

中国能源需求

与二氧化碳排放的

韦保仁 著

情景分析

ZHONGGUO
NENGYUAN XUQIU
YU ERYANGHUATAN PAIFANG
DE QINGJING FENXI

中国环境科学出版社

中国能源需求与二氧化碳 排放的情景分析

韦保仁 著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国能源需求与二氧化碳排放的情景分析 / 韦保仁著. —北京: 中国环境科学出版社, 2007.12

ISBN 978-7-80209-684-4

I. 中… II. 韦… III. ①能源—需求—研究—中国②二氧化碳—排气—研究—中国 IV. TK01 X511

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第205016号

责任编辑 李恩军 茆京来
责任校对 刘凤霞
封面设计 龙文视觉

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街16号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2007年12月第一版
印 次 2007年12月第一次印刷
开 本 880×1230 1/32
印 张 8.5
字 数 215千字
定 价 20.00元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序

“中国能源需求与 CO₂ 排放情景分析”课题的研究是在日本开始的。2002 年 1 月到 2004 年 4 月,我受聘于日本产业技术综合研究所(AIST)的生命周期研究中心(LCA Research Center),当时的任务就是应用情景分析方法,在生命周期研究中心已经完成的 NICE I 和 NICE II 基础上,开发一个计算机程序,使得 NICE 模型结构能够适用于世界上不同的国家以及一个国家中的不同部门。大概花了一年时间,完成了 NICE III 计算机程序的开发,2003 年开始,我们利用开发的软件,进行了一系列应用研究。

我们首先完成了 NICE III 在日本的应用,并获得了成功;随后,完成了 NICE III 在中国的应用。两个国家应用实例证明,NICE III 计算机程序具有非常强的适应能力,可以用于不同经济结构的国家或同一国家不同的经济部门。利用 NICE III 计算机程序,可以对一个国家或部门的能源节约和 CO₂ 减排进行情景分析研究。

2004 年 4 月,我回国以后一直没有停止过对 NICE III 计算机程序的应用研究,我们先后完成了 NICE 模型在中国的水泥业、钢铁业等多个行业的应用,在研究中,我们还在情景分析中引进了协整分析,采用协整分析方法,研究变量间的相关关系。

因此,本研究具有以下两方面较为明显的特点:

第一,采用情景分析;第二,引进协整分析理论。

本书是在我们已经发表的《NICE 模型及其应用》的论文基础上整理写成的,还包括最近才完成的研究成果(属于首次发表)。对以前已经发表过的论文,我们也进行了重新复核,加入了最新的数据重新计算,从而获得了新的计算结果。

近来控制 CO₂ 发生了两件大事。第一,在国际上,联合国政府

间气候变化专业委员会 (IPCC) 和前任美国副总统阿尔·戈尔获得 2007 年度诺贝尔和平奖, 以表彰两者“为确立和传播人类活动引起气候变化方面的更多知识而作出努力, 进而为采取抵消这类变化的措施奠定了基础”。第二, 在国内, 节能减排工作正全面展开, 胡锦涛总书记在中国共产党十七大的报告中还特别指出, 要加强能源资源节约和生态环境保护, 增强可持续发展能力; 加强应对气候变化能力建设, 为保护全球气候作出新贡献。

中国是一个负责任的国家, 中国已经为世界 CO_2 控制作出了许多贡献。我们有理由相信, 中国今后将在 CO_2 减排上作出新的努力并取得更大成就。希望本书能对 CO_2 减排的研究者和环境保护专业的高校师生有所帮助。

感谢苏州科技大学科技处出版基金和环境科学与工程学院对本书出版提供的资助。

作 者

2007 年 10 月于苏州

目 录

第一章 本书的研究背景	1
1.1 CO ₂ 排放与全球气候变暖	1
1.2 京都协议书	7
1.3 情景分析方法	10
1.4 IPCC 情景分析的主要结论	11
1.5 中国温室气体排放现状以及减缓气候 变化的努力与成就	14
第二章 NICE III 计算机程序	17
2.1 NICE 模型及其计算机程序	17
2.2 NICE III 的变量	24
2.3 NICE III 的动态菜单和链接	28
2.4 本章小论	32
第三章 NICE III 模型在中国的应用	33
3.1 基于经验生产函数的 GDP、资本存量和城市化率	33
3.2 GDP 与资本存量、城市化率的协整分析	39
3.3 基于经验生产函数的中国 GDP 模型	43
3.4 单位 GDP 能耗	48
3.5 中国能源需求情景分析	52
3.6 能源需求类别预测	58
3.7 电力业的 CO ₂ 排放情景分析	66
3.8 中国 CO ₂ 排放情景分析	75
3.9 结果与分析	78

第四章 NICE III在中国钢铁业中的应用	83
4.1 中国的钢铁业	83
4.2 建筑业钢铁需求	84
4.3 汽车业钢铁需求	90
4.4 机械及其他行业的钢铁需求	100
4.5 中国钢铁生产量和潜在废钢可得量	102
4.6 炼钢能源需求量	105
4.7 炼钢业 CO ₂ 排放量情景分析	108
4.8 本章小结	109
第五章 NICE III在中国建材业中的应用	112
5.1 中国建材业现状	112
5.2 中国水泥业及其人均水泥累计消费量与 城市化率的协整分析	114
5.3 水泥需求量情景分析	121
5.4 中国水泥业能源需求和 CO ₂ 排放量情景分析	128
5.5 平板玻璃工业及其需求量预测	135
5.6 平板玻璃工业能源需求和 CO ₂ 排放情景分析	140
5.7 建筑陶瓷需求量预测	143
5.8 建筑陶瓷业能源需求和 CO ₂ 排放情景分析	146
5.9 建材工业能源需求和 CO ₂ 排放情景分析	148
5.10 本章结论与分析	151
第六章 NICE III在中国造纸工业中的应用	155
6.1 中国造纸工业	155
6.2 中国纸产品需求情景分析	157
6.3 纸浆需求量情景分析	168
6.4 造纸业能源需求情景分析	174
6.5 中国造纸业 CO ₂ 排放情景分析	178
6.6 废纸回收	179

6.7 再生纸消费意愿调查	182
6.8 结论与分析	186
第七章 NICE III在废水处理中的应用	190
7.1 生活用水量和排水量	190
7.2 工业废水排放量	197
7.3 污水处理能源需求情景分析	214
7.4 废水处理 CO ₂ 排放的情景分析	224
7.5 本章小结	228
第八章 中国城市化对能源需求和 CO₂ 排放量的影响	231
8.1 中国的城市化过程	231
8.2 城市化对各大产业 GDP 的贡献	232
8.3 城市化引起的 GDP 增长对能源需求的影响	237
8.4 城市化对生活能源需求的影响	239
8.5 城市化对 CO ₂ 排放的影响	246
8.6 本章结论	251
第九章 研究总结	255
9.1 情景分析总结	255
9.2 今后的研究方向	258

“温室效应”(Greenhouse Effect) 是指大气层中的温室气体——二氧化碳等，吸收地面辐射的热量，使地面温度升高的现象。

1996年，IPCC在第三次评估报告中指出，自1990年以来，全球平均气温升高了0.6℃左右。

第一章 本书的研究背景 1.1

1.1.1 CO₂排放与全球气候变暖

根据 IPCC 的报告，过去 140 年和过去 1 000 年的资料表明，全球呈现出变暖的趋势。报告认为，引起全球变暖的主要原因是人类活动使大气中温室气体 (CO₂、CH₄、N₂O 以及 CFCs 等) 的浓度大幅度增加，所产生的温室效应增强。其中，受人类活动影响最大的是 CO₂。观测表明，大气中 CO₂ 的体积混合比浓度已经从工业革命前的 280×10^{-6} 增加到 1998 年的 365×10^{-6} ，大约增加了 30%^[1]。

自 1860 年有气象仪器观测记录以来，全球平均气温升高了 0.6℃左右。最暖的 13 个年份均出现在 1982 年以后。1985 年以来，中国已连续出现了 16 个全国范围的暖冬。科学家们一直致力于研究人类使用化石能源、排放二氧化碳对气候变化的重大影响，并指出自工业化以来，二氧化碳在大气中的含量在逐步升高，导致“温室效应”和全球气候变暖^[2]。

1896 年 4 月，瑞典科学家 Svante Arrhenius 在伦敦、爱丁堡、都柏林《哲学与科学杂志》上发表题为《空气中碳酸对地面温度的影响》的论文，这是人类针对 CO₂ 浓度对地表温度的影响进行量化的首次尝试，是世界上第一个对人为造成的全球温度变化的估计。

第一个在大气—地球系统中使用“温室效应”(Greenhouse Effect)一词的是 Wood, 他于 1909 年第一次使用了这一术语^[3]。

1.1.1 温室气体与温室效应

地球大气化学成分因人类活动的影响一直在发生变化。工业化以来,尤其是 20 世纪 50 年代以来,人为产生的温室气体排放量不断增加,同时,随着大量化石燃料被开采利用,人工合成化学氮肥的产量和用量日益增加,以及土地利用状况急剧变化,打破了原来各种天然温室气体成分源和汇的自然平衡,使大气中的温室气体呈不断增长趋势。目前可知的温室气体包括: CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、CFC、HFC、PFC、 SF_6 和水汽。大气中水汽的体积分数介于 0.1%~1% 之间,因其变化无常,且存在一个巨大的自然源——海洋,大气中水汽变化的人为影响不敏感,因此,人们在讨论温室效应时把水汽排除在外。其余的温室气体以 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、CFC 的影响较显著。南极和格陵兰冰块中的气泡显示,自工业革命以来, CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、CFC 浓度明显增长,详见表 1-1^[4]。

表 1-1 人类活动引起的温室气体变化

项目	CO_2	CH_4	N_2O	CFC-11	CFC-12
工业化前含量/ 10^{-6}	280	0.8	0.275	0	0
1990 年含量/ 10^{-6}	353	1.72	0.31	0.000 28	0.000 484
年积累率/%	0.5	0.9	0.25	4	4
在大气中的存留时间 (减少到初值的 37%) / 年	120	10	150	65	120

这些气体强烈吸收地球表面的长波红外辐射,从而减少地表热量向空间辐射,使大气层保持更多的热能,增加地表气温,产生温室效应。由于各种温室气体吸收的辐射波长不同,在大气中存在的寿命、浓度也各不相同,因此,它们对增加温室效应的贡献也不同。表 1-2 中列出了在 100 年的时间尺度下,几种主要温室气体的累计温室效应。

表 1-2 各种温室气体的累计温室效应 (时间尺度 100 年)

温室气体	对温室效应的相对贡献	
	质量基准/kg ⁻¹	摩尔基准/mol ⁻¹
CO ₂	1	1
CH ₄	20	20
N ₂ O	300	300
CFC-11	4 000	11 000
CFC-12	8 000	20 000

1.1.2 全球变暖对环境的影响

CO₂ 对环境的影响途径主要有以下几个方面: 热浪、饥饿、洪水泛滥、流行病、沙漠化、粮食减产、动植物种群灭绝等。根据已有的成果, 全球气候变暖主要影响有以下几个方面^[4, 5]。

(1) 海平面上升

联合国气象组织在一份报告中指出: 在 20 年到 50 年后, 地球表面温度升高 3~8℃, 将引起两极冰盖融化, 全球海岸线将上升 30~50 cm, “海中之国” 荷兰将有 30% 地区被海水浸泡。若到 2100 年, 海平面上升 1 m, 许多沿海城市将在地图上消失, 世界将有 3 亿多“生态难民”。我国上海及邻近海域海平面上升速度正在加快。小岛国马尔代夫将失去领土。冰川融化导致的海水膨胀, 还可能产生海水倒灌, 洪水排泄不畅, 土壤盐渍化等问题, 航行和水产养殖也将受到影响。

澳大利亚环境学家警告称, 全球变暖导致海平面上升, 世界第二小国图瓦卢、邻国基里巴斯以及印度洋上的马尔代夫三个岛国正面临“灭顶”之灾, 未来不远, 它们可能被海水吞没, 从地球上彻底消失。

(2) 气候和天气变化

地球升温, 引起气候的剧烈变化: 部分地区升温, 在远离赤道地区最为明显, 例如在纬度 70° 到 80° 的极地频繁地出现更大的

暴风雪天气；全球降雨量增加，但某些地区可能带来干旱，如我国中西部地区，可能由于蒸发迅速，风型改变而变得更为干燥；台风的强度增强，如果热带地区的温度升高，将使台风能量增大，更频繁，并向南纬地区发展；“厄尔尼诺”现象加剧，给人类生命财产造成巨大的损失。在 1988 年，我国北方干旱无雨，而长江流域洪涝成灾。

专家表示，与全球变暖关系密切的一些极端事件，如“厄尔尼诺”现象、干旱、洪水、热浪、雪崩、风暴、沙尘暴和森林火灾等，其未来的发生频率和强度可能会增加，所引起的后果也会更加严重。如干旱发生频率和强度的增加，将加重草地土壤侵蚀，导致土地荒漠化或沙漠化趋势增大。

(3) 冰川冻土逐渐减少

2003 年 9 月 22 日，美国和加拿大的科学家证实，已经在北极的冰天雪地中挺立 3 000 年的巨型冰架“沃德·亨特”断裂为两部分，重蹈了 2002 年南极冰架崩塌的覆辙。可以说，这样的巧合并不是大自然所希望听到的“和谐之音”。

专家指出，冰川、冻土对气候变化非常敏感，冰川将随着气候变化而改变其规模。由于全球变暖，一些冰川出现了减少和退缩现象。如非洲乞里马扎罗山的冰川面积在 1912—2000 年间减少了 81%。1889 年时，它还完全由冰雪围绕，今天却只剩下 15% 的面积被冰雪覆盖，且主要是季节性冰雪。

(4) 影响水循环

水资源对全球变暖的响应问题，是事关人类生存与发展的大问题。全球变暖会影响整个水循环过程，可能使蒸发加大，可能改变区域降水量和降水分布格局，可以导致洪涝、干旱灾害的频次和强度增加，使地表径流发生变化。

全球变暖后，我国各流域年平均蒸发量将增大，其中黄河及内陆河地区的蒸发量将可能增大 15%。在干旱年份，气候变化引起的缺水量将大大加剧我国华北、西北等地区的缺水现象，并对这些地区的社会经济发展产生严重的影响。西部地区由于缺乏供水工程和

相应的水利设施,水资源系统对气候变化的负面影响很难有抵抗力。专家预测:到2050年,我国七大流域天然年径流量整体上呈减少趋势。

(5) 影响人类健康 许多媒介疾病属于温度敏感型。全球气候变暖,使媒介疾病的流行范围扩大。气候变暖对人类健康影响最严重的是,导致某些传染性疾病的传播和复苏。这些疾病的传播媒介和中间宿主的地区分布和数量取决于各种气象因素(温度、湿度、雨量、地表水、风)和生物因素(植被、宿主种类、有无捕食者、竞争者及寄生虫和人类干预)。气候变暖可使蚊子等昆虫的生存范围扩大和传播疾病能力增强。世界上许多科学家试图模拟全球气候变暖对人类健康的影响,回答温度升高时疾病将如何传播等问题。荷兰 Pim Martens 领导的研究组设计出一个疟疾传播的计算机模型,预测21世纪全球平均温度升高 3°C ,媒介按蚊的分布区扩大,将导致每年5000万~8000万新的疟疾病例^[10]。Patz认为,这是迄今为止试图预测未来疾病发生的最佳模型。1997年由于“厄尔尼诺”事件导致气温升高使坦桑尼亚40249人患霍乱,2231人死亡;肯尼亚17200人患霍乱,555人死亡;索马里6814人患病,252人死亡^[11]。

由于全球气候变暖与环境变化,可以导致传染病病原体的存活变异、动物活动区域变迁等。如随着全球气候的变暖病原体(尤其是病毒)将突破其寄生、感染的分布区域,形成新的传染病。或是某种动物病原体(尤其是病毒)与野生或家养动物病原体之间的基因交换,致使病原体披上新的外衣,从而躲过人体的免疫系统引起新的传染病等^[12]。

(6) 破坏动植物生境、加速物种灭绝 由于气候变化,一些脆弱的生态系统正逐渐退化甚至消失,栖息于其中的物种正受到生存威胁。极地是对气候变化最敏感的地区,由于海冰的逐渐消失,依赖其休息、捕食和繁殖的北极熊的生存首当其冲受到威胁。白鹤是一种极度濒危的迁徙性湿地鸟类,在

俄罗斯北极地区和西伯利亚繁殖，在中国的长江中下游越冬。随着全球气候不断变暖，白鹤栖息的北极圈内苔原预计会减少大约70%。当前尚存的几个大规模亚洲虎栖息地分布在印度红树林地区，未来海平面的上升可能会造成这些栖息地的消失。

气候变化可以急剧加快物种的灭绝速度。许多物种已经适应了非常独特的气候条件，任何微小的变化都可能意味着会永远失去这些物种。两栖类对气候变化非常敏感，生活于哥斯达黎加 Monte Verde 森林的当地特有物种 Monte Verde 金蛙自 1987 年来就没有发现过，被认为已经灭绝；而 20 世纪 70 年代以来，由于气候变暖，已经有 21 种蛙类从这个森林消失。海水温度的变化会造成珊瑚白化甚至死亡，1997—1998 年的“厄尔尼诺”事件就造成了大规模的珊瑚白化，使世界上 16% 的珊瑚死亡；如果温度持续升高，估计澳大利亚大堡礁中多达 95% 的活珊瑚到 2050 年会消失。气候变化还可以通过食物链对濒危物种造成间接影响。北美地区海水变暖造成了浮游生物数量减少，而浮游生物是北大西洋露脊鲸的主要食物。目前世界上只有约 300 头露脊鲸存活，食物短缺正逐渐成为这些露脊鲸的主要死因。

(7) 对森林火灾的影响^[13]

一个名为“清洁大气—冷却地球”(CA—CP)的研究组织根据对过去 150 年观测资料的研究指出，1874—2001 年作物生长期延长了 8 天，1965—2005 年春天开花日期提前了 4~8 天，1807—2000 年湖泊冰融化日期提前了 9~16 天，而 1970—2001 年陆地被雪覆盖的日期缩短了 16 天。由于全球变暖，我国的气候生长期也已明显增长，青藏高原和北方地区增长尤其明显。气候生长期的提前和延长，同时意味着森林火险期的提前和延长。美国圣迭戈斯克里普斯研究所的威斯特林等人在《科学》杂志网络版上发表论文说，美国西部近年来山林野火发生的次数更多、持续时间更长、覆盖面积更大，与气候变化有密切联系。威斯特林等人建立了一个数据库，将美国西部 1970—2003 年间发生的 1 166 次覆盖面积在 400 hm² 以上的山林野火，与同期的气温、水文数据等进行关联研究。他们发

现,山林野火发生的频率,自 20 世纪 80 年代中期起增加了近 3 倍,野火平均覆盖面积也猛增 5.5 倍。而在同一时期,美国西部平均气温明显升高,春季雪融时间提前、夏季高温干旱期增长。

(8) 对农业的影响

地球将出现更多的气候反常,出现异常的干旱、洪水、酷热或严冬、暴风雪或飓风,必将导致更多的自然灾害,造成农作物减收,病虫害流行,鱼类和其他水产品减少。温室效应也将使降水量、土壤湿度发生变化,当大气中 CO_2 含量倍增时,整个北半球除 $40^\circ \sim 50^\circ$ 纬度带雨量减少外,其他地区都呈增加趋势,我国年降雨量将平均增加 146.4 mm,夏季降水量增加大于冬季,土壤湿度变化情况复杂。

CO_2 倍增对农业产生的影响可分为两个方面:1) 直接效应,使光合作用率增加,对光合作用有利;2) 气温变暖使得农作物生长期延长,植物生长率有所提高,但杂草也增多,增加了除草劳力和除草剂的投入,增加农民负担,因温室效应引起农作物产量下降,挨饿的人数增加 10%~50%,其中非洲饥民增加最多,使世界的饥民队伍大大增长。

总之,温室气体的增加,对各方面的影响是显著的。全球气候变暖的趋势和严重后果,已引起国际社会的关注,1988 年 12 月 6 日联合国大会通过了一项保护全球气候的决议。1992 年 6 月联合国环境与发展大会通过了《联合国气候变化框架公约》,呼吁各国控制温室气体排放,防止地球变暖。

1.2 京都协议书

面对全球变暖的严峻现实,1988 年 11 月,世界气象组织(WMO)和联合国环境署成立了“政府间气候变化专门委员会(IPCC)”。IPCC 于 1990 年发表了第一次报告,阐明了气候变化问题对人类确实是一个巨大的威胁,呼吁缔结一项全球公约对付这一问题。

2005年2月16日,旨在遏制全球气候变暖的《京都议定书》正式生效。这是人类历史上首次以法规的形式限制温室气体排放。其核心原则是:共同但有区别。共同的是,每个国家都要承担起各自的责任;区别的是,发达国家和发展中国家有所区别^①。(8)

(1)发达国家应承担更多责任《京都议定书》承认,发达国家已完成工业化,应对全球变暖承担更多的历史责任。就现在而言,占世界人口22%的发达国家消耗着世界上70%以上的能源,排放50%以上的温室气体。因此,《京都议定书》只给工业化国家制定了减少排放的任务,没有对发展中国家作这一要求。《京都议定书》对不同的发达国家也作了区别的规定,即在2012年之前,主要的工业发达国家温室气体的排放量,要在1990年的基础上平均削减5.2%。具体的任务是,欧盟削减8%,美国削减7%,日本削减6%,加拿大削减6%,东欧各国削减5%~8%,新西兰、俄罗斯和乌克兰不必削减,稳定在1990年水平上,允许爱尔兰、澳大利亚和挪威的排放量分别比1990年增加10%、8%和1%。

《京都议定书》一个共同、二个区别、三个机制的内容,制定得十分巧妙,堪称妙策。“一个共同”的原则,是每个国家都有责任,同为“地球村”的人,都是义不容辞的。“二个区别”,则是发达国家首先承担削减排放义务,体现历史责任,不容推诿。三个灵活机制是清洁发展机制(CDM)、联合履约(JI)和排放贸易(ET)机制,可帮助发达国家更灵活地实现其减排目标,减少减排成本。《京都议定书》中所孕育的机制具有长期发展的生命力,将为人类未来的努力提供可资借鉴的蓝本。

(2) 中国须未雨绸缪

中国是世界上人口最多的国家,也是最大的煤炭消费国。当前中国的温室气体排放总量居世界第二位,预计到2020年前后,将与美国等量齐观。中国在参与气候变化领域的国际活动和履行《联合国气候变化框架公约》的谈判中,必然要把实现工业化和现代化争取发展权放在首位,为未来的发展争取必需的排放空间,同时必

须未雨绸缪，化压力为动力，寻求“低碳”的发展道路。

作为一个负责任的发展中国家，自 1992 年联合国环境与发展大会以后，中国政府率先组织制定了《中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》，并从国情出发采取了一系列政策措施，比如，我国长时期的节能减排，为减缓全球气候变化作出了积极的贡献。

2007 年 6 月，中国政府制定了《中国应对气候变化国家方案》。方案明确了到 2010 年中国应对气候变化的具体目标、基本原则、重点领域及其政策措施。方案认定，中国将努力建设资源节约型、环境友好型社会，提高在减缓与适应气候变化方面的能力，为保护全球气候继续作出贡献。

（3）人类面临的抉择

对于温室效应和全球气候变暖的事实，不是所有人都重视，采取的态度也各式各样。例如美国，他们不愿意改变其过度消费资源的生活方式。也有一些怀疑者。尽管温室效应有许多事实，仍然有一些科学家和政界人物认为极端现象还未出现，不必杞人忧天等。他们认为，“全球变暖”是媒体的炒作，实际上并不存在。这些人也承认温室气体和温室效应等事实，但认为全球变暖可能是太阳活动加剧造成的等。

但是，众多的科学家认为，全球气候变暖可能是迄今为止人类发现的最大的人为的环境问题。在权威学术杂志中，大量以科学论证为基础的科学论文都认为，人类行为是造成全球变暖的主要原因，IPCC 公布的研究报告也是这样认为的。科学家们认为，全球平均气温升高 2°C 是可以接受的安全底线，但是这样的目标到 2050 年也难以实现。即使届时全球二氧化碳排放量降低到 1990 年的一半以下， CO_2 在大气中含量仍将达 550×10^{-6} 以上，因为二氧化碳的寿命长达百年。所以，人类必须在未来付出更大的代价和为长远利益而放弃部分眼前利益间做出抉择：要么现在就寻找解决办法，要么等到亲身体会到气候变化带来的损害在难以忍受时再去行动。