

# 陕西老县城自然保护区的鸟类多样性 及 G-F 指数分析

李忠秋<sup>①②</sup> 蒋志刚<sup>①\*</sup> 李春旺<sup>①</sup> 蔡静<sup>①②</sup> 卢学理<sup>①②</sup> 曾岩<sup>①②</sup>

(<sup>①</sup>中国科学院动物研究所 北京 100080 ; <sup>②</sup>中国科学院研究生院 北京 100049)

**摘要** :2003 年 7 月和 2004 年 5 月,利用样线法对陕西老县城自然保护区进行了鸟类多样性调查,结合历史资料,老县城自然保护区共有鸟类 13 目 36 科 107 属 190 种,其中国家重点保护鸟类 16 种,我国特有鸟类 12 种。按季节型区分,其中留鸟 116 种,夏候鸟 56 种,冬候鸟、旅鸟和迷鸟共计 18 种,从分布型区分,东洋种、古北种和广布种分别为 70 种、87 种和 33 种。多样性指数分析显示,阔叶林生境中鸟类资源最为丰富,其次为针阔混交林。老县城自然保护区鸟类的优势种为红嘴蓝鹊(*Urocissa erythrorhyncha*)、星鸦(*Nucifraga caryocatactes*),此外,山雀类(*Parus* spp.)、柳莺类(*Phylloscopus* spp.)以及环颈雉(*Phasianus colchicus*)也有较大的种群。同时,将老县城自然保护区的鸟类多样性与其周边的佛坪、长青、太白等自然保护区进行了 G-F 指数对比分析。发现佛坪自然保护区的鸟类多样性无论是 F 指数、G 指数还是 G-F 指数均为最高,佛坪在鸟纲(AVES)科属水平上拥有相对较高的鸟类多样性。用基于科属水平的 G-F 指数与基于物种水平的 Shannon-Wiener 指数相结合评价某一地区的鸟类多样性,将更为客观。

**关键词** :秦岭;佛坪;长青;太白;物种多样性;鸟类区系

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2006)01-32-11

## Bird Diversity and Avian G-F Index of the Laoxiancheng Nature Reserve, Shaanxi

LI Zhong-Qiu<sup>①②</sup> JIANG Zhi-Gang<sup>①</sup> LI Chun-Wang<sup>①</sup> CAI Jing<sup>①②</sup> LU Xue-Li<sup>①②</sup> ZENG Yan<sup>①②</sup>

(<sup>①</sup>Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080;

<sup>②</sup>Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract** :We conducted two bird surveys in the Laoxiancheng Nature Reserve in July 2003 and May 2004, combined with the historical data, 190 species of birds were recorded in the reserve, respectively. These birds belong to 13 orders, 36 families and 107 genera, of which 16 species has been listed in Chinese National Key Protected Wild Animal Species and 12 species are of endemic to China. Of 173 species breed (including residents and summer residents) in the region and 18 species either winter in the reserve or are transient migrants or vagrant. Of the total species, 70 species distribute in the Oriental realm, 87 species in the Palaearctic realm and 33 species occur in both. Analysis of the bird diversity by habitats, it was showed that the broadleaved forest had the most richness of birds, following by the coniferous-broadleaved mixed forest. Red-billed Blue Magpie (*Urocissa erythrorhyncha*) and Spotted Nutcracker (*Nucifraga caryocatactes*) were the most numerous species. Tits (*Parus* spp.), Warblers (*Phylloscopus* spp.) and Common King-necked Pheasant (*Phasianus colchicus*) were the most common birds. We also calculated

基金项目 美国哥伦布动物园协会国际合作项目 Columbus Zoo International Conservation Project 提供资助;

\* 通讯作者, E-mail: jiangzg@ioz.ac.cn;

第一作者介绍 李忠秋,男,博士研究生,研究方向:野生动物行为生态学, E-mail: lizq@ioz.ac.cn.

收稿日期:2005-07-06,修回日期:2005-11-23

the G-F index of the bird fauna in Foping, Changqing and Taibai Nature Reserves which are neighbours of the Laoxiancheng Reserve. Foping had the highest F index, G index and G-F index. As the G-F index reflects the diversity of Family and Genus, the Shannon-Weiner index reflects the ecological diversity of species, G-F index, a combination of F index and G index, provides a more comprehensive measure of bird species diversity.

**Key words** Qinling Mountain; Foping; Changqing; Taibai; Species diversity; Avian fauna

陕西省老县城自然保护区位于秦岭南麓,总面积 12 611  $\text{hm}^2$ ,东连周至国家级自然保护区,南接佛坪国家级自然保护区,西邻长青国家级自然保护区,北接太白国家级自然保护区,是连接 4 个岛屿化的国家级自然保护区的重要区域。老县城自然保护区的动物区系属于古北界和东洋界的交汇区,也是我国南北气候的分界线。特殊的地理位置和悠久的地质演化历史造就了这里丰富的鸟类资源。

关于秦岭的鸟类调查,最早可以追溯到 1873 年的法国人 Armand David 和 1908 年的英国人 Arthur de Carle Sowerby,他们曾先后到秦岭地区进行考察,并采集了部分标本<sup>[1]</sup>。新中国成立以后,对秦岭地区生物资源的调查日益深入,其中郑作新等以及郑光美分别对秦岭大巴山地区和秦岭南麓鸟类的种类与数量作了较深入的调查分析<sup>[2,3]</sup>。郑作新等在《秦岭鸟类志》中记录了秦岭地区鸟类 17 目 52 科 338 种<sup>[4]</sup>。此外,秦岭地区的自然保护区也分别进行了生物资源的调查,姚建初记录了太白自然保护区有 14 目 37 科 192 种鸟类,巩会生等记录了佛坪自然保护区有 15 目 40 科 211 种鸟类,杨兴中等记录了长青自然保护区有 13 目 36 科 202 种鸟类<sup>[5-7]</sup>。

老县城自然保护区地处秦岭中部,对于秦岭动植物资源的保护至关重要。但关于老县城自然保护区的鸟类多样性,至今还没有系统的调查。2003 年 8 月和 2004 年 5 月,我们对夏季老县城的鸟类资源进行了本底调查。同时,收集了周围包括佛坪、长青、太白 3 个保护区以及陕西省、秦岭地区的鸟类名录,进行物种多样性 G-F 指数对比分析,以期能够为更加深入了解和保护秦岭鸟类资源提供依据。

## 1 研究地区概述

秦岭位于我国中部地区,是我国南北地理和气候的分界线及长江、黄河两大水系的分水岭。独特的地理位置和复杂的气候特征及高大的秦岭山体对南北气候的屏障作用,使秦岭生物种类具有明显南北差异。秦岭自然保护区群位于陕西省,包括太白、佛坪、周至、长青、牛背梁等 5 个国家级自然保护区以及老县城省级自然保护区。该保护区群是秦岭生物多样性的精华所在,有着典型的代表性<sup>[8-10]</sup>。

老县城自然保护区地处秦岭中段南坡的渭水河上游,行政区域属陕西省周至县厚畛子镇,地理位置于东经 107°40' ~ 107°49'、北纬 33°43' ~ 33°50' 之间。保护区四周被 4 个国家级自然保护区和 1 个大熊猫走廊带所包围。东以秦岭梁为界,与周至国家级自然保护区接壤,南以财神岭为界与佛坪国家级自然保护区毗邻,西南与长青国家级自然保护区相临,西北接太白国家级自然保护区,北以秦岭分水岭为界,与厚畛子林场大熊猫走廊带相靠(图 1)。保护区整体地形呈“心”形,地势东南高而西北低,最高点鲁班峰海拔 2 904 m,最低处青龙寨海拔 1 524 m,相对高差 1 380 m。

根据海拔、植被、气温等主要指标,全区可划分为 3 个不同的生境带。位于海拔 1 500 ~ 1 900 m 之间为次生阔叶林带,主要建群种有栓皮栎(*Quercus variabilis*)、锐齿栎(*Q. aliena* var. *acuteserrata*)、白桦(*Betula platyphylla*)等。此外,根据人为干扰的情况及水源的关系,该生境带除包括典型的次生阔叶林外,还包括河谷、农田及居民区等生境,由于此类生境与典型的次生阔叶林带存在较大的不同,故将农田河谷单独列为一类生境。位于海拔 1 800 ~ 2 500 m 之间

为针阔混交林,主要为松桦林带,建群种有红桦 (*B. albo-sinensis*)、牛皮桦 (*B. albo-sinensis* var. *septentrionalis*)、华山松 (*Pinus armandii*) 等。亚高山针叶林带主要分布在海拔 2 500 m 以上,建

群种有巴山冷杉 (*Abies fargesii*)、太白红杉 (*Larix chinensis*)、秦岭箭竹 (*Fargesia qinlingensis*) 等。

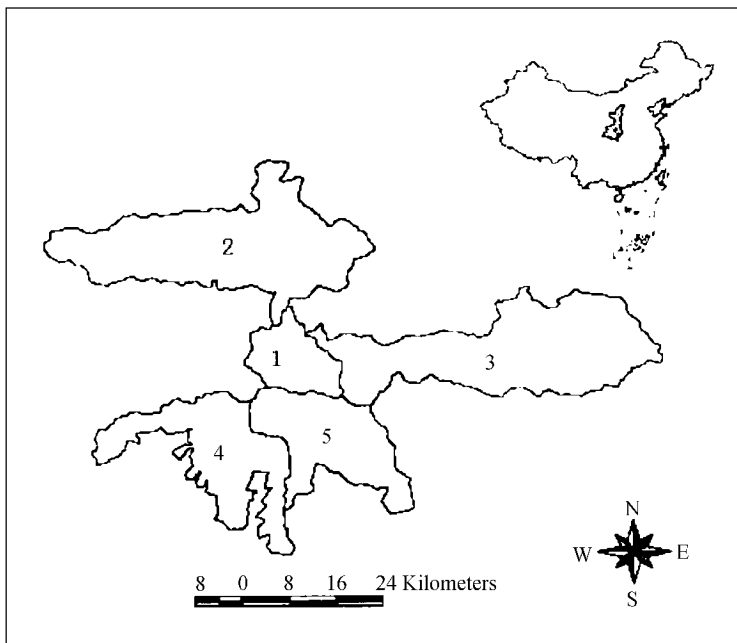


图 1 陕西省秦岭自然保护区群\*

Fig. 1 Location of the Qinling Nature Reserves in the Shaanxi Province

1. 老县城保护区; 2. 太白保护区; 3. 周至保护区; 4. 长青保护区; 5. 佛坪保护区。  
 1. Laoxiancheng Nature Reserve; 2. Taibai Nature Reserve; 3. Zhouzhi Nature Reserve;  
 4. Changqing Nature Reserve; 5. Foping Nature Reserve.

## 2 研究方法

**2.1 调查方法** 此次调查采用样线法。2003 年 8 月和 2004 年 5 月,共选取了 10 条样线,分别为正河、塔尔河、阮全沟、吊沟、北门沟、正南沟、大沟、杨家沟、龙洞沟、洛阳沟,样线长度在 5 ~ 20 km 之间。调查过程中行进速度约 3 km/h,通过望远镜观察样线两侧约 50 m 以内的鸟,参考《中国鸟类野外手册》进行识别,同时记录鸟类的栖息生境、种群数量、活动状态等信息。

**2.2 多样性指数分析** 衡量物种多样性的常用指数包括 Shannon-Wiener 指数、Pielou 均匀性指数、Simpson 优势度指数等,这些指数通常用于物种水平上的多样性测度<sup>[1]</sup>。蒋志刚和纪力强(1999)提出了基于 Shannon-Wiener 指数的物种多样性测度的 G-F 指数方法,该方法是基于

物种数目的研究方法,是研究科、属水平上的物种多样性以及衡量一个地区长期的多样性变化指数<sup>[2]</sup>。本研究将结合这两类指数对秦岭保护区群的鸟类多样性进行分析。

### 2.2.1 物种水平上的多样性指数

Shannon-Wiener 指数:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \times \log_2 P_i)$$

Pielou 均匀性指数:

$$J' = H' / H_{max}$$

Simpson 优势度指数:

$$C = \sum_{i=1}^S (N_i / N)^2$$

\* 改自 Wang Tiejun. Habitat Analysis for Giant Panda in Laoxiancheng Nature Reserve in the Qinling Mountains China. 2003, Master Thesis. Netherlands, Enschede, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, p6.

其中： $P_i$  代表某物种的个体在所有物种个体总数中的比例， $H_{\max} = \ln S$ ， $S$  为物种数， $N_i$  为  $i$  物种的个体数， $N$  为所有物种的个体总数。

### 2.2.2 科属水平上的 G-F 指数

F 指数， $D_F$ ：

$$D_F = \sum_{k=1}^m D_{Fk}$$

$$D_{Fk} = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

其中： $p_i = s_{ki} / S_k$ ， $S_k =$  名录中  $k$  科中的物种数， $s_{ki} =$  名录中  $k$  科  $i$  属中的物种数， $n = k$  科中的属数， $m =$  名录中鸟纲中的科数。

G 指数， $D_G$ ：

$$D_G = - \sum_{j=1}^p q_j \ln q_j$$

其中： $q_j = s_j / S$ ， $S =$  名录中鸟纲中的物种数， $s_j =$  鸟纲中  $j$  属中的物种数， $p =$  鸟纲中的属数。

G-F 指数：

$$D_{G-F} = 1 - \frac{D_G}{D_F}$$

并规定 如果鸟纲中所有的科都是单种科 即  $D_F = 0$  时 则该地区的 G-F 指数为零， $D_{G-F} = 0$ 。

我们收集了太白、佛坪、长青以及秦岭和陕西的鸟类名录<sup>[1,4-6,7,13]</sup>，并计算了 G-F 指数。

2.3 鸟类优势种分析 频率指数估计法可用于鸟类的数量统计及优势种计算，其计算方法为通过各种鸟类遇见的百分率  $R$  与每天遇见数  $B$  的乘积  $r(RB)$  作为指数，进行鸟类数量等级的划分<sup>[14]</sup>。 $RB$  指数在 500 以上为优势种，50 ~ 500 为普通种，5 ~ 49 为少见种，5 以下为偶见种。具体算法为：

$$R = 100d/D$$

$$B = S/D$$

$$r = RB$$

其中： $d$  为遇见鸟类的天数， $D$  为工作的总天数， $S$  为遇见鸟类的总数量。结合考察实际，将  $d$  定义为遇见鸟类的样线数， $D$  为样线总条数，共 10 条， $S$  为遇见鸟类的总数量。

## 3 结果

3.1 老县城自然保护区的鸟类多样性 在老县城自然保护区考察中记录到夏季鸟类 123 种 结合历史资料<sup>[1-6]</sup>，老县城保护区鸟类共计 13 目 36 科 107 属 190 种，根据郑作新等(1973)对秦岭鸟类总种数(338 种)及许涛清等(1996)对陕西省鸟类总种数(368 种)的报道，老县城保护区鸟类种数分别占秦岭和陕西鸟类总种数的 56.51% 和 51.90%(表 1)。

表 1 老县城自然保护区鸟类名录

Table 1 Checklist of birds of the Laoxiancheng Nature Reserve

科 Families	种名 Species	生境 Habitat	分布型 Distribution	季节型 Migration
1. 鹭科 Ardeidae	1 沔背鹭 <i>Bubulcus ibis</i>	VF	东洋	夏
	2 白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	VF	东洋	夏
	3 夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i> *	VF	广布	夏
	4 池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	VF	东洋	夏
	5 黄苇鳉 <i>Ixobrychus sinensis</i>	VF	东洋	夏
2. 鹰科 Accipitridae	6 大鵟 <i>Buteo hemilasius</i>	BF	古北	冬
	7 普通鵟 <i>B. buteo</i>	BF	广布	旅
	8 白尾鸢 <i>Circus cyaneus</i>	BF	古北	旅
	9 金雕 <i>Aquila chrysaetos</i> *	BF	古北	夏
	3. 隼科 Falconidae	10 阿穆尔隼 <i>Falco amurensis</i>	BF	古北
11 燕隼 <i>F. subbuteo</i> *		BF	古北	留
12 红隼 <i>F. tinnunculus</i> *		VF, BF	古北	留
4. 雉科 Phasianidae	13 环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>	VF, BF, CB	古北	留
	14 红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	BF	古北	留

续表 1

科 Families	种名 Species	生境 Habitat	分布型 Distribution	季节型 Migration
	15 勺鸡 <i>Pucrasia macrolopha</i>	BF ,CB ,CF	古北	留
	16 红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>	CB ,CF	古北	留
	17 血雉 <i>Ithaginis cruentus</i>	CB ,CF	古北	留
	18 灰胸竹鸡 <i>Bambusicola thoracica</i>	CB	东洋	留
	19 石鸡 <i>Alectoris chukar</i> *	BF	古北	留
5. 秧鸡科 Rallidae	20 小田鸡 <i>Porzana pusilla</i>	VF	古北	旅
6. 鹬科 Scolopacidae	21 白腰草鹬 <i>Tringa ochropus</i>	VF	古北	夏
	22 青脚滨鹬 <i>Calidris temminckii</i>	VF	广布	旅
7. 鸠鸽科 Columbidae	23 点斑林鸽 <i>Columba hodgsonii</i> *	BF	古北	留
	24 红翅绿鸠 <i>Treron sieboldii</i> *	BF	东洋	留
	25 山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i> *	VF ,BF ,CB	广布	留
	26 灰斑鸠 <i>S. decaocto</i> *	VF ,BF	广布	留
8. 杜鹃科 Cuculidae	27 中杜鹃 <i>Cuculus saturatus</i>	BF	广布	夏
	28 四声杜鹃 <i>C. micropterus</i>	BF	东洋	夏
	29 鹰鹃 <i>C. sparveroides</i> *	BF	东洋	夏
	30 大杜鹃 <i>C. canorus</i> *	BF	东洋	夏
	31 小杜鹃 <i>C. poliocephalus</i> *	BF	广布	夏
	32 噪鹃 <i>Eudynamis scolopacea</i> *	BF	东洋	夏
9. 鸱鸃科 Strigidae	33 纵纹腹小鸱 <i>Athene noctua</i>	VF ,BF ,CB	古北	留
	34 红角鸱 <i>Otus scops</i> *	BF	古北	夏
	35 鹰鸱 <i>Ninox scutulata</i> *	BF	东洋	留
	36 斑头鸱鸃 <i>Glaucidium cuculoides</i> *	BF	东洋	留
10. 夜鹰科 Caprimulgidae	37 普通夜鹰 <i>Caprimulgus indicus</i> *	BF	广布	夏
11. 雨燕科 Apodidae	38 白腰雨燕 <i>Apus pacificus</i>	CF	古北	夏
12. 戴胜科 Upupidae	39 戴胜 <i>Upupa epops</i>	VF	广布	夏
13. 翠鸟科 Alcedinidae	40 蓝翡翠 <i>Halcyon pileata</i>	VF	东洋	夏
	41 冠鱼狗 <i>Ceryle lugubris</i>	VF	东洋	留
14. 佛法僧科 Coraciidae	42 三宝鸟 <i>Eurystomus orientalis</i>	VF	东洋	夏
15. 啄木鸟科 Picidae	43 大斑啄木鸟 <i>Picoides major</i>	BF ,CB	古北	留
	44 赤胸啄木鸟 <i>P. cathpharius</i>	CB	东洋	留
	45 星头啄木鸟 <i>P. canicapillus</i>	CB	广布	留
	46 小斑啄木鸟 <i>P. minor</i>	CB	古北	留
	47 灰头啄木鸟 <i>Picus canus</i> *	BF	广布	留
16. 百灵科 Alaudidae	48 角百灵 <i>Eremophila alpestris</i>	BF	古北	夏
	49 短趾百灵 <i>Calandrella cinerea</i>	VF	古北	夏
17. 燕科 Hirundinidae	50 烟腹毛脚燕 <i>Delichon dasypus</i>	VF	广布	留
	51 金腰燕 <i>Hirundo daurica</i> *	VF	广布	夏
18. 鹑科 Motacillidae	52 树鹑 <i>Anthus hodgsoni</i>	VF	古北	旅
	53 田鹑 <i>A. novaeseelandiae</i>	BF	广布	旅
	54 粉红胸鹑 <i>A. roseatus</i> *	BF	古北	夏
	55 白鹑鸽 <i>Motacilla alba</i>	VF	古北	留
	56 黄鹑鸽 <i>M. flava</i>	VF	广布	旅
	57 灰鹑鸽 <i>M. cinerea</i>	VF ,BF	古北	夏
	58 山鹑鸽 <i>Dendronanthus indicus</i>	BF	古北	夏
19. 山椒鸟科 Campephagidae	59 小灰山椒鸟 <i>Pericrocotus cantonensis</i>	BF	东洋	夏
	60 长尾山椒鸟 <i>P. ethologus</i>	BF ,CB	东洋	夏
20. 鹎科 Pnonotidae	61 黄臀鹎 <i>Pycnonotus xanthorrhous</i>	VF ,BF	东洋	留
	62 白头鹎 <i>P. sinensis</i>	VF ,BF	东洋	留
	63 颌雀嘴鹎 <i>Spizixos semitorques</i>	BF	东洋	留

续表 1

科 Families	种名 Species	生境 Habitat	分布型 Distribution	季节型 Migration
21. 伯劳科 Laniidae	64) 灰背伯劳 <i>Lanius tephronotus</i>	VF	古北	夏
	65) 红尾伯劳 <i>L. cristatus</i>	VF	古北	夏
	66) 棕背伯劳 <i>L. schach</i>	VF	古北	夏
	67) 虎纹伯劳 <i>L. tigrinus</i> *	VF, BF	古北	夏
	68) 牛头伯劳 <i>L. bucephalus</i>	VF	古北	夏
22. 卷尾科 Dicruridae	69) 黑卷尾 <i>Dicrurus macrocerus</i>	BF	东洋	夏
	70) 灰卷尾 <i>D. leucophaeus</i> *	BF, CB	东洋	夏
23. 鸦科 Corvidae	71) 松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>	VF, BF	古北	留
	72) 星鸦 <i>Nucifraga caryocatactes</i>	VF, BF, CB	古北	留
	73) 红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythrorhyncha</i>	VF, BF, CB	东洋	留
	74) 大嘴乌鸦 <i>Corvus macroroynchos</i>	BF, CB, CF	东洋	留
	75) 达乌里寒鸦 <i>C. dauurica</i>	CF	古北	留
	76) 秃鼻乌鸦 <i>C. frugilegus</i> *	BF, CB, CF	古北	留
	77) 白颈鸦 <i>C. torquatus</i> *	BF, CB	广布	留
	78) 喜鹊 <i>Pica pica</i>	VF, BF	古北	留
24. 河乌科 Cinclidae	79) 灰喜鹊 <i>Cyanopica cyana</i> *	VF, BF	古北	夏
	80) 褐河乌 <i>Cinclus pallasi</i> *	VF	广布	留
25. 鹇科 Troglodytidae	81) 鹇 <i>Troglodytes troglodytes</i>	CB, CF	古北	留
26. 岩鹇科 Prunellidae	82) 褐岩鹇 <i>Prunella fulvescens</i>	CB	古北	留
	83) 棕胸岩鹇 <i>P. strophitata</i> *	BF	古北	留
27. 鹀科 Muscicapidae				
	i 鹀亚科 Turdinae			
	84) 乌鹀 <i>Turdus merula</i>	VF, BF	古北	留
	85) 白眉鹀 <i>T. obscurus</i>	BF	古北	夏
	86) 灰头鹀 <i>T. rubrocanus</i> *	CF	古北	留
	87) 白腹鹀 <i>T. pallidus</i> *	BF	广布	夏
	88) 灰林鹀 <i>Saxicola ferrea</i>	BF	东洋	留
	89) 黑喉石鹀 <i>S. torquata</i> *	VF, BF	古北	夏
	90) 紫啸鹀 <i>Myiophonus caeruleus</i>	BF	东洋	夏
	91) 白顶溪鹀 <i>Chaimarrornis leucocephalus</i>	VF	广布	留
	92) 红尾水鹀 <i>Rhyacornis fuliginosus</i>	VF	广布	留
	93) 北红尾鹀 <i>Phoenicurus auroreus</i>	VF	古北	留
	94) 赭红尾鹀 <i>P. ochruros</i>	VF, BF	古北	留
	95) 黑喉红尾鹀 <i>P. hodgsoni</i> *	VF	东洋	留
	96) 蓝额红尾鹀 <i>P. frontalis</i> *	VF	古北	留
	97) 红胁蓝尾鹀 <i>Tarsiger cyanurus</i>	BF	广布	旅
	98) 金色林鹀 <i>T. chrysaeus</i> *	CF	古北	留
	99) 蓝短翅鹀 <i>Brachypteryx montana</i> *	VF	东洋	留
	100) 蓝歌鹀 <i>Luscinia cyane</i> *	BF	广布	旅
	101) 白腹短翅鹀 <i>Hodgsonius phoenicuroides</i> *	BF	古北	留
	102) 小燕尾 <i>Enicurus scouleri</i> *	VF	古北	留
	103) 黑背燕尾 <i>E. leschenaulti</i> *	VF	东洋	留
	104) 蓝矶鹀 <i>Monticola solitarius</i> *	BF	古北	留
ii 画眉亚科 Timaiinae	105) 白喉噪鹛 <i>Garrulax albogularis</i>	BF	东洋	留
	106) 大噪鹛 <i>G. maximus</i>	BF, CB	东洋	留
	107) 白颊噪鹛 <i>G. sannio</i>	BF, CB	东洋	留
	108) 灰翅噪鹛 <i>G. cineraceus</i>	CB	东洋	留
	109) 山噪鹛 <i>G. davidi</i>	CB	古北	留
	110) 画眉 <i>G. canorus</i>	BF	东洋	留
	111) 黑脸噪鹛 <i>G. perspicillatus</i> *	BF	东洋	留
	112) 橙翅噪鹛 <i>G. elliotii</i> *	BF, CB, CF	东洋	留

续表 1

科 Families	种名 Species	生境 Habitat	分布型 Distribution	季节型 Migration
	113) 斑背噪鹛 <i>G. lunulatus</i> *	BF, CB, CF	东洋	留
	114) 小鳞胸鹛 <i>Pnoepyga pusilla</i>	BF	东洋	留
	115) 白领凤鹛 <i>Yuhina diademata</i>	VF, BF	东洋	留
	116) 淡绿鹇 <i>Pteruthius xanthochlorus</i>	BF	东洋	留
	117) 红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	BF	东洋	留
	118) 黄额鸫雀 <i>Paradoxornis fulvifrons</i>	VF, BF, CB	东洋	留
	119) 白眶鸫雀 <i>P. conspicillatus</i> *	BF	古北	留
	120) 棕头鸫雀 <i>P. webbianus</i> *	BF	广布	留
	121) 红头穗鹛 <i>Stachyris ruficeps</i>	BF	东洋	留
	122) 褐头雀鹛 <i>Aleippe cinereiceps</i>	BF, CB	东洋	留
	123) 灰眶雀鹛 <i>A. morrisonia</i>	BF, CB	东洋	留
	124) 高山雀鹛 <i>A. striaticollis</i>	BF, CB	东洋	留
	125) 金胸雀鹛 <i>A. chrysotis</i> *	BF	东洋	留
	126) 棕头雀鹛 <i>A. ruficapilla</i> *	BF	东洋	留
	127) 棕颈钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus ruficollis</i> *	BF, CB	东洋	留
	128) 锈脸钩嘴鹛 <i>P. erythrogenys</i> *	BF	东洋	留
	129) 山鹛 <i>Rhopophilus pekinensis</i> *	BF	古北	留
iii 莺亚科 Sylviinae	130) 远东树莺 <i>Cettia canturians</i>	BF	广布	留
	131) 日本树莺 <i>C. diphone</i> *	BF, CB, CF	古北	夏
	132) 强脚树莺 <i>C. fortipes</i> *	BF	东洋	留
	133) 棕眉柳莺 <i>Phylloscopus amandii</i>	BF	古北	留
	134) 黄眉柳莺 <i>P. inornatus</i>	BF, CB	古北	夏
	135) 暗绿柳莺 <i>P. trochiloides</i>	BF, CB	古北	夏
	136) 黄腹柳莺 <i>P. affinis</i>	BF, CB, CF	古北	留
	137) 黄腰柳莺 <i>P. proregulus</i>	BF	古北	夏
	138) 淡黄腰柳莺 <i>P. chloronotus</i>	BF	古北	夏
	139) 冕柳莺 <i>P. coronatus</i>	BF	古北	夏
	140) 极北柳莺 <i>P. borealis</i>	BF, CB	广布	旅
	141) 冠纹柳莺 <i>P. reguloides</i>	BF, CB	东洋	留
	142) 乌嘴柳莺 <i>P. magnirostris</i>	BF	古北	留
	143) 四川柳莺 <i>P. sichuanensis</i>	BF	东洋	留
	144) 戴菊 <i>Regulus regulus</i> *	CF	古北	留
	145) 棕脸鹟莺 <i>Abroscopus albogularis</i>	VF, BF	东洋	留
	146) 金眶鹟莺 <i>Seicercus burkii</i>	BF, CB	东洋	夏
	147) 栗头鹟莺 <i>S. castaniceps</i>	CB	东洋	夏
	148) 厚嘴苇莺 <i>Aerocephalus aedon</i>	VF	广布	夏
	149) 中华短翅莺 <i>Bradypierus tacsanowskii</i>	BF	广布	留
	150) 斑胸短翅莺 <i>B. thoracicus</i> *	BF, CB	古北	留
iv 鹟亚科 Muscicapinae	151) 棕腹仙鹟 <i>Niltava sundara</i>	CB	东洋	夏
	152) 白腹鹟 <i>Ficedula cyanomelana</i>	CB	古北	旅
	153) 铜蓝鹟 <i>Eumyias thalassina</i> *	BF	东洋	留
	154) 寿带 <i>Terpsiphone paradisi</i> *	BF	古北	夏
	155) 玉头鹟 <i>Ficedula sapphira</i> *	BF	东洋	留
28. 山雀科 Paridae	156) 大山雀 <i>Parus major</i>	BF, CB	广布	留
	157) 黄腹山雀 <i>P. venustus</i>	BF, CB	广布	留
	158) 沼泽山雀 <i>P. palustris</i>	VF, BF	古北	留
	159) 煤山雀 <i>P. ater</i>	CB, CF	古北	留
	160) 绿背山雀 <i>P. monticolus</i>	BF, CB	东洋	留
	161) 褐头山雀 <i>P. montanus</i>	BF	古北	留

续表 1

科 Families	种名 Species	生境 Habitat	分布型 Distribution	季节型 Migration
	162) 红腹山雀 <i>P. davidi</i>	BF, CB, CF	古北	留
	163) 黑冠山雀 <i>P. rubidiventris</i>	CB	古北	留
	164) 银脸长尾山雀 <i>Aegithalos fuliginosus</i>	BF	广布	留
29. 攀雀科 Remizidae	165) 火冠雀 <i>Cephalopyrus flamminiceps</i>	BF, CB	东洋	留
30. 旋木雀科 Certhiidae	166) 高山旋木雀 <i>Certhia himalayana</i>	CF	古北	留
	167) 旋木雀 <i>C. familiaris</i>	CF	古北	留
31. 鹡科 Sittidae	168) 普通鹡 <i>Sitta europaea</i>	VF, BF	古北	留
	169) 黑头鹡 <i>S. villosa</i>	BF, CB	古北	留
32. 太阳鸟科 Nectariniidae	170) 蓝喉太阳鸟 <i>Aethopyga gouldiae</i> *	BF	东洋	夏
33. 绣眼鸟科 Zosteropidae	171) 暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops japonicus</i> *	BF	东洋	夏
	172) 红胁绣眼鸟 <i>Z. erythropleura</i> *	BF	东洋	夏
34. 文鸟科 Ploceidae	173) 白腰文鸟 <i>Lonchura striata</i>	BF	东洋	留
	174) 山麻雀 <i>Passer rutilans</i>	BF	东洋	留
	175) 树麻雀 <i>P. montanus</i>	VF, BF	广布	留
35. 雀科 Fringillidae	176) 金翅雀 <i>Carduelis sinica</i>	VF, BF	广布	留
	177) 燕雀 <i>Fringilla montifringilla</i> *	CB, CF	广布	旅
	178) 酒红朱雀 <i>Carpodacus vinaceus</i> *	CB, CF	古北	留
	179) 普通朱雀 <i>C. erythrinus</i> *	BF, CB	古北	夏
	180) 灰头灰雀 <i>Pyrhula erythaca</i> *	BF	古北	留
	181) 白斑翅拟蜡嘴雀 <i>Mycerobas carinipes</i> *	CB	古北	留
36. 鹑科 Emberizidae	182) 黄喉鹑 <i>Emberiza elegans</i>	BF	古北	留
	183) 三道眉草鹑 <i>E. cioides</i>	VF, BF	古北	留
	184) 苇鹑 <i>E. pallasi</i>	VF, BF	古北	夏
	185) 白头鹑 <i>E. leucocephalus</i>	VF	古北	留
	186) 小鹑 <i>E. pusilla</i>	VF	广布	旅
	187) 田鹑 <i>E. rustica</i>	VF	广布	旅
	188) 灰头鹑 <i>E. spodocephala</i>	VF	古北	夏
	189) 凤头鹑 <i>Melophus lathami</i>	VF, BF	东洋	迷
	190) 蓝鹑 <i>Latoucheornis siemsseni</i>	BF, CB	东洋	夏

\* 资料记载,自部作新的《秦岭鸟类志》等;生境类型中 VF 指河谷农田;BF 指阔叶林;CB 指针阔混交林;CF 指针叶林;夏:夏候鸟;冬:冬候鸟;旅:旅鸟;留:留鸟;迷:迷鸟。

\* Historical records;Habitat type: VF: Valley and Farmlands; BF: Broadleaved forests; CB: Conifer-broadleaved mixed forests; CF: Conifer forests. 古北: Palaearctic realm; 东洋: Oriental realm; 广布: Cosmopolitan species; 夏: Summer migrant birds; 冬: Winter migrant birds; 旅: Passing birds; 留: Resident birds; 迷: Vagrant birds.

**3.1.1 鸟类区系组成** 老县城自然保护区的鸟类中,雀形目(Passeriformes)共计 21 科 71 属 143 种,分别占科、属和种的总数 58.33%、66.36% 和 75.39%。其中,仅鹑科(Muscicapidae)鸟类就包含 33 属 73 种,分别占总属和总种数的 30.84% 和 38.22%。季节型构成上,留鸟有 116 种,夏候鸟为 56 种,分别占总数的 62.30% 和 29.32%,冬候鸟、旅鸟和迷鸟共计 18 种,这说明当地繁殖的鸟类构成了老县城鸟类的基本类群。

在地理区系构成上,东洋种、古北种和广布种分别为 70 种、87 种和 33 种,虽然古北界种类稍占优势,但其鸟类种数比例接近于 1,这也说明秦岭作为我国南北气候以及东洋和古北界分界线所呈现出来的动物区系的特殊性。另外,老县城自然保护区还有不少两界交汇区所特有的物种,如灰胸竹鸡(*Bambusicola thoracica*)、红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)、血雉(*Ithaginis cruentus*)、长尾山椒鸟(*Pericrocotus ethologus*)、山噪鹛(*Garrulax davidi*)等。



**3.1.2 国家重点保护及特有鸟类** 老县城自然保护区共有国家重点保护鸟类 16 种,分属于 4 目 5 科 13 属,其中一级保护鸟类 1 种,为金雕 (*Aquila chrysaetos*),二级保护鸟类 15 种,分别为普通鵟 (*Buteo buteo*)、大鵟 (*B. hemilasius*)、白尾鹞 (*Circus cyaneus*)、阿穆尔隼 (*Falco amurensis*)、燕隼 (*F. subbuteo*)、红隼 (*F. tinnunculus*)、红腹锦鸡、勺鸡 (*Pucrasia macrolopha*)、红腹角雉 (*Tragopan temminckii*)、血雉、红翅绿鸠 (*Treron sieboldii*)、纵纹腹小鸮 (*Athene noctua*)、红角鸮 (*Otus scops*)、鹰鸮 (*Ninox scutulata*) 和斑头鸺鹠 (*Glaucidium b. brodiei*)。

此外,老县城自然保护区有我国特有鸟类 12 种<sup>[15]</sup>,分属于 2 目 5 科 8 属,其中鸡形目 2 种,雀形目 10 种,分别为红腹锦鸡、灰胸竹鸡、山噪鹛、大噪鹛 (*Garrulax maximus*)、橙翅噪鹛 (*G. elliotii*)、斑背噪鹛 (*G. l. lunulatus*)、白眶鸦雀 (*Paradoxornis conspicillatus*)、高山雀鹛 (*Alcippe striaticollis*)、红腹山雀 (*Parus davidi*)、黄腹山雀 (*P. venustus*)、银脸长尾山雀 (*Aegithalos fuliginosus*) 和蓝鹟 (*Latoucheornis siemsseni*)。

**3.1.3 生境类型构成** 老县城自然保护区鸟类栖息的生境类型可以大体分为以下 4 类:河谷农田、阔叶林、针阔混交林以及针叶林。表 2 显示了不同生境的鸟类种数及相应比例。

从表 2 可以看出,阔叶林生境中鸟类的种类最为丰富,其次为河谷农田和针阔混交林,针叶林种类最少。

**3.1.4 优势种构成** 我们使用鸟类数量统计的频率指数估计法计算了老县城自然保护区鸟类的 *RB* 指数(表 3)。

红嘴蓝鹊和星鸦的 *RB* 指数都超过了 500,为老县城自然保护区的优势种。山雀科的黄腹山雀、绿背山雀以及大山雀、鹟科莺亚科的暗绿柳莺、极北柳莺以及浅黄腰柳莺数量也较多。此外,主要在农田周围活动的环颈雉以及在农田和阔叶林低海拔地区活动的白领凤鹛在老县城也有较大的种群(表 3)。

**3.1.5 鸟类多样性分析** 运用 Shannon-Weiner 指数  $H'$ 、Pielou 均匀性指数  $J'$  和 Simpson 优势度指数  $C$  分析了老县城不同生境的鸟类多样性(表 4)。

表 2 老县城自然保护区鸟类的栖息生境

Table 2 Habitats of birds in the Laoxiancheng Nature Reserve

栖息生境 Habitat	河谷农田 Valley and farmland	阔叶林 Broadleaved forests	针阔混交林 Conifer-broadleaved mixed forests	针叶林 Conifer forests
鸟类种数 Bird species	64	129	55	21
占总种数比例 Percentage in total species (%)	33.51	67.54	28.80	10.99

表 3 老县城保护区的鸟类优势种

Table 3 Dominant birds in the Laoxiancheng Nature Reserve

序位 Rank	种名 Species	遇见数量(只) Number of individuals	遇见样线数 Number of transects	<i>RB</i> 指数 <i>RB</i> index
1	红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythrorhyncha</i>	85	9	765
2	星鸦 <i>Nucifraga caryocatactes</i>	97	6	582
3	暗绿柳莺 <i>Phylloscopus trochiloides</i>	44	9	396
4	黄腹山雀 <i>Parus venustus</i>	39	9	351
5	绿背山雀 <i>P. monticolus</i>	34	6	204
6	环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>	27	7	189
7	大山雀 <i>P. major</i>	22	7	154
8	白领凤鹛 <i>Yuhina diademata</i>	21	7	147
9	极北柳莺 <i>Phylloscopus borealis</i>	29	5	145
10	浅黄腰柳莺 <i>Phylloscopus chloronotus</i>	43	3	129

从表 3 可以看出,在实际考察中所统计的 123 种鸟类中, $H'$  达到了 3.99。其中,阔叶林的鸟类多样性最高,为 3.55,其次为针阔混交林和河谷农田,而针叶林的多样性指数最低,仅为 2.10。从均匀性指数  $J'$  而言,阔叶林和针叶林分别为 0.82 和 0.84,说明这两种生境中鸟类分布相对均匀,而河谷农田生境中鸟类分布均匀

性略差一些,从 Simpson 指数  $C$  中也可看出这一点。

**3.2 秦岭保护区群的鸟类多样性 G-F 指数**  
我们计算了老县城、太白、佛坪、长青的鸟类 G-F 指数,并与秦岭、陕西鸟类的 G-F 指数进行了对比(表 5)。

表 4 老县城保护区不同生境的鸟类多样性分析

Table 4 Birds diversity in different habitats of the Laoxiancheng Nature Reserve

	河谷农田 Valley and farmlands	阔叶林 Broadleaved forests	针阔混交 Conifer-broadleaved mixed forests	针叶林 Conifer forests	总计 Total
鸟种 Bird species	47	77	42	12	123
$H'$	2.81	3.55	2.93	2.10	3.99
$H_{max}$	3.85	4.34	3.74	2.48	4.81
$J'$	0.73	0.82	0.78	0.84	0.83
$C$	0.113	0.047	0.082	0.159	0.033

仅对考察中实际见到的鸟类进行了多样性分析。

Analysis on the birds that were recorded in the surveys.

表 5 秦岭保护区群的鸟类 G-F 指数

Table 5 G-F indexes of the birds' fauna of Qinling Mountain Nature Reserves

	海拔 Attitude (m)	面积 Area (km <sup>2</sup> )	目数 Number of orders	科数 Number of families	物种数 Number of Species	F 指数 F-index	G 指数 G-index	G-F 指数 G-F index
老县城 Laoxiancheng	1 524 ~ 2 904	126.11	13	36	190	20.40	4.38	0.79
太白 Taibai	500 ~ 3 767	563.25	13	38	192	21.15	4.44	0.79
佛坪 Foping	1 000 ~ 2 904	294.20	15	40	211	25.17	4.62	0.82
长青 Changqing	800 ~ 3 071	299.06	15	36	202	24.67	4.57	0.81
秦岭 Qinling	—	—	17	53	338	32.34	4.87	0.85
陕西 Shaanxi	—	—	17	55	368	35.78	4.95	0.86

## 4 讨论

鸟类多样性是生物多样性的一个重要组成部分,衡量一个地区的鸟类多样性通常采用多样性指数方法。常规的群落生态多样性测度方法(如 Shannon-Wiener 指数),是基于物种水平的测度方法。而 G-F 指数方法是基于物种数目的研究方法,用于研究科、属水平上的物种多样性。生态多样性由于基于个体水平,受到出生率、死亡率、种间种内竞争等多种因素的影响,因此,通常应用于较短的时间尺度的群落多样性研究。生物个体的生老病死是生态系统中的常见现象,而一个物种作为多个种群的组合,它

的消失则是一个较为漫长的过程,因此,G-F 指数反映了较长的时间尺度上的物种多样性。将常规的基于物种水平的生态多样性测度方法和基于科属水平的 G-F 指数方法相结合,用于评价物种多样性将更为客观全面<sup>[12,16]</sup>。

通过实际调查发现,老县城保护区虽然面积不大,但却蕴含了丰富的动植物资源,其中鸟类就有 191 种。鸟类中有近 70% 栖息于阔叶林,一方面是由于阔叶林具有相对复杂的生境,可以为不同的鸟类提供不同需求的栖息地;另一方面也同时可以为鸟类提供丰富的食物资源。此外,栖息于河谷农田的鸟类也占了 1/3,主要是一些与人类伴生的鸟类以及喜欢湿地生

境的鸟种,如鸫类、水鹁等。针叶林生境虽然鸟种较少,但多是些窄生态域的鸟种,如高山旋木雀、金色林鸫、煤山雀等。表3中多样性指数的分析,也验证了这一点。伴随着生境复杂性的增加,鸟类的种类及其多样性指数也逐渐增加。针叶林多样性指数最低,仅为2.10;阔叶林生境较为复杂,多样性指数最高,达到了3.55。

佛坪和长青自然保护区无论在鸟类的物种数、F指数、G指数还是G-F指数方面,都非常接近,并且都略高于太白和老县城,这可能因为佛坪和长青均处于秦岭南坡,地理位置相近,生境组成(海拔、植被等)形似,老县城也在秦岭南坡,其各项指数之所以略低,主要因为该保护区面积只有这两个保护区面积的一半,而且其海拔跨度从1524 m到2904 m,垂直生境带数目少于这两个保护区,所以其鸟类多样性也略低。太白自然保护区横跨秦岭南北,而且面积也远大于其他几个保护区,而其各项多样性指数却并不太高,原因可能在于该数据取于姚建初等20世纪80年代末所做的调查,距今已近20年,调查有待深入。按照太白山的生境条件,可能拥有更为丰富的鸟类资源。

通过以上分析并结合秦岭及陕西省的相关数据可以看出,包括老县城自然保护区在内的秦岭保护区群,面积虽然不大,但其鸟类资源却占到了秦岭地区和陕西省鸟类总数的2/3,各项多样性指数也与秦岭及陕西省接近,而且该保护区群还拥有大熊猫、金丝猴、羚牛、小熊猫以及珙桐、星叶草等国家重点保护动植物,可以说是秦岭生物多样性的精华所在。处于保护区群核心地理位置的老县城,更起着连接秦岭各自然保护区的枢纽作用。因此,加强各个保护区之间的沟通,加大对该保护区群的投资,再辅之以科学的管理,将能够更好地发挥秦岭保护群的生态效应、维持和保护秦岭的生物多样性。

致谢 工作得到了老县城自然保护区管理处朱建洲、辛志强、李东群等的大力支持,游章强、徐爱春、唐继荣、马瑞俊、杨乐、汤宋华等也参加了考察活动,在此一并致谢。

## 参 考 文 献

- [1] 任毅,杨兴中,王学杰等.长青国家级自然保护区动植物资源.西安:西北大学出版社,2002,170~199.
- [2] 郑作新,钱燕文,关贵勋等.秦岭、大巴山地区的鸟类区系调查研究.动物学报,1962,14(3):361~380.
- [3] 郑光美.秦岭南麓鸟类的生态分布.动物学报,1962,14(4):465~473.
- [4] 郑作新,钱燕文,谭耀匡等.秦岭鸟类志.北京:科学出版社,1973,1~238.
- [5] 姚建初,郑永烈,王志诚.太白山的鸟类.见:陕西省林业厅编.太白山自然保护区综合考察论文集.西安:陕西师范大学出版社,1989,234~262.
- [6] 姚建初.陕西太白山地区鸟类三十年变化情况的调查.动物学杂志,1991,26(5):19~29.
- [7] 巩会生,杨兴中,阮英琴.佛坪自然保护区的鸟类.四川动物,1997,16(3):118~126.
- [8] 田中心,王民强,董秋霞.秦岭山地动、植物物种多样性及成因分析.商洛师范专科学校学报,2003,17(2):47~50.
- [9] 张金良,李焕芳.秦岭自然保护群的生物多样性.生物多样性,1997,5(2):155~156.
- [10] 张金良,李焕芳,张民侠等.秦岭保护区群存在的主要问题和管理对策.生物多样性,1996,4(4):312~315.
- [11] 马克平.生物群落多样性测度方法.见:钱迎倩,马克平主编.生物多样性研究的原理与方法.北京:中国科学技术出版社,1994,141~165.
- [12] 蒋志刚,纪力强.鸟兽物种多样性测度的G-F指数方法.生物多样性,1999,7(3):220~225.
- [13] 许涛清,曹永汉.陕西省脊椎动物名录.西安:陕西科学技术出版社,1996,39~97.
- [14] 董鸣.陆生生物群落调查观测与分析.北京:中国标准出版社,1996,87.
- [15] 郑光美主编.中国鸟类分类与分布名录.北京:科学出版社,2005,371~374.
- [16] 张淑萍,张正旺,徐基良等.天津地区水鸟区系组成及多样性分析.生物多样性,2003,10(3):280~285.