

气候变化的损失何以被低估？

——基于老龄化社会的代际调查与定量研究

禹心郭 肖 棕 阮韵晨

摘 要 传统研究往往低估气候冲击所造成的福祉损失，其不仅低估了非货币的福祉损失，也低估了代际结构老龄化的叠加损失。本文旨在揭示气候冲击下福祉损失何以被低估，尤其当人类面临日益严峻的老龄化趋势，及早部署气候适应措施，将给社会整体带来额外的福祉收益。本文基于中国健康与养老追踪调查的人群数据，通过年龄代际分析气候变化对不同群体福祉损失的影响差异和潜在作用机制。结果表明：（1）气候冲击给老龄化社会整体福祉带来明显损失，且老年前期、初老期和高龄期的群体福祉损失逐步增多，即相同气候冲击下的老龄化社会将承受更大程度的福祉损失。（2）机制研究表明，提高健康水平和认知能力是抵御气候冲击与福祉损失的重要传导路径。（3）进一步分析显示，提高家庭收入与代际支持、增强社会资本与社会保障是支撑应对气候冲击的有效举措。本研究的政策启示在于，中国应加快绿色低碳转型的步伐，及早减排并提高适应气候变化能力。

关键词 气候变化 老龄化社会 福祉损失 幸福感 年龄代际分析

【中图分类号】F062.2；F205 【文献标识码】A 【文章编号】2095-851X（2025）02-0074-16

一、引言

气候变化冲击给经济社会带来的福祉损失已不容忽视。联合国 IPCC 第六次评估报告指出，气候变化导致高温热浪、极端降水和台风洪涝等事件频发，已对人类福祉造成了显著损失。2024 年世界卫生组织发布《COP29 气候与健康问题特别报告》，呼吁当前各国政府要将福祉健康问题置于应对气候行动成效的首位，积极开展适应和减缓的政策行动。然而，在以往的气候变化经济研究中，常常低估了气候冲击带来的福祉损失，忽视了非货币的影响因素和社会代际的人口变迁，进而弱化了及早减排和开展气候适应活动的益处。自 20 世纪中叶起，我国平均升温速率高于同期全球水平，气候冲击所带来的损失风险更为严峻，尽早强化经济社会系统适应气候变化的综合能力，并积极关注重点地区气候和代际群体特征，会为我国应对气候变化带来更多的福祉收益。

在理论上，基于传统气候变化综合评估模型（IAMs）的文献大多局限于分析“气候暴露”部门，由此低估了气候冲击带来的福祉损失（Tol，2009；Zhang & Shi，2014；Stern，2016；

【基金项目】中国社会科学院重大创新工程项目（批准号：2024YZD001）；中国社会科学院实验室孵化专项资助项目（批准号：2024SYFH006）；福建省社会科学基金青年项目（批准号：FJ2024C165）。

【作者简介】禹心郭，中国社会科学院生态文明研究所，邮编：100710；肖棕，福州大学人文社会科学学院，邮编：350108；阮韵晨，福州大学人文社会科学学院，本文通讯作者，邮编：350108。

Nordhaus, 2019)。传统气候变化经济的“成本—收益”分析过于聚焦在工业农业部门产量和资产收入等货币衡量的收益损失，文化风俗损毁、生物多样性丧失、心理健康和幸福感下降等非市场损失（Non-market Damages）的福祉考量却被低估，而且传统模型多采用相对简单的函数形式，引致其未能捕捉不同群体、不同代际和不同地域的异质性影响，随着时间累积效应扩大，古典模型的漏估风险将不断升高（Ackerman et al., 2009; Dell et al., 2014; Howard & Sterner, 2017; Pindyck, 2019）。同时，传统方法在衡量气候变化对微观个体的冲击时，未能充分体现福祉健康的非货币损失，相关影响的刻画和估计也尤为困难，福祉不只是工资收入或物质财富的函数，更包括了生活满意度和家庭社会支持等可以反映人们对美好生活向往的综合指标。具体而言，气候冲击既影响了医疗费用、家庭照料和社会保障等显性成本，也影响了幸福感、安全感、精神状况、生活质量和社会团结等隐性成本，而传统模型仅通过设定主观附加损失项，简单地将各类非市场损失货币化，这种做法不仅高估了模型测度结果，也忽视了极端气候事件的尾部风险（Maddison & Rehdanz, 2011; Connolly, 2013; Bedran-Martins et al., 2018; Cheng et al., 2023）。由此可见，倘若将福祉健康作为社会总体的影响结果，气候变化导致的损失曲线将进一步上移；而相反地，在政策上及早减少温室气体排放、提早开展气候适应活动并部署适应措施，无疑将给全社会带来更多的额外收益。

应对气候变化风险，不仅涉及经济结构调整等生产问题，也涉及代际结构变迁和公正转型等社会议题。老龄化社会（Aging Society）加剧了气候治理的复杂性，作为气候冲击中最敏感的脆弱性群体，其福祉损失也非传统模型预期的简单上升，更多的是呈现加速式和非线性的攀升（Burke et al., 2015）。在个人层面，不同于中青年，超预期的气候变化加剧了老年人慢性疾病的发生和身体机能的衰退，甚至提高了死亡率，同时，劳动能力与收入水平下降，以及缺乏经济保障进一步恶化了老年群体的不利处境，也令其更易受到二次伤害（Yang et al., 2021; Khraishah et al., 2022; Purohit & Rout, 2023; Liu et al., 2024）。在家庭层面，一旦发生极端天气或空气污染，年轻人可以通过迁移来分散风险，而老年人社会网络缩小且依赖当地医疗体系，适应能力大幅受限又难以流动，承受了更高的恢复成本和心理负担（Hauer et al., 2024; Li et al., 2024; Yao et al., 2025）。在社会层面，老年群体需要更多的社区康养支持和医疗卫生资源，以及韧性的防护体系和人居环境，而代际上的健康赤字将给整体的福利系统带来多重压力（Kim et al., 2024; Tipaldo et al., 2024），这也意味着相同的气候冲击强度下，老龄化社会承受的福祉损失程度会更大。

当前我国已经步入老龄化社会，且老年人比重稳步上升，脆弱性群体人数不断增多，气候冲击对总体福利的负面影响持续加重。据第七次全国人口普查数据显示，2020年我国60岁及以上的老年人口比例为18.70%，45岁至59岁的中年人口占比为23.93%，中年阶段作为老年前期（Presenium），大量中年人即将迈入老年初期，高龄群体逐步增多，而进入老龄社会（Aged Society）更需要警惕气候冲击的危害，深入开展科学评估和适应行动。同时，迅速的代际人口变化也带来了经济结构与行为模式转变，如何提高应对气候变化的额外收益，并识别抵御气候冲击与福祉损失的潜在路径，将有针对性地增强各代际群体应对气候冲击的适应能力，进而全面提升老龄化社会的整体福利水平。

为此，本文聚焦于研究气候冲击下老龄化社会的非市场损失何以被低估，使用生活满意度和幸福感刻度社会福祉的综合指标，基于中国健康与养老追踪调查（CHARLS）百年间的大规模人群数据，进而匹配气象数据与城市经济社会统计资料，运用多维固定效应模型，通过年龄代际比较分析气候变化对老年前期、初老期和高龄期的福祉影响差异，以揭示相同气候冲击下的老龄化社会将承受更大程度的福祉损失。随后，探索了抵御气候冲击与福祉损失的潜在路径，使用中介效应分析，提出健康水平和认知能力是提升老龄化社会整体福利水平的重要路径；异质性研究显

示,提高家庭收入与代际支持、增强社会资本与社会保障是支撑应对气候冲击的有效举措。因而在政策启示上,气候变化冲击的福祉损失评估需要考虑更多非货币的影响因素和社会代际的人口变迁,增强老年群体应对气候冲击的适应能力,并进一步提升老龄化社会的人力资本、社会资本和社会保障。

相较于过往文献,本文主要贡献如下:第一,实证回应了气候冲击对经济社会造成的福利损失何以被低估,通过老年前期、初老期和高龄期的年龄代际分析,拓展了气候变化领域的微观经济研究,丰富了气候变化经济、福祉健康与老龄化社会的文献脉络。第二,基于调查样本信息,结合气象数据和经济社会统计资料,率先探索了抵御气候冲击与福祉损失的潜在机制,发现健康水平和认知能力是其重要的传导路径。第三,探讨了代际人口变化的转型社会中,何以获得应对气候变化的额外收益,提出家庭支持、社会资本与社会保障是支撑应对气候冲击的有效举措,并为及早开展气候适应行为与部署适应措施提供学理支持。

二、文献回顾与研究假设

(一) 气候变化冲击与老龄化社会

随着极端天气和自然灾害频现,气候变化对人类社会各领域的冲击逐步显现,无论是气候暴露部门,或是非暴露部门,均难以避免其带来的直接或间接的经济风险和福利损失(Tol, 2009; Zhang & Shi, 2014; Stern, 2016; Nordhaus, 2019)。但传统的气候变化综合评估模型仅聚焦于气候变化对工农业产量和资产收入等货币损失,忽视了幸福感、生活质量以及心理健康等非货币损失,而随时间推移,古典模型对此类非货币损失的漏估风险将加大,导致社会福祉损失被严重低估(Mendelsohn, 2000; Ackerman et al., 2009; Dell et al., 2014; Howard & Sterner, 2017; Pindyck, 2019)。一些研究发现,长期暴露于极端高温等气候冲击会造成劳动生产和工资收入等经济损失(Somanathan et al., 2021),并导致了发病率与死亡率的增长(Ebi et al., 2021; Costello et al., 2023; Liu et al., 2024; Yao et al., 2025),同时也诱发疲劳感与紧张焦虑等负面情绪,直接恶化生活质量,加重心理疾病的程度(Connolly, 2013; Bedran-Martins et al., 2018; Cheng et al., 2023; Hua et al., 2023; Tipaldo et al., 2024),并由此增加各类精神健康风险,进而降低了人群福祉(Barrington-Leigh & Behzadnejad, 2017; Mullins & White, 2019; Hou et al., 2023)。在此背景下,气候适应行为越发受到关注,基于评估生态环境或人类系统的气候变化冲击,主动践行调控与缓释行为,可以减少气候变化对社会福利的损害(Deschenes, 2014; Ebi et al., 2021)。研究发现,适应行为可以降低气候变化对劳动生产以及身心健康等货币与非货币的损失(Mendelsohn, 2000; Smit & Wandel, 2006; 王春超和林芊芊, 2021),但这种适应能力往往受限于个体的社会经济地位、人力资本以及社会资本等多重因素(Angrist et al., 2024; Wu et al., 2025),因而急需更优的路径以抵御气候变化损失。于此,在气候适应能力受限和非货币损失持续积累的背景下,传统气候变化模型对非市场因素的忽视,加剧了对社会整体福祉损失的系统性低估。将福祉健康纳入气候变化对社会总体的影响评价中,不仅可以识别气候冲击的影响范围,进而也将修补气候冲击的福利损失曲线。

老龄化社会到来,也意味着脆弱性群体的增多,在气候冲击视角下,老年群体面临更为严峻的福祉损失,总体福利的负面影响也持续加重(Tipaldo et al., 2024; Yao et al., 2025)。然而,传统气候模型不仅忽视非货币损失,也未将人口老龄化纳入考量,从而导致老龄化社会的福祉损失在评估中被系统性和叠加性地低估。在评估气候变化脆弱群体的研究中,老年群体因生命阶段所限,面对气候冲击时不仅恢复时间更少,适应调节能力也存在明显劣势(范西莹和李晶晶, 2023; 何苗, 2024; Li et al., 2024);其所承受的健康与福祉损害更具不可逆性与终结性,部分气候风险直接影响其临终阶段的生活质量并加剧死亡困境(Yang et al., 2021; Liu et al., 2024)。相较于中青年群

体，老年人所面临的挑战多集中于健康风险层面，气候冲击将进一步放大其风险暴露，进而对其福祉造成损害（杨继生和邹建文，2021；Hauer et al.，2024）。有研究也指出，中年群体由于感知功能较为敏锐，所受到的气候冲击，还伴有滞后效应，对健康造成了短期和长期损害（易福金等，2023）。不过，45岁至59岁的中年群体处于老年前期（Presenium），在代际上具有较高的可比性和预测性，利于观察和识别气候冲击对客观福祉与主观福祉的影响（莫运政等，2012；范西莹和李晶晶，2023）。可见，老龄化社会将在气候变化冲击下展现出较高的脆弱性；中年群体作为老年前期，虽具有一定的适应能力，但持续暴露于气候冲击仍会遭受福祉损害；老年群体则因身体机能衰退与适应调节能力下降，成为气候冲击中的脆弱群体。亦即，在相同强度的气候冲击下，中老年人口比例持续上升的老龄化社会，会遭受更大的福祉损失，社会整体福祉水平将由于人口老龄化加深而持续承压。由此，本文提出研究假设1。

研究假设1：气候冲击给老龄化社会整体福祉带来了明显损失，即老年前期、初老期和高龄期的群体福祉损失逐步增大。

（二）人力资本与幸福感

气候冲击已对人力资本造成长期影响，健康水平和认知能力作为其核心维度，直接关系到微观个体的生产消费、社会参与和主观福祉，以及加总层面的社会发展（Fishman et al.，2019；Angrist et al.，2024）。极端气温和异常降水作为典型的气候冲击来源，已令老年人等脆弱群体暴露于多种疾病和自然灾害的风险中，并对人力资本积累产生明显的负面影响（范西莹和李晶晶，2023；易福金等，2023；Purohit & Rout，2023；Wu et al.，2025）。不仅如此，极端天气的累积效应明显损害了个体的生理健康状态与主观健康感知，尤其对于老年群体，无论是在发达地区还是在欠发达地区，都产生了更为严重的叠加影响（Ebi et al.，2021；Khraishah et al.，2022；范丹 et al.，2023）。有研究发现，健康水平与生命质量紧密相关，且健康水平能够作为衡量生活状态的重要指标，并可以有效预测死亡风险（Idler & Benyamini，1997）。当中老年群体认为自身健康水平良好时，其幸福感相对较高；反之，中老年群体认为自身健康水平不佳时，幸福感则相应较低（Sun et al.，2016；范丹等，2023）。而认知能力反映了个体人力资本的内在禀赋，包括情景记忆能力和语言理解能力等，随着年龄增长，个体认知能力往往有所衰退，也影响老年群体的主观福祉和幸福感（易福金等，2023）。气候变化作为外生冲击因素，极端天气与自然灾害不仅限制了中老年群体社交网络的拓展，更进一步加剧了健康水平和认知能力的损耗，导致人力资本衰减，并令社会福祉产生损失（Filippelli et al.，2020；Tipaldo et al.，2024）。

幸福的来源与其极限往往难以比较，但幸福感因同质常作为衡量社会福祉水平的综合指标，反映了个体在经济和健康等方面的整体福利状况，也是个体对生活满意度和总体质量的关键评价方式（Diener，1994；Easterlin，2003；Levinson，2012；Diener et al.，2013）。已有文献证实，幸福感既与客观福祉的个体收入和消费水平相关（Maddison & Rehdanz，2011；刘金典和吴春燕，2024），也与心理健康、人力资本和社会资本（Levinson，2012；刘西国，2016）存在显著的正向关系。有研究指出，气候冲击通过降低老年群体生活质量，诱发慢性疾病、削弱免疫力和恶化健康状况，令其死亡风险上升，同时，人力资本的损耗还通过心理韧性丢失和应对能力下降，加重了气候变化的福祉损失（Yang et al.，2021；Khraishah et al.，2022；Purohit & Rout，2023；范西莹和李晶晶，2023；Liu et al.，2024；Tipaldo et al.，2024；Wu et al.，2025）。当老年群体面临气候变化冲击和人力资本下降的叠加困境时，心理韧性是其在负面影响中能够恢复并应对复杂环境的能力，而这往往立足于身心健康和认知能力提升，也有赖其不断适应并持续维护自身福祉和生活质量（Filippelli et al.，2020；易福金等，2023）。综前所述，健康水平与认知能力构成抵御气候冲击与福祉损失的重要传导路径。一方面，健康水平与认知能力的提升能够增强个体人力资本，进而促进了气候适应行为；另一方面，适应行为也反向强化了个体的健康水平和认知能力。

然而，气候变化冲击可能通过削弱健康水平与认知能力，降低老年群体的适应能力与幸福感，并损害老龄化社会的整体福祉。由此，本文进一步提出研究假设 2。

研究假设 2：健康水平和认知能力是抵御气候冲击与福祉损失的重要传导路径，即气候变化会对健康水平与认知能力产生负面影响，进而带来老龄化社会整体福祉的损失。

三、研究设计

（一）数据来源

本文的大规模代际人群信息来自中国健康与养老追踪调查（CHARLS），其全国基线调查于 2011 年开展，所得样本每 2 年至 3 年追踪一次，目前开放了 CHARLS2011、CHARLS2013、CHARLS2015、CHARLS2018、CHARLS2020 共 5 期调查数据，其中涵盖了 1900 年至 2000 年我国百年间出生的人群样本，CHARLS 的代际数据结构是我国目前研究老龄化社会中不同年龄群体最为权威的微观调查之一，样本覆盖 150 个县区、450 个村居的万余户家庭，具有较强的代表性。本文主要聚焦于老龄化社会，并参考国家统计局和世界卫生组织的标准，将 45 岁至 59 岁的中年群体界定为老年前期，60 岁至 74 岁的老年群体界定为初老期，75 岁至 89 岁的老年群体界定为高龄期，在 CHARLS 各期调查中对应出生年份为 1922 年至 1975 年，占总样本的 97.06%。

文中的气象数据主要来源于国家气象信息中心和欧洲中期天气预报中心，国家气象信息中心与中国气象数据网提供了我国历年的地面、高空和海洋的日度数据，该数据集时间跨度为 1995 年至今。欧洲中期天气预报中心汇集了包括我国在内的全球气象月度数据，其时间跨度为 1950 年至今。而各城市层面的多维度经济社会变量来自各省市官方统计资料、欧盟全球大气排放数据库和灯光遥感数据库等。随后，本文通过 CHARLS 调查中相应的个体年龄和代际样本，构建了面板数据库，并根据个人、年份和所在城市信息进行了跨数据库的匹配。

（二）计量模型

为对文中所提出的研究假设进行实证检验，本研究以幸福感（ WB ）为因变量，气候变化冲击（ $Climate$ ）为自变量，设定以下计量模型：

$$WB_{pt} = \beta_0 + \beta_1 Climate_{pt} + \beta_2 Control_{pt} + \epsilon_{pt} \quad (1)$$

为减少遗漏变量造成的偏差并进一步强化模型的解释力，本研究在构建基准回归模型时加入了省份固定效应和年份固定效应，下标 p 和 t 分别表示个体所在省份和年份，控制变量为一系列个体层面、家庭层面以及城市层面的变量。

（三）变量测度

本文以 CHARLS 中 45 岁至 89 岁样本作为研究对象并对其展开数据分析。自变量为气候变化冲击。气候变化对人类社会产生了各个方面的影响和冲击，本文聚焦于日均最高温度、日均最低温度和日均降水量，并将其作为气候变化的代理变量。上述变量的选取基于两方面的考量：其一，气温与降水是反映气候冲击的直观指标，同时也是气候变化的决定性因素（Hua et al., 2023；范西莹和李晶晶，2023；Li et al., 2024），日均温度和不仅能够反映气候变化的持续影响，还能够体现极端气温与极端降水等气候事件冲击强度。其二，日均温度与日均降水量的变化，以及引发的各种自然灾害，对幸福感、生活满意度、劳动生产率以及公共健康已造成了明显影响（Connolly, 2013；王春超和林芊芊，2021；易福金等，2023）。由此，其能够较为有效地代表气候变化冲击。因变量为个体的幸福感，即被访者的生活满意度，测量方式信度效度较好，并在以往文献中经常使用（Levinson, 2012；Li et al., 2024）。中介变量为健康水平与认知能力。为防止遗漏变量，统计估计时加入了地区和时间的固定效应，并在个体、家庭以及城市三个层面进行变量控制，详细定义如表 1 所示。

表 1 变量定义

分类	变量	定义
因变量	幸福感	幸福感即被访者的生活满意度,以测量社会群体福祉,5 分制,非常不满意 = 1,非常满意 = 5
自变量	日均最高温度	个体所在城市一年中每日最高温度的平均值
	日均最低温度	个体所在城市一年中每日最低温度的平均值
	日均降水量	个体所在城市一年的平均降水量
中介变量	健康水平	个体对自身身体健康状况的感知,5 分制,很不好 = 1,很好 = 5
	认知能力	通过对个体的情景记忆能力进行评估,10 分制,分值越高,认知越强
个体层面 控制变量	性别	男性 = 1, 女性 = 0
	年龄	个体年龄
	受教育程度	接受教育程度,小学以下、小学、中学、高中及以上,分值由低到高
	婚姻状况	已婚 = 1, 其他 = 0
	户口	户籍状态,农村 = 1, 城市 = 0
	日常生活活动能力	对个体穿衣、进食、移动等困难度进行评估,分值越低,活动能力越强
	工具性活动能力	个体使用一定技巧或工具完成的活动能力,使用电话、购物、做家务等困难度进行评估,分值越低,此能力越强
	疼痛程度	个体在头、肩、胸、胃、腰、背、膝盖等身体部位的疼痛情况,分值越高,疼痛范围越大
	慢性病	是否患有高血压、糖尿病、慢性肺病、心脏病、中风、肾脏疾病、胃病、帕金森、哮喘、情感精神问题等,有慢性病(为 1),反之否(为 0)
	就诊情况	过去一个月是否门诊,是 = 1, 否 = 0
	住院情况	过去一年是否住院,是 = 1, 否 = 0
	睡眠时长	在晚上真正入眠时间
	医疗保险	是否有医疗保险,是 = 1, 否 = 0
	是否退休	是否已退休,是 = 1, 否 = 0
家庭层面 控制变量	家庭收入	所在家庭在过去一年的收入(扣除各项负债)
	子女的经济支持	过去一年中,个体得到下一代的经济支持
	对子女的经济支持	过去一年中,个体对下一代提供的经济支持
	居住房产状况	由通电与互联网接入衡量,反映居住水平,分值越高,居住条件越好
	家庭规模	所在家庭人数
城市层面 控制变量	市场活跃程度	城市新注册企业数量
	夜间灯光强度	用以衡量经济生活质量,各城市年度平均夜间灯光状况
	最低工资水平	用以衡量社会福利状况,城市所辖各区县当月最低工资标准的均值
	空气质量	城市 PM _{2.5} 平均值
	温室气体排放	城市 CO ₂ 排放量
	平均风速	城市平均风速

四、实证结果

(一) 气候变化冲击与福祉损失：基于年龄群体的分析

表 2 至表 4 为基准回归结果。其中，表 2 展示了日均最高温度与福祉损失的群体差异。列（1）展示了在控制个体层面、家庭层面以及城市层面变量特征，并固定了省份和年份效应后，日均最高

温度对老龄化社会造成了福祉损失。列（2）至列（4）则展示了老年前期、初老期以及高龄期进行分组回归分析的结果，结果显示气候冲击带来的福祉损失在不同年龄代际中呈现递增趋势，高龄期的福祉损失最为严重。

表 2 日均最高温度与福祉损失的群体差异

	(1) 幸福感	(2) 老年前期 幸福感	(3) 初老期 幸福感	(4) 高龄期 幸福感
日均最高温度	-0.015 *** (0.003)	-0.009 ** (0.004)	-0.017 *** (0.004)	-0.036 *** (0.010)
个体层面变量	控制	控制	控制	控制
家庭层面变量	控制	控制	控制	控制
城市层面变量	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
样本	33734	13986	16010	3738
Adjusted R ² 值	0.088	0.104	0.085	0.065

注：括号内为标准误差，***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。据世界卫生组织定义，老年前期为45岁至59岁，初老期为60岁至74岁，高龄期为75岁至89岁；似无相关检验（Seemingly Unrelated Estimation, SUEST）验证组间差异，老年前期、初老期及高龄期在1%水平上存在显著组间差异，下同。

表3展示了日均最低温度与福祉损失的群体差异。列（1）展示了日均最低温度对老龄化社会造成了福祉损失，列（2）至列（4）则展示了老年前期、初老期以及高龄期进行分组回归分析的结果，同样发现，气候冲击带来的福祉损失在不同年龄代际中呈现递增趋势，高龄期的福祉损失最为严重。

表 3 日均最低温度与福祉损失的群体差异

	(1) 幸福感	(2) 老年前期 幸福感	(3) 初老期 幸福感	(4) 高龄期 幸福感
日均最低温度	-0.014 *** (0.002)	-0.010 *** (0.003)	-0.014 *** (0.004)	-0.029 *** (0.008)
个体层面变量	控制	控制	控制	控制
家庭层面变量	控制	控制	控制	控制
城市层面变量	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
样本	33734	13986	16010	3738
Adjusted R ² 值	0.088	0.104	0.085	0.065

注：括号内为标准误差，***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。

表4展示了日均降水量与福祉损失的群体差异。列（1）展示了日均降水量对老龄化社会造成了福祉损失，列（2）至列（4）则展示了老年前期、初老期以及高龄期进行分组回归分析的结果，同样表明，气候冲击带来的福祉损失在不同年龄代际中呈现递增趋势，高龄期的福祉损失最为严重，即相同气候冲击下的老龄化社会将承受更高层次的福祉损失。

表 4 日均降水量与福祉损失的群体差异

	(1) 幸福感	(2) 老年前期 幸福感	(3) 初老期 幸福感	(4) 高龄期 幸福感
日均降水量	-0.044 *** (0.007)	-0.038 *** (0.011)	-0.048 *** (0.010)	-0.049 ** (0.022)
个体层面变量	控制	控制	控制	控制
家庭层面变量	控制	控制	控制	控制
城市层面变量	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
样本	34424	14350	16309	3765
Adjusted R ² 值	0.087	0.104	0.083	0.063

注：括号内为标准误差，***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。

(二) 稳健性检验

1. 补充样本量

研究使用 CHARLS 调查中的补充样本，覆盖 11 岁至 120 岁的个体，但正式调查中的补充样本量极少（观测点不足 370 个），此处仅以检验对老龄化社会的估计有效性。表 5 展示了验证结果，如列（1）至列（3）所示，在扩大样本后，日均最高温度、日均最低温度以及日均降水量变化给整体福祉也带来了明显损失，且在 1% 的置信水平上显著，表明主要结论依然稳健。

表 5 稳健性检验：补充样本量和改变测度方式

	(1) 幸福感	(2) 幸福感	(3) 幸福感	(4) 幸福感	(5) 幸福感	(6) 幸福感 重编码	(7) 幸福感 重编码	(8) 幸福感 重编码
日均最高温度	-0.015 *** (0.003)					-0.012 *** (0.002)		
日均最低温度		-0.014 *** (0.002)					-0.011 *** (0.002)	
日均降水量			-0.045 *** (0.007)					-0.029 *** (0.006)
极端高温天数				-0.001 *** (0.000)				
极端降水天数					-0.076 *** (0.027)			
个体层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
家庭层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
城市层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
样本	34088	34088	34788	31397	33734	33734	33734	34424
Adjusted R ² 值	0.087	0.087	0.086	0.084	0.087	0.091	0.091	0.090

注：括号内为标准误差，***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。

2. 改变测度方式

一方面，以日均温度和日均降水量来衡量气候冲击可能无法充分反映气候变化冲击对幸福感的影响；另一方面，个体对幸福感的主观感知可能存在差异，进而使研究结论产生偏误。为此，在研究中进一步替换自变量与因变量进行稳健性检验。在替换自变量的过程中，考虑极端高温天数和极端降水天数等极端事件的影响，进而更换原有气象变量；在替换因变量的过程中，对幸福感进行了重新编码。

表 5 的列（4）和列（5）展示了检验结果，极端高温天数和极端降水天数等气候冲击对老龄化社会整体福祉造成了明显损失，主要结论仍较稳健。列（6）至列（8）展示了再编码的实证结果，日均最高温度、日均最低温度和日均降水量依旧对老龄化社会的整体福祉造成损害，且在 1% 的置信水平上显著，支持了主要结论。

3. 替换统计模型

为使上述结果的可靠性得到更多支持，本文又进行了以下稳健性分析。首先，变换随机效应模型进行检验；其次，将因变量处理为二分量，赋值为 1 表示“幸福”，否则为 0 表示“不幸福”，进而替换使用 Logit 模型重新检验，结果如表 6 的列（1）至列（6）所示，主要结论依然稳健成立。

表 6 稳健性检验：替换统计模型

	(1) 随机效应模型	(2) 随机效应模型	(3) 随机效应模型	(4) Logit 模型	(5) Logit 模型	(6) Logit 模型
日均最高温度	-0.015 *** (0.003)			-0.049 *** (0.008)		
日均最低温度		-0.014 *** (0.002)			-0.042 *** (0.007)	
日均降水量			-0.044 *** (0.007)			-0.097 *** (0.020)
个体层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
家庭层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
城市层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本	33734	33734	34424	33734	33734	34424
Within/Pseudo R ² 值	0.081	0.081	0.080	0.057	0.057	0.056

注：括号内为标准误差，***、** 和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著。

五、进一步研究

（一）机制分析：人力资本的中介效应

本文使用结构方程统计模型进行中介效应检验。结构方程模型具有较强的综合计算能力，能够处理多变量模型，并克服一定程度的逆向因果问题，进而更加全面和精确地估计模型。本研究中的结构方程模型主要分为三组路径，这三组路径依次分析了日均最高温度、日均最低温度和日均降水量变化对健康水平与认知能力的直接效应，以及健康水平与认知能力在气候变化影响幸福感过程中的作用机制。表 7 至表 9 依次展示了日均最高温度、日均最低温度和日均降水量变化通过健康水平

与认知能力对老龄化社会整体福祉产生影响。

如表 7 所示，在第一组路径中，日均最高温度对个体的健康水平和认知能力产生负面影响，路径系数分别为 -0.013 和 -0.039 ；健康水平和认知能力与幸福感之间存在正向关联，其路径系数分别为 0.169 和 0.015 。这组路径 RMSEA 值均为 0.000 ，CFI 值与 TLI 值均大于 0.9 ，表明模型拟合度较好。由此，假设 2 得到了初步证实，日均最高温度通过对健康水平与认知能力产生负面影响，进而对老龄化社会整体福祉造成损失。

表 7 日均最高温度与老龄化社会福祉损失的路径分析

路径	系数	标准误	样本数	RMSEA
日均最高温度→健康水平	-0.013^{***}	0.001	33717	0.000 (90% CI [0.000,0.000])
健康水平→幸福感	0.169^{***}	0.005	33717	
日均最高温度→认知能力	-0.039^{***}	0.003	31361	0.000 (90% CI [0.000,0.000])
认知能力→幸福感	0.015^{***}	0.003	31361	

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。

如表 8 所示，在第二组路径中，日均最低温度对个体的健康水平和认知能力产生负面影响，路径系数分别为 -0.009 和 -0.035 ；健康水平和认知能力与幸福感之间存在正向关联，其路径系数分别为 0.170 和 0.015 。这组路径 RMSEA 值均为 0.000 ，CFI 值与 TLI 值均大于 0.9 ，表明模型拟合度较好。由此，假设 2 得到了证实，日均最低温度通过对健康水平与认知能力产生负面影响，进而对老龄化社会整体福祉造成损失。

表 8 日均最低温度与老龄化社会福祉损失的路径分析

路径	系数	标准误	样本数	RMSEA
日均最低温度→健康水平	-0.009^{***}	0.001	33717	0.000 (90% CI [0.000,0.000])
健康水平→幸福感	0.170^{***}	0.005	33717	
日均最低温度→认知能力	-0.035^{***}	0.002	31361	0.000 (90% CI [0.000,0.000])
认知能力→幸福感	0.015^{***}	0.003	31361	

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。

如表 9 所示，在第三组路径中，日均降水量对个体的健康水平和认知能力产生负面影响，路径系数分别为 -0.027 和 -0.125 ；健康水平和认知能力与幸福感之间存在正向关联，其路径系数分别为 0.170 和 0.015 。RMSEA 值均为 0.000 ，CFI 值与 TLI 值均大于 0.9 ，表明模型拟合度较好。由此，假设 2 得到了证实，日均降水量对健康水平与认知能力产生负面影响，进而对老龄化社会整体福祉造成损失。

表 9 日均降水量与老龄化社会福祉损失的路径分析

路径	系数	标准误	样本数	RMSEA
日均降水量→健康水平	-0.027^{***}	0.004	34406	0.000 (90% CI [0.000,0.000])
健康水平→幸福感	0.170^{***}	0.005	34406	
日均降水量→认知能力	-0.125^{***}	0.009	32017	0.000 (90% CI [0.000,0.000])
认知能力→幸福感	0.015^{***}	0.003	32017	

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。

(二) 异质性分析：抵御气候冲击的支撑路径

1. 家庭收入与代际支持

家庭支持能够显著提升老年群体和老龄化社会的幸福感，从而加强其应对气候变化冲击的能力并增进整体福祉。表 10 展示了气候冲击与家庭收入的分组回归结果。结果表明，日均最高温度、日均最低温度以及日均降水量等气候变化，给老龄化社会中的低收入家庭带来的福祉损失更大，同时针对性地增强低收入家庭的气候适应能力，会提升老龄化社会的整体福利水平。

表 10 气候冲击与家庭收入的分组回归

	(1) 高家庭收入 幸福感	(2) 低家庭收入 幸福感	(3) 高家庭收入 幸福感	(4) 低家庭收入 幸福感	(5) 高家庭收入 幸福感	(6) 低家庭收入 幸福感
日均最高温度	-0.012 ** (0.005)	-0.016 *** (0.004)				
日均最低温度			-0.012 *** (0.004)	-0.014 *** (0.003)		
日均降水量					-0.018 * (0.011)	-0.061 *** (0.009)
个体层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
家庭层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
城市层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本	12120	21614	12120	21614	12278	22146
Adjusted R ² 值	0.070	0.093	0.071	0.093	0.069	0.093

注：括号内为标准误差，***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。高/低家庭收入：相对而言，家庭年收入不小于平均值则为相对高家庭收入；反之则为相对低家庭收入。采用似无相关检验（SUEST）验证组间差异，结果表明气候冲击对不同家庭收入群体的影响在1%水平上存在显著组间差异。

从下一代子女处获得经济支持，可以促进家庭内部交流和代际互动，也提高了生活质量，有助于增强老龄化社会的整体福祉水平。表 11 展示了气候冲击与代际支持的分组回归结果。结果表明，日均最高温度、日均最低温度以及日均降水量等气候变化，给老龄化社会中的低代际支持群体带来的福祉损失更大，同时针对性地增强低代际支持群体的气候适应能力，会提升老龄化社会的整体福利水平。

表 11 气候冲击与代际支持的分组回归

	(1) 高代际支持 幸福感	(2) 低代际支持 幸福感	(3) 高代际支持 幸福感	(4) 低代际支持 幸福感	(5) 高代际支持 幸福感	(6) 低代际支持 幸福感
日均最高温度	-0.010 *** (0.003)	-0.028 *** (0.006)				
日均最低温度			-0.009 *** (0.003)	-0.030 *** (0.005)		
日均降水量					-0.041 *** (0.008)	-0.052 *** (0.016)

续表

	(1) 高代际支持 幸福感	(2) 低代际支持 幸福感	(3) 高代际支持 幸福感	(4) 低代际支持 幸福感	(5) 高代际支持 幸福感	(6) 低代际支持 幸福感
个体层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
家庭层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
城市层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本	26547	7187	26547	7187	27103	7321
Adjusted R ² 值	0.084	0.096	0.084	0.098	0.084	0.093

注：括号内为标准误差，***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。高/低代际支持：相对而言，子女经济支持大于0则为高代际支持；反之则为低代际支持。采用似无相关检验（SUEST）验证组间差异，结果表明气候冲击对不同代际支持群体的影响在1%水平上存在显著组间差异。

2. 社会资本与社会保障

社会互动能够提升人际信任和社区韧性，增进社会网络和社会资本，进而有利于促进老龄化社会的整体福祉。表12展示了气候冲击与社会资本的分组回归结果。结果表明，日均最高温度、日均最低温度以及日均降水量等气候变化，给低社会资本群体带来的福祉损失更大，同时针对性地增强低社会资本群体的气候适应能力，会提升老龄化社会的整体福利水平。

表12 气候冲击与社会资本的分组回归

	(1) 高社会资本 幸福感	(2) 低社会资本 幸福感	(3) 高社会资本 幸福感	(4) 低社会资本 幸福感	(5) 高社会资本 幸福感	(6) 低社会资本 幸福感
日均最高温度	-0.002 (0.005)	-0.021 *** (0.004)				
日均最低温度			-0.010 ** (0.004)	-0.015 *** (0.003)		
日均降水量					-0.028 *** (0.011)	-0.052 *** (0.009)
个体层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
家庭层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
城市层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本	13321	20413	13321	20413	13670	20754
Adjusted R ² 值	0.078	0.096	0.079	0.096	0.077	0.095

注：括号内为标准误差，***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。高/低社会资本：通过“个体是否去串门、跟朋友交往”以及“是否向不同住的亲人、邻居提供帮助”识别社会资本水平，相对而言，两者皆无则视为低社会资本；反之则为高社会资本。采用似无相关检验（SUEST）验证组间差异，结果表明气候冲击对不同社会资本群体的影响在1%水平上存在显著组间差异。

医疗保险和社会保障能够为气候冲击中的老龄化社会提供重要支撑，其不仅降低老龄化社会因疾病带来的经济压力，还能够促进整体福祉的提升。表13展示了气候冲击与社会保障的分组回归结果。结果表明，日均最高温度、日均最低温度以及日均降水量等气候变化，给低社会保障群体带

来的福祉损失更大，同时针对性地增强低社会保障群体的气候适应能力，会提升老龄化社会的整体福利水平。

表 13 气候冲击与社会保障的分组回归

	(1) 高社会保障 幸福感	(2) 低社会保障 幸福感	(3) 高社会保障 幸福感	(4) 低社会保障 幸福感	(5) 高社会保障 幸福感	(6) 低社会保障 幸福感
日均最高温度	-0.012 *** (0.003)	-0.064 *** (0.016)				
日均最低温度			-0.012 *** (0.002)	-0.036 *** (0.012)		
日均降水量					-0.043 *** (0.007)	-0.074 * (0.042)
个体层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
家庭层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
城市层面变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
省份固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本	32460	1274	32460	1274	33105	1319
Adjusted R ² 值	0.087	0.101	0.087	0.096	0.086	0.089

注：括号内为标准误差，***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。高/低社会保障：相对而言，拥有医疗保险则为高社会保障；没有医疗保险则为低社会保障。采用似无相关检验（SUEST）验证组间差异，结果表明气候冲击对不同社会保障群体的影响在5%水平上存在显著组间差异。

六、结论

本文实证回应了气候冲击对经济社会造成的福利损失何以被低估，基于中国健康与养老追踪调查的大规模微观数据，结合非货币化的幸福感指标，匹配市级层面的气象数据与经济社会统计资料，通过 CHARLS 微观调查的人群信息划分出老年前期、初老期和高龄期，进而展开年龄代际分析。研究发现，（1）气候冲击给老龄化社会整体福祉带来明显损失，且老年前期、初老期和高龄期的群体福祉损失逐步增大，即相同气候冲击下的老龄化社会承受了更大程度的福祉损失，经过一系列稳健性检验后，以上结论依旧得到了支持。（2）探索了抵御气候冲击与福祉损失的潜在路径，并发现健康水平和认知能力是提升老龄化社会整体福利水平的重要路径。（3）探讨了在代际人口变化的转型社会中，何以获得应对气候变化的额外收益，提高养老金补贴、增加税收优惠、完善社区老年活动中心建设等社会保障是支撑应对气候冲击的有效举措。本文得出以下政策启示。

第一，完善应对气候变化的多部门联合机制与政策规范。应对气候风险应构建各部门联合工作体系，加强不同部门之间任务协作、资讯共用、沟通交流和共同评估，同时在政策制定与执行中纳入碳排放管理机制，确保减排目标与适应策略协同推进，关注特殊需求与脆弱群体，制定针对性的支持措施，提升社会整体福祉水平。

第二，推动韧性城市与美丽中国建设。加快推进生态宜居城市建设，提升城市绿色空间覆盖率，强化人居环境适应气候变化能力，提高生态系统功能效用，增强城市建设应对极端天气和自然灾害的防御能力，打造气候变化适应型城市。

第三，优化气候病症预报系统与健康评估系统。建立气候相关疾病预警系统，及时在气候变化引起的极端高温等状况时发出相应疾病预报，协助各方开展疾病预防工作。增强各地医疗机构应对能力，抵御气候变化对健康水平与认知能力的双重冲击。

第四，营造全社会应对气候变化的友好环境。针对不同群体制定不同气候变化认知的教育方针，增进社会公众对气候变化风险的适应意识，以增强其适应能力和心理韧性，同时为低收入家庭提供适当补贴，帮助其降低气候变化带来的生活成本与健康风险，呼吁民众低碳生活，营造协同减缓与适应气候变化的良好社会氛围。

参考文献

范丹、杨萧鸿、杨中园（2023）：《空气污染对中老年人认知能力的影响》，《中国环境科学》第1期，第394—403页。

范西莹、李晶晶（2023）：《气候要素影响下老年人死亡风险表现及适应水平差异分析》，《人口研究》第5期，第115—128页。

何苗（2024）：《全球气候变化与人群健康》，《生态经济》第1期，第1—4页。

刘金典、吴春燕（2024）：《既患寡也患不均：相对生活水平与居民幸福感》，《劳动经济研究》第2期，第46—70页。

刘西国（2016）：《社交活动如何影响农村老年人生活满意度？》，《人口与经济》第2期，第40—47页。

莫运政、郑亚安、陶辉等（2012）：《日均气温与呼吸系统疾病急诊人次相关性的时间序列分析》，《北京大学学报（医学版）》第3期，第416—420页。

王春超、林芊芊（2021）：《恶劣天气如何影响劳动生产率？——基于快递业劳动者的适应行为研究》，《经济学（季刊）》第3期，第797—818页。

杨继生、邹建文（2021）：《人口老龄化、老年人消费及其结构异质性——基于时变消费效用的分析》，《经济学动态》第11期，第91—110页。

易福金、余露芸、周天昊等（2023）：《高温与认知能力——基于中老年群体的实证研究》，《经济学（季刊）》第1期，第389—408页。

Ackerman, F. et al. (2009), "Limitations of integrated assessment models of climate change", *Climatic Change*, 95, pp. 297 – 315.

Angrist, N. et al. (2024), "Human capital and climate change", *The Review of Economics and Statistics*, pp. 1 – 28.

Barrington-Leigh, C. and Behzadnejad, F. (2017), "The impact of daily weather conditions on life satisfaction: Evidence from cross-sectional and panel data", *Journal of Economic Psychology*, 59, pp. 145 – 163.

Bedran-Martins, A. M. et al. (2018), "Relationship between subjective well-being and material quality of life in face of climate vulnerability in NE Brazil", *Climatic Change*, 147 (1), pp. 283 – 297.

Burke, M. et al. (2015), "Global non-linear effect of temperature on economic production", *Nature*, 527 (7577), pp. 235 – 239.

Cheng, Y. et al. (2023), "Climatic and economic background determine the disparities in urbanites' expressed happiness during the summer heat", *Environmental Science & Technology*, 57 (30), pp. 10951 – 10961.

Connolly, M. (2013), "Some like it mild and not too wet: The influence of weather on subjective well-being", *Journal of Happiness Studies*, 14, pp. 457 – 473.

Costello, A. et al. (2023), "Climate change threatens our health and survival within decades", *The Lancet*, 401 (10371), pp. 85 – 87.

Dell, M. et al. (2014), "What do we learn from the weather? The new climate-economy literature", *Journal of Economic Literature*, 52 (3), pp. 740 – 798.

Deschenes, O. (2014), "Temperature, human health, and adaptation: A review of the empirical literature", *Energy Economics*, 46, pp. 606 – 619.

Diener, E. (1994), "Assessing subjective well-being: Progress and opportunities", *Social Indicators Research*, 31,

pp. 103 – 157.

Diener, E. et al. (2013). “Theory and validity of life satisfaction scales”, *Social Indicators Research*, 112, pp. 497 – 527.

Easterlin, R. A. (2003), “Explaining happiness”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100 (19), pp. 11176 – 11183.

Ebi, K. L. et al. (2021), “Hot weather and heat extremes: health risks”, *The Lancet*, 398 (10301), pp. 698 – 708.

Filippelli, G. M. et al. (2020), “Climate change impacts on human health at an actionable scale: a state-level assessment of Indiana, USA”, *Climatic Change*, 163, pp. 1985 – 2004.

Fishman, R. et al. (2019), “Long-term impacts of exposure to high temperatures on human capital and economic productivity”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 93, pp. 221 – 238.

Hauer, M. E. et al. (2024), “Climate migration amplifies demographic change and population aging”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121 (3), p. e2206192119.

Hou, J. et al. (2023), “Effects of temperature on mental health: Evidence and mechanisms from China”, *China Economic Review*, 79, p. 101953.

Howard, P. H. and Sterner, T. (2017). “Few and not so far between: a meta-analysis of climate damage estimates”, *Environmental and Resource Economics*, 68 (1), pp. 197 – 225.

Hua, Y. et al. (2023), “The effects of temperature on mental health: Evidence from China”, *Journal of Population Economics*, 36 (3), pp. 1293 – 1332.

Idler, E. L. and Benyamini, Y. (1997), “Self-rated health and mortality: A review of twenty-seven community studies”, *Journal of Health and Social Behavior*, 38 (1), pp. 21 – 37.

Khraishah, H. et al. (2022), “Climate change and cardiovascular disease: implications for global health”, *Nature Reviews Cardiology*, 19 (12), pp. 798 – 812.

Kim, J. S. and Kim, S. K. (2024), “Ageing population and green space dynamics for climate change adaptation in Southeast Asia”, *Nature Climate Change*, 14 (5), pp. 490 – 495.

Levinson, A. (2012), “Valuing public goods using happiness data: The case of air quality”, *Journal of Public Economics*, 96 (9 – 10), pp. 869 – 880.

Li, H. et al. (2024), “Temperature and life satisfaction: Evidence from Chinese older adults”, *Ecological Economics*, 225, p. 108342.

Liu, J. et al. (2024), “Rising cause-specific mortality risk and burden of compound heatwaves amid climate change”, *Nature Climate Change*, 14 (11), pp. 1201 – 1209.

Maddison, D. and Rehdanz, K. (2011), “The impact of climate on life satisfaction”, *Ecological Economics*, 70 (12), pp. 2437 – 2445.

Mendelsohn, R. (2000), “Efficient adaptation to climate change”, *Climatic Change*, 45 (3), pp. 583 – 600.

Mullins, J. T. and White, C. (2019), “Temperature and mental health: Evidence from the spectrum of mental health outcomes”, *Journal of Health Economics*, 68, p. 102240.

Nordhaus, W. (2019), “Climate change: The ultimate challenge for economics”, *American Economic Review*, 109 (6), pp. 1991 – 2014.

Pindyck, R. S. (2019), “The social cost of carbon revisited”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 94, pp. 140 – 160.

Purohit, J. and Rout, H. S. (2023), “Impact of climate change on human health concerning climate-induced natural disaster: Evidence from an eastern Indian state”, *Climatic Change*, 176 (8), p. 109.

Smit, B. and Wandel, J. (2006), “Adaptation, adaptive capacity and vulnerability”, *Global Environmental Change*, 16 (3), pp. 282 – 292.

Somanathan, E. et al. (2021), “The impact of temperature on productivity and labor supply: Evidence from Indian manufacturing”, *Journal of Political Economy*, 129 (6), pp. 1797 – 1827.

Stern, N. (2016), “Economics: Current climate models are grossly misleading”, *Nature*, 530 (7591), pp. 407 – 409.

Sun, S. et al. (2016), “Subjective well-being and its association with subjective health status, age, sex, region, and

- socio-economic characteristics in a Chinese population study”, *Journal of Happiness Studies*, 17, pp. 833 – 873.
- Tipaldo, J. F. et al. (2024), “A framework for ageing and health vulnerabilities in a changing climate”, *Nature Climate Change*, 14 (1), pp. 1 – 11.
- Tol, R. S. J. (2009), “The economic effects of climate change”, *Journal of Economic Perspectives*, 23 (2), pp. 29 – 51.
- Wu, Y. et al. (2025), “Temperature effects on peoples’ health and their adaptation: empirical evidence from China”, *Climatic Change*, 178 (2), pp. 1 – 21.
- Yang, J. et al. (2021), “Projecting heat-related excess mortality under climate change scenarios in China”, *Nature Communications*, 12 (1), p. 1039.
- Yao, X. et al. (2025), “Elderly vulnerability to temperature-related mortality risks in China”, *Science Advances*, 11 (6), p. eado5499.
- Zhang, Y. and Shi, H. (2014), “From burden-sharing to opportunity-sharing: Unlocking the climate negotiations”, *Climate Policy*, 14, pp. 63 – 81.

How Are the Losses from Climate Change Underestimated? A Quantitative Study Based on Intergenerational Surveys in the Aging Society

YU Xinguo¹, XIAO Liang², RUAN Yunchen²

(1. Research Institute for Eco-civilization, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100710, China;

2. School of Humanities and Social Sciences, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: Traditional literatures have frequently underestimated the well-being losses resulting from climate change, with insufficient attention paid to non-monetary well-being impacts and the compounded effects of population aging. This study aims to investigate why well-being losses under weather shocks tend to be underestimated. It also contends that the early implementation of climate adaptation strategies, particularly in the context of an aging population, can bring additional well-being benefits to society. Based on dataset from the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS) covering cohorts born between 1922 and 1975, this study adopts an intergenerational analysis to examine the differences in well-being losses caused by climate change across different age groups, as well as the potential mechanisms. The results indicate that: (1) Climate shocks significantly reduce overall well-being in an aging society, with well-being losses increasing among the presenium, early-elderly, and elderly groups. In other words, under the same climate shock, the aging society tends to experience greater well-being losses. (2) Mechanism analysis reveals that improving health status and cognitive ability serves as important pathways for mitigating well-being losses under climate shocks. (3) Further analysis shows that increasing household income and intergenerational support, enhancing social capital, and strengthening social security are effective strategies for coping with climate shocks. The policy implications of this study emphasize that China should accelerate the pace of its green and low-carbon transition, advance emission reduction efforts, and strengthen its capacity for climate change adaptation.

Key Words: climate change; aging society; well-being loss; happiness; intergenerational analysis

责任编辑：刘心如