

飓风的“长尾”：十年未尽的财政补偿

作者：Tatyana Deryugina

期刊信息：“The Fiscal Cost of Hurricanes: Disaster Aid versus Social Insurance”
American Economic Journal: Economic Policy 2017, 9(3): 168 – 198

解读：

李啸林

澳门城市大学金融学院

F25092100341@cityu.edu.mo

评论：这篇文章切入点比较有趣，以现在的眼光看，尽管这已经是 2017 年发的文章，但是角度并不算非常过时；此外，作者进行了非常详尽，在今天来看也算比较完整的分析。文章有趣的点在于，首先作者在分析研究飓风而非其他灾难的重要性时直接用数据跑回归结合文献说明；其次，作者的主模型是事件研究，其他的两个模型是在事件研究模型的基础上改进而来的；第三，尽管在一些变量上存在预趋势，但作者并没有直接舍弃这部分变量，而是通过改进模型纳入这部分预趋势进行分析；最后，作者提供了非常详细的在线附录和数据以及数据处理的 do_file，阅读此文章使用这些资源可以更清晰的明白作者做了什么、怎么做的以及做这些的意图。

1、引言

极端天气对经济的冲击在人口流动、生态系统改变以及气候变化的情况下持续增强，其所带来的灾害成本高昂，增速甚至超过 GDP 增速。以往的文献主要关注于灾害带来的直接损害，鲜少有文献关注于对于灾害响应的援助成本和并未针对灾民却因灾害触发的社会保障计划（失业保险等）成本。传统的社会保障提供的转移支付构成了自然灾害保险机制，一方面可能会为灾民带来显著受益从而弥补灾害损失，另一方面，由于这类转移支付的成本并非由灾民承担，道德风险问题可能导致人们更倾向于居住在风险更高的地区且减少对灾害的预防措施。因此，准确测算灾害的财政成本对于了解政府长期预算需求、明确灾害的经济影响的内在机制以及描绘灾害的社会成本具有重要意义。

文章使用 1969–2012 年数据，估计了美国县域在飓风袭击后 10 年间个人获得的政府非灾害转移支付的变化。飓风数据样本期间为 1979–2002 年间所有登陆美国的飓风，以此观测每场飓风前后十年的结果。使用 DID 方法评估飓风如何影响包括经济援助、失业保险、公共医疗等社会保障转移支付。文章还额外考虑了人口数量、人口特征、收入及就业等其他指标的变化。

研究结果表明，在整个样本期内，灾害的直接成本，即官方灾害声明提供的援助资金平均为每场飓风人均 155–160 美元。而受灾县域在飓风后十年通过社会保障转移支付现值约为 780–1150 美元。虽然私营保险赔付暂时增加，但主要集中于飓风当年，对总额的贡献也不足人均 25 美元。联邦应急管理局估算三级及以上的主要飓风造成的人均资产损失为 700 美元，灾害援助与社会保障转移支付大幅抵消了飓风带来的直接资产损失。此外，被飓风袭击的县域展现韧性，平均收入并未出现下降，人口规模保持稳定，就业率在 5–10 年后才显著降低。但基于飓风风速存在异质性，被三级及以上的飓风袭击的县域在获得的转移支付仅仅略高于较弱风速飓风袭击县域的同时，遭受到的损失远高于弱风速县域。这些严重受灾的县域仅仅补偿了飓风灾难损失的四分之一。

文章贡献如下，首先文章通过揭示飓风后县域获得超出官方灾害援助的高额政府资金流入，表明此类冲击不仅造成地方经济损失，还产生了显著的财政成本。以此扩展了关注地方经济对冲击响应的文献。其次，文章补充了对自然灾害经济影响的文献，为被忽视的灾害对政府转移支付的影响提供了证据。

2、数据

2.1 飓风相关数据

文章依照萨菲尔-辛普森飓风风力等级将风速超过 74 英里每小时的北大西洋气旋定义为飓风，并将 1 级、2 级飓风定义为弱飓风（74–110 英里每小时），3–5 级飓风为强飓风（大于 111 英里每小时）。飓风路径采用美国国家飓风中心（National Hurricane Center）的第二代飓风数据集（Hurricane Data second generation, HURDAT2），该数据集记录了自 1851 年以来每 6 个小时的北大西洋气旋的风暴中心位置、风速及气压数据，文章假设飓风路径在任意两点间呈线性移动且风速平滑变化。最大风速半径（maximum wind speed radius, MWSR）数据来自于扩展最佳路径数据库（Extended Best Track Dataset），最大风速半径衡量了飓风最强风场的空间范围。由于最大风速半径数据只有 1988 年及之后的数据，作者根据该飓风的最大风速和气压进行推算（基于扩展最佳路径数据集的每个数据点，使用气压的 25 个

百分位点和最大风速的 25 个百分位点估算，计算了每个风速分位数对应的最小 MWSR，预测值低于最小值时使用最小值替换)。对于气压缺失的飓风则使用最大风速的百分位数进行推算。这种处理会造成一定的误差，即实际未受处理的组可能会纳入处理组，实际受处理的组可能被纳入对照组。但是作者认为只要将风暴中心经过的县纳入处理组，研究结果对受影响县的划分标准并不敏感。此外，作者通过 Nordhaus (2006) 的数据集，计算出 1970–2005 年间，平均每次飓风造成 48 亿美元的损失，每年 81 亿美元；如果排除卡特里娜飓风（2005）的年份，平均每次飓风造成 24 亿美元的损失，每年 40 亿。图 1 显示了 1979–2002 年间飓风袭击的地理分布，颜色越深代表遭受飓风次数越多。仅靠近大西洋和墨西哥湾沿岸的州曾经历飓风级风力。期间共有 409 个县遭受至少一次飓风袭击，其中 282 个县仅经历一次。

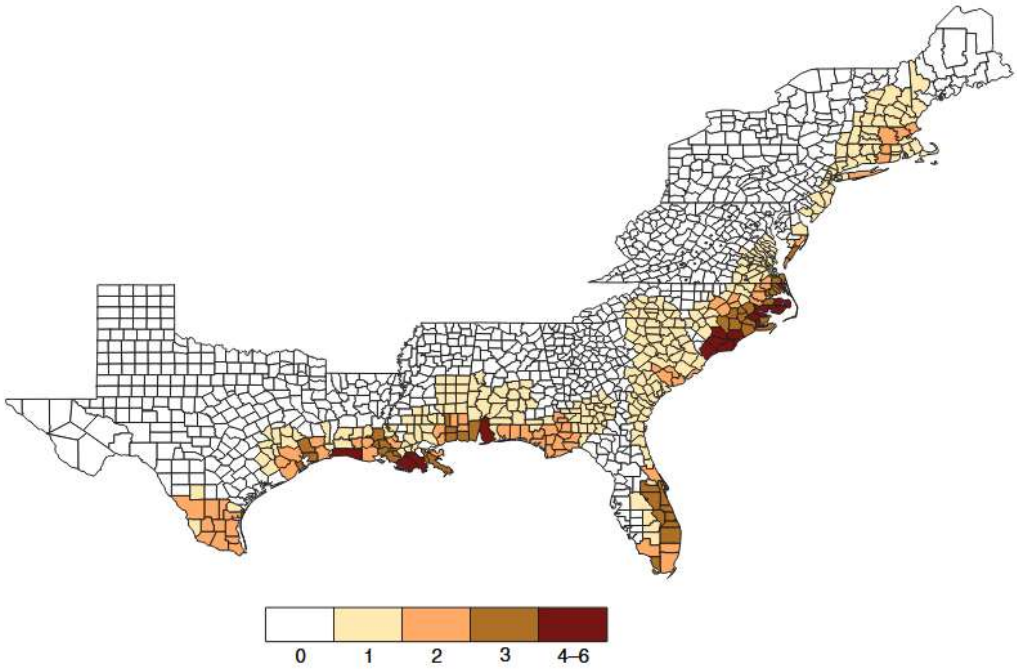


FIGURE 1. SPATIAL DISTRIBUTION OF HURRICANES, 1979–2002

Note: The legend shows the number of times a county was affected by a hurricane between 1979 and 2002.

飓风的潜在经济影响由联邦应急管理局（Federal Emergency Management Agency，FEMA）发布的 HAZUS-MH 软件估算。表 A1 列出了可获取损失估算的飓风、各飓风的总损失以及获得的灾害援助。均换算为 2008 年美元。

Table A1: Total damage and disaster aid for major US hurricanes, 1979-2002

Hurricane (year)	Total damages	Disaster aid	Aid divided by total damages (percent)
Frederic (1979)	3,238	6,644	205
Allen (1980)	6,412	83.3	1.30
Alicia (1983)	4,521	81.0	1.79
Elena (1985)	1,473	66.7	4.53
Gloria (1985)	117	174	149
Hugo (1989)	9,978	786	7.87
Andrew (1992)	36,826	2,782	7.56
Fran (1996)	487	842	173
Bret (1999)	23.7	40.7	172
Floyd (1999)	706	1,335	189
Total	63,781	12,834	20.1

Notes: all amounts are in millions of 2008 dollars. Source for total damages is HAZUS-MH simulations. Source for disaster aid is PERI disaster declaration database.

此外，作者还对比了飓风与其他极端天气事件的损害。其他极端天气时间的数据来自美国空间灾害事件和损失数据库（Spatial Hazard Events and Loss Database for the United States, SHELUS）。洪水保险支付数据来自综合联邦基金报告（Consolidated Federal Funds Report, CFR）。作者将三种不同的损害统计量与飓风强度指标和其他事件指示变量进行回归，回归模型如下：

$$D_{ct} = a_c + a_t + \beta_1 Major_hurricane_{ct} + \beta_2 Minor_hurricane_{ct} + \gamma_1 Flood_{ct} + \gamma_2 Tornado_{ct} + \gamma_3 Severe_storm_{ct} + \varepsilon_{ct} \quad (1)$$

$$D_{ct} = a_c + a_t + \sum_{k=1}^5 \beta_k \mathbf{1}[Category_{ct} = k] + \gamma_1 Flood_{ct} + \gamma_2 Tornado_{ct} + \gamma_3 Severe_storm_{ct} + \varepsilon_{ct} \quad (2)$$

其中， D_{ct} 是县 c 在年份 t 的取对数处理的财产损害值、人均财产损害值、和取对数处理的洪水保险支付值，均以 2013 年美元计。 $Major_hurricane_{ct}$ 是 3、4、5 级飓风的指示变量， $Minor_hurricane_{ct}$ 是 1、2 级飓风的指示变量。第二个回归方程中将 4、5 级飓风合并， $\mathbf{1}[Category_{ct} = k]$ 是一个指示变量，如果飓风被归类为 k 级飓风则值为 1。 $Flood_{ct}$ 、 $Tornado_{ct}$ 和 $Severe_storm_{ct}$ 是指示变量，如果该县在一年内至少报告了该类事件，则值为 1。

如表 A2 所示，飓风破坏力最强，主要飓风导致财产损害增加 6.01 个对数点，远高于其他灾害。对人均财产的损害与对财产的损害类似，飓风的影响比其他灾害更大，但一个异常现象是 3 级飓风的影响高于 4 或 5 级飓风，作者提出可能是由于 3 级影响范围较 4 或 5 级更大，导致在县级层面上 3 级影响更高。对洪水保险支付的影响同样以飓风为主要驱动因素。

Table A2: Determinants of property damages in the hurricane region

	(1) Log damages	(2) Per capita damages	(3) Flood insurance payments (log)	(4) Log damages	(5) Per capita damages	(6) Flood insurance payments (log)
Minor hurricane	2.27 (0.15)	30.53 (7.61)	1.42 (0.14)			
Major hurricane	6.01 (0.39)	953.73 (359.14)	3.34 (0.29)			
Category = 1				2.07 (0.16)	17.42 (4.28)	1.19 (0.14)
Category = 2				3.07 (0.38)	92.58 (39.53)	2.39 (0.25)
Category = 3				6.06 (0.50)	1111.89 (442.00)	3.42 (0.30)
Category = 4 or 5				6.60 (0.70)	379.35 (20.93)	2.35 (0.64)
Tornado	2.20 (0.05)	16.55 (2.26)	0.03 (0.06)	2.20 (0.05)	17.24 (2.19)	0.02 (0.06)
Flood	1.24 (0.04)	0.43 (2.63)	0.73 (0.05)	1.24 (0.04)	0.54 (2.62)	0.73 (0.05)
Severe storm	1.04 (0.04)	6.79 (2.56)	-0.10 (0.06)	1.04 (0.04)	6.67 (2.56)	-0.10 (0.06)
Dep. var. mean	9.52	9.52	11.20	9.52	11.90	11.20
Observations	23,539	25,660	12,335	23,539	25,660	12,335
R-squared	0.21	0.04	0.10	0.21	0.05	0.10

Standard errors (clustered by county) in parentheses. All dollar amounts are in 2013 dollars. Includes county and year fixed effects. Property damage data, tornado, flood, and severe storm incidence are from SHELDUS. Flood insurance payments data is from the Consolidated Federal Funds Report (CFFR). Time period is 1979-2008 for damages, 1983-2008 for flood claims. Hurricane region includes the states of Alabama, Connecticut, Delaware, Florida, Georgia, Louisiana, Maine, Maryland, Massachusetts, Mississippi, New Hampshire, New Jersey, New York, North Carolina, Pennsylvania, Rhode Island, South Carolina, Texas, Vermont, Virginia, and West Virginia.

表 1 是 1979-2002 年间，登陆美国的 10 次强飓风（3-5 级）在县级层面的损失统计数据，包括总损失、人均损失和流离失所家庭数量，其中总损失包含建筑结构损毁、室内资产以及库存损失，所有美元数据换算为 2013 年美元。表 1 中，面板 A 是所有在最大风速半径内的县域的损失估计，人均损失 700 美元，平均总损失 2 亿美元，约 520 户家庭流离失所。面板 B 则只包含面板 A 中风速 74-111 英里每小时的样本（弱飓风），人均损失 235 美元。面板 C 则为面板 A 中风速超过 111 英里每小时的样本（强飓风），人均损失 4100 美元。面板 D 则是在模拟中认定受到影响，但不在最大风速半径内，且与最大风速半径内的县相邻的县域。平均总损失 190 万美元，人均损失约 32 美元，没有家庭流离失所。

TABLE 1—DAMAGES CAUSED BY MAJOR US HURRICANES, 1979–2002

	Mean (1)	Standard deviation (2)	Maximum (3)	Observations (4)
<i>Panel A. All counties within the MWSR</i>				
Total losses (1000s)	199,778	2,050,703	35,426,992	313
Total losses per capita	698	2,391	23,298	313
Displaced households	519	6,043	104,559	313
<i>Panel B. Counties within the MWSR, wind speeds of 74–111 mph</i>				
Total losses (1000s)	27,622	198,852	3,173,614	275
Total losses per capita	235	642	6,589	275
Displaced households	40	452	7,430	275
<i>Panel C. Counties within the MWSR, wind speeds exceeding 111 mph</i>				
Total losses (1000s)	1,445,643	5,775,323	35,426,992	38
Total losses per capita	4,055	5,656	23,298	38
Displaced households	3,985	17,098	104,559	38
<i>Panel D. Neighbors of counties within the MWSR</i>				
Total losses (1000s)	1,969	5,800	62,075	332
Total losses per capita	32	69	561	332
Displaced households	0	2	28	332

Notes: All monetary figures are in 2013 dollars. Centrally affected counties (panel A) are those through which the storm center passes and that are classified as affected by HAZUS-MH. Panel B includes all counties that fell inside the maximum wind speed radius and are classified as affected by HAZUS-MH. Panel C shows summary statistics for counties that are directly adjacent to counties that fall within the maximum wind speed radius and are classified as affected by HAZUS-MH.

Source: HAZUS-MH simulation software published by FEMA

2.2 联邦灾害援助

通过联邦正式灾害声明，1979–2002 年间联邦政府为飓风相关灾害援助支出 190 亿美元，但无法专门针对其获取县域级别的年度支出数据。所以作者针对联邦正式灾害声明提到的多个县之间的资金分配方式做出假设。假设 1 是援助资金仅在最大风速半径内的县之间进行分配。假设 2 是资金根据各个县人口比例进行分配。假设 3 是资金依据风速的比例进行分配。

表 2 显示了 1979–2002 年飓风相关联邦援助的汇总统计数据，美元数据均换算为 2013 年美元。面板 A 为假设 1 的情况，即仅向位于最大风速半径内且经历飓风级风力的县提供援助。若资金在所有符合条件的县中平均分配，则每次飓风给予这些县的平均援助为每县 1500 万美元，约合人均 160 美元（第 1 和第 4 列）。在 HAZUS-MH 损害模拟中受影响且经历飓风级风力的县，人均获得 185 美元，较高于 160 美元。其中，弱飓风（风速 74–111 英里每小时）所影响的县人均获得 155 美元，经历强飓风（风速 111 英里每小时以上）的县人均获得 400 美元。如果改为假设 3，按照风速比例分配资金，结果类似（第 3、第 5 列）。面板 B 为即资金在所有包含于灾害声明的县中分配，根据不同资金分配假设，在最大风速半径内的县人均获得援助在 70–100 美元之间，HAZUS-MH 损害模拟中受飓风影响的县获得的援助同样略多，人均在 105–145 美元之间。

基于上小节对最大风速半径内县与其他邻近县损害程度的分析,最合理的假设是前者获得全部援助,这些援助根据不同县域人口或经历的风速在它们之间进行分配(即面板 A 的第 4、第 5 列)。由此选择的专项灾害转移支付约为人均 155-160 美元,与 HAZUS-MH 模拟中飓风的损害估算进行比较的估算值选择为人均 180-185 美元。

该数据存在的局限在于非营利组织在灾后的作用。慈善捐赠同样是一个潜在的重要转移支付的渠道,但由于没有相应数据,作者的研究中并没有纳入慈善机构的作用。

TABLE 2—DESCRIPTIVE STATISTICS FOR HURRICANE AID, 1979–2002

	Total (millions of dollars)			Per capita	
	Uniform (1)	By population (2)	By wind speed (3)	Uniform (4)	By wind speed (5)
<i>Panel A. Assuming only counties within the MWSR are given aid</i>					
All hurricanes in MWSR ($N = 612$)	15 (66)	15 (103)	15 (66)	158 (300)	155 (295)
HAZUS-MH hurricanes, 74+ mph ($N = 313$)	22 (90)	22 (142)	22 (91)	186 (249)	182 (239)
HAZUS-MH hurricanes, 74–111mph ($N = 275$)	11 (16)	10 (23)	11 (15)	156 (212)	148 (196)
HAZUS-MH hurricanes, 111+ mph ($N = 38$)	97 (245)	105 (398)	100 (246)	400 (368)	424 (358)
<i>Panel B. Assuming all counties in the declaration are given aid</i>					
All counties in declaration ($N = 1,935$)	6 (34)	6 (52)	9 (48)	48 (101)	71 (134)
In MWSR, all hurricanes ($N = 612$)	9 (49)	9 (65)	13 (65)	71 (131)	101 (179)
In MWSR, HAZUS-MH, 74+ mph ($N = 313$)	14 (67)	14 (90)	20 (91)	106 (168)	144 (212)
In MWSR, HAZUS-MH, 74–111 mph ($N = 275$)	7 (10)	6 (14)	9 (14)	82 (132)	110 (153)
In MWSR, HAZUS-MH, 111+ mph ($N = 38$)	70 (185)	70 (253)	98 (246)	278 (272)	392 (364)

Notes: Standard errors are in parentheses. All amounts are in 2013 dollars. MWSR stands for “maximum wind speed radius.” Uniform split assumes aid money is split evenly among all counties in the given sample. Proportional split by population assumes aid money is split in proportion to the population of counties in the given sample. Proportional split by wind speed assumes aid money is split in proportion to the wind speed of counties in the given sample. The per capita measures (columns 4–5) further divide these amounts by the county’s population.

Source: HURDAT2, PERI disaster declarations database

2.3 经济数据与控制组

人口、工资以及政府转移支付的县级年度数据来自美国经济分析局 (Bureau of Economic Analysis, BEA) 的区域经济信息系统 (Regional Economic Information System, REIS)。按种族和年龄划分的县级年度人口数据来源于监测、流行病学和最终结果数据库 (Surveillance Epidemiology and End Results, SEER)。就业数据来源于县域商业模式数据库 (County Business Patterns, CBP)。三组数据的时间跨度均为 1969–2012 年, REIS 和 SEER 中的人口数据根本来源均为美国人口普查局 (US Census Bureau)。具体而言, 每 10 年人口普查局会有一次精确的普查得出的人口数据, 并经过线性投影调整得出当年 7 月 1 日的人口统计。期间间隔年份的数据则采用行政数据如出生与死亡登记、国际迁移结算 (1970–1990 数据来自美国移民归化局, 之后改用美国社区调查结合十年普查中的外国出生人口数

量进行估算、国内迁移结算（64 岁及以下人群使用联邦纳税申报表的报税地址推断人口流动，65 岁及以上人群使用医疗保险参保数据）生成。新数据生成后会将所有过去年份的数据估算进行更新。存在特殊调整情况，如卡特里娜飓风导致的大规模短期人口搬迁，只有这一次，对其他飓风没有进行类似的调整。REIS 和 SEER 都使用由此构建而成的数据，SEER 中还额外按照年龄、性别和种族进行细分。人口数据可能存在的局限在于，税单信息可能会遗漏不包税的样本，同时报税者的迁移模式必须与全县人口的迁移模式成比例，否则会带来偏差。在飓风过后的短期（0-2 年）内，人口数据可能存在偏差。由于县级失业率数据最早获取年份是 1990 年，作者使用县级就业率作为失业率的替代指标，定义为 CBP 报告的总就业人数与 SEER 报告的 15 岁以上人数比。人均工资与薪酬支付来自 REIS，以此衡量平均工资。REIS 包含一个企业到个人的转移支付数据，主要由净保险赔款和向非雇员支付的人身伤害责任赔偿构成，作者用此作为私人保险支付的代理变量。此外，REIS 还提供了进入每个县的政府转移支付总额以及各种分项数据，包括失业保险、收入维持支付（包含补充保障收入、家庭援助和食品券）、退休与残疾保险福利、除医疗保险之外的公共医疗福利、医疗保险、退伍军人福利以及联邦教育与培训援助。

表 3 是 1979 年至 2002 年间至少经历一次飓风的县与未经历飓风的县在 1969 年的特征（面板 A）以及 1969-1978 年的趋势（面板 B），第 1 列为受影响的县（处理组），第 3 列为所有未受影响的县。第 5 列是将未受影响的县限制在 21 个东部和南部州（地理上更接近处理组的县）。面板 A 中可以看出沿海县更有可能受到飓风影响。而受到飓风影响的县人口密度更高，黑人居民更多，年轻人口占比高的地区，换句话说，在飓风发生前，受飓风影响的县就与全美非飓风县有显著的差异。面板 B 中显示受飓风影响的县在人口变化、就业率变化、平均工资变化、黑人人口比例变化、老年人（65 岁以上）占比变化与全美非飓风县都有显著差异。说明处理组与潜在的对照组在大多数特征变量上都存在统计上显著的不同发展趋势。

为了解决这个问题，作者将样本限制在 21 个东部和南部州（趋势差异更小）。在所有设定中都控制了县固定效应。并加入与 1969 年几个县特征变量的交互项来控制差异。尽管如此，这些做法并不能在所有情况下消除趋势，所以作者还做了一个允许处理组和控制组间存在非平行趋势的模型。

TABLE 3—COUNTY CHARACTERISTICS BY 1979–2002 HURRICANE EXPERIENCE

	Hurricane counties (1)	<i>p</i> -value (2)	Non-hurricane counties in hurricane states (3)	<i>p</i> -value (4)	Non-hurricane counties (5)
<i>Panel A. 1969 county characteristics</i>					
Coastal indicator	0.69	<0.001	0.18	<0.001	0.14
Land area (square miles)	614	<0.001	674	0.025	1,201
Population (log)	10.57	<0.001	10.08	<0.001	9.88
Population density (persons/sq. mile)	672	0.006	157	0.011	119
Employment rate (percent)	56.81	0.137	56.37	0.595	57.87
Average wage (log)	9.08	0.149	9.05	0.228	9.04
Per capita transfers from gov. (log)	7.31	<0.001	7.40	<0.001	7.46
Per capita transfers from bus. (log)	4.27	0.002	4.28	0.031	4.28
Percent black	26.51	<0.001	15.57	<0.001	7.14
Percent 65 and over	9.60	<0.001	11.44	<0.001	12.09
Percent 20 and under	40.73	<0.001	38.54	<0.001	38.41
<i>Panel B. 1969–1978 changes in county characteristics</i>					
Chg. population (log)	0.73	<0.001	0.62	0.032	0.57
Chg. pop. density	−65.39	0.266	43.08	0.204	28.57
Chg. employment rate	−14.65	<0.001	−12.96	0.514	−6.82
Chg. wage (log)	0.80	0.033	0.78	0.744	0.92
Chg. per capita transfers from gov. (log)	4.15	<0.001	3.85	<0.001	3.54
Chg. per capita transfers from bus. (log)	−0.14	0.004	−0.16	0.092	−0.16
Chg. percent black	−9.33	<0.001	−6.76	0.027	−2.69
Chg. percent 65 and over	8.87	<0.001	7.26	0.001	5.56
Chg. percent 20 and under	−26.57	<0.001	−20.96	<0.001	−21.03
Number of counties	409		899		2,904

Notes: Monetary values are in 2013 dollars. *p*-value columns show the *p*-values of the hypotheses that the mean outcome of the group in the preceding column is equal to the mean outcome of all hurricane counties, based on standard errors clustered by county. Number of observations varies slightly because of missing values. Hurricane states include Alabama, Connecticut, Delaware, Florida, Georgia, Louisiana, Maine, Maryland, Massachusetts, Mississippi, New Hampshire, New Jersey, New York, North Carolina, Pennsylvania, Rhode Island, South Carolina, Texas, Vermont, Virginia, and West Virginia.

Source: 1969–1978 REIS and SEER

3、模型构建

3.1 基本方法

作者使用了三种互补的设定模型，第一是事件研究法，允许飓风的估计影响随时间变化，优点在于能直观展示影响如何动态演变。缺点在于统计效率较低，需要估计的系数多；第二是更高效的设定，将飓风发生后的系数减少到两个，并假设所有飓风发生前的系数都为 0。优点在于需要估计的参数更少，统计效率更高，结果可能更加精确。缺点在于假设性更强，特别是在“飓风前无影响”这一假设存在不成立的可能性，也就是平行趋势假设不成立的情况下可能导致估计偏差；第三种是考虑平行趋势假设不成立的设定。允许受飓风影响的县在飓风发生前就存在一个不同的发展趋势，然后模型再估计飓风是否导致结果均值的偏移或者趋势发生改变。优点在于承认并控制了飓风发生前可能存在的预趋势，使因果效应的估计更加可靠。缺点在于仍需要假设预趋势是线性的。三种设定共同使用能够互相弥补劣势，更准确和稳健的识别飓风对县域造成的影响。

整个分析的前提假设是，在控制地理位置和年份的条件下，飓风的发生与不可观测的经济冲击无关。这一假设因为预测飓风的困难程度过高，所以存在一定的合理性。此外，由于不同飓风之间可能存在不可观测的异质性，作者使用 1979 年至 2002 年间登陆的飓风数据估计所有的关键系数。同时，由于在整个样本期内有部分县域经历了多次飓风，作者在估计时排除了 1979 年前和 2002 年后才发生的飓风，以及 1979–2002 年期间已经经历过飓风的县域

再次遭受的飓风。在控制县域固定效应后，飓风的袭击具有随机性，所以这种处理不会导致估计偏差。如果使用另一种方案，将 1979 年前或 2008 年后遭受飓风影响的县域完全从样本中剔除，但是这样做会损失大量的对照组和处理组样本数量，从而引起更大的偏误。

为保证不同结果变量之间样本的一致性，作者要求纳入样本的县域-年度观测值必须完整包含以下关键变量：人口规模、就业率、65 岁及以上人口比例、20 岁及以下人口比例、黑人人口比例、人均工资以及人均政府转移支付。对于受到飓风影响的县域要有飓风发生前 10 年和后 10 年期间每年的完整的结果变量数据。

表 4 为样本的描述性统计，所有美元均换算为 2013 年美元。样本县域平均人口 9.9 万人，20 岁以下的居民约占 31%，14% 的居民为 65 岁及以上，黑人群体约占 18%；平均成人就业率仅为 32%，可能的原因是县商业模式数据库（CBP）可能未包含政府雇员及部分农业就业等类别。部分情况下就业率大于 100%，可能源自测量误差或跨县通勤人员；岗位平均年薪为 2.9 万美元，人均工资为 7300 美元；政府人均转移支付年均 4700 美元，其中公共医疗支出 1700 美元，医疗保险支出 960 美元，经济援助支出 560 美元，失业保险 150 美元；最后，企业人均转移支付年均 96 美元。

TABLE 4—SUMMARY STATISTICS

	Mean	Standard deviation	Min	Max	Observations
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Population	98,682	214,264	787	4,263,062	49,245
Fraction 20 and under	0.31	0.05	0.09	0.51	49,245
Fraction 65 and over	0.14	0.04	0.01	0.49	49,245
Fraction black	0.18	0.18	0	0.87	49,245
Percent adults employed	31.94	14.47	0	277.16	49,245
Average earnings per job	28,874	16,048	3,844	158,846	49,245
Average wage and salary per capita	7,258	5,776	386	98,212	49,245
Per capita transfers from gov.	4,734	2,159	446	15,241	49,245
Per capita transfers from bus.	96	113	24	9,129	40,027
Unemployment insurance per capita	148	124	4	2,798	49,245
Income maintenance per capita	555	321	14	2,760	49,245
Public medical spending per capita	1,713	1,232	52	7,820	49,245
Medicare spending per capita	958	677	21	5,344	49,245

Notes: Monetary values are in 2013 dollars. Sample includes all counties in hurricane-prone states and neighboring states (total number of counties is 1,166).

Source: REIS and SEER

3.2 计量模型设定

3.2.1 事件研究

此框架有助于评估飓风影响的整体模式，还能评估可能存在的前置趋势。具体而言，作者将结果变量对一组飓风的指示变量进行回归，这些变量涵盖飓风发生前十年至后十年，控制县固定效应、年份固定效应并纳入与以下 1969 年特征变量交互的年份指示变量：土地面积、是否沿海县、对数处理的人口数量、黑人人口比例、20 岁及以下人口比例、65 岁及以上人口比例、就业率、对数处理的人均工资。具体模型如下：

$$O_{ct} = \sum_{\tau=-10, \tau \neq -1}^{10} \beta_{\tau} H_{c\tau} + \alpha_c + \alpha_t + \mathbf{X}'_{c,1969} \alpha_t \\ + \beta_{-11} H_{c,-11} + \beta_{11} H_{c,11} + \varepsilon_{ct},$$

其中, O_{ct} 是县 c 在年份 t 的某个结果变量 (如就业率或对数形式的人均转移支付等)。变量 $H_{c\tau}$ 是一个飓风指示变量, 如果截止至年份 t , 该县在 τ 年前经历过飓风则值等于 1。换句话说, 当且仅当 $t - \tau_c^* = \tau$ 时 $H_{c\tau} = 1$, 其中 τ_c^* 是飓风影响县 c 的年份。作者将飓风发生前一年 (即 $\tau = -1$) 的效应标准化为 0。变量 α_c 是县固定效应, α_t 是年份固定效应。交互项集合 $\mathbf{X}'_{c,1969} \alpha_t$ 允许年份固定效应随线性的 1969 年特征而变化。 $H_{c,-1}$ 和 $H_{c,11}$ 是指示变量, 分别代表一个县在时间窗口 (前后 10 年) 之前或之后经历过飓风。标准误按照 Conley (1999) 的方法进行空间聚类, 允许在县中心点周围最多 200 公里范围内存在空间相关性 (即误差项影响自身中心点周围 200 公里的县), 并允许 5 阶自相关 (即误差项影响持续 5 年)。如果按县对标准误进行聚类或者允许更大程度的空间相关性, 结论将保持不变。

此外, 作者将飓风指示变量分箱, 合并为两年一组, 以增加模型检测效应的能力。合并后的指示变量为 $\tau = 1 \text{ and } 2, 3 \text{ and } 4, 5 \text{ and } 6, 7 \text{ and } 8, 9 \text{ and } 10$ 。为了保证数据对称性, 年份 0 (即飓风登陆当年) 不与其他年份合并, 同时飓风登陆当年的效应可能是立即且剧烈的, 和之后的年份效应模式有较大差别。飓风发生前的年份也进行相应的合并, 也就是 $\tau = -1 \text{ and } -2, -3 \text{ and } -4, -5 \text{ and } -6, -7 \text{ and } -8, -9 \text{ and } -10$ 。此时, 基准效应 (为 0) 从 $\tau = -1$ (飓风发生前一年) 更改为 $\tau = -1 \text{ and } -2$ (飓风发生前两年的平均效应), 以此估计的系数应被解释为相对于飓风发生前两年的变化。

3.2.2 更高效的设定

尽管事件分析法是灵活的, 能够捕捉任意形式的动态处理效应, 但是会导致估计量方差的放大, 损失自由度, 从而导致模型低效。作者使用一种更激进的合并方法提高模型的检验效率。即只将飓风后第 0-4 年和第 5-10 年分别合并为两个组, 并假设处理组和对照组在飓风前 10 年没有差异。作者认为这个假设适用于大多数结果变量。具体模型为:

$$O_{ct} = \gamma_1 H_{c,0 \text{ to } 4} + \gamma_2 H_{c,5 \text{ to } 10} + \alpha_c + \alpha_t + \mathbf{X}'_{c,1969} \alpha_t \\ + \beta_{-11} H_{c,-11} + \beta_{11} H_{c,11} + \varepsilon_{ct},$$

其中 $H_{c,0 \text{ to } 4} = \sum_{\tau=0}^4 H_{c\tau}$ 且 $H_{c,5 \text{ to } 10} = \sum_{\tau=5}^{10} H_{c\tau}$ 。由于之前已经设定过, 对于任意一个县来说, $H_{c\tau}$ 的值在给定的 20 年间最多只有一次为 1, 也就是说, 两个方程之间唯一的区别是高效的设定省略了飓风前 10 年的指示变量, 并将飓风后 10 年的指示变量合并为第 0-4 年和第 5-10 年两组。因此, 系数 γ_1 反应飓风后 0-4 年结果变量 O_{ct} 相对于飓风前 10 年的平均效应; γ_2 反应飓风后 5-10 年结果变量 O_{ct} 相对于飓风前 10 年的平均效应。

3.2.3 允许差异性趋势存在的设定

虽然控制特征变量和固定效应能够消除一部分的处理组与对照组之间的飓风前差异,但对于部分结果变量,差异仍然存在。一个可能的原因是结果变量数量众多而对照组的数量有限。此外,还因为一些结果变量,比如人口,本身具有高度自相关性,这代表对照组与处理组之间的差异可能会随着时间扩大。但是这种差异并不意味着飓风是非外生的冲击,作者认为只要在飓风发生后,处理组和对照组之间没有发生除了飓风之外,其他因素引起的差异性变化,就仍然可以准确的识别飓风的因果效应。所以作者放宽了平行趋势假设。

考虑差异性趋势的存在后,作者使用一个模型估计处理组在飓风前后结果变量的平均差异并与对照组对比;处理组在飓风后 10 年结果变量的线性增长率并与对照组对比;处理组和对照组在飓风前 10 年至后 10 年的线性趋势差异。从而控制处理组和对照组的整体趋势差异。模型如下:

$$O_{ct} = \theta_1 H_{c,0 \text{ to } 10} + \theta_2 H_{c,0 \text{ to } 10} \times \tau + \gamma_1 H_{c,-10 \text{ to } 10} \times \tau \\ + \alpha_c + \alpha_t + \mathbf{X}'_{c,1969} \alpha_t + \beta_{-11} H_{c,-11} + \beta_{11} H_{c,11} + \varepsilon_{ct}$$

其中: $H_{c,0 \text{ to } 10} = \sum_{\tau=0}^{10} H_{c\tau}$, $H_{c,-1 \text{ to } 10} = \sum_{\tau=-1}^{10} H_{c\tau}$ 且 τ 和前述两个方程一样代表事件时间。则该方程中, θ_1 代表飓风后 11 年(飓风发生当年及之后 10 年)结果变量 O_{ct} 相对于飓风前 10 年的平均变化。 $\theta_2 H_{c,0 \text{ to } 10}$ 与飓风后年数 τ 交互,此时 θ_2 代表飓风引起的线性趋势的变化。最后是 $H_{c,-10 \text{ to } 10} \times \tau$ 以控制飓风发生当年、前 10 年和后 10 年的趋势,如果县 c 在年份 t 的前 10 年或者后 10 年经历过飓风,则该变量等于 τ 。其余控制变量如前不变。

3.2.4 三个模型的可比性

由于模型 1 是每年或每两年的效应,是一系列的点估计;模型 2 是两个时间区间的平均效应;而模型 3 估计的是均值漂移(mean shift) θ_1 和趋势突变(trend break) θ_2 。所以,为了让三个模型的结果可比,作者选择模型 2 中两个时间区间的中点作为代表,计算模型 3 在这两个时间点上的预测效应。即第 2 年的效应($\frac{0+4}{2} = 2$ 年,效应为 $\hat{\theta}_1 + 2 \times \hat{\theta}_2$) 和第 7.5 年的效应($\frac{5+10}{2} = 7.5$ 年,效应为 $\hat{\theta}_1 + 7.5 \times \hat{\theta}_2$)。此外,作者还通过检验模型 2 和 3 的估计是否于模型 1 的估计一致,来评估模型 2 和 3 是否施加了过多的结构性假设。在没有预趋势的情况下,三个模型会得出相似的结果,但在存在预趋势的情况下,模型 1 和 2 是不可靠的,模型 3 能够通过控制和估计固有趋势差异从而分离出更纯粹的飓风的净效应。

最后,作者使用模型 1 和 3 的结果来估计飓风登陆后十年内转移支付增加的现值(PV),计算方程为

$$\sum_{t=0}^{10} \frac{1}{(1+r)^t} (e^{\mu + \hat{\beta}_t} - e^{\mu})$$

其中, μ 是某个特定结果变量在飓风前一年处理县的平均值。 $\hat{\beta}_t$ 是年份 t 飓风影响的估计效应。

由于所有衡量转移支付的数值均做了对数化处理，因此需要对估计效应和均值进行指数化。此外， $r = 0.03$ 是作者选择的在样本中点附近的美国实际无风险利率。

4、结果

4.1 飓风后的转移支付变化

图 2 是采用事件研究法（模型 1），以飓风发生前一年为基准，比较前后 10 年的变化。每个子图都展示了模型 1 的估计点以及 95%置信区间。控制了县固定效应、年固定效应、与 1969 年县特征线性相关的年份固定效应以及非研究时间窗口内飓风发生的指示变量。空间标准误差聚类允许县中心点周围 200 公里的空间相关性和 5 阶自相关。

面板 A 为飓风通过社会保障项目对政府人均转移支付的影响。在飓风后的 10 年内，这类转移支付相对于人均 4700 美元（出自第三节描述性统计部分）的平均水平增长了 1.3%-3.9%，且在整个飓风后期间持续增长。

面板 B 展示飓风对从企业到个人的人均转移支付的影响，这些影响在飓风发生当年相对于约 100 美元的人均值激增 8.4%，一个可能的原因是当年的私人保险赔付。但这些转移支付在其他任何年份的变化均不显著。

为了探究在面板 A 中政府转移支付增加的原因，面板 C 和面板 D 关注于两个基本经济指标：平均工资和就业率。结果显示平均工资存在一个略微显著的预趋势，表明模型 1 和模型 2 对飓风后的估计可能存在误导。飓风过后，工资系数持平，考虑预趋势的影响，这可能代表受到飓风影响的县工资水平低于其长期趋势。而就业率并没有立即受到影响，但在飓风过后 5-10 年内显著下降了 0.6-0.8 个百分点。

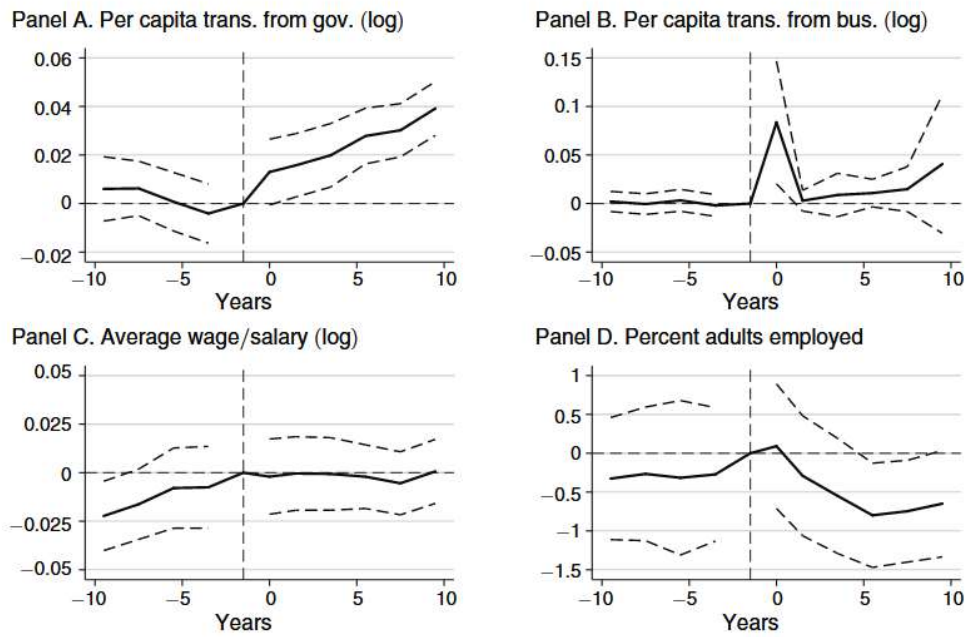


FIGURE 2. THE EFFECT OF A HURRICANE ON EARNINGS AND TRANSFERS

Notes: Point estimates from equation (1) and 95 percent confidence intervals are shown. The outcome variable is displayed above the corresponding panel. Standard errors allow for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include county fixed effects, year fixed effects, year fixed effects linear in 1969 county characteristics, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

表 5 展示了来自模型 2 和模型 3 的相应估计结果。面板 A 为模型 2，这个模型的结果与图 2 的总体形态高度一致，第 1 列代表政府人均转移支付，在 0-4 年期间增长 1.5%，在 5-10 年期间增长 3.1%，效应持续增长且增强，与图 2 面板 A 中持续增长的状态互相印证。第 2 列企业人均转移支付与图 2 的面板 B 产生了冲突，模型 2 的结果表明在 0-4 年和 5-10 年期均小幅增长，模型 p 值也为 0，可能存在的原因是分箱导致仅在飓风发生当年才有的大幅度增长被模型简化拉平成在整个区间内的持续增长。第 3 列的平均工资则呈现显著但小幅的正效应，与图 2 的面板 C 平坦且不显著的系数有冲突，但这可能是由于工资存在的预趋势干扰了估计。最后第 4 列就业率则是在 0-4 年的效应不显著，5-10 年后显著下降 0.5 个百分点，印证了图 2 面板 D 中滞后且持续的负面效应。

表 5 的面板 B 是模型 3 基于飓风后第 2 年和第 7.5 年的累积效应，面板 C 是模型 3 的估计。其中第 1 列的政府人均转移支付均值漂移为 1.6%，趋势突变 0.4%，说明政府转移支付不仅一次性增加，其年增长率还额外每年提高了 0.4%，这解释了图 2 面板 A 中效应随时间扩大的情况。第 2 列企业人均转移支付均值漂移为 2.7%，趋势突变不显著，p 值为 0.001，说明尽管模型 3 反应了一部分图 2 面板 B 中企业转移支付仅在飓风发生当年激增的情况，但仍存在和模型 2 一样的问题。对于平均工资而言，尽管均值漂移是不显著的，但趋势突变是显著的-0.3%，也就是说，尽管工资水平没有出现立即暴跌，但其增长动力被削弱了，解释了图 2 面板 C 中系数平坦误导的可能，实质上是相对于趋势的下降。就业率也存在均值漂移不显著，但趋势突变是显著的-0.1%，在飓风后出现持续的负增长趋势，从而累积形成 5-10 年期的显著下降。

TABLE 5—THE EFFECT OF HURRICANES ON TRANSFERS, EARNINGS, AND THE EMPLOYMENT RATE

	Per capita transfers from government (log) (1)	Per capita transfers from business (log) (2)	Average wage/salary (log) (3)	Percent adults employed (4)
<i>Panel A. Concise event study (equation (2))</i>				
0–4 years after hurricane	0.015 (0.003)	0.021 (0.007)	0.010 (0.004)	–0.001 (0.001)
5–10 years after hurricane	0.031 (0.002)	0.022 (0.013)	0.008 (0.003)	–0.005 (0.001)
<i>p</i> -value of model <i>F</i> -test	0.523	0.000	0.567	0.966
Observations	49,245	40,027	49,245	49,245
<i>R</i> ²	0.961	0.861	0.958	0.216
<i>Panel B. Implied effects of trend break model (equation (3))</i>				
Implied effect after 2 years	0.023 (0.006)	0.026 (0.009)	–0.010 (0.009)	–0.003 (0.004)
Implied effect after 7.5 years	0.044 (0.009)	0.022 (0.015)	–0.025 (0.013)	–0.009 (0.006)
<i>Panel C. Point estimates of trend break model (equation (3))</i>				
Post-hurricane indicator	0.016 (0.006)	0.027 (0.013)	–0.005 (0.008)	–0.001 (0.003)
Post-hurricane trend difference	0.004 (0.001)	–0.001 (0.003)	–0.003 (0.001)	–0.001 (0.001)
Overall trend	–0.001 (0.001)	–0.000 (0.001)	0.003 (0.001)	0.000 (0.000)
<i>p</i> -value of model <i>F</i> -test	0.996	0.001	1.000	0.959
Observations	49,245	40,027	49,245	49,245
<i>R</i> ²	0.961	0.861	0.958	0.216

Notes: Data are estimated using equations (2) and (3). Standard errors (in parentheses) are clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers (km) around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include year fixed effects, county fixed effects, trends linear in 1969 county characteristics, and dummies for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

以上结果存在由县域内其他变化驱动的可能，作者对这种可能做出了检验。图 3 显示了飓风对总人口和其他人口统计特征的估计影响。可以看出，面板 A 中人口数量在飓风发生前存在轻微的预趋势，但这种趋势在统计上不显著。飓风发生前后，估计值始终在 0 附近波动，证实了飓风并没有造成人口显著变化的结论。面板 B 的结果表示在飓风发生后，20 岁及以下人口比例出现持续上升趋势。且置信区间多不为 0，表明增长是显著的，存在人口结构向年轻人转变的情况。面板 C 中，尽管估计值多为负，但置信区间多数包含 0，说明 65 岁及以上比例略有下降但不显著。面板 D 表示的黑人比例在飓风后的整个时间段内都围绕 0 值波动，飓风发生前后没有显著变化，未受到飓风影响。

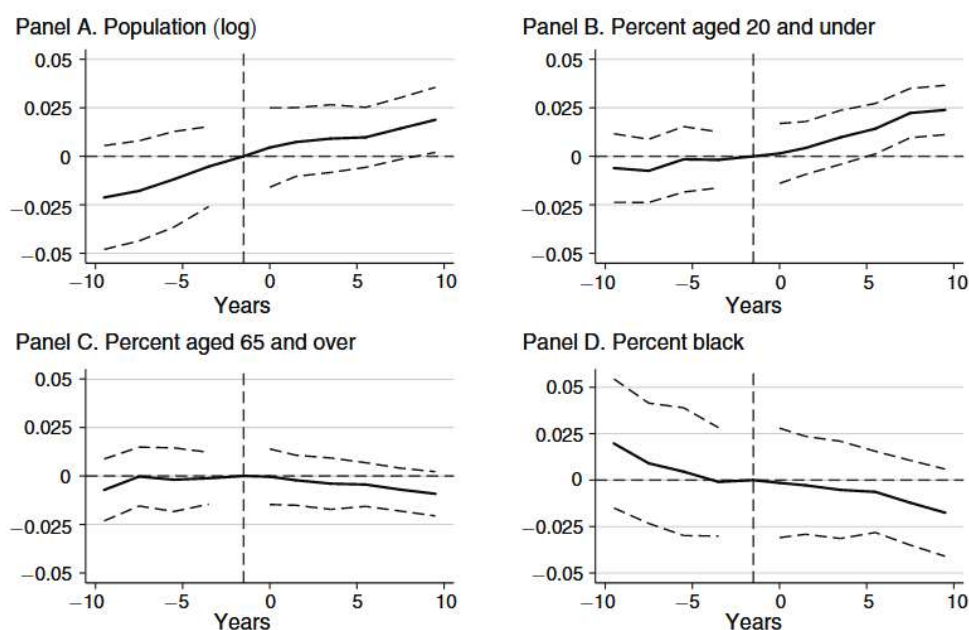


FIGURE 3. THE EFFECT OF A HURRICANE ON DEMOGRAPHICS

Notes: Point estimates from equation (1) and 95 percent confidence intervals are shown. The outcome variable is displayed above the corresponding panel. Standard errors allow for spatial correlation of up to 200 km around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include county fixed effects, year fixed effects, year fixed effects linear in 1969 county characteristics, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

表 6 为模型 2 的估计值与模型 3 在第 2、第 7.5 年的隐含效应，表 A7 是模型 3 的估计值。结合所有模型来看，尽管模型 2 在表 6 面板 A 中得到了一些显著的结果（人口在两个期间系数均为正且显著；20 岁及以下比例均为正且显著；65 岁及以上比例系数为负且在 5-10 年期间显著），但模型 3 的隐含效应（所有变量在 2 和 7.5 年均不显著）和表 A7 中对人口统计特征的估计（均不显著）均推翻了模型 2 的这些显著结果。这说明了所观察到人口变量上的变化很可能与飓风无关，而是处理组与对照组之间固有的长期差异趋势。

此外，作者通过控制县和年份固定效应后，观察转移支付与三个人口特征变量的关系（65 岁及以上人口比例呈显著正相关，与 20 岁及以下人口比例呈显著负相关，而与黑人人口比例的相关性不显著），与上述年轻人增多，老人变少的趋势不符，且直接控制不同年龄或种族群体的人口份额对估计结果影响甚微，所以作者认为这可以提供证据排除人口结构变化是驱动转移支付变化的可能性。

TABLE 6—THE EFFECT OF HURRICANES ON DEMOGRAPHICS

	Population (log)	Percent 20 and under	Percent 65 and older	Percent black
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Panel A. Concise event study (equation (2))</i>				
0–4 years after hurricane	0.018 (0.004)	0.091 (0.034)	–0.004 (0.027)	–0.096 (0.059)
5–10 years after hurricane	0.025 (0.003)	0.233 (0.024)	–0.048 (0.009)	–0.180 (0.018)
<i>p</i> -value of model <i>F</i> -test	0.840	0.915	0.995	0.982
Observations	49,245	49,245	49,245	49,245
<i>R</i> ²	0.402	0.929	0.600	0.197
<i>Panel B. Implied effects of trend break model (equation (3))</i>				
Implied effect after 2 years	–0.002 (0.012)	0.029 (0.078)	–0.052 (0.074)	0.090 (0.157)
Implied effect after 7.5 years	–0.010 (0.019)	0.121 (0.123)	–0.137 (0.111)	0.133 (0.244)
<i>p</i> -value of model <i>F</i> -test	1.000	1.000	1.000	1.000
Observations	49,245	49,245	49,245	49,245
<i>R</i> ²	0.402	0.929	0.600	0.197

Notes: Data are estimated using equations (2) and (3). Standard errors (in parentheses) are clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 km around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include year fixed effects, county fixed effects, trends linear in 1969 county characteristics, and dummies for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

Table A7: The effect of hurricanes on demographics and transfer components, model (3) estimates

	(1) Population (log)	(2) Percent 20 and under	(3) Percent 65 and older	(4) Percent black
Post-hurricane indicator	0.000 (0.010)	-0.005 (0.067)	-0.021 (0.064)	0.075 (0.134)
Post-hurricane trend difference	-0.001 (0.002)	0.017 (0.011)	-0.015 (0.009)	0.008 (0.020)
Overall trend	0.003 (0.002)	0.009 (0.010)	0.007 (0.009)	-0.025 (0.019)
Observations	49,245	49,245	49,245	49,245
R-squared	0.402	0.929	0.600	0.197

	Per capita UI (log)	Per capita family assistance (log)	Per capita food stamps (log)	Per capita SSI (log)
Post-hurricane indicator	0.095 (0.041)	0.052 (0.027)	-0.027 (0.049)	0.002 (0.013)
Post-hurricane trend difference	-0.003 (0.006)	0.007 (0.004)	0.001 (0.010)	0.000 (0.002)
Overall trend	-0.001 (0.005)	-0.001 (0.003)	0.003 (0.010)	-0.002 (0.002)
Observations	49,245	46,376	49,098	49,157
R-squared	0.626	0.541	0.565	0.513

	Per capita income maintenance (log)	Per capita medical (log)	Per capita disability/soc. sec. (log)	Per capita Medicare (log)
Post-hurricane indicator	0.023 (0.014)	0.025 (0.011)	0.005 (0.006)	0.015 (0.011)
Post-hurricane trend difference	0.003 (0.002)	0.008 (0.002)	0.001 (0.001)	0.009 (0.002)
Overall trend	-0.001 (0.002)	-0.003 (0.002)	0.000 (0.001)	-0.005 (0.001)
Observations	49,245	49,245	49,245	49,245
R-squared	0.791	0.962	0.917	0.964

Estimated using equation 3. Standard errors (in parentheses) clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include year fixed effects, county fixed effects, trends linear in 1969 county characteristics, and dummies for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

图 4 和表 7 显示了转移支付的最大组成部分的估计变化，分别为：经济援助；扣除医疗保险后的公共医疗支出；残疾保险（SSDI）和社会保障；医疗保险。所有的三个模型都显示这四类主要支出均有增加，但是 SSDI 和社会保障增加勉强显著，并且在模型 3 的隐含效应中均不显著（尽管幅度与图 4 面板 A 中的结果相同 0.7% 和 0.7%，1.7% 和 1.5%）。这些转移支付的增长幅度从 1.4% 到超 7% 不等，最大的相对增长集中在医疗补助和医疗保险上，但是前面提到过，老年人口比例减少，所以医疗保险支出为什么会增加是一个需要讨论的问题。作者额外通过前人研究和数据表明，一个可能导致这个情况出现的原因是医疗保险支出包含 SSDI 的参保者的医疗成本，所以医疗保险支出增长可以以 SSDI 参保人数温和增长（平均每个县每年不到人口的 1%）来解释。

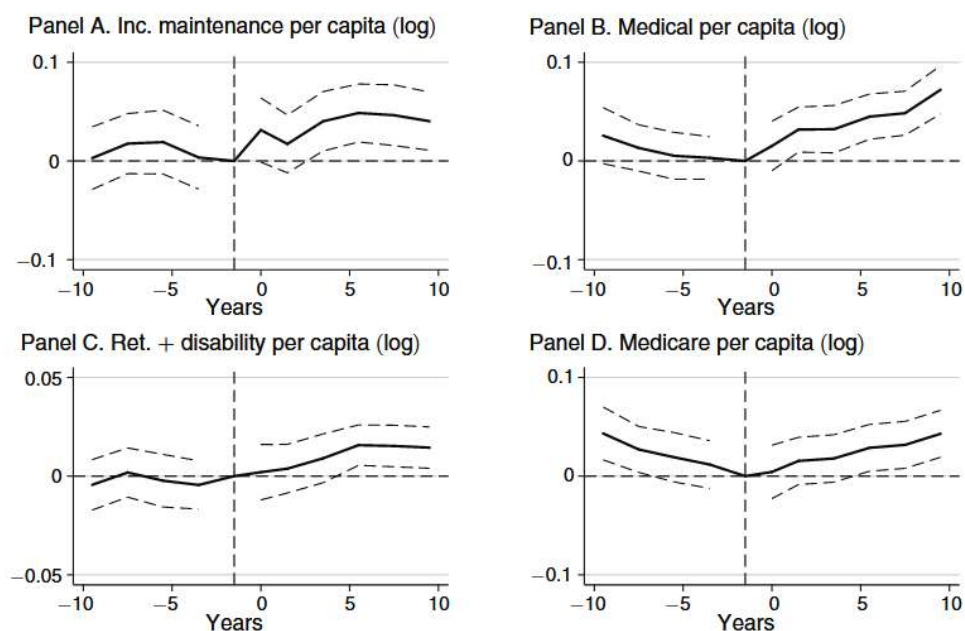


FIGURE 4. THE EFFECT OF A HURRICANE ON TRANSFER COMPONENTS

Notes: Point estimates from equation (1) and 95 percent confidence intervals are shown. The outcome variable is displayed above the corresponding panel. Standard errors allow for spatial correlation of up to 200 km around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include county fixed effects, year fixed effects, year fixed effects linear in 1969 county characteristics, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

TABLE 7—THE EFFECT OF HURRICANES ON TRANSFER COMPONENTS

	Per capita income maintenance (log)	Per capita medical (log)	Per capita disability/ soc. sec. (log)	Per capita Medicare (log)
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Panel A. Concise event study (equation (2))</i>				
0–4 years after hurricane	0.021 (0.008)	0.019 (0.006)	0.007 (0.003)	–0.006 (0.006)
5–10 years after hurricane	0.037 (0.007)	0.046 (0.006)	0.017 (0.001)	0.015 (0.005)
<i>p</i> -value of model <i>F</i> -test	0.864	0.462	0.981	0.120
Observations	49,245	49,245	49,245	49,245
<i>R</i> ²	0.791	0.962	0.917	0.964
<i>Panel B. Implied effects of trend break model (equation (3))</i>				
Implied effect after 2 years	0.029 (0.015)	0.041 (0.012)	0.007 (0.006)	0.033 (0.012)
Implied effect after 7.5 years	0.047 (0.023)	0.085 (0.019)	0.015 (0.009)	0.081 (0.019)
<i>p</i> -value of model <i>F</i> -test	0.826	0.984	0.973	1.000
Observations	49,245	49,245	49,245	49,245
<i>R</i> ²	0.791	0.962	0.917	0.964

Notes: Data are estimated using equations (2) and (3). Standard errors (in parentheses) are clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 km around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include year fixed effects, county fixed effects, trends linear in 1969 county characteristics, and dummies for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

图 5 和表 8 则展示政府转移支付中重要但占比较小的组成部分：失业保险（UI）；家庭援助（包括诸如贫困家庭临时援助（TANF）、其前身——失依儿童家庭援助（AFDC）以及收入所得税抵免（EITC）等计划）；食品券；补充保障收入（SSI）。失业保险无论是 0-4 年还是 5-10 年期，都显著增加，在飓风过后 3-8 年支出高出 7.5%-12.5%，这与前面估计的就业率下降相呼应，而在样本期结束时，失业保险支出似乎正在回归飓风前水平。相似的，家庭援助也呈现出显著的长期增长。而基于文献，飓风并不会增加发达国家严重残疾的发生率，所以补充保障收入（SSI）可以作为一个有价值的内部有效性检验。结果也符合预期，SSI 支付并没有显著性的变化。食品券的变化则在飓风发生后的短期内有一个短期波动，但在长期来看并没有一个显著趋势。可能由于食品券仅作为紧急救援手段使用而非长期支持手段。

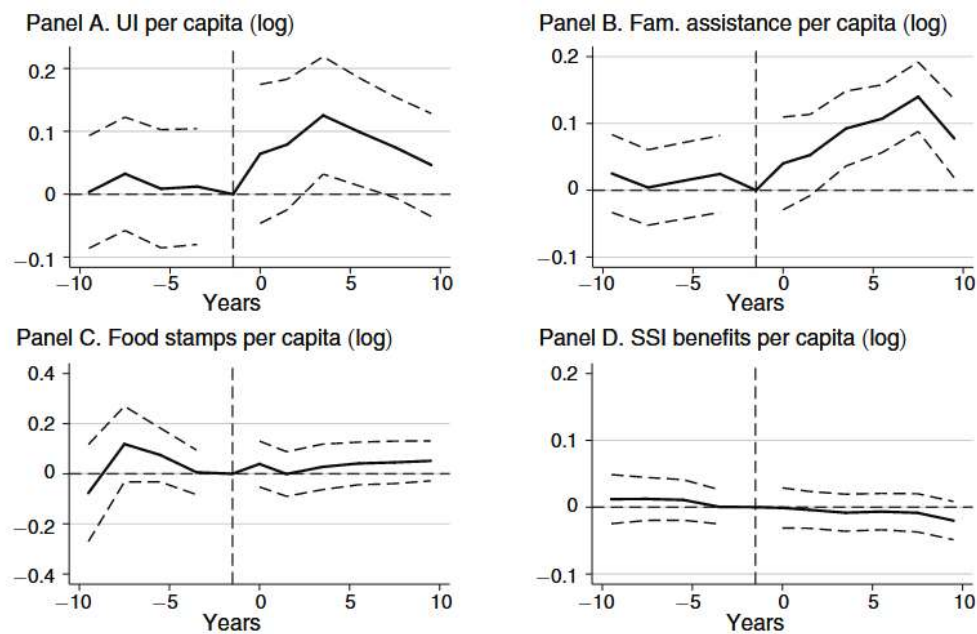


FIGURE 5. THE EFFECT OF A HURRICANE ON TRANSFER COMPONENTS

Notes: Point estimates from equation (1) and 95 percent confidence intervals are shown. The outcome variable is displayed above the corresponding panel. Standard errors allow for spatial correlation of up to 200 km around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include county fixed effects, year fixed effects, year fixed effects linear in 1969 county characteristics, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

TABLE 8—THE EFFECT OF HURRICANES ON TRANSFER COMPONENTS

	Per capita UI (log) (1)	Per capita family assistance (log) (2)	Per capita food stamps (log) (3)	Per capita SSI (log) (4)
<i>Panel A. Concise event study (equation (2))</i>				
0–4 years after hurricane	0.084 (0.023)	0.052 (0.016)	–0.005 (0.032)	–0.012 (0.008)
5–10 years after hurricane	0.062 (0.017)	0.095 (0.013)	0.021 (0.031)	–0.019 (0.008)
<i>p</i> -value of model <i>F</i> -test	0.888	0.509	0.790	0.995
Observations	49,245	46,376	49,098	49,157
<i>R</i> ²	0.626	0.541	0.565	0.513
<i>Panel B. Implied effects of trend break model (equation (3))</i>				
Implied effect after 2 years	0.090 (0.045)	0.066 (0.029)	–0.024 (0.062)	0.003 (0.015)
Implied effect after 7.5 years	0.076 (0.065)	0.107 (0.043)	–0.016 (0.109)	0.004 (0.024)
<i>p</i> -value of model <i>F</i> -test	0.866	0.395	0.638	1.000
Observations	49,245	46,376	49,098	49,157
<i>R</i> ²	0.626	0.541	0.565	0.513

Notes: Data are estimated using equations (2) and (3). Standard errors (in parentheses) are clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 km around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include year fixed effects, county fixed effects, trends linear in 1969 county characteristics, and dummies for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

in SSI transfers is a valuable internal validity check. Indeed, while all three models show significant increases in UI and family assistance, there is little to no change in SSI. There is also no significant change in food stamp payments. The increase in per capita unemployment insurance payments in the event study estimates mirrors that of the decrease in the employment rate; UI payments are 7.5–12.5 percent higher 3–8 years after the hurricane. They appear to be returning to prehurricane levels at the end of the estimation period.

4.2 风速异质性

一般来说,更强的飓风会比更弱的飓风造成的损害更大。为了检验风速的异质性,作者使用修改后的模型 3 估计飓风的影响如何随每个受影响县经历的最大风速变化而变化。具体来说,作者将模型 3 中的飓风指示变量修改为 3 个等级,1 级风速 74–95 英里每小时;2 级风速 96–110 英里每小时;3 级及以上风速 111 英里每小时以上。结果变量分别为政府对个人的转移支付总额、企业对个人的转移支付总额、平均工资、就业率。结果如表 9 所示。

对于政府转移支付而言,无论是什么等级的飓风发生后,政府的转移支付都会增加,而在最强的 3 级及以上飓风发生后政府转移支付增加是最大的。但是在统计上无法拒绝不同等级飓风导致政府转移支付增加幅度相等的假设。对于就业率而言,1 级飓风对就业率没有显著影响,2 级和 3 级及以上飓风会在飓风发生 7.5 年后使就业率降低约 2.4 个百分点。可以拒绝飓风发生 2 年后 1 级和 2 级飓风对就业影响相同的假设,但是无法在 7.5 年后拒绝。此外,对于 1 级和 3 级及以上、2 级和 3 级及以上飓风都无法拒绝它们相等的假设。平均工资

则在 1 级或 2 级飓风之后没有变化，在 3 级及以上飓风之后显著下降：飓风发生 2 年后，受 3 级及以上飓风影响的县的平均工资降低了约 6%；7.5 年后，降低了近 13%。可以拒绝 1 级和 3 级及以上飓风对工资影响相同的原假设。此外，在飓风发生 7.5 年后，2 级和 3 级及以上飓风对工资的影响在统计上彼此不同。无法拒绝相同的原假设的部分，可能是由于标准误、置信区间或者样本数量导致。

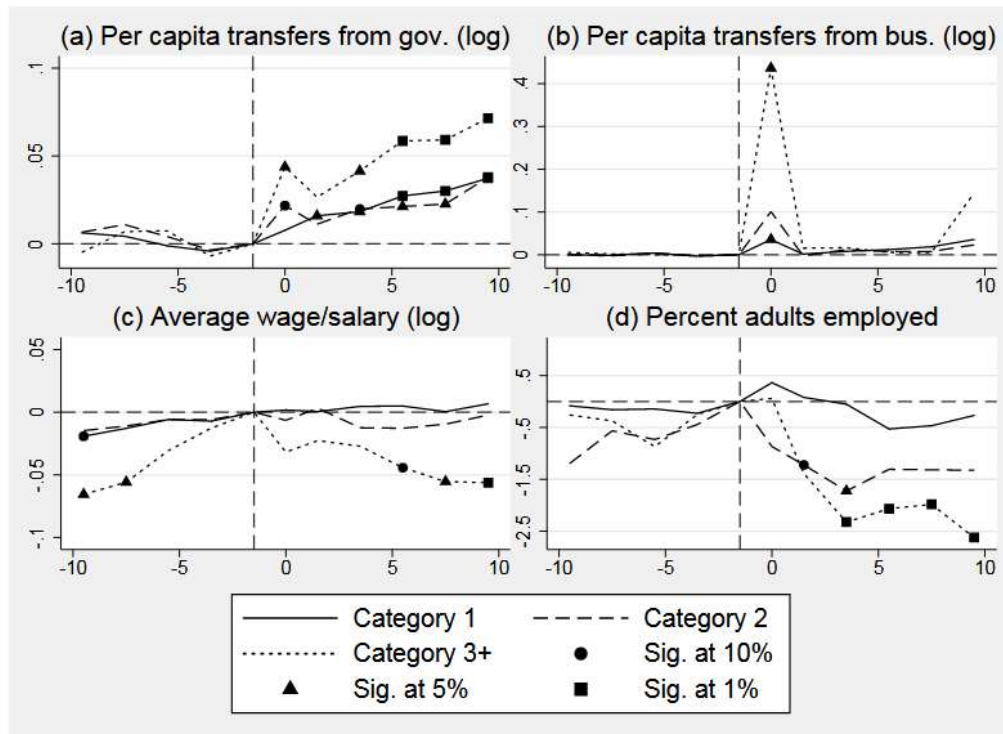
TABLE 9—THE EFFECT OF HURRICANES BY WIND SPEED, IMPLIED EFFECTS OF MEAN SHIFT/TREND BREAK (EQUATION (3))

	Per capita transfers from government (log) (1)	Per capita transfers from business (log) (2)	Average wage/ salary (log) (3)	Percent adults employed (4)
Implied effect after 2 years, Category 1	0.022 (0.007)	0.014 (0.007)	−0.005 (0.010)	0.001 (0.004)
Implied effect after 7.5 years, Category 1	0.043 (0.010)	0.020 (0.014)	−0.015 (0.015)	−0.003 (0.006)
Implied effect after 2 years, Category 2	0.023 (0.012)	0.027 (0.017)	−0.011 (0.018)	−0.016 (0.005)
Implied effect after 7.5 years, Category 2	0.042 (0.018)	0.011 (0.018)	−0.022 (0.025)	−0.024 (0.014)
Implied effect after 2 years, Category 3	0.038 (0.017)	0.110 (0.056)	−0.059 (0.027)	−0.012 (0.009)
Implied effect after 7.5 years, Category 3	0.062 (0.024)	0.052 (0.060)	−0.127 (0.039)	−0.024 (0.014)
Mean of dependent variable	8.162	4.659	1.650	0.344
Observations	49,245	40,027	49,245	49,245
R ²	0.961	0.861	0.958	0.216

Notes: Standard errors (in parentheses) are clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 km around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. All regressions include year and county fixed effects and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest. Overall trend estimates by category are not shown.

此外，作者还通过模型 1 和模型 2 进行了类似的分析，得到了类似的结论。如图 A1 和表 A8。所有等级的飓风后，政府的转移支付在长期都比短期更高。3 级及以上飓风在长期和短期内引发的增幅都是最大的。企业转移支付在 3 级及以上飓风后短期内呈现和前文中的结果类似的激增，但在长期以及来自 1 级、2 级飓风的效应都不显著。所有等级的飓风对平均工资的短期影响都接近于 0，而 3 级及以上飓风在长期出现了显著的负面影响，和前面的结论可以相互印证。就业率上，1 级飓风基本没有影响，而 2 级和 3 级及以上飓风在短期和长期都造成了负面影响，长期比短期影响大，且飓风越严重影响越大。

Figure A1: Heterogeneity by hurricane wind speed



Outcome variable displayed above corresponding plot. The lines represent the point estimates for different hurricane categories, while the symbols represent significance levels, as described in the legend. Standard errors allow for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include county fixed effects, year fixed effects, year fixed effects linear in 1969 county characteristics, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

Table A8: The effect of hurricanes by wind speed, combined hurricane indicators (model 2)

	(1) Per capita transfers from government (log)	(2) Per capita transfers from business (log)	(3) Average wage/salary (log)	(4) Percent adults employed
0-4 years after hurricane, category 1	0.014 (0.004)	0.011 (0.006)	0.011 (0.005)	0.002 (0.002)
5-10 years after hurricane, category 1	0.031 (0.003)	0.022 (0.012)	0.013 (0.003)	-0.003 (0.001)
0-4 years after hurricane, category 2	0.013 (0.005)	0.024 (0.014)	0.002 (0.008)	-0.008 (0.004)
5-10 years after hurricane, category 2	0.024 (0.004)	0.013 (0.015)	-0.001 (0.004)	-0.007 (0.004)
0-4 years after hurricane, category 3	0.036 (0.007)	0.099 (0.048)	0.005 (0.011)	-0.011 (0.003)
5-10 years after hurricane, category 3	0.063 (0.003)	0.051 (0.052)	-0.020 (0.004)	-0.019 (0.006)
Mean of dep. var.	8.162	4.659	1.650	0.344
Observations	49,245	40,027	49,245	49,245
R-squared	0.961	0.861	0.958	0.216

Standard errors (in parentheses) clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. All regressions include year and county fixed effects and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest. Overall trend estimates by category not shown.

4.3 转移支付的总变化

由前文（2.2 联邦灾害援助）计算，通过联邦灾难声明给予飓风受害者的灾难援助，对于平均强度的飓风为人均 155-160 美元，对于 3 级及以上风速的飓风为人均 400-425 美元。作者额外计算了飓风后 0-10 年内，通过非灾难援助支付的工资损失和转移支付的现值（PV）。计

$$\sum_{t=0}^{10} \frac{1}{(1+r)^t} (e^{\mu + \hat{\beta}^t} - e^{\mu})$$

算公式如下：

其中 μ 是特定结果变量的均值， $\hat{\beta}_t$ 是飓风登陆后第 t 年影响的估计值。表 10 中 1-3 列是模型 1-3 的估计值。第一行是贴现率 3% 的情况下估计的工资损失。由于前文已经证明工资存在轻微的预趋势，所以模型 1 和 2 给出的估计并不可靠。虽然模型 3 显示以现值计算的人均收入损失为 850 美元，但这个结果统计上不显著，不过这个结果的量级会影响关于非灾难援助转移支付抵消收入损失能力的结论。表 10 的其他部分展示了非灾难援助转移支付总额和各组成部分的估计，在此，三个模型的结果十分相似：所有政府转移支付的现值约为人均 780-1150 美元，来自企业的转移支付现值为人均 22-24 美元。由此，非灾难援助的政府转移支付大于灾难援助（155-160 美元或 400-425 美元），并远大于私人保险赔付。前文（2.2 联邦灾害援助）中提到，在 1979-2002 年间与飓风有关的联邦灾害援助一共 190 亿美元，将表 10 中最小和最大估计值乘样本中受飓风影响的总人口，同样的这一批飓风还额外造成了 440 亿至 650 亿美元的非灾难援助转移支付。并且由于这些非灾难转移支付在飓风后 10 年仍显著较高，作者认为这个估计值应该被视作下限。

此外，根据表 10，大多数转移支付组成部分在飓风后显著增加。具体来说，公共医疗福利的现值增加了人均 310-600 美元，医疗保险福利估计增加了人均 25-310 美元。失业保险福利

的现值增加了约人均 65-75 美元。收入维持支付增加了人均 120-150 美元。退休和残疾保险福利估计增加了人均 160-190 美元。飓风后几年内，人均教育援助估计减少了 20-30 美元。家庭援助增加了人均 45-55 美元。最后，SSI 福利和食品券的结果数据波动较大。只有模型 2 估计出 SSI 有显著变化（下降约 20 美元）。食品券支出根据模型 1 高出 35 美元（但仅略微显著），根据模型 2 基本不变，根据模型 3 高出 100 美元。

TABLE 10—TOTAL CHANGE IN VARIOUS TRANSFERS (*present discounted value*)

	Event study (equation (1))	Combined (equation (2))	Trend break (equation (3))
	(1)	(2)	(3)
Average wage/salary	-79 (345)	441 (135)	-850 (530)
Transfers from businesses (private insurance)	23 (8)	22 (8)	24 (9)
All non-disaster transfers from government =	831 (158)	778 (66)	1,150 (265)
Unemployment payments +	74 (36)	64 (15)	73 (49)
Public medical benefits +	394 (80)	310 (42)	601 (151)
Medicare benefits +	132 (51)	26 (24)	313 (87)
Retirement and disability insurance benefits +	162 (72)	192 (23)	173 (119)
Federal educational assistance +	-20 (10)	-21 (5)	-32 (15)
Income maintenance =	152 (47)	117 (24)	154 (78)
SSI benefits +	-10 (12)	-19 (8)	4 (24)
Food stamps +	36 (22)	-14 (12)	100 (40)
Family assistance	55 (14)	46 (8)	54 (23)

Notes: The table shows the present discounted value of additional inflows of various transfers zero to ten years after the hurricane. Standard errors (in parentheses) are clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 km around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Assumed interest rate is 3 percent. Data are estimated with a nonlinear combination of coefficients from equations (1), (2), and (3).

表 11 则使用模型 3 估计了按风速划分的收入和转移支付的现值。具体来说，对于 1 级和 2 级飓风，平均工资变化为负但不显著（490 美元和 800 美元），但在经历 3 级及以上飓风的县，收入损失高达 4300 美元且高度显著。而其他估计显示来自政府的非灾难援助转移支付对于 1-2 级飓风累计约为人均 1100 美元；3 级及以上飓风在发生后十年内有人均近 1700 美元的转移支付。这一点说明转移支付抵消收入损失的程度似乎随着飓风强度的增加而略有下降：对于 1 级飓风，非灾难援助转移支付总额几乎是收入损失的两倍；对于 2 级飓风，仅略高于损失；但对于 3 级及以上飓风，无法覆盖损失的同时，仅占损失的约 40%。基于前文（2.1 飓风相关数据、2.2 联邦灾害援助）FEMA 的模拟，3 级及以上飓风造成了约人均 700 美元的直接损失。并且，根据估计，联邦灾难援助金额约为人均 180-185 美元。也就是说，对于三级飓风，直接灾难援助大概只抵消了直接灾难损失的 25%。此外，非灾难援助转移支付完全抵消了非 3 级及以上飓风的收入损失。

TABLE 11—TOTAL CHANGE IN TRANSFER COMPONENTS BY HURRICANE CATEGORY
(*present discounted value*)

	Category 1 (1)	Category 2 (2)	Category 3+ (3)
Average wage/salary	−492 (582)	−800 (1,041)	−4,333 (1,456)
Transfers from businesses (private insurance)	17 (9)	20 (13)	86 (43)
All non-disaster transfers from government =	1,107 (291)	1,100 (511)	1,698 (718)
Unemployment payments +	46 (57)	66 (75)	421 (131)
Public medical benefits +	633 (178)	583 (250)	361 (344)
Medicare benefits +	353 (100)	211 (145)	140 (221)
Retirement and disability insurance benefits +	164 (129)	119 (233)	402 (458)
Federal educational assistance +	−33 (16)	−28 (30)	−45 (46)
Income maintenance =	188 (84)	−84 (134)	515 (260)
SSI benefits +	−23 (26)	66 (46)	128 (68)
Food stamps +	94 (45)	38 (65)	383 (151)
Family assistance	38 (24)	95 (40)	138 (71)

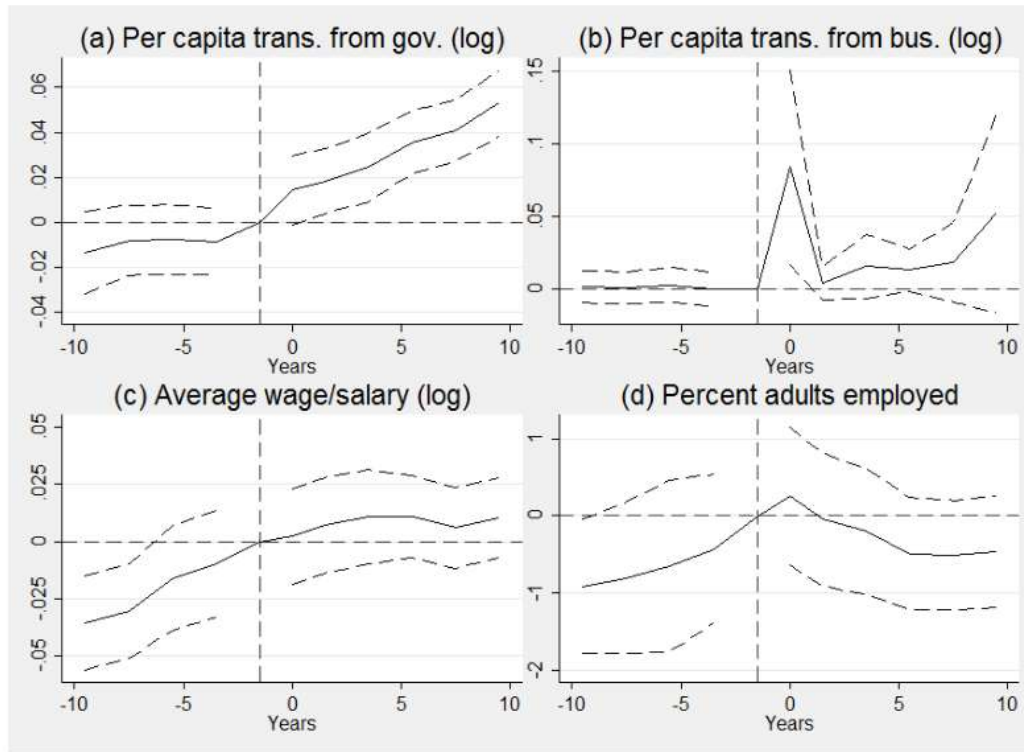
Notes: The table shows the present discounted value of additional inflows of various transfers zero to ten years after the hurricane by hurricane category. Standard errors (in parentheses) are clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 km around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Assumed interest rate is 3 percent. Data are estimated with a nonlinear combination of coefficients from equation (3).

4.4 稳健性检验

4.4.1 更改控制变量组合

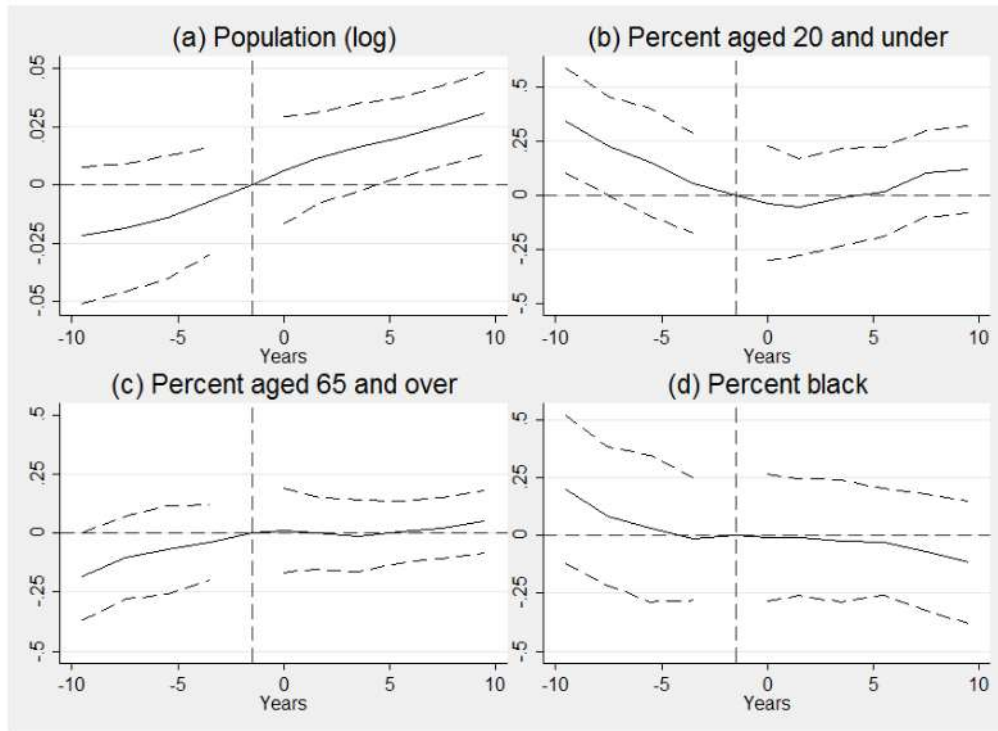
图 A2-A5，表 A11-A14 是在原本模型中忽略 1969 年县级特征的结果，

Figure A2: The effect of a hurricane on earnings and transfers, no county characteristics controls



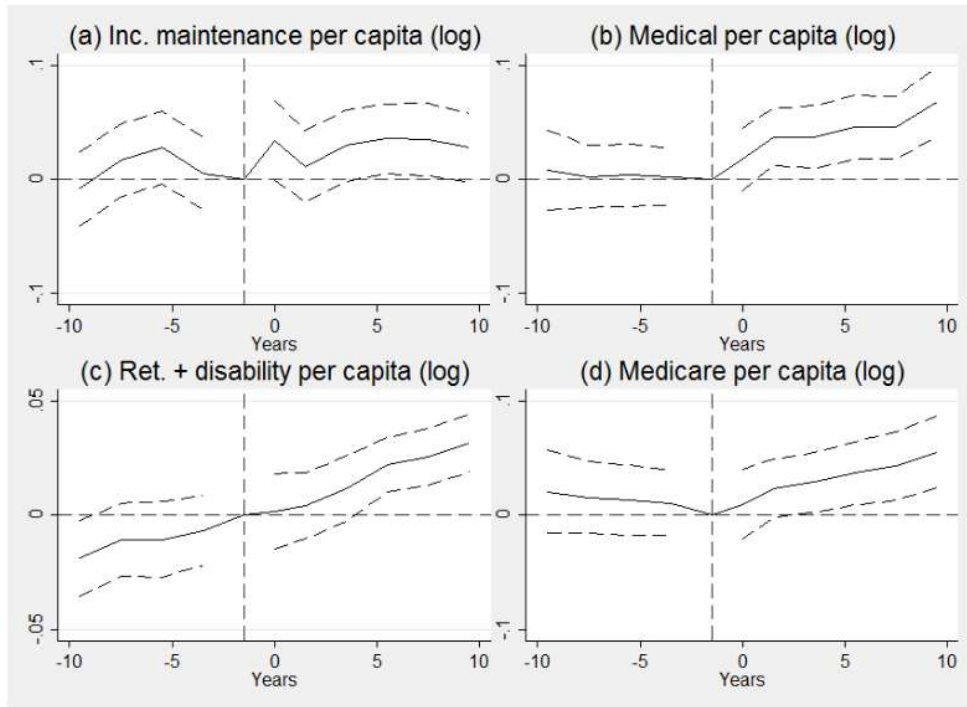
Point estimates from equation 2 and 95% confidence intervals shown. Outcome variable displayed above corresponding plot. Standard errors allow for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include county fixed effects, year fixed effects, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

Figure A3: The effect of a hurricane on demographics, no county characteristics controls



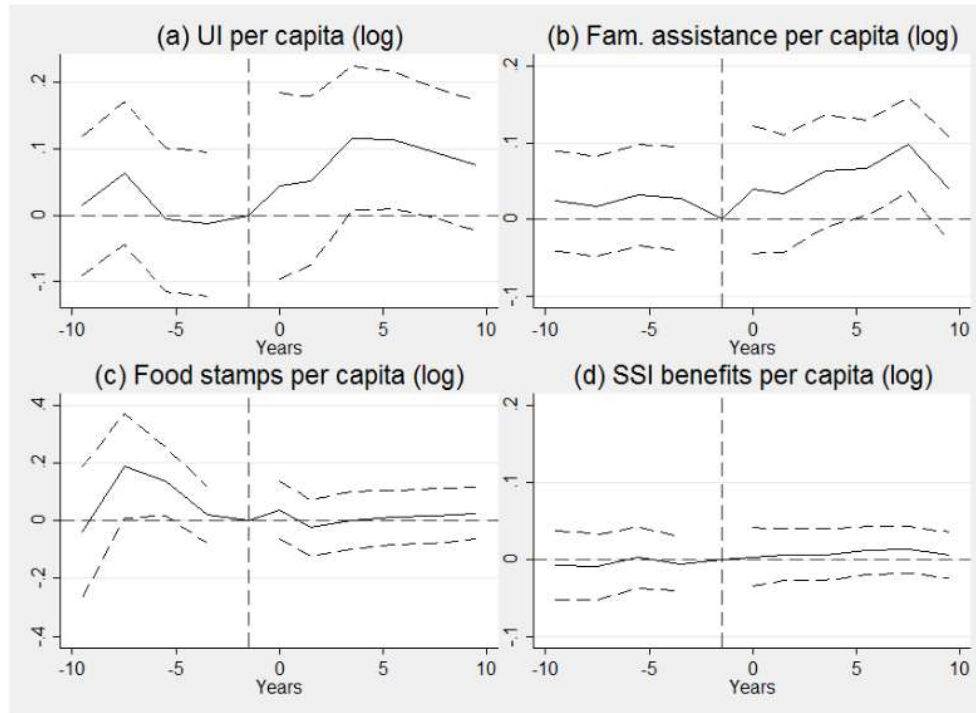
Point estimates from equation 2 and 95% confidence intervals shown. Outcome variable displayed above corresponding plot. Standard errors allow for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include county fixed effects, year fixed effects, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

Figure A4: The effect of a hurricane on transfer components, no county characteristics controls



Point estimates from equation 2 and 95% confidence intervals shown. Outcome variable displayed above corresponding plot. Standard errors allow for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include county fixed effects, year fixed effects, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

Figure A5: The effect of a hurricane on transfer components, no county characteristics controls



Point estimates from equation 2 and 95% confidence intervals shown. Outcome variable displayed above corresponding plot. Standard errors allow for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include county fixed effects, year fixed effects, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

Table A11: The effect of hurricanes on transfers, earnings, and the employment rate, no characteristics controls

	(1) Per capita transfers from government (log)	(2) Per capita transfers from business (log)	(3) Average wage/salary (log)	(4) Percent adults employed
T=-10 or -9	-0.013 (0.009)	0.001 (0.006)	-0.036 (0.010)	-0.914 (0.444)
T=-8 or -7	-0.008 (0.008)	0.001 (0.006)	-0.031 (0.011)	-0.805 (0.502)
T=-6 or -5	-0.008 (0.008)	0.003 (0.006)	-0.016 (0.012)	-0.650 (0.569)
T=-4 or -3	-0.008 (0.008)	-0.001 (0.006)	-0.010 (0.012)	-0.428 (0.495)
T=0	0.014 (0.008)	0.084 (0.034)	0.002 (0.011)	0.257 (0.457)
T=1 or 2	0.018 (0.007)	0.004 (0.006)	0.007 (0.011)	-0.045 (0.441)
T=3 or 4	0.024 (0.008)	0.015 (0.011)	0.011 (0.011)	-0.201 (0.417)
T=5 or 6	0.036 (0.007)	0.013 (0.008)	0.011 (0.009)	-0.490 (0.373)
T=7 or 8	0.041 (0.007)	0.018 (0.014)	0.006 (0.009)	-0.507 (0.362)
T=9 or 10	0.053 (0.007)	0.052 (0.035)	0.010 (0.009)	-0.464 (0.372)
Observations	49,698	40,217	49,698	49,698
R-squared	0.948	0.848	0.951	0.158
p-value of F-test, leads 3-10	0.602	0.982	0.003	0.307
p-value of F-test, lags 0-4	0.013	0.032	0.759	0.802
p-value of F-test, lags 0-10	0.000	0.062	0.863	0.196

Estimated using equation 1 in the main paper. Standard errors (in parentheses) clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Effect in years -2 and -1 assumed to be zero. Controls include year fixed effects, county fixed effects, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

Table A12: The effect of hurricanes on demographics, no characteristics controls

	(1) Population (log)	(2) Percent 20 and under	(3) Percent 65 and older	(4) Percent black
T=-10 or -9	-0.022 (0.015)	0.343 (0.124)	-0.182 (0.095)	0.196 (0.163)
T=-8 or -7	-0.018 (0.014)	0.228 (0.116)	-0.104 (0.089)	0.080 (0.153)
T=-6 or -5	-0.014 (0.013)	0.151 (0.127)	-0.070 (0.096)	0.030 (0.162)
T=-4 or -3	-0.007 (0.012)	0.056 (0.117)	-0.040 (0.082)	-0.016 (0.135)
T=0	0.006 (0.012)	-0.037 (0.135)	0.012 (0.091)	-0.011 (0.139)
T=1 or 2	0.011 (0.010)	-0.054 (0.115)	0.002 (0.078)	-0.008 (0.129)
T=3 or 4	0.016 (0.010)	-0.011 (0.115)	-0.011 (0.078)	-0.023 (0.134)
T=5 or 6	0.020 (0.009)	0.017 (0.105)	0.006 (0.067)	-0.030 (0.118)
T=7 or 8	0.025 (0.009)	0.100 (0.102)	0.024 (0.066)	-0.073 (0.128)
T=9 or 10	0.031 (0.009)	0.117 (0.102)	0.050 (0.068)	-0.116 (0.135)
Observations	49,698	49,698	49,698	49,698
R-squared	0.348	0.879	0.470	-0.010
p-value of F-test, leads 3-10	0.508	0.034	0.344	0.764
p-value of F-test, lags 0-4	0.391	0.964	0.995	0.998
p-value of F-test, lags 0-10	0.001	0.502	0.971	0.958

Estimated using equation 1 in the main paper. Standard errors (in parentheses) clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Effect in years -2 and -1 assumed to be zero. Controls include year fixed effects, county fixed effects, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

Table A13: The effect of hurricanes on specific transfers, no characteristics controls

	(1) Per capita income maintenance (log)	(2) Per capita public medical (log)	(3) Per capita ret. + disability (log)	(4) Per capita Medicare (log)
T=-10 or -9	-0.008 (0.017)	0.008 (0.018)	-0.019 (0.009)	0.021 (0.019)
T=-8 or -7	0.017 (0.016)	0.002 (0.014)	-0.011 (0.008)	0.016 (0.016)
T=-6 or -5	0.028 (0.016)	0.004 (0.014)	-0.011 (0.008)	0.013 (0.016)
T=-4 or -3	0.006 (0.016)	0.002 (0.013)	-0.007 (0.008)	0.011 (0.015)
T=0	0.034 (0.018)	0.018 (0.014)	0.002 (0.008)	0.010 (0.016)
T=1 or 2	0.011 (0.016)	0.037 (0.013)	0.004 (0.007)	0.024 (0.013)
T=3 or 4	0.030 (0.016)	0.037 (0.014)	0.012 (0.007)	0.029 (0.013)
T=5 or 6	0.036 (0.016)	0.046 (0.014)	0.022 (0.006)	0.037 (0.014)
T=7 or 8	0.035 (0.016)	0.046 (0.014)	0.026 (0.006)	0.043 (0.015)
T=9 or 10	0.028 (0.016)	0.068 (0.016)	0.032 (0.007)	0.056 (0.016)
Observations	49,698	49,698	49,698	49,698
R-squared	0.762	0.956	0.884	0.953
p-value of F-test, leads 3-10	0.286	0.994	0.215	0.771
p-value of F-test, lags 0-4	0.131	0.014	0.370	0.133
p-value of F-test, lags 0-10	0.124	0.000	0.000	0.003

Estimated using equation 1 in the main paper. Standard errors (in parentheses) clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Effect in years -2 and -1 assumed to be zero. Controls include year fixed effects, county fixed effects, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

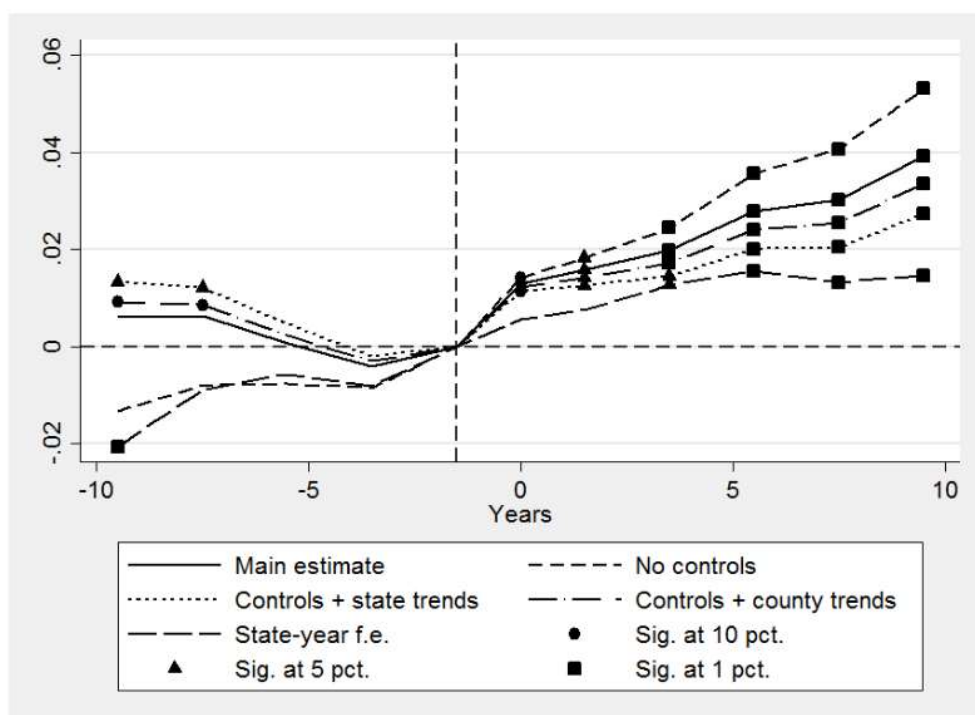
Table A14: The effect of hurricanes on specific transfers, no characteristics controls

	(1) Per capita unemployment insurance (log)	(2) Per capita family assistance (log)	(3) Per capita food stamps (log)	(4) Per capita SSI (log)
T=-10 or -9	0.014 (0.053)	0.024 (0.033)	-0.039 (0.116)	-0.008 (0.023)
T=-8 or -7	0.063 (0.054)	0.018 (0.033)	0.190 (0.093)	-0.010 (0.022)
T=-6 or -5	-0.007 (0.055)	0.032 (0.034)	0.138 (0.061)	0.002 (0.020)
T=-4 or -3	-0.014 (0.055)	0.027 (0.034)	0.021 (0.050)	-0.006 (0.018)
T=0	0.043 (0.071)	0.039 (0.042)	0.039 (0.051)	0.003 (0.019)
T=1 or 2	0.051 (0.065)	0.034 (0.039)	-0.024 (0.049)	0.006 (0.017)
T=3 or 4	0.115 (0.055)	0.064 (0.037)	0.003 (0.051)	0.006 (0.017)
T=5 or 6	0.113 (0.052)	0.067 (0.032)	0.012 (0.048)	0.011 (0.016)
T=7 or 8	0.094 (0.050)	0.098 (0.032)	0.018 (0.048)	0.013 (0.016)
T=9 or 10	0.074 (0.050)	0.040 (0.035)	0.028 (0.046)	0.005 (0.015)
Observations	49,698	46,672	49,522	49,586
R-squared	0.582	0.493	0.515	0.333
p-value of F-test, leads 3-10	0.527	0.907	0.059	0.978
p-value of F-test, lags 0-4	0.188	0.399	0.655	0.981
p-value of F-test, lags 0-10	0.277	0.068	0.892	0.988

Estimated using equation 1 in the main paper. Standard errors (in parentheses) clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Effect in years -2 and -1 assumed to be zero. Controls include year fixed effects, county fixed effects, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

图 A6 和表 A15 是纳入州特定或县特定线性趋势，和/或纳入州-年份交互固定效应

Figure A6: Robustness of transfer estimates to different controls



Outcome variable is log of total government transfers per capita. The lines represent point estimates from equation 2, while the symbols represent significance levels, as described in the legend. “Main estimate” includes year and county fixed effects and year fixed effects linear in 1969 county characteristics. “No controls” includes year and county fixed effects only. “Controls + state trends” includes year and county fixed effects, year fixed effects linear in 1969 county characteristics, and linear state-specific trends. “Controls + county trends” includes year and county fixed effects, year fixed effects linear in 1969 county characteristics, and linear county-specific trends. “State-year f.e.” includes county fixed effects and state-by-year fixed effects. Standard errors allow for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county’s centroid and for autocorrelation of order 5. All regressions include indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

Table A15: The robustness of transfer estimates to various controls

	(1) Main estimate	(2) No controls	(3) Controls + state trends	(4) Controls + county trends	(5) Controls + state-year f.e.
T=-10 or -9	0.006 (0.007)	-0.013 (0.009)	0.013 (0.006)	0.009 (0.005)	-0.021 (0.007)
T=-8 or -7	0.006 (0.006)	-0.008 (0.008)	0.012 (0.006)	0.009 (0.005)	-0.009 (0.006)
T=-6 or -5	0.001 (0.006)	-0.008 (0.008)	0.005 (0.006)	0.002 (0.005)	-0.006 (0.006)
T=-4 or -3	-0.004 (0.006)	-0.008 (0.008)	-0.002 (0.006)	-0.003 (0.005)	-0.008 (0.006)
T=0	0.013 (0.007)	0.014 (0.008)	0.011 (0.006)	0.012 (0.006)	0.006 (0.006)
T=1 or 2	0.016 (0.007)	0.018 (0.007)	0.013 (0.006)	0.014 (0.006)	0.008 (0.006)
T=3 or 4	0.020 (0.007)	0.024 (0.008)	0.015 (0.006)	0.017 (0.006)	0.013 (0.006)
T=5 or 6	0.028 (0.006)	0.036 (0.007)	0.020 (0.005)	0.024 (0.005)	0.016 (0.005)
T=7 or 8	0.030 (0.006)	0.041 (0.007)	0.020 (0.005)	0.025 (0.005)	0.013 (0.005)
T=9 or 10	0.039 (0.006)	0.053 (0.007)	0.027 (0.005)	0.033 (0.005)	0.015 (0.005)
Characteristics controls	Yes	No	Yes	Yes	No
Additional controls	None	None	Linear state trends	Linear county trends	State-year fixed effects
Observations	49,245	49,698	49,245	49,245	49,698
R-squared	0.961	0.948	0.965	0.981	0.960

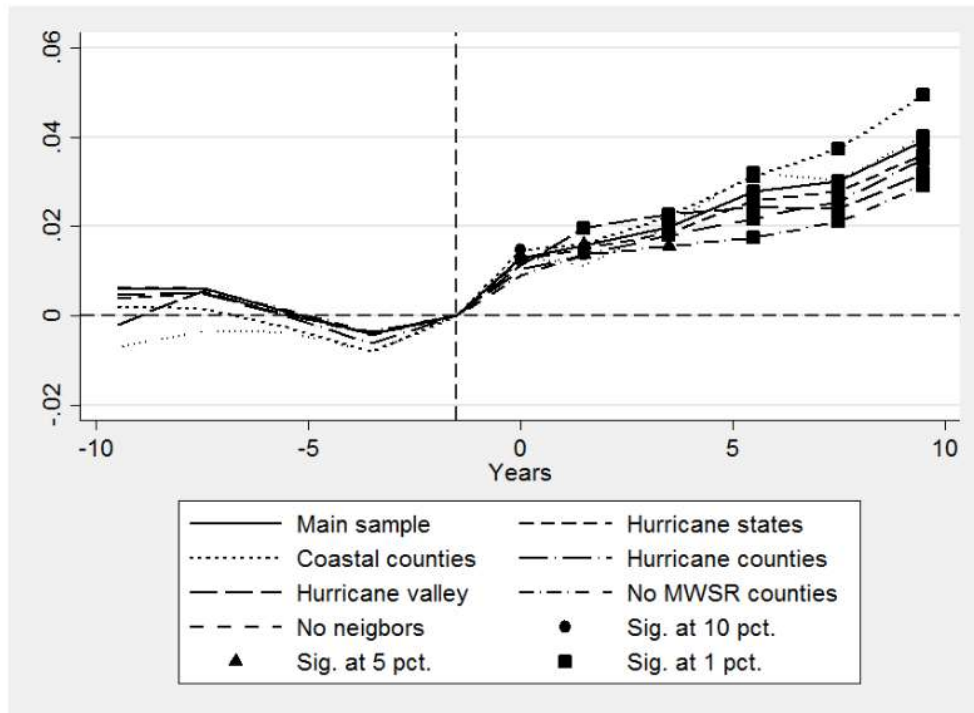
Standard errors (in parentheses) clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Effect in years -2 and -1 assumed to be zero. All regressions include year and county fixed effects and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

总体而言，在不同控制变量的组合下，估计值与显著性都比较相似，大部分预趋势不显著。此外，不同控制变量组合的估计结果围绕在主模型得出的转移支付估计值周围。控制州-年份联合固定效应普遍来说会降低估计值的绝对值，因此可能存在正向的空间溢出效应（飓风对受灾县周边的未受灾地区产生了正向影响）。

4.4.2 更改处理组对照组划分

作者还更改了处理组与对照组的划分方式，具体来说，作者将样本限制在 1979 年至 2002 年间经历过飓风的州、沿海县，以及在 1979 年至 2002 年间至少经历过一次飓风的县。或者排除东北部的州，排除位于最大风速半径范围内但风暴中心未经过的县，排除受影响县的未受影响邻县。由此得到的点估计值和显著性水平非常相似。结果如图 A7 和表 A16 所示。

Figure A7: Robustness of transfer estimates to different samples



Outcome variable is log of total government transfers per capita. The lines represent the point estimates from equation 2, while the symbols represent significance levels, as described in the legend. "Main estimate" includes all counties in the hurricane-prone states and their neighbors. "Hurricane states" includes only counties located in states that experience hurricanes between 1979 and 2002. "Coastal counties" restricts the sample to coastal counties in the hurricane-prone states and their neighbors. "Hurricane counties" includes only counties that experience hurricanes between 1979 and 2002. "Hurricane valley" restricts the sample to South and Southeastern states that experience hurricanes: Alabama, Florida, Georgia, Louisiana, Mississippi, North Carolina, South Carolina, Texas, and Virginia. "No MWSR counties" excludes counties that fall inside the maximum wind speeds radius but are outside the path of the center of the hurricane. "No neighbors" excludes unaffected counties that are adjacent to or located within 50 miles of counties that were affected by hurricanes. Standard errors allow for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include county fixed effects, year fixed effects linear in 1969 county characteristics, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

Table A16: The robustness of transfer estimates to various samples

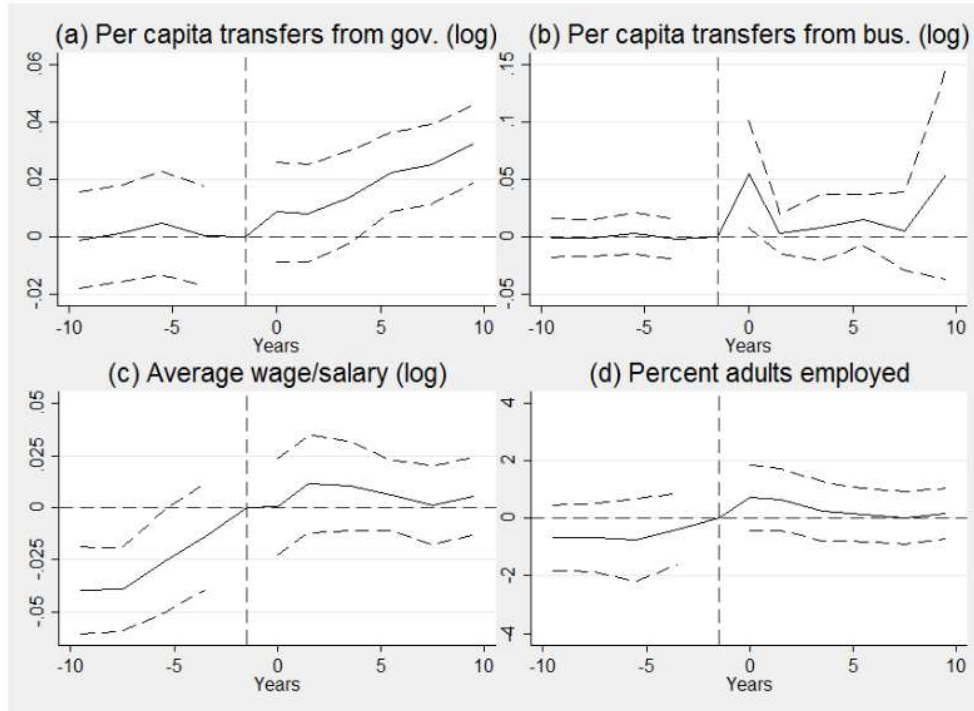
	(1) Main estimate	(2) Hurricane states	(3) Coastal counties	(4) Hurricane counties	(5) Hurricane valley	(6) No MWSR counties	(7) No neighbors
T=-10 or -9	0.006 (0.007)	0.004 (0.007)	0.002 (0.008)	0.005 (0.007)	-0.002 (0.007)	0.006 (0.007)	-0.007 (0.009)
T=-8 or -7	0.006 (0.006)	0.005 (0.006)	0.002 (0.007)	0.005 (0.006)	0.005 (0.006)	0.006 (0.006)	-0.004 (0.007)
T=-6 or -5	0.001 (0.006)	0.000 (0.006)	-0.003 (0.008)	-0.000 (0.006)	0.000 (0.007)	0.001 (0.007)	-0.004 (0.007)
T=-4 or -3	-0.004 (0.006)	-0.004 (0.006)	-0.008 (0.008)	-0.006 (0.006)	-0.004 (0.007)	-0.004 (0.007)	-0.008 (0.008)
T=0	0.013 (0.007)	0.012 (0.007)	0.015 (0.009)	0.010 (0.007)	0.011 (0.008)	0.009 (0.008)	0.013 (0.008)
T=1 or 2	0.016 (0.007)	0.015 (0.007)	0.016 (0.008)	0.014 (0.007)	0.020 (0.007)	0.014 (0.007)	0.011 (0.008)
T=3 or 4	0.020 (0.007)	0.019 (0.007)	0.022 (0.007)	0.018 (0.006)	0.023 (0.007)	0.016 (0.007)	0.020 (0.008)
T=5 or 6	0.028 (0.006)	0.026 (0.006)	0.031 (0.007)	0.022 (0.006)	0.024 (0.006)	0.017 (0.006)	0.032 (0.007)
T=7 or 8	0.030 (0.006)	0.028 (0.006)	0.037 (0.007)	0.026 (0.006)	0.024 (0.006)	0.021 (0.006)	0.030 (0.007)
T=9 or 10	0.039 (0.006)	0.036 (0.006)	0.049 (0.007)	0.035 (0.005)	0.032 (0.006)	0.029 (0.006)	0.040 (0.007)
Observations	49,245	43,924	17,240	15,723	36,642	11,388	30,961
R-squared	0.961	0.961	0.966	0.970	0.963	0.967	0.958

Standard errors (in parentheses) clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Effect in years -2 and -1 assumed to be zero. All regressions include year and county fixed effects and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

4. 4. 3 更改地理单位

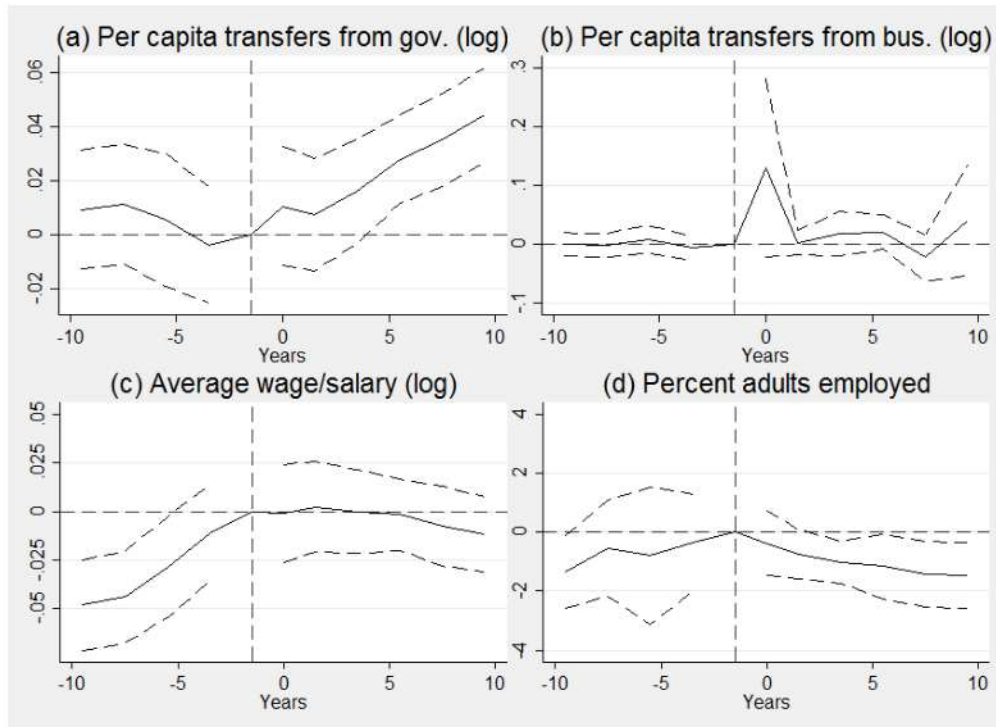
作者使用通勤区 (Commuting Zone) 或核心统计区 (Core-Based Statistical Area, CBSA) 代替受影响县 (即将受影响县改为受影响县所在的通勤区或核心统计区) 来验证对于劳动力市场不同定义的稳健性, 结果如图 A8 和图 A9, 并没有出现太大的差异。

Figure A8: The effect of a hurricane at the Commuting Zone level



Outcome variable shown above corresponding plot. Point estimates from event study and 95% confidence intervals shown. Standard errors clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers around the Commuting Zone's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include Commuting Zone effects, year fixed effects linear in 1969 Commuting Zone characteristics, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

Figure A9: The effect of a hurricane at the CBSA level

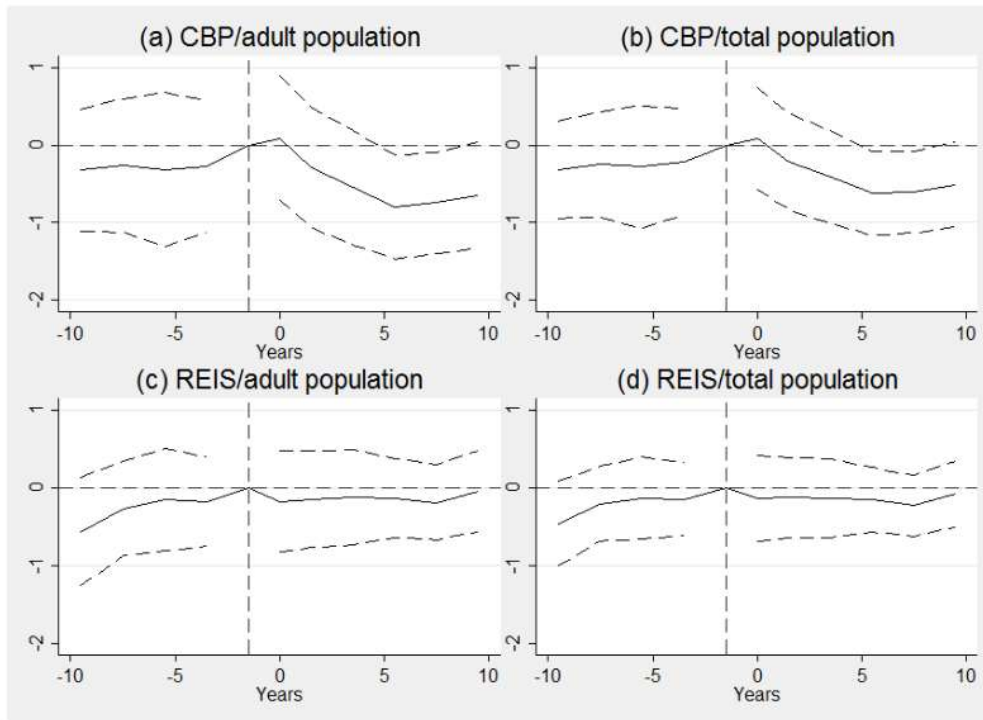


Outcome variable shown above corresponding plot. Point estimates from event study and 95% confidence intervals shown. Standard errors clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers around the CBSA's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include CBSA fixed effects, year fixed effects linear in 1969 CBSA characteristics, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

4.4.4 更改就业率与工资的定义

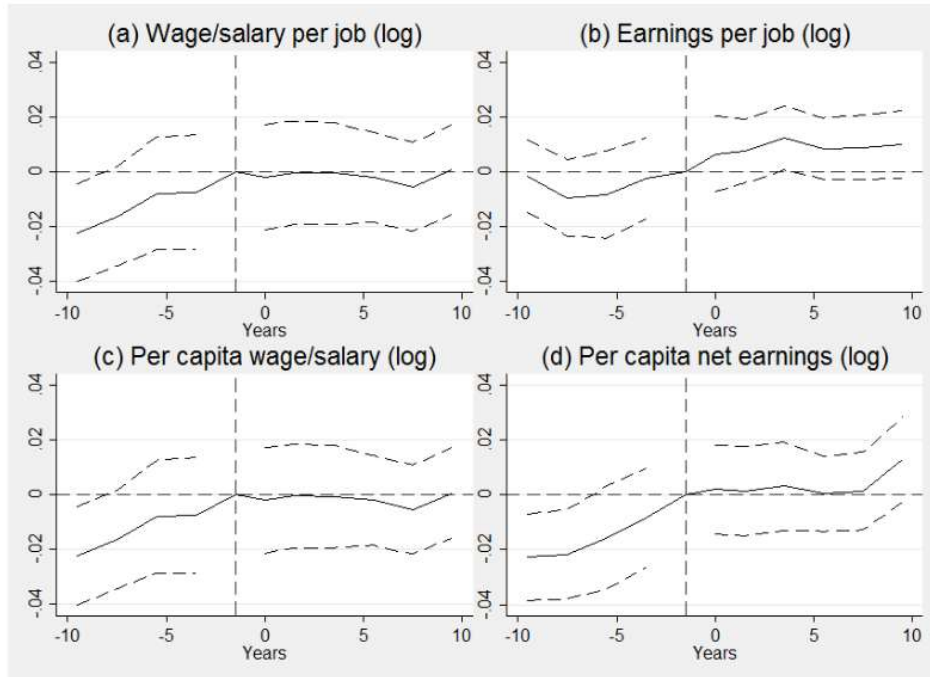
对于更改就业率与工资的定义，作者分别使用来自 CBP 和 REIS 的数据，其中，使用 REIS 对总就业的定义会导致就业估计值减小且不显著，作者认为可能是 REIS 数据中包含了政府雇员（工作更为稳定）。而其他情况下，就业结果对于使用 15 岁及以上人口总数、总人口还是劳动年龄人口（15-64 岁）作为分母进行处理都是稳健的。收入结果也类似。结果如图 A10 和图 A11。

Figure A10: The effect of a hurricane on various employment measures



Outcome variable shown above corresponding plot. Point estimates from event study and 95% confidence intervals shown. Standard errors clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include county fixed effects, year fixed effects linear in 1969 county characteristics, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

Figure A11: The effect of a hurricane on various income measures

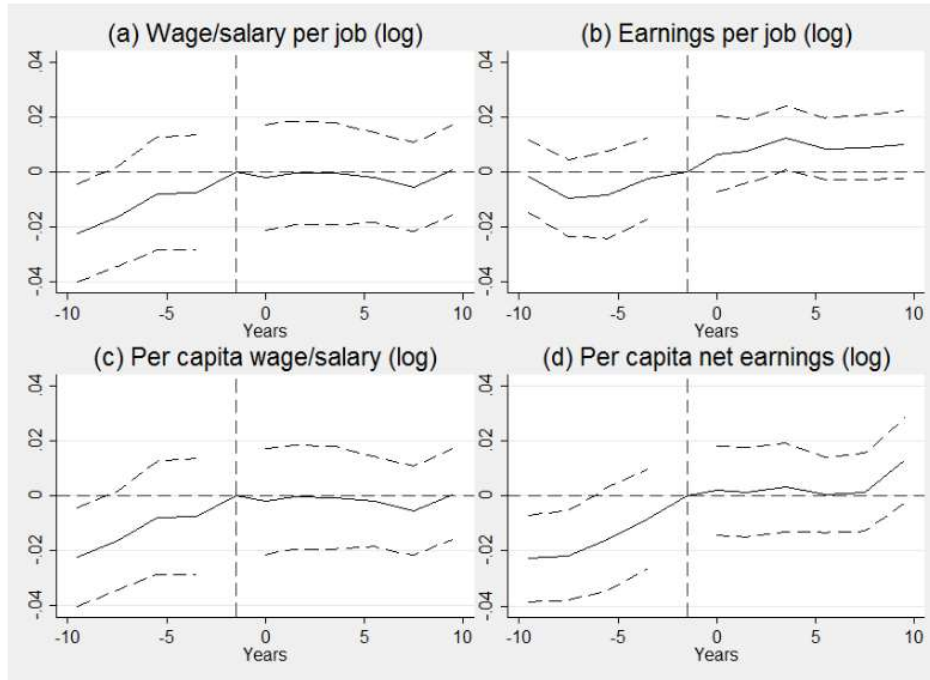


Outcome variable shown above corresponding plot. Point estimates from event study and 95% confidence intervals shown. Standard errors clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include county fixed effects, year fixed effects linear in 1969 county characteristics, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

4.4.5 限制处理组

作者尝试将处理组限制为在 1979 年-2002 年间，仅经历过一次飓风的县，同样没有显著的改变结果。结果如图 A12。

Figure A11: The effect of a hurricane on various income measures



Outcome variable shown above corresponding plot. Point estimates from event study and 95% confidence intervals shown. Standard errors clustered spatially, allowing for spatial correlation of up to 200 kilometers around the county's centroid and for autocorrelation of order 5. Controls include county fixed effects, year fixed effects linear in 1969 county characteristics, and indicators for hurricane occurrence outside of the time window of interest.

4. 4. 6 结果变量的预趋势

少数结果变量中出现了预趋势，比如人口变量。一个可能的原因是人口本身具有高度自相关性：在控制年份和县级固定效应后，当期人口与滞后人口之间的偏相关系数为 0.98。作者认为考察了过多的结果变量会使这样的预趋势偶然出现，但无论转移支付的结果按照文中的人均值计算还是按照总额计算（总额计算作者并未在文中或附录给出），结果都是相似的。

5、启示

作者提出，以上结果有两个关键启示。首先如果将原本忽略的非灾难援助转移支付考虑进飓风的财政成本中，美国飓风的财政成本要比原本预想的高出很多。其次，在大多数情况下，受到飓风影响的县在灾难援助和非灾难援助转移支付的合力下，能够抵消大部分估计的直接损失和工资损失。换句话说，此类灾害的受害者能够得到的保障也比预想中更好。

此外，核算自然灾害的财政成本首先可以明确事前减灾支出可以产生更高回报。其次能让政府为此采取适当的准备措施。最后，发展中国家的社会保障制度不完善可能会产生比之前认为的更严重和深远的影响。

不仅如此，在灾难援助和非灾难援助转移支出的互补和共同作用下，美国居民应对飓风的保

障程度比目前公认的要更好。但仍然存在一定的问题，即灾难援助的发放过程可能受到政治因素的影响，但作者认为由于美国的灾难援助大部分情况下是临时的，而其他转移支付是长期的，所以这种影响在长期的社会保障制度中不太可能成为问题。

另一个值得关注的问题是，尽管社会保障制度为受害者提供其他保险无法覆盖的经济损失是一种好处，但另一方面，由于失业保险费定价时未考虑灾难风险，可能会存在过度补贴从而降低整体的社会福利。并且，保险补贴和免费的灾难援助可能会降低人们主动防灾的积极性并鼓励人们居住在灾害易发区。

6、结论

作者通过估计飓风过后十年内社会保障转移支付，研究了美国飓风的财政影响。论文提供了证据表明，此类转移支付的现值增加了人均 780 至 1150 美元，这主要由医疗支出、收入维持支付和失业保险支付所驱动。增加的幅度大大超过与灾害相关的转移支付，而保险支付只在飓风当年暂时增加，但按现值计算后额度不到 25 美元。就业率暂时会下降，而工资在统计上无明显变化。

大部分的非灾害援助转移支付时间晚于保险赔付和政府的灾害援助，换句话说，非灾害援助转移支付是公共及私人灾害保险的一种补足。此外，美国飓风损失中有相当大一部分被转移支付所抵消，但风速存在异质性：经历风速达到或超过 111 英里/小时的县，遭受的损失和收入损失远大于经历较弱风速的县，但获得的转移支付仅略高。因此，这些县的损失中只有大约四分之一得到了转移支付的补偿。

前人的研究中证明美国居民因为贸易调整或者温度波动导致的损失大部分都没有得到补偿，与作者的研究结论相反。因此，美国居民针对飓风的保障可能要优于针对贸易或者温度冲击的保障。

作者的发现对于政策有三点启示。首先，由于灾害的财政成本高于先前的认知，实施减灾计划的相应效益也更大。其次，为灾害救济进行适当的预算编制，所需的资金比仅考虑直接灾害援助所暗示的要多。第三，扩大社会保障不仅能受特殊冲击和一般经济衰退影响的人群受益，也能使自然灾害的受害者受益。