

东北师范大学生命科学学院 2012 级长白山野外综合实习报告



直翅目鸣虫通讯体空间散布格局研究

指导老师：马丽滨

小组成员：王 可 魏世君 于夕尧 周萌萌

周 华 孙 宇 程春雨

实习时间：2014 年 7 月 1 日—2014 年 7 月 11 日

中国·长春

二〇一四年七月

直翅目鸣虫通讯体空间散布格局研究

(东北师范大学生命科学学院 长春 吉林 130024)

摘要: 直翅目昆虫的空间分布相对集中,在相对微小的空间内,不同物种及个体的鸣叫会相互干扰、彼此影响。为此,针对直翅目鸣虫通讯体在微小空间内的散布格局开展研究,有望揭示昆虫通讯的发生与响应机制,互作与进化关系等。本文以跃度蝗为研究对象,分别在长白山与净月潭两个环境中开展研究。实验以鸣叫体为中心,调查有限空间内通讯体散布格局,并对其各方向声压大小进行差异分析,以此推断出鸣叫体鸣唱时体位朝向与周围其他通讯体空间散布格局的关系。

关键词: 通讯行为; 通讯体; 鸣声; 散布格局; 跃度蝗

生物个体不能独立存在,要与其他个体进行信息交流。因此,动物之间的通讯行为十分重要。通讯是指个体通过释放一种或几种刺激性信号,使接受个体产生行为反应。通讯包括视觉通讯、鸣声通讯、化学通讯以及电通讯等。其中,昆虫的鸣声通讯作为重要通讯方式,相较其他交流形式具有更加高效、传播面广、传播距离远等优势^[1]。

直翅目雄性昆虫通常具有发声器官或结构,能产生鸣声。其发声方式分为两类:前翅与前翅摩擦发声(螽斯、蟋蟀),后足股节与前翅或后翅摩擦发声(蝗虫)^[2]。鸣声在物种内的差异代表不同的通讯含义,起到召唤、聚集、求偶、攻击、报警等方面的作用^{[3],[6],[7]}。而此类昆虫鸣叫多以召唤为主,其声学特性具有明显的种间特异性。多样的直翅目昆虫常在相对微小的适生空间内聚集,来自不同物种及个体的叫声会相互干扰、彼此影响。由此,鸣声是否对直翅目昆虫的空间分布产生影响,将是一个值得探究的课题。针对直翅目鸣虫通讯体在微小空间内的散布格局开展研究,有望揭示昆虫通讯的发生与响应机制,互作与进化关系等,从而对害虫防治与保护昆虫资源有一定的意义。

有关蝗虫鸣声的研究国外早年已有过一些研究报道,如 Ragge 等对直翅目昆虫鸣声的研究^[8],席瑞华等报道了长白山自然保护区包括跃度蝗属的 6 属 7 种蝗

虫的鸣声^{[9], [10]}。本文旨在研究跃度蝗不同方向的声压分布,以探讨鸣叫体鸣唱时其体位朝向对其它通讯体散布格局的影响。在对跃度蝗的初步观察中我们发现:跃度蝗的鸣声强度及时间长短与求偶相关,求偶过程中的跃度蝗鸣声响亮高亢,而且每组鸣声较短。当求偶对象出现在身体附近时愈加集中持久,通常每声鸣叫会持续两分钟左右;若求偶对象持续不出现则会终止鸣叫并移动位置。而跃度蝗中心虫鸣叫的方向常常是其他跃度蝗的集中分布区。为此,我们对中心虫不同方向的声压分布进行了研究,以探讨鸣叫体鸣唱时其体位朝向对其它通讯体散布格局的影响,并做出以下假设:(1)声压值较大的方位同类通讯体分布较少;(2)声压值较大的方位同类通讯体分布较多;(3)声压值大小与同类通讯体的空间分布不相关,具有随机性。

1 材料与方法

1.1 研究材料

实验以跃度蝗属昆虫为实验材料。

(1)对长白山黎明林场以及长白山种子园附近弃荒园分布的跃度蝗录制鸣声并进行相关实验;

(2)对长春净月潭附近的跃度蝗在野外无人干扰下进行声音录制,进一步分析得出结论。

1.2 研究方法

(1)长白山野外观察:确定中心虫,在中心虫的头部、左侧、右侧和尾部四个方位距虫体 1.0 米处录音并用小气候仪测定湿度和温度;以中心虫为圆心,以录音的四点建立坐标轴,划分四个区域;分别在 0-5 米间、5-10 米间、10-15 米间搜索其它蝗虫的分布情况(距离、头部朝向、角度);利用小气候仪测量每个虫体分布位置的湿度和温度。

(2)净月潭野外录音:确定需要录制的雄虫,并确保其在无人干扰的情况下正常鸣叫。分别将录音笔置于鸣虫的头部、左侧、右侧和尾部四个方位,在距鸣虫 0.3 米处进行录音并记录,采用 Adobe Audition 3.0 对录音进行处理,并用 Avisoft SASlab Lite 数据处理软件对鸣声进行音强值分析,进而提出实验假设。

以上实验所取的鸣叫体位置和调查的时间均不同，可以减弱人为干扰，降低误差。实验过程中，对已经调查的鸣虫进行捕捉，以达到避免重复取样和排除干扰的目的。

2 结果与分析

2.1 三种跃度蝗鸣声特征

2.1.1 狭翅跃度蝗

根据其波形图可知鸣虫每个声组中有 5 个音节，根据其声波图可知每个音节中的谐波多呈点状分布，根据其频谱图可知，其鸣叫声的主频带范围为 8-15kHz.

其鸣声短促、节奏很快，听起来是一连串的 Za 声。每个音组有 4 个强弱一致的脉冲，其节奏为 XXXX，连续性强。脉冲组之间的间隔短，时间不均一，脉冲组延时也较短。脉冲间隔也较短，不太明显^[5]。

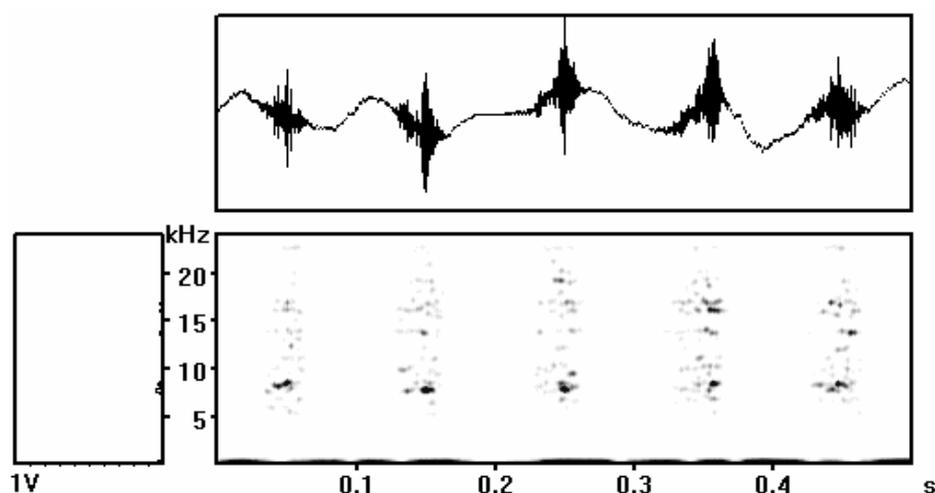


图 1 狭翅跃度蝗鸣声特征图

2.1.2 镜泊跃度蝗

根据其波形图可知鸣虫每个声组中有 4 个音节，根据其声波图可知每个音节中的谐波多呈点状分布，根据其频谱图可知，其鸣叫声的主频带范围为 7-14kHz.

鸣声清晰，节奏很慢，每个音节有四个 Zi 音，节奏为 XXXX。音组结构不均一，最后一声有拖音。每个音组中 4 个脉冲间的间隔较长，脉冲组延时也较长，第四个脉冲明显弱于其它三个脉冲。

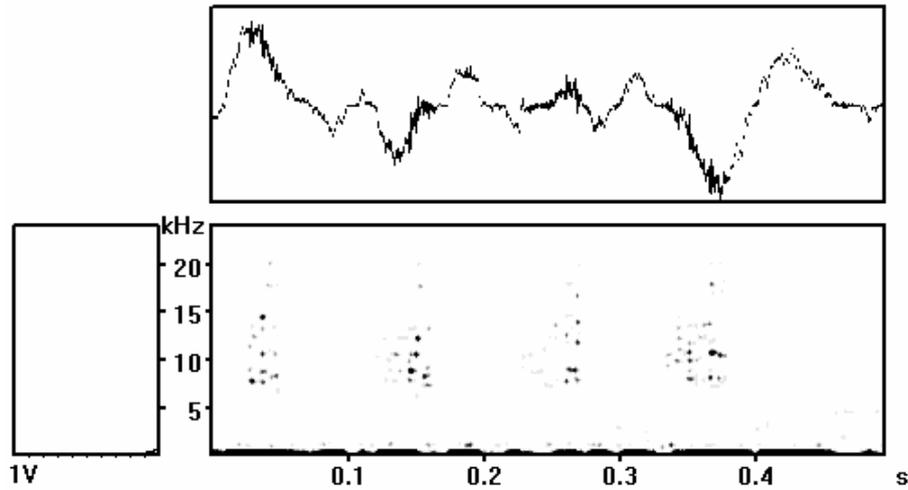


图2 镜泊跃度蝗鸣声特征图

2.1.3 宽径域跃度蝗

根据其波形图可知鸣虫每个声组中有 5-6 个音节，根据其声波图可知每个音节中的谐波多呈点状分布，根据其频谱图可知，其鸣叫声的主频带范围为 15-22kHz。

鸣声清晰，很似镜泊跃度蝗，只在节奏上比镜泊跃度蝗稍快。音组中有 4 个脉冲，音组间隔及音组延时都稍短于镜泊跃度蝗^[4]。

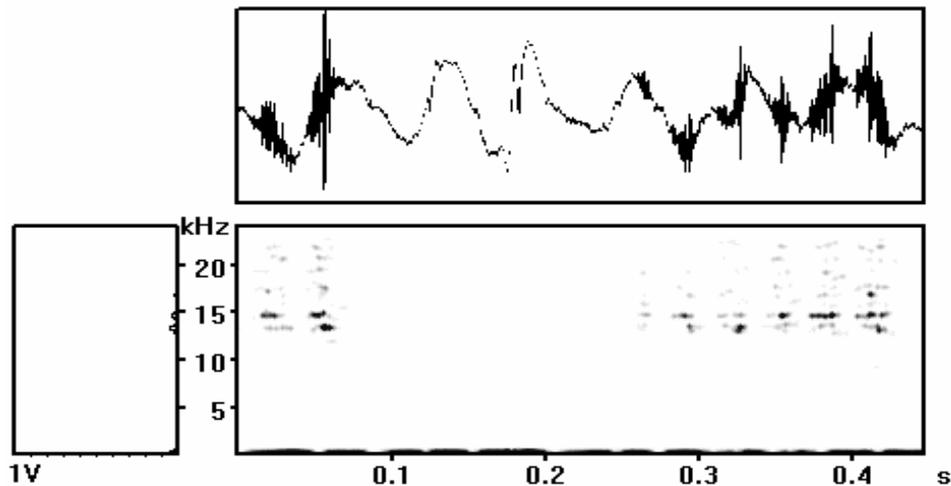


图3 宽径域跃度蝗鸣声特征图

2.2 长春净月潭野外录音结果及分析

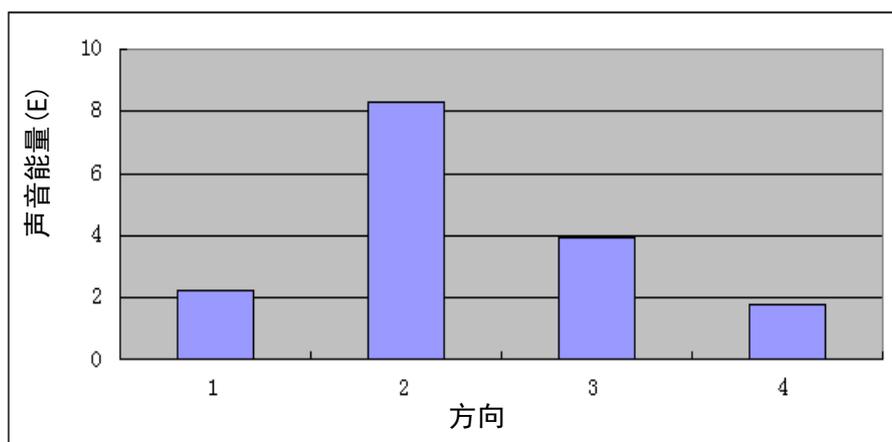
利用Avisoft SASlab Lite数据处理软件对数据进行分析处理,主要对各组音强

数据的平均趋势和显著性进行分析，结果如下：

表 1 第一组左声道0.3米处音强分析

	disttomax	energy	peak freq	peak ampl
1	0.1166	2.26	700	-32.16
2	0.03	8.32	700	-47.08
3	0.0346	3.94	700	-18.87
4	0.1986	1.81	700	-20.32

注：方向数据中 1、 2、 3、 4 分别代表从中心虫的左侧、前侧、尾部、右侧四个方向记录鸣声数据。



注：方向数据中1、 2、 3、 4分别代表从中心虫的左侧、前侧、尾部、右侧四个方向记录鸣声数据。

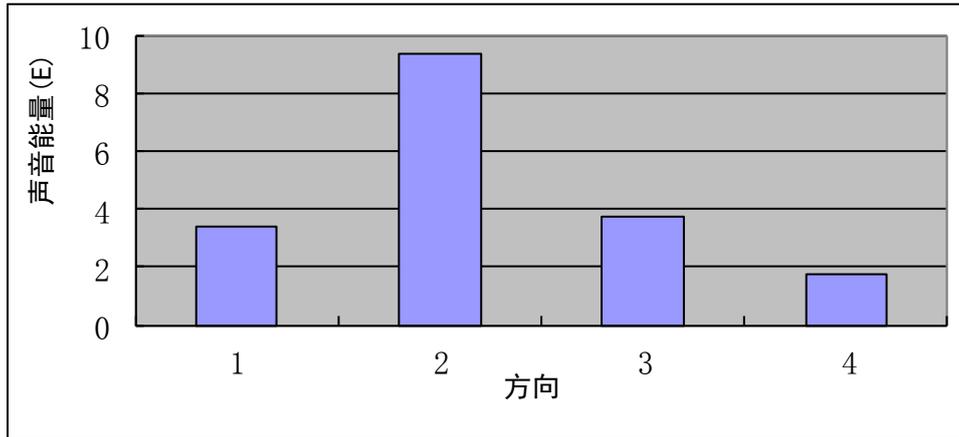
图 4 左声道0.3米处音强值与方位的关系

由图4和表1可知，测定距鸣虫0.3米处左声道的音强值，结果为前侧即头部音强最大，尾部音强次之，左侧音强较小，右侧音强最小。

表 2 左声道0.3米处音强分析

	disttomax	energy	peak freq	peak ampl
1	0.064	3.38	700	-16.69
2	0.0126	9.37	700	-21.25
3	0.0866	3.77	700	-16.62
4	0.0933	1.78	700	-28.83

注：方向数据中 1、 2、 3、 4 分别代表从中心虫的左侧、前侧、尾部、右侧四个方向记录鸣声数据。



注：方向数据中 1、 2、 3、 4 分别代表从中心虫的左侧、前侧、尾部、右侧四个方向记录鸣声数据。

图 5 左声道 0.3 米处音强值与方位关系

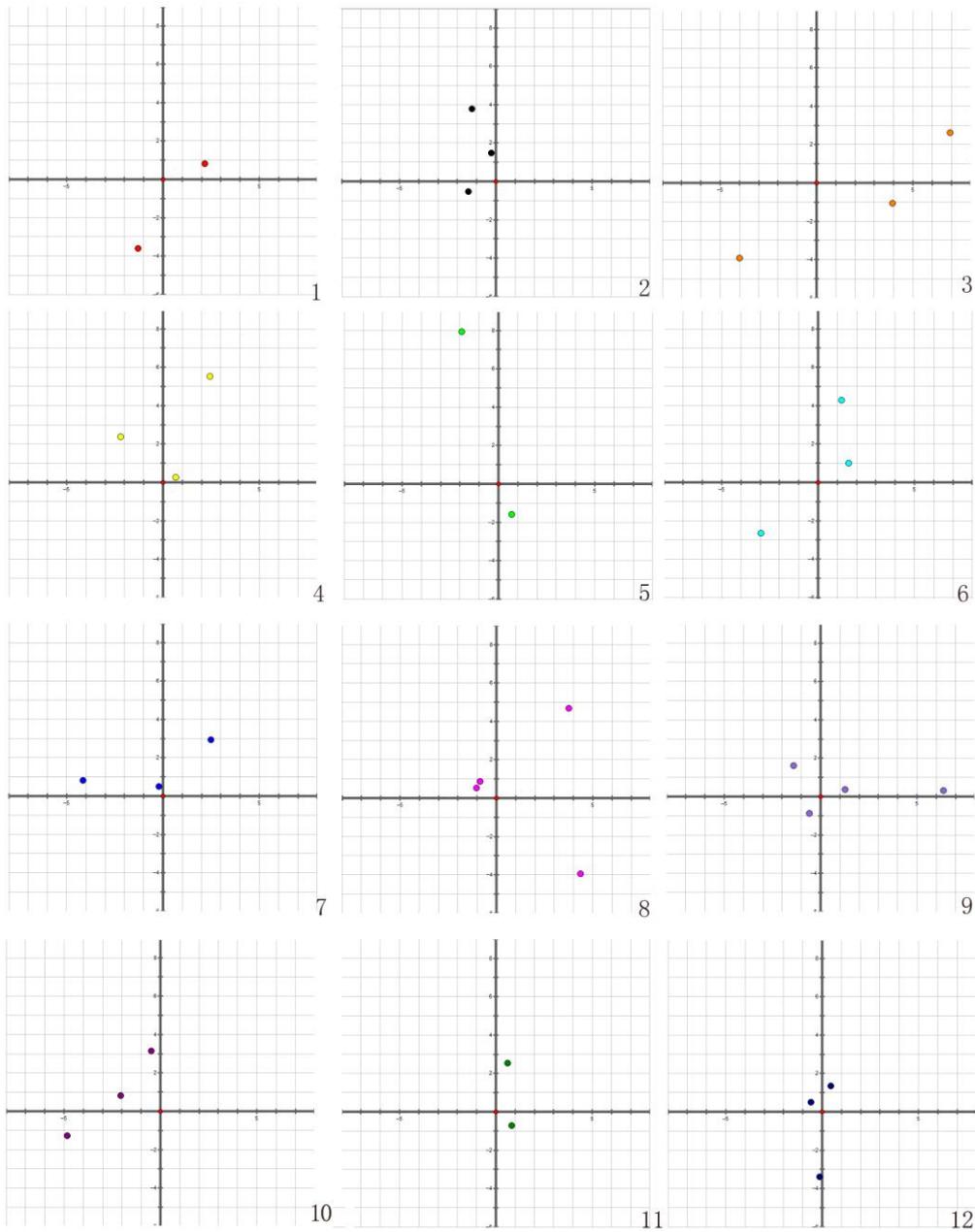
由图 5 和表 2 可知，测定距鸣虫 0.3 米处左声道的音强值，结果为前侧即头部音强最大，后侧即尾部音强次之，左侧音强较小，右侧音强最小。

如上所示为净月潭野外 2 只跃度蝗头部、左侧、右侧和尾部 4 个方位距中心体 0.3 处的左声道音强值分析。分析各组音强数据的平均趋势，对其大小进行比较，结果符合上述结论。至此可以得知，四组数据中，在跃度蝗头部所测音强值总是最大，鸣虫的声场的分布和音强大小与方向有一定关联。从显著性分析结果来看，这种趋势相对显著，但这种趋势是否真正存在，仍需大量数据证明。

2.2 野外观察结果及分析

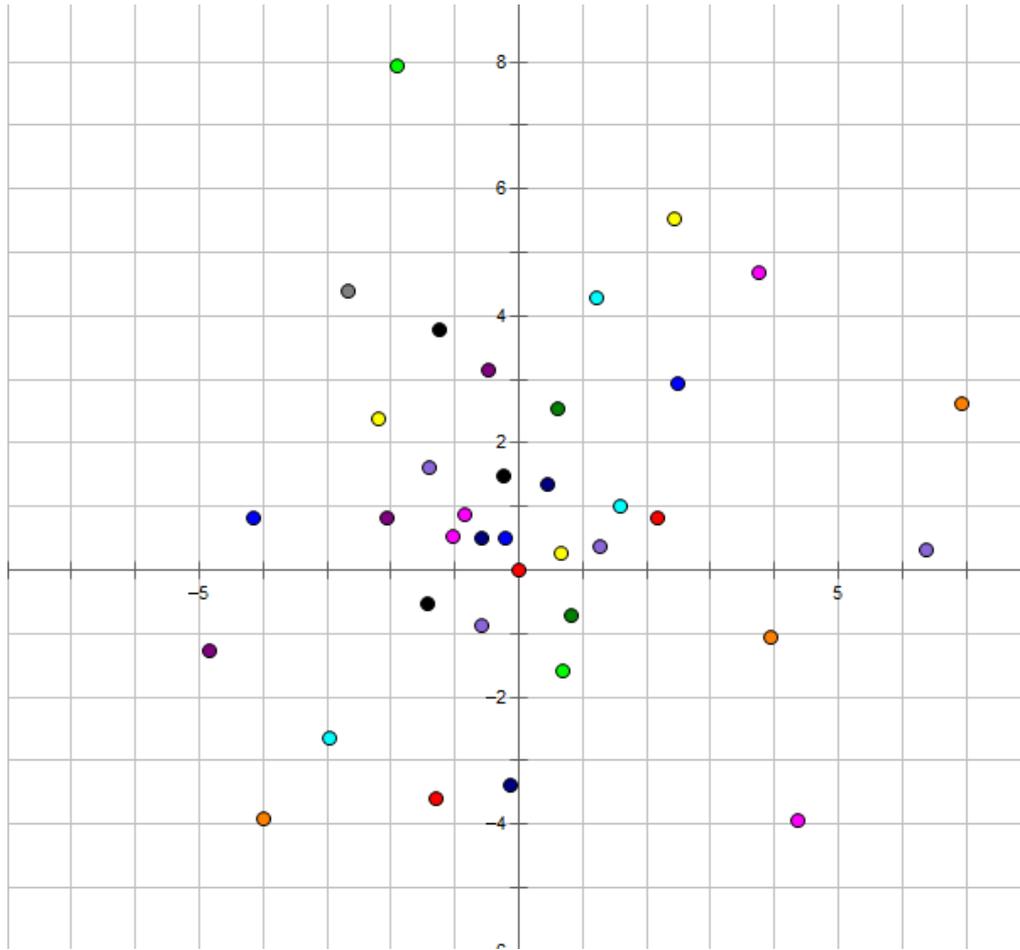
图 6 为野外实验中测定的鸣虫体分布格局图示。原点为各实验所选中心虫位置，以中心鸣虫身体所在直线为纵轴，建立平面直角坐标系，记录 12 组鸣虫分布图。

图 7 所示为鸣叫体周围的同类通讯体的分布，主要分布于鸣叫体的前侧即头部。该结果与净月潭实验结论进行对比，表明鸣叫体鸣唱声压值与其周围通讯体的分布具有相关性，即声压值较大的方位同类通讯体分布较多。



注：图中 1-12 按顺序依次为所记录的 12 组野外鸣虫分布图

图 6 鸣虫体分布格局



注：●表示第一组鸣虫分布位置；●表示第二组鸣虫分布位置；●表示第三组鸣虫分布位置；●表示第四组鸣虫分布位置；●表示第五组鸣虫分布位置；●表示第六组鸣虫分布位置；●表示第七组鸣虫分布位置；●表示第八组鸣虫分布位置；●表示第九组鸣虫分布位置；●表示第十组鸣虫分布位置；●表示第十一组鸣虫分布位置；●表示第十二组鸣虫分布位置

图 7 鸣虫体分布格局汇总

3 讨论

通过对净月潭录音的数据分析，发现鸣虫声场的分布与声压大小和方向有一定关联，鸣虫前侧即头部的音强大于其他方位（因样本数量小，其可信度尚需进一步研究）。另外，根据野外对鸣叫体周围其他通讯体的分布格局调查，中心鸣虫头部所对方向的同类个体分布较多。由此推断，鸣虫体位朝向与周围通讯体的散布格局具有相关性。因为大多数鸣虫的鸣叫与生殖行为有密不可分的关系，而音强值大的方位更有利于鸣虫之间或鸣叫个体与接受个体之间的信息传递，所以，鸣虫周围的同种虫体倾向于分布在鸣虫音强值较大的方位。

由于蝗虫不易在实验室或室内饲养，即使饲养成功也会影响其鸣叫行为，本小组捕捉回的样本蝗虫经过饲养后均无法在室内鸣叫，故原本拟定的室内录音改为净月潭室外录音。由于野外录音要求较高，距离无法精准测量且有杂音，致使部分录音不可进一步分析，样本较少。

长白山野外观察中，我们得出的结论虽然与室内实验相符，但是仍然具有以下不足之处：没有考虑到中心虫鸣叫声音影响的范围，致使调查范围过大，实验结果并非明显。每组中心虫周围同类鸣叫体数量过少，使得结论随机性大大增加，故使实验结果不十分具有典型性。实验方法不严密，没有对中心虫周围的其他虫的性别进行区分，仅仅是简单地调查了同类虫在中心虫周围分布的数量，因此不能继续深入地研究。部分观察结果没有进行录音及时分析，故只能用语言简单叙述。观察过程中对周围虫体计数和确定分布状态时，由于跃度蝗具有较强的活动性，导致记录的结果有较大误差，对实验结论有一定影响。温度、湿度和压强等外界条件对虫鸣的音强值有一定的影响，但实际记录时忽略了这些因素。野外录音杂音及风声较多，导致用软件分析结果时出现较大误差。

参考文献

- [1] 王寅亮, 鲁莹, 任炳忠等. 昆虫鸣声通讯研究概述. 吉林农业大学学报, 2012, 34(4): 355-362.
- [2] 常岩林, 芦荣盛, 任高科, 李成华. 中国昆虫名声与发声器研究进展. 山西师范大学学报(自然科学版), 2001, 15(3): 60-66.
- [3] 隋艳晖, 徐洪富, 孙淑君, 刘勇, 孙炳香. 昆虫发声行为的研究现状. 山东农业大学学报(自然科学版), 2003, 34(3): 443-446.
- [4] 曹利民, 郑哲民, 廉政民. 东北地区跃度蝗属鸣声结构的比较研究. 昆虫分类学报, 1995, 17(1): 70-74.
- [5] 曲业宽, 王文慧, 王寅亮. 长白山地区3种跃度蝗鸣声结构的比较研究. 安徽农学通报. 2014, 20(17): 21-23.
- [6] 常岩林. 昆虫的鸣声通讯. 生物学通报, 2000, 35(2): 11-12.
- [7] 赵丽稳, 王鸿斌, 张真, 孔祥波. 昆虫声音信号和应用研究进展. 植物保护, 2008, 34(4): 5-11.
- [8] Rague.K.R.and Reynolds, W.J. 1988. The songs of the Grasshoppers and Crickets of Western

Europe. Published by Harliy Books in Association with The Nature Histort Museum. London.
1-348.

[9] 席瑞华, 刘举鹏, 陈念丽. 长白山自然保护区蝗虫鸣声的特点. 昆虫知识, 1990, 27(6):
329-331.

[10] 席瑞华, 刘举鹏, 何忠, 陈念丽. 蝗虫鸣声结构的研究. 动物学期刊, 1992, 9: 35-38.