

浙江大学实验报告

专业: 生物科学
姓名: 蒋贤迪
学号: 3240105782
日期: 2025.11.5
地点: 生物实验中心-312

课程名称: 生态学基础及实验
实验名称: 校园植被温室气体通量的观测
指导老师: 胡亮亮
成 绩: _____
实验类型: 观测
组 员: _____

一、 实验目的和要求

1. 实验目的:

- 了解温室气体通量和全球增温潜势的概念
- 了解静态箱法的工作原理
- 掌握静态箱-气相色谱法观测温室气体通量的方法

2. 实验要求:

- (1) 计算 3 种 GHG 通量
- (2) 分析 GHG 通量构成
- (3) 比较 2 个位点的 GHG 通量差异, 分析其可能的原因

二、实验内容和原理

1. 温室气体 (Greenhouse Gas)

温室气体 (GHG) 指大气中能吸收和释放热红外辐射能的气体。

- 它们维持地表平均气温约为 15°C (若无 GHG，则约为 -18°C)。
- 过量的 GHG 将导致全球增温。
- 主要温室气体包括：水蒸气 (H_2O)、二氧化碳 (CO_2)、甲烷 (CH_4)、氧化亚氮 (N_2O) 等。

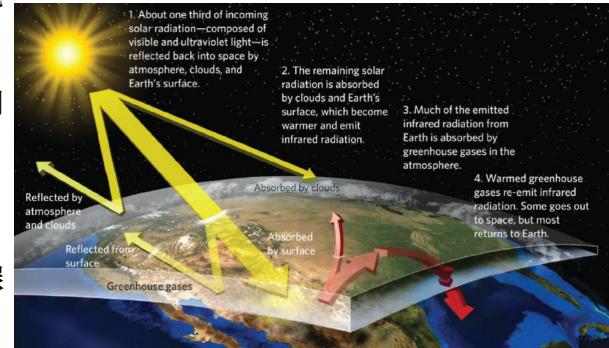


图 1: The greenhouse effect
(Ecology The Economy of Nature 9th Figure 2.1)

2. 全球增温/变暖 (Global Warming)

全球增温是由于温室气体排放持续增长导致的现象。

- 温控目标:** 《巴黎协定》共识为：将升温控制在工业化前 2°C 以内，力争 1.5°C 。
- 现状:** 据 IPCC 报告，目前全球气温已比工业化前提高约 1.0°C 。若按当前速度，预计在 2030-2052 年间达到 1.5°C 。
- 气候临界点:** 地球关键系统正逼近或跨越不可逆的临界阈值。例如，2024 年全球平均气温高出约 1.4°C ，已触发温水珊瑚礁系统性崩溃（其阈值为 1.2°C ）。

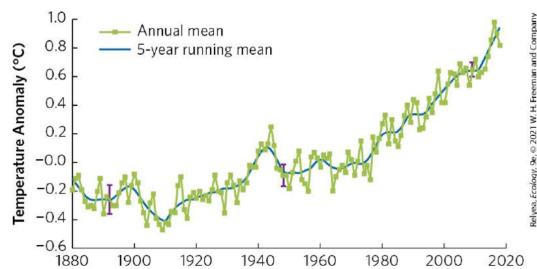


图 2: Global warming over time
(Ecology The Economy of Nature 9th Figure 22.19)

3. 温室气体对增温贡献的差异

不同的气体和气溶胶对气候变化的物理驱动力不同。

- **增温效应:** CO_2 、 CH_4 和 N_2O 是最主要的增温贡献者。
- **降温效应:** 某些气溶胶，如二氧化硫 (SO_2) 和有机碳，具有降温效应。

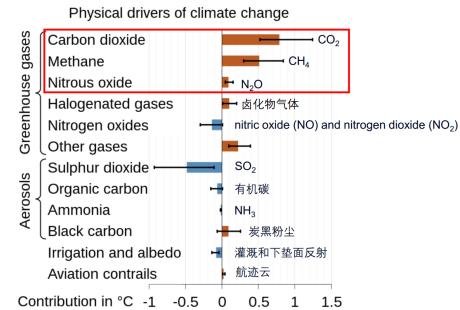


图 3: 气候变化物理驱动因子的贡献 (IPCC, 2021)

4. 全球增温潜势 (Global Warming Potential, GWP)

GWP 是用于衡量温室气体增温能力的相对指标。

- **定义:** 气体在一定时间积分范围内与相同质量二氧化碳相比而得到的相对辐射影响值
- **示例 (100 年 GWP):** CO_2 的 GWP 定义为 1。甲烷 (CH_4) 约为 28, 氧化亚氮 (N_2O) 约为 265。
- **寿命:** 不同气体的 GWP 值与其在大气中的存留时间 (寿命) 密切相关。

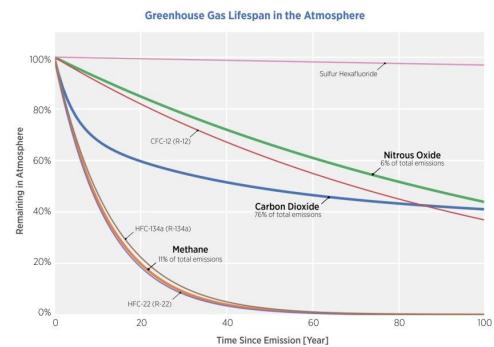


图 4: 温室气体在大气中的存留时间

5. 二氧化碳质量当量 (CO_2 equivalent)

CO_2 当量是 GWP 的实际应用，用于将不同温室气体的排放量统一折算为 CO_2 的排放量。

$$CO_{2eq} = \text{mass}_{GHG} \times GWP_{GHG}$$

- CO_{2eq} : 所求结果，即“二氧化碳当量”
- mass_{GHG} : 这是实际排放的某种 GHG 的质量 (例如, 1 吨甲烷)
- GWP_{GHG} : 这是该 GHG 气体的 GWP (例如, 甲烷的 GWP 为 28)

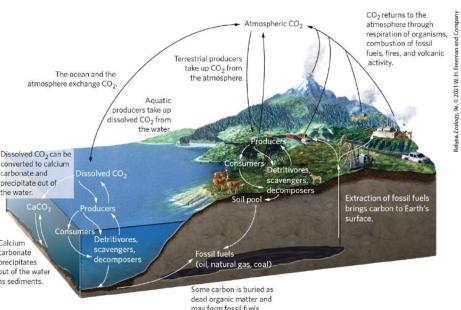
6. 温室气体通量 (GHG Flux)

温室气体通量是指在特定表面（如下垫面），单位面积和单位时间内温室气体的净释放或吸收量。

- 源 (Source): 呈净释放的下垫面。
- 汇 (Sink): 呈净吸收的下垫面。
- 大气浓度变化可表示为：

$$\Delta_{\text{atmosphere}} = \sum \text{Source} - \sum \text{Sink}$$

图 5: 陆地和海洋生态系统的碳通量示
在大气和下垫面之间，每时每刻都发生着气体交换，且生物扮演意
着重要角色



7. 碳通量 (Carbon Flux)

碳通量特指 CO_2 的交换，通常使用 NEE (生态系统净交换) 来描述。

- **NEE (Net Ecosystem Exchange):** 生态系统净碳排放（正值）或吸收（负值）通量。
- **GEP (Gross Ecosystem Production):** 生态系统总生产力，即光合作用同化的总碳量。
- **ER (Ecosystem Respiration):** 生态系统呼吸，所有呼吸作用排放的总碳量。

三者关系为：

$$NEE = GEP + ER$$

- 狹义：仅考虑 CO_2
- 广义：考虑 CO_2 , CH_4 和 N_2O

右图中，各字母含义为：

- A、B、C 分别代表光照条件下的 CO_2 , CH_4 和 N_2O 的气体通量
- D、E、F 分别代表黑暗条件下的 CO_2 , CH_4 和 N_2O 的气体通量

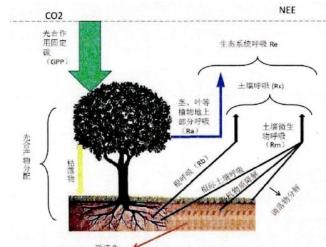


图 6: 生态系统碳通量组分 (GEP, ER, NEE)

| | | |
|------------|-----|--------------------------|
| NEE | A | $(A + 28*B + 265*C) = a$ |
| GEP | A-D | $a-b$ |
| ER | D | $(D + 28*E + 265*F) = b$ |

图 7: 计算示意图

右图源自实验课课件的 20 页，清晰展示了该公式所代表的含义：

(1) 符号：

- GEP : 与光合作用相关，负值代表其让环境减少了 100 的 CO_2 eq。
- ER : 与呼吸作用相关，正值代表其让环境增加了 80 的 CO_2 eq。
- NEE : 前两者之和，负值代表在两者综合作用下，其让环境减少了 20 的 CO_2 eq，总体呈现“汇”的特征

- (2) 广义： $ER(80)$ 不是只看 CO_2 ，而是 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 三种气体通量的 CO_2 当量总和

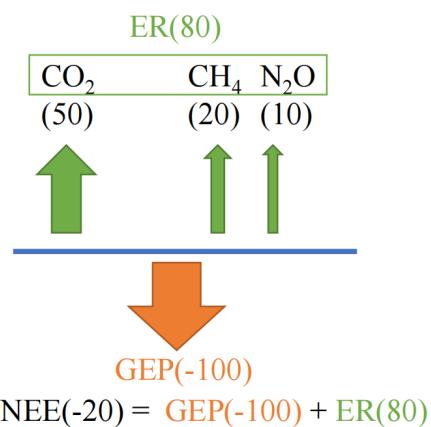


图 8: 公式示意图

8. 温室气体通量的观测方法

线
订
表

涡度相关法 (Eddy Covariance)

- 是一种通过三维风速、气体浓度和水分脉动的观测来获取二氧化碳、热量和水分的通量的方法
- 优点：连续观测，适合大尺度
- 缺点：易受天气影响，不便携



图 9: 涡度相关法示意图

静态箱法 (Static chamber)

- 是一种通过密闭箱体罩住土壤或水体表面，测量箱内温室气体浓度随时间变化来计算排放通量的技术
- 优点：测定结果稳定，便携，适合小尺度
- 缺点：观测频率低



图 10: 静态箱法示意图

9. 静态箱法-回归法

气体通量可以通过静态箱内单位时间气体浓度的变化计算得到。

$$F = \rho \times \frac{273^{\circ}\text{C}}{(273^{\circ}\text{C} + T)} \times H \times \frac{dC}{dt}$$

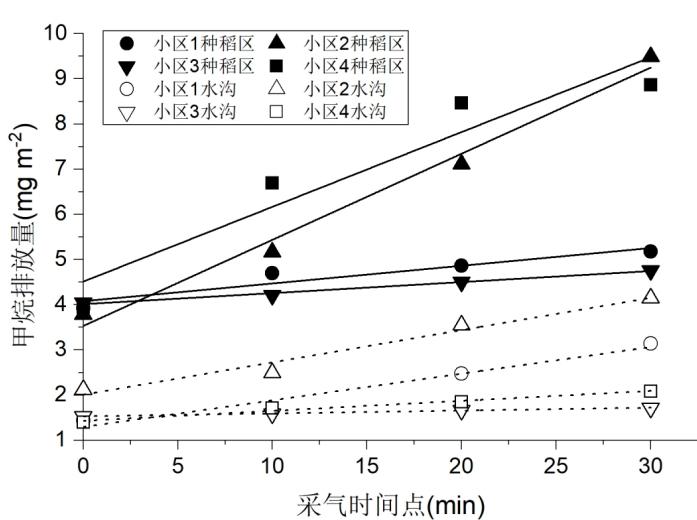
F: 气体通量 ($\text{mg m}^{-2} \text{min}^{-1}$)

ρ : 在 0°C 和 1 个大气压下气体的密度 (mg m^{-3})

H: 静态箱箱体高度 (m)

$\frac{dC}{dt}$: 气体体积浓度的变化速率 (ppm/min)

T: 箱体内温度的平均值 ($^{\circ}\text{C}$)



三、 实验材料与设备

气体收集：

- 亚克力板透明圆柱罩 (内径 29.5 cm, 高 30 cm)
- 针筒、针头
- 塑料管
- 三通阀
- 温度计
- 集气袋
- 充电式小风扇

气体测定：Agilent 8860 GC 气相色谱仪

四、 操作方法和实验步骤

1. 观测点选择：

- 两组选择同一地点，对同一地点的 2 个条件不同位点进行观测

- 位点的差异可以体现在水分、植被、光照等方面，差异越大越好
- 不能是近期修剪过的草坪

2. 气体采集：

要求对所选位点分别进行两轮（光 + 暗）温室气体通量的观测

(1) 第 1 轮采气 (光)

- 有光合作用，可测定 NEE
- 罩上静态箱
- 打开风扇，等待 **30 秒**
- 连续抽取 3 个 20 mL 气体样本
- 抽气间隔 3 分钟

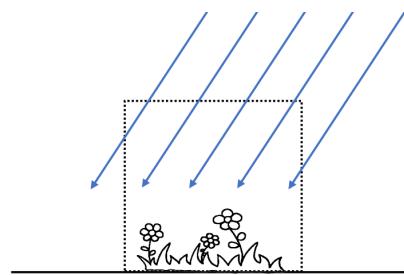


图 11: 第 1 轮采气 (光) 示意

线
订
表

(2) 打开静态箱，恢复气体流通 30 秒以上，令采样区微环境恢复至与其周围一致。

(3) 第 2 轮采气 (暗)

- 无光合作用，可测定 ER
- 罩上静态箱和遮光罩
- 打开风扇，等待 **30 秒**
- 连续抽取 3 个 20 mL 气体样本
- 抽气间隔 3 分钟

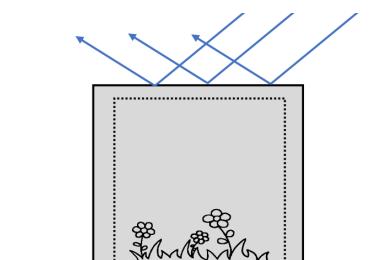


图 12: 第 2 轮采气 (暗) 示意

3. 辅助操作

| 辅助信息记录 | 植被生物量取样 | 土壤理化性质测定 |
|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| (1) 记录采样时间、位点、天气状况 (晴天/阴天/小雨) | (1) 在罩子范围内，划定 1 个 10 cm × 10 cm 样方 | 使用土壤速测仪，测定土壤含水量、土温、盐分含量、N、P、K |
| (2) 测定环境气温 | (2) 剪下样方内植物的所有地上部分，放入信封，65 °C 烘干。 | |
| (3) 测定罩子有效高度 | | |
| (4) 记录抽气时罩内气温 | | |



五、实验数据记录与处理

在本次实验中，我们第六组选择湖边作为采样点，而隔壁第七组选择林下作为采样点。

线
订
表

1. 土壤及其环境条件

通过使用土壤速测仪，我们组得以了解观测地点的土壤条件，并记录下观测点的环境条件，如下表所示：

表 1: 土壤条件

| 小组编号 | 采样地点 | 坐标 | | 土壤 | | | 元素含量/mg · kg ⁻¹ | | |
|------|------|-----------|----------|-------|-------|--------------------------|----------------------------|------|-------|
| | | E | N | 水分/% | 温度/°C | 盐分/mS · cm ⁻¹ | 氮 | 磷 | 钾 |
| 第六组 | 湖边 | 12011.051 | 2945.129 | 36.92 | 22.6 | 0.94 | 85.1 | 78.0 | 207.6 |
| 第七组 | 林下 | 12011.051 | 2945.129 | 18.65 | 21.5 | 0.01 | 1.3 | 1.2 | 3.2 |

表 2: 采样环境

| 小组编号 | 采样时间 | 采样地点 | 天气 | 环境温度 T/°C | 静态箱有效高度 H/cm |
|------|-------------|------------|----|-----------|--------------|
| 第六组 | 15:04-15:27 | 南华园东北侧草坪湖边 | 多云 | 21.0 | 30.5 |
| 第七组 | 15:00-15:25 | 南华园东北侧草坪湖边 | 多云 | 20.0 | 29.5 |

2. 气体测定

利用气相色谱仪，对两组的各 6 袋集气体袋进行气体测定，得到图20中的结果（第七组数据略），整理得到如表3所示结果：

表 3: 气相色谱测定气体浓度

| 小组编号 | 采样地点 | 样本编号 | 光照 | | | 黑暗 | | |
|------|------|------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | CH ₄ /PPM | CO ₂ /PPM | N ₂ O/PPB | CH ₄ /PPM | CO ₂ /PPM | N ₂ O/PPB |
| 第六组 | 湖边 | 1 | 3.549 | 523.057 | 400.818 | 3.396 | 568.389 | 405.270 |
| | | 2 | 3.745 | 637.149 | 402.464 | 3.419 | 738.266 | 403.210 |
| | | 3 | 3.808 | 643.500 | 404.828 | 3.405 | 781.817 | 405.549 |
| 第七组 | 林下 | 1 | 2.992 | 1031.090 | 456.187 | 3.026 | 845.386 | 431.379 |
| | | 2 | 3.150 | 1577.312 | 577.360 | 3.006 | 1225.362 | 499.879 |
| | | 3 | 2.917 | 2307.142 | 760.577 | 2.978 | 1670.855 | 601.479 |

3. 线性拟合

为了求出气体通量，我们需要测出 $\frac{dC}{dt}$ ，即气体体积浓度的变化速率 (ppm/min)。因此，我们需要对特定环境特定光照条件下，对每一个气体浓度数据点进行线性拟合，绘制出 C-t 的线性拟合图。

我运用 python 工具，对每一组数据进行了线性拟合（见图18和图19），为了方便展示，我在正文里仅插入合并版的线性拟合图，详细且清晰的图由附录提供。同时，为了清晰展示不同气体的差异，每种气体的拟合直线颜色都不同。具体表现为：

- 红色 $\longleftrightarrow CH_4$
- 蓝色 $\longleftrightarrow CO_2$
- 黄色 $\longleftrightarrow N_2O$

线性拟合图如下所示，其中左图为光照条件，右图为黑暗条件

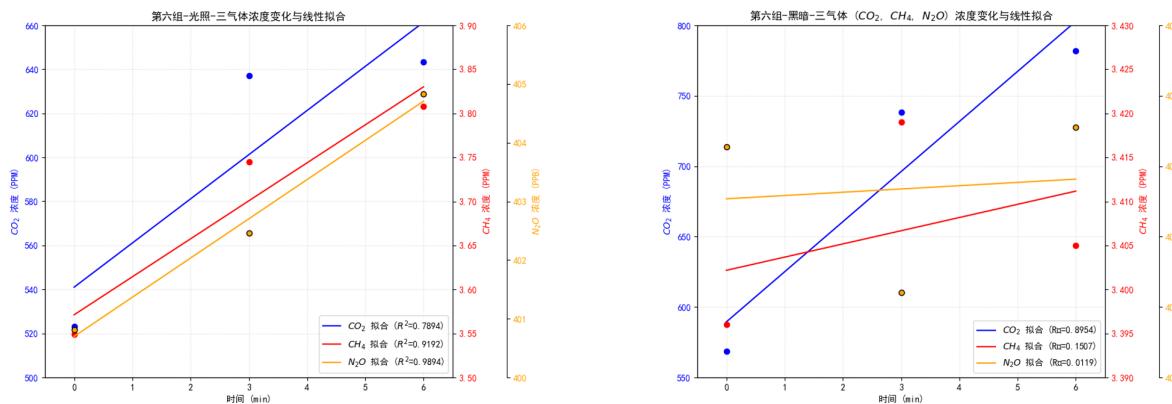


图 13: 第六组-三气体拟合直线图

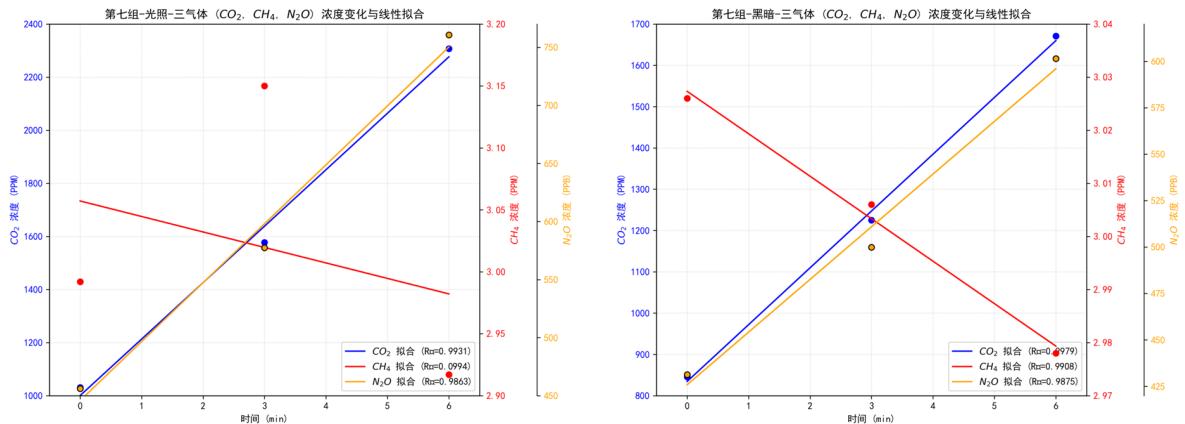


图 14: 第七组-三气体拟合直线图

之后，将每一条直线拟合所得的斜率汇总，作为计算气体通量时要用到的 $\frac{dC}{dt}$ 。由于所得的 N₂O 的气体浓度单位为 ppb，与需要计算气体通量的浓度单位 ppm/min 有差异。故该表在列出时对单位一并统一为 ppm/min，结果如下表所示：

表 4: 12 组气体浓度变化的拟合斜率 (dC/dt, 单位: PPM/min)

| 小组编号 | 采样点 | 光照 | | | 黑暗 | | |
|------|-----|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O |
| 第六组 | 湖边 | 20.0738 | 0.0432 | 6.683×10^{-4} | 35.5713 | 0.0015 | 4.650×10^{-5} |
| 第七组 | 林下 | 212.6753 | -0.0125 | 0.0507 | 137.5782 | -0.0080 | 0.0284 |

4. 气体密度 ρ 的计算

在标准温度和压力 (STP, 即 0°C 和 1 atm) 下，1 摩尔理想气体的体积为 $V_m = 22.414 \text{ L/mol}$ 。气体的密度 ρ 可由其摩尔质量 M 计算：

$$\rho = \frac{M}{V_m} \times 10^6 \quad [\text{单位: mg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

其中 M 的单位为 g/mol，因子 10⁶ 用于将 g/L 转换为 mg · m⁻³。经计算，得到表 5 所示结果

表 5: 各气体在 STP 下的密度

| 气体 | M (g/mol) | ρ (g/L) | ρ (mg · m ⁻³) |
|------------------|-------------|--------------|--------------------------------|
| CH ₄ | 16.04 | 0.716 | 7.16×10^5 |
| CO ₂ | 44.01 | 1.964 | 1.96×10^6 |
| N ₂ O | 44.02 | 1.964 | 1.96×10^6 |

5. 计算气体通量

由实验原理知，可由式子5.计算得到气体通量

$$F = \rho \times \frac{273^{\circ}\text{C}}{(273^{\circ}\text{C} + T)} \times H \times \frac{dC}{dt}$$

现在，我们可由表2得知每一组气体的温度 T 与静态箱有效高度 H ，也可由表4得知每一组气体的体积浓度变化速率 $\frac{dC}{dt}$ ，也可由5得到每一种气体的气体密度。经计算，得到如下表格：

表 6: 12 组数据的气体通量 (F) 计算结果 (单位: $\text{mg m}^{-2} \text{ min}^{-1}$)

| 小组编号 | 采样点 | 光照 | | | 黑暗 | | |
|------|-----|--------|------------------------|-----------------------|--------|------------------------|-----------------------|
| | | CO_2 | CH_4 | N_2O | CO_2 | CH_4 | N_2O |
| 第六组 | 湖边 | 11.14 | 8.76×10^{-3} | 3.71×10^{-4} | 19.75 | 3.04×10^{-4} | 2.58×10^{-5} |
| 第七组 | 林下 | 114.58 | -2.46×10^{-3} | 2.73×10^{-2} | 74.12 | -1.57×10^{-3} | 1.53×10^{-2} |

6. 碳通量计算

线
订
表

由理论部分第 7 点可知，我们可以根据式子7.来计算出 NEE、GEP 与 ER，具体公式为：

$$NEE = GEP + ER$$

其中：

- 黑暗条件下，光合作用停止，此时 $GEP=0$ ，所测气体通量 $F_{\text{黑暗}}$ 即为 ER（生态系统呼吸）
- 光照条件下，存在光合作用，此时 $GEP > 0$ ，所测气体通量 $F_{\text{光照}}$ 即为 NEE（生态系统净交换）
- 由上式可知，可通过式子的变式 $GEP = NEE - ER$ ，来求出 GEP（生态系统总生产力）

接下来分狭义和广义来分别计算。

(1) 狹义上：

仅考虑 CO_2 (单位: $\text{mg m}^{-2} \text{ min}^{-1}$)

根据表6中的 CO_2 气体通量 (F) 数据，代入上述关系式：

- 第六组（湖边）：

- $ER = F_{CO_2\text{-黑暗}} = 19.75$
- $NEE = F_{CO_2\text{-光照}} = 11.14$
- $GEP = NEE - ER = (11.14) - (19.75) = -8.61$

- 第七组（林下）：与湖边计算过程类似，略

(2) 广义上：

考虑 CO_2 、 CH_4 和 N_2O (单位: $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}\text{min}^{-1}$)

广义计算需将 CH_4 和 N_2O 的通量 (F) 按照其全球增温潜势 (GWP) 换算为 CO_2 当量 (F_{eq})，再进行加和。根据讲义，GWP 值取 $GWP_{CH_4} = 28$, $GWP_{N_2O} = 265$ 。

$$F_{eq} = F_{CO_2} + (F_{CH_4} \times 28) + (F_{N_2O} \times 265)$$

线
订
表

将表6中的所有通量数据代入此式，得到 $F_{eq\text{-光照}}$ 和 $F_{eq\text{-黑暗}}$ ，再计算 NEE_{eq} 、 ER_{eq} 和 GEP_{eq} ：

- 第六组（湖边）：

- $F_{eq\text{-光照}} = (11.14) + (8.76 \times 10^{-3} \times 28) + (3.71 \times 10^{-4} \times 265) = 11.17$
- $F_{eq\text{-黑暗}} = (19.75) + (3.04 \times 10^{-4} \times 28) + (2.58 \times 10^{-5} \times 265) = 19.76$
- $ER_{eq} = F_{eq\text{-黑暗}} = 19.76$
- $NEE_{eq} = F_{eq\text{-光照}} = 11.17$
- $GEP_{eq} = NEE_{eq} - ER_{eq} = (11.17) - (19.76) = -8.59$

- 第七组（林下）：与湖边计算过程类似，略

将上述计算得到的数据整理，可得下表结果

表 7: 系统 GHG 通量分析 (单位: $\text{mg m}^{-2}\text{min}^{-1}$)

| 小组编号 | 采样点 | 狭义 | | | 广义 | | |
|------|-----|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | | NEE | GEP | ER | NEE | GEP | ER |
| 第六组 | 湖边 | 11.14 | -8.61 | 19.75 | 11.17 | -8.59 | 19.76 |
| 第七组 | 林下 | 114.58 | 40.46 | 74.12 | 121.82 | 43.64 | 78.18 |

六、 实验结果与分析

1. 实验结果

在“五、实验数据记录与处理”中，为了逻辑的连贯性，我已写出部分实验结果。其中，各组气体通量由表6所示，而最终的 GHG 通量如表7所示。为了直观对比，我选择以柱状图的形式来展现数据。

气体通量柱形图如图15所示，该柱状图以表6中数据为依据，对比了各个气体在不同环境下，有无光照的气体通量对比。其中，颜色代表气体类型，沿用了之前的表示方法。

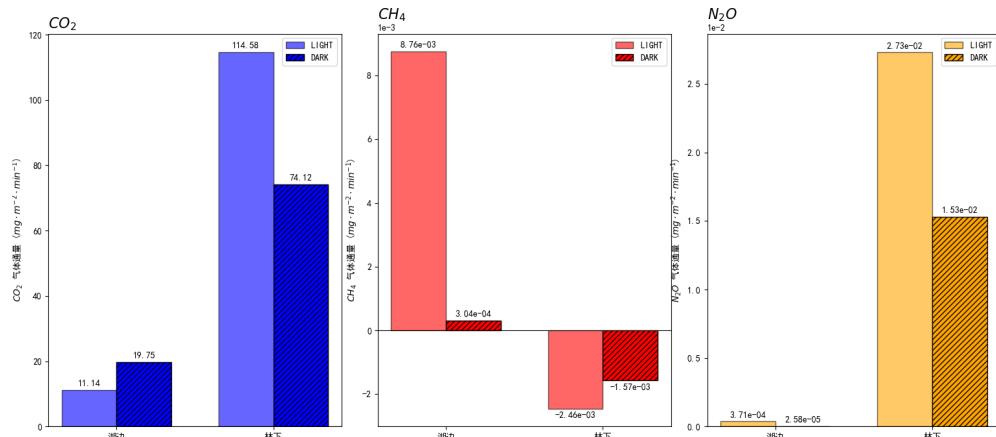


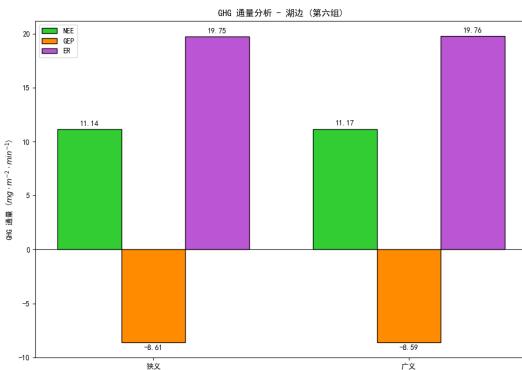
图 15: 气体通量柱形图

系统 GHG 通量组成，及其两组的对比如图16所示。为了和前面的气体颜色有所区分，本次使用的颜色为暖色的绿、橙、紫。其中，对应关系如下：

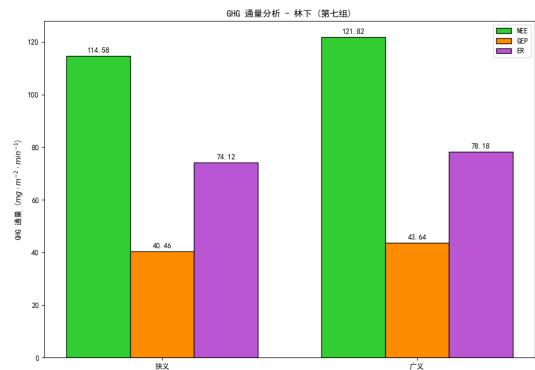
- 绿色 $\longleftrightarrow NEE$

- 橙色 $\longleftrightarrow GEP$

- 紫色 $\longleftrightarrow ER$



(a) 湖边 GHG 通量



(b) 林下 GHG 通量

图 16: 不同环境下系统 GHG 通量对比

2. 分析

分析点一：3 种 GHG 通量：

根据图15，我们可以进行简单分析：

(1) CO_2 :

- 湖边环境中：
 - 通量均为正值。这表明该地点在观测时始终在净释放 CO_2 ，属于“源 (source)”。
 - 黑暗通量大于光照通量，即 $F_{Dark} > F_{Light}$ ，代表光照减少了 CO_2 的净排放。这是因为光照条件下植物进行光合作用。吸收了一部分 CO_2 ，使得净排放降低。
- 林下环境中：
 - 通量均为正值。这表明该地点在观测时始终在净释放 CO_2 ，属于“源 (source)”。
 - 黑暗通量小于光照通量，即 $F_{Dark} < F_{Light}$ ，代表光照反而增加了 CO_2 的净排放。这可能是因为隔壁组在测量时有操作失误，亦或者林下植被的光合作用十分微弱，光照对该地点植被和微生物的呼吸作用的促进作用更加显著。

(2) CH_4 :

- 湖边环境中：
 - 通量均为正值。这表明该地点在观测时始终在净释放 CH_4 ，属于“源 (source)”。
 - 光照通量大于黑暗通量，即 $F_{Light} > F_{Dark}$ 。这表明光照条件增加了 CH_4 的净排放。这可能是因为光照带来的温度升高，促进了土壤中产甲烷菌生产 CH_4 的活动。
- 林下环境中：
 - 通量均为负值。这表明该地点在观测时始终在净吸收 CH_4 ，属于“汇 (sink)”。
 - 光照通量比黑暗通量更负，即 $F_{Light} < F_{Dark}$ 。这代表光照反而增加了 CH_4 的净吸收。这可能是因为光照或其带来的升温，抑制了产甲烷菌生产 CH_4 的活动。

(3) N_2O :

- 湖边和林下环境中：
 - 通量均为正值。这表明该地点在观测时始终在净释放 N_2O ，两地均属于“源 (source)”。
 - 光照通量大于黑暗通量，即 $F_{Light} > F_{Dark}$ 。这表明光照均增加了两地的 N_2O 的净排放。
- 对比分析：
 - 两个地点的 N_2O 通量均呈现 $F_{Light} > F_{Dark}$ 的趋势。这可能是因为硝化反应和反硝化反应主要由微生物驱动，而微生物的活性受温度影响显著。光照条件带来了更高的土壤温度，从而加速了微生物的代谢和 N_2O 的释放速率。
 - 其中，林下的 N_2O 通量显著高于湖边的，这可能是因为林下有更丰富的氮含量，同时也有更多的可发生硝化反应的微生物。

分析点二：GHG 通量构成：

根据实验原理部分对图8的讲解部分，我们可以根据 GHG 通量构成进行简单的分析：

(1) 第六组（湖边）通量 (图 16a)

- 构成：
 - $ER > 0$, 代表其通过呼吸作用产生了一定量的 CO_{2eq}
 - $GEP < 0$, 代表其通过光合作用固定了一定量的 CO_{2eq}
 - $NEE = GEP + ER > 0$, 代表其呼吸作用 > 光合作用, 即呼吸作用释放 CO_{2eq} 量 > 光合作用固定的 CO_{2eq} 量, 净释放了一定量的 CO_{2eq} , 总体表现为“源 (source)”
- 狹义与广义：“狹义”和“广义”的两组柱子在数值上几乎没有差别。这表明在“湖边”地点，总 GHG 通量主要由 CO_2 决定， CH_4 和 N_2O 对总温室效应的贡献微乎其微。

(2) 第七组（林下）通量构成 (图 16b)

- 构成：
 - $ER > 0$, 代表其通过呼吸作用产生了一定量的 CO_{2eq} 。
 - $GEP > 0$, 这与理论模型相悖。这表明光照条件下的 CO_{2eq} 净排放甚至高于黑暗条件下的净排放。
 - $NEE > 0$, 代表该地点是 CO_{2eq} 的源。其数值大于 ER , 也证实了光照条件进一步促进了总体的净排放。
- 狹义与广义：“广义”的 NEE 和 ER 柱子在数值上均明显高于“狹义”的柱子。这表明在“林下”地点， CH_4 和 N_2O 的排放对总温室效应有一定的贡献，一定程度上增强了该地点排放的 CO_{2eq} 量。

分析点三：GHG 通量对比：

由刚刚的分析可知，第七组在测量时可能有较大的误差，使得 $GEP > 0$ 。这也是两组数据最大的区别。而在其他方面，主要是 CH_4 和 N_2O 对 CO_{2eq} 的贡献不同并且，我们第六组所得的数据中，广义与狭义的差别没有第七组的大，同时林下地点所测得的 ER 也显著大于湖边地点。我认为这很可能跟树下方的菌丝网络和众多种类的细菌有关。这些真菌形成的菌丝网络和细菌往往在树下可以获得足够的营养，因此数量众多，总呼吸作用强，同时也可生产 CH_4 和 N_2O ，因而造就了两组的其他差异。

七、附录

1. 采样具体地点



图 17: 采集气体的地点

2. 线性拟合图

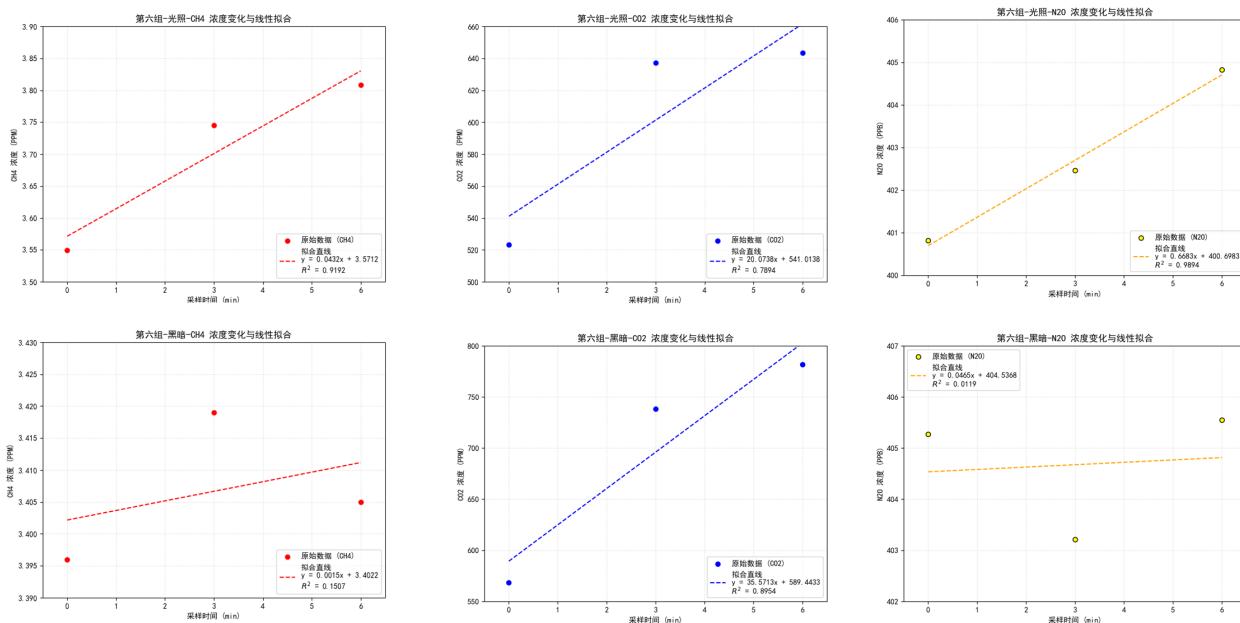


图 18: 第六组 (湖边) 气体浓度随时间变化的线性拟合图。

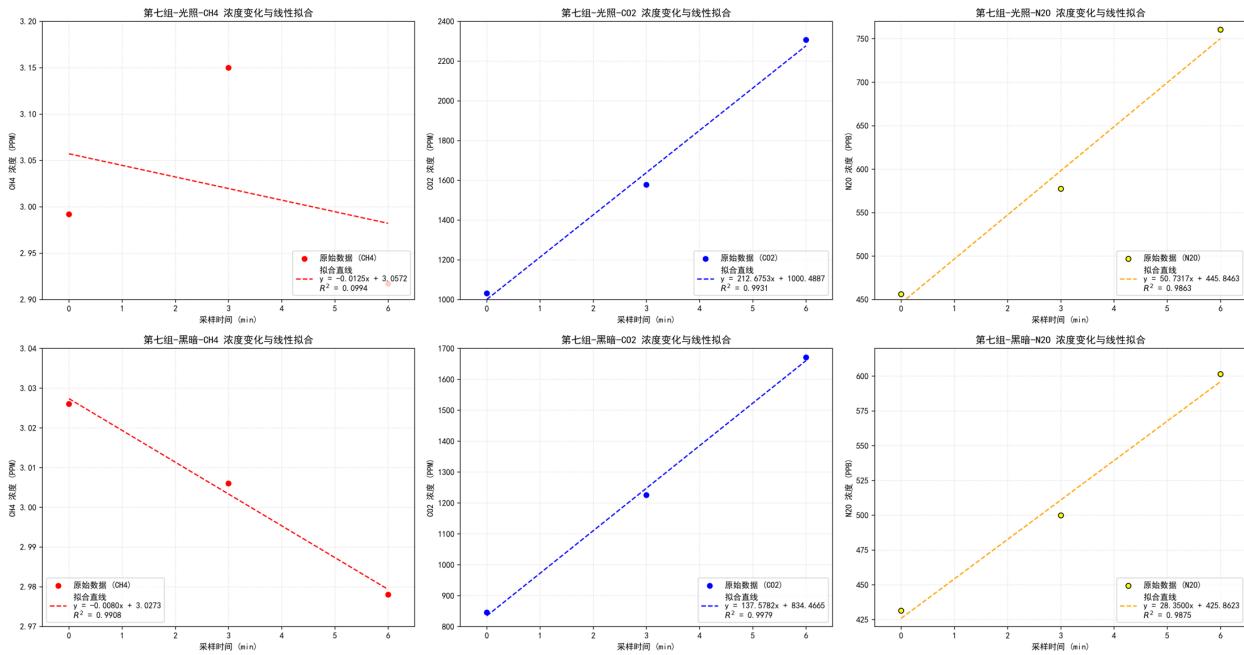


图 19: 第七组 (林下) 气体浓度随时间变化的线性拟合图。

线
订
表

3. 气相色谱仪分析结果 (第六组)

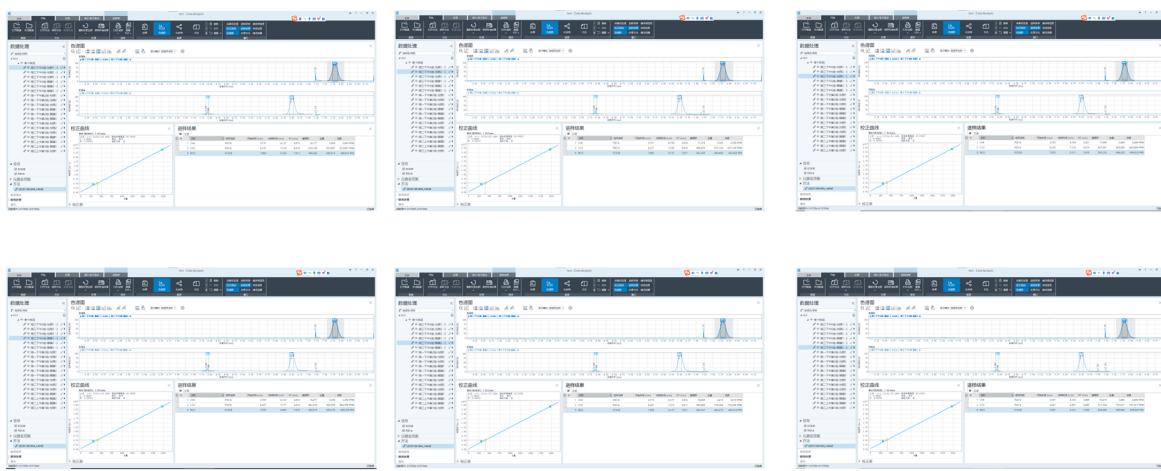


图 20: 第六组 (湖边) 原始数据。上排为光照条件, 下排为黑暗条件。