应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2014, 51(5): 1299–1309. DOI: 10.7679/j.issn.2095–1353.2014.154

不同景观结构下麦田地面甲虫和蜘蛛物种多样性及优势种分布的时空动态*

刘文惠 洪 波 胡懿君 贺达汉**

（宁夏大学农学院，银川 750021）

摘 要 【目的】 揭示在不同景观结构下，麦田地面甲虫和蜘蛛物种多样性及优势种分布的时空动态，为实际小麦生产过程和害虫种群控制提供理论上的依据和方法。【方法】 采用地面陷阱法调查，对不同景观结构下地表甲虫和蜘蛛物种多样性的田间分布和时间动态进行分析与模拟。【结果】 所得银川平原 4 种不同景观结构下麦田生境中地表甲虫和蜘蛛 17 科，92 种，计 5 683 头。蜘蛛和步甲分别占总个体数的 15.61%、31.15%。对不同景观结构下地表甲虫和蜘蛛物种多样性的田间分布和时间动态进行分析与模拟，得出：复杂景观结构较简单景观结构的调查区，表现出明显较高的物种多样性。步甲在 5 月上旬多样性指数最大，随后出现先降后升的趋势；蜘蛛在 6 月下旬多样性指数最大，之后一直呈现下降趋势。其原因主要是灌水影响了部分地表甲虫和蜘蛛活动所致。【结论】 通过绘制了毛青步甲 *Chlaenius pallipes* 和星豹蛛 *Pardosa astrigera* 种群密度的田间分布图，可看出复杂景观结构调查区较简单景观结构调查区二者种群数量明显较高。

关键词 地面甲虫，蜘蛛，物种多样性，种群时空动态

Space-time dynamic distribution of species diversity and dominant species of ground-dwelling beetle and spider populations on wheat crops in different agricultural landscape structures

LIU Wen-Hui HONG Bo HU Yi-Jun HE Da-Han**

(Agricultural School, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract **[Objectives]** To determine the space-time dynamic distribution of species diversity and dominant species of the ground-dwelling beetle and spider populations of wheat crops in different agricultural landscape structures and to provide a theoretical basis and method for improving wheat production and wheat-pest control. **[Methods]** Based on a survey, we simulated the spatial and temporal dynamic distribution of carabid beetles and spiders in wheat fields under different landscape structures using the species diversity index. **[Results]** A total of 5 683 beetles and spiders comprised of 17 families and 92 species were collected in wheat fields at Yinchuan with different landscape structures. Spiders and carabid beetles respectively comprised 15.61% and 31.15% of this total. More complicated landscape structures had greater species diversity than simpler landscapes. The index of the carabid beetle's diversity was high in early May, then fell before rising again. Spiders' diversity index was high in late June after which it remained consistently low. These trends were mainly caused by the effects of

* 资助项目：国家自然科学基金项目（31260429）和教育部高校博士点科研专项基金（20126401110003）

**通讯作者，E-mail: 535081115@qq.com

收稿日期：2013-11-19，接受日期：2014-03-12

irrigation on ground-dwelling spiders and beetles. **[Conclusion]** Numbers of *Chlaenius pallipes* and *Pardosa astrigera* were much higher in complex landscape structures than in simple landscape structures.

Key words ground-dwelling beetle and spider, species diversity, temporal and spatial dynamics

农作物单一品种的长期大面积种植使农田遗传多样性和农田生态系统稳定性降低，导致害虫天敌大量减少，农作物虫害时有暴发（董文霞等，2013）。应用生物多样性与生态平衡的原理，进行农作物遗传多样性、物种多样性及农田生态系统多样性的优化布局，增加农田的物种多样性和农田生态系统的稳定性，有效减轻作物虫害的危害，已成为农业害虫防治的发展趋势（赵紫华等，2013）。

大量的研究表明采用合理的间作、套作、混体等多样性种植模式可以有效控制植食性昆虫的种群，减轻作物的受害程度（董文霞等，2013），针对麦田昆虫与天敌群落多样性与种群动态的研究亦不少（蒋樟法等，1996；牟少敏等，2001；高书晶等，2006；王万磊等，2008）。但这些研究其调查样点较少，范围较小，尚不足反应昆虫与天敌大大尺度空间分布动态，

从大尺度景观结构的基础上研究麦田昆虫与天敌群落多样性与种群动态的报道则很少。步甲和蜘蛛是农田生态系统中对大尺度景观因子影响较为敏感的类群之一，是最好的环境变化指示种之一（Burel，1989）。为此，本文通过对不同大区域景观结构下麦田步甲与蜘蛛的调查，进行大尺度环境特征对麦田步甲与蜘蛛多样性影响作用的研究，旨在探讨景观基础上的环境特征和作物多样性对害虫和天敌的作用机理及其调控机制，维护农田生态系统的可持续发展。

1 材料与方法

1.1 研究区域

研究区域设在宁夏银川平原，属于温带干旱地区，日照充足，日照时数 3 000 h 左右，无霜期约 160 d，10℃以上有效积温约 3 300℃。气温日较差大，平均达 13℃，降水量 200 mm 左右，小麦种植历史较长，是小麦的优质生产基地。

调查选 4 个研究区域（图 1）：（1）平吉堡农场，为复杂景观区，种植区高度异质化，大量种植有小麦、玉米、大豆等粮食作物，也有着大面积的人工苜蓿草地，都呈条带状种植。小麦占地面积近 200 hm^2。（2）贺兰山军马场，为简单景观类型，小麦种植很规则，有大多数设施温室和农舍当设施。麦田占地面积 40 hm^2 左右。（3）贺兰红星一队，这里种植着大量的粮食作物小麦、大豆、玉米等，也有着大量的人工草地，粮食作物和牧草地分散种植，呈不成规则的分布。样区小麦面积 30 hm^2 左右，景观结构较上述 2 种更为复杂。（4）宁夏大学农学院实验农场，面积 150 hm^2，主要种植大量的小麦、玉米及大豆等粮食作物。春小麦是主要的栽培作物，大约占种植面积的 68%。基本为简单农业景观结构。

1.2 研究方法

在上述 4 个地区，每个地区取半径 r=500 m 的圆为调查样区，构成 4 种景观结构（图 1），在每个景观中由不同的斑块组成。每个景观中调查样区按小麦田块特征在东、南、西、北、中 5 个方位，以棋盘式五点式取样法进行调查。样地设计：一共 4 种景观，每种景观中 5 个样地，共

20 个样地，每个样地设 5 个样点(10 m×10 m 的样点)，每样点设 3 个陷集杯，共计 300 个陷阱杯。引诱剂是糖、醋、医用酒精和水的混合物，重量比为 1∶2∶1∶20，每个诱杯放引诱剂 40~60 mL。诱杯为 250 mL 一次性塑料口杯，引诱剂放入后在液面上方打孔，防止下雨和灌水时满杯和溢水。每区域选 5~6 调查样区(赵紫华等，2010，2011)。

2013 年 4 月下旬—7 月上旬期，每隔 10 d，收集诱导杯中的地表甲虫和蜘蛛标本，更换诱液，标本带回实验室，清洗、鉴定、统计数量和种类，标本鉴定到种，不能确定种名的，按不同种统计种类和个体数量。

1.3　数据分析方法

甲虫和蜘蛛多样性采用物种多样性指数和优势种个体数量表示，分析其时间和空间动态。

物种多样性指数为 Shannon-Wiener 多样性指数公式 $H'=-\sum(P_i/\ln P_i)$，式中 H' 为多样性指数，P_i 为属于第 i 种的个体比例，ln 为自然对数。

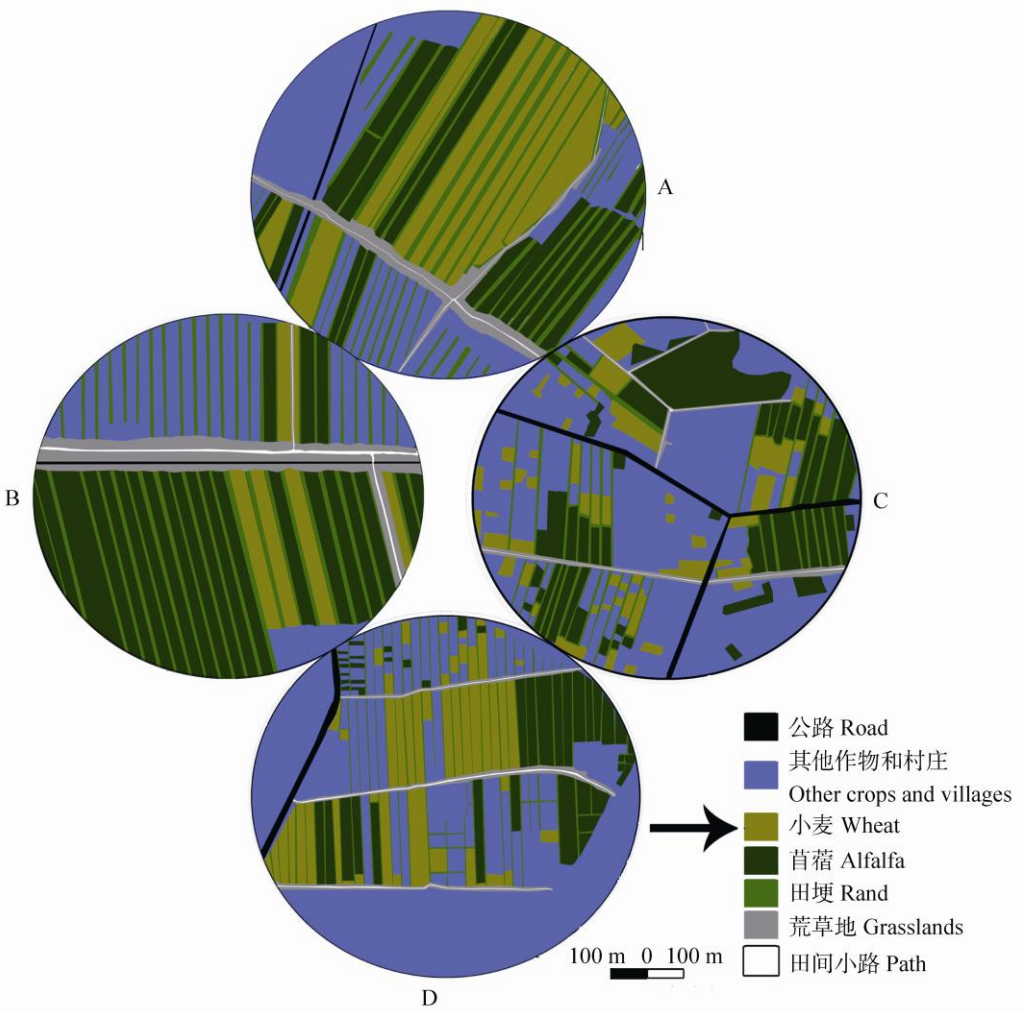

图 1　研究区域景观结构示意图

Fig. 1　The diagram of landscape structure in study area

A.平吉堡农场；B.军马场；C.贺兰红星一队；D.宁夏大学农学院实验农场。

A. Ping Ji Bao farm; B. Jun Ma Chang; C. Helan red star team; D. The experimental farm of Agricultural School in

Ningxia University.

景观多样性指数主要采用 Shannon-Wiener 多样性指数公式 $H'=-\sum(P_k/\ln P_k)$，式中式中 P_k 表示景观中斑块类型 k 在景观中出现的概率，n 为景观中斑块类型的总数。景观优势度指数(余新晓等，2006)；$D_i=\ln(n)+\sum P_i \ln P_i$。其中 n 是土地利用类型的斑块总数量，P_i 是 i 类斑块在总的利用土地类型斑块中的比例。

显著性检验方法：采用多重比较方法中的 Duncan's 新复极差法进行显著性检验。

空间动态分布模拟采用普通克里金法（CoKriging）。以空间自相关性为基础，利用原始数据和半方差函数的结构性，对区域化变量的未知采样点进行无偏估值的插值方法，当属性值的期望值是未知的，选用普通克里金插值。通过普通克里金的空间插值，对种群动态和发生趋势从宏观上进行分析和把握，准确的模拟种群的分布，将分散间断的调查数据合成连续的分布图（赵紫华等，2012）。本文以观测点为单位（10 m×10 m），统计种类和个体数，计算单位面积物种多样性和种群密度指数，用克里金插值法模拟 4 个研究区域中优势种的空间分布，整个模拟过程以 ArcGis10.0 软件包完成。

2 结果与分析

2.1 不同农业景观结构分析

针对 4 个区域，选取 20 块麦田斑块，其中相对复杂农业景观（图 1：C，D）各 5 块，相对简单农业景观（图 1：A，B）10 块，平均面积为 1 032.81 m^2。平吉堡农场和贺兰红星一队调查区的景观结构相对复杂，景观多样性指数分别为 2.218736 和 2.170776，贺兰山军马场和宁夏大学实验农场，景观结构相对较简单，景观多样性指数分别为 2.07795 和 1.906672。景观多样性指数正好与景观优势度指数呈负相关(表 1)。相反，景观多样性指数与物种多样性指数呈正相关。通过对物种多样性指数统计检验：4 种景观格局中物种多样性指数之间存在显著性差异（F=3.602，P<0.05）。经多重比较得：贺兰红星一队的景观格局与平吉堡景观格局之间差异不显著，而与贺兰山军马场和宁夏大学实验农场之间分别存在显著性差异。贺兰山军马场和宁夏大学实验农场之间差异不显著。说明景观复杂性程度越大，物种多样性差异更显著。

2.2 群落的物种组成

经调查，共诱集到麦田生境中地表甲虫和蜘蛛 17 科，92 种，5 683 头。蜘蛛、步甲类群个体数量分别占总个体数的 15.61%、31.15%（表 2）。

2.3 麦田的地表甲虫和蜘蛛的物种多样性

2.3.1 物种多样性的田间动态分布 如图 2 所示，景观结构较为复杂的平吉堡农场和贺兰红星一队调查区内，麦田地表甲虫和蜘蛛物种多样性表现的较高些，其他 2 个景观结构较为简单的调查区物种多样性较低。宁夏大学实验农场景观格局中，物种多样性指数最低，出现这种现象的原因可能是本调查区位于人居密集区，周边非作物设施面积影响较大，加之植被和作物相对较为单一，景观多样性较低所致。而军马场农场的景观格局中物种多样性指数较低的原因可能是调查区麦田种植面积比例很低，非作物设施面积比例较大，麦田斑块过于分散，影响昆虫扩散活动所致。

表 1 不同农业景观格局分析

Table 1 The analysis of different agricultural landscape pattern

调查地区 Survey area	景观多样性指数 Diversity index of landscape	景观优势度指数 Dominance index of landscape	麦田面积比例（%） Ratio of crop area	物种多样性指数 Diversity index of species
平吉堡农场 Ping Ji Bao farm	2.170776	0.227119	24	2.456805
贺兰军马场 Jun Ma Chang	1.906672	0.395913	8.8	2.356768
贺兰红星一队 Helan red star team	2.218736	0.124635	8.3	2.552947
宁大实验农场 The experimental farm of Agricultural School in Ningxia University	2.07795	0.266171	17	2.369845

表 2 麦田中主要天敌的种类和分布

Table 2 Distribution of species of pest on wheat crops

科 Family	物种 Species	数量 Number
鳃金龟科 Melolonthidae; Cockchafers	华北大黑鳃金龟 *Holotrichia oblita*	2
	阔胫绒金龟 *Maladera oratula*	2
花金龟科 Cetoniidae	白星花金龟 *Potosia brevitarsis*	8
蜉金龟科 Aphodiidae Leach	直蜉金龟 *Aphodius rectus* Motschulsky	31
金龟科 Scarabaeoidea	双顶嗡蜣螂 *Onthophagus bivertex* Heyden	1
虎甲科 Cicindelidae	星斑虎甲 *Cicindela kaleea* Bates	262
步甲科 Carabidae	毛青步甲 *Chlaenius pallipes* Gebler	1 086
	直角通缘步甲 *Pterostichus gebleri*	241
	中华金星步甲 *Calosoma chinense* Kirby	26
	毛婪步甲 *Harpalus griseus*	7
	强婪步甲 *Harpalus crates* Bates	3
	单齿蝼步甲 *Scarites terricola* Bonelli	3
	圆胸纯颚步甲 *Martyr alter* Semenov	42

* 资助项目：国家自然科学基金项目（31260429）和教育部高校博士点科研专项基金（20126401110003）

**通讯作者，E-mail: 535081115@qq.com

收稿日期：2013-11-19，接受日期：2014-03-12

	黄鞘婪步甲 *Harpalus pallidipennis* Morawitz	6
	红缘婪步甲 *Harpalus froelichii* Sturm	8
	小细胫步甲 *Agonum nitidum* Motschulsky	4
叶甲科 Chrysomelidae	白茨粗角莹叶甲 *Diorhabda rybakowi* Weise	1
肖叶甲科 Eumolpidae	中华萝藦肖叶甲 *Chrysochus chinensis* Baly	2
叩甲科 Elateridae	细胸金针虫 *Agriotes subrittatus* Motschulsky	131
吉丁甲科 Buprestidae Leach	绿窄吉丁甲 *Agrilus viridis*	2
拟步甲科 Tenebrionidae	淡红毛隐甲 *Crypticus rufipes* Gebler	3
	多毛宽漠甲 *Sternoplax setosa* setosa	2
	小栉甲 *Cteniopinus* Yu *et* Ren	6
	土甲 1 *Tenebrionidae* sp1.	7
瓢虫科 Coccinellidae	多异瓢虫 *Hippodamia variegata*	41
	七星瓢虫 *Coccinella septempunctata*	90
象甲科 Curculionidae	象甲 Curculionidae	26
芫菁科 Meloidae	苹斑芫菁 *Mylabrs calida* Pallas	8
隐翅甲科 Staphylinidae	隐翅甲 *Staphylinus* sp.	558
蠼螋科 Labiduridae	日本蠼螋 *Labidura japonica*	136
蜘蛛 Spider	草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum*	117
	沟渠豹蛛 *Pardosa laura*	12
	星豹蛛 *Pardosa astrigera*	667

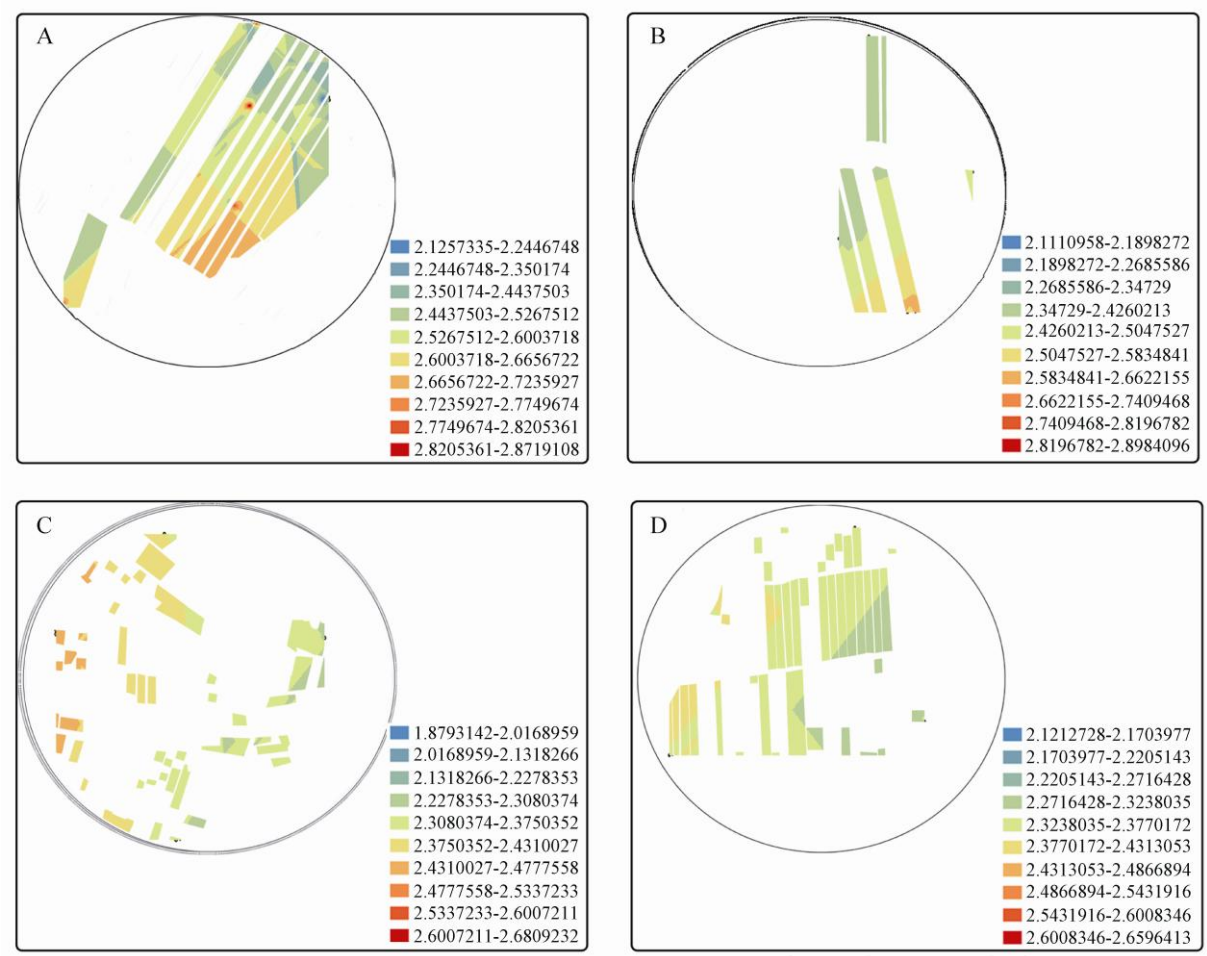

图 **2**　不同景观结构下麦田地表甲虫和蜘蛛物种多样性指数的空间分布

Fig. 2　The spatial distribution of diversity index of carabid beetles and spider in wheat under different landscape structure

A.平吉堡农场；B.军马场农场；C.贺兰红星一队；D.宁夏大学实验农场。

A. Ping Ji Bao farm;B. Jun Ma Chang;C. Helan red star team; D. The experimental farm of Agricultural School in Ningxia University.

2.3.2　物种多样性的季节动态变化　从图 3 可以看出，步甲在 5 月上旬多样性指数最大，随后出现先降后升的趋势；而蜘蛛在 6 月下旬多样性指数最大，之后一直呈现下降趋势。整个小麦生育期二者物种多样性随季节变化呈现动态平衡下的波动。但随季节变化，步甲物种多样性指数波动幅度较蜘蛛物种多样性指数波动明显较大。如在 5 月中旬和 6 月下旬步甲和蜘蛛多样性指数出现二次较大幅度的下降。分析其原因这与调查期的 2 次人为的灌水紧密联系。同时，步甲物种多样性下降幅度较大的原因可能与二者生活习性有关，蜘蛛在麦田生境中存在麦株间结网型的和地表游猎型的，调查所得步甲几乎都是在地表爬行的种类。为此步甲活动受灌水的影响更大。

2.4　毛青步甲和星豹蛛物种数量的季节动态和田间空间分布

2.4.1　毛青步甲和星豹蛛物种数量的季节动态　从图 4 可以看出，毛青步甲种群数量在 5 月上旬

时最小，至 5 月下旬后，表现出先升后降的趋势，6 月下旬以后呈现升高的趋势。在 6 月上旬毛青步甲 *Chlaenius pallipes* 和星豹蛛 *Pardosa astrigera* 个体数量同时呈现最大值，

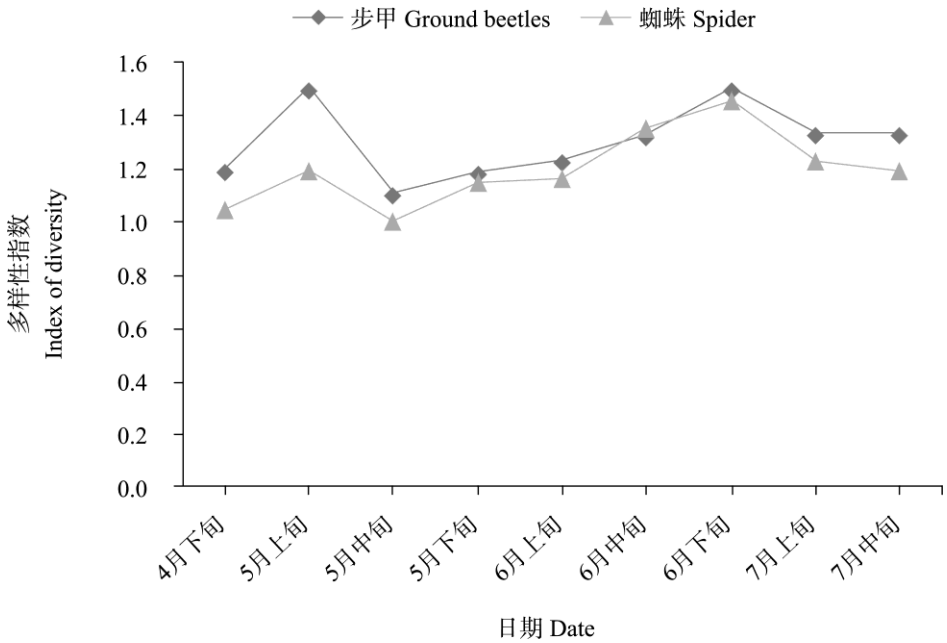

图 3　麦田生境中步甲、蜘蛛多样性指数季节变化

Fig. 3　The seasonal change of diversity index of carabid beetles and spider in wheat

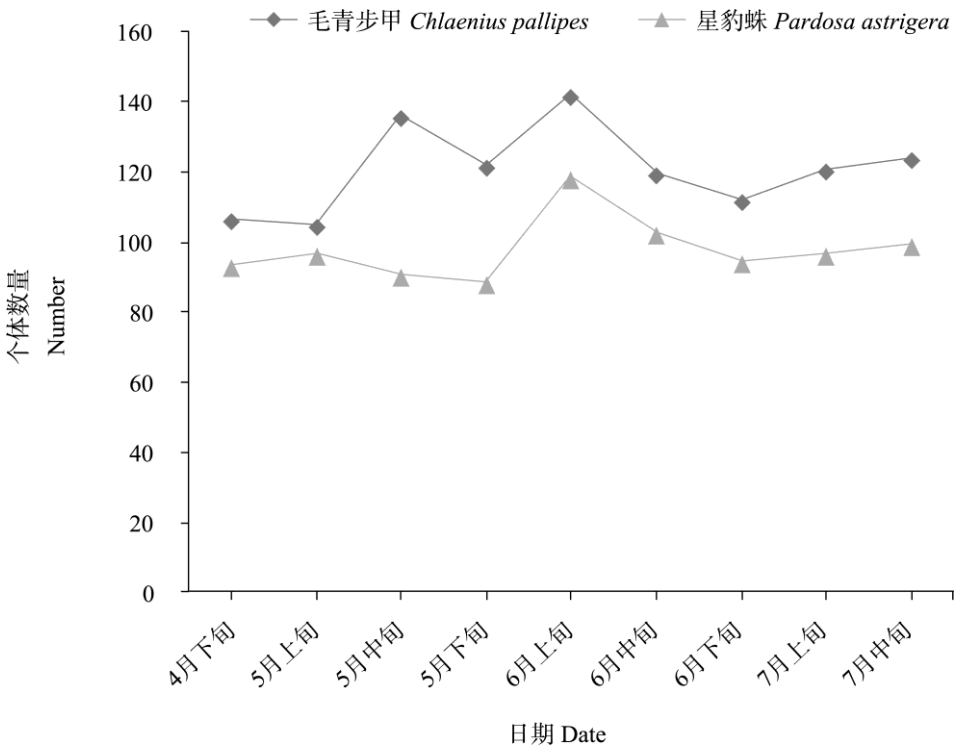

图 **4**　麦田生境中毛青步甲和星豹蛛种群数量的季节变化

Fig. 4　The number change of *Chlaenius pallipes* and *Pardosa astrigera* in wheat

5 月下旬至 6 月上旬，星豹蛛个体数量先降后升，6 月上旬后先降后升。优势种的物种密度出现这样大周期波动原因可能受人为的灌水所致。在 6 月上旬毛青步甲和星豹出现最大幅度上升的波动可能是部分田块受邻近苜蓿的刈割导致迁移所致。

2.4.2　毛青步甲和星豹蛛物种数量的空间分布

由图 5，图 6 可以看出，毛青步甲和星豹蛛的在 4 种景观格局中的麦田的空间分布各不相同。毛青步甲在平吉堡和贺兰红星研究区域的景观格局中分布比较多；而星豹蛛的分布较为广泛，在 4 个区优势种的分布都很典型，尤其在平吉堡、军马场和贺兰红星区域内。在宁夏大学实验农场的景观格局中，不管是毛青步甲，还是星豹蛛，个体数都表现的很低。出现这种现象的原因是因为在宁夏大学实验农场的景观格局中植被比较单一，受人为影响很大。植被多样性的单一导致物种密度也较少，而其他的 3 个景观格局中种植的作物比较丰富，景观格局也较复杂，受人为因素小，因此物种密度较大。

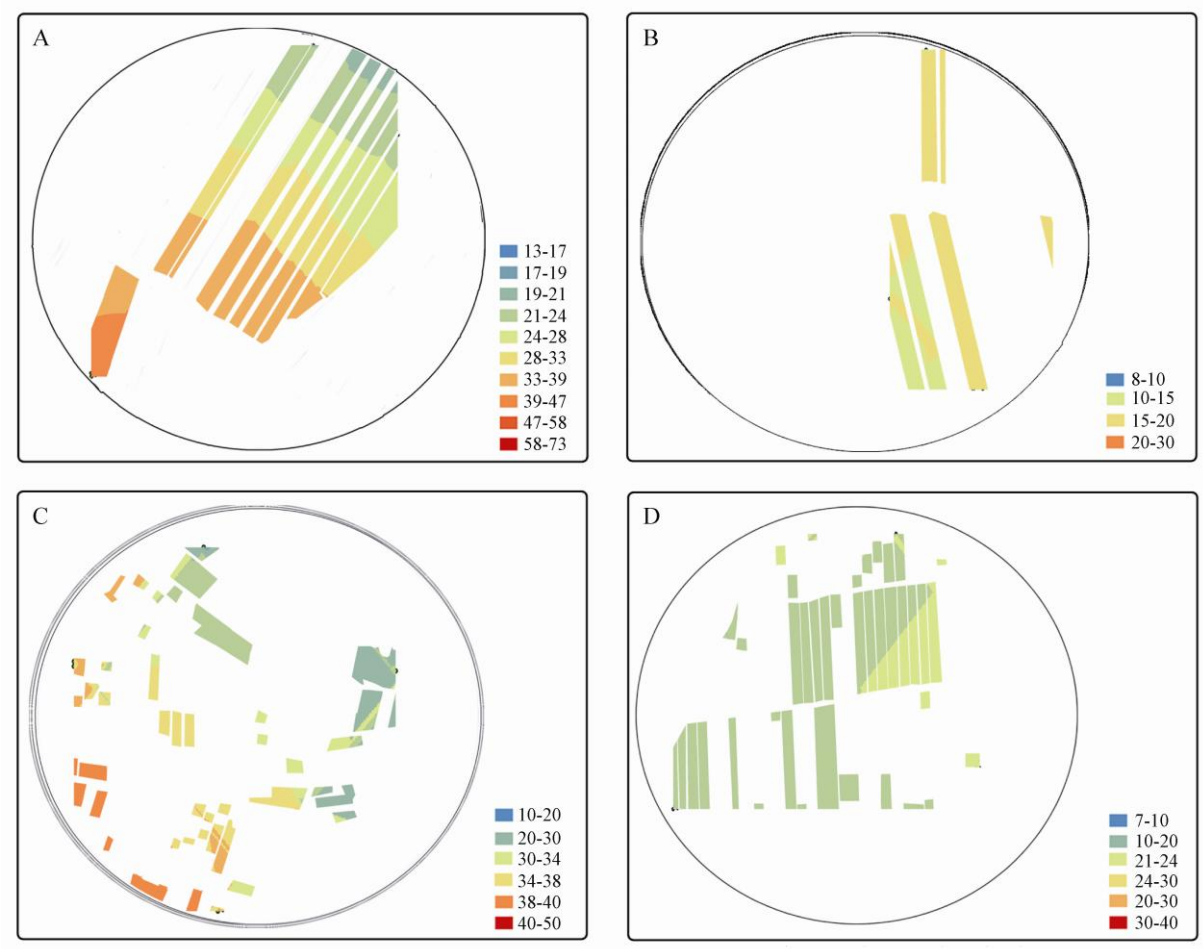

图 5 4 种景观结构麦田毛青步甲物种密度的空间分布

Fig. 5 The spatial distribution of density of *Chlaenius pallipes* in wheat under 4 kinds of landscape structure

平吉堡农场；B.军马场；C.贺兰红星一队；D.宁夏大学农学院实验农场。

A. Ping Ji Bao farm; B. Jun Ma Chang; C. Helan red star team; D. The experimental farm of Agricultural School in Ningxia University.

* 资助项目：国家自然科学基金项目（31260429）和教育部高校博士点科研专项基金（20126401110003）

**通讯作者，E-mail: 535081115@qq.com

收稿日期：2013-11-19，接受日期：2014-03-12

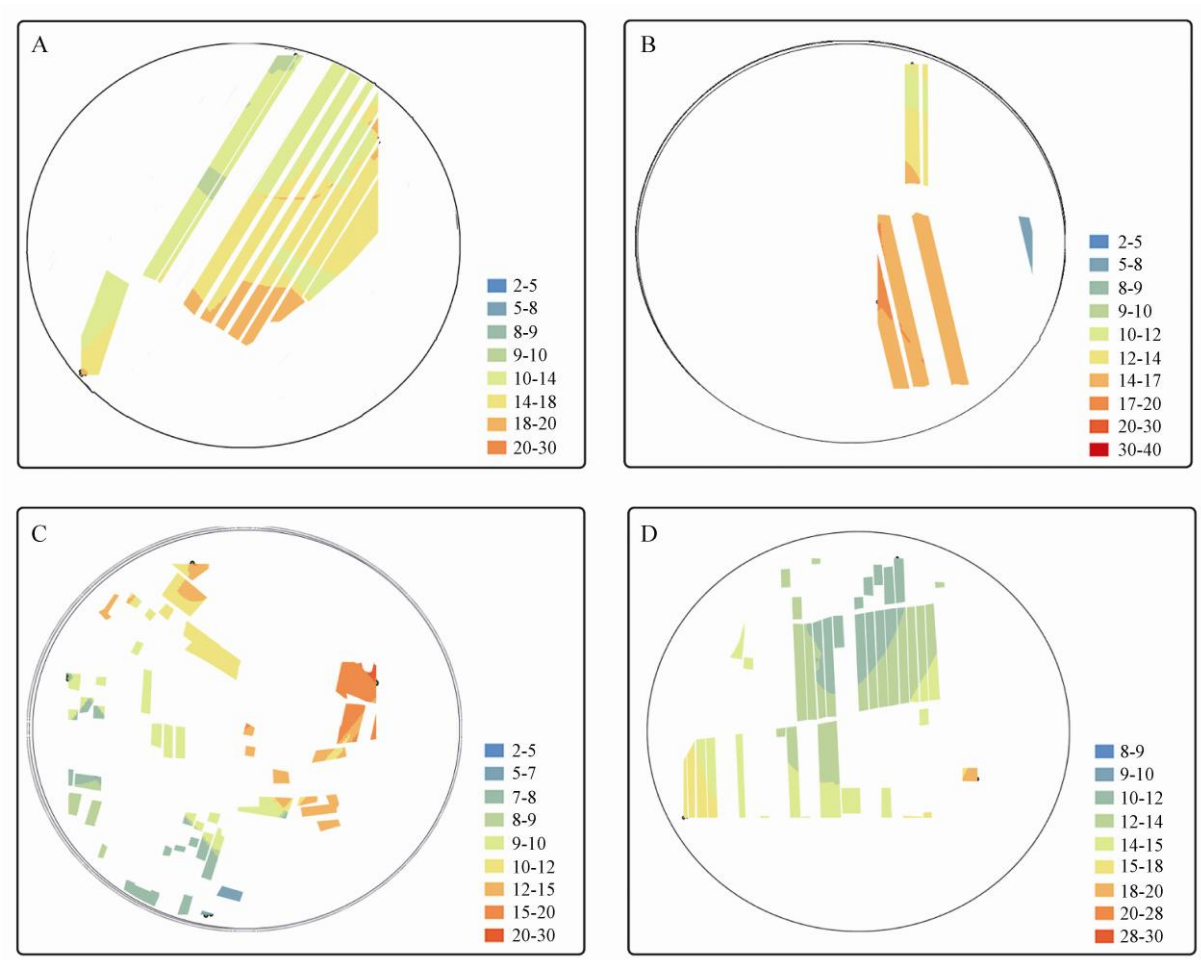

图 6　4 种景观结构麦田星豹蛛物种密度的空间分布

Fig. 6　The spatial distribution of density of *Pardosa astrigera* in wheat under 4 kinds of landscape structure

平吉堡农场；B.军马场；C.贺兰红星一队；D.宁夏大学农学院实验农场。

A. Ping Ji Bao farm; B. Jun Ma Chang; C. Helan red star team; D. The experimental farm of Agricultural School in Ningxia University.

3　结果与讨论

3.1　调查所得银川平原 4 种不同景观结构下麦田生境中地表甲虫和蜘蛛 17 科，92 种，总数量为 5 683 头。蜘蛛、步甲类群数量占的比较多，分别占总个体数的 15.61%、31.15%。

3.2　运用物种多样性指数对不同景观结构下地表甲虫和蜘蛛物种多样性的田间分布和时间动态进行模拟，得出景观结构较为复杂的平吉堡区域内和贺兰红星一队区域内生物物种多样性表现的较高些，其他 2 个景观结构较为简单的区域生物物种多样性较低。出现这种现象的原因是简单景观格局的宁夏大学实验农场农田植被比较单一，且受非作物生境面积大、人为影响较大有关。而贺兰军马场的景观格局中物种多样性指数较低，主要原因除了作物单一，还因为麦田的种植面积比例很低，田块相对分散所致。时间动态分布表明，步甲在 5 月上旬多样性指数最大，随后出现先降后升的趋势；而蜘蛛在 6 月下旬多样性指数最大，之后一直呈现下降趋势。多样性指

数出现这样大周期波动，主要是因为在小麦的生长期内，人为进行灌水引起的。从而影响到甲虫和蜘蛛的活动力减少，使调查种类和数量降低。由于蜘蛛种群在麦田生境中存在麦株间结网型的和地表游猎型的，而步甲类全都是在地表爬行的。因此步甲种群比蜘蛛种群受灌水的影响大。

3.3 毛青步甲的种群数量在 5 月上旬时最小，至 5 月下旬，数量表现出先升后降的趋势，6 月下旬后呈现升高的趋势。在 6 月上旬毛青步甲和星豹蛛种群数量同时呈现最大值，5 月上旬至 6 月上旬，星豹蛛个体数量先降后升，6 月上旬之后先降后升。6 月上旬毛青步甲和星豹出现最大幅度上升的波动是因为邻近麦田生境中苜蓿的刈割导致麦田数量大幅度增加。

不同景观结构下麦田步甲和蜘蛛优势种种群数量分布明显不同。毛青步甲在平吉堡和贺兰红星研究区域的景观格局中分布比较多，而星豹蛛的分布较为广泛，在 4 个区的分布较为均匀，尤其在平吉堡、军马场和贺兰红星区域内都有较多分布。而在宁夏大学实验农场景观格局中，由于本调查区的景观较简单和人为的影响，导致不管是毛青步甲，还是星豹蛛的个体数和整个节肢动物群落的多样性指数都很低。

实验表明，景观复杂性导致物种多样性的升高。如 Schmidt 等（2004，2005，2008）通过多年的系统调查研究，发现农业景观格局能够强烈的影响麦蚜以及天敌的种群动态。Thies 等（2005，2008）观察到年度间的景观格局变化能够影响蚜茧蜂的寄生率，且随着景观中麦田比例的增加，蚜茧蜂的寄生率呈下降趋势。赵紫华等（2010，2011a，2012a）通过多年的大田研究表明，农业景观中各种不同景观因子在生物控害作用中都发挥着一定的作用和功能，草地与林地可提高天敌的多样性等。近年来基于农业景观格局的动态，提出了“马赛克循环体”（Mosaic cycles）概念，认为马赛克循环体是指多种生境形成的异质性空间镶嵌体在时间序列上的演化过程（Wissel，1992；Kattwinkel *et al*.，2009）。这种马赛克循环体是一种复杂化了的景观格局。因此，以这种马赛克循环体的整体观点发展了农业景观格局研究的新思路，使得生物多样性得以提高，保护性生物防治进一步完善。

致谢：赵紫华博士对论文数据处理、辛明老师在物种鉴定、张兆浩、赵娜在野外工作时给予了帮助，一并感谢。

参考文献 (References)

Burel F, 1989. Landscape structure effects on carabid beetles spatial patterns in western France. *Landscape Ecol*., 2(4): 215–226.

Kattwinkel M, Strauss B, Biedermann R, Kleyer M, 2009. Modelling multi-species response to landscape dynamics: mosaic cycles support urban biodiversity. *Landscape Ecol*., 24(7): 929–941.

Schmidt MH, Roschewitz I, Thies C, Tscharntke T, 2005. Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground–dwelling farmland spiders. *J. Appl. Ecol.*, 42(2): 281–287.

Schmidt MH, Thewes U, Thies C, Tscharntke T, 2004. Aphid suppression by natural enemies in mulched cereals. *Entomol. Exp. Appl*., 113(2): 87–93.

Schmidt MH, Thies C, Nentwig W, Tscharnthe T, 2008. Contrasting responses of arable spiders to the landscape matrix at different spatial scales. *J. Biogeogr*., 35(1): 157–166.

Thies C, Roschewitz I, Tscharntke T, 2005. The landscape context of cereal aphid–parasitoid interaction. *P. Roy. Soc. B-Biol. Sci.*, 272(1559): 203–210.

Thies C, Steffan–Dewenter I, Tscharntke T, 2008. Interannual landscape changes influence plant-herbivore-parasitoid interactions. *Agr. Ecosyst. Environ*., 125(1/4): 266–268.

Wissel C, 1992. Modelling the mosaic cycle of a Middle European beech forest. *Ecol. Model*, 63(1/4): 29–43.

董文霞, 保宁, 尚春, 2013.作物多样性种植对食性昆虫行为的影响. 应用昆虫学报, 50(4): 1133–1140 [DONG WX, BAO N,SHANG CH, 2013.The effect of diversified cropping on phytophagous insect behavior. *Chinese Journal of Applied Entomology*,50(4): 1133–1140.].

高书晶, 庞保平, 周晓榕, 董奇彪, 2006. 麦田昆虫群落结构及多样性的季节动态. 昆虫知识, 34(3): 295–299. [GAO SJ,PANG BP,ZHOU XR,DONG QB,2006.Seasonal dynamics of structure and diversity of insect communities in wheat fields. C*hinese Journal of Applied Entomology*,34(3): 295–299.]

蒋樟法, 何连生, 倪汉祥,李光博 1996 . 栽培制度对麦田昆虫群落组成及结构的影响 .植物保护学报, 23(3): 203–208. [JIANG ZH F,PANG BP,ZHOU XR,DONG QB,2006.Effects of cropping systems on the compositions and structures of insect commun ities in wheat fields. *Plant Protection*.,23(3): 203–208.]

牟少敏, 杨勤民, 许永玉,等, 2001 . 麦田昆虫群落结构的变动研究 . 华东昆虫学报, 10(1): 61–65. [MOU SM,YANG QM,XU YY,2001.The community structure and dynamie of insects in wheat field. *Entomological Journal of East China,* 10(1): 61–65.]

王万磊, 刘勇, 纪祥龙, 王光, 周海波, 2008.小麦间作大蒜或油菜对麦长管蚜及其主要天敌种群动态的影响. 应用昆虫学报, 19(6): 1331–1336. [WANG WL,LIU Y,JI XL,WANG G,ZHOU HB,2008.Effects of wheat-oilseed rape or wheat-garlic intercropping on the population dynam ics of Sitobion avenaeand its main natural enem ies. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 19(6): 1331–1336.]

赵紫华, 杭佳, 石云, 赵映书, 王颖, 2011. 设施农业景观下破碎化麦田麦蚜及寄生蜂种群的最小适生面积. 应用生态学报, 22(1): 206–214. [ZHAO ZH,HANG J,SHI Y,ZHAO YS,WANG Y,2011.Minimum amounts of suitable habitat for wheat aphid, parasitoid, and hyperparasitoid in facility-based agricultural landscapes. *Chinese Journal of Applied Ecology*,22(1): 206–214.]

赵紫华, 石云, 贺达汉, 杭佳, 赵映书, 王颖, 2010. 不同农业景观结构对麦蚜种群动态的影响. 生态学报, 30(23): 6380–6388. [ZHAO,SHI Y,HE DH,HANG J,ZHAO YS,WANG Y,2010.Population dynamics of wheat aphids in different agricultural landscapes. *Acta Ecologica Sinica,* 30(23): 6380–6388.]

赵紫华, 欧阳芳, 贺达汉, 2012. 农业景观中不同生境界面麦蚜天敌的边缘效应与溢出效应. 中国科学:生命科学,42(10): 825–840. [ZHAO ZH,OU YF,HE DH,2012.Edge Effects and Spillover Effects of Natural Enemies on Different Habitat Interfaces of Agricultural Landscape. *Scientia Sinica Vitae* ,42(10): 825–840.]

赵紫华, 欧阳芳, 门兴元, 刘军和, 贺达汉, 戈峰, 2013. 生境管理—保护生物防治的发展方向. 应用昆虫学报, 50(4): 879–889. [ZHAO ZH,OU YF,MEN XY,LIU JH,HE DH,GE F,2013.Habitat management in biological control. *Chinese Journal of Applied Entomology,* 50(4): 879–889.]

****

封面介绍

沟眶象 *Eucryptorrhynchus chinensis* (Oliver)

沟眶象为鞘翅目 Coleoptera 象虫科 Curculionidae 昆虫。分布在北京、天津、山东、河北、河南、江苏、陕西、辽宁、甘肃、四川等地，危害臭椿、千头椿等。成虫体长 18.5 mm，略发光，前胸、鞘翅基部的大部分及鞘翅端部 1/3 处密被乳白色和赭色鳞片，额略窄于喙基部，喙的中隆线两侧各有两个明显的沟。成虫以嫩梢、叶片、叶柄为食，造成树木折枝、伤叶、皮层损坏；幼虫咬食皮层，随后钻入木质部为害，造成树势衰弱以至死亡。该照片于 2014 年春季在中国科学院动物研究所标本楼西侧千头椿树下拍摄。

（姜春燕　中国科学院动物研究所）