将气候变化适应能力纳入公共卫生实践
利用适应性管理提升适应能力和增强应变能力

Jeremy J. Hess,[1,2,3] Julia Z. McDowell,[1,2] and George Luber[1]
[1]Climate and Health Program, Division of Environmental Hazards and Health Effects, National Center for Environmental Health, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, USA; [2]Department of Environmental Health, Rollins School of Public Health, and [3]Department of Emergency Medicine, Emory University School of Medicine, Emory University, Atlanta, Georgia, USA

背景：气候变化被认为会造成一系列健康影响，其中有些影响已显而易见。针对气候变化做出相应的公共卫生策略调整已势在必行，但如何提升公共卫生系统的适应能力与应变能力则少有著述。

目的：探讨适应能力不足的可能原因，总结可能超出公共卫生应对能力的气候变化对健康的挑战，思考提升公共卫生适应能力的实践改革。

方法：我们以公共卫生对气候变化的适应能力、社会学习和显示动态复杂性的社会经济体系管理为重点，进行了大规模跨学科文献评述。

讨论：关于公共卫生应如何适应气候变化有两种不同观点。两种观点的区别在于气候变化是否从根本上放大了现有灾害，因而需要加强现有公共卫生的功能，或者说气候变化直接造成其特有的危害，需要制定新型的处理策略。在有些情况下，气候敏感性对健康的威胁显然超出了公共卫生的适应能力。应对这些威胁需要进一步加强制度学习、创新管理策略以及研发新型改良工具。适应性管理可能是一种有用的方法，这个迭代框架接纳不确定性，使用模型并结合实践不断改进。我们阐述了其在极端高温天气下都市环境中的应用。

结论：提升公共卫生应对某些气候对健康威胁的能力是必要的。集中力量提高特定地区的适应能力，促进制度学习，采取适应性管理以及研发相应的促进工具为优先重点，可以提高当地公共卫生系统对气候变化的应变能力。

关键词：适应性管理； 气候变化； 适应气候变化； 公共卫生； 公共卫生管理。
Environ Health Perspect 120:171–179 (2012). http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1103515 [Online 13 October 2011]

公共卫生对气候变化的适应

气候变化引发的诸多潜在健康影响已经明确，其中有些健康影响尤为明显(McMichael等 2004)。气候变化被认为是气候敏感性疾病，如热疾病、病媒传播疾病、腹泻、极端事件伤害，以及呼吸疾病负担增加的原因(Campbell-Lendrum和Woodruff 2006)。尽管发展中国家承受的风险最大 (Patz等 2007)，但发达国家对此同样乏于应对 (Ebi等 2009；Maibach等 2008；O'Neill等 2010)。事实上，迄今气候变化影响健康的最严重事件，2003年的欧洲热浪，就发生在貌似准备充分的发达国家。这一事件说明极端天气的灾难性影响可能是由气候变化 (Stott等 2004)、应对不足的公共卫生部门[世界卫生组织 (WHO) 2009]，以及人群高水平暴露 (Poumadere等 2005)和易感性 (Rey等 2009) 所共同造成的。

各级公共卫生机构有必要有意识地从科学性与实用性的角度，修订预测气候变化引发健康影响的方案，对此已有很多文章从不同侧面进行了阐述。有文章指出气候变化是公共卫生问题，倡导提高社区公共卫生意识 (Frumkin等 2008；Haines等 2006；Patz等 2005)。另一些文章则从验证基本的科学问题与提供认识的视角，探讨了气候变化流行病学及其风险评估 (Campbell-Lendrum和Woodruff 2006；Kovats等 2005；McMichael 2001)。还有一些文章阐述进行脆弱性与影响评估的方法学及具体策略 (Ebi等 2006)，评估相关环境健康的体系 (Füssel 2008)以及制定明确的气候影响与适应性评估指南，并提出了研究规划 (Portier等 2010)。

尽管有上述进展，但除少数例外(Ebi和Burton 2008；Ebi和Semenza 2008；Ebi等 2005,2006；Huang等 2011；Jackson和Shields 2008)，几乎没有谈及公共卫生机构应如何实施和管理有计划的应对程序。Huang等 (2011) 指出这一问题既包括提高应对能力，即增加应对的资源和提高有效利用这些资源的能力，同时也包括采取应对行动。他们还对克服可能存在的困难提出了一些建议。除了这篇重要文章之外，对于如何提升公共卫生的应对能力，或者说如何通过这一过程提高公共卫生抗击力则讨论得相对较少。

其它领域的一些文献为提高应对能力提供了一些通用原则。除了资源的可用性外，其它许多因素也很重要，其中包括社会与人力资源，对制度决策与信息管理的重视以及风险分散程序 (Yohe和Tol 2002)。同样重要的还有促进社会学习，即通过社会互动建立集体性知识 (Berkhout等 2006；Pahl-Wostl 2009)以及将学习与管理相结合(McDaniels

and Gregory 2004；Social Learning Group 2001)等。另有一些文献突出社会经济体系中高水平适应能力与应变能力间的关系，强调这样的体系在遭受严重破坏后仍有能力保持它们的基本结构与功能，进行重组与学习（Folke 2006）。不过，这些文献尽管与公共卫生应对策略有关，但毕竟未从公共卫生的总体视角对文献的观点进行全面深入分析。

本文应用大规模跨学科文献综述，以学习和管理框架的改革为重点，确定提高公共卫生适应能力的战略。我们在综述中探讨了有关公共卫生适应能力工作相对落后的可能原因以及其对政策和实践的潜在影响；突出了公共卫生适应能力可能难以承受的几种气候敏感性健康威胁；评价学习在适应力建设中的作用；并思考怎样通过适应性管理，即学习和管理相结合的策略，提高适应能力，从而促使公共卫生系统发展得更具应变力。

关于公共卫生适应能力的看法

除强调在许多情况下需要额外资源外，适应能力一直不是气候健康文献的主要焦点。对于适应能力可能有两种解释，每种解释都是基于将气候变化特别视为公共卫生的压力。通过对这两种解释进行回顾，可以帮助我们深入了解如何最有效地提高适应能力和促进公共卫生适应领域的各种不同观点。

第一种解释是，除增加投资和扩增项目外，气候变化不需要公共卫生实践进行重大变革，亦即增加资源和实施适应性措施是提高适应能力的主要手段。这一观点认为，气候变化主要是放大了已知的公共卫生压力，对易感人群的影响最为显著。由于通过扩增基础设施就已能很好地管理人群健康（Füssel 2008），如再得到适当授权、充足的资金和支持，那么现有的做法可能就足以应付气候变化对健康的影响。扩增主要是通过增加投资，强化基本公共卫生服务即可实现有效适应（Frumkin等 2008）。这一观点肯定了公共卫生的就绪度取决于足够的支持，并提出重点是加强，而非重新改变公共卫生的实践。

第二种解释是，公共卫生实践的创新对于提高适应能力很可能是必需的，但迄今尚无大型文献库支持这一论点。文献缺乏可能是因为在许多地方创新策略尚未具体化，也可能是因为适应措施往往是为了应对极端事件（Berrang-Ford等 2011），或因为这些策略尚未见之于文献。需要创新策略的论点是基于这样的考虑，即气候变化可能代表着截然不同的公共卫生压力，它可能危及重要基础设施和破坏维护公众健康的各项系统。因而需要有新框架、新战略和新工具来帮助管理系统性风险。在提高适应力方面，主要限于完善计划扩增的传统做法，创新观点不仅未予肯定，且认为其有局限性，强调指出其不足之处，尤其是有可能造成系统不稳，削弱公共卫生的成效。针对潜在弊病，这种创新型观点强调以新型管理策略结合标准公共卫生方案来提高适应能力。

尽管这两种说法并不相互排斥，但它们之间还是有分歧，原因有以下几方面。首先，这两种观点导致的拨款优先顺序不同。鉴于目前预算紧张，对新举措的资助可能需要裁减其它项目的费用，而没有明确短期回报的投资是很难有人买单的。即便在基础设施发达地区，适应气候变化项目，常常徒劳地与其它紧迫的公共卫生问题竞争（Ebi等；Maibach等 2008）。其次，尤其在公共卫生基础设施不足的地区，许多人认为，与更为直接的问题，如基本公共卫生服务和基本药物相比，气候适应问题应该排在其次。第三，在风险增加尚未演变为现实时，大多数公共卫生机构和医疗保健系统选择依靠现有基础设施和各种抗灾措施，而不是创新投资（Hess等 2009）。第四，以管理为导向，系统为基础，长远观点的做法对公共卫生来说很难实施，因为它需要有长期的资金支撑，跨学科和跨部门协作，综合信息管理，而现有资金和行政管理结构客观上阻碍了这一切的实现（Füssel 2008；Hess等 2009）。

确定具明显气候敏感性的公共卫生影响

对于志在提高适应能力和发展公共卫生系统应变能力的公共卫生人员来说，确定这两种观点孰优孰劣是一项重要挑战。由于各个地区在气候压力因素、人群易感性以及公共卫生能力的不同，这项决定将因情况而异（Hess等 2008）。尽管有多项准则可帮助我们弄清特定情况下的需求，但并没有圆满地全方位解决各种政策问题的办法(Füssel 2008)，在增强当前的实践与发展创新规划间如何分配投资这一问题上，也没有一定的标准。

确定易感性特别高的地区（表现出明显气候敏感性的威胁）可有助于明确哪些地区应集中力量提高适应能力。确定这些威胁的标准包括：

- 水文气象灾害的群体易感性高（例如：暴露水平与敏感性高，且适应能力低），这类灾害的严重性和发生频率的增加使整体风险显著增加（Ebi等，2006；Keim 2008；Schneider等 2007）。比如，经常发生水灾加上其他暴露会降低家庭应对其它灾害的能力(O'Brien和Leichenko 2000；Webster和Jian 2011)，这不仅削弱了系统的长期适应能力，也增加了累积风险（Tapsell等 2002）。
- 气候变化引起的极端事件的危害有可能超出了特定公共卫生系统的应对能力（Yohe和Tol 2002）。例如，由于人为排放量（Stone等 2009；Stott等 2004）以及施加的超出公共卫生系统应对能力的压力（Lagadec 2004；Poumadere等 2005），2003年欧洲热浪的概率明显增加。
- 气候变化引起的灾害日益严重和频繁可以破坏或危及系统与基础设施，并显著影响人群健康（Gerber 2007；

McDaniels等 2008）的可能性。例如，越来越频繁的热浪增加了对机械空调的依赖，增加了电力需求，从而增加了级联电网的故障概率。

·气候变化将从根本上改变对公共卫生非常重要的基本生态系统服务功能的可能性（Myers和Patz 2009；Schroter等 2005）。这样的例子很多，包括生态系统变化导致诸如汞和多氯联苯（Carrie等 2010）等毒素的生物富集，以及海平面上升海水倒灌有可能引起地下水含盐量增加（Khan等 2008）。

·气候变化导致突然的生态系统变化，有利于疾病发生或卷土重来，而对此尚无有效监测和处理的措施（Walther 2010）。这种情况的例子之一是，2004年由于阿拉斯加牡蛎收获季节气候异常温暖引起的副溶血弧菌感染爆发，导致在该病流行区域的最北部，疾病的蔓延一下子推进了1000公里（McLaughlin等 2005）。

将以上标准应用于一些重要的公共卫生问题时，例如烟草使用、少女怀孕、卫生保健相关感染，显然有许多问题不仅在当前，而且在不久的将来也不具有明显的气候敏感性。尽管气候变化可能会影响到一些无明显气候敏感性健康结局的分布（例如，道路交通伤害可能会因降水变化而恶化），但强化现有规划足可以应付这些变化的威胁。同样，在资源贫乏地区，强调提供基本服务可能是最重要的策略。然而，在资源中度到高度丰富地区，提高适应能力的策略可能更具战略意义。

围绕明显气候敏感性威胁的争论

确定具有明显气候敏感的公共卫生挑战，对于基本需求已经解决地区的适应能力提高是非常重要的。原因有以下几方面：

首先，将集中精力于需要重大创新和协作的问题上，有助于解决已知的适应障碍。其它部门已经明确了有必要以创新适应工作为重点（Smithers和Blay-Palmer 2001），卫生部门也许也该如此。事实上，公共卫生部门在之前就明确了需要以创新来应对挑战，如“全球健康大挑战”(Grand Challenges in Global Health)的论述以及对于这些挑战的创新策略进行相应资助（Cohen 2005；Varmus等 2003）。如同其它部门业已证明的那样，有些催化型创新运用新技术或新策略给整个新群体带来商品或服务，既改善了群体结局又降低了开支(Christensen等 2006)，在预算日益紧缩时期前景颇具吸引力。

其次，重点明确的方法可以最大限度减少气候-健康团体与公共卫生其它领域间的摩擦。虽然迄今这种摩擦尚未证明有重大影响，但在例如有关气候变化和疟疾的争论（Chaves和Koenraadt 2010；Reiter 2001）等几个实例中，强调气候变化被认为不适当地干扰了疾病预防和控制的既定循证努力。

第三，从政策角度看，以此为重点可能有战略意义，因为它使气候-健康倡导者强调有必要对公共卫生基础设施，尤其是对资源贫乏地区的公共卫生基础设施进行全面投资，而资源贫乏地区“适应气候变化在本质上对公共卫生的基本保障非常重要”（Campbell-Lendrum等 2007），也是人们最关心的气候-健康特别规划的问题。这对发展中国家从事健康适应组合的决策者可能有吸引力，它可以成为发展中国家通过一般性公共卫生投资减少气候相关及其它风险的强有力的理由。

明显气候敏感性公共卫生问题的管理和挑战

制定有效适应明显气候敏感性对健康威胁的方法，管理方面会面临许多挑战：包括气候预测和未来社会经济状况的不确定性；财政问题以及现有适应能力分布不均；技术发展与传播的限制；体制对合作的范围及有效适应证据积累的限制；社区社会资本的限制；以及对个人风险不知情或认识错误（Huang等 2011）等。另外两个其他问题，范围与复杂性，也很重要。

范围问题使适应性问题复杂化，这既有时间也有空间上的问题。时间问题包括重点对离散事件如严重热浪的短期规划需求，以及对减少灾害暴露并提升应变力策略的长期需求（McMichael 和Dear 2010；Sherwood和Huber 2010）。空间问题源自灾害分布、政治和行政边界以及资源的不匹配。尽管对各种范围高温危害（Harlan等 2006；Stone等 2010）和霍乱爆发同步性的分析(Constantin de Magny等 2007)启发了人们如何开展空间范围与气候问题的研究，但生态（Clarke等 2007；Seo等 2009）、农业（Baron等 2005）和建模(Diffenbaugh等 2005)文献对这一问题的探索较之公共卫生文献更深入。

复杂性也许是最受普遍关注的问题。Huang等（2011）在他们对个人认知和风险感知局限性的讨论中注意到了这个问题的一个侧面。然而，复杂性的问题远不止个人认知，它涉及有关社会生态系统，从城市到渔场管理等一系列系统问题，其包括延误、正反馈与负反馈、存量与流量关系（Sterman 2000，2008），以及阈值（Codeco等 2008）在内的错综复杂的动态关系，使管理问题复杂化。气候变化为这些动态关系引入新的不确定性并凸显需要了解和管理这些系统的新策略，强调需要有能充分捕获影响和促进知情管理的方法(Grabs等，2007；Howden等 2007)。因此，出现了环境卫生（Gohlke和Portier 2007）和公共卫生（Diez Roux 2011）、风险管理（Bea等 2009）、生态学（Montoya和Raffaelli 2010）以及经济学（Polasky和Segerson 2009）方面的系统性调查是对这一普遍趋势的回应。最近对公共卫生的运作研究也得出有类似结论，认为公共卫生系统的其它方面(Van Wave等 2010)将有必要考虑气候变化的适应性。

学习的作用

上述管理挑战突出了对包含不确定性和强调学习策略的需要（Sterman 2006）。诸如体验式学习（Kolb 1984）和转化式学习（Mezirow 1995）等学习理论强调具体的学习周期，在实践中学习以及学习方法，关于学习理论的学术工作为价值结构的重新诠释提供了材料。学习循环框架（Argyris和Schön 1978）吸收以上观点，并根据学习对促进管理策略转化的程度将其分为三类。

单循环学习强调通过弥合预期与实际观察间的差异来提高行动效率(Pelling等 2007)，例如，堤坝高度是否足以容纳预期的洪水量。双循环学习考虑的是管理策略是否恰当（Flood和Romm 1996），例如，在降水分布发生改变的情况下堤坝是否是最合适的方法。三循环学习检验基本原则和价值体系(Pelling等 2007)以及权力关系(Flood和Romm 1996)，以探讨各种可能的管理选项，例如新的治理措施，参与风险的管理以及旨在强有力行动而非特殊条件或情况下的最佳策略的规划(Pahl-Wostl 2009)。

每类学习法都与公共卫生适应有关。有一系列关于促进制度学习和学习与管理相结合的策略（Armitage等，2008）。尤其是通过加强各级学习和调整明显气候敏感性健康威胁的管理办法，适应性管理框架是提高适应能力的潜在有用方法。

适应性管理及其潜力

适应性管理是作为管理自然资源系统的迭代法而开发的（Holling 1978），因为这些系统中的线性方法已不能使系统对管理选择产生广泛响应，管理者难以了解系统动力（Linkov等 2006），以及管理者、利益相关者、干预与系统响应间的动态相互作用（Henriksen和Barlebo 2008）。为管理这些系统，生态系统管理者需要迭代程序，该程序承认复杂性与不确定性，强调不断学习，并允许利益相关者不断投入。适应性管理是为满足这些需求而创立的（Whicker等 2008）。

国家研究理事会（2004）对适应性管理的指导强调六个主要内容：*a*）定期重审与修订的管理目标；*b*）管理系统的模型； *c*）一系列管理选择；*d*）结局监测与评估；*e*）将学习纳入未来决策的机制；以及 *f*）利益相关者参与与学习的协作结构。以上内容的图解见图1。该过程允许制定专门针对各种系统和情况的具体方法，并将学习与管理相结合，而不是将它们置于不同领域(Murray和Marmorek 2003)。

尽管有好几个机构都已将适应性管理应用于各种环境健康问题中，有时还与结构化决策分析程序相结合，但适应性管理尚未在公共卫生工具盒中占有重要地位（Linkov等 2006）。适应性管理难以在有些情况下实施，但有系统综述认为，困难主要源自该框架应用的环境不恰当（Gregory等，2006年）。本综述认为，最适合适应性管理的环境是：建模和决策尺度匹配并考虑到外部因素，对不确定性有清楚认识，利益相关方对成本和风险程度达成一致以及利益相关方充分参与并提供适当的制度支持。

在气候变化方面，正如Ebi（2011）所指出的，适应性管理与一般气候变化适应（Lim等 2005）和公共卫生适应框架非常类似（Ebi和Semenza 2008）。适应性管理一直被用于探索有关生态系统管理（Prato 2010）、水域（Pulwarty和Melis 2001）、排污权交易（Satterstrom等 2007）以及空气质量监测（Stubbs和Lemon 2001）等问题中。通过其“活跃”方式（有利于多重决策可能性的分析），适应性管理似乎在公共卫生，尤其在当地与地区范围的公共卫生适应工作上有着重要潜力。

明显气候敏感性健康威胁的适应性管理

适应性管理的许多内容，如建模复合体、动态问题、各种不同利益相关者间互动以及循证、迭代法决策都是公共卫生所熟悉的。该过程也许与循证医学及其同类——循证公共卫生最为类似(Brownson等 2009；Eriksson 2000)。使用以上方法构建的整个范例较之杂乱无章的方法有好几方面优点。

通过一个例子，也许最能说明适应性管理的潜力及所需工具。在与气候变化有关的各种灾害中，极端高温事件(EHEs)是研究得最好，并且在这个领域中是紧迫的。尽管关于热疾病仍有相当不确定性，但我们对热死亡的机理了解得很清楚（Basu 2009；Ishigami等 2008；Kovats和Hajat 2008；Pirard等 2005），并能从生理易感性（Ellis 1972，1976；Kilbourne等 1982）、暴露(Basu 2009；Harlan等 2006；Ishigami等 2008；Reid等 2009)到建筑（Clarke 1972；Sheridan和Dolney 2003；Silva等 2010；Stone等 2010）与社会环境(Klinenberg 2002；Rey等 2009)等方面很快弄清导致人群高危的因素，并且在一定意义上有几个多层次成功干预的例子（Hajat等 2010a，2010b；O’Neill等 2009，2010；Semenza等 2006；Sheridan 2006；Silva等 2010；WHO 2009）。

模型是适应性管理的基础，它可以是相对简单的概念模型，将系统提炼成重要成分或较复杂的计算机模型（Ebi 2011）。综合评估模型（IAMs）即是后者的例子，并经常在促进决策和评估潜在干预的影响中用到它。这些模型从多种学科去捕获系统行为(Chan等 1999)。已经开发的这类框架仅用于某些气候敏感性健康结局，尽管一些城市高温影响模型（Dawson等 2009）已被开发，但目前尚无专用于高温的IAMs。组织和集中群体思维的团队建模工作也有重要作用（Vennix 1996）。这几种模型的例子及其它工具，列于表1。

以高温为例，城市环境是与其关系尤为密切的系统，原因有以下几方面：目前世界大多数人口居住在城市（2004

年联合国人口计划）；城市中热伤害脆弱人群的密度高(Campbell-Lendrum和Corvalán 2007；Hess等 2008)；城市环境在几个层次上放大了热暴露(Campbell-Lendrum和Corvalán 2007；Patz等 2005；Stone等 2010)；EHE响应计划主要在大都市实施(Bernard和McGeehin 2004)；以及城市卫生当局常常对EHE准备不足(Bernard和McGeehin 2004；O'Neill等 2010)。

尽管缺乏城市高温的IAM，我们还是能够勾勒出以EHEs为重点的适应性管理过程，并想象随着气候系统、健康传播、暴露因素、人群易感性以及对各种潜在干预方法反应等不确定因素的明确，该过程是如何迭代式发展的。

评估：评估是适应性管理过程的第一步（图1）。这是一种脆弱性评估，有很多现成的理论框架和方法论可用于评估。以高温为例，必须从灾害的发生频率到群体暴露与易感性的严重程度几种风险因素方面进行评估。如图2所示，EHE风险是各种因素多尺度相互作用的结果。运用自然灾害风险公式结合风险概率、风险暴露、人群易感性(Malilay等 1997)，结合影响脆弱性的社会因素，可有助于对这些成分的编组(Sullivan和Meigh 2005)。为评估影响暴露与反应双方的动力学，从小区、急救人员、城市规划者以及电力和供水公用事业各种不同的利益相关者都应参与。有大量文献帮助利益相关者深入理解参与的有效策略（Lim等 2005）。

规划：规划是为在真实世界的实施进行准备，经常用到IAMs。应将暴露同时纳入模型的响应活动，即中尺度改

图1. 适应性管理周期。圆表示程序的步骤，箭头表示程序流向，中央螺旋强调基于通过迭代程序制定的共同目标，高度一致达到的目标。改编自Whicker等(2008)。

表1. 适应性管理周期的步骤，每步的中心行动，以及完成中心行动的有用工具

适应性管理的步骤	行动	现有工具	例子	所需额外工具
评估	目前与未来暴露的可能性与严重性估计	影响评估	FEMA Hazus 软件 (FEMA 2011) MIASMA健康影响评估 (Tizio BV/荷兰环境评估局 2011)	含缩小气候预测范围的评估工具
规划	测定包括脆弱性社会因素在内的人群对灾害的易感性	脆弱性评估	UNFCCC/WHO健康脆弱性指南 (Kovats等 2003)	可预测的脆弱性定量评估优化法
	优先高危人群与响应地区	脆弱度制图 灾害制图	加利福尼亚脆弱度地图(加利福尼亚公共卫生部 2009)波多黎各灾难工具 (特拉华大学灾难研究中心 2011)	具有地理覆盖面广的简便制图软件特定适应决策效果预测模型
	制定政治上和经济上可行的应对计划	适应性选项清单 决策支持工具	气候与能源解决方案中心 2011	
实施	紧急情况下跨部门需求评估 与利益相关者沟通的准备、反应与计划	综合评估模型 预警系统	适应决策矩阵 (层云咨询2007) Tyndall 中心城市综合评估工具 (Dawson等 2009) 费城高温预警系统 (Ebi等 2004)	避免连锁影响的跨部门模型与其它工具 向公众通报风险的改进工具
检测	捕获有关预期影响与干预的数据	症状检测遥感	CDC 症状监测 (Henning 2004) NASA高温预警系统数据 (Johnson 2011)	实时捕获和处理数据的优化系统
评价	评估前与评估后或两件类似事件之比较	一般M&E指南	UNFCCC 适应性监测与评价指导 (UNFCCC 2010)	管理不确定性与条件变化的定量方法
调整	相关者投入的变化改变管理方法	基于问题的学习	自然资源部门的适应性管理活动 (Bryan等 2009)	促进利益相关者参与和多准则决策分析的工具

缩写 FEMA: 联邦紧急事务管理协会; M&E:监测和评估; MIASMA:人类引起的大气变化的健康影响评估建模框架; UNFCCC:联合国气候变化框架公约。

变土地利用和城市形式的策略（Clarke 1972； Golden 2004； Shimoda 2003）；建材、植被以及影响小区与街道感热的其它因素（Jenerette等 2007，Silva等 2010）；小区家访和其它社会资产的策略（Luber和McGeehin 2008； Wolf等 2010）；改变家庭与其它环境以及搬迁易感人群的策略（O'Neill等，2005）。规划还应包括一系列未来可能性，并根据利益相关者的投入进行调整。改进预测，将其缩小到更精确的地理范围，可有助减少不确定性。

有些工具可使工作人员组织有关灾害和高危人群的信息，以便优先作出响应。例如通过脆弱性制图，可更形象地提供灾害的相对群体脆弱性和应对基础设施的信息（Li等 2010； Morrow 1999）。应将脆弱性图用于确定一系列与IAM有关的可能干预措施。决策支持工具，包括软件工具、文档和工作流程，旨在帮助工作人员和决策者对提供给他们的决策以及这些决策对复杂系统的潜在影响进行评估，但可用于选择适应办法的工具不多（Pyke等 2007）。

利益相关者也应对适应选项的选择发挥重要影响。适应需要新层面的跨部门规划，而其它部门正越来越多地认识到纳入健康问题的必要性（Kashyap 2004），反之亦然（Cole等 2007）。以极端高温为例，用于空调的发电是首要关心的问题，水和林业也同样很重要。公共卫生部门对模拟这些相互关联性的动态模型开发得还不够，但这种模型正越来越重要。适应性管理必须考虑到通常起促进公共卫生作用的其它部门未充分发挥作用的情况，必须对这种情况下的替代方案进行建模与探讨。重要的是，研究表明，这些系统的首要威胁是管理者没有进行重组并从重大压力中恢复过来的能力（Bodin和Norberg 2005； Bunce等 2009），由此凸显规划过程中各部门间协作与沟通的重要性。

实施： 实施发生在各种不同时间、地域和行政范围。例如，以硬件基础设施（例如，建筑环境的改变）为重点的战略实施，较之以改变植被、延伸计划和实施预警系统为重点的战略，花费的时间更长。从行政管理的角度来看，实施将通过现有网络进行，尽管适应性管理中应进行更多的跨学科、跨部门实施努力。实施将需要与跟踪暴露(Webster和Jian 2011)、群体对预警反应(Basher 2006； Ebi和Schmier 2005； Kashyap 2004)，以及用于响应的资产等几个动态信息流相结合。各级行政部门必须作出各种各样的决策(Luber和McGeehin 2008)，例如如何预测，跟踪哪些变量，如何传达警告，触发警告信息的阈值(Hajat等 2010b；Metzger等 2010)，防范方案的行动策略（Balbus等 2008）以及沟通警告（Ebi 2007）。

监测： 监测在适应性管理中提供学习的基本数据（Holling 1978）。应在事件过程的早期对监测进行规划（Ebi 2011），并收集相关数据。理想情况下EHE管理的监测将收集各层次暴露与修饰因素的变化，人口统计、城市形态以及诸如高温发病率与死亡率等结局变化。例如可实时分析高温相关疾病的症状监测，甚至在确诊前发现这些病症显著增加，并向公共卫生机构报告，有利于及早反应并在疾病爆发前随时调整策略（Josseran等 2009）。其它暴露指标也很重要，有时使用遥感技术进行监测（Johnson等 2009）。如有可能的话，应在较大的地理和行政范围内跟踪其它较长期指标。在美国，这可能包括在州和国家水平上跟踪到的或很快会跟踪到的卫生指标（English等 2009）。尤其应重视脆弱群体（Balbus和Malina 2009）。监测还应该捕获系统的交互作用与能力。例如，无论短期还是中期发电能力都是EHE适应的重要决定因素；尽管公用事业有监测能力，但在加强公共卫生应急工作方面很少进行协作。

评价： 在适应性管理中评价十分重视干预的效果（管理目标）和深入了解被管理系统（学习目标）（Satterstrom等 2007）。因此在迭代过程的前后评

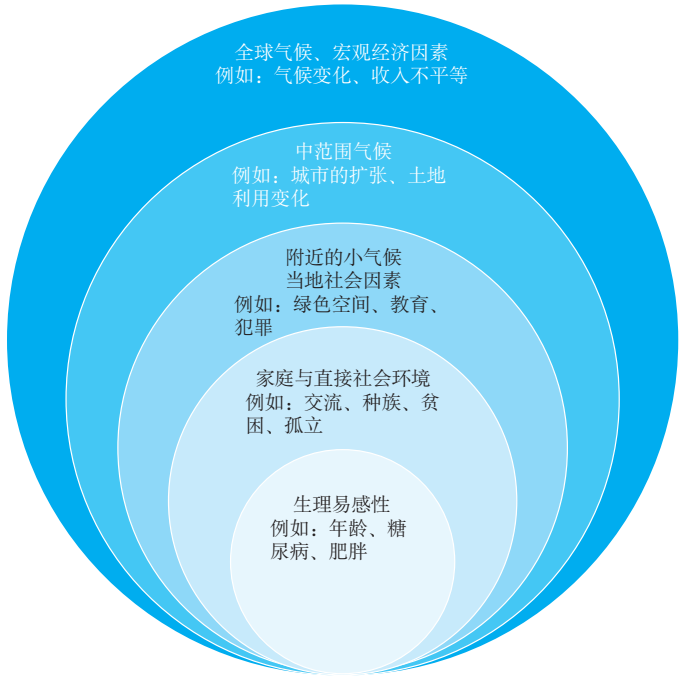

图2. 各种有效空间尺度的高温相关疾病与死亡风险的因素。

估中需要统计学支持，常常涉及贝叶斯框架（Henriksen和Barlebo 2008）。这种前后评估的基础是概率学，需要向管理者和利益相关者双方进行这种方法的教育，尽管即便对未接受过有效专门培训的利益相关者来说，这种方法常常很直观（Webster和Jian 2011）。

通过极端高温的例子，可以看到使评估工作复杂化的几个问题。以2003年欧洲热浪后为例，由于多种干预常常同时进行，因而难以分析它们的相对贡献。此外，由于基线条件的不断变化，很难对疾病负担进行基线估计。然而，将一个极端事件与另一极端事件进行比较，可以显示一定的效果迹象，就2003年和2006年的欧洲热浪来说，在采取了重要的预防措施后，后一次热浪的死亡率就低得多（Fouillet等 2008）。

调整： 调整对适应性管理至关重要。调整期是对今后的管理和研究进行决策时，衔接下一周期的时期（图1）。在调整期，利益相关者再次积极参与，传递初步的管理决策结果，利益相关者和系统管理者表达下一周期的投入。因此，调整是信息综合与交流以及加强决策的过程，也是重要的学习过程(Bormann等 2007)。调整对于利益相关者的社会融合也有重要意义，其提高其它部门气候变化应变力的作用业已证明(Tompkins和Adger 2004)。

调整期也是周期风险最大之所在。适应性管理工作的评价表明，不注重重要社会学习元素，尤其是快速获取知识，有效信息管理以及重视建立不同利益相关者间的共识等，是重要的罪魁祸首（McLain和Lee 1996）。这是一个任何学科都存在的问题，但公共卫生由于强调决定健康的社会因素和基于社区的各机构内一体化，拥有一套促进这类进程的工具（Baker等 2005；Rowitz 2004）。辅以适于管理机构内与机构间信息流的工具以及利益相关者对这一过程的有力保证，这些工具对调整期至关重要。

促进适应管理的工具

用于促进适应性管理的工具很多（见表1），共分为三类：识别和定位灾害与脆弱人群的评估工具； 利用预案建模、预测或评估特定气候相关健康威胁的工具；以及评估适应选项的决策支持工具。除以上三类工具外，评估公共卫生适应管理工作[有几种方法可用(McFadden等 2011)]和适应管理工作成本效益分析工具的完善也很重要。目前尚无全面的中心工具库，尽管这一资源可最大限度促进创新成果的传播。

结论

迄今为止，许多气候健康文献都是以确定和预测气候变化对健康的影响为重点。本文表明，有些明显受气候影响的健康威胁所提出的挑战很可能超越了公共卫生的应对范围。如何提高公共卫生能力的问题一直被人们关注得较少。我们的研究结果表明，由于认识到系统保护公众健康资源的有限性，系统的动态性，我们对其了解的不足，且受制于多方利益相关者，因而在处理以上威胁时可能需要创新性策略。多层次的制度学习是提高适应能力的关键，而适应性管理则是一种潜在有用框架。适应性管理的构成虽为人们所熟悉，但协调过程以及迭代决策中的建模应用则是相对较新的事物。可资利用的有用工具有好几个，但必须经过修改才能应用于新条件下，且仍有重要差距（见表1）。应高度优先开发中心工具库，同时高度重视学习、建模和适应性管理，这将有助于当地公共卫生系统应变能力的提高。

Address correspondence to J.J. Hess, Department of Emergency Medicine, Steiner Building, First Floor, 49 Jesse Hill Jr. Dr., Atlanta, GA 30303 USA. Telephone: (404) 251-8851. Fax: (404) 688-6351. E-mail: jhess@emory.edu

We thank K. Ebi for helpful discussions regarding adaptive management during the article's preparation, as well as reviewers at the Centers for Disease Control and Prevention (CDC).

J.H. serves as a consultant for the CDC. The other authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Received 2 February 2011; accepted 13 October

译自*EHP* 120(2): 171–179 (2012)
翻译：王仁礼；审校：李卫华

***本文参考文献请浏览英文原文**

原文链接
http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1103515

EHP 双酚A专辑（英文）

双酚A (BPA)是全球生产量最大的化学品之一，在我们生活的环境中无处不在。许多研究表明，双酚A在体外和体内均有雌激素活性，因而引起了毒理学研究人员和执法机构的高度关注。

为了满足读者的需求，我们将2007~2011年间在*EHP*发表的有关双酚A文章编纂成专辑。它包括了几十篇与双酚A相关的评论、回顾以及研究论文的摘要，每个标题均链接到*EHP*网站上的全文。专辑分为四部分：毒理学、流行病学、暴露、监管科学。

EHP 双酚A专辑可免费下载 。
请登陆 ***www.ehponline.org/collections***