

江苏地区古树健康评价体系构建研究

郑华英,刘云鹏,解春霞*,徐丽丽,孟子翔

(江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153)

摘要:通过实地调查评估、生理生化指标测定、树干无损检测等方法,结合文献查阅、专家咨询等途径,筛选出适用于江苏地区的古树健康评价核心指标,构建古树健康评价体系。结果显示,实地调查评估法和树干无损检测法确定的各项指标能够真实反映古树健康状况;生理生化指标测定法则建议在古树应急诊断中使用。依据建立的古树健康评价体系对溧阳地区21株古树的健康状况进行评价,应用效果良好。

关键词:古树;调查评估法;生理生化指标测定法;树干无损检测法;健康评价体系

中图分类号:S76 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2023.05.004

古树是珍贵的自然资源,是地方文化传承的载体,是自然历史文化遗产的重要组成部分,具有重要的生态、历史、文化、科学、景观和经济价值。江苏地处亚热带和暖温带,地理位置优越,历史文化悠久,古树资源非常丰富,已登记在册的古树数量超2.4万株。但因树龄大、生长势衰弱日趋明显、根系扩张能力萎缩、抗逆性差、病虫害侵入等原因,古树极易受外界或人为因素的影响而出现顶梢枯死、叶色萎黄、被寄生等不健康的表现,导致古树普遍存在或多或少的空洞、枯枝、衰弱等健康问题,严重影响生长甚至存在潜在安全隐患。因此,开展古树的健康评估,及时掌握古树的生长状况,积极采取措施消除安全隐患,对于更好地保护古树和人民生命财产安全都具有重要意义。

在树木健康状况评价方面,国外研究起步较早,文献也较多,如Paine建立的树木潜在伤害数据系统可应用于某些树种的健康预测,美国旧金山市公园与康乐局建立的树木危害等级系统能够全面反映树木的生活状况,Hickman建立的树木健康评价体系最终证明树势、树干状况和倾斜状况3个指标是反映树木健康状况的重要指标,也有学者采用树木生长势与病虫害相结合的方法来确定古树的健康状况^[1];以应力波断层成像为主的树体无损检测技术应用也较广泛^[2]。近些年随着对古树保护

重视程度的提高,国内对古树健康评价的研究也越来越多。但是由于地区和树种的差异以及研究方法的不同,不同学者间研究结果差异较大,目前我国古树健康诊断体系还没有统一的标准^[3]。本文通过实地调查评估法、生理生化指标测定法、树干无损检测法等方法,筛选适用于江苏地区的古树健康评价核心指标,并构建古树健康评价体系,以期正确评估古树健康状况提供科学依据。

1 研究地概况

江苏地处长江、淮河下游,东经116°18′—121°57′、北纬30°45′—35°20′,内陆面积10.72万km²,以平原为主,绝大部分地区在海拔50m以下。气候类型为亚热带至暖温带湿润、半湿润季风气候,年平均气温一般为14—16℃,年降水量多为800—1000mm。土壤类型自北向南为棕壤、褐土、黄壤、红壤等。野生动植物资源较为丰富,生物多样性表现显著。

2 研究方法

2.1 古树调查评估

以江阴、溧阳、泰州和扬州等地的一、二级古树为调查对象,分别调查记录植株生长势和生长环境。

2.1.1 生长势调查

以树体倾斜、偏冠、树皮完整

收稿日期:2023-08-21;修回日期:2023-09-09

基金项目:江苏省林业科技创新与推广项目“古树名木健康诊断及保护复壮技术研究及集成”(LYKJ[2021]27)

作者简介:郑华英(1978—),江苏宜兴人,博士,副研究员。主要研究方向:森林保护学。Email:zhenghuay78@126.com

*通信作者:解春霞(1972—),山西夏县人,研究员。主要研究方向:森林保护学。Email:593644976@qq.com

性、空洞、枯枝、叶片及病虫害侵染等为主要调查内容。

2.1.2 生长环境调查 记录植株周围生长环境,包括冠幅投影内及周边硬化铺装程度、有无积水、生长空间大小等。

2.2 古树生理生化指标测定

在泰州和溧阳选取树势较衰弱的银杏为对象,

分别测定其叶片叶绿素、电阻、合速率等指标,以树势正常的同树种为对照,每处理重复 3—4 个(见表 1,2)。

在溧阳地区选取树势较衰弱的榉树、朴树作为对象,测定叶片叶绿素、电阻、生化酶类等指标,分别以树势正常相同树种为对照,每处理重复 4 个(见表 3,4)。

表 1 泰州地区供试银杏基本信息

树势	编号	采样地点	树龄 /a	树高 /m	胸径 /cm	冠幅 /m	备注
正常	1050001	珊瑚镇八达村委会老二甲	>1500	15.8	123	16.0	
	1050002	珊瑚镇左庄村委会 13 组	>500	16.1	89	18.0	
	1010003	分界镇赵庄村委会北张 7 组	>1000	17.6	175	13.0	
衰弱	1050003	珊瑚镇祯祥村委会李洋 3 组	>500	21.50	104	17.0	枯死枝较多,树干有寄生植物;地面硬化,树周杂草茂盛
	1010005	分界镇赵庄村委会北张大田内	>500	15.0	100	18.0	树干断头,半边枯死,有构树寄生;树周杂草茂盛
	1010006	赵庄村村委会北铸造厂内	>300	24.50	139	20.0	枯枝、断头;地面硬化,树周围杂草茂盛

表 2 溧阳地区供试银杏基本信息

树势	编号	采样地点	树龄 /a	树高 /m	胸径 /cm	冠幅 /m	备注
正常	004	戴埠镇同官村上村 25 号	700	18.2	130	21.3	少量枯枝
	003	横涧村深溪岑村 87 号	125	11.3	65	13.2	基部周围地面硬化
	001	南渚村 43 号	300	13.0	94	14.7	
	008	梅岭村 84 号	350	17.9	100	19.0	基部周围地面硬化
衰弱	005	城中派出所门口	115	15.9	87	10.9	发枝少,叶少
	009	吴村村上田村 28 号	300	11.7	100	-	枝干断头,腐烂,萌蘖;有积水
	-	南渡镇公路行道树	不详	3.2	20	-	截枝移栽,发叶少,枝干腐烂
	007	春晖公园	115	9.5	63	6.3	截枝移植;有树洞,皮损,萌蘖枝多

表 3 溧阳地区供试榉树基本信息

树势	编号	采样地点	树龄 /a	树高 /m	胸径 /cm	冠幅 /m	备注
正常	119	横涧村淡竹岑村	105	15.5	73	15.6	有树洞
	043	横涧村蒋家村 5 号	155	17.5	93	19.2	
	055	毛场村沙涨村	105	12.5	72	15.1	发叶大小不均;基部周围地面硬化
	057	石塘村 85 号	125	14.7	103	17.8	有蚶壳虫
衰弱	053	毛场村沙涨村	105	10.0	66	9.0	木质部裸露;根基部地面硬化
	-	毛场村沙涨村	不详	12.0	52	6.0	发叶小;根基部地面硬化
	050	南渚村惠家村 80 号	800	13.5	170	9.5	树体开裂,树干中空,发叶小
	063	吴村村西庄村 58 号	205	14.5	70	11.5	枯枝

2.3 古树树干无损检测

选取邳州白马寺的古银杏、扬州七二三研究所的广玉兰、溧阳梅岭的黄连木、宜兴芙蓉茶场的银

杏为对象(见表 5),以应力波树木断层仪(简称 PICUS)检测植株枝干内部空洞和腐朽程度。

表 4 溧阳地区供试朴树基本信息

树势	编号	采样地点	树龄 /a	树高 /m	胸径 /m	冠幅 /m	备注
正常	108	横涧村淡竹芥村路侧	105	21.5	100	21.6	
	076	毛场村沙涨村尚书墓旁	105	11.5	62	12.5	
	078	杨村村野猪芥村 79 号	150	13.5	74	15.0	
	122	宋村村窑塘 56 号	205	7.8	65	16.0	
衰弱	079	南钱村西南钱 90 号	400	11.8	87	9.9	有树洞,主干腐烂严重
	121	平桥村柴芥村 11 号	125	15.0	92	15.0	树干中空
	-	梅岭村东山滨村进村	不详	11.0	48	6.5	树体倾斜,断枝,有攀援植物
	123	社渚镇金峰村望婆桥 14-1 号	155	12.6	60	11.9	有蚜虫危害;地面硬化

表 5 供试古树基本信息

地点	树种	估测树龄/a	树高/m	胸径/cm	生长现状
邳州白马寺	银杏	1700	21.2	134	叶片萎缩,顶梢枯死,根系腐烂
扬州七二三研究所	广玉兰	160	14.0	91	树根基部周围为硬化地面
溧阳梅岭	黄连木	265	14.2	38	部分根基裸露
宜兴芙蓉茶场	银杏	380	23.0	117	有枯枝,部分表皮层木质部裸露并腐烂,有病虫害,主干中空,内有构树寄生;根基堆土过厚

2.4 古树健康评价指标筛选与评价体系构建

依据调查评估、生理生化指标测定、树干无损检测等方法,筛选并确定适合古树健康评价的核心指标;查阅大量文献^[3-6],参考《古树名木普查技术规范》^[7]《园林树木安全性评价技术规范》^[8],并结合专家咨询意见,构建古树健康诊断评价体系。

3 结果与分析

3.1 古树生长状况调查结果

主要对江阴、溧阳、扬州等地的一、二级古树开展了调查。江阴市现有一级古树 16 株、二级古树 39 株,溧阳市现有一级古树 7 株、二级古树 18 株,扬州市现有一级古树 22 株、二级古树 44 株。结果显示,在调查的 146 株古树中,生长势表现正常的植株有 32 株,占 21.9%;其余 114 株古树均存在不同程度的枯枝、空洞、腐朽、病虫害、树体倾斜、偏冠、叶片不正常等状况,占调查总株数的 78.1%(见表 6)。在 114 株有不同表现的古树中,树皮不完整的古树占 57.0%,树干出现空洞的古树占 41.2%,叶片不正常的古树占 39.5%,出现枯枝的古树占 38.6%,偏冠状的古树占 33.3%,树体倾斜状的古树占 30.7%,出现病虫害的古树占 12.3%,有植物寄生的古树名 3.5%,根系出现裸露的古树名占 3.5%(如图 1)。

表 6 古树生长势调查结果 株

地点	一级古树	二级古树	正常植株	
			数量	占比/%
江阴	16	39	22	40.0
溧阳	7	18	1	4.0
扬州	22	44	9	13.6
总计	45	101	32	21.9

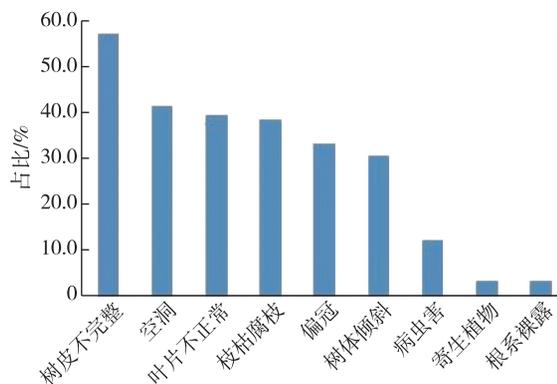


图 1 古树不同表现状况占比

调查的 146 株古树中,生长环境正常的植株 39 株,占 26.7%;其余 107 株均存在不同程度的根系周围地面硬质铺装、生长空间小、易积水等问题,占调查总株数的 73.3%(见表 7)。生长环境存在问题的

107株古树中,生长空间小的古树占63.6%,根系周围地面硬质铺装的古树占48.6%,易积水的古树占6.5%(如图2)。

表7 古树生长环境调查结果

地点	一级古树	二级古树	正常植株	
			数量	占比/%
江阴	16	39	31	56.4
溧阳	7	18	1	4.0
扬州	22	44	7	10.6
总计	45	101	39	26.7

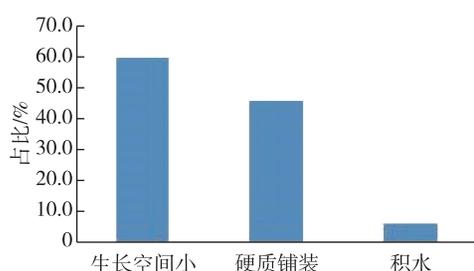


图2 古树生长环境异常占比

表9 溧阳地区供试银杏生理生化指标测定结果及方差分析

样本	叶绿素含量/spad	电阻/kΩ	POD	SOD	GSH-PX	CAT
处理	51.57±11.13 a	1.23±0.52 a	80.56±31.16 a	367.01±53.53 a	176.97±41.00 a	2.39±1.22 a
CK	61.03±2.51 a	1.02±0.40 a	74.72±22.49 a	388.34±40.46 a	186.80±40.19 a	1.93±1.00 a

注:数据为平均值±标准误;数据后相同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上无显著差异。

溧阳地区测定的生理生化指标结果表明,与正常株比较,榉树衰弱株的叶绿素含量略低,*SOD*和*GSH-PX*含量略高,*POD*含量则明显偏低(见表10)。经方差分析($t=4.429, df=6, P=0.0044$),

表10 溧阳地区供试榉树生理生化指标测定结果及方差分析

样本	叶绿素含量/spad	电阻/kΩ	POD	SOD	GSH-PX	CAT
处理	26.58±7.75	0.50±0.16	1205.56±156.05**	174.26±33.44 a	987.36±95.37 a	3.30±1.09 a
CK	35.51±2.15	0.50±0.11	1963.89±252.20	162.17±22.13 a	978.93±44.48 a	3.30±0.92 a

注:数据为平均值±标准误;**表示处理与对照间该指标值存在显著性差异($P<0.01$)

溧阳地区测定的生理生化指标结果表明,与正常株比较,朴树衰弱株的叶绿素含量和抗氧化酶类含量都略高(见表11)。经方差分析($t=4.429, df=$

表11 溧阳地区供试朴树生理生化指标测定结果及方差分析

样本	叶绿素含量/spad	电阻/kΩ	POD	SOD	GSH-PX	CAT
处理	40.99±4.63 a	0.40±0.07 a	2691.67±533.24 a	282.37±47.45 a	856.74±139.80 a	3.37±0.74 a
CK	39.41±3.21 a	0.44±0.18 a	2336.11±565.55 a	264.59±13.79 a	768.26±165.44 a	2.59±0.94 a

注:数据为平均值±标准误;数据后相同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上无显著差异

3.2 古树生理生化指标测定结果

泰州地区测定的生理生化指标结果显示,与正常株比较,银杏衰弱株的叶绿素含量、光合速率略低,电阻值略高(见表8)。经方差分析($t=4.429, df=6, P=0.0044$),各生理生化指标在衰弱株(处理)和正常株(CK)之间无显著差别(见表8)。

表8 泰州地区供试银杏生理生化指标测定结果

样本	叶绿素含量/spad	电阻/kΩ	光合速率
处理	56.06±3.95 a	2.7±0.33 a	9.20±1.88 a
CK	66.41±5.80 a	2.4±0.30 a	12.33±1.50 a

注:数据为平均值±标准误;数据相同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上无显著差异

溧阳地区测定的生理生化指标结果表明,与正常株比较,银杏衰弱株的叶绿素含量、*SOD*和*GSH-PX*含量略低,电阻值、*POD*和*CAT*含量略高(见表9)。经方差分析($t=4.429, df=6, P=0.0044$),各生理生化指标在衰弱株(处理)和正常株(CK)之间无显著差别(见表9)。

*POD*在衰弱株(处理)和正常株(CK)之间存在极显著差异($P<0.01$),其他生理生化指标在衰弱株(处理)和正常株(CK)之间无显著差别(见表10)。

6, $P=0.0044$),朴树测定的各生理生化指标在衰弱株(处理)和正常株(CK)之间无显著差别(见表11)。

3.3 古树树干无损检测测定结果

针对植株枝干内部,以应力波树木断层仪检测植株枝干内部空洞和腐朽程度。选取邳州银杏、扬州广玉兰、溧阳黄连木、宜兴银杏等4株古树,检测时根据供试古树胸径大小,在树干外表同一水平线上插入8—12根数量不等的传感器。显示,成像图片各区域代表颜色明显(图3—6),空洞比例分别为47.34%,44.34%,48.34%,48.34%(见表12),应力波断层成像扫描的无损检测方法清晰地反映了古树空洞的位置和严重程度。

表12 供试古树无损检测结果

地点	树种	空洞比例/%
邳州	银杏	47.34
扬州	广玉兰	44.34
溧阳	黄连木	48.34
宜兴	银杏	48.34

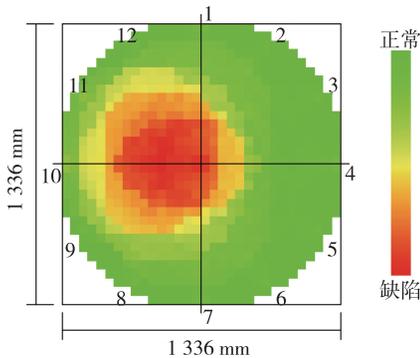


图3 邳州银杏应力波检测成像图

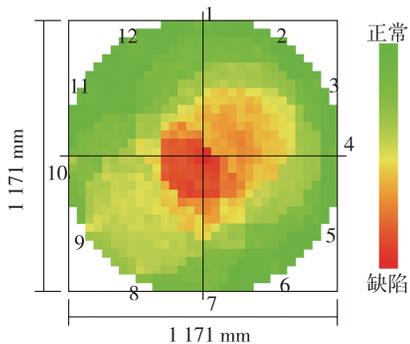


图4 扬州广玉兰应力波检测成像图

3.4 古树健康评价指标筛选及其评分标准

通过实地调查评估、生理生化指标测定、树干无损检测等方法,筛选了古树健康评价核心指标。按照各指标对树木生长势影响的重要性和调查指

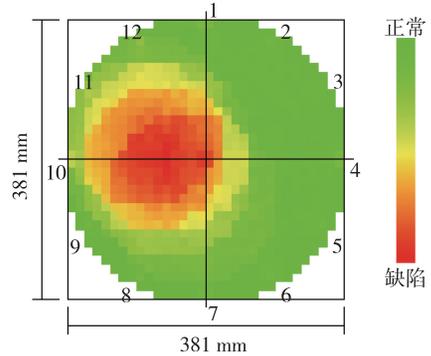


图5 溧阳黄连木应力波检测成像图

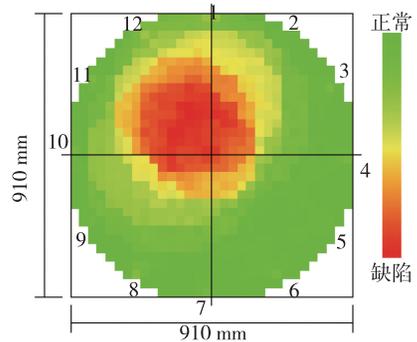


图6 宜兴银杏应力波检测成像图

标出现的频次,确定各指标的评分标准及相应分值。同时查阅大量古树健康诊断的研究成果和最新进展,并参考众多古树专业科技人员和相关专家学者的意见建议,将古树健康评价分为2大部分,即古树生长势评价标准和古树生境评价标准。古树生长势评价标准的指标主要有树皮完整、根部失活、正常叶片量、空洞、枯枝腐枝、树体倾斜、偏冠、病虫害、寄生植物、树龄等(见表13),按照评价指标评分表计算总得分,根据总得分评价古树健康等级。健康等级划分为健康(91—100分)、一般(76—90分)、衰弱(46—75分)、濒危(≤ 45 分)4级。古树生境评价通用标准的指标主要有地面铺装、生长空间、土壤营养状况、积水等(见表14),按照评价指标评分表计算总得分,根据总得分评价古树生长趋势等级。生长趋势等级划分为健康(91—100分)、一般(71—90分)、趋于衰弱(41—70分)、趋于濒危(≤ 40 分)4级。

4 古树健康评价体系应用实例

4.1 古树健康评价

应用建立的古树生长势评价指标评分标准和古树生境评价指标评分标准,对溧阳部分古树进行健康评价。结果表明,生长势评价得分所得到的健

表 13 古树生长势评价指标评分标准

评价指标	评分标准	分值	评分说明
树皮完整	树皮完整	20	主干分支以下,活树皮(具有疏导功能)的保存率,即活树皮保存率=(活树皮面积/枝下主干表面积)×100%
	活树皮保存率>80%	15	
	活树皮保存率50%—80%	10	
	活树皮保存率<50%	5	
根部失活	主根、侧根、毛细根均正常	15	按采样根系截面上,皮层损伤、腐烂等失去疏导功能所占宽度占截面周长的比例确定失活比例
	主根正常,侧根失活10%以下,毛细根失活30%以下	12	
	主根失活20%以下,侧根失活10%—30%,毛细根失活30%—50%	9	
	主根失活20%—50%,侧根失活30%—50%,毛细根失活50%—80%	6	
	主根失活50%以上,侧根失活50%,毛细根失活80%以上	3	
	正常叶片量占叶片总量95%以上	15	
正常叶片量占叶片总量50%—95%	10		
正常叶片量占叶片总量50%以下	5		
空洞	无空洞	15	胸径(1.3 m)处主干截面上的空洞面积与中干横截面积的比值。主要依据无损检测仪直接检测出结果
	空洞面积比值<10%	12	
	空洞面积比值10%—30%	9	
	空洞面积比值30%—50%	6	
	空洞面积比值>50%	3	
枯枝腐枝	无枯枝腐枝	10	枯枝腐枝数量占总枝数的比例
	枯枝腐枝比例<10%	8	
	枯枝腐枝比例10%—30%	6	
	枯枝腐枝比例30%—50%	4	
树木倾斜	树木主干无倾斜	5	主干偏离其与地面垂线的夹角度数
	树木主干倾斜<5°	4	
	树木主干倾斜5°—15°	3	
	树木主干倾斜15°—30°	2	
偏冠	树木主干倾斜>30°	1	树木侧枝缺失占圆周比例
	树体无偏冠	5	
	树体偏冠比例<10%	4	
	树体偏冠比例10%—30%	3	
	树体偏冠比例30%—50%	2	
病虫害	树体偏冠比例>50%	1	赋分按病虫害种类及危害程度确定
	未发现病虫害	5	
	危害叶片的病虫害	3	
	危害皮层的病虫害	2	
寄生植物	根系病害、蛀干害虫	1	赋分按寄生植物生长位置和侵入程度确定
	无寄生植物	5	
	攀援植物	3	
	扎根于空洞内部,根系未接地	2	
树龄	扎根于主干内部,且根系已达地面	1	按待估树与本地(或本省)相同树种最大树龄的比值
	树龄比值<10%	5	
	树龄比值10%—30%	4	
	树龄比值30%—50%	3	
	树龄比值50%—70%	2	
树龄比值>70%	1		

表 14 古树生境评价指标评分标准

评价指标	评分标准	分值	评分说明
地面铺装	硬化铺装面积比值<10%	30	
	硬化铺装面积比值10%—30%	20	
	硬化铺装面积比值30%—50%	10	
	硬化铺装面积比值>50%	5	
生长空间	冠幅投影3倍范围内无任何植物、建筑或道路设施	30	
	冠幅投影1.5-3倍范围内有影响采光的乔木或建筑设施存在	20	
	冠幅投影以外至1.5倍范围内有乔灌木生长或建筑、道路等设施存在	10	
	冠幅投影以内有乔灌木生长或建筑、道路等设施存在	5	
土壤营养状况	正常	20	按照有机质、N、P、K含量分级评价标准
	中等及以上	15	
	缺乏	10	
	极缺	5	
积水	距离>150 cm	20	按根基地面到静置水面的距离计算,且积水时间持续15 d以上
	距离100—150 cm	15	
	距离50—100 cm	10	
	距离<50 cm	5	

康等级与植株外观形态诊断基本一致(见表15);生境评价得分显示部分生长势健康的古树生境不容乐观,在古树的养护管理中需要引起重视。

4.2 古树衰弱原因分析

经过多地古树的调查发现,被调查的古树中有78.1%普遍存在不同程度的树体开裂、空洞、腐朽、枯梢、断枝、根系受损等症状,73.3%生境存在地面硬化、生长空间小、排水通气不畅等问题。分析认为,引起古树衰弱的主要因素可以归结为以下几个方面:

一是古树自身衰老的原因。随着树龄增加,树木生理机能逐渐下降,根系吸收水分、养分的能力越来越差,不能满足地上部分的需要,树木生理失去平衡,从而导致部分树枝逐渐枯萎死亡。

二是人为活动的影响。如城市扩大、基础设施建设、居民动迁等波及古树的生存空间;大量的城市地面铺装,人为的频繁践踏及施工机械的碾压,引起土壤密实度高、透气性降低;工程建设导致地势大幅引起,造成根系积水或水土流失;城市土壤污染日益严重,污水、垃圾、水泥等导致土壤性状发生改变等,均加速了古树的衰弱。

三是自然灾害及有害生物侵害。古树多为孤立木,树形高大,易受雷电、大风、雪压等危害,常造成古树局部坏死或从侧部劈开折断。有明显的外

伤之后病虫害、腐生菌等外部侵害迅速加剧,逐渐造成了树体空洞、中空、枝干腐朽等问题;此外,构树、野蔷薇、枸杞、何首乌等植物寄生也是加剧古树空洞、腐朽的重要原因。

表 15 古树健康评价结果

编号	树种	树龄/a	生长势评价得分	健康等级	生境评价得分	生长趋势等级	备注
004	银杏	700	94	健康	75	健康	少量枯枝
003	银杏	125	99	健康	45	趋于衰弱	基部周围地面硬化
001	银杏	300	98	健康	45	趋于衰弱	
008	银杏	350	96	健康	50	趋于衰弱	基部周围地面硬化
005	银杏	115	59	衰弱	70	趋于衰弱	发枝少,叶少
009	银杏	300	60	衰弱	40	趋于濒危	枝干断头,腐烂,萌蘖;有积水
007	银杏	115	59	衰弱	55	趋于衰弱	截枝移植;树洞,皮损,萌蘖枝多
119	榉树	105	96	健康	85	一般	有树洞
043	榉树	155	99	健康	85	一般	
055	榉树	105	87	一般	50	趋于衰弱	发叶大小不均;基部周围地面硬化
057	榉树	125	89	一般	85	一般	有蚱壳虫
053	榉树	105	69	衰弱	50	趋于衰弱	木质部裸露;根基部地面硬化
050	榉树	800	46	衰弱	70	趋于衰弱	树体开裂,树干中空,发叶小
063	榉树	205	44	濒危	40	趋于濒危	枯枝,树皮腐烂
108	朴树	105	94	健康	95	健康	
076	朴树	105	99	健康	95	健康	
078	朴树	150	90	健康	95	健康	
122	朴树	205	77	一般	75	一般	
079	朴树	400	66	衰弱	45	趋于衰弱	有树洞,主干腐烂严重
121	朴树	125	51	衰弱	55	趋于衰弱	树干中空
123	朴树	155	66	衰弱	45	趋于衰弱	有蚜虫为害;地面硬化

5 结论与讨论

树木生长势是指树木生长发育的旺盛程度和潜在能力^[7]。本文通过调查记录树皮完整性、空洞、正常叶片数量、枯枝数量、树体有无倾斜、是否偏冠、有无病虫害侵染以及寄生植物等植株外观形态指标,能够清晰直观反映古树的生长势状况,因此将以上指标列入古树健康评价体系。同时,考虑根系对树木生长的重要性和树龄对树木生长势的影响,将根系失活和树龄也列入古树健康评价指标。无损检测仪则可以作为树体内部腐朽程度判断的有效辅助工具^[9-11]。

古树生长环境的好坏对古树生长具有重要的作用。通过调查记录古树周围地面硬质铺装程度、生长空间大小、有无积水等指标,建立古树生境评价标准,可以为古树能否健康生长做出预判,并可依此做出相应的管理保护措施。

古树生理生化指标的测定试验表明,叶绿素、电阻值、光合速率以及生化酶类等所测数据在衰弱

株和正常株之间基本无显著差别,可能与样本数量较少有关,但也说明生理生化指标的不确定性,因此未将生理生化指标列入古树的诊断指标。但在出现问题的古树应急诊断中可以考虑使用。

应用建立的古树健康评价体系,对溧阳部分古树进行健康评价,评价得分所得到的健康等级与植株外观形态诊断基本一致。表明构建的古树生长势评价指标评分标准和古树生境评价指标评分标准能够真实反映古树健康状况,可以为本省的古树资源保护提供科学依据和技术支持。

参考文献:

- [1] 刘 瑜,徐程扬.古树健康评价研究进展[J].世界林业研究,2013,26(2):37-42.
- [2] 李 琳.古树健康监测与评价研究进展[J].现代农业科技,2020(10):103-105.
- [3] 周 威,刘建军,王 京.黄河中游地区古树健康诊断标准及其应用[J].西南林业大学学报,2016,36(6):57-63.

(下转第 52 页)

公园提升策略提供指导性依据。本文通过对莫愁湖公园的使用后评价分析,包括使用者基本情况、公园可达性、工作人员访谈以及游客对公园满意度的评价,总结出游客普遍反应较为强烈的问题,如道路体系流畅度不高、绿地开放程度不够、配套设施智慧化程度不高、公园活力不足和文化内涵不够突出等。本文坚持以人为本的原则,从活动场地、开放共享、服务设施和文化表达等方面提出建设符合使用者行为需求的多功能城市公园为拥有丰厚文化底蕴的城市公园提升建设提供参考。

参考文献:

- [1] 郑天晨,严岩,章文,等.基于社交媒体数据的城市公园景观评价[J].生态学报,2022,42(2):561-568.
- [2] 王琳,白艳.基于网络点评的城市公园使用后评价研究——以合肥大蜀山森林公园为例[J].中国园林,2020,36(6):60-65.
- [3] 夏晟,张天尧,许顺才,等.社区健康性能评估:基于社会生态学模型的社区使用后评价[J].城市发展研究,2020,27(2):24-30.
- [4] 范逸尘.莫愁湖公园边缘空间浅析[J].城市建设理论研究,2018(3):19-21.
- [5] 郭萧.南京滨水区绿化现状及植物景观研究[D].南京:南京林业大学,2008.
- [6] 吕慧,赵红红,林广思.居住区水景使用后评价(POE)及水景设计改进策略研究[J].中国园林,2016,32(11):58-61.
- [7] 余炜楷,俞可健,唐威,等.广州儿童公园特征分析与优化策略研究[J].中外建筑,2021(7):27-33.
- [8] 江玲,文剑钢.基于实证调查的街旁绿地价值研究——以舟山浦西公园为例[J].西安建筑科技大学学报(社会科学版),2013,32(6):53-60.
- [9] 尚红,刘凯,王美慧,等.基于POE的济南中山公园改造提升策略研究[J].山东建筑大学学报,2023,38(1):126-134.
- [10] 侯艳.河北农业大学西校区绿地空间使用状况评价[D].保定:河北农业大学,2012.
- [11] 祝筱苑,黄莹.基于POE的城市社区公园使用状况研究——以武汉市常青花园公园为例[J].设计,2018(4):133-135.
- [12] 荀琳.基于POE(使用状况评价)的城市公园使用者行为研究[D].北京:北京林业大学,2013.
- [13] 孙艳芝,张同升,刘雷.基于POE的徐州城市公园使用满意度评价[J].中国城市林业,2020,18(4):23-28.
- [14] 陈婷婷,谭文浩,刘林丰,等.福州国家森林公园的游客满意度影响因素[J].中国城市林业,2021,19(2):92-96.
- [15] 孙一民,司马晓,邓东,等.“人民城市设计:创新实践与思考”学术笔谈[J].城市规划学刊,2023(3):1-11.
- [16] 刘娟,殷豪,曹可心,等.深圳市不同类型公园服务评价及提升策略[J].深圳大学学报(理工版),2021,38(4):433-440.
- [4] 谢媛媛,吴海龙,黄灏峰,等.北京古树健康评价[J].林业资源管理,2012(6):71-75.
- [5] 郑然,乐也,王晓晖,等.古树风险评估与风险管理方法研究[J].北京林业大学学报,2013,35(6):144-150.
- [6] 王巧,聂鑫,孙德浩,等.基于AHP-模糊综合评价法的泰山油松古树树势评价[J].浙江农林大学学报,2016,33(1):137-146.
- [7] 国家林业局.古树名木普查技术规范:LY/T2738—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [8] 广州市林业和园林局.园林树木安全性评价技术规范:DB4401/T 17—2019[S].广州市市场监督管理局,2019.
- [9] 王明巡.上海主要古树干腐烂状况检测研究[J].安徽农业科学,2012,40(17):367-369.
- [10] 夏聪,黄华枝,龚志勤,等.PICUS在华南地区古树健康状况与安全性评估中的应用研究[J].河北林业科技,2015(3):24-30.
- [11] 金川,申晓刚,陆萍.扬州瘦西湖景区古树健康监测与评价[J].扬州职业大学学报,2018,22(2):47-51.

(上接第23页)