

《红树林碳储量碳汇核算指南》地方标准

编制说明

一、项目背景

近年来，在建设生态文明及“双碳”目标背景下，自然资源碳汇尤其是蓝碳交易工作被上升到越来越高的战略高度。党的二十大报告提出，要“建立生态产品价值实现机制，完善生态保护补偿制度”“提升生态系统碳汇能力”“积极稳妥推进碳达峰碳中和”。

2021年9月、10月，中共中央国务院先后印发《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》《国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知》及任务分工方案，要求自然资源部门牵头持续巩固提升碳汇能力，建立健全能够体现碳汇价值的生态保护补偿机制，研究制定碳汇项目参与全国碳排放权交易相关规则。

2021年2月，自然资源部下发《自然资源领域生态产品价值实现机制试点工作指南》，提出“推进森林、草原、湿地等碳汇项目开发及交易”。2021年7月，自然资源部批复我市开展自然资源领域生态产品价值实现机制试点工作，支持我市“积极推动海洋等生态系统碳汇交易，探索建立体现碳汇价值的生态保护补偿机制。”2023年4月，自然资源部、发改委、财政部、国家林草局联合印发《生态系统碳汇能力巩固提升实施方案》，部署安排“构建生态系统碳汇调查监测评估体系、完善拓展生态系统碳汇计量体系”。

2022年3月，《中共广东省委 广东省人民政府关于全面推进自然资源高水平保护高效率利用的意见》，提出“开展红树林、盐沼、海草床碳储量调查监测，加强海洋碳汇基础理论和增汇技术研究，拓展蓝色碳汇空间。全面推进碳汇市场化交易。”7月，《中共广东省委 广东省人民政府关于完整准确全面贯彻新发展理念推进碳达峰碳中和工作的实施意见》，要求自然资源部门牵头落实“健全碳汇补偿和交易机制”。10月，《广东省人民政府办公厅关于印发广东省建立健全生态产品价值实现机制实施方案的通知》，要求建立培育生态产品交易市场，深入推进陆地和海洋碳汇等产权指标交易。

按照市政府批示意见，深圳市规划和自然资源局以福田红树林自然保护区为

试点，探索开展了“红树林湿地保护碳汇”开发及交易工作。在技术标准建设方面，深圳市规划和自然资源局组织开发的《红树林保护项目碳汇方法学》通过了来自自然资源部、清华大学、中国科学院等业内权威组成的专家组评审，专家一致认为“属国内首创，有效填补国内空白”。《红树林碳储量碳汇核算指南》地方标准充分衔接试点经验及《红树林保护项目碳汇方法学》；该标准的制定，有助于指导和规范深圳市红树林碳汇交易及生态价值市场化，保障蓝碳交易长期可持续发展。

二、工作简况

（一）任务来源

深圳市地方标准《红树林碳储量碳汇核算指南》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）主要编制过程

1. 前期准备

2005 年开始广东内伶仃福田国家级自然保护区管理局开展了连续 15 年的生物多样性保护调查研究，提供了近 15 年红树林生长情况相关资料和近三年样方调查数据。

2021 年 6 月，深圳市自然资源和不动产评估发展研究中心以福田红树林为对象，开展 26 个样方调查，获取每个样方株数、林龄、树高、胸径等关键监测指标参数，最终构建合理的红树林监测技术体系，用以支持监测报告编制和项目碳信用核证，并基于监测指标构建本地化的红树林碳汇缺省值。

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资源碳储量、碳汇调查评估以及增汇策略研究，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技术路线，具备研究成果转为技术标准的现实基础。

2022 年 10 月，深圳市自然资源和不动产评估发展研究中心开展红树林碳汇方法学研究，项目以福田红树林自然保护区为研究对象编制了项目设计文件和项目监测文件，通过相关机构的核证，最终构建红树林保护碳汇方法学。

深圳市自然资源和不动产评估发展研究中心在红树林样地调查、遥感数据获取、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。

此外，项目起草团队是一支高素质的人才队伍，人员总数超过 20 人，其中含博士 10 人以上，专业涵盖生态学、林学、地理学、法律等多个专业，在红树林样地调查、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，项目团队与国内外专家咨询团队有着良好地沟通，与国内外评估机构紧密合作。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、北京大学、北京林业大学、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，《红树林碳储量碳汇核算指南》正式立项。

3. 成立标准编制组

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。

4. 标准草案编制

2023 年 6 月-2023 年 9 月，《红树林碳储量碳汇核算指南》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《红树林碳储量碳汇核算指南》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。

5. 形成征求意见稿

2023年10月-2023年11月，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草案多次组织咨询了相关研究机构和专家意见，包括深圳市绿创人居环境促进中心、深圳排放权交易所有限公司、广东省环境科学研究院、深圳市生态环境局福田管理局、深圳市标准技术研究院、深圳时代融创生态科技有限公司、深圳市巨湾科技有限公司等专家，对标准文本开展了研讨。同时，得到深圳市规划和自然资源局（市林业局）等部门的支持，并与北京大学、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建立良好的沟通咨询机制。

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2023年11月形成标准征求意见稿。

三、编制原则及依据

（一）编制原则

1. 科学性原则

通过深入研究国家及地方相关标准以及政策法规等相关文件，遵循科学性的标准编制的要求，对标准的关键性指标进行了科学设置和合理分析，运用科学严谨的方法建立了本标准。从科学客观的角度出发，根据特定目的，选择合适的核算方法，以充分的事实为依据，核算过程中的参数体系判断建立在市场与现实的基础之上，确保红树林碳储量碳汇核算结果准确合理。

2. 先进性原则

标准制定过程中标准起草小组查阅了国内外现行红树林碳汇评估标准及方法学资料梳理，并在制定过程中多次与行业内专家进行了咨询和讨论，确保标准应用的先进性。标准的制定，可为深圳市红树林碳汇评估核算提供标准的评估核算方法，形成具有科学性、可比性、客观性的评估核算标准，实现红树林生态系统具有公共物品属性的生态产品的经济价值。结合深圳实际，率先探索，提高可操作性并充分体现深圳特色。

3. 可行性原则

标准的制定应与经济、技术发展水平和相关方的承受能力相适应。本标准在参考国内外相关标准的基础上，充分考虑了我国红树林研究现状，开展深圳市红树林碳汇本地参数的综合调研与技术分析，梳理深圳本地优势树种（森林类型）的生物量模型，并多次征求国内外相关研究机构和专家意见，保证了标准的可行性。

4. 规范性原则

本标准依据《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）的要求进行编制，并参照了国内相关标准的编写习惯，保证了规范性。

（二）制定思路与依据

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；同时，参照了国家标准《林业碳汇项目审定和核证指南》（GB/T 41198）、行业标准《海洋碳汇核算方法》（HY/T 0349）等标准相关要求，按照“资料梳理—调研分析—对比总结—标准制定”技术路径开展，开展深圳市红树林碳汇本地参数的综合调研与技术分析，制定本市红树林碳储量碳汇核算指南。

（三）与国内领先、国际先进标准的对标情况

国外探索和发展情况。一是蓝碳领域已成国际关注热点。2009年，联合国环境规划署发布《蓝碳：健康海洋固碳作用的评估报告》，首次提出蓝碳概念，主要指固定在红树林、盐沼和海草床等海洋生态系统中的碳。2011年，联合国教科文组织等组织联合发布《海洋及沿海地区可持续发展蓝图》报告，从制定统一的蓝碳评估和监测标准、建立全球性蓝碳市场和蓝碳专项基金、蓝碳捕获和碳储存信用额度进入国际框架等角度，规划蓝碳保护和发展的道路。2014年，世界自然保护联盟发布《海岸带蓝碳：红树林、盐沼和海草床碳储量与释放因子评估方法》，为全球海岸带蓝碳生态系统碳汇评估方法的业务化应用提供操作指南。2021年，联合国气候变化框架公约召开第26次缔约方大会，蓝碳成为重点议题之一。二是蓝碳交易处于起步阶段。目前，部分国家和地区正在尝试蓝碳交易及相关工作。2018年，国际自然保护联盟、保护国际基金会等联合发起蓝碳合作机制“蓝碳协议”，发布了《行动国家指南》《行动倡议报告》《政策框架》等蓝碳报告。2019年12月，在全球环境基金的支持下，印度尼西亚推行为期4年

的“蓝色森林项目”，编制了《印尼海洋碳汇研究战略规划》，建立了国家海洋碳汇中心；马达加斯加、印度、肯尼亚、越南等国也已开展红树林、盐沼及海草床等蓝碳项目。2021年5月，世界自然保护联盟发布《欧洲和地中海设计和部署蓝碳项目第一指南》，具体阐述了欧洲地区蓝碳管理政策、蓝碳项目认证实施流程、蓝碳储量计算、碳交易等内容，提出运用自愿碳补偿机制吸引企业等多元主体参与蓝碳资源保护的可行路径。从国际上看，蓝色碳汇标准体系尚未建立，蓝色碳汇交易规则和市场还未形成，推动蓝碳标准体系建设动力不足。特别是，在未来蓝碳交易机制设计方面，关键指标是仅考虑固碳量，还是将其可计量的减缓和适应价值以及相关生态系统服务价值均纳入交易，需要形成共识。

国内探索和实践情况。一是蓝碳建设及其交易进入国家战略。中国碳市场是全球配额成交量第二大市场，加快建立蓝色碳汇标准体系、形成蓝色碳汇交易规则、建立蓝色碳汇交易机构，对主导国际蓝色碳汇发展走向有重要意义。近年来，一些改革文件对海洋碳汇作了规定，如2015年《关于加快推进生态文明建设的意见》提出“增加森林、草原、湿地、海洋碳汇等手段”；2015年《生态文明体制改革总体方案》明确要求“建立增加森林、草原、湿地、海洋碳汇的有效机制”；2017年《关于完善主体功能区战略和制度的若干意见》明确提出“探索建立蓝碳标准体系及交易机制”。2022年2月，自然资源部公示《海洋碳汇经济价值核算方法》及其编制说明，提供了我国蓝色碳汇经济价值核算的实施方案，包括具体实施步骤和要点，可解决蓝碳的量化和价值确定问题。二是开展国家蓝碳交易试点成为迫切需求。近年来，深圳、湛江、海口、三亚、厦门、威海等沿海城市探索和实践了蓝碳交易。2021年4月，威海市海洋发展局出台了全国首个蓝碳经济发展行动方案——《威海市蓝碳经济发展行动方案（2021—2025）》；同月，广东湛江红树林造林项目注册为我国首个符合核证碳标准和气候社区生物多样性标准的红树林碳汇项目，成为我国首个自主开发的蓝碳交易项目。2021年6月，深圳大鹏新区出台全国首个海洋碳汇核算指南；厦门市碳和排污权交易中心完成福建省首宗海洋碳汇交易——泉州洛阳江红树林生态修复项目。2023年9月26日，深圳市福田红树林自然保护区红树林保护碳汇以485元/吨拍卖，标志着全国首单红树林保护碳汇交易圆满完成，该笔成交价格也成为了全国碳汇市场的最高单价。研究表明，海洋碳汇能力约为200吨/平方千米，按照2022年初以来欧盟最高碳交易价格（687.7元/吨）计算，我国近海和远海蓝碳交易

市场规模体量可达 5344 亿元人民币，但蓝碳交易的国内市场尚处于初始阶段，有必要在全国统一的碳排放权交易市场下开展交易试点，统一全国蓝碳交易秩序。

国际上关于蓝碳核算的技术规范、评价标准、认证认可和市场机制尚未达成统一体系，我国对蓝碳生态资源的价值体现和价值认同也尚未达成共识，对可交易总量的控制和初始分配核算方法仍需进一步完善，蓝碳纳入碳市场交易的顶层设计较弱，体制机制尚未健全完善。国内外对红树林、盐沼、海草床等生态系统固碳量的研究大多仍属于观测实验类研究，具体运用到碳交易方面的可操作性较弱，研究方法的推广性和应用性不强，造成估算蓝碳生态系统碳储量和增汇量的方法不统一、本底数据缺失，难以准确计算蓝碳生态系统保护和修复的增汇量，限制了蓝碳交易项目的持续发展。

红树林作为独特的海陆边缘生态系统，其生物量的积累具有显著的本地化特征。现存的规范标准在评估范围和自然禀赋适宜性上存在一定局限性，无法满足深圳市城市红树林碳汇。因此，亟待开展能有效满足森林资源碳汇管理要求，符合深圳森林资源特色的标准编制。

四、主要条款说明

（一）标准的属性

本文件为深圳市地方标准。

（二）标准的适用范围

本文件规定了红树林碳计量的核算原则、调查方法、红树林生态系统碳计量和项目碳计量。

本文件适用于红树林碳计量工作。

（三）有关条款的说明

1. 规范性引用文件

给出了本文件规范性引用文件的情况。本文件主要引用了《海洋调查规范 第 8 部分：海洋地质地球物理调查》（GB/T 12763.8）、《林业碳汇项目审定和核证指南》（GB/T 41198）、《海洋碳汇核算方法》（HY/T 0349）、《红树林生态监测技术规程》（HY/T 081）、《林业碳汇计量监测术语》（LY/T 3253—2021）、《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 1 部分：总则》（T/CAOE 20.1）和《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 2 部分：海岸带生态系

统遥感识别与现状核查》(T/CAOE 20.2)中的相关内容。

2. 术语和定义

为了更好地理解和使用本文件,参照国内外相关标准、文献、工具书,给出了红树林、碳库、地上生物量、地下生物量、枯落物、枯死木等7个术语和定义。

3. 基本原则

在红树林碳储量碳汇核算过程中,应遵守完整性、一致性、准确性、保守性、针对性原则。

4. 调查方法

本章规定了红树林碳计量过程的调查范围、分层、调查内容及调查方式的要求。

a) 调查范围。根据调查目的和调查对象确定调查范围。红树林分布范围宜通过地图、海图、地形图、航空或卫星遥感影像以及文献、历史调查资料确定。对于缺乏资料的调查对象,应在实地踏勘和预调查的基础上确定边界。调查边界应精确绘制并标明经纬度。边界一旦确定,应避免轻易改变;改变不可避免时,应当详细记录。碳层的划分可结合遥感解译、无人机航拍、现场踏勘及其他调查资料进行。对于存在多种不同红树群落类型的项目,项目碳层应尽可能多地覆盖调查区内的所有主要红树群落类型。

b) 分层。描述所选方法学中按照预分层的程序进行分层的结果。为提高碳储量变化量计算的精度,并在一定精度要求下精简监测样地数量,应按照不同的分层因子将项目边界内的地块划分为不同的层次,包括项目设计阶段的碳层划分和项目实施阶段的碳层划分。

c) 调查内容。分别从红树植被、沉积物碳密度和凋落物碳密度三个方面给出了红树林生态系统碳储量调查内容。

d) 调查方式。规范了红树植被调查、沉积物碳密度、凋落物碳密度的调查方式及计算过程。

5. 红树林生态系统碳计量

本章规定了红树林生态系统碳储量核算、红树林生态系统碳汇量计量的计算方法。

a) 红树林生态系统碳储量核算。

总碳储量。红树林的总碳储量是检测区域内各碳库的碳储量之和。

林木生物质碳储量。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 CO_2 与 C 的分子量比（44/12）将碳含量（tC）转换为二氧化碳当量（ $\text{tCO}_2\text{-e}$ ）。

灌木生物质碳储量。第 t 年时，基线第 i 项目碳层灌木生物质的碳储量。

藤本生物质碳储量。采用样本收获法测定藤本样品的生物量，推算获得单位面积藤本的生物量数据。藤本的碳储量是其生物量与含碳率的乘积。

枯死木生物质碳储量。采用样本收获法测定枯死木样品的生物量，推算获得单位面积枯死木的生物量数据。枯死木的碳储量是其生物量与含碳率的乘积。

凋落物碳储量。计算调查样地中不同样方的凋落物碳密度平均值，将计算所得平均值乘以该调查样地的红树林面积，即为该调查样地的凋落物碳储量。

沉积物碳储量。计算调查样地中柱状样的碳密度，并计算同一样地中不同柱状样碳密度的平均值，将计算所得沉积物柱状样碳密度平均值乘以该样地的红树林面积，即为该调查范围内沉积物碳储量。

b) 红树林生态系统碳汇量计量。碳汇量的计量可根据数据可获取的情况依次选择库差法、损益法进行计算。

6. 项目碳计量

本章规定了项目碳计量核算方法。

a) 项目边界确定。红树林碳汇项目活动的“项目边界”可参照第五章 5.1 中调查范围，面积测定误差不超过 5%。在项目审定和核查时，项目参与方需提交地理信息系统（GIS）产出的项目边界的矢量图形文件。在项目审定时，项目参与方需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，项目参与方需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。

b) 项目碳汇调查。红树林碳汇项目活动的调查方法参照第五章调查方法。项目碳汇量的调查核算精度须达到 90% 可靠性水平下 90% 的精度要求。如果测定的精度低于该值，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录 E。

c) 额外性的论证。红树林碳汇项目是不以营利为目的的公益性行为。红树林易受极端气候事件和人为活动干扰，通常红树林植被种植和后期管护等活动成本高，不具备财务吸引力。符合本文件适用条件的项目，其额外性建议免于论证。

d) 碳汇量计算方法。项目碳汇量等于项目情景碳汇量减去基线情景碳汇量，再减去红树林活动引起的泄漏。

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、实施标准的措施建议

本文件发布实施后，可为深圳市红树林碳计量提供标准的评估核算方法，有助于指导和规范深圳市红树林碳汇交易及生态价值市场化，实现红树林生态系统具有公共物品属性的生态产品的经济价值。

本标准后续的实施拟通过开展标准的宣贯、培训、标准化试点、标准实施跟踪检查等方式持续推动。

八、其他需要说明的事项

无。

标准编制组

2024年3月