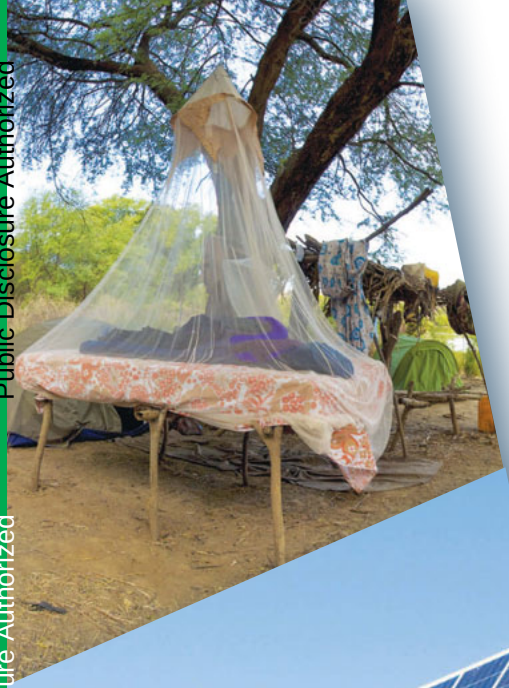
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized



气候智慧型健康医疗

健康医疗行业的低碳和韧性战略

投资于气候变化和健康的系列报告

WORLD BANK GROUP

气候智慧型健康医疗

健康医疗行业的低碳和韧性战略

WORLD BANK GROUP

© 2017 International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank

The World Bank
1818 H St. NW
Washington, DC 20433
Telephone: 202-473-1000
Internet: www.worldbank.org

The findings, interpretations, and conclusions expressed in this work do not necessarily reflect the views of the World Bank, its Board of Executive Directors, or the governments they represent.

The World Bank does not guarantee the accuracy of the data included in this work. The boundaries, colors, denominations, and other information shown on any map in this work do not imply any judgment on the part of the World Bank concerning the legal status of any territory or the endorsement or acceptance of such boundaries.

Rights and Permissions

The material in this work is subject to copyright. Because the World Bank encourages dissemination of their knowledge, this work may be reproduced, in whole or in part, for noncommercial purposes as long as full attribution to this work is given.

Any queries on rights and licenses, including subsidiary rights, should be addressed to World Bank Publications, The World Bank Group, 1818 H St. NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2422; email: pubrights@worldbank.org.

Cover credit: Iwan Baan, aerial photo of the Butaro District Hospital.

本报告是“投资气候变化和健康”系列的一部分，旨在为管理层和项目团队提供工具和资源，提高发展机构应对气候和健康医疗挑战的行动能力。目前，除了本报告，本系列还包括以下两份报告：

- 世界银行应对气候变化和健康的工作方法和行动规划报告(2017)
- 气候变化与健康世界银行行动项目热点地区报告(2017)

Acknowledgments

This report is a joint production of the World Bank Group (WBG) Health Nutrition and Population Global Practice, (WBG) Climate Change Cross-Cutting Solutions Area, Health Care Without Harm (HCWH), and Mobilizing Action Toward Climate Change and Health (MATCCH). Timothy Bouley led the work, with key advice and input from Montserrat Meiro-Lorenzo, Patrick Osewe, and Tamer Rabie. Contributing, main authors include Sonia Roschnik, Josh Karliner, Susan Wilburn, Scott Slotterback, Robin Guenther, and Peter Orris of HCWH and Toby Kasper, Barbara Platzer, and Kris Torgeson of MATCCH. The Nordic Development Fund (NDF) provided resources, and the team is indebted to the goodwill and support of the NDF team, particularly Pasi Hellman, Martina Jagerhorn, and Leena Klossner. The concept and impetus for this work originated at a meeting of the Prince of Wales' Charity Foundation's International Sustainability Unit, convened by HRH The Prince of Wales and with support from Justin Mundy, Eric Chivian, Andy Haines, Hugh Montgomery, and Laura Partridge. Overall guidance within the World Bank was provided by John Roome, Timothy Evans, James Close, Olusoji Adeyi, and Stephen Hammer. Important contributions were also made by Laura Bonzanigo, Paula Caballero, Shun Chonabayashi, Diarmid Campbell-Lendrum (World Health Organization), Mike Depledge (University of Exeter), Paula Garcia, Valerie Hickey, Marina Maiero (World Health Organization), and Nick Watts (Lancet). Peer review was performed by Martina Bosi, Ana Bucher, Kris Ebi (University of Washington), Laurent Granier, Joy Guillemot (World Health Organization/World Meteorological Organization), Gary Kleiman, Catherine Machalaba (Ecohealth Alliance), Ommid Saberi, and Richard Seifman. Damian Milverton of GlobalEditor.org performed the final edit and review. Formatting and graphic development were undertaken by Shepherd Incorporated.

本报告的中文翻译由北京磐石环境与能源研究所的项目团队完成，赵昂翻译了前言、摘要、第一章和第五章，并负责全文审校，第二、三和四章的翻译者分别为齐慧颖、姜超和阿蓉。中文译文中出现的错误完全由译者承担责任，与世界银行无关。

如何使用本报告

旨在设计为一个灵活使用的工具，本报告既可以通读也可以选读。报告的第一章主要强调气候变化和健康的关联性，与背景信息和政策文件更为相关。其他的章节，特别是第二和第三章，提供可直接应用于项目的具体方法和工具。20多个案例出现在报告中，以阐明将气候变化和健康医疗联系在一起的实践价值。

目标读者

本报告主要面向那些在发展领域工作、并涉及健康部门和健康系统项目的人士。当然，对于其他工作在环境、自然资源、水、能源、交通和城市发展等领域的专业人士，本报告也具有参考价值。作为跨领域的专业领域，气候变化和健康问题与许多专业相关。尽管报告里面有一些世界银行集团运用的术语和语言，但不掩盖本报告超越世界银行和其他发展银行之外的价值。

决策者和管理者会发现本报告有用，因为它为在健康领域内讨论气候变化影响和机会提供了很强的背景，这有助于改善这一领域的高水平对话和决策。实际操作团队可以从具体的工具和方法中找到价值，并与发展借贷项目结合。文本中的很多案例也为读者理解报告内容提供了帮助。本报告在建构气候变化和健康关系、将气候变化背景、气候减缓和适应等资源综合到一套语境中的努力中仍是必要的第一步。

*案例研究

本报告中出现的案例已经按照将方框标色的方式进行了地区归类。

非洲	中东和北非
东亚和太平洋地区	南 亚
拉丁美洲和加勒比	全球/其他

目录

前言 vii

缩略语 ix

摘要 xi

实操工具箱 xv

1. 发展社区参与的必要性、背景和理由 1

将健康与气候变化相联 1
健康医疗部门在温室气体排放方面的贡献 2
减缓：健康医疗部门迈向低碳发展的相关性 2
健康医疗系统面对气候变化的韧性 4
通过世界银行的模式发展社区参与的理由 7

2. 发挥社区作用推进气候智慧型、低碳医疗解决方案 9

现有的倡议 9
透过世界银行集团健康、营养和人口的全球实践项目来看医疗部门战略的相关性 12
在准备和范围规划的过程中整合世界银行项目 12
世界银行内的项目和干预措施 12
低碳医疗干预措施 13
基础设施的开发 13
健康医疗功能实际操作的交付 16
服务交付与护理模式 21
财政问题 21

3. 发展机构在加强健康医疗机构气候智慧型韧性中的角色 23

可帮助评估气候变化健康影响的诊断工具 23
评估气候变化健康影响的全球资源和工具 23
制定健康决策的气候信息国家来源 24
气候变化与健康方法，适用于健康部门财政的干预措施 25
健康系统对建设气候韧性的回应，适应气候变化 25
为健康系统的气候韧性投资 26
气候韧性和适应能力的潜在发展投资领域 28
早期预警系统 28
对气候变化的潜在的项目应对 29

4. 政策与合作 **31**

持续进行的健康政策对话中的气候视角 31
与政府及其他利益相关方的互动 32
健康领域的发展团队参与更广泛的气候政策论坛 32
健康与气候项目的潜在合作伙伴 33

5. 结论 **35**

Annex 1. Climate Change Glossary **37**

Annex 1A. Carbon Emission Hotspots Across the Health Sector in England by Setting **39**

Annex 1B. U.S. Healthcare GHG Emissions **41**

Annex 1C. Environmental/Health Impacts of U.S. Healthcare Activities **43**

Annex 2. Community Health and Safety Safeguard **45**

References **47**

前言

气候变化是一种风险倍增器，它可能让人类社会过去几十年的发展收益付之东流。对于人类重要和直接的风险是气候变化带来的健康影响。随着极端高温天气变得更为平常、水资源继续匮乏，热应激问题会恶化；营养不良问题，特别是在儿童当中，可能在世界上干旱更加频发的地方蔓延；当气候变化有助于蚊子、苍蝇和水媒病原体滋生时，水媒和病媒传播疾病也可能增长。更糟的是，这些健康威胁在人口最稠密、社会经济条件最脆弱的地区影响最大，将更多的人推入贫困，加快环境退化，导致更差的健康和更缓慢的发展。

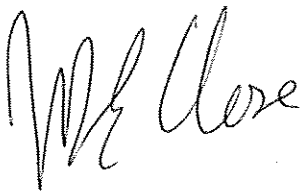
应对这些气候变化相关的健康风险非常重要。伴随风险，也有机会。对气候变化作出响应可以发掘出改善人们健康和环境质量的重要潜力。低碳医院能够驱动许多能源领域的进步，如开发清洁和可再生能源。医药产业供应链也可得益于更加有效和洁净的交通服务。食品安全和营养不良状况也能通过气候智慧型农业得以改善。

气候变化挑战涉及多领域、多部门，解决方案也是如此。在世界银行集团，我们正以不同的方式应对着环境和健康威胁的不同方面。例如，“污染管理和环境健康”基金解决的是空气污 染、被有毒物质污染的土地和海洋垃圾的问题。气候智慧型农业的目标是在一个变化的气候系统中可持续的增加食物产量和人们的福利。我们正在落实一种新的操作框架，它可以加强人 类、动物和环境健康系统回应疾病威胁的能力。在健康部门之内，我们已将全民健康医疗作为核心，并提升对健康医疗部门应对气候变化韧性的考虑。

在世界银行集团，我们与更广泛的发展机构合作，创造能够回应和减少上述风险的解决方案。我们的工作与其他全球性的努力一起，旨在提高环境和人类的健康，这些努力包括气候变化和清洁空气联盟，全球清洁炉灶联盟，一人健康与地球健康社区委员会。我们也致力于在更广泛的合作中去实现联合国可持续发展目标。

在本报告中，我们在识别出气候变化和健康的挑战的基础上，为健康医疗部门建立了一个作出行动和寻找出路的基础。健康医疗部门有着重要的作用可以发挥，在以下两个方面：第一是通过采用低碳战略减缓气候变化；第二是建设应对气候变化影响的韧性，以各种方式为环境变化和扩大的健康威胁做好规划。总之，这些努力形成了一个“气候智慧型”的方法，帮助健康医疗部门的规划者和决策者对气候变化这个新的时代作出调整，继续提高人们的健康、改善环境和推动发展。

这份报告希望对发展机构在推动气候变化和健康进入主流的发展工作方面有帮助，由此我们可以应对脆弱社区人群，特别是女性和儿童的紧急需求。我们也致力于与全球发展领域的实践者推进气候变化与健康的工作，利用相关的机会和技术，对世界银行消除极端贫困、共享繁荣的总目标的实现作出贡献。



James Close
Director
Climate Change Group
World Bank

Olusoji Adeyi
Director
Health, Nutrition, and Population
World Bank

缩略语

AIDS (Acquired Immune Deficiency syndrome 艾滋病)

BEM (Building Energy Management 建筑能源管理)

BREEAM (British Research Establishment Ltd—Environmental Assessment Method 英国建筑研究院环境评估方法)

CCSA (Cross-cutting solutions area 跨领域解决方案)

CFL (Compact Fluorescent Lightbulb 紧凑型荧光灯泡)

CO_2 (Carbon Dioxide 二氧化碳)

CO_2e (Carbon Dioxide equivalent 二氧化碳当量)

CPF (Country Partnership Framework 国家合作框架)

EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies 更高效率卓越建筑设计)

GAVI (Global Alliance for Vaccines and Immunizations 全球疫苗免疫联盟)

GDP (Gross Domestic Product 国内生产总值)

GHG (Greenhouse Gases 温室气体)

GP (Global Practice 全球实践)

HCWH (Health Care Without Harm 国际无害医疗组织)

HFC (Hydrofluorocarbon 氢氟烃)

HIV (Human Immunodeficiency Virus 艾滋病病毒)

HNP (Health, Nutrition and Population (World Bank Global Practice) 健康、营养和人口（世界银行全球实践）)

HVAC (Heating, Ventilation, & Air Conditioning 取暖、通风和空调)

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change 政府间气候变化专门委员会)

kBTU/sf/yr (Kilo (x1000) British Thermal Unit per Square Foot per Year 英制热量单位)

LED (Light Emitting Diode 发光二极管)

LEED (Leadership in Energy & Environmental Design 能源与环境设计先锋评级)

MAC (Marginal Abatement Curve 边际削减曲线)

MATCCH (Mobilizing Action Toward Climate Change and Health 应对气候变化和健康的动员行动)

XDR-TB (Multi Drug Resistant Tuberculosis 多重耐药结核病)

NDGAIN (Notre Dame Global Adaptation Initiative 圣母大学全球适应倡议)

NHS (National Health Service (UK) 英国国家医疗服务体系)

N_2O (Nitrous Oxide 氧化亚氮)

PAHO (Pan American Health Organization 泛美健康组织)

QALY (Quality Adjusted Life Year 质量调整生命年)

SE4ALL (Sustainable Energy for All 联合国“人人享有可持续能源”倡议)

SDG (Sustainable Development Goal 可持续发展目标)

SMART (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound SMART 原则：具体，可衡量，可实现，相关性，有时限)

tCO_2 (Tons of Carbon Dioxide 吨二氧化碳)

UNEP (United Nations Environment Program 联合国环境规划署)

UNFPA (United Nations Population Fund (previously UN Fund for Population Activities) 联合国人口基金)

UNHCR (United Nations High Commissioner for Refugees 联合国难民署)

UNICEF (United Nations Children's Emergency Fund 联合国儿童基金会)

UNITAID (Not an acronym, this is a global health initiative, hosted by WHO to tackle deficiencies in management of HIV/AIDS, Tuberculosis and Malaria 这不是一个缩写，而是世界卫生组织主办的全球健康倡议，旨在解决艾滋病毒/艾滋病，结核和疟疾管理方面的不足)

UNOPS (United Nations Office for Project Services 联合国项目事务厅)

USAID (United States Agency for International Development 美国国际开发署)

WHO (World Health Organization 世界卫生组织)

摘要

气候变化影响健康

气候变化正在损害人类的健康，预计未来影响更大。中低收入国家正在看到最糟糕的影响结果，因为他们面对气候变化的适应能力较弱，原因是他们较弱的健康服务体系和薄弱的基础设施。气候变化对健康的累计威胁在过去几十年当中有了很好的讨论和理解。

到2030年，气候变化可能导致1亿多人陷入极端贫困当中（世界银行，2016），这些影响主要集中在健康领域，关于这样的研究证据越来越清晰而且日益增多。气候变化健康影响主要来自于上升的海平面、温度以及改变的降雨结构，出现频率增高的极端天气事件，一些导致气候变化的排放（如来自煤电厂的排放）也会影响健康，比如导致呼吸道和心血管系统的疾病。

对于这些新的挑战的有效回应，要求跨越不同部门的承诺和协调。这其中最主要的当然是健康部门。医院和健康服务中心的专业人士和公共健康领域的工作者应当是首要的回应者。健康系统需要能够有韧性，并且在极端情况下能够依然保持运行，提供健康服务。他们也必须对于长期的、气候变化导致的疾病结构的变化给出回应。国家的大小不同，但每个国家的健康医疗部门在提供健康医疗的产品和服务时，采购和使用高碳供应链提供的产品和技术时，都在排放温室气体。

低碳健康医疗解决方案的机遇

中低收入国家可以抓住机会，增加他们在健康医疗系统的投资，去支持管理系统和技术方面的改进。这些投资其实成本较低，但确是高产出和低碳的。一种低碳的方法可以提供有效的、并不昂贵的健康医疗服务，同时也可以做到气候智慧。

低碳健康医疗服务可以推动机构战略向低碳的发展，也能够推动改善健康的各样的机会，激发其他发展类机构和投资者在这个领域开展工作。

低碳健康医疗服务可以提供一种新的方法，在设计、建造、运营和投资健康医疗系统方面，可以产生最低数量的温室气体排放。低碳健康医疗服务体系可以将健康系统置于气候智慧型发展的道路上，连接健康医疗发展和实现全球气候目标。这种方式可以通过减少能源和资源的使用而实现节约，也可以以多种方式去提高健康服务的质量。低碳健康医疗加强的是健康医疗体系，增强医疗机构在面对极端天气事件的韧性或应对能力、以及面对其他灾害事件的适应性。在资源能源匮乏的情景下，增强健康医疗低碳的解决方式可以加强对医疗的获取水平，推动机构目标的实现。在世界银行集团，这对于推进全球健康医疗服务的改变特别重要，尤其是对那些贫穷和脆弱的国家和地区。

低碳健康医疗体系主要包括以下因素：

- 基于恰当技术，协调健康，强调地方提供者以及有公共健康需求所推动的健康体系设计和服务模型
- 基于低碳方式的建筑设计和建设
- 投资于可再生能源和能源效率的项目

- 医疗废物减量和医疗废物的可持续管理
- 可持续交通和水资源消耗政策
- 对于药品、医疗器械、食品和其他健康医疗部门产品的低碳采购政策
- 应对极端天气事件的适应策略

在健康医疗框架内，这样的低碳健康医疗方式有望实现一些协同效益，包括通过减少环境污染和减缓气候变化来改善健康，以及更加有效、低成本的健康医疗系统。与环境和疾病负担相适应的技术和健康服务模式，能够进一步减缓健康相关的成本支出的上升，低碳健康医疗也能够刺激和加强地方经济的发展。

在世界银行集团工作所覆盖的中低收入国家和地区，一些采用了低碳健康医疗战略的健康系统已经在实施，这也为其他地方提供了丰富的经验和信息。

与发展机制合作实施低碳健康医疗的能力

在健康和气候变化领域拥有丰富的经验和资源的发展部门，他们常常有各样的工具与各种角色合作来发现创新型的解决方案，在气候减缓、低碳发展和健康服务加强等领域。

发展类机构能够鼓励健康管理部门制定一个碳排放的部门基准线，找出恰当的碳减排目标，进而实施低碳健康医疗发展。他们可以倡导引入低碳或者减碳策略、实施以健康为焦点的投资新措施、催化健康医疗部门在可再生能源和能效领域投资、支持当地交通体系发展、倡导可持续和安全的水使用方式、推进安全的废物处理、在各种可能的情况下购买当地生产的可持续食品。

发展类机构也能倡导在健康医疗供应链行业当中发展低碳和环境可持续的生产和配送实践。

通过推动健康主管部门应对气候变化和促进低碳健康医疗，发展类机构能够帮助政府加强当地的能力，并支持更好的社区健康。发展类组织能够推动讨论，有助于消除体系中的阻碍因素并激发进一步跨部门的协作意向以及其他很多的尝试，这些是通过以下方式落实的，如解决针对健康医疗部门的资金缺乏、投资可再生能源发展、支持后备电力系统建设等。另外，也应该鼓励自然通风和自然采光等在健康医疗领域的实施，使健康医疗部门内部产生激励机制，支持低碳创新。

支持有韧性和适应能力的健康系统

建立对气候变化健康影响有韧性的工作在很大程度上将是减少风险。气候变化将对人类健康带来非常广泛的影响，而且气候变化带来的健康影响主要分布在贫穷的国家和地区，这一结论已经被广泛理解和接受。尽管不能将气候变化带来的健康影响降到没有，全球能够采取各种措施预测和防范这些影响，有韧性的健康医疗服务体系在面对未来威胁的时候仍能坚固稳定，这些未来的威胁包括大规模传染疾病的爆发、经济衰退和全球环境变化。

来自气候变化引起的健康风险不仅在本质上不同，而且在引发健康影响的气候风险本身的类型上也有所不同。目前为止，已经有相当的讨论是关于潜在的健康影响类型的，它包括传染性疾病、营养不良和热应激。然而，同样重要的还有气候变化带来的风险的规模和结构，它来自于：变化的天气结构导致的损害的特点、人类和自然体系暴露在危害当中的程度、人类和自然系统应付这些灾害暴露的能力和从这些危害暴露当中恢复的能力。为了建立真正有韧性的系统，每一个因素都应该被独自的考虑。这样的一种方法，应为有效的韧性战略和适应力建立一个起点，如社区的脆弱性，在暴露于伤害之前、当中和之后一个健康医疗体系的应对能力，或者变化的气候带来的各种灾害。这些门类的每一部分都展示出围绕适应力和韧性的规划的重要领域。气候变化代表着一个过于宽泛的视角，仅仅聚焦于气候变化上来讨论健康医疗系统的韧性和适应力，其实是假设了脆弱性和暴露在可能阻止有效行动中的作用。

为了获得快速而长期的气候变化的解决方案，发展类机构可以建立气候敏感的健康医疗体系，通过在以下两个领域进行投资：一是健康医疗系统强化，它可以提高韧性，帮助能力建设，以对气候变化的环境影响和健康影响而作出准备；二是项目相关的响应（如某类疾病），应对正在变化的与气候变化疾病相关的负担。

关于气候变化和健康医疗的发展项目的最终成功完全取决于将气候变化作为一个横向的因素整合到日常的工作中，包括知悉和塑造那些并非仅与气候变化和健康有关的因素，包括在基础设施和人力资源领域的投资。气候变化增加各个领域的不确定性，而这些领域会影响健康医疗服务的需求和供给。这样的不确定性或说不可预测性要求在发展工作上的行动从开始就要有充分的灵活性。

世界银行集团的运行和健康体系的强化应该聚焦于可以给比较优势相一致的各种机会。例如，将气候智慧型的实践加入到正在进行的发展项目当中，或者通过高水平的政策对话来提升气候智慧型健康医疗的重要性，这些对话是与国际和国家层面的政策执行者进行的。在世界银行集团的关于健康营养和人口全球实践项目的贷款当中，已经不断从输入为导的贷款转向以结果为导向的贷款，但前者是通过投资项目贷款，而后者是通过结果为导向的项目投资或者是通过与机构目标相连接的投资贷款进行，但世界银行集团仍旧需要在主要的健康体系因素当中做出深思熟虑的投资。与气候变化最新相关的投资领域包括基础设施、供应链和健康医疗领域的人力资源. 。

新的危害的一般风险是规划目标不够充分，即使在一个国家内，并非所有的领域都同样处于风险当中。这意味着在主要投资作出之前，潜在的气候改变在地方层面和对于极端天气事件发生的频率强度和可持续长度的影响都应该被很好的评价，并且被纳入到设施设计的重要因素当中。第二，负责任的韧性规划必须要考虑新的健康医疗设施的选址，要求现有领域的发现（偶尔是疾病的特性），基于当前人口、生育和和疾病趋势，并将这些包括在气候变化预测和人口预测当中。第三，确保健康医疗服务的供应链有冗余或说余量是非常重要的，因为它能够使得医疗结构在极端天气条件下保持健康医疗服务的持续，并不会瘫痪。

气候变化及其相关的伤害也影响着对健康服务的需求，即通过增加疾病负担和影响人们的移动。这意味着我们对于一般健康服务的人员和专业人士的需要将发生改变，如果这些因素不能在规划当中得到恰当的体现，健康医疗服务的效果将受到损害。

还有其他一些方法和工具可以融入到增加健康医疗服务韧性和提高适应能力的发展的项目当中。其中的一些是特别针对健康影响，还有一些是针对气候伤害相关的或者一些是与两者都有关系。尽管如此，还是有一系列的选择，可以提高健康医疗部门的韧性，这包括：

早期预警系统。一些包括各种干预手段，如撬动气候变化信息以提高健康产出，健康产出可以将焦点从监控和响应转换到预测、准备和预防。这些干预方式所解决的是有针对性的疾病负担，特别的伤害和涉及多种伤害的框架和时间。

灾害筹备体系。这些体系在气候变化和健康影响以外还有非常广泛的应用，尽管它们对于应对健康影响的各种伤害方面有非常关键的作用，例如在出现极端炎热天气的时候，在洪水或其他自然灾害的时候。

特殊疾病响应。许多疾病比如疟疾、登革热、水媒介传播疾病和其他特殊的项目；对于这些项目进行调整，将气候响应包括在其中将有重要的影响。

聚焦营养的响应。气候变化对于粮食生产的数量和质量都有重要的影响，将气候变化和营养联系在一起，强调多部门响应对于营养的挑战，可以强化项目的影响并拓展相关利益群体的范围。

命名一种新的方法：气候智慧型健康医疗

随着医院和健康服务系统拓展低碳健康医疗，他们发现在气候变化减缓 / 可持续性发展措施与气候变化韧性干预方式之间有着重要的重合和交叉。有时，仅仅关注这一关系中的一方是有价值的，而另一些时候，关注一方不会展现出价值。尽管如此，建立一个包含这两个维度的统一术语是有价值的。基于气候智慧型农业在全球范围内被认可并重视这一例子，我们应该尝试用气候智慧型健康医疗来指向低碳和有韧性的健康医疗，这里倡导的是一种新的、用户友好型的方式来描述这种非常重要且急需的工作。

贯穿政策和合作的方法

发展类机构能够采取各种方法和手段，在实践中和高水平的国际对话当中将气候智慧型健康医疗整合到他们的战略和政策当中，由此来影响中低收入国家的健康医疗发展路径：

- 支持和资助健康医疗系统和部门当中的参与者，采纳气候智慧型健康医疗的要素
- 将气候智慧型健康医疗整合到当下健康医疗部门的发展战略当中，以实现全民范围的健康医疗覆盖
- 为低成本的推进健康医疗系统发展提供一个蓝图，发展目标是减少疾病负担，减少温室气体排放和降低当地污染水平，适应新的、有效和高质量服务的需求、以及一个变化的气候环境
- 为运行系统提供一个蓝图，使它可以解决与基础设施相关和特定疾病相关的气候影响问题
- 鼓励低碳的和韧性的原则进行整合，这包括测量、规划、沟通、投资、实施、监控和评估

结论

健康医疗在全球范围内通过能源和交通，以及它所生产、使用和抛弃各类产品而贡献了大量的温室气体排放。健康医疗部门也站在全球应对气候变化影响、预防和应对由气候和环境变化导致的伤亡的前沿。气候监管、气候适应、低碳和韧性健康医疗发展战略旨在减少排放，建立健康医疗系统的气候韧性，这一过程提供着重要的健康和经济的协同效益。气候智慧型健康医疗将加强健康医疗部门和各个社区的能力，确定他们可以获得清洁和独立的能源、干净的饮水、清洁的交通和清洁的废弃物处理机制。气候智慧型健康医疗将激发可持续性产品的发展和供给，同时也为未来已知和未知的与健康相关的气候影响而做好准备。

实操工具箱

以下提供了了解气候智慧型健康医疗的快速参考指南。

构建低碳健康医疗的工具：

- 项目阶段相关干预 (p. 13)
- 碳诊断 (p. 14)
- 低碳基础设施发展 (p. 15)
- 服务健康医疗的可持续能源 (p. 19)
- 服务健康医疗的低碳废物管理战略 (p. 21)
- 低碳麻醉气体 (p. 21)
- 健康医疗当中的可持续水利用 (p. 22)
- 健康医疗中的低碳交通和出行 (p. 23)
- 健康医疗中的低碳食品 (p. 23)
- 低碳采购和供应链 (p. 24)
- 低碳药品 (p. 24)
- 低碳健康医疗服务交付 (p. 25)
- 计算低碳投资 (p. 25)

应对气候相关健康影响的工具：

- 气候相关健康系统加强机制 (p. 34)
- 基础设施和供应链改变 (p. 34)
- 有韧性的建筑设计 (p. 35)
- 人力资源干预 (p. 36)
- 早期预警系统 (p. 37)
- 防灾系统 (p. 38)
- 气候敏感疾病治疗协议 (p. 38)

国别气候信息和气候–健康信息：

- 国家气候适应规划 (http://unfccc.int/adaptation/workstreams/ national_ adaptation_plans/items/6057.php)
- 国家自主贡献 (http://unfccc.int/focus/indc_portal/ items/8766.php) (http://inde.worldbank.org)
- 世卫组织气候和健康国别信息 (http://www.who.int/globalchange/resources/ countries/en/)
- 气候变化知识 (http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/)

针对工作团队的规划工作建议：

- 在项目准备阶段考虑低碳机会。
- 在项目准备阶段考虑气候变化和健康影响，特别是在国家和地方一级。
- 明确低碳医疗卫生的起点和基线。这可能包括计算碳足迹，运行其它碳诊断（第14页），评估社区、国家和区域的能力。
- 明确有韧性和适应能力的医疗卫生的起点和基线。这可能包括：评估一个社区的脆弱性，开展气候健康评估，以(i)确定卫生系统准备、应对、响应灾害和从中恢复的能力，(ii)了解气候相关灾害（第29页）。
- 探索低碳和韧性医疗卫生的财务维度和成本节约（第25 页）。
- 确保使用经过验证的工具和技术，在项目设计和实施过程中整合低碳和韧性的方法。
- 吸取、复制和调整现有低碳和韧性医疗卫生方面的举措和方法（报告中彩色框中的例子）。
- 在卫生部门项目设计和实施的过程中咨询气候变化减缓和适应方面的专家，以及世界卫生组织、世界气象组织和其他学术、民间社会和政府间机构的气候变化和健康专家。
- 咨询相关领域的专家，包括：能源、交通、城市、灾害管理、风险管理等；有时低碳和气候韧性思维在这些领域更加主流化，这里的专家可能会有与健康医疗部门项目相关的宝贵和先进的见解。
- 采用气候智慧型医疗工具和策略，教育其它健康专家和政策制定者了解低碳和有韧性的健康医疗的价值， 包括节省资金和挽救生命两个角度。

应对气候变化、健康和可持续发展的全球框架

联合国的可持续发展目标[1] (SDGs)呼吁采取紧急行动应对气候变化及其影响。此外，其它可持续发展目标同样支持气候变化减缓、适应和韧性，特别是：目标3（健康和福祉），目标7（可持续能源），目标12（可持续生产和消费），和目标15（陆地生态系统生命）。其中的每一个领域都是相互联系的，任何一个领域取得进展都可以为更广泛的发展目标带来整体性的进步。

世界卫生组织认为气候变化是全球性威胁，[2]增加了很多灾害发生的可能性，包括霍乱和登革热爆发，干扰粮食安全，室内和室外污染造成的健康问题，也会使极端天气事件之后紧急援助的需求增加。这些影响直接威胁世界银行集团结束极端贫困和促进共享繁荣的双重目标。世界银行集团应对气候变化的承诺有助于实现这些目标，并促进人类健康和福祉。

章

1

发展社区参与的必要性、背景和理由

将健康与气候变化相联

气候变化正在影响人们的健康。如果带来影响的原因不能迅速应对和解决的话，这种情况仍将继续。极端炎热、海平面上升、降水的变化导致洪水、干旱、飓风、疾病媒介的迁移、恶化的空气质量，这些都会直接或者间接影响我们的生理和心理的健康，以及整个社会的健康状况。[3]

政府间气候变化专门委员会(IPCC)[4]描述了气候变化对人类健康可能带来的各种影响，它包括：

- 由于热浪发生频率和强度的增加，死亡率和发病率风险的提升，尤其在老年人和城市贫困人群当中
- 传染性疾病增加的风险，尤其是在低收入国家，在极端天气事件、洪水和被迫移民发生之后
- 传染病发生率增加，尤其在当前疾病分布的边缘人群当中
- 在低收入国家营养不良人群数量的增加，特别在干旱或洪水灾害后，脆弱的食品供应
- 暴露在臭氧和其它空气污染后，疾病发生率和死亡率的增加
- 在一些情景下，气候变化影响导致社会动荡、经济下滑和人口被动迁徙。伴随着如此社会经济动荡和人口被动迁移，健康影响十分巨大

通过众多已经证明有效的干预手段（包括适应和减缓）来减少排放和增加韧性，气候变化的许多健康影响和它的驱动是可以预防的。根据IPCC，通过向更高水平的适应策略的转变，在八个方面[5]具备减少气候变化健康影响的巨大潜力。无论是在传染性疾病、热浪，还是自然灾害，历史已经证明，对威胁作出预防和响应，可以大大限制气候变化对人类健康、生命和经济带来的损失。

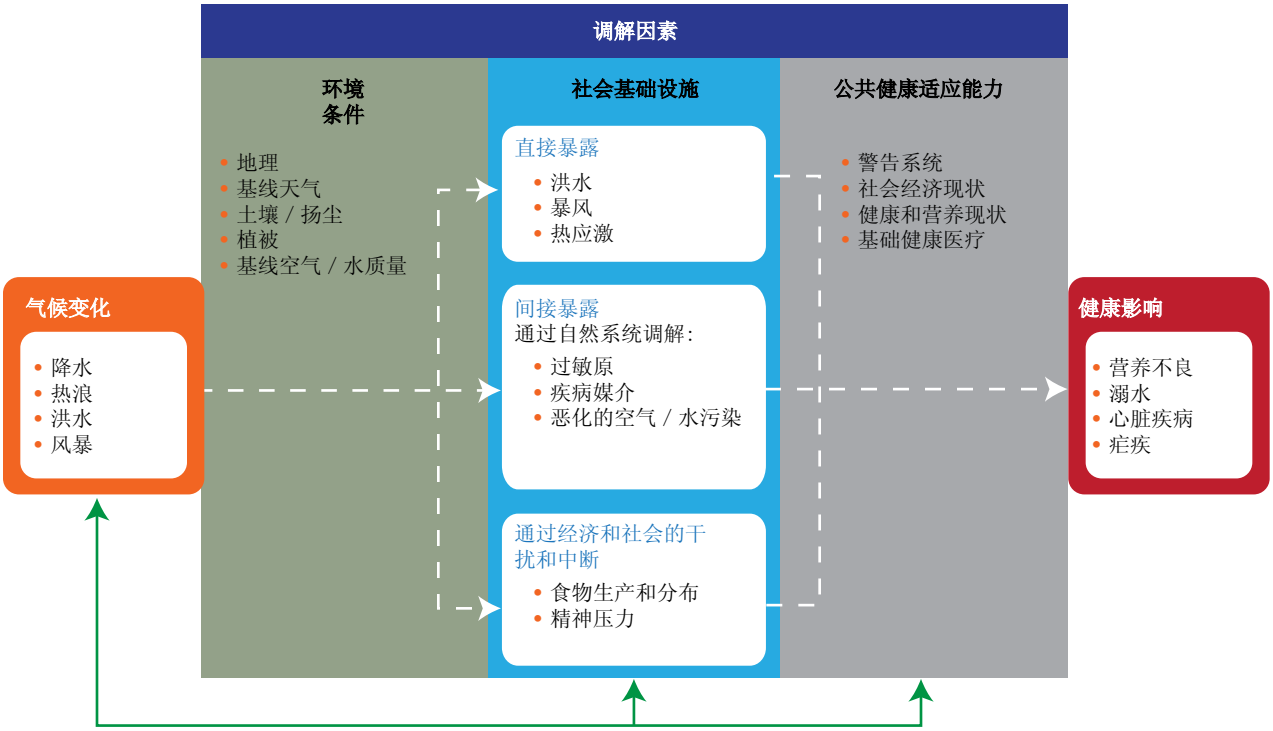
例如，在1970年强度级别为三类的飓风袭击了巴基斯坦东部（目前的孟加拉国境内），导致50万人死亡。强度等级相近的风暴在1991年和2007年再次袭击了孟加拉国，分别导致14万人和3400死亡。死亡人数的大量减少来自于通过增加孟加拉国应对自然灾害的韧性而增加了国家合作性的适应能力。(Smith et al., 2014)增强的适应能力包括提高一般灾害教育水平（这大大得益于识字率的提高，特别是在女性当中）、实施了早期预警机制（包括社区发动）、建设飓风避难网络、增加在高风险地区的健康设施的互连性。

通过减少温室气体排放水平实现长期健康效果之外，气候变化减缓措施由于降低了污染水平也能够对健康效果有立即见效的影响。在很大程度上，如果实施更加严格的气候减缓措施，疾病发生和死亡都可以大幅度避免，因为化石燃料燃烧的一个副产品就是空气污染。另外，控制黑炭和甲烷，这些所谓的影响气候变化周期较短的污染气体，额外的健康影响也可以避免。(Rogelj et al., 2014)。

全球仅有15％的国家已经确定了应对气候变化健康影响的方案，[6]少数国家进行了较为复杂的、跨部门 / 行业的影响评价工具。世界卫生组织正在开发国家层面的新的气候变化和健康影响评价工具，来补充当前全球范围内关于区域和地方气候变化导致的健康服务的脆弱性的信息和知识。

气候变化可以削弱未来的增长，并对国家的经济发展造成负担。气候变化会阻碍实现全民健康的目标，一方面将长期的压力加在健康体系之上（疾病传播的增加和结构的改变），另一方面增加极端事件的风险（如洪水、热浪）。这些都能够引起死亡率和疾病发生率的升高，同时伤害健康医疗基础设施。[7]

图 1.1: 气候变化影响健康的暴露途径.



来源：Smith et al., 2014.

相反，全民健康医疗更广泛的发展可以有效应对气候变化带来的健康影响。（见方框1）

前景并非暗淡，认识到这一点很重要。正如最近《柳叶刀》专门委员会所指出的，应对气候变化可能是21世纪全球健康部门的最大机遇:[8] “当气候变化被理解为是一个健康问题，而非仅仅被定义为一个环境的、经济的、或者技术的挑战时，非常清楚我们正在面对一个直击我们人类社会根本的挑战和困境。健康给有时被认为是一个有些遥远的威胁附上了人性的面孔。通过确定气候变化很大程度上是一个健康问题，我们希望广大公众可以对我们所面临的危机有认识和理解。公众关于气候变化健康影响的认识，例如营养不良、食品安全，与仅仅是关注温室气体排放相比，具备加速政治行动的潜力。”[9]

健康医疗部门在温室气体排放方面的贡献

在全球范围内，通过耗费能源、交通、使用和抛弃各种产品，健康医疗部门产生大量的温室气体。不幸的是，很少有国家已经制订和采取了重要的措施来应对健康医疗部门的碳排放足迹。在为数不多的正面的案例当中，最好的 例子来自英国，英格兰国家健康服务体系的研究者发现，英格兰健康医疗部门的碳足迹2015年达到了2,600万吨二氧化碳排放，大约占到英格兰公共部门碳排放的39%。[10]

在美国，一项基于2007年数据的研究发现，健康医疗部门的碳排放占到全国碳排放的8%，其中大约一半产生于健康医疗服务的提供过程，另外一半来自于健康服务产品和设备的生产过程。[11]一项最近的研究发现，2013年美国公共健康医疗部门的碳排放达到了全国总排放的9.8%，相当于6.55亿吨二氧化碳排放。假设美国的健康医疗部门是一个国家的话，它的碳排放总量将在全球排名第13位，比英国全国的碳排放量还要多。[12]

世界卫生组织指出，在欧洲地区，健康医疗部门的相应国民生产总值占比达到约10%。在一些发达国家，健康医疗服务所对应的碳排放大约占到全国水平的5%–15%。[13]

关于发展中国家的健康医疗部门的碳排放的信息和数据较少，在这些国家，健康医疗部门常常被认为是非资本密集型行业。需要更多的研究来准确估算健康医疗部门的全球碳排放的贡献率。依据欧洲和美国的数据，一项比较保守的估计，中低收入国家的健康医疗部门可能贡献了这些国家温室气体排放总量的3%到5%。将这些数据与高收入国家进行平均，我们可以大约估算出健康医疗部门在全球范围内大约占到碳排放总量的约5%。基于这样的数据，我们可以保守的估算出健康医疗部门在2011年大约排放了26亿吨二氧化碳。[14]

方框1：实现全民健康医疗的努力能够应对气候变化和健康，通过以下方式．．．

短期:

- 在气候变化影响敏感的人群中消除疾病负担，通过在预防、教育和社区健康医疗影响上投入更多的努力
- 更早识别气候变化导致的更糟的健康威胁和减少相关的疾病发病率，如呼吸和心血管系统疾病
- 更为有效和及时的治疗与热应激和极端天气影响有关的疾病
- 面临气候变化造成的更为严峻的水媒和病媒传播疾病的爆发，使人群可以及时使用抗生素、抗寄生虫和抗病毒药物
- 减少与营养不良相关的疾病的发生

长期:

- 通过提高医疗覆盖率和质量，减少整体的气候脆弱性
- 通过累积的防治某些传染病的措施来减少气候敏感性疾病的负担
- 降低精神健康问题的影响，因为气候变化可能使精神健康状况恶化，例如被迫迁移
- 提高劳动生产力和经济回报，否则这些都会受到气候敏感健康影响的负面作用
- 通过更好的营养水平和避免有缺陷的神经系统发育，改善儿童发展和社会整体发展效果

减缓：健康医疗部门迈向低碳发展的相关性

随着各国和国际组织逐步转向低碳发展战略，[15,16,17]健康医疗部门也必须参与到这种转型当中。

来自世界卫生组织第二次关于健康和气候变化的全球会议的行动日程，定义了这样的转型路径，日程倡导健康医疗部门，“以身作则，做出表率，推进低碳健康医疗模式，提高健康服务覆盖范围，减少职业和环境健康风险，节约能源成本。这包括在中低收入国家通过发展可再生能源和其他清洁能源形式，规模化提高健康医疗设施的能源供应，在中高收入国家减少与健康医疗设施相关的大型设施的碳排放，在所有情境下实施可持续的、低碳的采购，提高能效，发展可持续交通，改进医疗废弃物管理政策等。”

发展类机构在低碳医疗方面的投资能够帮助在以下方面催化健康医疗部门的低碳转型：

1.减少碳足迹：尽管每个国家的情况不同，但是在提供健康医疗服务方面各国都有相似的地方，例如在改进服务提供者和病患之间的关系上就可以比较。在大多数国家，健康医疗支出是一个国家国民生产总值的重要组成部分。[18]相应的，尽管每个国家的健康医疗支出规模不同，但在提供健康医疗服务时、在采购来自碳排放强度高的供应链的相关产品和技术的时候，每个国家的健康医疗部门都排放着二氧化碳。

尽管我们需要进一步研究和量化健康医疗部门对气候变化的贡献，但毫无疑问，许多国家健康医疗系统已经贡献了非常多的温室气体排放。这种情况为各国健康医疗部门在应对气候变化的挑战当中成为领导者提供了可能，那就是通过整个部门来实施一种新的、低碳的健康医疗模式。

例如，如果阿根廷、巴西、中国、印度、尼泊尔、菲律宾和南非等国减少他们现有医疗健康部门碳排放的25%，那么这些减排量累积起来将达到每年近1.16–1.94亿吨二氧化碳。 这相当于道路上2400万至4100万乘用车的年碳排放量；或者相当于34至56个煤电厂的年碳排放量；或安装约29,000至49,000个风力发电机所抵消的碳排放量。[19]

2.健康医疗系统的低碳发展战略：与减少健康医疗部门对气候变化的贡献同样重要的是发展气候智慧型健康医疗体系。正如中、低收入国家正在努力投资建设更加稳定、扎实的健康医疗系统。依据本报告所勾勒的低碳健康医疗原则来投资和建设这样的系统既有必要性，也存在机会。正如下文将提到的众多案例一样，低碳健康医疗体系不但在经济上有收益，也可以提高健康医疗效果，保护公共健康免受气候变化的严重影响。低碳健康医疗战略可以提高健康体系的韧性和绩效，通过设计和运营的创新支持适应气候变化的各种行动。

在不发达国家和中等收入国家投资低碳健康医疗体系，能够促进清洁和独立能源系统的发展，支持安全用水、推动清洁交通增长，和建设可持续的医疗废弃物的管理机制。通过强化基础设施以建设低成本、可持续和有韧性的医疗设施，同时也加强医疗产业低碳技术的市场可靠性，地方社区可以提升医疗服务的能力和水平。

低碳健康医疗为医疗部门、地方经济带来额外的、直接的经济收益。对公共健康的正面贡献主要体现在降低的空气污染、减少的疾病负担，这些在世界银行集团气候变化和健康热点地区报告中有阐述。[20]世界卫生组织强调，低碳干预措施会带来额外的收益，例如更容易获得健康医疗[21]服务和医疗行业从业者获得更安全的工作环境。

3.以身作则、行动作表率：无论从个体还是总体来讲，健康医疗服务提供者和健康医疗机构都受到政策决策者和一般公众的尊重。最近一份全球最受信任职业的调查报告显示，医学专业排名非常靠前。[22,23]由于人们常常将他们最重要的健康问题向健康服务提供的专业人士咨询，也期待着他们给出更好、有智慧的预防建议。因此，从逻辑上讲，这种信任可以拓展到关于气候减缓、气候韧性和气候适应的思考当中。世界卫生组织也强调，健康医疗部门的专业人士和机构，处于一个良好的地位能够在推进气候变化减缓行动当中以行动作出表率，担当领导者角色。[25]例如，减少本部门温室气体排放、在健康医疗系统中发展气候韧性也能够影响其他人跟随效法。（参见案例19）

表 1.1: 一些发展中国家健康医疗系统的碳排放估算

国家	温室气体排放总量[24]	健康医疗部门排放低估值（占总排放的3%）	健康医疗部门排放高估值（占总排放的5%）
阿根廷	372,873,000	11,186,190	18,643,650
巴西	2,953,040,000	88,591,200	147,652,000
中国	12,064,260,000	361,927,800	603,213,000
印度	2,828,845,000	84,865,350	141,442,250
尼泊尔	33,160,000	994,800	1,658,000
菲律宾	163,797,000	4,913,910	8,189,850
南非	451,483,000	13,544,490	22,574,150
总计	**15,541,545,000**	**466,246,350**	**777,077,250**

（所有数据来自2011年，单位都是吨二氧化碳排放当量）

表 1.2: 一些发展中国家健康医疗系统碳减排潜力估算

国家	低估值情形下减少25%	高估值情形下减少25%	低估值情形下减少50%	高估值情形下减少50%
阿根廷	2,796,548	4,660,913	5,593,095	9,321,825
巴西	22,147,800	36,913,000	44,295,600	73,826,000
中国	90,481,950	150,803,250	180,963,900	301,606,500
印度	21,216,338	35,360,563	42,432,675	70,721,125
尼泊尔	248,700	414,500	497,400	829,000
菲律宾	1,228,478	2,047,463	2,456,955	4,094,925
南非	3,386,123	5,643,538	6,772,245	11,287,075
总计	**116,561,588**	**194,269,313**	**233,123,175**	**388,538,625**

（所有数据来自2011年，单位都是吨二氧化碳排放当量）

低碳发展战略能够提高健康系统的韧性和表现（方框2），通过设计和运营创新来支持适应气候变化能力的提高。设计和运营创新包括：医疗机构选址优先靠近公共交通、包括太阳能光伏和其他可再生能源在内的现场发电装置，自然通风、能效水平高的医疗器械等，也包括健康服务交付方式的变化，例如远程医疗。[26]这些创新可以显著降低医疗机构运营成本，提高医疗机构面临短期电力供应短缺时的适应能力。[27]

热电联产或者说现场发电设施可以提供立竿见影的能源节约，并加强运营的韧性和可靠性。[28,29]现场可再生能源可以减少能源利用、燃料生产和运输过程中的碳排放，同时也增加可靠性，这些利用方式包括太阳能光伏发电、太阳能供热。[30,31,32,33]

例如，医院正在寻找各项措施，减少他们对大型电力网络和基础设施的依赖，从而使它们抵御各种极端事件的冲击，比如发生率增加的、常导致电网和其他基础设施瘫痪的风暴。[34]

为降低医疗设施的脆弱性，世界卫生组织和泛美健康组织发起了“安全医院倡议”项目。目标是提升医院能力，使其在紧急事件和灾害发生的情况下，仍能正常运转，继续提供恰当的和可持续的医疗服务。[35]在“安全医院倡议”基础上，“智慧医院倡议”在美洲加勒比地区也发起，旨在帮助健康医疗设施建立面对紧急事件的韧性和提供服务的可持续性。

方框2：气候变化减缓，它的影响和收益

低碳健康医疗在规划、建设和提供服务过程中，都应努力实现最低碳排放。众多减少排放的干预手段也产生其它健康和环境的收益，即所谓的协同效应，例如通过减少空气污染和通过降低相关呼吸系统和心血管系统的疾病发生率。

气候变化减缓可以直接或间接带来碳排放减少，从而降低气候变化的严重程度，因此减缓被视为主要的干预方式。

气候敏感的疾病减缓减少的是气候变化对疾病负担产生的影响，被认为是适应或次要的干预方式。

气候变化减缓的收益包括：

- 通过空气污染的减少，呼吸系统和心血管系统疾病发病率降低
- 清洁的、可获得的交通方式带来与交通事故相关的伤害的减少
- 由于废弃物管理水平、设施可获得性和安全饮用水供应能力的提高，健康医疗部门的从业者、病患和社区都能够享受更高的安全标准
- 通过改善的自然通风系统，有更低的疾病感染风险
- 与有毒产品和化学品的更少接触，降低暴露风险

方框3：一个有韧性健康医疗系统的特征

Kruk 等[38] 建议一个有韧性的健康医疗体系具备以下5个特征：

- 了解：最新的关于健康医疗体系资产和潜在威胁的信息（包括脆弱性和强项）
- 多样的：能够对各种威胁作出回应
- 自我监管：在威胁对系统产生压倒性影响前，有能力对威胁进行遏制
- 综合的：能够将来自部门内和部门外的主要利益相关人带到一起，来支持有韧性健康医疗系统的建设，包括健康医疗部门内的公共机构、私人机构和社区，以及部门外的如交通、教育和媒体等机构
- 能适应：在面对挑战时足够灵活，可以做出提高绩效的转变

健康医疗系统面对气候变化的韧性

所有对健康医疗部门的新投资，应该提高整个健康医疗部门应对气候变化的韧性。这对于满足新的挑战非常重要，这些挑战包括极端高温天气、增加的降雨、更强的风暴，还包括人口增长的压力、地方环境质量下降、传染性疾病暴发。西非爆发的埃博拉病毒，说明了在投资和建设医疗系统的韧性或适应能力上，我们仍有显著的不足和缺陷。

在气候变化的情景下，韧性尤其重要，因为气候变化影响健康和基础设施的方式是复杂的、难以预测的和多方位的。脆弱的健康医疗系统不可能去应对气候变化带来的威胁。本报告在接下来的篇幅中将讨论许多有针对性的、旨在提高健康医疗系统韧性的建议。

认识到以下一点非常重要，那就是健康医疗行业在更加广泛的气候变化适应政策和整个社会的韧性提升方面有非常重要的作用可以发挥。健康医疗行业必须重构话语，即气候变化是一个健康议题。[36]健康应该是整体气候变化适应战略中的一个交叉主题。[37]健康医疗行业必须倡导对于气候变化和健康之间关系的更多的认知，同时将越来越多新的研究证据整合到政策制定和实践当中。[38]

面对改变的气候，世界卫生组织意识到，需要就健康医疗部门如何更好的对气候变化带来的挑战和机会作出回应给出坚实的指导。世界卫生组织最近发布了“建立健康医疗系统气候变化韧性的运营框架”，旨在为公共健康决策者和他们的合作伙伴提供支持，特别是中低收入国家的决策者（WHO, 2015）。世界卫生组织将“韧性健康医疗系统”定义为“一个有能力预测、响应、应对、恢复和适应与气候变化相关的各种压力和震 荡，尽管在不稳定的气候环境下，也可以带来可以持续的人口健康效果的提高。”这一框架是倾向于支持国家层面在气候变化适应上的规划，并支持公共健康医疗部门增强对一个改变的气候的响应能力，框架对更广泛的国际社会的决策也包含一些有用的因素。

例如，框架介绍了一套建设韧性能力的考虑因素，这些因素可以用作一个清单或者一组问题，来评估一个考虑中的投资是否有助于建立气候韧性。这些问题是：

- 是否有助于降低脆弱性？
- 是否在开发能力？
- 是否将长期行动的视角放在当下决策当中考虑？
- 是否运用适应性的管理方法？（如风险告知、迭代、灵活，运用模型和情景理解未来的情形变化，考虑风险和不确定性以作为增加知识的方式）
- 是否确认社区参与方法和意见来加强健康行动？

操作框架包括十个要素，是在六个传统的健康医疗系统建设的模块上来阐释的，而且这个框架是放在推动气候韧性的背景下探讨的（如图1.2所示）正如韧性会在报告余下的篇幅当中进行讨论，包含操作框架当中的这些方法也会应用在开发融资的情景下。

图1.2: 促进气候韧性的健康医疗系统架构

来源：世界卫生组织，2015.

方框4: 气候智慧型健康医疗：低碳健康医疗和韧性之间的交叉

政府间气候变化专门委员会指出气候变化的主要风险，包括极端降雨导致的洪水和泥石流、对水资源可获得性的影响、对非人为森林火灾的影响，与酷热相关的死亡等。[42] 这些影响都会对公共健康带来挑战。作为最先的回应者，医院和健康医疗中心需要在这些影响面前具备韧性，上述紧急事件发生时仍能正常运转，能够为受伤害者提供安全的庇护场所和必要的医疗服务。[43] 随着医院和健康医疗系统发展低碳健康医疗服务，他们正在发现气候减缓措施或者可持续发展措施与气候变化韧性干预之间有重要的交叉和重合。因此，我们建议使用一个新的术语，“气候智慧型健康医疗”，来涵盖气候变化导致的健康影响以及健康医疗所作的响应之间的关系。

来源：国际无害医疗机构/世界银行。

通过世界银行的模式发展社区参与的理由

气候智慧型健康医疗不仅与低碳发展战略[39]相一致，而且与世界银行集团所推动的健康加强和转型战略一致。[40]世界银行消除极端贫困和推进福利的努力包括支持对健康医疗系统的投资，这是一个更加健康社会的基础。气候智慧型医疗通过以下方式提高健康效果，减少医疗部门的环境影响、强调向跨越初级、二级和三级医疗体系的综合性医疗模式转型，在转型中将资金和技术的重点放在基础医疗服务层面。

气候智慧型医疗要求从业者拥有与当地和当下任务相匹配的技能，也要求医疗机构可以给当地社区提供恰当的、高质量的医疗服务。过去，技术上的局限阻碍了这样的健康医疗服务的提供。如今，信息技术上的进步为这样的方法的无缝链接和与协同效益的整合提供了路径。借助移动电话的方便，这些进步将允许中低收入国家的人口也能享受质量高、经济上可行的健康医疗服务。[41, 42]

世界银行的其他工作，诸如 *Turn down the heat,*[43] *Connecting climate change and health,*[44] and *Shaping an approach to climate change and health: geographic hotspots for World Bank action on climate change and health*等，已经总结了气候变化和健康的关系，并提供了详细和深入的资源，以帮助人们更好的理解气候变化和健康之间的关系。另外，世界银行气候变化交叉解决方案项目(CCSA，世界银行健康、营养和人口全球实践项目已经开发了一个气候变化和健康的方法及行动方案，进一步来阐释这些问题并在世界银行集团内将这些问题设定了讨论的情境。

章

2

发挥社区作用推进气候智慧型、低碳医疗解决方案

本章节回顾了可用于低碳医疗的工具和方法。依据现有的倡议作为开展进一步工作的基础，与开发项目和工程相整合。尽可能地给出了详细的方法。案例研究给出了国家实施计划的例子，体现出方法的现实适用性。

现有的倡议

联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)制定了一些可以减少碳排放的干预措施。[45]在此基础上，世界卫生组织得出结论，医疗机构可以通过减少碳排放来获利和共赢。[46]它参考了8个IPCC的干预措施和4个其他减排策略的效应报告，并从以下四方面进行了考量：

- 提升医疗服务质量
- 减少环境和职业健康风险
- 减少罕见病发病风险
- 提高医疗质量，改善就医途径

研究结论表明，许多减排措施仅需常见的设备和活动，但却可能与医疗机构提供更好的服务有着特殊的关联。措施总结详见表2.1。世界卫生组织的研究还明确指出，在医院等医疗设施设计更加绿色化和更多使用可再生能源的背景下，需要对医疗机构能源消耗和碳排放，以及整体环境表现等，做更为系统化的测定和基准制定。

同国际无害医疗组织(HCWH)一起，世界卫生组织提出了一份讨论文件，详述了气候友好型医院的七个方面，并列举了全球有关医疗保健设施减少碳排放的案例。[47]气候友好型医院的七个组成部分包括：提高能源效率、利用绿色建筑设计原则、采用替代能源、清洁转运、可持续性食品、清洁废物管理和水资源保护。

例如，古巴的Agustino Neto院长为改进能源使用行为，对特定区域的能源消耗进行了统计，并最终降低了21％的能源消耗。[48]此外，秘鲁的Nacional Dos de Mayo医院的设计，可最大化的利用自然通风（高天花板、大窗户、根据当地主要风向来确定朝向，最大限度的进行利用）来保持医院内空气清新和舒适。在卢旺达，有一个没有介入国家电网的医疗诊所，它依赖于更可靠并且污染更少的混合太阳/柴油能源。

由HCWH的全球绿色健康医院项目领导的2020医疗行业气候挑战，可以给那些寻求评估路线，衡量进展和参与全球合作的机构提供有效的支持。2020挑战的三个支柱框架为减缓、韧性和领导力。[49]其

表 2.1: 适用于医疗机构的减排策略

减缓策略	措施	温室气体影响	健康收益
提高能源供应和分配效率	• 燃料转换 • 能源回收 • 分布式发电 • 热电联产	• 减少传输损耗 • 在能源使用、燃料生产和运输方面减少排放	• 立即节省能源，业务韧性/可靠性 • 减少空气污染暴露 • 改善可靠医疗服务的可获得性 • 更好的能源安全
现场可再生能源	• 太阳能光伏发电 • 太阳热能 • 风能 • 其它可再生能源	• 在能源使用、燃料生产和运输方面减少排放	• 提高业务韧性/可靠性 • 长期能源节约 • 减少环境空气污染 • 更好的能源安全
低能耗设备	• 非电动医疗设备 • 直流设备 • 节能设备	• 在能源使用、燃料生产和运输方面减少排放	• 能源和运营节约和能源安全 • 改善夜间功能性和设备可靠性 • 用低能耗LED显微镜改善肺结核的诊断 • 更好的医疗保健获取途径和能源安全
被动冷却，加热和通风策略	• 医疗环境中的自然通风 • 蒸发冷却 • 除湿 • 地下管道冷却	• 减少现场能源生产的直接排放；在能源使用、燃料生产和运输方面减少排放	• 能源和运营节约和能源安全 • 改善室内空气质量 • 减少空气感染的传播 • 改善社会福利，生产力和病人健康
机构废水和固体废物管理	• 感染性医疗废物的先进高压灭菌 • 现场废水预处理和卫生改善 • 使用带有污染物去除设施的高温焚烧方式处理药品	• 减少处理废物和废水的能源排放 • 在某些环境中减少废物处理的温室气体排放 • 减少含水层和生态系统的破坏	• 节约废物/废水处理费用 • 减少废物量 • 改善当地空气质量法规/导则的执行力 • 改善机构周围的卫生 • 减少甲烷和其它排放物 • 减少对传染媒介，以及腹泻和其它通过水传播的疾病的暴露风险
减少使用和处置麻醉气体的温室气体排放	• 回收和清除废弃麻醉气体	• 减少麻醉气体废物的直接排放	• 通过重复利用节约麻醉成本 • 减少医疗工作者接触气体带来的健康风险 • 提高医疗工作者生产力
减少采购中的碳足迹	• 更好地管理药品、医疗器械、商业产品和服务、食物/餐饮和其它机构投入的采购	• 减少生产和运输未使用药品和产品的能源足迹	• 闲置/废弃产品的资源节约 • 减少使用过期/失效产品的风险
远程保健/远程医疗	• 家庭病人的监护和指导 • 应急响应 • 健康工作者建议/通过手机的合作	• 减少医疗相关出行的排放	• 更具成本效益的医疗 • 减少出行相关的损伤风险 • 改善慢性疾病的管理，例如糖尿病和心脏病以及应急响应 • 偏远资源匮乏区域更好地获得医疗建议
使医疗机构接近公共交通和保证安全的步行/骑行	• 在规划建筑物时，安排新机构在公共交通附近 • 鼓励雇员使用公共交通和设施	• 减少医疗工作者和医院访客交通相关的排放	• 减少医疗工作者和医院/诊所访客去医疗机构的交通伤害风险 • 通过使用公共交通降低医疗工作者高血压、心脏病和糖尿病风险的潜力 • 为没有私家车的医疗工作者和访客提供便利
节约和保护水资源	• 节水设施，渗漏管理，用水安全 • 在医疗机构内采用现场水处理和安全蓄水 • 雨水收集、中水回收/循环利用	• 通过减少从地表水/含水层抽提水的能量消耗来减少排放 • 减少水资源的卡车运输	• 通过更好的获得安全用水改善医疗操作效果 • 节约水费 • 减少健康机构活动的水污染 • 减少不安全水和饮用水导致的疾病传播 • 改善资源匮乏医疗机构获得安全用水、饮用水的现状 • 减少含水层和生态系统破坏 • 更好的用水安全

来源：改编自世卫组织。[50]

设定了一个远大的目标：动员每个大洲的医院和医疗中心共同努力，到2020年，医疗机构每年减少温室气体排放量2600万吨。这相当于每年减少550万辆汽车或是安装7000台风力发电机。该挑战动员了越来越多的参与者，他们来自23个国家，包括超过9000家医院和医疗中心。2020挑战的参与者[51]所取得的成果和做出的承诺也激励了其他人，包括：

- 南非西开普政府医疗系统已经承诺减少将碳足迹，他们计划在2020年前减少政府医院10％的能源消耗，在2050年前减少30％（与2015年的能耗水平相比）。他们将在建筑工程项目中采用绿色设计原则，除特殊情况外，尽可能的利用自然光和自然通风，减少空调的使用；将照明灯替换为高效的荧光灯和LED灯，结合浅色墙壁达到更好照明效果；安装热泵来获取热水；在建筑中加入绿化空间的设计。几乎所有的医院都已不再使用煤和燃油锅炉。采取高效措施后，仅一家医院的洗衣房每年就可节水至少1900万公升，减少550吨二氧化碳排放，节约成本62,000美元。[52]
- 巴西圣保罗的Albert Einstein医院于2010年制定并实施了一项可持续发展总体规划，计划将年温室气体排放量减少41％，相当于2000吨二氧化碳。
- 韩国延世大学医疗系统计划2020年前实现温室气体减排27％的目标。延世大学也采取了许多低碳策略：在停车场中安装LED灯为医院每年节省60,000美元；在休息室安装带有占用传感器的照明灯可节省50,000美元。仅以上两项就降低总能耗达10％。
- 英国国家医疗服务系统(NHS)正努力实现在2020年前减少34％碳排放的目标。英格兰医疗部门在2007到2015年间减少碳排放量达740万吨，尽管相关医疗活动量增加了18％，但碳排放量却减少了13％。[53]NHS是一个国家公共健康保健系统，他们创建了适用于全系统的低碳医疗方法，包括：全国性的碳足迹分析，适用于全国的战略和工具以及对项目进展进行公开报告。
- 澳大利亚的西南部悉尼地方健康局(South Western Sydney Local Health District)减少了水和能源消耗，节省了大量财政支出，二氧化碳年减排量达6370吨。为了能在较低收入地区复制成功经验，该地方卫生局对老旧低效的厂房和设施进行了升级，如升级照明设施即可每年节省450,000澳元。[54]

许多世界银行支持的项目也在医院绿化方面显示出可喜的成绩。为了给患者提供最好的医疗护理服务，黎巴嫩的Keserwan医疗中心(KMC)额外投入一笔资金去获得Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE)认证，他们需要在一年多的时间内降低使用开支。EDGE认证指定KMC医院应节约21％的能源支出，25％的水资源使用以及26％的建筑能源使用（即所有与建筑修建相关的能源消耗）。罗马尼亚的医疗服务提供者以及国际金融公司(IFC)的客户—Medlife，也已经承诺尽量采用节能节水设施，以期达到至少节省20％水资源和能源的目标。

许多医疗系统和组织正朝着低碳模式发展。尽管这些组织所在国家还没有为低碳医疗提供相应支持，世界银行可以给予这些发展机构鼓励，帮助建立和稳固发展势头。

为资源匮乏地区的医疗机构提供能源助力：为资源匮乏的提供可靠的能源供给，也可以帮助建设培养低碳、有韧性的医疗保健机构。一项由世界银行和世界卫生组织[55]联合发布的研究报告探究了获取高效能源服务的途径和全民健康覆盖率之间的关系。该报告提出了一系列能源战略，该战略主要针对那些平时难以获取能源来支持照明、制冷和支持基本医疗设备运行的诊所、初级和二级医疗机构，以期改善他们的服务质量、安全性和医疗服务的可获得性。

世界卫生组织于2014年对11个非洲国家进行了评估，平均有26％的医疗机构没有电力供应。其中8个国家有相关统计数据，数据显示，仅有34％的医院有可靠的电力来源。该报告也指出：

- 在这11个位于撒哈拉以南的非洲国家中，数以百计的诊所和医院正在使用太阳能光伏电源(PV)作为主要或备用电源。“在乌干达，有15％的医院用太阳能光伏板对医院电力网络进行能源补充；在塞拉利昂，36％的医疗设施和43％的医院将太阳能与其他电力资源结合使用。”
- WHO批准了多种可用于储存疫苗和血液的太阳能冰箱进入合理采购清单，以低价出售给发展中国家。其中一些冰箱在没有电力的情况下，可以保持冷链一周甚至更长的时间。鉴于为确保冷链无误，制冷设备通常需要大型太阳能电池作为依托，过剩的电力可用于弥补其他医疗器械的电力负荷。[56]
- 以健康为焦点的政府间组织在太阳能疫苗冷藏冰箱上迅速扩大投资。UNICEF在2013年统计数据显示，太阳能冰箱及冷藏设备购买量占所有冰箱的13％，而这一比例预计将继续增长。2007年起，全球防治艾滋病、肺结核和疟疾基金投入了数百万美元来购买太阳能光伏板，为亚洲和非洲诊所的医疗器械和实验室提供小范围电力供应。
- 迷你系统，例如“太阳箱”（一种便携式的太阳能系统），就以较低成本解决了一些没有电力供应的诊所临床一线紧急供电的需求。这些都极大帮助了偏远地区和小型诊所开展夜间产科服务和急诊外科服务。
- 众多多边和双边机构正致力于向发展中国家的诊所大规模投资太阳能系统，例如美国国际开发署倡导的能源医疗项目。

基于这些积极案例，报告得出以下结论，“医疗和能源部门需要设计新的政策、标准和法规来支持能源技术的采购、安装和可持续运营。与此同时，需要创新的筹资结构催化对现代能源系统的投资。”这个结论与大型的发展机构尤为相关，给予了各部门和项目更多的合作机会。气候与健康集合和嵌入式的解决方案的成功发展需要新的实践团体、分析与项目设计的通力合作以及对常见问题开展定期讨论。

透过世界银行集团健康、营养和人口的全球实践项目来看医疗部门战略的相关性

世界银行鼓励医疗机构向气候智能型转变，同时也支持其他有关气候和健康的干预措施的发展。尽管每个国家的地理、社会、经济和人口状况不尽相同，但低碳医疗相关的关键要素均可以纳入投资范畴。这些要素必须因地制宜，以期能帮助当地社会更加可持续、有韧性、更健康的在气候变化的环境下繁荣发展。

世界银行将低碳医疗归入健康、营养和人口全球实践项目的全民医疗战略中。它可以为低成本的健康促进系统提供蓝图，以帮助减轻疾病负担、适应新的效率和质量要求、减少温室气体排放和地方污染、适应气候变化。

世界银行的气候变化行动计划呼吁相关机构加强开展与气候和健康相关行动。该计划指出，以现有资源为基础，世界银行将提高自身能力，以应对72个将医疗作为应对气候变化国家自主贡献Nationally Determined Contributions, (NDCs)重点领域的成员国的需求。其中40个属于国际开发协会(IDA)，32个属于国际复兴开发银行。

从战略层面看，世界银行将通过以下方式**推动气候智慧型医疗行动**：讨论气候变化对健康的影响、指出投资低碳解决方案的机遇、支持医疗机构拥有更强的气候适应能力。它还可以通过以下方式增强自身能力：建立气候智慧型投资、提升医疗部门的认知、加强相关部门和社会群体之间的交流以及支持健康保健模式的建立。

世界银行可以鼓励低碳医疗机构实现以下目标：

- 评估：鼓励医疗系统将碳足迹评估和公告定为机构规范，从设施、机构、城市、州/省、国家等各级层面进行评估分析
- 规划：将低碳措施纳入规划，例如将气候分析和干预措施整合入医院的安全评估和规划中。（例：PAHO医院安全指数与减碳智能医院）[57]
- 投资和实施：鼓励投资实施低碳战略，例如使用可再生能源和提高能源效率、减少废物和可持续医疗废物管理、可持续性运输和水资源消耗、对药品和医疗设备等产品的低碳采购政策
- 监测和评价：系统的追踪各种行动和项目对健康、经济和气候的影响

在准备和范围规划的过程中整合世界银行项目

每个世界银行的项目和计划都应切实可行，都应在项目之初就将减缓气候变化纳入考虑，以实现利益最大化。目前，世界银行资助项目都把气候变化作为考量的一项重要内容。例如，多大程度上，气候变化影响项目的产出和成果。这只是把气候考量因素纳入项目流程的其中一步。另一个值得考虑的问题是，如何在项目中加入低碳设计，减少气候变化的影响，例如，世界银行EDGE绿色建筑认证（世界银行项目均被鼓励去取得该认证）。举例来说，世界银行应该考虑到将健康医疗系统整合到社区和地区能源计划和公共交通系统的可能性，以减少空气污染。另外一种选择是，结合专业知识，将气候和健康与社会和环境框架相整合（详见附件2《社区健康医疗和安全保护政策》）。这些方式可以应用于项目准备、定向和规划范围的过程中。

低碳发展这个要求应被列入每个医疗机构的项目说明和合同中。这样可以鼓励项目参与者或合同人关注自己的碳足迹，探寻减低措施，思考如何将气候因素整合至项目的各个发展过程中。

鼓励碳减排的同时建立健康医疗部门应对气候变化的韧性。因此，二者应彼此结合，彼此联系。举例来说，在医院建筑中投资建设遮阳设施，可以在高热来临之际帮助自然降温，同时也减少了对高能耗的空调的需求。

各项目已将对当地的空气、水和土壤污染的影响纳入考量，但范围还应进一步从地方扩展至全球。世界银行需要考虑碳排放对健康医疗和经济的影响，以确保不错过每一个减少碳排放的机会，调整底线，实现每一个从准备、实现和评估阶段整合项目的机会。它同样需要考虑，有关碳排放的能源项目的社会价值是否也同样适用于医疗项目。同样的经验也可以扩展到其他发展机构中。

世界银行内的项目和干预措施

对于所有项目或干预措施，都可以依据气候智慧型医疗将其整合为三个重要阶段（表2.2）。第一阶段，建立基线数据，确定重点领域，即与世界银行项目的认证、评估和批准步骤相关。第二阶段，设计规划重点领域，即世界银行的项目实施阶段。第三阶段，监测和报告进展、更新规划、发现潜在重点领域。

表2.2: 将气候智慧纳入世界银行集团的项目干预阶段，为其他发展机构提供范例

阶段1 项目确立，评估和批准	阶段2 项目执行	阶段3 项目评估
确定重点领域的基准碳足迹（及相关成本）	部署诊断工具来改善焦点区域	通过透明和公开的机制衡量和报告进展情况
评估机构、个人和技术的基本能力和物理基础设施	向工作人员和社区宣传低碳和气候智慧型方法	审查重点领域和更新计划
评估实现低碳所需的相关成本	制定系统的计划来建立时间表，行动和监控机制，同时增强韧性	
评估5，10和25年内气候变化对当地主要脆弱领域的影响	与机构、健康专家、当地社区交流有关战略及其作用	
抓住与能源效率，可再生能源和可持续采购战略有关的减缓气候变化的机会		

在项目干预的第一阶段，气候智慧型方案应考虑到一些早期的低碳评估结果和气候缓解战略，包括能源供给的可靠性、可再生能源技术的可用性以及可再生能源技术的融资情况。此外，也应该从以下几方面积极寻求机遇：提高能源效率；改善废物管理和分类；改善水资源供应、节约和保护机制；将低碳融入产品和服务的供应链。

健康医疗部门在不同的国家和地区都计算了碳足迹。本章节主要向医疗系统及组织介绍了在项目干预的第二阶段所需的常用诊断工具。与不同干预措施有关的特殊工具介绍详见第3章。

诊断

许多医疗卫生机构将直接的能源使用情况用于其碳足迹的计算，并以此作为监测碳足迹是否减少的基线数据。通过监测1、2、3排放情况(Box 5),可以计算出机构或国家完整的碳足迹，正如英国的NHS所做的那样。然而，这种方法可能无法在所有国家中得以实现。[58]通过分析最新的财政支出数据和各区域的碳产生情况也可计算出完整的碳足迹。在大多数情况下，这个方法都可以通过匹配财政信息和相关生产类别所实现。

碳诊断

在衡量气候变化是否被减缓的过程中，最常用到的指标是二氧化碳当量($C0_2e$)。世界上有关建筑能源、旅游以及供应链的碳排放量的计算方法也多种多样。以上这些计算都需要用到碳强度转化系数，该系数会依据能源供应的效率和变化进行定期更新。例如，汽车制造工业不断提高能源的使用效率，其每公里行驶所产生的碳强度也将不断减少。在已知这些数据的情况下，便可以很简单的计算出相应的碳足迹。但是对于一些数据不够清晰的行业，比如供应链的碳足迹计算，就需要相应的评估方法来帮助。随着行业的发展，对于不同类型产品的碳足迹计算也更加分门别类，计算也越发细致。使用评估工具是很好的选择。

基线诊断

计算过程中需要明确计算方法和假设，以便后续进行同级别数据间的比较。

方框5：温室气体排放来源

来源1现场（能源）温室气体排放通常是由在现场消耗化石燃料产生的，例如燃烧油或煤气来烧水或应急发电。

来源2非能源温室气体排放包括现场来源，如废水处理、焚烧、麻醉废气排放等，以及其它废气排放，如制冷剂。

来源3温室气体排放来源于间接的电力、热量或蒸汽消耗。这些排放通常与电力相关，例如从电厂购买或本地生产，发电厂燃烧化石燃料，如煤或油等。它也可能从购买的加热或冷却过程产出，可能包括蒸汽和冷热水系统。

来源4温室气体排放也是间接排放物，如购买的材料和燃料、与车辆有关的运输活动、在来源2内未涉及的与电力有关的输电和分销损失，以及外包活动、废物处理等。

由世界资源研究所和世界可持续发展工商理事会制定的温室气体议定书是目前计算、管理和报告温室气体排放量的通用标准。它为各组织和部门提供了计算指导，[59]也提供了一个通用基准，以便各国或各组织之间都可以相互进行比较。考虑到部分处于中低收入的国家的数据难以获取，标准也给出了基本的计算方法。

医药产品

提供对药品和医疗器械的专业指导。医疗系统、部门或者公司的采购部门可以使用相应工具来确定重点采购类别和重点产品。

国际医疗碳排放报告系统

作为2020医疗行业气候挑战的一部分，国际无害医疗组织的全球绿色健康医院(GGHH)项目为参与者提供了一个碳报告工具，也是第一个适用于医疗行业的国际化碳报告系统。通过该系统，参与者可以评估自己的碳足迹、追踪和报告减碳情况、评估韧性和领导能力、与当地或全球范围内的类似机构比较进展情况。

可持续性诊断

应用能在较大范围内评估可持续性的工具可以有助于确立开发和行动领域。例如EDGE的绿色建筑项目中就包括对医院能源、水和建筑能源的计算模块，还有各项目的温室气体排放数据，涵盖全球125个国家。如英国的良好企业公民(The Good Corporate Citizenship)工具就可以帮助组织进行自我评估，从而确定努力方向。

当然，各国的温室气体排放情况和污染物对健康的影响各异。世界银行发布的《气候变化与健康世界银行行动项目热点地区报告》对健康影响进行了简单总结，依据温室气体排放产生的污染物的健康风险对各国进行了评估分类，该结论与IHME全球疾病负担评估结果一致。从图2.1中可以看出，空气污染已广泛存在，也产生了相应的健康影响，这一情况将继续发展恶化，减排措施亟待开展。

低碳医疗干预措施

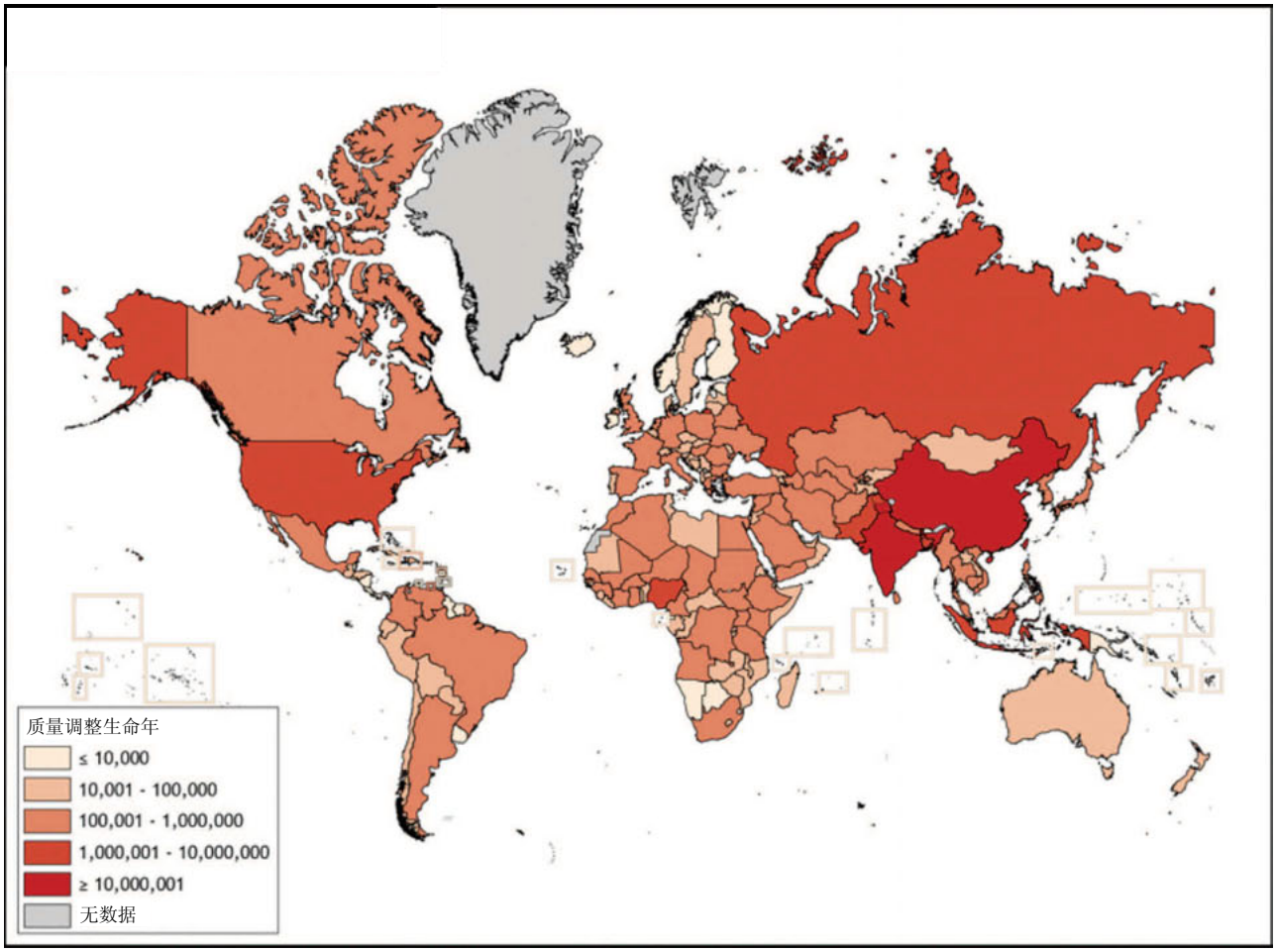
为低碳医疗发展做贡献的机会很多，本节概述了与中低收入国家相关的低排放干预措施和解决方案，主要包含基础设施开发、运营交付、保健模式和财政等方面。所有干预措施均符合温室气体减排要求，详见表2.3。

基础设施的开发

本节讨论的主题是对提供医疗服务的空间的规划、设计和建造。本节涉及的大部分干预措施都可适用于各种类型的护理服务设施，包括住院和门诊在内。当然，其中有一些设计对病患护理是尤为重要，例如给病房提供采光和景色视野有助于缩短病人的住院时间等。[60]类似的一些有合理目的的设计对医院来说十分重要。

为满足消毒和日常热水的需求，对用于加热的能源要求日益升高，建立加热系统（如太阳能电能混合能源热水器）可对医疗设施多有助益。

图 2.1: 空气污染疾病负担全球分布



来源：气候变化与健康世界银行行动项目热点地区报告（2016）.

表2.3: 气候智慧型干预措施及相关温室气体排放领域

温室气体减排的干预	领域1	领域2	领域3
基础设施发展：			
建筑设计与施工：新建和改造	x	x	x
运行交付：			
高效和可再生能源	x	x	
废物处理			x
水资源	x		
运输和旅行，包括规划，自有车队和远程解决方案	x		x
食物，包括购买和减少浪费			x
采购和供应链参与			x
药品			x
废弃麻醉气体和健康部门制冷剂	x		
服务交付和低碳护理模式	x	x	x

建筑与系统设计与施工（详见表2.4）。在建筑的设计和建造过程中，都应将低碳方法[61]纳入考虑范畴。例如在最初选址和确定建筑朝向阶段，应合理利用自然阴影和自然风，使建筑物保持舒适环境。这一设计对住院部来说非常重要。使用较窄的楼面板进行建造有助于采光和自然通风，对改善室内环境质量有所帮助。建筑设计应最大限度提升围护结构的性能，避免炎热天气产生过热现象，避免寒冷天气产生热量损失。同时应结合使用高效的采暖通风及空调设备(HVAC)、高效的电力照明设施以及高能效的医疗设备来进一步的降低能源消耗。其他可以采取的措施如下：

- **被动式太阳能加热或冷却策略，**例如悬壁结构、遮阳设备、提高热封设备性能、减缓温度变化、减少加热或制冷设备的使用以及降低能耗。
- **使用自然通风或混合模式通风，**与传统机械通风相比，可以提高换气率，减少能源需求和相关温室气体排放。使用自然通风可以提高医疗设施的可靠性和恢复能力，例如南非用于治疗耐

药性肺结核病的设施。世界卫生组织已出版使用自然通风来预防控制感染的指南，[62]还出版了医疗机构的自然通风模型设计。[63]

- **保护和加强自然环境，保护那些**适宜在温暖、高降水环境中生长的植被，确保有较多的阴凉产生，同时提升对雨水的管理。
- **减少水资源消耗，**减少水处理设备和水运输过程中的水资源消耗可以同时节约水资源和能源。种植本地物种或耐旱物种以减少水源需求；采用雨水收集系统和雨水管理措施，收集雨水来补给地下水供应，可以在减少水源消耗的同时增强对气候变化的适应能力。
- **建筑材料**会对建筑内居住者和使用建筑材料的建筑工人的健康产生影响。就地取材可以减少材料运输产生的能源消耗，还可以支持当地经济发展。避免使用含有有害物质（如：汞、铅和镉）的建筑材料，减少建筑物使用者的暴露风险。
- **绿色建筑设计**工具和认证机制，以及一些医疗专用建筑。例如：医院的EDGE认证系统、建筑研究所环境评估方法、医疗机构能源及环境设计领导力组织(LEED)以及澳大利亚医疗绿色之星的绿色建筑委员会。后面两者依托于早期的绿色医疗指南。

这些工具大多是依据发达国家的环境设计的，现已被许多发展中国家应用。在坚守使用清洁能源的原则和保证建筑选址合理的前提下，可以依据特定气候变化和极端天气情况对个别功能进行调整。以下是几个位于中低收入国家的绿色医疗建筑实例。

虽然绿色建筑工具不能专门应对气候韧性问题，但许多可持续性建筑策略，例如减少能源和水资源需求、合理采光以及采用被动式系统等，均可以提高医院和健康医疗部门的韧性。

案例1：低碳建筑-印度

孟买的Kohinoor医院[64]致力于减少其环境影响的同时降低患者的费用。该医院于2009年开业，通过使用低能耗灯泡，利用光伏发电来加热水，收集雨水，以及自己进行污水处理以减少用水等措施，获得了LEED认证。除此之外，Kohinoor医院还安装了高效外墙和窗户系统，以及一个空气调节装置，使得能源使用强度达166kwh/m^2/年 (53Kbtu/ft^2/年)。

案例2: 低碳建筑—卢旺达

Butaro医院65是健康伙伴基金会、卢旺达卫生部以及MASS设计集团的合作项目。该医院在减少自身能耗方面做了以下几项工作：采用窄楼面板，自然采光，自然通风，该医院使用大流量、低风速的扇叶以及紫外线杀菌灯来确保通风的高效节能，同时也能有效控制空气传播疾病的发生。Butaro医院从附近的维龙加山就地取材，既减少了碳足迹，还对当地经济做出了贡献。以上这些措施将设施建造价格降低了1/3，共节省资金$200万，还提供了4000多个工作岗位。

*来源：https://massdesigngroup.org/work/design/butaro-districthospital

表2.4: 低碳建筑的干预措施和效益

低碳建筑设计和运营的注意事项		
类别	**干预**	**效益**
建筑选址和环境	气候带和生物群落识别	设计建筑时应适应当地的特定气候条件，以节约能源
	在确定建筑选址和朝向时最大化利用太阳能和风向	减少热负荷和最大限度地发挥自然通风的被动效益
	种植植被和反光路面	减少热岛效应
	保护现有植被	最大化成熟树木的遮阳效果，稳定土壤和保护栖息地
	鼓励公共交通、自行车和步行	鼓励积极的交通，减少交通过程中的温室气体排放
	现场生产可再生能源	减少温室气体排放，增强对气候变化的适应力
建筑形式	运用窄楼面板	最大限度的采用自然光和自然通风
建筑外部	增强建筑围护热工性能	减少加热和冷却负荷*
	反光屋顶	减少太阳的热负荷，减少热岛效应
	可再生能源发电	减少温室气体排放并增加气候变化韧性
	通过安装遮阳设备和植被种植来遮阳	减少太阳的热负荷
	可开关的窗户	利用自然通风
	就地取材	减少运输材料的能源消耗，支持地方经济

表2.4: 低碳建筑的干预措施和效益

低碳建筑设计和运营的注意事项		
类别	**干预**	**效益**
建筑的取暖和制冷	自然通风	通过被动式取暖和制冷实现节能
	分区域温度控制	减少取暖和制冷的能耗*
	混合式通风	减少取暖和制冷的能耗*
	部分空气再循环	减少取暖和制冷的能耗*
	热回收	减少取暖和制冷的能耗*
	可变流量系统	减少风机能耗
	地源热泵	减少取暖和制冷的能耗
	热电联供	将发电时产生的多余的热能用于加热；减少电力传输损失；提升韧性
	夜晚和无人使用时的管理	减少取暖和制冷的能耗
	建筑调试系统	通过更有效的系统操作来节约能源
采光	自然光采光	利用被动照明来节约能源*
	低能耗灯具	减少能源消耗
	可控照明控制	减少能源消耗
	自动照明控制	减少能源消耗
水加热	低流量水装置	减少热水的使用
	洗衣设备中的冷水洗涤剂	减少热水的使用
	使用热电联供的余热加热水	通过利用热水余热来节能
	太阳能热水器	减少加热水过程中产生的温室气体；运用太阳能加热水来节约能源
设备	在设备选择标准中，将能效纳入考虑	减少能源消耗
	使用计算机设备的休眠模式	减少能源消耗
操作和控制	能源管理系统	减少能源消耗
	无人使用时关闭灯光和设备	减少能源消耗

*由于使病房可以接触到日光并有看到外面的视野是具有临床益处的(研究显示，病房中的高水平日光照射可缩短患者的住院时间67)，日光照射对于医院环境来说极为重要。同样，医疗机构对供热的需求也为采用热电联产和太阳能热水，并从中获益带来了机会。这些干预措施需要在设计时予以充分考虑，且对医院来说尤为重要。

来源：国际无害医疗组织。[68]

建筑改造

许多用于新建筑的策略也可应用到对现有建筑的改造当中，尽管医疗机构在技术要求方面往往面临一定的挑战。应在改造前进行能源审计以确保获益最大化。[66]能源审计可以识别出建筑中耗能最多的项目，可以发现建筑系统中存在的缺陷，比如泄露等，以便通过日常维护和修缮来节约能源和成本。加强对建筑物的管控同样可以有效调整现有建筑系统，减少能源使用，例如增设建筑能源管理系统、感应器以及医院的工作人员主动关灯、关设备等。

近年来，创新的建筑系统主要关注于节约能源、节约用水，开发了新型高效的机械设备。用高效的设备替代低效的旧设备，比如旧锅炉，仍需要大量的资本支出。通常情况下，医院会逐步开展改造工作，比如在实施大型资金改造项目之前先完成用高效LED灯替代现有照明灯等力所能及的工作。再使用节约下的资金来完成其他项目的高效模式改造。

在现有系统中扩大可再生能源使用比例，如使用太阳能热水器，减少使用化石燃料进行加热或冷却，可以减少能源消耗。改变一些小习惯也可以减少能耗，例如在医院的洗涤设备中使用冷水洗涤剂就可以有效减少能源消耗。

案例3：建筑改造—南非

西开普省政府几乎取消了所有53家医院的燃煤和燃油锅炉。采用Len-tegur高效洗涤方法后，医院每年可节约水资源190万升，减排CO_2达550公吨，并节约了至少$62,000的成本支出。如果推广至西开普省所有政府医院中来看，每年节约的资本可达330万美元。

健康医疗功能实际操作的交付

低碳医疗需要包含医疗部门交付过程中的方方面面，因此必须考虑到所有业务方面的影响以及有关能源、运输和采买的影响。

能源

健康医疗机构是主要的能源消费部门。许多医疗建筑需要维持不间断运营，这个过程需要消耗大量能源来控制室内气候和通风，

以确保病人和工作人员的安全与健康。也正因为如此，培养高效和可持续的能源使用方式对建设低碳医疗极为重要。

对于大多数大型医院来说，维持标准医疗服务流程需要消耗大量能源（加热用水、室内温度湿度的控制、照明、通风以及大量的临床活动），随之产生的巨额财政支出和大量的温室气体排放不可避免。例如，印度一项对140家医院的调查研究表明，以建筑面积进行计算，多功能医疗设备年平均耗能为378kWh/m^2，是全国耗能最高的商业部门。[68]

事实上，即使提升能源效率也可以做到不牺牲医疗护理质量。位于墨西哥、巴西、印度和波兰的医院已经通过采取基本措施，成功节约了资金，增加了机构设施的韧性，减少了20%到30%的能源需求。[69]

医疗机构可以使用清洁、可再生能源，如太阳能、风能和生物燃料等，替代现有能源，在未来大幅降低温室气体排放，有效缩减能源开支。这一举措还不会对当地的粮食生产和土地使用造成破坏。

替代能源可用于照明、取暖、抽水和加热用水等方面。这些可以独立安装使用，也可以与该区域内的可再生能源装置进行整合后使用。

选择清洁、可再生能源对环境和经济两大方面均有助益，特别是当有金融机制对这一转变进行支持时。与此同时，由于能源需求极大，对医疗机构的投资在经济规模转型中发挥了重要作用，也使得替代能源对个人来讲更加经济可用。

对于不能获得可靠电力供应的地区，即使是最偏远的地区，替代能源也可以为基础医疗设施提供能源。对于能源匮乏的地区，使用低能耗或无需电力供应的医疗设备，开发可再生能源，可改善获取基本医疗服务的机会。最后，由于可再生能源往往不像传统电网系统那样容易受到破坏，因此可再生能源可使医疗机构在应对灾难和恢复能力方面获得优势。

实现高能效医疗的关键步骤：[70]

1. 评估设施和机构的能源使用模式和需求；测量并设定能源基线。
2. 制定能源管理计划。
3. 确保设备和系统在巅峰状态下运行以优化能源效率。
4. 减少加热（包括加热水）、冷却和通风设备的能源消耗。
5. 创建联合生产系统，如热能电能的联合生产。
6. 鼓励员工减少能源消耗（例：案例研究4）
7. 定期进行能源审计，提升意识，依据结果制定改造计划。

案例4：提高能源效率—南非

开普敦地区的维多利亚医院在员工内部开展了名为“关掉它”的活动，该活动要求清洁工和家政人员需要确保，在这个有180个床位的二级医疗机构中，所有闲置的灯和医疗设备都必须被关掉。此项活动可以每年为医院节约$8400的开支，虽然金额很小，但却提升了清洁工和家政人员的士气，让他们感到在这家医院中收获了更多的认可。

能源效率及资本密集型医疗设备的供应和替代

像X光机这样的设备属于能源密集型设备，其操作成本高，且在运行过程中会大量产热。虽然这样的设备不是经常被使用，但也不能轻易关闭，以备不时之需。因此，我们需要投入更多关注在提高大型医疗设备的能源效率上，同时也要保证功能的可靠性。[71,72]

当选择高能效设备时，[73,74]对设备进行以下几方面评估也十分重要，包括设备在待机和睡眠模式下的能源消耗量，热量输出，对设备周边环境进行降温所需的能量以及产品设备的来源（产地、工艺、运输、使用和处置）。在考量设备的能源效率的同时也不能忽视其功能的可靠性。[75,76]例如，在低能耗且碳中性的设备中，LED显微镜的功能较为可靠，可在白天和光线不足[77]的情况下进行操作；用于保存药品和疫苗的太阳能冷链冰箱可对温度进行有效控制。[78,79]

案例5：提高能源效率及实现健康医疗共赢—墨西哥

墨西哥城的Torre de Especialidades设施可以主动消除空气中的烟尘，减少空气污染。该医院被一个巨大的蜂窝状屏幕所环绕，屏幕上涂有二氧化钛，在与烟尘接触时，可以催化其转化为无害的化学物质。此外，屏幕也还可以遮挡阳光，从而减少医院内空气制冷所需的能量。

现场可再生能源设备可以为无电力地区提供能源，使得医疗机构可以不仅仅局限于在白天运营，也使得这些机构可以开展更大范围的医疗服务。[80]现场可再生能源包括太阳能光伏发电、风力发电以及太阳能热水器，都为医疗机构提供了低碳而可靠的能源供应形式，同时适用于低、中、高收入地区。[81,82,83]

小型水利发电设备也为发展中国家的医疗设施提供了可靠的可再生能源供应。例如，一项由世界卫生组织和世界银行联合发布的报告显示，[84]在能源资源受限的地区，位于赞比亚、乌干达、民主刚果共和国的多家医院已独自或与周边组织合作建立或开发水力发电设备。位于民主刚果的地堑布滕博天主教大学(Catholic University of Graben-Butembo)，已在美国国际开发署的支持下，在太阳能和水电项目中投入巨资。

减少或消除化石燃料使用，转向使用现场可再生能源，不仅可以减少与气候变化有关的温室气体排放，也可以减少化石燃料燃烧产生的空气污染物，改善当地空气质量。对于已有集中式电网供电的地区，在电网出现短期中断的情况下，安装现场可再生能源发电设备可以节约大量的运营成本，也能够保证设施应对紧急情况的韧性。[85]联合生产，或者说是热电联产系统(CHP),可以有效节省能源，提高运营能力和可靠性。[86,87]印度、中国、巴西等国家的医院的商业建筑开发商正在开发投资CHP系统，以作为主要或备用电源使用。[88]

世界银行正积极参与人人享有可持续能源倡议(SE4ALL),[89]呼吁各国政府、企业和民间社会组织增加电力和清洁家用燃料的使用，扩大可再生能源的使用范围，提升能源效率。鉴于医疗机构

案例6：可再生能源—乌干达

乌干达医疗中心采用了太阳能光伏电池进行照明，这一举措改善了他们的夜间服务质量，特别是孕产妇护理方面。此外，由于电力来源更加可靠，他们能够更好地处理紧急情况，也改善了信息和通信服务质量，使得员工终于可以为自己的手机充电。与使用煤油灯相比，医疗中心降低了照明成本。安装可再生能源设备可使医疗中心在诸多方面获益，既减少了空气污染，有益健康发展，又提升了照明条件，改善了服务质量。

案例7：可再生能源—美国

美国的甘德森医疗中心通过减少能源消耗，采用多种可再生能源系统，实现了能源独立。其在能源生产方面的区域合作包括乳制品消化池（通过粪肥/沼气产生可再生能源）、涡轮机以及垃圾填埋气体能源倡议。当地的能源项目还包括地热能源和生物锅炉等。甘德森医疗中心将能源系统与当地农业经济相结合，深入社区，促进了当地经济的发展，利用居民生产的废物转化为医院的能源。甘德森成功提升能源效率超过40%，年节约成本近$200万。许多甘德森采用的策略也适用于中低收入的机构，尤其是中等收入机构。

可以实现能源的自给自足，那么这将与国家的韧性直接相关。世界银行也开发了用于部署可再生能源设施的工具包，以供使用。[90]

废物管理

医疗部门生产的大量废物均需通过安全的方式进行处置，医疗废物主要包括锐器、绑带、人体组织等感染性废物，重金属、药品等有害危险废物以及其他化学废物。联合国特别研究员指出，多数国家存在由于医疗废物管理不善而威胁公民权益的问题。[91]最近一项研究表明，医疗废物处理不当正导致全世界约有50%的人口遭受着职业、环境和公共卫生威胁。[92]

医疗废物焚烧可排放废气，影响气候变化，主要成分是$C0_2$、氮氧化物、一系列挥发性物质（金属、卤酸和一些燃烧不完全的物质）以及颗粒物，还有一些灰烬类的固体残渣。[93]小型焚烧炉是发展中国家最常使用的医疗废物处理技术，会造成温室气体以及二噁英、呋喃等有毒污染物的排放。[94,95]在实现低碳医疗的要求下，安全管理医疗废物对保护患者、医务人员和周边人群以及减小环境影响都有着至关重要的影响。其中，减少废物产生量是进行有效废物管理的基线目标。

针对免疫废物处理，一项试点项目对使用焚化炉、户外焚烧以及高压灭菌器这三种方式的成本和CO_2排放量进行了比较。结果显示，高压灭菌器的温室气体排放量最少，运行成本最低。[96]斯德哥尔摩公约已经提出要求，建议不在使用焚化炉进行医疗废物处理，以减少二噁英和呋喃的排放。

由于医疗机构产生的废物中有不到20%的废物属于有害危险品，[97]因此应进行有效的分类隔离，以确保危险废物可以得到特殊处理，而其他废物可以回收或再加工，以供其他工业生产使用。WHO呼吁将逐步淘汰焚化炉[98]作为长期战略执行，并与联合国开发计划署(UNDP)以及国际无害化医疗组织一道，由全球环境资金投资，在全球7个国家开展焚化炉替代技术。医疗废物的处理方法亟待进一步的研究开发，以减小对气候变化的影响。

麻醉废气

控制麻醉废气排放对医院控制温室气体总排放量有着重大影响。例如，一氧化二氮(N_2O)对大气变暖的影响约是CO_2的300倍。[99]另外，据估计，像异氟醚、地氟醚、七氟醚等麻醉药品对全球变暖产生的影响，在20年期限内，是等量CO_2所产生气候变化影响的500到3700倍。[100,101,102]一项由英国NHS SDU开展的研究[103]发现，对于从事急症护理的医疗机构，如医院等，麻醉废气对全球变暖产生的影响相当于约一半建筑供暖和加热用水废气排放产生的影响。现已有一种麻醉废气计算工具，可用于计算麻醉废气量，建立基线数据，以减少温室气体排放。

有几项与麻醉气体使用有关的碳减排战略可以被应用到麻醉专业培训当中去。可以对这些气体进行收集和再加工，也可以采用较低碳足迹的方式进行替代，如全静脉麻醉、椎管内麻醉或外神经阻滞等。鉴于地氟醚和N_2O相比与其他药物可能可以降低发病率和死亡率，因此在限制使用的情况下，也可用于对特殊病例的治疗。在临床治疗过程中，不是所有吸入药物都需要维持高气体流速。另外还应有麻醉气体收集系统。[104]

案例8：麻醉废气—巴西

2012年，圣保罗的Albert Einstein医院进行的一项研究表明，通过对温室气体排放情况进行追踪发现，N_2O占到温室气体排放量的50%以上（相当于总排放12998吨CO_2e中的7220吨CO_2e）。研究表明，这些气体在大气中不断积累，导致气候改变。该医院创建了一个跨学科小组，以提高对这一问题的认知，并已减少了23%的N_2O麻醉产品使用。

水

水的使用往往伴随着高能源消耗、碳消耗和高成本，而这一现状可以通过低碳和节水战略来进行改善。在一个典型的医院中，用水方式范围广、变化多，这也为部门层面和个人层面的用水管理都提供了大量改进空间。依据所处气候带和可用的自然水资源情况，用水管理有利于确保获取饮用水的可靠性、节约用水以及合理的废水排放管理。

可以通过以下手段提升水的利用效率，例如雨水收集、中水再利用、收集空调冷凝水、使用节水龙头、低水量洁具以及安装节水设备和系统等。除此之外，还可以通过减少直流冷却和优化相关行为（例如，及时修复泄露和加强使用管理）来减少冷却塔的用水消耗，达到提高水资源利用率的效果。[105]

案例9：低碳废物管理—尼泊尔

加德满都的Bir医院，在世界银行的支持下，安装了248个太阳能电池板，为重症监护病房提供了60KVA的电力供应。Bir医院也因自己在减排方面做出的努力，获得了国际认可，被认为是一种人道的环境壮举。医院已降低一半的医疗废物产生，回收垃圾量也达总量的55%，这一举措也为医院带来了收益。Bir医院使用高压釜处理针头等感染性废弃物，减少了小型焚烧炉的排放。该医院还尝试了许多新的方法来进一步减少废物，例如蚯蚓堆肥和沼气系统，利用食物垃圾产生沼气，可为医院厨房烹饪提供1KW的电力。以上所有措施都有助于降低碳排放，减少废物焚烧，增强对替代能源的使用。

另外一个关键因素是水资源管理在由气候原因或其他原因引起的紧急状态下的韧性。洪水会淹没城市饮用水供应设施，干旱会对供水的可靠性造成挑战，地震会破坏水处理设备和运输设施。饮用水中断会造成严重的公共卫生危机。在供水系统中设计储存设备，增加水资源储备能力，以便在遭遇灾害，出现供水危机时，仍能不间断地提供医疗护理服务。这也是保证医疗服务质量的重要方面之一。[106]

案例10：交通运输—突尼斯

突尼斯的卡塞林地区尝试通过分类疫苗和温度敏感型药物的方式来提升能源效率。在改进后的系统中，疫苗和药品被储存在同一建筑中，在需要时，按照预定情况和优化路线进行配送。利用电动交通工具，完成疫苗和药品的配送服务，提高了供应链的规范性和可靠性。太阳能系统与区域电网及区域储存设备相连，可100%满足能源消费需求，包括存储、冷却、运输等。供应模式规范，综合而可靠。能源消耗也随之降低。

这一举措降低了日常的电力成本，减少了向大气中的碳排放。这种方法非常适合那些人口密度较低的国家和地区，这些地区往往由于能源成本过高，难以维持当地的公共卫生服务运行。这些国家的医务人员流动性大，物资供应也难以及时到位。降低能源成本，可大幅节约预算，将资金用于满足其他服务需求，改善供应链的有效性。

交通及出行

低碳出行和交通战略是实现低碳医疗的一个关键组成部分，与此同时，在减少空气污染和相应健康影响方面也能实现共同获益。以下是促进低碳运输和出行的三项关键战略：

- **交通规划**。与相关市政部门促进整合交通规划，以便患者和医护人员可以方便、快捷、切实可行的获得出行服务，减少对道路的依赖。医疗机构在规划时应尽量靠近公共交通设施，方便患者和员工抵达医疗机构。[107]比如，一家新医院应该选址在主要的公交总站旁边，或是仅靠步行就可到达火车站的地方。
- **远程医疗**。许多医疗服务内容都可以通过远程医疗的方式达成，这样既可以提升医疗服务的质量，也可以减少交通产生的排放问题。开展远程医疗服务使得医疗机构更加具有韧性、所需占地面积更小、资源消耗更少，也更具有更高的性价比。比如，医疗机构常常人满为患，开展远程医疗服务可以减少对空间的需求。此外，节约下的成本和资源可以用于提供更多的医疗服务。
- **小排量汽车**。可以使用小排量汽车来提供快捷医疗服务，比如，可以再医院内安装充电桩，使用电动汽车提供服务。在某些情况下，比如交通堵塞时，自行车或者摩托车可能可以更加有效提供所需服务。

食品

食品不仅仅是维持健康的支柱，也是许多医疗机构提供的重要服务之一。低碳医疗不仅仅要考虑供应食品的营养价值，也要考虑如何减少食品生产制造、运输和废物处理过程中的碳排放。

据IPCC估计，农业模式和土地使用的改变占到全球排放量的24%，高于工业生产排放量，甚至高于交通和建筑业排放量的总和。[108]医疗系统对食品的采购量巨大。如果医疗系统选择购买和供应由低碳方式生产的食品，那么将有助于减少农业对气候变化的不利影响。

以下是四项针对医疗机构的购买和运营策略，有助于减少食物供应产生的气候影响：

减少使用肉类和奶酪制品：畜牧业生产造成的温室气体排放占到全球温室气体排放量的14.5%。[109]所有食品中，牛肉和奶酪生产对气候的影响最大。原因主要是，比起其他牲畜，牛的饲料消耗量更大，它们的消化系统产生的甲烷（温室气体的一种，是CO_2的温室效应的72倍）量也更多。[110]即便只是每星期少吃一天肉，就可以对减排有所帮助，这样比较切实可行，也不会损失饮食的营养价值。健康、均衡、低碳的饮食有助于减少糖尿病、心血管疾病和高血压等疾病的发病风险，有助于人体健康。

案例11：低碳食品—台湾

慈济医院是台湾的一所佛教医院，该医院只供应素食。该医院的自助餐厅使用的是院内的一个有机农场提供的食材，这个农场也被用于对精神病人进行园艺治疗。该医院非常自豪能够降低碳排放，促进饮食健康，促进自然而治愈性的环境形成，鼓励在员工和患者中福利的改善。2010–2014年间，该医院通过自助餐厅和食品窗口供应了超过200万份素食，减少了2000吨的碳排放量。由于存在文化差异，这种方法可能难以被其他国家应用，但在大多数情况下，采取平衡饮食、少肉饮食都是有好处的。

购买可持续性种植的食品：氮肥的生产和使用是食品生产过程中温室气体排放第二高的来源。在生产氮肥和使用氮肥时，N_2O会被释放到大气当中。农业排放占到全球N_2O排放的60%。[111]医疗机构采购有机种植或可持续性种植的当地食品，可以减少机构自身对气候的影响，也可以支持当地经济发展。

减少食物浪费：减轻气候影响的另一个有效的方法是，避免食物浪费，避免并将没有用过的食物遗弃到垃圾填埋场。从国家角度来看，食品废物是全国温室气体排放的第三大来源。[112]当食品被遗弃的同时，也就浪费了所有与生产该食品有关的排放。食物在垃圾填埋场分解的过程中，还会产生大量甲烷。如在2050年前减少一半的食物浪费，就可减少约45亿吨的排放。[113]医疗机构可以通过审计来努力避免食物浪费，抓住减排机会。在无法避免食物浪费的情况下，可以将垃圾填埋场的食品废物用于动物饲喂、堆肥或生产沼气。（详见来自尼泊尔的案例9）。

使用高能效技术进行烹饪和餐具清洗（详见前面有关能源的章节）。

案例12：少吃肉，少排放—美国

西雅图的华盛顿大学医学中心采取了多种策略来减少肉类购买量，比如举办“素食周一”的活动，增加蔬菜选择，减少肉类的份额，更多采用蔬菜和其他类型的蛋白质产品，像鱼和豆类等。通过不懈努力，已将该机构中与食物有关的温室气体排放量减少了11.8%。

采购及供应链

与供应链相关的排放占到英国健康服务系统总碳足迹的65%以上，占到联合国开发计划署设在塔吉克斯坦的艾滋病与结核病全球基金项目的总碳足迹的82%。[114,115]可以由此推测，在其他的医疗卫生机构中也有着类似情况。因此，采购将是实现低碳医疗需要注意的一个重要方面。英国NHS中，采购的碳足迹有很大比例来源于药品采购(21%)和医疗设备采购(11%)。医疗机构可以通过其对供应链的参与来刺激工业生产部门革新，医疗部门可以支持不同领域进行低碳产品开发和技术创新。

案例13：采购—联合国

联合国跨部门可持续性采购项目包含10个医疗行业的成员（联合国开发计划署、联合国环境规划署，联合国人口基金、联合国难民署、联合国儿童基金会、联合国项目事务厅，WHO, GAVI, 疫苗联盟，全球抗击艾滋病、结核病和疟疾组织，以及UNITAID倡议）。他们致力于为医疗机构的产品和服务建立起可持续购买流程。它重点关注以下几个方面：温室气体排放、资源枯竭（水、能源和物质消耗）和化学污染。这些联合国同盟机构已经制定了一个联合战略，需要供应商和制造商系统化的进行参与，并希望制定出有据可依的操作标准，满足环境产品的规格和标准要求，与供应链和全球卫生筹资组一起努力。

对于世界银行本身来说，采购是项目进行过程中非常关键的一个阶段，确保这个环节具有可持续性，可以极大影响整个项目的进展和结束。向这个方向迈出的第一步，就是依照合同所写，参与的医疗机构或融资者，比如世界银行，需要要求其供应商对自身和产品的碳足迹进行评估。组织排名前10的供应商进行商讨，是探究供应商如何减缓气候变化的良好开始，相应措施应被列入合同条款。例如，可以要求供应商减少包装，增加包装的可重复利用性；可以加固产品以方便运输；可以多用本地产品；还可以减少制造业的碳足迹。尽管中小型企业(SMEs)一般发展良好，促进了当地的经济发展，但由于规模较小，仍需要一些支持。英国的以碳减排为导向的采购工具[116]为评估采购活动的碳足迹提供了一个计算框架，并为建立减碳方法提供了指导。可持续发展联合倡议（SUN，也被称为“绿化蓝色星球”)[117]也提供了一些可用的工具，包括有关航运和货运的减碳标准。

药品

制药业产生的碳足迹占到整个英国医疗部门的21%，[118]这被认为是一个保守的估算。[119]现阶段的工作是细化不同类别的产品之间的差异，同时也要列出与NHS最为相关的十大类药品。[120]比如，N_2O吸入剂占英国医疗部门碳足迹的4.3%。[121]这些产品往往是在一些新兴经济体中生产的，药品的生产已对当地环境产生了健康影响。鼓励制药业革新，向安全、低碳转型，发展“绿色制药”[122]是整个行业面临的关键问题。与此同时，医疗机构有责任去尽量减少药品的使用和浪费，确保药尽其用，药尽其效。

改进药品管理，采用可持续药品采购流程，可以减少药品的生产和购买量，从而减少废物降解产生的排放，尤其是危险废物的排放。减少或替代有毒化学品的使用也可消减处置过程所需的能源。另外，由未使用或过期药品的生产和运输造成的能源足迹也将被降低。比如，英国一项研究就指出，减少2.5%的药品使用是最为有效的减碳干预措施。[123]

医疗部门可以利用对药品使用和处置的权利，通过以下几项战略来减少碳足迹，提升服务效率：

- 建立清晰的处方开具流程，仅在必要时使用处方药。这对许多其他健康促进措施和药品优化倡议来说都有着驱动作用。[124]
- 鼓励早期病人诊断和干预，并支持病人遵从医嘱，这将有利于延长生命，健康生活，同时有助于减少温室气体排放。[125]
- 减化、绿化药品包装。药品包装是一个价值200亿美元的产业，在2018年，市值预计将达到780亿美元。[126,127]大部分药品包装都最终被填埋或焚烧销毁，因此，医疗产业供应链上这一环节为实现绿化提供了巨大改善空间。
- 减少药品使用中造成的浪费。据NHS估计，每年有价值3亿英镑的处方药被浪费。NHS已决定采取以下方式应对这一问题：减少药品浪费运动，支持老人护理中心，重复处方管理方法。[128]
- 通过与供应链系统化沟通，确保低碳产品的生产、运输和交付（详见联合国采购案例13）。

医用制冷剂：氢氟烃(HFCs)属于人工温室气体，主要用于空调、冰箱和其他制冷设备。许多HFCs属于短期气候污染物，在大气中停留的时间不超过15年。虽然它们在目前的温室气体排放总量中仅占很小的一部分（小于1%），但如果不加控制，任其发展，它们所造成的温室效应将十分巨大，预计到2050年止，HFCs将占到所有气候污染物的20%左右。[129] WHO建议，未来的行业规范应要求，具有高温室效应的医用制冷剂，像HFCs等，应在2年后逐步淘汰。[130]

服务交付与护理模式

医疗服务的每个步骤都可以成为气候智慧型改造的机会。常见的方式是在提供医疗服务的时候减少对基础医疗设施的使用，比如可以使用远程医疗技术、移动技术和应用软件等。使用手机应用软件对慢性病进行管控往往效果更佳；除此之外，远程医疗的使用可以为偏远的医疗机构提供专家指导。

通过对学校、图书馆或市政厅等当地设施进行利用，以及提供家庭护理服务等措施，可以有效拉近诊所与社区的距离。与此同时，社区诊所也可以提供其他类别的服务：本地种植、水资源处理、食物垃圾堆肥、公共卫生基础设施建设以及医疗管理支持等等。有了合理支持后，许多住院治疗都可以避免。以上这些方法不仅可以改善健康，还十分低碳环保。对于远程护理、远程医疗以及家庭监护的研究都在改善健康状况方面取得了可喜成果，例如糖尿病、心理疾病、高危妊娠监测、心力衰竭、心脏病、肺部疾病、骨科疾病以及慢性损伤等疾病都得到了改善。[131,132]

低碳的护理模式可以利用较少的资源，着重改善人群健康。低碳护理模式与中低收入国家，尤其是农村和偏远地区正在开展的医疗模式紧密相关。这些模式提供了一套适用于全世界的医疗护理方式。[133]

财政问题

低碳医疗可以为那些已经实现清洁能源使用、用水安全、清洁交通和清洁废物管理的社会带来诸多好处。这些措施可以拯救生命，保护公众健康，还可以支持当地经济增长。

许多措施都可以在短期、中期和长期时间内实现资金节约。除此之外，对间接财政汇报进行计算可以看到更多收益，比如改善健康状况（通过减少污染的方式），通过使用可再生能源提高了韧性，改善了供应链管理，刺激了当地经济增长。

英国的NHS可持续发展部（SDU）认为，可以从社会、经济和环境收益等方面进行回报统计。据估计，通过远程医疗和远程护理为长期处于健康状况不佳的人群提供服务共节省了£510万的医疗开支，此外，减排CO_2达67000吨，增加了5671质量调整寿命年(QALY)。[134]

美国联邦基金发表的一项调查研究，对一些医院的数据进行了分析。这些医院都已实施减少能源使用、减少废物的项目，并且达成了手术室的供应效率。该研究对所选医院进行了规范化研究，并将结果向全国范围进行推广。分析发现，通过以上这些干预措施，5年可节省超过$54亿的资金，10年节省的资金量将超过$150亿。鉴于如此的投资回报率，研究者建议所有医院都参与到这些项目当中去。对于那些没有能力进行资本投资的医院，公共基金可以为其提供贷款或补助，特别是对“安全网医院”。[135]

虽然到目前为止还没有针对发展中国家医疗系统的类似研究出现，全球绿色健康医院网站上展示的诸多成功案例研究却提供了有力证据。在各种经济结构下，采取环境可持续性干预措施的医疗机构均取得了一系列经济收益。其中的部分案例已在本文内给出。[136]显然，这值得进一步的探究，以给出确实的证据支撑。

计算投资回报

已有相应工具用于计算医疗机构减排的投资回报率。这些工具均以标准投资回报率(ROI)计算为基础，结合年碳减排量进行调整。NHS的边际减排成本曲线(MACC)[137]（图2.2）列举出了几项医疗相关的碳干预措施，其均在5年内获得了投资回报。大多数干预措施都可以节约资金、减少碳排放。该曲线最近更新后显示，通过干预，截至2020年，可实现年节约资金4.14亿英镑，二氧化碳减排1百万吨，有利于人群健康。[138]其他工具还有许多，比如联合国开发计划署为在黑山和塔吉克斯坦[139]地区开展全球健康基金项目设计的边际减排成本曲线，还有可用评估医疗机构投资回报的世界银行的EDGE工具等。

一些干预措施需要进行前期投资，比如安装可再生能源设施等。然而，需要注意的是，这些投资可以拉动经济增长，也可以创造新的就业机会，可以提升人群福利，有助于实现气候安全的未来，同时也能在一段时间内获得经济收益。[140]

越来越多的情况下，一些国家的能源购买协议使得购买清洁能源的机构，比如医院，可以无需再提供对应用可再生能源技术的初期投资。[141] 国际可再生能源协会会对几个国家的可再生能源发展潜力提供评估服务。[142]

案例14：可再生能源—津巴布韦

一项由联合国开发计划署开展的研究表明，在对津巴布韦乡村医疗中心和诊所进行可再生能源规划过程中发现，与常用的替代燃烧化石燃料的设备（BAU）相比，一种以pv板为基础的混合电力系统可以显著节碳。该系统的碳回报时间不足2年，与需要4年的BAU系统相比，它成本投入并不算高。

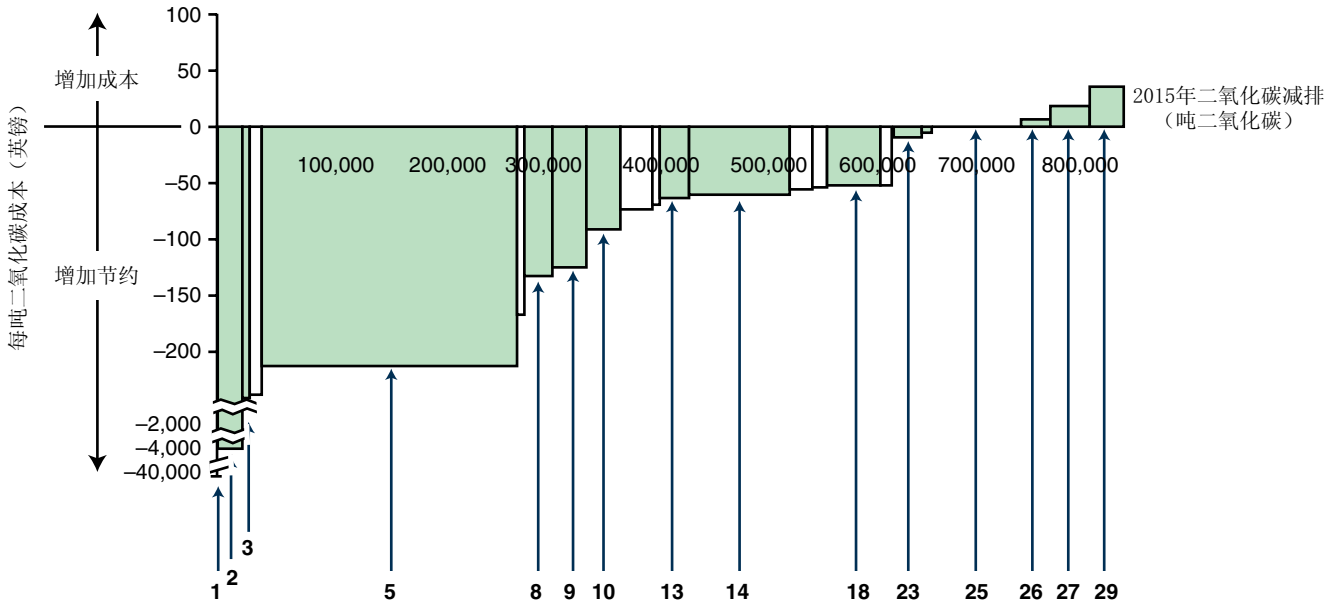
直接收益、共同利益和投资回报

许多进程和干预措施都可以先从基础水平开展，主要通过有效的节省措施（例如，寒冷天气时关闭大门、关闭电灯和计算机等），而带来快速的经济回报。这些都依靠于对员工的教育、员工参与和员工的归属感。[143]相关的教育成本可在不到一年的时间内收回。[144]改变行为模式的干预措施可以立即开展（例如，减少空调使用，改进垃圾分类以及更好的节约用水等），这些措施通过降低成本来取得经济回报（详见来自南非的案例4）。碳信托公司开发了一款计算器，可以帮助计算行为改变带来的潜在节约资金。事实上，最主要的投资领域是持续的能力建设、提高意识的沟通、推进这些类型项目的资源匹配。

减排的经济效益监测

世界银行在气候智慧型发展报告[145]中发布了一个模型，用于计算气候智慧型发展的收益。该模型对生命救助、创造的工作机会、作物保护、节能、减排及GDP增长进行量化，并用于计算。这个方法可以很容易的应用到低碳医疗的建设中，可以为实施低碳医疗提供急需的、有价值的信息。除此之外，世界卫生组织宣布，在第二届全球气候与健康大会（2016年7月）上成立了有关医疗经济和气候变化的工作小组，负责对相关问题进行探讨。这可能会提供更加深入的资料，对理解和倡导医疗机构针对气候变化采取干预措施有所助益。

图 2.2: 采取干预措施后的NHS边际减排成本曲线 (MASS)



这张表只描述了NHS可以实施的碳减排措施中的一部分。不仅限于以上编号的项目，一些减排量过小以至于无法在这个尺寸的图表上显示。	(英镑/吨二氧化碳)—节省+成本	二氧化碳减排量（吨二氧化碳/年）	节约资金量（英镑/年）
1 医疗设备的包装	−40,299	2	+81
2 减少药物滥用	−3,987	22,430	+89,428
3 通过电话会议减少5%的商务里程	−2,038	6,827	+13,913
4 在非急诊/PCT使用分散式热水锅炉	−240	10,612	+2,547
5 在急诊信托安装热电联产	−213	232,331	+49,487
6 变速驱动器	−168	5,508	+925
7 安装急救站休眠系统	−135	1,096	+148
8 改进加热控制	−134	26,551	+3,558
9 改进照明控制	−127	29,686	+3,770
10 节能照明	−91	30,140	+2,743
11 电压优化	−75	29,364	+2,202
12 提高冷水机组效率	−71	7,313	+519
13 屋顶保温	−65	25,928	+1,685
14 能源意识活动	−61	92,549	+5,645
15 建筑管理系统优化	−56	20,610	+1,154
16 改善管道和锅炉房的保温	−55	11,195	+616
17 安装高效照明/控制—救护车信托	−55	2,999	+165
18 恒温箱温度降低1摄氏度	−53	49,144	+2,605
19 提高蒸汽锅炉或热水锅炉装置的效率	−52	8,933	+465
20 升级车库和车间的取暖	−49	214	+10
21 总部/控制中心的锅炉更换和优化	−12	171	+2
22 在救护车信托提高建筑的保温水平	−12	951	+11
23 墙体保温	−8	25,928	+207
24 改进办公室电子设备	−4	7,957	+32
25 出行规划	0	81,524	0
26 保温-窗户密封和防风	+6	25,928	−156
27 电动汽车	+19	36,969	−702
28 风力发电机组	+25	245	−6
29 生物质锅炉	+35	30,533	−1,069
合计		**823,638**	**179,987**

章

3

发展机构在加强健康医疗机构气候智慧型韧性中的角色

本章回顾了目前健康医疗部门的气候变化韧性、气候适应行动规划和执行的现状，并主要针对中低收入国家和确认的气候变化健康影响热点地区。同时列出了多项可以融入到发展规划中的工具。最后，描述了健康医疗借贷和投资如何能建立气候韧性和气候适应能力。

可帮助评估气候变化健康影响的诊断工具

构建对气候变化的健康影响的韧性在很大程度上是降低风险。人们已普遍理解和接受气候变化将对人类健康产生广泛的影响，而且健康也是最脆弱的，将感受到气候变化的最大冲击力。尽管可能无法将这种健康影响的风险降低到零，但可以做更多的工作去预测和预防影响，并建立更有韧性的健康系统，在面对未来的威胁时，无论是流行病爆发还是经济崩溃或全球环境变化时都能屹立不倒。

同时还应注意到气候变化的健康影响在性质及诱发的气候风险类型上都有所不同。到目前为止，已有很多关于健康影响的种类的讨论：传染病、营养不良和热应激等。然而，气候变化带来的风险的大小和模式也很重要，因为：气候模式变化造成的危害特征，人类和自然系统对危害的暴露程度，这些系统对危害的敏感性，以及他们对危害的应对和复原能力。要建立真正具有韧性的健康系统，这些中的每个部分都要单独考虑。在这样做的时候应该清楚，高效和有效的韧性战略和适应行动的起点应该包括：社区的脆弱性，卫生系统准备、处理、应对危害和从中恢复的能力，或某类气候变化造成的危害。这些都突出了适应和韧性战略中的重要领域。仅仅关注气候变化是一个过于宽泛的框架，可能会对脆弱性和暴露做出阻碍有效行动的假设。

加深对侯变化对健康造成的离散和多样风险的认知，可以使行动能够集中于最脆弱人群和最易受影响的地区。发展贷款必须面向正确的区域、人群和影响因素。意识到潜在的气候风险对于确保一个项目不会在实施过程中偏离方向也非常重要。

随着人们对气候变化与健康之间的关联的认识不断提升，可用于量化影响以支持改进决策的信息来源和诊断工具数量也在不断增加。信息来源和工具可以用多种方式表述，但面对这个问题，考虑全球和国家层面的工具将是最有帮助的。

评估气候变化健康影响的全球资源和工具

在全球范围内有很多可获得的有助于了解一个国家气候变化与健康之间关联的工具和资源。其中有些可能专门针对健康，另一些是关于气候信息，还有一些可能综合了健康和气候信息。深入研究这个框架，这些工具可以通过三种方式描述：(i)提供一个国家的气候和健康状况的(ii)提供与气候变化和健康有关的逐步指导，和(iii)提供通过观测、建模信息和技术的综合措施预估当地气候条件的数据和分析工具（如卫星遥感数据）。[146]它们每一个都有不同的实际效用（表3.1）。国家概况和那些提供数据的可能在项目开发早期阶段或随后需要做一个气候和健康投资案例的时候可能是最有帮助的，同时也提供了重要的背景信息。相反的，那些提供循序渐进的过程指导的可能在项目设计时最有用，作为独特的工具，为投资的不同组成部分和阶段提供必要帮助。

表3.1: 与评估气候和健康影响相关的工具范例

工具	来源（和链接）	类型	描述[147]
健康和气候简介	世界卫生组织	概况	“关于气候变化当前和未来对人类健康影响的相关和可靠的国别信息，气候减缓行动带来健康效益的机会，以及目前国家层面的政策回应”
气候变化知识门户	世界银行集团	概况	“为发展从业者更好地将气候适应融入规划和运行中提供一个快速参考来源，并为减少灾害风险和适应气候变化提供一个获取、综合和分析最相关数据和信息的共同平台”
保护健康：气候脆弱性和气候适应评估	世界卫生组织	逐步指导	“关于评估开展当前和未来国家和国家内区域对气候变化的健康风险的脆弱性（即某人群或区域对损伤的易感性）和可提升气候韧性的政策和项目的指导意见，同时考虑到气候敏感性健康效应的多重决定因素”
气候筛选工具（包括专门针对健康的工具）	世界银行集团	逐步指导	“一个进行尽职调查并标示健康部门项目的潜在风险的系统方法”
建设气候影响韧性框架	美国疾病控制与预防中心	逐步指导	“让健康官员帮助社区为气候变化的健康影响做好准备的五个步骤”（主要针对美国，但包含适用于其它地方的方法）
气候数据图书馆	国际气候与社会研究所（哥伦比亚大学地球研究所）	数据/分析工具	“在线数据存储库和分析工具，使用户可以查看、分析和下载上亿兆的气候相关数据”
特定情境预测	红十字会与红新月会国际联合会	数据/分析工具	“可用于世界各地人道主义决策的信息（关于降雨模式和预测）…它还提供了基于这些地图可以采取的早期行动类型的信息”
全球风险数据平台	联合国环境规划署/联合国国际减少灾害战略	数据/分析工具	“全球自然灾害风险的空间数据信息…可视化、下载或提取以往灾害事件，人类和经济危险暴露以及自然灾害风险数据”

制定健康决策的气候信息国家来源

在全球资源为评估主要气候健康影响提供了一个起点的同时，在国家层面，通常也可以获得用于支持健康决策和规划的当地气候状况信息。考虑人口脆弱性时了解环境驱动因素（海平面变化、风暴、高温），和不同的健康影响，确定了气候韧性规划中需要考虑的重要因素关系。

国家气象部门是重要的信息来源。作为国家气候数据和服务的授权协调中心，他们对于支持严谨的气候适应计划至关重要，应该成为健康和跨部门气候韧性投资的关键盟友。像世界银行集团这样的发展机构，已经在观测网络和基础设施的全球投资中优先纳入国家气象部门，[148]并且可进一步提升合作，从而使卫生部门和其它利益相关部门可以获取改善的国家气候数据，克服传统的重大政策和技术限制，特别是在低收入和中等收入国家。[149]

健康和气象部门之间的机构合作伙伴关系，以及支持为健康决策使用改进的气候数据的相关规模的合作，为以证据为基础的政策和实践提供了创新的机会。气象部门已经被委任为卫生部门服务，特别是成为全球气候服务框架提出的五大优先领域之一。[150]气象部门的参与为国家气候和卫生政策问题提供了一个首要切入点，并提供了与其他部门的中心协调机制，且利用了最相关的国家拥有的气候信息来源。

表3.2: 开展气候健康评估、早期预警和气候韧性等相关工具

非洲实时环境监测系统 (ARTEMIS)
气候灾害组红外降水站点数据 (CHIRPS)
对地观测卫星委员会 (CEOS)
跨界动植物病虫害紧急预防系统
欧洲空间局数据库
粮农组织 (FAO) 地理网络
全球风险辨识项目
地球观测组织 (GEO)
国际气候与社会研究所
戈达德太空飞行中心（美国国家航空航天局）
RVF活动数据库（肯尼亚，津巴布韦）
SERVIR区域可视化监测系统
美国国防部全球新兴感染监测项目
美国国家海洋和大气气候预测中心（包括ANHRR）
世界动物健康信息数据库 (WAHID)

案例15：改善疟疾评估与规划—东非

气候变化影响疟疾的传播模式。可追踪疟疾趋势并帮助预测气候变化对疟疾传播的影响的气候服务对分配控制和消除疟疾的资源至关重要。

东非国家气象机构和国家疟疾控制项目正在开发工具和伙伴关系，利用气候数据为公共卫生决策制定提供信息，特别是在疟疾影响评估和其它疟疾规划领域。埃塞俄比亚国家气象局和坦桑尼亚气象局在气候与社会研究所、哥伦比亚全球中心/非洲、遏制疟疾伙伴关系和美国总统疟疾倡议的技术支持下，启动了加强国家气候服务倡议（ENACTS）。这项活动正在提升用于满足疟疾规划决策者需求的气候信息的可得性和相关性。经与国家疟疾控制项目协商，该倡议正在开发高分辨率数据和工具，用于测绘疟疾高风险区域，确定疟疾干预措施的季节性和最佳时机，调查一段时间内的发病趋势，并为早期准备工作投入资源。通过将所有基于地面的观测与代理卫星和其它数据进行整合，ENACTS的产品克服了数据访问和质量问题，引入了严格和空间完整的数据服务，满足国家利益相关方的需求。

2014年，这些ENACTS产品被埃塞俄比亚和坦桑尼亚的国家疟疾控制项目用于监测和应对预测的厄尔尼诺现象以及可能增加的疟疾传播，包括支持了历史影响评估的地图室和其它数据可视化工具。

值得强调的是，气象站的覆盖面是一个挑战，尤其是在非洲和拉丁美洲的部分地区。[151]现有的气象站往往分布不均衡，集中在主要道路和城市地区。在有气象站记录存在的情况下，往往质量差，数据差距大。在有些国家，能力限制和限制性政策使仅有的少量数据也难以获取。

加强国家气候服务倡议(The Enhancing National Climate Service, ENACTS)是扩大获取气候信息国家决策的一种创新方法，并得到了英国国际发展部(DFID)的“非洲气象与气候信息与服务”的支持。即将出版的WMO/WHO出版物“健康气候服务：加强对气候风险管理和适应的决策支持的全球案例研究”提到了其它利用国家气候信息的决策工具和信息系统（见表3.2）。[152]除了加强国家健康信息系统之外，这些努力的核心是支持国家气候观测系统的需求。

气候变化与健康方法，适用于健康部门财政的干预措施

气候智慧活动可以以专门针对气候变化和健康的项目组成部分（或子部分）的形式纳入发展借贷中。可以是将一个项目组成部分专门设计为匹配一个气候和健康机会，或者是一个还没有明确考虑气候的更广泛的项目设计的一部分。例如，早期预警系统有助于应对流行病，但也对气候和天气影响有帮助。扩展这样一个项目组成部分使其包含气候议题部分，既可以增强项目影响力，也可以使其能够参与其它领域（例如气象服务），并建立获得资金的新途径，如气候资金。

发展工作在气候变化与健康上的最终成功会因机构而异。在世界银行集团内部，这依赖于将气候作为一个横向因素纳入“健康、营养和人口”这一世行全球实践项目(HNP)的日常工作中，通报和制定非气候变化和健康的组成部分，包括基础设施和人力资源投资。这意味着，例如，在新医院获得投资之前，就应该分析气候变化对疾病动态的中期变化的影响以及对人口聚集区的影响。如第二部分所述，还应该同时对低碳方案进行评估。

将气候变化看作影响所有健康行为的横向因素需要认识到气候变化及其相关影响带来的独特挑战。首先，气候变化增加了影响卫生服务供给和需求的几个领域的不确定性，而且不可预测性使得需将响应灵活性纳入发展活动中。暴风会威胁到基础设施。高温会破坏能源电网，并且对无气候应对能力的医院病房来说是致命的。不断上升的海平面可能会侵蚀建造医院的地面。因此，项目实施过程中的气候适应性管理也是必要的，因为无论在项目评估文件制定过程中的项目质量如何，气候变化都可能轻易地中断一个项目。

其次，在发展项目中采取多元、混合的健康系统方法变得日益重要。再以世界银行集团为例，在他工作的大多数国家，私营部门和民间社会组织（包括信仰组织）发挥着相当一部分医疗保健功能。这些非政府行动者可以提供健康系统的重要组成元素，考虑到气候变化可能对系统产生的影响，这一点尤为重要。非政府活动者提供的服务对加强气候韧性大有帮助，并在发生自然灾害或流行病时确保服务的延续。[153]

健康系统对建设气候韧性的回应，适应气候变化

健康的发展资金涉及多个领域。在世界银行集团，包括诸如儿童健康、HIV/AIDS、肺结核、营养、损伤和非传染疾病等问题。然而，最大的单一借贷领域没有针对一个具体项目，而是针对健康体系的多层面强化：在过去的十年中，几乎世界银行HNP的一半投入被用于改善健康系统绩效，总计近120亿美元。[154]世界银行集团高度重视全民健康，今后可能会持续或增加对健康体系的重点关注。

如上所述，气候变化及其危害相关的影响对健康系统造成了多重威胁。世界银行集团（和其他机构）强调强化卫生系统，意味着相当大比例的投资很容易因气候变化而中断。但是，也有重要的发展机遇。例如，世界银行集团目前非常重视健康部门的应急准备和快速反应（例如以大流行病应急基金的形式）。在这项工作中考虑气候因素是确保这些投资更有效地解决客户国面临的威胁的重要途径。

投资健康系统，提高其气候变化适应能力也可以理解为从五个领域协助健康系统，这五个领域由美国健康和公众服务部的可持续和气候韧性医疗卫生基础设施工具包定义。了解医疗卫生部门在极端天气发生期间和之后发挥的独特作用，在提供不间断护理服务方面可能存在脆弱性，以及提高健康系统韧性所需的投资必须考虑到多个因素，其中许多已经在前文讨论过，包括：

- 了解气候风险和社区脆弱性
- 土地使用，建筑设计和监管环境
- 基础设施保护和气候适应能力计划

案例16：有韧性的被动式能源利用—苏丹

萨拉姆心脏外科中心能够适应沙漠恶劣的气候和沙尘暴。医院通过被动技术减少机械冷却需求，如保温性能好的加厚墙体\高性能窗户等。为了缓解沙尘暴带来的严重灰尘渗入，他们使用了迷宫式热过滤和预冷室外空气等方法，减少了对太阳能供热和制冷设备的需求。

- 基本的临床护理服务提供规划
- 环境保护和生态系统适应

这些可以被认为是发展参与加强健康系统气候韧性的两个主要方面：确保加强健康系统日常财务更好地融入气候变化适应工作，并考虑新的投资类型以改善其对健康部门应对气候变化的支持。

发展机构在这两个领域开展的工作应尽可能地根据现有国家一级关于气候与健康交叉问题的优先事项达成的协议。下文所述的联合国气候变化框架公约国家适应计划是这些协议的重要来源，可以作为理解在气候和健康方面可以做些什么的有用起点。

为健康系统的气候韧性投资

在世界银行集团，HNP项目贷款越来越多地从基于投入的投资（通过投资项目财政）转向基于成果的投资（通过“成果方案”或通过与设施一级的成果挂钩的投资）。但是，世界银行集团仍然在关键的健康系统投入方面投入大量资金。与气候变化适应最相关的领域是基础设施和供应链，以及健康人力资源。

案例17：应对电网电力中断，可再生能源—尼泊尔

为了应对不可预测的电网电力中断，尼泊尔Gunjaman Singh医院转而使用太阳能电力，并配备备用电池。太阳能电池板为医院和医生宿舍提供电力，包括为x射线机和高压灭菌器提供动力。

世界银行健康、营养和人口项目贷款中的基础设施和供应链

作为HNP的一部分，基础设施的份额已经减少，但世界银行集团继续为医院、健康中心和其它医疗机构的建设和翻新提供贷款。还为加强健康类商品和医疗设备的供应链提供资金，这一供应链在很多世界银行有工作运行的国家都很薄弱。世界银行集团在准备和应对气候变化方面的投资需采取三种主要方式，并为其他有类似目的的发展机构提供了经验。

首先，应在建设规划中考虑不断增加的极端天气事件

随着温度的升高，热浪、极端降水量和沿海洪水的风险也随之增加。[155]这其中的很多因素使得需要改变施工方法，更加重视材料和技术能够承受之前因为太罕见而不被考虑到设施设计中的极端天气事件。此外，极端事件可能会扰乱健康设施的供水、卫生和电力服务供应，这就需要做相应的规划，并可能需要投资备份方案，确保将基础设施置于损害之外。这其中的一些做法还有助于减缓气候变化（例如，从确保服务连续性的角度来看，安装太阳能电池板或风力涡轮机来提供本地可控的能源供应可能是有价值的，同时可能也会减少机构的碳排放）。

对于规划的目的而言，仅考虑极端事件的普遍化的风险是不够的，因为即使在一个国家，并非所有地区都面临同样的风险。这意味着在进行重大投资之前，应当对当地潜在的气候变化以及对极端天气的频率、强度和持续时间的影响进行评估，并纳入设施设计中。在高收入国家有这种用途的工具，[156]但这些还没有广泛用于低收入或中等收入国家，尽管所采用的许多方法具有普遍适用性。

在缺少具体工具的情况下，一个潜在的途径是与国家气象部门或使用当地气候数据工作的团体（例如ENACTS倡议）合作，量化与气候变化相关的风险。即使不能获得高质量的本地数据，也有一些实际的步骤可以采纳（表3.3）。

案例18：不具备气候调节条件的健康医疗机构的气候适应服务—印度

考虑到城市热岛效应，城市地区没有空调的医疗基础设施受到高度关注。越来越多的证据表明，新生儿和孕妇特别容易受到高温的伤害。在印度阿默达巴德2010年热浪期间，当温度高达46.8°C时，对该市SCL综合医院的医院记录进行回顾调查发现新生儿重症监护病房 (NICU) 的入院人数急剧增加。

在2010年期间，产科病房位于非空调医院的顶层，在一个黑色焦油屋顶下，这使其成为建筑中最热的区域。为了避免2010年的高入院率和新生儿死亡率，2012年产科病房被迁至一楼。人们发现在42摄氏度时，将病房移至较凉爽的低楼层之后，与高温有关的新生儿重症监护病房入院人数减少了64%。

气候变化影响健康基础设施投资的第二种方式是围绕新设施的地理位置

新医院和健康中心的规划通常是根据现有的人口聚集区域（有时是疾病状况）或基于当前的人口和生育率及疾病趋势的预测来完成。气候变化的影响来自改变疾病传播模式（例如可导致病原体扩散到新的地区）和导致人口迁移，由于诸如日益加剧的荒漠化或粮食不安全带来的城镇化。虽然这些转变经常需要经过相当长的时间才能显现（大于10年），但是新医院等重要健康基础设施的投资规划的时间更长，因此，在决定新机构的位置时应系统考虑气候变化对所服务人群的影响和人群的疾病状况。

表3.3: 具有气候韧性的建筑设计考虑

类别	干预措施	好处
建筑场地和环境	识别气候带	了解极端天气风险和长期气候压力以及对人群健康的影响
	调整建筑方位以最大限度地利用太阳能和风向	当机械系统不能工作时，建筑物仍然是适宜居住的
	进行场地景观设计，引入植被和反射地面	减少热岛效应，降低室内温度，稳定土壤
	多通道	与两条或更多条道路连接，当道路损坏/堵塞时有备选途径
	确保雨水管理系统能正常运行，在气候潮湿地区使用可渗透地面	减少洪水的影响，提供安全的水流渠道
建筑形式	使用较窄的楼面板	最大限度地利用自然光和自然通风，当系统故障时，建筑仍可居住
	将重要的临床服务设施放置在洪水线以上或妥善安置远离危害	确保关键的临床服务可以在极端天气事件发生期间和之后能保持运行
	考虑到事件发生期间和之后患者激增的情况	妥善准备应急服务，以便在事件发生期间或之后能迅速扩大治疗区域，提高照顾患者的能力
建筑外部	加强建筑保温层，反光屋顶	降低供暖和制冷负荷，使建筑能够在固定的热能供应中运行更长时间，或减少安装的可再生能源的体积
	可再生能源发电	减少或消除对电网的依赖，提高可靠性
	更坚固的外墙和屋顶；防风和防水外墙	使建筑能够承受极端强度的风和雨
	使用本地材料	如遭遇天气影响，缩短医院的运行中断时间
空间加热和冷却	自然通风	减少对机械系统的依赖；维持适宜居住的条件
	热电联供	现场发电减少了对公用电网的依赖；不易因天气事件受损或中断
	关键能源设施的位置	将关键能源和服务设施置于洪水水位以上，避开危险
灯光	采光	在不需要能源系统的情况下能保持适宜居住的条件
	低能耗灯具	减少能源消耗，使建筑能在固定的燃料供应下运行更长时间
供水和供暖	开发两个独立的水源，市政，现场水井，现场瓶装水或饮用水储存库	水源储备提高了机构在失去一个水源时的运行能力
	低流量的用水装置	减少需要加热的水量
	太阳能热水器	减少热水供应的温室气体排放；如果公用服务中断，提高维持热水供应的可能性
污水处理	备份或现场污水处理	如果市政污水系统损坏或中断，医院可保持安全运行
供应链	指定额外的临床/食品供应区	如果运输系统中断，设施可继续运行

第三个重要转变是接受供应链系统中的冗余或余量

备选方案是具有气候韧性的健康系统的一项有用功能，因为如果出现导致部分医疗系统无法运行的极端事件时，备选方案能使卫生服务持续运行。在不造成严重低效的情况下做到这一点的一个方法是确保在一个国家有多个系统共存，私营部门供应链作为公共部门运营的中心医疗机构的补充。这种方法已经被一些非洲国家采用，即使不考虑气候变化（尤其是对于那些有严格剂量要求的产品，如抗逆转录病毒药物，或有严格冷链需求的，如一些免疫接种），但是在极端天气不断增加的背景下，它变得更加重要。

而对于发展投资来说，可以评估供应链抵御极端事件的能力，如果发现存在缺陷，项目应考虑投资替代供应链。可以是直接投资中心医疗系统之外的替代系统（例如通过使用基于绩效的金融机制支持机构在市场上购买优质产品），或可以集中于改善现有私营部门供应链质量。后一种选择在强大的私营部门已经提供了备用选择、但其产品质量方面存在担忧的情况下特别重要。在这种情况下，投资可用于加强监管体系，来确保劣质产品不会进入相关机构。

鉴于这些考虑，项目组在着手对重大基础设施进行投资之前，应该尝试回答三个核心问题：

- 与投资相关的经济模型的假设（如利用率）是否反映了与可能的气候变化相关疾病模式的转变？
- 气候变化会对正在建设或翻新设施的人口聚集区域有什么影响？气候变化，特别是在农村地区，是否会导致收成减少，农业在该地区日益困难？气候变化会加快城市化进程吗？
- 施工计划是否考虑过极端天气事件频率、强度和持续时间增加的可能性？

健康部门人力资源的挑战

气候变化和相关灾害通过增加（偶尔减少）疾病负担和影响人口流动来影响对健康服务的需求。这意味着对普通健康工作人员和相关专家的需求都将会转变，如果没有将这一点考虑到规划工作中，健康将会受到影响。

例如，疟疾传播到较高海拔地区，意味着以前并不需要治疗这种疾病的健康工作者需要接受相应培训，而且总体的疾病负担也有可能增加，需要重新部署工作人员。对气候变化影响未来需求的方式的预测必须纳入投资决策过程。

健康人力资源的投资规划，尤其是大规模能力建设的长期投资，应该基于对未来需求的严格评估，而不是单纯依靠历史数据。

极端天气事件可能干扰运输和旅行，对医护人员的住房造成重大损失。在极端天气期间和之后，脆弱地区的医院不仅要经常收容许多医护人员，还有他们的家人。因此，健康人力资源的投资可能也需要预测这种情况。

此外，投资应该更加注重机构能力发展，这对于协助各国应对气候变化带来的不可预测后果至关重要。[157]关键问题是开展能力建设，提升预测风险和为风险做准备，以及管理复杂紧急情况的能力。加强健康人力队伍的气候韧性是具有挑战的，需要有长远的视角和投资，可能会超过一般发展项目的期限。[158]

社区参与同样重要，无论是为紧急情况做准备还是极端天气或流行病发生后的应对。加强社区能力的投资对于建立系统的适应能力和避免气候变化造成的许多负面影响是必不可少的。[159]

案例19：应对不断增加的极端天气事件—圣文森特和格林那定群岛

乔治敦医院参加了PAHO智慧医院倡议活动，并进行了翻新，以应对飓风和一个临近火山的火山灰。医院加固了屋顶，安装了一个蓄水系统和太阳能电池板进行发电，并采取其它能效措施，能耗减少了60%以上。在一次飓风袭击圣文森特之后，医院仍然保持运行，并有可用的供水支持医院和邻近社区。一些参与了医院建设工作的社区成员认识到了太阳能电力的优势，在家中安装了太阳能电池板，降低了能源花销，也使他们的家庭有更强的抵御飓风的能力。

气候韧性和适应能力的潜在发展投资领域

案例20：创新的热浪早期预警系统和行动计划—印度

阿默达巴德是印度西部古吉拉特邦一个拥有700万人口的不断增长的城市中心。在2010年的一次极端热浪期间，该市有1344人的额外死亡登记。此次事件之后，2013年阿默达巴德市政公司与一个国内外专家联盟聚在一起，共同制定并实施了一个早期预警系统和印度首个城市“高温行动计划”(Heat Action Plan, HAP)。阿默达巴德HAP于2016年更新，通过关注四个关键战略来利用早期预警系统和高温适应方面的最佳实践：

- 利用传统（小册子、广告、广播等）和新型媒体工具(SMS, WhatsApp等）建立公众意识和社区外联（传播），以传达热浪的风险和如何避免高温导致的疾病和死亡。
- 发起一个早期预警系统和机构间协调机制，建立正式的沟通渠道，向政府部门、医院、社区团体和公众提示预测到的超高温天气。
- 通过培训对医护人员进行能力建设，以识别和应对高温相关疾病。
- 通过绘制高风险区域来增加对外沟通和预防活动，以减少高温暴露和推广适应措施，例如在极端炎热的天气提供冷却空间和饮用水。

鉴于该市高温相关的发病率和死亡率降低的初步成果，印度的一些其他城市和地区正基于阿默达巴德模式开发HAPs。

早期预警系统

早期预警系统代表了一个正在成长的气候变化干预措施，利用气候信息改善健康成效，将重点从监测和应对转向预测、准备和预防。[160]近期的早期预警系统投资为疾病和灾害预警系统都提供了案例，从西非脑膜炎球菌脑膜炎流行的预测和控制到印度的热浪早期行动计划。

早期预警系统可以解决特定的疾病负担（疟疾、登革热、霍乱、脑膜炎等），特定灾害或多重灾害（热浪、洪水、飓风、暴

表3.4: 选择早期预警风险管理工具

工具	来源	综合或 针对健康部门	年份
热浪与健康：预警系统开发指南	世界气象组织和世界卫生组织	健康	2015
利用气候预测传染病的流行	世界卫生组织	健康	2005
开发早期预警系统：清单	联合国国际减灾战略	综合	2006
早期预警系统指南和临近预报和操作预警应用指南	世界气象组织	综合	2010
危害早期预警实施系统	全球减轻灾害风险框架	综合	2011
气候信息和早期预警系统传播工具包	联合国开发计划署	综合	2016

风、干旱、火灾、污染等）或改善具体的时间规划（例如从围绕极端天气事件的短期规划到季节性或年代际预测的中期规划）。投资早期预警系统还可以为现有健康系统强化资金和整体的应急准备的资金提供附加值。[161]

早期预警系统的基石是建立在气候和健康信息基础上的风险模型。全球有一些可以帮助开展这项工作的工具，例如IRI气候数据图书馆（例如疟疾早期预警系统）和美国地理调查局的早期预警和环境监测项目。很多现有的早期预警系统已经为当地情况[162]制定了风险模型，表3.4列出了一些现有的辅助工具。

很少有中低收入国家将预警系统扩展到国家层面。这为发展机构创造了巨大的投资机会，可利用过去创造这样的体系的经验辅助预警系统的扩展。[163]

例如，成功的早期预警系统取决于实际采取的早期行动，并首先考虑干预措施的构成部分。红十字会与红新月会国际联合会(IFRC)气候中心在“早期预警>早期行动”活动中进行了大量的投入，[164]并在2012年试行了一个健康风险管理项目，聚焦于部署预警系统以减轻肯尼亚和坦桑尼亚的腹泻病和印度尼西亚和越南的登革热。[165]除了早期预警系统设计，他们还优先开展教育活动，通过地方委员会加强早期发现的协调工作，开展气候相关应急计划，在有风险的社区实施疾病预防最佳实践，加强机构间的伙伴关系。

防灾系统

减轻灾害风险已经成为一个独特的领域，具有多个国际协定的行动框架，一个致力于这一领域的联合国机构（联合国减灾办公室），以及一个由世界银行管理的全球伙伴关系（全球减少灾害风险机制）等。

对这一领域的全面调查及将其应用于健康部门的方式超出了本文的范围，但是世界卫生组织已经开发了一些专门针对健康部门的工具，并在特定情况下是很有用的资源：

- 世界卫生组织的医院安全指数[166]用于评估医院在发生重大灾难或紧急情况时的运作的能力。它可以用于灾难多发地区健康机构的HNP投资，帮助确定加强备灾能力的行动。
- PAHO卫生部门减少灾害风险自我评估工具[167]可识别健康系统在备灾方面的薄弱环节。在政府寻求世界银行集团在该领域的支持时，这个工具在项目准备方面尤其有用。

案例21：太子港霍乱治疗中心—海地

继2010年海地地震之后，在该国已经不存在一个多世纪的霍乱疫情激增。脆弱的公共体系无力抵御由环境冲击引发的一连串事件，成千上万的人生病和死亡。作为回应，Les Centres GHESKIO的公共卫生官员和医生与MASS设计集团的建筑师和设计师合作建立了一个最先进的治疗中心，使急救人员能够治疗疾病，同时防止再次污染水。该设施还纳入了可持续发展的设计元素，以尽量减少能源使用和环境影响。

这些努力说明了气候变化减缓和适应之间的关键联系。新设施和干预措施对于应对与气候有关的健康影响是必要的。也有相当多的机会整合低碳和环境友好型战略，实现真正的气候智慧型方法。

利用气候信息加强健康防范

从一种应对和减轻灾害的文化转变到灾害防备（在某些情况下还有预防）需要新的框架来整合从概率预测中得到的气候信息。例如，红十字会与红新月会国际联合会在2013年所报告的，他们利用季节性预报，在萨赫勒地区洪水发生之前采取行动，在几个西非国家储存和预先安排应急物资。[168]这些努力需要国际援助和社区参与，虽然并不确定，但可能可以根据2008年区域洪水事件的信息和机构学习能力提升来进行调节。[169]

对气候变化的潜在的项目应对

虽然强化健康系统是世界银行集团最大的HNP投资单一领域，但仍有相当多的资源用于规划领域。其他发展机构有不同的优先事项，虽然很多也有分散的规划投资领域。最直接受气候变化影响的领域是疟疾和其它媒介传播疾病，食物和水传播疾病和营养。

针对病媒，食物和水传播疾病的气候变化应对方法

控制疟疾，大多数其它病媒和食物及水源性疾病的方法已经很完备：已经有预防和治疗疟疾、血吸虫病、霍乱和其它疾病的方案。

气候变化将不会对此产生影响，因此不会改变某些投资所支持的服务类型：气候变化背景下的疟疾控制仍然涉及长效杀虫剂处理的蚊帐，含青蒿素的联合疗法，和室内残留喷雾，就像在没有气候变化的情况下一样。

表3.5: 世界卫生组织关于气候变化对三种重大疾病的潜在影响的评估

疾病	病原体	病媒	行动机制和预测的气候变化影响
疟疾	恶性疟原虫	各种疟蚊（特别是冈比亚按蚊）	受温度和降雨的影响，十分复杂和非线性（也与经济增长密切相关）：可能扩展到一些新的地区（特别是亚洲和南美洲），但在较高温度下传播会下降
登革热	登革热病毒（黄病毒）	主要是埃及伊蚊和白纹伊蚊	地理范围可能扩大，特别是在撒哈拉以南非洲地区（尽管也与经济增长密切相关）
腹泻疾病	多种（例如大肠杆菌，轮状病毒、沙门氏菌）	多种	数据有限使得预测具有挑战性，但与温度相关的死亡率可能增加，特别是在南亚和撒哈拉以南非洲地区

案例22：埃塞俄比亚的疟疾

疟疾是埃塞俄比亚的一个主要公共卫生问题，尽管其山区地形降低了更多人口感染的风险。作为该国扩大应对疟疾的广泛影响的一部分，联邦卫生部与国家气象局合作，由全球防治艾滋病、结核病和疟疾基金提供财政支持。

国家气象局通过基于降雨和温度模型的预报工具，重点支持防疟规划的决策。国家气象局和联邦卫生部在地方层面定期沟通，以协助区域项目管理人员。

这是受气候变化影响最大的领域。气候变化正在改变几种疾病媒介的地理分布和/或季节性。可能受气候变化影响的疾病包括疟疾、登革热、基孔肯雅热、血吸虫病、非洲锥虫病、西尼罗河病毒、汉坦病毒、日本脑炎、裂谷热和莱姆病。气候变化还增加了很多食物和水传播疾病的风险。由于温度升高和极端天气事件（如洪水），霍乱等疾病变得更为常见。

世界卫生组织试图量化气候变化对发病和死亡的三个主要气候敏感原因的影响：疟疾、登革热和腹泻疾病，见表3.5。[170]

这对发展投资意味着气候变化增加了获取数据的重要性：由于气候变化，历史预测变得不那么准确，增加了计划的应对措施与疾病模式错位的风险。这需要使用前面介绍的诊断工具来分析干预措施的季节性和时间安排，了解风险人群和监测趋势。这也突出了投资早期预警系统的潜在价值。

增加的对气候数据的需求可以直接建立在卫生部门的规划中。例如，2012年美国总统疟疾倡议在坦桑尼亚资助了一个国家气候分析项目，利用历史气候数据更好地评估过去十年疟疾控制干预措施的影响。

气候变化对营养相关发展工作的影响

气候变化对粮食生产的数量和质量都有重大影响，导致粮食价格上涨，热量摄入减少，增加了营养不良和发育迟缓的风险，尤其是对儿童来说。此外，气候变化影响食物组成，水果和蔬菜消耗量的减少预计会成为不良健康的主要风险因素。最近的一项研究发现与这些影响相关的死亡率远远超过营养不良造成的估计死亡人数。[171]

这些变化对营养财政有两个主要影响。首先是增加对营养服务的需求，无论是已经处于长期食物不安全状态的人群，还是由于极端事件而新近面临营养相关挑战的人群。贫穷和处境不利的人群，特别是妇女和儿童，可能首先承受到气候变化对营养的影响，这就需要针对那些无法承担基本营养的人的具体需求量身定做方案对策。

这对发展机构，特别是世界银行集团来说意义重大，因为他们关注发育迟缓：气候变化对营养的影响模拟表明，到2030年，中度发育不良儿童的数量可能增加约360万，严重发育迟缓的儿童可能会增加390万。[172]这表明，世界银行集团针对发育迟缓的目标将更难达到，需要增加对营养的投入。

与病媒、食物和水传播疾病一样，气候变化对个人营养项目的影响也是多方面的。它正在改变分布，但不一定需要一个全新的方法（虽然确实增加了改进预测预测气候相关变化信息系统的重要性）。另外，二氧化碳正在改变许多谷物类作物中蛋白质和微量元素的浓度。这可能会对那些已经面临营养压力的社区产生重大影响，凸显了食品来源多样化和应对气候冲击的重要性。

第二个效应是提高多部门应对营养挑战的重要性，因为仅在健康部门内部是不可能解决气候变化带来的所有与营养相关的挑战的。考虑到气候变化对粮食安全的长期影响，与农业部门的合作将至关重要。社会保护部门是另一个重要的合作伙伴，特别是对贫困妇女和儿童造成的过度影响。

跨部门合作往往是一个挑战，但像“早期投资”这样的项目正在创造一个加强全球实践之间互动的重要机会。气候变化还未得到充分重视，但应纳入倡议的基本方针。例如，分析气候变化对发育迟缓模式的预测影响应该被系统地纳入行动计划中。

章

4 政策与合作

目前，在气候变化与健康政策领域，全球发展机构在与各国构建合作时，有两条路径可选：其一，发展机构与各国政府部门，就健康领域议题，积极展开对话，尤其是与健康医疗部门与财政部门。在这期间，发展机构可在对话中特别引入气候视角。其二，发展部门的人员可积极参与到各个气候政策的平台中。

持续进行的健康政策对话中的气候视角

与各个发展机构相同，世界银行不断与各国政府进行政策对话。深入分析这些互动，有利于揭示众多发展机构的相关工作，以及进一步阐明前进的路径。例如，世界银行的国别伙伴框架(Country Partnership Framework—CPF)提供了一种框架参考，即世界银行如何在支持各国的国家发展计划的同时，推进世界银行的双重目标：消灭极端贫困、促进共同繁荣。由于气候变化对许多国家的经济具有重大深远影响，这一议题也应该在国别伙伴框架中加以着重强调，并纳入到伙伴关系搭建前的分析议程中（特别是系统性的国别诊断）。在这一过程中，气候变化与健康的关系也应该逐步凸显出来。世界银行应对气候变化与健康的关系进行深入分析，尤其是气候变化影响健康的过程与方式（和由此带来的经济损失），以及健康部门应如何减缓与适应气候变化。

这一领域的分析，可有助于丰富各个发展机构与健康、财政部门之间的相关政策对话。尽管发展机构的主要职能在于核定借款操作等，世界银行等发展机构也有必要在路径思考等方面扮演领导者的角色，帮助各国政府识别健康领域的诸多问题。在与各国政府所进行的气候变化政策对话中，发展机构可发挥的潜在作用巨大。具体来说，若要系统地解决问题，推动变革的第一步，即展开“气候变化”与“健康”的关系的国别分析。探讨分析的结果，将有助于各国意识到其健康领域所存在的各个主次问题。

除了引入话题视角这一方式外，各发展机构发挥影响的第二种方式是资助气候与健康工作。目前，气候变化领域已吸引了巨额投资。据不完全统计，在2014年，气候变化的国际投资（包括私营及公共部门投资）高达3910亿美元。[173]投资的大部分用于减缓气候变化（尤其是可再生能源），有250亿美元的公共部门投资[174]被用于气候变化适应项目，其中，亚太地区占比46%，撒哈拉以南非洲占比13%，拉美及加勒比海地区占比12%。然而，健康领域则未列入投资项目之中。事实上，健康领域则与此议题高度相关，一方面，健康领域低碳改革可为减缓气候变化做出贡献，另一方面，不断上升的医疗领域支出，则与适应气候变化后果密不可分。

相应地，健康领域的相关支出，如该领域为适应气候变化而产生的费用，以及医疗低碳革新的成本，通常单一地依赖该部门的传统资金来源（如健康部门预算，居民自付，保险，医疗发展援助）。2016年7月，在第二届世界健康与气候会议上，各国政府官员反复指出，帮助各国在其健康领域获得气候变化资金，是未被发掘的重要机遇。

目前，在气候变化全球资金中，有几项机制可为相关健康工作提供资金支援，包括[175]全球环境基金(Global Environment Facility)、绿色气候基金(The Green Climate Fund)、气候变化适应基金(The Adaptation Fund)、最不发达国家基金(The Least Developed Country Fund)。除此之外，一些发展与援助机构的项目也可提供针对气候与健康议题的资金支持，如英国国际发展部(Department for International Development)、北欧发展基金(Nordic Development Fund)、美国国际开发署(United States Agency for International Development)及其他。

各个发展机构在气候变化资金[176]领域具有丰富的工作经验。然而，健康领域在这一方面则缺少相应的关注。故而，发展机构在帮助各政府获得相应资金方面，具有巨大潜力。

通常，发展机构在政策对话中还具有另一重要比较优势，即这些机构可引入多领域视角，来观察健康效果。这一点非常重要，因为水源、卫生基础设施、农业领域等（这些领域本身也对变化的气候条件敏感）在决定健康效果中扮演重要的角色。世界银行在其他领域的投资，也会影响到健康，例如交通、城市化与社会保障等。通过指出健康领域与其他领域的联系，并拓宽医疗政策的讨论，发展机构可在全球治理中进一步发挥更大作用。

与政府及其他利益相关方的互动

在应对气候变化国家自主贡献(Nationally Determined Contributions—NDCs)、国家适应计划(National Adaptation Plans—NAPs)、或全面发展战略中[177,178]，许多国家都列出了应对气候变化的方法。一些卫生部门也制定了应对气候变化的计划，与极端天气事件的应对机制。[179]但至今，还鲜有健康部门确立各国减缓气候变化及发展低碳健康领域的方法。

世界银行已在十个国家推广绿色建筑准则，包括医疗项目的能源与水资源使用最小化。在世界银行与当地政府的合作中，绿色建筑的倡议被付诸实践，并发展为强制性指导原则。这些标准的制定，是基于深入的当地市场调研与公众意见征集，并充分地考虑准则中的各项要求的成本与回报。

世界银行与其他相似机构，在与各国政府与部门讨论气候变化应对策略时，主要有以下几种方式：

- 鼓励各卫生部门为该领域设定碳基线，结合实际情况确立碳减排目标，并发展低碳医疗系统
- 促进各卫生部门分别从新医疗系统基础设施、具体疾病影响的角度，制定韧性与适应策略
- 倡导引入低碳、碳减排与健康的投资框架
- 呼吁不断进行风险评估，以定性与定量的方式估算描述气候灾害的健康代价
- 促进健康领域在以下领域适当地增加投资，包括可再生能源、能源效率、当地交通系统、可持续与安全的水资源使用、安全的垃圾处理、可持续生产的当地食物消费
- 鼓励健康部门与气象部门、气候信息的提供方建立合作，为健康相关的气候灾害作充分准备
- 鼓励健康医疗产业发展低碳和环境上可持续的生产和供应实践活动
- 在气候变化减缓、低碳发展、强化健康部门韧性的方法等各方面鼓励创新性的解决方案

帮助强化各卫生部门在气候变化减缓与适应的能力，也有助于增强世界各处当地的能力，促进社区健康系统的更好发展。发展机构可引领推动相关讨论，继而去除系统中的各项障碍，为卫生领域改革带来动力。

为了使中低收入国家将“气候友好”纳入到核心目标之中，另一种途径可为，与私营部门、国际机构合作，共同支持这些中低收入国家的健康系统。这需要健康部门与发展机构的共同配合努力，如联合国开发计划署(UNDP)则与数个其他联合国机构合作行动。[180]

健康领域的发展团队参与更广泛的气候政策论坛

国家气候政策制定的过程通常很复杂。各国的治理方式各有不同，存在多种方式，诸如国家专题小组、跨部门工作小组、特别部门、行政部门下设焦点团队、各领域内部的垂直方案制定等。尽管需要具体情况具体分析，国际上仍存在国家气候治理的良好案例，其治理过程可有效应对气候变化的诱因，并适应气候变化影响。[181]对于中低收入国家，有几项治理途径，尤为值得考虑，如国家适应计划(NAP)、应对气候变化国家自主贡献(NDC)等过程，以及与气候部门（提供与利益方、国家政策相关的信息与工具）紧密合作等。通过卫生系统的积极行动、气候治理机制纳入健康因素、制度合作等变革，目前全球正面对重要机遇，在气候变化适应、探索卫生部门的引领力等方面，或取得成就。[182]

2010年，在联合国气候变化框架公约(UNFCCC)缔约方第16次会议(COP16)上，各方共同建立了支持最不发达国家制定并实施国家分配计划(NAP)的机制，意在解决其中、长期的气候变化适应需求。[183]这一机制的建立，基于最不发达国家长达十年的经验。早在2001年，国家适应行动计划(NAPA)被引入这些国家（见方框6），来解决各国适应气候变化中的最迫切与紧急的需求。[185]这一计划首先由各国环境部门与其伙伴倡导建立而后发展为前所未有的国家级别的行动。国家适应行动计划(NAPA)信息库中的数据编录与各领域的行动次序，均由各国政府领导完成。[186]

方框6：国家适应计划(NAPs)进程[184]与应对气候变化国家自主贡献(NDCs)

2010年，各缔约方（COP）在坎昆适应框架（Cancun Adaptation Framework）之下，设立国家适应计划(NAPs)进程。根据联合国气候变化框架公约（UNFCCC），在国家适应计划(NAPs)中，最不发达国家需要列出其适应行动的中期、长期需求，在其经验基础上准备并实施国家适应行动计划(NAPA)。

国家适应计划(NAPs)进程的目标主要包括，通过适应与韧性能力建设，降低气候变化影响下的脆弱性，以更加系统的方式，将气候变化纳入到各领域与层级的新旧政策与规划中（特别是发展规划与战略）。

同时，各缔约方会议委托最不发达国家专家组（the Least Developed Countries Expert Group）提供技术支持，以及全球环境基金（Global Environment Facility）为这些国家在国家适应计划(NAPs)的筹备提供资金。

2015年，在联合国气候变化框架公约会议上，许多国家介绍了其在2020年之后的气候行动预期。这些各国陈述，后成为应对气候变化国家自主贡献预期（Intended Nationally Determined Contributions—INDCs），将各国政策与全球框架对接。而后在《巴黎协定》修订中，“预期”(intended)一词被删去，这些声明则被称为应对气候变化国家自主贡献（NDCs）。

尽管国家适应计划(NAP)为各国的气候政策对话与国家气候适应行动提供了切入点，健康医疗领域一直以来都没有得到发声机会。2010年，世卫组织评估了第一期国家适应行动计划(NAPA)中健康医疗部门的参与度，并发现在459个重点项目中，特别提出健康问题的项目仅占11％。在最不发达国家基金中(The Least Developed Country Fund)，仅有4％的投资用于健康领域，即使95％的国家适应行动计划(NAPAs)将健康列为重点议题。[187]随着时间推移，在一定程度上，健康医疗领域日益受到重视。一项近期的研究发现，在应对气候变化国家自主贡献(NDCs)框架的184个项目中，有65.8％的项目提及健康问题，在这其中，74.4％的项目将健康问题融入到气候变化的大背景中，23.1％的项目将健康问题与气候变化减缓相关联。[188]但是，需要指出的是，目前各项目仅仅是提出了健康问题等概念，国际上关注气候问题的各方，还须进一步努力，使健康议题更深入地融入气候变化解决框架中。

与此相比，一直以来，气候变化影响敏感的其他领域，如农业、水资源与能源等，有更多的机会获得气候变化的相关资金，并更多地影响国家气候政策的制定。这说明了健康领域更深入地参与国际气候变化治理议程具有乐观前景。在国际气候变化话语体系中，发展机构已有数条路径强调健康问题，包括与环保、健康、财政部门的对话，在国际气候谈判的外围与利益相关者互动，参与公民社会及政策相关的各类活动。

此外，发展部门也拥有一系列的技术资源，辅助其在政治对话中，确立各国在健康适应与减缓行动中的计划目标，并将健康议题纳入到社会发展与低碳经济转型之中。例如，世卫组织在2014年所发布的《世卫组织指南：气候适应计划中的健康问题》[189]，为各国政府及健康医疗领域伙伴提供了有效且具有针对性的资源，以便各方将健康适应纳入到国家适应计划(NAP)中（见方框7）。

健康与气候项目的潜在合作伙伴

几十年前，学术研究就已指出气候变化对于健康的影响，但各国与国际机构却对此长期缺乏关注。这继而造成了各国在该领域的能力欠缺，即使在政治层面有一些值得注意的努力，各国也缺乏相应的技术能力支持，以获取相关的气候数据，并制定健康规划。[190]

在该领域，存在一些技术与投资支持。由于拥有多年与各国在气候与健康领域的合作经验，世卫组织是提供相关技术支持的核心机构之一。目前，世卫组织已出版了一系列的指导参考资料[191]，并实地参与数国的气候与健康项目。[192]

方框7：国家气候适应健康规划(Health National Adaptation Planning—HNAP)推荐行动（世界卫生组织，2014年）

1. 将国家气候适应健康规划与国家适应计划(NAPs)相关联；
2. 审核各类信息；
3. 提出国家气候适应健康规划中的能力缺口与弱点；
4. 进行健康脆弱性与适应的评估，包括发展背景下的短期、长期适应计划的需求；
5. 评估气候变化的影响，尤其是对与发展相关的健康计划目标、法律、战略、政策与规划等；
6. 制定国家气候适应健康策略，识别出适应过程中的重点问题与方式；
7. 制定国家气候适应健康规划的执行策略，在各级的健康 规划中，纳入气候变化适应进程，包括提升未来国家气候适应健康规划的执行能力；
8. 促进与国家适应计划(NAPs)的合作与同步，尤其是国家适应计划中与健康相关的领域，同时加强国家气候适应健康规划与其他多方气候协议的协作配合；
9. 监督并评估国家气候适应健康规划的进程、效果与缺陷；
10. 反复分析并更新国家适应计划(NAPs)中的健康部分；
11. 拓展国家气候适应健康规划，如报道进程与效果。

与此同时，也有其他机构在多国实施并建议气候与健康项目的国际机构，如联合国开发计划署(与世卫组织紧密合作)、华盛顿大学健康与全球环境中心、哥伦比亚大学气候与社会全球研究中心、世界气象组织、美国国际开发署、德国国际合作机构、国际红十字会／红新月会气候中心。鉴于该领域与其他气候议程的重叠性，越来越多的机构参与到减缓、韧性、减灾的工作中，对气候与健康领域来说，则意味着重要的技术资源。

最后，机构内部的制度化能力，对于提升健康战略规划中的气候敏感性，也尤为重要。例如，世界银行内部所设立的气候变化小组、国际金融公司（IFC）、环境与自然资源、气候、交通与城市化部门, 均可提供相关的技术专业支持。

章

5 结论

在全球范围内，健康医疗行业通过使用能源、交通服务和消耗、抛弃医疗相关产品，而造成大量的温室气体排放。与此同时，健康医疗行业也站在回应气候变化影响、阻止和减少由此带来的人员伤亡的前沿。气候减缓、适应、低碳和有韧性的健康医疗发展战略不仅减少了温室气体排放，而且改善了医疗部门应对气候变化的韧性，也同时产生了重要的健康和经济的协同效益。

气候智慧型健康医疗将加强健康医疗部门和各个社区的发展，通过提供清洁和独立的能源、安全的用水、清洁的交通和可持续的废物管理策略。在为整个医疗部门做好应对未来的已知和未知的与健康相关的负面气候伤害的准备时，气候智慧型健康医疗也可以激发可持续产品的开发和供应。

从根本上来讲，气候智慧型健康医疗解决方案是一个全民健康医疗和可持续发展的基石。通过将气候智慧型原则整合到健康部门的发展战略中，发展类组织能够建立低碳、有韧性和可适应的各类项目，为其他类型的部门和机构树立有效回应气候变化的榜样。

此报告的作者已经利用了许多其他机构和专家的资源，希望各界同仁也可以使用这份报告，面向更加可持续的气候和健康医疗的未来，推动和加快各种正面改变的发生。

ANNEX

1

Climate Change Glossary

CO_2: Carbon dioxide is the most prevalent greenhouse gas. CO_2 emissions result from the combustion of fuel, from land use changes and from some industrial processes.

CO_2e: Carbon Dioxide Equivalent. There are six main greenhouse gases, which cause climate change and are targeted by the Paris Agreement. Each gas has a different global warming potential. For simplicity of reporting, the amount of each gas emitted is commonly translated into a carbon dioxide equivalent (CO_2e) amount so that the total impact from all sources can be summed to one figure.

GHG: Greenhouse gases (GHG) include carbon dioxide, nitrous oxide, methane, hydro fluorocarbons, per fluorocarbons and sulphur hexafluoride. They trap heat in the earth's atmosphere, such that a rise in levels of GHG increases temperature—the so-called greenhouse effect.

GHG Categories include direct or Scope 1 emissions, which are emissions directly controlled by an organization (mostly through the burning of fossil fuels). Scope 2 relates to indirect emissions from electricity, heat and steam purchased elsewhere but consumed and managed on-site, and Scope 3, which forms the bulk of indirect emissions, relate to the extraction, production and transportation of purchased materials and services procured.

GHG Protocol: The Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) is the most widely used international accounting tool for government and business leaders to understand, quantify, and manage greenhouse gas emissions.[193]

Direct Carbon Emissions: Emissions resulting from on-site combustion of fuels which produce CO_2 emissions, for example, the fossil fuel burned to heat water for a hospital. In addition, some processes emit other greenhouse gases. For instance, the production of certain chemicals produces methane (CH_4) and the use of anesthetic gasses leads to nitrous oxide (N_2O) emissions.

Indirect Carbon Emissions: Emissions that are a consequence of an organization's activities but occur off-site. For example, a medication or appliance dispensed by a healthcare provider has emissions produced during its manufacture, transportation, usage and disposal. These are counted as indirect emissions of the healthcare provider.

ANNEX

1A

Carbon Emission Hotspots Across the Health Sector in England by Setting

An illustration of a carbon hotspot analysis. The pattern will vary across countries and settings and can help identify focus areas. Size of dots corresponds to impact in each sector. Color corresponds to type of hotspot. Yellow: travel ad transport; green: energy; light blue: pharmaceuticals, medical devices and gases; dark blue: commissioned services.

ANNEX

1B U.S. Healthcare GHG Emissions

Absolute U.S. healthcare greenhouse gas emissions ($MtCO_2$-e) by national health expenditure category and U.S. total for 2003–2013.

EXPENDITURE CATEGORY/YEAR	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Hospital care	184	188	195	200	206	210	218	222	226	233	238
Physician and clinical services	57	60	62	65	65	68	69	70	72	74	77
Other professional services	7	8	8	8	8	8	9	9	9	10	10
Dental services	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11
Other health, residential, and personal care	20	21	22	22	23	23	24	25	25	25	26
Home healthcare	9	10	11	12	13	13	14	15	15	16	17
Nursing care facilities and continuing care retirement communities	35	36	37	37	38	39	39	39	40	40	41
Prescription drugs	59	63	65	68	71	71	72	69	68	67	68
Durable medical equipment	12	13	14	15	16	16	16	16	17	17	18
Other nondurable medical products	11	11	12	12	13	13	13	13	14	15	15
Government administration	13	13	14	14	13	13	13	13	14	14	15
Net cost of health insurance	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9
Government public health activities	28	28	28	28	29	30	31	31	29	29	29
Research	12	12	13	12	12	12	12	13	12	12	11
Structures and equipment	45	47	50	51	57	62	59	60	65	70	71
Healthcare total	**511**	**529**	**547**	**563**	**584**	**600**	**608**	**615**	**626**	**643**	**655**
U.S. total[a]	**7073**	**7208**	**7245**	**7182**	**7308**	**7096**	**6636**	**6849**	**6727**	**6502**	**6673**
Healthcare % of U.S. GHG emissions	**7.2%**	**7.3%**	**7.6%**	**7.8%**	**8.0%**	**8.5%**	**9.2%**	**9.0%**	**9.3%**	**9.9%**	**9.8%**

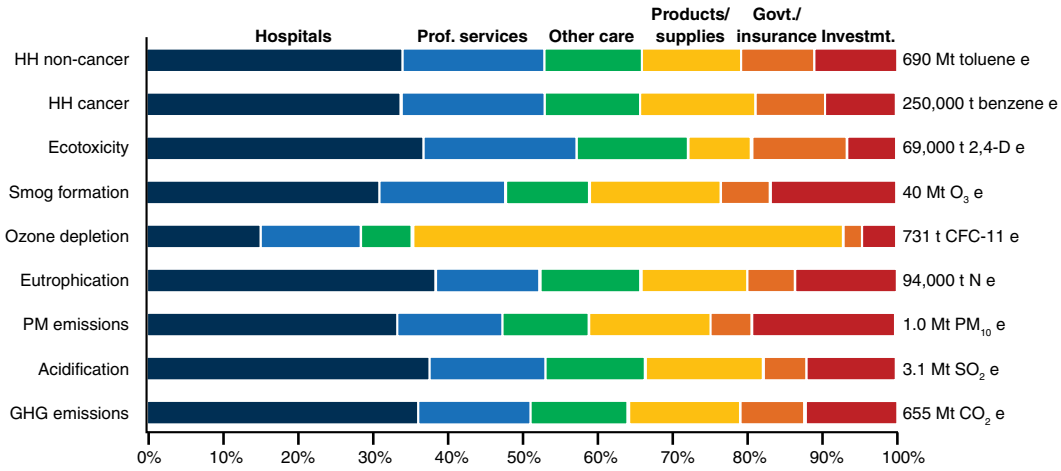
[a]US national emissions are from the annual US Greenhouse Gas Emissions Inventory conducted by the USEPA.

Eckelman MJ, Sherman J (2016) Environmental Impacts of the U.S. Healthcare System and Effects on Public Health. PLoS ONE 11(6): e0157014. doi:10.1371/journal.pone.0157014 http://journals.plos.org/plosone/article?id=info:doi/10.1371/journal.pone.0157014

ANNEX

1C

Environmental/Health Impacts of U.S. Healthcare Activities



Eckelman MJ, Sherman J (2016) Environmental Impacts of the U.S. Healthcare System and Effects on Public Health. PLoS ONE 11(6): e0157014. doi:10.1371/journal.pone.0157014. http://journals.plos.org/plosone/article?id=info:doi/10.1371/journal.pone.0157014

ANNEX

2

Community Health and Safety Safeguard

In August, 2016, the World Bank Board of Directors approved a review and update of World Bank Safeguard policies. These are salient in many ways to this work. Relevant excerpts that deal with health are listed below.

Excerpts:

ESS4: Community Health and Safety 101. ESS4 consolidates into one standard the existing practices related to the impacts of projects on communities. It incorporates OP/BP 4.37, Safety of Dams, and also captures many of the World Bank's provisions regarding the design and safety aspects of infrastructure, equipment, products, services, traffic, and hazardous materials. It requires borrowers to develop and implement measures to address possible community exposure to disease as a consequence of project activities and to address emergencies through contingency planning. ESS4 includes requirements on security personnel (both government and private) that are similar to the provisions of some other MDBs.

---

49. ***Many of the investment projects the World Bank supports advance the realization of human rights expressed in the Universal Declaration of Human Rights, including through better healthcare, education, and social protection, and better access to such services.***

---

57. ***Climate change is among the most pressing development issues of this generation.*** *The World Bank recognizes the fundamental importance of this issue and has developed an institution-wide strategy to address it. The proposed ESF includes a range of climate change considerations, including GHG emission estimation in the proposed ESS3: Resource Efficiency and Pollution Prevention and Management, and climate change adaptation in ESS4: Community Health and Safety.*

---

153. ***Additional resources would be needed for the new steady state to cover, in particular, the fixed costs associated with hiring additional staff for new areas covered by the ESF, as well as variable and overhead costs required to deliver project support across the Bank's IPF pipeline and portfolio.*** *Incremental costs would be associated with: a) Broader scope of practice due to new topic areas (labor, community health and safety, stakeholder engagement), new processes (ESCP, risk classification, social assessment), and the assessment of borrowers' ES frameworks. . .*

References

[1] United Nations (2015). Sustainable Development Goals. Available at: http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/ [Accessed on 24/05/16]

[2] WHO (2016). Address to the 69th World Health Assembly by the Director General, Geneva, Switzerland on 23rd May 2016. Available online at: http://www.who.int/dg/speeches/2016/wha-69/en/ [Accessed on 24/05/16]

[3] US National Institute of Environmental Sciences (|2010). A human Health Perspective on Climate Change. Available online at http://www.niehs.nih.gov/health/materials/a_human_health_perspective_on_climate_change_full_report_508.pdf [Accessed on 24/04/2016]

[4] IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, ll and lll to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer 9eds0]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

[5] Those are: heat effects, vector-, food-, and water-borne diseases, mental and occupational health, under-nutrition, air quality, and extreme weather events.

[6] WHO (2016). News release: World Health Assembly highlights importance of multisectoral action on health. Available online at: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/WHA69-importance-of-multisectoral-action/en/ [Accessed on 16/06/16]

[7] World Bank (2015). Connecting Climate Change and Health. World Bank Publications. Washington DC, USA

[8] The Lancet Commission on Health and Climate Change, 2015.

[9] Wang, H, and Horton, L, 2015 Tackling climate change: the greatest opportunity for global health. The Lancet. 386, 1798–1799.

[10] Sustainable Development Unit (2016). Carbon Update for the Health and Care Sector in England 2015, January 2016. Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/reporting/hcs-carbon-footprint.aspx [Accessed on 24/05/2016]

[11] Chung J, Meltzer D (2009). Estimate of the Carbon Footprint of the US Healthcare Sector. *JAMA*. 2009;302(18):1967–1972. doi:10.1001/jama.2009.1610

[12] Eckelman MJ, Sherman J (2016) Environmental Impacts of the U.S. Healthcare System and Effects on Public Health. PLoS ONE 11(6): e0157014. doi:10.1371/journal.pone.0157014. Available online at: http://journals.plos.org/plosone/article?id = 10.1371/journal.pone.0157014 [Accessed on 20/06/16]

[13] WHO (2015). Factsheet: Health central to climate change action. Available online at: http://www.euro.who.int/en/media-centre/fact-sheets [Accessed on 24/04/2016] pdf of factsheet does not work?

[14] World Bank, World DataBank Development Indicators, updated 14/06/16 (Accessed on 20/06/16)

[15] Sustainable Development Knowledge Platform (2015). Low Carbon Development. Available online at: https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?menu = 1448 [Accessed on 24/05/16]

[16] Energy Sector Management Assistance Program (2015). Low Carbon Development. Available online at : http://www.esmap.org/Low_Carbon_Development [Accessed on 24/05/16]

[17] World Bank Group (2015). Accelerating climate-resilient and low carbon development: The Africa Climate Business Plan. Available online at: http://documents.worldbank.org/curated/en/2015/11/25481350/accelerating-climate-resilient-low-carbon-development-africa-climate-business-plan [Accessed on 24/05/16]

[18] World Bank Data (2016). Health expenditure, total % of GDP. Available online at: http://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.TOTL.ZS [Accessed on 25/05/2016]

[19] United States Environmental Protection Agency, https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator (Accessed on 20/06/16)

[20] Source: World Bank, available on line at: http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO_2E.KT/countries (Accessed on 5/16/16)

[21] World Bank Group (2016). Building an Approach to Climate Change and Health: Geographical Hotspots for World Bank Action on Climate Change and Health.

[22] Hosking, Mudu, Dora (2011). Health in the Green Economy: Health co-benefits of climate change mitigation—Transport Sector. Geneva: World Health Organization; 2011. 144 p. Available online at: http://www.who.int/hia/examples/trspt_comms/hge_transport_factsheet_low-resdurban_30_11_2011.pdf?ua = 1 [Accessed on 24/05/16]

[23] Riffkin R. (2014) Americans Rate Nurses Highest on Honesty, Ethical Standards. Gallup (18/12/2014). Available online at: http://www.gallup.com/poll/180260/americans-rate-nurses-highest-honesty-ethical-standards.aspxtandards.aspx [Accessed on 24/05/2016]

[24] Roser-Renouf C et al. (2014). Global Warming's Six Americas' in October 2014: perceptions of the health consequences of global warming and update on key beliefs. Yale University and George Mason University. New Haven, CT: Yale Project on Climate Change Communication. Available online at: http://climatecommunication.yale.edu/wp-content/uploads/2015/03/Six-Americas-October-2014.pdf [Accessed on 24/05/2016]

[25] Neira, M. et al, (2008). The year 2008: a breakthrough year for health protection from climate change? American Journal of Preventive Medicine, 2008, 35:425

[26] Concurrent with the integration of new sustainable technologies are capacity buildings and hiring of new staff who can support and maintain their efficient use.

[27] IPCC (2007) op cit

[28] American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, The American Institute of Architects, Illuminating Engineering Society of North America, U.S. Green Building Council, U.S. Department of Energy (2012). Advanced Energy Design Guide for Large Hospitals and Healthcare Facilities: Achieving a 50% Energy Savings toward a Net Zero Energy. Atlanta, GA: 2012.

[29] LCB-Healthcare (2011). Low Carbon Buildings in the Healthcare Sector. Sustainable Energy Europe, Lead Market Initiative for Europe, 2011.

[30] US Agency for International Development (2013). Powering Health: Electrification Options for Developing Country Health Facilities. Available online at: http://www.poweringhealth.org/index.php [Accessed on 26/05/16]

[31] Anayochukwu AV, Nnene EA (2013). Simulation and Optimization of Photovoltaic/Diesel Hybrid Power Generation Systems for Health Service Facilities in Rural Environments. Electronic Journal of Energy & Environment 05/2013; 1(1). DOI: 10.7770/ejee-V1N1-art521 Available online at: https://www.researchgate.net/publication/269844862_Simulation_and_Optimization_of_Photovoltaic_Diesel_Hybrid_Power_Generation_Systems_for_Health_Service_Facilities_in_Rural_Environments [Accessed on 26/05/16]

[32] Agar JW (2010). Conserving water in and applying solar power to haemodialysis: 'green dialysis' through wiser resource utilization. Nephrology (Carlton). 2010;15(4):448–53.

[33] Parati G, Kilama MO, Faini A, Facelli E, Ochen K, Opira C, et al (2010). A new solar-powered blood pressure measuring device for low-resource settings. Hypertension. 2010;56(6):1047–53.

[34] PAHO/WHO/NIH/Institut National de Sante Publique (2015). Healthcare Facility Climate Change Resiliency Workshop Report, November 2015 anayochukwu photovoltaic rural Available on line at: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&Itemid=270&gid=32440&lang=en [Accessed on 20/04/2016]

[35] PAHO and WHO Americas (2015) PAHO/WHO promotes safe, green and "smart" hospitals in the Caribbean. Available on line at: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11225%3Apahowho-promotes-safe-green-and-smart-hospitals-in-the-caribbean&Itemid=1926&lang=en [Accessed on 26/05/16]

[36] Costello, A et al, 2009. Managing the health effects of climate change. The Lancet. 373, 1693–1733.

[37] WHO. 2015. Operational framework for building climate resilient health systems. Geneva: World Health Organization. (http://www.who.int/globalchange/publications/building-climate-resilient-health-systems/en/).

[38] WHO. 2008. 61st World Health Assembly: Climate and Health (http://www.who.int/globalchange/health_policy/wha_eb_documentation/en/).

[39] World Bank Group (2015). Accelerating climate-resilient and low carbon development. Op cit.

[40] World Bank Group (2015). Health Projects and Programs. Available online at http://www.worldbank.org/en/topic/health/projects [Accessed on 26/03/16]

[41] Pricewaterhousecoopers Private Limited (India 2013) Connected Life: the impact of the connected life over the next five years p3. Available online at http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Strategyand_Connected-Life.pdf [Accessed on 25/05/2016]

[42] WorldBank and ClimateWorks Foundation (2014), Climate-Smart Development: Adding up the benefits of actions that help build prosperity, end poverty and combat climate change. World Bank and ClimateWorks Foundation, Washington DC and San Francisco, CA.

[43] World Bank (2014). Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal. Available online at: http://www.worldbank.org/en/topic/climatechange/publication/turn-down-the-heat [Accessed on 16/06/16]

[44] World Bank (2015). Connecting Climate Change and Health. World Bank Publications. Washington DC.

[45] IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, ll and lll to the fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate Change [Core Writing team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer 9eds0]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

[46] WHO (2010) Health in the Green Economy: Co-benefits to health of climate change mitigation. Available online at: http://www.who.int/hia/hgebrief_health.pdf?ua=1 [Accessed on 25/05/2016]

[47] WHO and HCWH (2009). Healthy Hospitals, Healthy Planet, Healthy People: Addressing Climate Change in Healthcare Settings. Available online at: http://www.who.int/globalchange/publications/healthcare_settings/en/ [Accessed on 25/05/16]

[48] WHO (2009). Healthy Hospitals, Healthy Planet, Healthy People. P10 op. cit.

[49] Global Green and Healthy Hospitals (GGHH 2016). 2020 Healthcare Challenge. Available online at: http://greenhospitals.net/en/2020-participants/ [Accessed on 25/05/16]

[50] Adapted from WHO, Health in the Green Economy, 2010, op. cit.

[51] Global Green and Healthy Hospitals (GGHH 2015). 2015 Annual Progress Report, p. 16. Available online at: http://greenhospitals.net/en/gghh-2015-annual-report-rising-to-new-heights/ [Accessed on 25/05/16]

[52] GGHH Webinar, Combating Climate Change: Healthcare Leadership and the 2020 Challenge, Andrew Cunninghame, 27/05/2015. Available online at: http://greenhospitals.net/en/webinar-series/#3 [Accessed on 25/05/2016]

[53] Sustainable Development Unit Carbon Footprint Update for NHS England 2015 (2016) Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/reporting/nhs-carbon-footprint.aspx [Accessed on 25/05/16]

[54] Healthy Savings for Western Sydney Local Health District, NSW Office of Environment & Heritage, Available online at: http://www.environment.nsw.gov.au/resources/government/140428-wslhd-upgrade.pdf [Accessed on 25/05/16]

[55] World Health Organization, World Bank (2014). Access to modern energy services for health facilities in resource-constrained settings: A review of status, significance, challenges and measurement. Available online at: http://www.who.int/hia/green_economy/modern-energy-services/en/ [Accessed on 25/05/16]

[56] World Health Organization, World Bank (2014). Access to modern energy services for health facilities in resource-constrained settings. Op.cit.

[57] Pan American Health Organization (2013). Smart Hospitals Model Policy and Tool Kit. Available online at: http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=1742%3Asmart-hospitals-toolkit&Itemid=911&lang=en [Accessed on 25/05/16]

[58] Sustainable Development Unit (2008, 2010, 2013, 2016) available online at http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/reporting/nhs-carbon-footprint.aspx [Accessed on 25/05/2016]

[59] Greenhouse Gas Protocol (2012). Standards. Available online at: http://www.ghgprotocol.org/standards [Accessed on 25/05/16]

[60] Choi JH, Beltran L and Kim H. Impacts of indoor daylight environments on patient average length of stay (ALOS) in a healthcare facility.

Building and Environment 2012; 50: 65-75, Abstract accessible online at: http://www.dbpia.co.kr/Journal/ArticleDetail/NODE00650106

[61] Health Care Without Harm (2015). Global Green and Healthy Hospitals Buildings Guidance Document. Summary available online at http://greenhospitals.net/en/guidance-documents/#4 [Accessed on 25/05/16]

[62] WHO (2009). Natural ventilation for infection control in health-care settings. WHO guidelines available online at: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/natural_ventilation/en/ [Accessed on 25/05/16]

[63] WHO and ARUP (n.d.). Infectious disease ward, Sierra Leone. Available online at http://www.who.int/csr/bioriskreduction/natvent/en/ and http://www.arup.com/projects/world_health_organisation_clinic_sierra_leone [Accessed on 25/05/16]

[64] Guenther, Vittori (2013). Sustainable Healthcare Architecture, 2nd edition. Wiley, USA.

[65] USAID India (2010). Energy Efficiency in Hospitals. Available online at: http://www.eco3.org/hospitals/ [Accessed on 25/05/16]

[66] Health Care Without Harm (2015). Global Green and Healthy Hospitals Energy Guidance Document. Summary available online at: http://greenhospitals.net/en/guidance-documents/#4 [Accessed on 25/05/16]

[67] Choi JH, Beltran L and Kim H. Impacts of indoor daylight environments on patient average length of stay (ALOS) in a healthcare facility. Building and Environment 2012; 50: 65-75, Abstract accessible online at: http://www.dbpia.co.kr/Journal/ArticleDetail/NODE00650106

[68] Health Care Without Harm (2014) Buildings Guidance Document, op. cit.; Energy Guidance Document, op. cit.; Water Guidance Document, op. cit.

[69] WHO (2009). Healthy Hospitals, Healthy Planet, Healthy People. P10 Op.cit.

[70] Robin Guenther, Amy Jarvis (2014). Energy Guidance Document for Members. Global Green and Healthy Hospitals, Health Care Without Harm, 2014, USA.

[71] European Council for an Energy Efficient Economy (2013). Medical Imaging Equipment 16/09/2013. Available online at: http://www.eceee.org/Eco_design/products/medical_imaging_equipment [Accessed on 27/03/16] difficult to access if not a member

[72] Kaseman T, Boubour J, Schuler DA (2012). Validation of the efficacy of a solar-thermal powered autoclave system for off-grid medical instrument wet sterilization. Am J Trop Med Hyg. 2012;87(4):602–7.

[73] Health Care Without Harm (2015). Global Green and Healthy Hospitals Energy Guidance Document. Op cit.

[74] Sustainable Development Unit (2012). Commissioning and procurement. Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/areas-of-focus/commissioning-and-procurement/procurement/research-tools-and-guidance.aspx [Accessed on 25/05/16]

[75] European Council for an Energy Efficient Economy (2014). Medical Imaging Equipment. Available online at http://www.eceee.org/Eco_design/products/medical_imaging_equipment [Accessed on 27/03/16]

[76] Kaseman, Boubour, Schuler (2012). Validation of the efficacy of a solar-thermal powered autoclave system for off-grid medical instrument wet sterilization. Am J Trop Med Hyg. 2012;87(4):602–7.

[77] Minion, Brunet, Madhukar (2009). Fluorescent Light Emitting Diode (LED) Microscopy for the detection of mycobacterium tuberculosis: a systematic review and meta-analysis. Geneva: WHO Expert Group Meeting on approaches to improve sputum smear microscopy for Tuberculosis diagnosis, 7 September 2009.

[78] Robertson, McCarney (2012). Do battery-free solar refrigerators work in low-light conditions? Optimize Newsletter. April 2012(12):8/10.

[79] WHO (2015). Introducing solar-powered vaccine refrigerator and freezer systems—a guide for managers in national immunization programs. Available online at: http://www.who.int/immunization/documents/9789241509862/en/ [Accessed on 25/05/16]

[80] WHO and WBG (2014, 2015). Access to Modern Energy Services for Health Facilities in Resource-Constrained Settings. WHO publications, Geneva, Switzerland.

[81] Anayochukwu, Nnene (2013). Simulation and Optimization of Photovoltaic/Diesel Hybrid Power Generation Systems for Health Service Facilities in Rural Environments. Electronic Journal of Energy & Environment, 2013,1,1 p 37–56.

[82] Agar (2010). Conserving water in and applying solar power to haemodialysis: 'green dialysis' through wiser resource utilization. Nephrology (Carlton). 2010;15(4):448–53.

[83] Parati, Kilama, Faini, Facelli, Ochen, Opira, et al (2010). A new solar-powered blood pressure measuring device for low-resource settings. Hypertension. 2010;56(6):1047–53.

[84] World Health Organization, World Bank (2014). Access to modern energy services for health facilities in resource-constrained settings. op cit.

[85] International Panel on Climate Change (IPCC 2007). Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Metz B, Davidson OR, Bosch PR, Dave R, Meyer LA, editors. Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press; 2007.IPCC AR4 4.3.8

[86] American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, The American Institute of Architects, Illuminating Engineering Society of North America, U.S. Green Building Council, U.S. Department of Energy (2012). Advanced Energy Design Guide for Large Hospitals and Healthcare Facilities. Achieving a 50% Energy Savings toward a Net Zero Energy Building. Atlanta.

[87] Low Carbon Buildings in the Healthcare Sector (2011). Sustainable Energy Europe, Lead Market Initiative for Europe.

[88] World Health Organization, World Bank (2014). Access to modern energy services for health facilities in resource-constrained settings. op.cit.

[89] World Bank News item (2012). World Bank joins Leadership of Sustainable Energy For All. Available online at: http://www.worldbank.org/en/news/feature/2012/09/24/world-bank-joins-leadership-sustainable-energy-for-all [Accessed on 25/05/2016]

[90] World Bank Group (2008). Renewable Energy Toolkit (REToolkit). Available online at: http://go.worldbank.org/SFJ8KQ6PS0 [Accessed on 25/05/16]

[91] Georgescu, C. (2011). Report of the Special Rapporteur on the adverse effects of the movement and dumping of toxic and dangerous products and wastes on the enjoyment of human rights. 2011, 18th session of the Human Rights Council: Geneva.

[92] Harhay, M.O. et al. (2009). Healthcare waste management: a neglected and growing public health problem worldwide. Trop Med Int Health, 2009. 14(11): p. 1414–7.

[93] Y. Chartier et al edited (2014) Safe management of wastes from health-care activities, second edition p 122. Available online at: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85349/1/9789241548564_eng.pdf?ua=1 [Accessed on 12/04/2016]

[94] Bogner, J., et al., *Waste Management*, in *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, B. Metz, et al., Editors. 2007, Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, USA. p. 585–618.

[95] Batterman, S.(2004) *Findings on an assessment of small-scale incinerators for health-care waste*. 2004, WHO Water Sanitation and Health Team: Geneva.

[96] Stringer R. Presentation at the International Solid Waste Association Healthcare waste working group conference. 14 April 2016.

[97] Chartier Y et al, editors. (2014) Safe management of wastes from health-care activities, second edition p 3. Available online at: http://www.who.int/water_sanitation_health/facilities/waste/safe-management-of-wastes-from-healthcare-activities/en/ [Accessed on 25/05/2016]

[98] WHO (2015). Health-care factsheet N 253. Available online at: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs253/en/ [Accessed on 26/05/16]

[99] U.S. EPA (2016). Overview of Greenhouse Gases, Nitrous Oxide Emissions, Available online at: https://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/n2o.html [Accessed on 26/05/16]
[100] Ryan, S.M. and C.J. Nielsen (2011). Global warming potential of inhaled anesthetics: application to clinical use. Anesth Analg, 2010. 111(1): p. 92–8.
[101] Brown, A.C., et al. (1989) Tropospheric lifetimes of halogenated anaesthetics. Nature, 1989. 341(6243): p. 635–7.
[102] Langbein, T., et al. (1999) Volatile anaesthetics and the atmosphere: atmospheric lifetimes and atmospheric effects of halothane, enflurane, isoflurane, desflurane and sevoflurane. Br J Anaesth, 1999. 82(1): p. 66–73.
[103] Sustainable Development Unit (2013). Carbon footprint from anaesthetic gas use. SDU, Cambridge, UK, Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/areas-of-focus/carbon-hotspots/anaesthetic-gases.aspx [Accessed on 26/05/16]
[104] Sherman J1, Le C, Lamers V, Eckelman M.(2012). Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Anesthetic Drugs, Anesthesia & Analgesia. 2012 May;114(5):1086-90. doi: 10.1213/ANE.0b013e31824f6940. Epub 2012 Apr 4. Abstract available online at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22492186 [Accessed on 26/05/16]
[105] Robin Guenther, Amy Jarvis (2014). Water Guidance Document for Members. Global Green and Healthy Hospitals, Health Care Without Harm, 2014.
[106] Guenther et al (2014) op.cit.
[107] Hosking J, Mudu P, Dora C. Health in the Green Economy. Health co-benefits of climate change mitigation - Transport sector. Geneva: World Health Organization; 2011. 144 p op cit.
[108] IPCC (2014). op. cit.
[109] Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock—A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
[110] FAO (2006). Livestock's Long shadow: Environmental Issues and Options. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
[111] Vermeulen SJ, Campbell BM, Imgram JSI (2012). Climate change and Food Systems. Annual Review of Environment and Resources 37:195–222.
[112] TEEB (2015) TEEB for Agriculture & Food: an interim report, United Nations Environment Programme, Geneva, Switzerland. http://img.teebweb.org/wp-content/uploads/2016/01/TEEBAgFood_Interim_Report_2015_web.pdf
[113] Kim, B., Neff, R., Santo, R., and Vigorito, J. (2015). The Importance of Reducing Animal Product Consumption and Wasted Food in Mitigating Catastrophic Climate Change. Johns Hopkins Center for a Livable Future
[114] Sustainable Development Unit (2016). Carbon Update for the health and care sector in England 2015. SDU, Cambridge, UK. Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/reporting/nhs-carbon-footprint.aspx [Accessed on 26/05/16]
[115] UNDP and ARUP (2013). Carbon footprint of UNDP administered Global Fund HIV/AIDS and Tuberculosis grants in Montenegro and Tajikistan, Project Summary. New York: UNDP, 2013. Available online at: http://www.arup.com/projects/carbon_footprint_of_undp_administered_global_fund_grants [Accessed on 26/05/16]
[116] DH and SDU (2010). Procuring for Carbon Reduction P4CR. Available online at http://www.sduhealth.org.uk/areas-of-focus/commissioning-and-procurement/procurement/research-tools-and-guidance.aspx [Accessed on 26/05/2016]
[117] Greening the blue (2007–2009). Sustainable procurement in the UN. Available online at: http://www.greeningtheblue.org/resources/procurement [Accessed on 27/03/16]
[118] SDU (2013) NHS in England Carbon Footprint. Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/documents/Carbon_Footprint_summary_NHS_update_2013.pdf [Accessed on 20/04/2016]
[119] SDU and ERM (2014). Identifying High Greenhouse Gas Intensity Prescription Items for NHS in England. Cambridge, UK. Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/search/resources.aspx?q = Prescription + items + &zoom_query = Prescription + items [Accessed on 26/05/16]
[120] SDU (2014). Identifying High Greenhouse Gas Intensity Prescription Items for NHS in England. Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/documents/publications/2014/GHG_Prescription_Feb_2014.pdf [Accessed on 15/06/2016]
[121] SDU (2015). SDU response to the Lancet Commission Report. Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/international-work/lancet-commission-on-climate-change.aspx [Accessed on 15/06/2016]
[122] Clark and Macquarrie (ed. 2002). Handbook of green chemistry and technology. Wiley-Blackwell, UK.
[123] SDU (2010). Update to the NHS Carbon Reduction Strategy. Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/delivery/measure/finance/macc.aspx [Accessed on 26/05/2016]
[124] NICE (2015). Medicines optimisation: the safe and effective use of medicines to enable the best possible outcomes. Available online at: https://www.nice.org.uk/guidance/NG5/chapter/1-recommendations [Accessed on 26/05/2016]
[125] Novo Nordisk and ERM (2015). Care Pathways: Guidance on Appraising Sustainability: Case Study: Type 2 Diabetes Management Care Pathway. Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/areas-of-focus/carbon-hotspots/pharmaceuticals/cspm/case-studies.aspx [Accessed on 26/05/2016]
[126] Zadbuke, N; Shahi, S; Gulecha, B; Padalkar, A; Thube, M (2013). Recent trends and future of pharmaceutical packaging technology. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences 5 (2) 01/04/2013. Available online at: http://www.jpbsonline.org/article.asp?issn = 0975-7406;year = 2013;volume = 5;issue = 2;spage = 98;epage = 110;aulast = Zadbuke [Accessed on 26/05/2016]
[127] Pareek, Vikas, Khunteta, Alok (2014). Pharmaceutical Packaging: Current Trends and Future. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences 6 (6).
[128] NHS England (2015). Pharmaceutical waste reduction in the NHS. Available online at: https://www.england.nhs.uk/resources/resources-for-ccgs/#waste [Accessed on 16/05/2016]
[129] UNEP, Climate and Clean Air Coalition (2014). Short Lived Climate Pollutants: Definitions. Available online at: http://www.unep.org/ccac/Short-LivedClimatePollutants/Definitions/tabid/130285 [Accessed on 15/04/16]
[130] WHO (2015). Draft Product Profile Mains Powered Refrigerator PQS E003 TPP04.1. Available online at: http://apps.who.int/immunization_standards/vaccine_quality/pqs_catalogue/catdocumentation.aspx?id_cat = 17 [Accessed on 26/05/16]
[131] Wootton, Patil, Scott, Ho editors (2009). Telehealth in the developing world. Royal Society of Medicine Press & International Research Development Center. London & Ottawa, Canada.
[132] Polisena, Tran, Cimon, Hutton, McGill, Palmer et al (2010). Home telemonitoring for congestive heart failure: a systematic review and meta-analysis. J Telemed Telecare. 2010;16(2):68–76.
[133] Crisp, Nigel (2010). Turning the World Upside Down. Royal Society of Medicine, London, UK—check for relevance with final phrasing + his other books Nigel Crisp (2016) One World Health: An overview of global health. CRC Press, UK and Nigel Crisp and Francis Omaswa (2014) African health leaders: Making change and claiming the future. Open University Press, UK.
[134] SDU (2015). Healthy Returns from Sustainability Actions. Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/delivery/engage/health-returns-infographic.aspx [Accessed on 26/05/16]

[135] Kaplan, Sadler, Little, Franz, Orris (2012). Can sustainable hospitals help bend the healthcare cost curve? Issue Brief (Commonwealth Fund). 2012 Nov;29:1–14.
[136] GGHH (2015). Case Studies. Available online at: http://greenhospitals.net/en/case-studies/ [Accessed on 26/05/16]
[137] SDU (2012). NHS England Marginal Abatement Cost Curve. Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/delivery/measure/finance/macc.aspx [Accessed on 26/05/16]
[138] SDU (2016). Securing healthy returns: Realising the financial value of sustainable development. Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/engagement-resources/fnancial-value-of-sustainable-development.aspx [Accessed on 15/06/2016]
[139] UNDP (2013). Carbon footprint of UNDP Global Fund health initiatives in Montenegro and Tajikistan http://www.eurasia.undp.org/content/rbec/en/home/library/hiv_aids/Carbon_footprint_UNDP_Global_Fund_health_initiatives_Montenegro_Tajikistan.html [Accessed on 26/05/16]
[140] IRENA (2016). Renewable Energy Benefits: Measuring the economics. Available online at: http://www.irena.org/menu/index.aspx?mnu=Subcat&PriMenuID=36&CatID=141&SubcatID=690 [Accessed on 26/05/16]
[141] IRENA (2013) Financial Mechanisms and Financial Frameworks for Renewables in Developing Countries. Available online at : http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA%20report%20-%20Financial%20Mechanisms%20for%20Developing%20Countries.pdf [Accessed on 26/05/16]
[142] IRENA (2016). ReMap Global Roadmap. Available online at: http://www.irena.org/remap/ [Accessed on 26/05/16]
[143] The Carbon Trust (2010). Hospitals: Healthy budgets through energy efficiency. Available online at: https://www.carbontrust.com/media/39216/ctv024_hospitals.pdf [Accessed on 26/05/216]
[144] Barts NHS Trust (2013) Changing energy behaviours in the NHS: Operation TLC. Available online at: http://www.sduhealth.org.uk/news/214/barts-health-nhs-trust-saves-100000-with-a-bit-of-tlc/ [Accessed on 26/05/216]
[145] World Bank Group and Climate Works Foundation (2014). Climate Smart Development. Adding up the benefits of actions that help build prosperity, end poverty and combat climate change. World Bank Publications, Washington DC.
[146] While globally available products can often provide open-source and web-based platforms for decision-making, with information appropriate to large-scale assessments of climate impacts on health, they frequently do not fully access climate data available at the country level that may be the most relevant to national and subnational planning.
[147] All quotes taken from the website for the tool.
[148] Saghir, J. 2015. Transforming weather, climate and hydrological services in Africa. Speech delivered at Launch of conference 'Strengthening Climate and Disaster Resilience in Sub-Saharan Africa,' Geneva. (http://www.worldbank.org/en/news/speech/2015/06/02/transforming-weather-climate-and-hydrological-services-in-africa).
[149] International Research Institute for Climate and Society (IRI). 2006. A Gap Analysis for the Implementation of the Global Climate Observing System Programme in Africa. New York. (http://hdl.handle.net/10022/AC:P:8898).
[150] Global Framework for Climate Services website. (http://www.wmo.int/gfcs/).
[151] World Meteorological Organization (WMO). 2015. Status of the Global Observing System for Climate. Geneva.
[152] WHO-WMO Joint Office for Climate and Health. 2016. Climate Services for Health: Improving Public Health Decision-making in a New Climate, case studies.
[153] See, for example, Kruk 2015 (op. cit.), for an example of this in the context of Ebola.
[154] Authors' calculations from data available at http://datatopics.worldbank.org/hnp/worldbanklending (accessed 26 March 2016).
[155] IPCC. 2014. Fifth Assessment Report.
[156] For example, the US-focused Resilient Hospital Dashboard (http://427mt.com/2016/02/resilient-hospitals-dashboard/) "is an interactive platform that enables healthcare networks to identify hotspots, key drivers of risk, and the specific local impacts faced by each of their hospitals. By using climate, socio-economic, public health and facility specific data, our dashboards analytics help hospitals understand the impact of climate change on their community and patients."
[157] WHO. 2015. Operational Framework.
[158] Campbell, J et al, 2015 Improving the resilience and workforce of health systems for women's, children's, and adolescents' health. BMJ: 351:h4148.
[159] WHO. 2015. Operational Framework;. Kruk, M. 2015. op. cit.; Oxfam. 2015. Never again: Building resilient health systems and learning from the Ebola crisis.
[160] Ebi K and Schmier, J, 2005. A stitch in time: improving public health early warning systems for extreme weather events. Epidemiol Rev. 27:115–21.
[161] See the United Nations Development Programme's "Strengthening Climate Information and Early Warning Systems for Climate Resilient Development" (http://www.adaptation-undp.org/strengthening-climate-information-and-early-warning-systems-climate-resilient-development) for numerous examples of early warning systems in low- and middle-income countries.
[162] See, for example, case studies 5.L, 5.M, 6.A, 6.B, 6.C, 6.E, and 6.F in WHO-WMO Joint Office for Climate and Health. 2016. Op. cit.
[163] See both WHO-WMO Joint Office for Climate and Health, Climate Services for Health: Improving public health decision-making in a new climate, 2016, and United Nations Development Programme, Strengthening Climate Information and Early Warning Systems for Climate Resilient Development.
[164] IFRC. 2008. Early warning > Early action. Geneva. http://www.ifrc.org/Global/Publications/disasters/ew-ea-2008.pdf.
[165] IFRC. Climate Centre. Health risk management in a changing climate http://www.climatecentre.org/programmes-engagement/health-risk-management.
[166] WHO. Hospital Safety Index. http://www.who.int/hac/techguidance/safehospitals/en/
[167] PAHO. Health Sector Self-Assessment Tool for Disaster Risk Reduction. http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=1375%3Ahealth-sector-self-assessment-tool-for-disaster-risk-reduction&catid=895%3Abooks&Itemid=924&lang=en
[168] IFRC. 2013. Red cross responds as severe flooding takes its toll in the Sahel. (http://www.ifrc.org/en/news-and-media/news-stories/africa/mali/red-cross-responds-as-severe-flooding-takes-its-toll-in-the-sahel-63090/).
[169] Tall A et al. 2012. "Using Seasonal Climate Forecasts to Guide Disaster Management: The Red Cross Experience during the 2008 West Africa Floods," International Journal of Geophysics (http://dx.doi.org/10.1155/2012/986016).
[170] World Health Organization. 2014. Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s.
[171] Springman, M et al. 2016. Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study. The Lancet (http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(15)01156-3/fulltext).
[172] World Health Organization. 2014. Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s.
[173] Climate Policy Institute. 2015. Global Landscape of Climate Finance 2015. (http://climatepolicyinitiative.org/publication/global-landscape-of-climate-finance-2015/).
[174] This includes "governments, bilateral aid agencies, Climate Funds, multilateral, bilateral and national Development Finance Institutions." Ibid, p. 3.

[175] See Climate Funds Update website for an easy-to-use resource on climate funds: (http://www.climatefundsupdate.org/).

[176] See in particular section 4 ("Mobilizing Other Resources for Climate Action") of World Bank; 2015 "Finance for Climate Action: A Snapshot of the World Bank Group's Climate Work". Washington, DC.

[177] World Resources Institute (2015). Blog available online at: http://www.wri.org/blog/2015/10/national-climate-plans-indcs-numbers. [Accessed on 25/05/16]

[178] Partnership for European Environmental Research (PEER, 2009). Europe Adapts to Climate Change: Comparing National Adaptation Strategies. PEER, Helsinki, Finland.

[179] The African Development Bank (2011). The African Plan of Action for Public Health Adaptation to climate change 2012-2016. Available online at: http://www.afdb.org/fr/cop/cop17-africa-pavilion/programme/the-african-plan-of-action-for-public-health-adaptation-to-climate-change-2012-2016/ [Accessed on 25/05/16]

[180] Sustainable Procurement in the Health Sector (2012). UN Informal Interagency Task Team. Available online at: http://iiattsphs.org [Accessed on 25/05/2016]

[181] Climate Policy Institute, 2013. The Policy Climate. London. (http://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2013/04/The-Policy-Climate.pdf).

[182] WHO. 2014. WHO Guidance to Protect Health from Climate Change through Health Adaptation Planning. (http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/137383/1/9789241508001_eng.pdf).

[183] UNFCCC. 2011. Cancun Adaptation Framework. Bonn (http://unfccc.int/adaptation/items/5852.php).

[184] UNFCC. National Adaptation Plans website: (http://unfccc.int/adaptation/workstreams/national_adaptation_plans/items/6057.php).

[185] UNFCCC. 2002. Report of the Conference of the Parties on its Seventh Session. Bonn. (http://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a01.pdf#page=32).

[186] UNFCCC. 2013. NAPA Priorities Database. Bonn. (http://unfccc.int/adaptation/workstreams/national_adaptation_programmes_of_action/items/4583.php).

[187] WHO. 2014. WHO Guidance to Protect Health from Climate Change Through Health Adaptation Planning. (http://www.who.int/phe/Health_in_NAPAs_final.pdf).

[188] https://www.mcgill.ca/epi-biostat-occh/files/epi-biostat-occh/analysis_of_indcs_1.pdf

[189] WHO. 2014. (http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/137383/1/9789241508001_eng.pdf).

[190] For example, African ministers of health and of the environment prepared the "Libreville Declaration on Health and the Environment in Africa" in 2008 (see http://www.afro.who.int/en/clusters-a-programmes/hpr/protection-of-the-human-environment/highlights/2418-first-inter-ministerial-conference-on-health-and-environment-in-africa.html) and held a follow-up in 2010 (http://www.unep.org/roa/hesa/Events/2nd InterMinisterialConference/tabid/6011/Default.aspx).

[191] WHO. Climate change and global health: publications (http://www.who.int/globalchange/publications/en/).

[192] WHO. Climate change and global health: projects: (http://www.who.int/globalchange/projects/en/).

[193] Greenhouse Gas Protocol (2012). Calculation Tools. Available online at: http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools [Accessed on 26/05/16]

WORLD BANK GROUP

WORLD BANK REPORT NUMBER 113572-GLB