

青海省境内黄河流域水鸟繁殖后期 监测数据集（2024）研发

董永刚^{1,2}, 崔全超^{1,2}, 季海川³, 张国铭⁴, 唐鑫雨⁵, 钟悦陶¹,
唐伯玉¹, 杨芳⁶, 赵宏⁷, 朵文凯⁶, 李国刚⁸, 孙楠⁸,
申梅花¹, 王雪莲⁹, 王爱真¹, 王稳^{1*}

1. 青海大学省部共建三江源生态与高原农牧业国家重点实验室, 西宁 810016; 2. 青海大学生态环境工程学院, 西宁 810016; 3. 青海省湿地保护中心, 西宁 810008; 4. 青海三叶草生态科技服务有限公司, 西宁 810007;
5. 青海大学农牧学院, 西宁 810016; 6. 青海多美生态环保科技有限公司, 西宁 810003; 7. 青海宜林林业规划设计有限责任公司, 西宁 810007; 8. 青海师范大学生命科学学院, 西宁 810016;
9. 青海省林业工程咨询有限公司, 西宁 810003

摘要: 青海省境内黄河流域位于青藏高原东北缘, 其独特的湿地生态系统为水鸟提供了繁殖、停歇和越冬的关键栖息地。2024年8月, 作者对流域内21个监测单元使用样点法进行监测, 共涉及监测位点335个, 监测内容包括: 水鸟物种组成、种群数量、分布区域、生境类型和栖息地干扰等相关信息, 由此得到青海省境内黄河流域水鸟繁殖后期监测数据集(2024)。数据集内容包括: (1) 调查样点地理位置和21个监测单元基本信息; (2) 各单元水鸟物种组成及数目; (3) 全流域水鸟物种组成及优势种; (4) 335个监测位点经纬度、海拔和生境类型等基本信息; (5) 黄河青海流域繁殖后期水鸟名录; (6) 各单元、不同流域段水鸟群落多样性指数等。数据集存储为.xlsx、.shp、.jpg和.doc格式, 由19个数据文件组成, 数据量为36.2 MB(压缩为1个文件35.0 MB)。

关键词: 黄河流域; 青海省; 繁殖后期; 水鸟; 2024

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.03.05>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2025.03.05>

数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2025.03.08.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.03.08.V1>.

1 前言

青海省境内黄河流域位于青藏高原东北缘, 是东亚-澳大利西亚和中亚两条国际候鸟迁

收稿日期: 2025-05-13; 修订日期: 2025-08-25; 出版日期: 2025-09-25

基金项目: 青海省(QHJY-2024-07-001)

*通讯作者: 王稳, 青海大学省部共建与高原农牧业国家重点实验室, 007cell@163.com

数据引用方式: [1] 董永刚, 崔全超, 季海川等. 青海省境内黄河流域水鸟繁殖后期监测数据集(2024)研发[J]. 全球变化数据学报, 2025, 9(3): 299-307. <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.03.05>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2025.03.05>.

[2] 董永刚, 崔全超, 季海川等. 青海省境内黄河流域水鸟繁殖后期监测数据集(2024)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.03.08.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.03.08.V1>.

飞通道的重要节点,其独特的湿地生态系统为水鸟提供了繁殖、停歇和越冬的关键栖息地^[1,2]。作为全球生物多样性热点区域之一,该流域不仅承载着独特的生态功能,还是评估区域环境健康的重要指示系统。水鸟作为湿地生态系统的指示物种,其种群动态可直接反映区域生态环境的健康状况及气候变化的影响,并且与栖息地质量、食物链完整性呈现显著正相关,具有重要的生态监测价值^[3,4]。

鸟类繁殖期作为其年生活史中的核心阶段,发生在利于幼鸟成长的食物最丰富的季节,通常涵盖求偶、巢址选择、产卵孵化及育雏等行为^[5,6],繁殖后期是幼鸟完成羽化、建立独立生存能力的关键时期,其种群动态直接反映繁殖成功率与栖息地承载力之间的关系。已有研究表明,繁殖后期的种群规模与幼鸟存活率是评估繁殖成效的关键窗口期^[7]。尽管已有研究聚焦于水鸟迁徙期和越冬期的生态需求,但对于繁殖后期,尤其是8月幼鸟扩散阶段的系统研究仍显不足。这一时期的调查不仅能揭示水鸟种群补充机制,而且对于加强繁殖鸟类群落保护具有重要意义。本数据集基于2024年8月对青海省境内黄河流域水鸟繁殖后期的监测数据进行研发,旨在揭示该阶段水鸟种群结构、分布特征及其与环境因子的关联,为完善黄河流域湿地保护网络、制定适应性管理策略提供科学依据。

2 数据集元数据简介

《青海省境内黄河流域水鸟繁殖后期监测数据集(2024)》^[8]的名称、作者、地理区域、数据年代、数据格式、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表1。

3 数据研发方法

(1) 调查单元划分。由于青海黄河流域涉及到的面积大,流域多,因此本研究根据湿地类型、水鸟分布特征和习性并综合实际的人力、物力和财力的情况,将青海省境内黄河流域繁殖后期水鸟监测划分为21个调查单元进行调查(图1),分别位于6个州(市)的12个县(市)。这些调查单元涵盖的湿地生境类型,包含河流、湖泊、沼泽等多个类型并涉及多种保护管理类型,包括国际重要湿地2个、国家湿地公园10个、小微湿地1个、库区2个、水库2个、保护区2个和其余水鸟聚集地2个。

为了便于进行空间分析与比较,根据黄河干流在青海境内的流向及各单元海拔高度,将这21个调查单元分为黄河青海流域上、中、下三段流域。其中流域上段有10个监测单元,其海拔高度介于3,000 m–4,000 m之间,具体单元包括扎陵湖、鄂陵湖、星星海、江蒙措、岗纳格玛措、玛多冬格措纳湖国家湿地公园、达日黄河国家湿地公园、泽库泽曲国家湿地公园、洮河源国家湿地公园和刚察沙柳河国家湿地公园;流域中段有4个监测单元,其海拔高度介于2,000 m–3,000 m之间,具体单元分别是更尕海、龙羊峡水库、互助南门峡国家湿地公园和贵德黄河清国家湿地公园;流域下段有7个监测单元,其海拔高度介于1,800 m–2,000 m之间,分别是西宁湟水国家湿地公园(宁湖)、西宁湟水国家湿地公园(湟水)、西宁湟水国家湿地公园(北川河)、化隆牙什杂镇小微湿地、苏只库区、康杨库区、李家峡水库。

表1 《青海省境内黄河流域水鸟繁殖后期监测数据集（2024）》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	青海省境内黄河流域水鸟繁殖后期监测数据集（2024）
数据集短名	WaterbirdsQinghaiYellowRiverBasin2024
作者信息	董永刚，青海大学省部共建三江源生态与高原农牧业国家重点实验室，dyg0516@126.com 崔全超，青海大学省部共建三江源生态与高原农牧业国家重点实验室，cqcs5614@163.com 季海川，青海省湿地保护中心，1522730373@qq.com 张国铭，青海三叶草生态科技服务有限公司，1259706000@qq.com 唐鑫雨，青海大学，maybefogot@163.com 钟悦陶，青海大学省部共建三江源生态与高原农牧业国家重点实验室，384043309@qq.com 唐伯玉，青海大学省部共建三江源生态与高原农牧业国家重点实验室，3028746390@qq.com 杨芳，青海多美生态环保科技有限公司，13119768655@163.com 赵宏，青海宜林林业规划设计有限责任公司，1559068384@qq.com 朵文凯，青海多美生态环保科技有限公司，1738197848@qq.com 李国刚，青海师范大学，qhnulgg@126.com 孙楠，青海师范大学，applewolf@126.com 申梅花，青海大学省部共建三江源生态与高原农牧业国家重点实验室，709652141@qq.com 王雪莲，青海省林业工程咨询有限公司，15597006137@163.com 王爱真，青海大学省部共建三江源生态与高原农牧业国家重点实验室，154633018@qq.com 王稳，青海大学省部共建三江源生态与高原农牧业国家重点实验室，007cell@126.com
地理区域	黄河青海流域
数据年代	2024
数据格式	.xlsx、.shp、.jpg、.doc
数据量	36.2 MB
数据集组成	调查样点地理位置和21个监测单元基本信息；各单元水鸟物种组成及数目；全流域水鸟物种组成及优势种；335个监测位点基本信息；黄河青海流域繁殖后期水鸟名录；各单元、不同流域段水鸟群落多样性指数等
基金项目	青海省（QHJY-2024-07-001）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲11号100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报（中英文）》编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循10%引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[9]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC

（2）调查物种的限定和调查方法、观测样点的选择。根据《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》对水鸟的定义，水鸟是指生态学上主要依赖湿地生存，且在形态结构和行为上对湿地形成适应特征的鸟类，从生态类型上，水鸟仅限定于游禽和涉禽。基于此，此次监测的水鸟类型为游禽和涉禽。调查方法的选择根据水鸟集群的特点和生境的差别选择不同的方法（包括直接计数法和分区直数法）进行调查。依据每个调查单元的

形地貌、生境类型及水鸟的分布情况，确定每个调查单元的观测样点。

(3) 干扰类型分类与评估体系。干扰类型被划分为6类：放牧、捕捞、河道整治、旅游开发、道路建设、水污染。干扰强度依据对生境结构、湿地状态及水鸟生存繁衍的影响程度划分为中、弱、无3个级别，其中，中是指生境受到干扰，湿地部分消失，但干扰消失后，湿地植被仍可恢复，水鸟栖息繁衍受到一定程度影响，但仍然可以繁衍；弱是指栖息地受到一定干扰，湿地植被基本保持原样，对水鸟栖息繁衍影响不大；无是指栖息地未受到干扰，湿地植被保持原始状态，水鸟栖息繁衍未受到影响。本数据研发方法的技术路线如图2所示。

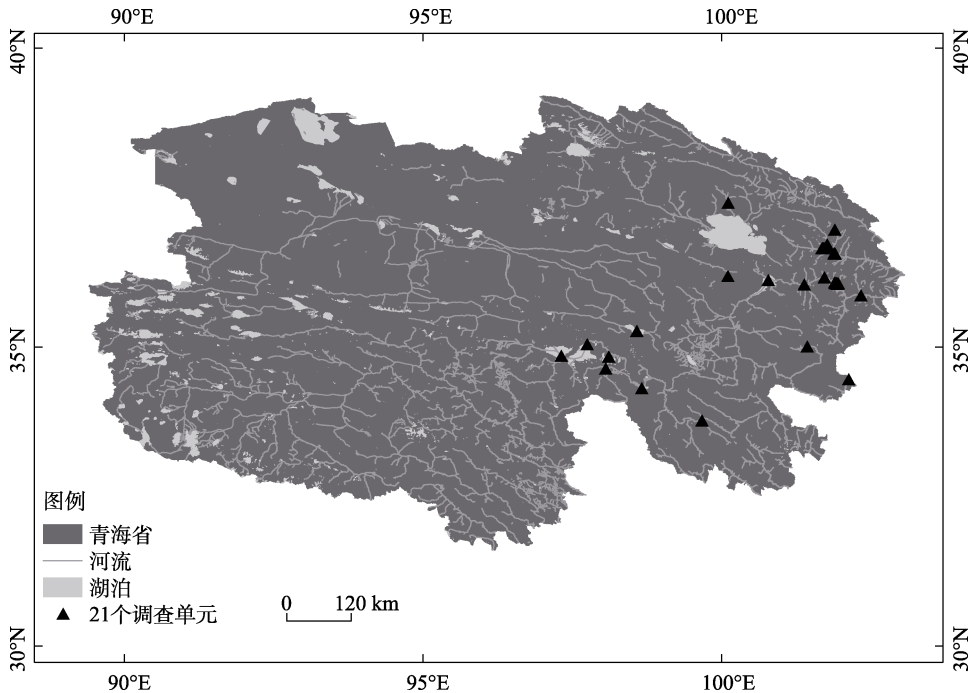


图1 青海省境内黄河流域水鸟调查单元分布图

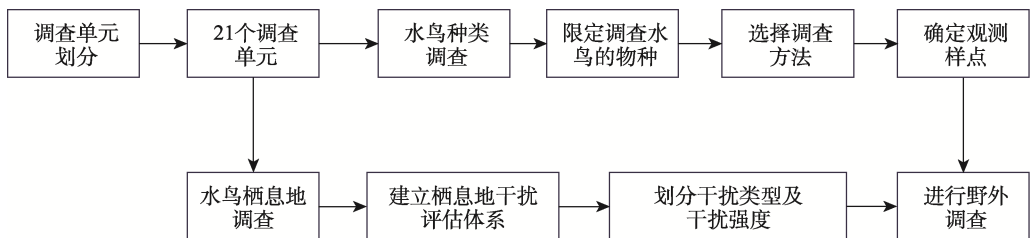


图2 数据研发技术路线图

4 数据结果

4.1 数据集组成

本数据集对黄河青海流域内21个监测单元中的繁殖后期水鸟进行监测，数据集包

括：（1）调查样点地理位置和 21 个监测单元基本信息；（2）各单元水鸟物种组成及数目；（3）黄河青海流域水鸟物种组成及优势种；（4）335 个监测位点经纬度、海拔和生境类型等基本信息；（5）黄河青海流域繁殖后期水鸟名录；（6）各单元、不同流域段水鸟群落多样性指数；（7）部分水鸟照片。数据集存储为.xlsx、.shp、.jpg 和.doc 格式。

4.2 数据结果

4.2.1 物种组成

2024 年 8 月份监测记录到水鸟共 7 目 14 科 65 种，数量 24,250 只。种类方面，雁形目鸭科 19 种、鸕鹚目鸕鹚科 4 种、鹤形目秧鸡科 2 种、鹤形目鹤科 1 种、鸕鹚目鸕鹚科 1 种、鸕鹚目鸕鹚科 1 种、鸕鹚目鸕鹚科 1 种、鸕鹚目鸕鹚科 4 种、鸕鹚目鸕鹚科 1 种、鸕鹚目鸕鹚科 1 种、鸕鹚目反嘴鸕鹚科 2 种、鸕鹚目鸕鹚科 7 种、鸕鹚目鸕鹚科 16 种、鸕鹚目燕鸕鹚科 1 种、鸕鹚目鸕鹚科 5 种。其中鸕鹚目共 32 种，在此次调查水鸟种类中占比最高（49.2%），其次是雁形目共 19 种，占比 29.2%。数量方面，排名前十的水鸟分别是：斑头雁（*Anser indicus*）（6,681 只）、赤麻鸭（*Tadorna ferruginea*）（6,031 只）、凤头鸕鹚（*Podiceps cristatus*）（2,442 只）、棕头鸕鹚（*Chroicocephalus brunnicephalus*）（1,581 只）、普通鸕鹚（*Phalacrocorax carbo*）（1,435 只）、白骨顶（*Fulica atra*）（833 只）、红脚鸕鹚（*Tringa totanus*）（527 只）、普通燕鸕鹚（*Sterna hirundo*）（476 只）、斑嘴鸭（*Anas zonorhyncha*）（421 只）、渔鸕鹚（*Ichthyaetus ichthyaetus*）（410 只）。数量超过 1,000 只的有 5 种，分别是斑头雁、赤麻鸭、凤头鸕鹚、棕头鸕鹚和普通鸕鹚。

各个单元记录到的水鸟物种组成和数量如表 2 所示。在 21 个调查单元中，记录到水鸟数量最多的前三个单元是鄂陵湖（3,898 只）、更尕海（3,870 只）和岗纳格玛措（2,699 只）；记录到水鸟物种组成最多的前三个单元是更尕海（55 种）、龙羊峡水库（23 种）和刚察沙柳河国家湿地公园（23 种）。保护等级方面，国家一级保护水鸟 2 种，分别是黑颈鹤（*Grus nigricollis*）和黑鸕鹚（*Ciconia nigra*）；国家二级保护水鸟 7 种，疣鼻天鹅（*Cygnus olor*）、大天鹅（*Cygnus cygnus*）、角鸕鹚（*Podiceps auritus*）等。根据世界自然保护联盟（International Union for Conservation of Nature, IUCN）目录，其中近危（LC）56 种，濒危（VU）2 种，分别是红头潜鸭（*Aythya ferina*）和角鸕鹚，易危（NT）7 种，包括白眼潜鸭（*Aythya nyroca*）、黑颈鹤、凤头麦鸡（*Vanellus vanellus*）等。

4.2.2 不同单元内水鸟生态指数分析

利用多样性指数（Shannon、Pielou、Simpson）^[10-12]对黄河青海流域 21 个调查单元进行水鸟群落多样性分析，结果如表 3 所示，发现在不同单元内水鸟群落结构表现出一定的空间异质性，其中 Shannon 多样性指数最高的是更尕海（2.55）和贵德黄河清国家湿地公园（2.20），这两个调查单元具有较高的物种多样性。然而，部分区域如贵德黄河清国家湿地公园和互助南门峡国家湿地公园显示出相对较高的 Shannon 多样性指数和 Pielou 均匀度指数，但其较低的 Simpson 指数表明可能存在一定程度上的优势种现象。

4.2.3 不同流域段内水鸟生态指数分析

根据黄河在青海流域的流向并结合 21 个调查单元的海拔高度，将整个黄河青海流域分为上、中、下三段流域，并对其进行水鸟生态指数分析，结果如表 4 所示，黄河青海流域

表2 21个调查单元物种组成

调查单元	目	科	种	鸟类总数
扎陵湖	5	7	12	2,183
鄂陵湖	5	7	13	3,898
星星海	5	6	15	1,735
江蒙措	3	4	6	273
岗纳格玛措	5	6	14	2,699
玛多冬格措纳湖国家湿地公园	5	8	14	3,173
达日黄河国家湿地公园	3	6	9	85
更尕海	4	12	55	3,870
龙羊峡水库	5	8	23	1,720
贵德黄河清国家湿地公园	6	6	14	193
刚察沙柳河国家湿地公园	5	10	23	1,909
西宁湟水国家湿地公园(宁湖)	5	5	10	187
西宁湟水国家湿地公园(湟水)	3	3	5	356
西宁湟水国家湿地公园(北川河)	4	4	5	581
互助南门峡国家湿地公园	4	7	11	103
化隆牙什尕镇小微湿地	3	3	5	36
苏只库区	4	5	12	206
康杨库区	4	7	16	240
李家峡水库	4	6	14	207
泽库泽曲国家湿地公园	4	5	13	320
洮河源国家湿地公园	5	8	15	276
总计	7	14	65	24,250

中段的 Shannon 指数为 2.71, 显著高于上段 (1.91) 和下段 (1.90), 表明中段区域拥有较高的物种丰富度和多样性, 同样 Pielou 指数也高于上下两段流域, 显示出这些物种之间的相对丰度较为均衡。

4.2.4 优势种评定

通过计算 Berger-Parker 优势度指数 (I)^[13] 统计分析鸟类优势种 ($I \geq 0.05$ 为优势种, $0.005 \leq I < 0.05$ 为常见种, $I < 0.005$ 为少见种或偶见种), 结果显示整个黄河青海流域优势种水鸟有 5 种, 详情见表 5。其他 60 种水鸟中有 17 种为常见种, 43 种为偶见种。

4.2.5 生境类型及干扰分析

此次调查记录到的水鸟生境类型主要是湖泊湿地、河流湿地和沼泽湿地 3 种类型。干扰类型有放牧、捕捞、河道整治、旅游开发、道路建设、水污染 6 类。对受干扰的位点进

表 3 21 个调查单元水鸟群落多样性指数

调查单元	Shannon	Pielou	Simpson
扎陵湖	1.48	0.59	0.37
鄂陵湖	1.52	0.57	0.28
星星海	2.15	0.79	0.14
江蒙措	1.02	0.57	0.47
岗纳格玛措	1.59	0.60	0.30
玛多冬格措纳湖国家湿地公园	1.45	0.55	0.29
达日黄河国家湿地公园	1.79	0.81	0.21
更尕海	2.55	0.64	0.15
龙羊峡水库	1.51	0.48	0.35
贵德黄河清国家湿地公园	2.20	0.83	0.13
刚察沙柳河国家湿地公园	1.68	0.54	0.32
西宁湟水国家湿地公园（宁湖）	1.47	0.67	0.28
西宁湟水国家湿地公园（湟水）	0.76	0.47	0.58
西宁湟水国家湿地公园（北川河）	1.08	0.67	0.40
互助南门峡国家湿地公园	2.00	0.84	0.16
化隆牙什尕镇小微湿地	1.13	0.70	0.36
苏只库区	1.78	0.74	0.25
康杨库区	2.17	0.78	0.17
李家峡水库	2.08	0.79	0.16
泽库泽曲国家湿地公园	1.53	0.60	0.36
洮河源国家湿地公园	1.23	0.45	0.52

表 4 不同流域段内水鸟群落多样性指数

流域	Shannon	Pielou	Simpson
黄河青海流域上段	1.91	0.55	0.22
黄河青海流域中段	2.71	0.65	0.13
黄河青海流域下段	1.90	0.62	0.22

表 5 黄河青海流域优势种评定

物种	数目	Berger-Parker	优势种
斑头雁	6,681	0.275,5	√
赤麻鸭	6,031	0.248,7	√
凤头鸕鹚	2,442	0.100,7	√
棕头鸥	1,581	0.065,2	√
普通鸕鹚	1,435	0.059,2	√

行分析，结果显示在 335 个监测位点中，有 62 个监测位点（18.51%）受到放牧干扰，56 个监测位点（16.72%）受到捕捞干扰，40 个监测位点（11.94%）受到旅游开发干扰（图 3）。此外，干扰强度而言，有 190 个监测位点受到的干扰强度为弱，130 个监测位点为无，15

个监测位点为中。

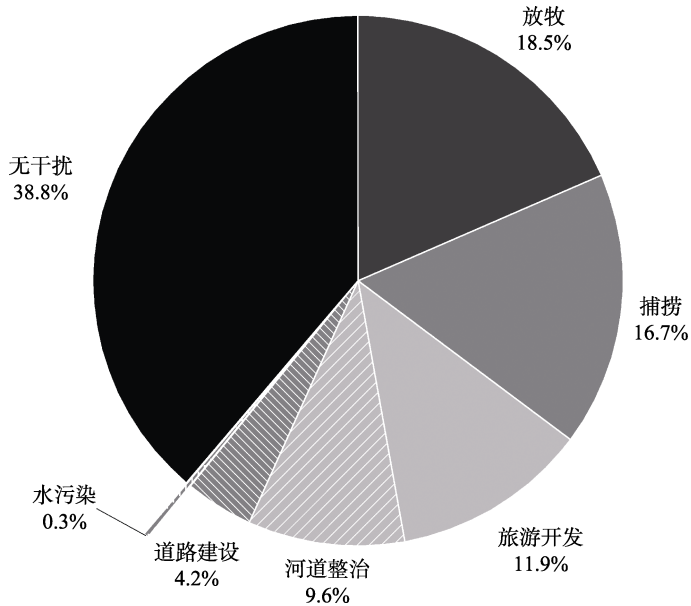


图3 335个监测位点干扰类型占比图

5 讨论和总结

栖息于黄河青海段流域广阔湿地的水鸟，是青海省生物多样性的的重要组成部分，在生物多样性的研究与保护中具有关键作用。通过对水鸟的种类组成、种群数量、空间分布及其栖息地状况等进行系统调查和长期监测，不仅有助于掌握其种群变化趋势，还能反映湿地生态系统的现状与演变过程，对于推进水鸟及其栖息地的有效保护与科学管理具有重要指导价值。

本文对黄河青海流域繁殖后期的水鸟数据进行了基础的监测、分析，共记录水鸟7目14科65种，数量24,250只。同时对不同流域段和各个单元进行了多样性指数分析，结果显示黄河青海流域中段拥有较高的物种丰富度和多样性。值得注意的是，此次21个调查单元中的更尕海样区，其所调查到的种类多达55种，数量3,870只，是整个黄河青海流域水鸟种类中非常重要的数据来源，而且其数量也是位于前列，推测该样区中具有多样化的生境，食物资源丰富，从而吸引了相当多的水鸟将此地作为栖息地和补充资源的中转站，但相比于其他调查单元，该单元并未受到专门的保护。T. W. Connell提出的中度干扰假说提到适度的干扰会促进物种多样性^[14]，当然，中度干扰理论并不适用于所有生态系统类型，其适用性也可能受到具体环境条件的影响，并且对于何为“中度”的干扰，往往需要具体情况具体分析，因为不同生态系统对干扰的响应差异很大^[15,16]，因此放牧作为整个流域内最多的干扰类型，其对于水鸟而言所造成的干扰是否促进或减少了物种多样性还需要未来进一步进行调查。此外，本数据集研发方法存在以下不足之处：在调查单元划分上可能存在覆盖不全面、尺度选择不够精细的问题；在水鸟种类限定和调查方法上，依赖游禽和涉

禽的分类可能忽略其他湿地关联鸟类，而直接计数法与分区直数法在复杂生境中存在观测误差和操作难度；在干扰评估方面，干扰类型划分较为粗略；研究方法在系统性、科学性和可操作性方面仍有较大的改进与提升空间。但总的来说，此次对黄河青海流域繁殖后期的水鸟监测数据研发为后续的生态分析、种群动态预测等提供了基础的数据支撑。

作者分工：王稳、季海川和王爱真对数据集的开发做了总体设计；董永刚、崔全超、季海川、张国铭、唐鑫雨、钟悦陶、唐伯玉、杨芳、赵宏、朵文凯、李国刚、孙楠、申梅花、王雪莲、王爱真和王稳采集和处理了所有数据；董永刚撰写了数据论文等。

利益冲突声明：本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

- [1] 崔全超, 季海川, 张国铭等. 青海省湿地水鸟多样性分析[J]. 绿色科技, 2025, 27(8): 37–42.
- [2] 王春晓, 张正旺, 夏少霞等. 黄河流域水鸟多样性季节和区域特征及保护策略[J]. 生物多样性, 2024, 32(11): 215–223.
- [3] 王强, 吕宪国. 鸟类在湿地生态系统监测与评价中的应用[J]. 湿地科学, 2007(3): 274–281.
- [4] 张淑霞, 董云仙, 夏峰. 湖泊生态系统的水鸟监测意义[J]. 湖泊科学, 2011, 23(2): 155–162.
- [5] 刘文新. 繁殖地和越冬地条件对两种大型水鸟年生活史及行为的影响[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2024.
- [6] Martin, T. E. Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation, and food [J]. *Ecological Monographs*, 1995, 65(1): 101–127.
- [7] Wang, Q. X., Yang, C., Hu, D. F., et al. Breeding population dynamics of Relict Gull (*Larus relictus*) in Hongjian Nur, Shaanxi, China [J]. *Animals (Basel)*, 2022, 12(8): 1035. DOI: 10.3390/ani12081035.
- [8] 董永刚, 崔全超, 季海川等. 青海省境内黄河流域水鸟繁殖后期监测数据集(2024)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.03.08.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.03.08.V1>.
- [9] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05> (2017年更新).
- [10] Shannon, C. E. A mathematical theory of communication [J]. *The Bell System Technical Journal*, 1948, 27(3): 379–423.
- [11] Simpson, E. H. Measurement of diversity [J]. *Nature*, 1949, 163(4148): 688.
- [12] Pielou, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections [J]. *Journal of Theoretical Biology*, 1966, 13: 131–144.
- [13] Berger, W. H., Parker, F. L. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments [J]. *Science*, 1970, 168(3937): 1345–1347.
- [14] Connell, J. H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs [J]. *Science*, 1978, 199(4335): 1302–1310. DOI: 10.1126/science.199.4335.1302.
- [15] 包军, 林宝庆, 李连山等. 放牧对向海蒙古黄榆天然群落春季鸟类多样性的影响[J]. 吉林林业科技, 2009, 38(5): 39–41+51.
- [16] 罗天相, 刘莎. 中度放牧干扰对草地生物多样性影响的思考[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(21): 6567–6568+6612.