**红树林保护项目碳汇方法学（试行）**



2023年5月

编制说明

红树林作为滨海生态系统的重要组成部分，在调节区域水质、抵挡风暴潮、减缓海平面上升、捕获沉积物、固储碳物质以及为滨海生物提供栖息地等方面发挥着极其重要的生态作用。国际社会为保护红树林付出了越来越多的努力。但随着城市化进程加剧，全球红树林面积仍以每年0.7%的速率减少。在全球气候问题日益严峻的背景下，利用碳交易机制激励红树林生态系统固碳增汇已成为国际组织及其分布国家制定应对气候变化战略和路径的重要选择。

助力“双碳”目标实现，持续发挥红树林生态系统的固碳增汇能力意义重大。2021年10月，国务院发布《2030年前碳达峰行动方案》中提到，要整体推进海洋生态系统保护和修复，提升红树林等生态系统的固碳能力。同月发布《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书中强调了要持续提升生态碳汇能力，实施红树林保护修复专项行动。在国家政策引导下，未来我国不同主体将不断开展红树林保护活动。为了科学合理地计量红树林保护项目所产生的碳汇，指导和规范国内红树林保护碳汇项目设计文件编写、碳汇计量监测、监测报告编写以及碳信用核证等工作；确保红树林保护碳汇项目产生减缓气候变化、保护生物多样性以及振兴乡村等多重效益，利用市场机制为红树林保护活动引流资金以实现资源的有效配置，进一步保护红树林生态系统，特编制《红树林保护碳汇项目方法学》(版本号V01)。

本方法学以自愿碳标准（VCS）管理委员会备案的最新版REDD+方法学为主体框架，在参考VCS REDD+方法学相关模块和工具、政府间气候变化专门委员会（IPCC）《2006年国家温室气体清单指南（2019修订版）》及《土地利用、土地利用变化与林业优良做法指南》相关内容的基础上，借鉴气候、社区和生物多样性标准（CCB）和Plan Vivo标准关于生物多样性保护和促进乡村社区可持续发展的做法，结合我国红树林保护经验，经有关领域的专家学者及利益相关方反复研讨后编制而成。本方法学既遵循国际规则又符合我国林业实际，注重方法学的科学性、合理性和可操作性。

本方法学同已有类似方法学相比，具有如下特点：

1. 本方法学综合考虑了碳效益、区域状况以及生物多样性状况，对应了《联合国2030 年可持续发展议程》提出的应对气候变化、保护生物多样性以及消除贫困三个可持续发展目标。因此，基于本方法学开发的红树林保护碳汇项目产生的碳信用，能突出体现项目对所在区域可持续发展的贡献，符合我国生态文明建设、应对气候变化、生物多样性保护和共同富裕等多重目标，满足可持续发展的内在要求。
2. 本方法学兼顾了红树林保护工作的历史贡献，体现了红树林保护活动产生的生态价值以及项目对《联合国气候变化框架公约》和《生物多样性公约》协同履约的贡献。本方法学结合国内红树林保护的实际情况，将项目开始时间规定为红树林保护活动的开始日期，将碳信用计入期的起始日期规定为2010年以后（即UNFCCC 与CCB联合履约机制的开始年之后）能突出体现项目对环境公约协同增效的作用。
3. 本方法学根据红树林保护活动以及红树林生态系统的结构、组成等特点，基于可操作和成本有效的原则，对CDM、VCS以及CCER林业项目有关过程和步骤进行了优化和简化，确保了本方法学的可推广性。
4. 本方法学收集、整理了国内外文献发表的研究成果，在附件中给出了各类相关参数的缺省值及主要红树林组成树种的回归模型，供使用者参考。

目录

[**1引言** 1](#_Toc104822663)

[**2 适用条件** 2](#_Toc104822664)

[**3 规范性引用文件** 2](#_Toc104822665)

[**4 定义** 2](#_Toc104822666)

[**5基线与碳计量方法** 4](#_Toc104822667)

[**5.1项目边界的确定** 4](#_Toc104822668)

[**5.2碳库和温室气体排放源** 4](#_Toc104822669)

[**5.3项目期和计入期** 5](#_Toc104822670)

[**5.4基线情景识别与额外性论证** 5](#_Toc104822671)

[**5.4.1基线情景的识别** 6](#_Toc104822672)

[**5.4.2额外性论证** 6](#_Toc104822673)

[**5.5碳层划分** 7](#_Toc104822674)

[**5.6基线情景** 7](#_Toc104822675)

[**5.6.1基线碳汇量** 7](#_Toc104822676)

[**5.6.2基线情景应对气候变化社区状况** 7](#_Toc104822677)

[**5.6.3基线情景生物多样性状况** 8](#_Toc104822678)

[**5.7项目情景** 9](#_Toc104822679)

[**5.7.1项目情景碳汇量** 9](#_Toc104822680)

[**5.7.2泄漏** 9](#_Toc104822681)

[**5.7.3项目减排量** 9](#_Toc104822682)

[**5.7.4项目情景应对气候变化社区状况评估** 9](#_Toc104822683)

[**5.7.5项目情景生物多样性状况评估** 10](#_Toc104822684)

[**5.7.6项目评定** 11](#_Toc104822685)

[**6监测程序** 12](#_Toc104822686)

[**6.1碳效益的监测** 12](#_Toc104822687)

[**6.1.1基线碳汇量的监测** 12](#_Toc104822688)

[**6.1.2项目边界的监测** 12](#_Toc104822689)

[**6.1.3碳层更新** 13](#_Toc104822690)

[**6.1.4抽样设计** 13](#_Toc104822691)

[**6.1.5样地设置** 13](#_Toc104822692)

[**6.1.6监测频率** 13](#_Toc104822693)

[**6.1.7林木生物质碳储量的测定** 13](#_Toc104822694)

[**6.1.8灌木生物质碳储量的测定** 14](#_Toc104822695)

[**6.1.9藤本生物质碳储量的测定** 14](#_Toc104822696)

[**6.1.10枯死木生物质碳储量的测定** 14](#_Toc104822697)

[**6.1.11精度控制与校正** 14](#_Toc104822698)

[**6.2应对气候变化社区影响的监测** 15](#_Toc104822699)

[**6.3生物多样性的监测** 15](#_Toc104822700)

[**6.4不需要监测的数据和参数** 15](#_Toc104822701)

[**6.5需要监测的数据和参数** 15](#_Toc104822702)

[**7可持续发展碳信用的核算** 15](#_Toc104822703)

[**8 附件** 17](#_Toc104822704)

[**8.1附件1 基线情景碳汇量计算方法** 17](#_Toc104822705)

[**8.2附件2 项目情景碳汇量计算方法** 24](#_Toc104822706)

[**8.3附件3 项目减排量计算方法** 27](#_Toc104822707)

[**8.4附件4 抽样设计方法** 27](#_Toc104822708)

[**8.5附件5 林木生物质碳储量的测定方法** 28](#_Toc104822709)

[**8.6附件6 灌木生物质碳储量的测定方法** 31](#_Toc104822710)

[**8.7附件7 藤木生物质碳储量的测定方法** 32](#_Toc104822711)

[**8.8附件8 枯死木生物质碳储量的测定方法** 33](#_Toc104822712)

[**8.9附件9 不需要监测的数据和参数集** 36](#_Toc104822713)

[**8.10附件10 需要监测的数据和参数集** 44](#_Toc104822714)

[**8.11附件11 中国主要红树林树种生物量方程参考表** 48](#_Toc104822715)

# **1引言**

为推动以保护红树林生态系统固碳、增汇功能为主要目的的红树林保护活动，指导国内红树林保护碳汇项目产生的气候、社区和生物多样性等多重效益的量化工作，确保项目产生的气候、社区和生物多样性综合效益可测量、可报告、可核查，力求方法学的先进性、科学性和可操作性，本方法学基于政府间气候变化专门委员会（IPCC）《2006年国家温室气体清单指南（2019修订版）》、IPCC《关于土地利用、土地利用变化和林业方面的优良做法指南》（IPCC LULUCF GPG）、气候、社区和生物多样性联盟（CCBA）开发的项目设计标准（CCB）、气候组织（CG）、国际排放交易联盟（IETA）和世界经济论坛（WEF）联合开发的与红树林保护相关的核证减排标准（VCS）以及联合国气候变化框架公约（UNFCCC）有关清洁发展机制（CDM）下的《退化红树林生境造林再造林方法学》（AR-AM0014，V3.0）及其工具的研究和分析，结合我国红树林保护的工作实际和经验，经有关领域专家学者及利益相关方反复研讨后编制而成。

本方法学参考了下列方法学、指南和方法学工具：

1. IPCC《2006年国家温室气体清单指南（2019修订版）》
2. IPCC《土地利用、土地利用变化和林业优良做法指南》（IPCC,2003）
3. CCBA气候、社区与生物多样性项目设计标准（CCBA,2013）
4. VCS REDD+方法学框架（VM0007,V01.6）
5. VMD0001-CP-AB：林地和无林地地上和地下生物量碳储量的估算(CP-AB)
6. VMD0006-BL-PL：计划内的砍伐森林和森林退化造成的基线碳储量变化和温室气体排放量的估算(BL-PL)
7. VMD0007-BL-UP：估计基线碳储量变化和计划外的砍伐造成的温室气体排放量的估算(BL-UP)
8. VMD0042-BL-PEAT：泥炭地复湿和保护项目活动中基线土壤碳储量变化和温室气体排放的估算(BL-PEAT)
9. VMD0046-M-PEAT：泥炭地复湿和保护项目活动中的土壤碳储量变化和温室气体排放和清除的监测
10. VMD0004-CP-S：土壤有机碳库储量的估算(CP-S)
11. VMD0016-X-STR：项目区域内的分层方法（X-STR）
12. VMD0002-CP-D：枯死木碳库碳储量的估算(CP-D)
13. VT0001 ADD-RAM：用于证明和评估VCS农业、林业和其他土地利用(AFOLU)项目活动中额外性的VT0001工具
14. CDM退化红树林生境造林再造林方法学（AR-AM0014，V03.0）
15. CDM项目活动基线情景确定和额外性论证工具（V01,EB 35）
16. CDM项目活动乔灌木碳储量及其变化的估算工具（V04.2,EB 85）
17. CDM项目活动枯死木和枯落物碳储量及其变化的估算工具（V03.1 EB 85）
18. CDM项目活动生物质燃烧导致的非二氧化碳温室气体排放的估算工具（V04.0,EB 65）

# **2 适用条件**

本方法学适用于以保护红树林生态系统、避免红树林面积减少或退化引起的碳排放和生物多样性减少以及振兴乡村为主要目的的项目活动，其适用条件包括：

1. 项目活动符合国家和地方政府颁布的有关红树林保护的法律、法规和政策措施以及相关的技术标准或规程；
2. 项目活动的土地权属清晰，具有县级以上人民政府核发的土地权属证书；
3. 在未实施红树林保护碳汇项目活动的情景下，项目边界内的红树林部分或全部红树林地会发生土地类型的转变；
4. 项目活动不会造成项目开始前项目区内活动的转移；
5. 项目活动不会移除枯死木、树根以及果实等；

此外，使用本方法学时，还需满足有关步骤中的其它相关适用条件。

# **3 规范性引用文件**

本方法学遵循下列规范性文件的规定：

1. 中华人民共和国国家标准《林业碳汇项目审定和核证指南》(GB/T 41198-2021)
2. 中华人民共和国林业行业标准《红树林建设技术规程》（LY/T 1938-2011）

# **4 定义**

本方法学所使用的有关术语的定义如下：

**红树林：**生长在热带、亚热带地区，陆地与海洋交界的海岸潮间带或海潮能达到的河流入海口的以红树植物为主体的湿地木本植物群落，既包括单种红树群落，也包括多种红树群落。

**基线情景：**在没有林业碳汇项目时，能合理地代表项目区未来最可能发生的土地利用和管理的假定情景。

**项目情景**：在林业碳汇项目活动下，项目边界内发生的土地利用和管理情景。

**项目边界：**是指由拥有土地所有权或使用权的项目参与方或其他项目参与方实施的红树林保护碳汇项目活动的地理范围。一个项目活动可以在若干个不同的地块上进行，但每个地块都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湿地。

**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：**基线情景下，项目边界内各碳库中的碳储量变化之和减去基线情景下由于土地利用方式改变引起的项目边界内温室气体排放的增加量。

**项目碳汇量：**项目情景下项目边界内所选碳库中的碳储量变化量减去由拟议的碳汇项目活动引起的项目边界内温室气体排放的增加量。

**泄漏：**指由拟议的红树林保护碳汇项目活动引起的、发生在项目边界之外的、可测量的温室气体源排放的增加量。

**项目减排量：**指由拟议的红树林保护碳汇项目活动产生的净碳汇量。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。

**额外性**：指项目碳汇量高于基线碳汇量的情形，这种额外的碳汇量在没有拟议的红树林保护碳汇项目活动时是不会产生的。

**碳库：**在碳循环过程中，红树林生态系统存储碳的各组成部分。包括地上活体生物质、地下活体生物质、枯落物、枯死木、土壤有机质以及木制林产品碳库。

**地上生物质：**土壤层以上的活体红树植株各器官的生物量，包括树桩、干、枝、气生根、皮、花、果、种子和叶等器官。

**地下生物质：**土壤层以下所有活体红树植株各器官的生物量，但通常不包括难以从土壤有机成分或枯落物中区分出来的细根（直径≤2.0 mm）。

**枯落物：**土壤层以上，直径小于≤5.0cm、处于不同分解状态的所有死生物质。包括凋落物、腐殖质，以及难以从地下生物量中区分出来的细根。

**枯死木：**土壤层以上除枯落物以外的所有死生物质，包括枯立木、枯倒木以及直径

≥5.0cm的枯枝、死根和树桩。

**土壤有机质：**一定深度内（通常为 1.0 m）矿质土和有机土（包括泥炭土）中的有机质，包括难以从地下生物量中区分出来的细根。

**应对气候变化社区**：指项目活动所在区域范围内，可能会受项目活动影响的相互关联的人群形成的共同体及其活动区域。

# **5基线与碳计量方法**

## **5.1项目边界的确定**

红树林保护碳汇项目活动的“项目边界”可依次采用下述方法之一确定：

1. 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，定位误差不超过 5 米。
2. 利用高分辨率的地理空间数据（如卫星影像、航片）、红树林分布图等，在地理信息系统（GIS）辅助下直接读取项目地块的边界坐标。

事后项目边界可采用上述方法(a)或(b)进行，面积测定误差不超过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。在项目审定时，项目参与方须提供项目总面积三分之二或以上的红树林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。

## **5.2碳库和温室气体排放源**

本方法学对项目活动的碳库选择如表5-1。其中地上和地下生物质碳库是必须选择的碳库。由于红树林枯落物碳库受潮汐流影响，具有高的周转率，保护活动也不会降低枯落物的积累速率，因此该碳库保守地忽略不计，同时项目活动的实施会增加土壤有机碳库，忽略该碳库亦符合保守性原则。另外，项目参与方可以根据实际数据的可获得性、成本有效性、保守性原则，选择是否忽略枯死木碳库。

**表5-1 碳库的选择**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 碳库 | 是否选择 | 理由或解释 |
| 地上生物质 | 是 | 产生碳汇量的主要碳库。 |
| 地下生物质 | 是 | 产生碳汇量的主要碳库。 |
| 枯死木 | 可选择 | 项目参与方可选择计量该碳库；  根据方法学的适用条件，项目活动的实施会增加这个碳库，项目参与方也可根据减排量计算的保守性原则选择忽略该碳库。 |
| 枯落物 | 否 | 潮汐流使枯落物具有高的周转率和位移，且项目活动不会降低枯落物的积累速率，选择忽略该碳库不会导致项目减排量被高估。 |
| 土壤有机碳 | 否 | 根据方法学的适用条件，项目活动的实施会增加这个碳库，忽略该碳库符合保守性原则。 |

项目边界内的温室气体源排放选择如表5-2：

**表5-2 温室气体排放源的选择**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 情景  选择 | 温室气体  排放源 | 气体  种类 | 是否  选择 | 理由或解释 |
| 基线  情景 | 土地利用方式  转变 | CO2 | 可选择 | 根据方法学的适用条件，项目边界内的红树林转变为其他土地利用方式会带来碳排放。为避免过高估计减排量，仅计算红树林地转变为其他地类而产生的排放，不再计量转变为其他地类后人类活动的排放，项目参与方可选择计量该排放；  项目参与方也可更为保守地选择不计算此排放。 |
| 红树林生态系统 | CH4 | 是 | 红树林生态系统的微生物会对土壤有机质进行厌氧分解，并释放甲烷。 |
| 项目  情景 | 自然灾害 | CO2 | 否 | 海啸、病虫害等自然灾害导致的 CO2 排放已在碳储量变化中考虑。 |
| 红树林生态系统 | CH4 | 是 | 红树林生态系统的微生物会对土壤有机质进行厌氧分解，并释放甲烷。 |

## **5.3项目期和计入期**

项目参与方或其他项目参与方必须准确说明项目活动的开始时间、计入期和项目期，并解释选择的理由。

红树林保护碳汇项目的开始时间是指开始实施红树林保护活动的日期。项目参与方须提供透明的、可核实的证据，证明项目活动的主要目的是保护红树林的生态系统服务功能，实现当地的可持续发展目标。

计入期是指项目活动相对于基线情景产生额外的温室气体减排、生物多样性保护以及促进应对气候变化社区发展效益的时间区间。本方法学计入期的起始日期不应早于2010年。计入期最短为20年，最长不超过60 年。

项目期是指实施红树林保护碳汇项目活动开始到项目活动结束的间隔时间。

## **5.4基线情景识别与额外性论证**

红树林保护碳汇项目活动基线情景的识别须基于透明、保守性的原则，确定基线的碳汇量、社区发展状况以及生物多样性状况。项目业主或其他项目参与方要提供所有与基线情景识别和额外性论证相关的数据、原理、假设、理由和文本（如相关官方文件批复、运用模型进行模拟预测的原始数据集等），由独立的第三方机构进行可信度评估。项目业主或其他项目参与方可选用下述简化的方法来识别红树林保护碳汇项目活动的基线情景并论证其额外性，对于年均减排量低于60000tCO2当量的红树林保护碳汇项目，不需要进行额外性论证。

### **5.4.1基线情景的识别**

由于本方法学在适用条件中规定，在未实施项目活动的情景下，项目边界内的红树林将逐步转变成其他土地类型。因此，本方法学假定红树林保护碳汇项目的基线情景为转变为其他非红树林地的土地利用情景（包括建设用地、耕地、水产养殖设施等农用地以及其他非红树林地的类型）。项目参与方可通过以下由优至劣的方法进行基线情景识别：

项目参与方可通过选择与项目区域在社会经济和生态环境等方面条件相似的区域作为对照区，以对照区的土地利用方式转变情况作为基线情景下项目区域内土地利用方式转变的情况，确定基线情景下红树林地减少或退化速率与转变为其他地类的情况，对照区域的选择可以不受限于面积要素。具体方法如下：

* 1. 收集对照区域Landsat TM/ETM/OLI遥感影像以及土地利用类型栅格数据集和矢量数据集等能体现对照区域历史土地利用情况的数据，可以选用中国土地利用现状遥感监测数据库作为数据来源（该数据库是目前我国精度最高的土地利用遥感监测数据产品）；
  2. 通过土地利用转移矩阵方法对收集到的多期历史土地利用数据进行分析处理，得出各地类之间面积互相转变的变动情况；
  3. 根据已分析处理过的历史数据，运用适合实际情况的模型（如CLUE-S、CA-Markov、GeoSOS、FLUS等模型）预测未来对照区域内红树林地转变为其他地类的类型以及面积。

项目参与方还可通过国土空间规划、生态保护红线划定等相关政策文件确定在没有拟议的红树林保护碳汇项目活动的情况下，项目边界内可能会发生的土地利用情景。

在相关资料十分有限的情况下，项目参与方还可以根据当地土地利用情况的记录、实地调查资料、根据利益相关者提供的数据和反馈信息等途径来识别可能的土地利用情景，也可以通过走访当地专家、调研土地所有者或使用者在拟议的项目运行期间关于土地管理或土地投资的计划，从上述识别的土地利用情景中，遴选出不违反任何现有的法律法规、其他强制性规定以及国家或地方技术标准的土地利用情景。

### **5.4.2额外性论证**

由于实施红树林保护活动后，保护红树林产生的效益（或产品）主要体现在固定和储存大气和海洋中的二氧化碳、调节滨海区域水质和养分循环、抵挡风暴潮、减缓海平面上升和海岸侵蚀、捕获沉积物等方面，这些生态产品具有公共物品的属性，具有正外部性的特点，其社会效益大于私人效益。所以，保护红树林的活动相对于将红树林转变为建设用地或水产养殖农用地等土地利用而言，不具有经济吸引。因此，不需对其额外性进行论证。

## **5.5碳层划分**

项目边界内生物质碳库生物量的分布往往是不均匀的，为了提高碳计量的准确性和降低成本，需对项目区进行分层。分层分为“事前分层”和“事后分层”。其中，事前分层又分为“事前基线分层”和“事前项目分层”。

“事前基线分层”可根据主要植被类型、植被冠层盖度或土地利用类型进行分层。

“事前项目分层”主要根据组成树种、生活型等来划分。“事后项目分层”主要根据发生在项目活动边界内的自然或人为干扰的实际情况划分。如果发生自然或人为干扰或其他原因导致项目的异质性发生显著变化，则对事后分层进行相应调整。

## **5.6基线情景**

### **5.6.1基线碳汇量**

红树林保护碳汇项目基线情景碳汇量主要考虑基线情景下红树林生态系统的林木生物量、灌木生物量、藤本生物量以及枯死木碳库的碳储量变化量，还有土地利用变化（由红树林转化为耕地、建设用地等其他地类）导致红树林退化、面积减少甚至消失所产生的温室气体排放量的增加量，以及红树林生态系统自身的甲烷排放造成的温室气体排放量的增加量。本方法学基线情景碳汇量计算方法见附件1。

### **5.6.2基线情景应对气候变化社区状况**

对基线情景应对气候变化社区状况描述的内容及其调查方法见表5-3。

**表5-3 基线情景社区状况描述内容**

|  |  |
| --- | --- |
| 状况评估要素 | 描述内容及其调查方法 |
| 项目开始前项目地及其周边应对气候变化社区的状况 | 应用参与式乡村评估和生计框架等方法，调查和评估项目区内及其周边应对气候变化社区的状况，主要内容包括居民的人口数量、年龄结构、家庭结构、性别比、教育背景、年均收入和来源以及支出用途等项目区居民基本信息，以及项目区居民目前使用或具有潜在用途的资源种类、分布状况以及使用程度等应对气候变化社区资源信息。 |
| 项目开始前项目地的土地利用和权属状况 | 调查和描述项目地的土地利用情况以及土地所有权、使用权及使用期等权属情况。 |
| 项目开始前野生生物对应对气候变化社区居民生活的影响 | 调查和描述在经济发展、人身安全等方面，野生生物对项目区域内及其周边应对气候变化社区居民生活的影响。 |

### **5.6.3基线情景生物多样性状况**

对基线情景下项目活动所涉及的生物多样性状况进行描述。描述内容及调查方法见表5-4。

**表5-4 基线情景生物多样评估指标**

|  |  |
| --- | --- |
| 状况描述要素 | 描述内容及其调查方法 |
| 项目开始前项目区内野生生物生存状况及其受到的威胁 | 应用关键物种生境分析、通道分析等方法描述项目开始前，项目边界内的野生生物生存状况及其受到的威胁。 |
| 项目区域内，被列入世界自然保护联盟（IUCN）红皮书的濒危物种名录（包括濒危种和易危种），以及被列入国家和地方保护的珍稀濒危物种名录的物种 | 开展濒危物种调查。可以采用已有的历史文献和科研成果进行文献调研以及实地访谈，调查项目所在地区在项目开始前是否有被列入IUCN红色名录或被列为国家和地方重点保护的珍稀濒危物种。 |
| 基线情景下项目区域的生物多样性将受到哪些因素的威胁 | 通过历史文献、实地访谈以及航空影像资料的收集，调查例如以下各项，对项目所在地区威胁生物多样性的因素：  a住宅及商业发展：调查商业服务业用地、工矿用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地和交通运输用地等情况与范围；  b能源生产和采矿：调查采矿、挖石、石油和天然气钻井勘探等情况；  c生物资源利用：调查以商业、娱乐、研究为目的的人为捕猎与采集等情况；  d人为侵扰干扰：调查娱乐活动（旅游、野营、携带宠物等）、军事演练等情况。  e自然生态系统的改变：火灾情况、水坝修建及使用等情况。  根据实际情况，还可开展外来入侵物种的引进途径调查，调查项目所在地是否存在列入我国及国际组织、其他国家或地区的外来入侵物种名录、检疫性有害生物、危险性有害生物或其他有害生物名单的情况，同时调查项目所在地区的社会经济活动中所有可能引进外来物种的途径，包括外来物种的引种、生产、加工、经营、进口和出口等以及其它贸易、交通运输和旅游等。 |
| 基线情景下项目区域内生物多样性总体评价 | 应用物种的丰富度和多样性、景观的连通性、栖息地破碎状况、生境及其多样性等指标，对基线情景下项目区域内生物多样性状况进行评价。 |

## **5.7项目情景**

### **5.7.1项目情景碳汇量**

项目碳汇量等于项目边界内各碳库中碳储量变化之和，减去项目边界内产生的温室气体排放的增加量。项目情景下项目边界内红树林的温室气体排放主要是红树林生态系统自身的甲烷排放造成的温室气体排放量的增加量。项目碳汇量的具体计算方法见附件2。

### **5.7.2泄漏**

根据本方法学的适用条件，项目活动不会造成项目边界内未来可能开展的土地利用方式的转移，也不考虑项目活动中使用运输工具和燃油机械造成的排放。因此在本方法学下，红树林保护活动不存在潜在泄漏，即=0，其中为第𝑡年时项目活动所产生的泄漏排放量。

### **5.7.3项目减排量**

项目减排量等于项目情景碳汇量减去基线情景碳汇量，再减去泄漏。本方法学项目减排量计算方法见附件3。

### **5.7.4项目情景应对气候变化社区状况评估**

项目在其运行期内应该对项目活动所涉及社区的社会和经济产生有利的经济影响。在项目设计阶段应该考虑当地应对气候变化社区和其他利益相关群体意愿、困难，并在设计方案中体现相应的解决方案。除完成以下基础指标外，项目业主还可以进行能力建设，进一步制定相关项目及应对气候变化社区人员的培训计划，以提高社区居民参与和理解项目的能力。本方法学对项目情景下应对气候变化社区状况的评估指标如表5-5。项目业主可采用参与式乡村评估或者半结构式访谈的调查方法开展项目区居民管理能力调查、居民知情权调查、妇女权利调查、关键人访谈调查等必要调查，以证明项目活动符合下列指标。

**表5-5项目情景应对气候变化社区状况评估指标**

|  |  |
| --- | --- |
| 基础指标 | 额外指标 |
| 项目活动将给应对气候变化社区带来净效益，即改善了应对气候变化社区当地的社会和经济状况。 | 能力建设针对了应对气候变化社区内广泛群体。 |
| 相较于基线情景，项目的实施缓解了限制应对气候变化社区经济发展的因素。 | 能力建设针对妇女并促进了其参与。 |
| 详实记载了当地利益相关群体参与项目设计的情况。 | 能力建设加强了应对气候变化社区对项目的参与性。 |
| 制定规范管理办法，以处理在项目设计和实施过程中出现的冲突和意见。 | 项目设计时充分了解了当地风俗，且相关的项目活动与当地风俗习惯相容。 |
| 确定了项目可能对项目区外的应对气候变化社区产生的潜在负面影响。 | 当地的利益相关群体将获得项目活动所产生的所有就业岗位（包括管理岗位）。 |
| 制定了项目计划减少对项目区外应对气候变化社区产生的负面影响。 | 项目参与方明确告知了雇员其拥有的权利，且这些权利不违反相关法律法规。 |
| 如若对项目区外产生了无法减轻的社会和经济的负面影响，提供了论证材料，对比项目区域内由项目产生的对社会和经济的正面影响，证明了项目对社会和经济的影响是积极的。 | 综合评估了对雇员安全带来风险的环境和职业并明确告知雇员可能面临的风险并解释将如何最大限度地降低风险。 |

项目实施后，对项目在应对气候变化社区方面的影响进行评级。根据项目所达成的指标数量，将项目分为优、良、合格、基本合格四级，各级划分依据如下：

优：完成全部基础指标，并完成4个以上额外指标。

良：完成全部基础指标，并完成1-4个额外指标。

合格：仅完成全部基本指标。

基本合格：没有完成全部基本指标。

### **5.7.5项目情景生物多样性状况评估**

项目在其运行期内，相较于基线情景，项目必须对项目边界内生物多样性产生有利影响。项目应定性描述并采取必要的措施减轻对项目边界外生物多样性可能产生的负面影响，即由于项目活动的开展导致项目边界外的生物多样性减少。除以下基础指标外，项目相较于基线情景，还应当提高水土保持效益、增强林分质量、修复破碎化生境等。本方法学对项目情景下生物多样性状况评估指标如表5-6。项目参与方可采用适合的方法开展必要的生物多样性状况调查，以证明项目活动符合下列指标。

**表5-6项目情景生物多样性状况评估指标**

|  |  |
| --- | --- |
| 基础指标 | 额外指标 |
| 相较于基线情景，项目开展后生物多样性增加。 | 项目活动仅使用了本地种，或能论证项目使用的任何外来种在生物多样性效益方面优于本地种。 |
| 相较于基线情景，项目活动有助于减缓项目区域内濒危动植物濒危状况。 | 项目活动有效降低了外来入侵种的危害 |
| 确定了项目可能引起的对项目边界外生物多样性的潜在负面影响。 | 项目活动能增强项目区域内水土保持性。 |
| 制定了项目计划减少对项目边界外生物多样性的负面影响。 | 项目活动有助于增强项目区域林分质量。 |
| 对如若对项目区外的生物多样性产生了无法减轻的负面影响，提供了论证材料，对比由项目产生的项目区域内生物多样性效益，证明了项目对生物多样性保护的影响是积极的。 | 描述项目实施有助于修复破碎化栖息地和增强景观连通性。 |

项目实施后，本方法学将对项目在生物多样性方面的影响进行评级。根据项目所达成的指标数量，将项目分为优、良、合格及基本合格四级，各级划分依据如下：

优：完成全部基础指标，并完成2个以上额外指标。

良：完成全部基础指标，并完成1-2个额外指标。

合格：仅完成全部基本指标。

基本合格：没有完成全部基本指标。

### **5.7.6项目评定**

根据项目所产生的应对气候变化社区效益和生物多样性效益，将项目划分为以下几个类型（见表5-7）。根据项目开展后，应对气候变化社区和生物多样性状况的评估得分结果，以最低得分为标准将项目划分为A、B、C、D四类项目。

**表5-7 项目类别评定**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **生物多样性**  **应对气候变化社区** | **优** | **良** | **合格** | **基本合格** |
| **优** | A类项目 | B类项目 | C类项目 | D类项目 |
| **良** | B类项目 | B类项目 | C类项目 | D类项目 |
| **合格** | C类项目 | C类项目 | C类项目 | D类项目 |
| **基本合格** | D类项目 | D类项目 | D类项目 | D类项目 |

# **6监测程序**

项目参与方在编制项目设计文件时，必须制定详细的监测计划，提供监测报告和核查所有必需的相关证明材料和数据。除非在监测数据/参数表中另有要求，均须按相关标准进行全面的监测和测定。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。

## **6.1碳效益的监测**

### **6.1.1基线碳汇量的监测**

基线碳汇量在编制项目设计文件时，通过事前计量确定。一旦项目被审定，在项目计入期内就是有效的，因此不需要对基线碳汇量进行监测。

### **6.1.2项目边界的监测**

1. 任何边界的变化都应采用全球定位系统（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；
2. 检查实际边界坐标是否与项目设计文件中描述的边界一致；
3. 如果实际边界位于项目设计文件描述的边界之外，位于项目设计文件确定的边界外的部分将不能纳入监测范围；
4. 如果实际边界位于项目设计文件描述的边界之内，则以实际边界为准；
5. 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；
6. 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。毁林部分地块将调出项目边界之外，并在之后不再监测，也不能再重新纳入项目边界内。但是，如果在调出项目边界之前，对这些地块进行过核查，其前期经核查的碳储量应保持不变，并纳入碳储量变化的计算中。

### **6.1.3碳层更新**

在项目执行过程中，可能由于下述原因的存在，需要在每次监测时对项目事前或上一次监测时划分的碳层进行更新：

1. 计入期内可能发生无法预计的干扰，从而增加碳层内的变异性；
2. 发生土地利用变化（项目地转化为其他土地利用方式）；
3. 过去的监测发现层内碳储量及其变化存在变异性。可将变异性太大的碳层细分为两个或多个碳层；将变异性相近的两个或多个碳层合并为一个碳层；
4. 某些项目事前或上一次监测时划分的碳层可能不复存在。

### **6.1.4抽样设计**

本方法学要求达到90%可靠性水平下 90%的精度要求。如果测定的精度低于该值，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。项目监测所需要的样地数量的计算方法见附件4。

### **6.1.5样地设置**

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，测定和估计相关碳库中碳储量的变化。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。

为了避免边际效应，样地边缘应离地块边界至少10m以上。

在测定和监测项目边界内的碳储量变化时，可采用矩形或圆形样地。样地水平面积为100-600m2。在同一个红树林保护碳汇项目中，所有样地的面积应当相同。

选用的样地应保证其内部的红树林保护活动与项目边界内样地外的红树林保护活动完全一致，并尽可能保证样地在碳层内均匀分布。

### **6.1.6监测频率**

首次监测在项目开始前进行，首次核查与审定同时进行。项目开始后，红树林生态系统碳储量的监测频率为5年一次，突发或偶发事件发生时，如强热带风暴、快速海平面上升或土地利用方式改变等，可以在原计划的基础上增加监测频率。

### **6.1.7林木生物质碳储量的测定**

林木生物质碳储量的测定见附件5。

### **6.1.8灌木生物质碳储量的测定**

项目边界内灌木生物质碳储量及其变化在项目事前计量阶段进行了预估。根据保守性原则和成本有效性原则，项目参与方可以选择不再对其进行监测。但是如果项目活动或项目边界发生变化，项目参与方要根据调整后的项目边界和事后项目分层，采用项目事前计量的缺省方法重新计算项目边界内灌木生物质碳储量及其变化。项目参与方也可采用附件6的方法进行实地监测。

### **6.1.****9藤本生物质碳储量的测定**

项目边界内藤本生物质碳储量及其变化在项目事前计量阶段进行了预估。根据保守性原则和成本有效性原则，项目参与方可以选择不再对其进行监测。但是如果项目活动或项目边界发生变化，项目参与方要根据调整后的项目边界和事后项目分层，采用项目事前计量的方法重新计算项目边界内藤本生物质碳储量及其变化。项目参与方也可以选择实测估计藤本生物质碳储量，方法见附件7。

### **6.1.10枯死木生物质碳储量的测定**

项目边界内枯死木生物质碳储量的测定，项目参与方可选择基于林木生物质碳储量的测定结果乘以缺省因子来确定。也可以选择实测估计枯死木生物质碳储量，实测时应按枯立木和枯倒木分别进行测定和计算（对于连根拨起的倒木，应按枯立木来计算），具体监测方法见附件8。

### **6.1.11精度控制与校正**

本方法学要求碳储量的测定达到90%可靠性水平下90%的精度。

如果测定的不确定性大于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。项目参与方也可以选择下述打折的方法。

若，则：

若，则：

式中：

第年时，项目边界内所选碳库的碳储量估测年变化量；tCO2ea-1

第年时，项目边界内所选碳库的碳储量年变化量；tCO2ea-1

=基于监测结果不确定性的调减因子，如表6-1

**表6-1扣减率**

|  |  |
| --- | --- |
| **不确定性（%）** | **(%)** |
| ≤10% | 0% |
| ＞10%且≤20% | 6% |
| ＞20%且≤30% | 11% |
| ＞30% | 增加监测样地数量 |

## **6.2应对气候变化社区影响的监测**

项目参与方必须制定初步监测计划以量化和记录项目活动引起的社会和经济状况的变化（包括项目边界内外）。监测计划应指出需要测定和收集的数据，以及所采用的抽样方法。

项目须制定一个如何选择要监测的应对气候变化社区变量和监测频率的初始计划。潜在的变量包括收入、健康、道路、学校、粮食安全以及教育等。同时对那些受项目活动负面影响的应对气候变化社区变量也应该进行监测。

## **6.3生物多样性的监测**

项目参与方必须制定初步监测计划以量化和记载由项目活动引起的项目边界内外生物多样性的变化情况。监测计划应明确说明需要测定和收集的数据，以及采用的抽样调查方法。

项目须制定关于如何选择要监测的生物多样性指标和监测频率的初始计划。潜在的指标包括物种的丰富度和多样性、景观的连通性、森林破碎状况、生境及其多样性等。对那些受项目活动负面影响的其他生物多样性指标也应该进行监测。

## **6.4不需要监测的数据和参数**

不需要监测的数据和参数见附件9。

## **6.5需要监测的数据和参数**

需要监测的数据和参数见附件10。

# **7可持续发展碳信用的核算**

根据项目评定结果，按照表 7-1 的换算系数对项目减排量进行调整得出可持续发展碳信用（∆𝐶𝑆𝐷 ,𝑡），计算方法如下：

若项目为A类项目，则对项目减排量不进行调整,即：=；

若项目为B类项目，则对项目减排量进行1%的扣减调整，即：=；

若项目为C类项目，则对项目减排量进行5%的扣减调整，即：=；

若项目为D类项目，则对项目减排量进行10%的扣减调整，即：=。

**表7-1换算系数**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目等级** |  |
| A类 | 1 |
| B类 | 0.01 |
| C类 | 0.05 |
| D类 | 0.1 |

# **8 附件**

## **8.1附件1 基线情景碳汇量计算方法**

本附件对应正文5.6.1节内容。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（1） |
| = | | | 公式（2） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年的基线碳汇量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目边界内基线红树林生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目边界内基线林木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目边界内基线灌木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目边界内基线藤本生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目边界内基线枯死木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，基线情景下项目边界内温室气体排放的增加量；tCO2-ea-1 | |

**8.1.1基线红树林林木生物质碳储量的变化**

假定一段时间内（第𝑡1至𝑡2年）红树林基线情景下各碳层林木生物量的变化是线性的前提下，变化采用“碳储量变化法”进行估算。计算方法如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（3） |
|  | | | 公式（4） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内基线林木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层林木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层林木生物质的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 基线情景第年和第年，≤≤ | |
|  | = | 1,2,3……项目碳层 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |

红树林林木生物质碳储量计算方法为利用林木生物量含碳率将林木生物量转化为碳含量，再利用CO2与C的分子量比（44/12）将碳含量（tC）转换为二氧化碳当量（tCO2-e）：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（5） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，基线第碳层林木生物质量碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种的生物量；td.m. | |
|  | = | 树种的生物量含碳率；tC(td.m.)-1 | |
|  | = | 1,2,3……基线第碳层 | |
|  | = | 1,2,3……基线第碳层的树种 | |

项目参与方可以根据下述从优至劣的方法，选择采用其中一个方法来估算第𝑡年时，基线第𝑖碳层树种𝑗的生物量：

**方法Ⅰ：生物量方程法**

项目方可根据“生物量方程法”来估算第𝑡年时，基线第𝑖碳层树种𝑗的生物量（𝐵𝑇𝑅𝐸𝐸\_𝐵𝑆𝐿,𝑖,𝑗,𝑡），计算方法如下：

预测基线情景下，计入期内不同年份（𝑡）第𝑖碳层树种𝑗的胸径（𝐷𝐵𝐻）、树高（𝐻）和木材密度（），利用生物量方程法计算林木生物量：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（6） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种的生物量；td.m. | |
|  | = | 树种的林木地上生物量与胸径、树高与木材密度的相关方程；td.m株-1 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种的胸径；cm | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种的树高；cm | |
|  | = | 树种的木材密度；g/cm3 | |
|  | = | 树种的林木地下生物量/地上生物量之比；无量纲 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种的每公顷株数；株hm-2 | |
|  | = | 基线第碳层的面积；hm2 | |
|  | = | 1,2,3……基线第碳层 | |
|  | = | 1,2,3……基线第碳层的树种 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |

如若有树种𝑗依据上述方法选择的地上生物量相关方程未包含呼吸根生物量的计量，可依据下述方法单独计算呼吸根生物量，将其与公式（6）计算结果相加，方可得到该树种的全株生物量：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（7） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种呼吸根生物量；td.m. | |
|  | = | 树种呼吸根生物量与呼吸根高度的异速生长方程；td.m株-1 | |
|  | = | 树种呼吸根的高度；cm | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种呼吸根的平均每公顷数量；个hm-2 | |
|  | = | 基线第碳层的面积；hm2 | |
|  | = | 1,2,3……基线第碳层 | |
|  | = | 1,2,3……基线第碳层的树种 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |

如若有树种𝑗的总生物量方程，即地下和地上单株总生物量与胸径、树高、木材密度的相关方程，则公式（6）可以改写为：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（8） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种的生物量；td.m. | |
|  | = | 树种的全株生物量与胸径、树高以及木材密度的相关方程；td.m株-1 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种的胸径；cm | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种的树高；cm | |
|  | = | 树种的木材密度；g/cm3 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种的平均每公顷株数；株hm-2 | |
|  | = | 基线第碳层的面积；hm2 | |
|  | = | 1,2,3……基线第碳层 | |
|  | = | 1,2,3……基线第碳层的树种 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |

**方法Ⅱ：生物量转换因子法**

项目参与方还可采用下述方法计算林木生物量：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（9） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种的生物量；td.m. | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种的单位面积蓄积量；m3/hm2 | |
|  | = | 树种的木材密度；g/cm3 | |
|  | = | 树种的生物量扩展因子；无量纲 | |
|  | = | 树种的林木地下生物量/地上生物量之比；无量纲 | |
|  | = | 基线第碳层的面积；hm2 | |
|  | = | 1,2,3……基线第碳层 | |
|  | = | 1,2,3……基线第碳层的树种 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |

**方法Ⅲ：平均生长量法**

如果项目边界内红树林或其中部分区域未进入成林稳定阶段，且项目参与方有该区域的红树林单株或单位面积生物量年变化量的数据，可直接根据该数据估算项目开始以后各年度的林木生物量，直至红树林进入成林稳定阶段。此后，假定红树林林木生物量变化量为 0。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（10） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种的生物量；td.m. | |
|  | = | 第-1年时，基线第碳层树种的生物量；td.m. | |
|  | = | 基线第碳层树种的单株地上生物量年变化量；td.m.a-1株-1 | |
|  | = | 树种的林木地下生物量/地上生物量之比；无量纲 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层树种的单位面积株数；株hm-2 | |
|  | = | 基线第碳层的面积；hm2 | |
|  | = | 1,2,3……基线第碳层 | |
|  | = | 1,2,3……基线第碳层的树种 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |

**8.1.2基线红树林灌木生物质碳储量的变化**

假定一段时间内（第𝑡1至𝑡2年）基线情景下各碳层灌木生物量的变化是线性的前提下，变化采用“碳储量变化法”进行估算。计算方法如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（11） |
|  | | | 公式（12） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内基线灌木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层灌木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层灌木生物质的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 基线情景第年和第年，≤≤ | |
|  | = | 1,2,3……项目碳层 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |

第𝑡年时，基线第𝑖项目碳层灌木生物质的碳储量计算方法如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（13） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，基线第碳层灌木生物质的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 灌木生物量含碳率；tC(td.m.)-1或gC(td.m.)-1 | |
|  | = | 灌木的地下生物量/地上生物量之比；无量纲 | |
|  |  | 第年时，基线第碳层平均每公顷的灌木生物量；td.mhm-2 | |
|  | = | 基线第碳层的面积；hm2 | |
|  | = | 1,2,3……项目碳层 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |
| 44/12 | = | CO2与 C的分子量比；无量纲 | |

灌木平均每公顷生物量可采用缺省值法进行估算，即当灌木盖度＜5%时，基线情景的灌木生物质碳储量变化可被假定为0；当灌木盖度≥5%时，按下列方式进行估算；

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（14） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，基线第碳层平均每公顷的灌木生物量；td.mhm-2 | |
|  | = | 灌木盖度为1.0时的平均每公顷灌木地上生物量，与项目实施区域的平均每公顷林木地上生物量的比值；无量纲 | |
|  | = | 平均每公顷林木地上生物量；td.mhm-2 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层的灌木盖度,以小数表示（如盖度为10%，则=0.10）；无量纲 | |
|  | = | 1,2,3……项目碳层 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |

**8.1.3基线红树林藤本生物质碳储量的变化**

基于成本有效与保守性原则，当藤本生物质碳储量占项目边界内总碳储量的比例低于5% 时，项目参与方可选择不计量藤本生物质碳储量。假定一段时间内（第𝑡1至𝑡2年）基线情景下各碳层藤本生物量的变化是线性的前提下，变化采用“碳储量变化法”进行估算，计算方法如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（15） |
|  | | | 公式（16） |
|  | | | 公式（17） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内基线藤本生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层藤本植物生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层藤本植物生物质的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 第年时，基线第碳层藤本植物的生物量；td.m. | |
|  | = | 基线情景第年和第年，≤≤ | |
|  | = | 藤本植物生物量含碳率；tC(td.m.)-1或gC(td.m.)-1 | |
|  | = | 1,2,3……项目碳层 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |
| 44/12 | = | CO2与 C的分子量比；无量纲 | |

项目方可根据下列方法来估算第𝑡年时，基线第𝑖碳层藤本植物𝑗生物质的生物量：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（18） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，基线第碳层藤本植物的生物量；td.m. | |
|  | = | 基于藤本植物距地面1.3m处直径与生物量相关关系建立的异速生长方程；td.m株-1 | |
|  | = | 藤本植物距地面1.3m处直径；cm | |
|  | = | 第年时，基线第碳层藤本植物的平均每公顷株数；株hm-2 | |
|  | = | 基线第碳层的面积；hm2 | |
|  | = | 1,2,3……基线第碳层 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |

**8.1.4基线红树林枯死木生物质碳储量的变化**

基线情景下各碳层枯死木碳储量的变化量采用“碳储量变化法”与“缺省值法”估算：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（19） |
|  | | | 公式（20） |
|  | | | 公式（21） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内基线枯死木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层枯死木碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，基线第碳层枯死木的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 第年时，基线第碳层林木生物质的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 保守的缺省因子，是项目边界内枯死木碳储量与活立木生物质碳储量的比值；% | |
|  | = | 基线情景第年和第年，≤≤ | |
|  | = | 1,2,3……基线碳层 | |

**8.1.5基线红树林生物质碳储量的变化**

项目参与方可根据下述从优至劣的方法估算第年时，项目边界内基线红树林生物质碳储量的年变化量：

**方法Ⅰ：**

基线情景下红树林生物质碳储量变化量（）等于根据上述8.1.1-8.1.4节方法获得的林木生物质碳储量变化量（）、灌木生物质碳储量变化量（）、藤本生物质碳储量变化量（）、枯死木碳储量变化量（）之和。

**方法Ⅱ：**

项目参与方还可根据项目实际情况选择下述两种“缺省值法”之一来估算第年时，项目边界内基线红树林生物质碳储量的年变化量，计算方法如下：

**缺省值法1：**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（22） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内基线红树林生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 保守的缺省因子，单位面积每年的红树林生物质碳储量增量；tChm-2a-1 | |
|  | = | 基线项目边界内总面积；hm2 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |
| 44/12 | = | CO2与 C的分子量比；无量纲 | |

**缺省值法2：**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（23） |
|  | | | 公式（24） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内基线红树林生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目边界内基线红树林生物质的碳储量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 保守的缺省因子，单位面积的红树林生物质碳储量；tChm-2 | |
|  | = | 基线项目边界内总面积；hm2 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |
| 44/12 | = | CO2与 C的分子量比；无量纲 | |

**8.1.6基线情景下项目边界内温室气体排放的增加量**

基线情景下，项目边界内温室气体排放的增加量来源有两种，一是土地利用方式转变引起的项目边界内温室气体排放的增加量，计算方法见公式（25）；二是红树林生态系统自身的甲烷排放，计算方法见公式（26）：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（25） |
|  | | | 公式（26） |
| 式中： |  |  | |
|  |  | 第年时，基线情景下项目边界内温室气体排放的增加量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，基线情景下土地利用方式转变所导致的温室气体排放的增加量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，基线情景下项目边界内红树林生态系统的甲烷排放；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时,基线情景下红树林林地转变为第种土地利用方式的土地面积；hm2 | |
|  | = | 红树林林地转变为第种土地利用方式的碳排放系数；tChm-2 | |
| 44/12 | = | CO2与 C的分子量比；无量纲 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（27） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，基线情景下项目边界内红树林生态系统的甲烷排放；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时, 基线情景下红树林生态系统的面积；hm2 | |
|  | = | 红树林生态系统的甲烷排放系数；缺省值0.157thm-2a-1 | |
|  | = | CH4的全球增温潜势，用于将CH4转换为CO2当量；缺省值25 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |

## **8.2附件2 项目情景碳汇量计算方法**

本附件对应正文5.7.1节内容。

项目碳汇量等于项目边界内各碳库中碳储量变化之和，减去项目边界内产生的温室气体排放的增加量，即：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（28） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年的项目碳汇量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时,项目边界内所选碳库碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时,项目情景下项目边界内红树林生态系统的甲烷排放；tCO2-ea-1 | |

第𝑡年时,项目边界内所选碳库碳储量的年变化量的计算方法如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（29） |
|  | | | 公式（30） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内所选碳库碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目边界内项目红树林生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目边界内项目林木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目边界内项目灌木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目边界内项目藤本生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目边界内项目枯死木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |

**8.2.1项目边界内项目红树林林木生物质碳储量的变化**

项目边界内项目红树林林木生物质碳储量变化的计算方法如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（31） |
|  | | | 公式（32） |
|  | | | 公式（33） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内项目林木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层林木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层林木生物质的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 第年时，项目第碳层树种的生物量；td.m. | |
|  | = | 树种的生物量含碳率；tC(td.m.)-1 | |
|  | = | 项目情景第年和第年，≤≤ | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层 | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层的树种 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |
| 44/12 | = | CO2与 C的分子量比；无量纲 | |

项目边界内林木生物量（）的估算，可以采用 8.1.1中的方法进行计算，但要保证与基线情景下选择的计算方法一致。

**8.2.2项目边界内项目红树林灌木生物质碳储量的变化**

项目边界内灌木生物质碳储量变化的计算方法与基线情景计算方法一致，方法如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（34） |
|  | | | 公式（35） |
|  | | | 公式（36） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内项目灌木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层灌木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层灌木生物质的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 灌木生物量含碳率；tC(td.m.)-1或gC(td.m.)-1 | |
|  | = | 灌木的地下生物量/地上生物量之比；无量纲 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层平均每公顷的灌木生物量；td.m.hm-2 | |
|  | = | 项目第碳层的面积；hm2 | |
|  | = | 项目情景第年和第年，≤≤ | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层 | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层的树种 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |
| 44/12 | = | CO2与 C的分子量比；无量纲 | |

项目边界内灌木生物量（）的估算，采用8.1.2中的方法计算。

**8.2.3项目边界内项目红树林藤本植物生物质碳储量的变化**

项目情景下的红树林藤本植物碳储量变化的计算方法与基线情景一致，方法如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（37） |
|  | | | 公式（38） |
|  | | | 公式（39） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内项目藤本生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层藤本植物生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层藤本植物生物质的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 第年时，项目第碳层藤本植物的生物量；td.m. | |
|  | = | 藤本植物生物量含碳率；tC(td.m.)-1或gC(td.m.)-1 | |
|  | = | 项目情景第年和第年，≤≤ | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |
| 44/12 | = | CO2与 C的分子量比；无量纲 | |

计算项目情景藤本植物碳储量同样与基线情景计算方法一致，采用8.1.3中的方法计算。

**8.2.4项目边界内项目枯死木碳储量的变化**

项目边界内项目各碳层枯死木碳储量变化的计算方法与基线情景一致，采用8.1.4中的方法估算：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（40） |
|  | | | 公式（41） |
|  | | | 公式（42） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内项目枯死木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层枯死木碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层枯死木的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 第年时，项目第碳层林木生物质的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 保守的缺省因子，是项目边界内枯死木碳储量与活立木生物质碳储量的比值；% | |
|  | = | 项目情景第年和第年，≤≤ | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |

**8.2.5项目边界内红树林生物质碳储量的变化**

项目边界内红树林生物质碳储量变化的计算方法与基线情景一致，采用8.1.5中的方法估算。

**8.2.6项目情景下项目边界内****温室气体排放量的增加量**

项目情景下，项目边界内温室气体排放量的增加量来源于红树林生态系统自身的甲烷排放，其计算方法与基线情景一致，采用8.1.6中的公式（27）进行计算。

## **8.3附件3 项目减排量计算方法**

本附件对应正文5.6.3节内容。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（43） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时的项目减排量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时的项目碳汇量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时的基线碳汇量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，红树林保护活动引起的泄漏量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 1,2,3……自项目开始以来的年数；a | |

## **8.4附件4 抽样设计方法**

本附件对应正文6.1.4节内容。本方法学要求达到90%可靠性水平下 90%的精度要求。如果测定的精度低于该值，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。项目监测所需要的样地数量，可采用如下方法进行计算：

（1）根据公式（44）计算，如果得到≥30，则最终的样地数即为值；如果<30，则需要采用自由度为-1时的值，运用公式（44）进行第二次迭代计算，得到的值即为最终的样地数；

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（44） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 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 | |
|  | = | 项目边界内监测样地的抽样总体，，其中是项目总面积（hm2），是样地面积；无量纲 | |
|  | = | 可靠性指标。在一定的可靠性水平下，自由度为无穷（∞）时查分布双侧分位数表的值；无量纲 | |
|  | = | 项目边界内项目第碳层的面积权重， =/，其中是项目总面积（hm2），是项目第碳层的面积（hm2）；无量纲 | |
|  | = | 项目边界内项目第碳层生物质碳储量估计值的标准差；tC/hm2 | |
|  | = | 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），在各碳层内用表示；tC/hm2 | |
|  | = | 1, 2, 3…项目碳层 | |

（2）当抽样面积较大时（抽样面积大于项目面积的5％），按公式（44）进行计算获得样地数之后，按公式（45）对值进行调整，从而确定最终的样地数（）：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（45） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 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 | |
|  | = | 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 | |
|  | = | 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（46）计算：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（46） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 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 | |
|  | = | 可靠性指标。在一定的可靠性水平下，自由度为无穷（∞）时查分布双侧分位数表的值；无量纲 | |
|  | = | 项目边界内项目第碳层的面积权重， =/，其中是项目总面积（hm2），是第项目碳层的面积（hm2）；无量纲 | |
|  | = | 项目边界内项目第碳层生物质碳储量估计值的标准差；tC/hm2 | |
|  | = | 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），在各碳层内用表示；tC/hm2 | |
|  | = | 1, 2, 3…项目碳层 | |

（4）分配到各红树林类型的监测样地数量，采用最优分配法按公式（47）进行计算：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（47） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 项目边界内项目第碳层估算生物质碳储量所需的监测样地数量；无量纲 | |
|  | = | 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 | |
|  | = | 项目边界内项目第碳层的面积权重， =/，其中是项目总面积（hm2），是项目第碳层的面积（hm2）；无量纲 | |
|  | = | 项目边界内项目第碳层生物质碳储量估计值的标准差；tC/hm2 | |
|  | = | 1, 2, 3…项目碳层 | |

## **8.5附件5 林木生物质碳储量的测定方法**

本附件对应正文6.1.7节内容。

**第一步：**样地每木检尺，实测样地内所有活立木的胸径（）、树高（）和/木材密度（），起测胸径为3cm；依据实际计算所采用的生物量方程决定是否要测算样地内呼吸根的高度（），若所选生物量方程的计量已包含呼吸根生物量的计量，则可以不测量样地内呼吸根的高度（），反之，则需测量样地内所有呼吸根的高度（），通过实测数据建立呼吸根高度与呼吸根生物量的异速生长方程；

**第二步：**采用生物量方程法计算样地内各树种的林木生物量。将样地内各树种的林木生物量累加，得到样地水平生物量。根据样地林木生物量计算样地水平的林木生物质碳储量、各碳层的平均单位面积林木生物质碳储量；

**第三步：**采用公式（48）和公式（49）计算第碳层样本平均数（平均单位面积林木生物质碳储量的估计值）及其方差：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（48） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目第碳层平均单位面积林木生物质碳储量的估计值；tCO2-ehm-2 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层样地的单位面积林木生物质碳储量；tCO2-ehm-2 | |
|  | = | 项目第碳层的样地数 | |
|  | = | 1,2,3……项目碳层 | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层中的样地 | |
|  | = | 1,2,3……自项目活动开始以来的年数；a | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（49） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目第碳层平均单位面积林木生物质碳储量估计值的方差；(tCO2-ehm-2)2 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层样地的单位面积林木生物质碳储量；tCO2-ehm-2 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层平均单位面积林木生物质碳储量的估计值；tCO2-ehm-2 | |
|  | = | 1,2,3……项目碳层 | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层中的样地 | |
|  | = | 1,2,3……自项目活动开始以来的年数；a | |

**第四步：**采用公式（50）和公式（51）计算项目总体平均数估计值（平均单位面积林木生物质碳储量的估计值）及其方差：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（50） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量的估计值；tCO2-ehm-2 | |
|  | = | 项目第碳层面积与项目总面积之比，；无量纲 | |
|  | = | 第 年时，项目第碳层的平均单位面积林木生物质碳储量的估计值；tCO2-ehm-2 | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（51） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目总体平均数（平均单位面积林木生物质碳储量）估计值的方差；(tCO2-ehm-2)2 | |
|  | = | 项目第碳层面积与项目总面积之比，；无量纲 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层平均单位面积林木生物质碳储量估计值的方差；(tCO2-ehm-2)2 | |
|  | = | 项目第碳层的样地数 | |
|  | = | 项目边界内估算林木生物质碳储量的分层总数 | |
|  | = | 1,2,3……项目碳层 | |
|  | = | 1,2,3……自项目活动开始以来的年数 | |

**第五步：**采用公式（52）计算项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量的不确定性：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（52） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量的估计值的不确定性（相对误差限）；%。要求相对误差不大于10%，即抽样精度不低于90%。 | |
|  | = | 可靠性指标：自由度等于（其中是项目边界内样地总数，是林木生物量估算的分层总数），置信水平为90%，查分布双侧分位数表获得。例如：置信水平为90%，自由度为45时，双侧分布的值在Excel电子表中输入“=TINV(0.10,45)”可以计算得到 值为 1.6794 | |
|  | = | 第年时，项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量的估计值的方差的平方根（即标准误差）；tCO2-ehm-2 | |
|  | = | 第年时，项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量的估计值；tCO2-ehm-2 | |

**第六步：**采用公式（53）计算第年项目边界内的林木生物质总碳储量：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（53） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内林木生物质碳储量的估计值；tCO2-e | |
|  | = | 项目边界内各碳层的面积总和；hm2 | |
|  | = | 第年时，项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量的估计值；tCO2-ehm-2 | |
|  |  | 1,2,3……自项目活动开始以来的年数；a | |

**第七步：**采用公式（54）计算项目边界内林木生物质碳储量的年变化量。假设一段时间内，林木生物量的变化是线性的：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（54） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年和第年之间项目边界内林木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年时，项目边界内林木生物质碳储量的估计值；tCO2-e | |
|  | = | 两次连续测定的时间间隔（）；a | |
|  | = | 自项目活动开始以来的第年和第年，≤≤ | |

首次核查时，将项目活动开始时林木生物量的碳储量赋值给公式（48）中的变量 ,即：首次核查时，此时，＝0，＝首次核查的年份。

**第八步：**采用公式（55）计算核查期内第年（）时项目边界内林木生物质碳储量的变化量：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（55） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时,项目边界内林木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 第年和第年之间项目边界内林木生物质碳储量的年变化量；tCO2-ea-1 | |
|  | = | 1年；a | |

## **8.6附件6 灌木生物质碳储量的测定方法**

本附件对应正文6.1.8节内容。

灌木林的生物量通常与地径、分枝数、灌高和冠径有关，为此，可采用生物量方程的方法来监测灌木林生物量碳库中的碳储量。

**第一步：**在项目第碳层样地内设置样方（面积≥2m2,推荐10m2）,测定样方内灌木的地径、高、冠幅和枝数等，利用一元或多元生物量方程，采用公式（56）计算样地内灌木的单位面积生物量：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（56） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内项目第碳层样地内的平均单位面积灌木生物质碳储量；tCO2-ehm-2 | |
|  | = | 第类灌木地上生物量与灌木测树因子()（如基径、灌高、冠幅、冠径等）的单枝生物量方程；gd.m枝-1 | |
|  | = | 项目第碳层样地样方内第类灌木的枝数；枝 | |
|  | = | 第类灌木生物量中的含碳率；tC(td.m.)-1或gC(gd.m.)-1 | |
|  | = | 第类灌木的地下生物量/地上生物量比值；无量纲 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层样地内样方的面积；m2 | |
|  | = | 1,2,3……项目碳层 | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层中的样地 | |
|  | = | 1,2,3……样地内的样方 | |
|  | = | 1,2,3……灌木类型 | |
|  | = | 1,2,3……自项目活动开始以来的年数；a | |
|  | = | 将 gm-2 转换成 thm-2 的系数 | |
| 44/12 | = | CO2与 C的分子量比；无量纲 | |

**第二步：**计算项目第碳层平均单位面积灌木生物质碳储量的估计值及其方差，参考公式（48），公式（49），用 替换其中的，用替换其中的，用 替换其中的；

**第三步：**计算项目边界内项目总体平均数估计值(平均单位面积灌木生物质碳储量的估计值)及其方差，参考公式（50），公式（51），用替换其中的,用替换其中的，用替换其中的，用 替换其中的；

**第四步：**计算项目边界内平均单位面积灌木生物质碳储量估计值的不确定性，参考公式（52）用替换其中的，用替换其中的，用替换其中的；

**第五步：**计算第年项目边界内的灌木总生物质碳储量估计值，参考公式（53），用 替换其中的，用 替换其中的；

**第六步**：计算项目边界内灌木生物质碳储量的年变化量。假定一段时间内，灌木生物量 变化是线性增长的。参考公式（54），用替换其中的，用替换其中的；

**第七步：**计算核查期内第年（）时项目边界内灌木生物质碳储量的变化量，参考公式（55），用替换其中的，用替换其中的。

## **8.7附件7 藤木生物质碳储量的测定方法**

本附件对应正文6.1.9节内容。

藤本植物的生物量通常与距地面1.3m处的直径有关，为此,可采用生物量方程法来监测藤本植物生物量碳库中的碳储量。

**第一步：**在项目第碳层样地内设置样方（面积≥2m2，推荐10m2）,测定样方内藤本植物距地面1.3m处的直径，利用生物量方程，采用公式（57）计算样地内藤本植物的单位面积生物量：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（57） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时，项目边界内项目第碳层样地内的平均单位面积藤本植物碳储量；tCO2-ehm-2 | |
|  | = | 第类藤本植物生物量与藤本植物距地面1.3m处的直径相关关系方程；gd.m枝-1 | |
|  | = | 项目第碳层样地样方内第类藤本植物的枝数；枝 | |
|  | = | 第类藤本植物生物量中的含碳率；tC(td.m.)-1或gC(gd.m.)-1 | |
|  | = | 第年时，项目第碳层样地内样方的面积；m2 | |
|  | = | 1,2,3……项目碳层 | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层中的样地 | |
|  | = | 1,2,3……样地内的样方 | |
|  | = | 1,2,3……藤本类型 | |
|  | = | 1,2,3……自项目活动开始以来的年数；a | |
|  | = | 将 gm-2 转换成 thm-2 的系数 | |
| 44/12 | = | CO2与 C的分子量比；无量纲 | |

**第二步：**计算项目第碳层平均单位面积藤本生物质碳储量的估计值及其方差，参考公式（48），公式（49），用 替换其中的，用替换其中的，用 替换其中的；

**第三步：**计算项目边界内项目总体平均数估计值(平均单位面积藤本生物质碳储量的估计值)及其方差，参考公式（50），公式（51），用替换其中的,用替换其中的，用替换其中的，用 替换其中的；

**第四步：**计算项目边界内平均单位面积藤本生物质碳储量估计值的不确定性，参考公式（52）用替换其中的，用替换其中的，用替换其中的；

**第五步：**计算第年项目边界内的藤本总生物质碳储量估计值，参考公式（53），用 替换其中的，用 替换其中的；

**第六步**：计算项目边界内藤本生物质碳储量的年变化量。假定一段时间内，藤本生物量变化是线性增长的。参考公式（54），用替换其中的，用替换其中的；

**第七步：**计算核查期内第年（）时项目边界内藤本生物质碳储量的变化量，参考公式（55），用替换其中的，用替换其中的。

## **8.8附件8 枯死木生物质碳储量的测定方法**

本附件对应正文6.1.10节内容。

**8.8.1枯立木碳储量的测定**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（58） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时,项目第碳层样地枯立木的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 第年时,项目第碳层样地死亡木的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 第年时,项目第碳层样地枯立树桩的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 1,2,3……项目碳层 | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层中的样地 | |
|  | = | 1,2,3……自项目活动开始以来的年数；a | |

其中，死亡木是指(a)仅损失了叶和小枝的枯立木；(b)损失了叶、小枝和细枝的枯立木。对于上述两类枯立木，首先测定每株枯立木的胸径和高度，并采用估算活立木碳储量的方法计算每株的碳储量，再乘以折扣因子，基于相应的活立木碳储量估算每株枯死木碳储量，并累加到样地水平的枯立木碳储量（）：

(a)仅损失了叶和小枝的枯立木：枯死木碳储量为整株活立木碳储量乘以折扣因子 0.975；

(b)损失了叶、小枝和细枝的枯立木：枯死木碳储量为整株活立木碳储量乘以折扣因子 0.80。

对于不符合上述两类的枯立木或枯立树桩，可以采用下述方法获得样地水平的枯立树桩碳储量。采用弯刀测试法（用弯刀敲击枯倒木，如果刀刃反弹回来，即为未腐木；如果刀刃进入少许，则为半腐木；如果枯倒木裂开则为腐木），将枯立树桩分为三个密度级，即(i)未腐木；(ii)半腐木；和(iii)腐木。对每一个密度级赋予一个密度折扣系数（），用该折扣系数乘以基本木材密度，得到枯立树桩的密度。

如果枯立树桩高度低于4米，测定每个树桩的中间点直径（）；如果枯立树桩高度等于或大于4米，则测定每个树桩的胸高直径。当树桩高度超过4米时，其中间点的直径采用下式计算：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（59） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 枯立树桩中间点的直径；m | |
|  | = | 枯立树桩的胸高（1.3m）直径；m | |
|  | = | 枯立树桩的高度；m | |
| 1.3 | = | 测定的高度；m | |

枯立树桩碳储量计算方法如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（60） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时,项目第碳层样地枯立树桩的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 树种的生物量含碳率；tC(t.d.m.)-1 | |
|  | = | 树种的木材密度；g/cm3 | |
|  | = | 树种的林木地下生物量/地上生物量之比；无量纲 | |
|  | = | 第年时,项目第碳层样地树种第棵枯立树桩的中间点直径；m | |
|  | = | 第年时,项目第碳层样地树种第棵枯立树桩的高度；m | |
|  | = | 第年时,项目第碳层样地树种第棵枯立树桩对应的密度折扣系数。除非项目参与方有更详细的数据，否则采用下列密度折扣因子的缺省值：(i)未腐木=1.00；(ii)半腐木=0.80；(iii)腐木= 0.45；无量纲 | |
|  | = | 1,2,3……项目碳层 | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层的树种 | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层中的样地 | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层的树种中第棵枯立树桩 | |
|  | = | 1,2,3……自项目活动开始以来的年数；a | |

**8.8.2枯倒木碳储量的测定**

枯倒木碳储量需要采用样线方法来进行测定和估计。在样地中设置两条样线，总长度不于100米，使之在样地中心呈垂直交叉，测定与样线交叉的所有枯倒木（≥5cm）的直径。

将枯倒木按腐烂程度分成三个密度级，按照枯立树桩的方法赋予每个密度级一个折扣因子。样地的枯倒木碳储量为：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | 公式（61） |
| 式中： |  |  | |
|  | = | 第年时,项目第碳层样地枯倒木的碳储量；tCO2-e | |
|  | = | 树种的生物量含碳率；tC(t.d.m.)-1 | |
|  | = | 树种的木材密度；g/cm3 | |
|  | = | 样线总长度；m | |
|  | = | 与样线交叉的树种第棵枯倒木的直径；cm | |
|  | = | 与样线交叉的树种第棵枯倒木的密度折扣系数，参照枯立树桩的系数；无量纲 | |
|  | = | 1,2,3……项目碳层 | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层的树种 | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层中的样地 | |
|  | = | 1,2,3……项目第碳层的树种中第棵枯倒木 | |
|  | = | 1,2,3……自项目活动开始以来的年数；a | |

**8.8.3枯死木碳储量的计算**

**第一步：**基于 8.8.1和8.8.2的测定结果，将样地内枯立木和枯倒木的生物质碳储量累加，可以得到样地水平的枯死木生物质碳储量（）；

**第二步：**计算项目第碳层平均单位面积枯死木生物质碳储量的估计值及其方差，参考公式（48），公式（49），用 替换其中的，用替换其中的，用 替换其中的；

**第三步：**计算项目边界内项目总体平均数估计值(平均单位面积枯死木生物质碳储量的估计值)及其方差，参考公式（50），公式（51），用替换其中的,用替换其中的，用替换其中的，用 替换其中的；

**第四步：**计算项目边界内平均单位面积枯死木生物质碳储量估计值的不确定性，参考公式（52）用替换其中的，用替换其中的，用替换其中的；

**第五步：**计算第年项目边界内的枯死木总生物质碳储量估计值，参考公式（53），用 替换其中的，用 替换其中的；

**第六步**：计算项目边界内枯死木生物质碳储量的年变化量。假定一段时间内，枯死木生物量变化是线性增长的。参考公式（54），用替换其中的，用 替换其中的；

**第七步：**计算核查期内第年（）时项目边界内枯死木生物质碳储量的变化量，参考公式（55），用替换其中的，用替换其中的。

## **8.9附件9 不需要监测的数据和参数集**

本附件对应正文6.4节内容。

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | tC(td.m.)-1 |
| 应用的公式编号： | 公式（5）、（33）、（60）（61） |
| 描述： | 树种的生物量含碳率 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关树种的参数（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）省级红树林树种或树种组的数据（如省级温室气体清单）；  （d）国家级红树林树种或树种组的数据（如国家温室气体清单）；  （e）缺省值：0.50。  *数据来源：IPCC LULUCF优良做法指南* |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | td.m株-1 |
| 应用的公式编号： | 公式（6） |
| 描述： | 树种的林木地上生物量与胸径、树高与木材密度的相关方程 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关树种的参数（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）从附件11中选择。 |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | g/cm3 |
| 应用的公式编号： | 公式（6）、（8）、（9）、（60）、（61） |
| 描述： | 树种的木材密度 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关树种的参数（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）省级红树林树种或树种组的数据（如省级温室气体清单）；  （d）国家级红树林树种或树种组的数据（如国家温室气体清单）；  （e）从下表中选择缺省值：   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **树种** |  | **树种** |  | | 白骨壤 | 0.62 | 拉关木 | 0.60 | | 木榄 | 0.81 | 红树 | 0.87 | | 角果木 | 0.85 | 红茄苳 | 0.83 | | 海漆 | 0.41 | 杯萼海桑 | 0.47 | | 小叶银叶树 | 0.86 | 无瓣海桑 | 0.50 | | 银叶树 | 0.84 | 木果楝 | 0.61 |   *数据来源：Coastal blue carbon: methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses* |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | 无量纲 |
| 应用的公式编号： | 公式（6）、（9）、（10）、（60） |
| 描述： | 树种的林木地下生物量/地上生物量之比 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关树种的参数（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）省级红树林树种或树种组的数据（如省级温室气体清单）；  （d）国家级红树林树种或树种组的数据（如国家温室气体清单）。 |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | td.m. |
| 应用的公式编号： | 公式（7） |
| 描述： | 树种的呼吸根生物量与呼吸根高度的异速生长方程 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关树种的参数（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）省级红树林树种或树种组的数据（如省级温室气体清单）；  （d）国家级红树林树种或树种组的数据（如国家温室气体清单）。 |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | td.m株-1 |
| 应用的公式编号： | 公式（8） |
| 描述： | 树种的全株生物量与胸径、树高与木材密度的相关方程 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a） 项目参与方测定的当地相关树种的参数（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b） 现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c） 从附件11中选择。 |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | 无量纲 |
| 应用的公式编号： | 公式（9） |
| 描述： | 树种的生物量扩展因子 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关树种的参数（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）省级红树林树种或树种组的数据（如省级温室气体清单）；  （d）国家级红树林树种或树种组的数据（如国家温室气体清单）；  （e）缺省值：3.4。  *数据来源：IPCC LULUCF优良做法指南* |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | tC(td.m.)-1或gC(gd.m.)-1 |
| 应用的公式编号： | 公式（13）、（36） |
| 描述： | 灌木生物量含碳率 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关数据（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）省级灌木种（组）的数据（如省级温室气体清单）；  （d）国家级灌木种（组）的数据（如国家温室气体清单）；  （e）缺省值：0.47。  *数据来源：**A/R CDM项目活动乔灌木碳储量及其变化的估算工具（V04.2,EB 85）* |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | 无量纲 |
| 应用的公式编号： | 公式（13）、（36） |
| 描述： | 灌木的地下生物量/地上生物量之比 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关数据（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）省级灌木种（组）的数据（如省级温室气体清单）；  （d）国家级灌木种（组）的数据（如国家温室气体清单）；  （e）缺省值：0.40。  *数据来源：A/R CDM项目活动乔灌木碳储量及其变化的估算工具（V04.2,EB 85）* |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | 无量纲 |
| 应用的公式编号： | 公式（14） |
| 描述： | 灌木盖度为1.0时的平均每公顷灌木地上生物量，与项目实施区域的平均每公顷林木地上生物量的比值 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关数据（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）省级灌木种（组）的数据（如省级温室气体清单）;  （d）国家级灌木种（组）的数据（如国家温室气体清单）；  （e）缺省值：0.10。  *数据来源：A/R CDM项目活动乔灌木碳储量及其变化的估算工具（V04.2,EB 85）* |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | tC(td.m.)-1或gC(td.m.)-1 |
| 应用的公式编号： | 公式（17）、（39） |
| 描述： | 藤本植物的生物量含碳率 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关数据（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）缺省值：0.46。  *数据来源：Coastal blue carbon: methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses* |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | td.m株-1 |
| 应用的公式编号： | 公式（18） |
| 描述： | 基于藤本植物距地面1.3m处直径与生物量相关关系建立的异速生长方程 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关数据（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）采用下述缺省方程计算：  藤本植物生物量=\* \*  *数据来源：Coastal blue carbon: methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses* |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | % |
| 应用的公式编号： | 公式（21）、（42） |
| 描述： | 项目边界内枯死木碳储量与活立木生物质碳储量的比值 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关数据（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）缺省值：2.55。  *数据来源：IPCC LULUCF优良做法指南* |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | tChm-2a-1 |
| 应用的公式编号： | 公式（22） |
| 描述： | 保守的缺省因子，单位面积每年的红树林生物质碳储量增量 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关数据（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据。 |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | tChm-2 |
| 应用的公式编号： | 公式（24） |
| 描述： | 保守的缺省因子，单位面积的红树林生物质碳储量 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关数据（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）从下表中选择缺省值：   |  |  | | --- | --- | | **地区** | **碳储量（tChm-2）** | | 海南 | 108.35 | | 广东 | 70.11 | | 福建 | 25.63 | | 浙江 | 1.09 | | 全国 | 51.3 |   *数据来源：江小芳.中国红树林植被和土壤碳储量及其影响因子[D].厦门大学，2021.* |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | tChm-2 |
| 应用的公式编号： | 公式（26） |
| 描述： | 红树林林地转变为第种土地利用方式的碳排放系数 |
| 数据源： | 数据源优先选择顺序：  （a）项目参与方测定的当地相关数据（需提供透明和可核实的资料来证明）；  （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的调查数据；  （c）省级或国家水平的适用于项目实施区的数据。  （d）缺省值：   |  |  | | --- | --- | | **土地利用类型** | **碳排放系数（tChm-2）** | | 耕地 | 3.732 | | 牧草地 | 4.011 | | 建设用地 | 59.957 | | 水域 | -0.360 | | 未利用地 | 7.215 |   *数据来源：赖力.中国土地利用的碳排放效应研究[D].南京大学,2010.* |
| 测定步骤： | 不适用 |
| 其他说明： |  |

## **8.10附件10 需要监测的数据和参数集**

本附件对应正文6.5节内容。

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | hm2 |
| 应用的公式编号： | 公式（6）、（7）、（8）、（9）、（10）、（13）、(18)、（36） |
| 描述： | 基线第碳层的面积 |
| 数据来源： | 野外测定 |
| 测定步骤： | 采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 |
| 监测频率： | 每5/10年监测一次 |
| QA/QC： | 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，面积测定误差不大于5% |
| 其他说明： | 在项目情景下用表示 |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | cm |
| 应用的公式编号： | 公式（6）、（8） |
| 描述： | 树种的胸径、眉径或地径，树高 |
| 数据来源： | 野外测定 |
| 测定步骤： | 采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 |
| 监测频率： | 每5年监测一次 |
| QA/QC： | 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。 |
| 其他说明： | 树木高度可以使全林木高度，也可以使其它高度；取决于方程中的使用定义 |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | cm |
| 应用的公式编号： | 公式（7） |
| 描述： | 树种呼吸根的高度 |
| 数据来源： | 野外测定 |
| 测定步骤： | 采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 |
| 监测频率： | 每5年监测一次 |
| QA/QC： | 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。 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | 无量纲 |
| 应用的公式编号： | 公式（14） |
| 描述： | 第年第项目碳层的灌木盖度 |
| 数据来源： | 野外测定 |
| 测定步骤： | 在估算灌木盖度时通常采用目测法、样线法、速测镜法等。 |
| 监测频率： | 每5年监测一次 |
| QA/QC： | 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。 |
| 其他说明： | 在项目情景下用表示 |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | cm |
| 应用的公式编号： | 公式（18） |
| 描述： | 藤本植物距地面1.3处的直径 |
| 数据来源： | 野外测定 |
| 测定步骤： | 采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序， |
| 监测频率： | 每5年监测一次 |
| QA/QC： | 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。如果没有，可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的程序。 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | hm2 |
| 应用的公式编号： | 公式（22）、（24） |
| 描述： | 基线项目边界内总面积 |
| 数据来源： | 野外测定 |
| 测定步骤： | 采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 |
| 监测频率： | 每5/10年监测一次 |
| QA/QC： | 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，面积测定误差不大于5% |
| 其他说明： | 在项目情景下用表示 |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | hm2 |
| 应用的公式编号： | 公式（44） |
| 描述： | 固定样地面积 |
| 数据来源： | 野外测定、核实 |
| 测定步骤： | 采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 |
| 监测频率： | 每5/10年监测一次 |
| QA/QC： | 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 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | hm2 |
| 应用的公式编号： | 公式（56）、（57） |
| 描述： | 固定样地内样方面积 |
| 数据来源： | 野外测定、核实 |
| 测定步骤： | 采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 |
| 监测频率： | 每5/10年监测一次 |
| QA/QC： | 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 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | m |
| 应用的公式编号： | 公式（59） |
| 描述： | 第年时,项目第碳层样地树种第棵枯立树桩的胸高直径 |
| 数据来源： | 野外测定 |
| 测定步骤： | 采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 |
| 监测频率： | 每5年监测一次 |
| QA/QC： | 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。 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | m |
| 应用的公式编号： | 公式（59）、（60） |
| 描述： | 第年时,项目第碳层样地树种第棵枯立树桩的高度 |
| 数据来源： | 野外测定 |
| 测定步骤： | 采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 |
| 监测频率： | 每5年监测一次 |
| QA/QC： | 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。 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： | cm |
| 应用的公式编号： | 公式（61） |
| 描述： | 与样线交叉的树种第棵枯倒木的直径 |
| 数据来源： | 野外测定 |
| 测定步骤： | 采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 |
| 监测频率： | 每5年监测一次 |
| QA/QC： | 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。 |
| 其他说明： |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 数据/参数： |  |
| 数据单位： |  |
| 应用的公式编号： | 公式（62） |
| 描述： | 样线总长度 |
| 数据来源： | 野外测定 |
| 测定步骤： | 采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 |
| 监测频率： | 每5年监测一次 |
| QA/QC： | 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。 |
| 其他说明： | 树木高度可以使全林木高度，也可以使其它高度；取决于方程中的使用定义 |

## **8.11附件11 中国主要红树林树种生物量方程参考表**

中国主要红树林树种生物量方程参考表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **树种** | **异速生长方程（地上生物量）** | **异速生长方程（地下生物量）** | **测定**  **指标** | **碳转换**  **系数（%）** | **文献依据** | **研究地区** |
| 1 | 白骨壤*Avicennia marina* | (R2=0.45,n=17) | (R2=0.92,n=27) | D, H | 41.5 | [1] | 广东深圳福田 |
| (R2=0.9991) |  | D0, H, C | [2] | 广西北海大冠沙 |
| (R2=0.983) | (R2=0.903) | D0, H | [3] | 广西钦州湾 |
| 2 | 桐花树  *Aegiceras corniculatum* | (R2=0.94, n=15) | (R2=0.93, n=20) | D, H | 43.7 | [1] | 广东深圳福田 |
| (R2=0.912) | (R2=0.874) | D | [3] | 广西钦州湾 |
| (R2=0.9871) |  | D0, H | [4] | 广西龙门岛 |
| 3-4 | 秋茄 *Kandelia obovate、*  角果木  *Ceriops tagal* |  |  | D0.1 | 47.1 | [5] | 浙江苍南 |
| (R2=0.958) | (R2=0.928) | D0, H | [3] | 广西钦州湾 |
|  |  |  | [6] | 广东深圳福田 |
| (R2=0.83) | (R2=0.95) |  | [1] | 广东深圳福田 |
| 5-7 | 红树*Rhizophora apiculata、*  红海榄  *R. stylosa、*  拉氏红树  *R.×lamarckii* | (R2=0.99, n=6) | (R2=0.92, n=5) | D | 49.0 | [7] |  |
| 8-10 | 木榄*Bruguiera gymnorrhiza、*  海莲*B.sexangula、*  尖瓣海莲  *B. s. var* | (R2=0.99, n=17) | (R2=0.99, n=17) | D, H | 45.0 | [8] |  |
| 11-15 | 杯萼海桑*Sonneratia alba、*  海桑*S. caseolaris、*  海南海桑*S.× hainanensis*  卵叶海桑  *S. ovata、*  拟海桑  *S. ×gulngai* | ( =0.475，R2=0.99, n=15) | ( =0.475，R2=0.99, n=26) | , D | 45.0 | [9] |  |
| 16 | 无瓣海桑*S. apetala* |  |  | D, H | 42.9 | [10] |  |
| (R2=0.915) | (R2=0.948) | D, H | 42.9 | [11] | 广东潮州、广州、 惠州、江门、茂名、 汕头、深圳、湛江、 中山、珠海 |
| 17 | 海漆  *Acrostuchum areum* | (R2=0.99，n=15) | (R2=0.99，n=26) | , D | 45.0 | [9] |  |
| 20 | 木果楝  *Xylcoarpus*  *granatum* | (R2=0.99，n=15) | (R2=0.99，n=26) | , D | 45.0 | [9] |  |
| 21 | 榄李  *L．racemosa* | (R2=0.97，n=70) |  | D | 45.0 | [12] |  |
| 22 | 瓶花木  *Scyphiphora*  *hydrophyllacea* | (R2=0.99，n=15) | (R2=0.99，n=26) | , D | 45.0 | [9] |  |
| 23 | 银叶树  *Heritiera littoralis* | (R2=0.99，n=15) | (R2=0.99，n=26) | , D | 45.0 | [9] |  |

**参 考 文 献**

[1] TAM, N.F.Y., WONG, Y.S., LAN, C.Y., CHEN, G.Z. Community structure and standing crop biomass of a mangrove forest in Futian Nature Reserve, Shenzhen, China[J]. Hydrobiologia, 1995, 295(1-3): 193-201.

[2] 范航清, 尹毅, 劳丽荣. 广西海岸白骨壤红树植物地上部生物量的相关分析 [J]. 广西科学院学报, 1993, 9 (2): 25-30.

[3] 何琴飞, 郑威, 黄小荣, 刘秀, 申文辉, 何峰. 广西钦州湾红树林碳储量与分配特征 [J]. 中南林业科技大学学报, 2017, 37 (11): 121-126.

[4] 宁世江, 蒋运生, 邓泽龙, 李信贤. 广西龙门岛群桐花树天然林生物量的初步研究 [J]. 植物生态学报, 1996, 20 (1): 57-64.

[5] 金川, 王金旺, 郑坚, 陈秋夏, 李俊清, 卢翔. 异速生长法计算秋茄红树林生物量[J]. 生态学报, 2012, 32(11): 3414-3422.

[6] Lunstrum A, Chen L. Soil carbon stocks and accumulation in young mangrove forests [J]. Soil Biology & Biochemistry, 2014, 75: 223-232.

[7] Comley B.W.T., McGuinness K.A. Above- and below-ground biomass, and allometry, of four common northern Australian mangroves. 53, 431, 2005.

[8] Clough B.F., Scott K. Allometric relationships for estimating above-ground biomass in six mangrove species. Forest Ecology and Management. 27, 117, 1989.

[9] Komiyama A., Poungparn S., Kato S. Common allometric equations for estimatingthe tree weight of mangroves. Journal of Tropical Ecology. 21, 471, 2005.

[10] Liu, H.X., Ren, H., Hui, D.F., Wang, W.Q., Liao, B.W., Cao, Q.X. Carbon stocks and potential carbon storage in the mangrove forests of China[J]. Journal of Environmental Management, 2014, 133: 86-93.

[11] 胡懿凯, 徐耀文, 薛春泉, 罗勇, 廖宝文, 朱宁华. 广东省无瓣海桑和林地土壤碳储量研究[J]. 华南农业大学学报, 2019, 40 (6): 95-103.

[12] Fromard F., Puig H., Mougin E., Marty G., Betoulle J.L., Cadamuro L. Structure, aboveground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana. Oecologia. 115, 1, 1998.