

DB4403

深 圳 市 地 方 标 准

DB4403/T XXX—XXXX

城市地上碳储量遥感评价技术规范

Technical specification of urban above-ground carbon storage evaluating
by remote sensing

(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

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

5 评价方法 2

附录 A（规范性） 遥感信息提取 6

附录 B（资料性） 地上碳储量遥感计算系数 7

附录 C（规范性） 地面核查要求 9

参考文献 10

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。

本文件由深圳市生态环境局提出并归口。

本文件起草单位：广东省深圳生态环境监测中心站、中国科学院地理科学与资源研究所、深圳市公园管理中心、中国环境监测总站。

本文件主要起草人：王伟民、熊向隰、梁鸿、刘凯、许旺、罗海江、余欣繁、田丽华、刘海江、代效康、尹淳阳、李煜东、张芙蓉、苏红波、文雯、薛琳、林择华

引 言

深圳作为一个经济高度发达的现代化城市，具有独特的城市生态特色和复杂的城市植被分布。为有效评价深圳城市地上碳储量，实现碳达峰、碳中和提供依据与参考，特制定本文件。本文件强调了遥感技术在城市植被地上碳储量监测中的重要性，并对其遥感评价做出了详细的规范性指导，提升了城市植被地上碳储量监测的效率和准确性。本文件的制定有利于推动深圳市地上碳储量评价工作标准化，为深圳市在应对气候变化、优化生态环境管理和推动可持续发展方面提供科学依据，为开展陆地碳汇和地上碳储量监测、生态服务评价和城市规划修编等相关技术工作提供参考。

城市地上碳储量遥感评价技术规范

1 范围

本文件规定了城市地上碳储量遥感评价的基本要求和评价方法。
本文件适用于深圳市和各区（包括深汕特别合作区）的植被地上碳储量遥感评价，但不包括湿地与红树林。

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 30115—2013 卫星遥感影像植被指数产品规范
DZ/T 0143—1994 卫星遥感图像产品质量控制规范
DB4403/T 348—2023 城市碳汇遥感评价技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1
重访周期 `revisit time`
观测卫星对同一地点相邻两次观测的时间间隔。

3.2
地上生物量 `above-ground biomass`
土壤层以上干重表示的植被所有活体的生物量，包括干、桩、枝、皮、种子、花、果和叶及草本植物。
[来源：LY/T 3253—2021，2.2.17]

3.3
地上碳储量 `above-ground carbon storage`
植被生态系统通过光合作用从大气中吸收二氧化碳并固定在地上生物量中的碳含量。

3.4
归一化植被指数 `normalized difference vegetation index, NDVI`
近红外波段反射率和可见光波段反射率之差与二者之和的比值。
[来源：GB/T 28419—2012，3.11]

3.5
空间分辨率 `spatial resolution`
遥感图像上可详细区分的最小单元的尺寸或大小，是表征影像分辨地面目标细节的指标。

3.6

遥感 remote sensing

采用非接触的远距离探测技术，对目标物的电磁波辐射、反射或散射进行感知和测量，通过必要的反演处理和分析，揭示观测对象的形态、物理和生化参数的方法和技术，包括信息的获取、处理、定标、分析、应用等。

[来源：GB/T 30114.1—2013，3.25]

3.7

植被指数 vegetation index

一种利用遥感影像不同波段数据的线性或非线性组合而形成的能反映绿色植物的生长状况和分布的特征指数。

[来源：GB/T 30115—2013，3.11]

4 基本要求

4.1 遥感图像选择

卫星遥感图像的选择应符合以下要求：

- 使用的遥感图像包含红光波段与近红外波段，可利用算法反演地表植被特征；
- 城市区域的图像云量的覆盖率 $\leq 10\%$ ；
- 遥感图像空间分辨率等于或优于 10 米。

4.2 遥感数据来源

根据4.1的要求选择覆盖评估区域的卫星遥感图像数据，主要数据来源包括但不限于Landsat、Sentinel、GF和SPOT，无人机遥感、地面遥感数据可作为补充。

4.3 评价时间尺度

依据遥感图像数据重访周期，城市地上碳储量计算周期应不低于季节尺度，评价周期宜不低于年尺度。

4.4 评价原则

4.4.1 完整性

地上碳储量评价应宜涵盖所有的植被类型，但本文件不包括湿地与红树林。

4.4.2 针对性

地上碳储量评价应充分考虑各行政区的差异，结合地域和气候特征，适当优化计算和评价方法。

4.4.3 准确性

地上碳储量评价应尽可能减少偏差和不确定性，宜确保不高估地上碳储量。

5 评价方法

5.1 总则

利用遥感数据和气象数据、地面监测数据, 建立植被（不包括湿地和红树林）地上碳储量反演公式；基于人工实地核查数据对计算结果进行验证与修正；计算区域的地上碳储量和评价指标，结合社会经济数据分析地上碳储量的分布格局、指标和强度分级。

5.2 评价流程

城市地上碳储量遥感评价流程如图1所示，包括以下几个方面：

- 资料收集与数据处理；
- 遥感信息提取；
- 遥感计算；
- 地面核查；
- 评价分析。

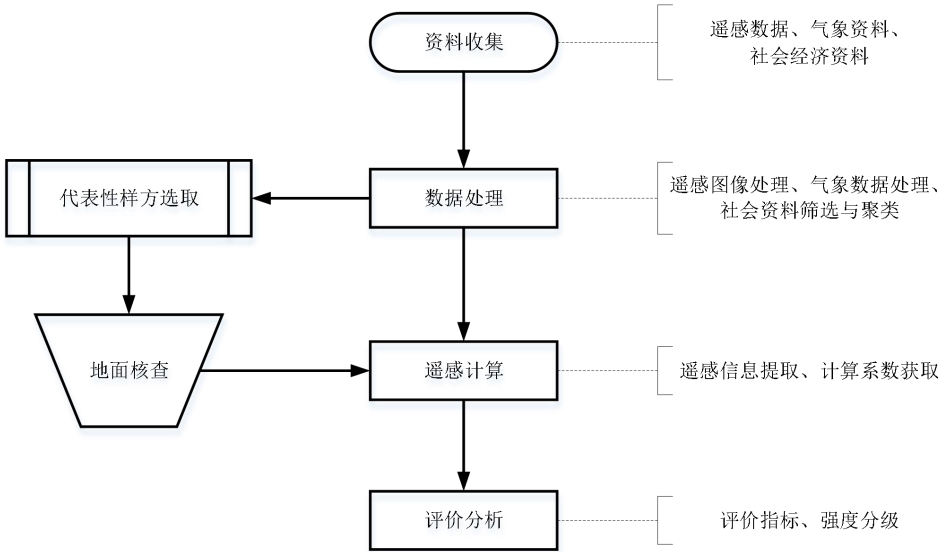


图 1 城市地上碳储量遥感评价流程图

5.3 资料收集与数据处理

资料收集与数据处理应包括以下内容：

- 遥感图像处理，按照 DZ/T 0143—1994 第 3 章中对卫星遥感图像质量控制的规定进行数据处理，应保证完成几何校正、辐射校正等遥感图像预处理步骤；
- 植被地上碳储量地面监测数据，从生态监测部门获取；
- 气象资料，从气象部门获取；
- 社会经济资料，通过开展调研、收集相关资料等手段获取。

5.4 遥感信息提取

遥感信息提取包括以下两个步骤，应符合附录A的规定：

- 植被指数，利用遥感数据的红光波段与近红外波段，按照 GB/T 30115—2013 第 7 章中对植被指数计算的规定计算归一化植被指数；
- 土地利用类型，通过现有公开数字化产品或高分辨率遥感数据提取。

5.5 遥感计算

5.5.1 计算方法

根据5.4提取的植被指数数据、土地利用类型数据及5.3收集的气象数据，单位面积的地上碳储量基于公式（1）计算。

$$C_{AGB}=a \times NDVI+b \times Pre+c \times Tem+d \times Srad+\varepsilon \cdots \cdots (1)$$

式中：

C_{AGB} ——单位面积的植被地上碳储量，单位为千克碳每平方米（ $kgC \cdot m^{-2}$ ）；

a ——遥感归一化植被指数对应的系数；

$NDVI$ ——月均遥感归一化植被指数；

b ——降水对应的系数；

Pre ——月均降水，单位为毫米每月；

c ——空气温度对应的系数；

Tem ——月均空气温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}C$ ）；

d ——短波下行辐射对应的系数；

$Srad$ ——月均短波下行辐射，单位为瓦特每平方米（ $W \cdot m^{-2}$ ）；

ε ——常数项。

5.5.2 计算系数

地上碳储量遥感计算公式的系数应参照附录B的规定，可基于各卫星遥感数据的实际状况修正。

5.6 地面核查

5.6.1 核查目的

在不同区域设置核查点位，地面核查应符合附录C的规定：

——基于地面监测数据开展城市地上碳储量遥感计算结果验证；

——基于线性回归或其他校正方法对遥感计算结果中存在系统性偏差进行校正和调整。

5.6.2 核查对象

城市地上碳储量地面核查对象应包括城市辖区范围内的林地、草地和农田，但不包括湿地和红树林。

5.6.3 核查要求

长期固定样地每年调查一次，样地一旦确定，应避免轻易改变，样地的复位率应大于或等于90%。选择合适、连续的核查时间，确保该时间段内植被地上碳储量的信息可被核查。

5.6.4 核查精度

城市地上碳储量的地面核查精度须达到90%以上的精度要求，若测定的精度低于该值，增加样地数量对计算结果进行偏差校正，直至测定结果达到精度要求。

5.7 评价分析

5.7.1 分析总则

深圳市和各市辖区的植被地上碳储量分析应与DB4403/T 348—2023第5.6章中城市碳汇评价分析的内容相符，可为公众提供透明、易懂的信息，包括但不限于：

- 基于不同植被类型分析地上碳储量分布格局，明确不同植被类型在地上碳储量贡献上的差异和变化趋势；
- 基于不同指标分析深圳市和各市辖区的地上碳储量总量和人均值，全面评估地上碳储量的状况和特征；
- 基于单位面积地上碳储量强度开展强度分级分析，识别碳储量较高和较低的区域，提供针对性管理和保护建议。

5.7.2 地上碳储量总量

地上碳储量总量为深圳市或各市辖区的植被地上碳储量总和，其计算基于公式（2）。

$$C_T=C_{AGB} \times A_T \dots\dots\dots (2)$$

式中：
C_T——地上碳储量总量，单位为千克碳（kgC）；
C_{AGB}——单位面积的植被地上碳储量，单位为千克碳每平方米（kgC·m⁻²）；
A_T——面积总量，单位为平方米（m²）。

5.7.3 人均地上碳储量

人均地上碳储量为深圳市或各市辖区每个人对应的植被地上碳储量，其计算基于公式（3）。

$$C_P=C_T/P_T \dots\dots\dots (3)$$

式中：
C_P——人均碳储量，单位为千克碳每人（kgC/人）；
C_T——地上碳储量总量，单位为千克碳（kgC）；
P_T——人口数量，单位为人。

5.7.4 强度分级

依据单位面积的地上碳储量划分等级，如表1所示。四个等级对应的表述是弱、中等、强、极强，等级的划分标准可基于各市辖区的实际状况进行调整和修正，以确保评估结果的准确性和适用性。

表 1 城市地上碳储量强度分级标准

单位为千克碳每平方米				
单位面积地上碳储量	G≤0.8	0.8<G≤1.6	1.6<G≤2.4	G>2.4
等级	弱	中等	强	极强

附 录 A
(规范性)
遥感信息提取

A.1 植被指数

基于可见光与近红外波段反演归一化植被指数，如公式（A.1）所示。

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

NDVI——归一化植被指数；

NIR ——近红外波段反射率，无量纲；

R ——红光波段反射率，无量纲。

A.2 土地利用类型

A.2.1 土地利用类型要求

土地利用类型信息应考虑城市生态系统的复杂性，符合以下要求：

- 可区分植被类型和非植被类型；
- 植被类型至少包括林地、草地和农田；
- 分类产品空间分辨率不低于 10 米。

A.2.2 土地利用类型产品获取

土地利用类型产品通过以下方式获取：

- 通过行业部门或公共平台获取；
- 通过遥感或地理信息系统软件数字化生成。

附 录 B
(资料性)
地上碳储量遥感计算系数

B.1 总则

针对林地、草地和农田类型分别提供城市地上碳储量遥感计算系数，可基于各市辖区的实际状况在不同季节进行修正和调整，以更好地反映区域内不同植被的地上碳储量特征。

B.2 地上碳储量计算系数

基于最小二乘方法计算城市地上碳储量系数，针对 Sentinel 卫星数据的城市地上碳储量计算系数可参考表 B1，当所用的卫星遥感数据为其他时，计算公式的系数需要适当修正和调整。

表 B.1 城市地上碳储量计算系数

行政区	植被类型	a	b	c	d	ε
宝安	林地	34.804	0.083	-27.483	3.891	-2.621
	草地	34.527	1.349	-13.694	3.595	-474.673
	农田	34.092	0.681	-12.670	2.892	-278.762
龙华	林地	20.752	0.023	-43.531	2.876	538.729
	草地	9.610	-0.623	-8.958	0.496	239.098
	农田	21.614	0.214	-31.146	2.473	286.316
光明	林地	11.711	-0.213	-15.864	5.105	-409.769
	草地	13.902	0.286	-17.766	5.147	-457.275
	农田	7.829	-0.030	-20.460	2.990	3.312
南山	林地	38.954	-2.026	-25.359	-7.167	2072.581
	草地	32.149	6.035	62.042	9.627	-3951.950
	农田	21.988	-1.558	-36.421	-2.504	1505.550
福田	林地	16.3568	0.760	-8.868	0.622	-10.682
	草地	31.669	1.836	-46.981	9.020	-671.798
	农田	/	/	/	/	/
龙岗	林地	25.079	-0.810	-20.485	-0.308	663.853
	草地	18.019	-0.179	-15.665	-0.057	407.476
	农田	17.100	-0.539	-17.667	1.413	276.202
罗湖	林地	25.594	0.398	-16.751	1.061	154.217
	草地	-13.4421	0.626	-13.240	-0.895	361.663
	农田	/	/	/	/	/
盐田	林地	56.219	3.275	-4.006	6.703	-1542.970
	草地	82.645	3.740	16.408	3.027	-1484.230
	农田	/	/	/	/	/
坪山	林地	36.134	-0.418	-17.647	2.916	2.39541
	草地	40.872	-3.266	-14.928	-2.210	1257.160
	农田	14.815	-4.279	-13.323	-3.462	1601.370

表 B.1 （第 2 页/共 2 页）

行政区	植被类型	a	b	c	d	ε
大鹏	林地	17.922	0.939	-4.761	2.868	-497.301
	草地	33.043	1.249	-5.082	4.244	-773.601
	农田	25.749	1.449	2.092	4.950	-1082.130
深汕	林地	19.526	0.979	-4.947	4.650	-806.956
	草地	23.113	1.128	-8.934	6.573	-1069.820
	农田	20.124	1.488	-9.131	9.151	-1556.480

附 录 C
(规范性)
地面核查要求

C.1 核查点位的布设原则

- 核查点位的布设应符合以下原则：
- 植被类型至少包括林地、草地和农田，其中林地包括灌木丛但不包括红树林；
 - 每一类植被类型在各行政区至少选择 10 个样地；
 - 每一个样地至少保证在 10 米×10 米范围内地表均质；
 - 每一个林地样地内至少选择 3 个 3 米×3 米的小样方；
 - 每一个草地或农田样地内至少选择 3 个 50 厘米×50 厘米的小样方。

C.2 核查点位的布设方法

- 核查点位的布设方法应满足以下要求：
- 应满足调查目的及准确度的要求；
 - 能较好地反映区域植被特征；
 - 四周平坦，优先选择干扰少的位置布设；
 - 尽量减少对植被的干扰和破坏。

C.3 核查点位基本信息

- 需要详细核查和记录核查点位的基本信息，主要包括但不限于：
- 调查时间；
 - 样地和样方编号；
 - 地理位置；
 - 样地面积及形状；
 - 植被类型和特征；
 - 土壤类型和特征；
 - 干扰情况及管理措施。

C.4 核查项目

- 样方内核查项目包括但不限于：
- 木本植物的数量、株高、胸径和木材密度；
 - 草本植物的数量、株高和干重；
 - 农田作物的数量、株高和干重。

参 考 文 献

- [1] GB/T 14950 摄影测量与遥感术语
 - [2] GB/T 34815—2017 植被生态质量气象评价指数
 - [3] DB11/T 953—2013 林业碳汇计量监测技术规程
 - [4] DB33/T 2416—2021 城市绿化碳汇计量与监测技术规程
-