

四种雏蝗雄性鸣声结构的比较研究 (直翅目: 蝗总科)*

A Comparative Study on Male Song Structures of Four Species of the Genus *Chorthippus* (Orthoptera Acridoidea)

芦荣胜 石福明** 杜喜翠**

Lu Rongsheng Shi Fuming Du Xicui

(山西师范大学生命科学学院 山西临汾 041004)

(College of Life Science, Shanxi Normal Univ., Linfen, Shanxi, 041004, China)

摘要 为了探讨将雏蝗属 (*Chorthippus*) 的标本鉴定到种的方法, 应用计算机技术分析采自新疆的白纹雏蝗 (*C. albonemus* Cheng), 宽隔雏蝗 (*C. amplinteritus* Liu), 华北雏蝗 (*C. brunneus huabeiensis* Xia et Jin) 和中宽雏蝗 [*C. aprcarius* (L)] 雄性的召唤声结构。结果: 白纹雏蝗雄性每次鸣叫持续时间 3~ 4s, 脉冲组重复率 26次/秒, 脉冲组持续时间 0.032 s, 主能峰频率约为 7.96 kHz; 宽隔雏蝗雄性每次鸣叫持续时间 1.5~ 2s, 脉冲组重复率 8.9次/秒, 脉冲组持续时间 0.108 s, 主能峰频率约为 8.98 kHz, 每个脉冲组由 5个不明显的脉冲串构成; 华北雏蝗雄性每次鸣叫持续时间 50~ 55 s, 脉冲组重复率 8.8次/秒, 脉冲组持续时间 0.105 s, 主能峰频率约为 8.91 kHz, 每个脉冲组由 4个不明显的脉冲串组成; 中宽雏蝗雄性每次鸣叫持续时间 55~ 60 s, 脉冲组重复率为 4.9次/秒, 脉冲组持续时间 0.18 s, 主能峰频率约为 10.17 kHz, 每个脉冲组由 3个脉冲串构成。这四种雏蝗雄性召唤声特征差异显著, 可作为识别物种的依据。

关键词 召唤声 时域 频域 雏蝗属 蝗总科

中图法分类号 Q969.265.1

Abstract To discover the method of identify species for *chorthippus*, the computer technology was used to analyze the song structures of four species of grasshoppers from Xinjiang *Chorthippus albonemus* Cheng, *C. amplinteritus* Liu, *C. brunneus huabeiensis* Xia et Jin, *C. aprcarius* (L). The duration of song, chirp repeat frequencies, chirp duration and the frequencies of highest power peak of *Chorthippus albonemus* Cheng, *C. amplinteritus* Liu, *C. brunneus huabeiensis* Xia et Jin, and *C. aprcarius* (L) are 3~ 4 s, 26 times/s, 0.032 s, 7.96 kHz; 1.5~ 2 s, 8.9 times/s, 0.108 s, 8.98 kHz; 50~ 55 s, 8.8 times/s, 0.105 s, 8.91 kHz; 55~ 60 s, 4.9 times/s, 0.18 s, 10.17 kHz, respectively. The differences of the song structures among the four species are remarkable and can be used to identify species.

Key words song, oscillogram, spectra, *Chorthippus*, Acridoidea

直翅目昆虫多数种类的雄性能发声, 不同的类群发声方式不同, 不同物种的鸣声特征差异显著。鸣声对于同种个体间传递信息和不同物种间互相识别有重要意义。鸣声从生物学的角度讲, 具有生殖隔离的作用, 从分类学或系统学的角度讲, 对直翅目昆虫来说, 鸣声的分化具有系统学意义, 同时可以借助鸣声特征鉴别物种。

雏蝗属 (*Chorthippus*) 是网翅蝗科的 1 个大属, 仅中国记载种类就有 9 多种^[1]。雏蝗是草地蝗虫的重要组成部分, 对于基层生产部门的工作人员来说, 将雏蝗属的标本鉴定到种确有困难。探讨一条较为准确又方便的鉴定物种的方法, 对于生产建设具有重要意义。

雏蝗属种类的雄性均以足后股节摩擦前翅发声。关于雏蝗属雄性鸣声的研究也有一些报道, 如: Raggé 等^[2]对西欧直翅目昆虫鸣声的研究包括雏蝗属的种类, Reynolds^[3,4]对雏蝗属一些种类鸣声的研究。我国在这个领域做的工作较少, 席瑞华等^[5,6]曾用示波器研究过华北雏蝗和中宽雏蝗雄性的鸣声, 廉振民^[7]对华北雏蝗等 14 种雏蝗雄性的鸣声作过研究。本

2002-06-11 收稿, 2002-09-13 修回。

* 重庆市教委科学技术研究项目, 山西省青年基金资助项目 (编号 20021045)。

** 西南农业大学植物保护学院 重庆 400716 (Coll. of Plant Protection, Southwest Agri. Univ., Chongqing, 400716, China)

文研究的这4种雏蝗中,白纹雏蝗和宽隔雏蝗雄性的召唤声未见报道

1 仪器与方法

录音采用 Sony MZ-R5型数字光盘录音机(频响范围20Hz~20kHz),通过外接 Philips SBC ME400型话筒,距离鸣叫个体10~20cm,正对鸣叫个体直接录取单只雄性的鸣声。鸣声分析通过计算机,应用 Joint-Time-Frequency 3.1 Analyzer 系统软件进行分析,具体方法与石福明等^[8]和芦荣胜等^[9]的方法相同。

这4种雏蝗雄性鸣声录制的时间、地点、录音时的气温和研究个体数量见表1

2 结果

2.1 白纹雏蝗 (*Chorthippus albonemus* Cheng) 雄性鸣声特征

白纹雏蝗雄性鸣声脉冲序列持续时间较短,一般3~4s录音时观察到,当雄虫单独鸣叫时鸣声没有变化,这种鸣声就是通常所说的召唤声,简称鸣声。雄虫鸣叫后,当有雌虫出现时,雄虫的鸣声就发生了变化,这时雄虫往往用后足股节摩擦前翅并发出很低且不清晰的声音,同时雌虫以同样的方式活动后足摩擦前翅,但人耳几乎听不见雌虫发出的鸣声,雄性发出的这种鸣叫声称求偶声。图中a~d为白纹雏蝗雄性鸣声不同速度下部分时段的时域波形图,e是雄性鸣声的频谱图。白纹雏蝗鸣声脉冲组持续时间和脉冲组间隔均相同。白纹雏蝗雄性鸣声的主要特点是脉冲组持续时间短、脉冲组重复率高,鸣声频率范围较宽(如表2)。

2.2 宽隔雏蝗 (*Chorthippus amplinteritus* Liu) 雄性鸣声特征

宽隔雏蝗雄性鸣声脉冲序列持续时间较短,为表1 4种雏蝗录制鸣声的地点、时间、气温和研究个体数量

Table 1 Localities, data and air temperature of songs recorded and the number studied of four species of the genus *Chorthippus*

种 Species	录音地点 Localities	录音时间 Date	气温 Air temperature (°C)	研究个体数量 The number studied (只 individual)
白纹雏蝗 <i>C. albonemus</i>	新疆乌鲁木齐后峡 Gorge behind Urumqi, Xinjiang	2001-08-08	27	3
宽隔雏蝗 <i>C. amplinteritus</i>	新疆乌鲁木齐后峡 Gorge behind Urumqi, Xinjiang	2001-08-09	26	2
华北雏蝗 <i>C. brunneus huabeiensis</i>	新疆乌鲁木齐后峡 Gorge behind Urumqi, Xinjiang	2001-08-08	28	4
中宽雏蝗 <i>C. aprcarius</i>	新疆巴里坤县 Balikun County, Xinjiang	2001-08-20	29	3

1.5~2s宽隔雏蝗雄性通常每次鸣叫有2个脉冲序列,这2个序列间隔约1s,也有每次鸣叫仅1个脉冲序列的。图2中a~d为宽隔雏蝗雄性鸣声不同速度下的时域波形图。从图2中可以看出,除起始阶段的振幅略小外,其它部分基本相同,并且各个脉冲组一致。宽隔雏蝗雄性鸣声的每个脉冲组内出现了分化不完全的脉冲串,图2b图2c中可看到5个不明显的脉冲串,其它时域特征与频域特征见表2

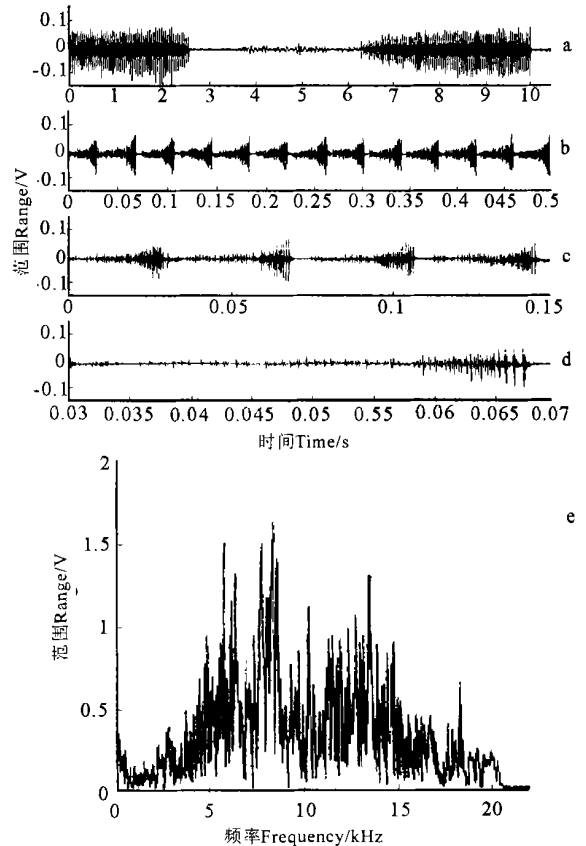


图1 白纹雏蝗 (*Chorthippus albonemus* Cheng) 雄性鸣声的时域波形和频域

Fig. 1 Oscillogram and spectra of male songs of *Chorthippus albonemus* Cheng

a~d.时域波形; e.频域 a~d. Oscillogram; e. Spectra.

表2 4种雏蝗雄性鸣声特征

Table 2 The character of the male songs of the four species of the genus *Chorthippus*

种类 Species	一次鸣叫持续时间 Duration of song (s)	脉冲组重复率 Chirp repeat frequencies (组/秒 group/s)	脉冲组持续时间 Chirp duration (s)	脉冲组间隔 Chirp interval (s)	频率范围 Range of spectra (kHz)	主能峰频率 Frequencies of highest power peak (kHz)
白纹雏蝗 <i>C. albonemus</i>	3~ 4	26	0.032	0.0059	1.69~ 20	7.96
宽隔雏蝗 <i>C. amplinteritus</i>	1.5~ 2	8.9	0.108	0.0066	2.88~ 15.93	8.98
华北雏蝗 <i>C. brunneus huabeiensis</i>	50~ 55	8.8	0.105	0.0069	3.7~ 17.28	8.91
中宽雏蝗 <i>C. aprcarius</i>	55~ 60	4.9	0.18	0.0099	1.70~ 20	10.17

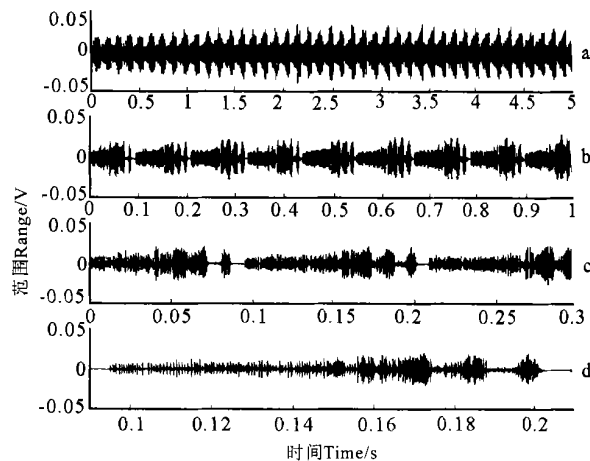
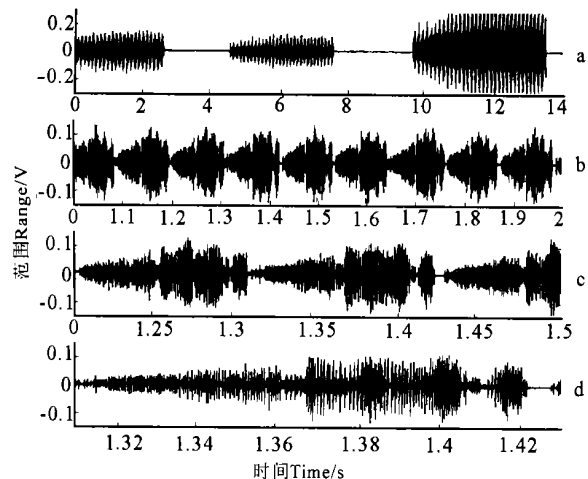


图2 宽隔雏蝗 (*Chorthippus amplinteritus* Liu) 雄性鸣声的时域波形和频域

Fig. 2 Oscillogram and spectra of male songs of *Chorthippus amplinteritus* Liu

a~ d.时域波形; e.频域 a~ d. Oscillogram; e. Spectra.

2.3 华北雏蝗 (*Chorthippus brunneus huabeiensis* Xia et Jin) 雄性鸣声特征

华北雏蝗雄性每次鸣叫持续时间较长,为50~ 55 s,每次鸣叫的起始阶段与结束阶段人耳感觉鸣声较低。图3中 a~ d为华北雏蝗雄性鸣声不同速度下的时域波形图,e为频域图。从图3a可以看出,华北雏蝗雄性鸣声节律均匀,各脉冲组持续时间及脉冲组间隔相同。每个脉冲组与宽隔雏蝗相似,分化为4个

图3 华北雏蝗 (*Chorthippus brunneus huabeiensis* Xia et Jin) 雄性鸣声的时域波形和频域

Fig. 3 Oscillogram and spectra of male songs of *Chorthippus brunneus huabeiensis* Xia et Jin

a~ d.时域波形; e.频域 a~ d. Oscillogram; e. Spectra.

不完全的脉冲串

2.4 中宽雏蝗 [*Chorthippus aprcarius* (L)] 雄性鸣声特征

中宽雏蝗雄性每次鸣叫持续时间较长,一般55~ 60 s,鸣叫的起始阶段与结束阶段鸣声较低,中间部分鸣声较高。图4中 a~ d为中宽雏蝗雄性鸣声部分时段不同速度下的时域波形图,e为频域图。中宽雏蝗雄性鸣声各脉冲组的特征基本一致。从图4中 b~ c可

以看出,中宽雏蝗每个脉冲组分3个部分。这3个部分分别形成3个脉冲串,第1脉冲串特征相似,第2脉冲串明显不同于前两者。此外,野外观察到,当中宽雏蝗雄性遇到同种的雌性时,有类似于白纹雏蝗的求偶鸣叫行为。

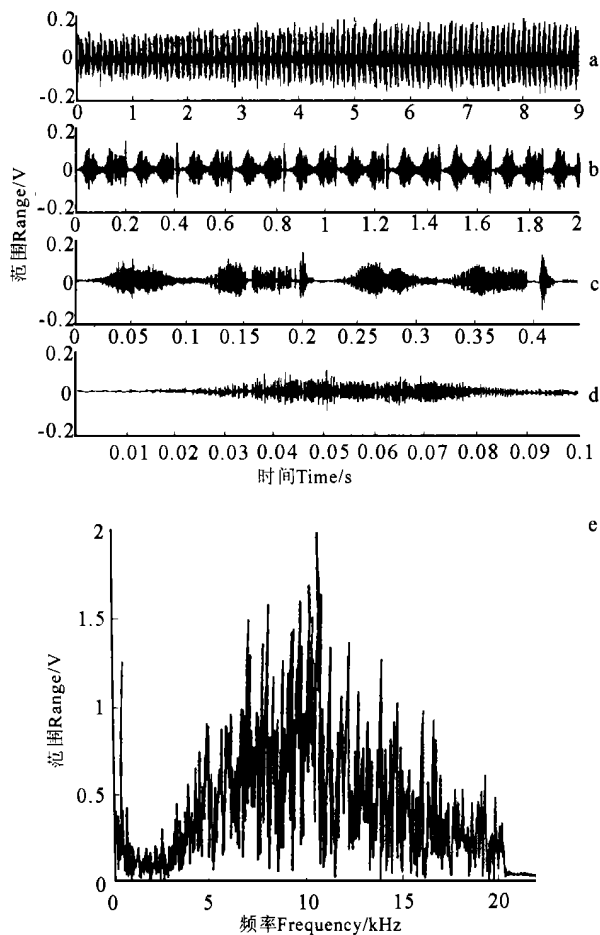


图4 中宽雏蝗 *Chorthippus aprcaricus* (L) 雄性鸣声的时域波形和频域

Fig. 4 Oscillogram and spectra of male songs of *Chorthippus aprcaricus* (L)

a~d. 时域波形; e. 频域 a~d. Oscillogram; e. Spectra.

3 讨论

我们在野外观察发现,雄虫个体发出求偶鸣叫后,雌虫往往发出应答声,同时伴随一些其它行为。从研究结果来看,这4种雏蝗雄性鸣声具有明显的差异。白纹雏蝗与宽隔雏蝗雄性每次鸣叫持续时间较短,华北雏蝗与中宽雏蝗雄性每次鸣叫持续时间较长。白纹雏蝗与宽隔雏蝗雄性鸣声的脉冲组持续时间、脉冲组重复率及脉冲组组分有明显的差异;华北雏蝗与中宽雏蝗雄性鸣声的脉冲组持续时间与脉冲组重复率及脉冲组组分均存在显著差异。这4种雏蝗雄性鸣声脉冲组持续时间不同,白纹雏蝗雄性鸣声的脉冲组仅由一个没有分化的脉冲构成,宽隔雏蝗与华北雏蝗雄性鸣声基本出现了分化不完全的4~5个脉

冲串,中宽雏蝗雄性鸣声的每个脉冲组分化为3个较为明显的脉冲串。从频域特征上看,这4种雏蝗雄性鸣声的频率范围较宽,鸣声的主能峰频率虽有差异但比较接近,均在8k~10kHz。因此,从研究结果可以看出,雏蝗属雄性鸣声可能向以下几方面分化:(1)雄性一次鸣叫的持续时间发生分化,有些种类一次鸣叫持续时间较长,有的种类较短;(2)雄性鸣声的脉冲组重复率与脉冲组持续时间发生分化,不同种之间的这两个特征差异较显著,但有的种类比较接近;(3)雏蝗属种间雄性鸣声每个脉冲组的组分发生分化,有的种雄性鸣声不分脉冲串,有些种类脉冲串出现明显的分化。(4)从研究的这4种雏蝗来看,种间脉冲组间隔有一定的差异,这可能也是雏蝗属雄性鸣声分化的一个方面。由于雏蝗属是一个大类群,要基本研究清楚这些种类雄性的鸣声特征与分化机制,还有许多工作要做。

本项研究的结果与其它学者研究的结果比较,由于所用录音设备不同,分析用的仪器不同,结果有一些差异。如果所用录音设备的频响范围较窄,往往丢失信号,所分析的鸣叫持续的时间太短,不能反映出鸣声的时域特征(随时间变化的节律)。本文应用现代计算机技术分析鸣声特征,应用数字光盘录音机录音,其频响范围与人的听觉范围基本相同,把可能造成的误差降到了最低水平。

参考文献

- 1 郑哲民,夏凯龄.中国动物志.昆虫纲.第10卷.蝗总科.北京:科学出版社,1998.1~616.
- 2 Ragge D R, Reynolds W J. The songs of the grasshoppers and crickets of western Europe. London: Harliy Books in Association with the Natural History Museum, 1998.
- 3 Reynolds W J. A re-examination of the characters separating *Chorthippus montanus* and *C. parallelus* (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Natural History*, 1980, 14: 283~303.
- 4 Reynolds W J. Adescription of the song of *Chorthippus azurroi* (Orthoptera: Acridoidea) with notes on its taxonomic position. *Journal of Natural History*, 1987, 20: 111~116.
- 5 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.
- 6 席瑞华,刘举鹏,何忠等.蝗虫鸣声结构的研究. *动物学集刊*, 1992, 9: 35~38.
- 7 廉振民.昆虫鸣声分类研究.北京:科学出版社,2001.1~179.
- 8 石福明,杨培林,蒋书楠.鼻优草螽和苍白优草螽鸣声和发声器的研究. *动物学研究*, 2001, 22(2): 115~119.
- 9 芦荣胜,杨培林,石福明等.历山自然保护区四种蟋蟀鸣声结构的比较研究(直翅目:蟋蟀总科). *动物分类学报*, 2002, 27(3): 491~497.

(责任编辑:邓大玉 曾蔚茹)