

与洪水共存：西孟加拉邦马尔达区塔尔和迪亚拉地区 抗洪能力的比较评估

HIRANMAY RISHI* and SUBRATA PURKAYASTHA

东北山大学地理系 西隆

摘要：马尔达区的塔尔和迪亚拉地区极易发生洪水，但人口密度仍高于该州的平均密度。这表明当地居民已经学会通过更好的准备、应对和适应策略来提高对洪水威胁的抵御能力，从而适应洪水。当地人民制定的这种微观层面的战略可以对政策制定者和社会科学家等人有用，以更好地减轻洪水威胁和相关的脆弱性。本文试图在家庭层面测量和比较塔尔和迪亚拉当地居民的抗洪水平。此外，本文旨在分析与主要洪水河流的距离，即塔尔的富哈尔和迪亚拉的恒河对人们抵御洪水的能力有一定影响。该论文是经验性的，其中的信息是从样本家庭中收集的，并与两组村庄的村长进行焦点小组讨论，即塔尔的马尼克纳格尔和拉图阿以及迪亚拉的戈帕尔普尔和努尔普尔。UNDP技术已被用于计算由准备指数（PI）、即时应对指数（ICI）和适应性指数（AI）组成的综合复原力指数（RI）。调查结果表明，这些村庄位于主要引起洪水的河流的堤坝内和周围，即与内陆村庄相比，塔尔的马尼克纳格尔和迪亚拉的戈帕尔普尔记录了更高的抗洪能力，即塔尔的拉图亚和迪亚拉的努尔普尔。论文得出的结论是，在塔尔和迪亚拉，人们已经学会了应对和适应洪水，离主要的洪水河流越近，村民抵御洪水灾害的能力就越高。

关键词：河流距离；洪水灾害；弹力；塔尔和迪亚拉

Living with Floods: A Comparative Assessment of Resilience to Floods in Tal and Diara Regions of Malda District, West Bengal

HIRANMAY RISHI* and SUBRATA PURKAYASTHA

Department of Geography, North Eastern Hill University, Shillong

Abstract: Tal and Diara regions of Malda district are extremely prone to floods, still, report higher population density than the state's average density. This indicates that the local population has learned to live with floods by developing resilience to the flood threat through better preparedness, coping, and adaptive strategies. Such micro-level strategies developed by the local people can be useful to policy makers and social scientists alike in terms of better mitigating the flood menace and associated vulnerability. This paper attempts to measure and compare the level of flood resilience of the local people living in Tal and Diara at the household level. Furthermore, the article aims to analyse whether the distance from the major flood-causing rivers, viz. Fulhar in Tal and Ganga in Diara play a role in the degree of resilience of the population to floods. The paper is empirical, where information has been collected from sample households and focus group discussion with village elders in two sets of villages, i.e., Maniknagar and Ratua in Tal and Gopalpur and Nurpur in Diara. The UNDP technique has been used to compute the composite Resilience Index (RI) consisting of Preparedness Index (PI), Immediate Coping Index (ICI), and Adaptive Index (AI). The findings suggest that the villages located in and around the levees of major flood-causing rivers, viz. Maniknagar in Tal and Gopalpur in Diara records a higher level of resilience to floods in comparison to the interior villages, viz. Ratua in Tal and Nurpur in Diara. The paper concludes that in both Tal and Diara, people have learned to cope and adapt to floods and that the closer the distance from the major flood-causing rivers, the higher the villagers' resilience to flood hazards.

Keywords: Distance From Rivers; Flood Hazards; Resilience; Tal And Diara

由于气候变化,洪水等天气相关威胁的频率和强度正在增加,使更多人面临风险和相关的脆弱性¹。评估对洪水等严重事件的脆弱性对于降低风险和可持续适应战略至关重要²。兵库框架行动,明确指出建立指标系统来评估灾害、风险和脆弱性的必要性,以使决策者能够减轻潜在的灾害后果并加强积极主动的减少灾害风险行动³。各种研究表明,基于指标的评估洪水等气候灾害的脆弱性和复原力成为在地方一级量化此类灾害的人为因素的有用工具⁴⁻⁹。

脆弱性的概念是多维的,难以定义,但可以使用指标对其进行量化^{10, 11}。脆弱性有两个方面,首先是个人/家庭/社区对危害的暴露或敏感性,通常由社会不平等定义,例如资产分布不均、人口属性和环境管理能力,这进一步使个人/家庭/社区面临危害。脆弱性的另一个方面是内部的,这与人口在个人/家庭/社区层面采取的应对和适应策略有关,以提高他们的复原力¹²。随着复原力的增加,人口的脆弱性降低。在此背景下,本文摆脱了洪水风险管理的传统方法,重点关注政府/外部机构在通过发展技术基础设施和提供洪水救济来降低洪水风险和保护生命、土地和财产方面的作用。在灾害期间和之后受影响的人。本文强调了当地人口的积极作用,通过制定充分的准备、应对和适应措施,在马尔达区的两个地理单位,即塔尔和迪亚拉的家庭层面实施,从而最大限度地降低洪水风险。此外,已尝试确定与主要洪水河流的距离,即塔尔的富哈尔和迪亚拉的恒河在人们采取的准备、应对和适应策略的水平上发挥着作用,这意味着他们对洪水的抵御能力,从而降低了他们的脆弱程度。

马尔达区的地理位置和地貌使其易受洪水侵袭。该地区位于恒河通过拉杰马哈尔山进入孟加拉的地方¹³。马尔达位于更新世冰河时代末期形成的沉积扇中,当时强大的恒河-布拉马普特拉河携带大量雨水和融雪水,重载沉积于此,使其极具活力^{14, 15}。该地区有几条河流,由于坡度下降而流动缓慢,并充满沉积物,容易溢出,导致洪水^{16, 17}。河流撕裂在这里也很常见,因为研究^{15, 18-20}表明,几个世纪以来,北孟加拉邦平原上的河流一直在不断地转移和侵蚀河岸。人为活动,例如在马尔达下游的恒河上修建法拉卡拦河坝,加剧了该地区及其周边地区的洪水问题^{18, 19}。恒河流经马尔达和法拉卡东南约40公里,靠近米提普尔在穆尔希达巴德区,恒河分为两个分支,即Bhagirathi河,也称为胡格利河,向南流向加尔各答,以及帕德玛河,向东南流向邻国孟加拉国^{15, 17}。胡格利河的淤积历史悠久,对航运造成不利影响加

尔各答港。为了解决淤积问题,1970年代,印度政府在马尔达行政边界和邻近的穆尔希达巴德区之间的法拉卡恒河上建造了法拉卡拦河坝(长2.64公里)。通过将87立方米的水从恒河引流到胡格利河,并随后使加尔各答港复活,在这里人工建立了一条常年连接(馈线运河,长38公里)。这不仅引发了印度和孟加拉国之间的争议,还改变了恒河的地质水力机制^{18, 19, 21-23}。最终,恒河在该地区形成了新的根基,因为河流必须适应现有的水力机制导致位于Farakka拦河坝上游的马尔达及其周边地区发生洪水和河岸侵蚀²⁴。因此,自然和技术因素都加剧了该地区的洪水灾害。

马尔达具有三个不同的地理单位(图1),即巴林德,由红土或较旧的冲积层组成,具有较旧的洪泛平原的残余物,覆盖着相对较高的地面,不太容易发生洪水¹³。接下来是塔尔,一个主要由较旧的冲积层组成的沼泽地,在洪水中发现为口袋沿着逐渐减少的内陆排水系统的平原,在雨季容易发生洪水²⁵。塔尔逐渐向西南倾斜,并与下一个地理单元,即迪亚拉合并。顾名思义,“迪亚拉”以河流为界,是一个排水良好的平地,由海拔不到27米的年轻冲积层形成。冲积层沉积物每年都因洪水而富集,使其非常肥沃,使其适合农业和相关生计²⁷。塔尔和迪亚拉尽管易受洪水侵袭,但定居点很重,这表明这里的居民已经学会了应对洪水,这意味着更高程度的复原力。因此,本文讨论了居住在马尔达区塔尔和迪亚拉地区的人们所采用的应对和适应策略。

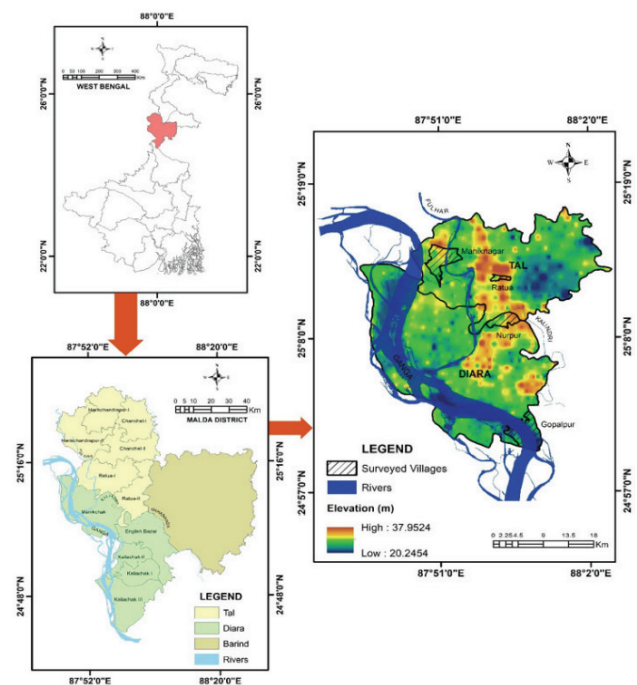


图1 研究区域

材料和方法

数据来源 本文是经验性的。初步数据是通过实地调查收集的，从 2018 年 9 月到 2018 年 10 月，对两组村庄进行了调查。一组位于富勒河附近的村庄，即塔尔的曼尼克纳格尔和恒河 i.e. 河，迪亚拉的戈帕尔普尔，另一组村庄，即塔尔的拉图阿和迪亚拉的 Nurpur，远离各自的河流（图 1）。

在与村长的两个层面的焦点小组讨论中收集了原始数据，有助于了解两组村庄的整体洪水情况及其对生计、定居点、基础设施、生命和牲畜损失的影响，重点关注 2017 年 8 月最近的一次重大洪水事件。有关选定指标的信息，通过村民应对和适应与 2017 年洪水事件相关的对手的准备水平，表明村民应对洪水风险的积极性和韧性已通过半结构化时间表的帮助下在选定的村庄组中进行的分层住户调查收集。

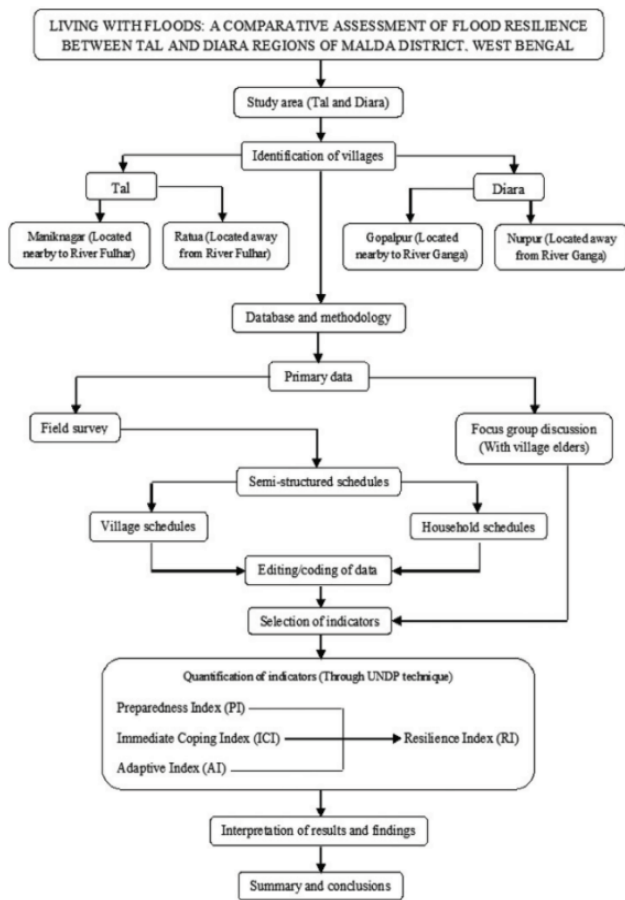


图 2 研究设计

样本量

由于被调查村的住户较多，因此两组村共调查了 712 户（表 1）。样本家庭是使用在线资源确定的，即 Creative Research Systems 的样本量计算器²⁷ (<https://www.surveysystem.com/sscalc.htm>)，它遵循 Cochran 开发

的方程²⁸ 以下公式已用于选择每个村的被调查户数（等式 1）：

$$SS = \frac{Z^2 \times (p) \times (1-p)}{C^2} \quad \dots(1)$$

其中，SS 表示样本量；Z 是指对应于给定置信水平的标准分数（例如，1.96 表示 95% 的置信水平）；P 是选择的百分比（总体中存在的属性的估计比例），以小数表示（例如，0.5 用于所需的样本量），C 是置信区间，以小数表示（例如，0.04 = ± 4）。

有限人口的校正

由于从方程式获得样本量。（1），有必要根据有限人口进行调整，以便为给定的人口规模提供按比例提供的更多信息，以下是用于校正的公式²⁸（等式 2）：

$$SS = \frac{SS}{1 + \frac{SS-1}{P}} \quad \dots(2)$$

表 1 抽样框架

| Regions | C.D. blocks | Villages | Total households | Sample households | Confidence level | Confidence interval** |
|---------|-------------|------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------------|
| Tal | Ratua-I | Maniknagar | 1880 | 178 | 95% | 7 |
| | | Ratua | 1224 | 170 | 95% | 7 |
| Diara | Manikchak | Gopalpur | 2010 | 180 | 95% | 7 |
| | | Nurpur | 2933 | 184 | 95% | 7 |
| Total | | | 8047 | 712 | | |

** ±7 is the margin of error. Note: sample households have been drawn from an online resource, i.e., sample size calculator by Creative Research Systems (<https://www.surveysystem.com/sscalc.htm>), which follows the equations developed by Cochran.²⁸

技术与分析

采用分层随机抽样技术对两组村庄进行住户调查。已从每个家庭获得有关选定 21 项指标的信息，这些指标表明应对洪水威胁的准备、即时应对和长期适应性战略，并通过准备指数（PI）、即时应对指数（ICI）和适应性指数进行量化和衡量（AI）。之后，计算了由 PI、ICI 和 AI 得出的综合抗灾指数（RI），以确定塔尔和迪亚拉两组村庄的微观洪水抗灾程度。评分指数是使用 UNDP29 技术开发的。分数范围从 0 到 1，分数越高，家庭的准备、应对和适应策略越高。构造索引的公式²⁹（等式 3）：

$$PI_v / ICI_v / AI_v = \frac{X_{iv} - A_{\min}}{A_{\max} - A_{\min}} \quad \dots(3)$$

等式中，PI_v 表示准备指数，ICI_v 表示立即应对指数，AI_v 表示代表村_v 的适应性指数；x_{iv} 是代表村庄_v 的第 i 个变量的实际值；A_{max} 是代表村庄_v 的第 i 个变量的最大值，A_{min} 是代表村庄_v 的第 i 个变量的最小值。

结果与讨论

准备策略

充分的准备可以显著提高对任何危害的响应^{30, 31}。表明准备水平的六个指标表明，在塔尔和迪亚拉，位于

富哈尔河和恒河附近的被调查村庄，即与远离富哈尔河和恒河的内部村庄组相比，马尼克纳格尔和戈帕尔普尔显示出更高水平的缓解洪水威胁的准备策略，即分别是拉图阿和努尔普尔（图3）。

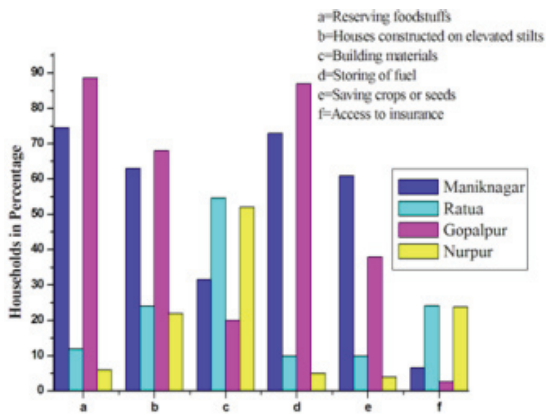


图3 塔尔和迪亚拉地区两组村庄的准备水平指标

资料来源：实地调查，2018年

储备食物是家庭在洪水等危机中生存的最常见策略。值得注意的是，迪亚拉的戈帕尔普尔 88.6% 的受访者和塔尔的马尼克纳格尔 74.5% 的受访者倾向于储备粮食，尤其是 Chire（扁米）、Gur（粗糖）、Chatu、Muri 等干粮，（膨化大米）、Atta（面粉）等，以满足他们在汛期的直接饥饿，而在拉图阿和努尔普尔的内陆村庄情况并非如此（图3）。戈帕尔普尔和马尼克纳格尔都位于靠近河岸的低洼地区（图1）。在大雨期间，路堤经常被破坏，导致洪水泛滥。河边的村民已经为这种可能性做好了充分的准备，因为他们的高跷上建造了他们的定居点。实地调查表明，戈帕尔普尔约 68% 的房屋和马尼克纳格尔 63% 的房屋建在高跷上，平均离地高度 5 英尺，允许洪水自由流动。相比之下，在拉图阿和努尔普尔的内陆村庄，不到四分之一的房屋建在高跷上（图3）。所用建筑材料的类型也会影响结构抵御洪水的能力⁹。混凝土结构通常可以抵抗洪水。实地调查显示，两个自然地理单元的沿江村庄，即马尼克纳格尔和戈帕尔普尔有近 50% 的人口居住在 Kutchra 房屋中，这些房屋极易受到洪水的侵袭。这可以归因于河边村庄的贫困发生率高于拉图阿和努尔普尔的内陆村庄，其中一半以上的家庭住在更抗洪的混凝土房屋中（图3）。

为与灾害相关的危机储存燃料也是灾害多发社区在家庭层面采用的一项重要的备灾策略³²。现场数据表明，居住在戈帕尔普尔（87%）和马尼克纳格尔（73%）的受访者比例较高与拉图阿和努尔普尔的内陆村庄相比，储存 Ghute（牛粪霉）、黄麻棒和煤油等燃

料，以满足他们在危机时的燃料需求（图3）。同样，在洪水退去后保存作物或种子以供未来农业使用是选定村庄农民使用的主要防备策略之一。实地数据表明，马尼克纳格尔 61% 的受访者保存了他们的农作物和种子，而戈帕尔普尔受访者的这一比例为 38%（图3）。这可以归因于马尼克纳格尔主要是一个农业村，大多数家庭从事农业。尽管戈帕尔普尔遭受严重的河岸侵蚀，肥沃的土地正在迅速被侵蚀，但这里的村民报告说他们的主要生计方式发生了转变。相比之下，受洪水影响较小的内陆村庄拉图阿和努尔普尔在这方面的准备情况较差，分别只有 10% 和 4% 的受访者表示会保存作物或种子以满足未来的农业需求。

Vincent⁹ 认为保险范围是应对洪水威胁的重要准备。不幸的是，现场数据显示，在河边的两个村庄，即马尼克纳格尔和戈帕尔普尔，不到 10% 的受访者有保险，主要是户主的人寿保险（图3）。在这两个村庄，农作物、牲畜和家庭/财产保险是闻所未闻的，尽管他们几乎每年都受到河流的支配，导致生命、生计和财产损失。这些村庄获得保险的比例很低，这可以归因于村民的贫困状况，每一次洪水的发生都会使他们更深入地陷入贫困的恶性循环。结果，村民没有足够的资金来支付保险费。相比之下，居住在拉图阿（24.1%）和努尔普尔（23.78%）的受访者中，近四分之一表示他们享受某种保险（图3）。

应对策略

建立安全应对机制的社区往往更能抵御任何灾难^{33, 34}。本研究使用了七项指标来确定塔尔和迪亚拉两组村庄的应对策略。根据现场数据，马尼克纳格尔和戈帕尔普尔的村民已经发展出比塔尔的拉图阿和迪亚拉的努尔普尔的内陆村庄更好的即时应对策略（图4）。

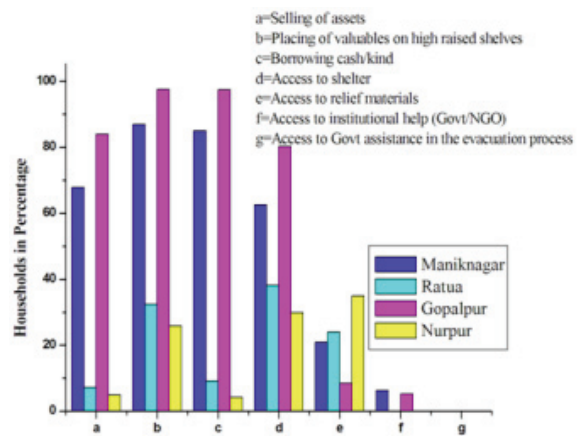


图4 塔尔和迪亚拉地区两组村庄应对策略的指标

资料来源：实地调查，2018年

在洪水灾难期间，家庭通常通过减少家庭支出和出售资产来应对严重冲击³⁵。牲畜、家具、电视、手机、自行车、农场或渔业设备等资产，甚至有时土地基本上是由家庭出售给在洪水退去期间和之后增加他们的收入。现场数据表明，在第一批靠近河岸的村庄没有任何制度援助的情况下，出售或抵押家庭资产已成为最被动的即时应对机制之一。值得一提的是，资产出售更多的是在戈帕尔普尔普遍存在，与马尼克纳格尔的受访者（68%的受访者）相比，84%的受访者立即出售资产以应对洪水情况（图4）。这可以归因于戈帕尔普尔受洪水和相关河岸侵蚀造成的侵蚀和土地流失的影响更大，与马尼克纳格尔相比，贫困率更高²⁰。塔尔的拉图阿和迪亚拉的努尔普尔内陆村庄的记录微不足道在2017年8月的最后一次洪水事件期间，出售资产或抵押土地和其他资源以满足其迫切需求的受访者数量（不到10%）（图4）。

在洪水多发地区，农村居民经常将重要的文件、食品等贵重物品放在家中的高层货架上，以保护自己免受洪水侵袭。值得注意的是，在戈帕尔普尔（97.56%）和马尼克纳格尔（87%）的村庄中，很大比例的受访者选择将用塑料布包裹的贵重物品放在高层货架上，尤其是在免费活动期间洪水的流动导致定居点的地面淹没。相反，在内陆村庄，实地数据表明，不到一半的拉图阿受访者和略高于四分之一的努尔普尔受访者表示他们将贵重物品放在高层货架上（图4）。由于洪水事件期间生存前景受到极大限制，几乎没有储蓄的经济边缘化家庭经常求助于借钱来应对眼前的危机^{36, 37}。图4表明，Gopalpur 92%的受访者和马尼克纳格尔81%的受访者借了钱在2017年最后一次大洪水事件期间，他们以高利率从邻居或放债人那里借钱。在拉图阿和努尔普尔的内陆村庄，少数受访者报告说在2017年最后一次洪水期间借钱。

随着洪水摧毁和破坏定居点、牲畜和其他财产，包括生命损失，受灾人口被迫带着他们的贵重物品和牲畜逃到更安全的地方（堤防、道路、铁路线、社区防洪避难所和其他地势较高的地方）。图4表明，在2017年上一次重大洪水事件期间，戈帕尔普尔超过80%的受访者被迫与牲畜和贵重物品一起离开家园。在马尼克纳格尔，超过60%的受访者报告被迫离开家园。报告离开壁炉到戈帕尔普尔其他地方避难的受访者比例较高可归因于这样一个事实，如前所述，这个村庄正在经历恒河的河岸侵蚀，这种侵蚀在2017年洪水事件期间变得更加明显，取代了更大的与马尼克纳格尔相比，部分人口无家可归

和无土地。相比之下，拉图阿和努尔普尔都受到了2017年大洪水事件的部分影响。因此，这两个村庄中超过四分之一的家庭搬出了各自的家园，并在各自村庄的学校建筑中避难（图4）。在任何重大洪水事件期间，救援物资的获取被认为是建议受洪水影响的人的应对策略的重要指标^{38, 39}。不幸的是，在2017年8月的大洪水事件期间，从外部机构获取救援物资的机会在这两组中都是名义上的塔尔和迪亚拉的村庄。有趣的是，只有21%的马尼克纳格尔受访者和8.58%的戈帕尔普尔受访者表示，他们在2017年上一次洪水事件期间从政府机构获得了某种形式的洪水救济（干粮、衣服、药品等），尽管事实上，这两个村庄都受到洪水灾害的严重影响（图4）。在缺乏机构援助的情况下，社区制定了自己的应对策略来应对洪水的危险，因为村民们相信分享他们的食物和其他资源。

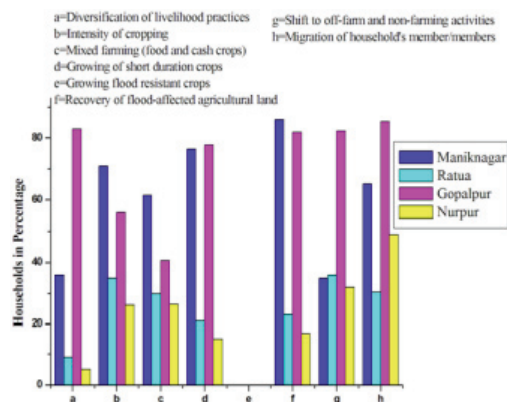


图5 塔尔和迪亚拉地区两组村庄适应策略的指标

资料来源：实地调查，2018年
适应策略

“适应”主要是指长期策略，而“应对”是指短期或中期调整，以尽量减少灾害的不利影响⁴⁰。居住在两组村庄的村民的适应策略使用八项指标进行评估和比较。值得注意的是，与拉图阿和努尔普尔的内陆村庄相比，马尼克纳格尔和戈帕尔普尔的受访者报告了相对较高的适应策略（图5）。

由于失去主要生计做法是洪水灾害的必然结果，因此生计变化和生计多样化是洪水易发地区家庭的常见活动⁴¹。图5表明，在戈帕尔普尔，83%的受访者表示他们增加了通过使他们的生计方式多样化来获得收入来源。该村很大一部分家庭表示，他们因河岸侵蚀而失去了耕地，现在是在邻近村庄就业的农业劳动力，打零工养家糊口。在马尼克纳格尔，36%的受访者表示，他们在2017年上次洪水后失去了主要的谋生方式，并通过多样

化的谋生方式来养家糊口。河岸及其周边沉积的软粘土适合制砖，市场需求量大；因此，沿河村及其周边地区越来越多的砖窑，这里的村民在这些砖窑中找到了工作，从而实现了生计多样化。相反，拉图阿和努尔普尔的内陆村庄记录的主要生计做法发生变化的家庭较少，生计做法的多样化也较少（图5）。

导致作物强度增加的多种种植方式有助于农户更好地抵御洪水威胁，因为它可以提高农业生产力并最大限度地减少因洪水造成的作物歉收造成的损失^{42, 43}。实地数据表明，在马尼克纳格尔，71%的农户记录不同农作物的复种，增加农业强度和产量。更多的土地被分配给在河边村庄的哈里夫季节与洪水一起生长的长茎雨喂养的阿曼水稻和黄麻。种植的拉比作物包括蔬菜、芥菜和豆类，其生产力很高，利用土壤水分和每年洪水提供的丰富冲积层的再生。在戈帕尔普尔，由于河岸侵蚀导致耕地减少，56%的农户也从事多种种植（图5）。在拉图阿和努尔普尔的内陆村庄，土地偶尔被淹没，长茎稻是首选，提供更多土地种植黄麻，养鱼业也很受欢迎。令人惊讶的是，在这两个地理单位中，农民对最新的抗洪作物知之甚少，这表明农民的意识水平低，促进农业发展的机构干预较少。

混合耕作（粮食和经济作物）已成为减少因洪水风险而造成的作物歉收损失的方法之一，特别是在 Kharif 或季风作物的情况下³⁹。在戈帕尔普尔和马尼克纳格尔的村庄，边缘和小农种植黄麻、蔬菜、芥菜、豆类等作为经济作物，同时种植少量稻谷自给自足（图5）。有趣的是，在内部村庄，即塔尔的拉图阿和迪亚拉的努尔普尔，与河流附近的村庄相比，农民主要种植水稻和黄麻，作物多样化程度较低。在马尼克纳格尔和戈帕尔普尔村，大多数农民喜欢种植在洪水前收获的短期作物，例如在3月至4月播种并在7月收获的澳大利亚稻米很常见。甘蔗和玉米等作物需要较长时间才能收获。避免成熟，这里的农民更密集地种植短期拉比作物，例如蔬菜、小麦、波罗稻谷、芥菜和豆类。图5显示马尼克纳格尔（76.52%）和戈帕尔普尔（77.82%）的大多数农户报告说他们正在种植短期作物。相反，在拉图阿和努尔普尔内陆村庄的少数农业家庭记录相同，因为这些村庄受洪水的影响较小。

实地调查表明，洪水退去后，农民通过清理杂草和至少休耕两个三个月的方式开垦了农田。然后他们耕种卡莱、穆苏尔、凯萨里（豆类）、西红柿等，以恢复土壤的肥力。这些豆类和蔬菜不需要太多的劳动力或肥料；

相反，这些作物使农田从枯竭变成荒地。现场数据表明，超过80%的马尼克纳格尔和戈帕尔普尔受访者采用这种方法来解决洪水来袭带来的荒地问题（图5）。值得注意的是，大洪水过后，土壤得到补充，提高了土壤肥力，从而实现了丰收。

实地调查表明，非农和非农活动正在成为迪亚拉村庄采用的主要适应策略之一，特别是在戈帕尔普尔，82.33%的农业家庭已转向芒果园等非农活动，养蚕、养鱼和非农活动，如砖地和建筑工地的雇佣劳动、小生意和其他零工（图5）。引人注目的是，在戈帕尔普尔，有更多的受访者报告从农业活动到非农业活动的变化，因为该村庄报告由于河岸侵蚀导致更多的农田损失。在马尼克纳格尔，超过四分之一（35%）的受访者表示从农场活动转向非农场和非农业活动。在迪亚拉内陆的努尔普尔村，只有32%的受访者表示从农场活动转向非农场和非农场活动。然而，在塔尔的拉图阿村，有更高比例的受访者（36%）转向园艺等非农业实践，主要是芒果和荔枝园、内陆水域养鱼和养蚕（图5）。

定期在家中汇出现金/实物的家庭成员向外迁移是应对洪水威胁的一种不可避免的积极主动的适应性策略^{21, 23, 44}。马尔达也不例外，在现场调查表明，约85%的戈帕尔普尔受访者表示，他们已将一名或多名家庭成员派往村庄/地区/州以外的地方寻找更好的生计选择，而马尼克纳格尔的受访者中有65.2%表示相同。大多数村民更愿意去德里、孟买、班加罗尔和喀拉拉邦等其他州寻找更好的谋生机会。这些农民工将现金/实物汇给他们的家人，这有助于增加家庭收入。相比之下，内陆村庄拉图阿和努尔普尔记录的家庭成员/成员迁移到另一个州寻找工作的发生率相对较低（图5）。

抗洪能力：备灾指数（ P_i ）、即时应对指数（ I_{ei} ）、适应指数（ A_i ）和抗灾指数（ R_i ）

值得注意的是，在最终评估中，村民在家庭层面制定的应对和适应策略对于洪水略高的自然地理单位，即塔尔（0.36）和迪亚拉（0.37）几乎相同迪亚拉人口的复原力，这确实更容易受到洪水和银行侵蚀（图6）。应该指出的是，研究表明恒河正在该地区及其周边地区改变其路线^{15, 17-20}。

与塔尔的富哈尔和迪亚拉的恒河主要河流的距离因素往往会影响到洪水灾害的抵御能力（图6）。与距离河流约4公里的拉图阿内陆村庄（0.20）相比，位于恒河和富哈尔河岸边的村庄对洪水的抵御能力更高（戈帕尔普尔为0.56，马尼克纳格尔为0.51）富哈尔和努尔普尔

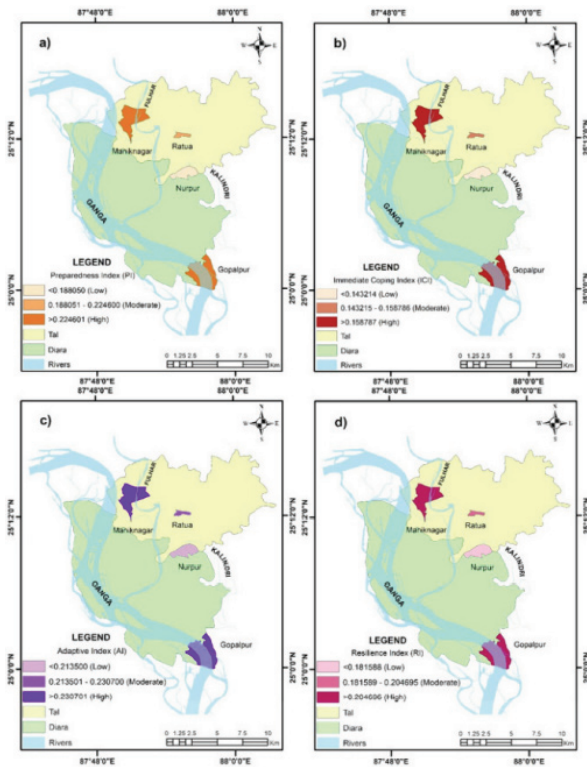


图6 塔尔和迪亚拉地区两组村庄的抗水平弹性指数 (RI)

资料来源：实地调查，2018年
(0.18) 位于距离恒河约 14 公里的地方，恒河分别是塔尔和迪亚拉的主要洪水产生河流。这可能是因为在河岸附近的村庄更容易遭受洪水灾害，与内陆村庄拉图阿和努尔普尔相比，人口更容易遭受洪水侵袭。因此，居住在马尼克纳格尔和戈帕尔普尔的村民更加积极主动，为应对洪水做好了更好的准备，准备指数 (PI)、即时应对指数 (ICI) 和适应性指数 (AI) 的得分较高就证明了这一点。与内部村庄的比较 (图 6)。有趣的是，在塔尔和迪亚拉的自然地理单元中，村民对洪水灾害进行了更好的风险管理，并调整了最佳耕作系统，使马尔达地区人口众多。

结论

马尔达区的地理位置及其地貌使其极易发生洪水，尤其是在低洼的塔尔和迪亚拉地区。尽管每年都有洪水对人们的生活和生计产生不利影响，但马尔达的塔尔和迪亚拉地区的人口密度高于该州的平均密度。这反映出居住在这里的人们已经学会了与洪水共处，因为他们已经建立了更大程度的洪水灾害抵御能力，从而降低了他们的脆弱性。本文建议马尼克纳格尔和戈帕尔普尔村庄靠近主要的洪水产生河流，即与努尔普尔和拉图阿的内陆村庄相比，塔尔的富哈尔和迪亚拉的恒河已经发展出

更强大的洪水应对和适应策略。

值得一提的是，人们更愿意在洪水肆虐的情况下留在塔尔和迪亚拉，因为每次洪水事件都会使土壤变得肥沃，从而有助于提高农作物和蔬菜的产量。人们已经学会了与洪水共存，以便从洪水中获益。从更广泛的意义上说，在评估对任何危害的脆弱性时，有必要评估与个人/家庭/社区层面的复原力相关的应对和适应策略。这种整体的减灾方法不仅可以改善风险管理，还可以检查个人/家庭/社区的脆弱性，因为人们的复原力越高，他们对包括洪水在内的任何灾害的脆弱性就越小。正是在此背景下，本文分析和讨论了家庭层面的人们的准备、应对和适应策略的程度，从而在微观层面更好地降低风险，以最大限度地降低脆弱性，建设具有抗灾能力的社会。因此，政策制定者和利益相关者可以合作建立一个更有弹性的社会，通过在世界上容易发生洪水灾害的类似地区带头开展类似的研究，降低对洪水等事件的敏感性。

致谢

我们谨向被调查村庄的受访者表示感谢，感谢他们自愿提供本文所依据的必要信息。我们也对政府官员和非政府组织的友好合作表示衷心的感谢。此外，我们衷心感谢匿名审稿人的建设性意见和反馈，以提高本文的清晰度和质量。

资金：这项研究工作没有资金或财政支持。

利益冲突：作者没有声明与本文内容相关的利益冲突。

参考文献：

1. Chari PR. India and Natural Disasters. In: Marquina A, ed. Global Warming and Climate Change: Prospects and Policies in Asia and Europe. Palgrave Macmillan, London; 2010:145–158. https://doi.org/10.1057/9780230281257_9.
2. Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC). Climate Change, 2001, Synthesis Report: A Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York: Cambridge University Press; 2001.
3. United Nations. Hyogo Framework for Action 2005–2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters. Paper presented at: World Conference on Disaster Reduction; January 18–22, 2005. Kobe, Hyogo.
4. Keogh DU, Apan A, Mushtaq S, King D, Thomas M. Resilience, vulnerability and adaptive capacity of an inland

- rural town prone to flooding: a climate change adaptation case study of Charleville, Queensland, Australia. *Natural Hazards*. 2011;59(2):699–723. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-9791-y>.
5. Balica SF, Wright NG, van der Meulen F. A flood vulnerability index for coastal cities and its use in assessing climate change impacts. *Natural Hazards*. 2012;64(1):73–105. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0234-1>.
 6. Nguyen KV, James H. Measuring household resilience to floods: a case study in the Vietnamese Mekong River Delta. *Ecology and Society*. 2013;18(3).
 7. Ibeje AO, Ekwueme BN. Regional Flood Frequency Analysis using Dimensionless Index Flood Method. *Civil Engineering Journal*. 2020;6(12):2425–2436. doi:10.28991/cej2020-03091627.
 8. Latif S, Mustafa F. Parametric Vine Copula Construction for Flood Analysis for Kelantan River Basin in Malaysia. *Civil Engineering Journal*. 2020;6(8):1470–1491. doi:10.28991/cej-2020-03091561.
 9. Vincent K. Uncertainty in adaptive capacity and the importance of scale. *Global Environmental Change*. 2007;17(1):12–24.
 10. Birkmann J, Cardona OD, Carreño ML, Barbat AH, Pelling M, Schneiderbauer S, Kienberger S, Keiler M, Alexander D, Zeil P, Welle T. Framing vulnerability, risk and societal responses: the MOVE framework. *Natural Hazards*. 2013;67(2):193–211. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0558-5>.
 11. Birkmann J. Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions. In: *Measuring vulnerability to Natural Hazards: Towards disaster resilient societies*. Tokyo: United Nations University Press; 2006:3–7.
 12. Bohle HG. Vulnerability and Criticality: Perspectives from Social Geography. IHDP Update. Newsletter of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. 2001:1–7.
 13. Laha C. Changing course of the river Ganga in Malda district West Bengal–Damage assessment and risk zone management. [PhD thesis]. 2015.
 14. Bandyopadhyay S. Evolution of the Ganga Brahmaputra delta: a review. *Geographical review of India*. 2007;69(3):235–268.
 15. Rudra K. Flood in the GBM Delta. In: *Rivers of the Ganga–Brahmaputra–Meghna Delta*. Switzerland: Springer International Publishing; 2018:125–136.
 16. Disaster Management Department, Government of West Bengal. District Disaster Management Plan of Malda. WBDMD; 2017.
 17. Ghosh A, Kar SK. Application of analytical hierarchy process (AHP) for flood risk assessment: a case study in Malda district of West Bengal, India. *Natural Hazards*. 2018;94(1):349–368. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3392-y>.
 18. Parua PK. Erosion problems of the river Ganga in the districts of Malda and Murshidabad in West Bengal. *Civil Engineering Today, ASCE: Calcutta*. 1999;13(2):3–20.
 19. Parua PK. Farakka barrage—a multi-purpose project with dispute. *Indian Journal of Power and River Valley Development*. 2002;52(11/12):248–260.
 20. Rudra K. Living on the edge: the experience along the bank of the Ganga in Malda district, West Bengal. *Indian Journal of Geography & Environment*. 2000;5:57–67.
 21. Bannerjee M. A report on the impact of Farakka barrage on the human fabric. New Delhi: South Asian Network on Dams, Rivers and People (SANDRP); 1999.
 22. Sengupta N. World commission on dams: Biased if misread. *Economic and Political Weekly*. 2001;36(19):1647–1649.
 23. Iqbal S. Flood and erosion induced population displacements: a socio-economic case study in the Gangetic riverine tract at Malda district, West Bengal, India. *Journal of Human Ecology*. 2010;30(3):201–211.
 24. Thakur PK, Laha C, Aggarwal SP. River bank erosion hazard study of river Ganga, upstream of Farakka barrage using remote sensing and GIS. *Natural Hazards*. 2012;61(3):967–987. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-9944-z>.
 25. Sahana M, Ahmed R, Hossain N, Sajjad H. Assessing flood inundation extent and landscape vulnerability to flood using geospatial technology: a study of Malda district of West Bengal, India. *Forum Geografic*. 2015;14(2):156–163. <https://doi.org/10.5775/fg.2067-4635.2015.144.d>.
 26. Mukherjee K, Pal S. Channel migration zone mapping of the River Ganga in the Diara surrounding region of

- Eastern India. *Environment, development and sustainability*. 2018;20(5):2181–2203.
27. Creative Research Systems. <https://www.surveysystem.com/sscalc.htm>. Accessed December 26, 2019.
28. Cochran WG. *Sampling Techniques*. 2nd Ed. New York: John Wiley and Sons; 1963.
29. United Nations Development Programme (UNDP). *Human Development Report*. Oxford University Press; 2000.
30. UN/ISDR, International Strategy for Disaster Reduction. *Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives*. UN Publications; 2004.
31. Altay N, Green III WG. OR/MS research in disaster operations management. *European journal of operational research*. 2006;175(1):475–493.
32. Shafie H, Rahman S. Traditional coping strategies of rural people living in flood-prone areas in North-West Bangladesh. Dhaka: Rangpur Dinajpur Rural Service (RDRS); 2009.
33. Smit B, Wandel J. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global environmental change*. 2006;16(3):282–292.
34. Nelson DR, Adger WN, Brown K. Adaptation to environmental change: contributions of a resilience framework. *Annual Review of Environmental Resources*. 2007;32:395–419.
35. Dewan TH. Societal impacts and vulnerability to floods in Bangladesh and Nepal. *Weather and Climate Extremes*. 2015;7:36–42.
36. Abheuer T, Thiele-Eich I, Braun B. Coping with the impacts of severe flood events in Dhaka's slums—the role of social capital. *Erdkunde*. 2013:21–35.
37. Ninno CD, Dorosh PA, Smith LC, Roy DK. The 1998 Floods in Bangladesh Disaster Impacts: Household Coping Strategies, and Response. Washington DC: International Food Policy Research Institute; 2001.
38. Okayo J, Odera P, Omuterema S. Socioeconomic characteristics of the community that determine ability to uptake precautionary measures to mitigate flood disaster in Kano Plains, Kisumu County, Kenya. *Geoenvironmental Disasters*. 2015;2(1):26. <https://doi.org/10.1186/s40677-015-0034-5>.
39. Banerjee S, Kniveton D, Black R, Bisht S, Das PJ, Mahapatra B, Tuladhar S. Do financial remittances build household level adaptive capacity? A case study of the flood affected households of Upper Assam in India. *KNOMAD*; 2017.
40. Braun B, Abheuer T. Floods in megacity environments: vulnerability and coping strategies of slum dwellers in Dhaka/Bangladesh. *Natural Hazards*. 2011; 58(2): 771–787.
41. Bhuiyan MAH, Islam SMDU, Azam G. Exploring impacts and livelihood vulnerability of riverbank erosion hazard among rural household along the river Padma of Bangladesh. *Environmental Systems Research*. 2017;6(1):25. <https://doi.org/10.1186/s40068-017-0102-9>.
42. Banerjee L. Effects of flood on agricultural productivity in Bangladesh. *Oxford Development Studies*. 2010;38(3):339–356.
43. Das M. Socio economic and demographic consequences of river bank erosion in Majuli Island Assam. [PhD thesis]. 2013.
44. Development and Planning Department, Government of West Bengal. *District Human Development Report: Malda*. HDRCC; 2007.