

古树名木调查 技术方案



生长势、树木特殊状况描述、树龄、树高、
冠幅、立地条件、古建筑木材检测



点将科技
DIANJIANG TECH



古树名木是中华民族悠久历史与文化的象征。古树名木作为“绿色文物”、“活化石”，是历史文化遗产的重要组成部分，具有重要的生态、经济、文化、社会和遗传学价值。

所谓古树，是指树龄在 100 年以上的树木，可分为国家一、二、三级。一级古树为 500 年树龄以上的古树；二级为树龄 300 ~ 499 年的古树；三级为树龄 100—299 年的古树。而名木是指在历史上或社会上具有重大影响的中外历代名人、领袖人物或具有重要的历史、文化价值和纪念意义的树木。名木不分等级也不受年龄限制。

调查古树名木家底，了解古树名木的现状，是对“活文物”进行保护的关键举措。根据《中华人民共和国森林法》、国务院《城市园林绿化条例》及全国绿化委员会《关于加强保护古树名木的决定》等法律、法规和文件规定，古树名木调查内容主要包括古树名木的具体位置、树种、权属、特点、树龄、古树等级、树高、胸围、冠幅、立地条件、生长势、生长环境、现存状态、古树历史、管护单位、看护人等内容。

古树倒塌而造成的人员伤亡事件频频发生。众所周知，岳麓书院是中国古代“四大书院”之一，始建于北宋年间，抗战期间，岳麓书院遭到日军轰炸，大成殿被毁，抗战后重新修复。然而，2014 年 8 月 18 日，岳麓书院古树折断，再次压塌大成殿，并造成人员伤亡。同类古树倒塌造成的伤亡事件数不胜数。2016 年 9 月，台湾千年神木倒塌，造成 1 人重伤；2 人轻伤，检查是才发现神木九成已经中空了；2015 年 7 月，广西柳江一棵 420 多年的古树突然断裂，造成 1 死 3 伤，民房受损；2008 年 8 月，香港百年古树倒塌压死 1 名少女……一次次的人员伤亡事件给我们敲响了警钟：古树需要得到关怀，而且迫在眉睫，急需加大古树名木普查力度。

古树名木调查究竟需要用到哪些“黑科技”？点将科技将为您一一揭晓。

目录

4-11 生长势

- 5 TRU 树木雷达检测系统及应用案例
- 6 PiCUS-3 弹性波树木断层画像诊断及应用案例
- 8 PiCUS 树木电阻抗断层成像仪
- 9 PD 系列针测仪
- 9 TreeQinetic 树木拉伸测试仪
- 10 RESISTOGRAPH 系列针测仪
- 10 DJ-TMS02 古树名木倾斜监测系统
- 11 TMS 3 树木稳定安全性测试仪

12-14 树木特殊状况描述

- 13 TRU 树木雷达检测系统及应用案例
- 14 DJ-3012 植物 3D 根系生长监测系统

15-17 树龄

- 16 Haglof 树木生长锥
- 16 DJ-3135 微型树木生长锥
- 16 LINTAB6 高精度版树木年轮分析系统
- 17 IML Measuring Table 树木年轮分析仪

18-20 树高

- 19 Vertex Laser Geo 激光超声波定位测高测距仪
- 20 Spiegel Relaskop 林分速测镜
- 20 MD II 数字测径仪

21 冠幅

- 21 DJ-3200 数字植物冠层分析系统

22-26 立地条件

- 23 CP402 土壤紧实度仪
- 23 pH600 土壤原位 pH 计
- 24 RQflex 20 土壤养分测量仪
- 24 古树名木生理生态监测系统及应用案例
- 26 古树名木物候观测相机

27-30 古建筑木材检测

- 27 古建筑木材检测案例
- 28 HM220 原木品质测量仪
- 28 Sylvatest 4 超声波木材检测仪
- 29 木结构缺陷检测
- 30 木结构力学性能检测
- 31 树木无损检测技术应用论文汇总

圆 柏

【学名】 *Sabina chinensis*

【别名】 桧柏、刺柏

【科属】 柏科 圆柏属

【形态特征】 常绿乔木



生长势

关键词：断层；空洞；腐烂；稳定性

分五级，在调查表相应项上打“√”表示：枝繁叶茂，生长正常为“旺盛”；无自然枯损、枯梢，但生长渐趋停滞状为“一般”；自然枯梢，树体残缺、腐烂，长势低下为“较差”；主梢及整体大部枯死、空干、根腐、少量活枝为“濒死”；已死亡的直接填写，死亡古树不进入全县统一编号，调查号要编，在总结报告中说明。

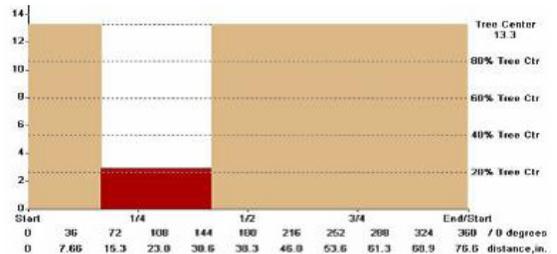
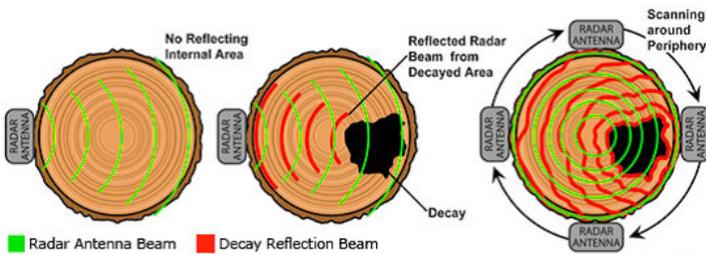
从外观上看，可以把名木古树分为枝繁叶茂、生长停滞、或者长势不佳等，但树木内部真正的情况，你了解吗？如果没有做好保护，一场风暴过后，“活化石”还在吗？因此，只关注外部表象是远远不够的，更要关注树木“内心世界”。



TRU 树木雷达检测系统是为检测树木内部结构损伤程度而设计的。它利用地面雷达探测技术对树木进行非侵入式扫描，并可以清晰成像。

TRU 树木雷达检测技术帮助树木研究者对树木的安全性进行评估，帮助市政园林用户确定树根分布情况。TRU 系统呈现出树干内部健康状况以及地下根系分布情况的图片。

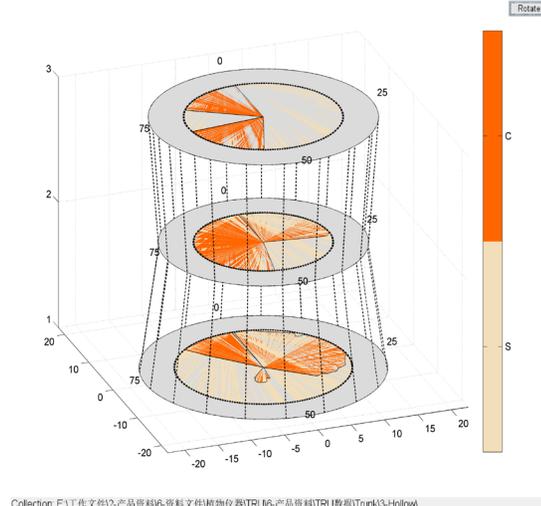
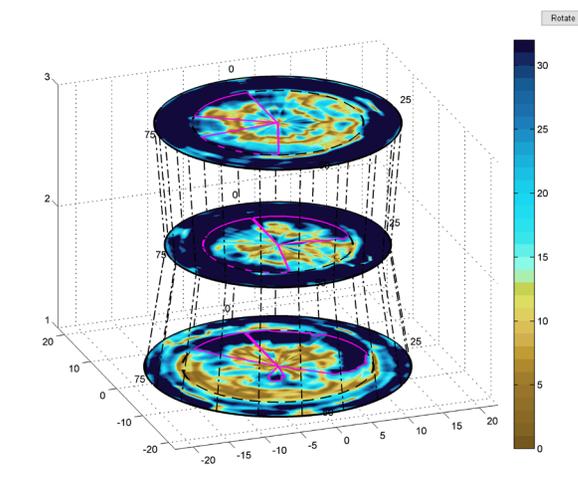
- 无损检测，对检测对象无伤害，对环境无任何不利影响；
- 检测快速，数分钟即可完成树干不同高度扫描；根系扫描，只需十几分钟；
- 无线通讯，测量更加方便快捷；
- 扫描前无需对检测对象做任何处理；
- 数据采集器和检测天线有便携箱存放，携带方便；
- 分析结果准确，生成专业分析报告，结果可靠、直观、全面。



树干内部腐烂后产生一个气涡，气涡可以是完全空洞，也可以是早期腐坏，仍有木材但木质发生变化。TRU 树木雷达非常灵敏，可以检测出空洞和腐烂，甚至是早期的腐烂。此外，甚至是纵向开裂也能检测出来。



不同颜色表示不同的木质结构，红色代表成型的腐烂，紫红色代表近树皮处腐烂，绿色表示早期腐烂，棕黄色表示实木。



树干检测后，可生成 3D 树干结构图，直观显示每个界面内部木质状态；如上图，是对 3 个不同高度的树干进行检测，根据截面实际相互高度生成 3D 图，上右图中橙色部分表示腐烂，淡黄色表示木质结构完好。

TRU 树木雷达检测系统应用案例



上海绿化管理指导站引进 TRU 树木雷达检测系统



澳门利用 TRU 树木雷达检测系统对古树古木进行普查



江南大学引进 TRU 树木雷达检测系统进行林业物联网研究

PiCUS-3 弹性波树木断层画像诊断仪

简介

技术特点

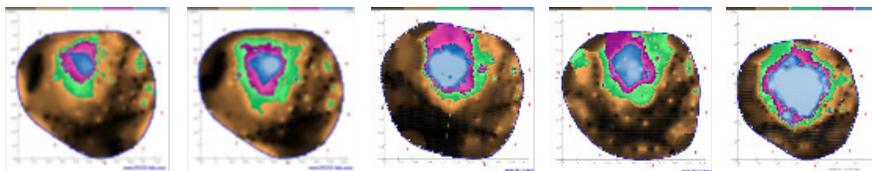


Picus-3 弹性波树木断层画像诊断仪用于检测因虫害或者自然衰退导致树木木质腐烂情况，多数情况下主要测量树干近地面的部分。测量时将传感器固定在预检测的断层上，使用专业设计的电子锤敲击每个检测点，弹性波在树干内部传播，如果树干内部的介质不同，波传播的速度就不同，进而可以判断树干内部的健康状况。

- 便携性强，适合行道、公园、森林以及特殊生长环境的树木；
- 适用面广，不受物种、树龄、胸径、树干外形和生长环境影响；
- 操作性强，单机操作，一人即可完成测量的整个过程；
- 功能性强，除了检测内部腐朽外，还可以测量树高、胸径和 GPS 坐标信息；
- 准确可靠，结果清晰显示成型腐烂、早期腐烂以及健康区域。

使用领域：

- 行道树，安全检测，绿化指导；
- 古树名木，历史文化遗产保护；
- 森林、经济林保护，砍伐指导。



2004、2007、2011、2013 和 2015 年树干内部健康状况变化

在对东莞市 50 株古树调查检测后，发现共有 43 株古树存在不同程度的树体腐烂或中空现象，古树健康状况不容乐观。主要有以下几种类型：（1）主干内部行程空洞；（2）根颈或茎基腐烂造成基部形成树洞；（3）过渡修剪造成树干腐烂；（4）修枝后未处理切口逐渐腐烂形成空洞；（5）白蚁等钻蛀性害虫为害，造成树干或基部腐烂，形成空洞。

PiCUS-3 弹性波树木断层画像诊断仪应用案例



南京市园林工人对受伤法国梧桐伤情探测



苏州绿化部门检测行道树，确保安全过冬



三亚市古树保护研究



哈尔滨百年大树“彩超体检”



广东轻工职业技术学院用 PICUS-3 检测树干断面生长情况



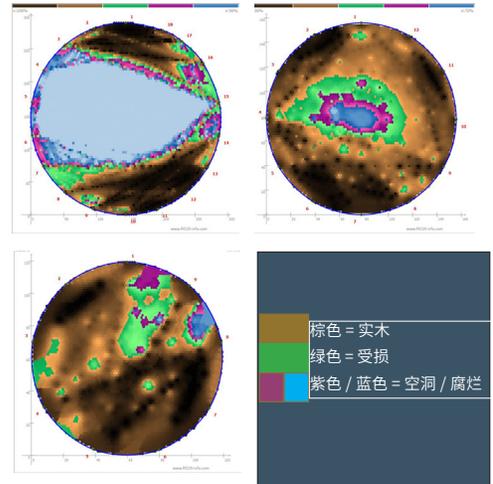
广元市街道古树监测



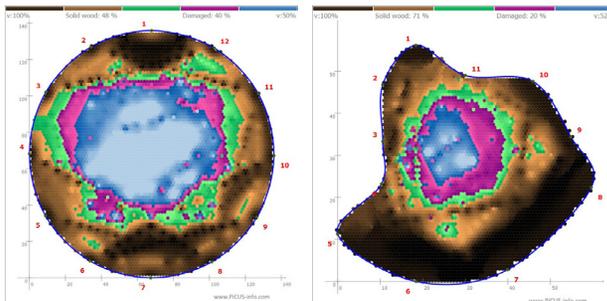
南京林业大学实地检测



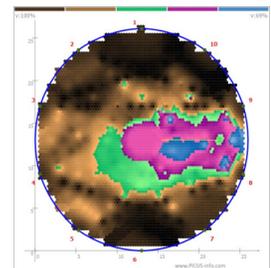
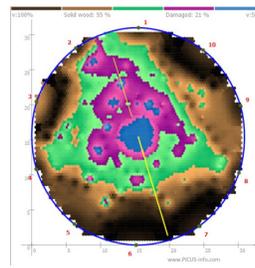
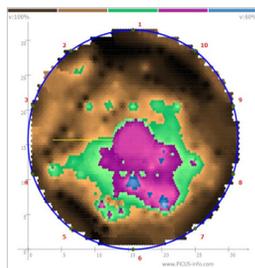
阳朔古樟 (1600 年)



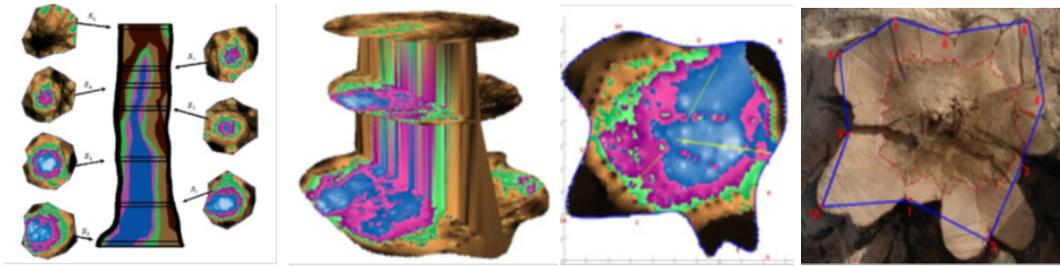
对千年古香樟的空洞情况进行检测，以上右图为电脑分析检测结果，黑色：木质坚硬，灰色：木质正常，绿色：木质有损坏，紫色：木质腐朽，蓝色：木质腐朽严重后空洞。



通过专业软件分析出受损率为 60.00%
 受损率 = (紫色面积 + 蓝色面积) / 总面积



长春市园林植物保护站，对白桦树进行了 3 个断面的测量，上图从左到右：距离地面高度 106cm，167cm 和 210cm，离地高度 167cm 的层面腐烂最为严重，成型空洞比例达 21%，完整实木仅剩 55%；在安放的测量点 1 和 2 之间，腐烂已达到表层，在图上也有清晰显示。为了判断树干腐烂在纵向上的发展趋势，在距地面高度 210cm 处测量，结果显示仍有 13% 的成型腐烂。



广州市林业和园林科学研究院

根据检测的树木直径大小，选择传感器的数量，传感器数量越多，测量结果越准确，同时测量时间越长。设置好传感器后，逐个敲击测量钉，就完成一个断层的测量。数据在仪器内部保存，使用专业软件分析，操作人员可以轻松掌握树干内部健康状况，如右图所示，棕色或深色表示健康实木，绿色表示处于早期腐烂，紫色表示深度腐烂，蓝色表示成型空洞。Picus-3 弹性波树木断层画像诊断仪可对同一棵树进行多层检测，结果直观易读。

PiCUS 树木电阻抗断层成像仪

简介



PiCUS 树木电阻抗断层成像仪通过测量电流或电压的变化来诊断树木情况，测量结果以二维图像的形式进行显示，该图像表示树木的电阻抗变化，简称 ERT (Electrical Resistance Tomogram)。影响树木电阻抗变化的主要因素是树木水分，以及通过树木的状态和细胞结构而改变的化学元素（应力木或者根相比于正常的树木有不同的电阻抗）。

技术原理：

- 1、电阻抗不用锤子敲击，因为它是测量钉子间的电压值，由主机供电。
- 2、每个树种都有一个特点的电抗图，测量一个树种前，先测量没有腐烂空洞的树，得到标准电抗图，然后再去测量其他同种但未知健康状况的树，将其电抗图与标准图对比，判断预测的树是否健康。
- 3、电阻抗图上不同颜色表示这块区域电阻的大小，树木电阻的大小主要受含水量的影响，水分大，电阻会小；电阻大表示水分小，但并不一定表示是空的，所以需要相同树种来做对照。

目前已测得 3 种典型的健康树木的电抗图

图 1: 大多数欧洲树种，桦木属，欧洲板栗，山毛榉，白蜡树属，落叶松属，松树，云杉，杨树属，柳树属，花楸属，椴树属，榆属

图 2: 巨杉，木麻黄，柚木

图 3: 栎属

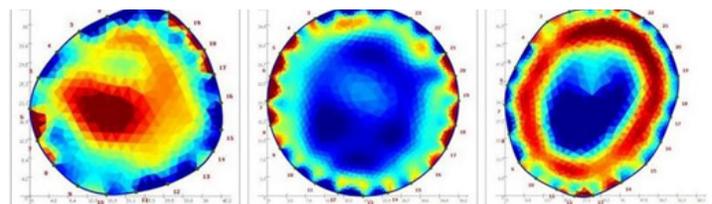


图 1

图 2

图 3

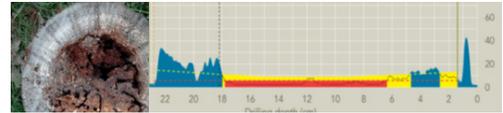


PD 系列针测仪不仅可以记录测量时转针收到的阻力，还能测量进力，操作者对不同种类、不同腐烂程度树木的判断更加准确。

- 探测深度：200--1000mm
- 动力来源：可充电锂电池
- 分辨率：0.02mm/300mm
- 探进级别：5 级，15cm/min 至 200cm/min 自由调节
- 旋转速度：5 级，1500rpm 至 5000rpm 自由调节
- 测量结果：仪器内部存储，可选连接蓝牙打印机



健康树木曲线图



空洞腐烂树木曲线图



TreeQinetic 树木拉伸测试仪用于检测树干和根部受外部拉力时的稳定特性。该装置可对树木稳定性进行精确且无损伤的测量。测试时，通过绞盘和钢丝对树干施加拉力负荷（模拟风的影响），树木的反应由弹性测试仪和测斜仪进行测量，并将数据与坚固的树木进行比对。影响计算的主要因素是负荷的相关特性（受力处结构和树高等）和树木本身的性质。

- 1、弹性测试仪（测量树皮层的变化）
- 2、测斜仪（测量树木倾斜）
- 3、拉力计（测量拉力负荷）
- 4、过载警报仪
- 5、软件
- 6、配件

技术规格：

弹性测试仪 Elastometer

分辨率	0.1 μ m
精度	1 μ m
测量范围	\pm 2mm
运行持续时间	10h (无线, 20 $^{\circ}$ C)
测量尖端之间距离	198-202mm
插针直径	2-4mm

测斜仪 Inclinator

分辨率	0.002 $^{\circ}$
精度	0.005 $^{\circ}$
测量范围	\pm 15 $^{\circ}$
运行持续时间	10h (无线, 20 $^{\circ}$ C)
无线连接最大距离	1 ~ 30m

拉力计 Forcemeter

分辨率	0.01kN
精度	0.3kN
测量范围	0-40kN
运行持续时间	15h (无线, 20 $^{\circ}$ C)

过载警报仪 Overload Indicator

警报阈值	拉力计 16kN；测斜仪 0.2 $^{\circ}$ （根盘）
警报方式	声光报警



除了 PD 系列针测仪外，R650 系列树木针测仪也可用于木质检测。

R650 系列针测仪在钻针钻进树木时，同步打印出钻针前进时受到的阻力，1:1 尺寸显示，结果也在微电脑内存储。木质结构完整，钻针阻力大，木质腐烂，阻力小。

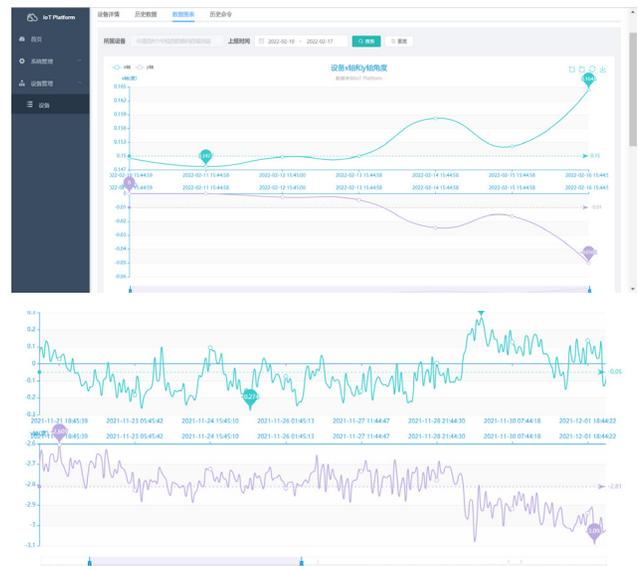
由于树木生长不同时间的条件有差别，每个年轮的早晚材密度有差异，因此 RESISTOGRAPH 还可以进行年轮分析研究。

- 最大 50cm（可定制 100cm）
- 分辨率：0.01mm-0.04mm
- 存储：10000 次测量
- 钻进速度：300cm/min
- 测量结果：蓝牙打印、存储
- 2H 快速充电



无线传感器设计，内置加速器，监测每棵树的倾斜角度，定时发送数据到云端服务器，树木的倾斜角度大于设定的临界角度时，系统发出警告信息，提醒管理人员关注，以及及时采取适当的风险管控措施。

- 体积小，对树木无损伤；
- 无线传感器，城市内任意布置；
- 超低功耗，较低维护成本；
- 高精度、高分辨率；
- 无线倾角测量，科学、准确；
- 标准工业级设计，适合各种户外环境；



实时测量树木的倾斜状态并将数据发送到云平台；平台集成 GIS 技术显示树木的地理位置信息；整套系统同时监测整个城市不同位置的树木，通过传感器获取的树木状态数据可以快速地掌握树木实时信息，以此来评估树木立地健康状况，提前预警，使城市树木管理的工作科学化、便利化。



TMS3 树木稳定安全性测试仪用于测量树根的锚地程度及树木的稳定安全性。当风吹动树木，树木开始摇动，负荷传到根部，TMS 3 记录树木的动态摇摆运动。根据 Wessolly (Wessolly & Erb, 1998) 的发现，利用静态拉伸测试能够测量树木根部安全稳定性。在静态拉伸测试时，树木受到来自绞车或绳索的负荷发生倾斜，与周围其它树木进行比较，可以得出树木所受负荷的大小。将人为施加负荷与自然风引起的负荷对比，通过专业软件分析，确定自然风引起的负荷大小。

- 量轻，安装方便；
- 无损测量；
- 全密封设计，防水防尘；
- 无线充电，内置电池可连续工作 15 天以上；
- 三维数据记录；
- GPS 准确定位树木位置；
- 记录倾斜值 (X/Y/Z)，东 / 西 / 南 / 北，精确度：0.03°；
- 无线蓝牙通讯；适用于城市、森林等环境

应用方向：

确定树木稳定性——自然风时树木显示出很小或者没有根部倾斜，表明树木安全。

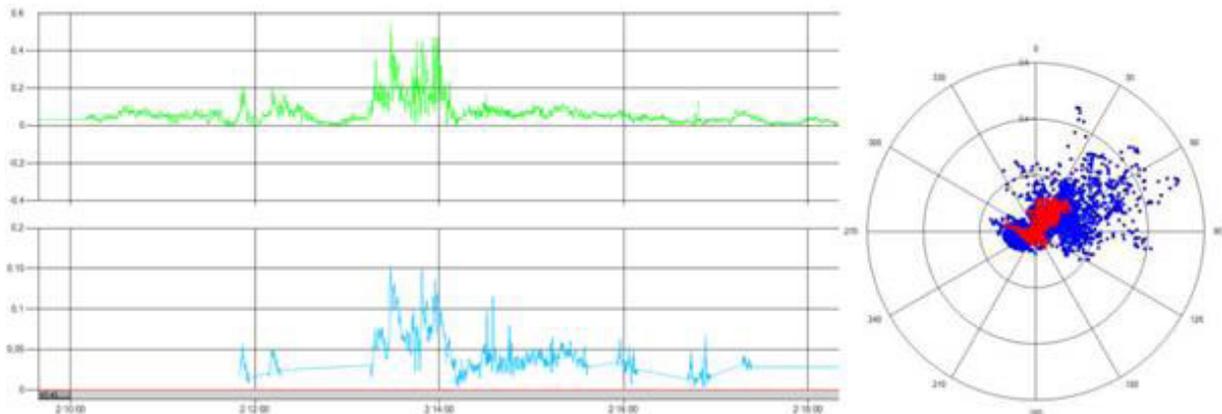
监督施工工程附近树木——检测由于建筑施工导致的树木根部损伤，树木的潜在危险性。

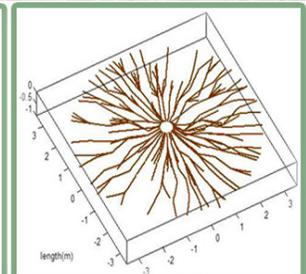
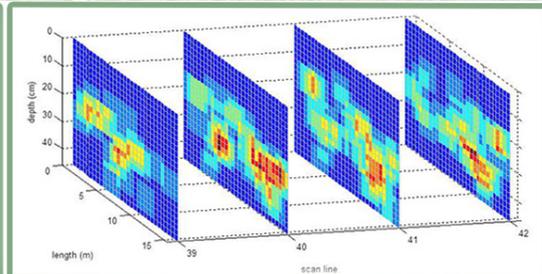
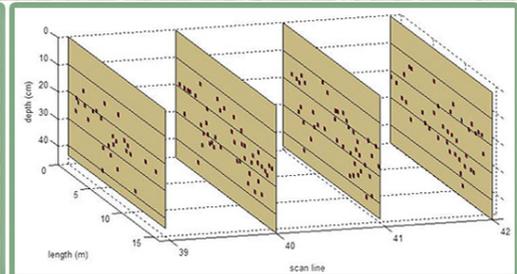
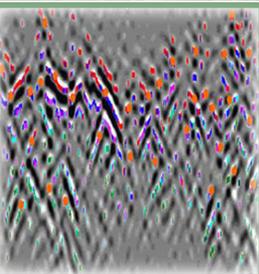
识别树根锚地问题——在不同树木的相同区域装置 TMS 传感器，比较树木之间倾斜度的差别。

结合静态拉力测试——树木在自然风下倾斜度较大，可用于在已知力下进行树木静态拉力测试。

树木长期检测——对风的响应变好（新根长出）；对风的响应变差（根部恶化或被根部损伤）；对风的响应无明显变化。

数据分析：采集的数据可生成图表，清晰直观。





树木特殊状况描述

关键词：根系分布

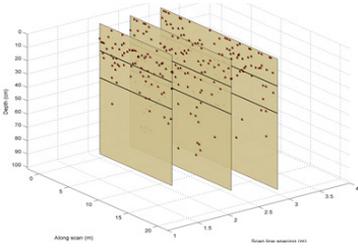
包括奇特、怪异性状描述，如树体连生、基部分杈、雷击断梢、根干腐等。如有严重病虫害，简要描述种类及发病状况。

TRU 树木雷达检测系统可用于检测古树的根系分布状态。

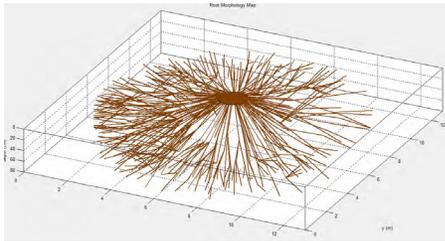
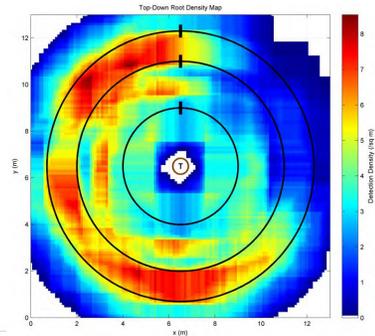
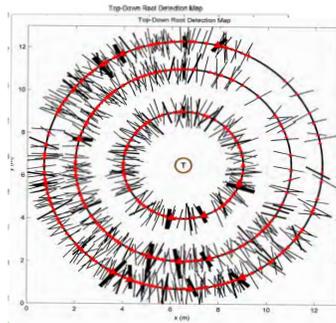


TRU 树木雷达检测技术帮助树木研究者对树木的安全性进行评估，帮助市政园林用户确定树根的分布情况。TRU 系统呈现出树干内部健康状况以及地下根系分布情况的图片。

大多数树木的倒塌是因为各种因素导致的根系腐烂、施工时造成树根断裂、限制生长等。过去仅有的根系检测方式 - 挖掘发 - 需要挖去根上面的土，是一种侵入性方法。TRU 提供了一种非侵入性根系探测的方法，是一种虚拟“土钻机”。



三条根系扫描线，距离树的距离分别为 2m, 2.5m 和 3m



3D 根形态图

根系检测结果俯视图和密度图，以上左图为三个圆周扫描，每个圆周上的三角形表示一个根系，短线表示根的生长方向；右侧密度图表示根系的数量多少，红色表示根系较多的区域，蓝色为根系较少的区域。

TRU 树木雷达检测系统应用案例



广州市林业和园林科学研究院利用 TRU 对古树根系进行探测上的成功应用



广东轻工职业技术学院引进 TRU 树木雷达



昆山市绿化委员会利用 TRU 检测树木根系情况



重庆市风景园林科学研究院用 TRU 对一级古树黄葛树进行根系分布探测



在江西景德镇以千年古樟树树干为中心在不同半径的圆周围做根系检测



DJ-3012 植物 3D 根系生长监测系统采用微根窗技术，结合 3D 全景成像，一次性获取整个根管的剖面图像，用于土壤中活体根系的生长动态研究。

在不干扰根系生长过程的前提下，能多次监测单个细根从出生到死亡过程，也能记录细根的生长、生产和物候等特征。

- 非破坏性原位观测；
- 整个根管一次成像，后续无需再次拼接；
- 智能化图像处理，同时处理图像、深度和三维空间数据；
- 易于操作，360°全景成像，无需调焦；
- 成像探头防水设计，安全可靠；
- 根系成像可 3D 显示；
- 高集成性，主机集控制、图像采集、预览和存储功能，无需笔记本电脑；



部分应用场景：

- 作物生长胁迫研究
- 果树根系生长监测
- 森林木根系生长周期研究
- 古树名木移植后根系发育监测
- 大树复壮效果评估



树龄

关键词：生长锥，年轮分析仪

分三种情况，凡是有文献、史料及传说有据的可视作“真实年龄”；有传说，无据可依的作“传说年龄”；“估测年龄”估测前要认真走访，并根据各地制定的参照数据类推估计。

对于不可取样的树：有些古树存在树体不大或生长势不好或树体内部中空能问题，如果取样有可能对古树的健康产生极大危害，或对于树龄的确定意义不大。对于这类树木的树龄确定，应该采用传统的主观调查法。具体做法是：查阅族谱、古迹和地方志等历史材料，并走访当地居民。

对于查阅资料或走访群众不能较准确地鉴定树龄，但是可以进行取样的古树，可以采用以下2种方法调查。（1）取样且半径小于生长锥长度的树。有些古树，树体健康，生长势良好，且半径较小，小于生长锥的长度。对于这类古树，可以较精确地测定年龄。具体方法是：在树的2个不同方向用生长锥钻取两芯作为样本，取完后用木屑补上钻孔以防止对树体产生伤害。样品经预处理后，晾干、固定和打磨，然后用年轮分析仪交叉定年确定树龄。（2）可以取样但半径大于等于生长锥长度的树。这类古树的树龄可采取精确测定加推断方法确定。具体方法是：用生长锥取样，然后通过交叉定年技术判断树芯的年龄；以此为依据，通过周围同种古树的生长数据，然后对剩余长度的年龄进行推断，二者年龄之和即为树龄。

Haglof 树木生长锥

在不破坏树木正常生长的情况下，通过钻取树木木芯样本，从而分析确定树木生长速率、树木年龄、树木生长坚实程度、树木生长环境污染情况以及营养物质运移等相关情况。Haglof 生长锥采用了瑞典的碳钢，保证了生长锥的坚固耐用，取样迅速。



技术规格：

采样长度	可选 100 毫米、150 毫米、200 毫米、250 毫米、300 毫米、350 毫米、400 毫米、450 毫米、500 毫米、600 毫米、700 毫米、800 毫米、1000 毫米
内径	可选 4.3 毫米、5.15 毫米、10 毫米、12 毫米
螺纹样式	可选两线螺纹和三线螺纹。两线螺纹式的生长锥适合硬质树木，每旋转一圈可转进 8 毫米；三线螺纹式适合质地较软的树木，每旋转一圈可转进 12 毫米。
钻头材质	瑞典碳钢
套筒涂层	特氟龙涂层

DJ-3135 微型树木生长锥

微型树木生长锥专门用于从树杆提取样品而减少树木伤害的一种便携工具，能够监测树皮韧皮部形成层区和最新年轮区。广泛应用于森林、市区和公园等其它地方

技术特点：

- 能够进行快速、高品质、降低伤害的树木取样；
- 圆锥形的内切管能够限制摩擦和磨损；
- 硬度和弹性设计至较好状态；
- 极其坚固，耐磨和抗损伤；
- 配有样品专用推出器；
- 配有便携包。



LINTAB6 系列树木年轮分析系统

LINTAB6 树木年轮分析系统可以对树木盘片、生长锥钻取的样品、木制样品等进行非常准确、稳定的年轮分析，广泛应用于树木年代学、生态学和古树名木树木存活质量调查研究。该系统防水设计、操作简单、全数字化电脑图形分析，是一套经济实用的年轮分析工具。配备的 TSAP-Win 分析软件是一款功能强大的年轮研究平台，从测量到统计分析均有 TSAP 软件完成。各种图形特征以及大量的数据库管理功能帮助您管理年轮数据。



各版本功能：

控制软件：TSAP-Win 分析软件

基本版功能：测量、图形编辑

专业版功能：测量、图片编辑、交叉年代分析、年代学模型建立

附加模块：数学库、图形库、数据格式筛选器

高分辨率版功能：包括所有功能

技术特点:

- 以低成本完成树木年轮测量站
- 设备防溅水、防尘
- 分辨率: 1/1,000 毫米
- 兼容性: 串行 /USB 接口作为 PC 链接。
- 使用手摇曲柄手动操作 (可根据要求提供角齿轮)
- 测量长度: 560 mm, 可选: 200 mm - 2,000 mm
- 分辨率: 0.01 mm, 可选: 0.02 mm、0.001 mm
- 标准灵敏度 (每次转动一圈的移动距离): 5 mm, 可选: 2.5 mm、10 mm

技术规格:

兼容性	串行 /USB 接口
测量长度	560mm; 可选 200mm-2000mm
样品移动距离的灵敏度	5mm; 可选 2.5mm、10mm
分辨率	0.01mm; 可选 0.02mm、0.001mm
手摇曲柄直径	80、100 或 125mm
样品重量	可达 50kg
分析软件	TSAP-Win™专业版或科学版
摆臂台	350mm

IML Measuring Table 树木年轮分析仪

技术特点



IML Measuring Table 树木年轮分析仪可用于分析不同种类木材样品, 检测树木生长速度的变化; 另外, 配置显微观察系统, 可以分析低生长速度的木材样品。

- 高分辨率的准确主轴操作系统 (0.02mm)
- 测量长度高达 400mm
- 准确控制样品移动, 2.5mm/ 圈
- 灵活调节的 LED 照明
- 可选大尺寸样品台 300x400mm
- 软件管理数据
- 坚固防水设计

本章小结:

按照常规方法, 树龄的调查主要是依据文献、史料及传说和走访而定。但是多数树木仅有传闻或记而不像, 或传闻往往夹着, 奥顿或怪诞只说, 因此在实际调查中存在着大量的“传说年龄”, 年龄误差较大。树龄是筛选古树的唯一依据和划分古树的主要标准, 树龄的有无和准确与否是确定古树的基础。因此, 有必要通过生长锥取树芯, 然后测定年轮, 使用交叉定年法确定树龄。

树高

关键词：树高

用测高器或米尺实测，记至整数。

传统的调查方法是使用皮尺测量，工作量大，效率低。随着技术的革新，激光超声波测高测距的应用逐渐普及。激光方式测量距离远，精度高，受干扰小，在远距离以及不易接触的目标比较适合；相对而言，超声波测量距离短于激光测距，但超声波测距受环境影响小，在一些激光方式不适合使用的地方，超声波测距可很好的发挥作用。





为了适应森林和田野里测量的特殊要求，激光超声波定位测高测距仪在设计上考虑到了对粗糙、倾斜物体的测量。具有操作简便、使用灵活的特点，可以非常精确的测量距离、水平距离、角度和高度。

根据实际的使用情况，您可以选择使用激光或者超声波两种测量方式。如果视线非常开阔，能够直接瞄准到目标，就可以使用激光模式进行测距。如果植被茂密的话就需要选用超声波模式进行测量。设备具有防水功能，可以在雨天自动打开“雨天模式”确保您在这样的天气下也能获得精确的数据。

具有两种瞄准方式，红色十字瞄准方式可以进行 1 倍的放大，多用于短距离测量和角度测量。激光瞄准方式也对目标有放大能力。这两种瞄准方式的选择取决于目标的位置和排列方式。

技术规格:

高度	
高度量程	0 ~ 999 米
高度分辨率	0.1 米
高度单位	米, 英尺
角度	
角度量程	-90 ~ +90°
角度测量分辨率	0.1 度
角度测量精度	0.1 度
角度单位	度, 分度, %
激光模式距离	
测量范围	0.46~700 米, 取决于目标
测量精度	±0.4 米
分辨率	0.1 米
激光等级	class 1, 7mm (FDA, CFR21) Class 1m (IEC 60825-1:2001)
超声波模式距离	
测量范围	距离: 30 米; 带 360°收发器时: 20 米
分辨率	0.01 m
测量精度	1%
面积	
测量范围	0-5000 m ² / 0.5-10000 公顷、0-20000 f ²
罗盘	
范围	0-360°
分辨率	0.1°
精度	<1.5 RSME
主机规格	
尺寸	93×63×72mm
重量	243g (包括电池)
电池	内置 3.7V 可充电锂电池, 充满电约可测量 9000 次
功耗	最大 0.9W
工作温度范围	-20 ~ +45°C
通讯	内置红外线、蓝牙、Spp (串行配置文件)、PIN 码 1234、USB 2.0/SSD 磁盘。



Spiegel Relaskop 林分速测镜是一款林业上广泛应用的综合性的袖珍光学测树仪，主要用来测定树高、立木任意部位直径、水平距离、坡度和林木每公顷胸高断面积总和等多项因子，从而可以计算出林分蓄积量。1948 年奥地利林学家沃尔特·毕特利希首创了角规测树理论和方法，打破了 100 多年来的标准地每木检尺的传统方法，只在一个点上用水平视角绕测周围树木，大大提高了森林调查的工效，实现了测树技术的巨大飞跃。Spiegel Relaskop 林分速测镜是一款高效和经济的清查工具，是林业上应用较为广泛的一款森林调查仪器，主要用以角规测计单位面积上的胸高断面积，在坡地上使用时，能自动调整坡度影响，直接读得胸高处断面积以及任何高度的断面积，被林学家称为林业科学领域的“世纪发明”。

技术特点：

- 可以测量树高；
- 立木任意部位的直径；
- 测量水平距离和林地坡度；
- 快速确定长细比（高度和直径比）；
- 自动调整坡度影响。



MD II 测径仪是测量树木直径和高度数据的测量仪器。可以存储超过十万条的树木直径、树木种类、树木高度等数据，具有智能化和集成化的特点，可以通过蓝牙或者 USB 连接到电脑和手机上，支持导出数据为表格形式，支持安卓、苹果手机连接，利用 APP 在手机上随时查看数据，广泛应用于森林调查、林木测量、渔业和野生动植物管理等。

技术特点：

- 采用低功耗设计，耗电极低；
- 内置锂电池，USB 接口充电，使用时间长，一周充一次电；
- 支持蓝牙或 USB 连接，支持安卓手机 APP，更容易获取数据；
- 可折叠钳口，易携带
- 可创建多达 100 种不同物种的质量参数列表
- 可在野外进行在线数据传输。



冠幅

关键词：冠幅；冠层



DJ-3200 数字植物冠层分析系统

简介

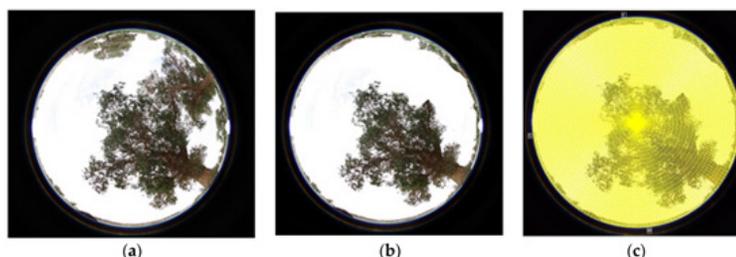


DJ-3200 数字植物冠层分析系统通过处理影像数据文件来获取与冠层结构有关的，例如叶面积指数、光照间隙及间隙分布状况，软件可以计算辐射指标、冠层指标、测量地点的光线覆盖状况及直射与漫射光的分布等。

技术特点：

- 叶面积指数——天空扇区或全部数值
- 自定义天空区域：天顶角和方位角数量
- 单个树的叶面积：直接可通过软件输出单个树的 LAI
- 分析局部图像：可以将图像中不需要参与分析的部分排除
- 可进行天空和叶片颜色过滤分析
- 现场获取、显示和存储植物冠层彩色图像，分析软件可手动调节阈值、自动调节阈值（OTSU）

叶面积指数 LAI 是树木冠层结构的核心参数之一，控制着树木冠层的多种生物物理和生理过程。叶片的数量及其分布情况，是研究冠层中光线穿透情况，冠层生产力，冠层下土壤水分蒸发损失总量，冠层截留，及土壤温度的基础因子。然而直接测量植物冠层结构是十分困难，手工测量只限于小冠层，对于古树这种大的冠层，几乎不可能。然而光线传播模型能相对简单的测量光线穿透情况，对冠层结构做出精确的估计。





立地条件

关键词: 土壤紧实度; 土壤 pH; 土壤养分; 土壤含水量;
周长; 茎流; 水势; 叶面湿度; 图像监测; 土壤分类

土壤名称填至土类: 紧密度分“极紧密”、“紧密”、“中等”、“较疏松”、“疏松”五等填写。

土壤是植物生长的物质基础，土壤条件的好坏直接影响植物的生长状态，其中影响最大的是土壤紧实度、pH、养分、土壤水分等。土壤紧实度增大除了影响土壤中养分资源的有效性外，还直接影响植物的根系形态，植物主根生长受到抑制，侧根形成数量增加，根系变短变粗。紧实土壤中，根系伸长速率降低，植物消耗更多的能量去克服根系伸长的障碍。土壤紧实度还会影响根系的导水率、限制养分的运输，最终导致树木光合速率下降，生长受抑制。

土壤的酸碱度 (pH) 对树木的生长非常重要，pH 能够影响土壤中的养分，如果 pH 太低，土壤的铁、铝等成分增加，很容易造成不溶性的沉淀，使土壤中很多养分没有效果；如果土壤中 pH 太高，会产生酸磷的固定，土壤离子分离，土壤养分架构被破坏，因此，调节好土壤的 pH 对树木，特别是名木古树的生长非常重要。

CP402 数显式土壤紧实度仪

简介



CP402 土壤紧实度仪为便携式野外用来测量土壤紧实度的仪器。可显示测量深度，插入速度及土壤紧实程度。通过配套的软件可以分析数据并绘制出紧实度随深度变化的曲线图形等。可接 GPS 接收机。紧实的土壤可阻止水分的入渗，降低化肥的利用率，影响植物根系生长，此仪器可以很好的指导耕地方式。

最大 130mm²ASAE 圆锥指数：7500kPa，100kg 或 5600kPa

解析度：0.03kg(~5kPa)

最大插入深度：750 毫米

操作温度：-10°C~60°C

数据下载波特率：9600 bps

称重传感器选项：50 和 75kg 或 75 和 100kg

存储：2046 个数据

pH600 土壤原位 pH 计

简介



pH600pH 计采用坚固的人体工学设计，不易损坏，同时还拥有一个现代的，直观的和用户友好的界面，拥有 3.2 英寸背光 LCD 彩色显示器保证测量值和菜单选项容易阅读。其所用的探针是非玻璃的耐用探针，电极不容易损坏，另外不需要湿润储存，可以直接测量托盘、营养钵、容器中的样品，包括溶液、土壤和无土介质等。

精度：± 0.01

分辨率：0.005

pH 测量范围：0.00 ~ 14.00

数据处理：最多可以储存 500 条测量数据

尺寸：80mm x 160mm x 36mm

防护级别：IP65

重量：379g



RQflex 20 是一套较为全面的土壤分析套件，适用于实验室或野外现场操作。检测项目包括：氨、镁、钙、余氯、甲醛、铁、硝酸盐、亚硝酸盐、酸碱值、磷酸盐、钾、亚硫酸盐、总酸度、总硬度等。

该套件可对土壤进行全面分析，所需花费和时间相较实验室传统方法大大减少

古树名木生理生态监测系统

古树名木生理生态检测系统是由 CR 系列数据采集器和各种传感器组成，监测古树名木的生长变化以及其生长环境的各项参数。传感器有叶面湿度传感器、树干周长变化传感器、树干茎流传感器、树干水势传感器、土壤水分传感器、土壤 CO₂、O₂ 传感器、树木图形监测传感器、树木倾斜记录仪和环境气象站组成，全方位监测，真正做到对名木古树的保护。

图示	名称	功能
	CR 1000X 数据采集器	采集和记录数据
	DJ-037X 系列物候相机	能够获取真彩色高清观测图像，也可以拍摄多光谱图像；可以提供 6 个波段的多光谱图
	237 叶面湿度传感器	测量树叶叶面湿度
	DC 树干周长生长变化记录仪	测量树干周长变化
	DJ-310X 系列 树木胸径生长测量环	测量树木生长过程中树干直径变化
	PR2-6 土壤剖面水分传感器	测量土壤剖面的体积含水量
	CO ₂ 测量传感器	监测土壤中 CO ₂ 气体变化
	SO-110 O ₂ 测量传感器	监测土壤中 O ₂ 气体变化
	PSY1 原位茎干水势测量仪	测量茎干水势

	<p>SF-G 茎流（液流）测量系统</p>	<p>直接测量植物液流量来确定植物的水分消耗（蒸腾）</p>
	<p>TMS 3 树木稳定安全性测试仪</p>	<p>测量树根的锚地程度及树木的稳定安全性</p>
	<p>Davis 气象站</p>	<p>长期监测古树名木区域的环境参数，风速、风向、降雨量、空气温度、湿度、太阳辐射、气压</p>

应用案例：古树名木生理生态监测

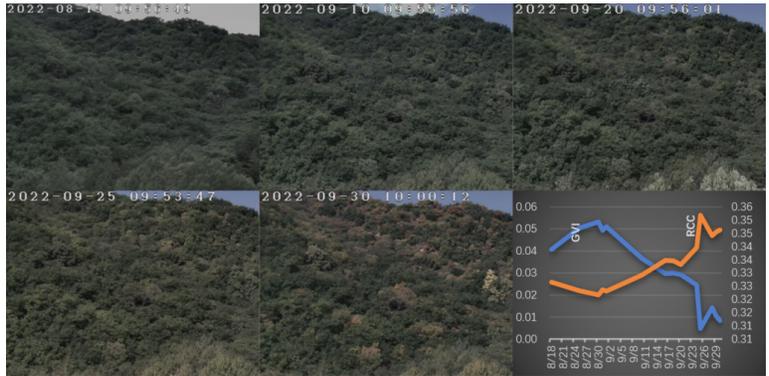


浙江对辖内的部分古树实行健康监测，通过监测树木的茎流以及茎干变化来监控古树的生长情况，并将监测到数据实时传回云端，实现了实时监控，即时处理的效果，减少了大量的人力维护成本



湖州师范大学对银杏村的部分银杏树进行监测，通过 SF 茎流搭配土壤多参数传感器，研究土壤对银杏树长势的影响。

物候相机具有多种观测模式，用户可以根据植被生长条件以及观测目的，调整设备工作模式，能够获取多种植被参数。具有静态图像与视频工作模式，可以使物候相机同时具有远程视频监控。配备与资源卫星波段一致的红光与近红外传感器，可以用在农业长势监测，遥感产品验证。



多种波段光谱可选择，多种植被指数可定制
野外长期运行，指数自动计算、实时输出
500万像素，可选配800万像素镜头
20倍光学变焦，全角度可控云台
群体、个体和局部自由获取，自定义预置点
野外安装简单，软件配置、调试全部远程化

古建筑木材检测

关键词：腐朽；虫蛀；木材弹性模量

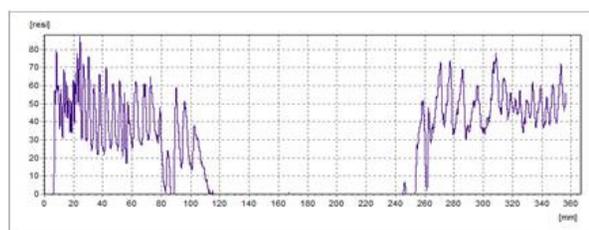


西湖十景之一“平湖秋月”御书楼勘察案例

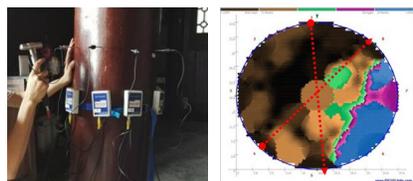


御书楼梁柱构架存在显著变形、腐朽、虫蛀

勘察小组利用 RESISTOGRAPH 系列树木针测仪，对木材的腐朽、虫蛀等缺陷进行检测。检测时将一根直径为 1.5mm 的针探测木材内部，通过记录钢针进入木材内部时所受到的阻力曲线来判断木材内部的腐朽状况及结构。



有明显腐朽、空洞特征的阻力曲线图



御书楼立柱横向应力波二维图像表

勘察小组利用利用 PiCUS-3 弹性波树木断层画像诊断仪检测推算木材的弹性模量以及力学性能，从而评估分析木材的质量情况。检测古建筑木构件内部缺陷是基于横向应力波检测技术。而测定古建筑木构件的力学性能是利用了纵向应力波检测技术。御书楼纵向应力波速在 3768~4522，推测木材平均弹性模量为 6385。

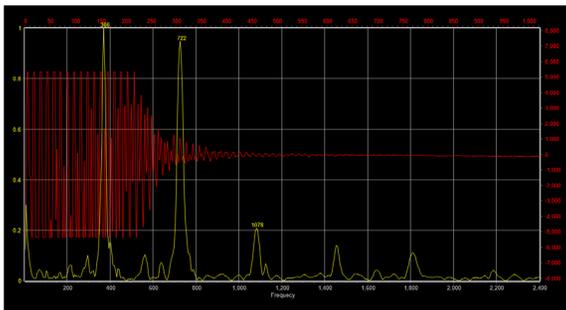
通过实践发现，先进的木质无损检测技术用于古建筑木构件检测，能够弥补人为判断的缺陷，对于材料内部隐蔽部位可以通过数据科学的判断，并且通过数据、图表较好的反应被测物体内部的强度变化，腐朽、虫蛀等残损情况。能够科学对木材保存现状进行评估，为后期修缮工作提供重要的基础性数据支撑和评判依据。

HM220 原木品质测量仪

HM220 原木品质测量仪提供一个很直接的方式来测量原木或木材的紧实度，无损害的快速判断检测原木的内部品质。利用声音在原木和木材中的传播速度，来评估木材的紧实度，从而确定木质的好坏，方便的对其进行分级。可用于木材加工、造纸选材行业，比如快速分级木材、装饰板等

技术特点：

- 操作简单，方便；仪器较轻，约 1KG 重；
- 探头长度大约 30CM, 感应部位在前端的 2-3cm 处；
- 测量结果准确，测量原木的长度可达 40 米；
- 与机械应力级 (MSR) 木材和抗弯弹性模量 (MOE) 木材分级是对应的；
- 可存储上千组数据，并下载到电脑里；
- 处理速度提高 5 倍；
- 可 USB 连接到 PC，方便下载数据；
- 可轻松访问存储的结果和波形。
- 防水、防震、电池供电。



Sylvatest 4 超声波木材检测仪

简介

Sylvatest 4 超声波木材检测仪是 Sylvatest 系列的第四代重大革新设备，用于评估立木内部构造的木材腐蚀程度和剩余物理状态。Sylvatest 4 利用超声波的原理，通过两个传感器（发射器和接收器）测量木材中超声波的传播时间，同时记录发射波的能量峰值 (mV)，整个测量过程不超过几秒钟，是真正的无损检测装置。

技术特点：

- 数字化快速显示木结构剩余机械状态；
- 运用超声波无损技术，瞬间获取木材的强度等级；
- 可以测量 20 米长木杆；
- 无线传感器，通过蓝牙传输数据；
- 应用范围广：结构梁分级、活木分析、建筑分析、公共木杆质量管理等；

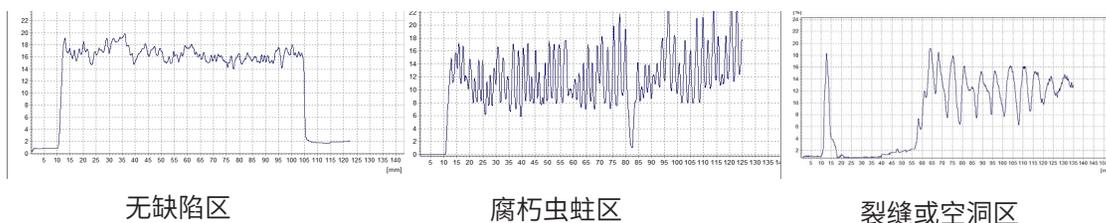


木结构缺陷检测

根据中华人民共和国行业标准 - 《木结构现场检测技术标准 JGJ/T 488-2020》，木构件现场检测应根据检测程序，合理选择检测方法，正确评定结构性能，保证检测质量。标准中介绍了材料性能检测、尺寸偏差与变形检测、缺陷检测、防护性能检测、连接节点质量检测、结构性能检测。

力学缺陷检测应分为裂缝、腐朽、虫蛀等项目，按缺陷程度分级如下：

缺陷分级	状态	阻力值降低率 Rr(%)	$Rr = (r_0 - r_1) / r_0 * 100\%$ 式中：Rr——阻力值降低率 (%) r_0 ——未腐朽部位阻力平均值； r_1 ——腐朽部位阻力平均值。
0	材质完好	$Rr = 0$	
1	轻微腐朽或虫蛀	$0 < Rr \leq 15$	
2	明显腐朽或虫蛀	$15 < Rr \leq 25$	
3	严重腐朽或虫蛀	$25 < Rr \leq 35$	
4	腐朽或虫蛀至损毁程度	$Rr > 35$	



PD 系列针测仪



PD 系列针测仪不仅可记录测量时转针受到的阻力，还能测量进力，操作者对不同种类、不同腐烂程度树木的判断更加准确。

R650 系列针测仪



钻针钻进树木时，同步打印钻针前进时受到的阻力，结果也在微电脑内存储。木质结构完整，钻针阻力大，木质腐烂，阻力小。

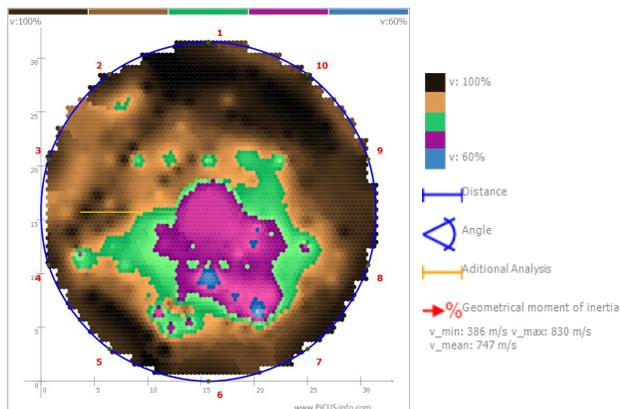


应力波检测法

选择待测断面，记录断面详细尺寸、形状及位置。传感器均匀布置，相邻传感器间隔不应大于 100mm，木构件直径或宽度不小于 300mm 时，传感器数量不宜少于 10 个。

采用应力波断层检测仪获取木构件断面的彩色图像时，图像的颜色直观显示木构件的健康状况，图像的颜色分布由波速值大小决定。

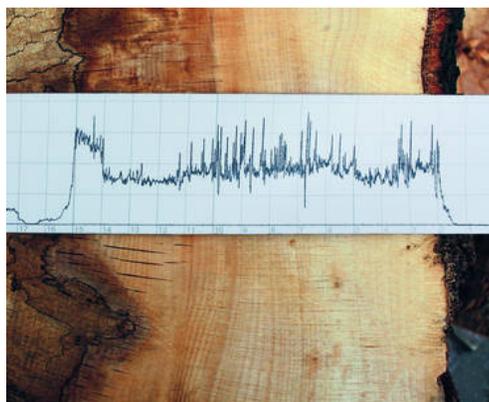
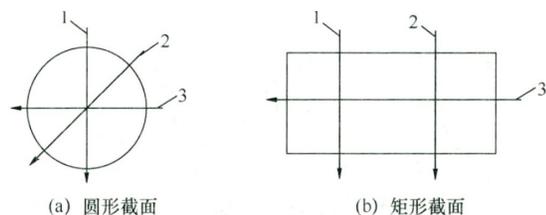
蓝色—紫色—绿色—棕色—黑色表示波速由低值逐渐增大至高值。



木材受横向静力载荷作用时所产生的最大弯曲应力为木材抗弯强度。木材受力弯曲时，在比例极限内应力与应变之比，则为抗弯弹性模量。现场检测木材抗弯强度、抗弯弹性模量可采用阻力仪和应力波检测法（木结构现场检测技术标准 JGJ/T488）。

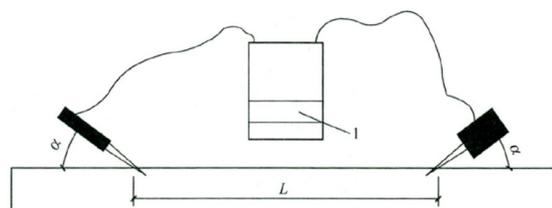
微钻阻力检测法

微钻阻力仪检测法检测木构件力学性能时，每个构件应至少钻取3个测点，取三者平均值作为该试件的阻力值，3个测点不应位于同一横截面。应沿构件木材横纹方向钻入，并垂直于构件表面。



应力波检测法

应力波测量仪的两个探针应沿被测木构件长度方向插入其表层，记录两探针插入点间距，两探针间距宜为600mm，探针与试件长度方向夹角应为30°—45°。



落叶松的力学性能检测，应采用阻力仪与应力波结合检测法，将实测含水率 $x\%$ 时的 F_x 、 v 二转化为 9% 含水率时的 F_9 、 v_9 ，按下列公式计算：

$$V_9 = 0.858V_x + 0.014MC_{xv} + 0.536$$

$$F_9 = 0.655F_x + 0.125MC_{xv} + 26.733$$

$$\rho_9 = 3.8536F_x + 354.9$$

$$\sigma_{b9} = 0.0298F_9V_9^2 + 35.4$$

$$E_9 = 0.0041 F_9V_9^2 + 5.353$$

式中： V_9 —含水率 9% 时的应力波速度 (km/s)；
 F_9 —含水率 9% 时的微钻阻力值 (示值)；
 ρ_9 —含水率 9% 时的密度 (kg/m³)；
 V_x —含水率 $x\%$ 时的应力波速度 (km/s)；
 F_x —含水率 $x\%$ 时的微钻阻力值 (示值)；
 E_x —含水率 9% 时的抗弯弹性模量 (Gpa)；
 σ_{b9} —含水率 9% 时的抗弯强度 (MPa)；
 MC_{xv} —含水率 $x\%$ ，适用含水率范围 $6\% - 16\%$

树木无损检测技术应用论文汇总

我国疆土辽阔,有着丰富的森林资源,其中不乏名贵珍稀树木,如何对这些名贵珍稀树木进行恰当完好的养护是园林部门和树木专家关注的重点问题。名贵珍稀树木在生长过程中总会因为自然环境的变化而产生一定的变化,利用树木的不同物理性质或化学性质在不破坏目标树木内部和外观结构和特性的前提下对树木进行无损检测的方法至关重要,以下的论文介绍了对树木进行无损检测的方法和原理:

- 【1】张婉婷,王立海.基于应力波的活立木力学特性无损检测研究进展.东北林业大学 工程技术学院.
- 【2】刘丰禄,张厚江,姜芳,范国华,史瑞军.人工林活立木材质应力波无损检测研究进展.北京林业大学工程学院,隆化县国营林场管理局茅荆坝林场.
- 【3】刘艳贞,王利文,孙明学.樟子松活立木与原木及其板材应力波传播速度的相关性研究.大兴安岭职业学院.
- 【4】吴志华,陈云峰,邓玉华,陶明有,蒋雪刚.柳桉立木力学分析.国家林业局桉树研究开发中心,广西国有黄冕林场.
- 【5】王毅明,韩文泉.PiCUS3 在南京市梧桐树干空洞探测中的应用.南京市测绘勘察研究院有限公司.
- 【6】刘颂颂,叶永昌,朱纯,黄华枝,夏聪,吕浩荣,朱剑云.东莞市古树名木健康状况初步研究.东莞市林业科学研究所,广州市园林科学研究所.
- 【7】向见,何博.应力波检测香樟内部腐损程度定量分析.重庆市风景园林科学研究院.
- 【8】刘泽旭,王立海鲍震宇,孙天用.红松活立木内部腐朽程度的定量检测.森林持续经营与环境微生物黑龙江省重点实验室(东北林业大学).
- 【9】朱磊,张厚江,孙燕良,王喜平,闫海成.基于应力波和微钻阻力的红松类木构件力学性能的无损检测.北京林业大学工学院.
- 【10】葛晓雯,王立海,孙天用,刘泽旭,侯捷建,鲍震宇.基于应力波和阻抗仪技术的旱柳内部腐朽定量检测.东北林业大学工程技术学院.
- 【11】谈继勇.借助应力波仪现场检测古树名木健康状况的方法.浙江农林大学.
- 【12】徐华东,王立海,游祥飞,刘铁男,杨学春.应力波和超声波在立木无缺陷断面的传播速度.东北林业大学工程技术学院.
- 【13】闫慧,董心亮,冯刚,张守仁, Mucciardi Anthony. 古田山亚热带常绿阔叶林根粗空间分布特征及影响因子分析——探地雷达途径.中国科学院植物研究所.
- 【14】崔喜红,陈晋,关琳琳.探地雷达技术在植物根系探测研究中的应用.北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室.
- 【15】白雪,纪奕才,方广有.探地雷达用于树木单根成像的模拟技术研究.中国科学院电子学研究院.
- 【16】贺东鹏,武发思,徐瑞红,刘左军,汪万福.探地雷达在莫高窟窟区树木根系探测方面的应用.兰州理工大学生命科学与工程学院.
- 【17】梁善庆,王喜平,蔡智勇, Robert J. Ross, R. Bruce Allison, 傅峰.弹性层析成像技术检测活立木腐朽.中国林业科学研究院木材工业研究所.
- 【18】赖娜娜,袁承江,唐硕,杨军,赵娟,张文娟,赵长琦.应用探地雷达探测古树根系分布.北京林业大学.
- 【19】梁善庆,胡娜娜,林兰英,傅峰.古树名木健康状况应力波快速检测与评价.北京林业大学材料科学与技术学院.
- 【20】陈勇平,刘秀英,李华,韩扬,黎冬青,张涛.不同数量传感器下云杉模拟缺陷材应力波成像规律探讨.国家林业局木材科学与技术重点实验室.
- 【21】岳小泉,王立海,王兴龙,荣宾宾,葛晓雯,刘泽旭,陈清耀.电阻断层成像、应力波及阻抗仪 3 种无损检测方法对活立木腐朽程度的定量检测.林业科学
- 【22】李伟林,文剑,肖中亮,张京,韩红岩.颐和园古树内部异常的雷达波检测.福建农林大学.
- 【23】杨学春,罗菊英.杨树与落叶松原木中应力波的不同传播速度.林业科学
- 【24】Nina Bassuk, Jason Grabosky, Anthony Mucciardi, and Gary Raffle Ground-penetrating Radar Accurately Locates Tree Roots in Two Soil Media Under Pavement. *Arboriculture & Urban Forestry* 2011. 37(4): 160 - 166.
- 【25】Kevin H. Gormally, Marla S. McIntosh, Anthony N. Mucciardi, Gregory W. McCarty. Ground-Penetrating Radar Detection and Three Dimensional Mapping of Lateral Macropores: II. Riparian Application.
- 【26】John R. Butnor, Craig Barton, Frank P. Day, Kurt H. Johnsen. Using Ground-Penetrating Radar to Detect Tree Roots and Estimate Biomass.
- 【27】Anthony N. Mucciardi, Christopher J. Luley, and Kevin H. Gormally. Preliminary Evidence for Using Statistical Classification of Vibration Waveforms as an Initial Decay Detection Tool. *Arboriculture & Urban Forestry* 2011. 37(5): 191 - 199.
- 【28】Gregory S. Gilbert, Javier O. Ballesteros, Use of sonic tomography to detect and quantify wood decay in living trees. *Applications in Plant Sciences*, 2016 4(12): 1600060
- 【29】Shiping Zhu, Chunlin Huang, Yi Su and Motoyuki Sato, 3D Ground Penetrating Radar to Detect Tree Roots and Estimate Root Biomass in the Field. *Remote Sensing* 2014, 6, 5754-5773.
- 【30】Li Guo & Jin Chen & Xihong Cui & Bihang Fan & Henry Lin; Application of ground penetrating radar for coarse root detection and quantification: a review. *Plant Soil* (2013) 362:1 - 23.
- 【31】Nina Bassuk, Jason Grabosky, Anthony Mucciardi, and Gary Raffle; Ground-penetrating Radar Accurately Locates Tree Roots in Two Soil Media Under Pavement. *Arboriculture & Urban Forestry* 2011. 37(4): 160 - 166

如有需要以上论文,请联系我们!

点将科技

古树名木检测方案提供者



心系点滴，致力将来！

www.Dianjiangtech.cn www.Dianjiangtech.com.cn

上海大区 | SHANGHAI BRANCH
地址 / Add: 上海市松江区车墩镇柳亭路 188 弄财富富园 42 号楼 (201611)
咨询电话 / Tel: 021-37620451/19921678018
邮箱 / Email: Shanghai@Dianjiangtech.com

北京大区 | BEIJING BRANCH
地址 / Add: 北京市海淀区知春路甲 48 号盈都大厦 C 座 3 单元 6A (100086)
咨询电话 / Tel: 010-58733448/18010180930
邮箱 / Email: Beijing@Dianjiangtech.com

西安大区 | XI'AN 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)
咨询电话 / Tel: 029-89372011/18191332677
邮箱 / Email: Xian@Dianjiangtech.com

昆明大区 | 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)
咨询电话 / Tel: 0871-65895725/19988564051
邮箱 / Email: Kunming@Dianjiangtech.com

合肥大区 | 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)
咨询电话 / Tel: 0551-63656691/18955193058
邮箱 / Email: Hefei@Dianjiangtech.com

培训维修: 18092473172
集成定制: 19921792818
技术支持: Tech@Dianjiangtech.com
反馈建议: Dianjiang@Dianjiangtech.com



《古树名木调查技术方案》
2023 年 7 月第 3 次印刷

免责声明: 如有侵权, 请联系我们删除