

ICS 65.040.40

CCS B 65

CSF

团 体 标 准

T/CSF—XXXX-2026

高速公路绿化碳汇监测与计量指南

Guidelines for Carbon Sink Monitoring and Measurement of
Expressway Greening

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中 国 林 学 会 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 监测2

5 计量4

6 质量控制6

7 成果编制6

附 录 A（资料性）常见树种生物量8

附 录 B（资料性）储量与碳汇量计算公式11

参 考 文 献16

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东高速基础设施建设有限公司提出。

本文件由中国林学会归口。

本文件起草单位：山东高速基础设施建设有限公司、交通运输部科学研究院、北京林业大学、山东高速董梁沈新高速公路有限公司、海南省交通投资集团有限公司、江西省交投养护科技集团有限公司、中国建设基础设施有限公司、吉林省吉高科技创新研究院有限公司、北京绿色交易所有限公司。

本文件主要起草人：高立勇、陆旭东、王清明、黄华国、胡晋茹、刘乐民、祝少纯、于强、常颖、牛腾、赵红、常发岗、黄元、夏建平、张启斌、侯伟、刘庆阳、姚建成、吴永红、李月祥、王福瑛、王永康、王岩、张永康、丁猛、王辉军、张定锋、鲁亚霜、申发义、刘培元、杨伟明、马雅利、郝建文、吴国敬、苏晓健、常浩、任亮、张建亮、王志文、蔡志强、吕振雷、丁占胜。

高速公路绿化碳汇监测与计量指南

1 范围

本文件提供了高速公路绿化碳汇监测、计量、质量控制及成果编制的技术要求。

本文件适用于新建、改扩建及运营期高速公路红线范围内植被和土壤碳汇量的监测与计量。

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。

GB/T 26424 森林资源规划设计调查技术规程

GB/T 38590 森林资源连续清查技术规程

LY/T 2252 碳汇造林技术规程

LY/T 2253 造林项目碳汇计量监测指南

CCER-14-001-V01 温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高速公路绿化 **expressway greening**

在高速公路用地红线范围内通过栽种植物改善环境的活动。指在高速公路两侧或中央带上进行植被种植，以形成绿化带，美化环境，改善空气质量，减少噪音污染，提供生态功能和碳汇服务。

3.2

中央分隔带绿化 **central median greening**

设于上下行车道之间中央分隔带内空地的绿化。

3.3

路侧绿化 **roadside greening**

公路整体式路基的路肩边缘至用地红线内，或分离式路基最外侧路肩边缘至用地红线内，除去边坡生态防护以外的带状绿化。

3.4

边坡绿化 **slope greening**

在路基挖方、填方边坡坡面栽植植被，实现固土护坡与生态修复的绿化工程。

3.5

碳汇 **carbon sink**

通过植被光合作用、土壤固存等方式吸收大气中的二氧化碳（CO₂），并将其固定在植被或土壤中，从而减少大气 CO₂浓度的过程、活动或机制。

[来源：LY/T 2252 碳汇造林技术规程，有修改]

3.6

碳库 **carbon pools**

碳库是生态系统中存储碳的部分，在核算陆地生态系统碳汇时，需考虑核算边界内生态系统不同碳库的碳储量变化。

[来源：CCER-14-001-V01 温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇，有修改]

3.7

碳储量 **carbon storage**

时空维度明确的存量表征指标，指特定时间点某碳库内碳元素的绝对存储量。

3.8

土壤有机碳 **soil organic carbon**

土壤有机碳为以有机质形式储存于土壤中的碳，包括碳水化合物、蛋白质、脂类等，其来源包括植物凋落物、根系分泌物、微生物残体等。

[来源：CCER-14-001-V01 温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇，有修改]

3.9

枯死木 **snag**

生长在原地、树干直立、已自然枯死但尚未倒伏的乔木植株，包含整株枯死树木及主干枯死的残存立木，纳入枯落物以外枯死木质碳库统计范围，样地调查需逐一检尺。

3.10

枯倒木 **down wood**

因自然衰败、风雨、养护作业等原因倒伏于地表的枯死树干、树枝，横卧于林地地表，归入枯死木质组分，与枯落物分开单独计量生物量与碳储量。

4 监测

4.1 监测对象

高速公路用地范围内的中央分隔绿化带、边坡绿化带、路侧绿化带以及附属设施区域绿地（互通立交、服务区、停车区等）植被生态系统，包括乔木、灌木、草本、枯死木（含枯倒木）、枯落物土壤。

4.2 监测方法

采用遥感变化监测与地面样地调查相结合的方法进行监测。

4.3 立地和植被类型划分

应结合高速公路特殊的人工生境特征，将路域划分为中央分隔带、路侧边坡、互通立交及附属服务区等典型空间分层。基于此空间分层，叠加沿线气候带、土壤类型及实际植被群落结构，完成监测区域的立地与植被类型划分，为后续典型抽样提供分层依据。

4.4 本底数据采集

采集高速公路沿线土壤普查资料、植被现状资料、用地边界矢量数据、绿化施工及养护作业施工图等基础资料，统一空间坐标系，整合各类空间与属性信息，编制路域绿化资源一张图，构建标准化本底数据库，作为样地布设、遥感解译、碳汇核算的基准依据。

4.5 遥感变化监测

采用卫星遥感与无人机遥感协同监测，联动地面本底数据，动态掌握路域绿化时空变化情况。

4.5.1 监测内容指标

以沿线绿化类型转变、各类绿地面积增减为核心监测指标，区分条带状、块状绿地变化特征。

4.5.2 卫星遥感监测

筛选合规卫星数据源，选用分辨率 $\leq 0.5\text{m}$ 的多时相卫星影像；依托本底矢量底图开展影像解译，对比不同时相影像，识别中央分隔带、边坡、互通、服务区绿地的地类更迭、面积变动、植被损毁或新增地块，完成变化图斑矢量化。

4.5.3 无人机摄影监测

采用无人机航拍作业，重点覆盖卫星遥感识别困难的狭长绿化带、陡坡边坡、零散小块绿地；可搭配多光谱、激光雷达设备采集植被冠层、长势数据，精细化校核绿地边界与植被分类结果，补充卫星遥感监测盲区。

4.6 样地调查

4.6.1 布设原则

执行典型抽样原则，样地布设方法参考 GB/T 38590 的相关规定；结合高速公路绿地条带状、块状差异化空间布局特点，以立地类型、植被群落类型、植被生长阶段作为分层依据划分抽样单元；

依托绿地分类成果，中央分隔带、路侧边坡等线性条带绿地，以及互通立交、服务区等面状块状绿地，均采用分层典型抽样实现典型布点，互通立交、服务区等面状块状绿地采用分层典型抽样，覆盖不同生境、植被干扰梯度，保障样地生态代表性，同时兼顾现场作业安全可达性。

4.6.2 样地设计

(1) 样地数量

按照立地分区、植被类型、植被生长龄期三个维度进行分组布设样地，划分单元涵盖中央分隔带、路侧边坡、互通立交、服务区四大立地，区分乔、灌、草单一或混生植被类型以及幼龄、成龄等生长阶段；每一个独立分类单元布设样地数量原则上不少于 5 个。

（2）大样地规格

乔木、成片灌木常规固定样地统一为正方形布设，标准面积约 1 亩；针对中央分隔带等宽度受限的狭长带状绿地，无法布设标准方形样地时，可沿道路走向布设长条状样地，但样地合计实测总面积不得小于 1 亩。各类绿地均按斑块大小或典型生境分层布控样地数量。

（3）嵌套小样方布设

乔木方形大样地内部沿对角线均匀布设 5 处 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 灌木小样方、5 处 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 草本小样方，同步完成多层植被调查；

无乔木覆盖的连片独立灌木群落，其常规固定样地面积标准同样约为 1 亩；内部按对角线或棋盘式均匀布设 5 处 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 灌木小样方。样地与周边乔木地块间距不小于 10m，避免植被交叉干扰；

无乔、灌木覆盖的纯草本区域统一布设 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 草本样方，采用棋盘式均匀排布，同一公里路段内草本样方布设数量不少于 3 个。

4.6.3 调查内容

（1）乔木层调查

对所有胸径 $>5.0\text{cm}$ 的活立木、枯立木、枯倒木进行每木检尺（含实测树高）。具体调查方法参考 CCER-14-001-V01，并同步执行 GB/T 26424。

（2）灌木层调查

调查样方内灌木种类、冠幅、平均高度。

（3）草本层调查

调查样方内全株收获草本样方中所有植物，称其鲜重（收获法）。

（4）枯落物调查

调查样方内枯落物的厚度、所有枯落物鲜重、枯落物样本鲜重和干重（收获法）。

（5）土壤调查

土壤取样方法按照第三次全国土壤普查操作规程执行，测定指标包含土壤容重、土壤有机碳（含碳率）。于样地中心点及四角布设 5 个取样点位分层采样，划分 0 ~ 20cm、20 ~ 40cm、40 ~ 60cm 三个土层，各土层分别采集环刀试样；同层位混合土样采用四分法缩分制备待测样品。每 10 年进行 1 次全项检测，期间 5 年检测采用近红外光谱快速分析法复核。

4.7 监测周期

高速公路运营满 1 年后开展首次现场监测，植被指标监测周期为 5 年，每期监测必须开展固定样地原位复位调查，要求样地复位率 100%、样木复位率 $\geq 98\%$ ；土壤常规抽样复核周期同步按 5 年执行，土壤全项指标普查周期为 5 ~ 10 年。配合逐年遥感动态跟踪，通过周期性复位复测，连续掌握植被与土壤碳库逐年变化规律。

5 计量

5.1 生物量计算

依据样地实测数据与遥感提取面积，对乔木、灌木、草本等植被层级开展分层生物量计算。具体计算过程及公式详见附录B。

5.2 碳储量计算

科学核算不同时期的碳储量，是动态计量高速公路植被碳汇量的前提。高速公路沿线植被在特定时间节点的总碳储量，是监测区域内各碳库的碳储量之和，计算见式（1）：

$$C_{\text{总}} = C_{\text{乔}} + C_{\text{灌}} + C_{\text{草}} + C_{\text{枯死木}} + C_{\text{枯落物}} + C_{\text{土壤}} \quad (1)$$

式中：

$C_{\text{总}}$ ——总碳储量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{乔}}$ ——乔木层碳储量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{灌}}$ ——灌木层碳储量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{草}}$ ——草本层碳储量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{枯死木}}$ ——枯死木碳储量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{枯落物}}$ ——枯落物碳储量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{土壤}}$ ——土壤碳储量，单位为吨碳（tC）。

5.2.1 乔木层

（1）乔木层总碳储量

高速公路植被乔木层总碳储量为乔木层各树种地上与地下碳储量之和，计算见附录B式（B.1）。

（2）乔木层地上碳储量

高速公路植被乔木层地上碳储量为监测区域内所有绿地类型乔木层地上碳储量之和，乔木层地上碳储量为乔木层地上生物量与含碳率的乘积。计算见附录B式（B.2）和式（B.3）。

（3）乔木层地下碳储量

高速公路植被乔木层地下碳储量是高速公路监测区域内所有绿地类型乔木层地下碳储量之和。乔木层地下碳储量为乔木层地下生物量与含碳率的乘积，计算式见附录B式（B.4）和式（B.5）。

5.2.2 灌木层

高速公路植被灌木层碳储量采用样本收获法，推算获取单位面积灌木层生物量数据。高速公路植被灌木层生物量是高速公路监测范围内所有绿地灌木层生物量之和（包含地下部分生物量），灌木层的碳储量为灌木层生物量与含碳率的乘积。计算见附录B式（B.6）。

5.2.3 草本层

高速公路植被草本层生物量采用样本收获法测定，推算获取草本层单位面积生物量数据。区域草本层生物量是监测区域内所有绿地类型草本层生物量之和，草本层的碳储量为草本层生物量与含碳率的乘积。计算见附录B式（B.7）。

5.2.4 枯落物碳储量

采用样本收获法测定枯落物样品的生物量，推算获得单位面积枯落物层的生物量数据。区域枯落物层生物量是监测区域内所有绿地类型枯落物层生物量之和，枯落物的碳储量是其生物量与含碳率的乘积。计算见附录B式（B.8）。

5.2.5 土壤有机碳储量

高速公路沿线监测范围内的土壤有机碳储量，计算见附录B式（B.9）。

5.2.6 枯死木碳储量

对调查样地内的枯死木（含枯倒木），参照同树种活立木（乔木）的生物量推算方法获取初始生物量，并在测算时根据其腐朽降解程度引入生物量折损系数，再乘以对应树种含碳率获取枯死木碳储量。

5.3 碳汇量计算

高速公路监测范围内，碳汇/源测算采用库差法，计算见附录 B 式（B.10）。

6 质量控制

6.1 监测精度要求

乔木层每木检尺、灌木层株数/盖度调查、草本层收获称重等核心数据，采用双人独立观测与交叉复核模式。每样地选取 20%观测单元进行重复测量，数据差异 15%时需重新调查。具体参考 CCER-14-001-V01 指标方法。

6.2 计量精度要求

（1）计量过程涉及各类特殊系数、校正系数参照 CCER-14-001-V01。

（2）乔木测算所需 BEF、SVD、根冠比等特殊参数优先采用现场实测值，条带状绿地植被核算必须引入环境胁迫校正系数 K_s ，根据干扰等级取值，高干扰中央分隔带取 0.85、低干扰边坡绿地取 0.95。

（3）灌木、草本、枯落物含碳率系数优先实测，缺少实测条件时采用指南缺省值。

（4）草本生物量可借助 NDVI 修正系数开展数据校准，全部系数取值归档留存，降低路域特殊立地、人为管护造成的计量误差，保障碳储量、碳汇量测算精度。

7 成果编制

7.1 路域绿化现状分析

7.1.1 高速沿线绿地空间现状

梳理项目全线中央分隔带、路侧边坡、互通立交、服务区等用地范围内绿地资源，分类统计条带状、块状绿地空间分布范围、占地面积；逐一汇总区域植被组成、乔灌木配置类型，结合立地土壤条件、区域气候、路基环境完成现状分类梳理，依托前期基底矢量图形成绿地空间台账。

7.1.2 各样地布设概况与外业监测实施情况

列明全路段样地分层典型抽样布设方案、样地数量与空间点位分布，说明卫星遥感、无人机航测、地面固定样地复位调查的开展时段；详述乔木每木检尺、灌木样方收获、枯落物采集、土壤分层取样等外业作业实施流程，标注监测周期执行落实情况。

7.2 碳库动态变化分析

7.2.1 各植被层、土壤碳储量核算结果与年度变化统计表

按照乔木、灌木、草本、枯死木（含枯倒木）、枯落物、土壤六大碳库分类汇总碳储量测算数据，结合库差法核算监测周期碳汇量，编制分绿地类型、分区域碳储量明细台账与年度变化统计表；标注生物量参数、含碳率、胁迫校正系数等计量参数选用依据。

7.2.2 全路段碳汇增减变化规律及受养护、尾气胁迫影响分析

结合条带状绿地 K_s 胁迫修正系数核算结果，对比块状、条带绿地碳汇差异；分析修剪频次、水肥浇灌等人工管护措施、机动车尾气污染、边坡水土流失等因素对植被生物量积累与土壤有机碳储量的扰动规律，阐明碳汇增减驱动因素。

7.3 成果应用与质量汇总

7.3.1 全过程质量控制归档材料整理

归集仪器设备检定记录、调查人员考核资料、现场双人复核记录、10%样地抽查复测资料、第三方阶段性质量验收材料，按照 CCER-14-001-V01 计量质控要求统一分类归档。

7.3.2 监测异常数据成因说明与修正备注

针对植被长势异常、土壤指标突变、遥感解译偏差等异常监测数据，排查极端天气、施工扰动、取样误差等诱因，详细记录数据修正方法、系数调整依据，形成专项说明文档。

附 录 A
(资 料 性)
常见树种生物量

A.1 常见树种生物量计算参数

常见树种生物量计算参数详见表 A.1。

表 A.1 常见树种生物量计算参数表

序号	树种名称	含碳率	根冠比	木材基本密度 SVD (t/m ³)	生物量扩展系数 BEF
1	红松	0.495	0.250	0.450	1.420
2	落叶松	0.502	0.230	0.420	1.410
3	樟子松	0.482	0.280	0.493	1.551
4	杉木	0.498	0.251	0.360	1.589
5	马尾松	0.511	0.206	0.424	1.631
6	柏木	0.488	0.220	0.478	1.732
7	云杉	0.475	0.260	0.460	1.620
8	冷杉	0.500	0.290	0.550	1.490
9	栎树	0.485	0.275	0.560	1.520
10	桦树	0.478	0.190	0.580	1.410
11	杨树	0.468	0.261	0.598	1.674
12	柳树	0.497	0.261	0.598	1.674
13	榆树	0.476	0.227	0.378	1.446
14	刺槐	0.485	0.288	0.443	1.821
15	泡桐	0.445	0.220	0.420	1.710
16	楝树	0.485	0.289	0.443	1.586
17	臭椿	0.478	0.289	0.443	1.586
18	木荷	0.510	0.267	0.405	1.587
19	枫香	0.490	0.262	0.482	1.514
20	桉树	0.498	0.248	0.486	1.656
21	硬阔类	0.475	0.320	0.500	1.551
22	软阔类	0.482	0.350	0.530	1.684
23	针阔混交	0.487	2.720	0.490	1.463
24	阔叶混交	0.480	0.291	0.520	1.575

注：表中未列明的树种，如需较精准的计算其生物量，请参考《LY/T 2253 造林项目碳汇计量监测指南》附录中列明的参数进行计算。

A.2 基于 CCER 方法学的乔木异速生长方程及参数

当采用一元立木生物量模型推算乔木地上生物量时，可参照《CCER-14-001-V01 温室气体自愿减排项目方法学造林碳汇》提供的异速生长方程，计算见式：

$$W = a \cdot D^b \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

W — 乔木地上部分干物质生物量（kg）；

D — 乔木胸径（cm）；

a ， b — 特定树种的模型参数（见表 A.2）。

表 A.2 常见乔木树种异速生长方程模型参数表

树种/树种组	参数 a	参数 b
针叶树种组	0.0894	2.4045
阔叶树种组	0.1193	2.3938
杨树	0.0526	2.6105
杉木	0.0573	2.5298
桉树	0.0528	2.5028

注：在核算时，若所查树种不在 CCER 方法学具体列出的树种名录内，可依据其植物学属性归入“针叶树种组”或“阔叶树种组”采用通用参数组进行估算。

A.3 常见高速公路绿化灌木及地被植物参数

常见高速公路绿化灌木及地被植物参数详见表 A.3。

A.3 常见高速公路绿化灌木及地被植物参数参考表

序号	植被类型	常见品种	含碳率参考值	推荐生物量估算模型 / 方法	备注
1	常绿灌木	红叶石楠	0.45 - 0.48	体积模型 ($V = S \times H$)	中央分隔带常用, 建议按绿篱体积推算
2	常绿灌木	大叶黄杨	0.45 - 0.47	体积模型 / 样方收获法	
3	常绿灌木	塔柏	0.48 - 0.50	异速生长方程 ($W = aD^b$)	互通区常用
4	落叶灌木	紫穗槐	0.46	样方收获法	边坡防护常用
5	地被植物	麦冬 / 三叶草	0.35 - 0.40	样方收获法	建议直接实测

注：高速公路中央分隔带、互通区及路侧常用绿化灌木多受人工修剪干预，形态与自然生长灌木差异显著。

其中含碳率仅为参考缺省值。由于绿化灌木受修剪高度、施肥及气候影响巨大，实际生物量模型参数建议优先采用项目所在地的实测数据或地方标准。

A.4 灌木参数缺失时的测定与选取原则

当附录 A.1 及 A.3 未包含监测对象树种，或因修剪导致现有乔木模型不适用时，应严格遵循以下原则获取参数：

a) 优先查阅同气候带、同立地条件下的科研文献或行业标准，选取针对“城市绿地”或“受修剪灌木”建立的异速生长方程。对于规则修剪的绿篱，宜优先选用基于体积（冠幅面积×高度）的生物量模型。不应直接套用同种乔木的胸径模型估算高度不足 1.0m 的灌木球或绿篱生物量。

b) 若缺乏有效文献支持，按照本文件 4.6.3 节规定的方法进行现场取样测定。在代表性路段设置不小于 1m × 1m 的临时样方，将样方内的灌木地上部分全部剪伐收集。现场称量鲜重，并抽取样品带回实验室烘干测定含水率，推算单位面积/单位长度的干物质生物量。对于大型项目，通过不少于 30 株的样本收获数据，构建本地化的灌木生物量估算模型。

附录 B

(资料性)

储存量与碳汇量计算公式

B.1 乔木层

(1) 乔木层总碳储量

$$C_{\text{乔}} = C_{\text{乔地上}} + C_{\text{乔地下}} \quad \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

式中:

 $C_{\text{乔}}$ ——乔木层碳储量,单位为吨碳(tC); $C_{\text{乔地上}}$ ——乔木层地上碳储量,单位为吨碳(tC); $C_{\text{乔地下}}$ ——乔木层地下碳储量,单位为吨碳(tC)。

(2) 乔木层地上碳储量

$$C_{\text{乔地上}} = \sum_{i=1}^m [\sum_{j=1}^n B_{\text{地上}ij} \times CF_j \times A_i] \quad \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

式中:

 $C_{\text{乔地上}}$ ——乔木层地上碳储量,单位为吨碳(tC); m ——绿地类型数; n ——乔木种数; $B_{\text{地上}ij}$ ——第*i*绿地类型第*j*树种单位面积地上生物量,单位为吨每公顷(t/hm²); CF_j ——*j*树种的含碳率,不同树种的含碳率,无量纲,可通过实测获得,也可参考附录A。 $B_{\text{地上}ij}$ 可通过生物量扩展因子法获取,计算见式(B.3):

$$B_{\text{地上}ij} = V_{ij} \times BEF_{ij} \times SVD_{ij} \quad \dots\dots\dots (\text{B.3})$$

式中:

 V_{ij} ——第*i*绿地类型第*j*树种单位面积蓄积量,测算方法参见GB/T 38590,单位为立方米每公顷(m³/hm²); BEF_{ij} ——第*i*绿地类型第*j*树种的生物量扩展因子; SVD_{ij} ——第*i*绿地类型第*j*树种的基本木材密度,单位为吨每公顷(t/hm²)。

在选择BEF和SVD时,应首先考虑当地的实测参数,其次可参考最新国家水平的参考值,见附录A。

(3) 乔木层地下碳储量

$$C_{\text{乔地下}} = \sum_{i=1}^n B_{\text{地下}i} \times CF_i \times A_i \quad \dots\dots\dots (\text{B.4})$$

式中:

 n ——绿地类型数; $B_{\text{地下}i}$ ——第*i*绿地类型单位面积地下生物量,单位为吨每公顷(t/hm²); CF_i ——第*i*绿地类型的含碳率,无量纲; A_i ——第*i*绿地类型面积,单位为公顷(hm²)。

$B_{\text{地下}}$ 通常采用地下生物量与地上生物量的比值作近似计算，见式（B.5）：

$$B_{地下i} = B_{地上i} \times R_i \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：

R_i ——第*i*绿地类型的地下与地上生物量比值，无量纲，参见附录A。

B.2 灌木层

$$C_{灌} = \sum_{i=1}^n A_i \times B_{灌i} \times CF_{灌} \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

式中：

$B_{灌i}$ ——第*i*绿地类型灌木层单位面积生物量的平均值，单位为吨（t）；

$CF_{灌}$ ——灌木层含碳率（%），缺省值为46.72%，也可通过实测获得。

此法亦适用于公路灌木绿地， $B_{灌i}$ 应首先考虑当地的实测参数。

B.3 草本层

$$C_{草} = \sum_{i=1}^n A_i \times B_{草i} \times CF_{草} \quad \dots\dots\dots (B.7)$$

式中：

$B_{草i}$ ——第*i*绿地类型草本层单位面积生物量的平均值，单位为吨（t）；

$CF_{草}$ ——草本层含碳率，%，缺省值为32.70%，也可通过实测获得。

此法亦适用于公路草坪及地被， $B_{草i}$ 应首先考虑当地的实测参数。

B.4 枯落物碳储量

$$C_{枯落物} = \sum_{i=1}^n A_i \times B_{枯落物i} \times CF_{枯落物} \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

式中：

$B_{枯落物i}$ ——第*i*绿地类型枯落物层单位面积生物量的平均值，单位为吨（t）；

$CF_{枯落物}$ ——枯落物层含碳率，%，通过实测获得；

$B_{枯落物i}$ ——考虑实测参数。

备注：对于定期清理枯落物的高速公路路段，若无明确去向证明其固碳，应在计算碳汇量时将清理部分视为碳损失，或在计算期内将枯落物碳库变化量设为0以简化计算。

B.5 土壤有机碳储量

$$SOC_{碳储} = SOC \times \rho \times h \times 0.1 \quad \dots\dots\dots (B.9)$$

式中：

$SOC_{碳储}$ ——单位面积土壤有机碳储量（tC/hm²）；

SOC ——土壤有机碳含量（g/kg）；

ρ ——土壤容重（g/cm³）；

h ——土层厚度（cm）；

系数 0.1——单位转换因子。

T/CSF XXXX-2026

B.6 碳汇量计算

$$\Delta C_{t_1-t_2} = C_{t_2} - C_{t_1} \quad \dots\dots\dots (B.10)$$

式中：

$\Delta C_{t_1-t_2}$ ——时间段 t_1 至 t_2 内产生的新增碳汇量，单位为吨碳（tC）；

C_{t_1} ——监测期初（如基线期）的碳库总储量，单位为吨碳（tC）；

C_{t_2} ——监测期末的碳库总储量，单位为吨碳（tC）。

注：当 $\Delta C_{t_1-t_2} > 0$ 时，该时段内高速公路植被表现为净碳汇；本指南所指碳汇计量即为对该增量的动态观测。

参 考 文 献

- [1] DB11/T 2468 城市绿地碳汇计量监测技术规范
- [2] MCHALE M R, BURKE I C, LEFSKY M A, et al. Urban forest biomass estimates: Is it important to use allometric relationships developed specifically for urban trees? [J]. Urban Ecosystems, 2009, 12(1): 95-113.
- [3] NOWAK D J, STEVENS J C, SISINNI S M, et al. Effects of urban tree management and species selection on atmospheric carbon dioxide [J]. Journal of Arboriculture, 2002, 28(3): 113-122.
-