

# 全球变化现象及其效应

彭少麟

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

**摘要** 通过论述大气臭氧层的损耗、大气中氧化作用的减弱、全球气候变暖、生物多样性的减少、土地利用格局与环境质量的改变和人口的急剧增长等全球变化现象, 阐明只有推行可持续发展战略才能改善环境, 从而根本上遏制全球变化的加剧。文章对全球变化的若干基本问题进行了论述。

**关键词** 全球变化, 持续发展, 现象, 战略

## 1 全球变化的因果

近代是人类推动历史文明的辉煌时期。例如建立完整的工业体系, 极大地提高全球范围的国民生产总值(GNP), 极大地提高与满足人类自身的消费水平, 迅速地提高尖端科学技术水平等。然而, 人类现行的以经济和科技发展为主导的思想方法和战略措施, 实质上是无视自己是地球生态系统的组分, 把自己从众多的生态平衡关系中抽出, 对地球进行绝对地控制和任意地榨取, 从而将人类逐渐引进与自然界全面对抗和尖锐对立的时代, 导致了全球性的生态与环境危机。

全球变化现象则是生态与环境危机的集中反映。

已经作为术语的全球变化, 意指在地球环境方面的自然和人为变化导致的所有全球问题及其相互作用。1990年美国的《全球变化研究议案》, 将全球变化定义为“可能改变地球承载生物能力的全球环境变化(包括气候、土地生产力、海洋和其它水资源、大气化学以及生态系统的改变)”<sup>[1]</sup>。狭义的全球变化问题主要指大气臭氧层的损耗、大气中氧化作用的减弱和全球气候变暖。现在对全球变化的理解, 一般指更为广义的内容, 除上述的三个方面外, 还包括生物多样性的减少、土地利用格局与环境质量的改变(水资源污染、荒漠化、森林退化等)、人口的急剧增长等<sup>[2,3]</sup>。

全球变化的加剧, 其结果是非常严重的, 它危及人类本身的生存。这一事实已被大量的科学研究结果所揭示, 被绝大多数科学家所认定, 并逐渐被政治家们所接受。80年代以来, 持续发展的思想在此背景下受到广泛的重视, 并逐渐成为当今世界经济发展和环境保护的战略和理论。1992年在巴西召开的联合国环境与发展大会把它作为会议的中心议题, 并具体体现在会议的5个文件中:《保护生物多样性公约》、《气候变化公约》

《里约热内卢宣言》《21世纪行动议程》《关于森林问题的原则声明》这是人类第一次将持续发展由理论和概念变成行动<sup>[4]</sup>。

## 2 全球变化的现象

### 2.1 大气臭氧层的损耗

位于大气平流层的臭氧层能阻止过量的有害短波辐射（主要是紫外辐射）进入地球的表面。研究表明，臭氧层正在变薄。南极南部海洋上空的臭氧层已在每年9、10月会出现一个大洞，而且每年都在变深，这个臭氧洞现在所占的面积约3倍于美国本土48个州总面积。即使现在停止污染，损耗臭氧层，臭氧洞的恢复也要几十年的时间。北极也开始出现类似的问题，虽然还没有出现臭氧洞，但是北部在最近的40年间，至少在寒冷季节里，平流层的臭氧层已损耗10%（图1）。美国上空的臭氧层全年均在变薄<sup>[5]</sup>。

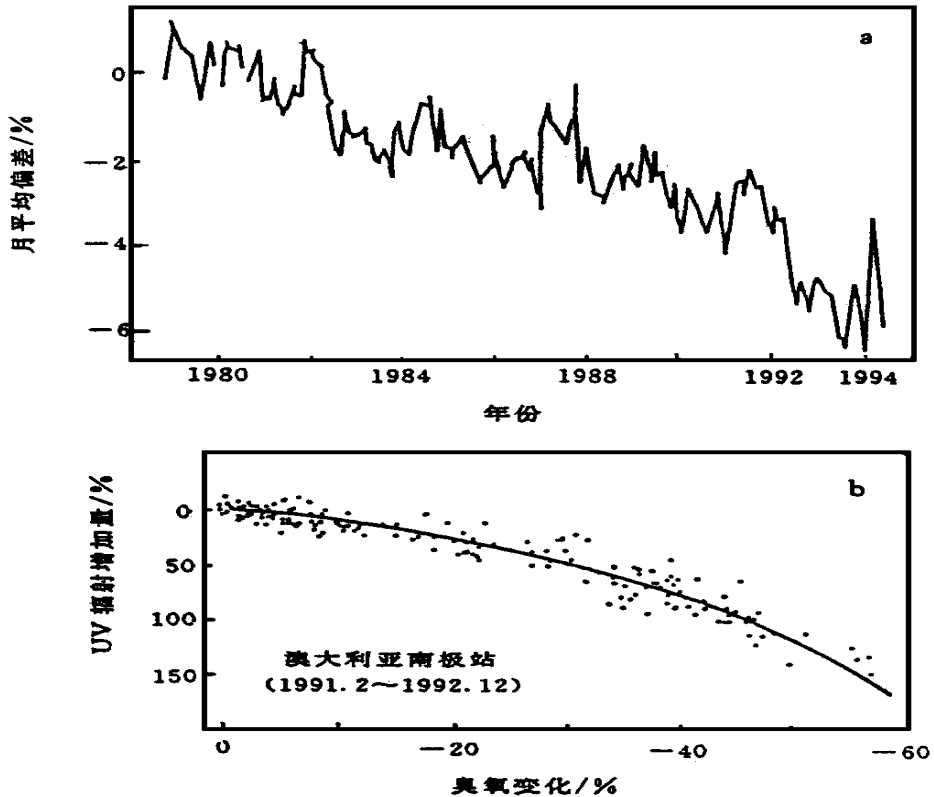


图1 臭氧浓度的变化及UV辐射的关系 (USGCRP, 1995)

a 1979年以来全球平均臭氧浓度的变化

b 地面UV辐射增加量与平流层臭氧减少量的关系

臭氧层的损耗会使生物受过量的紫外辐射而受害。植物因此会降低光合作用的水平。人类则会增加皮癌与白内障的患病率，臭氧每增加1%，皮肤接触到紫外辐射量就会增加2%，皮肤癌的患病率就要增加4%。

不少化学物均会引起臭氧层的损耗, 但主要危害却来自氯氟烃 (CFCs), 而氯氟烃的生产还不到 60 a。有关的研究表明, 最近 40 a 来大气中的氯已增长了 600%。要使大气中的氯、溴和臭氧含量恢复到接近自然水平, 将需要几个世纪<sup>[6]</sup>。

## 2.2 大气中氧化作用的减弱

在正常情况下, 大气本身能够通过氧化作用来清除那些干扰现有功能的气体和分子。但这种机能正在减弱<sup>[7]</sup>。例如, 大气的天然“清洁剂”羟基与甲烷和 CO 起化学反应, 从而清除它们。由于 CO 的活性强于甲烷, 大气首先使用它的羟基来清除 CO, 然后才清除甲烷。但由于人类过多地燃烧消费化石燃料和森林, 过多地向大气排放 CO, 大气的羟基正在被用光, 大气就无法清除它所含的甲烷污染物了。

大气中氧化作用的减弱的最终后果尚未十分清楚, 因而常被忽视。但它在某种意义上是伤害了大气本身的自动免疫系统, 因而是非常严重的。

## 2.3 全球气候变暖

全球气候变暖的化学与热力学过程是极其复杂的, 但迄今对造成全球变暖的温室效应的基本机理已经理解清楚。其中最受关注的温室气体是 CO<sub>2</sub> 和甲烷, 其次是尘粒。

自从二次世界大战以来, 大气中 CO<sub>2</sub> 的浓度几乎增加了 25%, 预计在未来 40 a 中将比工业革命前增加 1 倍 (图 2, 3), 其基本原因是由于人类的活动过量地排放了 CO<sub>2</sub>。据报道, 陆地吸收与排放的 CO<sub>2</sub> 之比是 1 : 2.3<sup>[8]</sup>。甲烷在温室气体中是增长最快的, 现总量排第三, 仅次于 CO<sub>2</sub> 和水蒸气, 而且甲烷分子的增温效应是 CO<sub>2</sub> 的 20 倍。有的学者研究表明, 大气中甲烷和 NO 的浓度增加的结果, 两者合起来大约占全球变暖原因中的 20%。

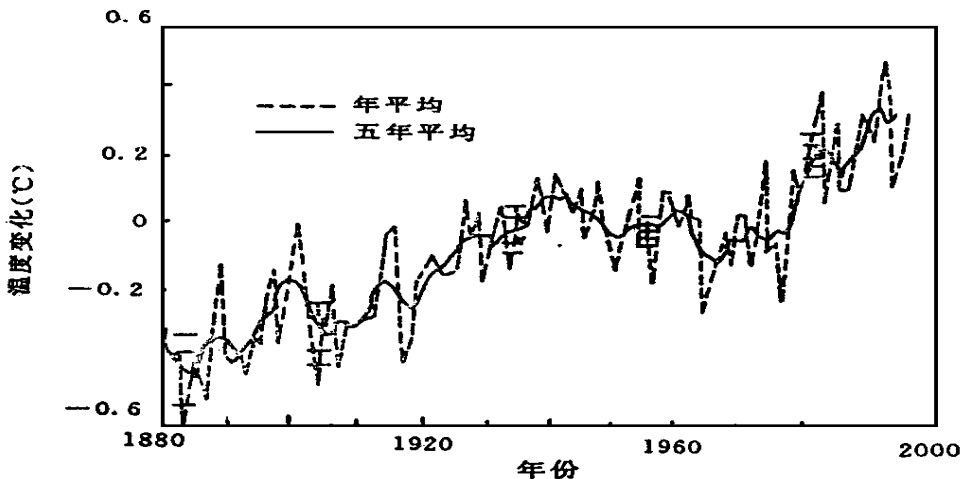


图 2 过去 100 a 全球平均温度的变化 (据 Hansen, 1995)

大气中化学成分的变化影响到地球调节大气中热量的能力, 全球变暖的直接证据是所有低纬度的山区冰川都在融化后退, 其中某些冰川融化后退得很迅速, 这些冰川所包含的记录表明过去 50 a 比 1.2 万 a 间的任何一个其它 50 a 温暖得多<sup>[10, 11]</sup>。大气中不断增加的热量改变了风、雨、地面气温、洋流与海平面等, 从而严重威胁到地球上气候的平

衡 气候的改变进而影响动植物的分布

全球变暖的一个直接后果是冰川融化与海平面的升高, 已有证据表明北极冰帽已减少 2%。如果全球变暖进一步加剧, 将会造成极地冰盖的破裂而使海平面急剧增高 现在几乎达到每 10 a 增高 2.4 cm 的程度<sup>[12]</sup>。其结果是沿海地区盐水侵入地下淡水层造成沿海湿地的丧失 由于人类 1/3 的人是居住在离海岸线不及 60 km 地区以内, 沿海地区土地的丧失会导致全球灾难性的动荡

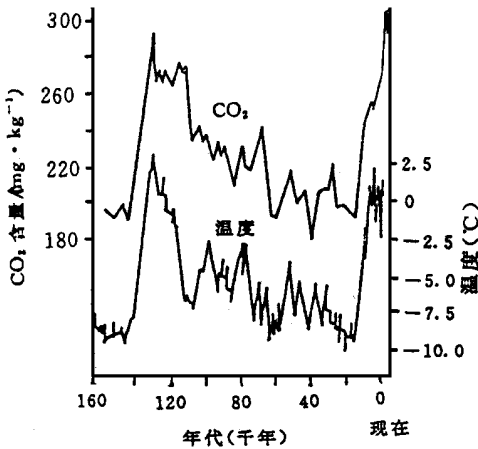


图3 大气中CO<sub>2</sub>增加的状况及趋势<sup>[9]</sup>

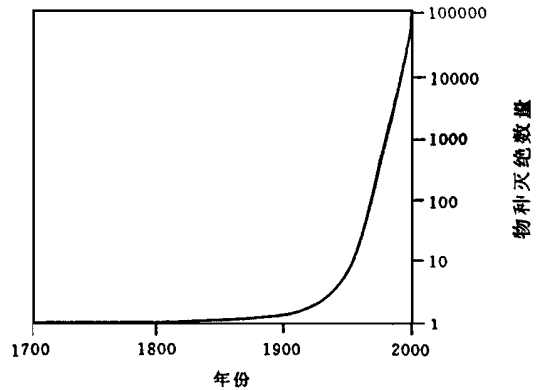


图4 生物多样性减少的速率<sup>[5]</sup>

## 2.4 生物多样性的减少

现在地球上的动植物物种消失的速率, 比过去 6 500 万 a 之中的任何时期都要快上 1 000 倍 大约每天有 100 个物种灭绝 (图 4)。20 世纪以来, 全世界 3 800 多种哺乳动物中, 已有 110 种和亚种消失了, 9 000 多种鸟类中已有 139 个种和 39 个亚种消失了, 还有 600 多种动物和 25 000 多种植物正面临绝灭的危险<sup>[13, 14]</sup>。这么多的物种的完全灭绝和一物种不同基因的消失, 这是地球上错综复杂的生命之网的完整机体的致命伤 自然生态系统性质的稳定与平衡遭受极大的影响, 促使农业的当家作物的复壮、抗性活力、生存能力的基因来源丧失, 甚至生物进化的途径和进程也将受到严重的影响 有的学者指出, 迄今为止人类对生物多样性的损害, 其恢复至少要 1 亿 a 以上

## 2.5 土地利用格局与环境质量的改变

(1) 全球的森林面积急剧减少, 以热带森林 (热带雨林) 最为严重 全世界的热带森林, 每年达 2% 的破坏率, 现在正以 38.53 m<sup>2</sup>/h 的速度自地球的表面消失<sup>[13, 14]</sup>。

森林生态系统是最重要的陆地生态系统 森林是地球的肺, 作为 CO<sub>2</sub> 的汇, 具有吸收 CO<sub>2</sub> 和释放氧的功能; 在调节气候水文循环中发挥重要的作用, 能涵养水源, 控制水土流失, 森林地区土壤每年的侵蚀量每年仅为 0.03 t, 但一旦森林被毁, 就会上升到 90 t; 在维持生物多样性上更具有重要的作用, 森林是生物基因最丰富的贮藏库, 有的科学家估计, 有 50% 的生物种存在于热带雨林中

(2) 全球的沙漠化的扩大 沙漠的状态不很稳定, 有时候进两步退一步, 但最近几十年却表明沙漠覆盖面积的全面增加 由于沙漠边缘区过度放牧, 沙漠化的扩大的速率不

断加速, 现在全世界每年正以  $5 \times 10^4 \sim 7 \times 10^4 \text{ km}^2$  的惊人速度沙漠化<sup>[15]</sup>。世界最大的撒哈拉沙漠已经前进到了欧洲, 仅在 1990 年, 欧共体就拨款 80 亿美元用于防止沙漠化的进一步扩展

另一方面, 土地极度退化现象也非常严重。现在全球平均每年有  $500 \text{ hm}^2$  土地, 由于极度破坏、侵蚀、盐渍化、污染等原因, 已不能再生产粮食; 我国的退化土地约  $1.50 \times 10^6 \text{ km}^2$ <sup>[16]</sup>。荒漠化已成为各国最为关注的事态之一。

(3) 污染使全球的环境质量下降。由于“三废”(废气、废物、废水)的急剧增加对环境造成污染, 严重地影响人类生存空间的质量。

垃圾废物是最直观的污染源。发达国家人均产垃圾量很大。据报道, 现在美国平均每个人每天丢弃 2.4 kg (约每年 1 t) 的垃圾, 每周产生 1 t 的工业固体废物; 纽约市每天制造  $2.0 \times 10^7 \text{ kg}$  的垃圾; 垃圾存放问题成为美国难办的问题, 虽然垃圾焚烧后能大大地减少垃圾的体积, 但这一方面造成更多的空气污染, 另一方面焚烧后所剩的 10% 有毒废物仍是难以处理的。发展中国家的人均垃圾量少些, 但由于处理垃圾的技术手段更差, 因此废物危机更严重。

世界的水资源污染是非常严重的。污染的原因是生活与工业污水的直接排入水源污染, 固体垃圾直接倒入污染源, 由于雨水等媒介使固体垃圾污染水资源。污染使人类的生存环境不断恶化, 特别是第三世界国家, 据统计有 17 亿以上的人民没有适当的安全饮水供应, 30 多亿人没有适当的卫生设备。在印度有 114 个城镇直接把人的粪便和其它未经处理的污水倾入恒河。联合国环境规划署的一项调查指出, 在第三世界由水传染的疾病每天平均导致 2.5 万人死亡<sup>[15]</sup>。

环境污染在表现上虽然是区域问题, 但最终在很大程度上汇向海洋, 已威胁海洋生物的生存, 直接转变为全球的环境问题。

## 2.6 人口的急剧增长

在几千年前发生的农业革命之前, 世界人口基本上是稳定的。在农业革命之后, 人口逐渐增长, 缓慢的增长一直延续到工业革命。这时, 人口曲线开始陡然上扬。本世纪的人口则急剧增长, 几乎每一个 10 a 都要增加 10 亿人。根据不完全统计, 到 1992 年初, 人口已大致达到了 55 亿, 预计到 2032 年将达到 90 亿 (图 5), 即达到地球的最高人口承载量。中国的人口容量, 则约在 16~ 17 亿间<sup>[17, 18]</sup>。

除了上述的几方面以外, 科学技术发展的突然加速对全球变化的影响也引起科学家们的广泛注意。科技革命也是在 18 世纪开始渐渐加速的, 而且它也以指数方式加速。在很多科学领域中, 这一条已经

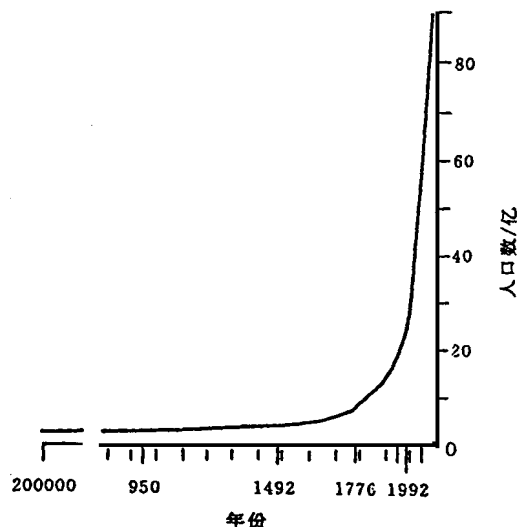


图 5 世界人口的增长速率<sup>[15]</sup>

成了定理: 最后 10 a 的重大新发现要比此前全部时间里的重大发现更多。科学技术革命的突然加速发展使人类能以从前所无法想象的巨大力量来燃烧、砍伐、挖掘、改变各种各样的物质, 从而改变地球的面貌。应该说, 科技的发展对全球变化的影响具有正负两方面的意义, 关键在于人类应用新科技的战略方向与目的

### 3 全球变化的若干基本问题

#### 3.1 混沌理论的启示

按照混沌理论的描述, 很多自然生态系统虽然仍保留在原来的总体模式的范围之内, 但它们的运行方式却显示出重大的变化(动态平衡)。根据这一理论, 一定的临界界限确定了这一总模式, 超越这一界限时, 它变会突然转变为一种全新的平衡, 呈现为一种新模式, 具有新的界限

全球变化的客观事实虽然被越来越多的人所承认, 但是由于地球系统还维持在我们所认识的模式上, 仍保持其动态平衡, 因而许多人仍对全球变化麻木不仁。这实际上是非常危险的, 一旦突破全球系统动态平衡的临界, 现有全球生态系统就会崩溃。换句话说, 人类也就无法生存

对于全球的气候系统来说, 也存在着系统整体形态的动态平衡临界问题。全球变暖的真正危险不是温度上升几度的问题, 而是一旦超越临界值, 整个地球气候系统会运转失常。气候变化又将引起全球的状态改变。冰期世界温度仅仅比现在低 6 °C 而已, 整个地球的格局则极大的不同

#### 3.2 全球变化各种现象的反馈循环与相互联系

区分全球变化的各个现象, 有助于理解全球变化的概貌。而对全球变化的机理研究, 则必须了解各种现象之间的反馈循环与相互联系。全球变化的各种现象, 往往通过其反馈循环与相互作用而加剧

最熟悉的两种危机即全球变暖和平流层的臭氧层损耗, 通过复杂反馈互相加强。全球变暖使大气层的水汽含量普遍增加, 并在低空中吸收红外线, 红外线经过平流层辐射回太空。结果平流层变凉而下面的大气层变暖。变凉的平流层遇到大量水汽就会在臭氧层中结成更多的冰晶, 特别是在两极地区上空。在冰的影响下, 氯氟烃与臭氧发生反应, 加速臭氧的损耗。臭氧层越薄, 紫外线辐射对地球表面及其生物的伤害就越大。地面植被通常通过光合作用吸收大量  $\text{CO}_2$ , 而紫外线辐射可能严重损害植物的这种能力。植被吸收的  $\text{CO}_2$  越少, 大气层中积存的  $\text{CO}_2$  就越多, 于是地球就变得更暖, 平流层变得更凉。这一驱动靠反馈循环与相互作用而加剧

如果大面积的森林被烧毁, 返回相邻的区域的降雨量就会大大减少, 于是就没有充足的雨水来维持这一带森林的正常状况。如果被毁坏的森林面积相当大, 邻近林区所失去的降雨量也会相应加大到足以加强周期性干旱, 更多的树木会慢慢死去, 这就进一步减少雨量, 反过来又加速森林的死亡, 当荫蔽大地的树冠消失后, 森林地面突然变暖, 排放出大量甲烷和  $\text{CO}_2$ , 发生一种生物化学的“燃烧”现象。死亡的树干和树枝大量增加, 使白蚁群激增, 这也会产生大量甲烷。这种反馈过程自身放大了全球变暖的效应

在考虑全球变化各种现象的反馈循环与相互联系时, 还要特别注意自然生态过程与

社会、经济发展之间的相互联系。特别是土地利用格局剧烈变化、人口急剧增长与气候变化的相互作用。总之,在考虑全球变化的应变战略时,应该有全面综合的观点。

### 3.3 地方性、区域性与全球性环境问题的相关性

环境威胁有三个层次。地方性:例如大多数水污染、空气污染、非法倒垃圾等;区域性:例如酸雨、地下水污染、大规模石油泄漏等;全球性:例如CO<sub>2</sub>浓度的增加、臭氧层的变薄等。

这三方面通常是相互联系的。例如某地方的污染物,一旦进入地下水,则由地方性的环境问题转变为区域性的环境问题;而这污染水进入海洋,则成为全球性的环境问题。三者之间也会通过反馈循环造成空间上的尺度转换。例如地方森林大面积砍伐,可能造成区域性的干旱,而干旱又造成地方更多的树木死亡。又如全球气候变暖(全球性的问题),其促使西伯利亚冻原解冻(区域性问题),而结果又加剧温室效应气体的释放(全球性问题)。

在大多数的情况下,环境问题是没边界的,需要从全球的角度来加以考虑。

### 3.4 全球研究的基本方法

作为现在全球关注的热点,全球变化研究的方法极其多样。在大气与地面生态系统追踪监测的基础上,最主要的通过4个方面来进行研究。在时间长度上,通过古生物、古气象、古地质等研究,揭示历史上全球变化的进程与规律;在空间长度上,通过驱动力沿梯度变化的样带研究,揭示全球变化对空间格局的影响;在机理研究上,通过实验生态学研究,揭示全球变化对生态系统过程的影响;通过建模与仿真模拟,揭示全球变化的过程量变与趋势预测。

## 4 全球变化与可持续发展

全球变化对地球生态环境最危险的威胁,也许不在于这些威胁的本身,而在于人类对于它的认识,因为许多人至今仍不理解这一事实:危机是极端严重的。因此必须进行科普教育,使民众了解人类自身已出现的生存危机。

在全球变化条件下,人类的唯一应变方法是实施可持续发展战略。这首先要从哲学上、思想上有一根本的改变,实行“以经济和科技发展为主导”改变为“以环境保护为基本来发展经济和应用科技”的战略转移。可持续发展战略应包括经济可持续发展、社会可持续发展、资源可持续发展、环境可持续发展和全球可持续发展。只有实施这样的战略才有可能遏止全球变化的加剧。

在巴西里约热内卢召开的联合国环发大会上各国首脑签署的5个文件,表明人类将实施这样的战略。中国作为一个大国,对全球变化问题应该履行一个大国的义务。《中国21世纪议程》是中国可持续发展的重要理论与实践。在国家攀登计划、国家自然科学基金重大项目等也已向全球变化研究倾斜<sup>[19]</sup>。

可持续发展战略缓解全球变化的正确道路,也是人类改善生存环境的根本出路。

## 参考文献

- 1 孙成权等 国际全球变化研究核心计划 (三). 北京: 气象出版社, 1996
- 2 陈泮勤, 孙成权 国际全球变化研究核心计划 (一). 北京: 气象出版社, 1992
- 3 陈泮勤, 孙成权 国际全球变化研究核心计划 (二). 北京: 气象出版社, 1994
- 4 蔡亚娜等 持续发展与环境教育. 广州: 广东人民出版社, 1994
- 5 Gore S A. 濒临失衡的地球 陈嘉映等译 北京: 中央编译出版社, 1997
- 6 Schoeberl M ark R. 南极臭氧减少概述 陈世范译 气象科技, 1988, (3): 51~ 54
- 7 孙成权等 全球变化研究国家 (地区) 计划及相关计划 北京: 气象出版社, 1993
- 8 叶笃正, 陈泮勤 中国的全球变化预研究 北京: 地震出版社, 1992
- 9 Eearth System Sciences Committee, Eearth System Sciences, 1989
- 10 符淙斌, 严中伟 全球变化与我国未来的生存环境, 1996
- 11 张新时 研究全球变化的植被-气候分类系统 第四纪研究, 1993, 2: 157~ 169
- 12 Schlesinger W H. Response of the terrestrial biosphere to global climate change and human perturbation Vegetatio, 1993, 104/105: 295~ 305
- 13 彭少麟 恢复生态学及植被重建 生态科学, 1996, 15 (2): 26~ 31
- 14 彭少麟 中国亚热带退化生态系统的恢复及其生态效应 应用与环境生物学报, 1995, 1 (4): 403~ 414
- 15 彭少麟 亚热带森林群落动态学 北京: 科学出版社, 1996
- 16 余作岳, 彭少麟 热带亚热带植被恢复生态学 广州: 广东科技出版社, 1996
- 17 Martin Parry. Climate change and world agriculture Earthscan Publicaion Ltd, 1990
- 18 李全胜, 王兆骞 气候变化对我国农业生态系统的影响及其对策 见: 严力蛟等: 生态研究与探索 北京: 中国环境出版社, 1992 9~ 14
- 19 国家自然科学基金委生命科学部等编 全球变化与生态系统 上海: 上海科技出版社, 1994

## Global Change and Sustainability Development

*Peng Shaolin*

(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650)

**Abstract** The appearances of the global change were reviewed in this paper. The conclusion is that we need to carry out the way of sustainability development. The basic science problems were discussed.

**Keywords** global change, sustainability development, appearance, strategy