

DOI:10.14188/j.ajsh.2021.05.007

## 西藏布达拉宫节肢动物群落特征及其变化

王壮壮<sup>1</sup>,何祖强<sup>1</sup>,呼景阔<sup>1</sup>,拉多<sup>1</sup>,玉塔<sup>2</sup>,扎西穷角<sup>2</sup>,欧杰次仁<sup>2</sup>,普布<sup>1\*</sup>

(1. 西藏大学理学院,西藏拉萨 850000;  
2. 西藏自治区布达拉宫管理处,西藏拉萨 850000)

**摘要:** 为了解西藏布达拉宫古建筑内节肢动物群落特征及时空分布,为古建筑室内生物多样性资源提供基础数据,同时为布达拉宫的修缮及防虫工作提供科学依据,结合布达拉宫2015年5月至7月防虫工作的开展,在布达拉宫古建筑室内设置5个样点,对室内节肢动物群落特征和时空变化进行了初步研究。采用杀虫剂击倒法和手捡法共捕获室内节肢动物1124只,隶属于2纲7目12科17种(类)。其中,优势种有3种,分别为拉萨索砚甲(*Solskia lhasana* Ren et Yu.)、棕蛛甲(*Ptinus clavipes*)和藏显缘短跗窃蠹(*Ernobius* sp.)。随时间变化,布达拉宫节肢动物物种数(*S*)、群落多样性指数(*H*)及均匀性指数(*E*)在5月至7月总体呈上升趋势。随空间变化,列康顶库房和扎厦三层节肢动物丰富度最大,德阳厦地堑丰富度最小。藏显缘短跗窃蠹在五个样点均有分布,是布达拉宫木材的主要害虫。

**关键词:** 布达拉宫;节肢动物;群落特征;时空变化

**中图分类号:** Q958.15

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2096-3491(2021)05-0474-08

## Characteristics and its variation of arthropod community in Potala Palace, Tibet

WANG Zhuangzhuang<sup>1</sup>, HE Zuqiang<sup>1</sup>, HU Jingkuo<sup>1</sup>, Lhaduo<sup>1</sup>, Yuta<sup>2</sup>, Tashi Qiongjue<sup>2</sup>,  
Ojie Tsering<sup>2</sup>, Phurbu<sup>1\*</sup>

(1. Department of Life Sciences, Tibet University, Lhasa 850000, Tibet, China;  
2. Potala Palace Administration, Tibet Autonomous Region, Lhasa 850000, Tibet, China)

**Abstract:** In order to understand the characteristics and spatiotemporal distribution of arthropod community in the ancient buildings of the Potala Palace in Tibet, to provide the basic data for the biodiversity resources of the ancient buildings, and to provide scientific basis for the repair and pest control of the Potala Palace, combined with the pest control work in the Potala Palace from May to July in 2015, 5 sample sites were set up, and the characteristics and spatiotemporal changes of indoor arthropod community were preliminarily studied. A total of 1124 indoor arthropods were captured by insecticide knockdown method and hand-picking method, belonging to 17 species (groups) in 2 classes, 7 orders and 12 families. Among them, three dominant species were *Solskia lhasana* Ren et Yu., *Ptinus clavipes*, and *Ernobius* sp. respectively. The number of arthropod species (*S*), community diversity index (*H*) and evenness index (*E*) increased with time from May to July in the Potala Palace. The abundance of arthropods was the highest in the storehouse of Liekangding and Zhaxia, and the lowest in the alley of Deyangxia. *Ernobius* sp. was distributed in all the five sites and it is the main pest of the Potala Palace.

**Key words:** Potala Palace; arthropod; community characteristic; spatiotemporal variation

收稿日期: 2021-03-26 修回日期: 2021-05-11 接受日期: 2021-09-23

作者简介: 王壮壮(1995-),男,研究生,主要研究方向为动物生态学。E-mail: 360124417@qq.com

\* 通讯联系人: 普布(1970-),男,硕士,副教授,主要研究方向为动物生态学。E-mail: purbuzd@163.com

基金项目: 一流本科专业建设(藏财教指[2018]54号)

引用格式: 王壮壮,何祖强,呼景阔,等. 西藏布达拉宫节肢动物群落特征及其变化[J]. 生物资源, 2021, 43(5): 474-481.

Wang Z Z, He Z Q, Hu J K, et al. Characteristics and its variation of arthropod community in Potala Palace, Tibet [J]. Biotic Resources, 2021, 43(5): 474-481.

## 0 引言

布达拉宫坐落在拉萨市中心,海拔3 700多米的红山上。公元7世纪开始建造,前后经历1 300多年的修缮和扩建,目前占地总面积超过360 000 m<sup>2</sup>,建筑总面积超过130 000 m<sup>2</sup>,主殿高115 m,内部9层,外观13层,主要由红宫、白宫及其附属建筑物组成,全为土木石结构<sup>[1]</sup>。其建筑群依山垒砌,是现今全世界海拔最高、规模最大的宫殿式建筑群。1961年布达拉宫被列为中华人民共和国国务院第一批全国重点文物保护单位之一,1994年布达拉宫被列入世界文化遗产<sup>[2]</sup>。

布达拉宫的主体建筑以土木石为主,木材在整个建筑中的作用至关重要。其使用的木材主要是拉萨周边的藏川杨(*Populus szechuanica* var. *tibetica*)、柳树(*Salix* spp.)、榆树(*Ulmus pumila*)、小叶栒子(*Cotoneaster microphyllus*)及糙皮桦(*Betula utilis*)。1989年至1994年间国家拨维修专款,以布达拉宫木构件遭受的虫蛀和腐朽为重点进行了大规模的维修,2002年国务院批准了西藏自治区政府关于西藏三大文物保护维修工程,于2010年12月竣工<sup>[3]</sup>。历来几次维修主要是更换受害区域主木材,对木材害虫缺乏系统的研究,害虫防治的可查资料有限。布达拉宫保护维修曾采用化学防治和人工防治的方法对木结构防治虫菌进行处理<sup>[4]</sup>。本文通过实地调查和室内研究相结合,掌握布达拉宫内节肢动物群落特征和时空分布情况,为古建筑室内生物多样性资源提供参考资料,同时明确害虫的分类地位,对害虫进行有效的防治,使防虫工作更具科学性,为布达拉宫的修缮及防虫工作提供基础资料,为布达拉宫的保护和管理提供科学依据。

## 1 研究方法

### 1.1 样点设置

根据布达拉宫建筑整体结构特征和主要木材建筑的分布情况,主要设置了5个样点,分别为扎厦三层(采样点1)、白宫一层(采样点2)、白宫二层地垄(采样点3)、德阳厦地垄(采样点4)和列康顶库房(采样点5),五个样点为布达拉宫主要的结构,其不仅包含了地上宫殿、还包括地垄及库房(图1)。红宫位于整个布达拉宫建筑的中央,保存着大量珍贵文物,以及各类佛像、唐卡、法器、供器等,右翼白色的是白宫,是历代达赖喇嘛生活起居和政治活动的场所,德阳厦是布达拉宫管理处办公的场所,而扎厦为僧房,列康顶库房为存放备用木料的库房<sup>[5-7]</sup>。

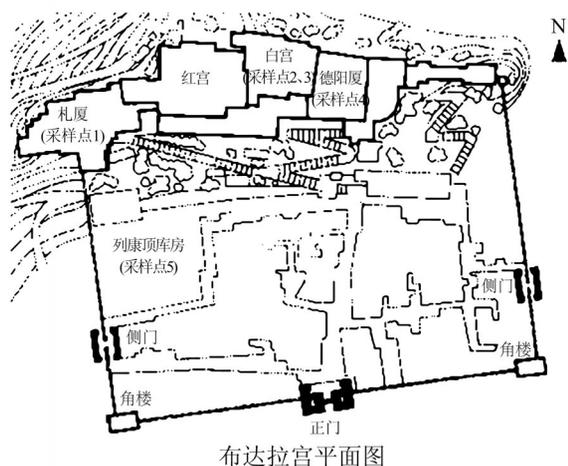


图1 布达拉宫采样点

Fig. 1 Sampling points in the Potala Palace

### 1.2 采样和样品处理

根据西藏拉萨的气候特征和布达拉宫长期防虫工作的监测结果,发现每年5月初至7月底为布达拉宫害虫活动的高峰期,此段时间节肢动物种类和数目最多,是布达拉宫防虫工作开展的最佳时间,本研究于2015年5~7月,共进行了6次采样(每月2次)。采用杀虫剂击倒法,各样点前一天喷洒1%的高效溴氰菊酯(decamethrin-othrin decis deltamethrin),第二天用手检法采集杀死的或中毒而未死的所有节肢动物标本,将标本放入75%的酒精溶液浸泡。此外,在各样点的角落、墙缝、木材中用镊子、解剖针、吸虫器和收集盒等工具对节肢动物进行抓捕和收集,并保存在含有75%酒精的密封管内备用,在实验室做成姿态标本及浸渍标本以备后续鉴定。

### 1.3 分类鉴定

将采集的标本在实验室徕卡体式镜(徕卡EZ4W)下进行观察,依据资料《中国砚甲族分类概要(鞘翅目:拟步甲科)》《我国三种蛛甲记述及仓储物蛛甲检索表》《河南昆虫志-鞘翅目(一)》《中国经济昆虫志,昆虫纲·第三十五卷,革翅目》《中国经济昆虫志·第三十一册:半翅目》《中国经济昆虫志:鞘翅目拟步行虫科,第四册》《浙江口岸截获重要有害生物图鉴》及《储藏物甲虫鉴定》等书籍进行形态学鉴定<sup>[8-15]</sup>。

### 1.4 数据分析方法

采用Excel 2010对数据进行整理,运用R 4.0.1软件计算Shannon-weaver多样性指数( $H$ ),Pielou均匀度指数( $E$ )和Jaccard相似性系数( $J$ )<sup>[16,17]</sup>,用SPSS 24.0软件对数据进行单因素方差分析(One-way ANOVA),采用origin 2019作图。

公式如下:

$$H = -\sum n_i/N \cdot \ln(n_i/N)$$

$$E = H/\ln S$$

$$J = c/(a+b-c)$$

其中  $n_i$  为第  $i$  种的个体数,  $N$  为总个体数,  $S$  为种类数,  $c$  为两个样地之间共同拥有的类群数,  $a$  和  $b$  分别为  $a$  的类群数和  $b$  的类群数,  $J$  为相似性系数, 其值在  $0 \sim 0.25$  为极不相似, 在  $0.25 \sim 0.50$  为中等不相似, 在  $0.50 \sim 0.75$  之间为中等相似, 在  $0.75 \sim 1.00$  之间为极相似。

## 2 结果与分析

### 2.1 布达拉宫室内节肢动物群落特征

对布达拉宫室内节肢动物进行采集、形态学观察和分类鉴定, 共捕获节肢动物标本 1 124 只, 隶属于 2 纲 7 目 12 科 17 种(类)(表 1), 纲级分类水平来看昆虫纲 (Insecta) 占 99.82%, 为优势类群。甲壳纲 (Crustacea) 仅占 0.18%。从目级分类水平进行分析: 优势目为鞘翅目 (Coleoptera) (71.17%), 偶见目为双翅目 (Diptera) (3.2%), 其余为稀有目。科级分类水平来分析: 优势类群为拟步甲科 (Tenebrionidae)、窃蠹科 (Anobiidae)、蛛甲科 (Ptinidae); 常见科为皮蠹科 (Dermestidae)、蝇科 (Muscidae); 稀有科有天牛科 (Cerambycidae)、红蝽科 (Pyrrhocoridae)、长蝽科 (Lygaeidae)、球蝽科 (Labiduridae)、夜蛾科 (Noctuidae)、地鳖科 (Polyphagidae) 及潮虫科 (Oniscidae)。

### 2.2 布达拉宫室内节肢动物群落组成与分布

布达拉宫捕获的节肢动物 17 种(类)中, 优势类群有 3 种, 分别为拉萨索砚甲 (*Solskia lhasana* Ren et Yu.)、棕蛛甲 (*Ptinus clavipes*) 和藏显缘短跗窃蠹 (*Ernobius* sp.), 占总捕获量的 85.14%; 常见类群有 3 种, 分别是磨光琵琶甲 (*Blaps opaca* Reitt)、黑毛皮蠹 (*Attagenus unicolor japonicus* Reirrer) 和家蝇 (*Musca domestica*), 占总捕获量的 5.43%; 稀有类群有 11 种, 占总捕获量的 9.43%(表 2)。

经研究确定藏显缘短跗窃蠹是布达拉宫的主要木材害虫, 属于昆虫纲鞘翅目窃蠹科显缘短跗窃蠹属 (*Ernobius*)。幼虫乳白色, 躯体较柔软, 躯体呈“C”形, 体长 4.2 mm 左右, 其口部有大颚, 可啃食木材, 尾端无突出; 成虫体长约 6.8 mm, 深褐色, 躯体细长。藏显缘短跗窃蠹的幼虫整年生活在木材中, 靠螯牙啃食木材。在每年 4~5 月份, 成虫一年交配繁殖, 在木材的孔洞或者缝隙内产卵, 卵期大约 2 周, 每年春季幼虫羽化为成虫, 再进行繁殖, 这是其传播的方式<sup>[18]</sup>。繁殖完成虫相继死去, 幼虫则常年生活在木材中, 很难消灭。幼虫主要以纤维素为营养物质, 幼虫的粪便排出体外, 是受害木材中留下的粉末。木构件的蛀虫现象, 影响了布达拉宫建筑的稳固性, 被害木材上留有 2 mm 左右的圆形小孔, 内残留有大量白色粉末, 危害严重的木材上发现大量虫洞, 整个木材呈蜂窝状失去承重能力。

表 1 布达拉宫室内节肢动物群落特征

Table 1 The community characteristics of indoor arthropod of the Potala Palace

纲	目	科	个体数	百分比%	丰度
昆虫纲 (Insecta)	鞘翅目 (Coleoptera)	拟步甲科 (Tenebrionidae)	323	28.74	+++
		窃蠹科 (Anobiidae)	591	52.58	+++
		皮蠹科 (Dermestidae)	14	1.25	++
		天牛科 (Cerambycidae)	1	0.09	+
		蛛甲科 (Ptinidae)	150	13.35	+++
	半翅目 (Hemiptera)	长蝽科 (Lygaeidae)	1	0.09	+
		红蝽科 (Pyrrhocoridae)	1	0.09	+
		球蝽科 (Labiduridae)	2	0.18	+
	双翅目 (Diptera)	蝇科 (Muscidae)	36	3.20	++
	鳞翅目 (Lepidoptera)	夜蛾科 (Noctuidae)	1	0.09	+
	蜚蠊目 (Blattaria)	地鳖科 (Polyphagidae)	2	0.18	+
甲壳纲 (Crustacea)	等足目 (Isopoda)	潮虫科 (Oniscidae)	2	0.18	+
总计			1 124	100	

注: 捕获量占总数量的 10% 以上为优势物种 (+++), 1%~10% 为常见物种 (++) , 1% 以下为稀有物种 (+); 表内的数据包含的幼虫(或若虫)个体数

Note: more than 10% of the total catch is dominant species (+++), 1% - 10% is common species (++) , and less than 1% is rare species (+); the data in the table include the number of larvae (or nymphs)

表2 布达拉宫室内节肢动物组成

Table 2 The species and relative number of indoor arthropods in Potala Palace

类群	采样点					总计
	扎厦	白宫一层	白宫二层地垄	德阳厦	列康顶	
拉萨索砚甲( <i>Solskia lhasana</i> Ren et Yu)	+++	+++	+++	+++	++	310
藏显缘短跗窃蠹( <i>Ernobius</i> sp.)	+++	++	+++	++	+++	501
磨光琵琶甲( <i>Blaps opaca</i> Reitt)	++	++	-	++	+	13
黑毛皮蠹( <i>Attagenus unicolor japonicus</i> Reirrer)	++	-	+	-	+	12
西藏真地鳖( <i>E.thibetana</i> Chopard)	++	-	-	-	-	2
白腹皮蠹( <i>Dermestes maculatus</i> Degeer)	+	-	-	-	-	1
月纹毛皮蠹( <i>Attagenus vagepictus</i> Fairmaire)	+	-	-	-	-	1
鼠妇( <i>Porcellio</i> sp.)	+	-	-	-	+	2
李氏球螋( <i>Forficula lii</i> Zhang et Yang)	+	-	-	-	-	1
家蝇( <i>Musca domestica</i> )	+++	++	-	-	+	36
筒慈螋( <i>Eparchus simplex</i> Bormans)	+	-	-	-	-	1
棕蛛甲( <i>Ptinus clavipes</i> )	+++	++	+	-	+++	146
四纹蛛甲( <i>Ptinus villiger</i> Reitte)	+	-	+	+	+	4
长蝽科(Lygaeidae)一种	-	-	-	-	+	1
夜蛾(Noctuidae)一种	-	-	-	-	+	1
红蝽科(Pyrrhocoridae)一种	-	-	-	-	+	1
拟蜡天牛( <i>Stenygrinum quadrinotatum</i> )	-	-	-	-	+	1
总计	200	67	359	164	334	1124

注:捕获量占总数量的10%以上为优势物种(+++),1%~10%为常见物种(++),1%以下为稀有物种(+);表内的数据包含的幼虫(或若虫)个体数

Note: more than 10% of the total catch is dominant species (+++), 1%–10% is common species (++), and less than 1% is rare species (+); the data in the table include the number of larvae (or nymphs)

2.3 布达拉宫节肢动物群落结构时空变化

2.3.1 时序群落特征变化

随着时间的变化,单因素方差分析显示,布达拉宫节肢动物物种数 $S(P=0.15)$ 无显著差异,而个体总数 $(N)(P=0.017)$ 、多样性指数 $(H)(P=0.002)$ 和均匀度指数 $(E)(P=0.0007)$ 具有显著差异(图2)。个体总数 $(N)$ 和均匀度指数 $(E)$ 呈现先增加后减少的趋势,物种数 $S(6、10、12)$ 和多样性指数 $(H)$ 呈上升趋势(7月>6月>5月),表明5月至7月间,随着时间的变化,布达拉宫节肢动物群落多样性指数呈上升趋势。

单因素方差分析显示,随着时间变化(5~7月),拉萨索砚甲 $(P=0.21)$ 、藏显缘短跗窃蠹 $(P=0.06)$ 和拉萨索砚甲 $(P=0.28)$ 个体数均无显著差异。波动最大的是藏显缘短跗窃蠹,波动最小的是棕蛛甲(图3)。拉萨索砚甲与藏显缘短跗窃蠹的个体数变化总趋势为先增加后减少。其中,拉萨索砚甲个体数的增加速率比藏显缘短跗窃蠹要快,而藏显缘短跗窃蠹个体数的下降速率比拉萨索砚甲的要快。棕蛛甲的个体数总趋势是先降低后增加,前后两基点持平。

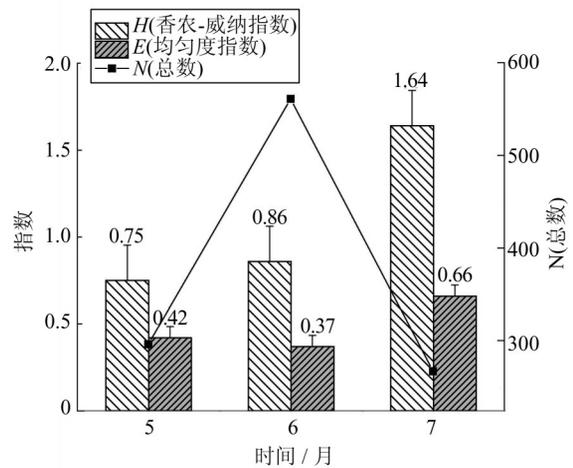


图2 时序群落特征分析

Fig. 2 Analysis of temporal community characteristics

2.3.2 空间群落特征变化

随着空间的变化,白宫二层地垄节肢动物的总数最多,而白宫一层物种节肢动物的总数最少;扎厦三层和列康顶库房物种数最多,而德阳厦地垄物种数最少;扎厦三层多样性指数和均匀度指数明显高于其他样点(图4)。

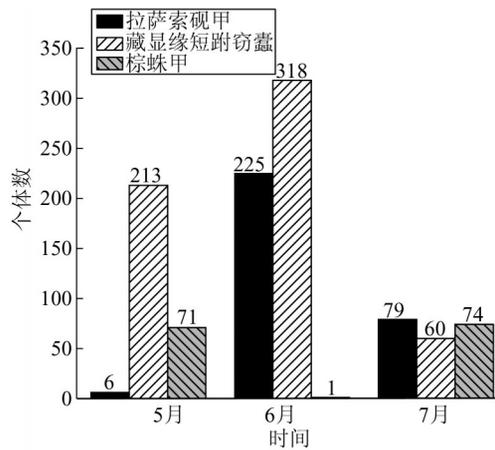


图3 优势种时序比较表

Fig. 3 Temporal comparison of dominant species

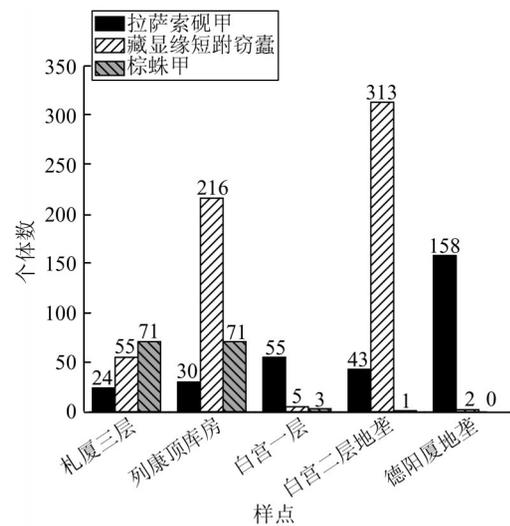


图5 优势种空间变化比较

Fig. 5 Spatial variation comparison of dominant species

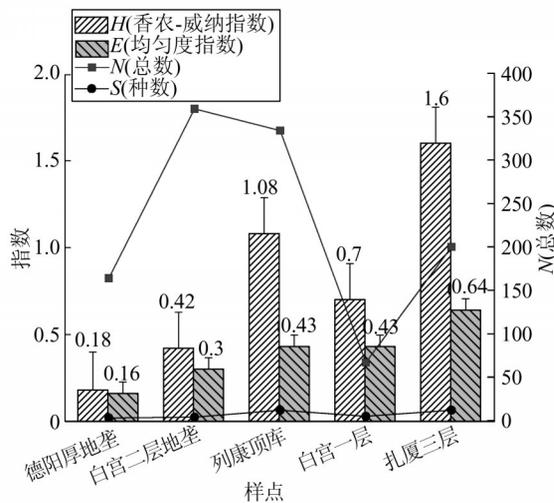


图4 空间群落特征地点

Fig. 4 Spatial community feature sites

除了德阳厦地堑没有棕蛛甲分布外,其余4个样点均有3个优势种的分布。扎厦三层主要分布的类群为藏显缘短跗窃蠹和棕蛛甲,列康顶库最主要的类群是藏显缘短跗窃蠹,白宫一层最主要的类群是拉萨索砚甲,白宫二层地堑主要的类群是藏显缘短跗窃蠹,德阳厦地堑主要为拉萨索砚甲(图5)。

### 2.3.3 群落结构相似性

5个样点的群落相似性系数在0.25~0.75之间,其中白宫一层/德阳厦地堑相似系数为0.75,为中等相似。德阳厦地堑/列康顶库房和德阳厦地堑/扎厦三层相似系数均为0.25,属于中等不相似(表3)。

## 3 讨论

### 3.1 布达拉宫节肢动物群落特征

通过研究,共捕获节肢动物标本1124只,隶属于2纲7目12科17种(类),以纲级别来看,昆虫纲为

表3 布达拉宫节肢动物群落相似性

Table 3 Similarity of arthropod community in the Potala Palace

	扎厦三层	列康顶库房	白宫一层	白宫二层地堑	德阳厦地堑
扎厦三层	1	0.41	0.33	0.33	0.25
列康顶库房		1	0.33	0.33	0.25
白宫一层			1	0.6	0.75
白宫二层地堑				1	0.5
德阳厦地堑					1

优势纲,甲壳纲为稀有纲,昆虫纲是节肢动物门中最大的纲,也是动物界中最大的纲,种类繁多、形态各异、分布面之广且对环境适应能力较强<sup>[19]</sup>;目级水平,鞘翅目为优势目,双翅目为偶见目,其余均为稀有目,鞘翅目是昆虫纲甚至动物界种类和数量最多,分布最广泛的第一大目。科级水平,优势类群为拟步甲科、窃蠹科和蛛甲科,拟步甲科以在仓库中生活、为害的种类较多,多夜间活动,有伪死性,一部分生活在朽木中<sup>[20]</sup>;窃蠹科为仓库害虫,主要危害食品、烟草、药材、水产干品等<sup>[21]</sup>;蛛甲科食干燥的动物与植物,有的种类为次食性,即不能危害完整的谷物,只取食其他害虫为害后造成的碎屑,所以常伴随其他害虫在一起生活<sup>[22]</sup>。优势种为拉萨索砚甲、棕蛛甲和藏显缘短跗窃蠹。其中三个优势种中,藏显缘短跗窃蠹是布达拉宫最严重的木材蛀虫,目前学者报道的窃蠹科的害虫有档案窃蠹(*Falsogastrallus Sauteri* Pic)和梳角窃蠹(*Ptilinus fuscus* Geoffroy);档案窃蠹喜欢阴暗潮湿的环境,生命活跃,孵化率较高,是危害严重的完全变态的纸质文献杂食性昆

虫<sup>[23~25]</sup>;梳角窃蠹嗜食多种干材,除钻蛀居室木材外,还能寄生于活立木的枯朽枝、干部;木材构件杨木中的一种毁灭性蛀材害虫,其成虫羽化后,并相继凿孔或老蛀孔中爬出,到木材表面活动,或作短距离飞翔<sup>[26~28]</sup>。藏显缘短跗窃蠹报道较少,其幼虫常年生活在木材中,靠齧牙啃食木材为生,成虫一年交配繁殖一次,大约一两周后在木材的孔洞或缝隙内产完卵,卵期为两周左右,成熟幼虫化成蛹后在每年春季羽化为成虫,再交配后产卵,雌雄成虫在繁殖完后相继死去。棕蛛甲和拉萨索砚甲属于鞘翅目昆虫,它们靠取食死的动植物物质<sup>[9]</sup>,不是布达拉宫的木材害虫。

### 3.2 布达拉宫节肢动物群落结构时空变化

随着时间的变化,从5月至7月,布达拉宫五个样点总体的群落多样性指数、丰富度及均匀度呈现增长的趋势,这一特点与拉萨市气温分布规律是相符合的。拉萨属高寒气候,年平均气温为8℃左右,年平均最高温度28℃,最低气温-14℃,6月温度15~28℃<sup>[29]</sup>,与节肢动物繁殖需要一定的温度也是相契合的,5月初随着气温升高,布达拉宫主要木材害虫及其他节肢动物开始活动,数量增多进入高峰期,7月之后成虫繁殖完毕相继死亡,数量开始减少,因此5~7月是布达拉宫防虫工作开展的最佳时间。从三个优势种来看藏显缘短跗窃蠹在6月份数目达到最高,5月虫子开始活动,成虫将进行交配产卵,繁殖后代,成虫繁殖结束后死亡;拉萨索砚甲在6月份数目达到最高;棕蛛甲在6月份的数目最低,6月之前波动较大,6月以后个体数逐渐减少。因此,根据布达拉宫主要害虫的生活习性,可制定科学的防虫措施。

随空间变化,列康顶库房和扎厦三层节肢动物群落丰富度最大,德阳厦地垄群落丰富度最小。列康顶库房和扎厦三层木材较多且外界干扰少,节肢动物物种数多;德阳厦是布达拉宫管理处办公区域,人为干扰较大,因此节肢动物物种数较少。藏显缘短跗窃蠹在五个样点均有分布,其窃蠹幼虫生活在木材中,啃食木材为生,对木结构危害较大,为布达拉宫内最主要的木材害虫。

布达拉宫五个样点间的相似性位于中等不相似和中等相似之间,德阳厦地垄-白宫一层的相似性高于其余各样点之间,属于中等相似,而德阳厦地垄-扎厦三层与德阳厦地垄-列康顶库房之间的相似性最低均为0.25,属于中等不相似。说明五个样点间既具有相同点又具有差异性,节肢动物的采集来源于布达拉宫室内,各样点间环境因素有所差异,而各

样点间节肢动物优势物种相同,物种组成不同。

## 4 结 论

通过对布达拉宫节肢动物群落特征及时空变化的研究,共捕获节肢动物标本1 124只,隶属于2纲7目12科17种(类)。随着时间的变化,布达拉宫节肢动物物种数、群落多样性及均匀度呈现上升趋势。随空间的变化,各样点间的物种组成及群落结构多样性指数不同,布达拉宫五个样点间节肢动物群落既有相同点又具有差异性。藏显缘短跗窃蠹是布达拉宫最主要的木材害虫,其成虫5月起开始繁殖后代,是防虫的最佳时机。考虑到布达拉宫特殊的建筑结构及历史地位,防虫过程中要落实各方责任,加强规范化管理,创新地采取防治与维修同步的综合防治方法,及时处理更换后的虫蛀木构件,在维修木材使用前应适当的干燥处理,而后使用木料药剂浸泡处理木材,在木料表面进行打光、涂油漆等处理,同时配合加热法能有效杀灭成虫、蛹和虫卵,加强建设维修科防虫实验室,使其工作常态化,将其工作扩大到防霉、防鼠等文物保护工作,这将对整个西藏地区乃至全世界的古建筑文物保护工作具有重要的参考价值。

## 参考文献

- [1] 王清华. 布达拉宫的历史变迁研究[D]. 拉萨: 西藏大学, 2012.  
Wang Q H. Research on the historical changes of Potala Palace [D]. Lhasa: Tibet University, 2012.
- [2] 王平, 马星霞, 吕慧梅, 等. 西藏三大重点文物木结构防腐防虫技术(一)[J]. 木材工业, 2011, 25(6): 44-47.  
Wang P, Ma X X, Lü H M, *et al.* Anticorrosive and insect-proof technology of wood structure of three key cultural relics in Tibet (Part 1) [J]. Wood Industry, 2011, 25(6): 44-47.
- [3] 王平, 马星霞, 吕慧梅, 等. 西藏三大重点文物木结构防腐防虫技术(二)[J]. 木材工业, 2012, 26(1): 51-54.  
Wang P, Ma X X, Lü H M, *et al.* Anticorrosive and insect-proof technology of wood structure of three key cultural relics in Tibet (Part 2) [J]. Wood Industry, 2012, 26(1): 51-54.
- [4] 纪成操. 布达拉宫木结构防治虫菌处理[J]. 林业科技通讯, 1995(5): 29.  
Ji C C. Control treatment of Pests and Bacteria in wood structure of the Potala Palace [J]. Forest Science and Technology, 1995(5): 29.
- [5] 庄磊, 王福亮, 孙晓乾, 等. 布达拉宫古建筑火灾危险性调查研究[J]. 消防科学与技术, 2006, 25(3): 337

- 340.  
Zhuang L, Wang F L, Sun X Q, *et al.* Investigation and analysis of fire hazard of the Potala Palace [J]. Fire Sci Technol, 2006, 25(3): 337-340.
- [6] 宿白. 拉萨布达拉宫主要殿堂和库藏的部分明代文书: 西藏寺院调查记之七[J]. 文物, 1993(8): 37-47.  
Su B. The Ming Dynasty documents of stored in the main hall and warehouse in the Potala Palace in Lhasa: investigation of Tibetan monasteries 7 [J]. Cult Relics, 1993(8): 37-47.
- [7] 白朝勤, 王蔚. 布达拉宫的建筑艺术[J]. 四川建筑, 2008, 28(1): 30-31.  
Bai C Q, Wang W. The architectural art of Potala Palace [J]. Sichuan Architecture, 2008, 28(1): 30-31.
- [8] 任国栋, 于有志. 中国砚甲族分类概要(鞘翅目:拟步甲科)[J]. 动物分类学报, 2000, 25(3): 320-329.  
Ren G D, Yu Y Z. A taxonomic summary of the Akidini of China (Coleoptera: Stepidae) [J]. Acta Zootaxonomica Sinica, 2000, 25(3): 320-329.
- [9] 刘永平, 张生芳. 我国三种蛛甲记述及仓储物蛛甲检索表[J]. 粮食储藏, 1989, 18(1): 39-43.  
Liu Y P, Zhang S F. Description of three species of spider beetles in China and retrieval table of stored spider beetles [J]. Grain Storage, 1989, 18(1): 39-43.
- [10] 祝长清. 河南昆虫志——鞘翅目(一)[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1999.  
Zhu C Q. Insecta of Henan — coleoptera (Part I) [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 1999.
- [11] 中国科学院中国动物志委员会. 中国动物志, 昆虫纲. 第三十五卷, 鞘翅目[M]. 北京: 科学出版社, 2004.  
Committee on Zoology of China, Chinese Academy of Sciences. Fauna of China, class Insecta. Vol. 35. Lepoptera [M]. Beijing: Science Press, 2004.
- [12] 章士美. 中国经济昆虫志. 第三十一册: 半翅目(一) [M]. 北京: 科学出版社, 1985.  
Zhang S M. Economic insects of China. Vol. 31: Hemiptera (A) [M]. Beijing: Science Press, 1985.
- [13] 赵养昌. 中国经济昆虫志: 鞘翅目 拟步行虫科, 第四册 [M]. 北京: 科学出版社, 1963.  
Zhao Y C. Economic entomology of China: Coleoptera, Pseudomorphidae, Vol. 4 [M]. Beijing: Science Press, 1963.
- [14] 贺水山. 浙江口岸截获重要有害生物图鉴[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2007.  
He S S. A map of important pests intercepted at Zhejiang ports [M]. Beijing: China Science and Technology Press, 2007.
- [15] 张生芳. 储藏物甲虫鉴定[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004.  
Zhang S F. Identification of beetles associated with stored products [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2004.
- [16] 马克平, 刘灿然, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法[J]. 生物多样性, 1995(1): 38.  
Ma K P, Liu C R, Liu Y M. A method to measure the diversity of biological community [J]. Biodiv Sci, 1995(1): 38.
- [17] Pielou E C, Levandowsky M. Ecological diversity [M]. New York: John Wiley & Sons Inc, 1975.
- [18] 觉单, 贡嘎扎西, 玉达, 等. 布达拉宫古建筑木材蛀虫窃蠹的生物学特征及其防控研究[J]. 西藏科技, 2020(10): 24-27.  
Jue D, Gongga Z X, Yu D, *et al.* Biological characteristics and control of wood borers in Potala Palace [J]. Xizang Science and Technology, 2020(10): 24-27.
- [19] 张巍巍, 李元胜. 中国昆虫生态大图鉴[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2011.  
Zhang W W, Li Y S. Insect ecology in China [M]. Chongqing: Chongqing University Press, 2011.
- [20] 张建英, 于有志, 贾龙. 异距琵甲(鞘翅目:拟步甲科)生物学特性的研究[J]. 植物保护, 2005, 31(4): 44-47.  
Zhang J Y, Yu Y Z, Jia L. Studies on the biological characteristics of the *Blaps kiritshenkoi* (Coleoptera: Tenebrionidae) [J]. Plant Protection, 2005, 31(4): 44-47.
- [21] 胡鹏, 查岭生. 中国食用昆虫记录[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(1): 522-526.  
Hu P, Zha L S. Records of edible insects in China [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(1): 522-526.
- [22] 陈伟, 刘宏玉, 董丽君, 等. 我国口岸截获蛛甲科昆虫疫情分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(12): 3852-3856.  
Chen W, Liu H Y, Dong L J, *et al.* Analysis on the epidemic situation of Arachnidae intercepted at Chinese ports [J]. Journal of Food Safety and Quality, 2019, 10(12): 3852-3856.
- [23] 曹建忠. 档案库房病虫害防治研究——以常见档案病虫害烟草甲、档案窃蠹和霉菌为例[J]. 北京档案, 2018(11): 28-30.  
Cao J Z. Research on prevention and control of diseases and insect pests in archives storery — a case study of common file diseases and insect pests of tobacco beetle, file pilfer and mold [J]. Beijing Archives, 2018(11): 28-30.
- [24] 白旭光. 储藏物害虫与防治[M]. 北京: 科学出版社, 2002.  
Bai X G. Pests and control of stores [M]. Beijing: Science Press, 2002.

- [25] 谢宇斌. 浅析档案窃蠹的防治[J]. 图书馆论坛, 2009, 29(4): 170-172.  
Xie Y B. Brief discussion on the control of *Falsogastralus sauteri* Pic [J]. Library Tribune, 2009, 29(4): 170-172.
- [26] 王锡信. 梳角窃蠹的防治研究[J]. 林业科学研究, 2000, 13(2): 209-212.  
Wang X X. Studies on prevention and control of *Ptilinus fuscus* (Coleoptera: Anobiidae) [J]. Forest Research, 2000, 13(2): 209-212.
- [27] 王锡信, 赵岷阳, 朱宗琪, 等. 梳角窃蠹生物学特性及防治技术研究[J]. 甘肃林业科技, 2001, 26(3): 10-15.  
Wang X X, Zhao M Y, Zhu Z Q, *et al.* Study on biotomatic features and controlling measures of *Ptilinus fuscus* [J]. Gansu Forestry Science and Technology, 2001, 26(3): 10-15.
- [28] 田广庆. 梳角窃蠹的识别与防治技术[J]. 青海农林科技, 2002(4): 69.  
Tian G Q. Distinguish and control technique of *Ptilinus fuscus* Geoffroy [J]. Qinghai Science and Technology of Agriculture and Forestry, 2002(4): 69.
- [29] 杨荣, 何佳, 周旗. 拉萨市近 36 年气候变化特征分析[J]. 宝鸡文理学院学报(自然科学版), 2017, 37(2): 68-73.  
Yang R, He J, Zhou Q. Analysis of the climate change characteristics in Lhasa in the past 36 years [J]. Journal of Baoji University of Arts and Sciences (Natural Science Edition), 2017, 37(2): 68-73.

□

(编辑: 张丽红)