

Research Progress on Health Evaluation of Old and Notable Trees

Ru Ya¹ Xueyuan Bao² Jianxin Wu² Yongxia Bai² Haijun Chen^{1*}

1. Inner Mongolia Institute of Science and Technology, Hohhot, Inner Mongolia, 010010, China

2. Inner Mongolia Forestry and Grassland Work Station, Hohhot, Inner Mongolia, 010010, China

Abstract

Old and notable trees belong to the precious heritage in nature, and the recognition of their human historical value, cultural and social value and ecological civilization value is increasing year by year. In recent years, with the intensification of human activities and the constant change of the environment, the health status of old and notable trees is facing a certain potential threat. Therefore, it is particularly important to carry out health assessment of old and notable trees and carry out related research, and protect and manage them according to local conditions. Based on Web of science and CNKI literature retrieval system, this paper combs and summarizes the literature on the health evaluation of old and notable trees in the past 10 years (2014-2024), and classifies and makes statistics from the aspects of the dynamic number of papers published, the distribution of subject fields and key research contents. The progress and existing problems of health research of old and notable trees at home and abroad were analyzed in detail, and the research prospect was put forward, aiming at providing theoretical and decision-making support for health evaluation, reasonable protection and scientific management of old and notable trees in the future.

Keywords

old tree; notable tree; health assessment; research progress

古树名木健康评价研究进展

雅茹¹ 包雪源² 吴建新² 白永霞² 陈海军^{1*}

1. 内蒙古科学技术研究院, 中国·内蒙古呼和浩特 010010

2. 内蒙古自治区林业与草原工作总站, 中国·内蒙古呼和浩特 010010

摘要

古树名木属于自然界中的珍贵遗产, 社会各界对其人类历史价值、文化社会价值和生态文明价值的认识逐年提升。近年来, 随着人类活动不断加剧和环境不断变化, 古树名木健康状况面临着一定的潜在威胁。因此, 对古树名木进行健康评估开展相关研究, 因地制宜进行保护与管理, 尤为重要。论文基于Web of science和CNKI文献检索系统, 对近10年来(2014—2024年)关于古树名木健康评价的文献进行了梳理归纳, 从论文发表数量动态、学科领域分布及重点研究内容等方面分类统计, 并对国内外古树名木健康研究的进展和存在的问题进行详细分析, 提出了研究展望, 旨在为今后古树名木健康评价、合理保护和科学管理提供理论与决策支撑。

关键词

古树; 名木; 健康评价; 研究进展

1 古树名木健康评价的意义

根据国家林业和草原局古树名木鉴定规范定义^[1], 古

【基金项目】国家自然科学基金(项目编号: 31860138)

和内蒙古松柏类古树复壮技术研究(项目编号: NMLCZ-2023-001)资助。

【作者简介】雅茹(1985-), 女, 蒙古族, 中国内蒙古赤峰人, 硕士, 工程师, 从事科研项目管理、林草生态建设科学研究。

【通讯作者】陈海军(1979-), 男, 中国内蒙古乌兰察布人, 博士, 副研究员, 从事生态学研究。

树指树龄为100年及以上的树木, 它们被分为三个等级: 一级古树被定义为树木年龄已达到500年及以上的树木; 二级古树被定义为的树木年龄介于300-499年之间的树木; 而三级古树则是特指那些树木年龄在100-299年之间的树木。除古树外, 还有一类特殊的树木——名木, 因其历史、文化、景观或科学价值重要而被格外珍视, 或因其纪念意义特殊而得名。古树名木不仅是大自然所给予我们的宝贵的财富, 更是具有重要价值的历史文化见证者。它们不仅承载着丰富的生态文明和历史文化, 还是研究自然环境演变和生物多样性的宝贵资源, 被誉为“活古董”和“历史见证者”^[2,3]。它们在水土保持、气候调节、保护生物多样性等方面发挥着重要作用, 是生态系统中的重要组成部分^[4]。古树名木是历史

的见证，它们不仅承载着深厚的文化传承和情感纽带，并且如果它们生长旺盛，还会带来巨大的旅游发展潜力。然而，随着岁月的流逝，古树名木会因自然衰老和环境变化而遭受健康威胁。此外，过度的人类活动也会对古树名木的养护和可持续发展造成不利影响。因此，对这些珍贵的自然遗产进行健康评估和保护工作，就变得尤为重要。

2 影响古树名木健康的因素

树木的健康状况是其生长情况的一个重要指标，健康的树木有着良好的生长趋势。树木的生命历程包括生长、成熟、衰老和最终死亡^[5]。对于古树和名木来说，影响它们健康的因素众多，原因也相对复杂。除了自然衰老导致生理机能失衡甚至死亡外，还有其他多种因素可能对其健康造成影响。

2.1 自然因素

2.1.1 古树自然衰老

古树名木的健康受到多种因素的影响，其中树体自身的衰老是主要的内部因素之一。随着树龄的增长，古树会自然地进入衰老阶段，在这个阶段古树的生理功能会逐步退化，具体表现为吸收水分和养分的能力逐渐降低^[6,7]。根系作为树木吸收水分和养分的关键部位，其吸收功能的衰退会导致地上部分生长所需水分和养分不足，进而引起树木内部的生理过程失衡，最终导致树木的部分枝叶枯萎进而死亡^[8]。此外，出现缺素症状也会导致古树衰老，如叶绿素含量降低和叶片变黄，这些症状可以作为评估古树衰老程度的指标^[9,10]。

2.1.2 生长环境变化

在全球变暖的背景下，大气温度的持续升高和土壤水分的流失对古树健康构成了额外的压力。随着气温的升高，古树的蒸腾作用加剧，土壤中的有效水分供给减少，使树木所获水分受到限制，从而对古树的光合作用和生长速率等产生不利影响^[11]。冬季温度的不定期变化可能会打破古树的自然休眠规律，干扰其生命周期，导致古树生长受阻^[9]。人类所引发的机械活动，如机动车尾气废气和工厂排污中的二氧化硫等造成环境污染，也对古树健康提出了严峻的挑战^[12]。一旦这些有害污染物的浓度超过了古树的承受能力，它们的生长和发育就会受到严重影响。此外，大气中二氧化硫水平的升高可能会诱发酸雨，这种酸性降水对古树的幼嫩部位如新叶和嫩枝，具有破坏性，导致树木整体健康状况下降，其生命力和生长能力也会因此受损^[13]。

2.1.3 自然灾害与病虫害

古树，以其雄伟的身姿和悠久的历史，成为自然景观中不可或缺的一部分。然而，这些历经沧桑的树木，由于其庞大的树体和孤立的生长环境，使得它们在面对自然灾害时显得尤为脆弱。台风、冰雪、雷电、冰雹、干旱以及暴风雨等极端天气事件，都可能对古树造成毁灭性的打击^[14]。这些灾害不仅可能导致树木的烧伤、断枝，甚至折断主干，还可能抑制树木的正常生长，使其生命垂危^[15]。

古树除了遭受自然灾害的破坏外，还有可能面临病虫害的侵害。随着树龄的增长，古树的生命力和自然防御机制会逐渐下降，这使得它们对各类病原体和害虫的攻击变得更加敏感。病虫害的侵袭不仅会限制古树的生长，还可能进一步削弱它们抵御其他疾病的能力^[6]。

2.2 人为因素

①工程建设：城市化的快速推进，包括城市重建、道路修建等工程，由于对古树根系分布的认识不足，可能会在施工过程中损伤古树的树干和根系，破坏其长期生长的自然环境，从而对古树的健康造成严峻威胁^[16]。

②过度铺装：城市中古树周围常常被过度硬化，如使用水泥和砖石材料，导致树木的根系空间受限，影响了树木的呼吸和水分吸收，进而损害了树木的健康^[17]。

③工业污染：工业废物和有毒物质的随意排放，以及生活污水的不当处理，都可能导致土壤污染，增加土壤中的有害物质，破坏土壤结构，进而对古树健康构成威胁^[18]。

④管理不善：由于资金和技术的不足，古树的健康管理和保护往往得不到应有的重视，导致其健康状况恶化^[7]。

⑤其他人类活动：古树下堆放杂物，乱画乱刻，攀折枝干，削去树皮等人类活动以及在古树上系彩绳，焚烧香烛等迷信行为，会直接危害到古树^[19]。盲目移栽古树，不考虑其生态适应性，也导致古树死亡^[20]。

3 古树名木健康评价研究进展

3.1 SCI 论文发表情况

3.1.1 近 10 年 SCI 论文发表统计分析

使用 Web of science 相关检索系统，输入“Old and notable trees”“Health evaluation of old and notable trees”相关词语进行检索，检索结果显示，目前公开出版物中相关主题的 SCI 论文发表数量超过 200 篇。在过去的 10 年（2014 年至 2024 年）中，SCI（科学引文索引）期刊上发表的论文数量呈现出一定的波动趋势，如图 1 所示。具体来看，2014 年论文发表量为 18 篇，随后几年论文发表数量浮动不大，2015—2018 年发表数量均为 20 篇左右。2019 年开始增长至 30 篇左右，2022 年发表数量达到顶峰 39 篇。然而，从 2023 年开始，发表量开始有所下降，数量为 30 篇。2024 年至今发表有关 SCI 论文 18 篇，此项数据仍在更新。

从整体趋势来看，2014 年至 2022 年期间，SCI 论文的发表数量大致呈现逐年递增的趋势，在 2012 年论文发表数量达到顶峰。之后，论文数量有所下降，但在近三年（2020 年至 2023 年）中，发表量仍保持在每年 30 篇左右，这表明，尽管近年来 SCI 论文的发表数量有所波动，但整体上保持了一定的稳定性。

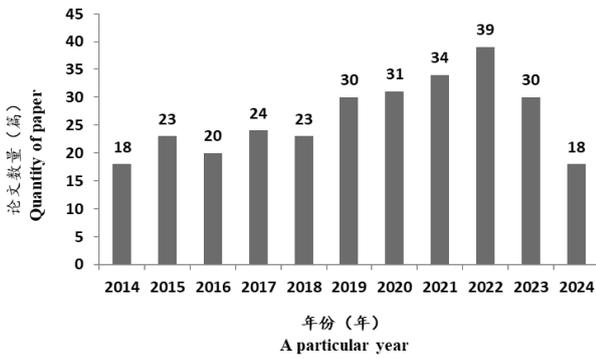


图1 近10年古树健康SCI论文数量年度与分布统计

3.1.2 学科领域分布及其相关研究

从SCI论文发表数量来看,发表数量排在前10名的领域分别为植物科学领域(176篇)、环境科学生态学领域(159篇)、农业领域(158篇)、林业领域(140篇)、药理药领域(114篇)、生物化学与分子生物学领域(99篇)、化

学领域(95篇)、食品科学技术领域(80篇)、遗传学领域(77篇)、公共环境健康领域(71篇),如表1所示。分析可知,古树名木的研究主要集中在植物科学、环境科学和农业等领域,通过相关研究可以帮助我们了解古树的生长过程,深入学习古树的生长环境、气候以及其所需的保护方式等方面的信息,为进一步的研究提供方向。在生物科学领域,研究重点包括对古树的年龄鉴定、病虫害、生长环境及生长状况监测以及保护和修复技术。这些研究为评估古树的健康状况和制定保护措施提供了关键的技术支持和科学数据。例如,利用生物技术改善土壤环境,增强其透气性和排水能力,从而促进古树的生长;采用病虫害防控技术,预防和治疗古树遭受的病虫害;通过树木加固和修复技术,修复古树受损部位,延长其生命;利用环境改良技术,营造适宜古树生长的环境。在公共环境健康领域,研究工作涵盖了古树健康数字化管理、虚拟仿真技术、病虫害诊断与防治、生态监测以及遗传资源的保护和利用等方面。这些研究在提高公众对古树价值认识和保护意识的同时,不断推动相关科学技术的进步。

表1 关于古树健康SCI论文数排名前10位的学科

学科领域	Subject area	发表SCI数量(篇)
植物科学	Plant science	176
环境科学生态学	Environmental science ecology	159
农业	Agriculture	158
林业	Forestry	140
药理药	Pharmacology	114
生物化学与分子生物学	Biochemistry and molecular biology	99
化学	Chemistry	95
食品科学技术	Food science and technology	80
遗传学	Genetics	77
公共环境健康	Public environmental health	71

3.2 国内论文发表数据统计分析

3.2.1 近10年科技论文统计分析

在CNKI数据库检索主题为“古树健康、古树健康评价”的文献,结果显示中国公开出版物发表具有研究价值的文献数量有近300篇,如图2所示。近10年(2014年至2024年)发表的论文数总体呈现增长趋势,随后4年内略有降低趋势,2023年开始大幅度增加。近5年的论文发表平均数量与近10年的论文发表平均数量相比有明显增长,说明近5年来,国内关于古树健康评价的研究呈现良好的发展态势。

3.2.2 学科领域分布

从中国已公开发表论文所涉及学科领域来看,排名前10位的领域有:林业领域(277篇)、植物保护领域(10篇)、行政法及地方法制领域(4篇)、园艺、环境科学与资源利用、农业基础科学、生物学领域和宏观经济管理与可持续发展领域各(3篇)、农业经济领域(2篇)、中国政治与国际政治领域(2篇),如表2所示。在林业领域,对古树的保护和保护工作相较于其他学科更为深入和广泛。在植物保护领

域,保护古树名木的工作不仅与生态建设息息相关,还与文化传承和经济发展紧密相连,旨在实现古树名木的长期保护和可持续发展。在政策和法规层面,古树名木的保护任务涵盖多个层级。国家级层面需出台相应的政策指导和宏观调控措施;而相关行政机构则需负责具体保护法规的制定与执行工作;地方政府则根据实际情况,出台具体的实施细则和管理措施,以确保古树名木得到有效保护^[21]。在农业经济管理层面,通过改善古树名木周边环境,调整农业种植结构,推广农业科技。实现保护古树名木与农业生产的协调发展,既保护了珍贵的自然遗产,又促进了农业经济的可持续发展。

3.2.3 研究机构分布

数据显示中国有近100家相关单位(科研院所)从事古树名木健康相关研究。从中国公开发表论文署名单位看,如图3所示,浙江农林大学(9篇)发表论文数量稍稍领先,中南林业科技大学(6篇)和福建农林大学(6篇)发表数量接近,也名列前茅。华南农业大学等单位近10年年均刊发4篇。

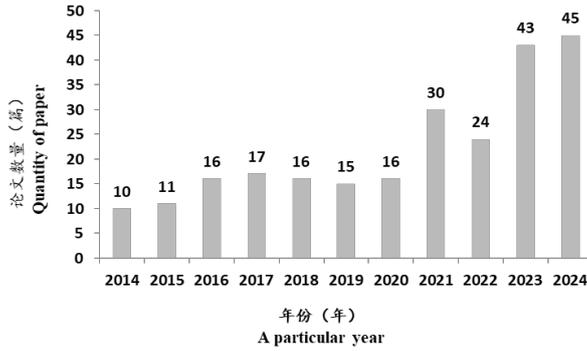


图 2 近 10 年国内期刊论文数量分布图

表 2 关于古树健康国内期刊论文数排名前 10 位的学科

学科领域	Subject Area	发表 SCI 数量 (篇)
林业	Forestry	277
植物保护	Plant protection	10
行政法及地方法制	Administrative law and local legal system	4
园艺	Horticulture	3
环境科学与资源利用	Environmental science and resource utilization	3
农业基础科学	Agricultural basic science	3
生物学	Biology	3
宏观经济管理与可持续发展	Macroeconomic management and sustainable development	3
农业经济	Agricultural economy	2
中国政治与国际政治	Chinese politics and international politics	2

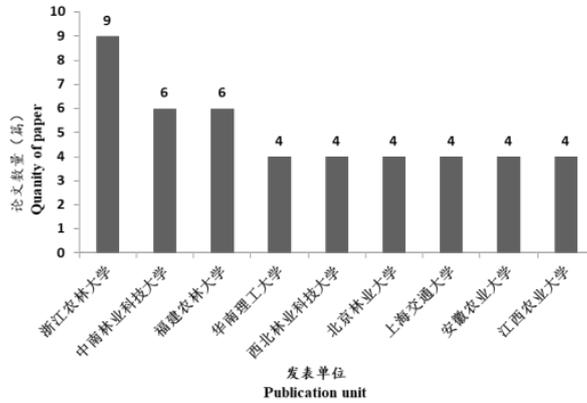


图 3 关于古树健康国内期刊论文数排名前 10 位的单位

3.2.4 项目资助类型分析

根据已发表论文受资助的基金类型进行分析,如图 4 所示。国家级的基金有国家自然科学基金(5 篇)、引进国际先进水利科学技术项目计划(2 篇)、国家重点研发计划(2 篇)、地方型基金主要有广东省科技计划项目(3 篇)、安徽省高等学校省自然科学基金计划项目(3 篇)、山东省农业良种工程项目(3 篇)。其中,国家自然科学基金资助的项目最多,地方型基金主要集中在安徽省和广东科学技术计划项目。推测这与该地历史文化悠久,气候湿润适宜,名树古木较多有关。

4 古树名木健康评价体系

对古树名木健康进行评估是一项涵盖多个层面的工作,它需要对树木的外观特征、生长状况和环境条件等因素进行综合考虑。传统评估方法由于缺少量化的衡量标准,使得对古树生长活力和所处环境的评价难以实现精确的数值化。

为增强评估的准确性,孙丰军,米锋等引入了“古树名木生长势系数”的概念,将其生长状况划分为“优秀”“中等”“较差”和“濒临危险”四个级别。他们还从树冠状况、树干健康、树叶条件、根系发展、受害情况、管理质量以及树木周围生长环境等多个维度,构建了一套详细的评判准则和评分机制^[22]。

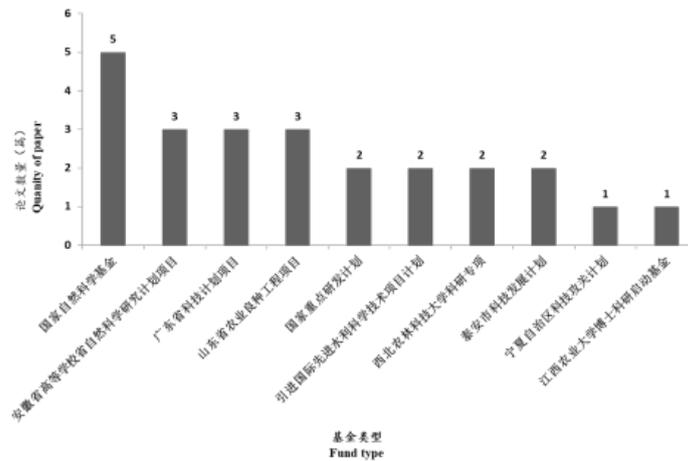


图4 关于古树健康国内期刊论文数排名前10位的资助基金

此外,肖瑾瑜、谭慧芳等建立古树名木风险评估体系还应用了层次分析法,利用判断矩阵确定各项评估指标的相对重要性,从而建立风险评估模型,量化各要素的风险等级^[23]。

王徐政发现,在生理层面,植物体内的过氧化氢酶和过氧化物酶等酶活性,也与植物的抗逆性和生理状况密切相关,可以作为评估古树健康状况的指标^[24]。

应力波技术、PICUS 弹力波树断层画像诊断仪等现代技术为名树古木健康监测带来了突破进展。刘颂颂、梁善庆等运用这些技术能够对古树的内部腐烂、空洞及树龄等健康情况进行精确检测的同时保证不对树木进行破坏,为古树的保护的后续工作奠定了科学基础^[25,26]。

综上所述,古树名木的健康评价已发展到从外观特征、生长状况、环境因素、生理指标等多个维度综合考虑,利用传统方法和现代技术相结合,实现准确评价的同时有效保护古树的健康状况。

5 存在的问题

古树健康评价(级)是一个复杂的过程,涉及到多门学科的知识 and 多种评估方法。目前,在进行古树健康评级时存在一些问题和困难,主要包括:

①缺乏统一标准。不同地区和国家可能采用不同的评级标准和方法,这导致评级结果难以进行比较。一些评级法由于依赖评估员的经验和主观判断,导致可能影响评级一致性和精确性的。

②技术手段有限。数据获取困难。尽管有一些检测技术可用于古树健康评估,但这些技术的应用范围和准确性仍有待提高。仅仅依赖表现形态来评价古树的健康状况,往往会因为指标与健康间的不确定性关系而导致判断失准;依靠生理指标进行评价,由于对树干腐朽程度与古树生活力间的关系缺乏系统研究,导致不确定性更大^[9]。因此,目前还难以给出满意的答案。

③环境因素复杂。动态监测不足。古树生长环境的复

杂性增加了评级的难度,因为环境因素如土壤、气候、病虫害等都可能影响古树的的健康状态。古树的的健康状况是动态变化的,但目前缺乏有效的长期监测手段来跟踪其健康状况的变化。

④综合保护机制不完善。在一些地区,古树保护和评级工作可能由于资金和人力资源的限制而得不到足够的重视和投入。由于公众对古树保护工作的重要性认识不足,在一定程度上制约了古树的等级评定,也制约了保护措施落实。即使评级结果显示某棵古树健康状况不佳,也缺乏及时有效的管理和干预措施来改善其状况。

6 研究展望

未来在古树健康监测和评估领域的研究,应当以构建一个科学的古树评价指标体系为工作重点,并着重挑选适宜的评价指标来构建健康评估模型。此外,科研人员致力于开发适宜的无损检测技术为古树开展健康监测,这不仅可以为中国古树名木的健康状况提供有效、精确的评估手段,而且可以为古树的保护和复壮打下坚实的科学基础^[27]。

①科学评估体系。构建一个科学的古树健康评估体系对于准确评估古树的的健康状况具有重要意义。目前,一些地区在对古树进行健康评估时,选用的指标不够精确,或评估手段过于主观,这需要在这一领域进行深入的研究和探索,不断优化理论和方法论。为了更加精准地对古树的的健康状况进行评价,我们必须综合考虑树木的生长状况、树干内部的腐朽程度、根系状况以及环境因素等多个方面。

②客观评价模型。定性描述是评价古树健康的常用的基本方法,而全面的定量化研究少之又少,单一的评价标准阻碍了古树健康研究的发展。因此,今后对古树健康评价的研究应着力于定量化评价领域,积极探索、开发定性指标定量化,筛选核心指标,利用多元统计方法建立线性或非线性数学模型^[28]。

③无损检测技术。目前,中国对古树内部生长状况的

研究仍受限于无损检测技术,仅能通过表观测量确定健康等级。因此确定关键的树木外部指标,并开发、运用无损检测技术对古树活立木内部进行数据测量,是今后古树健康研究的重中之重。通过超声应力波等技术,可以更好地了解古树的健康状况,预测潜在的风险,并采取适当的措施来延长这些珍贵树木的寿命。

古树名木的健康评价是保护工作的重要环节。借助这一科学评估,我们能够及早发现问题,并实施恰当的保护策略,以增进这些树木的存活年限,同时保护它们的生态价值与文化价值。未来的研究需要综合运用多门学科知识,不断提高健康评价的科学性和实用性,为古树名木的保护提供坚实的科学基础。

参考文献

- [1] 国家林业局.古树名木鉴定规范.中华人民共和国林业行业标准,LY/T2737-2016:1-13.
- [2] 王忠仁.古树名木在风景名胜资源中的地位和作用[J].华东森林经理,1991(4):52-54.
- [3] 李艳龙,陈帅,贺晓慧,等.河西地区古树名木资源特征及空间分布格局分析[J].西部林业科学,2023,52(6):110-119.
- [4] 许剑峰,张维.保护古树名木的措施与意义[J].绿色科技,2017(19):159-160.
- [5] 黎彩敏,翁殊斐,林云,等.园林树木健康与安全性评价研究进展[J].广东农业科学,2009(7):186-189.
- [6] 叶枝茂,吴祥青,吴盛清.庆元县古树名木减少原因及保护措施[J].现代农业科技,2009(17):212-214.
- [7] 谈丽萍.古树名木现状及保护管理规划分析[J].现代农业科技,2010(6):212-213.
- [8] 孙光明,宋瑞珍,冯少锋,等.古树名木保护及复壮措施初探[J].河南林业科技,2002(4):51-52.
- [9] 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.
- [10] 李庆,马建鑫,赵凤君,等.北京市戒台寺、潭柘寺古树衰老的几个生理特征研究[J].西部林业科学,2004(2):37-41.
- [11] DRANCA I, VYAZOVKIN S. Effects of climate and management history on the distribution and growth of sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) in a southern British woodland in comparison to native competitors[J]. Forestry,2008,81(1):1-16.
- [12] BELL R L, GRAHAM A K, ROYD N. The significance of air pollution in sugar maple decline[J]. Forestry Chronicle,1998,74:530-532.
- [13] DONALD H D, PAUL G, SCHABER G. Acid rain impacts on calcium nutrition and forest health[J]. Bio-Science,1999,49(10):789-800.
- [14] 李兆华,庄嘉,刘平英,等.古树名木的雷电防护标准研究[J].西部林业科学,2014,43(6):163-167.
- [15] 杜可远,张艳敏,姚金科,等.古树名木生长不良的原因和保护措施[J].花卉,2018(10):235.
- [16] 赖娜娜,袁承江,唐硕,等.应用探地雷达探测古树根系分布[J].东北林业大学学报,2011,39(11):124-126.
- [17] 汤珧华,程敏.透气砖对古树复壮作用的探索[J].中南林业学院学报,2004(5):120-123.
- [18] 吴竹林.城市公园古树名木的复壮和保护措施[J].宁夏农林科技,2010(4):79+91.
- [19] 薛秋华,徐炜,艾明波.古槐树的保护与复壮研究[J].中国农学通报,2006(2):262-266.
- [20] 鲍沁星,李雄,陈楚文.杭州地区古树名木现状分析及保护重点[J].浙江林业科技,2009,29(2):77-80.
- [21] 燕伟.中国古树名木保护法律制度完善研究[D].昆明:昆明理工大学,2023.
- [22] 米锋.北京地区林木损失额的价值计量研究——不同森林类型的功能定位研究[J].林业经济问题,2008(1):51-55.
- [23] 肖瑾瑜,谭慧芳,陈俊友,等.古树名木风险评估模型初步研究[J].湖南林业科技,2016,43(1):61-65+79.
- [24] 王徐玫.南京市古树名木资源调查和复壮技术研究[D].南京:南京林业大学,2007.
- [25] 梁善庆,胡娜娜,林兰英,等.古树名木健康状况应力波快速检测与评价[J].木材工业,2010,24(3):13-15.
- [26] 刘颂颂,叶永昌,朱纯,等.东莞市古树名木健康状况初步研究[J].广东园林,2008(1):55-56.
- [27] 吴嘉琳.佛山市三水區古树名木健康状况调查与研究[D].广州:华南农业大学,2017.
- [28] 刘瑜,徐程扬.古树健康评价研究进展[J].世界林业研究,2013,26(1):37-42.