

气候突变的情景及其对美国国家安全的意义

彼得·施瓦兹和达哥·兰德尔

2003 年 10 月

不可思议的情景

本报告给出了似乎是不可思议的情景，它拓展了现今气候变化研究的范围，可以让我们更好地认识气候变化对美国国家安全的潜在意义。

我们咨询了气候变化领域的资深专家，还进行了辅助研究，并与这些专家进行了反复讨论。科学家们对这一研究项目表示支持，但同时警告说，所描述的情景对以下两个基本的方面来说是极端情况：首先，他们认为我们所勾画的现象仅仅有可能发生在某些地区，而非全球所有地区；其次，他们认为事件发生的程度可能相当低。

我们所给出的未来气候变化的情景，虽然不是极有可能发生，只是存在着一定的可能性，但它将对美国国家安全提出挑战，因此应该立即予以考虑。

执行概要

许多有力的证据表明，21 世纪全球将显著变暖。迄今为止，这种变化是渐进式的，并预计未来将以相似的方式渐进发展，因此，全球变暖的影响对于各国来讲存在应对的可能。然而，目前的研究结果表明，这种渐进式的全球变暖可能会导致海洋温盐输送带相对突然的减弱，从而造成世界某些粮食主产区冬季更为恶劣的天气状况，土壤湿度的急剧下降，以及更多的强风。若准备不足，地球环境的承载能力将会明显下降。

研究表明，温度升高一旦超过某一阈值，不利的天气状况可能会相对突然地增多，伴随着大气环流的持续变化，可以在某些地区导致 10 年内 5~10 华氏度的温度下降。古气候证据表明，不同的气候型态可能会持续一个世纪之久，例如 8,200 年前海洋输送带崩溃的时候；或在极端情况下可能会持续长达千年，正如始于 12,700 年以前的新仙女木事件时期那样。

与一般常说的渐进式的气候变暖情景不同，我们在本报告中勾画出发生在 8,200 年前的具有百年尺度的气候突变情景。这种突变情景具有如下特征：

- 亚洲和北美洲的年平均温度下降达 5 华氏度 , 北欧下降 6 华氏度。
- 在整个澳洲、南美洲和非洲南部的关键地区年平均温度上升达 4 华氏度。
- 在欧洲和北美洲东部的主要人口密集地区 , 其重要的农业产区和水资源供给地区 , 干旱持续了几十年。
- 冬季暴风雪和大风的增强 , 无形中增强了这种变化的影响。西欧和太平洋北部遭受了更强烈的大风天气。

本报告探讨了这种气候突变情景如何对地域政治环境的平衡构成潜在威胁 , 并导致由于资源紧张而发生的冲突、战斗甚至战争 , 如 :

- 由于全球农业净产量的下降而产生的食物短缺 ;
- 由于降水型的转变 , 一些关键区域淡水的可供给量和质量下降 , 导致洪水和干旱事件更为频繁 ;
- 由于大范围的海冰和风暴袭击 , 能源供应发生中断

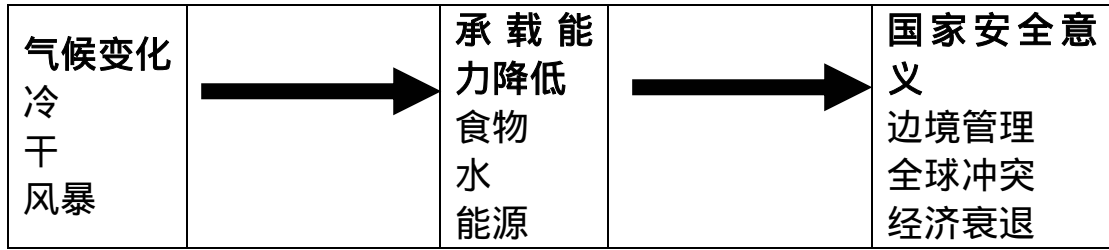
鉴于全球和局地承载能力的下降 , 全球性恐慌会蔓延开来 , 将导致两种基本的策略 : 防守和进攻。拥有能源的国家可能在其周边建立起实质上的堡垒 , 以保护自身的资源 ; 而不那么幸运的国家 , 特别是那些与邻国具有仇视历史的国家 , 可能发动战争以获取食物、洁净水源或能源。原本不会结盟的国家可能会首先考虑结盟这一自卫手段 , 而结盟的目的仅仅是为了生存 , 而不再是宗教、意识形态或民族尊严。

这种情景向美国提出了新的挑战 , 需要采取以下几个措施 :

- 改进气候预测模式 , 对更多的情景进行研究 , 并预见这种变化如何发生以及在哪里发生
- 对气候突变之潜在影响的综合预测模式进行集成 , 改进对气候对食物、水和能源影响的预估
- 建立脆弱性评估体系 , 预见哪些国家对气候变化更为脆弱 , 从而能够为那些可能发生混乱和暴力的地区提供物质上的援助。
- 确定无悔策略 , 如提高水资源管理能力
- 进行适应反应的演习
- 研究气候突变对局地尺度的意义
- 研究控制气候的地球工程措施

现在的一些迹象表明 , 全球变暖已达到了某个阈值 , 温盐环流可能已开始受到显著影响。这些迹象包括 , 观测证明了北大西洋正在越来越多地被融化的冰川、增加的降水以及淡水径流所淡化 , 北大西洋的盐度在过去的 40 年间有了明显的降低。

本报告指出 , 由于这些可怕的潜在后果 , 气候突变的风险尽管不确定性很大 , 而且发生的可能性很小 , 完全应该将对其的关注提高到美国国家安全的高度 , 不应只停留在科学争论上。



气候突变情景及其对美国国家安全的意义

2003 年 10 月

前言

当大多数人想到气候变化的时候，他们想象的是温度的逐渐升高，仅仅是气候状况的微小变化，不确定地连续变化，甚至在将来的某一天会平稳下来。通常认为，无论我们面对任何天气条件，现代文明或者能够适应，气候变化的幅度不会超出社会的适应程度；或者我们的减缓措施，如京都议定书，已经足以减轻气候变化的影响。IPCC 报告指出，渐进式气候变化的威胁及其对食品供应和其他重要资源的影响，将不会严重到对安全产生威胁。乐观主义者声称，技术革新的所带来的收益能够超过气候变化的负面效应。

从气候角度来讲，持未来渐进式变化的观点认为，农业将会继续发展，生长期将会延长。北欧、俄罗斯和北美洲的农业将会繁荣，而南欧、非洲和中南美洲将会遭受增多的干旱、高温、水资源短缺和产量下降。总体来说，在许多典型的气候情景下全球食品生产都会增加。这种气候变化的看法可能是一种自欺欺人的十分危险的观点，因为我们正在面对世界范围的越来越多的天气灾害：更多的飓风、季风、洪涝和干旱。

极端天气事件对社会有巨大的影响，因为它们影响到食品供应，城市和社区环境，以及洁净水源和能源的供应。例如，据澳大利亚气候行动网络（Climate Action Network of Australia）最近的报告预估，气候变化可能会减少牧场的降水，将导致牧草产量下降 15%，从而可能导致牲畜的平均重量减少 12%，特别是牛肉供应减少。在这种情形下，预估奶牛的牛奶产量将减少 30%，新的害虫可能会在水果种植地区蔓延。此外，预估这种情形将导致饮用水减少 10%。基于模式的未来预估结果表明，如果这些变化在未来的 15-30 年内在世界几个食物生产地区同时发生，那么人类社会的适应能力能够管理气候变化的观点将遭到严重挑战。

目前，生活在副热带干旱区人口密集、经济落后的居民已超过 4 个亿，气候变化及其影响对全球政治、经济与社会稳定都造成了严重威胁。在欠发达地区，对那些资源短缺与适应能力不足的国家而言，问题尤为严重。对一些国家而言，气候变化可能更具挑战性，对当地气候绝望的人们可能通过移民到像美国一样拥有适应资源的国家，来寻求更好的生活。

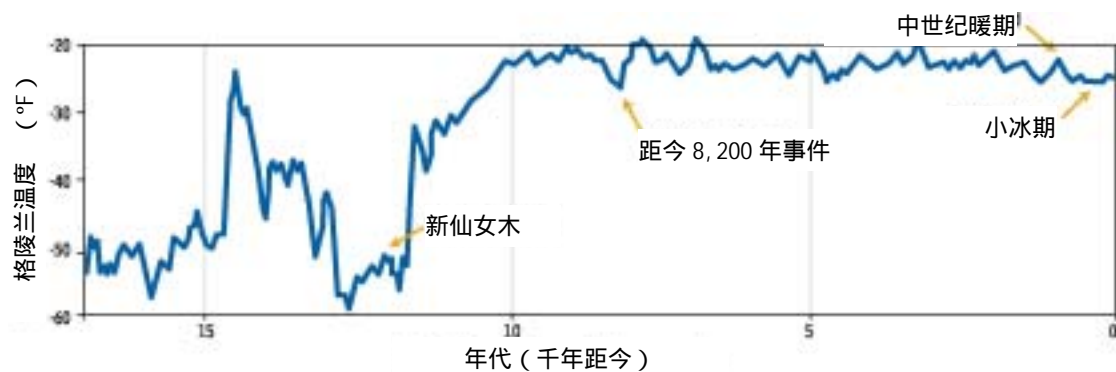
几种主要的全球变暖情景能够引发上述问题，因此，越来越多的商界巨头、经济学家、政策制订者与政治家们开始关注未来可能的变

化,并致力于限制人类活动对气候的影响。然而,这些努力远远不够,尚不能及时地得以实现。

近年来的一些证据表明,比过去几十年或一个世纪的持续变暖更为可怕的气候情景很可能即将出现,这也是 GBN 为何与 OSD 合作研究发展气候突变可能情景的原因。该项研究的结果将被用于探讨气候变化与食品供应、健康与疾病、商业与贸易往来以及这些问题所导致的国家安全问题。

尽管未来的天气状态与气候突变的细节都还不能被精确地或较为准确地预估出来,从过去的气候变化中我们可以得到一些有用的线索。我们的目标仅仅是描绘出一幅可能的情景,它与人类曾经经历过的气候变化情景极为相似,并以此为证据来进一步探讨气候变化对美国国家安全的潜在意义。

建立气候变化情景：历史回顾



上图为从格陵兰冰芯中得到的样本,表明该地区曾在持续变暖的过程中出现过突然变冷的现象。¹

8,200 年前的寒冷事件

本报告中所描绘的气候变化情景,是由格陵兰冰芯所记录的发生在距今约 8,200 年前的百年尺度的气候事件。在一段与当今气候非常相似的长期增暖之后,突然变冷。格陵兰年平均温度下降了约 5 华氏度,而当时在整个北大西洋地区都很可能发生了同等程度的温度下降。8,200 年前发生在欧洲和其他一些地区的严冬事件,使得冰川前进、河水冻结、农业产量急剧下跌。科学证据表明,该寒冷事件很可能是在一段持续的增暖后,由海洋输送带的突然崩溃而引发。

更长的冰芯和海洋沉积记录表明,在过去的 730,000 年间,类似的迅速变冷事件曾出现过 8 次,而海洋输送带的急剧减弱(一种目前

¹ R.B. Alley, from The Two Mile Time Machine, 2000.

可以被接受的解释)很可能就是引发气候突变的原因所在。

新仙女木事件

距今约 12,700 年前,同样是伴随着温盐环流的明显崩溃,格陵兰的温度至少下降了 27 华氏度,而且整个北大西洋地区也发生了显著变化。这次寒冷事件持续了约 1,300 年。新仙女木事件的显著特征在于,开始的几十年温度可下降约 5 度,迅速降温过后,便随之以持续 1,000 多年的冷干天气。尽管这一寒冷事件对欧洲大陆及其附近海域都产生了巨大的影响(冰山的分布范围南至葡萄牙海岸),但同样的情景如发生在人口密度很高的当今社会,其影响程度则完全不可同日而语。这是距今最近的一个寒冷时期,可能与文明衰落、社会动荡、居住地变迁甚至人类生存密切相关。

小冰期

公元 14 世纪到 19 世纪中期,北大西洋地区经历了一次相对寒冷的阶段。该寒冷事件很可能由海洋输送带的显著减弱而引起,而这种海洋的变化,大多数学者认为源自减弱的太阳活动与火山爆发。这一时期通常被称为小冰期,从 1300 年持续到 1850 年,它带来了严冬和气候突变,对欧洲的农业、经济和政治产生了深远的影响。

该时期的标志是作物的持续减产、饥荒、疾病和人口迁移,或许当是居住在冰岛后来居住在格陵兰的挪威人(也被称为斯堪的纳维亚人)对此的感受最为深刻。格陵兰海岸的结冰阻止了商船驶往格陵兰,并且使得渔民在整个冬天不能捕鱼。因此,农民被迫屠宰那些营养不良的牲畜(因为农民和牲畜都缺乏粮食),但是没有鱼、蔬菜和谷物,就不可能有足够的粮食供应。

据报告,仅仅是 1315 年至 1319 年的饥荒(严酷的气候条件是部分原因)就造成了成千上万人的死亡。气候变冷很可能使斯堪的纳维亚人被迫离开了格陵兰,某些人认为这对那个社会的终结起到了一定作用。

尽管类似于小冰期的气候危机并不是毁灭社会文明的唯一原因,但不可否认它们对社会产生了很大影响。在不到 175 年的时间内,马铃薯饥荒就造成了一百万人死亡,也是部分由于气候变化引起的。

未来气候变化情景

过去的气候突变个例表明,应该谨慎地考虑未来可能的气候变化情景,特别是因为一些最新的科学研究发现,我们极有可能面对这样

的事件。我们所构建的未来情景基于距今 8200 年以前的事件，那时的气候要比新仙女木时期温暖的多，而且离现在更近，并且气候比小冰期更为严酷。未来情景假设了全球哪些地区可能变冷、变干、风速更大。虽然加强研究有助于改进目前建立在模式基础上的假设，但决不可能确认这些假设。

本报告的目的不是预测气候将如何变化，而是描绘出如果我们对气候变化没有做好准备的话，气候变化将对社会产生的影响。本报告描述了具体的天气条件及其影响，目的是促进战略对话，而不是准确地预报很可能发生的事件本身。即使最复杂的模式也不可能预测气候变化的细节、影响区域和影响方式以及政府和社会的可能响应。但是，科学界似乎已经达成一致意见，即类似于下面描述的极端事件并不是难以置信的。出于对气候变化的发生时间、变化幅度、速度以及其普遍性的考虑，许多科学家愿意把这种情景看成是极端事件。但是历史告诉我们，有时候极端事件的确会发生，并且有证据表明对这些情景进行考虑可能是、也应该是国防部工作的一部分。

要记住这一事件的持续时间可能是数十年到数百年或数千年，它可能开始于今年或者多年后。在这里提出的气候变化的负面影响，我们首先考虑到 2010 年的逐渐变暖期，然后假定其后的十年间气候将突然变化，变为寒冷的天气型，正像 8,200 年前发生的气候事件那样。

直至 2010 年的增暖

在现代文明社会经历了最迅速增暖的世纪之后，21 世纪的最初十年可以被看成是大气增暖的加速时期，全球平均温度将每十年升高 0.5 华氏度，在变化剧烈的地区每十年可能升高 2 华氏度。从全球来看，这种温度变化的幅度在不同的地区和季节是不同的，较小尺度上的变化可能大于或小于平均变化。非常清楚的是，地球正在继续 20 世纪末的增暖趋势。

与前一个世纪相比，北美洲大部、欧洲以及南美洲的部分地区高于 90 华氏度的高温日数增加了 30%，而低于冰点的日数大为减少。除增暖外，还出现了一些无规律的天气变化：更多的洪水，特别是在山区；以及谷物生产区和沿海农业区的持续干旱。通常，气候变迁会损害经济，一般会影响局部地区，如风暴、干旱和酷热可以影响农业和其他依赖于气候的活动。（例如，法国更多的医生在 8 月份也继续上班。）不过，天气变化尚不足以或普遍到威胁相互联系的全球社会或美国的国家安全。

增暖反馈循环

由于整个 20 世纪以及 21 世纪初期的增温，正反馈循环将发挥作用，使得某些地区的增暖从每年 0.2 华氏度增加到 0.4 华氏度，最终将达到每年 0.5 华氏度。随着地表增暖，水分循环（蒸发、降水和径流）加速，将导致更高的升温。水汽是最强的自然温室气体，它能捕获额外的能量，引起地表气温上升。随着蒸发加大，较高的地表气温使得森林和草地（农民放牧和耕种的场所）发生变干的趋势。随着树木的死亡和燃烧，森林吸收的二氧化碳减少，又导致更高的地表气温以及更猛烈的无法控制的森林火灾。此外，较高的温度将融化山区、旷野、高纬度苔原地区的积雪以及寒带森林地区的永久冻土。由于地表对太阳光的吸收增多，反射减少，因此，升温将更高。

到 2005 年，世界上的某些地方的人们将更加强烈地感受到气候变化的影响。更加剧烈的风暴和台风将造成一些低洼岛屿（如位于新西兰附近的塔拉瓦岛和图瓦卢）发生更大的风暴潮和洪涝的。到 2007 年，特大风暴将导致海水冲过荷兰沿海的防洪堤，造成一些沿海城市（如海牙）不再适于人类居住。在美国加利福尼亚中部谷地的萨克拉门托河地区，由于三角洲岛屿的防洪堤不再起作用，将形成一个内海，这样在干旱季节从加利福尼亚北部到南部的导水输送系统将被切断。喜马拉雅山脉冰川融化的加剧，将致使部分高原居民不得不重新寻找定居点。北极海洋的浮冰在 1970 到 2003 年间已经减少了 40%，而到了 2010 年夏季，大部分将完全消失。随着冰川的融化，海平面将升高，而冬季海洋范围的减小，将导致海浪增强，这将对沿岸城市造成破坏。此外，全球数以百万计的人们将受到洪涝的威胁（2003 年的时候将可能是目前的大约 4 倍），而渔业也将遭到破坏，这是由于鱼类由于无法适应水温的变化而迁徙到新的地点，这将使获得捕鱼权变得更为紧张。

恶劣天气引起的局地灾害会影响到周边地区，因此这些地区的自然、人力和经济资源将不得不分流以用于灾后的恢复。由于自然灾害和风暴天气不仅在发达国家而且在欠发达国家都会发生，气候的正反馈以及变暖的加速将会触发以前无法想象的连锁反应，尤其在灾后重建能力不强的发展中国家所造成的破坏最大，因为这些国家的社会、经济和农业系统缺乏必要的能力以承受气候变化带来的影响。

如果格陵兰冰盖的融化量超过了年降雪量，加上由于高纬降水造成淡水径流增加，那么北大西洋以及格陵兰和欧洲之间海域的海水盐度将降低。由于盐度低的海水的密度较低，反过来将使温盐环流系统明显减弱。

2010 年到 2020 年

温盐环流崩溃

海水经过大约 60 年的缓慢淡化，温盐环流将在 2010 年崩溃，从而破坏欧洲的温和气候。因为欧洲的温和气候可能是由于温暖的墨西哥湾流（全球温盐输送带的北大西洋支）造成的，海洋环流型的变化将导致向北输送的暖水变少，造成欧洲北部和北美东部的天气迅速变化。北大西洋将不断受到由于冰川和格陵兰冰盖融化，以及可能最主要是由于降水和径流的增加所引起的淡水注入的影响。经过几十年的变暖，高纬降水的增加将导致更多的淡水注入北大西洋高盐高密度的海水中，而通常情况下该地区的海水主要受墨西哥暖流和高盐度海水的影响。因此，大规模的暖水洋流再也无法到达北大西洋，其直接的影响是造成欧洲以及北半球大部地区的温度下降以及许多关键农业区和人类居住区降水的显著减少。不过，由于这十年间极端天气事件的发生不是连续的，温盐环流崩溃所造成的影响也将是断断续续的。

一些海洋学家已经预言了温盐环流将显著减弱，但美国尚未对其影响、时间进程和幅度做好充分的准备。气候和海洋系统的计算机模式尽管有了很大改善，但仍无法为决策者提供足够准确和统一的预测信息。我们还不清楚温盐环流停止后的几年里天气型将发生什么样的改变。如果说预测结果有什么不同的话，就是一些预测者认为干冷的天气将会结束，而另一些则预测会出现一次新的冰期或者全球干旱；对决策者和公众而言，这些不同的预测结论，使得他们对未来的气候到底如何变化以及应采取何种对策感到无所适从。温盐环流崩溃所带来的变化究竟是微不足道的，还是会带来地球气候根本性的转变，这迫切需要更多的人对此问题进行研究。

北半球大陆地区将出现更加干冷，风力更强的天气条件

2010-2020 年天气报告：

- 在整个十年间，欧洲和北美东部的主要农业区和人口居住中心将持续干旱。
- 亚洲和北美的年平均气温将下降 5 华氏度，而在欧洲将下降 6 华氏度。
- 在澳大利亚、南美和非洲南部的地区，温度将升高达 4 华氏度。
- 冬季风暴和风的强度将增加，进而增强气候变化的影响。欧洲西部和北太平洋的西风将增强。

在 2010-2020 年间，欧洲北部的平均温度将持续下降，十年间温度下降可达 6 华氏度。该地区的年平均降水将减少约 30%；而风力将平均增强 15%。亚洲北部和北美内陆地区的气候条件将变得更为严峻。

在农业区和人类居住区，干旱的影响比气温降低所带来的影响更严重。随着降水量的持续减少，上述区域的湖泊将干涸，河流流量降低，同时淡水供应趋于紧张，最后将会超过所有可行的水资源保护措施，淡水供应出现耗竭。中国南部和欧洲北部的关键区域在 2010 年前后将发生持续整整 10 年的特大干旱。与此同时，过去几十年比较干旱的地区，以及传统上从事旱地农业的区域将会持续几年出现暴雨和河流泛滥。

在北大西洋地区和整个亚洲北部，冬季的主要月份（12 月，1 月和 2 月）将更加寒冷。虽然整个冬季都可能出现，但是冷害将越来越严重，而且越来越难以预测。随着山区积雪的不断积累，冷却效应将持续到夏季。除了降温和夏季干旱之外，由于大气环流的纬向性增强，风速也将增大。

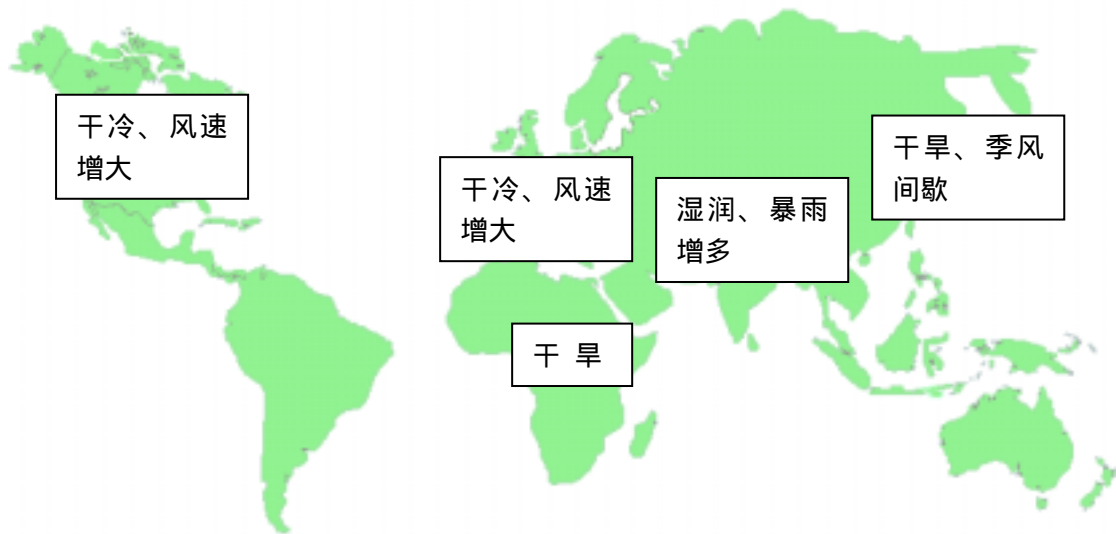
全球气候发生变化以后，天气型将被打乱。在温盐环流崩溃的前 5 年内，这种影响在欧洲北部将更为明显。在这十年的后几年，严寒天气将进一步蔓延到欧洲南部、北美以及更为广泛的地区。由于寒冷天气的持续，海冰将覆盖北大西洋的北部，造成欧洲北部的降温，从而引起更强的冷却效应，冬季地表气温出现的时间将延长。由于从极地到赤道的温度梯度增大，风速也将变大。欧洲大陆的冷空气将使得农业的生产条件更为困难。风和干旱的共同作用将造成沙尘暴增多，土壤的损失更为严重。

北大西洋南部的大部分区域将出现变暖的迹象，但是干旱还没有结束。到这个十年的后期，欧洲的气候将与西伯利亚的气候更为相似。

南半球可能出现的另一种情景

南半球的气候存在着很大的不确定性，其主要原因是南半球可用的古气候资料比北半球少。由于为了达到气候系统的热力学平衡，热量从热带流向北半球，南半球主要区域的天气型可能与北半球类似，即变得更干冷和恶劣。另一种情况是，由于正常情况下洋流从赤道地区带走的热量被截留了，以及温室气体增温效应的不断加剧，北半球的降温可能引起南半球的温度升高、降水增加、暴风雨频繁。不管出现那一种情况，气候突变都将造成世界上许多重要的人类居住区和经济增长地区同时出现极端天气事件，结果是造成全球食品、水和能源供应紧张。

区域：2010-2020 年



天气型可能变化的简图

欧洲 受气候变化的冲击最大，10 年之内年平均温度降低 6 华氏度，特别是西北沿海地区变化更剧烈。欧洲西北部的气候将比现在更冷、更干燥、风更多，类似于西伯利亚气候。欧洲南部的变化较小，但仍然会受到间歇性的剧烈降温和快速温度变化的影响。整个欧洲将面临由于降水量减少所引起的土壤损失问题，从而导致食品供应缺乏。欧洲将要花很大力气阻止从斯堪的纳维亚地区和欧洲北部国家到温暖地区的移民活动，同时防止受气候变化影响很大的非洲以及其它地区移民的涌入。

美国 寒冷、多风、干燥天气使整个美国东北部生长季变短，生产力下降，西南地区则生长季更长，气候更为干燥。沙漠地区暴风增多，同时由于风速的增大和土壤湿度的下降农业区出现土壤损失。南方各州气候变干的趋势特别明显。由于海平面不断上升，沿海地区原来在增暖期所处的危险仍然没有消除。美国将变得内向，将它的资源用来养活美国自己的人口，加强边防，应付越来越多的全球紧张局面。

中国 中国迫切需要大量的食物养活其庞大的人口。季风降水可靠性的降低将对中国产生重大影响。夏季风可以为中国带来降水，但也会引起负面效应，如洪水可使水土流失更加严重。由于水汽蒸发冷却作用的降低，会引起寒冬延长，夏季高温增加；由于降水减少，业已十分紧张的水资源和能源供应将变得更加严重。由于饥寒交迫的中国覬

觐俄罗斯和西部邻国的能源，大范围的饥荒将会引起混乱和国际争端。

孟加拉国 持续的台风和海平面升高可引起风暴潮肆虐，造成严重的海岸带侵蚀，进而使孟加拉国大部分土地近乎不能居住。另外，上升的海平面污染了内陆地区的淡水，导致了饮用水和人道主义危机。大量移民的出现将引起中国和印度的高度关注，因为他们正努力控制自己国家内部出现的这种移民危机。

东非 肯尼亚，坦桑尼亚和莫桑比克的天气将略变暖，同时也受到持续干旱的挑战。这些国家习惯干燥的天气条件，因此他们受天气条件变化的影响较小，但由于其主要的粮食生产区受到影响，其食物供应将面临挑战。

澳大利亚 由于澳大利亚的气候只有微小的变化，其农业并没有受到严重影响。作为一个主要的食物输出国，澳大利亚将努力为全球供应食物。但南半球未来的气候变化存在着相当大的不确定性，因此这一美好的结论令人怀疑。

对自然资源的影响

天气型和海温的变化将影响农业、渔业和野生动植物、水以及能源。由于关键地区将由暖向冷转变，受温度变化、水资源供求关系的压力、生长季将缩短 10~25% 的影响，作物产量的可预报性将降低。一些农业病虫害由于温度的变化而减轻，但另外一些则由于干旱和大风而分布的范围更广泛。因此对杀虫剂的选择和处理方式提出新的需求。以前有权在特定区域捕鱼的商业渔民，由于捕捞对象的大量迁移将不得不改变装备。

全球仅有的 5~6 个作物种植关键区（美国，澳大利亚，阿根廷，俄罗斯，中国和印度），在全球食物供应方面没有明显的盈余以补偿某些地区（不管是 4 个还是 5 个）由于同时发生恶劣的天气状况所造成的减产。全球经济的一体化，使美国对全球关键农业区和人口密集区因天气转换而导致的经济损失的脆弱性越来越强。全球目前的水和能源供应业已十分紧张，未来灾难性的短缺不可能在短时间内解决。

对国家安全的影响

人类文明开始于稳定和温暖的地球气候。寒冷的、不稳定的气候意味着人类既不能发展农业也不能长久定居。新仙女木事件的结束以

及随之而来的温暖和稳定气候，使得人类可以进行农业生产，并在适宜的地区定居。现代文明从未经历过像本报告所描绘的这样一种具有持续破坏力的天气条件。因此，本报告中所指出的对国家安全的影 响也仅仅是一种假设。实际上，这种影响将在很大程度上依赖于天气条件的细微差别、人类的适应能力以及决策者的决定。

气候突变产生的压力可能导致暴力和破坏，这种对国家安全的威胁完全不同于目前我们已经习惯的威胁。军事冲突可能会由于对自然资源（如能源，食物和水）的迫切需求而触发，而并非由意识形态、宗教或者国家荣誉的冲突所引起。武装冲突起因的变化，将改变我们对哪些国家最容易受到攻击的看法，目前对安全威胁的警告也将有所变化。

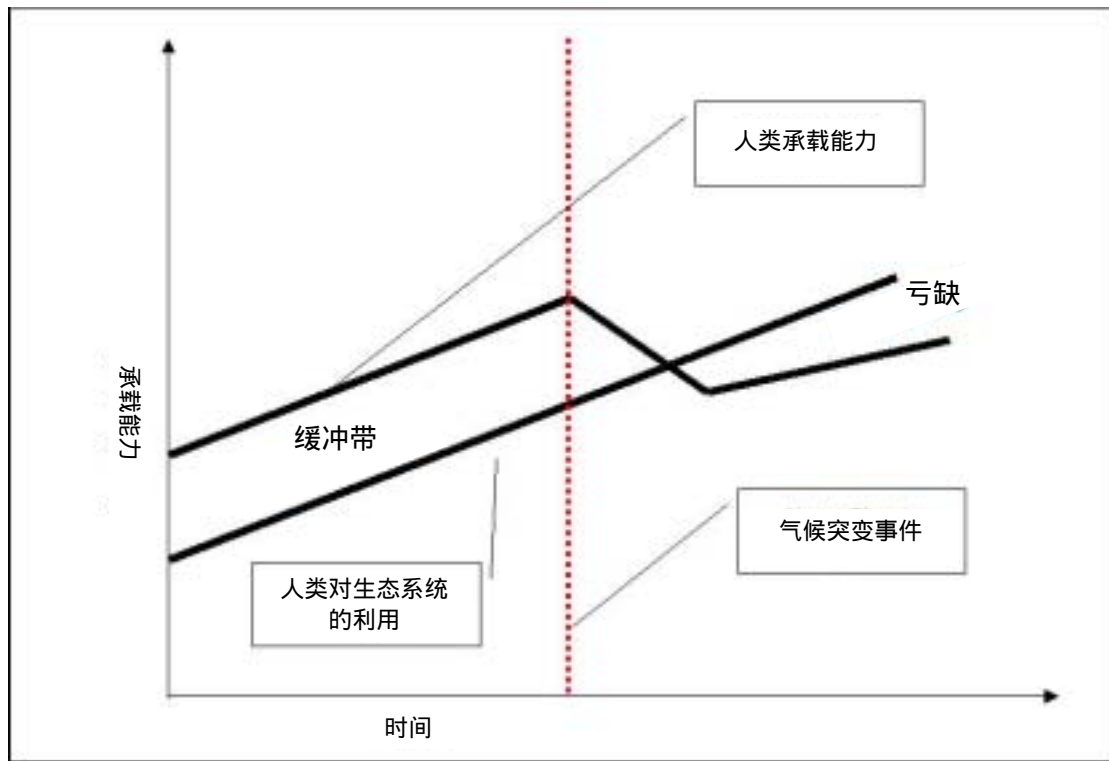
长期以来存在的一个学术争论，是关于由于资源限制和环境挑战而导致国家之间冲突的程度。部分人认为，仅仅是这两个原因就会引起一个国家袭击另外一个国家；另外部分人则认为由于发生冲突的国家之前就存在着社会、经济和政治摩擦，所以这两个原因的主要作用是引起国家间冲突的导火索。无论如何，我们不能否认，严重的环境问题很可能会扩大全球冲突的程度。

太平洋发展、环境和安全研究所的共同创始人和所长，彼得·格雷克指出，对国家安全来讲，气候突变能够引起以下三种最基本的挑战：

1. 由于农业产量降低所引起的食物短缺；
2. 洪水和干旱所导致的淡水供应和水质的降低；
3. 由于冰和风暴所导致的战略性矿石能源的供应中断。

在气候突变事件中，对食物、水和能源供应的限制可能会首先通过经济、政治和外交手段表现出来，如条约和贸易禁运。在整个过程中，对土地和水利用的冲突可能会变得更严重—和更激烈。由于这些国家会变得越来越绝望，因此冲突的威胁将进一步增加。

承载能力的降低



该图表明,气候突变可能引起人类承载能力将下降到低于生态系统的利用水平,可能造成资源匮乏,通过战争,疾病和饥荒导致人口减少。

所谓承载能力,是指地球及其生态系统,包括社会、经济和文化系统对于地球上人口数量的支撑能力。目前这种承载能力正受到来自全世界范围的挑战。根据国际能源机构的资料,未来30年全球对石油的需求将增长66%,但是至今不清楚这些石油将从何而来。类似地,在世界的许多地区清洁水源的供应也受到限制。有些人可能会说,从全球来看,我们仍很好地生活在承载能力之上。但实际上世界上有8.15亿人的食物供应匮乏,这一事实意味着并没有足够的自然资源来维持我们的生活。

许多人指出应把技术创新和适应行动作为管理全球生态系统的手段。的确,通过技术的发展可以增强承载能力。几个世纪以来我们已经学到了如何生产更多的食物、能源以及获取更多的水。但是当遇到像本报告所描绘的危机出现的时候,潜在的新技术足够应付吗?

气候突变很可能使得承载能力超过现有的不稳定限度。目前的自然发展趋势或需求是要求对承载能力进行重新组合。由于气候突变降低了全球的承载能力,侵略战争有可能是为争夺食物、水和能源的目的而发动的。战争、饥饿和疾病所造成的死亡将减少人口数量,承载能力将得到重新平衡。

当你考虑一个地区或国家的承载能力,具有较高承载能力的一些

国家，如美国和西欧，显然他们可以选择最有效的方法来应对气候突变，因为相对于他们的人口数量而言，他们有更丰富的可供使用的资源。但是实际上，可能引发针对具有较高承载能力国家的怨恨，进而引起对富裕国家试图利用更多的能源并且排放更多的温室气体，如二氧化碳到大气中的指责和责备。比起从科学上来证实二氧化碳与气候变化之间的关系而言，对受到影响的国家以及他们所采取的行动方面的理解却显得不那么重要。

承载能力和战争冲突之间的联系

哈佛大学考古学家和新书《承载能力》的作者史蒂文·勒布兰卡描述了承载能力和战争冲突之间的关系。在大量的考古学和人文学资料基础上，他指出，古人类因为不同的原因发动了一些有组织的战争，包括针对资源和环境方面的战争。当超过自然环境的承载能力时，就会发生战争。每次在饥饿和攻击之间进行选择的时候，人类总是选择攻击。从猎获者/收集者到农业部落，部族首领以及早期的复杂社会，当战争爆发时，25%的成年男性死于战争。

在承载能力高的时期，伴随着农业改革、政府管理的高效、边远贸易的发展以及技术的突破，这个时期也就是和平的时期。瘟疫造成大量的死亡之后，也能形成和平时期——例如，在大瘟疫之后的欧洲，以及在欧洲病夺去大批北美土著的生命之后（也就是在詹姆斯敦殖民地之所以失败和普利茅斯·罗克之所以成功的区别）。但是这样的和平时期是短暂的，因为人口的快速上升将会再一次对承载能力产生压力，同时战争重新开始。的确，几千年来大部分部族社会根据他们发动战争的能力表现自己，而且战争文化是根深蒂固的。大部分能够作战的部族社会可以幸存下来。

勒布兰卡指出，然而在最近的三个世纪，先进的国家已经稳定地降低了人口数量，即使零星的战争和种族灭绝已经在规模上扩大了。与传统的杀掉全部敌人不同，仅仅杀掉足够让他们取胜的敌人，然后让剩余幸存者为其经济的新发展而工作。这些国家还利用他们自己的政权机构，发展技术，并且利用国际规则来提高承载能力，并比较谨慎地处理与它的关系。

如果某个地区的承载能力突然被气候突变显著地降低了，那么全部发展过程就可能崩溃。人类将回归到为了减少的资源而战的正常情况，而战争本身将进一步减轻气候的影响。战争将再一次重新定义人类的生活。

由于气候变化所导致的冲突情景

	欧洲	亚洲	美国
2010-2020	<p>2012：严重的干旱和严寒将导致斯堪的纳维亚的人口向南迁移退，从欧盟退出；</p> <p>2015：欧盟内部因为食物和水资源发生冲突和紧张的外交关系；</p> <p>2018：俄罗斯加入欧盟，并提供能源；</p> <p>2020：从欧洲北部的一些国家，比如荷兰和德国向西班牙和意大利大量移民。</p>	<p>2010：在孟加拉国、印度和中国之间的边界将发生摩擦和冲突，导致大量的移民流向缅甸；</p> <p>2012：地区的不稳定导致日本大力发展军事计划能力；</p> <p>2015：日本和俄罗斯就西伯利亚和库页岛的能源达成战略协议；</p> <p>2018：由于输油管道经常被叛乱份子和犯罪份子破坏，中国为了保护石油管道，干预哈萨克斯坦的事务。</p>	<p>2010：加拿大和墨西哥为了水资源产生争执；</p> <p>2012：加勒比海岛国的难民流向美国东南部和墨西哥；</p> <p>2015：许多欧洲富人移居美国；</p> <p>2016：欧洲国家之间为了争夺捕鱼权冲突不断；</p> <p>2018：为了北美洲的安全，美国与加拿大和墨西哥建立全面的安全联盟；</p> <p>2020：国防部接管边界，防止从加勒比海和欧洲来的难民。</p>
2020-2030	<p>2020：因为水资源和移民问题冲突增加；</p> <p>2022：为了获取莱茵河商业利益，在法国和德国之间发生冲突；</p> <p>2025：欧盟接近瓦解；</p> <p>2027：到地中海国家比如阿尔及利亚、摩洛哥、埃及和以色列的移民增加；</p> <p>2030：已有接近</p>	<p>2020：在东南亚的缅甸、老挝、越南、印度和中国之间，冲突持续不断；</p> <p>2025：中国的国内矛盾严重恶化，导致内战和边界战争；</p> <p>2030：为了俄罗斯的能源，中国和日本之间的关系紧张。</p>	<p>2020：由于波斯湾和里海的冲突所引起的石油供应安全问题，导致了石油价格的提高；</p> <p>2025：沙特阿拉伯的内战导致中国和美国海军在海湾直接面对面冲突。</p>

	10%的欧洲人口移居到不同的国家		
--	------------------	--	--

上表勾画出一些气候变化的潜在军事意义

对由于气候变化所导致的承载能力的突然下降，最可能的反映有两种，那就是防卫和进攻。

美国和澳大利亚可能在他们的国家周围建立起防卫堡垒，因为他们拥有资源和储备来保证自我供应。借助气候的不同变化、财富、技术和丰富的资源，美国很可能在生长期缩短和严峻的天气条件下得以幸免，避免灾难性的损失。美国的边界将加强，以阻止来自加勒比海岛国（这是特别棘手的问题）、墨西哥和南美的不受欢迎的饥民。能源供应将通过昂贵的（经济上、政治上和精神上的）替代方式，如核能、可再生能源、氢能和中东合同来支持。因为捕捞权、农业扶持和灾难救济所导致的麻烦争端将很普遍。由于美国撕毁了 1944 年所签订的保护科罗拉多河的条约，美国和墨西哥之间的紧张关系将加剧。救援人员将被派往东部沿海的南部和干旱的内地进行救助。然而，即使是在这种连续的紧急状态下，美国与其他国家相比，仍能很好地处理。美国所面临的困难局面，将是如何平息世界范围的军事紧张。

由于气候突变所造成的饥饿、疾病和天气灾害的发生，很多国家的需求将超过他们的承载能力。这将产生绝望情绪，为了获得平衡，很可能发生侵略战争。设想东欧国家由于食物、水和能源的供应减少，为了养活他们的人口，为了获得粮食、矿藏和能源，将会盯上了俄国，俄国的人口已经在减少；或者想象一下日本，为了防止它的沿海城市受洪水的影响和淡水资源遭到污染，会瞄准俄罗斯库页岛上的石油和天然气资源，作为能源来源来保证海水淡化生产和耗能的农业生产。预想巴基斯坦、印度和中国（均是核武国家），因为边界难民问题、公河的水资源和可耕作的土地将发生摩擦。西班牙和葡萄牙渔民可能为了捕捞权而打仗，导致在海上发生冲突。包括美国在内的国家将可能更好地保卫他们的边界。有 200 多条河流穿过多个国家和地区，预计为了获取用于饮用、耕作和交通的水源将会发生冲突。多瑙河、尼罗河和亚马逊河分别流经 12 个、9 个和 7 个国家。

在这种情景下，预计将会出现利益上的联盟。美国和加拿大也许成为一个国家，以简化边界控制。或者，加拿大可能保留水电——这引起美国的能源问题。南北朝鲜可以结盟创造一个技术自救和核武实体。欧洲也许将作为一个统一体进行行动——防止欧洲国家之间的移民问题——考虑到防御外来侵者。俄罗斯具有丰富的矿物资源，石油和天然气，也许将加入欧洲。

在这个处于战争状态的世界里，核武器扩散是不可避免的。由于

变冷将增加能源的需求，现有的碳氢化合物的供给将显得不足。随着能源供给的减少和需求的不断增长，核能源将成为能源的一个重要来源。随着国家的发展及核燃料回收能力的增强，为了确保国家安全，核扩散将加速。中国、印度、巴基斯坦、日本、南朝鲜、英国、法国及德国都将具有制造核武器的能力，以色列、伊朗、埃及、北朝鲜也将具有这种能力。

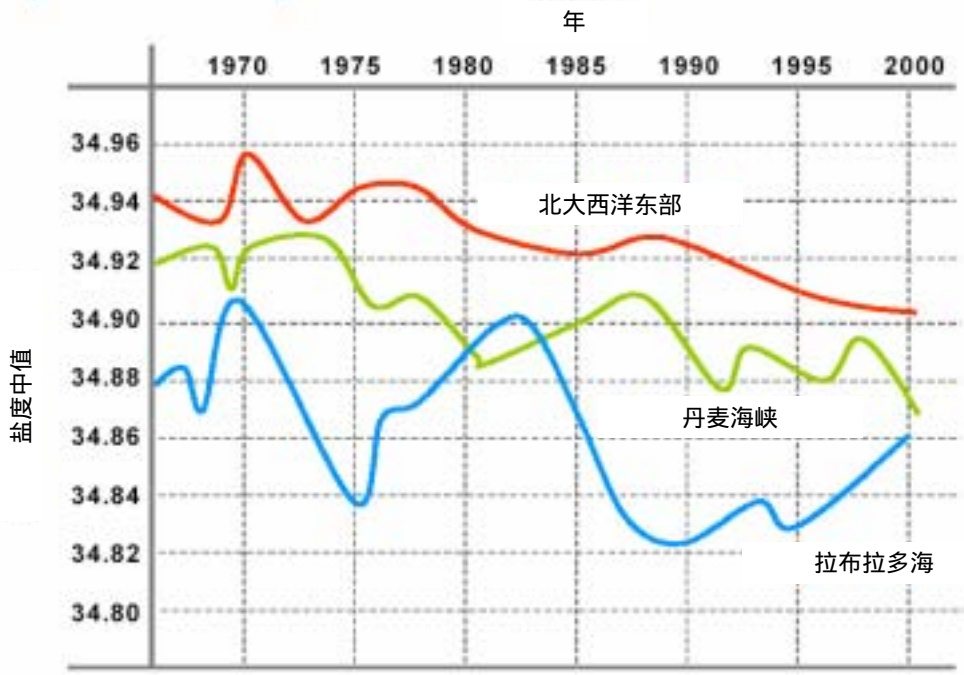
军事、政治形势的日趋紧张、偶尔发生的冲突及战争的威胁将是一个极大的挑战。象日本这样具有强大社会凝聚力的国家（意味着政府可以有效地使它的民众改变行为）很可能能够安然度日。那些由于种族、宗教等多样性产生冲突的国家，如印度、南非和印尼在维持国家秩序方面将会遇到困难。对资源的适应性及使用权将是问题的关键。也许气候突变造成的最令人无法应对的挑战是：我们永远无法知道我们对气候变化情景了解多少，以及当温盐环流再次开始时还需要多少年 - 10 年，100 年还是 1000 年 - 才能回到某种更温暖的状态。当承载能力突然减少时，人类文明将要面临今天难以想象的新的挑战。

这真的可能发生吗？

过去 10 年间，世界上某些最有声望的学术团体里的海洋、陆地、大气方面的科学家们已经发现了新的证据，表明气候变化比大多数科学团体所预期的，比所有政治团体有所准备的气候变化更为严重与迅速。如果这种情况发生，目前全球逐渐变暖的趋势将受到破坏，气候复杂性增加，可预测性减弱。同时古气候方面的证据也表明，这种气候突变在不久的将来就可能发生。

据 Woods Hole 海洋研究所的报告，过去 40 年间北大西洋周边海洋的盐度减小，使得北大西洋深层的海水变淡。这一趋势是海水输送带崩溃或减慢以及气候突变的前兆。

代表图



上图给出的是一个前兆性的证据，在过去 40 年间北大西洋的海水盐度变得越来越低，温盐环流的崩溃可能即将来临。²

Decreasing overflow from the Nordic seas into the Atlantic Ocean through the Faroe Bank channel since 1950

Boji Hansen*, William R. Turrell† & Svein Osterhus‡
 * Farøer Fisheries Laboratory, PO Box 2051, FO-10 Tórshavn, Farøer Islands
 † FR5 Marine Laboratory, PO Box 101, Aberdeen AB9 1 9FA, UK
 ‡ Berlingske Centre for Climate Research and Geophysical Institute, N-5024 Bergen, Norway

The overflow of cold, dense water from the Nordic seas, across the Greenland–Scotland ridge¹ and into the Atlantic Ocean is the main source for the deep water of the North Atlantic Ocean². This flow also helps drive the inflow of warm, saline surface water into the Nordic seas³. The Farøe bank channel is the deepest path across the ridge, and the deep flow through this channel accounts

Rapid freshening of the deep North Atlantic Ocean over the past four decades

Bob Dickson*, Igor Yashayaev†, Jens Meincke‡, BIE Turrell§, Stephen Dye* & Juergen Hoffert*
 * Centre for Environment, Fisheries, and Aquaculture Science, Lowestoft NR33 0HT, UK
 † Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, Nova Scotia B2Y 4A2, Canada
 ‡ Institut für Meereskunde, 22529 Hamburg, Germany
 § Marine Laboratory, PO Box 101, Aberdeen AB11 9WA, UK

The overflow and descent of cold, dense water from the sills of the Denmark Strait and the Farøe–Shetland channel into the North Atlantic Ocean is the principal means of ventilating the deep ocean, and is therefore a key element of the global thermohaline

上面两个标题分别出现在 2001 年和 2002 年的《自然》杂志上。它们暗示北大西洋的盐度可能降低，这增大了温盐环流崩溃的可能性。

由于地质记录中至少有 8 次气候突变，问题似乎是：(下次)气候突变何时发生？其影响如何？我们怎样最好地做好预防？而不是：这真的会发生吗？

我们对历史再次重演做好准备了吗？

² 改编自国家研究委员会，贝德福德海洋研究所，I Yashayaev 的“不可避免的、令人惊奇的气候突变”

当今全球报纸争议的一个话题是人类活动对气候变化的影响。因为经济繁荣与能源利用和温室气体排放联系在一起，常常有人认为经济发展导致了气候变化。强有力的证据表明，不管考虑人类活动与否，气候变化都可能发生，就象现代社会之前发生的气候事件所显示的那样。

了解人类对环境的影响是重要的，这包括人类行为是加快还是减慢（甚至逆转）气候变化的趋势。使用代用燃料，控制温室气体排放以及资源保护都是值得付出的努力。此外，我们应该准备应对气候突变所造成的不可避免的后果，这种突变无论是否考虑人类活动都可能发生。

这是一些使美国准备好应对气候突变的初步建议：

1. **改进气候预测模型。**应该开展进一步的研究以增加对气候变化预测的可信度。这需要对海洋状态与气候变化之间的关系有一个更深入的了解。该项工作要集中在对历史的、现今的以及（未来）可预测的影响因子的研究上，以增进我们对气候突变的认识：它怎么发生以及我们如何知道它的发生。
2. **发展气候变化影响的综合预测模型。**要开展实质性的关于气候突变潜在的生态、经济、社会和政治影响的研究。要发展复杂的模型和情景来预测局地的可能状况。要建立一套系统来识别气候变化如何影响社会、经济和政治势力的全球分布。这些分析可以用来在冲突发生之前就缓和其潜在的原因。
3. **建立关于脆弱性的评估体系。**要建立一个评估体系来认识某个国家对气候变化影响的脆弱性。该体系可能包括气候对现有农业、水资源和矿产资源的影响、技术能力、社会凝聚力和适应能力。
4. **确定无悔策略。**要确定并实施一系列无悔策略，以保证粮食供应和水资源的可靠获取，并保证国家安全。
5. **对适应反应进行演习。**要建立一支适应反应队伍，以应对并做好准备，面对由气候驱动的不可避免的事件，比如大规模移民，疾病和传染病，食物和水资源短缺。
6. **探索局地的影响。**气候变化的初级影响是局地性的。尽管我们可以预见到虫害盛行及严重程度的变化以及农业产量的变化，人们必须考察非常具体的地点和状况才能知道是何种虫害，何种作物以及哪些地区是脆弱的，这种影响的严重程度如何。这些研究应该开展，尤其是在战略性的的重要粮食产地。
7. **探索控制气候的地球工程的可能途径。**目前，使气候增暖要比使其变冷容易些，因而或许增加各种气体，如氟代烃（HFCs）到大气中以抵消变冷的影响。当然，这种作法要仔细研究，因为它们有可能会加剧国家之间的冲突。

结论

很有可能在十年之内,关于即将到来的气候突变的证据将变得更加明朗和可信。我们的模式也可能使我们能够更好地预测出其后果。在这个事件中美国需要采取紧急措施来预防和减轻某些显著的影响。要采取外交行动将受影响最严重地区发生冲突的可能性降至最低,尤其是加勒比地区和亚洲。然而,在这种情形下大规模的人口迁移是不可避免的。学会如何管理那些人口,由此产生的边界紧张和难民是至关重要的。同时将需要新型的具体处理能源、食物和水资源的安全协议。简而言之,尽管美国本身具有相对的优势和具有更强的适应能力,它将发现身处在一个世界中,欧洲内乱,大量因此而产生的难民涌上美国海岸,而亚洲陷入严重的食品和水危机。分裂和冲突将成为人类生活的普遍现象。

国家气候中心刘洪滨、高学杰、任国玉、戴晓苏、徐影、王长科、张莉、赵宗慈、吴统文、刘绿柳和李伟平译,罗勇、刘洪滨校对