



新疆天东林管局乌苏分局雪岭云杉小蠹种类及危害调查

张学会 李笑宇 阿不都艾则孜·买提卡斯木 张建江 张彦龙 张振宇 李勤

Investigation on the species and harm of bark beetle on *Picea schrenkiana* in the Wusu Sub-bureau of the Forestry Administration Bureau of the eastern Tianshan Mountains in Xinjiang, China

Zhang Xuehui, Li Xiaoyu, Abuduaizezi Maitikasimu, Zhang Jianjiang, Zhang Yanlong, Zhang Zhenyu, Li Qin

引用本文:

张学会, 李笑宇, 阿不都艾则孜·买提卡斯木, 张建江, 张彦龙, 张振宇, 李勤. 新疆天东林管局乌苏分局雪岭云杉小蠹种类及危害调查[J]. 北京林业大学学报, 2026, 48(9):40–48. doi: 10.12171/j.1000–1522.20250409

Zhang Xuehui, Li Xiaoyu, Abuduaizezi Maitikasimu, Zhang Jianjiang, Zhang Yanlong, Zhang Zhenyu, Li Qin. Investigation on the species and harm of bark beetle on *Picea schrenkiana* in the Wusu Sub-bureau of the Forestry Administration Bureau of the eastern Tianshan Mountains in Xinjiang, China[J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 2026, 48(9):40–48. doi: 10.12171/j.1000–1522.20250409

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20250409>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

陕北沙区长柄扁桃害虫种类及危害调查

Investigation on the species and harm of pests on *Amygdalus pedunculatus* in the sandy area of northern Shaanxi Province of northwestern China

北京林业大学学报, 2023, 45(4): 70–77. <https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20210487>

基于贝叶斯法的新疆天山云杉树高胸径模型研究

Tree height–DBH model for *Picea schrenkiana* in Tianshan Mountain, Xinjiang of northwestern China based on Bayesian method

北京林业大学学报, 2023, 45(1): 11–20. <https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20220318>

林隙大小对天山云杉幼树更新的影响

Effects of gap size on regeneration of saplings in *Picea schrenkiana* in Xinjiang of northwestern China

北京林业大学学报, 2023, 45(11): 23–32. <https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20230116>

东北地区榛园内一种小蠹的外部形态特征描述及分子鉴定

Description of external morphological characteristics and molecular identification of a bark beetle in hazel garden of northeastern China

北京林业大学学报, 2025, 47(10): 120–127. <https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20230359>

天山云杉天然林优势高估计方法

Estimation methods for dominant height in natural forest of *Picea schrenkiana* var. *tianschanica*

北京林业大学学报, 2025, 47(12): 48–55. <https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20250299>

基于不同立地等级的天山云杉天然林碳汇潜力

Carbon sink potential of natural forests of *Picea schrenkiana* var. *tianschanica* based on different site grades

北京林业大学学报, 2025, 47(4): 74–81. <https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20240337>

DOI:10.12171/j.1000-1522.20250409

新疆天东林管局乌苏分局雪岭云杉小蠹 种类及危害调查

张学会¹ 李笑宇¹ 阿不都艾则孜·买提卡斯木² 张建江³
张彦龙⁴ 张振宇¹ 李 勤¹

(1. 新疆大学生命科学与技术学院, 新疆生物资源基因工程重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830017; 2. 新疆维吾尔自治区天山东部国有林管理局, 新疆 乌鲁木齐 830099; 3. 新疆维吾尔自治区天山东部国有林管理局乌苏分局, 新疆 乌苏 833000;
4. 中国林业科学研究院森林生态环境与自然保护研究所, 国家林业和草原局森林保护学重点实验室, 北京 100091)

摘要:【目的】雪岭云杉是新疆山地森林生态系统的建群种和优势种, 在维持区域生态系统稳定、调节生态平衡以及提升生态系统固碳潜力方面发挥着重要作用。近年来, 新疆天东林管局乌苏分局出现了大量雪岭云杉死亡现象, 在大部分死亡的雪岭云杉树上均发现多种小蠹危害症状。本研究旨在查明雪岭云杉死亡植株上小蠹的种类组成、危害现状及其分布, 为今后小蠹的防治和科学防控提供基础资料。【方法】于 2024 年 6—9 月, 采用树干解析法和剖皮采集法对天东林管局乌苏分局管辖区内雪岭云杉林的小蠹进行采集, 对采集的标本进行了鉴定和整理; 同时采用标准地调查方法对小蠹的危害程度做了系统的调查。【结果】共在雪岭云杉死树上调查到小蠹 3 种, 分别是天山重齿小蠹、天山星坑小蠹和云杉大小蠹; 其中云杉大小蠹在新疆首次被报道。雪岭云杉受害株率分析表明, 不同标准样地内雪岭云杉的受害株率差异程度较大, 最高受害株率达到了 70.76%。小蠹羽化时间研究表明, 3 种小蠹的羽化高峰期存在差异, 云杉大小蠹的羽化高峰期出现最晚, 第一次捕获到云杉大小蠹是在 8 月中旬, 共捕获 3 头。【结论】新疆天东林管局乌苏分局管辖区内雪岭云杉上小蠹种类有 3 种, 各样地受害株率差异较大, 当前小蠹危害处于局部发生阶段。研究结果为新疆天东林管局乌苏分局管辖区雪岭云杉小蠹的科学防控提供了重要参考。

关键词: 雪岭云杉; 小蠹; 危害调查; 新疆

中图分类号: S763.38 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-1522(2026)09-0040-09

引文格式: 张学会, 李笑宇, 阿不都艾则孜·买提卡斯木, 等. 新疆天东林管局乌苏分局雪岭云杉小蠹种类及危害调查 [J]. 北京林业大学学报, 2026, 48(9): 40-48. Zhang Xuehui, Li Xiaoyu, Abuduaizezi Maitikasimu, et al. Investigation on the species and harm of bark beetle on *Picea schrenkiana* in the Wusu Sub-bureau of the Forestry Administration Bureau of the eastern Tianshan Mountains in Xinjiang, China [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2026, 48(9): 40-48.

Investigation on the species and harm of bark beetle on *Picea schrenkiana* in the Wusu Sub-bureau of the Forestry Administration Bureau of the eastern Tianshan Mountains in Xinjiang, China

Zhang Xuehui¹ Li Xiaoyu¹ Abuduaizezi Maitikasimu² Zhang Jianjiang³
Zhang Yanlong⁴ Zhang Zhenyu¹ Li Qin¹

(1. Key Laboratory of Xinjiang Biological Resources and Genetic Engineering, School of Life Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi 830017, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China;
2. Forestry Administration Bureau of the Eastern Tianshan Mountains of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830099, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China;

收稿日期: 2025-10-21 **修回日期:** 2026-08-06

基金项目: 天山东部国有林管理局乌苏分局林业有害生物普查项目(202406140032), 第三次新疆综合科学考察(2022xjkk1505), 新疆天山森林公园雪岭云杉蛀干害虫多样性调查(XJU-SRT-23085)。

第一作者: 张学会。主要研究方向: 昆虫分类及害虫生物防治。Email: 2799074865@qq.com 地址: 830017 新疆乌鲁木齐市水磨沟区华瑞街 777 号新疆大学生命科学与技术学院。

责任作者: 李勤, 副教授。主要研究方向: 昆虫分类及害虫生物防治。Email: liqptero@163.com 地址: 同上。

本刊网址: <https://j.bjfu.edu.cn>; <https://journal.bjfu.edu.cn>

3. Wusu Sub-bureau of the Forestry Administration Bureau of the Eastern Tianshan Mountains of

Xinjiang Uygur Autonomous Region, Wusu 833000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China;

4. Key Laboratory of Forest Protection of National Forestry and Grassland Administration, Ecology and Nature Conservation Institute, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: [Objective] *Picea schrenkiana* is a dominant and key species in the mountain forest ecosystems of Xinjiang. It plays a vital role in maintaining regional ecosystem stability, regulating ecological balance, and enhancing the carbon sequestration potential of ecosystems. In recent years, extensive mortality of *P. schrenkiana* has occurred in the Wusu Sub-bureau of the Forestry Administration Bureau of the eastern Tianshan Mountains of Xinjiang. Multiple species of bark beetles were identified on dead trees of *P. schrenkiana*, exhibiting clear signs of infestation. This study aimed to identify the species composition, damage status and distribution of bark beetles on dead trees of *P. schrenkiana*, so as to provide basic data for the prevention and scientific control of bark beetles in the future. [Method] From June to September 2024, bark beetle in *P. schrenkiana* under the Wusu Sub-bureau of the Forestry Administration Bureau of the eastern Tianshan Mountains of Xinjiang were collected using the stem analysis method and the bark peeling collection method. The collected specimens were identified and cataloged. Concurrently, a systematic survey of the damage severity caused by bark beetles was conducted using standard field investigation method. [Result] A total of three species of bark beetles were surveyed on dead trees of *P. schrenkiana*, namely: *Ips hauseri*, *Pityogenes spessivtsevi* and *Dendroctonus micans*. Notably, *D. micans* in Xinjiang was reported for the first time. Analysis of the damage incidence rate in *Picea schrenkiana* revealed significant variation across different standard plots, with the highest damage incidence rate reaching 70.76%. Study on the emergence timing of bark beetles has shown that the peak emergence periods for the three species of bark beetles occur at different times, with *D. micans* exhibiting the latest emergence peak. The first trapping of the *D. micans* was in mid-August, only 3 were trapped. [Conclusion] There are three species of bark beetle found on *Picea schrenkiana* in Wusu Sub-bureau of the Forestry Administration Bureau of the eastern Tianshan Mountains of Xinjiang, the infestation rates varies greatly among sites, and the current infestation of bark beetle is at the localised stage. Meanwhile, the results of the study provide important reference for the scientific prevention and control of *Picea schrenkiana* beetle in Wusu Sub-bureau of the Forestry Administration Bureau of the eastern Tianshan Mountains of Xinjiang.

Key words: *Picea schrenkiana*; bark beetle; hazard investigation; Xinjiang

雪岭云杉(*Picea schrenkiana*)是松科(Pinaceae)云杉属(*Picea*)的常绿乔木,是中亚及亚洲中部山地的特有树种,在中国仅分布于新疆,集中生长于天山南坡和北坡及昆仑山西部北坡海拔1 500~2 800 m的地带,形成连续带状森林^[1]。雪岭云杉分布面积占新疆天然林有林地总面积的44.9%(约52.84万hm²),是新疆分布最广、蓄积量最大的森林植被主体^[2];其纯林为主的群落结构不仅为珍稀物种提供了栖息地,还能增强森林的水源涵养功能和固土防蚀能力^[3]。新疆天东林管局乌苏分局是天山中东部最大的国有林区,雪岭云杉为本地的优势树种,其在气候调节、生态经济价值等方面发挥着至关重要的作用^[4-5]。

近年来,新疆天东林管局乌苏分局管辖区出现年降雨量大量减少、湿度降低、温度升高等气候变化^[6],管辖区内的部分林班雪岭云杉林出现大面积枯萎、死亡等现象,严重影响了辖区内当地的生态环境。

此外,在多数云杉树干上发现多种小蠹滋生,虫害问题较为突出。目前在国外多种云杉属树种中均发现不同小蠹危害,也出现了云杉大面积死亡现象。Jozef等^[7]于2016年首次记录云杉大小蠹(*Dendroctonus micans*)在斯洛伐克危害东方云杉(*Picea orientalis*)和蓝云杉(*Picea pungens*);Lynch等^[8]报道天山重齿小蠹(*Ips hauseri*)的大规模暴发可能与持续干旱或气候变化有关;Kavcic等^[9]于2023年首次记录斯洛文尼亚存在重齿小蠹(*Ips duplicatus*),确认其为局部小规模分布。在国内云杉上也有相关小蠹危害的报道,文守易^[10]于1962年初步明确了新疆哈密林区林木上共有8种小蠹,其中云杉重齿小蠹和落叶松八齿小蠹(*Ips subelongatus*)造成林木大量死亡;郭明星等^[11]报道青海云杉(*Picea crassifolia*)上存在多种小蠹,主要以生长衰弱的立木的韧皮部组织为食,部分小蠹还蛀入边材,加快受害树木的死亡;万玛南杰

等^[12]发现云杉大小蠹对青海云杉的侵害率高于紫果云杉(*Picea purpurea*), 危害部位在树干 2.5 m 以下; 马民忠等^[13]研究发现隆务河流域云杉上存在 9 种小蠹危害。国内外的研究均显示了小蠹的侵害与云杉死亡之间可能存在一定的联系。

近年来新疆天东林管局乌苏分局雪岭云杉也出现了大面积死亡的类似问题, 但截至目前, 尚未有学者针对该区域云杉死亡的具体原因开展系统研究。为此, 本研究拟通过详细的野外调查, 明确雪岭云杉的死亡现状; 系统鉴定死亡树干上小蠹的种类组成及其发生危害情况; 在此基础上, 初步阐明雪岭云杉死亡的可能原因, 以期为后续制定科学有效的防控策略提供科学依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

调查样地位于新疆天东林管局乌苏分局管辖区, 分布于天山北坡中段乌苏市南部(43°54′~44°18′N, 83°25′~85°08′E)。乌苏分局管辖区总面积约 8.18 万 hm^2 , 有林地 2.92 万 hm^2 , 人工造林 94.9 hm^2 。地势呈南高北低特征, 主体分布于天山支脉婆罗科努山与依连哈比尔山北麓, 森林沿山麓自东向西延伸为窄带状分布; 平均海拔约 2 600 m, 最低点 1 408.7 m, 最高峰 3 956.7 m。随着海拔升高, 土壤类型以普通灰褐色森林土为主。林地地形坡度集中在 25°~40°之间, 森林覆盖坡面以北向为主, 其次为西北和东北。现划分为 47 个管护责任区和 123 个林班, 包含雪岭云杉、密叶杨(*Populus talassica*)、天山桦(*Betula tianschanica*)等乔木林和宽刺蔷薇(*Rosa platyacantha*)、异花栒子(*Cotoneaster allochrous*)、黑果小檗(*Berberis atrocarpa*)等灌木林。此外, 该林区 10 月份至第 2 年 3 月份, 气温低, 基本被雪覆盖, 加上海拔高, 昆虫开始活动的时间晚, 因此本研究调查时间选在 2024 年 6—9 月。

1.2 研究方法

1.2.1 样地设置与蛀干害虫调查

本研究在研究区域从东向西的 14 个管护责任区随机选取 24 个雪岭云杉小班, 海拔在 1 071~2 084 m 之间, 坡度在 25°~40°之间, 在每个小班设置 1 个标准样地, 仅有 1 个小班内设置了 2 个标准样地, 共设置 25 个雪岭云杉标准样地(样地 1~25, 表 1)。每个标准样地约 2 000 m^2 , 其长一般为 50 m, 宽为 40 m, 对于某些特殊地形(如山前乔木林), 则根据实际情况选择长度和宽度, 例如 100 m×20 m, 12 m×167 m。样地内树种均为雪岭云杉, 每个标准样地雪岭云杉至少 50 株以上, 其中 23 个标准样地

为雪岭云杉天然林, 2 个标准样地(样地 4 和样地 5)为雪岭云杉人工林。2024 年 6—9 月, 每月 1 次对标准样地内雪岭云杉小蠹种类及危害展开调查, 首先统计标准样地的雪岭云杉数量(包括健康和受害的雪岭云杉数量), 并计算受害株率(受害的雪岭云杉株数与总雪岭云杉株数的百分比), 同时对标准样地内有发黄、流胶、枯萎、死亡等现象的树干进行仔细检查, 观察是否有虫孔、小蠹尸体等迹象。若有, 则采用剖皮采集法在距离地面 2.5 m 以下范围内取一定大小的样方(约 300 cm^2), 用剪刀或修枝剪剖开树皮, 采集小蠹, 并记录采集数量。样地 7 雪岭云杉受害株率最高, 本研究在样地 7 累计伐倒 4 株雪岭云杉受害树干, 采用树干解析法采集树干和树梢部位的小蠹, 记录总采集数量。将采集的小蠹标本浸泡在装有无水乙醇的指型管, 带回室内鉴定。

参照《林业有害生物发生及成灾标准》(LY/T 1681—2006)^[14]和《林业主要有害生物调查总则》(LY/T 2011—2012)^[15]中蛀干害虫危害程度分级标准对样地受害程度进行评估。其中, 受害株率(0, 10%]为轻度, (10%, 20%]为中度, 20%以上为重度, 分别用 +、++、+++ 表示。

1.2.2 小蠹标本鉴定与形态图拍摄

为了准确鉴定 1.2.1 节采集的小蠹种类, 开展形态学鉴定与形态图像采集工作。本研究参考《中国经济昆虫志 第二十九册 鞘翅目 小蠹科》^[16]《中国小蠹科分类纲要》^[17]等资料, 依据形态学、生物学特性、危害性状等特征, 对小蠹进行分类鉴定, 难以鉴定的标本拍摄照片, 请相关专家进行鉴定。部分针插标本、三角片标本和酒精浸制标本保存于新疆大学生命科学与技术学院昆虫标本室, 部分针插标本、三角片标本和酒精标本保存于新疆天东林管局乌苏分局。小蠹形态特征图通过 Nikon SMZ25 图像采集系统拍摄。

1.2.3 小蠹成虫羽化期判断

为明确雪岭云杉韧皮部小蠹自然发生规律, 本研究采用树干解析法与剖皮采集法相结合进行调查。在调查期内, 选取林间受害雪岭云杉, 直接采集坑道内的小蠹, 采集方法详见 1.2.1。以树干坑道内首次出现完整羽化成虫的日期判定为羽化始期, 以羽化成虫数量达到峰值的日期定为羽化盛期, 以坑道内蛹与幼虫基本消失、仅存少量已经羽化成虫的日期判定为羽化末期。该方法可直观判断雪岭云杉韧皮部内小蠹的发育进程, 反映小蠹在树干内的自然羽化规律。

1.3 数据分析

为了明确雪岭云杉受害株率与海拔、经纬度之

表 1 2024 年新疆天东林管局乌苏分局标准样地设置

Tab. 1 Standard plot setup for Wusu Sub-bureau of the Forestry Administration Bureau of the eastern Tianshan Mountains of Xinjiang in 2024

样地编号	责任区	林班-小班	经纬度	海拔/m	形态特征
样地1	滴水沟责任区	0024-00219	44°06'N, 84°39'E	1 826	树冠完整, 针叶浓绿
样地2	滴水沟责任区	0024-00105	44°07'N, 84°38'E	1 724	树冠完整, 针叶浓绿
样地3	滴水沟责任区	0024-00082	44°07'N, 84°38'E	1 775	冠形完整, 局部枯梢
样地4	将军沟责任区	0311-00129	44°07'N, 84°33'E	1 876	冠形完整, 局部枯梢
样地5	将军沟责任区	0311-00018	44°07'N, 84°32'E	1 904	树冠完整, 针叶浓绿
样地6	艾力其责任区	0032-00021	44°07'N, 84°31'E	2 041	树冠完整, 针叶浓绿
样地7	白杨沟责任区	0042-00135	44°08'N, 84°20'E	1 715	树冠稀疏, 叶色枯黄, 伐倒后采集小蠹
样地8	白杨沟责任区	0042-00135	44°09'N, 84°20'E	1 810	树冠稀疏, 叶色枯黄
样地9	白杨沟责任区	0042-00070	44°09'N, 84°19'E	1 866	冠形完整, 局部枯梢
样地10	塔布勒合特责任区	0046-03001	44°10'N, 84°13'E	1 543	树冠完整, 针叶浓绿
样地11	马吉克责任区	0531-00028	44°10'N, 84°07'E	1 732	树冠完整, 针叶浓绿
样地12	马吉克责任区	0054-03002	44°10'N, 84°07'E	1 681	树冠完整, 针叶浓绿
样地13	桑吉克责任区	0056-00099	44°12'N, 84°03'E	1 684	树冠完整, 针叶浓绿
样地14	桑吉克责任区	0056-00013	44°12'N, 84°03'E	1 685	树冠完整, 针叶浓绿
样地15	萨达板责任区	0181-00466	44°03'N, 84°47'E	1 982	树冠完整, 针叶浓绿
样地16	萨达板责任区	0181-00056	44°03'N, 84°47'E	1 919	树冠完整, 针叶浓绿
样地17	二三七责任区	0015-00458	44°03'N, 84°50'E	1 977	树冠完整, 针叶浓绿
样地18	乔干沙拉责任区	0016-00299	44°04'N, 84°48'E	1 998	树冠完整, 针叶浓绿
样地19	乔干沙拉责任区	0171-00225	44°03'N, 84°49'E	1 978	树冠完整, 针叶浓绿
样地20	乌斯吐责任区	0101-00034	43°59'N, 84°54'E	1 767	树冠完整, 针叶浓绿
样地21	乌斯吐责任区	0101-00039	43°59'N, 84°54'E	1 807	树冠完整, 针叶浓绿
样地22	乌拉斯台责任区	0005-00003	43°57'N, 85°02'E	1 869	树冠完整, 针叶浓绿
样地23	安集海责任区	0328-00002	43°59'N, 85°02'E	1 867	冠形完整, 局部枯梢
样地24	安集海责任区	0326-00001	43°59'N, 85°03'E	2 084	树冠完整, 针叶浓绿
样地25	头道河子责任区	0002-00006	43°57'N, 85°06'E	1 800	冠形完整, 局部枯梢

注: 样地4和样地5是人工林, 其余样地均是天然林。

间是否存在显著性关系, 本研究采用 SPSS 软件进行数据相关性分析, 由于雪岭云杉标准样地受害株率存在大量 0 值, 数据不满足正态分布, 且样地存在空间分布特征, 本研究采用 Spearman 秩相关分析探讨受害株率与海拔、经纬度的关系。

2 结果与分析

2.1 雪岭云杉小蠹种类

此次调查共采集到小蠹标本 733 头, 经鉴定共 3 种, 分别为天山重齿小蠹、天山星坑小蠹(*Pityogenes spessivtsevi*)和云杉大小蠹。其中标本数量由少至多分别为云杉大小蠹 121 头, 占标本总数的 16.51%; 天山星坑小蠹 242 头, 占标本总数的 33.02%; 天山重齿小蠹 370 头, 占标本总数的 50.47%。

云杉大小蠹在新疆首次发现, 该虫体粗壮, 口上片突起呈扁平状, 体长范围为 6.8~8.0 mm, 体长与体

宽的比值为 2.4, 其刻点沟内刻点呈深凹形态(图 1)。该虫的虫口密度较高, 9 月上旬幼虫和成虫可同时存在, 集中危害雪岭云杉树干基部 2.5 m 以下区域, 危害状为呈倒漏斗状或不规则状的凝脂块, 蛀孔处伴有树脂溢出现象。

天山重齿小蠹的鞘翅盘两侧各有四齿, 其中第 2 齿与第 3 齿共生于同一基部, 但二者的齿端间距相对较大; 四齿整体呈等距排列。其雄虫第 1 齿呈锥形, 第 2 齿基阔顶尖, 呈扁三角形, 第 3 齿基部狭窄, 顶部扩大, 形如镖枪端头, 是四齿中最粗大的一枚, 第 4 齿最为细小(图 2); 雌虫四齿均呈锥形(图 3)。

天山星坑小蠹雄虫鞘翅斜面具有 3 对齿, 均较为强大, 整体向后弯曲呈钩状, 其中第 2 齿尤为发达, 形态犹如利爪, 且与第 1 齿的间距相对较近(图 4); 雌虫齿基部圆钝, 端部细小尖锐, 直立不成钩, 额顶当中有一圆形陷坑, 体型较大(图 5)。

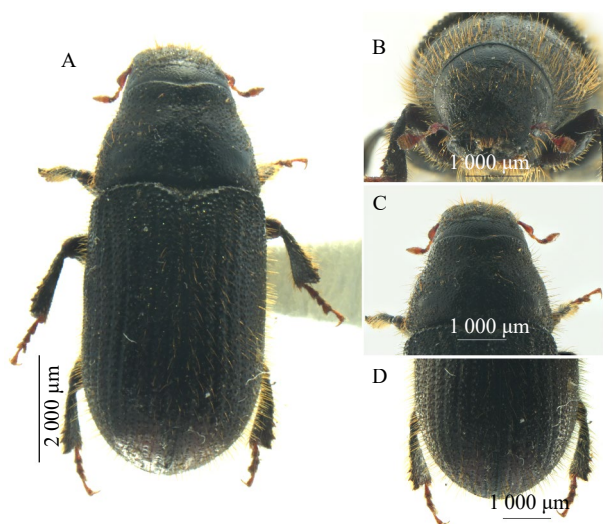


图1 云杉大小蠹形态特征(雌性)

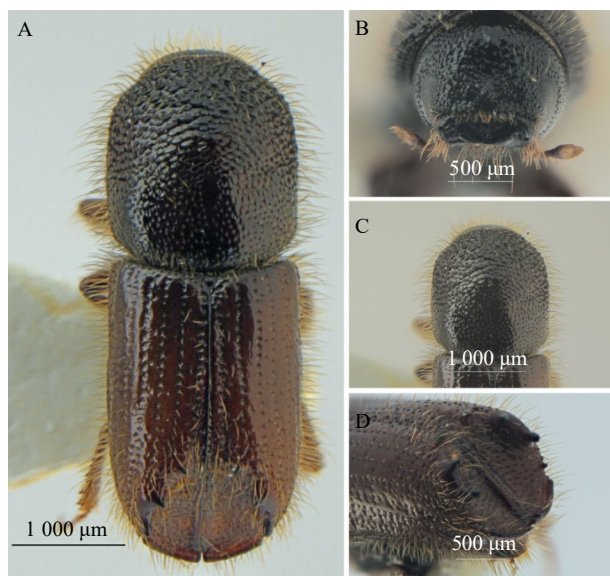
Fig. 1 Morphological characteristics of *Dendroctonus micans* (female)

图2 天山重齿小蠹形态特征(雄性)

Fig. 2 Morphological characteristics of *Ips hauseri* (male)

2.2 雪岭云杉受害株率及危害程度

通过对 25 个标准样地调查,新疆天东林管局乌苏分局管辖区不同标准样地小蠹对雪岭云杉的受害率变化程度较大(表 2)。有 18 个标准样地受害株率为 0, 未出现危害症状,雪岭云杉长势良好,小蠹还处于局部发生阶段。有 7 个标准样地受到不同程度危害(受害株率 4.38% ~ 70.76%), 分别是靠近历史人为活动频繁地带的样地 7、样地 8、样地 9, 以及当前旅游开发强度较高区域的样地 3、样地 4、样地 23 和样地 25, 其中样地 7、样地 8 和样地 25 危害程度为重度,样地 9 危害程度为中度,样地 3、样地 4 和样地 23 危害程度为轻度。调查还发现新疆天东林管局乌苏分局内云杉大小蠹目前仅分布在样地 9。25 个标准样地的海拔范围为 1 543 ~ 2 084 m, 其中有

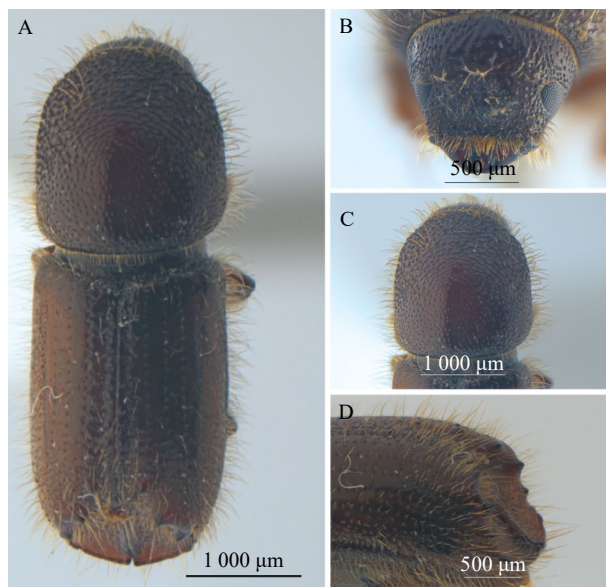


图3 天山重齿小蠹形态特征(雌性)

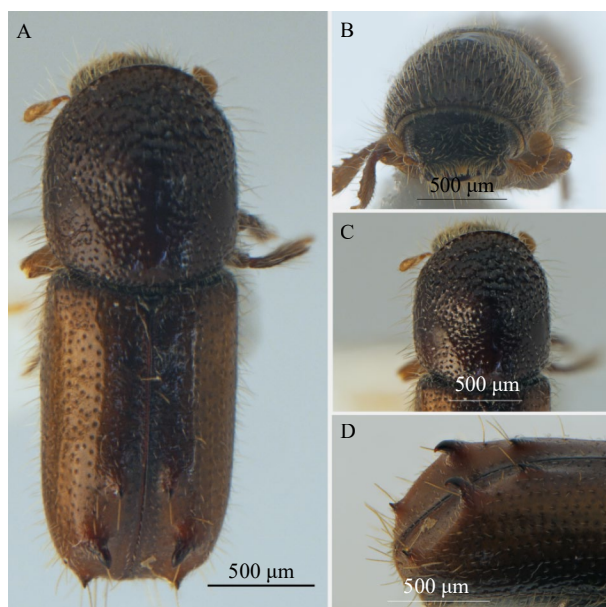
Fig. 3 Morphological characteristics of *Ips hauseri* (female)

图4 天山星坑小蠹形态特征(雄性)

Fig. 4 Morphological characteristics of *Pityogenes spessivtsevi* (male)

危害的样地海拔范围为 1 715 ~ 1 876 m, 通过对 25 个标准样地的海拔、经纬度与雪岭云杉受害株率进行相关性分析,发现雪岭云杉受害株率与上述地理因子间不存在显著相关性($P > 0.05$, 表 3)。这表明地理因子不是导致该林区雪岭云杉小蠹危害发生的主导因素,推测小蠹的局部危害与人为干扰等因素密切相关。

2.3 小蠹羽化期和种群数量差异

3 种小蠹的羽化期存在时间差异,天山重齿小蠹于 6 月上旬始见成虫羽化,7 月中旬进入羽化高峰期并持续至 8 月中旬;天山星坑小蠹的羽化时间稍晚,7 月中旬出现羽化,8 月中旬到达羽化高峰期;

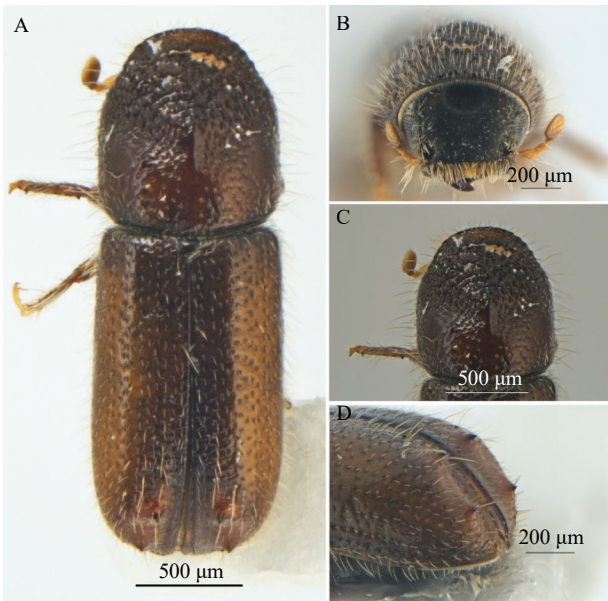


图 5 天山星坑小蠹形态特征(雌性)

Fig. 5 Morphological characteristics of *Pityogenes spessivtsevi* (female)

而云杉大小蠹的羽化期出现最晚, 8 月中旬仅发现少量羽化, 羽化数量在 9 月上旬呈现显著增加趋势(表 4)。由此可知, 3 种小蠹羽化高峰期依次错开, 延长了林区成虫种群的有效活动周期, 使云杉林在 6—9 月持续遭受成虫危害, 从而显著提高了雪岭云杉整体受害风险。

云杉大小蠹于 8 月中旬和 9 月上旬在样地 9(白杨沟责任区, 0042 林班 00070 小班)发现, 两次发现的成虫标本数量有明显差异, 平均每次捕获 60.5 头。天山重齿小蠹于 6 月上旬、7 月中旬和 8 月中旬均有发现, 在样地 8(白杨沟责任区, 0042 林班 00135 小班)发现数量最多, 平均每次捕获 76.33 头; 样地 23(安集海责任区, 0328 林班 00002 小班)捕获数量最少, 平均每次捕获 10 头。天山星坑小蠹成虫标本数量于 7 月中旬和 8 月中旬仅在样地 7 发现, 平均每次捕获 121 头。3 种小蠹种群在不同调查样地间的虫种组成与种群密度差异明显。

表 2 新疆天东林管局乌苏分局小蠹种类及危害程度

Tab. 2 Species and degree of damage caused by bark beetles in Wusu Sub-bureau of the Forestry Administration Bureau of the eastern Tianshan Mountains of Xinjiang

样地编号	总株数(受害株数)	受害株率/%	危害程度	种类(成虫)
样地1	194(0)	0	—	
样地2	72(0)	0	—	
样地3	176(11)	6.25	+	天山重齿小蠹 <i>Ips hauseri</i>
样地4	320(14)	4.38	+	天山重齿小蠹 <i>Ips hauseri</i>
样地5	296(0)	0	—	
样地6	252(0)	0	—	
样地7	176(92)	52.27	+++	天山重齿小蠹 <i>Ips hauseri</i> , 天山星坑小蠹 <i>Pityogenes spessivtsevi</i>
样地8	171(121)	70.76	+++	天山重齿小蠹 <i>Ips hauseri</i>
样地9	57(8)	14.04	++	云杉大小蠹 <i>Dendroctonus micans</i>
样地10	68(0)	0	—	
样地11	76(0)	0	—	
样地12	115(0)	0	—	
样地13	49(0)	0	—	
样地14	78(0)	0	—	
样地15	248(0)	0	—	
样地16	72(0)	0	—	
样地17	69(0)	0	—	
样地18	192(0)	0	—	
样地19	62(0)	0	—	
样地20	121(0)	0	—	
样地21	87(0)	0	—	
样地22	113(0)	0	—	
样地23	73(6)	8.22	+	天山重齿小蠹 <i>Ips hauseri</i>
样地24	240(0)	0	—	
样地25	198(43)	21.72	+++	天山重齿小蠹 <i>Ips hauseri</i>

注: +、++、+++ 分别表示受害程度轻度、中度和中度, —表示无受害。

表3 雪岭云杉受害株率与地理因子相关分析

Tab. 3 Correlation of damage rate of *Picea schrenkiana* with geographic factors

地理因子	Spearman秩相关系数	显著性水平(<i>P</i>)
海拔	-0.500	0.253
纬度	0.321	0.482
经度	-0.286	0.535

注:样本量为7。

表4 2024年6—9月3种小蠹成虫捕获总数

Tab. 4 Total number of adult specimens of three species of bark beetles captured between June and September 2024

种类	捕获总数/头			
	6月上旬	7月中旬	8月中旬	9月上旬
天山重齿小蠹 <i>Ips hauseri</i>	51	220	99	0
天山星坑小蠹 <i>Pityogenes spessivtsevi</i>	0	37	205	0
云杉大小蠹 <i>Dendroctonus micans</i>	0	0	3	118

3 讨论

雪岭云杉林是天山南坡和北坡最具优势且分布最广的树种类型,分布在阴坡或半阴坡,不仅是新疆天东林管局乌苏分局的重要生态资源,在水土保持等生态功能中也发挥着主导性作用^[18]。天山东部地区由于经济发达、人口众多、气候干旱,蛀干害虫发生频繁^[19]。目前,雪岭云杉蛀干害虫危害日益严重,尤其是以小蠹危害为主,甚至出现大面积长势衰弱、枯梢、死亡等现象,对天山东部天然林的健康造成了严重威胁。然而,国内外关于小蠹的研究资料虽然较多,但关于新疆小蠹的研究相对匮乏。

3.1 雪岭云杉小蠹物种组成与分布特征

本研究于2024年6—9月,采用了树干解析法、剖皮采集法和标准地调查法,在动植物的生长季对雪岭云杉及小蠹进行了跟踪调查,共计调查到3种小蠹,分别是天山重齿小蠹、天山星坑小蠹和云杉大小蠹。文守易^[10]于1962年在新疆哈密林区共发现8种小蠹,与本研究小蠹种类有较大差异,两项研究时间相隔60年以上,可能与此有很大关系。在25个雪岭云杉标准样地中有6个样地受到天山重齿小蠹危害,覆盖5个责任区,而云杉大小蠹和天山星坑小蠹仅在白杨沟责任区发现,因此天山重齿小蠹在新疆天东林管局乌苏分局分布范围比其他2种小蠹分布更广,云杉大小蠹和天山星坑小蠹分布较局限。天山重齿小蠹和天山星坑小蠹均为雌雄异型,两者雌、雄虫在鞘翅斜面的齿上具有明显差异^[20-21],与本研究识别特征相同。云杉大小蠹首次在新疆报道,其是否为本地种尚不清楚,该害虫在青海、西藏等地

有报道^[12, 22],既可单独也可聚集危害健康或过熟的云杉,导致寄主产生强烈流脂反应,并通过在韧皮部蛀食破坏其结构与功能,最终致使寄主植物死亡^[23]。刘丽等^[24]对云杉大小蠹的研究表明,云杉大小蠹主要侵害树龄较大、胸径较粗的云杉树干基部2.5 m以下区域。本研究中云杉大小蠹仅在9号样地被发现,样本量有限(121头),结合已有研究,其与雪岭云杉死亡存在潜在关联。

3.2 雪岭云杉受害特征及影响因素

新疆天东林管局乌苏分局近几年雪岭云杉林出现长势衰弱、枯死等情况,与害虫入侵、水土流失、管护投入等有很大关系^[5]。调查结果表明,在25个标准样地中,18个样地未发现小蠹危害,反映了当前小蠹处于局部发生阶段,呈现了小蠹发生初期的分布特征;另外7个标准样地的受害株率为4.38%~70.76%,主要分布于历史人为活动(包括地下煤炭开采、人口聚居)频繁的地带和当前旅游开发强度较高的区域。云杉林作为重要的生态屏障,长期承担着水土保持、碳汇等多重生态功能,持续的高负荷生长压力降低了林分的抗逆性;同时,旅游开发等人为干扰活动也加剧了害虫及病原体的跨区域传播风险,成为虫害发生与扩散的重要诱因^[25]。在7个受害样地中,危害程度为重度的样地有3个,危害程度为中度的样地有1个,危害程度为轻度的样地有3个。其中样地7和样地8受害最为严重,雪岭云杉林出现大面积死亡,并发现了小蠹危害症状。该区域早期由于挖煤,局部区域塌陷,导致水土资源流失,从而影响了雪岭云杉的正常发育,推测其与小蠹危害严重有极大关系。随着时间的变化,已有的小蠹会向周围扩散,加快衰弱雪岭云杉的死亡;同时,小蠹还可以通过风力、鸟类及人类活动等进行远距离传播^[26]。此外,大面积云杉纯林导致生物多样性缺失,小蠹天敌昆虫数量不足,其扩散缺少自然抑制机制,再加上树木恶性竞争导致个体生长衰弱,易受虫害侵袭^[27]。

本研究的25个标准样地的海拔范围为1 543~2 084 m,而7个受害样地的海拔范围为1 715~1 876 m,通过雪岭云杉受害株率与海拔、经纬度的相关性分析表明,雪岭云杉受害株率与上述地理因子间不存在显著相关性($P > 0.05$),说明在本次调查中,海拔、经纬度地理因子不是雪岭云杉小蠹危害发生的主要因素,而小蠹危害主要集中发生在人为干扰较强的样地,进一步说明局部人为干扰可能是诱发小蠹危害的重要因素。

3.3 小蠹羽化特征及种群数量影响

本研究通过树干解析法与剖皮采集法明确了天

山重齿小蠹、天山星坑小蠹和云杉大小蠹的羽化规律和种群数量差异,羽化高峰期分别在7月中旬、8月中旬和9月上旬,羽化高峰期的种群数量分别为220、205和118头。以上3种小蠹的羽化高峰期相互错开,对雪岭云杉造成了持续性的危害。赵娟^[28]报道祁连山地区云杉大小蠹成虫于7月下旬—8月中旬羽化,而本研究发现云杉大小蠹在9月上旬到达羽化高峰期,可能与两地的气候差异有关。针对天山重齿小蠹和天山星坑小蠹的研究主要集中在形态鉴定方面,关于二者的野外调查资料相对匮乏。此外,张登峰等^[26]发现天山星坑小蠹在半干枯或枯死枝干上蛀食危害。本研究调查发现,小蠹在9月份数量大量减少,仅发现云杉大小蠹,可能与新疆天东林管局乌苏分局的气候有关,大约在5月份温度开始上升,昼夜温差较大,8月底温度下降。李博轩等^[29]报道低温对蛀干害虫成虫在生长发育、存活和飞行能力等方面均有影响,最终影响这类害虫的生存和分布。

3.4 研究展望

本研究以新疆天东林管局乌苏分局为研究区域,查明了雪岭云杉的危害程度、小蠹种类及羽化规律,为当地雪岭云杉林小蠹的防治和监测预警提供基础数据支撑。但针对小蠹羽化期的调查,受限于破坏性采样的特性,研究结果具有一定局限性。未来可进一步结合当地环境温度,在室内恒温条件下饲养云杉大小蠹、天山重齿小蠹和天山星坑小蠹,观测其不同发育阶段分别在不同恒温条件下的发育历期,深入探究以上3种小蠹不同发育阶段及全世代的发育起点温度和有效积温,以期当地雪岭云杉树上小蠹的识别、监测预报以及制定科学有效的防控策略提供科学依据。

4 结 论

本研究针对新疆天东林管局乌苏分局雪岭云杉大面积死亡及小蠹种类不清的问题,利用树干解析法、剖皮采集法和标准地调查方法对当地雪岭云杉的小蠹种类、危害程度及小蠹成虫羽化动态开展调查。研究结论如下。

(1)新疆天东林管局乌苏分局共计小蠹3种,分别是云杉大小蠹、天山重齿小蠹和天山星坑小蠹,其中云杉大小蠹系在新疆首次发现;天山重齿小蠹在样地3、样地4、样地7、样地8、样地23和样地25均有分布,天山星坑小蠹仅在样地7分布,云杉大小蠹仅在样地9分布。

(2)在新疆天东林管局乌苏分局25个标准样地中有7个样地受到小蠹危害,其受害株率在

4.38%~70.76%之间,3个样地危害程度为重度,1个样地危害程度为中度,3个样地危害程度为轻度。同时,雪岭云杉的受害株率与其所在的海拔、经纬度间不存在显著相关性($P>0.05$)。

(3)天山重齿小蠹、天山星坑小蠹和云杉大小蠹的羽化高峰期存在时间差异,分别在7月中旬、8月中旬和9月上旬捕获的种群数量最多。

致 谢 衷心感谢新疆天山东部国有林管理局乌苏分局的哈里木汗·买买提汗和巴图那生护林员,在本研究的实地调查路线选择、标本采集等工作中提供的大力支持与帮助。

参 考 文 献

- [1] 柴兆平,郭滨德,吴金卓,等.天山东部新疆落叶松种群结构及动态特征[J].*森林工程*,2023,39(1):21-28.
Luan Z P, Guo B D, Wu J Z, et al. Population structure and dynamic characteristics of *Larix sibirica* in eastern Tianshan Mountains [J]. *Forest Engineering*, 2023, 39(1): 21-28.
- [2] 刘兴双,郑可歆,张辉.天然林保护是实现可持续发展的重要途径[J].*辽宁林业科技*,1999(5):25-27.
Liu X S, Zheng K X, Zhang H. The conservation of natural forests is an important pathway to achieving sustainable development [J]. *Liaoning Forestry Science and Technology*, 1999(5): 25-27.
- [3] 王婷,任海保,马克平.新疆中部天山雪岭云杉种群动态初步研究[J].*生态环境*,2006,15(3):564-571.
Wang T, Ren H B, Ma K P. A preliminary study on *Picea schrenkiana* population dynamics in the central Tianshan Mountains, northwestern China [J]. *Ecology and Environmental*, 2006, 15(3): 564-571.
- [4] 潘存德.新疆山地天然林及其群落演替与更新[J].*新疆林业*,2020(5):8-14.
Pan C D. Natural forests in the mountainous regions of Xinjiang: succession and regeneration of their communities [J]. *Forestry of Xinjiang*, 2020(5): 8-14.
- [5] 阿力甫.新疆乌苏林场森林资源现状及经营对策研究[J].*防护林科技*,2014(11):83-84,119.
Aa L F. Research on the current status of forest resources and management strategies at Wusu forest farm, Xinjiang [J]. *Protection Forest Science and Technology*, 2014(11): 83-84,119.
- [6] WorldClim. WorldClim v2.1 climate data [DB/OL]. (2017) [2026-04-07]. <https://www.worldclim.org/data/index.html>.
- [7] Jozef V, Milan Z, Juraj G, et al. First record of *Dendroctonus micans* (Kugelann, 1794) on non-native spruces in Slovakia -short communication [J]. *Plant Protection Science*, 2016, 52(4): 277-282.
- [8] Lynch A M, Mukhamadiev N S, O'connor C D, et al. Tree-ring reconstruction of bark beetle disturbances in the *Picea schrenkiana* Fisch. et Mey. forests of Southeast Kazakhstan [J]. *Forests*, 2019, 10(10): 912.
- [9] Kavcic A, Devetak Z, Piskur B, et al. First record of the northern spruce bark beetle, *Ips duplicatus* (Sahlberg, 1836), in Slovenia [J]. *BioInvasions Records*, 2023, 12(3): 699-710.
- [10] 文守易.哈密林区小蠹虫种类初步调查和防治意见[J].*新疆农业科学*,1962(11):456-457,446.

- Wen S Y. A preliminary survey of bark beetle species in the Hami forest area and recommendations for control [J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 1962(11): 456–457, 446.
- [11] 郭明星, 尹承陇. 青海云杉蛀干害虫可持续控制研究 [J]. *甘肃林业科技*, 2005, 30(2): 58–61.
- Guo M X, Yin C L. Research on sustainable control of bark-boring pests in *Picea crassifolia* [J]. *Journal of Gansu Forestry Science and Technology*, 2005, 30(2): 58–61.
- [12] 万玛南杰, 周国荣, 仁增多杰, 等. 云杉大小蠹的危害特征及不同防治方法的防治效果 [J]. *中国森林病虫*, 2024, 43(4): 36–40.
- Wan M N J, Zhou G R, Ren Z D J, et al. Damage characteristics of *Dendroctonus micans* and control effect of different methods [J]. *Forest Pest and Disease*, 2024, 43(4): 36–40.
- [13] 马民忠, 韩富忠, 白泽珍. 青海隆务河流域云杉小蠹虫及小蜂科寄生性天敌物种调查与种群分析 [J]. *甘肃林业科技*, 2025, 50(1): 68–75.
- Ma M Z, Han F Z, Bai Z Z. Species surveys and population analyses of bark beetles and their parasitic natural enemies from the chalcididae in the Longwu River Basin of Qinghai Province [J]. *Journal of Gansu Forestry Science and Technology*, 2025, 50(1): 68–75.
- [14] 国家林业局. 林业有害生物发生及成灾标准: LY/T 1681—2006[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- National Forestry Administration. Standard of forest pests occurrence and disaster: LY/T 1681—2006[S]. Beijing: Standards Press of China, 2006.
- [15] 国家林业局. 林业主要有害生物调查总则: LY/T 2011—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- National Forestry Administration. General principles of investigates on main forestry pest: LY/T 2011—2012[S]. Beijing: Standards Press of China, 2012.
- [16] 殷惠芬, 黄复生, 李兆麟. 中国经济昆虫志 第二十九册 鞘翅目小蠹科 [M]. 北京: 科学出版社, 1984.
- Yin H F, Huang F S, Li Z L. Economic entomology of China, Volume XXIX Coleoptera, Scolytidae[M]. Beijing: Science Press, 1984.
- [17] 黄复生, 陆军. 中国小蠹科分类纲要 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2015.
- Huang F S, Lu J. The classification outline of scolytidae from China[M]. Shanghai: Tongji University Press, 2015.
- [18] 刘贵峰, 臧润国, 成克武, 等. 天山云杉的种群动态 [J]. *应用与环境生物学报*, 2011, 17(5): 632–637.
- Liu G F, Zang R G, Cheng K W, et al. Population dynamics of *Picea schrenkiana* var. *tianshanica* in the Tianshan Mountains, China [J]. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, 2011, 17(5): 632–637.
- [19] 张勇. 天山东部国有林区林业有害生物防控工作的思考 [J]. *新疆林业*, 2014(1): 41–42.
- Zhang Y. Reflections on the control of forest pests and diseases in the state-owned forest areas of eastern Tianshan Mountains [J]. *Forestry in Xinjiang*, 2014(1): 41–42.
- [20] 王正, 马晓乾, 周勤政, 等. 中国齿小蠹属昆虫的鉴定 [J]. *林业科学*, 2021, 57(12): 79–91.
- Wang Z, Ma X Q, Zhou Q Z, et al. Identification of *Ips* species (Coleoptera: Scolytinae) in China [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2021, 57(12): 79–91.
- [21] 李玉珍. 互助县北山林区小蠹虫识别及无公害防治 [J]. *现代农业科技*, 2017(17): 132–133.
- Li Y Z. Bristletail hazards identification and non-pollution control of beishan forest region in Huzhu County [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2017(17): 132–133.
- [22] 肖义发, 王梦君, 李昕宇, 等. 云杉大小蠹在西藏的适生区分析 [J]. *林业资源管理*, 2020(2): 141–145, 172.
- Xiao Y F, Wang M J, Li X Y, et al. Analysis on the potential distribution area of *Dendroctonus micans* in Tibet [J]. *Forest and Grassland Resources Research*, 2020(2): 141–145, 172.
- [23] 孙小霞, 蔡继增, 李小燕, 等. 林业有害生物云杉大小蠹风险分析 [J]. *甘肃科技*, 2014, 30(8): 143–145, 88.
- Sun X X, Cai J Z, Li X Y, et al. Risk analysis of *Dendroctonus micans* as a forest pest [J]. *Gansu Science and Technology*, 2014, 30(8): 143–145, 88.
- [24] 刘丽, 阎伟, 骆有庆, 等. 青海云杉天然林内小蠹种群空间生态位的研究 [J]. *北京林业大学学报*, 2007, 29(5): 165–169.
- Liu L, Yan W, Luo Y Q, et al. Spatial niches of bark beetle population in *Picea crassifolia* natural forests [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 2007, 29(5): 165–169.
- [25] 杨根娟. 高寒区青海云杉病虫害暴发诱因与多层次协同防控技术路径分析 [J]. *农民致富之友*, 2026(6): 129–131.
- Yang G J. Analysis of the causes of pest and disease outbreaks in *Picea crassifolia* in high-altitude cold regions and multi-level collaborative control strategies [J]. *A Friend to Farmers Seeking Prosperity*, 2026(6): 129–131.
- [26] 张登峰, 咸文荣, 杨君丽, 等. 坎布拉林场油松小蠹科害虫研究 [J]. *青海农林科技*, 2007(4): 21–24.
- Zhang D F, Xian W R, Yang J L, et al. Study on Scolytidae insect on Chinese pine in KAN-bula forest farm [J]. *Science and Technology of Qinghai Agriculture and Forestry*, 2007(4): 21–24.
- [27] 拉浪措. 云杉常见森林病虫害绿色防控技术创新与应用潜力研究 [J]. *农民致富之友*, 2026(3): 141–143.
- La L C. A study on the innovation and application potential of green control technologies for common forest pests and diseases in spruce [J]. *A Friend to Farmers Seeking Prosperity*, 2026(3): 141–143.
- [28] 赵娟. 祁连山青海云杉主要病虫害种类及其为害分析 [J]. *现代园艺*, 2025, 48(22): 81–83.
- Zhao J. Major pests and diseases affecting *Picea crassifolia* in the Qilian Mountains and an analysis of the damage their cause [J]. *Contemporary Horticulture*, 2025, 48(22): 81–83.
- [29] 李博轩, 辛江山, 刘乐, 等. 蛀干害虫对环境温度变化的适应性 [J]. *环境昆虫学报*, 2025, 47(6): 1693–1704.
- Li B X, Xin J S, Liu L, et al. Adaptation of wood-boring insects to changes in environmental temperature [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2025, 47(6): 1693–1704.

(责任编辑 范娟 赵田芸
责任编辑 骆有庆)