

中国科学院昆明植物研究所丽江森林生态系统定位研究站

森林生态系统 土壤环境要素 部分监测仪器介绍

(撰稿人: 高富, cresyn@mail.kib.ac.cn)

2014 年 8 月

土壤具有肥力、环境和健康 3 个方面的功能, 土壤圈与其他圈层之间不断地进行着物质和能量的交换。在人类的时间尺度上, 土壤资源是一种具有脆弱性的非再生资源, 在粮食增产和环境的可持续发展中起到重要的作用。因此, 随着人口 - 资源 - 环境之间的日趋尖锐, 土壤演变及其调控问题日益受到世界范围的关注。特别重要的是, 维系土壤资源的数量和质量是农业可持续发展的基础 (中国生态系统研究网络科学委员会, 2007)。

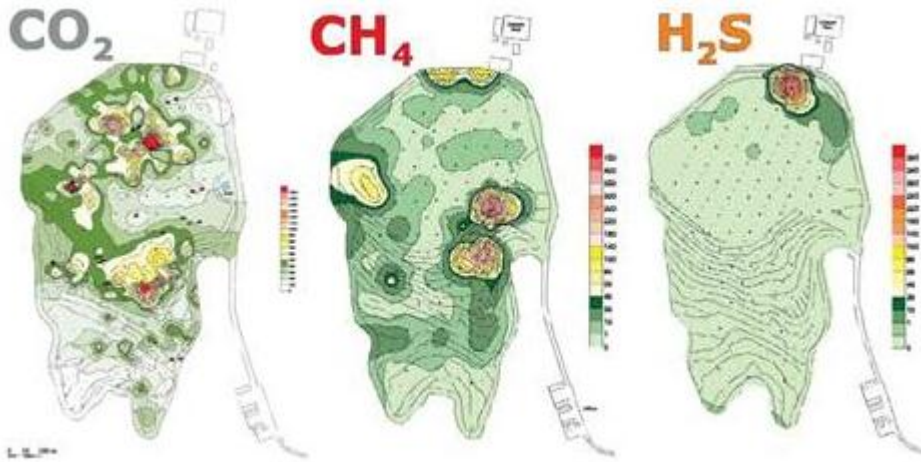
由于土壤也是温室气体的重要来源, 特别是 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 的释放, 能够影响气候变化过程; 而表层土壤是土体与大气间进行物质转移和能量交换最频繁的部分, 极易受气温、降水和大气成分变换的影响。而土壤呼吸过程是土壤与大气之间进行物质和能量交换的直接过程, 土壤呼吸是指土壤释放二氧化碳的过程, 严格意义上讲是指未扰动土壤中产生二氧化碳的所有代谢作用, 包括三个生物学过程 (即土壤微生物呼吸、土壤动物呼吸、根系呼吸) 和一个非生物学过程, 即含碳矿物质的化学氧化作用。森林生态系统是陆地生态系统的主体, 森林植被碳库占全球植被碳库的 86% 以上 (Olson et al., 1983; Woodwell et al., 1978), 森林土壤碳库约占全球土壤碳库的 73% (Post et al., 1982), 年固碳量约占陆地生态系统的 2/3 (Kramer, 1981; Waring & Schlesinger, 1985)。因此, 森林土壤碳库是全球碳平衡过程中的一个重要节点。

森林土壤呼吸是陆地生态系统土壤呼吸的重要部分, 其动态变化将对全球碳平衡产生深远的影响。全球森林过度采伐和其他土地利用变化导致土壤 CO_2 释放的增加量, 占过去两个世纪来因人类活动释放的 CO_2 总量的一半, 是除化石燃烧释放 CO_2 导致大气 CO_2 浓度升高的另一重要因素。森林土壤呼吸也是目前已建立的长期监测 CO_2 通量网站的重要研究对象之一, 是研究世界碳循环的重要课题, 对生态学、环境科学及地球表层系统科学意义重大。

因此, 丽江森林生态系统定位研究站在“十二五”期间, 借助修购专项和 NSFC-云南联合基金项目机遇, 围绕土壤环境要素监测, 配置了多台套用于土壤呼吸、土壤温度、湿度、土壤元素含量分析等方面的设备, 以满足生态学研究中土壤相关的工作开展, 现分述如下:

设备一： WEST SYSTEM 土壤水分、温度、呼吸作用测量系统

概述：广泛适用于农业、森林、草地、沼泽、湿地等的土壤呼吸研究，生物气（沼气）散失、垃圾掩埋研究，火山和地热研究等。WEST 系统还配有 CH_4 、 H_2S 的检测器，以及土温探头及一个 TDR 探头，可以同步测定 H_2O 、 CO_2 、 CH_4 、 H_2S 以及土壤温湿度等数据。



生产厂家：意大利

关键技术参数：

预热时间：预热 20min,测量时间 2-4min

手持数据管理器：内置 GPS

软件：FluxManager

重量：约 8.2kg（含主机箱和便携包）

测量原理：WEST 便携式土壤通量测量系统是采用累积室测量法测量扩散通量的便携仪器。

主要应用场景：

农业、林业、草地、沼泽、湿地等的土壤呼吸。



WEST 便携式土壤通量测量系统 详细信息 [>>](#)

WEST 介绍 PDF 文档

设备二：LI-COR8100A 土壤碳通量自动测量系统



试验中的 LI-8100A 设备

概述：LI-8100 开路式土壤碳通量测量系统能够对土壤 CO₂ 流量进行长期测量和短期测量。

当使用长期测量叶室时，LI-8100 能够在同一位置，自动测量土壤 CO₂ 流量的日变化，测量时间为几个星期或几个月。长期测量叶室的特点是设计独特、易携带，叶室对土壤自然条件的影响最小，从而保证在长时间条件下，测量到可靠的实验数据。利用创新的短期叶室，LI-8100 则能够快速测量土壤 CO₂ 流量，并且得到多个位置的数据，完成空间变异较强的准确测量。

生产厂家：美国 Li-Cor 公司

系统描述：

1.LI-8100A 的核心部分是分析器控制单元，分析器控制单元由 O-形圈密封，不受天气状况影响，主要包括用于检测测量室中 CO₂ 和 H₂O 浓度的红外气体分析仪(IRGA)。LI-8100A 的分析仪是一个绝对的、非扩散、单光路、双波长红外气体分析仪 (NDIR)。

2.辅助传感器界面 (Auxiliary Sensor Interface) 与分析器控制单元连接。在辅助传感器界面上，用户可连接个人选配的传感器或一个可替换电源。

3.LI-8100A 内置“Wi-Fi”装置，能够利用兼容的手持式设备如 PDA (Personal Digital Assistant) 进行无线通讯。用户利用 LI-8100A 为 Palm® OS 设计的界面软件，通过无线传输或串行电缆设置 LI-8100A 测量的所有开始参数和监测函数。

4.LI-COR 提供完整的线索软件包，该软件包包括了将 LI-8100A 作为一个无线设备所需要设置和监测的一切资料。

设备三：日本 LAC-12G 12 通道土壤呼吸全自动测定装置



安装在云杉坪大样地的土壤增温系统（NSFC-云南联合基金支持采购）

概述：具有多通道、高精度、多功能的优点，同时操作简便，是温室气体通量研究者的最佳选择。

生产厂家：日本国立环境研究所

关键技术参数：

- 1、可以测定多大 24 个样点 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 浓度；
- 2、可以驱动多大 12 个自动开闭气室；
- 3、高精度 CO_2 浓度和水蒸气分析仪；
- 4、SD 卡记录媒体，可以保存大量实测数据；
- 5、具有 500m 蓝牙通讯系统；
- 6、可以同时测定 CH_4 等。

测量原理：

$\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 红外气体分析仪。

主要应用场景：森林陆地生态系统、草原等低矮植被生态系统温室气体全自动分析。

设备四：LI-Cor6400 配置土壤呼吸室

概述：准确测量土壤中 CO₂ 流量比想象中的更具有挑战性。影响土壤 CO₂ 流量的因素主要包括叶室压力、测量叶室混合空气的方法、叶室中 CO₂ 的浓度以及由水蒸气而引起的稀释作用。十多年来，LI-COR 公司理解了这些问题并逐渐完善利用叶室测量土壤 CO₂ 流量的方法。6400-09 土壤叶室和 LI-6400 便携式光合作用测量系统联合使用是测量土壤 CO₂ 流量最有效的系统。

生产厂家：美国 Li-Cor 公司

关键技术参数：

1、土壤中的 CO₂ 流量有可能比空气中 CO₂ 浓度高很多倍。另外，土壤作为多孔介质，由于压力变化而引起的空气进出土壤将引起土壤 CO₂ 流量的巨大提高或降低。6400-09 采用了压力平衡管在没有引起漏气的情况下消除压力差异。

2、由于土壤中的 CO₂ 进入空气的运动反应了土壤中空气和周围空气之间的梯度变化，因此不应该允许叶室中的 CO₂ 浓度比周围的 CO₂ 浓度高很多或者低估了土壤中的 CO₂ 流量。利用 LI-6400 内置的自动记录程序，叶室中的浓度首先自动降低，然后当浓度增加到高于周围的目标值时再进行测量。这个程序可以保持 CO₂ 的浓度梯度范围在自然非干扰值的几个 ppm 以内。

3、当一个叶室被放置在湿润的土壤表面时，叶室内的水蒸气分压增加引起了 CO₂ 分压的按比例降低，从而导致测量的 CO₂ 流量值偏低。当湿度的增加速率远远高于 CO₂ 浓度的增加速率时，对水分稀释作用的修正就尤为重要。这种情况通常发生在湿润的土壤中，在阳光明媚的天气条件下，叶室中的空气温度和水蒸气浓度快速提高时。LI-6400 在测量 CO₂ 浓度的同时测量水蒸气浓度的增加速率并且将测量结果自动应用到水分的稀释修正中。这样可以保证测量数据一致地准确性。

4、叶室顶部的空气必须被充分混合目的是为了完全代表叶室中的 CO₂ 浓度，而混合必须在没有引起局部的压力梯度的条件下完成。6400-09 叶室能够在不产生任何局部压力梯度或松动土壤表面的情况下完全混合叶室中的空气。

5、6400-09 叶室的操作非常简单。通过一系列按钮，用户可以选择一个自动记录程序，然后输入几个简单的参数，仪器将按照用户设定的方式完成 CO₂ 流量的准确测量。

设备五：全自动间断化学分析仪

(http://www.bioon.com.cn/product/Show_product.asp?id=239285)



丽江森林生态系统定位研究站配置的 CleverChem 间断化学分析仪

概述：全自动间断化学分析仪是目前离子领域分析技术的新突破。所有步骤通过进样臂和电脑控制，充分实现机械化和智能化，具有自动化程度高、操作过程简单、测量精度高特点。

生产厂家：德国 **DeChem-Tech.Gmbh** 公司

关键技术参数：(略)

测量原理：全自动间断化学分析仪是将比色分析法自动化的一种分析测试手段，它完全模拟人工比色法，将样品、试剂和显色剂加入比色皿中产生颜色反应，其浓度与颜色成正比关系，经比色计检测透光强度，得到相应的峰值吸光度，再通过标准曲线自动计算得到相应的浓度。

主要应用场景：目前可测样品涵盖**水体**（海水、饮用水、地表水、污水、废水硅酸盐、硫酸盐、硫化物、氯化物、六价铬、酸度、碱度、硬度、铁、锰、铝、铜、锌、镁、氰化物、酚等）、**土壤及植物**（总氮、总磷、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、磷酸盐、硅酸盐、硫酸盐、硫化物、氯化物、碱度、硼、铁、锰、铜、锌、镁、铝、钙、钼等）、肥料、食品、烟草、酒类等。

参考资料，PDF 文档，及产品说明书 PDF 版