

第 4 章

林地

作者

Harald Aalde（挪威）、Patrick Gonzalez（美国）、Michael Gytarsky（俄罗斯联邦）、Thelma Krug（巴西）、Werner A. Kurz（加拿大）、Stephen Ogle（美国）、John Raison（澳大利亚）、Dieter Schoene（粮农组织）和 N.H. Ravindranath（印度）

Nagmeldin G. Elhassan（苏丹）、Linda S. Heath（美国）、Niro Higuchi（巴西）、Samuel Kainja（马拉维）、Mitsuo Matsumoto（日本）、María José Sanz Sánchez（西班牙）和 Zoltan Somogyi（欧洲委员会/匈牙利）

参加作者

Jim B. Carle（粮农组织）和 Indu K. Murthy（印度）

目录

4..... 林地	4.6
4.1 导言.....	4.6
框 4.1 详细的程度	4.7
4.2 仍为林地的林地.....	4.11
4.2.1 生物量.....	4.11
框 4.2 评估森林中生物量和碳的生物量换算和扩展系数	4.13
4.2.2 死有机物质.....	4.20
4.2.3 土壤碳.....	4.22
4.2.4 生物量燃烧产生的非 CO ₂ 温室气体排放.....	4.26
4.3 转化为林地的土地.....	4.27
4.3.1 生物量.....	4.28
框 4.3 确定转化为林地的土地的 <i>优良作法</i> 方式的样例	4.32
4.3.2 死有机物质.....	4.35
4.3.3 土壤碳.....	4.37
4.3.4 来自生物量燃烧的非 CO ₂ 温室气体排放.....	4.40
4.4 完整性、时间序列、质量保证/质量控制和报告及归档.....	4.41
4.4.1 完整性.....	4.41
4.4.2 制定一致的时间序列.....	4.41
4.4.3 质量保证和质量控制.....	4.41
4.4.4 报告及归档.....	4.42
4.5 表格.....	4.44
附件 4A.1 林地的词汇表	4.70
参考文献	4.77

图

图 4.1	全球生态带，基于观测到的气候和植被格局（粮农组织，2001年）	4.8
图 4.2	1995年全球森林和土地覆盖.....	4.10

表

表 4.1	气候域（粮农组织，2001年），气候区域（第3章），以及生态带（粮农组织，2001年）	4.43
表 4.2	森林和土地覆盖类别	4.44
表 4.3	地上部生物量的碳比例	4.45
表 4.4	地下部生物量与地上部生物量比例（R）	4.46
表 4.5	缺省生物量换算和扩展系数（BCEF）	4.47
表 4.6	用于管理森林中排水有机土壤的排放因子	4.50
表 4.7	森林中的地上部生物量	4.50
表 4.8	人工林中的地上部生物量	4.51
表 4.9	天然森林中地上部生物量的净生长	4.54
表 4.10	热带和亚热带人工林中地上部生物量的净生长.....	4.56
表 4.11a	选择性人工林树种的地上部净材积生长	4.58
表 4.11b	部分人工林树种的年均增量（出材材积的生长）	4.59
表 4.12	方法1估算的生物量值，来自表4.7-4.11（除了表4.11B）	4.60
表 4.13	热带树种的基本木材密度（D）	4.61
表 4.14	选择性温带和北温带树类的基本木材密度（D）	4.69

框

框 4.1	详细的程度.....	4.7
框 4.2	评估森林中生物量和碳的生物量换算和扩展系数.....	4.13
框 4.3	确定转化为林地的土地的 <i>优良作法</i> 方式的样例.....	4.32

4 林地

4.1 导言

本章提供的方法，可估算林地和*转化为林地的土地*上生物量、死有机物质以及土壤有机碳变化产生的温室气体排放和清除。本方法基于《1996年IPCC国家温室气体清单修订本》（《1996年IPCC指南》）和《关于土地利用、土地利用变化和林业方面的优良作法指南》（GPG-LULUCF）。本章：

- 论述第1章中认定的所有5种碳汇和相同土地区域内不同池间的碳转移；
- 包括人类活动引起的管理森林的碳库变化，例如建立及采伐人工林、商业性采伐、燃木采集和其他管理做法等，此外还包括火烧、风暴、虫害、病害和其他扰乱引起的天然损失；
- 提供简单（方法1）方法和缺省值，并概述了估算碳库变化的高层级方法的方式；
- 提供估算生物量燃烧产生的非CO₂温室气体排放的方法（第11章论述了其他非CO₂排放，如土壤中的N₂O排放）；
- 其使用应该结合第2章中对方法及公式的通用描述和第3章中描述的获取一致面积数据的方法。

如第1章中所定义的，《指南》仅提供管理森林中温室气体源和汇的估算和报告方法。各国应该长期一致地应用关于管理森林的国家定义。国家定义应该包括所有会受到人类干预的森林，包括森林保护、增加造林、促进天然再生林、商业性木材生产、非商业性燃木采集和管理土地的撂荒的所有管理做法。

本章未涉及采伐的木材产品（HWP），而本卷第12章对其有所涉及。

管理林地分为两个亚类，其指南和方法分别见下两节：

- 4.2节 “仍为林地的林地”
- 4.3节 “转化为林地的土地”

4.2节论述的方法学，可应用于已超过达到新土壤碳水平所需过渡期（缺省是20年）成为林地的土地。4.3节适用于在那个过渡期内转化为林地的土地。20年间隔作为土地利用发生变化后碳库变化的过渡期的缺省长度。按上述两种类别区分国家林地，是*优良作法*。过渡期的实际长度取决于一个特定国家或地区的自然和生态状况，并且可能不同于20年。

实行管理的原未管理森林，可进入清单，应该包括在*转化为林地的土地*中。转化为其他土地利用的未管理森林列入清单中转化后的土地利用类别，具有新土地利用类别适合的过渡期。

如果不能获取土地转化和涉及周期的相关数据，缺省假设是所有管理森林土地均属于*仍为林地的林地*类别，使用4.2节中的指南估算温室气体（GHG）排放量和清除量。

相关碳汇和非CO₂气体

下文给出了已提供了方法的碳汇和非CO₂气体：

- 生物量（地上部和地下部生物量）
- 死有机物质（死木和枯枝落叶）
- 土壤有机质
- 非CO₂气体（CH₄、CO、N₂O、NO_x）

为估算进行的碳汇和非CO₂气体的选择，取决于汇的重要性和为每个土地利用类别所选的层级。

森林土地利用分类

每公顷的温室气体排放量和清除量的变化取决于，立地因素、森林或人工林类型、林分发展阶段和管理做法。*优良作法*是将林地分为多种亚类，以降低生长率和其他森林参数的变量，并降低不确定性（框4.1）。《指南》采用粮食及农业组织建立的最新生态地带（参见4.5节中的表4.1和本章中的图4.1）和森林覆盖（参见4.5节中的表4.2和本章中的图4.2）分类作为缺省（粮农组织，2001年）。如果存在并且合适，国家专家应根据其他数据要求，采用更详细的分类用于他们国家。

框 4.1 详细的程度

森林类别分为同质的亚类，如果可能在一国内区域或区域以下一级进行分层，这样可以降低温室气体排放和清除估算的不确定性。为了简洁性和明晰性，本章讨论在国家一级和数量相对较少的林地亚类的排放和清除估算。这种详细程度旨在与缺省输入数据的现有来源、碳含量和其他假设相匹配。然而重要的是，这些指南的使用者应当明白，鼓励他们尽可能在更细的程度进行温室气体排放清单的计算。许多国家可以获得的关于森林和土地利用变化信息，比本章中建立缺省值所用的信息更详细。如果适合的话，基于下述原因应该使用这些数据：

1. 地区一级而不是国家一级的地理细节

专家可能发现，一国内多个区域的温室气体估算，必须可以捕捉生态系统类别、生物量密度、烧除的清邑生物量比例等的重要地理变量。

2. 按亚类划分的更细程度 专家可以进一步划分已推荐的土地利用类别和亚类，以反映气候、生态或种类、森林类别、土地利用或林业做法、燃木采集方式等的重要差别。

在任何情况下，以更精细的分类均不会改变估算方法的基本性质，但是除了本章提供的缺省外，一般还需要附加数据和假设。一旦使用国家专家会确定最合适的详细程度，估算了温室气体排放量，结果应该被汇总到国家一级和这些指南要求的标准类别。这将允许在所有参与国中对结果进行比较。一般说来，还应该报告用于更细程度的数据和假设，以确保方法的透明性和可重复性。

术语

估算生物量库和变化的方法中使用的术语，需要与粮食及农业组织（FAO）所用的术语和定义保持一致。粮农组织是方法 1 计算中的森林和其它土地利用类别活动数据和排放因子的主要来源。FAO 术语样例有：生物量增长、平均年增量、生物量损失和木材清除。附件 4A.1 中的词汇表包括了这些术语的定义。

图 4.1 全球生态带，基于观测到的气候和植被格局（粮农组织，2001 年）。地理信息系统数据见：<http://www.fao.org>。

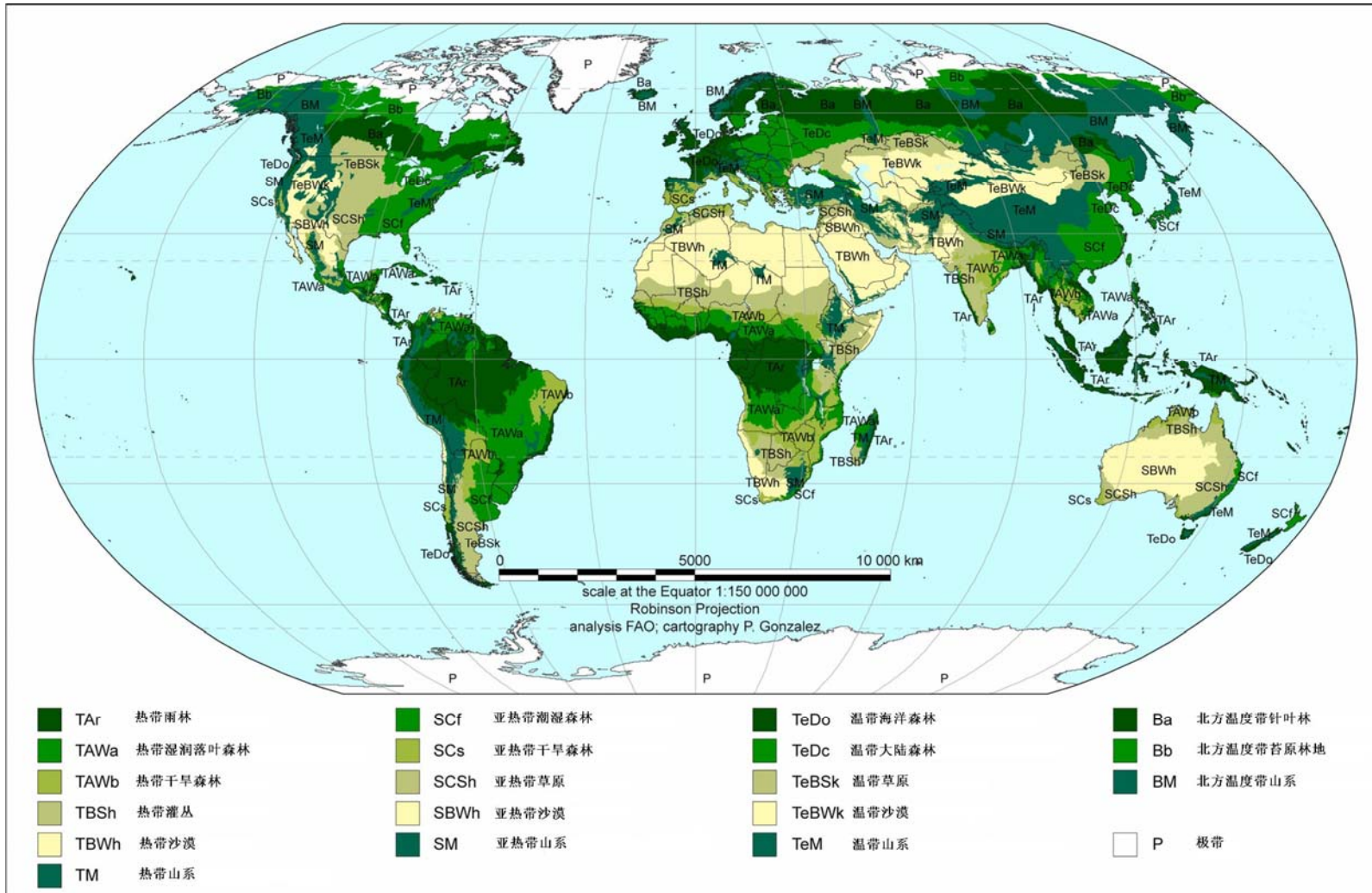
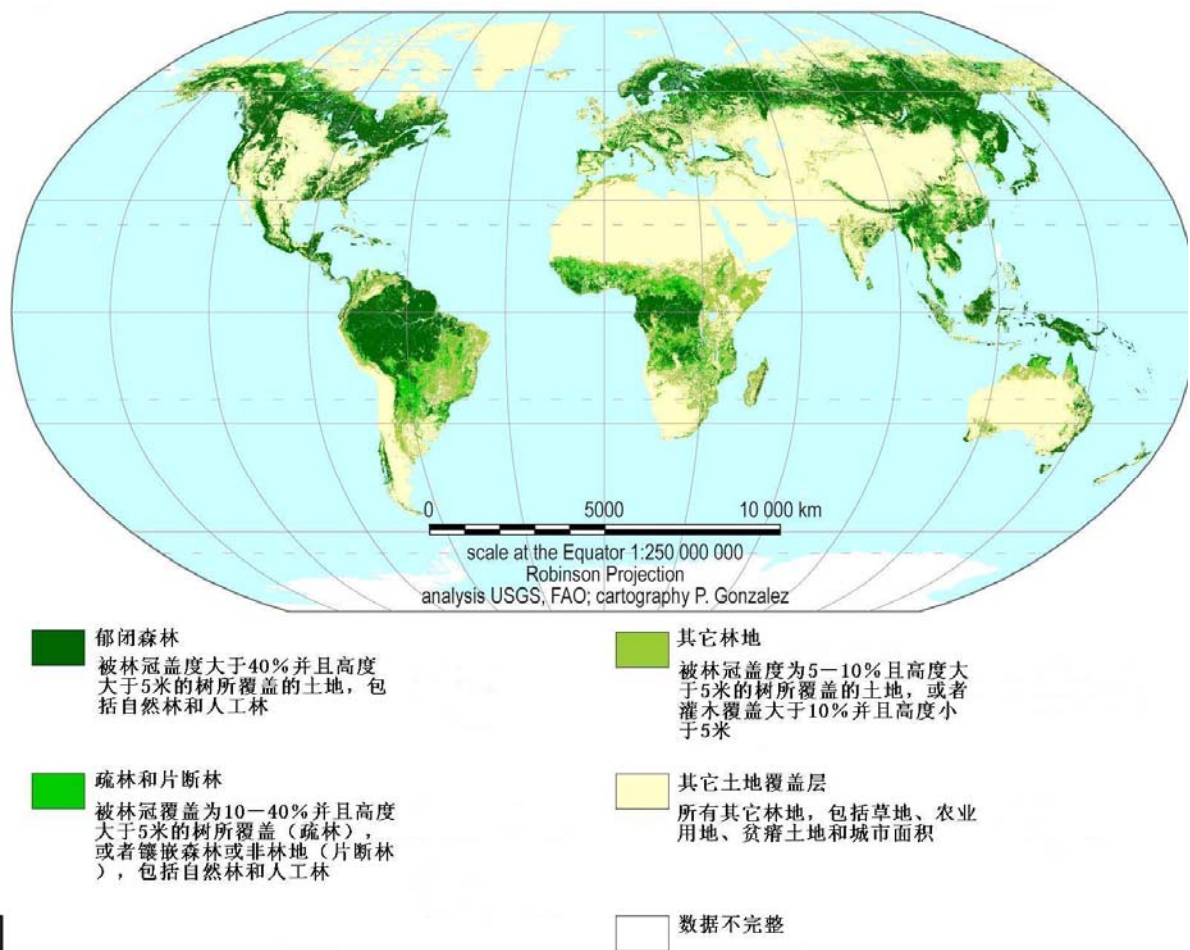


图 4.2 1995 年全球森林和土地覆盖。森林数据的原始空间分辨率为 1 平方千米[美国地质调查局 (Loveland 等, 2000 年) 和粮农组织 (2001 年) 分析]地理信息系统数据见: <http://www.fao.org>.



4.2 仍为林地的林地

本节讨论了已经属于林地超过 20 年（缺省）或超过国家特定过渡期的管理森林。*仍为林地的林地*（FF）的温室气体清单要求：估算 5 种碳汇（即地上部生物量、地下部生物量、死木、枯枝落叶和土壤有机质）中碳库的变化，以及非 CO₂ 气体的排放量。4.3 节论述了在过去 20 年转化为林地的土地（例如，从农田和草地）中温室气体排放和清除的估算方法。第 2 章中给出了估算林地年度碳库变化的一套一般公式。

4.2.1 生物量

本节介绍了生物量增加和损失的估算方法。增加包括生物量生长总量（地上和地下部）。损失是圆木清除/采伐、燃木清除/采伐/采集和火烧、虫灾、病害和其它扰乱引起的损失。当发生这样的损失时，地下部生物量亦会减少，并转成死有机物质（DOM）。

4.2.1.1 方法的选择

第 2 章描述了两种方法，即：基于估算生物量的年度变化（来自对生物量增加和损失的估算）的*增加-损失方法*（公式 2.7），和估算时间 t_2 和时间 t_1 时总生物量碳库差别的*库-差别方法*（公式 2.8）。

生物量增加-损失方法可适用于所有层级，但是库-差别方法更适用于方法 2 和方法 3。这是因为，一般来说库-差别方法为生物量相对大的增加或减少或在进行了非常准确的森林清查情况下提供更可靠的估算结果。对于混交林分的林区，和/或在与生物量总量相比生物量变化非常小的情况下，库-差别方法存在的清查误差可能大于预期变化。除非定期清查除了立木蓄积量外，还能给出死有机物质库的估值，否则应该清楚意识到，仍然需要关于死亡率和损失的其它数据，用来估算转移到死有机物质、采伐的木材产品的数量和扰乱引起的排放。当使用库-差别方法时，为了能获得可靠的结果，随后的清查亦必须采用相等的覆盖面积。因此，在合适的层级选用增加-损失或库-差别方法将是一个专家判断的问题，专家应当考虑到国家清查系统、来自生态调查的数据和信息的可获性、森林所有权格局、活动数据、换算和扩散系数以及成本效益分析等因素。

应该使用第 1 章图 1.2 所示的决策树，来指导不同层级间的选择。这将促进可获资源的有效利用，考虑这个类别的生物量是否为第 1 卷第 4 章所描述的重要的碳汇或关键类别。

方法 1（生物量增加-损失方法）

即使在不能获取活动数据和排放/清除因子的国家特定估值的情况下，方法 1 亦是可行的，并且当仍为林地的林地上生物量碳汇的变化相对较小时，方法 1 亦可以适用。此方法要求将生物量碳增加减去生物量碳损失（公式 2.7）。可以采用增加-损失方法估算生物量中的年度碳库变化，其中估算了生物量生长引起的年度碳库增加和生物量损失引起的年度碳库减少。

- 使用公式 2.9 估算生物量碳库的年度增加，其中每一森林亚类下的面积乘以每年每公顷干物质吨数的年均增量。
- 因为生物量增长通常以出材材积或地上部生物量计算，所以用地下部生物量与地上部生物量的比例估算地下部生物量（公式 2.10）。或者，可以采用生物量换算和扩展系数（BCEF₁）直接将出材材积（米³）换算为总生物量（公式 2.10）。
- 如果 BCEF₁ 值不存在并且生物量扩展系数（BEF）和基本木材密度（D）值是分别估算的，可作如下换算：

$$BCEF_1 = BEF_1 \cdot D$$

生物量扩展系数（BCEF₁）将出材材积扩大到地上部生物量总材积，以计算树、林分和森林的非出材组分。BEF₁ 是无量纲。

- 表 4.7 和 4.8 给出了受扰乱影响的森林面积的平均地上部生物量；表 4.9、4.10 和 4.12 提供了地上部生物量年均净增长值；表 4.11A 和 4.11B 提供了净材积年度增量值；表 4.13 和 4.14 给出了木材密度；以及表 4.4 给出了地下部生物量与地上部生物量的比例（R）。参阅框 4.2 关于将立木蓄积材积、材积增量和木材清除量换算和扩大到生物量的详细解释。

- 在部分生态系统中，基本木材密度（D）可能影响森林生物量的空间分布（Baker 等，2004b）。没有所需的亚层一级木材密度测量数据的方法 1 方法的使用者，可以通过估算 2-3 个主要物种占总森林生物量的比例并采用特定种类木材密度值，计算木材密度值（表 4.13 和 4.14）的加权平均，来估算木材密度。
- 使用公式 2.11 估算年度生物量损失或生物量碳库减少，其中要求估算木材清除（公式 2.12），燃木清除（公式 2.13）和扰乱（公式 2.14）引起的年度碳损失。使用公式 2.20 估算转移到死有机物质中的生物量数量，基于死亡引起的年度生物量碳损失的估值（公式 2.21）和转移到残余物中的年度碳量的估值（公式 2.22）。
- 采用干物质的碳比例（表 4.3）将生物量估值换算为碳值。

当某一类别（或亚类）中的生物量库或其变化至为重要或关键类别时，*优良作法*是选择高层级方法进行估算。方法 2 或方法 2 的选择，取决于可获数据和模式的类型和精确性，活动数据空间分解的程度和国家具体情况。

如果采用通过方法一（参见第 3 章）收集的活动数据，并且不可能使用附加数据来确定*由林地转化和转化为林地*的土地量，则清单编制者应该采用上文描述的用于*仍为林地的林地*的方法 1 估算所有林地上生物量中的碳库。

方法 2

当活动数据和排放/清除因子的国家特定估值可以获得或可以以合理费用收集时，各国可使用方法 2。与方法 1 相同，方法 2 使用公式 2.7-2.14（除了公式 2.8）。各种类木材密度值（表 4.13 和 4.14）可计算来自各种类森林清单数据的生物量。如果能获取必要的国家特定数据，在方法 2 可使用库-差别方法（公式 2.8）。

方法 3

有关生物量碳库变化估算的方法 3 可允许采用多种方法，包括基于过程的模式。由于各国清查方法、森林条件和活动数据不同，国与国间的实施方法亦可能不同。因此，方法 3 的一个关键问题是要将使用的数据、假设、公式和模式的有效性和完整性编写成透明的文档。当使用库-差别方法（公式 2.8）时，方法 3 要求使用详细的国家森林清单。这可能需要辅以适合国情的异速生长公式和模式 [例如，Chambers 等，（2001 年）和 Baker 等，（2004a 年）用于亚马孙；Jenkins 等，（2004 年）和 Kurz and Apps（2006 年）用于北美；和 Zianis 等，（2005 年）用于欧洲]，这样可直接估算生物量增长量。

框 4.2

评估森林中生物量和碳的生物量换算和扩展系数¹

森林清查和操作记录通常以米³出材材积记录立木蓄积量、净年度增量或木材清除量，这排除了非出材地上部组分，如树冠、树枝、细枝条、树叶、树桩和地下部组分（根）。

另一方面，生物量和碳库及变化的评估，集中于总生物量、生物量增长量和生物量清除量（采伐量），包括非出材组分，以吨干物质的形式表示。可以采用一些方法获取森林生物量及其变化。可用两种方式获取地上部生物量及变化，即：

(1) 直接测量实地抽样树的属性，如直径和高度，并一次或定期应用种类特定的异速生长公式或基于这些公式的生物量表格式。

(2) 间接转换森林清单的现有材积数据，例如立木蓄积量、净年增量或木材清除量的出材材积（Somogyi 等，2006 年）。

后一种方法可能通过应用生物量回归函数进行转换，这种函数通常直接以立木蓄积密度（米³/公顷）和树龄、生态带或其它变量的函数，表示物种或物种群生物量（吨/公顷）或其变化率（Pan 等，2004 年）。

比这些生物量回归函数更常见的，将一种单个离散转换系数²应用于出材材积，来获取地上部生物量及其变化：

(1) 生物量扩展系数（BEF）将立木蓄积量、净年增量或木材清除量的出材材积的干重³扩大到计算树、林分和森林的非出材组分。在应用这类 BEFs 前，必须将出材材积（米³）乘以称为基本木材密度（D，吨/米³）的转换系数，转换为干重（吨）。BEFs 是无量纲，因为它们可在重量单位间进行转换。当 BEFs 基于干重实际测定时，并且当地应用的基本木材密度广为人知时，此方法能得出最好的结果。

(2) 生物量换算和扩展系数（BCEF）将换算和扩展结合起来。它们有量纲（吨/米³）并以单独乘法立木蓄积量，年度净增量或木材清除量（米³）直接转换成地上部生物量、地下部生物量或生物量清除量（吨）。

BCEFs 更为方便。它们能直接应用于基于材积的森林清查数据和操作记录，并不需要采用基本木材密度。当 BCEFs 从当地取得并直接基于出材材积时，它们能提供最佳结果。

BCEF 和 BEF 数学关系为：

$$BCEF_s = BEF_s \bullet D$$

应用这个公式需要慎重，因为基本木材密度与生物量扩展系数趋于相关。如果用相同的抽样树确定 D、BEF 或 BCEF，转换将不会产生误差。然而，如果不能确切获知基本木材密度，两种系数之间的转换可能产生误差，因为 BCEF 隐含着特定的未知基本木材密度。理想地，所有换算和扩展系数均可以获取或在当地核查其适用性。

BEF 和 BCEF 随着林分年龄的函数减少，随着立木蓄积密度（每公顷的立木蓄积材积）增加而减少。这是因为出材材积与总材积的比例增加。在低立木蓄积密度或对于年轻林分来说，会迅速降低，对老龄林分和较高林分密度来说，会趋于平稳。

¹ 请参见词汇表（附件 4A.1）中关于术语的定义。

² 这些转换系数通常以离散的形式加以应用，它们还可以以立木蓄积密度、年龄或其它变量的连续函数的形式表示和描述。

³ 在部分应用中，生物量扩散系数将商品材组分的干重扩大到包括树根总生物量，或者将出材材积扩大到地上部或总生物量材积（Somogyi 等，2006 年）。像本文件所使用的一样，生物量扩展系数通常将出材组分（包括树皮）的干重转换成地上部生物量，根部除外。

GPG-LULUCF 仅提供了缺省 BEF 的平均值及较大的范围，并提供关于特定国家从这些范围如何选择适用值的一般指南。为了方便选择更可靠的缺省值，本文件以表 4.5 中立木蓄积密度函数提供缺省系数。因为文献中有更全面和更新的数据，表 4.5 仅含 BCEF 的缺省。始终具有国家特定基本密度和 BEF 的国家，可以应用它们按上文提供的公式来计算国家特定 BCEF。

适用于立木蓄积和净年增量的 BCEF 或 BEF 是不同的。在本文件中，采用以下符号：
BCEF_S：适用于立木蓄积的生物量换算和扩展因子；将立木蓄积的出材材积转换为地上部生物量。

BCEF_I：适用于年净增量的生物量换算和扩展因子；将年净增量的出材材积转换为地上部生长量。

BCEF_R：适用于木材清除的生物量换算和扩展因子；将出材生物量转换成总生物量（包括树皮）。由于采伐造成的损失（参见 4A.1 的词汇表），用于木材和燃料清除的 BCEF_R 和 BEF_R 会大于立木蓄积的。如果不知关于采伐损失的国家特定值，缺省是硬木为 10% 而针叶树为 8%（Kramer 和 Akca, 1982 年）。通过将 BCEF_S 除以 (1 - 0.08)（用于针叶树）和 (1 - 0.1)（用于阔叶树）可以得到木材清除的缺省换算和扩展因子。

*优良作法*是按层估算立木蓄积生物量、地上部生物量增长量和地上部生物量清除量；将这些层编写成文件；并汇总事后结果。采用上文描述的方法将得出地上部生物量及其变化。通过适用地下部生物量与地上部生物量的比例，必须将结果扩大为总生物量。

4.2.1.2 排放因子的选择

增加-损失方法要求符合本国每种森林类型和气候带的地上部生物量增长量、生物量换算和扩展系数（BCEF）、BEF 和/或基本木材密度，以及同包括木材清除、燃木清除和扰乱引起的损失在内的生物量损失有关的排放因子。

年度生物量碳增加， ΔC_G

地上部生物量平均增长量（增量）， G_w

方法 1

方法 1 采用地上部生物量增长（GW）的缺省值，见表 4.9、4.10 和 4.12。如果存在，*优良作法*是对于与国家更相关的不同森林类型采用其它地区的缺省值。

方法 2

方法 2 采用更多的国家特定数据来计算地上部生物量增长， G_w 来自国家特定立木蓄积的年度净增量（ I_V ）。表 4.11a 和 4.11b 提供 I_V 的缺省值。表 4.5 提供了关于 I_V 的合并生物量换算和扩展系数（BCEF_I）的缺省因子。还可以使用关于生物量扩展系数（BEF_I）和基本木材密度（D）的单独数据，将现有数据换算为 G_w 。表 4.13 和 4.14 提供了基本木材密度的缺省值。

方法 3

在方法 3 下，基于过程的估算将利用详细的森林清查或监测系统，含有关于立木蓄积和过去及预计的年度净增量的数据以及直接关于生物量和生物量生长的立木蓄积或净年度增量的函数。还可能通过过程模拟获取年度净增量。还应该纳入具体碳比例和基本木材密度。

森林清单通常提供清查年森林立木蓄积量和年度净增量的状况。当清单年和报告年不吻合时，内插或外推年度净增量或者通过模式估算增量应该与关于采伐和扰乱的数据一起使用，以更新所关注年的清单数据。

地下部生物量增长量（增量）

方法 1

作为与《1996 年 IPCC 指南》一致的缺省假定，地下部生物量增量可为零。或者，采用地下部生物量与地上部生物量比例（R）的缺省值来估算地下部生物量的增长量。表 4.4 提供了这些缺省值。严格说来，这些地下部生物量与地上部生物量的比例仅对库有效，但如果它们应用于短期内地上部生物量增长时，将不会发现可感知的误差。

方法 2

应该采用国家特定的地下部生物量与地上部生物量比例来估算不同森林类型的地下部生物量。

方法 3

最好应将地下部生物量直接纳入计算总生物量增量和损失量的模式。或者，可能使用国家或区域确定的地下部生物量与地上部生物量比例或回归公式（例如，Li 等，2003 年）。

年度生物量碳损失， ΔC_L **木材清除引起的生物量损失， $L_{\text{木材清除}}$ 和 $L_{\text{薪木}}$**

当计算通过生物量清除的碳损失时，需要以下因子：木材清除（H）、整树或部分树的燃木清除（FG）、基本木材密度（D）、地下部生物量与地上部生物量比例（R）、碳比例（CF）、木材清除的 BCEF。所有木材清除均代表森林生物量池的一个损失，第 12 章提供了估算采伐的木材产品中年度碳库变化的指南。

扰乱， $L_{\text{扰乱}}$

其它碳损失的估算要求关于受扰乱影响的面积（ $A_{\text{扰乱}}$ ）和这些森林面积生物量（ B_w ）的数据。需要受扰乱影响的森林类型的地上部生物量的估值以及地下部生物量和地上部生物量比例和扰乱中损失的生物量比例。

第 2 章，表 2.4、2.5 和 2.6 提供了燃料生物量消耗值、排放因子和燃烧因子，在高层级下需要用这些因子来估算在火烧中损失的生物量比例和转移到死有机物质的生物量的比例。

方法 1

平均生物量随着森林类型和管理做法而变化。缺省值见表 4.9 和 4.10。在火烧情况下，从地上部生物量（包括下层林木）的燃烧的燃料排放出 CO_2 和非 CO_2 。火烧可能消耗很高比例的下层植被。在其他扰乱的情况下，部分地上部生物量转移到死有机物质中，并且在方法 1 下，假设受到扰乱的面积中所有生物量在扰乱年被释放。

方法 2

在方法 2 下，扰乱引起的生物量变化将按森林类别、扰乱类型和强度加以考虑。生物量的平均值获自国家特定数据。

方法 3

除了计算与方法 2 相似的损失，方法 3 还可以使用模式，一般采用关于扰乱年和扰乱类别的空间参考或空间明晰信息。

4.2.1.3 活动数据的选择**管理林地的面积**

依据不同森林类型、气候、管理体系和区域，所有层级均需要关于管理林地面积的信息。

方法 1

方法 1 利用可从以下途径获取的森林面积数据：国家统计资料、林业机构（它可能拥有关于不同管理做法面积的信息）、资源保护机构（特别是为天然更新而管理的面积）、市政当局和测绘机构。应按照国家第 3 章的规定，进行交叉检验以确保数据表述的完整性和一致性，避免遗漏或重复计算。如果无国家数据可以利用，可从国际数据来源获取总量信息（粮农组织，1995 年；粮农组织，2001 年；TBFRA，2000 年）。*优良作法*是利用国家来源来核实、验证和更新粮农组织的数据。

方法 2

依据不同森林类型、气候、管理体系和区域，方法 2 使用国家界定的国家数据集，其分辨率足以确保关于土地面积的适当表述符合本卷第 3 章的规定。第 3 章的方法二与方法 2 相符。

方法 3

方法 3 使用的关于经营林地的国家数据有着不同来源，主要是国家森林清单、土地利用和土地利用变化登记册或遥感数据。这些数据应充分说明转变为林地的所有土地并按气候、土壤和植被类型分列。可以使用不同森林类别的地理参考面积追踪不同土地利用类型的面积变化，采用第 3 章中的方法三。

木材清除

为了计算生物量库变化和碳汇转移，清单需要关于木材清除的数据，包括燃木清除和扰乱引起的生物量损失。除了工业目的木材清除外，还可能有小规模加工的木材清除或土地所有者直接卖给消费者。

这些数量可能不包括在官方统计资料里，并且可能需要通过调查进行估算。来自伐倒树的树枝和树冠的燃木必须从转移到死木池中的量里减去。还必须从生物量中减去受扰乱影响的地区上拯救的木材，确保方法 1 清单中没有重复计算，其中假设受扰乱所影响的地区中的生物量已经释放大气层中。

在使用生产统计资料中，使用者必须要慎重处理所涉及的单位。重要的是要核查原始数据中的信息是否被报告在生物量、去皮材积或带皮材积中，以确保扩展系数仅在适合时使用并保持一致。

除非受不含补充数据的方法一土地表述所限制，所有林地均算在*仍为林地的林地*下，来自正在转化为另一土地利用的林地的木材清除不应该列在*仍为林地的林地*的损失报告中，因为这些损失已报告在新土地利用类别中。如果木材清除的统计资料不包括关于土地的分层信息，那么应该从总木材清除量中减去相当于来自林地转化而来的土地的生物量损失的生物量。

圆木采伐情况公布在欧洲经委会/粮农组织《木材公报》并载于粮农组织《林产品年鉴》。后者主要依据各国提供的数据。在无官方数据时，粮农组织提供基于现有最可靠信息的估值。通常，年鉴延后两年面世。

方法 1

粮农组织数据可用作第 2 章公式 2.12 中 H 的缺省值。圆木数据包括从森林清除的以立方米报告的所有木材（去皮）。在 BCEF_R 使用前，去皮数据需要换算为带皮数据。采用树皮百分比完成去皮到带皮材积的换算。

方法 2

应使用国家特定数据。

方法 3

应该在为报告所选的空间分辨率下，使用不同森林类别的国家特定木材清除数据。

燃木清除

对燃木清除引起的碳损失进行估计，需要关于年度清除的燃木材积（FG）、基本木材密度（D）。各国用不同的方法采集燃木，从普通采伐、使用部分树到收集死木各不相同。许多国家燃木构成了生物量损失的最大组分，因而这些国家需要可靠的估值。如果可能，应该区分来自*仍为林地的林地*和转化为其它利用的林地的燃木清除。

方法 1

粮农组织提供关于所有国家燃木和木炭消费数据的统计资料。粮农组织统计资料是基于各国相关机构/部门所提供的资料，并且在部分情况下，由于国家数据收集和报告系统的限制，不能完整计算整个燃木和木炭清除。因此，在方法 1 下，粮农组织的统计资料可直接使用，但应通过粮农组织国家数据来源，如林业部或农业部或任何统计组织，检查其是否完整。应该用关于燃木消费的地区调查或当地研究补充粮农组织或任何国家估值，因为燃木收集有多种来源，森林、木材加工过程的残余物、农场、家园、农村公共地等。如果在国内可以获得更完整的信息，就应该使用。

方法 2

如有，应使用国家特定数据。可利用燃木清除的区域调查来核实和补充国家或粮农组织数据源。国家一级总计燃木清除的估计，可通过对不同收入水平的城乡住户、产业和单位进行区域级调查。

方法 3

应以方法 3 模式所要求的分辨率使用来自国家级研究报告中的燃木清除数据，包括非商业性燃木清除。燃木清除应该与森林类型和地区相关联。

整个调查中，关于*仍为林地的林地*上的燃木清除的多种方法，应该在地区一级或细分的层面上进行计算。应查明燃木来源，以确保没有重复计算。

扰乱

关于所有欧洲国家按类型分列的自然扰乱的速率和影响的数据库（Schelhaas 等，2001 年），可登录：<http://www.efi.fi/>

环境规划署关于全球烧除面积的数据库，可登录：<http://www.grid.unep.ch/>

不过，应注意的是，环境规划署数据库只对 2000 年有效。在许多国家，燃烧面积年度间的变化幅度很大，所以这些数字将不提供具代表性的平均数。许多国家保留自己的扰乱统计资料，例如 Stocks 等，（2002 年），这些可用于方法 2 或方法 3（Kurz 和 Apps，2006 年）。

还应查阅森林资源评估 2005（粮农组织，2005）的扰乱数据。

4.2.1.4 方法 1 计算步骤

下文概述了用缺省方法估算生物量中碳库变化 (ΔC_B) 的步骤：

步骤 1：按照第 3 章的指导意见（表述土地面积的办法），按本国所采用的类型，将仍为林地的林地的面积（A）归类为不同气候或生态带的森林类型。作为参考，GPG-LULUCF（IPCC，2003 年）的附件 3A.1 提供了按区域和国家分列的国家一级森林面积和年度森林面积变化的数据，作为一个比较手段。另外，粮农组织还定期提供面积数据；

步骤 2：采用面积和生物量增长的估值来估算仍为林地的林地中年度生物量增加 (ΔC_G)，对国家中存在的每一森林类别和气候带，使用第 2 章中的公式 2.9 和 2.10。

步骤 3：利用第 2 章中的公式 2.12 来估算木材清除引起的年度碳损失 ($L_{\text{木材清除}}$)；

步骤 4：利用 2 章中的公式 2.13 来估算燃木清除引起的年度碳损失 ($L_{\text{燃木}}$)；

步骤 5：利用第 2 章中的公式 2.14 来估算扰乱引起的年度碳损失 ($L_{\text{扰乱}}$)，避免重复计算木材清除和燃木清除中已经包括的损失；

步骤 6：根据步骤 3-5 中估算的损失，利用第 2 章中的公式 2.11 来估算生物量损失引起的年度碳库减少 (ΔC_L)；

步骤 7：利用第 2 章中的公式 2.7 来估算生物量中的年度碳库变化 (ΔC_B)。

样例：接下来的示例表明了计算生物量中年度碳库变化 (ΔC_B) 的增加-损失方法 (方法 1)，利用第 2 章中的公式 2.7 [$\Delta C_B = (\Delta C_G - \Delta C_L)$]，用于一个位于欧洲温带大陆森林地带的假设国 (4.5 节表 4.1)：

- 该国内仍为林地的林地的面积 (A) 为 100 000 公顷 (参见第 3 章的面积分类)；
- 这是一个树龄为 25 年的松树林，平均地上部立木蓄积材积为 40 米³/公顷；
- 出材圆木采伐 (带皮) (H) 为 1 000 立方米/年；
- 整个树燃料木材清除 (FG_树) 为 500 立方米/年；
- 虫害扰乱的面积是 2000 公顷/年，地上部生物量所受影响为 4 吨干物质/公顷。

生物量年度增加 (ΔC_G) 为年均生物量增量 (G_{TOTAL})、土地面积 (A) 与干物质的碳比例 (CF) 的乘积；第 2 章中的公式 2.9, [$\Delta C_G = \sum_{ij} (A \bullet G_{TOTAL} \bullet CF)$]。对给定的值——地上部生物量年度增长量 (G_W)、地下部生物量与地上部生物量比例 (R) 及 4.5 节中缺省数据表格——利用第 2 章中公式 2.10 计算 G_{TOTAL} 。

对于假设国，

$G_W = 4.0$ 吨干物质/公顷/年 (表 4.9)；

$R = 0.29$ 吨干物质/吨干物质，地上部生物量为 50-100 吨/公顷 (表 4.4，对于地上部生物量根据表 4.7)；

$G_{TOTAL} = 4.0$ 吨干物质/公顷/年 $\bullet (1 + 0.29) = 5.16$ 吨干物质/公顷/年 (公式 2.10)；及

$CF = 0.47$ 吨碳/吨干物质 (表 4.3)。

因此，(公式 2.9)： $\Delta C_G = 100\ 000$ 公顷 $\bullet 5.16$ 吨干物质/公顷/年 $\bullet 0.47$ 吨碳/吨干物质 = 242 520 吨碳/年。

生物量损失 (ΔC_L) 是由木材清除 ($L_{木材清除}$)、燃料木材采集 ($L_{燃料木材}$) 和扰乱 ($L_{扰乱}$) 引起的年度损失的总和，第 2 章中的公式 2.11。

用第 2 章中公式 2.12 计算木材清除 ($L_{木材清除}$)，出材圆木 (带皮) (H)、生物量换算扩展系数 ($BCEFR$)、采伐木材中的树皮比例 (BF)、地下部生物量与地上部生物量比例 (R)、干物质碳 (CF) 比例和缺省表格，4.5 节。

对于假设国，

$BCEFR = 1.11$ 吨干物质/米³ (表 4.5，根据立木蓄积材积 40 米³/公顷)；

$BF = 0.1$ 吨干物质/吨干物质。 $R = 0.29$ 吨干物质/吨干物质，地上部生物量为 50 - 150 吨/公顷 (表 4.4，表 4.7 提及地上部生物量)；及

$CF = 0.47$ 吨碳/吨干物质 (表 4.3)。

$L_{木材清除} = 1\ 000$ 米³/年 $\bullet 1.11$ 吨干物质/米³ $(1 + 0.29 + 0.1) \bullet 0.47$ 吨碳/吨干物质
= 725.16 吨碳/年 (公式 2.12)。

燃料木材清除 ($L_{燃料木材清除}$) 的计算使用：第 2 章中公式 2.13、整树的木材清除 (FG_树)、生物量换算扩展因子 ($BCEFR$)、地下部生物量与地上部生物量比例 (R)、干物质碳 (CF) 比例和 4.5 节的缺省表。对于假设国，

$BCEFR = 1.11$ 吨干物质/米³ (表 4.5，根据立木蓄积材积 40 米³/公顷)；

$R = 0.29$ 吨干物质/吨干物质，地上部生物量为 50-100 吨/公顷 (表 4.4，对于地上部生物量根据表 4.7)；及

$CF = 0.47$ 吨碳/吨干物质 (表 4.3)。

$L_{燃料木材清除} = 500$ 米³/年 $\bullet 0.75$ 吨干物质/米³ $(1 + 0.29) \bullet 0.47$ 吨碳/吨干物质
= 336.50 吨碳/年 (公式 2.13)。

扰乱引起的生物量中的年度碳损失 ($L_{\text{扰乱}}$) 的计算使用：第 2 章公式 2.14、扰乱面积 ($A_{\text{扰乱}}$)、受影响的平均地上部生物量 (B_w)、地下部生物量与地上部生物量比例 (R)、干物质碳比例 (CF)、扰乱中损失的生物量比例 (fd) 和 4.5 节中的缺省表。对于假设国，

$R = 0.29$ 吨干物质/吨干物质，地上部生物量为 50-100 吨/公顷（表 4.4，对于地上部生物量根据表 4.7）；

$CF = 0.47$ 吨碳/吨干物质（表 4.3）； $fd = 0.3$

$L_{\text{扰乱}} = 2000 \text{ 公顷/年} \bullet 4.0 \text{ 吨干物质/公顷} (1 + 0.29) \bullet 0.47 \text{ 吨碳/吨干物质} \bullet 0.3$
 $= 1455.12 \text{ 吨碳/年}$ （公式 2.14）

生物量损失引起的年度碳库减少 (ΔC_L)，

$CL = 725.16 \text{ 吨碳/年} + 336.50 \text{ 吨碳/年} + 1455.12 \text{ 吨碳/年}$
 $= 2516.78 \text{ 吨碳/年}$ （公式 2.11）

生物量中的年度碳库变化 (ΔC_B)

使用第 2 章，公式 2.7 [$\Delta C_B = (\Delta C_G - \Delta C_L)$]

$\Delta C_B = 242520 \text{ 吨碳/年} - 2516.78 \text{ 吨碳/年} = 240003.22 \text{ 吨碳/年}$

4.2.1.5 不确定性评估

本节考虑与为仍为林地的林地的所作清单估值有关的特定来源不确定性。估计国家具体的和/或分解的数值，需要获得比下文给出的更准确的不确定性信息。第 1 卷第 3 章提供了与基于抽样的研究有关的不确定性信息。关于排放因子和活动数据不确定性估值的现有文献有限。

排放和清除因子

粮农组织（2006 年）提供了用于森林碳因子的不确定性估值：基本木材密度（10-40%）；工业化国家管理森林中的年度增量（6%）；立木蓄积（工业国家 8%，非工业国家 30%）；工业国家总合的天然损失（15%）；木材和燃木清除（工业国家 20%）。

Hakkila 的研究中（1968、1979 年），在芬兰，松树、云杉和桦树的基本木材密度的不确定性在 20% 以下。相同种类林分间的变率应当低于相同种类单一树木的变率或充其量与之持平。在芬兰，松树、云杉和桦树的生物量扩展系数的不确定性为 10% 左右（Lehtonen 等，2003 年）。

在 8 个亚马孙热带森林清单地块中，总合的测量错误导致少于 10 年期的底面积变化的估值误差为 10-30%（Phillips 等，2002 年）。

木材密度和生物量扩展系数的不确定性的主要来源为林分年龄、物种构成和结构。为了减少不确定性，鼓励各国制定适合它们条件的国家或区域特定生物量扩展系数和 BCEFs。如果没有国家或区域特定的数值可以利用，应检查排放和清除因子缺省参数的来源并审查它们是否符合该国的具体条件。

引起年度增量变化的原因包括气候、立地增长条件和土壤肥力。人工更新和管理林分的变化小于天然森林。提高估值准确性的主要方法与按森林类型适用分层的国家特定或区域增量有关。如果使用增量缺省值，应清楚表明估值的不确定性并编制成文件。方法 3 可使用按种类、生态带、立地生产力和管理强度分层的生长曲线。相似的方法亦例行用于木材提供计划模型中，并且此信息可以纳入碳计量模型中（例如，Kurz 等，2002 年）。

关于商业性采伐的数据较为准确，不过由于非法采伐和税收规定导致低报，数据可能并不完整或有偏差。直接采集和利用、未出售的传统木材，可能未列入任何统计数据。各国必须慎重考虑这些问题。发生风暴和虫害后从森林清除的木材量在时间和材积两方面均差异很大。对这类损失无法提供缺省数据。有关这些损失的不确定性的估算，可根据从森林直接提取的损坏木材量或使用随后用于商业和其它目的的损坏木材的有关数据。如果将燃木材积与采伐分开处理，有关的不确定性可能很大，因为传统采集相关的不确定性很高。

活动数据

面积数据的获取应采用第3章中的指南或来自粮农组织（2000年）。工业国家估算的森林面积估值的不确定性大约在3%左右（粮农组织，2000年）。

4.2.2 死有机物质

第2章里已经提供了关于死有机物质（DOM）池（枯枝落叶和死木）中碳库变化的估算方法的一般描述。

本节集中于*仍为林地的林地*中死有机物质池中碳库变化的估算方法。方法1假设DOM池中的净碳库变化为零，因为方法1中简单的输入和输出公式不宜用来捕捉DOM池的动态。想要量化DOM动态的国家需要建立方法2或方法3方法学。在DOM是关键类别的国家，应该采用高层级方法并估算DOM变化。

死木（DW）池包括粗碎木片、死粗根、现存死树中的碳，以及其它未包括在枯枝落叶或土壤碳汇中的物质。估算死木池的大小和动态实际上有着许多局限性，特别是与现场测量相关的局限性。一般说来，与从死木（DW）池转移到枯枝落叶及土壤池的速率和向大气层的排放量的估值相关的不确定性很高。林分间死木量的变化很大，在管理土地（Duvall 和 Grigal, 1999年；Chojnacky 和 Heath, 2002年）和非管理土地（Spies 等, 1988年）上均是如此。死木的数量取决于最后扰乱以来的时间、最后扰乱的类型、扰乱中的损失、扰乱时的投入的生物量（死亡率）（Spies 等, 1988年）、自然死亡率、衰减率和管理（Harmon 等, 1986年）。

可以采用库-差别方法或增加-损失方法估算枯枝落叶净累积率。后者需要估算每年的枯枝落叶量（包括所有的叶、细枝条、果实、花、根和树皮）减去枯枝落叶年分解率的余量。此外，扰乱可以增加和清除枯枝落叶池的碳，影响枯枝落叶池的大小和组成成分。在林分发展的早期阶段，枯枝落叶动态取决于最后扰乱的类型和强度。当扰乱向死有机物质（DOM）池转移生物量时（例如被风吹走或被昆虫杀死），枯枝落叶池会一直减少到损失为枯枝落叶投入所补偿。当扰乱已经清除枯枝落叶（例如野火），在林分发展的早期阶段，如果枯枝落叶的投入超过衰减，枯枝落叶池会增加。管理做法如木材采伐、烧除残余物和整地等，会改变枯枝落叶的特性（Fisher 和 Binkley, 2000年），但是很少研究报告明确纪录管理对枯枝落叶碳产生的影响（Smith 和 Heath, 2002年）。

4.2.2.1 方法的选择

第2章图2.3中的决策树为执行估算程序而选择适合层级提供指南。共同描述了关于死木和枯枝落叶的方法选择，因为用于两者的公式是相同的，但分别计算这两种池的估值。

DOM池中碳库变化的估算需要关于死木和枯枝落叶池的碳库变化估值（参阅第2章中的公式2.17）。

方法1

方法1假设死木和枯枝落叶池处于平衡状态，这样假设DOM池中的碳库变化为零。对于森林中的森林类型、扰乱或管理状况发生明显变化的国家，鼓励其使用方法2或方法3建立国家数据，以量化这些变化带来的影响和报告碳库变化及非CO₂排放的结果。

方法2和方法3

可以获得估算死木和枯枝落叶中碳库变化的两种一般方法。存在相似的方法可估算生物量碳库变化，并且估算DOM变化的方法选择，可能受生物量碳库变化估算方法的选择的影响。

增加-损失方法：增加-损失方法采用死木和枯枝落叶池投入与损失的质量平衡，来估算一个具体时期中的库变化。这涉及估算*仍为林地的林地*的管理面积和进出死木及枯枝落叶池的年均转移量（第2章中公式2.18）。为了降低不确定性，*仍为林地的林地*的面积可按气候或生态带进一步被分层，并按森林类型、生产力、扰乱状况、管理做法或其它影响死木和枯枝落叶碳汇动态的因子进行分类。净平衡的估算要求按每公顷计算转移进死木和枯枝落叶池的量，这些转移量来自茎的死亡、枯枝落叶和周转以及来自分解的损失。此外，在受管理活动或自然扰乱的地区，死木和枯枝落叶将以生物量残余物的形式加入，并通过采伐（拯救死立木）、烧除或其它机制而转移。

优良作法是对DOM所采用的林地的分层要与估算生物量碳库变化所有的分层相同（4.2.1节）。

库-差别方法：此方法涉及估算*仍为林地的林地*的管理面积，确定两个时间点的死木和枯枝落叶碳库量，并计算两个碳库估值间的差值（第2章中公式2.19）。通过将碳库变化量除以两次测量间的时间段

(年)，得到清单年的年度碳库变化。方法 2 仅对具有基于抽样地块的森林清单的国家是可行的。按两个时间点碳库的差值计算碳库变化，要求在时间 t_1 和 t_2 的面积相等，以确保报告的碳库不是面积变化引起的。

对于方法 2 和方法 3，两种选择均需要大量数据，并要求进行现场测量和其执行模型。这样的模型可以利用为模拟森林动态所编集的知识与信息，与木材提供计划过程中所使用的模拟一样（例如，Kurz 等，2002 年，Kurz 和 Apps，2006 年）。

4.2.2.2 排放/清除因子的选择

方法 1

采用缺省法，假定仍为林地的林地的死有机物质池的碳库是稳定的。假设野火过程中源自死木和枯枝落叶池的二氧化碳排放量为零，并且亦未计算再增长过程中死木和枯枝落叶池中的碳累计。在方法 1 中估算野火中的非 CO_2 排放，包括 CH_4 和 CO 。

方法 2 和方法 3

参数 f_{BLol} 是指总生物量中留在地面上衰减的部分，参见第 2 章公式 2.20。转移的碳的分辨率和准确率将相应计算损失中应用的扩展系数。

f_{BLol} 的方法 2 估算要求关于扰乱后留下碳的平均比例的国家数据。当国家数据不完整时，第 2 章提供两个表：

- 在国家拥有可靠的立木蓄积生物量数据的情况下，燃烧系数缺省值可用作 $(1-f_{\text{BL}})$ ；在这种情况下，使用份额损失；参见表 2.6
- 在立木蓄积生物量数据不太可靠的情况下，生物量清除缺省值可用作 $[M_B \cdot (1-f_{\text{BL}})]$ 。 M_B 是可用于燃烧的燃料质量（参见第 2 章中的表 2.4 和公式 2.27）。

关于采伐的活树中碳向采伐残余物转移的国家特定值可从本国扩展系数导出，其中考虑到森林类型（针叶/阔叶/混交）、生物量利用率、采伐做法和在采伐作业期间损坏树木的数量。采伐和自然扰乱均向死木及枯枝落叶池添加生物量。其它管理做法（如采伐残余物的烧除等）和野火清除死木及枯枝落叶池中的碳。如果得知受扰乱影响的每一管理做法和森林类型下的面积，那么可以采用扰乱矩阵（参见第 2 章，表 2.1；Kurz 等，1992 年），来确定每种扰乱类型下转移到其它池、到大气层或从森林中清除的生物量、死有机物质和土壤碳汇的比例。

f_{BLol} 的方法 3 估算要求关于扰乱（如火烧和风暴等）中迅速排放比例的更详细知识应该通过现场测量或从类似扰乱的研究中获取有关数据。已经建立了扰乱矩阵（参见第 2 章表 2.1），为每一扰乱类型确定，转移到其它碳汇、向大气层释放或转移到采伐的木材产品的生物量（以及所有其它碳汇）比例（Kurz 等，1992 年）。扰乱矩阵在计算采伐或扰乱对生态系统碳的直接影响时可确保碳保存量。

方法 3 依赖更复杂的森林碳计量模型，追踪每一森林类型的来自死有机物质池的投入和损失速率、生产力和树龄级别。当存在包含对死有机物质池进行再测量的完整森林清单时，还可利用第 2 章中公式 2.19 所描述的库-差别方法求出碳库变化的估值。优良作法是结合定期抽样的基于清单的方法应遵循第 3 章附件 3A.3 所述的原则。基于清单的方法可以结合模式以捕捉所有森林碳汇的动态。与较低层级相比，方法 3 方法提供更加确定的估值，而且更加突出表明生物量和死有机物质碳汇动态之间的联系。模拟死木和枯枝落叶碳平衡动态计量的其它重要参数是衰减率，可随森林类型及气候条件和森林管理做法而变化（例如，控制的散烧或疏伐和其它形式的部分采伐）。

4.2.2.3 活动数据的选择

采用方法 1 的国家不需要任何活动数据来估算仍为林地的林地上死有机物质中的碳库变化。

采用高层级的国家需要关于按主要森林类型、管理做法和扰乱状况分类的仍为林地的林地的面积的活动数据。森林总面积和所有其它活动数据应符合根据本章其它各节，主要是仍为林地的林地的生物量相关节（4.2.1 节）报告的那些面积。关于每年受采伐和扰乱影响的面积的国家特定活动数据，可以从国家监测项目中得到。如果这种信息能与国家土壤及气候数据、植被清单和其它地球物理数据一起使用，将大大方便对死有机质变化的评估。

由于各国的森林管理体系不同，数据来源亦千差万别。数据可收集自各承包商或公司、负责森林清单及管理的管理机构和政府机构，以及研究机构。数据格式差异很大，除其它外，其中包括在奖励方案

内或按条例要求定期提交的活动报告、森林管理清单和来自使用遥感图像的监测项目（Wulder 等，2004年）。

4.2.2.4 方法 1 计算步骤

因为方法 1 假设仍为林地的林地的死有机物质（DOM）中没有发生改变，关于计算步骤的指南并不相关。

4.2.2.5 不确定性评估

按照定义，方法 1 假设碳库是稳定的，所以不确定性的正式分析并不合适。事实上，在林分级此假设几乎完全不正确，并且一般说来不可能正确，但是对森林景观而言结果的误差可能很小，因为部分林分的增加可能被其它林分的减少所抵消，但是对于整个景观或国家而言，死有机物质池可以增加亦可以减少。理解发生在一国森林中变化的类型，可以定性深入了解死有机物质池变化的方向。例如，在部分国家，生物量立木蓄积量不断增加，因为采伐和扰乱的损失小于增长带来的增量。很可能死有机物质池亦不断增加，即使增加速率不能得知，除非使用方法 2 或方法 3 估算方法。

使用方法假设所有碳损失均发生在扰乱年里的各国，很可能会高估高于平均扰乱年份的扰乱损失，并低估低于平均扰乱年的真实排放。采伐或扰乱速率相当恒定而依赖这样模型的国家，很可能接近真实的净碳库变化。

各国必须采用专家判断来评价使用高层级方法得出的估值的不确定性。可合理地假设，死有机物质中碳库变化的估值的不确定性一般大于生物量中碳库变化的估值的不确定性，因为在多数国家，比起关于死有机物质库的数据，可以获得更多的关于生物量库的大量数据。此外，描述生物量动态的模型一般比死有机物质动态的模型更为高级。

鉴于理解森林生态系统的非木材组分重要性的提高，许多国家已经修改了清单程序。可以获得的关于死有机物质碳库及其动态的数据越来越多，这将允许清单机构更好地识别、量化和减少未来年份死有机物质估值的不确定性。

4.2.3 土壤碳

本节详述估算森林土壤碳库的变化的估算程序和优良作法。不包括属于死有机物质池的森林枯枝落叶。分别就两种类型的森林土壤提供指南：1) 森林矿质土壤，2) 森林有机土壤。

一般说来，森林矿质土壤（至 1 米深）的有机碳含量差别很大，从 20 吨碳/公顷到超过 300 吨碳/公顷不等，取决于森林类型和气候条件（Jobbagy 和 Jackson，2000 年）。总体而言，森林矿质土壤含有约 700 Pg 碳（Dixon 等，1994 年），但由于长期碳投入与产出间的差异，土壤有机碳池并非静态的。投入主要取决于森林生产能力、枯枝落叶的分解和及其融入矿质土壤的情况以及随后矿化和呼吸作用引起的损失（Pregitzer，2003 年）。土壤有机碳的其它损失的发生是因为有机碳的腐蚀或分解，有机碳淋溶入地下水或通过坡面漫流损失掉。由于有机质的投入多数来自地上部枯枝落叶，森林土壤的有机质往往集中在上层土壤中，最上部 30 厘米这一层含有全部土壤有机碳的一半左右。上层土壤中含有的碳往往最具化学分解性，而且最易遭受直接的自然和人为扰乱。本节仅讨论土壤碳，并不涉及分解的枯枝落叶（即，死有机物质，参见 4.2.2 节）。

人类活动和其它扰乱，诸如森林类型、生产力、衰减率和扰乱的变化，能改变森林土壤碳动态。不同的森林管理活动，如轮伐期的长度；树种的选择；排水；采伐做法（全树或锯材原木；更新，部分采伐或疏伐）；整地活动（计划火烧、松土）；以及施肥等，均会影响土壤有机碳库（Harmon 和 Marks，2002 年；Liski 等，2001 年；Johnson 和 Curtis，2001 年）。扰乱状况的变化——尤其是发生严重的森林火烧、虫害和其它林分置换扰乱的过程中——预计亦会改变森林土壤的碳汇（Li 和 Apps，2002 年；de Groot 等，2002 年）。此外，有机土壤上森林林分排水会降低土壤碳库。

第 2 章 2.3.3 节含有估算土壤碳库变化的一般信息和指南，需要首先阅读这些信息和指南，再查看关于森林土壤碳库的具体指南。采用第 2 章中的公式 2.24 计算与森林相关的土壤碳库变化，此公式结合了矿质土壤和有机土壤的土壤有机碳库，以及土壤无机碳库的库变化（仅方法 3）。本节详述估计森林土壤有机碳库的变化所使用的估算程序和优良作法（注：不包括森林枯枝落叶，即死有机物质）。分别

就两种类型的森林土壤提供指南：1) 森林矿质土壤，2) 森林有机土壤。参见 2.3.3.1 节关于土壤无机碳的一般讨论（下文关于林地的讨论没有提供更多信息）。

为了计算与仍为林地的林地相关的土壤碳库中的变化，各国至少需要有清单期开始和结束时林地总面积的估值，面积按气候带和土壤类型分层。如果土地利用和管理活动数据有限，方法一活动数据（参见第3章）可用作方法1的基础，但是高层级可能需要更详细的关于森林管理系统大概分布的国家专家记录或知识。森林分类必须依据气候带和主要土壤类型进行分层，其完成可通过吻合适合的气候和土壤图。

4.2.3.1 方法的选择

可以采用方法1、方法2或方法3建立清单，对于矿质和有机土壤来说，各国可以选择使用不同的层级。第2章提供了用于矿质土壤（图2.4）和有机土壤（图2.5）的决策树，用以帮助清单编制者选择对土壤碳清单的适合层级。

矿质土壤

尽管关于森林类型、管理做法和其它扰乱对土壤有机碳的影响的文献日益增多，但现有的证据仍然大多是针对特定的立地或研究项目的，最后可能基于气候条件、土壤特性、有关时标的影响而加于概括，考虑抽样强度和不同土壤深度增量的影响（Johnson 和 Curtis, 2001 年；Hoover, 2003 年；Page-Dumroese 等, 2002 年）。然而目前关于森林矿质土壤中与森林类型、管理和其它扰乱有关联的碳库变化的规模和方向的知识仍然未有定论，不支持广泛的概括。

方法1

由于科学依据不完整和产生的不确定性，假设方法1中森林土壤碳库不随管理而变化。此外，如果采用方法二或方法三活动数据（参见第3章），不必计算矿质土壤的碳库变化（即SOC库变化为零）。

如果采用通过方法一（参见第3章）收集的活动数据，并且不可能确定转化 h 和转化为林地的土地量，那么清单编制者应该采用正在估算清单年末的面积和森林土壤增减的不同估值，估算林地土壤碳库。将林地土壤碳库的变化与其它土地利用的库变化相加，估算土壤利用变化的影响。如果清单编制者不计算森林某一库，那很可能造成清单的系统误差。例如，对于从森林转化为农田或草地的土地，将在清单末年估算土壤碳库，但在清单初年却没有这个库（当时是森林）。因此，转化为农田或草地会被估算为土壤碳的一个增加，因为在林地中假设土壤碳库为零，但在农田和草地中土壤碳库并不为零。这将使清单估值中产生偏差。使用公式2.25估算土壤顶层30厘米处的SOC₀和SOC_{0-T}（第2章）。要注意的是，林地中外露的基层岩面积未包括在土壤碳库计算中（假设库为零）。

方法2

使用公式2.25（第2章）基于参考土壤碳库以及针对森林类型（FI）、管理（FMG）和自然扰乱状况（FD）的国家特定库变化因子，计算土壤有机碳库。要注意的是，在公式2.25中自然扰乱状况的库变化因子（F_D）替代了土地利用因子（F_{LU}）。此外，可纳入国家特定信息，更具体化地规定参考碳库、气候带、土壤类型和/或土地管理分类系统。

方法3

方法3需要大量的知识和数据，以允许制定准确和综合的国内估算方法，包括评价模式结果和实施一项国内监测计划和/或建模工具。任何国家特定方法的基本要素是（根据Webbnet土地资源服务有限公司改编，1999年）：

- 按与清单其它碳汇，特别是生物量，所采用的一致的气候带、主要森林类型和管理制度的分层；
- 确定每层中的主要土壤类型；
- 描述对应土壤碳库的特点，确定土壤有机碳投入和产出率的决定性过程和这些过程发生的条件；
- 确定并采取合适的方法以便在可操作的基础上估算每层森林土壤的碳库变化，包括模式评价程序；方法学考虑预计包括综合开展各项监测活动，如反复进行森林土壤调查、建模研究以及建立基准立地。关于土壤监测活动的进一步指导意见载于科学文献（Kimble 等, 2003 年；Lal 等, 2001 年；McKenzie 等, 2000 年）。优良作法是为此开发或改编的模式应经同行审查，并用关于所研究的生态系统的具有代表性并独立于校准数据的观察结果进行验证。

有机土壤

方法 1

目前，方法 1 仅涉及由森林有机土壤排水引起的碳排放，因为数据有限和缺乏充足知识限制了更为精确的缺省方法的建立。采用公式 2.26（第 2 章），排水的森林有机土壤按气候类型进行分层，然后乘以具体气候排放因子，以求出年度碳排放的估值。在采用方法一土地表述中，转化为林地的面积可以包括在总面积估算里（不含补充数据），以能够确定土地利用变化。

方法 2

对于方法 2，使用与方法 1 相同的基本公式（公式 2.26），但纳入国家特定信息，用以更具体化规定排放因子，气候带和/或建立相对于有机土壤的森林分类方案。

方法 3

方法 3 方法涉及估算与管理森林的有机土壤相关联的 CO₂ 排放量，包括可能改变森林有机土壤的水文状况、地表温度和植被构成的所有人为活动；以及主要的扰乱如火烧。

4.2.3.2 库变化和排放因子的选择

矿质土壤

方法 1

不必用方法二或方法三活动数据（参见第 3 章）计算仍为林地的林地的库估值。如果采用方法一活动数据，库变化因子（包括输入、管理和扰乱状况）在方法 1 下等于 1。因此，仅需要参考碳库来应用此方法，第 2 章表 2.3 提供了这些参考碳库值。

方法 2

在方法 2 中，根据有关管理、森林类型和自然扰乱状况的国家特定分类方案求出库变化因子。方法 2 还应该包括求出国家特定参考碳库和比方法 1 提供的缺省类别更详细的气候和土壤分类。

*优良作法*是集中于具有最大总体效应的因子，并考虑对森林土壤有机碳（SOC）的影响和受影响森林的范围。可将管理做法大致归类为集约型（如人工林）或粗放型（如天然林）；这些类别亦可按照国家情况重新定义。库变化因子的得出很可能基于在实验立地和抽样地块进行的涉及复制、成对立地比较等深入研究（Johnson 等，2002 年；Olsson 等，1996 年；亦见 Johnson 和 Curtis，2001 年；Hoover，2003 年的评论）。在实践中，可能无法区分不同森林类型、管理做法和扰乱状况的影响，在这种情况下，可将一些库变化因子合并为一个单一的修正因子。如果一国拥有不同管理制度下不同森林类型的妥善归档的数据，也许可以直接求出土壤有机碳估值，而不必利用参考碳库和调整因子。然而，必须建立与参考碳库的联系，以便可以计算土地利用变化的影响，而不包括由于不同土地利用类别（即林地、农田、草地、聚居地和其它土地）间缺乏方法间一致性所造成的碳库人为的增加或减少。

还可以通过求出国家特定参考碳库（SOC_{参考}）来改进清单，这些参考碳库收集自公布的研究或调查。此类数值的获取通常是通过编制和/或汇编大型土壤剖面数据库（Scott 等，2002 年；Siltanen 等，1997 年）。2.3.3.1 节（第 2 章）提供了求得库变化因子和参考碳库的附加指南。

方法 3

恒定库变化率因子本身的估算不太可能有利于可变率，可变率可更准确地捕捉土地利用和管理效应。参见 2.3.3.1 节（第 2 章）进一步的讨论。

有机土壤

方法 1

4.5 节表 4.6 提供了缺省排放因子，用于估算与有机土壤排水相关的碳损失。

方法 2

方法 2 涉及从国家特定数据中求出排放因子。主要的考虑是除了气候区域之外，是否将森林类型或管理作进一步更细的分类。这些决定将取决于表明碳损失率重大差异的试验数据。例如，可以建立多种森林管理体系的排水分类。此外，管理活动可能会破坏基础有机土壤的碳动态。例如，采伐可能因截留、蒸发和蒸腾减少而导致水位上升（Dubé 等，1995 年）。

方法 3

恒定库变化率因子本身的估算不太可能有利于可变率，可变率可更准确地捕捉土地利用和管理效应。参见 2.3.3.1 节（第 2 章）进一步的讨论。

4.2.3.3 活动数据的选择

矿质土壤

方法 1

对于方法 1 而言，假设森林土壤碳库不随管理而改变，因此不必将森林划分成多种类型，管理类别或自然扰乱状况。然而，如果采用方法一活动数据（参见第 3 章），为了将适合的参考碳库应用到林地，将需要用环境数据将国家分为不同的气候区域和土壤类型。第 3 章附件 3A.5 对缺省气候分类方案进行了详细说明。如果从国家数据库中不能获得进行气候类型分类所需的信息，还有诸如联合国环境规划署等国际来源中获取气候数据的国际来源。还需要数据将土壤分为第 3 章提供的各种缺省类别，如果不能获得绘制土壤类型的国家数据，如粮农组织世界土壤地图等国际数据是合理的替代。

方法 2

用于方法 2 的活动数据包括主要的森林类型、管理做法、扰乱状况及其适用的面积。最好应将数据与国家森林清单（如有）和/或与国家土壤及气候数据库联系起来。典型的变化包括：非管理林向管理林的转变；天然林向新的森林类型的转变；森林管理活动的增强，例如整地、植树和轮伐期的改变；采伐做法的改变（树干与全树采伐；留在现场的残余物数量）；扰乱（病虫害爆发、水灾、火烧等）的频率。数据来源因各国的森林管理系统而变化，但可以包括个别承包人或公司、法定林业部门、研究机构和负责森林清查的机构。数据格式差异巨大，除其它外，包括活动报告、森林管理清单和遥感图像。

此外，方法 2 应该涉及比方法 1 更细的环境数据分层，包括气候区域和土壤类型，这些很可能基于国家气候和土壤数据。如果在方法 2 清单中采用更细的分类方案，对于更详细气候区域和土壤类型集的设置，还要求出参考碳库，并且需要根据国家特定分类将土地管理数据进行分层。

方法 3

对于在方法 3 中动态模式的应用和/或基于测量的直接清查，相对于方法 1 和方法 2，需要关于结合气候、土壤、地形和管理数据的相似或更详细的数据，但是确切的需要取决于模式或测量设计。

有机土壤

方法 1

采用方法 1 时，不必将森林分为多种系统。然而，土地面积确实需要按气候区域和土壤类型进行分层（参见第 3 章关于土壤和气候分类的指南），以便可以确定有机土壤，可采用合适的缺省排放因子。

方法 2

方法 2 可能涉及管理、森林类别或扰乱状况更细的分层，但要与有机土壤的国家特定排放因子保持一致。例如，如果按排水分类求出管理因子，那么森林系统需要按排水进行分层。然而，对于分类来说优良作法是基于经验数据，这些数据要能表明所提及类别的碳变化率间的重要差别。此外，方法 2 应该涉及对气候区域进行更细的分层。

方法 3

对于在方法 3 中动态模式的应用和/或基于测量的直接清查，相对于方法 1 和方法 2，需要关于结合气候、土壤、地形和管理数据的相似或更详细的数据，但是确切的条件取决于模式或测量设计。

4.2.3.4 方法 1 计算步骤

矿质土壤

方法 1 假设仍为林地的林地的矿质土壤碳库没有发生改变，因此没有提供相关计算步骤的指南。

有机土壤

步骤 1: 估算每年或每个清查时期最后一年国内每一气候区域内管理森林排水有机土壤的面积（例如，1990-2000 年间清查时期内的排放量将基于 2000 年的土地利用，假设仅知道清查时期中这 2 年的土地利用和管理情况）。

步骤 2: 选择合适于 CO₂ 年度损失的排放因子（EF）（来自表 4.6）。

步骤3：将所有气候带的面积（A）与排放因子（EF）相乘，并求和，得以估算总排放量。

4.2.3.5 不确定性评估

土壤碳清单中存在三大类不确定性来源：1）土地利用及管理活动和环境数据中的不确定性；2）如果采用方法1或方法2（仅矿质土壤）时参考土壤碳库中的不确定性；3）有关方法1或方法2库变化/排放因子中的不确定性，方法3基于模式方式的模式结构/参数误差，或者与方法3基于测量清单相关的测量误差/抽样变率。一般说来，清单的精确性随着三种大类别估算值抽样数的增加而提高（即较小的置信区间）。此外，建立纳入国家特定信息的高层级清单很可能会减少偏差（即提高准确性）。

对于方法1，表2.3（第2章）的脚注1中提供了与参考碳库相关的不确定性，4.5节表4.6提供了有机土壤排放因子的不确定性。清单编制者需要处理土地利用和管理数据中的不确定性，然后使用适合的方法（如简单误差传播公式）与缺省因子和参考碳库（仅矿质土壤）的不确定性合并。参阅4.2.1.5节关于土地面积估值的不确定性估算。然而，对于清单编制者来说，*优良作法*是用国家特定活动数据取代缺省水平求出不确定性。

当应用到具体国家时，有关矿质土壤的缺省参考碳库和有关有机土壤的排放因子可能存在内在的高不确定性，特别是偏差。缺省值表示土地利用和管理影响或参考碳库的全球平均值，可能与区域特定值不同（Powers等，2004；Ogle等，2006年）。采用方法2求出国家特定因子或建立方法3国家特定估算系统可以减少偏差。高层级方法的基本依据将是涉及土地利用和管理对土壤碳影响的国家或邻近区域研究。此外，*优良作法*是通过计算国内土地利用和管理影响中明显的差别，进一步最小化偏差，如气候区域和/或土壤类型中的变异，甚至以降低因子估值的准确性为代价（Ogle等，2006年）。对于报告库变化来说，偏差被认为更加困难，因为在不确定性范围中不一定捕捉了偏差（即如果因子中存在明显偏差，那么真实库变化可能在报告的不确定性范围之外）。

更完备的国家体系可以减少土地利用活动统计中的不确定性，如建立或扩展采用附加抽样地的基于地表的调查，和/或纳入覆盖更广的遥感。*优良作法*是设计能用充足的样本捕捉多数土地利用和管理活动的分类，以在国家一级最小化不确定性。

对于方法2，国家特定信息纳入清单分析中，以减少偏差。例如，Ogle等（2003年）利用国家特定数据构造US特定因子的概率分布函数，和有关农业土壤的活动数据及参考碳库。*优良作法*是评价因子、参考碳库或土地利用及管理活动数据中的依赖性。尤其是，土地利用和管理活动数据中一般有很强的依赖性，因为管理做法在时间和空间上趋于相关。可以采用诸如简单误差传播公式或蒙特卡罗程序等方法，总合库变化/排放因子、参考碳库和活动数据中的不确定性。

方法3更为复杂，简单误差传播公式可能无法有效量化与产生的估值相关的不确定性。蒙特卡罗分析可能可行（Smith和Heath，2001年），但是如果模式参数过多（部分模式可能含数百个参数），此种分析可能很难执行，因为必须创建量化方差和参数间协方差的联合概率分布函数。还有其它方法，如基于经验的方法等（Monte等，1996年），这些方法采用来自监测网络的测量结果，以统计方法评价测量结果与模式结果间的关联（Falloon和Smith，2003年）。与建模方式所相反，基于测量的方法3清单中不确定性的确定可以参照抽样方差、测量误差和其它相关源的不确定性。

4.2.4 生物量燃烧产生的非CO₂温室气体排放

未受控制的（野火）和管理（计划）火可对森林中的非CO₂温室气体排放产生重大影响。在仍为林地的林地上，还需要计算生物量燃烧产生的CO₂排放，因为它们一般与CO₂的摄入率不同步。这在林分置换野火后和热带地区迁移性耕作周期中尤其重要。当森林类型发生变化时（例如，从天然林转化为人工林），在初始年中生物量燃烧可能会产生净CO₂排放，特别是在转化中大量木材生物量烧除时。然而，从长期看这些影响均不如林地转化为农田或草地时产生的影响大。土地利用转化中火烧的排放报告在新土地利用类别中，除非为了能明确确定土地利用转化，使用不含补充数据的限制性方法1进行土地面积表述，在这种情况下来自林地的火烧排放均应包括在仍为林地类别的林地上。

第2章公式2.27描述了仍为林地的林地及转化为林地的土地中温室气体排放的一般估算方法。第2章2.4节提供了有关方法1的缺省表格或方法2的部分内容。

4.2.4.1 方法的选择

*优良作法*是各国应基于第2章图2.6中的决策树，选择合适层级报告火烧中产生的温室气体排放。当火烧是关键类别时，应该着重采用方法2或方法3时。对于计划火而言，需要用国家特定数据来产生可靠的排放估值，因为一般而言，活动数据在全球数据集中很难得以反映。在林地中，当估算净碳流量时，需要计算生物量燃烧产生的CO₂排放量和植被再生长引起的CO₂的清除量。

4.2.4.2 排放因子的选择

可用来燃烧的燃料质量（公式2.27的M_B）对估算非CO₂排放来说甚为关键。第2章表2.4到2.6给出了支持估算方法1下排放量的缺省数据。各国需要判断其植被类型与缺省表格所描述的广义植被类别如何对应。关于这些的指南在第3章中提供（*土地的一致表述*）。依据森林类型和管理体系，采用方法2的各国可能拥有关于M_B的分类国家数据。根据不同森林类型、区域和管理体系，方法3估算需要关于M_B的空间估值。方法3估算方法还可区分火烧烧除的不同强度，导致燃料燃烧的不同数量。

4.2.4.3 活动数据的选择

需要*仍为林地的林地*中关于烧除面积的估值。存在包含每年火烧烧除面积的全球数据库，但不会提供个别国家每年计划火烧除面积的可靠数据。*优良作法*是，为了提高国家清单的可靠性，制定烧除面积和火烧的性质的国家估值，特别是火烧如何影响森林碳动态（例如，对树死亡率所产生的影响）。采用方法2的各国将可以获得国家估值。方法3估算要求遭受火烧和火烧强度的面积的区域和森林特定类型估值。

采用第2章中的公式2.27计算生物量燃烧所产生温室气体排放量的步骤概述：

步骤1：使用第3章的指南（表述土地利用面积的方法），按该国为公式2.27所采用的类型，将*仍为林地的林地*的面积归类为不同气候或生态带的森林类型。从全球数据库或国内来源中获得A（烧除面积）的估值。

步骤2：估算可用于燃烧的燃料质量（M_B）（包括生物量、枯枝落叶和死木），吨/公顷。

步骤3：选择燃烧系数C_f（缺省值见第2章表2.6）。

步骤4：将M_B和C_f相乘得到燃烧的燃料量估值。如果M_B或C_f不明，表2.4给出了关于M_B和C_f的缺省值。

步骤5：选择排放因子G_{ef}（缺省因子见第2章表2.5）。

步骤6：将参数A、M_B、C_f（或表2.4的M_B和C_f）和G_{ef}依次相乘，获得生物量燃烧产生的温室气体排放量。对每种温室气体，重复这些步骤。

4.2.4.4 不确定性评估

对于*仍为林地的林地*，需要估算国家特定的不确定性估值。这些产生于与活动数据（烧除面积）和排放因子相关的不确定性的乘积。*优良作法*是提供误差估值（例如，范围，标准误差），并且不采用国家特定数据（例如，如果有限制性）或方法，除非这些数据或方法与方法1相比，可以降低不确定性。

4.3 转化为林地的土地

本节提供了关于温室气体年度排放和清除估算的方法学指南，这些排放和清除发生在从不同土地利用转化为林地的土地上，包括农田、草地、湿地、聚居地和其它土地，通过造林和再造林—自然或人工更新（包括人工林）进行转化。人类活动引起的、正在更新为林地的撂荒地所产生的排放量和清除量，亦应当按本节进行估算。代替了《IPCC指南》类别5A、5C和5D描述的方法。通过造林和再造林—自然或人工更新（包括人工林）将土地转化为林地。人为转化包括：促进自然再生长（例如通过排水改善土壤水平衡）；在非林地或先前的未管理林地、聚居地及工业场地上营造人工林；农田、牧场或其它管理土地的撂荒（再生长为林地）。未管理森林视为非人为温室气体的源或汇，不包括在清单计算

中。当未管理森林受诸如植树、疏伐、促进天然更新或其它等类活动影响时，这些森林的状态发生改变，变为管理森林，报告在*转化为林地的土地*类型下，相关的温室气体排放和清除应该包括在清单中，并使用本节中的指南进行估算。土地转化可能导致由生物量、死有机物质和土壤碳变化引起的初始碳损失。但是自然更新或造林活动导致碳累积，这与植树面积和生物量库相关。

如果转化后，转化的区域符合国家采用的森林定义，则视为林地。*转化为林地的土地*包含在本节国家温室气体清单中，直到新森林中土壤碳达到稳定水平。建议缺省时期为 20 年⁴ 森林生态系统可能需要一定的时间才能恢复到未扰乱状态下的生物量、土壤和枯枝落叶池水平。有鉴于此和作为当务之急，建议采用缺省为 20 年的时间间隔。各国还可以选择延长过渡期。20 年或其它所选择的时间间隔后，发生转化的土地变成了森林，即土地区域从*转化为林地的土地*转为*仍为林地的林地*（4.2 节），如果需要的话仍在建立的区域可视为单独的一层。再更新或再生长后的采伐应该列入*仍为林地的林地*类别下，因为不涉及土地利用的变化。

部分撂荒的土地可能因为过于贫瘠、盐分过高、侵蚀过分，以至森林不能再生。在这种情况下，土地要么保持当前状态不变，要么可能进一步退化，损失有机质。可以忽略碳流量保持恒定土地。然而，在部分国家，撂荒土地的退化可能成为重要问题，成为 CO₂ 的一个重要来源。当土地持续退化时，地上部生物量和土壤碳可能迅速降低，如，由侵蚀引起。侵蚀土壤中的碳可以在江河、湖泊或其它土地下游再沉淀。对于这类土地面积较大的国家，在更精确计算中应该考虑这些因素。**土地分类**：可以依据气候域及生态带和森林树冠覆盖级，划分*转化为林地的土地*。碳库随着气候、生物量或森林类型、物种混合、管理做法而变化。**优良作法**是将土地分层为同质亚类（参见第 3 章），以降低温室气体排放估算中的不确定性。

将土地利用转化为林地产生的碳排放和清除的估算分列在 3 个分节中：生物量中碳库的变化（4.3.1 节）、死有机质中碳库的变化（4.3.2 节）和土壤中碳库的变化（4.3.3 节）。依据生物量、死有机物质（包括死木和枯枝落叶）和土壤中的年度碳库变化，采用第 2 章中的公式 2.2 和 2.3 计算*转化为林地的土地*上的年度碳库变化。估算*转化为林地的土地*中的碳库变化，采用：

- 地上部和地下部生物量中的年度碳库的变化
- 包括死木和枯枝落叶的死有机物质中的年度碳库变化
- 土壤中的年度碳库变化

根据第 2 章提供的方法估算非 CO₂ 排放的计算方式，其描述见 4.3.4 节。

仅当采用如第 3 章所述的方法二或方法三表述土地面积，或土地利用转化得以确定的含补充数据的方法一数据时，才可能应用这些方法。上文 4.2 节（*仍为林地的林地*）中已经确定了在这种情况下可采取的行动。

4.3.1 生物量

本节介绍了计算*转化为林地的土地*上生物量变化引起的 CO₂ 排放和清除的方法学指南。本指南可替代为报告适用于新建林地的《IPCC 指南》的类别（即“森林和其它木材生物量库的变化”和“管理土地的撂荒”）提供的方法学。

4.3.1.1 方法的选择

本节介绍了*转化为林地的土地*上地上部和地下部生物量变化引起的 CO₂ 排放和清除计算的方法学指南。根据可用的关键源分析、活动数据和资源，推荐采用 3 层级方法估算生物量库的变化。第 1 章图 1.3 中的决策树举例说明了，选择计算*转化为林地的土地*上生物量中 CO₂ 排放和清除的方法的**优良作法**。

⁴ 很明显，多数森林系统需要多于 100 年的时间才能恢复到未扰乱状态下的生物量、土壤和枯枝落叶池水平。可是，人为引起的活动能提高恢复到碳库稳定状态的速率。有鉴于此和作为当务之急，建议采用为期 20 年的缺省时间间隔，以捕获森林系统的建造情况。各国还可以选择延长过渡期，但是对于土地面积表述的土地利用矩阵系统来说，要求采用一致的过渡期，以使其更好地运作。

方法 1

利用第 2 章的公式 2.7 估算生物量中的年度碳库变化。方法 1 遵循缺省方式。这意味着采用 4.5 节提供的缺省参数。此方法甚至还可适用于先前土地利用数据不明的情况，如果采用第 3 章的方法 1 来估算面积，就可能属于这种情况。这意味着采用了表 4.1-4.14 中的缺省参数。

生物量中年度碳库增加， ΔC_G 应该根据第 2 章中的公式 2.9 计算 ΔC_G 。由于树的生长率在很大程度上取决于管理制度，因此应区分集约型（例如，人工林）管理的森林与粗放型（例如，减少或进行最低限度人类干预的天然再生长林分）管理的森林。可以根据气候、种类、管理做法等将集约型管理森林和粗放型管理森林进行再分层。因此，两次使用公式 2.9 分别估算集约型管理森林和粗放型管理森林碳库年增加。首先，对于集约型管理森林采用相关面积 (A_I) 和有关集约型管理森林的相关生物量年度增长值 ($G_{\text{总和}}$)，其次，对于粗放型管理采用合适的面积 (AE) 和有关粗放型管理森林的生物量年均增长值 ($G_{\text{总和}}$)。采用第 2 章公式 2.10 和 4.5 节中的各缺省数据表计算 $G_{\text{总和}}$ 。可以根据气候、种类、管理做法等将集约型管理森林和粗放型管理森林进行再分层。有关集约型管理森林和粗放型管理森林，可以从各表中选择与树种组成和气候区域相关的缺省数据。从 4.5 节可以相应获取关于集约型管理和粗放型管理森林的缺省数据。

损失引起的生物量中年度碳库的减少， ΔC_L 。采用第 2 章中的公式 2.11 估算木材清除 ($L_{\text{木材清除}}$)、燃木清除 ($L_{\text{燃木}}$) 和扰乱 ($L_{\text{扰乱}}$) 引起的生物量损失。

估算木材清除 ($L_{\text{木材清除}}$) 引起的生物量损失，使用：第 2 章公式 2.12，在 4.5 节各表中提供的基本木材密度的缺省值及关于圆木采伐的数据、生物量换算扩展系数、地下部与地上部生物量比例 (R) 和干物质的碳比例 (CF)。估算燃木清除引起的生物量损失 ($L_{\text{燃木}}$)，采用：公式 2.13、燃木收集数据和蓄积量的相关 $BCEFR$ 、4.5 节各缺省表中的 R 及 CF 。估算 $L_{\text{扰乱}}$ 可采用：第 2 章的公式 2.14、扰乱面积、扰乱影响的土地地区的平均生物量蓄积量、4.5 节各缺省表的适合 R 和 CF 。如果不能获得关于损失的数据，应该假设 ΔC_L 为零（有关公式 2.11）。为了防止重复计算或遗漏，生物量损失的报告应该在 4.2.1 和 4.3.1 节中保持一致。

方法 2

方法 2 与方法 1 类似，但它利用国家获取的数据和更为细分的活动数据，能够更精确地估计生物量中碳库的变化。 CO_2 年度净清除量计算为：转化为林地上生物量生长引起的生物量增加、实际转化引起的变化（转化前后生物量库的差别）以及转化土地上的损失之和（第 2 章公式 15 和 16）。

除了缺省数据，方法 2 的应用（公式 2.15）还需要关于下述方面的国家数据：1）每年转化为森林的面积；2）发生转化的土地上每公顷生物量中碳库的年均增量，例如从森林清单获取（不能提供缺省值）；3）非林地变为林地时生物量碳变化；4）发生转化的土地上生物量损失引起的排放。该办法可能需要：关于先前土地利用的数据、了解土地利用变化矩阵（参见第 3 章中的表 3.4）以及那些土地上的碳库。

应该采用公式 2.9 估算 ΔC_G ，其中 **转化为林地的土地**的面积 (A) 与集约型管理森林和粗放型管理森林（根据种类、气候等进一步进行分类）的各自年均增量，应该分别考虑，然后合计。计算管理森林生物量的年均增量，要按照 4.2.1 节（**仍为林地的林地**）中的方法 2 和第 2 章的公式 2.10，根据关于转化为森林的土地上每公顷出材材积中生物量的年均增量（例如，从森林清单中获得）和基本木材密度的国家特定数据、生物量换算及扩展系数、地下部与地上部生物量比例。

$\Delta C_{\text{转化}}$ 说明了土地利用转化导致的生物量库的初始变化，例如通过清垦、再蓄积或其它人工或天然更新前人为引起的活动，可以取回部分生物量。利用第 2 章中的公式 2.16 计算生物量碳库的这些变化。这需要转化前 ($B_{\text{前}_i}$) 和转化后 ($B_{\text{后}_i}$) 类型为 i 的土地上关于生物量库的估值（吨干物质/公顷）、某一年份里转化为林地的土地利用面积 ($\Delta A_{\text{转为森林}_i}$) 以及干物质的碳比例 (CF)。

可以单独计算 $\Delta C_{\text{转化}}$ 以估算转化发生前特定类型土地（生态系统、地点类型等）上不同的碳库。 $\Delta A_{\text{转为森林}_i}$ 指进行计算的特别清查年份。

采用第 2 章公式 2.11 估算 ΔC_L 。应该采用第 2 章的公式 2.12-2.14 估算木材清除 ($L_{\text{木材清除}}$)、燃木清除 ($L_{\text{燃木}}$) 和扰乱 ($L_{\text{扰乱}}$) 引起的生物量损失。鼓励清单编制者建立国家特定木材密度和蓄积增量及采伐的 BEF 或 $BCEFR$ 值，应用于公式 2.12（方法 2 计算）。第 2 章描述燃木收集 ($L_{\text{燃木}}$) 和扰乱 ($L_{\text{扰乱}}$) 引起的生物量损失的计算方法。如果不能获得关于损失的数据，应该假设 ΔC_L 为零。**优良作法**是确保 4.2.2 节与 4.2.3 节间生物量损失的报告一致，以避免由于重复计算或遗漏造成过高或过低估算。

方法 3

当转化为林地的土地是关键类别并导致碳库发生明显变化时，应该采用方法 3。可以采用与方法 2 相同的公式和步骤或利用更复杂的方法和模式，但是在这两种情况下，均可以利用大量的国家方法和国家特定数据。可根据更精细的地理比例尺以及转化前的森林类型、种类和土地类型的分层，扩展公式 2.15 和 2.16。各国确定的方法可以依据定期森林清单或地理参考数据和（或）计算生物量变化的模式。国家活动数据可具有高分辨率，并可用于转变土地的所有类别及其建立的森林类型。*优良作法*是按照第 1 卷第 8 章（报告指南和各表）说明和记录该方法。

转移到死有机物质中的生物量

在土地转化为林地的过程中以及通过采伐采掘生物量的过程中，生物量的非商品材组分留在森林地表上或转为死有机物质。参阅 4.3.2 节关于死有机物质归宿方法和假设的描述。

4.3.1.2 排放因子的选择

生物量中的年度碳库增加， ΔC_G

计算应区分两大管理做法：集约型（例如，进行整地、种植选择的物种和施肥的人工林）与粗放型（进行最低限度人类干预的天然更新林）。这些类别还可以根据国家情况加以完善，例如林分起源（例如，天然或人工更新、再蓄积、促进天然再生长等）、气候、种类、管理做法等。

方法 1

总生物量的计算方法需要地上部和地上部生物量池（参阅第 1 章，关于池的描述）。4.5 节各表列示了集约型（人工林）和粗放型（自然更新）管理森林地上部生物量的年均增量缺省值，生物量换算和扩展系数，地下部生物量和地上部生物量的比例以及干物质的碳比例（CF）。应该采用地下部生物量与地上部生物量的比例来计算总生物量中的地下部生物量估值。基本木材密度和生物量扩展系数可用于按 4.2.1 节 *仍为林地的林地* 所描述的 ΔC_G 计算。*优良作法*是研究任一区域或国家其它相关缺省值。

方法 2

*优良作法*是在可能的情况下根据本国条件确定年增量值、地下部生物量与地上部生物量的比例、基本木材密度和生物量换算和扩展系数，并将它们用于方法 2 计算。这些类别还可以根据国家情况进行完善，例如根据林分起源（天然或人工更新、再蓄积、促进天然再生长等）、气候、种类组成、管理制度等。进一步分层可按树种组成、管理制度、林分年龄、气候区域和土壤类型等。鼓励各国通过研究努力取得具体的生物量增加和扩展系数。4.2.1 节提供了进一步的指南。

方法 3

估算生物量碳库的增量可以根据，来自森林清单、抽样地块、研究和（或）模式的国家特定生物量年生长和生物量中碳比例的数据。清单编制者应确保，按照卷 1 第 8 章中重点论述的要求将模式和森林清单数据编制成文并进行描述。

转化前后土地上生物量库的变化， $\Delta C_{转化}$

应当利用与其它土地利用一致的值，计算转化前后生物量库的值。例如，应该利用可比的碳库值，估算转化为林地的草地的初始碳库值和 *仍为草地的草地* 的生物量变化。

方法 1

方法 1 计算不需要 $\Delta C_{转化}$ 的估值。

方法 2

*优良作法*是在可能的情况下获取和利用转变前后土地上生物量库的国家特定数据。估值应与计算农田、草地、湿地、聚居地和其它土地的碳库变化所使用的估值一致，而且应该从国家机构或调查中获取。方法 2 可能意味着将结合使用国家特定和缺省数据。关于土地转化前生物量库的缺省值，参阅本卷其它各节。

方法 3

应根据森林清单和（或）模式数据进行估算和计算。应该按照卷 1 第 8 章概述的程序将森林清单、模式和数据编写成文。

损失引起的生物量中的碳库变化， ΔC_L

木材清除、燃木清除和诸如风倒、火烧及虫灾等的自然扰乱会导致 *转化为林地的土地* 上的碳损失，应按照 4.2.1 节所提供的 *优良作法* 方式进行报告。4.2.1 节所提供的估算碳损失的 *优良作法* 方式完全适用，并应将它用于 4.2.2 节下的适当计算。如果从定期森林清单中求出碳库的变化值，将包括来自木材

清除和扰乱的损失，不用单独报告它们。*优良作法*是确保一致地报告 4.2.1 和 4.2.2 节间的生物量损失，以防止重复计算或遗漏。

关于圆木采伐的数据应该从国家来源或粮农组织获得。应该注意的是粮农组织的采伐数据是带皮出材圆木。应该用采伐木材中的树皮比例（BF）来计算采伐引起的木材清除中所含的树皮量。如果该国进行大量的采伐，鼓励清单编制者采用国家采伐数据或求出国家特定 BF 值。

在多数国家，不可能按两个亚类（*仍为林地的林地*和*转化为森林的土地亚类*）获得关于扰乱面积的信息。在多数情况下，鉴于后一类别远少于前一种，所有扰乱可以应用于*仍为林地的林地*，或者扰乱面积可以按两个土地亚类的比例计算。

一般不单独报告*仍为林地的林地*和*转化为林地的土地*上的燃木消费数据。那么很可能在*仍为林地的林地*下报告缺省燃木数据。燃木报告应该在两种土地亚类间进行交叉检验，通过核查*仍为林地的林地*下的燃木报告以避免重复计算。

4.3.1.3 活动数据的选择

转化为森林的土地面积， ΔA 转为森林

所有层级方法均要求关于清查年之前 20 年转变为林地的土地面积信息。20 年或其它所选的时间间隔后，按国家的定义转化为林地的土地应该转入并在 4.2 节（*仍为林地的林地*）下加以说明。相同的数据面积应当用于 4.3.2 节（死有机物质中的碳库变化）、4.3.3 节（土壤中的碳库变化）和 4.3.4 节（非 CO₂ 温室气体排放）。如有可能，这些面积的应进一步分解，以考虑转变前后土地上的主要土壤类型和生物量密度。框 4.3 给出了确定转化为林地的土地的*优良作法*方式的样例。视国家数据的可获性，清单编制者还可以根据第 3 章提供的方式选择*优良作法*方式。

应该采用不同的生物量生长率来计算关于撂荒土地上森林天然再生长和人工林的生物量库。为按第 2 和方法 3 进行计算，鼓励清单编制者获取关于转化为林地的先前土地利用类型的信息。

方法 1

可通过下列来源获得活动数据：国家统计资料、林业部门（关于不同管理做法面积的信息）、资源保护机构（天然更新的面积）、市政当局和测绘机构。如果不能获得记录的数据，可通过专家判断来评估新造林主要为集约型还是粗放型管理。如果能够获得集约型和粗放型管理森林面积数据，应将这些数据用于进一步划分面积，以取得更精确的估值。应进行交叉检验以确保表述数据完整性和一致性，避免遗漏或重复计算。如无国家数据可供利用，可从国际数据来源获取总计信息（粮农组织，2001 年；TBFRA，2000 年）。

方法 2

应可获得在给定的年份或数年期间发生转变的不同土地类别的面积。它们来自国家数据来源和土地利用变化矩阵或包含所有可能向林地转变的类似数据。国家界定的国家数据集，其分辨率应足以确保按照本卷第 3 章的规定适当表述土地面积。重要的是估算天然更新和种植方法转化为森林的面积。

方法 3

可以从不同的来源，获得关于通过天然和人工更新，土地转变为林地的国家活动数据，如本卷第 3 章所述，主要是国家森林清单、土地利用及土地利用变化登记簿和遥感数据。这些数据应充分说明转变为林地的所有土地，并可按气候、土壤和植被类型进一步划分。通常可获得按种类和龄分列的人工林面积。

框 4.3

确定转化为林地的土地的优良作法方式的样例

国家土地管理系统允许确定土地利用变化，而且许多国家执行的土地普查系统亦可以进行一致性表述和及时追踪土地利用的变化。国家清单编制者应该从土地管理系统或普查中获得数据，并将其用作确定转化土地的基础。土地转化数据可以直接从公司、私有者、部门和机构获得，这些组织在转化土地上进行特别活动。

在部分国家，已设计了特殊计量体系以估算转化土地上的排放量和清除量。澳大利亚国家碳计量系统（NCAS）<<http://www.greenhouse.gov.au/>>是确定土地转化的优良作法方式的一个例子。国家碳计量系统（NCAS）是一种先进的基于模式的工具，包含来自资源普查、现场研究和遥感的数据。此系统在较高时间和空间范围上运作。国家碳计量系统（NCAS）涉及土地系统中所有部门的活动，包括碳汇和所有受人为活动影响的温室气体。它允许追踪国家领土内的造林和再造林活动，以及估算相关的排放量和清除量。新数据一进入国家碳计量系统（NCAS），清单数据得到持续更新。对于国家碳计量系统（NCAS）的设计和施行及其组分，已接受广泛的同行评议和质量保证/质量控制制度（AGO，2002年）。

在新西兰（Stepens 等，2005 年；Trotter 等，2005 年）、加拿大（Kurz 和 Apps，2006 年）以及其它国家，正在建立相似的系统。此土地管理系统的使用有助于建立高质量清单并降低部门内的不确定性。

4.3.1.4 方法 1 计算步骤

下文概述了采用缺省方法估算生物量中碳库变化(ΔC_B)的步骤

步骤 1: 估算从诸如农田、草地和聚居地等其它土地利用类别转化为林地的面积（清查年份前的 20 年期间内）。参阅第 3 章关于估算转化为林地的土地的详细方法。

步骤 2: 根据用于转化的方式，将转化为林地的区域分为集约型管理森林（通过人工林）和粗放型管理森林（通过天然更新）。

步骤 3: 计算与土地转化相关的初始生物量损失， $\Delta C_{\text{转化}}$ （公式 2.16）。可以按照土地转化方法进行分层。

步骤 4: 采用第 2 章中的公式 2.9 和 2.10，对品种和其它亚类一级的集约型管理森林，估算转化为林地的土地上生长引起的生物量年度碳库增加（ ΔC_G ）。估算品种和其它亚类一级的生物量年增量。

步骤 5: 采用第 2 章中的公式 2.9 和 2.10，对品种和其它亚类一级粗放型管理森林，估算转化为林地的土地上生长引起的生物量年度碳库增加（ ΔC_G ）。

步骤 6: 采用第 2 章公式 2.12 估算商业性采伐（商业性木材和锯木）引起的生物量的年损失或减少（ $L_{\text{木材清除}}$ ）。

步骤 7: 采用第 2 章公式 2.13 估算转化为林地的土地上由燃木清除（ $L_{\text{燃木}}$ ）引起的生物量损失。

步骤 8: 采用第 2 章公式 2.14 估算由扰乱或其它损失（ $L_{\text{扰乱}}$ ）引起的年度碳损失。

步骤 9: 采用第 2 章公式 2.11 估算由木材清除、燃木清除和扰乱引起的总生物量损失（ ΔC_L ）。

步骤 10: 采用第 2 章公式 2.15 估算转化为林地的土地上生物量中的年度碳库变化（ ΔC_B ）。

样例：下列例子表明了欧洲温带大陆森林地带的假设国（4.5 节表 4.1）生物量中年度碳库变化（第 2 章公式 2.7 中的 ΔC_G ）的增加-损失方法（方法 1）计算。该国转化为林地的非林地面积（A）为 1000 公顷（参见第 3 章关于面积的分类）。新森林是集约型管理，有 9 年轮龄松树人工林，平均地上部立木蓄积量为 10 米³/公顷。疏伐清除的商品材圆木（带皮）为 100 米³/年（H）；50 米³整树/年作为燃木被清除（FG_树）。虫害扰乱的面积是 50 公顷/年（A_{扰乱}），地上部生物量所受影响为 1.0 吨干物质/公顷（B_W）。

生物量年度增加（ ΔC_G ）是下述各项的乘积：生物量年均增量（G_{总和}）、转化为森林的土地面积（A）和干物质的碳比例（CF），见第 2 章公式 2.9。

G_{总和}的计算使用：地上部生物量年度生长量（G_W）、地下部生物量与地上部生物量比例（R）（第 2 章公式 2.10）以及 4.5 节的缺省数据表。

对于假设国，

G_W = 4.0 吨干物质/公顷/年（表 4.12）；以及

R = 0.40 吨干物质/吨干物质，地上部生物量小于吨/公顷（表 4.4，对于地上部生物量参阅表 4.8）。；

G_{总和} = 4.0 吨干物质/公顷/年 • (1 + .40) = 5.6 吨干物质/公顷/年（公式 2.10）

CF = 0.47 吨碳/吨干物质（表 4.3）

ΔC_G （公式 2.9）：= 1000 公顷 • 5.6 吨干物质/公顷/年 • 0.47 吨碳/吨干物质
= 2 632 吨碳/年

生物量损失（ ΔC_L ）是由木材清除（L_{木材清除}）、燃料木材采集（L_{燃木}）和扰乱（L_{扰乱}）引起的年度损失的总和，第 2 章公式 2.11。

木材清除（L_{木材清除}）的计算使用第 2 章中公式 2.12，附有商品材圆木（带皮）（H）、生物量换算扩展系数（BCEFR）、采伐木材中的树皮比例（BF）、地下部生物量与地上部生物量比例（R）、干物质碳（CF）比例和 4.5 节缺省表。对于假设国，

BCEFR: = 2.0 吨干物质/米³（表 4.5，参考立木蓄积为 10 米³/公顷）；

缺省 BEF = 0.1 吨干物质/吨干物质；

R = 0.40 吨干物质/吨干物质，地上部生物量小于 50 吨/公顷（表 4.4，对于地上部生物量参阅表 4.8）；及

CF = 0.47 吨碳/吨干物质（表 4.3）。

L_{木材清除} = 100 米³/年 • 2 吨干物质/米³ (1 + 0.40 + 0.1) • 0.47 吨碳/吨干物质
= 141 吨碳/年（公式 2.12）

用第 2 章中公式 2.13 计算燃木清除（L_{燃木清除}），整树的木材清除（FG_树）、生物量换算扩展因子（BCEFR）、地下部生物量与地上部生物量比例（R）、干物质碳（CF）比例和 4.5 节的缺省表。对于假设国，

BCEFR: = 2.0 吨干物质/米³（表 4.5，参考立木蓄积为 10 米³/公顷）；

R = 0.40 吨干物质/吨干物质，地上部生物量小于吨/公顷（表 4.4，对于地上部生物量参阅表 4.8）；以及

CF = 0.47 吨碳/吨干物质（表 4.3）。

L_{燃木} = 50 米³/年 • 2.0 吨干物质/米³ (1 + 0.40) • 0.47 吨碳/吨干物质
= 65.80 吨碳/年（公式 2.13）

使用第2章公式2.14计算扰乱引起的生物量中的年度碳损失 ($L_{\text{扰乱}}$)，扰乱面积 ($A_{\text{扰乱}}$)、受影响的平均地上部生物量 (B_w)、地下部生物量与地上部生物量比例 (R)、干物质碳比例 (CF)、扰乱中损失的生物量比例 (fd) 和4.5节缺省表。对于假设国，

$$Fd = 0.3;$$

$R = 0.40$ 吨干物质/吨干物质，地上部生物量小于吨/公顷（表4.4，对于地上部生物量参阅表4.8）；以及

$$CF = 0.47 \text{ 吨碳/吨干物质 (表 4.3) 。}$$

$$L_{\text{扰乱}} = 50 \text{ 公顷/年} \bullet 1.0 \text{ 吨干物质/公顷} (1 + .40) \bullet 0.47 \text{ 吨碳/吨干物质} \bullet 0.3 \\ = 9.87 \text{ 吨碳/年 (公式 2.14)}$$

生物量损失引起的年度碳库减少 (ΔC_L)，

$$\Delta C_L = 141.00 \text{ 吨碳/年} + 65.80 \text{ 吨碳/年} + 9.87 \text{ 吨碳/年} \\ = 216.67 \text{ 吨碳/年 (公式 2.11)}$$

生物量中的年度碳库变化 (ΔC_B)

使用第2章，公式2.7 [$\Delta C_B = (\Delta C_G - \Delta C_L)$],

$$\Delta C_B = 2 \text{ 632 吨碳/年} - 216.67 \text{ 吨碳/年} = 2 \text{ 415.33 吨碳/年 (公式 2.7)}$$

4.3.1.5 不确定性评估

估算有关*转化为林地的土地*的碳库变化所需的排放因子与有关*仍为林地的林地*所需的排放因子几乎一致，但指 20 年清单年（缺省的转化期）内转化为森林的土地。有关*仍为林地的林地*的不确定性讨论亦适用此处。估算转化前后土地上的生物量库中所涉及的不确定性可能很高。降低不确定性可以通过对已转化为林地的主要土地利用类别开展抽样现场研究。有关木材清除（工业圆木）的不确定性可能很低，因为可能保留了关于商业性采伐的国家统计资料，不过由于来自*仍为林地的林地*的毁林，有时可能很难区分商业性采伐。然而，有关燃木清除及收集和扰乱引起的生物量损失的不确定可能很高。应该在不同社会经济和气候区域开展抽样调查，降低商业和传统方法所牵涉的不确定性。

估算碳库变化所需的重要活动数据包括，土地转化的面积和在转化初期和其后的生物量损失率。集约型和粗放型人工林面积的不确定性可能很低，因为多数国家保持了造林和再造林地区的记录。应该根据遥感和其它监测技术，建立用于*仍为林地的林地*和不同类别*转化为林地的土地*的土地利用变化矩阵，以降低不确定性。将遥感数据和地面调查结合起来可以产生低至 10-15% 的不确定性。

4.3.2 死有机物质

本节中，讨论了有关土地利用类别为*转化为林地的土地*的死有机物质池中的碳库变化。通过植树或天然更新，农田、草地、聚居地和其它土地利用类别可能会转化为林地。可能的是非林地中没有大量死木或枯枝落叶池。因此，方法 1 假设是非林地上死木和枯枝落叶池中的碳库为零，死有机物质池中的碳线性增加，在特定周期（缺省为 20 年）达到成熟森林值。有关从未管理森林转化为管理森林的方法 1 假设是，未管理森林中的死有机物质碳库与管理森林中的相同，因此不需要报告碳库的变化。实际上，其它条件相同，未管理森林中的死有机物质（DOM）碳库比管理森林中的要高，因为采伐清除木材生物量本会导致死有机物质池的长期动态（Kurz 等，1998 年），因此*优良作法*是从未管理转化到管理森林比例较高的各国，采用高层级方法估算 DOM 碳库中产生的变化。

在土地转化为林地后，估算死有机物质汇中碳的排放和清除的方法，需要刚刚转化之前和之后的碳库估值，以及此期间发生转变的土地面积估值。部分非森林土地利用类别，如湿地、聚居地、农田和草地等的死有机物质池中可能含大量碳库。*优良作法*是评估假设转化为林地的土地上死有机物质（DOM）池大小为零是否合理。高层级方法可以具体说明初始 DOM 池的大小（例如，部分土地利用类别死木和枯枝落叶池不为零），并可量化过渡期的长度（缺省为 20 年），在此期间转为林地导致 DOM 池不断变化。

4.3.2.1 方法的选择

第 2 章 2.3.2 节已经描述了关于死有机物质池中碳库变化的一般估算方法。第 1 章图 1.3 中的决策树为选择执行估计程序的合适层级提供指导。死木和枯枝落叶碳库的估算往往差别巨大，取决于先前土地利用、森林类型和更新类型。

方法 1

对于*转化为林地的土地*来说，方法 1 假设是死木和枯枝落叶池呈线性增加，从零（非森林土地利用类别中）增加到有关气候区域的 T 年期间的缺省值（目前对于枯枝落叶和死木碳汇来说均为 20 年）。诸如燃木收集等的人类活动和诸如经常疏伐等的部分造林做法，可能极大地影响死木和枯枝落叶池中的碳累积速率。*优良作法*是根据给定的国家气候和管理制度，评估缺省池大小和假设的过渡期是否合理。20 年缺省期对枯枝落叶池来说是合适的，但是对死木池特别是在植被生长缓慢的较寒冷区域来说，20 年可能太短了。如果累积 DOM 池所需的时间长于缺省时期，那么方法 1 假设可能会高估碳累积速率。当土地利用转化为森林的土地面积很大时，*优良作法*是建立转化为森林的土地中枯枝落叶和死木碳累积速率的国家估值。

方法 2 和方法 3

采用第 2 章概述的两种方法（第 2 章中公式 2.18 和 2.19），可以估算方法 2 或方法 3 下死木和枯枝落叶池中的碳库变化。*优良作法*是根据之前土地利用、转化中的所用的方法（例如，整地，处理剩余生物量）以及再生长中的森林的产量和特征，对转化为森林的区域进行分层。所有这些因素均影响*转化为林地的土地*上 DOM 池中碳库变化的量值和速率。

还鼓励采用高层级方法的各国选择更适合于枯枝落叶和死木碳库的过渡期。当投入平衡于产出时，枯枝落叶池可以相对快速地达到稳定。从非森林变为森林条件，死木池一般需要较长的过渡期。此外，枯枝落叶和死木碳库大小为许多因素所影响，因此鼓励采用高层级的各国选择充分反映国家情况的成熟时期的 DOM 库值。各国采用方法 3 建模方式将根据输入和损失的模拟平衡，获得死有机物质库的估值。

4.3.2.2 排放/清除因子的选择

方法 1

各国采用方法 1 需要关于不同气候区域 6 种土地利用类别中死木和枯枝落叶碳库的缺省数据，如第 3 章表 3.1 所定义的。方法 1 假设为所有非森林土地利用类别中枯枝落叶和死木池中的碳库为零。对于转化为森林的土地来说，假设死木和枯枝落叶池中的碳库在过渡期 T 中呈线性增加（有关枯枝落叶和死木碳库的缺省均为 20 年）。因而，以非森林和森林类别间 DOM 池碳库差别的比例，以及过渡期 T 的年数，来估算年增率。

方法 2 和方法 3

第 4 章 4.2 节（*仍为林地的林地*）中所描述的高层级方法同样亦适用于*转化为森林的土地*。当需要估算土地利用转化做法（例如，整地和残余物燃烧）产生的影响时，需要附加排放和清除因子。如果不能证明关于非森林土地利用类别中死木和枯枝落叶池碳库为零的假设是合理的，那么可能需要附加条件，如：在部分农林系统中、有大量森林覆盖的聚居地中和其它情况下。这可能产生特殊的挑战，因为森林清单一般不包括这样的区域，因而需要确定其它数据源或执行数据测量计划。

4.3.2.3 活动数据的选择

方法 1 需要关于每年转化为林地的速率的活动数据。活动数据应与用来估算*转变为林地的土地*上生物量碳库变化的活动数据一致，估算应依据第 3 章所阐明一般原则。活动数据的获取可通过国家统计局部门，林业部门、资源保护机构、市政当局和测绘机构。当使用报告计划时，优良作法是进行验证程序和交叉检验，以确保*转化为林地的土地*表述的完整性和一致性，避免遗漏或重复计算。数据应按一般气候类别和森林类型分类。

利用高层级的清单将要求关于营造新造林的更全面的信息，附有细分的土壤类别、气候及空间和时间分辨率。

在选定为过渡期的（T）年内发生的所有死有机物质池的变化均应包括在内。T 年更早发生转化的土地被转移并报告在*仍为林地的林地*类别下。

4.3.2.4 方法 1 计算步骤

下文概述了采用缺省方法估算死有机物质中碳库变化的步骤

步骤 1: 估算从诸如农田、草地和聚居地等其它土地利用类别转化为林地的面积（清查年份前的 20 年期间内）。参阅第 3 章关于估算*转化为林地的土地*的详细方法。

步骤 2: 方法 1 假设是非林地上的死有机物质（死木和枯枝落叶）碳库为零。如果可以获得关于非林地上死木和枯枝落叶碳库的国家数据，根据原始土地利用分类（如草地、农田等）将转化为林地的区域进行分解，采用与可以获得死有机物质估值的类别相同的分类。表 2.2 提供了用于林地枯枝落叶碳库的缺省值。不存在统计上有效的关于森林死木碳库的区域缺省估值。

步骤 3: 将转化前后碳库间的差别除以转化时间段，估算死有机物质库的年均增量（单独估算死木和枯枝落叶）（第 2 章公式 2.23）。方法 1 缺省假设为，非森林死有机物质碳库为零，过渡期为 20 年。

步骤 4: 将年均增量（步骤 3）与过去 20 年（缺省）转化为林地的土地面积相乘，估算*转化为林地的土地*上死有机物质碳库的年度变化。

4.3.2.5 不确定性评估

一般说来，死有机物质中不确定性的量值大生物量估值中的不确定性，因为能获得的关于 DOM 池的数据一般要大大少于生物量池的相关数据。采用第 3 章介绍的方法所作的面积估算不确定性标示在表

3.7 中，评估死有机物质碳库变化所涉及的不确定性可能数倍于采用缺省变异系数的生物量库变化估值的不确定性。

尽管在文献或其它地方，可以获得的关于死有机物质池中碳库变化的不确定性估值相对较少，仍然可以确定关于*转化为林地的土地*上死有机物质池中碳库变化估值的若干不确定性来源。第一，非林地中 DOM 碳库为零的假设并不总是合理的。低估真实的 DOM 库的大小将会导致低估真实累积速率。第二，因为基于来自长期为林地的估值，枯枝落叶和死木碳库大小缺省值很可能有偏差。因而，过渡期末的库大小可能被再次高估，导致对累积速率的高估。第三，缺省过渡期对枯枝落叶碳库来说可能过长，导致对真实累积速率的低估。然而，对于死木池来说，目前 20 年过渡期的缺省假设可能过短。因而，死木池中的碳累积速率可能被高估。

4.3.3 土壤碳

一般矿质土上的土地转化要么能保持相似的碳储存级别，要么创造增加土壤碳库的条件，特别当土地之前被用作一年生作物生产经营时 (Post 和 Kwon, 2000 年)。然而，在一定情况下，草地转化为林地已经被证明会引起转化后数十年矿质土壤碳损失较少 (Davis 和 Condron, 2002 年; Paul 等, 2002 年)。来自有机土壤的碳排放会根据先前土地利用和排水位而变化。具体地，农田的转化将降低排放量；草地的转化将可能保持相似的排放率；而湿地的转化通常会增加碳排放。

*估算土壤碳库变化的一般信息和指南见第 2 章 2.3.3 节 (包括公式)，需要首先阅读这些信息和指南，再阅读关于森林土壤碳库的具体指南。*采用公式 2.24 (第 2 章) 计算*转化为森林的土地*的土壤碳库总变化，此公式总合了矿质土壤和有机土壤的土壤有机碳库变化，以及土壤无机碳汇的碳库变化 (仅方法 3)。本节提供了估算土壤有机碳库变化的具体指南；参见 2.3.3.1 节 (第 2 章) 关于土壤无机碳的一般讨论 (下文林地的讨论中没有提供额外信息)。

为了计算与*转化为林地的土地*相关的土壤碳库中的变化，各国至少需要有清查时期*转化为林地的土地*的面积估值，面积按气候带和土壤类型分类。如果土地利用和管理数据有限，方法一活动数据，与国家专家关于正在转化的土地利用类型大概分布的知识一起，可以用作开始点。如果*转化为森林的土地*的先前土地利用和转化未知，仍然可以采用*仍为林地的林地*中所提供的方法来计算 SOC 库变化，但是森林土地基质可能在当前年份与清查初年是不同的。然而，重要的是在清查时间段中所有土地利用部分的土地总面积不变 (例如，假如在清查期内 500 万公顷的农田和草地转化为林地，那么在清查的最后一年林地将增加 500 万公顷，农田和草地在最后一年相应地减少 500 万公顷)，将总和所有土地利用的 SOC 库以估算总变化。根据气候区域和主要土壤类型将*转化为林地的土地*进行分层，这可以根据缺省或国家特定分类。此分类的完成可采用覆盖气候和土壤地图，结合土地转化位置的相关空间明晰数据。

可采用方法 1、2 或 3 建立清单，每一连续层需要获得比前一层更详细的资源。可能的是，各国将采用不同的层级方法编制此源类别各组分的估值 (即矿质土壤和有机土壤中土壤有机碳库变化；与土壤无机碳汇相关的库变化)。

4.3.3.1 方法的选择

可以采用方法 1、2 或 3 建立清单，对于矿质和有机土壤来说，各国可以选择使用不同的层级。2.3.3.1 节 (第 2 章) 中提供了用于矿质土壤 (图 2.4) 和有机土壤 (图 2.5) 的决策树，用以辅助清单编制者选择其土壤碳清单的适合层级。

矿质土壤

方法 1

可采用公式 2.25 (第 2 章) 估算土地利用转化为草地的矿质土壤中土壤有机碳库的变化。对于方法 1 而言，根据适合用于描述转化前后的土地利用和管理的一般参考土壤有机碳库 (SOC_{参考}) 和缺省库变化因子 (F_{LU} , F_{MG} , F_I)，来确定初始 (转化之前) 土壤有机碳库 (SOC_(0-T)) 和清查期最后一年的碳库 (SOC₀)。要注意，林地中外露的基层岩地区或之前的土地利用未包括在土壤碳库计算中 (假设库为零)。计算库的年变化率是以库之间的差别 (一段时间) 除以库变化因子的时间依赖 (D) (缺省为 20 年)。

方法 2

用于矿质土壤的方法 2 亦采用公式 2.25（第 2 章），但包括国家或区域特定参考碳库和/或库变化因子，并且可能包括更加细分的土地利用活动和环境数据。

方法 3

方法 3 涉及更详细和国家特定模式和/或基于测量的方法，以及高度分解的土地利用和管理数据。优良作法是，估算土地利用转化为林地的土壤碳变化的方法 3，采用能够表述其它土地利用（包括草地、农田和可能的聚居地或其它土地利用）长期转化的模式、监测网络和/或数据集。重要的是，模式的评价采用在国家或特定区域现场位置进行的独立观测，可表述转化后土壤碳库变化上气候、土壤和森林类型/管理间的相互作用。

有机土壤

方法 1 和方法 2

有关清查期内有机土壤上*转化为林地的土地*的处理方式与有机土壤上*仍为林地的林地*相同。如果土壤排过水，采用公式 2.26（第 2 章）计算新转化为林地的土地的碳损失。4.3.3.1 节给出了关于方法 1 和方法 2 的附加指南。

方法 3

与矿质土壤相同，方法 3 涉及国家特定模式和/或基于测量的方法，以及高度分解的土地利用和管理数据（参见上文矿质土壤部分的附加讨论）。

4.3.3.2 库变化和排放因子的选择

矿质土壤

方法 1

对于未管理天然土地，以及管理林地、聚居地和处于低扰乱状况的名义管理草地来说，假设土壤碳库等于参考值[即土地利用、扰乱（仅森林）、管理和投入因子等于 1]，但必须采用合适的库变化因子，以表述其它可能转化为林地的系统，如改良和退化的草地以及所有农田系统。参见关于缺省库变化因子的相应土地利用节（4.2.3.2 林地，5.2.3.2 农田，6.2.3.2 草地，8.2.3.2 聚居地和 9.3.3.2 其它土地）。缺省参考碳库见表 2.3（第 2 章）。

方法 2

估算国家特定库变化因子很可能是与方法 2 有关的最重要的内容。相对于参照条件来计算土地利用中土壤有机碳库的差别。如果采用缺省参考碳库，参照条件是没有因土地利用和管理做法而退化或改良的自然植被。如果森林能代表参照条件，那么土地利用转化为天然森林的库变化因子将等于 1。然而，需要求出不能代表参照条件的*转化为林地的土地*的库变化因子，这些因子说明了扰乱（ F_D ）、投入（ F_I ）和管理（ F_{MG} ）带来的影响，然后用于进一步修正新森林系统的碳库。参见关于推导其它土地利用部门库变化因子的特定信息的相应节（5.2.3.2 农田，6.2.3.2 草地，8.2.3.2 聚居地和 9.3.3.2 其它土地）。

在方法 2 中，还可以从国家特定数据中求出参考碳库。然而，参考值在所有土地利用中应该保持一致（即林地、农田、草地、聚居地、其他土地），因此开展 AFOLU 部门土壤碳的多个清查队伍必须协调合作。

方法 3

恒定库变化率因子本身的估算不太可能有利于多变速率，多变速率可更准确地捕捉土地利用和管理效应。参见 2.3.3.1 节（第 2 章）进一步的讨论。

有机土壤

方法 1 和方法 2

有关清查期内有机土壤上*转化为林地的土地*的处理方式与有机土壤上*仍为林地的林地*相同，即基于气候制度，采用恒定的排放因子。表 4.6（4.5 节）给出了方法 1 排放因子，而方法 2 排放因子从国家或区域特定数据中求出。

方法 3

恒定库变化率因子本身的估算不太可能有利于多变速率，多变速率可更准确地捕捉土地利用和管理效应。参见第 2 章 2.3.3.1 节进一步的讨论。

4.3.3.3 活动数据的选择

矿质土壤

方法 1 和方法 2

为了估算土壤碳库的变化，应该根据主要气候区域和土壤类型将*转化为林地的土地*的面积估值进行分层。分层可以根据覆盖适合的气候和土壤地图，以及土地转化位置的相关空间明晰数据。第3章中提供了缺省气候和土壤分类方案的详细介绍。关于土地利用/管理活动数据处理的土地利用每一节均提供了具体信息（5.2.3.2 农田，6.2.3.2 草地，8.2.3.2 聚居地和9.3.3.2 其它土地）。

评价*转化为林地的土地*对土壤有机碳库的影响的一个重要问题是，土地利用和管理活动数据的类型。采用方法2或3（参见第3章关于各种方法的讨论）收集的活动数据，提供了确定*转化为林地的土地*的先前土地利用的基本依据。相反地，总计数据（第3章，方法1）仅提供每一土地利用面积的总量，不构成确定特定转化的基础。因此，转化为森林前的先前土地利用未知。采用方法1或2时，不会因此产生问题，因为计算不是动态的，并且假设阶段变化从一种稳定状态变为另外一种。使用总计数据（方法1），可以单独计算每一土地利用部门的土壤有机碳库的变化，然后将它们合并得到总的库变化。部分库变化源自一个特定部门土地面积的减少或增加，但土地基础中这样的变化将被另一部门土地面积的伴随的增加或减少而抵消。采用这种方式，必须在每一部门间进行协调，以确保总土地基础长期保持不变，因为由于土地利用的变化每一清查年中单个部门内将损失和获得部分土地面积。

方法 3

对于在方法3中动态模式的应用和/或基于测量的直接清查，相对于方法1或方法2，需要关于总合气候、土壤、地形和管理数据的类似或更详细数据，但是确切的需要将取决于模式或测量设计。

有机土壤

方法 1 和方法 2

有关清查期内有机土壤上*转化为林地的土地*的处理方式与有机土壤上*仍为林地的林地*相同；参见4.2.3.3节。

方法 3

与矿质土壤相似，与方法1或2相比，方法3将需要总合气候、土壤、地形和管理数据的更详细数据，但是确切需要将取决于模式或测量设计。

4.3.3.4 方法 1 计算步骤

矿质土壤

估算*转化为林地的土地*上的 SOC_0 及 $SOC_{(0-T)}$ 和每公顷土壤碳库的净变化的步骤如下所示：

步骤 1：在清查开始时按土地的矿质土壤类型和气候区域确定土地利用及管理方式，这随着活动数据的时间步骤（0-T；例如，5年，10年或20年前）而变化。

步骤 2：基于表2.3的气候和土壤类型，为正在清查的每个土地区域选择天然参考碳库值（ $SOC_{参考}$ ）。用于所有土地利用类别的参考碳库均相同，以确保不用计算因不同部门间参考库值的差别引起的碳库变化。

步骤 3：选择表述转化为森林之前的土地利用和管理体系的土地利用因子（ F_{LU} ）、管理因子（ F_{MG} ）和碳投入水平（ F_I ）。关于土地利用部门的相应各节（第5章中的农田和第6章中的草地）给出了 F_{LU} 、 F_{MG} 、 F_I 值。

步骤 4：将这些值乘以参考土壤碳库，以估算清查时期“初始”土壤有机碳库（ $SOC_{(0-T)}$ ）。

步骤 5：采用相同的天然参考碳库（ $SOC_{参考}$ ），重复步骤1-4，以估算 SOC_0 ，但是需要利用表述清查最后一年（0年）条件的土地利用、管理和投入因子。对于方法1而言，假设有关林地的所有库变化因子等于1（但是对方法2而言，根据国家特定数据，应该采用在新转化的林地下有关这些因子的不同值）。

步骤 6：估算清查时间段内区域土壤碳库的年均变化量， $\Delta C_{CC_{矿质}}$ （参见第2章中的公式2.25）。

步骤 7：如果存在额外清查时间段（例如，1990-2000年，2001-2010年等），重复步骤1-6。

下文给出了关于农田土壤造林的数例。

样例：100 000 公顷的农田曾经种植为森林。土壤类型是热带潮湿气候带的老成土，天然参考库，SOC_{参考}（0-30 厘米）为 47 吨碳/公顷（表 2.3）。之前土地利用为一年生行种作物，采用传统耕作方式，不施肥并清除作物残余物，这样清查时期开始（本例中，1995 年的早 5 年）的土壤碳库为 $(SOC_{参考} \bullet F_{LU} \bullet F_{MG} \bullet F_I) = 47 \text{ 吨碳/公顷} \bullet 0.48 \bullet 1 \bullet 0.92 = 20.8 \text{ 吨碳/公顷}$ （参见第 5 章表 5.5，关于农田的库变化因子）。在方法 1 下，假设管理森林的土壤碳库与参照条件的库值相同（即，所有库变化因子等于 1）。清查时间段内区域土壤碳库的年均变化量估算为 $(47 \text{ 吨碳/公顷} - 20.8 \text{ 吨碳/公顷}) / 20 \text{ 年} = 1.3 \text{ 吨碳/公顷 / 年}$ 。对于再造林的区域来说，增加了 131 000 吨碳/年。（说明：20 年是库变化因子的时间依赖，即因子表述 20 年的年变化率）。

有机土壤

计算步骤与上文 4.2.3.4 节中所描述的相同。

4.3.3.5 不确定性评估

转化为林地的土地的不确定性分析基本上与仍为林地的林地中的相同。存在三种广义的不确定性来源：1) 土地利用及管理活动和环境数据中的不确定性；2) 如果采用方法 1 或方法 2（仅矿质土壤）时参考土壤碳库中的不确定性；3) 有关方法 1 或方法 2 库变化/排放因子中的不确定性，方法 3 基于模式方式的模式结构/参数误差，或者与方法 3 基于测量清单相关的测量误差/抽样变率。参见仍为林地的林地中关于不确定性的附加讨论（4.2.3.5 节）。

4.3.4 来自生物量燃烧的非 CO₂ 温室气体排放

4.2.4 节讨论了转化为林地的土地上来自生物量燃烧或火烧的非 CO₂ 温室气体排放的估算指南。一般指南还见于第 2 章 2.4 节。

来自森林土壤的 N₂O 排放的估算指南见第 11 章。

4.4 完整性、时间序列、质量保证/质量控制和报告及归档

4.4.1 完整性

完整性是温室气体清单的一项要求，*优良作法*是论述包括采伐的木材产品在内的所有的森林碳增加和损失。林地的温室气体清单应该包括属林地的所有土地和转化为林地的所有土地利用类别。对于完整性而言，*优良作法*是包括所有碳汇和非 CO₂ 温室气体。第 11 章 11.2 节提供了关于来自排水有机土壤的 N₂O 排放的建议。计算不同碳汇使用的森林面积应该相同。应该估算来自有机土壤的排放量和矿质土壤上土地利用变化引起的排放量或清除量。高层级方法纳入国家特定信息，包括管理和自然扰乱状况对矿质土壤碳库或来自有机土壤的排放产生的影响。必须完整核算与仍为林地的林地和转化为林地的土地相关的 CO₂ 排放量和清除量，或管理（当适用时，以及未管理）林地中生物量燃烧所产生的排放量和清除量。*优良作法*是来自生物量碳汇的所有损失初次计算为生物量碳库的损失，这些损失转为死有机物质池。*优良作法*是各国采用方法 1 估算方法，不计算火烧或其它扰乱中来自死有机物质（DOM）池的碳排放，因为假设所有 DOM 的添加在添加年中已经释放。因此，方法 1 亦不核算自然扰乱后 DOM 池的增加。

4.4.2 制定一致的时间序列

*优良作法*是按照第 1 卷第 5 章中的指南，制定关于所有 AFOLU 类别中人类活动引起的温室气体排放和清除清单的一致的时间序列。由于活动数据可能每隔数年才能获得，实现时间序列的一致性可能需要从较长的时间序列或趋势进行内插或外推，在需要推动的情况下，可能利用有关森林政策和奖励计划变化的信息。

对列入生物量和土壤碳排放及清除清单中的土地面积要进行长期一致的核算，这需要对所有土地利用类别的活动数据按共同定义的气候和土壤类型分层。因此，其它土地利用类别关于气候和土壤层的定义不一致造成的核算误差，不会使得土地利用变化的面积被遗漏或重复计算。不论采用方法 1、方法 2 还是方法 3 来估计温室气体的排放和清除，理想的情况是应在相同的分解层级上对时间序列中的每一年一致地适用相同的规程（抽样战略、方法等），在使用国家特定数据的情况下，*优良作法*是在时间序列的所有时点使用相同的系数和方法进行相等的计算。

然而，清查能力和信息与数据来源可获性会随时间而提高，应包括新的源和汇类别，或进到更高的层级，用来计算估值的方法和数据可加以更新和完善。在这些情况下，*优良作法*是采取一致的方法重新计算历史的排放和清除量。在有些情况下，如果历史数据遗失，那么就可能需要根据其它数据来源进行估算。例如，《2006 年 IPCC 指南》现在需要估算来自森林的 CO₂ 和非 CO₂ 排放，而这些并不包括在《1996 年指南》中（参阅第 1 章）。知识水平和对土壤排放估算的详细度亦将随时间有所提升，必须重新计算历史清单以顾及新的数据和/或方法。在时间段短于 10 年时，往往无法测出森林土壤的变化；将需要在测量之间进行内插以便获取关于排放和清除的年度估值。需要长时期跟踪森林类型、做法和扰乱方面的变化，例如根据土壤碳动态或森林轮伐期，要以详细的计算模式来进行特别跟踪。

当各国采用方法 1 时，仅提供土地利用变化来自或变为林地情况下的 DOM 库变化的估值。如果枯枝落叶和死木碳汇的缺省值或过渡期发生改变，*优良作法*是重新计算整个时间序列的数据。如果活动数据进行了修改，如计算了土地利用变化率，*优良作法*亦是重新计算整个时间序列的估值。随着将来可以获得关于死木和枯枝落叶碳库的更多地面样点和其它抽样数据，国家将可能改进高层级估算程序中所用的模式。*优良作法*是整个时间序列中采用相同的模式参数值（如枯枝落叶脱落率、衰减率、扰乱影响），如果一个或多个模式参数发生了变化了，重新计算整个时间序列。错误的做法可能导致人为源或汇，例如衰减率修改的结果。

4.4.3 质量保证和质量控制

林地温室气体清单估算的特点可能有不同程度的精确性、准确性和偏差度。而且，估值受国家现有数据和信息的质量和一致性以及知识差距的影响。此外，取决于各国所采用的层级，估值还可能受不同来源的误差的影响，例如抽样误差、评估误差、遥感图像分类误差、模式误差等，它们会蔓延到整个估算过程。

*优良作法*是通过质量保证（QA）及质量控制程序（QC）和专家对排放估值进行审查，来实施质量控制检查。第1卷第6章方法2程序概述的补充质量控制检查办法亦可适用，特别是如果利用较高层的方法来估算排放的话。*优良作法*是采用各来源特定类别程序来加强有关数据处理、处理和报告及文件编写方面的一般质量保证/质量控制。应该单独编写用于仍为林地的林地和转化为林地的土地的质量保证/质量控制程序。

收集数据的机构负责审查数据收集的方法，检查数据以确保正确收集、总计或分解它们，并用其它来源的数据和前几年的数据交叉检验数据，以确保这些数据长期内是真实、完整和一致的。粮农组织数据需要与其它国家来源就准确性和一致性进行交叉检验。估算的依据（如，统计调查或“案头估算”），均必须作为质量控制过程的组成部分加以审查和说明。归档是审查过程一个至关重要的组分，因为它使审查人员能够发现不准确和缺陷，并提出改进意见。对于高度不确定的来源类别而言，报告中的文件资料和透明度极其重要，对国家特定因子与其它国家使用的缺省值或因因子间的差异要说明原因。鼓励（生态）条件类似的各国进行协作，完善各种方法、排放因子和不确定性评估。

活动数据核查：在可能的情况下，清查机构应利用独立的资料来源检查涉及所有管理土地面积的数据，并进行比较。对于许多国家而言，粮农组织数据库可能是主要的来源，在这种情况下必须与其它来源一起交叉检验数据。应就面积记录中的任何差异编成文件归档以供审查。应将所有土地利用类别的活动数据面积的总数相加，以确保清单中的总面积及其按气候和土壤类型的分层长期保持不变。这可确保长期内土地面积既不“创造”亦不“丧失”，如有这种情况，将会造成清单的重大误差。在利用国家具体的数据时（例如关于立木生物量和生物量生长率的数据、地上生物量的碳部分、生物量扩展因子、合成肥料消费量估值），清查机构应将它们与 IPCC 缺省值或排放因子数据库（EFDB）进行比较并注明差异。

国家特定的参数应是高质量的、最好是经同行审查的实验数据，作出充分的说明并成文归档。鼓励实施清查的机构确保利用*优良作法*并确保结果经过同行审查。可利用关于试验面积的评估结果来验证报告数字的可靠性。

内部和外部审查：第1卷第8章规定的审查程序最好应由不直接介入清单编制的专家进行。清查机构应利用 AFOLU 部门的温室气体清除和排放问题专家，对所用的方法和数据进行同行专家审查。鉴于用来计算某些类别的国家特定因子的参数的复杂性和独特性，应让选定的该领域专家参与此种审查。如果在直接测量的基础上得出土壤因子，清查机构应审查测量结果以确保它们代表环境和土壤管理条件及各年间气候变化的实际范围，而且是按照公认的标准制定的。还应审查在立地执行的质量保证/质量控制规程，并将产生的估值在立地间与缺省估值进行比较。

*优良作法*是各国采用方法1评审，如果必要，修改用于枯枝落叶和死木池中碳库的缺省假设，这些假设是估算毁林后库损失量所需的。鼓励采用高层级方法的国家，计算用于建立 DOM 库变化的模式的中介指标。例如，质量保证/质量控制程序可以与文献值和其它经同行评审的出版物，比较库大小、枯枝落叶的投入、衰减率等估值。如果可能，*优良作法*是将模式估值与现场测量值和其它数据源进行比较。建模体系中易实施的一种质量保证/质量控制核查是，计算内部质量平衡，以确保该模式既不产生碳亦不损失碳，不作为源或汇进行报告。例如，质量转换要求包括来自生物量池的损失要么计算为 DOM 池的投入，要么转移到森林生态系统之外，要么释放到大气层中（火烧的情况下）。此外，采伐数据可用来核查模式产生的转移（损失停止）估值。采用高层级估算方法的国家可以实施第2个质量保证/质量控制程序，即为按区域、森林类型和土壤类型（有机和矿质土壤）分层的 DOM 池建立上界和下界。清单中报告的或者模式估算出的任何值，如果超出界限之外，可作进一步研究。

4.4.4 报告及归档

第1卷第5章中阐明了关于报告和文件的一般要求。一般来说*优良作法*是将用来产生国家排放/清除清单的所有数据和信息（例如数字、统计资料、假定来源、建模方法、不确定性分析、验证研究、清查方法、研究实验、产生于实地研究的测量数据、有关规程以及其它基本数据）归档并编成文件。应报告关于碳汇定义的详细说明，将管理土地范围的相关定义，连同提供长期一致适用这些定义的证据纳入清单。

还需要提供文件来证明以下各项完整性和一致性：时间序列数据、抽样、方法与年份间的内插方法、重新计算、避免重复计算以及执行质量保证/质量控制的方法。如果清单编制者决定进到更高的层级，而该层级的计算方法和数据在本卷中未作说明或需要采用更细分的办法，就需要补充文件资料来支持采用更先进和准确的方法、国家界定的参数、高分辨率的地图和数据集。不过，在所有的层级，均需要就方法、系数和活动数据的选择决定作出说明。目的是便利独立的第三方重新构建估值，但亦可能证

明将所需的所有文件纳入国家清单报告是不切合实际的。因此清单应当包括关于所利用办法和方法的摘要并提及数据的来源，以便报告的排放估值具有透明性，而且可以追溯其计算中采取的步骤。

排放因子：必须说明所用的排放或清除因子的来源（具体的 IPCC 缺省值或其它）。如果利用国家或区域特定的排放因子，而且如果采用新方法（非 IPCC 缺省法），应全面说明并以文件资料证明这些排放因子和方法的科学依据。这包括界定投入参数和说明求出这些排放因子和方法的过程，以及不确定性的根源和量值。利用国家特定的排放因子的清查机构应提供关于选择不同因子所依据的信息，说明是如何求出的，将它与其它所公布的排放因子作比较，解释任何重大的差别，并尝试设定不确定性的范围。

活动数据：应当提供计算中使用的所有活动数据，如面积、土壤类型和特点及植被覆盖等，的来源（即完整引述从中获得数据的统计数据库）。提及数据库的元数据是有益的，包括关于下列方面的信息：数据收集的日期和频率、抽样程序、为获得土壤特点和最低限度可检测有机碳变化所采用的分析程序，以及对于准确性和精确性的估计。在活动数据不是直接取自数据库时，应当提供用来求出活动数据的信息和假定，以及与求出的活动数据相关联的不确定性的估值。这特别适用于利用按比例扩展程序求出大规模的估值；在这些情况下，应说明统计程序以及相关的不确定性。

模式模拟的结果：如果清查机构在其估计程序中利用来自模式的数据产出，就应提供有关模式选择和利用的理由。*优良作法*是完整引述经同行评审的、并对模式作出说明的出版物，并解释和验证建模结果。应提供详尽的信息以使审查人员能够评估模式的有效性，包括一般建模办法、关键的模式假定、投入和产出数据、参数值和参数化程序、模式产出的信度区间、以及就产出所作的任何敏感性分析的结果。此外，与所有投入和产出文件一起，应该将模式的计算机源代码长期存档，将来作为参考资料。

排放分析：应解释各年间排放的重大波动。应区分各年间活动水平的变化与排放系数的变化，并将这些变化的原因编写成文件。如果不同的年份利用不同的排放因子，应解释这样做的理由并成文归档。

4.5 表格

表 4.1 气候域（粮农组织，2001年），气候区（第3章），以及生态区（粮农组织，2001年）					
气候域		气候区域	生态区		
领域	领域标准		地区	代码	地区标准
热带	所有月份均无霜冻；海洋区域里，温度>18°C	湿热带	热带雨林	TAr	湿：≤3个月是干旱的，冬季中
		湿热带	热带湿润落叶林	TAwa	湿润为主：3到5个月是干旱的，在冬季
		干热带	热带干旱林	TAWb	干旱为主：5到8个月是干旱的，在冬季
			热带灌丛	TBSh	半干旱：蒸发量>降水量
			热带沙漠	TBWh	干旱：全年干旱
		热带山区	热带山系	TM	海拔约>1000米，局部有变化
亚热带	≥8个月的温度>10°C	湿润暖温带	亚热带潮湿林	SCf	潮湿：无干旱季节
		暖温带干	亚热带干旱林	SCs	季节性干旱：冬雨夏干
			亚热带草原	SBSH	半干旱：蒸发量>降水量
			亚热带沙漠	SBWh	干旱：全年干旱
		湿润或干暖温带	亚热带山系	SM	海拔约为800-1000米
温带	4至8个月的温度>10°C	湿润寒温带	温带海洋林	TeDo	海洋性气候：最冷月份>0°C
			温带大陆林	TeDc	大陆性气候：最冷月份<0°C
		寒温带，干	温带草原	TeBSk	半干旱：蒸发量>降水量
			温带沙漠	TeBWk	干旱：全年干旱
		寒温带，湿润或干	温带山系	TeM	海拔约>800米
北方温度带	≤3个月的温度>10°C	北方温度带，湿润	北温带针叶林	Ba	针叶密林为主
		北方温度带，干	北温带苔原林地	Bb	林地和疏林为主
		北方温度带，湿润或干	北温带山系	BM	海拔约>600米
极地	所有月份温度均<10°C	极地，湿润或干	极地	P	所有月份温度均<10°C

气候域：温度状况相对相似的区域，等同于 Köppen-Trewartha 气候组别（Köppen, 1931年）。

气候区域：为了报告不同碳汇，相似气候的区域定义在第3章。

生态区：广义来讲，虽然相对同质的自然植被形式相似，但结构不一定相同。

干旱月份：总降水量（mm）≤2 x 平均温度（°C）的月份。

表 4.2
森林和土地覆盖类别

森林或土地覆盖类别	定义
森林	<p>土地被高度达到 5 米以上的树覆盖，且林冠覆盖大于 10%，面积大于 0.5 公顷，或者树在原地能够达到这些阈值。不包括主要用于农业或城市土地利用的土地。</p> <p>森林的确定根据树的存在而没有其它主要土地利用。树在原地的最小高度应该能够达到 5 米。包括未达到但预计会达到林冠覆盖为 10%，并且树高达到 5 米的再造林区域，以及由于人类干预或自然原因暂时无林木蓄积但预计会进行更新的区域。</p> <p>包括：含竹和棕榈树，高度和林冠覆盖达到标准的区域；森林路面，防火道和其它较小的开放区；国家公园、自然保护区和其它受保护地区（诸如特别的科学、历史、文化或精神等保护区）中的森林；面积大于 0.5 公顷，宽度大于 20 米，含防风物、防风林和的区域；主要以林业或保护为目的的种植园，如橡胶木种植园和软木橡树林分。</p> <p>不包括：农业生产系统中的林分，例如果园和农林结合系统。亦不包括城市公园和花园中的树木。</p>
其它林地	<p>未列为“森林”的土地，面积超过 0.5 公顷；树高于 5 米且林冠覆盖为 5—10%，或者树木在原地达到这些阈值；或者灌木、灌丛和树总合覆盖率达 10% 以上。不包括主要用于农业或城市用途的土地。</p>
其他土地	<p>所有未列为森林或其它林地的土地。</p> <p>包括：农田、草地及牧地、聚集区、裸地等；归为亚类“树覆盖的其它土地”的地区。</p>
树木覆盖的其它土地	<p>归为其它土地的土地，面积大于 0.5 公顷，林冠覆盖大于 10%，树木在成熟期高度达到 5 米。</p> <p>包括：农业景观、公园、园林和建筑物周围的树丛和散生树（只要面积、高度和林冠覆盖达到标准）；主要为非木材目的而建立的种植园，如果园和棕榈树种植园等。</p>
资料来源：粮农组织，2006 年。《全球森林资源评估 2005》—可持续森林管理进展。粮农组织林业文集第 147 号，罗马。	

表 4.3
地上部森林生物量的碳比例

领域	树的部分	碳比例, (CF) (吨碳/吨干物质)	参考文献
缺省值	所有	0.47	McGroddy 等, 2004 年
热带和亚热带	所有	0.47 (0.44 - 0.49)	Andrae 和 Merlet, 2001 年; Chambers 等, 2001 年; McGroddy 等, 2004 年; Lasco 和 Pulhin, 2003 年
	木材	0.49	Feldpausch 等, 2004 年
	木材, 树直径 < 10 厘米	0.46	Hughes 等, 2000 年
	木材, 树直径 ≥ 10 厘米	0.49	Hughes 等, 2000 年
	树叶	0.47	Feldpausch 等, 2004 年
	树叶, 树直径 < 10 厘米	0.43	Hughes 等, 2000 年
	树叶, 树直径 ≥ 10 厘米	0.46	Hughes 等, 2000 年
温带和北方温度带	所有	0.47 (0.47 - 0.49)	Andrae 和 Merlet, 2001 年; Gayoso 等, 2002 年; Matthews, 1993 年; McGroddy 等, 2004 年
	阔叶	0.48 (0.46 - 0.50)	Lamlom 和 Savidge, 2003 年
	针叶	0.51 (0.47 - 0.55)	Lamlom 和 Savidge, 2003 年

表 4.4
地下部生物量与地上部生物量比例 (R)

领域	生态区	地上部生物量	R (根干物质/ 吨芽干物 质)	参考文献
热带	热带雨林		0.37	Fittkau 和 Klinge, 1973年
	热带湿润落叶林	地上部生物量<125吨/公顷	0.20 (0.09 - 0.25)	Mokany等, 2006年
		地上部生物量>125吨/公顷	0.24 (0.22 - 0.33)	Mokany等, 2006年
	热带干旱林	地上部生物量<20吨/公顷	0.56 (0.28 - 0.68)	Mokany等, 2006年
		地上部生物量>20吨/公顷	0.28 (0.27 - 0.28)	Mokany等, 2006年
	热带灌丛		0.40	Poupon, 1980年
热带山系		0.27 (0.27 - 0.28)	Singh等, 1994年	
亚热带	亚热带潮湿林	地上部生物量<125吨/公顷	0.20 (0.09 - 0.25)	Mokany等, 2006年
		地上部生物量>125吨/公顷	0.24 (0.22 - 0.33)	Mokany等, 2006年
	亚热带干旱林	地上部生物量<20吨/公顷	0.56 (0.28 - 0.68)	Mokany等, 2006年
		地上部生物量>20吨/公顷	0.28 (0.27 - 0.28)	Mokany等, 2006年
	亚热带草原		0.32 (0.26 - 0.71)	Mokany等, 2006年
	亚热带山系		估值不存在	
温带	温带海洋林 温带大陆林 温带山系	针叶林地上部生物量<50吨/公顷	0.40 (0.21 - 1.06)	Mokany等, 2006年
		针叶林地上部生物量为50-150吨/公顷	0.29 (0.24 - 0.50)	Mokany等, 2006年
		针叶林地上部生物量为>吨/公顷	0.20 (0.12 - 0.49)	Mokany等, 2006年
		栎树属, 地上部生物量>70吨/公顷	0.30 (0.20 - 1.16)	Mokany等, 2006年
		桉树属, 地上部生物量<50吨/公顷	0.44 (0.29 - 0.81)	Mokany等, 2006年
		桉树属, 地上部生物量50-150吨/公顷	0.28 (0.15 - 0.81)	Mokany等, 2006年
		桉树属, 地上部生物量 > 150吨/公顷	0.20 (0.10 - 0.33)	Mokany等, 2006年
		其它阔叶地上部生物量 <75吨/公顷	0.46 (0.12 - 0.93)	Mokany等, 2006年
		其它阔叶林地上部生物量 75-150吨/公顷	0.23 (0.13 - 0.37)	Mokany等, 2006年
		其它阔叶林地上部生物量 >150吨/公顷	0.24 (0.17 - 0.44)	Mokany等, 2006年
北方温度带	北温带针叶林, 北温带苔原林地, 北温带山系	地上部生物量<75吨/公顷	0.39 (0.23 - 0.96)	Li 等, 2003年; Mokany等, 2006年
		地上部生物量>75吨/公顷	0.24 (0.15 - 0.37)	Li 等, 2003年; Mokany等, 2006年

表 4.5
缺省生物量换算和扩展系数 (BCEF)，吨生物量/米³木材材积

BCEF 分为：商品材立木蓄积材积扩展成地上部生物量 (BCEF_S)，净年增量的换算 (BCEF_I)，以及木材和燃木清除量换算成地上部生物量清除量 (BCEF_R)

气候区	森林类型	BCEF	立木蓄积水平 (米 ³)			
			<20	21-50	51-100	>100
北方温度带	松树	BCEF _S	1.2 (0.85-1.3)	0.68 (0.5-0.72)	0.57 (0.52-0.65)	0.5 (0.45-0.58)
		BCEF _I	0.47	0.46	0.46	0.463
		BCEF _R	1.33	0.75	0.63	0.55
	落叶松	BCEF _S	1.22 (0.9-1.5)	0.78 (0.7-0.8)	0.77 (0.7-0.85)	0.77 (0.7-0.85)
		BCEF _I	0.9	0.75	0.77	0.77
		BCEF _R	1.35	0.87	0.85	0.85
	冷杉和云杉	BCEF _S	1.16 (0.8-1.5)	0.66 (0.55-0.75)	0.58 (0.5-0.65)	0.53 (0.45-0.605)
		BCEF _I	0.55	0.47	0.47	0.464
		BCEF _R	1.29	0.73	0.64	0.59
	硬木	BCEF _S	0.9 (0.7-1.2)	0.7 (0.6-0.75)	0.62 (0.53-0.7)	0.55 (0.5-0.65)
		BCEF _I	0.65	0.54	0.52	0.505
		BCEF _R	1.0	0.77	0.69	0.61

表 4.5 (续)
缺省生物量换算和扩展系数 (BCEF)，吨生物量/米³木材材积

BCEF 分为：商品材立木蓄积材积扩展成地上部生物量 (BCEF_S)，净年增量的换算 (BCEF_I)，以及木材和燃木清除量换算成地上部生物量清除量 (BCEF_R)

气候区	森林类型	BCEF	立木蓄积水平 (米 ³)				
			<20	21-40	41-100	100 -200	>200
温带	硬木	BCEF _S	3.0 (0.8-4.5)	1.7 (0.8-2.6)	1.4 (0.7-1.9)	1.05 (0.6-1.4)	0.8 (0.55-1.1)
		BCEF _I	1.5	1.3	0.9	0.6	0.48
		BCEF _R	3.33	1.89	1.55	1.17	0.89
	松树	BCEF _S	1.8 (0.6 -2.4)	1.0 (0.65 -1.5)	0.75 (0.6-1.0)	0.7 (0.4-1.0)	0.7 (0.4-1.0)
		BCEF _I	1.5	0.75	0.6	0.67	0.69
		BCEF _R	2.0	1.11	0.83	0.77	0.77
	其它针叶类	BCEF _S	3.0 (0.7-4.0)	1.4 (0.5-2.5)	1.0 (0.5-1.4)	0.75 (0.4-1.2)	0.7 (0.35-0.9)
		BCEF _I	1.0	0.83	0.57	0.53	0.60
		BCEF _R	3.33	1.55	1.11	0.83	0.77
地中海，干旱热带，亚热带	硬木	BCEF _S	5.0 (2.0-8.0)	1.9 (1.0-2.6)	0.8 (0.6-1.4)	0.66 (0.4-0.9)	
		BCEF _I	1.5	0.5	0.55	0.66	
		BCEF _R	5.55	2.11	0.89	0.73	
	针叶林	BCEF _S	6.0 (3.0-8.0)	1.2 (0.5-2.0)	0.6 (0.4-0.9)	0.55 (0.4-0.7)	
		BCEF _I	1.5	0.4	0.45	0.54	
		BCEF _R	6.67	1.33	0.67	0.61	

表 4.5 (续)
 缺省生物量换算和扩展系数 (BCEF)，吨生物量/米³木材材积

BCEF 分为：商品材立木蓄积材积的扩展成地上部生物量 (BCEF_S)，净年增量的换算 (BCEF_I)，以及木材和燃木清除量换算成地上部生物量清除量 (BCEF_R)

气候区	森林类型	BCEF	蓄积量水平 (米 ³)							
			<10	11-20	21-40	41-60	61-80	80-120	120-200	>200
潮湿热带	针叶林	BCEF _S	4.0 (3.0-6.0)	1.75 (1.4-2.4)	1.25 (1.0-1.5)	1.0 (0.8-1.2)	0.8 (0.7-1.2)	0.76 (0.6-1.0)	0.7 (0.6-0.9)	0.7 (0.6-0.9)
		BCEF _I	2.5	0.95	0.65	0.55	0.53	0.58	0.66	0.70
		BCEF _R	4.44	1.94	1.39	1.11	0.89	0.84	0.77	0.77
	天然林	BCEF _S	9.0 (4.0-12.0)	4.0 (2.5-4.5)	2.8 (1.4-3.4)	2.05 (1.2-2.5)	1.7 (1.2-2.2)	1.5 (1.0-1.8)	1.3 (0.9-1.6)	0.95 (0.7-1.1)
		BCEF _I	4.5	1.6	1.1	0.93	0.9	0.87	0.86	0.85
		BCEF _R	10.0	4.44	3.11	2.28	1.89	1.67	1.44	1.05

注：如果立木蓄积定义中包括树枝、茎尖和等外树，可采用 BCEF_S 的下界值；如果树枝和树顶不作为立木蓄积的部分，立木蓄积定义中树顶的最小直径过大，清单量接近较低的种类界限或基本木材密度相对较高的，则采用上界值，查看连续图表、函数形式以及新研究所做的更新，可登陆森林和气候变化网站：

非同质森林的 BCEF 平均值应该尽可能以加权平均的形式求出。优良作法是说明所选的因子。为了应用 BCEF_I，求出目前平均立木蓄积的估值是必要的。估值可查阅《森林资源评估》(2005年)，网址：<http://www.fao.org/forestry/>

将 BCEF_S 除以 0.9 求出 BCEF_R 值。

来源：北温带森林：Alexeyev V.A.和 R.A. Birdseye, 1998年；Fang J.和 Z.M. Wang, 2001；温带森林：Fang J.等, 2001年；Fukuda M.等, 2003年；Schroeder P等, 1997年；Snowdon P.等, 2000年；Smith J.等, 2002年；Brown S., 1999年；Schoene D.和 A. Schulte, 1999年；Smith J.等, 2004年；地中海森林：Vayreda等, 2002年；Gracia等, 2002年；热带森林：Brown S.等, 1989年；Brown S.和 A. Lugo, 1992年；Brown S., 2002年；Fang J.Y., 2001年。

表 4.6
用于管理森林中排水有机土壤的排放因子

气候	排放因子 (吨碳/公顷/年)	
	值	范围
热带	1.36	0.82 – 3.82
温带	0.68	0.41 – 1.91
北方温度带	0.16	0.08 – 1.09

资料来源: GPG-LULUCF, 表 3.2.3

表 4.7
森林中的地上部生物量

领域	生态区	大陆	地上部生物量 (吨干物质/公顷)	参考文献
热带	热带雨林	非洲	310 (130-510)	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲	300 (120-400)	Baker等, 2004年a; Hughes等, 1999年
		亚洲 (大陆)	280 (120-680)	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛)	350 (280-520)	IPCC, 2003年
	热带湿润落叶林	非洲	260 (160-430)	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲	220 (210-280)	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆)	180 (10-560)	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛)	290	IPCC, 2003年
	热带干旱林	非洲	120 (120-130)	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲	210 (200-410)	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆)	130 (100-160)	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛)	160	IPCC, 2003年
	热带灌丛	非洲	70 (20-200)	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲	80 (40-90)	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆)	60	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛)	70	IPCC, 2003年
热带山系	非洲	40-190	IPCC, 2003年	
	北美洲和南美洲	60-230	IPCC, 2003年	
	亚洲 (大陆)	50-220	IPCC, 2003年	
	亚洲 (岛)	50-360	IPCC, 2003年	
亚热带	亚热带潮湿林	北美洲和南美洲	220 (210-280)	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆)	180 (10-560)	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛)	290	IPCC, 2003年
	亚热带干旱林	非洲	140	Sebei等, 2001年
		北美洲和南美洲	210 (200-410)	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆)	130 (100-160)	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛)	160	IPCC, 2003年
	亚热带草原	非洲	70 (20-200)	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲	80 (40-90)	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆)	60	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛)	70	IPCC, 2003年
	亚热带山系	非洲	50	Montès等, 2002年
北美洲和南美洲		60-230	IPCC, 2003年	
亚洲 (大陆)		50-220	IPCC, 2003年	
亚洲 (岛)		50-360	IPCC, 2003年	

表 4.7 (续)
森林中的地上部生物量

领域	生态区	大陆	地上部生物量 (吨干物质/公顷)	参考文献
温带	温带海洋林	欧洲	120	-
		北美洲	660 (80-1200)	Hessl等, 2004年; Smithwick等, 2002年;
		新西兰	360 (210-430)	Hall等, 2001年
		南美洲	180 (90-310)	Gayoso 和 Schlegel, 2003 年; Battles等, 2002年
	温带大陆林	亚洲, 欧洲 (<20 y)	20	IPCC, 2003年
		亚洲, 欧洲 (>20 y)	120 (20-320)	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲 (<20 y)	60 (10-130)	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲 (>20 y)	130 (50-200)	IPCC, 2003年
	温带山系	亚洲, 欧洲 (<20 y)	100 (20-180)	IPCC, 2003年
		亚洲, 欧洲 (>20 y)	130 (20-600)	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲 (<20 y)	50 (20-110)	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲 (>20 y)	130 (40-280)	IPCC, 2003年
	北方温度带	北温带针叶林	亚洲, 欧洲, 北美洲	10-90
北温带苔原林地		亚洲, 欧洲, 北美洲 (<20 y)	3-4	IPCC, 2003年
		亚洲, 欧洲, 北美洲 (>20 y)	15-20	IPCC, 2003年
北温带山系		亚洲, 欧洲, 北美洲 (<20 y)	12-15	IPCC, 2003年
		亚洲, 欧洲, 北美洲 (>20 y)	40-50	IPCC, 2003年

表 4.8
人工林中的地上部生物量

领域	生态区	大陆	地上部生物量 (吨干物质/公顷)	参考文献
热带	热带雨林	非洲阔叶林 > 20 y	300	IPCC, 2003年
		非洲阔叶林 ≤ 20 y	100	IPCC, 2003年
		非洲松树类 > 20 y	200	IPCC, 2003年
		非洲松树类 ≤ 20 y	60	IPCC, 2003年
		美洲桉树类	200	IPCC, 2003年
		美洲松树类	300	IPCC, 2003年
		美洲柚木	240	Kraenzel 等, 2003年
		美洲其它阔叶类	150	IPCC, 2003年
		亚洲阔叶林	220	IPCC, 2003年
		亚洲其它类	130	IPCC, 2003年
		热带湿润落叶林	非洲阔叶林 > 20 y	150
	非洲阔叶林 ≤ 20 y		80	IPCC, 2003年
	非洲松树类 > 20 y		120	IPCC, 2003年
	非洲松树类 ≤ 20 y		40	IPCC, 2003年
	美洲桉树类		90	Stape 等, 2004年
	美洲松树类		270	IPCC, 2003年
	美洲柚木		120	IPCC, 2003年
	美洲其它阔叶类		100	IPCC, 2003年
	亚洲阔叶林		180	IPCC, 2003年
	亚洲其它类		100	IPCC, 2003年

表 4.8 (续)
人工林中的地上部生物量

领域	生态区	大陆	地上部生物量 (吨干物质/公顷)	参考文献
	热带干旱林	非洲阔叶林 > 20 y	70	IPCC, 2003 年
		非洲阔叶林 ≤ 20 y	30	IPCC, 2003 年
		非洲松树类 > 20 y	60	IPCC, 2003 年
		非洲松树类 ≤ 20 y	20	IPCC, 2003 年
		美洲桉树类	90	Stape 等, 2004 年
		美洲松树类	110	IPCC, 2003 年
		美洲柚木	90	IPCC, 2003 年
		美洲其它阔叶类	60	IPCC, 2003 年
		亚洲阔叶	90	IPCC, 2003 年
		亚洲其它类	60	IPCC, 2003 年
	热带灌丛	非洲阔叶	20	IPCC, 2003 年
		非洲松树类 > 20 y	20	IPCC, 2003 年
		非洲松树类 ≤ 20 y	15	IPCC, 2003 年
		美洲桉树类	60	IPCC, 2003 年
		美洲松树类	60	IPCC, 2003 年
		美洲柚木	50	IPCC, 2003 年
		美洲其它阔叶类	30	IPCC, 2003 年
		亚洲阔叶林	40	IPCC, 2003 年
		亚洲其它类	30	IPCC, 2003 年
		热带山系	非洲阔叶林 > 20 y	60-150
	非洲 ≤ 20 y		40-100	IPCC, 2003 年
	非洲松树类 > 20 y		30-100	IPCC, 2003 年
	非洲松树类 ≤ 20 y		10-40	IPCC, 2003 年
	美洲桉树类		30-120	IPCC, 2003 年
	美洲松树类		60-170	IPCC, 2003 年
	美洲柚木		30-130	IPCC, 2003 年
	美洲其它阔叶类		30-80	IPCC, 2003 年
	亚洲阔叶林		40-150	IPCC, 2003 年
	亚洲其它类		25-80	IPCC, 2003 年
	亚热带	亚热带潮湿林	美洲桉树类	140
美洲松树类			270	IPCC, 2003 年
美洲柚木			120	IPCC, 2003 年
美洲其它阔叶类			100	IPCC, 2003 年
亚洲阔叶			180	IPCC, 2003 年
亚洲其它类			100	IPCC, 2003 年
亚热带干旱林		非洲阔叶林 > 20 y	70	IPCC, 2003 年
		非洲阔叶林 ≤ 20 y	30	IPCC, 2003 年
		非洲松树类 > 20 y	60	IPCC, 2003 年
		非洲松树类 ≤ 20 y	20	IPCC, 2003 年
		美洲桉树类	110	IPCC, 2003 年
		美洲松树类	110	IPCC, 2003 年
		美洲柚木	90	IPCC, 2003 年
		美洲其它阔叶类	60	IPCC, 2003 年
		亚洲阔叶林	90	IPCC, 2003 年
		亚洲其它类	60	IPCC, 2003 年

表 4.8 (续)
人工林中的地上部生物量

领域	生态区	大陆	地上部生物量 (吨干物质/公顷)	参考文献
	亚热带草原	非洲阔叶	20	IPCC, 2003 年
		非洲松树类 > 20 y	20	IPCC, 2003 年
		非洲松树类 ≤ 20 y	15	IPCC, 2003 年
		美洲桉树类	60	IPCC, 2003 年
		美洲松树类	60	IPCC, 2003 年
		美洲柚木	50	IPCC, 2003 年
		美洲其它阔叶类	30	IPCC, 2003 年
		亚洲阔叶林 > 20 y	80	IPCC, 2003 年
		亚洲阔叶 ≤ 20 y	10	IPCC, 2003 年
		亚洲针叶林 > 20 y	20	IPCC, 2003 年
	亚洲针叶林 ≤ 20 y	100-120	IPCC, 2003 年	
	亚热带山系	非洲阔叶 > 20 y	60-150	IPCC, 2003 年
		非洲阔叶林 ≤ 20 y	40-100	IPCC, 2003 年
		非洲松树类 > 20 y	30-100	IPCC, 2003 年
		非洲松树类 ≤ 20 y	10-40	IPCC, 2003 年
		美洲桉树类	30-120	IPCC, 2003 年
		美洲松树类	60-170	IPCC, 2003 年
		美洲柚木	30-130	IPCC, 2003 年
		美洲其它阔叶类	30-80	IPCC, 2003 年
		亚洲阔叶林	40-150	IPCC, 2003 年
亚洲其它类		25-80	IPCC, 2003 年	
温带	温带海洋林	亚洲, 欧洲, 阔叶林 > 20 y	200	IPCC, 2003 年
		亚洲, 欧洲, 阔叶林 ≤ 20 y	30	IPCC, 2003 年
		亚洲, 欧洲, 针叶林 > 20 y	150-250	IPCC, 2003 年
		亚洲, 欧洲, 针叶林 ≤ 20 y	40	IPCC, 2003 年
		北美洲	50-300	IPCC, 2003 年
		新西兰	150-350	Hinds 和 Reid, 1957 年; Hall 和 Hollinger, 1997 年; Hall, 2001 年
	温带大陆林和温带山系	南美洲	90-120	IPCC, 2003 年
		亚洲, 欧洲, 阔叶林 > 20 y	200	IPCC, 2003 年
		亚洲, 欧洲, 阔叶林 ≤ 20 y	15	IPCC, 2003 年
		亚洲, 欧洲, 针叶林 > 20 y	150-200	IPCC, 2003 年
		亚洲, 欧洲, 针叶林 ≤ 20 y	25-30	IPCC, 2003 年
		北美洲	50-300	IPCC, 2003 年
		南美洲	90-120	IPCC, 2003 年
		北方温度带	北温带针叶林和北温带山系	亚洲, 欧洲 > 20 y
亚洲, 欧洲 ≤ 20 y	5			IPCC, 2003 年
北美洲	40-50			IPCC, 2003 年
北温带苔原林地	亚洲, 欧洲 > 20 y		25	IPCC, 2003 年
	亚洲, 欧洲 ≤ 20 y		5	IPCC, 2003 年
	北美洲		25	IPCC, 2003 年

表 4.9
天然森林中地上部生物量的净生长

领域	生态区	大陆	地上部生物量的生长 (吨干物质/公顷/年)	参考文献
热带	热带雨林	非洲 (≤20 y)	10	IPCC, 2003年
		非洲 (>20 y)	3.1 (2.3-3.8)	IPCC, 2003年
		北美洲	0.9-18	Clark等, 2003年; Hughes等, 1999年
		南美洲 (≤20 y)	11	Feldpausch 等, 2004年
		南美洲 (>20 y)	3.1 (1.5-5.5)	Malhi等, 2004年
		亚洲 (大陆≤20 y)	7.0 (3.0-11.0)	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆>20 y)	2.2 (1.3-3.0)	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛≤20 y)	13	IPCC, 2003年
	亚洲 (岛>20 y)	3.4	IPCC, 2003年	
	热带湿润落叶林	非洲 (≤20 y)	5	Harmand 等, 2004年
		非洲 (>20 y)	1.3	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲 (≤20 y)	7.0	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲 (>20 y)	2.0	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆≤20 y)	9.0	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆>20 y)	2.0	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛≤20 y)	11	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛>20 y)	3.0	IPCC, 2003年
	热带干旱林	非洲 (≤20 y)	2.4 (2.3-2.5)	IPCC, 2003年
		非洲 (>20 y)	1.8 (0.6-3.0)	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲 (≤20 y)	4.0	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲 (>20 y)	1.0	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆≤20 y)	6.0	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆>20 y)	1.5	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛≤20 y)	7.0	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛>20 y)	2.0	IPCC, 2003年
	热带灌丛	非洲 (≤20 y)	0.2-0.7	Nygård 等, 2004年
		非洲 (>20 y)	0.9 (0.2-1.6)	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲 (≤20 y)	4.0	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲 (>20 y)	1.0	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆≤20 y)	5.0	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆>20 y)	1.3 (1.0-2.2)	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛≤20 y)	2.0	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛>20 y)	1.0	IPCC, 2003年
	热带山系	非洲 (≤20 y)	2.0-5.0	IPCC, 2003年
		非洲 (>20 y)	1.0-1.5	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲 (≤20 y)	1.8-5.0	IPCC, 2003年
		北美洲和南美洲 (>20 y)	0.4-1.4	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆≤20 y)	1.0-5.0	IPCC, 2003年
		亚洲 (大陆>20 y)	0.5-1.0	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛≤20 y)	3.0-12	IPCC, 2003年
		亚洲 (岛>20 y)	1.0-3.0	IPCC, 2003年
	亚热带	亚热带潮湿林	北美洲和南美洲 (≤20 y)	7.0
北美洲和南美洲 (>20 y)			2.0	IPCC, 2003年
亚洲 (大陆≤20 y)			9.0	IPCC, 2003年
亚洲 (大陆>20 y)			2.0	IPCC, 2003年
亚洲 (岛≤20 y)			11	IPCC, 2003年
亚洲 (岛>20 y)		3.0	IPCC, 2003年	
亚热带干旱林		非洲 (≤20 y)	2.4 (2.3-2.5)	IPCC, 2003年
		非洲 (>20 y)	1.8 (0.6-3.0)	IPCC, 2003年
	北美洲和南美洲 (≤20 y)	4.0	IPCC, 2003年	

表 4.9 (续)
天然森林中地上部生物量的净生长

领域	生态区	大陆	地上部生物量的生长 (吨干物质/公顷/年)	参考文献	
		北美洲和南美洲 (>20 y)	1.0	IPCC, 2003年	
		亚洲 (大陆≤20 y)	6.0	IPCC, 2003年	
		亚洲 (大陆>20 y)	1.5	IPCC, 2003年	
		亚洲 (岛≤20 y)	7.0	IPCC, 2003年	
		亚洲 (岛>20 y)	2.0	IPCC, 2003年	
	亚热带草原	非洲 (≤20 y)	1.2 (0.8-1.5)	IPCC, 2003年	
		非洲 (>20 y)	0.9 (0.2-1.6)	IPCC, 2003年	
		北美洲和南美洲 (≤20 y)	4.0	IPCC, 2003年	
		北美洲和南美洲 (>20 y)	1.0	IPCC, 2003年	
		亚洲 (大陆≤20 y)	5.0	IPCC, 2003年	
		亚洲 (大陆>20 y)	1.3 (1.0-2.2)	IPCC, 2003年	
		亚洲 (岛≤20 y)	2.0	IPCC, 2003年	
		亚洲 (岛>20 y)	1.0	IPCC, 2003年	
		亚热带山系	非洲 (≤20 y)	2.0-5.0	IPCC, 2003年
			非洲 (>20 y)	1.0-1.5	IPCC, 2003年
	北美洲和南美洲 (≤20 y)		1.8-5.0	IPCC, 2003年	
	北美洲和南美洲 (>20 y)		0.4-1.4	IPCC, 2003年	
	亚洲 (大陆≤20 y)		1.0-5.0	IPCC, 2003年	
	亚洲 (大陆>20 y)		0.5-1.0	IPCC, 2003年	
	亚洲 (岛≤20 y)		3.0-12	IPCC, 2003年	
	亚洲 (岛>20 y)	1.0-3.0	IPCC, 2003年		
温带	温带海洋林	欧洲	-{}--{}-2.3		
		北美洲	15 (1.2-105)	Hessl 等, 2004年	
		新西兰	3.5 (3.2-3.8)	Coomes等, 2002年	
		南美洲	2.4-8.9	Echevarria 和 Lara, 2004年	
	温带大陆林	亚洲, 欧洲, 北美洲 (≤20 y)	4.0 (0.5-8.0)	IPCC, 2003年	
		亚洲, 欧洲, 北美洲 (>20 y)	4.0 (0.5-7.5)	IPCC, 2003年	
温带山系	亚洲, 欧洲, 北美洲	3.0 (0.5-6.0)	IPCC, 2003年		
北方温度带	北温带针叶林	亚洲, 欧洲, 北美洲	0.1-2.1	Gower等, 2001年	
	北温带苔原林地	亚洲, 欧洲, 北美洲	0.4 (0.2-0.5)	IPCC, 2003年	
	北温带山系	亚洲, 欧洲, 北美洲 (≤20 y)	1.0-1.1	IPCC, 2003年	
		亚洲, 欧洲, 北美洲 (>20 y)	1.1-1.5	IPCC, 2003年	

表 4.10
热带和亚热带人工林中地上部生物量的净生长

领域	生态区	大陆	地上部生物量的生长 (吨干物质/公顷/年)	参考文献
热带	热带雨林	非洲松树类 ≤ 20 y	20	IPCC, 2003年
		非洲其它类 ≤ 20 y	6 (5-8)	IPCC, 2003年
		美洲桉树类	20 (6-40)	IPCC, 2003年
		美洲松树类	20	IPCC, 2003年
		美洲柚木	15	IPCC, 2003年
		美洲其它阔叶类	20 (5-35)	IPCC, 2003年
		亚洲桉树类	5 (4-8)	IPCC, 2003年
		亚洲其它类	5 (2-8)	IPCC, 2003年
	热带湿润落叶林	非洲桉树类 > 20 y	25	IPCC, 2003年
		非洲桉树类 ≤ 20 y	20	IPCC, 2003年
		非洲松树类 > 20 y	15	IPCC, 2003年
		非洲松树类 ≤ 20 y	10	IPCC, 2003年
		非洲其它类 ≤ 20 y	9 (3-15)	IPCC, 2003年
		美洲桉树类	16	Stape 等, 2004年
		美洲松树类	7 (4-10)	IPCC, 2003年
		美洲柚木	8 (4-12)	IPCC, 2003年
		美洲其它阔叶类	6-20	Lugo 等, 1990年
		亚洲	8	IPCC, 2003年
	热带干旱林	非洲桉树类 ≤ 20 y	13	IPCC, 2003年
		非洲松树类 > 20 y	10	IPCC, 2003年
		非洲松树类 ≤ 20 y	8	IPCC, 2003年
		非洲其它类 ≤ 20 y	10 (4-20)	IPCC, 2003年
		美洲桉树类	20 (6-30)	IPCC, 2003年
		美洲松树类	7 (4-10)	IPCC, 2003年
		美洲柚木	8 (4-12)	IPCC, 2003年
		美洲其它阔叶类	10 (3-12)	IPCC, 2003年
		亚洲桉树类	15 (5-25)	IPCC, 2003年
		亚洲其它类	7 (2-13)	IPCC, 2003年
	热带灌丛	非洲桉树类 > 20 y	8 (5-14)	IPCC, 2003年
		非洲桉树类 ≤ 20 y	5 (3-7)	IPCC, 2003年
		非洲松树类 > 20 y	2.5	IPCC, 2003年
		非洲松树类 ≤ 20 y	3 (0.5-6)	IPCC, 2003年
		非洲其它类 > 20 y	10	IPCC, 2003年
		非洲其它类 ≤ 20 y	15	IPCC, 2003年
		美洲桉树类	20	IPCC, 2003年
		美洲松树类	5	IPCC, 2003年
	热带山系	亚洲	6 (1-12)	IPCC, 2003年
		非洲	10	IPCC, 2003年
		美洲桉树类	10 (8-18)	IPCC, 2003年
		美洲松树类	10	IPCC, 2003年
		美洲柚木	2	IPCC, 2003年
		美洲其它阔叶类	4	IPCC, 2003年
亚洲桉树类		3	IPCC, 2003年	
亚洲其它类		5 (1-10)	IPCC, 2003年	
亚热带	亚热带潮湿林	美洲桉树类	20 (6-32)	IPCC, 2003年
		美洲松树类	7 (4-10)	IPCC, 2003年
		美洲柚木	8 (4-12)	IPCC, 2003年
		美洲其它阔叶类	10 (3-12)	IPCC, 2003年
		亚洲	8	IPCC, 2003年
	亚热带干旱林	非洲桉树类 ≤ 20 y	13	IPCC, 2003年
		非洲松树类 > 20 y	10	IPCC, 2003年
		非洲松树类 ≤ 20 y	8	IPCC, 2003年
		非洲其它类 ≤ 20 y	10 (4-20)	IPCC, 2003年
		美洲桉树类	20 (6-30)	IPCC, 2003年
		美洲松树类	7 (4-10)	IPCC, 2003年
		美洲柚木	8 (4-12)	IPCC, 2003年
		美洲其它阔叶类	10 (3-12)	IPCC, 2003年
		亚洲桉树类	15 (5-25)	IPCC, 2003年
亚洲其它类	7 (2-13)	IPCC, 2003年		

表 4.10 (续)
热带和亚热带人工林中地上部生物量的净生长

领域	生态区	大陆	地上部生物量的生长 (吨干物质/公顷/年)	参考文献
	亚热带草原	非洲桉树类 > 20 y	8 (5-14)	IPCC, 2003 年
		非洲桉树类 ≤ 20 y	5 (3-7)	IPCC, 2003 年
		非洲松树类 > 20 y	2.5	IPCC, 2003 年
		非洲松树类 ≤ 20 y	3 (0.5-6)	IPCC, 2003 年
		非洲其它类 > 20 y	10	IPCC, 2003 年
		非洲其它类 ≤ 20 y	15	IPCC, 2003 年
		美洲桉树类	20	IPCC, 2003 年
		美洲松树类	5	IPCC, 2003 年
	亚热带山系	亚洲	6 (1-12)	IPCC, 2003 年
		非洲	10	IPCC, 2003 年
		美洲桉树类	10 (8-18)	IPCC, 2003 年
		美洲松树类	10	IPCC, 2003 年
		美洲柚木	2	IPCC, 2003 年
		美洲其它阔叶类	4	IPCC, 2003 年
		亚洲桉树类	3	IPCC, 2003 年
		亚洲其它类	5 (1-10)	IPCC, 2003 年
温带	温带海洋林	亚洲, 欧洲, 阔叶类 > 20 y	-	-
		亚洲, 欧洲, 阔叶类 ≤ 20 y	-	-
		亚洲, 欧洲, 针叶类 > 20 y	-	-
		亚洲, 欧洲, 针叶类 ≤ 20 y	-	-
		北美洲	-	-
		新西兰	-	-
		南美洲	-	-
	温带大陆林和温带山系	亚洲, 欧洲, 阔叶类 > 20 y	-	-
		亚洲, 欧洲, 阔叶类 ≤ 20 y	-	-
		亚洲, 欧洲, 针叶类 > 20 y	-	-
		亚洲, 欧洲, 针叶类 ≤ 20 y	-	-
		北美洲	-	-
北方温度带	北温带针叶林和北温带山系	亚洲, 欧洲 > 20 y	-	-
		亚洲, 欧洲 ≤ 20 y	-	-
		北美洲	-	-
	北温带苔原林地	亚洲, 欧洲 > 20 y	-	-
		亚洲, 欧洲 ≤ 20 y	-	-
		北美洲	-	-

表 4.11A
一些人工林品种的地上部净材积生长

树种	地上部净材积生长 (米 ³ /公顷/年)
耳形金合欢	6 - 20
黑荆树	14 - 25
南美杉	8 - 24
南洋杉	10 - 18
木麻黄	6 - 20
山木麻黄	7 - 11
波布木属	10 - 20
墨西哥柏木	8 - 40
印度黄檀	5 - 8
赤桉	15 - 30
粗皮桉	14 - 50
蓝桉	10 - 40
巨桉	15 - 50
大叶桉	10 - 40
柳叶桉	10 - 55
尾叶桉	20 - 60
云南石梓	12 - 50
银合欢	30 - 55
加勒比松	10 - 28
洪都拉斯加勒比松	20 - 50
卵果松	10 - 40
展叶松	8 - 40
辐射松	10 - 50
大叶桃花心木	7 - 30
柚木	6 - 18
象牙榄仁	8 - 17
艳榄仁	10 - 14

资料来源：Ugalde 和 Perez，2001 年

表 4.11B
一些人工林品种的年均增量（出材材积的增长）

种植树林的类型/区域	树种	年均增量 (MAI) 整个循环 (米 ³ /公顷/年)	
		MAI 最小值	MAI 最大值
非洲	具蜜金合欢	2.2	4.0
	阿拉伯金合欢	15.0	20.0
	阿拉伯胶树	1.4	2.6
	Acacia seyal 胶树	2.0	6.0
	高栲	6.6	9.4
	竹	5.0	7.5
	柏木属	15.0	24.0
	桉树属	12.0	14.0
	非洲桃花心木属	8.5	12.0
	柚木	2.5	3.5
亚洲	赤桉	21.0	43.0
	松树属	4.0	15.0
南美洲	柚木	7.3	17.3
	Xylia xylocapa	3.0	8.8
	金合欢属	15.0	30.0
	南美杉	15.0	30.0
	桉树属	20.0	70.0
	橡胶树	10.0	20.0
	Mimosa scabrella 含羞草属	10.0	25.0
	松树属	25.0	40.0
	杨属	10.0	30.0
柚木	15.0	35.0	
生产性, 半天然林			
非洲	微白金合欢	4.0	6.1
	具蜜金合欢	1.9	3.5
	阿拉伯金合欢	12.5	20.0
	阿拉伯胶	1.1	2.4
	Acacia seyal 胶树	1.8	3.2
	Acacia tortilis 胶树	1.2	3.7
	Acacia tortilis var siprocarpa 胶树	1.5	2.4
	橡形木属	1.2	1.5
	Sclerocarya birrea	1.5	1.7
	滇刺枣	0.9	1.0
生产性人工林			
非洲	具蜜金合欢	2.0	6.0
	阿拉伯金合欢	13.0	21.0
	阿拉伯胶	1.4	2.8
	Acacia seyal 胶树	1.9	4.3
	Ailanthus 椿	6.0	12.0
	竹	4.0	8.0
	柏木属	14.0	20.0
	桉树属	10.0	14.0
	非洲桃花心木属	7.0	16.0
	柚木	5.0	8.0

表 4.11B (续)
一些人工林品种的年均增量 (出材材积的增长)

种植树林的类型/区域	树种	年均增量 (MAI) 整个循环 (米 ³ /公顷/年)	
		MAI 最小值	MAI 最大值
半天然人工保护林			
非洲	微白金合欢	4.0	6.2
	具蜜金合欢	1.7	3.2
	阿拉伯金合欢	12.0	15.0
	阿拉伯胶	1.1	2.4
	Acacia seyal 胶树	1.8	3.3
	Acacia tortilis 胶树	1.3	3.5
	Acacia tortilis var siprocarpa 胶树	1.6	2.4
	橡形木属	1.2	1.5
	Sclerocarya birrea 乳香树	1.5	1.7
	滇刺枣	0.9	1.0

资料来源：粮农组织，登陆：<http://www.fao.org/forestry/>

表 4.12
方法 1 估算的生物量值，来自表 4.7–4.11 (除了表 4.11B)
(近似值；仅用于方法 1)

气候域	生态区	天然林中的地上部生物量 (吨干物质/公顷)	人工林中的地上部生物量 (吨干物质/公顷)	天然林中的地上部净生物量 增长 (吨干物质/公顷/年)	人工林中的地上部净生物量 增长 (吨干物质/公顷/年)
热带	热带雨林	300	150	7.0	15.0
	热带湿润落叶林	180	120	5.0	10.0
	热带干旱林	130	60	2.4	8.0
	热带灌丛	70	30	1.0	5.0
	热带山系	140	90	1.0	5.0
亚热带	亚热带潮湿林	220	140	5.0	10.0
	亚热带干旱林	130	60	2.4	8.0
	亚热带草原	70	30	1.0	5.0
	亚热带山系	140	90	1.0	5.0
温带	温带海洋林	180	160	4.4	4.4
	温带大陆林	120	100	4.0	4.0
	温带山系	100	100	3.0	3.0
北方温带	北温带针叶林	50	40	1.0	1.0
	北温带苔原林地	15	15	0.4	0.4
	北温带山系	30	30	1.0	1.0

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)
 1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年;
 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
心叶水团花	0.58-0.59	亚洲	5
水桔	0.75	亚洲	5
Afzelia bipidensis 缅甸茄	0.67-0.79	非洲	3
贝壳杉属类	0.44	亚洲	5
平原米仔兰	0.89	亚洲	5
巴西小鳞山榄木	0.74	美洲	4
黄白山黄皮	0.78	非洲	5
八角枫属	0.65	亚洲	5
合欢属.	0.52	美洲	5
合欢属	0.70	亚洲	5
马刺甲合欢	0.25	亚洲	5
黄白山黄皮	0.34	美洲	5
Aldina heterophylla 杉	0.73	美洲	4
菲岛油桐	0.43	亚洲	5
大花护卫豆	0.59	美洲	4
南美护卫豆木	0.52	美洲	4
异木患属	0.45	非洲	5
锈红桤木	0.38	美洲	5
赤杨	0.43	亚洲	5
麦珠子属	0.50	亚洲	5
藤春属	0.69	亚洲	5
油丹属	0.49	亚洲	5
刚果鸭脚树	0.33	非洲	5
巴拉圭豆	0.43	美洲	1
崖摩属	0.60	亚洲	5
Amphimas pterocarpoides 雄蘇木	0.63	非洲	5
高大腰果	0.41	美洲	4
巨腰果木	0.44	美洲	4
Anadenanthera macrocarpa 阿拉豆属	0.86	美洲	4
安迪拉红木	0.64	美洲	4
小花甘蓝(皮)	0.69	美洲	4
微凹甘蓝(皮)	0.67	美洲	5
Aniba amazonica 安尼巴属	0.52-0.56	美洲	1
亚马孙安尼樟	0.92	美洲	4
粗状阿林山榄	0.44-0.53	非洲	3
Anisophyllea obtusifolia 红树木	0.63	非洲	5
Anisophyllea zeylanica 红树木	0.46	亚洲	5
差翅亚目类	0.54	亚洲	5
Annonidium mannii	0.29	非洲	5
平果榆绿木	0.78-0.79	亚洲	5
克莱阿诺匹斯	0.74	非洲	5
团花树	0.33-0.36	亚洲	5
高山马钱木	0.50	非洲	5
Anthonotha macrophylla	0.78	非洲	5
Anthostemma aubryanum	0.32	非洲	5
非洲箭毒木	0.38	美洲	5
见血封喉属	0.38	非洲	5
蘭嶼枯里珍	0.59	亚洲	5
Antrocaryon klaineianum 漆树	0.50	非洲	5
Apeiba aspera 椴树	0.28	美洲	1
Apeiba echinata 椴树	0.36	美洲	5
Apeiba peiouma 椴树	0.20	美洲	4
佩罗特安纳山楝	0.52	亚洲	5

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)
 1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年;
 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
平滑果铁苏木	0.70	美洲	1
白齿苏木	0.76	美洲	4
大叶南洋杉	0.43	亚洲	5
Ardisia cubana	0.62	美洲	1
面包树	0.70	美洲	5
波罗密属类	0.58	亚洲	5
白坚木	0.76	美洲	4
盾籽木	0.67	美洲	1
Aspidosperma obscurinervium 盾籽木	0.86	美洲	4
南美洲斑纹漆木	0.73	美洲	4
烈味斑纹漆木	0.75	美洲	4
圭亚那乳桑	0.73	美洲	5
Astronium ulei 漆树科	0.71	美洲	4
乌隆斑纹漆木	1.21	美洲	4
加蓬木	0.31-0.48	非洲	3
奥特山榄木	0.78	非洲	5
印苦楝	0.52	亚洲	5
圭亚那乳桑木	0.69	美洲	4
毒籽山榄木	0.70	非洲	3
椴形木属	0.63	非洲	5
龟头果	0.76	亚洲	5
Banara guianensis	0.61	美洲	5
姆库如提木	0.93	非洲	5
可食玉蕊	0.48	亚洲	5
Basiloxylon exelsum	0.58	美洲	5
羊蹄甲属	0.67	亚洲	5
路易琼楠	0.70	非洲	5
尼提达	0.50	非洲	5
琼楠属类	0.61	美洲	5
新西兰琼楠	0.58	亚洲	5
鞋木	0.58	非洲	5
六翅木	0.78	亚洲	5
巴西果属	0.62	美洲	4
秋枫	0.54-0.62	亚洲	5
红木属	0.32	美洲	4
Bleasdalea vitiensis	0.43	亚洲	5
Blighia welwitschii 阿开木	0.74	非洲	5
Bocoa sp.	0.42	美洲	1
Bombacopsis quinata 类木棉	0.39	美洲	1
Bombacopsis sepium 类木棉	0.39	美洲	5
Bombax costatum 木棉	0.35	非洲	3
Bombax paraense 红木棉属	0.39	美洲	1
Borojoa patinoi	0.52	美洲	5
齿叶乳香	0.50	亚洲	5
Bowdichia coccolobifolia 鲍迪豆	0.39	美洲	2
Bowdichia crassifolia	0.39	美洲	2
光鲍迪豆	0.79	美洲	4
哈氏短被菊木	0.52	美洲	2
短盖属	0.52	非洲	5
土密树	0.47	非洲	5
土密树鳞部	0.50	亚洲	5
尖叶饱食桑木	0.55	美洲	4
麦粉饱食桑	0.69	美洲	4
Brosimum guianense 饱食桑木	0.96	美洲	4

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)

1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年; 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
Brosimum lactescens 饱食桑木	0.70	美洲	1
阿马饱食桑木	0.58	美洲	4
饱食桑木	0.53	美洲	4
红(变)饱食桑木	0.87	美洲	4
良木饱食桑木	0.40-0.49	美洲	1
Brysenia adenophylla 酢浆草	0.54	美洲	5
Buchenavia capitata	0.63	美洲	4
Buchenavia huberi	0.79	美洲	4
豆腐果	0.45	亚洲	5
Buchenavia oxycarpa	0.72	美洲	4
Buchenavia viridiflora	0.88	美洲	1
牛角拉美使君子木	0.93	美洲	5
裂榄属	0.59	亚洲	5
苦栲裂榄属	0.29-0.34	美洲	5
单籽柴柳	0.48	亚洲	5
贝森尼木	0.64	美洲	5
Byrsonima spicata 金匙木	0.61	美洲	4
Byrsonima verbascifolia 金匙木	0.33	美洲	2
拟西洋杉卡芍拉树	0.55	美洲	4
云实属(苏木属)类	1.05	美洲	5
巴西红厚壳木	0.53	美洲	4
红厚壳属	0.46	美洲	1
红厚壳属	0.53	亚洲	5
瓮萼豆木	0.63	非洲	5
Calycarpa arborea	0.53	亚洲	5
萼叶茜(草)木	0.74	美洲	1
巴拿马籽漆木	0.37	美洲	1
香水树	0.29	亚洲	5
橄榄属	0.44	亚洲	5
畸形鱼骨木	0.42	亚洲	5
鱼骨木属	0.63	非洲	5
萼状竹节树	0.66	亚洲	5
圭亚那苦油楝	0.55	美洲	4
大栗油果木	0.59	非洲	5
Cariniana integrifolia 玉蕊木	0.49	美洲	4
小花拉美玉蕊木	0.64	美洲	4
光油桃木	0.65	美洲	1
柔毛油桃木	0.72	美洲	4
巴提斯可贝嘉赐木	0.50	非洲	5
脚骨脆属类	0.62	美洲	5
爪哇旂那	0.69	亚洲	5
麝香决明	0.71	美洲	5
坚硬铁刀苏木	1.01	美洲	4
Cassipourea euryoides	0.70	非洲	5
Cassipourea malosana	0.59	非洲	5
菲力普栲	0.51	亚洲	5
木麻黄	0.81	美洲	5
木麻黄	0.83	亚洲	5
麻黄属	0.85	亚洲	5
Catostemma commune 木棉	0.50	美洲	1
西哥罗佩属类	0.36	美洲	5
香红椿	0.42	美洲	1
香红椿	0.38	亚洲	5
洋椿属类	0.40-0.46	美洲	5
红椿	0.43	亚洲	5

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)

1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年; 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
链状亚马孙豆	0.45	美洲	1
吉贝	0.18-0.39	非洲	3
吉贝	0.28	美洲	4
吉贝	0.23	亚洲	5
萨玛乌马木棉	0.57	美洲	1
吕宋朴树	0.49	亚洲	5
Celtis schippii 朴属类	0.59	美洲	1
朴属类	0.59	非洲	5
刺片豆木	0.65	美洲	5
大叶同萼树	0.63	美洲	5
Cespedesia spathulata	0.54	美洲	1
毛果大戟木	0.80	美洲	5
溪桫属	0.52	亚洲	5
Chlorophora excelsa 大绿柄桑木	0.48-0.66	非洲	3
染料绿柄桑木	0.73	美洲	4
绿木树	0.76-0.80	亚洲	5
Chorisia integrifolia 木棉科	0.28	美洲	1
微白金叶树	0.56	非洲	5
麻楝	0.57	亚洲	5
柚	0.59	亚洲	5
总花克拉桑木	0.59	美洲	4
棒柄花	0.50	亚洲	5
闭花木	0.88	亚洲	5
米尔布瑞迪闭花木	0.87	非洲	5
水榕属	0.76	亚洲	5
闭鳞番荔枝	0.36	非洲	5
粉红克卢西亚木	0.67	美洲	5
Cochlospermum gossypium 棉	0.27	亚洲	5
Cochlospermum orinocensis	0.26	美洲	5
可可椰子	0.50	亚洲	5
Coda edulis	0.78	非洲	5
凹果豆蔻	0.56	非洲	5
可乐果属	0.70	非洲	5
一担柴属	0.33	亚洲	5
Combretodendron quadrialatum 耶希亚木	0.57	亚洲	5
Conopharyngia holstii 荚竹桃	0.50	非洲	5
古巴香脂	0.61	美洲	1
Copaifera pubiflora 香脂	0.56	美洲	1
神圣香脂(苏)木	0.50	非洲	5
网脉香脂(苏)木	0.63	美洲	4
破布木属	0.48	美洲	5
Cordia bicolor 破布子	0.49	美洲	4
破布木	0.74	美洲	5
Cordia goeldiana	0.48	美洲	4
米氏破布木	0.34	非洲	5
聚伞破布木	0.36	非洲	5
Cordia sagotii 破布木	0.50	美洲	4
破布木属	0.53	亚洲	5
Corynanthe pachyceras	0.63	非洲	5
Corythophora ramosa	0.84	美洲	4
杯裂香属	0.69	亚洲	5
Couepia sp.	0.70	美洲	5
牛奶树	0.50	美洲	4
圭亚那纤皮玉蕊	0.54	美洲	4
多花纤皮玉蕊木	0.47	美洲	4

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)

1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年; 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
长椭圆叶纤皮玉蕊木	0.49	美洲	4
星芒纤皮玉蕊木	0.63	美洲	4
鱼木属	0.53	亚洲	5
树状黄牛木	0.40	亚洲	5
大果巴豆木	0.57	非洲	5
<i>Croton xanthochloros</i>	0.48	美洲	5
厚壳桂属	0.59	亚洲	5
斯氏隐蓍豆木	0.70	非洲	5
<i>Ctenolophon englerianus</i> 垂籽木	0.78	非洲	5
<i>Cubilia cubili</i>	0.49	亚洲	5
野榴莲木	0.53	亚洲	5
墨西哥柏木	0.43-0.44	美洲	5
库拉五椴果木	0.41	美洲	2
<i>Cylicodiscus gabonensis</i> 豆科	0.80	非洲	5
乌干达喙果(苏)木	0.74	非洲	5
喙喙果属	0.80	亚洲	5
<i>Cyrilla racemiflora</i>	0.53	美洲	5
鸡毛松	0.45-0.47	亚洲	5
松陆均属	0.46	亚洲	5
<i>Dacryodes buttneri</i> 蜡烛树	0.44-0.57	非洲	3
大蜡烛木	0.52-0.53	美洲	5
蜡烛树属	0.61	亚洲	5
<i>Dactyodes colombiana</i>	0.51	美洲	5
圆锥黄檀	0.64	亚洲	5
微凹黄檀	0.89	美洲	5
伯利兹黄檀	0.82	美洲	5
奥氏西非苏木	0.53	非洲	3
<i>Declinanona calycina</i>	0.47	美洲	5
维提竹柏	0.37	亚洲	5
单心木兰	0.35	亚洲	5
腰果楠	0.64	亚洲	5
<i>Dendropanax arboreum</i> 树参	0.40	美洲	4
西非粘木	0.87	非洲	5
<i>Detarium senegalensis</i> 苏木科	0.63	非洲	5
大摘亚苏木	0.78	非洲	5
圭亚那摘亚苏木	0.88	美洲	4
摘亚木	0.80	亚洲	5
<i>Dialyanthera sp.</i>	0.36-0.48	美洲	5
<i>Declinanona calycina</i>	0.47	美洲	4
<i>Dicorynia ghuianensis</i> 苏木	0.65	美洲	4
帕拉州双柱苏木	0.60	美洲	5
非洲代德苏木	0.78	非洲	5
喀麦隆代德苏木	0.50	非洲	5
<i>Didymopanax sp.</i>	0.74	美洲	5
五椴果属	0.59	亚洲	5
<i>Dimorphandra mora</i>	0.99	美洲	5
异味豆	0.86	美洲	4
柿属	0.82	非洲	5
柿属	0.47	美洲	1
柿属	0.70	亚洲	5
<i>Diplodiscus paniculatus</i> 椴树科	0.63	亚洲	5
<i>Diploon cuspidatum</i>	0.85	美洲	4
马氏双龙瓣豆木	0.74	美洲	1
紫双龙瓣豆木	0.78	美洲	4
龙脑香属	0.61	亚洲	5

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)

1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年; 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
广布龙脑香	0.56	亚洲	5
纤维龙脑香	0.61	亚洲	5
大花龙脑香	0.62	亚洲	5
科里龙脑香	0.56	亚洲	5
库斯特勒龙脑香	0.57	亚洲	5
龙脑香属	0.61	亚洲	5
瓦尔堡龙脑香	0.52	亚洲	5
零陵香豆	0.93	美洲	4
<i>Dipteryx polyphylla</i>	0.87	美洲	4
<i>Discoglyprena caloneura</i> 大戟科	0.32	非洲	5
尼日利亚两蕊苏木	0.58	非洲	5
人面子属	0.50	亚洲	5
香木	0.61	亚洲	5
核果木属	0.63	非洲	5
<i>Drypetes variabilis</i> 核果木	0.71	美洲	4
<i>Dtypetes bordenii</i> 核果木	0.75	亚洲	5
榴莲属	0.53	亚洲	5
<i>Dussia lehmannii</i> 苔草	0.59	美洲	5
胶桐	0.36	亚洲	5
檉木属	0.49	Asia	5
<i>Ecclinusa bacuri</i>	0.59	美洲	4
<i>Ecclinusa guianensis</i>	0.63	美洲	5
厚壳树	0.51	非洲	5
锡兰杜英	0.40	亚洲	5
余甘子	0.80	亚洲	5
绿花恩南番荔枝	0.42	非洲	5
疏花土楠	0.54	亚洲	5
<i>Endlicheria sp.</i>	0.50	美洲	1
<i>Endodesmia calophylloides</i>	0.66	非洲	5
<i>Endopleura uchi</i>	0.78	美洲	4
黄桐属	0.38	亚洲	5
良木非洲楝	0.53-0.62	非洲	3
环果番龟树	0.34	美洲	4
环果番龟树	0.35	亚洲	5
尚氏象耳豆木	0.40	美洲	4
番龟树属	0.78	美洲	4
镰形木荚苏木	0.78	美洲	4
兰屿檉木	0.73	亚洲	5
<i>Eribroma oblongum</i>	0.60	非洲	5
<i>Eriocoelum microspermum</i>	0.50	非洲	5
(长柄)毛鞘木棉	0.45	美洲	4
(钩状)轴状独蕊木	0.47	美洲	1
<i>Erismadelphus ensul</i>	0.56	非洲	5
刺桐属	0.23	美洲	5
翅果刺桐	0.24	亚洲	5
刺桐属	0.25	非洲	5
象牙海岸格木	0.70-0.88	非洲	3
密花格木	0.65	亚洲	5
<i>Eschweilera amazonica</i> 玉蕊木	0.90	美洲	4
<i>Eschweilera coriacea</i> 玉蕊木	0.78	美洲	4
<i>Eschweilera ovata</i> 玉蕊木	0.81	美洲	4
黑拉美玉蕊	0.79	美洲	4
柠檬桉	0.64	亚洲	5
粗皮桉	0.34	亚洲	5

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)

1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年; 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
大叶桉	0.51	美洲	5
番樱桃属	0.65	亚洲	5
<i>Eugenia stahlii</i> 番樱桃	0.73	美洲	5
帕拉芸香	0.70	美洲	4
曼尼古柯	0.69	非洲	5
<i>Fagara sp.</i>	0.69	美洲	5
灰莉属	0.73	亚洲	5
垂叶榕	0.65	亚洲	5
<i>Ficus insipida</i> 榕属	0.50	美洲	1
大叶崖椒树	0.40	非洲	5
<i>Fumtulia latifolia</i>	0.45	非洲	5
全缘叶巴秘商陆	0.51	美洲	1
<i>Gambeya sp.</i>	0.56	非洲	5
<i>Ganua obovatifolia</i>	0.59	亚洲	5
多叶山竹子	0.65	亚洲	5
斑藤黄木	0.78	非洲	5
藤黄属	0.75	亚洲	5
膨胀梔子	0.64	亚洲	5
羽叶嘉榄	0.51	亚洲	5
美洲格尼茜(草)木	0.51	美洲	4
<i>Gilletiodendron mildbraedii</i> 香脂苏木	0.87	非洲	5
云南石梓	0.63	亚洲	5
<i>Glycydendron amazonicum</i>	0.66	美洲	4
云南石梓	0.41-0.45	亚洲	5
石梓属	0.54	亚洲	5
台湾琼榄	0.64	亚洲	5
点状糯米团	0.57	亚洲	5
刚果苏木	0.40	非洲	5
圭巴卫矛	0.68	美洲	1
椴叶扁担杆	0.68	亚洲	5
白驼峰楝	0.48-0.57	非洲	3
<i>Guarea chalde</i> 驼峰楝	0.52	美洲	5
驼峰楝	0.68	美洲	4
<i>Guarea kunthiana</i> 驼峰楝	0.60	美洲	1
<i>Guatteria decurrens</i>	0.52	美洲	1
<i>Guatteria olivacea</i>	0.51	美洲	4
<i>Guatteria procera</i>	0.65	美洲	4
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.50-0.52	美洲	5
<i>Guibourtia demeusii</i> 古夷苏木	0.70-0.84	非洲	3
刺棒棕属	0.95-1.25	美洲	5
<i>Gustavia speciosa</i>	0.34	美洲	1
<i>Hannoa klaineana</i>	0.28	非洲	5
亚尼安苏木	0.73	亚洲	5
树状假山萝	0.62	亚洲	5
<i>Harungana madagascariensis</i> 旅人蕉	0.45	非洲	5
毛卷曲花柱桑属	0.72	美洲	4
银叶树属	0.56	亚洲	5
莲叶桐	0.29	美洲	5
橡胶树	0.49	美洲	4
橡胶树	0.53	亚洲	5
六裂番荔枝	0.48	非洲	5
黄槿	0.57	亚洲	5
<i>Hieronyma chocoensis</i>	0.59-0.62	美洲	1
<i>Hieronyma laxiflora</i>	0.55	美洲	1
<i>Himatanthus articulatus</i>	0.38	美洲	2

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)

1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年; 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
<i>Hirtella davisii</i>	0.74	美洲	5
印缅甸榆属	0.59	非洲	5
澳杨	0.38	亚洲	5
天料木属	0.70	非洲	5
天料木属	0.76	亚洲	5
渐尖坡垒	0.62	亚洲	5
坡垒属	0.64	亚洲	5
<i>Huberodendron patinoi</i>	0.50	美洲	1
香核果木	0.66	美洲	4
<i>Humiriastrum excelsum</i> 美国黑胡桃木	0.75	美洲	4
<i>Humiriastrum procera</i> 美国黑胡桃木	0.70	美洲	5
沙盆树	0.36	美洲	4
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0.64	美洲	4
<i>Hieronyma laxiflora</i>	0.59	美洲	5
<i>Hylodendron gabonense</i>	0.78	非洲	5
李叶苏木	0.77	美洲	1
李谷豆	0.67	美洲	5
长叶李叶苏木	0.62	美洲	1
<i>Hymenaea parvifolia</i> 苏木	0.95	美洲	4
大膜瓣豆木	0.64	美洲	4
<i>Hymenolobium modestum</i> 大膜瓣豆木	0.65	美洲	4
<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> 大膜瓣豆木	0.67	美洲	4
<i>Hymenostegia pellegrini</i>	0.78	非洲	5
白印加豆木	0.62	美洲	4
印加豆	0.51	美洲	1
<i>Inga paraensis</i> 豆科	0.82	美洲	4
印茄	0.68	亚洲	5
大叶苞芽木	0.78	非洲	5
大热美肉豆蔻木	0.55	Americas	4
圭亚那热美蔻木	0.57	美洲	4
<i>Iryanthera trocornis</i> 热美蔻木	0.72	Americas	4
蓝花楸	0.33	美洲	4
油大戟木	0.39	美洲	4
球花热非豆木	0.78	非洲	5
<i>Kayea garciae</i> 卡伊亚木	0.53	亚洲	5
象牙非洲楝	0.40-0.48	非洲	3
<i>Kingiodendron altemifolium</i> 金吉欧典兹浓木	0.48	亚洲	5
加蓬热非粘木	0.87	非洲	5
鸕鹚麻	0.36	亚洲	5
红光树属	0.53	亚洲	5
塔豆	0.63	亚洲	5
<i>Koordersiodendron pinnatum</i> 科德漆	0.65-0.69	亚洲	5
翅果麻	0.72	亚洲	5
<i>Lachmellea speciosa</i>	0.73	美洲	5
极高利蒂大风子木	0.63	美洲	1
紫薇属	0.55	亚洲	5
厚皮树	0.50	亚洲	5
赤非山榄木	0.78	非洲	5

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)
 1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年;
 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
Lecythis idatimon 玉蕊	0.77	美洲	4
Lecythis lurida 玉蕊	0.83	Americas	4
圭巴正玉蕊木	0.84	美洲	4
Lecythis poltequi 正统玉蕊属	0.81	美洲	4
猴壶正玉蕊木	0.86	美洲	4
Letestua durissima	0.87	Africa	5
银合欢	0.64	Asia	5
大叶利堪蔷薇木	0.76	美洲	4
Licania oblongifolia 利堪蔷薇属	0.88	美洲	4
Licania octandra 利堪蔷薇属	0.77	美洲	4
Licania unguiculata 利堪蔷薇属	0.88	美洲	1
Licaria aritu 利堪蔷薇属	0.80	美洲	4
Licaria cannella 利堪蔷薇属	1.04	美洲	4
Licaria rigida 樟科	0.73	美洲	4
Lindackeria sp.	0.41	美洲	5
北极花属	0.81	美洲	5
石栎属	0.63	亚洲	5
木姜子属	0.40	亚洲	5
合生果属	0.69	美洲	5
非洲栎树	0.84-0.97	非洲	3
冠瓣属	0.46	亚洲	5
毛洛沃楝	0.45	非洲	5
Loxopterygium sagottii 歪翅漆	0.56	美洲	5
蛋花果属	0.79	美洲	5
Luehea sp.	0.50	美洲	5
Lueheopsis duckeana	0.62	美洲	4
Mabea piriri	0.59	美洲	5
中平树	0.53	亚洲	5
Machaerium sp.	0.70	美洲	5
Maclura tinctoria 桑橙属	0.71	美洲	1
圭亚那热美竹桃木	0.40	美洲	5
椭圆叶紫荆木	0.53	亚洲	5
类杜茎鼠李木	0.41	非洲	5
木兰属	0.52	美洲	5
Maguira sclerophylla 苦楮	0.57	美洲	5
马那山榄属	0.45	非洲	5
菲律宾野桐	0.64	亚洲	5
Malouetia duckei	0.57	美洲	4
曼密属	0.62	非洲	5
满梅果	0.62	美洲	5
芒果	0.55	美洲	5
芒果属	0.52	亚洲	5
Manilkara amazonica 山榄科	0.85	美洲	4
铁线子	0.87	美洲	1
圭亚那铁线子	0.93	美洲	4
羽状铁线子	0.78	非洲	5
Maniltoa minor	0.76	亚洲	5
Maguira sclerophylla 苦楮	0.57	美洲	4
Marila sp.	0.63	美洲	5
宽萼老猫尾木	0.45	非洲	5

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)
 1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年;
 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
大理石豆木	0.81	美洲	4
单室茛蓂属	0.47	亚洲	5
马太无患子木	0.70	美洲	5
Matisia hirta	0.61	美洲	5
Mauria sp.	0.31	美洲	1
美登木属	0.71	美洲	5
Melanorrhea sp.	0.63	亚洲	5
南岭楝树	0.40	亚洲	5
三叶蜜茛蓂	0.37	亚洲	5
大形叶泡花树	0.27	亚洲	5
伞形马松子属	0.25	亚洲	5
头状谷木	0.77	非洲	5
Metrosideros collina	0.70-0.76	亚洲	5
亚马孙热美樟	0.70	美洲	4
Mezilaurus lindaviana 热美樟	0.68	美洲	4
含笑属	0.43	亚洲	5
Michropholis sp.	0.61	美洲	5
斑马木	0.70	非洲	5
革质破布叶	0.42	非洲	5
柱果破布叶	0.40	亚洲	5
小芸香木属	0.64	亚洲	5
Micropholi guyanensis	0.65	美洲	4
Micropholi venulosa	0.67	美洲	4
鸡血藤属	0.72	非洲	5
绒毛粟草	0.63	亚洲	5
爱氏明树	0.72	亚洲	5
圭亚那明夸铁青木	0.76	美洲	1
小叶帽柱木	0.56	亚洲	5
托叶帽柱木	0.47	非洲	5
海氏单瓣豆	0.44-0.53	非洲	3
大鳉苏木	0.80	美洲	4
苏里南鳉苏木	0.78	美洲	1
极大籽鳉苏木	0.63	美洲	1
Mouriri barinensis	0.78	美洲	1
Mouriria sideroxylon	0.88	美洲	5
原伞木	0.23	非洲	5
拟香桃木属	0.73	美洲	5
Myristica platysperma 肉豆蔻	0.55	美洲	4
肉豆蔻属	0.53	亚洲	5
香脂木豆	0.78	美洲	1
Myroxylon peruiferum 香脂木豆	0.78	美洲	1
缔德瑞其乌檀	0.63	非洲	5
Nealchornea yapurensis	0.61	美洲	1
Nectandra rubra	0.57	美洲	5
Neesia sp.	0.53	亚洲	5
贝尔纳新乌檀	0.62	亚洲	5
Neopoutonia macrocalyx	0.32	非洲	5
Neotrewia cumingii	0.55	亚洲	5
罌粟尼索桐	0.65	非洲	5
金莲木属	0.86	亚洲	5
轻木	0.30	亚洲	5
Ochtocosmus africanus	0.78	非洲	5
Ocotea guianensis 樟	0.63	美洲	4
奈斯绿心樟	0.63	美洲	4
八果木	0.27-0.32	亚洲	5
Odyenda sp.	0.32	非洲	5
热非奥德大戟木	0.78	非洲	5

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)
 1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年;
 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
西赤非铁青木	0.72	非洲	5
亚马孙番荔枝木	0.61	美洲	4
深红红豆木	0.61	美洲	1
帕拉州红豆木	0.67	美洲	4
Ormosia schunkei 红豆属	0.57	美洲	1
千层纸	0.32	亚洲	5
Otoba gracilipes	0.32	美洲	1
Ougenia dalbergioides	0.70	亚洲	5
赛金莲木属	0.66	美洲	5
尖柱苏木	0.53	非洲	5
瓜栗属	0.43	美洲	5
厚腔苏木	0.70	非洲	5
施氏粗柄花木	0.58	非洲	5
胶木属	0.55	亚洲	5
Pangium edule 大风子科	0.50	亚洲	5
赛鞋木豆	0.56	非洲	5
柳安	0.59	亚洲	5
塞黄钟花木	0.60	美洲	5
光叶介蕨	0.77	亚洲	5
大姜饼木	0.68	美洲	4
光姜饼木	0.87	非洲	5
Parinari montana 姜饼木属	0.71	美洲	4
Parinari rodolphii 姜饼木属	0.71	美洲	4
姜饼树属植物	0.68	亚洲	5
多列球花豆木	0.38	美洲	4
Parkia nitada 球花豆属	0.40	美洲	4
Parkia paraensis 球花豆属	0.44	美洲	4
悬垂球花豆	0.55	美洲	4
大叶巴克豆	0.34	亚洲	5
Parkia ulei 球花豆属	0.40	美洲	4
Pausandra trianae	0.59	美洲	1
Pausinystalia brachythyrta	0.56	非洲	5
Pausinystalia sp.	0.56	美洲	5
巴因榄属	0.55	亚洲	5
圆锥紫心苏木	0.89	美洲	4
Peltogyne paradoxa 紫心苏木属	0.91	美洲	4
Peltogyne porphyrocardia 紫心苏木属	0.89	美洲	1
双翼豆	0.62	亚洲	5
雷公曼属	0.56	亚洲	5
山柳	0.43	美洲	1
山柳	0.78	非洲	5
奶油树	0.78	非洲	5
鳄梨属	0.40-0.52	美洲	5
Peru glabrata	0.65	美洲	5
Peru schomburgkiana 苏木	0.59	美洲	5
西印度群岛马鞭木	0.66	美洲	5
无苞亮花木	0.56	亚洲	5
盘状叶下珠	0.76	非洲	5
东南亚叶状枝木	0.53	亚洲	5
巴西叶柱榆木	0.77	美洲	4

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)
 1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年;
 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
Pierreodendron africanum	0.70	非洲	5
加勒比松	0.51	美洲	5
加勒比松	0.48	亚洲	5
岛松	0.47-0.48	亚洲	5
苏门答腊松	0.54	亚洲	5
卵果松	0.55	美洲	5
展叶松	0.45	美洲	5
Piptadenia communis 豆科	0.68	美洲	4
铁苏木	0.86	美洲	1
香甜落腺豆木	0.75	Americas	4
非洲腺瘤豆木	0.56	非洲	5
圭亚那蛇桑木	0.96	美洲	5
伞形花腺果藤	0.21	亚洲	5
古卡佩尔猴耳环	0.56	美洲	5
Pithecellobium latifolium 猴耳环属	0.36	美洲	1
Pithecellobium saman 猴耳环属	0.49	美洲	1
台湾海桐	0.51	亚洲	5
非洲斜柱大戟木	0.70	非洲	5
Planchonia sp.	0.59	亚洲	5
Platonia insignis	0.70	美洲	5
Platymiscium sp.	0.71-0.84	美洲	5
Podocarpus oleifolius 罗汉松属	0.44	美洲	1
Podocarpus rospigliosii 罗汉松属	0.57	美洲	1
罗汉松属	0.43	亚洲	5
油赤非红树木	0.36	非洲	5
黄暗罗	0.51	亚洲	5
芳香暗罗属	0.66	非洲	5
南洋参属	0.38	亚洲	5
番龙眼属	0.54	亚洲	5
杨察玛	0.37-0.44	美洲	1
Pourouma sp.	0.32	美洲	5
Pouteria anibifolia 桃榄属	0.66	美洲	1
Pouteria anomala 桃榄属	0.81	美洲	4
黄晶果	0.87	美洲	4
Pouteria guianensis 桃榄属	0.90	美洲	4
Pouteria manaosensis 桃榄属	0.64	美洲	4
Pouteria oppositifolia 桃榄属	0.65	美洲	4
Pouteria villamilii 桃榄属	0.47	亚洲	5
豆腐柴属	0.63	非洲	5
豆腐柴属	0.96	亚洲	5
Prioria copaifera	0.40-0.41	美洲	5
Protium heptaphyllum 马蹄果属	0.54	美洲	4
Protium tenuifolium 马蹄果属	0.65	美洲	4
Pseudolmedia laevigata 假面包果	0.62-0.63	美洲	1
假面包果	0.71	美洲	1
Pteleopsis hyloidendron 览里属	0.63	Africa	5
花桐木	0.67	亚洲	5

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)
1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年;
5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
紫檀属	0.62-0.79	非洲	3
Pterocarpus vernalis 紫檀属	0.57	美洲	1
Pterogyne nitens	0.66	美洲	4
翅苹婆属	0.52	非洲	5
Pterygota sp.	0.62	美洲	1
Pycnanthus angolensis	0.40-0.53	非洲	3
Qualea albiflora 独蕊科	0.50	美洲	5
Qualea brevipedicellata 独蕊科	0.69	美洲	4
Qualea dinizii 独蕊科	0.58	美洲	5
Qualea lancifolia 独蕊科	0.58	美洲	4
帕州上位独蕊木	0.67	美洲	4
Quararibea asterolepis	0.45	美洲	1
Quararibea bicolor	0.52-0.53	美洲	1
Quararibea cordata	0.43	美洲	1
Quassia simarouba 苦木科	0.37	美洲	4
翅栎	0.71	美洲	5
海岸栎	0.61	美洲	5
尤金叶栎	0.67	美洲	5
栎属	0.70	亚洲	5
莱豆树属	0.51	亚洲	5
山黄皮属	0.78	非洲	5
Raputia sp.	0.55	美洲	5
大叶萝芙木	0.47	非洲	5
瑞地亚木属	0.60	美洲	1
大红树	0.89	美洲	4
Ricinodendron heudelotii	0.20	非洲	5
Rollinia exsucca 楼林果属	0.52	美洲	4
Roupala moniana	0.77	美洲	4
Ruizierania albiflora	0.57	美洲	4
Saccoglottis gabonensis 加蓬苞芽木	0.74	非洲	5
Saccoglottis gabonensis 加蓬苞芽木	0.77	美洲	4
Salmalia malabarica	0.32-0.33	亚洲	5
雨树	0.45-0.46	亚洲	5
维达里山道楝	0.43	亚洲	5
滇榄属	0.53	非洲	5
无患子	0.58	亚洲	5
椭圆乌柏	0.50	非洲	5
吕宋乌柏	0.40	亚洲	5
Sapium marmieri 乌柏属	0.40	美洲	1
Schefflera morototoni 鹅掌柴属	0.36	美洲	1
裂瓣苏木	0.40	美洲	1
柄果木	0.96	亚洲	5
Schrebera arborea	0.63	非洲	5
Schrebera swietenoides 木犀科	0.82	亚洲	5
Sclerolobium chrysopyllum 硬裂苏木	0.62	美洲	4
Sclerolobium paraense 硬裂苏木	0.64	美洲	4
Sclerolobium peoppigianum 硬裂苏木	0.65	美洲	4

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)
1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年;
5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
Scleronema micranthum 硬丝木棉	0.61	美洲	4
Sclorodophloeus zenkeri	0.68	非洲	5
革叶斯科大风子	0.56	非洲	5
Scyphocephalum ochocoa	0.48	非洲	5
Scytopetalum tieghemii	0.56	非洲	5
双心肉托果	0.64	亚洲	5
爱考合欢	0.57	亚洲	5
Serianthes melanesica 蝶形花科	0.48	亚洲	5
木田菁	0.40	亚洲	5
菲律宾娑罗双树	0.41	亚洲	5
无柱娑罗双树	0.73	亚洲	5
缘毛娑罗双树	0.75	亚洲	5
扭娑罗双树	0.44	亚洲	5
帕洛娑罗双	0.39	亚洲	5
纹娑罗双树	0.70	亚洲	5
娑罗双属	0.47	亚洲	5
娑罗双树	0.72	亚洲	5
娑罗双树(玫红)	0.70	亚洲	5
娑罗双树(深红)	0.55	亚洲	5
娑罗双树(亮红)	0.40	亚洲	5
斯康吉亚属	0.52	美洲	5
多花希麻巴	0.51	美洲	5
羽扇豆	0.36	美洲	1
长叶李叶苏木	0.65	美洲	1
Sindoropsis letestui 苏木科	0.56	非洲	5
贵安猴欢喜	0.79	美洲	5
猴欢喜属	0.53	亚洲	5
Sloanea nitida 猴欢喜属	1.01	美洲	4
印度红木属	0.97	亚洲	5
钟形火焰树属	0.25	亚洲	5
黄酸枣	0.38	美洲	4
槟榔青属	0.31-0.35	美洲	1
紫槟榔青	0.40	美洲	4
具柄西非肉豆蔻	0.75	非洲	5
吕宋毛蕊木	0.37	亚洲	5
无瓣苹婆	0.33	美洲	4
痒痒苹婆木	0.46	美洲	4
象鼻黄苹婆	0.64	非洲	5
Sterculia speciosa 木棉	0.51	美洲	4
淡绿萍婆	0.31	亚洲	5
香羽叶楸	0.62	亚洲	5
Strephonema pseudocola	0.56	非洲	5
Strombosia philippinensis 铁青树科	0.71	亚洲	5
Strombosiopsis tetrandra	0.63	非洲	5
饮料马钱	0.88	亚洲	5
Stylogyne sp.	0.69	美洲	5
葱叶状铁木豆	0.82	非洲	5
Swartzia laevicarpa 红铁木	0.61	美洲	1
Swartzia panacoco 红铁木豆	0.97	美洲	4
大叶桃花心木	0.43	美洲	1

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)
 1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年;
 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
大叶桃花心木	0.49-0.53	亚洲	5
Swintonia foxyworthyi	0.62	亚洲	5
翅果漆	0.61	亚洲	5
尖叶水丝梨	0.63	亚洲	5
球花森氏藤黄	0.58	非洲	5
球花森氏藤黄	0.58	美洲	1
蒲桃	0.59	非洲	5
蒲桃属	0.69-0.76	亚洲	5
红花风铃木	0.54	美洲	1
齿叶蚁木	0.92	美洲	1
Tabebuia stenocalyx 蚁木	0.55-0.57	美洲	5
Tachigalia myrmecophylla	0.53	美洲	4
榄仁树	0.84	美洲	5
酸豆	0.75	亚洲	5
Tapirira guianensis	0.50	美洲	4
Taralea oppositifolia	0.80	美洲	1
柚木	0.50-0.55	亚洲	5
白榄仁木	0.65	美洲	1
榄仁树	0.71	亚洲	5
库布榄仁	0.46	亚洲	5
象牙榄仁	0.40-0.59	非洲	3
小果榄仁	0.53	亚洲	5
光泽榄仁	0.58	亚洲	5
卵叶榄仁	0.73	美洲	1
翅果榄仁	0.48	亚洲	5
艳榄仁	0.40-0.66	非洲	3
南洋榄仁	0.73-0.77	亚洲	5
大果厚皮香	0.53	亚洲	5
Tessmania africana	0.85	非洲	5
特斯金莲木	0.60	非洲	5
Tetragastris altissima	0.74	美洲	4
Tetragastris panamensis	0.76	美洲	4
四数木	0.30	亚洲	5
四籽木	0.61	亚洲	5
Tetrapleura tetraptera	0.50	非洲	5
桐棉	0.52	亚洲	5
Thyrsodium guianensis	0.63	美洲	4
Tieghemella africana 猴子果	0.53-0.66	非洲	3
Toluifera balsamum	0.74	美洲	5
托汝比属	0.52	美洲	5
Toulicia pulvinata 石莲花属	0.63	美洲	5
Tovomitia guianensis	0.60	美洲	5
Trattinickia sp.	0.38	美洲	5
山黄麻	0.31	亚洲	5
山黄麻属	0.40	非洲	5
Trichilia lecointei 海木	0.90	美洲	4
鹧鸪花属	0.63	非洲	5
海木	0.58	美洲	5
Trichoscypha arborea	0.59	非洲	5
Trichosperma mexicanum 海南椴属	0.41	美洲	5
Trichospermum richii	0.32	亚洲	5
Triplaris cumingiana 蓼树属	0.53	美洲	5
硬白梧桐	0.28-0.44	非洲	3
红胶木属	0.80	亚洲	5
婴滋养属	0.44	美洲	1

表 4.13 热带树种的基本木材密度 (D) (烘干吨/鲜米³)
 1 = Baker 等, 2004 年 b; 2 = Barbosa 和 Fearnside, 2004 年; 3 = CTFT, 1989 年; 4 = Fearnside, 1997 年;
 5 = Reyes 等, 1992 年

种类	密度	大陆	参考文献
卵叶山香圆	0.36	亚洲	5
Vantanea parviflora	0.86	美洲	4
瓦泰豆	0.70	美洲	4
Vatairea paraensis	0.78	美洲	4
Vatairea sericea	0.64	美洲	4
印度龙脑香	0.47	亚洲	5
青梅属	0.69	亚洲	5
Vepris undulata	0.70	非洲	5
Virola michelii 迷氏维罗蔻	0.50	美洲	4
Virola reidii 迷氏维罗蔻	0.35	美洲	1
南美蔻木	0.37	美洲	1
维斯米亚属	0.41	美洲	5
东尼亚牡荊	0.40	非洲	5
牡荊属	0.52-0.57	美洲	5
牡荊属	0.65	亚洲	5
斯它赫利牡荊	0.60	美洲	5
Vochysia densiflora 独蕊木	0.29	美洲	1
Vochysia ferruginea 独蕊木	0.37	美洲	1
圭亚那独蕊木	0.53	美洲	4
Vochysia lanceolata 独蕊木	0.49	美洲	1
Vochysia macrophylla 独蕊木	0.36	美洲	1
Vochysia maxima 独蕊木	0.47	美洲	4
Vochysia melinonii 独蕊木	0.51	美洲	4
Vochysia obidensis 独蕊木	0.50	美洲	4
Vochysia surinamensis 独蕊木	0.66	美洲	4
Vouacapoua americana 豆科	0.79	美洲	4
Warszewiczia coccinea	0.56	美洲	5
Wrightia tinctoria 笔木	0.75	亚洲	5
黄叶树属	0.63	亚洲	5
Xanthoxylum martinicensis	0.46	美洲	5
花椒属	0.44	美洲	5
木荚豆	0.73-0.81	亚洲	5
似灌木状的木瓣树	0.64	美洲	5
Xylopia nitida 木瓣树	0.57	美洲	4
木瓣树	0.36	非洲	5
Zanthoxylum rhetsa 花椒属	0.33	亚洲	5
枣属	0.76	亚洲	5

表 4.14
一些温带和北温带树种的基本木材密度 (D)

分类	D (烘干吨/鲜 m ³)	资料来源
冷杉属	0.40	2
槭树属	0.52	2
赤杨属	0.45	2
桦木属	0.51	2
欧洲水青冈	0.58	2
栲属	0.57	2
欧洲落叶松	0.46	2
欧洲云杉	0.40	2
西加云杉	0.40	3
海岸松	0.44	4
辐射松	0.38 (0.33 - 0.45)	1
北美乔松	0.32	2
欧洲赤松	0.42	2
杨属	0.35	2
樱桃属	0.49	2
花旗松	0.45	2
栎属	0.58	2
柳属	0.45	2
椴树	0.43	2
1 = Beets 等, 2001 年 2 = Dietz, 1975 年 3 = Knigge 和 Shulz, 1966 年 4 = Rijdsijk 和 Laming, 1994 年		

附件 4A.1 林地的词汇表

在本卷中定义的森林库和变化术语			
部分	状态	增加	采伐引起的减少
出材材积	蓄积量	年度净增量	清除
生物量出材材积	生物量蓄积量	生物量增量	生物量清除
总地上部生物量	地上部生物量	地上部生物量增长	地上部生物量清除
总地下部生物量	地下部生物量	地下部生物量增长	地下部生物量 ⁵ 清除
总地上部和地下部生物量	总生物量	总生物量增长	生物量清除
碳	碳在... (在上述任一部分中, 例如蓄积量或生物量清除中的碳), 或者在枯枝落叶、死木和土壤有机质中		

地上部生物量

土壤以上的所有草木活体植物和木本活体植物生物量, 包括茎、树桩、枝、树皮、籽实和叶。

注: 如果下层林木在地上部生物量碳汇中占较小的部分, 那么用于某些层级的方法和相关数据将这部分排除在外是可接受的, 但要在整个清单时间序列中以统一的方式使用层级。

地上部生物量的生长

树木、林分或森林的年净增量 (s.b.) (烘干重), 加上树枝、细枝条、叶、树冠和树桩的年生长量 (烘干重)。这里用术语“生长”代替“增量”, 因为后者易理解为出材材积量。

造林⁶

通过种植、播种和/或对自然种籽源的人为促进, 直接人为地将至少 50 年内未成为森林的土地转变为林地。

农林结合

土地利用系统涉及到树木或其它多年生木本作物的预定保留、引进、混合, 动物生产系统则利用各部分之间经济或生态上的相互作用 (林业字典, helms, 1998 年, 美国林业管理者协会)。

基本木材密度

烘干质量和新鲜茎木材材积 (不含皮) 的比例。

地下部生物量

活根的全部生物量。直径不足 (建议的) 2 毫米的细根有时不计在内, 因为往往不能凭经验将它们与土壤有机质或枯枝落叶相区分。

⁵ 在一些情况下发生, 例如根库 (胡桃) 或整个根系被清除 (生物量采伐)。

⁶ 在《京都协定书》范畴内, 如《马拉喀什协议》所规定, 参见文件 FCCC/CP/2001/13/Add.1 第 58 页的-/CMP.1 号决定草案 (土地利用、土地利用变化和林业) 附件第 1 段。

生物量换算和扩展系数（BCEF）

倍增系数，分别将出材蓄积量、年净增量的出材材积或木材清除及燃木清除的出材材积，换算成地上部生物量、地上部生物量生长量或生物量清除量。蓄积量（ $BCEF_S$ ）、年净增量（ $BCEF_I$ ）和木材清除和燃木清除（ $BCEF_R$ ）的生物量换算和扩展系数，这些数据通常不同。这些指南中所用到的量值，它们仅用于计算地上部组分。更详细的信息，见框 4.2。

生物量扩展系数（BEF）

倍增系数，将生物量蓄积量、生物量增量的干物质和木材清除或燃木清除的生物量进行扩展，以计算非出材或非商业生物量组分，如树桩、树枝、细枝条、树叶以及有时为非商业树等。蓄积量（ $BCEF_S$ ）、年净增量（ $BCEF_I$ ）和木材清除和燃木清除（ $BCEF_R$ ）的生物量换算和扩展系数，这些数据通常不同。如这些指南中所使用的，生物量扩展系数仅用于计算地上部组分。更详细的信息，参见框 4.2。

生物量清除

木材清除和燃木清除掉的生物量（s.b.）加上树或林分被清除掉的树枝、细枝条、树叶（烘干重）。

林冠覆盖

参见树冠覆盖

碳含量

某一池或池的组成部分中的绝对碳量。

碳比例

每吨干物质生物量中的吨碳。

...中的碳

参见上表；绝对吨量，通过将每个部分的生物量乘以适合的碳比例（通常为 50%）得到。

碳库

某一池中的碳量。

碳库的变化

由于增加和损失引起的某一池碳库的变化。当损失大于增加时，库减少，池作为一种源；当增加大于损失时，池累积碳，池作为一种汇。

郁闭林

多种叠生林和下层灌丛群落的地面覆盖率高（>40%）。

转化

从一种土地利用转变为另一种。

换算系数

转换项目计量单位的乘数，而不改变大小或数量。例如，基本木材密度是一种将木材的绿色物质换算成干重的换算系数。

树冠覆盖

树叶自然伸展最外围的垂直投影覆盖的地面比例（不能超过 100%）。

死木

包括不含在枯枝落叶中的所有非活性的木材生物量，无论是直立的、横躺在地面上的、或者在土壤中的。死木包括横躺在地表的木材、死根和直径大于或等于 10 厘米（或者国家特定的直径）的树桩。

死木生物量

不含在枯枝落叶中的所有非活性的木材生物量，无论是直立的、横躺在地面上的、或者在土壤中的。死木包括横躺在地表的木材，2 毫米直径的死根，以及直径大于或等于 10 厘米（或者国内采用的任何直径）的树桩。

毁林⁷

人为活动引起的林地直接转化为非林地。

扰乱

扰乱系指环境波动和破坏性事件，这些事件会干扰林木健康、结构和/或改变任一给定空间或时间范围内的资源或物理环境。影响健康和活力的扰乱包括：如虫害和病害等的生物因素，以及诸如火烧、污染和极端天气条件等非生物因素（亦可参见下文，死亡和其它扰乱）。

病害扰乱

病害引起的扰乱，起因于细菌、真菌、植物原生质或病毒等病原体。

火烧扰乱

火烧引起的扰乱，无论是森林内外爆发的。野火是任何未计划和未控制的野地火烧，不论何种点燃源，均可能需要扑灭行动。

虫害扰乱

虫害引起的扰乱，有损于树的健康。

干旱（森林）

北温带和温带的水文状况根据年均降水量（MAP）和可能蒸发量（PET）的比例定义：干（ $MAP/PET < 1$ ）和湿（ $MAP/PET > 1$ ）；对热带而言，仅通过降水量判断：干（ $MAP < 1000$ 毫米），湿润（ $MAP: 1\ 000-2\ 000$ 毫米）和湿（ $MAP > 2\ 000$ 毫米）。

干物质（D.M.）

干物质系指生物量已干燥到烘干状态，通常在 70°C。

采伐

在森林或其它林地中，所有胸径为 10 厘米以上的树木（活着或死去的）材积（带皮），每年采伐一次。这包括所有采伐树木的材积，无论它们是否被清除。这包括：造林，留在森林中的直径大于 10 厘米的树的和抚育间伐清林，以及恢复的天然损失

注：在这些指南中，与（GFRA，2005 年）一致，仅采用术语“木材清除”和“燃木清除”。清除通常作为采伐的子集。

森林⁸

森林是指树冠覆盖面积最低限度为 0.05-1.0 公顷，树木覆盖率最低限度大于 10%-30%、树木在原地处于成熟期时最少达到 2-5 米的高度。森林既可以是多种叠生林和下层灌丛地面覆盖率高的郁闭林群落，也可以是开放式的森林群落。已经达到 10%-30% 树冠覆盖率和树高 2-5 米的未成熟自然林分 and 所有的人工林也列在森林项下，同样列入的还有正常构成森林面积部分、由于采伐等人类行为或自然原因，暂时无林分但预计会恢复为森林的面积。

⁷ 在《京都协定书》范畴内，如《马拉喀什协议》所规定，参见文件 FCCC/CP/2001/13/Add.1 第 58 页的-/CMP.1 号决定草案（土地利用、土地利用变化和林业）附件第 1 段。

⁸ 在《京都协定书》范畴内，如《马拉喀什协议》所规定，参见文件 FCCC/CP/2001/13/Add.1 第 58 页的-/CMP.1 号决定草案（土地利用、土地利用变化和林业）附件第 1 段。

森林清单

测量森林范围、数量和状况的系统，通常通过抽样：

1. 制定一系列目标抽样方法，以量化特定精确度水平内的森林参数空间分布、组成和的变化率，以便管理；
2. 来自某一调查的数据清单。可能由所有森林资源组成，包括树木和其它植被、鱼类、昆虫和野生动物，以及行道树和城市森林树木。

林地

这一类别包括带有符合用于定义国家温室气体清单林地阈值的木本植被的所有土地。它还包括这样的系统，其植被结构当前在减少，但在原地有可能达到国家定义林地类别的阈值。

森林管理⁹

一套管理和利用森林土地的系统，目的在于以可持续方式发挥森林应有的生态（包括生物多样性）、经济和社会功能。

人工林

在造林和再造林过程中，通过植树或/和播种建立森林林分。它们要么属于引进树种（所有种植的林分），要么是本地树种的集约型管理林分，满足以下所有条件：仅种植一种或二种树种，树龄级均衡，以及间距规则。

燃木清除

以能源生产目的进行的木材清除，无论是为工业、商业还是家庭使用。燃木包括仅以能源为目的，直接从森林或其它林地采集或清除的木材。不包括圆木工业生产中产生的副产品或残余物燃木。包括从早期砍伐和自然原因造成的树木死亡或毁坏中清除的木材。还包括当地人或所有者为其使用所清除的木材。

蓄积量

所有胸径超过 X 厘米活的树的带皮材积。包括地面以上的茎，或到顶端高度为 Y 厘米的树桩，并且还可能包括最小直径为 W 厘米的树枝。各国标明了三个阈值（X、Y、M 厘米）和不包括在材积中的树木部分。各国还指明报告值是指地上部材积还是树桩以上的材积。如果这些树桩高于 1 米，则测量板状根以上 30 厘米处的直径。包括风倒的活体树，但不包括较小的树枝、细枝条、树叶、花、种子和根。

生物量蓄积量

蓄积量（s.a.）的烘干重量。

采伐损失

评估的出材蓄积量与采伐木材的实际材积之间的差别。由于立木与已砍伐木材之间的测量规则不同，损失产生于浸泡、断裂、缺陷。

生物量增量

树木、林分或森林（出材）年净增量的烘干重量。

集约型森林管理

一种森林管理制度，其中造林方法决定森林林分的结构和组成。存在正式或非正式的森林管理计划。

当林分结构和组成主要依靠自然生态过程确定时，森林不属于集约型管理。

⁹ 按照《马拉喀什协议》，森林管理有特殊的含义，可能需要将管理森林进行细分（如第 4 章所描述的）。

引进物种

通常在过去和现有分布之外引进的物种。

枯枝落叶

包括所有非活生物量，其直径大于对土壤有机质的限定（建议2毫米）而小于国家选定的最小直径（例如10厘米）、在矿质土或有机质土上已经死亡的、腐朽状况各不相同。包括通常定义在土壤类型中的枯枝落叶层。在凭经验不能加以区分时，矿质土或有机土上的活细根（小于建议的地下部生物量最小直径限度）均列为枯枝落叶。

低活性粘土（LAC）土壤

含有低活性粘土（LAC）矿物质的土壤为高度风化的土壤，以1:1的粘土矿物质和非晶态氧化铁及氧化铝为主（粮农组织分类中包括：淋溶土、强风化弱粘质土、铁铝土）

管理森林

管理森林是指符合管理土地定义条件的森林土地。

管理土地

管理土地是指应用人类干预和做法实现生产、生态或社会功能的土地。

出材材积

出材材积是采用蓄积量的条件所定义的，所有树木的带皮材积。此外，这还可用于蓄积量以及年净增量和木材清除量。

湿润（森林）

北温带和温带的水文状况根据年均降水量（MAP）和可能蒸发量（PET）的比例定义：干（ $MAP/PET < 1$ ）和湿（ $MAP/PET > 1$ ）；对热带而言，仅通过降水量判断：干（ $MAP < 1000$ 毫米），湿润（ $MAP: 1000-2000$ 毫米）和湿（ $MAP > 2000$ 毫米）。

死亡

在林分或森林的茎排除期竞争中，树木自然死亡。这里使用的死亡，不包括扰乱引起的损失（s.a.）。

天然林

由乡土树组成，未列为人工林的森林。

天然更新

通过自然方式进行的森林林分的重建，如通过自然播种或分生更新。可能通过人为干预予以辅助，例如通过松土或围篱等保护林地不受野生动物或家畜放牧的影响。

年净增量

给定参考时期中年均总增量材积减去死亡率（s.a.）（所有达到特定最小胸径的树）。这里使用的死亡率不包括扰乱引起的损失（s.a.）。

有机土壤

土壤如果满足下述条件1和2或条件1和3，则为有机土壤（粮农组织，1998年）：

- 1) 有机层的厚度大于或等于10 cm。当混合土壤达到20 cm深度时，小于20 cm的土壤层必须含12%或更多的有机碳。
- 2) 从未被水浸透几天以上的土壤必须含超过20%的有机碳重量（即约35%的有机质）。
- 3) 土壤会被水浸透，并：
 - a. 如果土壤不含粘土，至少要含12%的有机碳重量（即大约20%的有机质）；或者
 - b. 如果土壤含60%或更多的粘土，至少要含18%的有机碳重量（即大约30%的有机质）；或者

- c. 对于含中等量粘土的土壤，含中等比例量的有机碳。

其它扰乱

除火烧、虫害或病害之外的因素引起的扰乱。可能包括受干旱、水灾、风倒、酸雨等影响的区域。

泥炭土（亦称有机土）

一种典型的高水位湿地土壤，有机层至少 40 厘米厚（极难排水的有机土壤）。

池/碳汇

贮藏所。一种具有累积或释放碳的能力的系统。碳汇的例子有：森林生物、木材制品、土壤和大气。以质量为单位。

再造林¹⁰

在曾为森林但已变为非林地土地上，通过直接的人为种植、播种和（或）人类对自然种籽源的改进，将非林地变为林地。就第一承诺期而言，再造林活动限于在 1989 年 12 月 31 日处于无林状态的土地上进行的再造林。

生物量清除

清除木材的烘干重。

再造植被¹¹

在有关地点通过建立覆盖面积至少为 0.05 公顷的植被以增加碳储量，而且不符合本文所载的造林和再造林定义的人为直接活动。

根茎比例

地下部生物量与地上部生物量的比例；适用于地上部生物量，地上部生物量的增长，生物量清除，并且对于它们来说，比例可能不同。

圆木

被砍伐或用其他方法采伐并且清除的所有圆木；包含所有清除的所有木材，例如从森林和森林之外的树中清除的数量，包括某一时期中自然倒下的木材和采伐损失的木材回收。在生产统计中，它为燃木的总和，包括碳木、锯木和单板原木、纸浆用材和其它工业圆木。在贸易统计中，它为工业圆木和燃木的总和，包括碳木。报告为立方米（去皮）。

沙质土

包括含有 >70% 砂土和 <8% 粘土的所有土壤（不论何种分类学分类）[根据标准的质地测量（在粮农组织分类中包括：红砂土，砂质岩成土）]。

稀疏草原

稀疏草原是连续被草覆盖，有时被树和灌丛间隔的热带和亚热带群落。稀疏草原存在于非洲、拉丁美洲、亚洲和澳大利亚。

季节性（森林）

有明显湿季和干季区分的半落叶林，年降雨量 1 200-2 000 毫米。

¹⁰ 在《京都协定书》范畴内，如《马拉喀什协议》所规定，参见文件 FCCC/CP/2001/13/Add.1 第 58 页的-/CMP.1 号决定草案（土地利用、土地利用变化和林业）附件第 1 段。

¹¹ 在《京都协定书》范畴内，如《马拉喀什协议》所规定，参见文件 FCCC/CP/2001/13/Add.1 第 58 页的-/CMP.1 号决定草案（土地利用、土地利用变化和林业）附件第 1 段。

林分置换扰乱

主要的扰乱类型，砍伐和清除森林地表植被的所有现存树木。微小扰乱让一些扰乱前的树存活下来。

灌丛

多年生木本植物，成熟时期通常高度大于 0.5 米而小于 5 米（无明确树冠）。树木和灌丛的高度限制的解释可以灵活，特别是树的最低高度和灌丛的最高限制高度，通常在 5-7 米间变化。

土壤碳

达到国家选择的规定深度的矿质和有机土（包括泥炭）中的有机碳，并在时间序列中一致适用。在凭经验不能加以区分时，小于 2 毫米（或者国家选定的用于地下部生物量的直径限度的其它值）的活细根列入土壤有机质。

土壤有机质

包括达到国家选择的规定深度的矿质土中的有机碳，并在时间序列中一致适用。在凭经验不能加以区分时，土壤中的活细根、死细根和死有机物质，小于针对根和死有机物质的最小直径限度（建议 2 毫米），列入土壤有机质。土壤深度缺省是 30 厘米，决定特定国家深度的指南见 2.3.3.1 章。

灰化土壤

表现出强烈灰化作用的土壤（在粮农组织分类中包括许多灰化组别）。

总生物量

树木、林分或森林的蓄积生物量加上树枝、树叶、种子、树桩以及非商业树的生物量（有时）。分为地上部生物量和地下部生物量（s.a.）。如果不会产生误解，还可能仅用“生物量”表示相同的意思。

总生物量的生长

树木、林分或森林净年增量（s. a.）的生物量加上树枝、树叶、种子、树桩以及非商业树生长的生物量（有时）。分为地上部生物量增长量和地下部生物量增长量（s.a.）。如果不会产生误解，还可能用“生物量生长”表示相同的意思。这里用术语“生长”代替“增量”，因为后者易理解为出材材积量。

树

有单一主茎的多年生木本植物，或有多个茎但或多或少有确定树冠的矮林。包括竹、棕榈树和达到上述标准的其它木本植物。

带皮材积

蓄积量或外测的出材木材，包括树皮。树皮会使总材积增加 5-25%，取决于树的直径和树种的树皮厚度。用 TBFRA2000 数据计算的加权平均树皮百分比为不带皮材积的 11%。

去皮材积

不含树皮的蓄积量或出材木材。参见上文。

湿（森林）

北温带和温带的水文状况根据年均降水量（MAP）和可能蒸发量（PET）的比例定义：干（ $MAP/PET < 1$ ）和湿（ $MAP/PET > 1$ ）；以及对热带而言，仅通过降水量判断：干（ $MAP < 1000$ 毫），湿润（ $MAP: 1\ 000-2\ 000$ 毫米）和湿（ $MAP > 2\ 000$ 毫米）。

木材生物量

来自树木、灌木和灌丛的生物量，从植物学观念来讲，对棕榈树、竹子而言并不特别正确。

木材燃料

亦称为基于木材的燃料，来自木材的生物燃料。所有类型的生物燃料都直接或间接的源自木材生物量。

木材清除

木材清除（带皮圆木的材积）是以商品和服务生产为目的，而非能源生产（燃木）。清除这一术语与砍伐是不同的，它不包括留在森林中的砍伐树木。包括从早先砍伐和自然原因造成的树死亡或毁坏而清除的木材。还包括当地人或所有者为其使用所清除的木材。因为术语“清除”在气候变化范畴内用于表示来自大气的温室气体的固碳，为了避免误解，在森林采伐范畴内下，清除应该始终用作“木材清除或燃木清除”。

参考文献

- Australian Greenhouse Gas Office (AGO) (2002). Greenhouse Gas Emissions from Land Use Change in Australia: An Integrated Application of the National Carbon Accounting System (2002).
- Andreae, M.O. and Merlet, P. (2001). Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles* **15**: 955-966.
- Armentano, T.V. and Menges, E.S. (1986). Patterns of change in the carbon balance of organic soil-wetlands of the temperate zone. *Journal of Ecology* **74**: 755-774.
- Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Higuchi, N., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Monteagudo, A., Neill, D.A., Vargas, P.N., Pitman, N.C.A., Silva, J.N.M. and Martínez, R.V. (2004a). Increasing biomass in Amazonian forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* **359**: 353-365.
- Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Lloyd, J., Monteagudo, A., Neill, D.A., Patiño, S., Pitman, N.C.A., Silva, J.N.M. and Martínez, R.V. (2004b). Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology* **10**: 545-562.
- Barbosa, R.I. and Fearnside, P.M. (2004). Wood density of trees in open savannas of the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* **199** 页. 115-123.
- Battles, J.J., Armesto, J.J., Vann, D.R., Zarin, D.J., Aravena, J.C., Pérez, C. and Johnson, A.H. (2002). Vegetation composition, structure, and biomass of two unpolluted watersheds in the Cordillera de Piuchué, Chiloé Island, Chile. *Plant Ecology* **158**: 5-19.
- Beets, P.N., Gilchrist, K. and Jeffreys, M.P. (2001). Wood density of radiata pine: Effect of nitrogen supply. *Forest Ecology and Management* **145**. 173-180.
- Bhatti, J.S., Apps, M.J. 和 Jiang, H. (2001). Examining the carbon stocks of boreal forest ecosystems at stand and regional scales. In: Lal R. et al. (eds.) *Assessment Methods for Soil Carbon*, Lewis Publishers, Boca Raton FL, 513-532 页.
- Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H. and Baumgardner, G.A. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* **111**: 1-11.
- Cannell, M.G.R. (1982). *World forest biomass and primary production data*. Academic Press, New York, NY.
- Centre Technique Forestier Tropical (CTFT) (1989). *Memento du Forestier*, 3e Édition. Ministère Français de la Coopération et du Développement, Paris, France.
- Chambers, J.Q., Tribuzy, E.S., Toledo, L.C., Crispim, B.F., Higuchi, N., dos Santos, J., Araújo, A.C., Kruijt, B., Nobre, A.D. and Trumbore, S.E. (2004). Respiration from a tropical forest ecosystem: Partitioning of sources and low carbon use efficiency. *Ecological Applications* **14**: S72-S88.
- Chambers, J.Q., dos Santos, J., Ribeiro, R.J., and Higuchi, N. (2001a). Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in a tropical forest. *Forest Ecology and Management* **152**. 73-84.
- Chambers, J.Q., Schimel, J.P. and Nobre, A.D. (2001b). Respiration from coarse wood litter in Central Amazon Forests. *Biogeochemistry* **52**: 115-131.
- Clark, D.A., Piper, S.C., Keeling, C.D. and Clark, D.B. (2003). Tropical rain forest tree growth and atmospheric carbon dynamics linked to interannual temperature variation during 1984-2000. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* **100**: 5852-5857.
- de Groot, W.J., Bothwell, P.M., Carlsson, D.H. and Logan, K.A. (2003). Simulating the effects of future fire regimes on western Canadian boreal forests. *Journal of Vegetation Science* **14**: 355-364.
- DeWalt, S.J. and Chave, J. (2004). Structure and biomass of four lowland Neotropical forests. *Biotropica* **36**: 7-19.
- Dietz, P. (1975). Dichte und Rindengehalt von Industrieholz. *Holz Roh- Werkstoff* **33**: 135-141.
- Dixon, R.K., Brown, S., Houghton, R.A., Solomon, A.M., Trexler, M.C. and Wisniewski, J. (1994). Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science* **263**(1544): 185-190.
- Dong, J., Kaufmann, R.K., Myneni, R.B., Tucker, C.J., Kauppi, P.E., Liski, J., Buermann, W., Alexeyev, V. and Hughes, M.K. (2003). Remote sensing estimates of boreal and temperate forest woody biomass: Carbon pools, sources, and sinks. *Remote Sensing of Environment* **84**: 393-410.

- Dubé, S., Plamondon, A.P. and Rothwell, R.L. (1995). Watering up after clear-cutting on forested wetlands of the St. Lawrence lowland. *Water Resources Research* **31**:1741-1750.
- Echeverria, C. and Lara, A. (2004). Growth patterns of secondary *Nothofagus obliqua*-*N. alpina* forests in southern Chile. *Forest Ecology and Management* **195**: 29-43.
- Ellert, B.H., Janzen, H.H. and McConkey, B.G. (2001). Measuring and comparing soil carbon storage. In: R. Lal, J.M. Kimble, R.F. Follett and B.A. Stewart (eds.). *Soil Management for Enhancing Carbon Sequestration*. CRC Press, Boca Raton, FL. : 593-610 页.
- Falloon, P. and Smith, P. (2003). Accounting for changes in soil carbon under the Kyoto Protocol: need for improved long-term data sets to reduce uncertainty in model projections. *Soil Use and Management*, 19, 265-269.
- Fearnside, P.M. (1997). Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management* **90**: 59-87.
- Feldpausch, T.R., Rondon, M.A., Fernandes, E.C.M. and Riha, S.J. (2004). Carbon and nutrient accumulation in secondary forests regenerating on pastures in central Amazonia. *Ecological Applications* **14**: S164-S176.
- Filipchuk, A.N., Strakhov, V.V., Borisov, B.A. et al. (2000). A Brief National Overview on Forestry Sector and Wood Products: Russian Federation. UN ECE, FAO. New York, Geneva ECE/TIM/SP/18, p. 94 (In Russian).
- Fittkau, E.J. and Klinge, N.H. (1973). On biomass and trophic structure of the central Amazonian rainforest ecosystem. *Biotropica* **5**: 2-14.
- Food and Agriculture Organization (FAO) 2001. Global forest resources assessment 2000. FAO, Rome, Italy.
- Food and Agriculture Organization (FAO) 2006. Global forest resources assessment 2005. FAO, Rome, Italy.
- Gayoso, J. and Schlegel, B. (2003). Estudio de línea de base de carbono: Carbono en bosques nativos, matorrales y praderas de la Décima Región de Chile. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Gayoso, J., Guerra, J. and Alarcón, D. (2002). Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Gower, S.T., Krankina, O., Olson, R.J., Apps, M., Linder, S. and Wang, C. (2001). Net primary production and carbon allocation patterns of boreal forest ecosystems. *Ecological Applications* **11**: 1395-1411.
- Hall, G.M.J. (2001). Mitigating an organization's future net carbon emissions by native forest restoration. *Ecological Applications* **11**: 1622-1633.
- Hall, G.M.J. and Hollinger, D. Y. (1997). Do the indigenous forests affect the net CO₂ emission policy of New Zealand? *New Zealand Forestry* **41**: 24-31.
- Hall, G.M.J., Wiser, S.K., Allen, R.B., Beets, P.N. and Goulding, C.J. (2001). Strategies to estimate national forest carbon stocks from inventory data: The 1990 New Zealand baseline. *Global Change Biology* **7**: 389-403.
- Harmand, J.M., Njiti, C.F., Bernhard-Reversat, F. and Puig, H. (2004). Aboveground and belowground biomass, productivity and nutrient accumulation in tree improved fallows in the dry tropics of Cameroon. *Forest Ecology and Management* **188**: 249-265.
- Harmon, M.E. and Marks, B. (2002). Effects of silvicultural practices on carbon stores in Douglas-fir-western hemlock forests in the Pacific Northwest, USA: results from a simulation model. *Canadian Journal of Forest Research* **32** (5): 863-877.
- Harmon, M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory, S.V., Lattin, J.D., Anderson, N.H., Cline, S.P., Aumen, N.G., Sedell, J.R., Lienkaemper, G.W., Cromack, J.R. and Cummins, K.W. (1986). Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research* **15**: 133-302.
- Hessl, A.E., Milesi, C., White, M.A., Peterson, D.L. and Keane, R. (2004). Ecophysiological parameters for Pacific Northwest trees. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Portland, OR.
- Hinds, H.V. and Reid, J.S. (1957). Forest trees and timbers of New Zealand. *New Zealand Forest Service Bulletin* **12**: 1-221.
- Hughes, R.F., Kauffman, J.B. and Jaramillo, V.J. (1999). Biomass, carbon, and nutrient dynamics of secondary forests in a humid tropical region of México. *Ecology* **80**: 1892-1907.

- Hughes, R.F., Kauffman, J.B. and Jaramillo, V.J. (2000). Ecosystem-scale impacts of deforestation and land use in a humid tropical region of México. *Ecological Applications* **10**: 515-527.
- IPCC (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J. Callander B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Penman J., Gytarsky M., Hiraishi T., Krug, T., Kruger D., Pipatti R., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K., Wagner F. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Hayama, Japan.
- Jenkins, J.C., Chojnacky, D.C., Heath, L.S. and Birdsey, R.A. (2004). Comprehensive database of diameter-based biomass regressions for North American tree species. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Newtown Square, PA.
- Jobbagy, E.G. and Jackson, R.B. (2000). The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications* **19**(2): 423-436
- Johnson, D.W., and Curtis, P.S. (2001). Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *Forest Ecology and Management* **140**. 227-238.
- Johnson, D.W., Knoepp, J.D. and Swank, W.T. (2002). Effects of forest management on soil carbon: results of some long-term resampling studies. *Environment Pollution* **116**: 201-208.
- Knigge, W. and Schulz, H. (1966). Grundriss der Forstbenutzung. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.
- Köppen, W. (1931). Grundriss der Forstbenutzung. Walter deGruyter Co., Berlin, Germany.
- Kraenzel, M., Castillo, A., Moore, T. and Potvin, C. (2003). Carbon storage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panama. *Forest Ecology and Management* **173**. 213-225.
- Kurz, W.A., Apps, M.J., Banfield, E. and Stinson, G. (2002). Forest carbon accounting at the operational scale. *The Forestry Chronicle* **78**: 672-679.
- Kurz, W.A. and Apps, M.J. (2006). Developing Canada's national forest carbon monitoring, accounting and reporting system to meet the reporting requirements of the Kyoto Protocol. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **11**(1): 33-43.
- Kurz, W.A., Apps, M.J., Webb, T.M. and McNamee, P.J. (1992). The carbon budget of the Canadian forest sector: phase I. Forestry Canada, Northwest Region. Information Report NOF-X-326, 93 pp.
- Kurz, W.A. and Apps, M.J. (1998). Carbon budget implications of the transition from natural to managed disturbance regimes in forest landscapes. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **2**(405):
- Kurz, W.A., Beukema, S.J. and Apps, M.J. (1996). Estimation of root biomass and dynamics for the carbon budget model of the Canadian forest sector. *Can. J. For. Res.* **26**: 1973-1979.
- Lamloom, S.H. and Savidge, R.A. (2003). A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy* **25**: 381-388.
- Lasco, R.D. and Pulhin, F.B. (2003). Philippine forest ecosystems and climate change: Carbon stocks, rate of sequestration and the Kyoto Protocol. *Annals of Tropical Research* **25**: 37-51.
- Levy, P.E., Hale, S.E. and Nicoll, B.C. (2004). Biomass expansion factors and root:shoot ratios for coniferous tree species in Great Britain. *Forestry* **77**: 421-430.
- Kurz, W.A. and Apps, M.J. (2002). Fire Regimes and the Carbon Dynamics of Boreal Forest Ecosystems. In Shaw C. and Apps MJ (编). The role of Boreal Forests and Forestry in the Global Carbon Budget, Northern Forestry Centre Report Fo42-334/2000E, 107-118.
- Li, C., Kurz, W.A., Apps, M.J. and Beukema, S.J. (2003). Belowground biomass dynamics in the Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector: recent improvements and implications for the estimation of NPP and NEP. *Canadian Journal of Forest Research* **33**: 126-136.
- Liski, J., Pussinen, A., Pingoud, K., Makipaa, R. and Karjalainen, T. (2001). Which rotation length is favourable to carbon sequestration? *Canadian Journal of Forest Research* **31**: 2004-2013.

- Loveland, T.R., Reed, B.C., Brown, J.F., Ohlen, D.O., Zhu, Z., Yang, L. and Merchant, J.W. (2000). Development of a global land cover characteristics database and IGBP DISCover from 1-km AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing* **21**: 1303-1330.
- Lugo, A.E., Wang, D. and Bormann, F.H. (1990). A comparative analysis of biomass production in five tropical tree species. *Forest Ecology and Management* **31**: 153-166.
- Malhi, Y., Baker, T.R., Phillips, O.L., Almeida, S., Alvarez, E., Arroyo, L., Chave, J., Czimczik, C.I., Di Fiore, A., Higuchi, N., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Montoya, L.M.M., Monteagudo, A., Neill, D.A., Vargas, P.N., Patiño, S., Pitman, N.C.A., Quesada, C.A., Salomãos, R., Silva, J.N.M., Lezama, A.T., Martínez, R.V., Terborgh, J., Vinceti, B. and Lloyd, J. (2004). The above-ground coarse wood productivity of 104 Neotropical forest plots. *Global Change Biology* **10**: 563-591.
- Matthews, G.A.R. (1993). The carbon content of trees. UK Forestry Commission, Edinburgh, UK.
- McGroddy, M.E., Daufresne, T. and Hedin, L.O. (2004). Scaling of C:N:P stoichiometry in forests worldwide: Implications of terrestrial Redfield-type ratios. *Ecology* **85**: 2390-2401.
- McKenzie, N.J., Cresswell, H.P., Ryan, P.J. and Grundy, M. (2000). Opportunities for the 21st century: Expanding the horizons for soil, plant, and water analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **31**: 1553-1569.
- Mokany, K., Raison, J.R. and Prokushkin, A.S. (2006). Critical analysis of root:shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biology* **12**: 84-96.
- Monte, L., Hakanson, L., Bergstrom, U., Brittain, J. and Heling, R. (1996). Uncertainty analysis and validation of environmental models: the empirically based uncertainty analysis. *Ecological Modelling* **91**: 139-152.
- Montès, N., Bertaudière-Montes, V., Badri, W., Zaoui, E.H. and Gauquelin, T. (2002). Biomass and nutrient content of a semi-arid mountain ecosystem: the *Juniperus thurifera* L. woodland of Azzaden Valley (Morocco). *Forest Ecology and Management* **166**: 35-43.
- Nygård, R., Sawadogo, L. and Elfving, B. (2004). Wood-fuel yields in short-rotation coppice growth in the north Sudan savanna in Burkina Faso. *Forest Ecology and Management* **189**: 77-85.
- Ogle, S.M., Breidt, F.J., Eve, M.D. and Paustian, K. (2003). Uncertainty in estimating land use and management impacts on soil organic carbon storage for U.S. agricultural lands between 1982 and 1997. *Global Change Biology* **9**: 1521-1542. Ogle, S.M., Breidt, F.J. and Paustian, K. (2006). Bias and variance in model results associated with spatial scaling of measurements for parameterization in regional assessments. *Global Biogeochemical Cycles* **12**: 1507-523.
- Post, W.M. and Kwon, K.C. (2000). Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology* **6**: 317-327. Poupon, H. (1980). Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe Sahélienne au nord du Sénégal. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Paris, France.
- Powers, J.S., Read, J.M., Denslow, J.S. and Guzman, S.M. (2004). Estimating soil carbon fluxes following land-cover change: a test of some critical assumptions for a region in Costa Rica. *Global Change Biology* **10**: 170-181. Pregitzer, K.S. (2003). Woody plants, carbon allocation and fine roots. *New Phytologist* **158** (3): 421-424.
- Reyes, G., Brown, S., Chapman, J. and Lugo, A.E. (1992). Wood densities of tropical tree species. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, New Orleans, LA.
- Rijsdijk, J.F. and Laming, P.B. (1994). Physical and related properties of 145 timbers. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Saldarriaga, J.G., West, D.C., Tharp, M.L. and Uhl, C. (1988). Long term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. *Journal of Ecology* **76**: 938-958.
- Scott, N.A., Tate, K.R., Giltrap, D.J., et al. (2002). Monitoring land-use change effects on soil carbon in New Zealand: quantifying baseline soil carbon stocks. *Environment Pollution* **116**: 167-186.
- Sebei, H., Albouchi, A., Rapp, M. and El Aouni, M.H. (2001). Évaluation de la biomasse arborée et arbustive dans une séquence de dégradation de la suberaie à Cytise de Kroumirie (Tunisie). *Annals of Forest Science* **58**: 175-191.
- Siltanen, et al. (1997). A soil profile and organic carbon data base for Canadian forest and tundra mineral soils. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre,

- Edmonton, Alberta. Singh, K. and Misra, R. (1979). Structure and Functioning of Natural, Modified and Silvicultural Ecosystems in Eastern Uttar Pradesh. Banras Hindu University, Varanasi, 印度.
- Singh, S.S., Adhikari, B.S. and Zobel, D.B. (1994). Biomass, productivity, leaf longevity, and forest structure in the central Himalaya. *Ecological Monographs* **64**: 401-421.
- Smith, J. E. and Heath, L.S. (2001). Identifying influences on model uncertainty: an application using a forest carbon budget model. *Environmental Management* **27**: 253-267.
- Smithwick, E.A.H., Harmon, M.E., Remillard, S.M., Acker, S.A. and Franklin, J.F. (2002). Potential upper bounds of carbon stores in forests of the Pacific Northwest. *Ecological Applications* **12**: 1303-1317.
- Somogyi, Z., Cienciala, E., Mäkipää, R., Muukkonen, P., Lehtonen, A. and Weiss, P. (2006). Indirect methods of large-scale forest biomass estimation. *European Journal of Forest Research*. DOI:10. 1007/s10342006-0125-7.
- Stape, J.L., Binkley, D. and Ryan, M.G. (2004). Eucalyptus production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. *Forest Ecology and Management* **193**. 17-31.
- Stephens, P., Trotter, C., Barton, J., Beets, P., Goulding, C., Moore, J., Lane, P. and Payton, I. (2005). Key elements in the development of New Zealand's carbon monitoring, accounting and reporting system to meet Kyoto Protocol LULUCF good practice guidance, Poster paper presented at IUFRO World Congress, Brisbane Australia, August 2005.
- Stocks, B.J., Mason, J.A., Todd, J.B., Bosch, E.M., Wotton, B.M., Amiro, B.D., Flannigan, M.D., Hirsch, K.G., Logan, K.A., Martell, D.L., and Skinner, W.R. (2002). "Large forest fires in Canada, 1959 – 1997", *Journal of Geophysical Research*, **107**, 8149 [printed 108(D1), 2003].
- Stephens, P., Trotter, C., Barton, J., Beets, P., Goulding, C., Moore, J., Lane, P. and Payton, I. (2005). New Zealand's approach to forest inventory under the UNFCCC and Kyoto Protocol. Proceedings of the International Workshop of Forest Inventory for the Kyoto Protocol (Eds Matsumoto, M. and Kanomata, H.), 33-43, published by: Division of Policy and Economics, Forestry and Forest Products Research Institute, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687, Japan.
- Trotter, C.M. (1991). Remotely sensed data as an information source for Geographical Information Systems in natural resource management. *International Journal of Geographical Information Systems* **5**, No. 2, 225-240.
- Ugalde, L. and Perez, O. (2001). Mean annual volume increment of selected industrial forest plantation species. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- VandenBygaart, A.J., Gregorich, E.G., Angers, D.A., et al. (2004). Uncertainty analysis of soil organic carbon stockchange in Canadian cropland from 1991 to 2001. *Global Change Biology* **10**: 983-994.
- Wulder, M., Kurz, W.A. and Gillis, M. (2004). National level forest monitoring and modeling in Canada, Progress in Planning, Volume 61: 365-381.
- Zianis, D., Muukkonen, P., Mäkipää, R. and Mencuccini, M. (2005). Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. *Silva Fennica*, Monographs 4. 63. p.