

古树风险评估与风险管理方法研究

郑 然¹ 乐 也² 王晓晖³ 温志勇⁴ 关文彬¹

(1 北京林业大学自然保护区学院 2 中南林业科技大学林学院
3 北京市昌平区南口镇人民政府 4 北京市怀柔区园林绿化局)

摘要:古树风险是指伴随古树自身衰老或其他生物特征的影响以及管理方面存在的漏洞,导致了古树周边的人、建筑和其他公共财产可能存在着一定的威胁,造成这种威胁的可能性称之为古树风险。本文基于生态风险定义给出了古树风险定义,通过分析古树风险评估与风险管理的关系,建立古树风险评估-管理体系;根据古树风险成因分析,从古树自身健康和古树管理情况两个方面入手,确立了古树风险评估的4个原则——非绝对性原则、持续性原则、动态性原则和循环性原则;将古树风险评估划分为风险识别-定量分析-矩阵判别3个阶段,最终从风险管理角度为古树的保护与管理提供了方法与对策。

关键词:古树;风险评估;风险管理

中图分类号:S718.54 文献标志码:A 文章编号:1000-1522(2013)06-0144-07

ZHENG Ran¹; YUE Ye²; WANG Xiao-hui³; WEN Zhi-yong⁴; GUAN Wen-bin¹. **Method of risk assessment and management for ancient trees.** *Journal of Beijing Forestry University* (2013)35(6) 144-150 [Ch,22 ref.]

- 1 College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China;
2 College of Forestry, Central South University of Forestry and Technology, Changsha,410004, P. R. China;
3 People's Government of Nankou Town, Changping District, Beijing,102202, P. R. China;
4 Municipal Bureau of Landscape and Forestry of Huairou District, Beijing,101400, P. R. China.

The ancient trees can easily hurt people and buildings around because of its aging or other biological characteristics and negligence in management. This thesis defined the ancient tree's risk based on the definition of ecology risk. By analyzing the relationship between risk assessment and management for ancient trees, we built the risk assessment-management system for ancient trees. This thesis also analyzes the ancient tree's risk reason and the risk suffered by things around from aspects of health and management for ancient trees, which helps ensuring the principle of ancient tree's risk assessment, that is the principle of non-absolute, persistent, dynamic and cycle. By dividing the ancient tree's risk assessment into three steps, i. e. the risk identification-quantitative analysis-matrix discriminance, we finally provide the methods to protect and manage the ancient trees.

Key words ancient tree; risk assessment; risk management

风险是指不幸事件发生的可能性及其发生后将要造成的损害。其中“不幸事件”指能造成伤害、损失、毁坏和痛苦的事件^[1]。近年来,诸如古树遭雷击^[2]、古树袭击人、古树砸坏建筑等伤亡事故不断

发生,这些“不幸事件”以及古树对周边的建筑物、人员及公共财产所存在的威胁,具有风险的4个特点,即未来性、损害性、不确定性和可预测性^[3-5],同时满足了自然灾害风险的3个条件^[6]:必须存在灾

收稿日期:2012-11-09 修回日期:2013-05-22

基金项目:林业公益性行业科研专项(200904019)。

第一作者:郑然。主要研究方向:生物多样性保护与利用。Email:zhengran1988@126.com 地址:100083 北京市清华东路35号北京林业大学963信箱。

责任作者:关文彬,教授。主要研究方向:植被生态、自然保护区学。Email:swlab@bjfu.edu.cn 地址:100083 北京市清华东路35号北京林业大学自然保护区学院。

本刊网址: <http://journal.bjfu.edu.cn>

源即古树树体本身;必须有暴露于灾源影响范围之内的人员和财物,如古树周边的人员和建筑物;必须存在伤亡和损失的可能性;由此便形成了古树风险。古树风险是指伴随古树自身衰老或其他生物特征的影响以及管理方面存在的漏洞,导致了古树周边的人、建筑和其他公共财产可能存在着一定的威胁,造成这种威胁的可能性称之为古树风险^[7-8]。

对于风险给人们带来的危害,需要通过风险评估从而制定风险管理方案,将风险降低或消除。风险评估的主要任务是描述风险源,找出风险源与不利事件之间的关系,推断不利事件发生的可能性^[9]。风险管理是指根据风险评估的结果,结合恰当的法规、条例,制定适当的管理措施并付诸实施,以降低或消除该风险的风险度,从而达到消除风险带来的危害并保护人群健康的目的^[10]。古树风险评估是指对某古树进行风险级别判别^[11-12],确定古树风险级别,并提出相应处理措施的人为干预过程。根据综合风险评估原理^[9,13],古树风险评估应包括古树风险评估和古树风险管理两个部分。其中,古树风险评估是根据古树风险识别结果,分析和衡量古树个体的风险事件发生的可能性、造成损失的严重性和可能造成的最大损失,为古树风险管理提供可靠的依据;古树风险管理是根据古树风险识别和评估的结果结合适当的法律、法规,制定和选择最佳的风险控制方法并付诸实施,最终达到减少或消除古树风险的目的^[10]。

由于生态环境的恶化和人们认识水平的限制以及城市绿化进程的加快,使得一些古树衰老加剧甚至死亡^[14-15],导致古树风险增加,不仅影响了周边人群的生活,也对管护单位造成了困扰,同时也不利于对古树资源进行保护。因此,需要通过古树责任权属单位对具有风险的古树进行古树风险评估,采取积极措施管理古树风险,维护古树健康成长,同时保证周围群众的生命和财产安全。基于此背景,本文提出古树风险评估-管理体系以及古树风险评估和古树风险管理的机制,以促进古树和人类和谐共处。

1 古树风险评估-管理体系

1.1 古树风险成因分析

正确处理古树风险问题,需要从根本上探究古树风险产生的原因,通过调查研究,得出古树风险产生的原因主要包括古树自身特征和管理者的管理两个方面^[16]。

1.1.1 古树自身因素

1) 古树衰老。古树的衰老成为古树风险的最

主要因素,古树衰老过程中树干易出现腐朽或空洞,导致古树倒伏,有可能压到过往的人或房屋建筑;古树枝条老化为枯枝,丧失承重能力以致折断,容易掉落下来打到人或车辆。这些潜在的风险都将危害周围人群的安全。

2) 生长环境。由于疏于管理,很多古树生长环境较为恶劣,导致一些生长较为低矮的树枝无人修剪或古树的根系暴露于地面上,容易划伤或绊倒过往的行人。

3) 生物特征。某些存在棘或刺的古树容易导致刺伤;一些古树的花粉可能会导致人们产生过敏反应;还有一些特定的树种可能对人有毒害作用。

1.1.2 古树管理因素

1) 缺乏相应规程。目前的古树管理过程中只涉及了古树健康、形态等的监测,并没有包括古树风险管理,对于古树可能发生的风险问题没有提出可行性规范和管理措施。

2) 管理疏忽。古树的管理人员缺乏管理经验和严谨的工作态度,对古树风险采取了错误的处理方式,或者由于管理者的管理意识薄弱或专业技能不成熟,疏于对古树的日常维护和检查,在古树遭遇恶劣天气后造成不可挽回的损失。

3) 管理责任不明确。由于目前国内大部分的古树都属于集体所有^[15],许多古树的责任管理单位存在争议,对于古树风险造成的危害很难确定相应的责任人。

1.2 古树风险评估与风险管理的关系

古树风险评估的最终目的是古树风险管理,是在应对古树风险、保障古树安全上的具体应用;而古树风险管理是根据古树风险评估结果,结合适当的法律、法规确定适当的管理措施并付诸实施。古树风险评估是在风险管理的框架下发展起来的,重点是评估古树自身衰弱以及人为管理不当所引起的古树生长环境的不利改变^[16]。根据生态风险评估-管理^[10],给出古树风险评估与管理之间的关系(见图1)。

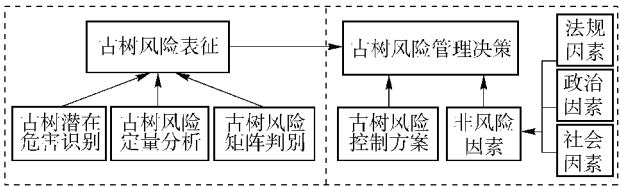


图1 古树风险评价与古树风险管理的关系
Fig.1 Relationship of risk assessment and risk management for ancient trees

1.3 古树风险评估-管理流程

将古树风险体系分为古树风险评估和古树风险

管理两个部分。古树风险评估由风险识别、定量分析、矩阵判别 3 个过程组成,经评估后确定古树风险级别,然后根据不同的风险级别进行风险管理。古树风险评估-管理流程如图 2 所示。

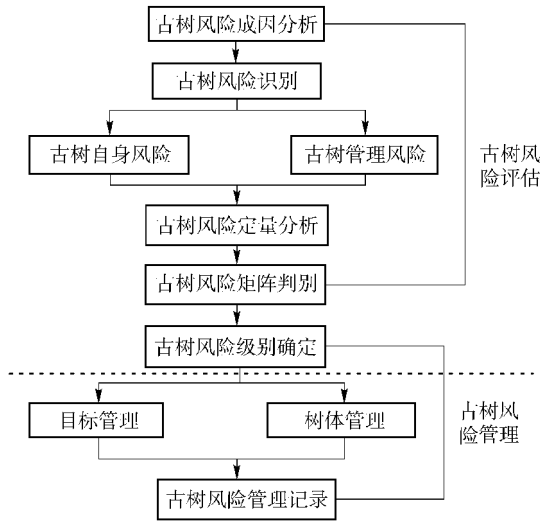


图 2 古树风险评估-管理流程
Fig. 2 Process of risk assessment and risk management of ancient trees

2 古树风险评估

2.1 古树风险评估原则

对古树风险评估是确定明显危险源并确保古树周围环境足够安全的过程。管理者的责任就是预测古树构成的危险,并采取相应措施,将风险降到可接受的水平以内。为有效规避古树安全风险,首先需要确认风险,根据风险的严重程度排序,然后按优先性和紧迫性采取措施。评估过程中要遵循以下 4 个原则。

2.1.1 非绝对性原则

风险存在于一切活动中,同时由于风险的不确定性决定了不存在绝对的无风险,也不可能将全部古树风险消除和取得绝对安全。

2.1.2 持续性原则

古树风险评估需要通过定期对树体进行检查,或特殊情况时对古树风险重新评估,从而利用获得的不断反馈的新信息,对古树进行不断循环的风险评估和管理,具有持续性。

2.1.3 动态性原则

古树自身不断的成长和不同的季节性都容易导致古树的危险级别发生改变,同时古树周边环境的改善和影响目标的转移也将降低古树风险,所以古树风险评估并非是静止的,而是具有动态性的。

2.1.4 循环性原则

古树风险评估的最终目的是进行古树风险管理,而古树风险管理是整个古树风险评估的最后一个环节。古树风险评估为古树风险管理的决策和执行提供了科学依据,古树风险管理的结果可再次进入下一轮的古树风险评估流程,不断改进管理措施。

2.2 古树风险识别

根据古树风险评估的 4 个原则,结合古树自身和管理风险的成因,借鉴生态风险评估思路^[17],提出古树风险识别方法(图 3)。

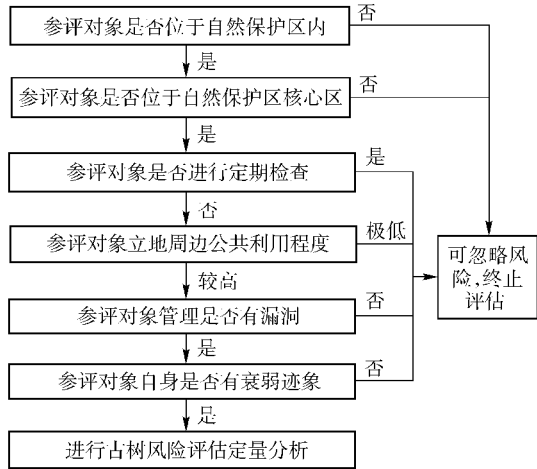


图 3 古树风险识别方法
Fig. 3 Methods of risk assessment for ancient trees

2.3 古树风险评估的定量分析

根据古树外部形态、生长环境和人为管理情况,采用特尔菲法和层次分析法相结合的方法确定每个指标的权重值,建立古树风险分析指标体系和评分标准(表 1)。其中,项目层中 10 个项目具有同等重要性,即权重值相等;指标层中,树干项目层以树干木质部裸露程度和病虫害程度为最重要,赋予最高权重值,树干倾斜为第 2 重要,树干腐朽程度和树干空洞程度为第 3 重要;树枝项目层以枝条病虫害程度为最重要,赋予最高权重值,枝条枯死、断裂或悬挂于冠内程度、枯枝所占比例、树枝空洞程度和断枝所占比例为第 2 重要,枝条腐朽程度和枝条分叉程度为第 3 重要;分叉叉口项目层以树干与枝条、枝条与枝条间衔接处腐烂程度为最重要,赋予最高权重值,分叉处生长衰弱程度和树皮剥裂程度为第 2 重要;古树生物特性项目层以是否存在有毒的刺或棘为最重要,赋予最高权重值,是否对其他生物有毒害作用和是否传播人群易过敏性花粉为第 2 重要;立地条件项目层以生长空间是否充足和冠下土壤是否紧实为最重要,赋予最高权重值,以周围树木竞争情况、光照是否充足及有无建筑物遮挡、是否处于强风

表 1 古树风险分析指标体系和评分标准

Tab. 1 Indices and scoring system of risk assessment for ancient trees

因素层	项目层	权重 A_i, B_p	指标层	权重 A_{ij}, B_{pq}	古树风险值 H		
					H_1	H_2	H_3
古树自身风险	整体 A1	0.1	生长势 A11	1	1(濒死)	0.5(衰弱)	0(良好)
	树冠 A2	0.1	是否偏冠 A21	0.5	1(严重偏冠)	0.5(中等偏冠)	0(无明显偏冠)
			是否出现向心更新 A22	0.5	1(出现向心枯亡)	0.5(向心更新较差)	0(向心更新良好)
	树干 A3	0.1	树干倾斜 A31	0.2	1(与地面夹角 <70°)	0.5(与地面夹角在 70°~80°之间)	0(与地面夹角 >80°)
			树干木质部裸露程度 A32	0.25	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
			树干腐朽程度 A33	0.15	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
			树干空洞程度 A34	0.15	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
			病虫害程度 A35	0.25	1(严重病虫害)	0.5(轻微病虫害)	0(无病虫害)
	树枝 A4	0.1	枝条枯死、断裂或悬挂于冠内程度 A41	0.15	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
			枯枝所占比例 A42	0.15	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
			枝条病虫害程度 A43	0.2	1(严重病虫害)	0.5(轻微病虫害)	0(无病虫害)
			树枝空洞程度 A44	0.15	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
			枝条腐朽程度 A45	0.1	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
			枝条分叉程度 A46	0.1	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
			断枝所占比例 A47	0.15	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
	分枝叉口 A5	0.1	树干与枝条、枝条与枝条间衔接处腐烂程度 A51	0.4	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
			分叉处生长衰弱程度 A52	0.3	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
			树皮剥裂程度 A53	0.3	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
	根系 A6	0.1	根系裸露程度 A61	0.5	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
			根系损伤程度 A62	0.5	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
	叶片 A7	0.1	叶小、叶失绿或枝叶萧条枯落程度 A71	0.5	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
			叶片病虫害程度 A72	0.5	1(>30%)	0.5(10%~30%)	0(<10%)
	古树生物特性 A8	0.1	是否对其他生物有毒害作用 A81	0.3	1(是)		0(否)
			是否传播人群易过敏性花粉 A82	0.3	1(是)		0(否)
			是否存在有毒的刺或棘 A83	0.4	1(是)		0(否)
古树管理风险	立地条件 B1	0.1	生长空间是否充足 B11	0.2	1(无充足生长空间)	0.5(生长空间较少)	0(生长空间充足)
			周围树木竞争情况 B12	0.15	1(周围树木数量较多,竞争激烈)	0.5(周围树木数量较少,竞争一般)	0(周围树木基本无竞争情况)
			光照是否充足,有无建筑物遮挡 B13	0.15	1(建筑物遮挡光照严重,占据树冠投影面积的 40%以上)	0.5(建筑物遮挡光照较少,占据树冠投影面积的 40%以下)	0(无建筑物遮挡)
			是否处于强风口地段,无遮拦,完全暴露 B14	0.15	1(是)		0(否)
			冠下土壤是否紧实 B15	0.2	1(否)		0(是)
			是否存在建筑创伤 B16	0.15	1(是)		0(否)
			管理人员专业程度 B21	1	1(非专业人员)	0.5(专业人员)	0(树木专家)
	管理人员 B2	0.1	管理人员专业程度 B21	1	1(非专业人员)	0.5(专业人员)	0(树木专家)

口地段并无遮拦完全暴露和是否存在建筑创伤为第 2 重要;其余指标层指标具有等同重要性,赋予相同权重值。古树风险值 H 分为 3 级($H_1 = 1, H_2 = 0.5, H_3 = 0$),在实际应用中根据实际情况进行判断,取

对应的分值。

利用表 1 进行古树风险定量分析,根据各指标所得分数,利用以下公式计算 R 值:

$$R=\sum_i\sum_jA_iA_{ij}H_k+\sum_p\sum_qB_pB_{pq}H_k\quad(1)$$

式中: R 为古树风险指数, A_i 为古树自身风险因素层第 i 项目层的权重, A_{ij} 为古树自身风险因素层第 i 项目层第 j 个指标层权重; B_p 为古树管理风险因素层第 p 项目层的权重, B_{pq} 为古树管理风险因素层第 p 项目层第 q 个指标层的权重; H_k 为根据古树自身健康状况赋予的风险值, $k=1,2,3,H_1=1,H_2=0.5,H_3=0$ 。

2.4 古树风险判别矩阵

古树对于周边过往的人群和公共设施存在着潜

在的风险,其可能危害到的人或物称之为古树风险影响目标。不同影响目标的价值导致不同的古树风险,同时影响目标自身的抗风险能力和出现频率也影响着古树风险的高低。影响目标出现在古树立地环境中,则该区域称为古树风险影响区域。古树风险主要是指古树对人和建筑的危害。如果古树影响区域中没有影响目标的存在,则不构成古树风险。

根据古树风险影响目标和影响区域的特点,结合古树风险指数 R 值的取值范围,划分出古树周边公共利用程度的高低,按风险程度由低到高提出古树风险判别模型(表 2),最终确定古树的危险级别。

2.5 古树风险评估实例分析

以位于北京市西山静福寺遗址内的一株编号为 11010813643 的古侧柏为例,根据北京市地方标准

表 2 古树风险判别矩阵
Tab.2 Risk matrix for ancient trees

古树立地周边公共利用程度	风险等级 R 取值范围			
	$0.75 < R \leq 1.0$	$0.5 < R \leq 0.75$	$0.25 < R \leq 0.5$	$0 \leq R \leq 0.25$
较高(古树周边建有高利用率的公共设施,如居民区、学校、停车场、车流量大的道路、公众集合地点、景区主要观光点等)	较高风险	中等风险	较低风险	可忽略风险
中等(古树立地环境的周边利用程度一般,例如绿地、公园、景区的非主要观光点、人群流动性一般的道路和居民区等)	较高风险	中等风险	较低风险	可忽略风险
较低(古树风险影响区域中极少出现或不出现高价值的影响目标,如自然保护区中的实验区、人和车流量较低的生活区等)	中等风险	较低风险	可忽略风险	可忽略风险
极少(古树立地环境较为偏远或人迹罕至,不存在影响目标,如自然保护区中的核心区、游客稀少的风景区等)	可忽略风险	可忽略风险	可忽略风险	可忽略风险

《古树名木评价标准》^[18],该古树属于二级古树,位于静福寺山门内南面,树高为 17.5 m,胸径为 54.2 cm^[1]。

根据图 3 对该古树进行风险评估。进行风险判别后,确定该古树进入到风险定量评估阶段;根据表 1 中古树风险值的评分标准对该古树进行评分,评分结果见表 3。

将表 1、3 中的相应分值代入式(1)得
 $R=0.1\times1\times0+0.1\times0.5\times0.5+\cdots+0.1\times0.4\times0+0.1\times0.2\times0+\cdots+0.1\times1\times0.5=0.1755$

则该古树的 R 值为 0.1755,且 $0\leq R\leq0.25$,根据古树风险判别矩阵(表 2)得出该古树风险等级为可忽略风险。

3 古树风险管理

经过古树风险识别、风险定量分析和风险矩阵判别后的古树,如果确认存在一定风险,就需要采取积极措施对古树进行风险管理。具有较高风险的古树应该同时进行古树风险影响目标管理和古树树体

处理(具体方法见 3.1 和 3.2);具有中等风险的古树应进行古树风险影响目标管理或古树树体处理;具有较低风险的古树可以通过进行古树树体处理来

表 3 静福寺侧柏古树风险得分表
Tab.3 Risk score for ancient trees in the
Jingfu Temple of Beijing

指标层	H_k	指标层	H_k	指标层	H_k
A11	0	A44	0	A81	0
A21	0.5	A45	0.5	A82	0
A22	0	A46	1	A83	0
A31	0	A47	1	B11	0
A32	0	A51	0	B12	0.5
A33	0	A52	0	B13	0
A34	0	A53	0.5	B14	0
A35	0	A61	0	B15	0
A41	0.5	A62	0	B16	0
A42	1	A71	0.5	B21	0.5
A43	0	A72	0		

降低风险等级;具有可忽略风险的古树应加强管理和监护。同时,所检查的每一株古树都应建立古树管理记录,即为古树建立档案,便于古树的管理和保护^[19]。

3.1 古树风险影响目标管理

确定古树风险级别后,应首先考虑对影响目标的处理,具体措施如下:

1) 转移古树风险影响目标。将一些可移动的设施重新安置,例如报刊亭、停车场、宣传栏、健身器材、座椅、商店牌匾、牲畜饲养场等,对永久性或无法移动的设施如道路、轨道等进行重新规划,使之位于古树风险影响区域之外;在草丛茂密能见度低的地方要修剪草坪,使古树风险容易被注意到;阻断能通往存在风险的古树的路径,尤其注意避免儿童靠近。

2) 防止影响目标接近风险区域。在古树风险影响区域设置围栏,阻碍行人靠近,例如在地面上设置矮铁柱以防行人被树根伤到,在周围种植带刺的蓖麻等植物以防止人们靠近;可以利用古树地面上的草和落叶降低地面的硬度,在游人不小心跌倒时给予缓冲以降低伤害;在恶劣天气导致风险增加时应暂时关闭影响区域周边设施,等到风险排除后再重新恢复使用;在影响区域周围设置明显的标志以提醒人们注意。

3.2 古树树体处理

当所有的管理目标已经完成处理或已经将风险降低到可接受范围后,需要对古树树体进行适当的处理和修剪,以保证古树健康生长。具体措施如下:

1) 树冠处理。通过定期修剪树冠内衰弱的或濒死的枝条来减轻树冠整体的高度和支撑,在下次修剪开始之前给予树木充分的恢复生长时间。有选择性的进行疏冠有利于减轻风的阻力和末端承重能力。在特定时间内对特定的枝条进行全部剪除,以形成极疏的树冠。

2) 枝干处理。在适当的时候利用自然形成的断裂对树枝和树冠进行修剪。有选择性的修剪位于枝条末端的部分,以控制枝条承重防止断落,减弱古树风险。只有在极端情况下才采取大量减少主枝的措施。当死枝存在风险时,应该对其进行适当修剪,修剪时沿着自然断裂的痕迹进行,并保留一定长度的存余,这对于野生动物具有重要价值。只考虑对安全因素有显著影响的枯枝。被修剪的枯枝应该被保留在母树周边的土地上,用以维持动植物生长的生境。

3) 支撑牵引。可用于减少由于树体支撑障碍引起的风险或降低伤害的严重性。支撑牵引需要专家安装及定期调整和维修,否则不但不能减轻古树

风险,反而会引起更大风险。

4) 死树处理。如果树体仍然保持垂直和稳定,死树应该被保留,并修剪适当枝条。在进行了全部的处理方式后仍存在风险的古树,在迫不得已时可以进行砍伐。砍伐时应将树桩保留在原地,并立碑纪念。

3.3 建立古树风险管理档案

在完成了古树的风险评估和管理后,应将古树风险的具体情况进行建档记录,妥善保存以备随时参考。建立古树风险档案的内容应该包括管理对象的古树编号、树种、生长地点、立地条件、责任归属单位,评估人员的基本信息、评估日期、天气情况,古树风险影响目标、风险处理措施、专家指导意见、风险管理完成时间等。建档后的古树应定期进行检查,不断完善管理措施。

4 结论与讨论

古树经历了几百甚至几千年的历史,有着“绿色的文物”“活化石”的美称,是大自然赋予人类的珍贵财富^[20-22]。古树风险不仅影响着古树自身的健康,也给人类带来了一定程度的危害,因此,古树风险评估和管理需要社会全体成员的积极参与,共同监督和保护古树健康成长,对维持古树健康和保护古树资源提供科学依据和实践基础。

在古树风险评估、管理过程中,还应注意以下3点:

1) 古树风险评估与管理的目的,是保护古树和人类的安全并促进古树与人类和谐相处,避免古树价值和生物多样性的丧失。因此,在大部分情况下,对存在风险的古树采取积极管理措施,将足以保证古树和周围人和建筑物的安全,除非有极端或不可避免的理由,否则绝对没有必要砍伐古树或将古树移植。如果对于消除古树风险的代价很高,而该风险发生的可能性又很小,那么可以忽略该风险,将经费花费在风险性更大的古树上面去。

2) 古树风险评估是基于古树风险的特征和形成原因来进行的,因此,当古树影响区域利用程度增加(如举行祭拜古树活动、野炊户外活动等)时或遭遇强风、暴雨、暴雪等极端恶劣天气情况前后以及其他原因导致古树风险增大时,应该加大古树检查力度,古树管理水平也需相应升级;而当古树立地环境发生了改善后、古树由于新陈代谢而减低了自身风险时、古树管理水平得到提高的情况下,古树风险管理也应相应降级。

3) 在古树风险评估和管理过程中,需要严谨的科学态度和扎实的专业基础,如果遇到难以解决的

难题,应多方面寻求树木专家的建议和指导,不能贸然行之,否则因此而产生的后果由责任单位承担,并对受害者进行赔偿。

参 考 文 献

[1] 钟政林,曾光明,杨春平. 环境风险评价研究进展[J]. 环境科学进展,1996,4(6):17-21.

[2] 李兆华. 雷击与古树[G]//第六届中国国际防雷论坛论文集编. 北京:中国气象局雷电防护管理办公室,2007:443-444.

[3] 马禄义,许学工,徐丽芬. 中国综合生态风险评价的不确定性分析[J]. 北京大学学报:自然科学版,2011. 47(5):893-900.

[4] 付在毅,许学工. 区域生态风险评价[J]. 地球科学进展,2001, 16(2): 267-271.

[5] POLLINO C A, THOMAS C R, HART B T. Introduction to models and risk assessment[J]. Human and Ecological Risk Assessment, 2012,18:13-15.

[6] 黄崇福. 自然灾害风险分析的信息矩阵方法[J]. 自然灾害学报,2006,15(1):1-10.

[7] 王晓晖. 北京古树生态监测与评价[D]. 北京:北京林业大学,2011:32-42.

[8] CAROLINE D, NEVILLE F, CHARLES M. Veteran Tress: A guide to risk and responsibility[M]. Peterborough: Status Design & Advertising,2000:1-17.

[9] 黄崇福. 综合风险评估的一个基本模式[J]. 应用基础与工程科学学报,2008,6(16):371-380.

[10] 韩丽,曾添文. 生态风险评价的方法与管理简介[J]. 三峡环境与生态,2001,23(3): 21-23.

[11] 许学工,林辉平,付在毅,等. 黄河三角洲湿地区域生态风险评价[J]. 北京大学学报:自然科学版,2001, 37(1): 111- 120.

[12] 周平,蒙古军. 区域生态风险管理研究进展[J]. 生态学报,2009,4(29):2097-2106.

[13] MOTEFF J D. Risk management and critical infrastructure protection: Assessing, integrating, and managing threats, vulnerabilities and consequences[M]. Washington: Congressional Research Service,2005.

[14] 胡坚强,夏有根,梅艳,等. 古树名木研究概述[J]. 福建林业科技,2004,31(3):151-154.

[15] 全国绿化委员会办公室. 全国古树名木保护现状与对策[J]. 国土绿化,2005(10):7-8.

[16] 雷炳莉,黄圣彪,王子健. 生态风险评价理论和方法[J]. 化学进展,2009, 21(2-3):350-358.

[17] 鞠瑞亭,李博. 城市绿地外来物种风险分析体系构建及其在上海世博会管理中的应用[J]. 生物多样性,2012,20(1): 12-23.

[18] 北京市园林绿化局. DB11/T 478—2007 古树名木评价标准[S]. 北京:北京市质量技术监督局,2007.

[19] The Woodland Trust, Ancient Tree Forum. Ancient tree guide No. 4: What are ancient, veteran and other trees of special interest[M]. London: The Woodland Trust, Ancient Tree Forum,2010: 1-4.

[20] 陈晓. 北京市古树多样性研究[J]. 科学技术与工程,2010,10(27):1671-1851.

[21] 杨静怡,马履一,贾忠奎. 古都北京的古树概述[J]. 北方园艺, 2010(13): 110-113.

[22] 王淇,朱丹红. 北京地区古树名木分布与养护情况的分析[J]. 科技资讯, 2009(22): 245.

(责任编辑 冯秀兰)