

《智能化转型、就业再配置与城乡收入差距：兼论数字助农政策的缓释效应》附录

附录 2 稳健性检验结果

1. 内生性检验

针对内生性问题，采用工具变量法加以缓解。城乡收入差距较小的地区可能更主动推进智能化，反向因果与遗漏变量并存，且核心变量存在测量误差，易低估真实效应。为此，参考空间溢出与同群效应思路（贾文浩、宋爽爽，2025），构建两个工具变量： $IV_1$  为同省经济规模最相近两地的智能化水平均值，相似禀赋与产业结构的地区智能化进程可能接近，满足相关性，且其不直接决定本地收入差距，仅通过本地智能化水平间接传导，满足外生性； $IV_2$  为同省其他地区人工智能发展水平，省内政策与基础设施趋同，技术溢出促使本地智能化提升，符合相关性，而在排除本地区发展水平后，该变量对本地收入分配无直接作用，同样仅通过本地智能化路径施加影响，符合排他性约束。

表 A1 的检验结果显示：第一阶段  $IV_1$ 、 $IV_2$  均显著正向影响  $AI$ ，不可识别检验拒绝原假设，弱工具变量检验值均超 Stock-Yogo 10%临界值，工具变量有效。第二阶段在控制内生性后，智能化对城乡总收入差距及工资收入差距的估计系数仍显著为正，且后者明显更大，再次验证智能化主要通过劳动力市场机制扩大收入差距。综上，核心结论稳健。

表 A1 内生性检验结果

| 变量                       | $AI$                  | $GAP$                 | $G\_wage$              | $AI$                  | $GAP$                  | $G\_wage$              |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
|                          | (1)                   | (2)                   | (3)                    | (4)                   | (5)                    | (6)                    |
| $IV_1$                   | 0.4531***<br>(0.0463) |                       |                        |                       |                        |                        |
| $IV_2$                   |                       |                       |                        | 0.0347***<br>(0.0042) |                        |                        |
| $AI$                     |                       | 4.4126***<br>(0.8582) | 14.2075***<br>(2.0404) |                       | 14.3763***<br>(1.9985) | 38.8590***<br>(5.5644) |
| F 值                      | 95.79                 |                       |                        | 69.57                 |                        |                        |
| Underidentification test | 69.19***<br>(0.0000)  |                       |                        | 69.80***<br>(0.0000)  |                        |                        |
| Weak identification test | 95.79<br>(16.38)      |                       |                        | 69.57<br>(16.38)      |                        |                        |
| 控制变量                     | 是                     | 是                     | 是                      | 是                     | 是                      | 是                      |
| 固定效应                     | 是                     | 是                     | 是                      | 是                     | 是                      | 是                      |
| N                        | 3348                  | 3348                  | 3348                   | 3348                  | 3348                   | 3348                   |
| R <sup>2</sup>           | —                     | 0.939                 | 0.919                  | —                     | 0.909                  | 0.877                  |

注：不可识别检验为 Kleibergen-Paap rk LM statistic，括号内为 p 值；弱工具变量为 Kleibergen-Paap rk Wald F statistic，括号内为 Stock-Yogo weak ID test 在 10%显著性水平上的临界值。

尽管基准回归控制了可观测变量，但智能化进程的区域选择可能并非完全随机，存在由不可观测因素导致的样本自选择问题，致使估计结果产生偏误。为此，采用倾向得分匹配方法（PSM），进行了新的研究样本构建，以避免潜在的样本选择偏差对于实证结果可能形成的干扰，具体步骤如下：首先，对于核心解释变量  $AI$ ，依据中位数进行分组，将大于中位数

的样本设定为 1，否则为 0，在此基础上根据原有控制变量进行不放回的一对一倾向得分临近匹配和半径匹配，基于新的研究样本展开实证检验。表 A2 显示：匹配后的估计结果与基准回归方向一致且显著性水平稳健，表明智能化的城乡分配效应并非由样本选择偏误驱动，基准结论具有可靠性。

表 A2 PSM 倾向得分匹配检验结果

| 变量             | 一对一临近匹配               |                       | 半径匹配                  |                       |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                | <i>GAP</i>            | <i>G_wage</i>         | <i>GAP</i>            | <i>G_wage</i>         |
|                | (1)                   | (2)                   | (3)                   | (4)                   |
| <i>AI</i>      | 2.2178***<br>(0.4646) | 4.6422***<br>(1.2119) | 2.0860***<br>(0.4084) | 3.7240***<br>(1.0553) |
| 控制变量           | 是                     | 是                     | 是                     | 是                     |
| 固定效应           | 是                     | 是                     | 是                     | 是                     |
| N              | 3241                  | 3241                  | 3329                  | 3329                  |
| R <sup>2</sup> | 0.698                 | 0.604                 | 0.703                 | 0.605                 |

为排除遗漏变量与偶然因素的干扰，采用安慰剂检验进行稳健性检验。在保持数据结构和控制变量不变的前提下，将各城市 *AI* 变量随机打乱，以改变其与城乡收入差距的真实关联。基于随机化样本重复基准回归 1000 次，得到 1000 个安慰剂估计系数，并绘制其核密度分布。若基准结果确实源于智能化发展的真实效应，则真实估计系数应位于安慰剂系数分布的尾部，即随机抽样中极少出现与之相当或更大的估计值。图 1 报告了检验结果。其中，两图分别为针对 *GAP* 和 *G\_wage* 的安慰剂检验，黑色曲线为 1000 次随机模拟的系数核密度分布，空心圆点为各次回归对应的 *p* 值，垂直虚线为基准回归的真实估计系数，水平虚线为真实 *p* 值。结果显示，核心解释变量的真实系数均远离安慰剂系数分布主体，且在 1000 次随机抽样中，几乎无安慰剂系数的 *p* 值小于真实 *p* 值。这表明基准回归所识别的智能化效应不太可能由数据偶然或模型设定偏误所驱动，核心结论具有稳健性。

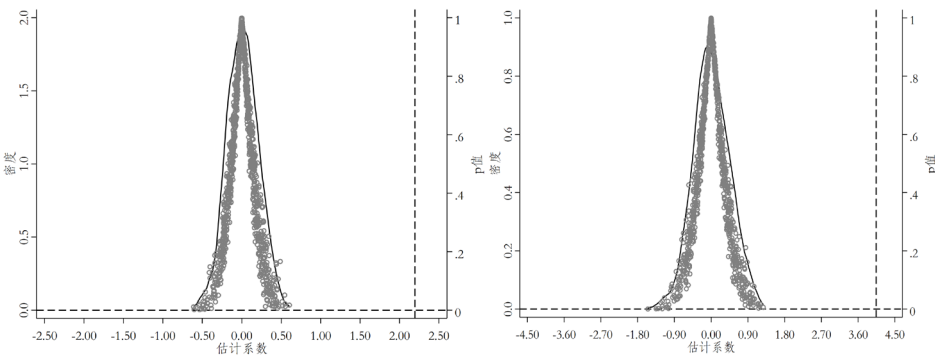


图 1 安慰剂检验结果示意图

2. 基于替换被解释变量和删除部分样本的检验

作为区域政治经济中心，直辖市与省会城市往往享有政策倾斜、高密度财政投入及优质要素集聚，其智能化转型路径与收入分配机制与普通地级市存在较大差异。依托人才政策扶持和省内资源调配能力可快速推进农村社会保障覆盖，弱化技术冲击的分配负效应。为验证基准结果的可靠性，剔除直辖市与省会城市样本，重新估计智能化对城乡收入差距的影响。

表 A3 第（1）—（2）列显示，回归系数方向与显著性水平保持稳健，表明智能化扩大城乡差距的结论并非由特殊城市的政策支持和要素禀赋驱动。

考虑到 2013 年国家统计局启动城乡一体化住户调查改革，城乡居民收入统计口径发生变化。为排除统计口径调整可能对估计结果造成的潜在影响，剔除 2013 年及之前的样本重新进行回归。表 A3 第（3）—（4）列结果显示，核心解释变量的估计系数方向与显著性水平均未发生改变，与基准回归保持一致，表明结论不依赖于特定的收入统计口径界定。

现有关于城乡收入差距的研究，也会使用城镇居民可支配收入/农村居民可支配收入作为代理指标。因此，这里将被解释变量替换为城乡居民收入比值以及工资收入比值进行稳健性检验。结果见表 A3 第（5）—（6）列，在替换核心解释变量后，检验结果仍与基准回归保持一致，验证了基准回归的稳健性。

表 A3 剔除样本和替换被解释变量的检验结果

| 变量             | <i>GAP</i>            | <i>G_wage</i>         | <i>GAP</i>            | <i>G_wage</i>         | 可支配收入比                 | 工资收入比                  |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
|                | (1)                   | (2)                   | (3)                   | (4)                   | (5)                    | (6)                    |
| <i>AI</i>      | 3.1254***<br>(0.9851) | 6.6918***<br>(2.4232) | 3.1892***<br>(0.5460) | 5.8655***<br>(1.5638) | 37.2753***<br>(6.1225) | 58.9517**<br>(27.2157) |
| 控制变量           | 是                     | 是                     | 是                     | 是                     | 是                      | 是                      |
| 固定效应           | 是                     | 是                     | 是                     | 是                     | 是                      | 是                      |
| N              | 3000                  | 3000                  | 2250                  | 2250                  | 2250                   | 2250                   |
| R <sup>2</sup> | 0.699                 | 0.602                 | 0.770                 | 0.514                 | 0.704                  | 0.251                  |

3. 增加固定效应方式和排除其他政策干扰

为控制未被观测的时间趋势以及省份层面时变因素对基准回归结论的潜在干扰，引入省份固定效应以及省份与时间的联合固定效应进行稳健性检验。表 A4 第（1）—（2）列报告了估计结果，智能化的回归系数方向与显著性水平均未发生实质性改变，与基准回归保持一致，表明结论不受省份层面时变遗漏变量的干扰。

为验证基准回归结论不受同期其他重大政策的潜在干扰。这里选择样本时间区间内的“城乡融合发展政策”、“人工智能创新应用先导区试点政策”和“人工智能创新发展试验区试点政策”进行稳健性检验。在此基础上，进一步控制了户籍制度改革与土地制度改革两项重大制度变革，前者以 2014 年国务院印发的《关于进一步推进户籍制度改革的意见》为标志，后者以 2019 年修正、2020 年施行的《中华人民共和国土地管理法》为标志，二者从降低劳动力流动壁垒和赋予农村集体土地财产权两个层面影响城乡收入分配。分别构建上述政策与制度的虚拟变量，纳入基准模型进行回归检验。表 A4 第（3）—（6）列结果显示，在模型中加入上述政策冲击后，核心解释变量对城乡收入差距的影响并未发生改变，一定程度上排除了相关政策对结论的干扰，强化了智能化作为城乡差距驱动因素的解释力。

表 A4 增加联合固定效应和排除其他政策干扰的检验

| 变量        | <i>GAP</i>            | <i>G_wage</i>         | <i>GAP</i>            | <i>G_wage</i>         | <i>GAP</i>            | <i>G_wage</i>         |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|           | (1)                   | (2)                   | (3)                   | (4)                   | (5)                   | (6)                   |
| <i>AI</i> | 2.0952***<br>(0.7519) | 5.9876***<br>(1.8371) | 2.2206***<br>(0.5041) | 4.1250***<br>(1.2550) | 2.2206***<br>(0.5041) | 4.1250***<br>(1.2550) |

|                |       |       |                     |                     |                        |                        |
|----------------|-------|-------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| 人工智能应用先导区      |       |       | -0.0025<br>(0.0022) | -0.0020<br>(0.0064) | -0.0025<br>(0.0022)    | -0.0020<br>(0.0064)    |
| 人工智能发展试验区      |       |       | 0.0006<br>(0.0021)  | -0.0013<br>(0.0066) | 0.0006<br>(0.0021)     | -0.0013<br>(0.0066)    |
| 城乡融合发展政策       |       |       | 0.0013<br>(0.0021)  | 0.0031<br>(0.0068)  | 0.0013<br>(0.0021)     | 0.0031<br>(0.0068)     |
| 土地制度改革         |       |       |                     |                     | -0.0076***<br>(0.0009) | -0.0058**<br>(0.0028)  |
| 户籍制度改革         |       |       |                     |                     | -0.0125***<br>(0.0026) | -0.0432***<br>(0.0068) |
| 城市固定效应         | 否     | 否     | 是                   | 是                   | 是                      | 是                      |
| 省份固定效应         | 是     | 是     | 否                   | 否                   | 否                      | 否                      |
| 时间固定效应         | 是     | 是     | 是                   | 是                   | 是                      | 是                      |
| 控制变量           | 是     | 是     | 是                   | 是                   | 是                      | 是                      |
| 省份时间联合效应       | 是     | 是     | 否                   | 否                   | 否                      | 否                      |
| N              | 3348  | 3348  | 3348                | 3348                | 3348                   | 3348                   |
| R <sup>2</sup> | 0.532 | 0.471 | 0.703               | 0.604               | 0.703                  | 0.604                  |

**附录 2 涉及的参考文献：**

1.贾文浩、宋爽爽，2025：《政府引导基金的城乡收入分配效应与作用机制》，《财政研究》第11 期。