

温室效应及其生态影响

余国泰

(中国环境科学研究院大气环境所)

由“温室效应”带来的全球性气候变化,与大气环境中的化学组分的变化有关;而大气环境中化学组分的改变,将引起一系列生态环境及社会影响。因此,首要的任务是研究大气变化的影响及其对策,制定措施,加强国际协作。本文介绍了当前全球重大环境问题——“温室效应”及其影响,控制对策和建议。

全球气候系统是一个变化着的复杂系统,能引起变化的因子颇多,如太阳能及宇宙星间变化,地球内壳变化,以及地球空间物理参数变化等;当然还有与大气不断进行能量、水分和其他物质交换的海洋变化,以及与大气息息相关陆地生态系统变化和本身的物理、化学变化……有关。现在了解到10年至几百年内全球气候变化与大气化学组分变化有关。近代分子光谱与辐射传输理论证明,大气中的一些痕量气体,如 CO_2 , H_2O , O_3 , CH_4 , CO , N_2O , NO_x 以及CFCs等,它们在地-气系统的辐射收支和能量平衡中起着决定性的作用,这才是当今气候形成的重要因素,而这些大气化学组分浓度变化,将对地球系统造成非常明显的扰动。

有关大气化学组分变化,有两方面的含义。一方面是指新的大气化学组分的出现,如CFCs,即大气组分中的新成员,虽浓度并不大,但其影响颇大。在另一个方面是已有大气组分的改变。这两方面的叠加将更加重全球气候的变化。其实,大气中的化学组分始终是在变化着的,仅是以往未被人们充分认识与重视而已。只有到了二十世纪50年代,人们才开始逐渐认识到城市中人类活动和工业的排放,已在很大程度上改变了当地或该区域范围内大气化学组分;到了本世纪70年代后期,由于大气化学研究飞速发展,才使人们进一步认识到全球范围内大气化学的组分正在改变。当然,这种变化中有自然发展的过程,也有人类活动的不断影响;其中有数千年甚至更长时间的尺度变化,也有几年到几十年间即刻有明显表现的变化。而人类活动可能是造成几年到几十年间尺度变化的主要原因。虽然人类活动对大气组分的冲击早就存在,但直到近代,由于人口急剧增长及工业的飞速发展,该冲击才在全球范围内逐渐表现出来。

鉴于大气本身的质量,与陆地及海洋的质量相比微乎其微,因而工业排放物中的气体,极易在大气微量与痕量气体中增加;而同等量物质排入海洋或者陆地尚不致于引起明显的变化;再由于大气本身属超级流体,在空间极易扩散,因此有关工、农业所排放的温室气体,非常容易在全球范围内传输。当然,还有人类活动所造成的局地或区域范围内地表生态系统的变化,也会间接或直接地改变及影响到全球大气化学组分,例如:水稻田中甲烷的释放等,这些气体的含量虽然微不足道,但相对于二氧化碳来说,对温室效应的贡献却与二氧化碳不相上下。由此可见,大气中的许多化学组分来自工业源与

生物源。这些既决定了大气的化学组分,也是全球变化中最活跃和最敏感的一些重要环节。大气中二氧化碳及其它温室气体的积累所引起的全球变暖,将可能是人类所面临的最大挑战。这个问题只有在国际范围解决。

应该指出,“气候变化对于全世界的社会及政治稳定的意义是显而易见的”。但由于我们对全球气候的了解仍处于幼稚阶段,也许尚需15年,科学家们才能可靠地预测该变暖将会对各个地区带来何种影响。当前,我们仍无法迅速减少那种正在使世界变暖的主要温室气体——二氧化碳排入大气的量。这种气体的主要来源是以煤、天然气、石油等为燃料的发电厂和工厂。不管怎样,对上述问题我们仍然必须尽快采取对策。对此仅有两种可供选择的领域:首先是设计及实施能限制温室气体积累,改变能源结构,从而延缓或限制全球暖上升的战略;其次,只有作好准备应付气候变化。

还须指出,1988年5月,在尼科西结束的“世界粮食委员会”(WFC)第14次全会上,原则同意该委员会与联合国环境规划署开展以下合作。建议:

1. 各国的粮食战略均应综合考虑土壤、水、森林、草地保护及气候研究;另外,各国政府应建立强有力协调机制,以避免代价高昂重复工作。
2. 应当召开有关国农业部长和环境部长间的地区级协调会议。
3. 世界粮食委员会和联合国环境规划署应继续合作,共同促使有关国部长们采取特别行动。

托尔巴在1988年6月开罗大学生物技术中心揭幕式上说:“生物技术革命有可能给发展中国家带来好处;当然,也有可能带来问题。其所涉及的关键领域,将包括农业、医学、能源、采矿、工作和环境”。他预言该技术在以后的十年中将会取得快速发展,而其产品及方法用不了五年即可广泛投入市场。他还进一步介绍说:“该技术目前和将来对农业的好处是:改善植物品种、品质、生产力和土壤的肥力;增加抵抗疾病、有毒化学品和恶劣气候条件的能力;提高牲畜生产力;节省用水和化学肥料。该技术在环境方面的用处是:可减少土壤和地下水的污染;从工业废弃物和排放物中去除污染物;减少甲烷——造成温室效应使全球变暖气体的发展;在能源及工业领域中生物技术能增加石油产量、促进金属提炼、产生替代燃料等等。它将对改善气候具有间接效应和对改善环境的效果显著。

托尔巴借此机会号召所有发展中国家(多数尚未充分利用生物技术),要为此准备制定充分的国家政策及行动计划,来对付环境日益恶化现实。

总而言之,温室气体对各国社会、经济发展是一种威胁,对全球的环境影响,尤其是大气环境的影响是无可置疑的。为此,我们认为应当制定出一套相应的对策来才行。

根据美国EPA制定的政策及联合国环境规划署的调查、研究,提供下列数据供制定政策者参考。

1. 有关痕量气体对全球暖化的贡献百分率: CO_2 为49%; CH_4 为18%; N_2O 为6%; CFCs为14%; 其他气体为13%。
2. 有关不同的产业部门对全球暖化所作贡献的百分率: 能源为57% (其中57%的分配比是: 工业所耗能源为22%; 运输所耗能源为20%; 商业与居住所耗能源为15%; 共计57%); 林业为9%; 农业为14%; CFCs工业为17%; 其他工业为3%。

综上所述, 真正对全球暖化作出较大贡献的, 应控制的是工业方面及必须调整能源结构。

一、全球气候暖化问题的提出

一般说来, 自1971年以来, 美国排放的二氧化碳在全世界所占比率一直下降。但是, 从1986年开始, 美国二氧化碳排放量已与日俱增, 其增长速度远比世界其他地区的迅猛, 它已改变了过去17年来的总趋势。由世界资源研究所编纂的统计数字表明, 过去两年中美国的二氧化碳排放量增加了7%, 这种不为人们所见的气体, 就像温室一样, 将太阳的辐射封住, 而使地球气温上升。1988年美国CO₂的排放量是历史上最高的一年。必须指出, 在能封闭住太阳热的温室气体中, 二氧化碳大约占一半。自从工业革命以来, 大气层二氧化碳含量增加了25%, 今天地球比有测量数据的130年中的任何一年都要暖和, 而过去一个世纪的六个最暖和的年头, 均发生在80年代, 值得关注。科学家们预料, 温室效应气体的积累, 到下个世纪中, 将使全球平均气温上升4至9度。

目前, 科学界的意见日趋一致, 促使各国政府逐渐开始协商, 以实现国际控制。七个工业国的领导人在1989年7月呼吁“共同努力”限制温室效应气体的排放。

据世界资源研究所统计, 去年美国的二氧化碳排放量是最大的, 占全世界排放量的23.7%。应该肯定, 这个比例比起世界资源研究所分析的第一个年头——1971年的29%减少了, 可是在1976年与1984年略有增加, 接着恢复下降趋势。1987年, 该趋势开始又有了变化, 从占世界排放量的23.25%上升至23.5%, 1988年达到了23.7%。二氧化碳排放量是14.2亿吨, 是历史上最高的, 超过了1979年的14.1亿吨的最高纪录。1988年, 全球二氧化碳排放量达到60亿吨的最高纪录。全世界的增长率为3.6%, 比美国的增长率4.1%为低。

综上所述, 温室气体对各国的环境影响, 举世瞩目。当今世界, 不论是发展中国家, 或者发达国家, 环境意识已愈来愈高涨, 这是一个总趋势。大气中温室气体的浓度增加, 将导致全球气候的变化。

二、地球变暖将意味着什么

十四世纪初一股稳定的自然寒流一开始给人类带来苦难, 整个波罗的海于1303年和1306年7月结冰两次; 随后几年便出现了极不正常的寒冷、风暴、降水以及黑海海平面的上升。当时人们不可能知道这就是后来被公认的小冰期的开始……大致持续到1700年。斯堪的纳维亚的植物也正在剧烈减少。和十四世纪一样, 二十一世纪也免不了遭受恶劣天气的袭击, 但其性质与十四世纪的灾难却不相同。过去, 地球虽然经历了多次寒、暖期, 但科学家普遍认为: 现在温度即将比以往任何时候上升得更急速。据估计, 总的气候变化将使农业、航运业、国际贸易、能源政策和军事战略产生混乱。

面临威胁是非常清楚的, 矿物燃料: 如石油、煤和汽油燃烧产生的二氧化碳正在大气中迅速积累; 虽然比二氧化碳(CO₂)少得多, 但具有更严重破坏作用的氯氟烃(CFCs)类气体(相对含量要少)其破坏性是相同的。CO₂与CFCs和其他温室气体几乎完全来自各种各样的人工来源, 例如机动车的排放和工业溶剂, 只有少量来自天然来源, 例如土壤微生物。地球大气层中的这些气体起着类似于温室玻璃的作用, 即放进阳光, 吸收热能。由于只吸收而不反射产生热能的红外辐射, 因此使地球不断变暖, 这就是人们通

称的温室效应。

美国国家大气研研中心(NCAR)沃尔特·罗伯茨(Walter Roberts)说:“地球变暖是无法制止的。虽然变暖趋势可能较小,也可能较大,但温室效应即将来临,这是无可置疑的”。他认为全世界都依赖于大量矿物燃料,未必有可能形成减少CO₂排放的国际合作。

至今仍无人能推断地球温度改变后的全部变化,所以温室效应是否会按预言的那样到来或者所有的可怕设想是否会发生是没有绝对把握的。今天存在着某些调节因素,其他一些调节因素也可能随着温室效应的发展而出。例如:大气高层云有吸热的倾向,低层云则有反射阳光的倾向,以及高云层具有平稳的较大冷却作用,也应引起重视。

温室效应将破坏地球的气候,改变了诸如降雨、风、云层、洋流和地极冰帽范围。虽然一个地区、一个地区的后果尚未弄清楚,但科学家确信这种全面的变化趋势必将来到。大陆内部逐渐变得越干燥,滨海地区将越加潮湿。寒冷季节将缩短,温暖季节将延长,蒸发的增加将导致广大地区的土壤更加干燥。由于土壤状况、作物产量、供水含盐量和河水水力发电等有效性发生变化;世界各国的经济将受到巨大影响。

这里必须指出,某些最明显的效应,可能在农业领域出现。植物通过光合作用把CO₂和水制成碳水化合物,当CO₂浓度增加时植物气孔(气体和水蒸气通过微孔)为了吸收等量的CO₂,必须开得小一些,降低了蒸腾作用,以便使植物水分的蒸发损失少一些,结果促进植物逐渐长大了起来。如果某些作物长得较快,那么它们吸收土壤养分就可能更快,因而迫使农民购买更多的肥料。粮食品质可能因CO₂水平的增加而退化,因为叶子的碳素可能变得更丰富,氮素变得更贫乏。吞吃植物的昆虫在CO₂的刺激下必然吃得更多,以便得到充分的氮。实际上,使饥饿较重的害虫和具有破坏性的疾病将因温室效应而增加,因而迫使农民又购买更多的农药。无形中农业开支将增加。

关于温室效应的社会、政治后果将更难估计。回顾本世纪30年代的长期干旱和尘暴,迫使美国几百万中西部人们向西迁到了加利福尼亚州,但到60和70年代,由于较好的天气和就业,又有数百万从北部迁到南部。可见气候变化对社会、政治的点滴影响,其全面影响更甚。

当前讨论最多(和最担心)的问题之一——温室效应后果——海平面上升的推测,这主要是海水热膨胀的结果。大多数科学家认为海平面不会上升得太多,大约8—16英寸,由此引起的主要问题是使一些人口众多、海拔接近或者低于海平面的国家受害非浅,例如荷兰和孟加拉国等。

温室效应很可能在地理位置上对北半球的高纬度地区产生最大的影响。反馈作用十分强调高纬度地区的地球变暖作用。冰雪将阳光反射到窗口,使温室不断地上升。一旦当地球变暖时,北极的浮冰盖开始融化,留下来反射阳光的少量冰雪,增加了保暖作用,这种作用又转过来融化更多冰雪。如果二十一世纪全球变暖3°F,那么纬度较高的北纬地区的冬季将变暖8°F或更多一些。如果全球平均温度上升8°F,则纬度较高的地区的冬季温度可能上升到19°F。

关于欧洲温度将发生什么变化是有争论的。多数科学认为来自加勒比海几千英里的墨西哥湾流将继续使西欧与处于同一纬度的纽芬兰保持一致的冻结状态。但纽约市哥伦比亚大学兰蒙特地质天文台的华莱士·布罗克(Wallace Broecker)告诫说:“温室效

应有可能打乱全球海洋环流的路线，以致于无法预测。可能要等待20—60年才能使海洋显示地球变暖的全部效应”。

目前，一些第三世界国家和南半球对球温室效应进行了粗略的研究。应该指出，非洲干旱会缓和，至少对降雨量是有利的，根据美国普林斯顿地球物理流体力学试验室气候模型试验人苏库·马纳比(Syukuro Manabe)发表的研究报告说：“穿越赤道的雨区可能向北移动。中国中部的贫脊低产田可能得到更多雨量，而使作物产量有所提高，但是印度，尤其是1/3地区平均仅高于海平面20英尺的孟加拉国可能受到更多的风暴和洪水侵袭。

很明显，有些事情我们是无能为力的，譬如我们决不能用净化二氧化硫污染物的方法去净化工业散发的 CO_2 。当今比较理想的，最有效的洗涤器是树木及其他植物。但植物是最经济有效，又能改善环境的好方法，因为树木能吸收 CO_2 ，并用以制造本身的养料，合成为木材，可以一举两得。可怕的是全世界现今以每分钟 50 英亩的速度砍树伐木，这主要发生的巴西、西非和印度尼西亚，据 UNEP 报道：减少森林砍伐是有好处的。美国的田纳西州奥克里季市国家试验室估计，如果为了使温室效应停止发展，则可能需要17亿英亩的美国梧桐，这种树特别善于吸收 CO_2 ，但该面积差不多相当于澳大利亚的大小，看来似乎成为不可能，我国大力提倡植树造林确是一个方向，可有效减轻温室效应对我国的影响，并且可以大大地改善社会环境与自然环境，这应该对我们有启示作用，应该说：“这对世界也是一种很好的示范”。

三、全球气候变化将对世界各国的社会环境和自然环境的影响

当今世界，不论是第三世界国家，还是发达国家，对于环境的意识已越来越高涨，这是一个不可阻挡的总趋势。

为了服务于当前新的环境政策，现在环境科学技术已展示了一种新的发展动向。一是采取各种方法与手段对人与环境系统开展综合性、系统性的研究。二是对研究的范围的日益扩大，如全球性、跨国界的区域性环境问题，已成为当今环境科学的研究对象，例如，全球气候变化——温室效应对人类的影响，这是全世界十分注目的全球性环境问题，也是科研工作与大气科学研究的热点，要搞好全球性环境问题离不开全人类的共同关注。

关于温室气体造成的温室效应，经过长期的观察与研究，温室效应的存在现已掌握了较充分证据。问题是温室气体对自然环境的影响已是显而易见的事实；而对社会、经济发展的影响，应提到议事日程上来考虑。这里，让我们来看一看全球性气候变化对社会影响的例子，由此可见温室气体对社会经济发展的影响。

在1972年的夏天，苏联出现了异常的炎热、干旱的天气，莫斯科周围的庄稼遭受了严重的旱灾。在这以前，乌克兰小麦产区由于冬季少雪，受冻而生长不良。在印度，因季风来得迟而退得早，造成水稻及其他作物严重缺水而减产。非洲撒哈拉沙漠以南的干旱一直在继续。中美、南美及澳大利亚也出现了严重旱情。美国谷物的产粮地区降水呈明显减少，变得不适宜种植粮食生产。

为适应上述形势的需要，世界气象组织协同其它几个国际组织和团体，于1979年2月在日内瓦召开了“世界气候大会”。大会的报告和讨论，几乎一致认为，气候既是一种

资源可以谨慎地加以利用, 又是一个急待解决的问题需要化力量去克服。

在1979年5月世界气象组织的第8届代表大会上通过了“世界气候计划”。它包括四个子计划, 其中之一为“世界气候影响计划”。这项子计划的最终目标是提出了气候对社会影响的评价, 它对气候影响的研究范围、目标、方法、类型等一一均作了明确的阐述。

归纳一下, 气候对人类活动的环境与社会的影响, 大致有以下十个方面: (1) 人类的健康和工作能力; (2) 住房建筑和新住宅区; (3) 各类农业; (4) 水资源开发和管理; (5) 林业资源; (6) 渔业和海洋资源; (7) 能源的生产和消费; (8) 工商业活动; (9) 交通和运输; (10) 各种公共服务系统。

气候作为人类生活的环境, 对人类的活动会有所影响, 这是早为人知的事。我国古代曾提出过利用“天时”的问题, 全国各地对气候的事件、规律一直也有所记载和描述, 这就是所谓各地的气候誌。近年来, 气候已经作为一种人类的资源予以开发利用。与此同时, 人们发现气候本身的变化也是不能忽略的, 而人类活动往往又促进了气候的变化。因此, “气候对人类活动的影响”与“人类活动对气候的影响”, 也就成为当今世界上环境界所最关心的一大主题。

四、气候变化对人类环境(生态系统)的影响

由于燃料的不断增加, 使排入大气中的二氧化碳等气体相对增多, 又由于大量森林被伐, 空气中的二氧化碳气体未被植物吸收, 致使二氧化碳的不断增多, 同时使太阳的短波辐射又可透过大气层射入地面与近地面, 而地面与近地面增温后的热幅射又为大气中的二氧化碳所吸收, 从而使大气不断地增温, 处于一个恶性循环中。现在查明, 在过去100年间, 地球平均气温已上升了 $0.3-0.7^{\circ}\text{C}$, 其中二氧化碳含量增长了25%, 经科学家们测算, 如以这样增长速度迅增, 则到2030年时, 全球的平均气温将比现在升高 $1.5-4.5^{\circ}\text{C}$ 。应该指出, 气候的变暖, 在北半球的高纬度地区的冬天较为明显, 而南半球气温变暖主要发生在南极。

由于温室效应, 将会使全球气候出现严重的混乱与反常。将会使降雨、风、云层、洋流以及南北极冰帽大小等发生很大改变。随着气候变暖, 各大洲陆地将会变得格外干燥, 沿海地带将变得更加潮湿; 寒冷季节将会缩短, 温暖季节将会延长; 由于蒸发增强, 大片地区的土壤湿度将会降低。由于气温上升, 还会使全球大气环流作重大的调整, 这就将会使降水格局变化, 旱涝出现的频次与台风路径、强度发生重大的改变。可以预料, 在今后几十年内, 全球沙漠地区将变得更加炎热。热带风暴加剧, 海平面上升, 海水上涨所造成的水灾将威胁世界30%的大城市。这一系列变化, 将会严重阻碍工业国家及发展中国家的经济发展, 并带来严重的自然环境和社会环境的破坏。

据预测, 全球气候变暖, 将会给人类社会带来以下许多不利的后果:

1. 旱涝加剧。中纬度地区有些湖泊、水库的水位下降、干涸; 而高纬度地区的低地有可能经常渍涝。

2. 中纬度地区夏天下雨少, 而蒸发量大, 将会变得格外酷热难忍; 森林、草原的失火增多, 致使水资源问题将更加突出。

3. 由于降水量减少, 还会影响一些地区的农业, 从而导致人口迁移, 城市化问题更严重。

4. 北欧、北美和西伯利亚的冻土, 因海域水温上升将会有军事影响, 甚至导致这些海岸通航。

5. 估计在今后50年内, 海平面将上升20—150厘米, 也许会更高。居住在沿海地区的1/3世界人口将饱受各种风暴与海浪的袭击。一些面积小的国家和地区, 将从陆地上消失。

6. 加拿大北部和西伯利亚的永久冻土将逐渐消失。

7. 鱼群的棲栖会发生变化, 一些动、植物种类将会灭绝。

8. 世界粮食生产的稳定性与分布状况将发生变化, 在降雨量不变的情况下, 气温突然升高2℃, 则其粮食生产可能会下降3—17%。

9. 生态环境将受到严重破坏。天然生态系统或生物群落, 诸如草原、森林、苔原和沙漠, 所有代表着多种多样的植物和动物, 在一种天然平衡中相互作用和生活, 将直到这种平衡被人类或气候破坏为止。

10. 气候变暖破坏了自然生态环境中的生物群落, 而生物群落变化, 使大气中二氧化碳的增加, 反过来又进一步使地球变暖。例如: 全球变暖会对北极冻结的苔原也发生巨大影响, 如果苔原出现变暖趋势, 永冻的苔原会解冻, 树木会向极地方向伸展, 在将来出现全球变暖后, 每一个生态系统的反应及其适应过程, 将是寻求一个新的平衡, 并进犯邻近地区, 主要寻求那里新的气候比较适宜。

人类在热带和温带地区, 当温度每升高1℃时, 人的劳动生产率就会降低2—4%; 当温度变大时, 人的劳动生产率还会降得更低。如同未来二氧化碳引起的气候变化相联系, 则疾病也是非常重要的问题。总之, 气候的变化, 包括降水和地下水的增加以及冬夏温度极限值的改变, 均会严重影响人类。

预见气候对健康与疾病的影响, 还需考虑到供水情况、饮食和耕作习惯、以及食品卫生等等。

1972年出现过全球范围的气候异常, 使得这一年全球粮食总产量减少了2%以上。70年代至今, 世界粮食储备下降, 粮食系统出现了混乱的局面, 我国当然也不例外。人们普遍担心世界气候正在朝着成为经济和社会福利的一种灾害发展。因此, 70年代以来气候、气候学已成为大气科学、环境科学中瞩目的中心课题, 也值得我国环境化学界予以重视。

回顾全球气候变化的历史事实告诉我们, 天然原因的气候变化是十分缓慢的。工业革命以来, 人类大量燃烧化石燃料, 使全球大气中二氧化碳的浓度急剧增加。如果大气中二氧化碳含量增加一倍, 通过温室效应会使全球温度普遍升高。同时, 通过大气环流的调整, 将会使世界各地降水水分分布发生变化, 这已是铁一样的事实。

目前, 对于二氧化碳增加的气候效应, 尚不能通过气候模式十分准确地模拟出来。而且, 即使若干年以后, 得出了精确的结果, 变化着的气候对社会可能产生什么样的影响? 对不同的地区、不同的行业的利弊得失, 也不是气候模拟所能回答的问题, 人们只能设法根据理论作出判断, 而不能等待观测事实来做判断。如果在毫无准备的情况下, 承受一次人为的全球性的气候变化, 这是十分危险的事情。为了对未来全球气候变化可能造成的环境和社会影响, 事先有一科学估计, 应尽快加强研究。由于每个国家的自然

条件、社会制度不同,导致气候对社会的影响也不同,别的国家总结出来的经验,我国只能有条件的加以借鉴。

五、政策措施

从科学性来说,全球性增暖不能完全归因大气中的 CO_2 和其它温室气体的增加,但实测表明,近百年来全球平均温度已升高 $0.3-0.7^\circ\text{C}$,这与 CO_2 和其它温室气体的增加,对温度的增加估计是相适应的。虽然区域气候变化至今尚未能可靠地模拟,但初步结果表明,最大增温区将出现在冬季和晚秋高纬地区,北半球中纬的夏旱情况将更为频繁。我国的统计资料表明,从公元八世纪到本世纪70年代初期的1200多年中,尽管从本世纪以来,尤其是最近几年来温度有所上升,并继续呈上升趋势,但是其脉动范围均未超出历年来的脉动温度,而海平面自本世纪以来已由每年上升 0.21mm/a 向 0.56mm/a 发展。

统计资料还表明,我国的环境正在恶化,旱灾在50年代以6次/年到70年代增至10次/年,降水量50年代初平均为 738mm/a ,60年代为 712mm/a ,而到了1976—1985年的10年中平均为 585mm/a 。

对大气中 CO_2 浓度加倍后,对土壤含水量的预测,冬季在我国的华南、西南、东北可能变得愈趋干旱;而内蒙、甘肃、新疆地区有可能雨量增多;我国的南部经内蒙到东北一带将有可能变为干旱地区,而华东等沿海一带和现今无多大差别,大西北地区的雨量可能增多。

在大多数情况下,对农业的影响,虽然 CO_2 浓度增加的直接影响是有利于植物的生长发育和产量的增加,但就温室气体增加使气候变暖而言,这对农业生产是不利的。

综上所述,全球气候变化(温室效应)必将对我国大气环境以及人体健康与城市化等产生极其深远的不良影响。根据过去气候变化的影响,以及国内外现有资料,无疑对 CO_2 等温室气体增加所引起的气候变化,将给全球与我国生态环境(包括农、林、渔)与水资源带来巨大的影响。研究我国的气候变化已成当务之急。为此,建议在如下方面采取控制措施:

1. 按功能分区,合理分配能源的使用及适当选择控制措施。
2. 控制及改善现有能源(煤、石油、天然气等)排放条件;研究和尽量利用生物能,研究干净的替代燃料,充分利用太阳能、核能、风能、潮汐能、水能、液态氢等清洁能源。
3. 用工业手段寻找替代CFCs及其它有害的温室气体的产品;回收和利用 CO_2 和 CH_4 。
4. 大力植树造林、种草养花增加植被面积,以吸收和降低温室效应的影响。
5. 改善稻田种植条件及家畜饲养方法,减少 CH_4 排放;科学使用氮肥。
6. 全球稳定大气的政策选择,只有通过国际协作,共同降低或吸收温室气体的扩散,才是真正的出路。
7. 在国际合作中,发达国家应控制或降低温室气体的排放;而发展中国家,应从改善能源结构着手,以生物调节并举的对策来解决。

1990年6月15日收到。