



经济及社会理事会

Distr.: General
27 January 2025
Chinese
Original: English

公共行政专家委员会

第二十四届会议

2025 年 4 月 7 日至 11 日，纽约

临时议程* 项目 9

利用在建立强有力的气候行动机构和治理方面
取得的关键进展，重点关注清洁能源转型

极端高温的有效治理：将制度框架与能源转型相结合

秘书处的说明

秘书处谨向公共行政专家委员会转递委员会成员 Linda Bilmes 和 Mauricio Rodas 与委员会其他成员 Yamini Aiyar、Soonae Park、Aminata Touré 和 Lan Xue 合作编写的文件。

* E/C.16/2025/1。



极端高温的有效治理：将制度框架与能源转型相结合

摘要

2024 年是有记录以来最热的一年，气候变化导致的极端高温影响了全球数十亿人口和经济。发展中国家和弱势群体受到的影响尤为严重，面临掉队的风险。在本文中，作者探讨了极端高温对公共健康、经济和生态系统构成的重大威胁，以及极端高温与清洁能源转型之间的联系，极端高温增加了降温需求，对可再生能源系统的运转和扩大产生了负面影响。

作者强调了强有力的机构和健全的治理结构在应对极端高温和推进清洁能源转型双重挑战中发挥的重要作用。作者探讨了具体的减缓和适应战略，例如制定可纳入更广泛气候行动计划的国家降温和高温行动计划。本文还讨论了促进全球合作、政策一致性、部门间协调、数据与监测以及获取气候融资的重要性。

作者最后提出了一系列建议，旨在减轻极端高温的影响，同时促进清洁能源转型，并在各个层面建立复原力，更大的目标是保护人民和经济，在建立强有力气候行动制度的同时不让任何一个人掉队。

一. 背景

1. 气候变化导致全球气温上升，极端高温造成的全球性挑战日益严峻，对公众健康、经济和生态系统构成严重威胁。气温升高和持续热浪加剧了健康风险，不成比例地影响着弱势群体，包括儿童、老年人和已有疾病个人。此外，极端高温事件危及粮食安全，加深社会经济不平等，并使能源系统紧张，因为不断增长的降温需求对电网稳定性和纳入可再生能源构成挑战。这凸显了采取行动和建立稳健综合治理框架的迫切需求。

2. 极端高温事件是指长时间温度过高，明显超过一年中特定地区或时间的平均温度。通常使用每日最高气温、高温指数或与历史气温标准的偏差等指标来计算极端高温事件。当夜间温度持续很高时，由于高温得不到缓解，极端高温事件尤为危险。政府间气候变化专门委员会认为，极端高温是气候变化最明显的影响之一，主要是由全球变暖造成的。

3. 人类活动导致的温室气体排放大幅提高了全球气温，加剧了热浪的频率和严重性。¹ 大气环流的变化，包括喷射气流和高压系统的变化，因为将热量长时间困在特定区域上空，也会导致极端高温。² 此外，森林砍伐等土地使用变化减少了蒸发蒸腾，而蒸发蒸腾是一种自然降温机制，所以这种变化使局部温度进一步升高。³ 大自然的气候多变性，如厄尔尼诺/南方涛动，也可能因为改变全球天气模式而加剧极端高温事件。⁴

4. 2024 年，全球平均气温打破纪录，超过自 1850 年开始测量以来最热的 2023 年。全球气温首次比工业化前水平高出 1.5°C，这是 2015 年《巴黎协定》设定的重要临界值。令人担忧的是，有记录以来最热的 10 个年份都出现在过去十年 (2014 至 2023 年)。自 1850 年以来，地球的温度上升了约 2°F。⁵ 2024 年 8 月，近 41 亿人，约占世界人口的一半，经历了异常高温。⁶

5. 作为回应，秘书长发起了极端高温行动呼吁，敦促各国优先保护弱势群体和工人，并利用数据和科学提高经济和社会复原力，同时通过逐步淘汰化石燃料和扩大对可再生能源的投资，将全球暖化控制在 1.5°C 以内。

¹ 政府间气候变化专门委员会，《2021 年气候变化：自然科学基础——第一工作组对政府间气候变化专门委员会第六次评估报告的贡献》(剑桥大学出版社，2021 年，剑桥)。

² Dim Coumou and Stefan Rahmstorf, “A decade of weather extremes”, *Nature Climate Change*, vol. 2 (July 2012).

³ Gordon B. Bonan, “Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests”, *Science*, vol. 320, No. 5882 (2008).

⁴ United States of America, National Oceanic and Atmospheric Administration, “Global climate report: annual 2024”, available at www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global.

⁵ 同上。

⁶ Climate Central, “People exposed to climate change: June–August 2024”, 18 September 2024.

6. 世界气象组织警告说，极端高温事件将变得更加频繁、强烈且持久，预计这一趋势将至少持续到 2060 年。⁷ 根据科学评估，2024 年经历的热浪不再是例外，预计将在未来加剧，变得更加频繁且持久。

7. 展望未来，需要采取多层级有效治理，将地方、国家和国际战略相结合，以应对极端高温。这些层级的协调对于确保协调一致、最大限度提高资源效率和促进公平实行气候适应措施至关重要。同样重要的是，要考虑极端高温与清洁能源转型之间的联系，极端高温会增加降温需求，并对可再生能源系统的运转和整合产生负面影响。

8. 在本文中，作者探讨了在向可持续能源系统过渡背景下应对极端高温的制度性措施，强调需要建立治理结构，将缓解和适应战略相结合。作者借鉴了各种报告、案例研究和最佳实践，强调了在实施应对极端高温事件的高效战略和政策的同时，必须加强能源复原力、推广可再生能源、促进政府间对话、调动气候资金、让不同部门的利益攸关方参与。作者提出了加强治理框架的建议，旨在促进制定有韧性、公平和可持续的应对措施，以应对气候变化和极端高温在不断变暖的世界中构成的日益重大挑战。

二. 极端高温事件的影响

对人类健康的影响

9. 极端高温常常被称为“无声杀手”，对全球公共卫生构成严重威胁，因为其影响不会立即显现，但会产生累积影响，对最弱势群体造成不成比例的影响。到 2070 年，估计将有 35 亿人受到极端高温的严重影响，其中 16 亿人居住在城市地区。⁸ 在 9 个国家进行的一项研究表明，仅在 2019 年就有 35.6 万人的死亡与极端高温有关。⁹ 因此，迫切需要应对与气温上升相关的风险，特别是因为极端高温的致命性已经超过飓风、洪水和干旱等所有其他气候相关威胁的总和。

10. 极端高温最初会引起轻微症状，如头晕和疲劳，但长时间暴露会导致更严重病症，如中暑，这是一种可能会致命的医疗紧急情况。因为这一过程是渐进的，所以早期识别风险具有挑战性，往往导致准备不足和缺乏预防措施。此外，极端高温会加剧既有的健康问题，导致糖尿病患者心脏病发作、呼吸衰竭和并发症，进而增加与高温有关的发病率和死亡率。许多此类严重症状可能不会直接归因于高温，导致人们低估其对人类健康的影响。

⁷ 世界气象组织，《2023 年全球气候状况》(2024 年，日内瓦)。

⁸ Chi Xu and others, “Future of the human climate niche”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 117, No. 21 (2020).

⁹ Katrin G. Burkart and others, “Estimating the cause-specific relative risks of non-optimal temperature on daily mortality: a two-part modelling approach applied to the Global Burden of Disease Study”, *The Lancet*, vol. 398, No. 10301 (2021).

11. 包括移民在内的经济弱势群体面临的高温相关疾病和死亡风险格外严重。他们的脆弱性加剧是由各种因素造成的，例如住房不符合标准，空调使用受限，以及从事体力劳动和废物收集等职业，因为那些职业需要长时间暴露在极端高温下。¹⁰

12. 据世界卫生组织(世卫组织)称，热浪和洪水等极端天气事件也会直接影响疾病的传播和发病率。此外，气候变化及其影响，特别是热浪和湿度，改变了疟疾病媒按蚊的行为，提高了其存活率。¹¹ 在极端高温条件下，城市成为“热岛”，因为城市的温度明显高于周围的农村地区，主要原因是建成环境从建筑物、道路和其他不透水表面捕获热量，造成潜在危险热浪，增加居民的健康风险。这就是所谓的城市热岛效应。

经济和基础设施影响

13. 极端高温对劳动生产率、城市基础设施和关键经济活动产生深远影响。极端高温加剧了社会和经济不平等，对弱势群体造成了不成比例的影响，并且由于对公共服务的需求增加和医疗成本上升，给社区带来了巨大的经济压力。

14. 国际劳工组织(劳工组织)报告说，全世界至少有 24.1 亿工人(占劳动人口的 71%)暴露在过热环境中，每年造成 2 285 万人受伤，18 970 人死亡。¹² 到 2050 年，城市极端高温预计将使全球炎热月份的劳动力减少 20%。¹³ 仅在 2020 年，全球就因极端高温损失了 2 950 亿个工作小时。¹⁴ 在美利坚合众国，相关的劳动生产力损失到 2030 年可能会增加一倍，达到近 2 000 亿美元，到本世纪中叶将达到 5 000 亿美元。¹⁵

15. 农业、建筑业、制造业和旅游业等关键部门特别容易受到极端高温的影响。例如，在农业方面，极端高温会大幅减少玉米、大豆和小麦等主食作物的产量，预计到 2030 年，美国的年损失将从 7.2 亿美元增加到 17 亿美元，威胁到粮食安全和出口能力。¹⁶ 在印度，热浪使小麦产量大幅减少，研究表明，气温

¹⁰ 例如见 Matthew F. Chersich and Caradee Y. Wright, “Climate change adaptation in South Africa: a case study on the role of the health sector”, *Globalization and Health*, vol. 15, No. 22 (2019)。

¹¹ 世卫组织，《2023 年世界疟疾报告》(2023 年，日内瓦)。

¹² Andreas Flouris 等人编，《工作场所高温：对安全与健康的影响——科学、政策和实践的全球审查》(劳工组织，2024 年，日内瓦)。

¹³ David Dodman and others, “Cities, settlements and key infrastructure”, in *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability – Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Hans-Otto Pörtner and others, eds. (Cambridge, Cambridge University Press, 2022)。

¹⁴ Sustainable Energy for All, *Chilling Prospects: Tracking Sustainable Cooling for All* (2022)。

¹⁵ Adrienne Arsht-Rockefeller Foundation Resilience Centre, *Extreme Heat: The Economic and Social Consequences for the United States* (2021)。

¹⁶ 同上。

仅上升 1 摄氏度就可能导致产量下降 4%至 5%。¹⁷ 与气候变化有关的降雨模式不稳定，进一步加剧了这些农业影响，危及数百万以农业为生的人的生计。政府间气候变化专门委员会警告说，主要作物种植地区有可能出现作物歉收，进而可能导致粮食价格上涨，并增加脆弱社区发生饥荒的风险。预测表明，如果不作出重大减缓努力，到 2050 年，某些区域的全球粮食产量可能下降多达 30%，从而加剧贫困和饥饿问题。¹⁸

16. 此外，城市基础设施往往没有能力应对极端高温不断加剧的影响。道路、输电线和建筑物出现结构性损坏和系统故障，而能源基础设施则难以满足热浪期间日益增长的空调需求。高温引发的基础设施故障可能对健康和经济活动产生连锁反应，特别是在已遭受城市热岛效应困扰的城市地区。

环境影响

17. 极端高温对生态系统、自然资源以及空气和水的质量有深远影响。例如，极端高温消耗土壤水分，增加干旱和野火的风险，并对陆地生态系统造成严重压力，从而威胁到生物多样性，破坏生态平衡。极端热浪导致海洋变暖，这可能严重破坏海洋生态系统，影响渔业，珊瑚礁和其他海洋生物，同时可能会影响天气模式，如飓风的强度。¹⁹

18. 由于极端高温，水资源将面临巨大压力，特别是在易遭旱灾地区。据联合国儿童基金会(儿基会)称，包括 4.5 亿儿童在内的 14.2 亿人已经生活在水资源高度脆弱或极其脆弱的地区。淡水占世界水资源的不到 3%，而且日渐稀少。由于气温升高，全球各地区正经历着更加频繁而严重的干旱，导致对水资源的竞争加剧。²⁰ 这也可能导致冲突，迫使社区进行调整以适应不断变化的环境条件。此外，这一趋势对淡水生态系统造成压力，提高了盐度，对水生生物产生不利影响。

19. 极端高温增加地表臭氧的形成，对空气质量产生负面影响，臭氧是一种会加剧呼吸系统疾病和其他健康问题的污染物。在洛杉矶和北京等城市环境中，高温催化了导致臭氧烟雾的化学反应，使数百万居民处于危险之中。

极端高温对非洲的影响

20. 最近全球气温上升对非洲构成严重威胁，影响到其本已脆弱和不足的水电基础设施。根据世界气象组织的报告，²¹ 许多非洲城市的基础设施都面临着城市人口不断增长和服务不足的问题，无法迅速适应极端天气条件或充分应对急

¹⁷ Ridhima Gupta, E. Somanathan and Sagnik Dey, “Global warming and local air pollution have reduced wheat yields in India”, *Climate Change*, vol. 140 (2017).

¹⁸ 政府间气候变化专门委员会，《2021 年气候变化：物理科学基础》。

¹⁹ Alex Sen Gupta and others, “Drivers and impacts of the most extreme marine heatwave events”, *Scientific Reports*, vol. 10, No. 19359 (2020).

²⁰ 儿基会，“重新构想水卫项目：人人享有水安全”，2021 年 3 月。

²¹ 世界气象组织，《2021 年非洲气候状况》(2022 年，日内瓦)。

剧增加的降温和用水需求。例如，在开普敦，2018 年的热浪暴露了该市能源基础设施的严重脆弱性，突出了与年龄有关的缺陷和应对极端天气事件的能力不足。加强这类基础设施需要大量投资，这在资源有限的情况下是一项艰巨的挑战，因为预算限制往往阻碍发展努力。

21. 非洲的农业生产力和劳动力特别容易受到极端高温的影响。在撒哈拉以南非洲进行的一项研究表明，气温上升已经导致关键主食作物产量大幅下降。²² 工人的热压力增加还导致对数百万人生计至关重要的农业部门的生产力和经济产出下降。其结果是，依赖这些部门的地区的粮食供应减少，造成困扰许多非洲国家的贫困和粮食短缺恶性循环。

22. 极端高温加剧了干旱状况的恶化，造成整个非洲大陆的粮食不安全，导致价格上涨和饮食摄入量减少，主要影响到较贫困的人口。据联合国粮食及农业组织称，未来几十年，由高温引发的干旱预计将增加，导致粮食价格大幅上涨，营养食品的总体供应减少。²³

23. 极端高温对供水和水质的影响同样严重，热浪加剧了现有的缺水问题。在极端气温期间，对饮用水、冷却水和灌溉水的需求急剧增加，但供应却减少。研究表明，在严重的高温事件期间，非洲许多地区的水源加速枯竭，导致饮用水质量不佳，供应不足。²⁴

三. 极端高温与能源转型之间的联系

24. 极端高温的主要后果之一是，由于对降温的需求增加，包括对空调、风扇、通风系统、蒸发制冷设备、热泵、冰箱和其他设备的需求增加，用电量大幅增加。随着气温的升高，空调和其他降温设备需要更多的能源来运行，因为它们需要加大马力运作，以保持室内凉爽的温度，而且运作效率也会降低，从而进一步推高了用电量。在许多国家普遍存在的隔热性能差的建筑物中，这使情况更加严重。

25. 这种需求的激增可能会使电网紧张，并造成停电、电力短缺和电网不稳定的风险。通常情况下，电力需求高峰出现在一天中最热的时段，这会使电网负荷达到极限。大多数电网是几十年前建造的，其设计无法承受如此长时间的高需求。极端温度会导致电线下垂，降低其承载能力和效率。极端温度还会对变压器和其他设备造成压力，从而缩短其使用寿命。

26. 为解决这些问题，大韩民国根据韩国电力公司管理的紧急节电需求应对方案，向包括企业和教育机构在内的大型电力消费者提供财政奖励，鼓励他们在

²² Diogo Baptista 等人，《撒哈拉以南非洲的气候变化和长期粮食不安全》，(国际货币基金组织，2022 年，华盛顿特区)。

²³ Hugh Turrall、Jacob Burke 和 Jean-Marc Faurès，《气候变化、水和粮食安全》(联合国粮食及农业组织，2011 年，罗马)。

²⁴ 例如见，儿基会，“非洲之角的水危机”，2022 年。

用电高峰期自愿减少能源使用。事实证明，该方案是稳定电网、尽量减少对化石燃料的依赖以及在热浪期间管理电力需求的有效工具。

27. 热浪会降低某些可再生能源的效率。例如，极端温度会降低太阳能电池板的性能，而干旱缺水则会限制水力发电。这些挑战凸显了分析能源基础设施抵御极端高温能力的重要性。此外，储能系统必须进行调整，以便在高温高峰期有效管理需求波动。

28. 因此，朝可再生能源转型与缓解极端高温的努力交织在一起。各国可以通过使能源供应去碳化和采用太阳能、风能和水电等可再生能源，直接解决导致气温上升的根源问题。这将减少发电的碳足迹，并可能减少极端高温事件的发生。此外，还需要找到创新解决方案来应对日益增长的电力需求。

四. 进行有效治理以应对极端高温和加速能源转型

29. 尽管极端高温在气候变化时代构成了一个日益严峻的挑战，但它也为在各级政府建立强大且有复原力的公共机构以及促进全球、国家和国家以下级别的合作提供了机遇。

A. 国家一级的有效治理

30. 各国政府在应对极端高温和加快向清洁能源转型方面所起的作用应围绕战略指导和协调。各国政府在有效和协调一致执行旨在应对极端高温、提高能源复原力和促进可再生能源的战略和政策方面发挥着关键作用，例如可再生能源法规 and 高温行动计划。²⁵

31. 强有力的国家政策和国家行动计划可以提供一個结构化框架，指导地方政府制定和执行适合其具体情况的举措。例如，可再生能源法规不仅促进清洁能源的过渡，而且还通过能源组合的多样化，帮助减轻极端高温事件期间能源系统的压力。

国家降温行动计划。

32. 国家降温行动计划正在成为一个重要的框架，以满足在一个变暖的世界，对降温解决方案日益增长的需求。国家降温行动计划使降温政策与国家发展目标保持一致，弥补降温服务方面的差距，并确保能源效率、环境可持续性以及公平获得资源和降温技术受到优先对待。通过将这些计划纳入更广泛的气候适应战略，各国政府可以加强机构协调，缩小政策执行方面的差距。

推广可再生能源解决方案

33. 为了扩大可再生能源的规模，必须制定国家能效标准，例如最低能效标准，通过提高降温设备的能效来减少能源消耗。此外，提高能效的措施，例如

²⁵ Grace Wickerson and Autumn Burton, “Building a whole-of-government strategy to address extreme heat: comprehensive recommendations from +85 experts to enable a heat-resilient nation”, Federation of American Scientists, June 2024.

对建筑物进行更好的隔热改造、采用要求适当隔热的法规以及采用智能电网技术，有助于减少热浪和高峰时段的用电需求。这些措施可以在降温需求不断增长情况下防止电力需求激增。优先考虑可持续基础设施的法规是长期复原力的关键。

34. 多利益攸关方合作有助于为可再生能源解决方案建立更有效的政策框架。各国政府、研究机构和私营部门之间的包容性对话有助于协调利益、汇集资源和简化可再生能源技术大规模部署。这种协作努力可以大幅降低成本，加快可再生能源解决方案的采用。²⁶

基础设施投资

35. 为了有效应对极端高温带来的挑战，各国政府需要优先考虑扩大大规模可再生能源基础设施，特别是公用事业规模的太阳能发电场和风力发电装置。研究表明，能源组合的多样化可提高可靠性，并减少易受气候相关干扰影响的脆弱性。²⁷ 这种积极主动的方法对于建立一个能够抵御气候变化和极端高温相关挑战的强大能源框架至关重要。对高效降温系统的投资也仍然极为重要，因为可以减少能源消耗，并在热浪期间增加公众获得降温的机会。

36. 应从战略上针对最易受极端高温事件影响的地区开展工作，以促进能源的公平分配和获取。这种方法不仅能帮助解决面临风险人群眼前的能源需求，而且通过减少对化石燃料的依赖，也有助于实现长期可持续性目标。

推进新技术

37. 在政策上应积极鼓励采用先进技术，如无源降温系统和隔热，以尽量减少高峰期的能源消耗。²⁸ 这些技术的应用不仅能提高居民的舒适度，还有助于更有效的能源管理战略和显著节能，从而减轻高需求情况下电网所承受的压力，提高整体社区复原力。

38. 采用新的降温方法和技术本质上是一个受当地环境、社区需求和基础设施影响的因地制宜过程。因此，必须让地方行为体参与制定和实施这些解决方案。与此同时，技术的适应性改造需要采取整个政府部门一体联动办法，考虑到弱势群体的需求和挑战，因为适应和减缓战略与能源、卫生和劳工等关系到国家利益的经济部门相互交叉。政府各机构之间的统筹规划对于促进开展有效实施所需的协调与合作至关重要。

²⁶ Mission Innovation, “Mission Innovation beyond 2020: challenges and opportunities”, 2019.

²⁷ 国际原子能机构,《气候变化与核能：低碳转型中的核能融资》(2024年,维也纳)。

²⁸ European Environment Agency, “Cooling buildings sustainably in Europe: exploring the links between climate change mitigation and adaptation, and their social impacts”, 10 November 2022.

B. 国家以下级别的有效治理

39. 地方政府在实施气候适应战略、抗击极端高温和推进绿色能源转型方面处于最前沿。极端高温事件会产生高度本地化的影响，导致不同的脆弱性，需要针对不同人群和职业的需求采取有针对性的应对措施。

40. 因此，要有效应对极端高温的影响，各国政府就必须在整个政府部门一体联动办法的指导下，分头开展工作。国家政府固然可以通过国家行动计划或其他机制在制定指导原则方面发挥重要作用，但地方政府有责任执行和调整这些政策和战略，同时确定和实施针对具体情况和基于社区的解决办法。通过市政当局、社区组织和私人行为体之间的合作，地方举措可以量身定制以更好地应对当地社区独特的脆弱性和需求。

41. 在地方层面，将缓解和适应战略相结合的平衡方法至关重要。缓解努力旨在解决极端高温的根源问题(例如减少温室气体排放)，而适应措施则旨在通过采取措施减少与高温有关的疾病(例如建立降温中心)来控制已经发生的极端高温事件所产生的影响。此外，循证办法对于有效分配资源至关重要，重点是能产生最高投入回报的政策，例如有针对性地扶持弱势群体。

42. 在大韩民国进行的动态建模和政策模拟突出表明，为缓解和适应努力分配预算对于减少与高温有关的疾病风险有着潜在好处。模拟结果如下：

(a) 仅为缓解措施分配预算的办法是将 4 400 亿韩元分配用于与高效空调和环保汽车相关的政策，使高温相关疾病病例减少了 56.2%；

(b) 仅为适应措施分配预算的办法是在预算不变的情况下，将重点放在扶持弱势群体、扩大绿化面积和设立热浪庇护所上，导致实现了 61.5%的降幅；

(c) 优化后的预算分配涵盖缓解和适应两方面，使与高温相关的疾病发病率降低了 78.0%。该方法将 81.5%的预算用于扶持弱势群体，16.7%用于高效空调，0.91%用于热浪庇护所，0.82%用于扩大绿化面积，0.09%用于增加环保车辆。²⁹

43. 通过采用数据驱动的方法并优先考虑有效的战略，政策制定者可以最大限度地发挥城市热浪政策的影响，同时应对极端高温的各种挑战。必须进行长期规划，以确保将热浪战略，如热浪避难所、降温和雾化站，以及绿化区域扩展，纳入更广泛的气候适应计划。长期规划也可以确保可持续和公平的资源分配。

44. 虽然地方政府在实施高温适应战略方面发挥着至关重要的作用，但它们在职能、财政资源、人力和专业技术方面往往能力不足，无法有效应对极端高温事件。为此，地方政府需要上级政府的财政和技术援助，因为地方预算仅用于满足短期年度需求。此外，上级政府在帮助地方政府应对此类事件方面发挥着

²⁹ Cheol Hee Son, Young Eun Ryu and Yong Un Ban, “Dynamic modeling and policy simulation to reduce heat-related illness risk from urban heatwaves in Seoul, South Korea”, *City and Environmental Interactions*, vol. 21 (January 2024).

至关重要的作用，包括提供培训、开展能力建设、提前制定协调准则、监管和召集利益攸关方就应急责任达成一致，以及在事件发生后向这些利益攸关方进行汇报。通过采取整个政府部门一体联动办法来开展国家以下级别的行动，可以提高社区应对高温的能力，从而实现总体目标，并在国家范围内为不同地理区域和人群制定更有效的高温管理策略。

45. 如果设计得当，国家以下级别的干预措施可以有效地利用现有的部门计划和方案。例如，将无源降温战略纳入国家资助的低成本住房举措，可以提高社区的耐热能力，同时最大限度地使用有限的财政资源。这些改革对于增强地方政府的权能，使其能够有效发挥在气候适应方面的关键作用至关重要。

地方一级的工具

46. 正如在极端高温事件中反复证明的那样，最严重的后果并不一致，而是往往对某些社区的影响比其他社区的影响更大。地方政府是在实地开展工作的唯一机构行为体，因此能够迅速评估社区的需求并确定其优先次序，并监测遵守情况。因此，应鼓励和资助地方政府采取政策，提高某些地区的复原力，例如在区域规划条例中纳入绿色屋顶或城市植树要求，扩大公交线路以尽量减少高温下的步行距离，安装雾化站，调整上课时间，监测空气质量和建造喷泉。事实证明，降温中心和供水点也很有效果。

47. 调整城市基础设施对于减轻极端高温的影响和确保城市居民的福祉也至关重要。这可以通过以下方式实现：(a) 通过无源降温战略，如隔热和反射表面，减少降温需求，以及将无源降温纳入建筑法规和城市规划；(b) 发展气候适应型建筑和绿色基础设施，例如使用反光建筑材料和扩大绿色空间，以降低地表温度和提高城市宜居性。

48. 像巴塞罗那这样的城市一直在倡导气候适应型建筑计划，注重加强城市绿化和安装隔热屋顶。

49. 通过将太阳能微电网、绿色屋顶和隔热屋顶等可再生能源系统嵌入城市规划，将能源转型纳入城市设计，可以减轻城市热岛效应。需要提供财政激励措施，鼓励在新建筑和改造中采用可再生能源，从而提高对高峰需求期的适应能力。

50. 通过实施有针对性的教育方案和基于社区的能源举措，增强社区的抗灾能力，可以促进节能技术的广泛采用。应特别注重确保弱势群体获得降温技术和可再生能源。

51. 应优先考虑通过开发可再生能源驱动降温解决方案来提高交通和住房的抗热能力。例如，在公共交通候车亭安装太阳能降温装置，并为低收入家庭提供节能降温系统补贴，可以确保在极端高温天气下提供保护。

52. 本地化创新在解决极端高温问题方面也发挥着至关重要的作用。例如，在亚利桑那州的凤凰城安装了“降温路面”，其中使用了反射材料来降低地表温度。这一措施符合更广泛的气候目标，同时为城市居民提供了直接的缓解措施。

雅典实施了创新的抗热措施(如反光表面),并配合开展了提高公众认识的方案。雅典的抗热战略还包括与当地非政府组织和私营部门实体建立伙伴关系,以加强社区参与和资源调动。

高温行动计划

53. 有效的高温行动计划中概述热浪期间的预防措施和应对战略,对于确保当地社区和弱势群体获得必要的保护和资源并建立复原力非常重要。这些计划是整合适应和减缓战略的更大治理框架的重要组成部分,对于特别是在极端高温情况下应对气候变化的影响至关重要。

54. 通过进行全面、循证的风险评估,各国政府可以在地方当局制定其高温行动计划时向其提供宝贵的见解。地方政府还需要获得必要的资源和培训,以避免制定不符合标准的高温行动计划。

55. 事实证明,指定专门的首席高温事务官有助于推进高温行动计划、实施有针对性的创新解决方案以及加强地方应对极端高温的能力。根据各城市的经验,首席高温事务官在协调多部门努力方面发挥着关键作用,可以确保资源和政策有效协调,以应对极端高温的多方面挑战。例如,在圣地亚哥,首席高温事务官领导各方将应对高温的能力纳入城市规划和公共卫生框架,促进采取综合措施缓解高温影响。

56. 世界各地的城市都证明了高温行动计划在降低与高温相关的死亡率和提高复原力方面起着有效作用。例如,在印度艾哈迈达巴德,由预警系统、公众宣传运动和在脆弱地区建立降温中心等各种措施组成的高温行动计划大大降低了与高温有关的死亡率。³⁰

C. 全球一级的有效治理

应对极端高温的国际框架和倡议

57. 《巴黎协定》为气候行动提供了框架。其核心任务是将适应战略纳入国家自主贡献。适应战略包括采取措施,通过加强城市规划、公共卫生干预和基础设施复原力,减轻极端高温带来的风险。

58. 《2015-2030 年仙台减少灾害风险框架》呼吁将气候风险评估纳入国家和地方发展计划,以确保民众能够更好地应对与高温有关的紧急情况。

59. 世卫组织通过制定高温健康行动计划,在应对极端高温方面也发挥了关键作用。这些计划为政府实施旨在降低高温相关死亡率和发病率的公共卫生战略

³⁰ Kim Knowlton and others, "Development and implementation of South Asia's first heat-health action plan in Ahmedabad (Gujarat, India)", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 11 (2014).

提供了路线图。这些计划的主要组成部分包括预警系统、提高公众认识运动和针对弱势群体的干预措施。³¹

全球合作和伙伴关系

60. 国际合作对于应对气候变化和极端高温的跨境性质，同时推进可持续能源未来至关重要。《巴黎协定》和《欧洲绿色协议》等框架为各国协调其适应战略和分享最佳实践提供了平台。《仙台减少灾害风险框架》进一步强调了国际协调在管理与高温有关的风险方面的重要性。通过促进全球合作，这些框架可以使各国能够汇集资源和专业知识和提高其应对极端高温的集体能力。

61. 高温适应工作需要得到政府间气候变化专门委员会等机构的科学指导。通过将全球建议纳入国家和国家以下级别的适应计划，国家和城市可以有效地为气温上升的影响做好准备。将地方创新与全球最佳实践相结合的协作方法可确保国家和城市在面对气候变化时具有复原力。

62. 鼓励可再生能源技术的合作研究对于有效应对极端高温带来的挑战至关重要。全球伙伴关系可以利用各种专门知识、资源和创新，从而能够为可持续能源利用制定先进的解决方案。例如，国际太阳能联盟促进了各国之间的合作，以扩大获得负担得起的太阳能的机会，特别是在易遭受高温的地区。³²

63. 促进对耐热城市设计的合作研究同样至关重要。随着城市日益努力应对气温上升，合作研究可以支持实施创新设计，将绿色基础设施、可持续建筑材料和城市规划战略相结合，以减少城市热岛效应，建设具有气候适应能力的城市和社区。³³ 研究机构之间的国际伙伴关系可以促进知识交流和采用已在各种全球背景下成功应用的尖端技术。

64. 政府与私营部门之间的有效伙伴关系可以推动可持续基础设施和降温技术的创新。这种伙伴关系还可以借助私人投资和专业知识和补充公共部门的努力，从而对极端高温做出更有力和全面的反应。

65. 按照可持续发展目标 7 技术咨询组的建议，在联合国建立一个政府间能源对话常设平台，将为在极端高温等气候相关挑战背景下加强全球治理提供一个重要机会。这样一个平台可以促进各国之间交流最佳做法，使它们能够相互借鉴经验和战略。此外，它还可以作为协调机制，协调旨在增强气候复原力和气候融资分配公平性的行动。通过促进不同部门和利益攸关方之间的对话，该平台可以帮助确保制定和有效实施强有力的政策，应对气候变化影响的多面性。增

³¹ Franziska Matthies 等人编，《高温健康行动计划：指南》(世卫组织，2018 年，日内瓦)。

³² International Solar Alliance, *Annual Report 2023* (2023)。

³³ 联合国人类住区规划署(人居署)，《城市与气候行动：2024 年世界城市报告》(2024 年，肯尼亚)。

强各国密切合作的能力，可以产生更具响应性和整体性的战略，以应对极端高温，并更顺利地转型到可持续能源系统。³⁴

D. 聚焦清洁能源转型

66. 应对极端高温需要各机构优先考虑清洁能源转型，促进从化石燃料向可再生能源的转变。减少碳排放和优先考虑可再生能源对于缓解全球变暖和极端高温事件，同时满足有效应对这些情况所需日益增长的能源需求而言至关重要。哥斯达黎加和德国等国的脱碳努力突出表明，大规模采用可再生能源可以有效减少碳足迹，加快向可持续未来的过渡。

67. 提高能源效率和管理需求方压力是清洁能源转型的组成部分，特别是在应对极端高温方面。在此背景下，全球降温奖表彰在用电高峰期间降低能耗并减少对环境影响的高效节能空调创新。智能电网系统和分散式能源解决方案可以在热浪期间实现更有效的能源管理，同时增强电网复原力。

68. 可再生能源整合是清洁能源转型的另一个关键支柱。分散式太阳能系统，如印度的农村电气化方案，确保了热浪期间的可靠能源供应。太阳能微型电网和离网系统可增强电网接入受限或基础设施薄弱地区的抵御能力，确保农村社区能够更好地适应极端高温。

69. 运输系统的电气化是清洁能源转型的关键战略。在城市中心，从驾驶二氧化碳排放车辆转向电动车辆可以显著减少导致极端高温事件的排放。日本和挪威的成功经验值得借鉴，这些经验表明电气化可如何与气候目标保持一致，并支持适应气温上升，从而凸显了清洁交通系统在应对极端高温挑战方面发挥变革作用的潜力。

E. 为气候行动和高温复原力提供资金

70. 各国需要优先为向清洁能源转型提供资金，以减少导致气候变化和极端高温的温室气体排放。各国还需要支持采取措施，帮助民众适应并建设复原力。通过投资于可再生能源，各国政府可以减少对化石燃料的依赖。为此类项目提供资金还将有助于促进发展节能降温系统、改进建筑设计和组建智能电网，从而减轻电力系统的压力。然而，这项工作需要所有行为体共同努力。例如，中央银行可以通过将气候风险纳入货币政策和金融监管来协助转型，而机构投资者可以将一定比例的资本用于清洁能源举措。民间社会机构在倡导公平和可持续解决方案以及确保弱势社区获得资源方面发挥着至关重要的作用。这些努力共同有助于缓解极端高温，并为社区提供有效适应所需的一些工具。

71. 发展中国家以及国家以下级别和地方政府面临着特殊的挑战，包括需要解决基本建设成本高，同时又往往难以获得融资机会的问题。此外，治理结构薄弱，规划和监测项目的能力不足，往往妨碍资源的有效利用。这些挑战亟待解决。通过扩大财政支持机制并将这些机制纳入更广泛的气候行动计划，各国政

³⁴ 《确保普遍获得能源和推进公正、包容和公平的能源转型》(联合国出版物，2023年)。

府可以促进发展有复原力的能源基础设施，以应对极端高温和清洁能源转型的双重挑战。

72. 获得国际气候融资对于在最易受极端高温影响的地区建设机构能力和促进向可持续能源转型至关重要。发展中国家和地方政府尤其可以从气候融资中获益，因为气候融资提供了应对气候和极端高温相关挑战所需的资源。然而，目前获得这种资金的途径仍然有限，不足以满足缓解和适应努力所需的干预规模。扩大绿色抵押贷款、风险分担机制和优惠融资等金融工具的规模，对于弥补这些差距是必要的。此外，采用创新模式，如“降温作为服务”模式，为实现可持续节能降温系统提供了一条可行的道路，特别是在面临频繁热浪的地区。

73. 财政奖励和补贴也有助于加快采用可再生能源。巴西和中国等国家通过能源契约和公正能源转型伙伴关系，实现了太阳能和风能发电能力的快速增长。这些举措与联合国在全球推广可再生能源的目标相一致。

74. 为了给投资者注入信心并提供明确指导，政府必须实施强有力的监管框架和一致的政策。清洁能源投资方面的现有不确定性，加上许多国家的监管障碍和政治不稳定，严重阻碍了对这一部门的长期承诺。此外，许多区域的金融监管往往忽视气候风险，这进一步阻碍获取清洁能源融资。通过消除这些障碍和促进稳定的政策环境，各国政府可以吸引和维持对清洁能源倡议的投资，为更可持续和更有复原力的能源未来铺平道路。

75. 有几种机制可用于协助确保气候融资。公私伙伴关系可以通过动员私营部门投资和推动创新，在扩大城市热缓解项目上发挥关键作用。联合国绿色气候基金和世界银行气候投资基金等国际倡议可以发挥催化剂作用，推动对清洁能源的投资和建立复原力的努力。虽然这些来源不足以支持整个能源转型，但在大多数情况下，结构良好的项目还是可以获得一些资金。各城市应积极确定和寻求资金来源，包括国家和国际赠款，同时探索创新融资机制，如绿色债券，用于应对极端高温的具体措施。

76. 为鼓励私营部门参与，政府可采用碳定价，并为可再生能源和能效投资提供定向激励。例如，通过向可再生能源生产商提供长期合同，根据发电成本为可再生能源提供有保证的价格，上网电价可以鼓励可再生能源的发展。根据可再生能源生产商生产的可再生能源电力的总千瓦时支付价格。

E. 促进跨部门协调与合作

77. 政策协调和整合对于管理极端高温带来的复杂且相互关联的挑战至关重要。通过促进不同部门和治理层面的协调与合作，各国政府可以实施更有效、更全面、更可持续的气候适应措施。当这与综合规划、协调各级政策、提高地方能力以及开展全球合作相结合时，可以减轻极端高温的影响，从而保护社区、经济和生态系统。

78. 研究表明，全面协调是增强国家抵御极端高温事件能力的关键。³⁵ 各国政府有责任建立指导和支持地方行动的总体框架。将极端高温适应纳入国家气候战略，可以确保国家和城市等不同级别的政府协调行动，共同应对热浪，从而在各区域采取更加一致、连贯和协调的办法。这一点尤为重要，因为有效应对极端高温需要地方和国家层面的政策整合。

79. 极端高温对多个部门产生影响，包括城市规划、能源、卫生和农业。如果采取各自为政的政策制定方式，可能会忽视不同领域之间相互关联的影响，导致解决方案分散且效率低下。例如，城市规划在减轻城市热岛效应方面发挥着关键作用。推广城市绿化、使用反光建筑材料和设计遮荫公共空间的政策可以显著降低城市热暴露。然而，这些措施必须与优先考虑高效降温技术和可再生能源的能源政策保持一致，以减少适应战略的碳足迹。在卫生部门，将卫生政策与城市规划和能源战略相协调，可确保将公共降温中心、高温健康行动计划和预警系统纳入更广泛的适应努力。因此，需要开展跨部门合作和协调，以确保将气候复原力纳入不同的政策领域，从而能够采取更全面的应对措施。在此背景下，《欧洲绿色协议》为协调不同部门以实现可持续和有复原力的城市发展提供了框架。

80. 德国的国家气候适应战略是将气候风险评估与城市规划和基础设施发展相结合的综合方法的典型例子。城市绿化、在建筑中使用耐热材料和扩大公共遮荫空间等措施有助于减少与热有关的脆弱性。新加坡的综合资源管理战略提供了另一个典范。新加坡的方法是将水资源管理、能源效率和灾害预防相结合，以全面应对气候风险。新加坡通过“活跃、美丽、清洁水域计划”以及在城区部署智能降温系统等举措，彰显了其在应对极端高温事件和可持续适应方面的决心。

81. 通过促进各部门之间的合作，政府可以制定协调一致的战略，利用创新解决方案，使社区能更好地应对气温上升的影响，同时促进资源的可持续利用。为促进跨部门协调，各国政府必须制定连贯一致的政策，使能源举措与城市规划和灾害管理框架保持一致。这就要求政府与公用事业公司进行协调并对其进行监管，无论这些公司是公有、私有还是混合所有。这些公司可能属于联邦、州或地方一级，但在大多数情况下，它们是参与向公众提供电力、水和其他关键资源的重要利益攸关方。中央监督机制可以确保可再生能源战略与气候适应战略相一致，特别是那些旨在缓解高温和提高能源效率的战略。

G. 利用数据和监测系统

82. 数据和监测系统是管理极端高温影响所不可或缺的工具。通过利用实时洞察并将当地的努力与更广泛的框架相结合，国家和城市可以提高其适应能力，

³⁵ 世界银行，《城市过热和适应措施：欧盟、国家和地方一级的分析》(世界银行集团，2024年，华盛顿特区)。

保护弱势群体，并建立面对未来高温事件的复原力。例如，澳大利亚和西班牙数据驱动战略的成功凸显了复制和推广的潜力，为全球气候适应提供了路线图。

83. 战略数据收集侧重于几个关键变量，以便为有针对性的干预措施提供信息。首先，通过跟踪高温模式，可以确定温度波动并确定高温热点。第二，摸底掌握国家和地方因素，如绿色覆盖、建筑密度和表面热量，有助于了解这些因素如何影响全国和国家以下级别的高温形成。第三，监测能耗对于了解降温需求以及现有基础设施满足这些需求的能力至关重要。最后，分析人口统计数据，包括人口分布和增长，有助于预测不同社区未来可能出现的脆弱性。数据驱动的框架，如世界气象组织制定的全球气候服务框架，可以提高城市有效利用这一信息的能力。

84. 例如，详细的热点图可以确定城市中迫切需要降温解决方案的社区，确保在最需要的地方实施干预措施。同样，能源消耗数据为基础设施的升级和发展提供了信息，使市政当局能够适应极端高温事件期间激增的降温需求。通过利用这些洞察了解，城市可以提高其对气候所致极端温度的适应能力，保护弱势群体并改善整体公共卫生和安全。

85. 将地方监测工作纳入国家和国际举措，有助于对气候适应采取协调一致的办法。协作平台确保数据标准化并在区域间共享，增强城市有效应对的能力。例如，将市政数据与全球气候模型联系起来，可以改进对极端高温事件的预测，从而能够更好地做好准备和应对。

五. 结论和建议

86. 由于全球气温的上升，极端高温以及火灾、干旱和电网故障等相关事件已变得更加频繁，造成的死亡也大幅增加。为此，需要在国际、国家和国家以下级别对极端高温进行有效治理。

87. 各国政府应像防备飓风、暴雨、暴风雪和地震一样，以同样的紧迫感和严谨态度开始为极端高温事件做准备。在极端高温事件期间，获得降温、通风和水的机会有限的弱势群体面临的风险最高，应在极端高温政策和干预措施中优先考虑，以便不让任何一个人掉队。

88. 除了危害人类健康和安全外，极端高温的一个直接后果是，对电力的需求增加，从而对电网造成压力。许多电网仍然主要依赖煤炭、石油和天然气等化石燃料发电，这反过来又加剧了气候变化，增加了极端高温事件的风险。因此，气温上升和相关影响使得加速向可再生能源转型至关重要。

89. 减轻和适应极端高温的机构责任分散，这也是一个令人担忧的问题。要为应对气温上升做准备，就需要加强所有利益攸关方之间的合作与协调，包括各级政府的政策制定者和监管者，以及学术界、民间社会和保险公司、银行和投资者等私营部门行为体。

极端高温事件的防备和应对战略

90. 需要制定有效的热浪行动计划，概述热浪期间的预防措施和应对战略，以确保弱势群体得到必要的保护和资源。需要指定首席高温事务官领导部门间工作队设计此类行动计划。计划中需要包含各种措施，例如确定极端高温事件的触发因素和警讯，确定风险最高的人群，设计有针对性的方案以提供降温庇护所，以及提供财政支持以确保低收入家庭获得有效的降温措施。

91. 为了设计适当和有效的极端高温应对计划，政府需要与其他机构合作，特别是公用事业公司、应急服务、建筑商(例如修改建筑规范以提高隔热性能)、能源和医疗服务提供者。

92. 在极端高温事件期间，包括卫生中心和学校在内的公共机构的可靠电力供应对于提供医疗保健和教育等基本服务至关重要。这些机构也可以作为弱势群体的降温中心。

93. 有针对性的宣传活动有助于教育公众和其他利益攸关方了解可用的降温措施(例如降温中心)。

加强能源复原力

94. 需要投资于电网现代化，包括智能电网、先进储能和强大输电系统，以管理不断增长的降温需求。

95. 需要通过发展微型电网和社区一级太阳能装置来推广分散式能源系统，从而提高地方能源自主性。

扩大可再生能源规模

96. 增加对太阳能、风能和电池存储的投资可以减少对化石燃料的依赖。

97. 采用节能降温系统，包括开发新技术，可以减少降温能源需求。

为气候行动和抗热韧性提供资金

98. 获得国际气候融资对于最易受极端高温影响的国家和地区建设机构能力、提高韧性和促进向可持续能源转型至关重要。发展中国家和国家以下级别政府需要得到特别支持，以便能够执行针对具体情况的适应措施。

99. 政府、银行、机构投资者和其他行为体需要建立伙伴关系，使可再生能源投资更容易融资。政府可以直接提供帮助，包括降低监管壁垒、提供优惠资金、向公众解释好处以及以其他方式激励对可再生能源的投资。

加强协调与合作

100. 为促进国际合作，需要借助全球框架来分享最佳做法和资源，从而增强集体韧性。

101. 鉴于极端高温对各部门的影响具有相互关联的性质，跨部门协调至关重要，有助于找到一致和可持续的解决办法，并促进国家韧性建设。

102. 各国政府可以采用参与式办法，让当地社区和其他行为体参与，以确保能源转型和极端高温战略满足当地需求并建立韧性。

103. 公私伙伴关系可以推动创新和投资于旨在对抗极端高温的可持续解决方案。

104. 需要开展有针对性的宣传活动，教育公众和利益攸关方了解可持续的城市降温。

利用数据和监测系统

105. 数据和监测系统是管理极端高温影响所不可或缺的工具。收集的数据可用于公共警报、早期预警系统、社区应对计划、卫生健康监测和气候变化研究。
