

# 2025 年清华大学学生暑假社会实践支队总结报告

## “鸟岛与少年”生态调研报告<sup>1</sup>

### 旅游与放牧干扰对于青海湖周边地区生物量及生物多样性的影响分析<sup>2</sup>

**内容摘要：**本研究通过样方法调查了青海湖黑马河与圣泉湾景区以及冬、夏牧场的植被群落，分析了旅游与放牧活动对生物量和物种多样性的影响。结果表明：旅游干扰显著降低了两个景区的植被盖度，其中圣泉湾景区物种多样性各项指数均显著下降，而黑马河景区多样性虽无显著变化，但优势种生态重要值上升，暗示潜在退化风险；放牧干扰导致夏牧场生物量显著低于冬牧场，但物种多样性无显著差异，表明当前轮牧策略有助于维持牧场生态稳定性。研究建议加强对高干扰区域（如圣泉湾）的生态修复与监测，推广可持续旅游与放牧管理策略，以实现青海湖地区生态与经济协同发展。

**关键词：**青海湖 旅游干扰 放牧干扰 生物量 物种多样性 可持续发展

引言：青海湖位于青藏高原东北部，处在东亚季风、印度季风带和西风带的汇聚区和半湿润半干旱、干旱区过渡带，拥有丰富的气候资源、水资源和野生生物等资源，是我国最大的内陆高原咸水湖。<sup>[1]</sup>旅游业与畜牧业是青海湖周边地区的两大支柱型产业，其对于青海湖生态环境的影响是重点研究并亟待解决的问题。近年来，青海湖周边景点接待游客数逐年上升，2024 年青海湖景区接待游客 301.6 万人次。<sup>[2]</sup>自 2017 年起，青海湖保护利用管理局开始限定接待游客人数和经营活动范围，并作出严格规定，有效保护了景区旅游资源。<sup>[3]</sup>然而这些保护措施是否能有效地保护景区周边的生物多样性，目前并未有文献进行研究。同时，畜牧业作为当地居民的重要经济来源，放牧对于草场的破坏也是不容忽视的。

基于此，本研究挑选了黑马河景区与圣泉湾景区以及休牧与正在使用的牧场，针对其中的生物量以及生物多样性进行研究，从而对旅游景点以及周边牧场植物群落的生物多样性保护、植被监测以及可持续利用提供理论依据。

#### 一、材料与方法

##### （一）研究区概况

圣泉湾景区与黑马河景区是青海湖周边知名旅游景点。景区附近植被类型为高寒草原，物种以莎草科、禾本科、菊科、豆科、蔷薇科等为主。

<sup>1</sup> 本文作者：“鸟岛与少年”赴青海湖鸟岛实践支队

<sup>2</sup> 报告执笔人：徐英泽（清华大学生命科学学院 2023 级本科生），绘图：陈思霖（清华大学生命科学学院 2024 级本科生）

研究所选取的冬牧场为牧民未使用或少量使用的牧场，处于休牧状态，作为对照组；而夏牧场为牧民正在使用的牧场，作为干扰组。其附近植被类型同样为高寒草原，物种以禾本科与莎草科为主。

## （二）研究方法

### 1. 样地设置

选择黑马河旅游景点与圣泉湾旅游景点进行旅游干扰的影响调查，同时选择正在使用放牧的夏牧场以及未投入使用的冬牧场进行放牧干扰的影响调查。调查样地时，通过大致踏查，在所处地区选择较有代表性的地段设置样地。在黑马河景点的干扰区与非干扰区以及正在使用的夏牧场与未投入使用的冬牧场分别设置 1 个样地，每个样地按照等距的原则每隔 8m 选取 1 个样方，共设置 3 个样方，样方大小为  $1\text{m} \times 1\text{m}$ ；在圣泉湾景区，由于较高灌丛的存在，在干扰区与非干扰区分别随机选取一个  $5\text{m} \times 5\text{m}$  的样地，并在每个样地的 4 个角落选取 1 样方，共设置 4 个样方，样方大小为  $1\text{m} \times 1\text{m}$ 。

### 2. 调查内容

在每个  $1\text{m} \times 1\text{m}$  的样方中，记录样方内出现物种的名称和每个物种的株数，量取 5 株左右植株自然高度，使用目测法记录样方中出现的所有物种的盖度。

## （三）数据计算与统计

### 1. 计算方法

盖度（coverage）是指植物地上部分垂直投影的面积占地面的比率；植株高度（height）可以指示生长情况和生长态势。由于本研究期间无法使用刈割法测量样方内生物量，故通过样方的绝对盖度与植株的平均高度来部分反映样方内生物量的高低。

优势度是指物种的生态重要性，用生态重要值（important value, I.V.）表示。在草原生态类型中，生态重要值一般由相对高度（relative height, RH）、相对频度（relative frequency, RF）、相对盖度（relative coverage, RC）三者之和的平均值计算出，公式如下：

$$\text{生态重要值 (I.V.)} = (\text{相对高度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度}) / 3^{[4]}$$

本研究通过对各样地中各物种的生态重要值的比较，来判断该样地的优势物种。

物种多样性（species diversity）是一个能更好地反映生态系统群落结构与功能特性并衡量其稳定程度的指标。采用物种丰富度指数（Patrick, R），香农-威纳多样性指数（Shannon-wiener, H），优势度指数（Simpson, D）和均匀度指数（Pielou, J）评价物种群落的多样性，计算公式如下：

#### （1）Patrick 物种丰富度指数：

$$R = S$$

(2) Shannon-wiener 指数:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

(3) Simpson 生态优势度指数:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$$

(4) Pielou 均匀度指数:

$$J = \frac{H}{\ln S}$$

式中,  $S$  为样方内物种数;  $P_i$  是样方中第  $i$  种植物的密度。这 4 种指数的值越大, 代表该生境内的物种多样性越高。

## 2. 数据统计

运用 Microsoft Office Excel 软件进行数据整理和群落多样性指标计算; 运用 IBM SPSS 27, 对干扰组与对照组的平均高度、绝对盖度以及各种多样性指数进行独立样本  $t$  检验。

## 二、结果与分析

### (一) 调查地区的物种组成概况

调查地区的高寒草原共有植物 18 科 35 属 40 余种, 其中莎草科 (*Cyperaceae*)、禾本科 (*Gramineae*)、豆科 (*Fabaceae*)、菊科 (*Asteraceae*) 的种数量超过了 5 种 (表 1), 为高寒草原的主要物种。

表 1 调研期间植物种类一览

科	属	中文名	拉丁学名
禾本科	针茅属	紫花针茅	<i>Stipa purpurea</i>
	羊茅属	羊茅	<i>Festuca ovina</i>
	冰草属	冰草	<i>Agropyron cristatum</i>
	披碱草属	垂穗披碱草	<i>Elymus nutans</i>
	芨芨草属	芨芨草	<i>Neotrinia splendens</i>
	早熟禾属	早熟禾	<i>Neotrinia splendens</i>
	赖草属	赖草	<i>Leymus secalinus</i>
莎草科 <sup>3</sup>	薹草属	未定种	<i>Carex sp</i>

<sup>3</sup> 样地内莎草科难以定种, 只能定到属。

	嵩草属	未定种	<i>Kobresia sp</i>
菊科	蒿属	猪毛蒿	<i>Artemisia scoparia</i>
		冷蒿	<i>Artemisia frigida</i>
		裂叶蒿	<i>Artemisia tanacetifolia</i>
		五月艾	<i>Artemisia indica</i>
	紫菀属	阿尔泰狗娃花	<i>Aster altaicus</i>
	蒲公英属	蒲公英	<i>Taraxacum mongolicum</i>
	菊属	小山菊	<i>Chrysanthemum oreastrum</i>
豆科	黄芪属	短茎黄芪	<i>Astragalus malcolmii</i>
		多枝黄芪	<i>Astragalus polycladus</i>
		甘肃黄芪	<i>Astragalus licentianus</i>
	野决明属	披针叶野决明	<i>Thermopsis lanceolata</i>
	苜蓿属	青海苜蓿	<i>Medicago archiducis-nicolai</i>
蔷薇科	蕨麻属	蕨麻	<i>Argentina anserina</i>
	委陵菜属	多裂委陵菜	<i>Potentilla multifida</i>
	毛莓草属	鸡冠茶	<i>Sibbaldianthe bifurca</i>
		毛莓草	<i>Sibbaldianthe adpressa</i>
苋科	藜属	藜	<i>Chenopodium album</i>
	轴藜属	轴藜	<i>Axyris amaranthoides</i>
	滨藜属	滨藜	<i>Atriplex patens</i>
唇形科	香薷属	密花香薷	<i>Elsholtzia densa</i>
	青兰属	白花枝子花	<i>Dracocephalum heterophyllum</i>
车前科	车前属	平车前	<i>Plantago depressa</i>
通泉草科	肉果草属	肉果草	<i>Lancea tibetica</i>
白牡丹科	鸡娃草属	鸡娃草	<i>Plumbagella micrantha</i>
紫草科	微孔草属	西藏微孔草	<i>Microula tibetica</i>
龙胆科	龙胆属	鳞叶龙胆	<i>Gentiana squarrosa</i>
瑞香科	狼毒属	狼毒	<i>Stellera chamaejasme</i>
伞形科	柴胡属	黑柴胡	<i>Bupleurum smithii</i>
报春花科	珍珠菜属	海乳草	<i>Lysimachia maritima</i>
列当科	马先蒿属	琴盔马先蒿	<i>Pedicularis lyrata</i>
蓼科	西伯利亚蓼属	西伯利亚蓼	<i>Knorringia sibirica</i>
十字花科	独行菜属	独行菜	<i>Lepidium apetalum</i>

## （二）旅游干扰对青海湖景区生物量及物种多样性的影响分析

### 1. 黑马河景区生物量及物种多样性分析

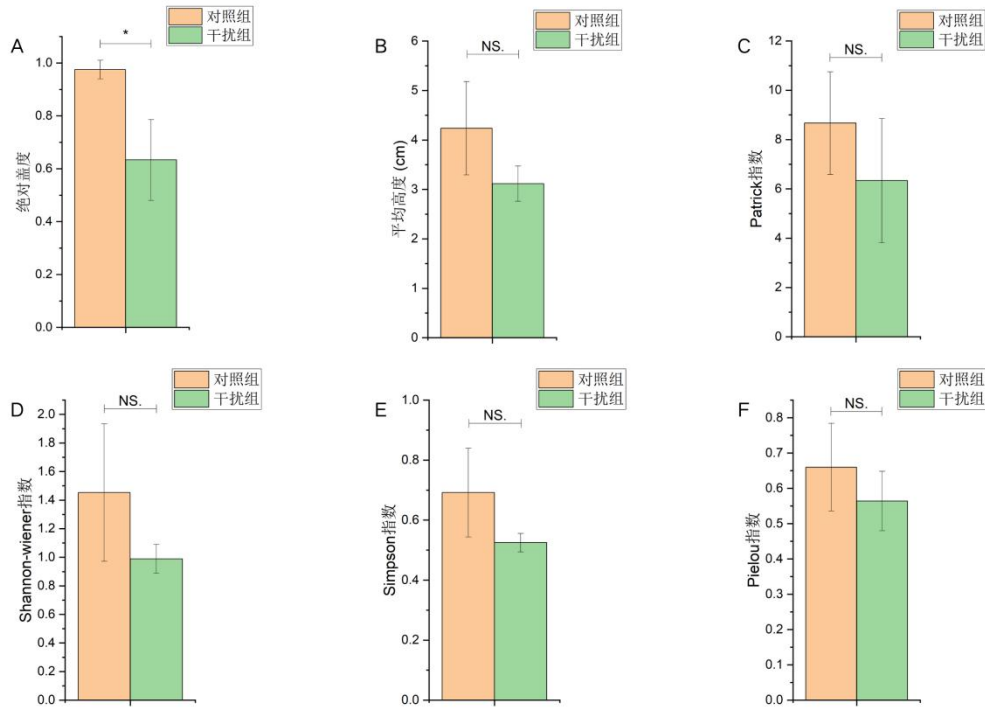


图1 黑马河景区对照组与干扰组生物量与物种多样性对比(平均值±标准差)

A.绝对盖度, B.平均高度, C.Patrick 指数, D.Shannon-wiener 指数, E.Simpson 指数, F.Pielou 指数

独立样本 t 检验表明（图 1），黑马河景区未经干扰的对照组与旅游干扰组之间植被群落在盖度上具有显著差异（ $p=0.0295$ ），干扰组的植被盖度显著低于对照组。在植被平均高度、patrick 物种丰富度指数、Shannon-wiener 指数、Simpson 生态优势度指数、Pielou 均匀度指数上，干扰组均略低于对照组，但均无显著差异（ $p>0.05$ ）。这表明在生物量上，旅游干扰的确会产生显著的负面影响；在物种多样性上，则影响不显著。

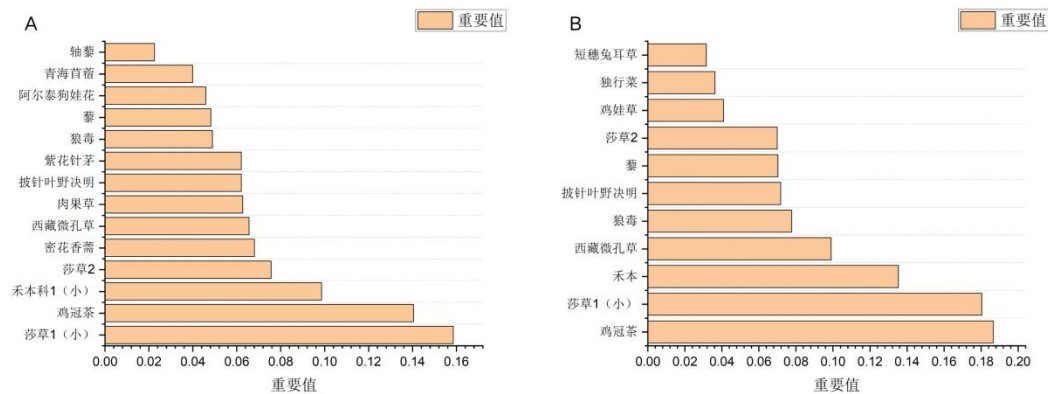


图2 黑马河景区对照组与干扰组各物种生态重要值排序 A.对照组, B.干扰组

同时, 将各物种生态重要值排序 (图2), 对照组与干扰组的优势物种均为某种莎草科植物以及蔷薇科鸡冠茶。然而干扰组的莎草与鸡冠茶的重要值要略大于对照组, 这暗示了旅游干扰可能不利于优势种以外的物种生长, 长此以往可能仍然会影响黑马河景区的物种多样性。

## 2. 圣泉湾景区生物量及物种多样性分析

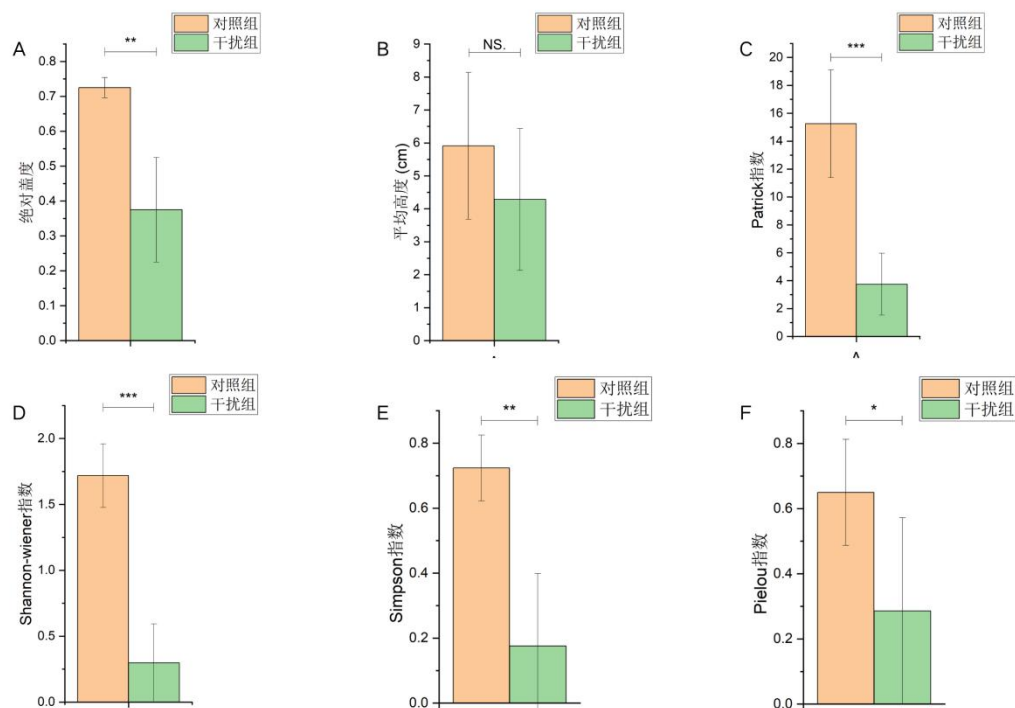


图3 圣泉湾景区对照组与干扰组生物量与物种多样性对比(平均值±标准差)  
A.绝对盖度, B.平均高度, C.Patrick 指数, D.Shannon-wiener 指数, E.Simpson 指数, F.Pielou 指数

独立样本 t 检验表明 (图3), 在植被生物量方面, 圣泉湾干扰组的盖度要显著低于对

照组 ( $p<0.01$ )，而植被高度则无显著影响 ( $p=0.167$ )；在物种多样性上，干扰组的 patrick 物种丰富度指数 ( $p=0.001$ )、Shannon-wiener 指数 ( $p<0.001$ )、Simpson 生态优势度指数 ( $p<0.01$ )、Pielou 均匀度指数 ( $p<0.05$ ) 均显著低于对照组。以上结果说明，在圣泉湾景区，旅游干扰的确会对景区植被的生物量以及物种多样性产生较大的负面影响。

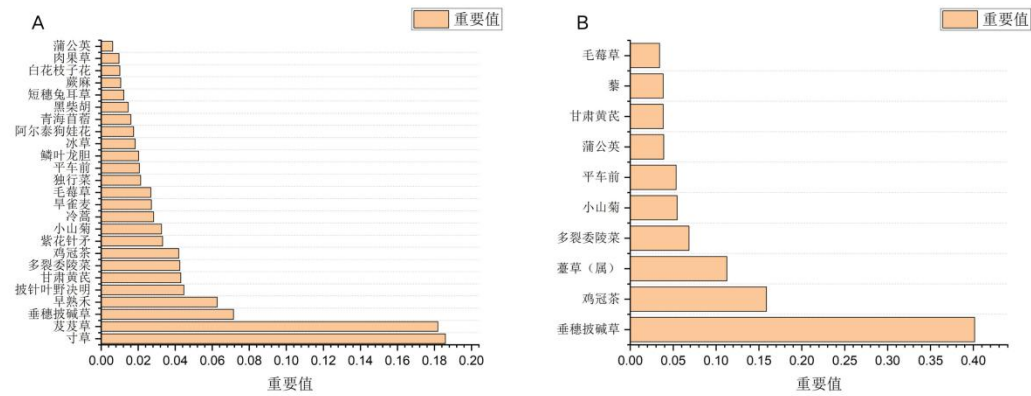


图 4 圣泉湾景区对照组与干扰组各物种生态重要值排序 A.对照组, B.干扰组

同时，将各物种生态重要值排序（图 4），干扰组的优势种相较对照组发生了较大的改变，由寸草、芨芨草变为了垂穗披碱草，且垂穗披碱草的重要值（0.402）远大于其余物种。这表明圣泉湾的旅游干扰严重压缩了大部分物种的生态位，仅有少部分物种（垂穗披碱草、鸡冠茶等）得以在干扰下生长，因此导致了生物量与物种多样性的大幅下降。

### （三）放牧干扰对于青海湖周边草场生物量及物种多样性的影响分析

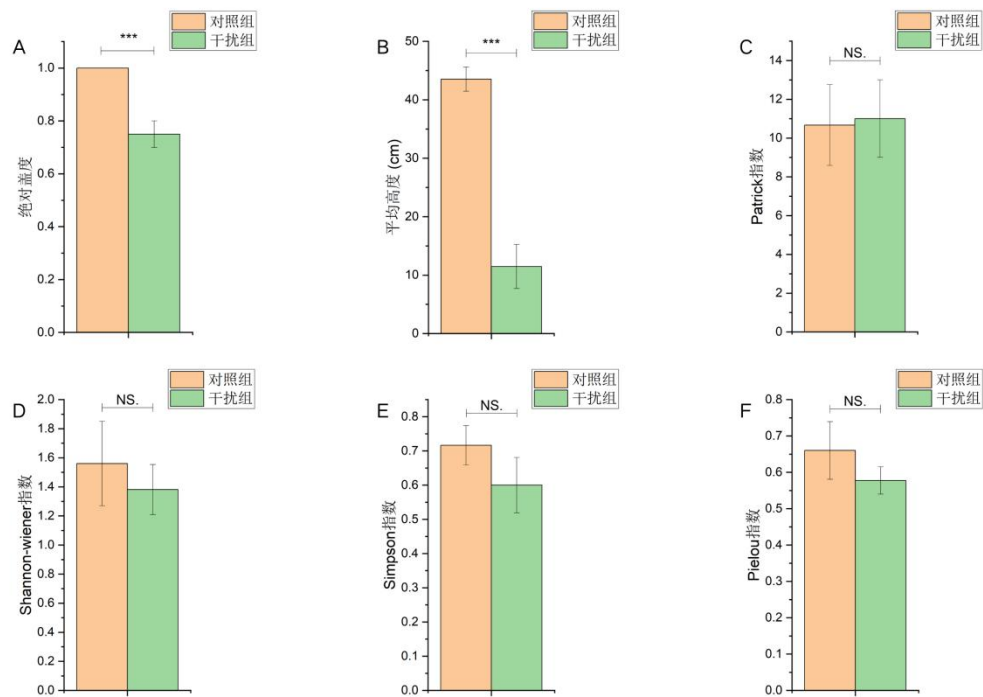


图 5 冬牧场（对照组）与夏牧场（干扰组）生物量与物种多样性对比（平均

值±标准差) A.绝对盖度, B.平均高度, C.Patrick 指数, D.Shannon-wiener 指数, E.Simpson 指数, F.Pielou 指数

独立样本 t 检验表明 (图 5), 在植被生物量方面, 使用中夏牧场的盖度 ( $p<0.001$ ) 与植被高度 ( $p<0.001$ ) 均显著低于对照组; 而在物种多样性上, 夏牧场的 patrick 物种丰富度指数、Shannon-wiener 指数、Simpson 生态优势度指数、Pielou 均匀度指数与冬牧场相比均无显著性影响 ( $p>0.05$ )。放牧干扰对于牧场植被生物量造成极显著的负面影响, 然而对于物种多样性却影响不大, 这表明牧民的冬牧场、夏牧场的轮换休牧策略可以有效地维持牧场的物种多样性, 从而进行可持续的利用与放牧。

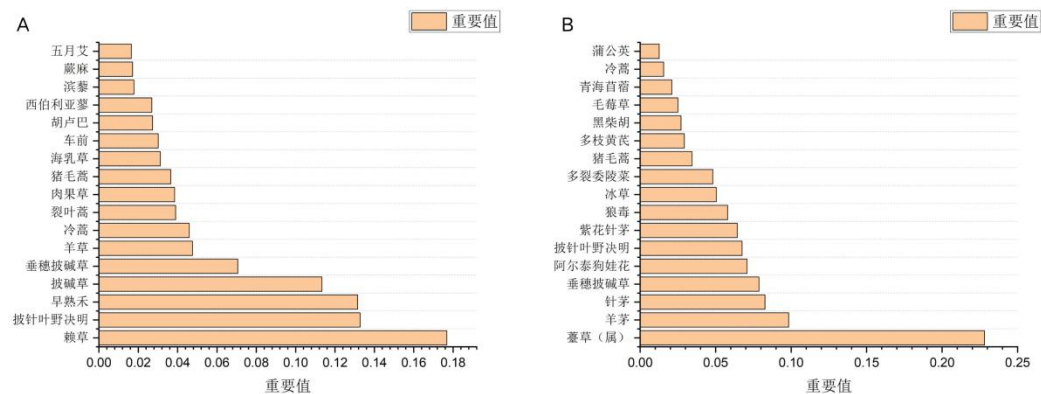


图 6 冬牧场 (对照组) 与夏牧场 (干扰组) 各物种生态重要值排序 A.冬牧场, B.夏牧场

同时, 将各物种生态重要值排序 (图 6), 在物种多样性无显著性差异的同时, 夏牧场与冬牧场的优势种却具有较大的差异。我们猜测有以下两种可能的原因: 其一, 可以发现二者之间的物种种类也具有明显的差异, 因此优势种差异较大的原因更有可能是两地相隔较远所导致的植被群落原有差异; 其二, 冬牧场的平均植株高度更高, 且具有较多覆盖面积大、高度高的植株, 这种生境可能不利于较为矮小的藁草属植物生长, 而夏牧场除去位列第一的藁草属, 所剩的重要值较大的禾本科、披针叶野决明也与冬牧场相似。

### 三、讨论与结论

本研究选取黑马河与圣泉湾两个景区, 对旅游干扰对青海湖植被生态的影响进行分析研究。研究结果表明, 不论是黑马河景区还是圣泉湾景区, 旅游干扰都会显著降低植被生物量。而在物种多样性上, 黑马河景区的物种多样性在旅游干扰下没有显著下降, 而圣泉湾景区出现了极显著的下降。这表明, 即使生物量有所下降, 黑马河景区对于旅游干扰的处理可以较为有效地保证物种多样性的稳定, 从而控制旅游活动对于植被的破坏程度; 而圣泉湾景区内植被则出现了较为严重的退化情况。总之, 至少圣泉湾景区内的植被生态保护仍有缺陷, 部分地区已经出现了较为严重的退化情况。



当然，黑马河与圣泉湾景区在物种多样性上结果的差异也有可能是由其他原因引起的：其一，圣泉湾干扰组所选取的样地受旅游干扰的程度可能远高于黑马河干扰组，轻度的干扰可能对于物种多样性的影响不大，而重度的干扰可能会严重降低物种多样性，引发植被退化；其二，实际上，黑马河干扰组的物种多样性相关指数相比于对照组具有一定的下降趋势，然而本次研究出于时间限制，选取的样本量较小，这可能导致随机误差较大，难以体现真实的显著性水平。

同时，本研究选取了未使用的冬牧场和正在使用的夏牧场，对于放牧干扰的影响进行了研究。研究表明，在放牧干扰下，牧场的生物量出现了显著性的下降，而物种多样性则没有显著性的改变。放牧干扰下生物量的降低是正常的，而牧场的物种多样性却能够维持良好的水平。这暗示了牧民的冬牧场、夏牧场的轮换休牧策略可以有效地维持牧场的物种多样性，且青海湖周边牧场的放牧程度完全在生态可承载范围之内，符合国家绿色、可持续发展的生态理念。

青海湖是我国较早建立的自然保护区，拥有极为重要的生态地位，发挥着极为重要的生态职能。然而，即使保护局实施各种保护措施，旅游业与畜牧业的发展仍会不可避免地影响青海湖的生态职能。在当前旅游产业蓬勃发展的背景下，青海湖周边地区应基于自身实际情况，探索一条生态保护与旅游产业、畜牧产业协同共生的特色发展路径。<sup>[1]</sup>对于已经有较严重破坏的地区，如圣泉湾景区，应当及时补救，进行生态恢复；对于保护良好的地区，也应该及时监测、查漏补缺。在保护好当地生态的同时，协同发展旅游业与畜牧业，形成良性循环，最终能够实现长效发展。

#### 四、参考文献

- 
- [1] 李晓东：《青海湖水体对流域气候和生态环境变化的响应》，兰州大学，2022 年。
- [2] 倪晓颖：《2024 年青海湖景区接待游客超 300 万人次》，《青海日报》2025 年 1 月 5 日。
- [3] 尕藏措：《青海湖景区生态旅游发展研究》，《青藏高原论坛》2024 年 6 月第 2 期第十二卷，第 36 页。
- [4] 牛翠娟等：《基础生态学》，北京：高等教育出版社，2015 年，第 151-152 页。
- [5] 张慧芝：《青海省旅游产业与生态环境的耦合协调发展研究》，《西部旅游》2025 年第 12 期，第 55 页。