

标本害虫主要种类及其综合防控现状

王晖^{1,2}, 董慧¹, 杨定^{3*}

(1. 深圳市中国科学院仙湖植物园南亚热带植物多样性重点实验室, 广东深圳 518004; 2. 云南大学生态学与地植物学研究所, 云南昆明 650091; 3. 中国农业大学, 北京 100193)

摘要 归纳了近年来国内外标本害虫的主要种类, 危害较严重的有烟草甲 [*Lasioderma serricorne* (Fabricius)]、药材甲 [*Stegobium paniceum* (L.)]、花斑皮蠹 (*Trogoderma variabile* Ballion)、袋衣蛾 (*Tinea pellionella* L.)、书虱 (*Liposcelis* spp.)、衣鱼 (*Lepismatidae*) 等; 对标本虫害的防控现状进行了总结, 目前开展的防控工作主要以冷冻杀虫、控制温湿度等物理防控方法为主, 结合合理的害虫监控制度和适度的化学防治方法的运用, 对害虫种群有较好的控制效果; 最后提出了以虫害可持续控制为目标的标本馆生态系统调控策略。

关键词 标本害虫; 标本; 害虫防治; 植物标本馆

中图分类号 S433 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)27-09373-06

Species, Integrated Control Status of Main Pest Insects in Collection

WANG Hui^{1,2}, DONG Hui¹, YANG Ding^{3*} (1. Key Laboratory of Southern Subtropical Plant Diversity, Fairylake Botanical Garden, Shenzhen & Chinese Academy of Sciences, Shenzhen, Guangdong 518004; 2. Institute of Ecology and Geobotany, Yunnan University, Kunming, Yunnan 650091; 3. China Agricultural University, Beijing 100193)

Abstract Species and control status of main pest insects in collections are summarized in this article. The main pests include *Lasioderma serricorne* (Fabricius), *Stegobium paniceum* (L.), *Trogoderma variabile* Ballion, *Tinea pellionella* L., *Liposcelis* spp., *Lepismatidae*, etc.; Physical control, including freezing techniques and temperature/humidity regulation, are the main measures at present. The collection pest population can be managed under those physical control combining with proper monitor system and chemical control. Furthermore, in order to achieve the goal of sustainable pest control, the strategies of habitat regulation in collection ecosystem are proposed.

Key words Collection pest; Specimen; Pest control; Herbarium

为害动植物标本的害虫、害螨、病菌、鼠雀等统称为标本有害生物。标本害虫主要为昆虫和螨类, 分属于节肢动物门的昆虫纲和蛛形纲蜱螨亚纲。危害较严重的有烟草甲、药材甲、花斑皮蠹、袋衣蛾、书虱、衣鱼等。标本害虫除为害动植物标本外, 还为害中药材、烟草、棉、麻、丝、蚕茧、皮毛、纺织品、纸张、图书、档案、文物、竹木及其制品。随着近年来对生物多样性研究的发展以及国内外标本交流的增强, 为标本害虫的传播、为害创造了有利条件。另外, 部分标本馆缺乏必要的存放条件, 以致有害生物不断滋生繁衍。

标本害虫是储藏物昆虫学的一个组成部分。动植物标本是科学研究的重要素材, 在系统学、生态学等学科中都有着十分重要的地位, 对于促进学术交流及资源共享具有重大而深远的意义。近年来, 随着国际社会对生物多样性保护的高度重视, 每年增加标本的种类和数量巨大。与此同时, 标本害虫为害也日趋严重。标本往往由于昆虫和其他有害生物的危害而受损, 如不注意保护, 易变成废品, 对科研、经济和环境等造成的影响和损失难以估计, 因此迫切需要加强标本害虫研究和提高标本的保护技术。国内外标本馆和相关管理部门已有少量研究报道并实施综合管理。笔者系统介绍了标本害虫的种类、危害和特性, 主要害虫特征和行为习性, 并对标本害虫的综合防治策略进行了总结, 最后提出了以虫害可持续控制为目标的标本馆生态系统调控策略, 以期为提高生物标本虫害管理水平提供参考。

1 标本馆害虫的种类、特点及危害

1.1 种类 查清害虫的种类, 进一步掌握其发生规律, 是成功防除害虫的关键。与标本密切相关的昆虫种类有鞘翅目、啮虫目、蜚蠊目、缨尾目、等翅目、双翅目、膜翅目等种类, 螨类有蜱螨亚纲螨目的辐螨亚目、粉螨亚目和甲螨亚目等的种类。目前, 专门针对危害标本的害虫种类国内报道甚少。对于储藏物害虫, 我国自 1957 年组织了 5 次全国调查, 发现储藏物昆虫 242 种, 螨类 141 种, 其中分布较广、为害较重的约 50 种^[1]。动物标本的主要害虫是花斑皮蠹和衣蛾^[2]。王云果等对咸阳地区危害昆虫标本的害虫种类进行了系统调查与鉴定, 发现危害昆虫标本的害虫种类隶属于 4 目 10 科 15 属 22 种, 其中皮蠹类是危害昆虫标本的优势类群, 而花斑皮蠹是其中的优势种^[3]。植物标本的主要害虫是烟草甲。曾飞燕等提到危害标本馆标本的害虫主要有烟草甲、花斑皮蠹、米黑虫、黑皮蠹、药材甲、红圆皮蠹、白腹皮蠹等种类^[4-5], 而中国科学院华南植物研究所标本馆标本的害虫主要为烟草甲和花斑皮蠹^[4]。据监测, 深圳市中国科学院仙湖植物园植物标本馆的标本害虫优势种为烟草甲。标本馆的主要害虫种类见表 1。

1.2 危害及特性 标本害虫主要通过钻蛀、侵蚀和污损 3 种方式危害标本。一些主要的档案图书害虫如烟草甲等多以标本的花、果实和昆虫的腹部等为食; 而蜚蠊、白蚁等则以分泌物污损标本造成危害。标本害虫的危害会导致标本残缺不全, 还会使标本污损变色, 污迹斑斑, 严重损害的标本将失去使用、保藏的价值 (图 1)。标本害虫主要具有以下特性。

1.2.1 抗逆性强。 标本害虫由于长期生活在室内, 一般都能耐干、耐热、耐寒、耐饥。如日本蛛甲在 -5.0℃ 下能存活 164 d; 东方蜚蠊在 0℃ 下可生活 91 d; 黑毛皮蠹成虫在 40.0℃

作者简介 王晖 (1982-), 男, 广东深圳人, 工程师, 在读博士, 从事标本馆管理和植物分类学研究。* 通讯作者, 教授, 博士, 博士生导师, 从事昆虫系统分类学、水生昆虫学、植物检疫学研究。

鸣谢 感谢加拿大圭尔夫大学昆虫系统与进化实验室 Steve Marshall 教授为本文提供害虫照片。

收稿日期 2014-08-22

表1 标本馆的主要害虫种类

目	科	学名
鞘翅目	窃蠹科	红毛窃蠹 [<i>Xestobium rufovillosum</i> (De Geer)]
鞘翅目	窃蠹科	家具窃蠹 [<i>Anobium punctatum</i> (De Geer)]
鞘翅目	窃蠹科	档案窃蠹 (<i>Falsogastrallus sauteri</i> Pic.)
鞘翅目	窃蠹科	烟草甲 [<i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius)]
鞘翅目	窃蠹科	药材甲 [<i>Stegobium paniceum</i> (L.)]
鞘翅目	皮蠹科	白腹皮蠹 (<i>Dermestes maculatus</i> De Geer)
鞘翅目	皮蠹科	百怪皮蠹 (<i>Thyodrias contractus</i> Motschulsky)
鞘翅目	皮蠹科	红圆皮蠹 (<i>Antheus picturatus hintoni</i> Mroczkowski)
鞘翅目	皮蠹科	花斑皮蠹 (<i>Trogoderma variabile</i> Ballion)
鞘翅目	皮蠹科	黑毛皮蠹 (<i>Attagenus unicolor japonicus</i> Reitter)
鞘翅目	皮蠹科	褐毛皮蠹 (<i>Attagenaugustus gobicola</i> Frivaldszky)
鞘翅目	皮蠹科	金黄圆皮蠹 (<i>Anthrenus flavipes</i> Solskij)
鞘翅目	皮蠹科	火腿皮蠹 [<i>Dermestes lardarius</i> (L.)]
鞘翅目	皮蠹科	白带圆皮蠹 (<i>Anthrenus pimpinellae</i> Fabricius)
鞘翅目	皮蠹科	小圆皮蠹 (<i>Anthrenus verbasci</i> Linnaeus)
鞘翅目	皮蠹科	中华圆皮蠹 (<i>Anthrenus sinensis</i> Arrow)
鞘翅目	皮蠹科	钩纹皮蠹 (<i>Dermestes ater</i> De Geer)
鞘翅目	粉蠹科	中华粉蠹 (<i>Lyctus sinensis</i> Lesne)
鞘翅目	粉蠹科	褐粉蠹 (<i>Lyctus brunneus</i> Stephens)
鞘翅目	粉蠹科	鳞毛粉蠹 (<i>Minthea rugicollis</i> Walker)
鞘翅目	蛛甲科	裸蛛甲 (<i>Gibbium psyllodes</i> Czemp.)
鞘翅目	蛛甲科	日本蛛甲 (<i>Ptinus japonicus</i> Reitt)
鞘翅目	蛛甲科	棕蛛甲 (<i>Ptinus clavipes</i> Panzer)
鞘翅目	拟步甲科	赤拟谷盗 (<i>Tribolium castaneum</i> Herbst)
鞘翅目	拟步甲科	杂拟谷盗 (<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val)
鞘翅目	扁甲科	锈赤扁谷盗 (<i>Cryptolestes ferrugineus</i> Stephens)
鞘翅目	锯谷盗科	锯谷盗 (<i>Oryzaephilus surinamensis</i> Linnaeus)
鞘翅目	锯谷盗科	大眼锯谷盗 (<i>Oryzaephilus mercator</i> Fauvel)
鞘翅目	锯谷盗科	米扁虫 [<i>Ahasverus advena</i> (Walt)]
鞘翅目	薪甲科	椭圆薪甲 (<i>Holoparamesus ellipticus</i> Wollaston)
鞘翅目	薪甲科	头角薪甲 (<i>Holoparamesus capitatus</i> Wollaston)
鞘翅目	薪甲科	眼湿薪甲 [<i>Enicmus minutus</i> (L.)]
鞘翅目	薪甲科	缩颈薪甲 (<i>Coninomos constricta</i> Gyllenhyll)
鞘翅目	毛草甲科	褐草甲 [<i>Cryptophilus integer</i> (Heer)]
鞘翅目	天牛科	家天牛 [<i>Trichoferus campestris</i> (Faldermann)]
鞘翅目	天牛科	家扁天牛 (<i>Eurypoda antennata</i> Saunders)
鳞翅目	织叶蛾科	拟衣蛾 (<i>Hofmannophila pseudospretella</i> Stainton)
鳞翅目	织叶蛾科	幕谷蛾 (<i>Tineola bisselliella</i> Hummel)
鳞翅目	织叶蛾科	袋谷蛾 (<i>Tineola pellionella</i> L.)
啮虫目	粉啮虫科	嗜卷书虱 (<i>Liposcelis bostrychophila</i> Badonnel)
啮虫目	粉啮虫科	嗜虫书虱 [<i>Liposcelis entomophila</i> (Enderlein)]
啮虫目	窃虫科	尘虱 [<i>Trogium pulsatorium</i> (L.)]
蜚蠊目	姬蠊科	德国小蠊 [<i>Blattella germanica</i> (L.)]
蜚蠊目	蜚蠊科	美洲大蠊 [<i>Periplaneta americana</i> (L.)]
蜚蠊目	蜚蠊科	东方蠊 (<i>Blatta orientalis</i> L.)
缨尾目	衣鱼科	毛衣鱼 (每栉衣鱼) (<i>Ctenolepisma villosa</i> Fab.)
缨尾目	衣鱼科	家衣鱼 (台湾衣鱼) (<i>Lepisma saccharina</i> L.)
缨尾目	衣鱼科	斑衣鱼 [<i>Thermobia domestica</i> (Packard)]
膜翅目	木蜂科	黄胸木蜂 (<i>Xylocopa appendiculata</i> Smith)
膜翅目	木蜂科	中华木蜂 (<i>Xylocopa sinensis</i> Smith)
膜翅目	鼻白蚁科	家白蚁 (<i>Coptotermes formosanus</i> Shiraki)
膜翅目	粉蝻科	尘食酪蝻 (<i>Tyrophagus perniciosus</i> Zachvatkin)
膜翅目	蚰蜒科	梅氏嗜霉蚰 (<i>Euroglyphus maynei</i> Cooreman)
膜翅目	蚰蜒科	长嗜霉蚰 (<i>Euroglyphus longior</i> Trouessart)
膜翅目	蚰蜒科	屋尘蚰 (<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> Trouessart)



图1 植物标本为害状

1.2.2 危害隐蔽。标本害虫体型较小,颜色灰暗,适应在温暖、潮湿、阴暗、不通风和灰尘多的环境中。如衣鱼和蜚蠊等身体扁平,适于在植物标本台纸和标本柜缝隙中活动。

1.2.3 寄主种类多。标本害虫食性复杂,寄主种类多,如白腹皮蠹(图2)除为害皮毛、兽骨、羽毛、蚕丝等,也为害书籍、烟草、茶叶、动物性药材等。根据食性,可将标本害虫分为植物性纤维害虫、动物性纤维害虫和杂食性害虫。植物性纤维害虫主要为书虱、衣鱼、粉蠹和白蚁等;动物性纤维害虫包括地毯甲、袋衣蛾等;杂食性害虫包括烟草甲、药材甲、花斑皮蠹和蜚蠊等。



图2 白腹皮蠹

1.2.4 繁殖能力强。由于标本保存环境条件较稳定,标本害虫自然死亡率少,种群形成快,可在标本馆内完成完整的生活史并繁殖下一代。在25.0℃的标本馆内,烟草甲每天可产10~20粒卵,白蚁蚁后1d可产6000~7000粒卵,黑毛皮蠹每头雌虫可产450~900粒卵^[6]。

2 标本馆的主要害虫形态特征和习性

2.1 烟草甲(图3) 烟草甲属鞘翅目窃蠹科,为世界性害虫,国内分布广,喜好生活在温暖多湿地区。为害烟草及其加工品、可可、豆类、谷物、中药材、动物性储藏品、动植物标本及图书档案等。成虫体长2.0~3.0mm,卵圆形,红褐色,密被倒伏状淡色茸毛;触角淡黄色,短,第4~10节锯齿状;前胸背板半圆形,后缘与鞘翅等宽;鞘翅上散布小刻点,刻点不成行。卵长椭圆形,长0.5mm,淡黄白色,蛴螬形,一端具有若干微小突起。幼虫体长3.0~5.0mm,淡黄色,密生金黄色系长毛。蛹长约3.0mm,宽约1.5mm,乳白色。烟草甲生活

左右仍能继续繁殖,幼虫在-3.9℃时能存活198d;异斑皮蠹耐饥能力强,可以5年不食;白腹皮蠹对马拉硫磷的抗性已达4.5倍;袋谷蛾对狄氏剂的抗性已达100.0倍;食酪蝻属的害蝻已对二氧化碳的气调产生抗性,抗气性最高达到5级^[1]。

周期短,每代历期 35~128 d,一年可繁殖 2~5 代。雌虫产卵的适宜温度为 22.5~35.0 ℃。



图 3 烟草甲

2.2 药材甲(图 4) 药材甲属鞘翅目窃蠹科,呈世界性分布,我国绝大多数省(区)均有分布,为害谷物、食品、中药材、图书和档案,是药材的主要害虫。成虫 1.7~3.4 mm,黄褐色至深栗色,密生倒伏状毛和稀疏的直立状毛;触角 11 节,末 3 节扁平膨大形成触角棒;前胸背板隆起似帽状,从背面看似三角形,基部比鞘翅宽。卵椭圆形,乳白色。幼虫长约 4.0 mm,近白色,蛴螬形,着生金黄色绒毛。蛹长椭圆形,腹末节两侧各生 1 小肉刺。一年发生 2~4 代,以幼虫越冬。成虫趋光、善飞,成虫、幼虫喜在坚硬食物上蛀孔为害,耐干性强。



图 4 药材甲

2.3 花斑皮蠹 花斑皮蠹属鞘翅目皮蠹科,国外分布于阿富汗、伊拉克、伊朗、中亚、高加索、美国、日本等国家和地区,国内大部分省(区)有分布,在新疆分布极广,发生较严重。该虫为害皮毛、昆虫标本、中药材、蚕丝、谷物及其制品。成虫体长 2.2~4.4 mm,宽 1.1~2.3 mm;鞘翅上的淡色毛着生于表皮淡色花斑上,形成清晰的亚基带环、亚中带及亚端带;触角 11 节,雄虫触角棒 7~8 节,末节长于第 9、第 10 节之和。幼虫体 6.0~7.0 mm,纺锤形,骨化部分黄褐色,非骨化部分淡黄色或乳白色。一年发生 1~2 代,以幼虫在缝隙、碎屑中群集越冬。幼虫喜阴暗潮湿,耐饥性强,常群集为害,造成损失严重。

2.4 百怪皮蠹(图 5) 百怪皮蠹属鞘翅目皮蠹科,国外主要分布在加拿大、美国、丹麦、英国、芬兰、南斯拉夫、意大利、日本、中亚地区,我国大部分省(区)有分布。幼虫为害多种

动物性产品及动物标本。雌雄异型。雄虫体长 2.0~4.5 mm,体下场,两侧略平行。背面黄褐色,腹部暗褐色,被黄褐色毛。触角长,末 4 节特别延长。鞘翅长约为前胸背板长的 4 倍。雌虫体长 2.6~5.2 mm。体粗短无翅,呈幼虫状。复眼小,触角短,末 3 节较长。幼虫体长 5.0~6.0 mm,被黄褐色毛,受惊时长卷曲成球形。一年发生 1 代,以幼虫越冬,第 2 年春天化蛹。卵期 19 d,幼虫期达 11 个月,耐饥力强,蛹期 12~14 d。



图 5 百怪皮蠹

2.5 幕谷蛾(图 6) 幕谷蛾(幕衣蛾),属鳞翅目谷蛾科,为世界性害虫,温带地区发生普遍,国内分布于四川、重庆、云南、青海、新疆、甘肃、山东、西藏、北京等省区市。主要危害动物标本和地毯、毛皮等动物制品。成虫体长 4.2~5.7 mm,头及前翅呈浅赭黄色,前翅近梭形,翅端稍尖,翅面为单一的浅黄色或黄白色,无斑纹。幼虫体长 7.0~9.0 mm,头黄色至淡褐色,前胸盾淡黄色,其余部分为乳白色或白色。该虫对高、低温的抵抗力很强,成虫在 0 ℃ 和 0 ℃ 以下可存活 37 d,幼虫在 -6.7~ -3.9 ℃ 下可存活 67 d, -15~ -12.2 ℃ 下可存活 12 d。



图 6 幕谷蛾

2.6 家衣鱼(图 7) 家衣鱼属昆虫纲缨尾目衣鱼科,分布于我国台湾等地。该虫为害动植物标本、档案、书籍和纸质文物。成虫体长约 9.0 mm,头小,略呈半圆形。体扁长,乳白色,背面密生黑鳞。触角鞭状,很长。腹部长,向后逐渐缩小,尾端有尾毛 1 对,另长形中尾丝 1 根。卵白色,卵形。该虫完成 1 代需 3~24 个月,喜阴暗、潮湿、畏光,善于爬行。在我国,标本馆常见的衣鱼还包括毛衣鱼。



图7 家衣鱼

2.7 书虱类害虫(图8) 书虱隶属啮虫目鼠啮科虱啮属,为半变态昆虫,我国已报道25种^[7]。主要为害动植物标本、书籍纸张。我国标本馆常见书虱种类包括嗜卷书虱和嗜虫书虱。书虱体长1.0 mm左右。成虫一般无翅,色淡后呈灰色,触角丝状,后足腿节扁而膨大。书虱喜群居,生活在温暖、潮湿、器物不常搬动的地方。书虱的种群发展很快,特别是一些种类(如嗜卷书虱)为孤雌生殖,条件适宜时,每头雌虫可产卵100头以上,且20多天即可完成一代^[8]。温度和湿度对书虱的影响是综合的,一般来说,温度适中(27~30℃)、湿度高(80%RH)最有利于书虱种群的增长,但对于不利的环境条件来说,书虱也有很强的适应性。



图8 书虱

2.8 蜚蠊类害虫(图9) 蜚蠊,俗称蟑螂,属于昆虫纲蜚蠊目。在标本馆内为害的主要种类有美洲大蠊、德国小蠊和东方蜚蠊。蜚蠊为杂食性昆虫,耐饥力强,在无食物而有水分时可存活2个月,在完全无水和食物的状态下尚可存活7d。蜚蠊活动与温度关系密切,平均温度15.0℃以上时开始活动,随温度上升而活动增加,24.0~32.0℃时最活跃,4.0℃时完全不能活动,-5.0℃下经30 min即被冻死,超过50.0℃时则趋于死亡。

3 标本害虫综合治理策略

标本害虫综合防治的目标是在保证标本的安全、优质的前提下,创造一个良好的生态环境,使环境条件对馆藏标本有利,而对害虫不利。保护馆藏标本不受害虫为害,应贯彻“预防为主,综合防治”的方针,对馆藏标本的保存实行科学管理,保持室内干燥、清洁,温度适宜;建立和健全各种监测



图9 美洲大蠊

和防虫制度;开展害虫的调查研究,掌握主要害虫的发生规律;杜绝害虫的侵入和传播。如发生虫害,应采取综合防治方法及时扑灭。常用方法包括预防措施、清洁卫生措施、物理防治、密封与气调防治、化学防治和生物防治。

3.1 预防措施

3.1.1 提高标本馆的防虫设施标准,改善馆藏条件(环境维护)。保存标本的库房,要求具备防热,防潮,防虫、霉、鼠雀,防有害气体和尘土,防火,防盗等条件。门、窗的密封性要好,能保持阴凉、干燥,没有孔洞缝隙,经常保持清洁。标本馆与生活区隔离,周围铺设水泥或沥青地面,标本馆的建筑在审计和空间配置上最好也要具有一定的各理性,能够尽可能隔绝传染源的进入。

3.1.2 严格标本入库制度,做好消毒杀虫处理。所有馆藏区域外的标本,无论是准备入馆、出借后归还还是因故需携入比对鉴定等,均应经过杀虫或隔离处理才能进入标本馆的馆藏区域。最好建立一个与馆藏区域隔离的检查室,进行新入馆标本的检查,并建立必要的管理和检查制度。

3.1.3 控制标本环境的温湿度。标本的安全保存要求干燥、低温、清洁的环境。英国邱园出版的标本馆手册所推荐的保存环境为温度20~23℃、相对湿度40%~60%^[9]。一般标本馆害虫生长发育的适宜温度为22~32℃,相对湿度为70%~90%;有效低温为10~22℃,有效低湿为40%~70%;有效高温为30~40℃。因此,可以通过控制温度和湿度使害虫不能顺利完成其生活史从而达到防虫目的^[10]。家具窃蠹在25℃以下飞行就会受到限制^[11],从而降低寻找配偶、散布和蔓延的机率。衣鱼的卵在22℃温度条件下需要40d以上才会孵化,但在32℃的温度条件下仅需20d即可孵化^[12]。标本馆害虫多喜在高湿度的环境中存活,墙壁上的渗水、环境中因温度波动引发的结露都可增加害虫存活的机率^[13]。

3.1.4 隔离封装。对昆虫危害严重的植物标本,可采用抽真空压膜保藏技术。将植物标本以透明薄膜包装,抽真空后热封口。但该种方法会在一定程度上干扰标本的检视。

3.1.5 使用驱避剂。可在标本柜中施入一些驱虫药剂以加强防治的强度。常见驱虫剂包括天然樟脑和精萘丸。另外,一些植物精油如桉叶油、留兰香油和橘油也有防虫效果。氯化汞曾经被大多数标本馆普遍使用,但氯化汞处理标本会损

坏装订植物标本的台纸,且有剧毒,容易积累并危害工作人员健康,现已被禁止使用。

3.2 物理防治 物理防治指利用自然的或人为的物理方法破坏害虫的生理机能,或恶化害虫的生活环境条件,抑制害虫的发生和为害。物理防治的主要方法有以下几种。

3.2.1 低温杀虫。低温冷冻杀虫是利用冬季寒冷的空气或人工产生的冷气来减低标本馆或标本温度,借以达到抑制害虫的发育、繁殖和为害,甚至把害虫冻死的目的。该方法是标本馆最常用的防虫方法。一定的低温能使害虫的新陈代谢停止或接近停止,细胞膜破坏,细胞内的游离水外溢到细胞间隙结冰,同时代谢不能正常进行,致使害虫受机械损伤、毒物积累而死亡。标本害虫多半原产亚热带或热带地区,抗寒能力较小。

约在 50 年前,就已有昆虫学者研究采用低温冷冻法处理库房害虫,现今仍有许多博物馆使用该法来处理被虫蛀过的植物蜡叶标本。该方法简便易行,设备主要包括塑胶袋、尼龙绳、收纳箱以及可降温到 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冷冻柜等。可将标本整理后放入收纳箱(标本盒),再套入塑料袋密封,放入已降温冷冻柜 7~14 d 进行低温杀虫。取出标本后需恢复室温再打开塑料袋,否则会造成标本返潮,容易滋生霉菌。王秀芳等利用低温处理方法对不同虫态烟草甲进行处理。结果表明,各虫态烟草甲耐低温的顺序从高到低依次是幼虫、成虫、卵。 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 处理,各虫态烟草甲死亡率都为 100%; $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温条件下,处理 1 h 以上,烟草甲卵和成虫全部死亡,处理 72 h 以上,烟草甲幼虫全部死亡^[14]。

应用超低温冷冻柜预防虫害一般不受时间、季节的制约。但用于治理虫害,最佳杀虫时机为春末夏初,因为此时虫卵孵化出的低龄幼虫体壁较薄、原生质含水比例较大,耐低温能力差。此外,由于冰柜表层的温度略低,标本在冰柜中放置的位置也会影响杀虫效果。姚建等通过 12 次试验发现花斑皮蠹幼虫在冰柜中放置位置不同其冷冻致死率亦不相同,置于冰柜表层的死亡率在 0~50%,上层的死亡率为 95%~100%,中上层及中层死亡率达 100%。放置在表层及上层的皮蠹幼虫,在经 2 d 以上的冷冻处理后部分个体出现复活。因此,对那些原先放置上层及表层的标本,第 1 次冷冻结束后,间隔数天应再进行第 2 次冷冻,以提高和巩固冷冻杀虫效果^[15]。张波采用安全无毒的 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温冷冻法对标本害虫白腹皮蠹进行消杀试验,结果表明寄生于动物标本皮毛的白腹皮蠹成虫在 6 h 内全部死亡,且降温速度和标本制作材料的隔热特性是影响防治效果的重要因素。随着低温平衡时间的延长,害虫对低温冷冻的适应能力将逐渐增强,最终导致害虫消杀时间显著延长^[16]。

低温杀虫效力主要取决于冷冻温度和冷冻持续时间。英国邱园的标本馆手册中建议以 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 处理 72 h,可达到充分的杀虫效果。值得注意的是,由于标本常成批进行低温杀虫,由于堆叠较厚,温度传导慢,需等到所有标本均降到目标温度后方可开始计算杀虫时间,故冷冻持续时间应适当延长。由于低温对标本也有一定程度的损伤,实际工作中应选

择能有效杀虫的最低冷冻温度和最短冷冻时间,以最大限度地减小低温冷冻对标本的破坏。

3.2.2 高温杀虫。标本害虫可在一个适宜的温度范围内正常地生长发育、生殖及生存。但是,如果超过适宜温度范围,就会阻碍其生长,抑制产卵,延缓发育或导致生理变化甚至死亡。一般超过 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 即影响其生殖。温度上升到 $40\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,已达标本害虫活动能忍受的最大限度。Strang 对文献记载的 46 种博物馆害虫的防控温度进行了综述,其中包括热处理的温度和时间,以及冷昏迷、取食和发育的极限温度^[12]。王云果等通过温度处理防除花斑皮蠹的越冬幼虫,结果表明花斑皮蠹的越冬幼虫在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下处理 35 d、 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下处理 1~2 d、 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下处理 3~4 h、 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下处理 1 h,其死亡率均达 100%^[17]。

3.2.3 湿度杀虫。湿度是标本馆害虫生存的重要生态因子。湿度除了影响霉菌的生长外,对小型的昆虫如书虱、白蚁和衣鱼的存活也有影响。档案窃蠹在温度从 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 降到 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况下,卵的孵化率不会受到影响(均为 70%),但若相对湿度由 60% 降到 55%,则孵化率降至 31%。程进霞等报道,高湿有利于嗜虫书虱的生长发育和繁殖,湿度低于 60% 时各虫态均不能发育存活^[18]。

3.2.4 电离辐射。该法使害虫处于足够高的频率强度和射频电场中,它们从电场中吸收能量而使体温迅速升高,最终死亡。该种处理的致死效应是由于电介质加热产生了致死温度的结果。使用 α 粒子、 β 粒子、X 射线、 γ 射线及加速电子等产生的电离辐射都可杀死标本馆害虫或使其不育。其中最常用的是 γ 射线。王殿轩等利用不同剂量的电子束对不同虫态的嗜虫书虱进行辐照处理,结果表明嗜虫书虱的卵、若虫、成虫对电子束辐照的敏感性依次降低,且 300 Gv 的剂量可作为电子束辐照防治嗜虫书虱的参考剂量^[19]。

3.2.5 气调杀虫。氧气是昆虫的重要生态因子。气调杀虫即将空气中各种气体的正常比例加以调整,使氧气减少,二氧化碳或氮气增加,从而抑制害虫、害螨及微生物的生长。汪华明指出,把受虫蛀材料及害虫置于密封的装置内,抽成接近真空后,再充入二氧化碳气体,并使其浓度控制在 60%,密封 10 d,即可有效杀灭黑毛皮蠹、烟草甲、档案窃蠹等多种害虫^[20]。在使用气调杀虫处理大量标本时,需考虑成本。另外,害虫对气调可产生不同程度的抗性,影响气调防治的效果。

3.3 生物防治

3.3.1 生长调节剂。对于标本害虫来说,熏蒸剂和可供选择的触杀药剂有限,并且对标本的污染指标又有严格的规定,一般的化学药剂难以满足要求。而昆虫保幼激素类似物对哺乳动物几乎无毒^[21]。丁伟等系统测定了灭幼宝和烯虫酯对嗜虫书虱的生物活性。结果表明,灭幼宝对嗜虫书虱若虫的致死作用非常明显,不同浓度的灭幼宝使若虫的发育历期明显延长;灭幼宝和烯虫酯对嗜虫书虱的成虫无杀伤作用,但对成虫的产卵量有明显的抑制作用^[8]。

3.3.2 昆虫性信息素。昆虫性信息素具有作用广泛、选择

性强、无残毒、不污染环境、不会引起害虫产生抗药性、对人畜安全等特点,可用来监测和捕杀标本害虫。用昆虫性信息素防治害虫,一般是将昆虫性信息素浸到一定的载体内做成诱芯,放到诱捕器内,将诱捕器置于库内进行诱杀防治。

3.3.3 植物性杀虫剂。植物性杀虫剂是与环境有较高和谐度的害虫控制剂。近年来,国内外学者对天然植物性杀虫剂进行了广泛研究,已发现有2 000多种植物对害虫有拒食、驱避、引诱、滞育、抑制生长发育、胃毒及熏蒸的作用,并从中分离、鉴定出一批具有杀虫活性的成分,按其化学结构分为糖甙、苯酚、醌、生物碱、萜烯、甾族、木聚糖和多炔等几大类。用灵香草等植物提取液制成的混合制剂对黑毛皮蠹、花斑皮蠹、烟草甲和档案窃蠹有较强的驱避、滞育和熏杀作用。印楝中分离出来的印楝素杀虫范围广,对10目200多种仓储害虫具有显著拒食和抑制生长发育作用。吕建华等在实验室条件下详细研究了臭椿皮、蛇床子、高良姜根茎、木香蒿、苍耳子、桂皮、艾叶、全麦粉和烟叶9种植物材料对烟草甲生长发育的影响。结果表明,9种植物材料对烟草甲卵的孵化基本没有影响,但对其孵化后的生长发育则有显著影响^[22]。

3.3.4 病原微生物。引起标本昆虫疾病的微生物主要是细菌类,其次是真菌、病毒和原生动物。其中,苏云金杆菌[*Bacillus thuringiensis* (Bt)]在害虫防治中应用最多。刘爱英等利用白僵菌(*Beauveria bassiana*)对烟草粉螟及烟草甲的致病性进行研究,结果表明白僵菌粉对烟草粉螟和烟草甲均具有较强的致病力,在处理21 d后死亡率分别达31.0%和84.4%^[23]。

3.4 化学防治 用于标本害虫的化学药剂有防护剂、熏蒸剂、防霉剂以及空仓与器材杀虫剂。其中较常用的为熏蒸剂。化学熏蒸杀虫法是在密闭的环境中使用熏蒸剂,害虫通过呼吸系统如气门、气管、气孔吸入药剂,发生一系列生理变化从而致其中毒死亡的方法,是进行大面积杀虫的最有效方法。严重生虫的标本,在不得已的情况下可用磷化铝(AIP)或其他熏蒸剂[如硫酰氟(SO_2F_2)、溴甲烷(CH_3Br)等]熏蒸杀虫。熏蒸剂的种类(包括操作方法、毒性、残留性等各异)、浓度、实施的频率、封闭的时间等都对杀虫效果产生影响。不同发育阶段的虫态对熏蒸剂的敏感性也不同。王秀芳等研究了7种药剂对烟草甲幼虫和4种药剂对烟草甲成虫的触杀毒力。结果表明,供试药剂中对烟草甲幼虫触杀毒力最弱的是66.67%的甲氨基阿维菌素苯甲酸盐,而对烟草甲成虫触杀毒力最强的是90%甲基嘧啶磷^[24]。王云果通过研究发现花斑皮蠹不同虫态对磷化铝熏蒸剂的敏感性由强到弱依次为成虫、3~4龄幼虫、老龄幼虫、蛹、卵。当温度相同时,随着甲酸乙酯对花斑皮蠹成虫处理用量的增大或处理时间的延长,花斑皮蠹成虫的死亡率越高;在温度为20~35℃的范围内,随着温度的升高,甲酸乙酯对花斑皮蠹成虫的熏蒸效果降低,20℃时熏蒸效果最好^[25]。

化学药剂在保护标本免受虫害损伤方面取得了显著防效^[26]。但是,考虑到化学药品对公众身心健康存在潜在危害,促使人们对现行利用化学药品进行防虫的标本保护

政策进行重新评估^[27-30]。

4 综合防治策略制定

标本害虫的防治是根据“预防为主,综合防治”的方针,主要杜绝害虫和螨类的感染,采用综合防治技术在其严重危害之前进行消灭。采用的防治技术策略既应考虑防虫效果,又要考虑对标本的影响,还要考虑相应部门的实际可行性。应以不影响标本质量为前提,而且不损害环境和人体安全,达到安全保存标本的目的。在研究害虫生活规律的基础上,可制定各种防治措施。其基本途径主要包括:①通过采取入库检疫、监测和清洁卫生防治来禁止和消灭新害虫的传入和蔓延,防止已发生的害虫蔓延;②通过改变生态环境来创造不利于害虫生长、发育和繁殖的环境,包括控制温湿度、氧气含量等;③当害虫发生后,要采取有效措施,如冷冻杀虫、气调杀虫、光波杀虫、化学熏蒸等,以减少和消灭害虫,控制其扩大危害。

参考文献

- [1] 李隆术,朱文炳. 储藏物昆虫学[M]. 重庆:重庆出版社,2009:1-371.
- [2] 肖方. 野生动物标本制作[M]. 北京:科学出版社,1999:22-27.
- [3] 王云果,高智辉,卜书海,等. 昆虫标本害虫种类调查[J]. 陕西林业科技,2008(2):116-119.
- [4] 曾飞燕,叶华谷,陈海山. 植物标本馆防虫方法[J]. 亚热带植物学报,2003,11(3):271-274.
- [5] 林祁,张春光,覃海宁. 全国生物标本馆技术研讨会论文集[C]. 北京:中国科学技术出版社,2002:1-341.
- [6] 刘蓝玉. 国内博物馆须正视之虫害问题[J]. 博物馆学季刊,2003,24(3):79-97.
- [7] 秦萌,李志红,孙晓,等. 中国常见仓储书虱PCR-RFLP快速识别[J]. 昆虫知识,2007,44(6):909-912.
- [8] 丁伟,李隆术,赵志模. 书虱综合防治技术研究进展[J]. 粮食储藏,2001,30(4):3-6.
- [9] BRIDSON D, FORMAN L. The Herbarium Handbook[M]. 3rd ed. Kew, UK:Royal Botanic Gardens,1998.
- [10] 李灿,李子忠,任筱楠. 中国档案图书害虫研究现状及发展方向[J]. 新世纪图书馆,2003(5):28-30.
- [11] CHILD R E. Insect damage as a function of climate[M]//PADFIELD T, BORCHERSEN K. Contributions to the Copenhagen Conference: Museum Microclimates. The National Museum of Denmark,2007:57-60.
- [12] STRANG T J K. A review of published temperatures for the control of pest insects in museums[M]. NHC, Collection Forum,1992:41-67.
- [13] PINNIGER D. Pest Management in Museums, Archives and Historic House[M]. Archetype Publications,2004:115.
- [14] 王秀芳,任广伟,王新伟,等. 低温对不同虫态烟草甲的影响[J]. 华北农学报,2010,25(S1):287-289.
- [15] 姚建,刘虹,陈小琳. 使用冷冻方法防治昆虫标本虫害[J]. 昆虫知识,2005(1):96-97.
- [16] 张波. 低温冷冻法对标本害虫白腹皮蠹防治效果的研究[J]. 文物保护与考古科学,2013,25(4):77-80.
- [17] 王云果,高智辉,赵殊荣. 温度处理防除花斑皮蠹越冬幼虫[J]. 陕西林业科技,2007(1):41-43.
- [18] 程伟霞,王进军,赵志模. 嗜卷书虱和嗜虫书虱的研究进展[J]. 粮食储藏,2003(6):3-7.
- [19] 王殿轩,李淑荣,韩辉,等. 电子束辐照对嗜虫书虱存活和繁殖力的影响[J]. 昆虫知识,2010,47(5):910-914.
- [20] 汪华明. 防治文献害虫的新成果新技术[J]. 图书馆界,1998(3):36-38.
- [21] OBERLANDER H, SILHACEK D L, SHAYYA E. Current status and future perspective of the use of insect growth regulators for the control of stored product insects[J]. Journal of Stored Products Research,1997(1):1-6.
- [22] 吕建华,苏新宏,袁良月,等. 烟草甲在9种植物材料中的生长发育研究[J]. 河南工业大学学报,2010,31(4):9-13.



注:a为游船码头,b为露天茶社。

图5 渔村新韵景观区

自然、胜于自然”的植物景观效果。

观滁广场景观区树种种植的主要是香樟、银杏等。周围广场花坛绿地种植色叶树种和常绿树种,如银杏、红瑞木、无患子、枫香等并配以紫叶小檗、金叶女贞、红叶石楠、红花檵木等,丰富了种植内容和层次,体现植物造景的美感。在部分迎水面种植水生和耐水湿植物,如香蒲、菖蒲和芦苇等,有效地恢复了水生植物群落。

部分挡墙采用垂直绿化的手法,通过在堤顶位置设置种植槽,种植迎春、云南黄馨等垂挂式植物,丰富了挡墙的绿化效果。同时在二级亲水景观道路上通过花钵、种植槽结合的方式来增加绿量。在背水坡面种植乔灌木做复层式种植,植物主要选择乡土树种。

8 结语

观滁景观绿地作为滁河环境整治工程的起点和重要节点,其景观效果对于整个河道的整治工程起着重要的作用。在景观改造设计中,景观设计师与水利设计师通力合作,设计方案几经修改完善,努力把握景观设计与水利设计的结合点。如今,滁河环境整治工程一期至九期已经完成施工。一

条“生态、人文、活力之河”已经流过六合区,不仅提升了六合区的城市品质,更为居民们带来了一处休闲放松的场所。

在该项目的景观设计中,充分认识到河道景观项目设计的特殊性。河道景观设计与一般的公园景观设计、居住区景观设计、单位景观设计和道路景观设计等都有明显的区别,设计难度也更大。河道景观设计中,河流的水文条件是需要优先考虑的因素,首先确保水利要求是第一要务,也是河道安全和景观安全的保证。其次,河道景观通常可设计利用的空间较为狭长,因此许多区域都是立体设计,对于场地高差的把握和处理尤为重要。只有在有限的空间里,科学规划、精确设计,坚持生态引领、水利优先、以人为本、强化特色和因地制宜的原则,才能营造出安全、生态、怡人、和谐的河道景观。

参考文献

- [1] 南京六合区滁河(城区段)环境整治工程沿河景观设计[R]. 南京林业大学林产工业设计院,2007.
- [2] 南京市滁河(六合城区段)环境整治水利工程可行性研究报告[R]. 南京市水利规划设计院有限责任公司,2006.
- [3] 张雅卓. 城市河道综合整治研究及思考[J]. 水利发展研究,2009(6):32-37.
- [4] 刘爱英,罗力,邹晓,等. 白僵菌对烟草粉螟及烟草甲的致病性研究[J]. 贵州农业科学,2009,37(9):103-104.
- [5] 王秀芳,任广伟,王新伟,等. 几种药剂对烟草甲生物活性的测定[J]. 中国烟草科学,2011,32(4):84-86.
- [6] 王云果. 花斑皮蠹的生物学特性及防治技术研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2007:1-69.
- [7] LINNIE M L. Evaluation of temperature regimes for the control of insect pests of museum collections[M]. Collection Forum,1999:76-89.
- [8] DAWSON J E,STRANG T J K. Solving museum insect problems:Chemical control[M]. Canadian Conservation Institution Techniques Bulletin,1992:1-26.
- [9] IRWIN R R. The hidden menace of PDB[M]. Washington:Amateur Entomological Society,1987:1220-1221.
- [10] LINNIE M J. Integrated pest management:A proposed strategy for natural history museums[M]. Museum Manage Curatorship,1996:133-143.
- [11] PELTZ P,ROSSOL M S. Safe pest control procedures for museum collections[M]. New York:Center for Occupational Hazards Press,1983:8-9.

(上接第9378页)