

木材利用与气候变化

张久荣

(中国林业科学研究院, 北京 100091)

摘要: 阐述气候变化的起因及对人类生产和生活的重要影响, 以及森林, 特别是木材利用在应对气候变化中的重要作用。分析增加木材利用存在的问题, 结合国外所采取的应对措施和木材利用的发展趋势, 提出加强我国木材利用的对策建议。

关键词: 木材利用; 气候变化; 森林; 碳储库; CO₂ 排放

中图分类号: TS61 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2008)02-0001-04

Impact of Wood Utilization on Climate Change

ZHANG Jiu-rong

(Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Climate change near the Earth's surface due to significant green-gas emission and deforestation affects people, plants, and animals. This paper reviewed the latest literature about climate change and explained its causes and its effect on the social life of human beings, our ecosystem, and our economy. It is known that forestation and wood utilization are considered an effective tool to mitigate climate change. Suggestions were made to increase wood utilization for combating climate change.

Key words: wood utilization; climate change; forestation; carbon store; CO₂ emission

当今气候变化已成为全球最关心的问题, 各国政府与各国国际组织都将减缓气候变暖列入议程。2007 年在德国召开的八国首脑会议也将此作为核心议题之一^[1]。20 世纪是人类经历了有记录以来最热的世纪和最热的年代(90 年代)。自 1950 年以来, 气候变暖导致南极面积缩小了 20%, 仅一个世纪, 海平面就升高了 15 cm; 飓风、水灾、旱灾、地震等各种自然灾害频繁发生。

气候变暖是由于大气中过量的温室气体形成的温室效应引起的, 其中由 CO₂ 引起的气候变化至少占 60%。工业革命以来, 由于使用化石燃料的增多和对热带森林的过度采伐, 导致大气层中 CO₂ 总量的增加。19 世纪中期以来的 150 年间, 大气中的 CO₂ 增加了 30%^[2], 目前还以每年 0.5% 的速度继续增加。预计到本世纪末, 大气中的 CO₂ 将增加一

倍; 而 21 世纪前 50 年, 全球气温每 10 年将升高 0.1~0.4℃。

应对气候变化的主要措施是削减大气中的 CO₂。森林在应对气候变化中所起的积极作用是显而易见和无可争议的, 但人们往往凭直觉认为, 增加木材利用会对环境产生负面影响, 事实表明, 这种看法是没有科学依据的。

1 森林和木材利用在应对气候变化中的重要作用

1.1 森林是重要的碳库(carbon sink)

树木通过光合作用, 可吸收大气中的 CO₂, 以木材的形式将大气中的碳转换为固体, 放出 O₂。林木每生长 1 m³, 可吸收 1 t 的 CO₂, 同时释放出 0.7 t 的 O₂。热带森林由于生长迅速, 其作用更为突出。森林储存的碳, 31% 是储存在生物质(biomass)中, 包括植物的枝、叶、秆及地下的根, 碳储量约为其干物质质量的 35%~65%。

收稿日期: 2007-10-18; 修改日期: 2008-02-02

作者简介: 张久荣(1937—), 女, 中国林业科学研究院研究员。

森林作为碳库,只有在林木的生长或是森林面积的扩大而使生物量增加时,其碳储量才能增加。对于未进行经营的森林,当林木的生长量与腐朽量相当时,森林储碳量将不再增加。这是因为树木枯死腐朽时,会把原先储存的 CO_2 重新释放到大气中;对于采伐的木材,原来树木储存的 CO_2 ,大部分将在木材及木制品的整个生命周期中继续储存。只有对 CO_2 吸收率较低的成熟林进行采伐更新,并对采伐木材加以利用,方可提高森林的碳储量。因此,经营良好的森林,年生长量大,既可以生产更多优质的木材,同时可吸收更多的 CO_2 。采伐和未采伐森林的储碳情况见图 1 [3]。

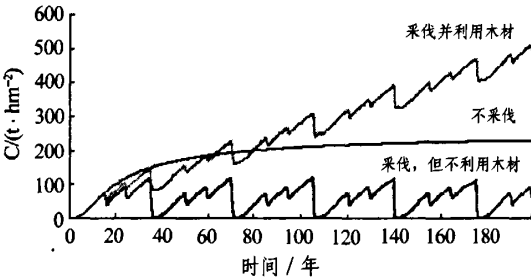


图 1 采伐和未采伐森林的储碳情况
Fig. 1 Carbon storage in harvested and unharvested forests

1.2 木材和木制品是碳的储库(carbon store)

与树木不同,木材和木制品虽不能直接从大气中吸收 CO_2 ,但能增强林木的储碳作用。无论木材是作为原料还是产品(如各种家具、板材、建筑材料等),在整个使用期内及后续的循环利用中,都继续储存着碳,增加木材和木制品的使用就是扩大碳储库的储量。因此,木材利用即是对树木生长过程中所储存碳的有效利用,相当于在时间和空间上扩大了森林的储碳作用。木材和木制品的用量越多,使用时间越长,越有利于减少大气中 CO_2 含量,是减缓气候变暖的简单易行的途径。

1.3 木材利用激励经营林业的积极性

土地的利用方式往往决定于获取经济效益的大小[4]。广义而言,当地区的繁荣昌盛与森林密切相关时,才会实现林业的可持续发展。可见木材和木制品的高效利用,即可促进经济发展,增加就业机会,也将鼓励林场主、林农和木材供应商等投资经营管理森林,政府也会制定出相应的法律法规,支持林业发展。

• 2 •

2 木材利用的环境效应

2.1 材料和产品对环境影响的综合评价

以木材在建筑业中的利用为例,生命周期评价 LCA(Life Cycle Assessment)可用于评价建筑部件在整个生命周期中对环境的影响,即在生产阶段、使用阶段和使用后处理 3 个阶段中,对其进行综合评价。

1) 生产阶段 包括材料选取、制造、运输。在钢铁、水泥、木材、铝、塑料等几大基础材料中,木制品生产制造过程中消耗的能量最低,而且树木生长过程中储存的碳,使木制品 CO_2 的总排放量为负数。几种常用材料生产过程中 CO_2 的净排量(考虑森林碳汇作用)比较见图 2[5]。

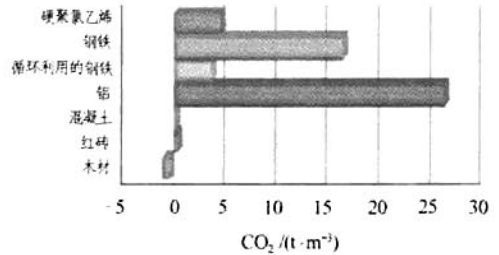


图 2 几种常用材料生产过程中的 CO_2 净排量
Fig. 2 Net CO_2 emissions for producing different materials including sink effect

2) 使用阶段 包括能源利用、保温性、维修。木材的隔热效率高,是水泥的 15 倍,是钢材的 400 倍,是铝材的 1 770 倍,木材制品在建筑物的整个生命周期内都在节省能源,减少 CO_2 排放。

木材本身具有良好的隔热性,2.5 cm 厚的木板的隔热效果优于 11.4 cm 厚的砖墙,如与其他具有高隔热性能的轻质材料配合使用,可在季节和昼夜气温变化时,减少房屋内的气温变化,有效地降低取暖或制冷的耗能,减少 CO_2 排放。

房屋使用阶段的能耗占总能耗的 72%。随着人口增加,住房增加和人们生活水平的提高,住房和办公用房的取暖和制冷能耗越来越大。增加木材的使用,对于降低这部分能耗具有重要意义[5]。

3) 使用后处理阶段 包括回收利用、循环利用、弃置。木材或木基产品具有使用后易于处理的特性,在生产过程中产生的废弃物少,而且所产生的废弃物,例如刨花、锯屑、截头等,也可回收和循环利用,制成刨花或纤维,用于生产人造板或造纸。

钢铁和铝等金属虽然也可以循环利用,但耗费能量大,CO₂ 排放量也很高。

对材料和制品的评价,不仅要考虑制造成本,还要计算运行成本及用完后处理成本,即整体成本 WLC(Whole Life Costing)^[5],见图 3。



图 3 材料和制品各阶段的成本比较

Fig. 3 Comparison of product costs among its different phases (acquisition, operation and disposal)

从整体成本看,使用木材及木制品的整体成本较低,如木窗与 PVC 窗相比,PVC 窗的初始成本低于木窗,但考虑 WLC 后,则木窗的整体成本可比 PVC 窗低 25%。

2.2 木材及木制品的替代效应

1) 代替其他高耗能材料

木材制品在生产过程中消耗的能量少,而且木材重量轻,强度大,易加工,用木制品代替生产过程中能耗大的材料或制品,可使木制品的这一优势得到进一步发挥。如用木材替代标准混凝土 (standard concrete)、重混凝土 (heavy concrete)、轻混凝土块 (light concrete block) 和红砖等材料,每 m³ 减少的 CO₂ 排放量分别为 792、1 013、725 和 922 kg^[6]。储存在木材中的 CO₂ 和替代其他材料减排的 CO₂ 相加,共可减排约 2 t 的 CO₂。按此推算,如欧洲把木结构房屋的数量增加 10%,就可以完成京都议定书 (Kyoto Protocol) 减排 25% CO₂ 的要求。

2) 替代化石燃料生产能量

当木材或木制品无法再回收利用或循环利用时,最后还可以燃烧产生能量,用于替代化石燃料。由于木材燃烧产生的 CO₂ 小于木材中储存的 CO₂,排放总量不会增大。

3) 唯一可再生材料

树木采伐后可以通过再造林,实现木材的持续生产,前提是对森林实行可持续经营。而其他材料,例如钢铁、铝等,则不可再生,储藏量越用越少,直至消耗殆尽。

3 增加木材利用存在的问题及国外采取的措施

目前对林业经营管理和木材利用,正在引入环境影响因素,但近年来木材利用并没有明显增加。上世纪中叶以来,由于水泥、各种合成材料的出现,木材在建筑中的应用有所减少;而塑料的使用,使木材在包装和家具中的用量显著减少。主要原因是:1) 担心木质材料的防火性能,直观上感觉木材制品的耐久性不如其他材料;2) 在建筑、工程和设计方面,缺乏木材的应用知识;3) 进行森林认证,实行森林可持续经营会增加木材生产成本;4) 消费者在选择商品时未将环境因素放在首位。

根据 Schulz 的三阶段理论,世界木材利用已进入发展的第三阶段^[7](图 4)。

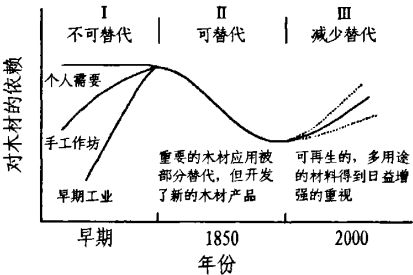


图 4 木材利用的发展阶段

Fig. 4 Three phases of typical wood utilization

近年来,联合国粮农组织 (FAO) 和一些国家的政府部门及组织,认为增加木材利用是减缓气候变化,改善地球大气层碳平衡的简单易行方法之一。建议:增加木材在各种材料中的利用比例,并尽可能延长木制品的使用寿命;扩大木材、木制品的回收利用和循环利用;最后用于生产能源,减少化石燃料的消耗。目前主要采取如下举措:

1) 制定相关技术规则。许多欧洲国家开始考虑增加木材用量,以保证建筑物及其所用的材料满足节能要求,减少 CO₂ 排放。例如,法国正在研究和制定公用建筑物中木材的最小使用数量;英国 2006 年重新发布的建筑规程,对隔热的要求更加严格;还有一些国家正在增加生物质能源使用量,以及采取增加纸、纸板等在包装材料中的比例等措施。

2) 增加对木材及木制品研究开发的投入。一是通过技术创新,提高木制品的竞争力;二是通过开发新技术和新产品,提高木制品的质量,使产品性能更适合于建筑要求。近年来工程木制品 (engineered wood products),如胶合梁、工字梁、单板层积材等,

以及新型胶黏剂等的开发应用,促进了小材大用、劣材优用,扩大木制品的原料来源和应用范围,增加了产品的市场份额。

3) 制定政策,支持以木材替代其他高耗能材料。木材的替代可以减少生产过程中的碳排放;提高循环利用率;增加长期储存在木制品中的碳,以减少大气中的碳。为使木材在建筑中得到更多的应用,需要制定相应的建筑规范和标准,更广泛地宣传利用木材的优越性,以及推广木材利用的技术。

4 对策与建议

气候变暖既是人类面临的问题,也为人类的发展带来新的机遇。应以此为契机,充分发挥森林和木材利用在应对气候变化中的作用。

1) 重新认识森林和木材。木材是人类最早认识和利用的材料,也是迄今发现唯一 CO_2 排放为负数的材料,是碳的储库。利用来自科学经营的森林的木材,不仅可向社会提供基础材料,而且具有显著的生态效益。

木材生产是森林经营特别是用材林经营的重要目标。森林储碳能力与其生物量干物质成正比,年生长量大的林分,木材产量大,同时从大气中吸收的 CO_2 也多。单纯追求森林的生态效益,认为木材生产与生态效益矛盾的看法是不符合事实的。

2) 加强对木材及木制品的科研投入和技术创新。作为工程材料,木材除具有各向异性的特点外,还易腐朽、开裂、变形和燃烧,使其加工、设计和利用比其他材料更为复杂。要实现木材高效利用,必须加强对木材科学、木材加工工艺、加工设备和产品设计的研究,运用相关行业先进的技术成果,提高木材加工业的水平。同时,加强对木材保护、人造板及其他木材重组制品,木材改性、回收利用、循环利用等技术的研究开发与应用,尽可能地延长木制品的使用寿命,延长木制品储碳时间,提高木制品的质量和市场竞争力。

3) 建立新型评价体系。用 LCA 和 WLC 对各种原材料及制品进行分析评价,并以此作为选取材料的依据。据统计,近年来我国城乡住房分别以每年1 000

万套以上的速度增加,建筑材料的选择对节能降耗关系重大。如果只注意采用初始成本低的材料,势必为日后长期运行的高成本、高能耗和沉重的环境负担付出巨大的代价。

4) 利用优势促进发展。我国劳动力丰富,成本低;尚有相当多的林业用地未得到利用;人工林(不包括经济林)平均蓄积量为 $46.59 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,与世界平均水平($100 \text{ m}^3/\text{hm}^2$)相比有较大差距;而我国目前人均木材消耗仅为世界平均水平的 43%。可见,我国林业发展的潜力巨大。

5) 科学营林。提高从选种、育种到采伐、运输全过程中各环节的工艺、技术和设备水平,对森林进行科学经营;在适宜的地区,可采用合适的技术,营造速生丰产林;逐步实行森林认证,保证我国木材和木制品的竞争力。

6) 完善政策法规。木材生产与利用涉及生产、生活的方方面面,并与其他行业及经济、环境联系密切,应强化政府职能,制定科学利用木材的有关政策、标准和规范,并向社会各界广泛宣传,使人们了解利用木材的技术和政策,促进木材在我国更多更好地利用。

参考文献:

- [1] CEI-Bois. Tackle climate change; use wood[G]. CEI-Bois Presentation, Brussels, 2006; 4-6.
- [2] Edinburgh Center for Carbon Management (ECCM). Forests and climate change; Carbon and the greenhouse effect [OL/EB]. [20070905]. [Http://www.eccm.uk.com/climate.htm](http://www.eccm.uk.com/climate.htm).
- [3] National association of forest industries. forest industries and climate change[OL/EB]. [20070912] [Http://www.nafi.com.au](http://www.nafi.com.au).
- [4] Macqueen D, Mayers J, Reid H. Could wood combat climate change? and could this help sustainable development? [R]. London: International Institute for Environment and Development (IIED), 2004; 2-3.
- [5] CEI-Bois. Tackle climate change; use wood[G]. CEI-Bois Brochure, Brussels, 2006; 33-37.
- [6] Gustavsson L, Madlener R, Hoen H F, et al. The role of wood material for greenhouse gas mitigation[G]. //Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, Östersund, Sweden, 2004; 4.

(责任编辑 姜征、赖威)

欢迎订阅2008年《木材工业》, 每期10元, 全年60元, 邮发代号2-311

更多信息, 请查阅: www.cwjournal.com