

DB 1502

包 头 市 地 方 标 准

DB 1502/T 022—2024

森林碳汇调查与监测技术规程

Technical regulation for forest carbon sequestration investigating and
monitoring

地方标准信息服务平台

2024 - 02 - 26 发布

2024 - 03 - 26 实施

包头市市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 调查与监测对象	2
5 调查与监测内容	2
6 调查与监测方法	2
6.1 样地选择	2
6.2 样地设置	2
6.3 样地调查与取样	2
6.4 生物量法碳储量测定	3
6.5 生物量法碳储量计算	4
7 调查与监测周期	7
8 核算方法	7
8.1 资源调查数据核算面积	7
8.2 遥感数据核算面积	7
8.3 森林碳汇核算	8
9 监测结果	8
9.1 监测数据库	8
9.2 制作成果图	8
9.3 编写监测报告	8
附录 A（资料性） 标准样地调查取样测定档案	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由包头市林业和草原局提出并归口。

本文件起草单位：包头市林业和草原工作站、内蒙古农业大学林学院、包头市林业和草原灾害防控中心、包头市检验检测中心。

本文件主要起草人：高润红、贾彩霞、翁靖韬、韩淑敏、杨文静、郭永莉、刘文剑、李茂森、张文英、吕广霞、谢金君、吴乐、郭华、张瑞、吕整荣、姚瑶、冯小东、丁志军、焦智斌、闫婧、朱学友。

地方标准信息服务平台

森林碳汇调查与监测技术规程

1 范围

本文件规定了森林碳汇调查与监测的调查与监测对象、调查与监测方法、监测周期、核算方法、监测结果的技术方法与相关要求。

本文件适用于森林的碳储量、碳汇量的调查与监测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

LY/T 1237 森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算

LY/T 2253 造林项目碳汇计量监测指南

LY/T 2259 立木生物量建模样本采集技术规程

LY/T 2908 主要树种龄级与龄组划分

LY/T 2988 森林生态系统碳储量计量指南

3 术语和定义

LY/T 2253界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

森林碳汇 forest carbon sequestration

森林植物通过光合作用吸收大气中的二氧化碳将其固定在森林植被和土壤中的碳的积累量。

3.2

森林碳储量 forest carbon storage

在特定时间内保留在森林碳库中碳的质量。

3.3

森林碳库 forest carbon pool

森林生态系统通过碳汇储存在不同的物质中。

注：仅包括为地上生物量、地下生物量、枯落物和土壤有机质四大碳库。

[来源：LY/T 2253-2014，2，有修改]

3.4

辅助样地 auxiliary plot

设置在固定监测样地周边与其相同规格、相同生境、相同生长状况可进行取样的参考样地。

4 调查与监测对象

监测对象为不同立地条件、不同林龄的森林与灌丛。

5 调查与监测内容

不同立地条件、不同林龄的森林与灌丛的碳储量和碳汇量。

6 调查与监测方法

6.1 样地选择

样地选择以代表性、非过渡性、无干扰和可观测的地段为标准。

6.2 样地设置

样地采用GPS定位,以定位样点作为样地的西南角,统一标记并编号。乔木典型样地为25 m×25 m,以样地西南角为起点,罗盘仪测角,皮尺量距离,闭合差小于1/200。灌木层、草本层和枯落物层采用样方调查。灌木层样方规格2 m×2 m,共设置4个,分别位于样地西南角向西2 m处、西北角向北2 m处、东北角向东2 m处、东南角向南2 m处,草本、枯落物层1 m×1 m在灌木样方内设置并进行生物量调查。土壤剖面调查设置在样地东南角向东2 m处。

6.3 样地调查与取样

6.3.1 生物量法调查与取样

6.3.1.1 乔木林调查与取样

6.3.1.1.1 乔木层调查与取样

对群落内全部乔木物种的中文名称进行了精确的识别和详细的记载。固定样地中的全部立木每木调查一次,包括胸径 ≥ 4.0 cm~6.0 cm的活立木,调查乔木层的样地因子主要有:树种、胸径、树高、地径、冠幅、龄级和调查日期,参考附录A.1。按照LY/T 2908,通过对不同年龄和部位的乔木个体及群体特征研究,分析了各年龄阶段植物种类组成与数量变化特点。

辅助样地内通过选取标准木做解析木,结合固定样地调查所获每木调查数据,最终推算出乔木层的生物量和含碳率。

6.3.1.1.2 灌木层调查与取样

记录固定样方中出现林下灌木的种类、数量、盖度、平均高度、地径和调查日期,参考附录A.2。

辅助样地内3个样方进行地上部分全部采样调查。将采集到的样品先称其鲜重。按照单株茎:枝:叶为2:2:2的比例混匀,取混合样品300 g添加标签记录用于后续生物量及含碳率测定。

6.3.1.1.3 草本层调查与取样

记录林下草本植物种类、丛数、平均高度、盖度和调查日期,参考附录A.3。

辅助样地内3个样方进行地上部分全部采样调查,各自称鲜重。取采集到的草本样本300 g,添加标签记录用于后续生物量及含碳率测定。

6.3.1.1.4 枯落物调查与取样

固定样地内对各林下草本层样方中枯落物进行调查，记录枯落物样品的厚度和调查日期，参考附录A.4。

辅助样地内3个样方进行采样调查。取采集到的枯落物样本300 g添加标签记录用于后续生物量及含碳率测定。

6.3.1.1.5 土壤层调查与取样

固定样地内对各林下土壤进行调查，记录土壤类型，参考附录A.5。

辅助样地内设置3个土壤样方，应在晴天进行。在取样坑中整理出一个深60 cm的土壤剖面，不够60 cm至基岩为止。每个剖面采样层次按0 cm~10 cm、10 cm~20 cm、20 cm~40 cm、40 cm~60 cm划分土层；每个土层取环刀样1个，放在密封袋中临时保存，添加标签，标记辅助样地号、土层厚度和深度，带回室内测定土壤容重和有机碳含量。

6.3.1.2 灌木林调查与取样

6.3.1.2.1 灌木层调查与取样

记录固定样方中出现的灌木的种类、数量、盖度、平均高度、地径和调查日期，参考附录A.2。

辅助样地内3个样方进行地上部分全部采样调查。将采集到的样品先称其鲜重。按照单株茎：枝：叶为2：2：2的比例混匀，取混合样品300 g添加标签记录用于后续生物量及含碳率测定。

6.3.1.2.2 草本层调查与取样

记录林下草本植物种类、丛数、平均高度、盖度和调查日期，参考附录A.3。

辅助样地内3个样方进行地上部分全部采样调查，各自称鲜重。取采集到的草本样本300 g，添加标签记录用于后续生物量及含碳率测定。

6.3.1.2.3 枯落物调查与取样

固定样地内对各林下草本层样方中枯落物进行调查，记录枯落物样品的厚度和调查日期，参考附录A.4。

辅助样地内3个样方进行采样调查。取采集到的枯落物样本300 g添加标签记录用于后续生物量及含碳率测定。

6.3.1.2.4 土壤层调查与取样

固定样地内对各林下土壤进行调查，记录土壤类型，参考附录A.5。

辅助样地内设置3个土壤样方，应在晴天进行。在取样坑中整理出一个深60 cm的土壤剖面，不够60 cm至基岩为止。每个剖面采样层次按0 cm~10 cm、10 cm~20 cm、20 cm~40 cm、40 cm~60 cm划分土层；每个土层取环刀样1个，放在密封袋中临时保存，添加标签，标记辅助样地号、土层厚度和深度，带回室内测定土壤容重和有机碳含量。

6.4 生物量法碳储量测定

6.4.1 生物量测定

按照LY/T 2259测定生物量。

6.4.2 含碳率测定

按照LY/T 2259测定植物含碳率，按照LY/T 1237测定土壤有机碳含量。

6.5 生物量法碳储量计算

6.5.1 林分地上部分碳储量计算

6.5.1.1 乔木层

乔木层地上碳储量应采用组成林分各树种的平均单位面积生物量、树种含碳率及乔木层面积，采用以下公式获得：

$$C_{\text{乔木上}} = \sum_{k=1}^n (B_{\text{乔木地上生物量},k} \times CF_{\text{乔木上},k}) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $C_{\text{乔木上}}$ ——为乔木生物质碳储量，单位为吨（t）；
- $k=1,2,3\dots n$ ——为组成林分的树种；
- $B_{\text{乔木地上生物量},k}$ ——为林分中树种 k 的平均单位面积生物量，单位为吨每公顷（t/hm²）；
- $CF_{\text{乔木上},k}$ ——为树种 k 的含碳率，单位为百分比（%）。

6.5.1.2 灌木层

灌木层地上碳储量采用全收获法通过实验得到植物生物量、含碳率及灌木层面积，采用以下公式获得：

$$C_{\text{灌木上}} = B_{\text{灌木上}} \times CF_{\text{灌木上}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $C_{\text{灌木上}}$ ——为林分中灌木层的碳储量，单位为吨（t）；
- $B_{\text{灌木上}}$ ——为林分中灌木层地上部分平均单位面积生物量，单位为吨每公顷（t/hm²）；
- $CF_{\text{灌木上}}$ ——为灌木平均含碳率，单位为百分比（%）。

6.5.1.3 草本层

草本层地上碳储量采用全收获法通过实验得到植物生物量、含碳率及草本层面积，采用以下公式获得：

$$C_{\text{草本上}} = B_{\text{草本上}} \times CF_{\text{草本上}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $C_{\text{草本上}}$ ——为林分中草本层的碳储量，单位为吨（t）；
- $B_{\text{草本上}}$ ——为林分中草本层地上部分平均单位面积生物量，单位为吨每公顷（t/hm²）；

$CF_{\text{草本上}}$ ——为草本平均含碳率，单位为百分比（%）。

6.5.2 林分地下部分碳储量计算

6.5.2.1 乔木层

乔木层地下碳储量计算按照LY/T 2988采用组成林分各树种的平均单位面积生物量、树种含碳率及乔木层面积，采用以下公式获得：

$$C_{\text{乔木下}} = \sum_{k=1}^n (B_{\text{乔木地下生物量},k} \times CF_{\text{乔木下},k}) \quad \text{..... (4)}$$

式中：

$C_{\text{乔木下}}$ ——为乔木生物质碳储量，单位为吨（t）；

$k=1,2,3\dots n$ ——为组成林分的树种；

$B_{\text{乔木地下生物量},k}$ ——为林分中树种 k 的平均单位面积生物量，单位为吨每公顷（t/hm²）；

$CF_{\text{乔木下},k}$ ——为树种 k 的含碳率，单位为百分比（%）。

公式（4）中的 $B_{\text{乔木地下生物量},k}$ 应按顺序选择以下方式获得：

a) 采用森林生态系统碳库调查获得的各树种的平均单位面积地下生物量结果；

b) 根据树种RSR值，通过以下公式：

$$B_{\text{乔木地下生物量},k} = B_{\text{乔木地上生物量},k} \times RSR_k \quad \text{..... (5)}$$

式中：

RSR_k ——树种 k 地下生物量与地上生物量的比值，无量纲。

6.5.2.2 灌木层

灌木层地下碳储量采用全收获法通过实验得到植物生物量、含碳率及灌木层面积，采用以下公式获得：

$$C_{\text{灌木下}} = B_{\text{灌木下}} \times CF_{\text{灌木下}} \quad \text{..... (6)}$$

式中：

$C_{\text{灌木下}}$ ——为林分中灌木层的碳储量，单位为吨（t）；

$B_{\text{灌木下}}$ ——为林分中灌木层地下部分平均单位面积生物量，单位为吨每公顷（t/hm²）；

$CF_{\text{灌木下}}$ ——为灌木平均含碳率，单位为百分比（%）。

公式（6）中的 $B_{\text{灌木下},k}$ 应按顺序选择以下方式获得：

根据森林碳库调查获得的灌木平均单位面积地下生物量结果及灌木含碳率的测定结果。

6.5.2.3 草本层

草本层地下碳储量采用全收获法通过实验得到植物生物量、含碳率及草本层面积，采用以下公式获得：

$$C_{\text{草本下}} = B_{\text{草本下}} \times CF_{\text{草本下}} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- $C_{\text{草本下}}$ ——为林分中草本层的碳储量，单位为吨（t）；
- $B_{\text{草本下}}$ ——为林分中草本层地下部分平均单位面积生物量，单位为吨每公顷（t/hm²）；
- $CF_{\text{草本下}}$ ——为草本平均含碳率，单位为百分比（%）。

6.5.3 枯落物层碳储量计算

枯落物层碳储量采用全收获法通过实验得到植物生物量、含碳率及枯落物层面积，采用以下公式获得：

$$C_{\text{枯落物}} = B_{\text{枯落物}} \times CF_{\text{枯落物}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- $C_{\text{枯落物}}$ ——为林分中枯落物层的碳储量，单位为吨（t）；
- $B_{\text{枯落物}}$ ——为林分中枯落物层地上部分平均单位面积生物量，单位为吨每公顷（t/hm²）；
- $CF_{\text{枯落物}}$ ——为枯落物平均含碳率，单位为百分比（%）。

6.5.4 土壤层碳储量计算

土壤层森林生态系统碳库碳储量根据土壤有机碳密度及林分面积，采用以下公式获得：

$$C_{\text{土壤层}} = \sum_{i=1}^n A_i \times SOC_i, SOC = \frac{C \times D \times E \times (1-G)}{100} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- $C_{\text{土壤层}}$ ——为林分中土壤碳储量，单位为吨（t）；
- A ——为单位面积，单位为平方米（m²）；
- SOC_i ——为第 i 种森林类型的土壤有机碳密度，单位为吨每公顷（t/hm²）；
- SOC ——为土壤有机碳密度，单位为千克每平方米（kg/m²）；
- C ——为土壤有机碳含量，单位为可每千克（g/kg）；
- D ——为土层密度，单位为兆克每立方米（Mg/m³）；
- E ——为土壤厚度，单位为厘米（cm）；
- G ——为直径≥ 2 mm 的砾石含量，单位为百分比（%）。

6.5.5 森林碳储量计算

包头市森林碳储量估算采用生物量法将森林碳库按照碳层分别划分为乔木层、灌木层、草本层、枯落物层和土壤层,根据同样地植被分布特征按照各碳层单位面积碳储量总和与总面积的乘积获得包头市森林碳储量,采用以下公式获得:

$$C_{\text{总}} = (C_{\text{乔木层}} + C_{\text{灌木层}} + C_{\text{草本层}} + C_{\text{枯落物层}} + C_{\text{土壤层}}) \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$C_{\text{总}}$ ——为森林总碳储量,单位为吨(t);

$C_{\text{乔木层}}$ ——为森林乔木层单位面积碳储量,包括地上与地下两部分,单位为吨每公顷(t/hm^2);

$C_{\text{灌木层}}$ ——为森林灌木层单位面积碳储量,包括地上与地下两部分,单位为吨每公顷(t/hm^2);

$C_{\text{草本层}}$ ——为森林草本层单位面积碳储量,包括地上与地下两部分,单位为吨每公顷(t/hm^2);

$C_{\text{枯落物层}}$ ——为森林枯落物层单位面积碳储量,单位为吨每公顷(t/hm^2);

$C_{\text{土壤层}}$ ——为森林土壤层单位面积碳储量,单位为吨每公顷(t/hm^2)。

7 调查与监测周期

监测周期为每五年一次。

8 核算方法

8.1 资源调查数据核算面积

8.1.1 技术要求

按照“层层控制,分级量算,按比例平差”的原则进行面积量算。即先量算调查总体的面积,再量算内部各层管理区域。一个图幅上的各部分面积,要分别量测进行平差。

8.1.2 量算方法

用地理信息系统(GIS)绘制成果图时,可直接用地理信息系统量算斑块面积。手工绘制成果图时可用几何法、网点网格法或求积仪等量算斑块面积。

8.1.3 面积平差

各斑块面积之和与上一层经营区划单位面积相差不到1%,斑块面积之和与斑块面积相差不到2%时,可进行平差,超出时应重新量算。

8.2 遥感数据核算面积

结合土地利用数据和处理后的高分卫星遥感数据，对森林信息提取后，计算其面积。采用以下公式获得：

$$S = \sum_{i=1}^n Si \dots\dots\dots (11)$$

式中：

- S ——为森林面积，单位为平方千米（km²）；
- n ——为森林区内像元序号；
- i ——为森林区内像元总数；
- Si ——为第i像元面积，单位为平方千米（km²）。

8.3 森林碳汇核算

参照IPCC(2006)提供的库—差别方法，用当年调查的碳储量和基年调查的碳储量得到森林年平均碳汇。采用以下公式获得：

$$\Delta C = \frac{Ct_2 - Ct_1}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

- ΔC ——为t₂和t₁ 2 个时间点年平均碳汇，单位为吨每公顷每年（t /hm²/a）；
- Ct₂ ——为面积为S的森林在当年调查样地的碳储量，单位为吨（t）；
- Ct₁ ——为面积为S的森林在基年调查样地的碳储量，单位为吨（t）；
- t₂ ——为当年的年份，单位为年（a）；
- t₁ ——为基年的年份，单位为年（a）。

9 监测结果

9.1 监测数据库

按照不同起源、不同龄级、不同密度、不同立地条件的森林部分碳汇相关数据统计，利用数据库进行汇总。各个森林样地面积乘以类型样地单位面积上的植物和土壤有机碳的碳储量得到各类型森林部分总碳储量、固碳量及碳汇量。

9.2 制作成果图

通过GIS地理信息系统软件制作成果图，包括：位置图和分布图(按森林类型、植被类型、总碳储量、植被碳储量、土壤碳储量、碳汇量)。

9.3 编写监测报告

编写监测报告，包括：监测工作概况、技术方法、森林总体概况、植被群系、土壤相关因子等基本情况，并对不同类型森林的植被和土壤碳储量、碳汇量变化等内容进行详细叙述，综合比较分析。

附 录 A
(资料性)
标准样地调查取样测定档案

A.1 乔木层标准木调查取样测定记录见表A.1。

表 A.1 乔木层标准木调查取样测定记录表

样地经纬度		海拔	样地名称及编号		样方号	总盖度		日期
乔木树种序号	树种中文名称	株数	胸径 (cm)	树高 (m)	冠幅 (m)	鲜重 (g)	干重 (g)	含碳率 (%)

A.2 灌木层标准木调查取样测定记录见表A.2。

表 A.2 灌木层调查取样测定记录表

样地经纬度		海拔	样地名称及编号		样方号	总盖度		日期
灌木树种序号	树种中文名称	株数/丛数	盖度 (%)	平均高 (m)	鲜重 (g)	干重 (g)	含碳率 (%)	

A.3 草本层标准木调查取样测定记录见表A.3。

表 A.3 草本层调查取样测定记录表

样地经纬度		海拔	样地名称及编号		样方号	总盖度		日期
草种序号	草种中文名称	株数/丛数	盖度 (%)	平均高 (m)	鲜重 (g)	干重 (g)	含碳率 (%)	

A. 4 草本层标准木调查取样测定记录见表A. 4。

表 A. 4 枯落物层调查取样测定记录表

样地经纬度		海拔	样地名称及编号		样方号	总盖度	日期
样方 K1				样方 K2			
枯落物厚度	鲜重 (g)	干重 (g)	含碳率 (%)	枯落物厚度	鲜重 (g)	干重 (g)	含碳率 (%)

A. 5 土壤固定距离采样记录见表A. 5。

表 A. 5 土壤固定距离采样记录表

样地经纬度		海拔	样地名称及编号		样方号	日期
辅助样地编号	土壤类型	土层厚度 (cm)	环刀样鲜重 (g)	环刀样干重 (g)	有机质含量 (%)	
		0~10				
		10~20				
		20~40				
		40~60				

地方标准信息服务平台