

各地区情况概要

4

降低 热度

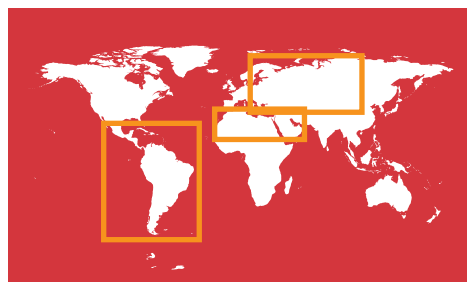
直面气候新常态



4°

降低 热度

直面气候新常态



© 2015 国际复兴开发银行 / 世界银行

1818 H Street NW, Washington DC 20433

电话：202-473-1000；网址：www.worldbank.org

部分版权所有

1 2 3 4 17 16 15 14

本著作是由波茨坦气候影响研究所为世界银行编写。本著作的发现、阐释和结论未必反映世界银行、世界银行执行董事会或其所代表的国家的观点。世界银行不保证本著作数据的准确无误。本著作所附地图显示的疆界、颜色、名称和其他信息并不表示世界银行对任何地区的法律地位的看法，也不意味着对这些疆界的认可或接受。

此处的任何条款都不构成、也不应被视为世界银行对任何权利或特权的限制或放弃；世界银行明确保留这些权利和特权。

权利和许可



本著作可以根据知识共享出处 3.0 政府间组织的署名 – 非商业性使用 – 禁止演绎许可 (CC BY-NC-ND 3.0 IGO) 授权使用。根据署名—非商业性使用—禁止演绎之许可，在下列条件下，使用者可以复制、发行、传播、改编本著作，仅限用于非商业用途：

署名——请按如下方式引用本著作内容：世界银行，2014 年。《降低热度：直面气候新常态》。世界银行，华盛顿。许可：知识共享引用许可协议 3.0 IGO (CC BY-NC-ND 3.0 IGO)。

非商业性使用——本著作不得用于商业用途。

禁止演绎——不得修改、转换或者以本作品为基础进行创作。

第三方内容——世界银行未必对本著作所有内容拥有知识产权。因此，世界银行不保证使用本著作中第三方所有的内容不会侵犯第三方权利，由此引起的赔偿风险由使用者全权承担。如果你想使用著作中的第三方内容，你要负责确定是否需要获得知识产权所有者的许可。这类内容的例子包括但不限于表格、示图和图片。

所有关于版权和许可的询问，请联系世界银行出版与知识部。地址：Publishing and Knowledge Division, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA；传真：202-522-2625；电子邮件：pubrights@worldbank.org。

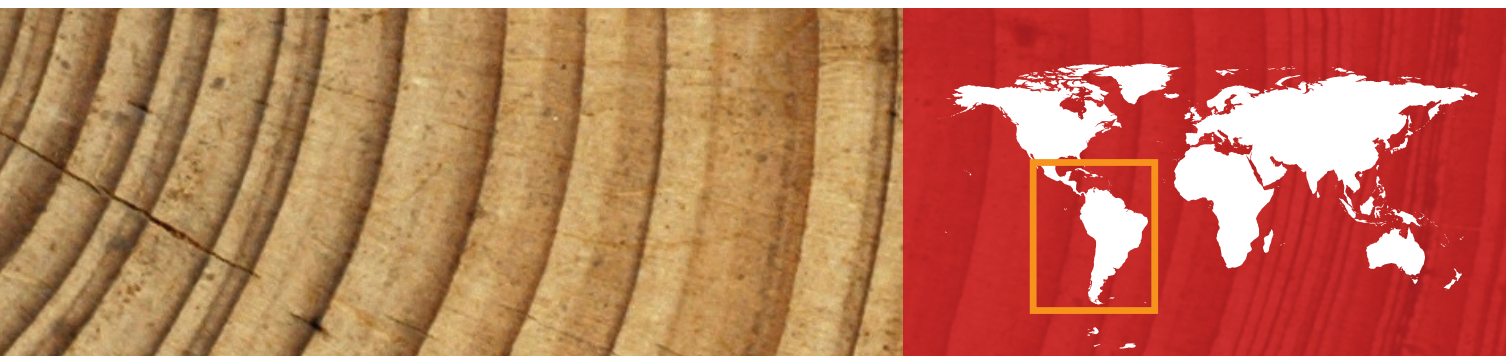
以下所列图示已获得许可，再次使用须进一步获得许可。请参照每个图示所对应的说明和注释。

图 2.2, 2.4, 2.9, 3.10, 3.14, 3.15, 3.21, 4.13, 4.14, 4.19, 4.21, 4.22, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21.

ISBN: 978-1-4648-0437-3

Cover photos: photos 1, 2, 3, 5, and 7 © The World Bank Group; photo 4 (forestry), © istockphoto, used with permission, further permission for reuse; photos 6 and 8, © Erick Fernandes (floating houses in Peru and jaguar in Amazon)/The World Bank Group.

封面与内页设计: Gregory Wlosinski/General Services Department—Printing and Multimedia, The World Bank Group.



拉丁美洲和加勒比地区

拉丁美洲和加勒比地区地貌多样，生态系统丰富。这一区域的经济、社会和原住民历史亦呈现出多元化特征。此外，这也是世界上城镇化程度最高的地区之一。拉丁美洲和加勒比地区的气温和降水变化，极端高温和冰川融化将给农业生产、水文状况和生物多样性造成不利影响。如果不采取更多的适应措施，那么当全球升温 2°C 时，巴西的大豆产量将下降 30-70%，而小麦的减产最高将达 50%。海洋酸化、海平面上升和更加猛烈的热带风暴，会影响沿岸人口的生计、食品和水安全，特别是在加勒比地区。当地食品安全也受到了渔获下降预测的严重威胁。安第斯地区城市面临的水资源减少和变化将尤为严峻。亚马逊雨林存在大规模森林退化的风险，而这将进一步增加大气中二氧化碳的浓度。

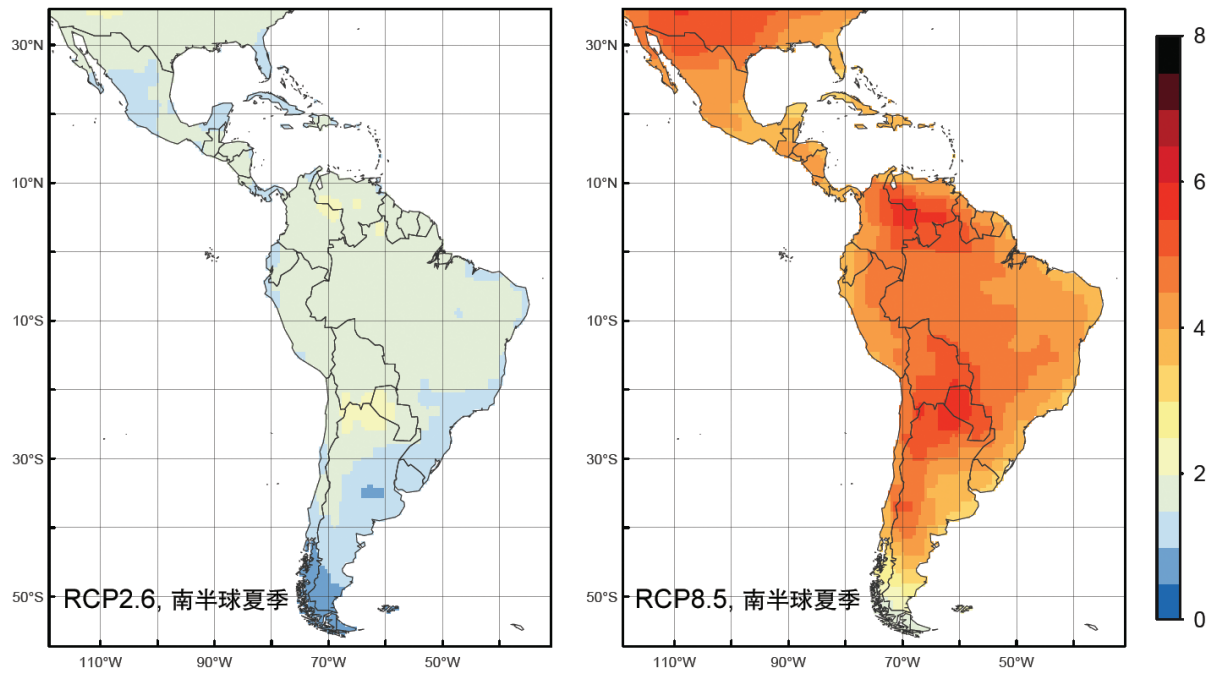


1.1 地区概要

拉丁美洲和加勒比地区的经济、社会和原住民的历史呈现出多元化特征，其 5.88 亿人口（2013 年）中约有 80% 居住在城市。目前，该地区的国内生产总值 (GDP) 预计为 5.655 万亿美元，其 2013 年的人均国民生产总值 (GNI) 为 9,314 美元。2012 年，约有 25% 的人口生活在贫困线以下，其中有 12% 为极度贫困，这一数字与前些年相比明显下降。例如，该地区的营养不良率，从 1990 年的 14.6% 降至 2012 年的 8.3%。尽管该地区过去十年取得了巨大的经济和社会进步，但收入不均的现象仍居高不下。

拉丁美洲和加勒比地区极易遭受热带风暴和厄尔尼诺现象的侵袭，同时亦会受到海平面上升、安第斯冰川融化、温度升高和降水模式变化的影响。依赖自然资源的农村贫困人口，在气候给自给农业和生态系统服务所造成的影响方面显得尤为脆弱；居住在沿海地区、河漫滩及陡坡的城市贫困人口，对极端降水事件和酷热给健康造成的影响缺乏免疫力。南部地区集约化的种植体系主要依赖降水，因此易受雨水和温度变化的影响。

图 1.1：南半球夏季 (DJF) 拉丁美洲和加勒比地区在 RCP2.6 (全球升温 2℃) 和 RCP8.5 (全球升温 4℃) 情况下的多模型平均温度异常状态图



2071-2099 年与 1951-1980 年相比以摄氏度为单位的温度均值异常状况。

安第斯地区搭建在陡峭地貌上的房屋，暴露于暴风雨径流、冰川湖溢出和泥石流的严重威胁之下。沿岸居民，特别是加勒比地区的沿岩居民，正面临着诸多风险，其中包括生态系统消失和海洋生态系统退化造成的生计风险，珊瑚礁退化而造成的物理保护消失，沿岸爆发洪水的风险，关键基础设施的损坏（特别是海滩前的旅游区）以及因海平面上升、海水倒灌给淡水造成的威胁。

1.1.1 各地区的气候变化模式

1.1.1.1 温度和酷热

2100 年与 1951-1980 年的基线（图 3.1）相比，该地区低排放情况下的夏季温度将上升约 1.5℃（全球升温 2℃），而在高排放情况下此数值约为 5.5oC（全球升温 4℃）。巴西、乌拉圭和阿根廷大西洋沿岸的升温预期低于全球平均值，当全球升温 2℃ 时其范围在 0.5-1.5℃ 之间，当全球升温 4℃ 时其范围在 2-4℃ 之间。南美中部的巴拉圭、阿根廷的北部以及玻利维亚

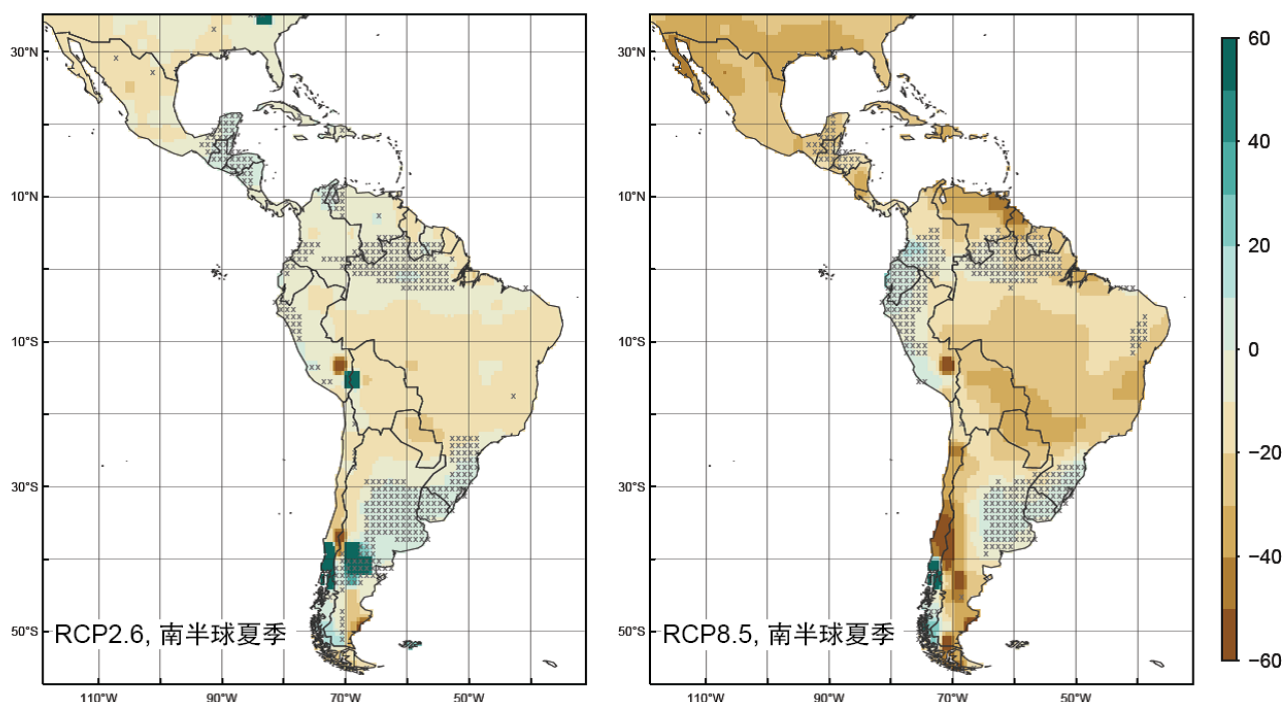
南部，升温可能更加明显。到 2071-2099 年，在全球升温 2℃ 的情况下其将升温 2.5℃，当全球升温 4℃ 时其将升温 6℃。预计热带地区将出现类似水平的升温，其中包括哥伦比亚东部和委内瑞拉南部。预测指出，当全球升温 4℃ 时，几乎所有陆地区域（约 90%）都将受到极其异常的¹ 夏季酷热影响，且有一半以上的陆地区域（约 70%）遭受史无前例的夏季酷热的侵袭。

1.1.1.2 降水、旱灾和干旱

一般而言，当全球升温 2℃ 时，降水变化相对较小（+/-10%）且各种模型显示大多数陆地的降水变化趋势存在巨大差异。当全球升温 4℃ 时，各模型对多数地区的预测趋同，但各种模型针对某些区域（例如，阿根廷北部和巴拉圭）（图 3.2）的预测仍存在不确定性。预计太平洋沿岸的热带国家（秘鲁、厄瓜多尔和哥伦比亚）将出现年均降水上升 30% 的情况。与此类似，

¹ 在本报告中，极其异常的酷热是指 3-sigma 事件，史无前例的异常是指 5-sigma 事件（请参见附录 6.1）。

图 1.2: 2071-2099 年与 1951-1980 年相比, 拉丁美洲和加勒比地区在 RCP2.6 (全球升温 2°C) 和 RCP8.5 (全球升温 4°C) 情况下的干旱指数变化多模型平均值图



画叉的区域是指结果并不确定, 五个模型中有两个或多个无法就变化趋势达成一致。请注意, 负面变化是指变得更为干旱。²

大西洋沿岸的乌拉圭 (和巴西和阿根廷与之相邻的地区) 将变得更为湿润。预计干旱度上升的地区包括巴塔哥尼亚 (南部阿根廷和智利)、墨西哥和巴西中部。这些模型显示, 根据气候变化, 大多数干燥的地区将变得更为干燥, 而大多数湿润地区亦会更加湿润。巴西中部是一个特例。当全球升温 4°C 时, 预计到本世纪末, 这里的年均降水预计会下降 20%

当全球升温 4°C 时, 预计到 21 世纪末, 亚马逊盆地、除南部海岸以外的巴西所有陆地区域、智利南部、加勒比地区、中美洲和墨西哥北部将出现比当今气候更为恶劣、严酷的旱灾。依照超干旱、干旱或半干旱划分的总陆地面积, 与 1951-1980 年相比, 当全球升温 2°C 时, 出现率会增加约 33%, 当全球升温 4°C 时, 干旱面积将增加 41% 左右。

1.1.1.3 热带风暴

过去 20-30 年间的观测显示, 北大西洋的热带风暴频次与强度均呈上升之势, 但北太平洋东部则无此现象。尽管大西洋热带

风暴被恩索 (ENSO) 灾害的厄尔尼诺现象所抑制, 但该风暴却在北太平洋东部得到加强。随着人类活动造成的气候变化加剧, 高强度热带风暴在北大西洋西部出现的频率将会上升, 当全球升温 1.5-2.5°C 时, 此上升幅度会达到 40%, 当全球升温 4°C 时, 该升幅将达 80%。全球变暖约 3°C, 会使热带气旋中心 200 公里半径内的平均降雨强度上升 10%。尽管多模型研究的部分证据显示中美洲太平洋热带风暴的频率会增加, 但目前尚无法对此地区的总体预测下定论。虽然这些预测未有定论, 但太平洋和大西洋风暴 (不一定是气旋) 同时登陆数量的增多, 可能造成比太平洋或大西洋气旋单独登陆频率上升更具破坏性的效果。

1.1.2 地区海平面上升

据预测, 大西洋沿岸的海平面上升高于太平洋沿岸。瓦尔帕莱索 (中等水平的预测: 当全球升温 4°C 时, 为 0.55 米) 预计会得益于南太平洋东南信风的增强, 且与之相关的冷水上涌将导

致因热比容引发的（由于海水温度的上升）海平面上升低于平均值。与之相对，巴西的大西洋一侧预计将遭遇超出平均值的海平面上升（累西腓：中等水平预测的结果为：0.63 米，低水平预测的结果为：0.41 米，高水平预测的结果为：1.14 米；里约热内卢：中等水平预测的结果为：0.62 米，低水平预测的结果为：0.46 米，高水平预测的结果为：1.11 米）。海洋热度上升和地球引力造成的冰盖和冰川模式，致使海平面上升在低纬度地区更为严重。例如，厄瓜多尔的太平洋沿岸城市瓜亚基尔，在全球升温 4°C 时，预计会出现 0.62 米（低水平预测的结果为：0.46 米，高水平预测的结果为：1.04 米）的海平面上升。与此相对，南美大陆最南端的威廉姆斯港（智利）预计海平面将仅上升 0.46 米（低水平预测的结果为：0.38 米，高水平预测的结果为：0.65 米）。当全球升温 4°C 时（图 3.11），预计太子港（海地）会出现 0.61 米（低水平预测的结果为：0.45 米，高水平预测的结果为：1.04 米）的海平面上升（图 3.1.1）；它可作为其它加勒比岛屿海平面上升的典型案列。

1.1.3 按类别和主题划分的影响

1.1.3.1 冰川和积雪的变化

南美洲的冰川退化异常明显。特别是安第斯中部的热带冰川，将在 20 世纪消融殆尽。安第斯南部的冰川退化趋势亦显而易见，如今已损失了约 20% 的体积。

安第斯中部热带冰川的消融将延续近几十年的快速退化趋势。两项全面的研究预计，即便是在中等排放方案导致全球比工业化革命前变暖 $2-3^{\circ}\text{C}$ 的情况下，冰川的数量仍会损失 78-97%。两项研究还预测，若全球升温 4°C ，几乎所有冰川都会完全消失（93-100%）。其它研究结果则略显温和；无论未来几十年温度如何变化，安第斯热带冰川的绝大部分都将在本世纪末前消失。就安第斯南部而言，相关模型显示当全球变暖时，冰川消失的比例范围在 22-59% 之间；因此在各项方案之间进行对比并非易事。当全球升温 4°C 时，多个模型预测到 2100 年，冰川将消退 44-74%。

自 1950 年开始，对智利和阿根廷高纬度地区雪盖的监测未发现任何明显趋势（由于年度间变化很大且明显受到恩索现象的影响，因此很难从记录中确定可能的趋势）。缺乏对安第斯积雪和雪盖的可靠预测，是研究方面的一项重大空白。

1.1.3.2 水资源、水安全和洪水

尽管变化的幅度不同，但人们一致认为应降低中美洲的径流和水资源流失水平。水资源面临的压力可能还会上升，特别是在高人口密度的干旱地区以及旱季。由于缺乏数据，人们对加勒比地区的径流预测信心不足。但由于海平面上升导致海水倒灌入地下水层等原因，淡水的供应量可能会减少。区域性的高致死率洪水和泥石流高发。尽管洪水经常与土地的使用变化相关，但在气候变化的大背景下，可能会出现更严重的洪涝灾害。

安第斯热带地区的季节性降水可能会出现更大差异。目前，观测已发现旱季河流流量出现了下降，并将随着冰川的消退进一步降低。但是，雨季的河流流量可能会上升。当全球升温 4°C 时，安第斯地区的洪灾风险可能会增加（例如，冰川融化加速等原因）。对于亚马逊盆地，大部分地区的径流和降水预测存在差异。盆地西部预计会出现河流流量、径流增加，洪泛区域会扩大且洪水持续时间会更长。南美洲南部地区的平均径流预计会出现下降。

尽管拉丁美洲和加勒比地区拥有丰富的淡水资源，但许多城市都要依赖当地的河流、地下蓄水、湖泊和冰川等可能会受到气候变化影响的水源——且淡水供给可能无法满足需求。例如瓜达拉哈拉（墨西哥）和许多安第斯城市预计都将面临愈发严重的水供给压力，且如当前的需求仍将持续，则已存在水获取困难的低收入群体将面临更多挑战。

1.1.3.3 气候变化对农业、牲畜和食品安全的影响

不同研究对气候变化给粮食产量所造成的影响的预测不尽相同，但大多数作者一致同意，气候变化很可能降低拉丁美洲和加勒比地区重要食品农作物的产量。部分地区依靠灌溉 / 洪水的水稻出现增产属于例外。少量有关气候变化对牲畜影响的研究指出，由于热度是影响牛产量的主要因素，因此温度上升会降低肉牛和奶牛的产量。羊类似乎可比猪牛更好地适应温度更高且湿度下降的条件。

1.1.3.4 气候变化对生物多样性的影响

如果全球升温达 2°C 以上，则气候变化诱发的生物多样性负面影响，将很可能造成某些物种减少或灭绝。鉴于受影响物种和生态系统的适应能力很难预测和量化，因此各种预测模型需使用生物气候包络模型、物种分布模型和全球动态植被模型中的简化手段。

未来升温水平的一项明显趋势是，升温幅度越大，物种多样性所受影响越深。据预测，由于热带山区（例如，云雾林）特有且极其特殊的物种可能会在山顶灭绝，因此这些地区在气候出现变化时尤为脆弱。大多数模型并未考虑到生物交互作用（例如，食物网的互动、物种竞争）或资源限制的影响。因此，某生态系统内形成的生态物种群落或许比在原气候和其它环境条件下生成的群落要小，从而导致生态区的迁移。

1.1.3.5 亚马逊雨林退化、顶梢枯死和临界点

总体而言，近期研究显示亚马逊顶梢枯死现象目前尚不可能发生，但未来可能会出现亚马逊地区。未来出现降水增加和CO₂施肥效应促进热带树木生长，仍具有很高的不确定性。因气候变化引起的旱季长度变化、大旱年份重复出现以及火灾给森林退化造成的影响等增加了未知变数，其产生的总体影响仍需对整个亚马逊地区开展综合研究调查方能了解。40%左右的森林退化程度被确定为关键临界点，此时所剩热带森林与气候间出现的水量变化和能量反馈，可能会导致降水减少。

如果地区温度升高4°C以上且至二十一世纪末全球平均升温超过3°C，则气候与全球碳循环互动引发的整个亚马逊盆地森林顶梢枯死现象可能将成为造成重大影响的临界点。但近期分析却将此概率从21%下调至0.24%（地区温度升高4°C），其原因在于为更好地反映出年内热带地区温度和相关CO₂排放发生的变化，与之相对应的碳循环气候模型做出了调整。但现有植被模型中的CO₂施肥效应必须得以实现，上述假设方能成立。此外，因旱灾造成的大规模森林退化，或可在不出现森林顶梢枯死的情况下，影响生态系统（包括地区水文循环）的服务和功能。

1.1.3.6 渔业和珊瑚礁

在高排放水平下很可能更加明显的海洋酸化和缺氧现象，以及出现更极端厄尔尼诺现象的可能性，给全球最为富饶的渔场造成了潜在威胁。除相关独立事件之外，海洋的逐渐升温已被观测所证实，并将进一步影响渔业（特别是在区域范围内）。

通常，鱼群会向两极较为寒冷的水域迁徙。预测指出，拉丁美洲南部捕鱼的产量可能会翻番。乌拉圭沿岸、下加利福尼亚州南端和巴西南部的最大捕鱼量可能会下降50%以上。加勒比水域和中美大西洋沿岸部分地区的捕鱼量可能会下降5-50%。

在秘鲁和智利沿岸，预计捕鱼量最多可能会下降30%，但其南部的捕鱼量可能会上升。

无论选择哪种敏感度门槛值或哪种排放水平，到2040年，加勒比珊瑚礁都会出现年度白化现象。尽管有些物种和特定地点可能对此类现象的适应性更强，但显而易见的是，加勒比地区的海洋生态系统将面临巨大变化，给与之相关的生计活动和原本由健康珊瑚礁为沿岸提供的保护，造成深远的影响。

1.1.3.7 卫生

传染病和极端气象使拉丁美洲和加勒比地区面临更高的致病与死亡风险。观测到的疾病传播模式与恩索现象各阶段之间的联系，为了解温度和降水在特定地区会给某种疾病的发病率造成何种影响提供了线索。针对气候变化在本世纪会给疟疾造成哪些影响的预测出现了截然不同的判断，有些预测认为发病率会上升，另外一些则认为发病率会下降。这种不确定性还出现在气候变化与全球疟疾关系的研究之中，反映出影响疾病的环境因素相当复杂。

1.1.3.8 移民和安全

虽然移民在该地区并非新现象，但预计它将随着气候变化而愈演愈烈。拉丁美洲和加勒比地区有许多区域极易受旱灾、洪水、泥石流和热带风暴等灾害的影响；这些极端事件都可能引起移民。

实例显示，有些地区已经出现旱灾引发的移民。在非环境因素（例如管理不善、政治迫害、人口压力和贫穷）已然存在并给当地人口造成移民压力的地区，可能出现气候移民的高潮。

该地区存在低烈度武装冲突的风险。但在社会经济不平等且移民跨国流动的大背景下，有关资源、土地和财富使用的争端始终不曾停息。气候变化造成的资源更加稀缺、移民加剧、不稳定性提升以及自然灾害频率与烈度的增加，会提高冲突的风险。

1.1.3.9 海岸基础设施

到2050年，在海平面上升20厘米的情况下，海岸洪灾将给拉丁美洲和加勒比地区22座最大沿海城市造成年均9.4亿美元左右的损失，若海平面上升40厘米，这一数字将升至12亿美元左右。由于加勒比地区地势低洼且当地人口以沿海和海上经济活动为生，因此特别易受气候变化的影响。2050年，当全球升

温 4°C 造成海平面上升 0.89-1.4 米时，仅加勒比地区的热带风暴给基础设施和旅游造成的损失，就比全球升温 2°C 的情况多出 220 亿美元（到 2100 年为 460 亿美元）。热带气旋强度的上升，可能会增加港口关闭的时间，从而提高航运成本。沙滩旅游尤其易受直接或间接气候变化压力因素的影响，这些因素包括海平面上升、改变后的热带风暴模式、风暴浪涌高度的增加和海岸侵蚀。沿海旅游度假村所受气候变化因素的影响要高于内陆旅游圣地 2 至 3 倍。

1.1.3.10 能源

当前有关气候变化给拉丁美洲和加勒比地区能源造成影响的评估文献显示，已开展的研究为数不多，且大多假设季节性供水会给水力发电造成影响。此类研究多为定性研究而非定量，与既定目标仍有重大差距。此外，对气候变化给再生能源造成影响的研究亦很匮乏。

总体而言，气候变化给能源需求造成影响方面的研究与能源供给方面的研究相比尚显不足，但需求与供给之间存着的变幻莫测的互动。例如，与酷热相伴的能源需求上升和因河流流量减少及效率下降造成的能源供给下降，未来均可能给现有能源系统带来越来越大的压力。

1.1.4 地区发展概述

专栏 1.1 概要阐述了该地区的主要气候风险。有关发展的记述是基于主要报告对气候变化影响的分析（参见表 3.15，第 3.5

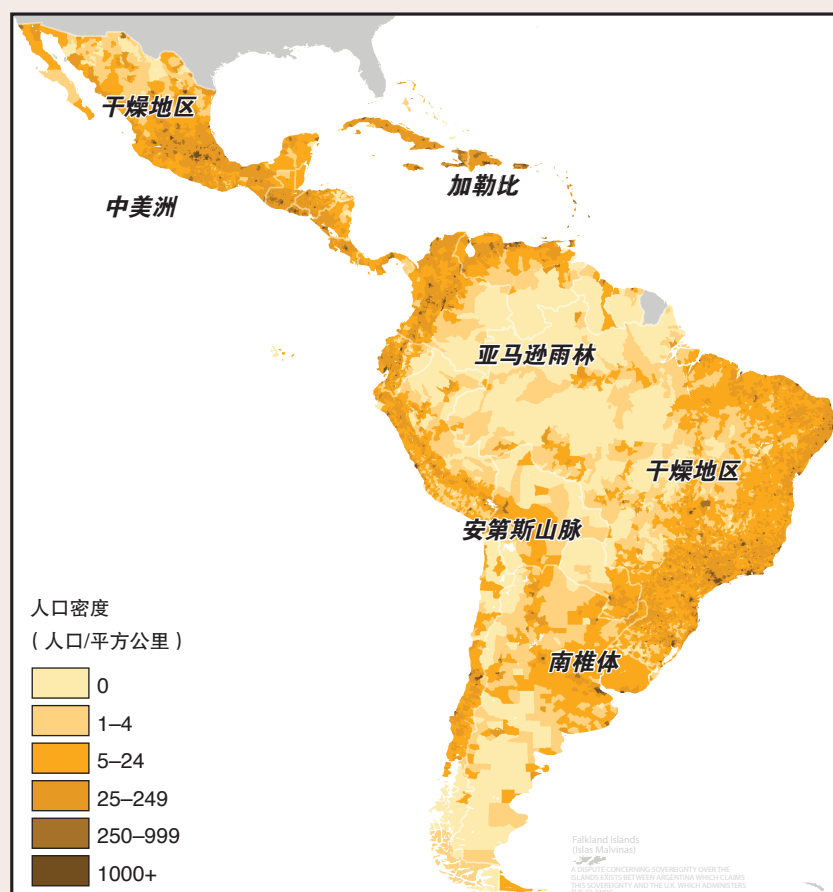
节）。气候变化给该地区的发展带来了多层次的直接和间接影响。这些影响从农村蔓延到城市；不仅直接影响到诸如降低农业生产力或改变水利机制等农村事务，而且还会通过改变生态系统服务、移民潮等影响到城市地区。随着气候变化不断加剧并与社会经济因素发生互动，发展将相应受到影响。特别是冰川融化、河流改道、极端气候及食品制作系统的风险，将使人类的生计面临压力。

气候变化会以多种方式影响该地区的发展。首先，水文循环的变化会危及淡水供应和生态系统服务的稳定性。由径流、冰川融化和积雪变化引起的水文系统改变，将影响农村人口赖以生存的生态系统服务，城市的淡水供给，以及采矿和水电等重大经济活动。其次，气候变化会将针对出口的大规模农业生产和针对地区食品制作的小规模农业置于险地。第三，极端气候盛行，会同时影响农村和城市社区，尤其是在海岸地区。

在次区域层面，下述气候变化互动尤为重要。中美洲和加勒比地区的极端气候事件，威胁到了人们的生计并破坏了基础设施。安第斯可用水资源的变化，给城乡贫困人口挑出了挑战。在亚马逊地区，临界点的出现、森林退化和生物多样性损失给本地社区造成了威胁。水文的变化可能会影响更广泛的地区。南锥地区存在因农耕过度而引发的出口产品匮乏风险。墨西哥干旱的次热带地区和巴西东北部，不断增加的旱灾压力，威胁到了人们的生计和健康。

专栏 1.2 总结了气候变化对该地区主要行业所产生影响的预测

专栏 1.1：在 2100 年相比前工业时代升温 4°C 的背景下，拉丁美洲和加勒比海地区面临的部分气候风险



数据来源：哥伦比亚大学国际地球科学信息网中心；联合国粮农计划署；国际热带农业中心 - (2005)。Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3): Population Count Grid. Palisades, NY: NASA 社会经济数据应用中心 (SEDAC)。本地图由世界银行地图设计部门重制。地图中的疆界、颜色、名称和其他资料，并不代表世界银行集团对任何地区的法律地位的看法，也不意味着对这些疆界的认可和接受。

中美洲和加勒比

厄尔尼诺南方涛动和热带气旋发生更为频繁。极端降水，干旱和热浪。面临可用水量减少和作物减产的风险。粮食安全和海岸安全。

贫困人口受到滑坡、海岸侵蚀灾害的威胁，面临着死亡率上升、被迫迁移的风险，对沿海旅游业在 GDP 中占据高份额的国家有不利影响。

安第斯山脉

冰川融化，积雪变化，带来洪涝和淡水短缺的风险

高海拔地区的妇女儿童和土著居民最为脆弱。城区居住于坡地的贫困人口更易遭受洪涝灾害。

南锥体

农业产量和牧场生产力降低，农业经济区北移当地贫困人口的营养状况面临风险。

粮食价格上涨的风险，鉴于农产品出口比例很高，传导效应会波及到其他地区。

亚马逊雨林

极端高温和干旱增加，有可能造成森林火灾、森林退化和生物多样性损失。

雨林变成碳源的风险。农业带的迁移可能导致土地冲突。物种灭绝的风险威胁到传统生计方式和文化损失。

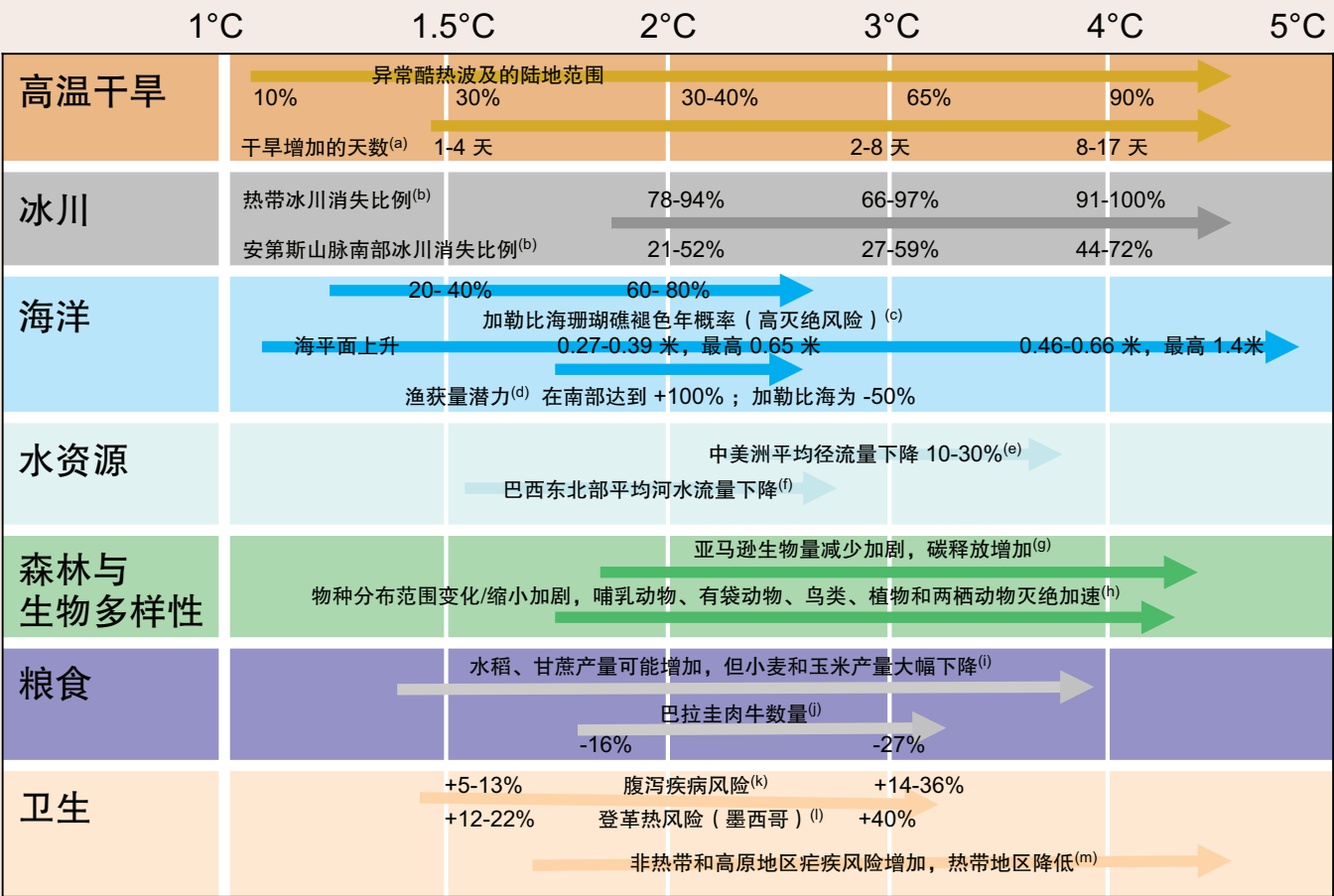
干燥地区

干旱、极端高温天气增加导致牛群死亡、作物减产并威胁到淡水资源安全。

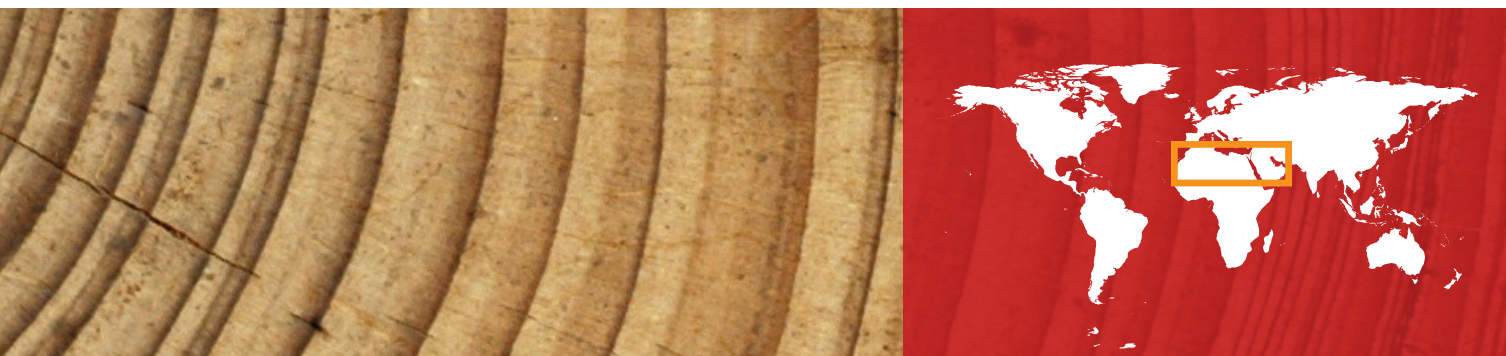
偏远地区的土著社区发生地方性饥荒、水相关卫生问题的风险。资源压力可能导致冲突和城市移民。

专栏 1.2：预计气候变化给拉丁美洲和加勒比地区主要行业造成的影响

升温幅度相对工业化前的气温而言。此处显示的影响只是总报告表 3.15 中的部分数据。图中箭头仅指示基础研究中评估的升温幅度，除非明确说明，否则并不意味着风险级别。另外，主要研究中未涉及较低或较高升温幅度已观测到或正发生的影响（如在升温不到 1.5°C 的情况下珊瑚已经出现褪色现象，但本报告研究关注升温 1.5°C 以上的影响），此图没有显示。尽管适应措施对于缓解气候至关重要，但本报告并未进行相关评估。图的布局从 Parry (2010) 借鉴改编。小写的上标字母指每种影响的相关参考资料。如果没有字母，说明结果基于本报告的补充分析。



³ a) Sillmann et al. (2013b); (b) Marzeion et al. (2012); Giesen and Oerlemans (2013); Radic et al. (2013); (c) Meissner et al. (2012); (d) Cheung et al. (2010); (e) Hidalgo et al. (2013); (f) Döll and Schmied (2012); (g) 若干研究未考虑二氧化碳施肥效应，参见表 3.1; (h) 若干研究，参见表 3.1; (i) 若干研究，参见表 3.1; (j) ECLAC (2010); (k) Kolstad and Johansson (2011); (l) Colon-Gonzalez et al. (2013); (m) Beguin et al. (2011); Caminade et al. (2014); Van Lieshout et al. (2004).

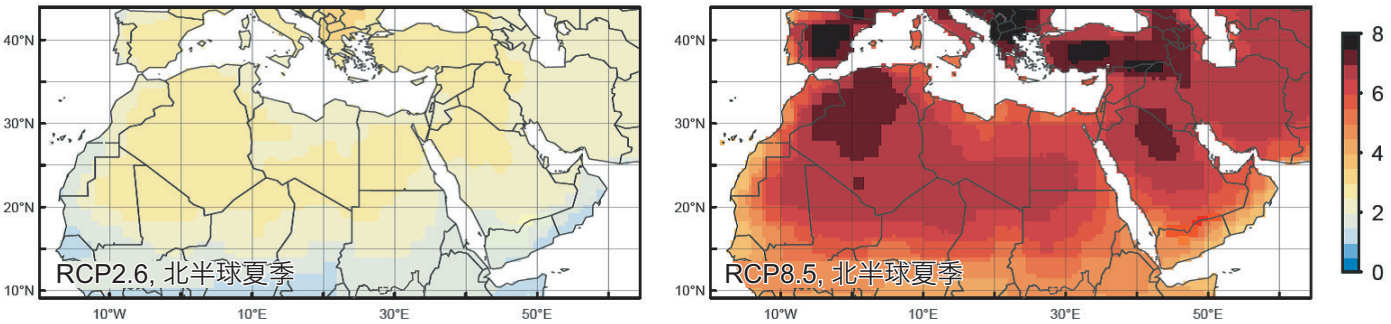


中东和北非

中东和北非地区是全球经济差异最大的地区之一，也门的人均年 GDP 为 1,000 美元，而阿拉伯海湾国家则超过了 20,000 美元。因此，该地区各国对气候风险的适应能力大相径庭。无论全球升温 2°C 还是 4 °C，该地区都将受到严重影响，诱发此类影响的主要原因包括：预计酷热现象将大幅增加，水资源可用性将大幅下降且该地区食品安全也会受到影响。当全球升温 1.5 – 2°C 时，有些国家的粮食产量最多可能下降 30%，而当全球升温 3 – 4°C 时该数字在部分地区几乎可达 60%。农村生活水平的下降，会导致国内和跨国移民，给城市基础设施造成更大压力且贫穷移民的健康风险亦随之增加。移民和气候带来的资源压力，可能会增加发生冲突的风险。



图 2.1：中东和北非地区 6、7、8 月在 RCP2.6（全球升温 2° C，左图）和 RCP8.5（全球升温 4° C，右图）情况下的多模型平均温度异常状态图



2071-2099 年与 1951-1980 年相比以摄氏度为单位的温度均值异常。

2.1 地区概要

中东和北非人口预计到 2050 年将翻番，加上气候影响预期，本地区将面临巨大的水资源及其它压力。这一地区粮食消费已经高度依赖进口，小麦和大麦进口比例大约为 50%、水稻 40%、玉米近 70%。中东北非采用了一系列手段解决缺水问题，包括抽取地下水、淡化海水，当地社区也有应对之策。尽管极度缺水，海湾国家的人均用水量却超过全球平均水平，阿拉伯生活用水和能源市场补贴规模位居全球前列。中东和北非地区的社会经济和政治条件千差万别。各国对气候变化的适应能力和体现出的脆弱性也差异极大，这一点在阿拉伯海湾国家与其它国家之间表现的尤为突出。

中东和北非的食品和收入来源严重依赖农业，这一现象不仅限于幼发拉底河和底格里斯河地区传统的“新月沃土”，亦涵盖了地中海沿岸和尼罗河地区，但同时这些地区也存在大量的干旱土地和沙漠。目前中东和北非地区农业生产的 70% 依靠降雨，因此极易受到温度和降水变化的影响，且此影响亦将波及食品安全、社会保障和农村生活。这种情况与社会变革和高城镇化率的结合，使中东和北非的未来显得十分脆弱，特别是对那些城市和农村的贫困人口而言。该地区的各国必须面对迅速膨胀的资源压力，尤其是在水和土地资源稀缺方面。中东和北非地区的社会经济和政治条件千差万别。因此，各国对气候变化的适应能力和体现出的脆弱性也差异极大，这一点在阿拉伯海湾国家与其它国家之间表现的尤为突出。

2.1.1 气候变化的地区模式

2.1.1.1 温度与酷热

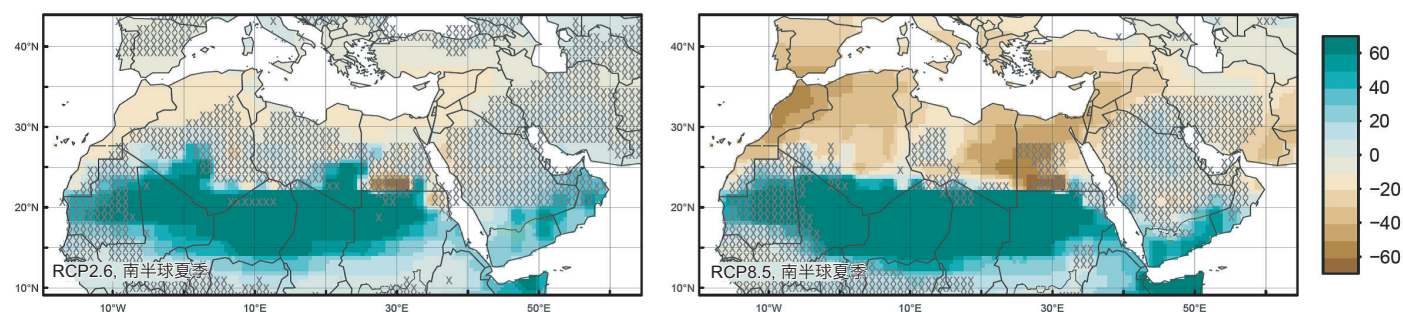
观察发现，1961-1990 年间地球每十年约升温 0.2°，而此后升温的步幅将加快，与极端高温出现频率的上升呈同步之势。从地域上看，升温最高的地区预计将出现在地中海沿岸。除此地区之外，阿尔及利亚的内陆、利比亚和埃及大部分地区，预计在本世纪末全球升温 2°C 时，温度会上升 3°C。当本世纪末全球升温 4°C 时，预计阿尔及利亚、沙特阿拉伯和伊拉克部分地区的夏季气温将升高 8°C（请参见图 2.1）。

到本世纪末，当全球升温 2°C 时，*极其异常的*⁴ 酷热几乎会在 MENA 地区各国盘踞 30% 的夏季。这意味着平均每年夏天有一个月的温度会高出基线均值三个标准差。当全球升温 2°C 时，基本不会出现*史无前例*的酷热，但包括埃及地中海沿岸、也门、吉布提和阿曼在内的某些孤立沿海地区除外。当全球升温 2°C 时，在这些极端气候出现的概率相对较低，但预计仍会占夏季的 5-10% 左右。

尽管当全球升温 2°C 时，本世纪中叶以后酷热出现频率上升的步伐将放缓，但在全球升温 4°C 的情况下，出现酷热的频率将继续上升。当全球升温 4°C 时，2100 年将有 80% 的夏季

⁴ 极其异常的酷热是指 3-sigma 事件，史无前例的异常是指 5-sigma 事件（请参见附录）。

图 2.2: 2071-2099 年与 1951-1980 年相比中东和北非地区在全球升温 2°C (左图) 和全球升温 4°C (右图) 情况下的干旱指数变化多模型均值图



画叉的区域是指结果并不确定，五个模型中有两个或多个无法就变化趋势达成一致。请注意，负面变化是指变得更为干旱。⁵

温度高于 5-sigma (史无前例的酷热)，在 2071-2099 年间，预计将有约 65% 的夏季温度超过 5-sigma。

2.1.1.2 降水和干旱

北大西洋振荡 (NAO) 异常加剧引起的湿润空气进一步北移，预计将减少北非、马格里布和马什里克 (Mashrek) 的降雨。当全球升温 4°C 时，地中海沿岸国家，特别是摩洛哥、阿尔及利亚和埃及的降雨将大幅减少。但赤道低气压带 (ITCZ) 向北移动，可能会给该地区南部带来更多湿气 (已受到季风系统的影响)，尤其是在阿拉伯半岛南部 (也门、阿曼)。有鉴于此，预期年度降水平均值变化明显呈现出南北两极分化的模式，即北纬 25° 以北相对更加干燥，而以南则更为湿润。但南方地区绝对降水量的增加十分有限，因为这些地区 (也门除外) 如今已然非常干旱。此外，降水增加带来的可用水增多效应同时会受到温度升高的反作用，最终造成蒸发率的上升。最后一点是，该地区南部降水的增加可能与高强度的极端降水事件相伴。

年均干旱指数 (AI) 的变化模式与预期降水改变的变化模式相仿。干旱的变化主要是由于降水发生了变化，25°N 以南和

阿拉伯半岛南方大部分地区更加湿润的条件使干旱有所下降，而 25°N 以北更干燥的条件使干旱有所加剧。在地中海沿岸地区，因温度升高产生的蒸散效应大幅提高，造成干旱扩大的现象比仅根据降水减少做出的预测更为严重。

2.1.2 地区海平面上升

地中海区域 20 世纪的潮汐测量记录显示该地区的海平面上升低于平均值，平均每年上涨 1.1-1.3 毫米 (低于每年 1.8 毫米的全球平均值)。虽然每十年间存在着巨大差异，但 1960-1990 年海平面呈逐渐上升，而 1990 年后上升加速 (高于平均值)。

针对 21 世纪的分析显示，以格陵兰冰盖重力为首的影响，造成地中海盆地附近的海平面上升略低于平均值。地中海沿岸的突尼斯，预计在本世纪末全球升温 4°C 时，会出现中值为 0.56 米的海平面上升 (最多 0.96 米)。这比阿拉伯海岸的马斯喀特低 8 厘米，据预测，该地区的海平面上升中值为 0.64 米 (预测的最低值为: 0.44 米，预测的最高值为: 1.04 米)。在大西洋沿岸，预计丹吉尔的海平面将上升 0.58 米 (预测的最低值为: 0.39 米，预测的最高值为: 0.98 米)。当全球升温 1.5°C 时，突尼斯、丹吉尔和马斯喀特的海平面上升的中值分别为 0.34 米、0.35 米和 0.39。

⁵ 有些网格区域的数值明显低于其近邻 (例如，土耳其的黑海沿岸低于 RCP8.5)。这是由于干旱指数被定义为年度总降水量与蒸散量之商 (请参见附录 6.1)。因此，其表现绝非线性，各年之间的浮动可能很大。鉴于平均值的计算是基于相对少量的模型仿真，所以最终计算结果可能会出现上述地区性差异。

2.1.3 2.1.3 按行业和主题划分的影响

2.1.3.1 农业、水利和食品安全间的关联

中东和北非地区水资源匮乏，大多数陆地年降雨量小于 300 毫米（200-300 毫米是降雨依赖型农业可接受的底线）。沿海和山区的半干旱地带是唯一有水源的地区，为降雨依赖型农业提供了耕种土地。大多数国家每年可提供的再生水资源量为人均 1000 m³（伊拉克、阿曼、叙利亚和黎巴嫩除外），而科威特则低至人均 50 m³。水资源的稀缺性使这些国家无法生产国内所需的全部食品，造成该地区仍需进口粮食。从当前水资源和耕地的稀缺程度看来，无论全球升温 2°C 还是 4°C，都将给水资源和农业带来更大压力。

- **耕地：**更暖、更干燥的气候预计将使植被和农耕区向北转移（例如，2090-2099 年当全球升温 4°C 时，植被和农耕区将比 2000-2009 年向北移 75 公里）。
- **生长期的长度：**降雨量的下降和温度的升高，到本世纪中叶（2031-2050 年）将使该地区大部分小麦产区的生长期缩短两周左右。突尼斯的小麦生长期，在全球升温 1.3°C 的情况下会缩短 10 天，2.5°C 时会缩短 20 天，而在 4°C 的情况下会缩短 30 天。
- **粮食产量：**如果全球升温 1.5-2°C，粮食产量预计会下降 30%，升温 3-4°C 时，最高会下降 60%，这并未考虑到适应性因素以及地区内差异。至本世纪中叶，预计西马格里布地区的粮食产量将下降 1.5-24%，马什里克的部分地区将下降 4-30%。由于蔬菜和玉米在夏季生长，因此在这两个地区受到的影响最大。
- **牲畜：**气候变化影响牲畜产出的方式很多，其中包括可用饲料的数量和质量变化，牧期长度的变化，热度的进一步上升，饮用水减少以及牲畜疾病和病害媒介的变化。

不同方法、不同模型和 CO₂ 效应的持续影响都会给预测带来不确定性，其原因在于大气中 CO₂ 浓度的上升，有可能提高植物的用水效率（从而提高粮食产量）。

由于地区升温和降水模式的变化，预计在整个 21 世纪，该地区的水资源可用率呈下降之势。例如在东安纳托利亚山脉

（幼发拉底河和底格里斯河的源头），当全球升温 4°C 时，径流会下降 25% 至 55%。

摩洛哥、阿尔及利亚、黎巴嫩、叙利亚、伊拉克、伊朗和土耳其的山区以积雪的形式存储了部分降水，因此在为该地区供水方面发挥着重要作用。随着降雪和雪水存储量的下降，融化雪水出现的高峰将提前数月，给下游流域和边远地区的供水带来负面影响。例如，黎巴嫩卡伯河上游盆地的积雪在全球升温 2°C 的情况下会减少 40%，在全球升温 4°C 的情况下会萎缩 70%。因此，在上述两种情况下，旱灾发生的时间将分别提前 15-20 天和一个多月。

2.1.3.2 荒漠化、盐碱化和沙尘暴

气候变化对荒漠化的重要性因当地条件而异，且不同推动因素之间的互动是多层次的。温度和蒸散程度的上升，降水特征的变化，以及极端气候的加剧或变化，可直接引发或推动荒漠化进程。大部分被干旱土地覆盖的这一地区，经常受到沙尘暴的威胁，给居民、农业和经济造成破坏与损害。虽然并无针对该地区沙尘暴的直接预测研究，但从气候模型可以看出风是推动因素。目前尚未就气候变化会如何改变该地区的刮风模式开展区域性研究，未来的趋势仍要从全球性研究中得出结论。

气候变化造成该地区所有水资源都出现了盐碱化上升。这一地区人口稠密的沿海区域深受气候引发的盐碱化（海水入侵）之苦，而气候引发的海平面上升又使影响的扩散进一步加速。此外，有关幼发拉底河和底格里斯河、约旦河及尼罗河的研究均对河流盐碱化做出了记载。

盐碱化进程复杂，但气候变化是重要因素之一（其它因素包括灌溉、抽水和土地沉降）。气候变化，特别是预计会在该地区出现的更为干燥的气候，将与其它因素共同发挥作用（例如，农业需要更多灌溉）。

2.1.3.3 人类健康

如今曾经出现下降的媒介疾病和病毒疾病又卷土重来。气候变化将给通过媒介传播的疟疾、淋巴丝虫病和利什曼病等疾病的管理带来更大挑战。此外，近年来霍乱的爆发（出现在高温和造成水中断的极端气象事件之后），已在伊拉克、伊朗伊斯兰共和国和也门共和国造成了死亡。

中东和北非地区已具备夏季超高温的特征，造成当地人口极易受到气温进一步升高的影响。当全球升温 2°C 时，多国首都每年出现超高温和高热不适的天数预计都会增加：安曼（约旦）将从 4 天升至 62 天，巴格达（伊拉克）将从 8 天升至 90 天，大马士革（叙利亚）将从 1 天升至 71 天。最严重的情况将出现在利雅得（沙特阿拉伯），该城市酷热的天数预计将从每年 3 天升至 132 天。当全球升温 4°C 时，这些城市的年均酷热天数预计将超过 115 天。

2.1.3.4 移民和安全

相关文献揭示气候变化与该地区的移民存在联系。预测认为，全球升温会给可选移民方案施加更多限制。国内移民仍将继续扮演重要角色，但移民的传统模式可能不复存在。许多人被迫迁居，但另一些为贫困所扰的居民却不得不驻留原地。这意味着气候移民问题的解决，不仅要考虑气候变化的背景，还应置于经济、文化、技术和政治框架之内。

气候变化或将成为该地区的威胁倍增因素，它不仅将使已然稀缺的资源承受更大压力，还将加剧政局不稳、贫困和失业等现有威胁。这将给社会动乱和暴力冲突创造条件。由于结论矛盾且方法各异，因此在气候变化与冲突之间建立联系极具挑战。有些研究的成果是基于单一的极端气候事件；另一些把降雨或气温变化作为长期变化的风向标；还有一些则关注短期升温。我们需要进一步开展研究，调查并在气候变化与冲突之间建立联系，厘清长期气候变化而非某一气候灾害与移民和冲突的关系。

2.1.3.5 沿海基础设施和旅游业

中东和北非国家易受到海平面上升的影响。2010 年，面临风险的沿海城市人口约为 6000 万；这一数字到 2030 年预计将升至 1 亿。除海平面上升给社会经济引擎造成的影响之外，对 136 个沿海城市的研究指出，若 2050 年海平面上升 0.2 米，则亚历山大、班加西和阿尔及尔受到的影响最大。研究预测，如果防洪失败，则海平面上升效应给亚历山大造成的损失将从 165 亿美元升至 505 亿美元，班加西的损失会从 12 亿美元增加至 20 亿美元，阿尔及尔则会从 3 亿美元涨至 4 亿。若海平面上升 0.4 米，这些城市的年损失额将分别增加至 580 亿美元、27 亿美元和 6 亿美元。海平面上升 1 米，将祸及埃及 10% 的人口，5% 的城区，削减该国 6% 的 GDP。一项研究预测，如果海平面上升

0.30 米（该研究预计此结果会在 2025 年出现），则亚历山大城区 30% 的人口会遭受洪灾，迫使约 545,000 人流离失所，导致损失 70,500 个就业岗位。同一研究还预测，到 2050 年海平面上升 0.5 米时，约有 150 万人会离开家园，大约 195,500 个岗位因此消失。

气候变化给旅游业带来的影响尚不明朗，因为这还涉及旅行费用、需求、替代旅游目的地等多种非气候因素。

2.1.3.6 能源系统

三类与气候相关的因素可能会影响热力和水力发电：(1) 空气温度的升高可能会降低热转换效率；(2) 水文和水温的变化可能会降低可用水量以及水的降温效率；和 (3) 极端气象事件可能会影响植物生长及其分布体系。对气候变化给中东和北非热力发电所造成影响加以量化，以英文撰写的区域研究似乎凤毛麟角。一项研究预测，如果全球升温 2°C ，北非的水力发电量将会因径流的变化比 2005 年减产近 0.5%。同一研究还预测，中东地区的水力发电量会下降 1.4%。

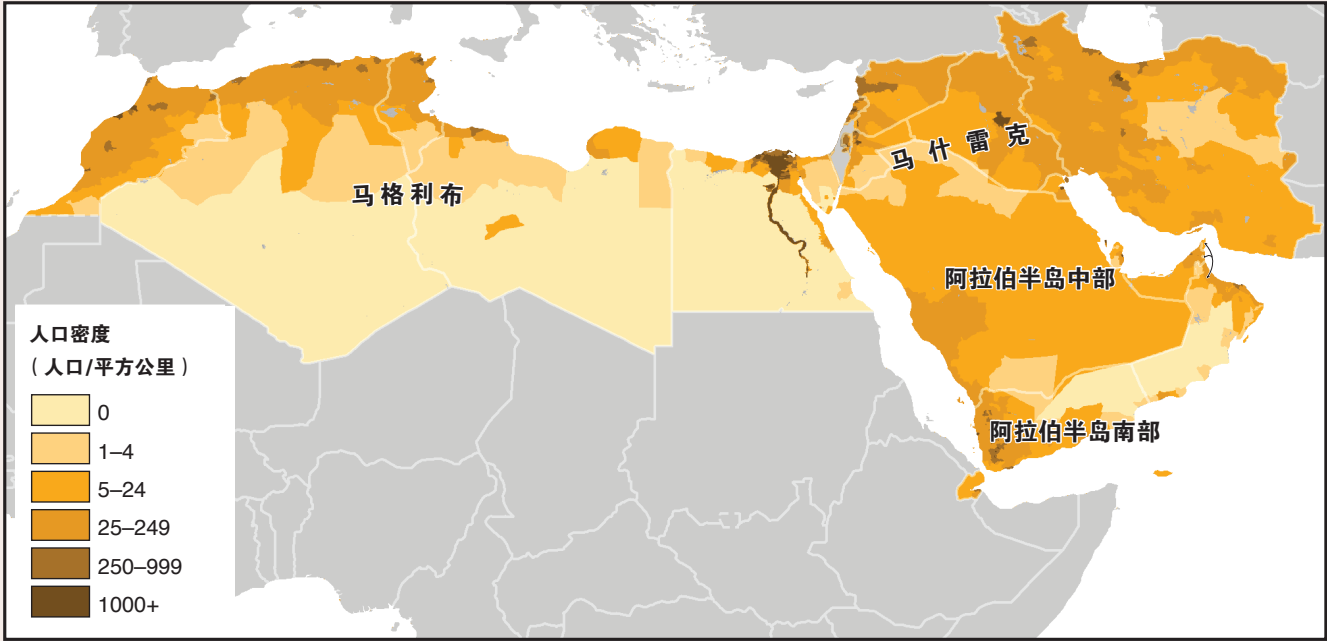
2.1.4 地区发展概述

专栏 2.1 概要介绍了该地区的重大气候风险。有关发展的记述是基于主要报告对气候变化影响的分析（参见表 4.10，第 4.5 节）。有关发展的记述同时亦基于本报告对气候变化影响的分析（表 4.10），详细内容请参见第 4.5 节。中东和北非地区是全世界最易受气候影响的地区之一。随着对高进口依赖的进一步加深，该地区极易受到全球和本国农业及相关食品价格突然飙升的影响。尽管并非必然，此类与气候相关的市场信号可能会给社会动乱和移民现象火上浇油，并对地区贫困造成深远影响。无论农村还是城市贫民都将深受农业的影响，农村地区的贫困农民易遭受饥饿和营养不良的困扰，城市贫民则将深受食品价格高企之痛。

尽管该地区各地受到的生物物理影响变化不大，但石油储量丰富的阿拉伯海湾国家与该地区其它国家相比，在脆弱性和社会经济影响方面还是存在明显差别。前者拥有实施海水淡化和食品进口等适应性措施的财力。

专栏 2.2 总结了气候变化可能对该地区核心行业产生的影响

专栏 2.1：在 2100 年相比前工业时代升温 4°C 的背景下，中东和北非地区面临的部分气候风险



马格里布

升温幅度大，年降水量下降，水资源压力增加，农业生产能力下降。沿海大城市受到海平面上升风险的威胁。

气候变化风险将严重影响农民生计、国家经济和粮食安全。沿海重要资产面临风险将影响经济发展，包括旅游业。存在城乡移民加速和发生社会冲突的风险。

马什雷克和东部地区

异常酷热天气和年降水量减少将致使干旱增多、融雪蓄水和径流量减少，例如约旦、幼发拉底河和底格里斯河。对基本依赖降雨的农业和粮食生产有不利影响。

气候变化风险严重影响农民生计、国家经济和粮食安全。存在城乡移民加速和发生社会冲突的风险。

阿拉伯半岛

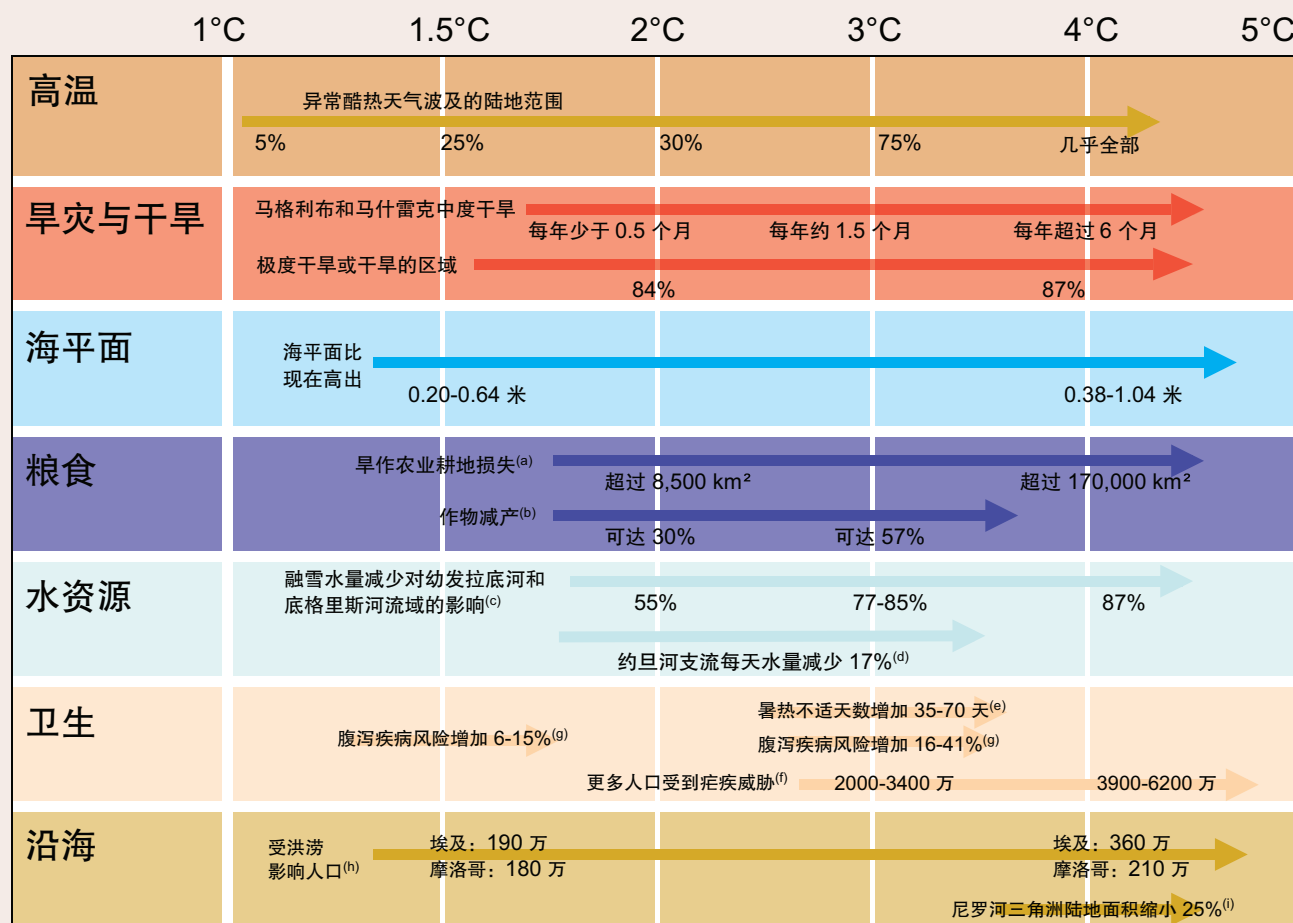
阿拉伯半岛中部异常酷热天气，南部年降水量相对有所增加，但中部年降水量趋势不确定。阿拉伯海的海平面上升幅度可能要高于地中海和大西洋海岸，发生风暴潮的风险更大，基础设施可能受到破坏。

预计增加的酷热天气会导致更多暑热不适情况，致使劳动生产率和健康受到影响。

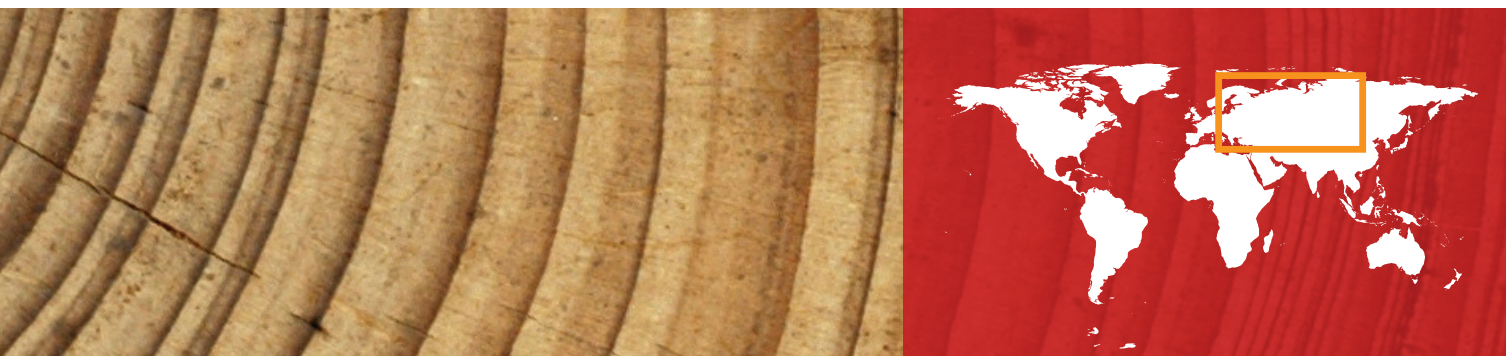
数据来源：哥伦比亚大学国际地球科学信息网中心；联合国粮农计划署；国际热带农业中心 – (2005)。Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3): Population Count Grid. Palisades, NY: NASA 社会经济数据应用中心 (SEDAC)。本地图由世界银行地图设计部门重制。地图中的疆界、颜色、名称和其他资料，并不代表世界银行集团对任何地区的法律地位的看法，也不意味着对这些疆界的认可和接受。

专栏 2.2：气候变化对中东和北非地区重要部门的预期影响

升温水平相对工业化前的气温而言。此处显示的影响只是总报告表 4.10 中总结的部分数据。图中箭头仅指示基础研究中评估的升温幅度，除非明确说明，否则并不意味着风险级别。另外，主要研究中未涉及较低或较高升温幅度已观测到或正发生的影响（如已观测到旱灾和干旱状况增加，但相关研究不评估升温不到 1.5°C 的影响），此图没有显示。尽管适应措施对于缓解气候至关重要，但本报告并未进行相关评估。图的布局从 Parry (2010) 借鉴改编。小写的上标字母指每种影响的相关参考资料。¹¹ 如果没有字母，说明结果基于本报告的补充分析。



⁶ (a) Evans (2008); (b) 若干研究, 参见表 4.1; (c) Bozkurt and Sen (2013); (d) Samuels et al. (2010); (e) Giannakopoulos et al. (2013); (f) van Lieshout et al. (2004); (g) Kolstad and Johansson (2011); (h) Brown et al. (2011); (i) Dasgupta et al. (2009).

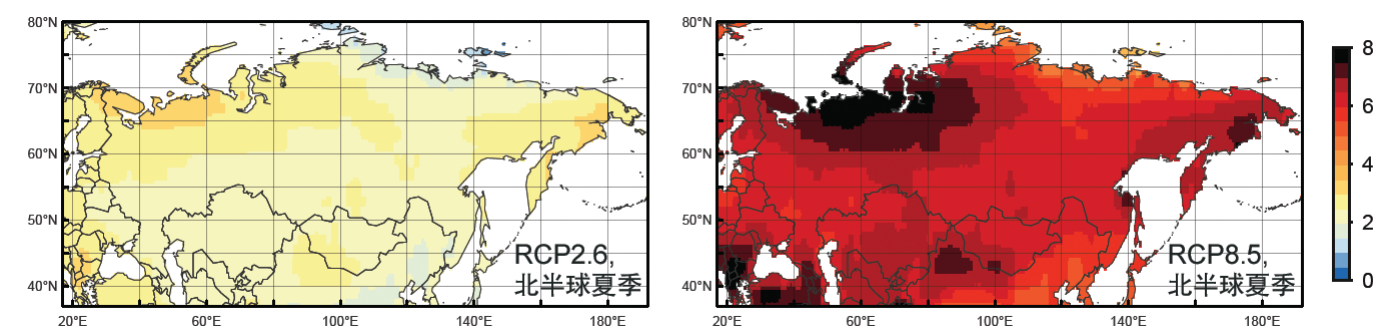


欧洲和中亚

欧洲和中亚地区涵盖了多种地貌，既有山区也有西巴尔干海岸，既有中亚广袤的平原又有俄罗斯的北方森林。在西巴尔干和中亚，当气温上升 4°C 时，酷热和可用水资源的减少便成为威胁。水资源减少的原因包括中亚冰川融化提前，水流出现时间的变化和西巴尔干地区旱灾风险的上升，这或将成为粮食减产、城市居民健康下降及产能水平下滑的诱因。例如，马其顿在全球升温 2°C 时，预计最多会损失 50% 的干粮、小麦、蔬菜和葡萄产量。多瑙河、萨瓦河和蒂萨河的洪灾风险预计略有上升，西巴尔干地区南部百年一遇的洪水事件可能会略有减少。到 21 世纪中叶，当气温上升 2°C 时，俄罗斯永冻层融化产生的甲烷排放量可能会上升 20 – 30%。



图 3.1：欧洲和中亚地区 6、7、8 月在 RCP2.6（全球升温 2°C，左图）和 RCP8.5（全球升温 4°C，右图）情况下的多模型平均温度异常状态图



2071-2099 年与 1951-1980 年相比以摄氏度为单位的温度均值异常。

3.1 地区概要

本报告所述欧洲和中亚地区包含中亚、西巴尔干和俄罗斯联邦的 12 个国家⁷。这一地区涵盖了多种地貌，既有山区也有西巴尔干海岸，既有中亚广袤的平原又有俄罗斯的北方森林。地区总人口为 2.26 亿；但人口分布不均，哈萨克斯坦每平方公里仅有 6 位居民而科索沃为每平方公里 166 人。城镇化率约为 50%。到 2050 年，俄罗斯和西巴尔干的人口预计会稍有下降，而中亚人口会大幅上升。

该地区之所以重要与其丰富的自然资源密不可分，这些资源包括天然气、石油储备、以及北方森林存储的碳（其开采和保持会影响全球的气候缓解目标）。由于地理位置和农业在该地区 GDP 中的份额相对较高，因此近年来年贫困率持续上升，此外不平等且相对落后的社会服务和基础设施，使该地区极易受到气候变化的影响。

从气候角度看，这一地区呈两极分化：随着全球升温接近 4°C，其南部变得更加干旱，东北部则更为湿润。升温导致西部旱灾风险上升，并给东部稳定的淡水供应提出了挑战，这里的降水变化将与冰川融化共同对河水流量的季节性产生影响。

3.1.1 地区气候变化的模式

3.1.1.1 气温

欧洲和中亚的升温预计将超越全球陆地升温的平均值。当全球升温 2°C 时，本世纪的多模平均升温与 1951-1980 年基期相比约上升 2.5°C。这种水平的升温将在本世纪中叶实现，但此后到世纪末会始终保持稳定。与之相对，在全球升温 4°C 的情况下，到本世纪末前夏季升温几乎呈线性，2100 年时本地区陆地的温度将比 1951-1980 年基线值高出 8.5°C 左右（图 3.1）。最显著的升温预计会出现在俄罗斯北部靠近巴伦支海的地区，黑海沿岸（包括巴尔干地区），中国北部和蒙古。在这些地区，如果到 2071-2099 年全球升温 2°C，则其夏季平均温度会上升 3.5°C 左右，如果全球升温 4°C，则其夏季平均温度约会上升 7.5°C。

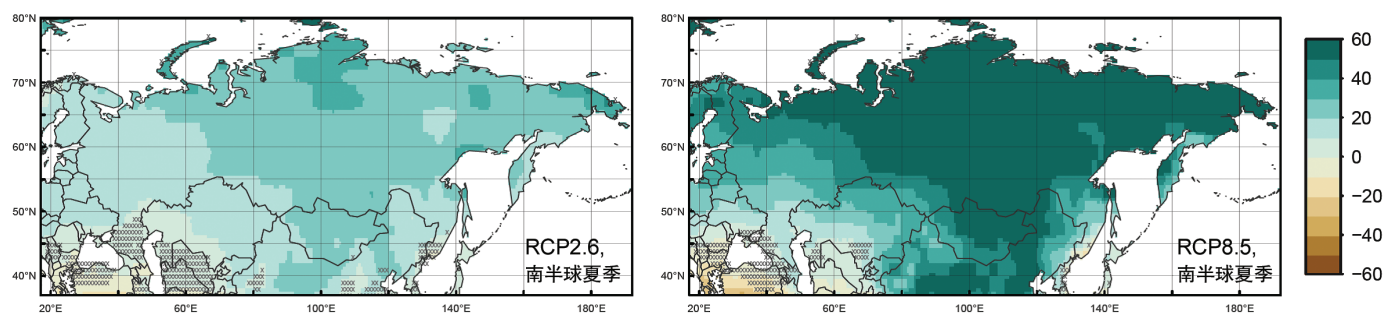
3.1.1.2 酷热

最明显的气候变化信号之一是黑海周边地区超乎寻常的酷热⁸（特别是巴尔干地区）。到 2100 年当全球升温 2°C 时，这一地区超出基线均值三个标准差的极其异常酷热，约占夏季时间的 20-30%，史无前例的酷热将占夏季的 5-10%。就整个地区而言，

⁷ 本报告所述欧洲和中亚地区包括以下国家：阿尔巴尼亚、波斯尼亚和黑塞哥维那、哈萨克斯坦、科索沃、吉尔吉斯共和国、马其顿、黑山、俄罗斯联邦、塞尔维亚、塔吉克斯坦、土库曼斯坦、乌兹别克斯坦、前南斯拉夫共和国。

⁸ 在本报告中，极其异常的酷热是指 3-sigma 事件，史无前例的异常是指 5-sigma 事件（参见附录 6.1）。

图 3.2: 2071-2099 年与 1951-1980 年相比欧洲和中亚在 RCP2.6 (全球升温 2°C) 和 RCP8.5 (全球升温 4°C) 情况下的干旱指数变化多模型平均值图



画叉的区域是指结果并不确定，五个模型中有两个或多个无法就变化趋势达成一致。请注意，负面变化是指变得更为干旱。⁹

到本世纪末全球升温 2°C 时，预计约有 15% 的陆地会遭受极其异常的酷热，而史无前例的酷热仍基本不会出现。与之相应的是，若到 2100 年全球升温 4°C，85% 的陆地会经历极其异常的酷热；55% 地区会出现史无前例的酷热。酷热将出现在北纬 50° 左右以南，从巴尔干地区一直延伸至日本。如果全球升温 2°C，北纬 50° 以南的热带之夜数量会增加 20-30 天，若全球升温 4°C，这一数量会增加 50-60 天。

3.1.1.3 降水

气候变化的基本概念是“旱者愈旱，湿者愈湿”，这对欧洲和中亚的气候估测而言尤为适用。东北地区（即西伯利亚）的相对湿润是最明显的信号，可能与暴风的路径相关。冬季和夏季期间的降水增加更为明显。

尽管极端降水事件总体呈下降趋势，但对全球升温 2°C 情况下巴尔干地区的区域和季节性预测仍无定论。然而，如果全球升温 4°C，则预计降水会减少 20-30%。尽管中亚国家的降水预测受到模式不确定性的严重影响，但该地区大强度降水的总体趋势低于全球平均值。

西伯利亚中东部地区预计将是强降水事件增量最多的地区之一。本地区 20 年一遇的降水预计会增加 30%，在全球升温 4°C 的情况下，基于 20 年参考期（1986-2005 年）做出的推测显示，到 21 世纪，此类极端降水的出现频率会降至五年一遇以下。全球升温 2°C 情况下的变化要弱很多（强度增加大于 10%，且为 10-15 年一遇）。

3.1.1.4 旱灾和干旱

在全球升温 2°C 的情况下，该地区受干旱困扰的面积将增加 5%；当全球升温 4°C 时，特干旱、干旱和半干旱的陆地面积将增加 30% 以上（图 3.2）。西巴尔干地区预计会出现更多的旱灾。虽然年度降水变化很小，但巴尔干地区和里海周边会因升温的干化作用变得更加干旱。

对未来旱灾的预测与气候变湿的总体趋势保持一致。有些预测甚至认为在全球升温 4°C 的情况下，东西伯利亚的旱灾风险会降低。然而对俄罗斯中东部的预测，未得出确定的结论。

3.1.2 地区海平面上升

这里考虑的欧洲和中亚地区国家（不包括俄罗斯）覆盖了相对较短的一段受海平面上升影响的海岸。2081-2100 年当全球升温 4°C 时，该地区海平面上升与 1986-2005 年的基线相比，预计平均会上升 0.52 米（0.37-0.9 米），2081-2100 年后，每年上升的速率为 10.1 毫米（5.9 -19.6 毫米/年）。这低于全球平均值。这一地区最易受伤害的地区之一为阿尔巴尼亚的马蹄河三角洲。里海的海平面与全球其它大洋完全隔离，到本世纪末预计会因蒸发下降 4.5 米。

⁹ 有些网格区域的数值明显低于其近邻（例如，秘鲁和玻利维亚的边境）。这是由于干旱指数被定义为年度总降水量与蒸散量之商（请参见附录 6.1）。因此，其表现绝非线性，各年之间的浮动可能很大。鉴于平均值的计算是基于相对少量的模型仿真，所以最终计算结果可能会出现上述地区性差异。

3.1.3 按类别和主题划分的影响

3.1.3.1 冰川和积雪

二十一世纪，冰川径流的增加预计将会持续。使用不同方案对不同地区的不同参考期做出预测，造成直接比对各种方案难度很高。但各种预测均认为，到 2100 年冰川将损失一半以上。储水量的损失意味着未来几十年径流的增加，而储量用完之后会出现明显的水量短缺。

冰川量和雪盖量变化的主要动力源自气温。预测显示，全球升温 2°C 时，中亚冰川大约会损失约 50% (31-66%)，全球升温 4°C 时，冰川会损失 67% 左右 (50-78%)。 1.1°C 以上的升温会造成巴尔干地区（阿尔巴尼亚阿尔卑斯山和黑山杜米托尔）的小冰川在几十年内消失。

3.1.3.2 水

在中亚，夏季植被尚存时的河水流量会降低，而冬天的径流可能会增加。该地区的气候变化很可能给径流的季节性造成影响，由于积雪融化提前，预计河流的最大流量会从夏季提前到春季。这可能会增加夏季的用水压力，特别是在不受监管的集水区。各河流每年的水量可能会大幅下降，至少到本世纪中叶冰川的消融会使中亚河流水流量明显下降。短期来看，冰川融化加剧将给河流带来更多水量，但在不久的将来冰川萎缩后，其缓冲效应将会消失。这种现象在阿姆河更为明显，因为其冰川融水份额要高于锡尔河。

有关西巴尔干国家可用河水径流的区域影响研究十分有限，大多数预测均是在范围更广的欧洲层面。特别是二十世纪 90 年代以来的区域水文信息尤为匮乏。到本世纪末，预计巴尔干地区夏季水资源的可用性会大幅下降。在巴尔干地区北部，春秋河水洪泛的风险可能会增大。全球研究的结果显示，当全球升温 4°C 时，西巴尔干的年度水量会大幅下降 45% 以上。

3.1.3.3 农业

中亚的农业高度依赖灌溉用水，气候变化给中亚和西巴尔干地区农业造成了巨大影响。不断变化的降水模式，主要河流盆地径流的减少以及温度的上升，将给可用水资源施加更大压力（与此同时，农业用水需求上升）。气温超均值时段的延长，将给

农作物造成高温方面的压力并导致植物产量下降。与此同时，旱灾很可能会加大吉尔吉斯共和国和哈萨克斯坦的荒漠化程度。

- **产出。**部分地区的紫花苜蓿、草地和小麦等农作物预计可能会增产。但总体结果显示，粮食产出呈下降之势。此外，气候变化可能提高温度带来的压力并改变河流的径流，但会降低长期的农产品产量。在西巴尔干地区，气候变化引发的旱灾出现频率的增加将给农业生产造成重大威胁；另一方面，暴雨和洪水频发也产生了同样的威胁。
- **牲畜。**温度上升和可用水资源的减少会给牲畜产量带来负面影响。中亚的牧草生长和再生率预计会出现下降。如果，饲养者增加牲畜的数量，则牧草还将面临过度放牧和退化的风险。在那些紫花苜蓿和草地生长可能会增加的地区（例如，乌兹别克斯坦），气候变化对牲畜生产的间接影响可能是积极的。
- **粮食安全。**中亚的农村人口面临的粮食安全风险尤为严重，近期就出现过直接的饥饿威胁。产量下降可能引发的食品价格上涨，将波及最贫穷的社会群体（即食品会耗尽其大部分收入的群体）。但是，可通过完善农业政策和制度及改进生产设施和技术的形式，提高该地区的农业生产率。最后，尽管进入国际粮食市场能够提高粮食安全并降低价格，但这一地区仍未很好的融入国际贸易网络。

3.1.3.4 人类健康

东欧和中亚已经出现了一些疾病和不利的卫生状况，且据预测上述状况将受到气温上升、降雨频率和强度提高以及旱灾的影响。但气候变化对疾病发生影响的不确定性，干扰了对未来趋势的肯定判断。总体而言，气温的升高会诱发更多的蜱传脑炎、蚊虫传染的疟疾和登革热。疟疾已在塔吉克斯坦流行；二十世纪 90 年代，又重新出现在乌兹别克斯坦、吉尔吉斯共和国和土库曼斯坦。此外，有证据表明西巴尔干地区出现登革热风险的概率在上升。

历史预测显示，气温升高和洪水等极端气象事件，可能会导饮用水污染、出现沙门氏菌病、霍乱、伤寒和痢疾。阿尔巴尼亚和西巴尔干的马其顿以及中亚的塔吉克斯坦和哈萨克斯坦

的提供的证据表明，与升温相关的中风和死亡率都有所增长。近年来塞尔维亚出现的严重洪水和塔吉克斯坦、乌兹别克斯坦和吉尔吉斯共和国山区的冰川爆发，加大了出现受伤和溺亡的风险。

3.1.3.5 能源

气候变化将给该地区的能源产业造成重大影响。随着人口的增长、目前以及将来的经济发展，中亚对电力的需求可能会相应上升。鉴于目前该地区仅开发了水电潜能的 8%，因此水电或将在中亚各国未来的能源构成中扮演重要角色。气候变化和冰川融化意味着可用于发电的总水量可能有所增加，但年内径流变化的新模式意味着夏天可用于发电的水量减少。水库管理和农业平均用水需求的变化，亦可能会给夏季能源供应造成不利影响。

由于河水温度和流量的变化，南欧和东欧的原子能和化石燃料工厂的产能或从 1971-2000 年的 6.3% 升至 2031-2060 年的 19%。此外，由于旱灾和超低河水流量出现的次数更为频繁，电力生产降低 90% 以上的平均天数预计将增加三倍；如果全球变暖 1.5°C，其数量将从每年 0.5 天（当前）升至 2031-2060 年的每年 1.5 天。降水减少导致的水力发电减产，将给满足西巴尔干地区不断增长的能源需求提出更严峻的挑战。

3.1.3.6 安全与移民

中亚气候变化影响的升级，造成人身安全、经济以及环境安全总体进一步下降。人口密集、农业高产的费尔干纳山谷因冰川湖爆发而暴露在灾难性的洪水和泥石流之下，存在重大安全隐患。

鉴于这些现象的复杂性以及现有数据库的低可靠性，特别是在环境问题（包括灾害）和环境引发的移民信息方面的明显不足，确定移民预测模式颇具挑战。

西巴尔干地区，特别是沿海各国，预计会感受到海平面上升和更高的气温；这可能会造成人口从沿海地区向更凉爽的山区迁移。西巴尔干地区的移民已使人口结构发生了剧变，随着人口老龄化带来的适应能力下降，这两项因素将共同推高该地区对气候变化的敏感度。

中亚的大多数人口居住在气候热点地区，这些地区极端气候事件的强度与频度预计均会上升（例如，森林火灾、热浪、洪水）。农村人口属于最易受伤害群体，因此预测估计该群体会出现农村向城市的人口迁徙。在男性迁徙到城市的同时，妇女一般负责在农村操持家务，所以更易受到伤害。虑及中亚的城镇化趋势，城市受灾的概率可能会上升。

3.1.3.7 俄罗斯联邦的森林

俄罗斯的森林覆盖了大片地区，不仅蕴藏着丰富的碳资源还包含大量植被。对未来的预测突出了产量（根据物种、地区和地点等的不同有升有降）和植被构成的变化，显然全球升温 4°C 要比升温 2°C 造成的影响更加强烈。物种构成向更具适应性的树种演进可能会缓解产量的损失，但这亦将导致森林结构和生物多样性的变化。

这一地区包括受永冻层影响的、富含碳和甲烷的大面积林区。通常，俄罗斯森林的碳、水和能源变化，可能会严重影响本地、区域和全球的森林资源可用性、生态系统的运转，碳储藏和生物多样性、甚至是对全球气候体系的反馈。研究的空白领域仍大量存在，例如火灾和虫灾给植被或碳储量造成的干扰，以及在生长条件、干扰特征和森林管理做法同时发生变化的情况下，气候变化会对森林生产力产生何种影响。

3.1.4 地区发展概述

专栏 3.1 介绍了该地区的主要气候风险。有关发展的记述是基于主要报告对气候变化影响的分析（请参见表 5.7，第 5.5 节）。气候变异和气候变化的升级，将通过改变水文积雪和冰川特征的方式，威胁这一地区的农业和能源生产。此外，气候变化与植被变化及火灾会的相互作用，会威胁到欧亚森林的生产力和碳储量。气候变化的影响将与该地区的“社会脆弱性模式”共同对主要发展趋势产生负面影响。

- 本世纪上半叶中亚的水资源预计会增加，随后便会出现下降，从而激化农业生产用水与发电用水间的矛盾。河流的丰水期从夏季移至春季，其负面影响是降低了作物生长关键期的可用水量。这一地区所有河流盆地的径流变化都会加剧。因此，

重点行业（例如，农业和能源）间以及上下游用户之间对水资源的抢夺会愈发激烈。到 2030 年，冰川融水对河水径流的贡献会导致径流量增加，部分抵消径流变化的影响。但到本世纪下半叶，河流盆地和山区部分由融水提供的径流量可能会大幅下降。人口增长带来的水和能源需求增加，将给稀缺资源造成更大压力。完善灌溉用水管理，提高灌溉基础设施建设效率，推动农业制度和技术进步，整合跨流域河流管理，提供农业以外的其它就业机会，可平衡上述环境变化造成的负面影响。

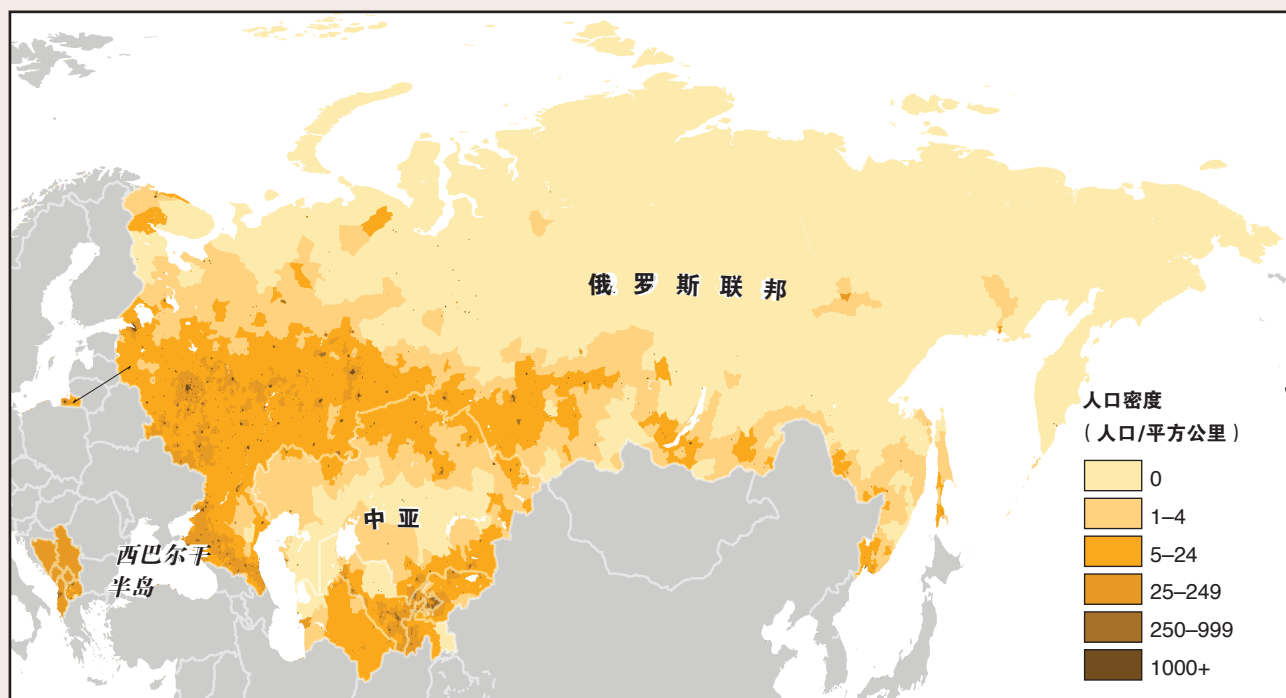
- **西巴尔干的极端气候给农业系统、能源和人类健康造成了重大威胁。**西巴尔干地区的气候变化主要会影响依赖降雨的农业生产以及依赖农业收入的大量人口。但预测显示，部分地区的灌溉作物产量会上升（例如，C4 夏季作物和塞尔维亚的块茎作物）。升温、旱灾和河水流量异常可能给能源生产

提出更大挑战。近期的洪水和山体滑坡印证了极端天气给人类健康和福祉造成的威胁。此外，该地区的气候条件愈来愈适合登革热和其它病媒传播疾病的流行。

- **俄罗斯永冻层和北方森林对气候变化做出的响应，给木材生产和全球碳储量造成了影响。**温度升高给该地区带来的碳通量变化，降水模式的改变，以及与森林和永冻区干扰机制的互动，可能会产生深远的影响 – 影响到全球的碳储量和北半球的反照率。气候变化可能提升部分树种的产量，但热浪和供水压力的增大，火灾、树木害虫和疾病的增多，足以抵消任何积极因素。完善森林管理和可持续的木材利用，对以可持续、有远见的方式管理俄罗斯森林生态系统（包括弥补重大研究空白）而言，至关重要。

专栏 3.2 概要介绍了预计气候变化将给该地区主要行业带来的影响。

专栏 3.1：在 2100 年相比前工业时代升温 4°C 的背景下，欧洲和中亚地区面临的部分气候风险



西巴尔干半岛

旱灾、异常酷热和洪涝增加。农业、人类健康和水电稳定性面临很大风险。

人类健康、粮食和能源安全面临风险。

中亚

冰川融量增加致使河水径流发生改变。风险包括冰川湖溃决、洪涝和季节性用水短缺。农业和能源生产用水需求增加导致争夺水资源的矛盾激化。

城市贫困人口面临风险，特别是粮食价格上涨对妇女儿童(但也对城市穷人)产生不利影响。疾病传播范围扩大、热浪和洪水对人类健康造成风险。

俄罗斯寒温带森林

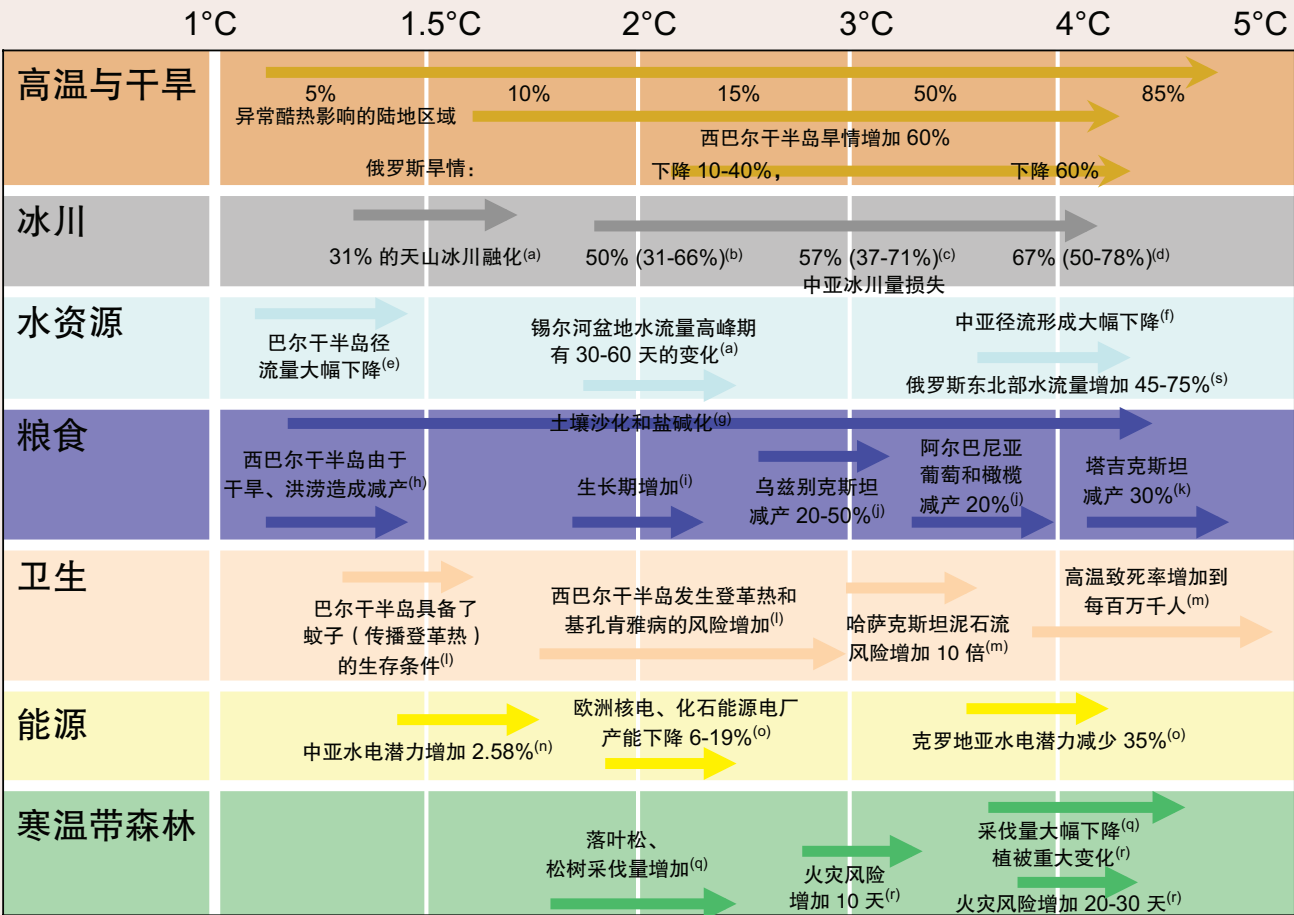
由于异常酷热天气和年降水量增加，森林火灾和病虫害爆发的风险加大，从而导致树木死亡和森林生产力下降。森林线可能北移，物种构成发生变化。永冻层面临融化及释放甲烷风险。

木材生产、生态系统服务(包括碳捕获)面临风险，释放大量碳、甲烷的风险。

数据来源：哥伦比亚大学国际地球科学信息网中心；联合国粮农计划署；国际热带农业中心 - (2005)。Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3): Population Count Grid. Palisades, NY: NASA 社会经济数据应用中心 (SEDAC)。本地图由世界银行地图设计部门重制。地图中的疆界、颜色、名称和其他资料，并不代表世界银行集团对任何地区的法律地位的看法，也不意味着对这些疆界的认可和接受。

专栏 3.2：气候变化对欧洲和中亚地区重要部门的预期影响

升温水平相对工业化前的气温而言。此处显示的影响只是总报告表 5.7 中总结的部分数据。图中箭头仅指示基础研究中评估的升温幅度，除非明确说明，否则并不意味着风险级别。另外，主要研究中未涉及较低或较高升温幅度已观测到或正发生的影响（如已观测到天山冰川融量增加，但本研究不评估已观测到的影响），此图没有显示。尽管适应措施对于缓解气候至关重要，但本报告并未进行相关评估。图的布局从 Parry (2010) 借鉴改编。小写的上标字母指每种影响的相关参考资料。¹² 如果没有字母，说明结果基于本报告的补充分析。



¹⁰ (a) Siegfried et al. (2012); (b) Marzeion et al. (2012); (c) Marzeion et al. (2012); Giesen and Oerlemans (2013); Radic et al (2013); (d) Marzeion et al. (2012); Giesen and Oerlemans (2013); Radic et al (2013); (e) Dimkic and Despotovic (2012); (f) Hagg et al. (2013); (g) Thurmman (2011); World Bank (2013f); World Bank (2013d); World Bank (2013a); (h) Maslac (2012); UNDP (2014); (i) Sutton et al. (2013a); Sommer et al. (2013); (j) Sutton et al. (2013a); (k) World Bank (2013m); (l) Caminade et al. (2012); (m) BMU and WHO-Europe (2009); (n) Hamududu and Killingtveit (2012); (o) van Vilet et al. (2012); (p) Pasicko et al. (2012); (q) Lutz et al. (2013b); (r) Tchebakova et al. (2009); (s) Schewe et al. (2013).

缩略语表

°C	摄氏度	IEA	国际能源署
\$	美元	IPCC	政府间气候变化专门委员会
AI	干旱度指数	ISI-MIP	部门间影响模式比较计划
AOGCM	大气海洋环流模型	ITCZ	热带辐合带
AR4	政府间气候变化专门委员会第四次评估报告	JJA	六月、七月和八月(北半球的夏季,也称为北方夏季)
AR5	政府间气候变化专门委员会第五次评估报告	LAC	拉丁美洲和加勒比
BAU	一切照旧	LDC	最不发达国家
CaCO ₃	碳酸钙	MAGICC	温室气体引发气候变化的评估模型
CAT	气候追踪系统	MCMA	墨西哥城大都会区
CMIP5	耦合模式比较计划第 5 期	MENA	中东和北非
CO ₂	二氧化碳	MGIC	山地冰川和冰帽
DGVM	动态全球植被模型	NAO	北大西洋涛动
DIVA	动态交互脆弱性评估	NDVI	归一化差异植被指数(作为衡量地面总初级生产量的指标)
DJF	十二月一月二月(北半球冬季)	NH	北半球
ECA	欧洲和中亚	NPP	净初级生产量
ECS	气候平衡敏感性	OECD	经济合作与发展组织
ENSO	厄尔尼诺现象 / 南方涛动	PDSI	帕默尔干旱指数
FAO	粮农组织	PgC	10 亿吨碳(1 PgC = 10 亿吨碳)
FPU	食品生产单位	ppm	百万分之一
GCM	大气环流模型	PPP	购买力平价(基于通常以美元计价的一篮子基本商品的价格计算的货币加权值)
GDP	国内生产总值	RCM	区域气候模式
GFDRR	全球减灾和灾后恢复机制	RCP	典型浓度路径
GLOF	冰川湖溃决洪水	SCM	简单气候模型
HCS	洪堡洋流		
IAM	综合评估模型		

SLR	海平面上升	UNEP	联合国环境规划署
SRES IPCC	IPCC 关于各种排放预测的特别报告	UNFCCC	联合国气候变化框架公约
SREX IPCC	IPCC 关于管理极端事件和灾害风险， 加快适应气候变化的特别报告	UNHCR	联合国难民事务高级专员
TgC	百万吨碳（1 TgC = 1 百万吨碳）	USAID	美国国际开发署
UNCCD	联合国防治荒漠化公约	WBG	世界银行集团
UNDP	联合国开发计划署	WGI	第一工作组（另第二工作组，第三工作组）
		WHO	世界卫生组织

术语表

C3/C4 植物：指两类光合作用的生化途径。C3 植物包括地球上超过 85% 的植物（例如大多数树木、小麦、水稻、山药和土豆），这些植物适应湿润条件和大气中二氧化碳浓度的上升。C4 植物（例如大草原的草类、玉米、高粱、黍和甘蔗）属于对水和能量需求较低的作物，在干热条件下的表现胜过 C3 植物。

IPCC AR4, AR5：政府间气候变化专业委员会 (IPCC) 是全球气候变化评估的主导机构。该委员会由全球上百名科学家组成，定期发表评估报告，全面介绍有关气候变化的最新科学、技术和经济社会信息及其可能产生的影响。第四次评估报告 (AR4) 于 2007 年发表。第五次评估报告 (AR5) 于 2013/2014 年发布。

RCP2.6：RCP2.6 是一种旨在将全球平均升温控制在高于工业革命前温度 2°C 以下的典型气候缓解情景模式。IPCC 第五次评估报告评估的多项研究均采用了这一排放路径，亦是本报告其它部分在影响评估中采用的一种低水平排放情景模式。本报告将 RCP2.6 称为“升温 2°C 的世界”（海平面上升不包括在内，此方面使用的子模型实际指向升温 1.5°C 的世界，参见专栏 2.1，本报告对升温水平和基线期间的定义）。

RCP8.5：RCP8.5 是一种无气候政策基线且温室气体排放水平相对较高情景模式，IPCC 第五次评估报告 (AR5) 评估的多项研究均有使用，亦是本报告其它部分在影响评估中采用的高水平排放情景模式。本报告将 RCP8.5 称为“比工业革命前升温 4°C 的世界”。

超干旱：指干旱度指数 (AI) 非常低的陆地区域，通常是大沙漠。目前没有关于超干旱的统一标准，本报告将 0 至 0.05 间的数值定义为超干旱。

大气环流模型 (GCM)：最先进的气候变化预测模型，用于预测因温室气体浓度上升、气溶胶以及外力作用（例如太阳活动变化和火山喷发）造成的气候变化。这些模型包括全球三维网格中大气、海洋、冰冻圈和陆地表面各种物理过程的数学表达式，其典型水平分辨率为 100 至 300 公里。

导致气候临界点因素：根据 Lenton et al. (2008)，导致气候临界点的因素指地球系统的大规模组成部分可能过了临界点。临界点“通常指关键的阈值点，此时微小的干扰就可能改变一个系统状态或发展的性质” (Lenton et al. 2008)。这种变化很可能给社会和生态系统带来严重后果。

第一工作组，第二工作组，第三工作组 (WGI, WGII, WGIII)：IPCC 第一工作组研究物理科学层面的气候系统和气候变化。IPCC 第二工作组研究社会经济和自然系统对气候变化的脆弱性，气候变化的利弊，以及适应气候变化的方案。IPCC 第三工作组研究减缓气候变化的办法，包括限制或防止温室气体排放，或去除大气中温室气体的增益活动。

典型浓度路径：典型浓度路径 (RCP) 以一批精选情景模式为基础，致力于研究综合评估建模、气候建模，以及影响的建模与分析。此项工作列举了大量新经济数据、新兴技术信息，以及环境因素的观测结果，例如土地使用和地面覆盖的变化。RCP 并非通过详细的社会经济事例推导出排放状态，而是将辐射效应（主要因大气构成变化造成大气层进出辐射发生改变）做为气候建模的唯一输入内容。辐射效应轨迹与某一种社会经济或排放水平无关，而是经济、技术、人口、政策和制度等多方面因素的综合产物。RCP2.6、RCP4.5、RCP6 和 RCP 8.5 指 2100 年相对于工业化前条件的辐射效应分别为 $+2.6 \text{ W/m}^2$ 、 $+4.5 \text{ W/m}^2$ 、 $+6 \text{ W/m}^2$ 和 $+8.5 \text{ W/m}^2$ 。

二氧化碳施肥效应：指空气中二氧化碳含量增加对植物生长的影响。该效应主要能够提高 C3 植物的光合作用水平，提升水分利用效率，进而提高谷物质量和 / 或数量。此效应可在一定程度上抵消气候变化导致作物减产的不利影响，但粮食的蛋白质水平会下降。长期影响尚不确定，因为这些影响与二氧化碳上升给生物带来的长期生理影响，以及包括土壤营养成分、水和光照在内的多项其它限制因素息息相关。（另参见专栏 2.4 了解二氧化碳施肥效应与作物生产力的关系。）

发展影响概述：发展影响概述强调气候变化对地区发展的影响。《降低热度》系列研究，尤其是本份报告沿着不同叙述线讨论了气候变化对特别脆弱群体的潜在影响，即所谓的发展影响概述。我们与世界银行各地区的专家密切合作，撰写了每个地区的发展影响概述。这些概述综合分析了气候变化对各区域及整个地区的跨部门影响，以及对发展的影响。此外，通过把物理和生物物理影响的科学证据运用到发展领域，凸显潜在风险和机遇的特征，发展影响概述显示了科学如何与政策结合，进而令本报告更为充实有益。

干旱度指数 (AI)：干旱度指数用于确定结构性干旱地区，也即长期平均降水量存在赤字的地区。AI 等于年度降水总量除以潜在的蒸发蒸腾量，后者用于衡量典型农作物在当地温度、入射辐射和风速等综合作用下一年生长所需的用水量，是一种标准化水需求测量方式。

工业化前的水平（目前已升温 0.8°C 的含义）：指工业化前 / 之初的空气温度。仪表测量的地表温度记录显示，1986–2005 年间全球 20 年平均地表气温比 1851–1879 年的平均值上升了 0.6°C 。但是，数据中各年之间存在着很大变化和不确定性。此外，1986–2005 这 20 年间的平均温度上升，并不一定与当今的升温情况相同。从 1901 至 2010 年的线性趋势不难看出，从“工业化早期”到现在，地球升温了 0.8°C 。自 1850 年起，人们就开始用仪表测量记录全球地表平均气温。早期测量站的数量较少，但将随着时间的推移测量站的规模快速扩大。1850 至 1900 年间，工业化已然兴起。因此将 1851–1879 年作为基本区间，或将 1901 年作为线性趋势分析的起点，可能会导致对当前和未来变暖形势的低估。但在十九世纪末，全球温室气体排放规模不大，因而此前温度重建的不确定性较高。

购买力平价国内生产总值 (GDP PPP)：用基于购买力平价的国内生产总值除以人口计算得出。请注意：经合组织 (OECD) 国家的购买力平价估测相当可靠，但发展中国家的 PPP 估算往往采用粗略的近似值。

关于各种排放预测的特别报告 (SRES)：IPCC 在 2000 年发布关于各种排放预测的特别报告，介绍了政府间气候变化专门委员会第四次评估报告 (AR4) 对气候变化做出的预测。预测内容并不包括气候缓解预设。研究对 40 种情景模式分别加以考量，每种均就未来温室气体排放的推动因素做出了不同假设。依据排放水平的巨大差异，分成四类情景模式 (A1FI、A2、B1 和 B2)。

关于管理极端事件和灾害风险，加快适应气候变化的特别报告 (SREX)：IPCC 于 2012 年发布关于管理极端事件和灾害风险，加快适应气候变化的特别报告，其中对决定气候灾害脆弱性的物理和社会因素做出评估，并阐述了如何有效管理灾害风险。

国内生产总值 (GDP)：是指某经济体所有常住生产者产出的总价值，其中包括产品税但要扣除产品价值中不包括的补贴。计算中未扣除制造资产折旧或自然资源枯竭和退化等因素。

跨行业影响模型对比计划 (ISI-MIP)：首个跨行业影响模型对比计划 (ISI-MIP) 是一种社区驱动型建模计划，在新制定的气候典型浓度路径和社会经济方案的基础上，开展跨行业的全球

影响评估。五大行业（农业、水资源、生物群落、卫生和基础设施）的 30 多个模型参加了此次建模演练。

耦合模式比较计划第 5 期 (CMIP5)：该项目聚集了 20 个最先进的全球环流模式研究组，生成了大量可供对比的气候预测数据。本项目为协调气候变化实验提供了一个框架，其中包括为 IPCC 的 AR5 评估开展模拟实验。

气候追踪系统 (CAT)：指一项独立的科学评估系统，用于跟踪各国对排放承诺的遵守情况和采取的行动。根据本评估对未来排放做出的预测，可用来分析当前政策可能导致的升温情景：
(i) CAT 参照一切照旧假设：假设一切照旧，其内容包括现行政策，但并不包括减排承诺；
(ii) CAT 现有承诺：把各国现行国际减排承诺也包括在内的情景。

生物群落：生物群落是指由不同植物和动物种群构成的大片地理区域，是动植物有限的主要栖息地之一，其分类依据是气候和主要植被类型。生物群落包括草原、沙漠、常绿或落叶森林和苔原等。每个广义的生物群落都存在许多不同的生态系统，依存于生物群落特定范围内的气候和环境条件。

虚拟水：衡量农产品生产所用水资源的办法。因此农产品的国际贸易意味着虚拟水内含在产品中转移到另一国家。

严重和极端：描述不常见的（负面）影响。这两个术语通常与有具体量化含义的限定词如“异常”或“史无前例”有关。

异常和史无前例：本报告提及的“异常酷热和史无前例酷热”根据当前地区气候的历史变化确定的阈值而定义。阈值的绝对值取决于基准期间（1951–1980 年）的自然年度变化，以标准差（西格玛）表示。异常酷热被定义为 3– 西格玛事件。在正态分布的情况下，3– 西格玛事件的复现时间为 740 年。2012 年美国的热浪和 2010 年俄罗斯的热浪被归类为 3– 西格玛事件。史无前例的酷热被定义为 5– 西格玛事件，复现时间为数百万年。月度温度数据并不一定呈正态分布（例如，分布可能存在长尾，造成更高的升温概率），复现时间可能与正态分布预测不同。不管怎样，对于重要生态系统和人类基础设施而言，迄今为止 3– 西格玛事件极不可能发生，5– 西格玛事件基本从未发生过。

