



全球环境展望 5

——我们未来想要的环境：第2章

大气

GEO-5 Chapter 2: Atmosphere

联合国环境规划署（UNEP）于2012年9月正式发布了全球环境展望5（GEO-5）中文版，该报告评估了世界上最重要的90个环境目标的完成情况。最新发布的GEO-5中文版将为世界上人口最多国家的研究人员、学者、政府代表、行业和民间团体带来联合国最全面的环境评估。本刊自2012年06期起对其进行连载。报告来源：联合国环境规划署。

新出现的问题

大气环境研究中最重要新问题是短寿命气候驱动物质的作用，尤其是甲烷、对流层臭氧和炭黑（UNEP/WMO 2011）。氢氟烃（HFCs）的一个子类也是重要的短寿命气候驱动物质（UNEP 2011）。

大气中的炭黑颗粒不仅对人类健康产生重大影响，还会影响气候。炭黑颗粒会染黑冰雪表面，降低其反光率，进而增加对太阳光的吸收，这样就会加剧全球的冰雪融化，包括北极地区、

喜马拉雅山脉和其他被冰雪覆盖的地区。这会影响到水循环，可能增加洪水暴发的风险。甲烷是一种强大的温室气体，而且还是生成臭氧的重要前体。甲烷、炭黑和对流层臭氧与长期温室气体有极大的不同，因为他们停留在大气中的时间相对较短。减少炭黑和甲烷的排放还可以减缓本世纪前五十年气候变化的速度（Shindell 等 2012; UNEP/WMO 2011）。

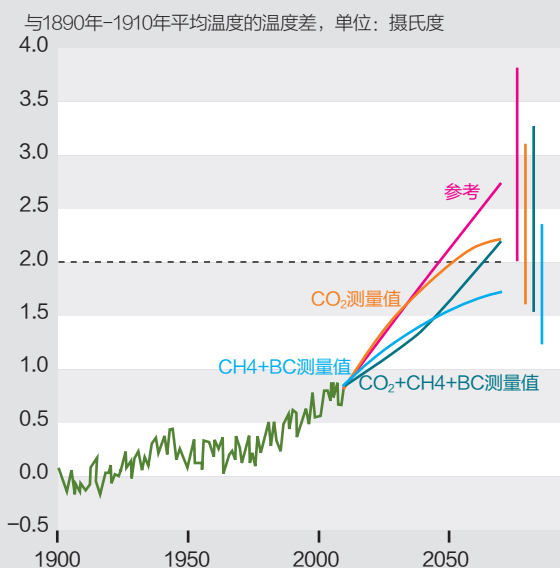
第二个比较重要的新问题是自然微粒对健康的影响。每年，野火产生大量的土壤灰尘和颗粒物会席卷主要的受污染区。这包

专栏2.8 限制近期气候变化和提高空气质量的补充性行动

有限的针对炭黑、对流层臭氧和甲烷的有可能使到2050年预测的全球温度升幅降低0.5℃—大约为参考情景温度升幅的一半（图2.24）—可以极大地降低未来几十年内全球变暖的速度（Shindell 等 2012; UNEP/WMO 2011）。这种速度降低一半的功劳要归功于甲烷排放量的减少，另一半归功于应对不完全燃烧和炭黑排放的措施。此项研究预计北极气温升幅大约比2050年的参考情景低约0.7℃，比全球气温升幅减少的幅度要大（UNEP/WMO 2011）。这对于地区气候还有其他效益，对亚洲季风进行的几项详尽研究显示由于吸收颗粒物大气强迫极大地改

变了降水模式（UNEP/WMO 2011）。印度次大陆和亚洲其他部分大气强迫降低的幅度最大，减排对亚洲季风和缓解降水模式的危害具有重大影响。完全实施既定措施还会实质性地改善空气质量，显著减少因室内外污染造成的过早死亡人数，提高农作物产量。这些措施的实施会带来PM_{2.5}和对流层臭氧浓度降低，到2030年可以避免240万人过早死亡（范围为70万-460万死亡人数），每年可以避免全球5200吨玉米、水稻、黄豆和麦子产量的损失（范围为3000万-1.4亿吨）或者1-4%（UNEP/WMO 2011）。

图2.24 减少CO₂、甲烷和炭黑排放措施的预期效果与参考情景的对照



从现在开始实施UNEP《炭黑和对流层臭氧的集成评估》中规定的炭黑和甲烷减排措施再加上CO₂减排措施，到2030年，可以增加将地球温度控制在高出工业化前水平2℃以下的几率。甲烷和炭黑减排措施的大部分收益到2040年前可以实现。图上右手边的直线代表预测中的不确定性。观测到的各年（到2010年）平均温度与1890年-1910年平均温度的温度差加上预测的温度差。

资料来源：UNEP/WMO 2011

括干旱地区的土壤颗粒在中国的海滨城市沉积、撒哈拉沙漠的尘土到达非洲和地中海地区的城市以及干旱的内陆地区的尘土在美国和澳大利亚的城市沉降。另外，野火产生的烟雾还导致非洲、西伯利亚、地中海、美国、东南亚和澳大利亚的颗粒物浓度增加。这些颗粒物对人类健康有重大的影响，最近进行的一项研究表明每年大约有超过30万人由于自然微粒而死亡（Liu 等 2009a, 2009b）。但是，其来源原本至少有一部分可以得到控制（第3章）。多个国家采取了在退化的土地上种植植物来恢复土地植被，2003年ASEAN《东盟越境烟霾污染协议》是旨在解决森林燃烧产生的颗粒物的国际传播的国际协议之一。

随着人们对颗粒物大小、颗粒物数量与对健康的影响之间关系的了解逐步加深，对细微颗粒（直径小于2.5微米）和超微颗粒（直径小于0.5微米）对呼吸系统和心血管健康带来的影响也愈加关注（Schmid 等 2009; Valavanidis 等 2008）。随着证据的数量快速增加，未来几年中，有望制定通过控制对超微颗粒的暴露来保护人类健康的空气质量标准和指南，此类标准和指南将成为空气质量政策、监测和管理的重点。目前已提出了大量解决气候变化所带来的挑战的新方法，包括碳捕获、碳储存和地球工程（IPCC 2005; Rasch 等 200）

大气治理和管理的综合方法

本节采用以对不同问题关注水平、解决问题的相对成本、管理大气问题的复杂度为基础的简单分析框架，对大气问题的治理进行了评价。本节指出不存在一项可以适用于大多数大气问题的通用解决方案（Levy 等 1993）。如果将为平流层臭氧耗竭而制定的目标和时间表用于应对气候变化可能会延缓对该问题的协商（Sunstein 2007）。如果将在某些发达国家适用的减少二氧化硫排放的排放交易计划应用到发展中国家去，则需要其他措施进行补充（Chang 和Wang 2010）。许多排放源既排放温室气体也排放空气污染物；有些空气污染物还对气候有额外影响；减少使用臭氧消耗物质还可以减少他们对气候的影响。对明确认可大气问题综合特性的决策框架和有利环境的需求在不断增加。

通过成本-效益好的替代方法可以更容易消除汽油中的铅，并已证明这样容易与政治家和其他利益相关方沟通。由于国际行动的及时支持，比如UNEP 的清洁燃料与车辆伙伴组织，现在一个又一个国家已经引入了无铅汽油（Hilton 2006）。

虽然对于淘汰汽油中的铅暂时还没有一个具有约束力的国际协议，但是与淘汰臭氧消耗物质一样，它是可以通过成本效益高的解决方案和较高关注水平进行管理的问题。对于消除损害臭

氧层的物质，各国政府签署了《保护臭氧层维也纳公约》，并开始了国际协商进程，最后达成了《蒙特利尔议定书》。《蒙特利尔议定书》成为其他国际协议的模型，它号召发达国家为消除消耗臭氧物质制定目标和时间表，建立多边基金为开始生产CFCs的发展中国家的替代技术提供资金支持（Benedick 1998）。达成这些议定书的过程提高了关注度、降低了成本并阐明了复杂程度。

有关控制其他污染物的进程则并不平坦。比如，就二氧化硫来说，现有技术、可承担的减排成本和不断增长的认识使这个问题在大部分发达国家中日益能够管理。尽管目标设定和烟气脱硫装置已经很普遍，但是燃煤发电厂数量的增加抵消了减排措施的效果。因此，东亚的酸沉降水平依然很高。

颗粒物对健康的影响使其控制成为最需要优先处理的问题。但是由于这需要工业、交通、能源、商业、国内和自然资源等方面的综合政策，这样其控制措施的成本非常高，而且非常复杂，尤其是对发展中国家而言。有多种措施比如车辆技术改进、提高发动机效率、清洁燃料和颗粒物过滤器都已在不同城市成功应用。20世纪50年代至60年代，发达国家城市地区颗粒物的水平开始急剧下降。发展中国家的清洁技术在减排方面取得了一定成功，但是快速发展的城市对机动车、能源和工业产品需求增加导致总排放量增加，因此减排并未能持续。这个问题的复杂度和高成本都阻碍了其进程。减少对室内颗粒物暴露的国家政策，包括农村发展和能源，应当纳入整体的发展政策中。

结论、差距和展望

对全球、地区和国家范围的大气问题带来的影响的关注导致大量的排放控制措施出台，以实现国际商定的目标和具体目标。有些问题也已得到有效地应对。还有一些问题仅取得了部分成功，部分地区得到改善，但是在其他地区问题依然存在。

有关平流层臭氧耗竭和汽油中的铅等保护全球大气不受空气污染的目标正在实现。

但是，对于世界大部分地区而言，由于政策实施不充分，多数空气质量指南都未能实现。同时，主要生态系统的污染负荷正在超过阈值。短期来看，大气问题比如颗粒物和其他污染物可以通过扩大现有政策和技术（具有充分的承诺和资源）的实施范围得到有效应对。

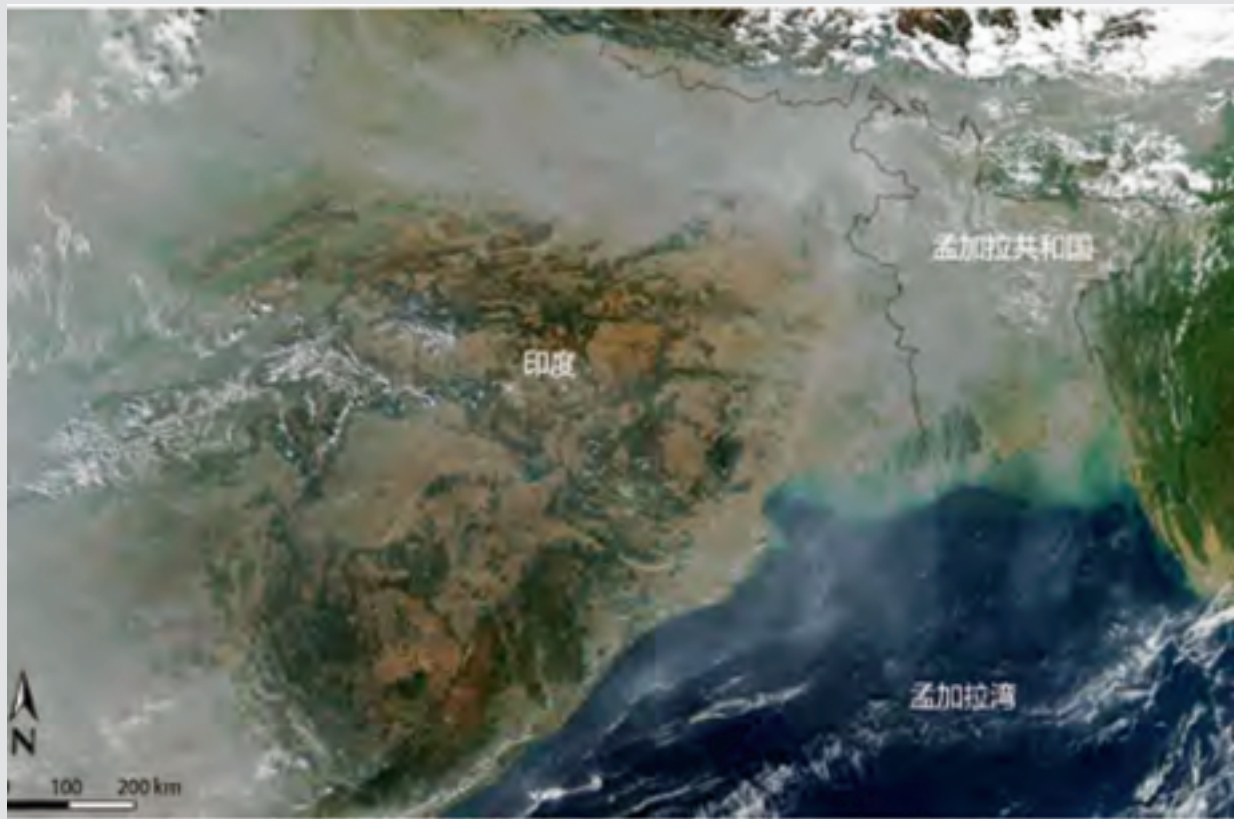
以现有国际治理模型为基础的发展轨迹不可能实现国际商定的大气目标，尤其是减缓气候变化和减少污染物对健康的影响等目标。国际协调方面应对鼓励和协助在国家 and 地区层面仔细挑选

专栏 2.9 大气棕色云

大气棕色云是观测到的范围广袤的棕色阴霾层，尤其是在南亚（图2.25），它是地区范围空气污染物烟柱，污染物主要是由气溶胶颗粒物组成，包括炭黑和生成气溶胶和臭氧的前体气体。这些云对地区气候、水循环和冰川融化具有很大的影响。长距离和地区传播现象会将这些污染物向喜马拉雅山脉方向传输，那里

的平原-山区风系有利于气团向高海拔地区传输（Bonasoni 等 2010）。大气棕色云分布很广这一特性以及有关其多样化而有害影响的发现导致在综合框架内制定科学、能力和减排措施的必要性日益增加。

图2.25 南亚部分地区的大气棕色云



资料来源：NASA-MODIS

方法，以增加近期内实现目标的机会。

气候变化是全球公众实现发展目标最严重的挑战之一。基于当前的减排承诺，气候变化带来的严重影响可能无法避免。中期来看，鼓励国家作出进一步承诺、考虑各个国家的具体情况并广泛应用现有技术和政策方法，可能会带来一定成效。

减少短寿命气候驱动物质排放的措施可能有助于在近期减少

气温升幅，但是，最终实现长期的气候目标需要转变能源提供方式、提高电力和其他资源利用效率，加上转变消费和生产模式以及创新投资。这种转型变革还会影响其他大气问题。但是，现在必须立即采取行动开始实施已经转型的可用措施。这种行动会带来巨大收益，尤其是如果能够以综合方式考虑大气问题和需要的政策。☞（第二章完）