

# 中华漠王 *Platyope proctoleuca chinensis* (鞘翅目: 拟步甲科)对微生境的选择\*

吕昭智<sup>1,2\*</sup> 钟晓英<sup>1</sup> 苏延乐<sup>1</sup> 梁红斌<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院干旱区生物地理与生物资源重点实验室, 乌鲁木齐 830011; <sup>2</sup>中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011; <sup>3</sup>中国科学院动物研究所, 北京 100101)

**摘要** 动物对栖息地选择是复杂的,探索其内在机制对寻求维持动物多样性的有效方法具有重要意义。以古尔班通古特沙漠的地表甲虫优势种——中华漠王 (*Platyope proctoleuca chinensis*) (鞘翅目: 拟步甲科)为研究对象,2007—2008年连续2年采用陷阱捕获法监测其不同生境下的种群数量和洞穴数量,分析该甲虫在景观和微尺度环境下对栖息地的选择。结果表明:在景观尺度上,与垄间相比,中华漠王更喜欢在沙丘上活动,在沙丘不同坡面上,中华漠王在背风坡的种群数量大于迎风坡;在微尺度上,中华漠王喜好沙丘上部的微环境,在背风坡上部种群数量相对更多;洞穴数量在景观和微生境2种尺度上的分布基本与种群数量空间分布一致。此外,中华漠王对微生境的选择与洞穴建立的难易程度有关,而洞穴的建立与土壤质量密切相关,特别是土壤的物质组成及其硬度。

**关键词** 中华漠王; 拟步甲; 生境选择; 栖息地; 沙丘

中图分类号 Q968.1 文献标识码 A 文章编号 1000-4890(2010)11-2199-05

**Microhabitat selection of *Platyope proctoleuca chinensis* (Coleoptera Tenebrionidae).** LÜ Zhao-zhi<sup>1,2</sup>, ZHONG Xiao-ying<sup>1</sup>, SU Yan-le<sup>1</sup>, LIANG Hong-bin<sup>3</sup> (<sup>1</sup>Key Laboratory of Biogeography and Bioresource in Arid Land, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China; <sup>2</sup>Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China; <sup>3</sup>Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China). *Chinese Journal of Ecology*, 2010 29(11): 2199–2203

**Abstract** Habitat selection of animals is of complexity while approaching its inherent mechanism is of significance in maintaining animal's biodiversity. Taking the darkling beetle *Platyope proctoleuca chinensis* (Coleoptera Tenebrionidae), a dominant beetle species in Gurbantunggut Desert of Xinjiang China as study object, a 2-year (2007–2008) investigation with pitfall traps was made on its population dynamics and burrows quantity in different habitats of the desert with the habitat selection of this beetle on landscape and microhabitat scales analyzed. On landscape scale, the beetle preferred sand dune than interdune and was more plentiful in the lee slope than in the windward slope of sand dune. On microhabitat scale, the beetle was fond more of the top of sand dune, particularly the top of the lee slope of sand dune. The distribution pattern of the burrows was similar to the population dynamics of the beetle. The habitat selection of the beetle was correlated to the difficulty of burrow-building while successful digging burrow was interrelated to soil quality, especially the composition of sand materials and soil rigidity.

**Key words** *Platyope proctoleuca chinensis*; darkling beetle; habitat selection; habitat; sand dune

微生境是动物赖以生存的场所,是维持其正常生命活动的各种环境资源的总和。动物栖息地选择

的研究主要集中在鸟类和脊椎动物上,甲虫栖息地选择的报道相对较少,多数研究集中于濒危和特有甲虫对栖息地的选择及不同环境因子的影响。不同虎甲对栖息地的选择有明显差异,幼虫的习性限制了成虫对土壤的选择性 (Schultz, 1989); 天牛 (*Cer-*

\* 中国科学院“西部之光”东西部联合学者计划资助项目 (LHXZ200603)。

\*\* 通讯作者 E-mail: zhaozh@ms.xj.ac.cn

收稿日期: 2010-05-20 接受日期: 2010-07-11

*am byx cerdo*)对栖息地选择与树林中太阳辐射参数、橡树液的出现、树皮纹理的深度和与树体之间的距离有密切的关系 (Buse *et al.*, 2007); 步甲 (*Carabus olympiae*)喜欢以灌丛、山毛榉为优势种的森林, 但不喜欢草地; 无线电遥测表明: 该甲虫适合在山毛榉森林和蔷薇灌丛中生存, 原因是灌丛的空间分布影响步甲的运动轨迹 (Matteo *et al.*, 2008)。

古尔班通古特沙漠以半固定的沙丘和垄间为景观特点, 具有明显异质性, 从而影响地表生物空间分布 (王雪芹等, 2006a, 2006b)。拟步甲 (*Tenebrionidae*)通过行为、生理、形态等多种方式实现对水分和热量的调节, 从而在沙漠中实现种群生存和繁衍, 是沙漠恶劣环境的优势昆虫类群 (Cloudsley-Thompson, 2001), 对沙漠地区生态系统有着重要的意义。随着石油开发、放牧强度增加和农业大开发等人类活动的影响, 对沙漠地区物种多样性及其生存形成了威胁, 为沙漠地区特殊生物类群建立保护区或者残留地已迫在眉睫。中华漠王 (*Platyope proctoleuca chinensis*)是古尔班通古特沙漠较为常见的拟步甲, 丰富度大, 喜欢在沙丘上较为开阔的地面活动。关于中华漠王对栖息地选择的研究未见报道, 本文以中华漠王为研究对象, 从微生境尺度上探索该甲虫对栖息地利用策略, 为准噶尔盆地拟步甲多样性保护提供科学依据。

## 1 研究方法

### 1.1 种群数量监测

研究区位于古尔班通古特沙漠腹地 ( $44^{\circ}32'30''$  N,  $88^{\circ}17'42''$  E), 样点为典型的固定、半固定沙丘。种群动态监测采用陷阱法捕获, 选择一个典型的沙丘及其连接垄间为研究单元, 在垄间、迎风坡与背风

坡 3 个自然生境分别设置 3 个重复, 每个重复相距 2 km 以上, 将迎风坡、背风坡分为上、中、下 3 个部位, 每个部位各设置 2(行)  $\times$  10(列)共 20 个陷阱, 中、下部布置同上部 (图 1), 垄间每个重复平行设置 3(行)  $\times$  10(列); 每个重复 180 个陷阱, 每个陷阱上、下与左、右的距离均为 10 m。陷阱用硬质塑料杯 (直径 7.5 cm、深度为 12.5 cm)埋设在地表, 杯口与地面齐平, 在塑料杯侧壁下方距杯底 2 cm 处间隔钻 3 个直径 1 mm 的小洞防止雨水浸满杯; 考虑到沙漠地区蒸发量大, 陷阱中没有设置诱饵。在 2007 年 5—7 月和 2008 年 4—7 月, 每隔 10 d 收集 1 次陷阱中捕获的甲虫, 统计甲虫的数量, 并以甲虫数量多少为甲虫在不同栖息地喜好的判断标准。

### 1.2 洞穴数量

中华漠王喜欢打洞, 洞穴口为倒“V”型, 为甲虫活动留下的典型痕迹, 在沙丘表面容易识别。洞穴在不同生境下分布数量可以帮助了解中华漠王对栖息地选择。在距离布置陷阱的 2 km 外一沙丘上, 在 2007 和 2008 年的 5 月 20 日—5 月 30 日 (中华漠王种群的高峰期)选择无风晴天, 分别在迎风坡、背风坡的上、中、下 3 个部位各随机设置 10 个  $2\text{ m} \times 2\text{ m}$  的样方, 在垄间设置 10 个  $2\text{ m} \times 2\text{ m}$  的样方, 为 1 个样地, 每个样地 3 个重复, 记录每个样地中华漠王洞穴数量。

### 1.3 土壤和植被数据的收集

在 2007 年 5 月中旬, 在短命植物覆盖度最大时期, 在不同的生境下采用  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$  小样方调查植被覆盖度, 每个生境下重复 10 个; 在该样方内用土壤紧实度仪 (6100 型, Spectrum Company, USA)进行 0~23 cm 土壤硬度实验; 土壤样监测与植被覆盖度调查同期进行, 在垄间、迎风坡与背风坡的上、中、下部采

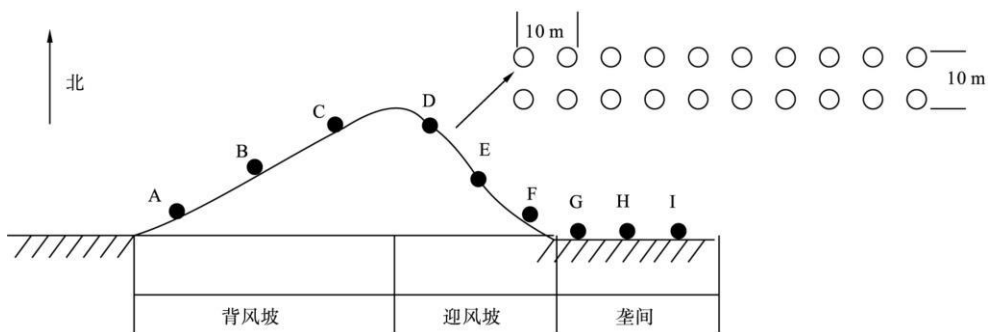


图 1 陷阱监测中华漠王示意图

Fig 1 Schematic drawing of measuring *Platyope proctoleuca chinensis* by pitfall traps

A: 背风坡下部; B 背风坡中部; C: 背风坡上部; D: 迎风坡上部; E: 迎风坡中部; F: 迎风坡下部; G, H, I 为垄间。

集土壤样品, 每个生境 4 个重复, 每个重复的土壤样品来源于样点内 3 个土样, 每个样点采样深度为 0~30 cm。土壤水分监测采用断面法铝盒取样, 室内 105 °C 烘干称重后计算土壤表层平均含水量 (王雪芹, 2006); 土壤有机质含量的测定采用重铬酸钾容量法 (张元明等, 2005)。在 2008 年 4—7 月在每次取样的中午 11:00—12:00 采用红外测温仪 (D-13127 Berlin, Optris GmbH) 监测不同生境下的地表温度, 每个生境下重复 5 次。

#### 1.4 数据的统计分析

采用单因素方差分析 (one-way ANOVA) 环境因子中的土壤水分、土壤硬度和有机质含量的差异, 进行正态化测验, 若以上指标在各种生境之间存在显著性差异, 采用 Tukey HSD 方法比较不同生境下各项指标的差异性。对于不同年份和不同生境下中华漠王种群数量和洞穴数量采用 two-way ANOVA 进行分析; 对于同一年份中华漠王种群数量和洞穴数量分别进行 two-way ANOVA 分析, 若以上指标在各种生境之间存在显著性差异, 采用 Tukey HSD 方法比较各项指标的差异性。数据分析采用 Origin 7.5 软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同生境下环境指标

不同生境的土壤含水量波动在 3.08% ~ 4.07%, 背风坡、迎风坡、垄间存在显著差异 ( $df = 11, P < 0.05$ ), 其中背风坡土壤含水量最大, 迎风坡与垄间的土壤含水量之间不存在显著差异 ( $df = 11, P > 0.05$ )。0~23 cm 的土壤硬度存在显著差异 ( $df = 11, P < 0.05$ ), 垄间与背风坡、迎风坡存在显著差异 ( $df = 11, P < 0.05$ ), 但迎风坡与背风坡之间不存在显著性差异 ( $df = 11, P > 0.05$ )。土壤有机质含量在不同栖息地之间存在显著性差异 ( $df = 11, P < 0.05$ ), 与土壤硬度表现一致, 垄间的土壤有机质含量是背风坡和迎风坡的 2.3 倍和 5.1 倍, 但迎风坡

与背风坡之间无显著差异 ( $df = 59, P > 0.05$ )。5 月植被盖度为 30% ~ 60%, 以垄间的盖度最大。平均地表温度迎风坡、垄间和背风坡无显著差异 (表 1)。

### 2.2 不同生境下中华漠王对栖息地的选择

2007 年不同生境中华漠王的数量是 2008 年的 4~7 倍; 2007—2008 年, 甲虫在背风坡的数量最大, 垄间和迎风坡的种群数量基本一致, 无显著性差异 ( $df_{2007} = 59, P_{2007} > 0.05, df_{2008} = 59, P_{2008} > 0.05$ ) (图 2iv), 表明中华漠王在景观尺度上喜欢选择背风坡的生境, 但对迎风坡和垄间的生境选择性无显著差异。

综合考虑迎风坡和背风坡甲虫种群数量, 不同年份沙丘上、中、下的种群数量差异性不同 (表 2),

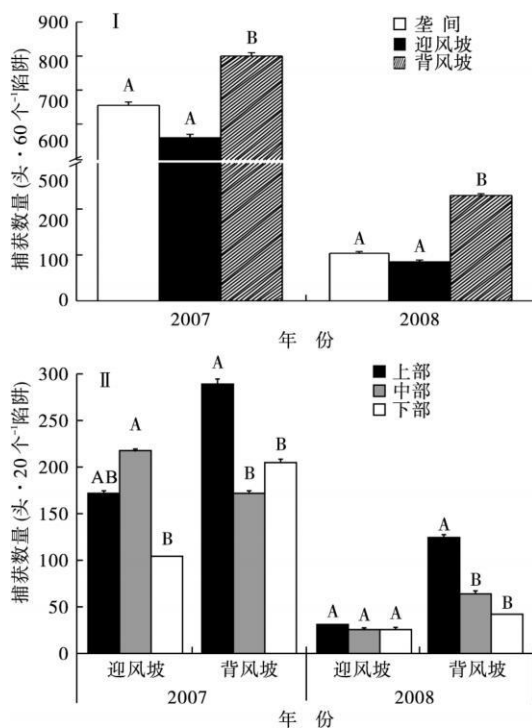


图 2 不同年度不同生境下中华漠王种群数量

Fig 2 Population size of *Platyope proctoleuca chinensis* in different habitats in 2007 and 2008

图 2I 中不同字母表示同一年度不同坡向间捕获数量差异显著 ( $P < 0.05$ ); 图 2II 中不同字母表示同一年度同一坡向中不同坡位间捕获数量差异显著 ( $P < 0.05$ )。

表 1 2007 年不同生境下的植被盖度、土壤含水量、土壤硬度与坡度

Tab 1 Chart of vegetation coverage, soil moisture, soil rigidity and slope in different landscapes in 2007

生境	植被盖度 (%)	土壤含水量 (%)	0~23 土壤硬度 (kPa)	有机质 ( $g \cdot kg^{-1}$ )	坡度 ( $^{\circ}$ )	平均地表温度 ( $^{\circ}C$ )
垄间	55~60	3.60 ± 0.26 a	2447 ± 173 a	2.59 ± 0.54 a	0	32.75 ± 0.45 a
迎风坡	30~35	3.08 ± 0.46 a	771 ± 46 b	0.50 ± 0.16 b	40~45	37.10 ± 0.64 a
背风坡	45~50	4.07 ± 0.26 b	1300 ± 102 b	1.11 ± 0.17 b	25~30	29.09 ± 0.38 a

数据为平均值, 土标准误; 同列不同字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

表 2 中华漠王种群数量和洞穴数量的 two-way ANOVA 分析

Tab 2 Two-way ANOVA analyses between the numbers of population dynamics and burrow of *Platyope proctoleuca chinensis*

	2007						2008					
	捕获数量			洞穴数量			捕获数量			洞穴数量		
	df	F	P	df	F	P	df	F	P	df	F	P
不同栖息地 <sup>a</sup>	2	8.255	0.005	2	11.192	0.001	2	26.720	0.0000	2	40.353	0.00000
不同部位 <sup>b</sup>	2	1.599	0.211	2	4.432	0.016	2	8.344	0.0007	2	13.817	0.00001

a 为甲虫不同栖息地: 垄间、迎风坡、背风坡; b 为不同坡向的上中下位置。

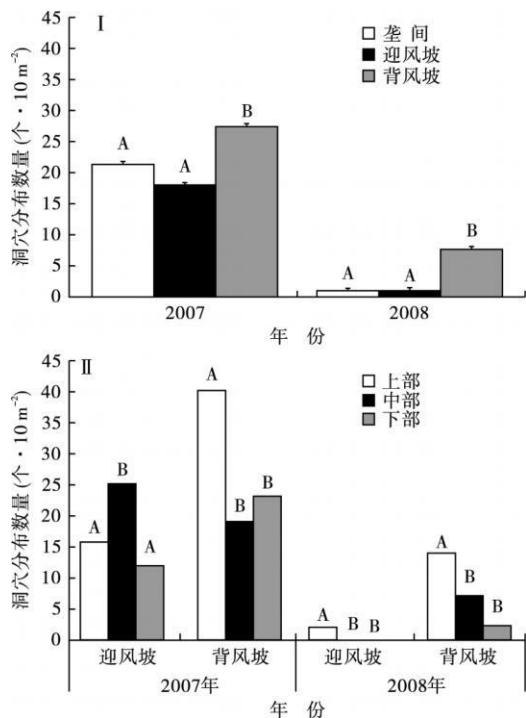


图 3 中华漠王在不同生境下的洞穴数量

Fig. 3 Burrow numbers of *Platyope proctoleuca chinensis* in different habitats

图 3I 中不同字母表示同一年度不同坡向间洞穴数量差异显著 ( $P < 0.05$ ); 图 3II 中不同字母表示同一年度同一坡向中不同坡位间洞穴数量差异显著 ( $P < 0.05$ )。

2007年 3 个部位之间无显著差异 ( $df = 2, P > 0.05$ ), 2008 年三者之间存在显著差异 ( $df = 2, P < 0.05$ )。仅从一个坡向的分析, 三者关系在不同年份也是不同的, 迎风坡在 2007 年三者之间存在差异性 ( $df = 2, P < 0.05$ ), 中部数量最大, 但 2008 年三者之间不存在显著性差异 ( $df = 2, P > 0.05$ ); 2 年的数据中背风坡的种群数量在坡的上、中、下的位置明显不同, 上部的甲虫数量最大, 中部和下部种群数量无差异性差异 (图 2⑤, 表 2), 表明中华漠王在背风坡活动时喜选择上部的位置。

### 2.3 中华漠王的自然洞穴数量

中华漠王善于打洞, 据观察发现其活动 (主要取食和交配) 时间主要集中在 7:00—9:00 和 19:

00—22:00 其他时间栖息在洞穴中, 以躲避荒漠环境下的高温。2 年沙丘同一坡向的上、中、下洞穴数量之间均存在显著性差异 ( $df_{2007} = 2, P_{2007} < 0.05$ ,  $df_{2008} = 2, P_{2008} < 0.05$ ) (表 2)。2007 年迎风坡中部数量最大, 2008 年迎风坡上部洞穴数量最大; 2007 和 2008 年背风坡均为上部的洞穴数量最大, 中部和下部数量无显著差异, 与种群数量规律一致 (图 3⑤), 表明中华漠王更倾向于选择在背风坡上部打洞。

## 3 讨论

### 3.1 中华漠王栖息在沙丘生境

在复杂的沙漠地区中, 沙丘生境维持了较高的拟步甲丰富度 (Barrows 2000)。通过 2 年的野外观测, 中华漠王分布在以沙丘为单元的地貌上, 主要原因可能是其对土壤类型严格的选择性, 这种选择性不是随机的, 与拟步甲 *Eleales hispidus* 对栖息地选择性是一致的 (McIntyre 1997)。结合陷阱数据和野外观测发现, 在景观尺度上中华漠王在古尔班通古特沙漠北缘、沙漠腹地和南缘均有分布, 且种群较大, 但在棕壤土景观下 (冲积扇前端、土壤表面坚硬) 很难发现中华漠王的分布, 这可能与中华漠王穴居行为有密切的关系。

### 3.2 是否有利于建立洞穴是直接影响中华漠王数量的重要原因之一

沙漠地区 5—6 月中午地表温度可以达到 60 °C 以上, 为了避免高温以及由此引起高脱水率, 中华漠王采用洞穴行为躲避高温。连续 2 年观察中华漠王的洞穴深度约为 10~15 cm, 角度约为 25°~45°。根据野外观测, 该甲虫在中午 11:00 以后开始在沙丘上打洞, 一般 5~15 min 完成一个洞穴, 一般每天挖掘一个新洞穴, 目前没有发现其利用旧洞穴的行为; 所以能否成功建立洞穴, 特别是“低成本”完成洞穴建立, 将有利于该甲虫在恶劣的环境下生存。在景观尺度上背风坡种群数量大, 洞穴的分布数量与种群数量规律是一致的, 表明中华漠王喜欢选择

背风坡作为栖息地(图 2I 图 3I); 从微尺度上分析, 沙丘背风坡上部数量比较大, 同时洞穴数量也比较多, 表明了中华漠王喜欢在沙丘背风坡的上部活动(图 2E, 图 3E)。

### 3.3 风沙土的物质组成是影响中华漠王数量分布的关键因子

土壤具有复杂的生物-化学-物理特性。样点中沙丘土壤表层含水量在 4 月下旬垄间高于坡上和垄顶, 5 月中下旬由于短命植物的蒸腾作用, 垄顶水分含量最高, 而垄间水分含量最低(王雪芹等, 2004), 但中华漠王 5—6 月在背风坡数量分布最多, 所以该甲虫与土壤表层水分关系不大。垄间的土壤比较坚硬(2447 kPa), 迎风坡和背风坡土壤硬度远小于垄间(表 1), 但中华漠王数量在迎风坡和垄间无显著性差异( $df=2, P>0.05$ ); 土壤硬度在 2 种坡向间不存在显著性差异( $df=2, P>0.05$ ), 但种群数量存在显著性差异。背风坡、垄顶及背风坡的上部均是以中沙和细沙为主(钱亦兵等, 2003; 王雪芹等, 2003), 在这些微生境下中华漠王数量和洞穴数量也是比较多, 所以土壤物质组成(粒径大小组成)可能是影响中华漠王分布的关键因子, 拟步甲 *Lepidochora discoidalis* 也是洞穴甲虫, 喜欢分布在土壤粒径为(0.125~0.180 mm)的坡地, 并且环境土壤有一定的硬度(Coineau *et al.*, 1982), 这与中华漠王的洞穴选择性比较一致, 但唯一区别是 *Lepidochora discoidalis* 喜欢在植物残留比较多的地方打洞。在中沙和细沙混合为主的土壤环境中, 一方面能增加洞穴通气性, 有利于动物与大气之间的气体交换, 同时其物质组成有利于洞穴的建立和洞穴的稳定性。根据本研究在野外的观测, 甲虫在中沙为主的沙丘上尝试性打洞时, 一般中途放弃, 其原因是土壤物质组成导致洞穴不稳定性, 筑洞过程中洞穴容易坍塌。以上分析表明, 土壤物质组成影响中华漠王栖息地选择。

### 参考文献

钱亦兵, 张立运, 雷加强, 等. 2003. 人为影响下古尔班通古特沙漠小尺度生态环境变化. 干旱区资源与环境, 17

(6): 82-88

- 王雪芹, 蒋进, 雷加强, 等. 2004. 短命植物分布与沙垄表层土壤水分的关系——以古尔班通古特沙漠为例. 应用生态学报, 15(4): 556-559.
- 王雪芹, 李丙文, 张元明. 2003. 古尔班通古特沙漠沙垄表面的稳定性与顶部流动带的形成. 中国沙漠, 23(2): 126-131.
- 王雪芹, 张元明, 蒋进, 等. 2006a. 古尔班通古特沙漠南部沙垄水分动态——兼论积雪融化和冻土变化对沙丘水分分异作用. 冰川冻土, 28(2): 262-268.
- 王雪芹, 张元明, 王远超, 等. 2006b. 古尔班通古特沙漠生物结皮小尺度分异的环境特征. 中国沙漠, 26(5): 711-716.
- 张元明, 杨维康, 王雪芹, 等. 2005. 生物结皮影响下的土壤有机质分异特征. 生态学报, 25(12): 3420-3425.
- Barrows CW. 2000. Tenebrionid species richness and distribution in the Coachella valley sand dunes (Coleoptera Tenebrionidae). *The Southwestern Naturalist*, 45: 306-312.
- Buse J, Schuler B, Assmann T. 2007. Modelling habitat and spatial distribution of an endangered longhorn beetle—A case study for saproxylic insect conservation. *Biological Conservation*, 137: 372-381.
- Cloudsley-Thompson JL. 2001. Thermal and water relations of desert beetles. *Naturwissenschaften*, 88: 447-460.
- Coineau Y, Lancaster N, Prodon R, *et al.* 1982. Burrowing habits and substrate selection in ultrapsammophilous tenebrionid beetles of the Namib Desert. *Vie et Milieu*, 32: 125-131.
- Matteo N, Achille C, Luca M, *et al.* 2008. Habitat use and movement patterns in the endangered ground beetle species *Carabus olympiae* (Coleoptera Carabidae). *European Journal of Entomology*, 105: 105-112.
- McIntyre NE. 1997. Scale-dependent habitat selection by the darkling beetle *Eleodes hispidabilis* (Coleoptera Tenebrionidae). *The American Midland Naturalist*, 138: 230-235.
- Schultz TD. 1989. Habitat preferences and seasonal abundances of 8 sympatric species of tiger beetle genus *Cicindela* (Coleoptera Cicindelidae), in Bastrop-state-park, Texas. *The Southwestern Naturalist*, 34: 468-477.

作者简介 吕昭智, 1968 年生, 博士, 研究员。主要从事昆虫生态和农业昆虫防治方面得研究, 发表论文 40 余篇。  
E-mail zhaozh@ms.xjbu.ac.cn  
责任编辑 魏中青