

# 森林碳通量核算系统测试方法不确定度评定报告

## 一、概述

依据《森林碳通量核算系统测试方法》的要求对森林碳通量核算系统进行测试，下文介绍对森林碳通量核算系统中碳通量示值误差的不确定度评定，供测试人员参考。

## 二、不确定度评定测量模型

以采用生态系统模型法中模拟选定站点的碳通量示值误差为例，对碳通量的小时示值误差进行不确定度评定。因此，以公式（1）建立测量模型，评定碳通量示值误差的不确定度。

$$\Delta F = F_{m,i} - F_{o,i} \quad (1)$$

$\Delta F$ ——碳通量示值误差， $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ；

$F_{m,i}$ ——生态系统模型法或大气反演法模拟选定站点*i*时刻碳通量， $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ；

$F_{o,i}$ ——高精度温室气体分析仪监测*i*时刻碳通量， $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

## 三、不确定度来源

根据上述测量模型可知，不确定度来源主要有以下两个方面：（1）模拟重复性引入的不确定度分量 $u_1$ ；（2）涡动协方差系统引入的不确定度分量 $u_2$ 。

## 四、不确定度分量评定

### 4.1 模拟重复性引入的不确定度分量 $u_1$

根据区域实际情况，选取碳通量值基本无变化的 21 时-24 时，例如涡动协方差系统碳通量值变化不超过  $0.1 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，得到 2 日、3 日、9 日、17 日和 20 日 21 时-24 时的模拟值如表 1 所示，则合并样本标准偏差：

$$s_p = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m s_j^2}{m}} = 0.14 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$$

表 1 生态系统模型碳通量模拟值（单位： $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ）

日期	21 时	22 时	23 时	24 时
2 日	1.59	1.56	1.53	1.51
3 日	1.81	1.82	1.81	1.79
9 日	1.35	1.34	1.34	1.33
17 日	1.60	1.59	1.59	1.59
20 日	1.82	1.80	1.79	1.77

由模拟重复性引入的标准不确定度为：

$$u_1 = 0.14 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$$

#### 4.2 涡动协方差系统引入的不确定度分量 $u_2$

涡动协方差系统碳通量最大允许误差为 $\pm 1.0 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，取均匀分布，则涡动协方差系统测量引入的标准不确定度为：

$$u_2 = \frac{1.0}{\sqrt{3}} = 0.58 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$$

#### 五、不确定度的合成

由于各标准不确定度分量不相关，所以：

$$u(\Delta F) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.60 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$$

#### 六、扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则：

$$U = u(\Delta F) \times k = 0.60 \times 2 = 1.20 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$$