

居民气候适应行为研究进展综述

滕美萱 廖 华 王方志*

摘要:适应气候变化是现阶段降低气候损失和脆弱性的重要途径,也是当前应对气候变化研究的相对薄弱环节。居民气候适应行为的研究关注适应技术采用、气候迁移、风险管理等。面对不同的气候因素,居民适应行为选择不尽相同。在应对缓发性气候因素时,居民既能做出短期反应,又能基于预期的气候条件做出长期性适应决策。但面对突发性气候因素,居民适应行为非常有限,往往是短期和被动的。此外,居民适应行为选择受适应能力限制,而其能力差异同时体现在个体和区域间。在实证研究中,气象数据及定量分析方法迅速发展,为居民气候适应行为的经济学分析提供了重要支撑,但在评估适应有效性、量化长期适应和探究区域异质性方面,研究工作仍面临诸多挑战。基于文献梳理,本文提出居民气候适应行为的下一步研究方向。

关键词:气候变化;居民适应行为;技术采用;气候迁移;风险管理

一、引言

联合国政府间气候变化专门委员会第六次评估报告进一步确认人类活动是全球气候变暖的直接原因(IPCC,2021)。工业革命以来,人类活动导致的化石燃料燃烧造成大量累积碳排放,气候变暖形势日益严峻,全球性气候变化问题受到广泛关注。气候变化既体现为气候因素的趋势变化,例如全球范围内地表平均温度在统计意义上长期持续上升,也体现为极端天气事件发生的频率增加和强度增大,还体现为由气候波动引起的一系列生态后果,例如海平面上升、海洋酸化和生态多样性变化等(IPCC,2022)。极端温度、异常降水、干旱和热带气

*滕美萱,北京理工大学能源与环境政策研究中心,邮政编码:100081,电子邮箱:sunny_tmx@163.com;廖华(通讯作者),北京理工大学能源与环境政策研究中心,邮政编码:100081,电子邮箱:liahua55@163.com;王方志,北京理工大学能源与环境政策研究中心,邮政编码:100081,电子邮箱:wangfangzhiwill@163.com。

本文系国家杰出青年科学基金项目“能源经济与气候政策研究”(71925008)的阶段性成果。感谢匿名审稿专家的修改建议。文责自负。

旋等极端天气事件不仅对农业生产、居民财产、基础设施造成直接经济损失,也通过影响居民健康、劳动生产率给经济社会造成间接损失。

减缓和适应气候变化是降低气候风险的重要举措(van Valkengoed & Steg, 2019)。气候减缓指在能源活动、经济活动、土地利用和林业等领域减少温室气体排放,以减缓气候变化进程;气候适应指自然或人类系统对实际或预期的气候影响做出响应,以缓解气候变化带来的负向影响或利用其潜在收益,在降低气候暴露度和脆弱性方面起重要作用(IPCC, 2022)。气候适应是气候经济复杂系统研究的一个关键性内容(图1)。气候变化是长期性、复杂性、全球性问题。减缓气候变化进程需要各国长期共同努力,短期内效果难以显现,适应气候变化是现阶段降低气候损失和脆弱性的重要途径。但长期以来,气候政策研究更多关注减缓措施,对适应措施的关注度相对较低(Fankhauser, 2017)。气候减缓具有更强的全球性和公共物品特征,需要各国协同合作,而适应可以在区域水平上自发或被动实施,带来的收益通常为局部的、私有的(Kane & Yohe, 2000),尤其体现在居民部门。

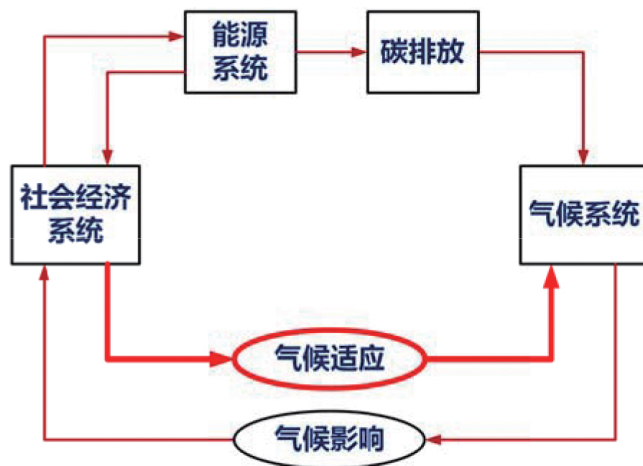


图1 气候适应在气候经济复杂系统研究中的地位

居民气候适应是居民通过多渠道的适应策略规避气候负向影响的行为。总体上,居民气候适应行为可以包括:技术采用和调整、气候风险管理与迁移等(Kahn, 2016; Fankhauser, 2017)。技术采用又包括制冷技术采用、农业技术采用^①、现代交通技术采用等(Eichberger & Guerdjikova, 2012)。面对不同的气候风险因素,居民具体采取的适应策略也有所不同。对于缓发性气候因素,居民既能根据天气波动即时采取短期、被动的适应策略,也可以根据对未来

^①在农业依赖度较高的发展中国家,居民私人适应行为与农业生产行为之间的界限并不如发达经济体清晰(Carman & Zint, 2020)。本文所涉及的农业适应行为仅针对农村居民为维持生计所从事的农业活动,不包括农业企业相关的生产活动,且主要关注发展中国家。对于农村居民,其农业生产行为和消费行为之间具有替代性,假如农村居民购买了农产品原料或灌溉设备,可能缺乏足够的资金购买空调等制冷设备。

气候的研判采取长期、预期性策略^①。例如,面对长期干旱,为保障农业生产,农村居民短期可以通过调整化肥施用、采取覆膜保水技术等保证效益,长期可以采用新型灌溉技术或向气候湿润地区迁移等。而对于突发性气候因素,居民适应行为往往是被动的。此外,居民气候适应行为选择也受适应能力制约,居民适应能力在区域间和个体间都存在差异。

从经济学视角看,居民气候适应是居民在收入、认知等约束下通过调整生活方式和家庭生产活动,以降低气候变化造成福利损失的行为(Mendelsohn, 2012)。气候变化对居民福利的影响一部分是可以量化的,极端天气可能降低农户收入、造成基础设施损害和资源短缺,或直接影响健康水平(World Bank, 2010);同时也有一些影响难以准确量化评估,例如气候波动造成的生态系统服务损失。当气候波动使居民效用受到损失,居民将具备在各类约束下采取适应行为的动机,通常以收入预算约束为主。居民以跨期效用最大化为目标,在收入约束下变更商品消费选择和适应性投资,以降低当期和远期的气候损失。当居民是完全理性的,在选择某种适应行为时,应满足该行为可以使整体福利得到改善。但在实践中居民适应行为的选择更为复杂,因为气候变化的经济效应具有高度的不确定性(米志付等, 2014),且居民认知能力也有限,使得居民适应收益也经常是不确定的。

探究居民适应气候变化行为具有重要的经济和政策意义。在经济意义上,居民适应行为通常是自发的^②,适应效率难以得到保障,增进对居民适应行为动机和方式的理解将有助于消除适应赤字^③、有效应对日益增加的气候风险(Noll et al., 2022)。此外,当前中低收入国家气候适应政策仍不完善,适应性对策以私人适应为主,基于居民视角的适应性研究有助于改善全球居民福利。在政策意义上,系统分析居民适应行为、评估适应能力,有助于降低居民的气候脆弱性,为适应气候变化政策制定提出建议,为气候政策目标设定提供依据。

适应复杂长期的气候变化也是我国重要且紧迫的任务。我国作为人口最多的发展中国家,同时面临着发展经济和改善民生的艰巨任务,在应对气候变化领域,我国面临的挑战与发达国家相比更为严峻。我国于1994年颁布的《中国21世纪议程》中提出适应气候变化。2013年,国家发展改革委、财政部等多部门联合编制完成我国首部《国家适应气候变化战略》,标志

①根据适应特性,居民适应行为可以分为短期适应和长期适应两个层面(Auffhammer, 2018)。前者指在当前设施保有量下,为应对气候冲击,短期提高适应设施的使用频率;后者指扩张式适应行为,例如增加适应性设施的保有量。此外,也可以将适应行为分为被动适应和预期性适应(Ford et al., 2011; Zilberman et al., 2012)。极端天气事件驱动了居民大量的被动适应行为,但当气候因素影响是长期的,建立气候条件预期和气候评估的理性经济人将提前采取适应行为。

②一般认为,由政府部门推动的适应行为属于计划适应(planned adaptation);而居民个人、家庭或社区采取的适应行为通常属于自发适应(autonomous adaptation),这些适应行为大多未经政府推动和指导,在气候变化造成健康影响和市场波动时被采纳(Stern, 2007)。

③适应赤字指适应需求与不充分的适应供给之间的差额,可参见Fankhauser和McDermott(2014)。

着我国将适应气候变化提高到国家战略层面。除独立的气候适应政策外,当前多部门政策的制定与实施过程中也考虑了适应政策的协同作用(彭斯震等,2015),例如在防灾减灾、健康保障和减贫等领域的政策中,也进一步要求加强居民气候适应能力建设。

本文的论述将基于经济学视角,归纳和总结当前国内外经济学和交叉学科文献中的居民气候适应研究。本文力图回答以下几个问题:(1)居民气候适应具有哪些特性,影响其有效性的因素有哪些?(2)研究中关注哪些居民适应策略,在不同气候因素下居民适应行为存在哪些差别?(3)居民适应气候变化的能力受哪些因素影响?(4)当前居民气候适应的经济学研究中,常用的数据和方法是什么,在实证研究中具有哪些挑战?

二、居民气候适应行为的经济学机理分析

(一)居民气候适应行为的特征

居民气候适应具有典型的私人物品特征。在居民部门,无论是采取适应行为所需支付的成本或是其带来的收益,通常都由居民本身承担或获得。例如,居民为应对极端天气进行房屋改造或为沿海住宅修建私人防护栏等,其产权是私有的(Srinivasan et al., 2013),收益具有排他性。而对于一些消费性的居民适应行为,例如气候变暖导致的能源消费、饮食消费调整,将会限制其他个体的消费行为,这些适应行为也具有竞争性(Tompkins & Eakin, 2012)。

居民气候适应还具有局部性。与气候减缓和气候公共适应不同,居民的适应行为决策主要取决于局部地区的经济和气候条件。气候变化是全球性问题,但具有局部差异(吴绍洪等, 2014)。气候因素造成的经济社会影响在区域水平上具有异质性(Ayers, 2011; Burke et al., 2016),因此在不同地区居民适应气候变化的需求和能力也有所不同。

气候适应的私人物品特征和局部性使居民气候适应也具有不公平性。一方面,发展中国家居民气候适应任务更加艰巨。发达国家贡献了更多历史累积碳排放,由此造成的气候变化却使发展中国家居民遭受更强烈的气候冲击,适应气候变化更加紧迫(Schelling, 2009; 林毅夫, 2019; Diffenbaugh & Burke, 2019)。另一方面,气候脆弱性群体的适应能力将随气候变化加剧进一步减弱。例如,更突出的气候脆弱性和更落后的气候适应能力将使低收入人口变得更加贫穷(Skoufias et al., 2011; 刘长松, 2019),气候变化将抑制全球减贫进程。

(二)居民气候适应行为的有效性

经济行为人适应决策依赖于适应成本-效益分析(Stage, 2010)。一般认为,当适应行为产生的总收益大于适应成本时,即可将适应行为视为有效的(Mendelsohn, 2012)。但居民适应行为并非总是有效,存在以下因素将会影响适应的有效性:

第一,不完全信息。私人部门(居民、私人企业)为应对气候变化、实现收益最大化采取的适应行为被定义为市场适应(Mendelsohn, 2006)。适应行为在市场中可以实现有效运行,但

不完全信息将会引发市场失灵。居民基于当前和预期的气候信息作出适应决策,不仅包括消费性适应决策,也包括投资性适应决策。投资性适应决策的有效性将极大依赖于预期气候信息的准确性。气候预测信息和灾害预警系统是重要的公共适应,但由于适应的局部性,有效的适应决策更依赖于局部的气候预期,而非全球的气候预期,提供准确的局部气候预测信息却是很困难的。局部地区干旱天气增加的同时,另外一些地区反而可能陷入洪涝灾害的威胁之中。在气候信息的供给中,地方政府决策可能更为关键。

第二,有限理性。如行为人是完全理性的,行为人将遵循最大化原则权衡收益和成本,并作出最优适应决策,但在一些情况下,行为人是有限理性的,受到认知和环境约束(何大安,2004)。一方面,行为人可能是短视的(Botzen et al.,2021)。应对气候变化是一个长期的过程,对于投资性的适应行为,收益可能需要较长的周期才能体现。如果基于过去的气候状态,居民预期未来的气候风险不会出现在近期,即使长期收益是可观的,也将减少具有较高前期成本的适应性投资。另一方面,居民担忧是有限的(Millner & Ollivier,2020)。突发性公共卫生事件或金融危机等高风险事件的发生可能转移居民对气候风险的担忧,居民将会降低对气候变化的关注度,进而影响对预期性适应行为的理性决策。例如,在COVID-19发生后,居民对于健康和经济的担忧可能会影响对环境和气候问题的紧迫性认知(Evensen et al.,2021)。

第三,不良适应。一些行为表面上似乎可以减少气候敏感部门的脆弱性,但潜在增加了其他系统、部门和社会组织的脆弱性,这类适应行为被称为不良适应(Barnett & O'Neill,2010)。一方面,不良适应可能增加负外部成本。直观地说,气候变暖导致热浪天气发生频率增加、持续时间延长,在新兴经济体和经济欠发达国家,随着人口和收入的增长,私人交通和制冷设备的总需求将会显著上升。相应地,未来在这些国家将有巨大的居民能源消费增长潜力(Wolfram et al.,2012)。如果仍以化石能源作为私人交通和制冷设备的主要燃料,在需求侧,因适应产生的温室气体排放可能会加剧气候变化挑战。尽管私人交通和制冷设备的采用降低了气候变化造成的人力资本损失,但其中一部分将转移到能源消费成本中。另一方面,不良适应行为也可能存在道德风险。早期研究中,Chichilnisky和Heal(1993)提出从两个层面可以应对不确定性的气候风险:一是通过减缓措施降低风险,二是通过购买保险管理风险。后者是一种重要的气候适应措施(郑沃林、胡新艳,2021)。但是,居民在购买保险的情景下可能做出风险更高的行为。当前,气候保险的需求与供给主要由其所带来的经济效益决定,鲜少考虑潜在的社会和生态影响(Müller et al.,2017)。气候保险造成生态损失将与其初衷背道而驰(许光清等,2020)。从全社会视角,忽略潜在的社会和生态影响,气候保险的推广与应用反而可能导致无效适应。

(三)居民气候适应行为的替代与互补效应

适应需求存在替代效应。当某种适应策略成本提高时,受预算约束限制,居民将会转而采取另一种成本较低的适应行为。例如,气候灾害导致的保险理赔不断上升,巨灾险虽然能

够及时向居民提供灾后经济援助,但过高的保险价格将是居民购买保险的障碍(Browne & Hoyt, 2000)。在农产品收割季节,经历极端强降雨天气的居民短期将有更强的需求购买保险,但并未发现降水缺失和保险购买率之间存在相似的因果关系,灌溉和排灌技术的发展与应用,将会抵消居民气候保险需求的增长(Bjerge & Trifkovic, 2018)。再如,当农业遭受极端温度和降水冲击时,大部分农户采取的适应行为致力于在新的气候状态下提高作物产量,而放弃现居环境、向城镇地区迁移并非农户的主要选择(Falco et al., 2019),说明高成本的迁移行为虽然是一项重要气候适应措施,也很可能是其他适应措施失败后的无奈之举。

不同气候适应方式之间是相互依赖的(Tol, 2009),适应行为之间也存在互补效应。当居民收入上升,基于收入效应,居民气候适应总需求也将随之增加。但随着气候变化进程加快,趋多趋重的气候灾害可能使得适应行为供给成本上升,降低供给量。例如,由于极端气候灾害具有厚尾效应,即使灾害发生概率很小,保险理赔价格也可能是难以估量的,这使得保险公司需要通过再保险分散风险(Kousky, 2019)。有限的经验表明,单独考虑保险作为适应措施,不可预测的气候风险可能给保险行业和金融体系稳定造成压力,从而降低保险的供应(Surminski et al., 2016)。此时,气候保险将与其他适应行为互补。

三、居民气候适应策略

(一)缓发性气候因素的适应策略

缓发性气候因素包括长期温度波动、干旱和海平面上升等(IPCC, 2022),这些气候因素对经济社会的影响可能需要一段时间才能体现。因此,经济行为人既可以在当期采取短期适应策略,又能基于对未来气候预期采取长期、预期性的适应策略。表1为目前研究中关注的由缓发性气候因素驱动的居民适应策略,主要涉及技术采用、迁移和风险管理三个方面。需要注意的是,缓发性气候因素可能不是使居民采取气候适应行为的直接原因,而是通过影响其他社会经济因素,间接影响居民适应行为。

在长期,预期到气候波动的经济行为人通常具有相对短期更优的适应策略(Moore & Lobell, 2014; Auffhammer, 2018)。短期遭受气候冲击时居民能够及时作出反应,但短期天气波动是随机的,居民难以预测天气波动,并采取有效的适应策略,这使得短期适应多是有限适应,这些行为也可能具有不可持续性。例如,在干旱季节,农户的短期适应行为包括减少化肥使用量、抽取地下水用以灌溉等,但长期来看地下水是可耗竭的。而作物替代和新型灌溉技术的引进等长期适应行为可以有效抵减气候波动造成的农业损失。

但在某些情况下,长期、预期性适应行为也不一定更为有效。一方面,对于预期性的、长期适应行为,其有效性与对未来气候的预期紧密相关。但正如前文所述,气候变化带来的影响在长期存在不确定性,极端天气具体的发生时间、量级及其影响在很大程度上难以估测,这

表1 部分缓发性气候因素对居民的影响及适应策略

气候因素	社会经济影响	短期、被动适应策略	长期、预期性适应策略
温度波动	<p>居民在炎热季节的不适感上升 (Auffhammer & Mansur, 2014)。</p> <p>劳动能力下降, 工伤风险增加 (Zander et al., 2015), 劳动生产率下降。</p> <p>造成慢性健康损害, 甚至人口死亡 (Barreca, 2012; Bi et al., 2020)。</p> <p>造成农作物减产, 影响农户农业收入 (Schlenker & Roberts, 2009)。</p>	<p>提高制冷设施使用频率 (Li et al., 2019; Teng et al., 2022)。</p> <p>调整饮食消费习惯 (Zhang et al., 2021)。</p> <p>调整户外休闲娱乐时间与方式 (Dundas & von Haefen, 2020)。</p> <p>调整出行时间与交通方式 (Wu & Liao, 2020)。</p> <p>调整户外工作时间 (Graff Zivin & Neidell, 2014)。</p>	<p>购买并安装制冷新设备 (Depaula & Mendelsohn, 2010; Davis & Gertler, 2015)。</p> <p>向温度更适宜地区迁移 (Falco et al., 2019)。</p> <p>调整相应的生产模式, 种植耐高温作物 (Tambo & Abdoulaye, 2013)。</p> <p>购买农业气象指数保险^① (王泽国等, 2022)。</p>
干旱	<p>造成水资源短缺 (Damania, 2020)。</p> <p>影响电力供应, 居民用电不能得到保障 (Desbureaux & Rodella, 2019)。</p> <p>造成农作物减产, 影响农户农业收入 (Coniglio & Pesce, 2015; De Silva & Kawasaki, 2018)。</p>	<p>减少化肥使用量, 抽取地下水用以灌溉, 或提高使用现有灌溉设施的频率 (Auffhammer, 2018)。</p>	<p>调整相应的生产模式, 种植耐旱作物 (Cavatassi et al., 2011)。</p> <p>购买和应用新型灌溉设备和技术 (Fleischer et al., 2011)。</p> <p>向城镇地区迁移 (Barrios et al., 2006; Henderson et al., 2017)。</p>
海平面上升	<p>定居在低地势地区的居民面临海岸线上升威胁 (Kuhl et al., 2021)。</p>	<p>关注预警信息, 并为门窗、地下室等设置防护 (Koerth et al., 2013)。</p>	<p>减少沿海地区固定资产投资 (Barrage & Furst, 2019)。</p> <p>向内陆地区迁移 (Perch-Nielsen et al., 2008)。</p>

使得预期性适应行为也建立在不确定性风险上。另一方面, 即使居民预期到未来的气候波动, 也未必能承担长期适应行为的成本, 即使这些行为带来的收益可能是更高的。例如, 居民预期到天气波动时, 能够调整短期种植决策, 但鲜有居民可以承担应用于改进灌溉技术的高成本投资 (Bryan et al., 2013); 而当居民选择主动迁移时, 应满足迁移后的预期收入大于迁移前的收入与迁移成本之和, 否则主动迁移行为将不会发生。

(二) 突发性气候因素的适应策略

突发性气候因素通常指极端气候灾害, 常见突发性气候灾害包含飓风、洪灾、山体滑坡等 (Cattaneo et al., 2019; IPCC, 2022), 与缓发性气候因素不同, 其带来的瞬时影响使居民的适应行为通常是被动的, 因此, 居民在灾害发生时适应行为非常有限。

^①为保障农业生产和农民收益, 在传统农业保险基础上, 我国也衍生出了气象指数保险分支, 该保险以天气指数作为赔付标准, 而不以受保者是否受灾为依据。农户对气象的感知将显著影响天气指数保险购买意愿。

迁移是一种适应突发性气候灾害的可能方式,但其有效性仍需商榷,这包含以下两个方面的原因:

一方面,极端气候导致的迁移并不总是正向的。原住居民就近转移避难时,迁移动机很强,当迁移前收入高于迁移成本时,迁移行为就会发生(Cattaneo & Peri, 2016)。但在经济欠发达地区,极端气候可能造成居民收入锐减,使居民不具备迁移的经济能力。这使得在部分低收入国家,随着极端天气发生频率增加,居民收入水平遭受的冲击增强,加之迁移成本过高,迁移率反而因此下降。尤其在高度依赖农业的发展中国家,地区产业结构单一,当地面对气候灾害时居民脆弱性很高,居民很可能陷入无法通过迁移转移和适应气候风险的困境。

另一方面,突发性气候因素引致的迁移可能使灾害发生地及其周边地区人口结构发生永久性改变。2005年重创美国墨西哥湾地区的卡特里娜飓风导致大量撤离人员向周边地区转移,对转移目的地劳动力市场造成了负向影响(McIntosh, 2008)。部分疏散人口将长期居住于安置地,作为净福利接受者,加大了地区财政负担和收入分配差距。年龄、居民收入和原住地受损程度是卡特里娜飓风避难者选择返回原住地的重要决定因素,具有较低收入和受教育水平的被疏散居民将更不愿意返回遭受高度破坏的原住地(Groen & Polivka, 2010)。

在灾害发生后,理性经济行为人可能会采取预期性适应行为以避免灾害重复发生(Atreya et al., 2015; Tambat & Stopnitzky, 2021)。但早期研究发现,经济行为人对于偶发极端事件存在过度反应(Kahneman & Tversky, 1979; Tversky & Kahneman, 1992)。居民在遭受极端天气事件后,短期内将会密集采取大量适应措施,但不久的将来,短期气候事件冲击带来的驱动作用也会逐渐消逝殆尽。这一理论在后续研究中也逐渐得到证实。Gallagher (2014)研究发现保险的购买量在洪灾发生的前几年持平,在洪灾发生后将立即达到巅峰,后续将稳步下降回基线。这要求在气候敏感地区,当地政府需提供尽可能完备的气候信息,建立完善的灾害预警系统,以确保这些地区的居民尽可能在突发性气候事件发生前作出有效反应。

四、居民气候适应能力差异

(一)个体层面的差异

在个体层面,居民适应能力差异主要取决于收入约束和气候认知水平。收入不平等会直接导致居民适应能力不平等。一方面,高收入群体更能负担适应成本(Depaula & Mendelsohn, 2010; Kousky, 2019),从而有能力采取更有效的适应行为。当然,这可能存在例外,假如居民收入来源于气候敏感型产业,例如农林业等,相对收入更高的居民可能适应能力反而更差。考虑更一般的情景:高温热浪灾害下,收入更高的居民对制冷设备安装和使用的成本支付意愿和支付能力更强;当地势低洼的沿海人口预期到海平面上升威胁时,高收入群体更

能承担需预先支付的迁移成本。而暴露在室外的低收入劳动人口将更直接地遭受气候冲击,但放弃工作机会或调换工作时间的相对成本往往更为高昂。此外,极端天气可能造成农业产量波动,农产品供给下降,农产品价格随之上升,由于农产品在低收入人群的消费中占比更高,全球贫困人口将负担更昂贵的生活成本,总体生活质量将下降。

居民适应能力还与对气候变化的认知水平有关,例如文化教育和知识共享情况(Brooks et al., 2005; Smit & Wandel, 2006),居民对气候的认识将影响其适应行为选择(Clayton et al., 2015; Leal Filho, 2021),而收入不平等和性别不平等可能导致教育不平等(杨俊等, 2008; IPCC, 2014)。居民对可能发生的洪水、热浪、食品价格波动和气候灾害有所预期,对受教育程度不同的人群,气候预期存在差异,预期不充分的脆弱性群体适应策略通常是短期的、被动的(Kahn, 2016)。具体来说,居民在总结既往气候波动经验时,如果同时对未来的气候波动具备灵敏的嗅觉,对未来气候状况的预期可能会使人们在灾害上升前主动从低海岸线地区向内陆地区迁移、购买气候灾害类保险或降低气候敏感性投资,这显著降低了居民在面临气候冲击时的脆弱性。

(二)区域层面的差异

在不同区域,居民气候暴露度和气候适应能力存在系统性差异,低收入发展中国家居民适应气候变化存在多重阻碍。

第一,地理位置上的差异与阻碍。全球各地气候条件差异很大,高频负向气候冲击在热带地区更加显著,该地区以收入较低的发展中国家或新兴经济体为主,而发达经济体则主要分布于较为寒冷的地区(IMF, 2017)。这使得在部分发展中国家,尽管居民整体上平均收入水平较低,但居民气候风险暴露度却很高,居民适应气候变化难度也随之上升(IPCC, 2012)。对于遭受强气候冲击的低收入国家,人口迁移可能是居民应对气候变化的最后选择。

第二,产业结构上的差异与阻碍。目前大部分发展中国家对农业依赖性仍然很高,农业从业人口占比也远高于发达国家。农业是气候脆弱性部门,尤其在发展中国家,农业将受到相比发达国家更强的气候冲击(Rosenzweig & Parry, 1994)。对于发展中国家,一个有效的适应策略是发展本身(Schelling, 1992)。在经济发展过程中,产业结构从气候敏感度更高的农业向气候敏感度相对较低的工业和服务业转移,农业产业比重和从业人口将持续下降(Johnston, 1970; Kuznets, 1973)。当社会财富向气候敏感度更低的部门转移,作为经济主体之一,居民的气候适应能力就会相应提高。尤其对于低收入人口,其适应能力提高与农村发展和减贫步调是一致的(Di Falco et al., 2012)。

第三,计划适应供给上的差异与阻碍。如果适应收益是纯私有的,为降低气候损失,居民适应行为将能够自然发生,而无需政府干预(Porter et al., 2014)。但在实践中,缺乏公共部门支持的居民自发适应行为将受到限制(Parton & Dundas, 2020)。例如,气候风险教育和早期预警系统可以提升居民对气候灾害的预期能力(Hou et al., 2017);具有信息优势的政府能够

使农业新型种植和灌溉技术得到更有效的推广。然而,受限于发展中国家经济水平,公共部门气候适应供给成本很高,基础设施建设、完全信息和可靠信贷供给等都是有限的(IPCC, 2014),居民气候适应将面临更高的成本。缩小收入分配差距、推动完善城市规划、加大公共卫生和研发投入等举措带来的溢出效应将使适应成本下降。

五、居民气候适应研究方法、数据及其挑战

(一)居民气候适应经济学研究方法

1. 以统计和计量经济模型为主的实证研究方法

定量揭示适应行为、评估适应能力,通常只能对已经发生的事实进行分析。以统计学方法为基础的计量经济模型是居民气候适应实证研究中的常用方法。居民在多种约束条件下最大化其福利,可以在理论层面导出一系列适应性商品或服务的需求方程,这可为计量分析提供理论和逻辑支撑。计量经济模型则在居民气候适应行为的实证检验中起关键作用。通过对气象和社会经济观测数据的统计分析,计量模型能够回答气候通过什么机制影响居民福利,居民在面对潜在的气候损失时将作出何种反应,并由此获得政策启示。

基于计量经济学的气候适应分析方法主要包括三类。第一,直接将居民适应行为作为模型中的被解释变量,分析气候因素对居民气候适应行为的影响。例如,探究气候因素对人口流动的驱动作用(Barrios et al., 2006)。第二,将适应变量与气候变量交互,探究居民适应行为是否减轻了气候带来的直接负向影响,这种方法可以获悉适应行为在减缓气候影响方面作出的贡献。例如, Park 等(2020)将是否使用空调与气候变量交互,以探究空调的使用是否减轻了高温对居民受教育水平产生的负向影响。第三,使用样本分割法,探寻是否存在气候适应。例如,在面板数据回归中,将时间跨度长的样本根据时间进行分割,通过对比回归系数值分析不同时期适应行为是否存在差异,并探究可能的原因(Barreca et al., 2016);或者将包含范围广的样本根据异质性进行分割,在不同的子样本内回归,对比不同样本间的长期适应性(Graff Zivin & Neidell, 2014)。

面板数据模型是当前居民气候适应实证研究中最常采用的计量模型,主要探究短期天气波动引起的适应行为及其效应(Auffhammer, 2018; Massetti & Mendelsohn, 2018)。既可以分析年度或月度层面的短期适应行为,也可以聚焦于日度或小时层面的高频效应。在面板数据模型中,通常构建形式为:

$$Y_{i,t} = f(\text{Climate}_{it}, \text{Control}_{it}) \quad (1)$$

其中, Climate_{it} 包括温度、降水、湿度、热带气旋等多种气候因素, Control_{it} 指与气候因素相关且对被解释变量产生影响的其他控制变量。气候可以看作是大气、海洋和淡水系统的联合概

率分布(Hsiang & Kopp, 2018),三者的表征十分复杂。一般选取三者的概括性统计变量作为代理,如全球或地区的年平均温度、日最高温度和日平均降水量等。近年,气候变量也衍生出多种表现形式。以温度为例,研究中常用代理变量包括平均温度及其多次项、度日数法、温度箱法、积温等^①。需要注意的是,对社会经济变量 $Y_{i,t}$ 产生影响的气候因素通常并非是单一的,在探究居民适应时,仅考虑单一气候因素容易造成变量遗漏。

基于计量经济模型的实证研究也存在一定的局限性。一方面,基于计量模型的研究通常属于局部均衡分析,即在探究居民适应行为时,仅考虑居民部门,而不考虑其他各个部门与居民适应行为选择之间的关联与影响;另一方面,计量经济模型仅能探究样本内居民的适应行为。气候影响和居民气候适应都是非线性的,面对长期性气候变化,基于经验的计量模型将很难揭示样本外温升造成的影响及居民的反应。

2. 气候变化综合评估模型

气候变化综合评估模型(IAM)将经济系统与气候系统耦合,立足于长期、动态、一般均衡的视角分析气候经济问题。与分别测算局部的气候适应成本或收益的计量经济学方法相比,IAM模型需同时考虑成本与效益。计量经济模型结果可以为IAM模型提供参数支撑。

建模技术关键之一是引入合适的损失函数,以衡量未来气候变化对社会经济的影响。气候变化造成的长期损失与气候适应紧密相关,忽略长期适应将高估气候变化带来的社会经济损失。在IAM模型发展早期(Nordhaus, 1992; Weyant et al., 1996),适应并未被纳入损失函数考虑,或只在模型中被隐性考虑。随着学者对适应行为和能力的关注增加,适应成本也被逐渐分离出来(de Bruin et al., 2009; Fried, 2021)。基于Diaz和Moore(2017)的研究,考虑一种在模型中纳入居民气候适应行为的情景。如图2所示,气候冲击会对人力资本造成直接损害。例如,居民早期遭受高温天气可能会影响成年后的发育(Hu & Li, 2019),此外,温度波动也可能会提高居民罹患慢性病的概率(Deschênes, 2014),甚至造成死亡(Yu et al., 2019)。居民可以通过采用空调制冷技术适应高温天气,人力资本损失程度将会下降。但同时,高峰期的电力消费也加剧了电力供应负担,大大提高了供电成本。因此,在损失函数构建中,气候损失是适应调整后的剩余福利和适应成本之和。

^①变量的具体选择依研究问题而定。例如,平均温度作为最直观的温升表现形式,不利于辨别温度与社会经济变量的非线性反应关系。度日数法是探究二者非线性影响的常用方法,需注意阈值的选择(Li et al., 2018),往往受不同地域特征、建筑类型、地区风俗影响。温度箱法相对度日数法计算更复杂,一般将温度分为等间距的数个温度组,并计算在当月或当年处于不同温度组的天数。该方法将更有利于辨析温度与社会经济变量之间的非线性联系。

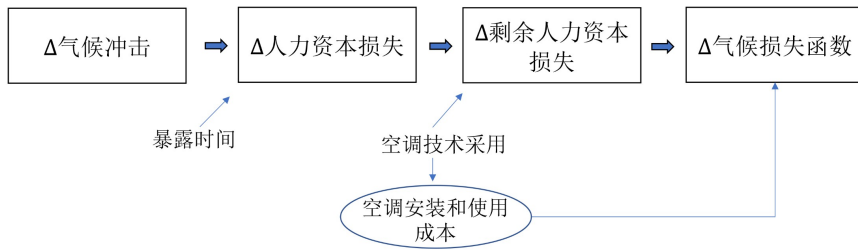


图2 人力资本视角的气候损失

损失函数的刻画仍具有不确定性。现有气候经济综合评估模型中,气候损失通常与经济变量直接挂钩,即仅考量气候变化对国内生产总值的影响,不区分具体部门,对居民部门适应行为考虑远远不足(Hallegatte & Rozenberg, 2017)。居民气候适应既可以体现在预算约束下消费者为满足效用最大化改变商品选择方面,也体现于居民为应对气候变化在区域、部门间进行劳动力转移之中。当前,也浮现出一些研究将迁移行为纳入IAM模型之中(Desmet & Rossi-Hansberg, 2015; Cruz & Rossi-Hansberg, 2021)。但棘手的问题是,居民气候适应表现为微观个体行为,具有很强的异质性,而传统综合评估模型多采用代表性消费者假设,决策主体为社会计划者而非居民个体,居民微观层面的决策行为不一定符合全社会最优选择。因此,即使居民适应行为改善了居民在面对气候风险时的脆弱性,降低了气候损失,但在综合评估模型中自下而上耦合居民适应行为仍然十分困难。后续研究中,在IAM模型中纳入居民适应行为需要更多理论和实证分析支撑。

(二)气象数据的发展与局限

气象数据与宏微观社会经济数据相结合推动了气候适应经济学实证研究发展。研究人员通常将气象数据作为主要解释变量,在气候模型中探究气象因素与社会经济变量之间的相关性(Hsiang, 2016)。对于居民适应性研究,在短期和长期时间尺度上,探究区域层面居民对气候变化的反应能够极大地提高居民适应行为的有效性,高精度和大范围的气象数据将是其中重要的支撑工具。当前,量化气象数据技术快速发展,但也具有一定的局限性。研究中常用数据包括以下三类:短期天气波动数据、气候预测数据及气候古历史数据。

第一,短期天气波动数据。气象站点数据和网格数据是气候经济学研究中衡量短期天气波动的基础性数据。(1)气象站点数据。气象站点数据精度较高,可以提供年度、月度、日度多维度气象数据。结合加权方法,可以直接通过站点数据获得在不同行政区划层面的区域化温度、降水、湿度、日照时长等多维气候指标。但受气象站位置和数量限制,部分地区可能因缺乏气象站点而造成数据缺失。(2)气象网格数据。相比于站点数据,历史气象网格数据涵盖范围更广,可以弥补站点数据中由于台站空缺造成的数据缺失。网格数据也可以进一步整合到区域层面,主要包括以区域面积为权重和以人口密度为权重的加权方法。具体方法的选择因

研究问题差异而有所不同。例如,在电力部门的适应性研究中,考虑到电力消费与人类活动密切相关,气候变量的构建更适合采取以人口为权重的加权方法;但在林业中,人类活动的影响大幅度下降,更适合以面积为权重进行加权。

经站点数据插值获取的气象数据,其偏差主要来源于两部分。一是新建气象站的启用和往年气象站的迁移或废弃,气象站数量和位置的波动可能会造成数据偏差,部分研究通过估计缺失数据构建平衡面板(Auffhammer & Kellogg, 2011)。二是目标地区与气象站点的距离,站点距离越远,经插值计算后的气象数据误差越大。

第二,气候预测数据。气候预测数据给予了研究人员探究长期气候效应的机会(Auffhammer et al., 2013)。政府机构和气候学家在预测未来气候变化方面已成就颇多。1995年,世界气候研究计划(WCRP)耦合模拟工作组(WGCM)发起了耦合模式比较计划(CMIP),对全球的耦合气候模型进行了比较和整合(周天军等, 2019)。其中,第五阶段耦合模式比较计划(CMIP5)为政府间气候变化专门委员会(IPCC)第五次报告提供了重要支撑。目前,数据已更新到第六阶段(CMIP6),该数据被IPCC第六次报告使用。CMIP5和CMIP6对历史气候进行了再分析,并预测了不同情景下至2100年精确到日度的气候网格数据,包括地表温度、地表最高/低温度、降水、风速等地面气象数据集和大气、海洋数据等。CMIP5包含约40个气候模型,分析和预测了历史时期和RCP2.6、RCP4.5、RCP6.0、RCP8.5情景下的气候数据。在CMIP6中,新的气候情景——共享经济路径(SSPs)被应用,具有包含RCP四种情景在内的八种情景,整体模拟精度相对第五阶段也有所增加,大幅推动了气候科学的发展。

但预测百年的情景对于现阶段的科学界而言仍然困难重重。例如,研究发现,与可观测数据相比,大量气候模型低估了中国地表平均温度变化(Chen & Frauenfeld, 2014; You et al., 2021),且在实际应用中,研究通常仅依赖于少数几个模型预测结果量化未来的气候因素,并据此探究长期气候影响和适应(Burke et al., 2015),这加剧了有偏估计。

第三,气候古历史数据。随着计算机技术和气象监测技术的发展,量化地区内短期天气变动的技术壁垒已大大降低,但遗憾的是,技术兴起时间较短,所能获取的高质量气象数据年份不长。从历史角度探究长期气候与社会经济的反应关系是解决这一问题的重要途径,而数据可获得性和可靠性是其中的关键。表2是部分文献中古气候数据代用资料^①。数据周期可以跨越百年,甚至近千年。在历史经济学的量化研究中,也有一些研究探寻了过去千百年间气候变化对社会经济造成的影响(赵红军、尹伯成, 2011; Zhang et al., 2011),气候条件与经济兴衰和生产条件变化密切相关。在数据可获得的情形下,未来的古历史气候适应研究可聚焦于气候是否推动或改变了区域农耕技术发展、水利工程建设、抵闸河港布置等,这也是衡量长

^①获取高精度和频率的气候数据在技术上十分困难,因此历史学家通过树木年轮、石笋、冰芯或史料记载获取并整理了连续的气候资料,反演早期的气候信息,这些自然或人文资料被称为气候信息的代用资料。

期气候适应重要的研究方式。

表 2 古气候数据代用资料

来源	代用资料类型	指标	地区	时间范围	单位
Wang等(2018)	历史记载	年温度、降水等	中国大陆	1644—1795	年
Tan等(2003)	石笋微层厚度	5—8月温度	39.80°N,115.80°E	665—1985	年
王绍武等(1998)	历史记载	年温度	华北地区	1380—1990	10年
Hong等(2000)	沼泽地泥炭沉积物	年温度	42.33°N,126.37°E	公元前3965—1950	10~100年
Briffa等(1998)	树木年轮	温度异常值	北半球	1400—1994	年

注:信息来源于方修琦等(2019)及作者整理。

(三)实证研究中的挑战

1. 评估适应有效性

如果能通过实证研究获取充分的适应有效性信息,即知道何种适应行为是有效的,在哪些地区这些适应行为是有效的,什么时间采取这些适应行为是有效的(Mendelsohn, 2012),将极大改善居民气候脆弱性。但受多种因素影响,在研究中很难精确度量适应有效性。

首先,关于气候适应的研究以事后检验为主,即研究人员通过事后收集数据的方式,分析气候因素对社会经济冲击及居民反应。在这种方法中,分辨出无效适应是更为容易的,比如当干旱、洪水灾害造成严重的人力资本和固定资产损失,从直观上就可以意识到适应失效。研究很难建立一个自然实验,分析何种适应行为有效。例如,当分析制冷技术采用有效性时,试图在实验中随机分配空调给个体非常困难(Kahn, 2016),更不必说随机选择实验组和对照组,以验证在面对极具不确定性的气候灾害时哪种居民适应措施更有效。

其次,当事后检验在研究中占据主导地位时,数据可得性将成为问题关键。但遗憾的是,在一些重要的居民适应行为上,适应供给者可能不愿披露相关数据。例如,保险市场是很典型的信息不对称市场,出于自身利润最大化考虑,保险公司很可能会避免公开详尽的数据,诸如详细的灾害险投保和理赔数据。这增加了检验购买保险行为有效性的难度。

最后,量化居民心理层面适应的收益和成本是很难的。社会需求也包含情感和心理需求。气候变化在造成居民身体健康损害的同时,也导致了心理层面的健康损失。已有研究发现极端气候因素可能造成居民抑郁倾向增加、自杀率上升(Hanigan et al., 2012; Burke et al., 2018),但鲜有对居民精神心理层面适应的量化研究。

2. 量化长期适应

长期来看,居民采取的适应行为通常较短期更有效,但在实证研究中,量化长期适应也更

为复杂,有以下几个方面的问题需谨慎对待。

首先,辨别研究中的天气和气候变量。这是当前实证研究中的讨论焦点之一,例如 Gamans(2020)和 Burke等(2020)的讨论。天气和气候在释义和统计方面均有所不同,天气指气象要素的短期波动,气候则是区域内气象要素的长期状态或趋势,一般需要数十年乃至上百年才能体现。短期天气数据可以根据气象监测站或遥感卫星获得,后者则反映统计上气象变量的分布。但是,依据现有的技术水平,量化气温、降雨等天气变量更为容易。因此,在大部分气候经济学研究中,天气被作为气候的代理变量,研究多数侧重于社会经济对短期气象要素变化的反应,这种情况在气候影响和气候适应的经济学研究中普遍存在,一定程度上可能导致实证结果的有偏和不确定性。

其次,如何选择合适的实证方法。相比面板数据模型,截面数据被认为在探究长期适应中更为有效,但在近年研究中,学者也对这一模型应用于长期适应分析时的可靠性提出了质疑(Dell et al., 2014; Burke et al., 2020)。例如,使用截面数据模型难以解释与气候变量和社会经济变量相关的时间不变的不可观测因素,或较高依赖于模型设定,存在回归模型不稳健的风险。当前也陆续出现一些新的研究方法,如 Burke 和 Emerick(2016)构建的长期差分方法,可能是未来有潜力的气候适应研究方法改进方向。

最后,谨慎对待长期适应效应预测结果。研究数据以短期天气波动为主,在探究长期适应的效应时,研究通常根据短期天气数据的估计结果,趋势外推到中长期中。但在实践中,很难把适应行为与经济信号和内生技术进步分离开。以居民电力消费预测为例,许多研究通过分析给定耐用品保有量下温度和居民用电量的反应关系,在此基础上预测未来气候情景下的居民用电量(Baxter & Calandri, 1992; Berkouwer, 2020)。这类研究为模拟未来用电模式提供了宝贵经验,但也忽略了长期适应的重要性。随着空调等设施的普及和渗透,未来用电量受温度的影响或远超当前估计值。因此,可以预想的是,考虑长期适应将使估计结果更为精准。Davis 和 Gertler(2015)在分析密集边际的同时,也采用入户调查微观数据和 Probit 模型估计了天气因素和收入水平对居民空调购买选择的影响,率先从密集边际和扩张边际两个层面预测了居民电力消费。但是,即使考虑了长期适应行为,在预测未来适应行为产生的电力消费总量时,其预测结果也很难是精确的。如果气候变化导致市场中未来的制冷需求增加,当供给不变时,制冷商品价格会上升。这种价格信号会使投资者有强烈的动机支持该领域的技术创新。随之,空调的使用效率也会上升。在这种情况下,以当前估计值趋势外推未来的居民电力消费势必会高估预测结果。

3. 探究区域异质性

基于气候影响和气候适应的局部性,在区域层面探究气候对社会经济的影响及居民的适

应是非常必要的。对于不同区域,一些实证文献常常对同一研究命题得出相反的结论^①。但当前,关于居民气候适应的异质性分析远远不足。一方面,大部分实证研究将重心放在发达国家(Dell et al., 2014),忽略对发展中国家的关注。另一方面,现阶段经济社会数据也未能提供足够的支持。对于使用国家层面或年度层面数据的研究,很难观测到具体的居民反应和气候季节效应,而对于一些涌现的基于微观数据的研究,却又往往受限于数据广度,主要针对某一省份或城市,难以进行区域间比较分析。

六、研究结论与展望

气候变化在全球范围造成了不容忽视的威胁和风险,平衡与协同气候减缓和适应是应对气候风险的重要课题。居民是气候适应的参与主体之一,主要适应行为包括:技术选择、气候引致的迁移和气候风险管理。居民适应具有私人物品特征,其收益和成本通常归个体所有,当收益高于成本时,居民适应行为可以被认为是有效的。但是,许多因素会干扰适应有效性,界定适应有效性困难重重。系统分析居民适应行为对气候适应政策制定有重要意义。

基于当前国内外经济学和交叉学科研究,本文总结如下几个方面:

第一,不同气候因素下居民气候适应行为也存在差异。对于缓发性气候因素时,居民既可能及时做出反应,也可能基于气候预期作出长期适应决策;对于突发性气候因素,居民适应策略则以被动适应为主。

第二,居民适应策略选择受收入和受教育水平限制,对于预期不充分的低收入群体,气候适应策略往往是短期和被动的,适应策略的有效性很低。

第三,适应是局部的,发展中国家历史碳排放较少、适应能力较弱,但受地理位置、气候条件、经济发展水平和教育水平等因素制约,这些地区的居民反而面临更高的气候风险。

第四,数据精度高、跨度时间长、跨度范围广的气候数据为全球不同地区适应成本与效益分析提供了支撑。计量经济实证研究方法凭借这些数据,在微观视角下分别评估了气候适应的成本或效益,为气候变化综合评估模型提供参数依据,以在全局视角下综合考虑成本和效益,从宏观层面分析气候与经济的长期动态关系。

气候适应经济学研究仍有许多待解决的问题,未来研究有以下三个方面需要重点考虑:

首先,适应是局部的、私有的,关于适应的微观研究应充分考虑地区和个体异质性。面对同一种气候灾害,不同地区、不同特征的群体采取的适应策略及其有效性是不同的。基于微观层面的异质性比较是未来重要的研究方向。

^①例如,Bohra-Mishra等(2014)使用十五年间印度尼西亚的居民面板数据,发现温度与省际间的永久性迁移呈现非线性的影响,而降水和自然灾害的影响相对较小。Baez等(2017)使用三重差分法(DDD)和美国人口普查数据,得出相反的结论,发现相较于干旱和飓风,高温对迁移的影响较少。

其次,后续研究应加强对发展中国家和气候脆弱性地区的关注。适应在地区间具有不平等性,发展中国家脆弱性更高,但无论在适应行为选择或是适应能力评估方面,关于中低收入发展中国家的研究都远远不足,不利于从全球层面综合评估气候损失。

最后,应该开展气候长期影响和长期适应研究。尽管以天气因素作为气候代理变量仍是当前实证研究中的主要方式,但也有越来越多的学者将研究视角转向天气和气候间的辩证关系。计量经济学方法与气候变化综合评估模型等多种方法结合也许是有效衡量长期气候经济影响的方式。此外,跨越千年的历史气候数据也可能成为探究长期气候影响及适应的有效研究工具。

参考文献:

- [1] 方修琦,苏筠,郑景云等. 历史气候变化对中国社会经济的影响[M]. 北京:科学出版社,2019.
- [2] 何大安. 行为经济人有限理性的实现程度[J]. 中国社会科学,2004,(04):91-101+207-208.
- [3] 林毅夫. 中国要以发展的眼光应对环境和气候变化问题:新结构经济学的视角[J]. 环境经济研究,2019,4(4):1-7.
- [4] 刘长松. 我国气候贫困问题的现状、成因与对策[J]. 环境经济研究,2019,4(4):148-162.
- [5] 米志付,梁晓捷,王科. 气候政策选择的七种评价准则[J]. 北京理工大学学报(社会科学版),2014,16(1):1-6.
- [6] 彭斯震,何霄嘉,张九天,马欣,孙傅,刘少华. 中国适应气候变化政策现状、问题和建议[J]. 中国人口·资源与环境,2015,25(9):1-7.
- [7] 王绍武,叶瑾琳,龚道益. 中国小冰期的气候[J]. 第四纪研究,1998,18(1):54-64.
- [8] 王泽国,阳霜,侯小焱等. 农户气象感知对购买天气指数保险意愿的影响——以山西岢岚和江苏南通430食用豆户为例[J]. 中国农业资源与区划,2022,43(04):163-172.
- [9] 吴绍洪,黄季焜,刘燕华等. 气候变化对中国的影响利弊[J]. 中国人口·资源与环境,2014,24(1):7-13.
- [10] 许光清,陈晓玉,刘海博等. 气候保险的概念、理论及在中国的发展建议[J]. 气候变化研究进展,2020,16(3):373-382.
- [11] 杨俊,黄潇,李晓羽. 教育不平等与收入分配差距:中国的实证分析[J]. 管理世界,2008,(1):38-47+187.
- [12] 赵红军,尹伯成. 公元11世纪后的气候变冷对宋以后经济发展的动态影响[J]. 社会科学,2011,(12):68-78.
- [13] 郑沃林,胡新艳. 应对气候变化的农业经济研究前沿与政策实践[J]. 北京理工大学学报(社会科学版),2021,23(06):50-57.
- [14] 周天军,邹立维,陈晓龙. 第六次国际耦合模式比较计划(CMIP6)评述[J]. 气候变化研究进展,2019,15(5):445-456.
- [15] Atreya, A., S. Ferreira, and E. Michel-Kerjan. What Drives Households to Buy Flood Insurance? New Evidence from Georgia[J]. Ecological Economics, 2015, 117: 153-161.
- [16] Auffhammer, M. and R. Kellogg. Clearing the Air? The Effects of Gasoline Content Regulation on Air Quality[J]. American Economic Review, 2011, 101(6): 2687-2722.
- [17] Auffhammer, M., S. M. Hsiang, W. Schlenker, and A. Sobel. Using Weather Data and Climate Model Output in Economic Analyses of Climate Change[J]. Review of Environmental Economics and Policy, 2013, 7(2): 181-198.

- [18] Auffhammer, M. and E. T. Mansur. Measuring Climatic Impacts on Energy Consumption: A Review of the Empirical Literature[J]. *Energy Economics*, 2014, 46: 522–530.
- [19] Auffhammer, M. Quantifying Economic Damages from Climate Change[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 2018, 32 (4): 33–52.
- [20] Ayers, J. Resolving the Adaptation Paradox: Exploring the Potential for Deliberative Adaptation Policy-Making in Bangladesh[J]. *Global Environmental Politics*, 2011, 11 (1): 62–88.
- [21] Baez, J., G. Caruso, V. Muller, and C. Niu. Heat Exposure and Youth Migration in Central America and the Caribbean[J]. *American Economic Review*, 2017, 107 (5): 446–450.
- [22] Barnett, J. and S. O’neill. Maladaptation[J]. *Global Environmental Change*, 2010, 20 (2): 211–213.
- [23] Barrage, L. and J. Furst. Housing Investment, Sea Level Rise, and Climate Change Beliefs[J]. *Economics Letters*, 2019, 177: 105–108.
- [24] Barreca, A. Climate Change, Humidity, and Mortality in the United States[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2012, 63 (1): 19–34.
- [25] Barreca, A., K. Clay, O. Deschênes, M. Greenstone, and J. S. Shapiro. Adapting to Climate Change: The Remarkable Decline in the US Temperature–mortality Relationship over the Twentieth Century[J]. *Journal of Political Economy*, 2016, 124 (1): 105–159.
- [26] Barrios, S., L. Bertinelli, and E. Strobl. Climatic Change and Rural–Urban Migration: The Case of Sub-Saharan Africa[J]. *Journal of Urban Economics*, 2006, 60 (3): 357–371.
- [27] Baxter, L. W. and K. Calandri. Global Warming and Electricity Demand: A Study of California[J]. *Energy Policy*, 1992, 20 (3): 233–244.
- [28] Berkouwer, S. B. Electric Heating and Effects of Temperature on Household Electricity Consumption in South Africa[J]. *Energy Journal*, 2020, 41 (4): 1944–9089.
- [29] Bi, P., X. M. Shi, and Q. Y. Liu. Climate Change and Population Health Research in China: Knowledge Gaps and Further Directions[J]. *Advances in Climate Change Research*, 2020, 11 (3): 273–278.
- [30] Bjerge, B. and N. Trifkovic. Extreme Weather and Demand for Index Insurance in Rural India[J]. *European Review of Agricultural Economics*, 2018, 45 (3): 397–431.
- [31] Bohra–Mishra, P., M. Oppenheimer, and S. M. Hsiang. Nonlinear Permanent Migration Response to Climatic Variations but Minimal Response to Disasters[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2014, 111 (27): 9780–9785.
- [32] Botzen, W., S. Duijndam, and P. van Beukering. Lessons for Climate Policy from Behavioral Biases Towards COVID–19 and Climate Change Risks[J]. *World Development*, 2021, 137: 105214.
- [33] Briffa, K., P. Jones, F. Schweingruber, and T. J. Osborn. Influence of Volcanic Eruptions on Northern Hemisphere Summer Temperature over the Past 600 Years[J]. *Nature*, 1998, 393: 450–455.
- [34] Brooks, N., W. N. Adger, and P. M. Kelly. The Determinants of Vulnerability and Adaptive Capacity at the National Level and the Implications for Adaptation[J]. *Global Environmental Change*, 2005, 15 (2): 151–163.
- [35] Browne, M. J. and R. E. Hoyt. The Demand for Flood Insurance: Empirical Evidence[J]. *Journal of Risk and Uncertainty*, 2000, 20: 291–306.
- [36] Bryan, E., C. Ringler, B. Okoba, C. Roncoliet, S. Silvestri, and M. Herrero. Adapting Agriculture to Climate Change in Kenya: Household Strategies and Determinants[J]. *Journal of Environmental Management*, 2013, 114: 26–35.
- [37] Burke, M., J. Dykema, D. Lobell, E. Miguel, and S. Satyanath. Incorporating Climate Uncertainty into Estimates of Climate Change Impacts[J]. *Review of Economics and Statistics*, 2015, 97 (2): 461–471.

- [38] Burke, M., M. Craxton, C. D. Kolstad, et al. Opportunities for Advances in Climate Change Economics[J]. *Science*, 2016, 352 (6283): 292–293.
- [39] Burke, M. and K. Emerick. Adaptation to Climate Change: Evidence from US Agriculture[J]. *American Economic Journal: Economic Policy*, 2016, 8 (3): 106–140.
- [40] Burke, M., F. González, P. Baylis, et al. Higher Temperatures Increase Suicide Rates in the United States and Mexico[J]. *Nature Climate Change*, 2018, 8(8): 723–729.
- [41] Burke, M., F. González, P. Baylis, et al. Reply to: Temporal Displacement, Adaptation and the Effect of Climate on Suicide Rates[J]. *Nature Climate Change*, 2020, 10: 502–504.
- [42] Carman, J. P. and M. T. Zint. Defining and Classifying Personal and Household Climate Change Adaptation Behaviors[J]. *Global Environmental Change*, 2020, 61: 102062.
- [43] Cattaneo, C. and G. Peri. The Migration Response to Increasing Temperatures[J]. *Journal of Development Economics*, 2016, 122: 127–146.
- [44] Cattaneo, C., M. Beine, C. J. Fröhlich, et al. Human Migration in the Era of Climate Change[J]. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2019, 13: 189–206.
- [45] Cavatassi, R., L. Lipper, and U. Narloch. Modern Variety Adoption and Risk Management in Drought Prone Areas: Insights from the Sorghum Farmers of Eastern Ethiopia[J]. *Agricultural Economics*, 2011, 42 (3): 279–92.
- [46] Chen, L. and O. W. Frauenfeld. Surface Air Temperature Changes over the 20th and 21st Centuries in China Simulated by 20 CMIP5 Models[J]. *Journal of Climate*, 2014, 27: 3920–3937.
- [47] Chichilnisky, G. and G. Heal. Global Environmental Risks[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1993, 7 (4): 65–86.
- [48] Clayton, S., P. Devine–Wright, P. C. Stern, et al. Psychological Research and Global Climate Change[J]. *Nature Climate Change*, 2015, 5(7): 640–646.
- [49] Coniglio, N. D. and G. Pesce. Climate Variability and International Migration: An Empirical Enalysis[J]. *Environment and Development Economics*, 2015, 20 (4): 434–468.
- [50] Cruz, J. L. and E. Rossi–Hansberg. The Economic Geography of Global Warming[R]. 2021.
- [51] Damania, R. The Economics of Water Scarcity and Variability[J]. *Oxford Review of Economic Policy*, 2020, 36(1): 24–44.
- [52] Davis, L. W. and P. J. Gertler. Contribution of Air Conditioning Adoption to Future Energy Use Under Global Warming[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2015, 112 (19): 5962–5967.
- [53] de Bruin, K. C., R. B. Dellink, and R. S. J. Tol. AD–DICE: An Implementation of Adaptation in The DICE Model[J]. *Climatic Change*, 2009, 95: 63–81.
- [54] Dell, M., B. F. Jones, and B. A. Olken. What Do We Learn From the Weather? The New Climate–Economy Literature[J]. *Journal of Economic Literature*, 2014, 52: 740–798.
- [55] Depaula, G. and R. Mendelsohn. Development and the Impact of Climate Change on Energy Demand: Evidence from Brazil[J]. *Climate Change Economics*, 2010, 1(3): 187–208.
- [56] Desbureaux, S. and A. Rodella. Drought in the City: The Economic Impact of Water Scarcity in Latin American Metropolitan Areas[J]. *World Development*, 2019, 114: 13–27.
- [57] Deschênes, O. Temperature, Human Health, and Adaptation: A Review of The Empirical Literature[J]. *Energy Economics*, 2014, 46: 606–619.
- [58] Desmet K. and E. Rossi–Hansberg. On the Spatial Economic Impact of Global Warming[J]. *Journal of Urban Economics*, 2015, 88:16–37.
- [59] De Silva, M. and A. Kawasaki. Socioeconomic Vulnerability to Disaster Risk: A Case Study of Flood and

Drought Impact in a Rural Sri Lankan Community[J]. *Ecological Economics*, 2018, 152: 131–140.

[60] Diaz, D. and F. Moore. Quantifying the Economic Risks of Climate Change[J]. *Nature Climate Change*, 2017, 7(11):774–782.

[61] Di Falco, S., M. Yesuf, G. Kohlin, and C. Ringler. Estimating the Impact of Climate Change on Agriculture in Low-Income Countries: Household Level Evidence from the Nile Basin, Ethiopia[J]. *Environmental and Resource Economics*, 2012, 52: 457–478.

[62] Diffenbaugh, N. S. and M. Burke. Global Warming Has Increased Global Economic Inequality[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2019, 116(20): 9808.

[63] Dundas, S. J. and R. H. von Haefen. The Effects of Weather on Recreational Fishing Demand and Adaptation: Implications for a Changing Climate[J]. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 2020, 7(2): 209–242.

[64] Eichberger, J. and A. Guerdjikova. Technology Adoption and Adaptation to Climate Change — A Case-Based Approach[J]. *Climate Change Economics*, 2012, 3(2): 1250007.

[65] Evensen, D., L. Whitmarsh, P. Bartie, et al. Effect of “Finite Pool of Worry” and COVID-19 on UK Climate Change Perceptions[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2021, 118(3): e2018936118.

[66] Falco, C., M. Galeotti, and A. Olper. Climate Change and Migration: Is Agriculture the Main Channel?[J]. *Global Environmental Change*, 2019, 59: 101995.

[67] Fankhauser, S. and T. McDermott. Understanding the Adaptation Deficit: Why are Poor Countries More Vulnerable to Climate Events than Rich Countries?[J]. *Global Environmental Change*, 2014, 27: 9–18.

[68] Fankhauser, S. Adaptation to Climate Change[J]. *Annual Review of Resource Economics*, 2017, 9: 209–230.

[69] Fleischer, A., R. Mendelsohn, and A. Dinar. Bundling Agricultural Technologies to Adapt to Climate Change [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2011, 78(6): 982–990.

[70] Ford, J. D., L. Berrang-Ford, and J. Paterson. A Systematic Review of Observed Climate Change Adaptation in Developed Nations[J]. *Climatic Change*, 2011, 106: 327–336.

[71] Fried, S. Seawalls and Stilts: A Quantitative Macro Study of Climate Adaptation[R]. 2021.

[72] Gallagher, J. Learning about an Infrequent Event: Evidence from Flood Insurance Take-Up in the United States[J]. *American Economic Journal: Applied Economics*, 2014, 6(3): 206–233.

[73] Gammans, M. Temporal Displacement, Adaptation and the Effect of Climate on Suicide Rates[J]. *Nature Climate Change*, 2020, 10: 499–501.

[74] Graff Zivin, J. and M. Neidell. Temperature and the Allocation of Time: Implications for Climate Change[J]. *Journal of Labor Economics*, 2014, 32 (1): 1–26.

[75] Groen, J. A. and A. E. Polivka. Going Home after Hurricane Katrina: Determinants of Return Migration and Changes in Affected Areas[J]. *Demography*, 2010, 47(4): 821–844.

[76] Hallegatte, S. and J. Rozenberg. Climate Change Through a Poverty Lens[J]. *Nature Climate Change*, 2017, 7: 250–256.

[77] Hanigan, I. C., C. D. Butler, and P. N. Kokic. Suicide and Drought in New South Wales, Australia, 1970–2007[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2012, 109(35): 13950–13955.

[78] Henderson, J. V., A. Storeygard, and U. Deichmann. Has Climate Change Driven Urbanization in Africa?[J]. *Journal of Development Economics*, 2017, 124: 60–82.

[79] Hong, T., H. Jiang, T. Liu, et al. Response to Climate to Solar Forcing Recorded in a 6000-Year $\delta^{18}\text{O}$ Time-Series of Chinese Peat Cellulose[J]. *The Holocene*, 2000, 10 (1): 1–7.

[80] Hou, L., J. Huang, and J. Wang. Early Warning Information, Farmers’ Perceptions of, and Adaptations to

Drought In China[J]. *Climatic Change*, 2017, 141: 197–212.

[81] Hsiang, S. *Climate Econometrics* [J]. *Annual Review of Resource Economics*, 2016, 8(1): 43–75.

[82] Hsiang, S. and R. E. Kopp. *An Economist's Guide to Climate Change Science*[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 2018, 32(4): 3–32.

[83] Hu, Z. and T. Li. *Too Hot to Handle: The Effects of High Temperatures During Pregnancy on Adult Welfare Outcomes*[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2019, 94: 236–253.

[84] IMF. *Seeking Sustainable Growth: Short–Term Recovery, Long–Term Challenges*[R]. 2017.

[85] IPCC. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*[R]. 2012.

[86] IPCC. *Adaptation Needs and Options. In: Climate change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*[R]. 2014.

[87] IPCC. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*[R]. 2021.

[88] IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*[R]. 2022.

[89] Johnston, B. F. *Agriculture and Structural Transformation in Developing Countries: A Survey of Research*[J]. *Journal of Economic Literature*, 1970, 8(2): 369–404.

[90] Kahn, M. E. *The Climate Change Adaptation Literature*[J]. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2016, 10 (1): 166–178.

[91] Kahneman, D. and A. Tversky. *Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk*[J]. *Econometrica*, 1979, 47(2): 263–291.

[92] Kane, S. and G. Yohe. *Societal Adaptation to Climate Variability and Change: An Introduction*[J]. *Climatic Change*, 2000, 45:1–4.

[93] Koerth, J., A. T. Vafeidis, J. Hinkel, and H. Sterr. *What Motivates Coastal Households to Adapt Pro–actively to Sea–Level Rise and Increasing Flood Risk?*[J]. *Regional Environmental Change*, 2013, 13: 897–909.

[94] Kousky, C. *The Role of Natural Disaster Insurance in Recovery and Risk Reduction*[J]. *Annual Review of Resource Economics*, 2019, 11(1): 399–418.

[95] Kuhl, L., M. F. Rahman, S. McCraine, et al. *Transformational Adaptation in the Context of Coastal Cities*[J]. *Annual Review of Environment and Resources*, 2021, 46(1): 449–479.

[96] Kuznets, S. *Modern Economic Growth: Findings and Reflections*[J]. *American Economic Review*, 1973, 63 (3): 247–258.

[97] Leal Filho, W., N. R. Matandirotya, J. M. Lütz, et al. *Impacts of Climate Change to African Indigenous Communities and Examples of Adaptation Responses*[J]. *Nature Communications*, 2021, 12 (1): 1–4.

[98] Li, J., L. Yang, and H. Long. *Climatic Impacts on Energy Consumption: Intensive and Extensive Margins*[J]. *Energy Economics*, 2018, 71: 332–343.

[99] Li, Y., W. A. Pizer, and L. Wu. *Climate Change and Residential Electricity Consumption in the Yangtze River Delta, China*[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2019, 116 (2): 472–477.

[100] Massetti, E. and R. Mendelsohn. *Measuring Climate Adaptation: Methods and Evidence*[J]. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2018, 12(2): 324–341.

[101] McIntosh, M. F. *Measuring the Labor Market Impacts of Hurricane Katrina Migration: Evidence from Houston, Texas*[J]. *American Economic Review*, 2008, 98 (2): 54–57.

- [102] Mendelsohn, R. The Role of Markets and Governments in Helping Society Adapt to a Changing Climate[J]. *Climatic Change*, 2006, 78: 203–215.
- [103] Mendelsohn, R. The Economics of Adaptation to Climate Change in Developing Countries[J]. *Climate Change Economics*, 2012, 3(2): 1250006.
- [104] Millner, A. and H. Ollivier. Beliefs, Politics, and Environmental Policy[J]. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2020, 10(2): 226–244.
- [105] Moore, F. C. and D. B. Lobell. Adaptation Potential of European Agriculture in Response to Climate Change[J]. *Nature Climate Change*, 2014, 4: 610–614.
- [106] Müller, B., L. Johnsonb, and D. Kreueret. Maladaptive Outcomes of Climate Insurance in Agriculture[J]. *Global Environmental Change*, 2017, 46: 23–33.
- [107] Noll, B., T. Filatova, A. Need, and A. Taberna. Contextualizing Cross–National Patterns in Household Climate Change Adaptation[J]. *Nature Climate Change*, 2022, 12: 30–35.
- [108] Nordhaus, W. D. An Optimal Transition Path for Controlling Greenhouse Gases[J]. *Science*, 1992, 25: 1315–1319.
- [109] Park, R. J., J. Goodman, M. Hurwitz, and J. Smith. Heat and Learning[J]. *American Economic Journal: Economic Policy*, 2020, 12 (2): 306–339.
- [110] Parton, L. C. and S. J. Dundas. Fall in the Sea, Eventually? A Green Paradox in Climate Adaptation for Coastal Housing Markets[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2020, 104: 102381.
- [111] Perch–Nielsen, S., M. Battig, and D. Imboden. Exploring the Link between Climate Change and Migration [J]. *Climatic Change*, 2008, 91 (3–4): 375–393.
- [112] Porter, J. J., S. Dessai, and E. L. Tompkins. What Do We Know about UK Household Adaptation to Climate Change? A Systematic Review[J]. *Climatic Change*, 2014, 127(2): 371–379.
- [113] Rosenzweig, C. and M. L. Parry. Potential Impact of Climate Change on World Food Supply[J]. *Nature*, 1994, 367:133–138.
- [114] Schelling, T. Some Economics of Global Warming[J]. *American Economic Review*, 1992, 82: 1–14.
- [115] Schelling, T. International Coordination to Address the Climate Challenge[J]. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 2009, 4(4): 13–21.
- [116] Schlenker, W. and M. J. Roberts. Nonlinear Temperature Effects Indicate Severe Damages to US Crop Yields Under Climate Change[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, 106 (37): 15594–15598.
- [117] Skoufias, E., M. Rabassa, and S. Olivieri. The Poverty Impacts of Climate Change: A Review of the Evidence[R]. 2011.
- [118] Smit, B. and J. Wandel. Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability[J]. *Global Environmental Change*, 2006, 16 (3): 282–292.
- [119] Srinivasan, V., K. C. Seto, R. Emerson, and S. M. Gorelick. The Impact of Urbanization on Water Vulnerability: A Coupled Human–Environment System Approach for Chennai, India[J]. *Global Environmental Change*, 2013, 23(1): 229–239.
- [120] Stage, J. Economic Valuation of Climate Change Adaptation in Developing Countries[J]. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2010, 1185: 150–163.
- [121] Stern, N. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*[M]. UK: Cambridge University Press, 2007.
- [122] Surminski, S., L. Bouwer, and J. Linnerooth–Bayer. How Insurance can Support Climate Resilience[J]. *Nature Climate Change*, 2016, 6: 333–334.
- [123] Tambet, H. and Y. Stopnitzky. Climate Adaptation and Conservation Agriculture among Peruvian Farmers

- [J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2021, 103(3): 900–922.
- [124] Tambo, J. A. and T. Abdoulaye. Smallholder Farmers' Perceptions of and Adaptations to Climate Change in the Nigerian Savanna[J]. *Regional Environmental Change*, 2013, 13: 375–388.
- [125] Tan, M., T. Liu, J. Hou, X. Qin, H. Zhang, and T. Li. Cyclic Rapid Warming on Centennial-Scale Revealed by a 2650-Year Stalagmite Record of Warm Season Temperature[J]. *Geophysical Research Letters*, 2003, 30(12): 191–194.
- [126] Teng, M., H. Liao, P. J. Burke, et al. Adaptive Responses: The Effects of Temperature Levels on Residential Electricity Use in China[J]. *Climatic Change*, 2022, 172 (3): 1–20.
- [127] Tol, R. S. J. The Economic Effects of Climate Change[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 2009, 23(2): 29–51.
- [128] Tompkins, E. L. and H. Eakin. Managing Private and Public Adaptation to Climate Change[J]. *Global Environmental Change*, 2012, 22(1): 3–11.
- [129] Tversky, A. and D. Kahneman. Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty[J]. *Journal of Risk and Uncertainty*, 1992, 5(4): 297–323.
- [130] van Valkengoed, A. M. and L. Steg. Meta-analyses of Factors Motivating Climate Change Adaptation Behaviour[J]. *Nature Climate Change*, 2019, 9: 158–163.
- [131] Wang, P. K., K. H. E. Lin, Y. C. Liao, et al. Construction of the Reaches Climate Database Based on Historical Documents of China[J]. *Scientific Data*, 2008, 5(1): 1–14.
- [132] Weyant, J., O. Davidson, H. Dowlatabadi, et al. Integrated Assessment of Climate Change: An Overview and Comparison of Approaches and Results. In *Climate Change 1995. Economic and Social Dimensions of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*[R]. 1996.
- [133] World Bank. *World Development Report: Development and Climate Change*[R]. 2010.
- [134] Wolfram, C., O. Shelef, and P. Gertler. How Will Energy Demand Develop in the Developing World?[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 2012, 26 (1): 119–138.
- [135] Wu, J. and H. Liao. Weather, Travel Mode Choice, and Impacts on Subway Ridership in Beijing[J]. *Transportation Research Part A Policy and Practice*, 2020, 135(2): 264–279.
- [136] You, Q., Z. Cai, F. Wu, et al. Temperature Dataset of CMIP6 Models over China: Evaluation, Trend and Uncertainty[J]. *Climate Dynamics*, 2021, 57: 17–35.
- [137] Yu, X., X. Lei, and M. Wang. Temperature Effects on Mortality and Household Adaptation: Evidence from China[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2019, 96: 195–212.
- [138] Zander, K., W. Botzen, E. Oppermann, et al. Heat Stress Causes Substantial Labour Productivity Loss in Australia[J]. *Nature Climate Change*, 2015, 5: 647–651.
- [139] Zhang, C., H. Liao, F. Wang, and R. Li. Ambient Temperature and Food Behavior of Consumer: A Case Study of China[J]. *Weather, Climate, and Society*, 2021, 13(4): 813–822.
- [140] Zhang, D. D., H. F. Lee, C. Wang, et al. The Causality Analysis of Climate Change and Large-Scale Human Crisis[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2011, 108 (42): 17296–17301.
- [141] Zilberman, D., J. Zhao, and A. Heiman. Adoption versus Adaptation, with Emphasis on Climate Change[J]. *Annual Review of Resource Economics*, 2012, 4 (1): 27–53.

A Review of Household Adaptation to Climate Change

Teng Meixuan, Liao Hua, Wang Fangzhi

(Center for Energy & Environmental Policy Research, Beijing Institute of Technology)

Abstract: Adaptation plays an essential role in reducing climate damage and vulnerability these days, but has received insufficient academic supports. In recent research, frequently-mentioned household adaptation behaviors include technology adoption, climate migration and risk management. There are heterogeneous choices in household adaptation behaviors towards different climate factors. When faced with the slow-onset climate factors, household can not only respond to climate change immediately, but also make long-term adaptation decisions based on expected climatic conditions. As for the fast-onset climate factors, household adaptation behaviors are limited, normally short-term and passive. Besides, household adaptation behaviors are also constrained by adaptive capacity, varying across individuals or regions. In empirical research, thanks to increasingly available climate data, and advancing quantitative tools, the economic research make great progress in household adaptation these years. Nevertheless, there are still some unsettled challenges including assessing adaptation effectiveness, quantifying long-term adaptation, and exploring regional heterogeneity. We propose further research direction of household adaptation behaviors based on the literature review.

Keywords: Climate Change; Household Adaptation Behaviors; Technology Adoption; Climate Migration; Risk Management

JEL Classification: D10, Q54, R20

(责任编辑:朱静静)