

纳帕海环湖公路交通噪声对鸟类的影响

王云^① 李麒麟^① 关磊^① 房锐^② 姜睿^②

① 交通运输部科学研究院 北京 100029; ② 云南省交通规划设计研究院 昆明 650011

摘要:为研究纳帕海环湖公路交通噪声对冬季鸟类的影响域和对敏感物种黑颈鹤 (*Grus nigricollis*) 行为的影响,于2009年和2010年冬季沿环湖公路以自驾车匀速行驶调查(40 km/h)与徒步定点观测两种形式对路域鸟类的回避距离及黑颈鹤的行为反应进行了研究。结果显示:(1)纳帕海环湖公路路域一共记录到鸟类36种,其中国家Ⅰ级保护野生动物4种,国家Ⅱ级保护野生动物3种,路域水鸟物种丰富度占到纳帕海湿地越冬水鸟种类的42.86%;(2)环湖公路对不同鸟类的道路影响域从10.17 m增大到189.63 m,在统计的鸟种中有60%的影响域集中于路域50~100 m区间,与这一区间交通噪声的剧烈衰减和水陆交错带的生境多样性有关,鸟类对公路的回避距离与鸟类种群大小无关,敏感物种黑颈鹤的平均回避距离为135.18 m;(3)黑颈鹤的行为反应与其初始状态及距公路距离有关,即若黑颈鹤开始就有观望行为,其对过往车辆比较敏感,而随时调整自身其他行为(例如缓慢远离或惊飞);黑颈鹤距离公路越近,其越可能被惊飞。我们建议应充分重视对纳帕海湿地公路路域鸟类的保护,严格保护路域50~100 m水陆交错带;采用严格限速20 km/h、禁鸣、游人行为限制(如距离黑颈鹤栖息地至少125 m之外)和禁止停车;基于敏感物种的保护考虑,建议未来纳帕海湿地区域建设公路应回避黑颈鹤栖息地至少135 m。

关键词:野生动物;黑颈鹤;道路影响域;道路生态学

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2011)06-65-08

Effect of Traffic Noise around Napahai Wetland Highway on Birds

WANG Yun^① LI Qi-Lin^① GUAN Lei^① FANG Rui^② JIANG Rui^②

① China Academy of Transportation Sciences, Beijing 100029;

② Transportation Planning and Research Institute of Yunnan Province, Kunming 650011, China

Abstract: In order to know the road-effect zone of birds and the effect of traffic noise around Napahai Wetland Highway on Black-necked Crane (*Grus nigricollis*) behavior, we drove at low speed (40 km/h) along the highway and stopped on selected spots to investigate the avoidance distance of birds, and on foot to observe the behavioral reaction of Black-necked Crane during experimental vehicle passing by along wetland highway. The results indicate: (1) A total of 36 bird species were recorded, including 4 species list first-class protection, and 3 species list second-class protection. Roadside species richness of water birds accounted for 42.86 percent of Napahai wetland; (2) Road-effect zone of birds ranged from 10.17 m to 189.63 m, among of which 50 m to 100 m extent concentrated 60 percent species, which was relative to traffic noise decreased quickly and excellent habitat of water-land intersection area. There was no correlation between road-effect zone and population amount, as to sensitive species Black-necked Crane its road-effect zone was 135.18 m; (3) The behavioral reaction of Black-necked Crane was correlate to initial status and vertical distance to highway, which suggested if Black-necked Crane be alert at beginning, it would react sensitively (such as walk away or fly

基金项目 交通运输部西部交通建设科技项目(No. 200831879917);

第一作者介绍 王云,男,博士;研究方向:道路生态学;E-mail: wangyun80314@vip.sina.com;

收稿日期:2011-06-22,修回日期:2011-09-06

away), and the closer its distance to highway, the more possible it flies away. We advised to strengthen the protection of roadside bird in Napahai wetland, strictly protected roadside water-land intersection area vertical to highway from 50 m to 100 m; Strictly limited speed 20 km/h, prohibited whistle, limited visitors' activities (such as away from habitat of Black-necked Crane at least 125 m) and prohibited stopping on the highway, *et al*; Regarding sensitive species Black-necked Crane, route selection in the future new highway should avoid habitat 135 m away at least.

Key words: Wildlife; Black-necked Crane (*Grus nigricollis*); Road-effect zone; Road ecology

公路对野生动物的影响已经成为国际道路生态学的重要研究内容之一^[1]。公路对野生动物的影响分为直接影响与间接影响两个方面,直接影响包括动物致死、动物回避公路、动物迁移路线转移等,间接影响包括栖息地减少、栖息地退化和栖息地破碎化等^[2-4]。研究物种涉及到哺乳类、鸟类、两栖爬行类等。

与国际接轨,我国学者近两年提出了“公路路域生态学”这一新的生态学分支学科,核心概念“路域”是指公路建设、维护和运行管理中所改变和影响的地面自然带状空间,既包括公路建筑设施,还涵盖与公路产生相互作用和影响的自然生态系统相关区域。这个概念主要强调公路与自然之间的相关作用,尤其是公路与野生动物活动之间的相关作用,国外学者已经进行了大量的研究,发现公路对不同种类野生动物的影响范围与程度各异,使得公路路域生态学研究呈现广阔的空间^[5]。

我国在公路建设的野生动物保护领域研究较少,研究种类涉及到哺乳类、两栖爬行类,关于公路建设对鸟类的影响研究很少^[6]。云南三江并流区纳帕海湿地是国际重要湿地,栖息着 49 种水生鸟类,尤其黑颈鹤(*Grus nigricollis*)作为国家 I 级保护野生动物种每年冬季在此越冬^[7]。纳帕海湿地同时是香格里拉旅游景区一个重要组成部分,2009 年迪庆藏族自治州专门围绕湿地修建了环湖公路,预计未来会有更多的车辆和游人进入景区旅游^[8]。国外已经开展了大量的公路建设对鸟类影响的研究,尤其是交通噪声对鸟类影响的研究^[9],但在我国,研究很少,尤其是针对国家 I 级保护物种黑颈鹤对交通噪声反应的研究还没有。本研究将

从交通噪声对鸟类的影响域、交通噪声对黑颈鹤行为的影响两个方面开展研究,以期对未来该区公路建设中保护鸟类资源提供科学依据。

1 研究地区

纳帕海省级自然保护区位于云南省西北部香格里拉县大中甸盆地北部,湖区西、北和东部被海拔 3 800 ~ 4 449 m 的群山环绕,南部与建塘坝相连,平均海拔 3 266 m。地理坐标 E99°37' ~ 99°43', N27°49' ~ 27°55',保护区总面积为 3 435 hm²。纳帕海为季节性高原湖泊,夏季丰水期水面开阔,水深 4 ~ 5 m,秋、冬季枯水期湖水流失迅速,水体面积急剧缩小,仅有 500 hm²左右,其余湖底成为沼泽化草甸,形成高山湿地生态系统。纳帕海年平均气温 5.4℃,极端最高气温 25.1℃,极端最低气温 -25.4℃。年平均降雨量为 620 mm,每年 9 月至翌年 5 月为降雪期,平均相对湿度 69.9%。年平均日照为 2 189.4 h,越冬季节各月日照多在 200 h 以上。由于地处高原,故日照充足^[10]。

保护区建立于 1984 年,被云南省人民政府批准定为“黑颈鹤越冬栖息自然保护点”,以保护黑颈鹤及高原湿地生态系统为主要目的。纳帕海是多种鸟类的栖息、繁衍及越冬地。有黑鹳(*Ciconia nigra*)、黑颈鹤、胡兀鹫(*Gypaetus barbatus*)、白尾海雕(*Haliaeetus albicilla*)等国家 I 级保护鸟类;灰鹤(*Grus grus*)、秃鹫(*Aegypius monachus*)、高山兀鹫(*Gyps himalayensis*)、黑鸢(*Milvus migrans*)、白尾鹞(*Circus cyaneus*)、灰背隼(*Falco columbarius*)等国家 II 级保护鸟类,以及受中日候鸟保护协定保护的赤麻鸭(*Tadorna ferruginea*)、斑头雁

(*Anser indicus*)等鸟类。黑颈鹤于每年 10 月份迁入纳帕海湿地越冬,于次年 4 月迁出^[11]。

为了发展香格里拉湿地景观的旅游潜力,迪庆州政府投资 6 500 万元人民币建造了全长 42 km 的纳帕海湿地公园的环湖公路,于 2009 年 7 月份全面完工。该路宽 6 m,限速 20 km/h。环湖公路将纳帕海湿地省级自然保护区围绕在其中。这条环湖线路串联起数十个藏族村寨、20 多个观景点,并与石卡雪山景区连在一起。

2 研究方法

于 2009 年 12 月 29 日至 2010 年 1 月 1 日及 2010 年 12 月 28 ~ 30 日分别对纳帕海环湖公路路域鸟类进行了调查。有效调查时间约为 70 h。共收集到 44 组黑颈鹤对车辆噪声的响应数据,451 组路域鸟类安全距离数据,32 组路域 100 m 范围噪声衰减数据(包括背景噪声值数据),9 组人为活动对黑颈鹤行为影响的数据。

2.1 路域鸟类丰富度与鸟类安全距离的调查

在驾车绕湖行驶的时候,很多鸟类在湖边悠闲地觅食、戏水,并不受过往车辆的惊扰,其对环湖公路已经产生了一定的适应,但这是在一个安全距离范围内,为此我们研究了对车辆无明显反应(初始状态不受过往车辆的影响)的鸟类物种及其安全距离大小,以期对公路建设部门和林业环保部门提供一个参考(例如设置观景台、游人栅栏等)。正式调查之前,2 名调查人员以约 2 km/h 速度徒步沿着环湖公路预调查至少 2 遍,借助双筒望远镜基本掌握了路域可视范围内约 500 m 鸟类分布格局。冬季正式调查时,采用样线与样点相结合的方式,以自驾车 40 km/h 匀速(多数车辆的行驶速度)在纳帕海环湖公路上行驶,记录公路沿线的鸟类种类、数量及其距公路的距离;以 1 ~ 2 km 为间隔选取样点,对样线调查鸟类相关数据进行补充和校正,由于下车后人对鸟的惊扰和影响较大,样点观察也在车内进行。由于公路围绕湿地建设,路一侧为湿地,另一侧为陡峭坡面,鸟类几乎都位于公路的湿地一侧,因此调查实际上只是在路单侧发生。2 名工作人员在车内记

录,其中一人记录鸟种、数量,另一人同时记录鸟与公路距离(借助于激光测距仪 NIKON 550);对于群鸟,同时测量距离公路最近与最远处的鸟的距离。由于观察范围及物种辨认的局限,一般只统计路域 400 m 范围内肉眼能识别的物种。本文所有鸟类命名及分类参照《中国鸟类分类与分布名录》^[12]。

2.2 车辆速度、交通噪声及人为活动对黑颈鹤行为的影响调查 由于黑颈鹤是纳帕海湿地的旗舰物种,我们重点关注车辆噪声对其行为反应的影响。关于黑颈鹤的行为模式,不同研究者根据研究目的不同分类也有所差异,王凯等划分为 9 种行为模式^[13],李凤山等划分为 7 种模式^[14]。本研究根据黑颈鹤对车辆噪声的响应特征将其行为反应划分为 5 种:无反应、缓慢远离、≤50% 种群数量观望、>50% 种群数量观望和惊飞。

具体调查方法为:先在环湖公路以自驾车 40 km/h 匀速(多数车辆的行驶速度)行车,发现黑颈鹤后再行驶 1 000 m(车辆远离黑颈鹤,噪声和视觉都不对其形成干扰),工作人员下车漫步到黑颈鹤离公路垂直的地点,隐蔽在篱笆或枯树后面。随后,实验开始,即司机驾驶丰田 4 500 越野车,在环湖公路上以不同速度和不同鸣笛形式驶过黑颈鹤所在路段。不同速度的实验,行驶速度分别为 20 km/h(9 次实验)、40 km/h(9 次实验)、60 km/h(9 次实验)、80 km/h(由于拐弯或地形原因很多地段达不到 80 km/h,只有 2 次实验)。不同鸣笛形式的实验,越野车的行驶速度均为 60 km/h,而鸣笛形式分别为长鸣笛(持续时间 > 3 s,8 次实验)、短鸣笛连续 3 声(每次鸣笛持续时间 < 1 s,7 次实验)。1 人记录黑颈鹤的数量、初始行为(觅食,觅食 + 观望,2 类)和车辆驶过时的行为反应;另一人记录车速、黑颈鹤与公路的距离、路肩处(距公路 0 m)的噪声值。黑颈鹤与公路的距离为激光测距仪 NIKON 550 所测量距公路垂直距离最近的黑颈鹤与公路的间距。噪声使用四三八〇厂嘉兴分厂生产的 HS5618A 型积分声级计测定,此声级计的频率

范围 20 ~ 12 500 Hz, 测量范围 30 ~ 130 dB (A、C), A 指 A 计权声级, 是模拟人耳对 55 dB 以下低强度噪声的频率特性, C 指 C 计权声级, 是模拟高强度噪声的频率特性。A 计权声级由于其特性曲线接近于人耳的听感特性, 因此是目前世界上噪声测量中应用最广泛的一种。根据《声环境质量标准》(GB3096-2008), 选择最大声级 L_{max} 指标测量瞬时最大噪声值^[15]。选择无雨、无大风天气, 在路肩处, 手持声级计 (距地面高 1.2 m 处) 对着车流方向实时记录车辆经过的瞬间值。一共对 9 群 (本文定义 ≥ 2 只即算一群) 黑颈鹤进行蹲点研究。由于 9 个点的生境类似 (均为农田、湿地混合型), 我们选择其中一个点, 在距离公路 0 m、25 m、50 m、75 m、100 m 处同时测量每次实验车驶过时的噪声值, 以掌握噪声在路域断面的衰减情况。在没有车辆驶过时, 测量背景噪声值。

黑颈鹤对人为活动响应距离的调查方法是: 驾车发现黑颈鹤后, 再行驶 1 000 m (车辆远离黑颈鹤, 噪声和视觉都不对其形成干扰), 工作人员下车慢慢靠近, 观察其行为变化, 当其行为由初始状态变为其他状态时, 记录调查者与黑颈鹤的距离。

2.3 统计分析 所有计算均采用 SPSS 16.0 软件。用 K-S 检验确定数据是否服从正态分

布, Spearman 相关分析和 Pearson 相关分析检验 2 组数据是否显著相关。鸟类回避距离、种类与数量之间进行偏相关分析以确定影响鸟类回避距离的因素。呈正态分布的噪声因子与黑颈鹤行为反应进行 Pearson 相关分析, 呈非正态分布的种群数量、初始状态、车速数值、距离公路距离与行为反应进行 Spearman 相关分析。

3 结 果

3.1 路域鸟类物种分布 包括行车和徒步、样线与样点相结合的方式所观察到的所有鸟类, 一共记录到鸟类 36 种, 隶属于 6 目 17 科。21 种为水鸟。其中, 国家 I 级保护动物有黑颈鹤、黑鹳、白尾海雕和金雕 (*Aquila chrysaetos*) 4 种, 国家 II 级保护动物有秃鹫、高山兀鹫和红隼 (*Falco tinnunculus*) 3 种。26 种列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》。国家级保护物种占到所有物种的 19.44%。

3.2 环湖公路对鸟类的影响域 研究期间记录了鸟种、数量及与公路距离, 各物种的种群数量相差很大。在去除物种这个影响因子之后, 用偏相关分析鸟类避让距离与种群数量的关系, 发现避让距离与种群数量无显著相关性

表 1 部分鸟类对公路上车辆的回避距离

Table 1 The road-effect zone of birds observed

物种 Species	遇见频次 (次) Encounter frequency (Times)	种群数量 (只) Population amount (ind)		回避距离 (m) Road-effect zone	
		平均值 $\pm$ 标准误 Mean $\pm$ SE		平均值 $\pm$ 标准误 Mean $\pm$ SE	
		范围 Range	范围 Range	范围 Range	范围 Range
白鹳 <i>Motacilla alba</i>	6	6.00 $\pm$ 3.13	1 ~ 20	10.17 $\pm$ 2.77	1 ~ 20
斑头雁 <i>Anser indicus</i>	41	54.40 $\pm$ 17.23	1 ~ 460	85.51 $\pm$ 9.40	10 ~ 254
斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i>	46	21.02 $\pm$ 8.16	1 ~ 360	70.71 $\pm$ 11.84	10 ~ 400
赤膀鸭 <i>A. strepera</i>	10	156.00 $\pm$ 62.72	3 ~ 720	160.30 $\pm$ 32.62	25 ~ 400
赤颈鸭 <i>A. penelope</i>	7	57.70 $\pm$ 21.21	2 ~ 210	189.63 $\pm$ 55.11	77 ~ 400
绿头鸭 <i>A. platyrhynchos</i>	19	19.47 $\pm$ 10.00	1 ~ 180	128.47 $\pm$ 24.47	15 ~ 400
赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>	57	9.19 $\pm$ 2.09	1 ~ 70	50.67 $\pm$ 4.65	5 ~ 200
大嘴乌鸦 <i>Corvus macrorhynchos</i>	16	3.00 $\pm$ 0.91	1 ~ 15	20.25 $\pm$ 4.35	0 ~ 54
凤头麦鸡 <i>Vanellus vanellus</i>	10	1.50 $\pm$ 0.16	1 ~ 2	50.30 $\pm$ 8.24	20 ~ 90
白骨顶鸡 <i>Fulica atra</i>	27	126.04 $\pm$ 33.79	2 ~ 800	88.67 $\pm$ 18.64	10 ~ 400
凤头鹳 <i>Podiceps cristatus</i>	4	11.50 $\pm$ 9.50	2 ~ 40	97.50 $\pm$ 17.50	80 ~ 150
小鸊鷉 <i>Tachybaptus ruficollis</i>	51	16.30 $\pm$ 5.00	1 ~ 180	66.25 $\pm$ 10.80	3 ~ 400
黑颈鹤 <i>Grus nigricollis</i>	37	5.19 $\pm$ 1.01	1 ~ 39	135.18 $\pm$ 13.12	20 ~ 500
红嘴鸥 <i>Larus ridibundus</i>	11	2.73 $\pm$ 0.57	1 ~ 6	71.18 $\pm$ 9.95	20 ~ 150
普通鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	6	4.17 $\pm$ 0.54	2 ~ 6	83.83 $\pm$ 28.66	20 ~ 203
普通秋沙鸭 <i>Mergus merganser</i>	52	99.65 $\pm$ 39.10	1 ~ 1 800	83.73 $\pm$ 10.83	6 ~ 400

($P = 0.064$, $R = 0.49$, $df = 13$)。从部分鸟类避让距离的均值(表 1)可以看出,白鹳对公路车辆的避让距离最小,只有 10.17 m,大嘴乌鸦为 20.25 m,而赤颈鸭对公路车辆的避让距离最大,为 189.63 m,赤膀鸭为 160.30 m。黑颈鹤的避让距离也较大,达到 135.18 m。

3.3 交通噪声及人为活动对黑颈鹤的影响 冬季在纳帕海湿地一共对 9 群黑颈鹤进行了定点观察,其种群数量为 2 ~ 20 只,距公路 55 ~ 142 m。实验车在不同速度、鸣笛情况下路肩处噪声值不同,且各标准误差较小。在黑颈鹤对实验车的 44 次行为反应中,只有 1 例惊飞(图 1)。

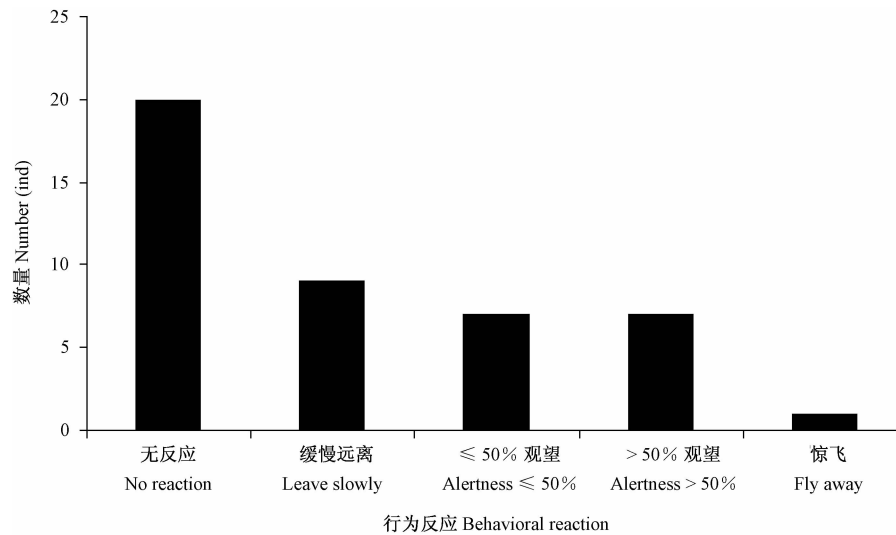


图 1 黑颈鹤对车的行为反应 ($n = 44$)

Fig. 1 The behavioral reaction of Black-necked Crane during the passing of vehicles

为了检验黑颈鹤的行为反应与种群数量、初始状态、车速、噪声、与公路距离是否有关系,通过 K-S 检验 ($n = 44$),呈正态分布的因子为噪声 ($P = 0.518$, $Z = 0.816$),可以与行为反应 ($P = 0.003$, $Z = 1.788$) 进行 Pearson 相关分析,而种群数量 ($P = 0.011$, $Z = 1.619$)、初始状态 ($P = 0.000$, $Z = 3.233$)、车速 ($P = 0.000$,

$Z = 2.211$)、与公路距离 ($P = 0.005$, $Z = 1.732$) 呈非正态分布,与行为反应进行 Spearman 相关分析。行为反应与种群数量、车速、噪声不相关,与距公路距离及初始状态显著相关 ($P = 0.000$, $R = -0.63$; $P = 0.000$, $R = 0.576$) (表 2)。

表 2 黑颈鹤行为反应与影响因子的相关性分析 ($n = 44$)

Table 2 Correlation analysis of factors influencing Black-necked Crane reaction

影响因子 Factors	平均值 ± 标准误差 Mean ± SE	相关系数 Correlation value	显著性值 P-value
种群数量 Population size (ind)	6.70 ± 0.89	0.26 ^b	0.088
初始状态 Initial status	—	0.58 ^b	0.000 *
车速 Car speed (km/h)	48.64 ± 2.63	-0.12 ^b	0.439
公路距离 Road distance (m)	119.30 ± 4.26	-0.63 ^b	0.000 *
噪声 Noise value (dB(A))	76.97 ± 1.39	0.11 ^a	0.494

a. Pearson 相关性检验; b. Spearman 相关性检验; * 差异显著, $P < 0.05$; — 表示字符型数据,无法进行平均值和标准误差的计算。

a. Pearson correlative test; b. Spearman correlative test; * Significant difference, $P < 0.05$; — No mean and standard error result of string data type.

公路路肩(即距公路 0 m)的噪声值并不能代表黑颈鹤所听到的噪声大小。为此,我们研究了实验车在环湖公路附近不同时速和不同鸣笛情况下距公路不同距离的噪声递减规律(图 2)。可见,到了 100 m 开外,噪声值已经递减到 40 dB

(A)左右,与背景噪声相差不大(35 dB(A))。

我们监测黑颈鹤对人类靠近的反应,发现其在人靠近平均 122.25 m(85 ~ 160 m,测定次数 $n = 9$)处就有了反应,如开始抬头警戒或鸣叫。

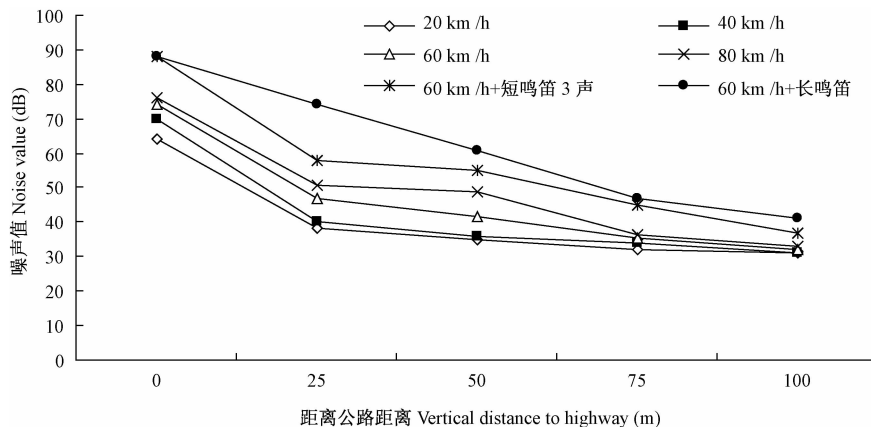


图 2 实验车不同时速、鸣笛情况下不同距离的噪声值

Fig. 2 The distance noise of experimental SUV at different speeds and with different whistles

4 讨论

4.1 纳帕海环湖公路路域鸟类物种丰富度 通过两个冬季的调查,发现路域鸟共有 36 种,其中水鸟 21 种,占纳帕海湿地越冬水鸟种数的 42.86%,因此路域 500 m 范围内鸟类多样性很高。国外研究也有类似情形,如英国的路域分布有 40 种鸟类,占全国鸟类种数的 20%,25 种蝴蝶,占全国蝴蝶种类数的 42%^[16]。在荷兰,近一半的蝴蝶种类生活在路域,荷兰科学家认为路域的连接度非常有助于维持物种丰富度,并采取了措施保护和提高路域的自然群落^[17]。湿地水鸟喜欢在路域筑巢,尤其在水陆交错带上的草丛中^[18-19]。纳帕海湿地也有类似情形。

4.2 纳帕海环湖公路对鸟类的道路影响域 荷兰研究发现公路噪声对草地鸟类的干扰距离在 500 ~ 600 m(乡村公路)和 1 600 ~ 1 800 m(高等级公路)之间变化^[20]。在这个距离内总体种群减少 60%。在纳帕海湿地,很多鸟类(如赤麻鸭、斑头雁和斑嘴鸭)对环湖公路已经产生适应,但与公路保持着一定的距离,此距离即道

路影响域。通过研究显示,纳帕海湿地鸟类对公路车辆的避让距离与种群数量无关,即并不是鸟类越多,其越容易靠近公路。

不同鸟类的避让距离相差很大。白鹳、大嘴乌鸦是常见鸟类,不怕人,也就不大惧车。在调研过程中经常看见大嘴乌鸦,少则 1、2 只,多则 10 多只,是一种喜欢与人类靠近的鸟类。多数鸟类的道路影响域集中于 50 ~ 100 m 区间,这个区间噪声衰减很大,到了 100 m 开外,噪声值已经递减到 40 dB(A)左右,和背景噪声相差不大(35 dB(A))。因此,噪声的剧烈衰减和水陆交错带的良好生境可能是本区鸟类种类分布密集的重要原因。

冯科民^[21]和 Dwyer 等^[22]曾在 1987、1988、1991 年的 5 ~ 10 月对西藏黑颈鹤的繁殖进行了调查,他们沿着贯穿西藏东西的两条干线,即日土至那曲、日土至拉孜公路进行了调查,发现配对的黑颈鹤及其巢、幼鹤几乎遍布整个调查区域,其对公路不是特别回避。本文结果显示,黑颈鹤已对公路车辆产生了一定的适应,但这是基于回避距离 135.18 m 之外的。

4.3 纳帕海环湖公路对黑颈鹤行为的影响 在 44 个样本中,黑颈鹤惊飞只有 1 例,估计其对公路早已适应。本研究显示,黑颈鹤的行为反应仅与初始状态及距公路距离有关。这说明如果开始就有观望行为的话,黑颈鹤对过往车辆比较敏感,产生的后续结果比较严重,其实,观望已经是对附近车辆有所发觉的行为,才会密切注视其动态,进而随时调整自己的其他行为(例如缓慢远离或惊飞)。在纳帕海湿地,黑颈鹤大多在距公路 100 m 开外处觅食,在交通噪声接近背景值的情况下,对实验车没有强烈反应(仅 1 例惊飞)。因此,车辆噪声对于处于安全距离之内的黑颈鹤的影响并不大。黑颈鹤离公路越近,当车辆驶过时,越容易惊飞,可能与车辆的视觉干扰有关。

对许多鸣禽来说,种群受到噪声明显的影响,噪声水平平均达到 42 dB 时所有林地鸟类种群密度开始下降,最敏感的林地鸟物种大杜鹃(*Cuculus canorus*)噪声 35 dB 时其密度开始下降,而草地鸟类的阈值是 48 dB,最敏感草地鸟类物种是 43 dB^[23]。后续调查可以在鸣禽中详细开展。

4.4 建议

(1) 建议交通运输部门和自然保护区高度重视对纳帕海湿地环湖公路路域鸟类的保护,同时,注意对公路湿地一侧的 50 ~ 100 m 区间水陆交错带的保护;

(2) 可采用设置强制减速带来限速(本路限速 20 km/h,但实际上很多车辆都达到 40 km/h)、禁鸣、游人行为限制(有的人喜欢驱赶鸟类和进入保护区核心区近距离摄影,人为活动与黑颈鹤距离应至少在 125 m 开外)和禁止停车等措施来保护纳帕海湿地越冬水鸟;

(3) 基于敏感物种的保护考虑,我们建议未来纳帕海湿地区域建设公路应该尽量回避黑颈鹤栖息地,回避距离至少在 135 m 以上;

(4) 纳帕海环湖公路冬季交通量很小,据初步记录,白昼交通量只有 100 ~ 200 辆/d,因此我们只研究了实验车在不同速度、不同鸣笛状态下对黑颈鹤的行为的影响,今后应该增加

实验车类型,以更加科学地评价交通噪声对黑颈鹤等鸟类行为的影响。

致谢 长白山科学研究院朴正吉高级工程师对本文进行润色和修改,特此感谢!

参 考 文 献

- [1] Forman R T T, Sperling D, Bissonette J A, et al. Road Ecology: Science and Solutions. Washington: Island Press, 2002.
- [2] Pattern B D, Patten M A. Diversity, seasonality, and context of mammalian roadkills in the Southern Great Plains. Environmental Management, 2008, 41(6): 844 - 852.
- [3] Ament R, Clevenger A P, Yu O, et al. An assessment of road impacts on wildlife populations in U. S. National Parks. Environmental Management, 2008, 42(3): 480 - 496.
- [4] Coffin A W. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. Journal of Transport Geography, 2007, 15(5): 396 - 406.
- [5] 毛文碧, 段昌群, 李海峰, 等. 公路路域生态学. 北京: 人民交通出版社, 2009.
- [6] 王云, 张峰, 孔亚平. 我国交通建设对野生动物的影响及保护对策. 交通建设与管理, 2010, (5): 162 - 164.
- [7] 刘学先, 冯理, 韩联宪, 等. 纳帕海湿地冬季水鸟种类与数量监测初报. 林业调查规划, 2008, 33(1): 15 - 18.
- [8] 史效轩. 全长 42 千米纳帕海环湖公路将建成 [N/OL]. [2009-07-03]. http://www.yn.xinhuanet.com/nets/2009-07/03/content_17030333.htm.
- [9] Parris K M, Schneider A. Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. Ecology and Society, 2008, 14(1): 29.
- [10] 李筑眉, 李凤山. 黑颈鹤研究. 上海: 上海科技教育出版社, 2005: 63 - 64.
- [11] 赵建林, 韩联宪, 冯理, 等. 云南纳帕海黑颈鹤越冬行为与生境利用初步观察. 四川动物, 2008, 27(1): 87 - 91.
- [12] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录. 北京: 科学出版社, 2005.
- [13] 王凯, 杨晓君, 赵健林, 等. 云南纳帕海越冬黑颈鹤日间行为模式与年龄和集群的关系. 动物学研究, 2009, 30(1): 74 - 82.
- [14] 李凤山, 马建章. 越冬期黑颈鹤个体行为生态的研究.

- 生态学报, 2000, 20(2): 293–298.
- [15] 国家环境保护局. GB3096-2008. 声环境质量标准. 北京: 中国环境科学出版社, 2008: 2.
- [16] Way J M. Roadside verges and conservation in Britain: a review. *Biological Conservation*, 1977, 12(1): 65–74.
- [17] Bekker H B, Hengel V, Bohemen V, et al. Nature across Motorways. Delft, Netherlands: Ministry of Transport, Public Works and Water Management, 1995.
- [18] Roach G L, Kirkpatrick R D. Wildlife use of roadside woody plantings in Indiana. *Transportation Research Record*, 1985, 10(16): 11–15.
- [19] Camp M, Best L B. Nest density and nesting success of birds in roadsides adjacent to rowcrop fields. *American Midland Naturalist*, 1994, 131(2): 347–358.
- [20] van der Zande A N, ter Keurs W J, van der Weijden W J. The impact of roads on the densities of four bird species in an open field habitat: evidence of a long-distance effect. *Biological Conservation*, 1980, 18(4): 299–321.
- [21] 冯科民. 黑颈鹤在西藏的分布和数量//高玮. 中国鸟类研究. 北京: 科学出版社, 1991.
- [22] Dwyer N C, Bishop M A, Harkness J, et al. Black-necked Crane nesting in the Tibet Autonomus Region P. R. China. *North American Crane Workshop*, 1992, 6: 75–80.
- [23] Reijnen R, Foppen R, Meeuwsen H. The effects of car traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. *Biological Conservation*, 1996, 75(3): 255–600.

欢迎订阅《动物学杂志》

《动物学杂志》是中国科学院动物研究所、中国动物学会主办的科技期刊,亦是中國自然科学核心期刊。主要报道动物学领域的最新研究成果,介绍有创见的新思想、新学说、新技术、新方法。报道范围既有宏观生态研究,又有微观实验技术。报道层次既有科学前沿性、资料性的,也有技术性、知识性的。稿件内容涉及范围广,实用性强,主要栏目有:研究报告、珍稀濒危动物、技术与方法、研究简报和快讯、科技动态等等。读者对象为动物科学领域的研究、教学、技术、管理人员及广大业余爱好者。

《动物学杂志》双月刊,16开,112页,2012年每册定价60元,全年360元,国内外公开发行。国内邮发代号:2-422;国外发行代号(Code No.): BM58。全国各地邮局均可订阅。如未能在当地邮局订到,可与编辑部直接联系。本刊对在校学生及个人订户7折优惠(直接与编辑部联系订阅)。

地址:北京市朝阳区北辰西路1号院5号 中国科学院动物研究所内《动物学杂志》编辑部

邮编:100101; 电话:(010)64807162。

E-mail: journal@ioz.ac.cn。网址:dwzzz.ioz.ac.cn。

欢迎投稿、欢迎订阅、欢迎刊登广告。