

跨区科研网络的技术创新效应

——来自中国农业专利匹配数据的证据

马宇贝 展进涛 熊 航

目录

附录 I 命题 1 的证明.....	1
附录 II 命题 2 的证明.....	2
附录 III 内生性问题与工具变量的选择.....	3
附录 IV 变量的描述性统计和具体说明.....	4
附录 V 跨区农业科研网络和弦图.....	5
附录 VI 稳健性检验.....	7
附录 VII 农业科研网络缓解“捕鱼效应”的异质性.....	10
附录 VIII 微观层面的证据.....	12
参考文献.....	14

附录 I 命题 1 的证明

根据公式 (3)，企业利润最大化的一阶条件 (FOCs) 为：

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi_i}{\partial e_i} = q_i - e_i = 0 \\ \frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = \bar{\alpha}_i - \bar{c}_i + \lambda \sum_{k=1}^n \kappa_{ik} r_k - 2q_i - \rho \sum_{j=1}^n b_{ij} q_j + e_i + \varphi \sum_{j=1}^n a_{ij} e_j = 0 \end{cases} \quad (\text{I-1})$$

令 $\mu_i \equiv \bar{\alpha}_i - \bar{c}_i + \lambda \sum_{k=1}^n \kappa_{ik} r_k$ ，则均衡状态下， $e_i = q_i = \mu_i - \rho \sum_{j=1}^n b_{ij} q_j + \varphi \sum_{j=1}^n a_{ij} q_j$ 。用向量-矩阵

可以表示为：

$$\mathbf{e} = \mathbf{q} = \boldsymbol{\mu} - \rho \mathbf{B} \mathbf{q} + \varphi \mathbf{A} \mathbf{q}, \quad (\text{I-2})$$

上式可以转化为：

$$\mathbf{e} = \mathbf{q} = (\mathbf{I}_n + \rho \mathbf{B} - \varphi \mathbf{A})^{-1} \boldsymbol{\mu}. \quad (\text{I-3})$$

若矩阵 $\mathbf{I}_n + \rho \mathbf{B} - \varphi \mathbf{A}$ 正定，则对于研发投入和产品产量存在唯一纳什均衡解。矩阵 $\mathbf{I}_n + \rho \mathbf{B} - \varphi \mathbf{A}$ 正定的条件为，其中， $\lambda_{\min}(\rho \mathbf{B} - \varphi \mathbf{A})$ 表示矩阵 $\rho \mathbf{B} - \varphi \mathbf{A}$ 最小的特征向量。当 $\varphi = 0$ 时， $1 + \lambda_{\min}(\rho \mathbf{B} - \varphi \mathbf{A})$ 可以转化为 $1 + \rho \lambda_{\min}(\mathbf{B})$ ，由于 $\lambda_{\min}(\mathbf{B}) = -1$ 且 $\rho \in [0, 1)$ ，因此， $1 + \rho \lambda_{\min}(\mathbf{B}) > 0$ 。当 $\varphi \neq 0$ 时， $1 + \lambda_{\min}(\rho \mathbf{B} - \varphi \mathbf{A}) > 0$ 可以转化为 $\lambda_{\max}(\varphi \mathbf{A} - \rho \mathbf{B}) < 1$ ，由于 $\lambda_{\max}(\varphi \mathbf{A} - \rho \mathbf{B}) \leq \varphi \lambda_{\max}(\mathbf{A}) + \rho \lambda_{\max}(\mathbf{B})$ ，因此，当 $\varphi \lambda_{\max}(\mathbf{A}) + \rho \lambda_{\max}(\mathbf{B}) < 1$ 时， $1 + \lambda_{\min}(\rho \mathbf{B} - \varphi \mathbf{A}) > 0$ 成立。在此基础上，将 (I-3) 代入公式 (3) 可得 $\pi_i^* = \frac{1}{2} (q_i^*)^2$ 。||

附录 II 命题 2 的证明

根据公式 (6)，公共科研机构利润最大化的一阶条件 (FOCs) 为：

$$\begin{cases} \frac{\partial \mathbb{E}[\pi_i(\cdot) | \Omega_i]}{\partial S_i} = \gamma \left(\prod_{q=1}^Q X_{iq}^{\beta_q} \right) S_i^{\gamma-1} \mathbb{E} \left[\left(\prod_{j=1}^N S_j^{g_{ij}} \right)^\delta | \Omega_i \right] e^{\omega_i} - e^{\varpi_i} = 0 \\ \frac{\partial \mathbb{E}[\pi_i(\cdot) | \Omega_i]}{\partial X_{iq}} = \beta_q \left(\prod_{q=1}^Q X_{iq}^{\beta_q} \right) X_{iq}^{-1} S_i^\gamma \mathbb{E} \left[\left(\prod_{j=1}^N S_j^{g_{ij}} \right)^\delta | \Omega_i \right] e^{\omega_i} - \xi_q = 0 \end{cases} \quad (\text{II-1})$$

将两式相除可得： $X_{iq} = \frac{\beta_q}{\gamma \xi_q} e^{\varpi_i} S_i$ ，将其代入 (II-1) 可得：

$$S_i^* = \left(\mathbb{E} \left[\prod_{j=1}^N S_j^{\delta g_{ij}} | \Omega_i^* \right] e^{\mu + \omega_i - (1 - \sum_{q=1}^Q \beta_q) \varpi_i} \right)^{\frac{\gamma}{\delta}}, \quad (\text{II-2})$$

其中 $\mu \equiv \log \gamma + \sum_{q=1}^Q \beta_q (\log \beta_q - \log \xi_q - \log \gamma)$ 。对 (II-2) 取对数：

$$\log S_i^* = \frac{\gamma}{\delta} (\mu + \omega_i - (1 - \sum_{q=1}^Q \beta_q) \varpi_i) + \log \mathbb{E} \left[\prod_{j=1}^N S_j^{\delta g_{ij}} | \Omega_i^* \right], \quad (\text{II-3})$$

(II-3) 具有利普希茨常数： $\frac{\delta}{1 - \gamma - \sum_{q=1}^Q \beta_q} \max_i \left(\sum_{j=1}^N g_{ij} \right) \in (0, 1)$ 。因此，当 (ω, ϖ) 有界支

持， $\gamma + \sum_{q=1}^Q \beta_q < 1$ ，且 $\mathcal{G} \equiv \frac{\delta}{1 - \gamma - \sum_{q=1}^Q \beta_q} < \left[\max_i \left(\sum_{j=1}^N g_{ij} \right) \right]^{-1}$ ，则所有公共科研机构存在唯一

贝叶斯纳什均衡。此外，根据网络中心度， S_i^* 和 X_{iq}^* 还可以表示为以下形式：

$$S_i^* = \exp \left(\frac{\log \gamma + \sum_{q=1}^Q \beta_q (\log \beta_q - \log \xi_q - \log \gamma)}{1 - \gamma - \sum_{q=1}^Q \beta_q} b_i^*(\mathcal{G}; \mathcal{G}) + s_i^*(\Omega_i; \mathcal{G}) \right), \quad (\text{II-4})$$

$$X_{iq}^* = \exp(\log S_i^* + \log \beta_q - \log \xi_q - \log \gamma + \varpi_i), \quad (\text{II-5})$$

其中 $b_i^*(\mathcal{G}; \mathcal{G})$ 表示衰减因子 \mathcal{G} 的 Katz-Bonacich 中心度，

$$s_i^*(\Omega_i; \mathcal{G}) = \frac{1}{1 - \gamma - \sum_{q=1}^Q \beta_q} \left\{ \omega_i + \sum_{q=1}^Q \beta_q - 1 + \log \mathbb{E} \left[\prod_{j=1}^N \exp(g_{ij} s_j^*(\Omega_j; \mathcal{G})) | \Omega_i \right] \right\}.$$

附录 III 内生性问题与工具变量的选择

对于科研网络所产生的效应很难做出因果解释，公式（8）中存在两个潜在的内生性问题。第一个问题是形成科研合作的两个机构的误差项可能存在相关性，第二个问题是合作关系本身的内生性。本文采用 Zacchia（2020）提出的基于网络拓扑和研发互动策略的方法构造 IV 矩阵来同时解决这两个问题。

具体而言，该方法是预测一个机构研发和网络中“足够远”的其他机构研发之间的直接联系。以图 III1 为例，该图表示一个由四个科研机构组成的科研网络，对于机构 i ，其创新除了受到自身研发投入的影响外，还会受到与其存在直接研发合作关系的机构 j 的研发投入溢出效应影响，但不会受到机构 k 和 l 研发投入的影响，因此，可以使用机构 k 和 l 的研发投入作为研发溢出的工具变量。该方法直观的解释是，每个机构都会内生地吸收网络中其他“足够接近”的机构的影响，同时又增强了“足够远”的机构的外生性，即网络中“足够远”的机构的研发策略不会被单个机构内部化，对于任何机构，网络中“足够远”的机构的研发策略可以作为其自身直接联系的研发策略的外生预测因子。在基于专利合作数据确定机构间的研发合作关系后，根据机构所属区域，将机构间的科研合作关系聚合至宏观层面，并以此为基础，通过区域的科研合作关系构造对应的区域间科研网络的 IV 矩阵和工具变量。

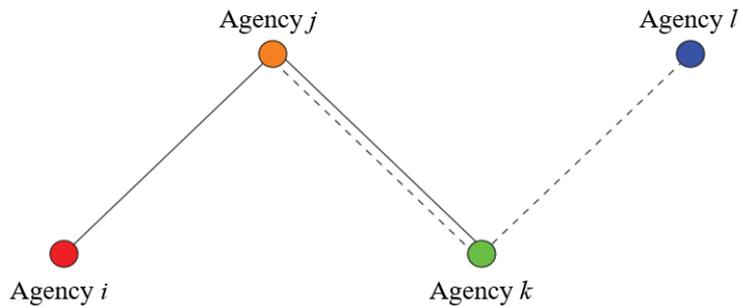


图 III1 四个科研机构科研合作关系图

但值得注意的是，为确保所选择的网络关系“足够远”，获得好的工具变量和 IV 矩阵最终仍须进一步实证检验，即当机构间的距离 D 满足条件 $\text{cov}(R \& D_i^*, R \& D_k^* | D_{ik} > D) = 0$ 时，机构 k 的研发投入可作为机构 i 溢出效应的工具变量。但是，距离 D 也不能无限增加，超过一定范围后可能变为弱识别或不可识别。本文使用 Wooldridge（2014）提出的两阶段泊松控制函数的方法进行估计。具体而言，首先使用 IV 矩阵加权后的 IV 溢出效应进行第一阶段的估计，然后将第一阶段估计的残差代入第二阶段的高维固定效应泊松面板模型，残差的 t 统计量是对其外生性的有效检验。最终，本文分别构建了距离为 2 和 3 的两个 IV 矩阵。

附录 IV 变量的描述性统计和具体说明

本文参经常用方法从权利要求数、被引专利数量、3年内被引数量、5年内被引数量和同族专利数量这五个指标衡量农业发明专利的质量。前四个指标在研究创新质量时具有许多优势，但仍可能存在偏差。首先，基于单一专利局的专利指标可能会产生一种称为“本土偏见”(Home Bias)的效应，即本国申请人往往比非本国申请人在当地申请更多的专利(Griffith et al., 2011)。其次，基于单一专利局的专利指标受到技术以外因素的影响，例如专利申请程序、贸易流向、邻近性等，进而可能影响专利的被引数据^①。因此，使用专利引用数据来衡量创新的质量无法避免“本土偏见”和单个专利局内专利价值分布的偏差。而同族专利可以更好地反映专利的市场价值，还能有效规避专利被引量来衡量创新质量的缺点(Probst et al., 2021)。为了体现创新数量和质量的差异，本文将同一 INPADOC 专利族中的所有专利作为一项专利来计算创新数量^②，而创新质量则是同一专利族中专利数量加权总和。此外，本文通过构造 Jaffe 技术溢出矩阵和 Jaffe 生产溢出矩阵来识别因技术相似或生产结构相似而产生的潜在溢出效应。

表 IV1 变量的描述性统计和具体说明

变量描述	均值	中位数	标准差
农业技术创新			
农业专利数量(个)	477.87	183.25	713.53
权利要求数加权的农业专利数量(个)	2776.052	893.25	4784.543
被引加权的农业专利数量(个)	814.508	408.5	1084.613
3年内被引加权的农业专利数量(个)	483.521	146	781.128
5年内被引加权的农业专利数量(个)	629.299	239.5	954.961
农业同族专利数量(个)	721.671	298	1063.433
技术创新效率			
以农业专利数量计算的创新效率	0.077	0.027	0.107
以权利要求数加权的农业专利数量计算的创新效率	0.339	0.127	0.478
以被引加权的农业专利数量计算的创新效率	0.198	0.058	0.341
以3年内被引加权的农业专利数量计算的创新效率	0.041	0.015	0.061
以5年内被引加权的农业专利数量计算的创新效率	0.071	0.026	0.115
以农业同族专利数量计算的创新效率	0.129	0.041	0.186
解释变量			
农业科研投入存量(万元,取对数)	8.517	8.612	2.907
农业科研网络加权的科研投入存量(万元,取对数)	4.241	7.311	6.729
技术溢出矩阵加权的科研投入存量(万元,取对数)	12.611	12.918	2.844
生产溢出矩阵加权的科研投入存量(万元,取对数)	12.618	12.881	2.410
农业GDP占比	0.203	0.201	0.103
人均GDP增长率	0.124	0.116	0.074
农业科研人员数量(R&D人员全时当量,取对数)	10.684	10.769	1.250
第一产业人员人力资本(接受教育年限折算)	6.821	6.818	0.140

^① 参照 OECD Patent Statistics Manual。

^② INPADOC (International Patent Documentation Center), 国际专利文献中心数据库, 于1991年被并入欧洲专利局(EPO)。

附录 V 跨区农业科研网络和弦图

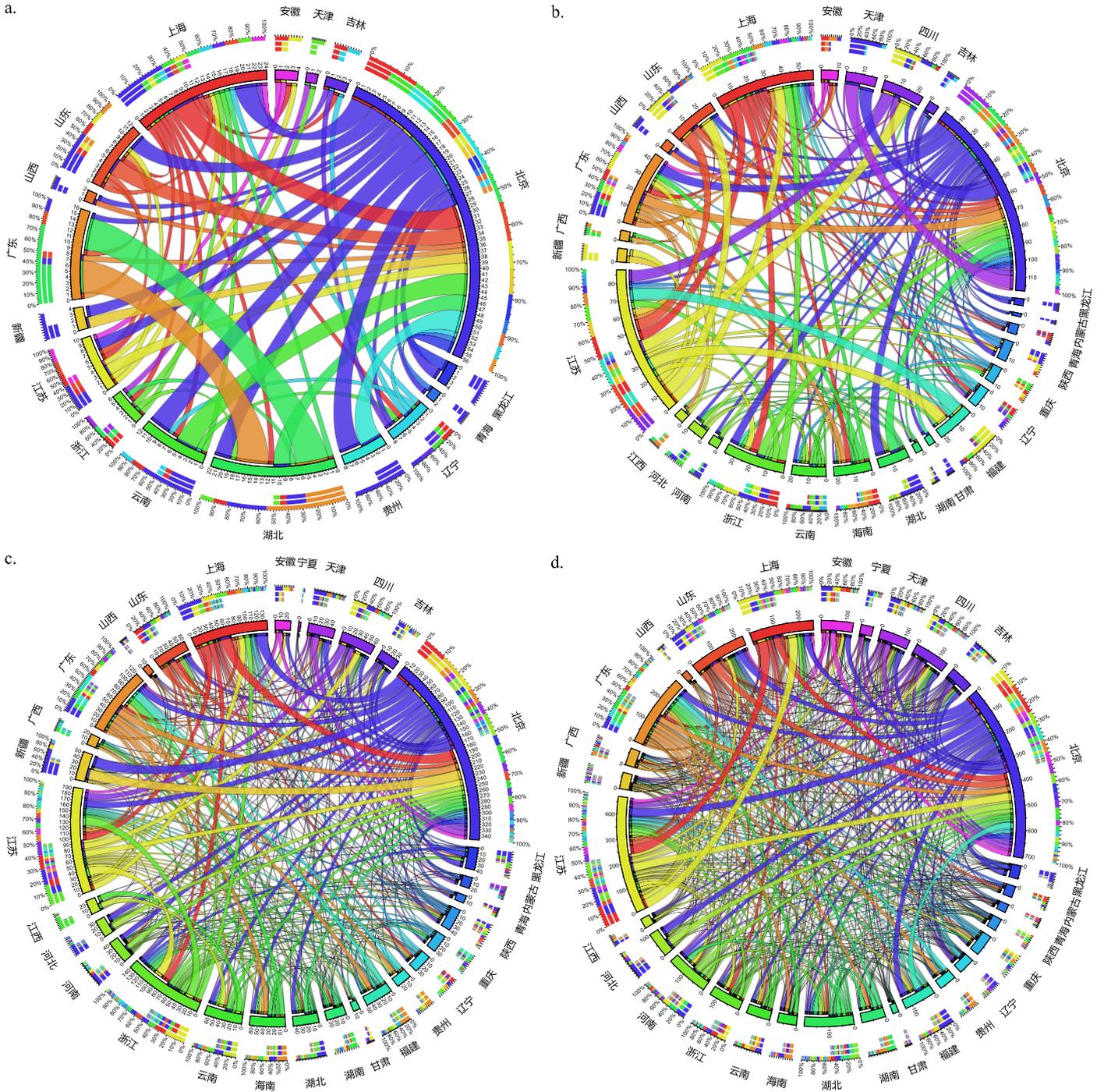


图 V1 跨区农业科研网络与技术创新的和弦图

注：图 a、b、c 和 d 分别表示 2001-2005 年、2006-2010 年、2011-2015 年和 2016-2020 年省域间农业科研网络和弦图。内弧和与之对应的外弧表示一个省，并按照省份进行着色。内弧表示该省份农业科研网络中与其他省份合作的总数，两条弧线之间的丝带代表省域间农业科研网络，每条丝带的颜色与省份的颜色相匹配，丝带的宽度表示网络中的合作数量。外弧表示与该省份构建农业科研网络的其他省份，每段外弧的颜色与对应的其他省份相匹配，最外部的弧反映了网络中其他省份与该省份合作的贡献度；较短的两条外弧分别表示网络中的输出强度和输入强度，由于网络矩阵是对称的，因此两条弧长相等，且相加后等于最外部的弧长。

附录 VI 稳健性检验

本文从两个层面进行稳健性检验。首先，本文使用非平方根函数形式构造了额外的 IV 矩阵，并代入公式 (5) 进行估计。结果表明，通过网络拓扑和研发互动策略的方法设定 IV 矩阵能够有效识别农业科研网络对农业技术创新和创新效率的因果影响。此外，模型的估计结果无论在方向、显著性还是系数大小与表 1 和表 2 保持一致，再次证明了 IV 矩阵和估计策略的稳健性和有效性。值得注意的是，由于网络元素的形式为非平方根函数，导致最终计算的 MSR/MPR 值相较于使用平方根函数计算的结果大幅下降。因此，使用平方根函数形式更易捕捉省域间“规模较小但意义重大”的农业科研合作所产生的溢出效应。

为了进一步检验农业科研网络对农业技术创新的影响是否仅局限于合作研发，将本地区自主研发（独立研发）的农业专利剥离进行估计。结果显示所有系数的方向、显著性和系数大小与表 1 保持一致。这表明，即使不考虑跨区合作产生的直接影响，农业科研网络也能够间接促进区域农业自主创新能力的提升。这种因技术扩散所产生的自主创新能力提升是促进农业技术高质量创新和区域间生产效率收敛的关键因素。

表 VI1 使用非平方根函数构造的农业科研网络对农业技术创新影响的 IV 估计结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>AgR&D_stock</i>	0.117*** (0.040)	0.105** (0.045)	0.126** (0.051)	0.174*** (0.053)	0.153*** (0.053)	0.104*** (0.035)
<i>AgR&D_spillovers</i>	0.010** (0.005)	0.012** (0.005)	0.014** (0.006)	0.015** (0.006)	0.015*** (0.006)	0.010** (0.004)
<i>Jaffe_tech_proximity</i>	0.146 (0.149)	0.107 (0.111)	0.151 (0.140)	0.311 (0.260)	0.239 (0.253)	0.070 (0.120)
<i>Jaffe_prod_proximity</i>	-0.452* (0.263)	-0.496 (0.315)	-0.276 (0.318)	-0.325 (0.259)	-0.253 (0.280)	-0.538** (0.268)
<i>Residuals</i>	0.029* (0.017)	0.022 (0.018)	0.018 (0.020)	0.037 (0.025)	0.028 (0.023)	0.025* (0.014)
<i>1st Stage F-Tests</i>	1168.20	1168.20	1168.20	1168.20	1168.20	1168.20
Pseudo R^2	0.969	0.980	0.950	0.969	0.965	0.973
Observations	570	570	570	570	570	570
\bar{g}	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
MSR/MPR	100.09%	100.11%	100.11%	100.09%	100.10%	100.10%
Control	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Province	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

注：*AgR&D_stock*、*AgR&D_spillovers*、*Jaffe_tech_proximity* 和 *Jaffe_prod_proximity* 均滞后 1 期；所有列均采用高维固定效应面板泊松模型进行估计，且均控制了省域固定效应和时间固定效应；括号中是在省域层面聚类的标准误，网络元素的形式为非平方根函数；* $p < 0.1$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.01$ 。

表 VI2 使用非平方根函数构造的农业科研网络对技术创新效率影响的 IV 估计结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>AgR&D_stock</i>	-0.737*** (0.065)	-0.736*** (0.062)	-0.681*** (0.073)	-0.698*** (0.082)	-0.687*** (0.080)	-0.737*** (0.065)
<i>AgR&D_spillovers</i>	0.015* (0.008)	0.014 (0.009)	0.022** (0.008)	0.024** (0.009)	0.026** (0.010)	0.015* (0.008)
<i>Jaffe_tech_proximity</i>	0.043** (0.019)	0.059** (0.022)	0.050 (0.041)	0.026 (0.032)	0.033 (0.024)	0.042 (0.034)
<i>Jaffe_prod_proximity</i>	-0.342 (0.332)	-0.310 (0.394)	-0.131 (0.403)	-0.550 (0.389)	-0.265 (0.439)	-0.371 (0.357)
<i>1st Stage F-Tests</i>	1110.89	1110.89	1130.07	1272.05	1263.61	1110.89
<i>Kleibergen-Paap rk LM statistic</i>	24.88	24.88	24.93	24.81	24.89	24.88
<i>Cragg-Donald Wald F statistic</i>	1879.67	1879.67	1853.39	1841.92	1886.83	1879.67
<i>P value of Hansen J statistic</i>	0.036	0.050	0.163	0.158	0.237	0.045
<i>R²</i>	0.531	0.481	0.455	0.438	0.428	0.520
<i>Observations</i>	568	568	561	546	557	568
<i>IVs</i>	<i>D=2,3</i>	<i>D=2,3</i>	<i>D=2,3</i>	<i>D=2,3</i>	<i>D=2,3</i>	<i>D=2,3</i>
<i>Control</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Province</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Year</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

注：*AgR&D_stock*、*AgR&D_spillovers*、*Jaffe_tech_proximity* 和 *Jaffe_prod_proximity* 均滞后 1 期；所有列均控制了省域固定效应和时间固定效应；括号中是在省域层面聚类的标准误，网络元素形式为非平方根函数；*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01。

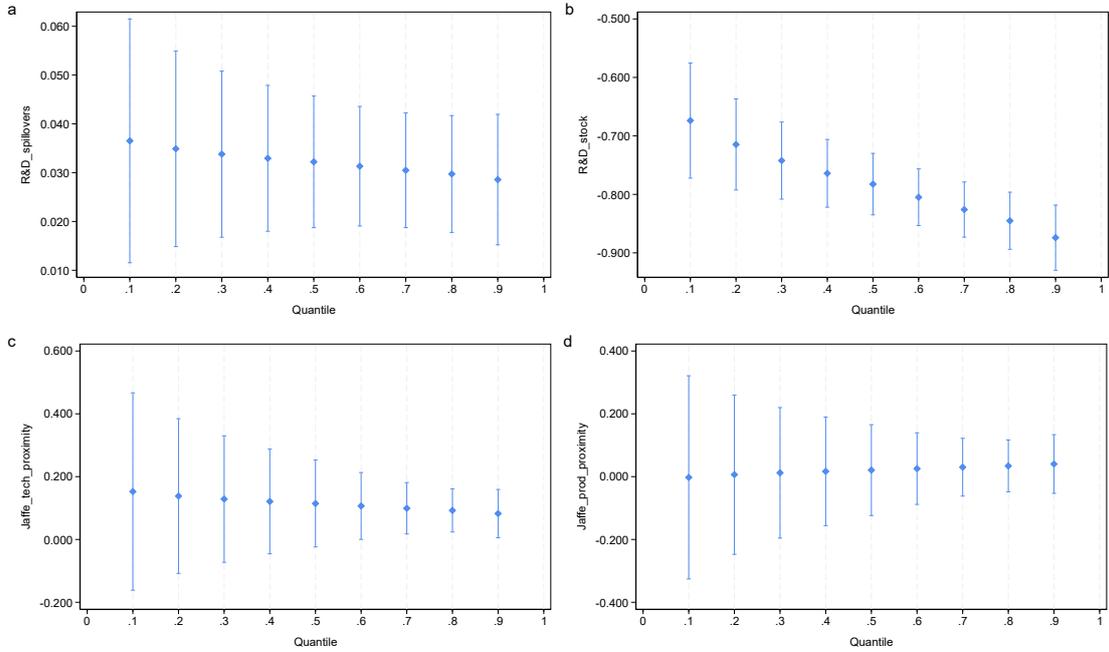
表 VI3 农业科研网络对农业自主创新影响的 IV 估计结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>AgR&D_stock</i>	0.115*** (0.040)	0.104** (0.045)	0.125** (0.050)	0.172*** (0.053)	0.151*** (0.052)	0.103*** (0.034)
<i>AgR&D_spillovers</i>	0.010** (0.004)	0.011*** (0.004)	0.013*** (0.005)	0.014*** (0.005)	0.014*** (0.005)	0.009** (0.004)
<i>Jaffe_tech_proximity</i>	0.145 (0.150)	0.105 (0.110)	0.151 (0.138)	0.315 (0.267)	0.242 (0.258)	0.069 (0.119)
<i>Jaffe_prod_proximity</i>	-0.431* (0.259)	-0.474 (0.311)	-0.252 (0.318)	-0.292 (0.255)	-0.224 (0.281)	-0.519** (0.264)
<i>Residuals</i>	0.034 (0.022)	0.025 (0.024)	0.004 (0.032)	0.024 (0.037)	0.012 (0.034)	0.030 (0.019)
<i>1st Stage F-Tests</i>	11599.86	11599.86	11599.86	11599.86	11599.86	11599.86
Pseudo R^2	0.968	0.980	0.949	0.969	0.965	0.972
Observations	570	570	570	570	570	570
IV	$D=2$	$D=2$	$D=2$	$D=2$	$D=2$	$D=2$
\bar{g}	0.165	0.165	0.165	0.165	0.165	0.165
MSR/MPR	101.4%	101.7%	101.7%	101.3%	101.5%	101.4%
Control	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Province	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

注：*AgR&D_stock*、*AgR&D_spillovers*、*Jaffe_tech_proximity* 和 *Jaffe_prod_proximity* 均滞后 1 期；所有列均采用高维固定效应面板泊松模型进行估计，且均控制了省域固定效应和时间固定效应；括号中是在省域层面聚类的标准误，网络元素的形式为平方根函数；* $p<0.1$ ，** $p<0.05$ ，*** $p<0.01$ 。

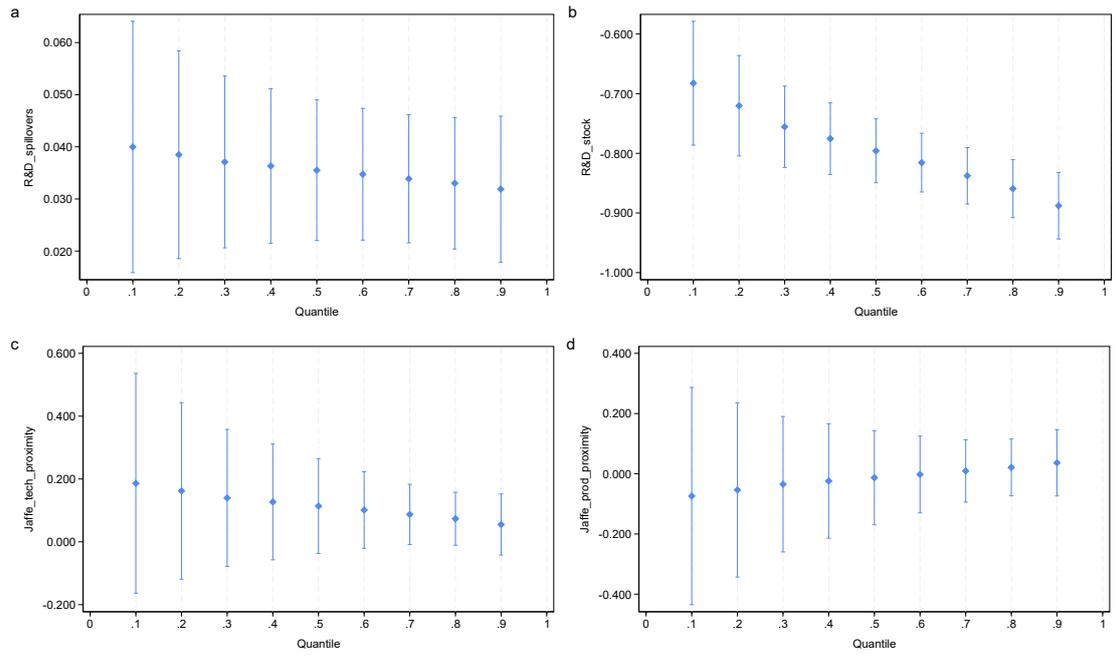
附录 VII 农业科研网络缓解“捕鱼效应”的异质性

为探究农业科研网络是否有利于促进整体技术创新水平的均衡提升,本文对创新效率进行分位数回归。结果表明,科研网络对创新效率的边际影响为正且随分位点的增加缓慢下降,而科研投入对创新效率的边际影响为负且随分位点的增加迅速提升。



图VII.1 农业科研网络对技术创新效率(数量)影响的工具变量分位数回归

注:图 a-d 分别表示 $R\&D_spillovers$ 、 $R\&D_stock$ 、 $Jaffe_tech_proximity$ 和 $Jaffe_prod_proximity$ 的系数大小,横坐标表示分位点,蓝色线条表示 95% 的置信区间。



图VII.2 农业科研网络对技术创新效率（质量）影响的工具变量分位数回归

注：图 a-d 分别表示 $R\&D_spillovers$ 、 $R\&D_stock$ 、 $Jaffe_tech_proximity$ 和 $Jaffe_prod_proximity$ 的系数大小，横坐标表示分位点，蓝色线条表示 95% 的置信区间。

附录 VIII 微观层面的证据

为进一步识别科研网络的作用机制,本节分别检验了公共部门和私人部门的农业科研网络对私人部门创新的影响,以及公共部门内部的农业科研网络对公共部门创新的影响。考虑到微观部门构建科研网络的自选择问题,通过广义精确匹配(CEM)构建平衡的处理组和对照组,再使用高维固定效应面板泊松模型进行估计。此外,考虑到因变量可能存在较多零值,数据的分布就与标准泊松分布有较大偏差(Lambert et al., 1992),因此使用高维固定效应面板零膨胀泊松模型(HDFE Zero-inflated Poisson Model)进行额外的稳健性检验。

广义精确匹配的估计结果显示,公共部门与私人部门的农业科研网络使农业上市企业的专利数量提升了7%,同族专利数量提升了3.8%;而公共部门内部的农业科研网络使公共科研机构的专利数量提升了23.4%,同族专利数量提升了22.6%。

表VIII1 农业科研网络对农业上市企业创新影响的CEM估计

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Patent		Patent family	
	Poisson	ZIP	Poisson	ZIP
<i>FP_network</i>	0.066*** (0.019)	0.070*** (0.019)	0.035* (0.018)	0.038** (0.018)
<i>AgR&D_stock</i>	0.160*** (0.008)	0.127*** (0.008)	0.159*** (0.008)	0.125*** (0.008)
<i>Jaffe_tech_proximity</i>	0.135*** (0.012)	0.149*** (0.013)	0.143*** (0.012)	0.155*** (0.012)
<i>Innovation</i>	0.014*** (0.000)	0.014*** (0.000)	0.013*** (0.000)	0.013*** (0.000)
Pseudo R ²	0.514	-	0.510	-
Observations	1391	1391	1391	1391
Industry	Yes	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	Yes	Yes

注:所有列均使用CEM权重对CEM后的样本进行估计,CEM的协变量包括研发存量和研发溢出存量;第(1)和(2)列的因变量分别为专利数量,第(3)和(4)列的因变量为同族专利数量;第(1)和(3)列使用高维固定效应面板泊松模型进行估计,第(2)和(4)列使用高维固定效应面板零膨胀泊松模型进行估计,且均控制了行业固定效应和时间固定效应;*FP_network*表示企业与公共部门的科研网络,*AgR&D_stock*和*Jaffe_tech_proximity*均滞后1期,*Innovation*是对应因变量的滞后1期;*p<0.1,**p<0.05,***p<0.01。

表VIII2 农业科研网络对公共部门农业创新影响的 CEM 估计

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Patent	Claim-weighted	Cite-weighted	3 Cite-weighted	5 Cite-weighted	Patent family
<i>PP_network</i>	0.234*** (0.007)	0.194*** (0.003)	0.210*** (0.005)	0.132*** (0.007)	0.184*** (0.006)	0.226*** (0.006)
Adj R^2	0.788	0.858	0.769	0.781	0.782	0.808
Observations	6129	6129	6129	6129	6129	6129
Control	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Institution	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

注：所有列均基于 CEM 权重使用高维固定效应面板泊松模型对 CEM 后的样本进行估计，CEM 的协变量包括机构获得农业领域的基金项目经费存量、机构属性以及是否为重点高校（211/985），且均控制了机构固定效应和时间固定效应；*PP_network* 表示公共部门内部的科研网络，控制变量还包括机构获得农业领域的基金项目经费存量；*** $p < 0.01$ 。

参考文献

- [1] Griffith, R., S. Lee, and J. Van Reenen, “Is Distance Dying at Last? Falling Home Bias in Fixed - effects Models of Patent Citations”, *Quantitative Economics*, 2011, 2 (2), 211-249.
- [2] Lambert, D., “Zero-inflated Poisson Regression, with an Application to Defects in Manufacturing”, *Technometrics*, 1992, 34 (1), 1-14.
- [3] Probst, B., S., Touboul, M., Glachant, and A. Dechezleprêtre, “Global Trends in the Invention and Diffusion of Climate Change Mitigation Technologies”, *Nature Energy*, 2021, 6 (11), 1077-1086.
- [4] Wooldridge, J. M., “Quasi-maximum Likelihood Estimation and Testing for Nonlinear Models with Endogenous Explanatory Variables”, *Journal of Econometrics*, 2014, 182 (1), 226-234.
- [5] Zacchia, P., “Knowledge Spillovers through Networks of Scientists”, *The Review of Economic Studies*, 2020, 87 (4), 1989-2018.

注：该附录是期刊所发表论文的组成部分，同样视为作者公开发表的内容。如研究中使用该附录中的内容，请务必在研究成果上注明附录下载出处。