

Globethics Repository

The logo for Globethics, featuring the word "Globethics" in white, sans-serif font centered within a solid blue rectangular background.

(Chinese edition) Human Development Report 2007/2008 - Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World [Chapter 1 - The 21st Century climate challenge]

This page was generated automatically upon download from the Globethics Repository.
More information on Globethics see <https://www.globethics.net>. Data and content policy
of Globethics Repository see <https://repository.globethics.net/pages/policy>.

Item Type	Article
Authors	Watkins, Kevin
Publisher	UNDP
Rights	With permission of the license/copyright holder
Download date	2026-06-14 11:00:47
Link to Item	http://hdl.handle.net/20.500.12424/176056

The background features a vibrant red color palette with dark red, wavy, organic shapes that create a sense of movement and depth. A large, bold white number '1' is positioned in the upper right quadrant, serving as a prominent visual element.

1

21世纪的气候变化

“前人栽树，后人乘凉”

中国谚语

“你我的知识已够用，所缺的不是知识，而是勇气——是了解已知并做出结论的勇气。”

斯文·林奎斯特 (Sven Lindqvist)

笼罩我们时代的是无法回避的气候变化危机，这已是不争的事实

孤耸于太平洋的复活节岛是地球上最偏远的地区之一。拉诺·洛拉科火山口那亘古沉默的巨石人像是古文明留给我们的唯一见证。在人类对环境资源的过度开发中，古文明消失了。而在部落之间无休止的争斗中，掠夺性的砍伐使大片的森林迅速地从地球上消失殆尽，水土不断流失、鸟类濒临毁灭，维系人类生存的粮食及农业系统屡遭破坏¹。灾难迫在眉睫，警钟已鸣，但为时已晚，崩溃性的危机在所难免。

复活节岛的故事令人惊惶，它警示我们，不善待生态资源将会给地球带来怎样的恶果。21世纪气候的变化正是这一故事在全球的延伸，差别在于：在复活节岛，击垮人们的是无法预测和难以控制的危机，而在当今，无知绝不是我们开脱的理由。我们有证据也有能力避免危机，我们知道一切照旧将会带来怎样的后果。

1963年，也就是古巴导弹危机后最严峻的冷战期间，约翰·肯尼迪总统曾经指出：“在这个星球上，人类是不可分割的，具有共同的脆弱性，这是我们这个时代不容争辩的事实”²。当时，笼罩全世界的是核屠杀的魔影，四十年过后，笼罩着我们的则是气候变化危机，这已是不争的事实。

气候变化使人类面临着双重灾难的威胁。首先，气候变化直接威胁人类发展。世界各国人民都受气候变化的影响，但那些最贫困的人们将首当其冲，受到最直接的危害，资源的匮乏往往使他们束手无策。这一灾难离我们并不遥远。如今，这一灾难已显山露水，它减缓了我们实现千年发展目标的进程，加

剧了各国内部以及各国之间的不平等。如果对此置之不理，人类发展将在21世纪跌入倒退的深渊。

第二，气候变化将给未来带来灾难。同冷战期间的核对峙一样，气候变化不仅威胁贫困的人们，也威胁着整个星球，威胁着我们的后代。目前我们所走的是一条不归路，必将导致生态灾难。全球变暖的速度，变暖的准确时间，以及产生怎样的影响目前还不得而知，但是，地球巨大冰盖的瓦解正在加速，海洋正在变暖，雨林系统正在崩溃，其他一些后果业已成为现实。这些危险有可能引发一连串的后果，彻底改变我们星球的人文和自然地理状况。

我们这一代有能力也有责任改变这种后果。直接危险正在向世界上最贫困的国家及其最弱势群体严重倾斜。然而，没有永远风平浪静的港湾。富裕国家及其人民尽管没有直接面对日渐逼近的灾难，但最终也难以避免这些灾难的影响。因此，预先采取措施缓和气候变化的影响。因此，预先采取措施缓和气候变化将是全人类（包括发达国家后代）避免未来灾难的基本保障。

地球吸收二氧化碳和其他温室气体的能力正在受到严重影响

气候变化的核心问题是地球吸收二氧化碳和其他温室气体的能力正在受到严重影响。人类生活已超出了环境的恢复能力，在生态方面，人类已经欠下了后代无力偿还的巨债。

气候变化促使人们以一种全新的视角思考人类的相互依存性。不管何种原因将我们分开，人类共享地球，就如同复活节岛的岛民一同分享他们的岛屿一样。连接人类社会的纽带没有国界之分，也不受代与代之间的限制。任何国家，不论大小，都不能无视他人的命运，将今日的行为给未来人造成的后果抛诸脑后。

我们的后代将以我们面对气候变化做出的反应来衡量我们的道德价值。这种反应将成为当今政治领导人如何采取行动信守诺言、消除贫困并建设更包容世界的证据。如果我们的行为使大部分人类更加边缘化，那么就是对国家之间社会公平与公正的蔑视。气候变化还向我们提出一个尖锐的问题——如何看待我们与后代之间的关系。行动是张晴雨表，反映了我们对跨代社会公平与公正的承诺，是后代对我们的行为做出评断的依据。

有些迹象令人鼓舞。五年前，气候变化怀疑论大行其道。气候怀疑论者得到了大型公司的慷慨赞助，他们的理论受到媒体大肆宣扬，某些政府也对他们言听计从，从而误导了公众的理解。今天，每位诚信的环境科学家都认为气候变化已是一项严重的事实，而且气候变化与二氧化碳排放有关。世界各国政府也认为如此。科学上达成一致并非意味着对全球气候变暖原因及后果的争论就此结束：气候变化科学所研究的是可能性，而非必然性，但至少如今的政治辩论是以科学为依据的。

然而，科学证据与政治行动之间存在着很大差距。到目前为止，绝大

多数政府都没有达到气候变化减排要求。最近，政府间气候变化专门委员会(IPCC)公布了第四次评估报告。大多数政府都对此有所反应，承认气候变化毋庸置疑，需要采取紧急行动。八国集团(G8)连续召开了会议，重申采取具体措施应对气候变化的必要性。他们承认巨轮似乎正朝着冰山航行，这是个不祥的征兆。遗憾的是，他们还没有断然采取措施，为温室气体确定一条新的排放路线。

时间所剩无几，这是不争的事实。气候变化这一挑战必须要在21世纪得到解决。目前尚没有什么技术能够立竿见影。虽然时间跨度很长，但这绝不能成为敷衍和犹豫不决的借口。为找到有效的解决方案，各国政府必须解决全球碳预算中的存量与流量问题。由于排放增加，温室气体存量日益上升。但是，即使我们从明天开始停止排放，温室气体存量的下降速度也十分缓慢。这是因为二氧化碳排放后将长时间停留在大气中，而气候系统的反应却很缓慢。这种系统固有的惰性意味着，要经过很长时间，今天碳减排的效果才能显示出来。

成功减排的机会大门正在关闭。在不造成危险气候变化的前提下，地球吸收二氧化碳的能力是有限的，而我们正在逼近这一限度。我们只有不到10年的时间确保这扇机会之门依然敞开。这并不是说我们还有10年的时间来决定是否采取行动和制定相应的计划，而是说我们要在这段时间内向低碳能源系统过渡。这是一个高度不确定的领域，但确定的是：如果下个10年仍然像过去10年一样，那么世界将难逃原本可以避免的“双重灾难”：近期人类发展倒退和后代面临生态灾难的危险。

如同复活节岛遭遇的灾难一样，结果是可以避免的。目前《京都议定书》的承诺期将于2012年结束，借此机会，我们可以制定多边战略，重新界定全球

生态依存关系的管理方式。各国政府在协商议定书时指出，首先应确定21世纪的可持续碳预算，并在承认各国责任“共同但又有差别”的情况下，制定碳预算的实施战略。

要想取得成功，世界上最富裕国家必须发挥带头作用：这些国家的碳足迹是最深的，但同时具备尽快进行大幅度减排的技术和资金能力。但是有效的多边合作框架要求所有排放大国——包括发展中国家——都积极参与。

为了避免危险的气候变化，我们应首先建立一个兼顾紧急与公正的联合行

动框架。

本章将阐述未来挑战的严峻性。第一部分分析了气候变化与人类发展之间的关系；第二部分探讨了气候学发现的种种证据和对气温变化的设想；第三部分详细说明了各国不同的碳足迹；第四部分借助气候模型成果，对比了目前排放趋势和21世纪的可持续排放路径，考察了向更可持未来过渡的成本；第五部分对可持续排放路径与一切照旧的选择方案进行比较；本章最后阐述了采取紧急行动，缓解并适应气候变化所具备的道德与经济依据。

特殊供稿

团结一致，战胜气候变化

《2007/2008年人类发展报告》的发布正值气候变化最受关注的时候。尽管气候变化早就列入国际议程，但却刚刚开始得到应有的关注。联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）最近的一项发现表明，全球气候变暖趋势不容置疑，而人类活动是导致气候变暖的直接原因。

气候变化给人们造成了日益严重的危害。这本报告为我们敲响了警钟，使我们正视眼前的危险：气候变化将会带来“双重灾难”。首先是世界贫困人民的发展倒退，接着是全人类长期遭受威胁。

这些灾难就在眼前。海平面不断上升，热带风暴来势汹汹，数百万人民背井离乡。生活在干旱地区的人们，本已不堪重负，却不得不面对愈发频繁、愈发严峻的旱情。冰山消融，全球水供应也岌岌可危。

尽管全球变暖带来的恶果才初露端倪，世界上的贫困人民就已遭受了种种灾难，实现千年发展目标也因此受到了阻碍。然而，从长期来看，面对气候变化带来的危险，无论贫富都不能幸免。

我坚信，我们今天对这一挑战的应对将给我们生活的时代、给我们本身带来重大影响。我也认为，气候变化是联合国最亟待解决的全球挑战。我

个人也因此将同各成员国协同合作，保证联合国充分发挥作用作为工作重点。

要应对气候变化，就要在两方面采取行动。首先，人类要采取更多的措施减少温室气体排放。工业化国家尤其需要减排。针对发展中国家，要进一步激励它们限制温室气体排放，同时要保证它们的经济增长，消除贫困，使它们能更多的投入到应对气候变化中来。

其次，在全球范围内开展适应气候变化也是必须的。许多国家——尤其是那些抵抗力最弱的发展中国家——需要其他国家伸出援手，提高它们的适应能力。另外，还要大力推进技术革新，抵御气候变化带来的危害，实现现有可再生技术具有生态可行性，同时促进技术的迅速传播。

气候变化威胁着整个人类大家庭，但我们也因此有机会走到一起，共同应对全球问题。我希望，我们能团结一心，共迎挑战，把更美的世界留给后人。



联合国秘书长 潘基文

21世纪,气候变化将是影响人类发展前景的决定性因素之一

1.1 气候变化与人类发展

人类发展是关于人的发展,关于如何增强人的能力,扩大人的实际选择和实质自由,有了选择和自由,人们才能过上他们所珍视的生活。人类发展中的选择与自由并非不受限制³。贫困潦倒、疾病缠身或者目不识丁的人们,无论从哪种意义上来说,都无法过上所希望的生活。同样,公民权和政治权可以影响改变人们生活的决策。如果人们丧失了这样的权利,也难以过上想要的生活。

21世纪,气候变化将是影响人类发展前景的决定性因素之一。全球变暖将影响生态、降雨、温度和天气系统,最终直接影响所有国家,任何人都无法幸免于难。但是有些国家和人民更容易受到冲击。从长期来看,全人类都将面临着这些风险,但是全球最贫困的人口最不堪一击,是这种风险的最直接受害者。

气候变化将使人类发展不足的世界雪上加霜。气候变化对未来影响的时间、性质和规模尚难确定,但可以预计,全球变暖必将加剧现有的种种不利因素。人们居住和谋生手段的结构将成为他们处在不利地位的明显标志。世界上的穷人们集中在生态脆弱的地区、旱涝灾害高发区和生活极不稳定的城市贫民窟中,他们尤其容易遭受气候变化带来的危险,并且缺乏处理这些危险的资源。

背景

与其他因素相比,气候变化对人类发展的影响取决于局部气候效应的差异、应对能力的社会经济差异和公共政

策选择。在分析气候变化设想之前,首先需要了解人类发展的背景。

首先是一些常常被人们忽视的好消息。自1990年《人类发展报告》首次出版起,人类发展取得了一些可喜的进步,当然这种进步是不平衡的。1990年到2004年,发展中国家每日生活费不足1美元的人口比例从29%下降到18%,婴儿死亡率从106‰下降到83‰,平均寿命提高了3岁。教育也取得了进步,1999年到2005年,全球小学毕业率从83%上升到88%⁴。

经济增长为持续减贫创造了条件,许多国家的经济增长速度都有提高。在这种强劲的增长势头下,1999年到2004年,极端贫困人口减少了1.35亿。这些进展在很大程度上得益于整个东亚的发展,尤其是中国的发展。最近,印度一跃成为经济高速增长的国家,20世纪90年代中期以来,其人均收入平均增速为4~5%,为加速人类发展创造了众多机会。撒哈拉以南非洲国家尽管在许多方面还很落后,但也取得了一些进步。自2000年以来,经济增长加快,该地区的极度贫困人口比例终于有所下降,但绝对数量仍然没有减少⁵。

另外也有些坏消息令人担忧。气候变化将使人类发展普遍不足,贫富差距显著的世界雪上加霜。全球化进程给部分国家和地区带来了前所未有的机遇,但其他国家和地区却远远滞后。在有些国家——如印度,经济的飞速增长在一定程度上促进了减贫进程,改善了营养状况;但在有的国家——包括大多数撒

哈拉以南非洲国家，经济增长过于缓慢且发展不均衡，难以在减贫方面保持快速进步。大多数亚洲国家都实现了高速增长，但就目前趋势来看，大多数国家仍然无法实现2015年前减少极端贫困人口和解决其他地区匮乏问题的目标。

本报告其他部分将更详细探讨人类发展状况。气候变化带来了一个重要问题：本已贫弱不堪的国家尤其要遭受愈来愈多的风险。

- **收入贫困** 目前，全世界仍有约10亿人口挣扎在生存的边缘，他们每天的生活费不足1美元，还有26亿人口（占世界人口40%）每日生活费不足2美元。除东亚外，大多数发展中地区减贫进程缓慢，无法在2015年前将极度贫困人口减半的目标。除非从2008年开始加速减贫，否则很可能将有约3.8亿人口无法实现该目标⁶。
- **营养** 根据估计，发展中国家约有28%的儿童体重不足或发育迟缓。在这方面存在严重问题的主要是南亚和撒哈拉以南非洲——这两个地区都难以在2015年前营养不良人口减半的目标。印度经济高速增长固然令人欣喜，但是经济增长并没有加速减轻营养不足的问题。半数农村儿童的体重偏轻——与1992年的比例无甚差别⁷。
- **儿童死亡率** 在降低儿童死亡率方面所取得的进步比其他方面逊色。每年约有1000万名5岁以下的儿童死亡，其中绝大多数死于贫困和营养不良。在世界银行监测的147个国家中，只有约32个国家有望在2015年前实现将儿童死亡率减少三分之二的千年发展目标⁸。在南亚和撒哈拉以南非洲地区普遍难以实现这一目标。按照目前的趋势，如果不能实现千年发展目标，2015年的死亡人数将增加440万⁹。

- **健康** 传染病仍然威胁着全世界贫困人口的生命。约有4,000万人感染了艾滋病，2004年因此死亡的人数达300万。每年有3.5亿至5亿人口染有疟疾，死亡人数达100万；在疟疾致死的人数中，非洲人口占90%，而非洲儿童占感染人数的80%以上¹⁰。

人类发展中的这些问题说明全球不平等问题还很严重。全球40%的人口每天生活费不足2美元，其收入只占全球收入的5%，而最富裕的20%占全球收入的四分之三。整个撒哈拉以南非洲都很滞后：到2015年该地区贫困人口占全球贫困人口的比例将从1990年的五分之一上升到三分之一。

各国内部的收入不平等也在加剧。收入分配影响经济增长转化为减贫效果的速度。全球有80%以上的人口收入差距正在加大。由此产生的后果之一是，实现同样的减贫目标需要更高的增长速度。根据一项分析结果，实现同样的减贫目标，发展中国家经济发展速度必须比1990年以前高出两倍以上¹¹。

分配不均与不平等加剧相互作用，共同产生叠加效应。在五分之一最贫困的发展中国家中，儿童死亡率下降的速度是最富裕国家平均速度的一半，这说明在营养和享受医疗服务方面，还存在着严重的不均衡¹²。在全球城市化日益加快的进程中，城乡差距仍然很大。每日生活费不足1美元的世界人口中，农村人口占四分之三，全球营养不良人口中，农村人口也大约也占四分之三¹³。但城市化并非意味着人类进步。城市贫困区的增长速度大大超过了城市增长速度。

全球环境状况是气候变化和人类发展之间的关键一环。2005年，联合国“千年生态系统评估”对全球关键生态系统（包括红树林沼泽、湿地和森林）退化问题予以关注。这些生态系统，以及依赖这些生态系统的人们极易受到气候变化的影响。

全球化进程给有些国家和地区带来了前所未有的机遇，但其他国家和地区却远远滞后

随着全球温度的上升,局地降雨格局正在发生变化,生态带正在转移,海洋正在变暖,冰盖正在融化

气候变化日益受到关注,在这种情况下,有必要根据人类最初的发展条件来分析复杂的未来情况。气候变化是全球现象,不能机械地根据全球设想,或根据全球平均温度的预计走向来推断气候变化对人类发展的影响。气候变化所带来的风险正在递增,人们(以及各国)应对这种风险的弹性和能力各不相同,适应能力也存在着差异。

应对风险能力的差异将进一步加剧机遇方面的差异。随着气候变化所带来的风险日益增多,它们将同现有的劣势格局相互作用。千年发展目标的日期为2015年,在其后几年乃至几十年的岁月里,人类持续发展的前景将会直接受到威胁。

危险的气候变化——人类发展的五个“临界点”

全球平均气温已成为衡量全球气候状况的常用指标¹⁴。这一指标向我们揭示了一些重要信息。我们因此了解到全球正在变暖,自工业时代以来,全球平均气温已经上升了0.7℃(1.3°F)左右;我们还了解到这一趋势正在加剧:全球平均温度正在以每10年0.2℃的速度增长。随着全球气温的上升,局部降雨格局正在发生变化,生态带逐渐转移,海洋日益变暖,冰盖不断融化。全世界不得不适应气候变化。在非洲之角,适应气候变化将意味着妇女需要在季里步行到更远的地方取水;在孟加拉国和越南,适应气候变化意味着有些农民必须应对日益频繁的风暴洪涝和因此带来的种种损失。

十五年前,《联合国气候变化框架公约》为多边行动确定了总目标。其中包括:将大气中的温室气体浓度稳定在“能够防止气候系统因人为干扰而受到威胁的水平”。防止危险的指标包括在一定时间范围内实现稳定,在这个时间范围内,生态系统能够自然适应气候变化,粮食生产能免受威胁,且经济保

持可持续发展。

“危险”的定义

气候变化到怎样的程度才会引起危险呢?这又引出了另一个问题:对谁造成危险¹⁵? 马拉维少数农民所面临的气候变化的危险对美国中西部的机械化大农场来说或许算不了什么。在防洪系统的保护下,伦敦和下曼哈顿的人们面对气候变化引起的海平面上升可以泰然处之,但在孟加拉国或越南的湄公河三角洲,这很可能足以引起人们的惊慌。

这些因素告诫人们不能草率地在气候变化的“安全”与“危险”之间画上一条生硬的界限。不能只是根据一系列的观测来推断气候变化是否危险。危险的界限取决于价值判断,要根据特定变暖水平下无法接受的社会、经济和生态成本来确定。对于数百万人口和众多生态系统而言,世界已经越过了危险的界限。确定未来全球温度上升的许可上限,引发了有关权力和责任的根本问题。面临最大威胁的一方能够明确表达其担忧的程度以及其心声受到关注的程度至关重要。

然而,任何气候变化缓和措施要想去的成功,除了应注意这些问题外,还应首先确定一个目标。越来越多的气候科学家就危险气候变化的临界值达成了共识,他们将2℃(3.6°F)确定为合理的上界¹⁶,这就是我们采取行动的开端。

除此之外,灾难性气候变化给未来带来的风险正在急速加剧。格陵兰和南极西部冰盖的加速融化可能使人类步入无法逆转的进程。冰盖融化将使海平面上升数米,人类将被迫进行大规模迁移。大片雨林将沦为草原,已经不断缩小的冰河将迅速萎缩。超过2℃这一临界值后,生态系统(如:珊瑚礁和生物多样性)面临的压力将进一步加剧。海洋变暖、雨林减少、冰盖融化,与之有关的复合碳反馈效应将会加速气候变化的

步伐。

跨越2℃的临界值意味着我们的后代可能面临灾难性后果。最直接的后果是，人类发展将由此受挫。在这一方面，发展中国家将陷入双重困境：它们处于热带地区，将首当其冲遭受气候变化带来的某些最严重的早期影响；农业在其社会经济中发挥至关重要的作用，是受到最直接影响的部门。更重要的是，在发展中国家，贫困和营养不良问题严重，卫生水平低。极度贫困，社会保险制度薄弱，抵御气候风险的基础设施有限，所有这些将意味着人类发展很可能会走向倒退。

从气候到停滞的人类进步——传输机制

气候变化是全球性的，但影响将是局部的。实际影响将取决于地理因素、以及全球变暖和现有气候格局之间微妙的相互作用。这些影响的范围很广，难以进行概括：撒哈拉以南的非洲地区容易遭受旱灾，而南亚地区则易爆发洪涝，两个地区面临的问题自然不同。气候格局和现存社会经济脆弱性之间相互作用的结果不同，人类发展所受的影响也不相同。然而，可以确定的是，以下五个因素尤其能够加剧风险，导致人类发展倒退。

- 农业生产力下降** 在每日生活费不足1美元的世界人口中，约有四分之三的人直接以农业为生。根据有关气候变化的推测，在撒哈拉以南非洲、南亚和东亚的部分地区，干旱和降雨情况的变化将使主要粮食作物的产量大大下降。预计到2060年，撒哈拉以南非洲旱地的收入将损失25%，收入损失总共达260亿美元（按照2003年的不变条件计算）——超过该地区所接受的双边援助。由于气候变化对农业和粮食安全的影响，到21世纪80年代，相对于没有气候影响的情况而言，
- 严重营养不良人口将增加6亿¹⁷。**
- 用水加剧** 一旦气温升高超过2℃，全球水资源分布将发生根本变化。喜马拉雅山冰山的加速融化将加剧中国北部、印度和巴基斯坦已经很严重的生态问题。冰山融化后，先是洪涝灾害更加严重，之后将是各大河系的水流减少——这些河系是重要的灌溉之源。在拉丁美洲，尤其是安第斯地区，热带冰河的加速融化将威胁城市人口、农业和水力发电的供水。到2080年，气候变化将导致全球缺水人口增加18亿¹⁸。
- 沿海洪灾和极端天气日益频繁** 政府间气候变化专门委员会预测，极端天气事件将会增多¹⁹。旱涝灾害是气候相关灾难越来越多的主要原因。2000年至2004年，平均每年约有2.62亿人受到了影响，其中98%以上是发展中国家人民。如果温度上升超过了2℃，海洋将继续升温，并引起更严重的热带气旋；旱情也将进一步加剧，威胁人们的生活，阻碍人类改善健康和营养的进程。人类过去排放的温室气体已经导致21世纪海平面上升。如果温度上升超过了2℃，海平面将加速上升，孟加拉国、埃及和越南等国的人们将流离失所，一些小岛国也会遭受洪灾。海平面的上升和热带风暴加剧将使遭受沿海洪灾的人数增加1.8~2.3亿²⁰。
- 生态系统瓦解** 根据预测，如果超过了2℃的临界值，所有物种灭绝速率都将提高，当温度上升达到3℃时，20~30%的物种将处于灭绝的“高危”险境²¹。珊瑚礁生态系统已经不断衰减，将来还会遭到大量“漂白”，导致海洋生态发生改变，生物多样性和生态系统服务功能大规模灭失。这将数亿以渔业为生的人们将造成不利影响。

由于气候变化对农业和粮食安全的影响，到二十一世纪八十年代，严重营养不良人口将增加6亿

人类发展与总体环境问题——特别是气候变化——有着怎样的关系呢？过去的政策讨论往往会让我们认为人类发展需求与环境保护是水火不相容的。我们的注意力通常集中在全球环境恶化趋势——如全球变暖和其他令人担忧的气候变化现象——与经济发展相伴而来，如：工业增长、能耗增加、更集中的灌溉、商业性砍伐以及与经济扩展有关的其他活动。从表面上看，发展进程似乎导致了环境恶化。

但另一方面，热衷于发展的人们常常指责环保人士“反发展”，因为环保人士常常以所谓的对环境不利为由，反对一些能提高收入和减少贫困的举措。不管两个阵营的界限分明与否，它们之间多少都有些剑拔弩张的意味，一方主张减贫和发展，另一方拥护生态和环保。

发展与可持续环境之间的矛盾是千真万确，还是妄加臆断？人类发展观是否能为我们提供某些启示呢？当然可以，这种观点可以为我们提供很多启示，其核心是：发展是从实质上扩大人类的自由，这也是人类发展的初衷。从这一更广泛的视角来看，要对发展做出评价，就不能不思考人们所能拥有的生活和享有的实际自由。发展不仅仅是实现提高便利水平（如提高国民生产总值个人收入）这样的单一目标。从一开始，有关人类发展观的文献就纳入了这一基本理念，这对我们今天澄清环境可持续性的问题至关重要。

我们要从人类实际自由这一更宽泛的角度看待世界，认识到这一必要性后，一切都将豁然开朗——不能撇开生态和环境问题谈发展。实际上，人类自由的重要部分和影响人类生活质量的关键因素都有赖于良好的环境，包括我们呼吸的空气、饮用的水、我们生活其中的周遭环境等。发展必须考虑到环境，“发展和环境势不两立”的观点违背了人类发展观的核心原则。

人们有时会将环境误认为一种能够进行衡量的“自然”状态，如：森林覆盖率、地下水位等，但这种理解是有缺陷的，原因如下。

首先，环境的价值不只是“有”与“无”的问题，还在于环境实际上给人类提供的机会。在评价环境的充裕程度时，环境对人类生活的影响同其他因素一样应被纳入考虑范围。实际上，远景报告——《我们共同的未来》（1987）已明确了这一点，该报告由格罗·布伦特兰担任主席的世界环境与发展委员会准备，它将持续满足人类“需要”作为重点。事实上，除了布伦特兰报告所关注的人类“需要”外，我们还可以放宽眼界，将更广义的人类自由纳入考虑。根据人类发展的观点，重要的不只是人们的“需要”得到满足，而是人们可自由做其有理由要做的事，即便不能扩大这种自由，也应保持这种自由。

当然，人们有理由满足自身需要，人类发展观的最基本应用（如，对人类发展指数的简单应用）正是对这种需要的关注。但自由的含义远非如此，更全面的人类发展观在考虑人们的行为自由时，不只是关注满足其自身需要的自由。比如，人类可能看上去并不需要斑点猫头鹰，但如果他们有理由阻止该物种的灭绝，那他们就有这么做的自由，这种自由的价值就是对人类行为做出评判的依据。人类保护某种动物，使其免遭灭绝之灾，并不一定是因为人类在某方面“需要”这些动物，而是我们认为让现有物种永久消失并不是什么好事。

特殊供稿

气候政策与人类发展

防止物种灭绝是人类发展观不可分割的部分。事实上，如果负责任地对气候变化进行思考，那么保持生物多样性很可能是我们所要关心的问题之一。

其次，环境不只需要被动保护，更要求人类积极努力。我们不能只根据现有的自然条件来思考环境问题，因为环境也包括人类创造的成果。如，净化水就是改善生活环境的措施之一。消除流行病就是人类改善环境的一个典型例子，如：消除天花和疟疾——人类已经根除了天花，如果齐心协力，不久疟疾也将销声匿迹。

然而这些积极的方面并不能改变眼前的事实：社会经济发展进程也能在很多方面带来严重的破坏。我们必需明确并坚决制止这些负面影响，加强人类发展积极、有建设性的影响。尽管在人类发展过程中，很多人类活动可能都造成了破坏性后果，但如果及时采取行动，人类有能力抑制和扭转其中很多不良的后果。

人类必需进行有效的人为干预，制订阻止环境破坏的政策。如，提高妇女受教育水平、提高妇女就业率将有助于降低人口出生率，从长期来说，这可以减轻全球变暖压力，减缓自然栖息地受破坏的速度。同样，扩大学校教育和提高教育质量可以提高我们的环境意识。加强交流、扩大媒体宣传力度可以让我们更清楚地意识到以环境为导向进行思考的必要性。

实际上，为确保环境的可持续性，公共参与非常重要。我们应进行反思、综合协商，作出评价，而不能将人类评估这一重要问题简化为技术论者的公式计算。如，我们可以思考一下目前正在讨论的“贴现率”问题，该讨论旨在通过“贴现率”，来权衡当前牺牲和未来安全的关系，其核心是对一定时期内的得失进行社会评估。这实际上是一个需要深思熟虑，需要公众研究商议的问题，而不只是根据某个简单公式得出机械的决定方案。

也许最让人担心的是，任何对未来的预测必然存在着不确定性。因此，我们应该慎重对待关于未来的“最佳推测”，因为一旦推测错误，就将导致世界极其不稳定。甚至有人担心，如果不及时采取措施，那些原本可以防止的问题有可能成为几乎无法逆转的灾难，不管后代做出何种努力，都将无济于事。其中有些问题对发展中世界的破坏性影响可能尤其严重（如，海平面上升导致孟加拉国部分地区和马尔代夫全国被淹没）。

这些问题迫切需要公众思考和讨论，在公众中间展开这种讨论是人类发展观的一项重要内容。在讨论传统的匮乏和持续贫困问题时，我们需要公众参与，同样在应对气候变化和环境危机时，我们也需要公众参与。人类的特征（这也许是最重要的特征）就是思考和相互讨论的能力，以及做出决定并付诸实施的能力。我们要充分利用人类这一得天独厚的能力，这不仅是为了共同消除传统意义上的贫困和匮乏问题，也是为了合理地保护环境，这是人类发展两项不可或缺的内容。



阿玛蒂亚·森

到2080年,气候变化将导致全球缺水人口增加18亿。

- **健康风险加大** 气候变化将从各方面影响人类健康。全球感染疟疾人口将增加2.2~4亿。撒哈拉以南非洲的风险率将提高16~28%，该地区死亡数占总死亡人数的90%左右²²。

不能孤立地看待这五个促使人类发展倒退的因素。它们相互作用的结果，再加上现存的人类发展问题，导致严重的螺旋式下降。虽然这一进程在很多国家已显而易见，但一旦跨越2℃的临界值就会发生质的变化，生态、社会和经济将遭受更大的破坏。

这种变化将对人类长期发展的前景产生重要影响。气候变化的设想只是让我们对未来有一个大概的印象。这些设想并不能使我们预测具体气候事件发生的具体时间和地点，但能让我们对各种与新气候格局有关的大致可能性有一个推测。

从人类发展的角度来说，这些结果将会使不利条件随时间推移逐渐累积。第2章将对住户调查数据进行详细分析，并通过模型来说明这一过程。结果明确

显示：人类不知不觉地为气候变化付出了代价。如：在埃塞俄比亚，在干旱地区出生的儿童发生发育迟缓的几率要比同期出生在非干旱地区的儿童高41%，对于200万埃塞俄比亚儿童来说，这意味着能力发展机会的减少。重要的是，即使更频繁的旱灾只造成了小小的风险增加，人类发展也会出现大倒退。气候变化将会带来大规模的增量风险。

并不是所有因气候变化带来的人类发展成本都可以通过量化结果进行衡量。从根本上来说，人类发展也是指人们能在影响其生活的决策方面拥有。诺贝尔奖得主阿马蒂亚·森（Amartya Sen）在将发展作为自由进行阐述时指出，人类是社会变革的主体，他强调了“在给定个人和社会情况下，允许行动和决策自由的进程，以及人们实际拥有的机会”²³。气候变化严重剥夺了行动自由、削弱了人的力量。一部分人类（大约有26亿最贫困人口）将不得不面对他们无力抗拒的气候变化，这种气候变化的力量将取决于各国的政治选择，而他们对此没有发言权。

1.2 气候科学与未来展望

了解21世纪人类发展面临的挑战，首先要了解气候变化方面的科学证据。有关这方面的科学文献很多。在此，我们将重点关注政府间气候变化专门委员会已经达成的共识，同时关注影响未来的各方面不确定因素。在对气候变化情况下的未来进行分析时，有很多“已知的未知”事件——这些事件可以预测，但却无法确切知道其时间或规模。科学家无法确定地球生态系统将对人类排放的温室气体做何反应，这并不是为奇：

这种实验是前所未有的。

一个“已知”的事件就是我们所走的道路，如果不予以纠正，极有可能导致危险的气候变化后果，使短期内的人类发展倒退演变成长期的生态灾难。

人类导致的气候变化

在整个历史长河中，地球摇摆在冷暖交替之间。气候变化归因于各种“气候作用力”，包括：轨道变化、日光变

化、火山活动、水蒸汽和温室气体（如二氧化碳）的大气浓度。如今，我们看到的变化的速度更快，其强大的规模和模式是无法用自然循环解释的。

全球表面平均温度是衡量气候变化最重要的指标。在过去1,300年里所有的“50年期间”中，最近半个世纪的温度可能是最高的。最近的间冰期大约始于12,000年前，目前世界温度已经达到或接近这一期间的最暖纪录。有充分的证明显示，气温升高正在加快。1850年以来的12个最暖的年份中，11个年份是在1995~2006年期间。在过去的100年当中，地球温度上升了0.7℃。尽管每年的差异很大，但是如果以10年作为一个间隔期，那么过去50年的线性变暖趋势几乎是过去100年的两倍（图1.1）²⁴。

有大量的科学证据显示，温度升高与大气中二氧化碳和其他温室气体浓度有关。这些气体保留了部分外流的太阳辐射，因此提高了地球的温度。有了这种自然的“温室效应”，我们的星球才适合人类居住：要是没有这种效应，地球温度将低30℃。在地球以前的四次冰川和变暖周期中，大气中的二氧化碳浓度和温度之间有很强的相关性²⁵。

与以往的变暖周期不同，在当前的变暖周期中，二氧化碳浓度提高的速度很快。从工业化之前起，大气中二氧化碳存量提高了三分之一——至少在过去的20,000年中，这种增速是史无前例的。对冰芯的研究显示，目前大气浓度已经超过过去650,000年的自然极差。在二氧化碳存量增加的同时，其他温室气体浓度也在提高。

目前变暖周期的温度变化并不特别，特别的是，人类首次使周期发生了决定性的变化。过去的50多万年以来，随着燃烧和土地用途的变化，人类一直在向大气中排放二氧化碳。但是，气候变化可归结于能源使用的二大变革。首先，水力被煤炭所取代，煤炭是大自然

上百万年来凝聚而成的，可为新的技术提供动力，推动了工业革命，使生产力得到前所未有的提高。

第二大变革发生在150年后。几千年以来，石油一直是人类的能源之一：中国在4世纪时就有了油井。但直到20世纪初，石油才用于内燃机，从而引发了一场交通革命。煤炭、石油和天然气的燃烧改变了人类社会，极大地促进了财富和生产力的提高。但是，同时也导致了气候变化。

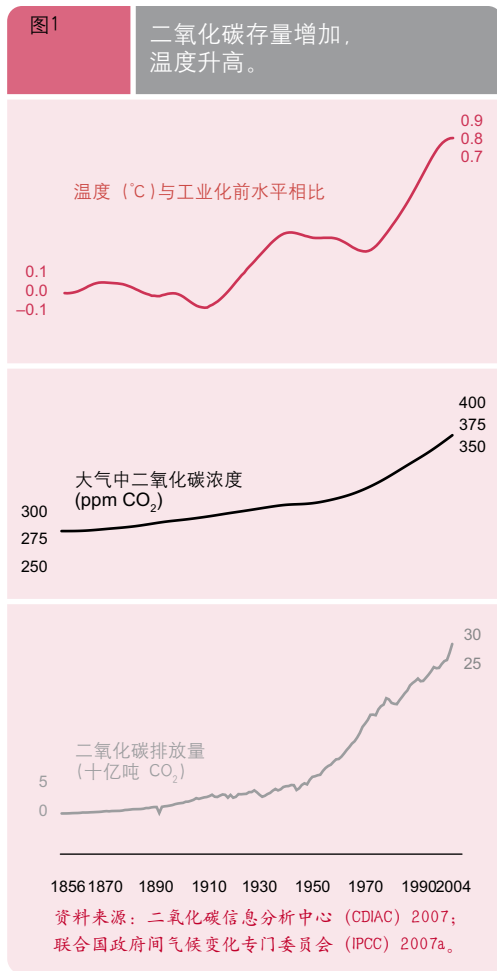
近些年来，人们对人类活动是否导致全球气候变暖的问题展开了长期争论。有些科学家认为自然周期和一些其他因素更为重要。尽管某些自然因素，如火山活动和太阳强度基本能够解释19世纪初全球的温度趋势，但却无法解释自那时起温度上升的问题。其他说明全球气候变暖的原因也站不住脚。如，有人认为最近气温变化不是温室气体排放造成的，而是由于太阳辐射输出和宇宙射线的增加造成的。然而，人们对此主张进行详细研究后发现，在过去的20年中，太阳辐射输出不但没有增加，反而有所降低，但地球温度却上升了²⁶。

对于气候变化原因的争论也许会持续下去。但不久前，科学评审委员会对核心问题做出了结论。政府间气候变化专门委员会最近的评估更证实了这一结论，评估认为“如果没有外部因素，几乎无法解释全球气候变化。”²⁷换句话说，观察到的变暖现象有90%的可能是由人类排放的温室气体造成的。

全球碳核算—存量、流量与碳汇

气候变化让我们想起了一个时常被遗忘的事实。人类活动发生在没有国界之分的生态系统中，对这些系统的不可持续管理不仅会对环境造成影响，也会对今天和未来人们的健康生活造成影响。从本质上讲，恶劣气候带来的威胁说明全球范围内的生态资源管理不善。

最近的间冰期大约始于12,000年前，目前世界温度已经达到或接近这一期间的最暖纪录



人类能源体系与全球环境系统相互作用的方式十分复杂。燃烧化石燃料、改变土地用途以及其他活动释放出的二氧化碳在大气、海洋和陆地生物圈中不断循环。当前温室气体浓度等于以往排放总量，减去化学和物理吸收量之后的净量。地球土壤、植被和海洋是巨大的“碳汇”。二氧化碳排放是温室气体浓度增加的主要原因。其他长期滞留在大气中的温室气体（如工农业生产排放的甲烷和二氧化氮）与二氧化碳混合。总温室效应或“辐射驱动”效应通过二氧化碳当量（CO₂e）衡量²⁸。在过去40年中，温室气体的辐射驱动持续增长，增长速度比工业革命前任何时期的速度至少高6倍。

全球碳循环可通过简单的正、负流量体系表示。2000年到2005年，平均每年排放到大气中的二氧化碳达260亿吨。

其中约有80亿吨二氧化碳被海洋吸收，另有30亿吨被海洋、陆地和植被消除。净效应为：地球大气中温室气体存量中每年增加150亿吨二氧化碳。

2005年，全球二氧化碳浓度平均为百万分之三百七十九（ppm）左右，另外，按照辐射驱动效应衡量，其他在大气中长期存在的温室气体浓度大约为百万分之七十五（ppm）。但是，由于悬浮颗粒的冷却作用，人类排放的温室气体所产生的净效应减少了²⁹。至于冷却效应如何，还非常不确定，根据政府间气候变化专门委员会的数据，它们大致相当于非二氧化碳温室气体所增加的温度³⁰。

二氧化碳大气浓度正在急剧上升³¹，大约每年升高1.9ppm。在过去10年中，单是二氧化碳浓度的年增长率就比过去40年的平均水平快30%左右³²。事实上，在工业化以前的8,000年里，大气中二氧化碳的浓度只提高了20ppm。

有时，人们将碳汇的现有吸收率与“自然”吸收率混为一谈。实际上，碳汇已经不堪重负。以世界上最大的碳汇—海洋为例。海洋每年自然吸收的二氧化碳只比其释放的二氧化碳多1亿吨。如今，它们每年还要额外吸收20亿吨的二氧化碳，比自然吸收率高出20倍³³，其结果是，生态遭到严重破坏。海洋的温度和酸度都不断提高。酸度升高会对碳酸盐造成破坏，而碳酸盐是珊瑚和海洋食物链开端小生物的重要构建元素之一。按照目前的趋势，未来二氧化碳排放给海洋所带来的化学状态将是过去3亿年中从未有过的（短暂灾难性事件除外）³⁴。

将来温室气体存量蓄积速度将取决于排放量与碳汇之间的关系。两者的前景都不乐观。到2030年，温室气体排放量将比2000年的水平高出50~100%³⁵。同时，地球生态系统吸收这些排放物的能力可能会下降，这是因为气候和碳循环之间的反馈结果可能正在削弱世界海

大气中二氧化碳浓度正在急剧上升。

洋和森林的吸收能力。如，海洋温度的提高导致吸收二氧化碳能力下降，温度升高和降雨减少可能会使雨林缩减。

即使不考虑未来碳吸收能力的不确定性，温室气体存量也正在迅速提高。事实上，我们正在打开水龙头朝着已经溢流四溅的浴池灌水，二氧化碳排入被停滞在大气中的速度可以反映这一点。

气候变化设想——已知的、未知的以及不确定的

未来世界气候必然发生变化。随着排放量的增加，大气中温室气体的存量正在上升。2004年，所有温室气体排放量约为480亿吨二氧化碳当量，比1990年增加了五分之一。温室气体浓度的提高意味着全球温度将继续升高。升高的速度和温度变化的最终水平将取决于二氧化碳和其他温室气体的浓度。

气候模式无法预测全球变暖将会发生怎样的具体事件，但可以模拟平均温度变化概率的极差。尽管建模本身是一项极其复杂的工作，但我们可以得出一个简单的结论：按照温室气体浓度的目前趋势，全球气候变化将可能远远超过2℃的临界值。

世界正在变暖

瑞典物理学家斯旺特·阿伦休斯(Svante Arrhenius)是气候科学先驱之一，他指出，如果地球大气中的二氧化碳存量增加一倍，全球平均温度将提高4~5℃——这一预测结果的精确度令人称奇，只比政府间气候变化专门委员会最近的模型预测结果略高一点³⁶。阿伦休斯认为，大气浓度达到工业化之前水平的两倍大约需要3,000年。然而按照目前的趋势，到21世纪30年代中期这一节结果就将出现，届时大气浓度将达到550ppm左右。

未来温度的升高取决于温室气体存量的稳定点。但不管稳定在什么水平

上，都要求人类减少排放量，达到在不破坏碳汇生态系统的前提下，排放量与二氧化碳被自然吸收的速度相符。排放量高于这一速度的时间越长，蓄积存量的稳定点就越高。长期来看，在不对碳汇生态系统造成持续破坏的情况下，地球自然清除温室气体的能力很可能介于10~50亿吨二氧化碳当量之间。目前的排放量在480亿吨二氧化碳当量左右，比地球承载能力高出10~50倍。

如果排放水平继续按照目前的趋势增加，那么到2035年，存量将按照每年4~5ppm的速度增长——几乎比现有速度高一倍。蓄积存量将升到550ppm。即使排放速度不进一步提高，温室气体存量也将在2050年前超过600ppm，到21世纪末超过800ppm³⁷。

为了给21世纪确定一个比较可信的排放路径，政府间气候变化专门委员会已经设定了六种设想。这些设想方案因人口变化、经济增长、能耗模式和减排的假设而各不相同。但没有一个情景显示稳定点低于600ppm，三个设想显示温室气体浓度在850ppm或以上。

稳定点与温度变化之间的关系尚不明确。政府间气候变化专门委员会的设想确定了21世纪温度变化的大致极差，每个极差内都有一个“最佳估计”的指标(表1.1和图1.2)。如果纳入从工业时代之初至1990年期间增加的0.5℃³⁸，这一最佳估计值介于2.3~4.5℃之间。根据政府间气候变化专门委员会预测，如果大气浓度加倍，最大的可能性就是温度上升3℃，当然“温度上升大大超过4.5℃也不能除外”³⁹。换句话说，政府间气候变化专门委员会的所有设想都显示，未来温度上升必然超过2℃的临界值，导致危险的气候变化。

走向危险气候变化

政府间气候变化专门委员会为21世纪确定的最佳估计极差可能低估了了问

题的严重性，这表现在两个重要方面。首先，气候变化不只是21世纪的现象。二氧化碳和其他温室气体浓度上升导致的温度变化将持续到22世纪。其次，政府间气候变化专门委员会的最佳估计值并不排除更大气候变化的可能性。无论稳定在水平上，温度都有可能超过某一特定值。建模工作中确定的说明性概率范围包括：

- 稳定点为550ppm——这一水平比政府间气候变化专门委员会设想中的最低点还低。在这种情况下，超过危险气候变化2℃临界值的概率为80%⁴⁰。
- 稳定点为650ppm。气温上升超过3℃的概率为60~95%。有些研究预测超过4℃的概率为35~68%⁴¹。
- 稳定点在883ppm左右。完全处于政

府间气候变化专门委员会的不减排设想极差内，气温上升超过5℃的几率为50%⁴²。

概率范围是一种复杂的工具，据此我们可以了解某些对星球未来有重要作用的信息。全球上升的平均温度如果超过2~3℃将会给生态、社会和经济带来巨大的破坏，还有可能加剧灾难的风险，引起从温度变化转向碳循环的强烈反馈效应。温度上升超过4~5℃后，这一效果将会加剧，大大提高发生灾难性后果的可能性。在政府间气候变化专门委员会的三个（或以上）设想中，温度上升超过5℃的几率在50%以上。换言之，按照目前设想，世界温度上升超过5℃的可能性要比保持在2℃临界值内的可能性大的多。

了解这些风险的一个方法就是思考它们对普通人的生活意味着什么。生活中，人人都会面临风险。人们在路上开车、街头散步遭遇能造成严重伤害的事故的可能性很小。如果将这种事故的风险提高为10%以上，那么在开车或散步时，大多数人都会三思而后行：如果严重伤害的风险几率为十分之一，那么就不能掉以轻心。如果严重伤害的几率提高到50:50，首要的工作就是采取措施，降低风险。然而，我们目前的温室气体排放正在将危险气候变化变成一项确定的事实，我们极可能越过2℃这一导致生态灾难的临界值。降低风险势在必行，但人类却依然无动于衷。

按照目前的趋势，在一个世纪或稍长的时期内，全球温度上升很可能超过5℃。这一数据接近约10,000年前最后一次冰河时代结束以来增长的平均温度。那时候，加拿大和美国的大部分地区都被冰层覆盖。美国东北部和中北部的很多地方都被厚达数英里的劳伦泰德(Laurentide)冰河所覆盖。冰盖消融后形成了北美洲五大湖，并冲刷形成新的陆相层，包括长岛。北欧和亚洲西北部

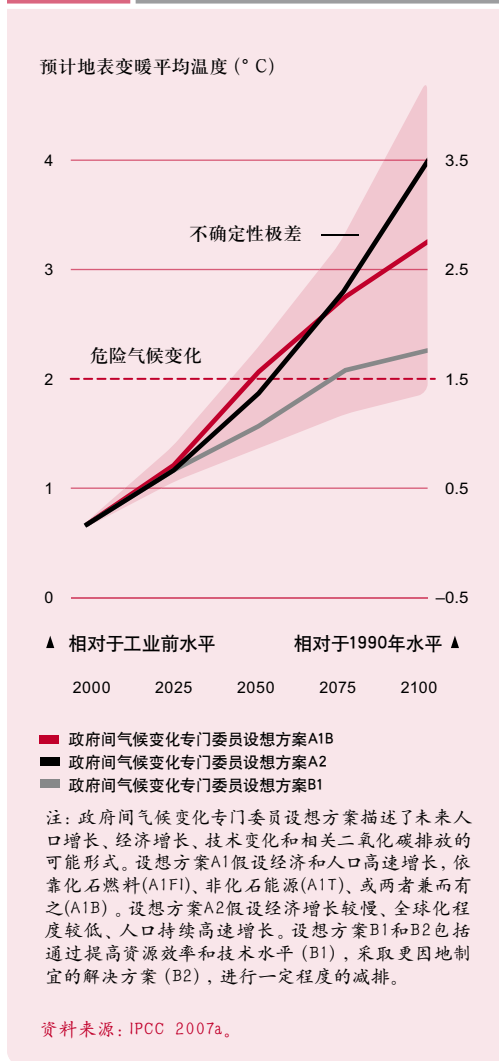
表1.1 温度极差随二氧化碳存量上升——2080年预测数据

政府间气候变化专门委员会设想方案	相对于1980~1999年平均温度(°C)	相对于工业前温度(°C)
固定年份-2000年浓度	0.6 (0.3~0.9)	1.1
设想方案B1	1.8 (1.1~2.9)	2.3
设想方案A1T	2.4 (1.4~3.8)	2.9
设想方案B2	2.4 (1.4~3.8)	2.9
设想方案A1B	2.8 (1.7~4.4)	3.3
设想方案A2	3.4 (2.0~5.4)	3.9
设想方案A1FI	4.0 (2.4~6.4)	4.5

注：政府间气候变化专门委员会设想方案描述了未来人口增长、经济增长、技术变化和相关的二氧化碳排放的可能的形式。设想方案A1假设经济和人口高速增长，依靠化石燃料(A1FI)、非化石能源(A1T)、或两者兼而有之(A1B)。设想方案A2假设经济增长较慢、全球化程度较低、人口持续高速增长。设想方案B1和B2包括通过提高资源效率和改进技术(B1)，采取更因地制宜的解决方案(B2)，进行一定程度的减排。

资料来源：IPCC2007a。

图1.2 全球温度预测：政府间气候变化专门委员会的三项设想方案



的大部分地区也被冰层覆盖。

将21世纪气候变化与最后一次冰河时代以来的过渡期进行比较应不为过。目前还没有发现同现今变暖过程直接类似的现象。但是有充分的地质证据表明：按照现有的规模和速度，温度变化将最终导致地貌的变化，同时物种分布和人文地理也会发生显著变化。

计算温室气体浓度导致温度变化的概率范围有助于确定减排目标。改变排放流量能改变温室气体蓄积的速度，从而改变超过具体温度目标的概率。但是，温室气体流量、蓄积存量和未来温度之间的关系并不简单。当今行动和未

来结果之间存在着长期的时间间隔。气候变化减排政策必须解决强大的惰性作用问题，这种力量会对减排日程产生重要影响。

- 目前排放将决定未来存量** 基本化学性质是惰性力之一。二氧化碳一经排放将在大气中长期存在。每吨排入大气的二氧化碳中，有一半将在大气中停留数百年至数千年。也就是说，18世纪初约翰·纽科门(John Newcomen)设计的第一台火力蒸气机所排放的二氧化碳至今仍存在于大气之中；1822年托马斯·爱迪生设计了世界上第一个燃煤电站，并在下曼哈顿开始使用，该电站当时排放的二氧化碳也同样存在于今天的大气之中。前人排放的温室气体，苦果由我们担，我们排放的温室气体，苦果由后人担。
- 存量、流量和稳定性** 减少温室气体存量没有立竿见影的良方。如果我们不做改变，到21世纪末世界将无法回复到温室气体浓度为450 ppm的状态。我们留给后代的温室气体蓄积量取决于连接目前与未来的排放路径。按照目前的水平排放，将不会减少存量，因为目前的水平超过了地球碳汇的吸收能力。如果排放量稳定在2000年的水平，那么到21世纪末，存量将增加200 ppm以上。由于累积的缘故，无论要实现何种稳定目标，减排速度极易因达到全球排放量峰值的时间和峰值高低而发生变化。峰值越高，达到峰值越晚，为实现特定稳定目标所需要的减排速度就越高。
- 气候系统反应缓慢** 到21世纪末，如今的行动将是影响气候变化的重要因素。但是，如今的减排举措只能到2030年以后才能明显奏效⁴³。理由是：改变排放路径不会使气候系统同时做出反应。海洋已经吸收了

前人排放的温室气体，苦果由我们担，我们排放的温室气体，苦果由后人担。

全球增温的80%左右，海平面将继续上升，而且所有中期设想都表明冰盖将继续融化。

未来扑朔迷离、“意外威胁”不断——气候变化下的灾难风险

可以预见，气候变化必然导致全球平均气温上升。这是通过气候建模工作获得的“已知”。但还有很多“已知的未知”，即可以预测，但在时间和规模方面还很不确定的事件。未来气候变化扑朔迷离，但导致灾难性后果的风险很大。

政府间气候变化专门委员会的第四次评估对可能发生的灾难事件的各种不确定性予以关注。气候变化的讨论对其中的两个事件予以重点关注。第一个是巨大的大西洋暖流传送带——经向翻转环流（MOC）。海湾流传送的热量约相当于人类目前能耗的1%⁴⁴。在这一热流的作用下，欧洲气温上升了8℃，尤其是在冬天，导致欧洲相对温和的气候和其他地方的气候受到威胁。因此，经向翻转环流的未来令人担忧。

冰河融化使更多淡水流入北大西洋，这是经向翻转环流崩溃或放慢的因素之一。切断海湾流将会使北欧步入早期冰河时代。尽管政府间气候变化专门委员会认为21世纪不大可能发生剧变，但警告说“没有把握估计经向翻转环流的长期变化”。此外，发生剧变的概率仍然介于5~10%之间。尽管根据政府间气候变化专门委员会的统计核算，这种可能性“非常小”，但考虑到这种可能带来的巨大威胁和高度不确定性，我们必须为后代的利益着想，采取预防措施。

海平面上升也是如此。政府间气候变化专门委员会设想显示，到21世纪末，海平面将上升20~60厘米。这不是一个小变化。此外，第四次评估还指出，“不排除海平面上升幅度更大的可

能性”。海平面的上升幅度取决于冰形成和融化的复杂过程以及更广泛的碳循环效应。政府间气候变化专门委员会预计，格陵兰岛巨大冰盖的持续萎缩是海平面上升的原因之一，南极冰盖的未来尚不确定。但政府间气候变化专门委员会承认，最近模式显示，现有进程可能会“加大变暖气候对南极洲冰盖的影响”⁴⁵。

这些不确定性不只是学术上所关心的问题。先看一下冰盖融化和海平面上升的证据。目前，海平面上升的主要原因是温度上升引起的热膨胀，而不是冰河融化——但这可能会发生变化。对全人类来说，格陵兰岛和南极西部冰盖的加速瓦解和最终消失也许是气候变化带来的最大威胁。最近证据显示，变暖的洋流正在使南极西部的某些冰架以每年几米的速度变薄。在过去25年中，格陵兰岛某些地区夏季冰融化的速度提高了50%以上。自2002年巨大的Larsen·B冰架崩塌以来，对南极冰架命运的担忧日益加大。最近几年，又有一些冰架迅速崩塌了⁴⁶。

导致未来不确定性的原因之一就是冰盖瓦解。与冰盖形成不同，瓦解的速度可能非常快。在北美航天局(NASA)工作的一位资深气候科学家认为，如果21世纪冰盖瓦解的情况没有改善，本世纪海平面将上升5米左右。值得注意的是，这还并没有考虑到格陵兰岛冰盖的加速融化。如果格陵兰岛冰盖完全消失，海平面将上升7米左右⁴⁷。政府间气候变化专门委员会所达成的共识可以视为最小公分母。但该委员会对风险和不确定性的评估并没有考虑冰盖最近加速融化这一事实，也没有考虑大规模（但未被充分理解）的碳循环效应。结果可能是重要风险数目被低估。

有关海平面上升的“已知的未知”事件是全人类面临威胁的突出例子。可以确定：目前趋势和昔日证据难

未来气候变化扑朔迷离，但导致灾难性后果的风险很大

以为未来走向提供指南。气候变化可能会引发一系列“意外”：气候系统对来自人类的外力所做出的反应是迅速的、非线性的（专栏1.1）。

气候科学家对“可想象的意外”和“真实意外”进行了区分，前者指目前被视为可能但又未必的意外（如：极地冰盖的消失或经向翻转环流崩溃），后者指那些由于气候系统的复杂性还没有发现的风险⁴⁸。引起这类潜在意外的原因包括：气候变化与碳循环之间的反馈效应，以及引起不可预测结果的温度变化。

越来越多的证据表明，随着气温的升高，自然吸收碳的能力将变弱。哈德莱中心的模型表明，气候变化反馈效应可能导致吸收能力下降5000亿吨二氧化碳（或按目前全球排放量水平，积累17年），与450ppm的稳定值相符⁴⁹。碳循环反馈效应的时机结果就是，排放峰值可能降低，或排放量大幅减少，温室气体浓度较高时更是如此。

在关注潜在灾难性后果的同时，直接风险也不能忽视。大部分人类无需等待冰盖加速瓦解，遭受由此造成的灾难。准确的数据尚可讨论，但对于世界上40%的最贫困人口（大约26亿）来说，我们所面临的气候变化事件将破坏人类发展的前景。第2章将进一步讨论这一问题。

风险与不确定性要求我们采取行动

对于气候变化带来的不确定性，人类应该做出怎样的反应？有人主张采取“观望”态度，根据发展情况逐步加大减排力度。他们推迟行动的理由是：政府间气候变化专门委员会的评估结果以及更广泛的气候学显示，风险是不确定的，中期内出现全球灾难的可能性较小。

这种反应不符合一些制定气候减排

战略的公共政策依据。首先可以分析一下其对气候学发现的概率范围所做出的反应。概率范围不是要我们无动于衷，而是要求我们对确定的风险性质进行评估，并制定相应的减排战略。美国一些著名的军事领导人曾经指出，面对像气候变化这样的风险，任何指挥官都不能袖手旁观，因为不确定而不行动：“我们不能等到确定的时候再行动，不能因为警告信号不准确而不行动。”⁵⁰

与气候变化不确定性有关的风险性质进一步从三个方面为这一评价提供了依据。首先，这些风险所带来的灾难性后果将对所有后代构成威胁。格陵兰和南极西部冰盖的崩塌所造成的海平面上升，将击垮世界上最富裕国家的防洪系统，淹没佛罗里达和荷兰的大部分地区，恒河三角洲、拉各斯和上海也将化为一片汪洋。第二，风险所带来的结果不可逆转：后代无法恢复南极西部的冰盖。第三，不确定性有两个方面：一种情况是可能会更糟，另一种情况是可能会变好。

如果世界如同一个国家，这个国家的公民都关注后代的福利安康，那么缓和气候变化就是紧急行动的重中之重。这是为灾难风险买下的一张保单，是确保代际公平而必尽的责任。在这样一个世界中，不确定性不是不行动的理由，而是坚决采取行动减少风险的依据。

然而当今世界，国家众多，发展水平各异，因此，我们更有理由采取紧急行动。首先原因就是考虑全球最贫困和最弱势人群的社会正义、人权和伦理关怀。数百万最贫困和最弱势群体正面临着气候变化带来的早期影响。这些影响已经减缓了人类发展的进程，所有可能的设想都显示如此，甚至更遭。由于在几十年内，减排对气候变化的影响有限，因此，为适应气候变化而进行投资是在为世界贫困人口买下一张保单。

从广义上来说，减排和适应气候

变化都是确保人类安全所必须的。危险气候变化，以及由此导致的生态破坏可能会导致大批人员流离失所，造成民不聊生。除了那些受到直接影响地区，连锁效应将大大波及其他地区。结果不仅是流离失所的人们向国外迁移，甚至导致一些脆弱的国家崩溃。当今世界，

各国相互依存，没有哪个国家能幸免于难。当然，很多富裕国家可以投资建设防洪系统并采取其他行动，保护国民不受危险气候的影响。但是，那些受到最直接影响的国家将由此产生愤怒和积怨，造成更多的不安全因素。

1.3 从全球到地区——在不平等的世界中测量碳足迹

从全球碳核算的角度来说，世界可以看成是一个国家。地球大气是一个没有边界的共同资源。无论是从时间上，还是从空间上，排放的温室气体在大气中自由混合。不论二氧化碳是来自燃煤电站、汽车，还是源于热带雨林碳汇的流失，对于气候变化的作用都是一样的。同样，温室气体进入地球大气后也没有国籍之分：来自莫桑比克的一吨二氧化碳与来自美国的一吨二氧化碳没什么区别。

尽管每吨二氧化碳的重量都相同，但各国排放量在全球总排放量中所占的比例存在着很大的差异。在全球的碳账目中，所有国家和人民以及他们的活动都占有一定的份额——但有些国家和人民所占的份额要大得多。本节将考察二氧化碳排放的碳足迹。碳足迹深浅有助于确定减排和适应气候变化措施中平等和分配这两大重要问题。

专栏1.1 反馈效应可能加速气候变化

许多积极地反馈效应可能改变21世纪气候变化设想。然而政府间气候变化专门委员会设想预测表明，正反馈效应的不确定性很高。

从冰盖瓦解过程中可以观察到很多反馈效应。“反照率逆变 (albedo flip)” 效应就是一个例子。当冰雪开始融化时，会发生这种情况。积雪覆盖的冰层将大多数阳光反射到空中。表层冰融化时，颜色更深的湿冰会吸收更多的太阳能。融化的水会在冰盖里形成孔，使冰基变得湿滑，从而加快了冰山流向海洋的速度。随着更多的冰山流向海洋，冰盖将会变小，冰面下降，温度更高，融化的速度更快。同时，海洋变暖为这一进程增加了另一正反馈效应，融化了近海的积冰——冰架（通常是冰盖与海洋之间屏障）。

随着全球变暖，西伯利亚永久冻结带的加速融化是另一个令人担忧的问题。大量甲烷——一种高

效的温室气体——可能因此释放到大气中，提高变暖的速度和永久冻结带融化的速度。

气候变化和雨林碳汇能力之间的相互作用也是正反馈不确定例子。雨林是一个巨大的“碳库”。单是巴西亚马逊地区的树木就能储存490亿吨的碳，印尼森林储存了60亿吨的碳。随着全球温度上升，气候格局的变化将导致这些蓄碳池释放大量的碳。

由于商业压力、非法砍伐以及其他活动的缘故，雨林正在以惊人的速度缩减。气候模式预测，按照目前的状况，到2100年，亚马逊大多数地区的温度将上升4~6℃。巴西国家空间研究所支持进行的研究表明，这将使30%的亚马逊雨林变为干旱的大草原。这种结果还将反过来使全球二氧化碳净排放量提高。通过再循环，雨林可以将至少半数的降雨量送回大气，因此，砍伐森林将可以加剧干旱，加速大草原扩展的速度。

资料来源：FAO2007b；Hansen 2007a，2007b；Houghton 2005；Nobre 2007；；Volpi 2007。

国家与地区的足迹 ——趋同的局限性

大多数人类活动——如燃烧化石燃料发电、交通、改变土地用途和工业流程——都会排放温室气体，这正是减排艰难的原因之一。

对温室气体分布情况进行细分，更凸现了问题的严重（图1.3）。2000年，燃烧化石燃料排放的温室气体超过总量的一半；发电约释放100亿吨二氧化碳当量，约占总量的四分之一。交通是与能源有关的第二大二氧化碳排放源。在过去的三十年中，能源供应和交通的温室气体排放分别提高了145%和120%。目前的份额不能完全反映电力部门在全球排放总量中的关键作用。发电主要为资本密集型的基础设施投资，这些基础设施寿命很长：今天开设的发电厂在未来50年内仍然会排放二氧化碳。

土地用途的改变也有着重要作用。砍伐森林是迄今为止最大的二氧化碳排放源，由于燃烧和生物数量的减少，森林砍伐后造成固碳释放到大气中。与其他领域相比，有关这方面的数据更具不确定性。但是，最佳估计显示，每年排放的二氧化碳大约为60亿吨⁵¹。政府间气候变化专门委员会指出，砍伐森林造成的二氧化碳排放量在总排放量中约占11~28%⁵²。

对不同领域碳足迹进行分析的结果显示，如果减少发电、交通和砍伐森林的二氧化碳排放量，可能会带来较高收益。

一个国家的碳足迹可以通过存量和流量进行衡量。国家碳足迹的深浅与过去和现在能耗方式密切相关。尽管发展中国家总的碳足迹正在加深，但发达国家更应承担排放的历史责任。

富裕国家在排放总量中占主要部分（图1.4），工业化时代时起所排放的每

10吨二氧化碳中，约有7吨是发达国家排放的。英国和美国的人均历史排放量约达1100吨二氧化碳，而中国和印度的人均水平分别为66吨和23吨⁵³。这些历史排放量很重要：原因有二。首先，正如以上所述，过去累积的排放量造成了今天的气候变化；其次，吸收未来排放量的包络线是过去排放量的残余函数。实际上，未来排放可用的生态“空间”取决于过去的行为。

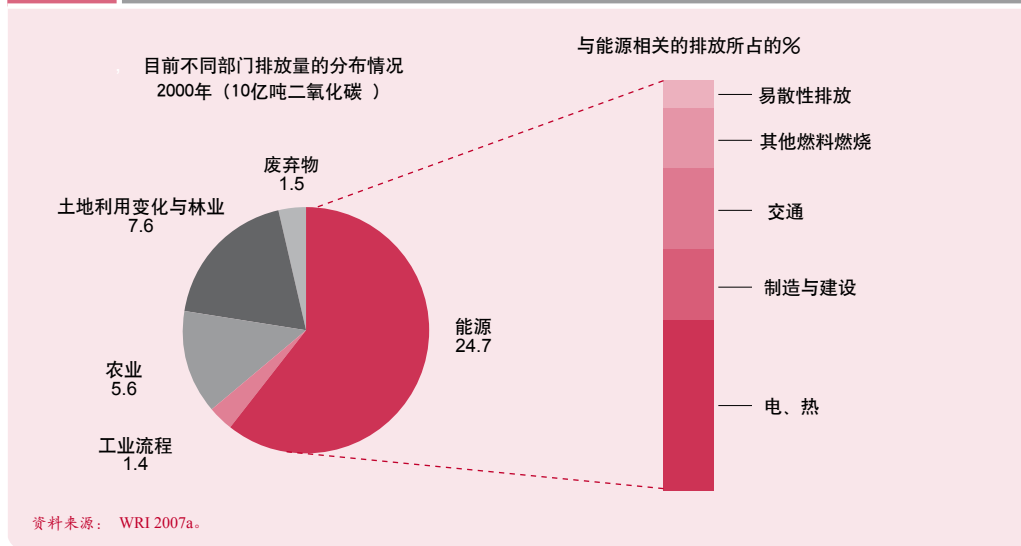
如果从存量转向流量，情况又将不同，其中一个最显著特征就是排放高度集中在少数几个国家中（图1.5）。美国是最大的排放国，排放量约占总排放量的五分之一。中国、印度、日本、俄罗斯联邦和美国是前五大排放国，排放总量占全球总排放量的一半以上；前十大排放国占全球总排放量的60%以上。尽管气候变化是全球问题，但少数国家或集团的国家或多边行动（如，八国集团、欧盟、中国和印度）所造成的排放量在总排放流量中占了很大的比例（表1.2）。

发达国家和发展中国家的排放量日益趋同。从某个层面来说，趋同情况确实存在。发展中国家在全球排放量中所占的比例正在上升。2004年，在与能源相关的二氧化碳排放量中，发展中国家的排放量占42%，而1990年这一比例仅为20%左右（见附表）。中国有可能超过美国成为世界上的最大排放国，印度目前已位居全球第四。预计到2030年，发展中国家排放量将占总排放量的一半以上⁵⁴。

如果将森林砍伐纳入考虑，全球二氧化碳排放排行榜将会发生改变。如果把世界雨林看作一个国家，那么这个国家将位居二氧化碳排放全球排行的榜首。如果只考虑因砍伐森林而引起的排放，印尼将是第三大年度二氧化碳排放源（每年排放23亿吨二氧化碳），巴西排名第五（每年排放11亿吨二氧化碳）⁵⁵。

如果世界如同一个国家，这个国家的公民都关注后代的福利安康，那么缓和气候变化就是紧急行动的重中之重。

图1.3 温室气体排放主要取决于能耗与土地用途的变化



各年度之间的排放量还有很大差异，因此难以对各国进行比较。1998年，厄尔尼诺事件引发了东南亚的严重旱灾，据估计，泥煤森林火灾造成8到25亿吨二氧化碳排入大气⁵⁶。在印尼，改变土地用途和发展林业引起的排放每年约为25亿吨二氧化碳当量——约是能源和农业排放总量的六倍⁵⁷。在巴西，因改变土地用途造成的排放量约占全各国总排放量的70%。

总排放量的趋同时常被作为要求发展中国家迅速减排的依据。这一观点忽

视了某些重要因素。全球减排的成功固然需要发展中国家的参与，但是趋同程度被大大高估了。

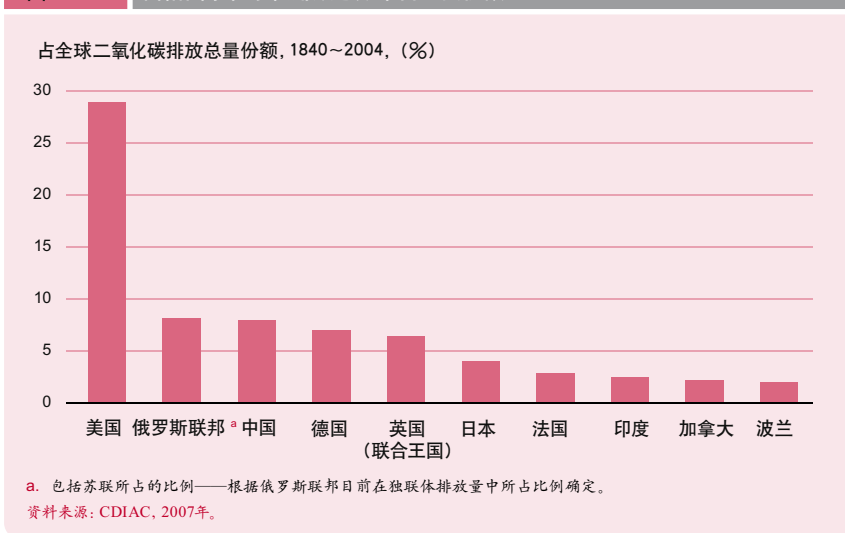
富裕国家人口只占世界人口的15%，但二氧化碳排放量却占全球总量的45%。撒哈拉以南非洲的人口也占世界人口的11%左右，但二氧化碳排放量只占全球排放总量的2%。低收入国家人口占世界人口的三分之一，但二氧化碳排放量只占排放总量的7%。

碳足迹不均等——有深、有浅

碳足迹的深浅程度与工业发展的历史有关，但也反应出富裕国家所累积的沉重“碳债务”——这是对地球大气的过度剥削。富裕世界的人们日益担心发展中国家所排放的温室气体，却不太关注自身在全球二氧化碳排放量分布中所处的地位（地图1.1）。请看以下例子：

- 英国（联合王国）（人口6,000万）的二氧化碳排放量高于埃及、尼日利亚、巴基斯坦和越南的总和（总人口为4.72亿）。
- 荷兰的二氧化碳排放量高于玻利维亚、哥伦比亚、秘鲁、乌拉圭和中美洲七国的总和。

图1.4 富裕国家在累积排放总账中占主要份额



- 美国德克萨斯州（人口2,300万）的二氧化碳排放量约达7亿吨，占美国排放总量的12%，比撒哈拉以南非洲二氧化碳排放总量还高（撒哈拉以南非洲地区人口为7.2亿）。
- 澳大利亚的新南威尔士州（人口690万）的碳足迹为1.16亿吨二氧化碳，相当于孟加拉国、柬埔寨、埃塞俄比亚、肯尼亚、摩洛哥、尼泊尔和斯里兰卡排放量的总和。
- 全球50个最不发达国家由人口7.66亿，碳足迹为1.46亿吨二氧化碳，纽约州人口只有1,900万，但其碳足迹却高于前者。

各国碳足迹的极大差异说明人均排放量也存在着差异。如果将这些差异考虑进去，对二氧化碳排放量次序进行调整，就可发现发达国家和发展中国家的碳趋同情况有着明显的局限性（图1.6）。

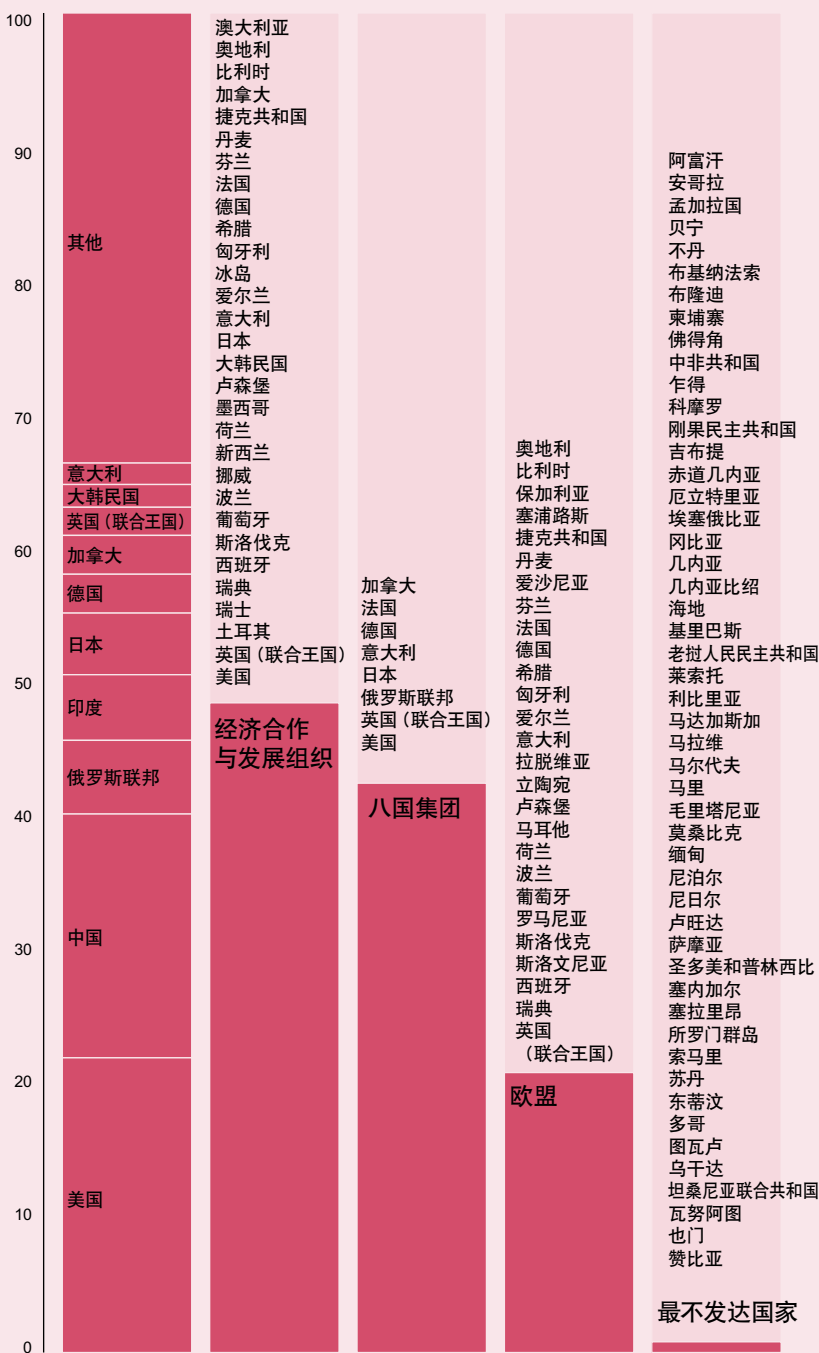
碳足迹趋同有一定的局限性，是始于不同排放水平的局部进程。中国可能超过美国成为世界上最大的二氧化碳排放国，但人均排放量只有美国的五分之一。印度排放正在上升，但人均碳足迹还不到高收入国家的十分之一。埃塞俄比亚的人均碳足迹为0.1吨，而加拿大为20吨。美国自1990年以来人均排放量的增加量（1.6吨）高于印度2004年的总人均排放量（1.2吨）。美国排放增加总量超过了撒哈拉以南非洲的总排放量。加拿大自1990年以来人均碳排放的增加量（5吨）高于中国2004年的人均排放量（3.8吨）。

目前排放的分布情况显示，气候变化风险与责任之间呈逆关系。世界上最贫困人口留下的碳足迹很轻。根据我们估计，世界上最贫困10亿人口的碳足迹大约为全球总足迹的3%，他们生活在抵抗力极差的农村地区和城市贫民区，极易受到天气变化的威胁，但就引起这种

威胁的责任而言，他们的责任却是最小的。

图1.5 全球二氧化碳排放高度集中

各国在全球二氧化碳排放总量中的比例，2004 (%)



资料来源：CDIAC 2007。

全球能源差异

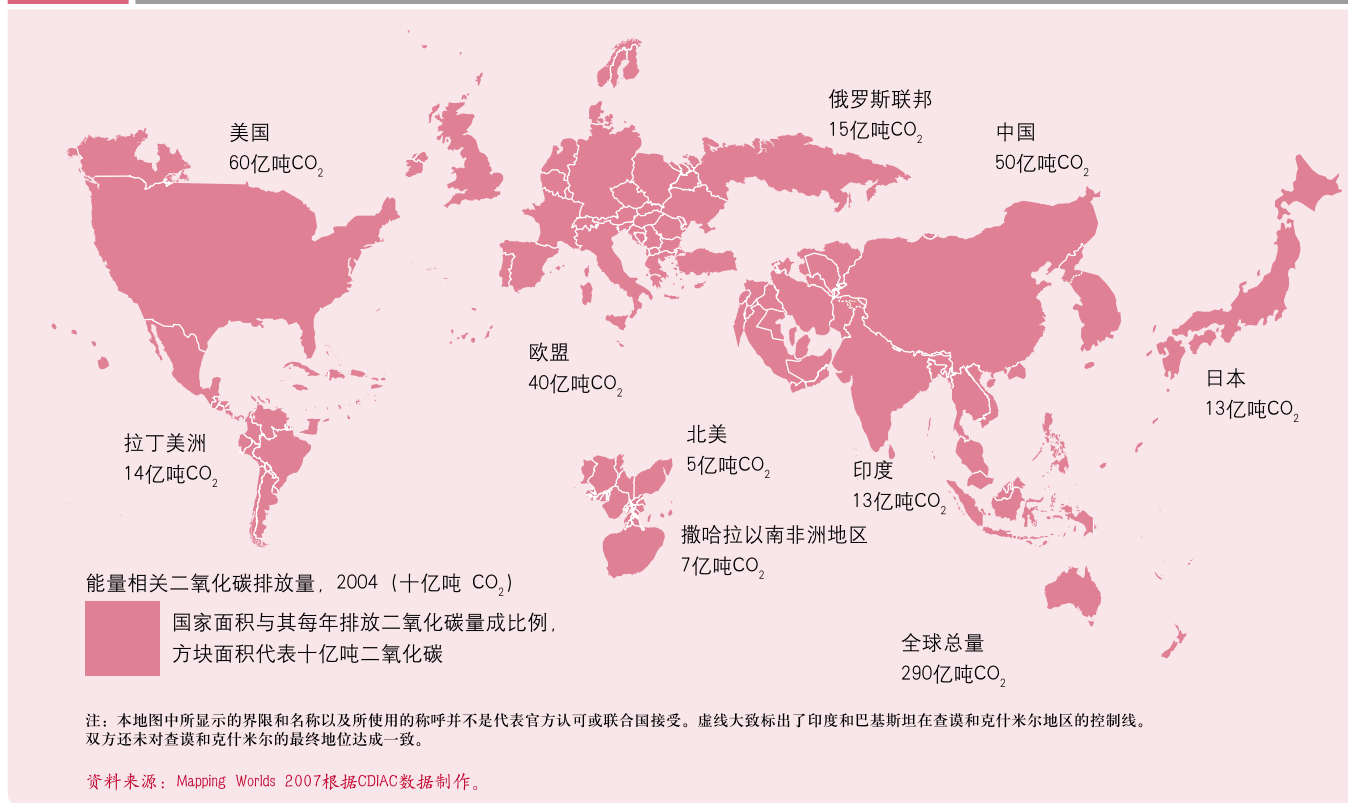
总量和人均碳足迹差异与其他方面的差异密切相关，反映出经济增长、工业发展和获取现代能源服务之间的关系，而这种关系显示了一个重要的人类发展问题。气候变化和缩减化石燃料的过度使用可能是21世纪最大的挑战，但同样迫切且更加直接的挑战是：要为世界贫困人口提供更多的他们能够负担的能源服务。

如果没有电，人类发展将会受到多方面的影响。能源服务对人类的发展至关重要，它不仅可以促进经济增长，增加就业机会，还可以提高人的生活质量。世界上约有16亿人口无法享受能源服务（图1.7），他们大都生活在撒哈拉以南非洲⁵⁸和南非。在撒哈拉以南非洲，只有约四分之一人口使用现代能源服务。

在考虑发展中国家二氧化碳排放上升的情况时，还应考虑到全球在基本能源服务使用方面的巨大差异。印度的二氧化碳排放量对气候安全的影响可能已引起全球关注。但这种视角是不全面的。在印度，大约5亿人还用不上电，比扩张后的欧盟总人口还多。有些家庭甚至连灯泡都没有，做饭还是靠烧柴火和动物粪便⁵⁹。尽管发展中国家，能享受能源服务的人数正在增加，但进展缓慢，速度各异，妨碍了减贫的进展。如果按照目前的趋势，到2030年，全球将仍然有14亿人口不能使用现代能源服务（专栏1.2）⁶⁰。目前，大约有25亿人口使用生物能（图1.8）。

改变这一局面将对人类发展至关重要。我们面临的挑战是使更多的人享受基本的能源服务，同时限制发展中世界人均碳足迹增大。提高能源使用效率和开发低碳技术是关键（见第3章）。

地图1.1 全球二氧化碳排放量差异地图



无论是出于对现实的考虑还是为了公平起见，都应采取能够反应过去责任和当前能力的措施。确定减排的责任和能力不能只靠计算各国的碳足迹。即使简单的计算，也能让我们了解一些情况。例如，在其他条件都相同的情况下，南亚和撒哈拉以南非洲的二氧化碳排放量减少50%，全球排放总量将减少4%，但如果高收入国家也减少相同比例的排放量，那么全球排放总量将减少

20%。从平等的角度来说，也同样有充分的理由。佛罗里达一台普通空调每年排放的二氧化碳量比一名阿富汗或柬埔寨人一生排放二氧化碳还多。欧洲一台寻常洗碗机一年排放的二氧化碳相当于三个埃塞俄比亚人的排放量。缓和气候变化是一项全球性挑战，但减排应首先从那些承担了绝大部分历史责任和碳足迹最深的人们开始。

1.4 避免气候变化——可持续排放路径

气候变化是全球的问题，需要有国际性的解决方案。首先，全球必须就温室气体排放的限度达成协议，应制定全国性的限制战略。在国际层面上，要制定限制总排放量的框架，该框架必须根据避免危险气候变化的目标，详细制定排放路径。

我们将在本节中确定一个这样的路径。我们首先确定了21世纪全球碳预算。碳预算的概念并不新鲜，是由《京都议定书》策划人员首创的，有些政府沿用了这一概念（见第3章）。实际上，碳预算类似于财政预算。财政预算必须实现支出与资源之间的平衡，碳预算也必须实现温室气体与生态能力之间的平衡。但是，碳预算必须在一个相当长的期间内进行。促使温室气体存量不断增加的排放具有累积性和长期性，我们必须确定一个跨度为几十年而非几年的支出框架。

财政预算与碳预算之间类似之处不止如此。家庭或政府在制定预算时，需要设定一系列目标。家庭必须避免不可持续的支出模式，否则就有欠债的危险。政府预算关注的是一系列公共政策目标，如：就业、通货膨胀和经济增

长。如果公共支出大大超过收入，就会导致严重的财政赤字、通货膨胀和债务累积。总之，预算旨在确保财政的可持续性。

为脆弱的星球制定碳预算

碳预算旨在确定生态可持续性的界限。我们的碳预算目标只有一个：将全球平均温度增长（与工业化前水平相比）控制在2℃以内。如上所述，制定这一目标是气候科学研究的结果，也是人类发展的需要。气候科学将2℃确定为可能导致长期灾难性后果的“临界点”。这一“临界点”引起的更直接的后果是可能造成21世纪人类发展的大倒退。保持在2℃的阈限之内，应是避免危险气候变化的一个合理而稳健的长期目标。很多政府已经采取了这一目标。为实现这一目标，应进行可持续碳预算管理。

为了避免危险气候变化，人类要为全球温室气体排放确定一个怎样的上限呢？为解决这一问题，我们将采用波茨坦气候影响研究所（PIKS）的情景模拟。

稳定温室气体存量要求实现目前排放与吸收之间的平衡。通过一系列的排

图1.6

富裕国家排放二氧化碳的深刻影响

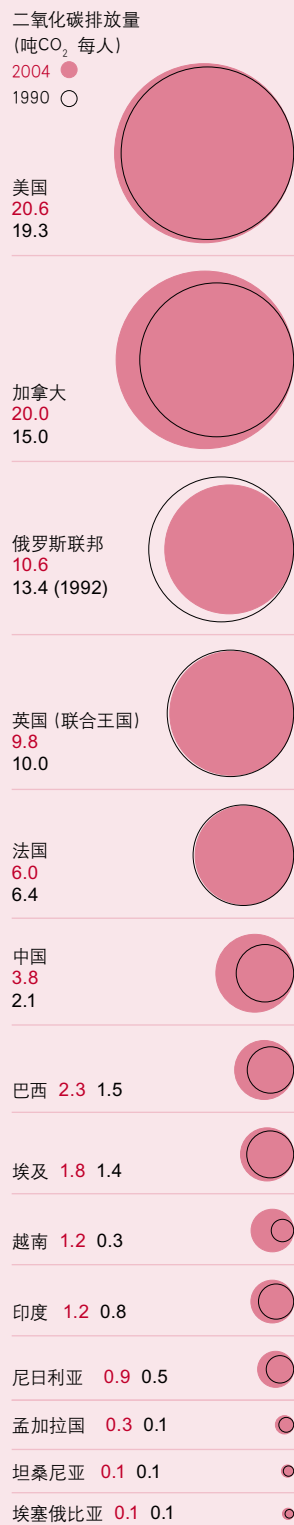
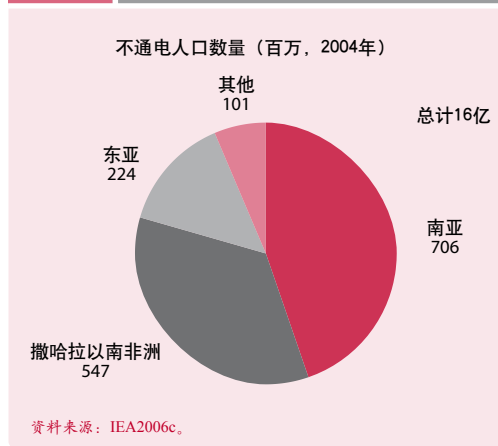


图1.7 没有电的生活



放路径,可以实现特定的稳定目标。从广义上来说,排放可能较早达到峰值,然后逐渐下降,或较晚达到峰值,再以更快速度下降。要避免气候变化,首先要按照将全球温度上升稳定在 2°C 阈限内这一要求,确定稳定目标。

保持在 2°C 这一“折中”点内

我们在模拟中确定了一个合理水平的最低限度。也就是,我们按照能够避免危险气候变化的大致平均几率,确定温室气体存量水平约为 450ppm 二氧化碳当量。可能有人觉得这个目标不算远大:大多数人不会通过抛钱币的方式赌未来的福利。但是将稳定点保持在 450ppm 二氧化碳当量左右需要全球不断做出努力。

如果我们所设的稳定点标准大于 450ppm 二氧化碳当量,降低避免危险气候变化的几率将会下降。如果将温室气体存量水平保持在 550ppm 二氧化碳当量,越过 2°C 这一危险气候变化阈限的几率将上升到约80% (图1.9),此举意味着那么我们将以极小的几率赌星球的未来和21世纪人类发展的前景。实际上,增温超过 3°C 临界值的几率可能为三分之一。

越来越多的人认同,气候变化必须限制在增温 2°C 的范围内,这个目标固然

艰巨但是可以实现的。实现这一目标要求制定一个协同战略,将温室气体累积量保持在 450ppm 的限度内。尽管极限值还不能确定,但对于可持续碳预算来说,这可能是最佳估计。

如果将世界比作一个国家,那么目前这个国家所实施的碳预算是过度的、不可持续的。若将碳预算比作财政预算,那么这个国家的政府正面临严重的财政赤字,它的公民面临着恶性通货膨胀和无法承受的债务。纵观过去一个世纪的发展状况,就会发现我们的碳预算很不谨慎。

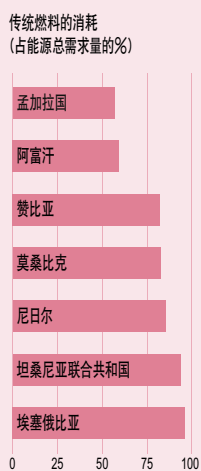
我们采用波茨坦气候影响研究所的情景模拟说明这一问题。考虑到化石燃料相关的二氧化碳排放直接关系到减缓气候变化的政策讨论,我们将重点关注这类排放,并根据避免危险气候变化的要求确定排放水平。简而言之,21世纪二氧化碳预算将达到 $14,560$ 亿吨,按照年均值计算,约为 145 亿吨⁶¹。目前的排放量是这一水平的两倍。用财政预算的术语来说,支出是收入的两倍。

令人担心的是,排放量正随人口和经济的增长而增加,情况比看上去更遭。根据政府间气候变化专门委员会的情景模拟,按照避免危险气候变化要求制定的21世纪预算到2030年期满,如果情况乐观,能延缓到2042年 (图1.10)

气候安全设想方案——时间紧迫

这些预测从两个方面说明了一个重要问题。首先是基本预算管理。作为全球共同体,我们的行为不符合稳健预算的最基本标准。实际上,我们10天就花光了一个月的薪水。如今,能耗和排放模式正在耗减地球的生态资产,增加无法承受的生态债务。这些债务将由后代来承担,他们必须以巨大的人力和财务成本来补救我们行为所带来的后果,同时还要面临危险气候变化所带来的威胁。

图1.8 很多国家仍然依赖生物能



资料来源:根据联合国2007 c有关传统燃料消耗的数据和能源总需求量的数据计算。

专栏1.2 数百万人口无法使用现代能源服务

“我们每天早上5点就要起床，取水、做饭，准备孩子上学，8点左右就要去几公里外的地方拾柴火。要是找不到柴火，就得烧动物粪便做饭，这很熏眼睛，对孩子也不好。”

——伊丽莎白·费伊 (Elisabeth Faye)，32岁，农民，家住塞内加尔姆布尔

在大多数富裕国家，用电是稀松平常的事。手指轻轻按一下电源，灯就亮了，水就热了，饭也做好了。能源系统为现代工业的发展提供动力，维持电脑和电力交通网的运作，支持就业，促进社会繁荣。

对于伊丽莎白·费伊这样的人来说，能源的使用具有截然不同的意义。拾柴火是一项艰苦而耗时的差事，每天要花两、三个小时。要是拾不到柴火，就只能烧动物粪便做饭，这对健康的危害很大。

在发展中国家，像伊丽莎白·费伊这样的人多达25亿，他们只能利用生物能生火做饭，如柴火、木炭和动物粪便（图1.8）。在撒哈拉以南非洲，80%以上的人口要用传统的生物能做饭，印度和中国有一半的人口也是如此。

现代能源使用上的不平等与其他方面人类发展机会的不平等密切相关。现代能源使用水平低的国家主要是那些人类发展水平低的群体。在国家内部，贫富之间、城乡之间使用现代能源服务也存在着不平等，这些不平等与其他方面的机会不均等相互作用。

现代能源供应的差异使贫困人口和贫困国家付出了高昂的代价：

- **健康** 固体燃料造成的室内空气污染是危害健康的头号杀手，每年因此而丧生的人达150万人，半数以上还不满5岁；也就是每天有4000人死亡。比较而言，这一数目超过了死于疟疾的总人数，与死于肺结核的人数相当，其中大多数为妇女、儿童和农村贫困人口。室内污染也是儿童下呼吸道感染和肺炎的主要元凶之一。据报道，乌干达5岁以下的儿童每年会患1~3次急性呼吸道感染。在印度，农村地区有四分之三的家庭要靠烧柴火和动物粪便做

饭、取暖，死于未加工生物燃料造成的污染的儿童约占儿童死亡人数的17%。电气化的进步通常会改善人们的健康状况。如：在孟加拉国，预计农村电气化能使收入增加11%——每1000个通电住户的儿童死亡人数减少了25个。

- **性别** 妇女和年轻女孩必须花大量的时间拾柴火，加剧了谋生机会和教育方面的性别不平等。捡拾柴火和动物粪便是一项辛苦耗时的工作，平均负重量通常超过20公斤。对坦桑尼亚农村地区进行研究后发现，某些地区的妇女为了拾柴火每天要走5~10公里，所背负的柴火平均重量达20~38公斤。在印度农村地区，人们平均每天花费在拾柴火上的时间达3小时左右。除了耗费时间和体力外，年轻女孩子常常因为要拾柴火而无法上学。
- **经济成本** 柴火或木炭方面的开支通常在贫困家庭收入中占了很大一部分。在危地马拉和尼泊尔最贫困的五分之一人口中，薪材开支占家庭总收入的10~15%。拾柴火的机会成本很高，它限制了妇女从事创收活动的机会。广义来说，现代能源服务的不足限制了生产力的发展，使人们难以走出贫困。
- **环境** 现代能源供应不足导致环境、经济和社会逆向发展的恶性循环。城市需求上升导致了木炭的不可持续生产，给大城市周边地区带来了压力，如：安哥拉的卢安达和埃塞俄比亚的亚的斯亚贝巴。在有些情况下，木炭生产和拾柴火导致地方上森林被砍伐。随着资源越来越少，粪便和垃圾不再用作土地肥料，而是用作燃料，土壤生产力因此遭到破坏。

使更多的贫穷人口能用上电仍然是发展的首要问题。目前的预计显示，在未来10年甚至更长的时间内，依靠生物能的人数将会增加，撒哈拉以南非洲尤其如此。这将会影响我们实现千年发展目标的进程，包括与儿童与孕产妇存活率、教育、减贫和环境可持续性有关的目标。

资料来源：IEA2006c；Kelkar and Bhadwal 2007；Modi et al. 2005；Seck 2007b；WHO 2006；World Bank 2007b。

我们的碳预算目标只有一个：将全球平均温度增长（与工业化前水平相比）控制在2°C以内。

其次，我们的时间已经所剩无几，这个问题也很严重。碳预算将于2032年到2042年到期，这并不意味着我们可以在二十或三十年内采取行动。一旦跨越临界值，就无法回头，无法做出更安全的气候选择。此外，排放路径不是一朝一夕就能改变的，需要对能源政策和多年来的行为进行重大改革。

我们需要多少颗地球？

在印度独立前夕，人们问圣雄甘地印度是否会走英国工业发展的模式。他的回答依然反响强烈，世界不得不重新界定其与地球生态之间的关系：“英国实现繁荣消耗了这个星球半数的资源，印度发展需要多少颗地球呢？”。

在这个即将发生危险气候变化的世界中，我们也要问同样的问题。若排放上限为每年145亿吨二氧化碳，按目前290亿吨的排放水平，我们需要两个地球。但有些国家的做法比其他国家更具不可持续性。富裕国家人口占世界人口的15%，但是却在使用90%的可持续预算。

如果发展中国家也效仿它们的做法，我们需要多少个地球呢？如果发展中世界每个人的碳足迹与高收入国家的平均碳足迹相同，那么全球二氧化碳排放将上升到850亿吨，人类需要6个地球才能承受。如果全球人均碳足迹与澳大利亚人均水平相同，我们需要7个地球，如果按照美国和加拿大的人均碳排放量，将需要9个地球（表1.2）。

解答甘地的问题引发了在气候变化减排方面更广泛社会公正问题。作为全球共同体，我们欠的无法承受的碳债务越积越多，其中大部分债务是世界上最富裕国家所积欠的。我们面临的挑战是要编制一份全球碳预算，在公平的基础上，绘制远离危险气候变化的可持续路径。

绘制远离危险气候变化的路径

我们采用波茨坦气候影响研究所的模型确定将温度上升维持在2°C以内的可行路径。其中一种路径为方便进行碳核算，将全世界作为一个国家，确定限量配给或“责任分担”目标。但责任分担制度的可行性取决于该制度的参与方是否认为限额分配是公平的。《联合国气候变化框架公约》的一项指令指出：“在平等的基础上，按照……共同但又差别的责任和各自的能力……保护气候系统。”

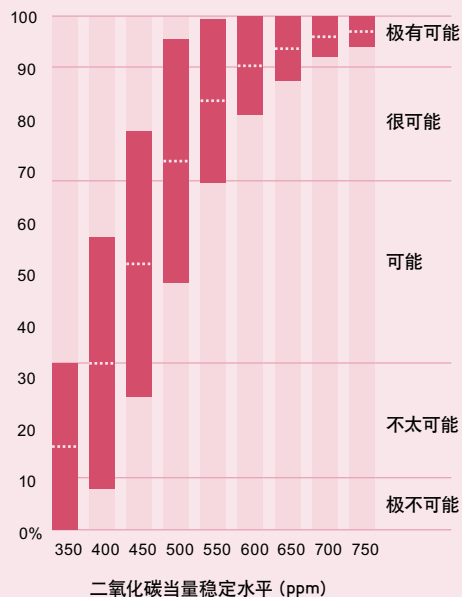
尽管对这一指令的解释还需谈判磋商，我们区分了工业化国家和发展中国家，为两大阵营各绘制一个路径（结果见图1.11）。以1990年作为基准年，可持续排放路径的减排安排如下：

- **世界** 全球排放量到2020年左右达到峰值，到2050年必须削减50%左右，到21世纪末净排放将降为零。

图1.9

温室气体存在增加导致危险气候变化的风险增加

增温超过2°C的概率（%）



资料来源：Meinshausen 2007。

- **发达国家** 高收入国家排放量需在2012年至2015年达到峰值，到2020年削减30%，到2050年，至少削减80%。
- **发展中国家** 发展中世界的主要排放国之间存在很大差异，但在2020年前，它们的排放量将保持上升趋势，峰值要比现有水平高80%左右，到2050年排放量将比1990年减少20%。

缩减与趋同——在平等的基础上，保持可持续性

值得强调的是，这些都是可行的路径。它们虽然不是针对个别国家的具体建议，但仍然有重要作用。《京都议定书》的现有承诺期将于2012年结束，各国政府正在进行谈判，商议制订新的多边框架。波茨坦气候影响研究所的情景模拟确定了减排规模，这一减排规模将使世界走上避免危险气候变化之路。实现2050年目标可采取多种路线。可持续排放路径旨在将近期目标和远期目标联系起来。

排放路径还强调了尽早采取联合行动的重要性。从理论上来说，何时进行碳减排可以延后，但因此导致的结果就是在更短的时限内进行更大幅度的减排。我们认为，这将是一个失败的方案，因为成本将会上升，调整的难度也将更大。还有一种设想是经济合作与发展组织的一些主要国家不参与定量碳预算。这种方法基本无效。根据经济合作与发展组织国家所应减排的数量，如果排放大国不参与减排，参与国将难以补偿由此带来的缺口。即使可以，他们也不会赞同“搭便车”的协议。

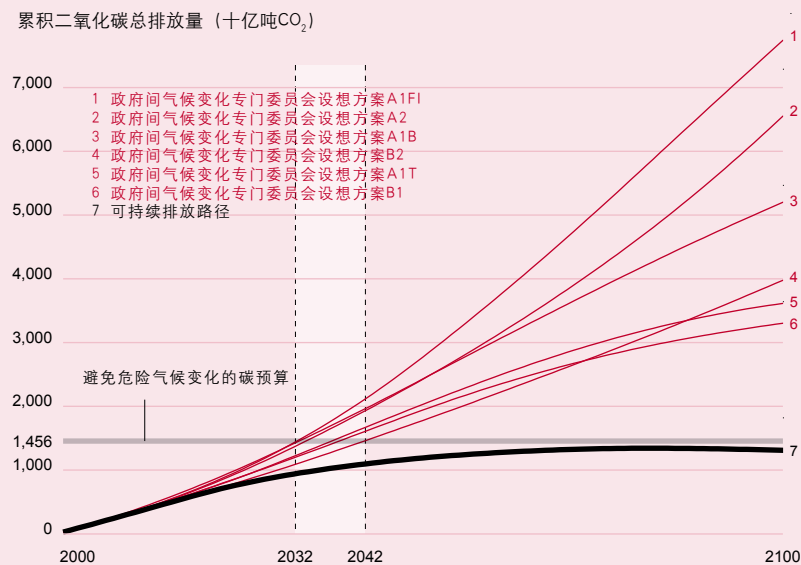
发展中世界参与定量减排同样具有重要意义。从某些方面来说，“两国”模式将谈判问题过于简单化了。各发展中国家情况各异，比如说，坦桑尼亚同中国的情况就不尽相同。此外，重要的是减排总量。从全球碳预算的角度

来看，比起主要排放国的减排量，撒哈拉以南非洲的减排幅度不值一提。

但是，由于发展中国家排放量在全球总量中约占一半，不论何种国际协议，它们的参与都变得日益重要。同时，即使是高速增长的发展中国家也有迫切的发展需求，这种需求必须予以考虑。富裕国家对这个世界欠下的“碳债务”也必须纳入考虑。要偿还这一债务，承认这是人类发展的迫切需求，富裕国家就需进行更大力度的减排，支持发展中世界向低碳过渡。

我们承认，还有很多其他可行的排放路径。一种学派认为每个人排放温室气体的权利是相同的，已经超过其限额的国家应补偿那些没有充分享有其权利的国家。尽管这一框架下的各种提议通常采用权利和平等的措辞，但是否具有权利基础，我们不得而知：所谓的“排放权利”显然不同于投票权、受教育权或基本公民自由权⁶²。从实际的角度来

图1.10 21世纪碳预算提前到期



注：政府间气候变化专门委员会的设想方案描述了未来人口增长、经济发展、技术变化及相关的二氧化碳排放量的可能模式。A1设想方案认为快速的经济发展和人口增长依赖于化石燃料（A1F1），非化石能源（A1T）或两者相结合（A1B）。A2设想方案认为经济增长越慢，则全球化趋势越慢，人口增长速度也会越慢。B1和B2设想方案认为通过提高资源利用效率、改进技术（B1）和更多地因地制宜的解决措施（B2）进行减排。

资料来源：Meinshausen 2007。

说，进行“污染权”谈判的尝试不大可能获得广泛支持。我们所提出的路径其出发点是努力实现实际目标，即避免危险气候变化。这一路线要求全面缩减温室气体流量，实现人均排放趋同（图1.12）。

紧急行动与延迟反应——适应气候变化的依据

尽早进行大幅度减排并不是避免危险气候变化的捷径。可持续排放路径显示，减排行动和后果之间的时滞至关重要，如图1.13所示。该图对下述两种情况进行了比较：一是在政府间气候变化专门委员会设定的非减排情景下，气温与工业化前水平相比的上升幅度，二是世界温室气体存量稳定在450ppm二氧化碳当量时预计气温上升的幅度。2030年到2040年期间，温度将开始偏离常轨，2050年以后，这种偏离将更加明显；几乎所有政府间气候变化专门委员会设想方案（一个情景除外）都显示，到2050年，气温上升将打破2℃这一危险气

候变化临界值。

温度偏离常轨的时间涉及两个重要的公众政策问题。首先，即使通过可持续减排路径，采取了严格的减排举措，这些措施在2030年之前不会对世界温度变化趋势产生影响。到那时，全人类，尤其是贫困人口，将不得不承受过去排放所带来的苦果。如果希望在处理这些后果的同时，保持实现千年发展目标的进展，并在2015年以后巩固这一进展，所要处理的将不只是减排问题，而是适应气候变化的问题。其次，减排措施的实惠要在21世纪后半期及以后才能逐渐显现出来

紧急减排的动机必须出于对后代福利的关心，这很重要。当温度偏离常轨时，世界贫困人口将首当其冲受到其不利影响的冲击。政府间气候变化专门委员会的某些设想方案显示，到21世纪末，温度将升高4~6℃（正在上升），整个人类可能面临灾难性的威胁。

向低碳过渡的成本——减排在财政上可行吗？

确定碳预算要涉及财政预算。尽管很多研究都对实现具体减排目标的成本进行了考察，但将温度上升限制在2℃阈值内这一目标要比大多数研究所估计的更难以实现。我们的可持续气候路径可能不错，但从财政上来说，可行吗？

为解决这一问题，我们综合了众多模型的量化结果，以便了解达到具体稳定水平的成本⁶³。这些模型考虑了技术与投资之间的动态关系，探讨了实现具体减排目标的一系列设想方案⁶⁴。我们据此来确定实现温室气体浓度稳定在450ppm二氧化碳当量目标的全球成本。

削减二氧化碳排放量可以从以下几个方面着手：提高能源效率、减少对碳密集型产品的需求、改变能源结构，所有这些都起到作用。减排成本的差异取决于实现减排的方式以及实现减排目

表1.2 按照经济合作与发展组织水平，一个地球不足以承受人类的碳足迹^a

	人均二氧化碳排放量	全球二氧化碳当量 ^b	所需的大气相当于地球现有的倍数 ^c
	(吨 CO ₂) 2004	(十亿吨CO ₂) 2004	
世界 ^d	4.5	29	2
澳大利亚	16.2	104	7
加拿大	20.0	129	9
法国	6.0	39	3
德国	9.8	63	4
意大利	7.8	50	3
日本	9.9	63	4
荷兰	8.7	56	4
西班牙	7.6	49	3
英国 (联合王国)	9.8	63	4
美国	20.6	132	9

a. 按可持续碳预算计算。

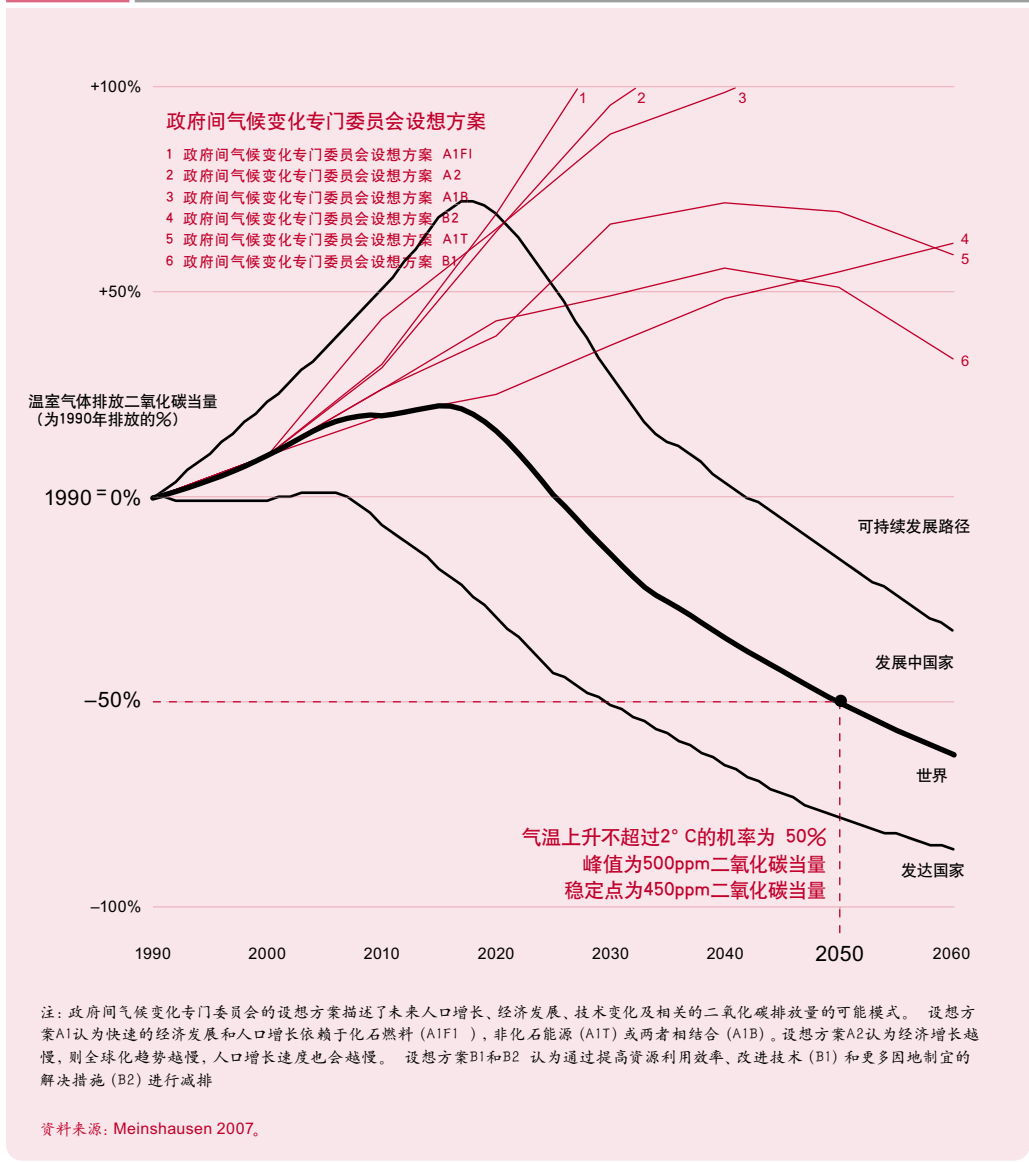
b. 指在世界各国人均排放量同参照国家相同情况下的全球排放量。

c. 按每年145亿吨二氧化碳的可持续排放路径计算。

d. 当前全球碳足迹。

资料来源：人类发展报告处（HDR0）按指标表24计算。

图1.11 到2050年实现排放量降低一半,可避免有害气候变化



标的期限,包括用于新技术开发与应用的支出,以及使消费者转向使用低排放商品与服务的成本。在某些情况下,可以通过低成本实现高效减排:提高能源效率就是其中一例。此外,最初的成本可以带来长期利益。采用新一代节能低排放燃煤电站就属于这种情况。逐渐减少温室气体流量的成本比突然做出改变的成本低。

本年度《人类发展报告》的建模工作通过各种情景模拟,对将温室气体浓度稳定在450ppm二氧化碳当量这一水平的成本进行了估计。以标题美元表示,

成本数额巨大。但是行动成本是分多年支付的。通过简单参照设想可以发现,平均成本是从现在到2030年间全球年国内生产总值的1.6%左右⁶⁵。

这笔投资并非无关紧要。将排放量稳定在450ppm二氧化碳当量需要付出巨大努力,这一点不容小觑。但是,我们必须对成本做出合理判断。《斯特恩气候变化经济学报告》特别要求各国政府在估计减排成本时要同不采取任何行动的成本相比较。实现将温室气体浓度稳定在450ppm二氧化碳当量这一目标的成本占全球国内生产总值的1.6%,这还不

到全球军事开支的三分之一。在经济合作与发展组织的国家中，政府支出通常是国内生产总值的30~50%，严格的减排目标几乎不会带来财政上的负担，如果削减其他领域的支出（如：军事预算和农业补贴），实现减排目标将更不成问题。

我们无法通过简单的成本/效益分析计算出危险气候变化的人力和生态成本。但是，从经济角度衡量，严格减排行动是利可图的。从长期来看，无动于衷的成本大于减排成本。从本质上来说，估计气候变化影响的成本非常困难。假设增温5~6℃，经济模型显示，大规模急剧天气变化所带来的损失相当于全球国内生产总值的5~10%。贫困国家由此受到的损失将超过10%⁶⁶。灾难性气候变化所带来的影响将造成更大的损失。减少灾难性后果的风险是进行早期减排投资，实现450ppm目标的最有力依据。

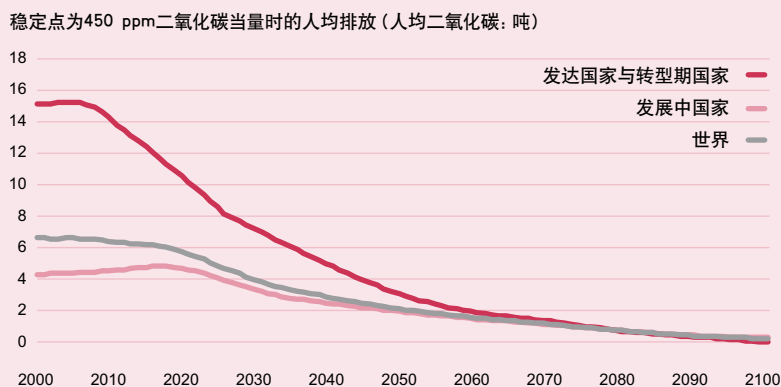
必须强调指出，有关减排成本的任何估计都存在着很大的不确定性。未来低碳技术的成本结构，引进时间以及其他因素显然都是未知的。成本完全有可

能高于上述数据——政治领导人需要让人们了解：为将气温上升维持在2℃这一阈值之内进行投资的结果是不确定的。同时，成本也有可能比我们估计的要低。一些举措，如：国际排放交易、将碳税纳入更广泛的环境税制改革中，有可能降低减排成本⁶⁷。

所有政府都必须对实现气候变化减排目标所带来的财政影响进行评估。如果没有财政支持，多边气候保护体系就没有稳固的基础。采取严格减排措施所需要的成本相当于全球平均国内生产总值的1.6%，这意味着我们需要从本已稀少的资源中分出一部分。如果做其他打算，也需花费成本。有关财政支持的政治讨论必须考虑到人类是否可以承受危险气候变化。

在本章讨论的紧急行动中，有两个核心依据都与上述问题有关。考虑到危险气候变化将带来重大灾难性生态风险，如果用全球国内生产总值的1.6%为后代幸福买一张保单，那么代价并不算高。同样，这一投资可以防止全球数百万弱势群体发展立即出现大规模倒退，各代和各国之间的社会正义将因此相互促进。

图1.12 缩减与趋同，实现可持续未来



注：政府间气候变化专门委员会的设想方案描述了未来人口增长、经济发展、技术变化及相关的二氧化碳排放量的可能模式。情景A1认为快速的经济发展和人口增长依赖于化石燃料(A1F1)，非化石能源(A1T)或两者相结合(A1B)。情景A2认为经济增长趋慢，则全球化趋势趋慢，人口增长速度也会趋慢。情景B1和B2认为通过提高资源利用效率、改进技术(B1)和更多因地制宜的解决措施(B2)进行减排。

资料来源：Meinshausen 2007。

1.5 维持现状——通向气候不可持续的未来

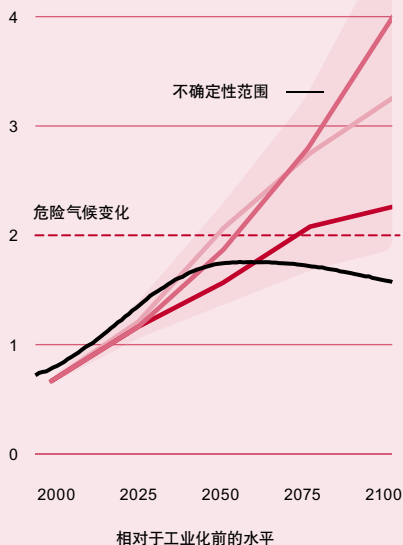
趋势不等于命运，过去的作为不一定导致未来后果。这对气候变化来说是件好事。如果未来20年还同过去20年一样，那么避免危险气候变化的努力才是失败的。

回首过去——1990年以后的世界

《京都议定书》的经验是制定21世

图1.13 严格的减排措施不能立竿见影

地表增温的预计趋势(°C)



— 可持续排放路径(仅用于说明之目的)
 — 政府间气候变化专门委员会设想方案 A1B
 — 政府间气候变化专门委员会设想方案 A2
 — 政府间气候变化专门委员会设想方案 B1

注:政府间气候变化专门委员会的设想方案描述了未来人口增长、经济发展、技术变化及相关的二氧化碳排放量的可能模式。设想方案A1认为快速的经济发展和人口增长依赖于化石燃料(A1F1),非化石能源(A1T)或两者相结合(A1B)。设想方案A2认为经济增长越慢,则全球化趋势越慢,人口增长速度也会越慢。设想方案B1和B2认为通过提高资源利用效率、改进技术(B1)和更多因地制宜的解决措施(B2)进行减排。

资料来源:IPCC 2007a与Meinshausen 2007.

纪碳预算应该吸取的教训。《京都议定书》的多边框架为温室气体排放确定了限度。在《联合国气候变化框架公约》的支持下,各国花了5年时间进行谈判才达成协议,又花了8年时间,这一议定书才获得足够多德国家正式批准并生效⁶⁸。减排总目标是温室气体排放量比1990年水平低5%。

如果用全球排放总量衡量,《京都议定书》设定的目标并不是特别高,另外,没有从数量上对发展中国家规定上限。美国和澳大利亚没有正式批准该议定书,进一步限制了预计的削减规模。为说明这些例外情况,可以参照与能

源相关的二氧化碳排放。以1990为基准年,到目标日期2010/2012年时,《京都议定书》的承诺将使各种与能源相关的二氧化碳排放量实际减少2.5%⁶⁹。

然而到目前为止,履行情况一直令人失望。2004年,附件I国家的温室气体总排放量比1990年低3%⁷⁰。但总数据显示了两个重要问题。首先,自1999年以来,总排放量一直处于上升趋势,由此引发了人们对减排总目标能否实现的质疑;其次,各国执行情况存在很大差异(图1.14)。总排放量的下降大都是由于俄罗斯联邦和其他转型期国家的大幅度减排,有些国家的减排量在减排总量中的份额甚至超过了30%。这一结果与其说是得益于能源政策改革,还不如说是由20世纪90年代严重的经济衰退所至。随着经济的恢复,排放量正在增加。从1990年到2004年,附件I中非转型期国家(主要为经济合作与发展组织)的整体温室气体排放水平量增加了11%(专栏1.3)。

展望未来——难逃上升趋势

回首过去,自1990年——《京都议定书》参考年——以来的趋势令人担忧。展望未来,未来能耗和排放的设想方案明确显示,如果世界不做出改变,未来气候将会发生危险变化。

改变世界发展的方向需要改变能源使用方式。此举同决定工业革命的能源革命一样具有深远意义。即使气候不发生变化,化石燃料能源体系的未来也将倍受争论。从广义上说,能源安全是指人们能获得可靠且能负担的起的能源供应,这一问题在国际日程上越来越突出。

自2000年起,油价实际增长了5倍,每桶高达70美元。尽管油价可能回落,但不太可能回落到20世纪90年代末的低水平。有些评论员认为这一市场趋势正是“石油峰值”论的依据(石油峰值论是

从经济角度衡量,严格减排行动是有利可图的。

指,从长期来看,随着已知储量枯竭,石油产量呈下降趋势⁷¹)。除这些发展动态外,由于恐怖分子的威胁日益严重,主要石油出口地区的政治不稳定,石油供应中断的可能性加大,以及进口国和出口国之间的争端等原因,政治上对能源供应安全的担心正日益加重⁷²。

能源安全与气候安全背道而驰?

能源安全背景对制定气候变化减排战略具有重要意义。有些人认为化石燃料价格的提高能自动引导人们尽早向低碳转变,但这种希望很可能错了。“石油峰值”理论的支持者多少有些夸大其词。我们几乎可以确定,未来化石燃料成本更高、更难提炼、更难运输,每桶石油的边际价格将会提高。然而世界石油不会在短期内消耗殆尽:就目前消费水平而言,探明储量可供人们使用40年,而且人们还可能找到更多的储量⁷³。关键是,世界上经济实用的化石燃料很充裕,足以导致气候变化越过危险临界值。

就目前技术而言,只需开采地球化石燃料的很小一部分,就会造成上述后果。不管传统油源的压力有多大,探明储量仍然略微超过1750年以来使用的总量。煤炭探明储量为1750年来消耗总量的12倍。如果在21世纪人类消耗探明煤储量的一半,温室气体浓度将增加400ppm左右,必然导致危险气候变化⁷⁴。化石燃料储备的可用性表明,我们需要采取谨慎的碳预算管理。

目前市场发展趋势更要求我们这样做。石油和天然气价格的提高极有可能引起人类使用煤炭的狂潮。煤炭是世界上最廉价、分布最广、二氧化碳排放量最高的化石燃料:每产生一个单位的能源,煤炭排放的二氧化碳要比石油高40%,比天然气几乎高100%。此外,中国、德国、印度和美国是二氧化碳的排放大国,煤炭在这些国家目前和未来的能源中占有突出地位。经济转轨国家的

问题更普遍。以乌克兰的能源政策方向为例,过去10到15年间,乌克兰逐渐采用污染更小、价格较便宜的进口天然气来取代煤炭。但2006年初,俄罗斯中断对乌克兰的天然气供应之后,天然气进口价格翻番,目前,乌克兰政府正考虑再次使用煤炭⁷⁵。这种情况说明国家能源安全可能会与全球气候安全目标发生冲突。

能源需求设想方案确定,提高化石燃料价格并不能将世界引上一条可持续排放的道路。从现在到2030年,能源需求预计会增加一半,其中70%以上的需求来自发展中国家⁷⁶。根据目前预计,2004到2030年期间,满足这些需求要花费约20万亿美元。目前大多数资金仍将投向高碳排放基础设施,到21世纪后半期,这些基础设施仍会生产能源,同时排放二氧化碳。为了评估其后果,国际能源机构和政府间气候变化专门委员会制定了与能源相关的二氧化碳设想方案,将其同我们的可持续排放路径的设想方案相比较就得出结果:

- 根据我们所确定的可持续排放路径,到2050年,全球温室气体排放量要在1990年的基础上消减50%。然而,国际能源机构情景模拟的结果显示,温室气体排放将增加100%左右。根据预计,仅从2004年到2030年,与能源相关的二氧化碳排放量将提高55%,即增加140亿吨。
- 尽管根据我们的可持续排放路径所确定的参考目标,经济合作与发展组织国家应至少减排80%,但国际能源机构的参考结果却显示,温室气体排放量将增加40%,合计增加44亿吨二氧化碳。美国将占总增长量的一半左右,排放量将比1990年高48%(图1.15)。
- 根据国际能源机构的预测,发展中国家排放量将占世界二氧化碳排放增加量的四分之三。但是,根据我

们的可持续排放路径，到2050年发展中国家需要在1990年的基础上减排20%左右，而预计增加量将相当于在1990年基础上增加四倍。

- 虽然发展中国家的人均排放水平上升最快，排放趋同的情况是有限的。预计到2030年，经济合作与发展组织国家的人均二氧化碳排放量为12吨，而发展中国家人均排放量只有5吨。到2015年，中国和印度的人均二氧化碳排放量将分别达到5.2吨和1.1吨，而美国的人均排放量为19.3吨。
- 政府间气候变化专门委员会的设想方案还考虑到了其它排放源，如农业、改变土地用途、废弃物以及其他各种温室气体，因此要比国际能源机构的设想方案更全面。情景模拟的结果显示，到2030年，排放水平将达到600到790亿吨二氧化碳当量，呈快速增长趋势。若排放水平达到600亿吨二氧化碳当量，就意味着比1990年水平高出50%。政府间气候变化专门委员会的非减排情景模拟结果显示，一直到2030年的30年间，排放量将翻番⁷⁷。

排放量增加的驱动因素

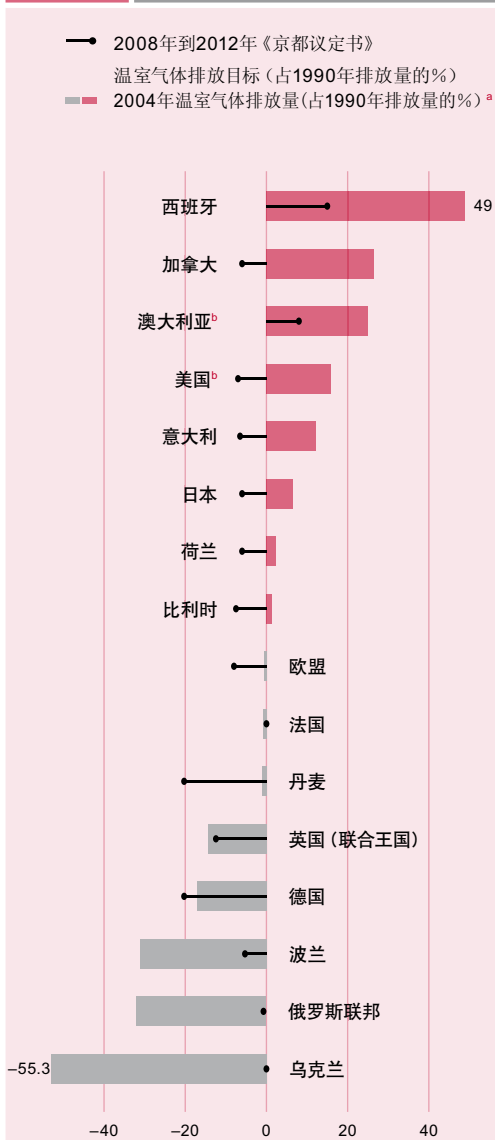
无论对未来情景作何设想，这些数据都须谨慎对待，它们是在对经济发展、人口变化、能源市场、技术和目前政策做出基本假设的基础上所得出的最佳估计。这些预测方案并不能确定一条预定的轨迹，但它们提醒我们注意一个严酷的现实：全球目前的排放轨迹必将导致人类与地球之间的冲突。

改变轨迹实非易事。温室气体排放量上升受三大因素驱动，这三大因素与技术、能源市场变化以及公共政策抉择共同作用。

- **人口趋势** 根据目前的预测，到2030年，世界人口将从现在的65亿增加到85亿。就全球水平来讲，即使保持总体排放量不变，需要将人均排放降低量30%，而且保持不变难以防止气候变化危机。人口增长几乎都发生在发展中国家，目前这些国家未能满足的能源需求缺口很大，且能源利用率较低。

展望未来，未来能耗和排放的设想方案明确显示，如果世界不做出改变，未来气候将会发生危险变化。

图1.14 一些发达国家远没有实现《京都议定书》的承诺与目标



a. 不包括改变土地用途引起的排放。 b. 澳大利亚和美国已签字，但还没有正式批准《京都议定书》，因此不受该目标的约束。

资料来源：EEA2006；UNFCCC 2006年。

《京都议定书》是对气候变化做出多边反应的第一步，它以1990年排放量为基准，确定了到2010和2012年前减少温室气体排放量的目标。政府正在就2012年以后的多边框架进行谈判，该框架是建立在现有承诺期基础上的，因此，从中吸取教训十分重要。

有三方面的教训尤其重要。第一，目标水平很重要。第一承诺期所设定的目标适度，发达国家约平均减排5%。第二，目标要有约束力。大多数国家都没有实现其在《京都议定书》下的承诺。第三，多边框架必须包括所有排放大国。两大发达国家——澳大利亚和美国，虽然签署了《京都议定书》，但却没有正式批准该协议，这样一来就出现了不履行协议的例外状况。另外，当前的《京都议定书》没有对发展中国家设定量化目标。

尽管现在对《京都议定书》的结果做出定论还为时太早，但在目前摘要记录中，减排情况（不包括改变土地用途造成的排放）并不乐观。在68个国家中，大多数国家都没有步入轨道。此外，自2000年以来，排放量增长的速度加快了。

初步结果包括：

- 在《京都议定书》下，欧盟承诺平均减排为8%。实际减排2%左右。欧洲环境署的预计结果显示，按照现有政策，这种情况将持续到2010年。交通部门排放量增长了四分之一；因发电和发热而产生的排放量提高了6%。实现《京都议定书》目标需大幅度提高可再生能源供应，但欧盟的投资却不足以实现其在2020年前实现20%可再生能源供应的目标。
- 英国（联合王国）已超过了其在《京都议定书》下承诺的12%减排目标，但却无法实现其国家目标，即温室气体排放量比1990年水平低20%。由于重新调整了工业结构和采取市场自由化的措施，英国从使用碳密集的煤转向使用天然气，基于这一原因，该国在2000年前实现了大部分减排目标。但是在2005年和2006年，英国从天然气和原子能转向使用煤，导致排放量升高（第3章）。
- 2004年，德国的排放量比1990年低17%。德国自统一以及东德（占减排总量的80%）重新调整工业结构后，1990年到1995年的减排力度较大。另外，生活部门的排放水平也下降了。
- 意大利和西班牙远远没有实现其在《京都议定

书》下承诺的目标。自1990年以来，由于经济增长强劲，旱灾后燃煤发电增加，西班牙的排放量几乎增加了50%。意大利排放量增长的主要来源是交通部门。

- 加拿大在《京都议定书》下同意的目标是减排6%。结果，排放量提高了27%，目前加拿大的排放量比《京都议定书》目标范围高35%。尽管温室气体密集度下降了，但是石油天然气生产的扩大导致了排放量增加，这使增效所带来的好处大打折扣。
- 2005年，日本的温室气体排放量比1990年高8%。《京都议定书》规定的减排目标是6%。按照目前的趋势，预计该国将比目标范围高14%左右。自1990年以来，工业排放略有下降，排放量增加主要来自交通（50%来自客车）和生活部门。家庭排放量增长的速度高于住户数量增加的速度。
- 美国是《京都议定书》的签约国，但是一直没有正式批准该条约。如果批准了，美国要在2010年前实现排放量比1990年低7%。总排放水平已经提高了16%。预计到2010年，排放量将比1990年水平高出18亿吨，且保持上升态势。尽管美国的温室气体密集度下降了21%，但是如果根据温室气体排放量与国内生产总值的比例进行衡量，所有主要部门的排放量都增加了。
- 与美国一样，澳大利亚也没有正式批准《京都议定书》。如果批准了，加拿大总排放量增长速度是所要求标准的两倍，自1990年以来，该国的排放量增加了21%。由于对燃煤发电的高度依赖，该国能源部门的排放量大幅增加，二氧化碳排放量提高了40%以上。

展望2012年以后的未来，我们的挑战是达成一项国际协议，使所有排放大国都参与其中，为实现21世纪实现可持续碳预算目标做出长期努力。政府今天的举措对2010年到2012年间的排放量不会产生重大影响：就像油轮一样，能源系统的回旋圈很大。

目前我们需要制定一个应对危险气候变化的框架。该框架必须为决策者确定一个更长的时限，短期承诺期间需要与中期和长期目标联系起来。发达国家的目标必须包括：到2020年实现减排30%左右；到2050年至少减排80%——这与我们可持续的排放路径一致。发展中国家可以通过财政和技术转让方面的规定促进减排（第3章）。

资料来源：EEA2006；EIA2006；Government of Canada 2006；IEA 2006c；Government of the United Kingdom 2007c；Ikkatai 2007；Pembina Institute 2007a。

世界上经济实用的化石燃料很充裕，足以导致气候变化越过危险临界值。

- **经济增长** 经济增长与碳浓度增长与能源结构和部门构成有关，是促进排放量增长的两大因素。对这一领域的任何预测都存在不确定因素。气候变化本身会抑制未来经济的发展，当灾难性海平面上升或出现“意外威胁”时，将尤其如此。但是，这种情况在未来几十年内可能不会发生：大多数模型预测，到21世纪末，气候不会对世界发展的动力产生重大影响⁷⁸。从近期来看，全球经济正处在历史上时间最长的可持续发展阶段。过去的10年中，全球国内生产总值的年均增长逾4%⁷⁹。照这一速度，生产将每18年翻一番，同时加大能源需求，提高生产过程中二氧化碳的排放。过去的25年中，世界经济每增长一美元所产生的二氧化碳（世界国内生产总值的“碳强度”）有所下降，这减弱了国内生产总值与碳排放之间的联系。该趋势说明能源使用效率提高了，经济结构和能源结构发生了变化，在许多国家中，与服务部门相比，碳密集型制造业的比例有所下降。然而，从2000年开始，碳浓度下降的趋势停止了，这给排放带来了更大的压力（图1.16）。
- **能源结构** 在过去25年中，与能源相关的二氧化碳排放量增长比对主要能源的需求增长慢。但是，国际能源机构的模拟情景显示，从现在到2030年，二氧化碳排放量的增长速度可能大大超过对主要能源需求的增长速度。原因是主要能源中煤

炭的比例上升。据预计，从现在到2015年的10年间，燃烧煤炭排放的二氧化碳每年将增长2.7%，这一比例要比燃烧石油所排放的二氧化碳高50%。

为了应对这些压力，气候变化减排必需有一定规模，而实现一定规模的减排要求通过国际合作制订持续的。单看能源市场目前的趋势，世界不可能走上低碳的轨道。但是，最近的市场趋势以及对能源安全的担心能促进未来的低碳排放。随着石油和天然气价格居高不下，开发低碳能源的动机将朝着有利的方向发展。同样，各政府对“依赖石油”和能源供应安全表示了担忧，因此它们更有理由采取措施，提高能源利用率，鼓励低碳技术的开发与利用，并通过再生能源提高能源自给自足的能力。第三章将对减排框架进行更详细的论述。取得成功的四大基本要素包括：

- 通过税收和限额交易制度对碳排放定价。
- 设立规章制度，提高能源利用率，制定减排标准，为低碳能源供应商创造机会。
- 达成多边国际合作协议，为向发展中国家进行技术转让提供资金，支持他们向低碳能源过渡。
- 以《京都议定书》第一阶段为基础，制订2012年以后的多边框架，设定更高的减少温室气体排放目标。

1.6 为什么要采取行动避免气候变化？

我们生活在一个严重分化的世界中。极度贫困与繁荣潜伏着冲突的危机；宗教与文化认同的差异导致了国家

与民族的紧张；民族主义之间的相互竞争对集体安全造成了威胁。在这种背景下，气候变化让我们注意到了人类生

活的一个严峻事实：我们共有同一个地球。

无论人们来自何处，秉持怎样的信仰，他们生活在同一个生态上相互依存的世界。在全球经济一体化过程中，贸易和资金流动将人们紧密相连，同样，通过气候变化，我们认识到环境这条纽带也将人类紧密相连——人类共享同一个未来。

气候变化说明我们对未来管理不善。气候安全最终将成为公共利益：地球大气由人类共享，任何人都不可能“排除在外”，这是显而易见的事实。相反，危险的气候变化最终将成为公害。从短期来看，某些国家和人民（世界上的穷人）将比其他国家和人民更快遭受损失，但从长期来讲，每个人都难以幸免于难，我们的子孙后代将面临更大的灾难性威胁。

公元前4世纪，亚里斯多德曾指出：“越是司空见惯的东西，人们给予的关注就越小。”他的评论也适用于目前的状况：人们对地球大气司空见惯，但是对地球碳吸收能力却没有给予足够的关注。在这个正在走向危险气候变化的世界中，改变这一状况要求人们以全新的视角思考人类的相互依存关系。

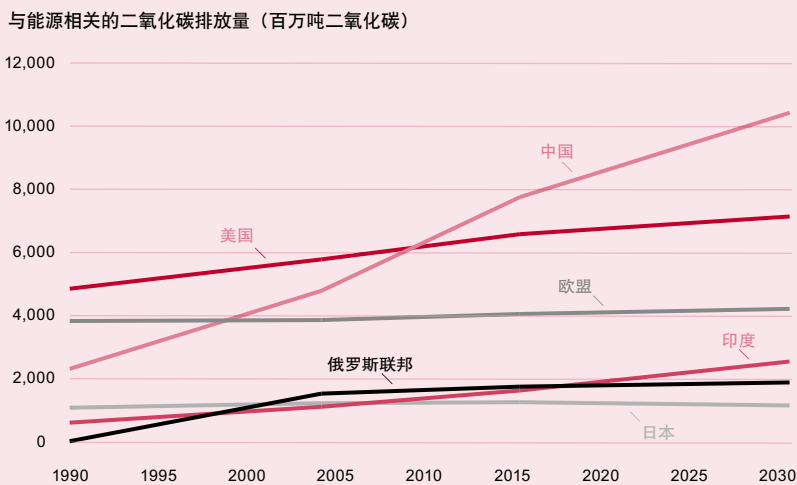
相互依存世界中的气候管理工作

解决气候变化问题使各国政府面临着艰难的选择，它们需要考虑许多复杂问题，如：伦理、代际与国家之间的分配平等、经济、技术以及个人行为等。减少温室气体排放的政策要求在能源政策和行为方面做出巨大改变。

本章对构成气候变化应对措施的一系列重要问题进行了探讨。有四个方面需要予以特别关注，因为它们涉及所有公共减排政策框架中的核心道德和经济问题：

- **不可逆性** 实际上，二氧化碳和其他温室气体的排放都是不可逆转的。它们在地球大气中的存留时间可长达几个世纪它们对气候系统的影响也是如此。许多其他环境问题造成的破坏能够在较短的时间内得到恢复，但是气候变化带来的破坏不仅可能给目前的弱势群体造成绵延数代的危害，还可能在遥远的将来对整个人类造成危害。
- **全球性** 温室气体集聚产生的气候作用力虽然影响可能不同，但是没有国界之分。一个国家排放的二氧化碳存入大气中后，将对整个世界产生影响。温室气体排放并不是跨界环境污染的唯一形式：酸雨、油泄漏以及河流污染都能带来跨国界的外部效应。与这些形式相比，气候变化的规模和后果有所不同：不论哪个国家，如果只靠单独行动，都无法解决这一问题。当然，有些国家可能比其他国家做得更多一些。
- **不确定性与灾难** 气候变化模式旨在研究可能性，而可能性意味着不确定性。不确定性，再加上子孙后代面临的灾难性风险是我们进行减排投资，防止风险发生的重要原因。
- **短期内人类发展将倒退** 气候变化将给人类带来灾难性后果，但早在此

图1.15 按照目前的趋势，二氧化碳排放呈上升趋势



资料来源：IEA 2006c。

单看能源市场目前的趋势,世界不可能走上低碳的轨道。

之前,数百万人就会遭受严重的影响。21世纪,人们也许能够不惜一切代价保护阿姆斯特丹、哥本哈根和曼哈顿岛,使其免遭海平面上升所带来的灾难。但海岸防洪并不能拯救亿万生活在孟加拉国、越南、尼日尔或尼罗河三角洲的人们生活和家园。紧急采取气候变化方面的减排缓施能降低21世纪人类发展倒退的风险,但是这些措施的实际效果大都要到2030年后才能显现出来。为了在此之前降低人类的成本,我们要支持适应气候变化的活动。

社会公正与生态上的相互依存

许多有关社会公正的理论和关于效率的观点可以用作气候变化讨论的依据。也许最适当的就是启蒙哲学家和经济学家亚当·斯密所提出的理论。对于如何确定公正、合乎道德规范的行动路线时,他提出了一个简单的检验标准:“应以一个公正无私旁观者的姿态来审视我们自己的行为”⁸⁰。

如果我们这代人没有很好的应对气候变化,那么这个“公正无私的旁观

者”的评价不会是乐观的。他可能认为使后代子孙可能面临灾难性危险与秉持人类核心价值不符。

《世界人权宣言》第三条明确规定:“人人有权享有生命、自由和人身安全。”面对气候变化之威胁而无动于衷将是对这一全人类权利的直接侵犯。

代际公平性原则是可持续性理念的核心所在。二十年前,世界环境与发展委员会将可持续发展理念定为国际日程的中心。人类长期以来并没有将减缓气候变化提升到重要地位,这将彻底违反代际公平这一原则,如果仅是为了突出这一点,我们有必要重申这一核心原则:“可持续发展是以满足当前人们的需求和期望为目标、同时以不牺牲子孙后代满足自身需求的能力为前提的发展。”⁸¹

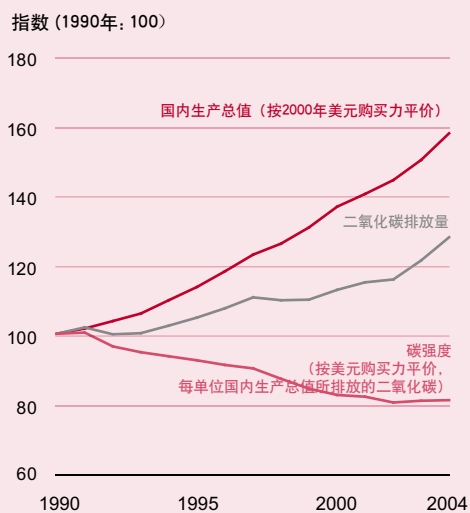
这一理念是对气候变化公共政策之争论的有力回应和呼吁。当然,可持续性发展并不意味着每一代人将环境完整无缺地留给下一代,但要保护未来各代享受实质性自由、自由决策并过他们想过的生活的种种机会⁸²。气候变化最终将限制人类的自由和选择权。它将使人类丧失掌握自身命运的能力。

为未来设想并不意味着我们应该忽略我们这一代的社会公正问题。一名公正无私的观察或许还应该思考:面对气候变化威胁却无动于衷是怎样体现人们看待当今的社会公平、贫困问题和不平等问题的态度的。从一定程度上讲,任何社会的道德基础都必须用它对待社会最弱势群体的方式来衡量。任由世界贫穷大众承担气候变化这一他人之过的最大冲击是对不平等和不公平行为的极度纵容。

从人类发展角度来看,现在与未来是彼此联系的。长期来看,缓解气候变化和发展人类能力之间并不矛盾。正如经济学家阿马蒂亚·森(Amartya Sen)在

图1.16

碳强度下降速度慢,难以降低总体排放量



资料来源: CDIAC 2007; World Bank 2007d.

减少温室气体排放的政策要求在能源政策和行为方面做出巨大改变

给本报告的特殊供稿中所说的那样，人类发展和环境可持续发展都是人类实质自由的不可分割的组成部分。

制定良好的政策、应对气候变化问题表明了我们的决心：在扩展当代人实质自由的同时，不损害未来各代实现自身自由的能力⁸³。我们面临的挑战是保持当前人类发展，同时应对气候变化对大部分人类生活造成的日益严峻的威胁。

从根本意义上，气候变化向我们提出了挑战，迫使我们重新思考人类相互依存的问题。希腊哲学家认为人类亲缘关系可以理解成一个个同心圆，以家庭为核心，向外扩散成地区、国家和世界，离中心越远，关系亲密度越弱。启蒙经济学家（如亚当·斯密）和哲学家们（如大卫·休莫）有时会运用这一理论来解释人类行为动机。当今世界，经济和生态系统越来越相互依存，同心圆之间的距离越来越接近。哲学家克瓦米·阿皮亚（Kwame Appiah）曾写道：“你对你所了解的并施以影响的每个人都负有责任：这种说法正是强调了道德的理念。”⁸⁴ 今天，我们能“了解”很多身在远方的人——而且我们明白我们对能源的消耗如何通过气候变化“影响”他们的生活。

从这一角度来看，气候变化引起了一些棘手的道德问题。能源消耗及其引起的温室气体的排放并不是抽象的概念。它们都是人类相互依存的体现。当一个欧洲人打开电灯，或者一个美国人打开空调设备，通过全球气候系统，他们的行为将影响到世界上最弱势的群体——影响到埃塞俄比亚勉强糊口维生的小农户的生活，影响到马尼拉贫民窟中贫民的生活，以及恒河三角洲地区人民的生活。这些行为还将影响到子孙后代——不仅仅是影响到他们自己的子孙，而且还包括全世界人民的子孙后代。有证据清楚表明，危险性气候变化将加剧贫困和未来灾难风险，在气候变化越来越造成生态依存的情况下，如果

我们继续忽视自身的责任，这无异是违背了伦理道德。

解决气候变化问题的道德紧迫性首先源于管理理念、社会公正和道义责任的观念。当今世界，人们常常因信仰不同而有所分化，但上述的这些理念是超越宗教和文化界限的，它们为各个信仰团体领导者和其他人共同采取行动提供了潜在基础（专栏1.4）。

紧急行动的经济依据

实现宏伟的气候变化减排目标要求我们今天就在向低碳经济转型上有所投入。这些成本将主要由当代人承担，尤其是富裕国家应该承担最多的成本。最终利益将惠及各国各代，子孙后代面临的风险降低，在我们有生之年，世界贫穷人口的发展前景也将更广阔。那么缓解气候变化战略的成本与效益是否能支持紧急行动呢？

由英国政府发起的《斯特恩气候变化经济学报告》解决了这一问题。该报告提供了强有力的应对措施。利用长远经济模型进行成本效益分析，该报告得出结论：是全球变暖的未来成本将很有可能达到世界年度国内生产总值的5%到20%。根据斯特恩报告分析，这些未来成本是可以避免的，可通过每年拨出相对少量的资金即全球国内生产总值的1%左右来用于缓解气候变化，使温室气体浓度稳定在550ppm二氧化碳当量（本报告提出的目标更高，即将温室气体浓度稳定在450ppm二氧化碳当量）。由此得出的结论是，我们完全有理由立即采取紧急、快速减排，因为采取防治措施比无动于衷更有效、更节约成本。

一些对斯特恩报告持批评态度的人们得出了不同的结论。他们认为成本效益分析并不支持尽早实施大幅度减排。反对呼声范围也很广。斯特恩报告和其批评者的出发点是相似的，也就是说，不论气候变化给世界带来什么程度的实际伤害，其影响都将波及未来子孙。但

两者的分歧在于对这些破坏后果的评估。批评者认为未来人类的福利应以更高的折算率来计算。也就是说，相对于当前成本而言，未来人类的福利不应像报告中所指出的那样受重视。

从反方立场出发制定的政策规定却又不同⁸⁵。与斯特恩报告不同，批评者认为未来短期内减少排放量的速度适度即可，然后在更远的未来，随着世界经济的逐步强大，技术能力不断发展再加大减排幅度⁸⁶。

斯特恩报告发表之后引发的争论一直没有停止，这在很多方面上都有重要意义。最重要的意义在于，它触及目前决策者们所面临的关键问题的核心，即，我们当前是否应该采取紧急行动来

缓解气候变化问题？另外还在于，它就经济和伦理道德相互关联提出了很多问题。面对危险气候变化带来的威胁，这些问题影响了我们对人类相互依存的想法。

折算未来——伦理道德和经济发展

许多争议是围绕社会因素贴现的概念而展开的。由于缓解气候变化战略意味着当前投入来实现未来利益，因此分析中很关键的一点就是如何处理未来收益和当前成本之间的关系。未来影响应该以多少贴现率来折算成当前数字？利用贴现率可以解决这一问题。要确定这一比率需要对未来福利进行估价，原因很简单，因为它是发生在未来的（纯时间选择利率），还要确定多消费一美元

特殊供稿

我们共同的未来与气候变化

可持续发展是指：既要满足当代人的需求，又不能牺牲子孙后代满足其自身需求的能力。此外，还应保证社会公正与公平，尊重子孙后代的人权。

20年前，我曾有幸主持世界环境委员会的工作。有关我们行动的报告通过其标题——《我们共同的未来》，传递了一个简单的信息。我们认为，人类正在跨越可持续发展的界限，并以影响后代幸福生活为代价，消耗着世界生态资源。在对地球有限资源的过度消耗中，世界上绝大多数人口所消耗的资源比例显然非常小。机会不等、分配不均是我们所发现的核心问题。

今天我们要认真反省气候变化。但是，对于不可持续生活所带来的后果，是否有更具说服力的证据呢？

《2007/2008年人类发展报告》制订了所谓的21世纪“碳预算”。该预算以最先进的气候科学为基础，在不导致危险气候变化的前提下，确定了温室气体排放总量。如果继续按照目前的排放趋势，21世纪的碳预算将在21世纪30年代到期。目前的能耗模式正在累积巨大的生态债，这些债务将最终传给我们的后代，并使他们陷入无力偿还的境地。

气候变化给我们带来了前所未有的威胁，并给世界上最贫困和最弱势的人口带来了最直接的威胁，他们已经尝到了全球变暖的苦头。世界分化已十分严重，全球气候变暖正在加剧贫富差距，剥夺人们改善生活的机

会。展望未来，气候变化很可能带来一场生态灾难。

为了世界上的穷人和我们的后代，我们需要果断采取紧急行动，阻止危险气候变化的发生。庆幸的是，现在还为时不晚，机会之门尚未关闭。但我们必须清楚意识到，时间正在分分秒秒的流逝，已经所剩无几。

富裕国家必须率先行动，承担起历史责任。这些国家的公民在大气中留下了最深刻的，不仅如此，他们还具备经济和技术实力，能够尽早大幅度减排。但这决不是说减排只是富国的事。实际上，目前的当务之急就是要通过国际合作，向发展中国家转让技术，促进发展中国家向低碳能源系统过渡。

如今，气候变化已给我们带来了沉痛的教训——在《我们共同的未来》中，我们所要传达的也正是其中的一些教训。可持续性并不是一个抽象概念，它旨在保持人与地球之间的平衡，这种平衡既能解决当前的贫困问题，又能保护后代子孙的利益。

Gro H. Brundtland

格罗·哈莱姆·布伦特兰
世界可持续发展委员会主席
挪威前首相

我们面临的挑战是保持当前人类发展,同时应对气候变化对大部分人类生活造成的日益严峻的威胁。

而产生的社会价值。这后一要素反映了随收入增长边际效用减少的原理⁸⁷。

斯特恩报告和其批评者之间对减排行动成本与效益的争论以及对行动日程安排的争论很大程度上可以归结于贴现率问题。要理解为什么不同方法对缓解气候变化行动至关重要,可以参照以下事例。若贴现率定为5%,那么我们当前只需要花费9美元来防止2057年因气候变化而造成的100美元的收入损失。若没有任何贴现,则达到同样目标需要花费100美元。因此,随着贴现率从零开始逐步上升,我们当前估算的全球变暖对未来的破坏程度就会降低。如果贴现率很高,考虑到气候变化的影响时间跨度长和成本效益的关系,复利的神奇作用反过来也会导致减排行动延缓。

从人类发展角度来看,我们相信斯特恩报告在选择相对低的纯时间选择利率这一核心观念上是正确的——而纯时间选择利率正是衡量未来与当前收益的工具贴现率的组成部分⁸⁸。仅仅因为未来人生活在未来而折算他们的利益,这是不公正的⁸⁹。我们如何看待未来各代的福祉是一个道德上的判断。诚然,贴现概念的创始人认为要实施一个正面的纯时间选择利率“从伦理道德上是站不住脚的,而且只是我们根据有限的想象得来的”⁹⁰。未来各代与我们是平等的,因此他们的人权不能打折扣,同样,我们应该担负起“管理地球”的职责,在道义上给予未来各代同等的重视。将纯时间选择利率定为2%,那么2043年出生的人享受的道义重视程度比2008年出生的人少一半⁹¹。

以未来各代不比当代人重要,并且应该承担更多的减缓气候变化成本为由,而拒绝马上采取行动,这在道义上是站不住脚的,而且人类社会各代彼此骨肉相连,作为这一大家庭中的成员,这种行为也不符合我们的道德责任的。通过道德规范这一主要工具,我们在制

定政策的过程中,要考虑到市场无法代表其利益的那些人(未来各代人)和尚没有发言权的人(年轻一代)的利益纳入政策制定过程中。这也就是为什么在确定减缓气候变化方式时,要明确、清晰的解决道德问题⁹²。

不确定性、风险和不可逆性——灾难性风险投保依据

无论是支持还是反对针对气候变化采取紧急行动,考虑行动原因时都应首先对相关风险的性质和发生时间的进行评估。不确定性是这一看法的关键因素。

如前所示,气候变化中的不确定性与发生灾难性后果的可能性是紧密联系的。当今世界中,气温上升超过5℃的可能性比保持在℃以下的可能性更大,因此我们将来更有可能面临一个充满“意外威胁”的自然。这些意外威胁的影响是不确定的。但是,这些威胁很可能导致南极洲西部冰盖融化,随之给人类居住地和经济活动带来负面影响。雄心勃勃的缓解行动可以说是为未来各代灾难性风险投保而支付的定金⁹³。

气候变化造成的灾难性风险为及早行动提供了依据。高成本的行动应该延缓到进一步了解情况后再行动的观点并没有在其他领域运用。在处理国防问题、保卫国家不受恐怖主义威胁的过程中,政府并没有因为不确定未来收益或不确定未来风险的性质而拒绝在当前投入资金。相反,他们会评估风险并且衡量事先采取行动减少风险是否足以避免对未来产生严重破坏⁹⁴。也就是说,他们会权衡成本、收益和风险,然后努力保护本国公民不受不确定发生但是可能发生的灾难性后果。

不对气候变化问题采取紧急行动的观点存在很多不足之处。在公共政策领域,“观望”的方法也许会有用,但是“观望”之法绝不适用于应对气候变

化这个问题。温室气体的积聚是日积月累并且不可逆转，因此政策错误并不是总能得到及时纠正。比如说，一旦温室气体浓度达到750ppm二氧化碳当量，未来各代就再也无法将温室气体浓度恢复到450ppm二氧化碳当量了。坐而观望南极洲西部冰盖崩塌是否会造成灾难性后

果是一种无法回头的选择：冰盖坍塌后就不能再与海洋底部联合在一起了。气候变化的不可逆性要求人们遵守预防性原则。某一地区真正发生灾难性后果的可能性极不确定，因此边际分析的运用就成了制定减缓气候变化应对措施的限制性框架。换句话说：即使遭受巨大损

专栏1.4 管理、道德和宗教——解决气候变化的共同基石

“我们不是从先辈那里继承了地球，而是从我们的子孙那里借来的。”

美国印地安土著谚语

可持续性这一理念并不是在1992年地球峰会上创立的。对管理价值观的信念、代际公平和对共有环境的共同责任支撑着一系列广泛的宗教和伦理道德体制。宗教在突出强调气候变化所引起的问题方面起着主要作用。

它们具备巨大的潜力推动变革，在共同价值观的基础上发动上百万人采取行动，解决这一涉及根本道德的问题。虽然宗教在其神学或精神层次上对管理有不同的诠释，但是它们共同致力于实践代际公平和关心弱势群体的核心原则。

当今世界过多地将宗教差异作为冲突的来源之一，气候变化问题为有着不同信仰的群体之间展开交流、共同行动创造了机遇。除了一些显著的特例之外，宗教领导人能在公共领域做出更多贡献。可能的结果是对气候变化引起的各种问题的道德伦理思考仍不充分。不同信仰的群体共同行动的基础植于基本的宗教典籍和现行的传教中：

- 佛教。佛教中指代个体的词是“Santana”，或称“水流”。这个词的本义是指，人与环境之间、各代人之间是相互联系的。佛教的教义很重视个体责任，强调通过改变个人行为来改变世界。
- 基督教。秉持不同基督教传统的神学家们都提出了关于气候变化问题的建议。从天主教教义来看，罗马教廷常驻联合国观察员代表团呼吁“生态转换”和“能够有效解决气候变化问题的明确承诺”。世界基督教协进会发出了强有力的号召，呼吁采取以神学关注为依托的行动：“世界上贫穷人口和弱势群体以及孙后代将因气候变化而饱受灾难……富国所使用的资源远远超出了他们在全球资源中应得的份额。他们必须通过支付气候变化适应措施的成本来充分补偿他人，从而清偿他们自己欠下的生态债务。富国必须采取大

资料来源：Climate Institute 2006， IFEES 2006， Krzmaric 2007。

幅度减少排放量，确保世界穷人的合法发展需求得到满足。”

- 印度教。自然是神圣的，这一理念深深根植于印度教中。圣雄甘地利用印度教传统价值观念来强调非暴力、尊重所有生命和保持人与自然之间和谐的重要性。管理理念体现在印度教对待生态的教义中。精神领袖Swami Vibudhesha曾写道：“我们这一代没有权利消耗掉土地中所有的肥沃资源，而留给后代一片贫瘠的土地。”
- 伊斯兰教。伊斯兰教中关于自然环境的教义主要来源于可兰经、圣训集——关于先知言行的断断续续的奇闻轶事——和伊斯兰法（al-Sharia）。人类被视为自然的一部分，因而这些典籍中有一个反复出现的主题，就是反对浪费和反对环境破坏。伊斯兰法中有很多训喻告诫人们，在共同的基础上保护、护卫共同的环境资源。可兰经中“一（tawheed）”的理念表达的是各代生灵合而为一的思想。还有一条诫令是说，人类是自然界的守卫者，必须为子孙后代保护地球和其自然资源。根据这些教义，澳大利亚伊斯兰教理事会对这样评价道：“上帝垂悯，使人类能享受大自然的慷慨馈赠，但这有个严格的前提，就是人类必须能照顾好大自然……时间紧迫。有着不同信仰的人们必须抛开神学理念上的分歧，努力合作，拯救世界于气候变化的灾难中。”
- 犹太教。犹太教最深刻的信念中，有许多是倡导环境保护的。正如一位神学家说的那样，虽然律法在芸芸众生中赋予人类特权地位，但这地位并不是“专制者的统治地位”——而且许多训诫都关注自然环境的保护。美国拉比中央会议将犹太教教义应用到气候变化问题中后这样评价道：“我们负有神圣的职责，要尽一切可能力量来保护当代人和子孙后代不受伤害，并保护生命完整性……如果我们有技术能力——如使用非化石燃料能源和交通运输的技术——却不做任何行动，就是对自身责任的逃避，是不可原谅的。”

缓解气候变化战略的成本与效益是否支持紧急行动呢？

失的概率很小，也会对人类构成巨大的威胁。

超越“一个世界”模式——为何分配如此重要？

另一个有关贴现率问题也引起了争议。如果未来的总体消费额与当前的不同，那么我们该如何去衡量未来每多消费一美元而产生的价值呢？对未来各代予以同等重视的人们会赞同一点，即如果未来各代趋向于更加繁荣，那么对于他们来说消费总量增加一个单位带来的价值将比当前同样增加一个单位所带来的价值要小。随着收入的增长，每多一美元的价值衡量就构成一个问题。我们以多少贴现率来折算未来消费总量的增加额取决于社会偏好：即每增加一美元而附带的价值量。斯特恩报告的批评者们认为，斯特恩报告所选择的参量值过低，反而导致了他们总体贴现率低到了不切实际的程度。这部分争议的相关问题同关于纯时间选择的争论有所不同，涉及到在巨大的不确定性中预测增长前景。

如果世界是一个国家，而且在道义上充分重视公民未来，那就应该大力投资于减缓气候变化的活动，做好防范灾难性风险的保障工作。在现实世界中，延迟减缓气候变化的代价并不是由各国各代平均承担的。气候变化造成的社会、经济影响将对最贫穷的国家和它们最弱势的国民造成更为严重的负担。关系到人类发展的分配问题更强调了紧急行动的重要性。事实上，分配问题正是采取紧急行动最重要的原因，而那些争论“一个世界”模型下贴现率的专家们大都忽视了这一点。

如果全球成本效益分析不设计分配权重，可能导致我们在思考气候变化时混淆很多问题。富裕国家经济（或富裕人口）受到的微小影响在成本效益表中都得到更为显著地体现，这恰恰是因为

他们更富有。这可以通过一个简单的例子来证明。如果世界上26亿最贫穷人口的收入减少了20%，世界人均国内生产总值的降幅还不到1%。同样地，如果气候变化导致旱灾，从而使埃塞俄比亚2800万穷人的收入减少了一半，这在全球资产负债表上几乎没有任何表现：世界国内生产总值仅减少了0.003%。还有一些问题是成本效益分析无法衡量的。市场价格难以反映一些本质上对我们极其重要的事物的附带价值（专栏1.5）。

分配问题的必要性往往在减缓气候变化行动中备受忽视。随着对贴现问题的争论日趋深入，针对不同收入水平的国家和人民，我们必须明确考虑消费所带来的收益和损失的加权问题。但是，在各代之间分配和在当代人口中进行分配有根本性的差异。对前者而言，大力减排是出于避免不确定但又可能发生的灾难性风险的需要；而在当代人收入分配问题这一情况中，减排行动是考虑到气候变化给世界最贫困人口的生活带来的“确定”成本⁹⁵。

不同发展水平上的各国和人民之间最终分配问题不仅存在于减排行动中。当前的减排行动将创造出稳定利益流，促进21世纪下半期的人类发展。若不采取行动，那么种种减贫努力将会受挫，上百万人将面临灾难性后果。洪水造成人们背井离乡（如孟加拉国）和撒哈拉以南非洲旱灾引起的饥荒就是两个典型的例子。

然而，未来与现在之间并不存在清晰的分界线。气候变化问题已经影响着穷人的生活，而且就算采取减排措施，气候还是会进一步发生变化。也就是说，仅靠减排行动并不能提供一个有效的防护，防止气候变化造成的负面分配结果——另外，21世纪上半期，适应气候变化是首选措施，同时进行大力减排。

发动公众行动

经过政府间气候变化专门委员会(IPCC)和其他组织的努力工作,气候科学增进了我们对全球变暖现象的理解。关于气候变化经济学争论也十分有助于对资源分配做出选策。然而公众关注才是政策变化的最终推动力。

公众舆论——变革的动力

公众舆论在很多层面都起着重要作用。若公众能够明确理解为什么气候变化是如此紧迫的议题,那么将为政府进行彻底能源改革创造政治空间。同其他许多领域一样,公众对政府政策的监督同样十分关键。如果没有公众监督,浮夸的空谈很有可能替代具有实质意义的政策行动——八国集团就是如此,承诺援助发展中国家,但却长期不兑现。气候变化带来的挑战十分显著,因为改革进程必须持续较长时间,这一点或许比公共政策的其他领域都要明显。

强大的改革新联盟正在涌现。在美国,气候变化联盟联合了非政府组织、商业领袖和两党研究机构。在欧洲,非政府组织和以教会为基础的团体正在发起运动,大力支持采取紧急行动。“终止气候混乱”已经成为一份计划宣言,和发起民众的号角。在国际上,全球气候运动正在建设一个超越国界的网络系统,在政府间高层会议之前、期间和之后向政府施加一定压力。就在5年前,大多数大型跨国公司对减缓气候变化的倡议要么漠不关心,要么持敌对态度。现在越来越多的公司正积极行动,并呼吁政府明确表态,支持减缓气候变化的活动。很多商业领袖已经意识到目前的发展趋势是不可持续的,他们的投资决策必需更具可持续性。

在历史上,公众运动一直是推动变革的强大力量。从农奴制度的废除、争取民主、公民权利、性别平等和人权,

到“让贫困成为历史”运动,公众动员为人类发展创造了无数新的机遇。参加气候变化运动的人们面临着特殊挑战,这一挑战的根源在于问题的本质。时间所剩无几,一旦失败,人类发展将发生不可逆转的倒退,政策变革必须得到众多国家的长期支持。现实中并不存在任何“一蹴而就”的解决方案。

问卷调查显示的结果令人担忧。

尽管在动员公众方面取得了一些进步,但是这场战役还并未取得胜利,且战况难以评估。然而问卷调查显示的结果却是令人担忧的——尤其是在世界最发达国家中。

目前,气候变化在发达国家的公众舆论中颇受关注。媒体报道达到了前所未有的高潮。电影《难以忽视的真相》受到了上百万观众的欢迎。连续报告——斯特恩报告就是显著一例——帮助公众理解严密的经济分析。政府间气候变化专门委员会对地球的健康状况发出警报,为理解气候变化证据提供了清晰的依据。尽管如此,公众的主要态度一直是消极而漠然。

最近调查的主要数字证明了这一点。某重要的全国性调查显示,在发达国家看来,气候变化的紧迫程度远不及发展中国家所认为的那样。例如,只有22%的英国人认为气候变化是世界面临的“最严重的问题之一”,但有一半的中国人和三分之二的印度人也作此想。认为气候变化是世界上最令人担忧的问题的国家大都是发展中国家,巴西、中国和墨西哥位于这类国家的前三位。该调查还发现,发达国家中相信宿命论的人更多,并且有很多人对避免气候变化的前景持怀疑态度⁹⁶。

更详尽的国家级调查进一步确认了这些在全球范围内得出的结论。在美国,减缓气候变化现在已经在国会引起了激烈争论。但是,就目前的民意来

在处理国防问题、保卫国家不受恐怖主义威胁的过程中,政府并没有因为不确定未来收益或不确定未来风险的性质而拒绝在当前投入资金。

延迟减缓气候变化的代价并不是由各国各代平均承担的

看，采取紧急行动还缺乏坚定的基础：

- 约2/5的美国人认为人类行为导致全球变暖，但是同样多的人认为气候变暖只是由于地球气候系统的自然变化模式（21%）或认为并没有证据表明全球变暖（20%）⁹⁷。
- 虽然41%的美国人认为气候变化是一个“严重问题”，但是仍有33%的美国人认为这仅仅是“有点严重而已”。只有19%的人表示十分关注——远低于其他八国集团的成员国水平，尤其远低于很多发展中国家的水平⁹⁸。
- 不同政党团体之间关注点也存在分歧。民主党派选民比共和党选民更关注气候变化，但双方都没有将这一问题摆在首要位置。位于19个最受关注的选举议题中，气候变化在民主党派中列于第13位而在共和党中位列第19。
- 一般程度的公众关注是与公众对风险和弱势所在地的认知相关的。在对公众关注焦点排序中，参与调查的人中只有13%的人最关注家庭或所在社区所受的影响，而有一半关注其他国家或自然受到的最直接影响⁹⁹。

在解释舆论调查的各种证据时需谨慎行事。公众舆论不是一成不变的，而是不断变化着的。当然也有振奋人心的消息。听说过全球变暖问题的美国人中有约90%认为，不管其他国家有何举动，美国应该减少温室气体的排放量¹⁰⁰。即使如此，如果“所有的政治策略都只局限于本国本地”，那么目前的公共风险评估不太可能提供强大的政治推动力。绝大多数人依然认为气候变化是一种不太严重、离人们还很遥远的风险，而且这一风险将主要降临到空间和上都离自身甚远的人身上¹⁰¹。

有迹象表明欧洲人的观念远远超前于美国人的观念，但民意调查的结果并

不支持这一说法。有4/5的欧盟公民意识到他们的能源消费和能源生产方式对气候造成了负面影响¹⁰²。但是只有一半的人表示“有某种程度的担忧和关注”——更多的人表示关注欧洲能源供应更加多样化的需求。

在一些欧洲国家，公众态度尤其小记。例如，在法国、德国和英国（联合王国），赞同“我们将会阻止气候变化”这一观点的人大约占总人口的5%到11%。令人担忧的是，在德国，有2/5的人甚至认为不值得去做出任何努力，大多数人对此的解释是无能为力¹⁰³。这些都表明，我们十分有必要加强公众教育和大力发起宣传运动。

民意调查的结果在几个方面都十分令人担忧。首先，它提出了富国人民对自身行为的后果作何理解这一问题。如果公众更清楚地明白自身行为对子孙后代的影响，以及对发展中国家弱势群体的影响，那么采取行动的需要应该表现的更为迫切。事实上，很多人认为处理气候变化非常棘手，这是我们采取行动的另一个障碍，因为它引发了人们的无力感。

媒体的角色

媒体在传播信息、改变大众观念方面起着关键性作用。它们除了能监督政府行为、加强政策制定者的责任感之外，还是向公众传播气候变化科学知识的主要渠道。鉴于所涉及问题对人类和整个地球来说具有巨大的重要性，媒体这一角色担负着重大的责任。

新技术的研发和全球化网络的形成加强了全世界媒体的力量。任何一个民主政府都不能忽视媒体的力量。但是权力和责任并不总是携手并进的。1998年卡尔·伯恩斯坦（Carl Bernstein）这样说道：“事实上，媒体或许是当今世界上最强大的机构，他们或者说我们（记者）却常常浪费了我的权力，忽视了

自身的责任。¹⁰⁴”这一评论是对气候变化争论的有力回应。

国内外媒体对气候变化的反应有着极大的差异。很多记者和媒体机构在活跃公众讨论并加深认识等方面做出了突出贡献。然而，我们也必须承认不足的一面。直到最近，“社论平衡”原则的运用抑制了辩论。美国的一项研究表明¹⁰⁵，平衡标准的运用，使1990年到2002年间美国著名报纸上一半以上的文章对政府间气候变化委员会和气候科学团体的研究结果以及对气候怀疑论者（其中很多是由既定利益集团资助的）的观点给予了同样多的报道。结果导致公众意见依然混乱。社论平衡原则是所有自由媒体备受推崇的重要目标。但是在那些方面之间取得平衡呢？如果研究气候变化的顶级科学家达成压倒性的“多数人”意见，那么，公民有权了解该观点，当然他们也

有权了解那些少数派观点。然而，社论选择过程中将两种观点等视之，并不能帮助公众做出判断。

媒体对气候变化的报道存在许多问题。很多有待解决的问题是极其复杂的，本质上是很难向公众传达的。一些媒体报道反而会使公众一头雾水。例如，媒体报道中过多注重对灾难性风险的报道，而对更直接的人类发展威胁报道相对较少——在很多情况下，这两类问题常常被混淆。

过去两年中，气候变化报道的数量有所增加，质量也有所改善。但是在有些领域，媒体报道仍然会抑制人们在了解情况前提下进行辩论。在气候灾难期间或在发布重要报道前后，我们的注意力高度集中，但随后往往是冗长的报道过程。人们总是关注眼前的紧急状况和对未来事件的预测，这种倾向模糊了一

尽管在动员公众方面取得了一些进步，但是这场战役还并未取得胜利。

专栏1.5 成本效益分析和气候变化

赞成或反对采取紧急减排行动的争议中有很多是以成本效益分析为依据而进行的。很多重大的问题因此被摆上桌面，同时，也不得不承认成本效益分析方法的局限性。这一理论框架对制定合理的决策起到了关键性的辅助作用，但在分析气候变化时有着严重的局限性，而且成本效益分析本身无法解决根本的伦理道德问题。

将成本效益分析方法应用于解决气候变化问题时存在的困难之一是时间跨度。任何成本效益分析都是对不确定性的研究。在应用于气候变化缓解行动时，不确定性的范围太大。即使是小的投资项目（如公路建设），预测未来10年或20年内的成本和效益都是十分困难的。而要预测未来100年甚至更久的时间内的成本和效益在很大程度上是猜测性估计。评论家就此曾这样说过：“试图预计100年后气候变化的成本和收益更像一种充满想象力的猜测艺术，而非科学行为。”

更为根本性的问题是测量对象是哪些。国内生产总值的变化为衡量国家经济发展健康程度的重要方面提供了标准，但其中存在很多局限性。国家收入账户记录了国家财富的变化和用于创造财富的资本存量的折旧情况，但并没有反映出环境破坏的成本问题和生态资产（如森林资源和水资源）的折旧情况。应用到气候变化问题中，国家收入账户能反映出能源消耗创造的财富，却没有反映出与

地球碳汇能力损耗相关的各种破坏。

美国伟大的心理学家亚伯拉罕·马斯洛(Abraham Maslow)曾经说过：“如果你手上仅仅只有一把锤子，那么在你眼中，所有的问题都像钉子。”同样，如果衡量成本的唯一手段就是市场价格，那么没有贴上价格标签的东西——物种存活、河流清洁、森林保护、野生生物——就显得毫无价值。有些东西即使对当代人和子孙后代都有巨大的内在价值，如果没有在资产负债表上列出，也会被人们忽视。有些东西一旦失去，花多少金钱都买不回来；也有些东西是无法用市场价格标示其价值的。仅通过成本效益分析对待这些食物，我们将得到错误的答案。

气候变化问题从根本上触及了人与生态系统之间的关系。奥斯卡·王尔德(Oscar Wilde)曾这样定义那些认为人的动机皆自私的人，认为他们“知道所有事物的价格但却不懂的价值。”若不采取行动缓解气候变化，那么随之而来的很多影响将波及人类生活的方方面面，影响对人类无比珍贵的环境——和那些无法降级为分类账账页中经济项目的事物。这就是为什么做出其他投资决策（贴现率）（如在汽车、工业机器或洗碗机方面）的方法不适用于制定缓解气候变化行动的投资决策。

资料来源：Broome 2006b；Monbiot 2006；Singer 2002；Weitzman 2007。

媒体在传播信息、改变大众观念方面起着关键性作用

危险性气候变化是一场可预见的危机,但同时也隐藏着一个机遇。

一个重要事实,即气候变化带来的中期影响危害最大,这些影响将会逐渐给弱势群体带来越来越多的压力。同时,造成这些压力的富国人民和政府所负有的责

任并没有得到充分表达。结果,公众对支持适应气候变化措施、加强适应性的认识仍十分有限——对适应气候变化措施的国际发展援助也十分有限。

结论

气候变化科学已经为国际行动制定了一个明确合理的目标。这个目标是,将平均气温上升保持在2℃的阈限内。斯特恩报告为行动提供了强有力的经济学原理。抵制气候变化的战役是可行的,而且使可以取得胜利的。这一建议已经吸引了许多政策制定者的注意力。

避免灾难性风险的长期保险和人类发展的紧迫性论点为行动提供了强有力的依据。减缓气候变化行动对财政、技术和政治能力都提出了诸多挑战,但同时也向我们这一代替出了深刻的伦理道德问题。有证据明确表明,如果不采取任何行动,数百万人将因此受到伤害,

并且永远难以摆脱贫困,永远处在弱势的困境中。在这种情况下,我们还能为自己的无动于衷辩解吗?任何遵守最基本的伦理道德标准的文明社会都无法对这个问题做出肯定的回答,那些既不缺技术又不乏财力采取果断行动的国家尤其不能无动于衷。

危险性气候变化是一场可预见的危机,但同时也隐藏着一个机遇。这个机遇是通过《京都议定书》的协商实现的。根据重新生效的2012年后的多边框架,议定书将尤其关注大幅减排,同时制定适应气候变化的行动计划,应对过去温室气体排放带来的影响。

附表1

衡量全球碳足迹—以以下国家和地区为例

二氧化碳排放量^a

前30位二氧化碳排放大国	总排放量 (百万吨 CO ₂)		增长率 (%) 1990–2004	占世界总量 百分比 (%)		占世界人口 百分比 (%) 2004	人均二氧化碳 排放量 (吨 CO ₂)		二氧化碳排放或森林碳汇 ^b (百万吨 CO ₂ /年) 1990–2005
	1990	2004		1990	2004		1990	2004	
1 美国	4,818	6,046	25	21.2	20.9	4.6	19.3	20.6	-500
2 中国 ^c	2,399	5,007	109	10.6	17.3	20.0	2.1	3.8	-335
3 俄罗斯联邦	1,984 ^d	1,524	-23 ^d	8.7 ^d	5.3	2.2	13.4 ^d	10.6	72
4 印度	682	1,342	97	3.0	4.6	17.1	0.8	1.2	-41
5 日本	1,071	1,257	17	4.7	4.3	2.0	8.7	9.9	-118
6 德国	980	808	-18	4.3	2.8	1.3	12.3	9.8	-75
7 加拿大	416	639	54	1.8	2.2	0.5	15.0	20.0	..
8 联合王国	579	587	1	2.6	2.0	0.9	10.0	9.8	-4
9 大韩民国	241	465	93	1.1	1.6	0.7	5.6	9.7	-32
10 意大利	390	450	15	1.7	1.6	0.9	6.9	7.8	-52
11 墨西哥	413	438	6	1.8	1.5	1.6	5.0	4.2	..
12 南非	332	437	32	1.5	1.5	0.7	9.1	9.8	(.)
13 伊朗伊斯兰共和国	218	433	99	1.0	1.5	1.1	4.0	6.4	-2
14 印度尼西亚	214	378	77	0.9	1.3	3.4	1.2	1.7	2,271
15 法国	364	373	3	1.6	1.3	0.9	6.4	6.0	-44
16 巴西	210	332	58	0.9	1.1	2.8	1.4	1.8	1,111
17 西班牙	212	330	56	0.9	1.1	0.7	5.5	7.6	-28
18 乌克兰	600 ^d	330	-45 ^d	2.6 ^d	1.1	0.7	11.5 ^d	7.0	-60
19 澳大利亚	278	327	17	1.2	1.1	0.3	16.3	16.2	..
20 沙特阿拉伯	255	308	21	1.1	1.1	0.4	15.9	13.6	(.)
21 波兰	348	307	-12	1.5	1.1	0.6	9.1	8.0	-44
22 泰国	96	268	180	0.4	0.9	1.0	1.7	4.2	18
23 土耳其	146	226	55	0.6	0.8	1.1	2.6	3.2	-18
24 哈萨克斯坦	259 ^d	200	-23 ^d	1.1 ^d	0.7	0.2	15.7 ^d	13.3	(.)
25 阿尔及利亚	77	194	152	0.3	0.7	0.5	3.0	5.5	-6
26 马来西亚	55	177	221	0.2	0.6	0.4	3.0	7.5	3
27 委内瑞拉玻利瓦尔共和国	117	173	47	0.5	0.6	0.4	6.0	6.6	..
28 埃及	75	158	110	0.3	0.5	1.1	1.5	2.3	-1
29 阿拉伯联合酋长国	55	149	173	0.2	0.5	0.1	27.2	34.1	-1
30 荷兰	141	142	1	0.6	0.5	0.2	9.4	8.7	-1
世界总量									
经合组织 ^e	11,205	13,319	19	49	46	18	10.8	11.5	-1,000
中欧、东欧及独联体	4,182	3,168	-24	18	11	6	10.3	7.9	-166
发展中国家	6,833	12,303	80	30	42	79	1.7	2.4	5,092
东亚及太平洋地区	3,414	6,682	96	15	23	30	2.1	3.5	2,294
南亚	991	1,955	97	4	7	24	0.8	1.3	-49
拉丁美洲及加勒比海地区	1,088	1,423	31	5	5	8	2.5	2.6	1,667
阿拉伯国家	734	1,348	84	3	5	5	3.3	4.5	44
非洲南部撒哈拉地区	456	663	45	2	2	11	1.0	1.0	1,154
最不发达国家	74	146	97	(.)	1	11	0.2	0.2	1,098
高度人类发展	14,495	16,616	15	64	57	25	9.8	10.1	90
中度人类发展	5,946	10,215	72	26	35	64	1.8	2.5	3,027
低度人类发展	78	162	108	(.)	1	8	0.3	0.3	858
高等收入	10,572	12,975	23	47	45	15	12.1	13.3	-937
中等收入	8,971	12,163	36	40	42	47	3.4	4.0	3,693
低等收入	1,325	2,084	57	6	7	37	0.8	0.9	1,275
世界	22,703 ^f	28,983 ^f	28	100 ^f	100 ^f	100	4.3	4.5	4,038

注
a 该数据是指消耗固态、液态和气态的化石燃料所排放的二氧化碳及废气燃烧和生产水泥排放的二氧化碳。
b 该数据仅指地上或地下的活体生物数量，朽木、土壤和干树叶中的碳不包括在内。该数据表示由于森林生物量的碳储量变化造成的年均净排放量或碳汇量。正数表示碳排放量，负数表示碳汇量。
c 中国二氧化碳排放量不包括中国台湾省的二氧化碳排放量，该省1990年和2004年的二氧化碳排放量分别是1.24亿吨和2.41亿吨。
d 该数据为1992年数据，增长率为1992年到2004年间增长率
e 经合发展组织地区包括下述国家：捷克共和国、匈牙利、墨西哥、波兰、大韩民国和斯洛伐克。这些国家也属于其他亚区。因此，有些情况下，单个地区的总和可能大于世界总量。
f 世界总量包括未纳入国家总量的二氧化碳排放量。例如，船用燃料和非燃料碳氢化合物产品氧化排出的二氧化碳（如沥青）。此外还包括没有在主要指标表上列出的国家所排放的二氧化碳量。上述二氧化碳排放量约占世界总量的5%。
 资料来源：指标表24