨区作业存在与发展的重要前提。因此，一个相对完整的逻辑链条是：公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应可通过农机跨区作业所引起的技术扩散而实现的。

考虑到开展跨区作业的农业机械主要通过公路转移，因此，本文选择公路基础设施作为研究对象，重点探究农机跨区作业视角下公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应，即本区域以外的其他区域的公路基础设施建设可能对本区域农业增长产生正向影响。换言之，一个区域修路可能也使得其他区域的农业增长受益。此外，公路基础设施建设是开展、扩大农机跨区作业的前提，故农机跨区作业对农业增长的影响还可能存在门槛效应。

## （二）特征性事实

<sup>①</sup>即任何事物都与其他事物相关，较近的事物比较远的事物关联更紧密。

现实情况中，公路基础设施是农机跨区作业的前提条件，也是发展农机跨区作业的重要助力。比如，江苏省徐州市沛县地处苏、鲁、豫、皖四省交界，该县公路四通八达，是连接苏北、鲁南、豫东、皖北的交通枢纽，而沛县是中国最早开始进行农机跨区作业的地区之一（杨进等，2013）。湖北省中部区域有 107 国道和 207 国道分别在东西两侧由北向南贯通，其间又有西北—东南方向的 316 国道，南部区域有东—西方向的 318 国道，整体上公路交通四通八达，与农业机械化水平较高的河南、安徽两省交界的襄阳市、随州市、麻城市等地相比，其农业机械化发展在一定程度上受益于农机跨省作业的辐射带动（周晶等，2013）。但个别现实案例并不能反映一般性规律，公路基础设施建设能否通过农机跨区作业对农业增长产生空间溢出效应，在进行严谨的检验前，本文试图先通过特征性事实发现初步的证据。

利用 1997~2015 年 13 个粮食主产省份的相关数据，本文将各省份之外的其他 12 个粮食主产省份的三四级公路密度通过空间权重矩阵进行加权处理，构建公路密度的空间滞后项（具体细节见后文）。通过各省份公路密度空间滞后项与农业总产值的散点图及线性拟合，可发现二者之间呈现正相关关系（见图 1）。这在一定程度上表明，邻近省份公路密度的提高会促进本省农业总产值增长，即可能存在由公路基础设施建设所致的空间溢出效应。再通过各省份公路密度空间滞后项与农业机械总动力的散点图及线性拟合，可发现二者之间亦呈正相关关系（见图 2）。这在一定程度上表明，邻近省份公路密度的提高会促进本省农业机械化水平的提升，故可能存在公路基础设施建设对农机跨区作业的促进作用。

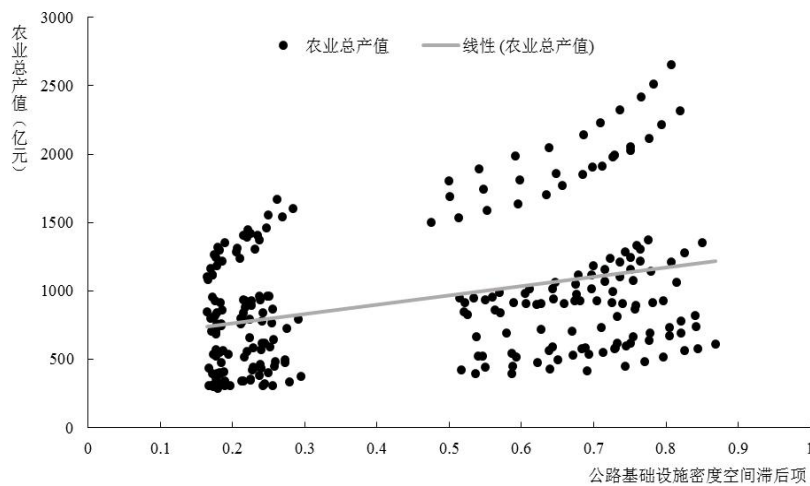


图 1 公路密度空间滞后项与农业总产值散点图

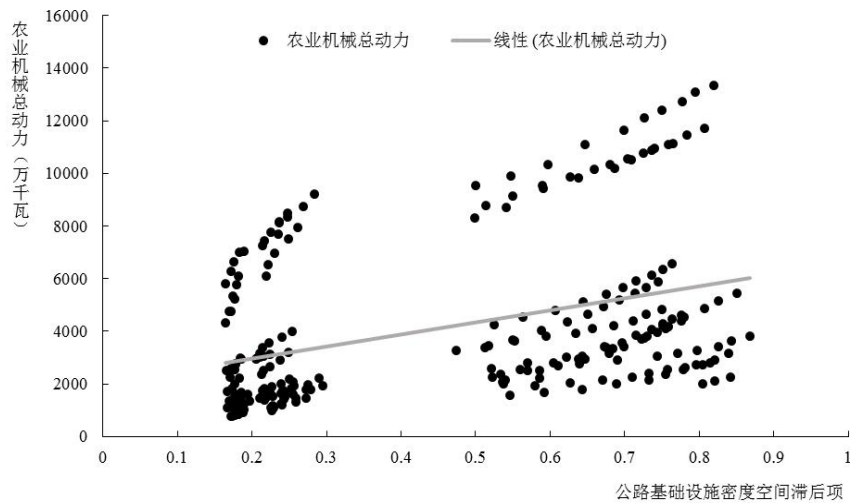


图2 公路密度空间滞后项与农业机械化总动力散点图

### 三、数据来源与计量模型设计

#### (一) 数据来源

农机跨区作业按地域范围可划分为两类：一类是跨越省（区、市）行政区域的农机跨区作业；另一类是在本省（区、市）范围内跨越市（县）级行政区域的农机跨区作业。由于数据获取的限制，本文中的农机跨区作业为第一类。中国推广农机跨区作业始于1996年，此后政府相关部门把农机跨区作业纳入了管理和服务范围。考虑到相关政策与配套制度实施需要一定时间，本文选取1997~2015年这一时期内中国13个粮食主产省份的相关数据检验农机跨区作业对农业增长的空间溢出效应与门槛效应。13个粮食主产省份分别为黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、河南、山东、江苏、安徽、江西、湖北、湖南和四川<sup>①</sup>。本文所用生产物质费用数据来源于1998~2016年《全国农产品成本收益资料汇编》<sup>②</sup>，农机跨区作业面积数据来源于2009~2014年《中国农业机械工业年鉴》<sup>③</sup>，其余数据皆来源于1998~2016年《中国统计年鉴》<sup>④</sup>。除了生产物质费用是9个省份的年度数据，其余均是13个省份的年度数据。

#### (二) 计量模型设计

1. 空间溢出效应检验的计量模型设计。本文研究的主要目的在于识别公路密度与农业增长之间

<sup>①</sup>划分标准来源于财政部2003年12月下发的《关于改革和完善农业综合开发若干政策措施的意见》。

<sup>②</sup>国家发展和改革委员会价格司（编）：《全国农产品成本收益资料汇编》，（1998~2016年，历年），北京：中国统计出版社。

<sup>③</sup>中国机械工业年鉴编辑委员会（编）：《中国农业机械工业年鉴》（2009~2014年，历年），北京：机械工业出版社。

<sup>④</sup>中华人民共和国国家统计局（编）：《中国统计年鉴》（1998~2016年，历年），北京：中国统计出版社。

的因果关系。本文构建包含被解释变量的时间、空间滞后项的动态空间 Durbin 模型。作为空间计量模型的一般形式，空间 Durbin 模型同时引入了被解释变量与解释变量的空间滞后项，使得模型具有以下两个优点：一是它对潜在空间溢出效应的模型设定形式没有施加任何限制，且在时间维度上可区分可将空间溢出效应区分为长期效应和短期效应（参见 Elhorst, 2014）；二是无论真实数据生成过程是空间滞后形式还是空间误差形式，空间 Durbin 模型都可以提高估计量的无偏性，在很大程度上解决遗漏变量偏误（参见 LeSage and Pace, 2009）。空间 Durbin 模型的基准形式如下：

$$y_{it} = \tau y_{i,t-1} + \rho w_i' y_{it} + \phi w_i' y_{i,t-1} + \beta x_{it} + \theta w_i' x_{it} + z_{it}' \alpha + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

(1) 式中， $i$  表示省份， $t$  表示年份； $y_{it}$  表示被解释变量， $y_{i,t-1}$  表示被解释变量  $y_{it}$  的时间一阶滞后， $w_i' y_{it}$  表示被解释变量的空间滞后， $w_i' y_{i,t-1}$  表示被解释变量的时间空间滞后<sup>①</sup>； $x_{it}$  表示核心解释变量，用以表征公路基础设施建设， $w_i' x_{it}$  表示核心解释变量的空间滞后； $z_{it}$  表示一系列控制变量； $w_i'$  为空间权重矩阵  $W$  的第  $i$  行，而空间权重矩阵  $W$  用各省会城市之间的公路里程的倒数来表示，并采取行标准化处理； $\mu_i$  为省份  $i$  的个体效应， $\gamma_t$  为时间效应， $\varepsilon_{it}$  为随机误差项。

模型中有两个主要的被解释变量：①农业增长。考虑到农业基础设施对保障农业产出和防灾减灾的作用是直接反映于产值上（曾福生、李飞，2015），故本文借鉴赵进文、范继涛（2007）的做法，选取狭义的农业总产值（*value*，亿元）来表征，以 1997 年为基期，通过农业总产值指数进行消胀。②农业机械化水平。借鉴杨进等（2016）、伍骏骞等（2017）、杨进等（2018）的研究，本文以农业机械总动力（*machine*，万千瓦）表征农业机械化水平，其计算方法为全部农业机械动力的额定功率之和<sup>②</sup>。

模型中的核心解释变量为三四级公路基础设施密度（*highway*）（简称“公路密度”）。由于农村地区公路设施数据缺失，为表征农村公路基础设施建设状况，本文使用《中国统计年鉴》中的三四级公路里程数据<sup>③</sup>。另参考 Demurger（2001）、Fleisher et al.（2009）做法，本文构建了公路密度

<sup>①</sup>模型包含被解释变量的时间滞后项和空间滞后项，是考虑到一定程度上农民的生产决策会参考过去的经验信息，以及所选样本省份在粮食生产上可能存在集中连片的特点。为节省自由度，模型中均只纳入滞后 1 期项。

<sup>②</sup>本文的研究内容是农机跨区作业这一现实活动，在空间上是农业机械化发展水平外溢的具体表现。伍骏骞等（2017）认为，虽然农业机械总动力涵盖了种植业、畜牧业、渔业以及农产品初加工、农用运输和农田基本建设等活动中所使用的机械及设备，而非单指跨区作业的农机设备，但专门用于种植业生产的农业机械动力数据从现有的统计年鉴中无法获取。此外，从农业机械总动力中提取出专用于粮食生产的农机动力值，二者高度相关，用前者替代后者是可行的。

<sup>③</sup>事实上，三四级公路里程数据在年鉴上亦无，但可通过如下公式计算获得：三四级公路里程 = 等级公路里程 - 高速公路里程 - 一级公路里程 - 二级公路里程。其中，三级公路是指连通县或县以上城市的支线公路，四级公路是指连通县或镇、乡的支线公路。

指标<sup>①</sup>，计算公式为：公路密度=各省份三四级公路里程（万公里）/各省份国土面积（万平方公里）。

模型中的控制变量为影响农业生产的主要因素，包括：①农业劳动力数量（*labor*，万人），由于从统计年鉴上无法直接获取从事农业的劳动力数量，故以农业总产值占农林牧渔业总产值的份额作为权重进行加权处理，计算公式为：农业劳动力数量=（农业总产值/农林牧渔业总产值）×农林牧渔业总劳动力数量。②化肥投入量（*fertilizer*，万吨），以本年内农用化肥施用折纯量来计算。③灌溉面积（*irrigation*，千公顷），以本年内有效灌溉面积来计算。④农作物总播种面积（*area*，千公顷），以本年内实际播种或移植农作物的面积来计算。⑤受灾率（*disaster*），以受灾面积占农作物总播种面积的比例来计算。引入该变量可在一定程度上控制部分由天气、气候等随时间而变的因素所致的年份固定效应。

2. 门槛效应检验的计量模型设计。为检验公路基础设施在农机跨区作业对农业增长的影响中是否存在门槛作用，本文构建了双重门槛模型，以分析农机跨区作业对农业增长的非线性影响。模型的基准形式如下：

$$\begin{aligned}
 y_{it} = & \beta_1 w'_i m_i \cdot 1(\text{highway} + W \times \text{highway} < \varphi_1) \\
 & + \beta_2 w'_i m_i \cdot 1(\varphi_1 \leq \text{highway} + W \times \text{highway} < \varphi_2) \\
 & + \beta_3 w'_i m_i \cdot 1(\text{highway} + W \times \text{highway} \geq \varphi_2) + z_{it} \alpha + \mu_i + \varepsilon_{it}
 \end{aligned} \quad (2)$$

(2) 式中，被解释变量  $y_{it}$  为农业总产值（*value*）。参考伍骏骞等（2017）的作法，本文以农业机械化水平的空间溢出效应，即农业机械总动力的空间滞后项（ $W \times \ln\_machine$ ），作为门槛解释变量  $w'_i m_i$ ，它表示以地理距离为权重计算得到的本省份之外其他省份农业机械总动力水平。若该变量对本省份农业增长有正效应，则一定程度上可说明农机跨区作业对本省份农业增长有促进作用。考虑到农机跨区作业既要“出得去”，也要“进得来”，故本文选取公路密度（*highway*）与本省份之外其他省份公路密度空间滞后项（ $W \times \text{highway}$ ）之和为门槛变量，以分析省内外公路基础设施建设共同变化下的门槛效应。 $\varphi$  为待估门槛值。 $1(\cdot)$  为示性函数，若括号内表达式为真，则取值为 1；反之，则取值为 0。

### （三）变量描述性统计

在计量分析过程中，各变量除公路密度、受灾率外均取对数，以减轻异方差性和非平稳性。各变量的描述性统计如表 1 所示。

<sup>①</sup>目前有关交通基础设施建设的研究中，对于交通基础设施代理变量的选取一般从两个角度进行：一种是现有大部分研究普遍采用的资本概念，即以价值形态来衡量（参见张学良，2012）；另一种则是用交通基础设施的实物形态来衡量（参见刘生龙、胡鞍钢，2010）。采用资本概念来衡量交通基础设施存在一定的偏差，不能客观地反映交通基础设施建设的真实水平（张镝、吴利华，2008），故本文选取实物形态的公路密度值作为公路基础设施的代理变量。



变量名称	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
农业总产值 ( <i>value</i> )	247	937.550	503.151	283.38	2654.796
公路密度 ( <i>highway</i> )	247	0.438	0.342	0.030	1.410
农业劳动力数量 ( <i>labor</i> )	247	707.580	450.933	218.998	2263.531
农业机械化水平 ( <i>machine</i> )	247	4158.114	3033.875	750.000	13353.020
化肥投入量 ( <i>fertilizer</i> )	247	261.588	132.943	72.400	716.090
灌溉面积 ( <i>irrigation</i> )	247	3070.372	1203.487	1078	5530.840
农作物总播种面积 ( <i>area</i> )	247	8227.631	2662.844	3622.020	14424.960
受灾率 ( <i>disaster</i> )	247	27.425	15.837	1.560	78.161
农村居民家庭人均经营性收入 ( <i>operincome</i> )	247	2168.844	792.645	969.772	5359.680
直接费用 ( <i>factorscost</i> )	152	169.105	39.070	89.006	246.500
农机跨区作业面积 ( <i>crossarea</i> )	78	1972.770	1923.589	175.680	5810.410
农业机械总动力的空间滞后项 ( $W \times \ln\_machine$ )	247	8.183	0.349	7.484	8.762
本省份之外其他省份公路密度空间滞后项 ( $W \times highway$ )	247	0.460	0.247	0.164	0.869

#### 四、计量结果分析

##### (一) 空间溢出效应检验

根据 (1) 式, 本文首先得到空间 Durbin 模型的估计结果, 并将不考虑空间溢出效应的面板固定效应模型的估计结果放入表 2 以作对比。可以发现, 公路基础设施密度空间滞后项的系数在 1% 的水平上显著不为 0。通过对比面板固定效应模型的估计结果可知, 如果不考虑公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应, 本省份公路基础设施对农业增长直接影响会被高估。需要注意的是, 空间 Durbin 模型中空间滞后项的系数并非本文重点关注的空间溢出效应, 而应通过偏微分求解出直接效应与间接效应<sup>①</sup>, 用间接效应表示空间溢出效应 (参见 Elhorst, 2014)。虽然公路密度对农业增长的长期和短期直接影响均不显著, 但短期间接效应为 0.310, 在 1% 的水平上显著不为 0, 说明除本省份之外其他省份公路密度的提高会促进本省份农业增长, 即在短期内存在空间溢出效应。

虽然本文通过空间 Durbin 模型证实了公路基础设施建设对农业增长存在空间溢出效应, 却无法直接表明这种空间溢出效应是以农机跨区作业为载体, 或者说一个地区的修路行为促进了另一个地区农业增长, 但这不能说明农机跨区作业在其间发挥了作用。理论上讲, 公路基础设施建设具有外部性, 使得各类生产要素在不同地区之间流动、扩散。考虑到农业生产的主要要素中只有农业劳动力与农业机械具备在空间上移动的特点, 故公路基础设施建设主要对这两种生产要素发挥集聚或扩

<sup>①</sup>本文使用 Stata14.0 软件及命令 `xsmle` 可自动获取这一结果。

散的效果。为表明公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应来自于农机跨区作业，故再运用空间 Durbin 模型，对公路密度是否促进了农业机械化水平的空间外溢进行检验，结果如表 2 列 (2) 所示。结果发现，公路基础设施建设空间滞后项的系数在 5% 的水平上显著不为 0，且短期间接效应为 0.289，在 5% 的水平上显著不为 0。这说明，除本省份之外其他省份公路密度的提高会提升本省份农业机械总动力，即在短期内存在公路基础设施建设带来的农业机械化水平的空间外溢效应，存在“走出去”式的农机跨区作业。而在长期内，公路基础设施建设带来的农业机械化水平的空间外溢效应并不显著，可能的原因在于公路基础设施建设虽然带来了技术上的空间溢出，农机跨区作业在短期内能够填补因劳动力外流而产生的对农业机械的大量需求，但对于某一地区农业机械化水平的长期提升效果有限，故反映在表 2 列 (1) 中，长期内公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应亦不显著。结合表 2 列 (1) 和列 (2) 的结果，可认为公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应，主要是在短期内通过促进农业机械化水平的空间外溢而实现的，即公路基础设施建设在短期内促进了农机跨区作业发展。

表 2 空间 Durbin 模型的估计结果

	(1) <i>ln_value</i>		(2) <i>ln_machine</i>
	固定效应模型	空间 Durbin 模型	空间 Durbin 模型
公路密度	0.059** (0.055)	0.034 (0.030)	0.032 (0.045)
公路密度空间滞后项	—	0.469*** (0.109)	0.442** (0.197)
被解释变量时间滞后项	0.760*** (0.066)	0.762*** (0.105)	0.937*** (0.027)
被解释变量空间滞后项	—	0.608*** (0.103)	0.671*** (0.223)
被解释变量时间空间滞后项	—	1.223*** (0.134)	0.606** (0.281)
短期直接效应	—	0.010 (0.031)	0.008 (0.045)
短期间接效应	—	0.310*** (0.077)	0.289** (0.122)
长期直接效应	—	-2.297 (43.529)	2.057 (79.531)
长期间接效应	—	0.870 (43.538)	1.647 (152.146)
整体 R <sup>2</sup>	0.961	0.895	0.986

注：①表格内数字为回归系数或边际效应值，括号内为异方差稳健标准误，下面各表同；②列 (1)、列 (2) 中模型包含控制变量（估计结果略），分别是农业劳动力数量、农业机械总动力、化肥投入量、灌溉面积、农作物总播

种面积与受灾率，其中列（2）模型不包括农业机械总动力；③上述模型均为固定效应模型；④\*\*\*、\*\*和\*分别表示在 1%、5%和 10%的水平上显著，下面各表同。

## （二）门槛效应检验

为了检验公路基础设施建设在农机跨区作业对农业增长的影响中是否起到了门槛作用，本文将前一检验中的农业机械化水平的空间溢出效应作为门槛解释变量，以表征农机跨区作业，并纳入模型进行估计。根据（2）式，先得到门槛效应检验结果（见表 3）。单一门槛与双重门槛分别在 5%和 1%的水平上显著，说明农业机械化水平的空间溢出效应对农业增长的影响存在非线性特征，即农机跨区作业对农业增长具有显著的基于公路基础设施建设的门槛效应。

表 3 门槛效应检验结果

	LR 统计量	p 值	Bootstrap 次数	临界值		
				1%	5%	10%
单一门槛	19.383	0.030	400	23.549	16.741	13.645
双重门槛	17.765	0.000	400	2.193	-3.880	-6.051

进一步由表 4 可知，在双重门槛模型中，农机跨区作业对农业增长的影响均显著，且系数为正。在第一区制内，当公路密度与本省份之外其他省份公路密度空间滞后项之和小于 0.329 时，其他省份公路基础设施建设对本省份农业增长的系数值为 0.204。在第二区制内，当公路密度与本省份之外其他省份公路密度空间滞后项之和大于等于 0.329 且小于 1.306 时，上述系数值上升至 0.218。在第三区制内，公路密度与本省份之外其他省份公路密度空间滞后项之和大于 1.306 时，上述系数值下降至 0.199。这表明，加强公路基础设施建设会促进农机跨区作业发展，进而对农业增长有着先升后降的正向影响。大体而言：①第一区制内，观察值多集中于 1997~2000 年，这一时期正是中国实行积极的财政政策时期，加之为应对亚洲金融危机，交通基础设施建设成为扩大内需的重要发力点之一。与此同时，大型农业机械的跨省作业服务正是在 1999 年前后兴起，并迅速进入快速发展阶段。②第二区制内，样本多集中于 2000~2005 年前后，造成这一结果的原因与 2003 年开始启动新中国成立以来规模最大的农村公路建设不无关系。而农机跨区作业也进入了稳步推进阶段，从 2003 年农机具购置补贴政策实施以来，十几个粮食主产省每年组织 30 余万台联合收割机转战大江南北，联合收割机年作业时间也由 10~15 天增加到 1~2 个月<sup>①</sup>，收获机械种类极大丰富，作业竞争愈见激烈，跨区作业似乎进入了白热化发展阶段。③第三区制内，观察值多集中于 2006 年以后。截至 2015 年底，全国农村公路里程达到 398 万公里，全国 99.99% 的乡镇和 99.87% 的建制村通了公路<sup>②</sup>。随着农机具购置补贴政策的实施，许多地方农机保有量呈现井喷式增长，加之跨区作业市场竞争过于激烈，

<sup>①</sup>资料来源：《农机跨区作业 走出中国特色农业机械化发展道路》，[http://www.gov.cn/gzdt/2007-07/26/content\\_698104.htm](http://www.gov.cn/gzdt/2007-07/26/content_698104.htm)。

<sup>②</sup>资料来源：《截至 2015 年底全国农村公路里程达到 398 万公里》，[http://www.gov.cn/shuju/2016-11/09/content\\_5130620.htm](http://www.gov.cn/shuju/2016-11/09/content_5130620.htm)。

直接导致农机跨区作业效益降低，进而一定程度上制约了农机跨区作业对农业增长的促进作用。传统单机式的跨区作业模式逐渐式微，亟待转变。自中共十八大提出发展集约化、专业化、组织化、社会化的新型农业经营主体以来，市场上开始出现农机跨区作业新模式，但农机跨区作业市场整体上已饱和，加强模式创新、提高技术效率仍是未来农机跨区作业的主要发展方向。

需要指出的是，将公路密度、本省份之外其他省份公路密度空间滞后项作为控制变量代入模型可以发现，公路密度变量依旧显著且系数为正，而本省份之外其他省份公路密度空间滞后项却不显著。结合表 2 列（1）、列（2）结果可知，控制农业机械化水平的空间溢出效应后，其他省份公路基础设施建设对本省份农业增长的影响不显著，进而再次验证了公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应主要是通过促进农业机械化水平的空间外溢实现的。

表 4 门槛模型参数估计结果

	回归系数	t 统计量或 95%置信区间
第一门槛值	0.329	[0.284, 1.966]
第二门槛值	1.306	[0.322, 1.407]
$W \times \ln\_machine\_1$	0.204*	1.88
$W \times \ln\_machine\_2$	0.218**	2.05
$W \times \ln\_machine\_3$	0.199*	1.86
<i>highway</i>	0.525***	6.07
$W \times highway$	-0.015	-0.11
整体 R <sup>2</sup>	0.708	

注：①上述模型包含控制变量（估计结果略），分别是农业劳动力数量、化肥投入量、灌溉面积、农作物总播种面积、受灾率、公路密度、本省份之外其他省份公路密度空间滞后项；②三个区制内的观测值分别为 27、155 和 65。

### （三）进一步讨论与分析

1.对空间溢出效应的安慰剂检验。除了农机跨区作业之外，公路基础设施建设对农业增长空间溢出效应的作用机制可能存在三种路径：一是公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应是通过农村劳动力在区域间流动而实现的；二是公路基础设施建设有利于农村产品市场的发展，从而加强了各区域间市场连接，使得农户可高价卖出优势产品、低价买入劣势产品，进而对农业增长产生影响；三是公路基础设施建设有利于农村要素市场的发展，从而降低了农户生产过程中良种、化肥、农药等要素的成本，进而对农业增长产生影响<sup>①</sup>。为此，本文利用空间 Durbin 模型对上述三条路径展开安慰剂检验：①使用农业劳动力数量作为被解释变量以检验路径一。②由于农村产品市场是个宽泛、复杂的概念，局限于数据的可获得性，对其量化有较大困难。考虑到农产品市场的发展状况很大程度上决定了农户家庭经营性收入（严斌剑等，2014），本文选取农村居民家庭人均经营性收入（*operincome*，元）来表征农产品市场发展状况，并通过农村消费价格指数（1997年=100）进行消胀处理，之后将之作为被解释变量以检验路径二。③对于农村生产要素市场，本文选取物质与服

<sup>①</sup>感谢匿名审稿人的意见。

务费用中的直接费用（*factorscost*，元/亩）来表征其发展状况，并将之作为被解释变量以检验路径三。需要指出的是，由于不同农产品的生产要素价格存在差异，难以一一对其展开分析，同时考虑到农机跨区作业以小麦为主，小麦生产的机械化水平最高（胡雪枝、钟甫宁，2013），因此，本文以小麦生产要素市场为例展开检验。小麦直接费用包括种子费、化肥费、农家肥费、农药费、农膜费、租赁作业费（包括畜力费、机械作业费、排灌费三项）、燃料动力费、技术服务费、工具材料费、修理维护费和其他直接费用，并通过农业生产资料价格指数（1997年=100）进行消胀处理。检验结果如表5所示。

表5 空间溢出效应的安慰剂检验结果

	(1) <i>ln_labor</i>		(2) <i>ln_operincome</i>		(3) <i>ln_factors cost</i>	
	回归系数	标准误	回归系数	标准误	回归系数	标准误
公路密度	-0.047*	0.025	-0.126**	0.053	-0.015**	0.008
公路密度空间滞后项	-0.072	0.162	-0.685**	0.303	0.001	0.045
被解释变量时间滞后项	1.011***	0.050	0.620***	0.091	-0.422***	0.057
被解释变量空间滞后项	0.419***	0.110	0.638***	0.217	-0.175	0.421
被解释变量时间空间滞后项	0.460***	0.174	0.445*	0.235	-0.522***	0.108
短期直接效应	-0.041*	0.023	-0.082**	0.033	-0.015**	0.008
短期间接效应	-0.039	0.111	-0.389**	0.156	0.009	0.034
长期直接效应	0.210	24.802	-0.229***	0.087	-0.011**	0.005
长期间接效应	0.507	34.378	-1.207**	0.566	0.006	0.024
整体 R <sup>2</sup>	0.992		0.583		0.801	

注：①上述三个模型包含控制变量（估计结果略），分别是农业机械总动力、农业劳动力、化肥投入量、灌溉面积、农作物总播种面积与受灾率，列（1）不包括农业劳动力数量；②上述三个模型均为固定效应模型；③受限于数据，列（3）模型只使用黑龙江、内蒙古、河北、河南、山东、江苏、安徽、四川8省（区）1997~2015年数据，观察值为152。

由表5列（1）可知，本省份公路密度提高使得本省份农业劳动力数量下降。同时，由于空间溢出效应不显著，可认为本省份公路基础设施建设仅对本省份农业劳动力数量具有显著影响，对外省份农业劳动力数量影响不显著。故排除路径一，即公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应并非通过促进农村劳动力跨区域流动而实现。由列（2）、列（3）可知，公路密度对农户家庭经营性收入的直接效应与空间溢出效应均显著且系数为负，对直接费用的长期和短期空间溢出效应均不显著，但长期和短期直接效应均显著。尽管列（2）、列（3）的结果不能直接证明公路基础设施建设与农村产品市场、生产要素市场间的关系，但从产品市场与生产要素市场发展的结果来看，在控制农业劳动力数量等变量的前提下，即使公路基础设施建设有利于产品市场与生产要素市场的发展，但最终反映的是其他省份公路基础设施建设对本省份农户家庭人均经营性收入的负效应，且在短期内对直接费用的负效应也不显著。其原因可能是：公路基础设施建设拓宽了农村地区与外界沟通的渠道，改善了农村的投资环境，农民选择在本地或去往周边区域从事第二、第三产业的可能性大大提高；

同时，由于农村要素市场分散性较强、开放性不足，且未形成统一的要素市场体系，故公路基础设施建设只是降低了本地区增加农业生产的直接费用，对降低其他区域生产直接费用的影响不显著。

进一步综合表 2 与表 5 的结果来看，公路基础设施建设在空间上一方面造成了农村劳动力“脱农”、农户家庭经营性收入下降，对降低直接费用无效果，另一方面却促进了农业增长。这种看似矛盾的结果，其背后可能的逻辑是：在劳动力价格普遍上涨的环境下，即便农民继续务农能够获得因修路引起的产品与要素市场更加完善的正外部性，但也难以弥补农民放弃“脱农”的机会成本。因而在现实中，公路基础设施建设引起的主要后果是许多农民“脱农”进入非农产业。理论上讲，这种变化会使得农业产值有所下降。然而，本文研究发现，短期内公路基础设施建设并未对农业总产值造成负向影响。据此可以有很大把握地认为，农机跨区作业保证了农业的稳定增长，实现了第一产业的专业化分工，形成了规模效应。这无疑进一步增强了本文对前文结论的信心，即公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应，主要是在短期内通过促进农业机械化的空间外溢而实现的。

2.公路基础设施建设对农机跨区作业面积的空间溢出效应检验。由于前文已验证了公路基础设施建设对农业机械化水平存在空间溢出效应，而农机跨区作业是农业机械化水平空间溢出的现实反映，故可以认为公路基础设施建设促进了农机跨区作业。为了进一步支持此结论，本文选取 2008~2013 年 13 个省份的农机跨区作业面积（*crossarea*，单位是千公顷，表示外来农业机械在本地完成的作业面积）作为被解释变量（取对数），应用空间 Durbin 模型进行检验。由表 6 可知，公路密度对农机跨区作业面积有正向的短期空间溢出效应。这直接说明短期内公路基础设施建设带动了农机跨区作业。因此，结合前文安慰剂检验结果来看，在排除了农村劳动力流动或农村产品市场与要素市场发展这两条作用路径后，短期内公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应，是通过促进以农业机械化水平溢出为表现的农机跨区作业而实现的。

表 6 公路基础设施建设对农机跨区作业面积的空间溢出效应检验结果

	回归系数	异方差稳健标准误
公路密度	-0.215	0.528
公路密度空间滞后项	3.434***	0.990
被解释变量时间滞后项	0.540***	0.150
被解释变量空间滞后项	3.434***	0.252
被解释变量时间空间滞后项	0.097	0.528
短期直接效应	-0.738	0.599
短期间接效应	2.050***	0.594
长期直接效应	1.210	44.779
长期间接效应	0.548	44.773
整体 R <sup>2</sup>	0.518	

注：①上述模型包含控制变量（估计结果略），分别是农业劳动力数量、农业机械总动力、化肥投入量、灌溉面积、农作物总播种面积与受灾率；②上述模型为固定效应模型；③观察值为 65。

#### 四、总结与启示

本文基于农机跨区作业的视角，运用空间 Durbin 模型与门槛模型，就 1997~2015 年中国 13 个粮食主产省份公路基础设施建设对农业增长的空间溢出效应与门槛效应展开了检验，得出了如下结论：其一，在短期内公路基础设施建设对农业增长具有正向的空间溢出效应，即除本省份之外其他省份公路密度的提高会促进本省份农业增长，但在长期内对本省份农业增长的正向影响并不显著。其二，公路基础设施建设对农业增长的短期空间溢出效应，主要是通过促进农业机械化的空间外溢而实现的，即公路基础设施建设促进了农机跨区作业发展，而通过促进农村劳动力流动或农村产品市场与要素市场发展这两条路径并不显著。其三，农业机械化水平的空间溢出效应对农业增长的影响存在非线性特征，即农机跨区作业对农业增长具有显著的基于公路基础设施建设的门槛效应，且随着区制变化呈现先升后降的正向影响。上述研究结论对如何客观认识公路基础设施建设、农机跨区作业与农业增长之间关系，具有一定的现实意义。

根据上述研究结论，本文得到如下启示：第一，农村公路建设是实施乡村振兴战略、打赢脱贫攻坚战的重要举措。因此，要因地制宜、以人为本地建设“四好农村路”，并与优化村镇布局、促进农村经济发展和保证广大农民安全便捷出行相适应，尤其应加大与农村地区紧密相关的等外公路建设的投资力度，以逐步消除制约农村发展的交通瓶颈，为大型农机的出行、作业提供便利。第二，农村公路是开展、扩大农机跨区作业的前提，应加强农业机械化水平较低地区的公路建设，争取与农业机械化水平较高地区的农村公路对接，建设和完善农机跨区作业信息服务平台，从而提升地区间的互联互通程度，促进农业机械资源在区域间充分流动与合理配置，实现农业现代化的稳步推进。

#### 参考文献

- 1.董晓霞、黄季焜、Scott Rozelle、王红林，2006：《地理区位、交通基础设施与种植业结构调整研究》，《管理世界》第9期。
- 2.高鸣、宋洪远，2014：《粮食生产技术效率的空间收敛及功能区差异——兼论技术扩散的空间涟漪效应》，《管理世界》第7期。
- 3.胡雪枝、钟甫宁，2013：《人口老龄化对种植业生产的影响——基于小麦和棉花作物分析》，《农业经济问题》第2期。
- 4.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。
- 5.刘生龙、胡鞍钢，2010：《交通基础设施与经济增长：中国区域差距的视角》，《中国工业经济》第4期。
- 6.梅成建，1998：《农业机械化的投资、经营体制与运作机制状况的问题与对策》，《中国农村经济》第5期。
- 7.任晓红、张宗益，2013：《交通基础设施、要素流动与城乡收入差距》，《管理评论》第2期。
- 8.王晓东、邓丹萱、赵忠秀，2014：《交通基础设施对经济增长的影响——基于省际面板数据与 Feder 模型的实证检验》，《管理世界》第4期。

- 9.伍骏骞、方师乐、李谷成、徐广彤, 2017:《中国农业机械化发展水平对粮食产量的空间溢出效应分析——基于跨区作业的视角》,《中国农村经济》第6期。
- 10.严斌剑、周应恒、于晓华, 2014:《中国农村人均家庭收入流动性研究: 1986—2010年》,《经济学(季刊)》第3期。
- 11.杨进、郭松、张晓波, 2013:《农机跨区作业发展——以江苏沛县为例》,《中国农机化学报》第2期。
- 12.杨进、钟甫宁、陈志钢、彭超, 2016:《农村劳动力价格、人口结构变化对粮食种植结构的影响》,《管理世界》第1期。
- 13.杨进、吴比、金松青、陈志钢, 2018:《中国农业机械化发展对粮食播种面积的影响》,《中国农村经济》第3期。
- 14.曾福生、李飞, 2015:《农业基础设施对粮食生产的成本节约效应估算——基于似无相关回归方法》,《中国农村经济》第6期。
- 15.张镛、吴利华, 2008:《我国交通基础设施建设与经济增长关系实证研究》,《工业技术经济》第8期。
- 16.张学良, 2012:《中国交通基础设施促进了区域经济增长吗——兼论交通基础设施的空间溢出效应》,《中国社会科学》第3期。
- 17.赵进文、范继涛, 2007:《经济增长与能源消费内在依从关系的实证研究》,《经济研究》第8期。
- 18.周晶、陈玉萍、阮冬燕, 2013:《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》第9期。
- 19.Aschauer, D. A., 1989, "Is Public Expenditure Productive?", *Journal of Monetary Economics*, 23(2): 177-200.
- 20.Bonaglia, F., E. L Ferrara, and M. Marcellino, 2000, "Public Capital and Economic Performance: Evidence from Italy", *Giornale Degli Economisti E Annali Di Economia*, 60 (2): 221-244.
- 21.Cantos, Pedro, Mercedes Gumbau-Albert, and Joaquín Maudos, 2005, "Transport Infrastructures, Spillover Effects and Regional Growth: Evidence of the Spanish Case", *Transport reviews*, 25(1): 25-50.
- 22.Cazzavillan, G., 1996, "Public Spending, Endogenous Growth, and Endogenous Fluctuations", *Journal of Economic Theory*, 71(2): 394-415.
- 23.Demurger, S., 2001, "Infrastructure Development and Economic Growth: An Explanation for Regional Disparities in China?", *Journal of Comparative Economics*, 29(1): 95-117.
- 24.Fleisher, B., H. Li, and M. Q. Zhao, 2009, "Human Capital, Economic Growth, and Regional Inequality in China", *Journal of Development Economics*, 92(2): 215-231.
- 25.Elhorst, J. P., 2014, *Spatial Econometrics: From Cross-sectional Data to Spatial Panels*, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- 26.Garcia-Milà, T., T. J. McGuire, and R. H. Porter, 1996, "The Effect of Public Capital in State-level Production Functions Reconsidered", *Review of Economics & Statistics*, 78(1): 177-180.
- 27.Hulten, C. R., and R. M. Schwab, 1984, "Regional Productivity Growth in U.S. Manufacturing: 1951-78", *American Economic Review*, 74(1): 152-162.
- 28.Lau, L.J., and H. Zheng, 2017, "How Much Slack Was There in the Chinese Economy Prior to Its Economic Reform of



1978?", IGEF Working Paper 34, [http://www.igef.cuhk.edu.hk/igef\\_media/working-paper/IGEF](http://www.igef.cuhk.edu.hk/igef_media/working-paper/IGEF).

29. LeSage, J. P., and R. K. Pace, 2009, *Introduction to Spatial Econometrics*, Boca Raton: CRC Press.

30. Merriman, D., 1991, "Public Capital and Regional Output: Another Look at Some Japanese and American Data", *Regional Science & Urban Economics*, 20(4): 437-458.

31. Rosenstein-Rodan, P. N., 1943, "Problems of Industrialisation of Eastern and South-eastern Europe", *Economic Journal*, 53(210/211): 202-211.

32. Rostow, W. W., 1960, *The Stages of Economic Growth: A Non-communist Manifesto*, Cambridge: Cambridge University Press.

33. Tobler, W., 1970, "A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region", *Economic Geography*, 46: 234-240.

34. 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: 华中农业大学经济管理学院;  
湖北农村发展研究中心)

(责任编辑: 何欢)

## Can Road Construction Promote Agricultural Growth? An Analysis Based on the Perspective of Cross-regional Operation of Agricultural Machinery

Luo Sixuan He Ke Zhang Junbiao

**Abstract:** Based on the perspective of cross-regional mechanization services, this article uses panel data from 13 major grain production provinces in China from 1997 to 2015 and establishes a spatial Durbin model and a threshold model to test the spatial spillover effect and threshold effect of highway infrastructure on agricultural growth, respectively. The conclusions are as follows. Firstly, in the short term, the construction of highway infrastructure has a spatial spillover effect on agricultural growth, but it is not significant in the long term. Secondly, the spatial spillover effect is mainly achieved by promoting the spillover of agricultural machinery rather than by promoting the flow of rural labors or the development of rural product markets and factor markets. Thirdly, the impact of cross-regional operation of agricultural machinery on agricultural growth has a significant positive threshold effect which varies with the construction of highway infrastructure, and this effect is characterized by rising initially and decreasing afterwards under different threshold regimes. The above conclusions suggest a necessity to construct "Four Good Rural Roads" based on local conditions and people-oriented principle, to provide convenience for the development of cross-regional operation of agricultural machinery so as to promote adequate flow and rational distribution of agricultural machinery resources in different regions, and finally achieve a steady progress of agricultural modernization.

**Key Words:** Agricultural Growth; Cross-regional Operation of Agricultural Machinery; Construction of Highway Infrastructure; Spatial Spillover Effect; Threshold Effect