

杨宇,王金霞,侯玲玲等. 华北平原的极端干旱事件与农村贫困: 不同收入群体在适应措施采用及成效方面的差异[J]. 中国人口·资源与环境 2018 28(1): 124-133. [YANG Yu, WANG Jinxia, HOU Lingling, et al. Extreme drought events and rural poverty: differences on farmers' adaptive behavior and production impacts among different income groups in North China Plain[J]. China population, resources and environment, 2018 28(1): 124-133.]

华北平原的极端干旱事件与农村贫困: 不同收入群体在适应措施采用及成效方面的差异

杨宇¹ 王金霞² 侯玲玲² 黄季焜²

(1. 成都理工大学商学院 四川 成都 610059; 2. 北京大学现代农业学院 北京 100871)

摘要 日益严重的极端气候事件对农业生产脆弱性的影响逐渐加剧了农村贫困,作为粮食主产区的华北平原面临着极端气候事件对农业生产的严峻冲击,为此,实证分析了华北平原不同收入群体应对极端干旱事件的适应行为及极端干旱事件对其农业生产影响的差异,以期政府制定应对气候变化的适应行为对策及精准扶贫政策提供依据。本文基于华北平原5省889个农户的1663地块的实地调研数据,运用两阶段的思路构建计量经济模型进行分析研究,结果表明:①相比于较高收入群体,较低收入群体由于自身人力资本、社会资本及生产资产的劣势可能导致其显著减少了0.12次灌溉频次和降低了2.1%的概率去采用地面管道节水技术以应对极端干旱事件;②每增加1次的灌溉频次将平均挽回约21%的单产损失和采用地面管道节水技术相比于未采用也将挽回12%的单产损失;③相比于较高收入群体,低收入群体在面对极端干旱事件的冲击时显著地增加了约2%~3%小麦单产损失。基于此,在制定减少因灾致贫的贫困农户群体和预防农村贫困危机的政策时,要考虑极端气候事件的影响。具体而言,为了增强农户应对极端气候事件的适应能力,尤其对农村收入较低(贫困)群体,政府适应政策不要忽略农户人力资本、社会资本及生产资本等因素影响,这样才能更好地发挥政策的精准扶贫效果;在华北地区干旱化趋势明显的状况,加大推广灌溉和地面管道节水技术适应行为以减少极端干旱事件的潜在生产损失和减少贫困群体。

关键词 极端干旱事件; 不同收入群体; 适应行为; 生产影响; 华北平原

中图分类号 F320.3 文献标识码 A 文章编号 1002-2104(2018)01-0124-10 DOI: 10.12062/cpre.20170513

不断加剧的极端气候事件所引起的农业生产脆弱性逐渐成为加剧农村贫困的重要诱因之一^[1-2]。研究表明,在孟加拉国、印度尼西亚、墨西哥及坦桑尼亚、赞比亚等发展中国家,极端气候事件导致的自然灾害极大地降低了农业生产力,提高了因灾致贫、返贫的发生率^[3-6]。在中国,极端气候事件对农业生产的负面影响亦是加剧农村贫困的重要因素^[7-10]。例如,水旱灾害对农业生产的破坏平均每提高约10%,农村贫困发生率就会增加2%~3%^[11-12]。2015年的7000多万贫困农民中的20%是因灾致贫^[13]。因此,不断加重的极端气候事件使扶贫工作面临更加严峻的挑战。

由于贫困群体适应能力弱,在面临极端气候事件影响

的情况下,农业生产的脆弱性更明显。具体来说,相比于富裕群体,贫困群体由于自身人力资本的退化、生产性资产的匮乏及社会资本的边缘化等不利条件使其应对极端气候事件的适应能力减弱^[14-18]。这可能延缓贫困群体农户对极端气候事件做出及时和正确的预期,并限制了适应措施的采用,进而使农业生产面临着更大的生产损失和风险^[19-21]。以上这些研究主要是采用案例分析或描述性统计方法,少有研究在大规模农户调研数据上采用计量经济学进行定量研究。鉴于极端气候事件与农村贫困之间关系表现为多维和复杂的特征^[18],十分有必要在控制农户、村及区域等不同尺度的经济社会特征下展开实证分析,有助于准确揭示出极端气候事件与农村贫困在适应行为和

收稿日期:2017-05-12

作者简介:杨宇,博士,讲师,主要研究方向为资源环境经济学。E-mail: yangy.11b@igsnr.ac.cn。

通讯作者:王金霞,博士,教授,博导,主要研究方向为资源环境经济学。E-mail: jxwang_ccap@pku.edu.cn。

基金项目:国家重点基础研究发展计划项目“气候变化对社会经济系统的影响与适应策略”(批准号:2012CB955700);国家自然科学基金重大国际合作项目“气候变化对中国粮食安全的长期与短期影响及适应性对策”(批准号:71161140351);教育部人文社会科学研究青年基金项目“气候变化对农村贫困的影响及适应策略研究:基于西南地区的实地调研”(批准号:17YJCZH223);四川省软科学计划项目“四川粮食主产区的农地适度规模经营:规模报酬、规模收益与生产”(批准号:2017ZR0051);2017年气象灾害预测预警与应急管理研究中心开放研究项目“气候变化背景下的四川省粮食安全及适应策略研究”(批准号:ZHYJ17-YB06)。



影响上的机理。

华北平原是中国小麦、玉米以及水稻三大主要粮食作物的主产区。2011年,小麦、玉米以及水稻的粮食总产量分别约占到中国的75%、32%和19%^[22]。但有研究表明,农村相对贫困人口分布呈现日益向粮食主产区转移和集中的趋势^[23-24]。除此以外,近年来,华北平原干旱明显加重,1997—2013年中等以上干旱日数较1961—1996年增加了15%^[25],这给华北平原粮食作物产量持续增长带来极大挑战。在过去的32年(1980—2011)旱灾年均受灾面积达到约740万hm²,约为年均粮食播种面积的20%^[26]。

鉴于此,本文将基于对华北平原进行大规模农户调查的数据,运用计量模型框架分析和厘清不同收入水平的农民在适应极端干旱事件上的差异,以及极端干旱事件对不同收入水平的农业生产的影响,进而为政府制定应对极端干旱事件政策和精准扶贫提供实证依据。为了实现上述研究目标,将围绕以下几个问题展开研究:在应对极端干旱事件,不同收入群体的农户采用了哪些适应措施,有哪些不同;极端干旱事件对不同收入群体农户的农业生产有何影响,这些影响是否有差异。

本文接下的第一部分用来说明数据来源及变量;第二部分对华北平原不同收入群体应对极端干旱事件的适应行为及受极端干旱事件的影响进行描述统计分析;第三部分构建两阶段计量经济模型,就不同收入群体应对极端干旱事件的适应行为及受其影响问题展开实证分析;第四部分报告研究结论并提出政策建议。

1 数据来源及变量说明

中国农业政策研究中心于2012年底至2013年初对全国9个省进行农民应对气候变化的大规模农户调研。本文所采用的数据来自该数据库,覆盖华北平原的河北、河南、山东、江苏以及安徽5省。

该调查在样本选择时采用分层随机抽样法。首先,在每个省内选择县,要求所选县需满足两个条件:①2010—2012年三年中有一年经历较严重的气候事件(洪涝和旱灾)^①,这一年定义为受灾年(极端气候事件年);②另外一年是受灾程度较轻或者没有受灾的年份,定义为正常年份。在满足这些条件的县中,随机选择了3个县(具体县区域见表1)。该调研设计思路缘于准自然科学实验的思路,在于分析在受到极端气候事件干扰时农户采取措施的强度变化,进一步区分农户“增量性”适应措施与经常性生产实践活动之间的差异。

① 如果减产超过30%,定义为严重受灾事件(受灾级别为高),减产10%—30%定义为中等受灾事件(受灾级别为中),减产小于10%定义为轻度受灾事件(受灾级别为低)。

表1 华北平原五省旱灾和洪涝县的抽样分布
Tab. 1 Sampling distribution on drought and flood cities of five provinces in North China Plain

省份	旱灾县	洪涝县
河北	围场满族蒙古族自治县、魏县	易县
山东	郓城县、微山县	陵县
河南	滑县、原阳县、永城县	
江苏	沛县	响水县、兴化市
安徽	濉溪县、埇桥区、利辛县	

其次,依据农田水利基础设施条件把每个县的乡镇分为较好、一般、较差三类,在每类中随机取1个乡镇,且要求所选乡镇以粮食生产为主。最后,在每个乡镇,随机选择三个村,在每个村,随机选择10个农户和在每个农户中选择2块种植粮食作物的地。总样本覆盖华北平原5省的15个县,45个乡镇,1350个农户和2700地块。

鉴于华北平原作为水资源短缺和旱灾发生极为频繁且严重的区域,本文将以极端干旱事件这一气候背景来展开研究。另外,在华北平原,相比于其他粮棉作物(夏玉米和棉花),小麦受气候变化影响较敏感^[27]和小麦产量占中国的绝对比重(约占75%)^[22],由此,本研究选择小麦种植户作为研究对象。删掉洪涝县以及这三年未种植小麦的农户样本,最终分析样本覆盖了10个县,30个乡镇、90个村,889个农户和1663地块。除此之外,分别收集了正常和受灾年(发生了极端干旱事件的年份)两年的信息。

采用面对面的方式分别收集了农户、村及乡镇的数据信息。由于问卷涉及的内容丰富,文章选取了与研究有关的变量进行阐述。地块层面上的变量包括采用适应措施,小麦的生产投入产出及地块特征变量(土壤是否是沙土、壤土及黏土,地块是否盐碱地以及地块是否平地)。从农户层面上,收集了农户家庭收入状况、农户种植规模、户主年龄、户主受教育年限及亲戚数量等变量。需要强调的是,鉴于农户财产拥有量中的农房屋价值与农户家庭富裕程度呈正相关关系^[28],因此用农户的房屋价值来刻画农户家庭收入状况或富裕状况,把农户样本均分为较高收入组、中等收入组及较低收入组。另外,村及乡镇层面上的变量包括村是否收到物资、资金及技术的抗旱支持、乡镇是否建立村一级预警站、村机井密度、村是否有地表水资

源、村委会离最近的乡级以上公路的距离、村委会到最近农贸市场的距离及村是否有化肥、农药的农资店等方面的变量。变量的具体统计信息见表2。

2 描述性统计分析

2.1 不同收入群体农户应对极端干旱事件采取的适应措施

对于水资源短缺且干旱事件发生频繁的华北平原,农户主要提高灌溉强度和采用节水方面的适应措施来应对干旱事件。需要说明的是,就生态如此脆弱地区,即使在调研界定的正常年份也常有干旱事件的发生,即相对于受灾年(发生过极端干旱事件)而界定正常年份,相应地不难理解在正常年份农户也会做出适应性反应。例如,两年样本资料平均地显示,采用农田管理适应措施的样本地块有26%,而采用灌溉和地面管道节水技术的地块却达到了约79%和74%。由此,本研究试图关注影响提高灌溉强度和采用节水技术方面的适应措施的关键因素。

尽管多数农户提高适应措施强度去应对极端干旱事件,但不同收入群体农户的适应强度有所不同。表3显示,在受灾年份农户采取灌溉和地面管道节水技术的强度相比于正常年都要高。关键的是,不同收入水平在应对极端干旱事件时采用适应措施的强度有差异。例如,调研数据显示,相比于正常年,在受灾年份较高收入组和中等收入组农户采用灌溉适应措施的强度都显著提高了0.3次($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$)而较低收入组仅提高了0.1次,但不显著($P > 0.1$);除此之外,相比于正常年,在受灾年,较高收入组和中等收入组农户采用地面管道节水技术的概率显著提高了3%和2%(分别通过了5%和10%显著水平检验),但较低收入组农户却未出现显著性的差异。可见,农户提高适应措施强度去应对极端干旱事件,但是不同收入水平农户的适应强度却出现显著性差异(尤其相比于较高收入组,较低收入组农户的适应行为强度有明显的减弱)。

2.2 极端干旱事件对不同收入群体农户农业生产的影响

极端干旱事件显著地降低了小麦的单产。从总体来看,无论较高收入组、中等收入农户还是较低收入组在面对极端干旱事件冲击时,小麦单产都受到减产的影响。表4显示,相比于正常年份的单产(6469 kg/hm^2),受灾年的极端干旱事件的发生使用单产减损显著增加了 103 kg/hm^2 ($P < 0.05$),增加了约2%。这表明极端干旱事件对农户农业生产带来了潜在的危害。

在面对极端干旱事件的冲击时不同收入群体的小麦减产幅度出现差异。例如,相比于正常年份,在受灾年份较高收入组和中等收入组的小麦单产减产幅度显著达到

表2 关键变量的统计信息
Tab.2 Descriptive statistics of key variables

变量	均值	标准差
极端干旱事件		
是否是发生极端干旱事件(1=是;0=否)	0.50	0.50
地块层次上的变量		
小麦单产/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	6401	1096
灌溉频次/次	1.71	1.30
采用地面管道节水技术(1=是;0=否)	0.74	0.44
投入变量		
化肥纯量投入/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	586.9	244.5
劳动力投入/日 $\cdot \text{hm}^{-2}$	32.44	23.72
机械投入/元 $\cdot \text{hm}^{-2}$	1592.7	546.6
其他投入(种子和农药)/元 $\cdot \text{hm}^{-2}$	1301.0	520.2
地块特征变量		
是否沙土(1=是;0=否)	0.25	0.34
是否壤土(1=是;0=否)	0.37	0.48
是否黏土(1=是;0=否)	0.38	0.49
是否是盐碱地(1=是;0=否)	0.11	0.31
是否平地(1=是;0=否)	0.98	0.12
农户层次上的变量		
收入状况		
较高收入组(1=是;0=否)	0.34	0.47
中等收入组(1=是;0=否)	0.33	0.47
较低收入组(1=是;0=否)	0.32	0.47
农户种植规模/ $\text{hm}^2 \cdot \text{户}^{-1}$	0.55	0.63
户主年龄/年	54	10
户主受教育年限/年	7.00	3.16
亲戚数量/人	12.84	5.37
村及乡镇层次上的变量		
村是否收到物资、资金及技术的抗旱支持(1=是;0=否)	0.12	0.13
乡镇是否建立了村一级预警站(1=是;0=否)	0.13	0.34
机井密度/眼 $\cdot (100 \text{ hm}^2)^{-1}$	18	15
村是否地表水资源(1=是;0=否)	0.58	0.49
村委会离最近的乡级以上公路的距离/km	1.41	1.62
村委会到最近农贸市场的距离/km	3.56	4.19
村是否有化肥、农药的农资店(1=是;0=否)	0.75	0.44



了 87 kg/hm² 和 89 kg/hm² (分别通过了 10% 的显著水平)。更需要强调的是, 较低收入群体的小麦单产受损在受到极端干旱事件的冲击变得更敏感。例如, 较低收入群体的小麦单产相比于正常年减产幅度达到约 133 kg/hm², 相比于较高收入和中等收入群体分别增加了 44 kg/hm² 和 46 kg/hm²。显然, 极端干旱事件对较低收入群体的农业生产的负面影响相对于的收入较高群体的影响显得更脆弱和敏感, 这可能来源于不同收入群体的适应能力或者适应强度大小差异。

综上, 描述性统计分析初步揭示, 在受到极端干旱事件的冲击时, 相比于较高收入群体, 较低收入群体的适应行为能力或者适应行为强度有明显的减弱, 且较低收入群体在农业生产上表现更为敏感及受不利影响程度更明显。然而, 还不能轻易就此得出结论和判断, 因为更严谨的结论需在控制地块特征、除收入状况之外农户的其他家庭特征、区域社会经济条件等其他因素影响的情况下进行分析得出的。

表 3 不同收入群体应对极端干旱事件的适应性反应差异
Tab. 3 Difference on adaptive responses against extreme drought events among different income groups

组别	灌溉频次 / 次			采用地面管道节水技术 / %		
	正常年份	受灾年份	增强幅度	正常年份	受灾年份	增强幅度
较高收入组	1.7	2.0	0.3***	75	78	3**
中等收入组	1.6	1.9	0.3**	72	74	2*
较低收入组	1.4	1.5	0.1	69	70	1

注: ***、**、* 分别表示在 1%、5% 及 10% 显著性水平检验。

表 4 极端干旱事件对不同收入群体农户小麦单产的影响差异

Tab. 4 Difference of impacts of extreme drought events on wheat yield among different income groups

组别	小麦单产 / kg · hm ⁻²		
	正常年份	受灾年份	减损幅度
较高收入组	6 554	6 467	-87*
中等收入组	6 439	6 350	-89*
较低收入组	6 417	6 284	-133**
总体样本	6 469	6 366	-103**

注: ***、**、* 分别表示在 1%、5% 及 10% 显著性水平检验。

3 实证分析

3.1 计量经济模型的设定

鉴于此, 需控制其他因素下(例如, 地块特征、除收入状况之外农户的其他家庭特征、区域社会经济条件等)来设定计量经济模型, 分析不同收入水平农户应对极端干旱事件的适应行为及极端干旱事件对不同收入农户的农业生产影响的差异。另外, 在评估行为的成效过程中, 由于农户的灌溉适应行为及地面管道节水技术行为与无法观测的因素(农户的能力或资源禀赋)存在相关关系, 可能会产生内生性问题, 即可能导致评估的系数出现偏误。为了克服此内生性问题, 将运用两阶段的思路来构建计量经济模型系统。

首先, 在第一阶段中, 构建了有关农户灌溉及采用地面管道节水技术适应行为的影响因素的计量经济模型。具体模型如下:

$$I_{ijk} = \alpha_1 + (\beta_0 + \beta_1 Z_{jk}) D_k + \beta_2 F_k + \beta_3 V_k + \beta_4 H_k + \beta_5 L_{ijk} + \beta_6 R_k + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

$$S_{ijk} = \alpha_2 + (\gamma_0 + \gamma_1 Z_{jk}) D_k + \gamma_2 F_k + \gamma_3 P_k + \gamma_4 V_k + \gamma_5 H_k + \gamma_6 L_{ijk} + \gamma_7 R_k + \mu_{ijk} \quad (2)$$

在模型(1)和(2)中, 因变量 I_{ijk} 和 S_{ijk} 分别表示 k 村 j 农户的 i 地块上的灌溉频次(次)和采用地面管道节水技术(1 = 是; 0 = 否)。模型比较感兴趣的自变量: D_k 和交叉项 $Z_{jk} D_k$ 。 D_k 表示县级层面的极端干旱事件(1 = 发生极端干旱的年份; 0 = 未发生极端干旱的年份); Z_{jk} 指的是涉及收入状况的一组虚拟变量。其分为三类: 较高收入、中等收入及较低收入组。其中较高收入组为对照组, 其余 2 类均为处理组, 即分别指是否是中等收入组(1 = 是; 0 = 否)、是否是较低收入组(1 = 是; 0 = 否)。巧妙设定这两个关键变量在于: ①关注极端干旱事件的发生对农户适应行为是否有显著影响? ②了解在受到极端干旱事件冲击时, 相比于较高收入群体, 中等收入和较低收入群体是否做出差异性的适应反应?

另外, 模型(1)和(2)中的水资源或水利设施状况变量 F_k 和抗旱政策变量 P_k 是两个模型的工具变量(如前论述模型可能存在内生性)。 F_k 包括村机井密度(眼/百 hm²)和是否能依赖于地表水源来灌溉(1 = 是; 0 = 否); P_k 包括村是否收到物质、技术及资金的抗旱支持(1 = 是; 0 = 否)和乡政府是否建立村一级预警站(1 = 是; 0 = 否)。这两类变量之所以被选为工具变量在于: ①凭直觉而言, 水资源或水利设施条件是客观存在的外生条件和抗旱政策的实施与接受是村级以上主体的行为, 与农户禀赋没有直接的因果关系, 从某种意义上来说能克服模型的内生性, 适合作为工具变量(接下来需要统计检验来证明); ②就

政策含义来说,决策者和学者较关注政府最近几年来不断投资农田水利设施和实施诸如提供预警信息和抗旱支持方面的政策的效果。

除了上述变量外,村、农户以及地块特征等变量为控制变量。 V_k 为一组村特征变量:村委会离最近的乡级以上公路距离(km)、村委会到最近农贸市场的距离(km)及村是否有化肥、农药等方面的农资店(1=是;0=否); H_{jk} 为一组农户家庭特征变量,即包括农户种植规模($\text{hm}^2/\text{户}$)、户主年龄(年)、户主受教育水平(年)以及三代内的亲戚数量(人); L_{ijk} 为一组地块特征变量,包括土壤类型(其包括三类:沙土、壤土及粘土,其中以沙土为对照组,及以壤土(1=是;0=否)和粘土(1=是;0=否)作为处理组)、土壤性质(1=盐碱地;0=否)、地块地形(1=平原;0=山地或丘陵);区域虚拟变量 R_k ,控制模型中没有包括的固定不变的区域特征,例如不同地区之间的自然资源禀赋差异、经济发展水平差异等。 α β γ 簇是待估参数, ε_{ijk} 和 μ_{ijk} 是误差项。

在第二阶段中,构建适应行为对小麦单产影响的成效模型。具体计量经济模型如下:

$$y_{ijk} = \alpha_3 + (\delta_0 + \delta_1 D_k) \hat{I}_{ijk} + (\delta_2 + \delta_3 Z_{jk}) D_k + \delta_4 X_{ijk} + \delta_5 V_k + \delta_6 H_{jk} + \delta_7 L_{ijk} + \delta_8 R_k + \pi_{ijk} \quad (3)$$

$$y_{ijk} = \alpha_4 + (\theta_0 + \theta_1 D_k) \hat{S}_{ijk} + (\theta_2 + \theta_3 Z_{jk}) D_k + \theta_4 X_{ijk} + \theta_5 V_k + \theta_6 H_{jk} + \theta_7 L_{ijk} + \theta_8 R_k + \tau_{ijk} \quad (4)$$

模型(3)和(4)中的因变量 y_{ijk} 表示 k 村 j 农户的 i 地块上的小麦单产(在运行模型取对数)。 \hat{I}_{ijk} 和 \hat{S}_{ijk} 分别表示灌溉行为模型(模型1)对灌溉频次进行预测的值和采用地面管道节水技术行为模型(模型2)对采用概率进行预测的值。两个模型中的关键性变量是 \hat{I}_{ijk} 、 $\hat{I}_{ijk} D_k$ 、 \hat{S}_{ijk} 、 $\hat{S}_{ijk} D_k$ 、 $Z_{jk} D_k$ 。模型主要想回答以下几个问题:农户适应行为(灌溉和地面管道节水技术)对单产影响的成效有多大?尤其在发生极端干旱事件时,两种不同的适应行为能抵御其灾害潜在生产损失的效果分别有多大?相比于较高收入群体,中等收入和较低收入群体的生产损失在受到极端干旱事件冲击时有显著的增加?

另外, X_{ijk} 表示 k 村 j 农户的 i 地块的一组传统要素投入变量(在运行模型取对数):化肥纯量(kg/hm^2)、劳动力投入($\text{日}/\text{hm}^2$)、机械投入($\text{元}/\text{hm}^2$)、其他投入($\text{元}/\text{hm}^2$)。 V_k 、 H_{jk} 、 L_{ijk} 及 R_k 的设定与第一阶段农户适应行为模型的设定相同。 α 、 θ 和 δ 簇是待估参数, π_{ijk} 和 τ_{ijk} 分别是模型(3)和模型(4)的误差项。

3.2 模型结果的探讨与分析

对于农户采用地面管道节水技术行为模型(2)的设定,鉴于因变量是是否采用的虚拟变量,将考虑二元选择

行为模型,即Probit行为模型。Probit模型的参数估计采用极大似然估计法(MLE)。其他三个模型的参数估计采用最小二乘法(OLS)。总体来看,无论是适应行为模型还是成效模型,其运行结果都良好。灌溉适应行为模型的调整判定系数(\bar{R}^2)和地面管道节水技术适应行为模型的调整判定系数($Pseudo R^2$)分别为0.376和0.169;灌溉和地面管道节水技术适应行为的成效模型的调整判定系数分别为0.070和0.076(表5)。这些系数对于农户和地块的横截面资料所做的分析是足够了。另外,灌溉适应行为模型和成效模型的F检验值分别为92.10和10.04;地面管道节水技术行为模型的 $LR\chi^2$ 值及其成效模型的F检验值分别为650.82和10.35。这表明四个模型运行结果总体而言是通过了显著性的统计检验。需要特别说明的是,Hausman-Wu exclusion restriction的工具变量检验结果表明,两个行为模型的工具变量在统计上是有效的(限于篇幅,未以表格的形式加以整理),适合作为模型系统的工具变量。另外,关键性变量和部分控制变量的系数也通过统计的显著性检验且符合预期。

农户在面对极端干旱事件时显著地增加了灌溉强度和提高了地面管道节水技术的采用概率去应对,而且适应行为增强幅度在不同收入群体之间有明显的差异。例如,两个行为模型(1)和(2)的实证结果表明,在控制其他因素不变,相比于未发生极端干旱事件,极端干旱事件的发生促使了农户平均显著地增加0.33次的灌溉强度和提高了约5.5%的概率去采用地面管道节水技术以应对(表4,第2和4列的第5行)。有意思的是,在保持其他因素不变,在受到极端干旱事件冲击时,平均而言,较低收入群体相对于较高收入群体显著地减少了0.12次灌溉频次和降低了2.1%的可能性去采用地面管道节水技术以应对;另外,中等收入与较高收入群体在采取适应措施上的强度上没有显著差异。这证实了Eriksen和O'Brien^[16]、Spierling和Szekely^[19]、Tanner和Mitchell^[20]等人的研究结论:在面对者极端气候事件时,较低收入(极端贫困)群体相比于较高收入(富裕)群体在适应行为能力和适应措施强度上要低。他们认为其原因可能是较低收入群体的人力资本退化、社会资本边缘化影响了资源的获得和对未来极端气候事件的预期及生产性资本匮乏限制适应措施的采用。调研样本数据进一步支撑上述结论:平均而言,较低收入群体的户主教育年限、最近5年是否有人在村或乡镇以上的单位工作的家庭、家庭生产性资产分别是6年、8%和0.36万元,相比于较高收入群体分别少了2年、10%及0.64万元。由此,为了增强农户应对极端气候事件的适应能力,尤其农村收入较低(贫困)群体,政府的政策不要忽略农户人力资本、社会资本及生产资本等特征的影响,进



表 5 农户适应行为的影响因素及对小麦单产的影响的回归结果
Tab. 5 Regression results on determinants on farmer's adaptive responses and its impacts on wheat yield

影响因素	灌溉频次		地面管道节水技术	
	行为模型(1)	成效模型(3)	行为模型(2)	成效模型(4)
灌溉频次/次		0.208*** (6.711)		
灌溉频次 × 极端干旱事件		0.022*** (2.739)		
地面管道节水技术(1 = 是; 0 = 否)				0.117*** (6.928)
地面管道节水技术 × 极端干旱事件				0.028*** (2.956)
收入一般组 × 极端干旱事件(1 = 是; 0 = 否)	0.073 (1.162)	0.002 (0.141)	-0.013 (-0.478)	-0.016 (-1.380)
收入较低组 × 极端干旱事件(1 = 是; 0 = 否)	-0.122* (-1.918)	-0.034*** (-3.008)	-0.021* (-1.717)	-0.018* (-1.679)
极端干旱事件(1 = 是; 0 = 否)	0.331*** (6.423)	-0.110*** (-5.605)	0.055** (2.396)	-0.043*** (-3.514)
工具变量				
机井密度/眼 · (100 hm ²) ⁻¹	0.008*** (5.885)		0.003*** (4.732)	
村有地表水水源(1 = 有; 0 = 没有)	0.087** (2.009)		-0.031 (-1.624)	
抗旱政策支持(1 = 是; 0 = 否)			0.106*** (4.148)	
村一级预警站(1 = 是; 0 = 否)			0.052** (2.054)	
投入变量(取对数)				
化肥投入/kg · hm ⁻²		0.046*** (5.630)		0.037*** (4.458)
劳动投入/日 · hm ⁻²		0.024*** (4.129)		0.020*** (3.448)
机械投入/元 · hm ⁻²		0.021*** (3.529)		0.019*** (3.089)
其他投入/元 · hm ⁻²		0.012 (1.205)		0.014 (1.394)
村特征				
村委会离最近的乡级以上公路距离/km	0.128*** (10.67)	-0.022*** (-4.910)	0.007 (1.504)	0.005** (2.361)
村委会到最近农贸市场的距离/km	0.032*** (6.881)	-0.006*** (-4.306)	0.015*** (4.919)	-0.005*** (-4.013)
村是否有化肥、农药的农资店(1 = 是; 0 = 否)	0.071 (1.640)	0.014* (1.740)	-0.032* (-1.723)	0.047*** (5.778)
农户家庭特征				
耕种地块数/块	-0.052*** (-5.907)	0.013*** (5.641)	0.003 (0.765)	0.000 (0.063)
农户种植规模/hm ² · 户 ⁻¹	0.286*** (8.208)	-0.060*** (-5.573)	-0.017 (-1.092)	0.009 (1.382)
家庭劳动力比率	-0.008 (-0.078 0)	-0.008 (-0.421)	-0.034 (-0.780)	-0.002 (-0.084)
户主年龄/年	-0.008*** (-4.356)	0.002*** (5.741)	-0.002*** (-2.725)	0.002*** (4.335)
户主的教育水平/年	-0.012** (-2.017)	0.008*** (6.931)	-0.009 (-1.092)	0.006*** (5.867)
亲戚数量/人	-0.001 (-0.270)	-0.000 (-0.152)	0.004*** (2.808)	-0.002*** (-2.887)
地块特征				
是否壤土(1 = 是; 0 = 否)	0.098* (1.941)	-0.024** (-2.544)	-0.028 (-1.271)	0.012 (1.262)
是否粘土(1 = 是; 0 = 否)	-0.033 (-0.656)	0.003 (0.355)	-0.002 (-0.079 8)	0.000 (0.034 1)
是否盐碱地(1 = 是; 0 = 否)	0.147** (2.479)	-0.080*** (-6.885)	0.049* (1.910)	-0.068*** (-6.144)
是否平原(1 = 是; 0 = 否)	0.489*** (3.354)	-0.024 (-0.783)	0.011 (0.182)	0.083*** (3.174)
省虚拟变量和常数项	Not reported	Not reported	Not reported	Not reported
LR χ^2	-	-	650.82	-
F-values	92.10	10.04	-	10.35
Pseudo R ²			0.169	-
Adjust R ²	0.376	0.070		0.076
样本量			3 326	

注: ***, **, * 分别表示在 1%、5% 以及 10% 显著性水平检验; 括弧表示 t 的绝对值。采用地面管道节水技术的影响因素是基于二元选择行为非线性 (probit) 模型来估计的参数且已转换成边际效应。

而发挥政策的精准扶贫效果。

农户适应行为强度的增加显著地挽回了小麦单产的部分损失,尤其在极端干旱事件条件下效果更明显。成效模型(3)和(4)显示,控制其他变量不变,每增加1次的灌溉频次将平均挽回约21%的单产损失和采用地面管道节水技术相比于未采用也将挽回12%的单产损失。从所调研农户的讲述了解到,增加灌溉强度有利于补给作物需水和增强底墒的抗旱能力和采用地面管道节水技术不仅可以节水而且灌溉更均匀,进而有利于作物生长和生产。另外,在受到极端干旱事件冲击时,农户的适应行为成效更显著,例如,在保持其他因素不变,相对于未发生极端干旱事件,在面对极端干旱事件农户每增加1次灌溉将多挽回约2%的单产损失和采用节水技术的农户较未采用的将多挽回约3%的单产损失。可见,对“十年九旱”且缺水的华北平原,增加灌溉适应行为强度和提节水技术采用率对缓解气候变化的负面影响起着重要作用。

尽管极端干旱事件的发生刺激了农户增加适应措施的强度去减缓生产损失,但还是对不同收入群体的农业生产产生了显著的负面影响差异。具体来说,从两个模型(3)和(4)可知,在保持其他因素不变,极端干旱事件的发生相比于未发生显著地增加了单产损失(表4,第3和5列的第5行)。感兴趣的是,相比于较高收入群体,较低收入群体在受到极端干旱事件的影响情况下显著地增加了约2%~3%的单产损失;中等收入与较高收入群体在单产损失上没有显著的差异。尽管两个模型所估计的损失系数大小不同,但方向却一致,表明极端干旱事件对不同收入群体的负面生产影响的研究结论具有一定的稳健性。

事实上,后续的研究可以基于上述系数运用经济理论与均衡模型的框架来诊断气候变化的影响是否能产生“赢者(较高收入群体)”与“输者(较低收入群体)”。Yamin等^[14]、Leichenko和Silva^[18]、张倩和孟慧新^[21]的研究表明在受到气候变化冲击下的市场供给量相应减少及价格可能上升的背景下,重新产生了“赢家”(收入较高或富裕群体的经济福利可能保持不变甚至上升)与“输家”(收入较低或极端贫困群体的福利可能下降)的结论。因此后续的研究对于气候变化是否能提高致贫返贫的发生率,使收入较低或贫困群体陷入“贫困陷阱”,给政府的扶贫政策带来极大挑战等问题显得尤为必要。

水利设施条件的完善和抗旱政策的推广显著地提高了农户采用适应性措施的强度。例如,村机井密度的增加显著地激励农户去采用灌溉适应措施和地面管道节水技术措施;相比于未有地表水源的村,有地表水源的村的农

户显著地增加了灌溉频次,但是未显著提高地面管道节水技术的概率或可能性。村机井密度大且又可以依赖于地表水源体现一个社区或者村拥有丰富水利条件,能保证灌溉用水可靠性和及时性,有助于农户采用相应的适应措施^[29-30]。就政府抗旱政策而言,物质、技术和资金的抗旱支持和建立村一级预警站能显著地有利于农户提高采用灌溉和地面管道节水技术适应行为的强度。主要原因是这些政策在一定程度上能缓解农户采用适应行为的技术和成本压力及有助于农户及时做出灾害前风险控制和采用灾后的相应适应措施^[29,31-32]。然而,实地调研发现,仅有12%的村收到政府的技术、物质和资金的抗旱支持和13%的乡镇建立了村一级灾害预警信息站。综上,要实现抗旱政策到农户及农田水利设施到地块的“最后一公里”渠道畅通,发挥最大的效果,还需加大对这些政策投入的力度。

最后,部分控制变量也有显著的预期经济含义。例如,增加传统要素的投入(劳动、机械、化肥及其他投入)强度也是一种适应行为,显著地减少作物单产的损失,缓解极端干旱事件的负面影响。另外,年龄越大的农户越不愿意采用相应的适应行为,也许年龄越大的农户在农业生产上显得力不从心。除此之外,农户更愿意在盐碱地地块上提高灌溉适应行为和地面管道节水技术的强度,其原因可能是质量差的地块受到极端干旱事件的冲击时显得更脆弱。

4 结论与建议

本文旨在极端干旱事件与农村贫困背景下实证分析不同收入群体应对极端干旱事件的适应行为及极端干旱事件对其农业生产影响的差异,希望为政府制定应对气候变化的适应行对策及精准扶贫政策提供可靠的实证依据。基于覆盖华北平原5省、30个乡镇、90个村、889个农户及3326地块的实地调研问卷数据,依据两阶段研究思路构建计量经济模型来分析文章的主题。主要结论及建议如下:

(1) 不同收入群体农户应对极端干旱事件采用灌溉和地面管道节水技术方面适应措施强度有明显的差异。研究结论表明,在保持其他因素不变,在受到极端干旱事件冲击时,平均而言,收入较低农户相对于收入较高农户显著地减少了0.12次灌溉频次和降低了2.1%的可能性去采用地面管道节水技术以应对。本文基于Eriksen和O'Brien^[16]、Sperling和Szekely^[19]、Tanner和Mitchell^[20]等人的研究结论和调研数据阐述了其缘由:较低收入群体在人力资本、社会资本及生产性资本禀赋等方面相比于较高收入群体要匮乏,限制了适应措施的采用。诚然,为了增强农户应对极端气候事件的适应能力,尤其对农村收入较



低(贫困)群体,政府制定的政策不要忽略农户人力资本、社会资本及生产资本等特征的影响,这样才能更好发挥政策的精准扶贫效果。

(2) 农户适应行为强度的增加显著地挽回了小麦单产的部分损失,尤其在极端干旱事件条件下效果更明显。例如,每增加1次的灌溉频次将平均挽回约21%的单产损失和采用地面管道节水技术相比于未采用也将挽回12%的单产损失;另外,相对于未发生极端干旱事件,在面对极端干旱事件的冲击时,农户每增加1次灌溉将多挽回约2%的小麦单产损失和采用节水技术的农户较未采用的将多挽回约3%的单产损失。显然,在面对华北地区干旱化趋势明显的状况下,加大推广灌溉和地面管道节水技术适应行为以减少极端干旱事件的潜在的生产损失是关键之举。

(3) 极端干旱事件对不同收入群体的农业生产产生了显著的消极影响差异。具体而言,相比于较高收入群体,较低收入群体在面对极端干旱事件分别显著地增加了约2%—3%小麦单产损失。这些损失系数对农村贫困产生怎样的影响?则需要继续讨论,即基于上述实证参数,运用经济理论与均衡模型的框架来诊断气候变化的影响是否会提高致贫返贫的发生率,使较低收入或贫困群体陷入“贫困陷阱”等问题显得尤为必要(该文章的篇幅有限,以后研究将继续展开)。但是,总而言之,在制定减少因灾致贫20%的贫困农户和预防农村贫困危机的政策时,要考虑极端气候事件的影响。

(编辑:王爱萍)

参考文献(References)

- [1] BRAINARD L, JONES A, PURVIS N. Climate change and global poverty: a billion lives in the balance? [M]. Washington D C: Brookings Institution Press, 2009.
- [2] IPCC. Summary for Policymakers [R]//Human security. A special report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. London: Cambridge University Press, 2014.
- [3] THORNTON P, HERRERO M, FREEMAN A, et al. Vulnerability, climate change and livestock: research opportunities and challenges for poverty alleviation [J]. Journal of sat agricultural research, 2007, 4(1): 1-23.
- [4] THORNTON P K, STEEG J V D, NOTENBAERT A, et al. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: a review of what we know and what we need to know [J]. Agricultural systems, 2009, 101(3): 113-127.
- [5] AHMED S A, DIFFENBAUGH N S, HERTEL T W, et al. Climate volatility and poverty vulnerability in Tanzania [J]. Global environmental change, 2009, 21(1): 46-55.
- [6] THURLLOW J, ZHU T, DIAO X. Current climate variability and future climate change: estimated growth and poverty impacts for Zambia [J]. Review of development economics, 2012, 16(3): 394-411.
- [7] 胡鞍钢. 亟须关注气候贫困人口 [N/OL]. 21世纪经济报道, 2009-06-10. <http://epaper.21jingji.com/html/2009-06/10/node1.htm>. [HU Angang. Badly pay close attention to the poor under climate change [N/OL]. 21st Century Business Herald, 2009-06-10. <http://epaper.21jingji.com/html/2009-06/10/node1.htm>.]
- [8] 许吟隆. 扶贫政策必须考虑气候变化影响 [J]. 中国经济报告, 2009(4): 26-31. [XU Yinlong. Need take into account the effects of climate change under planning poverty alleviation policy [J]. China economic report, 2009(4): 26-31.]
- [9] WANG X Y, ZHANG Q. Poverty under drought: an agro-pastoral village in North China [J]. Journal of Asian public policy, 2010, 3(3): 250-262.
- [10] 王学义, 罗小华. 农村气候贫困人口迁移: 一个初步的研究框架 [J]. 人口学刊, 2014, 36(3): 63-70. [WANG Xueyi, LUO Xiaohua. Research on climate damage and migration issues of destitute rural population: a preliminary research framework [J]. Population journal, 2014, 36(3): 63-70.]
- [11] 张晓. 中国水旱灾害的经济学分析 [M]. 北京: 中国经济出版社, 2000: 90-100. [ZHANG Xiao. Economic analysis of flood and drought disaster in China [M]. Beijing: China Economic Publishing House 2000: 90-100.]
- [12] 王国敏, 郑晔. 中国农业自然灾害的风险管理与防范体系研究 [M]. 成都: 西南财经大学出版社, 2007: 70-78. [WANG Guomin, ZHENG Ye. The research on risk management and prevention system on agricultural natural disaster in China [M]. Chengdu: Southwestern University of Finance and Economics Press, 2007: 70-78.]
- [13] 国务院扶贫办. 中央正制定脱贫攻坚地区考核办法对贫困县考核将取消或减少GDP权重 [N/OL]. 21世纪经济报道, 2015-12-16. http://epaper.21jingji.com/html/2015-12/16/content_27751.htm. [The State Council Leading Group Office of Poverty Alleviation and Development. The Party Central Committee is planning assessment measures in crucial poverty areas: cancel or reduce the assessment weight on GDP in poverty counties [N]. 21st Century Business Herald, 2015-12-16. http://epaper.21jingji.com/html/2015-12/16/content_27751.htm.]
- [14] YAMIN F, RAHMAN A, HUQ S. Vulnerability, adaptation and climate disasters: a conceptual overview [J]. Ids bulletin, 2005, 36(4): 1-14.
- [15] DAHABREH J, ZISIS C, VASSILIOU M, et al. Poverty, vulnerability and the impact of flooding, in the Limpopo province, South Africa [J]. Natural hazards, 2006, 39(2): 275-287.
- [16] ERIKSEN S H, O'Brien K. Vulnerability, poverty and the need for sustainable adaptation measures [J]. Climate policy, 2007, 7(4): 337-352.
- [17] GENTLE P, MARASENI T N. Climate change, poverty and

- livelihoods: adaptation practices by rural mountain communities in Nepal[J]. *Environmental science & policy*, 2012, 21(21): 24 – 34.
- [18] LEICHENKO R, SILVA J A. Climate change and poverty: vulnerability, impacts, and alleviation strategies [J]. *Wiley interdisciplinary reviews climate change*, 2014, 5(4): 539 – 556.
- [19] SPERLING F, SZEKELY F. Disaster risk management in a changing climate [R]. 2005.
- [20] TANNER T, MITCHELL T. Entrenchment or enhancement: could climate change adaptation help to reduce chronic poverty? [J]. *IDS bulletin*, 2008, 39(4): 6 – 15.
- [21] 张倩, 孟慧新. 气候变化影响下的社会脆弱性与贫困: 国外研究综述[J]. *中国农业大学学报(社会科学版)*, 2014, 31(2): 56 – 67. [ZHANG Qian, MENG Huixin. Social vulnerability and poverty to climate change: a summary on foreign research [J]. *Journal of China Agriculture University (social sciences edition)*, 2014, 31(2): 56 – 67.]
- [22] 中华人民共和国农业部. 中国农业年鉴(2011) [M]. 北京: 中国统计出版社, 2012. [Ministry of Agriculture of People's Republic of China. *China agriculture yearbook (2011)* [M]. Beijing: China Statistics Press, 2012.]
- [23] 田建民. 粮食安全长效机制的构建与实证研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010. [TIAN Jianmin. Construction of long-term mechanism for food security and empirical research [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2010.]
- [24] 张辉, 田建民, 李长法, 等. 河南省粮食主产区相对贫困问题的成因与对策[J]. *河南农业科学*, 2009(11): 5 – 8. [ZHANG Hui, TIAN Jianmin, LI Changfa, et al. The causes and countermeasures on relative poverty problem in the main grain production regions of Henan Province [J]. *Journal of Henan agricultural science*, 2009(11): 5 – 8.]
- [25] 秦大河, 张建云, 闪淳昌, 等. 中国极端天气气候事件和灾害风险管理及适应国家评估报告[M]. 北京: 科学出版社 2015: 45 – 55. [QIN Dahe, ZHANG Jianyun, SHAN Chunchang, et al. The national assessment reports on extreme weather events, climate disaster risk and adaptation in China [M]. Beijing: Science Press, 2015: 45 – 55.]
- [26] 中华人民共和国水利部. 水旱灾害公报(2011) [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2012. [Ministry of Water Resources, P. R. China. *Bulletin of flood and drought disaster in China(2011)* [M]. Beijing: China Water & Power Press, 2012.]
- [27] 刘晓英, 林而达. 气候变化对华北地区主要作物需水量的影响. *水利学报*, 2004(2): 77 – 82. [LIU Xiaoying, LIN Erda. Impact of climate change on water requirement of main crops in North China [J]. *Journal of hydraulic engineering*, 2004(2): 77 – 82.]
- [28] 杨龙, 汪三贵. 贫困地区农户脆弱性及其影响因素分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2015(10): 150 – 156. [YANG Long, WANG Sangui. Households' vulnerability and determinants analysis in poor areas [J]. *China population, resources and environment*, 2015(10): 150 – 156.]
- [29] 杨宇, 王金鑫, 黄季焜. 农户灌溉适应行为及对单产的影响: 华北平原应对严重干旱事件的实证研究[J]. *资源科学*, 2016, 38(5): 899 – 907. [YANG Yu, WANG Jinxia, HUANG Jikun. The adaptive irrigation behavior of farmers and impacts on yield during extreme drought events in the North China Plain [J]. *Resources science*, 2016, 38(5): 899 – 907.]
- [30] WANG Y J, HUANG J K, WANG J X. Household and community assets and farmers' adaptation to extreme weather event: the case of drought in China [J]. *Journal of integrative agriculture*, 2014, 13: 687 – 697.
- [31] WANG J X, YANG Y, HUANG J K, et al. Information provision, policy support, and farmers' adaptive responses against drought: an empirical study in the North China Plain [J]. *Ecological modelling*, 2015, 318: 275 – 282.
- [32] DERESSA, T T, HASSAN R M, RINGLER C, et al. Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia [J]. *Global environmental change*, 2009, 19(2): 248 – 255.
- [33] 曹志杰, 陈绍军. 气候风险视阈下气候贫困的形成机理与演变态势[J]. *河海大学学报(哲学社会科学版)*, 2016, 18(5): 52 – 59 91. [CAO Zhijie, CHEN Shaojun. Formation mechanism and evolution trend of climate poverty from the perspective of climate risk [J]. *Journal of Hohai University (philosophy and social sciences)*, 2016, 18(5): 52 – 59 91.]
- [34] International Organization for Migration (IOM). Climate change, environmental degradation and migration: addressing vulnerabilities and harnessing opportunities [R]. New York: IOM, 2009: 27 – 35.
- [35] DIFFENBAUGH N S, CHRISTOPHE R B F. Changes in ecologically critical terrestrial climate conditions [J]. *Science*, 2013, 341: 486 – 492.
- [36] 曹志杰, 陈绍军. 气候风险视阈下气候移民的迁移机理、现状与对策[J]. *中国人口·资源与环境*, 2012, 22(11): 45 – 50. [CAO Zhijie, CHEN Shaojun. Analysis of climate migrants' migration mechanism status and countermeasures in the perspective of climate risk [J]. *China population, resources and environment*, 2012, 22(11): 45 – 50.]
- [37] 周力, 孙杰. 气候变化与中国连片特困地区资产贫困陷阱[J]. *南京农业大学学报(社会科学版)*, 2016(5): 55 – 64, 155. [ZHOU Li, SUN Jie. Climate change and asset based poverty trap in China contiguous destitute areas [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University (social sciences edition)*, 2016(5): 55 – 64, 155.]
- [38] STERN N. Stern review: the economic of climate change [J]. *Australian planner*, 2006, 4(98): 1 – 37.
- [39] KING D. Climate change: the science and the policy. [J]. *Journal of applied ecology*, 2005, 42(5): 779 – 783.
- [40] WEART S R. The discovery of the risk of global warming [J].



Physics today ,1997 ,50(1) : 34 -40.

expanded edition[M]. Cambridge M A: Harvard University Press ,

[41]WEART S R. The discovery of global warming: revised and

2008.

Extreme drought events and rural poverty: differences on farmers' adaptive behavior and production impacts among different income groups in North China Plain

YANG Yu¹ WANG Jin-xia² HOU Ling-ling² HUANG Ji-kun²

(1. School of Business , Chengdu University of Technology , Chengdu Sichuan 610059 , China;

2. School of Advanced Agricultural Sciences , Peking University , Beijing 100871 , China)

Abstract Under these contexts that increasing serious impacts of extreme climate events on agriculture production have gradually aggravated rural poverty ,and North China Plain (hereinafter NCP) , as one of main grain yield regions , have faced the increasing challenges from extreme climate events , this paper empirically analyzes the differences on farms' adaptive responses to extreme drought events and production impacts of them among different rural income groups in NCP to provide the empirical evidences for planning and implementing policies on adaptation measures against climate change and poverty alleviation. Using a large-scale survey of 1 663 wheat plots of 889 households of 5 provinces in NCP , this paper builds two-stage econometric model to do quantitative analysis. The main results of this study show that: ①Relative to the high income groups , the low income groups significantly decrease by 0. 12 times of irrigation and 2. 1% of probability on adopting surface pipe to extreme drought events due to the weakness of their human capital , society capital , and production capital. ②When wheat is shocked by a severe drought , the wheat loss will reduce by about 21% with an increase of one time of irrigation and 12% on the conditions of adopting surface pipe. ③Relative to the high income groups , the low income groups obviously increase the loss of about 2% -3% . Based on the above conclusions , when formulating and implementing poverty alleviation policies , government should take consideration on the impacts of extreme climate events. Specifically , to improve farmers' adaptive capacity (especial for the low income groups) and well implement poverty alleviation policies , government should pay attention to the impact of human capital , society capital , and production capital. When more severe drought occurs , government should improve irrigation technologies by enhancing irrigation intensity and increasing irrigation efficiency , to mitigate its negative effects and realize poverty alleviation.

Key words extreme drought events; different income groups; adaptive behavior; production impact; NCP