

炊事能源转型对农村居民健康的影响

秦江楠 何 可 罗斯炫

摘要：本文从降低空气污染角度，剖析了炊事能源转型对农村居民健康的影响机制。利用 2012—2022 年总共 6 轮的中国家庭追踪调查数据，实证检验了炊事能源转型对农村居民健康的影响。研究发现：炊事能源转型虽然未能显著改善农村居民的自评健康水平，但是显著降低了农村居民患慢性疾病的风险，且这种患病风险降低效应具有明显的“滞后性”，通常在炊事能源转型发生 4 年后才得以显现。异质性分析表明，女性和低收入家庭更有可能从炊事能源转型中获得健康红利，即炊事能源转型在降低此类群体患慢性疾病风险方面的作用更强。成本收益分析显示，清洁炊事能源对于农村家庭具有较高的投资价值，农村家庭因炊事能源转型节约的医疗费用远超过炊事能源转型的燃料成本。本文揭示了炊事能源转型的居民健康改善价值，为农村“能源革命”的深化提供了新的政策启示。

关键词：炊事能源转型 农村居民 健康 渐进双重差分法

中图分类号：F328；F061.3 **文献标识码：**A

一、引言

能源是人类赖以生存的物质基础和经济社会发展的动力来源。作为中国能源消费的重要组成部分，农村生活能源消费量增长迅速，从 2010 年的 9646.96 万吨标准煤增长至 2022 年的 16933.36 万吨标准煤^①。然而，由于农村地区往往难以获得更清洁的能源、更高效的能源终端设备（Sy and Mokaddem, 2022），柴草和煤炭等传统固体燃料仍然是农村居民的主要生活能源（何可等，2023）。2017 年发布的《第三次全国农业普查主要数据公报（第四号）》显示，中国农民做饭取暖使用的能源中，主要使

〔资助项目〕 国家自然科学基金面上项目“减污降碳视角下长江经济带种养结合循环农业的生态经济效率：时空演进与提升策略”（编号：42371306）；国家自然科学基金青年项目“规模养殖户清洁生产行为的福利效应及政策设计研究：基于环境规制与社会规范的视角”（编号：72103055）；湖北省社会科学基金重点项目“碳市场促进湖北降碳、减污、扩绿、增长协同推进的机制与策略研究”（编号：HBSKJJ20240231）。

〔作者信息〕 秦江楠，华中农业大学经济管理学院、华中农业大学农业绿色低碳发展实验室；何可（通讯作者），华中农业大学农业绿色低碳发展实验室、华中农业大学湖北农村发展研究中心，电子邮箱：hekework@gmail.com；罗斯炫，湖南农业大学经济学院。

^①资料来源：《中国能源统计年鉴》，<https://data.cnki.net/yearBook/single?id=N2024050932&pinyinCode=YCXME>。

用柴草的 10177 万户，占 44.2%；主要使用煤的 5506 万户，占 23.9%^①。中国农村家庭以柴草、煤炭等固体燃料作为主要炊事能源，带来了空气质量下降、健康风险上升等多种严重后果（方黎明和刘贺邦，2019）。固体燃料的不完全燃烧会产生悬浮颗粒物、污染气体和有害物质（廖华，2019），进而引发呼吸道和肺部炎症，损害免疫反应并降低血液携氧能力，给农村居民健康带来重大挑战。数据显示，全球每年有 320 万人因家庭空气污染而过早死亡^②。这些污染主要来自炊事使用的固体燃料和煤油的不完全燃烧。2019 年，中国家庭空气污染致死人数高达 67.7 万人^③。

为应对这一挑战，中国政府采取了一系列旨在推进农村能源清洁化进程的措施。2018 年，中共中央、国务院印发《乡村振兴战略规划（2018—2022 年）》，提出优化农村能源供给、引导农村能源消费向高效清洁方向转变。2022 年，国务院印发《“十四五”推进农业农村现代化规划》，指出要推进农村清洁能源体系建设，提升电能比重、发展可再生能源、推动清洁取暖。2023 年，国家能源局、生态环境部、农业农村部三部门分别于 2023 年 12 月和 2024 年 12 月公布了农村能源革命试点县名单（第一批）和农村能源革命试点名单（第二批），以促进农村能源转型、助力乡村振兴。2025 年，中共中央、国务院印发《乡村全面振兴规划（2024—2027 年）》，提出“优化能源供给，巩固提升农村电网，发展清洁能源”^④。因此，推动农村能源转型，不仅是改善农村空气质量、提升农村居民健康水平的关键路径，也是推进乡村振兴战略和健康中国战略的重要抓手。在各类农村生活能源中，炊事用能因其使用频率高、污染排放集中，成为能源清洁转型的关键突破口。探究炊事能源转型对农村居民健康的影响，评估炊事能源转型的健康效应，具有重要的理论与现实意义。

国内外学者对能源使用与居民健康的关系问题已经进行了大量研究，相关文献大致可分为以下两支：第一支文献讨论了能源生产与消费对居民健康状态的影响。诸多研究表明，传统固体燃料的生产与使用对居民健康构成了严重威胁。固体燃料使用与呼吸系统疾病（Yin et al., 2020）、心血管疾病等（Yu et al., 2018）密切相关，并可能造成巨额医疗成本。对于清洁能源，虽然有研究发现使用清洁能源的居民对于健康状况的自我评估更积极（Hou et al., 2022），但也有研究显示使用清洁能源与居民自评健康状况无显著关联（Zhu et al., 2023）。第二支文献聚焦于能源转型对健康的改善作用。大量研究验证了清洁能源替代传统固体燃料对健康的显著益处。使用天然气、电力等清洁能源替代固体燃料，不仅显著降低了 5 岁以下儿童、成年人和老年人等多个年龄段的人口死亡率（Lai et al., 2025），还降低了农村居民健康自评不健康的概率（方黎明和陆楠，2019）。不同类型的能源转型对居民健康的影响有所差异，从固体燃料向天然气过渡可能比向电力过渡带给居民更多健康益处（Zhang et al., 2022）。

综观现有文献，学者们对能源使用与居民健康的关系问题已经做了比较丰富的研究，但仍存在一些可拓展的空间。第一，现有研究主要关注炊事能源转型对居民自评健康或死亡率等单一维度的影响。

^①资料来源：《第三次全国农业普查主要数据公报（第四号）》，https://www.gov.cn/xinwen/2017-12/16/content_5247677.htm。

^②资料来源：Household air pollution, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>。

^③资料来源：Household air pollution data, <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution/household-air-pollution>。

^④资料来源：《乡村全面振兴规划（2024—2027 年）》，https://www.gov.cn/zhengce/202501/content_7000493.htm。

本文从主观健康（自评健康）和客观健康（患慢性疾病）两个维度，扩展对炊事能源转型健康效益的测度。第二，既有研究尚未充分揭示炊事能源转型对健康影响的时间动态特征。本文通过揭示炊事能源转型对农村居民健康影响的滞后效应，不仅为农村能源转型的健康影响提供了新的实证证据，也为制定长期性的农村能源干预政策提供了重要参考。第三，现有研究大多采用短期观测数据探究炊事能源转型的居民健康效应，难以捕捉其长期健康效应。本文使用 2012—2022 年的六期面板数据构建长达 11 年的观察窗口，以更好地探究炊事能源转型的长期动态影响。同时，本文综合运用渐进双重差分、PSM-DID 和 Bacon 分解等方法，以期更准确地估计炊事能源转型带来的居民健康效应。

二、理论分析

（一）家庭能源转型的概念与内涵

家庭能源转型是指家庭用能从高污染的传统燃料（如薪柴、秸秆、煤炭）向清洁的现代能源（如液化石油气、电力）转变的过程（Leach, 1992），这一过程不仅涉及燃料与技术的更替，也体现了家庭行为模式、社会制度和基础设施的深层变迁（Gazull et al., 2019）。“能源阶梯理论”将能源转型视为家庭随社会经济地位提升而不断攀登“能源阶梯”的过程，这一过程包括三个阶段的转换：从薪柴、秸秆等初级燃料，过渡到煤油、煤炭等中间燃料，最终转向液化石油气、天然气或电力等清洁能源（Hosier and Dowd, 1987）。然而，随着研究的不断深入，越来越多的证据表明，家庭能源使用并非简单的线性替代，而是呈现“能源堆叠”的特征（Masera et al., 2000）。出于安全性、供应稳定性等考虑，家庭不会完全放弃传统固体燃料，而是将传统固体燃料与现代清洁能源结合使用（见图 1）。这种非线性、多阶段的路径揭示了家庭能源转型的复杂性与动态性。

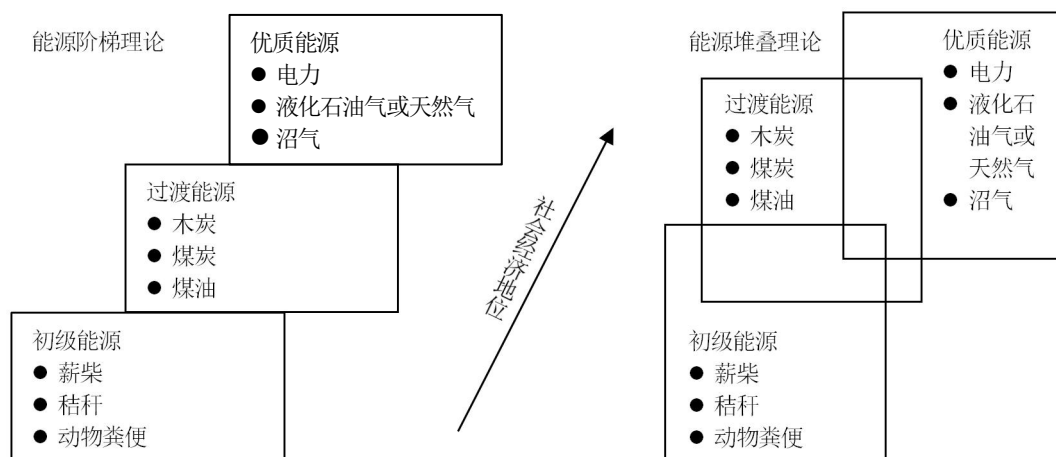


图1 能源阶梯理论和能源堆叠理论比较

资料来源：笔者在 Kroon et al. (2013) 的基础上整理形成。

炊事能源转型是家庭能源转型的重要方面。从家庭炊事能源转型的定义来看，Ma et al. (2022) 的研究将炊事能源划分为非清洁能源（仅使用非清洁能源）、混合能源（同时使用非清洁能源和清洁能源）、清洁能源（仅使用清洁能源）三类，并以此来刻画家庭的能源使用行为。进而，他们将家庭的

炊事能源转型划分为两类：完全的能源转型（从非清洁能源或混合能源转变为清洁能源）和不完全的能源转型（从非清洁能源转向混合能源）。Kar et al. (2024) 认为，向清洁炊事能源的过渡本质上是动态的，应该被视为一个多阶段的转型过程。该过程分为四个阶段：第一阶段为“完全使用固体燃料”；第二阶段为“开始采用清洁能源，但传统固体燃料仍是主要使用的能源”；第三阶段为“以清洁能源作为主要炊事能源，但仍使用固体燃料”；第四阶段为“完全使用清洁能源”。这四个阶段分别简称为“不使用清洁能源”“非主要使用清洁能源”“主要使用清洁能源”“完全使用清洁能源”。由于数据限制和避免燃料组合过多造成的复杂性，本文主要关注农村家庭最主要使用的炊事能源。参考 Kar et al. (2024) 的研究，本文将炊事能源转型定义为从“非主要使用清洁能源”到“主要使用清洁能源”的过程，具体是指农村家庭最主要使用的炊事能源从柴草、煤炭等非清洁能源转变为罐装煤气、液化气、天然气、管道煤气、太阳能、沼气和电力等清洁能源。

（二）炊事能源转型对农村居民健康的影响

从健康需求理论出发，炊事能源转型本质上可视为一种健康投资行为，会通过优化家庭能源消费结构来延缓健康资本的折旧速度。Grossman (1972) 的健康生产函数表明，健康资本的折旧率与生活环境密切相关，且环境因素，尤其是空气污染，对健康资本折旧的影响尤为显著（王玉泽和罗能生，2020）。传统固体燃料使用会释放大量空气污染物，恶化室内空气质量，显著提高居民呼吸道疾病、心血管疾病等的发生风险，加速健康资本折旧。世界卫生组织数据显示，全球每年有 320 万人因家庭空气污染而过早死亡，且随着固体燃料使用时间的增加，死亡风险也呈上升趋势（Yu et al., 2018）。与此相较，清洁能源具有更高的燃烧效率，如天然气与氧气的混合更均匀，能够实现更充分的燃烧，减少一氧化碳、PM_{2.5} 等污染物的排放（宋佳雨等，2024）。因此，炊事能源转型通过显著改善家庭的空气质量，降低农村居民对空气污染物的暴露浓度，进而降低农村居民患各类疾病的概率。患病风险的降低直接延缓了健康资本的折旧过程，使得农村居民能够维持更长时间的健康状态。因此，炊事能源转型不仅是农村家庭的一种健康投资，也是其积累和维持更高的健康资本的重要途径。基于此，本文提出研究假说 H1。

H1：炊事能源转型对农村居民的健康状况有积极影响。

室内空气污染浓度的降低是炊事能源转型提高农村居民健康水平的重要途径。传统固体燃料在开放式炉灶中不完全燃烧时，会释放出多种有毒有害物质，包括一氧化碳、二氧化硫等气体，PM_{2.5}、PM₁₀ 等可吸入颗粒物，以及氟、砷等有毒元素（廖华，2019）。这些物质会逸散到室内环境中，通过呼吸暴露和污染物沉积等途径，对农村居民健康产生多种损害。厨房作为主要受污染场所，其空气污染浓度往往处于室内最高水平。然而，由于空气的流动性特征，燃烧产生的污染物会通过空气对流和扩散作用，逐步向客厅、卧室乃至浴室等其他室内区域扩散（Men et al., 2021）。空气污染物的空间扩散特性使得全体家庭成员都不可避免地暴露于健康风险之中。大量流行病学研究表明，室内空气污染与多种呼吸道疾病（Yin et al., 2020）、心血管疾病（Yu et al., 2018）、眼部疾病（Mo et al., 2019）等密切相关。向清洁的炊事能源转型后，炊事能源在技术上实现了更高的燃烧效率和更低的污染排放，进而产生显著的健康改善效应。系统建模和实证研究均显示，清洁能源的使用有效降低了 PM_{2.5}、黑碳

等不完全燃烧产物的排放量（Tao et al., 2018; Ma et al., 2022），也显著减少了二氧化碳等温室气体的排放（He et al., 2022），并显著降低了与空气污染相关的多种呼吸系统疾病、心血管疾病、眼部疾病等的患病风险（Puzzolo et al., 2024）。基于此，本文提出研究假说 H2。

H2：炊事能源转型通过降低室内空气中污染物浓度对农村居民的健康状况产生积极影响。

炊事能源转型对农村居民健康的影响存在群体差异。从性别角度来看，烹饪活动在传统文化中通常被视为女性的“职责”（刘欢，2024），这使得女性群体更容易长时间处于室内空气污染环境中，呈现出暴露时长与暴露浓度“双高”的特征。一方面，女性家庭成员因长期从事烹饪家务活动，日均暴露时长显著高于其他家庭成员（Jayasinghe et al., 2025）；另一方面，烹饪活动集中在厨房这一污染核心区，烹饪者暴露时的污染物浓度是卧室的近 3 倍（Huang et al., 2017）。长时间、高浓度的暴露使得女性群体面临更高的健康风险，容易患上与室内空气污染相关的呼吸系统疾病、心血管疾病等。因此，炊事能源转型对女性群体健康改善的边际效应可能更为显著。从收入角度来看，一方面，受预算约束影响，低收入家庭往往难以负担清洁能源设备购置和清洁燃料使用等投入，更长时间依赖于低成本、高污染的传统固体燃料，加之住房条件所限，室内通风条件更差，其健康资本折旧较高，患病风险较大（方黎明和陆楠，2019）。另一方面，低收入家庭对于医疗资源的可及性相对差，包括购买药物的经济能力较弱、获得健康教育和咨询的机会较少等，因而更难减轻室内空气污染物对身体健康的不良影响。因此，收入较低的家庭在炊事能源转型过程中可能获得更为显著的健康收益。基于此，本文提出研究假说 H3a 和 H3b。

H3a：炊事能源转型对农村居民健康的影响存在性别异质性，女性群体从炊事能源转型中获得更高的健康收益。

H3b：炊事能源转型对农村居民健康的影响存在收入异质性，低收入家庭从炊事能源转型中获得更高的健康收益。

三、研究设计

（一）数据说明

本文的数据来源于中国家庭追踪调查（China Family Panel Studies, CFPS）。CFPS 是一项全国性、综合性的社会追踪调查项目，由北京大学中国社会科学调查中心从 2010 年开始实施，每两年进行一期跟踪调查。该项目采集的数据涉及个体、家庭、社区三个层级，涵盖了经济活动、教育成果、家庭关系与家庭动态、人口迁移、健康等在内的诸多研究主题，可以反映中国社会、经济、人口、教育和健康的变迁，为本文提供了较好的数据基础。本文采用 CFPS 数据库中 2012 年、2014 年、2016 年、2018 年、2020 年和 2022 年共 6 期相关数据。为了分析炊事能源转型对农村居民健康的影响，本文对样本进行了清洗与合并。首先，本文的研究对象为农村家庭及其成员，因此，本文剔除了城镇样本。其次，本文筛选出同时参与 5 期以上调研的农村居民样本，并删除了变量信息缺失、不适用以及存在异常值的样本。最后，本文删除了存在政策退出的样本，即使用清洁能源后又转变为使用非清洁能源的样本。经上述处理，本文构建了一个 6 期的非平衡面板数据集，涵盖了 8693 个农村居民的观测值。

表 1 报告了 2014—2022 年农村家庭炊事能源转型的基本情况^①。总体上，随着农村能源革命的不断推进，新增的炊事能源转型农村家庭占当年全部家庭的比重在观测期内呈上升趋势，从 2014 年的 9.83%增加至 2022 年的 16.57%。分年份来看，炊事能源转型的速度并不均匀，呈现前期平缓、后期加速的特征。

表 1	2014—2022 年新增炊事能源转型家庭占比变化					
	2014 年	2016 年	2018 年	2020 年	2022 年	总计
占比 (%)	9.83	10.03	9.23	12.10	16.57	48.66
频数 (户)	103	110	101	125	144	583

(二) 变量定义

1.被解释变量。本文的被解释变量为农村居民的健康状况。本文分别使用农村居民的“自评健康”和“无慢性疾病”作为农村居民健康状况的代理变量。参考谢申祥等（2018）的研究，对于自评健康变量，本文将回答为“非常健康”“很健康”“比较健康”“一般”的赋值为 1，将回答为“不健康”的赋值为 0。对于无慢性疾病变量，本文将“半年内无慢性疾病？”回答为“是”的赋值为 1，将回答为“否”的赋值为 0^②。

2.核心解释变量。本文的核心解释变量为农村家庭的炊事能源转型（以下简称“炊事能源转型”）。参考 Kar et al.（2024）的研究，本文将炊事能源转型定义为农户最主要使用的炊事能源从柴草、煤炭等非清洁能源转变为罐装煤气、液化气、天然气、管道煤气、太阳能、沼气和电力等清洁能源的过程。如果完成上述过程，则将“炊事能源转型”变量赋值为 1；否则，赋值为 0。具体地，如果第 t 年农村家庭 i 使用的最主要的炊事能源为柴草或煤炭，第 $t+2$ 年其使用的最主要的炊事能源为上述清洁能源之一，则将家庭 i 在 t 年“炊事能源转型”变量赋值为 0， $t+2$ 年及以后年份“炊事能源转型”变量赋值为 1。如果第 t 年农村家庭 i 使用的最主要的炊事能源为柴草或煤炭，第 $t+2$ 年家庭 i 使用的最主要的炊事能源仍为柴草或煤炭，则将家庭 i 在 t 年及 $t+2$ 年“炊事能源转型”变量均赋值为 0。

3.控制变量。参考现有关于居民健康的相关研究（王玉泽和罗能生，2020），本文的控制变量选取了个人特征和家庭特征两个层面的变量。其中，个人特征变量包括受访者婚姻状况、受教育年限、社会地位、是否享有医疗保险、过去一月是否吸烟、过去一月每周喝酒是否超过三次；家庭特征变量包括家庭人均纯收入、人口规模、做饭用水类型、保健费用支出。

变量的具体定义与描述性统计结果见表 2。

表 2	变量定义与描述性统计结果		
变量名称	变量定义	均值	标准差
自评健康	您认为自己的健康状况如何？非常健康、很健康、比较健康、一般=1，不健康=0	0.786	0.410
无慢性疾病	半年内无慢性疾病？是=1，否=0	0.812	0.391

^①未包含 2012 年已经完成炊事能源转型的样本。

^②慢性疾病相关信息详见中国家庭追踪调查网站，<https://www.issf.pku.edu.cn/cfps/wdzc/sjwd/1355473.htm>。

表 2 (续)

炊事能源转型	是否从非清洁能源转变为清洁能源：是=1，否=0	0.220	0.414
婚姻状况			
未婚	受访者未婚=1，其他=0	0.029	0.168
在婚	受访者在婚=1，其他=0	0.922	0.269
同居	受访者同居=1，其他=0	0.002	0.048
离婚	受访者离婚=1，其他=0	0.011	0.102
丧偶	受访者丧偶=1，其他=0	0.036	0.187
受教育年限	受访者受教育年限（年）	5.999	4.157
社会地位	受访者对自己在本地的社会地位打分：从 1 到 5 表示从很低到很高	3.101	1.084
是否享有医疗保险	受访者是否享有医疗保险：是=1，否=0	0.955	0.208
过去一月是否吸烟	受访者过去一月是否吸烟：是=1，否=0	0.352	0.478
过去一月每周喝酒是否超过三次	受访者过去一月每周喝酒超过 3 次吗？是=1，否=0	0.162	0.368
家庭人均纯收入	家庭人均纯收入（元/年）	12088.99	12055.24
家庭人口规模	家庭人口数量（人）	4.336	1.952
家庭做饭用水类型	自来水、桶装水、纯净水或过滤水=1，其他=0	0.532	0.499
家庭保健费用支出	家庭保健费用支出（元/年）	56.34	301.58

注：在后文的回归分析中，本文对家庭人均纯收入和家庭保健费用支出进行对数化处理。

(三) 模型设定

1. 基准回归模型。本文旨在研究农村家庭炊事能源转型对其健康水平的影响。不同家庭炊事能源转型的时间存在差异，因此，本文采用渐近双重差分模型进行分析。具体地，本文将在观测期间发生炊事能源转型的家庭作为实验组，将未发生炊事能源转型的家庭作为对照组，比较两组家庭在炊事能源转型前后的健康水平变化，识别炊事能源转型对农村居民健康水平的影响。具体模型的设定如下：

$$Health_{hit} = \alpha + \beta Transfer_{ht} + \gamma Control_{hit} + \lambda_i + \mu_t + \varepsilon_{hit} \quad (1)$$

(1) 式中： $Health_{hit}$ 表示农村家庭 h 的成员 i 在 t 年的健康状况。 $Transfer_{ht}$ 表示农村家庭 h 在 t 年是否向清洁能源转型，其具体定义为 $Transfer_{ht} = Treat_h \times Post_t$ 。其中， $Treat_h$ 为农村家庭 h 是否完成炊事能源转型，若完成，则 $Treat_h = 1$ ；反之， $Treat_h = 0$ 。 $Post_t$ 为时间虚拟变量，若时间是在完成炊事能源转型之前， $Post_t = 0$ ；在完成炊事能源转型当年及之后， $Post_t = 1$ 。 $Control_{hit}$ 是个体特征和家庭特征等一系列控制变量。 λ_i 是个体固定效应，用来控制个体不随时间变化的影响因素。 μ_t 是时间固定效应，用以控制随时间变化但不随个体变化的影响因素。 ε_{hit} 是随机扰动项。 α 是截距项。 β 是本文关注的核心参数，表示炊事能源转型对农村居民健康水平影响的净效应。 γ 是控制变量的估计系数。本文的标准误全部聚类到家庭层面。

2. 样本自选择问题的处理。炊事能源转型可以视为农户的一种健康投资行为，这一行为通常受到家庭状况、社会地位等因素的影响。因此，农户是否向清洁能源转型可以认为是一种样本自选择行为。

样本自选择可能导致选择偏误，从而使得回归结果无法正确反映炊事能源转型对健康的真实影响。为了解缓解选择偏误对实证结果的影响，本文采用PSM-DID方法进行稳健性检验。其基本思想是：寻找那些与清洁能源转型家庭具有相似特征但未向清洁能源转型的家庭作为“反事实”对照组，通过匹配的方法控制炊事能源转型组和未转型组在“可观测特征”上的差别，以尽可能满足“条件独立假设”。Logit模型和渐进双重差分模型分别设定如下：

$$Pr(Treat_{ht} = 1 | Z_{ht}) = F(\gamma_0 + \gamma_1 z_{1t} + \cdots + \gamma_k z_{kt}) \quad (2)$$

$$Health_{hit} = \alpha + \beta Transfer_{ht} + \gamma Control_{hit} + \chi_i + \delta_t + \omega_{hit} \quad (3)$$

(2)式和(3)式中： Z_{ht} 为匹配的协变量， z_{it} 为各个协变量， γ_i 为各协变量的系数。为了保证匹配质量，本文尽可能地将影响处理变量 $Treat_{ht}$ 和结果变量 $Health_{hit}$ 的相关变量纳入Logit模型。 χ_i 是个体固定效应， δ_t 是时间固定效应， ω_{hit} 是随机扰动项。其他符号的含义与(1)式一致。

四、实证分析

(一) 基准回归分析

炊事能源转型对农村居民健康影响的基准回归结果如表3所示。结果显示，无论是否加入个体和家庭层面的控制变量，炊事能源转型均显著降低了农村居民患慢性病的风险，而对农村居民的自评健康无显著影响。值得注意的是，虽然农村居民主观上未感受到自身整体健康状况的改善，但炊事能源转型客观上降低了他们患慢性疾病的风险。这种主客观健康结果之间的差异，可能源于农村居民的感知阈值与知识限制。实际上，炊事能源转型通过减少室内空气污染，改善了农村居民的生活环境质量，从而降低了慢性疾病的发生风险。然而，这种健康收益的显现是一个渐进的过程，而非是“立竿见影”式的。由于健康改善是逐步积累的，一定时期内健康水平的提升可能未达到农村居民的感知阈值——即他们未能明显感受到健康的直接变化(Yokoo et al., 2023)。此外，农村居民的受教育程度相对低，其对传统炊事能源的健康危害认知不足，未能充分认识到炊事能源转型所带来的健康收益(Afridi et al., 2021)，这导致客观上的健康改善未能转化为主观上居民自评健康水平的提高。至此，假说H1得到部分验证。

表3 炊事能源转型对农村居民健康影响的基准回归结果

变量	无慢性疾病				自评健康			
	(1)		(2)		(3)		(4)	
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
炊事能源转型	0.038**	0.016	0.038**	0.016	-0.015	0.015	-0.013	0.015
婚姻状况：在婚			0.005	0.038			-0.002	0.039
婚姻状况：同居			0.015	0.073			-0.112	0.087
婚姻状况：离婚			0.138*	0.080			-0.067	0.051
婚姻状况：丧偶			0.037	0.057			-0.034	0.066

表 3（续）

受教育年限		0.007	0.006		0.011*	0.006
社会地位		0.002	0.005		0.015***	0.005
是否享有医疗保险		-0.007	0.021		0.025	0.020
过去一月是否吸烟		0.079***	0.022		0.061***	0.019
过去一月每周喝酒是否超过三次		0.020	0.018		0.015	0.015
家庭人均纯收入		-0.001	0.006		0.007	0.006
家庭人口规模		-0.001	0.005		-0.002	0.005
家庭做饭用水类型		0.003	0.012		-0.008	0.012
家庭保健费用支出		-0.005	0.003		0.003	0.003
时间固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	
个体固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	
观测值	8693	8693	8693	8693	8693	
R ²	0.397	0.400	0.538	0.541		

注：①***、**和*分别代表在 1%、5%和 10%的水平上显著，标准误为家庭层面的聚类稳健标准误，下同；②后文的实证检验中均加入了个体和家庭层面的控制变量、时间固定效应和个体固定效应，以下各表中不再体现该信息。

（二）机制分析

由于使用天然气、太阳能、沼气等清洁能源产生的污染物相较于传统能源更少，炊事能源转型能够通过降低室内空气污染直接正向作用于农村居民健康。然而，由于缺乏农村家庭室内空气质量的监测数据（如 PM_{2.5}、一氧化碳等）^①，本文无法通过实证验证此机制。因此，参考 Lai et al.（2025）的研究，本文从记录不同年份、不同地区中国农村家庭室内空气质量的研究中梳理了支持性证据。具体地，本文以室内空气污染（indoor air pollution）、燃料（fuel）、中国（China）和农村地区（rural areas）等为关键词，以 2008—2024 年为时间范围，在中国知网和 Web of Science 数据库中开展文献检索。入选文献需以中国农村家庭炊事能源为研究对象，并提供室内 PM_{2.5} 质量浓度的具体监测数据。最终，13 篇关于中国农村家庭室内空气污染的现有研究被纳入分析。基于上述研究结果，本文将中国农村家庭室内空气质量与固体燃料使用联系起来，相关结果见附录 1^②。可以发现，固体燃料使用与农村家庭室内 PM_{2.5} 质量浓度密切相关。相较于低效率、高污染的固体燃料，清洁能源的燃烧过程更高效，能量转化更充分，有效减少了污染物的排放。例如，Hu et al.（2019）发现，夏季农村地区使用生物质燃料的厨房 PM_{2.5} 暴露水平平均为 204 微克/立方米，远高于液化石油气（78 微克/立方米）。炊事能源转型后，室内空气污染浓度的降低直接正向作用于农村居民健康。至此，假说 H2 得到验证。

^①这类数据获取难度大，数据局限性在同类研究中普遍存在。

^②基于笔者对 Huang et al.（2017）、Huang et al.（2022）等 13 篇文章相关结论的整理，作图结果及文章列表见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录 1。

(三) 稳健性检验

1. 识别可靠性检验。第一，事前趋势检验。使用渐进双重差分法识别炊事能源转型对农村居民健康影响的一个重要前提是满足平行趋势假设。平行趋势假设本质上是一种反事实假设，即假定处理组若未受到处理，其趋势应与对照组保持一致。然而，由于无法同时观测到处理组的“处理”和“未处理”两种状态，平行趋势假设无法被直接检验，本文通过事前趋势的相似性提供间接支持。本文参考宋文豪等（2023）的研究，利用事件分析法考察炊事能源转型前处理组和对照组的变化趋势是否一致。将回归方程设定如下：

$$Health_{hit} = \alpha + \sum_{n=-10}^{+6} \beta_n Transfer_n + \gamma Control_{hit} + \lambda_t + \mu_i + \varepsilon_{hit} \quad (4)$$

(4) 式中： β_n 是本文关注的估计系数，捕捉了实验组和对照组在时间趋势上的差异。 n 表示炊事能源转型的时间窗口。其中， $n=-10$ 表示转型前第 10 年， $n=0$ 表示转型当年， $n=+6$ 表示炊事能源转型后第 6 年及其之后年份的时间窗口^①。 $n=-2$ 被设定为基准年份。其他符号的含义与 (1) 式一致。本文检验了炊事能源转型前 10 年到后 6 年 β_n 的动态变化。

图 2 展示了估计系数 β_n 的动态时间趋势。图 2 (a) 是被解释变量为自评健康的事前趋势检验结果。可以发现，在进行炊事能源转型之前，估计系数 β_n 不显著，未拒绝事前趋势平行的假设。在发生炊事能源转型之后，炊事能源转型仍未对自评健康产生显著影响。图 2 (b) 是被解释变量为无慢性疾病的事前趋势检验结果。可以发现，炊事能源转型发生前的估计系数 β_n 均不显著，这表明，在进行炊事能源转型之前，处理组和对照组在健康上无显著差异，未拒绝事前趋势平行的假设。进一步，从动态效应来看，在炊事能源转型后，估计系数为正并逐年上升。在转型当年，估计系数 β_n 虽为正，但并不显著，即炊事能源转型尚未对农村居民产生显著的健康改善效应；在发生炊事能源转型 4 年后，估计系数 β_n 显著为正并持续提高。这表明，炊事能源转型能够促进农村居民健康水平提升，但这种健康提升效应具有一定的滞后性。

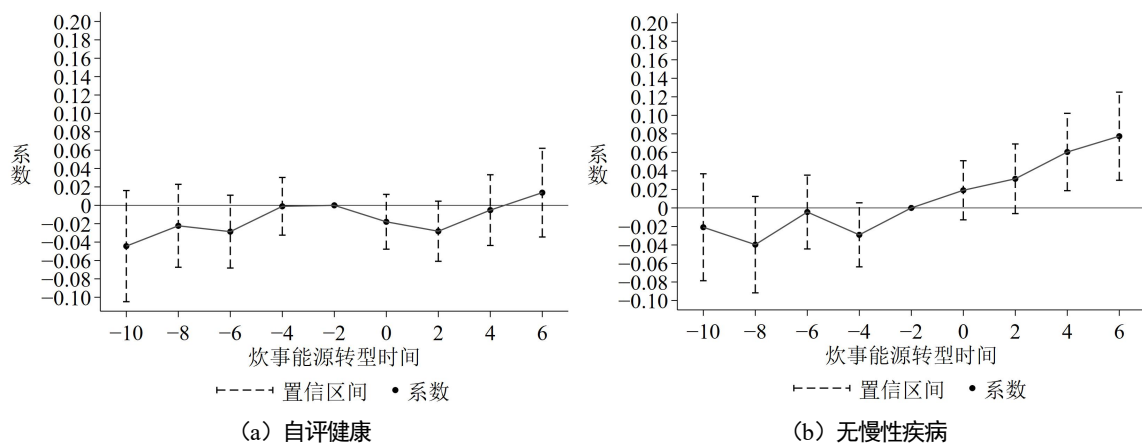


图 2 回归系数的动态趋势

^① 由于 $n=8$ 的样本量较少，故本文参考宋文豪等（2023）的做法，将 $n=6$ 和 $n=8$ 合并为 $n=6+$ 。

第二，安慰剂检验。虽然本文已经选取了个人特征和家庭特征两个层面的变量进行控制，但估计结果还可能受到一些无法观测的随机性因素影响，即被解释变量的变化可能是由遗漏变量、其他政策或随机因素等引起（张鹏龙等，2023）。因此，本文采用安慰剂检验来考察农村居民健康的变化是否由其他随机性因素引起。安慰剂检验的核心思想是虚构处理组或者处理时间进行回归估计，若结果仍然显著，表明基准估计结果出现了偏差，未能准确评估干预效果。参考 Cao and Chen（2022）的研究，本文通过同时随机化处理组和处理时间的方法进行安慰剂检验。为了减少偶然误差的影响，本文将上述过程重复了 500 次，估计系数分布如图 3 所示。图 3 为被解释变量为无慢性疾病的安慰剂效应的核密度图，随机化后的估计系数集中分布于 0 附近，绝大多数 p 值大于 0.1，并且基准处理效应估计值（图中垂直虚线）位于安慰剂效应分布的最右侧，故为异常值。这说明，基准模型的估计结果并不是由遗漏变量、其他政策或随机因素引起的，炊事能源转型确实影响了农村居民的身体健

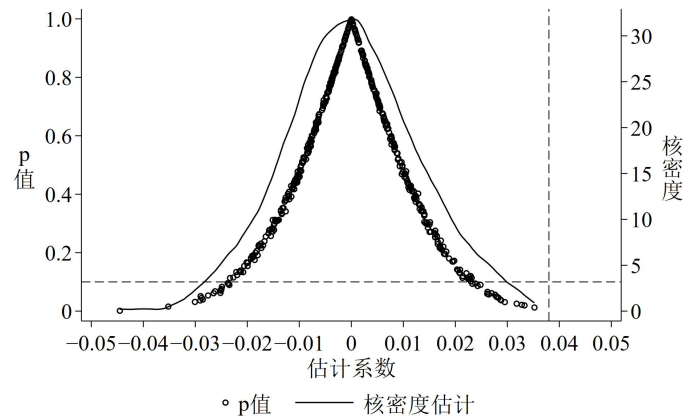


图3 安慰剂检验结果（无慢性疾病）

第三，Goodman-Bacon 分解。即使满足事前趋势假设、通过了安慰剂检验，研究中还可能

存在处理效应异质性的问题，从而造成传统双向固定效应模型的估计偏误（Goodman-Bacon，2021）。不同农村家庭炊事能源转型的时间存在差异，较早转型的样本会成为较晚转型的对照组，如果这类组别的权重过大，很可能带来较大的估计偏误。本文参考 Goodman-Bacon（2021）提出的分解方法，考察双向固定效应下渐进双重差分估计的偏误程度。结果显示，不合适的处理效应，即“后处理组 vs.先处理组”的占比较小^①。因此，可以认为，本文的基准回归结果没有受到处理效应异质性的严重影响，也进一步证明了本文估计结果的稳健性。

2.排除竞争性假说。第一，排除城乡医保统筹的影响。医疗保险制度是影响居民医疗服务获取及利用的关键因素，对居民健康水平具有重要影响。城乡分割的医疗保险制度使得农村居民的医保待遇水平低，医疗资源可及性差，不利于社会公平与正义（李勇辉等，2022）。为了切实改善农村居民“看病难、看病贵”问题，促进城乡居民医疗服务均等化，多个省（区、市）积极整合城镇居民医疗保险和新型农村合作医疗保险，建立了统一的城乡一体化居民医疗保险，对居民健康产生了深刻影响。参

^①受篇幅所限，Goodman-Bacon 分解法检验结果不在正文中呈现，结果见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录 2。

考范红丽等（2021）的研究，文章仅保留了参加新农合或者城乡统筹医保的样本，控制了个体是否参加城乡统筹医保变量，回归结果如表 4（1）列所示。结果显示，炊事能源转型对农村居民无慢性疾病的正向影响依然显著，对自评健康仍无显著影响。

第二，排除健康扶贫政策的影响。医疗和社会保障兜底是精准扶贫政策的重要方面，针对健康的扶贫政策对农村居民健康产生了深刻影响。精准扶贫政策通过实施大病救助一批、慢病服务一批、重病兜底一批等政策，降低了贫困户在新型农村合作医疗上的缴纳费用，提高了贫困户住院和慢性病门诊的医疗费用报销比例，对其健康产生了重要影响（尹志超和郭沛瑶，2021）。本文参考吕国营和张需（2023）的研究，使用是否为建档立卡贫困户来表征农户是否受到健康扶贫政策影响，在模型中控制该变量的回归结果如表 4（2）列所示。结果显示，炊事能源转型对农村居民无慢性疾病的正向影响依然存在，对自评健康仍无显著影响。

第三，排除环境政策的干扰。环境政策在控制环境污染、改善居民健康方面起着重要作用。作为中国大气污染治理历程中最具代表性和针对性的政策之一，《大气污染防治行动计划》（以下简称“大气十条”）对可吸入颗粒物制定了具体的减排要求，显著降低了易受空气污染影响的疾病（如呼吸系统疾病）的发病率和死亡占比（范丹等，2021）。在“大气十条”政策中，京津冀、长三角和珠三角区域是大气污染防治的重点防治地区。因此，参考范丹等（2021）的研究，以政策颁布年份 2013 年为时间节点，将位于重点防治地区的省份作为处理组，基于此构造出受到“大气十条”政策影响的哑变量。控制该因素的回归结果如表 4（3）列所示，可以发现，炊事能源转型对农村居民无慢性疾病的正向影响依然稳健，对自评健康仍无显著影响。

表 4 排除竞争性假说的回归结果						
变量	(1) 控制医疗制度因素		(2) 控制健康扶贫政策实施		(3) 控制环境政策影响	
	无慢性疾病	自评健康	无慢性疾病	自评健康	无慢性疾病	自评健康
炊事能源转型	0.042** (0.017)	-0.009 (0.016)	0.034** (0.017)	-0.003 (0.016)	0.034** (0.016)	-0.014 (0.015)
观测值	8076	8076	7677	7677	8693	8693
R ²	0.409	0.544	0.400	0.543	0.400	0.541

注：括号内为家庭层面的聚类稳健标准误。

3. 更换健康的测度指标。一方面，本文将个体层面的健康变量替换为家庭层面的健康变量，将被解释变量替换为“家中无慢性疾病人数占比”与“家中自评健康为健康（非常健康、很健康、比较健康和一般）的人数占比”，回归结果如表 5 的（1）列和（2）列所示。可以发现，炊事能源转型对家中无慢性疾病人数占比产生了正向影响，但对家中自评健康为健康的人数占比无显著影响。另一方面，本文通过改变自评健康变量的赋值方式构造了“自评健康I”和“自评健康II”两个变量进行稳健性检验。参考王富百慧等（2024）的研究，自评健康I的赋值方式为“非常健康、很健康、比较健康=1，一般、不健康=0”。参考 Hou et al.（2022）和 Zhang et al.（2022）的研究，自评健康II的赋值方式为“非

常健康、很健康、比较健康=3，一般=2，不健康=1”。具体回归结果见表6的（3）列和（4）列。可以发现，炊事能源转型对自评健康I和自评健康II均无显著影响。以上结果均证明了本文估计结果的稳健性。

表5 炊事能源转型与农村居民健康：更换健康测度指标				
变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	家中无慢性疾病人数占比	家中自评健康为健康的人数占比	自评健康I	自评健康II
炊事能源转型	0.038** (0.016)	-0.013 (0.015)	-0.025 (0.018)	-0.039 (0.030)
观测值	8693	8693	8693	8693
R ²	0.405	0.540	0.502	0.553

注：括号内为家庭层面的聚类稳健标准误。

4.样本自选择问题的处理。为了缓解样本自选择问题对实证结果的影响，本文采用PSM-DID方法进行稳健性检验。首先，本文使用1对1的卡尺最近邻匹配（卡尺选择为0.05）方法对样本进行逐年匹配。其次，本文刻画了匹配前后倾向得分值的核密度图。结果显示，匹配后两条核密度曲线更加接近，均值线（竖线）距离缩短，在一定程度上说明了匹配的有效性^①。再次，本文进行了PSM的平衡性检验。参考谢申祥等（2021）的方法，本文比较了匹配前后不同年份的Logit回归结果，发现匹配后各协变量的系数值减小、显著性水平下降、模型总体伪R²明显减小，说明匹配后处理组和对照组在不同年份的协变量不存在系统性偏差。最后，本文使用满足共同支撑假设的样本进行渐进双重差分估计。结果如表6所示，炊事能源转型显著降低了农村居民患慢性疾病的风险，对农村居民自评健康无显著影响。上述结果与基准回归结果一致，也进一步验证了本文研究结果的稳健性。

表6 PSM-DID方法的回归结果				
变量	无慢性疾病		自评健康	
	系数	标准误	系数	标准误
炊事能源转型	0.037**	0.016	-0.015	0.015
观测值	8656		8656	
R ²	0.401		0.542	

5.其他稳健性检验。此外，本文还展开了多项稳健性检验，包括限制样本范围、考虑抽样误差和标准误聚类偏差、添加控制变量和改变双重差分估计方法等。回归结果均表明，炊事能源转型显著降低了农村居民患慢性疾病的风险，但对自评健康无显著影响，均验证了本文估计结果的稳健性^②。

（四）异质性分析

1.性别异质性。为了考察炊事能源转型对不同性别农村居民健康影响的差异，本文将所有样本划分为男性和女性两组进行分组回归，比较炊事能源转型估计系数的差异，结果如表7中（1）～（4）

^①受篇幅所限，匹配前后倾向得分值的核密度图见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录3。

^②受篇幅所限，相关稳健性检验结果见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录4～附录7。

列所示。从无慢性疾病变量来看，炊事能源转型对农村女性居民的健康产生了显著的促进效应，但对农村男性居民的健康无显著影响。这意味着农村女性群体在炊事能源转型中获益更多，其原因可能在于：一方面，使用柴草或煤炭等传统固体燃料进行烹饪活动需要花费大量时间采集和处理燃料，并需频繁照料炉火，而采用燃气等清洁能源可直接通过管道输送，燃烧温度稳定且可精准调控，显著提高了炊事效率，使女性与污染源接触的时间大幅下降。另一方面，清洁能源的充分燃烧特性使得污染物排放量显著降低，极大减少了女性在烹饪过程中暴露于高浓度空气污染的风险。这种时间和浓度的双重改善效应，使得女性成为炊事能源转型的重要健康受益群体。从自评健康变量来看，炊事能源转型对农村男性和女性居民的健康均无显著影响，再次验证了基准回归结果的稳健性。至此，假说 H3a 得到了验证。

2.收入异质性。为了考察炊事能源转型对不同收入水平农村居民健康影响的差异，本文根据家庭人均收入将所有样本划分为“低收入组”和“高收入组”两组进行回归，并比较不同组别炊事能源转型的估计系数，结果如表 7 中（5）～（8）列所示。从无慢性疾病变量来看，炊事能源转型的估计系数为 0.071 且在 1%的水平上显著，即低收入家庭可以从炊事能源转型中获得健康红利；但是，炊事能源转型对高收入家庭未产生显著的健康促进效应。

上述差异的原因可能在于：一方面，高收入家庭通常具备更优的住房条件，包括较好的通风设施（如排烟系统），能够有效降低室内污染物的累积浓度；另一方面，高收入家庭可能在保健方面进行更多投资，部分抵消了传统固体燃料燃烧释放的污染物造成的健康损耗，从而削弱了炊事能源转型对健康结果的改善效应。从自评健康变量来看，炊事能源转型对农村低收入家庭和高收入家庭的健康均未产生显著影响，再次验证了基准回归结果的稳健性。至此，假说 H3b 得到了验证。

表 7 异质性分析的回归结果

变量	性别异质性				收入异质性			
	无慢性疾病		自评健康		无慢性疾病		自评健康	
	男性	女性	男性	女性	低收入组	高收入组	低收入组	高收入组
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
炊事能源转型	0.032 (0.021)	0.042* (0.024)	-0.015 (0.019)	-0.008 (0.023)	0.071*** (0.025)	0.014 (0.021)	-0.015 (0.024)	-0.011 (0.019)
观测值	4780	3913	4780	3913	4353	4340	4353	4340
R ²	0.393	0.408	0.524	0.549	0.402	0.397	0.535	0.538

注：括号内为家庭层面的聚类稳健标准误。

五、拓展讨论

（一）炊事能源转型对农村家庭医疗负担的影响

炊事能源转型能显著减少有害气体排放，改善室内空气质量，进而降低农村居民患呼吸道疾病、心血管疾病等慢性疾病的风险。那么，炊事能源转型是否降低了农村居民的就医次数和药物治疗需求，

进而减轻其医疗负担呢？本文进一步以家庭医疗支出占总支出的比例来表征家庭医疗负担，考察炊事能源转型对家庭医疗负担的影响，结果如表 8 所示。可以发现，炊事能源转型的估计系数为-0.010，且在 10%的水平上显著，说明炊事能源转型降低了农村家庭医疗负担。当家庭完成炊事能源转型后，室内空气质量改善降低了农村居民有害污染物的暴露水平，进而减少了相关慢性疾病的医疗支出，有利于降低家庭整体医疗负担。

表 8 炊事能源转型对家庭医疗负担影响的回归结果		
变量	家庭医疗负担	
	系数	标准误
炊事能源转型	-0.010*	0.005
观测值	7884	
R ²	0.346	

（二）炊事能源转型的成本效益分析

推进清洁能源转型对于改善室内空气质量、提升农村居民健康水平具有重要促进作用。本部分基于上述实证结果和相关数据，从医疗支出节约的角度，对炊事能源转型的成本和收益进行分析。农村家庭炊事能源转型的成本主要在于转型前后能源消费支出的变化^①。由于不同年份、不同地区、不同能源消费类型、不同能源用途交易成本的差异，本文难以直接获取农户炊事能源转型的直接成本，因此，本文通过 CFPS 数据的燃料费用来大致估算农村家庭的炊事能源转型成本。样本家庭的平均燃料费用如表 9 所示。

可以发现，相较于未转型的农户，发生炊事能源转型的农户月度平均燃料费用总体较高（部分年份略低），各年份的月均燃料费用高出 4.91 元，换算后年均燃料费用增加了 58.86 元。此外，参考梁超等（2023）的研究，本文还采用节约的医疗支出来衡量炊事能源转型所产生的经济社会效益。由前文结果可知，炊事能源转型后，农村居民家庭医疗负担减少了一个百分点。样本农户家庭总支出的均值为 46086.97 元/年，意味着转型后农村家庭医疗支出减少了 460.87 元/年。综合比较可知，农村家庭进行炊事能源转型所产生的健康收益显著超过其日常使用成本，这在一定程度上意味着，对于农村家庭而言，推进炊事能源转型具有较高的经济合理性和投资价值。

表 9 本文样本家庭的平均燃料费用								
组别	类别	2012 年	2014 年	2016 年	2018 年	2020 年	2022 年	合计
未转型农户	频数（户）	762	775	831	808	777	598	4551
	均值（元/月）	49.03	102.24	72.94	93.70	99.57	122.34	88.65
转型农户	频数（户）	671	705	734	724	679	599	4112
	均值（元/月）	47.27	83.25	83.32	89.73	116.18	149.05	93.55

^①燃气管网建设及维护通常由政府出资，用户无须承担额外费用；市面上普通电磁炉、电饭煲、燃气灶等常用清洁炊具的价格较低，且多数地区享有政府购置补贴等政策。因此，成本差异主要体现在能源价格差异和使用量差异。

六、结论与对策建议

农村清洁能源利用是能源转型与环境治理的关键组成部分。本文基于 2012—2022 年 CFPS 共计 6 期的非平衡面板数据,综合运用渐进双重差分和 PSM-DID 等方法,探究了炊事能源转型对农村居民健康的影响。结果表明,炊事能源转型显著降低了农村居民患慢性疾病的风险,但对农村居民自评健康无显著影响。炊事能源转型对主客观健康结果影响的差异,可能源于农村居民对健康收益的感知不足和知识限制。同时,炊事能源转型对农村居民患慢性疾病的风险降低效应具有明显的“滞后性”,通常在炊事能源转型发生 4 年后才得以显现。异质性分析表明,女性和低收入群体从炊事能源转型中获得更多健康红利。成本效益分析表明,农村家庭炊事能源转型所产生的健康收益显著超过其日常能源使用成本,在一定程度上意味着推进炊事能源转型对于农村家庭具有较高的经济合理性和投资价值。

基于上述结论,本文提出如下对策建议:一是加强信息干预,促进能源与健康的宣传教育。炊事能源转型对主客观健康结果影响之间的差异,可能是由农村居民没有正确地感知到炊事能源转型带来的健康收益所引起。为此,应开展系统性的健康科普行动,宣传传统固体燃料的健康危害与清洁能源的长期效益,提升农村居民对室内空气污染致病机理的科学认知水平。可利用基层医疗卫生机构、村级文化活动中心等场所,开展科普讲座、健康咨询等活动进行精准传播。二是促进长期跟踪,增强农村家庭的持续转型意愿。针对炊事能源转型健康效益的滞后性特征,应建立长期跟踪支持机制,避免农村家庭中途回退到使用传统固体燃料。可依托村医签约服务制度,由基层医疗机构对清洁能源使用家庭定期开展入户随访、健康体检和慢性病监测,形成“能源转型—健康跟踪—数据反馈”的闭环体系,使农村家庭在持续转型过程中切实感受到健康状况的改善,从而增强其继续使用清洁能源的内生动力。三是突出重点人群导向,重点保障弱势群体健康权益。研究表明,女性和低收入群体从炊事能源转型中获益更为显著,应针对这两类人群制定专项扶持措施。对低收入家庭,可通过“初始设备购置补贴+后续燃料消费补助”的组合政策降低其转型门槛;对女性群体,应结合妇女健康促进项目,在村级卫生室定期开展呼吸道疾病、心血管疾病等慢性疾病筛查,建立“女性健康—清洁能源使用”的专项档案;同时,为女性提供清洁能源使用培训,帮助其掌握清洁能源使用技术。

本文仍存在一定局限性,需要后续研究进一步拓展分析。首先,囿于数据的可得性,本文仅通过文献荟萃分析的方式,补充了农村家庭炊事能源转型对室内空气质量影响的支持性证据,但缺乏室内 PM_{2.5}、一氧化碳等污染物的一手监测数据,削弱了作用机制检验的效力。因此,未来研究需要进一步提升家庭和个体层面空气污染监测数据的颗粒度,从而更为全面、准确地验证炊事能源转型对农村居民健康的影响。其次,本文使用的数据未区分炊事劳动者和非炊事劳动者,因此,无法进一步识别炊事劳动者的健康状况。由于炊事劳动者受到室内空气污染的影响更大,未来研究可以考虑在调查中识别炊事劳动者并采集具体数据,进一步增强能源转型对不同人群健康影响分析的针对性。最后,不同研究对自评健康的定义不同,有研究将其作为身体健康的指标,也有研究视其为综合健康的评估指标,其中包括了心理健康。因此,未来研究可以进一步探讨炊事能源转型对心理健康的影响,从而进一步明确炊事能源转型对居民自评健康的影响路径。

参考文献

- 1.范丹、叶昱圻、王维国, 2021:《空气污染治理与公众健康——来自“大气十条”政策的证据》,《统计研究》第9期,第60-74页。
- 2.范红丽、王英成、元锐, 2021:《城乡统筹医保与健康实质公平——跨越农村“健康贫困”陷阱》,《中国农村经济》第4期,第69-84页。
- 3.方黎明、刘贺邦, 2019:《生活能源、农村居民的健康风险和能源扶贫》,《农业技术经济》第7期,第115-125页。
- 4.方黎明、陆楠, 2019:《能源替代的健康效应——生活能源替代对中老年农村居民健康的影响》,《中国人口·资源与环境》第6期,第40-49页。
- 5.何可、朱信凯、李凡略, 2023:《聚“碳”成“能”:碳交易政策如何缓解农村能源贫困?》,《管理世界》第12期,第122-144页。
- 6.李勇辉、刘南南、陈华帅、沈波澜, 2022:《城乡医保统筹缓解农民工过度劳动了吗?》,《中国农村经济》第7期,第124-144页。
- 7.梁超、林晨、王素素, 2023:《农村人居环境、居民健康和医疗负担:基于“厕所革命”的研究》,《世界经济》第12期,第197-224页。
- 8.廖华, 2019:《中国农村居民生活用能现状、问题与应对》,《北京理工大学学报(社会科学版)》第2期,第1-5页。
- 9.刘欢, 2024:《流动经历对农村人口教育获得及其性别差异的影响——基于流动人口监测数据的经验分析》,《农业技术经济》第7期,第80-94页。
- 10.吕国营、张需, 2023:《医保待遇变化、自付医疗费用与疾病经济负担——基于健康扶贫政策冲击的分析》,《保险研究》第10期,第82-98页。
- 11.宋佳雨、李凡略、何可, 2024:《互联网与农村家庭现代能源使用行为——来自CFPS的经验证据》,《环境经济研究》第3期,第86-108页。
- 12.宋文豪、黄祖辉、叶春辉, 2023:《数字金融使用对农村家庭生计策略选择的影响——来自中国农村家庭追踪调查的证据》,《中国农村经济》第6期,第92-113页。
- 13.王富百慧、何晓彤、杨凡, 2024:《体育锻炼能否缩小健康差异?——来自“饥荒一代”的证据》,《人口研究》第6期,第100-114页。
- 14.王玉泽、罗能生, 2020:《空气污染、健康折旧与医疗成本——基于生理、心理及社会适应能力三重视角的研究》,《经济研究》第12期,第80-97页。
- 15.谢申祥、范鹏飞、宛圆渊, 2021:《传统PSM-DID模型的改进与应用》,《统计研究》第2期,第146-160页。
- 16.谢申祥、刘生龙、李强, 2018:《基础设施的可获得性与农村减贫——来自中国微观数据的经验分析》,《中国农村经济》第5期,第112-131页。
- 17.尹志超、郭沛瑶, 2021:《精准扶贫政策效果评估——家庭消费视角下的实证研究》,《管理世界》第4期,第64-83页。
- 18.张鹏龙、钟建乐、胡羽珊, 2023:《农村危房改造政策实施的健康提升效应研究》,《中国农村经济》第5期,第122-138页。

- 19.Afridi, F., S. Debnath, and E. Somanathan, 2021, “A Breath of Fresh Air: Raising Awareness for Clean Fuel Adoption”, *Journal of Development Economics*, Vol.151, 102674.
- 20.Cao, Y., and S. Chen, 2022, “Rebel on the Canal: Disrupted Trade Access and Social Conflict in China,1650-1911”, *American Economic Review*, 112 (5): 1555-1590.
- 21.Gazull, L., D. Gautier, and P. Montagne, 2019, “Household Energy Transition in Sahelian Cities: An Analysis of the Failure of 30 Years of Energy Policies in Bamako, Mali”, *Energy Policy*, Vol.129: 1080-1089.
- 22.Goodman-Bacon, A., 2021, “Difference-in-Differences with Variation in Treatment Timing”, *Journal of Econometrics*, 225(2): 254-277.
- 23.Grossman, M., 1972, “On the Concept of Health Capital and the Demand for Health”, *Journal of Political Economy*, 80(2): 223-255.
- 24.He, K., F. Li, H. Wang, R. Ming, and J. Zhang, 2022, “A Low-Carbon Future for China’s Tech Industry”, *Science*, 377(6614): 1498-1499.
- 25.Hosier, R. H., and J. Dowd, 1987, “Household Fuel Choice in Zimbabwe: An Empirical Test of the Energy Ladder Hypothesis”, *Resources and Energy*, 9(4): 347-361.
- 26.Hou, B., J. Wu, Z. Mi, C. Ma, X. Shi, and H. Liao, 2022, “Cooking Fuel Types and the Health Effects: A Field Study in China”, *Energy Policy*, Vol.167, 113012.
- 27.Hu, R., S. Wang, K. Aunan, M. Zhao, L. Chen, Z. Liu, and M. H. Hansen, 2019, “Personal Exposure to PM_{2.5} in Chinese Rural Households in the Yangtze River Delta”, *Indoor Air*, 29(3): 403-412.
- 28.Huang, Y., J. Wang, Y. Chen, L. Chen, Y. Chen, W. Du, and M. Liu, 2022, “Household PM_{2.5} Pollution in Rural Chinese Homes: Levels, Dynamic Characteristics and Seasonal Variations”, *Science of the Total Environment*, Vol.817, 153085.
- 29.Huang, Y., W. Du, Y. Chen, G. Shen, S. Su, N. Lin, H. Shen, D. Zhu, C. Yuan, Y. Duan, J. Liu, B. Li, and S. Tao, 2017, “Household Air Pollution and Personal Inhalation Exposure to Particles (TSP/PM_{2.5}/PM_{1.0}/PM_{0.25}) in Rural Shanxi, North China”, *Environmental Pollution*, Vol.231: 635-643.
- 30.Jayasinghe, M., R. Best, E. A. Selvanathan, and S. Selvanathan, 2025, “Towards a Just Transition: Unpacking the Gender Differences in Household Cleaner Energy Use”, *Energy Economics*, Vol.144, 108344.
- 31.Kar, A., T. Tawiah, L. Graham, G. Owusu-Amankwah, M. Daouda, F. Malagutti, S. Chillrud, E. E. Harned, S. Iddrisu, E. A. Apraku, R. Tetteh, S. Awuni, K. Jack, S. W. Abubakari, D. Jack, and K. P. Asante, 2024, “Factors Associated with the Use of Liquefied Petroleum Gas in Ghana Vary at Different Stages of Transition”, *Nature Energy*, Vol.9: 434-445.
- 32.Kroon, B. V. D., R. Brouwer, and P. J. H. V. Beukering, 2013, “The Energy Ladder: Theoretical Myth or Empirical Truth? Results from a Meta-Analysis”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.20: 504-513.
- 33.Lai, W., L. Lin, X. Shen, and M. Zhou, 2025, “Investing in a Transition Fuel: The Remarkable Decline in Mortality from China’s Rollout of Natural Gas Infrastructure”, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.130, 103131.
- 34.Leach, G., 1992, “The Energy Transition”, *Energy Policy*, 20(2): 116-123.

- 35.Ma, W., P. Vatsa, and H. Zheng, 2022, "Cooking Fuel Choices and Subjective Well-being in Rural China: Implications for a Complete Energy Transition", *Energy Policy*, Vol.165, 112992.
- 36.Masera, O. R., B. D. Saatkamp, and D. M. Kammen, 2000, "From Linear Fuel Switching to Multiple Cooking Strategies: A Critique and Alternative to the Energy Ladder Model", *World Development*, 28(12): 2083-2103.
- 37.Men, Y., J. Li, X. Liu, Y. Li, K. Jiang, Z. Luo, R. Xiong, H. Cheng, S. Tao, and G. Shen, 2021, "Contributions of Internal Emissions to Peaks and Incremental Indoor PM_{2.5} in Rural Coal Use Households", *Environmental Pollution*, Vol.288, 117753.
- 38.Mo, Z., Q. Fu, D. Lyu, L. Zhang, Z. Qin, Q. Tang, H. Yin, P. Xu, L. Wu, X. Wang, X. Lou, Z. Chen, and K. Yao, 2019, "Impacts of Air Pollution on Dry Eye Disease Among Residents in Hangzhou, China: A Case-Crossover Study", *Environmental Pollution*, Vol.246: 183-189.
- 39.Puzzolo, E., N. Fleeman, F. Lorenzetti, F. Rubinstein, Y. Li, R. Xing, G. Shen, E. Nix, M. Maden, R. Bresnahan, R. Duarte, L. Abebe, J. Lewis, K. N. Williams, H. Adahir-Rohani, and D. Pope, 2024, "Estimated Health Effects from Domestic Use of Gaseous Fuels for Cooking and Heating in High-Income, Middle-Income, and Low-Income Countries: A Systematic Review and Meta-Analyses", *The Lancet Respiratory Medicine*, 12(4): 281-293.
- 40.Sy, S. A., and L. Mokaddem, 2022, "Energy Poverty in Developing Countries: A Review of the Concept and Its Measurements", *Energy Research & Social Science*, Vol.89, 102562.
- 41.Tao, S., M.Y. Ru, W. Du, X. Zhu, Q. R. Zhong, B. G. Li, G. F. Shen, X. L. Pan, W. J. Meng, Y. L. Chen, H. Z. Shen, N. Lin, S. Su, S. J. Zhuo, T. B. Huang, Y. Xu, X. Yun, J. F. Liu, X. L. Wang, W. X. Liu, H. F. Cheng and D. Q. Zhu, 2018, "Quantifying the Rural Residential Energy Transition in China from 1992 to 2012 Through a Representative National Survey", *Nature Energy*, Vol.3: 567-573.
- 42.Yin, P., M. Brauer, A. J. Cohen, H. Wang, J. Li, R. T. Burnett, J. D. Stanaway, K. Causey, S. Larson, W. Godwin, J. Frostad, A. Marks, L. Wang, M. Zhou, and C. J. L. Murray, 2020, "The Effect of Air Pollution on Deaths, Disease Burden, and Life Expectancy Across China and Its Provinces, 1990-2017: An Analysis for the Global Burden of Disease Study 2017", *Lancet Planetary Health*, 4(9): E386-E398.
- 43.Yokoo, H., T. H. Arimura, M. Chattopadhyay, and H. Katayama, 2023, "Subjective Risk Belief Function in the Field: Evidence from Cooking Fuel Choices and Health in India", *Journal of Development Economics*, Vol.161, 103000.
- 44.Yu, K., G. Qiu, K. Chan, K. H. Lam, O. P. Kurmi, D. A. Bennett, C. Yu, A. Pan, J. Lv, Y. Guo, Z. Bian, L. Yang, Y. Chen, F. B. Hu, Z. Chen, L. Li, and T. Wu, 2018, "Association of Solid Fuel Use With Risk of Cardiovascular and All-Cause Mortality in Rural China", *Journal of the American Medical Association*, 319(13): 1351-1361.
- 45.Zhang, L., H. Li, T. Chen, and H. Liao, 2022, "Health Effects of Cooking Fuel Transition: A Dynamic Perspective", *Energy*, Vol.251, 123907.
- 46.Zhu, H., W. Ma, P. Vatsa, and H. Zheng, 2023, "Clean Energy Use and Subjective and Objective Health Outcomes in Rural China", *Energy Policy*, Vol.183, 113797.

The Impact of Cooking Energy Transition on the Health of Rural Residents

QIN Jiangnan^{1,2} HE Ke^{2,3} LUO Sixuan⁴

(1. College of Economics and Management, Huazhong Agricultural University;

2. Laboratory of Green and Low-carbon Development in Agriculture, Huazhong Agricultural University;

3. Hubei Rural Development Research Center, Huazhong Agricultural University;

4. School of Economics, Hunan Agricultural University)

Summary: In rural China, families rely on solid fuels such as firewood and coal as their main sources of energy, resulting in serious consequences such as declining air quality and increased health risks. Among various types of rural household energy, cooking energy stands out as a key focus for the transformation towards cleaner energy, due to its high usage frequency and concentrated pollutant emissions. Investigating the impact of cooking energy transformation on the health of rural residents holds significant theoretical and practical importance.

This paper examines the impact of cooking energy transition on the health of rural residents using data from six waves of the China Family Panel Studies (CFPS) conducted between 2012 and 2022. The findings reveal that although the cooking energy transition has not significantly improved the self-rated health of rural residents, it has notably reduced the risk of chronic diseases. This reduction in disease risks exhibits a clear “lag effect”, typically becoming apparent four years after the transition in cooking energy. Heterogeneity analysis reveals that women and low-income households are more likely to benefit from the cooking energy transition.. The cost-benefit analysis reveals that clean cooking energy has a high investment value for rural households, where the medical savings induced by the energy transition far outweigh the fuel costs.

Based on the above conclusions, this paper proposes the following policy implications. First, it is essential to strengthen information intervention and promote public education on the relationship between energy and health. Second, long-term tracking should be encouraged to enhance rural households’ willingness for sustained energy transition. Third, it is important to focus on key groups, particularly to safeguard the health rights and interests of vulnerable groups.

The marginal contributions are reflected in the following aspects. First, existing studies primarily focus on the impact of cooking energy transition on single dimensions such as self-rated health or mortality. This paper expands the measurement of health benefits by incorporating both subjective health and objective health. Second, prior research has not fully revealed the temporal dynamics of the health effects of cooking energy transition. This paper finds that the role of cooking energy transition in reducing chronic disease risks among rural residents exhibits a clear “lag effect”. Third, most existing studies rely on short-term observational data to explore the health effects of the cooking energy transition. This paper utilizes six waves of panel data from 2012 to 2022, constructing an 11-year observation window to better investigate the long-term dynamic effects of cooking energy transition.

Keywords: Cooking Energy Transition; Rural Residents; Health; Staggered DID

JEL Classification: P36; O13

(责任编辑：史雨星)