

# DB4403

## 深圳市地方标准

DB4403/T XXX—XXXX

### 城市绿地碳汇计量监测技术规程

Technical regulations of carbon sink accounting and monitoring for  
urban green space

(送审稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

深圳市市场监督管理局

发布



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 计量监测对象和内容 .....	4
5 计量监测流程调查步骤 .....	4
6 城市绿地类型及调查样地类型界定 .....	5
7 群落结构调查 .....	7
8 植被结构遥感解译 .....	9
9 碳储量调查 .....	11
10 计量方法 .....	14
11 监测要求 .....	19
附录 A（资料性） 城市绿地碳汇样地调查记录表 .....	20
附录 B（资料性） 深圳市城市绿地常见树种单木生物量异速生长方程 .....	26
附录 C（资料性） 深圳市主要软阔叶树种和硬阔叶树种名录 .....	33
附录 D（资料性） 深圳市城市绿地常见树种含碳率 .....	37
附录 E（资料性） 深圳市城市绿地灌木生物量异速生长方程 .....	40

## 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。

本标准由深圳市城市管理和综合执法局提出并归口。

本标准起草单位：深圳市仙湖植物园（深圳市园林研究中心）、北京大学深圳研究院、深圳坤元生态科技有限公司、深圳城市职业学院（深圳技师学院）、深圳市国艺园林建设有限公司。

本标准主要起草人员：史正军、罗栋、罗珈柠、曾伟、栾博、陈晓熹、邓惠娟、樊波、包江桥、伍佳、李珊、雷江丽、张杰、陈浩、傅卫民、许建新、孙延军、唐婧文、李国婉、吴耀珊、周文君、袁峰均、谢诗琪、袁丽丽、陈小云、杨锡涛、徐漫莉、林培繁、陈永翀、袁玲、何海燕、张小凤、王雨佳、刘玉纯、王海燕、董志强、罗越。

# 城市绿地碳汇计量监测技术规程

## 1 范围

本标准规定了遥感解译结合样地清查法进行城市绿地碳储量、碳汇量计量监测的技术方法和要求。本标准适用于深圳市范围内（含深汕特别合作区）城市绿地生态系统碳储量和碳汇量监测工作。

## 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 15968 遥感影像平面图制作规范
- GB/T 33027 森林生态系统长期定位观测方法
- CJJ/T 85 城市绿地分类标准
- CJ/T 340 绿化种植土壤
- DB4403/T 495 红树林碳储量调查和碳汇核算指南
- DB4403/T 348 城市碳汇遥感评价技术规范
- LY/T 3196 竹林碳计量规程
- LY/T 2250 森林土壤调查技术规程
- LY/T 1215 森林土壤水分-物理性质的测定
- LY/T 1237 森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 城市绿地 urban green space

城市中以植被为主要形态，并对生态、游憩、景观、防护具有积极作用的各类绿地的总称，包括城市建设用地内的各类绿地和城市建设用地外的区域绿地两部分。

注：城市建设用地内 各类绿地包括：公园绿地、广场用地、附属绿地、防护绿地。

[来源：GB/T 51346-2019, 2.0.1; CJJ/T 85—2017, 2.0.1; 有修改]

### 3.2

#### 区域绿地 regional green space

城市建设用地之外，具有生态系统及自然文化资源保护、休闲游憩、安全防护隔离、园林苗木生产等功能的各类绿地。

[来源：GB/T 51346—2019, 2.0.2]

### 3.3

#### 植物群落结构 Plant Community Structure

植被结构是指植被在空间上的整体配置，包括垂直和水平两个维度。它综合了植被的垂直分层和水平分布特征。

### 3.4

#### 城市绿地碳库 carbon pool for urban green space

城市绿地生态系统碳循环过程中，储存碳的植物体和土壤，包括地上生物量、地下生物量、枯落物、枯死木和土壤有机质。

### 3.5

#### 城市绿地碳汇 carbon sink

城市绿地通过植物的光合作用，吸收和储存大气中的二氧化碳（CO<sub>2</sub>），从而减少大气中的 CO<sub>2</sub> 浓度的过程、活动或机制。

### 3.6

#### 地上生物量 above-ground biomass

土壤层以上以干重表示的所有活生物量，包括干、桩、枝、皮、种子和叶。

[来源：LY/T2988—2018，3.4；有修改]

### 3.7

#### 地下生物量 below-ground biomass

所有活根生物量。由于活细根（直径≤2 mm）通常很难从土壤有机成分或枯落物中区分出来，因此通常不纳入该部分。

[来源：LY/T2988—2018，3.5；有修改]

### 3.8

#### 枯落物 dead organic matter for litter

矿质土层或有机土壤以上、直径≤5 cm 或其它规定直径的、处于不同分解状态的所有死生物量，包括枯落物、腐殖质以及经验上不能从地下生物量中区分出来的直径≤2 mm 的活细根。

[来源：LY/T2988—2018，3.6；有修改]

### 3.9

#### 含碳率 carbon fraction

每克干物质的碳含量。

### 3.10

#### 碳储量 carbon stocks

在特定时间内，保留在某个库中碳的数量。

### 3.11

#### 土壤有机碳 soil organic carbon

一定深度（通常为 1 m）内土壤矿质土和有机土（包括泥炭土）中的有机碳储量。

[来源：LY/T2988—2018，3.8；有修改]

## 4 计量监测对象和内容

### 4.1 计量监测对象

城市绿地植物群落的各类碳库，主要包括地上生物量、地下生物量、枯死木、枯落物和土壤有机质等。

### 4.2 计量监测内容

现有调查数据的获取、抽样调查、生物量调查因子的测定、相关计量方程的选择与拟合、碳库储量及其变化的估算、不确定性分析、成果提交等。

### 4.3 计量监测尺度

#### 4.3.1 区域级

包括市级、区级及以下行政区域、重要园林绿化单位的城市绿地碳储量和碳汇计量监测。

#### 4.3.2 项目级

包括各类建设养护项目的城市绿地碳储量和碳汇计量监测。

## 5 计量监测流程调查步骤

城市绿地碳汇计量监测工作步骤见图 1。

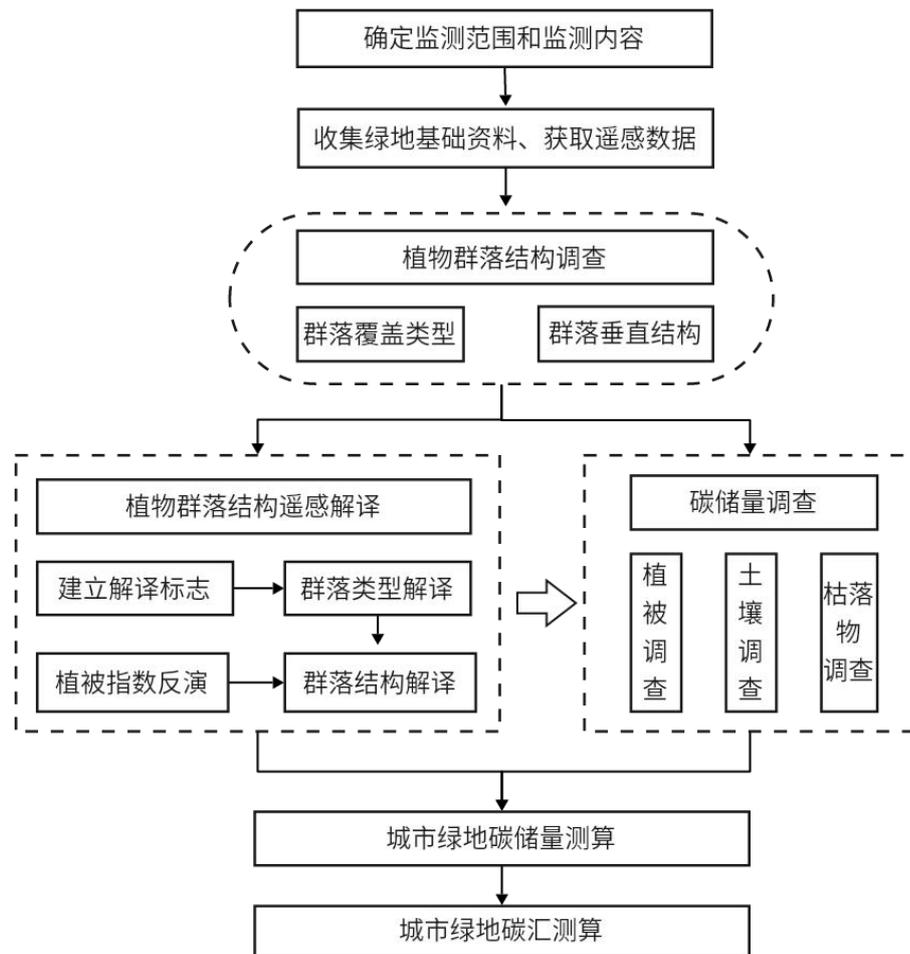


图1 城市绿地碳汇计量监测工作流程

## 6 城市绿地类型及调查样地类型界定

### 6.1 绿地类型基本分类

根据 CJJ/T 85，城市绿地分为公园绿地（G1）、防护绿地（G2）、广场用地（G3）、附属绿地（XG）、区域绿地（EG）共五大类，细化分类见 CJJ/T 85 中表 2.0.4-1 和表 2.0.4-2。调查区域绿地所属类型应根据相关规划管理文件。

### 6.2 植物生长型分类

乔木：胸高直径（距离树干基部 1.3 m 处的直径）大于或等于 5 cm（DBH $\geq$ 5 cm）作为乔木。

灌木：胸径 $<$ 5 cm 且树高 $>$ 50 cm 的乔木幼苗幼树以及没有明显主干的灌木。

草本：所有草本植物、高度 $<$ 50 cm 的乔木幼苗和灌木幼苗。

### 6.3 植物群落结构类型

#### （1）城市植物群落类型

根据植物的群落组成，城市绿地可分为乔木群落、灌木群落、草本地被群落、竹林群落、红树林群落 5 种类型。本标准主要针对竹林群落和红树林群落以外的群落的碳汇监测，竹林碳汇监测参考 LY/T3196，红树林碳汇监测参考 DB4403/T 495。

#### （2）城市植物群落覆盖类型

根据植物覆盖情况，城市绿地可划分为 12 个群落覆盖类型，见表 1。

表 1 城市植物群落覆盖类型划分表

植物群落类型	植物群落覆盖类型
乔木群落	密林（郁闭度 $\geq 70\%$ ） 疏林（ $70\% >$ 郁闭度 $\geq 40\%$ ） 稀树（ $40\% >$ 郁闭度 $\geq 20\%$ ） 孤植树（郁闭度 $< 20\%$ ）
灌木群落	密灌丛（盖度 $\geq 70\%$ ） 疏灌丛（ $70\% >$ 盖度 $\geq 40\%$ ） 稀灌丛（ $40\% >$ 盖度 $\geq 20\%$ ） 单灌丛（盖度 $< 20\%$ ）
草本地被群落	密地被（盖度 $\geq 70\%$ ） 疏地被（ $70\% >$ 盖度 $\geq 40\%$ ） 稀地被（ $40\% >$ 盖度 $\geq 20\%$ ） 散生地被（盖度 $< 20\%$ ）

## (3) 城市植物群落垂直结构

根据植物在垂直方向上的层次性结构，城市绿地可划分为 7 种群落垂直结构类型，见表 2。

表 2 城市植物群落垂直结构划分表

植物群落类型	植物群落垂直结构
乔木群落	乔灌草 乔灌 乔草 乔木
灌木群落	灌草 灌木
草本地被群落	地被

## (4) 城市植物群落结构

对绿地的植物群落覆盖类型和植物群落垂直结构进行组合，共获得 28 种植物群落结构，见表 3。

表 3 城市植物群落结构划分表

植物群落覆盖类型	植物群落垂直结构	植物群落结构
密林	乔灌草	密林-乔灌草
	乔灌	密林-乔灌
	乔草	密林-乔草
	乔木	密林-乔木
疏林	乔灌草	疏林-乔灌草
	乔灌	疏林-乔灌
	乔草	疏林-乔草
	乔木	疏林-乔木
稀树	乔灌草	稀树-乔灌草
	乔灌	稀树-乔灌
	乔草	稀树-乔草
	乔木	稀树-乔木
孤植树	乔灌草	孤植树-乔灌草
	乔灌	孤植树-乔灌
	乔草	孤植树-乔草
	乔木	孤植树-乔木

表 3 城市植物群落结构划分表（续）

植物群落覆盖类型	植物群落垂直结构	植物群落结构
密灌丛	灌草	密灌丛-灌草
	单灌	密灌丛-单灌
疏灌丛	灌草	疏灌丛-灌草
	单灌	疏灌丛-单灌
稀灌丛	灌草	稀灌丛-灌草
	单灌	稀灌丛-单灌
单灌丛	灌草	单灌丛-灌草
	单灌	单灌丛-单灌
密地被	—	密地被
疏地被	—	疏地被
稀地被	—	稀地被
散生地被	—	散生地被

## 6.4 调查样地分类

### 6.4.1 群落结构样地

群落结构样地主要调查相应地块内不同植物群落结构类型面积比例，进而推算研究区内城市绿地不同植物群落覆盖类型结构和垂直结构比例情况，为样地清查法提供各群落结构类型比例和面积数据。

### 6.4.2 生物量样地

生物量样地为植物群落结构相对均匀的样地，主要调查相应地块内与植物生物量相关的数据，为测算样地碳储量提供基础。

## 7 群落结构调查

### 7.1 群落结构调查内容

群落结构调查内容包括植物群落覆盖类型和植物群落垂直结构。植物群落覆盖类型共 12 种，见表 1；植物群落垂直结构共 7 种，见表 2。

### 7.2 群落结构样地布设方法

#### 7.2.1 群落结构样地位置选择

—采用地理信息软件对调查区域进行网格划分，根据研究范围大小，网格边长可定为 100 m-1000 m 之间。

—将网格与调查区域内绿地类型、行政区边界（如研究区为区级或以上）进行叠加。

—根据每种绿地类型样地数量要求，利用地理信息软件在每个网格内生成 1 个或多个随机点作为该绿地类型样地的中心点。

—将样地中心点与遥感影像叠加，按照各绿地类型样地大小要求，划定各类型的样地边界。样地内绿地覆盖面积应不少于 70%，如达不到绿地覆盖要求，则应在网格内重新选点。

#### 7.2.2 群落结构样地数量

—根据调查区域内 5 类绿地类型的比例确定群落结构样地数量。样地数量由公式 7.1 确定：

$$n_{\text{群落}_i} = \frac{A_i \times P_{\text{绿地类型}}}{A_{\text{样地}}} \dots\dots\dots (7.1)$$

式中：

$n_{\text{群落}_i}$ ——第 i 类绿地类型的群落结构样地数量，绿地类型参照 6.1，无量纲；

$A_i$ ——某类绿地类型面积,单位为平方米 ( $m^2$ );

$P_{\text{绿地类型}}$ ——绿地类型抽样面积比例,根据监测项目实际要求确定,一般建议市级城市绿地监测项目比例为 0.1%-1%之间,行政区域城市绿地监测项目比例为 1%-5%之间,区级以下项目城市绿地监测项目比例为 5%-10%之间;

$A_{\text{样地}}$ ——标准样地的大小,单位为平方米 ( $m^2$ )。

—此外,不同监测尺度项目的样地数量还应满足以下要求:

- 1) 进行市级城市绿地碳汇调查的绿地类型,每种绿地类型群落结构样地数量应不小于 30 个;
- 2) 进行行政区域城市绿地碳汇调查的绿地类型,每种绿地类型群落结构样地数量应不小于 20 个;
- 3) 进行区级以下、重要园林绿化单位及项目级城市绿地调查的绿地类型,每种绿地类型群落结构样地应不小于 10 个。

—群落结构样地的布点除保证各绿地类型数量外,还应综合考虑各行政区子区域各绿地类型的比例。

### 7.2.3 群落结构样地大小

—道路附属绿地以样地中心点所在位置分别向两侧各延伸 25 m 作为样地长度,以道路两侧绿化带植被覆盖范围作为样地宽度,两侧绿地应分别记录。如道路中间包含中分带,应单独记录。

—道路附属绿地以外的其他绿地标准样地规格为 25 m\*25 m。对于面积达不到要求的,选取规格为 10 m\*10 m 的四块样地进行单独调查及计算,在样地数量上等同于一块标准样地。

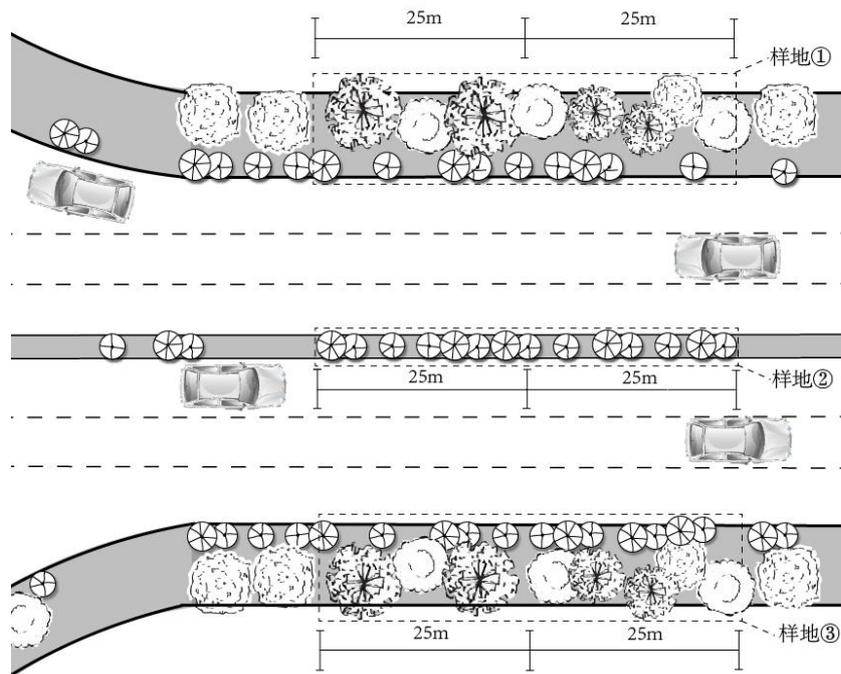


图 2 道路附属绿地样地示意图

## 7.3 群落结构样地调查

### 7.3.1 样地位置

—采用 GPS 记录样地中心点位置经纬度以及样地边界轨迹。

—如样地内包含多种植物群落结构类型,应划分子样地,并采用 GPS 记录子样地的边界轨迹。

—如样地内有建筑物、道路无植物覆盖区域,应用 GPS 记录边界轨迹。

—在记录表中绘制样地示意图,并描绘不同植被类型以及无植物覆盖区的边界线。样地示意图的绘制样例见附录 A 表 A.1。

### 7.3.2 样地调查

记录各项调查数据，调查表格可参照附录 A 表 A.1，包括样地示意图、样地编号、地理位置、样地面积、坡度、坡向、植物群落覆盖结构、植物群落垂直结构、植物群落结构、林龄、优势种、乔灌木的平均覆盖度和平均高度信息；如样地内包含多种植物群落结构类型，应划分子样地，并分别记录子样地的数据。

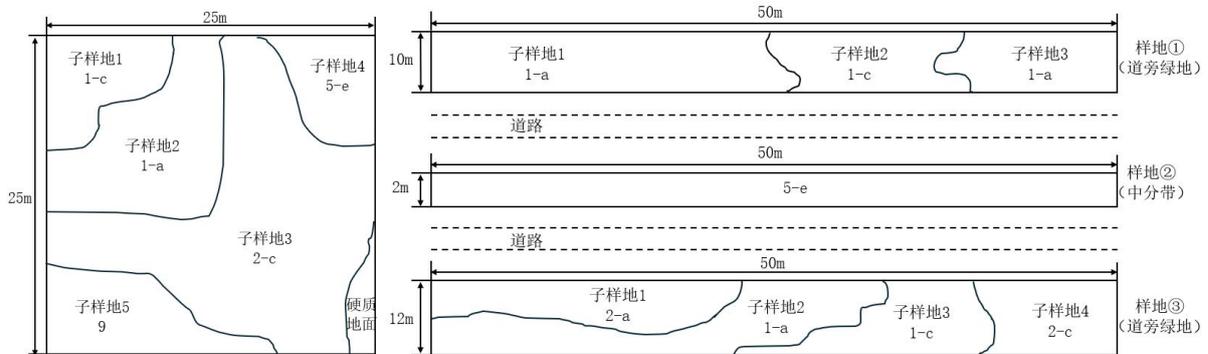


图3 样地示意图范例（左：标准样地，右：道路附属绿地样地）

### 7.3.3 影像资料

拍摄样地整体的俯视角度及平视角度照片，并拍摄样地优势植物特写照片，照片应清晰展现植冠特征。

### 7.4 群落结构样地数据统计

根据调查结果，统计群落结构样地各项数据，具体包括：1) 水平结构组成：12类植物群落覆盖类型分别占调查总植被面积的比例；2) 垂直结构组成：各类植物群落覆盖类型中的植物群落垂直结构比例；3) 林龄组成：不同林龄乔木占调查乔木总面积的比例。

## 8 植被结构遥感解译

### 8.1 遥感影像选取

数据源应符合如下要求：1) 应选用空间分辨率不低于1米的高分辨率遥感影像或多光谱无人机影像；2) 根据 DB4403/T 348，所使用的遥感数据应包含红波段与近红外波段，可利用算法反演得到地表植被分布；3) 应尽可能获取成像时间一致或接近的影像，并且要求影像层次丰富、纹理清晰、色调均匀、光谱信息完整；4) 根据 GB/T 15968，影像中云层覆盖应少于5%，且不能覆盖重要地物，分散的云层其总和不应超过15%；5) 遥感数据覆盖范围必需保证工作地区遥感图像数据的完整性，一般应略大于实际工作区；6) 数据不存在条带、斑点噪声、行丢失等现象；7) 相邻影像之间应有4%以上的重叠（或重复），特殊情况下重叠（或重复）可小于上述指标。

### 8.2 遥感影像预处理

进行城市绿地碳汇计量前，卫星遥感数据应经过以下处理：1) 影像预处理，包括辐射定标、大气校正、几何校正、正射校正、图像噪声处理、波段组合和图像增强等，方法应按照 GB/T 15968 的规定执行；2) 如给定的时间周期（周/旬/月）内的研究区域范围由多幅遥感影像组成，应对不同时期的多景影像进行拼接合成处理，影像边界处应衔接平滑。

### 8.3 植物群落类型解译

—将实地调查的各类植物群落类型边界信息与遥感影像结合，建立乔木、灌木、草本地被影像样本库；

—基于遥感影像样本数据，根据不同植被类型影像上显示出的光谱、形状、纹理结构等影像特征，分别建立乔木、灌木、草本地被的遥感解译标志；

—采用适当的监督分类方法（如最大似然、支持向量机、随机森林等），将研究区域植被划分为乔木、灌木、草本地被三大类；

—精度评价：监督分类 Kappa 系数应大于 0.88，如未达到要求，应更换监督分类方法或增加样本进行再次分类，直至满足精度要求为止。

#### 8.4 植被指数提取

根据多光谱栅格数据中红光波段对叶绿素的色素吸收率和近红外波段中植物体的高反射率特征计算研究区域的 NDVI 值，计算公式如下：

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \dots\dots\dots (8.1)$$

式中：

NDVI——归一化植被指数；

NIR——近红外波段；

R——为红外波段。

#### 8.5 植被指数均化与镶嵌

—如给定时间周期内的研究区域范围由多幅遥感影像组成，应对多幅影像的 NDVI 进行均化与镶嵌。

—为减少无植被覆盖区 NDVI 值对模型构建的影响，先将 NDVI 按植被覆盖区域进行掩膜，再对不同影像的 NDVI 进行均化和镶嵌。

—不同影像 NDVI 进行均化时，随机提取交界位置 60 个点的 NDVI 值，其中 40 个点用于构建两幅影像 NDVI 的回归模型，剩余 20 个点用于模型验证。精度要求：平均绝对误差（MAE）≤0.05，均方根误差（RMSE）≤0.1，n≥30。

（1）构建两幅影像 NDVI 的回归模型

$$NDVI_{B_i} = a \times NDVI_{A_i} + b \dots\dots\dots (8.2)$$

式中：

NDVI<sub>A</sub>和NDVI<sub>B</sub>——分别为 A 幅影像和 B 幅影像用于模型构建的点的 NDVI 值；

a 和 b——分别为通过交界位置特征点构建的回归模型的特征参数。

（2）采用回归模型对影像 NDVI 进行均化

$$NDVI'_B = a \times NDVI_A + b \dots\dots\dots (8.3)$$

式中：

NDVI<sub>A</sub>——A 幅影像的 NDVI 栅格数据；

NDVI'<sub>B</sub>——均化后的 B 幅 NDVI 栅格数据；

a 和 b——分别为通过公式（8.2）构建的回归模型的特征参数。

（3）精度验证

植被指数均化精度应符合平均绝对误差（MAE）≤0.05，均方根误差（RMSE）≤0.1 的要求。若不能达到精度要求，应补充样地数据，直至符合要求为止。

采用平均绝对误差和均方根误差计算分别见公式（8.4）和公式（8.5）：

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |NDVI_{A_j} - NDVI'_{B_j}| \dots\dots\dots (8.4)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (NDVI_{A_j} - NDVI'_{B_j})^2} \dots\dots\dots (8.5)$$

式中：

NDVI<sub>A<sub>j</sub></sub>——A 幅影像用于模型验证的点的 NDVI 的值；

NDVI'<sub>B<sub>j</sub></sub>——B 幅影像用于模型验证的点均化后的 NDVI 值；

n——样本数量，此处为 20。

#### 8.6 绿地植物群落覆盖类型解译

(1) 样地覆盖度与  $NDVI$  回归模型构建

将绿地植物群落类型遥感解译结果按乔木、灌木、草本地被 3 种类型进行分割，每种类型随机选取 2/3 群落结构样地提取  $NDVI$  值，并与样地覆盖度建立线性回归模型，求出该类型样地的特征参数  $c$  和  $d$ ，计算见公式 (8.6)。

$$FVC_{\text{样}i} = c \times NDVI_{\text{样}i} + d \dots \dots \dots (8.6)$$

式中：

$FVC_{\text{样}i}$ ——第  $i$  类植物群落类型样地覆盖度，单位%，植物群落类型参照表 1；

$NDVI_{\text{样}i}$ ——第  $i$  类植物群落类型样地的  $NDVI$  值，植物群落类型参照表 1；

$c$  和  $d$ ——通过样地数据建立的回归模型的特征参数。

## (2) 监测区内各群落类型覆盖度计算

在地理信息软件中计算监测区内各群落类型覆盖度，计算公式见公式 (8.7)。

$$FVC_{\text{植}i} = c \times NDVI_{\text{植}i} + d \dots \dots \dots (8.7)$$

式中：

$FVC_{\text{植}i}$ ——监测区内第  $i$  类植物群落类型的覆盖度栅格数据，植物群落类型参照表 1；

$NDVI_{\text{植}i}$ ——第  $i$  类植物群落类型  $NDVI$  值的栅格数据，植物群落类型参照表 3；

$c$  和  $d$ ——通过公式 8.6 构建的回归模型所获取的某类植被覆盖类型特征参数。

## (3) 精度验证

选取 8.6 (1) 建模后剩余的 1/3 的群落结构样地，对通过公式 8.7 计算的覆盖度值与实地调查覆盖度值进行验算，精度应符合平均绝对误差 (MAE)  $\leq 0.05$ ，均方根误差 (RMSE)  $\leq 0.1$  的要求。若不能达到精度要求，应补充样地数据，直至符合要求为止。

平均绝对误差和均方根误差的计算分别见公式 (8.8) 和公式 (8.9)：

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |FVC_{\text{植}i} - FVC_{\text{样}i}| \dots \dots \dots (8.8)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (FVC_{\text{植}i} - FVC_{\text{样}i})^2} \dots \dots \dots (8.9)$$

式中：

$FVC_{\text{植}i}$ 、 $FVC_{\text{样}i}$ ——分别是通过公式 8.7 计算的样地覆盖度值和样地实地调查覆盖度值，单位为%；

$n$ ——样方数量。

## (4) 植物群落覆盖类型解译

—按照表 1 的分类要求，在地理信息软件中将绿地群落类型解译结果按照各类型的覆盖度进行重分类，获得植物群落覆盖类型遥感解译结果。

—对于乔木群落类型， $FVC_{\text{植}} \geq 70\%$  为密林， $70\% > FVC_{\text{植}} \geq 40\%$  为疏林， $40\% > FVC_{\text{植}} \geq 20\%$  为稀树， $FVC_{\text{植}} < 20\%$  为孤植树。

—对于灌木群落类型， $FVC_{\text{植}} \geq 70\%$  为密灌丛， $70\% > FVC_{\text{植}} \geq 40\%$  为疏灌丛， $40\% > FVC_{\text{植}} \geq 20\%$  为稀灌丛， $FVC_{\text{植}} < 20\%$  为单灌丛。

—对于草本地被群落类型， $FVC_{\text{植}} \geq 70\%$  为密地被， $70\% > FVC_{\text{植}} \geq 40\%$  为疏地被， $40\% > FVC_{\text{植}} \geq 20\%$  为稀地被， $FVC_{\text{植}} < 20\%$  为散生地被。

## 9 碳储量调查

## 9.1 碳储量调查内容

碳储量调查内容包括植被地上生物量、地下生物量、枯落物生物量、枯死木生物量、土壤有机碳。按碳库外业调查表和碳库调查方法对样地各碳库进行调查和记录，同时，调查记录立地条件因子、地被物调查因子、人类经营活动因子以及气象因子等。记录各项调查数据，调查表格可参照附录 A 表 A.2-A.8。

## 9.2 生物量样地布设方法

### 9.2.1 生物量样地位置选择

—在群落结构样地的附近，选择具有相对均匀的植物群落覆盖类型和植物群落垂直结构特征的样地。

—对于乔木样地，还必须兼顾林龄特征，不同林龄比例应与群落样地调查结果相近。

### 9.2.2 生物量样地数量

(1) 获取每种植物群落结构类型的面积

—通过遥感解译得到的植物群落覆盖类型面积，结合样地调查中每种植物群落覆盖类型的垂直结构比例，计算研究区 28 种植物群落结构的面积。

$$A_{ij} = A_i \times P_{ij} \dots \dots \dots (9.1)$$

式中：

$A_{ij}$ ——第  $i$  种植物群落覆盖结构与第  $j$  种植物群落垂直结构组合的植物群落结构类型面积，单位为平方米 ( $m^2$ )；

$A_i$ ——通过遥感解译获得的第  $i$  种植物群落覆盖结构的面积，单位为平方米 ( $m^2$ )；

$P_{ij}$ ——通过群落结构样地调查获得的第  $i$  种植物群落覆盖结构中第  $j$  种植物群落垂直结构的比例。

(2) 植物群落结构类型合并

如果某一种植物群落结构类型面积小于绿地总面积 1%，则进行合并处理，合并原则如下：

—优先合并到同种植物群落覆盖结构中的其他类型，直到合并后面积大于 1%；

—如果合并后依然小于 1%，可以进一步合并到最接近的植物群落覆盖结构类别中；

—乔灌木类型不可相互合并。

以合并后的类型作为生物量样地所需调查的植物群落类型（后简称生物量样地类型）。

(3) 确定生物量样地数量

—生物量样地数量由以下公式确定：

$$n_{\text{生物}-i} = N_{\text{总}} \times \frac{S_i}{A_{\text{总}}} \dots \dots \dots (9.2)$$

式中：

$n_{\text{生物}-i}$ ——第  $i$  类生物量样地的数量，若  $n_{\text{生物}-i}$  计算结果  $< 5$ ，则按 5 计；

$N_{\text{总}}$ ——研究区域生物量样地总数，根据监测项目实际要求确定，一般建议市级城市绿地监测项目样地数量在 200 个-500 个之间，行政区级城市绿地监测项目样地数量在 50 个-200 个之间，区级以下绿地监测样地数量在 30 个-100 个之间；

$S_i$ ——通过 9.2.2 (1) 及 9.2.2 (2) 的合并方法获取的研究区内第  $i$  类生物量样地类型的总面积，单位为平方米 ( $m^2$ )；

$A_{\text{总}}$ ——研究区域绿地总面积，单位为平方米 ( $m^2$ )。

### 9.2.3 生物量样地大小

(1) 乔木样地

对于道路附属绿地，乔木样地应优先选取边界明显的道路绿地，以绿化带中心分别向两侧延伸 25m 作为样地长度，宽度为整个绿化带宽度。

对于道路附属绿地以外的其他绿地，乔木样地应优先选取规格为 25 m\*25 m 的样地；对于面积达不到要求的，选取规格为 10 m\*10 m 的四块样地进行单独调查及计算，在样地数量上等同于一块标准样地。

对于城市建设用地内的绿地，样地内的灌木和草本进行全量调查；对于区域绿地，应在样地内设置 3 个 5 m\*5 m 的小样方进行灌木和草本调查。

(2) 灌丛样地

灌丛群落的生物量样地规格为 10 m\*10 m，对于面积达不到要求的，选取规格为 5 m\*5 m 的四块样地进行单独调查及计算，在样地数量上等同于一块标准样地。

### (3) 草本地被样地

草本地被群落的生物量样地规格为 10 m\*10 m，对于面积达不到要求的，选取规格为 5 m\*5 m 的四块样地进行单独调查及计算，在样地数量上等同于一块标准样地。

### (4) 枯落物样地

枯落物的生物量样地规格为 10 m\*10 m，对于面积达不到要求的，选取规格为 5 m\*5 m 的四块样地进行单独调查及计算，在样地数量上等同于一块标准样地。

## 9.2.4 固定样地设置

—对于计划进行长期碳汇计量监测的项目，每种植物群落结构类型的生物量样地应选择 1/4 以上样地作为固定样地。

—固定样地选取原则为：1) 宜选在视野开阔位置，具有明确标志物，容易定位；2) 没有硬质地面分割；3) 植被覆盖均匀度好，以绿地中间位置为佳；4) 不宜距离高楼过近，避免选择建筑物阴影遮挡的样地；5) 设置在人为干扰较少的绿地。

—乔木群落固定样地的标记方式为：1) 记录边界与标志地物（如雕塑、高楼、立交桥等）的距离；2) 在边界四个角及中心位置的乔木分别挂牌；3) 采用 GPS 记录样地边界；4) 拍摄俯视角度及侧视角度照片；5) 在卫星图中标注样地边界。

—灌木群落及草本群落固定样地的标记方式为：1) 记录边界与标志地物（如雕塑、高楼、立交桥等）的距离；2) 采用 GPS 记录样地边界；3) 拍摄俯视角度及侧视角度照片；4) 在卫星图中标注样地边界。

## 9.3 植被调查

### 9.3.1 样地位置

—采用 GPS 记录样地中心点位置经纬度以及样地边界轨迹。

—在记录表中绘制样地示意图。

### 9.3.2 样地调查

—现场调查详细记录每个样方的自然地理特征（海拔、坡度、坡向等）、植物群落覆盖类型、植物群落垂直结构类型、植物群落结构类型，所有乔木层植物种类、胸径、树高、枝下高度、平均冠幅，所有灌木层和草本层的植被种类、株数、平均高度、盖度、冠幅（草本无）、枯死木；同时利用 GPS 记录每个样方的经纬度信息，并生成生物量样方轨迹数据。

### 9.3.3 影像资料

同 7.2.3。

## 9.4 土壤样品采集及分析

### 9.4.1 取样布点

—土壤取样采用挖掘剖面法

道路附属绿地生物量样地应挖掘不少于 6 个剖面；其它绿地原则上每块生物量样地挖掘至少 3 个剖面。

—剖面点选择原则和挖掘要求除参考 LY/T 2250 外，还应遵循以下原则：

a) 布点前应确认周围管线警示、走向等地下管线安全事项、取土人员应戴手套。

b) 取样点应近期无人为翻动、施肥迹象，地形地势、植物长势应有代表性。

c) 应尽量避免对现场破坏。事先准备好铺布，挖掘的土方和草块放置在铺布上，取样后应回填压实。

### 9.4.2 取样深度

—城市建设用地内区域每个土壤剖面应按 0 cm~10 cm、10 cm~30 cm、30 cm~60 cm 深度分层取样，个别样地在环境较隐蔽且在能确认安全的情况下，加 60 cm~100 cm 土层；每个类型加采 60~100cm 土层的样地应不少于 3 块；土层厚度不到 100 cm，按实际厚度分层取样。

—城市建设用地外区域每个土壤剖面宜按 0 cm~10 cm、10 cm~30 cm、30 cm~100 cm 深度分层取样，根据实际情况也可按每 0 cm~10 cm、10 cm~20 cm、20 cm~40 cm、40 cm~60 cm、60 cm~100 cm 或更细层次划分；土层厚度不到 100 cm，按实际厚度分层取样。

#### 9.4.3 土壤样品混合及分装标记

—每块样地每层共采集 1 个混合样品，1 套环刀样品（包括至少 3 个环刀样品）。其中混合样品为同一层次下 5 个点样品的混合样，均匀混合后保留约 1 kg，用取样袋封口包装；同一块样地同层的环刀样品可装入同一个样品袋。土壤样品其它处理方法参照 GB/T33027。

—样品贴上标签或用铅笔或油性记号笔记录，按生物量样地编号规则写明样地编号、取样地点、样地类型、土层、取样时间等信息。

#### 9.4.4 土壤样品指标分析

—土壤样品带回实验室后，应测定土壤有机碳、土壤容重、土壤石砾含量等指标。

—土壤有机碳含量的测定按 LY/T 1237 执行。

—土壤容重的测定按 LY/T 1215 执行。

—土壤石砾含量的测定按 CJ/T 340 执行。

### 9.5 枯落物样品采集及分析

#### 9.5.1 枯落物样品采集

收集样方内全部枯落物，包括各种枯枝、叶、果、枯草、半分解部分等枯死混合物，剔除其中石砾、土块等非有机物质，称量其鲜重。每个样方混合采集枯落物样品 200 g 左右，称重精确到 1 g，装入样品袋中，贴上标签，写明样地名称、样地编号、样方编号、采集人和采样日期。

#### 9.5.2 枯落物样品分析

枯落物样品应测定鲜重、干重、含水率等信息，必要时进行碳含量测定。

## 10 计量方法

### 10.1 总碳储量

城市绿地的总碳储量是监测区域内的各碳库的碳储量之和，计算方法见公式 10.1。

$$C_{\text{总}} = C_{\text{植}} + C_{\text{枯落物}} + C_{\text{枯死木}} + TOC \dots \dots \dots (10.1)$$

式中：

$C_{\text{总}}$ ——城市绿地的总碳储量，单位为吨（t C）；

$C_{\text{植}}$ ——植被碳储量，具体计算方法见 10.2，单位为吨（t C）；

$C_{\text{枯落物}}$ ——枯落物碳储量，具体计算方法见 10.3，单位为吨（t C）；

$C_{\text{枯死木}}$ ——枯死木碳储量，具体计算方法见 10.4，单位为吨（t C）；

$TOC$ ——土壤有机碳储量，具体计算方法见 10.5，单位为吨（t C）。

### 10.2 植被碳储量

#### 10.2.1 样地乔木层碳储量

—调查区域乔木层碳储量基于生物量样地调查单株乔木生物量计算。需要选用相应的树木异速生长方程。计算步骤流程为：

步骤一：调查单株乔木的胸径和树高；

步骤二：计算单株乔木地上、地下生物量；

步骤三：计算单株乔木地上、地下碳储量；

步骤四：计算样地乔木层碳密度，若有多块同类型样地，可分别计算后求平均值；

步骤五：计算乔木层碳储量。

—乔木层碳储量计算见公式（10.2~10.5）。

$$C_{\text{乔}} = \sum_{i=1}^t S_{\text{类型}i} \times \overline{C_{\text{乔密}}} \dots\dots\dots (10.2)$$

$$\overline{C_{\text{乔密}}} = (\sum_{i=1}^t C_{\text{乔密}i}) / t \dots\dots\dots (10.3)$$

$$C_{\text{乔密}i} = \sum_{k=1}^m C_{\text{乔}k} / S_y \dots\dots\dots (10.4)$$

$$C_{\text{乔}k} = \sum_{h=1}^n C_{\text{单乔}k,h} \dots\dots\dots (10.5)$$

$$C_{\text{单乔}k,h} = W_{(\text{地上}+\text{地下})k,h} \times CF_k \times 10^{-3} \dots\dots\dots (10.6)$$

式（10.2~10.6）中：

$C_{\text{乔}}$ ——乔木层碳储量，单位为吨（t C）；

$i$ ——样地所属生物量样地类型，参照 9.2.2；

$S_{\text{类型}i}$ ——第  $i$  类生物量样地类型面积，单位为公顷（ $\text{hm}^2$ ）；

$\overline{C_{\text{乔密}}}$ ——同类型生物量样地乔木层的平均碳密度；

$C_{\text{乔密}i}$ ——样地  $y$  乔木层的碳密度， $i$  为样地  $y$  所属生物量样地的类型，单位为吨每公顷（ $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ）；

$k$ ——乔木层的树种；

$y$ ——所取的样地编号；

$S_y$ ——样地  $y$  的面积，单位为公顷（ $\text{hm}^2$ ）；

$C_{\text{乔}k}$ —— $k$  树种的碳储量，单位为吨（t）；

$h$ —— $k$  树种的株数；

$C_{\text{单乔}k,h}$ —— $k$  树种第  $h$  株的碳储量，单位为吨（t）；

$W_{(\text{地上}+\text{地下})k,h}$ —— $k$  树种第  $h$  株地上和地下生物量总和，单位为千克（kg）；

$CF_k$ —— $k$  树种的含碳率。

—乔木单株生物量采用异速生长方程计算。深圳常见树种的单株生物量异速生长方程见附录 B，若无相应树种的单株生物量异速生长方程，则采用软阔或硬阔类树种（见附录 C）通用生物量模型。深圳市城市绿地常见树种的含碳率可参照附录 D。

### 10.2.2 样地灌木层碳储量

—城市绿地灌木层碳储量是由生物量样地单位面积灌木层生物量计算得出。灌木层生物量采用样本收获法进行计算，进而推算出单位面积灌木层生物量。

—灌木层生物量计算采用相关生长法，即基于灌木层单株的测树因子、冠幅投影面积或冠幅投影体积与生物量之间的异速生长方程（附录 E）进行预测灌木层单株灌木的生物量或地上（茎、枝、叶）生物量、地下（根）生物量。

—区域灌木层生物量是区域内所有植物群落结构类型或城市绿地灌木层生物量之和（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，含碳率优先使用实地调查数据，标准或文献中相应树种的数据次之，若无参考数据，含碳率采用缺省值 0.4672。计算步骤流程为：

步骤一：调查单株灌木的平均冠幅和树高；

步骤二：计算单株灌木地上、地下生物量；

步骤三：计算单株灌木地上、地下碳储量；

步骤四：计算样地灌木层碳密度，若有多块同类型样地，可分别计算后求平均值；

步骤五：计算灌木层碳储量。

—灌木层碳储量计算见公式 10.7~10.11：

$$C_{\text{灌}} = \sum_{i=1}^t S_{\text{类型}i} \times \overline{C_{\text{灌密}}} \dots\dots\dots (10.7)$$

$$\overline{C_{\text{灌密}}} = (\sum_{i=1}^t C_{\text{灌密}i}) / t \dots\dots\dots (10.8)$$

$$C_{\text{灌密}i} = \sum_{k=1}^m C_{\text{灌}k} / S_y \dots\dots\dots (10.9)$$

$$C_{\text{灌}k} = \sum_{h=1}^n C_{\text{单灌}k,h} \dots\dots\dots (10.10)$$

$$C_{\text{单灌}k,h} = W_{(\text{地上+地下})k,h} \times CF_k \times 10^{-3} \dots\dots\dots (10.11)$$

式 (10.7~10.11) 中:

$C_{\text{灌}}$ ——灌木层碳储量, 单位为吨 (t C);

$i$ ——样地所属生物量样地类型, 参照 9.2.2;

$S_{\text{类型}i}$ ——第  $i$  类城市生物量样地类型面积, 单位为公顷 ( $\text{hm}^2$ );

$\overline{C}_{\text{灌密}}$ ——同类型生物量样地灌木层的平均碳密度;

$C_{\text{灌密}i}$ ——样地  $y$  乔木层的碳密度,  $i$  为样地  $y$  所属生物量样地类型, 单位为吨每公顷 ( $\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$ );

$k$ ——灌木层的树种;

$y$ ——所取的样地编号;

$S_y$ ——样地  $y$  的面积, 单位为公顷 ( $\text{hm}^2$ );

$C_{\text{灌}k}$ —— $k$  树种的碳储量, 单位为吨 (t);

$h$ —— $k$  树种的株数;

$C_{\text{单灌}k,h}$ —— $k$  树种第  $h$  株的碳储量, 单位为吨 (t);

$W_{(\text{地上+地下})k,h}$ —— $k$  树种第  $h$  株地上和地下生物量总和, 单位为千克 (kg);

$CF_k$ —— $k$  树种的含碳率。

—单株灌木生物量计算见附录 E, 单株灌木冠幅投影面积和投影体积计算方法见公式 10.12 和 10.13。

$$A_C = \pi \times L^2 / 4 \dots\dots\dots (10.12)$$

$$V_C = A_C \times H \dots\dots\dots (10.13)$$

式中:

$A_C$ ——灌木的冠幅投影面积 ( $\text{m}^2$ );

$V_C$ ——灌木的冠幅投影体积 ( $\text{m}^3$ );

$L$ ——灌木的平均冠幅 (m);

$H$ ——灌木的树高 (m)。

### 10.2.3 样地草本层碳储量

—草本层生物量优先采用样本收获法测定, 推算获取单位面积草本层生物量数据。

—在无法采用样本收获法时, 草本层生物量可采用相关生长法测定, 并基于草本层的盖度、株数、高度等生长因子与生物量之间的异速生长方程进行预测草本层生物量或地上 (茎、枝、叶) 生物量、地下 (根) 生物量。

—区域草本层生物量是区域内所有城市植物群落类型草本层生物量之和 (含地下部分生物量), 草本层的碳储量为草本层生物量与含碳率的乘积, 含碳率优先使用实地调查数据, 标准或文献中相应树种的数据次之, 若无参考数据, 含碳率采用缺省值 0.3270。计算见公式 10.14:

$$C_{\text{草}} = \sum_{i=1}^t S_{\text{类型}i} \times W_{\text{单草}(\text{地上+地下})i} \times CF_{\text{草}} \dots\dots\dots (10.14)$$

式中:

$C_{\text{草}}$ ——草本层碳储量, 单位为吨 (t C);

$i$ ——样地所属生物量样地类型, 参照 9.2.2;

$S_{\text{类型}i}$ ——第  $i$  类城市生物量样地类型区域面积, 单位为公顷 ( $\text{hm}^2$ );

$W_{\text{单草}(\text{地上+地下})i}$ ——第  $i$  类生物量样地类型单位面积草本层地上和地下生物量的平均值, 单位为吨每公顷 ( $\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$ );

$CF_{\text{草}}$ ——草本层含碳率。

—城市建设用地区域内的绿地和广场用地单位面积草本层生物量应根据生物量样地调查实测数据。城市建设用地外的区域绿地植物群落的单位面积灌木层、草本层、枯落物层生物量优先选择调查实测数据, 无调查条件时其计算可参照表 4。

表4 灌木层、草本层和枯落物生物量换算参数

植物群落类型	龄组	参数值/ (t·hm <sup>-2</sup> )		
		灌木层	草本层	枯落物
针叶乔木群落	幼、中	8.416	0.369	3.28
	近、成、过	3.050	0.123	7.25
阔叶乔木群落	幼、中	8.980	2.080	6.86
	近、成、过	7.391	0.374	6.86
针阔混交乔木群落	幼、中	5.108	2.886	7.82
	近、成、过	3.035	2.525	7.50

#### 10.2.4 监测区植被碳储量

监测区植被碳储量计算公式如下：

$$C_{植} = C_{乔} + C_{灌} + C_{草} \dots\dots\dots (10.15)$$

式中：

$C_{植}$ ——植被碳储量；

$C_{乔}$ ——乔木层碳储量；

$C_{灌}$ ——灌木层碳储量；

$C_{草}$ ——草本层碳储量。

#### 10.3 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不同植物群落结构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。含碳率可由室内样品直接测定，也可根据不同的枯落物类型采用缺省值 0.44~0.55。计算见公式 10.16：

$$C_{枯落物} = \sum_{i=1}^n S_{类型i} \times W_{单枯落物i} \times CF_{枯落物} \dots\dots\dots (10.16)$$

式中：

$C_{枯落物}$ ——各植被覆盖类型类型枯落物层碳储量，单位为吨 (t C)；

$i$ ——样地所属生物量样地类型，参照 9.2.2；

$S_{类型i}$ ——第  $i$  类生物量样地类型面积，单位为公顷 (hm<sup>2</sup>)；

$W_{单枯落物i}$ ——第  $i$  类生物量样地类型单位面积枯落物层生物量，单位为吨每公顷 (t·hm<sup>-2</sup>)；

$CF_{枯落物}$ ——枯落物层含碳率。

如未做此碳库调查，可使用附录中所列的枯落物碳储量来近似代替。

#### 10.4 枯死木碳储量

—枯死木碳储量基于生物量样地调查中枯死木生物量数据计算得出。选用相应树种的异速生长方程，计算单株枯死木残留部分的生物量，将样地内单株枯死木生物量求和可算出样地枯死木生物量，样地枯死木生物量按其类型、树种分级计算，汇总统计得到枯死木总生物量。枯死木碳储量计算见公式 10.17-10.21。

$$C_{枯死木} = \sum_{i=1}^t S_{类型i} \times \overline{C_{枯密}} \dots\dots\dots (10.17)$$

$$\overline{C_{枯密}} = (\sum_{i=1}^t C_{枯密i}) / t \dots\dots\dots (10.18)$$

$$C_{枯密} = \sum_{k=1}^m C_{枯k} / S_y \dots\dots\dots (10.19)$$

$$C_{枯k} = \sum_{h=1}^n C_{单枯k,h} \dots\dots\dots (10.20)$$

$$C_{单枯k,h} = W_{(地上+地下)k,h} \times CF_k \times 10^{-3} \dots\dots\dots (10.21)$$

式 (10.17~10.21) 中：

$C_{枯死木}$ ——枯死木碳储量，单位为吨 (t C)；

$i$ ——样地所属生物量样地类型，参照 9.2.2；

- $S_{类型 i}$ ——第  $i$  类生物量样地类型面积，单位为公顷 ( $hm^2$ )；
  - $\overline{C}_{枯密}$ ——同类型生物量样地枯死木的平均碳密度；
  - $C_{枯密 i}$ ——样地  $y$  枯死木的碳密度， $i$  为样地  $y$  所属生物量样地类型，单位为吨每公顷 ( $t \cdot hm^{-2}$ )；
  - $k$ ——枯死木的树种；
  - $y$ ——所取的样地编号；
  - $S_y$ ——样地  $y$  的面积，单位为公顷 ( $hm^2$ )；
  - $C_{枯 k}$ —— $k$  树种枯死木的碳储量，单位为吨 ( $t$ )；
  - $h$ —— $k$  树种枯死木的株数；
  - $C_{单枯 k, h}$ —— $k$  树种第  $h$  株枯死木的碳储量，单位为吨 ( $t$ )；
  - $W_{(地上+地下)k, h}$ —— $k$  树种第  $h$  株枯死木地上和地下生物量总和，单位为千克 ( $kg$ )；
  - $CF_k$ —— $k$  树种的含碳率。
- 基于保守性原则，城市建设用地内绿地及广场用地的枯死木碳库可忽略。

## 10.5 土壤有机碳储量

### 10.5.1 计算方法

—调查区域土壤有机碳储量为各类绿地分类面积与相应分类绿地的土壤 1 m 深度有机碳密度乘积之和。

—对于未采集 60 cm 以下深度土层的样地，在计算 60 cm~100 cm 土壤有机碳密度时，可根据其它 3 块以上同类样地相同土层土壤有机质含量、土壤容重、石砾含量的均值代替。

### 10.5.2 计算公式

—土壤有机碳储量计算见公式 10.22。

$$TOC = \sum_{i=1}^t SOC_i \times S_i \times 100 \dots \dots \dots (10.22)$$

式中：

- $TOC$ ——土壤有机碳储量，单位为吨 ( $t C$ )；
- $i$ ——样地所属生物量样地类型，参照 9.2.2；
- $SOC_i$ ——第  $i$  类生物量样地类型单位面积土壤有机碳密度，单位为克每平方厘米 ( $g \cdot cm^{-2}$ )；
- $S_i$ ——第  $i$  类城生物量样地类型土壤面积，单位为公顷 ( $hm^2$ )。

—单位面积土壤有机碳密度计算见公式 10.23：

$$SOC_i = \sum_{j=1}^k C_j \times D_j \times E_j \times (1 - G_j) \times 10^{-3} \dots \dots \dots (10.23)$$

式中：

- $i$ ——样地所属生物量样地类型，参照 9.2.2；
- $SOC_i$ ——第  $i$  类生物量样地类型单位面积土壤有机碳密度，单位为克每平方厘米 ( $g \cdot cm^{-2}$ )；
- $j$ ——土层代号；
- $C_j$ ——第  $j$  层土壤有机碳含量，单位为克每千克 ( $g/kg$ )；
- $D_j$ ——第  $j$  层土壤容重，单位为克每立方厘米 ( $g \cdot cm^{-3}$ )；
- $E_j$ ——第  $j$  层土层厚度，单位为厘米 ( $cm$ )；
- $G_j$ ——第  $j$  层直径大于 2 mm 的石砾所占的体积百分比 (%)，计算时应转换成小数形式。

## 10.6 碳汇计量

通过考察期内两期城市绿地碳储量差值，测算年均碳汇量  $C_{\text{汇}}$ ，见计算公式 10.24：

$$C_{\text{汇}} = \frac{C_{\text{总}t2} - C_{\text{总}t1}}{t2 - t1} \dots \dots \dots (10.24)$$

式中：

- $C_{\text{汇}}$ ——研究区绿地一定时期内的碳汇，单位为吨每年 ( $t C \cdot year^{-1}$ )；
- $t2$  和  $t1$ ——测算的两期碳储量的年份；
- $C_{\text{总}t2}$ —— $t2$  年的研究区碳储量，单位为吨 ( $t C$ )；
- $C_{\text{总}t1}$ —— $t1$  年的研究区碳储量，单位为吨 ( $t C$ )。

## 11 监测要求

—城市绿地植被碳汇的监测周期一般为3年，城市绿地土壤碳汇的周期一般为6年。

—每期外业调查的时间应在当年10月至次年3月；其中植被和枯落物外业调查时间应在当年10月至12月期间完成。

—每期调查应形成编写监测报告，内容包括监测过程概述、技术方法、各碳库碳储量变化情况和总量变化等。

—每期调查应形成矢量成果图，包括调查点位分布图和植物群落覆盖类型分布图等。

附 录 A  
(资料性)  
城市绿地碳汇样地调查记录表

A.1 群落结构样地调查记录表、生物量样地调查记录表、乔木层调查记录表、灌木层调查记录表、草本层调查记录表、枯落物采集记录表、枯死木采集记录表、土壤采集记录表分别见表A.1-表A.8。

表 A.1 群落结构样地调查记录表

样地位置： 样地编号： 样地规格： 无植被区域占比（%）：  
 样地中心点经度（°）： 样地中心点纬度（°）： 海拔（m）： 坡度（°）： 坡向：  
 日期： 调查人： 记录人：

子样地编号	群落覆盖类型	群落垂直结构类型	群落结构类型	面积(m <sup>2</sup> )	优势树种	林龄类型	乔木郁闭度(%)	平均树高(m)	平均胸径(cm)	灌木盖度(%)	灌木平均高(m)	草本盖度(%)	草本平均高(m)
样地示意图										备注			

注：（1）群落覆盖类型中，1为密林，2为疏林，3为稀树，4为孤植树，5为密灌丛，6为疏灌丛，7为稀灌丛，8为单灌丛，9为密地被，10为疏地被，11为稀地被，12为散生地被。（2）群落垂直结构中，a为乔灌草，b为乔灌，c为乔草，d为乔木，e为灌草，f为单灌。（3）群落结构类型中，1-a为密林-乔灌草，1-b为密林-乔灌，1-c为密林-乔草，1-d为密林-乔木，2-a为疏林-乔灌草，2-b为疏林-乔灌，2-c为疏林-乔草，2-d为疏林-乔木，3-a为稀树-乔灌草，3-b为稀树-乔灌，3-c为稀树-乔草，3-d为稀树-乔木，4-a为孤植树-乔灌草，4-b为孤植树-乔灌，4-c为孤植树-乔草，4-d为孤植树-乔木，5-e为密灌丛-灌草，5-f为密灌丛-单灌，6-e为疏灌丛-灌草，6-f为疏灌丛-单灌，7-e为稀灌丛-灌草，7-f为稀灌丛-单灌，8-e为单灌丛-灌草，8-f为单灌丛-单灌，9为密地被，10为疏地被，11为稀地被，12为散生地被。（4）林龄类型中，1为幼龄林，2为中龄林，3为近熟林；4为成熟林，5为过熟林

表 A.2 生物量样地调查记录表

样地位置： 样地编号： 样地规格： 无植被区域占比（%）：  
 样地中心点经度（°）： 样地中心点纬度（°）： 海拔（m）： 坡度（°）： 坡向：  
 日期： 调查人： 记录人：

固定样地	群落覆盖类型	群落垂直结构	群落结构类型	林龄	乔木郁闭度 (%)	灌木盖度 (%)	草本盖度 (%)	灌草总盖度 (%)
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否								
样地示意图					备注			

注：（1）群落覆盖类型中，1为密林，2为疏林，3为稀树，4为孤植树，5为密灌丛，6为疏灌丛，7为稀灌丛，8为单灌丛，9为密地被，10为疏地被，11为稀地被，12为散生地被。（2）群落垂直结构中，a为乔灌草，b为乔灌，c为乔草，d为乔木，e为灌草，f为单灌。（3）群落结构类型中，1-a为密林-乔灌草，1-b为密林-乔灌，1-c为密林-乔草，1-d为密林-乔木，2-a为疏林-乔灌草，2-b为疏林-乔灌，2-c为疏林-乔草，2-d为疏林-乔木，3-a为稀树-乔灌草，3-b为稀树-乔灌，3-c为稀树-乔草，3-d为稀树-乔木，4-a为孤植树-乔灌草，4-b为孤植树-乔灌，4-c为孤植树-乔草，4-d为孤植树-乔木，5-e为密灌丛-灌草，5-f为密灌丛-单灌，6-e为疏灌丛-灌草，6-f为疏灌丛-单灌，7-e为稀灌丛-灌草，7-f为稀灌丛-单灌，8-e为单灌丛-灌草，8-f为单灌丛-单灌，9为密地被，10为疏地被，11为稀地被，12为散生地被。（4）林龄类型中，1为幼龄林，2为中龄林，3为近熟林；4为成熟林，5为过熟林。



表 A.4 灌木层调查记录表

样地名称:

样地编号:

日期:

调查人:

记录人:

编号	种名	多度 (株)	高度 (m)	基径/胸 径 (cm)	盖度 (%)	东西冠 幅 (m)	南北冠 幅 (m)	备注

表 A.5 草本层调查记录表

样地名称:

样地编号:

日期:

调查人:

记录人:

编号	种名	多度 (株)	平均高度 (m)	平均盖度 (%)	备注

表 A. 6 枯落物采集记录表

样地名称:	
样地编号:	
样方编号:	
重量 (鲜重):	
采集者:	
采集日期:	

表 A. 7 枯死木采集记录表

样地名称:	
样地编号:	
样方编号:	
重量 (鲜重):	
采集者:	
采集日期:	

表 A. 8 土壤采集记录表

样地名称:	
样地编号:	
土层:	
土样编号:	
鲜重:	
采集者:	
采集日期:	

## 附录 B

(资料性)

## 深圳市城市绿地常见树种单木生物量异速生长方程

B.1 深圳市城市绿地常见树种单木生物量异速生长方程见表B.1。

表 B.1 深圳市城市绿地常见树种单木生物量异速生长方程表

树 种	地上生物量	地下生物量	全树生物量
柏 木	$W_S=0.2682D^{1.9161}$	—	—
	$W_B=0.0103D^{2.4304}$		
	$W_L=0.0414e^{0.3376D}$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L$		
桉 树	$W_{地上}=0.0180(D^2H)^{1.0283}$	$W_{地下}=0.0273(D^2H)^{0.7318}$	$W=W_{地上}+W_{地下}$
黑 松	$W_{地上}=0.0462(D^2H)^{0.9446}$	$W_{地下}=0.0064(D^2H)^{1.0427}$	$W=W_{地上}+W_{地下}$
榆 树	$W_S=0.0709D^{2.42}$	—	—
	$W_B=4.924D^{0.976}$		
	$W_L=1.163D^{0.64}$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L$		
桐 类	$W_S=0.01693(D^2H)^{0.9234}$	$W_{地下}=0.06457(D^2H)^{0.6966}$	$W=W_{地上}+W_{地下}$
	$W_B=0.00247(D^2H)^{1.0977}$		
	$W_L=0.145(D^2H)^{0.7156}$		
	$W_P=0.004105(D^2H)^{0.9296}$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L+W_P$		

表 B.1 深圳市城市绿地常见树种单木生物量异速生长方程表（续）

树 种	地上生物量	地下生物量	全树生物量
广玉兰	$W_S=0.044059(D^2H)^{0.84615}$	$W_{\text{地下}}=0.088406(D^2H)^{0.67152}$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
	$W_B=0.0428(D^2H)^{0.67063}$		
	$W_L=0.050615(D^2H)^{0.69263}$		
	$W_{\text{地上}}=W_S+W_B+W_L$		
	或 $W_{\text{地上}}=0.267867(D^2H)^{0.71442}$		
杜 英	$W_S=0.01515(D^2H)^{0.86477}$	$W_{\text{地下}}=0.01504(D^2H)^{1.10051}$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
	$W_B=0.00028(D^2H)^{1.46663}$		
	$W_L=0.00007(D^2H)^{1.42877}$		
	$W_{\text{地上}}=W_S+W_B+W_L$		
	或 $W_{\text{地上}}=0.00015(D^2H)^{1.28808}$		
鹅掌楸	$W_{\text{地上}}=0.00950(D^2H)^{1.17994}$	$W_{\text{地下}}=0.01755(D^2H)^{0.86672}$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
桃	$W_S=0.0189(D^2H)^{2.2020}$	$W_{\text{地下}}=0.0821(D^2H)^{1.7652}$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
	$W_B=0.0455(D^2H)^{2.3207}$		
	$W_L=0.0666(D^2H)^{1.4565}$		
	$W_{\text{地上}}=W_S+W_B+W_L$		
	或 $W_{\text{地上}}=0.18241(D^2H)^{2.0558}$		
女 贞	$W_S=0.02798(D^2H)^{0.91277}$	$W_{\text{地下}}=0.084559(D^2H)^{0.60667}$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
	$W_B=0.02714(D^2H)^{0.82746}$		
	$W_L=0.049292(D^2H)^{0.66364}$		
	$W_{\text{地上}}=W_S+W_B+W_L$		
	或 $W_{\text{地上}}=0.08685(D^2H)^{0.89923}$		

表 B.1 深圳市城市绿地常见树种单木生物量异速生长方程表（续）

树 种	地上生物量	地下生物量	全树生物量
桐花树	$W_{\text{地上}}=0.02039(D^2H)^{0.83749}$	—	—
栲 树	$W_{\text{地上}}=0.0941D^{2.5658}$	—	—
木麻黄	—	—	$W=0.7964(D^2H)^{-1.8272}$
刺 槐	—	—	$W=2.52429(D^2H)^{-0.85478}$
柠檬桉	$W_{\text{地上}}=0.05124+0.89852(D^2H)$	—	—
侧 柏	$W_{\text{地上}}=2.57097+0.03172(D^2H)$	—	—
木 荷	$W_{\text{地上}}=0.12045D^{2.06446}H^{0.38265}$	$W_{\text{地下}}=0.081769D^{2.32395}H^{-0.24289}$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
柳 杉	$W_{\text{地上}}=0.09311D^{1.81174}H^{0.60677}(D \geq 5\text{cm})$	$W_{\text{地下}}=0.016790D^{2.69756}H^{-0.21218}(D \geq 5\text{cm})$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
	$W_{\text{地上}}=0.19780D^{1.34355}H^{0.60677}(D < 5\text{cm})$	$W_{\text{地下}}=0.05884D^{1.91838}H^{-0.21218}(D < 5\text{cm})$	
云 杉	$W_{\text{地上}}=0.08070D^{2.25957}H^{0.25663}(D \geq 5\text{cm})$	$W_{\text{地下}}=0.032494D^{2.57101}H^{-0.34753}(D \geq 5\text{cm})$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
	$W_{\text{地上}}=0.12976D^{1.96448}H^{0.25663}(D < 5\text{cm})$	$W_{\text{地下}}=0.059143D^{2.19889}H^{-0.34753}(D < 5\text{cm})$	
马尾松	$W_{\text{地上}}=0.066615D^{2.09317}H^{0.49763}(D \geq 5\text{cm})$	$W_{\text{地下}}=0.008828D^{2.73828}H^{-0.080255}(D \geq 5\text{cm})$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
	$W_{\text{地上}}=0.117268D^{1.74179}H^{0.49763}(D < 5\text{cm})$	$W_{\text{地下}}=0.043674D^{1.74485}H^{-0.080255}(D < 5\text{cm})$	
波罗蜜	$W_S=0.184D^{1.810}H^{0.427}$	$W_{\text{地下}}=0.201D^{1.399}H^{0.563}$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
	$W_B=0.473D^{0.934}H^{0.473}$		
	$W_L=0.270D^{0.738}H^{0.701}$		
	$W_{\text{地上}}=W_S+W_B+W_L$		

表 B.1 深圳市城市绿地常见树种单木生物量异速生长方程表（续）

树 种	地上生物量	地下生物量	全树生物量
大叶相思	$W_S=127.88316(D^2H)^{-0.91881}$	$W_{地下}=300.40736(D^2H)^{-0.10326}$	$W=W_{地上}+W_{地下}$
	$W_B=493.03376(D^2H)^{-0.14821}$		
	$W_L=961.59618(D^2H)^{-0.24085}$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L$		
厚荚相思	$W_S=128.14926(D^2H)^{-0.14584}$	$W_{地下}=514.77832(D^2H)^{-0.08799}$	$W=W_{地上}+W_{地下}$
	$W_B=972.11924(D^2H)^{-0.05106}$		
	$W_L=671.53111(D^2H)^{-0.04068}$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L$		
枫香树	$W_{地上}=0.08909D^{2.25564}H^{0.30414}$	$W_{地下}=0.12052D^{2.42178}H^{-0.40370}$	$W=W_{地上}+W_{地下}$
榕 树	——	——	$W=10.4+0.189(D^2H)+0.00231(D^2H)^2-8.04\times 10^{-6}(D^2H)^3$
水 杉	$W_{地上}=0.1319814(D^2H)^{0.7589}$	——	$W=0.1914221(D^2H)^{0.7385}$
荔 枝	$W_S=0.184D^{2.170}H^{0.078}$	$W_{地下}=0.201D^{3.227}H^{-1.989}$	$W=W_{地上}+W_{地下}$
	$W_B=0.473D^{2.672}H^{-1.764}$		
	$W_L=0.270D^{3.831}H^{-3.450}$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L$		
龙 眼	$W_{地上}=0.541D^{1.327}H^{0.927}$	$W_{地下}=0.049D^{0.811}H^{2.092}$	$W=0.576D^{1.121}H^{1.238}$

表 B.1 深圳市城市绿地常见树种单木生物量异速生长方程表（续）

树 种	地上生物量	地下生物量	全树生物量
窿缘桉	$W_S=0.039424(D^2H)^{0.900168}$		$W=0.0491348(D^2H)^{0.894967}$
	$W_B=0.0692(D^2H)^{1.00394}$		
	$W_L=0.0067(D^2H)^{0.79829}$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L$		
马占相思	$W_{地上}=0.014D^{2.530}H^{0.554}$	$W_{地下}=0.159D^{2.086}H^{-0.211}$	$W=0.043D^{2.431}H^{0.360}$
木姜子	$W_S=0.1071+0.025425(D^2H)$	$W_{地下}=0.014308(D^2H)^{0.8607}$	$W=W_{地上}+W_{地下}$
	$W_B=-0.012547(D^2H)^{0.9054}$		
	$W_L=5.4557 \times 10^{-4}(D^2H)^{1.6660}$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L$		
山乌桕	$W_S=0.8552(D^2H)^{0.9733}$	$W_{地下}=0.9295(D^2H)^{0.9533}$	$W=0.9000(D^2H)^{0.9614}$
	$W_B=0.9158(D^2H)^{1.0139}$		
	$W_L=0.9569(D^2H)^{0.8025}$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L$		
尾叶桉	$W_S=0.012569(D^2H)^{1.03385}$	$W_{地下}=0.006238(D^2H)^{0.91633}$	$W=0.020259(D^2H)^{1.01770}$
	$W_B=2.65 \times 10^{-4}(D^2H)^{1.20755}$		
	$W_L=1.430 \times 10^{-4}(D^2H)^{1.15710}$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L$		
无瓣海桑	$W_S=1.186 \times 10^{-3}(D^2H)^{1.038}$	$W_{地下}=0.818 \times 10^{-3}(D^2H)^{1.077}$	$W=1.563 \times 10^{-3}(D^2H)^{1.038}$
	$W_B=0.761 \times 10^{-3}(D^2H)^{1.115}$		
	$W_L=1.886 \times 10^{-3}(D^2H)^{0.283}$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L$		

表 B.1 深圳市城市绿地常见树种单木生物量异速生长方程表（续）

树 种	地上生物量	地下生物量	全树生物量
木 榄	$W_S=1.610 \times 10^{-3}(D^2H)^{0.833}$	$W_{地下}=1.416 \times 10^{-3}(D^2H)^{0.912}$	$W=2.022 \times 10^{-3}(D^2H)^{0.889}$
	$W_B=1.242 \times 10^{-3}(D^2H)^{0.957}$		
	$W_L=1.247 \times 10^{-3}(D^2H)^{0.940}$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L$		
樟	$W_{地上}=0.00525D^{2.92904}H^{0.45375}$	$W_{地下}=0.03982D^{2.48635}H^{-0.04338}$	$W=W_{地上}+W_{地下}$
秋 茄	——	——	$W=0.03999(D^2H)^{1.053}+0.02972(D^2H)^{0.990}$
白骨壤	——	——	$W=0.94624(D^2H)^{0.529}+0.07962(D^2H)^{0.615}$
红海榄	——	——	$W=0.40179D^{2.291}$
正红树	——	——	$W=0.235D^{2.42}+0.00698D^{2.61}$
湿地松	$W_{地上}=0.047440D^{2.10359}H^{0.63108}(D \geq 5\text{cm})$	$W_{地下}=0.035263D^{2.10359}H^{0.23419}(D \geq 5\text{cm})$	$W=W_{地上}+W_{地下}$
	$W_{地上}=0.290019D^{0.97868}H^{0.63108}(D < 5\text{cm})$	$W_{地下}=0.071994D^{1.66011}H^{0.23419}(D < 5\text{cm})$	
紫 薇	$W_S=2.067+0.020(D^2H)$	$W_{地下}=1.401+0.006(D^2H)$	$W=0.895+0.035(D^2H)$
	$W_B=1.035+0.008(D^2H)$		
	$W_L=0.393+0.001(D^2H)$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L$		
醉香含笑	$W_S=0.0135(D^2H)^{0.771}$	$W_{地下}=0.006(D^2H)^{1.014}$	$W=W_{地上}+W_{地下}$
	$W_B=4.962 \times 10^{-5}(D^2H)^{1.539}$		
	$W_L=6.76 \times 10^{-5}(D^2H)^{1.352}$		
	$W_{地上}=W_S+W_B+W_L$		

表 B.1 深圳市城市绿地常见树种单木生物量异速生长方程表（续）

树 种	地上生物量	地下生物量	全树生物量
杉 木	$W_S=0.0474(D^2H)^{0.8247}$	$W_{\text{地下}}=0.3303(D^2H)^{0.4088}$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
	$W_B=0.0176(D^2H)^{0.7416}$		
	$W_L=0.0671(D^2H)^{0.5189}$		
	$W_{\text{地上}}=W_S+W_B+W_L$		
五角枫	$W_S=0.0314(D^2H)^{0.9775}$	$W_{\text{地下}}=0.0468(D^2H)^{0.8939}$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
	$W_B=0.0069(D^2H)^{1.1030}$		
	$W_L=0.0060(D^2H)^{0.8803}$		
	$W_{\text{地上}}=W_S+W_B+W_L$		
软阔类	$W_S=0.0699(D^2H)^{0.8254}$	$W_{\text{地下}}=0.0363(D^2H)^{0.7529}$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
	$W_B=0.0267(D^2H)^{0.7207}$		
	$W_L=0.0125(D^2H)^{0.6181}$		
	$W_{\text{地上}}=W_S+W_B+W_L$		
硬阔类	$W_S=0.0545(D^2H)^{0.8630}$	$W_{\text{地下}}=0.0307(D^2H)^{0.8270}$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$
	$W_B=0.0155(D^2H)^{0.8737}$		
	$W_L=0.0145(D^2H)^{0.7444}$		
	$W_{\text{地上}}=W_S+W_B+W_L$		

注：D为胸径（cm）；H为树高（m）； $W_S$ 为地上部分的树干生物量（kg）； $W_B$ 为地上部分的树枝生物量（kg）； $W_L$ 为地上部分的树叶生物量（kg）； $W_{\text{地上}}$ 为地上部分生物量（kg）； $W_{\text{地下}}$ 为地下部分生物量（kg）；W为整株生物量（kg）。

## 附录 C

(资料性)

## 深圳市主要软阔叶树种和硬阔叶树种名录

C.1 深圳市主要软阔叶树种和硬阔叶树种名录分别见表C.1和表C.2。

表 C.1 深圳市主要软阔叶树种名录表

编号	中文名	学名	编号	中文名	学名	编号	中文名	学名
1	异叶南洋杉	<i>Araucaria heterophylla</i>	18	光荚含羞草	<i>Mimosa bimucronata</i>	35	黄葛树	<i>Ficus virens</i>
2	罗汉松	<i>Podocarpus macrophyllus</i>	19	亮叶猴耳环	<i>Archidendron lucidum</i>	36	黄毛榕	<i>Ficus esquiroliana</i>
3	玉兰	<i>Yulania denudata</i>	20	南洋楹	<i>Falcataria falcata</i>	37	大琴叶榕	<i>Ficus lyrata</i>
4	潺槁木姜子	<i>Litsea glutinosa</i>	21	鸡冠刺桐	<i>Erythrina crista-galli</i>	38	金钱榕	<i>Ficus microcarpa 'Crassifolia'</i>
5	山鸡椒	<i>Litsea cubeba</i>	22	钟花樱	<i>Prunus campanulata</i>	39	水石榕	<i>Elaeocarpus hainanensis</i>
6	樟	<i>Cinnamomum camphora</i>	23	桃叶石楠	<i>Photinia prunifolia</i>	40	山杜英	<i>Elaeocarpus sylvestris</i>
7	山棕	<i>Arenga engleri</i>	24	朴树	<i>Celtis sinensis</i>	41	白楸	<i>Mallotus paniculatus</i>
8	散尾葵	<i>Dypsis lutescens</i>	25	山黄麻	<i>Trema tomentosa</i>	42	木油桐	<i>Vernicia montana</i>
9	大果直叶桐	<i>Attalea macrocarpa</i>	26	构	<i>Broussonetia papyrifera</i>	43	山乌柏	<i>Triadica cochinchinensis</i>
10	红花玉蕊	<i>Barringtonia acutangula</i>	27	高山榕	<i>Ficus altissima</i>	44	海漆	<i>Excoecaria agallocha</i>
11	网脉山龙眼	<i>Helicia reticulata</i>	28	黄果榕	<i>Ficus benguetensis</i>	45	秋枫	<i>Bischofia javanica</i>
12	银桦	<i>Grevillea robusta</i>	29	垂叶榕	<i>Ficus benjamina</i>	46	银柴	<i>Aporosa dioica</i>
13	枫香树	<i>Liquidambar formosana</i>	30	印度榕	<i>Ficus elastica</i>	47	五月茶	<i>Antidesma bunius</i>
14	壳菜果	<i>Mytilaria laosensis</i>	31	对叶榕	<i>Ficus hispida</i>	48	土蜜树	<i>Bridelia tomentosa</i>
15	鼠刺	<i>Itea chinensis</i>	32	菩提树	<i>Ficus religiosa</i>	49	白背算盘子	<i>Glochidion wrightii</i>
16	凤凰木	<i>Delonix regia</i>	33	心叶榕	<i>Ficus rumphii</i>	50	毛萼紫薇	<i>Lagerstroemia balansae</i>
17	银合欢	<i>Leucaena leucocephala</i>	34	竹叶榕	<i>Ficus stenophylla</i>	51	毛叶榄	<i>Canarium subulatum</i>

表 C.1 深圳市主要软阔叶树种名录表 (续)

编号	中文名	学名	编号	中文名	学名	编号	中文名	学名
52	盐麸木	<i>Rhus chinensis</i>	62	美丽异木棉	<i>Ceiba speciosa</i>	72	蓝花楹	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
53	木蜡树	<i>Toxicodendron sylvestri</i>	63	喜 树	<i>Camptotheca acuminata</i>	73	白花泡桐	<i>Paulownia fortunei</i>
54	罗浮槭	<i>Acer fabri</i>	64	木 荷	<i>Schima superba</i>	74	铁冬青	<i>Ilex rotunda</i>
55	楝叶吴萸	<i>Tetradium glabrifolium</i>	65	光叶山矾	<i>Symplocos lancifolia</i>	75	幌伞枫	<i>Heteropanax fragrans</i>
56	箬欏花椒	<i>Zanthoxylum avicennae</i>	66	栓叶安息香	<i>Styrax suberifolius</i>	76	鹅掌柴	<i>Heptapleurum heptaphyllum</i>
57	山油柑	<i>Acronychia pedunculata</i>	67	赤杨叶	<i>Alniphyllum fortunei</i>	77	澳洲鸭脚木	<i>Schefflera macrostachya</i>
58	香 椿	<i>Toona sinensis</i>	68	狗骨柴	<i>Diplospora dubia</i>	78	垂枝红千层	<i>Callistemon viminalis</i>
59	楝	<i>Melia azedarach</i>	69	糖胶树	<i>Alstonia scholaris</i>	79	黄金香柳	<i>Melaleuca bracteata 'Revolution Gold'</i>
60	翻白叶树	<i>Pterospermum heterophyllum</i>	70	鸡蛋花	<i>Plumeria rubra</i>	——	——	——
61	木 棉	<i>Bombax ceiba</i>	71	海杧果	<i>Cerbera manghas</i>	——	——	——

表 C.2 深圳市主要硬阔叶树种名录表

编号	中文名	学名	编号	中文名	学名	编号	中文名	学名
1	木莲	<i>Manglietia fordiana</i>	21	林刺葵	<i>Phoenix sylvestris</i>	41	刺桐	<i>Erythrina variegata</i>
2	广东木莲	<i>Manglietia kwangtungensis</i>	22	狐尾椰子	<i>Wodyetia bifurcata</i>	42	白桂木	<i>Artocarpus hypargyreus</i>
3	白兰	<i>Michelia × alba</i>	23	假槟榔	<i>Archontophoenix alexandrae</i>	43	粗叶榕	<i>Ficus hirta</i>
4	乐昌含笑	<i>Michelia chapensis</i>	24	卵果榄仁	<i>Terminalia muelleri</i>	44	柯	<i>Lithocarpus glaber</i>
5	醉香含笑	<i>Michelia macclurei</i>	25	榄仁	<i>Terminalia catappa</i>	45	柯	<i>Lithocarpus glaber</i>
6	深山含笑	<i>Michelia maudiae</i>	26	红花荷	<i>Rhodoleia championii</i>	46	米楮	<i>Castanopsis carlesii</i>
7	短序润楠	<i>Machilus breviflora</i>	27	羊蹄甲	<i>Bauhinia purpurea</i>	47	锥	<i>Castanopsis chinensis</i>
8	绒毛润楠	<i>Machilus velutina</i>	28	红花羊蹄甲	<i>Bauhinia × blakeana</i>	48	甜楮	<i>Castanopsis eyrei</i>
9	华润楠	<i>Machilus chinensis</i>	29	宫粉羊蹄甲	<i>Bauhinia variegata</i>	49	罗浮锥	<i>Castanopsis fabri</i>
10	红楠	<i>Machilus thunbergii</i>	30	仪花	<i>Lysidice rhodostegia</i>	50	栲	<i>Castanopsis fargesii</i>
11	鸭公树	<i>Neolitsea chui</i>	31	酸豆	<i>Tamarindus indica</i>	51	红锥	<i>Castanopsis hystrix</i>
12	香叶树	<i>Lindera communis</i>	32	腊肠树	<i>Cassia fistula</i>	52	青冈	<i>Quercus glauca</i>
13	阴香	<i>Cinnamomum burmanni</i>	33	铁刀木	<i>Senna siamea</i>	53	麻栎	<i>Quercus acutissima</i>
14	鱼尾葵	<i>Caryota maxima</i>	34	黄槐决明	<i>Senna surattensis</i>	54	猴欢喜	<i>Sloanea sinensis</i>
15	海枣	<i>Phoenix dactylifera</i>	35	格木	<i>Erythrophleum fordii</i>	55	毛果杜英	<i>Elaeocarpus rugosus</i>
16	江边刺葵	<i>Phoenix roebelenii</i>	36	海红豆	<i>Adenanthera microsperma</i>	56	竹节树	<i>Carallia brachiata</i>
17	丝葵	<i>Washingtonia filifera</i>	37	台湾相思	<i>Acacia confusa</i>	57	秋茄树	<i>Kandelia obovata</i>
18	蒲葵	<i>Livistona chinensis</i>	38	海南红豆	<i>Ormosia pinnata</i>	58	岭南山竹子	<i>Garcinia oblongifolia</i>
19	大王椰	<i>Roystonea regia</i>	39	印度黄檀	<i>Dalbergia sissoo</i>	59	黄牛木	<i>Cratoxylum cochinchinense</i>
20	女王椰子	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	40	紫檀	<i>Pterocarpus indicus</i>	60	斯里兰卡天料木	<i>Homalium ceylanicum</i>

表 C.2 深圳市主要硬阔叶树种名录表（续）

编号	中文名	学名	编号	中文名	学名	编号	中文名	学名
61	大花紫薇	<i>Lagerstroemia speciosa</i>	78	柚	<i>Citrus maxima</i>	95	石笔木	<i>Pyrenaria spectabilis</i>
62	小叶紫薇	<i>Lagerstroemia parviflora</i>	79	麻 楝	<i>Chukrasia tabularis</i>	96	木 樨	<i>Osmanthus fragrans</i>
63	龙血树	<i>Dracaena draco</i>	80	桃花心木	<i>Swietenia mahagoni</i>	97	火焰树	<i>Spathodea campanulata</i>
64	柠檬桉	<i>Eucalyptus citriodora</i>	81	非洲楝	<i>Khaya senegalensis</i>	98	吊瓜树	<i>Kigelia africana</i>
65	海南蒲桃	<i>Syzygium hainanense</i>	82	破布叶	<i>Microcos paniculata</i>	99	掌叶黄钟木	<i>Tabebuia rosea</i>
66	蒲 桃	<i>Syzygium jambos</i>	83	银叶树	<i>Heritiera littoralis</i>	100	黄花风铃木	<i>Handroanthus chrysanthus</i>
67	水翁蒲桃	<i>Syzygium nervosum</i>	84	假苹婆	<i>Sterculia lanceolata</i>	101	紫花风铃木	<i>Handroanthus impetiginosus</i>
68	红枝蒲桃	<i>Syzygium rehderianum</i>	85	黄 槿	<i>Talipariti tiliaceum</i>	102	金黄栎铃木	<i>Tabebuia aurea</i>
69	洋蒲桃	<i>Syzygium samarangense</i>	86	槭叶瓶干树	<i>Brachychiton acerifolius</i>	103	珊瑚树	<i>Viburnum odoratissimum</i>
70	红鳞蒲桃	<i>Syzygium hancei</i>	87	土沉香	<i>Aquilaria sinensis</i>	104	龙 柏	<i>Juniperus chinensis 'Kaizuca'</i>
71	人面子	<i>Dracontomelon duperreanum</i>	88	八角枫	<i>Alangium chinense</i>	105	扇叶露兜树	<i>Pandanus utilis</i>
72	南酸枣	<i>Choerospondias axillaris</i>	89	厚皮香	<i>Ternstroemia gymnanthera</i>	106	小叶榄仁	<i>Terminalia neotaliala</i>
73	杧 果	<i>Mangifera indica</i>	90	杨 桐	<i>Adinandra millettii</i>	—	—	—
74	天桃木	<i>Mangifera persiciforma</i>	91	华南毛柃	<i>Eurya ciliata</i>	—	—	—
75	复羽叶栾	<i>Koelreuteria bipinnata</i>	92	罗浮柿	<i>Diospyros morrisiana</i>	—	—	—
76	栾	<i>Koelreuteria paniculata</i>	93	大头茶	<i>Polyspora axillaris</i>	—	—	—
77	黄 皮	<i>Clausena lansium</i>	94	南山茶	<i>Camellia semiserrata</i>	—	—	—

附 录 D  
(资料性)  
深圳市城市绿地常见树种含碳率

D.1 深圳市城市绿地常见树种含碳率见表D.1。

表 D.1 深圳市城市绿地常见树种含碳率表

优势树种(组)	CF
尾叶桉	0.525
龙柏	0.510
银桦	0.4910
麻楝	0.4850
非洲楝	0.4850
栾树	0.4770
桃	0.4600
五角枫	0.4500
竹类	0.4705
枫香	0.4668
马尾松	0.5252
湿地松	0.4736
木荷	0.4706
桉树	0.4730
楝树	0.4850
柳树	0.4850
木麻黄	0.4980
水杉	0.5010
桐类	0.4700
相思	0.4850
硬阔类	0.4970
其他松类	0.5110
软阔类	0.4850

表 D.1 深圳市城市绿地常见树种含碳率表（续）

优势树种(组)	CF
樟树	0.5096
白栎	0.4633
大花五桠果	0.4812
大叶相思	0.4844
大叶紫薇	0.4809
翻白叶树	0.4751
格木	0.4736
海红豆	0.4747
海芒果	0.4757
海南菜豆树	0.4812
海南红豆	0.4831
海南蒲桃	0.4768
红荷	0.4744
红花荷	0.4835
红花玉蕊	0.4645
红锥	0.4685
厚荚相思	0.4833
黄樟	0.4859
灰木莲	0.4976
火力楠	0.4962
尖叶杜英	0.4697
降香黄檀	0.4859
乐昌含笑	0.4818
黎蒴	0.4767
楝叶吴茱萸	0.4812
米老排	0.4881
莫氏榄仁	0.4625
南酸枣	0.4666
青皮	0.476
秋枫	0.4659

表 D.1 深圳市城市绿地常见树种含碳率表（续）

优势树种(组)	CF
山杜英	0.4722
山桂花	0.4831
山乌柏	0.4573
石梓	0.4835
水蒲桃	0.4664
台湾罗汉松	0.4877
五月茶	0.4693
小叶榄仁	0.4701
小叶竹柏	0.511
鸭脚木	0.4625
杨梅	0.4839
阴香	0.4813
油榄仁	0.4547
长叶竹柏	0.5000
中华杜英	0.4745
紫玉兰	0.4888
秋茄	0.4700
桐花树	0.4200
白骨壤	0.4100
木榄	0.4700
正红树	0.4600
海漆	0.4300
红海榄	0.4800
海桑	0.4300
其他红树林树种	0.4600

附 录 E  
(资料性)  
深圳市城市绿地灌木生物量异速生长方程

E.1 深圳市城市绿地灌木生物量异速生长方程见表E.1。

表 E.1 深圳市城市绿地灌木生物量异速生长方程表

树 种	地上生物量	地下生物量	全株生物量	建模地区
杜 鹃	—	—	$W=195.326V_c^{0.714}$	全国
梔 子	—	—	$W=1.888+73.454A_c+144.254A_c^2$	
其他灌木	$W_{\text{叶}}=0.0778A_c^{0.9059}$ $W_{\text{茎枝}}=0.0211+0.4208A_c^{0.4208}$ $W_{\text{地上}}=M_{\text{叶}}+M_{\text{茎枝}}$	$W_{\text{地下}}=0.6561M_{\text{地上}}^{0.7998}$	$W=W_{\text{地上}}+W_{\text{地下}}$	
注： $W_{\text{地上}}$ 表示灌木地上部分的生物量； $W_{\text{地下}}$ 表示灌木地下部分的生物量； $W_{\text{叶}}$ 表示灌木地上部分的叶生物量； $W_{\text{茎枝}}$ 表示灌木地上部分的茎和枝生物量； $W$ 表示灌木整株的生物量。 $A_c$ 表示灌木的冠幅投影面积（ $m^2$ ）； $V_c$ 表示灌木的冠幅投影体积（ $m^3$ ）。				