

| 自 序 |

在全球气候变化持续加剧与区域发展需求日益迫切的双重压力下，青藏高原东北缘的生态安全正面临前所未有的挑战。作为维系这一高原生态屏障的关键节点，同时也是响应全球变化的敏感指示器，青海湖的生态健康状况与保护治理成效，不仅关乎湖区自身，更直接牵动着整个高原生态屏障的稳固，进而关系到国家生态安全战略的纵深推进。

《区域环境演变与可持续治理研究：以青海湖为例》一书，正是在这一现实背景与科学命题的双重驱动下应运而生。该书立足于青海湖独特的生态地位与义不容辞的保护责任，以多学科融合的系统视角，深入解析了湖区生物多样性、水文过程、土地利用与景观格局等关键要素的演变规律，科学诊断了区域面临的主要生态问题及其形成机制。在系统梳理国内外相关治理经验的基础上，进一步提出了面向国家公园建设目标与区域可持续发展需求的协同治理路径。

全书既是对青海湖生态环境现状与演变规律的一次全景式评估，也是一部融科学研究、管理实践与政策思考于一体的综合性著作。它注重理论前沿性与实践指导性的统一，力求为青海湖国家公园的建设、生态保护修复工程的实施，以及生态文明理念的落地生根，提供坚实可靠的学理依据与决策参考。

我们衷心期望，该书的出版能够引起社会各界对青海湖保护事业更为广泛而深入的关注，感召更多人共同参与到守护这片高原瑰宝的事业中来，汇聚起强大的保护力量，让青海湖在人与自然和谐共生的伟大实践中，永葆生机与光芒。

李名升

2026 年 1 月

| 目 录 |

自序

第1章 背景意义与生态地位	1
1.1 地理区位与自然地貌特征	2
1.2 气候调节功能与区域生态安全屏障作用	5
1.3 生物地理交错带的科学地位与研究价值	13
1.4 高原湿地生态系统的多学科科研价值	15
第2章 研究方法与数据来源	20
2.1 研究范围	20
2.2 多源数据获取与处理	22
第3章 青海湖生物多样性特征	24
3.1 青海湖地区区域生物多样性发展态势	25
3.2 水鸟栖息地结构特征	27
3.3 珍稀濒危物种生存现状	32
3.4 青海湖裸鲤种群动态	35
3.5 植被群落分布格局	37
第4章 水资源变化规律	46
4.1 水位波动与湖泊面积变化	47
4.2 入湖河流水文特征	50
4.3 水资源开发利用	52
4.4 水环境质量	58
第5章 土地利用与景观格局	63
5.1 青海湖土地利用现状分析	63
5.2 草地退化与沙漠化过程	65
5.3 湿地萎缩与生态功能退化	71
5.4 旅游开发造成的影响	74
5.5 土地利用变化驱动机制	77
第6章 青海湖生态环境演变趋势	80
6.1 生态评估体系的建立	80

6.2 时空演变特征	90
第7章 青海湖区域面临主要生态问题	97
7.1 生物多样性保护面临的突出问题	98
7.2 水资源安全与水环境健康问题	102
7.3 土地覆盖与景观生态安全问题	107
第8章 生态问题形成机制	110
8.1 生物多样性问题形成机制	110
8.2 水资源问题形成机制	115
8.3 土地退化问题形成机制	121
第9章 国内外治理经验借鉴	126
9.1 国内湖泊治理实践	126
9.2 国际湖泊管理经验	136
9.3 经验借鉴与启示	143
第10章 协同治理与可持续发展	147
10.1 生态补偿机制创新	148
10.2 流域一体化管理	153
10.3 生态产业优化发展	157
附录	163
后记	168

第 1 章 | 背景意义与生态地位

青海湖是中国面积最大的内陆咸水湖，是中国最美的湖泊之一，也是高原内陆湖泊湿地的典型代表，更是青海省“两屏三区”生态安全格局的重要组成部分，生态地位特殊而重要。党的十八大以来，习近平总书记三次考察青海、两次参加全国人大青海代表团审议，为青海明确了“三个最大”省情定位和“三个更加重要”战略地位。2021年6月8日，习近平总书记亲临青海湖仙女湾考察时强调，青海湖生态保护和环境治理取得的成效来之不易，要倍加珍惜，不断巩固拓展。

2022年新年之际，习近平总书记在新年贺词中特别提到“碧波荡漾青海湖”，充分肯定青海湖生态保护工作并寄予殷切期望。同年11月5日，习近平总书记在《湿地公约》第十四届缔约方大会开幕式上发表题为《珍爱湿地 守护未来 推进湿地保护全球行动》的致辞，指出要“重点建设三江源、青海湖、若尔盖、黄河口、辽河口、松嫩鹤乡等湿地类型国家公园”。2024年6月18日至19日，习近平总书记再次考察青海时强调，加强以国家公园为主体的自然保护地体系建设，打造具有国家代表性和世界影响力的自然保护地典范。习近平总书记的深切关怀和殷切期望，为青海湖高标准创建国家公园、高水平保护生态环境、高质量打造国际生态旅游目的地示范区提供了根本遵循、指明了前进方向、擘画了宏伟蓝图。

习近平总书记亲临青海湖考察调研，并多次就青海湖、三江源、祁连山等重要生态区域保护作出重要指示批示，核心精神深刻指引青海湖保护实践。他强调“青海最大的价值在生态、最大的责任在生态、最大的潜力也在生态”，要求“尊重自然、顺应自然、保护自然”，切实承担好维护生态安全、保护三江源、守护“中华水塔”的重大使命。针对青海湖，习近平总书记强调必须坚持生态优先、绿色发展，像保护眼睛一样保护青海湖生态环境。这要求采取最严格的生态保护措施：科学实施流域生态综合治理，加强水资源保护与水生生态系统修复，严格保护青海湖裸鲤、候鸟等珍稀物种及其栖息地，强化草原生态保护与合理利用、遏制草地退化沙化，科学规划和规范管理生态旅游活动。

1.1 地理区位与自然地貌特征

1.1.1 三大地理区交汇的区位特征及其研究意义

青海湖位于青藏高原东北部，流域地处青藏高原高寒区、东部季风区、西北干旱区三大自然地理区过渡交汇地带，地形上位于青藏高原东北缘巨型构造断陷盆地内，原为外流淡水湖，后因地质变动堵塞出水口，逐渐演变为咸水湖，兼具高原、山地、湖盆、河谷等多种地貌类型（图1-1）。青海湖东西长约106km，南北宽约63km，周长约360km，是中国面积最大的内陆咸水湖，湖面海拔约3196m，被大通山、日月山、青海南山、橡皮山四座高山环绕，形成封闭的内陆盆地。气候上处于季风尾闾区，夏季受东南季风微弱影响形成少量降水，冬季受西风环流控制、寒冷干燥，高原高寒气候特征显著。植被与土壤呈现典型过渡性，自东向西由草甸草原、典型草原向荒漠草原递变，完整展现高寒草甸、温性草原、荒漠草原的植被梯度变化。正是这一独特交汇特征，赋予青海湖研究的全局性重要意义。

青海湖作为青藏高原东北缘封闭内陆湖泊，其物理、化学与生物过程对气候变化响应敏感、具有先行指示性：湖泊水位年内与年际波动直接反映流域降水-蒸发平衡变化；湖面冰封时长与消融速率可精准表征区域气温波动与辐射收支；流域植被覆盖指数（NDVI）时空分异记录高寒草甸生态系统对水热格局变化的响应强度。从生态学视角看，青海湖地处东亚季风与西风环流交汇带、古北界-东洋界生物地理区过渡带、高寒-干旱生态梯度交错带的三重过渡性区位，孕育了独特的生物多样性富集格局。湖心岛屿与河口三角洲为斑头雁、棕头鸥等水鸟提供了繁殖、育雏、避难场所，其种群动态是评估迁徙网络完整性的重要生物指标。生物多样性富集与生态脆弱性并存，湖泊盐度上升抑制青海湖裸鲤繁殖、旅游活动干扰水鸟巢址选择、草甸退化破坏普氏原羚栖息地连通性，均反映生态系统在气候变化与人类活动双重压力下的临界状态。因此，青海湖是集“全球变化敏感指示器、高寒生态系统结构功能解析平台、人地系统耦合研究范本”三重功能于一体的天然实验室。构建多圈层相互作用模型，既可揭示青藏高原“增温增湿”背景下生态演化轨迹，又能为全球高海拔地区生态安全屏障优化提供理论基准与适应性管理范式。

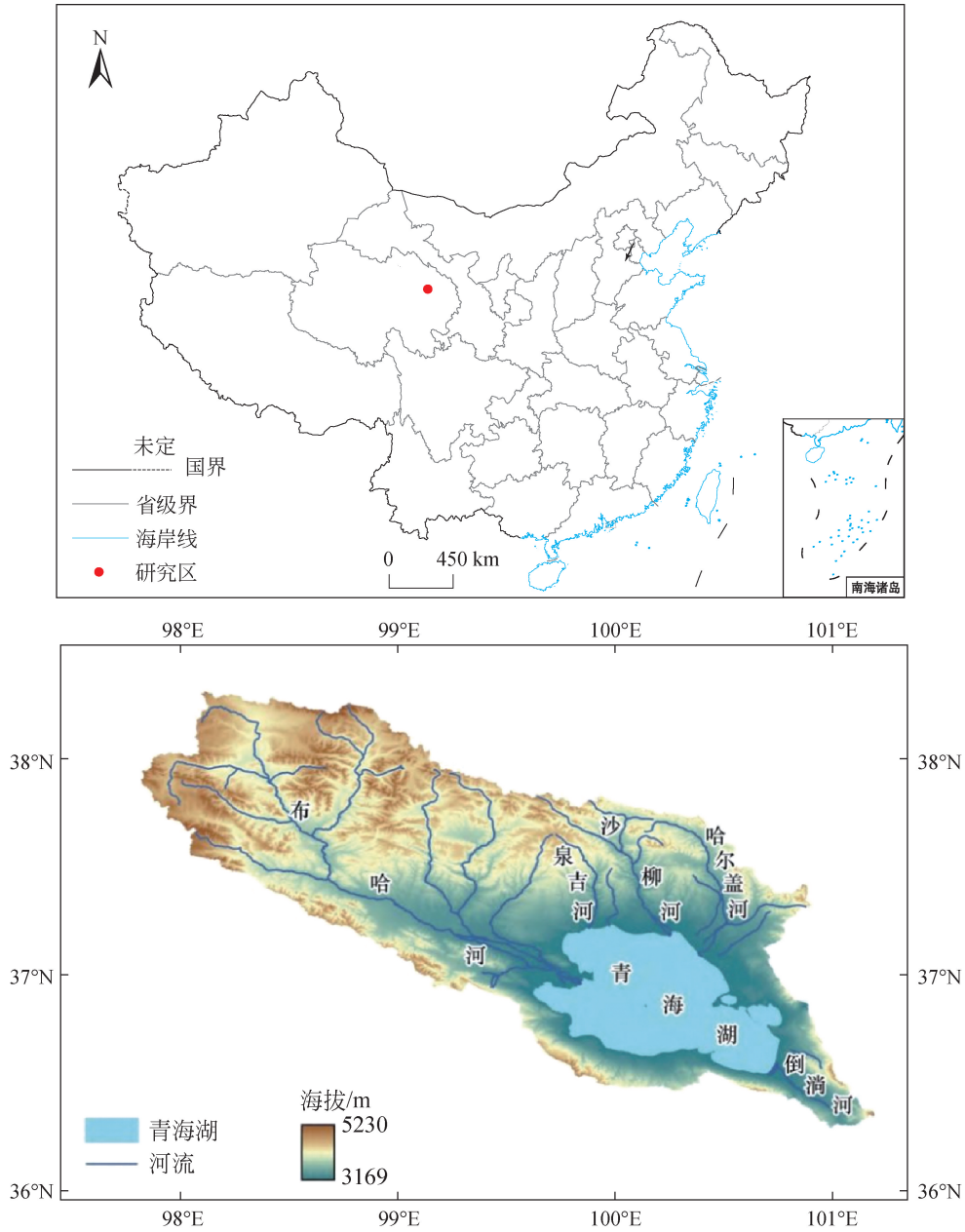


图 1-1 青海湖流域示意图

1.1.2 环带状地貌格局对环境演变的指示作用

青海湖流域自中心向边缘呈现规整的环带状结构：中心为湖盆水体区；湖滨平原与湿地环带紧邻湖泊，是水位波动最敏感区域，包括沼泽与古湖底；多级古湖岸堤环带呈台阶状环绕湖盆，为地质历史时期高水位稳定停留形成；冲积-洪积扇裙环带由布哈河、沙柳河等河流在山口堆积形成，构成湖盆外围框架；周边山地环带包括青海南山、大通山等，为流域剥蚀区与水源涵养区。这一格局的核心价值在于将环境演变历史信息空间化，不同海拔、位置的地貌体记录不同时期环境条件。

环带状地貌可指示古水位与古湖面变化，每道古湖岸堤代表一次历史稳定湖平面，通过高程测量可精准重建古湖面高程与湖盆范围。高位湖岸堤指示温暖湿润期，降水大于蒸发、湖泊扩张；低位或缺失湖岸堤指示寒冷干燥期，湖泊收缩。结合光释光测年等技术，可建立高精度“水位-气候-年代”演化序列。湖滨平原沉积序列发育典型韵律结构（砂层-黏土层），是高分辨率古环境信息载体：粗颗粒砂层对应湖泊退缩或高能水动力条件，指示流域干旱或极端降水强径流输入；细颗粒黏土层对应湖进或低能静水环境，指示流域湿润、降水增加。沉积韵律旋回为重建千年-百年尺度干湿振荡提供关键地层学证据。

微观指标方面，沉积物锶钙比值（ Sr/Ca ）升高指示湖水蒸发浓缩、盐度上升；自生碳酸盐含量及其氧同位素组成（ $\delta^{18}\text{Carb}$ ）可反演古水温与水体离子浓度；有机质碳氮比值（ C/N ）与稳定碳同位素（ $\delta^{13}\text{Corg}$ ）可有效区分藻类与陆源有机质贡献，重建古初级生产力演变^①。多指标耦合分析可精准解译历史时期湖水盐度、温度及营养状态协同变化，深化区域水文动态认知。近年来青海湖水位持续上升，湖滨公路淹没、沿岸草甸水生化，是青藏高原“暖湿化”气候转型的直观响应。遥感与实地监测显示，2010 ~ 2025 年湖面年均扩张约 2.8km^2 ，湖滨湿地生态边界向陆域推进 50 ~ 200m。地表覆被快速转变，既记录流域降水增加与冰川融水加速的水文效应，也为研究全球变暖背景下高寒内陆湖泊生态响应机制提供天然实验场。

1.1.3 地层发育与地质特征的科学价值

青海湖作为青藏高原东北缘巨型构造断陷湖盆，地层序列与地质特征记录高

^① 朱正杰. 湖泊沉积物碳氧同位素和介形虫 Li/Ca 比值与古环境重建 [D]. 北京：中国科学院地球化学研究所，2009.

原隆升、环境变迁及构造-气候相互作用关键信息，科学价值不可替代。盆地新生代以来持续沉积，形成厚达数百米、连续性好、分辨率高的沉积序列。深部古近系-新近系河湖相地层以碎屑岩、黏土岩、碳酸盐岩为主，留存喜马拉雅运动Ⅲ幕等高原隆升早期构造与古环境响应证据。第四纪湖相地层发育砾石、砂、黏土与化学沉积韵律旋回，敏感响应冰期-间冰期气候波动，如湖侵期灰色黏土、湖退期盐类沉积。

湖盆边缘全新世生物礁体系（藻灰岩、微生物岩礁体）与三角洲沉积序列，构成高分辨率古环境档案。生物礁繁盛期对应全新世气候适宜期，发育规模与湖面高程正相关；三角洲前积层侵蚀面与粗粒沉积楔，标记多次千年尺度干旱事件，结合放射性碳定年可建立精确年代框架。近代沉积中，湖滨平原与风成沙地交界处发育沙层-古土壤互层序列：沙层对应风沙活跃期（气候干旱或放牧压力增大），古土壤层（富含有机质、钙质胶结）指示风沙固定、植被恢复的湿润期或人类活动减弱期。该沉积旋回既记录小冰期等自然气候周期，也叠加放牧集约化、土地覆被变化信号，为解译自然-人为双驱动下环境演变提供关键界面证据。

1.2 气候调节功能与区域生态安全屏障作用

青海湖位于青藏高原东北部，地质历史上曾是一个淡水湖，随着青海南山断层陷落和环湖四周山体抬升，湖水不再外流，加之水分蒸发和矿物沉淀，湖水盐碱度不断升高，导致青海湖逐步演化为闭塞的咸水湖。青海湖是我国最大的内陆咸水湖，为国家级自然保护区、国家级风景名胜区、国家4A级旅游景区和国际重要湿地，2005年被《中国国家地理》杂志社评为“中国最美丽湖泊”。青海湖地处西部干旱区、东部季风区和青藏高原区三大区域的交汇地带，是世界高原内陆湖泊湿地类型的典型代表，是水鸟重要繁殖地和迁徙通道的主要节点，是我国西部重要的水源涵养地和水汽循环通道，是维系青藏高原生态安全的重要水体，是阻止西部荒漠化向东蔓延的天然屏障，被称为我国西北部的“气候调节器”“空气加湿器”和“青藏高原物种基因库”，更是青藏高原气候变化的传感器和生态环境的“晴雨表”。青海湖自然景观丰富独特，拥有国家级地质遗迹、独特的沙湖景观和丰富的生态景观，是青海省以国家公园为主体的自然保护地体系的重要组成部分，也是青海省创建该体系示范的重要载体。

近年来，青海省立足“三个最大”省情定位和“三个更加重要”战略地位，以高质量创建国际生态旅游目的地青海湖示范区破题开局，探索出一条生态保护、绿色发展、民生改善相统一的新路径。青海省牢记习近平总书记重要嘱托，胸怀“国之大者”，守护“中华水塔”，积极保护生物多样性，持续提升水源涵

养能力，让生态成为青海最值得骄傲的名片。

1.2.1 “气候调节器”功能的形成机制及其环境意义

青海湖作为青藏高原东北缘一个典型的构造断陷湖盆，其周边山体（如青海南山、大通山等）的持续抬升加剧了湖盆的地形封闭性，显著阻隔了湖泊与区域大气环流及周边生态系统的能量与物质交换，从而形成一个具有显著边界的环境系统。湖泊生态系统对温度、降水及辐射平衡等气候要素的响应具有高度敏感性，其沉积过程可连续捕捉千年至万年尺度的气候波动信号。通过提取和分析湖芯沉积物中的多指标代用指标，包括微体古生物（如硅藻、孢粉组合）、生物标志化合物（如长链烯酮）以及地球化学元素（如 Rb/Sr 比值、 $\delta^{18}\text{O}$ 同位素），能够重建历史时期降水格局、温度变化与湖泊初级生产力的动态演变。这些高分辨率古气候记录不仅可验证全球气候模型在高原区域的适用性，也为理解亚洲季风-西风相互作用机制、高原热力强迫对大气环流的影响提供了关键实证。基于对过去气候变化规律与生态系统响应模式的深入解析，可显著提升对未来区域水文循环、极端气候事件及生态演变趋势的预测能力，为青藏高原生态安全屏障管理与气候适应策略的制定提供科学依据。

青海湖巨大的水体（容积约 743 亿 m^3 ）对周边气候具有显著调节作用，具备“高原冷岛”效应：夏季湖面温度比周边陆地低 3 ~ 5℃，形成局地环流，抑制荒漠化扩张，为周围环境起到降温增湿作用；湖面蒸发达 800mm/a，可为周边草场提供约 20% 的水汽补给；高寒湿地年固碳量约为 12 万 t，相当于 5000 hm^2 森林的固碳能力；湖冰变化，如封冰期缩短可反映青藏高原暖湿化趋势，湖水扩张与冰川融水增多直接相关，青海湖也因此成为气候变化的预警器。

青海湖是“中华水塔”的重要组成部分，其流域年径流量约 35 亿 m^3 ，通过地下水补给维系周边河流的常年流水，湖盆地下水系统滋养着周边 10 万农牧民的生产生活用水，并间接影响黄河上游水系稳定性；湖滨湿地像海绵一样蓄滞洪水，减少水土流失。青海湖水体通过吸收和释放热量影响气温分布、气候形成和降水分布，能够缓解气候变化带来的影响，降低极端气候事件的发生频率和强度，对于干旱地区的农业生产和生态环境具有重要调节作用。因此，青海湖在我国生态安全方面具有重要的战略地位，对保障我国生态安全和可持续发展意义重大。

1.2.2 屏障功能对遏制荒漠化东侵的生态价值

青海湖区域降水较为充沛，冰川、河流、沼泽、湖泊等高原湿地生态系统对

调节西北地区气候、涵养水源、维护生态平衡有着不可替代的作用，是维系青藏高原东北部生态安全的重要水体，也是保护青海省经济社会发展的一道天然生态屏障。

青海湖位于我国东部季风区、西北干旱区和青藏高寒区三大地理区和气候区的交汇处，东部季风区的暖湿气流与西北干旱区的干燥气流相互作用，加之青藏高原高寒区的高原地貌和寒冷气候，形成了特殊的气候和生态环境，是我国“三屏两带”生态安全战略格局中“青藏高原生态屏障”的重要组成部分。2024年，青海湖的水体面积达到4650.08km²，比2013年增加了190km²，约增加了4.4%，年平均水位3196.6m，湖岸线长约360km，平均水深18.6m，最大深度32.8m，容量约743亿m³，水域面积达到2013年以来的最大值（图1-2）。

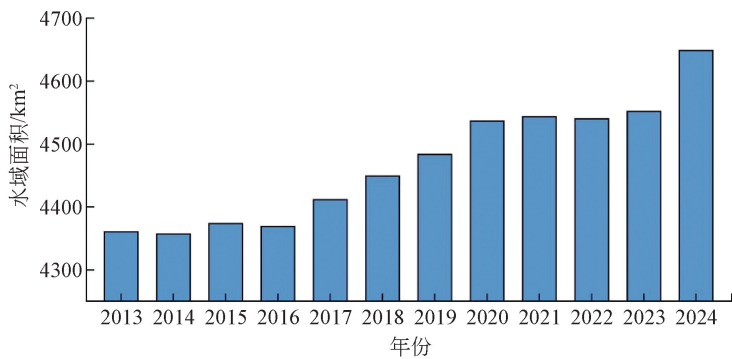


图 1-2 2013 ~2024 年青海湖流域水域面积

青海湖流域从高山冰川、积雪、河流到高原湖泊的水文过程独立且完整，是我国最具典型性和代表性的内陆湖盆地。青海湖入湖河流有40余条，大部分为季节性河流，主要分布在湖泊西部和北部，主要入湖河流包括布哈河、沙柳河、黑马河和哈尔盖河等，其中布哈河作为最大的人湖河流，其径流量占总入湖径流量的60%^{①②}。流域内超过90%的湿地生态系统被纳入国家公园范围，涵盖湖泊水面及主要补给河流、水源涵养区和源头等区域，占国家公园总面积的45%以上，是维系流域复合生态系统平衡的纽带和载体，在维系青藏高原东北部生态安全中发挥主导作用。青海湖是全国“三区四带”生态安全战略格局中“青藏高

① 伊万娟，李小雁，崔步礼，等．青海湖流域气候变化及其对湖水位的影响[J]．干旱气象，2010，28（4）：375-383．

② 马旭婕，牛海林，石晶，等．青海湖表层水质时空变化特征及评价[J]．环境科学，2024，45（2）：678-688．

原生态屏障区”的重要组成部分，隶属于祁连山冰川与水源涵养生态功能区。在水源供应方面，青海湖作为重要的高原融雪和降水的水文循环中转站，在生态保护和气候变化的双重驱动下暖湿化趋势明显，降水量的增多和水域面积的稳步增长，有效缓解了荒漠化东延和湿地退化趋势。

作为青藏高原东北部最重要的水汽来源，青海湖具有控制柴达木盆地荒漠化向东蔓延、保护湟水流域农业区及祁连山东部区域的重要功能，是青藏高原东北部重要的生态安全屏障，在维护青藏高原乃至大西北地区生态平衡中具有不可替代的地位^①。

1.2.3 青海湖作为高原湿地生态系统科研平台的重要性

青海湖地区地层发育较齐全，从湖面到四周山岭之间，呈环带状分布着宽窄不同的风积地貌、冲积地貌和构造剥蚀地貌，地貌类型包括湖滨平原、冲积平原、低山丘陵、冰原苔地和现代冰川等。区域内拥有冰川、河流、沼泽、湖泊、沙地、草原等多样且独特的高原湿地生态景观，从水-鱼-鸟共生的湿地生态系统到山-水-林-田-湖-草生态系统共同体，涵盖了湿地、草原、山脉三大生态系统相互关联、相互依存的完整生态系统。独特的地质地貌、复杂的地理环境、典型的湿地生态系统类型和丰富的物种资源，使该区域具有极高的科研与学术价值，为科学考察、研究、试验及教学实习提供了极佳的野外环境实验场，是生物学、生态学、遗传学、气象学、地质学与农林科学等学科的优质科研和教学实习基地，也是我国高原湿地生态系统及生态安全领域的重要科研平台。

青藏高原属高原大陆性气候，年日照时数超 3000h，辐射量高于同纬度其他地区；年均气温 $-0.8 \sim 1.1^{\circ}\text{C}$ ，夏季平均气温约 15°C ，冬季极端低温可达 -33.4°C ；年降水量仅 $300 \sim 400\text{mm}$ ，蒸发量远超降水量；春季多西北风，年均大风日数 47d，沙暴频繁。青海湖每年 11 月至次年 4 月封冻，冰层最厚达 90cm，形成独特的“蓝冰”景观。特殊的地理和气候条件，让青海湖在科学研究、生物多样性保护以及探索生物进化机制方面具有重要价值和意义。

青海湖区域兼具“山水林田湖草沙”多样化生态地理要素，是中国 35 个生物多样性保护优先区域之一，中国科学院在青海湖流域建立了多个科研基地。青海湖国家级自然保护区管理局与中国科学院 11 个研究所展开合作，陆续建成中国科学院青海湖国家级自然保护区联合科研基地、青海湖湿地生态系统国家定位观测研究站、中国科学院水生生物研究所青海湖高原湖泊湿地生态环境科学观测

① 冉易. 新中国青海生态建设研究 [D]. 兰州: 西北民族大学, 2023.

野外台站等。2005年7月21日，青海湖环境科学钻探正式开钻，分别在青海湖东盆、南盆等5个地点钻取13支岩芯，累计取得岩芯323m，通过此次科学钻探研究，查明了青海湖湖盆形成演化、气候构造变化和青海湖水域波动的历史。2021年9月7日，青海湖流域综合科学考察活动出征仪式在青海省科技馆举行；2022年9月，青海湖景区保护利用管理局在西宁组织召开《青海湖国家公园综合监测与科学研究体系规划（2021—2035）》评审会；2023年5月23日，“中国科学院青藏高原研究所、中国科学院西北生态环境资源研究院青海湖综合观测研究站”在青海湖鸟岛正式挂牌（图1-3）。



图 1-3 青海湖典型生态系统观测站点

依托青海湖湿地生态系统国家定位观测研究站、青海湖高原湖泊湿地生态环境科学观测野外台站、中国科学院青海湖综合观测研究站等现有野外生态定位站，可开展长期定位研究；可针对生态系统、重点保护动物、自然遗迹、水资源等实施长期调查与监测；可结合国家生态系统观测研究网络布局及建设标准，围绕青海湖裸鲤、国际候鸟和普氏原羚等重点保护对象，合理布局野外科研基地，进一步提升通信保障、样本处理保存、数据管理储存、信息共享等综合服务能力；积极研发适用于青海湖国家公园的科技创新技术，推动监测、评估、管理深度融合，科学评估主要保护对象的保护现状与成效，为管理决策提供科学依据。

1.2.4 青海湖作为“青藏高原物种基因库”的保护意义

青海湖位于我国东部季风区、西北干旱区和青藏高寒区三大地理区与气候区的交汇处，同时地处生物地理古北界、东洋界、青藏高原特有物种分布区的交汇处，是青藏高原上生物多样性最为丰富的地区之一，是水禽的集中栖息地和繁殖育雏场所，也是研究鸟类迁徙规律、高原动物食物链、生态环境与生物多样性的宝库，是全球 200 个重要生态区之一，在生态系统中占据极其重要和特殊的地位。

2024 年，青海湖已查明的鸟类达 288 种，兽类 42 种，种子植物共计 457 种^①。青海湖约 30% 的植物、50% 的陆生野生动物是青藏高原特有种，是青海湖裸鲤和普氏原羚的世界唯一分布区。保护区内的动物区系以典型青藏高原野生动物为主体，以啮齿类、食肉目、偶蹄目种类较多，普氏原羚是湖滨沙化草地的代表种，也是世界最濒危的野生动物物种之一；两栖爬行类有高山蛙、西藏蟾蜍、沙蜥和高原蝮蛇等。其中，青海湖裸鲤资源蕴藏量由保护初期的 2592t 增加到 2024 年的 12.03 万 t，栖息水鸟数量由 2007 年的 27.1 万只增加到 2024 年的 60.6 万只，普氏原羚由 2002 年的不足 300 只增加到 2024 年的 3400 余只，高原独有的“水-草-鱼-鸟-兽”共生生态系统更趋平衡^{②③}。

作为青藏高原生物多样性宝库，青海湖地区记录有野生植物 71 科，288 属，737 种（表 1-1），主要植被有矮蒿草、小蒿草、珠芽蓼、针茅、高山唐松草等，沿河有一些低矮灌丛，包括羽叶地点梅、三蕊草、唐古红景天等重点保护野生植物 12 种；湖区的浮游植物有 53 种，其中硅藻占优势；野生脊椎动物 28 目，73 科，170 属，340 种（表 1-2），包括黑鹳、大天鹅、普氏原羚等重点野生动物 81 种；浮游动物共有 29 种，底栖动物共有 22 种。在物种保护方面，青海湖地区具有“山水林田湖草沙冰”多样化的生态地理要素，属于我国生物多样性保护优先地区，特有的高原湿地生态系统承载了众多珍稀濒危物种，其内部的鱼鸟共生系统极具影响力和代表性。

① 范彩红. 生态文明视阈下青海湖湿地生态保护研究 [D]. 青海: 青海大学, 2018.

② 平晓鸽, 李春旺, 李春林, 等. 普氏原羚分布、种群和保护现状 [J]. 生物多样性, 2018, 26 (2): 177-184.

③ 董宁. 青海湖水鸟聚集生态持续向好 [EB/OL]. (2020-10-07) [2023-11-10.] http://photo.china.com.cn/2020-10/07/content_76783623.htm.