

嘉兴市区主要林业有害生物风险性评估

顾沈华¹, 江挺², 刘丽月¹, 王超²

(1.嘉兴市林特技术推广总站 浙江嘉兴 314050; 2.嘉兴市南湖区林业与蚕桑站 浙江嘉兴 314000)

摘要: 本文利用数学模型对嘉兴市区四种主要林业有害生物风险性进行评估分析, 结果表明, 光肩星天牛的 R 值为 1.95, 属于中度危险性种类; 星天牛的风险性指数值 R 为 2.05, 属于高度危险性林业有害生物; 蓨草的 R 值为 1.89, 属于中度危险性有害植物; 加拿大一枝黄花的 R 值为 2.09, 属于高度危险的有害生物。

关键词: 嘉兴市; 林业有害生物; 风险评估

近年来, 嘉兴市城市绿化高速发展, 常用绿化植物的种类也越来越多, 也引进了较多的外来树种。但本区的林地基本上都是人工纯林, 树种单一, 林相简单, 生物多样性差, 难以发挥对有害生物的生态控制作用。因此, 对林业有害生物的传播蔓延十分有利, 其结果对林业生产、生态环境构成严重的威胁。为了更好地保护嘉兴市区的生态安全, 有效控制林业有害生物的发展和蔓延, 需要对嘉兴市区主要林业有害生物风险性进行评估分析, 从而提出切实可行的决策, 把有害生物的风险性降低到一个可以接受的水平, 为构筑生态良好、人居和谐的生态城市奠定基础。

1 材料与方法

1.1 有害生物普查

对嘉兴市区林业有害生物进行系统调查和分析, 共捕获害虫 9928 头, 经鉴定, 隶属 7 目 59 科 179 属 213 种。其中, 干部害虫种类共计 35 科 92 属 100 种, 叶部害虫种类共计 31 科 127 属 159 种。发现有害植物共 42 种, 隶属 22 科 38 属, 根据其危害程度划分为严重危害种、中度危害种、轻度危害种、潜在威胁种四个等级。调查发现林业及水果病害 78 种, 其中生态公益林类 43 种, 经济林类 24 种, 花卉类 11 种。

1.2 评估对象的确定

在实际害虫危害调查中发现, 以干部害虫危害尤为严重。干部害虫不仅可导致树木的输导组织被切断、枯梢断头或折干、树干畸形、呈秃头状、直至导致整株死亡, 而且隐蔽性强, 极难进行预防和灭治。在干部害虫中又以天牛类害虫危害为最重, 虫口密度大。除危害杨树、柳树, 还危害国槐、刺槐、榆、女贞以及、梨、枇杷等果树, 常将树干蛀成隧道, 降低木材价值, 严重时可使树木死亡。另外蓨草和加拿大一枝黄花在嘉兴市区也是危害比较严重的一类有害植物。本文以光肩星天牛和星天牛两个干部害虫以及有害植物蓨草和加拿大一枝黄花为例, 利用数学模型进行风险性评估。

1.3 评估方法

根据《国内森林植物检疫对象评估指标体系和分析方法》确定指标体系后进行定量分析，并将 R 值分为 4 级，根据计算结果 R 值的大小，确定对该市林业害虫在检疫上的危险程度。相应计算公式：“国内分布状况” P_1 ，由于无下属二级指标，则其评价值可根据表中规定的标准来确定；“潜在的危害性”计算公式为 $P_2 = 0.6P_{21} + 0.2P_{22} + 0.2P_{23}$ ；“受害寄主植物经济重要性”计算公式为 $P_3 = \text{Max}(P_{31}, P_{32}, P_{33})$ ；“定殖和扩散的可能性”计算公式为 $P_4 = (P_{41} \times P_{42} \times P_{43} \times P_{44} \times P_{45})^{1/5}$ ；“风险管理难度”计算公式为 $P_5 = (P_{51} + P_{52} + P_{53})/3$ 。

2 结果与分析

2.1 光肩星天牛风险评估

按照林业有害生物风险分析指标体系和评判标准进行定量分析，光肩星天牛的各项评判指标 P 的赋值见表 1。

表 1 光肩星天牛风险性分析评估指标及赋值

Tab. 1 Risk analysis index and value assignment of *Anoplophora glabripennis* Motschulsky

评判内容	评判标准	赋值
市区分布情况 (p_1)	区内无分布, $p_1=3$; 区内分布面积占 0%~20%, $p_1=2$; 占 20%~50%, $p_1=1$; $\geq 50\%$, $p_1=0$ 。	2.0
潜在经济或生态危害 (p_{21})	据预测, 对生物危害程度达 20% 以上, $p_{21}=3$; 危害程度 20%~5%, $p_{21}=2$; 危害程度 5%~1%, $p_{21}=1$; 危害程度小于 1%, 且对生物无影响, $p_{21}=0$ 。	2.0
是否为其他有害生物传播媒介 (p_{22})	可传带 3 种以上, $p_{22}=3$; 传带 2 种, $p_{22}=2$; 传带 1 种, $p_{22}=1$; 不传带, $p_{22}=0$ 。	0
国外重视程度 (p_{23})	有 20 个以上国家将其列为检疫对象, $p_{23}=3$; 19~10 个, $p_{23}=2$; 9~1 个, $p_{23}=1$; 无, $p_{23}=0$ 。	3.0
外检重视程度 (p_{24})	列为我国进境检疫性害虫一、二类名录, $p_{24}=3$; 列为我国进境检疫性害虫名录, $p_{24}=2$; 未列入, $p_{24}=1$ 。	3.0
受害寄主植物的种类 (p_{31})	受害寄主植物 10 种以上, $p_{31}=3$; 9~5 种, $p_{31}=2$; 4~1 种, $p_{31}=1$; 无, $p_{31}=0$ 。	2.0
受害寄主分布面积 (p_{32})	分布面积广, $p_{32}=3$; 分布面积中等, $p_{32}=2$; 分布面积小, $p_{32}=1$; 无, $p_{32}=0$ 。	1.0
受害寄主的特殊经济价值 (p_{33})	根据其应用价值、出口创汇等方面, 由专家进行评判定级 $p_{33}=3、2、1、0$ 。	2.0
有害生物被截获的频次 (p_{41})	经常被截获, $p_{41}=3$; 偶尔被截获, $p_{41}=2$; 极少或从未被截获, $p_{41}=1$ 。	2.0
运输过程中的存活率 (p_{42})	存活率在 40% 以上, $p_{42}=3$; 在 40%~10%, $p_{42}=2$; 在 10%~0, $p_{42}=1$; 存活率为 0, $p_{42}=0$ 。	3.0
传播方式 (p_{43})	通过气流传播, $p_{43}=3$; 由活动能力很强的介体传播, $p_{43}=2$; 土传或传播力很弱的介体传播, $p_{43}=1$ 。	2.0
市区内适生范围 (p_{44})	50% 以上地区, $p_{44}=3$; 在 50%~25%, $p_{44}=2$; 在 25%~1%, $p_{44}=1$; 无, $p_{44}=0$ 。	2.0
区外分布情况 (p_{45})	在 50% 以上的省区, $p_{45}=3$; 在 50%~25%, $p_{45}=2$; 在	3.0

25%~1%, $p_{45}=1$; 无, $p_{45}=0$ 。		
检疫鉴定的难度 (p_{51})	当场鉴定可靠性低、花费时间很长, $p_{51}=3$; 当场鉴定可靠、简便快捷, $p_{51}=0$; 介于之间, $p_{51}=2,1$ 。	1.0
除害处理的难度 (p_{52})	除害率在 50% 以下, $p_{52}=2$; 在 50%~100%, $p_{52}=1$; 除害率为 100%, $p_{52}=0$ 。	1.0
根除的难度 (p_{53})	防治效果差, 成本高, 难度大, $p_{53}=3$; 防治效果好, 易根除, 成本低, 简易易行, $p_{53}=0$; 介于之间, $p_{53}=2,1$ 。	3.0

对表 1 中 P 值分别根据有害生物危险性综合评价公式计算如下:

$$P1 = 2.0$$

$$P2 = 0.6P21 + 0.2P22 + 0.1P23 + 0.1P24$$

$$= 0.6 \times 2.0 + 0.2 \times 0 + 0.1 \times 3.0 + 0.1 \times 3.0 = 1.8$$

$$P3 = \text{Max}(P31, P32, P33) = \text{Max}(2.0, 1.0, 2.0) = 2.0$$

$$P4 = (P41 \times P42 \times P43 \times P44 \times P45)^{1/5}$$

$$= (2.0 \times 3.0 \times 2.0 \times 2.0 \times 3.0)^{1/5} = 2.35$$

$$P5 = (P51 + P52 + P53) / 3 = (1.0 + 1.0 + 3.0) / 3 = 1.67$$

再计算林业有害生物的传播风险评估值 R。

$$R = (P1 \times P2 \times P3 \times P4 \times P5)^{1/5}$$

$$= (2.0 \times 1.8 \times 2.0 \times 2.35 \times 1.67)^{1/5} = 1.95$$

根据以上分析, 参照《国内森林植物检疫对象评估指标体系和分析方法》, 将 R 值分为 4 级, 其中 R 值 3.0~2.5 为特危险, 2.5~2.0 为高度危险, 2.0~1.5 为中度危险, 1.5~1.0 为低度危险。光肩星天牛的 R 值为 1.95, 在 2.0~1.5 之间, 评估认为光肩星天牛为中度危险性林业有害生物。

2.2 星天牛的风险评估

由“有害生物风险分析指标体系”细化而来的星天牛 (*Anoplophora chinensis* Forster) 危险性评价指标赋值见表 2。

表 2 星天牛风险性分析评估指标及赋值

Tab. 2 Risk analysis index and value assignment of *Anoplophora chinensis* Forster

评判指标	评判标准	赋值
市区内分布状况 (p_1)	无分布, $p_1=3$; 分布面积占 0~20%, $p_1=2$; 占 20%~50%, $p_1=1$; 大于 50%, $p_1=0$ 。	1.0
潜在的经济危害性 (p_{21})	被害株死亡率为 20% 以上, $p_{21}=3$; 为 20%~5%, $p_{21}=2$; 为 5%~1%, $p_{21}=1$; 为 1% 以下, $p_{21}=0$ 。	3.0
是否为其它检疫性有害生物的传播媒介 (p_{22})	可传带 3 种以上的检疫性有害生物, $p_{22}=3$; 可传带 2 种, $p_{22}=2$; 可传带 1 种, $p_{22}=1$; 不传带, $p_{22}=0$ 。	0
省内各地市重视程度	由专家进行评判定级, $p_{23}=3, 2, 1, 0$ 。	3.0

(p23)		
受害寄主植物的种类 (P31)	寄主植物 10 种以上, p31=3; 9~5 种, p31=2; 4~1 种, p31=1; 无, p31=0。	3.0
受害寄主的种植面积 (P32)	种植面积 250 万 hm ² 以上, P32=3; 100~250 万 hm ² , P32=2; 100 万 hm ² 以下, P32=1; 没有种植, P32=0。	1.0
受害寄主的特殊经济价值 (P33)	由专家进行评判定级, p23=3, 2, 1, 0。	2.0
被采集难易程度 (P41)	经常被采集, P41=3; 偶尔被采集, P41=2; 从未, P41=1。	3.0
运输过程中的存活率 (P42)	存活率 40% 以上, P42=3; 40%~10%, P42=2; 10%~0, P42=1; 0, P42=0。	3.0
区外分布状况 (P43)	50% 以上的省有分布, P43=3; 50%~25%, P43=2; 25%~0, P43=1。	3.0
市区内的适生范围 (P44)	区内地域在 50% 以上, P44=3; 50%~25%, P44=2; 25%~0, P44=1; 无, P44=0。	3.0
传播能力 (P45)	自然传播, P45=3; 由活动能力很强的介体传播, P45=2; 土传或活动能力弱的介体传播, P45=1。	3.0
检疫鉴定的难度 (P51)	现有鉴定方法可靠性低、费时, P51=3; 非常可靠、简便快捷, P51=0; 二者之间, P51=2,1。	0.0
除害处理的难度 (P52)	现有方法无法杀死有害生物, P52=3; 除害率在 50% 以下, P52=2; 50%~100% 之间, P52=1; 100%, P52=0。	2.0
根除的难度 (P53)	效果差、成本高、难度大, P53=3; 效果好、成本低、简便易行, P53=0; 二者之间, P53=2,1。	3.0

按照有害生物风险性定量分析计算公式, 分别对各项评判指标 (P_i) 和风险性指数 R 进行计算。

$$P1 \text{ 为表 2 内赋值, 即 } P1 = 1.0$$

$$P2 = 0.6P21 + 0.2P22 + 0.2P23$$

$$= 0.6 \times 3 + 0.2 \times 0 + 0.2 \times 3 = 2.4$$

$$P3 = \text{Max} (P31, P32, P33) = \text{Max} (3.0, 1.0, 2.0) = 3.0$$

$$P4 = (P41 \times P42 \times P43 \times P44 \times P45)^{1/5}$$

$$= (3.0 \times 3.0 \times 3.0 \times 3.0 \times 3.0)^{1/5} = 3.0$$

$$P5 = (P51 + P52 + P53) / 3 = (0 + 2.0 + 3.0) / 3 = 5/3$$

各个一级指标的评价值都已经给出, 所以有害生物风险性的综合评价指标的评价值应该是:

$$R = (P1 \times P2 \times P3 \times P4 \times P5)^{1/5}$$

$$= (1.0 \times 2.4 \times 3.0 \times 3.0 \times 5/3)^{1/5} = 2.05$$

星天牛的风险性指数值 R=2.05, 为高度风险种类。它寄主范围很广, 适生范围大, 危害严重, 损失巨大。

2.3 葎草的风险评估

结合嘉兴市区的实际情况, 对葎草进行定量分析, 各项评判指标赋值见表 3。

表 3 葎草风险性分析评估指标及赋值

Tab.3 Risk analysis index and value assignment of *Humulus scandens* (Lour.) Merr.

评判指标	评判标准	赋值
市区内分布状况 (p ₁)	区内无分布, p ₁ =3; 分布面积占 0~20%, p ₁ =2; 占	1.0

	20%~50%, $p_1=1$; 大于 50%, $p_1=0$ 。	
潜在的经济危害性 (p_{21})	据预测,造成产量损失达 20%以上,和/或严重降低寄主产品质量, $P_{21}=3$; 产量损失在 20%~5%之间,和/或较大质量损失, $P_{21}=2$; 产量损失在 5%~1%之间,和/或有较小的质量损失, $P_{21} = 1$; 产量损失小于 1%,且对质量无影响, $P_{21} = 0$ 。	2.0
是否为其它检疫性有害生物的传播媒介 (p_{22})	可传带 3 种以上的检疫性有害生物, $p_{22}=3$; 可传带 2 种, $p_{22}=2$; 可传带 1 种, $p_{22}=1$; 不传带, $p_{22}=0$ 。	0
省内各地市重视程度 (p_{23})	由专家进行评判定级, $p_{23}=3, 2, 1, 0$ 。	2.0
受害栽培寄主植物的种类 (P_{31})	受害寄主植物 10 种以上, $p_{31}=3$; 9~5 种, $p_{31}=2$; 4~1 种, $p_{31}=1$; 无, $p_{31}=0$ 。	3.0
受害栽培寄主的种植面积 (P_{32})	种植面积 350 万 hm^2 以上, $P_{32}=3$; 350~150 万 hm^2 , $P_{32}=2$; 150 万 hm^2 以下, $P_{32}=1$; 没有种植, $P_{32}=0$ 。	1.0
受害寄主的特殊经济价值 (P_{33})	由专家进行评判定级, $p_{23}=3, 2, 1, 0$ 。	2.0
被截获难易程度 (P_{41})	经常被采集, $P_{41}=3$; 偶尔被采集, $P_{41}=2$; 从未, $P_{41}=1$ 。	3.0
运输中有害植物的存活率 (P_{42})	存活率 40% 以上, $P_{42}=3$; 40%~10%, $P_{42}=2$; 10%~0, $P_{42}=1$; 0, $P_{42}=0$ 。	3.0
省外分布状况 (P_{43})	50% 以上的省有分布, $P_{43}=3$; 50%~25%, $P_{43}=2$; 25%~0, $P_{43}=1$ 。	3.0
省内的适生范围 (P_{44})	省内地域的 50% 以上, $P_{44}=3$; 50%~25%, $P_{44}=2$; 25%~0, $P_{44}=1$; 无, $P_{44}=0$ 。	3.0
传播能力 (P_{45})	自然传播, $P_{45}=3$; 由活动能力很强的介体传播, $P_{45}=2$; 土传或活动能力弱的介体传播, $P_{45}=1$ 。	3.0
检疫鉴定的难度 (P_{51})	现有鉴定方法可靠性低、费时, $P_{51}=3$; 非常可靠、简便快捷, $P_{51}=0$; 二者之间, $P_{51}=2,1$ 。	0.0
除害处理的难度 (P_{52})	现有方法无法杀死有害生物, $P_{52}=3$; 除害率在 50% 以下, $P_{52}=2$; 50%~100%之间, $P_{52}=1$; 100%, $P_{52}=0$ 。	2.0
根除的难度 (P_{53})	效果差、成本高、难度大, $P_{53}=3$; 效果好、成本低、简便易行, $P_{53}=0$; 二者之间, $P_{53}=2,1$ 。	3.0

对表 3 中 P 值分别根据有害生物危险性综合评价公式计算如下:

$$P1 = 1.0$$

$$P2 = 0.6P_{21} + 0.2P_{22} + 0.2P_{23}$$

$$= 0.6 \times 2.0 + 0.2 \times 0 + 0.2 \times 2.0 = 1.6$$

$$P3 = \text{Max}(P_{31}, P_{32}, P_{33}) = \text{Max}(3.0, 1.0, 2.0) = 3.0$$

$$P4 = (P_{41} \times P_{42} \times P_{43} \times P_{44} \times P_{45})^{1/5}$$

$$= (3.0 \times 3.0 \times 3.0 \times 3.0 \times 3.0)^{1/5} = 3.0$$

$$P5 = (P_{51} + P_{52} + P_{53})/3 = (0 + 2.0 + 3.0)/3 = 5/3$$

再计算林业有害生物的传播风险评估值 R。

$$R = (P1 \times P2 \times P3 \times P4 \times P5)^{1/5}$$

$$= (1.0 \times 1.6 \times 3.0 \times 3.0 \times 5/3)^{1/5} = 1.89$$

菵草的风险性指数值 $R=1.89$, 为中度风险性有害植物。

2.3 加拿大一枝黄花的风险评估

结合嘉兴市区的实际情况,对加拿大一枝黄花进行定量分析,各项评判指标赋值见表4。

表4 加拿大一枝黄花风险性分析评估指标及赋值

Tab.4 Risk analysis index and value assignment of *Solidgo canadensis*

评判指标	评判标准	赋值
市区内分布状况 (p ₁)	区内无分布, p ₁ =3; 分布面积占 0~20%, p ₁ =2; 占 20%~50%, p ₁ =1; 大于 50%, p ₁ =0。	2.0
潜在的经济危害性 (p ₂₁)	据预测,造成产量损失达 20%以上,和/或严重降低寄主产品质量,P ₂₁ =3; 产量损失在 20%~5%之间,和/或有较大质量损失,P ₂₁ =2; 产量损失在 5%~1%之间,和/或有较小的质量损失, P ₂₁ = 1; 产量损失小于 1%, 且对质量无影响, P ₂₁ = 0。	3.0
是否为其它检疫性有害生物的传播媒介 (p ₂₂)	可传带 3 种以上的检疫性有害生物, p ₂₂ =3; 可传带 2 种, p ₂₂ =2; 可传带 1 种, p ₂₂ =1; 不传带, p ₂₂ =0。	0
省内各地市重视程度 (p ₂₃)	由专家进行评判定级, p ₂₃ =3, 2, 1, 0。	0
受害栽培寄主植物的种类 (P ₃₁)	受害寄主植物 10 种以上, p ₃₁ =3; 9~5 种, p ₃₁ =2; 4~1 种, p ₃₁ =1; 无, p ₃₁ =0。	3.0
受害栽培寄主的种植面积 (P ₃₂)	种植面积 350 万 hm ² 以上, P ₃₂ =3; 350~150 万 hm ² , P ₃₂ =2; 150 万 hm ² 以下, P ₃₂ =1; 没有种植, P ₃₂ =0。	1.0
受害寄主的特殊经济价值 (P ₃₃)	由专家进行评判定级, p ₂₃ =3, 2, 1, 0。	2.0
被截获难易程度 (P ₄₁)	经常被采集, P ₄₁ =3; 偶尔被采集, P ₄₁ =2; 从未, P ₄₁ =1。	2.0
运输中有害植物的存活率 (P ₄₂)	存活率 40% 以上, P ₄₂ =3; 40%~10%, P ₄₂ =2; 10%~0, P ₄₂ =1; 0, P ₄₂ =0。	3.0
省外分布状况 (P ₄₃)	50% 以上的省有分布, P ₄₃ =3; 50%~25%, P ₄₃ =2; 25%~0, P ₄₃ =1。	1.0
省内的适生范围 (P ₄₄)	省内地域的 50% 以上, P ₄₄ =3; 50%~25%, P ₄₄ =2; 25%~0, P ₄₄ =1; 无, P ₄₄ =0。	3.0
传播能力 (P ₄₅)	自然传播, P ₄₅ =3; 由活动能力很强的介体传播, P ₄₅ =2; 土传或活动能力弱的介体传播, P ₄₅ =1。	3.0
检疫鉴定的难度 (P ₅₁)	现有鉴定方法可靠性低、费时, P ₅₁ =3; 非常可靠、简便快捷, P ₅₁ =0; 二者之间, P ₅₁ =2,1。	2.0
除害处理的难度 (P ₅₂)	现有方法无法杀死有害生物, P ₅₂ =3; 除害率在 50% 以下, P ₅₂ =2; 50%~100% 之间, P ₅₂ =1; 100%, P ₅₂ =0。	0
根除的难度 (P ₅₃)	效果差、成本高、难度大, P ₅₃ =3; 效果好、成本低、简便易行, P ₅₃ =0; 二者之间, P ₅₃ =2,1。	3.0

对表4中P值分别根据有害生物危险性综合评价公式计算如下:

$$P_1 = 2.0$$

$$P_2 = 0.6P_{21} + 0.2P_{22} + 0.2P_{23}$$

$$= 0.6 \times 3.0 + 0.2 \times 0 + 0.2 \times 0 = 1.8$$

$$P_3 = \text{Max}(P_{31}, P_{32}, P_{33}) = \text{Max}(3.0, 1.0, 2.0) = 3.0$$

$$P_4 = (P_{41} \times P_{42} \times P_{43} \times P_{44} \times P_{45})^{1/5}$$

$$= (2.0 \times 3.0 \times 1.0 \times 3.0 \times 3.0)^{1/5} = 2.22$$

$$P5 = (P51+P52+P53)/3 = (2.0+0+3.0)/3 = 5/3$$

再计算林业有害生物的传播风险评估值 R。

$$R = (P1 \times P2 \times P3 \times P4 \times P5)^{1/5} \\ = (2.0 \times 1.8 \times 3.0 \times 2.22 \times 5/3)^{1/5} = 2.09$$

加拿大一枝黄花的风险性指数值 R=2.09，属于高度危险的有害生物。

3 结论与讨论

结果表明，光肩星天牛的 R 值为 1.95，属于中度危险性种类；星天牛的风险性指数值 R 为 2.05，属于高度危险性林业有害生物；菴草的 R 值为 1.89，属于中度危险性有害植物；加拿大一枝黄花的 R 值为 2.09，属于高度危险的有害生物。

参考文献

- 陈克, 范晓虹, 李尉民. 有害生物的定性和定量风险分析[J]. 植物检疫, 2002, 16(5):257 ~261.
- 高步衢. 林木引种检疫[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2000.
- 蒋青, 梁忆冰, 王乃扬,等. 有害生物危险性评价指标体系的初步建立[J]. 植物检疫, 1994, 8(6): 331~334.
- 蒋青, 梁忆冰, 王乃扬,等. 有害生物危险性评价的定量分析方法研究[J]. 植物检疫, 1995, 9(4):208- 211.
- 李淋涛.昆虫博物馆[M]. 北京: 时事出版社, 2006.
- 乔治.C. 麦加文.昆虫[M]. 广州: 中国友谊出版公司, 2007.
- 王艳平.中西部地区光肩星天牛风险分析[D]. 北京:北京林业大学, 2006.
- 魏初奖. 毛竹枯稍病病原菌竹喙球菌风险性分析[J]. 南京林业大学学报. 2005, 29(2):38~ 41.
- 武春生, 孟宪林, 等.中国蝶类识别手册 [M].北京:科学出版社, 2007.
- 岳朝阳, 张新平, 刘爱华,等. 光肩星天牛在新疆的风险分析[J]. 西北林学院学报. 2011, 26(5):153~ 156.
- 张永仁.昆虫图鉴 [M]. 台湾: 远流出版事业股份有限公司, 2009.
- 张巍巍.常见昆虫野外识别手册 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2007.
- 中国科学院动物研究所, 浙江农业大学, 等. 天敌昆虫图册 (第三号) [M]. 北京: 科学出版社, 1978.

第一作者简介: 顾沈华 (1966--), 男, 浙江海盐人, 高级工程师, 从事营林和森林保护。
联系地址: 浙江省嘉兴市花园路758号, 邮编: 314050, 电话: 0573-82872619, 13967320022,
邮箱: hylh2003@163.com