

点将科技

快讯

2019年
第2期
总第三十五期



Dianjiangtech Newsletter—
2019

Issue No.2

www.Dianjiangtech.com



- ICT 茎流仪、水势仪助力毛竹茎流研究
- 控制堆肥水分可以消除对化学增长阻滞剂的需求
- 青藏高原湿地生态系统对气候变化的响应
- 如何根据个人应用选择合适的土壤水分传感器
- 植物木质部导水率，栓塞以及脆弱曲线的原理和测量
- 这一季度，我们在这里•••••

安装案例

- 1 TRU 树木雷达监测系统
- 3 SS-ES03 双层蒸渗仪
- 4 CR300 智能小气候采集系统
- 5 树干截留自动记录系统、林间穿透雨记录系统
- 6 SFM1 茎流仪、PSY1 水势仪

技术前沿

- 7 白色屋顶是否比非白色屋顶更冷却节能?
- 9 控制堆肥水分可以消除对化学增长阻滞剂的需求

科研动态

- 10 青藏高原湿地生态系统对气候变化的响应
- 11 喀斯特森林与非喀斯特森林植物在叶片功能性状方面的比较研究

产品专题

- 12 如何根据个人应用选择合适的土壤水分传感器
- 14 植物木质部导水率，栓塞以及脆弱曲线的原理和测量

企业文化

- 18 这一季度，我们在这里.....

TRU 树木雷达检测系统

点将科技 Dexter

TRU 树木雷达检测系统是为检测树干内部腐朽和地下根系分布而设计的，它利用专利的探地雷达技术对树木进行无损扫描，可生成高分辨率图像。系统有两种独立的检测方法，分别用于检测树干的内部状况及根系的实际分布。



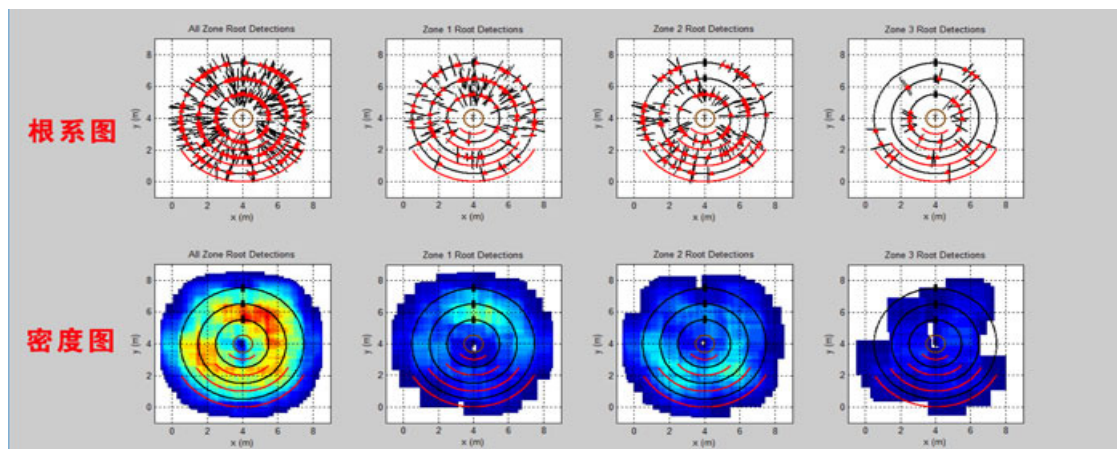
点将科技工程师于 2019 年 4 月份在国光古树名木保护研究所对 TRU 树木雷达检测系统进行了仪器安装培训及测量原理讲解。左图为以树干为中心在不同半径的圆周位置做根系检测

很多古树面临着长势弱、落叶等问题，根系复壮是常用的保护方法，而确定根系的生长分布范围是复壮的关键。其次，有些古树由于长期缺乏管理，根系腐烂严重，在风雨天很容易被连根拔起，造成灾害事件。

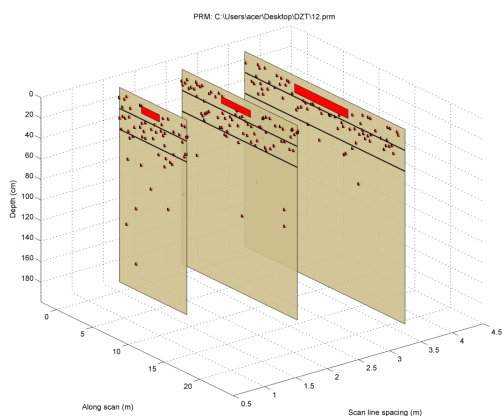
2019 年 5 月，点将工程师完成了对重庆市风景园林科学研究院最新引进的 TRU 树木雷达检测系统的调试、培训与验收。右图所示为：研究人员在对一级古树黄葛树进行根系分布探测



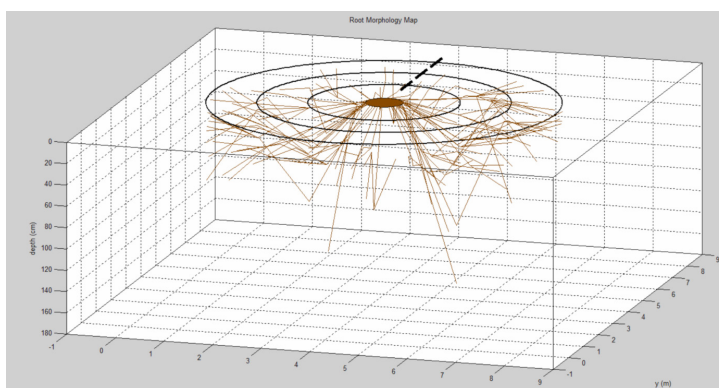
如下是其中一棵检测结果：



桢楠圆周根系扫描（半径分别为 1.5m、2.5m 和 3.5m，检测深度 2.0m）



不同半径的 3 个圆周上检测的平面展开图



根系生长侧俯视图（3D）

该树根系主要分布在深度 80cm 以上区域，根据根密度图（上图所示），根系在坐标系东北方密度最大，其次是西南方，复壮可以先从这两个区域着手，最深 80cm 即可，离树距离约 5m。西北方根系最少，后期应更关注从此方位区域促进生根。

SS-ES03 双层蒸渗仪

点将科技 Zcj

2019年04月，点将科技工程师赶赴山西省农业科学院谷子研究所对SS-ES03蒸渗仪进行了安装调试，并顺利通过验收。

水量平衡和蒸散发的合理评估是水文循环中的一个重要环节。蒸渗测量系统是评估水在土壤中的利用，研究水分平衡、物质平衡、土壤溶质运移的全新工具。适用于：水分特征曲线研究、生态恢复、小型模拟试验、土壤水的流动性、土壤中物质的迁移、土壤的吸附作用及缓冲性、水平衡分析、渗滤液分析、地下水补给分析、物质运移、物质转化研究、耕作方法研究、气候研究、能量平衡研究、模拟试验校正、水通量研究，地下水补给模拟研究，渗滤物的确定等。



此套蒸渗系统共有6个蒸渗观测桶，使用双层桶布局方案，使得快速部署安装成为现实；使用高精度称重传感器作为重量变化检测元件。该研究所利用这套设备，主要用来研究农作物生长量与降雨量之间的关系，开展农作物需水量及蒸腾蒸发规律实验研究，以及农作物受旱、受渍、积水实验及优化灌溉制度的实验研究等方面问题。

CR300 智能小气候采集系统

点将科技 Wangj

2019年6月份，我公司为贵州省科学技术厅在全省各县林业局对数十套CR300智能小气候采集系统进行安装。

CR300智能小气候采集系统由气象传感器、数据采集器、电源系统、野外防护箱和安装支架等部分构成。风速风向等传感器为气象专用传感器，具有高精度高可靠性的特点。数据采集器具有气象数据采集、实时时钟、气象数据定时存储、参数设定、友好的人机界面和标准通信功能。

该系统用于对风向、风速、雨量、气温、大气压、相对湿度、太阳辐射、光合有效辐射八气象要素进行测量，另外还对土壤水分、土壤电导率进行全天候自动监测。

通过配备GPRS或CDMA远程数据传输模块，配合云平台可以实现网络远程数据传输和网络实时气象状况监测，实现足不出户达到远程操控气象站。



赫章



盘州



镇宁



威宁

树干截留自动记录系统、林间穿透雨记录系统

点将科技 钱 SIR

昆明市海口林场于 1956 年经云南省林业厅批准成立。1964 年 3 月 3 日，周恩来总理在本场宽地坝林区亲手栽下一株象征“中阿友谊”的油橄榄树。2000 年昆明市人民政府将海口林场定为生态型林场。昆明市海口林场土地总面积为 7563 公顷，林业用地面积 6683.8 公顷，其中有国家公益林面积 1196.5 公顷，地方公益林面积 3239.6 公顷，占昆明市海口林场土地面积的 66.37%。昆明市海口林场隶属昆明市林业局管理；被授予“全国十佳林场”荣誉称号。



云南大学生态学与环境学学院专家为探寻林间水分分布规律，林间水分消耗规律以及林间物种的演化，与海口林场联合选点，共同攻关。

点将科技为此次研究站点提供了具有自己专利技术的相关设备：树干截留自动记录设备，林间穿透雨记录设备，自记雨量计，树干茎流仪等设备。这些观测设备将给研究的老师提供准确详实的数据。观测设备制作包含技术人员的心血，安装也充分贯穿了生态环保的思想，尽可能的不破坏生态环境，不对观测对象造成伤害，所有产生的垃圾及时清理



SFM1 茎流仪、PSY1 水势仪

点将科技 Huw

2019年6月底，点将科技与安徽省林业科学研究院合作，在林科院老师的带领下，点将工程师来到霍山茅山林场，对现场的毛竹如何利用 SFM1 测试茎流及 PSY1 测试水势，进行了安装培训及测试，使林科院的研究员能够了解到毛竹茎流变化的趋势，进展非常顺利，仪器成功通过验收。

众所周知，测试毛竹茎流的实验是个世界性的难题，由于竹子内部空心，所以对于研究其茎流的难度增加很多，致使国内很多实验室对于毛竹茎流的实验数据缺失。

点将科技引进的 SFM1 茎流仪，具备独立数据采集能力，用于测量植物中的茎流或蒸腾。SFM1 茎流计包含液流传感器，数据记录器和接口软件。利用热比法（HRM）原理，SFM1Sap 流量计能够测量小型及大型植物的茎和根的高、低和反向茎流流速；也可以测量零茎流。可以长期连续观测植物的液流，有利于研究植物和大气之间的水分交换规律，并以此为观测手段，长期监测森林生态系统对环境变化的影响。在不损伤植物组织的基础上，测量植物体内的液体流动，用于研究植物对水分的利用。



PSY1 水势测量仪用来测量植物茎干水势。它可以连续记录植物水分状况的变化，直接反映植物获得水分所需的能量或植物所受的压力。PSY1 原位茎干水势测量仪是一个非常强大的工具，它把影响植物的所有周围环境参数，如太阳辐射、温度、湿度、风速和水供应，集成到一个可连续测量的变量中。当同时结合 SFM1 茎流计和 DBL60 植物茎干生长测量仪时，就可获得完整的植物水分关系和植物生长潜力，从而不断监测生态生理学的转化时间。

白色屋顶是否比非白色屋顶更冷却节能？

经过 18 年的极端沙漠高温，位于亚利桑那州斯科茨代尔的 Nationwide®Scottsdale 保险公司总部大楼的屋顶开始了自然退化过程。维修人员近五年来一直在追查漏洞，当时他们聘请了第三方来解决这个问题，并将他们的屋顶系统带入 21 世纪。最初的屋顶系统是一个压载的 EPDM，超过 4 英寸的 R-20 屋顶隔热层在混凝土屋顶甲板上，并覆盖 2 英寸的河流岩石。与今天亚利桑那州使用的现代耐热屋面系统相比，这在结构完整性，维护成本和能耗方面成为主要责任。

Starkweather Roofing 开始确定白色屋顶是否确实比非白色屋顶更凉爽，更节能。Nationwide®Scottsdale 保险公司屋顶是这项深入冷却屋顶研究的完美选择，Starkweather Roofing 的 Chris Walker 和 Sherm Robison 直接安装了 Onset 公司的 HOBO 数据记录器，在 Nationwide®Scottsdale 的屋顶表面和低流量，非空调楼梯间保险公司大楼和同一公司广场隔壁的建筑物（仍然有原有的有碴的 EPDM 屋顶系统）：这是一个完美的“前后”条件，结果将基于相同的天气条件，如反对在同一建筑物中从一年到下一年的数据，其中许多不同的变量可能对结果产生负面影响。

传感器每小时测量两栋建筑的屋顶表面和楼梯井温度。同时还获得了斯科茨代尔在同一时间段和同一时间间隔内的官方温度数据。在数据收集期间，主要是炎热的晴天，伴随着一些季风风暴，这使得近乎完美的测试条件。

由于多种原因，本研究的条件被认为近乎完美。首先，它涉及几乎相同的建筑，并排。第二，一个建筑有旧的屋顶系统，另一个建筑有新的冷却屋顶系统，因此可以在相同的条件下同时进行前后分析。最后，混凝土桥面在亚利桑那州并不典型（胶合板桥面更常见）。如果数据证明这种建筑的能源效率有任何显著提高，那么可以肯定的是，在典型的亚利桑那州屋顶建筑中，将获得更大的效果。

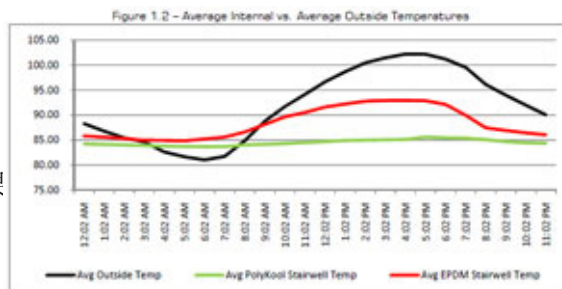
分析和结论

结论 1：白色屋顶减少热冲击

绿色屋顶

右图 - 内部楼梯间（SW）温度的平均变化率

引起我们注意的第一件事是热冲击的显著减少，这是 PolyKool 屋顶更冷的屋顶表面和内部建筑温度的直接结果。预期 EPDM 建筑内的温度变化率 - 它会快速升温，并且更快地冷却。但更令人惊讶的是，PolyKool 建筑内部的温度受到多大调节。EPDM 楼梯间的温度变化是 PolyKool 楼梯间的 3.75 倍。

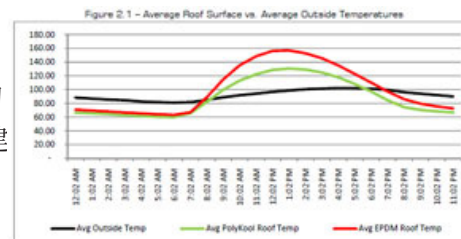


在晚上 10 点到早上 6 点之间，建筑物的内部温度非常相似，但 EPDM 建筑物总是比 PolyKool 建筑物更热。早上 8 点，EPDM 大楼开始急剧升温，而 PolyKool 大楼几乎没有变化。之后，在下午 5 点到晚上 8 点之间，EPDM 建筑的冷却速度甚至比加热时更快 - 而且 PolyKool 建筑再次保持恒定的内部温度。

绿色屋顶

右图 - 平均内部温度与平均温度之间的平均值

右图显示了内部温度如何因外部温度而变化。当 EPDM 建筑物快速波动时，PolyKool 建筑物整天保持几乎相同。从 PolyKool 建筑内部最热的一天到最酷的部分，内部温度的平均范围仅为 1.94 度。相反，EPDM 建筑物通常在 24 小时内具有 7.67 度的内部温度范围。在这两个大的建筑物上，近 8 度对于维持建筑物租户一致温度所需的额外能量意味着很多。



结论 2：白色屋顶提高能源效率

在亚利桑那州斯科茨代尔典型的八月炎热天气中，白色屋顶比非白色屋顶的温度低 4.62%（更节能）。在建筑物内部最热点（下午 5 点）期间，白色屋顶比非白色屋顶冷却 8.49%（更节能）。在最高内部温度上升时间为上午 7:00 至下午 5:00，白色屋顶比非白色屋顶凉爽 6.9%（更节能）。

根据这些数据，假设所有其他项目保持不变，我们怀疑使用 PolyKool 屋顶的建筑物的 8 月千瓦消耗应该比上一年（当它有一个有碴的 EPDM 屋顶时）减少约 7.00% 或更多。

位于亚利桑那州斯科茨代尔的 Nationwide®Scottsdale 保险公司总部大楼消耗了 719,000 千瓦的电力。根据维护主管 Chris Peterson 的说法，所有其他项目与 2008 年相比几乎没有变化，PolyKool 屋顶系统的安装是 2009 年唯一的重大差异。2009 年 8 月，千瓦消耗量为 663,000 - 减少了 7.79%（或 5,450 美元）用于冷却建筑物所需的电力（更加节能）。

同样，这是在一个带有混凝土屋顶平台的建筑物上。另请注意，PolyKool 盖板的太阳能反射指数（SRI）值仅为 84。如果建筑物有胶合板屋顶板（在亚利桑那州更为典型），并且所用材料的 SRI 值较高（100）是大多数高品质屋顶涂料的典型代表，节能效果会更好。Starkweather Roofing 已经开始使用胶合板屋顶甲板的建筑物以及更高的 SRI 值屋顶涂层进行类似的分析，以比较结果。

结论 3：白色屋顶降低屋顶表面温度

绿色屋顶

右图 - 平均屋顶表面与平均外部温度

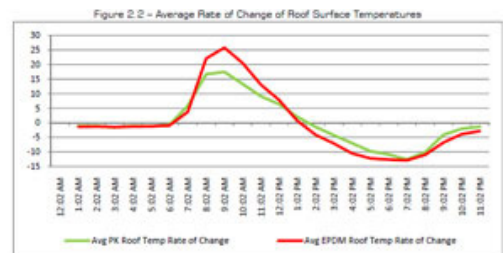
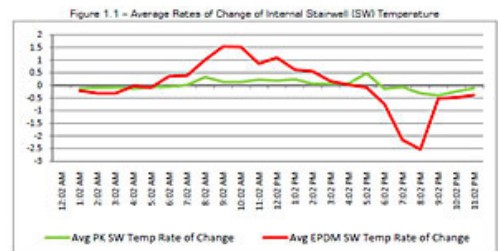
绿色屋顶

右图 - 屋顶表面温度的平均变化率

PolyKool 冷屋顶平均比 EPDM 屋顶低 12 度（13.57%）但这包括一夜之间没有阳光直射的情况。

右图显示，在我们研究过程中，当平均室外温度为 96.66° F 时，12:00 pm 是屋顶表面温度的最大差异。当时 EPDM 屋顶的平均温度为 156.28° F，但 PolyKool 屋顶仅为 128.59° F。这是 27.69 度的差异（EPDM 屋顶更热 26.69%）。上午 9:00 至下午 5:00（最大日照时数），屋顶表面温度平均为 22.40 度（18.55%） - 对于屋顶设备（以及建筑设施工人）的长期生存而言非常重要）。

如右图所示，两座建筑物之间的屋顶表面温度升高速度在两座建筑物之间相似，但是在 PolyKool 建筑开始平稳的情况下，EPDM 屋顶不断变热。此外，PolyKool 建筑比 EPDM 建筑逐渐冷却，EPDM 建筑加热非常快，变得非常热，然后以更快的速度冷却（虽然它永远不会比 PolyKool 屋顶冷却）。直到晚上 7 点才回到相同的温度变化率。这是 PolyKool 冷却屋顶减少热冲击的另一个迹象。



来源：Onset Computer Corporation

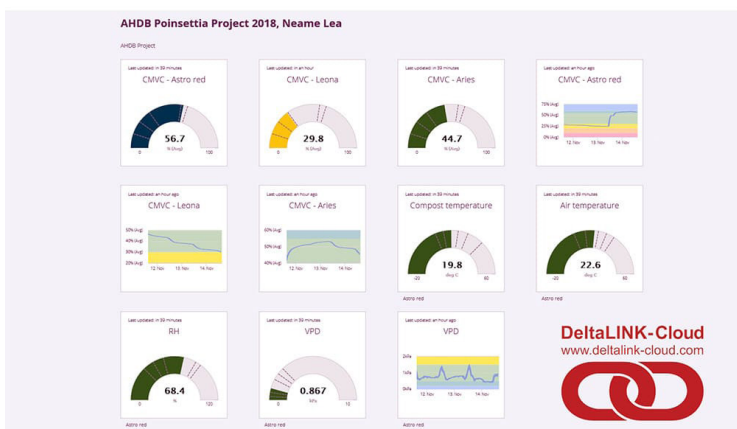
控制堆肥水分可以消除对化学增长阻滞剂的需求

Poinsettias 是一种经典的圣诞盆栽植物，从 7 月下旬开始在英国苗圃中种植数千只，但种植者必须依靠植物生长调节剂（PRGs）的使用来确保早期达到最佳的苞片高度和数量。

由于保护环境立法有可能减少此类植物遗传资源处理的可用性和使用，由林肯大学领导并由 AHDB 为 BPOA 一品红集团资助的项目正在研究植物生长控制的非化学方法。英国 NIAB EMR 十年前开展的工作表明，通过在开发过程中的关键阶段限制水的可用性，可以成功控制一品红植物的高度。现在正在使用为软水果行业开发的新传感器和遥测技术在商业规模上测试这种亏缺灌溉方法。

正在进行的 AHDB 资助的研究项目（目前在第二年）将在林肯郡斯伯丁的 Neame Lea 苗圃进行，并使用基于 Delta-T Devices 的 SM150T 土壤水分传感器，GP2 数据记录器和 DeltaLINK-Cloud 远程的缺水灌溉系统访问数据服务，以精确控制生长条件。

由 Mark Else 领导的 NIAB EMR 团队正在与 Vasile Agache 及其团队 Neame Lea 密切合作，以扩大商业生产的方法。该团队发现，通过精心设计的缺水灌溉模式施加温和的缺水压力，他们可以在不使用 PRG 的情况下实现高度控制。这种新方法使 Vasile 能够以更加环保和可持续的方式种植出形状和健康最佳的植物。



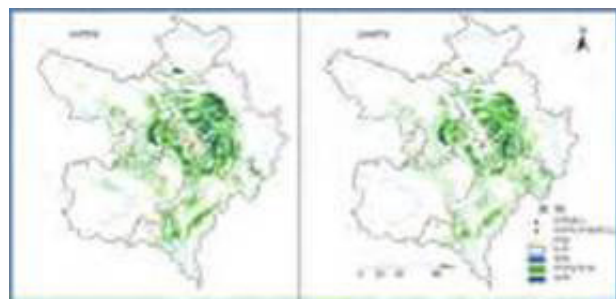
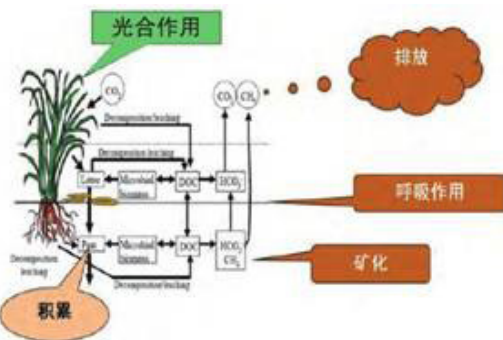
研究中使用的 Delta-T 设备可以高精度测量堆肥水分，为灌溉决策提供信息。此外，DeltaLINK-Cloud 在线数据服务允许研究人员和种植者通过彩色和可访问的仪表板图形远程（随时）在智能手机，笔记本电脑或平板电脑上查看所有相关的项目数据。

来源：Delta-T Devices Limited

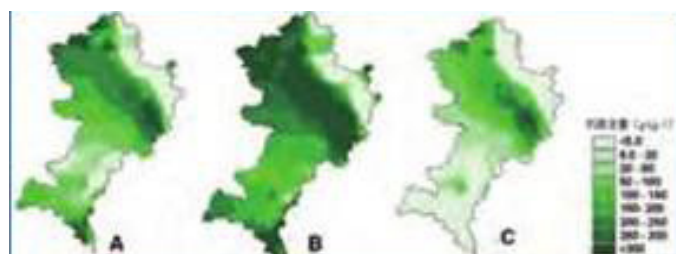
青藏高原湿地生态系统对气候变化的响应

被誉为“世界屋脊”的青藏高原，一向以其独特的人文和自然景观闻名于世，是生态环境最奇特、生物资源最丰富的自然资源宝库。在地势平坦、低洼之处，排水不畅，土壤通透性不良；加之海拔高气温低、蒸发较弱等原因为湿地的形成与发育提供了良好的条件，湖泊众多，沼泽广布。为了认识气候变化对高原湿地生态系统的结构、过程及功能的影响，“青藏高原原生态系统对环境变化的响应”的“973计划”项目中，开展了青藏高原湿地生态系统分布格局变化及关键碳过程研究。

在青藏高原当雄湿地野外站建立了长期野外观测样地，应用涡度相关通联观测技术对高寒沼泽草甸湿地生态系统水、碳过程进行连续定位观测；利用 Landsat 遥感影像数据、SRTM 数字地形图，并结合历史资料及野外实地考察，分析了青藏高原及典型区湿地分布格局、近 30 年来的变化特征。深入研究了青藏高原湿地生态系统分布格局的变化特征，阐明了典型沼泽化草甸湿地生态系统碳“源、汇”格局，探讨了青藏高原湿地生态系统碳的关键过程与环境因子之间的关系。研究发现，青藏高原湿地分布与海拔、地形坡度有关，主要分布在 2900 ~ 5000m 的范围内，包括柴达木盆地南部沼泽湿地和湖泊、青海湖湿地、若尔盖湿地、长江、黄河源区和羌塘高原水系区湿地等。湿地分布主要集中在坡度 < 5° 的范围内。近 30 年来沼泽及沼泽化草甸面积缩小，湖泊面积扩大。其中青藏高原东缘若尔盖高原沼泽湿地面积及结构组成变化显著。



沼泽湿地景观多样性锐减、空间分布格局变化显著；拉萨河流域湿地总面积逐渐减少，但河滩人工林、河滩砾石地和水库的面积却不断增加。湿地由于有机物质生产大于分解，大量有机物质在地表积累，因而是重要的有机碳库。



沼泽湿地碳的关键过程与温度之间有一定的关系。不同类型湿地的碳矿化作用、氮的净矿化作用对温度的响应存在明显差异。在若尔盖泥炭湿地和沼泽湿地以及当雄湿地中土壤碳矿化作用随着温度增加而增加，沼泽地土壤矿化作用对温度的响应比泥炭湿地和当雄湿地的强烈；在若尔盖泥炭湿地和沼泽湿地中土壤净氮矿化随着温度增加而增加，但当雄湿地土壤净氮矿化在培养温度条件下均呈固持作用，且随温度增加而降低。采用涡度相关通量观测所测定的碳汇能力与生态系统净初级生产力和土壤异养呼吸的差值估算的碳平衡表明，青藏高原湿地生态系统具有碳汇功能。

该项目成果丰硕，特别是在湿地生态系统野外观测技术方面，在青藏高原当雄湿地野外站建立了长期野外观测样地，应用涡度相关通联观测技术对高寒沼泽草甸湿地生态系统水、碳过程进行了连续定位观测。在青藏高原典型区湿地分布格局的变化特征、碳的关键过程与环境因子之间的关系及典型沼泽化草甸湿地生态系统碳“源、汇”格局变化等方面取得重要进展。

来源：中国科学院东北地理与农业生态研究所湿地中心 / 吕宪国

喀斯特森林与非喀斯特森林植物在叶片功能性状方面的比较研究

喀斯特生境占到了全球陆地面积的 10%-15%，在我国的西南地区具有大面积连片分布的喀斯特地貌。喀斯特生境的物种多样性较高，特有种丰富。喀斯特也是一种脆弱的生境，受到破坏之后较难恢复。研究喀斯特植物的生理生态适应机制，可为喀斯特生境植物多样性保护及破坏生境的生态恢复提供理论依据。版纳植物园树木年轮与环境演变研究组付培立副研究员与生理生态组、广西大学以及西澳大利亚大学的科技人员合作，以绿石林（喀斯特森林）和沟谷雨林（非喀斯特森林）两种森林类型中的 40 种植物为研究对象，比较了叶片氮、磷元素含量、解剖结构特征以及气体交换能力及这些性状之间关联关系在两种森林类型的差异。

研究发现，与非喀斯特森林植物相比，喀斯特森林植物具有较高的叶片磷含量、较厚的叶片上表皮和下表皮厚度、较高的叶片光合能力以及水分利用效率。在喀斯特森林中，落叶植物与常绿植物相比具有较高的氮、磷元素含量，并具有较强需光能力的叶片结构（较高的叶片栅栏组织 / 海绵组织厚度比），因此落叶植物可以在雨季具有获得较强的光合碳积累能力。而在非喀斯特森林中，常绿植物和落叶植物的叶片功能性状没有显著的差异。这可能是由于在非喀斯特森林中，相对较弱的水分胁迫以及相对较低的土壤磷含量没有导致常绿植物和落叶植物叶片功能性状的差异。研究还发现，叶片栅栏组织和海绵组织厚度比在喀斯特森林植物中与叶片气孔导度呈正相关关系，与光合水分利用效率呈显著负相关，而这种相关关系在非喀斯特森林中不显著。本研究的结果暗示了喀斯特森林植物叶片具有较保守的水分利用策略，但通过较高的叶片磷含量，喀斯特植物在雨季具有较高的叶片光合碳同化能力。



喀斯特森林



非喀斯特森林

来源：中国科学院西双版纳热带植物园

如何根据个人应用选择合适的土壤水分传感器

土壤水分传感器测量的究竟是什么？

在目前市场上的土壤水分传感器中，并没有一种能够直接测量土壤水分。这些传感器通常测量的是土壤其他特性的变化，然后推测出土壤水分含量。通常，根据一些随土壤含水量变化而变化的特性，包括介电常数、热导率、中子通量密度等，可以很容易计算出土壤水分的含量。以下重点介绍介电常数原理的传感器。

介电常数传感器是目前市场上最常见的土壤水分传感器，这些传感器通过不同的技术，测量周围土壤的介电常数，常用的技术方法包括：

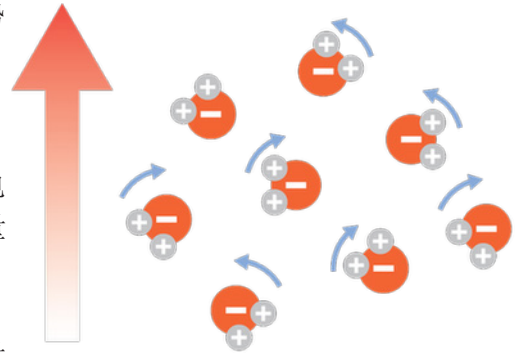
时域反射方法（TDR）；时域传播方法（TDT）；频域反射法（FDR）；电容充电时间方法；传输线振动方法；同轴阻抗介质反射方法；同轴微分振幅反射方法；

以上无论何种技术，都应用同一原理：土壤的介电常数主要由土壤含水量决定。简单来讲，可将介电常数看作内存电能。传感器在土壤中生成电场，由于水分子具有极性，土壤中的游离水分子会发生旋转，直至与电场方向一致。

游离水分子在旋转的过程中需要能量，这种能量以势能的形式存在于对齐的水分子中。土壤中的含水量越高，势能也越大，土壤整体的介电常数也越大。

土壤的其他组成成分，包括矿质离子、有机体、空气等，同样也带有电能，但水分中存储的电能约是其他成分电能的十几倍。因此，在传感器的量程范围内，水分含量主要决定了介电常数。

土壤水分传感器的电信号会随介电常数的变化而变化，因此，也会随水分含量的变化而变化。一些传感器测量介电常数，然后转化成水分含量；还有一些将传感器的输出电信号直接转换为土壤容积含水量。无论属于哪种，其基本原理都是土壤中的水分决定着土壤的介电常数，而介电常数决定传感器的电信号输出。这点在用户比较仪器的准确性参数时，至关重要。



怎样才称得上是好的土壤水分传感器？

理想的高性能土壤水分传感器应具备以下特性：

可以满足用户对准确度和分辨率要求；可持续正常工作的时间满足用户要求；需要最少的标定、且不需要再次标定；可以符合用户的预算要求；易于安装和测量。

可以看出，以上特性可能相互之间有所矛盾。比如，一个耐用、高准确度的传感器应该相对于较不耐用、较低准确度的传感器更贵一些。传感器制造商也应尽量均衡这些特性。客户在选择合适的传感器时，要明确哪项特性对于自己最重要，然后选择最符合自己需求的传感器。

如何理解生产商的技术参数

要想真正清楚土壤水分传感器的技术参数，可以从了解含水量、介电常数、以及电信号随介电常数的变化，这三者之间的关系入手，以上三者的关系决定了传感器测量水分含量值的准确度、分辨率以及量程范围。

准确度

传感器测量容积含水量的准确度取决于以下几个因素：

- 电信号测量的准确度；
- 温度对电信号测量的影响；
- 温度对介电常数和土壤电导率的影响；
- 传感器测量不同介质介电常数的准确度；
- 传感器将测量的电信号或介电常数值转换为容积含水量的函数；
- 数的准确度；
- 传感器周围土壤对校正函数的适用度。

如果所有的厂家提供的都是测量介电常数的准确度参数，那么我们很容易对比不同传感器的性能。但事实上，许多用户并不真正了解介电常数与容积含水量之间的关系，同时不够清楚，某些状况可能会导致最终测量值的误差。

由于对于不同的土壤类型，没有统一的校正函数，制造厂商通常选择一种或几种“有代表性”的土壤进行测试，并给出含水量准确度参数。因此，对于形如“ $\pm 1\%$ 容积含水量”的准确度参数描述，其真正含义是：在进行校正工作的环境下，其准确度为 $\pm 1\%$ ，这种环境通常为室内环境、温度变化不大、且只有一种或几种代表性土壤。

- 如果用户的实验环境满足校正的环境，那传感器的准确度符合技术参数描述；
- 如果传感器在野外自然环境下使用，应用环境可能千差万别，那除非用户再次校正，否则其准确度可能会不符合技术参数描述。

另外一个重要问题需要注意：

当土壤处于极端干燥状况时，介质土壤水分传感器的准确度会降低。当土壤中的含水量很低时，水分对于土壤总介电常数的贡献就会变小，甚至小到传感器监测不到水分含量的变化。在干燥土壤中，温度对最终测量值的影响甚至超过土壤水分含量的影响。

提示：当参数显示在土壤含水量很低的状况下，仪器具有很高的测量精度时，需要特别谨慎。

注意：准确度可能指的是绝对精度（% 水分 / % 干土壤）或者读数的百分比。将读数百分比转换成绝对精度时，应乘以量程的最大和最小值。

例如：Campbell CS655 的介电常数准确度参数是：在 $\leq 8\text{ds/m}$ 的电导率溶液中，当介电常数范围为 $1\sim 40$ 时，准确度为： $\pm (3\% \text{的读数} + 0.8)$ 。即当传感器的介电常数读数为 1 时（空气中），读数的准确度是： $\pm (1 \times 0.03 + 0.8) = \pm 0.83$ ；如果传感器的介电常数为 40 时，读数的准确度是 $\pm (40 \times 0.03 + 0.8) = \pm 2$ 。

量程

当我们对比不同土壤水分传感器的量程时，首先很重要的一点是：理解如何定义量程以及介电常数方法的局限性。容积含水量的量程有以下表达方式：

0~100%：通常理解为：从空气环境到水环境条件下，介电常数变化值所对应的传感器示数；干~饱和；无数字描述，传感器经广范围介电常数条件校准，适用于各土壤、不同含水量条件的测定；

0~x x %：通常理解为：传感器在土壤处于绝对干燥直至饱和之间进行的测试；

x %~x x %：描述的是传感器测量数据最为准确的一个区间。这种描述方式可能使传感器性能看上去略劣于同类产品，但由于介电常数类传感器在极端干燥土壤中的精度会下降，因此这种参数描述是传感器实际准确应用过程中最负责任的描述。

注意：容积含水量有时会以小数的形式表达，若想将小数的形式转换为百分比表达，只需乘以 100% 即可。

例如：Delta-T 公司的 ML3 传感器，其含水量量程参数是 $0\sim 0.5\text{m}^3/\text{m}^3$ ，将量程两端的值均乘以 100% 可以得到其百分比量程是： $0\sim 50\%$ 。

如果传感器的量程可以覆盖实验者的测试土壤，那说明选择了合适的传感器。绝大多数的矿物质土壤的最大水分含量为 $40\%\sim 50\%$ 。某些粘土或有机土的含水量可高达 $60\%\sim 70\%$ 。因此在选择传感器时，一定要适合实验土壤的类型。

植物木质部导水率，栓塞以及脆弱曲线的原理和测量

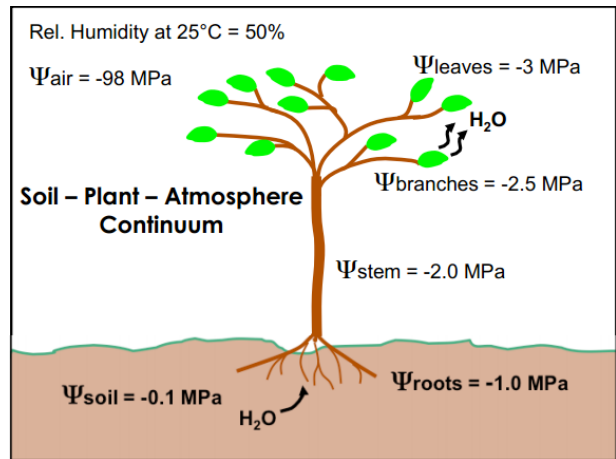
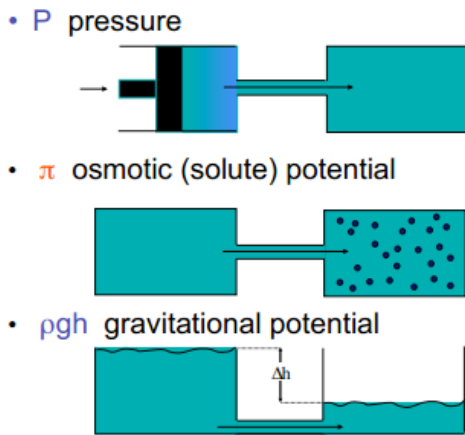
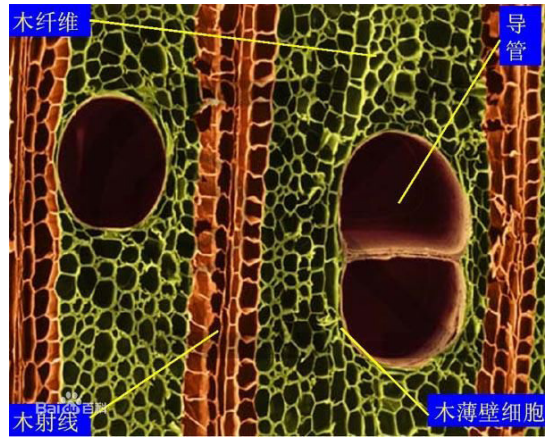
点将科技 Sqd

植物木质部结构和功能：

功能：是运输水分和无机盐的通道。茎里的导管与根、叶中的导管相通，水分和无机盐在导管中能自下而上地向枝端运输。

植物细胞水势组成：

植物细胞水势 $\Psi_t = \Psi_p + \Psi_\pi + \Psi_g$ (Ψ_p 为压力势， Ψ_π 为渗透势， Ψ_g 为重力水势)



植物水势测量相关仪器：



植物导水率 Hydraulic conductance (K)

- 植物导水率【又称植物水分传导，Plant hydraulic conductance (K)】表示单位压力梯度 (MPa) 下植物传导水分的通量 ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$)。是根系吸收及传导水分能力的一个重要生理生态指标。
- 植物导水率的大小与根区土壤水分、养分、盐分和温度等因素有关，环境因素的胁迫会降低植物根系导水率，导致叶水分亏缺、气孔开度减小并抑制生长

- 在干旱条件下，适当调节植物导水率，调控气孔开度和叶片失水，对维持植物体内水分平衡有重要作用

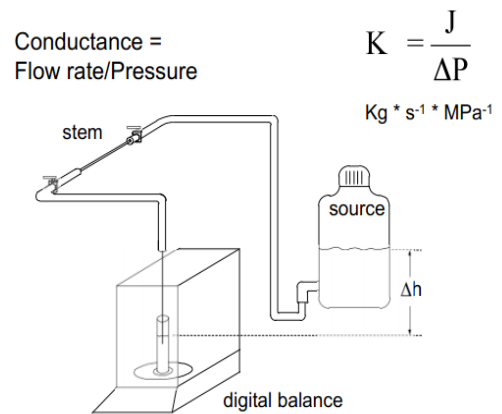
植物导水率原理 Hydraulic conductance (K)

欧姆定律 $V=IR$ (V 是电压, I 为电流, R 为电阻)

欧姆定律类推 $R=1/K$

$\Delta P = JR$ (ΔP 是水压, J 是水流速, R 为阻力值)

得出结论 $K=J/\Delta P$



导水率的引申 1

- 导水率 Conductance (K) 衡量的是单位长度单位面积下的导水能力，于枝干的长度和表面面积无关
- 比导水率 Conductivity (K_h) $K_h = 1/R * L = J * L / \Delta P$
- Specific Conductivity (K_s) $K_s = K_h / \text{xylem area}$
- Leaf specific Conductivity (K_L) $K_L = K_h / \text{supported leaf area}$

导水率的引申 2

• 根据泊松公式 $\text{Volume flow rate} = \left(\frac{\pi r^4}{8\eta} \right) \left(\frac{\partial P}{\partial x} \right)$

• 带入后

$K_h = \pi d^4 / 128 \eta$ r 为半径, d 为流通水的导管的直径, η 是液体粘度。由此可知，导水率受直径的影响很大

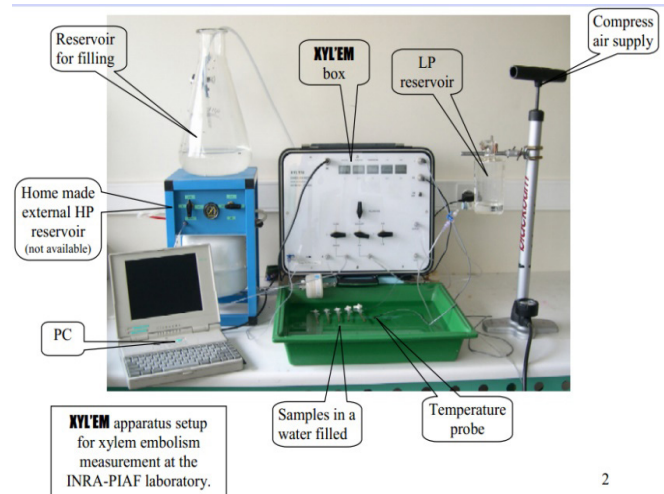
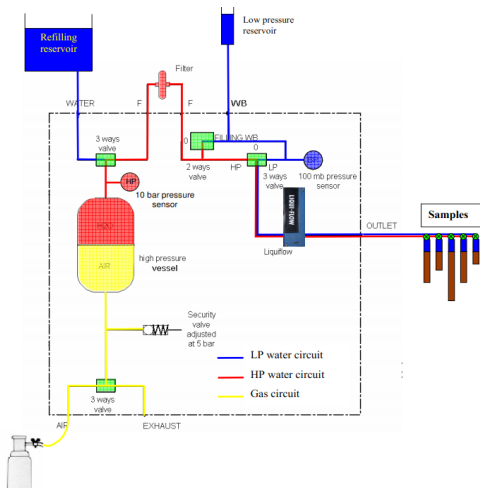
测量导水率的方法

- 1、传统方法，天平，温度计，量尺
- 2、压力室法，逐渐增加根部压力，并用天平记录液体流速
- 3、根压力传感器法，测量植物根部和茎秆压力，用天平记录流速
- 4、高压流速仪法，将植物根部水压增大到一定高压，时刻记录压力和流速，得出导水率（例如 XYL'EM）

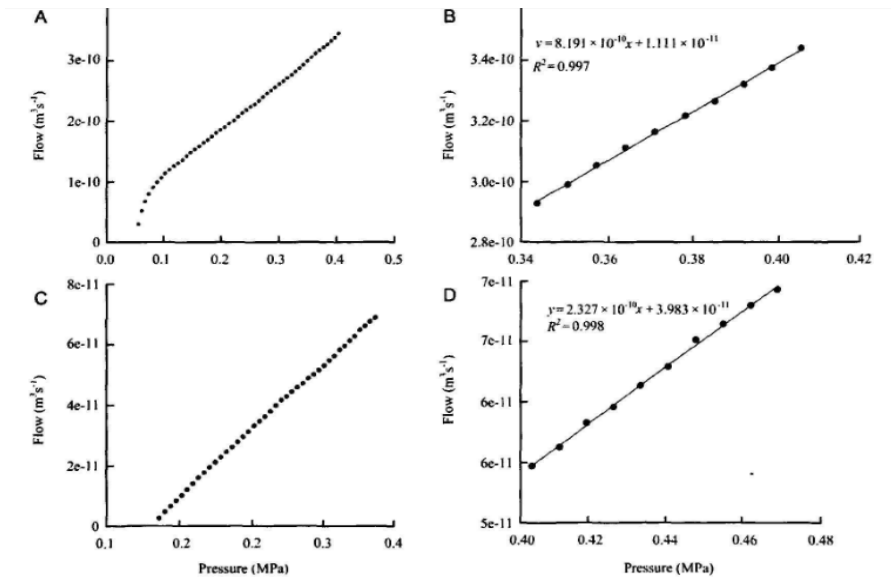
XYL'EM (Bronkhors)

法国国家农业研究院发明，委托 Brankhors 的分公司生产

用途：可以测量起始导水率，全饱和导水率，以及栓塞程度

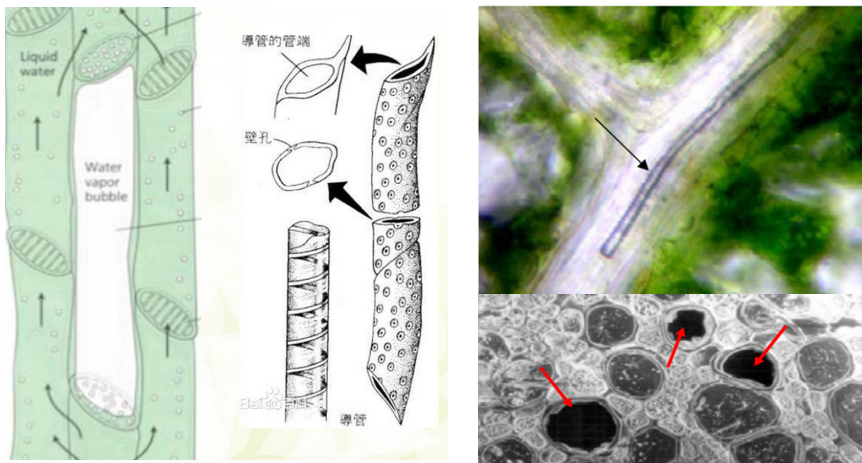


仪器示意图及原理



AB 是对照 CD 是模拟干旱处理 (PEG6000 处理)

气穴和栓塞



气穴如何产生

$$\Delta P = 4(T \cos \theta / D) \quad P_b = 2T/r + P_x \text{ (if } P_b > 2T/r + P_x \text{ bubble will expand)}$$

ΔP 代表产生气泡所需的压力差， T 代表木质部液体的表面张力， θ 代表液体水的接触角度， D 代表壁孔的直径

P_b 代表气泡内部压力， T 代表液体的表面张力， r 代表气泡的半径， P_x 代表木质部液体压力，因此 r 越大和 P 越负，就越容易膨胀

干旱 VS 冷冻胁迫

- 壁孔直径在干旱诱导的栓塞中起主导作用
- 茎秆或者根的尺寸 (直径和长度) 在冷冻诱导的栓塞中起主导作用

栓塞的测量

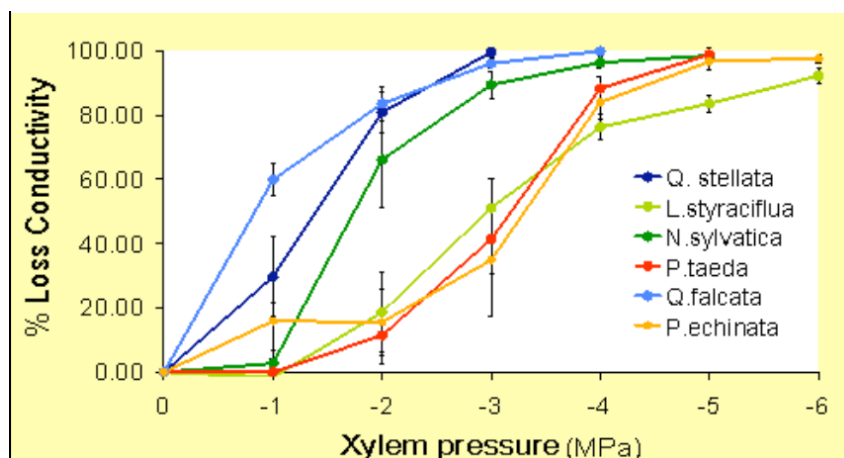
可以通过染色，声波，以及低温扫描电镜进行观察，但是通过测量导水率的减少来测量栓塞可以量化栓塞程度，该方法由 Sperry 于 1988 年提出。木质部导水率的损失百分比 (PLC) 可以由下方公式表达出： $PLC = 100 * (1 - K' / K)$

K' 为初始导水率， K 为全饱和导水率

$PLC = 0$ 时无栓塞， $PLC = 1$ 时表明所有导管都发生了栓塞

脆弱曲线

脆弱曲线是表征植物随着木质部压力的增大发生栓塞的脆弱程度，即是 PLC 和 P_x 的关系曲线



脆弱曲线相关仪器

• 干燥台干燥法

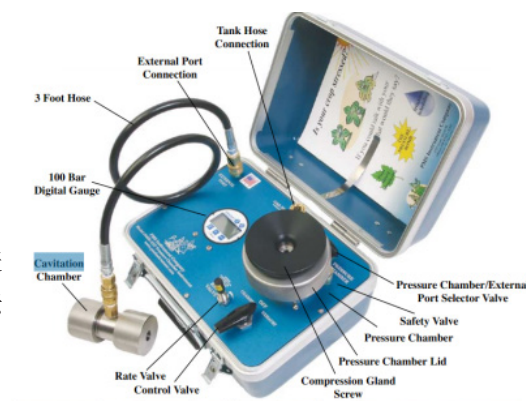
大枝条放在干燥台干燥并测量水势，当到达一定水势后，将枝条放在水中切割样本，并测量 PLC，需要多根枝条绘制 VC 曲线，耗时比较长

• 超级室法 (Model 600-EXP)

将切断的一头放在开放端口，维持一定压力直到切断头不再有液体流出，加压结束后塑料袋套住枝条防止蒸腾并允许气体溢出和大气平衡，水中收集样本并测量 PLC。需要多根树枝。但气压可控，且与干燥台干燥法结果非常吻合

• 气穴室法 (1505D-EXP) :

- 1、先通过 XY' lem Plus 测量 PLC
- 2、对组织进行加压，到达目标压力并维持一段时间后，放气，测量 PLC
- 3、施加更大的压力，测量 PLC.
- 4、重复以上动作直至实验完成，并绘制曲线
- 5、测量时间快，但是结果不是非常精确，因为枝干两端会有气泡，有时候需要环切和去掉树皮，方便空气进入，长枝条结果偏大。需要用干燥平台法来衡量该方法是否合适。



这一季度，我们在这里.....

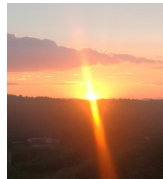
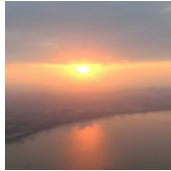
点将科技 Lana

你在哪里？

这个激情火热的夏天

在上海，在昆明，在合肥，在北京？在神州大地的大江南北？还是在，，，，

我们相聚在昆明睡美人山，看日出日落，亲近“睡美人”，享“一登龍門，身价百倍”的传说



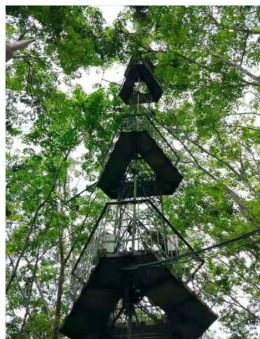
然后来到了猫猫箐上的农家小院，



后又相会于滇池湖畔的龍門石窟



也在美丽的“西双版纳”植物园，相聚



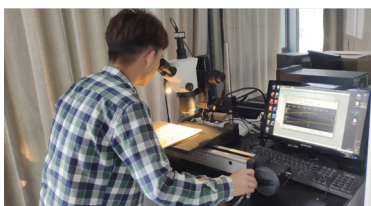
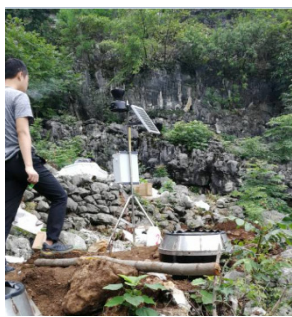
湖南的莽山，依旧可以见到我们的足迹



还在有恐龙谷放入云南楚雄碰面



同时我们也在拥有目前世界最高大桥（北盘江大桥）旁的贵州地界室内外，于你相聚，



中国林业科学院资源昆虫研究所，原为中国科学院云南紫胶工作站，我们又相聚了；

除了在你身边，我们也有在会议室内探讨战略方针，想着如何“心系点滴”“让自然更自然”“致力将来”



偶尔我们也在一起
大碗喝酒，
大块吃肉，
畅想美好人生。

心系点滴，致力将来！

上海技术中心 | Shanghai Branch

地址 / Add: 上海松江车墩柳亭路 188 弄财富兴园 42 号楼 (201611)

电话 / Tel: 021-37620451

邮箱 / Email: Shanghai@Dianjiangtech.com

北京技术中心 | Beijing Branch

地址 / Add: 北京市海淀区知春路甲 48 号盈都大厦 C 座 4 单元 11F (100086)

电话 / Tel: 010-58733448

邮箱 / Email: Beijing@Dianjiangtech.com

合肥技术中心 | Hefei Branch

地址 / Add: 安徽省合肥市瑶海区新蚌埠路 39 号板桥里二楼 210 室 (230012)

电话 / Tel: 0551-63656691

邮箱 / Email: Hefei@Dianjiangtech.com

昆明技术中心 | Kunming Branch

地址 / Add: 云南省昆明市五华区滇缅大道 2411 号金泰国际 9 栋 1001 室 (650106)

电话 / Tel: 0871- 65895725

邮箱 / Email: Kunming@Dianjiangtech.com

西安技术中心 | Xian Branch

地址 / Add: 陕西省西安市未央区未央路 33 号未央印象城 2 号楼 2804 室 (710016)

电话 / Tel: 029-89372011

邮箱 / Email: Xian@Dianjiangtech.com



点将科技微博



点将科技微信