

三突花蛛有效活动的初步研究*

鲁敏 陈建**

(湖北大学生命科学学院 武汉 430062)

摘要: 提出了一个综合评价动物有效活动行为的指标——有效活动时间,研究了三突花蛛在不同温度条件下的有效活动时间。结果表明,在4种实验温度(5、15、25、35℃)条件下,三突花蛛的有效活动时间有极显著差异。(1)在4种实验温度条件下,蜘蛛的有效活动时间与蜘蛛的身体长度、身体重量、体重体长比无显著关系;(2)在温度为15、25℃条件下,雌蛛与雄蛛的有效活动时间无显著差异,而在温度为5、35℃条件下,雌蛛的有效活动时间显著低于雄蛛;(3)在4种温度条件下,无斑雌蛛的有效活动时间与有斑雌蛛没有显著差异;(4)在4种实验温度条件下,分别对不同性别的三突花蛛的有效活动时间进行方差分析,结果表明,4种实验温度条件下,三突花蛛雄蛛、雌蛛有效活动时间有极显著的差异。

关键词: 三突花蛛;有效活动时间;性别;温度;斑型

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2004)06-07-06

The Effective Activity of a Crab Spider, *Misumenops tricuspidatus*

LU Min CHEN Jian

(Faculty of Life Sciences, Hubei University, Wuhan 430062, China)

Abstract: An index that estimates animal effective activity, effective activity time (EAT) was advanced in this paper. The effective activity time of *Misumenops tricuspidatus* under different temperatures was studied. The results show as following: From ANOVA of effective activity time of *M. tricuspidatus* under four different temperatures (5, 15, 25, and 35℃), there are severely significant differences under four different temperatures. (1) Under four different temperatures, body length, body weight, and ratio of body weight to body length of spiders have no obvious effects on the effective activity time of *M. tricuspidatus*. (2) There is no significant difference between female spiders and male spiders under 15 and 25℃, while there are significant differences between female spiders and male spiders under 5 and 35℃. (3) There is no significant difference between spotted female spiders and unspotted female spiders under four different temperatures. (4) From ANOVA of effective activity time of male spiders and female spiders under different temperatures separately, there are severely significant differences under four different temperatures.

Key words: *Misumenops tricuspidatus*; Effective activity time; Sex; Temperature; Spot type

近年来,许多动物行为学家对动物活动行为进行了深入的研究^[1-7]。活动是动物的基本行为的基础,研究动物的活动行为是研究动物生理学、生态学、行为学的基础,还可以为丰富种群生物学以及为研究动物的其它基本行为提供依据。对于动物活动行为的研究,国内外都

有所涉及,大熊猫^[6,8,9]和啮齿动物^[7,10,11]是研究

* 国家自然科学基金资助项目(No. 30370206);

** 通讯作者, panhui_hb@tom.com;

第一作者介绍 鲁敏,男,24岁,硕士研究生;从事蜘蛛行为研究。

收稿日期:2004-06-14,修回日期:2004-09-16

的热点。从活动行为的研究内容上看主要包括:动物活动区域的研究^[12]、动物活动精确记录方法的研究^[13,14]、动物活动行为的测定与比较^[4,5]、和动物活动模式的研究^[7,15,16]等。

蜘蛛是地球上最丰富的陆生捕食者,是农、林、草原等生态系统中害虫的重要生物控制因子,因而对蜘蛛的活动行为研究有着显著的生态学和经济意义,并可对蜘蛛的捕食、求偶、结网等基本行为的研究提供帮助。三突花蛛(*Misumenops tricuspidatus*)属于蜘蛛目蟹蛛科,是不结网游猎型蜘蛛,分布广泛,为我国长江和黄河流域棉区的优势蜘蛛。三突花蛛捕食范围很广,在棉株上逐枝、逐叶、逐花进行搜索寻找和捕食害虫,体色随环境而有变化。雌蛛腹背斑纹变化较大,有3种基本类型:无斑型、全斑型及介于两者之间的中间斑纹型^[17]。文中把全斑型及介于两者之间的中间斑型统称为有斑型。在国外,蜘蛛的活动行为研究比较常见^[5,18],从研究内容上主要包括:一定范围内探索行为的研究^[5]、绕路测试^[4,19-21]和录像机图像测试^[18]等。而从研究对象上看主要局限于跳蛛科的蜘蛛,很少有人研究蟹蛛科。国内蜘蛛的活动行为研究非常少见*,水平上也存在着一定差距。

Archer 曾经指出:如果一个动物放入一个有着活动等级区域的范围,那么可以定义它探索该区域的行为^[1]。这里提出一个综合评价动物活动行为的指标——有效活动时间(effective activity time, EAT)。所谓有效活动时间是指在一定时间、一定范围内,动物在不同等级区域内的活动总时间的加权平均值。有效活动时间度量在一定时间和范围内动物活动行为的有效程度,这种有效程度主要表现在动物的活动行为是否更有利于动物完成其它基本行为,它与一般意义上的动物活动时间存在着明显的差异。对于蜘蛛而言,这些其它基本行为就包括以活动行为为基础的捕食、求偶、结网等。

1 材料与方 法

1.1 采集与饲养

于2003年秋在中国农业科

学院油料所(武汉)的莎草地中采集30头成熟的三突花蛛,其中雄蛛10头,雌蛛20头(有斑雌蛛10头,无斑雌蛛10头)在实验室单个饲养。一支玻璃试管(高:11.5 cm;直径:4.2 cm)饲养一只三突花蛛。每只试管口均被纱布包住。每只试管底部都有海绵垫,每天定时向海绵垫加水以保持三突花蛛的水分供给和试管内的湿度。所有玻璃试管均放入培养箱(温度:20 ± 1℃,湿度:45% ± 5%,光照:12:12 h light/dark)中饲养。每隔一天喂养一次食物(每次均为5只黑腹果蝇)。黑腹果蝇为实验室条件下培养。

1.2 实验条件和区域 活动行为实验放在恒温培养箱内,9×8 W的光照条件下的白色区域(图1)内进行。此区域包括4个同心圆,由内到外同心圆的半径依此为3、6、9、12 cm。把半径为3 cm 的区域定义为区域1;把由半径为3、6 cm 的两个同心圆组成的圆环区域定义为区域2;把由半径为6、9 cm 的两个同心圆组成的圆环区域定义为区域3;把由半径为9、12 cm 的两个同心圆组成的圆环区域定义为区域4。

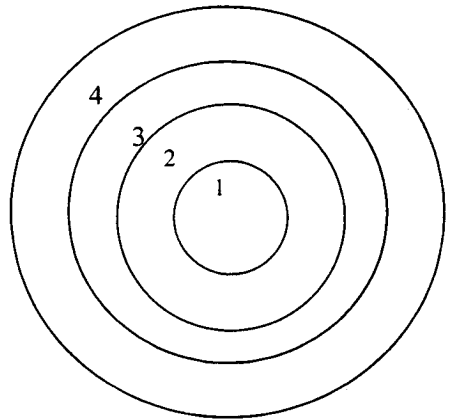


图1 活动行为实验区域

把蜘蛛在区域1、2、3、4的活动时间分别累加起来定义为蜘蛛在该区域的活动总时间 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 (t 表示蜘蛛在某区域的活动总时间,下标1、2、3、4分别表示区域1、2、3、4),区域1、

* Deng L. L. Studies on color perception and shape recognition of *Misumenops tricuspidatus* (Araneae: Thomisidae). Thesis, 2003.

2、3、4的面积分别占总区域面积的1/16、3/16、5/16、7/16。就把区域1、2、3、4赋以权重1、3、5、7。可考虑两种极端的情况:

(1)蜘蛛若要达到的目标在区域1,那么仅在区域1内的活动才是有效活动,其在区域1的活动总时间计入有效活动时间;若蜘蛛要达到的目标在区域2,那么仅在区域2的活动才是有效活动,其在区域2的活动总时间计入有效活动时间;若蜘蛛要达到的目标在区域3,那么仅在区域3的活动才是有效活动,其在区域3的活动总时间计入有效活动时间;若蜘蛛要达到的目标在区域4,那么仅在区域4的活动才是有效活动,其在区域4的活动总时间计入有效活动时间。这4种情况出现的概率比为1:3:5:7,故 t_1 的权重为 $1 \times 1 = 1$, t_2 的权重 $3 \times 1 = 3$, t_3 的权重为 $5 \times 1 = 5$, t_4 的权重为 $7 \times 1 = 7$ 。在这种极端情况下,有效活动时间(下标1表示第一种极端情况)。

$$EAT_1 = t_1 + 3t_2 + 5t_3 + 7t_4 \quad (1)$$

(2)蜘蛛若要达到的目标在区域1,那么仅在区域1的活动才是有效活动,其在区域1的活动总时间计入有效活动时间;若蜘蛛要达到的目标在区域2,虽然区域1内的活动不直接达到目标,但对蜘蛛达到区域2的目标起到了间接的帮助,故蜘蛛在区域1、2的活动是有效活动,其在区域1、2的活动总时间计入有效活动时间(区域1、2的权重分别为1和3。故可以极端的考虑,在此种情况下蜘蛛在区域1的活动占其在此情况下有效活动的1/4,蜘蛛在区域2的活动占其在此情况下有效活动的3/4);依此类推,若蜘蛛要达到的目标在区域3,可以极端的考虑,在此种情况下蜘蛛在区域1的活动占其在此情况下有效活动的1/9,蜘蛛在区域2的活动占其在此情况下有效活动的3/9,蜘蛛在区域3的活动占其在此情况下有效活动的5/9;若蜘蛛要达到的目标在区域4,可以极端的考虑,在此种情况下蜘蛛在区域1的活动占其在此情况下有效活动的1/16,蜘蛛在区域2的活动占其在此情况下有效活动的3/16,蜘蛛在区域3的活动占其在此情况下有效活动的5/16,蜘蛛

在区域4的活动占其在此情况下有效活动的7/16。这4种情况出现的概率比为1:3:5:7,故 t_1 的权重为 $1 \times 1 + 3 \times (1/4) + 5 \times (1/9) + 7 \times (1/16) = 395/144$, t_2 的权重为 $3 \times (3/4) + 5 \times (3/9) + 7 \times (3/16) = 753/144$, t_3 的权重为 $5 \times (5/9) + 7 \times (5/16) = 715/144$, t_4 的权重为 $7 \times (7/16) = 441/144$ 。在这种极端情况下,有效活动时间(下标2表示第二种极端情况)。

$$EAT_2 = 395/144t_1 + 753/144t_2 + 715/144t_3 + 441/144t_4 \quad (2)$$

综合(1)、(2)两种极端情况,一般情况下蜘蛛的有效活动时间:

$$\begin{aligned} & ((1) + (2))/2, EAT = (EAT_1 + EAT_2)/2 \\ & = 539/288t_1 + 1185/288t_2 + 1435/288t_3 \\ & + 1449/288t_4 \quad (3) \end{aligned}$$

由以上有效活动时间的公式推导可知:有效活动时间的数值越大,活动就越有效。本实验数据均由 Statistica 6.0 分析得出的结果。

1.3 实验方法 采集两周后开始实验。实验前把30头三突花蛛编号,在显微镜下用目镜测微尺测出每只蜘蛛的体长,即从头胸甲前端到腹部末端的长度。在分析天平上测出每只蜘蛛的体重。

每只三突花蛛一共进行4个实验(实验温度分别为5、15、25和35℃),每次实验对每只三突花蛛任意进行其中一个实验,蜘蛛被单个地放入区域1的中心(即同心圆的圆心)。观察蜘蛛是否活动,记录下蜘蛛在不同区域内的活动时间,5 min后停止记时。若5 min内蜘蛛还没有活动出实验区域,也停止记时。每个实验完毕,用毛刷刷去实验区域的蛛丝后,再进行下一个实验。把蜘蛛在区域1、2、3、4的活动时间分别累积起来计算出 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 ,再根据上述公式(3)计算有效活动时间EAT。实验完毕给所有三突花蛛喂食,隔3 d进行下次实验。直到所有三突花蛛都完成4个实验,实验结束。再重复以上实验2次。以下数据分析中三突花蛛在4种实验温度条件下的有效活动时间均为三次测量的平均值。

三次实验结束后,测出每只蜘蛛的体长和体重。以下数据分析中三突花蛛的体长、体重、体长体重比均为两次测量的平均值。

2 结果

三突花蛛的体长、体重、体重体长比及各实验温度条件下的有效活动时间(表 1)进一步分析表明,雌蛛显著长于雄蛛(雌蛛: 4.131 ± 1.053 mm;雄蛛: 3.660 ± 0.730 mm, $t = 2.682$, $P < 0.025$);雌蛛显著重于雄蛛(雌蛛: 0.012 ± 0.010 g;雄蛛: 0.008 ± 0.006 g, $t = 2.387$, $P < 0.025$);雌蛛与雄蛛的体重体长比没有显著差

异。无斑雌蛛与有斑雌蛛的体长、体重、体重体长比均没有显著差异。

表 1 体长、体重、体重体长比及各实验温度条件下的有效活动时间($n = 30$)

	体长 (mm)	体重 (g)	体重/ 体长 (g/mm)	有效活动时间(s)			
				5℃	15℃	25℃	35℃
平均值	3.974	0.011	0.004	16.867	25.783	24.559	9.717
最小值	3.24	0.005	0.003	0.94	16.00	17.87	4.00
最大值	5.22	0.021	0.006	50.24	61.99	44.34	26.97
标准差	0.499	0.004	0.001	15.978	11.117	6.738	5.108

体重体长比 = 体重/体长

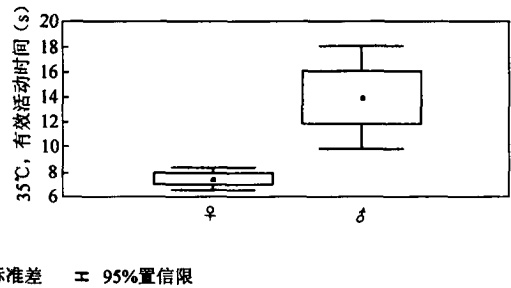
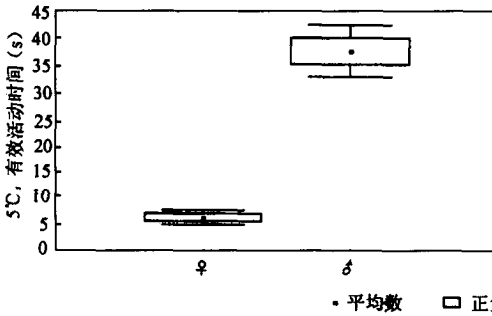


图 2 三突花蛛雌蛛与雄蛛有效活动时间

2.1 体长、体重、性别和雌蛛斑型与有效活动时间的关系 实验温度分别为 5、15、25、35℃时,蜘蛛(无论雌蛛、雄蛛)的体长、体重和体重体长比与其有效活动时间均没有显著相关性。

5℃时雌蛛的有效活动时间显著低于雄蛛($df = 28$, $t = -15.8322$, $P < 0.001$)(图 2),15℃时雌蛛的有效活动时间与雄蛛的没有显著差异,25℃时雌蛛的有效活动时间与雄蛛的没有显著差异,35℃时雌蛛的有效活动时间显著低于雄蛛($df = 28$, $t = -4.0835$, $P < 0.001$)(图 2),各种温度下无斑雌蛛的有效活动时间与有斑雌蛛均没有显著差异。

2.2 温度对三突花蛛有效活动时间的影响 在 4 种实验温度条件下,三突花蛛有效活动时间有极显著的差异($F_{3,116} = 14.924$, $P < 0.001$),其中,仅 15~25℃之间有效活动时间差异没达到极显著(表 2);但雄蛛的有效活动时间有极显著的差异($F_{3,116} = 27.68$, $P < 0.001$),其中也

只有 15~25℃之间的差异达到极显著(表 2);雌蛛的有效活动时间有极显著的差异($F_{3,116} = 41.26$, $P < 0.001$),其中,15 与 35℃,15 与 5℃,25 与 35℃和 25 与 5℃之间三突花蛛雌蛛有效活动时间差异达到极显著(表 2)。

表 2 不同温度下,三突花蛛的有效活动时间

温度 (℃)	有效活动时间(s)		
	三突花蛛($n = 30$)	雄蛛($n = 10$)	雌蛛($n = 20$)
5	16.867 ± 15.978^b	37.898 ± 7.82^a	6.352 ± 3.167^b
15	25.783 ± 11.117^a	23.271 ± 5.103^b	27.040 ± 13.088^a
25	24.559 ± 6.738^a	22.209 ± 3.415^b	25.735 ± 7.708^a
35	9.717 ± 5.108^c	14.056 ± 6.583^c	7.547 ± 2.106^b

字母不同表示差异极显著,括号内为三突花蛛的只数

从 4 种不同温度的平均有效活动时间的趋势图(图 3)可以得出结论:从低温到高温,雄蛛的平均有效活动时间逐渐降低,雌蛛的平均有效活动时间先升高后降低。这说明雄蛛与雌蛛在从低温到高温有效活动行为的趋势上存在明显差异。

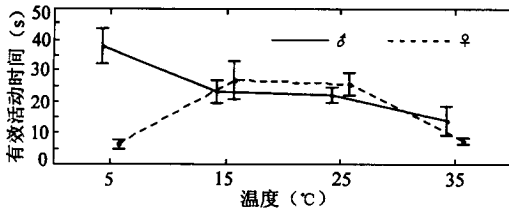


图 3 三突花蛛雌蛛与雄蛛在实验温度下的平均有效活动时间

从 4 种不同温度的雌蛛平均有效活动时间的趋势图(图 4)可以得出结论:有斑雌蛛与无斑雌蛛的有效活动行为差异很小。从低温到高温,雌蛛、无斑雌蛛、有斑雌蛛的平均有效活动时间都是先升高后降低,无斑雌蛛的平均有效活动时间均高于有斑雌蛛。

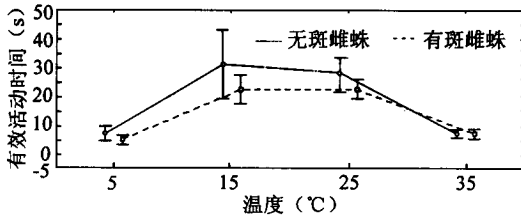


图 4 三突花蛛无斑雌蛛和有斑雌蛛在 4 种不同实验温度下的平均有效活动时间

3 讨 论

三突花蛛在不同实验温度下有效活动时间的差异达到了极显著水平。15~25°C是三突花蛛活动行为的相对有效温区。这一结论与前人的实验结果比较一致。三突花蛛在 25°C 恒温条件下种群增长指数最高^[17]。在 25°C 时活动的有效性和目的性的增强导致搜索食物能力提高,捕食到食物的机率提高,从而也导致种群增长最快。

对于不同性别的三突花蛛而言,雄蛛和雌蛛在不同实验温度下有效活动时间的差异达到了极显著水平,但各有其特点。5°C左右的温度范围是雄蛛活动行为的相对有效温区。雄蛛活动行为的有效性随着温度的升高而降低。这可能主要是由于雄蛛在低温时活动消耗的能量比适宜温度时多,所以雄蛛只有提高活动的目的性和有效程度来适应这种低温环境。这主要表

现在:低温条件下,雄蛛表现出多次迂回、折返的活动,明显扩大了其活动的面积,明显提高了活动的有效性;而在高温条件下非常躁动,几乎都表现出直线的活动,明显降低了活动的有效性。15~25°C也是雌蛛活动行为的相对有效温区。从图 2 可以看出 5°C 时雌雄活动有效程度有极显著的差异。引起这一现象的原因有待进一步研究。推测这可能是由于在低温环境下雌蛛与雄蛛根据自身行为的特点有着不同的活动行为策略。雄蛛在捕食、求偶、交配这些基本行为上表现较为主动,所以雄蛛有可能采取了提高活动的目的性和有效程度来适应这种低温环境的活动策略;而雌蛛在捕食、求偶、交配这些基本行为上表现较为被动,所以雌蛛有可能采取了减少自身活动来适应这种低温环境的活动策略。

对于不同斑型的三突花蛛而言,无斑和有斑雌蛛在不同实验温度条件下的有效活动时间没有显著差异。其最有效温区同雌蛛一致,为 15~25°C。无斑与有斑雌蛛在体长、体重、体长比这些身体指标上没有显著差异,但是有斑雌蛛的平均有效活动时间均低于无斑雌蛛的平均有效活动时间。这说明不同斑型的雌蛛的有效活动行为还是存在一些差异。环境因素和遗传因素都有可能确定三突花蛛雌蛛斑型,但此问题还没有定论。如果是由遗传因素确定的,那么三突花蛛雌蛛的有效活动行为就可能与其某些遗传信息相关。如果是由环境因素确定的,换句话说经常在植被覆盖率很低的环境活动的三突花蛛雌蛛就形成无斑,而经常在植被覆盖率很高的环境活动的三突花蛛雌蛛就形成有斑。由于经常在植被覆盖率很低的环境活动的三突花蛛雌蛛适应环境因子变化的能力肯定比经常在植被覆盖率很高的环境活动的三突花蛛雌蛛强,所以在各种不同的温度条件下无斑雌蛛活动行为的效能都比有斑雌蛛高。这一没有定论的问题也值得深入研究。

有效活动时间是动物在一定范围内活动有效性能的量度,与动物的活动时间有明显的区别。活动时间只能表示出动物活动的的能力,而

并不能反映出动物活动的有效性能。有效活动时间这一指标可以在一定程度上区分动物活动效能的高低。虽然蜘蛛的活动行为与生俱来,但其活动行为的有效程度受到多方面的影响。从实验结果看,三突花蛛的性别和身体特征对其有效活动行为有一定影响,而且三突花蛛的有效活动行为与某些环境因素也存有着极显著的关系,还有三突花蛛的有效活动行为可能受到生长环境和遗传信息的影响。因此可以说,蜘蛛的有效活动行为既是遗传的结果,也有环境、生活经历对它的烙印,是内因与外因综合作用的结果。本实验在实验室条件下进行,实验条件与野外的生态环境有所不同。除了温度外,还有光照、背景颜色、空间大小等环境因子的作用,本实验尚未涉及,各种条件的交互作用也有待进一步探索。实验中蜘蛛的活动范围为平面的,但在野外动物的活动不完全局限于平面,所以蜘蛛在三维空间的有效活动行为值得进一步研究。蜘蛛活动行为主要是为其捕食、求偶等基本行为提供保证。故在研究蜘蛛的有效活动行为时,还可以结合蜘蛛的一些基本行为一起研究。

参 考 文 献

- [1] Archer J. Tests for emotionality in rats and mice: a review. *Animal Behavior*, 1973, **21**: 205 ~ 235.
- [2] Duelli P. Movement detection in the posterolateral eyes of jumping spiders (*Evarcha arcuata* Salticidae). *Journal of Comparative Physiology*, 1978, **124**: 15 ~ 26.
- [3] Komiya M, Yamashita S, Tateda H. Turning reactions to real and apparent motion stimuli in the posterolateral eyes of jumping spiders. *Journal of Comparative Physiology A*, 1988, **163**: 585 ~ 592.
- [4] Jackson R, Wilcox S. Observations in nature of detouring behavior by *Potia fimbriata*, a web-invading aggressive mimic jumping spider from Queensland. *Journal of Zoology*, 1993, **230**: 135 ~ 139.
- [5] Jeannine P C, Elizabeth M J. Rearing environment affects behaviour of jumping spiders. *Animal Behaviour*, 2000, **59**: 39 ~ 46.
- [6] 韩春璜,曹宇宾,汤纯香等.大熊猫的野外活动与性别、年龄、环境的关系及数量化方法 I 的应用. *生物数学学报*, 2001, **16**(4): 462 ~ 467.
- [7] 宛新荣,王梦军,刘伟等.啮齿动物活动模式的几种数值指标. *兽类学报*, 2002, **22**(3): 211 ~ 217.
- [8] 牛勇.大熊猫冬季活动规律与发情期的推测. *野生动物*, 1983(1): 3 ~ 4.
- [9] 胡锦涛.大熊猫的昼夜活动节律. *兽类学报*, 1987, **7**(4): 241 ~ 245.
- [10] 樊乃昌,周文扬,施银柱.高原鼠兔的生态学及控制对策.见:张知彬,王祖望主编. *农业重要害鼠的生态学及控制对策*.北京:海洋出版社,1998, 239 ~ 249.
- [11] 王广和,钟文勤,宛新荣等.浑善达克沙地小毛足鼠的生物学习性. *生态学杂志*, 2001, **21**(6): 65 ~ 67.
- [12] 石建斌.动物活动区、领域及其估算方法. *生物学通报*, 1996, **31**(3): 16 ~ 18.
- [13] 窦丰满. PC-1501 袖珍电子计算机在小哺乳动物行为厌倦中的应用. *动物学杂志*, 1989, **24**(4): 33 ~ 36.
- [14] 姜仕仁,斯青松,鲍毅新等.小型动物活动微机自动精确记录方法. *动物学杂志*, 1993, **28**(5): 31 ~ 35.
- [15] Agren G, Zhong W, Zhou Q. Activity pattern in Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*) in summer. In: Jiang S, ed. *Reports from the Inner Mongolia Grassland Ecosystem Research Station of Academia Sinica*. Beijing: Chinese Sciences Press, 1990, 239 ~ 246.
- [16] Galey P. Movement, activity patterns and habitat use of feral pigs (*Sus scrofa*) in a tropical habitat. *Wildlife Research*, 1997, **24**: 77 ~ 87.
- [17] 赵敬钊.中国棉田蜘蛛.武汉:武汉出版社,1993, 362 ~ 370.
- [18] Clark D L, Uetz G W. Video image recognition by the jumping spider, *Maevia inclemens* (Araneae: Salticidae). *Animal Behavior*, 1990, **40**: 884 ~ 890.
- [19] Tarsitano M S, Jackson R R. Influence of prey movement on the performance of simple detours by jumping spiders. *Behavior*, 1992, **123**: 106 ~ 120.
- [20] Tarsitano M S, Jackson R R. Jumping spiders make predatory detours requiring movement away from prey. *Behavior*, 1994, **131**: 65 ~ 73.
- [21] Tarsitano M S, Jackson R R. Araneophagic jumping spiders discriminate between detour routes that do and do not lead to prey. *Animal Behavior*, 1997, **53**: 257 ~ 266.