

《城市森林碳储量与碳汇评估技术规范》（送审稿）

编制说明

一、项目背景

（一）国内现行相关法律、法规和标准情况

2021 年国家林草局、国家发展和改革委员会联合印发的《“十四五”林业草原保护发展规划纲要》中提到，我国将扎实开展林业和草原碳汇行动，完善碳汇计量监测体系。《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》中提到，开展森林等碳汇本底调查及碳储量评估。国务院印发的《2030 年前碳达峰行动方案》再次强调，开展森林等碳汇本底调查、碳储量评估、潜力分析。2022 年，根据《国家林业和草原局办公室关于组织申报林业碳汇试点市（县）建设项目的通知》（便函生〔2022〕303 号）有关要求，试点内容包括在森林碳储量与碳汇量、精准计量监测方面开展探索创新；主要建设内容包括提高森林碳汇计量准确度，构建区域主要树种的碳汇计量模型，探索建立森林碳汇数据库等。

针对城市森林碳储量与碳汇评估相关标准和技术规范方面，涉及 GB/T 33696《陆-气和海-气通量观测规范》、HJ 1166《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》、LY/T 2250《森林土壤调查技术规程》、LY/T 2259《立木生物量建模样本采集技术规程》等标准，这些标准用于指导从陆地到海洋的气体交换观测、生态系统调查评估、森林土壤及立木生物量的调查与分析，以及城市森林碳汇和区域陆地碳汇的评估工作。GB/T 33696《陆-气和海-气通量观测规范》详细规定了陆地与大气、海洋

与大气之间气体交换通量的观测方法、数据处理和质量控制要求，为评估包括森林在内的自然生态系统对大气中二氧化碳等温室气体的吸收和释放提供了科学依据。HJ 1166《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》该规范利用遥感技术结合地面核查，对全国范围内的生态系统进行高效、准确的调查评估。特别针对森林生态系统的碳储量评估，提供了遥感图像解译、分类精度验证及地面样地调查等具体操作流程，确保评估结果的可靠性和准确性。但现行的国家标准和行业标准注重于整个生态系统或某一类生态系统的碳汇评估方法和流程；而《城市森林碳储量与碳汇评估技术规范》深圳地方标准则更加关注城市森林碳汇与城市化进程、城市绿地规划、生态环境建设等方面的关联性和互动性，旨在通过科学评估推动城市可持续发展和生态文明建设。

（二）国外现行相关法律、法规和标准情况

国际上在森林碳储量和碳汇评估方面有一些标准和技术指南，涉及林业碳汇的标准体系主要有四类。第一类是政府间气候变化专门委员会（IPCC）出版的方法学，包括《IPCC 2006 国家温室气体清单指南》《IPCC 2000 优良做法指南和不确定性管理》《IPCC 土地利用、土地利用变化和林业优良做法指南》《IPCC 土地利用、土地利用变化和林业特别报告》等。第二类是基于《京都议定书》规则下的清洁发展机制（以下简称“CDM”）碳汇项目标准。主要是CDM执行理事会批准的有关CDM造林再造林项目活动的基线方法学与监测方法学、适用工具，如《CDM造林再造林项目活动的方式和程序》等。第三类是一些非政府组织编写并推行、基于自愿碳市场的标准，如气候、社区和生物多样性标准（CCBS）、农业、林业和其他土地利用项目核证碳标准（VCS）、CFS标准（Carbon Fix

Standard)、维沃计划 (Plan Vivo System) 等。第四类是一些国家依据本国的碳减排政策制定的林业碳汇项目标准和碳交易标准，如加拿大、新西兰、澳大利亚等国，根据本国碳减排政策和规定，建立了相应的碳管理标准体系，其中包含了林业碳汇项目和碳汇交易的内容。这些体系在推动可持续森林管理和碳汇评估方面发挥了重要作用。

(三) 制定标准的必要性和意义

人类活动引起的 CO₂ 排放增加被公认为造成气候变化的重要原因，以 CO₂ 为原料进行光合作用的绿化林木是城市中吸收 CO₂ 的最直接有效途径。联合国粮农组织评估结果表明，森林是陆地生态系统最重要的贮碳库。全球森林约 40.6 亿公顷，森林碳贮量高达 6620 亿吨。

近年来，“双碳”战略目标下，森林作为陆地生态系统主体，其强大的碳汇功能和作用，成为实现“双碳”目标的重要路径，也是目前最为经济、安全、有效的固碳增汇手段之一。制定高度城市化地区城市森林碳储量及碳汇评估核算方法，形成具有科学性、可比性、客观性的评估核算标准，有助于实现城市森林碳汇的数量化，推动碳汇交易及生态价值的市场化，促进“绿水青山就是金山银山”的价值转化。同时，对全国其他滨海城市及红树林自然保护区的城市生态资源价值化建设具有引领作用。但目前对于城市森林碳汇的核算缺乏规范性标准，以及相关核算案例。

深圳作为“国家森林城市”“全国绿化模范城市”，开展城市森林碳汇核算能力建设，构建科学性、规范性和可操作性的城市森林碳汇核算标准体系，有助于完善城市森林碳汇的科学评估，推进城市森林资源的精细化管理，为国家制定应对气候变化策略提供可靠数据支撑。

二、工作简况

（一）任务来源

深圳市地方标准《城市森林碳储量与碳汇评估技术规范》由深圳市规划和自然资源局提出并归口，是深圳市市场监督管理局下达的 2023 年深圳市地方标准计划项目任务，由深圳市自然资源和不动产评估发展研究中心主导制定。

（二）主要起草过程

1. 前期准备

2022 年 6 月 24 日，深圳市自然资源和不动产评估发展研究中心受深圳市规划和自然资源局委托开展《2022 年度深圳市森林资源碳汇现状调查与评估》项目。项目内容包含深圳市森林碳储现状摸底和碳汇能力评估分析。借鉴国内外森林碳汇评估经验，初步探索了适宜深圳自然禀赋的评估核算技术路线，具备研究成果转为技术标准的现实基础。

此外，深圳市自然资源和不动产评估发展研究中心在森林样地调查、森林生态系统服务功能评估、红树林碳汇能力调查监测等方面积累了丰富的技术经验与数据基础，为构建深圳市森林碳汇调查监测数据库提供扎实的理论基础与数据支撑。

同时，本文件的制定获得深圳市规划和自然资源局、深圳市生态环境局等部门大力支持，并获得国家林草局、北京大学、北京林业大学、中科院华南植物园、中国林业科学研究院热带林业研究所等相关研究机构和专家学者重要支撑。立项前，已经开展大量的国内外研究梳理、野外调研、专家咨询、项目研讨等工作，包括：①系统梳理国内外森林碳汇评估标准及相关方法学，掌握森林碳汇评估核算前沿；②开展深圳市森林资源样方调查工作，构建符合深圳

市森林资源禀赋的碳汇调查数据库；③咨询国家林草局、中科院、中国林业科学研究院等相关研究机构和专家意见。④调研市城管局、市生态环境局等相关单位。

2. 标准立项

2023 年 4 月，根据深圳市市场监督管理局《关于开展 2023 年深圳市地方标准制修订计划项目征集工作的通知》，深圳市自然资源和不动产评估发展研究中心组织人员填报了该标准的深圳市地方标准制修订计划项目建议书，随后经过专家评审和公示，5 月 8 日，深圳市市场监督管理局关于下达 2023 年深圳市地方标准计划项目任务的通知，《城市森林碳储量与碳汇评估技术规范》正式立项。

3. 标准草案编制

2023 年 5 月，项目立项后，主导编制单位深圳市自然资源和不动产评估发展研究中心成立了标准编制组，标准编制组制定了计划任务书，开始标准的正式研制工作。

2023 年 6 月-2023 年 11 月，《城市森林碳储量与碳汇评估技术规范》标准起草组在经过国内外研究，以及行业调研，确立了标准内容框架，并草拟形成了《城市森林碳储量与碳汇评估技术规范》标准草案，并在编制内部讨论下不断对草案稿进行完善修改。

4. 形成征求意见稿

2023 年 12 月起，编制组提出《城市森林碳储量与碳汇评估技术规范》基本框架，多次召开专题讨论会，论证确定标准的关键性核算方法及要素等各项内容。标准编制组协同深圳市规划和自然资源局局内相关处室，召开标准研讨会，逐条对标准草案进行研讨。同时，标准编制组依据各相关处室管理局意见进行修改，并向行政主管部门广泛征求意见，持续对标准文本进行多次修改，于 2024 年

2 月形成标准征求意见稿。

5. 公开征求意见

2024 年 3 月 11 日，深圳市自然资源和不动产评估发展研究中心就已形成的标准征求意见稿，组织咨询行业专家讨论会，包括来自国家林业和草原局林草调查规划院、中国林业科学研究院森林生态环境与自然保护研究所、中国林业科学研究院林业科技信息研究所、北京林业大学生态与自然保护学院、中国科学院华南植物园、中国物品编码中心、深圳市先进质量管理技术研究院 7 位专家，对标准文本仔细逐条进行了研讨。会上共征得意见 29 条，会后编制组根据专家建议对标准文本进行了修订，其中采纳 25 条，部分采纳 4 条，已全部按要求进行修订。见《征求意见汇总处理表》。

2024 年 4 月—2024 年 5 月，标准编制组通过邮件和 OA 综合管理系统发送的方式向深圳市规划和自然资源局罗湖管理局、福田管理局等 11 个下属分局，以及深圳市自然保护区管理中心、深圳市梧桐山风景区管理处、深圳大鹏半岛国家地质自然公园管理处、广东内伶仃福田国家级自然保护区管理局等 5 个下属事业单位，同时还向深圳市城市管理和执法局、深圳市生态环境局、深圳市盐田区人民政府、深圳市前海管理局、深圳市大鹏新区管理委员会、深圳市罗湖区人民政府、深圳市宝安区人民政府共 47 个单位征求意见，共收到 4 家单位反馈意见 14 条，采纳 8 条，6 条未采纳，并已完成修订；其余 33 家单位反馈无意见。见《征求意见汇总处理表》。

2024 年 5 月 20 日—2024 年 6 月 20 日，深圳市规划和自然资源局发布《关于公开征求地方标准〈城市森林碳储量与碳汇评估技术规范〉意见的通告》，在深圳市规划和自然资源局门户网站向社会各界公开征求意见，未收到意见反馈。

三、地方标准主要内容的依据以及与国内领先、国际先进标准的对标情况

（一）制定原则

本文件重点针对森林碳库中的乔木层、灌木层、草木层、枯死物、枯落物、土壤等从空气或森林中吸收储存的二氧化碳提供核算指引，确定每个核算类型和范围下的核算方法、数据获取来源和排放因子（参数）参考等。编制组研究分析深圳市森林碳汇实际情况和国内外森林碳汇的核算方法，既要突出体现标准化指导性技术文件的科学性、前瞻性和先进性，也要结合深圳市本地的实际情况，考虑特区标准化指导性技术文件的适用性和合理性。具体包括以下三点：

- 1、借鉴国内外先进经验，结合我市具体情况；
- 2、代表性原则：所核算内容能够代表深圳市森林碳汇的主要类型，包括森林碳库中的乔木层、灌木层、草木层、枯死物、枯落物、土壤等植物自然生长或人为干预产生的碳汇。
- 3、所提供的核算方法、数据的获取方法，均易于获得且可以持续更新，核算步骤清晰明了，以便于日后常规化的应用。即各指标数据能够通过一定的技术手段获取，计算简单方便，评价指标比较客观，操作性强。

（二）制定依据

本文件严格按照《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）的要求进行编写。

第3章，术语和定义。参照了GB/T 37342—2019《国家森林城市评价指标》、DB44/T 565—2008《城市森林生态效益监测技术规范》、LY/T 2265—2014《林业信息术语》、LY/T 3253—2021《林

业碳汇计量监测术语》、DB32/T 2168—2012《森林资源规划设计调查技术规程》和GB/T 33027—2016《森林生态系统长期定位观测方法》中的相关描述。

第5章，总体原则，主要参考了团体标准T/CMSA 0027《区域陆地碳汇评估技术指南》中第4章基本原则的描述，同时依据深圳市城市森林碳储量碳汇核算的工作经验和实际情况而编制。

第6章，工作流程。主要参考了自然资源部办公厅印发的《红树林生态系统碳储量调查与评估技术规程》中第4章工作程序的描述，同时依据深圳市城市森林碳储量碳汇工作的实际流程情况而编制。

第7章，评估流程。主要参考了DB11/T 2175《生态质量监测网络建设技术规范》中第4章监测网络建设架构的框架及GB/T 33696《陆-气和海-气通量观测规范》、HJ 1166《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》及T/CMSA 0027《区域陆地碳汇评估技术指南》相关标准内容的描述，同时依据《2022年度深圳市森林资源碳汇现状调查与评估》《2022年度森林资源样方调查》和大鹏新区林业自然资源资产核算常态化数据采集成果的工作经验和实际情况而编制。

（三）与国内外先进标准的对标情况

1. 标准对比清单

根据本文件的框架及主要技术内容，本文件的对标领域包括调查对象、样地设置、调查和数据采集、计量方法等4个方面。经标准梳理与初步分析后，选择以下标准/文件作为对标依据，见表1所示。

表 1 标准比对清单

序号	标准编号/文件号	标准/文件名称	标准/文件级别
1	DB31/T 1234-2020	城市森林碳汇计量监测技术规范	地方标准
2	DB31/T 1232-2020	城市森林碳汇调查及数据采集技术规范	地方标准
3	DB4403/T 348-2023	城市碳汇遥感评价技术规范	地方标准

2. 对比关键指标

根据对比领域，选定的比对关键如下：

调查对象领域，包括调查对象、调查方法 2 个指标；

样地设置领域，包括样地与样方设置 1 个指标；

计量方法领域，包括城市碳汇评价流程、城市碳汇样地计算、城市森林碳汇遥感计算、城市森林碳汇校正计算、校正精度评价及校正精度要求 5 个指标。

指标对比表与标准水平分析与相关标准的指标比对表如表 2 所示。

表 2 关键指标标准比对表

指标名称	DB31/T 1234-2020	DB31/T 1232-2020	DB4403/T 348-2023	本文件
调查对象	/	城市行政区域范围内的森林、疏林、散生木和四旁树。	/	城市森林碳汇调查对象主要包括城市行政区域范围内的森林、疏林、散生木和四旁树。森林碳汇主要调查地上生物量、地下生物量、枯落物、枯死木和土壤五大碳库；疏林、散生木和四旁树主要调查地上和地下生物量这两个碳库。

调查方法	分乔木、灌木、草本、枯落物、枯死木调查（调查方法均按照 DB31/T1232 执行）及土壤调查（土壤剖面挖掘按 LY/T2250 规定执行）。	/	/	分激光雷达、样地观测及碳通量塔。其中样地观测包括乔木、灌木、草本、样方（带、线）、疏林、四旁树、散生木及林带设置。
样地与样方设置	根据抽样图上样地的坐标，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。乔木层样地为 25.82 m × 25.82 m，共设置 1 个；灌木层样方为 2 m × 2 m，共设置 4 个。草本、枯落物层样方为 1 m × 1 m，共设置 4 个。	根据抽样图上样地的坐标，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。乔木层样地为 25.82 m × 25.82 m，共设置 1 个；灌木层样方为 2 m × 2 m，共设置 4 个。草本、枯落物层样方为 1 m × 1 m，共设置 4 个。土壤层样方为 2 m × 2 m 设置 1 个，疏林、散生木和四旁树不设置固定样方。	/	在面状斑块中心点设置 1 个 20 m × 20 m 乔木样方，或者在不同位置设置乔木样方 4 个，具体根据斑块的形状确定；灌木面状斑块设置样方 5 m × 5 m 2 个；设置 1 个乔木样方的，在乔木样方的 2 个对角各设置 1 个灌木样方；设置 4 个乔木样方的，在对角的 2 个乔木样方中的外角各设置 1 个灌木样方；乔木面状斑块设置草本样方 1 m × 1 m 5 个；在灌木样方中，设置草本样方 1 个。疏林、四旁树和散生木主要树种为乔木，不设定固定样方。
城市碳汇评价流程			给出城市碳汇评价流程图和方案	给出城市森林碳汇数据处理工作流程图和方案
城市碳汇样地计算	测算监测期的城市净碳	/	/	样地计算方法同 DB31/T 1234-

	<p>汇量，根据前期和当期不同碳库的碳储量，通过碳储量平衡法获得，其中乔木地上部分可采用生物量异速生长方程法或者生物量扩展因子法计算（选择顺序上，生物量异速生长方程法优于生物量扩展因子法）灌木、草本及枯落物碳储量采用样本收获法获得；枯死木因为某些城市人为经验管理强度大，监测期通常被人为移除林地并分解，可忽略对这一碳库的计量。</p>			<p>2020，关于采用生物量异速生长方程法乔木层地上部分碳储量计算，提供了附录 e，深圳本土乔木树种的生物量异速生长方程做参考。</p>
城市森林碳汇遥感计算			确定遥感数据的选择原则、来源、评价时间尺度、数据处理	<p>确定遥感数据的来源、评价时间尺度、数据处理。</p>
城市森林碳汇校正计算	/	/	/	<p>通过预处理后的遥感影像计算植被净初级生产力数据 NPP 获取城市森林</p>

				碳汇量。创新性地提出 进一步（1）基于碳汇效率（Carbon sink efficiency，CSE）（2）遥感碳汇—实测碳汇模型计算两种可取方法矫正上述城市森林碳汇，提高森林碳汇量的评估精度。
矫正精度评价及矫正精度要求				明确了校正精度评价的指标类型、数量及评价区间，规范化校正精度评价要求。

3. 对比总结

综上，本文件的优势在于：1. 标准框架完整，具备科学性、可操作性。标准包含调查对象、调查要求、抽样方法、样地与样方、样地基本信息调查、森林数据采集和取样、参数测定、遥感数据采集、城市碳汇评价流程、城市碳汇实测计算、城市碳汇遥感计算、城市碳汇矫正计算等内容。并给出深圳部分树种含碳率表格、深圳部分树种单木生物量异速生长方程、树种优势树种生物量扩展因子、基本木材密度与根茎比参考值、亚热带不同森林类型各碳库生物量换算参数、深圳不同优势树种单位面积碳储量、深圳不同优势树种单位面积碳汇量、净初级生产力计算方法等附录，为深圳市（包括深汕特别合作区）森林碳储量、碳汇量的评估核算工作提供指引。2. 标准技术指标先进。标准覆盖城市行政区域范围内的森林、疏林、散生木和四旁树，核算主体更加丰富和全面，且提出基于样地实测碳汇数据与遥感反演结果进行相关性分析并建立拟合模型的方法，使得核算结果更具科学性和可比性。

四、主要条款的说明以及主要技术指标、参数、试验验证的论述

（一）范围

本文件规定了城市森林碳储量与碳汇评估的总体原则、工作流程和评估流程等内容。

本文件适用于深圳市和各区（包括深汕特别合作区）城市建成区、平原区和浅山区以树木为主的森林生态系统，沿海滩涂和沿河口滩涂的红树林生态系统的碳储量、碳汇量评估核算工作。

（二）规范性引用文件

本文件规范性引用的文件包括 GB/T 33696《陆-气和海-气通量观测规范》、GB/T 36100-2018《机载激光雷达点云数据质量评价指标及计算方法》、HJ 1166《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》及 DB42/T 2073《机载激光雷达森林蓄积量建模技术规程》四个文件。

（三）术语和定义

根据对国内外相关标准、文献的研究，本文件确定了城市森林、红树林、碳汇、森林碳汇、城市森林碳汇、碳储量等术语及其定义。

（四）缩略语

本章给出了联合国政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）一个缩略语的表述方式。

（五）总体原则

本章规定了城市森林碳储量与碳汇量评估的原则：客观性、一

致性、连续性及真实性，并进行了相关描述。

（六）工作流程

森林生态系统碳储量调查和评估工作过程分为前期准备、现场调查、样品分析、结果评估和报告编制 5 个阶段。本章还具体规定了每个阶段须完成的工作。

（七）评估流程

森林生态系统碳储量与碳汇的评估流程包括：调查体系构建、确定核算的地理边界和时间、确定评估方法、数据处理和撰写城市森林碳汇评估报告。

（1）调查体系的构建。城市森林碳储量与碳汇评估采用“多尺度、多方法、多数据”碳汇调查体系，由地面调查和遥感调查两部分构成。地面调查包括固定样地和碳通量塔，固定样地通过每木调查和激光雷达方法测量森林生物量情况。

（2）确定核算的地理边界和时间。根据评估目的，确定区域森林碳汇评估的地理边界，评估区域可以是行政单元，如市、区、街道，也可以是功能相对完整的生态系统地域单元（如林场、森林公园等），以及由不同生态系统类型组合而成的特定地域单元（如自然保护区、风景名胜区等）。根据评估目的，确定评估的时间边界（起止年份）。

（3）确定评估方法。基于每木调查、激光雷达等手段开展样地调查计算林地蓄积量、林地生物量和林地碳储量获取城市森林的第一碳汇量；基于碳通量塔获取城市森林的第二碳汇量；基于卫星遥感图像，通过预处理后的遥感影像计算植被净初级生产力数据 NPP 获取森林的第三碳汇量；结合所述第一碳汇量、第二碳汇量检验与校正第三碳汇量，校正后的城市森林碳汇量为最终的碳汇量。

（4）数据处理。规定了数据处理流程、样地碳汇数据处理、碳通量塔碳汇数据处理、遥感碳汇数据处理、城市森林碳汇校正计算、校正精度评价方法、校正精度要求。

（5）城市森林碳汇评估报告。规定了城市森林碳汇评估报告的内容及格式要求。

（八）附录

本章给出了调查方法、净初级生产力计算方法、森林生态系统碳储量计算公式、深圳部分树种单木生物量异速生长方程、深圳优势树种生物量扩展因子和基本木材密度与根茎比参考值、模型评价方法、校正精度评价指标等级、城市森林碳储量与碳汇量核算报告大纲、数据采集记录表 9 个附录文件。

五、是否涉及专利等知识产权问题

无。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

无。

七、实施地方标准的措施建议

建议通过开展标准的宣贯、培训和标准实施跟踪检查等方式推动标准实施。利用多种渠道、多种方式加强本文件的宣贯，对本文件的执行情况进行跟踪调查，并对标准实施效果进行评估，及时发现并解决标准实施过程中存在的问题，适时开展修订完善工作，提升标准的科学性和适用性。加强使用单位对标准内容的理解和运用，为开展生态系统碳汇提升行动提供理论基础。

八、其他需要说明的事项

无。