

中国科学院国家科学图书馆

# 科学研究动态监测快报

---

2009年6月1日 第11期（总第29期）

## 气候变化科学专辑

中国科学院资源环境科学与技术局

中国科学院规划战略局

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆

---

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆  
邮编：730000 电话：0931-8271552

甘肃省兰州市天水中路8号  
<http://www.llas.ac.cn>

## 目 录

### **Nature** 气候变化专题

捕获二氧化碳的技术与成本.....	1
地球工程技术：深孚众望.....	5

### 短 讯

美国支持减少氢氟碳化合物的使用.....	10
苏格兰探寻CO <sub>2</sub> 封存的可能性.....	11

## 专题

编者按：本期继续介绍2009年4月30日出版的*Nature*杂志上有关气候变化的另外两篇新闻特写。第一篇是Nicola Jones的《捕获二氧化碳的技术与成本》(*Sucking it up*), 探讨了碳捕获技术在技术和资金上面临的挑战。第二篇是Oliver Morton的《地球工程技术：深孚众望》(*Great White Hope*), 分析了地球工程技术在减缓全球变暖方面的发展前景及待解决的问题。两篇文章都传递出这样的信息：人类要想通过技术手段减缓地球变暖的愿望是美好的，但是技术本身就存在着很多的不确定性，切实的办法仍是减少温室气体的排放，否则任何技术手段都只能是空谈。

### 捕获二氧化碳的技术与成本

将CO<sub>2</sub>从大气中除去是一件简单的事情，但是会耗费大量的金钱。在有关碳挑战的第二篇新闻特写中，Nicolas Jones与奉行这一战略的科学家交换了意见。

当Frank Zeman研制出一种可以除去其实验室空气中CO<sub>2</sub>装置的时候，这一装置看上去并不像可以拯救地球机器。黑色胶带将由碱液侵蚀的塑料部件联系在一起，小苏打镶嵌在外围。如果有人走在进气口的后面(这看起来像是一个灰色的吹风机)，他们的散发物将会干扰结果。但是，这一奇妙的装置仍在运转。

如果扩大规模并加以完善，直接从大气中除去CO<sub>2</sub>，这种装置可以用来恢复地球的温室恒温。尽管Zeman功能完善的桌面装置尚未走出实验室，但是其他科学家已经开发出一些更大、更宏伟的装置，其中一些装置已经朝商业化方向迈进。所有的装置都有瑕疵，但是全部都能运转，不可否认的事实就是将捕获大气中的CO<sub>2</sub>从“假设性的”坊间讨论转变成一项严肃的建议。

Zeman现在是纽约理工学院(New York Institute of Technology)城市可持续发展中心(Center for Metropolitan Sustainability)的主管，他认为没有人怀疑这一设想的可行性。

从大气中捕获CO<sub>2</sub>显得日益重要。如果人类想要将CO<sub>2</sub>浓度控制在危险水平以下，那么致力于限制CO<sub>2</sub>排放量的努力必须大规模地加强，因此，人类可能别无选择，只能除去一部分滞留在大气中的CO<sub>2</sub>或者以其他方式来冷却地球。哥伦比亚大学(Columbia University) Lamont-Doherty地球观测站前任主管及Global Thermostat空中捕获公司的创始人之一，Peter Eisenberger指出，如果不借助某些具有碳负性(carbon negative)的装置，避免较高CO<sub>2</sub>浓度水平的可能性基本为零。

在最近的一次分析中，来自科罗拉多大学(University of Colorado)的Roger Pielke对今后的任务提出了新的要求。假设采用一个由政府间气候变化专门委员会(IPCC)预测的中等范围情景，到2100年，人类必须设法避免排放(或者必须吸收)650 Gt C，将浓度控制在450 ppm以内。而2008年人类大约向大气中排放了9 Gt C。

经济学研究表明，部分减排措施的成本在可以承受的范围以内，有些甚至可以获利。进一步地减排将需要庞大的资金支持。一份由麦肯锡国际咨询公司完成的报告预计：到2030年，节能措施、转而使用低碳能源，以及林业与农业管理每年大约可以削减10 Gt C，减排成本为每吨300美元。不过，要削减常规商业情景中年度预期排放量剩余的9 Gt会更加困难，并且成本更高。许多人都开始疑惑是否可以用化学制剂和机器除去CO<sub>2</sub>，Pielke就是其中一员。

这可能是一个无与伦比的想法。吸收大气中的CO<sub>2</sub>对温室气体问题的根源产生了直接的、可衡量的影响，避免地球工程技术可能产生的副作用。虽然空气捕获装置可以随处安置，但最好安置在廉价的土地上，并具备可开发的可再生能源供应和可以作为捕获气体临时倾倒场所的地质油藏。实际上，没有对可提取的CO<sub>2</sub>量作任何限制：你想将大气中CO<sub>2</sub>浓度控制在什么水平，该项技术都可以使其实现。

在20世纪90年代，许多技术的成本都非常高。在工程界，信奉着这样的信条：吸收气体的容易程度与其浓度成正比。当大气中CO<sub>2</sub>浓度为0.04%，吸收就显得极其困难；IPCC估计从工业烟道中吸收和封存CO<sub>2</sub>（CO<sub>2</sub>占烟道所有气体的10%）的成本将为每吨碳70~260美元，如要过滤大气中的CO<sub>2</sub>将使困难程度增加250倍，成本也大幅度提高。

实际上，这一假设结果是错误的。空气捕获的好处在于它涉及一个几乎无限并且相对清洁的来源，因此，在开始之前没有必要清楚污染气体，并且没有必要除去全部的CO<sub>2</sub>。从热力学的角度来看，这项工作的困难程度是烟气流捕获的两倍。更好的是，已经具备了制造这种装置的技术。

尽管空气捕获已被IPCC忽略并被科学家所摒弃，但是这一情况正在发生变化。加拿大、美国和瑞士的研究人员已经通过提出计划、测试原型、申请专利和建立公司来将这一想法付诸实践。

哪种技术将胜出仍有待观察。“维京地球挑战奖”（Virgin Earth Challenge），由航空企业家Richard Branson和美国前副总统Al Gore于2007年2月发起，提供2500万美元用于奖励第一个证明可用的可以从大气中消除大量温室气体的商业设计（确切的标准不是很清晰）。迄今为止，这笔奖金还无人领取。

碳捕获的基本化学原理很简单。最简单的事情就是将空气暴露于含碱的吸附剂（氢氧化钠）中。它将与CO<sub>2</sub>反应生成碳酸钠溶液。这是一件简单的事情，哥伦比亚大学的Klaus Lackner就曾经为帮他的女儿完成学校的科学计划而做过这个实验。为了从溶液中提取碳，可以借鉴纸浆造纸工业使用的方法：当熟石灰（氢氧化钙）加入到混合物中时，就会产生碳酸钙颗粒的沉淀。将这些沉淀放置于干燥炉中，你将重新获得纯净的CO<sub>2</sub>气流和生石灰（氧化钙），从而使吸附剂再生。

## 1 粗糙的原型

这就是Zeman桌面装置的工作原理，也是加拿大阿尔伯塔省卡尔加里大学

(University of Calgary) 的David Keith探寻的问题。几年前, Keith建造了一个大型机器, 以探明在实践中可以吸收的CO<sub>2</sub>量。他把这个机器称为“俄罗斯拖拉机式的”技术, 即并不是高科技, 但是被证明很实用。2008年, 在探索频道(Discovery Channel)上播出的一个原型在一夜间除去了几千克碳。

Keith没有建造这一计划的后半部分(即生成浓缩CO<sub>2</sub>的900°C干燥炉)因为这已经是一个众所周知的工业过程, 同时也是能源密集并且花费巨大的部分。虽然如此, 他还是成立了一家名为碳工程(Carbon Engineering)的公司, 确信这一想法值得推行, 并正努力降低成本。

Keith选择了最明显的解决问题的方法, 但是承认其他人有“更精明的”计划。这包括由Lackner为全球研究技术公司(Global Research Technologies)开发的一种材料, 该公司位于美国亚里桑那州土桑市, 并且收到已故亿万富翁Gary Comer捐赠的500万美元。Gary Comer是Lands' End服装目录公司的创始人, 他在2001年乘船通过没有冰块阻碍的西北航道以后, 捐资应对气候变化。2007年4月, 全球研究技术公司首次展示了空气捕获的原型装置。这是一次成功的尝试, 受到新闻界的广泛称赞, 不过, 还需要进一步开展工作。一方面, 它只是将捕获的碳从后面排出了; 另一方面, 它的表现不像人们所预期的那样。Lackner指出, 当研究人员关闭装置上的通道, 发生了一些他们所不能理解的事情。

该设备使用了一种商用的湿树脂来吸收CO<sub>2</sub>。当设计者分析这些结果时, 他们意识到这些材料比他们想象的要好。它不仅将CO<sub>2</sub>变成碳酸盐, 而且在干燥环境下还可以进一步变成重碳酸盐(碳酸氢盐)。当研究人员将树脂放置于水中时, 重碳酸盐又重新变回碳酸盐, 并释放出CO<sub>2</sub>和水汽。他们不需要干燥炉——他们只需要在相对真空的条件下将吸附饱和的树脂放置于水中, 然后再加压使产出物凝结为水。Lackner指出, 所需的研究成本就是形成真空、抽吸和密封。

其他人则认为干燥炉高温热量并不一定是一个问题。来自瑞士联邦技术学院(Swiss Federal Institute of Technology)的Aldo Steinfeld及其同事利用太阳能发电厂所使用的太阳追踪镜将空气捕获反应器加热到800°C。他们拥有一个功能完善的实验室模型, 并希望在未来几年内与工业合作伙伴联手建立一个更大的户外实验装置。

另一方面, Eisenberger只需要较低的温度(100°C以下, 利用发电厂或者水泥厂的余热就可实现)来运行其系统。Eisenberger的Global Thermostat公司是哥伦比亚大学经济学家Graciela Chichilnisky于2006年创建的, 目前需要投入风险投资资金以制造一个原型, 这个原型最早可以在今年秋天推出。

Eisenberger设想了未来的情景, 即到2015年, 开始部署空中捕获装置; 到2020年, 一半的新发电机都配备空中捕获装置; 到2040年, 每年从大气中捕获的碳约为9 Gt, 到2010年, 合计达650 Gt——这也正是Pielke预计所需要捕获的总量。巧合的是,

这一总额与IPCC预测的地球封存气体的地质能力基本一致。整个作业可以通过35000种设施进行，每种设施每年可以从大气中吸收25万吨碳。这一全球作业的联合足迹总共不到300 km<sup>2</sup>，相当于伦敦市的一小部分。

由于Eisenberger假设全球也将在同一时期内大幅削减排放量，因此，他实施的空中捕获情景将使大气中CO<sub>2</sub>浓度在2100年恢复到380 ppm CO<sub>2</sub>，并且此后将继续下降。空中捕获的成本大约为60万亿美元，或者每年大约6600亿美元。这相当于美国应对当前经济衰退出台的经济刺激一揽子政策的规模，只不过在长达一个世纪的时间里年年如此。

价格是最难估计的事情，因为还没有人建造出一个全面的装置。当Lackner在2006年首次提出每吨碳100美元时，许多人都认为他过于乐观了——一些人曾开玩笑说实际的价格是每吨1神秘的“Lackner”，考虑到其材料的神奇能力，当时由于商业原因，这些材料的身份始终没有对外公开。现在，Eisenberger的预测略显便宜。

## 2 成本竞争性

另一方面，Keith预测利用当前的技术吸收每吨碳的成本为500美元。这意味着吸收650 Gt C将需要325万亿美元，但是Pielke指出这一价格标签只占2100年全球经济产出的2.7%。这可与IPCC（占全球经济产出的1%~5%）和经济学家Nicholas Stern（占全球经济产出的2%~4%）所做出的不使用空中捕获而将大气中CO<sub>2</sub>浓度稳定在450 ppm的预测值相媲美。

Pielke总结到，人类起码应该调查这件事情。为了正确地认识成本问题，他指出，如果美国汽车的全部排放量可以运用当前技术通过空中捕获加以吸收，并且汽油价格也包括成本标签，那么美国驾车人员享受的汽油价格将是全球最低的。

针对控制全球飞机温室气体排放量的规模，许多空中捕获爱好者提出了一些反对意见，预计到2030年全球飞机温室气体排放量每年将达到0.25 Gt C。技术可以减少发电厂和汽车的碳排放量，却很难削减飞机的排放量。这就是美国劳伦斯利弗莫尔国家实验室（Lawrence Livermore National Laboratory）的Roger Aines认为空中捕获将发挥潜力的原因所在。Roger Aines及其同事全面评估了这项战略，并预计捕获0.25 Gt C的目标需要1000个捕获能力为25万吨的空中捕获设施，每年的能源消耗总量为90万GW·h。这比美国104个核电站的发电总量还多。如果利用风电的话，那么全球需要13.5万个1.5 MW的涡轮机。这将使全球风电能力增加一倍左右。

这一情况在可能性的范围以内，但是当人类试图打破对能源的依赖时，还是需要增加能源产量。对某些人来说，这是一个关键问题。斯坦福大学的Mark Jacobson认为，空中捕获而不是转而使用可再生能源所花费的每一块钱都是“一种长期的社会损失”。他关心的是，研究一个走出气候变化困境的方法将为持续有增无减地排放提供借口。

这一担心得到许多人的认同，但也受到很多人的反驳。Pielke认为，有些人担心如果空中捕获有希望发挥作用的话，那么就会减少温室气体减排的激励措施。其实不然，两方面都应该引起人类的重视。

没有人认为空中捕获是万灵药。Eisenberger认为这是一个必要的桥梁，使人类更轻松地实现可再生能源的经济目标。尽管空中捕获包含了“合理的”价格标签，但是对于从源头捕获大型工业污染物和减少能源使用而言，空中捕获还是更便宜、更合理的。Pielke指出，空中捕获将是一项一站式的技术，从而填补理想与现实之间的差距。

Zeman认为，这将是昂贵的气候变化减缓技术，同时也是一件好事。它可以作为解决气候问题的上界。不管人类将大气中CO<sub>2</sub>浓度的控制目标确定在什么水平，都不会超过这一成本。

(曾静静 编译)

原文题目: Sucking it up

来源: <http://www.nature.com/news/2009/090429/full/4581094a.html>

检索日期: 2009年5月4日

## 地球工程技术：深孚众望

地球工程计划，诸如增亮云层，比以往任何时候都受到人们的重视。在第三篇新闻特写中，Oliver Morton探讨了运用地球工程技术应对气候变化的可能性。

一些虚无缥缈的东西从桌上的烧杯边缘升起。它看起来像白色的薄雾，无法触摸。将你的手穿过它，你也感觉不到热或者冷。它不在皮肤上留下任何水分、气味和味道，只是一片白色。你会发现它可以激发好奇心；更难设想的是它可能会引发争议。

这种薄雾是由直径为几微米的水滴组成，比雨滴还要小成千上万倍。Stephen Salter是英国爱丁堡大学（University of Edinburgh）的荣誉退休工程学教授，他提出将这种烧杯作为一个示范实验。他认为，旨在产生这种薄雾的船舶可以使全球海域上空的低层云系变白。已经建立的理论预测，如果这一增亮云层的方案可以实现的话，可以显著地给地球降温——1000艘这样的船舶可以使地球降温，正如几十年的CO<sub>2</sub>排放量可以使地球变暖一样。

2009年3月中旬，在英国爱丁堡大学举行了一个为期一天的会议，烧杯示范实验是该会议的一部分内容，以探讨增亮云层将如何跨越桌面的时代。会议的议程广泛，包括气候模型、云物理学、有关智利外海云层的实地研究数据、船舶的设计，以及需要产生这种超细喷雾的微小喷嘴的相关细节。正如所有这种有关地球降温的讨论一样，该会议最终探讨了有关道德、政治和公众认知的问题。

这种会议的召开频率表明，地球工程技术已经越来越受到重视。对一些参会者

而言，这已经是他们这一周参加的第二个有关地球工程技术的会议了——两天前在哥本哈根举行的气候变化国际科学大会上，与会者曾对这一专题展开了一整天的讨论。接下来的一周，一些重要的与会者还将再次聚首，这一次是由美国国防部高级研究计划局（US Defense Advanced Research Projects Agency）在加利福尼亚州斯坦福大学举办的研讨会。

迄今为止，这些讨论就像Salter示范的薄雾一样虚无缥缈。几乎没有资金可以用于实际研究这些船舶是否是增亮云层的最佳途径，或者增亮云层是否可以有效地使地球降温。这是引起人们关注的原因，因为这些计划真的可能是行不通的。来自加拿大卡尔加里大学（University of Calgary）的David Keith在哥本哈根会议上指出：“最危险的情况是，……你认为地球工程技术可以应对气候变化，但实际上你是错误的。”

Keith和其他人所担心的就是，人们对地球工程技术的日益关注会促使人们相信地球工程技术是一个合理的选择，尽管没有足够的研究加以证实。毫无疑问的是这种关注是日益增加的，越来越多的科学家忙着参加一个又一个这样的会议。位于华盛顿特区的美国气象学会正与其会员商议有关这一问题的一项政策声明，英国皇家学会正在编写一份报告，该报告是由英国南安普敦大学（University of Southampton）的海洋学家John Shepherd主持编写的。美国总统科学顾问John Holdren指出应该考虑到每件事情，并在此基础上研究这项技术。著有《斯特恩气候变化经济学评估》（*Stern Review on the Economics of Climate Change*）的经济学家Nicholas Stern也在采访中谈论到大致相同的观点。

在科学界和政策界开展的相关讨论中，都恰如其分地谈到了这些想法未知的可行性和安全性，以及温室气体减排的更多有利条件。虽然绿色和平国际组织（Greenpeace International）没有要求禁止开展地球工程技术研究，但是该组织的一名科学家David Santillo在哥本哈根会议上指出，这一政策有可能是最佳的解决方案，因此，对最后一搏的替代方案的坚定信念可以减少温室气体减排的必要性。

## 1 选择所需波长

地球工程学方法可以分成两类，即短波和长波。短波方法可以通过增加反射到太空的日照量，从而减少进入地球系统的能量。长波方法通常是通过减少CO<sub>2</sub>浓度（将生物质能变成木炭并掩埋它，或者给浮游生物施肥），从而促进红外辐射不被大气吸收。两种方法都各有其支持者，但是，正如英国东英格利亚大学（University of East Anglia）的Timothy Lenton和Naomi Vaughan所证实的一样，长波方法可以实现的冷却量远远低于短波方法。

短波方法可以通过纬度进一步加以区分。日照在到达地球之前就可以通过太空中的某种遮蔽物被反射回去。或者可能转变方向更接近地球：通过平流层的气溶胶微粒；通过低层大气的云系；或者通过地表的白色物体，例如涂上油漆的建筑物和



街道。Lenton和Vaughan发现，涂上油漆的建筑物和街道使地表更具有反射性，因此将不可能产生巨大的作用以抵消CO<sub>2</sub>浓度增加一倍带来的增温效应。实际上，在太空中设置遮阳伞可以抵消任何的变暖影响。但是，太空飞行器的大小和数量都很庞大，对于无法将100吨的有效载荷运送至最低轨道的社会而言，这将是一个宏伟壮观且花费巨大的事业。

在地球工程技术领域，平流层已经受到了广泛的关注，主要是因为在这一高度的火山气溶胶会明显地使地球降温，并且由于这种变冷符合全球气候模型的模拟结果，而气候研究人员擅长于这种全球气候模型模拟。不过，这种干扰产生了许多问题。进入平流层的火山气溶胶可能也会促进消耗臭氧层的化学反应的发生。尽管它们可以通过许多方法到达平流层，但是却很难使这一系统发挥作用，并可能无法确保这些颗粒保持合适的大小。此外，平流层气溶胶颗粒的生命周期一般为几年，如果它们的副作用包括抑制降雨的话，就足以破坏整个生长季节。

基于云系的方法的优点在于它可以解决其中的一些问题。它只使用海水，不需要将其升高到空中数十公里处，它可以在局地范围或者区域范围进行测试，并且可以即时关闭。这一想法最初是由John Latham于1990年提出的，John Latham是一位英国的大气科学家，现在在美国科罗拉多州博尔德市的国家大气研究中心（National Center for Atmospheric Research, NCAR）工作。为了将大气中的水汽凝结成云，大气中必须包含水汽凝结所需的颗粒物，即所谓的云凝结核。含有大量这种云凝结核的大气将包含许多的小水滴。当大气中云凝结核较少时，水汽将凝结成较少的大水滴。由小水滴组成的云系比那些由大水滴组成的云系更具有反射性，并且在某些情况下，它们的持续时间更长。因此，如果将凝结核注入云层，在其他条件都相同的情况下，则将使云系变亮。

全世界1/4的海域覆盖着低空层积云（stratocumulus）。Latham指出，增亮层积云会使地球降温。为此，Salter设计了风力提供动力的船舶，该船舶使用水下涡轮机来驱动机器，使其形成薄雾，从而生成必要的小液滴。事实上，这种船舶不需要任何船员就可以运转，可以在所需的海域上形成云系。

Phil Rasch曾在NCAR从事气候模型的研究工作，他现在美国华盛顿州里奇兰德西北太平洋国家实验室（Pacific Northwest National Laboratory）工作，他探讨了这种增亮云系方法对地球降温的有效性。通过控制全球气候环流模型的云凝结核数量，Rasch发现使25%~50%的海域形成适当大小的水滴，可以抵消CO<sub>2</sub>浓度增加一倍导致的全球变暖量。在CO<sub>2</sub>浓度增加一倍的情况下，运行模型的结果显示，形成的云系可以使温度保持不变，或者在一些情景下会使温度有所下降。这可能需要数百艘或者数千艘船舶，取决于它们的工作效率。Salter认为建造这样的舰队是非常便宜的，每条船耗资200万美元，1000艘船舶就可以胜任这项工作。

然而，即使它们是相同的数量级，但是云系作用并不能完全抵消温室效应。增亮云层只有在白天才能使地球降温，并且最佳时间是在夏季，但是温室气体导致的全球变暖却无时无刻都在发生。这种不平衡适用于利用平流层气溶胶的短波地球工程方法，这意味着在模型模拟过程中呈现的净影响（包括温室气体导致的变暖和使用地球工程技术为地球降温）都不可能仅仅是维持原状。重要的是，除了其他事物以外，降水模式也发生了变化。不过，这种差异在增亮云层方法中表现得更突出，因为增亮云层只是针对海洋，而在平流层设置遮蔽物是针对全球范围。许多的气候现象，例如海风和季风等，都是由海洋与陆地之间的温差造成的。没有人可以确切地说明增亮云层对气象现象的影响，也没有人可以说清增亮云层对洋流的影响，这正是Rasch正积极探寻的一个问题。

## 2 悬而未决的问题

大气科学家十分清楚产生和驱散这种云系的过程。但是，仍然不清楚不同过程的相对权重及其相互作用。英国曼彻斯特大学云研究小组负责人Tom Choullarton指出，这些相对权重对增亮云层是否发挥效力可能有至关重要的作用。例如，在海洋边界层对流的作用，即在海洋表面延伸数公里的混合空气层。在夜间，对流使混合层从上到下的空气混合，将温暖海洋的水汽带到上空形成云系。在白天，混合层顶部的云系受到太阳照耀，因此，这一混合层的温度都有所升高。这就意味着整个混合层的对流模式受到破坏。云底小液滴的蒸发会降低混合层中部的温度，从而加剧这一影响。减少震波会使凝结核更难从地表到达云层。

美国华盛顿大学（University of Washington）的Rob Wood指出，很难预测加入凝结核对云层生命周期的影响。更多的云结核将会进一步抑制云层大液滴的形成，从而导致降水减少。不过，抑制降水可能会促进边界层上部循环，从而吸引上层的干燥空气，导致蒸发量增加，进一步使云层变薄。

Latham和Salter提出的方法取决于超细小液滴的形成，它们风干后会形成细小的海盐，从而使云层的水汽凝结其中。与那些主导开阔大洋气溶胶的颗粒物（即由大气中化学反应产生的硫酸铵）相比，这些盐颗粒将会吸引更多的水汽。如果这些盐颗粒超过硫酸铵颗粒，那么对液滴数量的净影响可能会很小甚至是负面的，更大的液滴会形成。

为了避免这种情况发生，盐颗粒的粒径必须很小。这使得形成这种喷雾的系统的设计工作更具有挑战性。喷涂工业的许多专家告诉Salter，这根本是不可能的。他拒绝相信这个事实，并且在爱丁堡会议上，他和Armand Neukermans进行了激烈的辩论。Armand Neukermans是一位发明家，长期研发制造这种小液滴的技术。他们一致认为，仍然不清楚可进行操作的颗粒的最小尺寸。

## 3 VOCALS项目的支撑

在爱丁堡会议上，以及在从微观到宏观的各个尺度上，都表现出进一步研究的

需要。许多与会者都参与了一项可以作为未来研究模板的项目。在2008年底，来自30个机构的研究人员使用了各种卫星、飞机、研究船只和陆基观测器来研究秘鲁和智利海岸的云过程，并将其作为VOCALS项目的一部分。VOCALS项目是大型项目“美洲季风系统变率”（Variability of the American Monsoon Systems, VAMOS）的组成部分。Wood是VOCALS的主要调查员，VOCALS代表的是VAMOS海洋—云—大气—土地研究。项目收集的数据将有助于了解云、小液滴和气溶胶之间的相互关系，以及何种程度上云层上下的气溶胶可以影响其性质。特别令人感兴趣的是在云层形成的空洞是局地减少震波的结果。

以色列希伯来大学（Hebrew University）的Daniel Rosenfeld在这些空洞中看到了希望。他认为，坚实的云堆与充满空洞的云堆之间的气溶胶浓度大致相同。去年12月在美国旧金山举行的美国地球物理联盟年会上，他在此基础上提出产生气溶胶的船舶可以轻易地使充满空洞的云层变成坚实的云层。这已经在商业船只的黑色尾迹中时有发生。如果真的发挥效用的话，这一方法将比增亮云层发挥更强大的变冷作用。Rosenfeld的方法还需要更小的船只。由于更强大的变冷作用会有更显著的局地影响，变冷与变暖之间的不协调也会更加突出。

爱丁堡会议的与会者认为，增亮云层研究的中期目标似乎是一种VOCALS类型的实验，这种有关液滴制造技术及其影响的研究是在数百平方公里的区域里开展的。即使不能解决有关这一方法可行性的所有问题，却是一个新的开始，首先需要开展更多的基础研究，即云模拟和喷嘴制造。而这种测试可能会对气候研究产生更广泛的影响。正如Keith在会上指出的一样，通过干预才有潜力了解更多。开展有关云的实验可能会揭示许多气候科学家需要了解的事实。

然而，迄今为止，还没有资金资助这些研究。在使用VOCALS数据的所有人中，只有一个博士生带着专门的地球工程技术导向的目标开展了研究。研究人员关心的是事物会以这种方式持续下去。人们谈论地球工程技术是一件事，动用大批资金开展研究又是另一件事。实际上，有关可能性的一般性讨论可能会导致分化，面对更多的反对，从而使测试这种可能性的必要工作变得更加困难。

奇怪的是，应该始终开展有关这一话题的激励辩论。在未来的某一时刻，也许就在不久的将来，人类社会可以找到最终解决全球变暖的应对措施。人们越多地谈论地球工程技术，他们就越有可能想到可靠的解决办法。事实上，正如Salter的薄雾一样，这可能本来就是虚无缥缈的。

（曾静静 编译）

原文题目：Great White Hope

来源：<http://www.nature.com/news/2009/090429/full/4581097a.html>

检索日期：2009年5月4日

### 美国支持减少氢氟碳化合物的使用

2009年5月1日，Obama政府声称，广泛用于冰箱和空调的氢氟碳化合物是对气候变化非常重要的威胁，并表示希望在联合国臭氧条约框架推动下大幅度减少氢氟碳化合物，而不是将它们完全淘汰。

但是，在上周，美国国务院高级官员并没有认可一项由密克罗尼西亚和毛里求斯提交的正式提案，该提案希望修改被称为蒙特利尔议定书的臭氧条约，并至2030年将氢氟碳化合物消减90%。

臭氧条约促进了氢氟碳化合物的使用，氢氟碳化合物是一类强大的温室气体，它们取代目前已基本淘汰的、消耗臭氧的氟氯化碳。虽然氢氟碳化合物不损害臭氧层，但其温室效应比二氧化碳高万倍。

密克罗尼西亚和毛里求斯希望在计划于11月举办的臭氧公约讨论中，包含逐步淘汰氢氟碳化合物的议题，提案声称海平面上升将威胁岛屿居民的生存。该提议的截止提交日期为本周。

美国国务院的官员称，美国环境保护局和国防部都支持减少氢氟碳化合物，但该想法在政府考虑2012年到期的京都气候议定书的接任者的所有谈判细节时，遇到一些阻力。

环境和可持续发展部的助理国务卿 Daniel Reifsnyder 在给联合国臭氧秘书处 Marco Gonzalez 的信中写道：“美国没有完成理解这种方法潜在影响所需的分析，也没有考虑如何修订《蒙特利尔议定书》以应对氢氟碳化合物对谈判的影响……关于2012年后的时期，……我们将继续积极研究和分析这个问题”。减少氢氟碳化合物的拥护者对此感到失望。

“我们不能因为全球温室气体排放最后三分之一问题悬而未决，就犹豫不决。我们必须采取以美国为首的行动，就在今年”。环境调调局执行理事 Alexander von Bismarck 说，该机构是一个非营利性团体，两年前在华盛顿第一次提出该想法。

目前，只有约2%的温室气体是氢氟碳化合物，但预期这些气体将在未来的20~40年间增长到温室气体总量的1/3，因为曾使用氟氯化碳的家用物品的拥有量在提升。

然而，一些制造商已经开始使用所谓的自然制冷剂取代氢氟碳化合物，如碳氢化合物、氨和二氧化碳。美国五大氢氟碳化合物制造商之一的杜邦公司表示，他们支持全球性的“逐渐减少”氢氟碳化合物至目前使用量的1/5。

美国氢氟碳化合物市场估值为10亿美元，约1/3~1/2销往全球各地。

参议院外交关系议长 John Kerry 周一表示：“氢氟碳化合物是比二氧化碳温室效应更强大更显著的温室气体，如果我们不在短期内采取行动，其损害只会增加。”他

在回应政府的信中说，Obama 总统现在“明确承认氢氟碳化合物的影响，我相信他将与议会合作，并找到一种解决这个日益严重的挑战的最佳、最快的可行办法。”

上周，Kerry 与另一位民主党人领导参议院环境主席 Barbara Boxer 一起，敦促 Obama 总统表示坚决支持使用臭氧条约，并逐步在 2030 年前将氢氟碳化合物降低 85%。

Reifsnyder 指出，与“逐渐减少”的提议相对照，美国环境保护局的初步分析是基于“梯次减少”的，至 2039 年将氢氟碳化合物减少 85%。在白宫提议之前，众议院已要求美国削减氢氟碳化合物。

（宁宝英 编译）

原文题目：US Supports Reducing Climate-warming Gases

来源：<http://www.physorg.com/news160674985.html>

检索日期：2009 年 5 月 6 日

## 苏格兰探寻CO<sub>2</sub>封存的可能性

碳捕获与封存（CCS）是全球的关键技术之一，这可以减少大型工业区的CO<sub>2</sub>排放量。碳捕获与封存使继续使用各种能源成为可能，从而提高了具有成本效益的电力供应的安全性。为了应对苏格兰碳捕获与封存面临的挑战和发展潜力，苏格兰碳封存中心（Scottish Centre for Carbon Storage）汇集了来自不同学科和机构的杰出科学家、工程师和技术人员的专业知识，于 2009 年 5 月 1 日，发布《苏格兰CO<sub>2</sub>封存的可能性》（*Opportunities for CO<sub>2</sub> Storage around Scotland*）报告。

报告的关键结论是苏格兰不仅具有封存能力，而且具备封存的地理条件，并深深谙成为欧洲CO<sub>2</sub>捕获与封存的重要枢纽的诀窍。因此，较早地实施碳捕获与封存可以使苏格兰收益，并通过其世界一流的科学和技术，使苏格兰成为碳捕获与封存研究的主要国家之一，向全球推广技能和知识。

致力于大规模的CO<sub>2</sub>投资需要验证封存能力。报告首次提出了苏格兰现有的CO<sub>2</sub>封存地的高级筛选标准，评估了将CO<sub>2</sub>从电厂和其他工业源运输到封存地的方法，并研究了成本和商业约束。

报告指出，苏格兰拥有非常大的CO<sub>2</sub>封存资源，绝大多数分布在离岸盐水层（充满盐水的深埋多孔砂岩），以及一些特殊的枯竭油气田。这些空间可以轻松容纳未来 200 年苏格兰工业产生的CO<sub>2</sub>排放量。苏格兰很可能有足够的封存空间来接纳来自英格兰东北部的CO<sub>2</sub>排放量，这相当于未来英国大型工业和电力产生的CO<sub>2</sub>排放量的 25%以上。初步的迹象表明，对整个欧洲而言，苏格兰离岸的CO<sub>2</sub>封存能力是非常重要的，可与挪威的离岸封存能力相媲美，并且大于荷兰、丹麦和德国离岸封存能力的总和。

报告的主要结论如下：

- （1）苏格兰工业源产生的CO<sub>2</sub>排放量相当于整个英国的1/10。如果不采取碳捕

获与封存，2010~2050年苏格兰可能会产生300~700 Mt CO<sub>2</sub>，平均而言，每年将产生8~18 Mt CO<sub>2</sub>，这取决于发电的比例和类型。2006年，英格兰东北地区主要工业源产生的CO<sub>2</sub>排放量超过50 Mt CO<sub>2</sub>。

(2) 根据是否含有石油、天然气或者盐水，将适宜CO<sub>2</sub>封存的储层地质进行了分类。盐咸含水层具有最大封存潜力，但是个别封存地的封存能力具有不确定性。在研究的80多个盐咸含水层中，已经确定有10个盐咸含水层的潜在封存能力在4600~46000 Mt，这可以封存苏格兰主要固定工业源200多年的CO<sub>2</sub>排放量。

(3) 评估潜在的盐咸含水层存储量的初始成本很可能远远高于评估油气田的成本，因为在多年的勘探和生产过程中，已经进行过充分地评估。只有包括钻井的详细评估研究才有可能为开发一个具有商业规模的碳捕获与封存项目提供足够的信心。因此，CO<sub>2</sub>捕获的试验项目将是开发任何新的CO<sub>2</sub>封存地点的基本要素。

(4) 在200多个油气田中，有29个被确定为具有CO<sub>2</sub>封存潜力。4个凝析油田和1个天然气田也具有巨大的CO<sub>2</sub>封存潜力。但是，大多数油田只有结合CO<sub>2</sub>气驱采油技术才能被用作CO<sub>2</sub>储存点。

(5) CO<sub>2</sub>气驱采油技术可以作为碳捕获与封存技术的一个发展动力，尤其是如果开发商期望在其投资期间石油价格维持在每桶100美元。在苏格兰开发碳捕获与封存的基础设施将会促进在CO<sub>2</sub>气驱采油技术某些领域的应用，从而带来额外的石油产量和收入。

(6) 报告提出应该在地理区域内建立封存中心，给予多种封存选择，以减少成本和碳捕获与封存基础设施的风险。管道网络每年将从排放源向分配枢纽运输20 Mt CO<sub>2</sub>，其成本为7~16.7亿英镑，取决于封存中心的位置。最佳路径就是通过从福斯湾（Firth of Forth）到圣福格斯的路上管道，然后通向离岸存储中心，还应该考虑从福斯湾开始的离岸管道。运输源自英格兰东北地区额外的CO<sub>2</sub>最好是通过直达离岸封存中心的管道进行。船舶运输可以作为一种临时的解决方案，可以在离岸中心完全释放。

(7) 为支持碳捕获与封存技术的发展，分阶段实施的办法是恰当的。在短期内，需要政府对研发和试点项目进行直接投资。从中期看，英国政府和欧盟计划所需要的碳捕获与封存示范项目需要收入补助。其他的低碳技术，例如可再生能源发电，目前已经获得了奖励，并且将在中期内持续进行。从长远看，低碳发电项目可以获得碳价的支持。但是，碳市场的波动性对这些项目造成了额外的财政风险。

(8) 碳捕获与封存煤和天然气的长期减排成本可以与其他可获得的低碳发电技术相媲美，碳捕获与封存有可能显著地减少苏格兰减排的成本。

（曾静静 编译）

原问题目：Opportunities for CO<sub>2</sub> Storage around Scotland

来源：<http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/270737/0080597.pdf>

检索日期：2009年5月4日

## 版权及合理使用声明

中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》（简称《快报》）遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法权益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《快报》用于任何商业或其他营利性用途。未经中科院国家科学图书馆同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中科院国家科学图书馆允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题《快报》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题《快报》内容，应向国家科学图书馆发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与国家科学图书馆签订协议。中科院国家科学图书馆总馆网站发布所有专题的《快报》，国家科学图书馆各分馆网站上发布各相关专题的《快报》。其它单位如需链接、整期发布或转载相关专题的《快报》，请与国家科学图书馆联系。

欢迎对中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》提出意见与建议。

# 中国科学院国家科学图书馆

## National Science Library of Chinese Academy of Sciences

《科学研究动态监测快报》(简称系列《快报》)是由中国科学院国家科学图书馆总馆、兰州分馆、成都分馆、武汉分馆以及中科院上海生命科学信息中心编辑出版的科技信息报道类半月快报刊物,由中国科学院规划战略局、基础科学局、资源环境科学与技术局、生命科学与生物技术局、高技术局研究与发展局等中科院职能局、专业局或科技创新基地支持和指导,于2004年12月正式启动。每月1日或15日出版。2006年10月,国家科学图书馆按照统一规划、系统布局、分工负责、系统集成的思路,对应院1+10科技创新基地,重新规划和部署了系列《快报》。系列《快报》的重点服务对象首先是中科院领导、中科院专业局职能局领导和相关管理人员;其次是包括研究所领导在内的科学家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科学家。系列《快报》内容将恰当地兼顾好决策管理者与战略科学家的信息需求,报道各科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技进展与动态、科技前沿与热点、重大研发与应用、科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。

系列《快报》现有13个专辑,分别为由中国科学院国家科学图书馆总馆承担的《交叉与重大前沿专辑》、《现代农业科技专辑》、《空间光电科技专辑》、《科技战略与政策专辑》;由兰州分馆承担的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由成都分馆承担的《信息科技专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由武汉分馆承担的《先进能源科技专辑》、《先进制造与新材料科技专辑》、《生物安全专辑》;由上海生命科学信息中心承担的《生命科学专辑》。

编辑出版:中国科学院国家科学图书馆

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100080)

联系人:冷伏海 朱相丽

电话:(010)62538705、62539101

电子邮件:lengfh@mail.las.ac.cn; zhuxl@mail.las.ac.cn;

气候变化科学专辑

联系人:曲建升 曾静静 王勤花

电话:(0931)8270035、8271552、8270063

电子邮件:jsqu@lzb.ac.cn; zengjj@llas.ac.cn; wangqh@llas.ac.cn