

控制温室效应的潜力

[美] 欧文·明泽 著



中国环境科学出版社

控制温室效应的潜力

〔美〕欧文·明泽 著

柯金良 梁思萃 译

夏堃堡 校

中国环境科学出版社

1989

内 容 简 介

本书分六部分介绍了今年环境问题最热点的“温室效应”问题。论述了温室问题、气候变暖趋势的模式、未来能源的利用和二氧化碳排放方案、二氧化碳和其他温室气体在大气中的积聚、模式的结论和政策推断。对于用预测未来六种温室气体排放的模拟模式论述了气温上升产生的最大影响、建立了四个方案预测全球变暖的速度和程度进行了详细的介绍。为各部门管理人员认识“温室效应”给人类生活环境带来严重的威胁，是一本很好的参考书。

可供环境保护、气象、农业、化工部门的领导、科研、管理人员及大专院校有关师生参考。

A Matter of Degrees: The Potential for Controlling the Greenhouse Effect

Irving M. Mintzer
World Resources Institute, 1987

控制温室效应的潜力

〔美〕欧文·明泽 著

柯金良 梁思萃 译

夏堃堡 校

责任编辑 吴淑岱

中国环境科学出版社出版

北京崇文区东兴隆街69号

防化研究院印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

1989年10月 第 一 版 开本 787×1092 1/32

1989年10月 第一次印刷 印张 3 3/8

印数 1—3 000 字数 75千字

ISBN 7-80010-553-9/X·303

定价：1.60元

出版者的话

人类的生存与发展面临前所未有的严峻挑战,“温室效应”、“臭氧层的破坏”、“危险废物和有毒化学品的产生与处置”等环境问题已成为当今世界各国共同关心和议论的热点。也许是巧合吧,“警惕全球变暖”是今年世界环境日的主题,我们组织翻译的《控制温室效应的潜力》、《保护臭氧层的战略》正好今年相继出版,希望通过这两本小册子给广大读者以启迪。

早在几年前,国际科学界就发出了警告,指出地球的气候正严重地受到大气污染的威胁。自文明社会开始至今,地球气温升高了 1°C 左右,如果目前污染排放趋势继续下去,那么至2030年,地球气温将会上升 $1.5\sim 4.5^{\circ}\text{C}$,我们的世界在不久的将来将变得面目全非。因此,全球气候变暖已是全世界人民所焦虑关心的问题。本书就未来六种气体排放的模拟模式,四种方案预测全球变暖的速度与程度进行了详细的介绍。

本书能够在较短时间内出版,是与许多同志的支持与帮助分不开的,国家环保局外事处柯金良同志不但是本书的译者,而且为本书出版做了大量的对外联系工作;夏堃堡同志对本书进行了审校;美国世界资源研究所为本书提供了外文版本和经济上的支持,谨此一并感谢。

由于水平有限,书中可能有缺点和错误,敬请广大读者批评指正。

1989年7月

致 谢

许多人以各种形式给本报告予帮助。斯佩斯 (Gus Speth)、麦修斯 (Jessica Mathews) 和玛格利 (Maguire) 从最初的构思到最终草案都提供了指导性意见。米勒 (Alan Miller) 和波梅兰斯 (Rafe Pomeance) 加强了报告的理论方面, 明确了论述的论点, 并为解决许多棘手的问题提出了关键性的见解。世界资源研究所其他成员, 包括彼得·撒切尔 (Peter Thacher)、吉姆·麦肯齐 (Jim Mackenzle)、穆哈默德·埃尔-阿谢里 (Mahamed El-Ashry)、科斯莫 (Mark Kosmo)、雷佩托 (Bob Repetto)、布尔克 (Lauretta Burke)、辛克莱 (Lani Sinclair) 和夸尔廷 (Bob Kwartin) 也都提出了重要的看法和评论。

外单位一些同行的评论对本报告的分析十分有益, 作者特别感激下列人员的评论: 阿伯拉哈森 (Dean Abrahamson)、戴斯泽 (N. Dak Sze)、埃德蒙德斯 (Jae Eamonds)、菲罗尔 (John Firor)、吉布斯 (Michael Gibbs)、格莱克 (Peter Gleik)、古德曼 (Gordon Goodman)、哈特 (John Harte)、霍夫曼 (John Hoffman)、克里斯托菲尔森 (Lars Kristoferson)、拉肖弗 (Dan Cashoff)、麦克拉肯 (Michael Macracken)、麦克唐纳 (Gordon MacDonald)、拉夏纳汉 (V. Raman-athan) 斯蒂德 (Joe Steed)、塞德尔 (Steve Seidel)、沃伦 (C. C. Wallen)、王威春 (Wei-Chyung Wang)、沃森 (Bob Watson)、韦尔斯 (John Wells)、威廉斯 (Bob Williams)、沃尔夫

(Katy Wolf)、伍德韦尔(George Woodwell)和约海(Gary Yohe)。

由于库理尔(Kathleen Courrier)和伦纳德(Amber Leonard)对编辑方面提出的建议,使手稿的清晰度大有改进。经吉努姆(Dorothy Gillum)、维娜(Cynthia Veney)、比林斯(Hyacinth Billings)和马西(Allyn Massey)打字和制版等大量工作,印刷才得以完成。尽管有这一切的帮助,但错误还是难免的,作者对此完全承担责任。

在洛克菲勒兄弟基金会、C. S. 莫特基金会和德国马歇尔基金会的热诚帮助下,才使这项工作有可能完成,在此谨致谢忱。

作者

前 言

过去几年，国际科学界发出了不平常的警告信号。他们指出，地球的气候——在整个人类历史上维持生命的气候现在正严重地受到大气污染的威胁。

1985年10月，国际科学协会理事会、世界气象组织和联合国环境署，在奥地利菲拉赫联合召开的大会中所作的结论也许是最值得注意的警告。会议声明的开头这样写道：“现在人们认识到，由于温室气体浓度不断增加的结果，下个世纪的前50年，全球平均温度将会升高，气温将比人类历史上的任何时候都要高。”

更近一些时候，即1986年和1987年，美国参议院环境与公共工程委员会要求美国 and 国外起主导作用的科学家在广泛听取意见的基础上作出证实。哥伦比亚大学地球化学家布罗克（Wallace S. Broecker）所讲的话代表了许多人的观点，他说：“地球上的居民正在平静地进行一项巨大的环境试验，该项试验的影响将极为巨大和广泛，若将它送到一个负责任的委员会进行审批的话，由于其潜在的危险后果，势必遭到坚决的反对。然而，目前该试验正在继续，没有受到任何司法部门或国家的严重干扰。这里提到的试验系指向大气排放二氧化碳和其他所谓的温室气体。”

气候象任何力量那样强有力地使地区和人类活动形成特点。气候使玉米在衣阿华州生长茂盛，使作物在非洲南撒哈拉地区不能生长，使西伯利亚变成荒芜，使南太平洋塔希提岛变得温和、优美，使地球的每个地方各有特色。

不久以前，人们还认为气候是不会变化的。但是，事情很清楚，通过诸如焚烧矿物燃料、砍伐森林和生产各种合成化学品等活动，人类正在不断地向大气排放大量的“温室”气体。这些气体吸收地球上的红外线辐射，阻止它进入空间。该过程将热量积聚在地表附近，从而使全球气温升高。

过量的二氧化碳（ CO_2 ）是罪魁祸首。工业革命前，大气中的二氧化碳浓度大约是280ppm，在这个浓度中，二氧化碳（和水蒸气）使地球表面温度变暖约 33°C 。这个温度使地球宜于居住。但自从那时以来，特别自1900年以来，由于加速使用矿物燃料以及地球上大片地区的植被遭到破坏，造成大气中二氧化碳约增加25%，浓度达到346ppm。但是，二氧化碳的增加不是唯一的问题，当务之急的问题是温室效应。它是人类活动中释放出来的气体，包括氟氯烃（CFC）、甲烷、一氧化二氮和其他气体，这些气体象二氧化碳一样对温室效应产生同样的影响。

根据一项估计，温室气体释放已使地球的气温比工业时代前上升了 $0.5\sim 1.5^\circ\text{C}$ ，但目前，由于海洋的惰性，我们仅对此种变暖的一部分有所觉察。一些模式预测，如果目前温室气体增加的趋势继续下去，那么至2030年，地球气温将会上升 $1.5\sim 4.5^\circ\text{C}$ ，更有可能是 4.5°C 。了解这些变化意味着什么，意味着是至关重要的。并不是自8000年前，即文明社会开始至今，地球气温升高了 1°C 左右。为了找出为下世纪中叶所预测的状况，我们必须追溯到几百万年以前。总之，如果温室效应变化象今天气候模式所预测的那样，如果目前排放趋势继续下去，那么我们的世界在不久的将来将变得面目全非。

虽然全球变暖的地区影响尚不肯定并难以预测，许多预计的变化将是有深远的影响并令人担忧。降雨和季风模式可

能会发生急剧的变化,从而破坏全球的农业生产。在夏季,美国大平原、中欧和苏联的部分地区会发生长期的干旱,海平面可上升1~4英尺,从而淹没沿海地区并使盐水渗入供水系统;海潮会发生变化,改变许多地区的气候和破坏渔业生产;动植物物种的地区分布将会发生变化,从而危及自然保护区和许多动植物物种,这些物种的生境本来就已十分稀少和有限。创记录的热浪和其他气候反常会危害敏感的人、作物和森林。

在这种情况下,菲拉赫的科学家们采取了一项重要步骤,即敦促人们把温室问题列入政策领域,这是不会令人感到吃惊的。他们得出结论:“对温室问题的理解大大加深了,科学家和决策者应开始积极合作,以便探讨各种可能的政策和调整措施的有效性。”

世界资源研究所高级副研究员欧文·明泽(Irving Mintzer)参加了菲拉赫会议,自1985年以来,他一直在拟定方法以帮助科学家和决策者携手合作。本书是这种努力的第一个成果。科学认识和政策制订之间是政策研究领域,明泽的文章为解决许多问题提出了有希望的办法。在能采取国家和国际的有效行动之前,必须回答那些问题。

明泽把许多现行的模式融为一个模式,即变暖趋势模式,它可被用来预测将来对全球变暖起最大作用的六种气体的排放和估计最终变暖的效应。模式的个别成分可以分别加以控制,以模拟可能的政策措施和经济变化。

本书对该模式作了说明,并提出了使用此模式分析的重要成果。这些成果为人们对目前趋势的极大关注提供了依据,并为减少将来的危险提供了指导。他们建议,如能有效地和尽快地贯彻执行强有力的措施,就能大大地减少温室气体

的积聚。他们还认为,即使采取这样的措施,过去和目前的活
动引起的明显的气候变化,现在可能仍是不可避免的。将明
泽提出的两个方案加以比较即得出这样的结论:他的“基
础”方案反映了1980~2075年关于人口、经济和能源增长的
传统认识,即不采取政策来减缓温室气体的积聚;不作重大
努力来制止热带森林的乱砍滥伐,不提高能源使用效率,或推
广利用非矿物能源。对环境的关心未对能源政策产生多大的
影响,同样,未采取措施来限制氟氯烃的排放。在明泽的“缓
慢积聚”方案中,经济增长是一样的,但采取了强有力的政
策,推广太阳能,提高能源效率,不鼓励使用固体能源,制止乱
砍滥伐。通过国际协议,将氟氯烃生产量冻结在1985年的水
平,并采取其他措施减少氟氯烃的排放。

至2030年,模式所反映的这两种方案的全球变暖情况的
差别是很大的,在基础方案里,气候变暖的范围为超过工业革
命前 $1.6\sim 4.7^{\circ}\text{C}$ 。而在缓慢积聚方案中,气候变暖的范围则
是 $1.1\sim 3.2^{\circ}\text{C}$ 。至2075年,差别则更大——在基础情形方案
中,气温将比工业革命前高 $2.9\sim 8.6^{\circ}\text{C}$;在缓慢积聚方案中,
则为 $1.4\sim 4.2^{\circ}\text{C}$ 。

利用这些成果,我们可以推测,即使采取明泽在其缓慢积
聚方案中考虑的那些深远的措施,至2030年,地球表面温度也
会上升 2°C 或 3°C ——地球气候的一个重大变化。然而,缓慢
积聚方案中所试验的强有力的措施,确能成功地使下世纪的
气候变化可能比此减少2至3倍,这是非常重要的成果。没有
这样的措施,目前的趋势和政策可能会使人类走上这样的
道路:即导致下个世纪气候发生大规模的和潜在破坏性的变
化。

对这些结论可能有若干种不同的反应。由于我们认识上

的局限和模式与现实之间的不可避免的差距，人们可以简单地祈求情况并非如此。这里提出的结论的确令人十分不安，我们希望，未来的研究和认识上的提高将在一定程度上减轻社会的这种不安。当然，时间将告诉人们，现在许多科学家的担心是否正确。但我们能有那么多时间让地球的未来去冒险吗？明泽和其他人的工作认为，我们并没有充裕的时间，我们已经起步太晚了，耽误的代价是巨大的。考虑到采取减缓温室气体积聚的措施的困难，另一种可能的反应是作出如下结论，即由于有实际和政治的约束，可能做不了许多事，温室问题可能最终成为环境难题。必须作出具有历史重要性的集体判断——多半要在科学模式的基础上，但这种模式有严重的局限性，且很少人能理解。对某些人来说，出路要么是为经济发展提供所需要的能源，要么保护人类免受一种似乎遥远而又不肯定的威胁的危害，而且，对付这种威胁需要除战争以外，规模罕见的国际合作。

然而，正象布罗克正确地观察到的那样，随着温室气体的迅速累积，一个大规模的全球范围的试验正在进行。在人们完全明白其结果之前，我们的子孙后代可能不可逆转地进入了一个变化了的世界，这个世界在某些方面可能变得更好了，但也可能包含着史无前例的危险。不要绝望，这要求对人民赋予信任——当人民普遍地认识到这些危险的时候，他们不会无动于衷，而会采取行动，保护有价值的东西。况且，当人们对行动的重要性更加理解时，行动这一选择就会更加吸引人。实际上，除防止气候变化外，社会采取的减缓温室气体累积的所有行动都有充分理由的。对那些认为“总的来说，小的变暖可能不太坏”的人来说，恰当的反应是“小的变暖”不再是个问题，大的变暖才是个问题。

本书认为,两种行动是正确的:采取适当的措施准备应付看来不可避免的气候变化;更为重要的是,采取预防措施以防止我们仍然能影响的变化。控制温室气体的排放既可争取到宝贵的时间,最终又能尽可能维持过去几千年的地球气候。在已有认识的情况下,以现有的、最好的科学和政策分析为基础的国家 and 国际的重大行动,应当成各国政府和公民优先的行动。

很明显,应该让政府领导人、商业界人士和一般公民更深刻理解温室气体累积的危险性,使他们怀有今天尚没有的紧迫感。如果各国要避免霍布森(Hobson)的能源短缺和气候变化两者间的选择,那么本国和外国对能源效率、太阳能、其他新的和可更新的能源以及对不鼓励使用含碳高的燃料的经济刺激和其他措施,应承担优先的义务。还应采取步骤阻止热带地区日益加剧的乱砍滥伐,管理氟氯烃和其他温室气体。本书利用所有这些方面的变化来设计缓慢积聚方案。

我们面临的年代应是认真进行科学研究、政策探讨和采取适当措施的时期。应该讨论具有创造性的国际对策,应该探讨全球和地区的能源前景,特别强调其对温室问题的影响。应制订出适合世界各地的预防和适应的战略。由于美苏两国拥有世界储煤量的55%,所以要寻找手段以建立美苏两国在这个问题上的合作。

在这个科学家和决策者之间广泛交流期间,科学家将起着特殊的作用。没有他们的研究指引,公众就不可能具有必要的认识。但寻求解决方案必须要有政府、商业、能源、环境以及国际和经济事务方面的领导人参加,合作会使选择和机会之间出现不同。

*见《热带森林:呼吁行动》和《保护臭氧层的战略》。

世界资源所谨向C.S英特基金会、洛克菲勒兄弟基金会以及美国的德国马歇尔基金会支持资源所关于能源和大气问题的研究表示深切的感谢。

世界资源研究所所长 斯佩斯

目 录

一、引 言	(1)
二、温室问题	(5)
三、气候变暖趋势的模式	(10)
(一) 二氧化碳	(12)
(二) 其他温室气体	(16)
(三) 温室气体积聚对温度的影响	(21)
四、未来能源的利用和二氧化碳排放方案	(25)
(一) 基础方案	(29)
(二) 高排放方案	(35)
(三) 适度政策方案	(39)
(四) 缓慢积聚方案	(41)
五、二氧化碳和其他温室气体在大气中的积聚	(45)
(一) 二氧化碳	(45)
(二) 一氧化二氮	(47)
(三) 氟氯烃	(50)
(四) 甲烷	(57)
(五) 对流层臭氧	(57)
六、模式的结论和政策推断	(60)
附 言	(79)
附 录	(80)
参考文献	(92)

一、引言

自19世纪中叶以来,科学家认识到,二氧化碳和某些其他的大气气体使太阳辐射穿过大气层,但吸收和重新放出从地球表面放射出的低能辐射,并在此过程中使较低的大气层(对流层)变暖^[1]。

工业和农业生产的排放,特别是矿物燃料的燃烧,正在使大气中这些气体的浓度日趋提高,其结果是全球变暖——“温室效应”,它在许多方面威胁、改变地球未来的气候。这一点现在许多科学家还不完全理解。

私人 and 公共政策对未来全球变暖的时间和程度的影响如何加以评价呢?在这里介绍一种新的工具——预测未来六种温室气体排放的模拟模式,这六种温室气体对全球变暖和由此造成的气温上升产生着最大影响。在这个新的变暖趋势模式的第一次尝试中,建立了四个方案(一个基础方案,三个政策推动方案),以便说明80年代执行的策略如何影响未来全球变暖的速度和范围。在这些方案的基础上所进行的预测说明:由于温室气体的积聚,即将执行的和今后几十年内继续执行的政策会极大地影响全球变暖的速度和程度。

若干分析家最近提出,只要更有效地利用能源,并在全世界范围内改变商品燃料的结构,就会使二氧化碳和其他痕量气体的排放量大大低于目前趋势所预示的数量^[2]。同样,通过改变生物量燃烧和森林生长之间的平衡,国家和国际共同努力减缓热带森林砍伐的速度,这将会影响生物在二氧化碳排放中(也许在甲烷的排放中)的贡献量。此外,限制平流层

臭氧耗竭危险的政策会大大地改变氟氯烃排入大气的数量与成分。

这种政策在多大程度上能影响全球变暖的时间和程度呢?为了找出答案,几种现行能源利用和痕量气体排放模式被合并成了世界资源研究所变暖趋势模式,将全球经济增长方案与未来最重要的温室气体排放的估计联系起来^[3]。其实,以前在这方面的研究多半集中在将来经济活动的水平与将来二氧化碳排放的联系上面,变暖趋势模式则把将来氟氯烃和一氧化二氮(N_2O)的排放与经济增长、能源利用和二氧化碳的排放联系起来。由于对甲烷(CH_4)和平流层臭氧(O_3)的来源和归宿仍然有许多不肯定性,所以在模式中这些气体未来的排放量未同未来经济活动的估计相联系,对这两种气体,根据最近的趋势,采用了简单的指数增长预测法。变暖趋势模式是组合式的,所以可采用各种不同的方法来预测未来的能源利用和经济活动(或者把这些活动与未来的排放联系起来)。

最近的许多研究对痕量气体的积聚和全球变暖进行了探讨(1983年),塞德尔(Seidel)和凯斯(Keyes)在其开拓性著作《我们能推迟温室变暖吗?》中采用了与此相同的能源——经济模式,他们得出结论说,能源政策会改变未来二氧化碳排放速率,但不能很大地影响全球气温上升 $2^{\circ}C$ 的日期。(1983年)罗斯(Rose)和他的同事们使用相同的模式,说明在二氧化碳排放量大大高于和大大低于塞德尔和凯斯所提出的量的情况下的各种能源方案(1985年)。拉马内森(Ramanathan)等试图对20多种具有放射活性的微量气体的未来排放的直接变暖影响作定量分析,他下结论说:“假如目前的趋势继续下去,非二氧化碳痕量气体可使二氧化碳引

起的变暖扩大1.5~3.0倍”（1986年）。麦克·唐纳（McDonald）（1986年）、西塞罗（Cicerone）和迪金森（Dickinson）（1986年）及世界气象组织也采用排放方案来估计二氧化碳和其他放射活性微量气体联合变暖效应。世界气象组织报告（1986年）认为，如果目前的排放趋势继续下去的话，那么21世纪30年代地球的变暖就会相当于二氧化碳浓度高于工业化前浓度一倍所造成的水平，这是本报告和其他科学家用以说明重大变化的一个基准浓度。除了塞德尔和凯斯早期的工作外，这些研究没有考虑政策对未来排放率的影响^[4]。

不同于早期的研究，本书把二氧化碳、一氧化二氮和两种主要的氟氯烃未来排放与未来能源利用的预测结合起来考虑，探讨广义的全球政策对未来全球变暖的速度和程度的影响。

这里研究的四个温室气体排放方案是用于说明未来可能的结果的范围，而不是预测或预报。每个方案把广义的策略（在森林砍伐、技术革新和能源利用方面改变趋势的综合性政策）和狭义的政策措施（例如特定燃料的税收或限制氟氯烃某些用途）两者结合起来。

当基础情形方案中的重要假设变化时，模式可以模拟广义的策略的影响。本研究中变化的参数包括：

- 1) 能源使用效率的提高速度（能源最终使用效率）；
- 2) 包括合成燃料和太阳能技术等非传统能源的价格和使用的可能性；
- 3) 热带森林砍伐和土地利用变化的速率；
- 4) 收入水平和能源价格的变化对未来能源需求的影响。

在这四个方案中试验了五项具体的政策措施：（1）实行与所消费的燃料含碳量成正比的商品能源消费税征收制