

T/JXXCCY

江西乡村产业振兴协会团体标准

T/JXXCCY 00X—2024

i

古树名木生长监测管理技术规程

Technical Specifications for Growth Monitoring and Management of old and Notable
Trees

2024-**-**发布

2024-**-**实施

江西省乡村产业振兴协会 发布

前 言

本文件由江西省、中国科学院庐山植物园提出并归口。

本标准起草单位：江西省、中国科学院庐山植物园；庐山杏林中药植物研究所；江西庐科生态园林有限公司

本文件主要起草人：程春松、余林彬、余杉、肖海静、刘歆、张远文、孔浩俊、赵紫薇等。

古树名木生长监测管理技术规程

1. 范围

本标准规定了古树名木生长监测的监测内容、优势模型构建、动态评估、预警分级、数据管理与分析等方面的技术要求。

本标准适用于古树名木的生长监测量化管理，构建科学可比的树木生长评估模型。

2. 规范性引用文件

下列文件的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 51168 城市古树名木养护和复壮工程技术规范
- LY/T 2970 古树名木生长与环境监测技术规程
- LY/T 3073 古树名木管护技术规程
- LY/T 2737 古树名木鉴定规范
- LY/T 2494 古树名木复壮技术规程
- LY/T 2250 森林土壤调查技术规程
- LY/T 1270~1274 森林植物与森林枯枝落叶层元素的测定
- LY/T 1210 森林土壤样品的采集与制备
- LY/T 1952 森林生态系统长期定位观测方法
- LY/T 1681 林业有害生物发生及成灾标准
- LY/T 2516 林业有害生物监测预报技术规范

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 名木 *notable tree*

具有重要历史、文化、科学、景观价值或者拥有重要纪念意义的树木。

3.2 古树 *old tree*

指树龄在 100 年以上的树木。其中，树龄 500 年以上的为国家一级古树；树龄 300-499 年的为国家二级古树；树龄 100-299 年的为国家三级古树。

3.3 生长势 *growth potential*

树木生长发育的旺盛程度和潜在能力。

3.4 冠幅 *Crown width*

树冠东西和南北两个方向垂直投影的宽度。

3.5 生长监测 *Growth monitoring*

对古树名木的生长因子进行监测。

3.6 综合生长指数 *Composite Growth Index*

基于树木形态、主干径向生长量、新生枝活力及光合效率等参数构建的量化评估指数。

3.7 动态评估 *Dynamic Assessment*

通过“高频监测-实时分析-及时响应”闭环管理，将古树保护从被动抢救转向主动预防，是智慧林业的核心技术之一。

4. 监测内容与方法

4.1 生长监测

4.1.1 生长因子观测

(1) 整体观测：生长势、树高、胸径（地径）、枝下高、冠幅和根颈状况，生长势鉴定按照LY/T 2737有关规定执行。

(2) 局部观测

树高：采用测高器或塔尺测量地面至树冠顶部的距离，精度 ± 0.1 m；

胸径：围尺测量距地面1.3m处的直径，精度 ± 0.1 cm；

冠幅：皮尺测量东西、南北方向垂直投影，取平均值；

新生枝长度：选取树冠东、南、西、北四个方向当年生枝条，各方向测量6枝，计算算术平均值。

根系分布：探地雷达探测根系投影面积（ m^2 ），结合土壤剖面根系密度，根据LY/T 2250分级（高、中、低）。

4.1.2 树体损伤记录

枯枝比例：目测枯死枝条占总枝条比例，估测法分级（ $<10\%$ 、 $10\% \sim 30\%$ 、 $>30\%$ ）；

树皮缺损：测量缺损部位最大长度与宽度，不规则区域取最长径；

树干倾斜：罗盘仪测定倾斜方向，量角器测量倾斜角度（精度 $\pm 1^\circ$ ）。

空洞：测量空洞的长度、宽度、深度，不规则形状空洞测量最长（宽、深）处。

4.2 生理代谢指标

4.2.1 叶绿素含量

使用分光光度计法（按LY/T 1270执行）或手持式叶绿素测定仪，采样时应当取树冠中上层向阳面成熟叶片，避开病虫害、机械损伤区域；每株古树采集叶片样本 ≥ 10 片，混合后测定。

4.2.2 根系活力

使用氯化三苯基四氮唑（TTC）法测定，在树冠投影区外延1 m范围内采集根系样品，品采集深度0~40 cm，避开腐烂虫蛀部位，采样后立即密封避光保存。

4.2.3 水传导速率

使用茎流计（热消散探头法）测量树干液流速率（L/h），反映水分传输动态；适用于长期连续监测，数据需结合气象参数（如蒸腾需求）分析。

4.2.4 呼吸速率

使用红外气体分析仪 (IRGA)密封测定根系或叶片呼吸释放的CO₂浓度,反映树木代谢活动强度,与能量消耗和逆境响应相关。

4.2.5 光合作用速率

使用便携式光合作用测定仪(如LI-6400XT),选择健康叶片,置于仪器叶室中,控制光照强度(如1000 μmol/m²/s)、CO₂浓度(400 ppm)。测定光合作用速率可以直接反映叶片光能转化效率,评估树木碳汇能力。

4.3 环境监测

4.3.1 土壤

土壤监测内容包括,样品采集、制备和测定,其中土壤采集方法按照LY/T 2250相关规定执行,土壤样品的制备按照LY/T 1210规定执行,土壤理化性质的监测指标和说明参照LY/T 2970中土壤测定内容执行。

4.3.2 气象数据

记录年降水量、极端气温、干旱持续天数,优先采用气象站数据,缺失时补充微型气象站监测,常规气象和小气候观测按照LY/T 1952有关规定执行。

4.3.3 病虫害

通过观测确定监测的病虫害种类、危害部位、危害状和程度,按照LY/T 1681的标准进行危害等级划分;监测方法按照LY/T 2516规定执行,包括振落法、标准枝法、阻隔法、捕捉法及统计法等。

4.4 影像拍摄

拍摄整体和局部照片,予以文字说明,拍摄要求如下:

拍摄整体:将塔尺直立在树干中部,在距离树干一定距离的地方,将树干和树冠全部纳入照相机镜头中。为保证照片的可比性,每次拍摄的整体照片宜选择同一方位拍摄,画面清晰、色彩真实,能够完整反映古树名木的自然生长状态。

拍摄树冠:照相机贴着树干,尽可能将树冠全貌纳于镜头中,也可采用无人机航拍。

拍摄局部:包括枝、叶、花、果、树体损伤和病虫害等,要色彩真实、画面清晰。

5. 生长优势评估模型

5.1 核心参数及参数函数的定义

5.1.1 树高

树高直接影响树木的光合作用效率。树高越高,光合作用面积越大,但过高的树木在风荷载下可能会失去稳定性。可以用二次函数定义树高对优势的影响:

$$f(H) = 1 - \left(\frac{H - H_{opt}}{H_{opt}}\right)^2$$

其中 H_{opt} 是树木的理想树高。

5.1.2 冠层直径

冠层直径越大,光合作用越强,但也带来更大的风荷载,因此冠层直径与树高之间存在一个合理的比例关系:

$$f(D_{canopy}) = \frac{D_{canopy}}{k_1 H}$$

其中 k_1 是冠层直径与树高的最佳比例系数。

5.1.3 分枝角度

分枝角度与水分传导效率和力学稳定性直接相关，可以定义一个最优分枝角度 θ_{opt} ，并用以下函数衡量分枝角度的影响：

$$f(\theta) = \cos(\theta - \theta_{opt})$$

5.1.4 树干生物量

生物量 B_m 反映了树木的健康状态，可以用以下函数定义生物量对优势的影响：

$$f(B_m) = \frac{B_m - B_{m,min}}{B_{m,max} - B_{m,min}}$$

5.1.5 根系分布

根系分布的广度和深度影响树木的稳固性，可以通过测量根系的分布面积来定义：

$$f(R_d) = \frac{R_d}{R_{d,max}}$$

5.2 归一化处理

将各参数标准化至[0, 1]区间，消除量纲差异：

$$f(x) = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

x 是待归一化的参数值。

x_{max} ， x_{min} 分别是该参数的最小值和最大值。

5.3 生长优势模型的建立

将这五个关键参数结合到一个加权综合评估模型中，可以得到：

$$S_{adv} = \omega_1 f(H) + \omega_2 f(D_{canopy}) + \omega_3 f(\theta) + \omega_4 f(B_m) + \omega_5 f(R_d)$$

S_{adv} 是树木的综合生长指数，表示树木整体的生长优势。

$f(H)$, $f(D_{canopy})$, $f(\theta)$, $f(B_m)$, $f(R_d)$ 是归一化后的函数，它们将各个参数值标准化到[0, 1]区间，使其具有相同的比较尺度。

ω_1 , ω_2 , ω_3 , ω_4 , ω_5 是参数的权重，表示每个参数对树木优势的相对重要性。

5.4 权重的确定

基于层次分析法（AHP）确定，也即通过两两比较参数的重要性，构建判断矩阵，从而求得各个参数的权重，在实际操作中，可以根据古树历史数据得到。其中，判断矩阵如下表1所示：

表 1

参数	树高 H	冠层直径 D_{canopy}	主枝角度 θ	树干生物量 B_m	根系分布 R_d
树高 H	1	2	3	4	2
冠层直径 D_{canopy}	0.5	1	2	3	2
主枝角度 θ	0.33	0.5	1	2	3
树干生物量 B_m	0.25	0.33	0.5	1	2
根系分布 R_d	0.5	0.5	0.33	0.5	1

6. 动态评估与预警分级

6.1 动态评估

6.1.1 动态评估模型

结合古树历史数据，计算综合生长指数的理想值 S_{opt} ，分别设立 $0.8S_{opt}$ 、 $0.6S_{opt}$ 为第一生长优势临界值、第二生长优势临界值，构建动态评估模型并编号留档记录。

6.1.2 监测频率

冠层投影面积、主干胸径增量、新生枝等生长因子按每年更新三维生长模型；叶绿素含量（SPAD值）、蒸腾速率、根系活力等生理参数按照季度进行监测；气象数据与本地气象站信息同步。

6.1.3 数据优化

每3年重新校准参数和极值权重，结合机器学习算法优化权重分配。

6.2 预警分级

综合生长指数 S_{adv}	等级	养护措施
$S_{adv} \geq 0.8S_{opt}$	优	常规巡查，无需干预
$0.6S_{opt} \leq S_{adv} < 0.8S_{opt}$	良	反映局部衰退（如冠层稀疏、生物量下降），需预防性干预
$S_{adv} < 0.6S_{opt}$	差	表明严重衰退（如根系腐烂、主干倾斜），触发紧急复壮

7. 数据管理与分析

7.1 数据采集与存储

所有监测数据应按照统一格式进行记录，确保数据的完整性和可追溯性。数据采集过程中应使用标准化工具和设备，确保数据的准确性和一致性。

7.1.2 数据存储

监测数据应存储在专用的数据库中，确保数据的安全性和可访问性。数据库应具备备份和恢复功能，防止数据丢失。建议采用云存储技术，确保数据的实时同步和远程访问。

7.2 数据分析

监测数据应进行预处理，包括数据清洗、缺失值处理和异常值检测，确保数据的质量。数据处理流程应包括以下步骤：

数据清洗：去除重复数据、错误数据和无效数据；

缺失值处理：采用插值法或均值填充法处理缺失值；

异常值检测：通过统计学方法或机器学习算法检测异常值。

