

Countermeasures for Controlling Greenhouse Gas Emission and Preventing Global Warming

Fuchen Shi

College of Life Sciences, Nankai University, Tianjin
Email: feshi@nankai.edu.cn

Received: Nov. 17th, 2012; revised: Nov. 29th, 2012; accepted: Dec. 11th, 2012

Abstract: CO₂ is the main component of greenhouse gas, and its contribution to global warming is over 50%, controlling the concentration of CO₂ in the atmosphere is a significant way to prevent global warming. Through protection of natural forest and increase of forest volume, the carbon-fixing ability of forest would be enhanced effectively to prevent the CO₂ emission from forestland to the atmosphere; CO₂ fixed in forest ecosystem would be temporarily separated from biological cycle and stored in carbon storage through permanent utilization of timber; In the drafting of land use plans, if the vegetation's carbon-fixing function would be fully considered and reasonably developed, and the original forest, wetland and marsh vegetations would be protected, the CO₂ emission will be controlled effectively and the environment quality will be improved. The development and utilization of displacement energy for fossil energy will be one of important way to reduce CO₂ emission. In addition, because circa half of the total CO₂ emission to the atmosphere is discharged by families, it is an important link for human to adopt new energy-economized eco-life mode in the control of CO₂ emission.

Keywords: Greenhouse Gas; Greenhouse Gas Emission; Global Warming; Eco-Life

应对气候变暖发展低碳经济的生产与生活策略

石福臣

南开大学生命科学学院, 天津
Email: feshi@nankai.edu.cn

收稿日期: 2012年11月17日; 修回日期: 2012年11月29日; 录用日期: 2012年12月11日

摘要: CO₂是温室气体的主要成分, 对全球变暖的贡献率达50%以上, 所以控制大气中CO₂浓度的升高是防止全球变暖的重要途径。通过保护现有林、提高森林蓄积, 可以有效地增加森林的固碳机能, 防止由林地向大气中排放CO₂; 通过促进木材的长效利用, 可以将森林生态系统固定的CO₂暂时脱离生物循环, 以碳库形式将CO₂储存起来; 在制定土地利用计划时, 充分考虑并合理发挥植被的固碳机能, 尽量保护原有的森林、湿地和沼泽植被, 可以有效地控制CO₂的排放, 并可以提高环境质量; 化石能源的替代能源的开发利用将是减少CO₂排放的重要途径之一。另外, 由于向大气中排放的全部CO₂中约有1/2是由家庭排放的, 所以人们新的节能型生态生活方式, 将是控制温室气体排放的一个重要环节。

关键词: 温室气体; 温室气体排放; 全球变暖; 生态生活

1. 引言

随着人类生产活动的发展和消费水平的提高, 全

球的环境问题已经日益突出。从18世纪工业革命时期开始, 由于大量使用化石燃料和森林植被遭到严重

破坏,由此引起大气圈中 CO_2 浓度的升高,温室效应的结果导致地球的温暖化。特别是第二次世界大战以后,各主要发达国家大量消耗能源,促使大气中的 CO_2 浓度急剧升高。在过去的 100 年中,全球平均气温上升了约 0.5°C ,到本世纪末,全球平均温度将上升 $2^\circ\text{C}\sim 3^\circ\text{C}$ ^[1,2],其中北半球平均气温将上升 $3^\circ\text{C}\sim 5^\circ\text{C}$ ^[3]。

全球气候变化对生态系统的影响是多方面的。大多数植物通过改变分布区来适应环境变化,其速度是相当缓慢的。植物种的这种移动适应速度将不及气温上升的速度,从而会有相当一部分物种濒临灭绝。生态系统是由多物种构成的复杂的整体,一旦某物种灭绝,与该物种有着共生关系的其他物种也必然发生濒危。最典型的例子是有的植物依靠特定昆虫传粉,植物和昆虫之间一旦有一方灭绝则另一方也就立刻变成了濒危物种。随着开发进程的深入,生态系统类型间的地理隔离越来越明显,这将妨碍物种为适应气候环境变化而进行的适应性移动。特别是目前营造的大面积单纯的人工林,这将人为增加物种交流的障碍。另一方面,由于气温和 CO_2 浓度的升高,也可能产生促进植物生长和扩大生育范围的有利的一面,但是根据 CO_2 浓度梯度实验的结果表明,这种促进生长现象是暂时的,经历长时间以后植物的生长会恢复或低于原来的水平^[3,4]。另外,由于短时期内气候的急剧变化,容易引起生态系统的紊乱和病虫害等灾害现象的发生^[1]。

气候变化在有些地区的直接表现是气温的升高和由此带来到环境干旱。对植物而言,一般认为与其受上升温度本身的影响相比,受到环境干旱化的影响会更大^[5]。即使是降雨量相同,温度升高后土壤的干燥度也会加大。特别是现在的干旱和半干旱地区,旱情会更加严重,由此引起的水资源和粮食资源的矛盾会更加尖锐。在高纬度地区由于温度的上升,地下的多年冻土将会逐渐溶解,从而可能导致多年冻土南限的北移。这一重大生态现象已经引起林业生产部门注意,在大兴安岭的阿里河林业局已经观察到岛状溶解区扩大的现象。未来冻融过程的加剧,在短期内可能导致寒温带森林湿地的产生,甚至使大片森林消失,从长期考虑可能导致该地区草原或荒漠化,因为这些地区的年降雨量常常仅有 300 多毫米。

未来 100 年全球的平均气温上升 2°C ,有的地区

会上升的更高甚至达到上升 $3^\circ\text{C}\sim 5^\circ\text{C}$,这些地区受到的影响就更严重了。像孟加拉国和荷兰这样的国家,有相当面积的国土居于海拔较低或者在海平面以下。由于海平面的升高,部分国土将会被海水侵蚀掉。而有些原来仅少部分露出海面的小岛,可能彻底被海水淹没,从而可能导致某些国家的领海主权范围发生变化。

由温室气体引起的全球变暖问题已经引起了国际社会的关注,成为当今国际上最重要的环境问题之一。温室气体包括 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、 O_3 、CFCs(氯氟烃)等,其中 CO_2 是引起全球变暖最主要的因素对全球变暖的贡献率占全部温室气体的 50% 以上^[6,7]。所以如何抑制大气中 CO_2 浓度的升高,对抑制全球变暖将会起到至关重要的作用。

2. 抑制 CO_2 排放的国际策略

为避免全球环境不良事态的发生,将全球变暖的影响降低到最低限度是地球上每一个公民的责任和义务。为此,1988 年在国际上成立了政府间关于气候变化的专门委员会(IPCC),1992 年制定了以稳定温室气体浓度为目的的气候变化框架公约,并于 1994 年开始生效。1997 年 12 月在京都召开的第三次缔约国会议上,讨论了抑制和削减温室气体的具体数值目标,并对各国温室气体的削减目标进行了确定。具体是,从 2008 年到 2012 年 5 年的时间里,以 1990 年的排放量为参考基点排放量应该下降多少。其中美国、欧共体和日本的指标分别为 7%、8%和 6%。在京都会议上也讨论到关于森林吸收 CO_2 的问题,然而如何计算森林的吸收量感到困难。目前包括中国在内的各国科学家都在为此进行着不懈的努力^[8]。

京都会议以后的缔约国会议,都是围绕为达成京都议定书上所定的削减目标如何运作而展开的,但是在第四次缔约国会议上,各国之间尤其是发达国家和发展中国家之间的厉害关系争议较大未取得明显进展,留下许多尚未解决的问题。在这样严峻的形式下,各国争议不断,因而进展缓慢。但是 170 多个缔约国,它们都有各自的实情,需要足够的耐心和相互理解。

通过国际性的决定来约束相互之间必须遵守 CO_2 排放的最低限是非常重要的。但是也不是说达到限量排放的目标就是目的,从长远来看各国必须制定防止

全球变暖的措施规划。为抑制大气中 CO₂ 浓度的上升，必须要致力于改善我们的生产和消费方式。谋求环保的和少量排放 CO₂ 的生态生活(eco-life)方式，并努力开发节能技术。同时，尽量限制使用化石燃料，不断开发替代能源。这些替代能源包括：生物能、太阳能、风力、水力以及地热、原子能等。化石能源是对过去几亿年到几千万年前之间固定的生物化石的发掘。也就是说，把现在地球的物质循环中完全没有的东西燃烧排放到了大气当中，这是导致大气中的 CO₂ 浓度持续升高的根本原因^[6]。

3. 通过森林削减 CO₂ 的排放

陆地生态系统的碳储量约是大气中碳储量 3 倍，其中大约 60% 碳储存在森林生态系统之中，并且就单位面积碳储量而言森林占绝对优势^[1]。如果森林消失或者受到破坏而退化，则受损部分最终将会以 CO₂ 形式释放到大气中，使大气 CO₂ 浓度升高；相反，如果扩大森林面积，提高森林质量，则会促进吸收和固定大气中的 CO₂，降低大气中 CO₂ 的浓度。

世界上的许多地区不适合森林的生长，而是被草原等非森林植被覆盖，这些地区的植被要尽量保持免遭破坏。不管是森林也好、草地也好，尽量保持原有的状态才可以持有较高的碳储量。在森林生态系统中，土壤的碳储量很高约占森林生态系统碳储量的 60%。不管哪类生态系统，保护土壤不受破坏都是非常重要的。将自然植被转化成农田，土壤中的碳储量就会减少。因此探索逐渐提高农用地储碳能力的耕作技术，对提高土壤碳储量也是非常必要的。提倡农业生产力的可持续发展，这样相对盈余的部分农用地，采取退耕还林还草的措施，返还成原有的自然植被，从而增大碳素的储存量。通过森林削减 CO₂ 的对策主要从以下几方面考虑。

3.1. 保护现有森林

保护现有森林面积和防止森林退化，可以有效地防止由林地向大气中排放 CO₂，增加森林的固碳机能，同时有利于保护生物多样性等机能的发挥。天然林中会有枯死木或倒木的产生，它们的分解虽然会向大气中缓慢释放 CO₂，但是对于生态系统的固碳能力和生物多样性的合理配置，起到了重要作用。另外实施天

然林保护，可以有效地防止水土流失，对碳素储存机能起到了促进作用。

在热带，由于国有林的大量采伐，原土著居民的生活根基受到影响，没有余地再按原来的烧荒—种田—森林恢复的技术进行耕作，从而加剧了森林的破坏。热带森林的年平均消失面积在 1690 万 ha，其中巴西每年消失 500 万 ha，消失速度最快，比印度尼西亚(120 万 ha)、缅甸(80 万 ha)和墨西哥(80 万 ha)都要快得多^[9]。要改变这一现状，必须弄清造成森林破坏的原因，并找出解决问题的办法。森林一旦成了农田，以后肥力会逐渐下降，最后成了不毛之地。这样的土地放置很多年也不容易恢复成森林，往往最后只能成为荒草地。

通过人工造林实现森林群落的恢复，是吸收大气中 CO₂ 的最有效途径。这不仅需要各国政府积极努力，同时也需要发达国家的支援。人工林具有了经济价值便可以有力地促进天然林的保护。森林的恢复不仅具有经济效益，更重要的是具有良好的环境效益、防灾效益和景观效益，同时有利于碳素储存机能的发挥。

3.2. 提高森林蓄积、合理扩大木材利用

削减大气中的 CO₂，一方面要增加生态系统的碳素储存量，同时还要积极地促进长效木材的利用。所谓的长效木材是指那些可以保持相当长久的使用年限(少则几十年，多则几百年甚至上千年)而不至于腐烂或被弃燃的木材。这是通过生态系统和木材利用两方面来提高碳素储存的对策。因为完成木材制品所要的能量，比完成铁、铝、水泥、塑料等相同制品所要的能量要小得多。通过振兴长效木材利用，可以相应地减少化石能量消耗，缓解 CO₂ 的释放量。因此可以说扩大长效木材的使用，真可谓是一举两得。

对于人工林，采取造林—成林—长效利用—再造林的模式；对于次生林，要尽可能延长采伐年限，要设法使其恢复成价值高蓄积大的林分，只收获利用价值高的木材。这样就可以通过森林生产和经营有效地抑制大气中的 CO₂ 浓度的升高。为此要提高天然更新和人工更新技术以实现木材长期利用的目的。

3.3. 开发化石燃料的替代能源

通过生物能源(生物量)来替代石油、天然气等化

石能源，从而使相应的化石能源得以保存而不以 CO₂ 形式释放到大气中。与太阳能、风力发电不同，生物能源燃烧会释放 CO₂，所以也许有人认为这不会起到替代化石燃料的效果。但是用生物能源，就像木材燃烧一样只是生态系统内部碳循环的一个环节，不会使系统内 CO₂ 的浓度增加。例如某森林被采伐或被燃烧掉，会放出很多 CO₂，在短时期内确实增加了 CO₂ 的浓度。但是从长期考虑，被采伐或燃烧的林地通过森林再生又恢复了原来采伐时的森林储量，那么以前所释放的 CO₂ 又将重新得到吸收。所以利用生物能源进行持续生产，不会使大气中 CO₂ 浓度上升。

与此过程相反，燃烧利用现有生态系统中没有的化石能源，不断放出 CO₂，必然使大气中 CO₂ 浓度持续升高。通过使用像木材这样的生物能源，并尽量长效利用，就可以抵消系统中增加的 CO₂，实现抑制大气中 CO₂ 升高的效果。

以上，从三个侧面探讨了通过森林削减 CO₂ 的对策，它们之间也是有密切关系的。只有很好地保护森林才能很好地利用森林，也才能取得替代化石燃料的最佳途径。因此通过森林削减 CO₂ 的策略可以分成保护森林促进碳素储存能力和控制化石燃料使用两大方面，而这两方面的关系是相辅相成密不可分。

4. 制定合理的土地利用计划

前面已经提到，人为改变自然植被类型，土壤中的碳素储量都会减少。所以在制定与人们生活必不可少的区域土地利用规划时，因地制宜合理地发挥生物的固碳机能非常重要。这一点有必要提高到国家层次和国际层次加以认识^[10]。

农用地是粮食生产所必须的，通过提高农业技术维持土壤碳素的保有量、提高单位面积生物生产力是很重要的，同时也要防止因农用地的增加导致林地减少。因农用技术的提高产生的相对剩余农用地再返还成森林对于碳素的储存非常有利。放牧地也是一样，通过合理的管理，提高牧草产量，使剩余的牧场返还成原有的植被。对于林区泥碳沼泽和湿地，我们国家以往多采用挖沟排水植树造林，结果促使土壤中的有机碳素分解加快，加大了 CO₂ 的排放量。而最终造林并没有取得成功，因为这些地方本来就不适合树木的健康生长。所以对于像沼泽和湿地这样立地条件特殊

的地段，最好应该实施保护而不要进行人为干扰，因为它们本身对自然环境就有着极好的调节作用。森林的功能多种多样，既可直接作为能源、提供建筑和家具用材、造纸，又可以发挥保护生物多样性和水土保持及固碳和储存碳素的功能。保护森林的生物多样性，就要保护多种森林类型。人为活动影响小的天然林，土壤中的含碳量高，对碳素的储存能力强。在制定土地利用计划时，要优先考虑保护森林等自然植被，这样可以实现水土资源的保护，也就是保护了碳素的储存库。

以木材生产为主要目的的森林，一般都是作业条件较好的地段，人工林分布相对集中。生长好的人工林其固碳能力也不差，但是和生物多样性保护联系起来考虑的话，还是不如天然林，因此在计划培植人工林的同时要适当地保留天然林，对于已经失去天然林的流域要逐渐地使其恢复。

薪炭林或者纸浆林，一般为 20 年左右的短伐期，所以应该选在平缓坡或平地。使用剩余的农用地比较适宜，这些地域离居民区较近作业也较方便。

在人口集中的城市、近郊和都市公园等地，在土地利用时应充分考虑确保都市及都市周围的绿地面积。这些零散的绿地合在一起面积和数量非常巨大，对于碳素的储存也是很重要。另外，因为有了绿化树木可以为居家及办公室提供庇荫，间接起到节省空调能源的效果。

5. 建立良性的生态生活方式

5.1. 重视生物能源的开发

为了尽可能减少化石能源的消耗，利用生物能源发电是一种新兴的发电系统。现在普遍采用远距离输电，会产生很多电力消耗。在瑞典和芬兰等地，已经开始采用生物能源发电，就连发电过程中产生的热也不让其白白浪费，而是用来供暖。这些国家，将平地作为生产生物能源的基地，便于操作，能耗也格外低廉。

我国东部和中西部地区平原和山地丘陵较多，具备生产和利用生物能源的有利自然条件。特别是三北防护林不断更新换代下来的木材是很好的生物能源原料。我国广大的林区正实施天然林保护工程，从今后长远发展来看，森林经营和人工林间伐中也都将产

生大量可利用的生物能源原料。另外，随着我国退耕还林政策的实施，农林业一体化的格局正逐步形成，在乡村发展以阔叶树的萌枝为对象的薪炭林，具有很好的前景，这都将有利于生物能源作用的充分发挥。

5.2. 提倡节能型生态生活方式

我们每天生活中必不可少的电、天然气、汽油和水都和 CO₂ 的发生有着密切关系。发电要燃烧煤炭或天然气、汽车运转消耗汽油、上下水的净化处理要消耗电力等等，可以说 CO₂ 的排放已经融入了人们的生活之中。人们不知不觉地直接或间接地消耗这些能源，但是过量地消耗不但给家庭开支造成不必要的浪费，而且无形中加速了全球气候变暖的进程。我们日常生活中使用的所有制品，不仅其本身制造过程中要消耗能量，其流通、废弃处理等过程中都要消耗能量并放出 CO₂。据统计，在日本，向大气中排放的全部 CO₂ 中大约有 47.5% 是由家庭排放的。所以如果每个家庭在不影响生活质量的前提下都尽可能节省能源，建立一种新型的生态生活方式，将会对抑制 CO₂ 排放防止全球变暖起到重要作用。据测算，一台汽车的发动机如果每天减少 5 分钟的空转，每年将少向大气中排放 39 kg 的 CO₂；一台空调机如果在夏季将温度设定调高 1℃，在冬季将温度设定调低 1℃，那么每年可以少向大气中排放 31 kg 的 CO₂。

日本在环境省的倡议下，发起了 100 万公民自觉履行生态生活方式的宣言^[11]，具体内容包括：

- 1) 市场、商店购物时自带购物袋，不使用商家提供的购物塑料代。
- 2) 饮料瓶、易拉罐、塑料及发泡塑料要分类投放，使之易于回收。
- 3) 空调的温度夏天设置在 28℃ 以上，冬天设置在 20℃ 以下。
- 4) 照明灯具和电器设备要随用随开，不用时要切断主电源开关。
- 5) 近处购物时，能步行或骑自行车的就不使用汽车。假日外出时尽量使用公共交通工具。
- 6) 等待人或装卸物品时，将汽车发动机关掉。

- 7) 在 3 层楼以下居住时，不使用电梯。
- 8) 洗脸刷牙过程中，要随时关闭水龙头，尽量节水。
- 9) 冬天洗碗用水的温度，设定在凉热适中即可。
- 10) 要选购有环保标志的日常消耗用品。
- 11) 不浪费食物，将生态意识带到厨房中。
- 12) 建立家庭环保手册，不断总结生态生活的经验。

生态生活方式的具体内容不是一成不变的，可以根据个人实际情况有所增加。只要养成了生态生活的觉悟和意识，其内容将会是非常丰富。生态生活方式需要引起全社会的重视，只有共同行动起来才有更大的意义。在日常生活中提倡：不需要的物品不买、买了的物品要持久使用、仍然有利用价值的旧物品，要实行低价转让或无偿奉献给需要的人群等等，将会减少废物垃圾的产生，对减少 CO₂ 排放起到积极作用。

参考文献 (References)

- [1] Working Group II to the Second Assessment Report of the IPCC. Climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- [2] 方精云. 全球生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 柏林: 施普林格出版社, 2000.
- [3] J. T. Houghton, G. J. Jenkins and J. J. Ephraums. Climate change. The IPCC scientific assessment. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- [4] T. Koike, M. Osaki. Growth responses of trees to elevated CO₂ and temperature based on the plant functional types. Japanese Journal of Ecology, 1997, 47: 307-313.
- [5] G. A. King, R. P. Neilson. The transient response of vegetation to climate change: A potential source of CO₂ to the atmosphere. Water, Air, and Soil Pollution, 1992, 64(1-2): 365-383.
- [6] T. Fujimori. Strategies of preventing global warming by terrene ecosystem. Tokyo: Hakuyusha Press, 2000.
- [7] Working Group I to the Second Assessment Report of the IPCC. Climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- [8] Center for Global Environmental Research. Flux observation activities and sites in Japan. Tsukuba: CGRN Press, 2001.
- [9] K. Minami. Global climate change and agro-forestry. Tokyo: Asakurashoten Press, 1995.
- [10] R. G. Matthews, G. J. Nabuurs, V. Alexeyev, A. Fischlin, J. P. Maclaren, G. Marland and D. T. Price. Evaluating the role of forest management and forest products in the carbon cycle. In: M. J. Apps, D. T. Prece, Eds., Forest ecosystems, forest management and the global carbon cycle. Berlin: Springer-Verlag, 1996: 293-301.
- [11] Home page of Japanese Ministry of the environment, 1997. <http://www.eic.or.jp/ecolife/help.html>