

竹子造林碳汇项目方法学

(版本号 V01)

2013年10月

编制说明

竹林作为一种特殊的植被类型，是我国重要的森林类型之一。我国竹子资源十分丰富，是世界上竹类分布最广、资源最丰富的国家，在竹子栽培、利用等方面具有悠久的历史，被誉为“竹子王国”。竹子造林是我国重要的造林类型之一，而现有的 CDM 造林再造林项目方法学不适于竹子造林。

本方法学在传统 CDM 造林再造林方法学的基础上，增加了竹产品碳库；提供了可供项目参与方选择的新的基线情景识别和额外性论证程序；提供竹子造林碳计量方法。

目录

第 I 部分. 来源、定义和适用条件	1
1. 来源	1
2. 规范性引用文件	1
3. 定义	1
4. 适用条件	3
第 II 部分. 基线和碳计量方法	5
1. 项目边界	5
2. 土地合格性	5
3. 碳库和温室气体排放源选择	6
4. 计入期选择	7
5. 基线情景识别和额外性论证	7
6. 碳层划分	8
7. 基线碳汇量	8
8. 项目碳汇量	9
9. 泄漏	19
10. 项目减排量	19
第 III 部分. 监测程序	20
1. 项目实施监测	20
2. 抽样设计和碳层划分	21
3. 精度控制和校正	25
4. 不需监测的数据和参数（采用的缺省值或一次性测定值）	25
5. 监测的数据和参数	35
6. 参考文献	39
附件:竹子生物量方程	41

第 I 部分. 来源、定义和适用条件

1. 来源

本方法学参考了下述 CDM 执行理事会批准的程序、方法学工具和指南：

- CDM 造林再造林项目活动基线情景识别和额外性论证的组合工具(V01, EB35);
- CDM 造林再造林项目活动监测样地数量的计算工具(V02.1.0, EB58);
- CDM 造林再造林项目活动导致的生物质燃烧引起的非 CO₂ 温室气体排放的估算工具(V04.0.0, EB65);
- CDM 造林再造林项目活动导致的土壤有机碳储量变化的估算工具(V01.1.0, EB60);
- CDM 造林再造林项目活动林木和灌木碳储量及其变化的估算工具(V03.0.0, EB70);
- CDM 造林再造林项目活动枯死木和枯落物碳储量及其变化的估算工具(V02.0.0, EB67);

2. 规范性引用文件

除参考上述CDM执行理事会批准的最新版本的程序、方法学工具和指南外，下列文件及其更新版本对于本方法学的应用是必不可少的：

- 中华人民共和国《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》（发改气候[2012]1668号）
- 国家林业局. 碳汇造林技术规定（试行）（办造字[2010]84号）
- 中华人民共和国国家标准：造林技术规程（GB/T15776-2006）
- 中华人民共和国林业行业标准：毛竹林丰产技术（LY1059-92）
- 国家森林资源连续清查主要技术规定（林资发[2004]25号）

3. 定义

本方法学及其应用采用下述定义：

竹林：是指连续面积不小于 1 亩、郁闭度不低于 20%、成竹竹秆高度不低于 2 米、竹秆胸径（或眉径）不小于 2 厘米的以竹类为主的植物群落。竹林是中国森林的一种类型。

小竹丛：是指成竹竹秆高度低于 2 米或竹秆胸径（或眉径）小于 2 厘米的任何竹类植物群落。小竹丛不属于森林范畴。

大径散生竹林：指成竹竹秆高度大于 6 米、竹秆胸径（或眉径）大于 5 厘米的单轴散生型竹林。

大径丛生竹林：指成竹竹秆高度大于 6 米、竹秆胸径（或眉径）大于 5 厘米的合轴丛生型竹林。

小径散生竹林：指成竹竹秆高度大于 6 米、竹秆胸径（或眉径）2~5 厘米的单轴散生竹林。

小径丛生竹林：指成竹竹秆高度大于 6 米、竹秆胸径（或眉径）2~5 厘米的合轴丛生竹林。

复轴混生型竹林：指成竹竹秆高度大于 6 米、竹秆胸径（或眉径）大于 5 厘米的单轴和合轴混生的竹林。

立竹度：指单位面积内正常生长的竹子（病死竹、倒伏竹除外）的数量。

土壤扰动：是指导致土壤有机碳降低的活动，如整地、松土、翻耕、挖树桩（根）或竹箨等。

基线情景：指在没有拟议的竹子造林项目活动时，最能合理地代表项目边界内土地利用和管理未来的可能情景。

项目情景：指拟议的竹子造林项目活动下的土地利用和管理情景。

碳库：包括地上生物量、地下生物量、枯落物、枯死木和土壤有机质。

地上生物量：土壤层以上以干重表示的本本植被（包括竹类）活体的生物量，包括干、桩、枝、皮、种子、花、果和叶等。

地下生物量：所有本本植被（包括竹类）活根的生物量。由于细根（直径 \leq 1~2mm）通常很难从土壤有机成分或枯落物中区分出来，因此通常不包括该部分。

枯落物：土壤层以上、直径小于 5 厘米、处于不同分解状态的所有死生物量，包括凋落物、腐殖质，以及不能从经验上从地下生物量中区分出来的活细根（直径 \leq 1~2mm）。

枯死木：枯落物以外的所有死生物量，包括枯立木、枯倒木以及直径大于或等于 5 厘米的枯枝、死根和树桩。

土壤有机质：一定深度内（通常为 100cm）矿质土和有机土（包括泥炭土）中的有机质，包括不能从经验上从地下生物量中区分出来的活细根。

泄漏：指由拟议的竹子造林项目活动引起的、发生在项目边界之外的、可测量的温室气体源排放的增加。

计入期：指项目情景相对于基线情景产生额外的温室气体减排量的时间区间。

基线碳汇量：指在基线情景下，项目边界内碳库中碳储量变化之和。

项目碳汇量：指在项目情景下，项目边界内所选碳库中碳储量变化量，减去由拟议的竹子造林项目活动引起的项目边界内温室气体排放的增加量。

项目减排量：指竹子造林项目活动引起净温室气体减排量，其大小等于项目碳汇量，减去基线碳汇量，再减去泄漏量。

额外性：指拟议的竹子造林项目活动产生的项目碳汇量高于基线情景下的基线碳汇量的情形。这种额外的碳汇量在没有拟议的竹子造林项目活动时是不会产生的。

4. 适用条件

本方法学适用于采用竹子进行造林的项目活动，其具体适用条件包括：

- (a) 项目地不属于湿地。
- (b) 如果项目地属下列情况之一，竹子造林或营林过程中对土壤的扰动不超过地表面积 10%：
 - 1) 土壤为有机土；
 - 2) 符合下列条件的草地：

管理方式	有机碳输入
改良草地----中度放牧下的可持续利用，至少存在一种改良措施（施肥、草种改良、灌溉）	
未退化草地----非退化或可持续管理的草地，未实施改良措施	
中度退化草地----过牧或中度退化，相对于未退化草地，生产力较低，未实施改良措施	高输入：实施了除改良草地的措施外的其他改良措施

- 3) 符合下列条件的农地：

土地利用	耕作方式	有机碳输入
短期作为农地、休（弃）耕地（休耕、弃耕期短于 20 年，或其他已生长多年生草本植物的闲置农地）。	全耕----充分翻耕或频繁（年内）耕作导致强烈土壤扰动。在种植期地表残体盖度低于 30%。	高输入，且施用粪肥：在中等碳输入的农作系统中定期施用动物粪肥，使碳输入显著增加。
	减耕----对土壤的扰动较低（通常耕作深度浅，不充分翻耕）。在种植期地表残体盖度通常大于 30%。	高输入，且施用粪肥：在中等碳输入的农作系统中定期施用动物粪肥，使碳输入显著增加。
		高输入，不施用粪肥：在中等碳输入的农作系统中，由于种植产生大量作物残体的作物、使用绿肥、种植覆盖作物、植被休耕、灌溉、一年生作物轮作中频繁使用多年生草本等措施，使作物残体输入量明显增大。
	免耕----播种前不经初耕，仅	中等输入：一年生谷类作物残体全部

	在播种带上有最低限度的土壤扰动。一般使用杀虫剂控制杂草。	返还农地。如果残体被收获，则补施有机肥（如粪肥），也包括施用矿质肥料或轮作固氮作物。
		高输入，且施用粪肥（同上）
		高输入，不施用粪肥（同上）
长期农耕地（连续耕作 20 年以上，以一年生作物为主）	免耕----播种前不经初耕，仅在播种带上有最低限度的土壤扰动。一般使用杀虫剂控制杂草。	高输入，且施用粪肥（同上）

- (c) 项目地适宜竹子生长，种植的竹子最低高度能达到 2 米，且竹秆胸径（或眉径）至少可达到 2 厘米，地块连续面积不小于 1 亩，郁闭度不小于 0.20。
- (d) 项目活动不采取烧除的林地清理方式（炼山），对土壤的扰动符合水土保持要求，如沿等高线进行整地，不采用全垦的整地方式。
- (e) 项目活动不清除原有的散生林木。

第 II 部分. 基线和碳计量方法

1. 项目边界

竹子造林项目活动的“项目边界”是指，由拥有土地所有权或使用权的项目参与方实施的竹子造林项目活动的地理范围，也包括以竹子造林活动的产品为原材料生产的竹产品的使用地点。一个竹子造林项目活动可在若干个不同的地块上进行，但每个地块应有特定的地理边界，该边界不包括位于两个或多个地块之间的土地。

项目边界包括事前项目边界和事后项目边界。事前项目边界是在项目设计和开发阶段确定的项目边界，是拟实施竹子造林项目活动的地理边界。事前项目边界可采用下述方法之一确定：

- (a) 采用全球定位系统（GPS）、北斗卫星导航系统（Compass）或其他卫星导航系统，进行单点定位或差分技术直接测定项目地块边界的拐点坐标，单点定位误差不大于 5 米。
- (b) 利用高分辨率的地理空间数据（如卫星影像、航片）、森林分布图、林相图等，在地理信息系统（GIS）辅助下直接读取项目地块的边界坐标。
- (c) 使用大比例尺地形图（比例尺不小于 1:10000）进行现场勾绘，结合 GPS、Compass 等定位系统进行精度控制。

事后项目边界是在项目监测时确定的、项目核查时核实的、实际实施的项目活动的边界。事后项目边界可采用上述方法(a)或(b)进行，面积测定允许误差小于 5%。

在项目审定和核查时，项目参与方须提交地理信息系统（GIS）产出的项目边界的矢量图形文件（.shp 文件）。在项目审定时，项目参与方须提供占项目活动总面积三分之二或以上的项目参与方的土地所有权或使用权的证据。在首次核查时，项目参与方须提供所有项目地块的土地所有权或使用权的证据，如县（含县）级以上人民政府核发的土地权属证书或其他有效的证明材料。

2. 土地合格性

项目参与方须采用下述程序证明项目边界内的土地合格性¹：

- (a) 提供透明的信息证明，在项目开始时，项目边界内的土地符合下列所有条件：
 - (i) 植被状况不符合我国政府定义森林的阈值标准，即植被状况不同时满足下列所有条件：(1)郁闭度 ≥ 0.20 ，(2)树高 ≥ 2 米，(3)面积 ≥ 1 亩，(4)如果为竹类，竹秆胸径（或眉径） ≥ 2 厘米；
 - (ii) 如果地块上有天然或人工幼树，其继续生长不会达到我国政府定义森林的阈值标准；
 - (iii) 项目地块不属于因采伐或自然干扰而产生的临时的无林地（迹地）。

¹基于“证明 CDM 造林再造林项目活动土地合格性的程序(V01.0, EB35)”修改而来。

(b) 提供透明的信息证明，自 2005 年 2 月 16 日起，项目活动所涉每个地块上的植被状况符合上述(a)(i)的条件。

(c) 为证明上述 (a)和 (b)，项目参与方须提供下列证据之一，以根据我国政府确定的森林定义标准，区分有林地和无林地，以及可能的土地利用方式的变化：

- (i) 经过地面验证的高分辨率的地理空间数据（如卫星影像、航片）；
- (ii) 森林分布图、林相图或其他林业调查规划空间数据；
- (iii) 土地权属证或其他可用于证明的书面文件。

如果没有上述 (i)~(iii) 的资料，项目参与方须呈交通过参与式乡村评估（PRA）方法获得的书面证据。

3. 碳库和温室气体排放源选择

在项目边界内考虑的碳库如表 1。本方法学对项目边界内的温室气体源排放源的选择如表 2。

表 1 竹子造林项目活动的碳库选择

碳库	考虑或不考虑	理由或解释
地上生物量	考虑	项目活动的主要碳库
地下生物量	考虑	项目活动的主要碳库
枯死木	不考虑	与基线情景相比该碳库不会降低，因此可保守地忽略不计。
枯落物	考虑或不考虑	与基线情景相比该碳库会增加，但也可保守地选择不考虑该碳库。如果选择该碳库，则项目活动不允许移除地表枯落物。
土壤有机碳	考虑或不考虑	与基线情景相比该碳库会增加，但也可保守地选择不考虑该碳库。如果选择该碳库，则项目活动不允许移除地表枯落物。
竹产品	考虑或不考虑	与基线情景相比该碳库会增加，但也可保守地选择不考虑该碳库。

表 2 项目边界内的温室气体排放源的选择

排放源	气体	考虑或不考虑	理由或解释
木本植物（包括竹类）生物质燃烧	CO ₂	不考虑	该 CO ₂ 排放已在碳储量变化中考虑
	CH ₄	考虑	林地清理、整地或竹林经营过程中由于木本植被（包括竹子）生物质燃烧可引起显著的 CH ₄ 排放
	N ₂ O	考虑	林地清理、整地或竹林经营过程中由于木本植被（包括竹子）生物质燃烧可引起显著的 N ₂ O 排放
化石燃料燃烧	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	不考虑	潜在排放量很小，可忽略不计

施肥	N ₂ O	不考虑	潜在排放量很小，可忽略不计
----	------------------	-----	---------------

4. 计入期选择

项目参与方须清晰地说明项目的开始日期、计入期和项目期，并解释选择该日期的理由。项目开始日期是指为种植竹子而开始的林地清理和整地的日期。项目开始日期不应早于 2005 年 2 月 16 日。如果项目开始日期早于向国家气候变化主管部门提交备案的日期，项目参与方须提供透明和可核实的证据，证明温室气体减排是项目活动最初的主要目的。这些证据须是发生在项目开始日之前的、官方的或有法律效力的文件。

项目期是指实施项目活动的时间区间。计入期是指项目活动相对于基线情景产生额外温室气体减排量的时间区间，计入期的起止日期应与项目期相同。计入期按国家气候变化主管部门规定的方式确定，在颁布相关规定以前，计入期最短为 20 年，最长不超过 30 年。

5. 基线情景识别和额外性论证

项目参与方须使用最新版“CDM 造林再造林项目活动基线情景识别和额外性论证的组合工具”，来识别竹子造林项目活动的基线情景和论证项目活动的额外性。在使用该工具时，步骤 0 (STEP 0) 中的 1999 年 12 月 31 日替换为 2005 年 2 月 16 日。项目参与方也可选用下述“三重测试”程序来识别竹子造林项目活动的基线情景并论证其额外性²：

2.1. 符合法律法规的要求

项目参与方须证明发生在项目边界内的所有项目活动不会违反任何现有的法律、法规、规章以及其他强制性规定和技术标准。既包括国家级的法律法规和规章以及技术标准，也包括适用的省级和地方的规章以及技术标准。尚未通过的法律或规章则无须考虑。

2.2. 普遍性做法

项目参与方须证明拟议的项目活动不是普遍性做法。如果没有与拟议的项目活动相类似的造林项目活动，该拟议的项目活动就被认为不是普遍性做法，其基线情景则为历史的或现有的土地利用情景。类似的造林项目活动指在项目所在区域、类似的社会经济和生态条件下、普遍实施的与拟议的项目活动相类似的造林活动，包括那些由具有可比性的实体或机构（如大公司、小公司、国家政府项目、地方政府项目等）实施的造林项目活动和那些具有可比性的地理范围、地理位置、环境条件、社会经济条件、制度框架以及投资环境下的造林项目活动，也包括 2005 年 2 月 16 日以前制定的土地利用规划方案。如果项目参与方无法证明拟议的项目活动不是普遍性做法，或者存在与拟议的项目活动相类似的造林项目活动（即拟议的项目活动属于普遍做法），项目参与方须通过下文 2.3 节的障碍分析，来确定拟议项目的基线情景并证明拟议的项目的额外性。

² 基于“熊猫标准农林业及其他土地利用行业细则”中的“三重测试”程序修改而来。

项目活动一旦被认定不是普遍性做法，即被认定为在其计入期内具有额外性，并可略去进行下文 2.3 节的障碍分析。

2.3. 实施障碍

如果拟议的项目活动属于普遍性做法，项目参与方仍可通过实施障碍分析来确定项目活动的基线情景并证明项目活动的额外性，例如由于项目参与方面临相关的障碍，阻碍其在项目区实施通常做法或原有的土地利用规划方案，使得基线情景为维持原有的土地利用方式。实施障碍是指任何可能阻止项目活动开展的因素。项目参与方至少需要对下列三种障碍之一进行评估：财务障碍、技术障碍或机构障碍。项目参与方可以证明存在多种障碍，但只要证明一种障碍存在即可。

- 财务障碍可以包括高成本、有限的资金，或者在没有项目活动温室气体减排量收益时，内部收益率低于项目参与方预期能接受的最低收益率。如果采用财务障碍测试，项目参与方须提供可靠的定量分析的证据，如净现金流和内部收益率测算，以及相关批准文件等书面材料。
- 技术障碍包括缺少必需的材料（如种植材料），缺乏有技能的和接受过良好培训的劳动力，缺少法律、传统、市场条件和实践措施等相关知识，缺少实践经验等。
- 机构障碍包括对技术实施的制度性排斥，技术实施能力不足，管理层缺乏共识等。

6. 碳层划分

如果项目区自然和社会经济条件以及项目活动差异较大，须对项目区进行分层，以提高在一定可靠性下的监测和估计的精度，并降低监测成本。碳层划分包括基线碳层划分和项目碳层划分。基线碳层划分的目的是为了分别基线碳层确定基线情景和估计基线碳汇量。项目参与方可根据项目边界内地块上的主要植被状况（如散生木（竹）盖度和年龄、灌木植被（包括小竹丛）的种类和盖度）和土地利用类型（农地、宜林荒山等）来划分基线碳层。

项目碳层划分包括事前项目碳层划分和事后项目碳层划分。事前项目碳层用于项目碳汇量的事前估计，主要根据竹子造林和竹林经营管理计划来划分。事后项目碳层用于项目碳汇量的事后估计，主要根据竹子造林和竹林经营管理实际发生的情况来划分。但是，无论是事前分层还是事后分层，多个竹种可合并为一个碳层，不同时间营造的竹林也可合并为一层，关键是看其是否具有近似的碳储量、相同的计量参数（如生物量生长速率、地下生物量与地上生物量之比、含碳率等）和生物量异速生长方程等，其目的是降低层内变异性，增加层间变异性，从而降低在一定精度要求下所需监测的样地数量。如果发生自然或人为干扰（如火灾、毁林）导致项目的异质性增加，在每次监测和核查时的事后分层调整时均须考虑这些因素的影响。

项目参与方可使用项目开始时和发生干扰时的卫星影像来进行碳层划分。

7. 基线碳汇量

根据本方法学的适用条件，基线碳汇量可假定为零，即 $\Delta C_{BSL,t} = 0$ ：

t 1, 2, 3, ... t^* 竹子造林项目活动开始后的年数（年）

8. 项目碳汇量

项目碳汇量是指在拟议的竹子造林项目活动的情景下，项目边界内所选碳库中碳储量变化量，减去由竹子造林项目活动引起的温室气体排放的增加量，采用下式计算：

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{P,t} - GHG_{E,t} \quad (1)$$

式中：

$\Delta C_{ACTUAL,t}$ 第 t 年项目碳汇量（ $t \text{ CO}_2\text{-e.a}^{-1}$ ）

$\Delta C_{P,t}$ 第 t 年项目边界内所选碳库中碳储量年变化量（ $t \text{ CO}_2\text{-e.a}^{-1}$ ）

$GHG_{E,t}$ 第 t 年项目活动引起的温室气体排放的年增加量（ $t \text{ CO}_2\text{-e.a}^{-1}$ ）

t 1, 2, 3, ... t^* 竹子造林项目活动开始后的年数（年）

采用下述公式计算项目边界内所选碳库中碳储量的年变化量

$$\Delta C_{P,t} = \Delta C_{BAMBOO_PROJ,t} + \Delta C_{SHRUB_PROJ,t} + \Delta C_{LI_PROJ,t} + \Delta C_{SOC_AL,t} + \Delta C_{HWP_PROJ,t} \quad (2)$$

式中：

$\Delta C_{P,t}$ 第 t 年项目边界内所选碳库中碳储量的年变化量（ $t \text{ CO}_2\text{-e.a}^{-1}$ ）

$\Delta C_{BAMBOO_PROJ,t}$ 项目情景下，第 t 年项目边界内营造的竹林生物质碳储量的年变化量（ $t \text{ CO}_2\text{-e.a}^{-1}$ ）

$\Delta C_{SHRUB_PROJ,t}$ 项目情景下，第 t 年项目边界内灌木生物质碳储量的年变化量（ $t \text{ CO}_2\text{-e.a}^{-1}$ ）。针对本方法学，灌木包括小竹丛。

$\Delta C_{LI_PROJ,t}$ 项目情景下，第 t 年项目边界内枯落物碳储量的年变化量（ $t \text{ CO}_2\text{-e.a}^{-1}$ ）。对于集约经营的竹林，枯落物碳储量的变化为零。

$\Delta C_{SOC_AL,t}$ 项目情景下，第 t 年项目边界内土壤有机碳储量的年变化（ $t \text{ CO}_2\text{-e.a}^{-1}$ ）。对于集约经营的竹林，土壤有机碳储量的变化为零。

$\Delta C_{HWP_PROJ,t}$ 项目情景下，第 t 年收获的竹材生产的竹产品中碳储量的变化量（ $t \text{ CO}_2\text{-e.a}^{-1}$ ）

t 1, 2, 3, ... t^* 竹子造林项目活动开始后的年数（年）

8.1 竹林生物质碳储量变化量（ $\Delta C_{BAMBOO_PROJ,t}$ ）的事前估算

$$\Delta C_{BAMBOO_PROJ,t} = \Delta C_{BAMBOO_PROJ,AB,t} + \Delta C_{BAMBOO_PROJ,BB,t} \quad (3)$$

式中：

$\Delta C_{BAMBOO_PROJ,AB,t}$ 第 t 年项目边界内营造的竹林地上生物质碳储量的年变化量 (t CO₂-e.a⁻¹)

$\Delta C_{BAMBOO_PROJ,BB,t}$ 第 t 年项目边界内营造的竹林地下生物质碳储量的年变化量 (t CO₂-e.a⁻¹)

8.1.1 地上生物质碳储量变化

竹林生长发育分为竹林发育成林阶段（大径散生竹林 1-9 年，小径散生竹林 1-5 年，丛生竹 1-5 年，混生竹 1-6 年）和竹林成林稳定阶段（大径散生竹林从第 10 年开始，小径散生竹林从第 6 年开始，丛生竹第 6 年开始；混生竹从第 7 年开始）。达到竹林成林稳定阶段后，由于择伐或自然枯损以及新竹的生长，竹林地上生物量达到动态平衡状态。对于事前估计，根据可获得的数据情况，可从下列方法中选择其中一种方法估算发育成林阶段的地上生物质碳储量的变化。

方法 I：

如果有拟营造的竹林单位面积生物量随竹林年龄变化的相关方程，则可直接用该方程估算造林后各年度的生物质碳储量和碳储量变化量，直到进入竹林成林稳定阶段为止。此后，假定竹林地上生物质碳储量变化量为零。

方法 II：

根据拟营造的竹林的平均胸径、平均高度与竹林年龄的相关方程，再结合单株生物量方程计算平均单株地上生物量，即：

$$DBH_j = f_{DBH,j}(t_a) \quad (4)$$

$$H_j = f_{H,j}(t_a, DBH) \quad (5)$$

$$B_{BAMBOO,AB,j} = f_{AB}(DBH_j, H_j) \quad (6)$$

式中：

DBH_j 发育到 t_a 时，竹林平均胸径（厘米）

H_j 发育到 t_a 时，竹林平均高（米）

$f_{AB}(DBH_j, H_j)$ 竹种（组）j 的地上生物量方程（生物量与直径（胸径、眉径、地径）和竹高的相关方程）

$B_{BAMBOO,AB,j}$ 竹种（组）j 的平均单株地上生物量 (kg.单株⁻¹)

t_a 竹林年龄（年）

j 竹种或竹种组

然后结合立竹度与竹林年龄的相关方程，计算单位面积竹林地上生物质碳储量：

$$C_{BAMBOO_{AB,j,t}} = B_{BAMBOO_{AB,j,t}} \cdot N_{j,t} \cdot M_j \cdot CF_{j,B} \cdot \frac{44}{12} \cdot 10^{-3} \quad (7)$$

$$N_{j,t} = f_{N,j}(t_a) \quad (8)$$

式中：

$C_{BAMBOO_{AB,j,t}}$	单位面积竹林地上生物质碳储量 (t CO ₂ -e.hm ⁻²)
$B_{BAMBOO_{AB,j,t}}$	平均单株地上生物量 (Kg.株 ⁻¹)
$N_{j,t}$	对散生或混生竹种，为每公顷立竹度 (株.hm ⁻²)；对丛生竹种，为平均每丛的株数 (株.丛 ⁻¹)
$CF_{i,B}$	竹子含碳率 (t C (t d.m.) ⁻¹)
M_j	对散生竹取值为1；对丛生竹，为每公顷丛数 (丛.hm ⁻²)
t	项目开始后的年数 (年)
j	竹种或竹种组
t_a	竹林年龄 (年)； $t_a = t - a$ ，其中 a 为造林发生的年份

则营造的竹林地上生物质碳储量的变化为：

$$\Delta C_{BAMBOO_PROJ,AB,t} = \sum_i \sum_j \begin{cases} A_{Bamboo,i,j,t} (C_{BAMBOO,AB,i,j,t} - C_{BAMBOO,AB,i,j,t-1}) & \text{当 } t_a \leq T_{equilibrium,j} \\ 0 & \text{当 } t_a > T_{equilibrium,j} \end{cases} \quad (9)$$

式中：

$\Delta C_{BAMBOO_PROJ,AB,t}$	第 t 年项目边界内营造的竹林地上生物质碳储量的年变化量 (t CO ₂ -e.a ⁻¹)
$A_{Bamboo,i,j,t}$	第 t 年第 i 碳层 j 竹种 (组) 的面积 (hm ²)
$C_{BAMBOO,AB,i,j,t}$	第 t 年第 i 碳层 j 竹种 (组) 单位面积竹林地上生物质碳储量 (t CO ₂ -e.hm ⁻²)
$C_{BAMBOO,AB,i,j,t-1}$	第 $(t-1)$ 年时，第 i 碳层 j 竹种 (组) 单位面积竹林地上生物质碳储量 (t CO ₂ -e.hm ⁻²)
$T_{equilibrium,j}$	第 j 竹种 (组) 竹林到达成林稳定阶段所需的时间 (年)
t_a	林龄 (年)； $t_a = t - a$ ，其中 a 为造林发生的年份
t	项目开始后的年数 (年)

方法 III:

如果没有上述方法 I 和方法 II 所需数据，可采用在达到成林稳定前，按平均生长速率计算，即：

$$\Delta C_{BAMBOO_PROJ,AB,t} = \sum_i \sum_j \begin{cases} A_{Bamboo,i,j,t} \cdot \frac{C_{BAMBOO,AB,equilibrium,i,j}}{T_{equilibrium,j}} & \text{当 } t_a \leq T_{equilibrium,j} \\ 0 & \text{当 } t_a > T_{equilibrium,j} \end{cases} \quad (10)$$

式中:

$\Delta C_{BAMBOO_PROJ,AB,t}$	第 t 年项目情景下竹类地上生物质碳储量的年变化量 (t CO ₂ -e.a ⁻¹)
$A_{Bamboo,i,j,t}$	第 t 年第 i 碳层 j 竹种 (组) 的面积 (hm ²)
$C_{BAMBOO,AB,equilibrium,i,j}$	j 竹种到达成林稳定阶段时的单位面积地上生物质碳储量 (t CO ₂ .hm ⁻²)
t_a	林龄 (年); $t_a = t - a$, 其中 a 为造林发生的年份
$T_{equilibrium,j}$	j 竹种到达成林稳定阶段所需的时间 (年)
t	1, 2, 3, ... t^* 竹子造林项目活动开始后的年数 (年)

8.1.2 地下生物质碳储量变化

竹林地下生物量通常随着竹林年龄的增加而增加。竹子择伐经营时, 通常只移除地上部分 (竹秆、竹枝、竹叶), 而地下部分 (竹蔸、竹根和竹鞭) 仍留存于林地中, 因此即使竹林到达成林稳定年限后, 其地下生物量碳储量通常还会继续增加。竹林地下生物质碳储量的变化可通过竹林地下生物量与地上生物量之比和地上生物质碳储量变化计算, 即:

$$\Delta C_{BAMBOO_PROJ,BB,t} = \sum_i \sum_j (C_{BAMBOO_PROJ,AB,i,j,t} \cdot R_{j,t_a} - C_{BAMBOO_PROJ,AB,i,j,t-1} \cdot R_{j,t_a-1}) \cdot A_{BAMBOO,i,j,t} \quad (11)$$

式中:

$\Delta C_{BAMBOO_PROJ,BB,t}$	第 t 年项目边界内营造的竹林地下生物质碳储量的年变化量 (t CO ₂ -e.a ⁻¹)
$A_{Bamboo,i,j,t}$	第 t 年第 i 碳层 j 竹种 (组) 的面积 (hm ²)
$C_{BAMBOO,AB,i,j,t}$	第 t 年第 i 碳层 j 竹种 (组) 单位面积竹林地上生物质碳储量 (t CO ₂ -e.hm ⁻²)
$C_{BAMBOO,AB,i,j,t-1}$	第 ($t-1$) 年时, 第 i 碳层 j 竹种 (组) 单位面积竹林地上生物质碳储量 (t CO ₂ -e.hm ⁻²)
R_{j,t_a}	j 竹种 (组) 在竹林年龄为 t_a 时的地下生物量与地上生物量之比
R_{j,t_a-1}	j 竹种 (组) 在竹林年龄为 ($t_a - 1$) 时的地下生物量与地上生物量之比
t_a	林龄 (年); $t_a = t - a$, 其中 a 为造林发生的年份
t	项目开始后的年数 (年)

如果项目参与方没有竹子地下生物量与地上生物量之比随竹林年龄变化的相关关系，则可假定地下生物量与地上生物量之比为常数。在这种情况下，当竹林到达成林稳定阶段后，地上和地下生物质碳储量的变化均为零。

8.2 灌木生物质碳储量的变化量 ($\Delta C_{SHRUB_PROJ,t}$)³

对于事前计量，可假定灌木生物质碳储量变化为零。对事后监测和计量。根据灌木盖度对项目边界内的灌木生物量进行分层，并估算每层灌木生物量的碳储量。假定一段时间内（第 t_1 至 t_2 年）灌木生物量的变化是线性的，基线灌木生物质碳储量的年变化量 ($\Delta C_{SHRUB_PROJ,t}$) 计算如下：

$$\Delta C_{SHRUB_PROJ,t} = \sum_i \left(\frac{C_{SHRUB_PROJ,i,t_2} - C_{SHRUB_PROJ,i,t_1}}{t_2 - t_1} \right) \quad (12)$$

式中：

$\Delta C_{SHRUB_PROJ,t}$	第 t 年项目情景下灌木生物质碳储量的年变化量 ($t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$)
$C_{SHRUB_PROJ,i,t}$	第 t 年 i 灌木碳层灌木生物质碳储量 ($t \text{ CO}_2\text{-e}$)
i	1,2,3,……灌木碳层
t	1,2,3,……自项目开始以来的年数
t_1, t_2	项目开始以后的第 t_1 年和第 t_2 年，且 $t_1 \leq t \leq t_2$

采用下式计算第 t 年 i 灌木碳层内灌木生物质碳储量：

$$C_{SHRUB_PROJ,i,t} = B_{SHRUB_PROJ,i,t} \cdot (1 + R_s) \cdot A_{SHRUB_PROJ,i,t} \cdot CF_s \cdot \frac{44}{12} \quad (13)$$

式中：

$B_{SHRUB_PROJ,i,t}$	第 t 年 i 灌木碳层灌木的平均每公顷地上生物量 ($t \text{ d.m.}\cdot\text{hm}^{-2}$)
R_s	灌木的地下生物量与地上生物量之比 (无量纲)
$A_{SHRUB_PROJ,i,t}$	第 t 年 i 灌木碳层的面积(hm^{-2})
CF_s	灌木生物量中的含碳率 ($t \text{ C} (t.\text{d.m.})^{-1}$)，缺省值为 0.47
i	1,2,3,……灌木碳层
t	1,2,3,……自项目开始以来的年数
44/12	将 C 转换为 CO_2 的分子量比值

³ 参考“CDM 造林再造林项目活动林木和灌木碳储量及其变化的估算工具”

灌木平均每公顷生物量的估算方法如下：

- 灌木盖度<5%时，灌木平均每公顷生物量视为 0；
- 灌木盖度≥5%时，按下列方式进行估算：

$$B_{SHRUB_PROJ,i,t} = BDR_{SF} \cdot B_{FOREST} \cdot CC_{SHRUB_PROJ,i,t} \quad (14)$$

式中：

BDR_{SF}	灌木盖度为 1.0 时的每公顷灌木生物量与拟议项目所在地区完全郁闭森林每公顷地上生物量之比（无量纲）
B_{FOREST}	拟议项目所在地区完全郁闭人工林平均每公顷地上生物量（t d.m. hm ⁻² ）
$CC_{SHRUB_PROJ,i,t}$	第 t 年 i 灌木碳层的灌木盖度，以小数表示（如盖度为 10%，则 $CC_{SHRUB_PROJ,i,t}=0.10$ ）（无量纲）
i	1,2,3,……灌木碳层
t	1,2,3,……自项目开始以来的年数

8.3 枯落物碳储量的变化量（ $\Delta C_{LI_PROJ,t}$ ）⁴

假定一段时间内枯落物碳储量的年变化量为线性，则一段时间内枯落物碳储量的平均年变化量采用下式计算：

$$\Delta C_{LI_PROJ,t} = \sum_i \left(\frac{C_{LI_PROJ,i,t_2} - C_{LI_PROJ,i,t_1}}{t_2 - t_1} \right) \quad (15)$$

$$C_{LI,PROJ,i,t} = C_{BAMBOO_PROJ,i,t} \cdot DF_{LI} \quad (16)$$

式中：

$\Delta C_{LI_PROJ,t}$	第 t 年项目情景下枯落物碳储量的年变化量（t CO ₂ -e·a ⁻¹ ）
$C_{LI_PROJ,i,t}$	第 t 年 i 项目碳层的枯落物碳储量（t CO ₂ -e）
$C_{BAMBOO_PROJ,i,t}$	第 t 年第 i 项目碳层的竹林生物质碳储量（t CO ₂ -e）
DF_{LI}	项目所在地区竹林枯落物碳储量与其活生物质碳储量的比值（无量纲）
t_1, t_2	项目开始以后的第 t_1 年和第 t_2 年，且 $t_1 \leq t \leq t_2$
i	1,2,3,……，项目的项目碳层

⁴ 参考“CDM 造林再造林项目活动枯死木和枯落物碳储量及其变化的估算工具(V02.0.0, EB67)”

对于集约经营的竹林，枯落物碳储量的变化为零，即 $\Delta C_{LI_PROJ,t} = 0$ 。

8.4 土壤有机碳储量的变化量 ($\Delta C_{SOC_AL,t}$)

在估算土壤有机碳储量变化时，本方法学基于以下假设：

- 项目整地和造林活动在同一年进行；
- 项目活动的实施将使项目地块的土壤有机碳含量从项目开始前的初始水平提高到相当于天然森林植被下土壤有机碳含量的稳态水平，大约需要 20 年时间；
- 从造林活动开始后的 20 年间，项目情景下土壤有机碳储量的增加线性的；

首先确定项目开始前各碳层土壤有机碳含量初始值 ($SOC_{INITIAL,i}$)。项目业主或其他项目参与方可以通过国家规定的标准操作程序直接测定项目开始前各碳层的 $SOC_{INITIAL,i}$ ；也可以采用下列方法估算项目开始前各碳层的 $SOC_{INITIAL,i}$ ：

$$SOC_{INITIAL,i} = SOC_{REF,i} * f_{LU,i} * f_{MG,i} * f_{IN,i} \quad (17)$$

式中：

$SOC_{INITIAL,i}$	项目开始时，第 i 项目碳层的土壤有机碳储量 ($t C \cdot hm^{-2}$)
$SOC_{REF,i}$	与第 i 项目碳层具有相似气候、土壤条件的当地自然植被（如当地未退化的、未利用土地上的自然植被）下土壤有机碳储量的参考值 ($t C \cdot hm^{-2}$)
$f_{LU,i}$	第 i 项目碳层与基线土地利用方式相关的碳储量变化因子（无量纲）
$f_{MG,i}$	第 i 项目碳层与基线管理模式相关的碳储量变化因子（无量纲）
$f_{IN,i}$	第 i 项目碳层与基线有机碳输入类型（如农作物秸秆还田、施用肥料）相关的碳储量变化因子（无量纲）
i	1,2,3,⋯, 项目的林木分层

$SOC_{REF,i}$ 、 $f_{LU,i}$ 、 $f_{MG,i}$ 和 $f_{IN,i}$ 的取值，可参考本方法学中的参数表。如果选取其它不同的数值，须提供透明和可核实的信息来证明。

确定第 i 项目碳层的造林时间（即由于整地发生土壤扰动的时间， $t_{PREP,i}$ ）。对于项目开始以后的第 t 年，如果：

- $t \leq t_{PREP,i}$ ，则第 t 年时第 i 项目碳层的土壤有机碳储量的年变化 ($dSOC_{t,i}$) 为 0；
- $t_{PREP,i} < t \leq t_{PREP,i} + 20$ ，则：

$$dSOC_{t,i} = \frac{SOC_{REF,i} - SOC_{INITIAL,i}}{20} \quad (18)$$

式中：

$dSOC_{t,i}$	第 t 年 i 项目碳层的土壤有机碳储量的年变化率 (t C. hm ⁻² .a ⁻¹)
$SOC_{REF,i}$	与项目第 i 项目碳层具有相似气候、土壤条件的当地自然植被 (如当地未退化的、未利用土地上的自然植被) 下土壤有机碳储量的参考值 (t C. hm ⁻²)
$SOC_{INITIAL,i}$	项目开始时, 第 i 层的土壤有机碳库碳储量 (t C. hm ⁻²)
i	1,2,3,⋯, 项目碳层
20	假定项目地块的土壤有机碳含量从初始水平提高到相当于当地自然植被下土壤有机碳含量的稳态水平需要 20 年时间

由于本方法学采用了基于碳储量变化因子的估算方法。考虑到其精度的不确定性和内在局限性, 实际计算过程中土壤有机碳储量的年变化率不超过 0.8 t C. hm⁻². a⁻¹, 即:

如果 $dSOC_{t,i} > 0.8 \text{ t C. hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 则

$$dSOC_{t,i} = 0.8 \text{ t C. hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1} \quad (19)$$

第 t 年时, 项目所有碳层的土壤有机碳储量变化采用下式计算:

$$\Delta SOC_{AL,t} = \frac{44}{12} * \sum_{i=1} (A_{t,i} * dSOC_{t,i} * 1a) \quad (20)$$

式中：

$\Delta SOC_{AL,t}$	第 t 年时项目情景下土壤有机碳储量的年变化量 (t CO ₂ -e.a ⁻¹)
$dSOC_{t,i}$	第 t 年 i 项目碳层的土壤有机碳储量年变化率 (tC.hm ⁻² .a ⁻¹)
$A_{t,i}$	第 t 年 i 项目碳层的土地面积(hm ²)
i	1,2,3,⋯, 项目碳层
t	1,2,3,⋯, 项目开始以后的时间
1a	1 年

对于集约经营的竹林, 土壤有机碳储量的变化为零, 即 $\Delta SOC_{AL,t} = 0$ 。

8.5 收获竹产品的碳储量变化 ($\Delta C_{HWP_PROJ,t}$)

如果竹子造林项目活动有择伐情况发生, 择伐的部分竹材中的碳将以竹产品的形式储存一定时间, 而不是立即排放到大气中。对于散生竹类人工林, 择伐通常从造林后第 8~9 年开始, 对于丛生竹类人工林, 择伐通常从造林后第 4~5 年开始。我国竹材除传统上用于农业生产和生活工具外, 目前主要用于生产竹材人造板, 包括竹编胶合板、竹材胶合板、竹材层压板、竹席竹帘胶合板、竹材纤维板和竹材刨花板等, 产品

广泛应用于我国的汽车、火车、建筑、集装箱等工业部门。竹木复合人造板和造纸也是当前利用的一种趋势。竹林到达成林稳定阶段后，收获竹材生产的竹产品（HWP）中的碳将是主要的碳汇来源。本方法学假定 HWP 碳储量的长期变化，等于在产品生产后 30 年仍在使用和进入垃圾填埋的 HWP 中的碳量，而其他部分则假定在生产竹产品时立即排放，采用下述公式计算⁵：

$$\Delta C_{HWP_PROJ,t} = \sum_{ty} C_{BAMBOO,Stem,t} \cdot BU_{ty} \cdot OF_{ty} \quad (21)$$

$$OF_{ty} = e^{(-30 \ln(2)/LT_{ty})} \quad (22)$$

式中：

$\Delta C_{HWP_PROJ,t}$	第t年项目产生的竹产品碳储量的年变化量 (t CO ₂ -e.a ⁻¹)
$C_{BAMBOO,Stem,t}$	第t年项目采伐的竹秆生物质碳储量 (t CO ₂ -e)。如果采伐的竹子是以竹秆鲜重计，则应将鲜重通过含水率换算成干重，然后转化为CO ₂ 的量。如果采伐利用整株竹子（包括枝和叶），则为地上生物量中的碳储量。
BU_{ty}	竹子采伐用于ty类竹产品的利用率（%），即竹产品生物量占采伐收获量的百分比。
OF_{ty}	根据IPCC一阶指数衰减函数确定的、ty类竹产品在生产后30年仍在使用或进入垃圾填埋的比例（无量纲）。
ty	竹产品种类
LT_{ty}	ty类竹产品的使用寿命(年)
t	1, 2, 3, ... t*竹子造林项目活动开始后的年数（年）

8.4 项目边界内温室气体排放的估计

对于项目事前估计，由于无法预测项目边界内的火灾发生情况，因此可以不考虑森林火灾造成的项目边界内温室气体排放，即 $GHG_{E,t}=0$ 。对于项目事后估计，由于竹子造林项目活动引起的项目边界内的温室气体排放的增加为⁶：

$$GHG_{E,t} = GHG_{E,BAMBOO,t} + GHG_{E,LI,t} \quad (23)$$

式中：

GHG_E	第t年由于竹子造林项目活动的实施引起的项目边界内温室气体排放的增加量(t CO ₂ -e.a ⁻¹)
---------	---

⁵根据 2006 IPCC 国家温室气体清单指南中的一阶衰减函数修改而来。

⁶参考“CDM 造林再造林项目活动导致的生物质燃烧引起的非 CO₂ 温室气体排放的估算工具”

$GHG_{E,BAMBOO,t}$ 第t年项目边界内火灾导致的竹子地上生物质燃烧引起的非CO₂温室气体排放的增加量(t CO₂-e.a⁻¹)。

$GHG_{E,LI,t}$ 第t年项目边界内火灾导致的竹林枯落物燃烧引起的非CO₂温室气体排放的增加量(t CO₂-e.a⁻¹)。

t 1, 2, 3, ... t^* 竹子造林项目活动开始后的年数(年)

火灾引起竹林地上生物质燃烧造成的非 CO₂温室气体排放，使用最近一次项目核查时各碳层竹林地上生物量数据和燃烧因子进行计算。第一次核查时，无论自然或人为原因引起竹林火灾，其非 CO₂温室气体排放量都假定为 0。

$$GHG_{E_BAMBOO,t} = 0.001 \cdot \sum_i A_{burn,i,t} \cdot b_{BAMBOO,i,t_{last}} \cdot COMF \cdot (EF_{CH_4} \cdot 25 + EF_{N_2O} \cdot 298) \quad (24)$$

式中：

$GHG_{E,BAMBOO,t}$ 第 t 年项目边界内火灾导致的竹子地上生物质燃烧引起的非 CO₂温室气体排放的增加量(t CO₂-e.a⁻¹)。

$A_{burn,i,t}$ 第 t 年 i 项目碳层发生火烧的面积 (hm²)

$b_{BAMBOO,i,t_{last}}$ 火灾发生前，项目最近一次核查时第 i 项目碳层的竹子地上生物量 (t d.m·hm⁻²)，详见 8.1.1 节。如果只是发生地表火，即竹子地上生物量未被燃烧，则 $b_{BAMBOO,i,t_{last}}$ 设定为 0

$COMF$ 竹林燃烧系数 (无量纲)

EF_{CH_4} CH₄排放因子 (g CH₄·(kg 燃烧的干物质)⁻¹)

EF_{N_2O} N₂O 排放因子 (g N₂O·(kg 燃烧的干物质)⁻¹)

25 CH₄的全球增温潜势，用于将 CH₄转换成 CO₂当量

298 N₂O的全球增温潜势，用于将 N₂O转换成 CO₂当量

i 1, 2, 3……第 i 项目碳层

t 1, 2, 3……项目开始以后的年数；年 (a)

0.001 将 kg 转换成 t 的常数

森林火灾引起枯落物燃烧造成的非 CO₂温室气体排放，应使用最近一次核查的枯落碳储量来计算。第一次核查时由于火灾导致枯落物燃烧引起的非 CO₂温室气体排放量设定为 0，之后核查时的非 CO₂温室气体排放量采用下式计算：

$$GHG_{E_LI,t} = 0.07 \cdot \frac{44}{12} \cdot \sum_i A_{burn,i,t} \cdot C_{LI,i,t_{last}} \quad (25)$$

式中：

$GHG_{E,LL,t}$	第t年项目边界内火灾导致的竹林枯落物燃烧引起的非CO ₂ 温室气体排放的增加量(t CO ₂ -e.a ⁻¹)。
$A_{burn,i,t}$	第t年i项目碳层发生火烧的面积 (hm ²)
$C_{LL,i,t_{last}}$	火灾发生前, 项目最近一次核查时第i项目碳层的枯落物单位面积碳储量, 使用第8.3节的方法计算 (t CO ₂ -e.hm ⁻²)
i	1, 2, 3……第i项目碳层
t	1, 2, 3……项目开始以后的年数; 年 (a)
0.07	常数, 非 CO ₂ 排放量占 CO ₂ 排放量的比例

9. 泄漏

根据本方法学的适用条件, 项目实施可能引起的项目前农业活动的转移, 以及项目活动中使用运输工具和燃油机械造成的排放, 均可忽略不计。因此 $LK_t = 0$

10. 项目减排量

竹子造林项目活动引起的项目减排量等于项目碳汇量, 减去基线碳汇量, 再减去泄漏量, 即:

$$\Delta C_{AR_CHINA,t} = \Delta C_{ACTUAL,t} - \Delta C_{BSL,t} - LK_t \quad (26)$$

式中:

$\Delta C_{AR-CHINA,t}$	第t年项目减排量 (t CO ₂ -e.a ⁻¹)
$\Delta C_{ACTUAL,t}$	第t年项目碳汇量 (t CO ₂ -e.a ⁻¹)
$\Delta C_{BSL,t}$	第t年基线碳汇量 (t CO ₂ -e.a ⁻¹)
LK_t	第t竹子造林项目活动引起的泄漏量(t CO ₂ -e.a ⁻¹)
t	1, 2, 3, ... t*竹子造林项目活动开始后的年数(年)

第 III 部分.监测程序

除非下面的监测变量表中另有要求，所有数据，包括本方法学所用工具中要求的监测项，均须按相关标准进行全面监测和测定。监测过程中收集的所有数据都须以电子版和纸质方式存档，直到计入期结束后至少两年。

1. 项目实施监测

1.1 基线碳汇量的监测

基线碳汇量在事前确定，计入期内不再对其进行监测。

1.2 项目边界的监测

- 采用全球定位系统（GPS）、北斗卫星导航系统（Compass）或其他卫星导航系统，进行单点定位或差分技术直接测定项目地块边界的拐点坐标。也可利用高分辨率的地理空间数据（如卫星影像、航片），在地理信息系统（GIS）辅助下直接读取项目地块的边界坐标。在监测报告中说明使用的坐标系，使用仪器设备的精度；
- 检查实际边界坐标是否与竹子造林项目设计文件中描述的边界一致；
- 如果实际边界位于项目设计文件描述的边界之外，则位于项目设计文件确定的边界外的部分将不计入项目边界中；
- 将测定的拐点坐标或项目边界输入地理信息系统，计算项目地块及各碳层的面积；
- 在计入期内须对项目边界进行定期监测，如果项目边界发生任何变化，例如发生毁林，应测定毁林的地理坐标和面积，并在下次核查中予以说明。毁林部分地块将移出项目边界之外，在以后不再进行监测。同样，如果某些地块由于某种原因造林失败，并代之以其他土地利用方式，这些地块也可移出项目边界外，且不再进行监测和核查。但是已移出项目边界的地块，在以后不能再纳入项目边界内。而且，如果移出项目边界的地块以前进行过核查，其前期经核查的碳储量应保持不变，纳入碳储量变化的计算中。

1.3 竹林营造林活动的监测

- 林地清理和整地的监测：时间、地点（边界）、面积、清理和整地的方式和规格；
- 造林和幼林管护活动监测：造林和管护的方式、时间、地点、面积、竹种等；
- 竹林经营管理监测：择伐、松土、除草、施肥等活动的时间和地点；
- 确保竹子造林和营林各项活动符合本方法学的适用条件。

项目参与方须在项目文件中描述，项目的营造林活动及其监测，符合中国竹子营造林相关的技术要求和森林资源清查的技术规范。项目参与方在其监测活动中须制定

标准操作程序（SOP）及质量保证和质量控制程序（QA/QC），包括野外数据的采集、数据记录、管理和存档。最好是采用国家森林资源清查或 IPCC 指南中的标准操作程序。

2. 抽样设计和碳层划分

2.1 碳层更新

由于下述原因，每次监测时须对事前或上一次监测划分的碳层进行更新：

- 实际的竹子造林活动（如造林时间和竹种配置）可能与项目设计发生偏离；
- 计入期内可能发生无法预计的干扰（如林火），从而增加碳层内的变异性；
- 竹林经营管理活动（如择伐、施肥、翻耕）活动影响了项目碳层内的均一性；
- 发生土地利用变化（项目地转化为其他土地利用方式）；
- 过去的监测发现层内碳储量和碳储量变化的变异性：可将变异性太大的碳层细分为两个或多个碳层，或者将碳储量和碳储量变化及其变异性相近的两个或多个碳层合并为一个碳层；
- 某些事前或前一次监测划分的碳层可能不复存在。

2.2 抽样设计

竹林生物质碳储量必须基于监测样地的测定。枯落物、土壤有机碳不需进行大量野外测定，可直接采用相关工具进行计算。项目参与方须基于固定样地的连续测定方法，采用碳储量变化法，测定和估计竹林生物质碳库中碳储量的变化。项目监测所需的样地数量，可以采用如下方法进行计算：

- (1) 根据公式（27）计算。如果得到 $n \geq 30$ ，则最终的样地数即为 n 值；如果 $n < 30$ ，则需要采用自由度为 $n-1$ 时的 t 值，运用公式（27）进行第二次迭代计算，得到的 n 值即为最终的样地数；

$$n = \frac{N * t_{VAL}^2 * \left(\sum_i w_i * s_i \right)^2}{N * E^2 + t_{VAL}^2 * \sum_i w_i * s_i^2} \quad (27)$$

式中：

- n 项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量；无量纲
- N 项目边界内监测样地的抽样总体， $N=A/A_p$ ，其中 A 是项目总面积（ hm^2 ）， A_p 是样地面积（一般为 0.0667hm^2 ）（无量纲）
- t_{VAL} 可靠性指标。在一定的可靠性水平下，自由度为无穷（ ∞ ）时查 t 分布双侧 t 分位数表的 t 值（无量纲）
- w_i 项目边界内第 i 项目碳层的面积权重， $w_i=A_i/A$ ，其中 A 是项目总面积（ hm^2 ）， A_i 是第 i 碳层的面积（ hm^2 ）（无量纲）
- s_i 项目边界内第 i 项目碳层生物质碳储量估计值的标准差（ $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$ ）

E 项目生物质碳储量估计值允许的误差范围（即置信区间的一半），在每一碳层内用 s_i 表示($t C \cdot hm^{-2}$)

i 1, 2, 3……项目碳层 i

(2) 当抽样面积较大时（抽样面积大于项目面积的 5%），按公式(26)进行计算获得样地数 n 之后，按公式(28)对 n 值进行调整，从而确定最终的样地数 (n_a)：

$$n_a = n * \frac{1}{1 + n / N} \quad (28)$$

式中：

n_a 调整后项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量（无量纲）

n 项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量（无量纲）

N 项目边界内监测样地的抽样总体（无量纲）

(3) 当抽样面积较小时（抽样面积小于项目面积的 5%），可以采用简化公式 (29) 计算：

$$n = \left(\frac{t_{VAL}}{E} \right)^2 * \left(\sum_i w_i * s_i \right)^2 \quad (29)$$

式中：

n = 项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量；无量纲

t_{VAL} = 可靠性指标。在一定的可靠性水平下，自由度为无穷 (∞) 时查 t 分布双侧 t 分位数表的 t 值；无量纲

w_i = 项目边界内第 i 碳层的面积权重；无量纲

s_i = 项目边界内第 i 碳层生物质碳储量估计值的标准差； $t C \cdot hm^{-2}$

E = 项目生物质碳储量估计值允许的误差范围（即置信区间的一半），在每一碳层内用 s_i 表示； $t C \cdot hm^{-2}$

i = 1, 2, 3……项目碳层 i

(4) 分配到各层的监测样地数量，采用最优分配法按公式 (30) 进行计算：

$$n_i = n * \frac{w_i * s_i}{\sum_i w_i * s_i} \quad (30)$$

式中：

n_i 项目边界内第 i 碳层估算生物质碳储量所需的监测样地数量（无量纲）

n 项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量（无量纲）

w_i 项目边界内第 i 碳层的面积权重（无量纲）

s_i 项目边界内第 i 碳层生物质碳储量估计值的标准差 ($t C \cdot hm^{-2}$)

i 1, 2, 3……项目碳层 i

在各项目碳层内，样地的空间分配采用随机起点、系统布点的布设方案。项目参与方须确定首次监测和核查的时间以及间隔期。监测和核查的间隔期为 3~10 年。

2.3 竹林碳储量变化测定

竹林生物质碳储量的测定和计算步骤如下⁷：

第一步：测定样地内所有竹秆的胸径（DBH）和高度（H）。该胸径也可以用眉径或基径替代，取决于采用的生物量方程中变量的含义。项目边界内原有的散生木不包括在测定的范围内。

第二步：利用单株地上生物量方程（ $f_{AB}(DBH_j, H_j)$ ）计算每株竹子的地上生物量。然后可通过地下生物量与地上生物量之比计算全株竹子的生物量（地上生物量乘以 $(1 + R_{j,a})$ ）。如果没有地上生物量方程，可用全株生物量方程直接计算全株竹子的生物量。将单株竹子生物量累积到样地的生物量和碳储量。所选用的生物量方程须根据“证明估算 CDM 造林再造林项目活动林木地上生物量的异速生长方程的适用性的程序”证明其适用性。

第三步：计算碳层单位面积平均碳储量

$$C_{BAMBOO,i,t} = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} C_{BAMBOO,p,i,t}}{n_i \cdot A_p} \quad (31)$$

$$S_{i,t}^2 = \frac{n_i \times \sum_{p=1}^{n_i} C_{BAMBOO,p,i,t}^2 - \left(\sum_{p=1}^{n_i} C_{BAMBOO,p,i,t} \right)^2}{n_i \times (n_i - 1)} \quad (32)$$

式中：

$C_{BAMBOO,i,t}$	第 t 年时，i 项目碳层单位面积竹林生物质碳储量（t CO ₂ .hm ⁻² ）
$C_{BAMBOO,p,i,t}$	第 t 年时，i 项目碳层 p 样地单位面积竹林生物质碳储量（t CO ₂ .hm ⁻² ）
n_i	i 项目碳层的样地数量
$S_{i,t}^2$	第 t 年时，i 项目碳层单位面积竹林生物质碳储量的方差(t CO ₂ .hm ⁻²) ²
A_p	样地面积（hm ² ）

第四步：计算项目边界内单位面积竹林生物质碳储量及其方差：

$$C_{BAMBOO,t} = \sum_{i=1}^M w_i \times C_{BAMBOO,i,t} \quad (33)$$

⁷参考“CDM 造林再造林项目活动林木和灌木碳储量及其变化的估算工具”

$$S_{C_{BAMBOO,t}}^2 = \sum_{i=1}^M w_i^2 \times \frac{S_{i,t}^2}{n_i} \quad (34)$$

式中:

$C_{BAMBOO,t}$	第 t 年时, 项目边界内单位面积竹林生物质碳储量 (t CO ₂ ·hm ⁻²)
w_i	碳层 i 在项目总面积中的面积权重 (无量纲)
$C_{BAMBOO,i,t}$	第 t 年时, i 项目碳层单位面积竹林生物质碳储量 (t CO ₂ ·hm ⁻²)
$S_{C_{BAMBOO,t}}^2$	第 t 年时, 项目单位面积竹林生物质碳储量的方差(t CO ₂ ·hm ⁻²) ²
$S_{i,t}^2$	第 t 年时, i 项目碳层单位面积竹林生物质碳储量的方差(t CO ₂ ·hm ⁻²) ²
n_i	i 项目碳层的样地数量
M	项目碳层数量

第五步: 计算项目边界内竹林生物质碳储量:

$$C_{BAMBOO,PROJ,t} = A \times C_{BAMBOO,t} \quad (35)$$

式中:

$C_{BAMBOO,PROJ,t}$	第 t 年时, 项目边界内竹林生物质碳储量 (t CO ₂)
A	项目总面积 (hm ²)
$C_{BAMBOO,t}$	第 t 年时, 项目边界内单位面积竹林生物质碳储量 (t CO ₂ ·hm ⁻²)

第六步: 计算项目单位面积竹林生物质碳储量的不确定性:

$$UNC_{BAMBOO,t} = \frac{t_{VAL} \times S_{C_{BAMBOO,t}}}{C_{BAMBOO,t}} \quad (36)$$

式中:

$UNC_{BAMBOO,t}$	以抽样调查的相对误差限 (%) 表示的项目单位面积竹林生物质碳储量的不确定性 (%)
t_{VAL}	可靠性指标: 通过危险率 (1-置信度) 和自由度 (n- M) 查 t 分布的双侧分位数表, 其中 n 为项目样地总数, M 为项目碳层数量。例如:置信度 90%, 自由度为 45 时的可靠性指标可在 excel 中用 “=TINV(0.10,45)” ⁸ 计算得到 1.6794。
$S_{C_{BAMBOO,t}}$	项目单位面积竹林生物质碳储量的方差的平方根, 即平均值的标准误 (t CO ₂ ·hm ⁻²)。

⁸在 EXCEL 2010 中采用了 T.INV(), 而不是 TINV()。

3. 精度控制和校正

本方法学仅要求对营造的竹子生物量的监测精度进行控制，要求达到 90%可靠性水平下 90%的精度。如果不确定性 $UNC_{BAMBOO,t} > 10\%$ ，项目参与方可通过增加样地数量，从而使测定结果达到精度要求，也可以选择下述打折的方法。

$$\Delta C_{BAMBOO,PROJ,t_1,t_2} = (C_{BAMBOO,PROJ,t_2} - C_{BAMBOO,PROJ,t_1}) \times (1 - DR) \quad (37)$$

式中:

$\Delta C_{BAMBOO,PROJ,t_1,t_2}$ 时间区间 t_1-t_2 内竹林生物质碳储量的变化量(t CO₂-e)

$C_{BAMBOO,PROJ,t_1}$ 时间为 t_1 时竹林生物质碳储量(t CO₂-e)

$C_{BAMBOO,PROJ,t_2}$ 时间为 t_2 时竹林生物质碳储量(t CO₂-e)

DR 根据项目的不确定性确定的调减因子 (%)

调减因子表

不确定性 UNC_{BAMBOO} (%)	DR (%) ⁹	
	$(C_{BAMBOO,PROJ,t_2} - C_{BAMBOO,PROJ,t_1}) > 0$	$(C_{BAMBOO,PROJ,t_2} - C_{BAMBOO,PROJ,t_1}) < 0$
小于或等于 10%	0%	0%
大于 10%小于 20%	6%	-6%
大于 20%小于 30%	11%	-11%
大于或等于 30%	增加监测样地数量	

4. 不需监测的数据和参数 (采用的缺省值或一次性测定值)

数据/参数	$f_{DBH,j}(t_a)$
单位:	cm
应用的公式编号:	(4)
描述:	在竹林发育成林阶段, 竹种(组) j 的平均胸径与竹林年龄的相关方程

⁹根据 AR-ACM0003 调整。

数据源:	数据源优先选择次序为: (a) 现有的、当地的或相似生态条件下的基于竹种或竹种组的数据; (b) 从类似竹种组中选择; (c) 根据缺省方程计算: 大径散生竹(毛竹): $DBH = 5.2000 + 0.572 \cdot t_a + 0.0452 \cdot t_a^2 - 0.0056 \cdot t_a^3$ 大径丛生竹(麻竹): $DBH = 1.960772 + 1.1039603 \cdot t_a$
测定步骤(如果有)	不适用
说明:	由于有的文献是用胸径,有的用眉径,也有少量用地径,因此,这里的胸径可以用眉径或地径代替,取决于方程所用的变量的实际含义。

数据/参数	$f_{H,j}(t_a, DBH)$
单位:	m
应用的公式编号:	(5)
描述:	在竹林发育成林阶段,竹种(组)j的平均高度与竹林年龄和(或)平均胸径的相关方程
数据源:	数据源优先选择次序为: (a) 现有的、当地的或相似生态条件下的基于竹种或竹种组的数据; (b) 从类似竹种组中选择; (c) 根据缺省方程计算: 大径散生竹(毛竹): $H = 0.5702 + 1.6426 \cdot DBH - 0.0465 \cdot DBH^2$ 大径丛生竹(麻竹): $\frac{1}{H} = 0.06452891 + 0.2233144 \cdot \frac{1}{t_a}$
测定步骤(如果有)	不适用
说明:	由于有的文献是用胸径,有的用眉径,也有少量用地径,因此,这里的胸径可以用眉径或地径代替,取决于方程所用的变量的实际含义。

数据/参数	$f_{AB}(DBH_j, H_j)$
单位:	Kg d.m.株 ⁻¹
应用的公式编号:	(6)
描述:	竹种(组)j的地上生物量方程,即单株地上生物量与胸径和竹高的相关方程

数据源:	数据源优先选择次序为: (a) 现有的、当地的或相似生态条件下的基于竹种或竹种组的数据; (b) 从附件中选择适合的竹类生物量方程。
测定步骤 (如果有)	不适用
说明:	在选择竹子生物量方程时, 须充分考虑竹子类型 (丛生、散生、混生、大径竹和小径竹)。这里的胸径可以用眉径或地径代替, 取决于方程所用的变量的实际含义。

数据/参数	$CF_{j,B}$
单位:	t C (t d.m.) ⁻¹
应用的公式编号:	(7)
描述:	竹子含碳率
数据源:	数据源优先选择次序为: (a) 当地分别竹种或竹种组的数据 (b) 省级分别竹种或竹种组的数据 (如省级温室气体清单) (c) 国家级分别竹种或竹种组的数据 (如国家温室气体清单) (d) 缺省值 0.50
测定步骤 (如果有)	不适用
说明:	

数据/参数	$f_{N,j}(t_a)$																
单位:	株.hm ⁻² 或株.丛 ⁻¹																
应用的公式编号:	(8)																
描述:	竹种 (组) j 的立竹度与竹林年龄的相关方程																
数据源:	数据源优先选择次序为: (a) 现有的、当地的或相似生态条件下的基于竹种或竹种组的数据; (b) 从类似竹种组中选择; (c) 毛竹缺省数据:																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>林龄</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>立竹度 (株.hm⁻²)</td> <td>375</td> <td>614</td> <td>890</td> <td>1,455</td> <td>2,175</td> <td>2,335</td> <td>2,550</td> </tr> </tbody> </table>	林龄	1	2	3	4	5	6	7	立竹度 (株.hm ⁻²)	375	614	890	1,455	2,175	2,335	2,550
林龄	1	2	3	4	5	6	7										
立竹度 (株.hm ⁻²)	375	614	890	1,455	2,175	2,335	2,550										
测定步骤 (如果有)	不适用																
说明:																	

数据/参数	R_{j,t_a}																																														
单位:	无量纲																																														
应用的公式编号:	(11)																																														
描述:	j 竹种 (组) 在竹林年龄为 t_a 时的地下生物量与地上生物量之比)																																														
数据源:	<p>数据源优先选择次序为:</p> <p>(a) 现有的、当地的或相似生态条件下的基于竹种或竹种组的数据;</p> <p>(b) 国家级基于竹种或竹种组和竹林年龄的数据 (如森林资源清查或国家温室气体清单编制中的数据);</p> <p>(c) 如果没有上述相关的数据源可用, 则可假定地下生物量与地上生物量之比为常数 (不随竹林年龄 t_a 而发生变化) 并可从下表中选择缺省值:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>竹子类型</th> <th>代表竹种</th> <th>平均值</th> <th>样本数</th> <th>标准差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">大径散生竹</td> <td>刚竹属 (毛竹)</td> <td>0.605</td> <td>50</td> <td>0.071</td> </tr> <tr> <td>刚竹属(毛环竹)</td> <td>0.688</td> <td>16</td> <td>0.023</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">大径丛生竹</td> <td>籐竹属 (绿竹)</td> <td>1.127</td> <td>27</td> <td>0.112</td> </tr> <tr> <td>其他大径丛生竹</td> <td>1.376</td> <td>21</td> <td>0.330</td> </tr> <tr> <td>小径散生竹</td> <td>刚竹属 (雷竹)</td> <td>0.200</td> <td>75</td> <td>0.034</td> </tr> <tr> <td>小径丛生竹</td> <td>所有小径丛生竹</td> <td>0.632</td> <td>14</td> <td>0.153</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">复轴混生型竹</td> <td>寒竹属 (方竹)</td> <td>0.389</td> <td>40</td> <td>0.051</td> </tr> <tr> <td>寒竹属 (筴竹)</td> <td>0.816</td> <td>165</td> <td>0.097</td> </tr> <tr> <td>其他混生竹</td> <td>0.928</td> <td>14</td> <td>0.162</td> </tr> </tbody> </table> <p>数据源: 来自竹林生物量文献的数据库。</p>	竹子类型	代表竹种	平均值	样本数	标准差	大径散生竹	刚竹属 (毛竹)	0.605	50	0.071	刚竹属(毛环竹)	0.688	16	0.023	大径丛生竹	籐竹属 (绿竹)	1.127	27	0.112	其他大径丛生竹	1.376	21	0.330	小径散生竹	刚竹属 (雷竹)	0.200	75	0.034	小径丛生竹	所有小径丛生竹	0.632	14	0.153	复轴混生型竹	寒竹属 (方竹)	0.389	40	0.051	寒竹属 (筴竹)	0.816	165	0.097	其他混生竹	0.928	14	0.162
竹子类型	代表竹种	平均值	样本数	标准差																																											
大径散生竹	刚竹属 (毛竹)	0.605	50	0.071																																											
	刚竹属(毛环竹)	0.688	16	0.023																																											
大径丛生竹	籐竹属 (绿竹)	1.127	27	0.112																																											
	其他大径丛生竹	1.376	21	0.330																																											
小径散生竹	刚竹属 (雷竹)	0.200	75	0.034																																											
小径丛生竹	所有小径丛生竹	0.632	14	0.153																																											
复轴混生型竹	寒竹属 (方竹)	0.389	40	0.051																																											
	寒竹属 (筴竹)	0.816	165	0.097																																											
	其他混生竹	0.928	14	0.162																																											
测定步骤 (如果有)	不适用																																														
说明:	推荐优先使用基于竹林年龄的地下生物量与地上生物量之比, 直到竹林地下生物量达到稳定为止。																																														

数据/参数	CF_s
单位:	$t C (t d.m.)^{-1}$
应用的公式编号:	(13)
描述:	灌木含碳率

数据源:	数据源优先选择次序为: (a) 当地分别灌木种 (组) 的数据; (b) 省级分别灌木种 (组) 的数据 (如省级温室气体清单); (c) 国家级分别灌木种 (组) 的数据 (如国家级温室气体清单); (d) 可采用 IPCC 缺省值: $0.47 \text{ t C (t.d.m.)}^{-1}$
测定步骤 (如果有)	不适用
说明:	

数据/参数	R_S
单位:	无量纲
应用的公式编号:	(13)
描述:	灌木和杂竹丛的地下生物量与地上生物量之比
数据源:	数据源优先选择次序为: (a) 现有的、当地的或相似生态条件下的基于树种或树种组的数据; (b) 省级基于灌木种的数据 (如森林资源清查或国家温室气体清单编制中的数据); (c) 国家级基于灌木种的数据 (如森林资源清查或国家温室气体清单编制中的数据)。 如果没有上述数据源的数据, 可采用 IPCC 缺省值 0.4。但对于杂竹丛, 如果没有数据, 可采用上述竹林的缺省值。
测定步骤 (如果有)	不适用
说明:	

数据/参数	BDR_{SF}
单位:	无量纲
应用的公式编号:	(14)
描述:	灌木盖度为 1.0 时的每公顷灌木生物量与拟议项目所在地区完全郁闭森林每公顷地上生物量之比
数据源:	数据源优先选择次序为: (a) 现有的、当地的或相似生态条件下的数据 (b) 国家级的数据 (如森林资源清查或国家温室气体清单编制中的数据) (c) 使用缺省值 0.10
测定步骤 (如果有)	不适用
说明:	

数据/参数	B_{FOREST}
单位:	t d.m. hm^{-2}
应用的公式编号:	(14)
描述:	拟议项目所在地区完全郁闭人工林平均每公顷地上生物量

数据源:	数据源优先选择次序为: (a) 现有的、当地的或相似生态条件下的数据 (b) 国家级数据 (如森林资源清查或国家温室气体清单编制中的数据)
测定步骤 (如果有)	不适用
说明:	

数据/参数	DF_{LI}												
单位:	%												
应用的公式编号:	(16)												
描述:	枯落物碳储量与竹林生物质碳储量之比												
数据源:	<p>数据源优先选择次序为:</p> <p>(a) 现有的、当地的或相似生态条件下的基于竹种或竹种组的数据;</p> <p>(b) 从类似竹种组中选择;</p> <p>(c) 从下表中选择缺省值:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>森林类型</th> <th>平均值</th> <th>样本量</th> <th>标准差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>散生竹</td> <td>5.28%</td> <td>13</td> <td>0.932%</td> </tr> <tr> <td>丛生竹</td> <td>6.25%</td> <td>11</td> <td>0.840%</td> </tr> </tbody> </table> <p>数据来源: 基于发表的生物量和枯落物文献建立的数据库。</p>	森林类型	平均值	样本量	标准差	散生竹	5.28%	13	0.932%	丛生竹	6.25%	11	0.840%
森林类型	平均值	样本量	标准差										
散生竹	5.28%	13	0.932%										
丛生竹	6.25%	11	0.840%										
测定步骤 (如果有)	不适用												
说明:													

数据/参数	SOC_{REF}																									
数据单位	$t C \cdot hm^{-2}$																									
应用的公式编号	(17)、(18)																									
描述	与项目第 i 项目碳层具有相似气候、土壤条件的当地自然植被 (如当地未退化的、未利用土地上的自然植被) 下土壤有机碳储量的参考值																									
数据源	<p>数据源优先顺序:</p> <p>(a) 公开出版的与项目区条件相似的数据;</p> <p>(b) 相关国家资源调查数据 (如土壤普查、森林资源清查或温室气体国家清单);</p> <p>(c) 从下表中选择缺省值:</p> <p>矿质土壤的土壤有机碳库碳储量缺省值 ($t C ha^{-1}$, 深度 0-30cm)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>气候地区</th> <th>高活性黏土^(a)</th> <th>低活性黏土^(b)</th> <th>沙质土^(c)</th> <th>火山灰土^(d)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>热带, 干燥</td> <td>38</td> <td>35</td> <td>31</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>热带, 湿润</td> <td>65</td> <td>47</td> <td>39</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>热带, 湿润</td> <td>44</td> <td>60</td> <td>66</td> <td>130</td> </tr> <tr> <td>热带, 山地</td> <td>88</td> <td>63</td> <td>34</td> <td>80</td> </tr> </tbody> </table> <p>(a)高活性黏质土壤 (HAC) 为轻度到中度风化土壤, 由 2: 1 硅酸盐黏土矿物组</p>	气候地区	高活性黏土 ^(a)	低活性黏土 ^(b)	沙质土 ^(c)	火山灰土 ^(d)	热带, 干燥	38	35	31	50	热带, 湿润	65	47	39	70	热带, 湿润	44	60	66	130	热带, 山地	88	63	34	80
气候地区	高活性黏土 ^(a)	低活性黏土 ^(b)	沙质土 ^(c)	火山灰土 ^(d)																						
热带, 干燥	38	35	31	50																						
热带, 湿润	65	47	39	70																						
热带, 湿润	44	60	66	130																						
热带, 山地	88	63	34	80																						

	<p>成（见世界土壤资源参比基础（WRB）的分类，包括薄层土，变性土，栗钙土，黑钙土，黑土，淋溶土，高活性强酸土，漂白红砂土，碱土，钙积土，石膏土，暗色土，锥形土，粗骨土；在美国农业部（USDA）的分类包括软土、变性土、高基淋溶土、早成土、始成土）；</p> <p>(b)低活性黏质土壤为高度风化的土壤，由黏土矿质与非结晶铁铝氧化物按 1: 1 的比例组成（见世界土壤资源参比基础（WRB）的分类，包括低活性强酸土、低活性淋溶土、黏缋土、铁铝土；美国农业部的分类包括老成土、氧化土和酸性淋溶土）</p> <p>(c)包括标准结构中砂土比例>70%且粘土比例<8%的所有土壤（与土壤分类无关，在世界土壤资源参比基础（WRB）中包括砂性土，在美国农业部（USDA）的分类中包括砂新成土）；</p> <p>(d)来自火山灰及其同分异构矿质的土壤（在世界土壤资源参比基础（WRB）中为火山灰土，在美国农业部（USDA）的分类为火山灰土）。</p>
测定步骤	不适用
说明	

数据/参数	$f_{LU,i}$																																	
数据单位	无量纲																																	
应用的公式编号	(17)																																	
描述	第 i 项目碳层与基线土地利用方式相关的碳储量变化因子																																	
数据源	<p>数据源优先顺序：</p> <p>(a) 公开出版的与项目区条件相似的数据；</p> <p>(b) 国家有关资源调查数据 (如土壤普查、森林资源清查或温室气体国家清单)；</p> <p>(c) 从下表中选择：</p> <p style="text-align: center;">不同农田土地利用相关的碳储量变化因子（20 年内的净效应）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>土地利用</th> <th>温度条件</th> <th>湿度条件</th> <th>因子值</th> <th>说明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">长期耕种</td> <td rowspan="2">热带</td> <td>干燥</td> <td>0.58</td> <td rowspan="3">连续耕种 20 年以上的农田</td> </tr> <tr> <td>湿润</td> <td>0.48</td> </tr> <tr> <td>热带山地</td> <td>不适用</td> <td>0.64</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">短期耕种（< 20 年）或闲置（< 5 年）</td> <td rowspan="2">热带</td> <td>干燥</td> <td>0.93</td> <td rowspan="3">连续耕种时间不足 20 年的农田、和（或）在最近 20 年的任意时间段内闲置时间少于 5 年的农田</td> </tr> <tr> <td>湿润</td> <td>0.82</td> </tr> <tr> <td>热带山地</td> <td>不适用</td> <td>0.88</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">草地管理碳储量相对变化因子（20 年内的净效应）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>土地利用</th> <th>气候区</th> <th>因子值</th> <th>说明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>全部</td> <td>全部</td> <td>1.00</td> <td>所有永久草地的土地利用因子值为 1</td> </tr> </tbody> </table>	土地利用	温度条件	湿度条件	因子值	说明	长期耕种	热带	干燥	0.58	连续耕种 20 年以上的农田	湿润	0.48	热带山地	不适用	0.64	短期耕种（< 20 年）或闲置（< 5 年）	热带	干燥	0.93	连续耕种时间不足 20 年的农田、和（或）在最近 20 年的任意时间段内闲置时间少于 5 年的农田	湿润	0.82	热带山地	不适用	0.88	土地利用	气候区	因子值	说明	全部	全部	1.00	所有永久草地的土地利用因子值为 1
土地利用	温度条件	湿度条件	因子值	说明																														
长期耕种	热带	干燥	0.58	连续耕种 20 年以上的农田																														
		湿润	0.48																															
	热带山地	不适用	0.64																															
短期耕种（< 20 年）或闲置（< 5 年）	热带	干燥	0.93	连续耕种时间不足 20 年的农田、和（或）在最近 20 年的任意时间段内闲置时间少于 5 年的农田																														
		湿润	0.82																															
	热带山地	不适用	0.88																															
土地利用	气候区	因子值	说明																															
全部	全部	1.00	所有永久草地的土地利用因子值为 1																															
测定步骤	不适用																																	
说明																																		

数据/参数	$f_{MG,i}$																																				
数据单位	无量纲																																				
应用的公式编号	(17)																																				
描述	第 i 项目碳层与基线管理模式相关的碳储量变化因子																																				
数据源	<p>数据源优先顺序： (a) 现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的数据； (b) 从下表中选择：</p> <p style="text-align: center;">不同农田管理措施相关的碳储量变化因子（20年内的净效应）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>土地管理</th> <th>温度条件</th> <th>湿度条件</th> <th>因子值</th> <th>说明及标准</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>全耕</td> <td>全部</td> <td>干燥和湿润/湿地</td> <td>1.00</td> <td>充分翻耕或在一年内频繁耕作导致强烈土壤扰动。在种植期地表残体盖度低于 30%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">少耕</td> <td rowspan="2">热带</td> <td>干燥</td> <td>1.09</td> <td rowspan="3">对土壤的扰动较低（通常耕作深度浅，不充分翻耕）。在种植期地表残体盖度通常大于 30%</td> </tr> <tr> <td>湿润/湿地</td> <td>1.15</td> </tr> <tr> <td>热带山地</td> <td>1.09</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">草地管理碳储量相对变化因子（20年内的净效应）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>土地管理</th> <th>气候区</th> <th>因子值</th> <th>说明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">中等退化草地</td> <td>热带</td> <td>0.97</td> <td rowspan="2">过牧或中度退化，相对于未退化草地，生产力较低，且未实施改良措施</td> </tr> <tr> <td>热带山地</td> <td>0.96</td> </tr> <tr> <td>严重退化</td> <td>全部</td> <td>0.70</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				土地管理	温度条件	湿度条件	因子值	说明及标准	全耕	全部	干燥和湿润/湿地	1.00	充分翻耕或在一年内频繁耕作导致强烈土壤扰动。在种植期地表残体盖度低于 30%	少耕	热带	干燥	1.09	对土壤的扰动较低（通常耕作深度浅，不充分翻耕）。在种植期地表残体盖度通常大于 30%	湿润/湿地	1.15	热带山地	1.09	土地管理	气候区	因子值	说明	中等退化草地	热带	0.97	过牧或中度退化，相对于未退化草地，生产力较低，且未实施改良措施	热带山地	0.96	严重退化	全部	0.70	
土地管理	温度条件	湿度条件	因子值	说明及标准																																	
全耕	全部	干燥和湿润/湿地	1.00	充分翻耕或在一年内频繁耕作导致强烈土壤扰动。在种植期地表残体盖度低于 30%																																	
少耕	热带	干燥	1.09	对土壤的扰动较低（通常耕作深度浅，不充分翻耕）。在种植期地表残体盖度通常大于 30%																																	
		湿润/湿地	1.15																																		
	热带山地	1.09																																			
土地管理	气候区	因子值	说明																																		
中等退化草地	热带	0.97	过牧或中度退化，相对于未退化草地，生产力较低，且未实施改良措施																																		
	热带山地	0.96																																			
严重退化	全部	0.70																																			
测定步骤	不适用																																				
说明																																					

数据/参数	$f_{IN,i}$			
数据单位	无量纲			
应用的公式编号	(17)			
描述	第 i 项目碳层与基线有机碳输入类型（如农作物秸秆还田、施用肥料）相关的碳储量变化因子			
数据源	<p>数据源优先顺序： (a) 现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的数据； (b) 省级或国家水平的适用于项目实施区的数据； (c) 从下表中选择缺值：</p> <p style="text-align: center;">不同农田输入相关的碳储量变化因子（20年内的净效应）</p>			

输入水平	温度条件	湿度条件	因子值	说明及标准
低	热带	干燥	0.95	收集去除或燃烧地表残体(如秸秆焚烧); 或频繁裸地休耕; 或农作物残体较少(如蔬菜, 烟草, 棉花等); 或不施矿物肥料、不种植固氮作物等
		湿润/湿地	0.92	
	热带山地		0.94	
中	全部	干燥和湿润/湿润	1.00	所有作物残留都返回到田地里。若残留物被移除则添加有机质(如粪肥)。另外, 施加矿质肥料或轮作固氮作物。
高, 不施肥	热带	干燥	1.04	通过额外措施(如种植残体较多的农作物、施用绿肥、种植覆盖作物、休耕、灌溉、一年生作物轮作中频繁种植多年生草本植物, 但不施有机肥), 使作物残体的碳输入量显著增加。
		湿润	1.11	
	热带山地		1.08	
草地管理碳储量相对变化因子(20年内的净效应)				
输入水平	气候区	因子值	说明	
中等退化草地	热带	0.97	过牧或中度退化, 相对于未退化草地, 生产力较低, 且未实施改良措施	
	热带山地	0.96		
严重退化	全部	0.70		
测定步骤	不适用			
说明				

数据/参数	BU_y
单位:	%
应用的公式编号:	(21)
描述:	竹子采伐用于 ty 类竹产品利用率
数据源:	<p>数据源优先选择次序为:</p> <p>(a) 当地基于竹产品种类和竹种的数据;</p> <p>(b) 国家级基于竹产品种类和竹种的数据;</p> <p>(c) 使用如下缺省值:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 竹材层压板: 50% • 竹胶合板: 40% • 竹地板: 20% • 纸和纸产品: 90% • 其他(如生产和生活工具): 50% <p>数据来源: 王小青等(2002)</p>

测定步骤（如果有）	不适用
说明:	

数据/参数	LT_{ty}																				
单位:	年																				
应用的公式编号:	(22)																				
描述:	ty 类竹产品的使用寿命																				
数据源:	<p>数据源优先选择次序为：</p> <p>(a) 公开出版的适于当地条件和产品类型的文献数据；</p> <p>(b) 国家级基于木（竹）产品的数据；</p> <p>(c) 从下表选择缺省数据：</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">木（竹）产品类型</th> <th style="text-align: right;">LT_{ty}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>建筑</td><td style="text-align: right;">50</td></tr> <tr><td>家具</td><td style="text-align: right;">30</td></tr> <tr><td>矿柱</td><td style="text-align: right;">15</td></tr> <tr><td>车船</td><td style="text-align: right;">12</td></tr> <tr><td>包装用材</td><td style="text-align: right;">8</td></tr> <tr><td>纸和纸板</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>锯材</td><td style="text-align: right;">30</td></tr> <tr><td>人造板</td><td style="text-align: right;">20</td></tr> <tr><td>薪材</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> </tbody> </table> <p>数据源: 参考下列文献确定：</p> <p>a) IPCC LULUCF 优良做法指南；</p> <p>b) COP 17 关于《京都议定书》第二承诺期 LULUCF 的决议；</p> <p>c) 白彦锋(2010)。</p>	木（竹）产品类型	LT_{ty}	建筑	50	家具	30	矿柱	15	车船	12	包装用材	8	纸和纸板	3	锯材	30	人造板	20	薪材	1
木（竹）产品类型	LT_{ty}																				
建筑	50																				
家具	30																				
矿柱	15																				
车船	12																				
包装用材	8																				
纸和纸板	3																				
锯材	30																				
人造板	20																				
薪材	1																				
测定步骤（如果有）	N/A																				
说明:																					

数据/参数	$COMF$
数据单位	无量纲
应用的公式编号	(24)
描述	竹林燃烧系数
数据源	<p>数据来源的选择应遵循如下顺序：</p> <p>(a) 项目实施区当地的调查数据；</p> <p>(b) 相邻地区相似条件下的调查数据；</p> <p>(c) 国家水平的适用于项目实施区的数据；</p> <p>(d) 使用缺省值：0.67</p>
测定步骤	
说明	

数据/参数	EF_{CH_4}
数据单位	$g\ CH_4:(kg\ \text{燃烧的干物质})^{-1}$
应用的公式编号	(24)
描述	CH ₄ 排放因子
数据源	数据来源的选择应遵循如下顺序： (a) 项目实施区当地的调查数据； (b) 相邻地区相似条件下的调查数据； (c) 省级或国家水平的适用于项目实施区的数据； (d) 采用缺省值： 6.8
测定步骤	
说明	

数据/参数	EF_{N_2O}
数据单位	$g\ N_2O:(kg\ \text{燃烧的干物质})^{-1}$
应用的公式编号	(24)
描述	N ₂ O排放因子
数据源	应对数据来源进行选择，具体选择顺序如下： (a) 项目实施区当地的调查数据； (b) 相邻地区相似条件下的调查数据； (c) 省级或国家水平的适用于项目实施区的数据； (d) 采用缺省值： 0.26。
测定步骤	
说明	

5. 监测的数据和参数

数据/参数	$A_{Bamboo,i,j,t}$
单位:	hm ²
应用的公式编号:	(9)、(10)、(11)、(20)、
描述:	第 t 年第 i 碳层 j 竹种 (组) 的面积
数据源:	野外测定
测定步骤	采用国家森林资源调查、规划设计调查或作业设计调查使用的标准操作程序(SOP), 如果没有, 可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中描述的 SOP。其边界数据最好易于输入 GIS。
监测频率:	首次核查后每 3-10 年一次
QA/QC 程序:	采用国家森林资源调查、规划设计调查或作业设计调查使用的质量保证和质量控制(QA/QC)程序, 如果没有, 可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中描述的 QA/QC 程序。
说明	

数据/参数	A_p
单位:	hm ²
应用的公式编号:	(27)、(28)、(31)
描述:	样地的面积
数据源:	野外测定
测定步骤	采用国家森林资源清查使用的标准操作程序(SOP), 如果没有, 可采用公开出版的相关技术手册或 <i>IPCC GPG LULUCF 2003</i> 中描述的 SOP。
监测频率:	首次核查开始每 3-10 年一次
QA/QC 程序:	采用国家森林资源清查使用的质量保证和质量控制(QA/QC)程序, 如果没有, 可采用公开出版的相关技术手册或 <i>IPCC GPG LULUCF 2003</i> 中描述的 QA/QC 程序。
说明:	样地位置应用 GPS 或 Compass 记录且在图上标出。

数据/参数	DBH
单位:	cm
应用的公式编号:	
描述:	通常为胸径, 也可以是眉径或地径
数据源:	野外样地测定。
测定步骤	采用国家森林资源清查使用的标准操作程序(SOP), 如果没有, 可采用公开出版的相关技术手册或 <i>IPCC GPG LULUCF 2003</i> 中描述的 SOP。
监测频率:	首次核查开始每 3-10 年一次
QA/QC 程序:	采用国家森林资源清查使用的质量保证和质量控制(QA/QC)程序, 如果没有, 可采用公开出版的相关技术手册或 <i>IPCC GPG LULUCF 2003</i> 中描述的 QA/QC 程序。
说明:	

数据/参数	H
单位:	m
应用的公式编号:	
描述:	竹秆高度
数据源:	野外样地测定。
测定步骤	采用国家森林资源清查使用的标准操作程序(SOP), 如果没有, 可采用公开出版的相关技术手册或 <i>IPCC GPG LULUCF 2003</i> 中描述的 SOP。
监测频率:	首次核查开始每 3-10 年一次
QA/QC 程序:	采用国家森林资源清查使用的质量保证和质量控制(QA/QC)程序, 如果没有, 可采用公开出版的相关技术手册或 <i>IPCC GPG LULUCF 2003</i> 中描述的 QA/QC 程序。
说明:	高度可以是全竹秆高, 也可以是其他高度, 取决于方程中使用的高度含义

数据/参数	$A_{SHRUB_PROJ,i,t}$
单位:	hm ²
应用的公式编号:	(13)
描述:	t年时 i 碳层灌木（包括杂竹丛）的面积
数据源:	野外测定
测定步骤	采用国家森林资源清查使用的标准操作程序(SOP), 如果没有, 可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中描述的 SOP。
监测频率:	首次核查开始每 3-10 年一次
QA/QC 程序:	采用国家森林资源清查使用的质量保证和质量控制(QA/QC)程序, 如果没有, 可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中描述的 QA/QC 程序。
说明:	

数据/参数	$CC_{SHRUB_PROJ,i,t}$
单位:	无量纲
应用的公式编号:	(14)
描述:	t年时, 第 i 碳层的灌木（包括杂竹丛）盖度
数据源:	野外测定
测定步骤（如果有）	考虑到灌木生物量相对于林木生物量较小, 可采用简化的方法测定灌木盖度, 如样线方法、目测方法
频率	首次核查开始每 3-10 年一次
QA/QC 程序	采用国家森林资源清查使用的标准操作程序(SOP), 如果没有, 可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中描述的 SOP。
说明	当基线情景下存在周期性采伐和炼山时, 采用 0.5 做为灌木的平均盖度。如果选用不同的数值, 须提供透明和可核实的信息来证明

数据/参数	$C_{BAMBOO,Stem,t}$
单位:	t CO ₂ -e
应用的公式编号:	(21)
描述:	t年时, 项目采伐的竹秆生物质碳储量
数据源:	调查测定
测定步骤（如果有）	如果采伐的竹子是以竹秆鲜重计, 则应将鲜重通过含水率换算成干重, 然后转化为 CO ₂ 的量。如果采伐利用整株竹子（包括枝和叶）, 则为地上生物质碳储量。
频率	每次采伐时
QA/QC 程序	采用国家森林资源调查规划设计使用的标准操作程序(SOP)
说明	

数据/参数	t_y
单位:	无量纲
应用的公式编号:	(21)、(22)
描述:	从竹子造林项目采伐的竹子利用产品类型
数据源:	调查测定
测定步骤(如果有)	<ul style="list-style-type: none"> 对于社区采伐,采用 PRA 的方法调查其采伐的竹子的用途、销售去向,调查样本不少于所涉社区户数的 10%。同时跟踪调查所销售竹子的用途和产品种类及其比例 对于企业为主的采伐,记录销售去向,并跟踪调查所销售竹子的用途和产品种类及其比例
频率	社区采伐每年一次;企业采伐每采伐一次监测一次
QA/QC 程序	
说明	

数据/参数	$A_{BURN,i,t}$
数据单位	ha
应用的公式编号	(24)、(25)
描述	第 t 年第 i 层发生火灾的面积;
数据源	野外测量或者遥感监测
测定步骤	对发生火灾的区域边界进行定位,可采用地面 GPS 定位或是通过遥感数据反演
监测频率	每次森林火灾发生时均须测量
QA/AC	采用国家森林资源调查使用的质量保证和质量控制(QA/QC)程序
说明	

6. 参考文献

- [1]何亚平, 费世民, 蒋俊明, 陈秀明, 余英, 唐森强, 朱维双. 2007. 长宁毛竹和苦竹有机碳空间分布格局. 四川林业科技, 28(5): 10-14
- [2]陈辉, 洪伟, 兰斌, 郑郁善, 何东进. 1998. 闽北毛竹生物量与生产力的研究. 林业科学, 34(Sp.1): 60-64
- [3]巫启新. 贵州毛竹林类型与林分结构的研究. 1994. 竹子研究汇刊, 1983. 2(1): 112-124
- [4]聂道平. 1994. 毛竹林结构的动态特性. 林业科学, 30(3): 201-208.
- [5]郑郁善, 洪伟. 1998. 毛竹经营学. 厦门: 厦门大学出版社
- [6]周国模. 2006. 毛竹林生态系统中碳储量、固定及其分配与分布的研究. 浙江大学博士学位论文.
- [7]陈双林, 吴柏林, 吴明, 等. 2004. 退化低丘红壤新造毛竹林地上部分生物量的研究. 江西农业大学学报, 26(4):527-531.
- [8]黎曦, 鲍雪芳, 王福升. 2007. 赣南毛竹生物量研究. 安徽林业科技.
- [9]徐道旺, 陈少红, 杨金满. 2004. 毛环竹笋用林生物量结构调查分析. 福建林业科技, 31(1): 67-70.
- [10]郑郁善, 陈希英, 方承, 梁鸿集. 1997. 台湾桂竹生物产量模型研究. 福建林学院学报, 1(1): 52-55
- [11]郑郁善, 梁鸿集. 1998. 台湾桂竹各器官生物量模型研究. 竹子研究汇刊, 17(1):37-41.
- [12]梁鸿集, 陈学魁. 1998. 麻竹单株生物量模型研究. 福建林学院学报, 18(3):260-262.
- [13]郑郁善, 梁鸿集, 游兴早. 1997. 绿竹生物量模型研究. 竹子研究汇刊, 16(4): 43-46
- [14]苏文会, 顾小平, 关凤英, 等. 2006. 大木竹种群生物量结构及其回归模型. 南京林业大学学报(自然科学版), 30(5):51-54.
- [15]付建生, 董文渊, 韩梅, 等. 2007. 撑绿竹不同径阶的生物量结构分析. 林业科技开发, 21(5):47-49.
- [16]徐小军, 周国模, 杜华强, 等. 2011. 基于 Landsat TM 数据估算雷竹林地上生物量. 林业科学, 47(9):1-6.
- [17]黄宗安, 郑明生, 张居文, 等. 2000. 石竹各器官生物量回归模型研究. 福建林业科技, 27(3):35-37
- [18]潘红丽, 李迈和, 田雨, 等. 2010. 卧龙自然保护区油竹子形态学特征及地上部生物量对海拔梯度的响应. 四川林业科技, 31(3):30-36
- [19]秦自生, 马焱, 马恒银. 1990. 拐棍竹生物生产量的预测模型. 四川师范学院学报, 11(2):98-102
- [20]郭子武, 李迎春, 杨清平, 等. 2009. 花吊丝竹立竹构件与生物量关系的研究. 热带亚热带植物学报, 17(6):543-548.
- [21]郑郁善, 陈明阳, 林金国, 赵荣军. 1999. 肿节少穗竹各器官生物量模型研究. 福建林学院学报, 18(2): 159-162
- [22]魏泽长, 武大宇, 王希荣, 张德惠, 刘年贵. 1986. 水竹人工林生物量结构的研究. 植物生态学与地植物学学报, 10(3): 190-198.
- [23]杨前宇, 谢锦忠, 张玮, 等. 2011. 椴竹各器官生物量模型. 浙江农林大学学报, 28(3):519-526.
- [24]郑容妹, 郑郁善, 闽锋, 等. 2003. 苦竹生物量模型的研究. 福建林学院学报, 23(1):61-64.
- [25]林新春, 方伟, 俞建新, 等. 2004. 苦竹各器官生物量模型. 浙江林学院学报, 21(2):168-171.
- [26]郑金双, 曹永慧, 肖书平, 等. 2001. 茶秆竹生物量模型研究. 竹子研究汇刊,

20(4).

[27] 刘庆, 钟章成. 1996. 斑苦竹无性系种群生物量结构与动态研究. 竹类研究, (1): 51-56

[28] 顾大彤, 陈双林, 郭子武, 等. 2011. 四季竹立竹地上现存生物量分配及其与构件因子关系, 林业科学研究, 24(4):495-499.

附件:竹子生物量方程

竹林类型	竹种	方程 (Kg 干重/株)	建模地点	文献
大径散生竹	刚竹属(毛竹)	$W_{总} = 0.3513 DBH^2 - 2.3434 DBH + 9.7697$	四川长宁	[1]
		$W_{地上} = 0.3864951 DBH^{1.6579}$	闽北	[2]
		$W_{总} = 0.2134164 DBH^{-0.5805} H^{2.3131}$		
		$W_{干} = 0.10872076 DBH^{2.343767592}$	黔北	[3]
		$W_{枝叶} = 0.79406626 DBH^{0.851338077}$		
		$W_{总} = 0.28040806 DBH^{2.029781851}$		
		$W_{地上} = 0.0925 DBH^{2.081} + 1.1340 N^{0.3054} DBH^{0.933}$	江西大岗山	[4]
		$W_{地上} = 0.1574 DBH^{2.3049}$		[5]
	$W_{地上} = 747.787 D^{2.771} \left(\frac{0.148 T}{0.028 + T} \right)^{5.555} + 3.772$	浙江	[6]	
	$W_{地上} = -11.497 + 3.0465 DBH + 0.1117 DBH^2$	江西、浙南	[7]	
$W_{地上} = 0.04504749281 DBH^{2.2890229} H^{0.28643528}$	赣南	[8]		
大径丛生竹	刚竹属(毛环竹)	$W_{地上} = 0.014467 DBH^{0.6278} H^{2.4396}$ $W_{总} = 0.22128 DBH^{0.59736} H^{2.2214}$		[9]
	刚竹属(台湾桂竹)	$W_{地上} = 0.1639 \cdot DBH^{1.8990}$ $W_{总} = 0.1718 \cdot DBH^{1.9756}$	福建东部	[10]
大径丛生竹	牡竹属(麻竹)	$W_{地上} = 0.540093 DBH^{1.9305}$	福建、海南	[12]
		$W_{地上} = 0.172139 DBH^{1.5684} H^{0.3916}$		
	绿竹属(绿竹)	$W_{地上} = 0.197169 \cdot DBH^{2.244206}$	福建	[13]
		$W_{地上} = 0.194103 \cdot DBH^{1.687679} H^{0.488312}$		
箬竹属(大木竹)	$W_{地上} = 0.4524 DBH^{2.0347}$ $W_{总} = 0.5122 DBH^{2.0391}$	浙南	[14]	
撑绿竹	$W_{地上} = 3.11219 + 0.03232 DBH^2 H$ $W_{总} = 3.55698 + 0.00033789 DBH^2 H$	云南水富	[15]	
小径散生竹	刚竹属(雷竹)	$W_{地上} = 0.1939 DBH^{1.5654}$	浙江西北部	[16]
	刚竹属(石竹)	$W_{总} = 0.0302 DBH^{2.4123} H^{0.6262}$	单福建尤溪	[17]
小径丛生竹	箭竹属(油竹子)	$W_{地上} = 0.020 DBH^2 H + 0.029.12$	四川	[18]

	箭竹属(拐棍竹)	$W_{地上}=0.0719183DBH^{0.822738} H$	四川	[19]
	牡竹属(花吊丝竹)	1 龄竹: $W_{地上}=-5.45421+1.46011DBH+0.29207H$ 2 龄竹: $W_{地上}=-3.34805+1.94950DBH+0.13412H$ 3 龄竹: $W_{地上}=-2.95277+1.84698DBH$ 4 龄竹: $W_{地上}=-1.45958+1.15918DBH$	福建华安	[20]
	少穗竹属(肿节少穗竹)	$W_{秆} = 0.1888 DBH^{1.7668}$ $W_{枝} = 0.0633 DBH^{1.2135}$ $W_{叶} = 0.0722 DBH^{1.1853}$ $W_{总} = 0.3626 DBH^{1.3836}$	福建	[21]
	刚竹属(水竹)	$W_{地上} = 0.6439 DBH^{1.5373}$ $W_{总} = 0.3841 DBH^{1.4117}$	安徽舒城	[22]
	箬竹属(椽竹)	$W_{地上}=-7445.916+3925.48DBH+45.439DBH^2-96.666DBH^3$ $W_{总}=-7360.122+3933.155DBH+41.158DBH^2-93.171DBH^3$	福建建瓯	[23]
复轴混生竹	大明竹属(苦竹)	$W_{总} = 0.2668 DBH^2 + 0.0027 DBH + 0.0914$	四川长宁	[1]
		$W_{地上}=0.1173 DBH^{0.8254}H^{1.1605}$ $W_{总}=0.127DBH^{0.8621}H^{1.1756}$	福建尤溪	[24]
		$W_{地上}=432.4468-479.3075 DBH+422.8285 DBH^2$ $W_{总}=0.1910380DBH^{1.1986}H^{0.2962}$	浙江杭州	[25]
	矢竹属(茶秆竹)	$W_{总}=1.0493DBH^{1.4861}$	福建明溪	[26]
	大明竹属(斑苦竹)	$W_{地上} = 0.2180 + 0.0054 (DBH^2 H)$ $W_{总} = 0.8378 + 0.0091 (DBH^2 H)$	重庆缙云山	[27]
	少穗竹属(四季竹)	1 龄竹: $W_{地上}=-0.073+0.51DBH-0.30 DBH^2+ 0.112DBH^3$ 2 龄竹: $W_{地上}=-0.515+2.37DBH-2.4 DBH^2+0.9108 DBH^3$	浙江西北	[28]

注: $W_{总}$: 全株总生物量; $W_{地上}$: 地上生物量; DBH:竹子胸径或眉径 (cm); H: 竹高(m); T: 竹龄(a); N: 立竹株数(株)