

## 第二章 撒哈拉以南非洲对气候变化的调整适应

### 引言

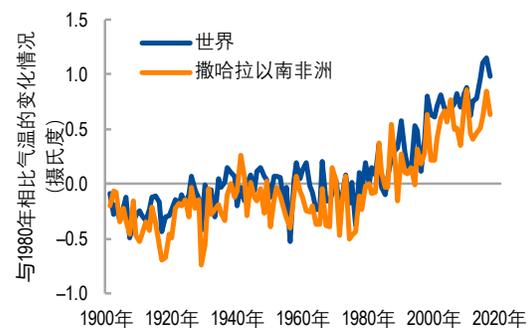
气候变化与新型冠状病毒（COVID-19）疫情之间的内在关联促使全球大力呼吁政策制定者立即在这两个方面开展行动。旨在为各国从遏制疫情转向实现复苏提供支持的财政刺激可同时以应对气候变化为目标。反过来，这又有助于减少未来流行病的传播，因为对于流行病来说，气候变化是一个威胁倍增因素。环境和生物多样性的破坏增加了疾病大流行的可能性，而污染和其他人为因素引起的气候变化又削弱了人类健康，导致人类在面对病毒和其他疾病侵害时脆弱性增加。

撒哈拉以南非洲是全球最易受气候变化影响的地区。气温和海平面上升以及降水异常的状况正在加大自然灾害发生的频率和强度，也显著改变着该地区的地理状况（图 2.1；[政府间气候变化专门委员会，2018 年](#)；2017 年 10 月《世界经济展望》第三章）。最近发生的自然灾害包括：极具破坏性的气旋“伊代”和“肯尼斯”；东部非洲不断爆发的蝗灾以及南部和东部非洲遭遇的干旱，它们威胁着数百万人的生命；还有萨赫勒地带的荒漠化，这引发了各种冲突和大规模移民（[Rigaud 等人，2019 年](#)）。

虽然最近几十年的经济发展取得了长足进步，但是整个撒哈拉以南非洲地区的风险抵御能力和应对机制仍然有限——反映了种种结构性因素限制了国家应对冲击和复苏的能力。尤其是，严重依赖雨养农业的状况增加了人道主义、社会和宏观经济在面临气温上升和极端天气冲击时的脆弱性，而受其影响最大的是该地区快速增长的人口中最贫困的阶层。<sup>1</sup>

适应气候变化对于保障和继续促进整个撒哈拉以南非洲过去三十年里来之不易的收入增长以及教育和卫生成果至关重要。然而，由于各国能力和财政资源有限，这种调整适应将极富挑战性。若干研究已经表明，推动经济发展对于增强气候变化抵御能力和完善应对机制具有重要意义（[国际货币基金组织，2017 年](#)；[国际货币基金组织，2019 年 a](#)；[Hallegatte 等人，2017 年](#)）。相关政策建议从建立缓冲（例如，国际储备）、加强社会保障体系到强化各种体制和框架以促进结构转型，不一而足。然而，在管理各项相互竞争的发展需求的同时一并落实所有建议，这超出了该地区人力和财力的承受限度。在一些国家，政治不确定性和各种安全问题也会带来更多挑战。考虑到这些制约因素，撒哈拉以南非洲地区的

图2.1 世界与撒哈拉以南非洲：与1980年相比气温的变化情况，单位：摄氏度



来源：Harris等人（2014年）；以及国际货币基金组织工作人员的计算。

<sup>1</sup> 诸如世界风险指数（[Radtke 和 Weller，2019 年](#)）和圣母大学全球适应指数等脆弱性指标显示，撒哈拉以南非洲大多数国家适应能力低下，包括缺乏调整适应所需的经济、治理和社会准备。

政策制定者应当优先侧重哪些改革领域呢？这已成为该地区越来越多的政策辩论的主题，而且青年人还在向政策制定者施压，促使其更紧迫地采取行动。

本章分析了可能有助于推动该地区在构建韧性和完善应对机制、从而适应气候变化方面大步前进的各种政策和结构性领域。第一节利用大数据、经济计量分析甚至各种研究，概述了气候变化是如何影响撒哈拉以南非洲国家的，侧重于经济增长和不平等方面的后果。第二节基于对宏观层面数据的经济计量分析、家庭调查以及案例研究，突出强调了对建立风险抵御能力和应对机制非常有效的若干关键性政策领域。最后，第三节对融资影响进行了分析。

## 主要研究结论

与频繁的灾害救济相比，在融资方面适应气候变化的做法更具成本效益。对撒哈拉以南非洲来说，这种调整适应代价不菲——未来十年估计每年需要 300 亿至 500 亿美元（占地区 GDP 的 2%至 3%），可是却比频繁实施灾害救济费用要低。本章中的分析发现，灾后支出减少所节省的资金可能是建立韧性和应对机制的前期投资成本的许多倍。此外，适应气候变化也有利于其他发展领域（例如，应对疫情的风险抵御能力），并最终促进经济增长、减少不平等，以及维持宏观经济稳定。

2020 年 4 月《撒哈拉以南非洲地区经济展望》中“撒哈拉以南非洲地区对气候变化的调整适应”这一分析性章节由 Seung Mo Choi 领导的小组在 Pritha Mitra 的监督下撰写，并且得到了 David Owen 的指导。主要作者有 Maria Coelho、Eric Pondi Endengle、Wei Guo、Kadima Kalonji、Andresa Lagerborg、Jiakun Li、Giovanni Melina、Edna Mensah、Alun Thomas、Manchun Wang、Jiaxiong Yao 和 Genet Zinabou。此外，Sebastian Acevedo、Thomas Baunsgaard、Thomas Benninger、Frederico Lima、Alpa Shah 和 Harold Zavarce 也为本章的撰写作出了贡献。

各个发展伙伴在提供灾害救济之外加大金融支持力度，着力构建韧性和强化应对机制，这一点至关重要。撒哈拉以南非洲地区遏制和管理新型冠状病毒疫情的工作对本已有限的财政空间而言无疑雪上加霜，同时还导致各种债务脆弱性不断上升。从遏制疫情转向实现绿色复苏将会最终促进经济增长并提高风险抵御能力，但是在这期间，国际社会的支持最为重要，因为确保其他融资来源的工作可能面临着挑战。例如，迄今为止，该地区国家由于存在巨大的风险溢价而一直难以获得宏观经济保险（例如，气候基金和国家应急债券），这在一定程度上反映了该地区大范围存在的治理问题加剧了投资者的风险回避情绪。

撒哈拉以南非洲地区的气候变化尤为明显，而且极端气温、降水异常和自然灾害强度加大，每年都导致数百万人陷于危险、受到伤害、无家可归或粮食不安全的境地，并造成了代价高昂的严重经济损失。撒哈拉以南非洲地区发生干旱的次数占全球的三分之一，出现风暴和洪水的频率上升最快。

气温升高和极端天气事件增多对撒哈拉以南非洲地区经济增长的潜在影响比世界其他地区经济增长的潜在影响更加严重和持久，这反映了撒哈拉以南非洲地区的风险抵御能力和

应对机制较弱，而且存在对雨养农业的依赖性。由此导致的不平等加剧和良田稀缺的状况，再加上人口高速增长的风险，引发了大规模的移民和冲突。

- 本章中的分析认为，如果某个月的平均气温比该月 30 年来的平均气温高 0.5 摄氏度，那么该月的经济活动可能会减少 1%。这种影响比其他地区新兴市场和发展中经济体的平均水平高 60%，反映了撒哈拉以南非洲地区对农业的依赖性以及该地区作物对气温的敏感性。
- 分析还发现，气候引发的自然灾害（尤其是干旱）会产生持久的影响，这可能反映了它们长期的性质。例如，每多发生一次干旱，中期年度经济增长率就可能下降 1 个百分点。这种影响大约是其其他地区新兴市场和发展中经济体的 8 倍。

气候变化正威胁着农村和城市地区贫困人口的粮食安全。要降低这一风险，就必须提高农业生产和家庭的风险抵御能力——部分措施是在政府预算中优先考虑必要措施（在适应战略一节中概述），并在各部委（财政部、农业部、教育部、环境部和卫生部）之间以及发展伙伴之间加强协作。冲击过后，有针对性的社会援助和保险是帮助人口应对灾害的关键。本章中对家庭调查开展的实证研究显示：

- 改良种子、杀虫剂、化肥、抗侵蚀措施、灌溉和融资渠道对于农业生产中风险抵御能力的建设至关重要。
- 完善的融资和电信（提高早期预警系统的可及性）渠道、健全的住房、环境卫生和教育（改进决策、增加收入）能够增强农村和城市家庭对气候变化冲击的抵御能力，并且可以使冲击后粮食不安全的可能性下降 30 个百分点。

更广泛地说，适应战略将取决于国家所面临的气候变化影响的类型。强有力的宏观经济、制度性和结构性政策固然必不可少，然而跨国回归分析认为，必须优先考虑下列结构性改革领域组合：

- 针对干旱，扩大获得融资、灌溉、饮用水和电力（为灌溉和水泵提供动力）的渠道对于最大限度地减少经济损失至关重要。
- 针对风暴和洪水（同样是促成流行病传播的可能因素），加快改善卫生和教育成果、<sup>2</sup>完善融资和电信渠道，以及使用机械和不受天气影响的基础设施，可以限制经济损失范围和支持恢复工作。

---

<sup>2</sup> 改进卫生成果可以减少自费医疗支出和促进更快返岗复工；改善教育成果可以提高生产率、改进决策和增加收入。

## 气候变化的经济影响

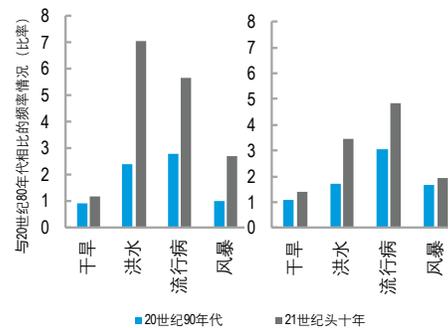
### 气候变化对撒哈拉以南非洲意味着什么？

最近，全球气温出现了前所未有的上升，而且升温趋势预计还会加速。鉴于以往排放的温室气体仍然留存在大气之中，即使采取极端的限制排放措施也只能减缓气温上升的速度（[政府间气候变化专门委员会，2018年](#)）。过去30年间全球气温上升了0.7摄氏度（或者说，过去50年间上升了1摄氏度），这一升温速度显著高于过去一万年中任何同等时期的升温速度（[Marcott等人，2013年](#)）。这一总体数字掩盖了不同季节和地理位置之间的巨大差异。虽然自然灾害一直存在，但是有明确证据显示，气温上升和降水变化会导致干旱频发、荒漠化、海平面上升、蒸汽压升高，这种种因素多半会引发更多的洪水和风暴，例如，飓风和热带气旋（[政府间气候变化专门委员会，2018年](#)；2017年10月《世界经济展望》第三章）。

撒哈拉以南非洲地区的气候变化尤为明显，而且极端气温、降水异常和自然灾害强度加大。自本世纪初以来，每年都导致了至少1000人死亡、1300万人受到严重影响（受伤、无家可归、粮食不安全或缺乏水和卫生设施），以及5.20亿美元的直接经济损失。撒哈拉以南非洲地区发生干旱的次数占全球的三分之一，出现风暴和洪水的频率上升最快（图2.2）。<sup>3</sup>

- 东部非洲气温上升最为明显——过去30年间升温将近1摄氏度，那里的夏季每日最高气温平均为28摄氏度（图2.3）。南部和西部非洲跨越地球上最炎热的一些地方，其升温程度并不逊色多少。相比之下，中部非洲一些国家（包括安哥拉和刚果民主共和国）则因气温的小幅下降而有所受益。

图2.2. 撒哈拉以南非洲与世界：与20世纪80年代相比自然灾害发生频率的变化情况

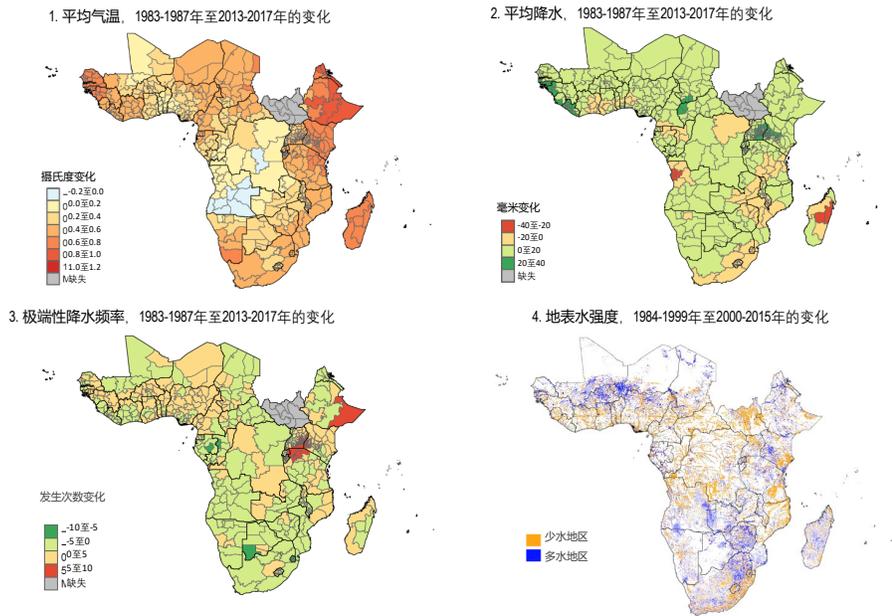


来源：灾害流行病学研究中心紧急灾害数据库；以及国际货币基金组织工作人员的计算。

注释：本图中的柱条可以解释为1980年至1989年发生的灾害总数的倍数。例如，撒哈拉以南非洲在2000年至2009年发生的洪水总数大约是该地区在1980年至1989年期间发生的洪水数量的7倍。

<sup>3</sup> 本章的依据是灾害流行病学研究中心维护的紧急灾害数据库，包括对事件的定义。该数据库包含满足下列标准之一的所有灾害：10人死亡、100人受影响、宣布进入紧急状态或要求国际援助。尽管所观测到的频率增加在一定程度上可能反映了报告工作的改进，但是人们认为20世纪80年代以来一直是采用类似的报告标准。

图2.3 撒哈拉以南非洲：气温、降水和水强度，1983-2017年

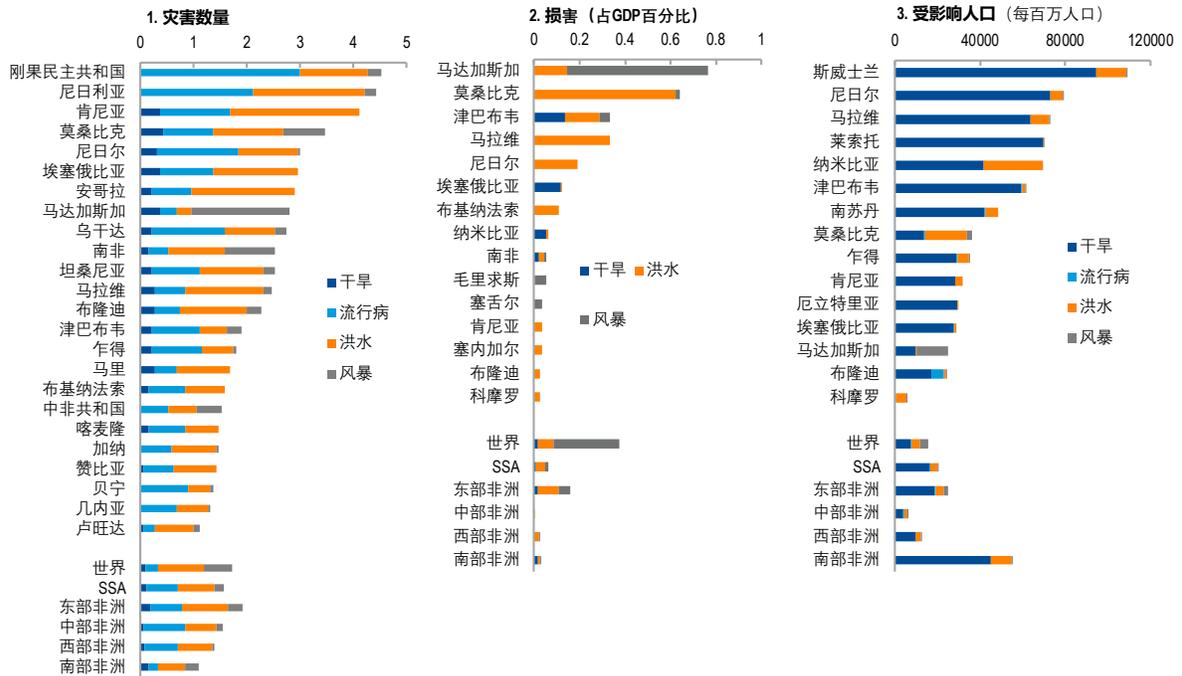


来源：东英吉利大学气候研究组；以及国际货币基金组织工作人员的计算。

注释：极端性降水事件是指降水量超过当月平均降水量2个标准差以上的降水事件。地表水强度是指地表出现水的频率。

- 气候变化对降水的影响更加复杂。西部和南部非洲，包括撒哈拉以南非洲最干旱的一些地方，正面临着降水明显减少的状况（图 2.3）。马达加斯加、马拉维、南非和津巴布韦问题突出：一些省份迅速发生旱情，而另一些省份降雨大量增加。在撒哈拉以南非洲的其他地区，损害农业生产的极端降雨事件增加所造成的损失往往多于降水增加所带来的益处。地表水对农耕、渔业和水力发电至关重要，然而却在不断减少，尤其是在中部非洲。
- 长期高温干燥导致的干旱给人们的生命和生计造成了极为重大的损失，并且有可能破坏过去 30 年在延长预期寿命、降低婴儿死亡率和减少营养不良现象方面取得的进展（图 2.4）。萨赫勒和非洲东南部、尤其是斯威士兰、莱索托和尼日尔受影响最大。
- 洪水和风暴是撒哈拉以南非洲最常见的自然灾害，严重损害了该地区的基础设施（图 2.4）。科摩罗、马达加斯加、马拉维和莫桑比克特别容易遭受来自印度洋的热带气旋影响。与之相似的是，几内亚比绍和塞拉利昂特别容易遭受来自大西洋的风暴影响。大型沿海城市（阿比让、阿克拉、达喀尔、达累斯萨拉姆和拉各斯）很容易受海平面上升引发的洪水冲击。洪水还会导致疾病蔓延，因为它们为蚊子提供了滋生地、污染了饮用水（2016年10月《撒哈拉以南非洲地区经济展望》第三章），这样就给保障近年来在降低疟疾发病率和扩大获取饮用水渠道方面取得的成就带来了重重挑战。

图2.4 撒哈拉以南非洲：按国家分列的自然灾害的年度影响，2000-2018年



来源：灾害流行病学研究中心，紧急灾害数据库；以及国际货币基金组织工作人员的计算。  
注释：实际损害可能更大，因为部分灾害缺乏损害方面的数据。SSA = 撒哈拉以南非洲。

## 气候变化对经济增长和不平等影响重大

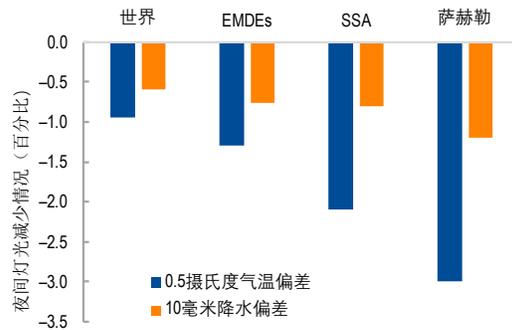
气候变化夺走了许多人的生命，降低了生产率（包括导致工人健康和状况恶化），摧毁了住房和实体基础设施，抑制了水电生产，由此对经济增长造成了压力（2017年10月《世界经济展望》第三章；Burke等人，2009年；Hsiang、Meng和Cane，2011年）。农业因产量和耕地缩减而受到的影响最大，这导致了粮食安全面临风险。农业的溢出效应、生产率的下降、投资的放缓，以及对资本、环境和生物多样性的破坏，损害了制造业、批发和零售贸易以及旅游业（2017年10月《世界经济展望》第三章；Jones和Olken，2010年；Garcia-Verdu等人，2019年）。<sup>4</sup> 这些压力累积到一起，就可能导致大规模的移民和冲突；还可能导致营养不良以及卫生保健方面的种种后果，从而降低了人口对于流行病的风险抵御能力。

<sup>4</sup> 其他可能的渠道包括搁浅资产产生负财富效应和经济增长波动性加大（由于与天气相关的灾害更加频繁和密集）。衡量气候变化对撒哈拉以南非洲或类似地区金融市场影响的研究有限，不过，2020年5月《全球金融稳定报告》发现，在较为发达的经济体中，灾害对总股价的影响并不明显，除非灾害规模非常大。

## 对撒哈拉以南非洲经济增长的影响更加严重和持久

气温上升和降水异常对撒哈拉以南非洲地区经济活动造成的影响比世界其他地区经济活动造成的冲击更加严重（图 2.5），反映了撒哈拉以南非洲地区风险抵御能力和应对机制有限以及存在对雨养农业的依赖性。本章使用了卫星记录的夜间灯光作为经济活动的代理变量，通过对省级数据的实证分析显示，在撒哈拉以南非洲地区，如果某个月的气温比该月 30 年来的平均气温高 0.5 摄氏度，那么夜间灯光就会减少 2.1%。<sup>5</sup> 这意味着该省的每月实际 GDP 将下降 1%（应用 [Hu 和 Yao, 2019](#) 年中的弹性估计），尽管这些影响可能不会持续一整年，而且可能还会被随后几个月气温缓和等其他因素抵消。<sup>6</sup> 这种影响程度大致是全球平均水平的两倍，是新兴市场和发展中经济体平均水平的 1.6 倍。<sup>7</sup> 与此类似，如果某月的降水量偏离该月 30 年来的平均降水量且偏离幅度达到 10 毫米，那么撒哈拉以南非洲地区的夜间灯光就会减少 0.8%，这意味着实际 GDP 将下降 0.4%。如果降水冲击发生在生长旺季，那么其影响可能会持续一年以上。

图2.5 部分经济体：天气异常对夜间灯光的影响



来源：美国国家海洋和大气管理局；东英吉利大学气候研究组；以及国际货币基金组织工作人员的计算。

注释：“异常”是指特定月度的气温（或降水）至少超过该月 30 年来的平均气温（或降水）0.5 摄氏度（或 10 毫米）。数据跨度为 2013 年 1 月至 2017 年 12 月。EMDEs = 新兴市场和发展中经济体；SSA = 撒哈拉以南非洲。

撒哈拉以南非洲国家半数以上的省份都曾经历过特定月份的种种高温或降雨量波动状况。尽管绝大部分次区域（实现了充分的电气化可供开展分析）所受影响接近撒哈拉以南非洲的平均水平，但是萨赫勒却是一个极为突出的例外，凸显了该地方薄弱的风险抵御能力和应对机制以及原本很高的平均气温（2017 年 10 月《世界经济展望》第三章；[Burke、Hsiang 和 Miguel, 2015](#) 年）。例如，假设气温从 35 摄氏度上升到 36 摄氏度，对于那些健康状况不佳、还必须多走一公里路才能获取水的农民而言，这将直接对其福祉产生不利影响。农民的生产率和收入潜力也会下降。

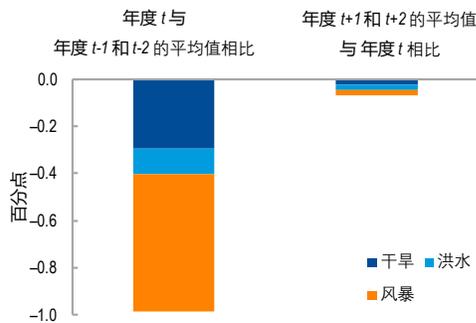
<sup>5</sup> 夜间灯光主要是因人类活动而出现。它们可从外层空间观测并由卫星进行记录。夜间灯光与经济活动呈正相关，常常被用作实际 GDP 的补充衡量标准（[Hu 和 Yao, 2019](#) 年）。例如，当气温升高导致经济活动减少时，企业和家庭面对收入减少的情况，会减少自身的电力消耗量。

<sup>6</sup> 根据年度数据，2017 年 10 月《世界经济展望》第三章发现，气温每上升 1 摄氏度，人均 GDP 就会下降 1% 至 1.5%。根据《地区经济展望》本章的估计，即便在剔除了世界其他地区初始气温的差异之后，撒哈拉以南非洲地区的经济活动仍然会出现较大幅度的减少。然而，这些结果附带若干重要说明。第一，气候变化可能会通过气温和降水变化以外的其他渠道影响经济活动，这些其他渠道包括：海平面上升、与天气相关的灾害频率和强度增加、生态系统变化、大规模移民以及冲突。第二，面对气候变化持续的情况，家庭、企业和政府可能会对自身行为作出调整，由此减少了气候变化对经济活动的影响。

<sup>7</sup> 如果仅对处于相似纬度的新兴市场和发展中经济体进行比较，那么这些结果具有稳健性。

自然灾害、尤其是干旱会产生持久的不利经济后果。近期内对经济活动造成的负面影响（干旱以及气旋等极端性风暴的此类影响很大）往往会被外国财政援助、汇款和重建等因素抵消（图 2.6）。从经济角度看，中期内有形资本的部分损失可以抵消（通过诸如升级遭到破坏的基础设施等方法）。然而，灾难后死亡、营养不良或入学人数减少所造成的人力资本损失却是无法弥补的。本章基于自然灾害的发生频率和强度，在国家层面对五年期 GDP 增长率进行了面板回归分析，从中得出了下列结论（图 2.7）：<sup>8</sup>

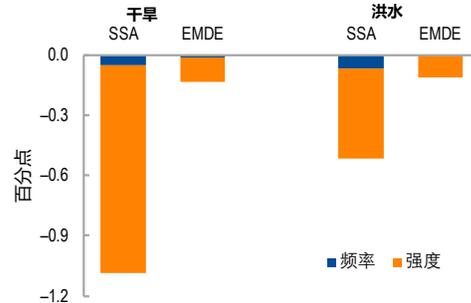
图2.6 撒哈拉以南非洲：破坏性干旱、洪水和风暴发生后实际GDP增长的变化，1990-2018年



来源：国际货币基金组织国际金融统计；以及国际货币基金组织工作人员的计算。

注释：当灾害造成的死亡人数与受灾害影响人数乘以0.3之和超过人口的0.01%时，相关灾害即为“破坏性”灾害。图表反映了平均值。 $t$  = 灾害发生年度， $t-1$  是灾害发生前一年， $t-2$  是灾害发生前两年， $t+1$  是灾害发生后一年， $t+2$  是灾害发生后两年。

图2.7 部分经济体：一个新增自然灾害发生频率和强度对经济增长的中期影响



来源：灾害流行病学研究中心紧急灾害数据库；国际货币基金组织国际金融统计；世界银行世界发展指标数据库；以及国际货币基金组织工作人员的计算。

注释：灾害强度是指五年窗口期间所有灾害中破坏性灾害所占比重。当灾害造成的死亡人数与受灾害影响人数乘以0.3之和超过人口的0.01%时，相关灾害即为“破坏性”灾害。

EMDEs = 新兴市场和发展中经济体；SSA = 撒哈拉以南非洲。

- 自然灾害、尤其是干旱对中期经济增长率的重大负面影响可能反映了其长期的性质。在撒哈拉以南非洲国家，每多发生一次干旱，除了导致任何持久性影响以外，还会导致中期年度经济增长率下降 1 个百分点。每多发生一次洪水对中期经济增长率所造成的损失大约是上述损失的一半。<sup>9</sup>
- 气候引发的自然灾害对撒哈拉以南非洲地区经济增长的影响大得多，这反映了该地区风险抵御能力和应对机制有限，而且存在对雨养农业的依赖性。这种影响大约是其他新兴市场和发展中经济体受干旱影响程度的 8 倍。

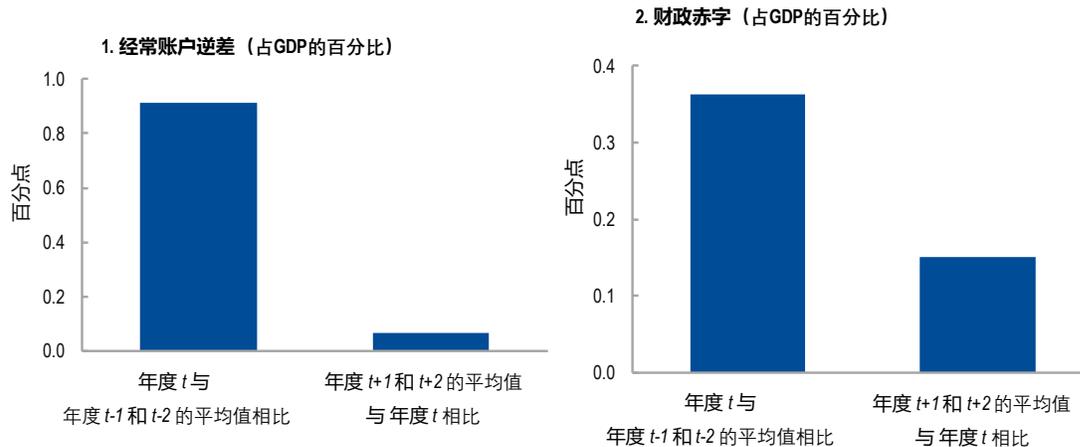
<sup>8</sup> 本章中的分析采用了 [Loayza 等人 \(2012 年\)](#) 中的估计策略。频率是五年期的平均死亡率。强度是五年窗口期间所有灾害中破坏性灾害所占比重。当灾害造成的死亡人数与受灾害影响人数乘以 0.3 之和超过人口的 0.01% 时，相关灾害即为“破坏性”灾害。

<sup>9</sup> 洪水包括气旋等极端性风暴的事后影响。

- 相较灾害频率而言，灾害强度的影响大得多（与 [Cavallo 等人, 2013 年](#) 和 [Fomby、Ikeda 和 Loayza, 2013 年](#) 中的研究结论一致）。<sup>10</sup>

自然灾害发生后，财政赤字和经常账户逆差不断扩大，公共债务和国际储备方面出现相应的压力，经济增长面临的挑战因而变得更加复杂（图 2.8）。经济活动减少意味着税收收入减少，而随着灾后救济和受损基础设施重建需求的出现，支出需求也在加速增长（[国际货币基金组织, 2016 年](#)）。因农业出口减少和用于重建的进口增加而产生的外部头寸压力很少能够完全被灾后外国财政援助或汇款抵消。撇开自然灾害不谈，单单是应对气温上升和降水异常就可能减少出口（[Jones 和 Olken, 2010 年](#)）——最终改变贸易格局，以及需要增加社会援助和公共投资。金融体系的稳定也会受到影响，尤其是银行不良贷款和存款提取迅速增加以及保险公司资产负债表恶化。更广泛而言，因与天气相关的灾害而搁浅的资产可能会降低担保品价值，并损害金融机构的稳健性。

**图2.8 撒哈拉以南非洲：破坏性干旱、洪水和风暴发生前后宏观经济指标的变化，1990-2018年**



来源：国际货币基金组织国际金融统计；以及国际货币基金组织工作人员的计算。

注释：当灾害造成的死亡人数与受灾害影响人数乘以0.3之和超过人口的0.01%时，相关灾害即为“破坏性”灾害。图表反映了平均值。 $t$  = 灾害发生年度， $t-1$  是灾害发生前一年， $t-2$  是灾害发生前两年， $t+1$  是灾害发生后一年， $t+2$  是灾害发生后两年。

## 不平等加剧

气候变化正在加剧撒哈拉以南非洲地区本来就很严重的不平等问题。将近一半的人口生活在贫困线以下，依靠雨养农业、放牧和捕鱼等易受天气影响的活动维持生计（图 2.9）。金融缓冲有限加上教育和医疗水平低下，阻碍了他们调整适应粮食不安全、收入减少和失业状况的能力，而增加了其在面对这些状况时的脆弱性。例如，本章中的分析发现，在埃

<sup>10</sup> 与频率相比，强度对经济活动的影响更大，这可能反映了这样一种观测结果，即频繁的灾害会导致强度增大。也就是说，如果一个经济体在遭受一场灾害后尚未恢复之时又遭受了另一场灾害，那么从死亡和损害角度看，第二场灾害的强度将会高于第一场灾害（其他条件相同的情况下）。

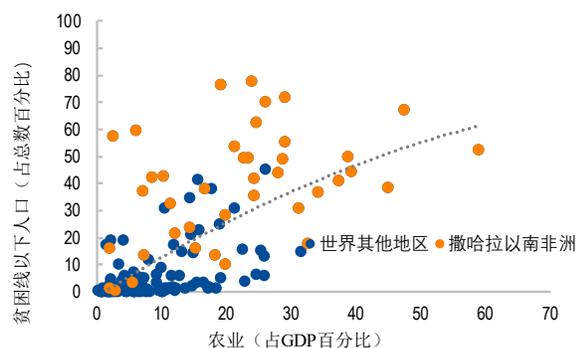
塞俄比亚、马拉维、马里、尼日尔和坦桑尼亚，每发生一次洪水或干旱，粮食不安全程度就会上升5至20个百分点。<sup>11</sup> 与之相关的健康和儿童入学情况的恶化加剧了长期收入和性别的不平等（[Shahidul 和 Zehadul Karim, 2015 年](#)）。<sup>12</sup>

城市贫困加剧是一个日益严重的风险。快速的城市化很可能是由于农村人口无法应对天气冲击而迁居城市（通常是跨境移民）以寻求工作和住所——萨赫勒的情况就证明了这一点。然而，目前撒哈拉以南非洲地区各个城市在容纳高密度的人口和建设更具气候风险抵御能力的基础设施方面已经是捉襟见肘。该地区人口的快速增长将导致这些挑战更加严峻。上述发展态势所激发的冲突又将进一步抑制经济增长，加剧不平等（[Burke 等人, 2009 年](#)；[Hsiang、Meng 和 Cane, 2011 年](#)；2019 年 4 月《撒哈拉以南非洲地区经济展望》第二章）。

## 适应战略

遏制气候变化在人道主义、社会和经济方面造成的不利影响及其放大疾病大流行的作用，将取决于适应和减缓战略（专栏 2.1）。<sup>13</sup> 将这两种战略纳入可持续发展目标突显了其重要性。撒哈拉以南非洲地区可以通过征收碳税、逐步取消能源补贴、向绿色能源过渡、重新造林以促进碳捕获（2019 年 10 月《财政监测报告》第一章；国际货币基金组织 2019 年 b；[Nyiwul, 2019 年](#)）、制定限制污染性资本投资的金融法规等途径加快减缓碳排放的步伐以及促进实现新型冠状病毒疫情之后的绿色经济复苏。然而，从若干角度看，适应战略发挥的作用更大。首先，快速实施适应战略（同样也将刺激经济发展）将创造更多就业岗位，可以支持在新型冠状病毒疫情之后实现经济复苏。其次，撒哈拉以南非洲地区经济体特别依赖于气候敏感性部门。第三，该地区与排放大量温室气体的发达经济体和大型新兴市场经济体相比，对气候的影响比较有限。如何进行适应是该地区越来越多的政策辩论的主题，而且青年人还在向政策制定者施压，促使其更加紧迫地采取行动。本节概述了一些关键性的考虑因素和政策建议。

图2.9 撒哈拉以南非洲与世界：农业依赖与贫困状况，2018年或最近



来源：世界银行世界发展指标数据库。

注释：贫困线是以2011年购买力平价计算的、每日生活费标准为1.90美元的贫困总人数表示的。

<sup>11</sup> 这些结果是本章在对埃塞俄比亚（2015-2016 年）、马拉维（2016-2017 年）、马里（2017-2018 年）、尼日尔（2014 年）和坦桑尼亚（2014-2015 年）开展的家庭调查进行分析后得出的。

<sup>12</sup> 关于不平等和其他社会指标的进一步讨论见 2016 年 10 月《撒哈拉以南非洲地区经济展望》第三章。

<sup>13</sup> 2016 年《巴黎协定》认为，适应战略是与减缓战略并行不悖的组成部分。撒哈拉以南非洲大多数国家已提交了一些适应目标和措施，作为其根据该协定制定的气候战略的一部分。这些国家将在 2020 年 11 月联合国气候变化框架公约缔约方大会第二十六届会议上再次讨论这些战略。

如果能够认识到调整适应、宏观经济和发展成果之间积极的协同效应，即创造一个促进包容性增长的良性循环，那么将有助于各国政府制定全面的适应战略。例如，改良型种子能够降低作物受天气影响的程度，即便没有气候变化，也有利于提高农业生产率。与此类似，强大的机构可以为经济效率和治理提供支持，包括强制实施关于天气风险抵御能力的法规。对于家庭和中小型企业而言，获得融资有助于它们扩大生计和建立应对气候变化或其他因素引发的经济冲击的抵御能力。土地改革和有效的社会保护可以激励农村家庭的所有权，以保护其土地和资产免受气候变化的影响（Kosec 和 Mo, 2017 年）。良好的宏观经济和结构性政策可以促进经济多样化，创造财政空间，建立财政和储备缓冲，并实现汇率灵活性，进而降低气候冲击的影响，并有助于经济更快地恢复。反过来，经济更快反弹又可以释放资源用以投资于其他发展领域。

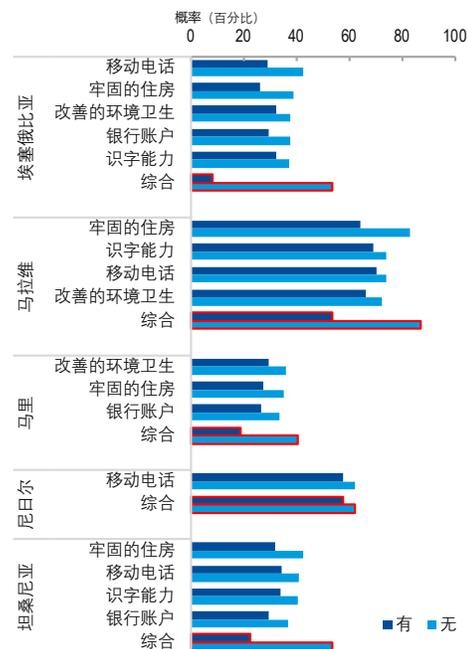
区域合作将成为适应战略的关键要素。气候变化超越了国际边界。例如，乍得湖和沃尔塔盆地不断干涸已危及喀麦隆、乍得、尼日尔和尼日利亚（乍得湖）以及贝宁、布基纳法索、科特迪瓦、加纳、马里和多哥（沃尔塔盆地）等多个国家的粮食生产和水力发电。积极分享技术、知识和有效的机构做法（尤其是通过地区倡议），可以在加快调整适应方面取得长足进步（非洲联盟，2014 年；东共体，2011 年；Lesolle, 2012 年；Sembiring, 2018 年）。发展地区农业市场可以降低粮食价格，并有助于确保粮食安全。

风险抵御能力和应对机制是调整适应的支柱。增强风险抵御能力可以降低易受气候变化影响的程度，而应对机制则有助于缓冲气候变化带来的影响。加快发展这些支柱对于保障粮食安全和建立基础广泛的适应性至关重要。为此，接下来的若干小节对关键性政策可能产生的影响进行了评估。实施这些政策需要政府内部（尤其是财政部、农业部、教育部、环境部、卫生部以及负责特定类型基础设施的部委和机构之间）以及与发展伙伴进行强有力的协调。首先是制定全面的适应战略、评估政府的多年期支出框架（从支持种子改良或社会保护的计划到建设灌溉基础设施的计划）是否考虑了关键性适应政策，以及实施项目选择和优先次序标准审查，以确保落实最有效的风险抵御能力建设项目组合。必须应对各种融资挑战（涉及家庭和企业获得融资的情况，以及更广泛而言，关于调整适应方面公共融资的情况；相关讨论见融资适应的部分）和解决信息不对称的问题。

## 保障粮食安全

与天气有关的作物损害可能会使贫困家庭陷入粮食不安全的境地。自给自足的农民直接遭受

图2.10 撒哈拉以南非洲部分国家：遭受冲击的家庭面临粮食不安全的概率



来源：世界银行生活水平衡量研究；以及国际货币基金组织工作人员的计算。

注释：家庭面临粮食不安全的概率是使用所考虑解释性变量以外的解释性变量的平均值估算的。所展示的仅为具有统计显著性（水平为10%）的估算值。回归剔除了家庭财富因素。具有统计显著性的估算值证实了存在相关性，但不一定是因果关系。

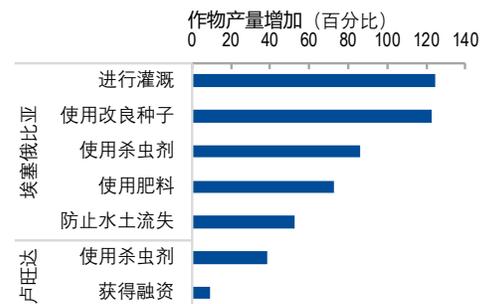
损害，而其他家庭则面临粮食短缺导致的粮价上涨。应对这一挑战需要增强家庭的风险抵御能力并提高农业产出，以及加大冲击后支持力度。

建设家庭风险抵御能力和完善应对机制可以大大减少粮食不安全的风险。本章对埃塞俄比亚、马拉维、马里、尼日尔和坦桑尼亚的家庭调查开展的实证分析发现，一般而言，下列因素的潜在影响最大，有可能使粮食不安全的的可能性降低 30 个百分点（图 2.10）：

- 从多个来源获得的较高收入和获得融资渠道使家庭即使在价格上涨时也有能力购买粮食以及在冲击发生前投资于建立风险抵御能力，它们还能在风险过后提供缓冲。
- 可靠的移动电话覆盖范围和可及性可以通过扩大早期预警系统以及粮食价格和天气相关信息（这些信息为农民就何时种植、灌溉或施肥作出决定提供了依据）的覆盖范围（甚至是使用简单的文本或语音信息），帮助解决信息不对称问题，从而实现“气候智能型”农业（埃塞俄比亚）。第三章概述了整个非洲大陆的数字化进程。
- 更为牢固的住宅和其他建筑物为食物储藏提供了便利。再加上良好的卫生和排水系统，它们还可以预防伤害和疾病传播以及确保安全饮用水，从而保持收入能力（[Erman 等人, 2018 年](#)；[Erman、Obolensky 和 Hallegatte, 2019 年](#)）。为此，政府必须制定计划以扩大贫困人口获得优质建筑材料的渠道，以及规定建筑规范和条例的高标准、有效的土地使用规划和分区规则。
- 更一般而言，改善医疗保健和教育可以提高生产率和收入潜力，并促进更好地作出知情决策。

降低作物的天气敏感性有助于保障粮食供应。本章对埃塞俄比亚和卢旺达的家庭调查开展的实证分析发现，使用改良种子、肥料和杀虫剂、防止水土流失、进行灌溉以及获得融资可以减少作物损害（图 2.11）。<sup>14,15</sup> 这种情况下，加快改良种子和牲畜工程的研究和开发以承受更多样化的气候条件，以及从单一栽培向多样化农用林业生产转化，可以产生巨大影响（埃塞俄比亚、苏丹；专栏 2.2）。如果能够

图 2.11 撒哈拉以南非洲部分国家：关键性措施对作物受损家庭的作物产量影响



来源：世界银行生活水平衡量研究；以及国际货币基金组织工作人员的计算。

注释：该影响是相对于尚未采取这些措施的家庭而言。所展示的仅为具有统计显著性（水平为10%）的估算值。具有统计显著性的估算值证实了存在相关性，但未必是因果关系。

<sup>14</sup> Thomas（即将发表）提供了详细内容。

<sup>15</sup> 除了水土流失以外，还应当考虑制定战略以实现更广泛的环境保护目标，例如，防止土地退化（即土壤的生产能力）和节约用水。[生物多样性平台（2018年）](#)讨论了农业的生态集约化。与此类似，虽然改进灌溉通常能够造福于农民，但是免费或廉价的供水却可能鼓励种植耗水量大的作物，这会提高易受干旱影响的程度（[Damania 等人, 2017年](#)）。

提高农民意识并为他们获取大部分此类措施提供便利，那么将加速这些措施的实施。

在遭受严重的天气冲击后，社会援助和保险支出可以弥补收入和购买力方面的损失。例如，肯尼亚针对易受干旱冲击的家庭实施的“饥饿安全网计划”（[Song 和 Imai, 2018 年](#)）和埃塞俄比亚实施的“生产安全网计划”支持了减贫工作（专栏 2.2）。保险和灾害风险融资也至关重要（[世界银行, 2014 年](#)），但这些计划要在撒哈拉以南非洲地区取得成功，往往有赖于政府补贴和金融基础知识水平的提高（[Gine 和 Yang, 2009 年](#)；[Mobarak 和 Rosenzweig, 2013 年](#)；[Cole 等人, 2013 年](#)；[Hill、Hoddinott 和 Kumar, 2013 年](#)；[Hallegatte 等人, 2017 年](#)）。

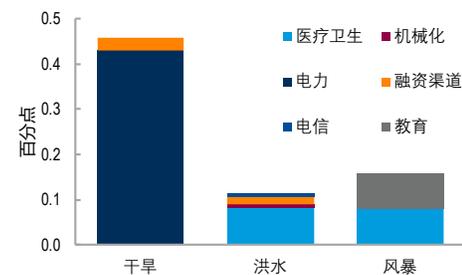
## 建立基础广泛的适应性

在整个经济体层面，要提高风险抵御能力和加强应对机制，就必须综合实施应对国家面临的各类型气候变化挑战的改革。实施强有力的宏观经济、制度性和结构性政策以及采取上文所述各项措施以确保粮食安全就势在必行。然而，除此之外，还有一些重要的结构性改革领域组合（基于特定的气候变化难度），在这些领域中，改进之举可以在遏制气候变化对经济增长和不平等的影响方面取得重大效益。最终，强大的风险抵御能力和应对机制可以完全避免灾难性后果（[Acevedo 和 Noah, 即将发表](#)）。本节分析了这些组合，而相关文献则详细讨论了任何一个结构性领域取得进展所需代价和政策（[国际货币基金组织, 2015 年](#)；2019 年 10 月《世界经济展望》第三章）。

## 干旱

在长久干旱和缺水期间，改进灌溉系统和扩大获取饮用水、电力和融资渠道将支持实现更高水平的经济增长以及减少贫困。这些因素密切相关，其中，电力为灌溉系统和深管井泵提供动力，而获取融资则有助于所有这三者的建设和维护。<sup>16</sup> 本章通过回归分析发现，如果在获取电力（基于现有的灌溉和抽水系统）和融资方面与新兴市场和发展中经济体平均水平的差距缩小，那么撒哈拉以南非洲国家中期人均年度经济增长率受到的

图2.12 撒哈拉以南非洲：当结构性因素达到新兴市场和发展中经济体的平均水平时，灾害对中期人均年度经济增长率的影响下降



来源：世界银行世界发展指标数据库；国际货币基金组织工作人员的计算。

注释：基于对关键结构性领域中期人均年度增长率的面板回归。柱状图显示了撒哈拉以南非洲国家结构性因素提高到新兴市场和发展中经济体的平均水平所产生的影响。该回归使用一个相互作用项确认了某个结构性领域在提高经济增长韧性方面的边际影响。图中的每个柱条都表示这种边际影响乘以撒哈拉以南非洲与新兴市场和发展中经济体在该结构性领域的平均水平之间的差距。此处展示的影响与每个结构性领域通过所有其他渠道对经济增长产生的影响是相互独立的，后者也包括在估算范围内。变量是逐一纳入的，所展示的仅为具有统计显

<sup>16</sup> 如果有可用的融资渠道，但是家庭可获取的融资额度因其收入水平和资产价值较低而受到限制，那么可以通过有针对性地发放政府补贴来填补该缺口。

不利影响将下降近 0.5 个百分点（图 2.12）。<sup>17</sup> 尽管这一分析的确切程度应当注明属于“具有提示性”，但是这些改革领域的相对影响已强有力地说明了它们的重要性。

扩大电力供应的一个重大组成部分是电力来源多样化——转向地热、太阳能和风能等可再生能源。水力发电量占撒哈拉以南非洲地区电力的五分之一，其易受干旱影响（[Castellano 等人, 2015 年](#)）。修建更多的水库、水坝和发电厂是一项近期的解决方案。长期来看，在支持实现电气化和创造就业的同时，分散可再生能源可能是一种更加可持续的解决方案（肯尼亚，专栏 2.2）。减少对水力发电的依赖也有利于水资源管理，其中，扩大取水渠道、建造和修复小型水坝和井眼以及建设太阳能灌溉计划是关键（加纳）。

## 洪水和风暴

由于极端性风暴（例如，热带气旋）也会导致严重的洪水，所以遏制洪水和风暴影响的政策往往相互重叠。医疗保健在减少洪水和风暴（同样可能导致流行病传播）对中期经济增长影响方面发挥着重要作用（图 2.12），包括：(1) 减少自费的医疗支出，可以保障家庭储蓄；(2) 促进更快返岗复工；以及(3) 与教育一起，提高生产率、增加收入潜力、改善性别不平等状况，以及优化知情决策（[Hallegatte、Rentschler 和 Rozenberg, 2019 年](#)）。

获得融资有助于家庭和企业投资于具有天气风险抵御能力的基础设施，并在遭受冲击后提供缓冲（图 2.12），这强化了家庭调查分析的结果。在这方面，使用机械可以促进建设堤坝、防止水土流失和加大播种深度，从而提高农业生产的风险抵御能力。扩大移动网络的覆盖范围，尤其是在农村地区的覆盖范围，能够支持使用早期预警系统。

在城市环境中，广泛的排水系统和宽阔的海滩等具有天气风险抵御能力的基础设施可以保护城市免受沿海洪水和水土流失的影响（[Hinkel 等人, 2012 年](#)）。由于这方面的努力，莫桑比克贝拉港（主要的地区贸易和交通枢纽）在遭到气旋“伊代”袭击三天后即得以恢复运营，铁路和公路则在两周内恢复了运行（图 2.13；专栏 2.2）。

## 移民和城市化

农村人口寻求摆脱气候变化导致的后果（因为农业社区受到的不利影响最大），纷纷向城市迁移，由此出现了快速的城市化，对此需要采取“多管齐下”的方法。除了提高劳动力市场灵活性和扩大融资渠道以外，扩大城市基础设施（住房、排水、环境卫生设施和道

图2.13 莫桑比克贝拉港：总交通运输量，2018-2019年



来源：Cornelder de Moçambique公司。

注释：2019年3月至4月，贝拉港受到气旋“伊代”和“肯尼斯”袭击。

<sup>17</sup> 关于灌溉和饮用水系统的数据局限性使它们无法纳入该回归分析。

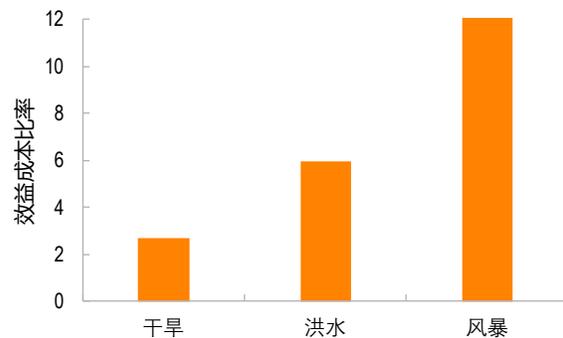
路)、医疗保健、教育和有针对性的社会援助计划都将促进人口和资本跨地理区域和生产部门进行迁移。

## 融资适应

对于撒哈拉以南非洲地区而言，通过采取融资适应措施来应对气候变化的做法代价不菲——未来十年估计每年需要 300 亿至 500 亿美元（占地区 GDP 的 2% 至 3%），<sup>18</sup> 但这比频繁实施灾害救济的费用低得多。

- 本章对灾后需求评估的分析发现，风险抵御能力和应对机制的前期投资可实现长期性的节省（以减少的灾害救济支出衡量），所节省的资金几乎是应对干旱的前期投资成本的 3 倍、约为应对风暴的前期投资成本的 12 倍（图 2.14）。[Hallegatte 等人（2019 年）](#) 得出了类似结论。
- 本章通过动态一般均衡模型分析了风险抵御能力建设所产生的更广泛的益处（专栏 2.3）。结果突出表明，在未建立风险抵御能力的情况下，公共债务水平上升幅度不到 25%（即便具有风险抵御能力的基础设施价格比常规基础设施价格高 25%），而且灾后不平等加剧的状况明显得到遏制。通过提高建筑、运营和管理的效率，可以降低具有风险抵御能力的基础设施的建设成本（[Rozenberg 和 Fay，2019 年](#)）。
- 一些非基础设施适应措施更为廉价，可以迅速实施。例如，支持农民购买改良种子和其他作物保护措施的计划以及提供天气事件早期预警的计划展现了相对较高的成本效益比（[Hallegatte，2012 年](#)；[全球适应委员会，2019 年](#)）。迅速提供具有针对性的社会援助也是如此，例如，埃塞俄比亚每年仅花费其 GDP 的 1.2%，却为面临粮食不安全的家庭带来了显著的成效（[Del Ninno、Coll-Black 和 Fallavier，2016 年](#)）。

**图 2.14 撒哈拉以南非洲：灾后节省资金与风险抵御能力建设成本相比**



来源：灾后需求评估；灾害流行病学研究中心，紧急灾害数据库；以及国际货币基金组织工作人员的计算。

注释：计算 20 年预期损害时使用了紧急灾害数据库中的灾害发生频率和灾害发生时的损害数据。风险抵御能力建设被认为可使预期损失减半。风险抵御能力建设成本是根据灾后需求评估对中期和长期融资需求的估计推断出的。

尽管能够带来种种益处，但是由于财政空间有限，融资适应对于撒哈拉以南非洲国家来说是一个挑战。撒哈拉以南非洲大多数国家已经存在中高程度的债务脆弱性，而遏制和管理新型冠状病毒疫情的高额成本进一步加剧了它们的债务脆弱性。因此，各国在承担额外债务之前，必须考虑竞争性发展需求（尽管在各项政策之间存在某种重叠）。各国正在积极

<sup>18</sup> 源自 [Narain、Margulis 和 Essam（2011 年）](#) 以及环境署（2016 年）。

进行改革以调动更多收入（包括通过征收环境税）和提高支出效率，但是改革范围有限，进展缓慢。如果全球减缓措施向前推进，石油和煤炭出口国将面临额外的收入减少问题，凸显了这些国家扩大经济多样化的重要性。<sup>19</sup> 在这种背景下，一些国家建立了灾害基金，以莫桑比克为例，其部分资金来自年度预算拨款。撒哈拉以南非洲国家还在寻找相互支助的方法，例如，“非洲风险能力”是一项地区性宏观经济保险计划，截至 2020 年 3 月有 34 个成员国加入。鉴于风险溢价巨大，利用气候基金等宏观经济保险产品和发行国家应急债券至今已面临困境，这在一定程度上反映了撒哈拉以南非洲许多国家的治理问题，它们提高了投资者和发展伙伴的风险回避情绪。

国际社会可以切实发挥作用。发展伙伴应当将其支持扩大到灾害救济以外，着力建设风险抵御能力和强化应对机制（包括提供国际保险产品）。这不仅是一项人道主义义务，而且有助于抵消那些对气候变化负有最大责任的国家未能充分内化温室气体排放成本的影响（2017 年 10 月《世界经济展望》第三章；[国际货币基金组织，2019 年 a](#)）。发展中国家的融资需求估计远远超过了已承诺的用于调整适应的 250 亿美元国际公共融资（[Puig 等人，2016 年](#)）。此外，由发展伙伴资助的具有风险抵御能力的基础设施在至少节省 30% 成本的基础上，实现了与频繁的灾害救济相同的福利水平（[Cantelmo、Melina 和 Papageorgiou，2019 年](#)）。

国际金融机构也可以发挥积极作用（[国际货币基金组织，2019 年 a](#)）。它们可以通过一系列工具（包括贷款和担保）以及降低投资风险来启动资金池用于调整适应。通过提供资金援助、政策建议和能力建设，国际货币基金组织越来越多地参与了该地区的风险抵御能力建设和灾后恢复计划的执行。例如，气旋“伊代”和“肯尼斯”过后，国际货币基金组织通过快速信贷向科摩罗和莫桑比克提供了 1.3 亿美元，并通过扩大现有的中期信贷向马拉维提供了 4000 万美元。制定政策和进行能力建设以应对气候变化挑战方面的工作包括国际货币基金组织和世界银行围绕塞舌尔的气候变化政策评估联合开展的工作（[国际货币基金组织，2017 年](#)）。

---

<sup>19</sup> 《巴黎协定》旨在将全球升温幅度控制在比工业化前的气温高 2 摄氏度的水平，若能充分履行根据该协定作出的承诺，那么就能实现到 2040 年将预期原油价格降低至每桶 113 美元的目标（2019 年 10 月《财政监测报告》第一章）。然而，专家认为，要实现“不超过 2 摄氏度”的目标，必须采用一种更加宏大的气候变化减缓方案，而这将导致 2040 年原油价格降至每桶 64 美元（[国际能源机构，2018 年](#)）。

### 专栏 2.1. 减缓与适应之间有什么区别？

应对气候变化通常有两种方法：减缓（减少或稳定大气中吸收热量的温室气体）和适应（根据气候变化进行调整）。2019 年 10 月《财政监测报告》第一章、国际货币基金组织（2019 年 b）和 Nyiwul（2019 年）提供了详细内容。

- 减缓可以采用以下方式：(1) 减少温室气体排放（例如，向绿色能源过渡，以及通过征收碳税或进行碳排放交易对化石燃料的碳排放收取费用），以及(2) 通过植树造林、土壤固碳的农业实践、海洋施肥以及开发从空气中捕获和隔离二氧化碳的技术（目前仍处于早期开发阶段），将现有的温室气体从大气中清除出去。
- 适应措施包括：(1) 风险抵御能力建设（减少对于气候变化的风险暴露和脆弱性），以及(2) 完善应对机制——有助于缓冲气候变化影响的措施，例如灾害救济。

在某些情况下，减缓和适应措施会相互重叠。例如，养护和扩大刚果雨林（占世界剩余热带森林的四分之一）将消除大气中的二氧化碳。同时，森林可以调节水量（例如，森林覆盖增加了雨水渗透，补充了溪流）、减少水土流失以及允许开发森林产品（对于因气候变化而受损的农民来说，森林产品可以成为另一种收入来源），从而降低对于气候变化的风险暴露和脆弱性（资源学会，2011 年）。

## 专栏 2.2. 案例研究：撒哈拉以南非洲地区采取的适应战略

撒哈拉以南非洲地区的若干国家已经制定了成功的适应战略，可以作为其他国家的榜样。

### 提高农业生产率：

- 埃塞俄比亚开发了抗锈病小麦品种，以此遏制小麦锈病（由气温升高和降雨波动引起的），从而将部分农民的产量提高了 30%至 40%（[Jaleta 等人，2019 年](#)）。将国际干旱地区农业研究中心和埃塞俄比亚农业研究所开发的种子分发给小农户，他们通过繁殖和分发种子给邻居，从而加快了种子分发过程（[国际农业研究协商组织，2013 年](#)）。
- 乍得的农民通过称为“Zai”的雨水收集技术来提高保水能力。这种技术包括挖掘小坑收集雨水并在坑中播种作物。他们还推行“农用林业”，在同一块土地上混合种植作物和树木，以减少大雨时的水土流失。
- 加纳采取了多管齐下的方法提高可可的抗旱性，包括：分配改良种子品种、种植非可可树木遮荫、改进灌溉系统和可可树的肥力、修复老旧和受疾病感染的农场，以及提高农民对改进的种植方法的认识。
- 莫桑比克正在着手开展一项全球性试点，测试由国际热带农业中心新开发的耐热豆种。

**分担风险（埃塞俄比亚）：**生产安全网计划为面临粮食不安全的人群提供了现金和实物转移，该计划要求使用银行账户进行此类转移，由此帮助扩大了普惠金融。使用这些现有的转移系统已经提高了对自然灾害的应急响应效率，再加上改良种子，这项计划在 2011 年至 2016 年期间将粮食短缺率从 22%降低到 10%（[世界银行，2019 年](#)）。

**投资可再生能源（肯尼亚）：**肯尼亚旨在通过使用微型电网和独立太阳能系统等离网系统，到 2022 年实现能源普及的目标（[世界银行，2018 年](#)）。2012 年至 2017 年，通电率已经从大约 40%上升到 70%（根据世界银行世界发展指标数据库）。这种即付即用的太阳能模型从分散式小型离网太阳能发电厂接受电力输入。它采用低成本的移动货币技术进行支付，促进了电网扩展。鉴于安装、长期技术协助和客户支持方面需要支持，该系统还创造了比传统公用事业多 10 倍的就业岗位（[全球离网照明协会，2018 年](#)）。

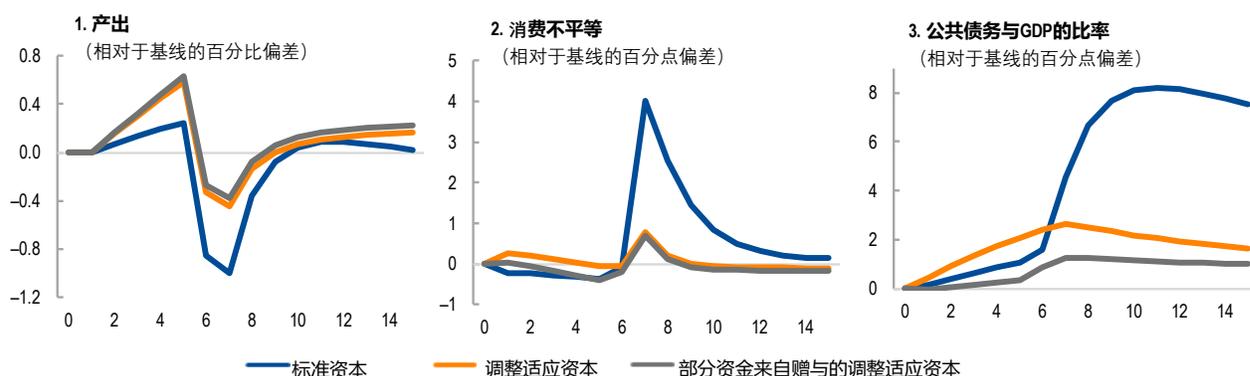
**升级沿海城市基础设施（莫桑比克）：**气旋“伊代”和“肯尼斯”在莫桑比克导致 600 多人死亡、近 200 万人受到影响。但是，贝拉港（一个面临洪水和海平面上升风险的地区集装箱运输枢纽）基础设施具有风险抵御能力，防止了进一步的人员伤亡，并使港口迅速恢复了运营。因此，升级主要的排水系统以减少洪水风险和港口企业的应急规划必不可少。太阳能路灯经受住了气旋袭击，成为该城市中为数不多的灾后照明光源之一。紧急恢复运输和物流服务对于分配援助至关重要。

### 专栏 2.3. 具有风险抵御能力的基础设施带来宏观经济收益

投资于具有风险抵御能力的基础设施虽然成本高昂，但却有利于长期经济增长并能够减少不平等。本章基于 [Marto、Papageorgiou 和 Klyuev \(2018 年\)](#) 以及 [Buffie 等人 \(2012 年\)](#) 的动态一般均衡模型的模拟说明了这一点 (图 2.3.1)。如果一个国家将更多资金用于建设更具风险抵御能力的基础设施、而非价格低廉但风险抵御能力较差的基础设施 (例如过去五年的做法)，那么自然灾害 (假设发生在第六年) 对产出的不利影响将大幅减小。尽管灾后家庭消费不平等状况总是会加剧，但是如果建设了具有风险抵御能力的基础设施 (保护贫困家庭不受消费削减的影响)，那么这种差距就会小很多。

最终，投资于具有风险抵御能力的基础设施可以减少气候冲击对公共债务的影响。灾害发生之前，具有风险抵御能力的基础设施需要更快速地累积公共债务，因为它比标准基础设施的投资成本更高。但是，灾害发生之后，在已建成具有风险抵御能力的基础设施的情况下，重建成本较低。与之相比，如果灾害损害或摧毁了标准基础设施，那么重建成本将会大大加重债务负担。一部分具有风险抵御能力的基础设施的赠与融资将大大减少对公共债务的影响。

图 2.3.1 撒哈拉以南非洲：自然灾害影响模拟



来源：国际货币基金组织工作人员的计算。

注释：模拟采用了 Marto、Papageorgiou 和 Klyuev (2018 年) 概述的模型。该模型与在宏观经济指标方面处于撒哈拉以南非洲平均水平的经济体相匹配。假设用于标准基础设施 (第一种替代情景) 和具有风险抵御能力的基础设施 (第二种替代情景) 的公共投资在第 1 至 5 年内每年增幅为 GDP 的 1%。在第三种替代情景中，赠与部分占具有风险抵御能力的基础设施投资额的 80%。如果第六年发生了自然灾害，那么在第一种情景下，自然灾害预计会使产出下降 1%。“消费不平等”是指 (i) 能够获得融资的家庭的消费相对于基线发生的百分比变化，减去 (ii) 资金紧张家庭的消费相对于基线发生的百分比变化。

## 参考文献

- Acevedo, S., and A. Noah. 2020. "What Causes Natural Disasters? An Analysis of Weather, Policies, and Climate Change." IMF Working Paper, forthcoming, Washington, DC.
- African Union. 2014. *African Strategy on Climate Change*. Addis Ababa, Ethiopia.
- Buffie, E., A. Berg, C. Pattillo, R. Portillo, and L. Zanna. 2012. "Public Investment, Growth, and Debt Sustainability: Putting Together the Pieces." IMF Working Paper 12/144. International Monetary Fund, Washington, DC.
- Burke, M., E. Miguel, S. Satyanath, J. Dykema, and D. Lobell. 2009. "Warming Increases the Risk of Civil War in Africa." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 106(49): 20670-20674.
- Burke, M., S. Hsiang, and E. Miguel. 2015. "Global Non-Linear Effect of Temperature on Economic Production." *Nature*. 527: 235-239.
- Cantelmo, A., G. Melina, and C. Papageorgiou. 2019. "Macroeconomic Outcomes in Disaster-Prone Countries." IMF Working Paper 19/217. International Monetary Fund, Washington, DC.
- Castellano, A., A. Kendall, M. Nikomarov, and T. Swemmer. 2015. *Brighter Africa: The Growth Potential of the Sub-Saharan Electricity Sector*. McKinsey&Company, New York, NY.
- Cavallo, E., S. Galiani, I. Noy, and J. Pantano. 2013. "Catastrophic Natural Disasters and Economic Growth." *Review of Economics and Statistics*. 95(5): 1549-1561.
- CGIAR. 2013. *The 2013 Annual Report: Advancing Climate-Smart Agriculture*. Wageningen, Netherlands.
- Cole, S., X. Giné, J. Tobacman, P. Topalova, R. Townsend, and J. Vickery. 2013. "Barriers to Household Risk Management: Evidence from India." *American Economic Journal: Applied Economics*. 5(1): 104-135.
- Damania, R., S. Desbureaux, M. Hyland, A. Islam, S. Moore, A. Rodella, J. Russ, and E. Zaveri. 2017. *Uncharted Waters: The New Economics of Water Scarcity and Variability*. World Bank, Washington, DC.
- Del Ninno, C., S. Coll-Black, and P. Fallavier. 2016. *Social Protection Programs for Africa's Drylands*. World Bank, Washington, DC.
- East African Community. 2011. *East African Community Climate Change Policy*. Arusha, Tanzania.
- Erman, A., E. Motte, R. Goyal, A. Asare, S. Takamatsu, X. Chen, S. Malgioglio, A. Skinner, N. Yoshida, and S. Hallegatte. 2018. *The Road To Recovery: The Role of Poverty in The Exposure, Vulnerability and Resilience to Floods in Accra*. Policy Research Working Paper WPS 8469. World Bank, Washington, DC.
- Erman, A., M. Obolensky, and S. Hallegatte. 2019. *Wading Out the Storm: The Role of Poverty in Exposure, Vulnerability and Resilience to Floods in Dar Es Salaam*. World Bank, Washington, DC.
- Fomby, T., Y. Ikeda, and N. Loayza. 2013. "The Growth Aftermath of Natural Disasters." *Journal of Applied Econometrics*. 28(3): 412-434.
- Garcia-Verdu, R., A. Meyer-Cirkel, A. Sasahara, and H. Weisfeld. 2019. "Importing Inputs for Climate Change Mitigation: The Case of Agricultural Productivity." IMF Working Paper 19/26, International Monetary Fund, Washington, DC.
- Giné, X., and D. Yang. 2009. "Insurance, credit, and Technology Adoption: Field Experimental Evidence from Malawi." *Journal of Development Economics*. 89(1): 1-11.
- Global Commission on Adaptation. 2019. *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience*. Rotterdam/Groningen, Netherlands.
- GOGLA. 2018. "Off-Grid Solar: A Growth Engine for Jobs." Utrecht, Netherlands.

- Hallegatte, S. 2012. “A Cost Effective Solution to Reduce Disaster Losses in Developing Countries: Hydro-Meteorological Services, Early Warning, and Evacuation.” Policy Research Working Paper 6058. World Bank, Washington, DC.
- Hallegatte, S., V. Adrien, B. Mook, R. Julie. 2017. *Unbreakable: Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters*. World Bank, Washington, DC.
- Hallegatte, S., J. Rentschler, and J. Rozenberg. 2019a. *Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity*. World Bank, Washington, DC.
- Hallegatte, S., J. Rozenberg, J. Maruyama Rentschler, C. Nicolas, C. Fox. 2019b. “Strengthening New Infrastructure Assets: A Cost-Benefit Analysis.” Policy Research Working Paper 8896. World Bank, Washington, DC.
- Harris, I., P. Jones, T. Osborn, and D. Lister. 2014. “Updated High-Resolution Grids of Monthly Climatic Observations – The CRU TS3.10 Dataset.” *International Journal of Climatology*. 34(3): 623-642.
- Hill, R., J. Hoddinott, and N. Kumar. 2013. “Adoption of Weather-Index Insurance: Learning from Willingness to Pay among a Panel of Households in Rural Ethiopia.” *Agricultural Economics*. 44(4-5): 385-398.
- Hinkel, J., S. Brown, L. Exner, R. Nicholls, A. Vafeidis, and A. Kebede. 2012. *Regional Environmental Change*. 12(1): 2017-224.
- Hsiang, S., K. Meng, and M. Cane. 2011. “Civil Conflicts Are Associated with The Global Climate.” *Nature*. 476: 438-441.
- Hu, Y., and J. Yao. 2019. “Illuminating Economic Growth.” IMF Working Paper 19/77, International Monetary Fund, Washington, DC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2018. “Summary for Policymakers.” In *Global Warming of 1.5°C*, edited by V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield.
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. 2018. *The IPBES Regional Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services for Africa*. Bonn, Germany.
- International Energy Agency. 2018. *World Energy Outlook 2018*. Paris, France.
- International Monetary Fund. 2015. “Structural Reforms and Macroeconomic Performance: Initial Considerations for the Fund.” Policy Paper, Washington, DC.
- . 2016a. “Enhancing Resilience to Natural Disasters in Sub-Saharan Africa.” Chapter 3 in *Regional Economic Outlook: Sub-Saharan Africa*, Washington, DC, October.
- . 2016b. “Small States’ Resilience to Natural Disasters and Climate Change – Role for the IMF.” Policy Paper, Washington, DC.
- . 2017a. “The Effects of Weather Shocks on Economic Activity: How Can Low-Income Countries Cope?” Chapter 3 in *World Economic Outlook*, Washington, DC, October.
- . 2017b. “Seychelles: Climate Change Policy Assessment.” Country Reports 17/162, Washington, DC.
- . 2019a. “Building Resilience in Developing Countries Vulnerable to Large Natural Disasters.” Policy Paper, Washington, DC.
- . 2019b. “The Economic Consequences of Conflicts.” Chapter 2 in *Regional Economic Outlook: Sub-Saharan Africa*, Washington, DC, April.
- . 2019c. “Fiscal Policies for Paris Climate Strategies—from Principle to Practice.” Policy Paper, Washington, DC.
- . 2019d. “How to Mitigate Climate Change.” Chapter 1 in *Fiscal Monitor*, Washington, DC, October.

- . 2019e. “Reigniting Growth in Low-Income and Emerging Market Economies: What Role Can Structural Reforms Play?” Chapter 3 in *World Economic Outlook*, Washington, DC, October.
- . 2020a. “Climate Change Risk and Equity Prices.” Chapter 5 in *Global Financial Stability Report*, April. Washington, DC.
- . 2020b. “Global Prospects and Policies.” Chapter 1 in *World Economic Outlook*, April. Washington, DC.
- Jaleta, M., D. Hodson, B. Abeyo, C. Yirga, and O. Erenstein. 2019. “Smallholders’ Coping Mechanisms with Wheat Rust Epidemics: Lessons from Ethiopia.” *PLoS ONE*. 14(7).
- Jones, B., and B. Olken. 2010. “Climate Shocks and Exports.” *American Economic Review*. 100(2): 454-459.
- Kosec, K., and C. Mo. 2017. “Aspirations and the Role of Social Protection: Evidence from a Natural Disaster in Rural Pakistan.” *World Development*. 97: 49-66.
- Lesolle, D. 2012. “SADC Policy Paper on Climate Change: Assessing the Policy Options for SADC Member States.” SADC Research and Policy Paper Series 01/2012. Southern African Development Community, Gaborone, Botswana.
- Loayza, M., E. Olaberria, J. Rigolini, and L. Christiaensen. 2012. “Natural Disasters and Growth: Going Beyond the Averages.” *World Development*. 40(7): 1317-1336.
- Marcott, S., J. Shakun, P. Clark, and A. Mix. 2013. “A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 11,300 Years.” *Science*. 339(6124): 1198-1201.
- Marto, R., C. Papageorgiou, and V. Klyuev. 2018. “Building Resilience to Natural Disasters: An Application to Small Developing States.” *Journal of Development Economics*. 135: 574-586.
- Mobarak, A., and M. Rosenzweig. 2013. “Informal Risk Sharing, Index Insurance, and Risk Taking in Developing Countries.” *American Economic Review*. 103(3): 375-380.
- Narain, U., S. Margulis, and T. Essam. 2011. “Estimating Costs of Adaptation to Climate Change.” *Climate Policy*. 11(3): 1001-1019.
- Nyiwul, L. 2019. “Climate Change Mitigation and Adaptation in Africa: Strategies, Synergies, and Constraints.” Chapter 2 in *Climate Change and Global Development*, edited by T. Sequeira and L. Reis, Springer: Cham, Switzerland.
- Puig, D., A. Olhoff, S. Bee, B. Dickson, and K. Alverson. *The Adaptation Finance Gap Report*. United Nations Environment Program, Nairobi, Kenya.
- Radtke, K., and D. Weller. 2019. “The World Risk Index 2019.” Chapter 3 in *World Risk Report 2019*, Bündnis Entwicklung Hilft and Institute for International Law of Peace and Armed Conflict of Ruhr University Bochum: Berlin, Germany.
- Rigaud, K., A. de Sherbinin, B. Jones, J. Bergmann, V. Clement, K. Ober, J. Schewe, S. Adamo, B. McCusker, S. Heuser, A. Midgley. 2018. *Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration*. World Bank, Washington, DC.
- Rozenberg, J., and M. Fay. 2019. *Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure They Need while Protecting the Planet*. World Bank, Washington, DC.
- Semiring, M. 2018. “The Case for a Dedicated Regional Mechanism for Climate Change: A Comparative Assessment.” NTU Insight 18-04. Nanyang Technological University, Singapore.
- Shahidul, S., and A. Zehadul Karim. 2015. “Factors Contributing to School Dropout among the Girls: A Review of Literature.” *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*. 3(2): 25-36.
- Song, S., and K. Imai. 2018. “Does the Hunger Safety Net Programme reduce multidimensional poverty? Evidence from Kenya.” *Development Studies Research*. 6(1): 47-61.

- Thomas, A. 2020. “Improving Crop Yields in Sub-Saharan Africa: What Does East African Data Say?” IMF Working Paper, forthcoming, International Monetary Fund, Washington, DC.
- United Nations Environment Program. 2016. *The Adaptation Finance Gap Report 2016*. Nairobi, Kenya.
- World Bank. 2014. *Financial Protection Against Natural Disasters: An Operational Framework for Disaster Risk Financing and Insurance*. World Bank, Washington, DC.
- . 2018. “Kenya Launches Ambitious Plan to Provide Electricity to All Citizens by 2022.” Press Release. December 6. Washington, DC.
- . 2019. “Special Topic: Poverty and Household Welfare in Ethiopia, 2011-16.” Ethiopia Economic Update 7. Washington, DC.
- World Resources Institute, in collaboration with United Nations Development Program, United Nations Environment Program, and World Bank. 2011. *World Resources 2010–2011: Decision Making in a Changing Climate—Adaptation Challenges and Choices*. Washington, DC.