

对应全球气候变化的平等和可持续政策

John Byrne^a, Young-doo Wang^a, Hoesung Lee^{b,1}, and Jong-dall Kim^c

过去两百年里，能源在工业生产和消费中的应用改变了大气的化学结构。自工业时代起，大气中主要温室气体如二氧化碳，一氧化二氮，臭氧，甲烷和氯氟化物大幅增长（Cicerone, 1989; IPCC, 1990; IPCC, 1996a）。如果考虑到所有的社会活动，全球范围内约有 60% 的温室气体是与能源生产和消费相关的（Byrne 等, 1992）。用气候学家 Nicholas Shackleton 的话来说，温室气体的排放程度以及对大气化学组成的影响远远超过大自然界在过去 50 万年所经历过的（New York Times, 1990 年 1 月 16 日）。

许多气候模型预测大气中高浓度的温室气体将导致地表温度升高。尽管对温室效应的精确度动态影响还有争议，由联合国组织的政府间气候变化委员会（IPCC）已得出结论空气中增加的温室气体正在影响最近的气候模式（IPCC, 1990; IPCC, 1996b, c）。1992 年在里约热内卢举行的地球峰会及随后于 1995 年柏林，1996 年日内瓦，和 1997 年京都举行的缔约方大会号召采取行动来解决这个问题。这些行动都着眼于能源部门，以及能源部门所采用的燃料和技术。而大多数政策建议的共同点便是从常规能源向以能源效率和可再生能源为主的能源体系转化。

温室气体减排政策常常引起关于成本和效率的争议，也正因为如此，许多政策提议采取减排不应过急过快（如 Nordhaus, 1991）。从广义上来说，在能源政策的制定中应采取两个预防准则——“无悔”和“保险”。然而，每一项准则都很难证实在国际政策中的应用。本文提议用平等和可持续性作为制定全球能源政策的基础，以此来定义和分配为减缓气候变化转化能源部门所需要的成本。

两个主要政策提议

到目前为止，关于温室气体减排的争议大都集中在“无悔”和“保险”的原则上。全球气候变化中的“无悔”政策（Cristofaro, 1992; Shelling, 1991）是要求国家减少那些没有额外的温室气体减排效益的成本有效的活动。基本上，这个政策提议国家加速实施低成本的节能措施比如更换变速电机和高效的荧光灯。由于有市场障碍，这些措施没有得到推广实施，而“无悔”政策可衍变为移除这些障碍的具体策略。

“保险”的政策则旨在采取减缓措施以尽可能减少全球变暖引起灾难性事件的风险（Cline, 1992; Manne 和 Richels, 1992）。这个政策提议实行适度的温室气体减排来避免未来风险，比起“无悔”政策来要更进一步。可是，“保险”的气候变化政策同样是希望通过加速实施低成本的能源效率措施来实现减排。

a. 美国特拉华大学能源环境政策中心

b. 韩国能源经济研究所

c. 韩国庆北国立大学经济系

¹ 政府间气候变化委员会第三工作组前任主席。

以上这两种政策都是提倡用市场机制作为最有效的途径来实现温室气体减排 (Dower, 1992; Dudek, 1992; Sun, 1990; Bromley, 1990)。这意味着或者采用全球碳税, 或者建立一个国际排放交易市场。

虽然可以从假设条件和论点来区分“无悔”和“保险”的政策, 但他们有一些共同的问题。第一, 这些政策都没有考虑各国政策引起的国际影响。比如说, 好几个分析家都提到美国国家环保局所做的一个计量经济学研究, 该研究表明, 在美国的沿海城市修建防海堤比削减温室气体排放成本要低 (Passel, 1989; EPA, 1989), 因此建议以修建防海堤作为合适的保险政策。可对于发展中国家来说, 由于资源缺乏, 采取这样的措施来应付海平面上升很困难, 或者说根本就没有这种可能性, 比如说正面临着可能完全被淹没的孟加拉国。然而, 不管富裕的国家将作出什么样的决定, 这些国家都将最终承担富裕国家作出的决定所产生的后果。这种情况是“外部性”的典型特征 (Baumol 和 Oates, 1993): 财富上的不平等引发外部性的不平等。

第二, 当支持者提倡使用“无悔”和“保险”政策进行资源有效配置, 然而从分布上来看, 这两种政策都不是公平的。发达国家由于占有大部分财富和技术, 可选择的范围也比较大。因此, 不管是在何种实施机制下 (如碳税或排放交易许可), 这些国家可以运用他们的市场优势和控制发展援助基金来影响政策目标。所以, 是政治现实, 而不是分配原则来决定“无悔”政策如何实施, 以及“保险”政策的承诺范围。

第三, 两个政策都假设大气是, 或者应该是, 商品, 其价值由互相对立的工业化发展和环境保护共同来决定。但是这个假设只在以下条件满足时成立: 1) 大气吸收温室气体排放的能力无穷大; 2) 所有社会有相同的能力去处理全球变暖的自然后果。显然, 这两个条件都不能成立。全球变暖的前景本身就违反了第一个条件。另外一方面, “无悔”和“保险”政策背后隐含的经济理论缺乏对自然资源有限性的理解, 请参见 Daly (1991) 和 Gerorgescu-Rogen (1981)。因此, 这样的政策不能保证环境可持续发展 (Byrne 等, 1994)。这些政策可以实现经济效益最大化, 但是不能维持环境可持续发展, 甚至出现毁灭性的结局 (Pezzy, 1992)。关于第二个条件, 现实中存在的贫富差距和技术差距基本否定了该条件。另外, 很容易证明经济上的不平等将导致环境方面采取不是可持续性的社会活动。正如 Postel 所说:

不平等是环境下降的一个主要原因: 不平等助长了高收入的富人们的过量消费, 却让低收入的穷人们依旧贫穷……在两个收入极端的人群比在中等收入的人群更容易损伤地球的生态健康——富人对能源、原材料和商品的高消耗, 而穷人是因为他们必须过度砍伐、耕种、或者放牧这些危害地球生态的活动来维持日常生活 (Postel, 1994: 5-6)。

平等和可持续的措施

以上的讨论强调了气候变化议定书中需要解决的两个主要问题。第一, 如果希望实现广泛的国际参与, 必须首先解决社会经济和环境的不平等状况。众所周知, 亚非拉持续的经济增长所排放的温室气体将占据 21 世纪第二个二十五年里同时期全球温室气体排放很大比例 (Flavin 和 Tunali, 1996)。为了让这些地区参

与到温室气体减排行动中，必须说服这些国家，每个国家要公平分担减排责任。第二，在不恶化气候效应的条件下，大气所能吸收温室气体排放量应设定为全球社会温室气体排放的上限，特别是北半球，社会消费水平超过了环境可持续发展的承受能力。否则，议定书不能保证减排共同行动能够解决它所要解决的问题。

为维持现有的大气中温室气体含量，IPCC 对人类活动必须要减排的温室气体数量进行了估算。我们认为应当将可持续性建立在该估算的减排量之上（见 IPCC（1990）（xviii）和 IPCC（1996a）9—11）。公平起见，此研究以 1989 年人口为，以 CO₂ 当量为单位分摊每个国家人均年温室气体排放量。研究假设所有的人和社会平均占有生物圈资源。

关于温室气体排放量或配额的分配有好多种不同的准则。从广义上来说，这些准则可以被划分为以下五种：

- 1) 按每个国家国土面积比例（Westing, 1989）；
- 2) 按每个国家占现有整个世界温室气体排放水平的比例（Benedick, 1991）；
- 3) 按国家人口大小（Grubb, 1989）；
- 4) 按历史上的人均排放水平（Simth, 1991；Krause, 1989；Solomon 和 Ahuja, 1999）以及
- 5) 按人均 GDP 值（Wirth 和 Lashof, 1990；Solomon 和 Ahuja, 1991）。

所有的这些方法都在一定程度上考虑了公平的因素，但缺少设定一个人类活动引起的 CO₂ 排放限额。这个限额之下可保证环境的可持续性。事实上，目前的这些公平的提议可能会导致大气中二氧化碳含量的上升。有些学者甚至认为大气中二氧化碳含量增加一倍将是不可避免的事情（Solomon 和 Ahuja, 1991）。正如以上所提到的，保持气候稳定性可避免剧烈全球变暖，忽视这一点将最终会危害环境，从而对发展中国家产生严重的影响。

而实施气候稳定的概念要求温室气体允许排放量是公平分配的。好几位研究人员（例如：Agarwal 和 Narain, 1993；Mukherjee, 1992）都曾经尝试过这方面的计算。但是由于不同温室气体的影响不同，它们在大气中的存在寿命不同，以及大自然对不同温室气体的吸收的非线性关系等等不确定的因素，在如何进行有效的计算方面还有很多的不同意见（Mukherjee, 1992）。

不可否认，这样的计算是很复杂的，但是也有很普遍接受的 GHG 排放水平的估计值（可保证大气浓度稳定）（例如：EPA, 1989；World Resources Institute, 1990；IPCC, 1990, 1996b）。其中 IPCC 在 1990 年估计了在当时的情况下可以延缓全球变暖过程所要求的温室气体排放减排。以下是具体估计值：

- 1) 60% 以上的二氧化碳减排；
- 2) 15—20% 甲烷气体减排²；
- 3) 70—80% 氧化二氮减排；
- 4) 70—75% CFC—11 和 75—85% CFC—12 减排；以及
- 5) 40—50% HCFC—22 减排。

² 根据 IPCC 的第二此评估报告（1996a）（11），只需要 8% 年度甲烷排放量就可以维持当前水平。不论是 8%，还是 20%，都不会影响对可持续的温室气体排放率上限的估计（基于 1989 年人口数，人均排放率为 3.26 或 3.34）。因此，我们的分析是与 1990 及 1996 IPCC 的估计是一致的。

基于这些减排数据，IPCC 估算了一个可实现气候稳定的温室气体排放水平。估算中所用到的方程式是基于 IPCC 在其第一次评估报告（1990）所建立的关于全球变暖潜能值（GWP）的计算以及 IPCC 关于不引发严重的全球变暖效果的排放量的计算的基础之上的：

$$[e_i \text{GWP}_i (1-r_i)] / \text{POP}$$

其中， e_i 是 1989 年全球温室气体排放量， GWP_i 是不同的温室气体（ GHG_i ）对全球变暖潜能值的贡献， r_i 是为维持 1989 年人口水平和温室气体含量所要求的减排率。

在估算中，二氧化碳的 GWP 被视作为 1。相应地，甲烷的 GWP 为 21，而 CFCs 的为 5873（World Resource Institute, 1992）。以上计算的结果表明，为了不引起严重的全球变暖，整个气候体系（包括生态圈所吸收的以及大气中所能容纳的温室气体）目前每年可以接受 85 到 113 亿吨二氧化碳（分别要求 70% 和 60% 的减排）³，相当于 45 到 48 亿吨二氧化碳的甲烷（分别要求 20% 和 15% 的减排），以及相当于 5 到 9 亿吨二氧化碳的 CFCs（分别要求 85% 和 75% 的减排）⁴。把所有这些气体的排放量相加再除以世界人口数（1989 年大约是 52 亿）就得到我们称之为 *可持续的温室气体排放率*，其年度人均数值约为 2.6 到 3.3 吨二氧化碳当量。由于氧化二氮没有包含在计算内（因为缺乏国家排放量），这里所用到的可持续的排放率可以认为是一个保守数值。

我们的方法对人口比较多的国家没有进行补贴。首先，可持续的温室气体排放率是用来依照 1989 年的人口数额，将 *固定的全球排放水平* 分派到每一个国家。在我们的方法中，不管今后的人口如何变化，这个分配额都不会变，将至少持续到 2050 年。第二，尽管这个方法将给予中国和印度较大的配额，但这一点也是和其它方法是一致的，都考虑到中、印及其他发展中国家的经济需求的条件下，解决气候变化问题。最后，在这个方法下，所有国家都会有积极性来控制人口增长，因为人口的变化将会对一个国家的有效排放率产生直接影响。

在此计算基础上，美国是超过可持续排放率最多的国家，年人均温室气体排放已接近 26 吨二氧化碳当量。而世界平均值只是略高于 7 吨，说明目前人类活动产生的某些温室气体的排放已经比可持续的排放率要高两倍多。相比较而言，发展中国家的年人均排放通常都不到 2 吨二氧化碳当量。比如说印度，其排放率只有 1.8 吨。目前北美洲，欧洲（包括前苏联），日本都是主要的排放债务地区和国家，他们的排放已经远远超过他们的配额。而另一方面，亚非拉的大多数国家的排放率都低于其可持续发展排放率，从而成为排放债权国。显然，发达国家已经被分配，而且也将继续被分配到超过他们所应“公平享有”气候稳定排放水平。这样，第一阶段温室气体减排的任务主要由发达国家来承担，这个原则也是气候变化框架协定（FCCC）所认同的。

对提议的实施

³ 这里面包括对土地使用的变化而导致的二氧化碳排放。

⁴ 正如下一节中将要提到的，我们希望 CFCs 能达到 0 排放。在这里，我们只是提到 IPCC 的估计值。

整个世界目前所面临的最严重的政策挑战是公认的全球发展与能源和环境问题一体化。如果我们想要有效的解决气候变化的问题，我们同时也必须在考虑到环境可持续发展的情况下解决全人类三分之二的人口正承受的贫穷问题。为达此目的，我们必须从根本上改变目前不平等的能源、环境和经济之间的关系。如果不改变这种不平等的模式，长期的社会公平和环境可持续性将无从谈起。

这里所提议的平等和可持续的政策框架可用于探索可实现环境稳定和经济同等性的能源、环境和经济政策。为此，我们用基于 Kaya 特征方程 (Yamaji 等, 1991) 的回归模型把环境、能源和经济联系在一起 (E^3)：

$$CO_2 = (CO_2/ENG) \times (ENG/GDP) \times (GDP/POP) \times POP$$

其中， CO_2 是指以千吨计的二氧化碳排放量，ENG 是以万亿焦耳计量的能源消耗，GDP 是以百万美元计的国民生产总值，POP 是以千为计量单位的人口数。

根据 140 个国家的数据⁵进行多元回归，我们得到以下关于 CO_2 ，ENG，GDP 和 POP 的方程式：

$$\ln(CO_2) = \beta_0 + \beta_1 \ln(ENG/GDP) + \beta_2 \ln(GDP/POP) + \beta_3 \ln(POP)$$

许多国家没有 1989 年以前的数据，1991 年是能找到的最新数据。因此，不太可能进行时间序列分析。我们将 1989、1990 和 1991 年的数据平均值作为横向分析的基础。方程式中的每一个变量都取对数形式以满足线性假设。这个多元线性回归方程的系数以及不同国家收入水平⁶回归方程系数请参见表 1。

表 1：按收入分类的 E^3 关系

系数/t 值	按国家收入分类				
	所有国家	低收入国家	中低收入国家	中高收入国家	高收入国家
常数系数 β_0	-2.583	-2.794	-2.714	-1.697	-1.212
	[-24.31]	[-13.59]	[-33.63]	[-3.38]	[-2.32]
$\ln(ENG/GDP)$ 系数 β_1	0.976	0.989	1.052	0.704	0.88
	[33.39]	[21.92]	[30.92]	[7.29]	[9.11]
$\ln(GDP/POP)$ 系数 β_2	0.974	1.046	0.959	0.967	0.554
	[70.48]	[13.34]	[22.46]	[4.66]	[3.86]
$\ln(POP)$ 系数 β_3	0.997	1.021	0.997	0.988	0.995
	[92.15]	[54.75]	[89.95]	[26.52]	[36.48]
调整的 R^2	0.992	0.991	0.998	0.979	0.982
F 值	5464.325	1539.009	6913.148	308.673	487.824
标准差	0.249	0.23	0.121	0.334	0.25
案例数	140	44	47	21	28

注：括号中的数字是 t 值。

⁵ 由于好几个国家都没有分析中所用年份的四类数据，他们没有在这次分析之中。分析中也没有包括独联体和几个东欧国家。这些没有包括在分析中的国家的温室气体排放约占世界总量的四分之一。

⁶ 按照世界银行的准则，我们将所研究的国家分为四组：人均收入低于 635 美元的为低收入国家；人均收入在 636 到 2555 美元之间的是中低收入国家；人均收入在 2556 和 7911 美元之间的是中高收入国家；人均收入大于 7912 美元的为高收入国家。

分布图形显示二氧化碳排放的预计值和实际值是高度线性相关的（表中的所有国家）。四类国家的分布图形也都显示了这一点，说明使用这个线性模型只有极小的估计误差。独立变量之间没有相互关联，说明没有多重共线性的问题（每个独立变量的方差膨胀因子（VIF）都小于2）。较高的F值也说明了这个模型有很显著的统计学显著水平。所有的系数都很显著（如表中单个系数的t值所示），其正负符号也有预期相吻合。高 R^2 值及残差都说明这个回归可以用来进行具体情况分析。

公平排放被设定为2050年的政策目标，届时所有四种不同收入水平的国家人均温室气体排放水平是3.3吨。在情景分析中我们的目标只是 CO_2 排放，因为 CO_2 占有所有温室气体排放的四分之三，也因为另一种主要气体CFCs将依据蒙特利尔议定书（有关保护大气臭氧层的多边环境协定）逐渐被废除。为了给每类国家设定到2050年的二氧化碳排放目标，我们使用了一个绘图软件使用内插法来画出1990年和2050年之间的二氧化碳排放值（见图1）。

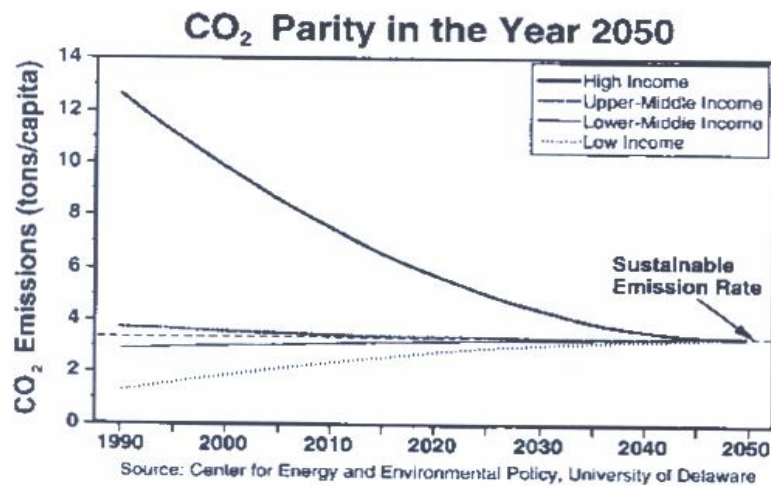


图1：2050年达到二氧化碳平等性

在此情景分析中，我们依然使用Kaya特征方程式，不过这一次，人均GDP是通过系数和其他已知变量计算出来的。该情景分析将能源强度和人口增长认为是外部变量，是预先确定的，人均GDP可以进行调整以满足2050年人均3.3吨二氧化碳排放的目标。人口增长数据取源于世界人口办公室（World Population Office）的预期值⁷，2050年能源强度将是OECD国家中每单位GDP能耗最低的那个国家——也就是瑞士——1990年水平（ $ENG/GDP=0.62$ ，取自然对数形式，见World Resources Institute, 1992）的一半。低收入国家，中低收入国家，中高收入国家和高收入国家以对数形式表示的1990年的能源强度分别是3.64，3.22，2.77和2.32。

该情景分析视GDP为内部变量，而POP和 ENG/POP 为外部变量。我们相信将人口增长是外部变量是基于公平基础之上的。如果人口是依据模型计算的，那么目

⁷ 到2025年的人口估算值来源于世界资源（World Resources）1994—1995年的数据库。2025年到2050年的人口数据是根据2025年的数据外推得到的。在我们的分析中，发达国家和发展中国家的人口年增长率分别是0.25%和1.25%。

前人口最多的国家—包括巴西，中国和印度—将会要求大量减少人口数量。然而，这些国家在过去 150 年里对大气中温室气体的累计只起了极小的作用。由于我们的方法要求这些国家在 2050 年前保持温室气体排放在有效的人均排放率之上，随着这些国家的人口继续增长，这个人均排放率将继续降低，我们相信这是气候变化政策关于人口增长的合理反映。

将能源强度 (ENG/GDP) 视作外部变量允许我们设立比常规方案 (Business as Usual, BAU) 更进一步的目标。由于几乎不可能在常规方案下达到使气候稳定的排放水平，将其视为外部变量是合情合理的。在本情景分析中，中高收入和高收入国家的目标是到 2050 年实现 ENG/GDP 减少到 50%。要在 2050 年达到可持续的排放率，这样的要求是非常必要的。为了达到这个目标，这些国家未来能源服务中的相当一部分应来源于可再生能源。瑞士目前是所有 OECD 国家中使用可再生能源最多的国家—大约 50% 的能源来自于可再生能源。其他的 OECD 国家要达到其可持续性的目标，也必须向瑞士学习。他们有 50 多年的时间来达成这样的目标，因此我们相信这样的目标是合理的。

在此情景分析中，发展中国家将经历较快的经济发展，其经济水平将几乎与发达国家持平。考虑到 2050 年 3.3 吨二氧化碳的排放目标，低收入和中低收入的国家（其 1990 年排放水平分别是 1.2 和 2.9 吨二氧化碳），将分别以 6.9% 和 4.9% 的经济增长速度到 2050 年时实现人均 GDP 约 24000 美元左右。相对而言，中高收入和高收入的国家经济增长速度要稍稍慢一些（分别是 3.1% 和 0.5%），到 2050 年时达到人均 GDP 32000 美元左右（见图 2）。

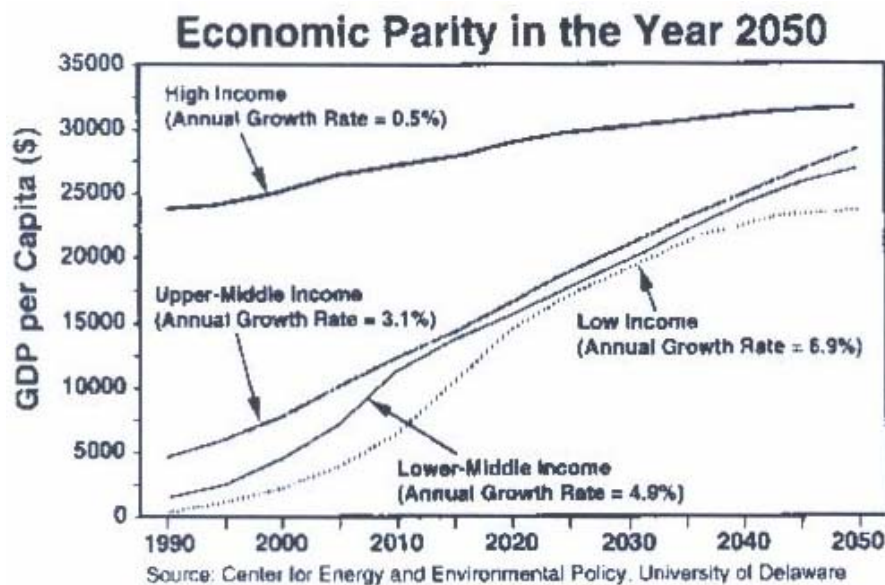


图 2: 2050 年达到经济平等

为实现经济公平性和环境可持续性，尽管假设能源效率和可再生能源将在低收入国家的发展过程中扮演主要的作用，我们仍然预期他们的二氧化碳排放量将会显著上升（在我们的情景分析下，低收入和中低收入的国家化石燃料能源强度将分别以每年 2.9% 和 2.7% 的速度提高）。高收入国家要减少排放水平到可持续率，化石燃料的使用应减少近一半，其减少部分将通过节约能源和发展可再生能源来实现

（中高收入和高收入国家的化石燃料能源强度将分别以每年 2.5% 和 2.2% 的速度提高）。同时，高收入国家必须和低收入国家必须一起将目前工业能源基础的系统能力提高四倍。然而需要指出的是，尽管达到了如图 2 所示的二氧化碳排放目标，富裕的国家在 21 世纪里依然是主要的排放债务国（表 2）。

表 2：预计高收入和中高收入国家的超额二氧化碳排放，

年份	CO ₂ , \$/吨	剩余 CO ₂ 排放（百万吨）		CO ₂ 减排预计成本 (十亿\$)
		高收入国家	中国收入国家	
1990	1.00	7,370	153	\$7.5
1995	1.25	6,420	130	\$8.2
2000	1.50	5,483	110	\$8.4
2005	2.00	4,573	91	\$9.3
2010	2.50	3,710	72	\$9.5
2015	3.25	2,909	54	\$9.6
2020	4.25	2,186	40	\$9.5
2025	5.00	1,554	28	\$7.9
2030	5.00	1,024	17	\$5.2
2035	5.00	600	9	\$3.0
2040	5.00	287	5	\$1.5
2045	5.00	86	1	\$0.4
2050	5.00	0	0	\$0.0

全球环境新机制

众所周知，实现全球可持续性将鼓励大量使用可再生能源和提高能源效率，并在全球范围内进行商业推广。在 1992 年的世界峰会上，大家同意通过由世界银行和联合国发展署共同执行建立全球环境基金（GEF）来实现这一目标。但许多国家对 GEF 的表现并不满意。

我们觉得 GEF 的财政和政治管理需要作出一些调整。具体办法是：中高收入和高收入的国家需要向 GEF 交纳费用以获得其高出可持续排放率的超额排放，由此建立一套排放许可交易体系⁸。这个体系的年度排放最高值可参见图 1。由此筹集的资金可用于支持温室气体减排的活动。

排放债务支付的价格可用避免成本的方法确定。避免成本方法假设许可排放一吨二氧化碳的价值和避免同量的排放的成本相等（Byrne 等，1994）。采用这个方法，对每个国家排放债务的计算是用避免二氧化碳排放的成本乘以每个国家高于可持续率的剩余二氧化碳量得到的。Falvin（1990）用节能技术进行估计，得出目前每吨二氧化碳的减排成本为 2—10 美元。

基于以上所提到的方法，排放债务国为全球温室气体减排而应对 GEF 交纳的费用就很容易计算。我们选用了比较保守的下限值进行计算，其具体数值为 2025 年二氧化碳减排成本为 5 美元每吨。根据表 2 中的数据，所有排放债务国在 1995

⁸ Chichilnisky 和 Heal（1993）认为国家之间实行可交易的排放许可会使所有国家的边际减排成本趋向相等。由于大气是公共品，他们建议在实施可交易的排放许可之前，用总金额转移的方法使各国间的边际收入效用相等。

年交纳总额为 75 亿美元，到 2015 年上升到 96 亿美元，之后逐渐减少，2050 以后达到零值。

在排放债务国把他们的减排量降低到可持续排放率之前，我们认为这些国家有义务按照各自的排放水平交纳费用。高收入国家要交纳接近 98% 的总金额，而剩下的 2% 则来自于中高收入国家。中低收入和低收入国家由于他们目前的低排放水平，不需要向 GEF 交纳费用。这样所筹集的资金将被用于处理排放债务国和债权国的排放交易，同时保证符合如图 1 所给出的上限值。

这个方法避免了其他交易体制中可能存在的“环境殖民主义”的问题（Agarwal 和 Narain, 1993）。具体来讲，富裕国家不能直接和非 OECD 国家进行交易来减少其排放债务。而应该通过 GEF 来进行交易。这样可以允许债权国根据本国国情设定减排优先顺序，根据减排优先顺序来从 GEF 提取资金⁹。

世界博弈研究所（World Game Institute）的分析（1991）估计 10 年内为
避免全球变暖的年度成本是 80 亿，在我们的预测范围内。

有解决方法吗？

为实现气候稳定和经济平等，必须要有合适的能源、环境和经济政策。显然，在目前世界政治环境中，这些目标不是可以轻易达到的。但是在断定没有切实可行的办法之前，需要考虑以下几个方面：

- 接受现实也就是承认可预见的将来全球三分之二的人口仍然贫穷和经济不平等；
- 维持现状可能是以环境不可持续发展为代价。发达国家应该认识到他们的命运和发展中国家政治不稳定的后果紧密相连，而如果国际经济、能源和环境关系没有根本改观的话，政治不稳定就非常可能发生。

如果发达国家持一种“走着瞧”的态度，短期内他们会实现经济增长，但同时未来他们为达到可持续性和平等所要付出的代价也是巨大的一无容置疑，采取这种态度的国家的实际收入从长远来看是会减少的。相比较而言，如果发达国家采用“立即行动”的政策，他们可能通过“低收入”来实现经济繁荣和二氧化碳减排目标（Daly, 1991）。

我们的方法与那些完全依靠提高效率来避免气候变化的方法是不一样的（详情情况请参见 IPCC, 1996d）。完全依靠效率的政策对生态管理的要求提高，但是正如 Byrne 和 Hoffman（1996）所指出的，这样的政策在社会和环境领域是主流。而且，Herman Daly 已提出警告，“可持续增长”的概念是一个对立的统一体（Daly, 1990）（45）：

地球的生态系统不断发展进化，但是并不增长。它的子系统，经济系统必须最终停止增长，但是仍可以继续发展。因此“可持续发展”这个词对经济系统来说是适用的，但是只有在被理解为“没有增长的发展”的情况下是适用的。而目前“可持续发展”已和“可持续增长”混淆使用了。现在必须要更正这个错误。

⁹ 当然，GEF 要求监督、评估和具体实施机制（这不仅包括环境债务和债券国，同时也包括如世界气象组织、联合国环境署以及其他的一些独立机构）。同时在决定给予资金之前，也需要按照既定的标准来对项目建议书进行评估。

结论

发达国家有财力、技术和责任来解决这个问题。但是除非他们与发展中国家合作来避免化石燃料经济体系全球化，气候不可能稳定，而社会不公平也没有保证。尽快发展一个新的E³政策框架是发达国家和发展中国家共同的利益所在（Flavin和Tunali, 1996）。

全人类都需要为达到全球平等和可持续性而付诸努力，别无选择。对发达国家来说，全球项目将要求对国内社会政策和国外经济政策作出强有力的承诺，以使人类既满足当代人的需求又不损害子孙后代满足其需求的能力（WCED, 1987）。对发展中国家来说，提高人民生活水平是当务之急，但是不应该重复发达国家所走过的环境和社会部和谐发展的路子。同时实现平等和可持续性并不容易，但绝对值得为之付出努力。如果我们能够成功，我们就可以心平气和地面对我们的子孙后代，自然环境以及我们的未来。

致谢

作者在此感谢 Janet Milan 和 Hyeyoung Lee 对本文统计分析工作的协助。

参考文献

- Agarwal, A and Narain, S (1993) *Global Warming in an Unequal World: A Case of Environmental Colonialism*. Center for Science and Environment, New Delhi. India
- Baumol, W. J and Oates. W E (1993) *The Theory of Environmental Policy*. Cambridge University Press, New York. NY
- Benedick, R.F (1991) *Ozone Diplomacy: New Direct Ions in Safeguarding the Planes*. Harvard University Press, Cambridge. MA
- Bromley, D.A (1990) The making of a greenhouse policy. *Issues in Science and Technology* VII (1) (Fall), 59.
- Byrne, J and Hoffman, S M (1996) "Sustainability: From Concept to Practice." *IEEE Technology and Society* Summer, 6—7.
- Byrne, J, Hadjilambrinos, C and Wagle. W (1994) Distributing costs of global climate change. *IEEE Technology and Society* Spring. 17—32.
- Chichilnisky, G and Heal, G (1994) Who should abate carbon emissions?: An international viewpoint. *Economics Letters* 44, 443 -449.
- Cicerone, R (1989) Global warming, acid rain and ozone depletion, in *The Challenge of Global Warming*. Ed. D.E. Abrahamson, Island Press, Washington, DC
- Cline, W.R (1992) *Global Warming: The Economic Stakes*. (May) Institute for International Economics, Washington. DC

- Cristofaro, A (1992) No Regrets' Tax Reform. In *Global Climate Change*, ed. J C White, pp. 61-63. Plenum Press, New York
- Daly, H E (1991) *Steady-State Economics*. Island Press, Washington, D.C.
- Daly, H.E (1990) *Sustainable growth: an impossibility theorem. Development*. 3(4), 45-47.
- Dower, R (1992) Designing a Carbon Tax Strategy. In *Global Climate Change*, ed. J C White, pp. 195-201. Plenum Press, New York
- Dudek, D.J (1992) Energy and environmental policy: The role of markets. In *Global Climate Change*, ed. J. C White, pp. 73-80. Plenum Press. New York
- EPA (1989) *The Potential effects of Global Climate Change on the United States*. Report to Congress, EPA-230-05-89-050, US Environmental Protection Agency
- Flavin, C and Tunali, O (1996) *Climate of Hope: New Strategies for Stabilizing the World's Atmosphere*. Worldwatch Paper 130.
- Flavin, C(1990) Slowing Global Warming." In *State of the World 1990*. Norton, New York
- Georgescu-Roegen, N (1981) *The Entropy Law and the Economic Process*. 4th Printing. Harvard University Press, Cambridge, MA
- Grubb, M (1990) *International Marketable Emission Permits: Key Issues*. Paper presented at the IPCC/OECD Working on Financial and Economic Measures as a Response to Climate Change.Paris.
- IPCC (1996a) *IPCC Second Assessment: Climate Change 1995*. Intergovernmental Panel on Climate Change
- IPCC (1996b) *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*. eds. J T Houghton et al., Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York. NY
- IPCC (1996c) *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change*. eds. R T Watson, M C Zinyowera and RH Moss. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. New York. NY
- IPCC(1996d) *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*. eds. J P Bruce, Hoesung Lee and E F Haites, Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, New York. NY
- IPCC (1990) *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. eds. J.T Houghton, G., Jenkins and J.J. Ephraums. Cambridge University Press, New York, NY

- Krause, F, Bach, W and Koomey, J (1989) *Energy Policy in the Greenhouse. Vol. I: From Warming Fate and Warming Limit*. Final report to the Dutch Ministry of Housing, Physical Planning and Environment.
- Lovins, A. B and Lovins, H.L (1991) Least-cost climatic stabilization. *Annual Review of Energy and the Environment*. 16.
- Manne. A.S and Richels, R. G. (1992) *Buying Greenhouse insurance*. MIT Press, Cambridge. MA
- New York Times* (1990) In the ebb and flow of ancient glaciers, (January 16) C1, C5
- Nordhaus, W. D. (1991) To slow or not to slow: the economics of the greenhouse effect *The Economic Journal*. 101 (6) (July). 290—337.
- Passel, P (1989) Curing the greenhouse effect could run into the trillions. *New York Times* November 19, pp. 1, 18.
- Postel, S (1994) Carrying Capacity: earth's Bottom Line. *State of the World 1994*. W.W. Norton & Company, New York.
- Shelling, T C (1991) Economic response to global warming: prospects for cooperative approaches. In *Global Warming: Economic Policy Responses*, eds. R Dornbusch and J.M., Poterba, pp. 197 221. MIT Press, Cambridge. MA
- Smith, K R (1991) Allocating responsibility for global warming: the natural debt index. *Ambio*. 20 (2), 95—96.
- Solomon, B D and Ahuja, D K (1991) International reductions or greenhouse-gas emissions. *Global Environmental Change*, pp. 343—350.
- WCED (1987) *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development. Oxford University Press, New York
- Westing, A H (1989) Law of the Air. *Environment*. 31(3), 3—4. Williams. P H (1990) Low-cost strategies for coping with CO2 emission limits. *The Energy Journal* 11(3).
- Wirth. D A and Lashof, D A (1990) Beyond Vienna and Montreal: multilateral agreements on greenhouse gases. *Ambio*. 19, 305—310.
- World Game Institute. (1991) What the world wants. *Whole Earth Review*, p. 62.
- World Resources Institute. (1992) *World Resources 1992 93* Oxford University Press, New York, NY
- Yamaji, K, Matsushashi, P. Nagata, 'V and Kaya, Y (1991) An integrated systems for CO2/energy/GNP analysis case studies on economic measures for CO2 reduction in Japan. Paper presented at the Workshop on CO2 Reduction and Removal: Measures for the Next century, International Institute for Applied Systems Analysis. Laxenburg, Austria, 19–21 March 1991