

# 青海湖四种繁殖水鸟活动区域的研究

张国钢<sup>1</sup> 刘冬平<sup>1</sup> 江红星<sup>1</sup> 侯韵秋<sup>1</sup> 戴 铭<sup>1</sup> 楚国忠<sup>1\*</sup> 星 智<sup>2</sup>

1 (中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 国家林业局森林保护学重点实验室, 北京 100091)

2 (青海湖国家级自然保护区管理局, 西宁 810000)

**摘要:** 2006年4–9月, 采用彩色标记、无线电遥测和卫星跟踪等方法, 对青海湖四种繁殖水鸟斑头雁 (*Anser indicus*)、棕头鸥 (*Larus brunnicephalus*)、渔鸥 (*L. ichthyaetus*)和鸬鹚 (*Phalacrocorax carbo*)的活动区域进行了研究。采用“绳套法”捕捉了45只斑头雁, 其中6只于4月安装了无线电发射器, 6只于7月安装了卫星发射器; 采用“拉网法”捕捉了104只棕头鸥, 其中6只于4月安装了无线电发射器; 采用“绳套法”捕捉了51只渔鸥, 其中2只于4月安装了无线电发射器; 采用“扣网法”捕捉了75只鸬鹚, 其中6只于5月和6月安装了无线电发射器, 4只于8月安装了卫星发射器。通过研究, 获得了上述四种繁殖水鸟在青海湖的活动区域, 即: 斑头雁有3个主要的活动区域, 棕头鸥有1个, 渔鸥有4个, 鸬鹚有2个。其中从鸬鹚岛、蛋岛、布哈河口、铁卜恰河口至泉湾区域是上述四种繁殖水鸟共有的活动区域, 该区域也是春秋迁徙季节众多水鸟的重要取食地和停歇地。

**关键词:** 水鸟, 彩色标记, 无线电遥测, 卫星跟踪, 活动规律, 青海湖

## Movement of four breeding waterbirds at Qinghai Lake, China

Guogang Zhang<sup>1</sup>, Dongping Liu<sup>1</sup>, Hongxing Jiang<sup>1</sup>, Yunqiu Hou<sup>1</sup>, Ming Dai<sup>1</sup>, Guozhong Chu<sup>1\*</sup>, Zhi Xing<sup>2</sup>

1 *Research Institute of Forest Ecology and Environment Protection, Key Laboratory of Forest Protection of State Forestry Administration, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091*

2 *Qinghai Lake National Nature Reserve, Xining 810000*

**Abstract:** The movements of four species of breeding waterbirds were studied using color marking, radio-tracking, and satellite-tracking at Qinghai Lake between April and September, 2006. Forty five bar-headed geese (*Anser indicus*) were captured with foot traps, including six individuals tagged with radio transmitters in April and another six birds with satellite transmitters in July. A total of 104 brown-headed gulls (*Larus brunnicephalus*) were captured with hand nets, and six of these were radio-tagged in April. Fifty one great black-headed gulls (*L. ichthyaetus*) were captured with foot traps, including two birds that were radio-tagged in April. Seventy five great cormorants (*Phalacrocorax carbo*) were captured using the spotlight method, including six birds radio-tagged in May and June, and four individuals tagged with satellite transmitters in August. Data showed three distinct movement routes for the bar-headed goose, one for the brown-headed gull, four for the great black-headed gull, and two for the great cormorant. Furthermore, one of these routes was shared by all four waterbird species—from Luci Island and Egg Island to Quanwan along the shore near the Buhahokou and Tiebuqiahekou. These areas are also important as foraging and resting sites for many other waterbird species during migration periods.

**Key words:** waterbirds, color marking, radio-tracking, satellite-tracking, movement, Qinghai Lake

青海湖是我国最大的内陆咸水湖, 同时也是中亚—印度候鸟迁徙路线上众多水鸟的重要繁殖地和中途停歇地。2005年5月青海湖发生了严重的禽

流感事件, 斑头雁(*Anser indicus*)、棕头鸥(*Larus brunnicephalus*)、渔鸥 (*L. ichthyaetus*) 和鸬鹚 (*Phalacrocorax carbo*)等10余种6,000余只水鸟死于

收稿日期: 2007-08-22; 接受日期: 2008-02-19

基金项目: 国家科技攻关项目(No.2004BA519 A63)

\*通讯作者 Author for correspondence. E-mail: chugzh@caf.ac.cn

高致病性的H5N1禽流感病毒(郑杰和何玉邦, 2006)。迄今为止, 有关青海湖地区的水鸟研究主要涉及繁殖生态(洗耀华, 1964, 1974; 王侠, 1981; 李来兴, 1994)和种类调查(洗耀华, 1964; 王祖祥, 1987; 李德浩, 1989; 李来兴, 1996, 1997), 而繁殖水鸟在青海湖的活动规律鲜有报道。为了探讨重要繁殖水鸟在不同地点间的活动规律, 加强青海湖地区水鸟的保护工作, 以及为禽流感防控提供科学依据, 我们于2006年4–9月, 首次使用彩色标记、无线电遥测和卫星跟踪等方法, 对青海湖水鸟的活动区域进行了较为深入的研究。

## 1 调查地点

青海湖位于青海省东北部的大通山、日月山和青海南山之间。湖水面积4,392 km<sup>2</sup>, 平均海拔3,260 m。湖区有布哈河、黑马河和铁卜恰河等大小河流30余条, 西北面鸟岛、鸬鹚岛以及湖心的海心山和三块石等, 是野生水鸟重要的繁殖地(图1)。湖区全年日照时数3,000 h以上, 年日照百分率达68–69%, 年均温在1.1℃左右, 东部和南部气温稍高。青海湖结冰温度比0℃稍低, 每年从11月湖面开始结冰至翌年3月, 封冰期平均为108–116 d。

## 2 方法

### 2.1 捕捉方法

(1) 斑头雁。在正式捕捉之前, 我们对斑头雁经常活动的区域展开调查, 随后在斑头雁种群密度较高的区域(泉湾、尕日拉和布哈河口)采用“绳套法”进行捕捉。2006年4月下旬(繁殖前期)共捕捉了30只, 其中6只安装了无线电发射器; 7月中旬(繁殖后期)为斑头雁换羽季节, 共捕捉了15只, 其中6只安装了卫星发射器。

(2) 棕头鸥。繁殖前期, 棕头鸥多数在鸬鹚岛及其北面的湖边栖息, 捕捉地点选择在鸬鹚岛北面的沙滩。采用“拉网”的方法, 利用饼干、火腿肠等引诱棕头鸥来网中取食, 用砂土对网掩埋进行隐蔽。前3天只投食不捕捉, 使棕头鸥习惯在投食点取食。捕捉时间分别在2006年4月下旬和7月中旬, 先后共捕捉了104只棕头鸥, 其中6只安装了无线电发射器。

(3) 渔鸥。捕捉方法和时间与斑头雁的相同, 捕捉地点随着渔鸥不同繁殖阶段的活动区变化而变

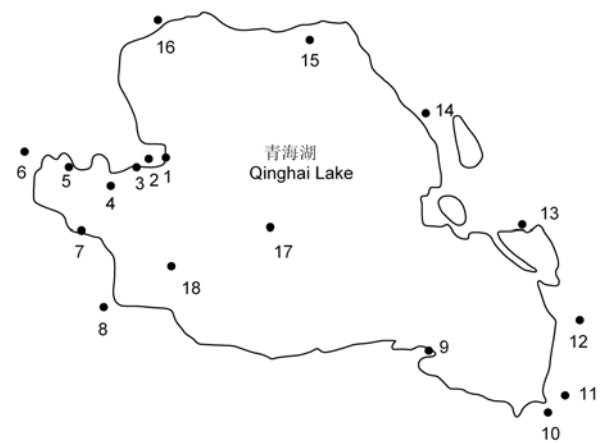


图1 青海湖18个调查地点的位置图

1: 蛋岛; 2: 鸬鹚岛; 3: 布哈河口; 4: 深河口; 5: 铁卜恰河口; 6: 泉湾; 7: 尕日拉; 8: 黑马河; 9: 二郎剑; 10: 洱海; 11: 倒淌河; 12: 小泊湖; 13: 沙岛; 14: 甘子河; 15: 沙柳河; 16: 泉吉河口; 17: 海心山; 18: 三块石

Fig. 1 Map showing the 18 surveyed sites at the Qinghai Lake 1, Egg Island; 2, Luci Island; 3, Buhahakou; 4, Shenhekou; 5, Tiebuqiahekou; 6, Quanwan; 7, Garila; 8, Heimahe; 9, Erlangjian; 10, Erhai; 11, Daotanghe; 12, Xiaopohu; 13, Sha Island; 14, Ganzihe; 15, Shaliuhe; 16, Quanjihakou; 17, Haixinshan; 18, Sankuaishi

化。繁殖前期在鸬鹚岛北滩捕捉, 繁殖后期在泉湾、布哈河口和三块石捕捉, 共捕捉了51只渔鸥, 其中2只安装了无线电发射器, 5只安装了卫星发射器。

(4) 鸬鹚。选择鸬鹚岛的外缘、有鸬鹚夜宿并且人容易靠近的地方, 晚上21:00以后, 一人靠近并用电筒照住鸬鹚, 另一人手持长的扣网进行捕捉。共捕捉了75只, 其中6只于5月和6月安装了无线电发射器, 4只于8月安装了卫星发射器。

上述捕捉的斑头雁、棕头鸥、渔鸥和鸬鹚都同时进行了金属环志和彩色标记。无线电发射器和卫星发射器的安装方法均采用“背负式”。表1, 表2和表3中列出了彩色标记的型号、颜色和数量, 无线电发射器和卫星发射器(PTT)ID号、跟踪天数等。

### 2.2 数据的收集与分析

无线电遥测是以三角定位法确定每只跟踪个体的活动位点。具体方法是: 先在2个遥测点用GPS(GARMIN GPSMAP76)进行定位, 然后利用指南针测量2个不同方向遥测的方位角; 利用MapInfo7.0软件中的Rotate模块, 通过三角定位确定跟踪个体的活动位点, 该位点是经纬度数据。将上述数据导入ArcViewGIS 3.2软件中, 并采用Home

表1 青海湖彩色标记的水鸟种类和数量

Table 1 Species and numbers of color-marked waterbirds at the Qinghai Lake

物种 Species	标记位置 Position	颜色 Color	号码 Code	数量 Number
斑头雁 <i>Anser indicus</i>	颈部 Neck	绿底白字 White numbers on green background	C00-C01	2
		蓝底白字 White numbers on blue background	A01-A43	43
棕头鸥 <i>Larus brunnicephalus</i>	右腿胫部 Right tibia	上红下白 Upper red, lower white	无号码 No code	17
		红底白字 White numbers on red background	01-18, 31-99	87
渔鸥 <i>L. ichthyaetus</i>	右腿胫部 Right tibia	白底黑字 Black numbers on white background	A02-A05	4
		白底黑字 Black numbers on white background	50-96	47
鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	右腿脚趾 Right tarsus	绿底白字 White numbers on green background	A27-A99	73
		白底黑字 Black numbers on white background	A06, 29	2

表2 青海湖水鸟无线电发射器安装一览表

Table 2 The information of radio-tagged waterbirds at the Qinghai Lake

物种 Species	性别 Sex	颜色 Color	号码 Code	捕捉时间 Capture date	发射器频率 Radio frequency	跟踪天数 Tracking days
斑头雁 <i>Anser indicus</i>	♀	BW	A22	2006-04-23	216.099	122
	♂	BW	A23	2006-04-23	216.055	129
	♂	BW	A24	2006-04-23	216.135	46
	♂	BW	A25	2006-04-23	216.025	141
	♀	BW	A28	2006-04-23	216.237	92
	♀	BW	A27	2006-04-24	216.004	48
棕头鸥 <i>Larus brunnicephalus</i>	-	RW	01	2006-04-23	216.866	99
	-	RW	06	2006-04-23	216.836	99
	-	RW	03	2006-04-23	216.806	104
	-	RW	04	2006-04-23	216.955	99
	-	RW	05	2006-04-23	216.905	99
	-	RW	07	2006-04-23	216.765	104
渔鸥 <i>L. ichthyaetus</i>	-	WB	A05	2006-04-23	216.573	98
	-	BW	50	2006-04-24	216.663	95
鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	-	WB	29	2006-05-03	216.445	7
	-	WB	A06	2006-05-03	216.505	2
	-	GW	27	2006-06-10	216.544	83
	-	未戴彩环 No color ring	-	2006-06-20	216.406	63
	-	GW	34	2006-06-20	216.465	64
-	GW	33	2006-06-20	216.486	57	

BW: 蓝底白字; RW: 红底白字; WB: 白底黑字; GW: 绿底白字

BW, White numbers on blue background; RW, White numbers on red background; WB, Black numbers on white background; GW, White numbers on green background

Range模块生成每个个体的活动区, 面积计算采用 Fixed Kernel法。

卫星发射器由美国Microwave Telemetry 公司生产, 跟踪个体的活动位点信息由法国ARGOS公司收集, 进行分析后通过电子邮件(ADS)传输给我

们。按精确度可以将定位数据的等级(LC)分为: Z、B、A、0、1、2、3。由于接收到信号的卫星数量以及持续时间不够, LCZ、LCB和LCA的误差较大( ARGOS, 1992), 因此我们主要选择LC0、LC1、LC2和LC3等级的有效数据来确定活动位点。LC0、LC1、

表3 青海湖卫星跟踪水鸟的发射器ID号和跟踪天数

Table 3 The ID and tracking days of satellite-tracked waterbirds at the Qinghai Lake

物种 Species	年龄 Age	性别 Sex	号码 Code	环志时间 Banding date	环志地点 Banding site	发射器ID PTT ID	跟踪天数 Tracking days	
斑头雁 <i>Anser indicus</i>	成鸟 Adult	雄 Male	A30	2006-07-10	泉湾 QW	66196	51	
	成鸟 Adult	雌 Female	A43	2006-08-19	尕日拉 GRL	66197	91	
	成鸟 Adult	雌 Female	A33	2006-07-13	泉湾 QW	66198	68	
	成鸟 Adult	雌 Female	A29	2006-07-18	布哈河口 BHK	66199	121	
	成鸟 Adult	雌 Female	A36	2006-07-21	尕日拉 GRL	66200	305	
	成鸟 Adult	雄 Male	A31	2006-07-10	泉湾 QW	66201	110	
	渔鸥 <i>Larus ichthyaetus</i>	成鸟 Adult	-	-	2006-07-10	泉湾 QW	66187	正在跟踪 Satellite tracking
	成鸟 Adult	-	-	2006-07-10	泉湾 QW	66188	10	
	成鸟 Adult	-	-	2006-07-11	三块石 SKS	66189	正在跟踪 Satellite tracking	
幼鸟 Fledgling	-	-	2006-07-24	布哈河口 BHK	66190	正在跟踪 Satellite tracking		
成鸟 Adult	-	-	2006-07-11	三块石 SKS	66191	正在跟踪 Satellite tracking		
鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	成鸟 Adult	-	-	2006-08-20	鸬鹚岛 LI	66446	63	
	幼鸟 Fledgling	-	-	2006-08-20	鸬鹚岛 LI	66447	37	
	成鸟 Adult	-	-	2006-08-17	鸬鹚岛 LI	66448	95	
	成鸟 Adult	-	-	2006-08-17	鸬鹚岛 LI	66449	57	
	成鸟 Adult	-	-	-	LI	-	-	

QW, Quanwan; LI, Luci Island; BHK, Bahahekou; GRL, Garila; SKS, Sankuaishi

表4 青海湖重要水鸟不同繁殖阶段的时间划分

Table 4 Different breeding periods of four waterbird species at the Qinghai Lake

物种 Species	繁殖前期 Early breeding period	繁殖中期 Middle breeding period	繁殖后期 Late breeding period	迁徙前期 Early migration period
斑头雁 <i>Anser indicus</i>	3月初至4月下旬 Early Mar. to late Apr.	5月初至6月中旬 Early May to mid-June	6月下旬至7月下旬 Late June to late July	8月初至10月底 Early Aug. to end of Oct.
棕头鸥 <i>Larus brunnicephalus</i>	3月初至5月初 Early Mar. to early May	5月中旬至6月中旬 Mid-May to mid-June	6月下旬至7月中旬 Late June to mid-July	7月下旬至8月初 Late July to early Aug.
渔鸥 <i>L. ichthyaetus</i>	3月初至4月下旬 Early Mar. to late Apr.	5月初至6月中旬 Early May to mid-June	6月下旬至7月中旬 Late June to mid-July	7月下旬至8月初 Late July to early Aug.
鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	3月初至4月初 Early Mar. to early Apr.	4月中旬至5月上旬 Mid-Apr. to early May	5月中旬至7月初 Mid-May to early July	7月中旬至9月底 Mid-July to end of Sep.

LC2和LC3定位误差分别为 $>1,000$  m、 $350-1,000$  m、 $150-350$  m和 $<150$  m。

### 3 研究结果

#### 3.1 繁殖阶段的划分

通过野外调查,结合繁殖的时间(如产第1枚卵

的时间、第1只雏鸟出壳的时间、幼鸟离巢或者具有飞行能力的时间,以及迁离青海湖的时间),对4种水鸟繁殖阶段和迁徙前期进行了划分(表4)。

#### 3.2 彩色标记的结果

在野外重新观察到彩色标记的棕头鸥和斑头雁见表5和表6。在繁殖前期和中期,鸬鹚岛标记的

表5 青海湖繁殖前期和中期棕头鸥彩色标记的观察

Table 5 Resightings of color-marked brown-headed gull during early and mid-breeding periods at the Qinghai Lake

腿部彩色标记的颜色和编码 Color and code	捕捉地点 Capture site	观察时间 Resight date	观察地点 Resight site	次数 Frequency
上红下白 Red ring on tibia and white ring on tarsus	鸬鹚岛 LI	2006-05-11	蛋岛 EI	3
上红下白 Red ring on tibia and white ring on tarsus	鸬鹚岛 LI	2006-05-16	鸬鹚岛 LI	1
红底白字, 01 White number on red background, 01	鸬鹚岛 LI	2006-05-15	鸬鹚岛 LI	1
红底白字, 03 White number on red background, 03	鸬鹚岛 LI	2006-05-11,17,21,22	蛋岛 EI	4
红底白字, 03 White number on red background, 03	鸬鹚岛 LI	2006-05-15	鸬鹚岛 LI	1
红底白字, 05 White number on red background, 05	鸬鹚岛 LI	2006-05-17	鸬鹚岛 LI	1
红底白字, 07 White number on red background, 07	鸬鹚岛 LI	2006-05-15	蛋岛 EI	1
红底白字, 07 White number on red background, 07	鸬鹚岛 LI	2006-05-17,20,21,22	鸬鹚岛 LI	3
红底白字, 07 White number on red background, 07	鸬鹚岛 LI	2007-05	鸬鹚岛 LI	5
—*	布哈河口 BHK	2007-05	鸬鹚岛 LI	2

\*无彩色标记, 只有金属环。

\* No color marking but metal ring on the right tibia. LI, Luci Island; EI, Egg Island; BHK, Buhahokou

表6 青海湖繁殖前期和中期斑头雁彩色标记的观察

Table 6 Resightings of color-marked bar-headed goose during early and middle breeding periods at the Qinghai Lake

彩环 Color ring	捕捉地点 Capture site	观察时间 Resighting date	观察地点 Resighting site	频次 Frequency
C00	泉湾 Quanwan	2006-04-04	泉湾 Quanwan	1
C01	泉湾 Quanwan	2007-03-22	哈达滩 Hadatan	1
A11	泉湾 Quanwan	2006-05-17,20	蛋岛 Egg Island	2
A12	泉湾 Quanwan	2006-04-29 2006-05-11,15,16,17,19,21,22,23	蛋岛 Egg Island	9
A13	泉湾 Quanwan	2006-04-29 2006-05-11,15,16,21,22,23	蛋岛 Egg Island	7
A15	泉湾 Quanwan	2006-05-18,21	蛋岛 Egg Island	2
A17	泉湾 Quanwan	2006-05-19	泉湾 Quanwan	1
A21	泉湾 Quanwan	2006-05-16,21	蛋岛 Egg Island	2
A22	泉湾 Quanwan	2006-05-16	蛋岛 Egg Island	1
A26	泉湾 Quanwan	2006-05-11,15,22	蛋岛 Egg Island	3
A10	泉湾 Quanwan	2007-05	蛋岛 Egg Island	多次 Many times
A15	泉湾 Quanwan	2007-05	蛋岛 Egg Island	多次 Many times
A12	泉湾 Quanwan	2007-05	蛋岛 Egg Island	多次 Many times
A13	泉湾 Quanwan	2007-05	蛋岛 Egg Island	多次 Many times
A26	泉湾 Quanwan	2007-05	蛋岛 Egg Island	多次 Many times
A32	泉湾 Quanwan	2007-04-29	蛋岛 Egg Island	多次 Many times

棕头鸥除了在鸬鹚岛被重新观察到外, 还在蛋岛多次被发现; 泉湾标记的斑头雁除了在泉湾观察到外, 主要在蛋岛多次被发现。此外, 2006年在泉湾标记的斑头雁C01于2007年3月在哈达滩发现, 泉湾标

记的斑头雁蓝底白字彩环A10、A15、A12、A13、A26和A32, 于2007年4月下旬发现在蛋岛繁殖。这6只个体是从2006年秋季离开青海湖以后, 于2007年返回繁殖地的。2006年在鸬鹚岛北滩捕捉并标记

的棕头鸥(红底白字07),以及在布哈河口环志的棕头鸥(左腿金属环)于2007年5月初在鸬鹚岛发现。

### 3.3 无线电遥测的结果

无线电遥测的结果表明(表7):繁殖前期,棕头鸥在鸬鹚岛、蛋岛、布哈河口和泉湾活动;繁殖中期主要在蛋岛和布哈河口活动;繁殖后期主要活动于布哈河口和泉湾。

泉湾捕捉的斑头雁在繁殖前期主要在蛋岛、布哈河口、铁卜恰河口、泉湾和尕日拉一带活动;以后各阶段主要活动于蛋岛经布哈河口和泉湾,至尕日拉和黑马河一带。

渔鸥繁殖前期主要活动于鸬鹚岛北面的沙滩和布哈河口,偶尔也去蛋岛和泉湾一带活动,频次相对较少;进入繁殖中期后,活动于鸬鹚岛、蛋岛、布哈河口、泉湾等地;繁殖后期主要活动于布哈河口。

鸬鹚在繁殖期往返于布哈河口和鸬鹚岛之间,

布哈河口是鸬鹚主要的取食场所;迁徙前期主要在布哈河口、泉湾、泉吉河口和布哈河天峻段等地活动。

鸬鹚和渔鸥的活动范围较大,有时还去湖中的海心山和三块石,这时无线电遥测的信号在湖边接收不到,因此遥测数据略显不足,还需要进一步进行研究。

表8列出了斑头雁和棕头鸥在不同阶段活动区面积的平均大小。

### 3.4 卫星跟踪的结果

对斑头雁、渔鸥和鸬鹚的卫星跟踪是从繁殖后期开始的。

泉湾捕捉的斑头雁在迁徙前期主要活动于布哈河口经泉湾至黑马河一带,以及黑马河和三块石之间的区域;尕日拉捕捉的斑头雁的活动与泉湾的斑头雁较为相似,繁殖后期和迁徙前期主要也在泉湾、黑马河以及黑马河与三块石之间的区域活动,

表7 无线电遥测青海湖4种繁殖水鸟的活动

Table 7 Movement of four radio-tracked breeding waterbirds at the Qinghai Lake

物种 Species	捕捉地点 Capture site	时间 Breeding period	活动地点 Locations
斑头雁 <i>Anser indicus</i>	泉湾 QW	繁殖前期 Early breeding period	蛋岛、布哈河口、铁卜恰河口、尕日拉 EI, BHK, TBK, GRL
		繁殖中期 Middle breeding period	蛋岛、布哈河口、深河口、铁卜恰河口、尕日拉、黑马河 EI, BHK, SHK, TBK, GRL, HM
		繁殖后期 Late breeding period	蛋岛、布哈河口、深河口、铁卜恰河口、尕日拉、黑马河 EI, BHK, SHK, TBK, GRL, HM
棕头鸥 <i>Larus brunnicephalus</i>	鸬鹚岛 LI	繁殖前期 Early breeding period	鸬鹚岛、蛋岛、布哈河口、泉湾 LI, EI, BHK, QW
		繁殖中期 Middle breeding period	蛋岛、布哈河口、泉湾 EI, BHK, QW
		繁殖后期 Late breeding period	布哈河口、泉湾 BHK, QW
		迁徙前期 Early migration period	布哈河口、泉湾 BHK, QW
渔鸥 <i>L. ichthyaetus</i>	鸬鹚岛 LI	繁殖前期 Early breeding period	鸬鹚岛 LI
		繁殖中期 Middle breeding period	鸬鹚岛、布哈河口、泉湾、蛋岛 LI, BHK, QW, EI
		繁殖后期 Late breeding period	蛋岛、布哈河口 EI, BHK
		迁徙前期 Early migration period	布哈河口、泉湾、泉吉河口 BHK, QW, QJH
鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	鸬鹚岛 LI	繁殖中期和后期 Middle and later breeding periods	蛋岛、布哈河口 EI, BHK
		迁徙前期 Early migration period	布哈河口、泉湾、泉吉河口、布哈河天峻段 BHK, QW, QJH, TJBHK

QW, Quanwan; LI, Luci Island; EI, Egg Island; BHK, Buhakekou; TBK, Tiebuqiahekou; GRL, Garila; SHK, Shenhekou; HM, Heimahe; QJH, Quanjikekou; TJBHK, Tianjun of Buhaha

表8 无线电遥测物种在不同繁殖阶段的平均活动区大小(km<sup>2</sup>)

Table 8 Average home range size of two radio-tracked waterbirds during different breeding periods at the Qinghai Lake

物种 Species	繁殖前期 Early breeding period	繁殖中期 Middle breeding period	繁殖后期 Late breeding period	迁徙前期 Early migration period
斑头雁 (n=6) <i>Anser indicus</i>	83.98±43.61	196.58±113.41	247.20±199.60	190.03±81.05
棕头鸥 (n=6) <i>Larus brunnicephalus</i>	15.48±4.54	1.61±0.41	7.89±3.44	11.61±9.36

斑头雁和棕头鸥在4个繁殖阶段合格定位数分别为658个和1,498个, 采用Fixed Kernel(90%)方法计算活动区面积

There are 658 and 1,498 usable fixes for bar-headed goose and brown-headed gull, respectively, during different breeding periods. Home range size was calculated by Fixed Kernel method (90%).

表9 卫星跟踪青海湖3种繁殖水鸟的活动地点

Table 9 Movement routes of three waterbirds tracked by satellite at the Qinghai Lake

物种 Species	捕捉地点 Capture site	时间 Breeding period	活动地点 Location
斑头雁 <i>Anser indicus</i>	泉湾 QW	迁徙前期 Early migration period	布哈河口、深河口、泉湾、黑马河、铁卜恰河口、尕日拉、三块石 BHK, SHK, QW, HM, TBK, GRL, SKS
		繁殖后期 Late breeding period	泉湾、尕日拉 QW, GRL
	尕日拉 GRL	迁徙前期 Early migration period	布哈河口、泉湾、尕日拉、黑马河、三块石、泉吉河口 BHK, QW, GRL, HM, SKS, QJH
		繁殖后期 Late breeding period	布哈河口、乌兰尕秀沟 BHK, GXG
	布哈河口 BHK	迁徙前期 Early migration period	布哈河口、铁卜恰河口、泉湾、尕日拉、黑马河 BHK, TBK, QW, GRL, HM
		繁殖后期 Late breeding period	布哈河口、深河口、铁卜恰河口、泉湾、茶卡盐湖、布哈河天峻段 BHK, SHK, TBK, QW, SL, TJBHK
渔鸥 <i>Larus ichthyaetus</i>	泉湾 QW	迁徙前期 Early migration period	布哈河口 BHK
		繁殖后期 Late breeding period	布哈河口 LI, BHK
	布哈河口 BHK	迁徙前期 Early migration period	鸬鹚岛、布哈河口 LI, BHK
		繁殖后期 Late breeding period	鸬鹚岛、布哈河口 LI, BHK
	三块石 SKS	迁徙前期 Early migration period	布哈河口、铁卜恰河口、泉湾、泉吉河口、沙柳河口 BHK, TBK, QW, QJH, SLH
		繁殖后期 Late breeding period	泉湾、泉吉河口 QW, QJH
鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	鸬鹚岛 LI	迁徙前期 Early migration period	蛋岛、布哈河口、深河口、铁卜恰河口、泉湾、泉吉河口、海心山、三块石、布哈河保护区段 EI, BHK, SHK, TBK, QW, QJH, HXS, SKS, NRBHK
		繁殖后期 Late breeding period	

QW, Quanwan; LI, Luci Island; EI, Egg Island; BHK, Buhahekou; TBK, Tiebuqiahekou; GRL, Garila; SHK, Shenhekou; HM, Heimahe; QJH, Quanjihokou; TJBHK, Tianjun of Buhahe; NRBHK, Tianjun of Nature Reserve; SKS, Sankuaishi; DTH, Daotanghe; SLH, Shaliuhokou; GXG, Gaxiugou of Wulan; HXS, Haixinshan; SL, Salt lake of Chaka; SI, Sandy Island

同时还去了泉吉河口; 布哈河口捕捉的斑头雁活动范围相对较大, 但主要还在布哈河口、深河口和铁卜恰河口, 沿湖西至黑马河一带活动, 也远至乌兰尕秀沟一带(表9)。

捕捉渔鸥的地点有三处: 泉湾、布哈河口和三块石。布哈河口捕捉的渔鸥主要在布哈河口和鸬鹚岛一带活动; 泉湾的渔鸥在布哈河口向西至泉湾一带活动; 三块石的渔鸥除了在布哈河口向西至泉湾

一带活动外, 还经常活动于泉吉河口和沙柳河口。总体来说, 繁殖后期和迁徙前期的渔鸥主要在布哈河口、深河口和铁卜恰河口, 向西至泉湾一带活动, 沙柳河口和泉吉河口也是主要的活动地点(表9)。

鸬鹚在迁徙前期除了在鸬鹚岛、蛋岛至布哈河口之间活动以外, 还经常在深河口、泉湾、尕日拉至黑马河一带活动, 最远可至泉吉河口、海心山等地点(表9)。

## 4 讨论

活动区是动物个体或种群进行取食、婚配、育雏等正常活动时所居住的区域范围(郑光美, 1995)。在计算活动区面积时, 不论是采用Kernel 的方法(Worton, 1995; Elise *et al.*, 1997), 还是调和平均数法(Dixon & Chapman, 1980), 都筛除了一些较远的活动位点。而从禽流感的传播和防控的角度来看, 这些较远的活动位点虽然水鸟活动的频次较少, 但因这些水鸟在其栖息地中多采取集群的方式取食和休息, 个体间通过直接传播(如呼吸产生的飞沫等)和间接传播(如粪便等排泄物)都可以将禽流感病毒传给相邻的个体(Webster *et al.*, 2002; Liu *et al.*, 2005; Chen *et al.*, 2005), 因此这些较远的位点也是不能忽视的。本文主要是根据跟踪个体活动的有位点, 来勾画出重要繁殖水鸟的活动区域。

许多研究表明, 栖息地特征如食物的丰富度和隐蔽条件, 是影响鸟类群落结构的重要因素(孙悦华, 1996; Freifeld, 1999; Matthew & Thomas, 2001; Osamu & Kawada, 2002)。河口群落是生物量最高的生物群落之一(Odum, 1983)。青海湖的河口淡水资源相对丰富, 底栖动物较多, 尤其是布哈河口和鸟岛底栖动物的数量较多(马生林和刘景华, 2003), 本项研究也证明了上述观点。繁殖前期棕头鸥经常活动于鸬鹚岛、蛋岛和布哈河口。布哈河口是棕头鸥较好的取食地, 鸬鹚岛主要是因为有许多游客投喂食物; 蛋岛是棕头鸥重要的繁殖地, 产卵前的许多繁殖行为(如筑巢和交配)都发生在这里。在繁殖中期, 棕头鸥进入孵化阶段, 由于湟鱼返回布哈河口一带产卵繁殖, 棕头鸥经常聚集在此地取食。布哈河口既是取食地, 又是繁殖地, 而蛋岛则主要是繁殖地。在繁殖后期, 棕头鸥需要寻找大量食物进行育雏。由于棕头鸥幼鸟是晚成鸟, 亲鸟仍主要往返于蛋岛和布哈河口中游之间, 但偶尔也飞到泉湾进行取食。

繁殖前期, 由于在泉湾、铁卜恰河口和尕日拉一带的淡水资源较为丰富, 水草等食物相对较为丰盛, 因此这一带成为斑头雁主要的取食地。进入繁殖中期, 多数斑头雁主要聚集到蛋岛营巢繁殖, 河口一带的斑头雁的数量减少。无线电遥测的个体虽然没有参加繁殖, 但有些个体也经常到蛋岛休息和停留, 或者在布哈河口、深河口、铁卜恰河口、泉

湾等地取食; 有些个体则只局限在黑马河一带活动。繁殖后期和迁徙前期, 斑头雁主要的聚集地是布哈河口至铁卜恰河口一带、泉湾至尕日拉一带、以及泉吉河口和沙柳河口。野外观察表明, 这一带斑头雁的数量很多, 尤其是布哈河口和泉湾是斑头雁迁徙前期主要的聚集地。

繁殖前期捕捉的渔鸥由于当年没有参加繁殖, 主要限于在鸬鹚岛至布哈河口一带活动。繁殖后期和迁徙前期, 渔鸥在青海湖主要的聚集地除了海心山和三块石以外, 由于河口一带食物较为丰富, 因此还经常活动于布哈河口、泉吉河口和泉湾等地。鸬鹚的捕捉地点只限于鸬鹚岛, 其活动范围较广, 包括从蛋岛向西至泉湾一带活动, 向北至泉吉河口。在鸬鹚岛繁殖的鸬鹚也活动于海心山繁殖地。通过野外观察证实, 布哈河口是迁徙前期鸬鹚的主要聚集地。

本研究所确定的水鸟重要活动地点与2005年水鸟大量死亡的地点非常吻合(郑杰和何玉邦, 2006)。由于捕捉地点的局限性(如没有在海心山捕捉鸬鹚和渔鸥, 没有在湖东捕捉斑头雁和棕头鸥等等), 本文所确定的4种繁殖水鸟的活动区域只是其中一部分。若对不同繁殖阶段的活动区域进行综合考虑, 并从禽流感的传播和防控的角度分析, 本研究获得的青海湖地区4种繁殖水鸟的活动区域如下: (1)棕头鸥在鸬鹚岛、蛋岛、布哈河口、铁卜恰河口和泉湾区域内活动; (2)斑头雁活动有3个区域: 一是蛋岛、布哈河口、铁卜恰河口、泉湾、尕日拉至黑马河; 二是尕日拉、布哈河口至泉吉河口; 三是泉吉河口至黑马河, 上述三个活动区域通过布哈河口、尕日拉和泉吉河口汇合在一起; (3)渔鸥活动有4个区域: 一是鸬鹚岛、布哈河口、铁卜恰河口至泉湾; 二是三块石至布哈河口; 三是三块石至泉吉河口; 四是泉吉河口至沙柳河口, 这四个活动区域通过布哈河口和泉吉河口汇合在一起; (4)鸬鹚活动有2个区域: 一是鸬鹚岛、蛋岛、布哈河口、铁卜恰河口至泉湾; 二是鸬鹚岛、海心山至泉吉河口, 鸬鹚岛将这上述2个活动区域联系在一起。

可以看出, 在活动区域内, 鸬鹚岛、蛋岛、布哈河口、铁卜恰河口至泉湾区域是上述4种繁殖水鸟所共有的。我们野外调查结果也证实, 在各繁殖阶段这一区域内上述水鸟的数量较多, 而且迁徙季节其他种类的水鸟(包括旅鸟, 如鸭类和夏候鸟)的



种类和数量也较多。在这个活动区域中, 鸬鹚岛、布哈河口、泉吉河口是联系其他地点的重要环节。因此, 青海省政府和青海湖保护区应加强对上述4种水鸟的活动区域尤其是共有的区域的有效保护, 对非法捕鱼和破坏栖息地的行为要坚决禁止。

**致谢:** 承蒙青海省林业局、青海湖国家级自然保护区大力支持; 青海湖保护区人员侯元生、王延明参与和协助部分野外工作, 在此一并致谢。

### 参考文献

- ARGOS (1992) *User Manual*. Service Argos, Toulouse, France.
- Chen H, Smith GJD, Zhang SY (2005) H5N1 virus outbreak in migratory waterfowl. *Nature*, **436**, 191–192.
- Dixon KR, Chapman JA (1980) Harmonic mean measure of animal activity areas. *Ecology*, **5**, 1040–1044.
- Elise J, Gallerani L, Rodgers AR (1997) Difference in home range size computed in commonly used software programs. *Wildlife Society Bulletin*, **25**, 721–729.
- Freifeld HB (1999) Habitat relationships of forest birds on Tutuila Island, American Samoa. *Journal of Biogeography*, **26**, 1191–1198.
- Li DH (李德浩) (1989) *Qinghai Fauna Economica* (青海经济动物志). Qinghai People Press, Qinghai. (in Chinese)
- Li LX (李来兴) (1994) The foraging behavior and daily timing of black-necked crane in breeding season—A preliminary study. *Waterbird Research in China* (中国水鸟研究). East China Normal University Press, Shanghai, pp. 49–53. (in Chinese)
- Li LX (李来兴) (1996) Wetland bird lists and conservation at Qinghai-Tibet Plateau. *Qinghai Environment* (青海环境), **6**, 19–26. (in Chinese)
- Li LX (李来兴) (1997) Investigation history and a systematic list of vertebrate in Qinghai Lake basin. *Acta Biologica Plateau Sinica* (高原生物学集刊), **13**, 133–146. (in Chinese)
- Liu J, Xiao H, Lei F, Zhu Q, Qin K, Zhang XW, Zhang XL, Zhao D, Wang G, Feng Y, Ma J, Liu W, Wang J, Gao GF (2005) Highly pathogenic H5N1 influenza virus infection in migratory birds. *Science*, **309**, 1206.
- Ma SL (马生林), Liu JH (刘景华) (2003) *The Researches on the Ecology of Qinghai Lake* (青海湖区生态环境研究). Qinghai People Press, Xining. (in Chinese)
- Matthew DJ, Thomas WS (2001) Effects of food availability on the distribution of migratory warblers among habitats in Jamaica. *Journal of Animal Ecology*, **70**, 546–551.
- Odum EP (1983) *Basic Ecology*, pp. 231–245. Holt-Saunders International Editions, Philadelphia.
- Osamu KM, Kawada M (2002) The effects of individual interactions and habitat preferences on spatial structure in grassland birds community. *Ecography*, **25**, 200–206.
- Sun YH (孙悦华) (1996) Flocking characteristics of hazel grouse in different habitat of Changbai Mountain. *Acta Zoologica Sinica* (动物学报), **42** (Suppl.), 150–151. (in Chinese)
- Wang X (王侠) (1981) The observation of breeding ecology of bar-headed goose. *Chinese Wildlife* (野生动物), (3), 29–31. (in Chinese)
- Wang ZX (王祖祥) (1987) The bird lists of Qinghai Lake. *Qinghai Environment* (青海环境), **15**, 53–58. (in Chinese)
- Webster RG, Guan Y, Peiris M (2002) Characterization of H5N1 influenza virus that continue to circulate in geese in Southeastern China. *Journal of Virology*, **76**, 118–126.
- Worton BJ (1995) Using Monte Carlo simulation to evaluate kernel-based home range estimators. *Journal of Wildlife Management*, **59**, 794–800.
- Xian YH (洗耀华) (1964) The observation of breeding ecology of bar-headed goose at Qinghai Lake. *Chinese Journal of Zoology* (动物学杂志), **1**, 12. (in Chinese)
- Xian YH (洗耀华) (1974) The observation of breeding ecology of brown-headed gull at Qinghai Lake. *Chinese Wildlife* (野生动物), (3), 9. (in Chinese)
- Zheng GM (郑光美) (1995) *Ornithology* (鸟类学), pp. 220–237. Beijing Normal University Press, Beijing. (in Chinese)
- Zheng J (郑杰), He YB (何玉邦) (2006) The some ideas on the avian influenza of wild birds at Qinghai Lake. *Qinghai Wildlife Conservation* (青海野生动植物保护), **27**, 19–21. (in Chinese)

(责任编辑: 张正旺 责任编辑: 闫文杰)