



# 青海湖西岸草原鸣禽繁殖期调查报告

2014-2017

【根据 2014-2017 年青海湖西岸鸟岛地区对繁殖期鸣禽开展监测结果编写此份报告。报告包括 3 个部分内容：调查区域概述，调查方法，调查结果展示及分析讨论】

青海湖国家级自然保护区管理局

2017 年 8 月



# 工作掠影





# 生物多样性



田鸫



云雀



小云雀



角百灵

图为 2017 年鸣禽样线调查部分鸣禽照片



# 样线生境



哈达沟



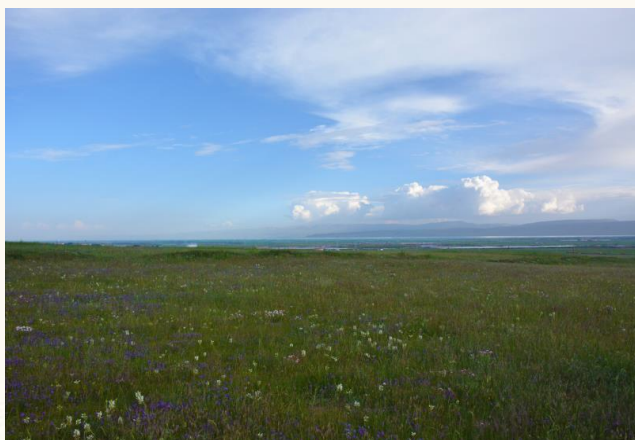
哈达滩



相公村



鸬鹚岛



青巴垭豁



石乃亥

# 前言

本次样线调查由青海湖国家级自然保护区管理局工作人员及清华大学赴青海湖鸟岛实践支队共同完成。本次调查区域包括青巴垭豁样线、鸬鹚岛样线、相公村样线、石乃亥样线、哈达滩样线及哈达沟样线共六条样线，涵盖草甸草原、山谷灌丛、居民点三种生态环境，包括了 2014-2017 年调查数据。此次调查面积达 2.35 平方千米，共观察到鸣禽 49 种。根据调查结果，分析了保护区鸣禽种类、优势科及优势种、分布密度以及历年多样性指数的统计分析。

调查报告编写赵清，统稿编辑侯元生，封面设计姜子铭，统计图制作及美工杜满玉，数据导入与数据分析郝悦钧。受限于调查和撰写人员的水平，本报告可能出现一定程度的纰漏和错误，望读者见谅，也希望读者能及时指出报告的问题，对此表示真挚的感谢。

青海湖国家级自然保护区管理局

清华大学赴青海湖鸟岛实践支队

2017 年 8 月

# 目 录

一、 调查区域概述 .....	6
二、 调查方法 .....	6
三、 调查结果	
3.1 物种构成 .....	6
3.2 优势科及优势种统计	
3.2.1 山谷灌丛统计情况 .....	9
3.2.2 草甸草原统计情况 .....	10
3.2.3 居民点统计情况 .....	10
3.3 密度分布和种群数量 .....	11
3.4 多样性统计	
3.4.1 多样性统计方法综述 .....	12
3.4.2 多样性指数结果 .....	12
3.4.3 基于多样性指数结果的简单分析 .....	13
3.4.4 多样性指数的纵向比较 .....	14
3.4.5 鸣禽在不同生境中分布差异的显著性分析 .....	15
四、 结论 .....	17
五、 附录	
5.1 附录 A 样线纪录表格样例 .....	18
5.2 附录 B 样线基本情况表 .....	19
5.3 附录 C 生态环境类型对照表 .....	19
5.4 附录 D 停歇物类型对照表 .....	20
5.5 附录 E 干扰程度对照表 .....	20

## 一. 调查区域概述

青海湖国家级自然保护区位于青藏高原东北部，祁连山系南麓。介于东经  $99^{\circ} 36' \sim 100^{\circ} 46'$ ，北纬  $36^{\circ} 32' \sim 37^{\circ} 25'$  之间。其范围包括东自环青海湖东路，南自 109 国道、西自环湖西路，北自青藏铁路以内的整个青海湖水体、湖中岛屿及湖周沼泽滩涂湿地、草原，总面积为 4952 平方公里。环湖 40 余条河流以及众多的泉水形成了大面积的高原湿地，主要河流有布哈河、泉吉河、哈尔盖河、沙流河、甘子河、倒淌河、黑马河，大量的植物和水生生物为鸟类提供了食物，鸟岛成为鸟类生息繁衍的天堂。青海湖地区具有高原大陆性气候，光照充足，日照强烈；冬寒夏凉，雨量偏少，雨热同季，干湿季分明。湖区全年降水量偏少，蒸发量远远超过降水量。湖区降水量季节变化大，降水多集中在 5~9 月份，雨热同季。青海湖水补给来源是河水、其次是湖底的泉水和降水

## 二. 调查方法

本次样线调查从 2017 年 7 月 3 日始至 2017 年 7 月 19 日结束，样线调查采取固定样线法，调查包括哈达沟，哈达滩，石乃亥，鸟岛，青巴垭豁，鸬鹚岛，相公村七条样线。

主要调查工具：双筒莱卡 8~10 倍，手持 GPS，照相机，样线记录表以及鸟类图鉴。

主要统计工具：用于描述栖息地内物种多样程度的 Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数、均匀性指数以及用于描述两个群落相似性的 Sorensen 指数。具体计算方法如下。

Simpson 多样性指数： $D=1-\sum P_i^2$

Shannon-Wiener 多样性指数： $H' = -\sum P_i \ln P_i$

均匀性指数： $J = -\sum P_i \ln P_i / \ln S = H'/\ln S$

其中  $P_i$  为某一物种占群落中总个体数的比例， $i=1, 2, \dots, s$

$S$  为群落中生物个体数

Sorensen 指数： $C_s=2j/(a+b)$

其中  $j$  为两个群落共有物种数

$a$  为 A 群落物种数

$b$  为 B 群落物种数

## 三. 调查结果

### 3.1 物种组成

2017 年对青海湖鸟岛地区的 6 条样线进行了调查，共调查到鸣禽 30 种，隶属 4 目 13 科，其中中国濒危动物红皮书近危动物 2 种，分别为蒙古白灵和麻雀，中国濒危动物红皮书濒危动物 1 种，为白尾地鸦。

表 3.1.1 2017 年物种构成统计表

鸟类中文名	拉丁文名	目	科	物种濒危等级		
				国家重点保	IUCN	中国红

				护		皮书
戴胜	<i>Upupa epops</i>	戴胜目	戴胜科	未列入	无危 (LC)	未列入
短趾百灵	<i>Calandrella cheleensis</i>	雀形目	百灵科	未列入	无危 (LC)	未列入
凤头百灵	<i>Galerida cristata</i>	雀形目	百灵科	未列入	无危 (LC)	未列入
角百灵	<i>Eremophila alpestris</i>	雀形目	百灵科	未列入	无危 (LC)	未列入
蒙古百灵	<i>Melanocorypha mongolica</i>	雀形目	百灵科	未列入	近危 (NT)	未列入
小云雀	<i>Alauda gulgula</i>	雀形目	百灵科	未列入	无危 (LC)	未列入
云雀	<i>Alauda arvensis</i>	雀形目	百灵科	未列入	无危 (LC)	未列入
长嘴百灵	<i>Melanocorypha maxima</i>	雀形目	百灵科	未列入	无危 (LC)	未列入
漠鹀	<i>Oenanthe deserti</i>	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
沙鹀	<i>Oenanthe isabellina</i>	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
赭红尾鹀	<i>Phoenicurus ochruros</i>	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
布氏鹀	<i>Anthus godlewskii</i>	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
黄头鹀	<i>Motacilla citreola</i>	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
理氏鹀	<i>Anthus richardi</i>	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
鹪鹩	<i>Troglodytes troglodytes</i>	雀形目	鹪鹩科	未列入	无危 (LC)	未列入
白斑翅雪雀	<i>Montifringilla nivalis</i>	雀形目	雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
白腰雪雀	<i>Onychostruthus taczanowskii</i>	雀形目	雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
黑喉雪雀	<i>Pyrgilauda davidiana</i>	雀形目	雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
麻雀	<i>Passer montanus</i>	雀形目	雀科	未列入	近危 (NT)	未列入
石雀	<i>Petronia petronia</i>	雀形目	雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
棕颈雪雀	<i>Pyrgilauda ruficollis</i>	雀形目	雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
地山雀	<i>Pseudopodoces humilis</i>	雀形目	山雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
白尾地鸦	<i>Podoces biddulphi</i>	雀形目	鸦科	列入	濒危 (EN)	列入
鹀岩鹀	<i>Prunella rubeculoides</i>	雀形目	岩鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
崖沙燕	<i>Riparia riparia</i>	雀形目	燕科	未列入	无危 (LC)	未列入
高山岭雀	<i>Leucosticte brandti</i>	雀形目	燕雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
黄嘴朱顶雀	<i>Carduelis flavirostris</i>	雀形目	燕雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
白腰雨燕	<i>Apus pacificus</i>	雨燕目	雨燕科	未列入	无危 (LC)	未列入

注：红色物种为 2017 年较 2014-2016 年增加的鸣禽物种

2014-2016 年对青海湖鸟岛地区 6 条样线进行了调查，共记录到鸣禽 47 种，隶属 4 目 17 科。其中中国濒危动物红皮书近危物种 3 种，分别为蒙古百灵，麻雀和黑尾地鸦。

表 3.1.2 2014-2016 年物种构成统计表

鸟类中文名	拉丁文名	目	科	物种濒危等级		
				国家重点保护	中国红皮书	IUCN
棕胸岩鹀	<i>Prunella strophilata</i>	雀形目	岩鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
棕颈雪雀	<i>Pyrgilauda</i>	雀形目	雀科	未列入	无危 (LC)	未列入



	ruficollis					
棕背黑头鹀	Turdus kessleri	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
赭红尾鹀	Phoenicurus ochruros	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
长嘴百灵	Melanocorypha maxima	雀形目	百灵科	未列入	无危 (LC)	未列入
云雀	Alauda arvensis	雀形目	百灵科	未列入	无危 (LC)	未列入
岩燕	Ptyonoprogne rupestris	雀形目	燕科	未列入	无危 (LC)	未列入
岩鸽	Columba rupestris	鸽形目	鸠鸽科	未列入	无危 (LC)	未列入
崖沙燕	Riparia riparia	雀形目	燕科	未列入	无危 (LC)	未列入
楔尾伯劳	Lanius sphenocercus	雀形目	伯劳科	未列入	无危 (LC)	未列入
小云雀	Alauda gulgula	雀形目	百灵科	未列入	无危 (LC)	未列入
石雀	Petronia petronia	雀形目	雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
沙鹊	Oenanthe isabellina	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
鹀岩鹀	Prunella rubeculoides	雀形目	岩鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
漠鹀	Oenanthe deserti	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
蒙古百灵	Melanocorypha mongolica	雀形目	百灵科	未列入	近危 (NT)	未列入
麻雀	Passer montanus	雀形目	雀科	未列入	近危 (NT)	未列入
领岩鹀	Prunella collaris	雀形目	岩鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
林岭雀	Leucosticte nemoricola	雀形目	燕雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
蓝额红尾鹀	Phoenicurus frontalis	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
角百灵	Eremophila alpestris	雀形目	百灵科	未列入	无危 (LC)	未列入
鹪鹩	Troglodytes troglodytes	雀形目	鹪鹩科	未列入	无危 (LC)	未列入
家燕	Hirundo rustica	雀形目	燕科	未列入	无危 (LC)	未列入
家麻雀	Passer domesticus	雀形目	雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
灰头鹀	Turdus rubrocanus	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
灰背伯劳	Lanius tephronotus	雀形目	伯劳科	未列入	无危 (LC)	未列入
黄嘴朱顶雀	Carduelis flavirostris	雀形目	燕雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
黄头鹡鸰	Motacilla citreola	雀形目	鹡鸰科	未列入	无危 (LC)	未列入
黄腹柳莺	Phylloscopus affinis	雀形目	莺科	未列入	无危 (LC)	未列入
红腹红尾鹀	Phoenicurus erythrogastrus	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
红翅旋壁雀	Tichodroma muraria	雀形目	旋壁雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
黑尾地鸦	Podoces hendersoni	雀形目	鸦科	未列入	近危 (NT)	未列入
黑喉雪雀	Pyrgilauda davidiana	雀形目	雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
河乌	Cinclus cinclus	雀形目	河乌科	未列入	无危 (LC)	未列入
高山岭雀	Leucosticte brandti	雀形目	燕雀科	未列入	无危 (LC)	未列入

凤头百灵	<i>Galerida cristata</i>	雀形目	百灵科	未列入	无危 (LC)	未列入
粉红胸鹀	<i>Anthus roseatus</i>	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
短趾百灵	<i>Calandrella cheleensis</i>	雀形目	百灵科	未列入	无危 (LC)	未列入
地山雀	<i>Pseudopodoces humilis</i>	雀形目	山雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
戴胜	<i>Upupa epops</i>	戴胜目	戴胜科	未列入	无危 (LC)	未列入
大山雀	<i>Parus major</i>	雀形目	山雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
布氏鹀	<i>Anthus godlewskii</i>	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
白腰雨燕	<i>Apus pacificus</i>	雨燕目	雨燕科	未列入	无危 (LC)	未列入
白腰雪雀	<i>Onychostruthus taczanowskii</i>	雀形目	雀科	未列入	无危 (LC)	未列入
白鹀	<i>Motacilla alba</i>	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
白顶溪鹀	<i>Chaimarrornis leucocephalus</i>	雀形目	鹀科	未列入	无危 (LC)	未列入
白斑翅雪雀	<i>Montifringilla nivalis</i>	雀形目	雀科	未列入	无危 (LC)	未列入

分析：较之 2014-2016 年三年的鸣禽物种统计，2017 年的鸣禽物种统计中发现新的物种——理氏鹀和白尾地鸦，同时中国濒危动物红皮书近危物种由 3 种减至 2 种，在 2017 年的监测中未监测到黑尾地鸦，但是监测到了中国濒危动物红皮书濒危物种——白尾地鸦。

### 3.2 优势科及优势种统计

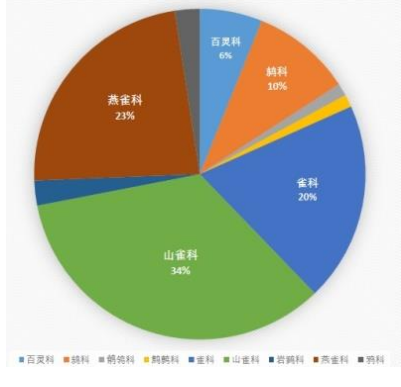
经计算，青海湖保护区样线优势种情况如下。

#### 3.2.1 山谷灌丛优势种统计情况

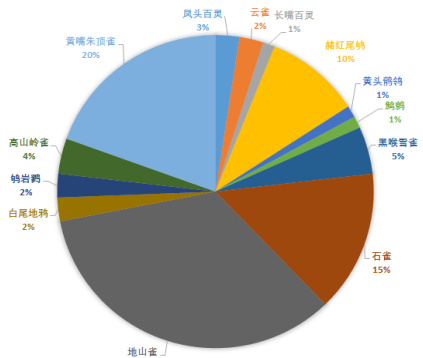
经计算，优势科为山雀科，占总数的 34%。优势种为地山雀，占总数的 34%，具体如下。

表 3.2.1 山谷灌丛生境优势科种数据统计表（左）及其饼状图表示（右）

优势科统计		
科	数量	所占比例
山雀科	28	34%
燕雀科	19	23%
雀科	16	20%
其他	19	23%



优势种统计		
物种	数量	所占比例
地山雀	28	34%



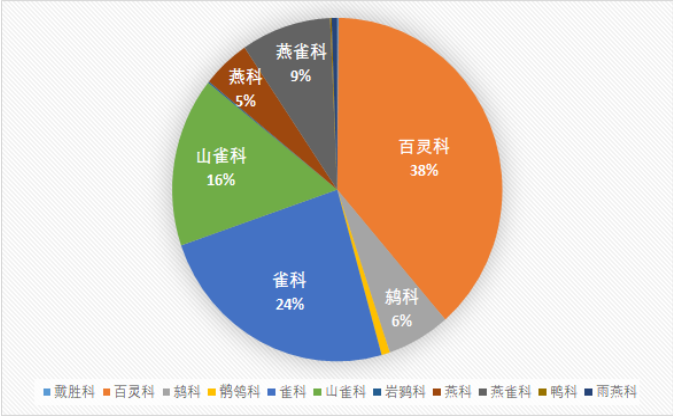
黄嘴朱顶雀	16	20%
石雀	12	15%
赭红尾鸲	8	10%
黑喉雪雀	4	5%
其他	82	16%

### 3.2.2 草原草甸优势种统计情况

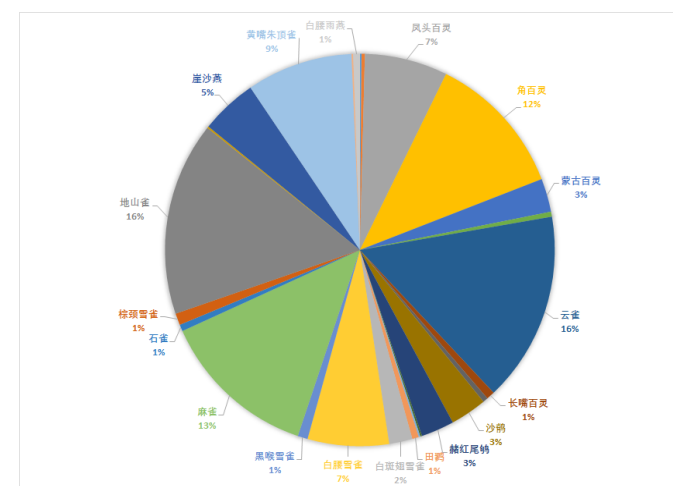
经计算，优势科为百灵科，占总数的 38%。优势种为云雀和地山雀，均占总数的 16%。

表 3.2.2 草原草甸生境优势科种数据统计表（左）及其饼状图表示（右）

优势科统计		
科	数量	所占比例
百灵科	280	38%
雀科	175	24%
山雀科	116	16%
其他	156	22%



优势种统计		
物种	数量	所占比例
云雀	114	16%
地山雀	116	16%
麻雀	95	13%
角百灵	86	12%
黄嘴朱顶雀	64	9%
白腰雪雀	49	7%
凤头百灵	50	7%
其他	153	20%



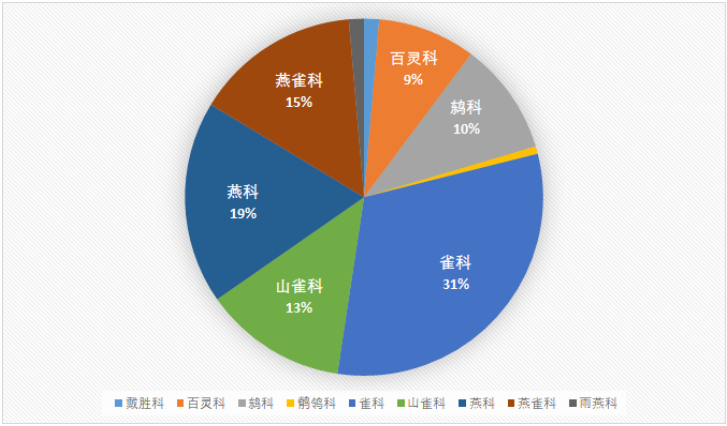
### 3.2.3 居民点优势种统计情况

经计算，优势科为雀科，占总数的 31%。优势种为麻雀，占总数的 31%，具体如下。

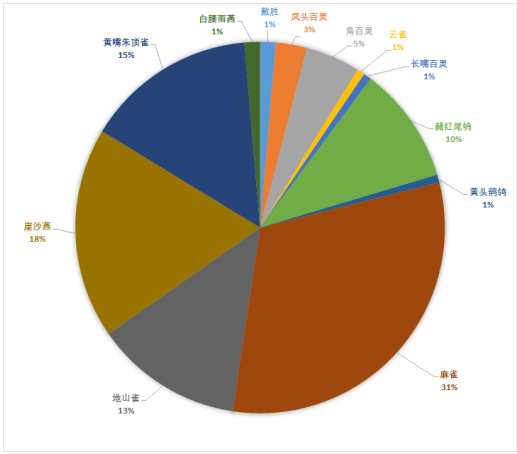


表 3.2.3 居民点生境优势科种数据统计表（左）及其饼状图表示（右）

优势科统计		
科	数量	所占比例
雀科	46	31%
燕科	27	19%
燕雀科	22	15%
山雀科	19	13%
鹁鹑科	15	10%
百灵科	13	9%
其他	5	3%



优势种统计		
物种	数量	所占比例
麻雀	46	31%
崖沙燕	27	18%
黄嘴朱顶雀	22	15%
地山雀	19	13%
赭红尾鸲	15	10%
其他	18	13%



3.3 密度分布和种群数量

经计算，山谷灌丛生境总体鸣禽密度为 205 只·km<sup>-2</sup>，地山雀密度为 70 只·km<sup>-2</sup>，黄嘴朱顶雀密度为 40 只·km<sup>-2</sup>，石雀密度为 30 只·km<sup>-2</sup>；

草甸草原生境总体鸣禽密度为 305.976 只·km<sup>-2</sup>，地山雀密度为 48.822 只·km<sup>-2</sup>，云雀密度为 47.980 只·km<sup>-2</sup>，麻雀密度为 39.983 只·km<sup>-2</sup>；

居民点生境总体鸣禽密度为 1020.833 只·km<sup>-2</sup>，麻雀密度为 319.444 只·km<sup>-2</sup>，崖沙燕密度为 187.500 只·km<sup>-2</sup>，黄嘴朱顶雀密度为 152.778 只·km<sup>-2</sup>。

表 3.3 鸣禽密度及数量统计表

生境	山谷灌丛		草甸草原		居民点	
样线面积/km <sup>2</sup>	0.4		2.376		0.144	
鸣禽总数/只	82		727		147	
鸣禽密度/只·km <sup>-2</sup>	205		305.976		1020.833	
数量/只	地山雀	28	地山雀	116	麻雀	46
密度/只·km <sup>-2</sup>		70		48.822		319.444
数量/只	黄嘴朱顶雀	16	云雀	114	崖沙燕	27
密度/只·km <sup>-2</sup>		40		47.980		187.500
数量/只	石雀	12	麻雀	95	黄嘴朱	22

					顶雀	
密度/只·km <sup>-2</sup>		30		39.983		152.778

### 3.4 多样性统计

#### 3.4.1 多样性统计方法综述

为初步研究青海湖鸟岛地区鸣禽的多样性及相关问题,我们需要利用已获得的数据计算出多样性指数,并进一步依据多样性指数进行分析。在本次研究中,我们计算三种多样性指数,分别为Simpson多样性指数(Gini-Simpson index), Shannon-Wiener指数(Shannon-Wiener index)与均匀度指数(Pielou's evenness index)。三种多样性指数的计算公式如下:

	Simpson 多样性指数	Shannon-Wiener 指数	均匀度指数
计算式	$D = 1 - \sum P_i^2$	$H = -\sum P_i \ln P_i$	$J = \frac{-\sum P_i \ln P_i}{\ln S}$

其中,  $P_i$ -某一物种占群落中总个体数的比例,  $i=1, 2, \dots, S$   
 $S$ -群落中物种个体总数

Simpson多样性指数所代表的含义为:在足够大的群落中随机抽取两个个体,这两个个体为不同种的概率。可以看出,Simpson多样性指数的值越大,其指示的群落多样性越高。

Shannon-Wiener指数从信息熵的角度刻画多样性。其值量化了判断一个随机抽取的个体是什么物种这一过程中的不确定性,当群落中有一个物种的数量占绝对优势而其他物种的个体数量很少时,Shannon-Wiener指数将会趋于0。同样的,更大的Shannon-Wiener指数的值将会指示更高的物种多样性。

均匀度指数也能反映群落的多样性。更准确地说,均匀度指数直接描述的是群落的物种均匀度(species evenness)。均匀度越高,代表着群落中不同物种的个体数目越相近,某种程度上也反映了更高的物种多样性。

值得注意的是,这些多样性指数在很多情况下不能很准确地反映物种多样性。例如Shannon-Wiener指数不存在无偏估计量,在样本量较小时准确度不高;而在均匀度指数的计算中,我们通常只能用观察到的物种数  $s$  来代表群落中物种个体总数  $S$ ,这会导致  $S$  的严重低估,在样本量小时对均匀度的估计也不足够准确。多样性指数的这些性质使得我们通常不能直接比较相似的多样性指数值,因此我们在分析多样性指数时应当慎重,并广泛考虑其他因素。

#### 3.4.2 多样性指数结果

按生境类型的多样性指数计算结果如下:

	B1 灌丛	F4 居民点	D1 草甸草原
Simpson 多样性指数	0.808	0.815	0.897
Shannon-Weiner 多样性指数	1.986	1.918	2.503
均匀度指数	0.774	0.772	0.768

此处按生境类型的多样性指数依据 2017 年的调查结果计算。样线调查数据依据样线所处的生境类型进行划分，分别进行计算。

按样线的多样性指数计算结果如下：

	Simpson 多样性指数	Shannon-Weiner 多样性指数	均匀度指数
哈达沟	0.812	2.027	0.768
哈达滩 (7.15)	0.833	1.935	0.841
哈达滩 (7.7)	0.863	2.220	0.865
哈达滩平均	0.848	2.0775	0.853
鸟岛 (7.12)	0.84	2.023	0.879
鸟岛 (7.6)	0.737	1.824	0.673
鸟岛平均	0.7885	1.9235	0.776
相公村 (7.14)	0.842	1.997	0.867
相公村 (7.16)	0.838	2.044	0.823
相公村平均	0.84	2.0205	0.845
青巴垭豁 (7.15)	0.827	1.929	0.838
青巴垭豁 (7.7)	0.819	2.126	0.887
青巴垭豁平均	0.823	2.0275	0.8625
石乃亥 (7.16)	0.843	2.018	0.877
石乃亥 (7.8)	0.72	1.599	0.728
石乃亥平均	0.7815	1.8085	0.8025

备注：样线名称后附调查日期

此处按样线的多样性指数依据 2017 年的调查结果计算。每条样线都进行了两次调查，因此分别计算依据每次调查结果的多样性指数，并取两次的算数平均值作为最终结果。

### 3.4.3 基于多样性指数结果的简单分析

由于不同的多样性指数的侧重点与敏感性的不同，对同一生境或同一条样线而言，不同的多样性指数所反映的结果可能不总是一致。总体来说，就 Simpson 多样性指数和 Shannon-Wiener 指数而言，可以认为草甸草原的鸣禽多样性高于居民点及灌丛，这可能是因为草甸草原整体上受人为干扰程度低且环境多样，伴随着湿地等生态环境，能为鸣禽提供更丰富的生活场所与食物来源等。就均匀度指数而言，山谷灌丛的均匀度更高，这可能是因为灌丛生境中调查到的鸣禽种类较少，导致对均匀度的估计偏大。因此，对于均匀度的分析还需要未来样本量更大的调查。

按样线计算的多样性指数在不同样线之间差异并不显著。其中，哈达滩、相



公村和青巴垭豁的三种多样性指数都相对为较高水平,这三条样线的共同点是主要由草甸草原生境组成,并包含部分居民点类型的生境。这样的结果的产生原因可能是居民点与草甸草原各自有一定的物种组成差异,使得样线总体的物种丰富度相对单一生境提高,同时也使得物种多样性提高。此外,不同生境的交界处通常有较高的物种多样性,这也可能是这三条样线物种多样性较高的原因之一。

### 3.4.4 多样性指数的纵向比较

2014-2017 年,鸟岛实践支队都对青海湖鸟岛地区的鸣禽多样性进行过调查。下文将对这几年的多样性数据进行初步的比较分析。

不同年份按生境的 Simpson 多样性指数比较。在这里,由于 2016 年主要进行的是猛禽的调研,单年鸣禽数据样本量较小,不具代表性,故只比较以下几年数据。

	2014 年	2015 年	2017
草甸草原	0.838	0.828	0.897
灌丛	0.891	0.778	0.808
居民点	无数据	0.672	0.815

在草甸草原和灌丛生境方面,各年的 Simpson 多样性指数差异不明显;2017 年与 2015 年相比,居民点的 Simpson 多样性指数有明显提高。

#### 2015 与 2017 年的 Shannon-Weiner 多样性指数比较

	2015 年	2017 年
草甸草原	2.185	2.503
灌丛	2.004	1.986
居民点	1.404	1.918

类似地,在草甸草原和灌丛生境方面,各年的多样性指数差异不明显;而居民点的多样性指数在 2017 年相比于 2015 年有较大的提高。

#### 2015 与 2017 年的均匀度指数比较

	2015 年	2017 年
草甸草原	0.678	0.768
灌丛	0.759	0.774
居民点	0.721	0.772

从表中可以看出,每种生境类型的均匀度指数与 15 年差异不明显

下面对 2015-2017 年调查数据较完整的两条代表样线:鸟岛(鸬鹚岛)和哈达沟进行多样性指数的纵向的比较。此处只涉及 Shannon-Weiner 多样性指数与均匀度指数。

鸟岛:

	2015 年	2016 年	2017 年	标准差
Shannon-Weiner 多样性指数	1.551	2.258	1.924	0.2888
均匀度指数	0.797	0.404	0.776	0.1805

哈达沟:

	2015 年	2016 年	2017 年	标准差
Shannon-Weiner 多样性指数	2.084	3.107	2.078	0.4837
均匀度指数	0.77	0.617	0.853	0.0977

可以看出,三年内的多样性指数波动程度较高,但我们很难得出基于这组数据的有关三年内这两条样线的物种多样性变化的结论。由于条件所限,我们的调查样本量较小,因此会产生较大程度的偏差,我们无法确认这样的数据波动是否主要来源于取样的随机性带来的偏差。不过可以看出的是,相比于按生境类型计算的多样性指数,按样线计算的多样性指数的波动更大,这暗示我们样本量的大小对多样性指数的估计起着重要的作用,为获得尽可能精确的结果,我们应尽量增大调查的样本量,持续对鸟岛的生态多样性进行跟踪调查,以获得更具代表性的调查结果。

### 3.4.5 鸣禽在不同生境中分布差异的显著性分析

在样线调查中,我们发现一些鸣禽的分布与生境类型紧密相关,某种鸣禽可能在一种生境中密度很大,而在另一种生境中密度偏小。了解鸣禽在不同生境中种群密度的差异有助于我们归纳出鸣禽最适宜的栖息环境,进而为我们的鸟类保护工作提供理论基础。下文将以麻雀与地山雀这两种在青海湖地区常见的鸣禽为例,利用统计学手段分析它们在不同生境中分布的差异性。

接下来的分析依据 2014-2017 年的样线调查数据。对于被视为研究对象的物种,如果其在某次样线调查的特定生境区段被观测到,则计算此样线中各种生境内生境中该物种的种群密度,作为数据。我们的目的是要验证特定物种在不同生境中的种群密度是否具有显著差异,为此需要进行统计学检验。不同样线之间除生境类型不同之外,相异的因素较多且复杂,对鸣禽种群密度也有复杂的影响,因此我们无法假定某种生境下的种群密度这一总体服从正态分布,故需采用多独立样本的非参数检验。

对于麻雀,我们希望检验其在居民点与草甸草原生境中的种群密度有无显著差异。原始数据如下。符合条件的调查对于居民点生境有 11 次,对与草甸草原生境有 18 次。

居民点中的密度 (只/平方千米)	草甸草原中的密度 (只/平方千米)
25	11.11111111
250	2.77777778
38.0952381	20
300	13.33333333
50	22.22222222
25	22.22222222
291.6666667	11.11111111
83.33333333	56.66666667

375	16.66666667
541.6666667	46.2962963
708.3333333	25
	32.40740741
	56.66666667
	37.03703704
	125
	27.77777778
	25
	37.03703704

经独立样本的 Mann-Whitney U 检验, 得  $p < 0.001$ , 故拒绝原假设。麻雀在居民点生境与草甸草原生境中的种群密度差异显著。我们也可以直观的看出, 麻雀在居民点生境的种群密度高于草甸草原。

麻雀分布广泛, 喜活动于人较多的区域。我们的结果验证了麻雀的确更集中分布于人类活动较多的居民点。

对于地山雀, 我们也希望检验其在居民点生境和草甸草原生境中的种群密度是否有显著差异。符合条件的调查对于居民点生境有 12 次, 对与草甸草原生境有 27 次。

居民点中的密度 (只/平方千米)	草甸草原中的密度 (只/平方千米)
83.33333333	4.62962963
166.6666667	16.66666667
83.33333333	50.92592593
250	66.66666667
41.66666667	18.51851852
208.3333333	69.44444444
75	23.14814815
150	4.166666667
25	140
0	18.51851852
0	33.33333333
75	22.22222222
	58.33333333
	56.66666667
	10
	66.66666667
	108.3333333
	88.88888889
	16.66666667
	43.33333333
	33.33333333



	33.33333333
	3.333333333
	242.8571429
	100
	10
	23.33333333

经独立样本的 Mann-Whitney U 检验, 得  $p > 0.05$ , 故保留原假设。我们暂不能断言地山雀在居民点和草甸草原的分布密度有显著差异。直观来看, 地山雀在这两种生境中都有一定的分布和相对较高的种群密度。

地山雀喜地栖, 主要分布于草原, 并常与鼠兔伴生。从我们的结果来看, 地山雀在居民点也有较多的分布, 这可能与居民点附近食物较丰富、可栖息的人工建筑较多有关, 同时这也反映了青海湖周边居民点的生态环境较好, 对地山雀的生存没有显著的负面影响。

#### 四. 总结及对于鸟类保护的建议

对比 2014-2016 年鸣禽样线调查数据, 2017 年鸣禽调查中各生境优势科、优势种与往年没有较大差异, 种群数量与往年对比基本保持稳定, 总体来看呈上升趋势, 这说明经过这几年的保护和宣传工作, 青海湖的生态环境基本保持稳定并整体向好发展。

今年的调查中还发现了两种往年未观测到的物种理氏鸚和白尾地鸦, 青海湖西岸草原鸣禽观测种类增加至 49 种, 这提示鸟种的发现和保护工作要有持续性和连续性, 需要不断进行跟踪调查以获得更全面、完善的资料。

同时我们对按样线分布的鸟类多样性进行分析, 发现三种主要生境类型中草甸草原生境中的物种种类和鸟类总数量都是最高的, 可以认为草甸草原的鸣禽多样性高于居民点及灌丛, 这可能是因为草甸草原整体上受人为干扰程度低且环境多样, 伴随着湿地等生态环境, 能为鸣禽提供更丰富的生活场所与食物来源等。这提示我们保护草原, 保持草场面积的重要性。保护局通过海报、宣传展板的方式提醒前来观鸟观景的游客, 可以尽量在较远距离观察鸟类, 避免在草甸草原抛洒废弃物, 造成过大噪声, 以及拒绝捕捉野生鸟类。

另外有趣的一点是, 所调查的六条样线的多样性差异不大, 但哈达滩、相公村和青巴垭豁的三种多样性指数都相对为较高水平, 而这三条样线的共同点是主要由草甸草原生境组成, 并包含部分居民点类型的生境。由于居民点与草甸草原各自有一定的物种组成差异, 使得样线总体的物种丰富度相对单一生境提高。这或许给了我们一种保护鸣禽的新思路, 一方面保护草原是提高鸣禽多样性的根本, 但或许适当增加居民点数量, 使混合生境复杂度提高, 或许能更事半功倍地达到预期的保护效果。

今年我们首次对历年鸣禽调查数据进行了纵向对比, 经分析可知近几年多样性指数与均匀度指数均呈上升趋势, 某些样线多样性指数上升较大, 较之前的生态环境有了很大的改善。这与我们根据种群密度及数量得出的结论基本一致, 这更加体现了持续性的调查对鸣禽物种发现和保护的作用。

最后, 我们对鸣禽在不同生境中分布差异进行了显著性分析, 挑选了两种调查中数量最多的鸟种——麻雀和地山雀作为研究对象。鸣禽的分布和环境类型有

着很大的关联，麻雀作为伴人生鸟种，在居民点附近种群数量明显升高。而地山雀为地栖鸟类，往往在鼠兔聚集的区域和居民点可栖息的人工建筑旁有着较高种群数量。在以后可以针对不同鸟类的习性采取“精细化”的保护措施，可通过调控影响鸟类数量的关键因素，比如食物、栖息地(上行控制)或者捕食者(下行控制)来达到控制鸟类种群数量的目的。

## 五. 附录

### 5.1 附录 A 样线纪录表格样例

样线法 (Line transect) 鸟类调查记录表

第 次调查

日 期		天气情况		温 度	
观察人		记录人		样线编号	
地 点	哈达滩			海 拔	
起点 GPS 坐标			开始时间		样线长度
终点 GPS 坐标			结束时间		

生境编号要求记录到层次二。距离尺度分为 A 0-25 米, B 25-100 米, C 大于 100 米, D 飞行。

生境信息 (必填)

生境类型	层次一	层次二	占样线总长度的比例 (%)

干扰信息 (必填)

干扰类型	层次一	层次二	干扰强度

物种名称	数量	距离尺度	生境	物种名称	数量	距离尺度	生境

## 5.2 附录 B 样线基本情况表

时间	地点	样线编号	经纬度 (起点)	经纬度 (终点)	海拔
2017/07/07 9:50-10:47 ;			E 99.737748° N 37.102998° ;E	E 99.730217° N 37.112098° ;	
2017/7/15 9:14-10:22	哈达滩	6300121001	99.737806° N 37.103023°	E 99.730288° N 37.112108°	3227~3224m
2017/07/06 6:59-7:58 ;			E 99.899484° N 36.976505° ;E	E 99.892932° N 36.979850° ;	
2017/07/12 19:05-19:46	鸟岛	6300121002	99.892815° N 36.979872°	E 99.899459° N 36.976548°	3205~3209m
2017/07/07 18:55-19:52 ;			E 99.728543° N 37.056546° ;E	E 99.725845° N 37.056531° ;	
2017/07/15 18:40-19:35	青巴垭豁	6300121005	99.728771° N 37.056528°	E 99.718783° N 37.048409°	3257~3256m
2017/07/08 19:10-20:30 ;			E 99.583637° N 37.026757° ;E	E 99.594594° N 37.014178° ;	
2017/07/16 18:52-20:04	石乃亥	6300121004	99.583649° N 37.026795°	E 99.594566° N 37.014161°	3221~3226m
2017/07/14 8:56-10:01 ;			E 99.753256° N 37.013555° ;E	E 99.740471° N 37.016172° ;	
2017/07/16 8:51-9:59	相公村	6300121003	99.753385° N 37.013514°	E 99.740493° N 37.016175°	3212~3200m
2017/7/13 11:30-12:29	哈达沟	6300121006	E 99.652677° N 36.851439°	E 99.647223° N 36.839353°	3288~3327m

地点	样线长度 (单位 : km)	样线宽度 (单位 : km)	样线面积 (单位 : km <sup>2</sup> )	B1 比例	D1 比例	F4 比例
哈达沟	2	0.2	0.4	0.6	0.4	0
哈达滩	1.2	0.2	0.24	0	0.9	0.1
鸟岛	1.4	0.2	0.28	0	1	0
青巴垭豁	1.2	0.2	0.24	0	0.9	0.1
石乃亥	1.25	0.2	0.25	0	1	0
相公村	1.2	0.2	0.24	0	0.9	0.1

## 5.3 附录 C 生态环境类型对照表

生境类型说明：如果样线有不同类型生境则分段记录，层次 1 信息为 A-E，层次一、二为必填项（仅填一项），层次三可选填（可选多项）。

B 灌木林		G 沼泽	
层次二选项 1 灌丛 2 <5m 天然幼林地 （再生的自然或半自然林地） 3 <5m 人工幼林地 4 其他	层次三选项 1 阔叶 2 针叶 3 混交 4 干扰较大 5 干扰较小 6 近路边（50m 以内）	层次二选项 1 草地沼泽 2 芦苇沼泽 3 盐碱沼泽 4 泥炭地	
C 农田		H 荒漠/戈壁	

层次二选项 1 水田 2 旱田 3 其他农业用地	层次三选项 1 干扰较大 2 干扰较小 3 近路边（50m 以内）	层次二选项 1 戈壁 2 沙漠 3 绿洲 4 盐漠	
D 草原		E 居住点	
层次二选项 1 草甸 2 典型草原 3 荒漠草原	层次三选项 1 放牧 2 未放牧 3 重度放牧 4 轻度放牧	层次二选项 1 城市 2 郊区 3 乡村 4 景区	层次三选项 1 建筑物 2 绿地 3 路边（公路 50m 以内）

## 5.4 附录 D 停歇物类型对照表

停歇物类说明：第 1 层信息 A-E；第一层至第三层信息均为单项和必填内容。

A 电杆		B 电线	
层次二选项 1 通讯 2 电力	层次三选项 1 油菜杆 2 水泥杆 3 铁杆（塔） 4 其它	层次二选项 1 低压线 2 高压线	层次三选项 1 裸线 2 包线
C 围栏		D 地面	
层次一选项 1 桩柱	层次三选项 1 木桩 2 铁桩	无层次选项	
E 建筑物（房舍）		F 招鹰架	
无层次选项		无层次选项	

## 5.5 附录 E 干扰程度对照表

鼠害及草场退化程度类：

A 轻度
说明：无明显草场退化指示物种，植被覆盖度在 50%以上；啮齿类动物活动痕迹较少。
B 中度

说明：草场退化指示物种生长繁茂，植被覆盖度在 50%-30%间；能见到啮齿类动物活动痕迹，但不密集和明显。

C 重试

说明：裸地明显，植被覆盖度在 30%以下；啮齿类动物活动痕迹明显，洞穴分布密集。