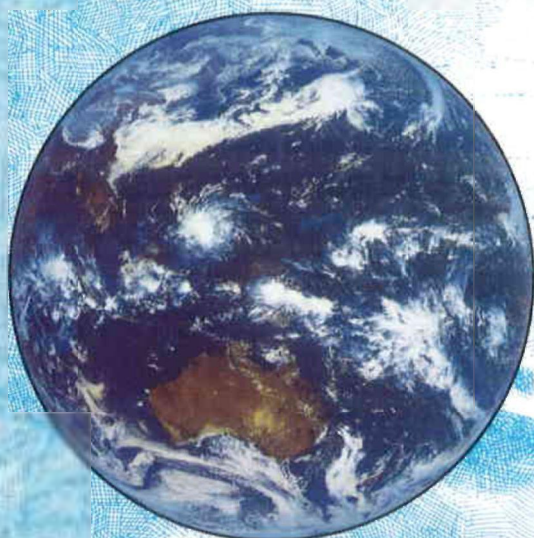
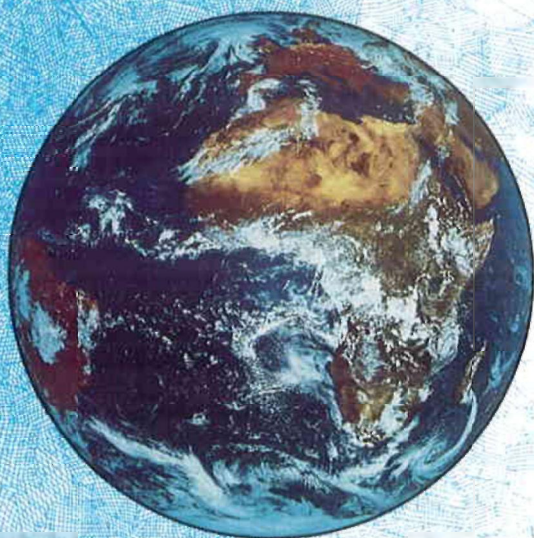


# 气候 变化

政府间气候变化专门委员会

1990 和 1992 年的评估



世界气象组织/联合国环境规划署  
政府间气候变化专门委员会







# 气 候 变 化

## 政府间气候变化专门委员会

### 1990 和 1992 年的评估

IPCC 第一次评估报告  
综述和决策者概要以及  
1992 IPCC 补充篇

1992 年 6 月

为出版本书提供资助的国家：

澳大利亚	奥地利
加拿大	法国
德国	日本
荷兰	挪威
西班牙	英国
美国	



© Intergovernmental Panel on Climate Change 1992  
Printed in Canada

Climate Change: The IPCC 1990 and 1992 Assessments

1. Climate Changes

I. Title      II. IPCC

ISBN : 0-662-02338-2



This paper contains a minimum of 60% recycled fibres,  
including 10% post-consumer fibres.



# 鸣 谢

## 封面照片

上：GOES 卫星可见光及红外扫描辐射仪获取的多通道合成彩色图像，此图像由 Data Integration Division, Climate Adaptation Branch 及 Canadian Climate Centre 所作。

中：在 EUMETSAT 的许可下，重新制作的一九八三年九月四日地球圆盘图像，此图像是由通道 2 (Channel Visible 2) 获取的。

下：由日本 Geostationary Meteorological Satellite (GMS 4) 於一九九一年二月十九日在澳洲上空所摄得的地球云层图像，该图像的色彩用可见光及红外扫描辐射仪的资料经假彩色合成后获得，由 Australian Centre for Remote Sensing of the Australian Survey and Land Information Group 制作。

备 注：Spain-Instituto Nacional de Meteorologia

此报告的中文版是由中国气象局提供。



# 目 录

序 .....	vii
前言 .....	ix
IPCC 1992 年补充篇 .....	1
IPCC 第一次评估报告 .....	47
综述 .....	51
第一工作组决策者概要	
(气候变化科学评价) .....	64
第二工作组决策者概要	
(气候变化潜在影响) .....	87
第三工作组决策者概要	
(制定响应对策) .....	119
IPCC 发展中国家参与特别委员会决策者概要 .....	153





# 序

1979 年世界气候大会之后,拟定了世界气候计划,世界气象组织和联合国环境规划署以及国际科学联盟理事会表达它们决心继续从事气候和气候变化的研究。它们的联合努力,在评价二氧化碳和其他温室气体在气候变化和相关联的影响中的作用的国际会议(1985 年于奥地利维拉克)上达到决策阶段。这次会议以及其后同样主题会议的成果为当前关于全球变暖方面的国际活动打下基础。政府间气候变化专门委员会(IPCC)是我们两个组织于 1988 年联合建立的,其主席是伯特·博林教授。政府间气候变化专门委员会对这些活动作出了主要的贡献。

专门委员会下设三个工作组:

- (1)评价现有的气候变化可能的科学资料(第一工作组);
- (2)评价气候变化的环境和经社影响(第二工作组);
- (3)制定响应对策(第三工作组);

还有一个发展中国家参与特别委员会,促进发展中国家参加这些活动。

IPCC 第一次评估报告完成于 1990 年 8 月,包括综述、IPCC 科学评估、IPCC 影响评估、IPCC 响应对策(最后三个报告均有各自决策者概要)以及 IPCC 特别委员会决策者概要。这报告现已成为标准参考书,广泛地为决策人员、科学家和其他专家所使用。它也反映出全世界数百名专家们杰出的协调的成果。

在目前气候变化公约协商过程和联合国环境和发展大会(1992 年 6 月于里约热内卢)活动情况下,预计到仍不断地需要气候变化方面最新的资讯,并根据我们两个组织管理机构的委托,政府间气候变化专门委员会 1991 年 3 月要求三个工作组修订它们的 1990 年报告。其成果就是 1992 年 2 月完成的 IPCC 1992 年补充篇。本文集包含补充篇和 1990 年综述以及决策者概要。

补充篇的成功,就象过去一样来源于全世界众多的科学家和专家们的全心全意的热诚和献身的艰苦工作。我们钦佩、欢呼和感谢他们对 IPCC 全过程所承担的义务。我们谨借此机会感谢博林教授对政府间气候变化专门委员会的楷模般领导。我们祝贺三个工作组的主席:约翰·豪顿爵士(第一工作组);尤里·A·以斯列尔教授(第二工作组)和罗伯特·A·雷恩斯顿先生(第三工作组)所做的良好的工作。

我们感谢 11 国的协议,为出版本书提供资助。

(G. O. P. 奥巴西)  
世界气象组织  
秘书长

(托尔巴)  
联合国环境规划署  
执行主任





# 前 言

政府间气候变化专门委员会(IPCC)自从成立以来,我有幸成为它的主席。它于1990年完成了气候问题的全面评估并于1992年2月修订了这些评估。按照上级机构(世界气象组织和联合国环境规划署)的委托,专门委员会于九十年代中叶完成另一个全面评估。

补充篇更新了IPCC 1990年评估中提出的几个关键性问题。1991年3月IPCC选择了六个专题列入补充篇,充分地考虑了气候变化公约政府间协商委员会第一届会议上许多国家发表的观点。

现在可以很清楚地看到,在气候变化若干课题领域内要有通用的或连贯的方法学是至关重要的,供各国统一使用,可以达到相互比较。例如,评价一国温室气体净排放量的方法,国家环境影响评价方法,评价海平面抬升对国家影响的方法等。现已开始拟定方法,未来几年里,将优先研究更多的方法。

众所周知,IPCC气候变暖的估算中有若干不确定性。专门委员会既未隐瞒又未忽略。过去是花了许多力量,今后仍继续下大力去做定性和定量的评估工作。在此,IPCC欢迎各有关方面对IPCC所做的结论提出商榷,并邀请持异议的科学家和专家参加我们的工作和提交他们不同观点的详尽科学分析。

没有全世界包括发展中国家在内的众多的科学家和专家们投入的大量工作,1990年评估和1992年补充篇是不可能完成的,借此机会,我对他们表示感谢。我希望他们能觉得这种体验是难以忘怀的,尽管是使人觉得精疲力尽的。我希望,将来他们会认为继续为IPCC工作做出贡献是值得的。

我特别感谢IPCC三个工作组的主席和发展中国家参与特别委员会的主席以及他们的副主席、各分组的共同主席以及牵头作者。IPCC各项工作的成就与他们分不开。

我也感谢两个主办单位的行政首脑所给予的支持,也感谢各国政府给予的精神上和物质上的支持。

最后,我要感谢IPCC秘书长桑德拉拉曼先生,特旺加先生以及IPCC秘书处工作人员,他们的努力工作使IPCC各项任务得以顺利完成。

政府间气候变化专门委员会主席

B. 博 林



# **IPCC 1992 年补充篇**





# 目 录

第一章	引 言 .....	5
第二章	科学评估 .....	6
第三章	对气候变化潜在影响的评估 .....	24
第四章	能源和工业有关问题 .....	29
第五章	农业和林业以及有关问题 .....	33
第六章	海平面上升的危害 .....	36
第七章	IPCC 发展中国家参与特别委员会决策者 概要(1990)的提要 .....	41
第八章	IPCC 第七届会议上提出的要进一步考虑 的意见和问题 .....	43
	缩写词和化学符号 .....	45



# 第一章 引言

政府间气候变化专门委员会在第五届会议(1991年3月于日内瓦)上决定通过近期努力,着重处理下列六个专题,由此形成1990年8月第一次评估报告的修订版本。

**第一专题:评估温室气体净排放量:**

第一分组:温室气体的源与汇;

第二分组:全球增暖潜势;

**第二专题:预测气候变化的区域分布以及相关的影响研究,包括模式有效性的研究:**

第一分组:区域气候模式的更新;

第二分组:区域气候变化敏感性分析;

**第三专题:能源和工业有关问题;**

**第四专题:农业和林业有关问题;**

**第五专题:对海平面抬升的脆弱性;**

**第六专题:排放构想。**

每个工作组提供了材料作为IPCC 1990年报告的补充篇,并附有辅助性文件。补充报告是由各个分组编写,经过广泛地审阅,并征得三个工作组不限名额全体会议的同

意。辅助性文件则由工作组、分组或牵头作者编写,已经或者将要经过广泛的评阅。

政府间气候变化专门委员会在第七届会议(1992年2月10—12日于日内瓦)上赞赏许多科学家专心致力于编写报告或辅助性文件,尤其是时间那么紧迫。政府间气候变化专门委员会审议了并将各工作组补充报告列入1992年IPCC补充篇。政府间气候变化专门委员会要求各工作组之间次要的不一致之处要尽可能删去。其他不一致之处,留待今后的后续工作来解决。会议注意到这些补充报告是他们所做工作的总看法,辅助文件提供了大量的详尽资料。会议要求尽早提供这些文件。第七届会议讨论了三个工作组共同的问题以及政府间气候变化专门委员会成员提出的其他问题(特别是将来工作)。这些都列入补充篇第八章。

政府间气候变化专门委员会1992年补充篇的出版,标志着政府间气候变化专门委员会第五届会议(IPCC-V)同意的六项专题的短期工作结束。政府间气候变化专门委员会第五届会议也同意了这几个专题组的长期工作。这项长期工作将继续进行下去。

## 第二章 科学评估

**第一专题:**评估国家温室气体净排放量及其影响;

**第二专题:**预测气候变化的区域分布以及相关的影响研究,包括模式有效性研究(预测气候变化的区域分布包括模式有效性研究这一部分);

**第六专题:**排放构想。

### 第一工作组

#### 当前任务

政府间气候变化专门委员会第五届会议(1991年3月于日内瓦)通过了其所属三个工作组现行工作的六项任务。圆满完成这些任务,需要三个工作组的合作,尤其是,责任落在科学评价工作组的第一、二和六专题组。

**第一专题组:**评估温室气体净排放;

第一分组:温室气体的源和汇

第二分组:全球增暖潜势

**第二专题组:**预报气候变化的区域性分布,以及相关的影响研究,包括模式有效性的研究;

**第六专题组:**排放构想。

这些专题分为长期和短期两部分。短期工作计划的目的,是修订政府间气候变化专门委员会1990年的科学评价,强调1990年版本中的某些关键性问题。该工作计划的成果报告于本文件中。这些最新材料,没有1990年评估预报那么全面,例如,海平面抬升,除了热力膨胀效应之外,其它因素概未列入。故应在1990年版本的背景之下,来阅读本报告中的最新材料。

这些评价材料,为了尽可能多地吸收最新的材料,有必要讨论一些新成果。这些新成果尚未或正在惯常的审阅过程中。在此情况下,要考虑到这些成果的临时性。

补充篇附件一是报告第一工作组第一专题组长期工作中的一项任务,即编写温室气体排放国家目录的指导方针方面的进展。

### 主要结论

1990年以来的科学研究成果,并不影响到对于温室气体效应科学的基本认识。它们确认或认为不能修改政府间气候变化专门委员会第一次科学评估的主要结论,尤其是以下几点:

- 人类活动造成的排放物,大幅度地增加了大气中的温室气体:二氧化碳、甲烷、氯氟烃以及氧化亚氮。
- 模式研究的证据,从观测到的敏感性分析,表明全球地表平均温度在二氧化碳增加一倍时的灵敏度,不可能处于 $1.5^{\circ}\text{C}$ 到 $4.5^{\circ}\text{C}$ 之外。
- 在预报中有许多不确定性,特别是涉及到时间、幅度和气候变化的区域分布,这是由于我们认识不全面所造成的。
- 在过去100年中,全球地面平均气温上升了 $0.3^{\circ}\text{C}$ 到 $0.6^{\circ}\text{C}$ 。
- 这种增温幅度,在广义上与气候模式的预报结果是一致的;但是,它也与气候自然变率的幅度是一致的。这样,实测到的增温,可能在很大程度上是由于自然变化所造成的,换言之,这种变率以及其它的人为因素,可能已经抵消了甚至更大幅度的人为的温室气体增温。
- 这种明确地从观测中探测到温室气体效

应,不可能只是十年或十几年。

下面,我们总结若干项新的科学发现和结论:

## 气体与气溶胶

- 中高纬度地区平流层下部的臭氧减少造成辐射强迫减少,据认为,在过去十年里,辐射强迫减小的幅度与氯氟烃的辐射强迫贡献相当(全球平均而言)。
- 硫排放造成的气溶胶\*,其冷却效应,可能抵消了北半球过去数十年中温室气体增温作用的相当大一部分。尽管在1990年的报告中认识到了这种现象,现在对此效应的定量方面取得了某些进展。
- 全球增温可能性(GWP)仍然是一项有益的概念,但其实际效用,将取决于其对许多种气体的直接或间接效应的定量化程度。现在我们认识到,全球增温可能性的计算方面有更多的不确定性,尤其是间接部分;而某些气体的间接部分的计算可能更为紧要,补充报告中的数值估算,仅限于全球增温可能性中的直接部分。
- 大气中多种温室气体浓度的增长速度继续加大,或保持稳定,但甲烷和一些卤化物的浓度已降低。
- 某些数据表明,全球水稻田所释放的甲烷量,可能要低于以前的估算数值。

## 构想

- 现已采取步骤,更全面地分析未来温室气体的排放如何地依赖于经社条件和规划。已设计出一套最新的可供模式使用的构想。它描述,在没有相应于气候变化的协调政策的情况下,各种各样排放的可能性。

## 模式

- 气候模式仍在改进其物理的真实性和它

模拟当代大尺度气候的能力;现已研究出新技术模拟区域性气候。

- 用海洋-大气耦合模式(CGCM)做瞬时模拟(随时间而推移),其中没有包括气溶胶和臭氧的变化,表明在不确定性范围之内,全球增温速率为每十年升温 $0.3^{\circ}\text{C}$ ,这个数据是政府间气候变化专门委员会(1990年)温室气体排放构想A中所引用的。
- CGCM 瞬时模式所给出的大尺度增温地理分布,总的说来,与平衡模式得出的结果是一致的。不同的是,瞬时模式显示出北大西洋北部,以及南极附近海域的增温减少。
- CGCM 能够给出十年内时间尺度上的大气变率的某些特征。
- 我们改进了对于某些气候反馈的理解,并将它结合到模式之中。尤其是,在某种程度上,澄清了对流层上部水汽的作用。其它一些过程,特别是云的效应仍未解决。

## 气候观测

- 八十年代后期,异常高的全球地面平均气温一直延续到1990年和1991年,成为有记录以来最暖和的年份。
- 发现北半球中纬度大陆,平均增温特征为最低温度(夜间)的上升,而不是最高气温(白天)的升高。
- 探空数据表明,对流层下部在最近几十年内增温。由于不能评价短到十年尺度的有意义的趋势,所以不能确认,广为报告的卫星探测的气温和地面观测气温数据所显示的十年趋势的不一致性,因为这些趋势在统计上不能区别。
- 皮纳图博火山爆发,预计可能会造成平

---

\* 注“气溶胶”的科学定义是大气中微粒或一组微粒,但这个词曾被错误地与“气溶胶喷射”中的喷射剂相混淆。本报告中气溶胶是指大气中微粒而言。

流层短时增温。较少确定性的是由于其它自然影响,地面和对流层可能在未来几年内出现降温。

- 过去四十年内,北半球平均升温是不均匀的,具有明显的季节性和地区性变率;在西大西洋北部副热带地区,这种升温是很缓慢的,甚至没有。
- 如果考虑到愈来愈多的证据表明硫类气溶胶和平流层臭氧减少造成的冷却效应,则可以改进在实际观测到的过去一个世纪的全球温度变化与模式模拟在同一个时期由于温室气体造成增温之间的一致性。

上述结论会影响到全球变暖的未来设想,并在某种程度上修改了政府间气候变化专门委员会 1990 年第一次评估报告中,温室气体排放构想 A 中所采用的十年平均升温

0.3℃的估算数字。如硫的排放量增加,那么北半球升温率可能会明显地下降。其幅度取决于排放量的区域分布。因为硫酸气溶胶在大气中生命史较短,它们对于全球增温的效应会随排放量的增减而迅速地调整。应当注意到,硫类排放可以部分地抵消温室升温,但它会造成酸雨,以及其它环境影响。由于平流层臭氧的减少为对流层臭氧增加而部分地抵消,而会在未来几十年内降低全球升温速度。

1990 年政府间气候变化专门委员会评价报告以来所做的研究,有助于改进我们对关键性的不确定性有更深入的理解。有必要继续加强监测和研究气候过程和模式。这必须加强国际合作,通过世界气候研究计划(WCRP)、国际地圈生物圈计划(IGBP)和全球气候观测系统(GCOS)来加强国际合作。

### 气候系统如何工作? 我们需要何种资料估计未来的变化?

#### • 气候系统如何工作?

地球主要是在地表吸收来自太阳的辐射。这能量被大气和海洋再分配,并以长波(“热力”“地球的”或“红外的”)辐射到宇宙。某些热辐射被大气中辐射活跃的气体所吸收,主要是水汽,其它还有二氧化碳、甲烷、氯氟烃、臭氧和其它温室气体。这被吸收的能量再向各个方向辐射,向下、向上,最后从大气的较冷的高层消失到宇宙之中(见附图)。其结果是,由于温室气体的存在,地表损失较少的热量到宇宙之中,从而,维持较高的温度。这种现象就象一条“毛毯裹在地球上”。这就是我们所称的温室效应。

#### • 什么因素能改变气候?

凡能改变日辐射接收或损失辐射于宇宙的因素,或者改变大气之中,大气与陆地和海洋之间能量再分配的因素,都能影响

气候。

现已知太阳输出之能量,有一个 11 年周期的微小的变化,但也能出现更长周期的变化。在时间尺度为数十到数万年的地球轨道缓慢的变动,已导致日辐射的季节性和纬向的分布变化。这些变化,在控制过去气候变化中起到重要的作用。

温室气体浓度变化,将会削弱地球向宇宙冷却的效率,并造成大气下层和地表的升温。升温的数量取决于各种温室气体在大气中浓度的增加程度、各种气体的辐射特性以及其它现已存在于大气之中的温室气体。也取决于局地效应,例如温室气体浓度随高度的变化。这种考虑特别适用于水汽。水汽并不是均匀地混合在大气之中的。此种效应不是单纯的。这些因素的平衡取决于气候系统的许多方面。

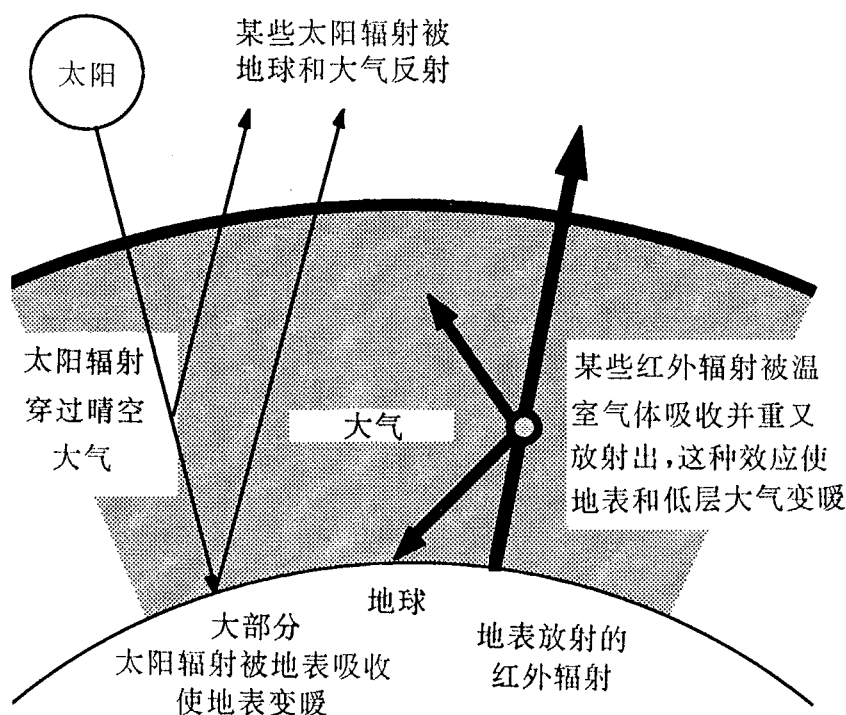
火山爆发产生的气溶胶、工业和其它来源排放的硫化合物,能吸收和折射辐射。此外,气溶胶浓度变化能改变云的反射率,并通过它影响云的特性。在大多数情况下,它们起到冷却气候的作用。一般而言,气溶

胶的生命史要比温室气体短,所以其浓度受排放的变化而迅速地变化。

地球的辐射平衡变化,包括温室气体和气溶胶造成的变化,趋向于改变大气和海洋的温度,以及随伴的环流型和天气型。然而,由于内外原因,气候在各种时间尺度上自然地变化。为了要区别人为的变化和自然的变化,有必要鉴别气候自然变率中的人为信号和本底噪音信号。

估计这些气体的未来浓度是必要的出

发点,借以预告由于温室气体和气溶胶的增加而造成在的气候变化。这需要了解源(自然的和人为的)的强度,以及它们从大气中消失(汇)的机制。未来浓度的预告,可以用于气候模式之中,估算气候响应。我们也需要确定这种预报中的变化,是否明显地高于气候的自然变化。最后,观测是必不可少的,借以监测气候,研究气候过程,并且有助于模式的发展和评估。



## 科学理解中最新进展

### 我们对于温室气体源和汇及气溶胶的认识改变了吗?

在过去 18 个月中,我们对于温室气体和气溶胶的认识方面有着若干重要的进展。其中包括加深了对温室气体在大气中的分布、趋势、源和汇等的定量理解,并对支配其全球收支的过程也有了进一步认识。

**生命史长的温室气体在大气中的浓度和趋势:** 由于人类的活动,几种生命史长的主

要温室气体(二氧化碳、甲烷、氧化亚氮、氯氟烃、四氯化碳)在大气中的浓度继续在增长。这些气体的大多数增长率是稳定的,或者在过去十年中增加了;甲烷和某些卤烃类浓度则下降了。甲烷从七十年代后期的 20ppbv/年下降到 1989 年的 10ppbv/年。提出了许多假说,来解释这种现象,但没有一种假说是令人满意的。

**大气浓度与影响辐射收支的其它气体的趋势:** 臭氧在平流层和在对流层都是有效的温室气体。最近十年到二十年间,观测到臭氧总量有着明显的下降,在各个纬度,除了热带



之外,在春、夏、冬季都是如此。八十年代,臭氧下降趋势要比七十年代更大。这种下降,主要出现在平流层下部(25公里以下)。下降率随高度而不同,多至10%/10年。此外,有证据表明,在北半球几个臭氧探空站上空,对流层中的臭氧量在10公里高度以下,在过去20年中,每十年增加了10%。同样,一氧化碳在北半球每年增加了1%。然而,对流层中臭氧先兆物(非甲烷卤化物和氮氧化合物)的全球趋势方面,却很少有新的信息。

**二氧化碳的源和汇:**大气中二氧化碳增加的两个主要来源,一是矿物质燃料的燃烧和土地利用的改变;水泥生产又是另一个重要的来源。

1987年到1989年,矿物质燃料释放的二氧化碳增加了。1990年的初步材料表明情况类似于1989年。1989年到1990年,全球矿物质燃料的排放量,最佳估计数为 $6.0 \pm 0.5$ 十亿吨碳( $10^9$ 吨);1987年为 $5.7 \pm 0.5$ 十亿吨碳(政府间气候变化专门委员会,1990年)。1991年科威特油田大火所释放的二氧化碳,估计为0.065十亿吨碳,约为人类一年排放总量的百分之一。

土地利用变化(主要是伐木)形成的二氧化碳直接净通量,随时间而积累,也取决于森林采伐的面积,森林采伐和造林的速度,原始林和更新林的碳密度,地面上和土壤中碳的破坏程度。需要这些以及其他的因素以估算年净排放量。但是,我们对它们定量的知识,还存在有不确定性。自从政府间气候变化专门委员会(1990年)以来,在降低那些与森林采伐速度相关的不确定性方面取得了一些成绩,至少在巴西是如此。使用了全面的、多年的高分辨率的卫星资料估算,1978年到1989年间,西亚马孙森林采伐速度为每年210万公顷。这速度从1978年到八十年代中期是增加的,1990年下降到140万公顷。粮农组织使用各个国家最新提供的资料,估算了1981年—1990年全球树冠密闭和树冠开放的热带森林采伐速度,约为1700万公顷,比1976

年—1980年增加约50%。

尽管有森林采伐速度方面的资料,但在估算二氧化碳排放量方面的不确定性太大,以致没有充足的理由修改政府间气候变化专门委员会1990年估算数字。它估算了八十年代的十年中土地利用改变造成的年平均净通量为 $1.6 \pm 1.0$ 十亿吨碳。

自从政府间气候变化专门委员会(1990年)以来,注意力集中在认识地球生物圈和海洋释放和吸收二氧化碳的控制过程,并对通量加以定量化,据模式和二氧化碳在大气中的分布看来,赤道地区存在着向大气中的少量的碳净增加。这是赤道温暖水域排出二氧化碳以及地球生物圈分量的综合结果。也就是大型源(包括森林采伐)和汇之间的残存物。看来北半球存在着强大的汇,包括海洋和生物圈,而南半球存在着弱的汇。政府间气候变化专门委员会以前估算全球海洋的汇为 $2.0 \pm 0.8$ 十亿吨碳/年。这仍然是合理的估算数。人们认为,地球生物圈过程是有助于汇的。这是因为再造林的吸收以及施肥产生的二氧化碳和氮的效应,但无法对它们加以定量化。这就意味着源和汇之间的不平衡( $1-2$ 十亿吨碳/年)。这个“丢失的汇”仍未解决。这个事实,对于估算未来大气中二氧化碳的浓度有重大影响,对于分析温室潜势概念有着重大的影响。

**甲烷源:**甲烷的一年总排放量(人为的加上自然的)约为500兆克( $10^{12}$ 克)。此数字是从汇的幅度加上大气中的积累率推导出来的。现在从各个源的总量看是与500兆克甲烷总量是一致的,尽管如此,仍存在着不确定性,来源于对各个源的幅度定量化不准确。重要的新情况中包括对大气中羟基消除甲烷速率的修订(因为较低的速率常数),对某些源的新评价(例如水稻田)和增加了一些新的源(例如动物和家庭废料)。最近,用甲烷同位素做了研究,它表明大约100兆克甲烷(约为甲烷源总量的20%)是来源于矿物,主要来自煤、石油、天然气等工业部门。最近对稻田排

放甲烷做了研究,尤其是对日本、印度、澳大利亚、泰国和中国等国的稻田进行研究,说明排放量取决于生长条件,特别是土壤的特性,而且差异很大。关于稻田的全球排放量幅度,仍存在着很大的不确定性。现在做的详细分析表明,年排放量大大低于 1990 年政府间气候变化专门委员会的报告。对甲烷在大气中的存在时间,最新估算是 11 年左右。

**氮氧化合物的源:**己二酸(尼龙)的生产、硝酸的生产以及装备有三向催化器的汽车等,是被认定为全球硝酸的人为来源。但是,据已知的人为源和自然源的总量看,刚刚能做到大气源计算上的平衡,或解释实测到的大气中氧化氮丰度的增加。

**卤化物的源:**全世界消费 CFC-11、12 和 113 的数量,比 1986 年低 40%,大大地低于蒙特利尔议定书允许的量。1990 年蒙特利尔议定书伦敦修订案规定分阶段进一步削减。随着氯氟化碳的分阶段减少,氢氟烃类将成为替代物,其排放量比较低。

**平流层臭氧的减少:**即使各国都实施蒙特利尔议定书 1990 年伦敦修订案,平流层中氯和溴仍将在未来几年中增长。工业卤化烃造成的南极臭氧洞,仍将在每年春季重现。此外,证据表明,这些气体也造成中纬度和中高纬度平流层臭氧的减少,据预报,在这些纬度,臭氧的减少速度在九十年代不会减小。

**对流层臭氧前驱的来源:**关于对流层臭氧的前驱(一氧化碳、氮氧化物、NMHC),很少有新的资料。它们都有重要的自然源和人为源。详细的收支仍不清楚。

**气溶胶源:**工业活动、生物质燃料、火山爆发和亚音速飞机等都是对流层和平流层中气溶胶形成的重要因素。工业活动集中于北半球,对于对流层硫酸气溶胶影响也最大。硫的释放,大部分由于燃烧而排放出来,与人为的二氧化碳有着相同的排放历史。自然硫化合物的排放量估算数值比以前的数值要低,因而要更重视人为的硫化合物。

## 未来排放的构想

对未来 100 年或更长时间温室气体和气溶胶先兆物的构想是必要的,它可以支持研究人类因素对气候系统可能产生的影响。这些构想也为气候模式提供输入,并协助检查各有关微量气体和气溶胶在改变大气成分和气候中的相对重要性。构想也有助于改善我们理解未来排放因素之间的关键性关系。

构想并不是预报未来,也不应该这样看待。它们描述各种各样经济、人口和政策的设想的效应。因为它们反映了对未来的不同观点,因而一直是有争议的。短期构想的结果,可以与实际情况有很大的出入,即便是短时间尺度。构想的置信度随着时间的增加而下降,因为假设的基础也愈来愈变成推测性的。在人类活动(包括经济增长和结构)类型和水准的演变、技术进展、人类对环境、经济和机构限制等的反响诸方面,存在着相当大的不确定性。因此,排放构想的设计必须慎重,使用时,应倍加谨慎。

自从政府间气候变化专门委员会 1990 年构想 A(“SA90”)完成以来,出现了新的事件和资料。它们涉及到构想的基本假设。这些发展包括:蒙特利尔议定书伦敦修订案;世界银行和联合国修改人口预测;出版政府间气候变化专门委员会能源和工业分组关于温室气体到 2025 年的排放构想;原苏联、东欧和中东的政治和经济变化;温室气体源和汇的重新估算(本评价报告中加以审议);粮农组织热带森林采伐的初步数据的修订;森林生物量的新科学研究。同时认识到在导致未来排放的重要因素方面,也存在着很大的不确定性。

这些因素导致更新 SA90 构想。正在提出政府间气候变化专门委员会构想的六个替代方案(IS92a—f)。它们体现了各种各样的假设,见表 1。这些假设,考虑到除了现已制定的气候政策之外,没有新的气候政策情况下,将来温室气体的排放如何受到影响。这比

表 1 1992 年 IPCC 六个替代构想假设的总结<sup>1)</sup>

构 想	人 口	经济增长	能源供应 <sup>2)</sup>	其 他 <sup>3)</sup>	氟氯烃类
IS92a	世界银行 11.3B 2100 年	1990—2025: 2.9% 1990—2100: 2.3%	12,000 EJ 常规石油 13,000 EJ 天然气 太阳能成本下降到 0.75 美 元/kwh, 生物燃料 191EJ, 价格为 70 美元/桶	国际上同意并有法律措 施控制硫酸类、硝酸类和 非甲烷类挥发性排放量	部分实施蒙特利尔议 定书, 技术转让使非签 约国到 2075 年分阶段 停止生产氟氯烃类
IS92b	世界银行 11.3B 2100 年	1990—2025: 2.9% 1990—2100: 2.3%	与“a”同	与“a”同, 增加许多经济 合作与发展组织承诺稳 定或削减二氧化碳排放 量	全球按照蒙特利尔议 定书分阶段停止
IS92c	联合国中 低情况 6.4B 2100 年	1990—2025: 2.0% 1990—2100: 1.2%	8,000 EJ 常规石油 7,300 EJ 天然气、核能成本逐年下降 0.4%	与“a”同	与“a”同
IS92d	联合国中 低情况 6.4B 2100 年	1990—2025: 2.7% 1990—2100: 2.0%	石油和天然气与“c”同, 太 阳能价格降到 0.065 美元/ kwh, 生物燃料 272EJ 价格 为 50 美元/桶	全世界控制 CO、NO <sub>x</sub> 、 NMVOC、SO <sub>x</sub> 的排放, 停 止森林采伐, 回收和利用 煤矿业煤气生产和使用 中排放的气体	1997 年工业化国家分 阶段停止生产氟氯烃, 分阶段停止生产氢氟 烃
IS92e	世界银行 11.3B 2100 年	1990—2025: 3.5% 1990—2100: 3.0%	18,400 EJ 常规石油 天然气与“a”同 到 2075 年分阶段停止核能	控制排放(对矿物能源征 收 30%附加税)	与“d”同
IS92f	联合国中 高情况 17.6B 2100 年	与“a”同	石油与天然气与“e”同, 太 阳能成本下降到 0.083 美 元/kwh, 核能成本上升到 0.09 美元/kwh	与“a”同	与“a”同

1) IPCC(1990)构想 A, 详见附件 A 第 331—339 页。

2) 各构想中均假设煤资源上限为 197,000 EJ, 其中假设煤价格为 1.30 美元/十亿焦耳。

3) 热带森林采伐率从 1981—1990 年平均速度为 1,700 万公顷/年开始(粮农组织, 1991), 然后随人口增长而上升, 直到受制于无法律保护土地供应停止为止。IS91d 假设森林采伐停止(非气候原因)。地面上碳的密度随森林种类不同而变化, 其范围为 16 到 117 吨碳/公顷, 土壤中碳的范围为 68 到 100 吨碳/公顷。然而, 只有一部分碳随着土地转化而释放, 其数量取决于土地转化属何类型而定。

以前的构想有很大的改进。但是, 没有分析排放路径的概率。政府间气候变化专门委员会第一工作组并不倾向于任何一个构想。其它的一些假设的组合, 可以阐述更为广泛的多种多样的排放路径。新的构想在经济、社会和环境等不同条件下, 应用于不同世界, 也可以差异很大。现行的做法是提供一种暂时的看法, 并作为更全面地研究将来温室气体和气溶胶前驱的基础。

**构想的结果:** 未来可能的温室气体的范围是很广的, 如图 1 所示(仅显示二氧化碳)。六个构想均可与 SA90 比较。IS92a 略高于

SA90, 因为假设中采用了中等到很大程度上抵消了变化的设想。(例如, 与 SA90 比较预测人口增加而提高排放估算数字, 而分阶段取消卤化烃类和可再生能源成本降低, 则减少排放量)。IS92e 新构想中, 温室气体排放量最高。它也包含了人口中等程度的增长、经济的高增长、大量的矿物质燃料以及假设最终分阶段取消核能。IS92c 温室气体排放水平最低。它假设, 人口先增加然而到下个世纪中叶又下降, 经济增长率低, 矿物质燃料十分缺乏。六种构想的结果归纳在表 2 中。总的说来, 构想表明, 温室气体的排放在下个世纪

表 2 政府间气候变化专门委员会 1992 年六种温室气体构想的某些结果

构 想	年 份	基本能源总 需求量下降 (年平均)	碳强度的 下降 (年平均)	矿物燃料排放 碳的累计量 (十亿吨碳)	热带森林采伐 总面积 (百万公顷)	碳排放量 累计 (十亿吨碳)	排 放 量				
							二 氧 化 碳 (十亿吨碳)	甲 烷 (吨克)	磷 酸 (吨克)	氯 氟 烃 (千吨)	硫 酸 (吨克)
IS92a	1990—2025	0.8%	0.4%	285	678	42	7.4	506	12.9	827	98
	1990—2100	1.0%	0.2%	1386	1447	77	12.2	659	15.8	217	141
IS92b	1990—2025	0.9%	0.4%	275	678	42	11.8	659	15.7	36	140
	1990—2100	1.0%	0.2%	1316	1447	77	19.0	917	16.9	0	164
IS92c	1990—2025	0.6%	0.7%	228	675	42	8.8	589	15.0	217	115
	1990—2100	0.7%	0.6%	672	1343	70	4.6	546	13.7	3	77
IS92d	1990—2025	0.8%	0.9%	249	420	25	9.3	584	15.1	24	104
	1990—2100	0.8%	0.7%	908	651	30	10.3	567	14.5	0	87
IS92e	1990—2025	1.0%	0.2%	330	678	42	15.1	692	16.3	24	163
	1990—2100	1.1%	0.2%	2050	1447	77	35.8	1072	19.1	0	254
IS92f	1990—2025	0.8%	0.1%	311	725	46	14.4	697	16.2	217	151
	1990—2100	1.0%	0.1%	1690	1686	93	26.6	1168	19.0	3	204

基本能源需求总量

碳强度定义是基本能源需求总量每单位含碳单位数

氟氯烃类包含 CFC—11、CFC—12、CFC—113、CFC—114、CFC—115

## 能源、水泥业、森林采伐等排放二氧化碳

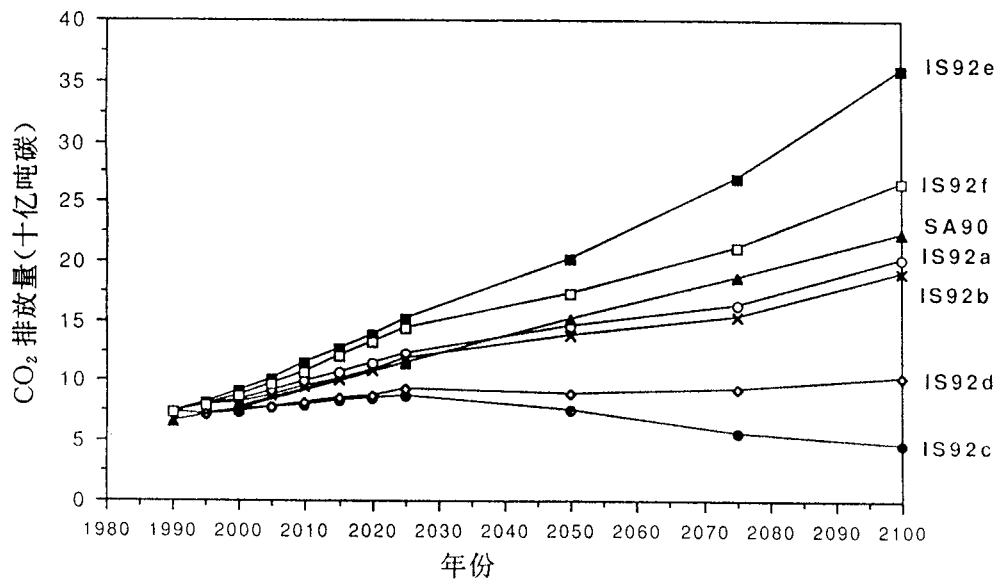


图 1

可能大幅度地上升,因为缺乏新措施去减少排放量。然而,IS92c 中二氧化碳的排放量最终会降低到 1990 年的水准以下。IS92b 是 IS92a 的一种修改本。它假设经济合作与发展组织成员国承诺稳定或减少二氧化碳的排放量,对未来数十年温室气体的排放会产生较小的影响,但不抵消长远的温室气体排放的大幅度增长。IS92b 假设未考虑这种承诺会加速研究并推广低温温室气体技术,也没有考虑工业组合的变动。

**二氧化碳:** 关于能源部分排放的二氧化碳,新构想包含了很长的未来时间跨度(见图 1)。

人口和经济的增长、经济结构的改变、能源的价格、技术进展、矿物质燃料供应、核能和可再生能源的供应等,都是重要的因素,对二氧化碳的排放量都有着重大的影响。各个构想也考虑到苏联各加盟共和国和东欧的发展。这些发展会影响到经济活动的水平、能源生产效率和利用,从而影响到将来矿物质燃料排放的二氧化碳数量。这些构想之中,生物源碳的排放量在早期要比 SA90 高,反映出粮农组织对许多地区(尽管还不是全球)的森林采伐速度的估算数字以及对森林生物量的

较高估算数字。

**卤化碳类:** 消耗平流层中臭氧的氯氟烃以及其它物质的数量在新的构想中要比 SA90 低多了。这是与广泛参加的对蒙特利尔议定书 1990 年伦敦修正案控制状况相一致的。但是,将来氯氟烃替代品的成份和产量,会显著地影响来自这些物质的辐射强迫程度。

**甲烷、氮氧化合物、臭氧前驱、硫:** 不同来源释放的甲烷和氧化亚氮的分布,与 SA90 的构想不同。稻田释放的甲烷量要低些,动物废料和垃圾等排放量则包括进去了。固定源和生物量燃料排放的氧化亚氮量,经过修改下降了。己二酸和硝酸则包括了进去,作为另外一个来源。对挥发性有机化合物和二氧化硫的初步分析表明,如果不实施新的限制措施,则这些物质在下一个世纪的全球排放量很可能会增长。

## 排放与大气浓度之间的关系 以及辐射收支的影响

关键问题是将温室气体、温室气体与气溶胶等先兆物质,与未来温室气体和气溶胶浓度加以联系,方能评定它们对辐射平衡的

影响,研究出了几种不同类型的模式。

**碳周期模式:** 现有的好几种模式(包括三维海洋—大气模式、一维海洋大气箱式扩散模式、考虑到地球生物圈汇的箱式模式)。这些模式都有不确定性,因为,对于控制二氧化碳从海洋和生态系统的吸收和释放的过程缺乏足够的了解。一些模式假设了有一个纯中性的地球生物圈,通过海洋吸收和大气积累来平衡矿物质燃料释放的二氧化碳。另一些模式则引入了另外的假设,即二氧化碳施肥对生物圈不同部分的作用。但有些模式即便是能平衡当代和历史上碳周期,却也不能准确地预测将来大气中的浓度,因为它们不能必要地反映陆上和海洋中各种过程的结合。它们预测二氧化碳的浓度之差异可达30%。与估算微量气体排放量以及气候反馈过程量化中不确定性相比较,这并不反映出预测将来气候变化的主要不确定性。一种简单的经验性估算是建立在一种假设之上,即部分停留在大气中的排放物质,其数量与过去十年所观测到的相同,也就是  $46\% \pm 7\%$ 。

**大气气相化学模式:** 现代对流层模式预测臭氧、氢氧基、甲烷释放所造成的化学活跃气体、非甲烷类碳氢化合物、一氧化碳、特别是硝酸基,出现重大的差异。这些差异来源于对本底化学成分知识不足,以及不能反映出大气中出现的小尺度过程。这种缺陷限制了预测对流层臭氧丰度和分布变化的准确性。也限制了预测温室气体,诸如氢氟烃和氯氟烃生命史的准确性。此类气体都取决于氢氧基的丰度。甲烷、一氧化碳和非甲烷类碳氢化合物等之增加,都会造成臭氧的增加和氢氧基的减少,从而造成辐射强迫的加强。另外一方面,由于硝酸基的增加,导致臭氧和氢氧基的增加。辐射强迫的净效应则不确定。

**大气硫酸气溶胶模式:** 结合酸雨问题,对硫酸气溶胶以及其先兆物的大气化学做了广泛的研究。近年来,我们对化学转变过程的理解有长足的增进,但是,相当大的不确定性

仍存在,特别是关于气溶胶形成微物理学、气溶胶与云的相互作用、降水挟走气溶胶颗粒等问题。

**我们对辐射强迫变化的理解是如何改变的?**

自从政府间气候变化专门委员会(1990年)以来,我们对于臭氧减少和硫酸气溶胶对于辐射强迫效应,以及全球增温潜势概念的局限性的理解有了重大的进展。

**平流层臭氧变化形成的辐射强迫:** 我们第一次实测到全球平流层下部臭氧的减少,并用以计算大气辐射平衡的变化。尽管结果对大气调整是灵敏的,尽管一般环流模式研究未考虑臭氧对地面温度的影响,但是辐射平衡计算表明,八十年代观测到的臭氧下降已经造成中高纬度地带近地面对流层辐射强迫的减弱。臭氧减少造成的辐射强迫减弱,以全球尺度在过去十年内加以平均,其量级相当于同期氯氟烃增加造成的辐射加强,但符号相反。其效应在高纬度地区尤为明显。由于随纬度和地区不同出现甚大的差异,因此,迫切需要用一般环流模式进一步检验这些发现。

**对流层臭氧变化造成的辐射强迫:** 在欧洲某些地区一致观测到的对流层臭氧的增加(多达  $10\%/10$  年),但还没有一套全球的资料对辐射强迫加强的数量做定量计算。但是,计算已表明全球对流层臭氧均匀地增加  $10\%$ ,辐射强迫将会增加约每平方米十分之一瓦。

**硫释放的辐射效应:** 人类活动释放出的硫化物,造成硫酸气溶胶,也会折射日辐射。这也可能对北半球起到冷却作用(南半球的效应可以忽略不计)。在晴天的条件下,现在释放量起到的冷却作用按北半球平均估算为  $1\text{Wm}^{-2}$ ;与此同时,人类活动造成的温室气体的加热量为  $2.5\text{Wm}^{-2}$ 。人为硫酸气溶胶分布不均匀,在大气中停留时间较短,从而出现其效应随地区不同的甚大的差异。此外,硫

酸气溶胶可以通过云光学特性的改变而影响辐射收支。

**全球变暖潜势：**气体可以产生直接的或间接的辐射强迫。直接强迫出现于温室气体；间接强迫出现于原始气体化学变化时产生的温室气体。全球变暖潜势(GWP)概念,是为决策人所发展出来的,借以度量每种与二氧化碳有关的气体排放引起的对流层—近地面层可能的增暖效应。指数是从现代大气中计算出来的,并不考虑大气化学成分的变化。二氧化碳(以千克计)造成的辐射强迫变化与大气中二氧化碳浓度变化呈非线性关系。因而,由于二氧化碳从现有水平增加,因而非二氧化碳气体就要比这里估算的值要高。为了使这概念可用,全球变暖潜势中直接和间接的分量都要加以定量化。

**直接全球变暖潜势：**全球变暖潜势中直接分量已重新计算过,考虑了修订后的存留时间的估算数字,时间尺度范围为 20 年到 500 年,以二氧化碳作为基准气体。使用了政府间气候变化专门委员会(1990 年)所使用的同一个海洋-大气碳周期模式来计算二氧化碳排放与浓度之间的相关。表 3 给出了 100 年时间尺度几种特选关键气体的数值。在多数情况下,其数值与政府间气候变化专门委员会(1990 年)相似,但由于修订了存留时间,因此,氢氟烃和氯氟烃的某些品种的数值增加了 20%—50%。全球变暖潜势中甲烷的直接分量向上调整了,纠正了政府间气候变化专门委员会上次报告中的一个错误。但是,碳周期模式可能低估了这全球变暖潜势中各种非二氧化碳气体的直接的和间接的分量。这数值取决于气体的存留时间和全球变暖潜势中所用的时间尺度。

**间接全球变暖潜势：**由于我们对化学过程理解不完整,政府间气候变化专门委员会(1990 年)报告里全球变暖潜势中的非直接分量可能有重大错误。无一项可以推荐。尽管现在我们不能推荐一个修正数值,但是我们确知甲烷非直接分量是正的,其数量可以

表 3 全球变暖潜势中直接分量、时间尺度为 100 年

气 体	全球变暖潜势	全球变暖潜势中 间接分量的符号
二氧化碳	1	无
甲 烷	11	正
硝 酸	270	不确定
CFC-11	3400	负
CFC-12	7100	负
HCFC-22	1600	负
HFC-134a	1200	无

与直接分量不相上下。与此相比,氯和溴等化合物非直接分量可能是负的。全球潜势概念中,一些存留周期短而又分布不均匀的物质,诸如一氧化碳、非甲烷碳氢化合物、硝酸等可能被证明为不适用。我们注意到,这些成分会通过改变臭氧和氢氧基而影响到大气辐射平衡。同样,二氧化硫也是不适用的,因为二氧化硫气溶胶的分布不均匀。

**太阳输出变化的影响：**据报道,太阳周期特性与全球平均温度存在着很强的相关。唯一的最直接可行的物理解释,是日辐照度的时间尺度要大于 11 年的活动周期。仅有过去十年的日辐照度的精确观测,现在无法做出关于太阳变化影响的确切结论。

模式预测的置信度

模式模拟当代气候的能力方面,进展是缓慢的。模式的分辨率和物理过程的参数化也需要改进。自上次报告以来,收集了进一步的证据说明大气模式能再现大气变化的许多方面。耦合海气模式能模拟十年尺度上的变化,某些方面与实测情况相似。海洋模式能显示出温差环流变化中伴有的长期振动。

水汽反馈性质获得某些澄清。云的辐射效应和有关的过程仍是不确定性中的主要问题。热带对流层水汽变化的预测仍有不确定性。气候模拟中仍未考虑生物反馈。

要增加气候变化地理分布的置信度,就要用耦合模式做新的模拟,并加入包括气溶胶在内的辐射强迫构想。

## 我们用什么工具,我们要什么资料观测未来气候?

### 模式

一般环流模式是我们研究出的最好的工具,用以模拟气候和气候变化。这些模式以物理定律为基础,并用简化的物理项(称为参数化)描述较小尺度的过程,例如云和海洋深层混合过程。耦合的一般环流模式里,大气部分与海洋部分相联系。海洋部分也是很复杂的。

气候预报和天气预报不同。天气预报模式以某一特定时间的精细的大气状况为初始值,预报出 10 天或更长时间的大气状态。尽管这种预报不能重现尺度非常小的现象,如单个阵雨云,但能描述大的天气系统的运动和发展。

为估算温室气体或气溶胶对气候变化的影响,这模式首先得运算(模拟)几十年。模式输出的统计值描述出所模拟的气候。如模式好,并考虑到所有重要的因子,那么就能十分逼真地重现真实大气和海洋的气候。然后,增加温室气体或气溶胶的浓度,再进行计算。用两次模拟统计结果(如平均气温和年际变化)之间的差值,即可以估计出气候变化。

我们也需要决定这种预测到的变化是否能从气候自然变化中检测到。最后,需观测资料以监测气候,改进对气候过程的认识,并协助检验模式的有效性。

一般用二氧化碳加倍(称为气候敏感性)实验得出的地面气温长期变化作为比较模式的标准。1990 年评价报告中报告的气候灵敏度值为  $1.5^{\circ}\text{C}$  到  $4.5^{\circ}\text{C}$ ,本补充篇仍确认这数值是模式给出的最佳估算值,考虑到观测的气候记录最佳估计是  $2.5^{\circ}\text{C}$ 。

较简单的模式能模拟一般环流模式的状况,也用来预测几种排放构想中全球温度随时间的演变。这种所谓箱式扩散模式仅包括极简化的物理量,但给出的全球平

均结果相似于一般环流模式。只有完整的一般环流模式才能给出气候变量变化的三维结果,包括简化模式给不出的非线性过程。从耦合的一般环流模式结果中提取信息,还仅仅是开端。

### 温室气体和气溶胶的未来浓度

对未来浓度进行估算是预测气候由于大气成份变化而变化的一个必要的起点。这就需要了解其源和汇(自然和人为的),并估算这些源与汇的强度,以及它如何改变气候(排放构想)。未来浓度的预测就可以用于气候模式估算气候响应。

### 一般环流模式能预测未来气候吗?

要预报气候,就要满足两个条件:(1)必须将现在已知的影响气候的各种因子,人为的和自然的因子都包括进去;(2)预测大气中温室气体的未来浓度的量级。到目前为止,一般环流模式(海气环流耦合模式)仅列入温室气体造成的辐射强迫,因此,所给出的结果也仅是气候变化中温室气体那个分量。

政府间气候变化专门委员会 1990 年就已认识到硫酸气溶胶对辐射强迫是具有很大的负作用的,但却未能定量化。此后,认识硫酸气溶胶的辐射强迫取得了进展。另外,从平流层臭氧减少中,又找到另外一个负的强迫源。一般环流模式中缺乏这些负的强迫因子,并不抹杀现已取得的结果。例如,气候灵敏度的估算,纯粹从二氧化碳浓度来确定的,现仍未改变。大家相信人为的温室气体,现在和将来,都是改变大气辐射自然平衡的最大因素。但它也意味着,地面气温变化速度需要用其它的强迫因子来加以调整,方能满足第(1)项条件;我们使用具体地预测(与构想相对而言)温室气体在大气中的未来浓度而满足第(2)项条件。



根据一般环流模式输出直接得出的区域气候型的置信度仍很低。关于变率或风暴变化方面,也没有连贯的证据。用统计方法可以将一般环流模式的结果内插到较小的尺度(区域气候与大尺度气流的相关),或用套网格方法来做(用一般环流模式的大尺度结果牵引高分辨的区域气候模式)。两种方法都有前途,但研究的次数还不足以给出由于温室气体增加而形成的区域性气候变化的全球图景;无论如何,这两种内插方法强烈地依赖一般环流模式中大尺度气流的质量。由于我们对于气候知识不完整,不能排除出现意外的可能性。

### 模拟气候变化速度及其地理分布

1990 年政府间气候变化专门委员会所用的一般环流模式的结果,主要是涉及到平衡模拟。只有一个瞬时模式的计算(即模拟气候对稳定增加的温室气体浓度随时间变化的响应)。

此后,许多论文出现在参考文献中已经涉及到一些模式及模拟结果。瞬时模式领域,已经取得重大进展。四个模拟小组利用耦合海气模式做了 100 年的气候模拟。模式中包含了深海的精细描述,因此可以模拟深海环流引起的气候滞后。这种模式要求对热量和淡水通量做大量的调整,以期达到真实地模拟当代气候。这样可能歪曲模式对诸如温室气体增加造成的小扰动的响应。用这种模式模拟未来气候时,已将二氧化碳浓度增加到约每年 1%(大约相当于现在温室气体增加速度下的等效辐射)。

得以确立,它们在积分过程中将变化很小,并且在许多方面与平衡模式给出的结果相似。例如:

- (1)陆地上地面气温的增加要比海洋上大;
- (2)在高纬度地区,在亚洲季风区和中纬度地区的冬季,降水一般讲是增加的;
- (3)中纬度地区,某些大陆上,土壤水份

值在夏季一般是较低的。

然而,二氧化碳瞬时模拟表明,北大西洋北部和南极附近海域,与二氧化碳加倍时的平衡模拟相比较,增温将减少 60%或更多。

需要对耦合模式做更进一步的研究和鉴定。

### 气候变化需要我们估算什么?

利用不包括硫作用和臭氧减少的耦合海气环流模式所做的新模拟,大体上都能证实 1990 年政府间气候变化专门委员会估算的未来一个世纪内增温速度为  $0.3^{\circ}\text{C}/\text{十年}$ (范围为  $0.2$  到  $0.5^{\circ}\text{C}/\text{十年}$ )。这是政府间气候变化专门委员会 1990 年 A 方案所用的估算值。由于一般环流模式尚未包括相反的人为影响,包括硫酸气溶胶和平流层臭氧减少而产生的强迫作用,可以预计地面温度上升的速度较小,至少在硫释放量增加时期,比仅考虑温室气体强迫作用时预期的要小。硫气溶胶的全球平均幅度尚未准确地估算出来,还需要进一步做工作。

由于热膨胀,海平面的变化速度,据模拟为 2 到 4 厘米/十年,与上次报告相同。

据新资料和国际协定,编制了政府间气候变化专门委员会 1992 年排放构想(IS92a-f,参见未来排放的构想)。为了初步估计新构想的效果,使用政府间气候变化专门委员会 1990 年所使用的简单的气候模式,估算了地面温度,并用更全面的耦合海气模式进行校准(参见模式一节)。这些计算在某些方面包括了构想中各种温室气体的直接辐射强迫效应,就象 1990 年计算的那样。

平流层臭氧减少以及硫酸气溶胶都未包括在内,这又与 1990 年计算一样。下面图 1—2 说明(1)IS92a 构想中地面温度的时间演变,假定用上限、“最佳”、下限气候灵敏度( $4.5^{\circ}\text{C}$ 、 $2.5^{\circ}\text{C}$ 和  $1.5^{\circ}\text{C}$ ), (2)1992 年政府间气候变化专门委员会 6 个构想以及 1990 年构想 A 中温度变化假设用气候灵敏度“最佳估算”(参见前页方框中内容)。

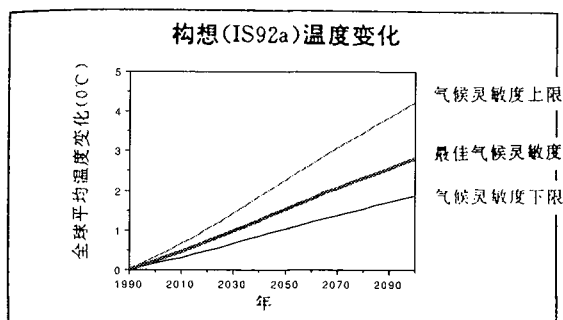


图2 IS92a 中全球平均温度气候灵敏度上限为 4.5℃,“最佳估计”为 2.5℃,下限 1.5℃。硫酸气溶胶和臭氧减少的效应并未列入

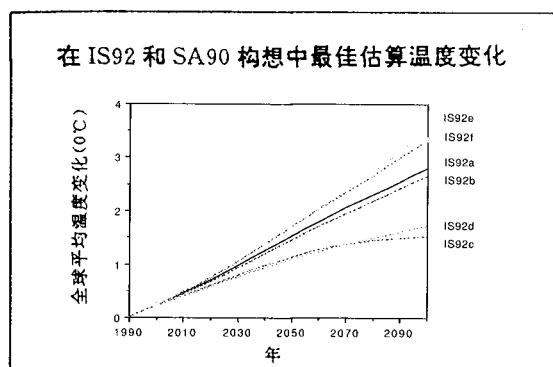


图3 IPCC 构想 (IS92a—f) 采用 IPCC“最佳估算”气候灵敏度估算全球平均温度的变化。硫酸气溶胶和臭氧减少的效应并未列入。黑圈表示 SA90

## 全球平均温度的最新记录

对 19 世纪海洋温度记录继续进行研究并未较大地更动我们对过去 100—130 年地面温度的计算所得出的  $0.45 \pm 0.15^\circ\text{C}$  的结果。而且,1990 年和 1991 年全球地面温度与最暖的八十年代相似,且仍将比其它记录暖。然而这项研究已经对半球的温度做了小的调整。估计的各个半球的长期变暖趋势,现在更接近相等。南半球在 19 世纪末期比过去估计值暖些,北半球与以往估算数相同。

北半球大陆上相当大一片地区在过去几十年里变暖的一个特点,是夜间增温大于白天。这种变化,一部分归因于云量的增加,但

其它因素也不能排除,例如气溶胶对晴天最高气温的冷却效应。这是温室气体增加的一个影响,城市化对最低温度的残余影响。需要做更全面的研究,现仅分析了全球陆地的 25%,在这方面,最高、最低和平均温度的区域性变化与土地利用变动有关(如:沙漠化、森林采伐、大面积灌溉),需要单独地加以鉴别。

新的资料来源支持过去数十年里热带地区海平面温度较高,其证据是热带珊瑚变白愈来愈多。海平面温度变暖,超出了这些动物忍受力,珊瑚变白则(部分地)与之有关,虽然污染的增加可能也有一定影响。

自 1979 年以来,TIROS-N 卫星上微波探测器,观测了对流层中部的温度,人们对之很有兴趣。微波探测器的资料具有全球性但仅有 13 年的短期观测资料,地面和探空资料空间上不完整,但时间较长(分别为 130 年和 30 年)。这三种资料(微波、探空和地面)从 1979 年到 1991 年的全球平均趋势是不同的(分别为每 10 年  $0.06^\circ\text{C}$ 、 $0.17^\circ\text{C}$  和  $0.18^\circ\text{C}$ ),虽然差值不满足统计信度。卫星探测器,探空仪和地面仪器的测量特性各不相同。此外,对流层中部的温度和地面的温度地理和时间变化是不相同的。尽管如此,这三套资料的全球年值之间的相关却很高。

要注意的是不可能用绝对的方法来排列最近几个暖年,这要看用的是什麼记录、参照什麼水准、各个值的不确定性有多大。

微波探测器资料可能探测到火山爆发对平流层下部温度的影响。1979 年到 1991 年间,这些数据的变化特点是短期温度振动(热带最高)。这出现在厄尔奇空火山(1982)和皮纳图博火山(1991 年)爆发后大量的气溶胶注入平流层之后。平流层下部全球温度上升分别为  $1^\circ\text{C}$  和  $1.3^\circ\text{C}$  左右。厄尔奇空火山爆发后平流层的增温持续了近二年;皮纳图博火山爆发后引起的增温仍在延续中。但是,长期探空记录显示出六十年代中期以来平流层下部具有明显的全球冷却趋势,大约为  $0.4^\circ\text{C}/$

十年。

## 其他重要气候量有什么趋势吗？

文献记载了许多时空尺度上有实际意义的降水变化。但由于资料的覆盖面以及不均匀性等问题,无法讨论全球尺度的变化。热带水汽的明显增加,是与对流层下部温度增加同时出现的。现还无法讲这些变化在什么程度上是真实的,是否大于自然变率。

1973 年以来,北半球年平均雪盖面积出现一个较小的不规则的减少,约为 8%;这是在新编的改进的资料集里观察到的。这种减少可以认为是真实的,因为雪盖面积年值与北半球副热带地面气温的相关高达 -0.76。

有证据表明,可以出现区域性的快速气候变化(也称为突变)。这种变化可持续数十年,经常是季节的函数。对这种变化了解不多。但它又是有相当大实际重要性。

## 实测温度变化与预测一致吗？

尚未考虑到气溶胶变化的耦合海气环流模式,预测北半球的变暖较大幅度地高于南半球,这是北半球陆面大的结果。陆地对强迫作用响应较快。近几十年来,观测到南半球的变暖(1955 年到 1985 年为  $0.3^{\circ}\text{C}$ )大于北半球(同期几乎未变暖)。这是第一次与预测相矛盾。近年来,北半球开始迅速变暖。两半球变暖速度差别之原因尚不清楚,虽然人造气溶胶(参见我们对辐射强迫变化的理解改变了吗?)和海洋环流的变化可能起部分作用。

而且,氯氟烃的增加可能减少臭氧,其水平足以在全球平均的意义上抵消氯氟烃直接的温室效应,因而,原报告中提出的过去 100 年间温室气体增加造成的变暖的估算数字可能有点太快了,因为报告未考虑到冷却效应。如能考虑到这点,可能使得模式模拟更接近实测的变化。

个别的火山爆发,例如厄尔奇空火山,可能会在数年里产生地面冷却,但对长期趋势而言,其效应是可以忽略不计的。若干个太阳

周期尺度上的日辐射变化带来的影响仍未得到证明,仅是一个可能性。

1990 年政府间气候变化专门委员会的结论仍不变:“变暖的幅度从总体上与气候模式的预测是一致的,但也与气候的自然变率的幅度具有同样的数量级。这样,所观测到的增温可能很大程度上是自然变率;换言之,这种变率以及其它人为因子可能已抵消更大的人为的温室变暖”。

## 关键的不确定性和未来所需要的工作

预测未来气候变化关键依赖于未来人为温室气体的排放,以及其它的气候强迫因子,例如气溶胶。它取决于一些不仅是自然科学要讨论而且也是社会科学要讨论的因子,诸如人口、经济增长、能源政策。这方面有很多的不确定性。自然科学家和社会科学家要密切合作研究未来排放的构想。

自 1990 年政府间气候变化专门委员会以来,更多地认识到许多不确定性。它影响到预测气候变化的时间、幅度、区域分布。这些方面,我们仍然认识不足。它包括:

- 温室气体和气溶胶的源与汇,它们在大气中的浓度(包括其对全球变暖的间接效应);
- 云(尤其是它对温室气体造成的全球变暖的反馈效应,还有气溶胶对云的效应以及它们的辐射特性);大气水的收支中的其他因子,包括控制高空水汽的过程;
- 海洋,由于它的热力惯性,环流的可能改变而影响到气候变化的时间和类型;
- 极地冰盖(它对气候变化的影响,也影响到预测海平面上升);
- 陆面过程和反馈,包括与区域性及全球性气候耦合的水文和生态过程。

为了减少这些不确定性,需要:

- 改进系统的观测和认识全球性的强迫气候的变量,包括日辐照度和气溶胶;

- 研究全面地观测有关的变量,以描述气候系统的各个分量,需要采用新技术,建立数据集;
- 更好地认识与气候有关的过程,特别是与云、海洋、碳周期相联系的过程;
- 改进对社会、技术和经济过程的认识,尤其是在发展中国家,有必要发展更为现实的未来排放构想;
- 改进各国现有排放量的目录;
- 更详尽地认识过去已经发生的气候变化;
- 持久地更多地支持气候研究活动,这些活动跨越国界和学科边界;要采取专门的行动,便利发展中国家充分参加活

动;

- 改善气候资料的国际交换。

上述许多要求,已为一些主要的国际计划所处理,特别是世界气候研究计划、国际陆圈生物圈计划和全球气候观测系统。要为主办这些计划的国际组织提供足够的资助,也要为国家做这方面的工作提供足够的资助,方能获得新资料,以减少不确定性。同时要提供资财支持国家的或区域性分析广泛的气候变量的数据,尤其要支持发展中国家在这方面的分析工作;要提供资助支持继续观测重要的变量,使它的覆盖面和精度达到充分的要求。

## 附 件

### 研究政府间气候变化专门委员会关于国家温室气体净排放登记方法方面的进展

科学评价工作,主要是做了全球和大区域的源和汇;要支持各国和国际上对气候变化的响应,为此,有必要采用得到同意并且一致的方法来估算国家一级的排放和汇。

政府间气候变化专门委员会(1991年)建立的工作计划为:

(1)发展经过批准的详细的方法,以计算国家一级的温室气体排放和汇;

(2)协助参加国使用此方法,并于1993年底提出结果。

这项计划是建立在经济合作与发展组织(OECD,1991)主办的初步工作的基础之上。经济合作与发展组织和国际能源机构(IEA)继续对政府间气候变化专门委员会工作计划提供技术上的支持。这计划将管理登记方法和程序的发展与批准工作,管理收集和评价数据工作。它将与其它主办机构合作,包括全球环境设施(GEF)、亚洲开发银行、欧洲共同体、联合国欧洲经济委员会以及其他一些认捐国,鼓励资助温室气体登记下的技术合作项目。

政府间气候变化专门委员会要求参加国于1991年9月底以前提供温室气体排放数据。到1992年1月为止,18个国家已提交全部或部分的温室气体登记(见附表);大多数是1988年到1990年间一年、二年或三年的平均排放量。它们特别有助于鉴定覆盖面问题和检查现有登记的一致性。

政府间气候变化专门委员会国家温室气体登记工作组,于1991年12月5—6日,在日内瓦开会,就改进起草方法和工作计划优先顺序等提供指导。对方法的大量改进取得一致,提出了工作计划和技术合作活动。所以,做了初步的收集数据的工作,举办了专题

讨论会,也收到了一些意见。确定了以下的优先工作:

### 方法学

- 发展一种更简化的方法和流线型的“工作书”(workbook),以协助使用者执行;
- 与专家共同工作,发展一种新的更简便的方法,计算森林和土地利用变动产生的二氧化碳排放;
- 设立专家组,改进有关来自稻田和矿物质燃料生产中释放的甲烷、其他关键性气体和源的类型的方法;
- 与专家共同工作,将卤化碳类列入温室气体登记录,从蒙特利尔议定书资料开始;
- 发展和传播区域适用的排放因素和假设。

### 工作计划

- 国家登记录的优先项目:(1)各国能源释放的二氧化碳;(2)森林和土地利用中排放的二氧化碳,如对国家重要者;(3)分国别登记甲烷主要来源;
- 着手对现有登记进行互比研究;
- 在工作计划中列入对国家登记数据进行科学评审,并做分区和全球总量的科学评审。

### 技术合作

- 政府间气候变化专门委员会将加强与参加国联络点的联系工作,加强与有关国际组织的联系工作;
- 应该高度优先研究国家个例、训练、区域合作以及协助非经济合作和发展组织国家检验和实施温室气体登记方法;
- 以多种文字的流线型工作手册方法提供方法;优先开发使用方便的计算机清单。

**附表 已提交全部或部分的温室气体  
排放登记的国家(1992年1月)**

澳大利亚	芬 兰	荷 兰
瑞 典	英 国	比利时
法 国	新西兰	瑞 士
美 国	加拿大	德 国
挪 威	泰 国	丹 麦
意大利	波 兰	越 南

## 参考文献

政府间气候变化专门委员会 1991:

政府间气候变化专门委员会第五届会议报告  
(1991年3月13日—15日于日内瓦).

经济合作和发展组织:

估计温室气体排放与汇:经济合作和发展组织  
专家会议最后报告(1991年2月18日—21日  
于巴黎),1991年8月修订版.

## 第三章 对气候变化潜在影响的评估

**第二专题：气候变化区域性分布的预测以及相关联的影响研究，包括模式有效性研究**

**第三专题：能源和工业有关问题(气候变化影响部分)**

**第四专题：农业和林业有关问题(气候变化影响部分)**

**第五专题：海平面上升的危害(气候变化影响部分)**

### 第二工作组

#### 序言

第二工作组审查了 IPCC 第五届会议(1991 年 3 月)批准的四项专题的工作。这些专题为：

- 气候变化区域性分布的预测以及相关联的影响研究，包括模式有效性的研究；
- 能源和工业有关问题；
- 农业和林业有关问题；
- 海平面上升的危害。

第一步工作是研究评估影响的指导方针，确定监测系统中区域/国家分量的鉴别，以用来作影响研究。

水资源和水文学方面的补充工作也列入报告。它也是许多国家在回答工作组发出的调查表时最常提及的最关心的领域(还有关于工作组本身结构方面的问题)。报告集中于这些专题工作中与气候变化影响直接有关的部分。

自 IPCC 1990 年第一次评估报告以来，做了一些研究工作，以扩大我们对于气候变化影响的认识。尽管报告有不确定性，但没有对结论做重大的更改。

在 IPCC 第一次评估报告出版的促进下，做了大量的区域性研究，评估气候变化的影响。第二工作组发出的调查表在收集新资料，明确许多国家共同关心的诸多领域中起到宝贵的作用。大约 50% 的回答中突出了气候变化对水文和水资源的影响，强调水对各国的重要性。其它一些对发展中国家有兴趣的议题是农业、林业、世界海洋和海岸带。它们都反映出许多国家对于土地的粮食供应能力和海资源的关心。

调查表发现的其他领域有沙漠化(特别是非洲和亚洲)、气旋和其它极端的事件(特别是岛国和三角洲地区)、文娱和旅游(尤其是经济影响)、气候变率与厄尔尼诺-南方涛动(ENSO)现象、持续的干旱和其它极端事件。各国回答中指出气候变率可能会增加风险，尤其是在气候变化有着重大影响地区。重要的是，要注意到许多国家，尤其是南半球，也观测到紫外-B 辐射的增加。这也是一个重大的令人关心的领域。

### 能源、人类居住地、运输、工业、人类健康和大气质量

最近在马尔代夫和太平洋岛国诸如图瓦努、基里巴斯、托卡劳、马绍尔群岛等做的研究，再次确认低洼的小岛国和人口密集地势低的沿海地区较易受害，尤其是适应措施不足时更易受海平面上升、风暴潮和沿海洪水等综合性的危害。

许多发展中国家高度依赖于生物量和水电，它们对气候变化很敏感。一些发展中国家如孟加拉国，其能源的 90—100% 依靠生物量生产，可能会受到气候变化引起的干旱或洪涝灾害的破坏。

另外一方面,经济和社会影响方面,在能源、人类居住地、运输和工业、人类健康以及大气质量等领域内,工作不多,也未提出新见解。

英国一项研究表明气候变化在粘土地区会造成土壤收缩和膨胀,对于建筑、保险业和人类居住地产生重大的影响。依靠水的工业,诸如粮食加工、造纸、发电等可能会在气候变化条件下受到水文变化的影响。

气候变化对人类健康影响方面知识有所扩大,并证实以前报道的结果,更深刻地认识到疾病向全球变暖区域移动,特别是在新西兰和澳大利亚。疾病诸如疟疾、淋巴丝虫病、血丝虫、利什曼病、河盲病、登革热、澳大利亚脑炎和日本脑炎等由于全球变暖的结果而可能会增加或者传播到许多国家。紫外-B辐射对于健康的影响,据最新研究,在于它影响人类的免疫抑制系统和视力。

## 农业和林业

新近的研究,如像欧洲、北美、东南亚等地区做的研究,突出 IPCC 1990 年第一次影响评估报告,气候变化带来的影响要看气候变化的程度和农业类型而定。这些结果补充了而不是改变 IPCC 1990 年报告中的结论。这些研究再次证实,如果增温出现于 IPCC 第一工作组预测的上限,全球变暖对农业的影响可能是严重的。

最近的研究增加了人们的担心,即气候变化带来的干旱,对农业的风险最严重。干旱和半干旱地区最易受气候变化的危害。

最近的一些其他研究证实 IPCC 早些时候的结论,气候变化可能会有利于昆虫生长和繁衍的生态条件,可能会对农作物、家畜和森林生产有消极的影响。研究工作将继续强调,结合温度的上升,二氧化碳的直接和间接的效应对未来作物生产的相对重要性。一些科学家强调在可控制条件下出现光合作用和水的利用效率等的增加,而另一些科学家则怀疑在大田中能否看见这种气候条件变化时

出现的效应。

对植物生长的作用,结果可能是在某些地区维持当前的土壤条件。土壤中有机物质的增加和浓密的地表覆盖可以抵消降水增加带来的土壤侵蚀作用以及温度高时造成土壤中有机物质氧化率的增加。

现在农业生产系统对气候变化的适应应当说是可能的。世界上农业研究系统可以提供新的作物品种,维持高产和营养成分。然而,有必要做出努力使发展中国家小农获得这种研究成果,以便及时地适应当地气候条件的变化。

新的分析支持 1990 年报告的结论,气候变化对林业的影响可能会有重大后果。这对于福利和经济发展高度依靠林业的国家和地区说来是特别重要的。

需要不断地收集观测资料以解决关键性的不确定性;需要继续研究供政策和决策使用。它们包括:(1)人造林和自然林的范围,森林的时空变化和在全球碳循环中的作用;(2)树种的遗传学和生理学以及它们从属以及竞争之间的关系;(3)区域性影响;(4)区域性影响、经社结构和发生变化临界值之间的联系。

## 地球自然生态系统

IPCC 第一次评价报告(1990 年)以后做的分析,加强了报告中的主要结论,地球上自然生态系统可能面临温室气体在大气中的浓度增加和随之而来的气候变化造成的重大的环境影响。尤其是,这些研究继续揭示变化速度将是决定影响的类型和程度的主要因素,可以预计到生态系统内,不同地区和群落内不同的响应。目前的气候研究仍揭示出气候变化率要比某些品种的响应来得快;品种和生态系统的响应可能是突然的,可能导致生态系统失衡或退化。

促进公众对地球自然生态系统一般价值的认识是必不可少的,如要公众支持维护这些在气候变化条件下的生态系统,特别强调的是要动员生态系统管理者和当地人民参加



评定影响、后果和对策。

水的可用性是气候变化对地球生态系统影响的主要课题之一。最近的研究表明,尽管在富含  $\text{CO}_2$  的大气中植物的用水效率可能提高,但使单位土壤面积中维持相同的含水量是必要的,因为在这种富含  $\text{CO}_2$  的大气中产生的更多的生物量将使叶面积比率增加。

预测中的气候变化可以造成非洲大陆热带森林加速减少,萨赫勒现象就会扩大到热带大草原。这种变化使得非洲受影响地区不稳定的生产系统情况更坏,对生产系统和构成品种带来更大的压力。潮湿地和浅湖泊(例如非洲和北美洲大平原上的大草原生产系统)由于降水和土壤水分减少而退化,就会对该地区迁徙和非迁徙动物带来不利的影响。

气候变化,其深远的影响,有利的和破坏性的,会影响到渔业生产力和渔业加工工业以及渔业的分布。气候变化给淡水生态系统带来的附加压力,可能会在短时间内减少品种数量和遗传上多样化。随着变暖,生长期增加了,可以增加鱼的繁殖能力,尤其是在温度成为限制性因素的地区。

知识方面的不确定性和差距仍存在,气候变化对环境影响和带来的后果仍然认识不足。需要国家、地区和全球各级努力协调地致力于减少这些缺陷。主要是因为缺乏足够的资料和数据:(1)生态基本过程;(2)大气化学与气候的联系,另外一方面,地球自然生态系统变化与构成品种之间的联系,以及这两大类之间的联系;(3)地球自然生态系统变化与经社福利之间的联系。特别缺乏这些生态系统敏感度及构成品种敏感度的资料,经社系统遭受这些生态系统变化的危害资料;生态系统和经社系统的临界值等方面的资料。现有的国际计划诸如全球环境监测系统,人与生物圈等可以作为弥补缺陷的手段。

## 世界海洋和沿海地带:生态效应

自 IPCC 1990 年第一次影响评价报告以来,最新研究确认海平面上升对沿海低洼地

内生态系统的影响要比水温上升的影响更大。然而,海平面上升和温度上升加上紫外-B 辐射和降水变化综合起来的作用会严重地影响海洋生态系统,包括生物生产的再分布和变化。

海平面上升的影响要视陆地和海洋相对垂直运动之间的净量而定。在板块构造运动、冰川波动、火山活动等造成陆地自然上升地区海平面相对上升就甚小。在自然下沉地区,如美国东南部,由于板块运动,压缩力等形成陆地下沉,海平面上升就更为重要。对白令海做最新研究,表明在没有陆地自然上升地区,也会有重要影响。这种地区有大量的海洋生物要依靠某种海上或近海海洋环境。这种海洋环境可能受到海平面上升的影响。尽管如此,海平面上升的后果在北半球较小,比气候变化对北半球生态系统的和全球碳循环影响要小。这些地区在全球碳循环中是十分重要的,较小的升温会导致生物生产力的重大变化,导致碳向海洋通量的增加。

珊瑚生长速度为 1—2 厘米/年,珊瑚礁的生长速度总的来说是 1.5 厘米/年。并不是所有的珊瑚礁积累速度都一样。但多数情况能与海平面上升保持一致,如果其他的因素不打乱它的生长条件。其他一些变量(风暴、沉淀、疾病、降雨、辐射、浊度、过量捕鱼、海藻大量死亡等等)对珊瑚的压力也可能阻止珊瑚礁与海平面上升同步,造成近海流体动力学的变化。

关于温度上升,热带海洋生物要比温带海洋生物生活更接近于最大热力承受能力。温度上升 1—2℃,在热带和亚热带地区,夏季平均温度要到 30℃ 以上;大多数迁移的有机体可以承受这种变化。温度上升可能会引起某些珊瑚的白化现象,但预计上述其他的压力将会更为重要。

潮汐间植物,如像红树,可以忍受高温,除非温度影响到繁殖,否则一般是不受影响的。红树在中等盐度的环境下生长最佳。红树在多雨潮湿地区,可以和海平面上升保持

一致。红树在干旱地区,就可能不适应而被放弃,如果向内陆退却成为不可能。这样,降水和径流的变化以及过度砍伐等要比海平面上升重要。关于沼泽地,最新研究表明中纬度植物似乎能更好地忍受盐分,在二氧化碳增加情况下,生产力更高。

世界气象组织/联合国环境规划署的新发现说明紫外-B 辐射到达海洋和沿海地带环境,比写第一次报告所估计的快得多。由于许多海洋资源在接近水面层度过一生或度过最易受害的时期,因而对渔业构成很大的威胁。第一次报告对于污染物质在海平面上升时从沿岸废弃物处理场进入海洋,表示关切。在这种垃圾场和排污系统中,还有细菌和病毒进入海洋。对沿海资源是有潜在的影响。主要是对消费这种资源的人有影响,还有卫生部门下令关闭这种渔区或贝类养殖场,而产生商业上的损失。最后,风暴频率或强度的变化对沿海资源导致生态上的重大后果。

## 水文与水资源

自从 IPCC 第一次影响评价报告(1990)出版以来,进行了许多关于气候变化对水文和水资源影响的研究。遗憾的是,现在还没有足够的受干旱和沙漠化影响地区的资料。应努力补上这一欠缺。最新研究都是在原研究基础上扩大了地理范围。对于水文灵敏性和现有水资源管理系统的脆弱性方面都没有什么新见解,仅证实许多以前的结论。

最新研究提出的主要结论:

- 发达国家在水文灵敏性分析方面取得进展,但在气候变化对不发达国家的潜在影响方面的资料却存在着很大空白;
- 灵敏性比较分析,还是依靠一般环流模式提供有关对水文物理效应对水资源管理的影响等方面的认识。但由于一般环流模式输出的差异再加上水文灵敏性分析中的差异,所以很难作出区域性影响评价;
- 水流时间特性几乎在所有的地区都出现

较大的变率,并将极端值放大,形成较大的洪水流量、洪峰、低水流和季节性径流转折;

- 水的控制、调节和管理要求愈高,全球变暖带来的影响愈小。不加调节的水文系统更容易受到水文变动的危害。

主要建议:

- 洪水和干旱变率增加,将要求重新审查工程设计的假设、操作规程、系统最佳状态以及现有或计划中水文管理系统的应急计划;
- 更多地研究水文灵敏性和水资源管理脆弱性,要集中于干旱和半干旱地区以及小海岛国家;
- 水文灵敏性分析方法要统一,以便结果的互比。

## 冰冻圈

分析继续支持这个结论,即与大气中温室气体浓度增加相联系的气候的未来变化可能大幅度地减少季节性雪盖面积和容量、山地冰川、地球上冰层和冻地包括永久冻层和季节性冻层。

最近的分析已经表明对于地球上冰冻圈的那些要素的可能影响有了一些进一步的认识。

- 卫星探测的雪盖数据的分析表明,发现北半球雪盖是自 1987 年中期以来最低记录,最大负距平出现在春季;
- 1989 年北半球异常温度导致加拿大和俄罗斯北极地区常冻带内广泛的活动层分裂性滑动,造成堵塞和堵塞区内水质变劣以及进一步的衰退;
- 北极常冻区退化造成水合物释放甲烷量可能被低估了;
- 有证据说明北半球极地和副极地冰川以缓慢的速度退却,其后退速度比以前提出的要慢,有些地区在过去 30 年里向前进了。尽管南半球记录不详细,但几个新西兰冰川的记录表明从十九世纪中叶开

始,冰川后退。这说明是温度上升和降水减少的结果。

关键的不确定性与认识冰冻圈基本过程、各因素之间的关系(例如雪盖变化对常冻区的影响以及冰川动力学),气候变化对冰冻圈这些因素的影响,生态系统的相互依赖性(例如土壤侵蚀以及常冻退化相联系的稳定性变化),人类系统(例如:结构、运输、输电线等),冰冻圈在当地、区域和全球气候和气候变化中的作用是相联系的。

## 区域气候变化预测

预测区域性气候变化的准确性受到很大的不确定性因素的制约。降水变化更是不确定,尽管这些变化具有很大的实际意义。发展一般环流模式是迫切需要的,尤其是改进区域预测能力,特别是对干旱和半干旱地区的变化认识。俄国和其他国家继续利用古气候相似方法改进区域预测。IPCC 的未来工作中,要复审和评价区域气候预测的各种方法。

## 对气候变化影响评价的指导方针

第二工作组正在拟定指导方针,以评价气候变化的社会和环境的影响。这些指导方针将成为研究气候-环境-社会相互作用的大纲,也是估算气候变化的影响的大纲。这样可以做气候变化对不同地区和经济部类影响的比较和综合。1992 年经过审阅后,初步指导方针可供使用。进一步工作可以作为长期的任务。

影响评价包括几个步骤:(1)问题的定义,(2)选择分析的方法,(3)方法的检验,(4)拟定气候、经社构想,(5)潜在影响的评定,(6)技术调整的鉴定,(7)考虑政策方案。

问题的定义包括识别评价的具体目标、部类和地理区域,研究的时间尺度,资料要求和更广泛的工作内容。

分析方法的选择取决于资源、模式和数据的有效性。影响评价分析范围可以从定性的和描述的到定量的和预测的。彻底的检验

所用的方法包括模式有效性、灵敏性研究。在全面评价开始之前,就要做这些工作以保证可信度。

拟定气候和经社构想要有几个步骤。当前的或预测的气候、经社和环境条件,其时间尺度要大于研究的时段,并且没有气候变化。研究时段内的区域气候变化构想需要设定。另外,在气候变化情况下,生物物理的和环境的效应要加以预测。然后,将这些设定用于环境和经济的综合模式,计算在气候变化情况下的经社效应。评价部类和区域的潜在影响涉及到估算出现或不出现气候变化时的环境和经社条件的差异。

预测有或没有气候变化效应,应包含“自动”调整。然而,影响的评价,应该设法估计,由于应用现有的和在研究阶段有可能得到的新技术或做法而产生的附加的技术调整,同时假定现有的法律和制度不变。

气候变化的成本和效益应尽可能地加以评价,使用共同的度量并换算到现代净值。换言之,成本和效益应加以定性的描述。上述的一般框架可以考虑政策选择以及它们的经社和环境影响。

## 监测并鉴定气候变化后果

有必要获得更多的资料和数据以支持研究影响,尤其是发展中国家。通过加强或建立综合监测计划,包括生物、化学、物理和气候等参数,并建立与此同时发生的国家的、区域的和全球等级别的经济和社会的评价,以鉴定气候变化后果。必须保证资料的质量;资料的分析和解释必须认真进行。利用共同的规程收集和分析过程(包括地理资料系统或 GIS),利用共同的设备,会有助于互比性并进一步鼓励国际合作。IPCC 初步指导方针的制定对评价气候变化的影响,是一大贡献。

监测敏感的地球和海洋生态系统,包括冰冻圈,及合成的物种应予以优先。因为它们能早期探测到气候变化和影响,并发出警报。也要优先考虑这些物种和生态系统。它们具

有重大的社会和经济价值(按当地或区域加以确定)。经典的地面站(包括点、地面图和断面图)可以作为监测计划的基石。但必须以遥感和遥测加以补充(例如卫星、雷达、航空摄影)。也要利用数据自动传输和处理系统。

当前,国际组织,诸如联合国环境规划署、世界气象组织和政府间海洋学委员会正在实施这些监测计划,以协助鉴定气候变化的生态和经社后果。联合国环境规划署有个

观测地球生态系统的初步计划,可以观测到植物带两侧的情况,以便早期探测到边界的移动。世界气象组织和政府间海洋学委员会,除了许多观测活动之外,还设计一项卫星观测系统,以观测气候和海洋的参数。目前正在计划全球气候观测系统(GCOS)和全球海洋观测系统(GOOS),应当考虑监测地球和海洋生态系统受气候变化的影响。这些资料可以作为气候变化综合效应的指标。

## 第四章

### 第三专题:能源和工业有关问题

#### 第三工作组

#### 引言

1991年3月,专门委员会确定了能源和工业分组要进一步研究的关键性领域。其目的是:

- (a) 填补分析迄今所做的能源和工业部类对限制气候变化响应方面的重大空白。
- (b) 开始分析的新领域并提出在IPCC第一阶段太难以处理的研究的领域。

尚未经过同行复审的这些研究,或有关的进展报告一并总结如下。今年晚些时候要进行同行复审工作。然而,这些研究为政策分析和做决定提供有用的资讯。尽管想方设法反映所有的材料,有些研究局限于有限的来源或数据。有些研究不得不依赖于一些工作方法和数据前后不一的工作。

#### 各分专题的总结

##### 1) 全面评价减缓全球变暖的技术选择

这项研究的目标是全面评价减少温室气体的各种技术方案,尤其是二氧化碳。根据

IPCC 1990年对策报告,这些文件报告了在评阅技术方法时的一些初步发现,作为工作的第一部分。这项工作的第二部分工作的成果,是将未来排放构想建立在利用这些技术之上。并在1992年下半年将与第一部分工作的最新资料一起出台。初步发现为:

- (1) 能源贮存、提高生产效率、转换分配、能源的终端使用。这是目前及今后最有效的方案之一。系统的重建,例如能源的串连和基础结构改进等是很有前途的。
- (2) 从矿物燃料燃烧时收集和分离二氧化碳的技术值得研究,因考虑到将来仍要依赖矿物质燃料作为基本的能源。
- (3) 核能是有技术潜力的,成为下一世纪的主要能源,但又面临着各种社会安全保卫的限制。
- (4) 现有不少有前途的非矿物质燃料技术,例如光电(PV)、风能、水电、地热、生物量和太阳热能。光电首先小规模地在房顶上应用,如果能源分配技术可以有实质性进展,其后大规模地在沙漠和洋面上应用。

(5) 生物量作为能源使用的物理潜力,可能在某些地区较为适宜。由于争地种粮,可能会限制它的生产。要考虑环境上可行的加强农业生产,更有效地生产粮食(参见下节生物量)。

## 2) IPCC 技术特性目录

IPCC 技术特性目录提供坚实的、文件齐全的技术资料,供分析和计划限制温室气体排放的活动。特别强调那些对发展中国家和那些过渡中的经济可能关注的技术。来自各种来源的材料被用来描述 5 种类型的技术:(1)初级能源生产;(2)次级能源贮存;(3)能源转换;(4)终端使用技术;(5)温室气体控制技术。

因为资料和数据还不充分详尽,不足以设计具体的技术设施,故刊出了世界各国专家的地址。这数据库包含能源的资料以及世界上的重要产区。随着具体的应用和分析资料的积累,各国资料也可以列入。

第一阶段包括数据库的初步设计和 18 项技术的描述。这 18 项技术请见表 1。已于 1992 年 2 月提交 IPCC 评阅。第二阶段已从 1991 年 12 月开始。到 1992 年 6 月,技术特性目录将包含约 90 项技术。将来的数据库,预计可包括最新的和补充的技术。

## 3) 减少甲烷排放的技术选择

减少甲烷人为排放约 15%—20%就可以制止大气中甲烷浓度的上升。减少甲烷排放方案的技术评价工作,现已通过美国和日本的甲烷工作组正在进行。它编集了 IPCC 参加国提供的资料。除了漫灌水稻耕作和燃烧生物量以外,现已有限制主要来源排放方面的技术方案。这些技术方案在世界上许多地区是经济可行的,也反映出不同的技术和资金要求的水准(见表 2)。在许多情况下,这些方案能提供广泛的利益,包括更佳空气质量,更好地保护地表和地下水,提高生产效率,减低爆炸的风险,改善能源资源的供应和

使用。有些技术已经建立了,并且已在某些市场上证明是有利的。阻碍这些方案在许多国家尤其是在发展中国家实施的障碍在于资金的可用性、技术资料的缺乏,以及互相矛盾的鼓励制度。这些障碍需要按国别和具体的场所加以处理。

## 4) 提高电力终端使用效率

这些研究通过深入评审以下几项工作来讨论提高效率问题:(1)提高电力终端使用效率现有技术状况;(2)限制应用和推广这些技术的因素;(3)提高电力终端使用效率的政策。

报告结论如下:未来数十年内增加碳人为排放的主要来源是发电。终端使用效率如能提高到现行技术和政策预期之上,就可以大量地削减电力使用量的增长,以及随之而来的碳排放量的增长。根据工业化国家和发

表 1 技术特性目录第一阶段技术

### 供应技术

- 雾化煤气的生产;
- 中间冷却涡轮蒸汽注入煤气;
- 大气液化底座燃烧;
- 柴油的同期生产;
- 太阳热电气—抛物线槽;
- 城市固体废物的大量燃烧;
- 有效的电力变压器。

### 能源终端技术

- 电动机;
- 光集中的日光灯照明;
- 电子起动日光灯镇流器;
- 车用甲醇替代燃料;
- 车用 CNG 替代燃料;
- 高级道路交通信号。

### 生产技术

- 发动机业的电动机;
- 高效电焊电源;
- 化学—有效化肥的生产;
- 木浆和造纸机械脱水;
- 石油提炼过程(蒸馏)控制系统。

表2 减少甲烷排放量方案的特性的总结

源	排放(Tg) <sup>1</sup>	各个方案减少的甲烷	效果			包括利润方案	包括低技术方案	效益		
			到 1995 年	到 2005 年	2005 年后			大气/水的质量	安全	生产力
工业能源业										
煤矿		多到 90%	×	×		×	×	×	×	×
石油与天然气	70—120	多到 80%	×	×		×	×	×	×	×
燃烧		NQ	×	×		×		×		
农林等来源										
反刍动物	65—100	多到 75% <sup>2</sup>	×	×	×	×	×			×
动物废料	20—30	多到 80%	×			×	×	×		×
土地填充物	20—70	多到 90%	×			×	×	×	×	×
废水		多到 80%	×			×	×	×		×
生物量燃烧 <sup>3</sup>	20—80	NQ		×			×	×	×	×
水稻栽培	20—150	多到 30%			×					×

注:1 取自第一工作组, 2 每单位产品减少的甲烷, 3 现场燃烧和炊事, NQ=未作定量计算。

展中国家关于技术、计划和政策的经验,提高电力终端使用效率是可能的。看来可以采取成本-效率合算的方式取得许多提高。促进发展中国家采用这些有效技术是减少温室气体排放量的好策略。

### 5) 天然气展望和政策

减少二氧化碳排放的一种选择,就是用天然气代替碳密度更大的燃料。全世界对天然气需求量在增加,预计到 2005 年要增加一倍。作为分析的起始点,IPCC 复审了国际能源机构(IEA)的天然气研究《天然气展望和政策》(1991 年 10 月)。这份研究对天然气的供求做了全面分析,也包括天然气的生产、运输和使用等方面的制度问题。这份研究的要点就是经济合作与发展组织成员国对天然气的要求,也广泛地分析了经济合作与发展组织以外的材料。国际能源机构预测经济合作与发展组织以外国家对天然气的要求,到 2005 年大约为经济合作与发展组织要求的两倍。研究指出全世界天然气丰富,即使是到 2005 年需求量翻番的地区里,其价格大约为 3—6 美元一个 MBtu(以 1990 年美元计)。研究报告却未谈及 2005 年以后满足要求的能力。要动员私人资本支持世界边远地区大型长期天然气开发,就必须要有政府间的协议

有利于和维持市场竞争,获取资源、运输系统、非歧视性商业合同。

IPCC 下一步的分析要集中在非经合发组织国家(non-OECD),大幅度增长的全球性和地区性的要求,2005 年以后的供求问题。

### 6) 公路运输专题评价

由于公路运输领域对于现在和将来温室气体排放的重要性,专门委员会决定进行专题分析。这项工作集中于措施方面,包括燃料效率、其他替代燃料、减少排放的设施、结构、制度和组织上的改变。这工作刚开始,目前还没有结论可报告。

### 7) 生物量、生物能与限制温室气体排放

复审生物量作为一种能源,其结论是生物能提供重要的机会,借以通过替代矿物质燃料而减少温室气体。注意到再生的生物量废物从二氧化碳周期看并不增加二氧化碳到大气的总排放量。现有几种燃料技术可以减少其它温室气体(如甲烷和一氧化二氮)。

可以采用分离碳和产生生物能两方面来减少温室气体的排放。可以考虑:利用生物量废物作为燃料,采用集约而又在环境上可行的农林作业技术,将碳贮存在森林和土壤中。

生物量燃料可以与矿物质燃料竞争,例如:(1)生产热和蒸汽;(2)同时生产蒸汽和电力。也考虑生物燃料的环境上可行的生产。

报告的第一部分已提交能源和工业分组复审。第二部分涉及到技术,将于1992年下半年提交复审。

## 8) 工业化国的响应措施对世界经济的影响

二氧化碳和能源业附加碳税等已成为几项报告的焦点。控制温室气体的排放措施产生的经济影响,在各个工业化国家亦不尽相同。因为它们的资源蕴藏、能源价格结构、使用替代燃料能力、能源效率等各不相同。这项研究,复审了迄今为止所做的各种努力。结果表明,征收碳税的措施可影响到工业化国家的GDP增长。如果采取灵活的分阶段的综合协调对策来控制温室气体,则可以减少这方面的费用。在这个重要而又复杂的主题上,还需要对现有研究工作做进一步系统的综合分析。

这些措施的影响不完全局限于工业化国家的经济,而且也会影响到发展中国家,一份世界银行的经济研究表明,经合发组织(OECD)增长率的变化可能会相当严重地影响到发展中国家的增长率,且未抵消其项目。这种经济上相互依存的因素包括:能源价格、贸易平衡、发展中国家税收、外债、投资、援助畅通。

## 9) 分析影响能源消费、二氧化碳排放诸因素及其区域性和行业性的差异

这项评价工作涉及影响能源消费和二氧化碳排放的区域性和行业性差异的诸因素。这份辅助材料包括:(1)影响二氧化碳排放量的行业排放量的几个因素;(2)这些因素的区域性变化的比较;(3)碳密度的长期变化与技术的改进;(4)发展中国家非商业性能源消费。评价报告表明,经济发展、人口增长、能源贮存、工业结构变化、燃料转换、技术进展等一类因素影响到区域性和行业性能源消费和

二氧化碳排放的历史模型。这些因素也随国家和地区而变化,不尽相同。

能源消耗和二氧化碳排放的分析,对于选择和计划一套合适的缓解全球增温的方案是十分重要的。评价报告审阅的几项分析方法,可以成为有用的工具。某些方法可以成为各国通用的分析体制,尽管现有数据的可用性有其局限。这种分析也将加深对各国历史和现状的共识。

这份中间评价报告的未来课题包括:(1)将工业结构变化与能源贮存中能源效率提高分离开;(2)对影响能源消费和发展中国家二氧化碳排放的各种因素做行业分析。在现行工作所得成果的基础上,进一步详尽的研究有助于分析能源消费、经济周期和各行业二氧化碳的排放。

## 10) 国家研究

与联合国环境规划署合作,通过对其它源的评价报告,调查了国家研究。“国家研究”一词是指温室气体的排放目录、影响评价和减少排放分析等的国家正式研究。它包括能源、工业、农业、林业和其他行业。许多国家中许多机构做的大量研究则不列入这次调查报告,因为它们未得到国家的正式批准。到1992年2月为止,五十余个国家已进行或计划进行某种形式的国家研究。它可以通过国内的、双边的或多边的支持\*进行。此外,有几个国家表示愿参加国家研究,但缺乏资财和技术进行这项工作。

迄今,还未研究出适于国家研究的综合性方法,虽然IPCC几个工作组已进行这项工作,或者其它的地方部分地涉及这方面的

\* 阿根廷、澳大利亚、奥地利、孟加拉国、比利时、巴西、加拿大、中国、刚果、哥斯达黎加、捷克斯洛伐克、丹麦、芬兰、法国、冈比亚、德国、印度、意大利、印度尼西亚、爱尔兰、日本、肯尼亚、朝鲜民主主义人民共和国、韩国、马来西亚、毛里求斯、墨西哥、蒙古、摩洛哥、缅甸、荷兰、新西兰、尼日利亚、挪威、巴基斯坦、菲律宾、波兰、罗马尼亚、塞内加尔、塞舌耳、斯里兰卡、瑞典、瑞士、坦桑尼亚、泰国、土耳其、图瓦努、乌干达、英国、美国、委内瑞拉、越南、津巴布韦。

需要。现在的工作,包括联合国环境规划署支持的一个项目以确定一种连贯的方法体系,以进行减少温室气体排放方案费用的评估。这个项目由丹麦里索国家实验室承担。此外,芬兰和美国草拟了指导方针。这些活动可以协助各国准备未来的研究,现在有迫切必要将这些活动列入高度优先的领域。

## 未来工作

专题组第二、三、四分组的最后报告草稿以及第一、七、八、九、十分组的初步报告已于1992年2月分送IPCC与会人员。将评审意

见综合进去后,这些报告将于1992年6月作为最后报告或中间报告加以出版。第五分组利用了完整的国际能源机构的报告。第六分组在国际能源机构参加下并由奥地利领导之下开始工作。

从上述可见几项现行工作需要继续做下去。若干项研究要加以扩大,以包括其它的区域。

第三专题尚未进行的几项工作即“全面的经济、环境和其他类型成本效率分析”。开始进行复审和评价替代方法或对于这种分析可能会有价值的概念是有益的。

# 第五章

## 第四专题:农业和林业以及有关问题

### 第三工作组

## 引言

1991年11月1日第三工作组届会与IPCC第五届会议(1991年3月于日内瓦)决定要求农林分组对补充IPCC 1990年对策报告提交文献。

- (1) 评价温室气体排放,考虑到农业、林业和人类其它有关活动的源与汇;
- (2) 评价减轻和适应气候变化的技术和管理系统。

## 农业

### 当前和将来的农业温室气体的排放

近期科学认识方面的进展支持了1990年报告的结果,尤其是以下几点。

就农业活动排放二氧化碳而论,热带和亚热带地区内森林采伐仍是主要的源。热带和温带农业区的垦荒造成逐渐地大量地损失

碳。但它对二氧化碳浓度的相对作用仍未确定。另外一个极端,长期使用的耕地并不成为二氧化碳的主要来源。因为碳已达到平衡,变化不大,除非耕作和管理方法有变动。

预测土地利用方面排放的温室气体取决于初始利用、土地转变率、生产率,包括种植密度。如生产不增加,预期的人口增长和粮食需求上升,将要求热带农业区在2025年前要增加60%。看来,不可能获得这些土地。如果这些土地都要从森林和草原中开垦出来,那么土壤中有机物质要逐渐分解,释放二氧化碳。

另外一个效应就是全球增温将会加速土壤中有机物质的分解,从而向大气释放二氧化碳。模式计算,假设有机物残渣数量没有增加,土壤中碳损失在60年内可达600亿吨。这相当于当前矿物质燃料10年释放二氧化碳的总量。另外一方面,有资料说明,由于二氧化碳的施肥效应,地面和地下植物残渣形



成会增加,抵消这种损失。

释放甲烷方面,全球总排放量估算数未变,仍像 IPCC 1990 年报告所提出的那样。但是某些个别的源则有变化。对某些源做了重新估算,特别是水稻以及其它一些源,例如动物和家庭废弃物。这些排放的大部分来自液体废料处理系统。全球和地区性排放中仍存在着相当大的不确定性。对新的水稻资料的详细分析表明年排放量的下限为 20—150 吨/年。

由于缺乏减缓措施,甲烷排放量很可能一直增加,因为畜产品和稻米不断增加以满足世界人口的需求。目前估计,动物、水稻和动物废料等排放量到 2025 年分别增加 40%—60%、50%—60%、30%—40%。

遗憾的是,农业排放氧化亚氮的数据仍不能可靠地推导出来。大气中氧化亚氮的年增长量为 3—4.5 吨氮转为氧化亚氮;现已知燃烧过程中排放量估算偏高,大部分净增加都是来自人为排放的氮。世界农业使用了 80 吨的工业固氮。将氮肥转换成氧化亚氮估算值的上限为 3.2%。以此进行估算,1990 年肥料排放约为 2.5 吨氮转为氧化亚氮。豆类植物固氮量约为 90 吨氮,这一套组合可以用来解释氧化亚氮在大气中的增长量。

大量的氮过剩是常见的,特别是集约农业系统。这些过剩的氮易成为硝酸过滤或脱氮,虽然  $N_2$  到  $N_2O$  形成率在各种情况下差别是很大的。应当记住,不仅是未使用的,而且人类撒到世界生态系统的氮迟早也会脱氮,这样增加大气中  $N_2O$  总量。重要的未知数就是出现这种情况的时间尺度。

假设将来粮食和土地需求量同上所述,氮肥消费量到 2025 年可能增加到 80—120 吨氮/年。如无技术上的变化,从肥料中排放的氧化亚氮可能会增加 50%左右。

### 为减缓和适应农业的潜力

为了减少农业释放二氧化碳,改进现有耕地的生产力应当优先于垦荒。此外,在人口

较少的地区,部分农田可以退耕,作草场或森林。

减少土壤耕作、改进有机废料的利用以减少碳进入土壤、包括饲料在内的农作物的轮作都是农业上的措施,它们可以减少碳的损失或分离土壤中其余的碳。虽然这些耕作方法可以在数十年内分离几十亿吨,但这也只相当于同时期内矿物质燃料释放碳量的一小部分。因为土壤积累有机物的能量是有限的。然而,对于保持或增加地力来说,这些管理方法是不可缺少的。

至于控制甲烷,正在调查减少排放量的方案,主要的途径仍如 1990 年报告所述。从肠道发酵和动物废料贮存中减少甲烷是可能的,例如,改变饲养方法,采用增产技术和化学剂,改变废料管理方法。每单位产品减少 25%—75% 的排放量,在某些动物管理系统中是可行的。由于动物管理方法各异,包括经济、社会和文化的因素在内,分类管理系统和与之相匹配的减少排放量方案的重要性要加以强调。此外,从动物废料中减少其他温室气体,包括氧化亚氮在内的方案正在研究中。

稻作中甲烷排放量可以降低而不影响及保持或提高生产力。减缓方法可以包括改进灌溉水的深度、时间、施肥的种类、量和方法,其它替代耕作技术和水稻品种选择。欲达此目标,仍要做许多研究工作。因此,不能指望短期内减少甲烷排放量。几十年后,水稻生产增加一倍,综合管理方法获得成功,可以减少甲烷排放量达 20%—40%。

更好地平衡氮收支,特别是集约农业中,是一个关键性措施,来减少氧化亚氮的总排放量。这也要更好计算家畜废料作为肥料使用时排放的氮量。其它方案包括阻止氮化或改进肥料配方和施肥方法。最有前途的减少  $N_2O$  损失方法是综合的氮管理制度。它最大限度地扩大氮的回收并减低肥料投入到最低限度。由于  $N_2O$  生命史长,会在大气中积累,对臭氧层构成更大威胁,所以就愈加重要。

除了这些缓解对策外,农业分组将致力

于评价农业系统适应气候变化的能力。

## 林业

森林为人类提供了各种各样的经济、社会和环境的利益。由于不当的森林管理办法、大气污染和气候变化,森林受到愈来愈多的威胁。要在国家和国际一级采取协调的行动保护世界上的森林。如要行动获得成功,必须考虑到与森林管理有关的经济、社会和文化因素之间的相互依赖性。

### 森林现状

现在还难于确定热带森林覆盖面积。基于国家资料,最新估计热带森林大约为 19 亿公顷。

1990 年报告以来,特别注意全球和各个国家的森林采伐速度。粮农组织估计八十年代全球密闭林采伐量为 1400 万公顷/年,在封闭与开放林的采伐量为 1700 万公顷/年。要比七十年代后期高多了,分别高 90% 和 50%。

在温带,大约有 7 亿 7 千万公顷的森林,碳在生物量中贮存量约为 250 亿吨,土壤未计在内。北半球森林面积达 9 亿 2 千万公顷,生物量中贮存了 1500—1900 亿吨碳,包括土壤在内。此外,还有相当多的碳贮存在森林土壤和泥炭地中,在北半球更是如此。

### 森林选择

做了下列四种选择:

降低现在的森林采伐和森林劣度

为了精确的评价成本效益,必须计算减少碳向大气的排放量。到目前为止,只有初步估算数字。可能证据表明第一优先权应该给予这种选择。这样可以维持现有存在于自然林和人造林之内的生物量。在热带,有必要让当地人民参加造林工作。在温带和北半球,由于人为大气污染、伐木和气候变化本身等造成另一种森林下降。降低森林采伐和森林劣变对于保存生物量中贮存的碳和推迟沙漠化

有着极大的潜在关系,要采取进一步行动。

### 增加森林生物量

增加森林中生物量是普遍的重要的潜力,特别是在幼林、存量不足和过度采伐或使用不当的森林。但成本和时间仍不确定。

### 改进木材利用

将木材用于制作耐久产品,从碳贮存和持久的森林管理角度来看,是有益的。在工业化国家有可能改善木材利用,例如纸和纸板的再生利用,用木材代替矿物质密集的原材料。用木材代替矿物质燃料,可以减少温室气体排放量(见能源和工业分组报告)。

### 造林

北半球、温带和热带造林的潜力尚不明确。目前估计北半球造林约为 5 千万到 1 亿 5 千万公顷,5 千万到 1 亿 2 千 5 百万公顷在温带,4 亿至 7 亿 5 千万公顷在热带(2 亿到 3 亿公顷在热带干旱地区)。热带,可造林土地潜力要少于实际可造林面积,因为决定土地的利用在于许多因素。在北半球,可造林地是有限的,因为并非所有的非森林的土地从环境上有能力支持森林生态系统。

目前,温带内种植园占造林的大部分。最近已经有可能获得造林总成本初步估算数:在北部和温带,成本为 30—60 美元吨碳;在热带为 10—30 美元吨碳。然而,在这样一种成本之上,能分离多少数量的碳仍不确定。

### 诺德韦克要求

1989 年 11 月诺德韦克大气污染和气候变化会议提出了指标,要求于下个世纪开始,全球每年净增加 1200 万公顷森林。曼谷专题会(1991)的结论认为要达到这个指标的前景是有限的,要相当长一个时期才能缓解森林的损失或扭转这种损失。然而造林的选择仍将是重要的,要更多的更好的资料来评价潜力。

### 其他人类活动

## 当前和未来的排放

作了许多努力更好地认识填埋的家庭废料排放的甲烷,其结果与以前估计数 20—70 吨克/年是一致的,更好地描述了人均废料量和废物填埋数量的区域性差异。目前,60%的排放量来自经济合作与发展组织成员国。没有新资料描述废水湖,主要是发展中国家的废水湖的甲烷排放量,估计数为 20—25 吨克/年。

预测到 2025 年从填埋废物中排放量仍为 50—90 吨克/年。发展中国家占的比重愈来愈大,到 2025 年要超过 50%。预计未来 30 年内,城市人口增加,填埋仍将增加,排放的甲烷要比废物火化还多。没能做更多的工作来处置废水湖。

## 减少排放的潜力

最新的工作更好地描述了 1990 年报告中的减少甲烷排放的技术选择。说明多种方案可供选择,可以减少甲烷排放量,在现代填埋场所可减少 60%—90%;废水湖可以减少 80%。这些方案要求不同数量的初始投资,技术复杂程度也不同。此外,还有其它的效益,

例如更安全、更好的大气质量、更好的废物管理、燃料回收等等,因而有积极的经济效益。还要努力研究限制这些方案实施的障碍,例如资金、技术资料的有效价值。

## 土地利用的竞争

当前大多数发达国家已达到人口稳定和高度生产增长率。发展中国家情况则相反,生产率低,人口增长率高,不利的气候条件、缺乏适用技术、基础设施不足。结果,粮食仍不能确保,经济增长缓慢甚至停滞。很清楚,这种对土地利用历史的生长模式在下一个世纪是不能持续下去了。例如,1882 年到 1991 年,可耕地利用扩大了 74%;将来如以同样的速度扩展将超出生态上可行的持久的农业土地面积。很清楚的是农业用地增加,农林争地,是发展中国家的问题。

## 结论

这份最新报告支持并确认农业和林业不同部类减少温室气体排放或分离现有的二氧化碳方案等,其数量在全球说来是较小的,但总数加起来,对各国或全球的削减对策是大有贡献的。

# 第六章 第五专题:海平面上升的危害

## 第三工作组

## 引言

1991 年第三工作组海岸带管理分组,开始执行其题为《海平面上升适应对策》(1990 年)报告中提出的几项建议。其中,需要向沿海各国,包括小岛国按它们的经社发展情况,

提供技术援助:

- (1) 确定处于危险中的沿海地区;
- (2) 评价 IPCC 第一次评价报告中描述的海平面加速上升影响造成的危害;
- (3) 研究、并在可能时实施综合海岸带管理计划,以期于 2000 年前减少海平面加速

上升造成的危害,特别是沿海易受灾国家。

要从加速世界范围沿海地区经社发展和与之相关的对沿海地区资源日益增加的环境压力的角度来看这些步骤的利益。在这方面,综合海岸计划会有助于沿海地区持续发展和自然生态系统的保护。

人力培养和机构的强化以发展和执行海岸带管理,应是沿海低洼地区的优先事项。与此有关的是加强现有的国际合作体制。

为了更好地评价和响应沿海国家的需要,本分组已做了以下几项工作:

- (1) 拟定了通用方法,用于在国家研究中评价脆弱性和考虑可能的响应对策;
- (2) 协助协调若干个例研究。这些研究采用了通用方法中所规定的评价步骤;与 IPCC 第一和第二工作组密切合作,展开评价全球脆弱性的工作;
- (3) 确定加强脆弱的发展中国家实施海岸带管理适应计划的能力,旨在实现持久的生态可行的发展,并确定双边或多边资助机构性设施以便于:
  - 共享资料、数据和方法;
  - 协助实施海岸带管理计划;
  - 强化机构的力量。

目前所有的评价工作尚未完成,迄今所取得的结果与本分组在 IPCC 第一次评价报告中提出的结论和发现是一致的。

## IPCC 第五专题组目标

按照 IPCC 第一次评价报告的结论,IPCC 1991 年 3 月全会给予本分组的任务如下:

- 开始对发展中国家和发达国家由于海平面加速上升的脆弱性的评估;
- 拟定共用方法,通过国家个例研究,评价脆弱性;
- 在双边基础上,并与联合国环境规划署区域海洋计划合作之下,承担发展中国家的个例研究;

- 支持拟定海岸带管理计划。其中要包括减少海平面加速上升危害的对策并处理海岸带管理中所关心的事宜,如可行,时限到 2000 年;
- 与承担海岸带影响研究的第二工作组进行联系,并承担评价国家个例研究;
- 召开专题会评价所做的个例研究成果;
- 确定对策以及实施的机制;
- 估计为进一步评价和执行海岸管理计划所需的国际或认捐国援助的种类和水平;
- 考虑有关将来工作的建议。

完成这项任务是长期的目标。在短期内的任务是拟定评价海平面加速上升的危害的方法,应用这些方法去评价已做的工作,考虑沿海发展中国家的援助需求。

## 已完成的评价工作

**IPCC 第一次评价报告** 本分组以海平面上升适应策略报告作为对 IPCC 第一次评价报告的贡献。发展中国家参加了两次重要的国际专题讨论会,一次在迈阿密举行(1989 年 11 月),另一次在珀斯举行(1990 年 2 月)。本分组在报告中确定了沿海地区的对策:撤退、适应、或者保护,不受海平面加速上升的不利影响(包括保存和保护沿海自然工事,例如潮汐浅滩、红树、海草层、珊瑚礁等)。每项对策都可交换使用,可以在综合海岸带管理计划范围内实施。

**海岸带管理分组报告** 本分组提出 10 项建议,可分为三大类:国家海岸计划;国际合作;科研、数据和情报。执行全面的海岸带管理计划的十年时限建议也附在报告之中,还附有五年技术援助费用估计。最后,报告还提供“全世界沿海保护基本措施的成本估算”。

**通用方法** 本分组于 1991 年初,搞了一个“评价沿海地区受海平面上升危害的七项步骤——通用方法”。经过评审、征求意见和修改后,本分组觉得通用方法提供给沿海国

家一个评定它们受海平面加速上升危害的有用的方法体制,并考虑了相应的对策。许多国家可以利用这通用方法作为第一步,建立管理沿海地区的系统步骤。这种计划有利于经社发展的决策过程和沿海地区资源所受危害的缓解。随着更多的国家进行脆弱性分析和评价,这种通用方法就可以成为建立在全球数据基础上的全球评价的体制。此外,这种资料可以方便设立优先的机构。通用方法已译成法文、西班牙文和阿拉伯文。

**个例研究** 在许多情况下,海岸带管理分组成功地作为协调机构,聚集各国进行个例研究,评价危害性。例如,澳大利亚、法国、日本、荷兰、英国、美国在双边基础上发起二十几个发展中国家进行个例研究,也在它们本国之内搞个例研究。联合国环境规划署也做了几项个例研究。协调两种力量是互相得利的。个例研究成果将提交 1992 年 3 月在委内瑞拉召开的海岸带管理分组专题讨论会,会后将产生报告。参加脆弱性计划国家名单和需援助国家名单附在本分组补充报告之中。

发展中国家对于脆弱性分析和对策表示出极大的兴趣。许多国家要求协助做国家研究。许多发展中国家也自己做本国国家研究。显示出它们对此事的认真。但由于这些工作是在特定的基础上进行的,本分组无能力满足这些要求。为了更好地答复易受危害的沿海发展中国家的要求,需要注意机构和财务两方面问题。

**国家活动现状** 本分组搞一份一页的调查表,了解有关各国在海平面加速上升和海岸带管理计划方面进行的活动现状。37 个国家填写了调查表。90%的答复表明其海岸线的全部或大部分会受海平面上升影响;30%进行了海平面上升对其海岸地区和资源的影响研究;20%有某种形式的海岸管理和政策。从积极方面看,50%以上有某种形式的管理政策“到位”。在需求方面,80%表示愿与援助国家合作进行脆弱性评价研究。

## 通用方法

通用方法是评价海平面加速上升脆弱性的指导方针。在做评价时,有三种边界条件和构想。第一,对经社影响;第二,对沿海自然系统的影响;第三,对适应的可能响应对策的影响。

通用方法考虑到当前和到 2100 年时上升 0.3 到 1 米的形势。这种构想代表 IPCC 1990 年第一次评价报告中的低和高两种估算数字。由于考虑下沉、上升、风暴潮以及研究领域以外的特殊情况,对这些数字做了修正。目前,该方法集中于海平面加速上升的效应(以及存在的风暴型)。将来,更集中注意气候变化其他方面与沿海地区脆弱性,例如风暴强度改变、风暴型和土壤水分等。

方法论的目标:

- (1) 提供一项基础供沿海国家做海平面加速上升对沿海地区脆弱性评价;
- (2) 提供一项基础做全世界比较评价,评定沿海地区脆弱性;
- (3) 提供一种机制,为沿海发展中国家确定优先需要;
- (4) 为对相应的措施做出结论提供基础。

通用方法的七个步骤见表 A。

这些过程可以帮助每一个国家确定行动,以计划和对付与海平面加速上升有关的影响。这些步骤将帮助各国确定其脆弱性的程度,审查对应方案的可行性,包括机构、经济、技术和社会影响,确定所需援助以贯彻对应方案。

## 个例研究和专题讨论会

若干个国家做了海平面加速上升脆弱性的鉴定。到 1992 年 1 月 1 日止,本分组成员已完成或正在进行或计划进行 27 个国家的研究。联合国环境规划署区域海洋计划发起做 14 个个例研究。这些个例研究涉及不同类型的海岸、许多种类的技术和方法。这些研究也是气候变化影响国家研究的一个组成部

**表 A 确定和减小未来海平面上升脆弱性的通用方法步骤**

1. 界定个例研究地区并指明海平面加速上升和气候变化的条件；
2. 研究区的特性；
3. 确定有关的发展因素；
4. 评定物理性变化和自然系统的响应；
5. 制订对策，明确成本和效益；
6. 评定脆弱性廓线和判断结果；
7. 确定未来的需求，拟定执行计划。

分，有些研究仅集中于海平面加速上升方面。某些研究鉴定了对应方案，包括需要本分组计划以减小受海平面加速上升的脆弱性。

沿海各国都做脆弱性评价，所得资料有助于叙述海平面加速上升对沿海资源的影响程度以及对应措施所需力量的程度，从而给出一个更好的全球情况。本分组正在做海平面上升对全世界经社和生态影响的估算数（即受威胁的人数、生态影响的估算数）。这种分析的资料来源于个例研究、调查表和情况调查。

在十余个个例研究中，使用并检验了通用方法。通过这些努力，揭示出了有利和不利方面，这对于发展这一方法是有价值的。该通用方法将根据 1992 年 3 月在委内瑞拉召开的专题讨论会上所讨论的个例研究结果来进行修正。

一致认为通用方法是沿海各国评价海平面加速上升脆弱性的基础，并借以确定、鉴定和选择相应方案，减少其脆弱性。这基础具有灵活性，可以充分考虑到地方的和国家的条件。研究表明沿海计划可以减少海平面加速上升带来的危害。这种危害是自然过程、海岸开发和气候变化的综合结果。海岸管理计划可以减少开发对自然过程以及自然过程对开发的影响。结果是海岸计划有助于减少危害并促进持久的发展。

**国际专题讨论会** 国际专题讨论会在收集各种来源的资料方面起了很大的作用。将召开两个国际专题讨论会讨论个例研究的结果。在委内瑞拉专题会上，25 个国家代表将

讨论它们的个例研究结果。将会有很大的收获，包括各种对应方案或对策的成本和效益及各国在海岸带管理计划体制内，对海平面加速上升的反应能力等方面的资料。1992 年 4 月，将在新喀里多尼亚举办另一个专题讨论会，集中讨论气候变化、海平面上升和南太平洋海岸带管理等。

## 国际合作

要求本分组估算进一步评价和执行国家管理计划所需的国际组织和认捐国给予援助的数量和种类。到目前为止，仅有一个粗略估计：“到 2000 年，沿海有关国家应做出综合的海岸管理计划，以减少它们受到海平面加速上升的危害和气候变化的其他影响”。需要可观的资财，许多国家要求财务援助。

国际合作是主要的，借以支持有效地拟制这类计划，尤其是保证：

- 继续进行脆弱性评价；
- 发展海岸带管理计划的指导方针；
- 通过双边和多边合作进行有效的协调。

## 结论和建议

1989 年以来，本分组已：

- 召开了国际专题讨论会，发展中国家和发达国家广为参加，开始拟定全球受海平面加速上升危害的评价；
- 拟制通用方法，进行沿海地区受海平面加速上升的危害评价；
- 在双边基础上，协调了本分组成员国进行 30 项个例研究。

在这个时期内,愈来愈清楚地看到沿海国家有必要:

- 结合发展和保护沿海生态系统,评价受海平面加速上升和其它极端事件危害的各种分量;
- 认识它们对自然、社会、法律和经济系统的影响;
- 在宣传和制度建设方面,开始制定对策。

对策的一部分就是拟定综合性沿海管理计划,能全面地处理海平面加速上升的影响,还有影响沿海资源的其它迫切问题。这些综合计划必须集中在持久发展之上。发展中国家加强机构和法律方面的能力,是一项基本条件,并可以辅之以在本分组与联合国环境规划署协同建立的网络体制之内进行情报交换、技术合作。

本分组认识到沿海国家对于海平面加速上升和气候变化对于沿海资源影响的关心。这种关心表现在它们对于综合管理计划的兴趣之中。对此,必须加以鼓励,加以协助。多数沿海发展中国家尚未拟定海岸带管理计划或者进行脆弱性的评价。尽管在多数情况下需要长时间适应海平面上升,但很少有发展中国家开始做计划或为此采取必要的措施。

本分组仍有许多工作要做,初步看来要做:

- 完成现进行的或要求进行的国家个例研究,并在本分组体制内与联合国环境规划署、世界气象组织、政府间海洋学委员会和其他国际组织合作进行附加的研究;
- 促进进一步研究气候变化对海岸地区的影响,尤其是极端事件方面;
- 改进区域模式,将其结果,诸如气旋、台风和飓风变化强度和形式等结合到评价沿海地区海平面加速上升和全球气候变化的脆弱性。

**建议** 根据迄今的进展,提出以下建议:

- 尚未做工作的沿海国家,应做:  
(1)评价它受到海平面加速上升和全球气候

变化影响的脆弱性并估算处于危险中的资产;

- (2)着手计划适当的对策;
- (3)拟定于 2000 年前综合沿海管理计划,以减少海平面加速上升和全球气候变化带来的危害。
- 各国继续支持有关的政府间或国际组织及其成员国继续做:  
(1)研究和观测海平面加速上升和有关的强风暴(例如,全球海洋观测系统和全球气候观测系统),以及全球气候变化对海岸的影响(例如,由于强风暴频率和强度变化造成的沿海洪水和居住地被毁坏);  
(2)协助发展中国家培养本国的能力,以参加科研和观测方面的国际活动;  
(3)支持研究在成本上有效的对应措施,以帮助沿海国家适应气候变化带来的不利影响;  
(4)促进公众教育和公众主动性,以加强认识海平面加速上升的危害以及气候变化对沿海资源的潜在影响,加强认识应选择对减少或适应这些影响的可行性;  
(5)加强国家的、区域的和计划的或机构,以协调评价沿海地区对海平面加速上升的脆弱性以及发展中国家要求援助的需要;  
(6)认识到沿海国家与在 IPCC 体制下发展起来的国际组织之间世界范围内合作的有效性,并进一步支持本分组及其网络,促进世界范围内,在情报交换、技术合作、海岸带综合管理、培训和通讯等方面合作的加强。

## 将来活动

本分组建议未来活动如下:

- 本分组预计与第一、第二工作组联合工作,并与其它联合国有关机构合作完成全球脆弱性的评价报告。由于影响与对策之间密切联系,本分组已与第二工作组协调。第二工作组主要集中于气候变

化,包括海平面加速上升在内,对珊瑚、红树生态系统、商业和渔业的影响。本分组集中确定管理资源的响应方案,以减少受海平面加速上升的影响;

- 本分组与联合国环境规划署合作于1994年前拟定现正在联合国环境与发展会议讨论的海岸带管理指导方针;
- IPCC 第二次评价报告(1994 或 1995 年),本分组与第一、第二工作组合作完成沿海地区受海平面加速上升脆弱性的全球评价报告并作为第一步,使用通

用方法进行海岸带管理计划和规划;

- 在联合国环境规划署和其它组织合作之下,支持海岸带管理计划,并应要求提供技术合作,以协助沿海国家编制 2000 年前综合海岸管理计划。

为了执行上述活动,有必要为本分组活动建议中提出工作寻求资助。要做进一步分析,以评价联合国环境规划署、其他国际组织和捐助国家提供资金的可能性,并评价受资助项目的跨度和范围。如要这些活动获得成功,国际合作是不可缺少的。

## 第七章

# IPCC 发展中国家参与特别委员会 决策者概要(1990)的提要

### 引言

IPCC 第六届会议(1991 年 10 月 29—31 日于日内瓦)决定将发展中国家参与特别委员会建议列入 IPCC 1992 年补充篇。此外,会议“同意主席的建议,起草特别委员会决策者概要(见 1990 年 IPCC 第一次评估报告)的提要交由 IPCC 秘书处承办,交由各国审阅。”由于这个决定而产生了以下的概要。

### 特别委员会执行总结的概要

全面参与要包括发展中国家处理所有利害攸关问题的能力,如对气候变化科学基础的认识,对这种气候变化对社会的潜在影响的认识以及对国家或地区的实际对策的评价。

促进发展中国家充分参与气候变化问题的行动,不应等待到气候变化框架公约协商的结果之后。现在就需要通过现有的安排采

取行动并应做出几年的计划加以执行。

特别委员会确定了一些阻碍发展中国家充分参与的因素,尤其是以下几项:

- 信息不足,
- 交流不足,
- 人力资源有限,
- 机构方面的困难,
- 资金有限。

- (1)信息不足:许多发展中国家没有气候潜在变化问题的足够资料去认识世界上其它地区所关注的问题。有关气候变化的潜在物理和社会经济影响及各种响应对策方案的科学基础的信息常常不充足。这种信息不足不仅对科学界,对决策者和公众舆论也存在这种情况。
- (2)交流不足:即使信息方面的情况得到了改善,要正常传送有关气候变化方面的信息也存在着内部和外部交流机制不充分的问题。



- (3) **人力资源有限**:许多发展中国家都共同缺乏足够经过培训的人员,在几乎所有方面,从科学研究到各种实际应用,如粮食和能源生产、水管理、人类定居问题、贸易和经济增长以及其它许多有关领域都缺乏人员。大部分发展中国家(如果不是所有的国家)只在这些领域的几个方面拥有不多的专家和既负责又懂行的官员。
- (4) **机构方面的困难**:气候变化问题具有多学科和交叉学科的特点,它要求政府各部门或部委之间有较高度度的协调。
- (5) **资金有限**:生存是第一需要。除此之外,就要考虑资金的有限及技术和资源的总体缺乏了。维持良好环境的费用不断增长,要找到解决这一问题的方法并不容易。而且,当地眼前的环境问题总是比全球的自然问题具有政治优先地位。

部分发展中国家合情合理的关切要加以考虑,尽管他们对全球气候变化影响是最小的,然而,气候变化对它们的影响却是严重的。

## 行动建议

不断向发展中国家提供差旅费资助,以保证他们参加 IPCC 的会议和随后所开展的活动。特别委员会已引起了专门委员会对继续这种努力重要性的关心,恳请捐助国家继续并增加对这种努力的财政支持。

应认真考虑,支持每一个参与活动的发展中国家有 1 位以上的专家能够参加那些与气候变化有关并将讨论气候变化几方面问题的会议。

鼓励工业化国家的政府和组织继续增加举办专题讨论会。发展中国家参加国际组织或自己举办区域性专题讨论会和讲习班,借以交换科技信息。为此应拟定必要的计划和专家表。作为信息交换的一个持续过程,本委

员会建议 IPCC 将这份决策者概要分送有关方面。发展中国家视需要可以尽快指定联络点,以分发报告、文件、资料和专题讨论会信息。应告知这些联络点如何转发给本国有关受文单位或个人以供答复、审议等等。

发展中国家可以考虑,建立所有与气候变化有关活动的全国协调机制。该协调机制将帮助一些领域的工作,如信息的分发,研究和监测计划的制定、改进与实施以及制定政策选择方案。工业化国家可以考虑帮助发展中国家在这些领域方便地获取所需的技术。

特别委员会建议,收集、分析和解释气候及有关的资料,可以使发展中国家在拟定国家政策时,更有效地考虑气候变化问题。在区域一级,这种行动也是必要的,以便承担或改进影响研究。目前,这些行动在两半球之间都明显地不平衡,应消除这种不平衡。特别委员会进一步建议发展中国家立即采取行动,确定它们在财务方面的具体需求。为了动员适当的资金,这种行动也是必要的,借以进行持续的计划和设立区域中心和组织气候变化信息网络。

在许多发展中国家,气象或水文部门是主要的也常常是唯一的收集和记录有关气候方面资料的机构。如果就像预测的那样,由于气候变化,相应的天气型发生了变化,那么就需加强这些机构的能力,以促进他们对持续发展作出贡献。

特别委员会还建议,在 IPCC 工作的各有关领域内,应充分考虑特别委员会的意见。应拟定行动计划(以及能产生这些行动计划的观念)并立即执行,以保证发展中国家在必要的条件具备时充分参加气候变化方面未来的工作和活动。联合国环境规划署和世界气象组织应起带头作用并着手进行必要的磋商。应与其它多边或双边机构进行联系以拟定并执行这些行动计划。

# 第八章

## IPCC 第七届会议上提出要进一步考虑的意见和问题

讨论各工作组报告中的成果时,确定了 IPCC 未来工作的若干优先领域。在全会上,提出了一些问题和最新工作。各工作组在准备它们的补充篇时未能予以充分考虑或未经事先审查。所有现有的研究都要经过全面的审阅。这项工作作为 IPCC 的一部分后续工作。

### 沙漠化

气候变化、干旱和沙漠化是世界上许多地区的重大问题。迫切需要广泛地研究气候变化与沙漠化之间的联系,萨赫勒和非洲、澳大利亚、中国、印度以及亚洲等许多受影响的国家和地区提出了这项要求。沙漠化是复杂的现象,很大程度上与人为原因相联系,诸如气候变化加剧了土地劣变;干旱和半干旱地区对气候变化的脆弱性。半干旱地区气候变化和持续发展国际会议(1992 年于巴西福塔莱萨)的声明强调迫切需要研究沙漠化问题和起因以及对人类社会的影响。

### 蒙特利尔议定书未包括的氟化物温室气体

有两个品种,第一,氢氟烃,目前正在替代氯氟烃;第二,具有很高的全球变暖潜势且生命史又长的氟化物,诸如四氟化甲烷( $\text{CF}_4$ )、六氟化甲烷( $\text{C}_2\text{F}_6$ )和六氟化硫( $\text{SF}_6$ )等。要考虑更好地认识源与汇,并将这些气体列入 IPCC 国家温室气体和汇的登记录,并评价响应选择。

### 区域气候预测

专门委员会继续强调要最优先研究区域

性气候变化(以及其与全球变化的联系)。专门委员会注意到区域气候变化的某些方面对某些地区是特别重要的。其中有,热带气旋和风暴潮。太平洋、印度洋和大西洋沿岸国家迫切需要气候变化造成的这些现象的频率、强度和分布等方面的变化的指南。特别要注意海岛小国的需求。它们特别容易受到气候变化的危害。区域性降水预测又是另外一个特别关心的领域。此外,还要进一步研究局地、区域和全球污染之间的联系。

会上提出了用古气候相似方法预测区域性气候变化的有效性问题。尽管有关过去气候情况的古代资料是很有价值的,但是还没有验明过去气候相似能应用于将来气候变化。在 IPCC 今后工作中,要不断地审阅和评价区域气候预测方法。

### 国家研究及方法

专门委员会承认了在国家研究的方法方面所做的宝贵工作,诸如国家温室气体排放与汇的登记录、海平面上升危害性以及其它的影响评价。三个工作组和其它部门做了这些工作。专门委员会确认,这方面存在着跨学科问题。专门委员会还意识到对这些方法就其局限性、适用性方面作进一步工作,尤其是将其纳入更广泛的体系中的实用意义。会议一致认为进一步评定正在进行的或进一步拟定连贯的国家研究指导方针是优先项目,要注意到不同国家的不同情况,发展的性质和自然资源利用方式。下一步就是召开专题讨论会,如有可能,在专门委员会第八届会议之前召开。届时,可将报告提交审阅。

## 核能技术

政府间气候变化专门委员会要充分鉴定核电以及安全和废物处理等问题,作为减少气候变化的替代能源。

### 可能的响应选择目录

未来工作应包括编写一份更广泛的可能的响应选择目录,确定不断演变的措施清单,各国可以在本国情况之下加以考虑。此目录中还应包括每项方案的可行性因素,使各国可以根据本国情况评价各条方案的可用性。这些因素应包括:

- 技术因素
- 经济因素
- 其他因素

这些因素,有可能在各国特定情况之下,阻碍应用这些技术或方法。

这些方案应包括管理方法、惯例和技术,应包括各行各业如能源、工业、交通运输、农业和林业;还应包括自然区和开发区的适应措施。

技术特性目录则是走向这个目标的第一步。第四专题组的报告也确定了具体的响应选择;第五专题组报告也注意到了海岸带管理措施,这可能有利于适应海平面上升。

## 天然气

会议上提出了未来天然气供应满足更高的更多的需求问题和天然气与减少温室气体排放关系的问题。需要评价 2005 年以后天然气的供应、输送和供求,特别是非经合发组织国家。

### 响应措施的经济影响

一些研究成果刚刚问世,政府间气候变化专门委员会尚未能加以评审。对这些研究的成果看法不一,说明有必要继续研究碳税或其它措施对国家 GDP 增长率的影响。

## 未来工作要考虑的领域

- 详述监测影响分析的一套最低参数以及如何测量它们;
- 对山地生态系统的影响(森林、水资源、经社影响等);
- 气候变化对城市及人类其他居住地的影响;
- 全球变暖潜势中非直接分量;
- 监测与数据库;
- 进一步后续诺德韦克造林目标;
- 可以被用来作为替代方案的公路运输和其他运输部门的排放量;
- 拟定行动计划,以完成 IPCC 发展中国家参与特别委员会提出的建议,特别是长期目标(见第七章)。

### IPCC 情报的传播

在几个国家提供资财情况下,政府间气候变化专门委员会在几个发展中国家举办了一系列的情报交流讲习班。IPCC 第一次评估报告(1990 年)和其它的 IPCC 报告已译成几种文字。这些讲习班吸引了社会各阶层人士、国家和政府首脑、部长、专家、非政府组织直至公众。这些专题讨论会对于认识气候变化各方面问题具有重大的贡献。计划应要求在其它发展中国家里举办类似的讲习班。但要视财力和人力而定。

### 资源问题

IPCC 的评价报告基本上依赖于国际计划和各国研究小组所做的研究工作。在 IPCC 工作过程中可以清楚地看到增加研究力量的必要性。在社会各个层面都存在着对于气候变化本身及其经社影响和进一步的社会影响认识和知识的不足。IPCC 强烈地敦促增加资财支持这些活动以及主要的国际性全球计划。尤为重要的是提供手段使发展中国家成为全球研究中的真正参加者。我们认识的进展取决于完整地研究全球环境。

## 缩写词和化学符号

ASLR	海平面加速上升	ISTIG	内冷注气燃气涡轮
CF <sub>4</sub>	四氯甲烷	IS92a-f	1992 年政府间气候变化专门委员会排放构想
CFC	氯氟烃	Mha	百万公顷
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	六氟乙烷	MSU	微波探测器
CGCM	耦合一般环流模式	Mt	兆吨(10 <sup>6</sup> 吨)
CH <sub>4</sub>	甲烷	N <sub>2</sub> O	氧化亚氮
CO	一氧化碳	NO <sub>x</sub>	多氧化氮
CO <sub>2</sub>	二氧化碳	NH	北半球
CNG	压缩天然气	NMHC	非甲烷碳氢化合物
ENSO	厄尔尼诺-南方涛动	O <sub>3</sub>	臭氧
GCOS	全球气候观测系统	OECD	经济合作和发展组织
GEF	全球环境设施	pa	每年
GHG	温室气体	ppm	百万分率
GtC	10 亿吨碳(10 <sup>9</sup> 吨)	SF <sub>6</sub>	六氟化硫
GWP	全球增暖潜势	tC	吨碳
HCFC	氯氟烃化合物	Tg	兆克(10 <sup>12</sup> 克)
HFC	氢氟烃	UN	联合国
ICSU	国际科学联盟理事会	UNEP	联合国环境规划署
IGBP	国际地圈-生物圈计划	WMO	世界气象组织
IPCC	政府间气候变化专门委员会		



# IPCC 第一次评估报告



# 目 录

## 综述

前言 .....	51
1 科学 .....	52
2 影响 .....	53
3 响应对策 .....	57
4 发展中国家的参与 .....	60
5 国际合作和今后的工作 .....	61
附录 IPCC 拟出的排放构想方案 .....	62

## 第一工作组决策者概要

### (气候变化科学评估)

执行概要 .....	64
1 引言:问题何在? .....	66
2 什么因素决定气候变化? .....	66
3 什么是温室气体? 为什么它们正在增加? .....	68
4 哪些气体最重要? .....	71
5 我们预期气候有多大改变? .....	73
6 我们对预测有多大信心? .....	78
7 未来气候会与现在非常不同吗? .....	79
8 人类活动已开始改变全球气候了吗? .....	80
9 海平面将升高多少? .....	81
10 气候变化对生态系统的影响如何? .....	81
11 为减小不确定性应该做什么? 这将花费多长时间? .....	82
附录 政府间气候变化专门委员会第三工作组提出的排放构想 .....	85

## 第二工作组决策者概要

### (气候变化的潜在影响)

执行概要 .....	87
1 构想方案 .....	92
2 气候变化对农业、土地利用和林业的可能影响 .....	95
3 气候变化对自然地球生态系统的可能影响及其社会经济后果 .....	99
4 气候变化对水文学和水资源的可能影响 .....	102
5 气候变化对人类居住环境、能源、运输和工业各部门,	



人类健康和大气质量的可能影响·····	105
6 气候变化对全球海洋和海岸带的可能影响·····	109
7 气候变化对季节性雪盖、冰和永冻层的影响及其社会经济后果 ·····	113
8 未来重大方案概要·····	117
9 结束语·····	117

### **第三工作组决策者概要**

#### **(制定响应对策)**

<b>响应对策工作组主席的序言</b> ·····	119
<b>执行概要</b> ·····	121
1 人造的温室气体源·····	124
2 未来的温室气体排放量·····	125
3 应付全球气候变化的响应对策·····	128
4 限制温室气体排放量的方案·····	129
5 关于温室气体排放限制目标的今后工作·····	135
6 适应全球气候变化的措施·····	135
7 实施响应对策的机制·····	139
<b>附件 1 法律与机构的机制：专题协调员报告</b> ·····	146
<b>缩写略词和化学符号</b> ·····	151

### **IPCC 发展中国家参与特别委员会**

#### **决策者概要**

<b>执行概要</b> ·····	153
1 前言·····	156
2 发展中国家的充分参与·····	157
3 行动领域·····	160
4 结束语和建议·····	163
<b>附件 1 政府间气候变化专门委员会发展中国家参与特别委员会 的职责</b> ·····	165
<b>附件 2 1989 年度对 WMO/UNEP 政府间气候变化专门委员会 托管基金捐赠表</b> ·····	166

# 政府间气候变化专门委员会综述

## 前 言

政府间气候变化专门委员会(IPCC)第一份评估报告包括:

- 本文,
- IPCC 三个工作组的决策者概要(分别涉及对科学、影响和响应对策的评估)以及 IPCC 发展中国家参与特别委员会的决策者概要,以及
- 三个工作组各自的报告。

本文归纳四份决策者概要中的材料。其中提出结论,建议可采取的行动方案(包括关于可作为谈判基础的要点的建议)并概述所需开展的进一步工作,以求得更全面地了解人类活动所致气候变化问题。

本综述不可能完全反映工作组的三个完整报告及四份决策者概要中提出的问题的各个方面,因此应联系这些文件阅读本文。

报告中提出的问题、选择办法和战略意在协助决策者和今后的谈判者执行各自的任务。各国政府应对报告做进一步审议,因为报告贯穿各国的所有部门。应当注意,报告反映的是专家的技术性评估,而不是政府立场,尤其是并不反映那些未能参加 IPCC 所有工作组的政府的立场。

本综述反映(1)关于科学、影响及反应战略的三个 IPCC 工作组报告的结论,以及(2) IPCC 工作组和 IPCC 发展中国家参与问题特别委员会的决策者概要中的结论。

## 1 科学

本节结构类似于第一工作组的决策者概要。

### 1.0.1 我们确信:

- 存在自然的温室效应,使地球比没有温室效应时要暖。
- 人类活动产生的各种排放正在使大气中的温室气体浓度显著增加。这些温室气体包括二氧化碳、甲烷、氯氟烃(CFC)和氧化亚氮。这将使温室效应增强,平均来说就是使地表更加变暖。主要温室气体——水汽,随着全球变暖将增加,并且将进一步加速全球变暖。

### 1.0.2 我们很有把握地计算出:

- 某些气体在改变气候方面比其它气体更有效,可以估计出它们的相对作用。过去增强的温室效应有一半以上是由二氧化碳造成的,今后可能依然如此。
- 大气中存留时间长的气体(二氧化碳、氧化亚氮和 CFC)浓度仅随其排放量的变化缓慢地调整。按现在的速度继续排放这些气体将迫使我们承担今后几个世纪浓度增加的责任。按目前的速度持续增加的排放时间愈长,今后为稳定在一定浓度水平所必须减少的排放量就愈多。
- IPCC 对今后排放量假设了四种情况(一种假设是几乎或根本不采取步骤限制排放量,即 A 方案或“照常方案”,其余则有 B、C、D 方案,即控制程度递增,以 A、B、C 方案来看,分别在 2025 年、2040 年和 2050 年左右等效二氧化碳浓度将相当于工业化前水平的两倍(关于等效二氧化碳概念的叙述,见第一工作组决策者概要中的“哪些气体最重要?”一节)。IPCC 提出的排放量假设方案见附录。

- 按照 D 方案,到下个世纪末等效二氧化碳浓度将稳定在相当于工业化前水平的两倍左右。立即将人类活动造成的存留时间长的气体净排放量(源减去汇)减少 60%以上将使浓度稳定在目前的水平。甲烷浓度的稳定需减少 15%—20%的排放量。
- 人为的二氧化碳排放量要比二氧化碳的自然交换率小得多,自然交换是指大气与海洋之间以及大气与地球系统之间的交换。然而,在人为排放开始之前,自然交换率基本上是均衡的;人为排放不断进入大气,这是对自然碳循环的重大干扰。

### 1.0.3 根据现有模式的计算结果,我们预测:

- 温室气体如按 IPCC 假设的 A 方案(照常方案)排放,下个世纪全球平均温度将以每十年 0.3℃(误差在 0.2—0.5℃之间)的平均速率上升;这比过去一万多年所见到的要大得多。因此,全球平均温度到 2025 年将比目前高 1℃左右(比工业化前高 2℃左右),到下个世纪末将比目前高 3℃左右(比工业化前高 4℃左右)。由于其他因素的影响,温度上升不会是稳定的。
- 如按 IPCC 假设的控制程度递增的其他排放方案计算,全球平均温度上升率是每十年 0.2℃左右(B 方案)、每十年 0.1℃以上(C 方案)、每十年 0.1℃左右(D 方案)。由于其他因素的影响,温度上升不会是稳定的。
- 陆地表面变暖快于海洋,冬季北半球高纬地区变暖大于全球平均值。
- 海洋具有热汇作用,因而可推迟温室效应所致变暖的全部影响。因此,我们将面临进一步升温,这在今后几十年和几世纪中将逐步变得更为明显。据模式预测,随着温室气体的增多,任一特定时间的实际升温约在测量的 50%—80%

之间。

- 按 IPCC 假设的 A 方案(照常方案)排放计算,下个世纪全球平均海平面以每十年 6cm 左右(误差在每十年 3—10cm 之间)的平均速度上升,这主要是由于海洋热膨胀和部分陆冰融化所致。预测到 2030 年全球平均海平面升高约 20cm,下个世纪末升高约 65cm。但各区域的差别会很大。

#### 1.0.4 关于不确定性,我们注意到:

- 在我们预测中有许多不确定性,尤其是气候变化的时间、幅度和区域分布类型,特别是降雨量的变化。
  - 之所以有这些不确定性,原因是我们还不够了解温室气体的源和汇,云、海洋和极地冰盖对温室气体浓度升高所致辐射强迫变化的响应。
  - 对这些过程已有一些了解,我们相信经过进一步的研究可以减少不确定性。然而,气候系统的复杂性意味着我们不能排除意外情况的出现。

#### 1.0.5 我们的判断是:

- 过去一百年来,全球平均地面气温已经上升 0.3—0.6℃,且全球平均最暖的五个年份均出现在八十年代。与此同时全球海平面升高 10—20cm。这些现象既不是随时间增加而增加的,也不是在全球分布均匀的。
- 过去一百年来变暖幅度与气候模式的预测值大体一致,且与自然气候变率幅度也一致。如果观测到的变暖的唯一原因是人为温室效应所致,那么推想的气候敏感度应该接近模式所推断的范围的下限。因此观测到的气温升高可能主要归因于这一自然变率;另一方面,这一自然变率和其他人为因素也可能抵消了更大的人为温室变暖。不大可能从十年或更长一些时间的观测中明确地检测出温室效应的增强。
- 用冰芯测量向前追溯到 160,000 年前,

表明地球温度与大气中二氧化碳和甲烷含量几乎完全对应。尽管我们不知道它们变化的原因和影响细节,但计算结果表明这些温室气体的变化可能是冰期和间冰期之间全球温度出现大幅度(5—7℃)跳跃的部分原因,当然不是全部原因。

- 温室气体的自然的源和汇对气候变化很敏感。虽然对于许多响应(反馈)过程还不甚了解,但似乎可认为,随着气候变暖,这些反馈将致使自然温室气体富集出现总体增加而不是减少。因此,气候变化幅度可能会大于以上的估计。

## 2 影响

2.0.1 第二工作组关于影响问题的报告是基于几个小组使用不同方法独立研究的结果而撰写成的。这些研究根据现有文献使用了几种假设方案来评估气候变化的可能影响。这些方案的要点是:

- 1) 从目前到 2025 至 2050 年,大气中的 CO<sub>2</sub> 含量将实际增加一倍;
- 2) 全球平均温度相应增加的范围在 1.5℃ 至 4.5℃ 之间;
- 3) 这种增温在全球分布不均匀,即在热带地区增温较小,等于全球平均值的一半,在两极地区增温较大,等于全球平均值的两倍;
- 4) 到 2050 年,海平面上升约 0.3—0.5m,到 2100 年上升约 1m,伴随海洋表层温度升高 0.2℃ 到 2.5℃。

2.0.2 这些方案虽在第一工作组的评估之前产生,但它们是与该组的评估相一致的。作为一种“照常排放”方案(第一工作组报告中的 A 方案),第一工作组估计在 2030 年前海平面上升的数值约为 20cm,而在下一世纪末之前约为 65cm。第一工作组也预测了全球平均温度的增加,在 2025 年之前将比现在增高约 1℃,而在下一世纪末之前增高约 3℃。

2.0.3 任何预测的气候变化的影响都必须

根据我们现在这个生气勃勃的和正在变化着的世界来考察。诸如厄尔尼诺现象之类的大规模自然事件能对农业和人类居住环境产生重大影响。预计的人口爆炸将对土地利用以及对能源、淡水、粮食和住房的需求产生严重影响。这些影响因各地区的国民收入和发展速度不同而异。在许多情况下,最严重的影响将发生在已受到威胁的地区,主要是发展中的国家。由于这种人类引起的气候变化的排放继续不加控制,将加剧这些影响。例如,气候变化、污染以及由于臭氧耗减而引起的紫外B辐射可能相互作用,从而增加了它们对物质和生物体的危害作用。大气温室气体浓度的增高可能导致气候不可逆转的变化,到本世纪末就可能觉察到这种变化。

2.0.4 综合估计区域性气候变化的物理和生物效应是困难的,关键气候因子的区域性估计的信度很低,对降水和土壤水分这些因子尤其如此,各种大气环流模式和古气候相似法得到的结果之间很不一致。而且,关于气候变化和生物效应之间的关系,以及关于这些效应和社会经济后果之间的关系,科学上都有着一些不确定性。

2.0.5 本文关于影响的这一研究部分并不想预先考虑任何适应方法、技术革新或其它措施来减轻在相应时间尺度上将要发生的气候变化的不利影响。这一点对于管理程度大的部门,如农业、林业和公共卫生部门,是特别重要的。

2.0.6 最后,需要考虑气候变化的时间进程和速率,在下列关系中存在着时间滞后:

- 1) 温室气体排放和浓度加倍;
- 2) 温室气体浓度加倍和气候变化;
- 3) 气候变化和最终的物理和生物效应;
- 4) 物理和生态效应的变化以及相应的社会经济(包括生态)后果。时滞越短,对付的能力越小,因而对社会经济的影响也越大。

2.0.7 与这些时滞有关的不确定性。气候变化是不平稳的,不能消除意外变化。气候影

响的严重性在很大程度上取决于气候变化的速率。

2.0.8 尽管有这些不确定性,第二工作组仍得出了某些重要的结论,现分述如下。

## 2.1 农业和林业

2.1.1 现在由各类不同研究已获得充分证据表明,气候变化对农业和家畜将会有重要影响。然而,研究尚不能最后确定全球农业生产能力平均而言是增加还是减少。就区域性生产而言,由于与气候变化关联的天气变化和虫害,以及由于与污染物排放有关的地表面臭氧含量的变化,已可察觉其消极影响,因而需要进行技术革新和农业管理措施的调整。在某些地区,特别是在今日生产下降的高度脆弱的地区,可能会产生强烈的影响,这些地区最不能进行调整,它们包括巴西、秘鲁、非洲的萨赫勒地区,东南亚、苏联的亚洲部分和中国。在高纬和中纬地区,由于生长季节的延长,生产能力有可能提高,但这不可能对生产开辟广大的新领域,而且这种增产的可能性主要限于北半球。

2.1.2 由于现今某些谷物高产区,如西欧、美国南部、南美的某些部分以及西澳大利亚等地的减产,可能改变粮食贸易的格局。中纬地区的园艺生产可能减少。另一方面,北欧的谷物生产可能增加。旨在培育新作物品种的反应战略以及为对付改变了的气候条件而设计的农业管理,都会减轻区域性影响的严重性。总之,这些证据表明,面对估计的气候变化,全球性的粮食生产能够维持在与这些变化未发生时基本相同的水平上;然而,为达此目的所花的代价尚不清楚。尽管如此,气候变化还是会加剧我们在对付人口迅速增长方面的困难。由于平流层臭氧耗减造成的地面紫外B辐射的增大或改变,对作物和牲畜也将有不利的影响。

2.1.3 森林的轮伐周期长,面临一个它们越来越不适应的气候环境,现有森林将成熟老化并衰退。对森林的实际影响还取决于树木

的生理适应性以及宿主-寄生物关系。造成森林减少有两大因子：由野火造成的损失将越来越大；支配树种分布的气候带将向两极和高地移动。森林管理需要在选择播种地块、株距、疏伐以及森林保护等方面给予大量投入。这些森林能提供从燃料到食物的各种各样的产品。

2.1.4 对这些产品的依赖程度也因国家而异，对付和经受森林损失的能力也因国家而异。最敏感的地区将是那些按温度和水分而言已接近树种生物界限的地区，例如半干旱地区。社会对森林的威胁预期将增加，相应的人类活动引起的对森林的危害可能出现。这些越来越高的和难以满足的使用要求给森林投资、森林保护以及合理的森林管理施加了更大的压力。

## 2.2 自然地球生态系统

2.2.1 自然地球生态系统可能面临全球大气温室气体浓度增高以及与之关联的气候变化所造成的严重后果。预计的温度和降水的变化表明，气候带在下一个 50 年内可能向两极方向移动数百公里。动植物区系将滞后于这些气候带的移动，残存在它们现在的位置上，因而对它们而言气候区域就不同了。这些气候区可能是比较适于生存的，也可能较不适于生存，因而某些物种的生产率可能增加，另一些则减少。生态系统不一定会整体移动，但由于物种分布变化的结果它会有一个新结构。

2.2.2 预测的气候变化速率是一个重要因子，它确定了气候变化对自然地球生态系统影响的类型和程度。这些速率有可能比某些物种的响应能力快，因而物种的响应可能是突发的，也可能是逐渐的。

2.2.3 由于越来越大的威胁导致全球生物多样性的减少，某些物种可能灭绝。在某些地区可能增加害虫的突然蔓延和火灾等事件出现的频数，这些也使预测的生态系统变化更为加剧。

2.2.4  $\text{CO}_2$  浓度的增加和气候变化对自然地球生态系统产生的后果可能被其它环境因子所改变，这些因子既有自然的也有人类活动引起的（例如大气污染）。

2.2.5 遭受风险最大的生物群落是：适应性选择非常有限的群落（例如在丘陵的、高山的、极地的、海岛的及海岸的生物群落，遗留的植被，以及原始生境和保护区生物），以及遭受气候变化再加现存威胁的生物群落。这些影响的社会经济后果将是重大的，特别是对地球上这样一些地区更是如此，这些地区的社会经济发展依赖于自然地球生态系统。当这些生态系统改变时，粮食、燃料、医药和建筑材料，以及收入等都可能发生变化。在某些地区，重要的纤维材料产品也要受到影响。

## 2.3 水文学和水资源

2.3.1 较小的气候变化能引起许多地区水资源的大问题，特别是在干旱和半干旱地区以及由于水需求或水污染引起水短缺的那些湿润地区。关于温室气体引起的区域性水文气象变化的细节，几乎一无所知。似乎是许多地区的降水、土壤水分和水存储将会增加，因而会改变农业、生态系统和其它方面的用水方式。在其它地区，水的获得将减少，这对已经处于边缘状态的地区（例如非洲的萨赫勒地区）是最重要的影响因子。这对农业，对水的存储和分配，以及对水力发电等都会造成严重后果。例如，在某些有限的区域内，根据  $1^\circ\text{C}$  到  $2^\circ\text{C}$  的增温方案，再设想降水减少 10%，则可能引起年径流减少 40%—70%。诸如东南亚之类的地区，它们依赖于未经改造治理的河流系统，因而对水文气象变化的反应特别脆弱。反之，诸如苏联西部和美国西部这类地区，它们具有巨大而经过治理的水资源系统，所以对假定的温室气体方案引起的水文气象变化的范围较不敏感。除了水供应方面的变化外，人类的节水努力以及较高  $\text{CO}_2$  环境中植物生长效率的提高，这些也会引起水需求方面的变化。最终的社会经济后

果必须考虑水的供求两方面。未来的水资源工程设计,当考虑其结构的使用期要延续到下一世纪末时,则必须考虑这些可能的影响。在降水增加的地方,水管理设施,例如城市暴雨泄水系统,有可能要求改善性能。干旱威胁方面的变化有可能代表了气候变化对区域性和全球性农业的最严重的影响。

## 2.4 人类居住环境、能源、运输和工业各部门,人类健康和大气质量

2.4.1 最脆弱的人类居住环境是那些特别容易遭受自然灾害袭击的地方,这些自然灾害有沿岸地区和河流的洪水泛滥、严重干旱、滑坡、强风暴和热带气旋等。最脆弱的居民是发展中国家的居民,低收入阶层的居民,沿海低地和岛屿上的居民,半干旱草原上的居民,以及居住在自古居住地的、贫民区的以及简陋小屋形成的市镇上的,尤其是百万人口以上的城市中的穷人。在诸如孟加拉、中国和埃及等国的沿海低地内,以及在一些小的岛国内,由于海平面升高和风暴潮而造成的洪水泛滥,可能导致人类的重大迁移。健康方面的重要影响在大城市地区表现特别明显,可能来自水和粮食供给方面的变化,以及来自传播传染病的热害而造成的日益严重的人类健康问题。降水和温度的变化可能从根本上改变病媒传染的疾病和病毒性疾病的分布情况,使它们移向较高纬度地区,从而使大量人口面临危险。因为在过去已有过类似的事件,所以这些变化可能引发人类的大迁移,从而导致若干年内在某些地区的居住情况发生剧烈扰动以及社会不稳定。

2.4.2 可以预期,全球增温将影响水资源和生物量的获得情况,这两者都是许多发展中国家的重要能源。这些影响在地区间和地区内均可能不同,有些地方损失了水和生物量,而另一些地方则获得了。在失水地区的这种变化可能危及能量供给以及危及对人类居住和能量都重要的物质。而且,气候变化本身也可能对地区之间的其它形式的可再生能源

(例如风能和太阳能)的获得具有不同的影响。在发达国家中,对能源、运输和工业各部门的一些最大的影响可能由对气候变化的反应战略所确定,例如燃料规定、排放收费,以及促进使用公共交通的政策等。在发展中国家,在获得诸如能源、水、粮食和纤维材料等生产资源方面所花的代价,由于气候变化造成的变动可能影响许多工业的竞争地位。

2.4.3 全球增温以及平流层臭氧耗减造成的紫外辐射增强两者都可能对大气质量产生不利影响,例如在某些污染的市区造成地面臭氧含量增大。地表处紫外B辐射强度的增大将会增加对眼睛和皮肤的危害,并且可能使海洋食物链中断。

## 2.5 海洋和海岸带

2.5.1 全球增温将加速海平面上升,改变海洋环流和海洋生态系统,因而造成重大的社会经济后果。这些影响将增加到现在海平面上升的趋势中,也将增加到另一些已经威胁到海岸带资源的影响(例如污染和过量捕捞)中去。预计(在2050年前的)海平面上升30—50cm将会危及低的岛屿及海岸带。而到2100年的海平面上升1m将使某些岛国无法居住,数以千万计的居民要迁移,严重危及地势低洼的城市区域,洪水淹没生产的土地,污染淡水供应,以及改变海岸线。如果干旱和风暴变得较剧烈,则上述所有影响将进一步加强。海岸保护涉及到耗资巨大的问题。海平面的迅速上升将会改变海岸生态,并危及许多重要的鱼类资源。海冰的减少将有利于航海,但它将严重影响依赖于冰的海洋哺乳动物和鸟类。

2.5.2 对全球海洋的影响将包括:热量收支的变化,海洋环流的变化(这将影响海洋吸收热量和CO<sub>2</sub>的能力),以及与鱼类有关的海洋涌升区的变化。这些影响将随地理带而异,造成生境变化,生物多样性减少,以及海洋生物体和生产带的迁移,其中还涉及商业上很重要的品种。渔业的这种区域性移动具有重

要的社会经济影响。

## 2.6 季节性雪盖、冰和永冻层

2.6.1 地球冰雪圈的要素(季节性雪盖、永冻的近地面层以及某些冰团)将会大大减小它们的全球范围和体积。这些减小,当它们在地区上被反映出来时,将会严重地影响有关的生态系统和社会经济活动。在某些地区,这些影响的综合结果是:由于气候变暖的正反馈作用,冰雪圈要素的减小可能是突发的而不是渐变的。

2.6.2 预计季节性雪的覆盖面积以及它的持续时间在大多数地区将减少,尤其是在中纬地区,而在高纬的某些地区可能出现季节性雪盖的增加。在雪盖体积方面的变化,或者雪盖季节长度方面的变化,对区域性水资源(由于融雪造成的径流容量和时间进程方面的变化)、对区域性运输(公路、海运、航空和铁路)、以及对娱乐休养部门,都有有利的和不利的影晌。

2.6.3 就全球而言,在冰川和冰原中所包含的冰预计将减小,由于在某些地区降雪增加从而导致冰的累积,使区域性响应结果复杂化了。冰川的衰退对局地和区域性的水资源有重要的牵连,因而影响到水的获得和水力发电的能力。冰川衰退和冰原中的冰损耗都将促进海平面上升。永冻层(目前占北半球陆地面积的 20%—25%)在今后 40—50 年内可能出现重大的衰退。在永冻层之上的解冻层(活动层)的厚度预期将增大,以及永冻层向较高纬度和较大高度的退却,这些都可能导政包含永冻层的这些地区内的地形不稳定、侵蚀和滑坡。因此,位于其上的生态系统可能会发生重大变化,同时人造建筑物和设备的完整性受到破坏,从而影响了人类现有的居住环境和发展时机。

## 3 响应对策

3.0.1 对于决策者来说,考虑应付气候变化的响应对策是有很困难。能据以做出明

智政策分析的信息资料不足,这是由于:

- (a) 对于具体的响应选择或系列选择在实际上避免潜在的气候变化方面,其有效性如何尚不确定;
- (b) 具体的响应选择或系列选择的费用、对经济增长的效应,以及对其他社会和经济的可能影响,尚不确定。

3.0.2 IPCC 建议采取一种方案,以灵活和渐进的办法,为解决全球变暖问题实施全球性的、全面的和分阶段的行动。

- 由于排入大气层的温室气体增多而造成气候变化问题,这方面的一个主要的困难是或许要在能够通过进一步的研究较透彻地分析已提出和将要提出的许多具体问题之前就及早采取行动。
- 为了保护平流层的臭氧层,正在逐步停止使用 CFC。这一行动还将减缓大气层中温室气体所致辐射强制加剧的速度。应尽一切努力寻找温室变暖作用或臭氧耗竭作用很小或完全没有这些作用的替代品,而不是目前考虑的 HCFC 和 HFC。
- 引起辐射强迫的最大人为来源是能源的生产和使用。在人类活动引起的辐射强迫加剧方面,能源部门估计占 46%(误差范围在 38%—54%之间)。
- 据指出,在人类活动排入大气层的全部 CO<sub>2</sub> 中,燃烧矿物燃料约占 70%—90%,而其余 10%—30%则是人类对地球生态系统的利用所致。大幅度降低森林砍伐率和提高植树造林率将十分有助于减缓大气中 CO<sub>2</sub> 浓度的上升率;但仍将远低于制止浓度上升所需的水平。因此,这突出表明,在采取林业措施的同时,不应忽视其他限制或减少温室气体排放量的措施。

### 3.1 工业化国家和发展中国家的作用

- 在对付气候变化问题及其有害影响方面,工业化国家和发展中国家要共同承



担责任,但这种责任是有区别的。前者应率先在以下两方面采取行动:

- 1) 目前影响大气层的很大部分排放量源于工业化国家,这些国家做出改变的余地最大。工业化国家应在国内采取措施限制气候变化,办法是调整它们自己的经济,以适应限制排放量的未来协议;
  - 2) 在国际行动中同发展中国家合作,同时又不妨碍后者的发展,办法是提供额外的资金,适当地转让技术,在科学观测、分析和研究中密切合作,最后是进行着眼于预防和控制环境问题的技术合作。
- 工业化国家和发展中国家的持续发展\* 需要适当地关心环境保护,这是持续经济增长的基础。环境方面的考虑应系统地纳入一切发展计划中。必须在经济增长与环境目标之间取得恰当的平衡。
  - 来自发展中国家的排放量正在不断增加,这是为了满足它们自己的发展需要而引起的,因此,随着时间的推移,这些排放量在全球排放量中的比例很可能越来越大。随着发展中国家人口和经济增长,其温室气体的排放越来越多,因此,迫切需要迅速以优惠条件向发展中国家转让有助于监测、限制或适应气候变化的技术,同时又不致阻碍其经济发展。发展中国家应在可行限度内采取措施调整其经济。鉴于发展中国家的人口多数处于贫困之中,它们自然要优先争取实现经济增长。缩小工业化国家与发展中国家之间的差距,将为世界各国形成全面的伙伴关系提供基础,也有助于发展中国家对付气候变化问题。

### 3.2 可选择的办法

- 第一工作组和第三工作组对于气候的构想的研究,概划了排放量控制政策,这将减缓全球变暖速度,从当前预测的每十

年  $0.3^{\circ}\text{C}$  左右减至每十年  $0.1^{\circ}\text{C}$  左右(见附录)。

- 气候变化有可能造成严重后果,因此,即便尚有很大的不确定性,也有足够的理由开始采取眼前能证明必要的响应战略。响应战略包括:
  - 逐步停止 CFC 排放,并且仔细评估已提出的替代品可能具有的温室气体作用;
  - 在能源供应、转换和最终使用方面提高效率和实行节约,特别是通过推广能源效率高的技术,提高大规模生产产品的效率、审查与能源有关的价格和关税制度,以较好地反映环境方面的费用;
  - 可持续的森林管理和植树造林;
  - 使用温室气体排放较少或没有此种排放的、较洁净的、效率较高的能源。
  - 审查农业方面的做法。
- 对于限制温室气体排放而言,并无单一便捷的技术办法。应制订分阶段的、灵活的响应战略,增强有关技术的研究、开发和利用,包括改进和重新评估现有技术。此种战略应有可能开展国际合作。必须制订全面的战略,既考虑到问题的各个方面,又反映出环境、经济和社会费用及收益。
- 由于预计世界人口的大幅度增长将是引起全球温室气体排放量预计增加的主要因素,应付全球气候变化的战略必须考虑到处理世界人口增长率的问题的必要性。
- 各国或国家集团不妨根据自己的具体情况考虑现在就采取措施有步骤地限制、稳定或减少人类活动引起的温室气体排放量,并防止破坏温室气体的汇,提高其

---

\* 持续发展是指既能满足当代人需要,又不减损今后世代人满足自身需要的能力,并且不以任何方式侵犯国家主权的发展。(环境署理事会第15届会议第15/2号决定附件二,内罗毕,1989年5月)。

效率。政府可考虑的一种办法是为 CO<sub>2</sub> 和其他温室气体确定指标。

- IPCC 第三工作组初步评估了大量的选择。看来,这些选择中有一些可能从经济和社会方面来说适合在近期内实施,而另一些选择,由于在技术上和经济上来说还不可行,也许比较适合于较长期内实施。总的来说,工作组认为,最有效的响应战略,特别是短期的响应战略,是下列这些:

- 不是由于气候变化才有益,而是本身就合理的响应战略,例如提高能源效率和减少温室气体排放的技术,改进森林和其他自然资源的管理,减少 CFC 和其他耗损臭氧的物质(这些物质也是在辐射上重要的气体)排放;

- 经济上有效率的、费用低廉的、特别是那些利用以市场为基础的机制的响应战略;

- 能够适合社会、经济和环境等多方面用途的战略;

- 灵活的和分阶段的战略,以便易于修改,从而适应对气候变化的科学、技术和经济方面增加的了解;

- 适应经济增长和持续发展的构想;

- 从应用、监测和实施方面来说,在行政管理上是实际可行的和有效的;

- 反映工业化国家和发展中国家在解决这个问题方面的义务,同时认识到发展中国家的特殊需要,尤其是在经费和技术方面的特殊需要。

3.2.1 方案的可行程度,也将因涉及的地区或国家而大不相同。对每个国家来说,具体方案的影响将取决于它的社会、环境和经济背景。只有仔细分析所能获取的方案后,才有可能确定哪些方案最适合一个特定的国家或地区的环境。开始时首要任务应当是检查现行政策,以缩小政策同气候变化战略目标的矛盾。需要制定一些新的政策。

- 从长期的角度来看,首先应为选定适当

方案确定标准,这一方面要反映出气候变化的影响及其代价和收益,另一方面又要反映出方案的经济代价和收益。

- 应尽快开始考虑减少全球气候变化影响的措施,特别是灾害防备政策、海岸带管理和控制沙漠化措施,其中的许多政策和措施有其自身的必要性。限制或适应气候变化的措施要尽可能做到经济有效,同时要考虑到重大的社会影响。应把限制和适应视为一套相互结合的整体措施。

- 应尽快开始评估受海平面上升威胁的地区并制订全面的管理计划,减少人口及沿岸地区发展和生态系统今后易受影响的程度,将其作为沿岸带管理计划的一部分。

- 可通过规章和(或)以市场为基础的经济手段争取实现环境目标。经济手段有助于鼓励灵活选择减少排放的措施,能鼓励创新和开发更好的技术和方法以便减少排放量,因而,比通过制定规章,在实现环境改善方面的费用往往有可能更低。然而,经济手段不大可能适用于一切情况。

- 有三个因素被认为是对市场活动和(或)通过市场机制来实现环境目标的可能障碍,它们是:

- 1) 信息问题,它往往能使市场产生不那么有效的或是不利的环境结果;

- 2) 现有措施和机构,它有可能鼓励各自以有害于环境的方式行事;

- 3) 抵消性的相互竞争目标(社会的、环境的和经济的)。

3.2.2 因此一项初步的响应战略可能是直接地解决信息问题和检查可能成为障碍的现有措施。例如,在可能采取排放收费制度之前,各国应对能源和其它有关产生温室气体部门的现行补贴制度和提供的赋税刺激进行检查。

- 关于向发展中国家提供财政方面的合作

和援助的机构机制,考虑了一种双轨制办法:

1) 一种轨道是建立在现有机构内正在进行的或计划进行的工作基础之上。双边捐助方可进一步结合和强调援助方案中的环境内容,还可以与多边机构制订共同筹集资金的安排,在此同时又要确保这不会把不适当的环境条件强加于人。

2) 还考虑了与这一轨道相平行建立新的机制和新设施的可能性。有些发展中国家和工业化国家还认为,需要建立直接与未来的气候公约和可能商定的议定书相联系的新机制,如新的国际基金。

- 各国政府现在应承诺:

1) 加快和协调减少科学和社会经济不定因素的研究方案,以便改进响应战略和措施的基础;

2) 审查下列领域的规划:能源、工业、运输、城市地区、海岸带以及资源利用和管理;

3) 鼓励有益的措施和结构(如:运输和住房基础设施)变革;

4) 扩大全球海洋观测和监测系统。

3.2.3 应当指出,到目前为止尚未详细评估有关政策设想的经济代价和收益。技术可行性或市场潜力。

## 4 发展中国家的参与

4.0.1 很显然,在进一步制订未来战略方面,鼓励发展中国家参与十分重要。IPCC 为处理这一具体问题设立了发展中国家参与特别委员会,请其查明妨碍发展中国家充分参与 IPCC 工作的因素,并视可能建议补救措施。该委员会强调,充分参与不仅仅指实际出席会议,还包括组建本国的主管机构,负责处理一切所涉及的问题,如:了解气候变化的科学依据、这些变化对社会的潜在影响,以及评价实际响应战略是否对本国(区域)具有适用性。

4.0.2 特别委员会认为,妨碍发展中国家充分参与的因素是:

- 信息资料不足;
- 通信手段不足;
- 人力资源有限;
- 体制方面的困难;
- 资金有限。

4.0.3 针对其中的一些因素,IPCC 各工作组制订了政策办法,详见各工作组的报告。

- 在有些情况下,发展中国家需要额外资金,以此支持其努力,促进既有助于限制温室气体排放和(或)适应气候变化不利影响的的活动,同时又能促进经济发展。合作领域除其他外可包括:

- 有效率地利用能源、使用温室气体排放率较低的矿物燃料或非矿物燃料、开发洁净的可再生能源,诸如:生物量、风能、波浪能、水力发电和太阳能,视情况而定;

- 增强合理利用森林产品,采用可减少对气候的不利影响的合理的森林管理措施及农业技术;

- 促进开发和转让下列领域内的洁净和安全的技术:

- \* 建筑和制造业;
- \* 公共运输系统;
- \* 工业;

- 旨在增强发展中国家制订对付气候变化方案能力的措施,包括研究与发展活动和提高公众意识及教育方案,诸如:

- \* 开发对付气候变化问题及其有害影响所必需的人力资源;
- \* 在与气候变化有关的学科和技术方面提供研究与培训方案;
- \* 提供熟练人员和材料,组织教育方案,在当地开发评估气候变化及对付其有害影响所需的技能;
- \* 在区域基础上组织制订与气候有关的研究方案;

- 促进发展中国家参加有关讲坛和组

织,诸如:国际陆圈生物圈项目、海岸带陆地-海洋相互作用项目、水文循环生物圈方面的项目、全球变化对农业及社会影响项目、世界气候项目、人类与生物圈项目;

一 促进发展中国家参与与全球气候变化有关的国际讲坛,如 IPCC。

一 在国家一级和区域一级加强现有教育与研究机构并创建新的机构。

- 此外,还需要为适应措施提供合作和援助,因为在某些区域和国家,潜在的最重要的是适应而不是限制性活动。
- IPCC 的结论认为,特别委员会的建议可以执行,不必也不应等待未来气候公约谈判的结果。IPCC 呼吁多边和双边供资组织执行这些建议。IPCC 还呼吁各国政府立即为 IPCC 信托基金继续提供更多的捐款。

## 5 国际合作和今后的工作

- 上述措施需要高度的国际合作,充分尊重各国的国家主权。应根据联合国环境规划署理事会 SS II/3 Climate. C. 号建议(1990 年 8 月)和世界气象组织执行理事会第 8 号决议(EC-XLII,1990 年 6 月)在本报告提交之后尽快开始关于一项框架公约的国际谈判。许多国家——主要是发展中国家强调,谈判的地点、

方式和时间安排必须由联合国大会决定。

5.0.1 这项公约加上可能商定的任何附加议定书将为有效的合作奠定牢固的基础,以便对温室气体排放采取行动和适应气候变化产生的任何不利影响。这项公约应确认气候变化是人类共同关注的事情,并且最起码应该包含一般原则和义务。它应该以这样的方式制订,那就是争取数目最多的国家加入,而且国家类别和分布非常均衡适当,同时允许采取及时的行动。

5.0.2 谈判的关键问题将包括:控制温室气体净排放量的所有义务的标准、时间安排、法律形式和范围,如何公平地解决这给所有国家带来的后果,可能需要的所有体制机制,包括进行研究和监测,特别是发展中国家对提供额外资金和在优惠基础上转让技术的要求。第三工作组在法律措施专题文件中明确和讨论了气候变化框架公约的可能要点,已附在该组的决策者概要中。

- IPCC 建议,加强研究气候变化的总的科学原理、技术开发以及国际经济影响。
- 气候变化将直接或间接影响到社会的每个部分,如能使全球广泛地了解这个问题,将有助于采取必要和适当的响应策略并加以执行,因此,迫切需要进一步努力,争取实现对这一问题全球范围的了解。

## 附录

### IPCC 拟出的排放构想方案

IPCC 采用了两种方法来拟订未来排放量的构想方案：

- 一种方法利用全球模式来拟订四种构想方案,据此由第一工作组用来拟订未来变暖的情景方案。这四种构想均假定全球经济按世界银行的预测速度增长以及世界人口按联合国有关研究估算的速度增长。这些构想方案推算的二氧化碳及甲烷人为排放量见下文图 1 和图 2。
- 第二种方法利用了 21 个国家及国际组织提交的关于能源和农业部门的研究报告,以估算 CO<sub>2</sub> 排放量。

两种构想办法都表明,CO<sub>2</sub> 排放量将从目前的全年 70 亿吨碳增加到 2025 年的每年 120—150 亿吨碳。A 方案(照常排放方案)包含根据蒙特利尔议定书部分分阶段停止使用 CFC 和低于对照方案的 CO<sub>2</sub> 及 CH<sub>4</sub> 排放量。按照有关国家和国际上对能源和农业类的研究拟出的对照方案设想的 CO<sub>2</sub> 排放量要高一些,而且假定分阶段全部停止使用 CFC。结果表明,CO<sub>2</sub> 等效浓度及其对全球气候的影响大致相当。

#### 方法 1\*

A 方案(照常排放构想)假设几乎不采取步骤或根本不采取步骤限制温室气体排放量。能源使用和热带森林砍伐将继续下去,矿物燃料,尤其是煤,仍然是全世界的主要能源。蒙特利尔议定书生效,但未加强,而且没有做到 100%遵守。第一工作组认为:根据这个构想,到 2025 年左右,CO<sub>2</sub> 浓度将相当于工业化之前水平的两倍。

B 方案(低排放量构想)假设矿物燃料供应主要转为天然气,效率大为提高,森林砍伐趋势扭转,CFC 排放量从 1986 年水平上减少 50%,据此推算,到 2040 年左右,二氧化

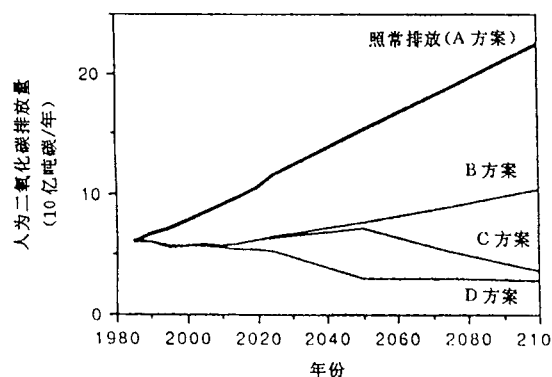


图 1 预测的人为 CO<sub>2</sub> 排放量  
(每年 10 亿吨碳)

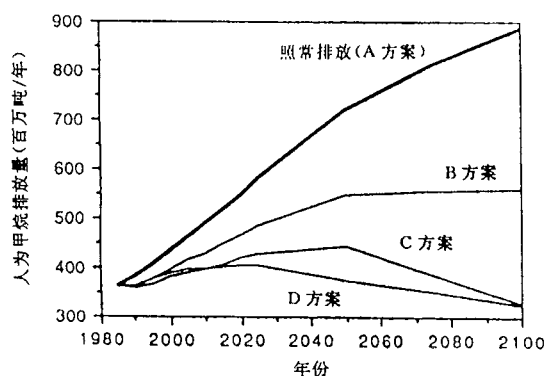


图 2 预测的人为甲烷排放量  
(每年百万吨)

碳浓度将相当于工业化之前水平的两倍。

C 方案(控制政策构想)假设下个世纪后半叶转用可再生能源和安全的核能,CFC 逐步停止使用,农业引起的排放(甲烷和氧化亚氮)受到限制;据此推算,到 2050 年左右,等效二氧化碳浓度将相当于工业化之前的两倍。

\* 所有构想均假设蒙特利尔议定书在一定程度上得到遵守,但伦敦议定的修正案(1990 年 6 月)并不全部得到遵守。蒙特利尔议定书的伦敦修正案如全部得到执行,在 21 世纪初几乎将全部停止生产全卤代 CFC、聚四氟乙烯、四氯化碳和三氯乙烷。议定书各方还要求以后停止使用 HCFC。因此,A 方案和 B 方案过高估算了 CFC 和聚四氟乙烯的辐射强迫作用。此外,联合国提供了最新的人口估测,其估测的人口高于全球模式构想方案(A 方案—D 方案)中的数字,如根据这些较新的估测计算,今后 CO<sub>2</sub> 的排放量还要高一些。此外,对照方案测算的 CO<sub>2</sub> 排放量高于 A 方案(照常排放构想),这表明 A 方案(照常排放构想)估计可能过低。

D方案(加速的政策构想)假设下个世纪初迅速转用可再生能源和安全的核能,工业化国家严格控制排放,发展中国家的排放仅略有增多。这一方案假定二氧化碳排放量降至1985年水平的50%,据此推算,到下个世纪末,等效二氧化碳浓度将稳定在相当于工业化之前水平两倍左右。

#### 方法2(见页脚注)

第三工作组的能源与工业小组以及农业及林业小组利用第二种方法拟出了所谓的对照方案。根据对照方案,全球各部门的CO<sub>2</sub>排放量从1985年的(每年)约70亿吨碳上升到2025年的(每年)150亿吨碳。能源造成的排放从(每年)50亿吨碳上升到120亿吨碳。主要能源需求量从1985年到2025年上升一倍多,平均上升率2.1%。工业化国家的人均能源所致排放量从1985年的3.1吨碳(TC)

上升到2025年的4.7TC;发展中国家则从1985年的0.4TC上升到2025年的0.8TC。

#### 总结

上述各方案提供构想基础,可据以考虑未来可能出现的排放模式和可影响这些模式的广泛响应。未全面评估所涉假设的全部经济代价和收益、技术可行性或市场潜力。就我们估测未来人口及经济增长率、个人行为、技术革新和其他对于判断下个世纪排放率极为重要的因素的能力方面所固有的局限性,对于温室气体排放量的预测存在某种不确定性。考虑到这些固有困难,IPCC关于排放设想方案的工作不失为目前对下个世纪排放量的最佳估算,但是,宜继续开展工作,为构想估算拟出更好的假设和方法,用以指导响应战略的拟订工作。

# 第一工作组决策者概要

## (气候变化科学评估)

### 执行概要

#### 1 我们确信:

- 存在自然的温室效应,使地球比没有温室效应时要暖。
- 人类活动产生的排放正在使大气中的温室气体浓度显著增加。这些温室气体包括二氧化碳、甲烷、氯氟烃(CFC)和氧化亚氮。这将使温室效应增强,平均来说就是使地表更加变暖。主要温室气体——水汽,随着全球变暖将增加,并且将进一步加速全球变暖。

#### 2 我们很有把握地计算出:

- 某些气体在改变气候方面比其它气体更有效,可以估计出它们的相对效力。过去增加的温室效应有一半以上是由二氧化碳造成的,今后可能依然如此。
- 大气中存留时间长的气体(二氧化碳、氧化亚氮和 CFC)浓度仅随其排放量缓慢地调整。按现在的速度连续排放这些气体将迫使我们承担今后几个世纪浓度增加的责任,排放按目前速度持续增加时间愈长,今后为稳定在一给定浓度所必须减少的排放量就愈多。
- 为使存留时间长的气体浓度稳定在目前的水平,需要立即减少 60% 以上由人类造成的排放;甲烷需要减少 15%—20% 的排放量。

#### 3 根据现有模式的计算结果,我们预测:

- 温室气体按 IPCC 照常排放构想(方案 A)排放,下一世纪全球平均温度以每十年 0.3℃(在 0.2—0.5℃之间变化)的速度增加;这比过去 10,000 多年前所

见到的要大得多。这使 2025 年和下一世纪末的全球平均气温较现在分别升高 1℃和 3℃左右,由于其它因素的影响温度不是稳定的升高。

- 假定按逐步加强控制程度的 IPCC 其它排放构想,全球平均温度分别以每十年 0.2℃左右(方案 B),大于 0.1℃(方案 C)和 0.1℃左右(方案 D)的速度增加。
- 陆地表面比海洋变暖更快,冬季北半球高纬比全球平均要更暖些。
- 区域气候变化不同于全球平均情况,尽管我们对区域变化细节的预测把握不大。例如,预测出的欧洲南部和北美中部的温度比全球平均上升得多,平均来看还伴有夏季降水和土壤湿度的减少,热带和南半球的预测更缺少一致性。
- 按 IPCC 照常排放构想,下一世纪全球平均海平面以每十年 6cm 左右(在 3—10cm 之间变化)的平均速度升高;这主要是由于海洋热膨胀和某些陆地冰川融化引起的,预测 2030 年全球平均海平面升高约 20cm。下一世纪末升高约 65cm,存在明显的区域变化。

3.1 由于对以下问题了解不够,在我们的预测中,特别是对气候变化的时间、幅度和区域分布类型的预测,有许多不确定性。

- 温室气体的源和汇,它们影响对未来浓度的预测。
- 云,它强烈地影响气候变化的幅度。
- 海洋,它影响气候变化的时间和分布类型。
- 极地冰盖,它影响对海平面升高的预测。

3.2 对这些过程已有一些了解,我们相信经

过进一步的研究可以减少不确定性。然而,气候系统的复杂性意味着我们不能排除意外情况的出现。

#### 4 我们的判断是:

- 过去一百年来,全球平均地面气温已经上升  $0.3-0.6^{\circ}\text{C}$ ,且全球平均最暖的五个年份均出现在八十年代。与此同时全球海平面升高  $10-20\text{cm}$ 。这些现象既不是随时间增加而增加的,在全球的分布也是不均匀的。
- 这种变暖的幅度主要由许多气候模式的预测值构成,但是也与气候的自然变率有同样的量级。因此观测到的气温升高可能很大程度是由自然变率造成的。自然变率或其它人类因素两者之一可能已经抵消了人类活动引起的更大的温室变暖,似乎不可能从十年或更长时间的观测中明确地检测出温室效应的增加。
- 不存在过去几十年气候变得更易变的有力证据。然而随着平均温度的增加,未来出现高温的时段可能更频繁,而低温期

的频数将减少。

- 生态系统影响气候,而其本身也受气候变化和二氧化碳浓度增加的影响。气候的迅速变化将改变生态系统的组成;某些物种将受益,而其它物种因不能迁移或足够快的适应可能会绝种。而二氧化碳浓度增加有可能提高产量及其植被的水利用的有效性,尽管我们对气候变暖对生物过程的影响了解很少,但是它可能增加了大气中自然温室气体的浓度。

#### 5 为改进预测能力,我们需要:

- 更好地了解各种与气候有关的过程,特别是那些与云、海洋和碳循环有关的过程。
- 改善全球与气候有关变量的系统观测,且进一步研究过去发生的变化。
- 发展改进地球气候系统的模式。
- 为各国和国际间的气候研究活动增加资助,特别是对发展中国家的资助。
- 促进国际间气候资料的交换。



## 1 引言:问题何在?

1.0.1 令人担心的是人类活动也许正在无意识地改变着全球气候。过去和现在连续排放二氧化碳和其它气体使温室效应增加,导致地球表面温度上升——一般称作“全球变暖”,如果这样,相应的气候变化可能对社会有重要的影响。

1.0.2 正如 IPCC 第一次会议所确定的,第 I 工作组报告的目的是给下列问题作出科学判断:

- 1) 可能影响下一世纪气候变化的因素,特别是那些由于人类活动造成的因素。
- 2) 大气-海洋-陆地-冰雪系统的响应。
- 3) 目前模拟全球和区域气候变化的能力和可预报性。
- 4) 过去的气候记录和现在观测到的气候异常。

1.0.3 根据这些判断,这篇报告介绍了有关预测下一世纪气候变化(包括海平面的升高对生态系统的影响),变化时间及对与预报有关的不确定性的判断等方面的新知识。

1.0.4 这部分决策者概要的目的是在回答下列问题时摘出报告中与政策形成最有关系的那些要点。

- 什么因素决定气候变化?
- 什么是温室气体?它们为什么会增加?怎样增加?
- 哪些气体最重要?
- 我们预期气候有多大改变?
- 我们对预测有多大信心?
- 未来气候会与现在非常不同吗?
- 人类活动已开始改变全球气候了吗?
- 海平面将升高多少?
- 对生态系统有些什么影响?
- 为减小不确定性应该做些什么?这将花多长时间?

1.0.5 这篇报告是对决策者的实际需要的回答,它既不是一篇科学的综合评述,也不是开展一项新的研究计划。虽然几乎每一方面

的问题都有不确定性,但决策者仍在期望从科学家那里得到清楚的指导。因此要求作者不但给出可能出现的最佳估计,还要给出不确定性的判断。

1.0.6 这篇报告概括了到 1990 年我们对气候变化各方面的了解。尽管仍在进行的研究将加深我们的了解,并需要不断更新这份报告,但有关温室效应增强的真实性和它对全球气候潜在的调节作用的基本结论是不会出现重大变化的。不过,系统的复杂性可能会产生一些意外情况。

## 2 什么因素决定气候变化?

2.0.1 有许多自然的和源于人类的因素决定全球气候。我们先来看看哪些是自然因素,然后再看人类活动怎样起作用。

### 2.1 哪些自然因素是重要的?

2.1.1 驱动天气和气候的能量来自太阳。地球接收太阳辐射(包括短波、可见光和光谱的其它部分),其中约三分之一被反射掉,其余三分之二被气候系统的不同成员(大气、海洋、冰雪圈、陆地和生物群)吸收。(从长期来看),吸收的太阳辐射与地球和大气射出的辐射相平衡,地球以不可见光的红外长波辐射形式放射辐射,且辐射量由地气系统的温度决定。

2.1.2 有几种自然因素能改变地球吸收的辐射能与地球以红外长波辐射放射出的辐射能之间的平衡,这些因素造成对气候的辐射强迫。最明显的是射出太阳能的变化。11 年太阳周期就是这种变率的直接证据,还可能出现更长周期的变化。地球轨道的缓慢变化影响太阳辐射的季节和纬向分布,这些可能对冰期开始有作用。

2.1.3 最重要的因素之一是温室效应。简单解释如下:太阳短波辐射可以不受阻挡地穿过晴空,但暖的地球表面放射出的地球长波辐射的一部分却被吸收,然后由较冷的上层大气中的微量气体重新放射出去。因为平均

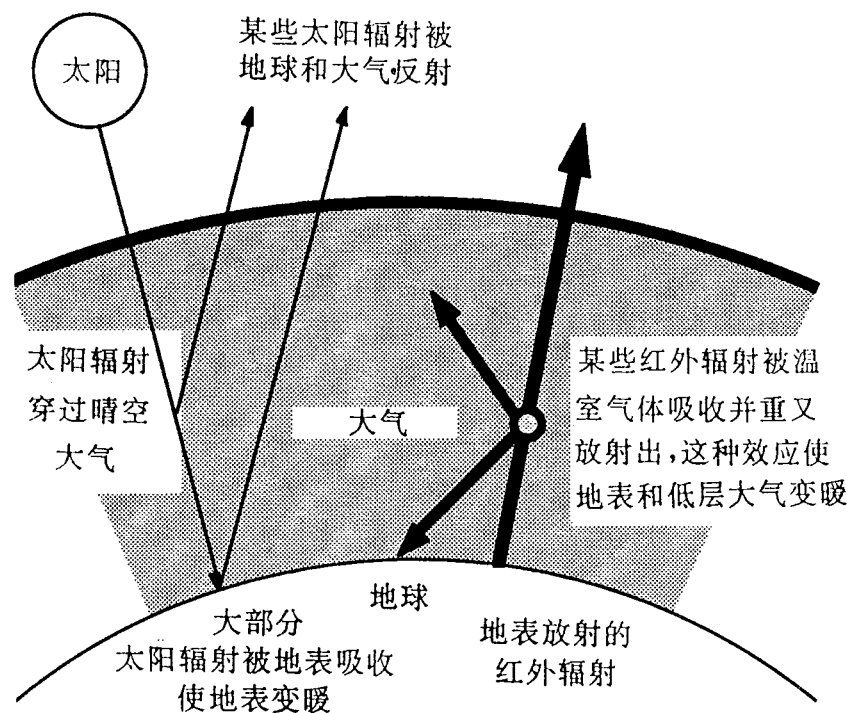


图 3 温室效应的简单示意图

来讲射出的长波辐射与入射的太阳辐射要平衡。为了达到这种平衡,大气和地表都将比没有温室气体时要暖。

2.1.4 大气的主要成份:氮和氧,并不是温室气体。而水汽(最大的成份)、二氧化碳、甲烷、氧化亚氮以及对流层(10—15km 以下大气)和平流层中的臭氧才是温室气体。

2.1.5 因为大气中的气溶胶(小微粒)可以反射和吸收辐射,所以它也可以影响气候。最重要的自然扰动来自影响平流层低层中气溶胶浓度的爆发性火山喷发。最后,在所有时间尺度上,气候有其固有的自然变率,没有任何外界影响也会出现气候变化。

## 2.2 我们怎样知道自然温室效应是真实的?

2.2.1 温室效应是真实的。根据已被确认的科学原理,人们对它已很了解。

2.2.2 首先,(假定地球有同样的反射率),地球表面平均温度比没有自然温室气体时上升了 33℃左右,地表和大气放射辐射的卫星观测表明温室气体对辐射有吸收作用。

2.2.3 其次,我们知道金星大气,地球大气

和火星大气的成分非常不同,它们的表面温度一般与温室理论一致。

2.2.4 第三,用冰芯测量向前追溯到 16 万年前,表明地球温度与大气中二氧化碳和甲烷含量几乎完全对应,尽管我们不知道它们变化的原因和影响细节,但计算结果表明这些温室气体的变化可能是冰期和间冰期之间全球温度出现大幅度(4—5℃)跳跃的部分原因,当然不是全部原因。

## 2.3 人类活动能怎样改变全球气候?

2.3.1 自然存在的温室气体保持了地球上适宜于居住的温暖气候。由于增加了它们的浓度及增加了新温室气体,如氯氟烃(CFC),人类有可能使全球年平均地表气温(简称为“全球温度”)上升,不过我们难以确定出现这种情况的速率,严格地讲,气体浓度超过自然温室气体的浓度就加强温室效应,通常省略“加强”两字,但不应忘记它们。温室效应还会引起其它气候变化,如降水变化和因全球变暖使海平面升高,这些将在后面详细讨论。

2.3.2 其它人类活动对气候也有潜在的影

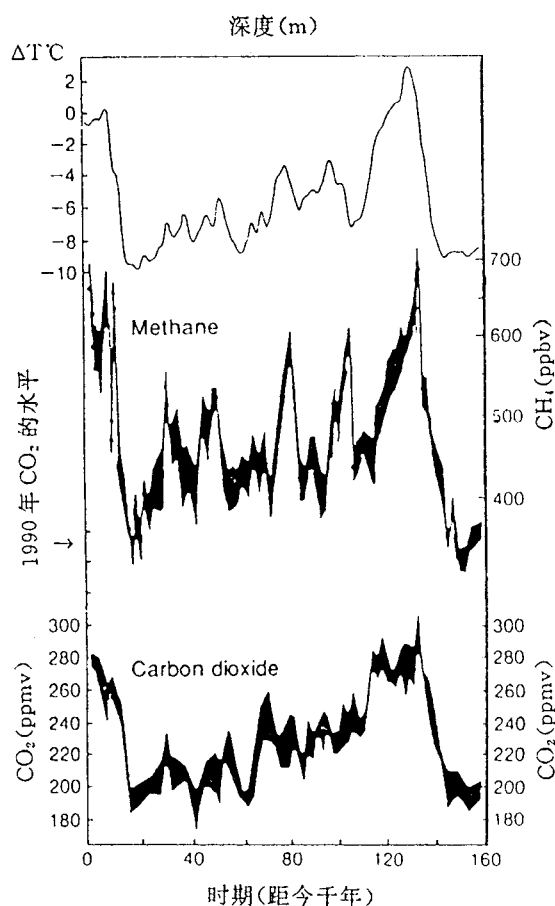


图4 南极冰芯气泡分析显示出 160,000 年前甲烷和二氧化碳浓度与局地温度密切相关。图中标出了目前二氧化碳的水平

响,沙漠化或砍伐森林使陆地反照率(反射率)改变,这影响地球表面对太阳能的吸收。矿物燃料燃烧时大量排放硫,形成人造气溶胶,它改变了云,这或许起到了降低温度的作用。最后由于排放CFC引起平流层臭氧的变化可能也影响气候。

### 3 什么是温室气体? 为什么它们正在增加?

3.0.1 我们确信大气中温室气体浓度在冰期时间尺度上曾经自然地变化着,并且自工业化起由于人类活动它一直在增加。表1概括出了现在和工业化前的受人类活动影响的温室气体的浓度,变化速率和现在在大气中的存留时间。二氧化碳、甲烷和氧化亚氮都有重要的自然源和人类活动源,而氯氟烃仅是

工业制造的。

3.0.2 该表没有列出水汽和臭氧这两种重要的温室气体。水汽具有最大的温室效应,对流层中的水汽含量决定于全球尺度的气候系统的内在因素,不受人类的源和汇影响。水汽随着全球变暖而增加,并进一步加剧全球变暖。气候模式中包含有这样的过程。由于人为排放,平流层和对流层中的臭氧浓度都在变化,但难从现在的观测中确定这些变化的量。

3.0.3 一千年前到工业革命前,这些温室气体的含量相对来说是个常数。然而,由于世界人口的增加,世界变得更加工业化。农业也发展,温室气体载荷量明显增加。从下面几幅二氧化碳、甲烷、氧化亚氮和CFC-11的浓度变化图中可以看出这一点。

3.0.4 自工业革命起,因燃烧矿物燃料和砍伐森林已使大气中二氧化碳浓度增加了26%。我们知道目前矿物燃料源的数量,但却不能准确地估计出砍伐森林使二氧化碳增加的量。另外,尽管排放出的二氧化碳大约有一半存留在大气中,但我们不知道其余多少被海洋吸收,有多少被地球生物群吸收。对用作烟雾喷射剂、溶剂、致冷剂和泡沫发生剂的氯氟烃的排放也做了很好的了解。在发明氯氟烃以前的30年代,大气中不存在CFC。

3.0.5 我们对甲烷和氧化亚氮的源了解很少。由于种植水稻、饲养家畜、燃烧生物量、采煤和天然气的泄露,甲烷浓度已增加一倍多,矿物燃料燃烧也可能已通过降低从大气中清除甲烷的速度的化学作用使甲烷增加。自从工业化以来,氧化亚氮已增加8%,这大概是人类活动的结果;但我们不能具体指出那些源,农业生产也可能起一部分作用。

3.0.6 臭氧对气候的影响在对流层上层和平流层低层是最强的。模式计算结果表明,由于氧化亚氮、碳氢化合物和一氧化碳的人为排放,对流层上层中的臭氧量已经增加。虽然北半球地面上的臭氧随这些气体的排放而增加,但观测并不能证实预测的对流层上层臭

表 1 受人类活动影响的主要温室气体的总结

	二氧化碳	甲烷	CFC-11	CFC-12	氧化亚氮
大气浓度	ppmv	ppmv	pptv	pptv	ppbv
工业化前(1750—1800)	280	0.8	0	0	288
现在(1900)	353	1.72	280	484	310
每年变化率	1.8(0.5%)	0.015(0.9%)	9.5(4%)	17(4%)	0.8(0.25%)
在大气中的存留时间(年)	(50—200)*	10	65	130	150

ppmv=百万分之一体积;ppbv=十亿分之一体积;pptv=百亿分之一体积。

\* 海洋和生物圈吸收 CO<sub>2</sub> 的方式是不简单的,因此难以给出单一值,可参考主要报告的进一步讨论。

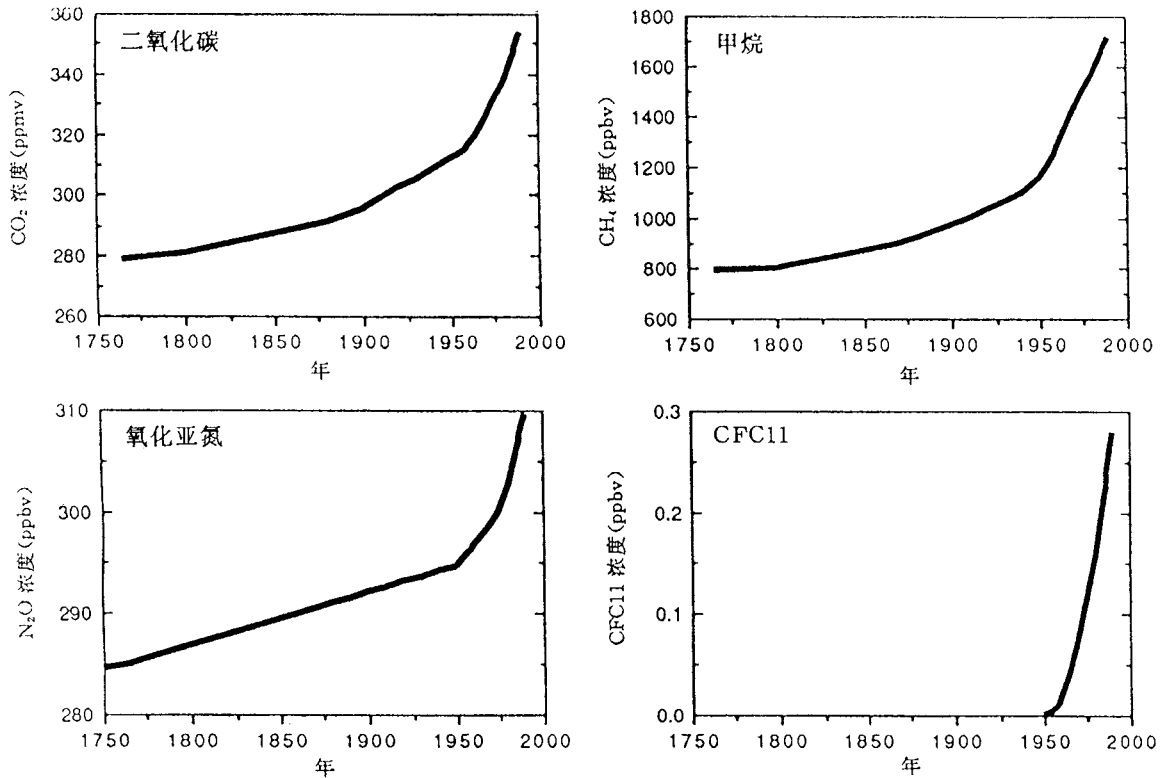


图 5 直到 18 世纪,二氧化碳和甲烷浓度基本保持常数,在此之后,由于人类活动的影响浓度明显呈上升趋势。自 18 世纪中叶,特别是近几十年,氧化亚氮浓度已经增加。30 年代以前大气中不存在 CFC

氧量的增加。由于缺少足够的观测,我们难以准确地定量表示对流层臭氧变化的气候影响。

3.0.7 在南半球高纬,平流层低层的臭氧由于 CFC 的影响,已明显减少;且存在全球尺度减少的迹象;尽管对此不太了解,但它可能也是由于 CFC 引起的。这些观测到的减少起到了使地表冷却的作用。因此略微抵消了预计由其它温室气体产生的变暖。在今后几十年里,由于 CFC 在大气中含量持续增加,平

流层臭氧可能进一步减少。

3.1 气体浓度、存留时间和稳定的维持

3.1.1 为了计算大气中人为排放的二氧化碳的浓度,我们利用计算机模式。该模式考虑了排放细节,还包括大气、海洋和地球生物圈之间二氧化碳输送过程。对其它温室气体则使用考虑大气中化学反应的影响的模式。

3.1.2 大气中气体的存留时间决定于它们在海洋、大气和生物圈中的源和汇。二氧化

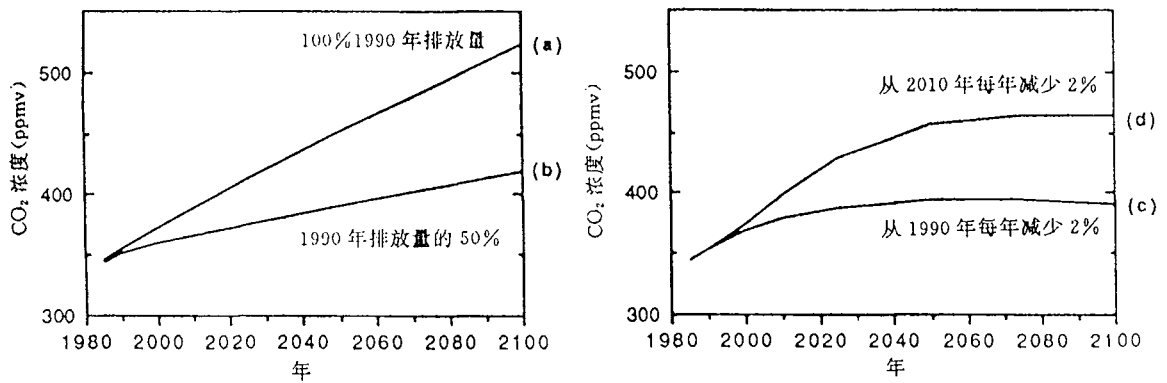


图 6 大气中矿物燃料排放的二氧化碳量及其浓度的关系。(a)以 1990 年的水平继续排放；(b)排放量减少到 1990 年水平的 50%，且维持这种排放量；(c)从 1990 年每年减少 2% 的排放量；(d)1990—2100 年排放量每年增加 2%，然后从 2010 年起每年减少 2%

碳、氯氟烃和氧化亚氮只能缓慢地从大气中消除。因此随着排放量的改变，需要几十年到几个世纪的时间才能完全调整好它们在大气中的浓度。即使二氧化碳的人为排放量被控制在 1990 年的水平，到 2100 年人类活动仍使二氧化碳浓度明显地增加一半左右。

3.1.3 相反，某些 CFC 代用品和甲烷的大气存留时间相对较短，以致在几十年里它们的大气浓度就可与排放量的变化完全适应。

3.1.4 为了清楚地说明排放量—浓度的关系，假设矿物排放的二氧化碳的变化如图 6 所示：(a)全球继续以 1990 年的水平排放；(b)控制在 1990 年排放水平的一半；(c)从 1990 年起每年减少 2% 的排放量；(d)1990—2010 年排放量每年增加 2%，然后从 2010 年起每年减少 2%。

3.1.5 目前排放量的持续增加将迫使我们承担未来浓度增加的责任。排放量持续增加时间愈长，将来为使浓度稳定在一定水平所必须减少的排放量就愈多，如果存在临界浓度就不应超过它，尽早地减少排放量，比以后再这样做更有效些。

3.1.6 “大气的稳定化”一词常用来描述把温室气体浓度限制在一定水平，为使温室气体浓度维持在目前的水平，必须减少温室气体的人为排放量，如表 2 所示。不难看出对大多数气体来讲必须减少相当多。

表 2 大气浓度的稳定化

为使浓度稳定在目前的水平，需要减少的温室气体的人为排放量如下：

二氧化碳	>60%
甲烷	15—20%
氧化亚氮	70—80%
CFC-11	70—75%
CFC-12	75—85%
HCFC-22	40—50%

需要指出，正如下一节所解释的那样，每一种气体的稳定化对气候有不同影响。

## 3.2 未来温室气体丰度将如何变化？

3.2.1 为估计未来的气候变化，我们需要知道未来温室气体浓度。就象已经谈到的，这些气体的浓度依赖于人为排放量和气候如何变化；而其它环境条件则可能影响生物圈的各种过程。这些过程控制了自然温室气体，包括二氧化碳和甲烷在大气、海洋和地球生物圈之间的交换——温室气体反馈。

3.2.2 IPCC 第Ⅲ工作组提出了未来人为排放的四种构想。第一种构想假定不采取任何措施限制温室气体的排放，因此称作照常排放方案(BaU)(应该指出的是由第Ⅲ工作组所做的二氧化碳和甲烷排放的各国预报的总和，使全球排放较照常排放方案高 10%—20%)。其它三种构想则假定逐步增加控制程度以减少排放量的增长，被称之为方案 B、方案 C 和方案 D。附录中简单地描述了这些方

案。由这四种排放方案推测出的未来某些温室气体的浓度如图 7 所示。

### 3.3 温室气体反馈

3.3.1 下面这几段讨论了某些可能的反馈机制;这些反馈可改变未来变暖世界里的温室气体浓度。

3.3.2 如果较高的温度以比光合作用要快的速率增加氧化作用,或植物种群,特别是大森林,不能迅速适应气候变化,则地球生态系统中的二氧化碳净排放量将增加。

3.3.3 在温暖的条件下贮存有大量碳的冻土和北部地区大气中二氧化碳的净通量可能特别明显。然而如果大气中二氧化碳丰富性较高可以提高自然生态系统的生产力,则出现相反的情形。换句话说,土壤水分的增加刺激了干燥生态系统中的植物生长,从而增加了冻土泥炭中碳的含量。生态系统可以滞留多少大气中正在增加着的碳仍待确定。

3.3.4 如果海洋变暖,由于以下变化它们吸收的二氧化碳可能减少。这些变化包括(i)海水中二氧化碳的化学变化;(ii)表层海水中生物活动的变化;(iii)表层海洋和深海之间二氧化碳交换率的变化。最后一种变化取决于海洋深水团形成的速度。例如在北大西洋,由于气候变化造成盐度降低,可使深水团的形成速度降低。

3.3.5 天然湿地和稻田的甲烷排放量对温度和土壤湿度特别敏感。在温度较高或土壤湿度增加的情况下,排放量明显增大,相反,土壤湿度减少,排放量也减少。温度较高可能会增加北半球高纬永冻土中贮存的可分解的有机物和甲烷水合物中甲烷的排放量。

3.3.6 正如前面所述,冰芯记录表明甲烷和二氧化碳浓度的变化类似冰期和间冰期的温度的变化。

3.3.7 尽管对这些反馈过程的许多方面知之甚少,但总的来看,在变暖的世界里它们增加了而不是降低了温室气体的浓度。

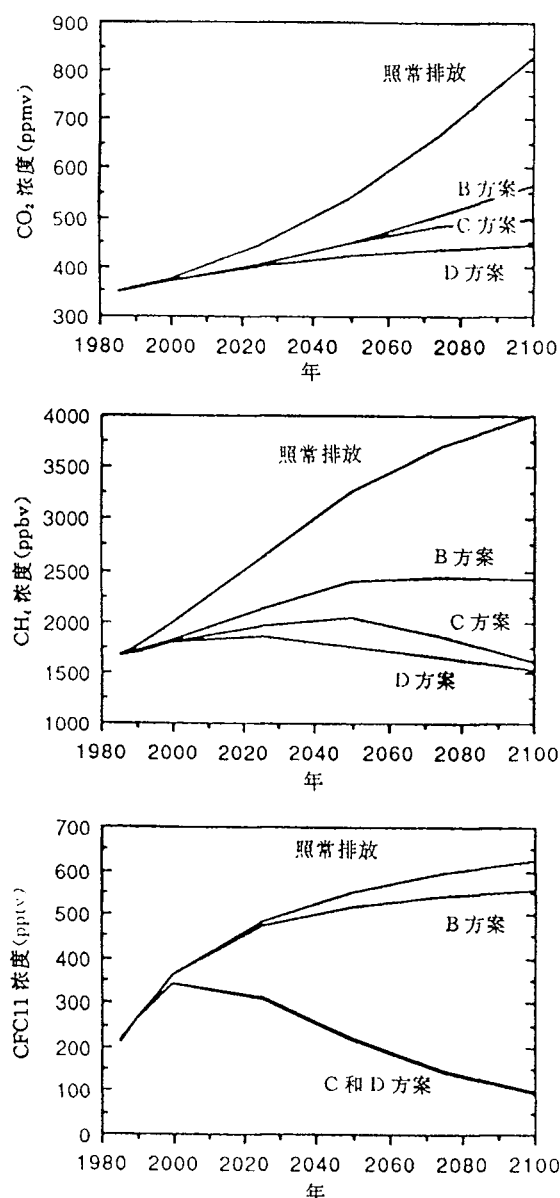


图 7 由 IPCC 四种排放构想得到的二氧化碳、甲烷和 CFC-11 浓度

## 4 哪些气体最重要?

4.0.1 我们确信,温室气体浓度增加就会加强辐射强迫。我们可以计算出辐射强迫。这比计算气候变化更有把握。因为前者可避免估算知之甚少的大气响应。这样我们就有了计算现在大气中每一种气体浓度增加对气候的相对影响的基础。这些相对影响差别很大,从单个分子来看,甲烷约是二氧化碳的 21 倍,约是 CFC-11 的 12000 倍,用千克/千克比,甲烷和 CFC-11 相对于二氧化碳的相应

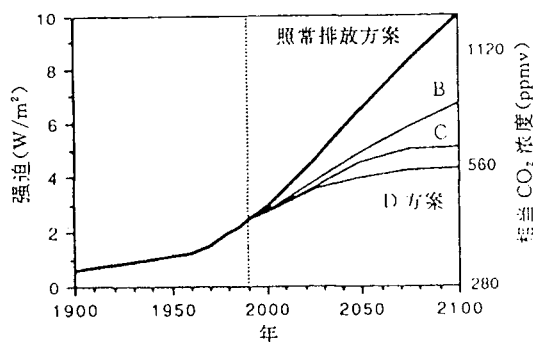


图 8 由 IPCC 四种排放构想得到的辐射强迫,并用相当二氧化碳浓度表示

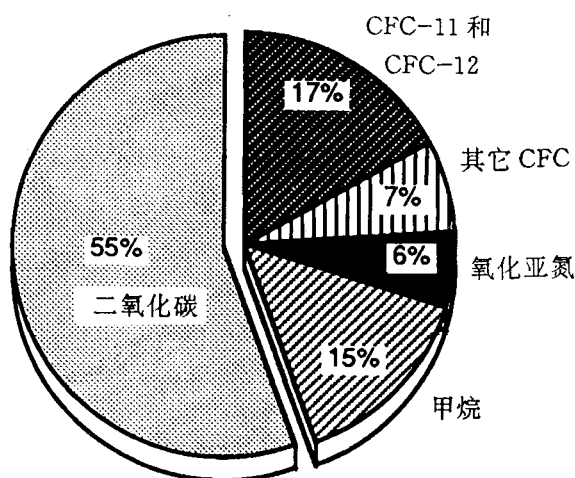


图 9 1980—1990 年每种人造温室气体对辐射强迫的贡献。臭氧的贡献或许也重要,但目前不能定量表示出来

值分别是 58 和 4000。在报告全文中可以看到其它温室气体的值。

4.0.2 任何时候总的辐射强迫都是各种温室气体辐射强迫的总和。图 8 显示出(根据温室气体的观测)这个量过去曾是怎样变化的(根据 IPCC 的四种构想方案)和未来它将如何变化。为简单起见,我们可以用可表征总辐射强迫的二氧化碳含量,称为相当二氧化碳浓度,表示总辐射强迫。自工业化时代起(18 世纪中叶),温室气体一直在增加,现在已相当于二氧化碳增加了 50%左右。不过二氧化碳本身只增加了 26%,余额是其它气体增加所致。

4.0.3 80 年代,各种气体对气候强迫总增加的贡献如图 9 所示,二氧化碳约占一半(臭

氧的影响也许重要,但并未包括在内)。

#### 4.1 如何评价不同温室气体的影响?

4.1.1 为了评价各种可供选择的政策,知道每一种等排放量温室气体的相对辐射影响(因而知道其潜在的气候影响)是有用的,同时这里提出了相对“全球增暖潜势(GWP)”的概念,它考虑了每种气体在大气中的不同存留时间。

4.1.2 这个指数定义了由于瞬时释放单位质量(1 千克)目前大气中的某一给定温室气体其随时间的累积的相对于  $\text{CO}_2$  作用的增暖效应,当大气成分改变时,其相对重要性未来也将改变。因为尽管辐射强迫的增加与 CFC 的浓度成正比,但其它温室气体(特别是二氧化碳)对强迫的影响要比这个比例小得多。

4.1.3 为了考虑不同时间尺度温室气体对气候的累积效应,表 3 给出三个时段的 GWP 值,可以看出与累积效应相适应的时段愈长,对排放量短期变化响应的的时间尺度愈短。在设计和计算 GWP 值时有许多实际困难,这里给出的数值应看成是初步的。除人为排放的直接影响外,还有由各种成分之间的化学作用产生的人为排放的间接影响。这些估计值包含有对平流层中的水汽、二氧化碳和对流层中的臭氧的间接影响。

表 3 全球增暖潜力

排放一千克每一种气体相对于  $\text{CO}_2$  的增暖效应。这些数值是根据目前大气成分计算出的最佳值。

	时间尺度		
	20 年	100 年	500 年
二氧化碳	1	1	1
甲烷(包括间接影响)	63	21	9
氧化亚氮	270	290	190
CFC-11	4500	3500	1500
CFC-12	7100	7300	4500
HCFC-22	4100	1500	510
其它 CFC 和其替代品的全球增暖潜力在全文中给出			

表 4 1990 年人类排放量的相对累积气候效应

	GWP(100 年尺度)	1990 年的排放量(Tg)	100 年后的相对贡献
二氧化碳	1	26000 <sup>2)</sup>	61%
甲烷 <sup>1)</sup>	21	300	15%
氧化亚氮	290	6	4%
CFC	不定	0.9	11%
CFC-22	1500	0.1	0.5%
其它气体 <sup>1)</sup>	不定		8.5%

1) 这些值包括这些气体排放量通过大气化学反应对其它温室气体的间接影响,这些估计值很大程度上依赖于模式,应该看作是初步的并是可以改变的,所估计出的臭氧的影响包括在“其它气体”中。“其它气体”所包括的气体在报告全文给出。

2) 26000Tg(10<sup>12</sup>克)二氧化碳=7000Tg(=7Gt)碳

表 5 温室气体的特征

气 体	是主要贡献者吗?	存留时间长吗?	知道源吗?
二氧化碳	是	长	是
甲烷	是	不长	半定性地
氧化亚氮	现在不是	长	定性地
CFC	是	长	是
HCFC 等	现在不是	基本上不长	是
臭氧	可能是	不长	定性地

4.1.4 例如,表中显示出甲烷在释放后,其影响气候的效力在前几十年较大,而存留时间较长的氧化亚氮的排放量将在更长的时期内影响气候。被推荐的 CFC 的替代品的存留时间在 1 年到 40 年之间。存留时间较长的 CFC 替代品作为气候变化的动因仍有潜在的效力。例如,HCFC-22(存留时间为 15 年)在 20 年时间尺度上与 CFC-11 的影响非常类似(排放量一样时)。而在 500 年时间尺度上影响就小些。

4.1.5 尽管该表显示二氧化碳是每排放一千克温室气体中效力最小的,但它对全球变暖的贡献,即 GWP 值和排放量的乘积是最大的。如表 4 给出 1990 年各种温室气体的排放量在 100 年后相对于二氧化碳的效应。这说明为比较不同排放方案的效应,我们必须将未来产生的排放效应加起来。

4.1.6 还有一些其它的技术标准可以帮助决策者决定减少那些必须考虑要减少的气

体,这种气体是否在很大程度上对目前和未来的气候强迫有贡献?它的存留时间是否长,以致愈早减少排放量比以后更有效些?对它的源和汇是否有足够的了解,以便决定实际上应该控制源还是汇?表 5 列出了这些因素。

## 5 我们预期气候有多大改变?

5.0.1 相对来讲,预报因温室气体增加引起辐射强迫增加的直接影响不难,然而气候变暖时,各种过程对变暖起放大(通过正反馈)或减弱(通过负反馈)的作用,已知的主要反馈是由水汽、海冰、云和海洋的变化引起的。

5.0.2 我们现有的最好工具是考虑上述反馈(但未包括温室气体反馈)的气候系统(大气-海洋-冰雪-陆地)的三维数学模式,称为大气环流模式(GCM)。这些模式将我们所掌握的有关气候系统的物理过程和动力过程的所有知识综合在一起,并且考虑了系统各成员之间复杂的相互作用。然而,目前这些模式对许多过程的描述仍比较粗糙;正因为这样,我们对气候变化的预测仍有相当大的不确定性,这反映在所给值有一定变化范围上,下一章有更详细的内容。

5.0.3 这里所给出的气候变化的估计是根据:

- 1) 从模式模拟。反馈分析和观测所考虑的问题中(见下页框中的“我们使用什么工具?”)得到平衡态气候敏感性(即由大气中二氧化碳加倍引起的平衡温度变化)的“最佳估计”。
- 2) 一个有“箱式扩散涌升流”的海洋-大气气候模式,该模式把温室强迫转换为描述气候敏感性的温度响应的演变(这个简单模式已用更复杂的大气-海洋耦合模式检验过对一些状况的模拟)。

## 5.1 全球气候会多么快地变化?

### a 如果采用照常排放的构想

5.1.1 当温室气体按 IPCC 的照常排放构想(方案 A)排放,估计下一世纪中全球平均



## 我们使用什么工具预报未来气候？怎样使用它们？

预报未来气候最有发展前途的工具是大气环流模式(GCM),这些模式以物理定律为基础,并用简化的物理项(称为参数化)描述较小尺度的过程。如云和海洋中深层混合过程,在气候模式中大气部分(基本上与天气预报模式一样)要与海洋模式耦合,这种耦合是相当复杂的。

气候预报与天气预报不同,天气预报模式以某一给定时间的精细的大气状况为初值,预报出10天或更长时间的大气状态的演变。尽管这种预报不能重现尺度非常小的现象,如单个阵雨云,但能描写出天气系统的运动和发展。

为了做好气候预报,气候模式首先得运算(模拟)几十年,将模式模拟的气候,即模式输出的统计特征与实际大气和海洋的气候进行比较,如果模式气候与实际气候比较相似,表示模式比较好,这样增加模式中温室气体的浓度,并重复上述实验,用两次模拟统计结果(如平均温度和季节内变率)之间的差即可估计出温室气体增加对气候的影响。

一般用二氧化碳加倍(称为气候敏感性)实验得出的地表气温的长期变化作为模式好坏比较的标准。模式的研究结果变化于 $1.9\text{--}5.2^{\circ}\text{C}$ 之间,大多数接近 $4.0^{\circ}\text{C}$ ,但最近用于有较细致但不很精确的云过程重现的模式得出的结果落在上述范围的下半部分,因此模式结果并没有证明需要改变以前接受的 $1.5\text{--}4.5^{\circ}\text{C}$ 的变化范围。

尽管科学家们不愿意在这个范围内给出一个单一的最佳估计值,但必须做出气候预报的最佳选择,考虑到模式结果,同时考虑过去一百年来的观测证据,其观测证据亦落在气候敏感性提出的范围的下半部分(参看“人类已经开始改变全球气候了吗?”一节),从而选择 $2.5^{\circ}\text{C}$ 做气候敏感性的最佳估计值。

在这篇评估报告中,为了做出各种排放构想引起的全球温度随时间变化的预测,我们还使用了许多简单的能模仿GCM的模式,这些所谓的箱式扩散模式虽包括高度简化的物理过程,但就全球平均而言,却给出了与GCM类似的结果。

一个有使用潜力但与上面完全不同的预报未来气候的方法是寻找过去某段时期全球平均温度与未来我们预期的全球平均温度相似的气候型,然后把过去的空间型当作未来将出现的空间型的相似型,对一个好的相似型来说,其强迫因子(如温室气体,轨道变化)和其它条件(如冰盖,地形等)也必须相似,不考虑这些条件而直接用气候状况相比是难以令人接受的,迄今为止还未找到未来因温室气体变化引起气候变化的相似型。

因此我们不提倡用古气候做未来温室气体增加引起的区域气候变化的预报。然而古气候的信息可以增加我们对气候过程的了解且可用来检验气候模式。

温度的平均增长率是每十年 $0.3^{\circ}\text{C}$ 左右(在 $0.2\text{--}0.5^{\circ}\text{C}$ 范围内)。这将使2025年的全球平均温度较现在高 $1^{\circ}\text{C}$ 左右(较工业化前高 $2^{\circ}\text{C}$ 左右)。使下一世纪末的全球平均温度较现在高 $3^{\circ}\text{C}$ (较工业化前高 $4^{\circ}\text{C}$ 左右)。

5.1.2 图10给出直到2100年对气候响应的温度升高的上限下限和最佳估计值。由于

影响气候的其它因素,我们不能期望温度呈稳定升高。

5.1.3 图10所示温度升高值是可能实现的温度,任何时候我们都承受着温度向平衡温度进一步升高(见下面的“平衡的和可能实现的气候变化”框)。例如,拿照常排放构想的“最佳估计值”来看,期望2030年温度较平衡

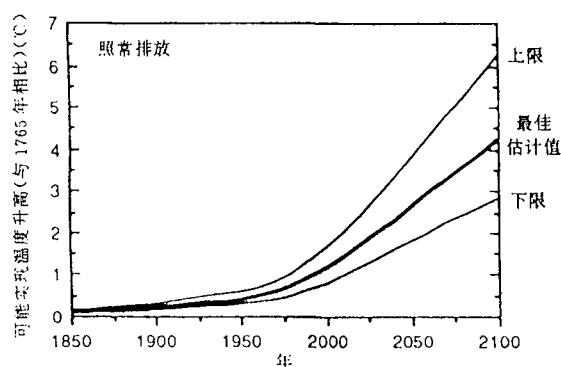


图 10 根据观测到的温室气体增加量模拟出的 1850—1990 年全球平均温度上升和根据照常排放构想预报的 1990—2100 年全球平均温度的上升

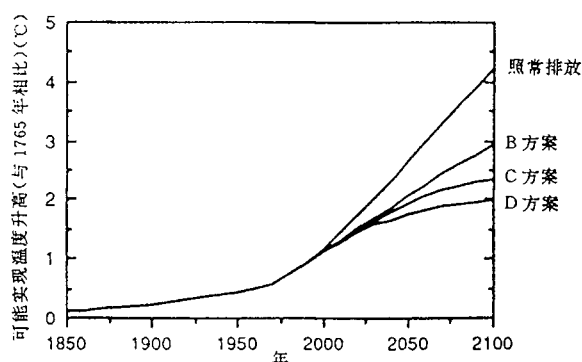


图 11 根据观测到的温室气体增加量模拟出的 1850—1990 年的全球平均温度的上升,以及根据 IPCC 排放方案 B、C、D 预测的 1990—2100 年之间温度上升值并与照常排放构想的结果比较

温度升高  $0.9^{\circ}\text{C}$ , 而到 2050 年这种向平衡温度的进一步升高可达到  $0.2^{\circ}\text{C}$  左右(除温室气体进一步增加引起变化外), 其余的可能在几十年或几世纪中实现。

5.1.4 即使从现在起我们能够将每一种温室气体的浓度稳定在目前的水平, 预报出的温度在最初几十年里仍将以每十年上升约  $0.2^{\circ}\text{C}$  的速率升高。

5.1.5 2030 年因全球变暖还将导致全球平均降水和蒸发增加百分之几。预计海冰和雪的面积将减少。

#### b 如果排放受到控制

5.1.6 其它 IPCC 排放构想均假定逐步增

加控制程度, 这样估计下一世纪全球平均温度的平均升高率分别是每十年  $0.2^{\circ}\text{C}$  (方案 B),  $0.1^{\circ}\text{C}$  以上 (方案 C) 和  $0.1^{\circ}\text{C}$  左右 (方案 D)。结果如图 11 所示, 并将它们与照常排放方案的结果比较, 每种方案仅给出温度升高的最佳估计值。

5.1.7 在该图所给出的全球温度升高中, 所指出的不确定性的变化范围反映了对气候响应的计算中不确定性的主观判断, 并未包括那些因排放使浓度的变化所产生的不确定性, 也没包括温室气体反馈的影响。

### 5.2 2030 年气候变化的形式是什么样的?

5.2.1 仅有全球平均变暖和降水变化的知识, 使确定气候变化的影响, 如对农业的影响受到了限制, 为此我们需要知道这些变化的区域性与季节性。

5.2.2 模式预报出地表空气比海表空气变暖快, 变暖最小的地区是大西洋周围和北太平洋地区。

5.2.3 有一些大陆尺度的变化, 与用最高分辨率的模式预报出的一致, 为此, 我们认识了一些物理原因。预报出的冬季高纬(北半球)变暖比全球平均大  $50\%—100\%$ 。夏季在海冰区基本上比全球平均变暖小。冬季在中高纬大陆上预报出的降水平均来讲是增加的(在  $30—55^{\circ}\text{N}$ , 大约增加  $5\%—10\%$ )。

5.2.4 IPCC 选择了 5 个区域作特殊研究, 每个区域有几百万平方公里, 代表不同的气候特征(见下面方框中的地图)。下面的方框里给出了用照常排放构想预报出的 2030 年这 5 个区的温度、降水和土壤湿度的平均变化。区域内部存在着相当大的变化, 一般对这些区域的估计, 特别是对降水和土壤湿度变化的估计把握性不大。所给出的都是最佳估计值。我们还不能给出对影响的可靠判断所需的较小尺度的区域预报。

### 5.3 气候极值和极端事件怎样变化?

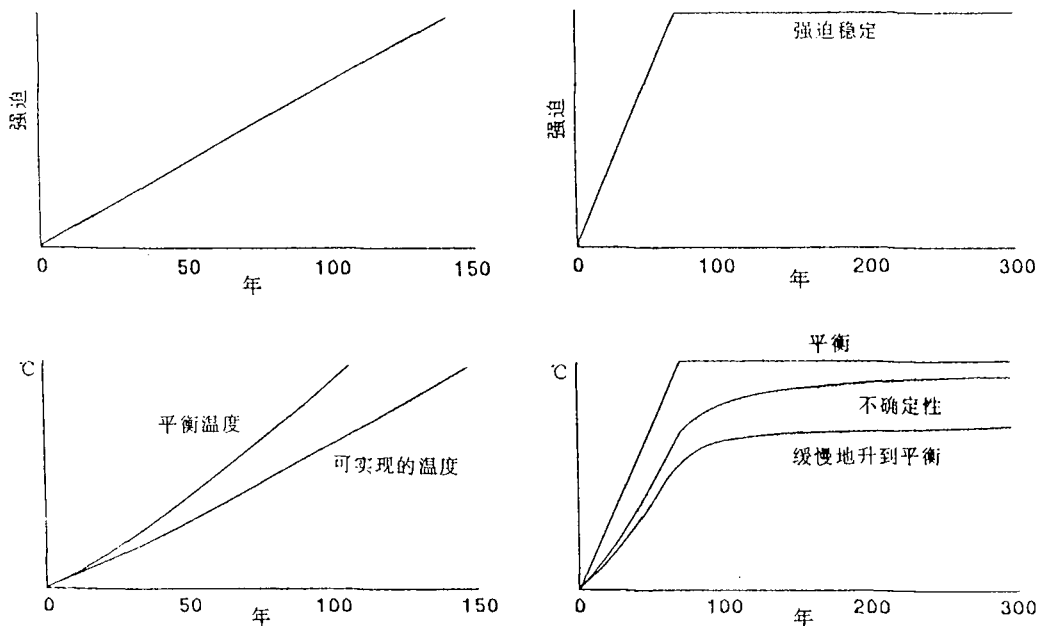
5.3.1 在一特定地区大气变率和极值频率

## 平衡气候变化和可能实现的气候变化

如果地气系统的辐射强迫改变了,例如温室气体浓度增加,大气将立即(通过变暖)响应,但大气与海洋是紧紧联系在一起的,所以温室效应使空气变暖,海洋也不得不变暖,但由于海洋的热容量大,它需要几十年或几个世纪的时间才变暖。这种大气和海洋之间的热交换延缓了温室效应引起的温度升高。

例如,假定大气中温室气体浓度保持一段时间不变后,突然上升到一新的水平,并维持在此水平上,则辐射强迫也会迅速上升到一新水平。由于辐射强迫增加,使大气和海洋变暖,最后达到一新的稳定的温度。一旦温室气体浓度变化,迫使平衡温度升高出现了,但在达到平衡以前的任何时候,实际温度的上升仅可能是平衡温度变化的一部分,这可以称为可能实现的温度变化。

就目前辐射强迫近似于稳定增加的情况来看,如气候敏感性(对二氧化碳加倍的响应)是  $4.5^{\circ}\text{C}$ ,模式预报的任何时候可能实现的温度升高大约是假定温度变化的 50%左右;如气候敏感性是  $1.5^{\circ}\text{C}$ ,则可能实现的温度升高大约是 80%左右。如果辐射强迫是常数,温度将持续缓慢地升高,但不敢断定继续上升到平衡状态是否要花几十年或几个世纪的时间。



的变化通常比平均气候的变化影响更大。除强降雨的次数增加外,没有任何明显的迹象表明未来天气变率会改变,就温度而言,假定其变率没有改变,但随着平均值的适当增加,温度高于给定高温极值的日数将显著增加;同样,低于低温极值的日数将减少。所以在天气变率没有任何变化的情况下,非常炎热的白天或寒冷夜晚的天数实际也会变化。出现

土壤湿度(某些农作物能生存的)最低临界值的日数甚至比平均降水和蒸发更敏感。

5.3.2 大尺度天气系统,如低压路径和反气旋,出现位置的偏移,可能会影响某一特定地区的天气变率和极值,还可能有更大的影响。然而我们不知道这是否会出现,或以什么方式出现。

## 2030 年气候变化的估计

(IPCC 照常排放构想:相对于工业化前的变化)

下面的数据是根据高分辨率模式结果并调整到与 2030 年全球平均增暖  $1.8^{\circ}\text{C}$  的最佳估计相一致,为得到与全球温度升高的其它估计值一致的数值,下面的数值应将下限估计值减少 30%,或将上限估计值增加 50%,降水估计也按同样方式调整。

### 对这些区域的估计值的可信度是低的

北美洲中部( $30^{\circ}\text{--}50^{\circ}\text{N}$ ,  $85^{\circ}\text{--}105^{\circ}\text{W}$ )

冬季变暖  $2\text{--}4^{\circ}\text{C}$ ,夏季变暖  $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$ ,冬季降水增加  $0\text{--}15\%$ ,而夏季降水减少  $5\%\text{--}10\%$ ,土壤湿度夏季减少  $15\%\text{--}20\%$ 。

南亚( $5^{\circ}\text{--}3^{\circ}\text{N}$ ,  $70^{\circ}\text{--}105^{\circ}\text{E}$ )

全球变暖  $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$ ,冬季降水变化很小,夏季降水一般全区增加  $5\%\text{--}15\%$ ,夏季土壤湿度增加  $5\%\text{--}10\%$ 。

萨赫勒( $10^{\circ}\text{--}20^{\circ}\text{N}$ ,  $20^{\circ}\text{W--}40^{\circ}\text{E}$ )

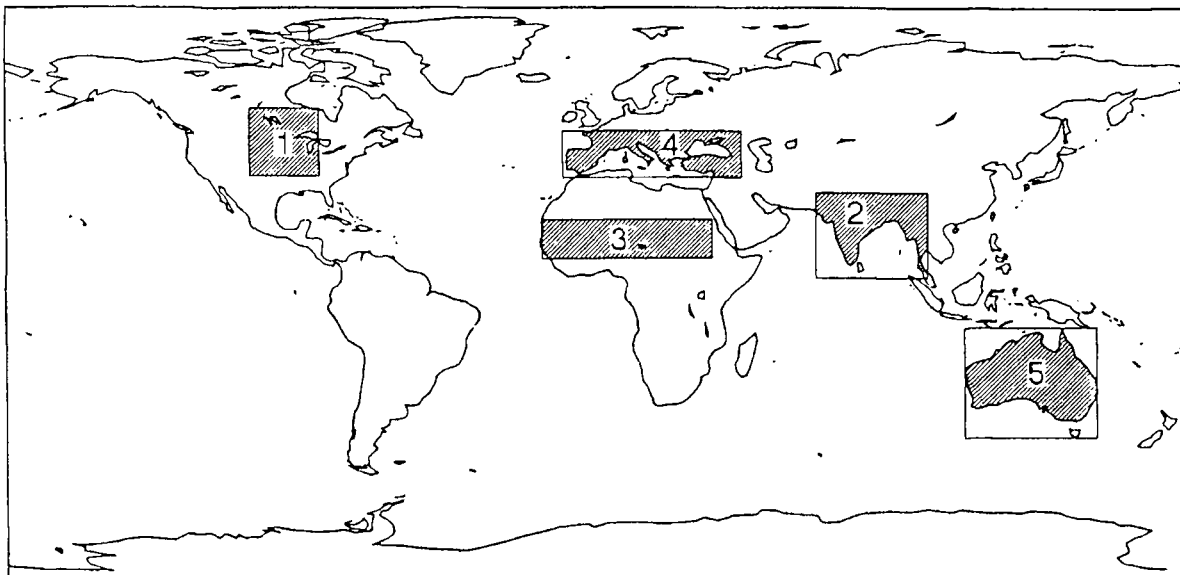
变暖  $1\text{--}3^{\circ}\text{C}$ ,夏季区域平均降水量增加,区域平均土壤湿度略有减少,然而整个区域取同样参数时既有增加的地方,又有减少的地方。

欧洲南部( $35^{\circ}\text{--}50^{\circ}\text{N}$ ,  $10^{\circ}\text{W--}45^{\circ}\text{E}$ )

冬季变暖  $2^{\circ}\text{C}$  左右,夏季变暖  $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$ ,有一些冬季降水增加的迹象,但夏季降水减少  $5\%\text{--}15\%$ ,夏季土壤湿度减少  $15\%\text{--}25\%$ 。

澳大利亚( $12^{\circ}\text{--}45^{\circ}\text{S}$ ,  $110^{\circ}\text{--}155^{\circ}\text{E}$ )

夏季变暖  $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$ ,冬季变暖  $2^{\circ}\text{C}$  左右,夏季降水增加  $10\%$  左右,各个模式对土壤湿度变化的估计不一致,区域平均平滑掉了次大陆尺度的巨大变化。



IPCC 所选 5 个区域的位置和范围示意图

## 5.4 在更暖的世界里风暴会增加吗?

5.4.1 风暴对社会有较大的影响,它们的频率、强度和局地性在较暖的世界里会增加吗?

5.4.2 热带风暴即台风和飓风,目前仅在温度高于 26℃ 的暖洋面上发展,尽管随着全球变暖,温度在此临界值(26℃)之上的海区会增加,但在暖世界里,临界温度本身可能也会升高。虽然理论上最大强度随温度增加而增加,但气候模式却对气候变化时的热带风暴的频率和强度是增加还是减少均没给出一致的结果。况且在过去的几十年里也没有什么迹象表明已出现这种情况。

5.4.3 中纬度风暴即那些途经北大西洋和北太平洋的风暴。中纬度风暴由赤道一极地的温度对比驱动,由于在暖世界里这种温度对比(至少在北半球)会减弱,中纬度风暴可能会变弱或改变其路径;尽管每个模式模拟出的气候变化型式不同,但都有冬季中纬度风暴的逐日变率在减少的迹象。目前所用的模式分辨不出更小尺度的扰动,所以不能判断风暴强度的变化;只有今后几年从高分辨率模式的结果中才可能判断出风暴强度的变化。

## 5.5 更长期的气候变化

5.5.1 前面的计算集中于从现在到 2100 年这段时间,显然,计算 2100 年以后的气候变化更困难。尽管预报的全球温度升高的时间变化有不确定性,但可以肯定温度最终将升高。某些模式计算 100 年以上,结果表明随着温室气候强迫的持续增加,海洋环流,包括北大西洋深水团的形成可能有显著变化。

## 5.6 影响未来气候的其它因素

5.6.1 太阳射出的太阳能的变化可能也影响气候。在十年尺度上,太阳活动和温室气体浓度的变化可能造成同样大小的气候变化。然而在更长的时间尺度,太阳强度变化的影响减弱,以致温室气体的增加似乎更重要。火山

喷发形成的气溶胶可以使地表冷却,使温室变暖延缓几年,在更长的时间内,温室增暖似乎重新又处于支配地位。

5.6.2 人类活动主要是通过排放硫正在使低层大气中的气溶胶增加,气溶胶增加有两种难以定量表示的影响,它们对区域尺度的预报可能特别重要。其一是气溶胶对大气散射和吸收辐射的直接影响;其二是气溶胶影响云的微物理过程使云反射率增加的间接影响。这两种影响可能都会引起明显的区域冷却;预计硫排放的减少可能使全球温度增高。

5.6.3 由于气候系统的不同成员之间,如海气之间的长期耦合,在没有任何外界扰动的影响下,地球气候仍会变化,这种自然变率起到了增加或减少人为增暖的作用;但在一个世纪的时间尺度上,它小于温室气体增加引起的变化。

## 6 我们对预测有多大信心?

6.0.1 上述气候预测中的不确定性是由于对下面问题缺少了解造成的。

- 未来人为排放速度;
- 人为排放速度怎样改变大气中温室气体的浓度;
- 气候对浓度变化的响应。

6.0.2 首先,气候变化的程度很明显地依赖于温室气体(和其它影响气候变化的气体)以什么样的速度排放。相反,排放速度则由各种复杂的经济和社会因素决定。IPCC 已制定了未来的排放构想,在附录中详述了各种排放方案。

6.0.3 第二,因为我们尚未充分了解温室气体的源和汇,对某一给定排放构想其未来浓度的计算结果中存在不确定性,我们利用若干模式计算每一种气体的浓度并选择一个最佳的估计值,例如就二氧化碳来看,根据照常排放构想,在 1990 年和 2070 年之间二氧化碳浓度增加几乎是模式最高值和最低值之差(相当于辐射强迫变化 50%左右)的两倍。

6.0.4 此外,由于温室气体的自然源和汇对

## 用气候模式作预报的可信度

象模式告诉我们的那样,我们对温室气体增加引起气候变化有什么把握呢?天气预报可以与后一天实际天气比较并作出技术评估。但气候预报我们不能这样做。然而有几个指标使得我们对气候模式的预报有一些把握。

根据目前大气中温室气体的浓度和观测到的边界条件用最新的大气模式计算的结果表明,它基本上能模拟出现代气候的大尺度特征,如湿热带辐合带和中纬度低压带以及冬夏环流的对比等。模式还模拟出观测到的变率,如中纬度低压带中气压较大的日际变化和彼此完全不同的冬季造成的年际变率的最大值,然而所有模式在区域尺度上( $<2000\text{km}$ )都有明显误差。

大气模式能较满意地描绘出大气变率,例如与海面温度变化有关的大气变率,这使我们的信心增强,对海洋环流,包括主要洋流的结构(尽管强度不一致)和海洋里示踪物的分布的模拟已有一些进展。

在假定模式误差与变化中的气候相同的基础上,已将大气模式与简单的海洋模式耦合,来预报对温室气体的平衡响应,这类耦合模式有能力模拟上一冰期气候的重要事实,显示了它们的可靠性。大气模式与多层海洋模式相耦合(即耦合海气 GCM)可以预报对温室气体增加的逐渐响应。尽管目前模式的分辨率相对还很粗,但却可以较好地模拟出海洋和大气的大尺度结构。然而海洋模式和大气模式的耦合暴露了对小尺度误差有很强的敏感性。使结果漂离观测到的气候。目前必须靠调整海气之间的热交换来去掉这些误差。简单的海气耦合模式和复杂的海气耦合模式的结果之间有相似之处,这使我们对结果有一些把握。

气候变化很敏感,它们实际上也可能改变未来温室气体的浓度(见前面温室气体反馈部分),似乎气候变暖时,这些反馈过程将导致自然温室气体数量增加而不是减少,正因为如此,气候变化可能比上面估计得更大些。

6.0.5 第三,气候模式仅包含我们已了解的对气候有影响的过程,这与真实情况还差得很远,上面所给的气候预测的变化范围就反映了因模式不完善所产生的估计不准确。最大的缺陷是云反馈(影响云量、云分布和云与太阳辐射和地球辐射的相互作用的那些因素)。变暖幅度的不确定性有一半是由它引起的。其它则来自于大气和海洋,大气和地表,海洋上层与深层之间的能量交换。模式对海冰和对流的处理也很粗糙。尽管如此,根据下面方框中给出的理由,我们仍坚信模式至少能预报出气候变化的大尺度特征。

6.0.6 最后,我们必须清楚地认识到,由于我们对气候过程(和模拟它们的能力)了解得不够全面,可能使我们容易受到突然袭击;南极人为影响产生的臭氧洞完全没预报出来就是一例。特别对导致上一冰期结束后气候比较迅速变化的海洋环流观测不多,了解不够或者是模拟不出来。

## 7 未来气候会与现在非常不同吗?

7.0.1 考虑未来气候变化时,先考查一下过去气候变化的记录显然很重要。从这些记录中,我们可以知道自然变率的大小,看看如何将它与我们的未来状况进行比较,并寻找最近由人类引起的气候变化的证据。

7.0.2 从亿年到年与年间,在各种时间尺度上都存在自然气候变化。地球历史中明显的气候变化是10,000年前的冰期—间冰期的循

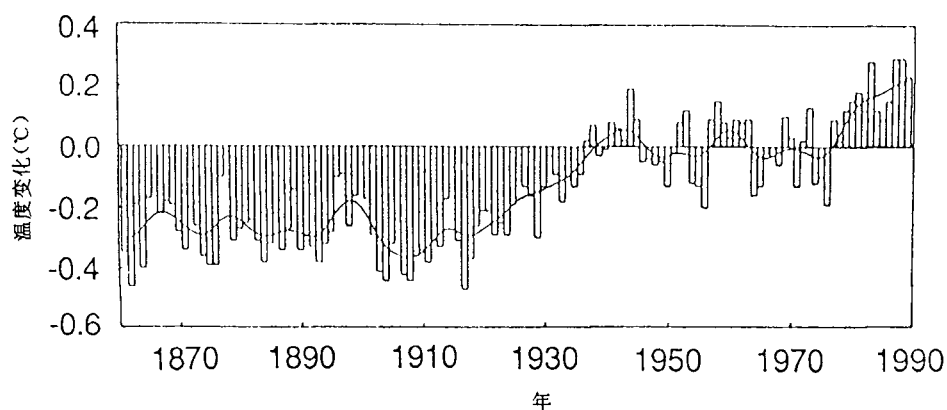


图 12 1861—1989 年全球平均陆面和海面气温(相对于 1951—1980 年的平均值)

环,那时的气候比现在冷得多。在循环过程中,全球地表温度的典型变化是 5—7℃,并伴有冰体积和海平面的巨大变化;在北半球中高纬的某些地区温度变化甚至高达 10—15℃,约 10,000 年前,自上一次冰期结束以来,全球地面温度可能一直以略大于 1℃ 的振幅振动。某些振动已持续了几个世纪,其中包括小冰期。小冰期结束于十九世纪,它是全球性的。

7.0.3 按照常排放构想使温室气体的浓度增加,预报出下一世纪中叶,全球平均温度比近 150,000 年的全球平均温度还高。

7.0.4 由照常排放构想预报出的全球温度变率比近 10,000 年地球上出现的自然变率要大得多,且海平面升高比近 100 年所见的要快 3—6 倍。

## 8 人类活动已开始改变全球气候了吗?

8.0.1 由于仪器发展较慢,直到十九世纪中叶,才开始有连续仪器观测的地面温度资料。由于测量方法不同,历史记录必须要与现代观测资料相协调。这带来了一些不确定性。尽管存在这些问题,我们仍相信过去一百年来全球确实变暖 0.3—0.6℃,都市化产生的各种影响似乎小于 0.05℃。

8.0.2 再者,从三个独立的资料序列中发现 1900 年以后都有温度上升趋势。图 12 给出

了自 1860 年以来陆地与海洋上的经过平滑的全球平均地表温度。它们与最近卫星测量到的对流层中层温度类似。这增加了记录的可信度。

8.0.3 尽管两个半球温度上升总趋势大体上类似,但并不稳定,两者变暖速度的差异有时持续几十年。1900 年以后,明显的变暖集中表现在两段时期。第一段是 1920 年前后到 1940 年之间。另一段是 1975 年以来。有记录以来最暖的 6 年全都出现在 80 年代。40 年代到 70 年代初北半球变冷,而南半球温度几乎不变。1975 年以来几乎全球变暖。但某些地区,主要在北半球,并非如此,直到现在一直在持续变冷。这种区域性的差异表明未来区域温度变化可能与全球平均变化有相当大的差异。

8.0.4 自 19 世纪末,全球大多数高山冰川后退和海平面平均每年升高 1—2mm 的事实,有力地证实了全球温度一直在上升的结论。对过去一百年海洋热膨胀的估计,高山冰川及西格陵兰冰缘融化增加的估计表明,海平面升高大部分与观测到的全球变暖有关。这种观测到的海平面升高和全球变暖之间的显而易见的联系,预示未来全球变暖将加速海平面的升高。

8.0.5 过去一百年变暖的大小不仅与气候模式预报的大体一致,而且与自然气候变率一样大。如果观测到的变暖的唯一原因是人

为温室效应,那么意味着气候敏感性接近由模式推测出的变化范围的较低值。观测到的温度升高可能很大程度上是自然变率的结果;自然变率和其它人为因素两者之一可能已抵消了更大的人为温室增暖。从观测中明确地确定出加强的温室效应似乎不用十年或更长的时间。就可能对未来气候变化的影响比今天要大得多。

8.0.6 只用全球平均温度一个指标不足以说明温室气体引起气候变化。判断全球平均温度变化的原因需要考虑气候变化的其它方面。特别是它的时空特征——人为气候变化“信号”。由模式给出的气候变化的结构显示出北半球比南半球变暖快,陆地表面气温变暖较洋面上快。但这种结构在目前的观测中并不明显,然而由于我们对气候变化分布类型的预报把握有限,我们还不了解这个“信号”为什么是这样,更进一步,由于目前的任何变化可能被自然变率和其它因素(可能是人为因素)所掩盖,我们对此也没有一个清楚的概念。

## 9 海平面将升高多少?

9.0.1 下面给出用简单模式计算的到2100年海平面升高的情况,计算时必须忽略任何与温室强迫无关的长期变化。这种变化或许已出现但还不能从现在的陆地冰雪和海洋资料中确认出来。图15是用IPCC正常排放方案预测的1990—2100年海平面升高的情况。下一世纪全球平均海平面以每十年约6cm的平均速度升高(在每十年3—10cm之间)。预计到2030年全球平均海平面升高20cm。到下一世纪末升高65cm。并将存在明显的区域变化。

9.0.2 每种情况的最佳估计值主要由海洋热膨胀和冰川融化的正贡献决定。尽管,预计未来100年内南极和格陵兰冰盖的影响较小,但它们对预报的不确定性起主要作用。

9.0.3 即使温室强迫不再增加,但由于气候、海洋和冰质量对它的滞后效应,它对海平

面持续升高的影响还可能维持几十年甚至几个世纪。正如图13所示,如温室气体浓度到2030年突然停止增加,海平面在2030—2100年将继续以1990—2030年所升高的数值上升。

9.0.4 图14给出用另三种排放方案预报出的海平面上升值。并与照常排放方案比较。图中仅给出最佳估计值。

9.0.5 南极洲西部冰盖特别令人担心,它大部分在海平面之上,其冰量相当于5m深的海水。有些人指出,冰突然外流也许是全球变暖和海平面迅速升高所致。最近的研究已证实个别流冰正在以十年到一个世纪的时间尺度迅速地变化着,然而这未必与气候变化有关。下一世纪,似乎不存在直接因温室增暖而使南极洲西部极冰大量外流。

9.0.6 预计全球海平面的任何升高都是不均匀的。全球变暖时,海洋加热膨胀,海洋环流的变化以及地面气压将以尚不清楚的方式在各区发生变化。这种区域性的细节有待于用更真实的海气耦合模式进行研究。另外,陆地垂直运动可能与全球平均海平面变化一样大或更大些。当预报局部地区海平面相对于陆地的变化时必须考虑这些运动。

9.0.7 海平面上升的最严重影响似乎来自于极端事件(如风暴潮),其影响范围或许受气候变化的影响。

## 10 气候变化对生态系统的影响如何?

10.0.1 生态系统的过程,如光合作用和氧化作用,短期内依赖于气候因素和二氧化碳的浓度。但从长期来看,气候和二氧化碳只是诸多因素中的两个,这些因素通过增加不适应物种的死亡率直接地或通过物种间竞争间接地控制生态系统的结构。即物种的组成、生态系统对温度(包括温度变率)、降水、土壤湿度和极端事件的局地变化有响应。但现在的模式还不能做出这些参数在所需要的局地尺度上变化的可靠估计。

10.0.2 光合作用吸收二氧化碳、水和太阳



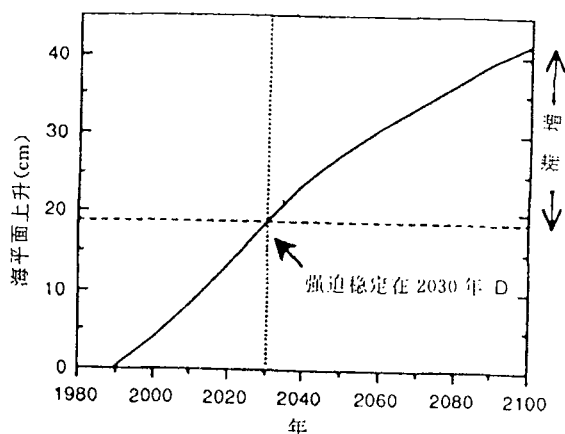


图 13 2030 年附加到海平面上升的值。曲线显示出到 2030 年按照常排放构想的海平面上升情况,即使气候强迫稳定在 2030 年的水平,但是其后至世纪末海平面仍将上升

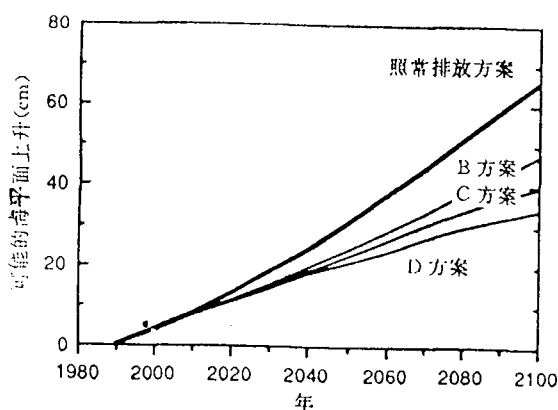


图 14 根据四种排放构想从模式估算出的 1990—2100 年海平面上升值

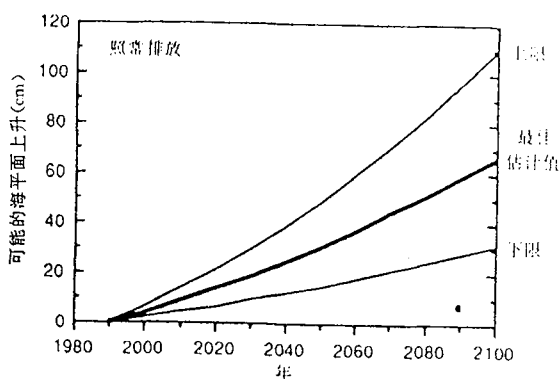


图 15 根据照常排放方案预测的海平面升高值。图中给出最佳估计值和变化范围

能,并将它们以有机物的形式贮存起来,用于动植物生长和土壤里微生物的繁殖。所有这些有机体通过氧化作用释放二氧化碳到大气中。大多数陆地植物都有一个光合作用系统,它对大气中二氧化碳增加是正响应(“二氧化碳施肥效应”),但此响应随物种而变化。当受到其它生态约束时,如营养物供应的限制,这种响应可能随时间减少,应该强调的是,对于较暖气候和较高的二氧化碳浓度,只有在成熟森林的生态系统能贮存更多的碳的时候,地球生物圈里的碳含量才增加。我们还不知道是否真是如此。

10.0.3 对二氧化碳增加的响应使水、光和营养物的利用率加大。这在干旱期和干旱/半干旱和贫脊地区也许特别重要。

10.0.4 因为各种物种对气候变化的响应不同,有些在量和(或)范围上增加而其它则减少,因此生态系统的结构和组成也将改变。某些被取代的物种被迫迁移到更高的纬度和高度,这也许更容易造成局地或全球性的灭绝,而其它物种却茁壮成长。

10.0.5 如上所述,生态系统的结构和物种分布对气候变率特别敏感。从古气候记录中我们可以推断出过去全球温度变化有多快?例如在上一次冰期结束的约一个世纪内,北大西洋地区主要是欧洲西部温度升高 $5^{\circ}\text{C}$ ,尽管在从冰期到目前的间冰期温度增加期间,低级的冻土生态系统是正响应,但将类似的温度迅速升高应用到高级的生态系统中可能引起其不稳定。

## 11 为减小不确定性应该做什么?这将花费多长时间?

11.0.1 尽管我们可以说气候变化是不可避免的,但在预测全球气候特点时,如预测温度和降水时,仍存在许多不确定性。区域气候变化的预测及其对海平面和生态系统的推测中甚至存在更大的不确定性,主要的科学不确定性是:

- 云:主要是云形成、消散和辐射特性。它

们影响着大气对温室强迫的响应。

- 海洋:海洋和大气间的能量交换。海洋上层和深海之间的能量交换,海洋内部的能量传输,所有这些都控制着全球气候变率和区域气候变化的结构。
- 温室气体:温室气体的吸收和释放量。它们在大气中的化学作用以及如何受气候变化的影响。
- 极地冰盖:它们影响着海平面升高的预测。

11.0.2 陆面水文的研究及对生态系统的影响的研究也是重要的。

11.0.3 为减小每一研究领域里的科学不确定性,需要国际间的协同研究。其目的是改善我们的观测、模拟和对全球气候系统的了解。这样一个研究计划将减小科学的不确定性,有助于各国和国际间制定完善的对策。

11.0.4 系统性的长期观测对了解地球气候系统的自然变率,查明人类活动是否正在改变气候,对模式主要物理过程的参数化和检

验模式的模拟结果都有极为重要的意义。在许多观测中需要增加准确性和扩大观测范围。随着观测扩大,需要发展合理全面的全球信息基地,以便迅速、有效地传递和利用资料,对观测的主要要求是:

- 1) 维持和改进 WMO 的世界天气监测计划提供的观测(包括卫星观测)。
- 2) 执行由卫星装载仪器和地面仪器监测主要气候要素的计划。需要连续而准确地观测的气候要素,包括重要大气成分的分布,地球辐射收支、降水、风、海表温度和地球生态系统的范围、类型和生产率。
- 3) 建立全球海洋观测系统以观测诸如海面高度、环流、热量输送和化学物等变化及海冰范围和厚度的变化。
- 4) 发展新的主要观测系统。利用卫星装载仪器和地面仪器,大洋中装有自记仪的运载工具,浮标和深海浮标,飞机和气球以便获得海洋、大气和地球生态系统的资料。

## 砍伐森林和植树造林

人类一直在砍伐地球上的森林。本世纪初主要是在温带地区,最近已集中到热带。砍伐森林通过以下几个方面潜在地影响气候:碳和氮循环(可引起大气中二氧化碳浓度变化);森林被砍伐地面反射能力改变,影响水分循环(降水、蒸发和径流)和地表粗糙度;因而影响大气环流,而大气环流对气候可能产生深远的影响。

由于砍伐热带森林,估计每年约有 2Gt 碳释放到大气中,很难估计砍伐森林的速率,可能直到 20 世纪中叶,大气中的二氧化碳主要来源于砍伐温带森林和土壤有机物减少,而不是矿物燃料的燃烧,从那以后,矿物燃料就变得突出了;有人估计 1980 年前后,每年因热带森林的减少多释放出 1.6Gt 碳,而矿物燃料燃烧释放 5Gt 碳,如果砍去所有热带森林,估计将有 150—240Gt 的碳释放给大气,这将使大气中二氧化碳浓度增加 35—60ppmv。

为了分析植树造林的影响,我们假定用 40 年时间每年种植 1 千万公顷森林,到 2030 年就已种植 4 百万平方公里的森林。到这些森林成熟为止,每年才能吸收 1Gt 的碳,而大多数森林成熟要 40—100 年。上面的构想意味着到 2030 年累积吸收约 20Gt 碳,100 年后达 80Gt 碳。这种森林中碳的积累相当于照常排放方案中矿物燃料燃烧排放的 5%—10%。

砍伐森林通过增加反射能力和减少蒸散直接改变气候。气候模式的敏感性试验表明:若亚马孙河流域的所有森林被绿草地取代,该流域降水将减少 20%,平均温度将增加几度。

5) 用古气候和历史观测记录证明气候系统的自然变率和变化以及其后对环境的响应。

11.0.5 模拟气候变化需要建立全球模式,这种模式应该是大气、陆地、海洋和冰雪的耦合模式,它能较真实地表达有关的过程和不同成员间的相互作用。另外,它还必须包括生物圈(陆地上和海洋中)的各种过程,如果做区域预测其空间分辨率要求比目前常用的分辨率高,这些模式需要最大的计算机,计划下一个十年期间可能有这样的计算机。

11.0.6 通过分析观测资料和模式的模拟结果将增进我们对气候系统的了解。另外,细致地研究一些特殊过程需要执行有特殊目的的观测计划,这种野外观测的例子包括将观测研究与不同区域的小尺度模拟研究结合起来;可以研究云的形成、消散、辐射、动力特性和微物理特性;以及把来自特殊生态系统的温室气体通量的地面(海洋和陆地)和飞机观测研究结合起来。尤其应将重点放在可以帮助我们建立和改进模式次网格尺度参数化的场地实验上。

11.0.7 这项研究计划需要 WMO 和国际科联(ICSU)的世界气候研究计划(WCRP)和 ICSU 的国际地圈—生物圈计划(IGBP)一起进行前所未有的国际合作。这两个计划都是至关重要的。IGBP 是庞大的,需要所有参加国,特别是发展中国家的共同努力。要完成已开始执行和计划的项目需要增加资金和人员,后者系指有各种学历的人,国际科联需

要扩大,以便吸收更多的发展中国家的会员。

11.0.8 WCRP 和 IGBP 有许多正在进行或计划进行的研究项目。这些项目涉及三个主要的科学不确定性。如:

- 云:  
国际卫星云气候计划(ISCCP);  
全球能量和水分循环实验(GFWEX)。
- 海洋:  
全球海洋环流实验(WOCE);  
热带海洋和全球大气(TOGA)。
- 微量气体:  
联合全球海洋通量研究(GOFS);  
国际全球对流层化学(GTCP);  
过去全球变化(PAGES)。

11.0.9 随着研究的进展,知识的深入和观测的改善,将逐渐做出更实际的气候预测。然而考虑到问题的复杂性和进行科学研究的时间,我们不能期望很快得到结果。科学的进一步发展可能会暴露出一些未预料到的问题和被忽略的领域。

11.0.10 减小不确定性的时间尺度将受未来 10—15 年在以下两个主要领域进展的制约:

- 使用可能得到的最快的计算机,以便在模式中考考虑海气之间的耦合和为做区域预测提供足够的分辨率。
- 气候模式中真实地再现各种小尺度过程的进展。它取决于一直持续到下一个世纪连续观测的资料分析结果。

## 附录

### 政府间气候变化专门委员会第 III 工作组提出的排放构想

对策组的筹划指导小组请美国和荷兰为 IPCC 第 I 工作组的评估来设计排放构想。排放构想系指从现在到 2100 年某些微量气体的排放量。这些微量气体包括二氧化碳( $\text{CO}_2$ )、甲烷( $\text{CH}_4$ )、氧化亚氮( $\text{N}_2\text{O}$ )、氯氟烃(CFC)、一氧化碳( $\text{CO}$ )和氮氧化物( $\text{NO}_x$ )。在所有排放构想中,假定经济和人口增长速度均相同,假定到下一世纪后 50 年人口接近 105 亿。假定今后十年 OECD 国家的经济以每年 2%—3% 的速度增长,而东欧和发展中国家以每年 3%—5% 的速度增长,在此之后经济增长都将降低。为达到所要求的目标要改变技术发展水平和环境控制程度。

在照常排放构想(方案 A)中的能量供给是高碳煤,它仅按需要适度有效地增加。一氧化碳适度控制,无休止地砍伐森林直到热带

森林被砍光为止,农业生产排放的甲烷和氧化亚氮则不受控制。虽然只有部分国家参加,但 CFC 的排放履行蒙特利尔议定书,注意 IPCC 第 III 工作组综合各国的规划给出到 2025 年二氧化碳和甲烷较高的排放量(10%—20%)。

在方案 B 中能量供给改用低碳燃料,并且达到相当大的增加。严格控制一氧化碳,禁止砍伐森林,所有参加国都履行蒙特利尔议定书。

方案 C 改用可更新的能源且在下个世纪后半叶用核能取代。逐步淘汰 CFC 并限制农业排放量。

方案 D 改用可更新的能源且在下个世纪前半叶用核能取代,以减少二氧化碳的排放量。开始稳定或减少工业化国家的排放量。该方案显示将严格控制工业化国家与发展中国家排放量的适度增长结合起来可稳定大气浓度,到下个世纪中叶二氧化碳的排放量要减少到 1985 年的 50% 的水平。

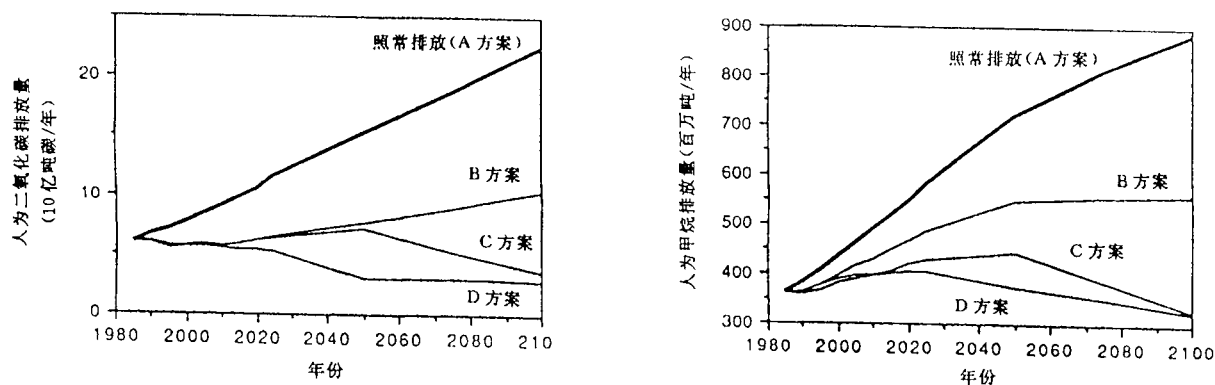


图 16 IPCC 第 III 工作组提出的四种构想中,到 2100 年二氧化碳和甲烷(作为实测)的排放



## 第二工作组决策者概要 (气候变化潜在影响)

### 执行概要

1 IPCC 的三个工作组,即 IPCC 科学分析工作组(第 I 工作组)、IPCC 影响工作组(第 II 工作组)和 IPCC 响应对策工作组(第 III 工作组)。建立于 1988 年 11 月,并在 IPCC 的指导下分头进行工作。第 II 工作组的职责是描绘出由于温室气体浓度逐渐增高而导致在今后数十年内可能的气候变化所带来的环境和社会经济方面的一系列后果。

2 第 II 工作组的报告是基于许多分组使用不同的方法独立研究的结果而撰写成的。这些研究工作根据现有的文献使用了几种构想来评估气候变化的可能影响,这些构想的要点是:

- 1) 作为一种“照常排放”构想,认为现在大气中的  $\text{CO}_2$  含量将在 2025 至 2050 年期间内有效地增加一倍;
- 2) 全球平均温度和相应增加的范围在  $1.5^\circ\text{C}$  到  $4.5^\circ\text{C}$  之间;
- 3) 这种增温在全球的分布不均匀,即在热带地区增温较小,等于全球平均增温的一半,而在两极地区增温较大,等于全球平均增温的一倍;
- 4) 到 2050 年之前,海平面增高约 0.3—0.5m。而到 2100 年之前,增高约 1m,伴有海洋表层温度变暖值在  $0.2^\circ\text{C}$  和  $2.5^\circ\text{C}$  之间。

3 这些构想虽在第 I 工作组的评估之前产生,但它们是与该组的评估相一致的。作为一种“照常排放”方案(第 I 工作组报告中的方案 A)。第 I 工作组估计在 2030 年前海平面上升的数值约为 20cm。而在下一世纪末之前

约为 65cm。第 I 工作组也预测了全球平均温度的增加,在 2025 年之前将比现在的温度值增高约  $1^\circ\text{C}$ ,而在下一世纪末之前增高约  $3^\circ\text{C}$ 。

4 任何预测的气候变化的影响都必须根据我们现在这个变化着的世界来考察。诸如厄尔尼诺之类的大尺度自然事件能对农业和人类居住环境产生重大影响。预计的人口爆炸将对土地利用以及对能量、淡水、粮食和住房的需求产生严重影响,这些影响随国民收入和发展速度而逐个地区变化着。在许多情况下,最严重的影响发生在已受到威胁的地区,主要是发展中的国家。由于继续不加控制的排放,人类引起的气候变化将加剧这些影响。例如,气候变化、污染以及来自臭氧耗减的紫外 B 辐射能够相互作用,从而增加它们对物质和生物体的危害作用。大气温室气体浓度的增高可能导致气候不可逆转的变化,这种变化在本世纪末就能发觉。

5 综合估计区域性气候变化的物理和生物效应是困难的,关键气候因子的区域性估计的信度很低,对降水和土壤水份这些因子尤其如此,各种全球环流模式和古气候相似法得到的结果之间很不一致,而且,关于气候变化和生物效应之间的关系,以及关于这些效应和社会经济后果之间的关系,科学上都有一些不确定性。

6 本报告并不想预先考虑任何适应方法,技术革新或其它措施来减轻在相应时间尺度上将要发生的气候变化的不利影响,减轻不利影响的工作对管理任务繁重的部门,如农业、林业和公共卫生部门,是特别重要的,这是第 III 工作组的职责之一。

7 最后,需要考虑气候变化的时间进程和速率,在下列关系中存在着时间滞后:

- 1) 温室气体排放和浓度加倍;
- 2) 温室气体浓度加倍和气候变化;
- 3) 气候变化和最终的物理和生物效应;
- 4) 物理和生态作用的变化以及相应的社会经济(包括生态)后果,时滞越短,对付的能力越小,因而对社会经济的影响也越大。

8 也有着关于这些时滞的不确定性,气候变化是不稳定的,不能消除意外变化。气候影响的严重性在很大程度上取决于气候变化的速率。

9 尽管有这些不确定性,第 II 工作组仍能取得某些重要的结论,现分述如下:

## 农业和林业

10 现在由各类不同研究已获得充分证据表明,气候变化对农业和家畜将会有重要影响。然而,研究尚不能最后确定全球农业生产能力平均而言是增加还是减少,就区域性生产而言,由于与气候变化关联的天气变化和虫害,以及由于与污染物排放有关的地面高度上臭氧含量的变化,可能会减少生产,因而需要进行技术革新和农业管理实践的调整,在某些地区,特别是在今日生产下降的高度脆弱的地区,可能会产生剧烈的影响,这些地区最不能进行调整,它们包括巴西、秘鲁、非洲的萨赫勒地区、东南亚、苏联的亚洲部分和中国。在高纬和中纬地区,由于生长季节的延长,生产能力有可能提高,但这不可能对生产开辟广大的新领域,而且这种增产的可能性主要限于北半球。

11 由于现今某些谷物高产区,如西欧、美国南部、南美的某些部分以及西澳大利亚等地的减产,可能改变粮食贸易的格局。中纬地区的园艺生产可能减少。另一方面,北欧的谷物生产可能增加,旨在培育新作物品种的响应战略以及为对付改变了的气候条件而设计的农业管理,都会减轻区域性影响的严重性。总

之,这些证据表明,面对估计的气候变化,全球性的粮食生产能够维持在与这些变化未发生时基本相同的水平上;然而,为达此目的所花的代价尚不清楚,尽管如此,气候变化还是加剧了我们在对付人口迅速增长方面的困难。由于平流层臭氧耗减造成的地面紫外 B 辐射的增大或改变,对谷物和牲畜也将有不利的影响。

12 森林的轮伐周期长,面临一个它们越来越不适应的气候环境,现有森林将成熟老化并衰退。对森林的实际影响还取决于树木的生理适应性以及宿主-寄生物关系。形成森林减少有两大因子:由野火造成的损失将越来越大;支配树种分布的气候带将向两极和高地移动。森林管理需要在选择播种地块、株距、疏伐以及森林保护等方面给予大量投入。这些森林能提供从燃料到食物的各种各样的产品,对这些产品的依赖程度也因国家而异,正如对付和经受森林损失的能力也因国家而异一样。最敏感的地区将是那些按温度和水分而言已接近树种生物界限的地区,例如半干旱地区,社会对森林的威胁预期将增加,相应的人类活动引起的对森林的危害可能出现。这些越来越高的和难以满足的使用要求给森林投资、森林保护以及细致的森林管理施加了更大的压力。

## 自然地球生态系统

13 自然地球生态系统可能面临全球大气温室气体浓度增高以及与之关联的气候变化所造成的严重后果。预计的温度和降水的变化表明,气候带在下一个 50 年内可能向两极方向移动数百公里。动植物区系将滞后于这些气候带的移动,残存在它们现在的位置上,因而可以在不同的气候区域内发现它们。这些气候区可能是比较易于生存的,因而某些种物的生产率可能增加,另一些则减少,生态系统并不期望整体移动,但由于物种分布变化的结果它会有一个新结构。

14 拟议的气候变化速率是一个重要因子,

它确定了气候变化对自然地球生态系统影响的类型和程度。这些速率有可能比某些物种的响应能力快,因而物种的响应可能是突发的,也可能是逐渐的。

15 由于越来越大的威胁导致全球生物多样性的减少,某些物种可能灭绝,在某些地区可能增加害虫的突然蔓延和火灾等事件出现的频数。这些也使拟议中的生态系统的变化复杂化。

16  $\text{CO}_2$  浓度的增加和气候变化对自然地球生态系统产生的后果可能被其它环境因子所改变,这些因子既有自然的也有人类活动引起的(例如大气污染)。

17 遭受风险最大的生物群落是:适应性选择非常有限的群落(例如在丘陵的、高山的、极地的、海岛的及海岸的生物群落,遗留的植被,以及原始生境和保护区生物),以及遭受气候变化再加现存威胁的生物群落。

18 这些影响的社会经济后果将是重大的,特别是对地球上某些地区更是如此,这些地区的社会经济发展依赖于自然地球生态系统。当这些生态系统改变时,粮食、燃料、医药和建筑材料,以及个人收入等都可能发生变化。在某些地区,重要的纤维材料产品也要受到影响。

## 水文学和水资源

19 较小的气候变化能引起许多地区水资源的严重问题,特别是在干旱和半干旱地区以及由于水需求或水污染引起水短缺的那些湿润地区。关于温室气体引起的区域性水文气象变化的细节,几乎一无所知。似乎是许多地区的降水、土壤水分和水存储将会增加。因而改变了农业、生态系统和其它方面的用水方式。在其它地区,水的获得将减少,这对已经处于边缘状态的地区(例如非洲的萨赫勒地区)是最重要的影响因子,这对农业、对水的存储和分配,以及对水力发电等都会造成严重后果。例如,在某些有限的区域内,如采用与降水 10% 减少相关联的  $1^\circ\text{C}$  到  $2^\circ\text{C}$  的增温

方案,则可能引起年径流减少 40%—70%,有些地区如东南亚,它们依赖于不规则的河流系统,因而对水文气象变化特别脆弱。另一方面有些地区如苏联西部和美国西部,它们具有大而规则的水资源系统,所以对假定的温室气体构想引起的水文气象变化的范围较不敏感。

20 除了水供应方面的变化外,人类的节水努力以及较高  $\text{CO}_2$  环境中植物生长效率的提高。这些也会引起水需求方面的变化。最终的社会经济后果必须考虑水的供求两方面。未来的水资源工程设计,当考虑其结构的使用期要延续到下一世纪末时,则必须考虑这些可能的影响。在降水增加的地方,水管理设施,例如城市暴雨泄水系统,有可能要求改善性能。干旱威胁方面的变化有可能潜在地代表了气候变化对区域性和全球性农业的最严重的影响。

## 人类居住环境、能量、运输和工业各部门,人类健康和大气质量

21 最脆弱的人类居住环境是那些特别容易遭受自然灾害袭击的地方。如沿岸地区或河流的洪水泛滥、严重干旱、滑坡、强风暴和热带气旋。最脆弱的居民是发展中国家的居民,低收入阶层的居民,沿海低地和岛屿上的居民,以及居住在国家公地上的、贫民区的以及简陋小屋形成的市镇上的,尤其是百万人口以上的城市中的穷人。在诸如孟加拉、中国和埃及等国的沿海低地内,以及在一些小的岛国内,由于海平面升高和风暴潮而造成的洪水泛滥,可能导致人类的重大迁移,健康方面的重要影响在大城市地区表现特别明显,可能来自水和粮食供给方面的变化,以及来自传播传染病的热害而造成的日益严重的人类健康问题,降水和温度的变化可能从根本上改变病媒传染的疾病和病毒性疾病的分布情况,使它们移向较高纬度地区,从而使大量人口面临危险。因为在过去已有过类似的事件,所以这些变化可能引发人类的大迁移,从而



导致多年内在某些地区的居住情况发生剧烈扰动以及社会不稳定。

22 可以预期,全球增温将影响水资源和生物量的获得情况,这两者都是许多发展中国家的重要能源,这些影响在地区间和地区内均可能不同,因为有些地方损失了水和生物量,而另一些地方则获得了,在失水地区的这种变化可能危及能量供给以及危及对人类居住和能量都重要的物质。而且,气候变化本身也可能对地区之间的其它形式的可再生能量(例如风能和太阳能)的获得具有不同的影响。在发达国家中,对能源、运输和工业各部门的一些最大的影响可能由对气候变化的响应战略所确定,例如燃料规定,排放收费,以及促进使用公共交通的政策等。在发展中国家,在获得诸如能量、水、粮食和纤维材料等生产资源方面所花的代价,由于气候变化造成的变动可能影响许多工业的竞争地位。

23 全球增温以及平流层臭氧耗减造成的紫外辐射增强两者都可能对大气质量产生不利影响,例如在某些城市污染地区造成地面臭氧含量增大,地表处紫外 B 辐射强度的增大将会增加对眼睛和皮肤的危害,并且可能使海洋食物链中断。

### 海洋和海岸带

24 全球增温将加速海平面上升,改变海洋环流和海洋生态系统。因而造成重大的社会经济后果,这些影响将附加到现在海平面上升的趋势中,其它的影响已经威胁到海岸带资源(例如污染和过量捕捞)。预计在 2050 年前的海平面上升 30—50cm 将会危及低的岛屿及海岸带,而在 2100 年附近的海平面上升 1m 将使某些岛国无人居住,数以千万计的居民要迁移,严重危及地势低洼的城市区域,洪水淹没生产的土地,污染淡水供应,以及改变海岸线。如果干旱和风暴变得较剧烈,则上述所有影响将进一步加强,海岸保护涉及到耗资巨大的问题。海平面的迅速上升将会改变海岸生态,并危及许多重要的鱼类资源。海

冰的减少将有利于航海,但它将严重影响依赖于冰的海洋哺乳动物和鸟类。

25 对全球海洋的影响将包括:热量收支的变化,海洋环流的变化(这将影响海洋吸收热量和  $\text{CO}_2$  的能力),以及与鱼类有关的海洋涌升区的变化。这些影响将随地理带而异,造成生境变化,生物多样性减少,以及海洋生物体和生产带的迁移,其中还涉及商业上很重要的品种,鱼类的这种区域性移动具有重要的社会经济影响。

### 季节性雪盖、冰和永冻层

26 地球冰雪圈的要素(季节性雪盖、冰冻的近地面层以及某些冰团)将会大大减小它们的全球范围和体积。这些减小,当它们在地区上被反映出来时,将会严重地影响有关的生态系统和社会经济活动。在某些地区,这些影响的综合结果是:由于气候变暖的正反馈作用,冰雪圈要素的减小可能是突发的而不是渐变的。

27 预计季节性雪的覆盖面积以及它的持续时间在大多数地区将减少,尤其是在中纬地区,而在高纬的某些地区可能出现季节性雪盖的增加。在雪盖体积方面的变化,或者雪盖季节长度方面的变化,对区域性水资源(由于融雪造成的径流容量和时间进程方面的变化),对区域性运输(公路、海运、航空和铁路),以及对娱乐休养部门,都有有利的和不利的影

响。28 就全球而言,在冰川和冰原中所包含的冰预计将减小,由于在某些地区降雪增加从而导致冰的累积,使区域性的响应结果复杂化。冰川的衰退与局地 and 区域性的水资源有重要的联系,因而影响到水的获得和水力发电的能力。冰川衰退和冰原中的冰损耗都将促进海平面上升。

29 永冻层(目前占北半球陆地面积的 20%—25%)在今后 40—50 年内可能出现重大的衰退。在永冻层之上的解冻层(活动层)的厚度预期将增大。以及永冻层向较高纬度

和较大高度的退却。这些都可能导致包含永冻层的这些地区内的地形不稳定、侵蚀和滑坡。因此,位于其上的生态系统可能会发生重大变化。同时人造建筑物和设备的完整性受到破坏,从而影响了人类现有的居住环境和  
发展时机。

## 未来的行动

30 第 II 工作组的研究结果显示了我们缺乏认识,特别是对区域性的和对气候变化最脆弱地区内的影响的认识,需要在下述方面进行全国性的和国际性的深入研究:

- 气候变化对农作物产量、牲畜繁殖率以及生产成本的区域性影响;
- 适用于变化了的气候的农业管理措施和技术的确认;
- 影响物种分布的因子以及它们对气候变化的敏感性;
- 地球和海洋生态系统的综合监测系统的开创与维护;
- 加强水资源和水质的评估以及它们对气候变化的敏感性,在干旱和半干旱的发展中国家内尤其要如此;
- 对于气候变化造成的土壤水分、降水、地表和地下径流系统以及它们的年际分布

作区域性预测;

- 国家对获得或损失能源的脆弱性的评估,特别是发展中国家对生物量和水电能源的得失脆弱性的评估;
- 脆弱的人类群体对热害和病媒及病毒性疾病的适应性;
- 海平面变化的全球监测,特别注意对岛国的监测;
- 海岸地区和岛屿上处于危险的居民以及工农业生产的识别;
- 更好地了解冰团的性质和动态以及它们对气候变化的敏感性;
- 把有关气候变化影响的信息考虑到总规划过程中去,这对发展中国家特别重要;
- 环境和社会经济系统对气候变化的敏感性评估方法的研究;

31 上述的某些专题已经包含在正在执行的和已提出的计划中,它们将需要得到继续支持。尤其是国际地圈—生物圈计划中的三个核心专题,即:

- 海岸带内的陆海相互作用;
- 水分循环中的生物圈作用;
- 全球变化对农业和社会的影响。

这些研究将来都会给我们提供有价值的资料。

## 1 构想方案

**1.0.1** 由于气体排放增加而发生的任何变化都必须相对于一个背景变化来衡量,这一背景变化是已经发生并将继续发生的变化,造成它的因子有:

- 自然变化——它包括由太阳和地质构造因子驱动的长期变化,以及由海洋和大气环流类型驱动的短期和中期变化。
- 人口增长——世界人口在下一世纪中叶预计将超过 100 亿;这种增长将在各地区不均匀地分布着,因而将影响那些已经脆弱的地区。
- 土地利用的变化——为新的农业生产砍伐森林以及对现有农业土地的过度使用,都将使土地退化并增加对水资源的需求。

**1.0.2** 在理想的情况下,第 I 工作组应该有时间产生那些可用于本工作组作为分析基础的、关于排放引起的气候变化的构想方案。然而,分头同时进行工作就排除了这种可能性。因而,为了及时地完成自己的工作,第 II 工作组使用了许多基于文献中现成模式而得出的构想方案。

**1.0.3** 这些构想通常具有下列要点:

- 1) 对“照常排放”构想且现行政策不变,大气中的有效  $\text{CO}_2$  含量在 2025 到 2050 年期间将增加一倍;
- 2) 对应于有效  $\text{CO}_2$  加倍,全球平均温度增加的幅度是  $1.5^\circ\text{C}$  至  $4.5^\circ\text{C}$ ;
- 3) 这种增温在全球不均匀分布,即在热带地区的增温等于全球平均增温的一半,而在两极地区增温则为全球均值的一倍;
- 4) 在 2050 年前海平面上升约  $0.3\text{—}0.5\text{m}$ ,而在 2100 年前则约为  $1\text{m}$ ,同时伴有海洋表层温度上升在  $0.2\text{—}2.5^\circ\text{C}$  之间。

**1.0.4** 这些构想可以与第 I 工作组的最新评估相比较,后者提出的“照常排放”构想预计:在 2025 年前全球温度将比现在的值提高

约  $1^\circ\text{C}$ ,而在下一世纪末之前则提高  $3^\circ\text{C}$ 。然而,它也估计了海平面上升的数值,在 2030 年前约为  $20\text{cm}$ ,而在下一世纪末之前约为  $65\text{cm}$ 。尽管如此,基于  $1\text{—}2\text{m}$  海平面上升的影响仍然可以作为一种对排放继续不加控制所造成后果的警告。

**1.0.5** 海平面的较小增高并不减缓某些小岛国,特别是太平洋和印度洋以及加勒比海地区的一些小岛国,或者如孟加拉国低地沿岸地区的众多人口继续生存的忧虑。难以以任何确定性预测海平面增高的区域性影响由于各种各样的原因,海平面的重大变动已经发生,而在陆面高度方面也有着相当的变动。这些陆面与能够导致其升降的构造板块移动有关。

**1.0.6** 第 II 工作组的构想方案是由一般环流模式和古气候相似法推求出来的。古气候相似法是苏联科学家提出来用作气候变化评估的一种方法。该方法认为过去的温暖地质学间隔时期为展望未来可能的气候状况提供了依据。由西方科学家所发展的一般环流模式是基于大气中的物理过程以及大气与地球和海洋相互作用的三维数学表述。正如在第 I 工作组的报告中所讨论的,对这两种方法的优点和缺点在科学上都有很大的争议。

**1.0.7** 苏联科学家所用的古气候构想方案是基于两个温暖的地质时期,并将对未来估计的  $\text{CO}_2$  浓度应用到它们上去。详细情况列在表 1 中。虽然它们表面上类似于一般环流模式方法对不同  $\text{CO}_2$  浓度的预测结果,但是引起地质时期气候变化的因子是不清楚的。尽管如此,在苏联这种方法仍然被用来作区域性气候变化的预测。

**1.0.8** 一般环流模式,就它们发展的情况来说,在描述有关的许多过程方面仍是比较粗糙的。然而它们可以用来模拟大气中一定范围  $\text{CO}_2$  浓度造成的区域性变化。第 II 工作组在作温度上升和降水变化的预测时比较偏爱这种方法。在他们的报告中,对北美中部、南亚、萨赫勒、南欧和澳大利亚均给出了 2030

## 第 I 工作组所作的区域性变化估计

(IPCC 照常排放构想,相对于工业化前的变化)

这些估计是根据高分辨率模式做出的,它们换算后给出全球平均增温  $1.8^{\circ}\text{C}$ ,这与温室气体引起的气候响应变化的最佳估计值  $2.5^{\circ}\text{C}$  相一致。用  $1.5^{\circ}\text{C}$  的低估计值。表中的估计值应减小 30%;用  $4.5^{\circ}\text{C}$  的高估计值,则这些值应增大 50%。这些估计值的信度不高。

北美中部( $35^{\circ}\text{N}$ — $50^{\circ}\text{N}$ ,  $85^{\circ}\text{W}$ — $105^{\circ}\text{W}$ )

增温幅度在冬季为  $2^{\circ}\text{C}$ — $4^{\circ}\text{C}$ ,在夏季为  $2^{\circ}\text{C}$ — $3^{\circ}\text{C}$ 。降水增加幅度在冬季为 0—15%,而在夏季降水减少 5%—10%。土壤水分在夏季减少 15%—20%。

南亚( $5^{\circ}\text{N}$ — $30^{\circ}\text{N}$ ,  $70^{\circ}\text{E}$ — $105^{\circ}\text{E}$ )

全年增温幅度在  $1^{\circ}\text{C}$ — $2^{\circ}\text{C}$ ,降水在冬季几乎不变,而在夏季全地区一般增加 5%—15%。夏季土壤水分增加 5%—10%。

萨赫勒( $10^{\circ}\text{N}$ — $20^{\circ}\text{N}$ ,  $20^{\circ}\text{W}$ — $40^{\circ}\text{E}$ )

增温幅度在  $1^{\circ}\text{C}$ — $3^{\circ}\text{C}$ ,区域平均降水增加,而区域平均土壤水分最起码在夏季减少,然而,也有一些地方这两个参数同时增加或同时减少,它们随模式而不同。

南欧( $30^{\circ}\text{N}$ — $50^{\circ}\text{N}$ ,  $10^{\circ}\text{W}$ — $45^{\circ}\text{E}$ )

冬季增温约为  $2^{\circ}\text{C}$ ,夏季增温在  $2^{\circ}\text{C}$ — $3^{\circ}\text{C}$ ,也有某种结果表明冬季降水增加,而夏季降水减少 5%—15%。夏季土壤水分减少 15%—25%。

澳大利亚( $12^{\circ}\text{S}$ — $45^{\circ}\text{S}$ ,  $110^{\circ}\text{E}$ — $155^{\circ}\text{E}$ )

夏季增温幅度  $1^{\circ}\text{C}$ — $2^{\circ}\text{C}$ ,冬季约为  $2^{\circ}\text{C}$ ,夏季降水增加约 10%。但模式算出的土壤水分变化的估计很不一致。区域平均掩盖了次大陆尺度的大变动。

表 1 苏联科学家使用的古气候相似法

时 期	相似时期(年)	温度(与现在温度之差)	过去的 $\text{CO}_2$ 浓度(ppm)	假定的 $\text{CO}_2$ 浓度(ppm)
全新世最盛期	2000	+1	280	380
最后一次间冰期	2025	+2	280	420
上新世	2050	+4	500—600	560

年时的估计。这些已列在上面的方框中,它们与第 II 工作组所用的结果大体相近。

1.0.9 虽有这些不确定性,第 II 工作组仍然使用了这两种方法来作供决策者参考的区域性影响的评估。由于对复杂物理过程数学表述的简化处理,在区域降水预测方面出现了问题:各种一般环流模式的输出结果之间不一致。现在的研究正在寻求改进一般环流模式的方法以及提高分辨率,从而能获得较好的区域性预测结果。在用古气候相似法时也出现了问题,它对降水获得了不同于一般

环流模式法的构想方案,这就产生了对水资源和农业影响的不同评估。苏联科学家正在研究证实他们的方法并改进区域构想方案。

1.0.10 应该注意的是:在许多情况下,总的影响更多地取决于极端事件数值和频数的变化,而不是取决于平均情况的变化。对热带风暴和干旱,这一点就特别清楚。第 II 工作组对可能气候变化的评估表明,极端事件频数增加的概率是低的。然而,完全有可能的是:气候带的移动将造成某些地区极端事件频数的变化。

1.0.11 在任何情况中均未考虑的一个重要问题是：由第 III 工作组提出的可能的响应对策对我们这里所用的构想方案的影响。因而，在能量产生方面由化石燃料能源向核能源或可再生能源的一个重要变化就有可能显著地改变我们的评估，进而言之，在农业实践中的某些变更也可能极大地改变某些地区中特定农作物的产量。响应战略所产生的这些影响

需要增加很多工作量。

1.0.12 尽管有这些不确定性，考虑自然系统对重大变动的敏感性，我们仍可对气候变化的可能影响作出评估。这些评估归纳在以下各节中。它们涉及到：农业和林业；地球生态系统；水文学和水资源；人类居住环境；能源；运输；工业；人类健康和大气质量；全球海洋和海岸带；季节性雪盖、冰和水冻层。

## 研究结果概要

### 2 气候变化对农业、土地利用和林业的 可能影响

#### 2.1 对农业的可能影响

##### 主要结果

- 现在由许多不同的研究结果获得足够的证据表明,气候变化对农业(包括畜牧业)会有重要影响。然而,关于给定地区的可能影响方面有着很大的不确定性这一事实,应该是人们关心的原因,各种研究尚未能断然确定:全球农业生产能力平均而言是提高还是降低。
- 由于与气候变化有关的天气变化、疾病、害虫与杂草的困扰,可以在区域性的范围内发现不利的气候影响,因而有必要进行技术和农业管理措施的改革。在某些地区可能有严重的影响。尤其是在今天高度脆弱的地区。这些地区最难以从技术上对这些气候影响进行调整。
- 因为生长季节的加长,中纬和高纬地区的生产能力有可能增大,但这不可能对生产开辟广大的新领域,而且这种增产的可能性主要限于北半球。
- 总的说来,这些证据表明:面对估计的气候变化,全球性的粮食生产能够维持在与这些变化未发生时基本相同的水平上。然而,为达此目的所花的代价尚不清楚。尽管如此,气候变化还是加剧了我们在对付人口迅速增长方面的困难。

##### 基本问题

###### 可能扰动的数量级

2.1.1 根据本报告中所述的气候变化而引起生产能力变化的估计,生产如玉米和大豆之类的中纬度作物的成本可能增加,从而反映了这些作物的全球粮食生产能力有小的净

减少。然而,如果有效水分供给在东南亚增加的话,稻米产量将会增加。但是这些结果可能受到云量和温度增加的限制。因此,由于气候变化造成的总生产成本的全球平均增加值可能是小的。

2.1.2 主要取决于所谓的  $\text{CO}_2$  增加对作物产量的“直接”效应的可能利益。如果作物生产率大大提高,并且某些主要产粮区可以得到更多的水分,那么世界的主要谷物生产相对于需求而言可能增加。如果情况相反,那就几乎没有有利的  $\text{CO}_2$ ,直接影响,因而对所有或大多数粮食输出地区而言,气候变化对农业生产起负作用,于是世界农业生产的平均成本可能大为增加。

###### 最脆弱的地区和部门

2.1.3 相对于今天人口而言资源的容量有限,以及作物供水减少而引起农业资源基地可能进一步减少,按这两项衡量得出对气候变化最脆弱的两组广阔地区是:(i)某些半干旱、热带和亚热带地区(如阿拉伯西部、马格里布地区、西非西部、非洲的霍恩和南非、巴西南部);(ii)某些湿润的热带和赤道地区(如东南亚和中美洲)。

2.1.4 此外,现在为谷物净出口的某些地区,由于气候变化的结果,也能表现出生产能力降低。这些地区产量的任何减少都能显著地影响未来的世界粮食价格和贸易格局。这些地区可能包括南欧、美国南部、南美的一部分以及西澳大利亚等。

###### 气候极值变化的影响

2.1.5 降水和温度平均值的较小变化,对有效温度和湿度的极值频数都会有显著影响,例如,由于年平均温度增加  $1-2^\circ\text{C}$  的结果,能对温带作物和牲畜造成热害的甚热日天数,可能在某些地区会大为增加。类似地,较高蒸散率造成的土壤水分平均含量的减少,可能使给定农作物具有低于获水最小阈值的天数大为增加。

2.1.6 虽然我们现在对极端事件的频数由于气候变化的结果可能会怎样改变知之甚

少,但周期性出现的干旱或热害对世界主要粮食出口地区的可能影响将是严重的。此外,降水的较小减少、降水分布的变化或蒸散的增加都能显著增大当今易于干旱(因而常常缺乏粮食)地区内的干旱概率、强度和持续时间。干旱危害的增加可能是气候变化对区域性和全球性农业生产的最严重影响。

对农作物生长能力、土地退化以及病虫害的影响

2.1.7 预计大气中  $\text{CO}_2$  的较高含量将能使如小麦和稻米的主要谷物的生长率提高,但对另外一些如小米、高粱和玉米却不能。在较高  $\text{CO}_2$  含量下,粮食作物的水利用也会更有效。然而,尚不清楚的是大气  $\text{CO}_2$  含量增高的“直接”效应究竟可能使实际农田受益多少。

2.1.8 增温可能造成农业的温度限向极地方向移动,因而可能使高纬地区的生产能力提高。但是,土壤和地形可能不会使这种提高实现很多。而且,在某些半干旱和亚湿润地区的水分限的移动可能导致这种提高能力的重大削弱,从而对某些发展中国家的区域性粮食供应产生严重影响。在中纬度地区的园艺生产,由于冬季严寒累积不足可能会削减。气候变化对长寿命园艺果木的影响远远大于对一年生作物的影响。因为前者需要较长的营造时间,而后者能够很快被新培植品种所代替。

2.1.9 增温可能使某些病虫害和杂草的地理分布范围加以扩展。使它们能够扩展到变暖并变得适合栖息的新区域,温度和降水的变化也可能影响土壤特性。

区域性影响

2.1.10 对潜在的收获量的影响随气候变化的类型和农业类型而可能变动很大。

2.1.11 北半球中纬地区的夏季干燥状态可能使生产能力降低(如在美国南部和中部以及南欧),在下一世纪中叶达到一个  $\text{CO}_2$  含量加倍的平衡气候状态时,据估计,产量可能下降 10%—30%。然而,对现今主要生产区

的北部边缘,增温可能提高这种气候条件下的生产能力。当结合直接  $\text{CO}_2$  效应一起考虑时,气候生产潜力的增加相当大。当然,它实际上会受到土壤、地形和土地利用的限制。

2.1.12 有情况表明增温能够引起北美谷物生产能力的整个下降。南欧下降而北欧提高。增温能使苏联和北美现在生产北限附近地区内的农业产量增加;但是这些地区的南方部分的农业产量仅在土壤水分发生相应增加时才能增加。这一点现在还不确定。

2.1.13 对半干旱和湿润热带地区的可能影响知之甚少。因为这里的生产能力主要依赖于作物需水的获得情况,而目前对降水可能变化的区域性分布还不清楚。然而,比较明智的方法是假定作物需水的获得情况在某些地区可能变坏,在这些情况下,粮食供应可能有重大的区域性扰动。

农业的适应性

2.1.14 在世界上的某些部分,对农业估计的气候界限是每增温  $1^\circ\text{C}$  向极地移动 200—300km。在山坡上增加引起温度带向上移动,每增温一度引起高度向上移动 150—200m。

2.1.15 在给定的经济与技术条件中,农业有能力适应于气候变化的有限速率和范围,虽然这种能力在各区域与各部门之间明显地改变,但是适应能力的不完全分析也已经对农业部门有影响。

2.1.16 在某些现在气候变化很大地区的农民,他们比起那些在较平稳气候地区的农民可能有较大的适应能力。但在经济正在发展中,特别是在农业处于边缘的情况下,这种内在的适应能力可能小得多。重要的是要更详细地确定这种适应能力的性质。因而有助于确定气候变化的临界速率和范围,这些临界值将超过系统内调整所能接受的数值。

行动建议

2.1.17 本研究强调了我们现有知识的不足。显然,关于可能影响的更多信息将有助于我们完整地认识可能有用的响应战略。并有

助于我们确定其中哪些是最有价值的。

2.1.18 未来研究可以归结出如下一些优先方面：

- 需要增进人们对不同地区不同管理方式下气候变化对作物产量和家畜繁殖率的影响的认识。迄今,已经完成了有不到一打的详细区域性研究,但这些尚不足以作为推广的基础,不能作为区域性或全球性对粮食生产影响的概括,应特别鼓励对脆弱地区的进一步研究。
- 需要增进了解气候变化对其它物理过程的影响,例如对土壤侵蚀率和盐化率的影响,对土壤养分消耗的影响,对病虫害、土壤微生物及病媒的影响,以及影响灌溉用水而引起的对水文条件的影响。
- 需要提高我们的能力,使之将我们认识到的对作物和家畜的影响,对农场生产的影响、对乡村生产的影响,以及对国家和全球粮食供应的影响,能够按比例推算。这是特别重要的,因为政策必须相应于这些全国性和全球性的影响来制订。还需要气候变化对乡村地区的社会和经济状况影响的进一步资料(如就业和收入、股票考虑、农场基本设施、保障服务等)。
- 需要关于农场和乡村可能有效的技术调整措施的进一步资料(如灌溉、作物挑选、施肥等),以及关于对这些措施的经济和政治限制的进一步资料。特别建议了解进行农业研究的国家和国际中心考虑一些新研究计划的潜在价值。这些计划旨在鉴定或发展适于在改变后的气候条件下培育的品种和农业管理措施。
- 需要关于区域性,全国性以及国际性的可能有效对策的进一步资料(如土地利用的重新规划,作物栽培、改进的农业扩展布局、大规模的水输送等)。

## 2.2 对管理的森林和林业部门的可能影响

2.2.1 本节所提到的所有影响都反映了增

温幅度以及降水量和分布方面的不确定性。它们都反映了一致的意见:人类活动引起的变化正在发生,它倾向于增高温度,而增温幅度受纬度和大陆度的影响。

2.2.2 管理与未管理森林之间的区别通常是不清楚的。但这里取作为表征人类干扰强度的指标。在管理的森林中,有计划地采伐并进行更新、替换与重建,为此,需要实际的物质投入。

2.2.3 管理的森林与未管理的森林十分不同,它们能提供多种多样的产品。并且能够在具有不同的社会、自然和政治环境的多种多样的国家内生长。森林管理的强度也不一定要与经济发展的程度相同步。不同的国家依赖于森林产品的程度不同,因而影响的严重程度因国而异,响应的能力也因国而异。在热带国家中,管理的森林基本上采用外来品种,而在北方国家中,更多地依赖于本地品种。

对森林生态系统的生物物理影响

2.2.4 对森林生态系统的影响可以反映在树木和小尺度生境上,反映在树木群落和河流流域的范围内,以及反映在区域性范围内。对单独树木的影响包括耐受干旱和大风的情况,以及季节性改变后(活动期和休眠期的改变),光合作用率改变后以及水利用效率提高后的可能影响,就小尺度生境而言,水分可能受到限制,而生物土壤过程可能增强。如果在树木定植的关键阶段缺少水分,则森林的更新将受到不利影响。

2.2.5 就树木群落的范围而言,预计病虫害将引起森林的重大损失,而且这种损失随气候变化的剧烈程度而增大,林火的严重性将增大。虽然管理的森林比未管理的生态系统有效引火物可能性较小,但这并不能减少林火事件。它也不能影响造成燃烧区大小和扩张速率的天气状况。发达国家几乎不能对付这一现状。焚烧区的范围似乎在上升。由于热带气候变化较小,所以那里林火事件可能较少,但是许多人工林处于半干旱地区,因而将遭到不利影响。可以预计由于海平面上升



和天气型破坏导致的洪水带来的损失,也将有在不利条件下生长的低质木材产生的问题,以及由于木材供应带向北移动引起的与之有关的加工设备和设施随之移动而带来的巨大损失问题。从全球角度看,这些损失和破坏的最重要特点是:变化因国而异,某些国家比另一些国家能够较好地对付这些影响。

2.2.6 由于气候变化的结果,主要的森林带和树种区可能产生重大迁移,几个北半球的研究结果表明,温带和北部森林(以及树种)的高纬和低纬边界都可能向北极方向推移数百公里,反之,南半球的一些研究表明澳大利亚的树种在比它们自然分布的温度高得多的情况下能够适应和生长。

2.2.7 从树木群落的角度看,气候变化对森林可能有下列影响:增加因物理条件恶劣的死亡率,增加对病虫害的敏感性,增加对林火的敏感性,改变树木群落的生长速率(增加和减少),使通过自然和人工更新的树木群落定植更加困难,以及改变树种成分。

2.2.8 两类分布很广的森林可能对气候变化很敏感:(i)北部森林,这里的树木群落主要由树龄很长且生长常受温度限制的树种构成,并且预计这里的温度变动大;(ii)在干旱和半干旱地区的森林,这里的增温以及稳定或减少的降水可能使生境不再适合现有森林群落的继续生存。然而,由于周围的  $\text{CO}_2$  含量的提高,树木生长加快可能起补偿作用。

#### 社会经济后果

2.2.9 所有的国家都将森林用于取暖、烹调 and 食品方面,然而,人民对这些的依赖程度变化很大。森林生态系统的变化和树木分布并不涉及政治的或行政的边界,就定义而论,管理的森林有较高的投资水平,某些国家比另一些国家能够较好地承受投资风险和可能的损失。

2.2.10 精心管理的森林需有较高的投入用于选择品种、生境、株距、照料、疏伐、施肥及保护。这些调理是很费钱的,某些国家可能难以提供必要的力量来建立、维持和保护这种

森林投资。

2.2.11 增加的保护性费用不是平均分担的,它可能鼓励较贫穷的国家加速采伐、缩短循环周期以及从事某些其它的未被认可的实践。关于这些气候变化引起的二级影响和潜在影响需要更多的资料。许多国家的社会结构方面的相对混乱可能对森林有不利影响,正如现在纵火或其它危害的影响一样。

2.2.12 树种区推移的社会经济后果将受这一事实的影响,即气候的变化将可能比树种的自然响应(例如通过迁移而实现)要快得多。

2.2.13 此外,新的生境由于在其它的气候和植被条件下演化了数千年,所以可能是不适合的。新区的适当性以及在新气候条件下的森林的实际成分和生长方式均未考虑非生态学的问题,如河流流域、所有制、公园、自然保护区以及娱乐休养区等。

2.2.14 结论是气候变化可能使大多数现在和近期存在的问题以及紧张状态加剧而不是减缓。这一结论非常依赖于如下假定:在未来30—50年内由于响应气候变化,世界各地的森林将易于接受某种衰退的措施和形式。这些变化将与需求量加大的人口的大幅增加同时发生。反之,如果某些地区的森林不大受气候变化的影响,或实际上生长率正在增加,那么或许大多数存在的问题和紧张状态至少能够得到部分地得到缓解。

#### 适应措施

2.2.15 可以做大量工作以便减小社会经济体系对气候导致的森林减少的敏感性。适当的措施包括根据当地的条件来选择和实现一系列森林管理方法。但有些可能对其它指标不利。例如野生生物和娱乐休养。

2.2.16 对木材供应而言,森林制品工业可以将其加工技术移向新类型和新品质的纤维材料,以及在木材供应有可能提高的地区计划建立新造纸厂。政府可以支持对以森林为基础的社团公司的经济上的分散投资行动。同时也致力于改进未来林业土地可能变化的

长期规划。关于娱乐休林业,这里以森林为基础的一个很重要的经济部门的另一个例子,政府和私人公司必须展望未来,看看森林风景区可能如何变化,因而相应地计划废除一些旧设施,并投资一些新设备。

### 行动建议

2.2.17 对付气候变化和林业部门的能力与我们现在所取得的知识有关。存在着许多待考虑的不确定性。例如,在将来,同样的紧张状态和议题是否会有类似的高度优先权?社会经济影响的研究必须是范围全球化、组织国际化、重点学术化以及时效长远化。我们需要区域性气候构想方案以及关于树木群落响应、品种和生境之间的关系,品种的内在可变性等方面的资料。变化的气候证明了林业部门需要采取积极管理的战略方针,甚至需要更好地了解森林管理在减轻气候变化的影响和利用时机方面的潜在作用。

2.2.18 一个重要的影响(并且现在已有迹象证实)将使部分公众忧心忡忡,尤其是那些在生活上依赖于森林的人。在执行决策时公众的合作对于处理问题是必需的。这种问题需要的是生物学上的而不是意识形态上的解决办法。

2.2.19 对气候变化的社会经济影响的研究必须集中在未来几十年内。而不仅仅是在某些特定时间点上出现的过渡气候。这将影响在特定地点和时间人们的生活方式。即使最终的气候变化很小,也需要对执行生物学上允许的政策所带来的严重影响有所准备。

2.2.20 在全球尺度上考查生物地球化学变化是非常复杂的,加上人类作为一个可变因素则使问题进一步复杂化。尽管如此,人类仍然是生态系统研究中的关键要素。我们必须考虑学术上的重要性以及对不同国家人民的经济和政治影响。再加上文化上的多样性,这些将引导或可能主导着我们的行动。

2.2.21 气候变化本身的性质和时空分布是高度不确定的,因而变化的气候对森林及其

生长环境的可能影响也是各种各样的。同时它对我们森林利用的可能影响也是各种各样的。而且,社会用以对付变化的环境和变化的社会经济条件的各种办法,迄今大部分尚未探索过,就这点而言,这些条件不依赖于气候变化而迅速地变动着。

2.2.22 为了着手阐明本节中讨论的那些影响,下列主要的研究和评估倡议应该在近期(90年代初)开展和贯彻:(i)较可靠的区域性气候构想方案;(ii)气候变化对管理的森林群落的影响模拟;(iii)为更好了解树种与生境匹配而作的模拟研究;(iv)分析森林管理在减缓和利用气候变化的预期影响方面的可能作用;(v)对气候变化引起的森林结构变化,造成的野生生物栖息地及森林娱乐休养区的可能破坏作区域性分析;(vi)对气候变化引起的木材供应波动造成的对森林制品的乡村社团、工业公司、市场和贸易,以及政府的可能社会经济影响作区域性分析;(vii)对森林部门对付气候变化的可能对策作综合研究;(viii)用遥感方法定期评估热带森林的破坏。

## 3 气候变化对自然地球生态系统的可能影响及其社会经济后果

### 主要结果

3.0.1 主要的发现包括:

- 大气温室气体浓度的全球增高以及与之关联的气候变化将对自然地球生态系统和有关的社会经济体系造成严重的后果。
- 气候带可能向两极移动数百公里,动植物区系将滞后于这些气候带的移动,残存在它们现在的位置上。因而可以在不同的气候区域内发现它们。
- 拟议中的气候变化速率是决定气候变化对自然地球生态系统影响类型和程度的一个重要因子。这些速率可能比某些品种的反应能力要快,而这些反应则可能是突发的或渐变的。

- 新的气候区在某些情况下(例如移向较低的纬度和高度)是不易于栖息的,而在另一些情况下(例如移向较高的纬度)则较易于栖息。在陆地属于极地沙漠、冻原和北部森林的地方,预计植被带的变化将是非常大的。
- 并不期望生态系统作为一个单一的单元而移动,由于物种分布变化和生产的结果,它将有一个新结构。
- 由于导致全球生物多样性减少的威胁不断增加,某些物种可能灭绝,而另一些物种当威胁减少时可能会繁盛起来。
- 最敏感的生物群落是适应性选择受限制的群落(例如在丘陵的、高山的、极地的、海岛及海岸的生物群落、遗留的植被,以及原始生境和保护区生物),以及遭受气候变化再加现存威胁的生物群落。
- 在某些地区可能增加诸如害虫突然蔓延和火灾之类事件出现的频数,这些也可能增大拟议中的气候变化。
- 大气中  $\text{CO}_2$  浓度增加的直接效应可以使植物生长增加,可以提高水的利用效率以及对盐度的忍受性。但是这一正效应常常可能被生态系统的反馈所减小。空气污染水平的提高也减小了这一正效应。
- 这些影响的社会经济后果将是重大的,特别是对地球上某些地区更是如此。这些地区的社会及有关的经济依赖于自然地球生态系统。当这些生态系统受影响时,粮食、燃料、医药和建筑材料的获取以及个人收入等都可能发生变化,在某些地区,重要的纤维材料产品、娱乐休养和旅游业也可能受到影响。

## 基本问题

3.0.2 拟议中的气候变化将使这些生态系统具有一个比它们近代演化期间所经历的气候要暖的环境,并且将以一个比过去的冰河期—间冰期过渡阶段的气候变化要快 15—

40 倍的速率来增温。这种较大和较快气候变化的组合将引起生态系统中断,使某些物种能扩展它们的范围,而另一些物种则将趋于较少生活能力,在某些情况下,甚至可能消失。

3.0.3 现在的知识并不能使我们对气候变化对自然地球生态系统影响的所有方面作全面和细致的分析。然而,作某些似乎合理的提示却是可能的。下面提出的所有估计都是根据大气温室气体浓度增加以及有关的全球气候变化的构想方案而得到的。由于不能得到所需的气候分析,所以不可能估计出气候变率变化的后果。

### 特别敏感的物种

3.0.4 对气候变化特别敏感的物种是:

- 处于自己最佳区边缘(或之外)的物种;
- 地理位置上限定的物种(如在海岛上,山峰上,在乡村地区一块与众不同的遗留植被内,在公园和保护区内发现的物种);
- 遗传学上濒临灭绝的物种;
- 具有特殊地位的专门发展的生物体;
- 散布很差的物种;
- 繁殖缓慢的物种;
- 一年生物种的地方性种群。

3.0.5 这就意味着丘陵的、高山的、极地的、海岛和海岸的生物群落以及古代遗留生境和保护区都会特别受到威胁。因为它们适应性选择的数目有限,因而这些物种不能得到拯救或不能适应气候变化。

### 植被带边界的变化

3.0.6 拟议的全球气温  $1.5—4.5^{\circ}\text{C}$  的变化及降水变化将造成植被带边界的移动,因而影响这些植被带的植物种类以及与之有关的动物种类。在未来的 50 年内边界(例如北方冻原、温带森林、草地等)预计将移动数百公里。然而,物种迁移的实际速率将被它们扩散能力的极限和存在的扩散障碍物所限制,这样一来,它平均约为  $10—100\text{m}/\text{年}$ 。

3.0.7 针叶和阔叶嗜热性树种将在比它们

现在界限更北得多的地方找到有利于它们生长的环境。在苏联亚洲部分的北部,植被带的边界将向北移动纬度  $4-5^{\circ}$  (500—600km)。预计冻原带将在欧亚大陆的北部消失。

3.0.8 预期的降水变化将使物种有可能向赤道方向扩展它们的边界。因而,阔叶林范围将扩大且这些生态系统按物种成分来说将具有较多的海洋性。在苏联欧洲部分的森林草原亚带将变化。而在西伯利亚的南部,森林草原边界的移动可达 200km。

3.0.9 在地中海的半干旱、干旱和极干旱的生态气候带中,温室气体引起的气候变化将降低植物的生产率,而且由于蒸散增加将造成北非和近东草原的沙漠化。沙漠的上限在气候变化的影响下将迁移。很可能伸展到现今半干旱带下限所对应的地方(即北非的泰勒阿特拉斯山和突尼斯山的山麓丘陵以及中近东的托罗斯、黎巴嫩、阿拉维、库尔德斯坦、扎格罗斯和厄尔布尔士等主要山脉的山麓丘陵)。

3.0.10 气候变化对现在的热带和温带雨林的影响是不确定的。例如,预期几乎整个塔斯马尼亚在最好的情况下都将变成温带雨林的气候边缘。这主要是由于气候构想方案中所建议的冬季温度上升所致,这种增温不可能对森林有直接影响,但可能有利于不耐霜的物种侵入。

#### 生态系统内的变化

3.0.11 拟议的温室气体引起的气候变化将显著地影响自然地球生态系统的水文关系。这种影响可以直接地通过改变降水、径流、土壤水分、雪盖和融雪,以及蒸散等提供的水分而达到,也可以间接地通过改变海洋和湖泊的高度从而影响海岸和海滨线生态系统的水平面来达到。

3.0.12 降水的季节性也造成它的影响。干季加长,或相反的地下水位升高,两者都可能突出盐化问题。在地中海和半干旱气候中,那里蒸散长期超过降水,同时由于植被清除或

过量灌溉造成的渗透增加可能提高水位。因此地表土壤盐化可能是一个主要问题。这种盐化能够伤害所有植物(适于盐碱地中生长的除外)。能够增加土壤侵蚀,以及降低水质,盐化已成为许多地中海和半干旱地区的一个问题(如在西澳大利亚沿岸、地中海、亚热带非洲),也是沙漠化增强的一个主要成因。

3.0.13 温室气体引起的气候变化,由于地球自然生态系统内部联系的变化,将影响这些生态系统的结构和成分,或许还会导致新物种的产生。

3.0.14 由于气候变化可能出现新的物种体系,许多物种将首次面临“外来的竞争者”。由于气候变化引起的干旱和火灾频数增加以及侵入的物种,因而可能造成某些物种的地方性灭绝。在这种给定条件下可能扩张的一个物种是 *Melaleuca quinquenervia*。一种像竹子一样的澳大利亚植物。这一品种已经侵入了佛罗里达大沼泽地国家公园,形成茂密的单型群落。在那里泄水和频繁的火灾使自然沼泽生物群体干死。

3.0.15 在某些情况下,由于气候变化的结果,害虫和病菌预期将扩大它们的范围,而对昆虫的情况,将增大它们的虫体分布密度。这可能使生态系统的健康面临危险。因而在确定未来的植物和动物的分布时起着重要作用。

3.0.16 由气候引起的各种强迫因子的综合,造成对直立植物危害和死亡率的增加,因而也预期会引起害虫蔓延。来自新西兰的一个例子是硬山毛榉(*Nothofagus truncata*)。增温  $3^{\circ}\text{C}$  将增加年呼吸作用使碳损失增加 30%。这一损失超过分配给这一物种的枝干生长的年总量。因为没有足够的储备来代替现在的组织,这种树质地将变弱,并且变得较易于感染病菌和害虫。在反复几个干旱期之后,几个(*Nothofagus*)品种死于食叶昆虫。这将被非温室气体引起的气候变化所加剧。

\* 原文是  $40-5^{\circ}$ , 可能有误—译注

3.0.17 由于湿地,尤其是温暖地区的季节性湿地,为许多严重疾病,如疟疾、丝虫病及血吸虫病等的病媒的繁殖和生长提供了栖息地。所以平均温度的增高和季节湿地分布的任何变化都将改变这些疾病的时间和空间分布。

3.0.18 较高的温度和改变了的降水都可能较肯定地导致许多林区干旱频数和火险的增大。再加上由于森林底层环境  $\text{CO}_2$  增多的直接效应而造成的燃料密度增大,这就可能导致森林受火的影响增大。它将加速气候条件改变下生态系统成分的变化。

3.0.19 在湿季和干季界限分明的地区(热带的某些部分,以及所有地中海气候地区),雨季降水量的变化通过影响植物生长而改变燃料储量。改变了的燃料储量与降水变化一起能够影响干季的火灾强度。夏天雨季期间,向稍湿润气候的变化能够增加墨西哥大多数亚热带和温带林地内的燃料储量。这就意味着火灾频数的增加。

3.0.20 预期由于气候变化的结果,全球生物多样性将随可能的社会经济后果而减少;然而,也可能产生某些局地的增加。尤其是对较长时期而言,对生物多样性的最终影响取决于物种相互作用的变化与通过迁移后的适应性之间的平衡。

3.0.21 由于主要的食草动物或在其它生态系统中与它们机能相适应的对应物的消失,增温也可能使生物链割断,例如在南非纳塔尔的赫卢赫卢韦狩猎保留地内,在大象消失之后的 100 年内,几种羚羊已绝迹,而开阔乡村内的食草牲畜,诸如两种大羚羊(wildbeest 和 waterbuck),它们的数目大为减少。

3.0.22 大气  $\text{CO}_2$  浓度增加的直接效应可能使作物生长率增加,然而,人类活动引起的大气化学成分(如臭氧)的变化以及生态系统反馈常常能够减小这一正效应。

### 行动建议

3.0.23 虽然全球增温对任一地区或任一物

种的专门影响在某种程度上均属推测,但我们仍然可以作出一些明确的结论。地球自然生态系统在组成上将改变,在位置上将移动;能够适应和迁移的那些物种将继续生存下去。敏感的物种,特别是对那些选择很有限的物种,将会减少以至消失。

3.0.24 气候变化对地球自然生态系统的环境影响及其有关的社会经济后果的考查还处在起步阶段。所作的研究是有限的,仅考察了特定的地区和部门、大部分研究仅从较窄的视角来看问题,而没有从多学科的发展来看,使得这些研究难以更深入。此外,大多数研究只考查了气候变化对现有社会、经济和环境系统的影响,而没有考查在生态系统过渡阶段社会和经济的调整措施对这些影响及其后果的作用。

3.0.25 这些限制可从下列方面改进:

- 编制物种和生态系统的有关详细目录;
- 开展和继续进行综合的监测计划;
- 获取更多的关于对气候变化敏感的有关物种和生态系统的信息;
- 发起和支持区域性的国家和国际性的研究影响计划;
- 教育资源管理机构和公众,使其了解气候变化对地球自然生态系统的可能后果。

## 4 气候变化对水文学和水资源的可能影响

### 主要结果

4.0.1 主要的发现包括:

- 对许多世界范围的流域而言,特别是对那些在干旱和半干旱地区的流域而言径流对气候的微小变化和变动非常敏感。例如,1℃到 2℃的增温再加上 10% 的降水减少,据信可以造成年径流减少 40%—70%。
- 根据经验资料和水文学模式,年径流对降水变化的敏感度似乎超过对温度变

化的敏感度,然而,在季节性降雪和融雪作为总水源的主要供给部分的地区,径流和土壤水分的月分布对温度的敏感度超过降水。

- 构想方案的建立给指定地区提供了径流受影响的范围以及这些后果的性质。然而,对任何指定地区,至今尚不能给出足以表示这些变化的方向和数量的令人信服的预报。但是,虽然科学依据改进缓慢,但是我们可以用一般环流模式作增温敏感度分析。
- 现今用水的脆弱性(即需求超过可靠供应的地方)以及各种水用途之间的冲突都可能由于在大多数干旱和半干旱地区内的全球增温而加剧。
- 按照对维持现有人口的严重威胁来看,似乎承担最大风险的地区是:非洲:马格里布、萨赫勒、非洲北部、南非;亚洲:西阿拉伯、东南亚、印度次大陆;北美洲:墨西哥、中美、美国西南部;南美洲:东巴西的一些部分;欧洲:地中海地区。
- 水管理的相对程度(储存量对年平均流量)是确定对年平均变率变化调整适应的主要因子。
- 重要的是,未来水资源工程的设计应考虑到气候是一个非定常的过程,而且对设计使用期为 50 到 100 年以上的建筑,要使之能够承受在该建筑整个使用期限内可能出现的气候和水文气象条件。

## 基本问题

4.0.2 如果要对水资源条件作适用于规划和制定政策的有益估计。研究工作必须包含对未来可能水文事件的频数、强度和持续时间作出估计。这对农业影响的估计、水资源管理系统的设计以及对作出准确合理的水供应估计来说,都是特别重要的。

4.0.3 在许多情况中可以预计,响应于全球增温的水文学极值的变化比水文学平均状况变化更为重要。因此,在估计水资源变化的各

种社会问题时,必须集中注意力在旱涝的频数和强度上。

4.0.4 即使面对全球变化的不确定性,最初的水资源规划和决策也将继续执行。对于估计未来气候变化的各种方法的有用信息,必须详细研究清楚,使之对管理界有效。

### 区域性影响

#### 洲/国家的影响

4.0.5 根据古气候相似法加上以物理学为基础的水平衡模式可以得出:整个苏联领土上的年径流预计将增加,尽管预计它在森林草原带和南方森林带中略有减少。任何情况下,在具有降雪和融雪的地区中,冬季径流预计都将增加。在苏联的许多北方河流中将会出现严重的洪水泛滥问题。

4.0.6 对美国的所有河流流域的一个评估表明,美国的干旱和半干旱地区,即使有高度的水管理技术,也将要遭到全球增温的严重影响。农业灌溉的竞争用水,市政的供水以及水力发电都一直威胁着现有系统。在美国的所有其它地区都可能在某种程度上遭受到不利的水资源的影响,无论是对水力发电、市政供水短缺,还是对农业灌溉而言。

4.0.7 对欧洲共同体各国的一般环流模式研究的评估表明,降水和径流可能在北部国家增加,从而可能引起地势低的国家的洪泛问题。欧共体的地中海国家可能遭遇到径流减少,从而使这一地区已经严重而且频繁发生的供水短缺问题进一步恶化,最有可能的是农业将遭到非常不利的影响。

4.0.8 在日本,延长的干旱期和缩短的强降水期可能出现。现今的储水能力是有限的,因而一大部分人将生活在洪泛区,水的需求预计将增加,这将严重威胁现有的水管理系统。

4.0.9 降水以及相应洪泛的增加,与导致地表水质退化的暴雨和污水系统的过载,这些都可能在新西兰出现。

4.0.10 英国可能预期在本国大部分地区年平均径流增加,但在峰值流量方面有较强的季节变动。这就增加了重新设计现有水管理

系统的必要性。

#### 河流流域和临界的环境

4.0.11 伏尔加河流域的径流在直到 2000 年之前经历一个减少期,然后预期将进入增加期。

4.0.12 研究表明萨赫勒地区的水文条件对气候状况尤其是对降水,特别敏感,例如,研究指出,降水 20%—30% 的减少可能导致径流 15%—59% 的减少。至于未来水资源的可能变化,值得一提的是它的情况很不确定。因而,对该地区非常重要是需要开展关于这一问题的全面研究。

4.0.13 萨克拉门托—圣华金河流域的研究显示了一个依赖于融雪所产生径流的高度现代化管理的水资源系统将如何受到全球增温的影响。气温增加改变了原来的时间规律,同时使融雪径流量增加 16%—81%,从而严重地威胁了现有水库的抗洪能力。然而,夏季径流减少 30%—68%,加上土壤水分减少 14%—36%,以及到 2020 年水需求量的加倍,这些都意味着该系统将明显可能面临严重的水利用冲突和周期性的短缺。

4.0.14 在澳大利亚的墨累—达令流域,利用地理位置等条件的相似可以推断出降水可能减少 40%—50%。然而,根据一般环流模式的结果,澳大利亚以夏季为主的降水区在 2035 年以前将可能扩大到包括整个澳洲大陆的 75%,在达令河流域的径流将加倍。

4.0.15 根据随机统计的水供需关系对特拉华河流域进行了敏感性分析,这是美国东北部一个高度都市化的流域。整个流域范围的年径流的估计表明可能会减少 9%—25%。同时,整个流域的干旱可能性也大为增加。特拉华河提供了纽约市供水量的很大一部分,它已经在它的保险供水量水平之下工作,特拉华河的流量减少引起淡水—咸水分界线的向上游移动,从而威胁到由该河河口部分引入的费城的水供应。

#### 大的湖泊海的影响

4.0.16 里海是世界上最大的封闭水体,几

乎 80% 的径流量来自伏尔加河,因而它将响应于 2000 年伏尔加河流量的减少。但此后即随之增加。这将会大大改善里海的水质和生态状况的严重退化。

4.0.17 根据一般环流模式的结果,大湖区在有效 CO<sub>2</sub> 加倍的构想下预计流域径流将会出现 23%—51% 的减少。水力发电、重要的商业航运以及由于热力层结造成的湖水水质都将会受到不利的影响。

4.0.18 威海由于污染的灌溉回流将继续恶化它的水质。这是因为对这一地区所预计的降水-径流增加将不足以补偿灌溉农田的发展扩大。

#### 行动建议

4.0.19 迫切需要对未来的气候状况作出较可靠和较详细(在空间和时间两方面)的估计。这些估计必须是指定区域的并能对发生事件的频数和量值提供信息。必须增进了解气候变化率和水文响应之间的联系。这类研究应该包括提出一些方法,以便将气候模式得出的信息转变成对流域和水资源系统模式有意义的输入资料。

4.0.20 必须在全球范围内找出即使对很小的气候变化也特别脆弱的地区,脆弱性必须就自然的和人为的状况以及可能的变化来研究确定。

4.0.21 加强评估水资源的敏感性在发展中国家是必须的。尤其是那些对环境敏感的半干旱地区的国家。那里低水平发展的水资源系统与快速增长的用水需求的潜在冲突很大。

4.0.22 在研究操作水管理系统的改进措施时,需考虑到气候不确定性。这个工作的关键是研究提出对工程结构的设计标准。这类标准专门增加考虑了对气候变率和变化的估计。

4.0.23 现在关于气候变化对水质的影响知之甚少,虽然水质问题变得日益重要,但要区分人类引起的和自然引起的水质变化却是一

个很困难的问题。具体地说,迫切需要认清的问题,就是可靠地估计气候变化对水质的影响。

## 5 气候变化对人类居住环境、能源、运输和工业各部门,人类健康和大气质量的可能影响

### 主要结果

#### 5.0.1 主要的发现包括:

- 综观全球,最脆弱的人群是以农业为生计的农民、海岸低地和海岛的居民。在半干旱草地的居民以及以简陋小屋为主的市镇(特别是在具有数百万居民的大城市)贫民区中的穷人。
- 气候变化,甚至一个适度的全球海平面增高,预计将使某些岛国和许多脆弱的沿海地区的人类居住环境陷入困境,这些地方的干旱、洪涝改变了的农业生长条件,都影响着水资源、能源、公众健康和卫生,以及工业或农业生产。
- 预期全球增温能够引起永冻带的重大移动,这种变化证实对永冻带地区的公路、铁路、建筑物、油和气输送管线、采矿设备和基本设施等都很具破坏性。
- 全球增温预期将影响水资源和生物量的获得,这两者在大多数发展中国家都是主要能源。失水地区的这种气候变化可能恶化对人类居住和能量都重要的能源和材料的供应情况。气候变化也能影响其它可再生能源(诸如风能和太阳能)的区域性分布。
- 病媒传染的疾病和病毒性疾病。例如疟疾、血吸虫病以及登革热等在变暖的气候条件下预计将移向较高纬度。
- 如果诸如热带气旋之类的强天气由于气候变化而发生得较频繁或变得更强烈,则人类居住环境和工业可能受到严重影响,并伴随人类生活的大量损失。

### 基本问题

5.0.2 对发展中国家的影响可能是特别致命的。这些国家缺乏适应变化的资源,应优先考虑气候变化对这些国家中的人类居住环境、能源、运输、工业和人类健康的的可能影响。同时提高他们自己设计和执行对策的能力,以减少气候变化的不利影响。

5.0.3 气候变化对人类居住环境以及有关的能源、运输和工业各部门的社会经济活动的影响将随地区而异。它依赖于温度、降水和土壤水分的变化,强风暴类型以及气候变化的其它可能后果等的区域性分布。正如由第I工作组提供的一般环流模式的构想方案所表明的,这些气候特征中某些性质的变化可能随地区而差异很大。此外,人类居住环境以及有关的经济活动对气候变化的脆弱性在地区间和地区内的变化也很大。例如,在同一地区内,沿海比内陆一般而言对气候变化显得更脆弱。

5.0.4 对气候变化制定有效反应战略将需要有更高的能力预报和发现区域性气候变化以及剧烈天气现象的发生。一个重要的问题是时间进程问题。例如,在50年内0.5米的海平面上升比100年内同样的海平面上升将会有很不相同的影响。不仅对采取适应措施现在所算的代价很不一样,而且今天的很多设施在较长的时期内都将被替换。

#### 人类居住环境

5.0.5 在确定气候对人类居住环境的影响时一个根本的难点在于:基本上不依赖于气候变化的许多其它的因子也是重要的。人们可以有把握地预测某些发展中国家对气候变化极其脆弱。因为他们已经处于他们对付气候事件的能力极限上。这些包括沿海低地区区和海岛上的居民,以农业谋生的农民,半干旱草地上的居民以及城市贫民。

5.0.6 气候变化对人类的最大影响可能在人类的居住环境方面。诸如马尔代夫、图瓦卢和基里巴斯等整个国家的存在。在海平面仅



仅升高几米,就将受到灭顶之灾。而诸如埃及、孟加拉、印度、中国和印度尼西亚等国的人口稠密的河流三角洲和沿海地区也将受到来自甚至一个中等的全球海平面升高引起的洪泛的威胁。那些工业化的国家,诸如美国 and 日本的沿海地区也将受到威胁,虽然这些国家预计有必须的资源来对付这种挑战,荷兰就证实了一个小国能够如何有效地调整资源以对付这种威胁。

5.0.7 除了沿海地区的洪涝而外,人类居住环境也可能受到干旱的危害,后者影响了粮食供应和水资源的获得。由不规则降水引起的水短缺可能对发展中国家特别有影响。正如在赞比西河流域所看到的情况,生物量是次撒哈拉非洲大多数国家的主要能源,在某些地区改变了的水分状况减少了这种生物量。从而对本国能量的来源和防护林的建设提出了重大的难题。

5.0.8 虽然仅有少量的城市专门研究工作,但结果表明气候变化可能在发达国家的主要市区有巨大的影响。一项研究预计,有效  $\text{CO}_2$  的加倍可能使纽约市的水出现严重的不足。不足量等于哈得孙河计划供水的 28%—42%。从而需要执行一个 30 亿美元的计划,使哈得孙河的洪水进入新增加的水库中。

5.0.9 虽然全球增温可能在永冻区造成人类居住环境向极地的扩展,但是永冻层的解冻也可能破坏设施和运输,以及对现有建筑物的稳定性和未来基建的条件产生不利影响。

5.0.10 气候变化的最严重影响反映在人类迁移上。由于海岸线侵蚀,海岸洪泛以及农业陷于绝境而使成百万人离乡背井。他们逃往的新地区可能将遇到没有足够的卫生和其它生活保障的设施来安置这些新居民。瘟疫可能在难民营和居住区内流行开来,然后向周围地区扩散。此外,重新安居常常引起心理上的紧张和社会方面的不适,这也可能影响移民的健康和幸福。

能源

5.0.11 气候变化对发展中国家的最大影响之一可能是在许多地区存在的对生物量的威胁,生物量是大多数次撒哈拉非洲国家和许多其他发展中国家的一种主要能源。在某些非洲国家中,90%以上的能源取决于生物量能量(木材燃料)。由于从现代气候模式推求出来的水资源变化的不确定性,所以很难对这些国家中将来的水分状况提供可靠的区域性规划。在某些国家和地区预计将有变干的趋势。因而在这种状况下,能源可能受到严重的损害。由于  $\text{CO}_2$  含量较高的环境,燃料用林生长加快,故可能有一个补偿作用。分析这种危害应该是能源规划者头等优先的事情。

5.0.12 除了影响水和生物量的区域性分布之外,在云量、降水和大气环流强度方面的与气候相关的变化还将影响其它形式的可再生能源(如太阳能与风能)的分布。了解对水文学、生物量、太阳能和风能的这些影响是特别重要的。因为可再生能源在许多国家的能源规划方面正担任着重要角色。在发展中国家内,对它的关注也日益增长,因为许多发展中国家正面临着来自必须进口常用能源方面的严重经济压力。

5.0.13 发展中国家,包括非洲的许多国家十分依赖于水力发电。气候变化可能改变水资源的获得,从而使某些现在的水力发电设备无用武之地。因而,尽管其它地方可能由于增加了径流而受益,但未来的能源规划将遇到较多麻烦。

5.0.14 迄今关于全球增温对发达国家能源部门的可能影响的研究主要限于 6 个国家即加拿大、联邦德国、日本、英国、苏联和美国。一般而言,它们有不同的总体影响,取决于能源的使用量,这与居民和办公室的采暖和降温有关。气候增温将增加空调的能源消耗,但它却降低了采暖的能耗。

5.0.15 此外,能源部门将受到对全球增温的响应战略的影响。例如关于气体排放稳定化政策的影响。在许多发达国家中,这可能是能源部门受到的最重要影响之一,从而给产

生低含量温室气体的技术增加了时机。关于获得无 CO<sub>2</sub> 能源的方法已展开了争论,特别是越来越依赖核电和水电,而这种选择是不利于安全和环境的。在发展中国家和发达国家中能源部门的变化可能对区域性就业、迁徙和生活方式有广泛的经济影响。

#### 运输

5.0.16 一般而言,气候变化对运输部门的影响可能是适度的,只有两个例外。归纳起来,气候变化对运输部门的最大影响将可能是:为了减少与运输有关的温室气体排放而采取的常规对策或消费者的兴趣转移所产生的变化。因为运输部门作为一个重要的温室气体源,所以它已经被当作可能减少温室气体排放的源来对待,可能对私人汽车、汽车燃料及排放等增加限制,同时增加使用有效的公共交通工具。

5.0.17 对运输部门的第二个大影响在于内陆航运,由于湖泊和河流水面的改变,可能严重影响航运以及平底载货船 和其它运输船的成本消费。迄今的研究都完全集中在加拿大和美国的大湖区。结果表明可能有较大的影响。气候构想方案表明,由有效的 CO<sub>2</sub> 加倍可造成湖面多达 2.5m 的下降。这种变化可能增加船舶运费,但由于冰的减少,航运季节可能比现在加长。在某些地区,湖和河的水面可能上升。从而可能增加了航运的时机。

5.0.18 一般而言,对公路的影响似乎可能较为适度,例外的是在沿海地区和山区,在前一地区,那里的公路或桥梁可能受到海平面上升的威胁;而在后一地区,降水强度的可能增加会引起泥浆滑坡的危险。在面临大西洋的加拿大和美国大迈阿密等地的研究表明,在这种受影响的地区,对公路基本设施的投资成本将增大。雪和冰的减少以及冻胀威胁的减缓,一般而言都将使公路养护比较省钱。这一点已为美国俄亥俄州克利夫兰的研究结果所指出。

5.0.19 对铁路的影响似乎可能是适中的,虽然在异常炎热时期对路轨的热害威胁可能

增加对某些铁路夏季安全的担心以及降低它的运营能力,同时由于洪涝引起的扰乱也可能增加。

5.0.20 对海上运输可能影响的分析非常之少,最大的影响似乎可能是对港口和码头之类的航运基本设施形成危害。分别来自海平面上升和风暴潮、某些气候展望指出热带气旋强度有可能增大。这可能使海上航运和基本设施产生不利的后果。另一方面冰雪状况的减少可能为北方港口提供了更多的使用机会,甚至可能将北冰洋正规用于航运。适中的海平面上升也可能对使用浅水道的船舶增加可允许的拖航。

5.0.21 对发展中国家的运输部门而言,迫切需要关于气候变化的可能影响的分析。因为运输部门的效率可能是国家对付气候变化的能力方面的一个重要因素。

#### 工业

5.0.22 气候变化对工业部门可能影响的研究主要集中在如娱乐休养之类的某些部门以及少数发达国家,主要是澳大利亚、加拿大、日本、英国和美国。虽然有某些证据表明发展中国家的工业可能对气候变化特别脆弱,但是气候变化对发展中国家工业的可能影响的分析非常之少。一个特别重要的因素是,由于气候变化可能引起主要产品的生产分布发生变化。

5.0.23 粮食和纤维材料的区域性和全球性的获得情况和价格的变化可能会很大地影响诸如食品加工、森林和纸制品、纺织和服装等加工工业的竞争力和生命力。预计气候变化对粮食、纤维材料、水和能源的获得和价格可能有种种影响。

5.0.24 正如机动车辆和能源部门可能受到来自对限制温室气体排放而作出的常规决策和消费方式的转移的影响一样,重工业也面临对新形势的重新调整适应。诸如对排放物穿越边界地带的限制、对开发和转让新技术的国际机构的设立等都要加以调整适应。能源利用效率在钢、铝和其它金属工业以及汽

车制造业中是一个更为重要的竞争因子,公众对限制温室气体排放的关心也可能为节能或为基于净化技术的工业创造了机会。气候变化对工业的可能影响的研究都趋于集中在再生产部门,那里气候变化的直接影响是较为确定的。

5.0.25 由于具有足够的超前时间,所以工业能够向伴随全球增温的许多变化进行调整。然而对粮食、干旱或沿海海侵等比较脆弱的发展中国家,他们的资金短缺,可能限制了工业中设计有效响应战略的能力。

#### 人类健康

5.0.26 人类有很强的适应气候条件的能力。然而,适应性是在数千年的时间过程中产生的,拟议中的气候变化率表明,未来适应性的代价将是昂贵的。

5.0.27 频繁的热浪可能增加过多的死亡的危险。夏季中热害增多可能增加与炎热有关的死亡和疾病。一般而言,炎热天气死亡数的增加将可能超过冬季严寒减轻所减少的死亡数。全球增温和平流层臭氧耗减似乎可能使大气污染状况恶化。在许多人口密集污染严重的城市地区尤甚。气候变化引起的大气中化学污染物之间光化学反应速率的改变可能使氧化剂含量增高,从而对人类健康产生不利影响。

5.0.28 存在着这样一种危险性,即平流层中臭氧层的耗减造成的紫外B辐射的增加可能提高皮肤癌、白内障和雪盲的发病率。预计皮肤癌危险的增加在高纬地区白色皮肤的高加索人种中为最大。

5.0.29 全球增温的另一个重要影响可能是:由蚊虫和其它寄生虫等病媒传染的疾病将向两极移动。寄生虫和病毒性疾病在许多国家有可能增加和重新引发。

5.0.30 水质和水获得状况的改变也可能影响人类健康。干旱引起的饥荒和营养不良对人类健康和生存有重大的影响。

5.0.31 在某些地区用作炊厨的生物量可能缺乏,以及由于干旱增加了保护安全饮用水

的困难,可能在某些发展中国家内使营养不良的现象加重。

#### 空气污染

5.0.32 在某些发达国家,为了改善城市地区的空气质量已实行对 $\text{SO}_x$ 、 $\text{NO}_x$ 和汽车尾气排放的控制。对温室气体排放的这种控制措施造成的可能能量损失及其后果需要结合到未来规划中去考虑。而且,全球增温和平流层臭氧耗减似乎增加已受污染的城市地区内的对流层臭氧问题。温室效应引起的对流层温度上升可能改变均相的和多相的反应速率,对云水的溶解度、海洋、土壤和植被表面的排放,以及各种大气气体(包括水汽和甲烷)向植物表面的沉降。水汽浓度的变化将导致 $\text{HO}_x$ 根和 $\text{H}_2\text{O}_2$ 浓度的变化。后两者对大气中 $\text{SO}_2$ 和 $\text{NO}_x$ 的氧化是重要的。云量分布类型、低层大气稳定度、环流和降水等预期的变化可能使污染物浓度变浓或稀释,并且改变它们在区域性或局地部门中的分布形式和转变率。由 $\text{NO}_x$ 和 $\text{SO}_2$ 通过大气转换生成的气溶胶的变化以及由于干旱陆地上的风吹尘的变化能够导致能见度和行星反照率的改变。由酸性和其它类型的空气污染物所造成的损害可能通过较大的湿度而剧增。

#### 紫外B辐射

5.0.33 已经讨论过紫外B辐射的增大影响人类健康。这种辐射还可能严重地影响地球植被、海洋有机生物、大气质量和成分。紫外B辐射的增大也可能不利于作物产量。也有一些情况表明,穿透海洋表面层(那里生活着某些海洋生物)的太阳紫外B辐射的增加对海洋浮游生物可能有不利影响。可能使海洋生产能力降低而影响全球食物供应。预计紫外B辐射的增加将加速户外使用的塑料和其它涂层的老化。温室效应的增强预计将使平流层温度降低,因而这可能影响平流层臭氧层的状态。

#### 行动建议

- 应该首先评估各国,尤其是发展中的各

国对于如水力发电、生物量、风能和太阳能能源的可能得失的脆弱性以及考查在新气候状况下有效代用品的情况。

- 迫切需要研究脆弱人类群体的适应性,尤其是老、弱、病三种人对热害频数增加的适应性,以及研究病媒传染病和病毒性疾病地理位置移动的可能性。
- 决策者应该优先注意在遭受洪泛(由于海平面不同程度地上升)和风暴潮的那些沿海地区的危险,鉴别人口以及农业和工业生产。
- 重要的是发展中国家应有能力评估气候变化的影响并将这些信息纳入他们的规划。世界性团体应帮助这些国家进行这样的评估和研究工作,从而使他们增强评估本国气候变化影响的能力。

## 6 气候变化对全球海洋和海岸带的可能影响

### 主要结果

6.0.1 拟议的全球增暖将引起海平面上升,改变海洋环流,以及造成海洋生态系统的根本变化,从而带来明显的社会经济后果。

6.0.2 随着局地地质运动所引起的重大区域性变化,海平面正在以每 50 年超过 6cm 的平均速度上升着,格陵兰岛,也许还有南极冰原,可能仍然对最近冰期以来的变化有所反应。鱼类和各种沿海资源当前受到污染,开采和发展引起的不断增长的影响,给依赖这些资源的人们造成严重的困扰。IPCC 所考虑的温室效应增强的影响,将加入现有的这些趋势之中。

6.0.3 海平面(预计到 2050 年)上升 20—30cm 将给地势低洼的岛屿国家和沿海区域带来一些问题,这种上升将破坏耕地和淡水资源,保护这些地区需要大量费用。

6.0.4 海平面(至 2100 年预计最大值)升高 1 米将淹没若干主权国家,迫使居民迁移,摧毁低洼城市的基础设施、淹没可耕地、污染淡

水源和改变海岸线。这些后果除非耗费大量财力否则无可阻遏,其严重性随不同的沿海地区而变化,而且将取决于海平面实际的上升速率。

6.0.5 海平面上升速率影响沿海的生态,上升过快会减少或灭绝许多沿海的生态系统,淹没沿海的礁石,减少生物多样性并扰乱许多在经济上和文化上具有重要价值的生物种类的生命周期。

6.0.6 由海平面上升引起的湿地冲蚀和有机物供给率的增加能够在几十年里提高港湾和近海地区的生产率。

6.0.7 全球增暖将改变海洋的热力收支和改变全球的海洋环流。包括高纬深水结构的海洋环流的变化将影响海洋作为大气热汇和 CO<sub>2</sub> 储库的能力。与主要鱼类有关的含丰富养分的水域内的涌升也可望改变,导致远洋涌升区主要产量的减少和近海涌升区主要产量的增加。可预见的影响将包括生物地球化学循环(例如影响大气 CO<sub>2</sub> 积累速率的全球碳循环)方面的化学变化。

6.0.8 有害的生态和生物效应将随全球海洋的地理带而变化。生长环境的丧失将导致生物多样性的变化,海洋有机物的重新分布和海洋生产区的移动。

6.0.9 水温和海平面同时上升可能导致具有重要商业价值的生物种类和海底有机物的重新分布。在长时期内鱼类产量的变化可以在全球范围内获得很好的平衡,但鱼类可能发生重大的地区性迁移,从而对社会经济产生重要的影响。

6.0.10 航海和远洋运输将由于海冰减少和港口稍微变深而受益。但若干依赖海冰的哺乳动物和鸟类将失去迁移目标和寻食路径以及必需的生长环境。

6.0.11 紫外 B 辐射量的增加对生物和化学过程,对远洋上层的生命,对珊瑚和对湿地能产生普遍的影响。这些影响已引起关注,但未能很好了解。

海平面上升对海岸带的影响

6.0.12 海平面上升的幅度和速率将鉴定社会及自然的生态系统对这种上升的适应能力。海面上升的直接效应简单表明：低洼沿海区域的淹没；海岸沙滩和湿地的冲蚀和后撤；潮差的扩大和港区盐线的入侵；潮程地区沉积的增多；以及咸水污染沿海淡水可能性的增加。预期的气候变化还可能影响沿海风暴和飓风的频率和强度。风暴和飓风是构成沿海地区地貌特征和造成高水位事件的主导因素。

6.0.13 上述直接物理效应对社会经济的影响不好确定，而评价则更难，这些影响具有区域的和地点的特殊性，包含这些物理效应的综合影响有三种类型：

- 低洼地区和岛国的居民受到威胁。
- 海滩、港湾、湿地生物物理特性的改变和退化。
- 沙滩和海岸线的淹没、冲蚀和后撤。

低洼地区和岛国的居民受到威胁

6.0.14 海平面上升最严重的社会经济影响是在充分开发的和人口稠密的沿海平原受水浸淹。在许多国家海平面上升1米将导致海岸线后撤若干公里。另外一些国家有相当一部分地域的海拔高度在1至5米之间，且拥有高度稠密的沿海人口。例如海平面升高1米可淹没埃及可耕地的12%—15%和孟加拉国纯农业区的14%，使数以百万计的居民流离失所。

6.0.15 海平面上升还使更大比例的低洼地区面临风暴潮引起的沿海洪暴的威胁。人口稠密的城区可凭藉巨额费用获得保护，而沿海岸线伸展的人口较不稠密区则得不到保护。在这些情况下，可能不得不进行大规模的迁居。海平面上升的另一后果是伴随潮程的扩展，加剧咸水侵入港湾地区的淡水，这势必减少港湾河流的淡水比例，特别在干旱期间对市政和工业的淡水供给产生不利影响。而且会污染许多地区市政供水的沿海地下水资源。在世界范围内人口大量集中的港湾地区将蒙受影响。那些由于全球变暖，淡水净径

流量预计要下降的地区尤其如此。

6.0.16 最后，当海平面上升时，低洼城市地区的大量基础设施将受到影响。工程设计需要重大调整和投资。许多城市的泄洪排水系统将深受影响。海岸防护工程、高速公路、发电厂和桥梁，为了经得起洪流、冲蚀、风暴潮海浪的袭击和海侵，可能需要重新设计和加固。

港湾和湿地生物物理特性的变化

6.0.17 海平面加速上升会加剧沿海湿地的重新分布。咸、微咸及不咸的滩地以及红树林和其它沼泽会在水淹和冲蚀中丧失；其它湿地将会变性从而适应新的水文和水力状况，或者将通过邻近得不到防护工程保护的低地向内陆移动，在过渡期间，这些湿地作为野生动植物栖息地的作用将被削弱，它们的生物多样性也可能降低，虽然在海平面上升的历史性变化中由于沉积截留和泥煤的形成，许多湿地在面积上保持不变或有所增加，但尚未观测到出现湿地的垂直增长与已预见的下世纪海平面上升相仿的速率。

6.0.18 湿地对沿海地区的生态和经济是至关重要的，它们的生物生产率等于或超过任何自然系统或农业系统的生物生产率，尽管这种生产率几乎不可能为沼泽动物和沿海鱼类所利用。在美国东南部，半数以上具有重要商业价值的鱼类以盐滩作为鱼场，湿地还起到沉淀污染物和一定程度上阻挡洪水、风暴和高潮的作用。由于这些作用，当前沼泽能为社会提供高达每英亩5,500美元或每公顷10,000美元以上的财富。

6.0.19 沿海湿地和港湾对许多物种都很重要。倘若海平面上升过快，则沿海生态的自然交替顺序将停顿，同时将导致生物循环的极大破坏。在短期内，鱼类的产量可能会随着沼泽的淹没、消逝和解体而增长。从而在某些情况下改善鱼类的生长环境和提供更多的营养物。营养物将从更频繁地遭受洪水冲洗的土壤和泥炭的淋滤中进一步提取。美国东南部目前似乎正出现这种生产率的暂时提高，那

里的海面由于陆地下沉的综合作用而上升。然而,这一鱼类生产的暂时收益,可能被鸟类和其它野生动物因为栖息地缩减所造成的负影响所抵消。在更长的时间里,到 2050 年对鱼类和野生动物的总影响很可能是负的。

6.0.20 当考虑海平面上升引起的生物化学循环的潜在变化时,应该注意到:(i)沿海地区的洪泛和土壤的冲蚀将引起氮和磷的含量在区域尺度上增长(在副极地和中纬度,尤其在白令海)。(ii)当前容纳在沉积物中的许多农药可能被沿海洪水带到海洋环境中去。

6.0.21 除非人类干预,否则,气候变化的综合效应将驱使沿海的生态系统向内陆和极地移动。此外,如果海平面象预料的那样迅速上升,那么生产率将可能下降,但可能几十年后方会如此,在此期间以湿地为基础的生产率在下降之前将历经一个上升过程。且海洋在其新水平上开始趋于稳定(如果在可预见的将来出现的话),那么生产率将开始下降。

**礁岛群、珊瑚环礁和其它滨海地带的海侵与海退**

6.0.22 海平面上升将造成各种滨海地带尤其是地势低洼海岸地区的海侵与海退。许多海滩地带的坡度很小,仅为 1:100 或更小,因此海平面上升一米可使海滩地区产生 100 米的海侵。滨海地带的海退还可由包括风暴潮和波浪冲击在内的正常冲蚀作用引起。珊瑚环礁的可能破坏或许是最重要的。因为这些珊瑚环礁岛群地区既是人类的居住地也是很多生物种群的重要栖息场所。大陆地区具有可退却的海岸线,人和生物的栖息场所可向内陆后移而获得重新安居。珊瑚岛群则不同,人和生物的栖居地向内陆后移的可能性受到极大的限制。如果海平面上升的最高速率超过珊瑚的垂直生长率(8 毫米/年),那么海侵和海退作用便占据优势地位,最后导致珊瑚环礁的消失。但是,如果海平面上升的速率较低,珊瑚的生长便可跟上海平面的上升。尽管有许多减缓大陆海滨的冲蚀和防御大陆海滨免遭风暴损害的工程解决办法,但是这

些办法对于珊瑚环礁来说却少有效果。

6.0.23 一些沿岸沙滩对人类的生存和再创造以及保护泻湖和大陆免遭沿岸风暴的损害起着重要的作用。沿岸地带经常处于危险境地。科学家已做了适应或者探索控制由自然气候变率引起的最极端状况的努力。人口稠密的沿岸可居住地区的丧失无疑地将导致人民大规模的重新安居。由于最具经济和生存价值的渔业事实上处于完全相同的脆弱地区,因此影响是双重的:即支撑鱼类种群的生态栖居地的缩小,伴随着对沿岸可居住的地区的威胁的增大,全球许多地区包含着数千里的海岸线,居住着数百万人口,这些地区将因海平面升高 1 米甚或 0.5 米而受到不利的影响。对大多数遭受威胁的海岸线来说,预防主要的物理效应多半是不经济的。因此,不利因素影响的前景应视作极端重要的并且事实上是无法改变的。

**对全球海洋的影响**

6.0.24 全球气候变暖可改变海洋的物理、化学和生物过程,影响到海洋和渔业的生产力。大气中有效的  $\text{CO}_2$  含量增加一倍将使表层水温升高 0.2—2.0℃,并改变热量平衡的各分量。其影响随地理区域的不同而有变化。

6.0.25 此外,大气中  $\text{CO}_2$  的增加可导致海水的酸度增加到 0.3pH 值以及溶解跃面高度的上升(因额外数量的碳酸钙的溶解)。这些作用可伴随着与水中腐殖质有关的微量金属络合物稳定性的降低,从而加强这些物质对海洋生物有害影响以及改变沉淀物的积累状况。

6.0.26 由于水温的上升特别是海平面的上升,沿海生态系统最容易受到最强烈的影响。这些沿海地区水文和水化学状况的扰动将伴随着许多鱼类和水下生物摄食区的移动,沿海生物种群营养结构的改变,结果造成鱼类和其他海洋生物生产率的下降。开始阶段,在陆地洪水的作用下,由于营养物质流量的增加,沿海地区鱼类和其他海洋生物的生产率可出现一定的增长。

6.0.27 海洋中热量平衡和环流系统的改变将对海洋生态系统的生产力产生直接的影响。考虑到这样一个事实,即鱼类和其他海洋生物年总产量的45%来自洋流和沿岸涌升地区以及副极地水域,因此这些地区的某种变化将决定海洋未来的生产率。

6.0.28 根据全球大气-海洋系统的一般环流模式得出的数值试验结果和古海洋资料,由于经向温度梯度的减小,全球变暖将伴随着海洋涌升流强度的减弱。这一作用将导致海洋生态系统生产率的下降。然而,由于陆地和表层水温之间的温度差异的增大而造成沿岸涌升流强度的某种加强,可部分地补偿海洋涌升流强度的减弱。此外,高纬地区温度的上升也将伴随着海洋生态系统生产率的增加。由于上述变化,可能会出现捕捞区的重新分布。这将导致海洋生态系统摄食结构的扰动和商业鱼类种群结构情况的改变。

6.0.29 赤道和热带水域的带状扩展将会造成这些水域地区表层和下层生物种群向着北方和温带地区移动。这种情况可能会显著地影响到全球的渔业结构。气候变暖的情况下,高纬地带生物降解作用的强度将会增加30%—50%。由于臭氧层的减弱而造成的紫外B辐射的预期增加,这一因子将会加速污染物质的微生物和光化学的降解作用,并减少污染物在海洋环境中的存留时间。气候变化的生态和生物结果依地区不同而异。因此,找出一种区域性的方法以研究生物地球化学的碳循环是需要的,这点在最重要的生产区和海洋生态系统脆弱的地区尤为重要。

6.0.30 对具有高生产力的白令海、北冰洋和南大洋等极地、副极地的生态系统进行研究是重要的,因为高纬度地区生态系统的变化最大。这些地区对于在海洋中、在气候形成中、在渔业中以及在海洋哺乳动物和鸟类的繁殖中的全球碳总量的循环都是相当重要的。

6.0.31 国际调查,例如白令海海区调查计划将有助于确定副极地生态系统在地球气候

形成中的作用。也有助于进一步地综合研究全球海洋的变暖对生态系统的可能影响,特别是对渔业的影响。

6.0.32 许多渔业和海洋哺乳动物的种群严重地受到捕捞压力的威胁。气候变化将增加这种威胁,增加它们崩溃的机会。然而,对于某些生物品种来说,气候变化倒可能更有利于它们的健康生存。

6.0.33 气候变暖的益处之一是海冰减少,从而使航路得以改善。但是,气候变暖却涉及到生态问题。陆上动物利用海冰作为它们的迁徙和猎食路线,对于许多海洋哺乳动物如海豹、北极熊、企鹅等生物种群来说,海冰是它们栖息地的必要部分,因此海冰量的减少或者冰期的缩短将给这些生物带来许多困难。如果中等程度的海平面上升不足以威胁到港口的设施,那么这种海平面上升将会增加浅水港口和水道地区船舶的拖航,从而带来一定的益处。

## 行动建议

- 鉴定与评价海平面上升0.3—0.5米给滨海地区和岛屿以及生物资源带来的危险。
- 评价海平面上升时有害化学物质的可能沥滤性。
- 改进用以分析碳循环(碳酸盐系统和有机碳)海洋分支主要成分的方法。
- 评价因平流层臭氧耗减使紫外B辐射增加对海洋和河口生态系统的可能影响。
- 确定南极和北极海冰的减少对生态的影响。
- 改进评价海洋和海岸带的变化对海洋生物资源和社会经济影响的方法。
- 改进和完善各国检测和监视海洋和海岸带的变化对预期的环境和社会经济影响的系统。

## 7 气候变化对季节性雪盖、冰和永冻层的影响及其社会经济后果

### 主要结果

#### 7.0.1 主要的发现是：

- 全球冰雪圈(季节性雪盖,近地面永冻层和一些冰团)的面积和冰雪贮量将大量地减少,如果上述减少被区域性地反映出来,则将显著地影响到相关的生态系统以及社会和经济活动。
- 地球上冰雪的融化和冰雪圈面积的缩小将改变全球和局地的太阳辐射和热量平衡、释放温室气体,从而加强全球的增暖现象(对气候增暖的正反馈作用)。这种正反馈作用将增大全球变暖的速率。可在某些地区造成突然的变化而不是渐进的过程。较为迅速的变化的可能性增加了由这种变化所造成的影响的潜在重要性。
- 可以预料,在大多数地区特别是中纬度地带,季节性雪盖的面积和持续时间将会减小,而在南极和北极高纬的某些地区,季节性雪盖则有可能增大。
- 由于季节性雪盖的变化影响到局地水资源,冬季交通运输和冬季文化娱乐活动,因此,季节性雪盖的减少既有有利的也有不利的社会经济后果。
- 可以预料,就全球而言,贮藏于冰川和冰原中的冰将有所减少,但是各个地区的反应情况是很复杂的,因为某些地区降雪量的增多可导致冰雪的积累,冰川的缩小对于局地和区域性的水资源具有显著的意义。它影响到水的可获得性和水力发电的能力。冰川融化速率的增大起初会增加融化水的流量。但是,随着冰面积的缩小和积冰量的减少,冰雪融化水的流量将会减小并且最终消失。冰川的退缩和冰盖积冰量的减少亦有助于海平面的上升。

- 由于季节性冻结—解冻(活跃)层深度的增加以及高纬度和海拔较高的地区永冻层的减弱,永冻层可望变薄。可以预料,40—50年后活跃层的深度将增加1米。尽管气候带的主要移动可以预料到,但是永冻层边界的收缩将明显地落后于气候带的移动。今后40—50年内,永冻层的边界仅后退25—50公里。这些变化有可能增加目前位于永冻层之上的地区的地形不稳定性、地形侵蚀作用和滑坡现象。
- 由于永冻层的这些变化而造成社会经济后果可能是很显著的。由于地形扰动和可获得水的变化。位于永冻层上的生态系统将发生重大的改变。位于永冻层之上现有的和已列入计划的建筑物,有关设施和基础结构的完整性将因其下永冻层的变化而受到破坏。因此,对上述地区的建筑物,有关设施和基础结构最小限度地进行调整和重新设计是需要的。然而,在某些情况下永冻层变化所造成的破坏和(或者)损失(包括环境、社会和经济方面的破坏和损失)实在太太。因此人们只好无可奈何地放弃上述调整和重新设计的必要性。对永冻层退化敏感的地区中估计发展风险太大的地方其发展时机也要受到影响。
- 由于地球冰雪圈对气候和气候变化的相应响应,因此冰雪圈将提供监视和检测气候变化的有效手段。
- 由于资料不足以及对有关过程缺乏了解,因此较为定量的评估目前仍受到限制。

### 基本问题

7.0.2 地球冰冻由季节性雪盖、山地冰川、冰原以及包括永冻层和季节性冻土在内的冻土层组成。这些地球冰冻圈元素目前覆盖着大约四千一百万平方公里的地球表面。包括季节性雪盖在内相当于覆盖了欧亚大陆的



62%和北纬 35 度以北的整个北美洲全部地面。

7.0.3 预期的气候变化将显著地减小地球冰冻圈的面积和冰雪量。这不仅对可以利用的淡水、海平面以及地表面特征的变化具有意义,而且对依赖于或者受制于地球冰雪圈存在的社会 and 相应的经济系统也有影响。

7.0.4 反馈机制是了解气候变化影响地球冰冻圈的一个重要因子。由于气候变暖而造成的冰雪覆盖物的减少和永冻层的削弱将通过地表面特征的变化和释放温室气体来加强气候增暖现象。

7.0.5 地球冰冻圈的变化对社会经济后果的影响在很大程度上取决于冰冻圈变化的速率。若其变化速率很大或者变化相当突然,那么环境以及与之相关联的社会和经济系统将无法适应这种突然的变化。在这种情况下,地球冰冻圈的变化对社会和经济的影响将很大,并可能造成严重的后果。

#### 季节性雪盖

7.0.6 一般环流模式表明,由于温度上升和大多数地区降雪总量的相应减少,南、北半球大部分地区雪盖面积的缩小是可以预料到的。预计雪盖会增加的地区包括南纬 60 度以南各纬度带,格陵兰内陆海拔较高的地区和南极(尽管后者现在是而且今后仍然基本上是一个寒冷的荒漠)。

7.0.7 由于无雪盖的地表面比雪盖的地表面能吸收更多的太阳辐射。因此雪盖面积及其季节持续时间的减小将导致正的气候反馈作用,从而加强全球的气候变暖现象。

7.0.8 雪盖的减少既有正的也有负的社会经济后果。雪盖的减少将增加那些依赖雪的绝缘作用作保护,从而免受寒冷冬季气候侵害的系统的损害和损失。这些系统包括如冬小麦之类的农作物、树木、灌木、冬眠越冬动物、市政基本设施的建筑与维护保养。

7.0.9 季节性雪盖时间和空间上的减少将对水资源产生重大的影响。因为可用作消耗性用水如饮用和灌溉以及非消耗性用水,如

水力发电和污水处理的水量随之减少。阿尔卑斯山和喀尔巴阡山、位于中亚的阿尔泰山、苏联的锡尔河和阿姆尔河地区、洛基山脉和北美洲大平原是对季节性雪盖时间和空间上的减少特别敏感的地区,因为上述所有地区都依靠积雪的融化作为水资源的主要来源。

7.0.10 雪盖的变化也影响到旅游、以娱乐为基础的工业和社会,尤其影响到冬季的娱乐体育,例如滑雪运动,预期的气候变化将使加拿大安大略一个年收入为五千万美元的滑雪工业消失。

7.0.11 从正影响的角度来考虑,季节性雪盖的减少将降低清除积雪的费用。使道路畅通,减轻交通运输的负担。然而,积雪的减少又给依赖冬季积雪作为交通运输通道的地区带来不利的影响。因此,使用积雪道路能力的下降必将导致采用其他更为昂贵的交通运输方法。

#### 冰原和冰川

7.0.12 气候与冰原和冰川之间的关系是很复杂的,对它们的监视和研究较少。因此它们之间的关系目前尚未完全清楚。一般说来,温度上升会导致冰雪消融的加强,从而使冰雪减少。相反地,降雪的增多通常会增加积雪量。因为某些冰雪覆盖地区预期的气候变化既包括温度的上升也包括降雪的增多。因此要了解气候变化对冰川和冰原的影响作用必须同时考虑到它们的共同影响。

7.0.13 地球上大量的积冰贮藏于南极冰原。南极冰原划分为东、西两部分。东部位于大陆地壳之上,而辽阔的西部冰原不但位于大陆地壳之上而且还位于海洋之上。其余积冰多数存在于格陵兰冰原,少数贮藏在全球各地的冰川地区。

7.0.14 尽管实测资料有限,但可以估计到南极和格陵兰冰原目前大体上处于均衡状态,其年冰融量接近于年冰生量。某些证据表明,20 世纪七十年代以来格陵兰冰原一直在加厚。这将有助于该冰原上新雪的积累。

7.0.15 温室气体引起的气候变化将逐渐地

使冰原增暖,在新的气候的支配下,这些冰原将会失去平衡。冰原体积的变化可能很慢,明显的减少要到 2100 年以后才会出现。根据人们预料的气候变化,今后 250 年里格陵兰冰原的体积将减少 3% 是可能的。对于南极冰原来说,其情况更为复杂。由于预计的降水增多和温度上升,南极东部冰原的积冰量实际上可望保持不变或有缓慢增加。相反地,跟其他海洋冰原一样的南极西部冰原将保持其固有的不稳定性。

7.0.16 气候变暖有可能引起地表积冰界线的后撤和迅速的分散。这些分散的冰原进入周围海洋成为漂移速度较快的海洋冰川。这些实际的变化有可能导致南极西部冰原的崩溃。从而对海平面和周围环境产生重大的影响,其影响程度取决于所涉及到的积冰量的多少。

7.0.17 冰川对气候变化的反应取决于冰川的类型和地理位置。然而,在过去的一百年中总体说来它们是在缩小,可以预料到,由于预定的气候变化,这一情况将继续下去。到 2050 年,在奥地利 3℃ 的增暖将导致阿尔卑斯冰川的范围大约减小一半,今后 150—250 年内,苏联北极爱琴海的冰川融化可能会导致该冰川的最终消失。相反,欧亚温带地区山地冰川的评估表明,由于降水的增多补偿了融化的加强,到 2020 年这些冰川总体上将基本维持不变。

7.0.18 冰原和冰川的融化将会造成海平面的上升,过去一个世纪的观测结果表明,主要是由于阿尔卑斯冰川的融化已使海平面每年上升了 1 至 3 毫米。最近的预测认为,由于温室气体造成的变暖现象使海平面加速上升,到下个世纪末海平面上升的最大高度可达到 65 厘米。

7.0.19 冰川的融化对区域和全球性的变暖现象可产生负反馈作用,因为冰川和积雪的融化需要从空气中吸取热量,从而使变暖现象得到减缓。

7.0.20 冰川的融化还可改变区域性的水分

循环。人们估计,在新西兰温度上升 3℃ 将短期增加由冰川融化供给河水的某些西部河流的流量。从而使水力发电增加 10%。冰川融化的另一个效应是可能增加碎屑冰块的流量。陡峭山坡上大量的碎屑冰块将因冰川的融化缩小而被暴露出来。因此将会变得不稳定和经不起侵蚀作用。由此造成滑坡,导致建筑物、交通道路和植物被掩埋。由于碎屑冰的增加,还可能出现河流堵塞,增加沉积输(泥)沙量,这些会造成河流流量的变化(例如导致局地的洪涝和下游流量的减少)和水质的变化。

永冻层

7.0.21 永冻层是由地面(土壤和岩石)组成的地球冰冻圈中终年保持或低于冰点的那一部分。永冻层通常包含各种形态的冰:从容纳在土壤孔隙中的冰粒到若干米厚的大小不等的巨型纯净冰块。作为地球的一种物质,地面上的这种冰具有独一无二的特性,其性质易受气候变暖的影响。

7.0.22 当前地球的陆面上大约 20%—25% 含有永冻层,主要在极区,部分在纬度较低的高山地区,永冻层在苏联约占据  $10.7 \times 10^2 \text{ km}^2$ ,在加拿大有  $5 \times 10^6 \text{ km}^2$ ,在中国有  $2 \times 10^6 \text{ km}^2$  以及在阿拉斯加有  $1.5 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。永冻层的成因和特征主要决定于目前和过去的气候状况。但如土壤、上覆地形、植被和雪盖等各种其它因子也是重要的。

7.0.23 永冻层一般出现在年平均气温低于  $-1^\circ\text{C}$  的地方。在温度接近此值的永冻层空间上呈不连续状(不连续永冻带)。随着纬度逐渐增高气温不断降低。永冻层的范围和厚度均相应增加。人们已发现加拿大地区永冻层的深度可扩展到大约 1000 米或更多。在苏联可达 1500 米左右,在中国为 100—250 米。

7.0.24 永冻层还可在海底存在。在北冰洋下的大陆架具有大量冰封物质,但这种永冻层乃是残体(即它在过去条件下形成,而不会在现在条件下形成)。

7.0.25 由于永冻层在如此接近于融点的条件下存在,它在很大程度上具有内在的不稳定性。对气候变化反应最敏感的当属最贴近地表的部分。气候增暖会使活动层增厚,从而导致土壤稳定性的下降。永冻层的这种退化过程将造成地面沉陷融化(热力岩溶),积聚地表水,滑坡山崩和增加土壤塌方。这种地形的不稳定性将对包含永冻层地区的道路、管道、机场、堤坝、水库与其它设施的完整性和稳定性造成重大隐患。在譬如阿尔卑斯山脉那样的高山地区,地面层地形的不稳定性也可能作为永冻层退化的结果而发生。这种不稳定性可造成危险的碎石从解冻的山岩上滚落下来,还可造成泥石流。

7.0.26 随着活动层深度的增加,滑坡、热力岩溶和近地层水分的流失将进一步把地表有限的水贮量移流,从而对植物产生有害的影响并可能导致植物群体大幅度减少。在更长的时期里,永冻层的退化将促使根深叶阔的树种生长并造就更加稠密的针叶林木。由于地形、地表水文以及食料供给率的变化,野生动物也可能蒙受影响。可以预料会失去一些生物种类和栖息地。特别在湿地变干和冰雪融化造成洪水的地区更是如此。

7.0.27 在任何特定地点评价气候变化对永冻层的影响除考虑气温外,还必须考虑例如夏雨和雪盖的变化等因素。但一般而言今后几十年里预计增温将大大加深活动层,迫使永冻层向北退却。全球增温  $2^{\circ}\text{C}$  可望在西伯利亚北部和东北部的大部分地区将通常与永冻层有关的气候带南界至少迁移 500—700km。随后永冻层的南界变化迟缓,在接着的 40—50 年里仅移动 25—50km(至多使下面为连续性永冻层的地区减少 10%)。活动层的深度可望在今后 40—50 年里增加 1 米。预计加拿大永冻层的变化具有类似的幅度。

7.0.28 永冻层的融化将促使以前的生物冻结物和水化气态物释放出甲烷和较为少量的  $\text{CO}_2$ ,虽然无法确定其增强温室效应到何种程度,但到下世纪中叶气温可能因此而升高

$1^{\circ}\text{C}$  左右。

7.0.29 永冻层衰退对社会经济的影响是复杂的。北方现有的设施诸如房屋、道路、管道等由于在某些情况下需要废弃和迁移,对这些设施的维修费用将趋于上升。如同环卫垃圾的处理可能改变一样,当前通用的建筑规范也必须改变。气候变暖和永冻层融化所带来的好处可能体现在农业、林业、狩猎和捕捞等方面。

### 行动建议

7.0.30 预计由温室气体引起的气候变化将导致地球冰层的消融。但是,至于在局地/地区的范围里如何体现全球的这一响应,以及特定的冰团和季节性冰雪将如何响应还不能确定。气候变化对高纬度和高海拔地区最重要的影响,将表现和贯穿在地球冰冻圈的变化之中。而且,地球冰冻圈特别适合于气候变化效应的早期检测。这两点都需要对冰层及控制这些冰因素的性质和动力特性有较好的了解。这将要求:

- 与使用更有效的地面系统和遥感技术的研究相称,对立或加强完整而系统的观测计划,以期提供基本资料和基本趋势;
- 对那些由于地球冰冻圈可预计的变化而处于危险状态的设施、建筑和自然资源进行共同监测;
- 制订考虑气候变化对永冻层影响的关于工程设计和建筑规范的新的指南和规定;
- 对地球冰冻圈与气候以及包括反馈机制的其它决定因子等成份之间的相互关系开展包括国际协作在内的研究;
- 改善现有的气候-地球冰冻圈模式;
- 国家和区域性的影响评价,这些评价将就气候变化对存在地球冰冻圈成分的地区所产生的影响提供资料和情报以及评价所造成的社会经济后果;
- 对于受到影响的生物种类和生境,评价受保护区域(自然资源)的需求;

- 制作和分发关于气候变化及其对地球冰冻圈的影响和社会经济后果的有关教育材料和情报,更加广泛地推广研究成果。

## 8 未来重大方案概要

8.0.1 第II工作组的研究结果阐明了我们缺乏认识,特别是对区域性的和对气候变化最脆弱地区内的影响的认识。需要在下述方面进行全国性的和国际性的深入研究:

- 气候变化对农作物产量、牲畜繁殖率以及生产成本的区域性影响;
- 适用于变化了的气候的农业管理措施和技术的确认;
- 影响物种分布的因子以及它们对气候变化的敏感性;
- 地球和海洋生态系统的综合监测系统的开创与维护;
- 加强水资源和水质的评估以及它们对气候变化的敏感性,在干旱和半干旱的发展中国家尤其要如此;
- 气候变化造成的土壤水分、降水、地表和地下径流系统以及它们的年际分的区域性预测;
- 国家对获得或损失能源的脆弱性的评估,特别是发展中国家对生物量和水电能源的得失脆弱性的评估;
- 脆弱的人类群体对热害和病媒及病毒性疾病的适应性;
- 海平面变化的全球监测,特别注意对岛国的监测;
- 海岸地区和岛屿上处于危险的居民以及工农业生产的识别;
- 更好地了解冰团的性质和动态以及它们对气候变化的敏感性;
- 把有关气候变化影响的信息考虑到总规划过程中去,这对发展中国家特别重要;
- 环境和社会经济系统对气候变化的敏感性评估方法的研究;
- 上述的某些专题已经包含在正在执行的和已提出的计划中,它们将需要得到继

续支持,尤其是国际地圈-生物圈计划中的三个核心专题,即:

- 海岸带内的陆海相互作用;
- 水分循环中的生物圈作用;
- 全球变化对农业和社会的影响。

这些研究将来都会给我们提供有价值的资料。

## 9 结束语

9.0.1 人类引起的气候变化对世界的社会、经济和自然体系具有深远的影响。每个国家应有步骤地采取措施去了解这种变化对该国居民和土地资源的影响,去了解海平面上升的后果,变化了的大气环流特征和由此造成的典型天气类型的改变,淡水资源的减少,紫外线辐射的增强以及病虫害的蔓延。它们能影响食物和农业的潜在产量,并反过来影响人类的健康和福利。

9.0.2 过快的气候变化可以使生物物种无法适应,从而使生物的差异性可能减少。在海冰加剧融化的冰冻圈地区,以及在海面温度可能升高的赤道区域,这种减少同样可能发生。传统的耗费-效益分析不可能对这些危险作出评价。尽管许多特定影响的精确时间、地点和性质在科学上尚有大量问题无法确定,但根据第I工作组提供的情况,在人类缺乏重大预防性和适应性措施的前提下,地球环境将发生明显和潜在的破坏性变化是不可避免的。

9.0.3 人类社会意识到需要采取某些行动来减轻和缓和气候变化的影响。具体措施应根据生物圈和人类活动可能受到的影响评价,并比较适应和缓和措施的净支出后来制订。例如海平面上升的其中有些影响可能进行缓慢而稳定。而例如气候带转移的另外一些影响也许无法预告其发生,气候带转移将影响诸如洪水、干旱和强风暴等事件的出现。对于这些变化和随之而来的影响,不同的国家和地区的损失状况差异很大。一般而言,对于气候变化所引起的破坏,发展中国家人类

活动的受损状况更甚于发达国家。地球变暖及其影响绝不能加大发达国家和发展中国家之间的差距。

9.0.4 发展中国家对可能发生的气候变化的适应能力和最大限度减少温室气体释放所造成的影响的能力,均受到他们有限的资源、债务问题,以及他们在能够承担和均衡的基

础上发展自身经济所碰到困难的约束。这些国家在制订和执行适当的响应方案时将需要援助(包括考虑技术发展和转让,附加的财政援助,公众教育和情报)。由于发达国家拥有更多的资源来对付气候变化,他们必须认识到援助发展中国家评价和应付气候变化的潜在影响的必要性。

## 第三工作组决策者概要 (制定响应对策)

### 响应对策工作组主席的序言

IPCC 第三工作组——响应对策工作组(RSWG)第一次全体会议于 1989 年 1 月 30 日至 2 月 2 日在日华盛顿举行。这次会议在很大程度上属于组织性的(见图 1)。随后于 1989 年 5 月 8—12 日在日内瓦举行了一次 RSWG 干事会议,直到这次会议后,RSWG 的四个分组、排放方案专题组(A 项任务)和“实施措施”议题协调专题组(B 项任务)才开始实际工作。

RSWG 第二次全体会议于 1989 年 10 月 2—6 日在日内瓦举行。会议讨论了以下实施措施:

- 1) 公共教育和信息;
- 2) 技术开发和转让;
- 3) 财政措施;
- 4) 经济措施;
- 5) 法律措施,包括一个气候公约框架文件的内容。在下述条件下就五个有关这些措施的议题文件取得了一致的意见,即它们将是“活文件”,有待于根据新的信息和发展情况做进一步修改。

RSWG 第三次全体会议于 1990 年 6 月 5—9 日在日内瓦举行,会议达到了三个目标:

- 1) 会议就所附的“政策概要”——RSWG 的第一个中期报告,取得了一致的意见。
- 2) 会议完成了最后定稿工作,并通过了 RSWG 四个分组报告、A 项任务协调者的报告和 B 项任务五个议题文件协调者的报告。在这些文件的基础上,形成

了这次会议的共同文件——决策者概要。虽然许多政府参与了这些文件的制定工作,可是这些文件本身并不是 RSWG 全体会议一致意见的产物。

- 3) 工作组同意在 1990 年 7 月 1 日前向 RSWG 主席提交对它所建议的未来工作计划的意见,以便转交 IPCC 主席。普遍认为 RSWG 的工作应当继续进行下去。

RSWG 的主要任务,从广义上说是技术性的,而不是政治性的。IPCC 交给 RSWG 的工作任务是,尽可能全面和公平地提出一套可供选择的反应政策方案和这些方案的事实基础。

按照此项工作任务,RSWG 的目的不是要选择或推荐政治行动,更不是就许多有关气候变化的政策难题进行谈判,虽然情况很清楚,提供的信息往往会导致提出这样或那样的方案。明智的办法是把实施方案的选择权交于各国政府的决策者和(或)通过公约谈判来解决。

RSWG 的工作正在进行之中。自 RSWG 6 月全体会议以来,能源和工业分组已在伦敦举行了另一次非常有成果的会议,会议结果未在本报告中反应出来。

应当注意到,本报告中关于氯氟烃(CFC)的估算量,包括 A 方案(照常排放)在内,一般说来,没有反应出 1990 年 6 月蒙特利尔议定书做出的决定。这些决定加快了分阶段结束 CFC、卤合物、三氯化碳、三氯甲烷生产和消费的时间表。

还应当注意,本报告中提到的有关林业活动(例如森林采伐、生物量燃烧,包括木材

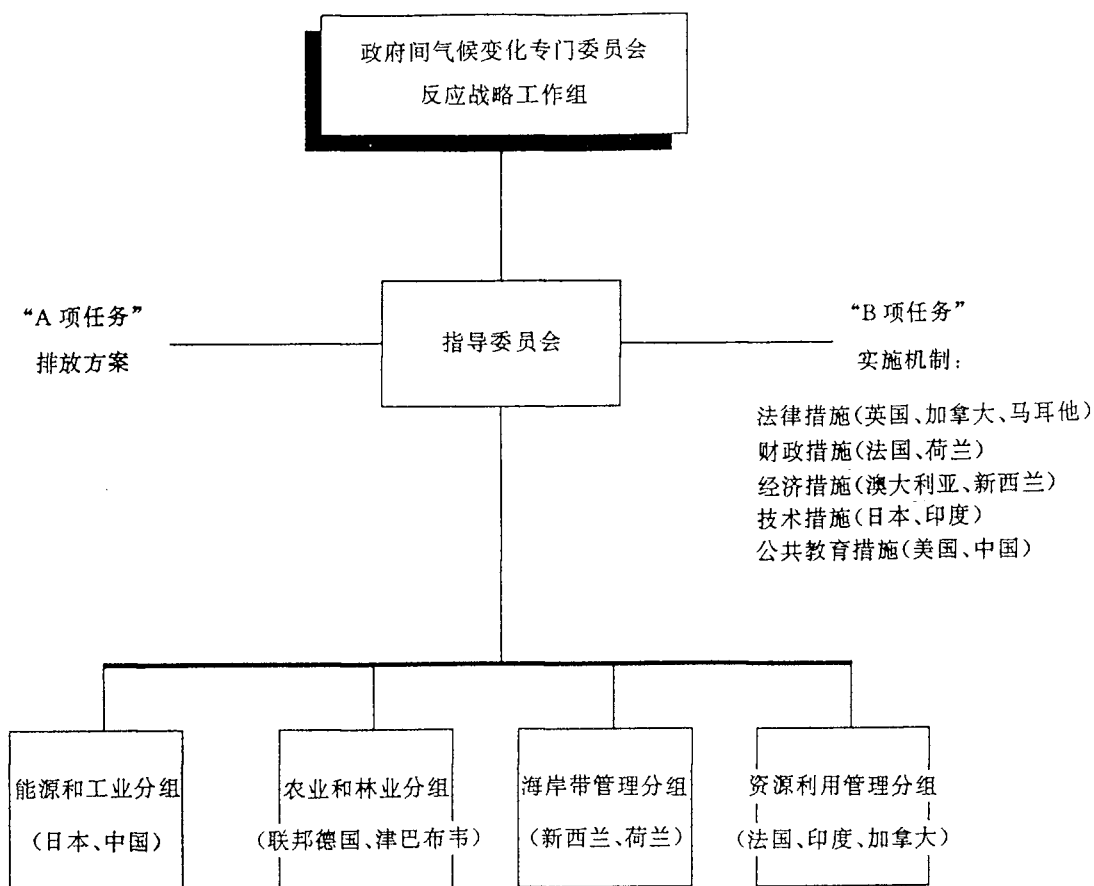


图 1

燃料、土地利用方式更改等)以及农业和其他活动的定量估算均有待专家继续审定。

在 1989 年 11 月诺德韦克会议上,部长们交给 RSWG 的两项未完成的具体事项是考虑达到下述指标的可能性:(1)关于限制或减少 CO<sub>2</sub> 排放量的多项指标,例如包括到 2005 年 CO<sub>2</sub> 排放量减少 20%的指标;(2)在下世纪初全世界的森林净增长达每年 1200 万公顷。RSWG 希望在今年 11 月第二次世界气候大会前完成这项分析。

各分组主席和专题协调人承担了完成他

们各项报告的责任,并与他们各自的政府一起为达到那个目的而慷慨地贡献了他们的时间、人力和物力。

“RSWG 决策者概要”是本机构第一年工作的最佳成果。响应对策工作组竭尽全力,以确保“概要”能准确地反映各分组和专题的工作。鉴于时间关系,这第一份报告仅仅是个开端。

响应对策工作组主席  
伯恩塔尔

## 执行概要

1 第三工作组(响应对策工作组)接受了为应付全球气候变化制定适应的响应对策的任务。这项任务将联系第一工作组(科学)和第二工作组(影响)的研究工作进行。这两个工作组得出的结论是:

“我们确信,人类活动导致的某些气体排放使大气层中以下温室气体的浓度大大增加:二氧化碳、甲烷、氯氟烃和一氧化氮。这些气体浓度的增加将加剧温室效应,平均而言,这会对地球表面起一个增暖作用。

“气体排放按当前的排放规模持续时间越长,需要减少的排放量就越大,这样才能使浓度稳定在一个特定的水平。

“要使驻留在大气中的温室气体浓度稳定在现有的水平上,就需要立即把人类活动引起的排放量减少 60% 以上。

“根据目前的模拟结果,在 IPCC 的温室气体照常排放条件下,预测下一个世纪全球平均气温每十年将上升  $0.3^{\circ}\text{C}$  (不确定性范围为每十年  $0.2-0.5^{\circ}\text{C}$ ),高于过去 10,000 年中的上升速度;在同样条件下,还预测下一个世纪的全球海平面将每十年平均上升 6cm (不确定性范围为每十年 3—10cm)。

“我们的预测有许多不确定之处,特别是关于气候变化的时空及局地状况则更是如此。

“生态系统影响气候,也将受气候变化和二氧化碳浓度上升的影响。气候的迅速变化将会改变生态系统的构成:一些物种会从中受益,另一些物种将会不能足够迅速地迁徙或适应,并且可能灭绝。二氧化碳的浓度上升可能提高植物的产量和对水的利用率。

“在许多情况下,这些影响在已经受到压力的地区,主要是发展中国家,表现得最为严重。

“最易受损伤的人类居住区是那些特别容易遭受自然灾害的地区,例如海岸或出现洪水泛滥、严重干旱、山崩、强风暴和热带气旋的地区。”

2 任何响应对策都必须考虑各个国家之间巨大的差异性,即各国国情、对全球气候变化应负的责任及响应对策对其本身造成的不利影响,因而响应对策将会是多元化的。譬如,发展中国家处于各个不同的发展水平,并且面临着范围很广泛的不同问题。它们的人口占世界人口的 75% 并且它们的主要资源基础也大不相同。但由于在信息、基础设施、人力和财力等方面的限制,它们反而最容易受气候变化的不利后果所损害。

### 主要结论

3 主要的结论是:

- 1) 气候变化是一个全球性问题,有效的响应将需要全球的努力,这对全人类和各个社会都会产生相当大的影响。
- 2) 工业化国家和发展中国家在解决气候变化引起的问题方面负有共同的责任。
- 3) 工业化国家在两个方面负有特定的责任:

(a) 目前影响大气层的主要排放量起源于工业化国家,它们进行调整的余地也最大。工业化国家在国内应该采取措施,以便限制气候变化,办法是调整它们的经济,按照未来协议的要求限制其排放量;

(b) 在国际行动中同发展中国家合作,而不是妨碍后者的发展。这可以通过提供额外的资金,适当地转让技术,在科学观测上密切合作,进行分析和研究,最后通过技术合作主动控制与解决环境问题。

- 4) 发展中国家的排放量正在不断增加,为了满足其自身的发展,这种增长势头还将继续下去。因此,经过一段时间,它们在全球排放也将会是举足轻重的。发展中国家有责任在切实可行的范围内采



取措施适当调整其经济。

- 5) 持续的发展需要适当地关心环境的保护,以此作为经济持续增长的必要基础。连续的经济增长将越来越需要考虑气候变化问题。紧迫的事情是在经济目标与环境目标之间保持正确的平衡。
- 6) 必须把限制战略和适应战略统一安排、相互补充,以便将净花费减少到最低限度。限制温室气体排放的战略也使适应气候变化变得比较容易。
- 7) 气候变化可能对全球环境产生严重后果,因此有充分理由开始采取合适的并立即证明是合法的响应对策,即使有相当大的不确定因素存在。
- 8) 宣传工作对于促进民众认识这些问题和指导他们积极参与是必不可少的。各国在社会、经济和文化方面千差万别,采取的方法也应因地制宜。

灵活多变,循序渐进

4 如果不采取任何响应措施,从大多数来源排放的温室气体将来很有可能大大增加。虽然已经根据控制含氯氟烃和聚四氟乙烯的蒙特利尔议定书实行了一些控制措施,但是,CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O和其他一些气体(例如几种氯氟烃替代物)的排放量仍将会增加。根据这些构想,到2025年,估计CO<sub>2</sub>的排放量将从1985年的大约70亿吨碳(BtC)增加到110—150亿吨碳。同样,到2025年,估计人为的甲烷排放量将从大约300兆克(1Tg=10<sup>12</sup>g)增加到500兆克以上。根据这些预测,第一工作组估计全球气温每十年将会上升0.3℃。

5 第一工作组的气候构想研究进一步表明,控制排放政策确实能使全球气温上升的速度放慢;也许从每十年上升0.3℃放慢到每十年上升0.1℃。对这些控制政策在社会、经济和环境方面付出的代价和获得的利益尚未得到全面的评估。必须强调,减少全球排放量措施的实施非常困难,因为能源的使用、林业和土地的使用方式是全球经济中的主要

因素。为了最大限度地利用我们在科学和经济社会方面对这个问题不断加深的了解,需要采取一种灵活、渐进的方法。各国也许想考虑现在就采取措施来设法限制、稳定或减少人类活动造成的温室气体排放量,并防止毁坏温室气体的汇和提高汇的效率,但这要取决于它们的具体情况。各国政府希望采取的方案之一可能是制定一个CO<sub>2</sub>和其他温室气体的排放指标。

6 世界人口的大幅度增长方案将是引起全球温室气体排放量预计增加的主要因素,因此应付全球气候变化的对策有必要将涉及世界人口增长率战略和措施包括在内。

短期安排

7 本工作组业已确定,以下这些既有助于应付气候变化,又可获得其他收益的措施无论在国家、地区和世界范围内,都是可行的。

8 限制措施

- 提高能源效率可以减少最重要的温室气体——二氧化碳的排放量,同时还可以改善整个经济状况,减少其他污染物的排放量和增加能源保障。
- 使用比较洁净的能源和技术可减少二氧化碳的排放量,同时减少引起酸雨和具有其他破坏性影响的各种污染物的排放量。
- 改善森林管理,并在可行的情况下扩大森林面积,作为碳的可能储存区。
- 根据蒙特利尔议定书逐步淘汰CFC类从而消除某些最强的和驻留时间最长的温室气体,同时也保护平流层的臭氧。
- 农业、林业和其他人类活动也造成大量的温室气体排放。在短期内,可通过这样一些办法来减少排放量:改善家畜排泄物的管理、改变化肥的用法和配方在不影响粮食保障的情况下对农业土地用途作其他改动,以及改善垃圾填埋和废水处理的管理等。

9 适应措施

- 拟定应急和防灾政策和计划。
- 作为海岸带管理计划的一部分,确定由于海平面上升而处境危险的地区,制定综合管理计划来减轻居民和海岸开发以及生态系统未来的脆弱程度。
- 改善自然资源的使用效率,加强控制沙漠化措施的研究,以及增强农作物对土壤盐碱化的适应能力。

#### 长期打算

10 各国政府应该准备采取本报告中详细阐述的强化行动。为了做到这一点,它们现在应该:

- 加快和协调旨在减少科学和社会经济不确定性的研究计划,以便巩固响应对策和措施的基础。
- 在能源、工业和农业领域发展新技术。
- 审查能源、工业、运输、城市地区、海岸带以及资源利用和管理等领域的规划。
- 鼓励有益的性能和机构(例如运输和住房基础设施)变化。
- 扩大全球海洋观测和监测系统。

11 应该指出,迄今为止尚未对这些潜在政策设想的经济成本和效益、技术可行性国际合作或市场潜力作出任何详细的评估。

#### 国际合作

12 上述措施需要在完全尊重各国国家主权

的前提下进行高度的国际合作。关于一项框架公约的国际谈判应该在 IPCC 第一次评估报告完成之后尽快开始。这项框架公约加上可能商定的任何附加议定书,将为有效的合作奠定牢固的基础,以便对温室气体排放采取行动,并适应气候变化带来的任何不利影响。这项公约最起码应该包括一般原则和义务。它应该以这样的方式制订:在允许采取适时行动的前提下,争取数目最多的国家加入,而且国家类别和分布也要尽量均衡。

13 谈判重点将是:控制温室气体净排放量的任何义务的标准、时间安排、法律形式和范围,如何公平地处理各种可能的后果,可能需要的任何体制机制,进行研究和监测的需要,特别是发展中国家关于提供额外资金和优惠转让技术的要求。

#### 进一步的考虑

14 本文件谈到的问题、方案和对策是为了帮助决策者和未来的谈判者从事他们各自的工作。各国政府都应当进一步考虑第三工作组的这份概要及其基础报告,因为它们超越了各国的不同部门的范围。应当指出,第三工作组的决策者概要和基础报告中的科技资料不一定代表各国政府,特别是不能充分参与所有工作组的那些政府的官方观点。

## 1 人造的温室气体源

1.0.1 许多人类活动都使温室气体,特别是  $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、CFC 和  $\text{N}_2\text{O}$  得以释放到大气之中。人类活动引起的温室气体排放可以分成以下几类:由能源生产和使用引起的,由非能源工业活动(主要是 CFC 的生产和使用)引起,由农业系统引起和由土地使用形式变化(包括森林砍伐和生物量燃烧)引起。本文中论述了本世纪 80 年代这些活动对辐射强迫所起作用的相对大小,并在下面图 2 中予以说明(参见第一工作组对各种温室气体辐射强迫作用的说明的报告以及本工作组主席的序言中,关于这些活动对辐射强迫所起作用定量估计的内容)。

1.0.2 据 IPCC 第一工作组计算,本世纪 80 年代人类活动引起的大气中的  $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、CFC 和  $\text{N}_2\text{O}$  观测浓度的增加,分别促使辐射强迫增强了 56%、15%、24%和 5%。

### 1.1 能源

1.1.1 人类活动引起的最大的辐射强迫源于能源的生产和使用。用于工业、商业、居住、运输和其他目的的矿物燃料能源(煤、石油和天然气,不包括薪木)的消费造成大量的  $\text{CO}_2$  排放,同时采煤和天然气泄露还排放出极少量的  $\text{CH}_4$ ;能源部门在人类活动引起的辐射强迫增强中估计约占 46%(不确定性范围为 38%—54%)。

1.1.2 流入大气的  $\text{CO}_2$  自然通量很大(2000 亿吨/年),但是人造源的投入量很大,足以明显打破大气中的平衡。

### 1.2 工业

1.2.1 各种工业流程生产和使用的 CFC 和其他卤化碳约占辐射强迫增加量的 24%。

#### 林业

#### 林业

1.2.2 森林砍伐,包括薪木燃烧在内的生物量燃烧和土地使用方法的其他变化,把

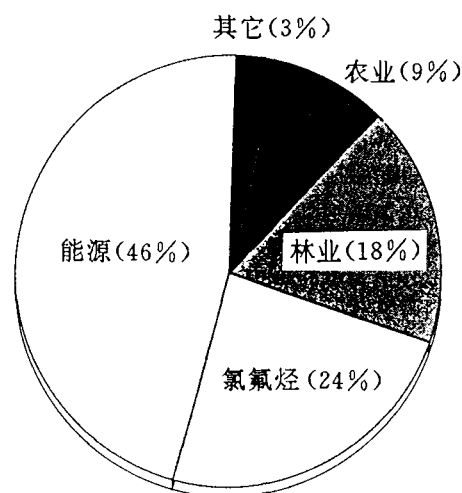


图 2 估计的 1980—1990 十年期间不同人类活动对改变辐射强迫作用的贡献(此图系由大气中温室气体浓度估算百分比以及对全球增温的可能作用计算得到,可参见第一工作组决策者概要一文)

$\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$  和  $\text{N}_2\text{O}$  释放到大气层中,它们在增强的辐射强迫中约占 18%(不确定性范围 9%—26%)。

#### 农业

1.2.3 水稻种植和牲畜系统释放的甲烷以及氮肥使用期间释放出的一氧化二氮,合计约占辐射强迫增值中的 9%(不确定性范围为 4%—13%)。

#### 其他排放源

1.2.4 水泥制造释放的二氧化碳和垃圾填埋地释放的甲烷,合计占增强的辐射强迫作用的大约 3%(不确定性范围为 1%—4%)。

1.2.5 由于各个排放源的排放量和总排放量的不确定性,关于目前温室气体排放量的估计值是不精确的。某些排放源的全球排放量特别难以测定,如森林砍伐产生的  $\text{CO}_2$  排放量,水稻种植、牲畜系统、生物量燃烧、煤矿挖掘和天然气泄漏产生的  $\text{CH}_4$  排放量,以及所有排放源产生的  $\text{N}_2\text{O}$  排放量。这类估计值的相差幅度可能十分大,一般来说,牲畜产生的甲烷排放量估计值差幅为 1.5 倍,森林砍伐产生的  $\text{CO}_2$  差幅为 4 倍,种植水稻产生的

排放量相差多达 7 倍。

## 2 未来的温室气体排放量

2.0.1 如果不采取任何政策措施,大多数排放源排放的温室气体将来很可能会大幅度增加。随着经济和人口的继续增长,特别是发展中国家经济和人口的继续增长,预计能源使用、工农业活动、森林砍伐和其他活动将会增加,结果将会造成温室气体排放量的净增加。虽然已按照蒙特利尔议定书对某些含氯氟烃和聚四氟乙烯做出的规定采取了某些控制手段,可是按照目前的经济活动和增长态势,CO<sub>2</sub>、甲烷、一氧化二氮和其他温室气体的排放量很可能还会增加。

2.0.2 然而,由于我们对未来的人口和经济增长率等的估计能力存在不可避免的局限性,关于温室气体排放量、个体行为方式、技术革新以及对确定下个世纪的排放率至关重要的其他一些因素的预测,在一定程度上是不确定的。这便为预测今后几十年或更长时间的温室气体排放量增加了不确定性。由于这些不可避免的困难,RSWG 目前排放方案方面的工作是尽可能准确地对下世纪排放量做出估算。但是这还需要做进一步的工作。

2.0.3 RSWG 采用两种方法提出了未来的排放方案,这将在 2.1 节和 2.2 节中加以讨论。一种方法是用全球模式提出了四种方案;在此基础上,第一工作组提出了未来变暖的估计。第二种方法是用 21 个国家和国际组织提出的关于能源和农业部门的研究报告来估计排放量。这些研究报告被集成为一个参考性方案。这两种方法均表明,CO<sub>2</sub> 和 CH<sub>4</sub> 的排放量将来都将增加。这两种方法都指出,到 2025 年,CO<sub>2</sub> 排放量将从大约 70 亿吨碳增加到 110—150 亿吨碳。

### 2.1 排放构想

2.1.1 RSWG 的首要任务之一,就是要准备关于未来可能的几种温室气体排放情况的初步构想以供 IPCC 三个工作组使用。成立

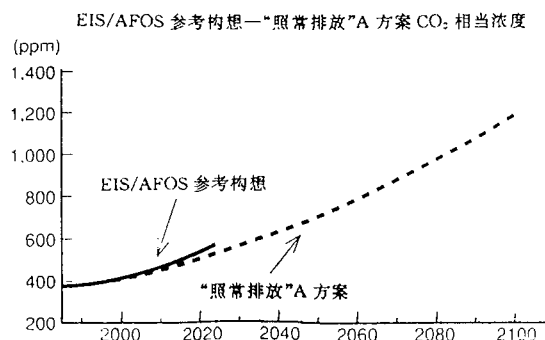


图 3

了一个专家组,研究四种未来温室气体排放假设性方案及其对大气的影响。这些排放量的累积效应按 CO<sub>2</sub> 当量浓度(即把所有温室气体在造成辐射强迫作用方面所起的作用都转化成它们相当的 CO<sub>2</sub> 浓度)计算。其中,全球经济增长率按世界银行预测计算,人口估计数字引自联合国的研究报告。此设定在四种构想中均保持不变。

2.1.2 第一种构想称为“照常排放”或 2030 年高排放量构想。它假设几乎没有或根本没有采取任何步骤限制温室气体排放量。能源使用仍旧不变,热带森林砍伐将继续下去,矿物燃料,尤其是煤,仍然是全世界的主要能源。蒙特利尔议定书开始执行,但措施不力,而且没有完全落实。第一工作组认为,根据这个构想,到 2025 左右,CO<sub>2</sub> 当量浓度将达到工业革命以前的二倍。

2.1.3 表 1 是预测 2025 年人造温室气体排放量。RSWG 试图综合和比较 AFOS/EIS 参考方案和照常排放 A 方案(或称“2030 高排放”)(参见图 3)。表中给出这两个方案的 CO<sub>2</sub> 当量浓度变化情况。其中 AFOS/EIS 方案中 CO<sub>2</sub> 浓度较高而 CFC 却按蒙特利尔议定书的要求逐步消除。结果表明两个方案中 CO<sub>2</sub> 当量浓度以及对全球气候的影响基本相似。

2.1.4 第二种构想称为 2060 年低排放量构想。它假设人们对环境和经济的一些关切的结果终于导致采取步骤来减少温室气体排放量的增长。提高能效的措施付诸实施(这只有

表 1 第三工作组提出的人造温室气体排放构想

	AFSO/EIS 参考构想 按照取消 CFC 的决定做了修改 <sup>2)</sup>		照常排放构想 A 方案	
	1985	2025	1985	2025
<b>CO<sub>2</sub> 排放量(BtC)</b>				
能源	5.1	12.4	5.1	9.9
森林砍伐	1.7 <sup>3)</sup>	2.6	0.7 <sup>4)</sup>	1.4
水泥生产	0.1	0.2	0.1	0.2
总计	6.9	15.2	5.9	11.5
<b>CH<sub>4</sub> 排放量(TgCH<sub>4</sub>)<sup>5)</sup></b>				
采煤	44	126	35	85
天然气	22	59	45	74
水稻	110	149	110	149
肛肠排气	75	125	74	125
动物排泄物	37	59	—	—
垃圾填埋	30	60	40	71
生物量燃烧	53	73	53	73
总计	371	651	357	577
N <sub>2</sub> O(TgN) <sup>5)</sup>	4.6	8.7	4.4	8.3
CO(TgC) <sup>5)</sup>	473	820	443	682
NO <sub>x</sub> (TgC) <sup>5)</sup>	38	69	29	47
<b>CFC(Gg)</b>				
CFC-11	278	11	278	245
CFC-12	362	10	362	303
HCFC-22	97	1572	97	1340
CFC-113	151	151	122	
CFC-114	15	0	15	9
CFC-115	5	0	5	5
CCl <sub>4</sub>	87	110	87	300
CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub>	814	664	814	1841
Halon 1301	2.1	1.8	2.1	7.4

2) 1985 年和 2025 年 CFC 排放量估算值考虑了 1990 年 6 月伦敦召开的蒙特利尔会议议定书的决定。在那次会议上,各方同意加速 取消 CFC 类、卤化合物、四氯化碳和三氯甲烷的生产和消费。

3) 森林采伐和生物量的中期估算值与第一工作组的倾向值是一致的。

4) 假定单位公顷生物量和森林采伐率均为低值。

5) 1985 年排放数字的差异,是由于定义不同以及对这些排放源的描述不同而造成的。

在政府干预下才有可能做到),在全球范围采取控制排放量的措施,以及天然气提供的初级能在全世界的初级能中所占比额增加。蒙特利尔议定书得到充分遵守,砍伐热带森林的作法不仅得到了制止并使情况发生了逆转。这种构想的累加效应是使 CO<sub>2</sub> 当量浓度倍增的时间推迟到 2060 年。

2.1.5 其余两种构想反映的前景是,除

2060 年低排放量构想中那些步骤外,还将采取其他一些步骤来减少温室气体排放量。这些步骤包括迅速利用再生能源,加强蒙特利尔议定书的实施,并采取减少牲畜系统、水稻田和化肥产生的排放量的农业政策。

2.1.6 以上模型为我们提供了一个关于未来温室气体的排放及有可能影响排放的各种反应的基本概念。可是,它们仅是假设,而不

表 2 能源部门产生的 CO<sub>2</sub> 总排放量<sup>1)</sup>(引自参考构想)

参考构想中 CO <sub>2</sub> 排放量(10 亿吨碳/年)						
	1985	%	2000	%	2025	%
全球总量	5.15	(100)	7.30	(100)	12.13	(100)
工业化世界	3.83	(74)	4.95	(68)	6.95	(56)
北美	1.34	(26)	1.71	(23)	2.37	(19)
西欧	0.85	(16)	0.98	(13)	1.19	(10)
经合发组织太平洋地区	0.31	(6)	0.48	(7)	0.62	(5)
中央集中计划的欧洲	1.33	(26)	1.78	(24)	2.77	(22)
发展中国家地区	1.33	(26)	2.35	(32)	5.48	(44)
非洲	0.17	(3)	0.28	(4)	0.80	(6)
中央集中计划的亚洲	0.54	(10)	0.88	(12)	1.80	(14)
拉丁美洲	0.22	(4)	0.31	(4)	0.65	(5)
中东	0.13	(3)	0.31	(4)	0.67	(5)
南亚和东亚	0.27	(5)	0.56	(8)	1.55	(12)
	1985		2000		2025	
	PC <sup>2)</sup>	CI <sup>3)</sup>	PC	CI	PC	CI
全球总量	1.06	15.7	1.22	15.8	1.56	16.0
工业化世界	3.12	16.3	3.65	16.1	4.65	16.0
北美	5.08	15.7	5.75	15.8	7.12	16.6
西欧	2.14	15.6	2.29	15.1	2.69	14.6
经合发组织太平洋地区	2.14	16.1	3.01	16.1	3.68	14.8
非经合发组织欧洲地区	3.19	17.5	3.78	16.9	5.02	16.4
发展中国家地区	0.36	14.2	0.51	15.2	0.84	16.0
非洲	0.29	12.3	0.32	13.2	0.54	15.2
中央集中计划的亚洲	0.47	17.3	0.68	18.8	1.15	19.6
拉丁美洲	0.55	11.5	0.61	11.4	0.91	11.8
中东	1.20	16.7	1.79	16.1	2.41	15.5
南亚和东亚	0.19	12.3	0.32	14.3	0.64	15.6

1) 本表表示区域的 CO<sub>2</sub> 排放量,不包括 CFC、CH<sub>4</sub>、O<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>O 或汇、气候变化取决于来自所有经济部门的所有温室气体,对于本表的解释应慎重。

2) PC——人均碳排放量,以每人吨碳计。

3) CI:碳强度,以公斤碳/千兆焦耳能量计算。

是来自特定研究的事实。此外,迄今还未曾对总的经济成本和效益、技术可行性,或基本政策设想的市场潜力作过全面评估。

## 2.2 参考构想

2.2.1 表 2 列出分区的 EIS 参考构想的结果(只包括能源部门产生的 CO<sub>2</sub> 排放量)。本表是不完全的,既未包括非能源部门产生的 CO<sub>2</sub> 排放量,也未包括其他温室气体的源汇。虽然它没有直接衡量一个区域的温室气体对气候的强迫作用,可是本表却描述了这样一种前景,即在没有任何政策干预的情况下,CO<sub>2</sub> 这一主要温室气体在全球的排放量将从

1985 年的 5.15BtC 增加到 2000 年的 7.30BtC,到 2025 年增加到 12.43BtC。1985 年至 2025 年之间,初级能源需求将增加一倍以上,平均年增长率为 2.1%。

2.2.2 CO<sub>2</sub> 排放量的年增长率随区域而异,西欧为 0.7%,北美和太平洋经济合作发展组织国家为 1.3%,发展中国家为 3.6%。各区域之间的排放份额将随时间而变化。

2.2.3 根据这个构想,工业化国家人均排放量将从 1985 年的人均 3.1TC(吨碳)增加到 2025 年的人均 4.7TC。就发展中国家来说,人均排放量将从 1985 年的人均 0.4TC 增加到 2025 年的人均 0.8TC。

2.2.4 参考构想举了一个例子,说明为稳定或减少 CO<sub>2</sub> 排放量全球总排放量必须减少的范围。要使全球排放量稳定在 1985 年的水平,那么到 2000 年就需要减少 29%,到 2025 年减少 59%。要使全球排放量减少到比 1985 年水平低 20%,那就需要到 2000 年减少 44%,2025 年减少 67%。

2.2.5 表中的碳强度 CI 给出了各地区单位能耗的碳释放量。一个区域的能源消费对全球变暖的作用,在很大程度上依赖于能源的碳强度燃料使用总量和矿物燃料的使用效率。工业化国家的碳强度将从 1985 年的每千兆焦耳 16.3 吨碳(TC-GJ)变成 2025 年的 15.5TC-GJ。发展中国家将从 14.2TC-GJ 变成 15.6TC-GJ。

### 3 应付全球气候变化的响应对策

3.0.1 由于气候变化可能对全球环境和人类活动有重大影响,现在就开始考虑可采取什么反应措施是很重要的。第一工作组发现,在“照常排放”构想方案下,全球平均温度每十年会上升 0.3℃;它还发现,在加速控制政策构想方案(方案 D)下,以极其严格的措施使排放量减少,每十年温度上升幅度或许会减至 0.1℃。RSWG 制定了一系列方案供国际社会加以考虑。这些方案包括既要限制温室气体净排放量,又要增强社会和驾驭生态系统适应气候变化的能力的措施。

3.0.2 只着重于一批排放源、一种减少排放的方案或一种特定的温室气体,则达不到这个目标。因此,在制定政策响应措施时,应当同时考虑到能源、工业、林业和农业部门的减少排放方案应具有可选择性,而且适应措施和其它政策目的无论在一国之内或在国际范围内均是切实可行的。在作出政策决定时,应当对其它国家和后代负责。

3.0.3 然而,对决策人来说,考虑应付气候变化的响应对策是相当棘手的。一方面,可得到的据以作出正确政策分析的信息资料不足,这是由于:

- (a) 关于可能的气候变化后果的规模、时间、速度和地区,仍有科学上的不确定性;
- (b) 对于具体的响应方案或系列方案在实施后是否会真的避免可能的气候变化,是不确定的;
- (c) 经济增长对这些措施付出的代价和得到的收益,及其他经济和社会影响,也是不确定的。

3.0.4 但是,即便存在这样显著的不确定性,气候变化对全球环境造成的潜在严重后果仍足以要求我们开始实施那些可以立刻予以证实的响应对策。

3.0.5 鉴于这些因素,初步评估了大量的方案。看来,一些方案在短期内实施从经济和社会方面来说可能是可行的,而另一些方案,由于在技术上和经济上来说尚不可行,也许比较适合于较长期内实施。总的来说,RSWG 认为,最有效的响应对策,特别是短期响应对策,是下列这些:

- 不是对气候变化才有益,而是本身就合理的响应对策,例如提高能源效率和减少温室气体排放的技术,改进森林和其他自然资源的管理,减少排放 CFC 和其他耗损臭氧的物质,而这些物质在辐射平衡中也具有重要作用;
- 经济有效且费用低廉的,特别是那些利用以市场为基础的机制的响应对策;
- 能够满足社会、经济和环境等多方面的需求;
- 灵活的和分阶段的对策,以便随着对气候变化的科学、技术和经济方面了解的增加而加以修正;
- 考虑经济增长和持续发展的需要;
- 从应用、监测和实施方面来说,在行政管理上是实际可行的和有效的;
- 反映工业化国家和发展中国家在解决这个问题方面的共同义务,同时承认发展中国家的一些特殊需要,尤其是在财务和技术方面的特殊需要。

3.0.6 方案的可行程度,也将因涉及的地区或国家不同而大不相同。对每个国家来说,具体方案的含义也取决于它的社会、环境和经济背景。只有仔细分析所有的现成方案后,才有可能确定哪些方案最适合一个特定的国家或地区。开始时,最优先的任务应当是检讨现行政策,将它们同气候变化响应对策目标之间的矛盾减少到最低限度。需要制定一些新的政策。

## 4 限制温室气体排放的方案

4.0.1 响应对策工作组研究了限制能源、工业、运输、住房、建筑、林业、农业和其他部门的温室气体净排放量以减轻气候变化的可能措施。这些措施包括限制来自温室气体源(诸如能源生产和使用)的排放量的措施,增加利用天然的汇(诸如未成熟林和其他生物量)以吸收温室气体的措施,以及旨在保护诸如现存森林这样的储存库的措施。虽然没有授权 RSWG 考虑海洋的作用,但是第一工作组注意到,海洋作为二氧化碳的汇和储存库也起着同样重要的作用。下面将会对各个主要排放部门采用的短期和长期方案进行讨论。

4.0.2 还应当认识到,预计的世界人口的大量增加(下一个世纪内将达到 100 亿人)将是引起设想的全球温室气体增加的一个主要因素。这是因为随着人口增长,消费的能源和粮食也将增加,更多的土地被开垦,其他活动也会增加,所有这些将引起温室气体净排放量的增加。因此,旨在有效地处理可能的全球气候变化问题的政策应包括降低世界人口增长率的对策和措施,这一点是至关重要的。

### 4.1 限制能源部门的净排放量

4.1.1 对所有的国家来说,能源部门在经济命脉和发展中起着极其重要的作用。同时,由于能源生产和使用占人类活动引起的辐射强迫作用的将近一半,能源政策既要确保经济持续增长,又要在全球范围内为子孙后代保护环境。然而,尚无限制能源部门排放温室气

体的简单快捷的技术方案。需要一项综合对策,这项对策以提高能源供需效率作为优先任务,并且着重进行技术研究,开发和推广应用。

4.1.2 RSWG 认识到一些国家,特别是在经济上大大依靠矿物燃料的生产和(或)出口的发展中国家将遇到的一些特殊困难,这是其他国家为限制或减少与能源有关的温室气体排放而采取的措施的后果。详细制定国际对策时,应当考虑到这些困难。

4.1.3 已经确定了若干个减少能源系统温室气体排放的方案。最有意义的有以下几类:

- 在能源供应、转换和最终使用方面提高效率的厉行节约;
- 用温室气体排放量较低或不排放温室气体的能源作为替代燃料;
- 用消除、再循环或固定办法减少温室气体排放;
- 改变管理和行为方式(例如通过信息技术增加在家里办公的时间)以及改变组织方式(例如变更运输方式)。

4.1.4 从对这几类技术的分析看来,有些技术现在或在短期内是可以实行的,而另外一些技术需要进一步发展以降低成本或改进它们在环境保护方面的性质。

4.1.5 表 3 和表 4 列出上述各大类内的若干项技术方案个例,以及可能在短期、中期和长期中的应用。按时限作了这个区分,是为了反映在各类别内现存技术的需要,并且是为了帮助制定技术对策。短期技术是那些看来现在或者即将在技术上和经济上做好准备,能够到 2005 年和(或)2005 年以后问世和验证的。中期技术是那些在技术上可行,但仍不经济的技术,因此,也许要等到 2005 年到 2030 年这个期间才能应用。长期技术是指那些尚不可行,但是通过研究和开发,在 2030 年以后有可能问世的技术。这样的时间框架可能会受技术变化速度和经济状况等因素的影响。

4.1.6 技术方案的技术、经济和市场潜力各



表 3 短期方案实例

## I 提高能源的生产转换和使用的效率

发 电	工业部门	运输部门	建筑部门
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 提高发电效率：               <ul style="list-style-type: none"> <li>— 为现有设备重新匹配高效率的动力系统；</li> <li>— 采用气化循环集约系统；</li> <li>— 采用空气流化床燃烧技术；</li> <li>— 采用加压流化床燃烧结合循环动力系统技术；</li> <li>— 提高锅炉效率。</li> </ul> </li> <li>• 改进系统做到电和蒸汽并供；</li> <li>• 改进操作与维修手段；</li> <li>• 采用光能发电，特别用于地方发电，使用燃料电池。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 促进生产过程中进一步提高效率；</li> <li>• 物资再生(特别是耗能高产品)；</li> <li>• 用低耗能物资代替；</li> <li>• 改进机电传动装置与发动机；</li> <li>• 热过程的最优化，包括能源的分级使用和共生技术；</li> <li>• 改进操作与维修。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 提高车辆的燃烧效率：               <ul style="list-style-type: none"> <li>— 电动机的管理与传动控制系统；</li> <li>— 先进的车辆设计；</li> </ul> </li> <li>• 使用轻型复合材料和结构陶瓷以减少交通工具体积和重量；改进空气动力，燃烧室部件，改进防滑剂和轮胎设计等。</li> <li>— 常规的车辆维护；</li> <li>— 提高卡车的负载量；</li> <li>— 改善运输工具的效率；</li> <li>— 回收装置；</li> <li>— 在公共运输中的技术发展；</li> <li>— 变革市内交通方式(例如，由使用小汽车改为公共汽车或地下铁道)；</li> <li>— 采用先进的列车控制系统，以增加城市铁路的运输能力；</li> <li>— 高速城市间列车；</li> <li>— 加强各种运输工具的联运；</li> <li>— 驾驶员的行为，交通管理和车辆保养。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 改进供暖和供冷设备与系统：               <ul style="list-style-type: none"> <li>— 提高空调的能效；</li> <li>— 提倡采用区域供暖和供冷，包括使用热泵；</li> <li>— 提高燃烧器效率；</li> <li>— 在建筑物中使用热泵；</li> <li>— 使用先进的电子能源管理控制系统。</li> </ul> </li> <li>• 提高住宅和建筑物的空间调节效率；               <ul style="list-style-type: none"> <li>— 使用高效隔热材料以提高热效率；</li> <li>— 改进建筑设计(取向、窗户、建造、外层等)；</li> <li>— 改进空对空热交换器。</li> </ul> </li> <li>• 提高照明效率。</li> <li>• 提高家电效率。</li> <li>• 改进操作与维修。</li> <li>• 提高(发展中国家)烹饪炉灶时效率。</li> </ul>

## II 非矿物和低排放能源

发 电	其他部门
<ul style="list-style-type: none"> <li>— 建造大型和小型水电工程；</li> <li>— 发展常规核电站；</li> <li>— 建造燃气发电站；</li> <li>— 使核电站设计标准化，以利于经济和安全；</li> <li>— 建立地热能项目；</li> <li>— 采用风力涡轮机；</li> <li>— 发展认可的生物量(沼气)燃烧技术；</li> <li>— 以能源效率较高的排放控制技术替代洗涤和其他能源消耗控制技术。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 用天然气与生物量取代供暖的燃油和煤；</li> <li>• 太阳能供暖；</li> <li>• 生产和使用代用燃料的技术：               <ul style="list-style-type: none"> <li>— 改进天然气的储存与燃烧装置；</li> <li>— 采用可用各种燃料的车辆和酒精燃料的车辆。</li> </ul> </li> </ul>

## III 消除、再循环或固定法

能源/工业	垃圾填埋
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 回收和利用从矿物燃料存贮和煤矿泄漏或释出的 <math>\text{CH}_4</math>；</li> <li>• 改进石油与天然气的保管和石油生产与分配系统，以减少 <math>\text{CH}_4</math> 泄漏；</li> <li>• 改进对 <math>\text{CO}</math>、<math>\text{SO}_x</math>、<math>\text{NO}_x</math> 和 <math>\text{VOCs}</math> 的排放控制，以保护温室气体的汇。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 再循环和焚化废物以减少 <math>\text{CH}_4</math> 排放；</li> <li>• 利用或焚烧排放的 <math>\text{CH}_4</math>；</li> <li>• 改进对垃圾填埋的管理以减少 <math>\text{CH}_4</math> 排放。</li> </ul>

表 4 中、长期方案的实例

## I 提高能源的生产、转换和利用效率

发 电	工业部门	运输部门	建筑部门
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 先进的非连续能源储存技术；</li> <li>• 新型电池；</li> <li>• 压缩空气能源储存；</li> <li>• 超导能源储存。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 更多地利用低耗能材料；</li> <li>• 先进的加工技术；</li> <li>• 加工过程中利用生物现象；</li> <li>• 局部的能量再转换过程；</li> <li>• 燃料电池用于利用废热的同时发热发电。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 提高车辆的燃烧效率；</li> <li>• 改进飞机和船舶的设计：               <ul style="list-style-type: none"> <li>— 先进的推进概念；</li> <li>— 超高涵道飞机发动机；</li> <li>— 反转船舶推进器。</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 改进能量存贮系统：               <ul style="list-style-type: none"> <li>— 利用信息技术，以预测和满足能源需要；</li> <li>— 利用氢储存能源供建筑物里使用。</li> </ul> </li> <li>• 改进建筑设计：               <ul style="list-style-type: none"> <li>— 采用新建建筑材料，在降低造价的情况下提高隔热隔音性；</li> <li>— 采用可调节蔽光度的窗，最大限度地采光。</li> </ul> </li> <li>• 采用不需制冷的新的食品保鲜系统。</li> </ul>

## II 非矿物与低排放能源

发 电	其他部门
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 核电站：               <ul style="list-style-type: none"> <li>— 采用被动式安全装置以提高可靠性与合格程度。</li> </ul> </li> <li>• 太阳能技术：               <ul style="list-style-type: none"> <li>— 太阳热；</li> <li>— 太阳光电技术(尤其用于地方发电)。</li> </ul> </li> <li>• 先进的燃料电池技术。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 关于生产与利用可供选择的燃料的其他技术：               <ul style="list-style-type: none"> <li>— 改进氧的储存和燃烧装置；</li> <li>— 控制从低温燃料蒸发的气体；</li> <li>— 改进金属氧化物的性能；</li> <li>— 采用高产方法把异型纤维生物转换成酒精燃料；</li> <li>— 采用电动车和混合燃料车辆；</li> <li>— 缩短先进电池的充电时间。</li> </ul> </li> </ul>

## III 消除、再循环或固定法

- 改善燃烧条件，以减少  $N_2O$  排放。
- 处理废气以减少  $N_2O$  排放。
- $CO_2$  分离，作地质与海洋处理。

不相同，取决于方案在哪个部门应用。一项能源技术的技术潜力是它降低可能排放的能力，它在很大程度上依赖其技术能否可行和有关设备可否获取，而与其成本无关。经济潜力指的是方案的应用有经济效益和投资收益——在资源投入积极的部门，一个方案的经济潜力可能会大大小于其技术潜力。市场潜力表示消费者或用户是否会采纳这个方案。由于市场不足，风险意识及非货币成本的存在，市场潜力甚至有可能小于经济潜力。

4.1.7 一般说来，关于列出的许多技术方案的技术潜力，可得到广泛的信息资料。例如：

- 在运输部门，车辆效率提高有很大的技术潜力(例如，某些国家公路上的一般车辆，潜力可提高 50%)；

- 在发电部门，如果燃煤的发电厂翻新改进，效率可提高 15%—20%，新的发电厂与现有的一般燃煤发电厂比较，效率可提高 65%；如果改用替代燃料， $CO_2$  排放量可减少 30%(油料改为天然气)到 40%(煤改为天然气)；
- 在住房建筑部门，新住房可使能源效率提高大约 1 倍，新的商业用大楼可比现有的建筑物的能源效率提高 75%；如果现有的住房翻新改进，能源效率可平均提高 25%，现有的商业用大楼翻新改进，能源效率可提高大约 50%。
- 在工业部门，提高效率的技术潜力不等，某些下属部门大约为 15%，而另外一些下属部门则为 40%以上(即现有最好技

术与现有的平均技术相比)。

4.1.8 在这些部门实现技术潜力受到的制约因素一般可分为以下几类：

- 效率较高的技术的资本费相对于能源费用；技术更新的资本投入与能耗花费之比；
- 替代燃料与旧燃料价格之比；
- 缺少基础设施；
- 新技术自身的缺陷；
- 更新速度；
- 影响到大量的有关决策者。

4.1.9 其中每一种制约因素可能因具体部门不同而作用多少有所不同。行为方式虽然不属制约因素，但也能够对各部门减少排放起重大作用，例如驾驶者改进操作车辆保养较好以及关闭没有用的灯。实现这样的变化，需要能源供应者和消费者共同的参与。同样，工业部门和政府改进工作方法(例如改善交通管理或锅炉操作方法)就发挥出很大的潜力，但是需要思想重视。运输和住房政策(例如提倡利用公共交通工具，改进住房绝热性)也可减少温室气体排放。在本报告的第7章里，对克服这些制约的措施做了较全面的评估。

4.1.10 一些非能源部门因素也对潜力的发挥起重大的制约作用。这包括下列困难：

- 对经济结构作出一些基本变革(例如建设新的运输和住房基础设施)；对于人的观念和社会因素作出根本性改变(例如选择较小的、效率较高的车辆)。

4.1.11 对决策人的挑战是：加强市场对技术方案和行为及工作形式改变的承受能力，以及致力于能源部门之外更广泛的问题，以便能在更大程度上发挥现有的潜力。

选择和对策

4.1.12 表3和表4概述技术、规章和体制的措施，这些措施是控制温室气体对策的组成部分。

4.1.13 EIS推荐的作为解决温室气体排放问题的措施方案列述如下。鼓励各国对这些

方案的社会、经济和环境后果作出评估。

- 现在\*，就采取措施设法限制、稳定或减少与能源有关的温室气体的排放，防止能汇的破坏，并且提高能汇的效用。各国政府可能愿意考虑的一个方案是限定CO<sub>2</sub>和其他温室气体的排放指标；
- 根据最新的科学、经济和技术知识，采取一种为应付气候变化所需要的灵活渐进措施；
- 制定具体的政策并且实施广泛的综合计划。计划涉及所有与能源有关的温室气体；
- 着手实施一些具有社会、经济和环境等多方面效益的对策，即节约成本的、适合持续发展的——并且能以最好的方式利用市场的影响力；
- 加强国际的、多边的和双边的合作，以制定应付气候变化的新能源对策。在这方面，鼓励工业化国家开发节能的和清洁能源的技术，并且把这类技术转让给其他国家；
- 在能够确定的范围内，使公众越来越多地了解能源价格、市场和政策决定必须反映外界环境保护的费用；
- 通过公共教育和信息资料(如作出标记)，加强公众对节能技术和产品以及替代产品的认识；
- 加强与气候变化有关的能源技术的研究、开发和国际合作，以及经济和能源政策的分析；
- 鼓励工业部门、公众和非政府组织参加制定和实施限制温室气体排放的对策。

短期对策选择

4.1.14 供各国采用的短期对策包括：

- 进一步普及技术上和商业上可行的节能技术和能源替代技术；

---

\* 因为只能考虑以符合国家的知识水平和特定环境的进度来实施这项规定，RSWG会议对方案7里的“现在”这个字所包含的“刻不容缓”的意思表示了相当大的关切。

- 提高大量生产的产品的能效,包括机动车辆、电器、设备和建筑物(例如通过提高标准);
- 开发、推广和转让技术以限制与能源有关的温室气体的排放;
- 审查与能源有关的价格和关税制度及关于能源计划的决策,以便较好地反映出环境保护的费用。

#### 长期对策选择

4.1.15 在较长期的时间里,持续发展将仍是政策和对策制定中的中心议题。一项可持续发展政策框架内的某些具体措施将随着我们对气候变化及其影响的了解的增进而逐步发展。

4.1.16 供各国采取的长期对策包括:

- 加快开发能源生产和使用效率的长期潜力;鼓励人们更多地利用不排放或较少排放温室气体的能源和技术;加强自然的和人工的方法来消除温室气体;
- 进一步审查、制定和实施政策措施;其中可包括公共信息、标准化、征税和鼓励办法、可出售的许可证和对环境影响的评估,这些措施将引导生产者和消费者选择可证实的能源而不危害能源保障和经济增长;
- 制定一些方法来评估限制和适应对策之间的利害关系,并制定限制或适应气候变化所需要的基础设施(例如管道、电网、水坝)的改变。

### 4.2 对工业部门净排放量的限制

4.2.1 除了能源使用之外,工业活动的温室气体最重要的来源是生产和使用 CFC 和其他卤化碳类。CFC 是一类很重要的温室气体排放源,80 年代辐射强迫作用总增量中的大约 24% 系由它造成。由于这个问题已经在蒙特利尔议定书中作为破坏臭氧层的气体予以处理,RSWG 没有考虑对这些气体的控制对策,但是它指出,现在正在进行的对蒙特利尔议定书的审查,应当考虑未来的 CFC 代替物

可能会引起全球变暖的问题。

4.2.2 然而 RSWG 制定了 CFC 和 HCFC-22 (HCFC-22 用作 HCFC 和 HFC 替代物可能的混合物的代用品)未来的排放方案。第一工作组评估了这样的替代物对辐射强迫过程的可能影响。在一定排放率的情况下,HCFC 和 HFC 由于存在时间较短,其温室作用小于 CFC。按照 IPCC 构想方案中对增长率的估计,若 CFC 仍继续按目前速度使用的话,今后几十年内大气中的 HFC 和 HCFC 的浓度将与 CFC 大致相当。IPCC 对 HFC 和 HCFC 的推测,第一工作组估算这些气体在 2000—2050 年期间将占增加的全部辐射强迫作用的 10%。

### 4.3 对农业部门净排放量的限制

4.3.1 人类活动引起的温室气体排放中大约 9% 可认为是来源于农业部门,特别是牲畜系统、稻谷栽培和氮肥使用。限制这个部门的排放量面临一个挑战,因为来自农业部门的温室气体,特别是甲烷和氧化亚氮( $N_2O$ )排放的过程还没有很好地了解。此外,农业部门的响应方案必须在确保粮食供给的前提下制定。然而,看来已有了一些短期响应方案,它们在经济上有一定意义,又能够有助于限制农业部门的净排放量。在适当的情况下,如果取消那些会导致农业部门温室气体排放的补贴、刺激措施和规章方面的障碍,就会在环境 and 经济方面都有益处。此外,有许多有前景的技术和作法,从较长期来看,可大大减少温室气体排放。

#### 短期选择

4.3.2 牲畜系统:通过改进牲畜排泄物管理,推广补充饲喂办法,扩大使用能够保障人类健康的生产方式和生长促进剂,可减少甲烷排放。

4.3.3 肥料使用:通过使用现有的改进了的肥料配方,谨慎使用牲畜粪肥和堆肥,改进施用技术和办法,可减少氧化亚氮的排放。

4.3.4 边际土地:适合每年耕作制的边际地

区,可改为多年生饲料用覆盖作物,如果土壤适合,也可作牧场或林地。这样的措施可在植被和土壤两方面增加碳的吸收,并且会产生其他效益。

4.3.5 可持续的农业种植方法:在可能的情况下,为那些现在采用耕地办法作为每年一系列种植活动的一部分的国家,应当引进少耕或免耕法,从而保持和增加土壤中的有机物质。

#### 较长期选择

4.3.6 水稻栽培:这是一项综合做法,包括灌溉方法的管理、改进栽培品种、有效使用肥料和其他管理办法,可能使水漫稻田的甲烷排放量减少10%—30%,然而需要进行持续研究来开发和验证这些做法。据估计,引进这样的做法,至少需要20年。需要研究具有适应性的替代作物,以便为种稻地区提供更多样化的作物基地。

4.3.7 牲畜:虽然还有许多不确定性,但是采用一些技术,看来可使源于牲畜系统排放的甲烷,每生产单位质量乳品和肉类减少25%—75%。

4.3.8 肥料:通过改变作法,诸如使用控制了氮转换率的肥料,提高肥料使用效率,以及在可能的情况下采用另外的系统,使肥料引起的氧化亚氮排放量可能减少(虽然不能肯定减少到什么程度)。

4.3.9 沙漠化:加强控制措施的研究。

### 4.4 限制林业和其他活动的净排放量

4.4.1 不能孤立地考虑林业和与林业有关的土地使用方面,必须建立在综合治理基础上才能解决,而这种综合办法要把林业和其他政策联系起来,诸如关于贫困化和土地资源的政策。这种办法应当得到强有力的机构的支持,以加强全面的森林管理。森林危机的根源在于农业部门,在于人们的就业和收入的需要。只有当天然森林在经济上对住在森林和周围的人们来说,比该土地另作他用更有经济价值时,滥伐才会停止。

4.4.2 林业活动和涉及土地使用的人类其他活动,诸如生物量燃烧和垃圾填埋处理,占人类活动引起的温室气体排放量的大约18%。已经制定了一些限制这些部门净排放量的短期和长期反应方案。

#### 短期选择

4.4.3 改进森林管理、减少滥伐森林和森林退化,应当采取下列措施:

- 减少引起森林退化作用的空气污染;
- 在适当情况下,取消那些会导致森林减少的不适宜的经济刺激和补贴;
- 在考虑地方社区利益的同时,把保护森林的需要和国家开发计划中有关部门的持续发展结合起来;
- 协调遥感、数据收集和分析以提供所需资料;
- 举行一个由发展中国家、工业化国家的有关国家和适当的国际机构参加的会议,结合也是解决能源供应和使用问题的气候公约的拟定过程,确定一项世界森林保护议定书可能的关键内容,以及实施公约的实际可行的手段。这样一次会议也应当为分析诺德韦克会议移交事项的可行性制定一个框架文件和方法,其中包括供选择的目标以及各项投入的收益;
- 加强热带林业行动计划(TFAP),并且根据正在进行的独立研讨,加强国际热带木材组织(ITTO)和其他旨在帮助发展中国家实现森林保护和持续发展及管理的国际组织的工作;
- 评估对维持森林管理所采取的鼓励措施和不鼓励措施,如作标记的可行性;
- 实行维持森林采伐和管理的方法;
- 开发那些加快再生的方法;
- 在可行的情况下制定并实施(大规模的)国家荒山造林和森林保护计划。

4.4.4 在适当的情况下扩大森林面积,特别是通过荒山造林,将现有多余的农业用地、城市土地和边际土地用于农林业和再绿化的方

法。

4.4.5 在适当的情况下采取以下措施加强和改进林业产品和木材的使用;如利用木材和其他可持续管理的生物量代替一部分矿物能源;用木材部分代替高耗能物质;促进林业产品再循环的发展;以及提高薪木使用效率。

4.4.6 开发用于垃圾填埋处理和废水处理设施的甲烷回收装置,在工业化国家尤应如此。

较长期选择

4.4.7 维持现有森林作为主要的天然碳储存库而健全和继续存在,特别是通过以下诸方面的发展和实施:

- 造林调节和强迫管理对策;
- 特别森林保护对策(针对气候变化方案而制定);
- 对泥煤地采用符合环保要求的处理方法;
- 使森林普查和生物监测方法标准化以促进全球森林管理。

4.4.8 扩大森林生物量,特别对强化管理的温带森林,办法是采取造林措施和应用遗传工程方法改良树种。

4.4.9 关于废物管理,使用气体收集和燃烧方法以减少垃圾填埋场排出的甲烷,并且建设沼气厂设备以减少废水处理过程中排放的甲烷。示范、培训和技术转让是实现这些潜力所必要的措施,这些潜力对垃圾填埋场来说可能达 30%到 90%不等,对废水处理厂可能高达 100%。

## 5 关于未来温室气体排放限制目标的设想

5.0.1 国际上对特定温室气体排放的指标一直在进行相当多的讨论,特别是 CO<sub>2</sub>,因为它是温室气体中数量最大的。1989 年 11 月关于大气污染和气候变化问题的诺德韦克会议最后宣言鼓励 IPCC 在其第一个评估报告中列入关于限制或减少 CO<sub>2</sub> 排放量的数量指标的分析,并且敦促所有工业化国家调查达到这些指标的可行性,例如,其中包括在

2005 年使 CO<sub>2</sub> 排放量减少 20%。会议还要求评估全球森林每年净增加 1200 万公顷的可行性。IPCC 在第三次全体会议期间接受了这项任务。

5.0.2 虽然关于温室气体排放的数量指标的可行性问题属于 RSWG 通过其能源和工业分组(EIS)最初承担的任务范围内,会议一致认为,这些新的特定的任务需要更多的时间、资料和分析,以便适当地解决。因此,会议决定,EIS 对这些交付的任务的审议结果不能完全包含在它的报告内,而只能以不完整的初步方式加以处理。在 1990 年 6 月联合国王国主办的一次国际工作会议后,将向 IPCC 第四次全体会议提出一项进展报告。至于诺德韦克会议交付的关于全球森林增长的问题,RSWG 通过它的农业、林业和其他人类活动分组(AFOS)指出,为了分析其可行性,应当制定范围和方法。

5.0.3 虽然已经验证了一些方案的技术潜力,但是关于这类方案的实施有关的经济和社会方面的实际可行性,现在能得到的信息是很少的。此外,关于从避免发生的气候因子变化,究竟会有什么益处,也严重缺乏了解。迫切需要进一步研究将采取的响应对策中费用和利益的确切含义。已经确认这些将是 RSWG、有关国际组织和各国今后研究的最重要的问题之一。

5.0.4 能源和工业分组(EIS)得到的材料表明,工业化国家的温室气体排放量在近期内在全球总排放量中起重要作用。这份材料还表明,减少排放量的技术潜力是很大的,各地区和国家之间也存在很大的差别。因此,在近期内,工业化国家若不采取行动,限制全球排放量的活动就不会有很大的进展。一些国家已经决定稳定或减少它们的排放量。

## 6 适应全球气候变化的措施

6.0.1 除了以上讨论的限制方案以外,RSWG 还审查了那些为适应潜在的气候变化而制定的措施。由于若干原因,适应方案是

至关重要的。首先,由于人们认为从气体排放到随后引起气候发生变化很可能要经过一段时间,所以气候也许已经注定要发生某种程度的变化。因此,不管可能采取何种限制行动,实施适应措施都可能是必要的。其次,人类也需要适应气候系统自身的自然变迁。

6.0.2 此外,要是发生严重的不利的气候变化,那就有必要把限制和适应对策作为一项一揽子综合计划的一部分来考虑。在这项一揽子计划中,这两个方面采取的政策相互补充,以便使费用减少到最低限度。在拟订及分析限制和适应方案时,应认识到限制和适应的时机选择与费用之间的关系。例如,净排放量越少和气候变化率越慢,适应就越容易。应该认识到一种真正的综合性方法,即控制不同的气体可能对自然资源的适应能力产生不同的影响。

6.0.3 RSWG 对以下两大类适应方案进行了探索:

- 海岸带管理,或者说选择使海岸地区适应预计的海平面上升和增强抵御风暴的能力达到最大限度;
- 资源的利用和管理,或者说注意全球气候变化对粮食保障,可用水、自然生态系统和人工管理生态系统、土地和生物多样性的潜在影响的选择。

## 6.1 海岸带管理

6.1.1 根据 2030 年高排放量构想,预计到 2100 年全球气候变化会使全球海平面平均上升 65cm(不确定性范围为 30 到 100cm)。如果海平面上升 1 米,数十万平方公里的沿海地区潮湿土壤和其他低洼地就可能被淹没,而在下一个世纪,海滩可能后退多达几百米。洪水泛滥会威胁人的生命、农业家畜和建筑物,同时海水会流向内陆,进入蓄水层、入海口和土壤,从而威胁到一些地区的水源和农业。海岸生态系统的破坏威胁渔业资源。

6.1.2 有些国家会特别容易受到这样的变化的影响。在孟加拉、埃及和越南的每个无防

护的三角洲上都有 800 万到 1000 万人居住在离高潮一米以内的地方。有 50 万人居住在几乎全部离海平面都在三米之内的各种珊瑚礁国家,例如马尔代夫、马绍尔群岛、图瓦卢、基里巴斯和托克劳。太平洋和印度洋以及加勒比的其他有海岸区的国家、群岛和岛国,可能失去许多海滩和耕地,这会造成严重的经济和社会混乱。

6.1.3 现在可以对海平面上升作出的响应分为以下三大类:

- 后退:根据这种选择,将不采取任何行动来保护土地被海水淹没——重点却是以最理想的方式让人和生态系统向内陆地区迁移。促使作出这种选择的原因可能是,防护的代价过大,或者是想维持生态的自然选择。
- 顺应:根据这项战略,虽然不作任何尝试来保护处境危险的土地,但是将采取措施使这个地区继续适于居住。根据这个选择,具体的反应将包括修建防洪躲避所、提高房屋地基、放弃农业从事渔业或者种植耐涝或耐海水的作物。
- 防护:具体方案因地制宜,例如用防洪堤、堤坝、沙丘和植被来保护土地不被海水淹没,让现有的土地可继续使用。

6.1.4 上述方案中的每一种选择都有各种各样的环境、经济、社会、文化、法律、体制和技术方面的影响。后退方法可能导致财产损失,引起可能在费用很大的人口迁徙,并在一些值得注意的情况下造成难民问题。顺应方案可能引起财产贬值,使人们支付改建基础设施的费用。在今后 100 年里,如果海平面上升一米,保护现有的开发活动需要在大约 360,000 公里长的海岸修筑防护设施,总费用达 5,000 亿美元。每年的防护费用平均占国民生产总值(GNP)的 0.04%,对各国来说,费用不等,从 0 到 20%。这种估计未打折扣,还不包括目前的海岸防护需要,海水侵入或无防护土地洪水泛滥的影响。此外,防护还可能对渔业、野生动物和娱乐活动产生消极

影响。失去传统的环境可能扰乱家庭生活,造成社会不稳定。

### 准备应付海平面可能上升的行动

6.1.5 可供采取的若干响应方案不仅增强沿海国家适应海平面上升的能力,而且其本身也是有益的。如果在短期内实施这样的方案,其效用会最大,这并不是因为灾难即将降临,而是因为现在采取行动还有机会避免不利影响——如果这个进程推迟,效用就会降低。这些方案是:

#### 国家海岸规划

- 在短期内制订和实施全面的国家海岸带管理计划。这些计划(a)应付海平面上升和全球气候变化的其他影响,并且(b)确保对居民的危险减少到最低限度,同时认识到保护和维持重要海岸生态系统的必要性。
- 查明处境危险的海岸区。各国需要作出努力以(a)查明在海平面上升一米时哪些功能和资源处境危险,并且(b)评估适应性措施对它们的影响。
- 作出规定确保海岸开发不至于增加在海平面上升一米时易受损伤的程度。特别需要审查的行动包括修筑河堤和蓄水坝,把红树林区和其他湿地变成农田和居住区,采伐珊瑚以及增加在低洼地区定居的人口。此外,虽然现在尚无必要为应付海平面上升而采取结构性措施,但是,海岸基础设施和海岸防护在设计和选址时应该把海平面上升和气候变化对海岸的其他影响考虑进去。有时候,在一个结构开始设计时就把这些因素考虑在内要比以后再改建省钱。
- 审查和加强应急准备和海岸带反应机制。需要作出努力,以制订减轻易受沿海风暴损伤程度的应急准备计划,办法是改进疏散规划以及建立考虑到海平面上升影响的海岸防护机制。

#### 国际合作

- 在国际上继续不断地注意海平面上升的

影响。用新的机制加强现有的国际组织,以便使人们关心和意识到海平面的变化,并鼓励世界各国拟订适当的响应方案。

- 对发展中国家给予技术援助和合作。提供财政资助的机构应该考虑到,在制订海岸管理计划,评估处境危险的海岸资源和通过教育、培训和技术转让加强一个国家应付海平面上升的能力等方面,需要给予技术援助和合作。
- 国际组织支持各国为限制海岸区的人口增长作出的努力。归根结底,迅速的人口增长是基本问题,它对海岸带管理计划的效率和适应性响应方案的成败都有最大的影响。

#### 研究、数据和情报

- 加强全球气候变化对海平面上升影响的研究。国际和各国的气候研究计划需要致力于了解和预测海平面的变化、极端事件、降雨量和全球气候变化对海岸区的其他影响。
- 开发和建立一个全球海洋观测网。例如通过政府间海洋学委员会(IOC)、世界气象组织(WMO)和联合国环境规划署(UNEP)作出努力建立一个协调一致的国际海洋观测网,以便对全世界的海洋和海岸区的变化,特别是海平面的变化和海岸侵蚀进行准确的和连续不断的监测。
- 传播关于海平面变化和适应性选择的数据和情报。可确定一个有有关方面参加的国际机构来收集和交换关于气候变化及其对海平面和海岸带的影响以及关于各种应变方案的重要数据和情报。同发展中国家分享这种情报对制订海岸管理计划极其重要。

6.1.6 现在就可以开始执行一个方案,以便使发展中国家能够到2000年实施海岸带管理计划。通过这个方案,可培训各国的专家,收集数据,给予技术援助和合作。据估计,在



今后五年里提供这种必要资助所需的资金为一千万美元。建议象 UNEP 和 WMO 这样的国际组织考虑在同有关国家磋商的情况下协调组织这个方案。

## 6.2 资源的使用和管理

6.2.1 第一工作组和第二工作组的报告表明,正是人类和其他物种赖以生存的资源会受到明显和不可避免的影响,其中既有积极的影响又有消极的影响。这些资源包括水、农业、家畜、渔业、土地、森林和野生动物。RSWG 在考虑到下述方案的情况下谈到了这些资源问题:保障粮食供应、保护生物多样性、维护水资源,以及为有管理和未加管理的生态系统合理利用土地等。

6.2.2 关于气候变化对自然资源和人类活动的潜在影响,人们了解甚少。首先,现在根本得不到对这样的关键气候因子的变化作出的可靠区域性估计,例如温度、土壤湿度、年和季的变率以及干旱、洪水和风暴的出现频率等。对许多这样的关键气候因子来说,甚至变化的趋势都不能肯定。其次,一般说来无法根据这些变化来断定对资源的数量和质量的影响。虽然现在显然可以看出气候变化对资源的一些影响可能是消极的,另一些影响可能是积极的,但目前还不能比较具体地定量说明这些影响。尽管如此,这些不定因素并不妨碍采取适当的行动,尤其是对于与气候无关的原因,则更值得采取这些行动。然而,可以认为:

- (a) 那些由人类管理的资源(例如农业、林业)比未加管理的生态系统更适合成功地适应变化;
- (b) 变化的速度越快,影响越大。在这方面,非常重要应该是应该认识到一些物种将经受不住迅速的气候变化而消亡。

6.2.3 经过世代代的磨炼,社会和生物形成了适应自然变化和极端事件的能力。全球分几个气候带,资源的使用和管理是每一个

气候带不断遇到的挑战。因此,社会在制订适应可能的气候变化的政策时,可借鉴这些现有的丰富经验和知识。此外,预料将来取得的经济和技术进展,会提供更好地适应气候变化所需的财政和技术资源。尽管如此,为实施适应措施,还是可能需要付出巨额的花费,并在法律、体制和文化方面作出调整。

6.2.4 鉴于气候变化对资源使用和管理的影响无法确定,以下各节提供了三种一般性的而不是具体的方案。这些方案对各国的适用程度可能因具体的社会、环境和经济情况而异。

### 短期研究有关的方案

6.2.5 有若干行动会加强我们就响应对策作出合理判断的知识基础。这些行动包括:

- 编制关于资源现状以及资源使用和管理方法的报表、数据库、监测系统和目录。
- 加强我们对主要气候要素,它们对自然资源的影响及其社会经济后果的科学认识并改善预测手段。
- 进行研究和估价,测定资源的恢复能力和适应能力及其易受气候变化损伤的程度。
- 鼓励公共企业和私人企业为更有效地使用资源的革新生物技术(对健康、安全 and 环境具有足够的保障措施)进行研究与开发,包括允许革新者从其工作成就中获益。
- 继续进行现有的研究和制订应付气候变化可能造成的最严重后果的办法,例如培养比较抗旱或抗盐碱的作物品种,或者利用传统和现代的育种技术,帮助保持各种农业和林业的开放性,并且进行农业气象学或农业气候学研究。
- 加强关于原生环境和非原生环境生物资源保护的研究,其中包括调查野生保护区和原始资源保护区的范围和位置。

### 短期政策选择

6.2.6 现有的一些响应对策在当前的条件下或许有经济合理性;并且从资源有效管理

角度出发,在甚至没有气候变化的情况下也是可行的。一般说来,这些战略涉及提高自然资源使用的效率,更充分地利用资源的“收获”部分和减少浪费。可在短期内实施的措施包括:

- 根据持续发展的原则进一步强调开发和采用可能提高农作物、森林、家畜、渔业和人类居住区(每单位土地或水)的产量或效率(即单产)的技术。提高这些效率可减少人类活动对土地的需求,还可能帮助减少温室气体的排放。具体方案的例子包括效率较高的乳品和肉类生产;改进粮食贮藏和分配;以及改善水源管理做法。
- 进一步促进和加强资源保护和持续的资源使用,在非常脆弱的地区更是如此。可探索保护最敏感和最宝贵的资源的各种主动行动,包括加强保护措施,管理脆弱资源的发展以及促进重新造林和造林等。
- 加速发展中国家的经济发展工作。由于这些国家常常拥有基本上是以资源为基础的经济,因而改善农业和自然资源使用方式的努力会特别有益。这样的努力也会促进资本形成,而资本形成一般说来会使适应气候变化和持续发展变得更为可行。
- 制订一些方法,使当地居民和资源使用者同资源保护和持续的资源使用息息相关,比如说,可通过向资源使用者授予明确的产权和长期使用权,并自愿转让水源或采取其他市场机制来做到这一点。
- 在切实可行的情况下分散关于资源使用和管理的决策权。

#### 较长期选择

6.2.7 还有若干其他可能的响应方案,这些响应方案代价很大或者看上去很可观,因而比较适合在较长的时期内考虑,并且一旦注意到气候变化的影响,其不确定性则会减少。

这一类的方案包括:

- 修建高投资项目(例如堤坝),以便提高水和其他资源的可用性。
- 加强和扩大自然保护区,研究建立自然资源保护区的可行性,以便增强非人工管理的生态系统的适应前景。
- 在适当情况下,审查和取消对低效资源使用项目直接的和间接的补贴和鼓励,以及影响资源有效使用的其他体制障碍。

## 7 实施响应对策的机制

7.0.1 RSWG 还考虑了几个必须加以解决的优先问题,以便充分实施限制或适应反应方案。这些“实施机制”是各国、各地区和国际上对气候的反应方案得以付诸实施的主要途径。考虑过的具体实施机制是:

- 公众宣传和教育;
- 技术开发和转让;
- 经济(市场)机制;
- 财政机制;
- 法律和体制机制,其中包括一项气候变化框架公约的可能组成部分。

7.0.2 下面是 RSWG 对这些问题的审议结果。

### 7.1 公众宣传和教育

7.1.1 对全球人口广泛宣传对于解决和应付象气候变化这样一个错综复杂的问题是必不可少的。由于气候变化会对社会的几乎每一个方面都产生直接的或间接的影响,全球普遍了解这个问题会促进采纳和实施这些被视为必要的和适当的反应方案。信息传播也是确保市场准确地考虑到气候变化的潜在影响的(或)机会的一个有力的经济手段。

7.1.2 公众教育和信息计划的中心任务是:

- 促进对气候变化问题的意识和了解;
- 为限制和(或)适应气候变化的积极做法提供指导;
- 鼓励所有国家(既有发达国家又有发展

中国家)的人民和所有部门普遍参与气候变化问题的解决和适当反应方案的制订;

- 尤其需要重视关键的目标群体,例如儿童和青年,以及家中的每个人、决策者和领导人、传播媒介、教育机构、科学家、企业和农业部门等。

7.1.3 鉴于向人民广泛宣传的重要性,RSWG 拟订了使国际上加强认识气候变化潜在的原因和影响的建议和方针。在这个进程中,人们认识到,虽然人们的广泛了解必不可少,但是没有任何一种机制能对每一个群体或者在每一种文化和国家中都起作用。各国的社会、经济和文化千差万别,因此很可能需要适用于特定地点、国家或地区的具体需要和资源的教育方针和信息。不能过分强调教育和信息对发展中国家的重要性。

7.1.4 各国和国际上应该采取若干行动来广泛传播关于气候变化的信息。这些行动包括:

- 成立国家委员会或明确的机构以便收集、编制和传播关于气候变化问题的客观材料。这可有助于提供有关能源效率、节约能源、林业、农业等诸如此类的问题的情报的中心。
- 国际组织(UNESCO、UNEP、WMO 等)和非政府组织利用 IPCC 报告和其他有关报告使各国充分了解未来的行动。
- 利用现有的国际机构或者在必要的情况下成立一个新的机构来充当情报和教育材料的交流中心。
- 在 IPCC 报告完成之后或更早一些时候,安排一系列短期研讨会,其目的是向高级决策者、世界各国领导人和其他人员通报气候变化的原因和影响。

## 7.2 技术开发与转让

7.2.1 技术开发与转让对任何应付全球气候变化的努力来说都是至关重要的。新技术的开发可能提供一种手段,各国社会可用来

在全球气候发生变化时满足自身的能源、粮食和其他需要,而同时又使温室气体的排放量减少到最低限度。迅速转让技术,特别是向发展中国家迅速转让技术,同样是限制或适应气候变化的任何努力中的一个重要方面。

### 技术研究与发展

7.2.2 需要进行技术开发,包括改进和重新评估现有技术,以限制或减少人类活动引起的温室气体排放量;通过保护和增加汇来吸收这类气体;使人类的活动及资源的利用和管理适应气候变化所产生的影响;并探测、监测和预测气候变化及其影响。可以在诸如能源、工业、农业、运输、供水、海岸防护、自然资源管理及住房和建筑物营造等范围广泛的活动中实行技术开发。

7.2.3 充足的、受过培训的人力资源是技术开发和转让的先决条件,而建立在健全的科学基础上的技术行动必须与持续开发的概念相一致。

7.2.4 关于技术选择的准则包括这样一些因素,如除有益于环境外,还要有益于经济和社会利益,在考虑到所有外部费用的情况下产生的经济效益的同时,还要适合于当地的需要,便于管理,信息需要,以及易于为公众接受。

7.2.5 在可行的情况下实行适当的价格政策,交流关于技术开发状况的信息和各国政府提供资助,是促进技术开发的重要措施。国际协作,特别是工业化国家和发展中国家之间的双边和多边协作,也具有重要意义。

### 技术转让

7.2.6 需要在优惠基础上向发展中国家迅速转让应付气候变化的技术。发展中国家认为,在非商业基础上的技术转让是必要的。为促进这一点,应当做出具体的双边和多边安排。另外一些政府不拥有技术的国家认为,技术转让将是商业谈判的一个任务。知识产权问题也是国际上一个混淆的个例。

7.2.7 还存在一些障碍,妨碍向发展中国家有效地转让技术。这些障碍包括缺乏财政资

源以及必要的机构和受过训练的人员。可以加强现有的机构,或者在适当情况下建立新的机制,以提供技术转让的资金,培训人员和评价、引进及使用现有的技术或新的技术。法律障碍和限制性贸易惯例也是障碍因素。

7.2.8 一直未能消除对上述一些问题的意见分歧。为了促进监视、限制或适应气候变化的技术的有效交流,早日就上述这些问题达成国际协议是极其重要的。有可能达成国际协议的一个领域是促进 CFC(含氯氟烃)代用品的使用,和向发展中国家提供援助和合作,以帮助它们取得和制造这类代用品。

7.2.9 几个国家已经建议应着手处理向东欧国家转让技术的问题。

### 7.3 经济机制

7.3.1 重要的是,为了限制或适应全球气候的变化而可能采取的任何措施,在考虑到重要的社会影响的同时,还必须尽可能具有经济上的效益和投资收益。总之,环境目标既可以通过需要使用特定的技术或达到特定目标的规章制度来实现,也可以通过诸如排放费、补贴、可买卖的排放许可证或制裁等经济手段来实现。

7.3.2 经济手段通过鼓励灵活选择降低排放量的措施,经常以比规章制度机制要低的费用提供改善环境的可能性。经济手段与许多规章制度不同,它们往往鼓励创新和开发经过改进的技术和做法来降低排放量。经济机制还有可能为对环境较为敏感的市场活动提供必要的信号。然而,经济手段不大可能适用于一切环境。

7.3.3 有三个因素被认为是对市场活动和(或)通过市场机制来实现环境目标的潜在障碍。它们是:信息问题,它能经常使市场产生不那么有效的或是不利的环境后果;现有的措施和机构,它可能鼓励个别国家以有害于环境的方式行事;抵消相互竞争的目标(社会的、环境的和经济的)。因此,一项初步的响应对策可能是直接地解决信息问题并对可能成

为障碍的现有措施进行审查。例如,在可能采取排放收费制度之前,各国应对能源和其它有关产生温室气体的部门的现行补贴制度和税收优惠制度进行审查。

7.3.4 以市场为基础的经济手段的一般优越之处在于,它们鼓励那些能以最低的代价来限制或降低排放量的国家或机构限制或降低排放量。它们也对工业和个人消费者提供持续不断的鼓励,促使它们通过更有效的更清洁的技术来限制/降低排放量的最有效的措施。这些鼓励可能是规章制度所不具备的。

7.3.5 规章制度是市场经济和中央计划经济惯常使用的控制污染的办法。规章制度办法的优越之处在于,在某些情况下它会对希望取得的结果增加实现的肯定性;而主要的不利之处在于,它们可能妨碍创新,并且在达到目标方面缺乏灵活性,可能会妨碍有效地使用资源,以及极少或根本没有刺激力来促使人们把排放量降到具体规定的水平以下。

7.3.6 明显的是,采取任何形式的经济手段,国内的也好,国际的也好,都会提出许多复杂而困难的问题。需要对这类手段的所有影响进行仔细和实质性的分析。确定为可供考虑的可能的具体经济手段包括:

- 一种可以买卖的排放许可证制度:排放许可证制度据以建立的设想是,由于允许买卖排放权利,因而达到某一环境目标的经济成本可以降到最低限度。一项全面的排放限额一经确定,就可以向排放源提供相当于这一限额的排放权利,并允许自由买卖这些排放权利。这会降低达到某种排放目标的费用,因为:(a)就象商品交易那样,交易实体之间的利益比较会扩大到最高限度;(b)经济刺激会促使开发经过改进的限制温室气体的技术,提高汇的效率和资源使用的效益(节约能源)。需要对这一做法注意的是:对这一手段只取得有限的经验、交易市场的潜在范围和规模,以及目前的管理结构不尽合理,需加以发展。

- **排放收费制:**排放费是对具体的排放量收取的费用,数额多少要依其影响气候变化的大小而定。这类收费可能会鼓励排放者限制或降低排放量,并刺激各有关方面采取限制或降低排放量的有效手段。收费的另一个好处是,它们所产生的收入能够为一笔基金打下基础,以便进一步减少污染,进行研究和管埋,或是使其他的税收得以降低。对这一做法需要注意的是难以决定征税的基数和大小,而且对这种征税能否会实现一致同意的降低排放量的目标没有把握。
- **补贴:**补贴旨在通过降低成本的办法来鼓励有益环保的行为。补贴特别可以用来鼓励使用节能设备和非矿物能源,以及开发和更多地使用对环境来说是稳妥的技术。需要注意的是:需要各国政府承担的财政义务的可能规模、需要进行仔细的设计、需要进行检查,以及这些措施的种种国际贸易方面问题。
- **制裁:**经济手段的最后一种形式是使用经济制裁来执行国际协议。这需要缔结一项国际公约,以建立一种制度,对不恪守一致同意的制度的国家实行贸易或财政方面的制裁。许多参加国由于这种情况的错综复杂,而对把这一做法用之于温室气体排放量表示了相当大的保留。对此表示的关切包括这样一种看法,即制裁看起来象是独断专行,它可能制造混乱和引起不满,并有可能被用来作为强行设置新的非关税贸易壁垒的借口。

7.3.7 人们还认为,通过在可能的情况下综合治理所有的温室气体源和汇,就可以促进环境保护事业,并把为达到限制温室气体目标(如果有任何目标的话)而需要的费用降到最低限度。这种做法通过进一步发展由第一工作组所制订的指数而开发出一项与各种温室气体净排放量有关的“指数”。

7.3.8 然而,就执行和可接受性而言,上面

提到的每一种做法都潜在地提出了严重的挑战。对这些不同做法的经济和社会后果,人们的了解是不完全的。显然,所有的国家和正在工作的政府间气候变化专门委员会(IPCC)都需进一步开展工作,以便充分估价这些措施的实际可行性,以及因不同机制,特别是因这些机制在国际上的使用而产生的费用和利益问题。然而,人们业已指出,一项国际性的可买卖的排放许可证制度,或是一项国际性的排放收费制度,都可能成为达到一个确定的降低温室气体排放量目标的具有成本效率的主要手段。

7.3.9 最后,人们强调,为了平等地分摊经济负担,在采取上述任何一种国际经济手段时都需考虑到这样一些情况:目前排放出的影响大气的大部分温室气体都来源于工业化国家,在这些国家里变化的余地最大;以及在目前情况下,发展中国家排放的温室气体正在增加,而且为了满足其发展的需要可能还需要增加。因此,经过一段时间以后,很可能在全球的排放量中占有越来越大的百分比。人们认识到,经过估计的每一种手段,在达到温室气体排放量的目标方面,都能发挥一份作用;但是,哪种特定的手段适宜,则要取决于具体的情况。在现阶段,没有哪一种措施可以被认为是普遍地优越于任何其他可以利用的机制。

## 7.4 财政机制

7.4.1 工业化国家和发展中国家都认为,重要的是需要有财政机制方面的保证,以采取适当的措施来限制和(或)适应气候变化。

### 指导原则

7.4.2 下述原则应成为制定财政手段的指导:

- (a) 工业化国家和发展中国家对处理由于气候变化而产生的问题负有共同的责任,而要作出有效的反应需要全球进行努力。
- (b) 工业化国家应领先一步并在下述两方

面承担具体责任：

(i) 目前排放出的影响大气的温室气体主要来源于工业化国家，那里的变化余地也最大。工业化国家应按照与将来签订的限制排放量协议相一致的原则调整自己的经济，在国内采取措施来限制气候的变化；

(ii) 工业化国家在采取国际行动方面与发展中国家合作，而不是妨碍后者的发展，办法是提供额外的财政资源，进行适当的技术转让，从事有关科学观察的密切合作，进行分析和研究，并且最后是进行旨在预防和管理环境问题的技术合作。

(c) 发展中国家排放的温室气体正在增加，而且可能还要增加，以便满足它们的发展需要，因此，经过一段时间，很有可能在全球排放量中占有越来越大的份额。发展中国家应在可能的范围内采取措施，对它们的经济作出适当的调整。

7.4.3 如果把流向发展中国家的财政资源集中用在那些既有助于限制温室气体的排放，又有助于促进经济发展的活动，这些财政资源就会发挥最大效益。进行合作和提供援助的领域可能包括：

- 有效地使用能源，并增加使用具有较低的温室气体排放率的矿物燃料，或更多地使用非矿物能源；
- 那些会降低温室气体排放量的合理的森林管理措施和农业技术；
- 促进技术转让和开发；
- 会提高发展中国家制订计划来解决气候变化问题的能力的措施，包括研究和开展活动，以及提高公众的认识和进行教育；
- 发展中国家参加关于气候变化问题的国际论坛，如 IPCC 等。

7.4.4 鉴于对有些区域和国家来说，从潜在意义上看，适应活动而不是限制活动具有重要的意义，人们还认识到需要为制订适应

性措施进行合作和提供援助。

7.4.5 已经考虑了许多产生财政资源的可能来源。它们包括普遍征税、征收关于排放温室气体的特种税和征收排放交易税等。介于这类税收的错综复杂，请参考经济措施报告(7.3节)。提出的创造性建议包括：动用未支付的官方资金，这些资金可能是由于政府能源开支和降低军事开支水平而节约下来的；对旅游票券征收固定百分比的税；以及对那些未能履行义务的国家罚款。还提出这样一个问题：是否只应同那些不从事产生温室气体活动的国家进行财政方面的合作和对它们提供援助。一种积极的国际经济环境，包括进一步降低贸易壁垒和执行更公平的贸易措施，会有助于产生能够用于迫切需要的资金。

7.4.6 关于向发展中国家提供财政方面的合作和援助的机构机制，考虑了一种双轨制办法：

- 1) 一种轨道是建立在现有机构内正在进行的或计划进行的工作基础之上。在这方面，世界银行、一些区域性银行、其他多边组织和双边机构，已经着手进行努力把全球气候变化问题纳入它们的计划之中。双边援助机构可以进一步把它们的援助计划的环境内容合并，并加强这方面的内容；还可以与多边机构制订共同筹集资金的安排，在此同时又要确保这不会把不适当的环境条件强加于人。
- 2) 还考虑了与这一轨道相平行建立新的机制和新设施的可能性。有些发展中国家和工业化国家还认为，需要建立与未来的气候公约和议定书直接发生联系的新机制，如新的国际基金。也可考虑，这类新的机构可以设在世界银行之内(另立新的规章)或别的地方。还注意到，世界银行在与联合国环境规划署(UNEP)和联合国开发计划署(UNDP)合作下提出的建立全球环境局的建议，在1990年5月举行的世界银行开发委员会会议上，受到了工业化国家和发展中国家的欢

迎。

7.4.7 注意到,在过去,产生财政资源的问题是分配这些资源的问题判然有别的。

7.4.8 已经确定的未来工作领域包括,在援助国的帮助下为发展中国家进行调查,以查明它们目前的和预计的净排放水平,以及为限制这类排放而需要的援助和合作。还需要进一步考虑私人部门通过技术转让、国外直接投资和其它手段可能发挥的重要作用,以帮助并与发展中国家合作来对气候变化作出反应。

## 7.5 法律机制和机构机制

7.5.1 有一些与气候变化问题有关的机构和国际法律机制,特别是关于环境科学技术、能源、自然资源和财政援助的机构和国际法律机制。现有的这些国际法律机制之一,即关于保护臭氧层的维也纳公约以及与之有关的关于耗损臭氧层物质的蒙特利尔议定书,明确地谈到减少一些耗损臭氧层的重要温室气体排放量的问题。然而普遍的观点认为,虽然关于气候变化的现有法律文件和机构应该充分加以利用和进一步加强,但是仅有这些还不足以应付挑战。

7.5.2 第44届联合国大会会议一致认为,有必要作为一个紧要问题来准备一个关于气候变化的框架公约,其中起码要规定一些一般性原则和义务。RSWG认为,公约的制订方式应当能使它获得数目最多的国家加入,而且国家的类别和分布范围均衡适当,同时又允许及时采取行动。它可以制订关于具体义务的单附件和(或)议定书。作为缔约各方对温室气体排放和气候变化的不利影响采取行动的承诺的一部分,公约还应处理发展中国家(特别是那些在农业或其他方面最易受气候变化损害的国家)的特别财政需要和其它需要、技术的获取和转让问题、研究和监视的必要性,以及机构要求。

7.5.3 将必须对若干关键性问题作出决定。这些问题包括:

- 就以下各方面取得适当平衡的政治必要性:(a)赞成缔结一项具有深远意义的着眼于行动性公约的论点与认为需要紧急通过一项公约以便着手处理气候变化问题的看法之间的平衡;(b)不采取行动的风险、采取行动的费用和科学上的不确定性的现状这三者之间的平衡;
- 各项具体义务,尤其是关于控制温室气体排放量的义务,应在多大程度上列入公约本身,还是作为附件,或作为一项(或多项)单独的议定书的主题;
- 与公约谈判有关的议定书谈判的时机选择;
- 在适当情况下,提出制订排放指标(如总排放量,人均排放量,单位国民生产总值的排放量,按照能源使用平均的排放量,气候条件,过去的排放情况,地理特征,矿物燃料资源基础,每个能量单位的碳强度,单位国民生产总值的能耗,社会-经济成本和效益或其他平均值的可靠的科学基础);
- 应当在多大程度上处理关于温室气体的全球排放量或大气中温室气体浓度的具体目标;
- 各项义务是否应按照各国对造成气候变化和与之斗争所应负的责任大小,以及它们的发展水平公平合理地划分;
- 即使细节的安排形成一项单独的议定书的主题,但是应该考虑发展中国家对额外资金的需要;以及处理这种需要应采取的方式,特别是提供资金的性质、规模和条件方面;
- 促进技术开发与转让及向发展中国家提供技术援助和合作所应有的基础,同时要重视这样一些考虑,如转让条件(优惠或非优惠的,商业或非商业的),有保证的获得,知识产权,这类技术在环境方面的益处,以及财政影响等;
- 按照公约设立的任何新机构的性质(诸如缔约国大会,执行机构以及其他机

构)、职能、组成和决策权,例如,它们是否应对各国所承诺的义务行使监督和控制权。

7.5.4 在 IPCC 中期报告完成之后,应尽快开始就框架公约进行国际谈判。发展中国家充分和有效地参加这个谈判过程是必不可少的。许多国家——基本上是发展中国家强调,谈判必须以论坛的形式进行,谈判的时间安排将由联合国大会决定。其他相关议定书的

谈判也依此办理。许多国家国际组织和非政府组织认为,这个谈判应当在 1992 年联合国环发大会举行以前结束。

7.5.5 前面所述不一定包含谈判中将出现的所有问题。可是,愿意讨论这些基本问题,将是确保谈判成功和获得具有足够广泛性和代表性的国家支持的一个先决条件。

7.5.6 本工作组撰写的法律措施专题文件,请参见附件 1。



## 附件 1

### 法律与机构的机制： 专题协调员报告 (加拿大、马耳他、英国)

#### 执行概要

1 协调员报告的基本目的是编辑可以列入未来气候变化框架公约的内容,并讨论在拟定这些内容时,可能出现的问题。

2 普遍认为,现存的与气候有关的法律文件和制度应予充分利用和进一步加强,但仅有这些还不足以对付挑战。在政府间气候变化专门委员会(IPCC)中出现了广泛的国际共识,有必要制定一份气候变化框架公约,第四十四届联合国大会对此也加以确认。此种公约,总的说来,应采用保护臭氧层维也纳公约的格式,起码要规定一般性原则和义务。它应得到最大多数国家的遵循,而且国家的类别和分布范围均衡适当,同时又允许及时采取行动。它应包括单独的附件/议定书以处理具体的义务:作为缔约各方对温室气体排放和全球变暖的不利效应采取行动的承诺的一部分,公约还要处理发展中国家的特别财务要求,技术的获取和转让问题,以及机构上的要求。

3 文件指出了在协商公约时要决定的若干问题,它们一般包括:

- 保持适当平衡的政治必要性:一方面,要求缔结意义深远的行动性的公约的论点与迫切通过公约,旨在立即开始处理气

候变化问题的需要之间达到平衡;另一方面,不采取行动的代价与缺乏科学准确性之间的平衡;

- 具体义务的程度,尤其是控制二氧化碳和其他温室气体的内容应列入公约,或者作为单独的议定书的主题;
- 与公约谈判有关的议定书谈判的时间。

4 公约中,特别需要处理以下具体问题:

- a) 发展中国家的财政要求:即使在另一份议定书中有详尽的安排,但是谈判各方必须考虑发展中国家对额外资金的需求和处理方式,尤其是提供资金的性质、规模和条件等;
- b) 技术的开发与转让:需要详细阐述促进技术开发与转让及向发展中国家提供技术援助的基础,同时要考虑转让条件,有保证的获取、知识产权以及这类技术在环境方面的可靠性;
- c) 法规:对于公约制定的法规的作用和权力,观点分歧甚大,尤其是在对各国履行义务情况进行监督和控制方面。

5 文件中列入的条款并不意味着对此意见一致或者是每一国政府都同意在公约中列入这些条款。

6 协调员在此附件中列举和总结拟定中要列入公约的大纲时,并未寻求对它们作出评估,此文件仅是为便于未来的谈判者工作。然而他们注意到,以务实的态度着手处理上述基本问题是保证谈判成功的先决条件和获得具有足够广泛性和代表性的国家支持的前提。

## 可能列入气候变化框架公约的大纲

### 序言

按照条约通例,包括维也纳公约和气候变化格式在内,都有一个序言,其中可能涉及以下某些或所有项目:

- 对问题的描述和采取行动的理由(采取及时有效的反应而不要等到科学上绝对的准确之后);
- 参照有关国际法律文书(诸如维也纳公约和蒙特利尔议定书)或宣言(诸如联大 43/53 号决议和斯德哥尔摩宣言第二十一条原则);
- 承认气候变化是人类共同关心的事,它影响到全人类,应当在全球框架内加以处理,同时又不损害国际公认的各国领空主权;
- 承认需要创造一种环境质量,足以使当代和后代人类过着既有尊严又幸福的生活;
- 提及国家开采自然资源主权与伴随着的为全人类利益且不缩小这种利益而保护与维护气候的责任之间的平衡;
- 赞同并详细阐述持续发展的概念;
- 在尊重国家主权的同时,认识到有必要改进科学知识(例如通过系统的观测),以及研究气候变化的社会-经济影响;
- 认识到开发与技术转让的重要性,财力与需要的重要性,尤其是发展中国家的财务需要;有必要建立制度,援助、调节机制以考虑各国不同的发展水平及其需求的差异性;
- 认识到各国的责任,在国家一级、区域一级和全球一级做出努力,以便限制或减少温室气体的排放,并避免发生可能危及气候的活动,同时又牢记:
- 目前影响大气的排放量,大部分来自工业化国家,而它们调整的余地最大;
- 不同类型的国家实施反应战略的时间是

不同的,这取决于各个国家的科技能力及处理手段;

- 发展中国家的排放量正在增加,并且也需要增加,以满足其发展的需求,经过一段时间,它们在全球排放中可能会占有相当大的份额。
- 认识到需要拟定吸收温室气体的策略,即保护和增加温室气体汇;限制或减少人为温室气体的排放;调整人类活动以适应气候变化的影响。
- 在序言起草过程中,还需要提出来的其他关键性问题有:
- 人类要求一个可以生存的环境,是否可以定为一项基本权利?
- 不受直接的或间接的气候变化的不利影响,是否可以作为一项权利?
- 是否应该提出预防原则?
- 考虑到各种温室气体之间、源与汇之间的内在关系,是否把它们作为整体来处理?
- 是否允许各国通过联合安排来达到总体的全球气候目标?
- 可否参考诸如 ENMOD 条约这样的天气调节协议书作为相关的法律工具?
- 在开发和应用保护气候技术中,是否有人类共同的利益?
- 持续发展的概念是否包括在向发展中国家提供财务援助的条款中增设一项制约性条件,这是否意味着把包括气候变化的环境保护问题与经济发展联系起来,以保证二者协调一致地发展?
- 序言是否要在与持续发展相联系的同时,提到那些其农业易受气候变化影响而又受限于资金和技术的国家的特殊问题?
- 是否有一个最低的生活标准,作为采取气候变化及反应战略的前提?

### 定义

按照惯例,有必要在定义条款中拟定定

义。所需要定义的术语中依公约宗旨和缔约方使用的语言而定。

## 一般义务

按照维也纳公约一类的条约格式,应有条款陈述缔约各方的一般义务。此种义务可能涉及到,如:

- 采取适当措施预防气候变化的不利影响,限制、减少、适应并在各国科技水平和处理能力范围内防止气候变化,在采取这些措施时要避免产生其他的环境问题;
- 保护、稳定和改善大气成分以保护气候,为了造福当代和今后子孙万代;
- 采取步骤限制气候变化,但是这些步骤已经在其他领域证明是正当的;
- 本着睦邻友好的精神,和平利用气候;
- 在尊重国家主权的同时,在科研、系统观测和资料交换方面加强合作,以更好地认识和评价人类活动对气候的影响,以及气候变化对环境和社会经济带来的不利影响;
- 鼓励开发和转让技术、提供技术和财政援助,考虑到发展中国家的特殊要求,使他们能充分履行其义务;
- 在拟定和协调政策及对策方面进行合作,以期限限制、减少、适应、并尽可能防止气候变化;
- 采取法律或行政措施,在处理气候变化方面进行合作;
- 在与公约及其附件或议定书不相抵触的情况下,为双边、多边或区域协议或安排提供机会,包括为国家集团提供机会,以满足区域或次区域的需要;
- 与能胜任的国际组织合作以完成公约的目标;
- 鼓励促进公众教育,认识温室气体和气候变化对环境和社会经济的影响,并在这方面予以合作;
- 如有必要,加强或修改现行有关气候变

化的法律和机构的文件;

- 关于资助机制的条款。

在拟定条款时,其他必须提到的关键事项如下:

- 是否应该有一些条款,作为第一步提出关于排放水平(全球的或国家的)或大气中温室气体浓度的具体目标,而同时又保证世界经济的稳步发展,尤其是工业化国家的稳定排放问题;然后再减少CO<sub>2</sub>和蒙特利尔议定书未规定的其他温室气体的排放?这种条款不排除各国制定比公约或附件及议定书的规定更严格的国家或区域排放目标。
- 根据序言的语言,是否应该有条款承认不同类型国家在履行义务时可有不同的时间要求,和/或依照各国家的处理方法和科技能力而有不同的时间要求?
- 是否要在拟定适当的措施,例如附件、议定书或其他的法律文书方面达成共识?如要,是基于完美的科学基础还是基于最有效的科学知识基础上?
- 处理技术转让,尤其向发展中国家转让时,技术转让的条件如何(商业性、非商业性、优惠、非优惠,技术转让与知识产权的关系)?
- 财政机制,仅限于利用机制还是增设新的财源和机制?
- 是否要规定对可能产生重大气候变化的活动计划进行环境影响评价?并要求事前通知此种活动?
- 排放目标的根据是什么?例如,排放总量,人均排放量,单位国民生产总值排放量,单位能耗排放量,气候条件,过去的情况,地理特性,矿物燃料资源基础,单位能源碳强度,单位国民生产总值能耗,社会—经济成本和效益或其他合理的考虑。
- 是否要专门处理海平面上升问题?
- 核储存与气候变化之间有无联系?

## 机构

在国际环境协议之下设立各种机构,已成为通例。气候变化公约各缔约方可能希望设立缔约方大会、执行局和秘书处。

缔约方大会可以控制关于实施公约的无休止的审查,最后做出适当的决定,以便结束评议现在的科学情报;并且促进政策和战略的协调,旨在限制、减少、适应、以及尽可能地预防气候变化。

在关于拟定机构的机制时,可能出现的问题有:

- 公约机构(缔约方大会或执行局)能否做出决定,尤其是在大量事情中做出关于监视、核查方面的反应战略或职能的决定?是否对各方都具有约束力?如是,这种机构是代表全体缔约方还是由部分缔约方组成,例如建立在公平的地区代表基础上?
- 秘书处的作用?
- 决策程序如何?包括表决(一致同意,多数制);
- 如公约之下设立及托管基金或其他财政机构,应如何管理?
- 是否应成立永久性或特别的科学机构或其他机构与气候变化有关的科研活动和采取措施等向缔约方大会提供咨询、建议?
- 上述机构的组织是否要反映出公平的气候的或地区的代表性?
- 是否要有关于科技事务、经社影响和响应对策等工作组的条款?
- 是否有必要根据气候变化问题的性质,采取灵活的机构设置方法?
- 非政府组织的地位?

## 科研、系统观测和分析

按照惯例,要有关于科研和系统监测合作方面的条款。科研方面,各方可能应要求,直接地或通过国际组织,承担、发起或合作进

行以下的研究和分析:

- 影响气候的物理化学过程;
- 可能改变气候的物质、行为、过程和活动;
- 监测和测量温室气体排放量和吸收的技术;
- 改进气候模式,特别是区域气候模式;
- 气候变化之后,可能产生的环境、社会-经济影响;
- 替代物质、技术、应用;
- 响应对策的环境、社会、经济效益;
- 人类活动对气候的影响;
- 与海平面上升特征有关的海岸地区;
- 水资源;
- 能源效率。

也可以要求各缔约方,直接地或通过能胜任的国际组织,合作建立或改善联合计划或互补性计划以进行系统地监测和分析气候,可能包括一个全球系统,此时要充分考虑到国家立法和相关的国家、区域或国际各个层次的现行活动;通过适当的数据中心,合作进行收集、核实、传递研究、观测资料、分析结果。

其他问题包括:

- 是否考虑设置专家组或独立的科学委员会,负责协调收集上述科研和分析资料,定期对这些资料做出评估?
- 是否要有关于现场检查的条款?
- 是否要有关于开放、无歧视地获取各国共同开发的气象资料的条款?
- 是否要设立具体的科研基金。

## 信息交换和报告

从先例看,似宜规定通过秘书处向缔约方大会传递有关各方在执行公约、议定书时采取的措施的信息。维也纳公约附件中,规定了要交换信息的种类。它包括科技、经社、商业和法律方面的信息。

要拟定这一条款,各缔约方须处理以下问题:

- 是否有必要拟定一项全面的国际科研计划,以便合作交流气候变化方面的科技和其他信息?
- 是否各方面有义务报告其为执行公约而采取的措施,其中可能包括定期报告可以比较的温室气体排放量?
- 是否各方可以应要求拟定本国有关应付气候变化的排放量、战略及技术的清单?如是,公约似要求交换有关清单、战略和技术等情报。

## 技术开发与转让

既然一般义务一节中已谈及技术问题,因此有必要在技术转让和技术合作方面设立专门条款。这些条款可能要求缔约方推动技术开发与转让以及技术合作,尤其要考虑到发展中国家的需要,使它们可以采取保护措施保护它们克服气候变化的不利影响,限制、减少并尽可能预防气候变化,或者适应这种变化。

另一个问题是:与气候变化有关的技术转让是否要附加特殊条件(例如,优惠、非商业性,有保证地获得和以有利条件向发展中国家转让对环境无害的技术),同时又考虑知识产权的保护?

## 解决争端

依照国际惯例,公约也应包括有关解决争端的条款。争端可能来自对公约、附件、议定书的解释和应用方面。可以采用与保护臭氧层维也纳公约的有关条款相类似的办法,即自愿诉诸仲裁委员会或国际法院(具有约束性质),另外也可委托调解(具有劝告性质)。

## 其他条款

按国际通例,可以包括以下有关条款:

- 修改公约;
- 附件之地位、通过和修订;

- 对议定书的通过、生效和修订;
- 签字;
- 批准;
- 加入;
- 表决权;
- 公约与议定书的关系;
- 生效;
- 保留;
- 撤销;
- 存交;
- 正本。

## 附件与议定书

协商各方可以在公约中规定增加附件和议定书的可能性。附件可以作为公约的组成部分。议定书可以在其后缔结(如同保护臭氧层的维也纳公约的蒙特利尔议定书)。在承认公约全面性的同时,协商各方要决定温室气体、其源汇是否要在公约的附件或议定书中单独地、分批地或全面地加以处理。

以下各项可以作为附件或议定书的事项加以考虑:

- 农业措施;
- 森林管理;
- 财政机制;
- 科研和系统观测;
- 能源保护与替代性能源;
- 债务与偿还;
- 国际性排放量交易;
- 国际征税系统;
- 开发与转让与气候变化有关的技术。

与拟定附件和议定书有关的事项:

- 时间表,主张行动性公约的协商方可以寻求在附件中列入与以后的议定书不同的具体义务;和/或在公约谈判的同时,协商一项或数项议定书;
- 顺序,如有数项议定书,以何为序?

## 缩写词和化学符号

AFOS	IPCC 第三工作组农业、林业及其他人类活动分组
BaU	照常排放方案,与第三工作组 A 方案相同
Bt	10 亿吨
BTC	10 亿吨碳
CFC	氯氟烃
CH <sub>4</sub>	甲烷
CI	碳强度(千克碳/10 亿焦耳)
CO	一氧化碳
CO <sub>2</sub>	二氧化碳
EIS	第三工作组能源和工业分组
Cg	10 亿克(10 <sup>9</sup> 克)
GHG	温室气体
GDP	国内总产值
GNP	国民总产值
GtC	10 亿吨碳(10 <sup>9</sup> 吨)
HCFC	氯氟烃化物
HFC	氢氟烃
IOC	UNESCO 下属的政府间海洋委员会
IPCC	政府间气候变化专门委员会
ICSU	国际科联
ITTO	国际热带木材组织
Mt	兆吨(10 <sup>6</sup> 吨)
N <sub>2</sub> O	氧化亚氮
NGOs	非政府组织
NO <sub>x</sub>	多氧化物
O <sub>3</sub>	臭氧
OECD	经济合作与发展组织
pa	每年
pc	人均碳排放量,以吨为单位
ppm	百万分率
RSWG	IPCC 第三工作组——反应战略工作组
SO <sub>x</sub>	多氧化硫
TC	吨碳
TC-GJ	吨碳/10 亿焦耳
TFAP	热带林业行动计划
Tg	垓克(10 <sup>12</sup> 克)
TgC	垓克碳

TgCH <sub>4</sub>	垓克甲烷
TgN	垓克氮
UN	联合国
UNDP	联合国开发计划署
UNEP	联合国环境规划署
UNESCO	联合国教科文组织
VOCs	挥发性有机化合物
WMO	世界气象组织

# IPCC 发展中国家参与特别委员会决策者概要

## 执行概要

1 发展中国家参与特别委员会是由政府间气候变化专门委员会(IPCC)建立的,目的是促进发展中国家尽快地全面参与 IPCC 的活动。已采取了行动,筹集了资金,参加的发展中国家也已增多。

2 全面参与要包括提高发展中国家处理所有利害攸关问题的能力,如对气候变化科学基础的认识,气候变化对社会的潜在影响的认识以及对应用于国家或地区的实际反应战略的评价。

3. IPCC 工作组所面对的问题如获得技术和资金的途径,与发展中国家参与 IPCC 的工作有密切联系。由于时间紧迫、资源有限,使特别委员会的工作有必要与第三工作组对这些问题所开展的工作同时进行。本委员会需定期召开会议以协调本委员会的结论与工作组(特别是第三工作组)中发展中国家关心的其他问题的综合,以及本委员会建设的实施。

4 工业化国家目前的温室气体的排放量约占世界总排放量的 75%。虽然占世界人口 75%的发展中国家的温室气体排放量正在增加,但它们排放还只占余下的份额。发展中国家以下的正当关注需要加以考虑,即它们的排放量对全球气候的影响是很小的,然而气候变化对它们的影响却是严重的。

5 任何明显的气候变化都会影响到个人和社会活动的每个方面。因此,一个国家或是一些国家不能指望完全靠自己的力量就可以恰当地处理这个问题。所有国家应采取一致的行动以达到这个目标,之所以这样考虑,不只

是因为工业化国家对温室气体积累的过去和现在应负责任,而且还考虑到目前发展中国家的经济和资金实力。

6 虽然目前提出全球环境问题对工业化国家来说具有较大的重要性,但消除贫困仍然是发展中国家压倒一切的任务;他们要利用自己的资金和技术解决他们目前紧迫的经济问题,而不会把资金用于防止两代人以后才能显露出来的全球问题,特别是在他们对这一问题应负的责任明显低于工业化国家的时候。

7 本委员会注意到,发展中国家对物资供应及必需的、充足的、新的和额外的资金缺乏足够的信心,特别是对各种优惠、非商业及捐助性的替代性的更安全的技术的鉴定、转让、适应和实施缺乏信心,这更加阻碍了发展中国家参与 IPCC 的活动。委员会还注意到,这些国家认为,与法律和经济措施相对照,为净化技术的转让、适应和实施的筹集资金活动制定一些指导原则,将为发展中国家的参与创造更有利的条件。

8 这些考虑已经使得特别委员会把注意力集中到了以下五个阻碍发展中国家全面参与 IPCC 活动的因素上来:

- 信息不足,
- 交流不足,
- 人力资金有限,
- 机构方面的困难,
- 资金有限。

1) 信息不足:许多发展中国家没有潜在气候问题的足够材料,以便去认识世界上其他地区所关注的问题。有关气候变化的潜在物理和社会经济影响及各种响



应对策方案的科学基础的信息常常不足。这种信息不足不仅对科学界,而且对决策者和公众舆论也存在。

- 2) 交流不足:即使信息方面的情况得到了改善,要正常传送有关气候变化方面的信息也存在着内部和外部交流机制不完善的问题。
  - 3) 人力资源有限:许多发展中国家在几乎所有方面都共同缺乏足够的经过培训的人员,从科学研究到各种实际应用,如粮食和能源生产、水管理、人类定居问题、贸易和经济增长以及其他许多有关领域都缺乏人员。大部分发展中国家(如果不是所有的国家)只在这些领域的几个方面拥有不多的专家和既负责又懂业务的官员。
  - 4) 机构方面的困难:气候变化问题具有多学科和交叉学科的特点,它要求政府各部门或部委之间高度的协调。
  - 5) 资金有限:生存是第一需要。因此,资金不足及由此产生的技术资源匮乏则成了问题的关键。维持良好的环境的费用不断增长,要找到解决这一问题的方法并不容易。而且,当地眼前的环境问题总是比全球的自然问题更具有政治优先地位。
- 9 本委员会没有详细考虑诸如资金援助、经济的促进作用或抑制作用、法律文件的制定、开发和获取有益于环境与节能的技术等问题。这些问题已由第三工作组讨论处理,可能成为将来政府间谈判的要点。但是委员会表明如下观点:促进发展中国家全面参与气候变化问题的行动不应该等到这些谈判有结果以后才开始。
- 10 另外,随着磋商签署协议,将要采取许多行动,也将设置合适的机构来贯彻这些协议。但有些其他行动现在就需要进行,这可通过已有的安排来进行;这类行动大部分将花费若干年的时间加以规划和实施。
- 11 气候变化的影响在不同地区不同国家是

不一样的。虽然对发展中国家的反应战略必须考虑其对足够的资金和安全的的需求,但是采取的方法需要有国家特点。例如,小的岛屿国家需要采取的对策与发展中国家正在向工业化迈进的大国所需采取的对策就可能很不同。许多建议行动实施的成功不只是决定于国家的积极性,而且在很大程度上决定于区域性或亚区域性的合作。

### 建议采取的行动

12 不断向发展中国家提供差旅费资助,以保证他们参加 IPCC 的会议和随后所开展的活动。本委员会希望唤起 IPCC 注意继续这种努力的重要性,唤起捐助国家注意继续和不断增加为此作出贡献,而不要在 IPCC 第四届全会以后中断这种资助。

13 应认真考虑,支持每一参与活动的发展中国家有 1 位以上的专家能够参加那些与气候变化有关的并涉及多方面的会议。在这方面,发展中国家自己也应在在这方面做尽可能多的努力。

14 鼓励工业化国家的政府和组织继续增加举办专题讨论会。发展中国家在国际组织资助下或采取其他形式举办区域性专题讨论会和讲习班,借以交换科技信息。为此,应拟定必要的计划和专家名单。作为信息交换进程的一部分,本委员会建设 IPCC 将这份决策者概要分送有关方面,包括出席第二次世界气候大会人员。发展中国家视需要可以尽快指定联络点,以分发报告、文件、资料和专题讨论会信息。应告知这些联络点转发这些材料给本国适合的受之者以供答复、审议等。

15 发展中国家可以考虑,建立所有与气候变化有关活动的国家协调机制。该协调机制将帮助一些领域的工作,如信息的分发,研究和监测计划的改进与实施以及制定政策选择方案。工业化国家可以考虑帮助发展中国家在这些领域便捷地获取所需的技术。

16 本委员会建议,在发展中国家,促进对气候和其他有关资料的获取、分析和解释,可以

使其在制定国家政策时,更有效地考虑气候变化的影响。这些行动也需要在区域一级进行以承担和改进有关影响的研究。目前在获取和使用资料方面,两半球之间明显地存在不平衡,这应予以消除。委员会进一步建议,发展中国家应立即采取措施确定其特有的需求,以决定这些行动的财政含义。有必要筹集适应的资金,目的在于开展一项持续的计划并建立区域中心以协调气候变化信息网的工作。

17 在许多发展中国家,气象与水文部门是主要的也常常是唯一的收集和记录有关气候方面资料的机构。如果就象预测的那样,由于气候变化,相应的天气形势发生了变化,那么就需要加强这些机构的能力,以增进他们对持续发展作出贡献。

18 本委员会建议,在发展政策中应综合考虑到气候变化。为了制定持续发展的战略,各国环境研究也应该考虑到气候变化。为了达到这些目的,发展中国家和工业化国家都认

为,必须有额外的资金提供给发展中国家以使他们能够满足为对付气候变化而不断增长的开支需要。

19 本委员会还建议,在 IPCC 工作的所有相关领域都要充分考虑本委员会的意见。假如具备所必需的手段,为了保证发展中国家全面参与将来有关气候变化的工作和活动,应立即开发和实施一些行动计划以及有必要时,发展会导致这些行动计划的思想。UNEP 和 WMO 应在这方面起带头作用,并发起必要的磋商。为了精心拟定和实施这些行动计划,还应该与其他多边或双边组织进行联系。

20 本委员会还建议,如果会议主题复杂,以及发展中国家遇到特别困难,IPCC 要认真考虑,以联合国习惯语言向特别委员会的会议提供同声翻译和文件。

21 对上面提到的和其他有关的行动计划的准备和实施,特别委员会愿意协助处理检查和审议工作。

# 1 引言

## 1.1 特别委员会的建立

1.1.1 1988年11月政府间气候变化专门委员会(IPCC)开始工作时,只有几个发展中国家参加,其原因并不是发展中国家对气候变化漠不关心,他们对此有兴趣而且很关心。气候变化问题出现在国际事务日程中只有不长一段时间,从性质上说,它是一个复杂而涉及各部门的问题。大多数发展中国家都优先将有限的资金花在加快经济增长上,不愿花旅费去出席IPCC会议。

1.1.2 为了尽快使发展中国家主动参与IPCC的活动,IPCC于1989年6月建立了发展中国家参与特别委员会。这是根据IPCC主席团1989年2月为了支持各种促进这种参与的方法与手段而建立的特别小组报告进行的。小组组长是IPCC副主席Al-Gain博士。特别小组成员有巴西、沙特阿拉伯、塞内加尔和津巴布韦。

1.1.3 特别委员会的审议案许多都归功于特别小组的这个报告。特别委员会由下列成员组成:法国(主席)、阿尔及利亚、巴西、印度、印度尼西亚、日本、肯尼亚、挪威、美国 and 苏联。Al-Gain博士是该委员会的增补委员(根据1990年2月5—7日在华盛顿召开的IPCC第三次全体会议所作的决定,于1990年5月31日至6月1日在日内瓦召开了特别委员会全体会议,会议以开放小组的形式进行)。本概要的附件1列出了该委员会的权限。

1.1.4 IPCC各工作组处理的问题,如技术与资金的获取等与发展中国家参与IPCC的工作之间存在密切的联系。本委员会的工作与第三工作组各分组和关于实施措施的各专题组关于这些问题的工作同时进行。本委员会之所以这样作,是因为时间、财力有限的缘故。特别委员会尽可能充分考虑了第三工作组决策者概要报告中的结论。而且,特别委

员会有必要定期聚会,协调在第三工作组的工作中对发展中国家关注问题进行综合,以及协调其建议的执行。

## 1.2 工业化国家和发展中国家的伙伴关系

1.2.1 目前关心的全球增暖由排入大气中的所谓温室气体引起。虽然大气中本来就有许多这类气体,但新近观测到的温室气体是由于对人类的生存和福利贡献极大的许多活动,例如工业化、粮食生产和一般经济发展引起的。

1.2.2 工业化国家排放的温室气体占全球总量的75%;世界人口的75%居住在发展中国家,他们的排放仅是一个剩余部分。任何国家都可以是排放源,但由此引起的增暖不只限于这个国家,会波及很远,影响全球。任何显著气候变化均会影响个人与社会活动的各个方面。因此,不能指望一个或几个国家独自能胜任处理这些问题。需要所有国家采取一致行动来实现这一目的。也就是说,工业化国家与发展中国家必须携起手来,共同行动,不仅考虑工业化国家在温室气体积累方面过去与现在应负的责任,也要考虑发展中国家目前经济与资金能力。这是一项紧迫任务。

1.2.3 对付气候变化必须以全球一致的行动为基础,而实现这种一致的决定因素受国家和地区利益支配。预期增暖的影响不会是均匀的,既有积极影响也有消极影响,各经济部门不一样,而且因国家、地区而异。因此各国及国家组织需要正确的科学知识作为基础,以完成一致的行动。这一需要在发展中国家尤为迫切。如果他们想要分享解决行动的利益并在其中作出贡献,他们的科学和其他信息渠道以及资源途径必须予以关心。在此过程中,需要考虑发展中国家合乎情理的关心,即他们对全球气候变化的影响最小,但气候变化对他们影响可能很大。各国处于发展的不同阶段,各自对适应气候变化的需求也不同,这一点必须给以重视。

1.2.4 发展中国家面临着许多特殊问题。为

经济快速发展,更好地满足食物、住房、收入等基本需要投入更多资金是首要任务;同时又不能破坏地球的居住环境。因此,发展中国家必须全面和自觉自愿地参与全球关于气候变化的决策与随之而来的行动。

1.2.5 全面参与要包括提高发展中国家处理所关心问题的能力,例如了解气候变化的科学基础,这种变化的潜在影响和对国家实际反应战略的评估,这与持续稳定全面发展过程交织在一起。

### 1.3 决策者概要的结论

1.3.1 本概要要在引言之后讨论阻碍发展中国家全面参与的各种因素(第2节),可能采取的行动范围(第3节)和委员会的结论与建议(第4节)。

## 2 发展中国家的全面参与

### 2.1 目标

2.1.1 本委员会认为,要使发展中国家全面参与IPCC的活动是一个必要但又困难的目标;它包括若干个有关目的。这些目的既有定量的也有定性的。关于定量目的,本委员会认为有必要:

- 1) 增加参加IPCC会议及其行动的发展中国家数目,包括研讨会、工作组及其分组会议等。
- 2) 增加差旅费资助,使来自一个发展中国家的若干名专家能出席关于气候变化及有关问题的会议,发挥有意义的参与作用,尤其是当会议同时涉及不同但相关的多个问题的时候。
- 3) 为发展中国家进一步了解气候变化、有关气候变化的政策制定(如能源政策)、影响和适于他们的响应选择方面的科学知识提供更多的机会。
- 4) 为发展中国家培训气候和气候变化研究专家,以及提高他们的技能提供更多的机会。

2.1.2 关于定性目的,本委员会认为有必要:

- 1) 保证发展中国家参加IPCC活动的连续性以促进他们参与。
- 2) 鼓励在发展中国家传播关于气候问题的情报与资料,以增加对此问题的意识与知识。
- 3) 为了获得持续发展,鼓励发展中国家在科学、经济与环境政策中合理考虑气候问题。
- 4) 为使决策依据充足,促进对各种气候问题有责任的发展中国家间的有效合作。

### 2.2 妨碍全面参与的因素

2.2.1 特别委员会确认,妨碍发展中国家积极参与IPCC活动的因素可分为如下几类:

- 1) 资讯不足;
- 2) 交流不足;
- 3) 人力资源有限;
- 4) 机构方面的困难;
- 5) 资金有限。

2.2.2 下面会详细讨论上述因素。特别委员会对于发展中国家的一般原则并无偏见,也注意到了多数发展中国家正处于进退两难的境地——既要发经济,又要顾及环境问题。虽然目前对工业化国家来说,全球环境问题具有更大的重要性,但对于发展中国家来说,消除贫困将继续是压倒一切的任务;他们宁将资金与技术资源用来解决迫在眉睫的经济问题,而不愿把钱花在防止在两代人以后可能显露出的一个全球问题上,尤其是在他们对此问题应负的责任明显小于工业化国家的时候。

2.2.3 本委员会认为上述进退两难的状况是发展中国家参与IPCC活动的严重障碍。委员会进一步认识到,虽然随着时间的推移在有效的经济发展中,人们会更加认识到发展与环境保护不一定相互排斥,但还是有必要加深发展中国家对于气候变化的科学机理、其潜在物理和社会经济影响及反应措施

的了解,使他们能够正确看待这些问题。

2.2.4 本委员会注意到,发展中国家认为对供应物资和必要、充分、新的和额外的资金,尤其是对在优惠、非商业和援助的基础上鉴定、转让、适应和实施各种替代性安全技术缺乏信心,这大大阻碍了他们积极参与 IPCC 的活动。委员会进一步注意到发展中国家认为,与法律和经济措施相对应的,为净化技术的转让、改造和实施的筹集资金活动制定一些指导原则将为发展中国家的参与创造有利的条件。

### 2.3 资讯不足

2.3.1 本委员会注意到,许多发展中国家没有足够的关于潜在气候变化问题的信息去认识世界上其他地方所关心的问题。关于气候变化的潜在物理和社会经济影响及各种反应对策的科学基础的信息常常不充足(见 2.2.3)。不仅对科学界,对决策者和公共舆论也存在这种情况。

2.3.2 发展中国家获得科学资料的途径往往受到限制。由于存在这些问题,许多发展中国家不能参加区域监测计划,或按国际要求在他们国内连续监测天气与气候情况。

2.3.3 如前所述,发展中国家能获得的关于气候变化对它们国内之可能影响的信息很有限。IPCC 第一工作组已经注意到目前的科学模式不能预报特定地区的气候变化分布,在发展中国家这个问题更普遍。例如许多发展中国家不能具体说明各种幅度的海平面上升会对他们造成什么样的影响,所以也不知道需要采取什么措施来应付这种影响。类似地,许多发展中国家没有足够的信息去判断怎样最大限度地提高能源利用率,或者计算其费用,测定其安全和贸易影响。还有另外一个方面,就是缺乏关于对环境危害较小的技术与产品的信息。关于水分保持、绿化造林和土壤保护方面的适当技术的信息不足就是明显的例子。

2.3.4 如果有足够的信息,发展中国家就能

够在制定国家政策时有效地考虑气候变化问题。因此他们也就能够更好地认识到重视气候变化问题对他们经济和发展战略具有深远的影响,更好地确定他们的具体需要以搞清楚利用现有资源可以满足哪些需要,哪些可能需要额外的资源。

### 2.4 交流不足

2.4.1 本委员会注意到,发展中国家即使有了关于气候变化及其有关活动的信息,还有必要改善国内外的交流,保证通向包括经济学家、科学家、决策者在内的这些发展中国家的接收者的信息交流畅通无阻。国内交流对于保证正确考虑国家政策是很重要的,而改善与国外的交流能促进与外部世界的信息交流。

2.4.2 本委员会也注意到,发展中国家有必要加强和疏通国内外有关信息的协调、接收、存贮和传递的机制。缺少这类机制常常会导致他们对参加国际气候变化讨论的必要性认识不足。

2.4.3 委员会还要指出,现在国际上对于在发展中国家之间传递关于气候变化及其有关活动信息的安排上尚不够有效。

### 2.5 人力资源有限

2.5.1 本委员会注意到,发展中国家没有足够的合格人员从事关于气候变化及其有关活动信息的接收、交流与分发工作。有时因为一个国家专业人才有限而妨碍了他们的全面参与。这少数专家肩负着重大责任,要求他们从重要的国家事务中分身是非常困难的。

2.5.2 有时一些发展中国家试图让他们的大使馆派代表在各国首都举行的 IPCC 活动来解决这个问题。对于一些在世界各地只有少数代表机构的较小发展中国家这也很困难。另一个现在不常用的方法是委派地区专家以代表若干个国家。两种方法都有不足之处。大使馆官员可能缺乏所讨论问题的背景知识,不能有效地参加会议,尤其是那些要求

科学、影响、政策与法律分析、海岸与低洼地区人民的生活与居住问题、行为科学、成本与经济分析方面的专家参加的会议。此外,由于IPCC会议在世界各地召开,让大使馆官员作代表很难保证代表的连续性。另一方面,委派地区专家以代表若干个国家这种作法,一般要求这些国家之间高度合作,并需要相对较长的准备过程,除非这些专家被指定长期服务。

## 2.6 机构方面的困难

2.6.1 本委员会注意到,在许多发展中国家,对气候变化及其有关活动信息接收、传递、分发与有效利用进行协调的工作人员的工作,受到机构设置的限制。

2.6.2 虽然有的发展中国家对机构方面的要求解决的很好,但这不代表大多数。对于某个特别的气候问题或某项决定,究竟哪个部门或机构有责任或应该负责常常不明确。此外,在许多发展中国家,部门或机构间的协调机构还没有建立起来或不能有效工作,因而不能满足气候问题的要求。

## 2.7 资金有限

2.7.1 由于本概要其他地方陈述过的原因,本委员会没有详细考虑诸如财力资助、经济刺激与抑制、法律文件的拟定、以及有益环境与节约能源技术的开发与利用之类的专题。第三工作组正在处理这些问题,它们很可能是将来政府间谈判的主要内容。但是,本委员会认为,促进发展中国家全面参与气候变化问题的行动不应该等到这类谈判有了结果才开始,有一些行动现在就可以采取。

2.7.2 资金有限和普遍缺乏获得更新更好技术的途径紧密相联。此外,必须首先满足生活需要。确保生存环境不受破坏所需费用在增长,而资金来源却常常得不到解决。而且一些局部的、眼前的环境问题是与人类无关的、看不见的,遥远的全球问题具有更高的政治优先地位。

2.7.3 虽然资金缺乏问题的根本原因在于过去经济发展的形式,但有些需求很简单,但又必不可少,例如差旅费,一个国家要有差旅费才能不断了解在其他地方举办的气候变化及其相关领域的活动。

2.7.4 发展中国家要求资助它们的专家出席IPCC会议。在发展中国家差旅费会与其他国家重点项目争资金。没有差旅费资助,许多发展中国家甚至一个会议也不能出席;这也使会议充分而有效的代表性化为乌有。这里与其他地方一样,资金问题不象在大量的、不断增加的国际环境和其他内容的各种会议中决定开销优先秩序的必要性一样绝对缺乏。这个问题在最不发达国家和较小的发展中国家,尤其是南半球国家(大多数这类会议都在北半球举行)特别突出。

2.7.5 本委员会注意到,IPCC会议的发展中国家出席率稳步提高(见以下2.8节)。令人啼笑皆非的是随着IPCC在吸引发展中国家参与方面取得进展,除非资助的资金也相应增加,否则问题却变得更为复杂。迄今IPCC尚未就发展中国家申请旅行资助问题制定具体标准或优先顺序。

2.7.6 此外,尽管对用于发展中国家专家的旅行资助的IPCC信托基金所作的允诺是慷慨且有增多的,但其程序是特定的,而且汇票也未能及时汇出以避免周期性的严重资金短缺。

## 2.8 IPCC的进展

2.8.1 尽管前面一些部分谈到的情况阻碍了发展中国家的全面参与,但IPCC成立以来已作了许多工作。

2.8.2 例如参加1988年11月IPCC第一次全会的发展中国家有11个,第二次全会(1989年6月)该数字增至17,到第三次全会达到33个。参加第三次全会的发展中国家则超过了工业化国家(27)。

2.8.3 此外,专门委员会最初从1989年预算中拨出SF222,510(瑞士法郎)作为对发展

中国家的旅行资助,但实际支出大约为SF383,904(见附件2,捐助表)。这笔资金支付了发展中国家的80个专家的85次出差费用,这些出差是参加专门委员会、主席团、工作组及其分组和特别委员会1989年的各类会议。1990年预算对这些会议的资助为SF794,000,占IPCC1990年预算的一半。在写本文时,已经超出此数字,这些资助未包括通过双边协议安排的资助。

2.8.4 另外,一些政府(工业化和发展中地区)和区域性政府间组织在1990年和1991年为发展中国家就气候变化这一特别问题主办信息交换和其他讨论会。这些活动旨在增强和增加对这一课题各方面复杂的交叉关系的意识和了解。

2.8.5 IPCC过程本身就增强了工业化国家和发展中国家对有关气候变化问题的意识和了解。就此而言,虽然在增加发展中国家的参与方面尚有许多工作要做,但IPCC已在其基本任务方面取得了一定的成功。对形势的改善无论如何尚不能令人满意。因为对任何一个圆满的行动,如通过气候公约,发展中国家的全面参与均是先决条件。

2.8.6 由于一些政府的共同努力和发起,一些主要的金融机构开始筹集新的资金以用于气候变化问题。尤其是世界银行,它已将气候变化作为具有世界重要意义的四大问题之一,有资格享受特许利率的额外借款。

### 3 行动领域

3.0.1 正如本概要其他部分所阐述的,气候变化的影响在不同区域,不同国家是不一样的。虽然针对发展中国家的反应战略考虑了其对于充足资金和安全技术的需要,但它仍需具有国家针对性和(或)区域针对性。比如,小的岛国所需的反应措施与发展中世界中一些大的正在实行工业化国家反应措施会有很大差别。尽管如此,本节的讨论对所有的发展中国家(实际上是对所有国家)具有普遍性,特别委员会在其未来工作中将需要更多地关注

一些具体的要求。

3.0.2 要使许多行动建议(见第4节)得以成功的贯彻,不仅取决于国家的积极性,而且也取决于区域或次区域强有力的合作。同一区域内国家间的合作,国家与区域或次区域性机构的合作,以及机构间的合作会节省支出和提高效率。这对于较小的国家,包括岛国,尤其不可缺少。

3.0.3 区域合作对研究活动具有明显的益处,对其他许多方面亦有益处。例如在节约能源方面,各国可以从鼓励从事研究的区域“技术中心”处获得的指南中受益;而且通过利用他们的设备和现有的设施,可以开发出适合他们特别情况的技术。比如通过建立和加强区域性能源和环境机构,会有助于对研究工作的支持和协调,有助于寻找许多国家共同的解决办法。

3.0.4 此外,通过磋商和签署协议会形成一系列的行动,对此必须建立执行这些行动的机制。另外尚有一些现在急需采取的行动,这些行动可以通过已有的安排来执行。在今后的若干年内,需对这类行动的大部分加以规划和实施。

3.0.5 委员会拟定了一个可能的行动领域表。该表不能视为包罗万象,这仅是个开端,并且根据需要定期地加以审议、修改和补充。第4节给出了本委员会对具体行动的建议。

#### 3.1 资讯开拓

3.1.1 虽然资讯不充分并不是发展中国家独有的问题,但要在发展中国家解决这类问题很可能要花较长时间。

3.1.2 资讯不足包括以下几类:

- 可靠的科学资料、预报和解释;
- 设计数值(计算机)模式的技术;
- 进行影响分析的分析工具;
- 从事气候变化工作的费用及其他影响;
- 目前能源生产的技术水平;
- 可能的政策选择方案及其特性。

3.1.3 这类不足可通过下列方法部分地得

以改进：

- 信息交流讨论会；
- 技能强化讨论会；
- 发展信息中心。

3.1.4 信息交流讨论会应包括国际、区域和国家三个层次。有些政府和国际组织已作了一些安排。讨论会应是定期或循环的，以便尽可能地保存和广泛地分发信息。这些讨论会应针对高级官员、传播媒介和公众。对诸如世界气象日、世界卫生日、世界地球日和世界环境日这些机会要加以利用。讨论会可以包括一些新颖的创举如计划人员大会。作为这方面的例子，UNEP 在巴黎召开的讨论会的目的是提高决策者和舆论界人士对气候变化问题的意识，同时也提高对采取的行动组织培训的认识。

3.1.5 技能强化讨论会类似于培训班。这些讨论会最好按区域组织，一些双边、多边和国际机构已具有这类计划。这些计划尚需协调以提高效益。

3.1.6 正如第三工作组报告有关章节所强调的那样，在各级教育阶段，连续不断地对未来公民和决策者安排有关课程是该项努力的重要组成部分。广泛的公共信息计划对于加强政府被授权采取行动也是十分重要的。

### 3.2 通讯开拓

3.2.1 将气候变化及有关问题的科学家和专家组成国家、区域和国际联网，对迅速交流信息来说是个很有价值的机制。在发展中国家策划和召开的国家、区域和国际会议将对这种交流提供很好的机会。国际组织，如 UNEP 和 WMO 现有的计划在这方面发挥关键的催化作用。

3.2.2 迄今只是为数很少的国家指定了联系点，这是诸如 IPCC 秘书处与各政府间及时传送文件、信件以及对信息的需求和所需采取的行动方面存在的困难之一。与此相关的问题是，对于诸如某一文件该送往何处进行审议等问题，联系点也经常得不到通知。对

此，强烈要求各政府改进国家的通讯机制以保证迅速地向有关官员和部门分发文件。建立由各有关专家组成的国家气候委员会是解决此问题的一个方法（见第 2 和第 3.4 节）。

3.2.3 过去有些政府利用大使馆促进这类联系。在某些情况下这种方法是有用的。有可能的话，可指定使馆工作人员代表政府参加 IPCC 会议。当指定专家因种种原因不能到会时这种方法尤为有用。

### 3.3 人才资源开拓

3.3.1 一个发展中国家要有充分有效地对气候变化问题作出贡献，人才开发是至关重要的。这一领域的任何一个计划都必须同时处理好与此有关的教育、培训和技术援助问题（即能使用分析工具、技术和方法等）。

3.3.2 对于一个相对较新的特别领域，即气候变化，需要一个专家培训计划。在一些领域中，必须建立起专业研究，如数值模式的建立和使用（例如气候预报模式、生物圈模式、计量经济学模式），观测和考察（例如获取气候及其有关资料的大气观测、社会-经济考察），实验室和工程技术，沿海及其他低洼地区的人类居住环境以及提供政策应用的资料分析和解释。一些针对区域问题专门设计的计划对于解决一些共同关注的问题，如政策问题，将是十分有用的。

3.3.3 工业化世界和发展中世界的气候变化及其有关问题专家间互访应建立在连续的长期基础上。对工业化国家的学术人员到有同行的发展中国家度休假年要给予鼓励。鼓励学术机构间的相互交流。对于那些教育基础设施甚差，对新的教育需求响应能力十分有限的发展中国家，应考虑到他们将会碰到的特殊困难。

3.3.4 当在某一地理区域开展研究时应寻求和鼓励当地专家的参与，并利用由此带来的机会开展培训。

3.3.5 需建立一些计划，以便提供便于获取的现代化技术和调研实施的工具和方法（如



能在区域范围内共享并具有足够功能的计算机,大规模通讯方法)。

3.3.6 综上所述,本委员会认为联合国开发计划署(UNDP)及一些专门机构如 WMO 和 UNEP 可以在区域范围内提供帮助。他们的帮助特别应包括象气候模拟,为决策者制定构想,人类居住环境计划以及转让适用的最新技术这样的领域。有关这方面现有的区域中心应予以加强。

### 3.4 机构的作用

3.4.1 绝大部分发展中国家在全国协调方面显然有困难。比如在 IPCC 活动方面仅为数很少的国家指定了国家联系点(见 3.2 节)。这不仅阻碍信息交流和发展中国家持续的参与,而且会影响在国家一级所需采取的后续行动。

3.4.2 对于气候变化各项活动的全国协调尚需加倍努力予以推动。这对于信息交流,资料收集和分析计划的设计和实行,对经费的研究,对国际条约和贸易影响的研究,对政策选择方案的研究以及建立和维持国家审议和执行机制均是必不可少的。要使许多涉及气候变化工作的国家机构这样或那样的合作是一个很长的过程,需要很多步骤。对开创这一工作的任何延误均会给气候的响应及保持持续发展带来更多困难。应在国家间广泛交流有关有效的机构安排和建立方面的信息。

3.4.3 国家中心将是内外信息迅速有效交流的自然焦点。除了纯粹的国家行动以外,这对于区域和国家的一致行动的可能性来说亦是重要的。这些中心将有助于不同学科专家间的交流。在气候变化方面这类交流的必要性怎么强调也不过分,因为气候变化本身就是一门交叉科学。

3.4.4 许多国际组织,如 ICSU, UNEP, WMO, WHO, FAO 和世界银行,都参与了气候变化研究和与气候有关的问题。虽然他们都有各自上级机构所规定的特定的工作内容,但是他们所作的工作却是互补的,从互相

参考中可以得到益处。从这个意义上讲,如果向来自一个国家的参加不同国际组织的不同会议的各代表团提供一份同样的有关气候变化问题的通报将是十分有益的。各自的管理机构因而会对问题有全面了解,在更广阔背景下做出决策。这样可以在工作上避免许多不希望有的重复,同时亦有助于确定那些因为学科交叉和多学科的新颖性而容易遗漏的问题。所有这些努力均会加强各国的全国协调工作。UNDP 驻各国的办事处和协调员亦可以帮助授援国政府在这方面开展国家协调工作。

### 3.5 财源的开拓

3.5.1 各发展中国家在发展经济中的计划和行动战略应得到尊重。总的来说,发展援助应得到扩大和加速。

3.5.2 获取新技术新方法以便开展研究并使各项措施付诸实施与资金全面不足问题相互交叉关联。对目前开展气候变化工作的实施和方法的更新及现代化来说双边和多边的技术援助是必不可少的(上面已指出,技术开发及向发展中国家转让技术问题和财务援助问题由第三工作组处理)。

3.5.3 但本委员会强调,发展中国家需要得到财务援助以便在他们目前的发展计划中满足为适应气候变化而增多的支出。这样的援助应得到增多。发展中国家要尽量在不造成额外财务支出情况下在其行动战略中考虑气候变化的因素,对此则应予以执行。援助方式(如数量和方法)是第三工作组考虑的问题。委员会注意到第三工作组财务措施报告中关于未来工作计划的结论,其中包括,根据未来的气候公约或它的协议书有必要提出一个新机制的概念。本委员会认为此问题应放在高度优先的地位。

3.5.4 考虑到在发展计划中有必要加入适应气候变化的调整措施,应对所有从事诸如气候监测、影响分析和适应选择研究一体化的发展中国家予以鼓励,推动这些工作,并且

在财政援助下开展以下列为主要目的的研究工作：

- 资料收集和交换；
- 资料存档、恢复和分析；
- 相关研究(如降水和植被,能源生产和气候因子,健康指标和沙漠化,政策响应和经费影响)；
- 教育和培训,其中包括提供奖学金和研究基金；
- 特别技术开发。

3.5.5 要确保对发展中国家专家参加 IPCC 会议旅差资助的连续性。这种资助应扩大到参加会议的后续活动和其他的气候和气候变化会议(如 1990 年 10 月 29 日至 11 月 7 日在日内瓦召开的第二次世界气候大会)。正如已指出的,全面参与的意义还不只是到会。

## 4 结束语和建议

### 4.1 综述和采取行动的必要

4.1.1 由 IPCC 建立起的发展中国家参与特别委员会,旨在寻求尽快推动发展中国家有效地参与 IPCC 活动的途径和方法。显然仍需委员会继续做出努力。

4.1.2 委员会希望本概要阐述的观点和建议将有助于目前起草和通过气候变化公约及其议定书的国际努力。

4.1.3 委员会借此机会向给 IPCC 信托基金慷慨捐助的国家表示感谢,这些捐助为发展中国家专家参加 IPCC 会议提供了资助。委员会呼吁就此目的的捐助在未来能继续下去并不断增加。

4.1.4 为促进发展中国家参与 IPCC 进程及该进程基础上的活动,有必要准备一个具体的行动计划。该计划应尽可能广泛地包括行动项目、时间进度表、必需的资金和机构的确认以及实施和审议程序。本委员会将把推动该计划放在优先地位。

4.1.5 应注意到,本委员会建议的行动应尽快开始和发展。有些行动已开始,需继续进行

下去。IPCC 很可能在第四次全会以后,即完成第一个评估报告后,继续开展工作。因此所建议的行动应随 IPCC 的存在而继续下去。有些行动具有国际组织(如 WMO、UNDP、UNEP、ICSU 和 WHO)可以执行的特点。

4.1.6 委员会强调,考虑气候变化的全球性以及如果要达到所建议活动的目的需要所有国家的参与,总体计划的成功与否取决于对拮据国家足够的资助。

### 4.2 具体建议

4.2.1 委员会注意到,有些问题在他们自身权限内证明需采取行动,而且这些行动会有助于解决较长期的气候变化问题。因此各国不应完全依赖寻求对气候保护的国际过程来解决确认的所有问题。

4.2.2 应确保对发展中国家参加 IPCC 会议的旅差费资助不至中断。委员会希望呼吁 IPCC 注意继续此项工作的重要性,并呼吁各捐助国在 IPCC 第四次全会后继续努力增加捐助而不予中断。

4.2.3 有些关于气候变化的会议涉及问题的多方面,因此应认真考虑给予每个参加这类会议的发展中国家 1 名以上专家的资助。而发展中国家则应:

- 列出全国专家名单以便申请差旅资助；
- 当其国家航空公司拥有到会议所在地的航班时,同意承担旅行补贴；
- 当可以代表他们的共同利益时,同意联合指定 1 名专家或一个专家小组参加会议。

4.2.4 鼓励工业化国家的政府和组织继续增加组办专题讨论会。发展中国家在国际组织倡议下或以其他形式组办区域性专题讨论会和讲习班,借以交换科技信息。为此,应拟定必要的计划和专家表。作为信息交换的一个持续过程,本委员会建议 IPCC 将这份决策者概要分送有关方面,包括出席第二次世界大会人员。发展中国家本身应尽快指定联络点,以分发报告、文件、资料和专题讨论会

信息。应告知这些联络点如何转发给本国有关受文单位或个人以供答复、审议等等。

4.2.5 发展中国家应考虑建立一个机构以便协调全国所有关于气候变化的活动。该机构将帮助一些领域的工作,如信息分发,研究和监测计划的发展和实施,以及制定政策选择方案。工业化国家则应考虑帮助发展中国家在这些领域便捷地获取所谓需要的技术。

4.2.6 本委员会建议,对气候及有关资料的收集、分发和解释能使发展中国家在拟定国策时,更有效地考虑气候变化。此种行动在区域一级也是必要的,以便进行和改进气候变化影响的研究。目前,在收集和利用此类资料方面,两半球之间存在明显的不平衡,应予以消除。本委员会进一步建议发展中国家应立即采取行动,明确他们的具体要求,以便确定资财要求。有必要适当的资金以支持一项持久的计划并建立区域中心来组织管理气候变化信息网。

4.2.7 在许多发展中国家,气象/水文部门是收集和记录有关气候资料的主要机构,往往也是唯一的机构。如果有关的天气形势发生变化,如有些预报认为的那样由于气候变化的原因造成的,这些部门的能力即需加强,以便为持续的发展作出更大的贡献。

4.2.8 本委员会建议,对气候变化的考虑应纳入发展政策。这些政策可以有利于某些项目,而这些项目的目标是防止和调整气候变化的不利影响,促进对此问题的意识和教育,以及开发和应用合适的技术和方法。国家环境研究也应考虑预测的气候变化以便确定持续发展的战略。要达到这些目标,发展中国家和许多工业化国家都认为,重要的是寻找额外资金以帮助发展中国家解决由于对付气候变化而越来越增长的费用支出。

4.2.9 本委员会进一步建议,在IPCC各有

关领域的工作均应充分考虑本委员会的研究结果。行动计划(以及在需要时能导致这一行动计划发展的概念)应立即予以制定和付诸实施。其目的是,在满足必要条件的前提下,以保发展中国家全面参与有关气候变化未来活动的工作和活动。UNEP和WMO应在这方面起先导作用,并发起一些必要的磋商。对其他一些多边或双边的组织也需加以联系,以便精心拟定和实施这些行动计划,如:

- 1) 研究和监测领域
  - 联合国及其专门机构;
  - 区域性政府间组织如欧共体;
  - 非政府性组织如国际科联理事会。
- 2) 有关公共信息、谈判和法律问题方面的讨论会和专题讨论会
  - 除联合国及其专门机构和区域性政府间组织以外还有非政府组织。
- 3) 教育和培训以及技术援助
  - 联合国及其专门机构。
- 4) 资金提供
  - 多边金融机构如世界银行,区域性开发银行,联合国开发计划署等。

4.2.10 本委员会还建议,如果会议主题以及发展中国家遇到特别困难,IPCC需认真考虑为特别委员会会议的会前、会议期间和会后提供联合国通用的语言的同声翻译和文件。

4.2.11 特别委员会应受IPCC的委托,监督和审议以上提及的和其他有关的行动计划的准备和实施情况。

4.2.12 为给未来行动计划提供基础,本委员会要求主席在资金允许的情况下,准备一份IPCC各工作组确定的建议和行动方案摘要,该文件经特别委员会审议后应分发给各捐助国和其他国家,并分发给国际组织和区域小组。

## 附件 1

### 政府间气候变化专门委员会 发展中国家参与特别委员会的职责

- 1 委员会向政府间气候变化专门委员会及其主席团提出具体措施建议,以促进发展中国家充分参与政府间气候变化专门委员会的各项活动。
- 2 视需要,建议将包括机构安排和实施方案。
- 3 委员会将拟定行动计划以落实建议的实施。
- 4 委员会将确定资财需求以及满足这些需要而采取的手段,从而完成(1)中概要提出的任务。
- 5 委员会定期地审视建议实施的进度,必需时,作出有关修改。
- 6 委员会与政府间气候变化专门委员会各工作组密切合作。
- 7 委员会将工作到政府间气候变化专门委员会决定解散它时为止。

## 附件 2

表 1 1989 年度对 WMO/UNEP 政府间气候变化专门委员会托管基金捐赠表

捐赠国	数量(瑞士法郎)	实收金额
澳大利亚	24,963.05	15,175.00 美元
加拿大	14,519.50	11,000.00 加元
中国	16,400.00	10,000.00 美元
丹麦	7,550.00	5,000.00 美元
芬兰	7,950.00	5,000.00 美元
法国	25,303.00	100,000.00 法国法郎
联邦德国	43,750.00	43,750.00 瑞士法郎
日本	75,500.00	50,000.00 美元
荷兰	40,250.00	25,000.00 美元
挪威	25,050.00	15,000.00 美元
沙特阿拉伯	165,500.00	10,000.00 美元
瑞士	55,000.00	55,000.00 瑞士法郎
英国	90,578.85	35,000.00 英镑
美国	199,500.00	120,000.00 美元
联合国环境署	125,000.00	125,000.00 瑞士法郎
世界气象组织	125,000.00	125,000.00 瑞士法郎
<b>总计</b>	<b>892,814.40</b>	

- 1 IPCC 预算以瑞士法郎为单位,因为 WMO 预算为瑞士法郎。WMO/UNEP, IPCC 信托基金由 WMO 财务条例进行管理。
- 2 1989 年专门捐赠用于资助发展中国家旅差费款额为首 182,000 瑞士法郎。许多捐赠国允许 IPCC 秘书处灵活使用经费。所有国家均明确表示至少部分捐赠应用于资助发展中国家出席 IPCC 会议的旅差费用。
- 3 IPCC 信托基金 1989 年度一半的支出用于资助发展中国家的旅费。
- 4 IPCC 信托基金 1989 年度帐面余额转到 1990 年度帐上。然而,基金在 1989 年却面临紧迫的资金短缺。
- 5 挪威政府资助了 IPCC 秘书处 700,000 挪威克朗,用于组织发展中国家气候变化问题资讯交流讨论会。因为它通过专项备忘录安排的。而非捐赠给信托基金,故未列入上表。

在这方面,请注意,若干国家正计划举办此类主题的区域讨论会。它们是:

- 法国:温室增温讨论会,与环境署能源和工业办公室联合举办,时间为 1990 年末或 1991 年初;
- 日本:太平洋地区环境与矿物燃料消费讨论会,时间为 1990 年 12 月中旬;亚洲地区发展中国家资讯交流讨论会,时间为 1991 年 1 月底;
- 西班牙:为西班牙语发展中国家举办讨论会,时间为 1990 年第三季度;
- 澳大利亚:可能与亚太经社委员会(ESCAP)联合举办讨论会。

表 2 1990 年 IPCC 托管基金已收到的捐赠

国 家	数额(相当瑞士法郎)
澳大利亚	83,490 • (4)
加拿大	30,560 • (7)
丹麦	153,000 • (3)
芬兰	15,743
法国	48,573 • (5)
联邦德国	70,494 • (2)
意大利	83,500
日本	75,500(已于是 1989 年交付)
荷兰	151,384
挪威	33,985 • (6)
瑞典	43,075 • (8)
瑞士	30,000
英国	86,224 • (10)
美国	298,970 • (1)
联合国环境署	329,000
世界气象组织	125,000
洛克菲勒基金会	68,000
<b>总计</b>	<b>1,726,444</b>
苏联	85,000 • (9)美元

- (1) 美国捐款中 100,000 美元专用于资助发展中国家旅差费。
- (2) 联邦德国捐款为 160,000 西德马克,供 IPCC 和第二次世界大会用,款额各半。
- (3) 丹麦捐款专供 1989 年度和 1990 度低收入发展中国家旅差费和其他援助用(名单见另页)。
- (4) 澳大利亚捐款中 20,000 澳元专用于资助南太平洋出席第三工作组海岸带管理分组会议代表的旅差费(1990 年 2 月 19—23 日,珀斯)。
- (5) 此外,法国捐助法国法郎 200,000 供 IPCC 秘书处增加人员费用。世界气象组织秘书长将法国调派的一名科学家派到 IPCC 秘书处工作。
- (6) 此外,挪威通过专项备忘录安排了 700,000 挪威克朗供发展中国家参加气候变化问题资讯交流讨论会用。
- (7) 此款为加拿大捐赠的 100,000 加元的一部分,加拿大全部捐款还包括将 IPCC 三个工作组报告译成法文的费用。
- (8) 此款为瑞典捐赠用于 IPCC 第四次全体会议之外的捐款。
- (9) 苏联捐款为卢布,用于资助发展中国家出席第二工作组会议的旅差费。
- (10) 此外,英国可能通过专项备忘录捐 100,000 英镑资助发展中国家决策人员讨论会。安排方法与(6)相似。





# INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE



## 政府间气候变化专门委员会(IPCC)

主席：瑞典

副主席：沙特阿拉伯

报告员：尼日利亚

### IPCC 主席团

(16 名成员)

IPCC 闭幕期间的协调机构

#### 第一工作组

科学

主席：英国

副主席：

巴 西

塞内加尔

#### 第二工作组

影响

主席：苏联

副主席：·

澳大利亚

日 本

#### 第三工作组

对策

主席：美国

副主席：

加拿大

中 国

马耳他

荷 兰

津巴布韦

#### 发展中国家 参与 特别委员会

主席：法国

WMO/UNEP 联合成立 IPCC 秘书处  
(设于日内瓦世界气象组织内)

1988—1990 年





# INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE



## 政府间气候变化专门委员会(IPCC)

主席：瑞典

副主席：沙特阿拉伯

报告员：尼日利亚

### IPCC 主席团

(20 名成员)

IPCC 闭幕期间的协调机构

#### 第一工作组

科学

主席：英国

副主席：

巴 西

德 国

印 度

塞内加尔

#### 第二工作组

影响

主席：苏联

副主席：

阿根廷

澳大利亚

日 本

肯尼亚

#### 第三工作组

对策

主席：美国

副主席：

加拿大

中 国

马耳他

荷 兰

秘 鲁

津巴布韦

### WMO/UNEP 联合成立 IPCC 秘书处

(设于日内瓦世界气象组织内)

注：发展中国家参与特别委员会自 IPCC 第一次评价报告完成(1990)之后未开会。

1991—1992 年